관리번호

사본번호

2012년도(고속국도 301호선)

상주~영천고속도로 민간투자사업(9공구)

초 기 점 검 보 고 서

(준 공)

2017. 6.

국토교통부

부 산 지 방 국 토 관 리 청

상주영천고속도로주식회사

제 출 문

두산건설(주), 지에스건설(주) 대표이사 귀하

귀 사와 계약 체결한 "상주~영천간 고속도로 민간투자사업 제9공구 초기점검 용역"을 성실히 수행하고, 그 결과를 본 보고서에 수록하여 부속자료와 함께 제출합니다.

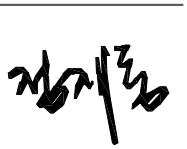
2017. 06

(주) 다린이앤씨

대표이사 정 재 동

초기점검 참여 기술진 명단

■ 과 업 명 : 상주~영천간 고속도로 민간투자사업 제9공구 초기점검

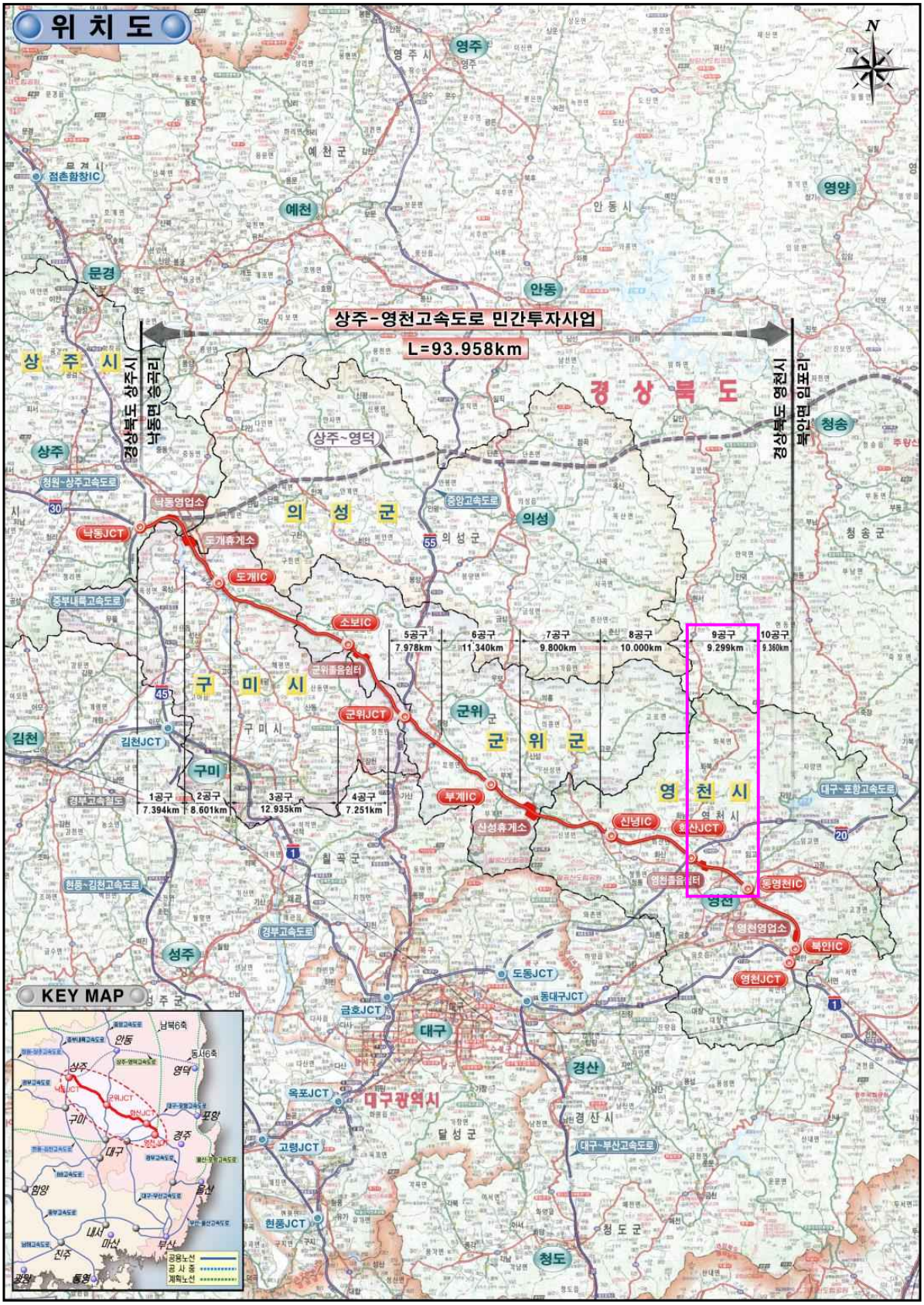
구 분	참여 분야	성 명	직 위	기 술 등 급 (자 격 사 항)	서 명
사 업 책임기술자	과업총괄	최 용 식	전 무	토목특급기술자 (건설안전기술사, 토목기사)	
분 야 책임기술자	토목구조	정 재 동	대표이사	토목특급기술자 (토목구조기술사)	
	토질 및 기초	김 진 도	부 사 장	토목특급기술자 (토질 및 기초기술사)	
	품질시험	김 동 수	부 사 장	토목특급기술자 (토목구조기술사)	
분 야 참여기술자	토목구조	장 용 석	상무이사	토목특급기술자 (토목기사)	
	토목구조	백 경 수	부 장	토목고급기술자 (토목기사)	
	토목구조	이 문 한	부 장	토목초급기술자 (토목산업기사)	
	품질시험	이 상 규	부 장	토목고급기술자 (토목기사)	

위 치 도

Sta.0+090~0+160
보강토옹벽(198.2m)
암기교(상주, 영천)
DR GIRDER(180.0m)
Sta.2+190~2+410(영천)
절토사면(220.0m)
가래실교(상주, 영천)
LIT BEAM(315.0m)
북영천IC
암 기리
영천하이테크파크
중앙동
35
20

고현천교(상주, 영천)
IPC BEAM(540.0m)
도림천교(상주, 영천)
DR GIRDER(180.0m)
Sta.3+585~3+625
보강토옹벽(240.7m)
오미교(상주, 영천)
SB ARCH(50.0m)
북영천휴게소
풍곡지
신기지
중앙동
35
범례
내 용
1종시설물
2종시설물

노 선 도


위 치 도
N
상주-영천고속도로 민간투자사업
L=93.958km
경 상 북 도
상 주 시
의 성 군
구 미 시
군 위 군
영 천 시
경상북도 상주시 낙동면 송곡리
경상북도 영천시 북안면 임포리
영주
영주 시
예천군
예천
안동 시
안동
영양
문경
청송
청송 군
상주
상주~영덕
청원~상주고속도로
중부내륙고속도로
중앙고속도로
의성
의성군
낙동영업소
낙동JCT
도개휴게소
도개IC
소보IC
군위졸음쉼터
군위JCT
김천
김천JCT
구미
경부고속철도
부계IC
삼성휴게소
신녕IC
화산JCT
영천졸음쉼터
동영천IC
영천
영천영업소
북안IC
영천JCT
대구~포항고속도로
현풍~김천고속도로
경부고속도로
칠곡군
성주
성주군
도동JCT
동대구JCT
금호JCT
대구
경산
경산 시
옥포JCT
대구광역시
달성군
고령JCT
대구~부산고속도로
현풍JCT
청도
청도군
청 도 군
1공구 7.394km
2공구 8.601km
3공구 12.935km
4공구 7.251km
5공구 7.978km
6공구 11.340km
7공구 9.800km
8공구 10.000km
9공구 9.299km
10공구 9.380km
KEY MAP
공용노선
공 사 중
계획노선

가래실교(상주) 전경사진

내 용	가래실교(상주) 상부

내 용	가래실교(상주) 측면

내 용	가래실교(상주) 거더

내 용	가래실교(상주) 교각

내 용	가래실교(상주) 교대

내 용	가래실교(상주) 신축이음장치

가래실교(영천) 전경사진

내 용	가래실교(영천) 상부

내 용	가래실교(영천) 측면

내 용	가래실교(영천) 거더

내 용	가래실교(영천) 교각

내 용	가래실교(영천) 교대

내 용	가래실교(영천) 신축이음장치

암기교(상주) 전경사진

내 용	암기교(상주) 상부

내 용	암기교(상주) 측면

내 용	암기교(상주) 하부

내 용	암기교(상주) 교각

내 용	암기교(상주) 교대

내 용	암기교(상주) 신축이음장치

암기교(영천) 전경사진

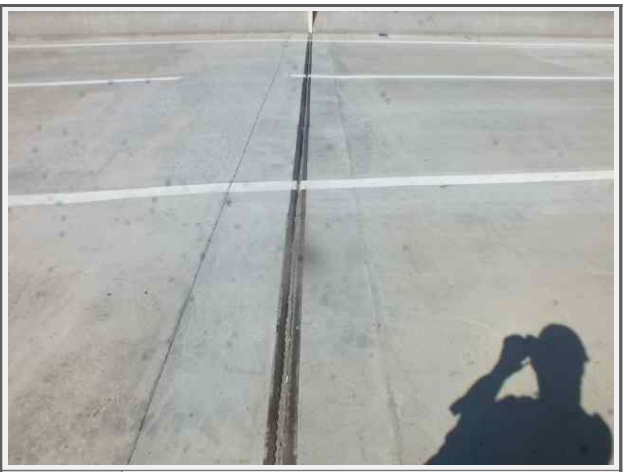
내 용	암기교(영천) 상부

내 용	암기교(영천) 측면

내 용	암기교(영천) 하부

내 용	암기교(영천) 교각

내 용	암기교(영천) 교대

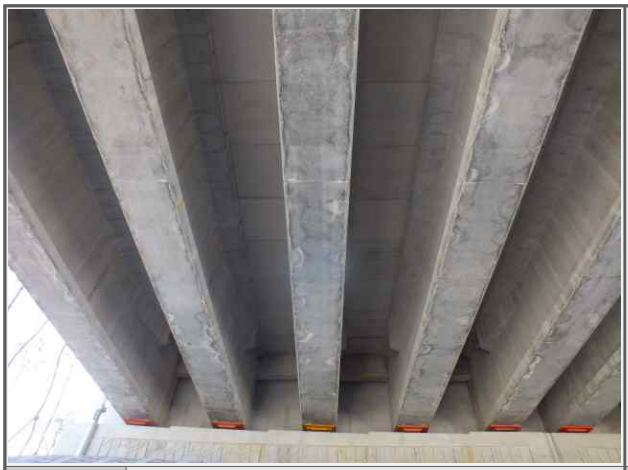


내 용	암기교(영천) 신축이음장치

고현천교(상주) 전경사진

내 용	고현천교(상주) 상부

내 용	고현천교(상주) 측면



내 용	고현천교(상주) 거더

내 용	고현천교(상주) 교각

내 용	고현천교(상주) 교대

내 용	고현천교(상주) 신축이음장치

고현천교(영천) 전경사진

내 용	고현천교(영천) 상부

내 용	고현천교(영천) 측면

내 용	고현천교(영천) 거더

내 용	고현천교(영천) 교각

내 용	고현천교(영천) 교대

내 용	고현천교(영천) 신축이음장치

도림천교(상주) 전경사진

내 용	도림천교(상주) 상부

내 용	도림천교(상주) 측면

내 용	도림천교(상주) 거더

내 용	도림천교(상주) 교각

내 용	도림천교(상주) 교대

내 용	도림천교(상주) 신축이음장치

도림천교(영천) 전경사진

내 용	도림천교(영천) 상부

내 용	도림천교(영천) 측면

내 용	도림천교(영천) 거더

내 용	도림천교(영천) 교각

내 용	도림천교(영천) 교대

내 용	도림천교(영천) 신축이음장치

오미교(상주) 전경사진

내 용	오미교(상주) 상부

내 용	오미교(상주) 측면

내 용	오미교(상주) 거더

내 용	오미교(상주) 바닥판

내 용	오미교(상주) 교대

내 용	오미교(상주) 신축이음장치

오미교(영천) 전경사진

내 용	오미교(영천) 상부

내 용	오미교(영천) 측면

내 용	오미교(영천) 거더

내 용	오미교(영천) 바닥판

내 용	오미교(영천) 교대

내 용	오미교(영천) 신축이음장치

Sta.0+090~0+160 옹벽 전경사진

내 용 : 패널식 보강토옹벽 전면전경	내 용 : 패널식 보강토옹벽 상부전경

Sta.3+585~3+625 옹벽 전경사진

내 용 : 패널식 보강토옹벽 전면전경	내 용 : 패널식 보강토옹벽 상부전경

절토사면 전경사진

STA.2+190~2+410(영천) 절토사면

목 차

Ⅰ. 공 통 편

1. 서 언 ····· 1
1.1 과업의 목적 ····· 3
1.2 과업의 범위 및 내용 ····· 3
1.3 대상 시설물의 개요 ····· 6
1.4 사용 장비 ····· 8
1.5 과업수행일정 ····· 9
1.6 구조물 기호 정의 ····· 10

2. 외 관 조 사 ····· 11
2.1 개 요 ····· 13
2.2 교량의 상태평가 적용범위 ····· 13
2.3 교량의 부재별 상태평가 기준 ····· 14
2.4 교량의 상태평가 결과 산정방법 ····· 38
2.5 교량받침 연단거리 조사 ····· 39
2.6 이동량 검토 ····· 40
2.7 옹벽의 상태평가 기준 및 상태평가 산정절차 ····· 41
2.8 절토사면의 상태평가 기준 및 상태평가 산정절차 ····· 48
2.9 종합평가 및 안전등급 ····· 54

3. 내구성 조사 ····· 57
3.1 개 요 ····· 59
3.2 콘크리트 강도 ····· 59
3.3 철근배근 탐사 ····· 63
3.4 탄산화 깊이 측정 ····· 65

4. 재 하 시 험 ····· 71
4.1 재하시험의 개요 ····· 73
4.2 재하차량 제원 ····· 76
4.3 센서 및 측정기기 ····· 76

5. 구조안전성 및 내하력평가 ····· 77
5.1 개 요 ····· 79
5.2 안전성 평가 ····· 80
5.3 내하력 평가 ····· 81

목 차

Ⅱ. 교 량 편

1. 가래실교

1. 서 론 ····· 5
1.1 교량현황 ····· 5
1.2 전경사진 ····· 6
1.3 관련도면 ····· 8

2. 외관조사 ····· 49
2.1 부재별 외관조사 ····· 51
2.2 교량받침 조사 ····· 68
2.3 신축이음 유간 조사 ····· 83

3. 내구성 조사 ····· 89
3.1 내구성조사 현황 ····· 91
3.2 콘크리트 강도시험 ····· 91
3.3 철근배근탐사 ····· 94
3.4 탄산화깊이 측정 ····· 95

4. 재 하 시 험 ····· 97
4.1 개 요 ····· 99
4.2 정적재하시험 ····· 104
4.3 동적재하시험 ····· 108
4.4 정·동적 재하시험 고찰 ····· 116

5. 구조안전성 및 내하력평가 ····· 117
5.1 개 요 ····· 119
5.2 LIT Girder 구조해석 ····· 122
5.3 LIT Girder 안전성평가 ····· 132

6. 상태평가 및 안전성평가 ····· 135
6.1 외관상태에 의한 평가 ····· 137
6.2 내구성조사에 의한 평가 ····· 139
6.3 구조안전성 및 내하력에 의한 평가 140
6.4 종합평가 ····· 141

7. 주요결함 및 보수·보강 이력 ····· 143
7.1 주요결함 ····· 145
7.2 보수보강 이력 ····· 147

8. 보수 및 유지관리방안 ····· 149
8.1 보수방안 ····· 151
8.2 유지관리방안 ····· 153

9. 결 론 ····· 155
9.1 현장조사 결과 ····· 157
9.2 내구성조사 결과 ····· 157
9.3 상태평가 결과 ····· 157
9.4 재하시험 결과 ····· 157
9.5 구조검토 및 내하력 산정 결과 ···· 158
9.6 안전성평가 결과 ····· 158
9.7 종합결론 ····· 158

2. 암기교

1.1 교량현황 ····· 163
1.2 전경사진 ····· 164
1.3 관련도면 ····· 166

2. 외관조사 ····· 183
2.1 부재별 외관조사 ····· 185
2.2 교량받침 조사 ····· 203
2.3 신축이음 유간 조사 ····· 214

3. 내구성 조사 ····· 221
3.1 내구성조사 현황 ····· 223
3.2 콘크리트 강도시험 ····· 223
3.3 철근배근탐사 ····· 225
3.4 탄산화깊이 측정 ····· 227

4. 재 하 시 험 ····· 229
4.1 개 요 ····· 231
4.2 정적재하시험 ····· 236
4.3 동적재하시험 ····· 240
4.4 정·동적 재하시험 고찰 ····· 248

5. 구조안전성 및 내하력평가 ····· 249
5.1 개 요 ····· 251
5.2 DR Girder 구조해석 ····· 254
5.3 DR Girder 안전성평가 ····· 263

6. 상태평가 및 안전성평가 ····· 265
6.1 외관상태에 의한 평가 ····· 267
6.2 내구성조사에 의한 평가 ····· 269
6.3 구조안전성 및 내하력에 의한 평가 270
6.4 종합평가 ····· 271

7. 주요결함 및 보수·보강 이력 ····· 273
7.1 주요결함 ····· 275
7.2 보수보강 이력 ····· 277

8. 보수 및 유지관리방안 ····· 279
8.1 보수방안 ····· 281
8.2 유지관리방안 ····· 283

9. 결 론 ····· 285
9.1 현장조사 결과 ····· 287
9.2 내구성조사 결과 ····· 287
9.3 상태평가 결과 ····· 287
9.4 재하시험 결과 ····· 288
9.5 구조검토 및 내하력 산정 결과 ···· 288
9.6 안전성평가 결과 ····· 288
9.7 종합결론 ····· 288

3. 고현천교

1. 서 론 ····· 291
1.1 교량현황 ····· 293
1.2 전경사진 ····· 294
1.3 관련도면 ····· 296

2. 외관조사 ····· 319
2.1 부재별 외관조사 ····· 321
2.2 교량받침 조사 ····· 337
2.3 신축이음 유간 조사 ····· 359

3. 내구성 조사 ····· 367
3.1 내구성조사 현황 ····· 369
3.2 콘크리트 강도시험 ····· 369
3.3 철근배근탐사 ····· 372
3.4 탄산화깊이 측정 ····· 373

4. 재 하 시 험 ····· 375
4.1 개 요 ····· 377
4.2 정적재하시험 ····· 382
4.3 동적재하시험 ····· 386
4.4 정·동적 재하시험 고찰 ····· 394

5. 구조안전성 및 내하력평가 ····· 395
5.1 개 요 ····· 397
5.2 IPC BEAM 구조해석 ····· 400
5.3 IPC BEAM 안전성평가 ····· 410

6. 상태평가 및 안전성평가 ····· 413
6.1 외관상태에 의한 평가 ····· 415
6.2 내구성조사에 의한 평가 ····· 417
6.3 구조안전성 및 내하력에 의한 평가 418
6.4 종합평가 ····· 419

7. 주요결함 및 보수·보강 이력 ····· 421
7.1 주요결함 ····· 423
7.2 보수보강 이력 ····· 425

8. 보수 및 유지관리방안 ····· 427
8.1 보수방안 ····· 429
8.2 유지관리방안 ····· 431

9. 결 론 ····· 433
9.1 현장조사 결과 ····· 435
9.2 내구성조사 결과 ····· 435
9.3 상태평가 결과 ····· 435
9.4 재하시험 결과 ····· 435
9.5 구조검토 및 내하력 산정 결과 ···· 436
9.6 안전성평가 결과 ····· 436
9.7 종합결론 ····· 436

4. 도림천교

1. 서 론 ····· 439
1.1 교량현황 ····· 441
1.2 전경사진 ····· 442
1.3 관련도면 ····· 444

2. 외관조사 ····· 465
2.1 부재별 외관조사 ····· 467
2.2 교량받침 조사 ····· 483
2.3 신축이음 유간 조사 ····· 495

3. 내구성 조사 ····· 501
3.1 내구성조사 현황 ····· 503
3.2 콘크리트 강도시험 ····· 503
3.3 철근배근탐사 ····· 505
3.4 탄산화깊이 측정 ····· 506

4. 재 하 시 험 ····· 509
4.1 개 요 ····· 511
4.2 정적재하시험 ····· 516
4.3 동적재하시험 ····· 520
4.4 정·동적 재하시험 고찰 ····· 528

5. 구조안전성 및 내하력평가 ····· 529
5.1 개 요 ····· 531
5.2 DR Girder 구조해석 ····· 534
5.3 DR Girder 안전성평가 ····· 543

6. 상태평가 및 안전성평가 ····· 545
6.1 외관상태에 의한 평가 ····· 547
6.2 내구성조사에 의한 평가 ····· 549
6.3 구조안전성 및 내하력에 의한 평가 550
6.4 종합평가 ····· 551

7. 주요결함 및 보수·보강 이력 ····· 553
7.1 주요결함 ····· 555
7.2 보수보강 이력 ····· 557

8. 보수 및 유지관리방안 ····· 559
8.1 보수방안 ····· 561
8.2 유지관리방안 ····· 563

9. 결 론 ····· 565
9.1 현장조사 결과 ····· 567
9.2 내구성조사 결과 ····· 567
9.3 상태평가 결과 ····· 567
9.4 재하시험 결과 ····· 568
9.5 구조검토 및 내하력 산정 결과 ···· 568
9.6 안전성평가 결과 ····· 568
9.7 종합결론 ····· 568

5. 오미교

서 론 ····· 571
1.1 교량현황 ····· 573
1.2 전경사진 ····· 574
1.3 관련도면 ····· 576

2. 외관조사 ····· 595
2.1 부재별 외관조사 ····· 597
2.2 교량받침 조사 ····· 611
2.3 신축이음 유간 조사 ····· 618

3. 내구성 조사 ····· 623
3.1 내구성조사 현황 ····· 625

3.2 콘크리트 강도시험 ····· 625
3.3 철근배근탐사 ····· 627
3.4 탄산화깊이 측정 ····· 628

4. 재 하 시 험 ····· 631
4.1 개 요 ····· 633
4.2 정적재하시험 ····· 638
4.3 동적재하시험 ····· 643
4.4 정·동적 재하시험 고찰 ····· 651

5. 구조안전성 및 내하력평가 ····· 653
5.1 개 요 ····· 655
5.2 SB-Arch 구조해석 ····· 664
5.3 SB-Arch 안전성평가 ····· 672

6. 상태평가 및 안전성평가 ····· 675
6.1 외관상태에 의한 평가 ····· 677
6.2 내구성조사에 의한 평가 ····· 679
6.3 구조안전성 및 내하력에 의한 평가 680
6.4 종합평가 ····· 681

7. 주요결함 및 보수·보강 이력 ····· 683
7.1 주요결함 ····· 685
7.2 보수보강 이력 ····· 687

8. 보수 및 유지관리방안 ····· 689
8.1 보수방안 ····· 691
8.2 유지관리방안 ····· 693

9. 결 론 ····· 695
9.1 현장조사 결과 ····· 697
9.2 내구성조사 결과 ····· 697
9.3 상태평가 결과 ····· 697
9.4 재하시험 결과 ····· 697
9.5 구조검토 및 내하력 산정 결과 ···· 698
9.6 안전성평가 결과 ····· 698
9.7 종합결론 ····· 698

Ⅲ. 옹 벽 편

1. Sta.0+090~0+160

1. 서 론 ····· 3
1.1 옹벽현황 ····· 5
1.2 전경사진 ····· 5
1.3 관련도면 ····· 6
2. 외관조사 ····· 11
2.1 부재별 외관조사 ····· 13
2.2 옹벽 기울기 조사 ····· 15
3. 내구성조사 ····· 17
3.1 콘크리트 패널 강도시험 ····· 19
4. 상태평가 및 종합평가 ····· 21
4.1 외관상태에 의한 평가 ····· 23
4.2 내구성조사에 의한 평가 ····· 24
4.3 종합평가 ····· 24
5. 주요결함 및 보수·보강 이력 ····· 27
5.1 주요결함 ····· 29
5.2 보수보강 이력 ····· 29
6. 보수 및 유지관리방안 ····· 31
6.1 보수방안 ····· 33
6.2 유지관리방안 ····· 33
7. 결 론 ····· 35
7.1 현장조사 결과 ····· 37
7.2 내구성조사 결과 ····· 37
7.3 상태평가 결과 ····· 37
7.4 종합결론 ····· 37

2. Sta.3+585~3+625

1. 서 론 ····· 41
1.1 옹벽현황 ····· 43
1.2 전경사진 ····· 43
1.3 관련도면 ····· 44
2. 외관조사 ····· 49
2.1 부재별 외관조사 ····· 51
2.2 옹벽 기울기 조사 ····· 54
3. 내구성조사 ····· 55
3.1 콘크리트 패널 강도시험 ····· 57
4. 상태평가 및 종합평가 ····· 59
4.1 외관상태에 의한 평가 ····· 61
4.2 내구성조사에 의한 평가 ····· 62
4.3 종합평가 ····· 62
5. 주요결함 및 보수·보강 이력 ····· 65
5.1 주요결함 ····· 67
5.2 보수보강 이력 ····· 67
6. 보수 및 유지관리방안 ····· 69
6.1 보수방안 ····· 71
6.2 유지관리방안 ····· 71
7. 결 론 ····· 73
7.1 현장조사 결과 ····· 75
7.2 내구성조사 결과 ····· 75
7.3 상태평가 결과 ····· 75
7.4 종합결론 ····· 75

목 차

Ⅳ. 사 면 편

1. Sta.2+190~2+420 절토사면(영천)

1. 서 론 ····· 3
1.1 절토사면 현황 ····· 5
1.2 전경사진 ····· 5
1.3 관련도면 ····· 6
1.4 시공이력 ····· 7
1.5 강우자료 분석 ····· 8
2. 외관조사 ····· 9
2.1 외관조사 결과 ····· 11
3. 안전성 검토 ····· 15
3.1 개 요 ····· 17
3.2 안전성 검토결과 ····· 17
4. 상태평가 및 종합평가 ····· 21
4.1 외관상태에 의한 평가 ····· 23
4.2 사면안전성 해석에 의한 평가 ····· 24
4.3 종합평가 ····· 25
5. 주요결함 및 보수·보강 이력 ····· 27
5.1 주요결함 ····· 29
5.2 보수보강 이력 ····· 29
6. 보수 및 유지관리방안 ····· 31
6.1 보수방안 ····· 33
6.2 유지관리방안 ····· 33
7. 결 론 ····· 35
7.1 현장조사 결과 ····· 37
7.2 안전성검토 결과 ····· 37
7.3 상태평가 결과 ····· 37
7.4 종합결론 ····· 37

목 차

Ⅴ. 부 록 편(별첨)

부록-01. 교 량 편

A. 가 래 실 교

01. 외관조사망도
02. 비파괴조사 Data
03. 상태평가 Data
04. 재하시험 Data
05. 구조해석 Data
06. 사진대지

B. 암 기 교

01. 외관조사망도
02. 비파괴조사 Data
03. 상태평가 Data
04. 재하시험 Data
05. 구조해석 Data
06. 사진대지

C. 고 현 천 교

01. 외관조사망도
02. 비파괴조사 Data
03. 상태평가 Data
04. 재하시험 Data
05. 구조해석 Data
06. 사진대지

D. 도 림 천 교

01. 외관조사망도
02. 비파괴조사 Data
03. 상태평가 Data
04. 재하시험 Data
05. 구조해석 Data
06. 사진대지

E. 오 미 교

01. 외관조사망도
02. 비파괴조사 Data
03. 상태평가 Data
04. 재하시험 Data
05. 구조해석 Data
06. 사진대지

부록-02. 옹 벽 편

A. Sta.0+090~0+160

01. 외관조사망도
02. 콘크리트강도조사 Data

B. Sta.3+585~3+625

01. 외관조사망도
02. 콘크리트강도조사 Data

Ⅰ. 공 통 편

1장 서 언

1.1 과업의 목적

1.2 과업의 범위 및 내용

1.3 대상 시설물의 개요

1.4 사용 장비

1.5 과업수행일정

1.6 구조물 기호 정의

제 1 장 서 언

1.1 과업의 목적

본 용역은 건설기술진흥법 시행령 제98조제1항제1호 및 제100조제1항3호의 규정에 의한 건설공사 안전점검중 준공 전 안전점검(초기점검)용역으로서 고속도로 시설물의 현상태를 정확히 현장조사하여 물리적·기능적 결함을 조기 발견하고 그에 대한 신속하고 적절한 조치를 강구함으로 추후, 결함 및 손상에 대한 발전상태 여부를 확인, 판단하는 기초자료로 활용함으로서 시설물의 안전성 확보 및 내구성 증진에 철저를 기함과 동시에 중점유지관리 항목을 파악하는 것을 목적으로 한다.

1.2 과업의 범위 및 내용

1.2.1 과업의 범위

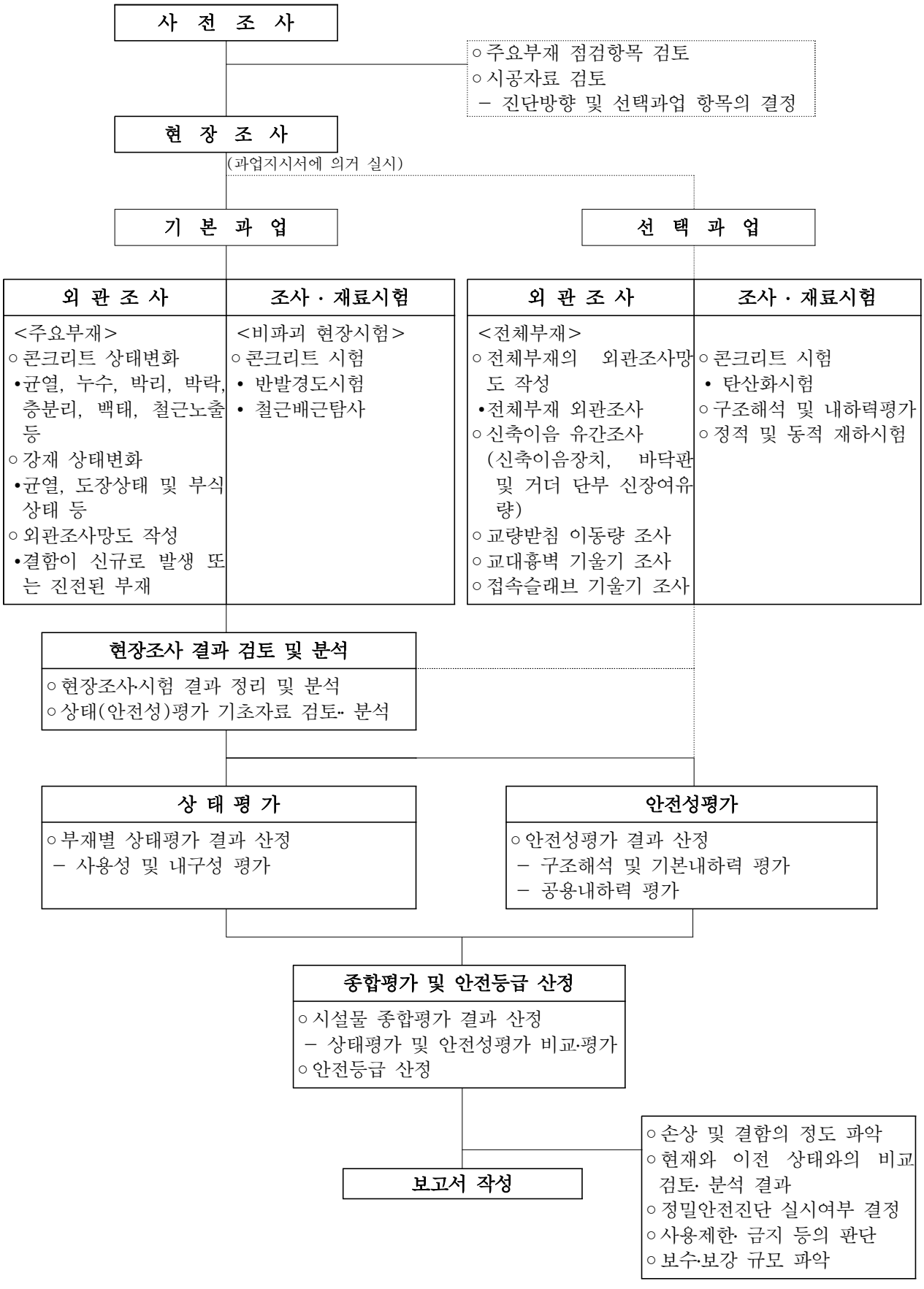
가. 설계도서 및 관련자료의 수집·검토
나. 초기 시공상태 조사
다. 현장조사
  1) 상세외관조사
  2) 신축이음장치 및 교량받침 이동량 조사
  3) 내구성조사
    ① 콘크리트 강도(반발경도법)
    ② 철근 배근상태(배근간격 및 피복두께)
    ③ 탄산화 시험
라. 정적 및 동적 재하시험
마. 시설물의 안전성평가
  1) 구조검토
  2) 기본내하력 평가
  3) 공용내하력 산정
바. 상태평가 및 종합평가
사. 주요결함 및 보수·보강 이력
아. 보수 및 유지관리 방안
  1) 보수·보강 방안
  2) 유지관리방안
자. 결 론

1.2.2 과업의 내용

본 과업을 수행하기 위하여 실시한 초기점검의 세부 수행내용은 다음과 같다.

구 분	내 용	비 고
설계도서 검토	1) 실시설계서 2) 설계도면 3) 일반 및 특별시방서	
시공관련 자료검토	1) 시공자료 수집 및 검토 2) 유지관리 및 점검시 필요한 자료의 추출 및 정리	
상세외관조사	1) 시공상태 육안조사(균열, 누수, 재료분리, 철근노출 등) 2) 교량받침조사 (이동량, 받침콘크리트 상태, 연단거리) 3) 신축이음조사 ① 신축이음장치 유간 조사 ② 바닥판 신장여유량 조사 ③ 주형 신장여유량 조사 4) 외관조사망도 작성	
내구성조사	1) 비파괴 강도시험(반발경도 시험) 2) 철근탐사 시험 3) 탄산화 시험	
재하시험	1) 정적 재하시험 2) 동적 재하시험	
시설물의 안전성평가	1) 구조해석 2) 기본 내하력 평가 3) 공용 내하력 산정	
상태평가 및 종합평가	1) 외관조사에 의한 시설물의 상태평가등급 산정	
주요결함 및 보수·보강 이력	1) 주요결함 2) 보수·보강 이력	
보수보강	1) 보수보강방안 제시 2) 중점 유지관리항목 선정	
종합결론	1) 점검 결과의 종합결론 2) 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항	

1.2.3 과업수행 절차


사 전 조 사
○주요부재 점검항목 검토
○시공자료 검토
– 진단방향 및 선택과업 항목의 결정
현 장 조 사
(과업지시서에 의거 실시)
기 본 과 업
선 택 과 업
외 관 조 사
조사 · 재료시험
<주요부재>
○콘크리트 상태변화
•균열, 누수, 박리, 박락, 층분리, 백태, 철근노출 등
○강재 상태변화
•균열, 도장상태 및 부식 상태 등
○외관조사망도 작성
•결함이 신규로 발생 또는 진전된 부재
<비파괴 현장시험>
○콘크리트 시험
• 반발경도시험
• 철근배근탐사
외 관 조 사
조사 · 재료시험
<전체부재>
○전체부재의 외관조사망도 작성
•전체부재 외관조사
○신축이음 유간조사
(신축이음장치, 바닥판 및 거더 단부 신장여유량)
○교량받침 이동량 조사
○교대흉벽 기울기 조사
○접속슬래브 기울기 조사
○콘크리트 시험
• 탄산화시험
○구조해석 및 내하력평가
○정적 및 동적 재하시험
현장조사 결과 검토 및 분석
○현장조사·시험 결과 정리 및 분석
○상태(안전성)평가 기초자료 검토·· 분석
상 태 평 가
○부재별 상태평가 결과 산정
– 사용성 및 내구성 평가
안전성평가
○안전성평가 결과 산정
– 구조해석 및 기본내하력 평가
– 공용내하력 평가
종합평가 및 안전등급 산정
○시설물 종합평가 결과 산정
– 상태평가 및 안전성평가 비교·평가
○안전등급 산정
보고서 작성
○손상 및 결함의 정도 파악
○현재와 이전 상태와의 비교 검토· 분석 결과
○정밀안전진단 실시여부 결정
○사용제한· 금지 등의 판단
○보수·보강 규모 파악

1.3 대상 시설물의 개요

1.3.1 교량 현황

순번	구조물명	방향	연장 (m)	폭 (m)	상부형식	설계 하중	신축 이음 장치	교량 받침	종별	비고
1	가래실교	상주 영천	315.0	24.280	LIT BEAM	DB-24	핑거	탄성 받침	2종	
2	암 기 교	상주 영천	180.0	24.300	DR GIRDER	DB-24	핑거 모노셀	탄성 받침	2종	
3	고현천교	상주 영천	540.0	24.640	IPC BEAM	DB-24	핑거	탄성 받침	1종	
4	도림천교	상주 영천	180.0	24.300	DR GIRDER	DB-24	핑거 모노셀	탄성 받침	2종	
5	오 미 교	상주 영천	50.0	24.300	SB ARCH	DB-24	모노셀	포트 받침	2종	

1.3.2 옹벽 현황

순번	구조물명	형식	제 원		종별	비고
			높이(m)	연장(m)		
1	패널식 보강토옹벽 (Sta.0+090~0+160)	패널식	H=1.03~10.27	L=198.17	2종	
2	패널식 보강토옹벽 (Sta.3+585~3+625)	패널식	H=1.54~12.83	L=240.73	2종	

1.3.3 절토사면

순번	위 치	방향	연장(m)	높이(m)	종별	비 고
1	Sta.2+190~2+410(영천)	영천	220.0	37.0	2종	암사면

1.3.4 위 치 도

Sta.0+090~0+160
보강토옹벽(198.2m)
암기교(상주, 영천)
DR GIRDER(180.0m)
Sta.2+190~2+410(영천)
절토사면(220.0m)
가래실교(상주, 영천)
LIT BEAM(315.0m)
시안미술관
북영천IC
암 기 리
영천하이테크파크
중 앙 동
고현천교(상주, 영천)
IPC BEAM(540.0m)
도림천교(상주, 영천)
DR GIRDER(180.0m)
Sta.3+585~3+625
보강토옹벽(240.7m)
오미교(상주, 영천)
SB ARCH(50.0m)
풍곡지
신기지
북영천휴게소
중 앙 동
범례
내 용
1종시설물
2종시설물

1.4 사용 장비

구 분	장 비 명	규 격	제조사 (제조국)	Serial Number	용 도	비 고
콘크리트 강도	Schmidt Hammer	Concrete Test Hammer	SANYO (일본)	10364	반발경도에 의한 강도 측정	
	교정 앤빌	Ca=± 2	KAMEKURA (일본)	-	슈미트햄머 교정	
철근탐사	FERROSCAN	RV 10	HILTI (독일)	23589202 00329599	철근배근 및 피복두께조사	
	RC-RADAR	NJJ-95B	JRC (일본)	ED74303	철근배근 및 피복두께조사	
탄산화 시험	페놀프탈렌요액 +버니어켈리퍼스	-	-	-	탄산화시험	
콘크리트 균열측정	균 열 경	NO.2028	일본 PEAK	432	균열폭 측정	
재하시험	재하시험기 및 노트북	-	-	-	재하시험	
점검장비	교량점검차	4차선용	Barin (이태리)	-	현장근접조사	
	크 레 인	5TON	현대중공업 한국	-	현장근접조사	
구조검토	컴 퓨 터	MIDAS/ CIVIL	MIDASIT (한국)	-	구조해석 및 내하력검토	-

1.5 과업수행일정

항목 \ 일정	2017년							
	5월				6월			
	1~7	8~14	15~21	22~28	29~4	5~11	12~18	19~26
1. 사전조사 •착수 및 예비답사 •시설물 결함상태 확인 •현장조사 계획수립 •자료 수집 및 검토	■							
2. 시설물의 내구성 조사 •외관조사 •비파괴조사 •재하시험		■	■		■	■		
3. 측정결과 종합분석 •조사결과 정리 •외관조사망도 작성 •조사결과 분석 •상태평가			■	■				
4. 안전성 평가 •구조해석 •기본내하력 산정 •공용내하력 산정 •안전성 평가		■	■	■	■	■	■	
5. 보수·보강 및 유지관리 방안 제시 •주요결함 •보수·보강이력 •보수·보강방안 제시 •유지관리방안 제시							■	
6. 보고서 작성 •보고서 수정			■	■			■	■

※ 2017년 05월 01일 ~ 2017년 06년 26일

1.6 구조물 기호 정의

1.6.1 교량 상부구조형식의 정의

영문약자	상부구조형식	영문약자	상부구조형식
RCS	RC슬래브교	RA	라 멘 교
RCH	RC중공슬래브교	STI	강I형교
RCT	RCT형교	SPG	강판형교
RCB	RC박스형교	STB	강박스형교
PSCI	PSC I형 거더교	SB Arch	강박스아치형교
IPC	IPC 거더교	TR	트러스형교
DR	DR 거더교	AR	아 치 교
PSCS	PSC슬래브교	CS	사 장 교
PSCH	PSC중공슬래브교	SU	현 수 교
PSCB	PSC박스형교	ED	엑스트라도즈교
PF	프리플렉스형교	ETC	PCT 등 기타

1.6.2 교량 구조물 기호 정의

구 분			사 용 기 호	정 의
상부구조	공 통	경 간	S	Span
		거 더	G	Girder
		2차부재	CB	Cross Beam
		교량받침	SH	Shoe(Bearing)
하부구조		교 대	A	Abutment
		교 각	P	Pier

※분리교량의 거더 및 교량받침의 순서는 차량 진행방향 좌측에서 우측으로 G1, G2, G3…, SH01, SH02, SH03…의 순서로 나타냄. (내측이 1번)

2장 외 관 조 사

2.1 개 요

2.2 교량 상태평가 적용범위

2.3 교량의 부재별 상태평가 기준

2.4 교량의 상태평가 결과 산정방법

2.5 교량받침 연단거리 조사

2.6 이동량 검토

2.7 옹벽의 상태평가 기준 및 상태평가 산정 절차

2.8 절토사면의 상태평가 기준 및 상태평가 산정 절차

2.9 종합평가 및 안전등급

제 2 장 외 관 조 사

2.1 개 요

구조물에 대한 외관조사는 각 부재의 시공상태와 시공품질을 육안으로 조사하는 것을 말한다. 외관조사 과정에서 손상이나 설계도면과 상이한 점이 발견되면 미리 작성한 외관조사망도에 그 위치 및 내용을 기록하고, 주요 손상에 대하여 사진촬영을 하였다. 또한 외관조사에서 부재의 상태를 육안으로 확인하기 위해서 본 점검에서는 교량점검차를 이용하여 가능한 점검대상 부재에 근접하여 외관조사를 수행하였다.

2.2 교량의 상태평가 적용범위

상태평가기준의 구성요소는 시설물의 육안조사에 의한 외관상태 항목과 함께 내구성요소인 탄산화 및 염화물 항목도 포함하여 상태평가기준이 구성되어 있다.

각 점검항목별 자세한 세부 평가기준은 국토교통부에서 발행한「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2017.01) 및 해설서(교량편, 2012.12)」을 준용하였다.

교량의 안전에 직접적인 영향을 미치는 바닥판, 거더, 하부구조 및 받침은 평가기준을 a~e로 범위를 적용하고, 내구성에 영향을 미치는 신축이음, 배수시설, 교면포장과 2차부재인 가로보와 세로보는 a~d로 범위를 적용한다.

부재별 상태평가 적용범위는 아래표를 따르는 것을 원칙으로 한다.

【상태평가등급 기준】

부재의 분류		차등 적용범위
상부구조	바닥판, 거더, 케이블	a, b, c, d, e
	2차부재(가로보 및 세로보)	a, b, c, d
하부구조	교대 및 교각, 기초, 주탑	a, b, c, d, e
받 침	교량받침	a, b, c, d, e
기타부재	신축이음, 난간 및 연석, 배수시설, 교면포장	a, b, c, d
콘크리트 재료	탄산화, 염화물	a, b, c, d

2.3 교량의 부재별 상태평가 기준

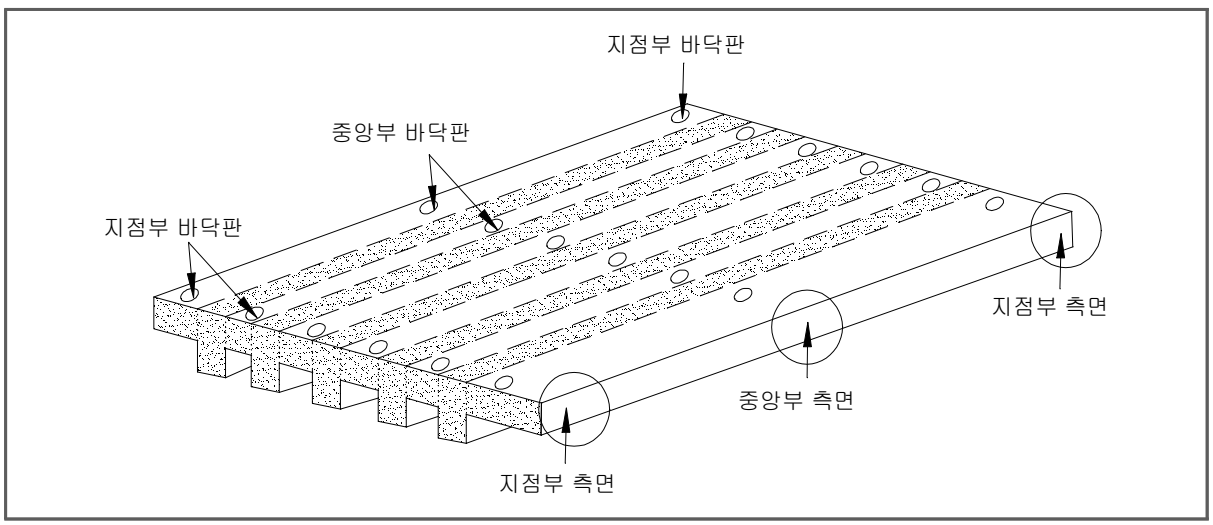
2.3.1 바 닥 판

바닥판은 교면포장으로부터 전달되는 차량의 윤하중을 거더로 직접 전달하는 역할을 한다. 바닥판은 차량의 윤하중이 직접 작용하므로 교량 구성부재 중 손상이 가장 많이 발생하는 부재로서 한번 손상이 생기면 급속히 악화되므로 조기에 조치를 취하는 것이 중요하다.

조사시에는 가능한 한 바닥판 밑면에 근접하여 점검하여야 하며, 표면에 경미한 손상이 발생한 경우라도 바닥판 내부 혹은 상부에 심각한 손상이 진행될 가능성이 있다는 것을 염두에 두고 점검하여야 한다. 또한 넓은 범위의 단면결손, 누수 또는 콘크리트 탈락이 의심스러운 경우 햄머로 여러 부위를 타격하여 소리를 들으므로서 건전성 여부를 판단하고 원인을 분석하여야 한다.

가. 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위		손 상 종 류
▹ 공 통		•균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출 •재료분리(공동, 공극) •누수 및 백태(유리석회)
▹ 거더교		•균열, 망상균열
▹ 슬래브, 라멘상부	– 받침부(단부)	•부스러짐 •사인장균열
	– 중앙부	•휨균열



【거더가 있는 경우의 바닥판 점검부위】

나. 상태평가 기준

기준	균 열		열화 및 손상
	1방향균열	2방향균열	
a	•균열폭 0.1㎜ 미만	•망상균열폭 0.1㎜ 미만	•없 음
b	•균열폭 0.1㎜이상~0.3㎜미만 •균열율 2%미만	•망상균열폭 0.1㎜이상~0.3㎜미만	•표면 손상면적 2%미만
c	•균열폭 0.3㎜이상~0.5㎜미만 •균열율 2%이상~10% 미만	•망상균열폭 0.3㎜이상	•표면 손상면적 2%이상~10%미만 •철근부식 손상면적 2%미만 •데크플레이트 박리 및 누수 발생
d	•균열폭 0.5㎜이상~1.0㎜미만 •균열율 10%이상~20%미만	•망상균열의 진전으로 인한 콘크리트 박리 발생	•표면 손상면적 10%이상 •철근부식 손상면적 2%이상 •데크플레이트 박리가 심하고 누수로 인한 부식 발생
e	•균열폭 1.0㎜이상 •균열율 20%이상	•망상균열에 인한 박리가 심하여 펀칭파괴 발생 가능성 있음	•부식으로 인한 철근의 단면감소가 심하여 바닥판의 안전성이 저하되는 경우

○본 상태평가 기준은 모든 교량형식의 RC 및 PC 바닥판과 RC 및 PSC 박스 거더교량의 상부플랜지의 상태평가에 적용한다.

○1방향균열의 경우 0.3㎜미만의 균열평가 기준을 “b"로, 1.0㎜이상의 균열과 균열율 20%이상인 상태를 ” e"로 평가한다.

○2방향균열의 경우 망상균열로 인한 박리 발생시 평가기준을 “d", 펀칭파괴의 발생 가능성이 있으면 ” e"로 평가한다.

○ “열화 및 손상” 손상항목은 표면손상 면적과 철근부식손상 면적으로 평가하며, 철근부식에 따르는 내하력 저하의 가능성이 없으면 표면손상으로, 부식에 의한 철근의 단면감소로 인하여 내하력 저하의 가능성이 있으면 철근부식손상으로 규정한다.

○표면손상은 파손, 박락, 층분리, 재료분리 등과 같이 손상이 콘크리트 부분에 국한된 경우를 말하며, 철근부식손상은 철근노출 및 노출된 철근이 부식하는 경우나, 탄산화 또는 콘크리트내의 염화물로 인해 내부철근의 부식이 발생하고, 이로 인해 콘크리트 팽창, 균열 및 박리가 발생하는 경우를 말한다.

○PSC 박스 거더교의 경우 상하부 플랜지와 복부판이 일체가 되어 주형으로써 거동을 하지만, 활하중을 직접 받는 상부플랜지는 콘크리트 바닥판으로, 복부판과 하부플랜지는 PSC 거더로 구분하여 상태평가를 수행한다.

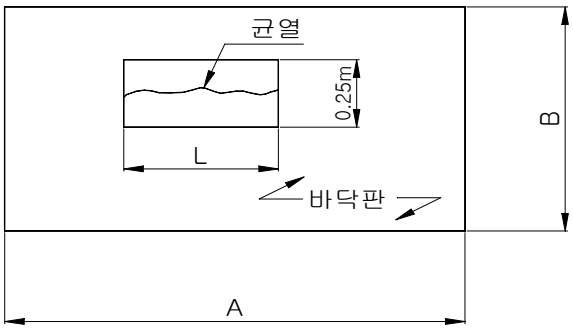
○균열율은 폭 0.2㎜이상의 균열을 대상으로 산정한다.

○바닥판 하면이 데크플레이트로 보호된 경우 강바닥판이 아닌 콘크리트 바닥판으로 평가한다.

○콘크리트 균열에 의한 평가기준은 콘크리트 부재에 대한 설계, 시공 및 유지관리 분야간의 일관성를 위해 2007년 12월 개정된 콘크리트 설계기준에 명시된 허용균열폭을 참고하였다.

주1) 균열율 산정 방법

■ 1방향 균열인 경우



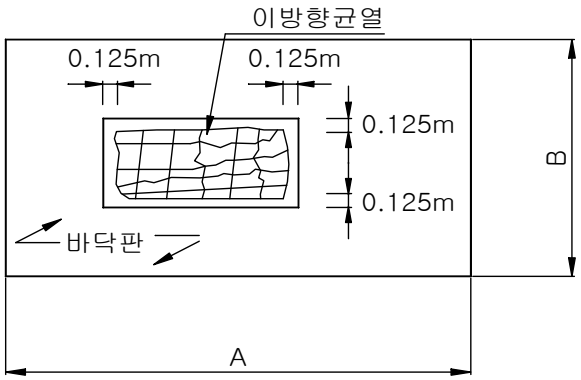
$$\frac{\text{균열발생면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100$$

$$= \frac{\text{균열길이}(L) \times 0.25}{A(m) \times B(m)} \times 100$$

$$= \quad \%$$

① 균열발생 면적은 길이 당 0.25m의 폭을 차지하는 것으로 하며, 균열의개수가 2개 이상일 경우는 각 균열길이에 0.25m의 폭을 곱해서 합산하여 구한다.

■ 2방향 균열인 경우



$$\frac{\text{균열발생면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100$$

$$= \frac{\text{균열발생면적}(m^2)}{A(m) \times B(m)} \times 100$$

$$= \quad \%$$

① 균열발생 면적은 균열발생 부위를 가로, 세로의 최외측 균열을 경계로 하여 사각형 형태로 구분한 후, 점선내면면적인 (가로길이+0.25m)×(세로길이+0.25m)로 구한다.

주2) 표면손상에 대한 면적율 산정 방법

$$\text{표면손상면적율}(\%) = \frac{\text{결함및손상발생면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100$$

주3) 철근부식 손상면적율 산정 방법

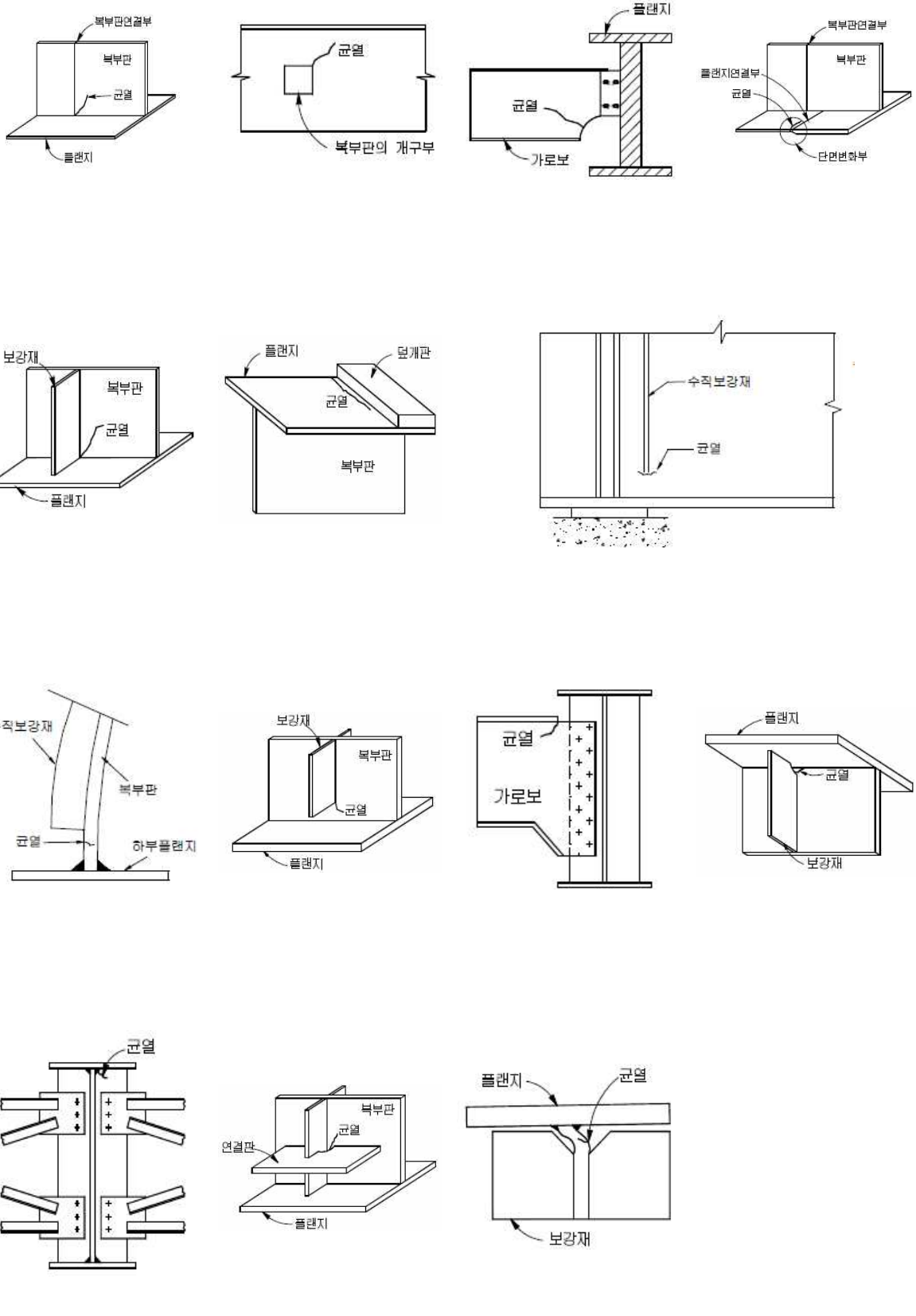
노출의 발생면적은 철근노출 길이당 0.25m의 폭을 차지하는 것으로 함.

$$\text{철근노출면적율}(\%) = \frac{\text{철근노출면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100 = \frac{\text{철근노출길이}(L) \times 0.25}{A(m) \times B(m)} \times 100$$

2.3.2 강 바닥판, 강 거더 및 강 교각(강 주탑)

가. 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위	손 상 종 류
▹공 통	•도장 손상 및 부식 •현장이음부 볼트손상, 누수 •신축이음 하면, 배수구 주변, 난간하면 누수, 부식 •이상음 발생
▹피로강도등급 낮은 용접상세부 (D, E급)	•피로균열
▹받 침 부	•복부판 부식 및 국부좌굴 •거더와 받침연결부 부식 •게르버교의 경우 핀 연결부 부식 •지점보강재 하단 용접부 균열 •박스내부 출입구 방치 •박스내부 바닥 물고임 및 부식
▹중 앙 부	•부식 •플래지 변형 및 처짐 •맞대기 용저부, 덮개판 덧댐부 끝부분 균열
▹주 탑	•주탑하단부 연결볼트 부식 및 파단
▹보수부위	•용접부 및 용접부 주변 균열
▹부재연결부	•트러스교, 아치교의 현재, 사재, 수직재 연결한의 부식, 균열 및 변형 •사장교, 현수교의 케이블 정착부 연결판의 부식, 균열 및 변형



<피로균열이 발생하기 쉬운 구조상세>

나. 상태평가 기준

기준	모재 및 연결부 손상				표면열화
	부재 균열	변형, 파단	연결 볼트 이완, 탈락	용접연결부 결함	
a	•없 음	•없 음	•없 음	•없 음	•없 음
b	•보조부재의 국부적 균열	•보조부재의 국부적 변형	•보조부재 2% 미만	•부분적 용접불량 (기공, 슬래그, 언더컷)	•도장탈락 면적 10%미만
c	•보조부재의 전반적인 균열 •주부재의 국부적인 균열	•보조부재의 전반적 변형 및 파단 •주탑하단부 연결 볼트 부식	•보조부재 2% 이상~10%미만 •주부재 2% 미만	•주부재의 심한 용접불량 (기공, 슬래그, 언더컷) •부분적 용입부족, 용접누락	•도장탈락 면적 10%이상 •부식발생 면적 2%이상~10% 미만
d	•주부재의 전반적 균열	•주부재의 전반적 변형 및 파단 •좌굴에 의한 주부재 변형 •주탑하단부 연결 볼트 파단	•보조부재 10% 이상 •주부재 2%이상~10%미만	•인장플랜지 용접 연결부 용입부족 및 용접누락으로 인한 안전성저하	•부식발생 면적 10%이상 •부식에 의한 단면손상 면적 10%미만
e	•균열이 주부재 단면의 20% 이상 진전	•좌굴에 의한 과대변형 및 파단으로 주부재의 안전성 저하	•주부재 10% 이상	•인장플랜지 용접연결부 균열진전으로 인해 연결기능 상실	•부식에 의한 단면손상 면적 10%이상

<해 설>

○ 본 상태평가 기준은 강 바닥판, 강 거더, 강 교각 및 케이블 교량의 보강형과 강 주탑의 상태평가에 적용한다.

○ 강재 거더에 대한 상태평가시 용접연결부에 대한 육안조사 및 비파괴조사 결과를 반영하여 상태평가를 수행한다.

○ 주부재라 함은 바닥판(거더)의 구성요소 중 하중을 직접 전달하는 요소를 말하며, 보조부재라 함은 주부재의 변형을 방지하기 위한 보강재를 말한다. 즉, 강박스의 경우 상, 하부 플랜지, 복부판, 종리브, 지점부 격벽은 주부재이며, 수평/수직보강재, 횡리브는 보조부재이다.

○ 용접불량의 종류를 내하력저하를 유발하지 않는 가벼운 용접결함(기공, 슬래그, 언더컷)과 내하력저하 가능성이 있는 중대 용접결함(용접누락, 용입부족)으로 구분하여 서로 다른 평가기준을 적용한다.

○ 부식발생면적과 도장탈락면적을 구분하여 평가한다. 즉, 도장탈락은 부재의 내하력 저하와 무관하므로 평가기준을 완화하며, 부식이 발생하였을 경우에는 부식에 의한 단면손상이 시작되었다고 볼 수 있으므로 보다 엄격한 평가기준을 적용한다.

○ 강 부재의 균열은 모재 및 용접연결부 균열을 포함한다.

○ 강 주탑의 경우 케이블 정착구와 새들은 케이블 시스템에 포함하여 평가하며, 주탑 본체는 강 교각의 평가기준을 적용한다. 강 주탑 평가시 보조주탑 및 기초와의 연결부 볼트의 부식 및 파단에 대한 손상항목을 추가한다.

○ 하중이 집중되는 부재연결판(트러스교의 현재, 사재, 수직재, 아치교의 아치부재, 수직재, 케이블 교량의 케이블 정착구)에 심한 부식, 균열, 변형과 같은 손상이 발생된 경우에는 연결판의 안전성을 별도로 평가한다.

2.3.3 강 가로보와 세로보

가. 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위	손 상 종 류
▹ 공 통	•도장 손상 및 부식 •현장이음부 볼트손상, 누수 •이상음 발생
▹ 피로강도등급 낮은 용접상세부 (D, E급)	•피로균열
▹ 2차부재	•가로보, 세로보, 브라켓 및 브레이싱 qusgdu •하중집중점, 가로보와 세로부 교차부 균열 •거세트판 용접부 끝부분 균열
▹ 보수부위	•용접부 및 용접부 주변 균열

나. 상태평가 기준

기준	모재 및 연결부 손상				표면열화
	부재 균열	변형, 파단	연결 볼트 이완, 탈락	용접연결부 결함	
a	•없 음	•없 음	•없 음	•없 음	•없 음
b	•보조부재의 국부적 균열	•보조부재의 국부적 변형	•보조부재 2%미만	•부분적 용접불량 (기공, 슬래그, 언더컷)	•도장탈락 면적 10%미만 •부식발생 면적 2% 미만
c	•보조부재의 전반적인 균열 •주부재의 국부적 균열	•주부재의 국부적 변형 •변형 및 충격에 의한 손상발생	•보조부재 2%이상~10%미만 •주부재 2% 미만	•주부재의 심한 용접불량 (기공, 슬래그, 언더컷) •부분적 용입부족, 용접누락	•도장탈락 면적 10%이상 •부식발생 면적 2% 이상~10%미만 •부식에 의한 단면 손상 면적 2%미만
d	•주부재의 전반적인 균열	•주부재의 압축부 좌굴에 의한 변형 •부재의 파단 발생	•보조부재 10% 이상 •주부재 2%이상	•인장플랜지 용접 연결부 용입부족 및 용접누락으로 인한 안전성저하	•부식발생 면적 10%이상 •부식에 의한 단면 손상 면적 2%이상
e	–	–	–	–	–

<해 설>
○본 상태평가 기준은 강I거더교, 플레이트거더교, 강박스거더교, 트러스교, 아치교 및 케이블 교량의 강 가로보와 세로보의 상태평가에 적용한다.
○2차 부재인 강재 가로보 및 세로보의 경우 상태평가 기준 범위를 “a~d”로 한다.
○주부재라 함은 가로보(세로보)의 구성요소 중 하중을 직접 전달하는 요소를 말하며, 보조부재라 함은 주부재의 변형을 방지하기 위한 보강재를 말한다. 즉, 가로보의 경우 상, 하부플랜지, 복부판은 주부재이며, 수직보강재는 보조부재이다.
○용접연결부 결함에 대한 상태평가 기준을 용접불량의 종류에서 내하력 저하를 유발하지 않는 가벼운 용접결함(기공, 슬래그, 언더컷)과 내하력 저하 가능성이 있는 중대 용접결함(용접누락, 용입부족)으로 구분하여 서로 다른 평가기준을 적용한다.
○부식 발생면적과 도장 면적을 구분하여 평가한다. 즉, 도장손상은 도장탈락, 변색 등 강재를 보호하는 도장의 기능이 저하된 상태를 말하며, 부재의 내하력 저하와 무관하므로 평가기준을 완화하고, 부시깅 발생하였을 경우에는 부식에 의한 단면손상이 시작되었다고 볼 수 있으므로 보다 엄격한 평가기준을 적용한다.
○강 부재의 균열은 모재 및 용접연결부 균열을 포함한다.

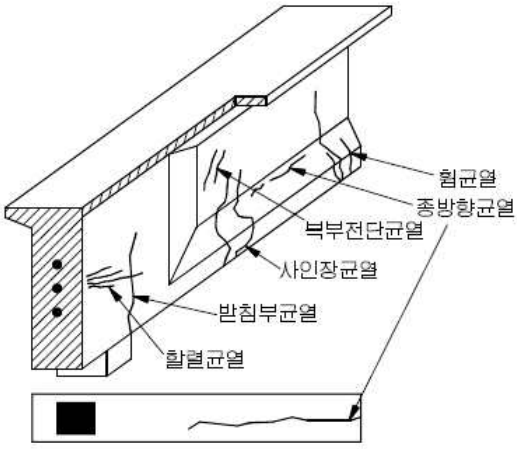
2.3.4 프리스트레스 콘크리트 거더

P.S.C(프리스트레스트 콘크리트) 거더는 고정하중과 작용하중으로 인해 부재에 발생하는 주인장응력을 상쇄시키기 위하여 PS강선(또는 강재)과 같은 긴장재로 콘크리트에 압축응력을 주도록 제작하는 교량부재이다. 점검시 주의할 부위는 부재응력 및 변형이 크게 작용하는 지간의 중앙부, 단부, 연속지점부, 받침부 등이며, 이러한 부재에서의 손상이 부재 전체의 파손으로 이어질 위험이 크다.

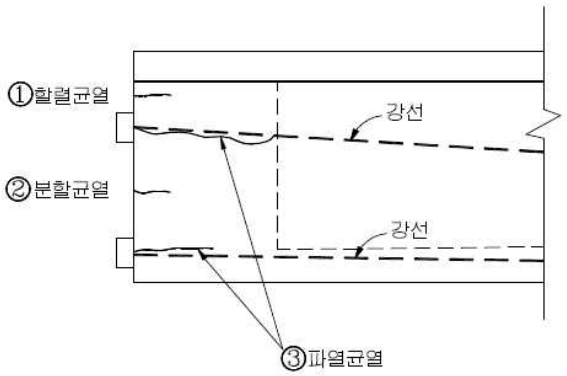
P.S.C 거더는 콘크리트거더와 마찬가지로 균열이 가장 중요한 손상의 요인이며, 균열의 크기 및 형태로 손상정도를 구분한다.

가. 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위	손 상 종 류
▹ 공 통	•박리, 박락(파손), 철근노출, 백태(유리석회)
▹ 받 침 부	•부스러짐 •복부 사인장균열 •연속교 상단 횡균열 •격벽 개구부 모서리 균열
▹ 중 앙 부	•횡균열, 거더처짐 •쉬스관 노출 및 파손 •박스내부 플랜지 및 복부의 강선방향 균열 •시공이음부 균열 및 누수
▹ 강선정착부	•정착부 균열 및 파손



【그림 2.3.2】 PSCI 거더의 점검부위



【그림 2.3.3】 정착구역의 국부균열

나. 상태평가 기준

기준	균 열	열화 및 손상
a	•없 음	•없 음
b	•균열폭 0.2㎜미만	•표면 손상면적 2%미만
c	•균열폭 0.2㎜이상 ~ 0.3㎜미만	•표면 손상면적 2%이상 ~ 10%미만 •철근부식 손상면적 2%미만
d	•균열폭 0.3㎜이상 ~ 0.5㎜미만 •내하력저하로 인한 휨균열 과다발생	•표면 손상면적 10%이상 •철근부식 손상면적 2%이상
e	•균열폭 0.5㎜이상 •휨균열 과다발생 및 과대처짐으로 인하여 거더의 안전성 저하	•단부 콘크리트 심한 파손 또는 강선 정착부 파손으로 인한 부재의 안정성 저하

○본 상태평가 기준은 PSCI거더교의 거더, PSC박스거더교 및 케이블교량의 PSC 거더부(복부판과 하부플랜지)의 상태평가에 적용한다.

○프리스트레스트 콘크리트 거더의 경우에는 텐던으로 인해 철근콘크리트 거더 보다 균열발생 가능성이 적으므로 균열의 평가 기준을 중앙부(휨) 균열, 받침부(사인장) 균열 및 정착부 균열로 구분하지 않고 하나의 평가 기준을 적용한다.

○프리스트레스 콘크리트 거더의 단부 콘크리트가 파손이 심하거나 정착부 파손으로 안정성이 저하되는 경우 평가기준을 “e”로 평가하며, 즉시 보강 또는 개축을 실시한다.

○PSC 부재는 균열이 발생하지 않도록 설계하므로, 균열이 없을 경우의 평가기준은 “a”로 0.5㎜이상의 균열이 발생할 경우 내하력저하로 인한 거더의 안전성이 우려되므로 “e”로 분류한다.

○부재에 발생한 손상은 콘크리트 부분에 국한된 표면손상과 철근노출, 탄산화 및 염화물로 인한 철근부식 가능성이 있는 철근부식 손상으로 구분하여 평가한다.

2.3.5 콘크리트 가로보

가. 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위	손 상 종 류
▹ 공 통	•박리, 박락(파손), 철근노출, 백태(유리석회)
▹ 철근콘크리트 가로보	•박락(파손), 철근노출 •경사균열,(거더의 상대처짐 의심)
▹ 프리스트레스 콘크리트 가로보	•쉬스관 노출 및 파손 •정착부 균열 및 파손

나. 상태평가 기준

기준	균 열	열화 및 손상
a	•균열폭 0.1㎜미만	•없 음
b	•균열폭 0.1㎜이상 ~ 0.3㎜미만	•표면 손상면적 2%미만
c	•균열폭 0.3㎜이상 ~ 0.5㎜미만	•표면 손상면적 2%이상 ~ 10%미만 •철근부식 손상면적 2%미만
d	•균열폭 0.5㎜이상	•표면 손상면적 10%이상 •철근부식 손상면적 2%이상
e	-	-

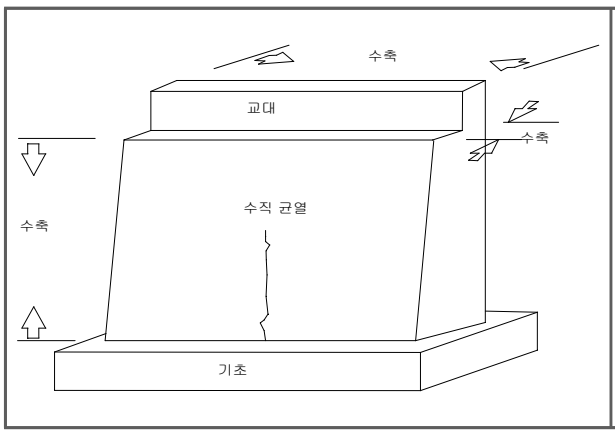
2.3.6 교 대

교대는 교량 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며, 교량 전체 구조의 안전성을 위해 아주 중요한 역할을 수행하는 구조부재이다. 일반적으로 교량을 점검할 때에 하부구조의 점검을 소홀히 하는 경우가 있는데, 교량 형식에 따라서는 하부구조에 약간의 손상이 발생되더라도 교량 전체의 안전에 중대한 위험이 발생되므로 하부구조의 점검에는 특별한 주의를 필요로 한다.

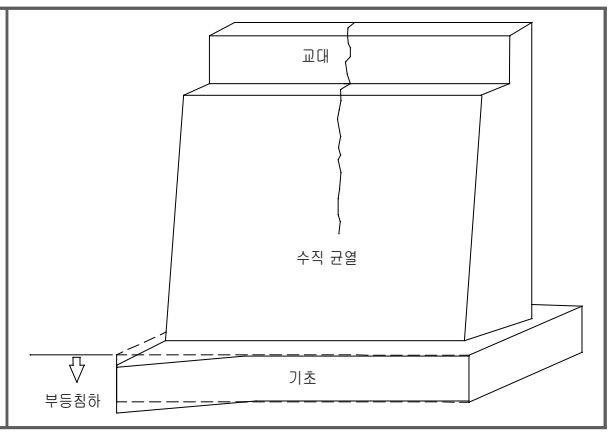
하천에 놓여진 교량의 경우에는 특히 세굴과 같은 흐르는 물에 의한 손상이 흔히 발생하지만 물속에 발생한 손상은 점검자가 쉽게 파악할 수 없으므로 특히 세심한 점검을 필요로 한다.

가. 점검부위 및 손상종류

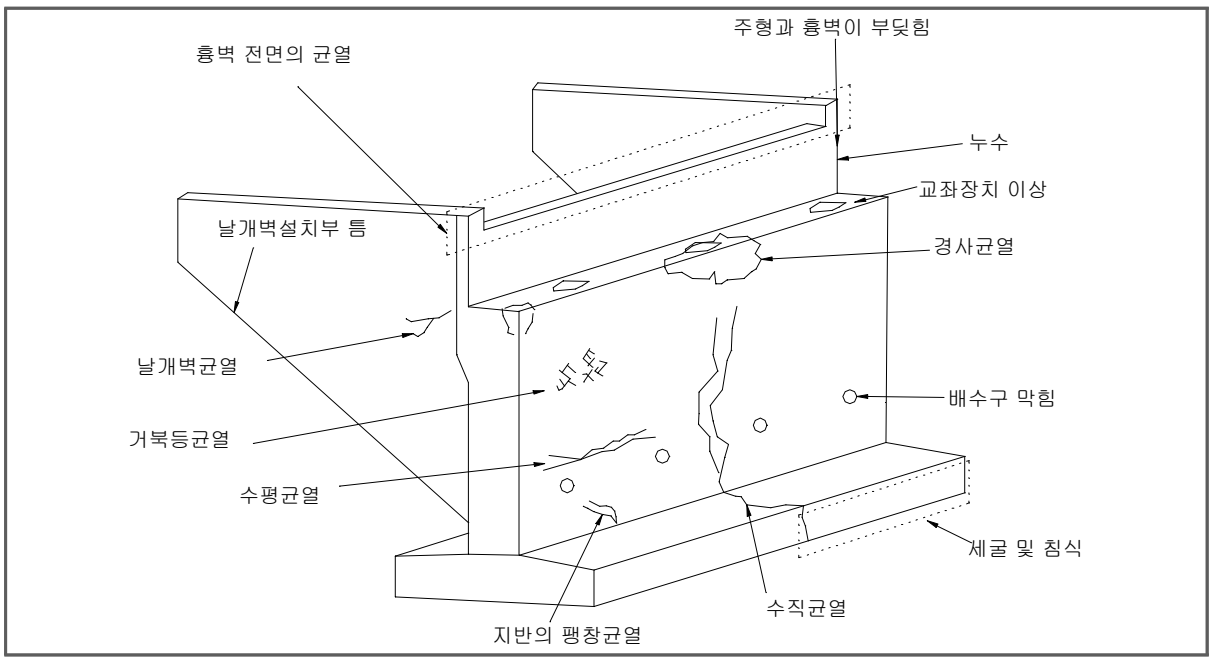
점 검 부 위	손 상 종 류
▹ 공 통	•교대 회전(기울음), 침하(연직이동) •균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 백태(유리석회)
▹ 두부(Coping)	•두부 물고임 •받침부 균열 및 파손 •두부와 흉벽 경계부 균열 •거더와 흉벽 신축유간 부족
▹ 벽 체	•수직균열 및 침하 •구체와 날개벽 분리 •구체부 배수구 막힘 •수면접촉부 침식
▹ 날개벽(옹벽 포함)	•날개벽 이동, 전도 •석축이 있는 경우 사면붕괴



【그림 2.3.4】 온도응력, 건조수축에 균열



【그림 2.3.5】 부등침하로 인한 균열



【그림 2.3.6】 교대의 점검부위

나. 상태평가 기준

기준	균열, 변위	열화 및 손상
a	•구체 균열폭 0.1㎜ 미만	•없 음
b	•구체 균열폭 0.1㎜ 이상 ~ 0.3㎜ 미만	•표면 손상면적 2%미만 •앵커블록 내부 결로 발생
c	•구체균열폭 0.3㎜ 이상 ~ 0.5㎜ 미만 •교대와 날개벽사이에 폭 1.0㎜ 이상의 균열발생	•표면 손상면적 2%이상~10%미만 •철근부식 손상면적 2%미만 •앵커블록 내부 결로에 의한 체수
d	•구체균열폭 0.5㎜이상~1.0㎜미만 •날개벽 기울음 및 손상 심화 (배면토 유출) •기초의 부등침하로 인한 구체 기울음	•표면 손상면적 10% 이상 •철근부식 손상면적 2%이상
e	•구체 균열폭 1.0㎜이상 •날개벽 전도 위험 있음 •부등침하로 인한 교대 안전성 저하	•코핑부 파손으로 인하여 거더의 탈락 가능성 있음 •심한 철근부식으로 인하여 교대의 안전성이 저하됨

○ 본 상태평가 기준은 콘크리트로 시공된 모든 형식의 교대와 현수교의 앵커블록의 상태평가에 적용한다.

○ 균열폭에 관한 상태평가 기준은 교대 구체에서 발생한 균열에 국한한다. 열화 및 손상과 철근부식은 표면손상 면적과 부식으로 인한 철근의 단면손상 발생면적으로 평가한다.

○ 상부구조의 침하 및 단차가 발생하거나, 받침 연단부 파손으로 거더의 탈락이 우려되는 경우 “e”로 평가하며, 즉시 보강 또는 개축을 실시한다.

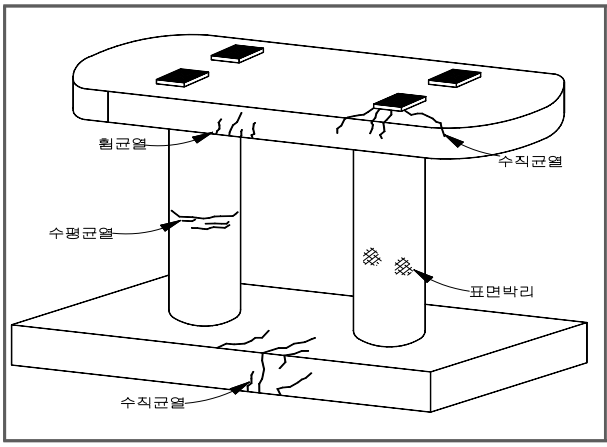
○ 타정식 현수교의 앵커블록은 교대의 상태평가기준에 준하여 평가하며, 앵커블록을 제외한 하부구조물중에서 하중지지와 토류벽체의 기능을 동시에 갖고 있으면 교대로, 하중지지 기능만 있을 경우에는 교각으로 평가한다.

○ 자정식 현수교의 주케이블이 정착되는 교각은 교각의 상태평가 기준에 준하여 평가한다.

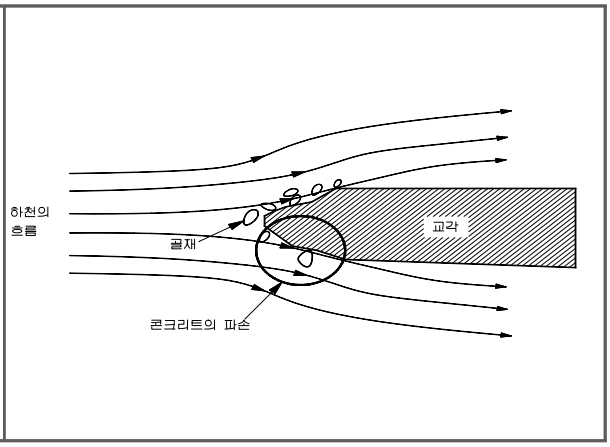
2.3.7 교 각

가. 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위	손 상 종 류
▹공 통	•교각 기울음 및 전도 •균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 백태(유리석회)
▹두부(Coping)	•두부 물고임 •받침부 하부 균열 및 파손
▹벽 체	•시공이음부 균열 •이동 또는 기울음 •수면접촉부 침식



【그림 2.3.7】 교각의 점검부위



【그림 2.3.8】 유수에 의한 교각의 침식

나. 교각의 상태평가 기준

등급	균열, 변위	열화 및 손상, 철근부식
a	•균열폭 0.1㎜ 미만	•없 음
b	•균열폭 0.1㎜ 이상 ~ 0.3㎜ 미만	•표면 손상면적 2% 미만
c	•균열폭 0.3㎜ 이상 ~ 0.5㎜ 미만	•표면 손상면적 2%이상 ~ 10% 미만 •철근부식 손상 면적 2% 미만
d	•균열폭 0.5㎜ 이상 ~ 1.0㎜미만 •기초의 부등침하로 인한 교각 기울임	•표면 손상면적 10% 이상 •철근부식 손상 면적 2% 이상
e	•균열폭 1.0㎜ 이상 •부등침하로 인한 교각 안전성 저하	•코핑부 파손으로 인하여 거더 탈락 가능성 있음 •심한 철근부식으로 인하여 교각의 안전성이 저하됨

○본 상태평가 기준은 콘크리트로 시공된 모든 형식의 교각의 상태평가에 적용한다.
○열화 및 손상과 철근부식은 표면손상 면적과 부식으로 인한 철근의 단면손상 발생면적으로 평가한다.
○코핑부 파손으로 거더의 탈락이 우려되는 경우 “e”로 평가하며 즉시 보강 또는 개축을 실시한다.

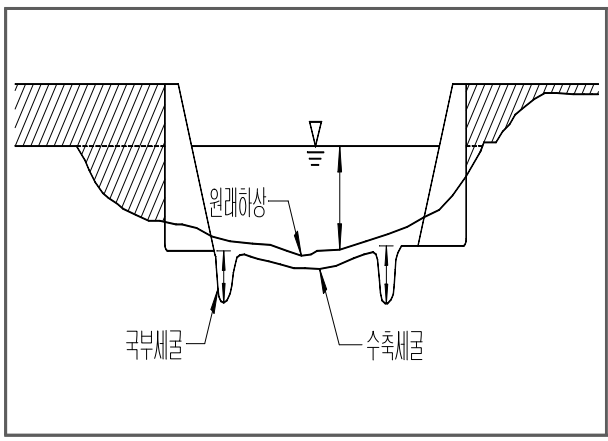
2.3.8 기 초

기초의 대표적인 손상은 세굴로 인하여 발생할 수 있다. 세굴이란 흐르는 물의 침식작용에 의한 결과로서 하천 바닥이나 제방으로부터 파인 물질이 이동되는 현상으로 정의되며 하상재료의 구성에 따라 서로 다른 세굴양상을 보여준다.

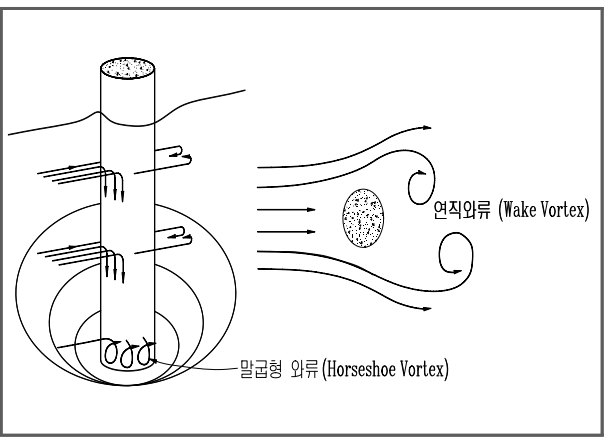
하천에서의 세굴은 시간에 따라 장기적인 변화와 단기적인 변화로 구분할 수 있다. 장기변화는 하상의 상승이나 저하로 하천과 유역의 수리특성과 하천 단면변화와 관련이 있고, 단기변화로는 교량 등의 인공구조물에 의한 하천내의 통수단면적이 축소되어 발생하는 세굴이 있다. 또한 국부세굴은 흐름 속에 설치된 구조물에 의한 흐름의 간섭에서 발생한다.

가. 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위	손 상 종 류
▹ 공 통	•박리, 박락, 철근노출, 백태 •침식, 세굴, 이동, 침하 •하부구조물 기울임 및 전도
▹ 직접기초	•콘크리트 균열 및 파손
▹ 말뚝기초	•말뚝 노출 및 침식
▹ 케이슨기초	•케이슨 노출 및 침식 •충돌파손



【그림 2.3.9】 수축세굴과 국부세굴



【그림 2.3.10】 원형기초의 국부세굴

나. 상태평가 기준

기준	기초(직접, 말뚝, 케이슨)	지반의 안정성
a	•없 음	•없 음
b	•직접기초(확대기초)에 폭 0.3㎜ 미만의 균열 발생	•매립된 직접기초(확대기초)의 상부가 세굴 등에 의해 노출됨
c	•직접기초(확대기초)에 폭 0.3㎜ 이상의 균열 및 단면손상 발생 •침식, 충돌 등에 의한 말뚝 및 케이슨 기초의 단면손상 발생	•침하가 20㎜미만 발생 •세굴이 직접기초(확대기초)의 하단까지 진행되어 말뚝 및 케이슨기초가 부분적으로 노출됨
d	•직접기초(확대기초)의 파손으로 인한 철근노출 발생 •침식, 충돌 등에 의한 말뚝 및 케이슨 기초의 철근노출 발생	•침하가 20㎜이상 발생 •세굴에 의해 말뚝 및 케이슨기초가 전반적으로 노출됨 •기초의 부등침하 및 측방유동에 의해 교대/교각이 기울음
e	•기초의 파손 및 침식으로 인한 하부구조물의 안전성 저하	•기초의 부등침하 및 측방유동에 의한 교대/교각의 기울음으로 인해 상부구조의 단차 및 파손 발생

○본 상태평가 기준은 케이블 교량의 주탑기초를 포함하여 모든 하부구조물의 기초의 상태평가에 적용한다.

○기초 자체의 손상항목에는 직접기초(파일두부)의 파손, 파일의 손상 및 결함 등이 있으며, 지반의 안정성항목으로는 기초의 근입장 부족, 측방유동, 세굴 등에 의한 기초의 부등침하가 중요한 평가항목이 된다.

○기초의 침하는 20㎜ 미만이 발생하면 평가기준은 “c”, 20㎜ 이상이 발생하면 “d”로 평가한다.

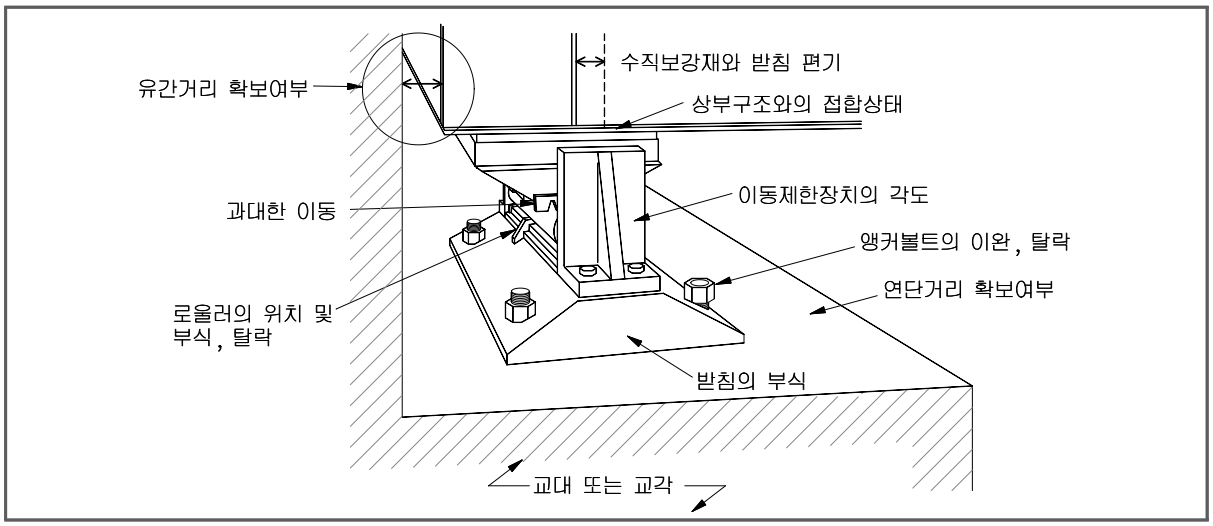
○지반의 안정성 평가항목의 경우, 세굴이 진행하여 기초 하부의 국부적인 노출이 발생하면 평가기준은 “c”로 평가하고, 기초하부의 전반적인 노출 및 부등침하 발생시 “d”로 평가하며, 부등침하로 인한 상부구조물의 안전에 위해가 발생할 경우 “e”로 평가한다.

2.3.9 교량받침

받침은 상, 하부구조 접속부에 있는 교량 부속물로서 교량의 구조 중 기계적 요소가 가장 강하며, 응력의 전달과 완충의 기능을 갖고 있어 응력전달을 위해 견고하게 연결되어야 한다. 받침을 점검할 때에는 받침이 설계시나 시공시 의도한 대로 작동하고 있는가에 유의하여야 하며, 재료에 따라 손상 특성이 다르므로 강재, 고무재 받침에 대한 특성을 고려하여 점검한다.

가. 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위		손 상 종 류
▹본 체	– 공통	•가동받침의 신축유간 부족 •가동받침 전·후방의 가동장애 요소 •받침과 주형의 밀착상태 •수직보강재와 받침 편기상태 •받침 물고임 및 부식
	– 강재받침	•가동면 부식 •부속물 파손(부상방지장치 및 이동제한장치)
	– 고무받침	•고무재 부풀음 및 갈라짐 •고무판의 과도한 변형
▹받침콘크리트		•앵커볼트 파손, 절단 •콘크리트 파손, 하부공동 및 침하 •교각두부 균열



【그림 2.3.11】 교량받침 점검부위

나. 상태평가 기준

기준	받침본체		받침대 콘크리트
	탄성받침	강재받침	
a	•양 호	•양 호	•양 호
b	•미세균열, 갈라짐 등 경미한 열화	•외부 도장탈락 및 부식 •도장탈색, 먼지 쌓임	•부분적 박리, 탈락 등 손상
c	•측면 부풀음 •받침두께의 0.3배 미만의 전단변형	•미끄럼판 부식 발생 •부분적 변형, 고정장치 파손 및 이완	•받침 콘크리트에 0.3㎜ 이상 균열 발생 •박리, 탈락 등 손상으로 지지단면 감소, 기능상 장애
d	•고무재 파손 및 단차, 균열 심화 •받침두께의 0.3배 이상의 전단변형 •받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적의 1/2 미만 •받침의 신축기능 불량	•받침 본체 부식으로 인한 받침 신축거동 장애발생 •받침 본체 파손 받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적의 1/2 미만	•받침 콘크리트 파손 및 하부공동으로 받침의 탈락 및 침하 발생 가능성 있음
e	•받침 신축기능 불량으로 인하여 받침 본체 및 거더(바닥판)의 파손 발생 •받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적의 1/2 이상	•받침 신축기능 불량으로 인하여 거더 등 주부재의 파손 발생 •받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적의 1/2 이상 •작동불능 상태	-

○ 본 상태평가 기준은 강재 및 탄성받침의 상태평가에 적용하며, 기타 특수받침의 경우에도 본 상태평가 기준을 준용한다.

○ 받침 본체는 상태평가 기준 범위는 “a~e”를 유지하고, 받침콘크리트는 본체에 비하여중요도가 낮으므로 “a~d”로 한다.

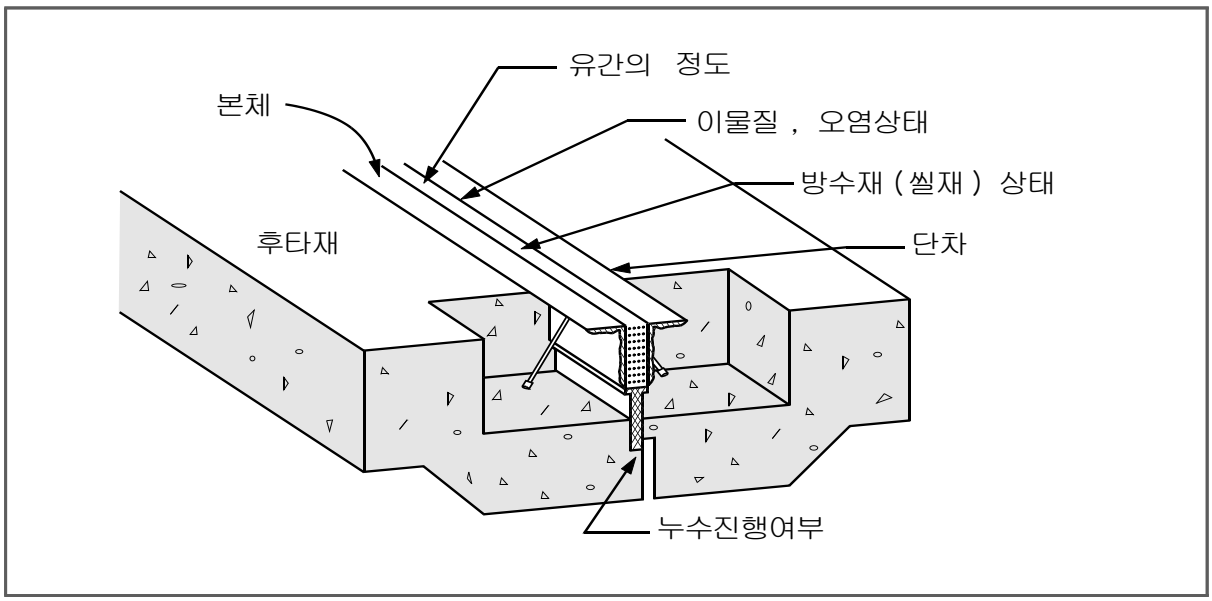
2.3.10 신축이음

교량의 신축이음은 온도변화, 건조수축, 활하중에 따른 상부구조의 신축을 원활하게 수용하고 상부구조 이음부에서 차량의 주행성을 확보하기 위한 중요한 부속시설이다. 신축이음은 교면에서 차량하중을 직접 받고 외부에 노출되어 있어서 변형 및 파손되기 쉽다.

신축이음의 점검에서는 재료적인 열화, 방수재의 기능, 신축유간의 확보, 외부충격에 의한 파손 등을 중점적으로 점검하여야 한다.

가. 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위		손 상 종 류
▹본 체	– 공 통	•충격음, 본체유동 및 파손 •누수 •유간부족 및 유간과다 •유간 오물퇴적
	– 고무재	•고무판 마모, 강판노출 및 부식
	– 강 재	•강재 연결부 이완 및 파손
▹후 타 재		•단차(본체, 교면포장, 접속슬래브) •균열 및 파손



【그림 2.3.12】 신축이음 점검부위

나. 상태평가 기준

기준	본 체	후 타 재
a	•없 음	•양 호
b	•토사, 이물질 퇴적 •고무판 노화	•미세균열 발생
c	•물받이 미설치 또는 파손으로 인한 누수 •유간사이 이물질로 기능 불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등의 열화 •고무판 균열, 볼트 또는 너트의 부분 탈락 •누수로 인하여 신축이음 하부의 받침 및 코핑부에 이물질 퇴적 및 부식발생	•균열이 50㎝ 이하의 간격으로 발생 •국부적인 박리, 박락, 파손
d	•강판유동 및 연결불량으로 이상음 발생 •신축유간이 밀착으로 인한 거동불량 •신축유간이 넓어 차량통행에 지장 초래 •신축이음 본체 탈락, 파손 및 작동 불능	•신축이음의 심한 파손 및 단차로 인하여 차량통행시 충격발생 •파손 범위가 후타재 폭 이상으로 큼
e	–	–

○본 상태평가 기준은 모든 신축이음의 상태평가에 적용한다.
○기타부재인 신축이음의 상태평가 기준 범위를 “a~d”로 한다.
○신축이음 본체 하부의 전체적인 부식 및 변형이 발생하는 경우 “d”로 평가하며, 긴급보수·보강을 실시한다.
○후타재 균열이 30㎝이하의 간격으로 발생하거나, 전반적인 파손과 단차가 발생하면 평가를 “d”로 한다.

2.3.11 교면포장

교면포장의 상태는 차량의 주행성과 직접적인 연관이 있으며, 교면포장에 발생한 균열 및 함몰은 교면의 방수층을 파괴하여 상부구조의 누수를 발생시키는 원인이 될 수 있다. 교면포장에 사용되는 아스팔트 혼합물과 콘크리트는 재료적인 특성과 포장체 자체의 거동에서 상이한 면이 있으나 상태평가기준은 아스팔트와 콘크리트를 별도로 분리하지 않고 하나의 등급으로 평가한다.

가. 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위		손 상 종 류
▹공 통	– 아스팔트	•균열, 함몰, 단차 및 요철, 블리딩, 마모
	– 콘크리트	•균열, 마모, 박리, 파손
▹신축이음 전후, 구조물 경계부		•단차, 파손
▹곡선부, 중차량 통행차로		•마모, 바퀴자국
▹배수구 주변		•물고임

나. 상태평가기준

기준	포장불량		배수
a	•미세균열	•없 음	•없 음
b	•포장불량 2% 미만	•포장손상이 미미하여 주행에 영향 없음	•배수구배 및 배수시설 불량에 의한 부분적 물고임
c	•포장불량 2%이상~10% 미만	•포장손상으로 인하여 차량의 통행에 영향 있음	•배수구배 및 배수시설 불량에 의한 물고임 발생으로 주행성 저하
d	•포장불량 10% 이상	•전반적인 재포장이 필요한 상태	•배수불량에 의한 물고임으로 통행차량의 안전성 저하
e	–	–	–

○ 본 상태평가 기준은 아스팔트포장과 콘크리트 포장을 포함하여 모든 교면포장의 상태평가에 적용한다.
○ 기타부재인 교면포장의 상태평가 기준 범위를 “a~d"로 한다.
○ 평가기준 “d"는 균열율을 포함하여 포장불량이 10%이상인 상태 즉, 전반적인 재포장이 필요한 상태로 평가한다.
○ 포장불량율은 균열발생부, 표면이 노화되어 마모된 부분, 기보수된 부분 등의 면적을 전부 더한 값을 경간면적으로 나눈 비율이다. 균열율과 균열면적을 계산하는 방법은 아래에 기술하였다.

2.3.12 배수시설

배수시설은 교면의 빗물을 배수하는 교량의 부속시설로서 배수시설의 상태가 불량하게 되면 교량을 주행하는 차량의 안전성을 위협하며, 누수로 인하여 구조물의 열화를 발생시키는 주요원인을 제공하게 된다.

가. 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위	손 상 종 류
▹ 배수구(유입구) – 뚜껑(그레이팅)	•뚜껑파손 및 주변파손, 누락 •오물퇴적, 막힘 •배수구의 설치높이가 높음 •배수구 설치위치 불량 •배수구 설치간격 넓음
▹ 배수관	•관의 연결부 어긋남, 파손 •이물질에 의한 막힘 •지지철물의 이완 및 파손 •배수관 길이 부족(짧음) •유출구 위치 부적절(도로구간)

나. 상태평가 기준

등급	상태등급 설명
a	•양　　호
b	•다소의 퇴적물이 있으나 배수에는 이상 없음.
c	•배수시설의 상태불량, 길이부족 •많은 퇴적물, 누수 •누수로 인하여 구조물 부식 발생 •배수관 유출구 위치가 부적절하여 하부통행에 따른 위험 초래
d	•파손이나 노후화로 인하여 재설치가 필요한 상태
e	-

○ 본 상태평가 기준은 모든 배수시설의 상태평가에 적용된다.
○ 기타부재인 배수시설의 상태평가 기준 범위를 “a~d"로 한다.
○ 평가기준 “d"는 파손이나 노후화로 인하여 재설치가 필요한 상태로 정의한다.
○ 한 경간에 두 개 이상의 배수시설이 있는 경우 각 배수시설의 평가기준 중 최젓값을 배수시설의 평가결과로 한다.

2.3.13 난간 및 연석

교량의 난간과 연석은 구조적인 중요도는 낮으나, 파손되거나 재료적으로 열화된 경우 통행인에게 불안감을 느끼게 할 수 있다. 특히 차량충돌 등 외부의 강한 하중에 의한 손상일 경우에는 바닥판에도 손상이 발생할 수 있으므로 주의깊게 점검한다. 연석은 차량의 시선유도, 차량의 차도이탈방지, 사고시 완충작용 등의 역할을 하는 것으로서 난간 점검시 같이 조사를 한다.

가. 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위		손 상 종 류
▹ 난간 연석	- 강재, 알루미늄	•강재의 경우 도장 손상 및 부식 •난간과 상판연결부의 결함, 파손 •전체적인 처짐 및 선형불량
	- 철근 콘크리트	•균열, 박리, 파손 •철근노출 및 부식 •전체적인 처짐 및 선형불량

나. 상태평가 기준

기준	강 재		콘크리트
a	•양 호	•양 호	•양 호
b	•도장 불량 10% 미만	•고정장치 및 연결재의 이완이 국부적 발생	•경미한 손상, 0.3㎜이하 균열
c	•도장 불량 10% 이상 •부식으로 인한 단면 손상 10% 미만	•파손 및 탈락 10% 미만	•0.3㎜이상 균열 •박리, 파손, 철근노출 10% 미만 •철근부식손상 길이 2% 미만
d	•부식으로 인한 단면 손상 10% 이상	•파손 및 탈락 10% 이상 •낙석으로 인한 손상발생 •고정부 열화 및 손상으로 인한 전도의 위험이 있음(방음벽)	•박리, 파손, 철근노출 10% 이상 •철근부식손상 길이 2% 이상
e	-	-	-

○ 본 상태평가 기준은 강재 및 콘크리트 난간 및 연석을 포함하여 모든 나간과 연석의 상태평가에 적용한다.

○ 기타부재인 난간과 연석의 상태평가 기준 범위를 “a~d"로 하며, 점검단위는 부재의 길이로 한다.

○ 중앙분리대, 방호벽, 방음벽의 상태평가 시 난간 및 연석의 평가기준을 적용한다.

○ 강재의 경우 도장 변색 및 손상 점검길이의 10%이상 즉, 단면 결손으로 차량이나 사용자에게 위험 가능성이 있는 상태의 기준은 “c"로 평가한다.

○ 콘크리트는 0.3㎜이상의 균열이 발생하는 경우 평가기준은 “c"로 평가하며, 보수 및 보강을 실시한다.

2.3.14 구조형식에 따른 부재별 가중치

가. 구조형식에 따른 일반교량의 부재별 가중치

구분	결함도 평가항목		슬래브교량	거더교량							라멘교		
				일반거더교			바닥판·거더 일체형		아치, 트러스		거더없음	거더있음 (복개구조물)	
				일반	2차부재 없음	바닥판 없음	강 바닥판	PSC 박스	콘크리트 바닥판	강 바닥판			
상부	바닥판		34	18	18	-	20	20	15		34	20	21
	주형		-	20	25	37	18	20	23		-	21	23
	2차부재		-	5	-	11	5	3	5		-	5	-
하부	교대/교각		20	13	13	18	13		13		34	22	24
	기초		7	7	7	7	7		7		7	7	7
받침	교량받침		10	9	9	14	9		9		3	3	3
기타	신축이음		10	9	9	-	9		9		3	3	3
	교면포장		7	7	7	-	7		7		7	7	7
	배수시설		3	3	3	-	3		3		3	3	3
	난간/연석		2	2	2	6	2		2		2	2	2
콘크리트	탄산화	상부	2(4)	2(4)		-	-	2(4)	2(4)	-	4(7)		
		하부	2(3)	2(3)		4(7)	4(7)	2(3)	2(3)	4(7)			
	염화물	상부	2(0)	2(0)		-	-	2(0)	2(0)	-	3(0)		
		하부	1(0)	1(0)		3(0)	3(0)	1(0)	1(0)	3(0)			

( ) : 정밀점검시 적용 가중치

○ 하부구조물이 무근콘크리트로 시공된 경우, 하부구조물의 탄산화 및 염화물항목에 할당된 가중치를 상부구조물의 탄산화 및 염화물항목의 가중치에 포함시킨다.

○ 하부구조물은 무근콘크리트, 상부구조물은 강재로 시공된 경우, 상부구조물의 탄산화 및 염화물항목에 할당된 가중치는 상부구조물의 상태평가항목(바닥판, 거더)의 가중치에 균등배분하고 하부구조물의 탄산화 및 염화물항목에 할당된 가중치는 하부구조물(교대/교각)의 가중치에 포함시킨다.

○ 기둥, 거더 및 슬래브로 구성된 복개구조물은 거더가 있는 라멘교에 준해서 평가하며, 박스형 복개구조물은 터널시설물의 상태평가 기준에 따라 평가한다.

○ 교량받침이 없는 라멘교의 경우, 교량받침에 할당된 가중치를 바닥판, 거더, 교대/교각의 가중치에 균등하게 배분한다.

○ 기타시설물(신축이음, 교면포장, 배수시설, 난간/연석)이 없는 경우, 기타시설물에 할당된 가중치는 바닥판의 가중치에 포함시킨다.

○ 기초에 대한 평가가 수행되지 않았을 경우, 기초에 할당된 가중치는 교대/교각의 가중치에 포함시킨다.

나. 구조형식에 따른 케이블교량의 부재별 가중치

구분	결 함 도 평가항목		현 수 교		사 장 교		엑스트라도즈드교	
			일반거더형	보강형 PSC거더형	일반거더형	보강형 PSC거더형	일반거더형	PSC거더형
상부	케 이 블		25	25	23	23	20	20
	바 닥 판		8	–	9	–	10	–
	주 형		8	20	9	22	10	25
	2차부재		4	–	4	–	5	–
하부	주 탑		13		13		6	
	보조주탑		5		5		12	
	교대(앵커블럭)		8		6		6	
	교 각		–		2		2	
	기 초		4		4		4	
받침	교량받침		5		5		5	
기타	신축이음		5		5		5	
	교면포장		4		4		4	
	배수시설		2		2		2	
	난간/연석		2		2		2	
콘크리트	탄산화	상부	2		2		2	
		하부	2		2		2	
	염화물	상부	1		1		1	
		하부	2		2		2	

○ 상기 표에서 일반거더형이라 함은 바닥판과 거더가 구분되어 있는 교량을 말하며, 보강형과 PSC박스는 박스단면의 상부플랜지가 바닥판의 역할을 하는 폐합된 거더의 형태를 말한다.
○ 일반거더형 케이블 교량의 경우 바닥판과 거더는 일반교량의 바닥판과 거더의 상태평가 기준에 준하여 평가하고, 보강형은 강거더, PSC 박스는 PSC 박스거더 부재의 상태평가 기준에 준하여 평가한다. 또한, 보강형 내부의 격벽은 강재 가로보의 상태평가 기준에 준하여 평가한다.
○ 상기 표에서 교각이라 함은 하부구조물중에서 주탑, 앵커블록 및 교량 양단부의 교대(교각)를 제외하고 케이블 교량구간에 추가로 설치된 교각을 말하며, 추가 설치된 교각이 없을 경우에는 교각의 가중치를 교대의 가중치에 포함한다.
○ 보조주탑은 강주탑과 기초사이에 설치되어 주탑의 하중을 기초로 전달하는 콘크리트 기둥을 말하며,콘크리트 교각(주탑)의 상태평가 기준에 준하여 평가한다. 보조주탑이 없을 경우 보조주탑의 가중치를 주탑의 가중치에 포함한다. 기초는 주탑기초와 교대(교각)의 기초를 각각 평가하며, 주탑기초가 여러 개일 경우에도 개별적으로 평가한다.
○ 기초에 대한 평가가 수행되지 않았을 경우, 기초에 할당된 가중치는 주탑(보조주탑이 있을 경우에는 보조주탑)과 교대/교각/앵커블록의 가중치에 균등 분배한다.
○ 케이블교량 구간은 상부구조물의 하중이 케이블부재에 의하여 지지되는 구간까지를 말한다. 즉, 현수교의 주케이블이 일반교량 구간에 설치된 앵커블럭에 연결된 경우에는 거더가 행어케이블에 의해 주케이블에 연결되는 구간까지를 현수교의 구간으로 정의한다.
○ 케이블교량의 경우 상부구조물보다 하부구조물이 콘크리트로 시공되는 경우가 많으므로 일반교량과는 달리 하부구조물에 대한 염화물의 가중치 비중을 높였다.

2.4 교량의 상태평가 결과 산정방법

2.4.1 경간(지점)별 부재 상태평가 산정

가. 개별부재에서 발견된 결함 및 손상에 대하여 평가한 후 각 상태평가 결과 중 최젓값을 개별부재 상태평가 결과로 산정한다.

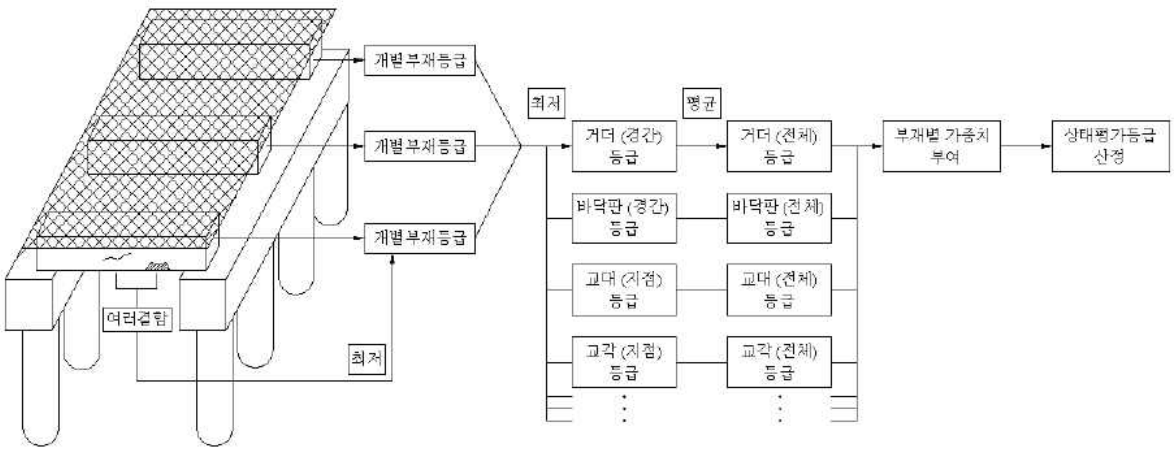
나. 한 경간 내에서 여러 부재가 있을 경우는 각 부재의 상태평가 기준 중 최젓값 을 경간(지점) 상태평가 결과로 산정한다.

2.4.2 전체 시설물의 상태평가 결과 결정

구조형식이 같은 부재에 대해 부재별로 평균하여 부재 상태평가를 결정한 후 구조형식에 따른 부재별 가중치를 적용하여 환산 결함도 점수를 구한다. 환산 결함도 점수는 시설물 전체의 상태평가 결과를 산정하기 위한 기준값이며, 결함도 점수 범위에 따른 기준을 적용하여 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 구한다.

등 급	A	B	C	D	E
결함도 지수	0.10	0.20	0.40	0.70	1.00
결함도 범위	$0 \leq x < 0.13$	$0.13 \leq x < 0.26$	$0.26 \leq x < 0.49$	$0.49 \leq x < 0.79$	$0.79 \leq x$

2.4.3 상태평가 결과 산정 방법



【그림 2.3.13】 전체 교량의 상태평가 결과 산정방법 예

2.5 교량받침 연단거리 조사

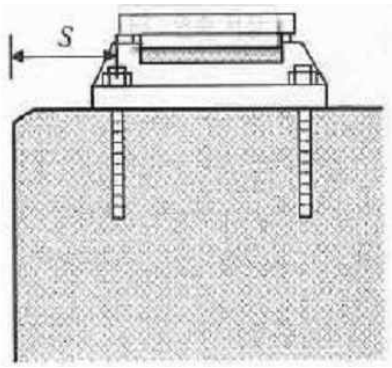
2.5.1 개 요

교각 및 교대 상부의 교좌면은 상부구조로부터 집중하중을 받는 부위로 연단거리가 짧으면 고정단에서는 교각 및 교대의 전면에서 콘크리트가 파손되거나, 받침이 파손되는 가동단에서는 받침이 벗어나 심한 경우 주형이 낙하할 수도 있다. 교량의 교축방향의 받침연단과 하부구조 정부(頂部)연단 사이의 거리는 다음 값 S(㎜) 이상이어야 한다. 교량의 받침부 연단거리 측정은 다음과 같이 측정한다.

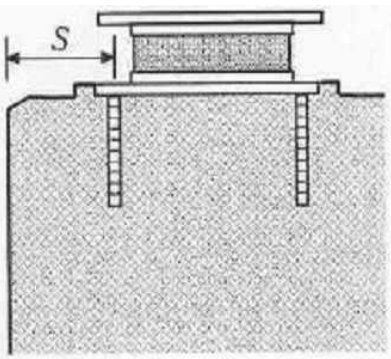
- 거더의 경간길이 100m이하 : S = 200 + 5L (도로교설계기준)
- 거더의 경간길이 100m이상 : S = 300 + 4L (도로교설계기준)

여기서, S : 받침연단거리(㎜) L : 거더의 경간길이(m)

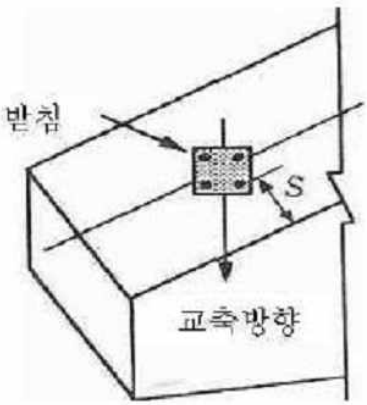
받침연단거리



(a)강재받침 연단거리



(b)고무받침 연단거리



(c)사교 및 곡선교 연단거리

2.5.2 연단거리 검토(예)

1) 최소연단거리 시방기준

- 30m 구간 : S = 200 + 5 × L = 200 + 5 × 30 = 350㎜
- 100m 구간 : S = 300 + 4 × L = 300 + 4 × 100 = 700㎜

2) 적 용 값

구 분	거더 지간거리	최소연단거리	시방기준	비 고
PSCI	30.0m	400㎜	350 ㎜	O.K
PSCB	100.0m	800㎜	700 ㎜	O.K

2.6 이동량 검토

2.6.1 온도에 의한 이동량

▣ 온도에 의한 신축량(△lt) = △T × α × L

여기서, ΔT = 온도 변화

α = 선팽창계수(콘크리트 : 1.0×10−5 , 강 재 : 1.2×10−5)

L = 신축들보 길이

교량종류	온도변화		선팽창계수
	보통지방	한랭한 지방	
콘크리트교	−5℃ ~ +35℃	−15℃ ~ +35℃	1.0×10^{-5}
강 교	−10℃ ~ +40℃	−20℃ ~ +40℃	1.2×10^{-5}

2.6.2 활하중에 의한 거더의 처짐으로 발생하는 이동량

교대부 및 신축이음부 거더의 신장여유량에만 적용.

$$\Delta Lr = \Sigma(hi \times \theta i)$$

여기서

hi = 보의 중립축에서 받침 회전 중심까지의 거리(2/3h)

θi = 받침까지의 보의 회전각(콘크리트교:1/300, 강교:1/150)

2.7 옹벽의 상태평가 기준 및 상태평가 산정 절차

시설물의 상태평가는 외관조사 및 변위조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 국토교통부에서 발행한「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침 - 옹벽편 2010년 12월」을 준용하였다.

시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정한다.

2.7.1 옹벽 상태평가 항목

가. 상태평가 항목

구 분		평 가 요 소
보강토 옹벽	지반, 기초부	•침하 •활동 •계획선형 오차(전도/경사) •세굴
	전 면 부	•파손 및 손상, 균열 •유실 •이격 •전면부 배부름
	기 타	•주변영향인자(배수시설 및 사면상태)

2.7.2 결함점수 및 결함지수 산정기준

가. 보강토 옹벽

결 함 등 급		a	b	c	d	e
		0 ≤ f < .15	0.15 ≤ f < 0.30	0.30 ≤ f < 0.55	0.55 ≤ f < 0.75	0.75 ≤ f
침 하		0	0	1	1	2
계획선형오차 (전도/경사)		0	0	1	1	2
활 동		0	1	2	3	4
전면 진행성 배부름		0	2	4	6	6
파손, 손상 및 균열		0	1	2	3	4
유 실		0	2	4	6	8
이 격		0	1	2	3	4
세 굴		0	4	8	12	16
주변 영향 인자	배수시설	배수시설이 양호할 경우 : 0, 배수시설이 없거나 불량할 때 : 1				
	사면조사	사면구배	적 절	0	부적절	1
		낙석흔적	미발생	0	발 생	1
		침 출 수	무	0	유	1
보강토 옹벽 결함지수(F)			① $\frac{\Sigma 결함점수}{52}$		② $\frac{\Sigma 결함점수}{36}$	

※ 세굴 발생이 가능한 부위가 불투수 처리(아스콘, 콘크리트 포장)가 되었을 경우 ②번 산정식을 사용.

※ 전면판에 발생한 균열은 파손으로 처리함.

※ 주변영향인자 평가항목 중 사면조사는 절토사면 및 사면 보호시설물에 해당하여 실시하며, 해당 시설물이 아닌 경우에는 평가식의 분모를 3점 감산하여 계산한다.

2.7.3 옹벽시설물의 상태평가 등급기준

상태평가등급	시설물의 상태평가 기준	비고
A	0.00 ≤ F < 0.15	F = 옹벽결함지수
B	0.15 ≤ F < 0.30	
C	0.30 ≤ F < 0.55	
D	0.55 ≤ F < 0.75	
E	0.75 ≤ F	

2.7.4 상태평가 세부기준

평가항목은 기존의 국내기준과 같이 5등급으로 세분하였고, 평가항목별 등급은 옹벽 상태평가등급과 구분하기 위하여 a, b, c, d, e로 표기하도록 하였다. 또한 별도의 시험으로 구해야만 하는 정량적 수치를 지양하였으며, 외관조사를 통하여 얻을 수 있고 쉽게 판단할 수 있는 평가방법을 정하였다.

세부기준은 기존 국내기준 및 국외기준을 참고하여 결정하였으며, 실무자들의 의견과 기 시행된 안전진단 자료를 반영하고 현실적인 여건을 고려하여 정하였다. 또한, 각각의 평가항목에 대한 상태평가는 가장 대표적인 것을 기준으로 하여 결정하도록 하며, 여러 개소에서 나타날 경우에는 등급을 하향조정하도록 하였다.

또 진행여부를 판별하는 항목은 주기적인 점검(정기점검) 결과를 활용해 결함의 진행여부를 판단하도록 하였다.

가. 활동의 상태평가 기준

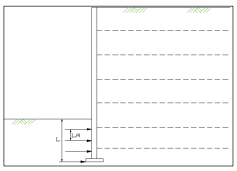
평가기준	결함점수	최대 활동의 범위		조사된 상태
		비진행성	진행성	
a	0	5㎝미만	2㎝미만	•활동이 발생되지 않은 상태
b	1	5㎝이상 ~8㎝미만	2㎝이상 ~5㎝미만	•부분적으로 경미한 활동이 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않은 상태
c	2	8㎝이상 ~12㎝미만	5㎝이상 ~8㎝미만	•활동의 정도가 보통정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d	3	12㎝이상 ~16㎝미만	8㎝이상 ~12㎝미만	•활동의 정도가 심각하여 옹벽의 구조적인 안정에 심각한 영향을 미칠 수 있는 상태
e	4	16㎝이상	12㎝이상	•활동의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정을 상실할 수 있는 위험한 상태

나. 기초부 세굴 상태평가 기준

평가기준	a	b	c	d	e	비 고
결함점수	0	4	8	12	16	

※ 세굴 발생이 가능한 부위가 불투수 처리(아스콘, 콘크리트 포장)가 되었을 경우에는 본 항목을 고려하지 않는다.

주) 상태평가 결과가 “e"이면 중대한 결함으로 본다.



-보강토 옹벽

•세굴이 전혀 발생하지 않은 상태 : a등급

•(근입깊이 / 4)의 각각의 위치까지 세굴이 발생한 상태 : b, c, d

•세굴이 기초저면까지 발생한 상태 : e등급

다. 침하의 상태평가 기준(보강토, 돌망태)

평가기준	결함점수	최대 침하량의 범위		조사된 상태
		비진행성	진행성	
a	0	5㎝미만	3㎝미만	•침하가 발생되지 않은 상태
b	0	5㎝이상 ~10㎝미만	3㎝이상 ~8㎝미만	•부분적으로 경미한 침하가 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않은 상태
c	1	10㎝이상 ~20㎝미만	8㎝이상 ~16㎝미만	•침하의 정도가 보통정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d	1	20㎝이상 ~30㎝미만	16㎝이상 ~25㎝미만	
e	2	30㎝이상	25㎝이상	•침하의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정을 상실할 수 있는 위험한 상태

라. 계획선형 오차(전도/경사)의 상태평가 기준(콘크리트, 석축)

평가기준	결함점수	최대 침하량의 범위		조사된 상태
		비진행성	진행성	
a	0	2%미만	1%미만	•경사/전도가 발생되지 않은 상태
b	0	2%이상 ~3%미만	1%이상 ~2%미만	•부분적으로 경미한 경사/전도가 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않은 상태
c	1	3%이상 ~4%미만	2%이상 ~3%미만	•경사/전도의 정도가 보통정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d	1	4%이상 ~6%미만	3%이상 ~4%미만	
e	2	6%이상	4%이상	•경사/전도의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정을 상실할 수 있는 위험한 상태

※ 계획선형 오차는 준공시와 현시점에서의 변위발생으로 평가한다.
단, 설계도서 및 준공도서가 비치되어 있지 않은 경우에는 최초 측정시기와 현 측정시의 상대적인 값으로 평가한다.

※ 보강토 옹벽은 시공중의 변위발생이 5%미만이고, 진행성이 아닌 경우에는 구조물 사용성에 지장이 없는 시공오차로 간주하며, 준공 후 추가적인 변위에 대해서만 적용한다.

마. 진행성 배부름 상태평가 기준(보강토, 석축)

평가기준	결함점수	조사된 상태
a	0	•건전한 비진행성 상태
b	2	•경미하게 발생한 비진행성 상태
c	4	•경미하게 발생한 진행성 상태
d	6	•심하게 발생하여 구조적인 안정에 영향을 줄 정도의 진행성 상태
e	8	•매우 심하게 발생하여 경사가 발생하고, 구조적인 안정에 크게 영향을 줄 정도의 진행성 상태

바. 파손 및 손상, 균열의 상태평가 기준(보강토, 석축)

평가기준	결함점수	조사된 상태
a	0	•부재에 파손이 발생하지 않은 건전한 상태
b	1	•파손이 경미하고 추가적인 손상진행의 가능성이 없는 양호한 상태
c	2	•파손이 경미하지만, 다른 추가적인 손상진행의 가능성이 있는 보통의 상태
d	3	•시설의 주요부에 부분적인 파손이 발생하여 제체의 안전성이 저하되거나, 손상의 진행에 따라 손상규모가 확대될 위험이 있는 심각한 상태
e	4	•시설의 주요부에 큰 파손이 발생하여 시설의 기능상실, 안전성 결여 또는 파괴로 이어질 수 있는 위험한 상태

사. 이격 상태평가 기준(보강토, 석축)

평가기준	결함점수	조사된 상태
a	0	•건전한 상태
b	1	•평가단위에서 1개소 이하로 발생한 상태
c	2	•평가단위에서 3개소 이하로 발생한 상태
d	3	•평가단위에서 4개소 이하로 발생한 상태
e	4	•평가단위에서 5개소 이상 발생한 상태

아. 유실 상태평가 기준(보강토, 석축)

평가기준	결함점수	조사된 상태
a	0	•건전한 상태
b	2	•평가단위에서 1개소 이하로 발생한 상태
c	4	•평가단위에서 3개소 이하로 발생한 상태
d	6	•평가단위에서 4개소 이하로 발생한 상태
e	8	•평가단위에서 5개소 이상 발생한 상태

2.7.5 상태평가등급 결과

콘크리트 옹벽의 상태평가 과정은 신축이음부를 경계로 평가단위로 나누어 주며, 그 밖에 옹벽의 상태평가 과정은 평가단위(20m를 원칙으로 하나 현장상황에 따라 책임기술자가 조정가능)별 여러 결함에 대해 평가항목별 세부기준에 합당하는 결함점수를 부여한 후 평가단위별 결함지수를 산정하여 평가단위별 등급을 각 평가단위에서 산정된 결함지수를 산술평균하여 상태평가 등급을 결정하며, 평가과정은 다음과 같다.

2.8 절토사면의 상태평가 기준 및 상태평가 산정 절차

절토사면의 상태평가는 손상상태와 파괴요인을 구분하여 평가하며, 각각의 평가항목에 대한 상태평가는 가장 대표적인 것을 기준으로 하여 결정하고, 여러 개소에서 나타날 경우 등급을 하향 조정한다. 이러한 세부기준은 국내·외의 다양한 문헌과 그간 국내에서 조사되었던 사면 자료의 분석을 통해 결정하였으며, 다양한 전문가들의 의견 및 현실 여건을 반영하였다.

절토사면의 유형별 결함지수 산출방법은 다음과 같다. 사면 손상상태 지수는 손상상태 항목 점수의 합을 총점 24점으로 나누어 계산되며, 사면 파괴요인 지수 역시 파괴요인 항목 점수의 합을 총점 52점으로 나누어 계산한다. 사면 결함지수는 사면 손상상태 항목 점수와 사면 파괴요인 항목 점수의 합을 총점 76으로 나누어 계산한다.

2.8.1 토사사면

가. 사면 손상상태 평가 기준

<table>
<tr><th colspan="3">항 목 \ 결함 등급</th><th>a</th><th>b</th><th>c</th><th>d</th><th>e</th></tr>
<tr><td rowspan="6">파괴 징후</td><td rowspan="2">①인장균열</td><td>구 분</td><td>없음</td><td>1㎜ 미만</td><td>1㎜ 이상
5㎜ 미만</td><td>5㎜ 이상
5㎝ 미만</td><td>5㎝ 이상</td></tr>
<tr><td>점 수</td><td>0</td><td>1~3</td><td>4~5</td><td>6~7</td><td>8~10</td></tr>
<tr><td rowspan="2">②지반변형</td><td>구 분</td><td colspan="2">없음</td><td colspan="3">있음</td></tr>
<tr><td>점 수</td><td colspan="2">0~2</td><td colspan="3">3~5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">③구조물변형</td><td>구 분</td><td colspan="2">없음</td><td colspan="3">있음</td></tr>
<tr><td>점 수</td><td colspan="2">0~2</td><td colspan="3">3~5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">파괴 현황</td><td rowspan="2">④발생규모</td><td>구 분</td><td>0</td><td>1㎥ 미만</td><td>1㎥ 이상
8㎥ 미만</td><td>8㎥ 이상
64㎥ 미만</td><td>64㎥ 이상</td></tr>
<tr><td>점 수</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr>
<tr><td colspan="8">사면 손상상태 지수 (f1) = Σ(①~④) / 24</td></tr>
</table>

나. 사면 파괴요인 평가 기준

항목 \ 결함 등급			a	b	c	d	e
지반상태	⑤토질조건	사질토	매우 조밀	조밀	보통	느슨	매우 느슨
		점성토	매우 단단	단단	보통	연약	매우 연약
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
	⑥토층심도율	구 분	0.45 미만	0.45 이상 0.5 미만	0.5 이상 0.6 미만	0.6 이상 0.8 미만	0.8 이상
		점 수	0	1	2	3	4
사면형상	⑦사면경사	구 분	1:2 미만	1:2 이상 1:1.5 미만	1:1.5 이상 1:1.2 미만	1:1.2 이상 1:1 미만	1:1 이상
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
	⑧집수지형	구 분	무관	1	2	3	4
		점 수	0	1	2	3	4
자연요인	⑨강우 및 지하수	1일 강우량	0㎜	0㎜ 이상 50㎜ 미만	50㎜ 이상 100㎜ 미만	100㎜ 이상 150㎜ 미만	150㎜ 이상
		지하수위	완전 건조	사면 높이의 1/3	사면 높이의 1/2	사면 높이의 2/3	완전 포화
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
인위요인	⑩표면보호	구 분	숏크리트, 석장공 등	식생 양호	식생 보통	식생 불량	식생 없음
		점 수	0	1	2	3	4
	⑪배수조건	구 분	완전 배수	양호	보통	불량	매우 불량
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
	⑫보호/보강 상태	구 분	양호함		노후됨		결함이 관찰됨
		점 수	0~2		3~6		6~8
사면 파괴요인 지수 (f2) = Σ(⑤~⑫) / 52							

다. 결함지수(F) 산정

결함지수 (F) = Σ(①~⑫) / 76

2.8.2 연약암반사면

가. 사면 손상상태 평가 기준

항목		결함 등급	a	b	c	d	e
파괴 징후	①인장균열	구 분	없음	1㎜ 미만	1㎜ 이상 5㎜ 미만	5㎜ 이상 5㎝ 미만	5㎝ 이상
		점 수	0	1~3	4~5	6~7	8~10
	②지반변형	구 분	없음		있음		
		점 수	0~2		3~5		
	③구조물변형	구 분	없음		있음		
		점 수	0~2		3~5		
파괴 현황	④발생규모	구 분	0	1㎥ 미만	1㎥ 이상 8㎥ 미만	8㎥ 이상 64㎥ 미만	64㎥ 이상
		점 수	0	1	2	3	4
사면 손상상태 지수 (f1) = Σ(①~④) / 24							

나. 사면 파괴요인 평가 기준

항목		결함 등급	a	b	c	d	e
지반 상태	⑤지반강도 특성	구 분	–	–	약간 연약	연약	매우 연약
		점 수	0	1	2	3	4
	⑥면구조 경사 –사면 경사	구 분	10° 이상	0° 초과 10° 미만	0°	–10° 이상 0° 미만	–10° 미만
		점 수	0	1	2	3	4
	⑦풍화상태	구 분	신선	약간풍화	보통풍화	심한풍화	완전풍화
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
사면 형상	⑧사면경사	구 분	1:1.5 미만	1:1.2 이상 1:1.5 미만	1:1 이상 1:1.2 미만	1:0.7 이상 1:1 미만	1:0.7 이상
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
자연 요인	⑨강우 및 지하수	1일 강우량	0㎜	0㎜ 초과 50㎜ 미만	50㎜ 이상 100㎜ 미만	100㎜ 이상 150㎜ 미만	150㎜ 이상
		지하수위	완전 건조	사면 높이의 1/3	사면 높이의 1/2	사면 높이의 2/3	완전 포화
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
인위 요인	⑩절취상태	구 분	매우 좋음	좋음	보통	나쁨	매우 나쁨
		점 수	0	1	2	3	4
	⑪배수조건	구 분	완전 배수	양호	보통	불량	매우 불량
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
	⑫보호/ 보강상태	구 분	양호함		노후됨		결함이 관찰됨
		점 수	0~2		3~5		6~8
사면 파괴요인 지수 (f2) = Σ(⑤~⑫) / 52							

다. 결함지수(F) 산정

결함지수 (F) = Σ(①~⑫) / 76

2.8.3 파쇄암반사면

가. 사면 손상상태 지수(f1)

항목		결함 등급	a	b	c	d	e
파괴 징후	①인장균열	구 분	없음	1㎜ 미만	1㎜ 이상 5㎜ 미만	5㎜ 이상 5㎝ 미만	5㎝ 이상
		점 수	0	1~3	4~5	6~7	8~10
	②지반변형	구 분	없음		있음		
		점 수	0~2		3~5		
	③구조물변형	구 분	없음		있음		
		점 수	0~2		3~5		
파괴 현황	④발생규모	구 분	0	1㎥ 미만	1㎥ 이상 8㎥ 미만	8㎥ 이상 64㎥ 미만	64㎥ 이상
		점 수	0	1	2	3	4
사면 손상상태 지수 (f1) = Σ(①~④) / 24							

나. 사면 파괴요인 지수(f2)

항목		결함 등급	a	b	c	d	e
지반 상태	⑤절리간격	구 분	2m 이상	60㎝ 이상 2m 미만	20㎝ 이상 60㎝ 미만	6㎝ 이상 20㎝ 미만	6㎝ 미만
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
	⑥저면경사	구 분	0° 미만	0° 이상 10° 미만	10° 이상 20° 미만	20° 이상 30° 미만	30° 이상
		점 수	0	1	2	3	4
	⑦절리상태	구 분	매우 유리	유리	보통	불리	매우 불리
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
사면 형상	⑧사면경사	구 분	1:1.2 미만	1:1.2 이상 1:1 미만	1:1 이상 1:0.7 미만	1:0.7 이상 1:0.5 미만	1:0.5 이상
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
자연 요인	⑨강우 및 지하수	1일 강우량	0㎜	0㎜ 초과 50㎜ 미만	50㎜ 이상 100㎜ 미만	100㎜ 이상 150㎜ 미만	150㎜ 이상
		지하수위	완전 건조	사면 높이의 1/3	사면 높이의 1/2	사면 높이의 2/3	완전 포화
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
인위 요인	⑩절취상태	구 분	매우 좋음	좋음	보통	나쁨	매우 나쁨
		점 수	0	1	2	3	4
	⑪배수조건	구 분	완전 배수	양호	보통	불량	매우 불량
		점 수	0	1	2	3	4
	⑫보호/보강상태	구 분	양호함		노후됨		결함이 관찰됨
		점 수	0~2		3~5		6~8
사면 파괴요인 지수 (f2) = Σ(⑤~⑫) / 52							

다. 사면 상태평가 지수(F)

결함지수 (F) = Σ(①~⑫) / 76

2.8.4 절리암반사면

가. 사면 손상상태 지수(f1)

항목		결함 등급	a	b	c	d	e
파괴 징후	①인장균열	구 분	없음	1㎜ 미만	1㎜ 이상 5㎜ 미만	5㎜ 이상 5㎝ 미만	5㎝ 이상
		점 수	0	1~3	4~5	6~7	8~10
	②지반변형	구 분	없음		있음		
		점 수	0~2		3~5		
	③구조물변형	구 분	없음		있음		
		점 수	0~2		3~5		
파괴 현황	④발생규모	구 분	0	1㎥ 미만	1㎥ 이상 8㎥ 미만	8㎥ 이상 64㎥ 미만	64㎥ 이상
		점 수	0	1	2	3	4
사면 손상상태 지수 (f1) = Σ(①~④) / 24							

나. 사면 파괴요인 지수(f2)

항목		결함 등급	a	b	c	d	e
지반 상태	⑤절리주향 (사면과의 차이)	구 분	사면 주향과 45° 이상	사면 주향과 30° ~ 45°	사면 주향과 20° ~ 30°	사면 주향과 10° ~ 20°	사면 주향과 10° 미만
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
	⑥절리경사 -사면경사	구 분	10° 이상	0° 초과 10° 미만	0°	-10° 이상 0° 미만	-10° 미만
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
	⑦절리상태	구 분	매우 유리	유리	보통	불리	매우 불리
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
사면 형상	⑧사면경사	구 분	1:1.0 미만	1:1.0 이상 1:0.7 미만	1:0.7 이상 1:0.5 미만	1:0.5 이상 1:0.3 미만	1:0.3 이상
		점 수	0	1	2	3	4
자연 요인	⑨강우 및 지하수	1일 강우량	0㎜	0㎜ 초과 50㎜ 미만	50㎜ 이상 100㎜ 미만	100㎜ 이상 150㎜ 미만	150㎜ 이상
		지하 수위	완전 건조	사면 높이의 1/3	사면 높이의 1/2	사면 높이의 2/3	완전 포화
		점 수	0	1	2	3	4
인위 요인	⑩절취상태	구 분	매우 좋음	좋음	보통	나쁨	매우 나쁨
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
	⑪배수조건	구 분	완전 배수	양호	보통	불량	매우 불량
		점 수	0	1	2	3	4
	⑫보호/ 보강상태	구 분	양호함		노후됨		결함이 관찰됨
		점 수	0~2		3~5		6~8
사면 파괴요인 지수 (f2) = Σ(⑤~⑫) / 52							

다. 사면 상태평가 지수(F)

결함지수 (F) = Σ(①~⑫) / 76

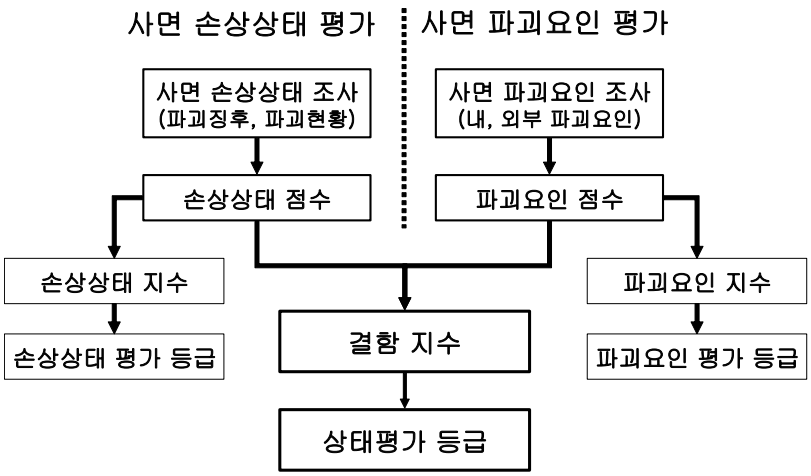
2.8.5 절토사면의 상태평가 기준 및 산정

절토사면 상태평가등급은 세부 평가 항목별 평가에 의해 산출된 결함지수(F)에 따라 A, B, C, D, E의 5등급으로 구분한다. 사면 손상상태 지수(f1)와 사면 파괴요인 지수(f2)는 상태평가 등급 결정과정에서는 사용되지 않지만 평가 대상 절토사면을 보다 객관적이고 구체적으로 판단할 수 있는 유용한 지표가 될 수 있다.

상태 등급	결함지수 (F)	상 태
A	0≤F<0.15	■ 문제점이 없는 최상의 상태
B	0.15≤F<0.30	■ 경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태
C	0.30≤F<0.55	■ 보통의 손상, 결함이 발생하였으나 안전성에 지장은 없으며, 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 간단한 보강이 필요한 상태
D	0.55≤F<0.75	■ 손상, 결함이 진전되고, 파괴 잠재성이 존재하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용 제한 여부를 결정하여야 하는상태
E	0.75≤F	■ 심각한 손상, 결함 및 파괴 잠재성에 의하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

※ 인장균열, 지반변형, 구조물변형 등이 진행성으로 확인되는 경우 상태평가등급을 하향하고 정밀안전진단을 실시하여 정기적으로 관찰한다.

※ 보호/보강공법이 적용됨에 따라 사면의 안전성이 크게 향상되었다고 판단되었을 경우 상태평가등급을 상향할 수 있다.



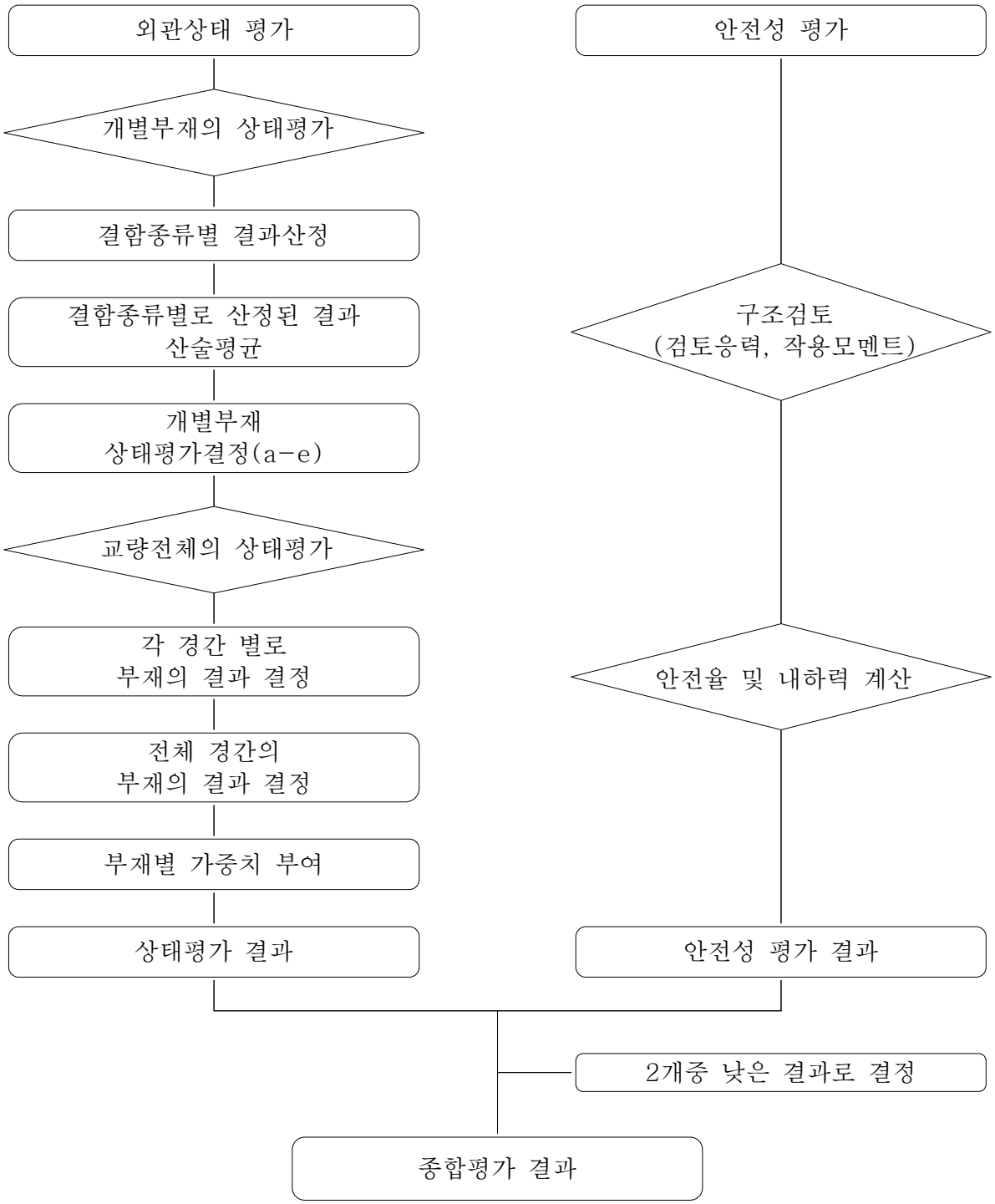
【상태평가등급 산정 과정】

2.9 종합평가 및 안전등급

2.9.1 종합평가 결과

외관조사에 따른 상태평가 결과와 안전성 검토에 근거한 안전성평가 결과 중 낮은 결과를 시설물의 종합평가 결과로 결정한다.

■ 종합평가 등급=MIN(상태평가 결과, 안전성평가 결과)



【종합평가 결과의 산정흐름도】

2.9.2 안정등급

정밀점검 및 정밀안전진단을 실시하는 사람은 상태평가 및 안전성평가 등을 종합적으로 평가하여 「법」제10조의2 및「영」제11조의5에 따라서 당해 시설물의 안전등급을 지정하여야 한다.

점검을 실시한 책임기술자는 당해 시설물에 대한 종합적으로 평가한 결과로부터 안전등급을 지정한다.

【안전등급】

상태평가 등 급	상태 및 안전성	비 고
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태	
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태	
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태	
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태	
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태	

3장 내구성 조사

3.1 개 요

3.2 콘크리트 강도

3.3 철근배근 탐사

3.4 탄산화 깊이 측정

제 3 장 내구성 조사

3.1 개 요

본 과업에서는 대상 구조물의 구조 부재에 대한 재료의 품질상태를 파악하기 위하여 반발경도시험, 초음파강도, 철근배근탐사를 실시하였다.

구 분	기 준			실 시	비 고
	초기점검 지침	시특법 정밀점검 기준			
		상부	하부		
반발경도시험	시설물당 5개소 이상	50m마다	50m마다	초기점검 지침 이상 & 정밀점검 기준 이상	
철근배근탐사	시설물당 3개소 이상	해당없음	해당없음		
탄산화 시험	해당없음	5경간 이내 : 2~3개소 (상부에서 1개소 이상) 5경간 이상 : 3~6개소 (상부에서 2개소 이상)			

3.2 콘크리트 강도

3.2.1 슈미트햄머에 의한 강도

가. 개 요

비파괴 시험을 통해 콘크리트의 압축강도를 추정하는 방법은 여러 가지가 있으나 그 중 가장 널리 쓰이고 있는 방법은 콘크리트의 표면경도를 측정하여 콘크리트의 압축강도를 추정하는 반발경도법이다. 반발경도법은 콘크리트의 표면을 타격하여 타격 후 손상정도나 반발도를 통해 강도를 추정하는 타격법 중 하나의 방법이다.

나. 측정원리

경화콘크리트의 표면을 슈미트햄머로 타격하여 해머내부에 있는 추가 튀어오르는 반발량을 반발경도(Rebound number : R)로 나타내고 이 반반경도의 크기에 의해 콘크리트의 압축강도을 측정한다.

다. 측정원리

적용범위는 콘크리트 공사시의 콘크리트 강도관리 및 기존 구조물의 콘크리트 강도추정을 위한 보조수단으로 이용된다. 본 방법은 압축강도가 10.0MPa 이상 60.0MPa 이하의 콘크리트에 적용한다.

라. 측정방법

콘크리트 압축강도 측정은 콘크리트의 반발경도에 의하여 강도를 측정할 수 있는 Rebound Hammer Test에 의해 조사하였다. 시험은 대상 구조물의 콘크리트 표면에 요철이 없는 곳을 1개소당 20점을 표준으로 선정하여 측정하였으며 평균 반발경도값 중 신뢰도를 생각하여 ±20%를 상회하는 값은 제외하였다. 타격 방법은 측정면에 대해 슈미트햄머에 서서히 힘을 가하여 측정하였다.

마. 측정장비

본 검사에서는 가장 널리 알려진 슈미트 햄머(Schmidt Hammer) NR형을 사용하여 반발경도시험을 실시하였다.

제 조 회 사	Kamekura seiki co.ltd (JAPAN)
측 정 범 위	10 ~ 60 MPa
보 정	Test Anvil

바. 계산방법

리바운드 햄머에 의한 콘크리트 압축강도는 다음과 같은 방법에 의하여 추정하였다. 기준 경도 Ro 값은 슈미트햄머에서 읽은 반발경도값이다.

1) 보통콘크리트

▹ 방법1 : F=−18.0+1.27 Ro(MPa) (일본 재료학회 보통콘크리트 강도계산식) − ①식

▹ 방법2 : F=(7.3 Ro+100)×0.098(MPa)(일본건축학회 소위원회 강도계산식) − ②식

2) 고강도콘크리트

▹ 방법3 : F = (15.2 Ro − 112.8) × 0.098(MPa) : 재령28일 이후 강도 추정 − ③식 (과학기술부)

여기서, Ro : 수정반발경도

R : 측정반발경도

F : 표면강도(MPa)

3) 보정반발계수(Ro)

보정반발경도 Ro는 다음 식과 같이 측정경도 R에 보정값을 더한 값으로 한다.

$$Ro = R + \Delta R1 + \Delta R2 + \Delta R3$$

여기서, $\Delta R1$: 타격 방향에 따른 보정값

$\Delta R2$: 압축응력에 따른 보정값

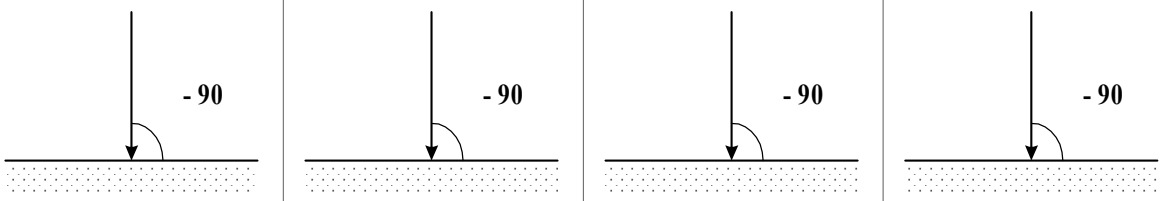
$\Delta R3$: 콘크리트의 습윤상태에 따른 보정값

4) 타격 방향에 의한 보정(R1)

반발경도법은 수평방향 타격을 원칙으로 하며 부득이 타격 방향이 다른 경우 【표 3.2.1】에 의하여 타격 각도에 의한 보정을 하여야 한다.

【표 3.2.1】 반발경도 보정치

반발경도 R	보정치 ΔR			
	+ 90°	+ 45°	− 45°	− 90°
10	−	−	+ 2.4	+ 3.2
20	− 5.4	− 3.5	+ 2.5	+ 3.4
30	− 4.7	− 3.1	+ 2.3	+ 3.1
40	− 3.9	− 2.6	+ 2.0	+ 2.7
50	− 3.1	− 2.1	+ 1.6	+ 2.2
60	− 2.3	− 1.6	+ 1.3	− 1.7

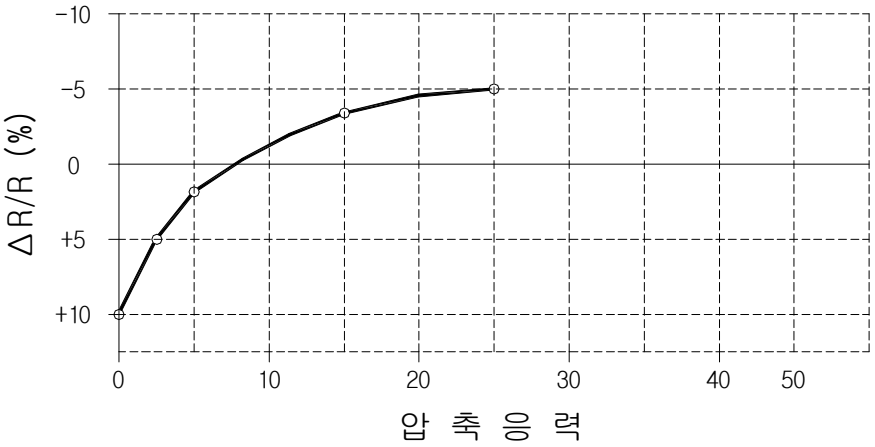


상향수직 : +90°	상향경사 : +45°	하향경사 : −45°	하향수직 : −90°

※ 수평방향에 대한 보정값은 0 임.

5) 압축응력에 따른 반발경도의 보정(R2)

타격방향과 직각방향으로 압축응력을 받는 부재는 압축응력이 커짐에 따라 반발경도에 의한 압축강도가 실제보다 커진다는 사실이 시험결과 입증되었다. 그 크기는 【그림 3.2.1】과 같이 대략 압축응력이 1.0MPa 인 경우 $\Delta R2 = -0.015R$, 2.5MPa 인 경우 $\Delta R2 = -0.05R$ 이다



【그림 3.2.1】 압축응력에 따른 반발경도의 보정

6) 콘크리트 습윤상태에 따른 보정(R3)

콘크리트의 표면이 습윤상태에 있으면 건조상태 보다 반발도가 작게 나오게 된다. 따라서 습윤상태에서는 건조상태를 기준으로 ⊿R3 = +5, 측정위치가 습하고 타격흔적이 흑점으로 나타나는 경우 ⊿R3 = +3을 적용한다.

7) 시간경과 계수

일반적으로 타설 후 시간이 경과할수록 콘크리트의 표면강도는 실제강도보다 높게 되므로, 구해진 표면강도는 재령에 따른 영향을 보정하여 실제 압축강도를 추정하여야 한다.

재령에 따른 보정은 아래와 같이 표면강도 값(F)에 재령기간에 대한 보정계수 α를 곱하여 준다. 여기서, 재령에 따른 보정계수 αn는 다음표 【표 3.2.2】에 의해 결정되고, 3000일 이상의 재령에 대해서는 0.63을 적용한다. 수년이 경과한 콘크리트의 구조물은 표면경도가 높기 때문에 【표 3.2.2】와 같이 재령계수(α)를 곱하여 압축강도를 추정하며, 3000일 이상의 재령에 대해서는 0.63을 적용한다.

【표 3.2.2】 재령보정계수 α의 값

재령	28일	50일	100일	200일	300일	400일	500일	1000일	2000일	3000일
α	1.0	0.84	0.78	0.72	0.70	0.68	0.67	0.65	0.64	0.63

3.3 철근배근 탐사

3.3.1 개 요

철근콘크리트 구조물의 내구성 및 안전성은 균열 및 강도와 더불어 철근 배근 상태에 크게 의존한다. 철근의 배근상태가 설계도면 보다 적은 개수로 넓은 간격으로 배근된 경우 구조물의 내력이 감소하게 되어 구조물의 내구성 및 안전성에 치명적인 약점을 가질 수 있으며, 설계도면 보다 과도하게 많은 개수로 좁은 간격으로 배근된 경우에는 구조물의 내력은 충분히 만족하지만 예기치 못한 갑작스러운 붕괴(취성파괴)를 초래할 수도 있는 약점이 있다. 일반적으로 철근 배근상태 조사는 부재의 국부파괴법과 비파괴 시험법이 있다. 부재의 국부 파괴법은 경제적인 측면과 구조물 피해 등을 발생시킬 수 있는 부정적인 영향이 있으므로 비파괴 시험법을 통한 방법으로 구조물의 전반적인 철근 배근상태를 확인하는 것이 일반적이며 본 조사에서는 자기법의 원리를 이용한 RC Radar를 이용하였다.

3.3.2 시험 장비

자기법으로 철근의 배근상태를 조사하기 위해서 사용한 비파괴 조사장비는 RC Radar이며, 주요사양은 다음과 같다.

제 조 회 사	JRC (JAPAN)
모 델 명	NJJ-95B

3.3.3 시험 방법

전자파를 안테나로부터 콘크리트에 방사해 그 전자파가 콘크리트와 전기적 성질이 다른 물질, 예를 들면 철근, 공동 등의 반사물체와의 경계면에서 반사되어 다시 콘크리트 표면에 나와서 표면 가까이 위치한 수신안테나에 도달할 때까지의 시간으로, 반사물체까지의 거리를 알 수 있다.

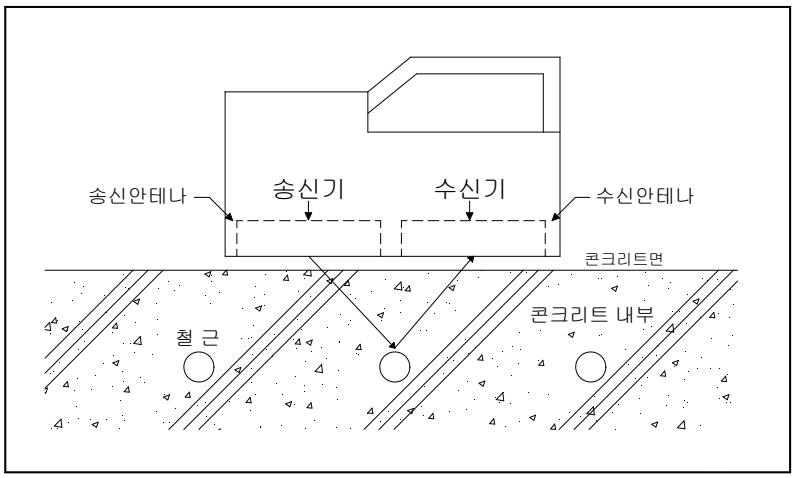
본 장치는 콘크리트의 얕은 부분을 높은 분해능으로 탐사하는 것을 목적으로 하기 때문에, Pulse 폭이 극히 짧은 약 1nsec(10억분의 1초)의 pulse파를 송신에 이용하고 있다. 콘크리트중의 전자파의 속도 V는 다음의 식으로 나타낼 수 있다.

$$V = \frac{C}{\sqrt{\in_{\gamma}}} (m/s)$$

C : 진공중(공기중)에서의 전자파의 속도($3 \times 10E^{8} m/s$)
$\in \gamma$: 콘크리트의 비유전율

F반사 물체까지의 거리 D는 송신시각부터 반사파의 수신시각까지의 시간차 T에서 아래의 식으로 구할 수 있다(【그림 3.3.1】참조).

$$D = \frac{1}{2} VT(m)$$



【그림 3.3.1】RC - Radar 원리

3.4 탄산화 깊이 측정

3.4.1 개 요

탄산화는 대기중에 있는 이산화탄소가 콘크리트의 세공조직을 통하여 확산작용에 의해 침투함으로써 알칼리성의 콘크리트가 중성으로 변해 가는 현상을 말한다. 탄산화 진행에 대한 여부는 콘크리트의 면에 페놀프탈레인 용액(1%)을 분무함으로써 알 수 있다. 즉, 탄산화된 콘크리트는 무색반응을 하는 반면에, 탄산화가 진행되지 않는 건전한 콘크리트는 적색으로 변색된다.

콘크리트가 탄산화가 되면 철근표면의 부동태 피막이 파괴되어 철근의 방청이 우려되므로 콘크리트의 내하력에 영향을 미치게 된다.

3.4.2 탄산화 시험의 원리

콘크리트 중의 수산화칼슘은 시간의 경과와 함께 공기중의 탄산가스(CO_2) 등의 침식성가스와 반응하여 다음 식과 같은 탄산칼슘으로 되어 탄산화 되는데, 이것을 일반적으로 탄산화라고 한다.

$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$

탄산화 판정은 1%의 페놀프탈레인 용액을 콘크리트 표면에 뿌리면 알칼리성의 부분은 붉은 보라색을 나타내기 때문에 색깔이 변하지 않는 부분을 탄산화한 것으로 판정하며, 이때의 pH는 10이하이다.

건전한 콘크리트는 경화시멘트풀의 수화화합물량 중 약 25%를 차지하는 수산화칼슘의 영향으로 pH가 12~13인 강알칼리성을 나타낸다. 탄산화현상은 자체적으로는 콘크리트의 물리적 또는 기계적 성능저하에 큰 영향을 미치지 않으나 규산칼슘 수화물의 결합조직 약화에 따른 강성저하, 피복 콘크리트의 취성화, 미세공극용액의 알칼리 농도변화, 철근표면의 부동태 알칼리 피막파손 및 철근부식 등의 손상을 부수적으로 동반하므로 전체적으로 볼 때 구조물의 내구성 저하를 초래하는 잠재적인 손상요인으로 간주된다.

자연상태에서 공기중에 존재하는 탄산가스량을 0.03%로서 pH값은 9 이하이며, 다음표는 pH값의 변화에 따른 철근부식의 영향을 나타낸다.

(pH값)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
부식정도							녹슬기 쉬움				녹슬지 않음		

이와 같이 외부에서 콘크리트 내부로 탄산가스가 침투하는 과정을 탄산화라 하며, 탄산화가 발생한 층을 탄산화층이라고 한다.

일반적으로 시험방법은 페놀프탈레인 1%용액을 분무하였을 때 pH값이 9이하에서는 무색, 이보다 높은 pH값에서는 적색을 나타내므로 매우 간편하게 식별할 수 있으며 페놀프탈레인과 변색의 관계는 다음과 같다.

변색범위(pH)	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
페놀프탈레인 1%용액	백색(무변화)						적색변화			

3.4.3 탄산화 현상

탄산화에 의한 발생하는 물리적 성능저하는 철근의 부식에 대한 성능저하이다. 탄산화에 의하여 pH가 감소함에 따라 콘크리트 내부의 환경이 알칼리성에서 중성으로 변해가며 내부의 철근을 둘러싼 알칼리성 부동태피막을 불안정하게 하여 부식의 발생을 유발시킨다. 탄산화는 철근의 부식발생이외에도 콘크리트의 간극성(Porosity)과 간극의 크기분포(Pore Size Distribution)에 영향을 준다.

탄산화에 의해 콘크리트 내부 공기간극의 체적을 감소시키게 되는데 특히 생성된 탄산칼슘염이 작은 간극을 채움으로서 다른 손상원인을 가중시키는 결과를 가져온다. 또한 탄산화는 건조수축을 동반하게 되므로 국부적으로 시멘트경화체의 압축성이 증가된다.

3.4.4 탄산화 시험방법

탄산화깊이를 측정하기 위하여 사용하는 시약은 페놀프탈레인 1g을 95% 에틸알콜 90㎖로 용해하고, 증류수를 첨가(純水)하여 100㎖로 제조한 페놀프탈레인 1% 용액을 사용한다. 또한 탄산화시험은 다음과 같은 방법으로 실시한다.

가. 쪼아내기에 의한 방법

쪼아내기에 의한 경우는 철근의 부식상태를 동시에 확인하는 경우가 많다. 따라서 철근위치를 탐지한 후에 쪼아낼 곳을 결정하는 경우가 대부분이다. 쪼아내기 방법으로는 손 쪼아내기, 전동 피크, 에어피크 등이 있고, 작업효율은 이 순서대로 높

다. 대상개소, 부우, 바닥조건, 주위 환경 등에 의해 방법을 적합하게 선택해서 실시하고, 분진의 날림 방지책을 검토할 필요가 있다.

쪼아내기 종료 후 콘크리트의 표면에 콘크리트가루가 붙어있는 채 측정하게 되면 정확도가 떨어지기 때문에 브러시, 청소기 등으로 완전히 제거하는 것이 필요하다.

탄산화 깊이의 측정방법은 대상면에 페놀프탈레인 1% 용액을 분무하고, 콘크리트 표면으로부터 붉은색으로 착색하는 부분까지의 거리를 탄산화깊이라 한다. 굵은골재의 존재 등에 의해 탄산화 깊이가 변동되게 나타난다. 따라서 쪼아낸 면적에 따라 등각격으로 10~20개소 정도를 측정하고, 그 평균치를 가지고 당해 개소의 탄산화깊이로 한다. 측정은 버니어 켈리퍼스 혹은 스케일을 이용하여 적어도 1㎜ 단위까지 구하고 (가능하면 0.1㎜단위), 평균값을 ㎜단위로 표시하는 것이 일반적이다.

나. 코어 채취에 의한 방법

압축강도시험과 병용할 경우에는 원칙적으로 KS F 2422 「콘크리트에서 절취한 코어 및 보의 강도시험방법」에 따르는 것으로 하고, 철근배치 등 구조물의 실정과 사용 골재의 최대치수에 따라 작은 구경의 코어로 실시하여도 좋다. 탄산화시험만을 목적으로 코어를 채취하는 경우 코어 직경은 굵은골재 최대치수의 3배 이상으로 하고, 코어길이는 철근의 피복두께 정도로 하는 것이 적절하다. 다만, 지나치게 짧게 코어를 채취하는 것은 실제적으로 채취가 불가능하므로 유의하여야 한다. 코어는 구조물의 어느 위치로부터 채취한 것인가, 표면방향은 어느 위치인가 등의 정보를 기입해 놓는다.

시험에 사용되기까지의 양생에 관해서는 코어 표면을 충분히 물로 씻고, 천 등으로 표건상태 정도까지 닦은 후, 비닐봉투로 밀봉 저장하는 것이 바람직하다.

코어 공시체를 할열하고 (할열방법은 KS F 2423 「콘크리트의 인장강도 시험방법」)할열면은 코어 비트의 마찰에 의한 조성변화, 컷팅시의 수분에 의한 영향 등이 문제시될 수 있으므로 피하는 것이 좋다.

할열면의 페놀프탈레인에 의한 탄산화 깊이 측정은 쪼아내기 방법과 동일하다

다. 드릴에 의한 방법

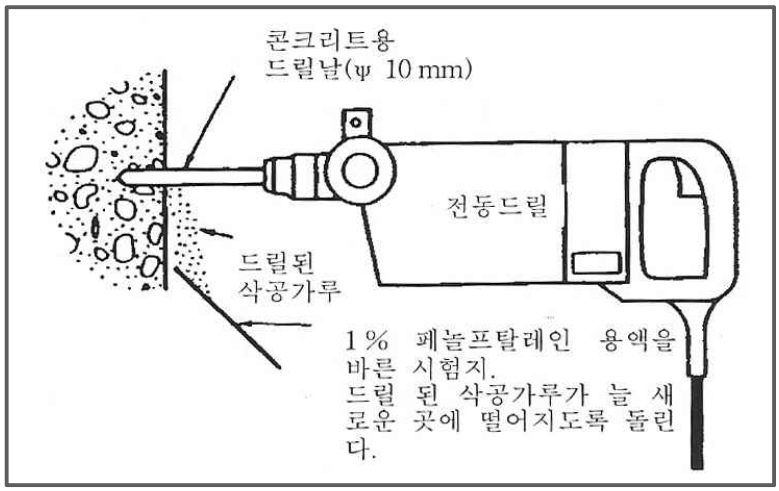
구조체 콘크리트의 품질을 평가하고 구조물의 내구성을 진단하는 것은 어떻게 조사목적에 적합한 시험 데이터를 다량으로 그리고 쉽게 입수하는가의 문제가 중요하다.

구조체 콘크리트로부터 채취한 콘크리트 코어와 쪼아내기에 의해 얻어진 시료의 시험결과는 신뢰성이 높다는 것과, 소규모지만 파괴시험이기 때문에 구조 내력상 문제가 되는 단점이 있다. 또한, 그것이 경미한 범위라도 구조물 소유자의 심리적 저항, 오래 걸리는 작업시간, 보수 시 고가의 비용으로 인해 다수의 데이터를 얻기 불가능한 것, 점으로서의 정보를 얻을 수 밖에 없는 것 등이 어려운 문제점이다. 따라서 이러한 문제들은 비파괴적인 시험에 의하면 쉽게 해결이 가능할 수 있는데, 이 방법은 다음 그림과 같이 드릴에 의한 간이 탄산화 깊이 시험방법이다.

이 방법에 의하여 측정된 탄산화깊이는 콘크리트 코어를 이용한 방법의 깊이와 대체로 동일하고 파괴정도, 작업량, 보수량의 면에서 큰 개선이 기대되는 방법이다. 시험방법은 다음과 같다.

1) 여과지에 분무기 등으로 1% 페놀프탈레인 용액을 분무하여 흡수시킨다.

2) 삭공 개시 전에 여과지를 삭공된 가루가 떨어지는 위치에 유지하고, 콘크리트 구조물(벽·기둥·보 등)의 대상면을 수직으로 천천히 삭공한다.



【그림 3.4.1】 드릴에 의한 간이 탄산화 깊이 시험방법

3.4.5 탄산화속도계수 산정

탄산화속도는 경과시간 t의 평방근에 비례하여 진행한다고 하는 $\sqrt{t}$법으로 표현된다. 탄산화깊이 C는 다음과 같이 나타날 수 있다.

$C = A \times \sqrt{t}$

여기서, C : 탄산화깊이(㎜)

A : 탄산화속도계수(㎜/$\sqrt{년}$)

t : 재령(년)

3.4.6 탄산화깊이에 따른 상태평가

국토교통부 발행 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침에 따른 콘크리트 탄산화에 대한 상태평가 기준은 다음과 같다.

【표 3.4.1】 콘크리트 탄산화에 대한 상태평가 기준

상태 등급	탄산화 잔여 깊이	철근부식의 가능성
a	30㎜ 이상	•탄산화에 의한 부식이 발생 우려 없음
b	10㎜ 이상~30㎜ 미만	•향후 탄산화에 의한 부식이 발생할 가능성 있음
c	0㎜ 이상~10㎜ 미만	•경우에 따라서 탄산화에 의한 부식이 발생할 가능성이 있음.
d	0㎜	•철근부식 발생
e	-	-

4장 재 하 시 험

4.1 재하시험의 개요

4.2 재하차량 제원

4.3 센서 및 측정기기

제 4 장 재 하 시 험

4.1 재하시험의 개요

4.1.1 개 요

재하시험은 교량 또는 부재의 실제 구조거동과 안전성을 평가하는 효과적인 수단이며 교량의 평가에 있어서 재료, 경계조건, 단면의 기여도, 손상(Damage)과 쉽게 찾을 수 없는 열화(Deterioration), 보수효과 등에 관련된 불확실성을 감소시킬 수 있는 정보를 제공한다.

교량의 설계단계에서 예측한 역학적 거동은 여러 가지 가정에 따른 오차로 인하여 실제 완성된 교량의 실거동과는 다른 거동을 나타낼 수 있으며, 또한 교량을 구성하는 각 구조부재들의 역학적 특성도 공용년수 증가에 따른 열화, 손상 및 노후화에 의해 다소 변하게 된다.

따라서 공용하중에 대하여 교량 구조물의 구조안전성을 정확히 평가하기 위해서는 주요부재에 각종 센서(Sensor)를 설치하여 시험하중 또는 실제통과차량에 의한 실거동의 측정이 중요하다.

4.1.2 재하시험의 목적

가. 정적재하시험

교량의 설계시 예측한 초기거동은 공용기간이 장기화됨에 따라 재료의 내구성 감소 및 구조적 노후로 점차 건전성이 저하되어 간다. 따라서 교량 각 부재의 정적하중에 의한 처짐 및 변형률을 실측하여 대상교량의 실제거동을 분석하고 실측값과 이론에 의한 해석값을 비교하여 교량의 실제 내하력을 구할 수 있다. 교량의 정적재하시험은 다음과 같은 목적에 따라 측정위치, 재하위치 등을 결정하여 정적처짐과 정적변형률을 측정한다.

1) 중립축위치 결정

2) 하중의 횡분배 및 부재의 강성

3) 응력 및 처짐의 영향선

4) 계산응력과 측정응력의 비교

나. 동적재하시험

교량의 설계시 예측한 초기거동은 공용기간이 장기화됨에 따라 재료의 내구성 감소 및 구조적 노후로 변화한다. 동적재하시험은 시험차의 주행에 따른 동적응답으로부터 실제 교량의 충격계수 및 진동평가를 위한 시험과 교량의 동적 특성을 구하기 위한 시험이 있다.

① 충격계수 산정

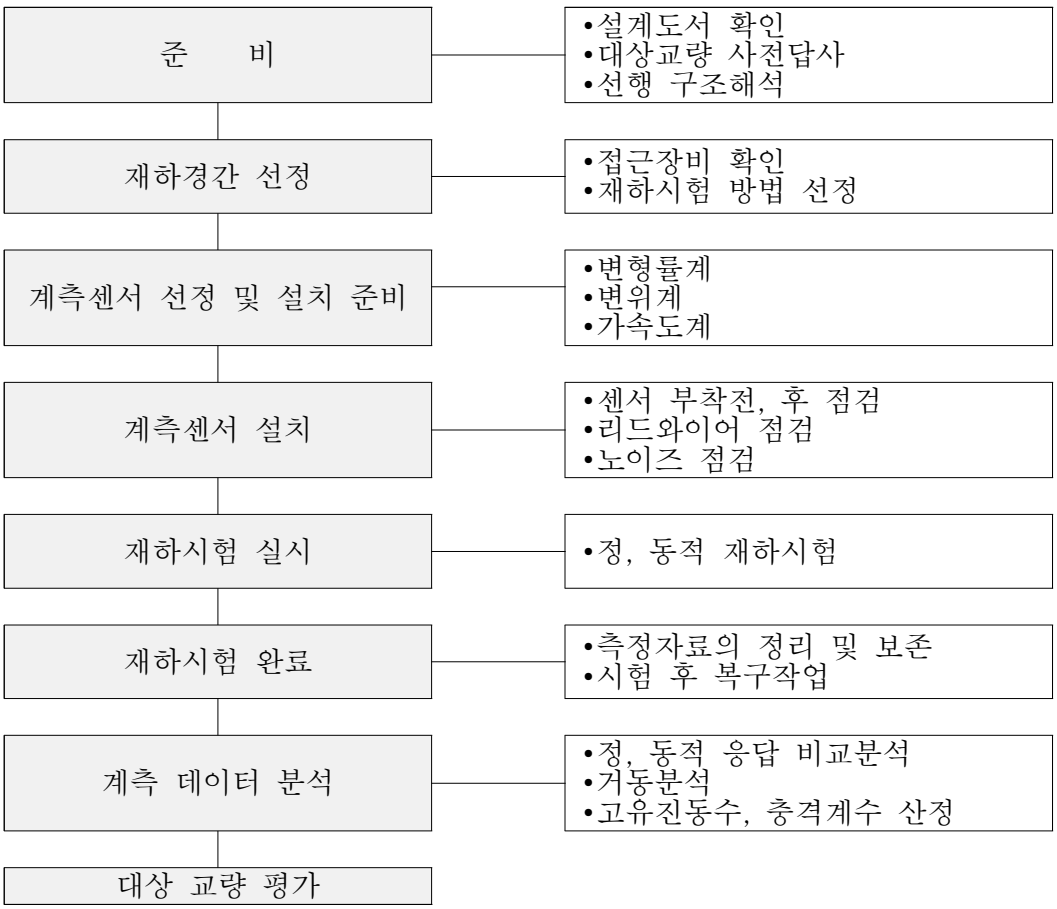
② 고유진동수 및 진동 모드 산정

4.1.3 재하시험 수행방법

현장재하시험은 정적재하시험과 동적재하시험으로 구별된다.

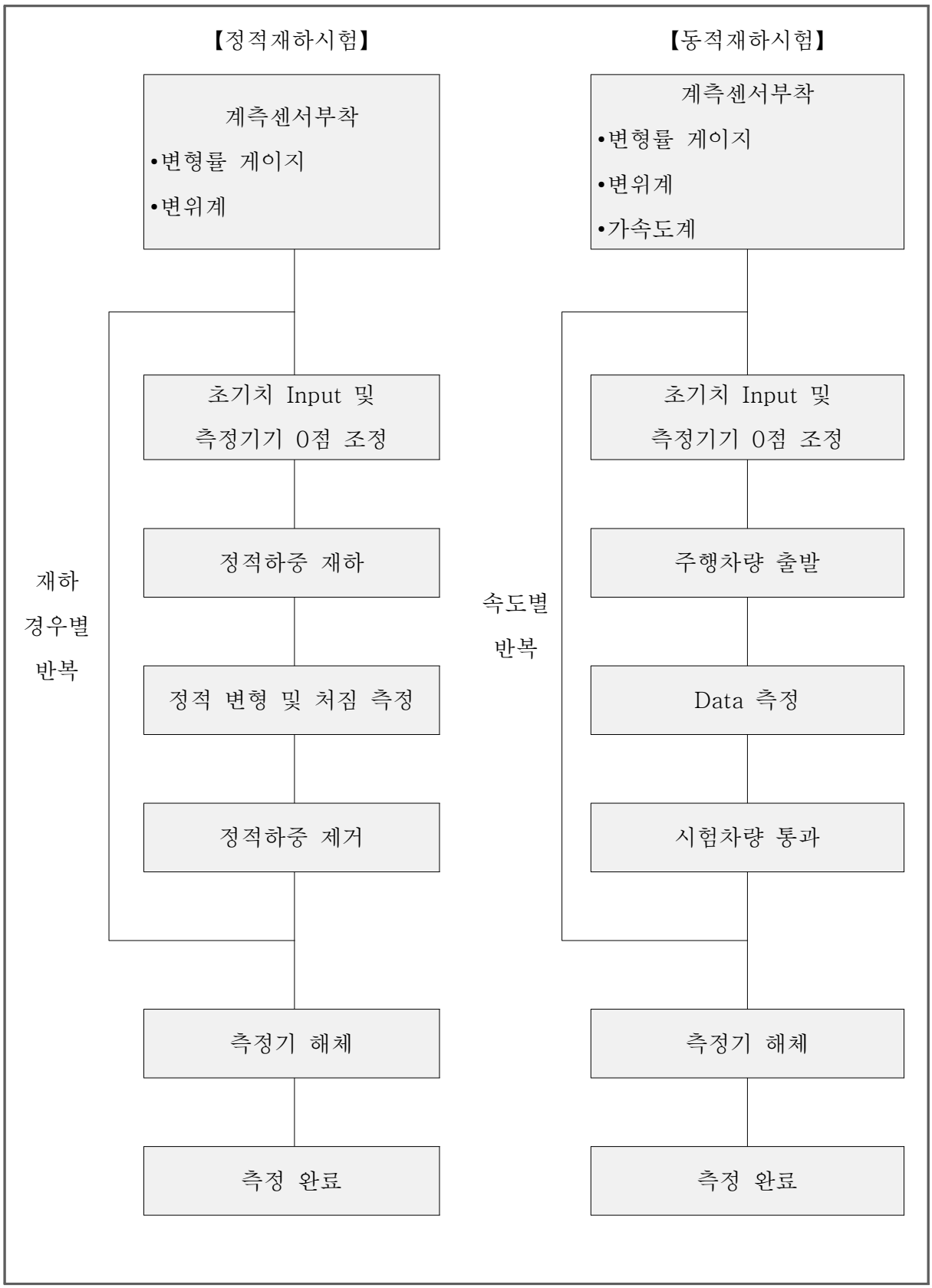
정적재하시험은 교량에 사하중만이 작용하는 상태에서 재하차량만으로 구조물의 거동을 평가하여 이론치와 비교평가하며, 동적재하시험 역시 사하중만 작용하는 상태에서 구조물의 고유진동수 및 구성재료의 역학적 특성 등에 따른 차량 속도별 거동을 측정하여 구조물의 내하력 및 안전성을 판단하는 기초자료로 활용한다.

가. 재하시험 흐름도



【그림 4.1.1】 재하시험 흐름도

나. 정·동적 재하시험 운용체계

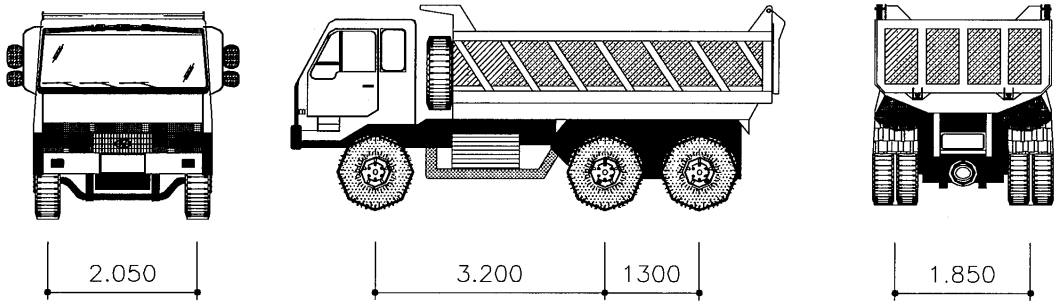


【그림 4.1.2】 정적재하시험 운용체계

4.2 재하차량 제원

현장재하시험에서 사용한 시험차량은 15톤 덤프트럭 1대를 선정하여 토사가 만재된 상태에서 각 축중을 측정하여 현장재하한다.

차 종	축 간 격		차 륜 폭
	1~2축	2~3축	
덤프(15ton)	3.2 m	1.3 m	1.85 m



4.3 센서 및 측정기기

【표 4.3.1】 센서 및 측정기기

조사구분	센서 및 장비명	규 격 (Model No.)	용 도	제조회사	비 고
재하시험 계측장비	콘크리트 변형률게이지	PL-60-11-1L	변형률 측정	Tokyo Sokki	표면부착형
	강재 변형률게이지	KFG-5-120-C1-11L	변형률 측정	KYOWA	표면부착형
	변위계	OU-30	처짐측정	Tokyo Sokki	30㎜측정
	가속도계	AS-1GB	가속도 측정	Kyowa	1축형
	Data Logger	DRA-30A	정, 동적 측정장비	Tokyo Sokki	30채널
계측 S/W	계측프로그램	Dra730ad	측정파형 저장	Tokyo Sokki	
분석 S/W	분석프로그램	DIADEM	측정파형 필터링 및 고유진동수 분석	National Instrument사	
전원공급	발전기	EP2500CL	현장전원공급	Honda	2.5KW
전압 조정기	A.V.R	2KW 3상형	자동전압조정	한국	
무선장비	무전기	GP2000S	현장내 교신용	Motorola	

5장 구조안전성 및 내하력평가

5.1 개 요

5.2 안전성 평가

5.3 내하력 평가

제 5 장 구조안전성 및 내하력평가

5.1 개 요

5.1.1 검토방향

본 과업의 대상교량 안전성평가는 구조계산서와 준공도면을 참고하였으며, 현재의 시공 상태에 대한 현황조사 결과에 의하면 철근의 배근상태는 설계기준과 일치하며, 콘크리트의 압축강도는 설계기준을 상회하고 있으므로 현행 구조계산서상의 계산 값을 이용하여 구조물의 안전성을 평가하였다.

5.1.2 검토 흐름도

【그림 5.1.1】 구조검토 흐름도

5.2 안전성 평가

5.2.1 안전성평가 기준

구조물의 안전성평가는 주요 구조부재의 정밀외관조사, 비파괴 현장시험 및 재료시험의 결과를 토대로 종합적으로 이루어져야 한다. 현재 도로교와 철도교는 강교의 경우 허용응력설계법,콘크리트교는 강도설계법으로 설계되고 있다.

안전성 검토는 대상 교량의 설계개념을 따라 일관성이 유지되도록 평가하는 것을 원칙으로 하고, 최근 도입되고 있는 신뢰성이론에 의한 평가방법은 충분한 통계자료가 뒷받침되어야 하므로 참고자료로 활용한다.

또한 교량의 안전성평가는 내하력평가 개념으로 규정되어 왔으나 내하력은 활하중 여유도로서 하중비에 따라 내하력의 변동폭이 크게 변하므로 교량의 안전성을 일관되게 평가하는 기준으로 적절하지 못하다.

따라서 안전성평가는 교량의 안전율 개념을 도입하여 평가하였다. 그러나 안전율이 0.9에서 1.0 사이에 있어 재하시험에 의한 공용내하력 평가를 실시한 경우 공용내하력 산정결과에 따라 안전성평가 결과를 산정한다. 관리주체의 요구에 따라 내진안전성평가를 실시할 경우 기존 시설물의 내진성능평가 및 향상요령(건설교통부, 2003.12)"의 절차에 따라 내진안전성평가 과업을 수행한다.

【표 5.2.1】 구조물의 안전성평가 기준

등급	안전성평가 기준	비 고
A	SF > 1.0	◦허용응력설계법 $SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+1}}$ ◦강도설계법 $SF(\text{안전율}) = \frac{\text{설계강도}}{\text{소요강도}} = \frac{\phi Mn}{Mu}$
B	0.9 ≤ SF < 1.0 이나, 공용내하력이 설계하중보다 크게 평가된 경우	
C	0.9 ≤SF < 1.0	
D	0.75 ≤ SF < 0.9	
E	SF < 0.75	

5.3 내하력 평가

5.3.1 평가 과정

공용내하력은 허용응력법과 강도설계법에 의해 산정을 할 수 있으며, 강교량의 경우는 허용응력법으로, 콘크리트 교량의 경우는 강도설계법에 의해 산정한다. 공용내하력을 산정하는 과정은 다음과 같다.

【그림 5.3.1】 공용내하력 산정과정의 흐름도

5.3.2 허용응력법에 의한 공용내하력 산정

허용응력에 의한 교량부재의 내하율 산정시에 하중조합으로는 D+L(1.0+i)을 사용하고 사용재료의 허용응력은 실제 압축강도를 사용하여 도로교설계기준과 콘크리트 구조설계기준에 의거하여 결정한다. 사하중과 활하중에 의한 단면력은 대상 부재단면에 있어서 철근부식, 콘크리트 탄산화, 염해, 동해 등에 의한 내구성저하 등을 고려하여 계산하는 것이 바람직하다.

고정하중과 활하중에 의한 응력은 도로교설계기준에 의거하여 계산하며, 본 과업에서의 적용 활하중은 DB-24 및 DL-24이다.

허용응력법에 의한 내하율(RF)은 다음 식으로부터 구해진다.

- 내하율(RF)= $\dfrac{f_a - f_d}{f_{l(1+i)}}$

여기서, f_a= 실측 허용응력

f_d= 실측 고정하중에 의한 응력

f_l= 설계 활하중(DB 또는 DL하중)에 의한 응력

i= 계산충격계수

- 공용내하력(P) = Ks × RF × Pr

여기서, Ks= 응답보정계수= $\dfrac{\delta_{계산}}{\delta_{실측}} \times \dfrac{1+i_{계산}}{1+i_{실측}} = \dfrac{\varepsilon_{계산}}{\varepsilon_{실측}} \times \dfrac{1+i_{계산}}{1+i_{실측}}$

$\delta_{계산}(\delta_{실측})$= 이론적인 처짐량(실측 처짐량)

$\varepsilon_{계산}(\varepsilon_{실측})$= 이론적인 변형율(실측 변형율)

Pr= 설계활하중(본 과업에서는 DB-24 or DL-24)

5.3.3 강도설계법에 의한 공용내하력 산정

강도 설계법으로 내하율을 산정할 때의 하중조합으로는 1.3D+2.15L(1.0+i)을 사용하므로 하중계수는 각각 1.3, 2.15 가 된다.

단면강도는 단면의 현재상태, 즉 재료강도와 단면손실 등을 고려하여 도로교설계기준의 공칭강도와 강도감소 계수를 적용하여 계산한다.

교량설계시의 부재강도 감소계수는 부재강도의 산정에 있어서 재료강도에 대한 불확실성, 설계와 시공단면의 오차 등을 고려하는 계수이나 내하력 평가시에는 그러한 불확실성은 상당히 감소하므로 오히려 공용 중에 부재단면의 손상정도에 따라 결정되어야 한다. 그러나 부재단면의 손상정도를 정량적으로 평가하기가 어려우므로 공칭강도의 산정시는 교량의 현재상태에 따른 단면감소와 재료강도를 고려하고 강도감소계수는 설계시의 값을 그대로 사용한다.

고정하중과 활하중에 의한 단면력은 현재 작용하고 있는 사하중과 현행 도로교 표준시방서의 설계활하중(DB 또는 DL하중) 및 콘크리트 구조설계기준을 사용하여 구조해석을 통하여 구한다.

강도설계법에 의한 내하력 평가방법은 다음과 같다.

- 내하율(RF) $= \dfrac{\phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_l M_{l(1+i)}}$

여기서, $\varnothing M_n$= 0.85(RC, PC 구조물의 휨부재)

M_d= 고정하중 모멘트

M_l= 설계하중 모멘트

γ_l= 활하중 계수=2.15

γ_d= 고정하중 계수=1.30

i= 이론 충격계수

- 공용내하력(P) = Ks × RF × Pr

여기서, Ks= 응답보정계수= $\dfrac{\delta_{계산}}{\delta_{실측}} \times \dfrac{1+i_{계산}}{1+i_{실측}} = \dfrac{\varepsilon_{계산}}{\varepsilon_{실측}} \times \dfrac{1+i_{계산}}{1+i_{실측}}$

$\delta_{계산}(\delta_{실측})$= 이론적인 처짐량(실측 처짐량)

$\varepsilon_{계산}(\varepsilon_{실측})$= 이론적인 변형율량(실측 변형율량)

Pr= 설계활하중(본 과업에서는 DB-24 or 이-24)

Ⅱ. 교 량 편

01 가래실교

제 1 장 서 론

제 2 장 외 관 조 사

제 3 장 내구성 조사

제 4 장 재 하 시 험

제 5 장 구조안전성 및 내하력평가

제 6 장 상태평가 및 안전성평가

제 7 장 주요결함 및 보수·보강 이력

제 8 장 보수 및 유지관리방안

제 9 장 결 론

1장 서 론

1.1 교량현황

1.2 전경사진

1.3 관련도면

제 1 장 서 론

1.1 교량현황

구 분			내 용
교 량 명			가래실교
위 치			경상북도 영천시 화산면 가상리 436-1 일원
이 정			Sta.0+157.930~0+473.380
종 별			2종
상부형식			LIT GIRDER
교 폭			24.280m(왕복4차로)
연 장			315.0m(4@45m+3@45m)
하부구조	교 대	본 체	A1, A2 : 역T형
		기 초	A1, A2 : 말뚝기초
	교 각	본 체	P1~P6 : T형
		기 초	P1~P6 : 직접기초
방호시설			콘크리트 방호벽
신축이음장치			A1, P4, A2 : 핑거조인트
교량받침			교대, 교각 : 탄성받침
사 각			0 °
곡선반경			R=0
최대종단경사			(+)0.5674%
시 공 자			두산건설(주), 지에스건설(주)
설 계 자			(주)제일엔지니어링, (주)평화엔지니어링
관리주체			상주영천고속도로(주)
준공년도			2017년 06월 26일
기 타			가래실 횡단

1.2 전경사진

1.2.1 가래실교(상주) 전경사진

내 용	가래실교(상주) 상부

내 용	가래실교(상주) 측면

내 용	가래실교(상주) 거더

내 용	가래실교(상주) 교각

내 용	가래실교(상주) 교대

내 용	가래실교(상주) 신축이음장치

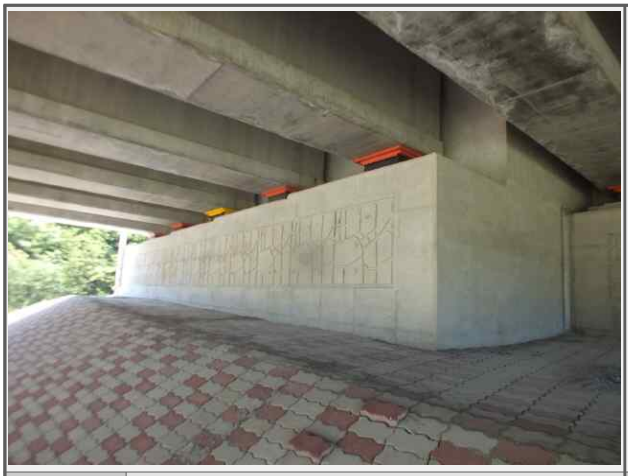
1.2.2 가래실교(영천) 전경사진

내 용	가래실교(영천) 상부

내 용	가래실교(영천) 측면

내 용	가래실교(영천) 거더

내 용	가래실교(영천) 교각

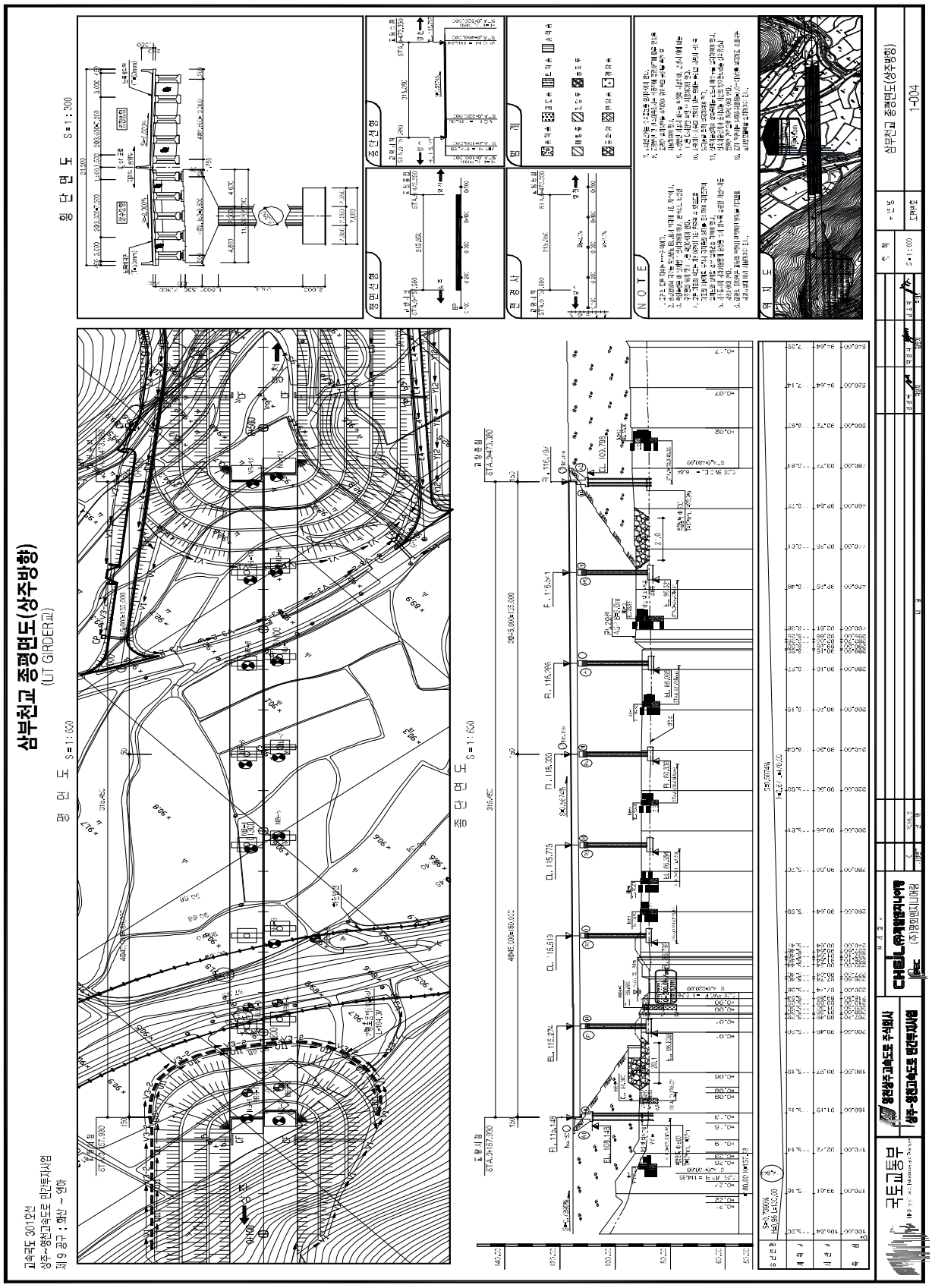


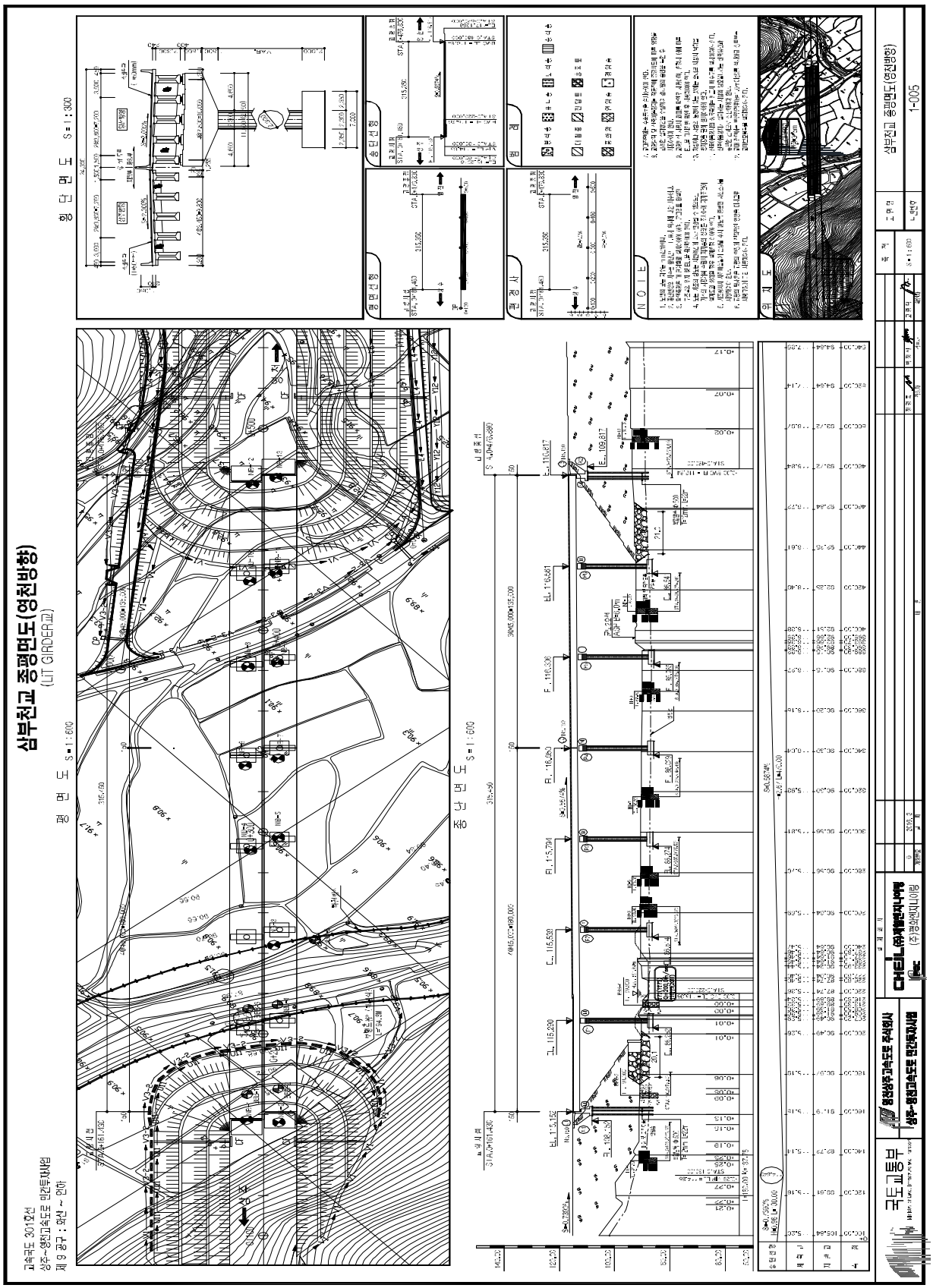
내 용	가래실교(영천) 교대

내 용	가래실교(영천) 신축이음장치

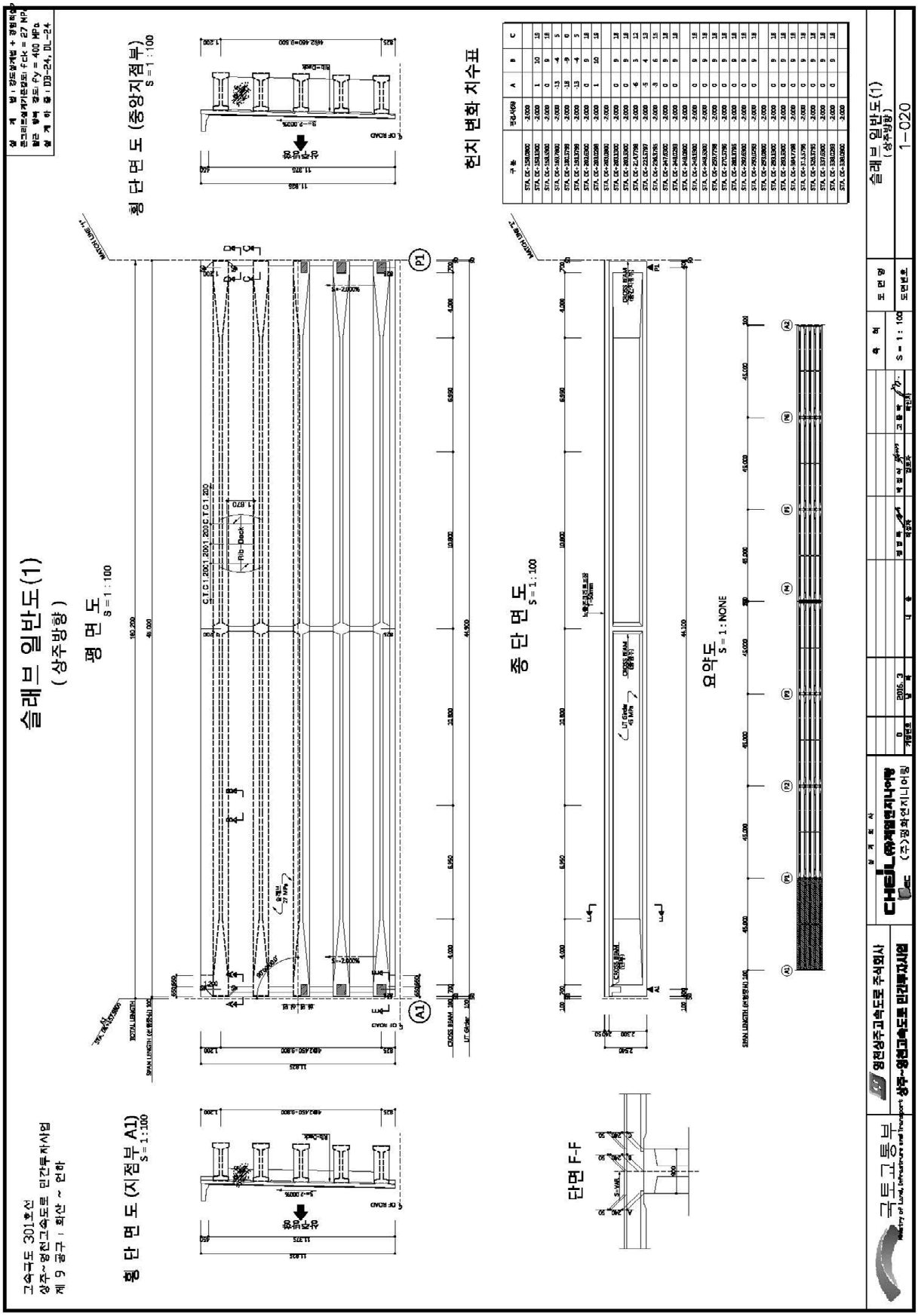
1.3 관련도면

1.3.1 종·평면도




삼부천교 종평면도(영천방향)
(LIT GIRDER교)
교속국도 3011호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 안하
평 면 도 S=1:600
종 단 면 도 S=1:600
횡 단 면 도 S=1:300
NOTE
위 치 도
삼부천교 종평면도(영천방향)
1-005
국도교통부
영양상주고속도로 주식회사
상주-영천고속도로 민간투자사업
대림산업㈜
(주)경성엔지니어링

1.3.2 슬래브 일반도

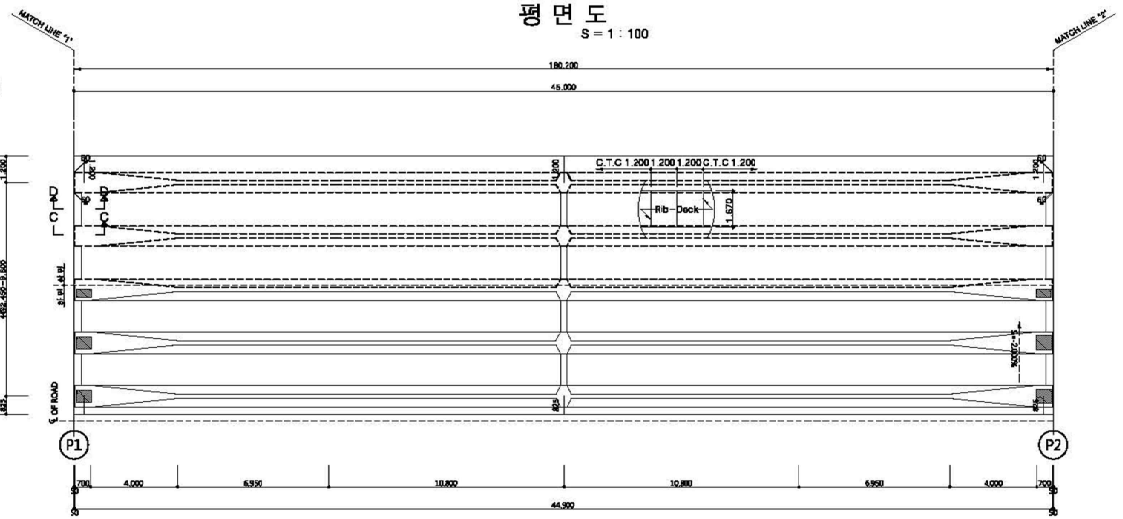

슬래브 일반도(1)
(상주방향)
평 면 도
S = 1 : 100
횡 단 면 도 (중앙지점부)
S = 1 : 100
횡 단 면 도 (지점부 A1)
S = 1 : 100
종 단 면 도
S = 1 : 100
요 약 도
S = 1 : NONE
단면 F-F
헌치 변화 치수표
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하
국토교통부
영천상주고속도로 주식회사
상주~영천고속도로 민간투자사업
슬래브 일반도(1)
(상주방향)
1-020

고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하

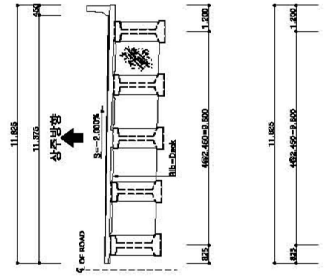
슬래브 일반도(2)
(상주방향)

설 계 법 : 강도설계법 + 경험적방법
콘크리트설계기준강도: fck = 27 MPa
철근 항복 강도: fy = 400 MPa
설 계 하 중 : DB-24, DL-24

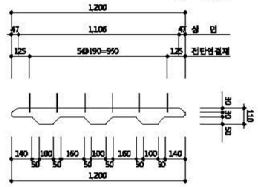
평 면 도
S = 1 : 100



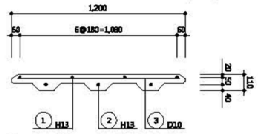
횡 단 면 도 (중앙지점부)
S = 1 : 100



Rib-Deck 정면도
S=NONE



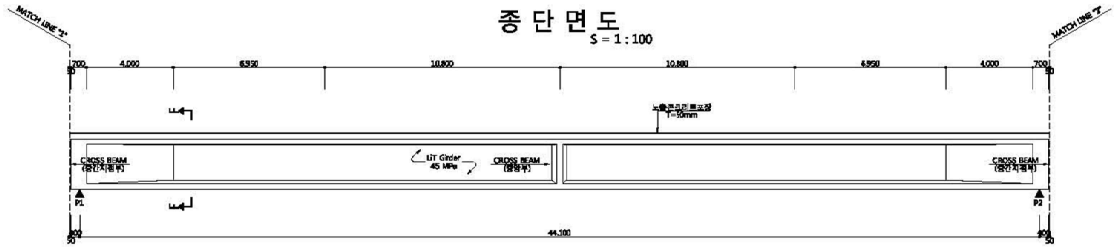
Rib-Deck 철근배근
S=NONE



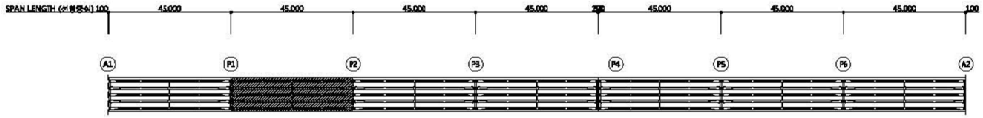
※ ①②③철근은 프리캐스트 패널 내부 철근으로 현장 철근 배근에 반영되지 않음.

NOTE
1. 제원의 치수는 현장여건에 따라 변경될수 있음.
2. 경험설계법의 철설계 세부 검토는 시공시 구조계산서 검토 반영할 것.
3. 철근의 규격 및 배치간격은 구조계산에 의해 조정 가능함.
4. 개방된 절단 부위 면의 콘크리트로 최소 30mm이상 피복두께를 확보하도록 한다.
5. 단부, 교좌장치, 일반부등 각 지점별로 형태 따라 관련단면과 및 Rib의 제원을 반영하여 시행 반영.
6. 상기 예시된 제원도면은 프론트이며 현장 여건에 따라 Rib의 제원 및 배치는 조정가능함.

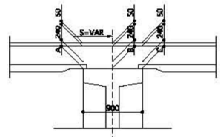
종 단 면 도
S = 1 : 100



요약도
S = 1 : NONE



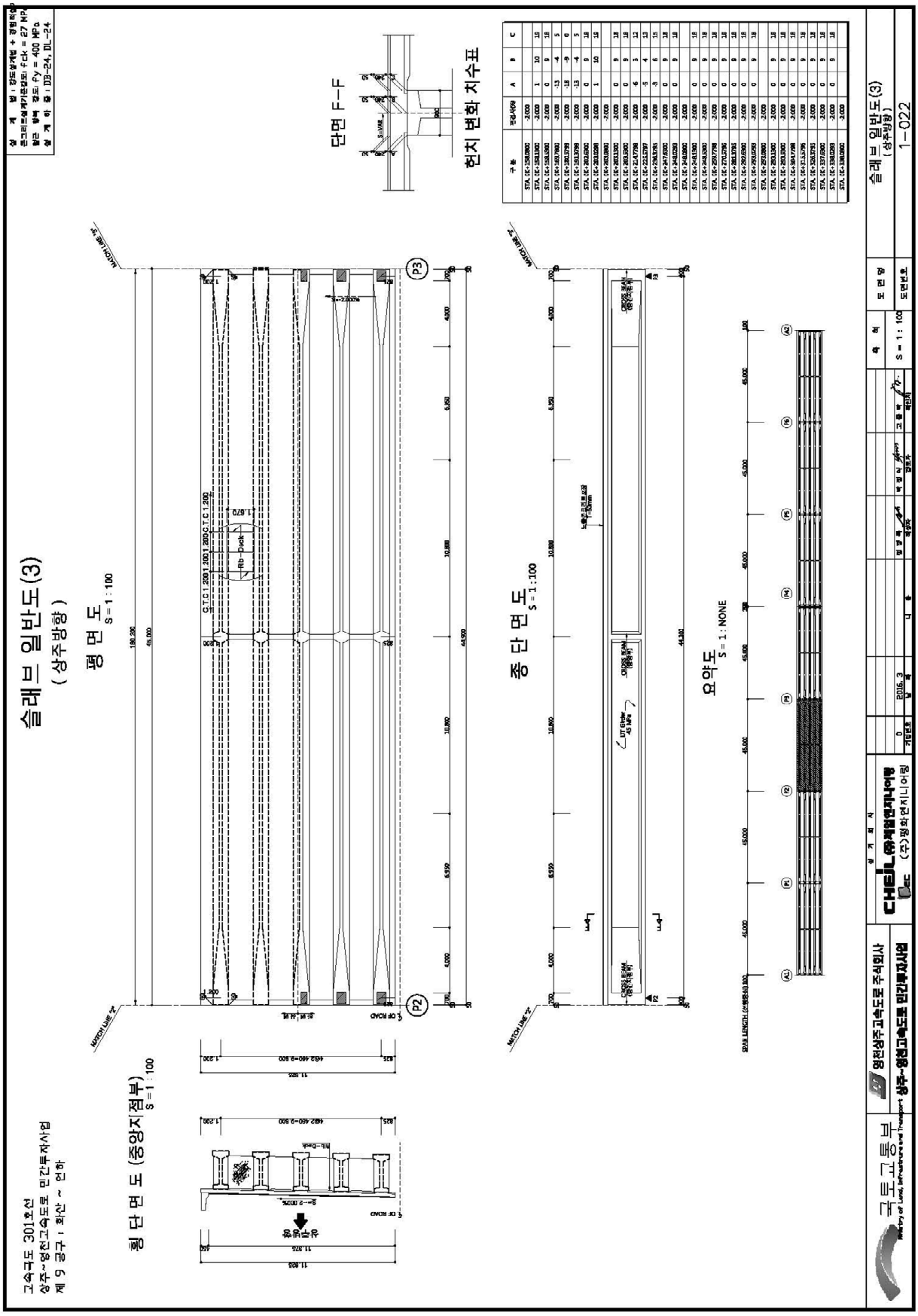
단면 F-F

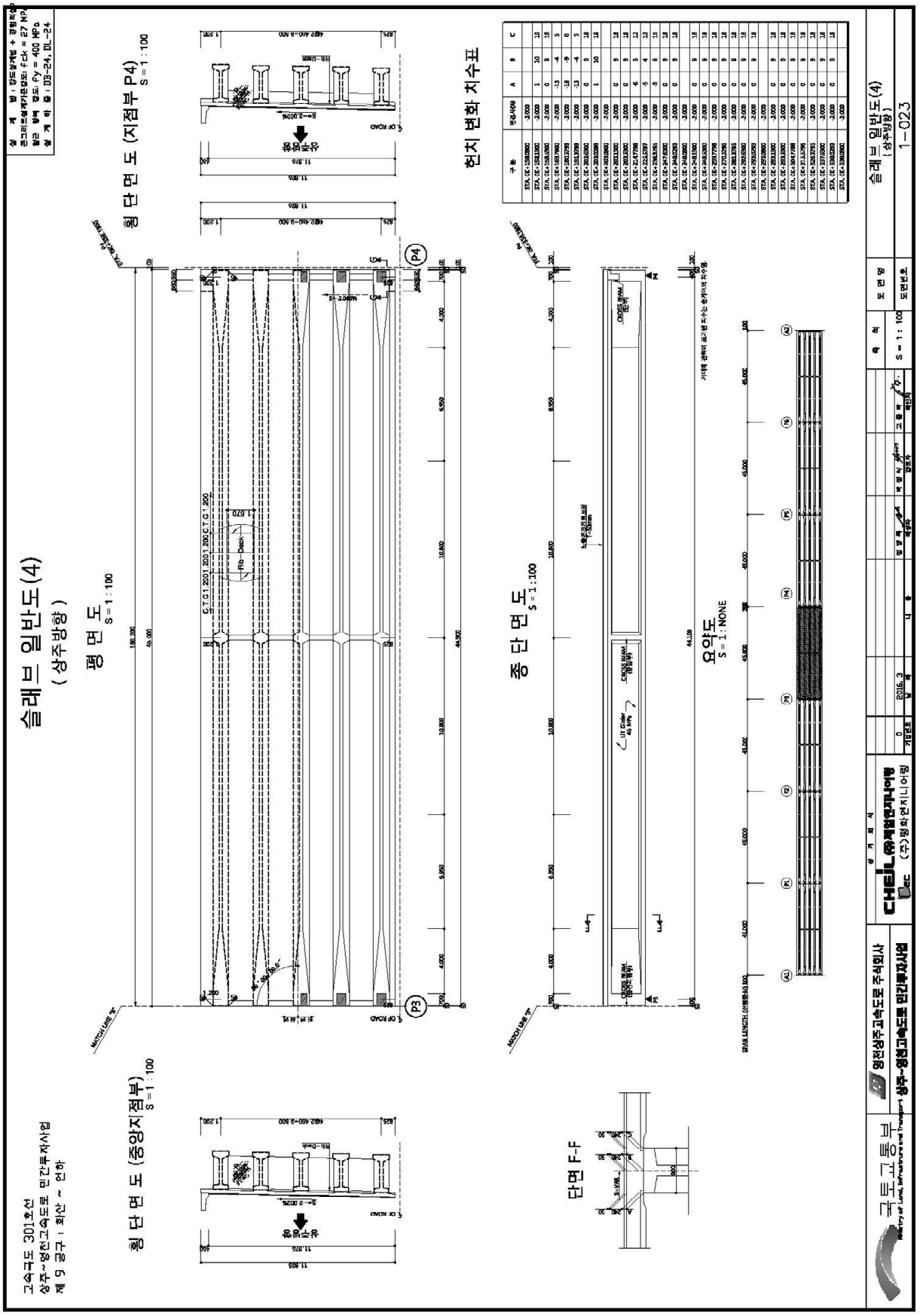


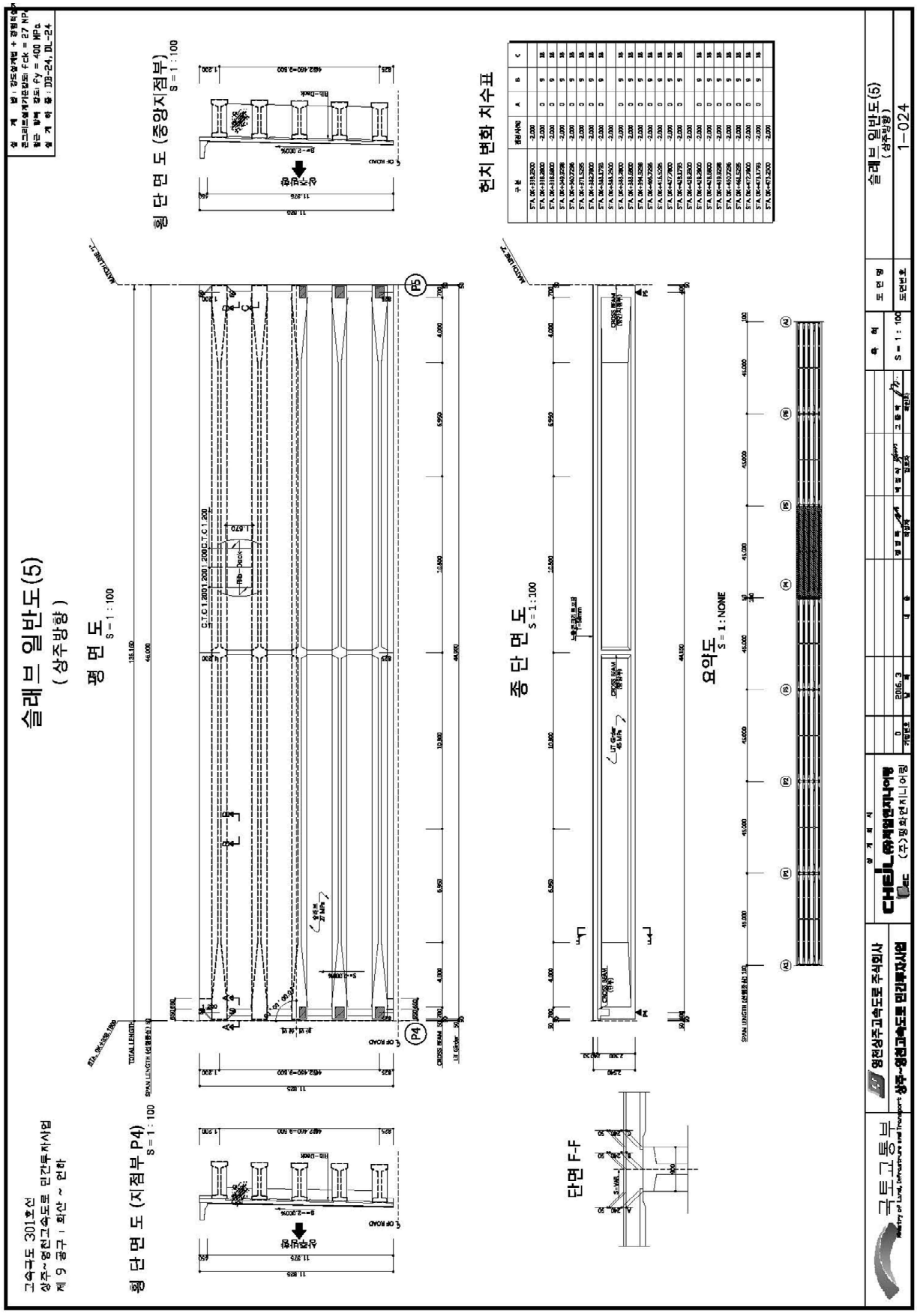
헌치 변화 치수표

구 분	편경사(%)	A	B	C
STA. 0K+158.800	-2.000			
STA. 0K+158.1300	-2.000	1	10	18
STA. 0K+158.1900	-2.000	0	9	18
STA. 0K+169.7800	-2.000	-13	-4	5
STA. 0K+180.5799	-2.000	-18	-9	0
STA. 0K+191.3799	-2.000	-13	-4	5
STA. 0K+202.0300	-2.000	0	9	18
STA. 0K+203.0298	-2.000	1	10	18
STA. 0K+203.0800	-2.000			
STA. 0K+203.1300	-2.000	0	9	18
STA. 0K+203.1900	-2.000	0	9	18
STA. 0K+214.7798	-2.000	-6	3	12
STA. 0K+225.5797	-2.000	-5	4	13
STA. 0K+236.3795	-2.000	-8	6	15
STA. 0K+247.1300	-2.000	0	9	18
STA. 0K+248.0293	-2.000	0	9	18
STA. 0K+248.0800	-2.000			
STA. 0K+248.1300	-2.000	0	9	18
STA. 0K+248.1900	-2.000	0	9	18
STA. 0K+259.7798	-2.000	0	9	18
STA. 0K+270.5796	-2.000	0	9	18
STA. 0K+281.3795	-2.000	0	9	18
STA. 0K+292.0300	-2.000	0	9	18
STA. 0K+293.0293	-2.000	0	9	18
STA. 0K+293.0800	-2.000			
STA. 0K+293.1300	-2.000	0	9	18
STA. 0K+293.1900	-2.000	0	9	18
STA. 0K+304.7798	-2.000	0	9	18
STA. 0K+315.5795	-2.000	0	9	18
STA. 0K+326.3793	-2.000	0	9	18
STA. 0K+337.0300	-2.000	0	9	18
STA. 0K+338.0293	-2.000	0	9	18
STA. 0K+338.0800	-2.000			

국토교통부 Ministry of Land, Infrastructure and Transport	영천상주고속도로 주식회사 / 상주~영천고속도로 민간투자사업	설계회사 CHEJU(주)제일엔지니어링 (주)평화엔지니어링	0	2016. 3		검토자	박정식	검토자	김종백	축 척 S = 1 : 100	도면명	슬래브 일반도(2) (상주방향)
			개정번호	날 짜	내 용	작성자		검토자	확인자		도면번호	1-021


슬래브 일반도(3)
(상주방향)
평 면 도
S = 1 : 100
횡 단 면 도 (중앙지점부)
S = 1 : 100
중 단 면 도
S = 1 : 100
요 약 도
S = 1 : NONE
단면 F-F
헌치 변화 치수표
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 안하
국토교통부
상주영천고속도로주식회사
CHEIL 삼성물산건설부문
(주)명화엔지니어링
2016. 3
슬래브 일반도(3)
(상주방향)
S = 1 : 100
1-022


슬래브 일반도(4)
(상주방향)
평 면 도
S = 1 : 100
횡 단 면 도 (지점부 P4)
S = 1 : 100
횡 단 면 도 (중앙지점부)
S = 1 : 100
종 단 면 도
S = 1 : 100
요 약 도
S = 1 : NONE
단면 F-F
헌치 변화 치수표
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 안하
국토교통부
영천상주고속도로 주식회사
CHEIL 삼성물산 건설부문
(주)명화엔지니어링
슬래브 일반도(4)
(상주방향)
1-023

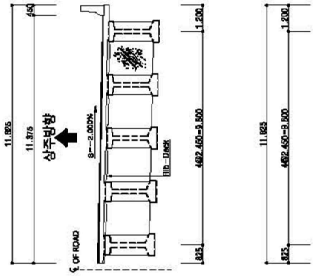

슬래브 일반도(5)
(상주방향)
평 면 도
S = 1 : 100
횡 단 면 도 (지점부 P4)
S = 1 : 100
횡 단 면 도 (중앙지점부)
S = 1 : 100
헌치 변화 치수표
종 단 면 도
S = 1 : 100
요약도
S = 1 : NONE
단면 F-F
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 안하
영천상주고속도로 주식회사
(주)영화산지니어링
슬래브 일반도(5)
(상주방향)
1-024

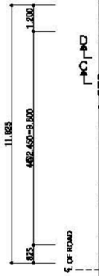
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하

슬래브 일반도(6)
(상주방향)

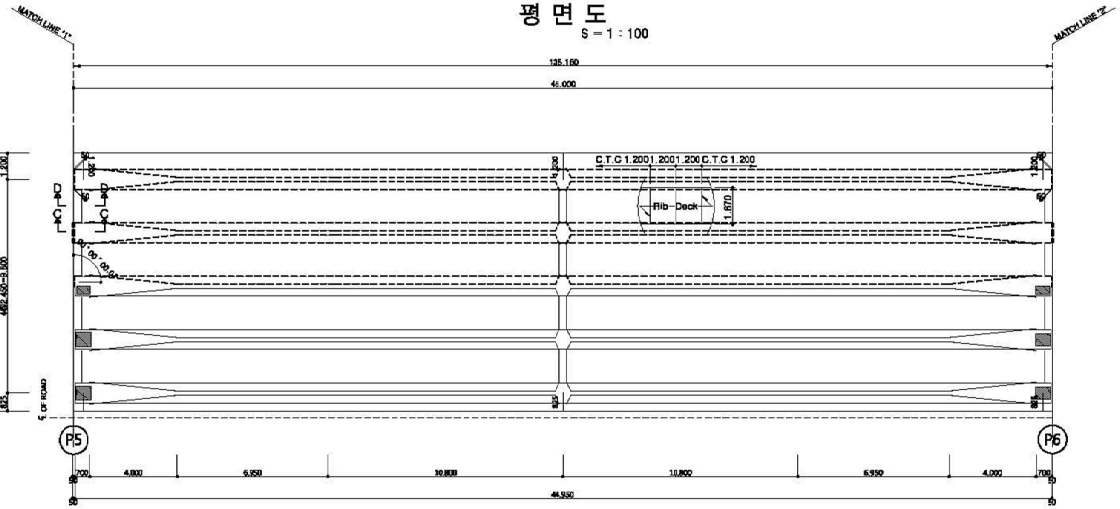
설 계 법 : 강도설계법 + 경험적방법
콘크리트설계기준강도 : fck = 27 MPa
철근 항복 강도 : fy = 400 MPa
설 계 하 중 : DB-24, DL-24

횡 단 면 도 (중앙지점부)
S = 1 : 100

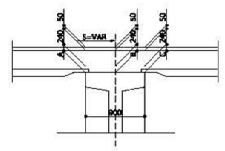




평 면 도
S = 1 : 100



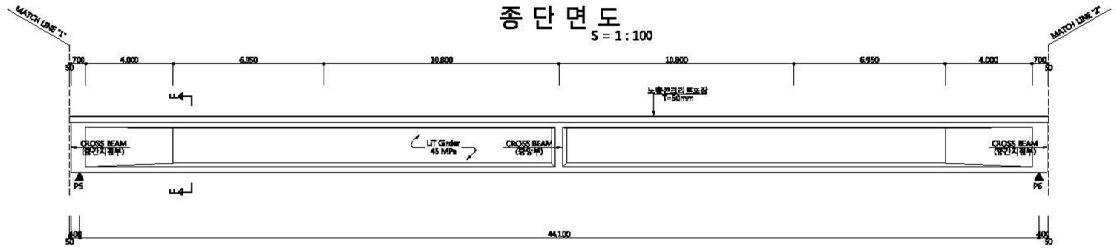
단면 F-F



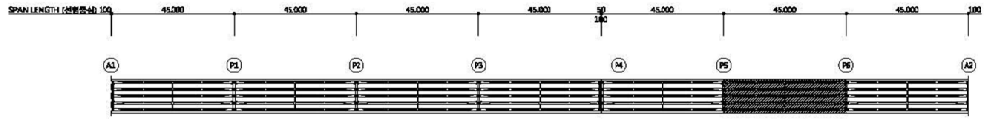
헌치 변화 치수표

구 분	변화사항	A	B	C
STA. 0K+338.2300	-2,000			
STA. 0K+338.2800	-2,000	0	9	18
STA. 0K+338.6800	-2,000	0	9	18
STA. 0K+349.9298	-2,000	0	9	18
STA. 0K+360.7296	-2,000	0	9	18
STA. 0K+371.5295	-2,000	0	9	18
STA. 0K+382.7800	-2,000	0	9	18
STA. 0K+383.1793	-2,000	0	9	18
STA. 0K+383.2300	-2,000			
STA. 0K+383.2800	-2,000	0	9	18
STA. 0K+383.6800	-2,000	0	9	18
STA. 0K+394.9298	-2,000	0	9	18
STA. 0K+405.7296	-2,000	0	9	18
STA. 0K+416.5295	-2,000	0	9	18
STA. 0K+427.7800	-2,000	0	9	18
STA. 0K+428.1793	-2,000	0	9	18
STA. 0K+428.2300	-2,000			
STA. 0K+428.2800	-2,000	0	9	18
STA. 0K+428.6800	-2,000	0	9	18
STA. 0K+439.9298	-2,000	0	9	18
STA. 0K+450.7296	-2,000	0	9	18
STA. 0K+461.5295	-2,000	0	9	18
STA. 0K+472.7800	-2,000	0	9	18
STA. 0K+473.1793	-2,000	0	9	18
STA. 0K+473.2300	-2,000			

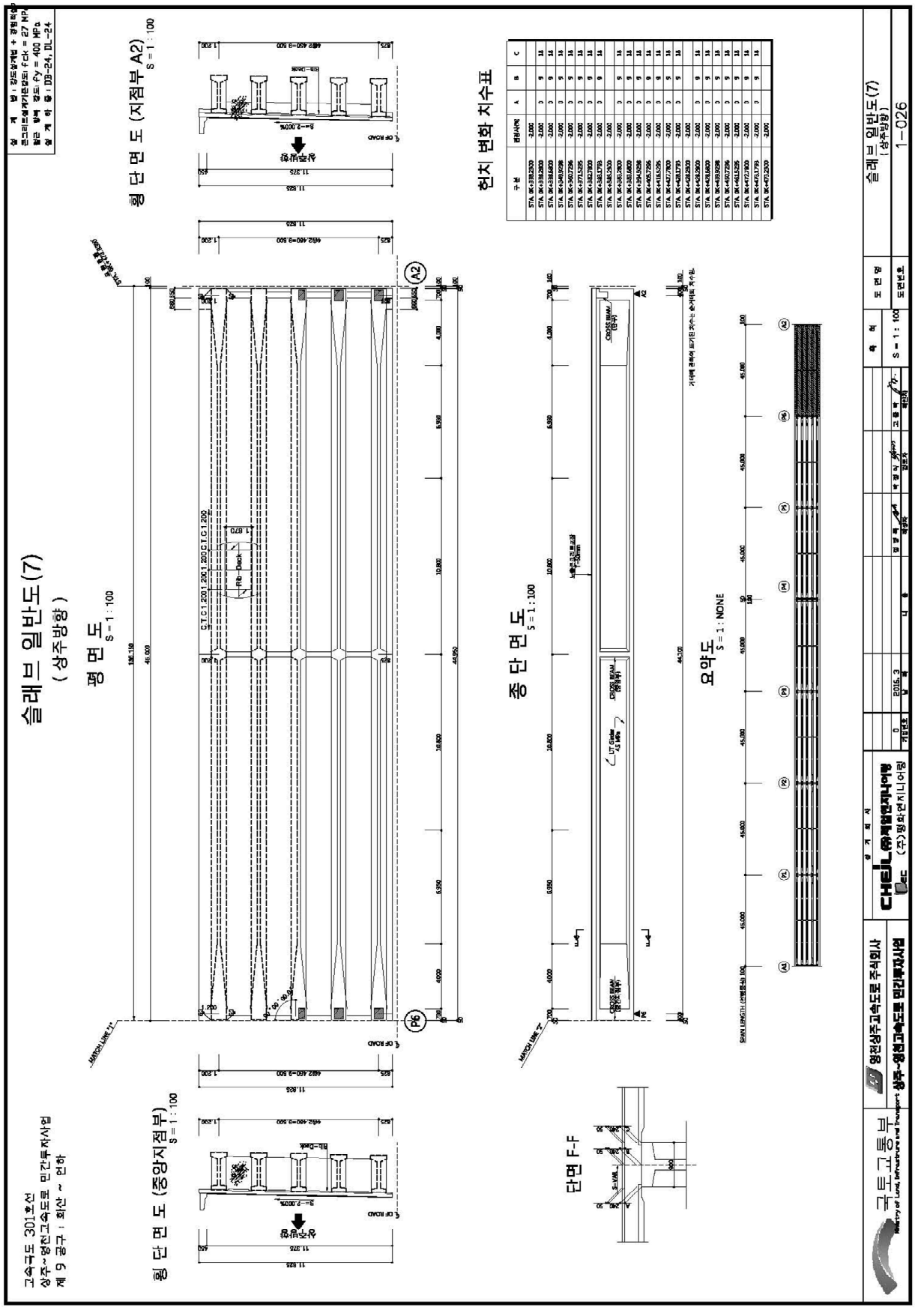
종 단 면 도
S = 1 : 100



요약도
S = 1 : NONE



국토교통부 Ministry of Land, Infrastructure and Transport	영천상주고속도로 주식회사 상주~영천고속도로 민간투자사업	설계회사 CHEJL (주)제일엔지니어링 Dec (주)평화엔지니어링	0 개정번호	2016. 3 날 짜	내 용	검 토 자 확성자	박 정 식 검토자	고 용 복 확인자	축 척 S = 1 : 100	도 면 명	슬래브 일반도(6) (상주방향)
										도면번호	1-025

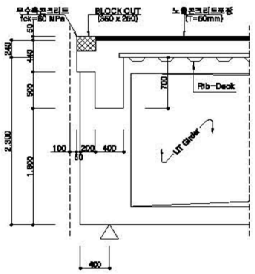

슬래브 일반도(7)
(상주방향)
평 면 도
S = 1 : 100
횡 단 면 도 (지점부 A2)
S = 1 : 100
횡 단 면 도 (중앙지점부)
S = 1 : 100
종 단 면 도
S = 1 : 100
요 약 도
S = 1 : NONE
단면 F-F
헌치 변화 치수표
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 회산 ~ 언하
국토교통부
영천상주고속도로 주식회사
CHEIL 삼성물산 건설부문
(주)영화엔지니어링
슬래브 일반도(7)
(상주방향)
S = 1 : 100
1-026

고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하

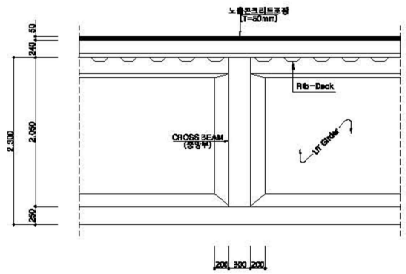
슬래브 일반도(8)
(상주방향)

설 계 법 : 강도설계법 + 경험적방법
콘크리트설계기준강도: fck = 27 MPa
철근 항복 강도: fy = 400 MPa
설 계 하 중 : DB-24, DL-24

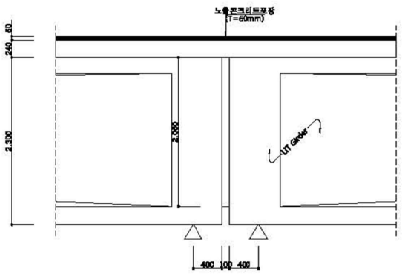
단면A-A (신축이음부)
S = 1 : 30



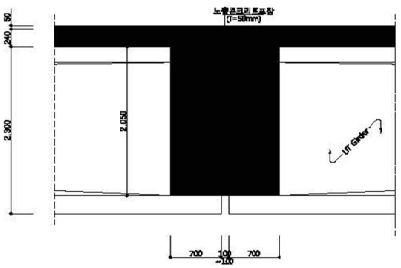
단면B-B (중앙부)
S = 1 : 30



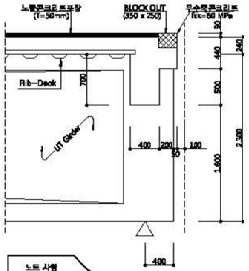
단면C-C (빔연결부)
S = 1 : 30



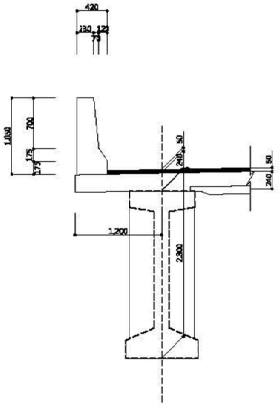
단면D-D (중간지점부)
S = 1 : 30



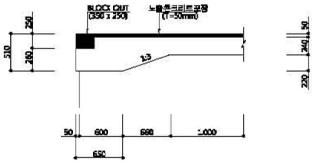
단면A-A(종점) (신축이음부)
S = 1 : 30



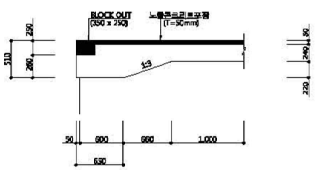
방호벽(좌) 상세
S = 1 : 30



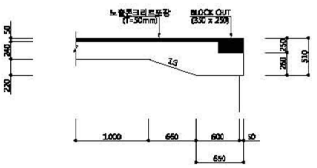
단면E-E(시점좌측)
S = 1 : 30



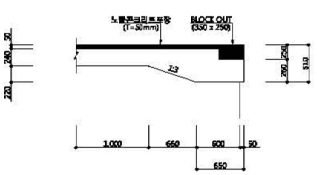
단면E-E(시점우측)
S = 1 : 30



단면G-G(종점좌측)
S = 1 : 30



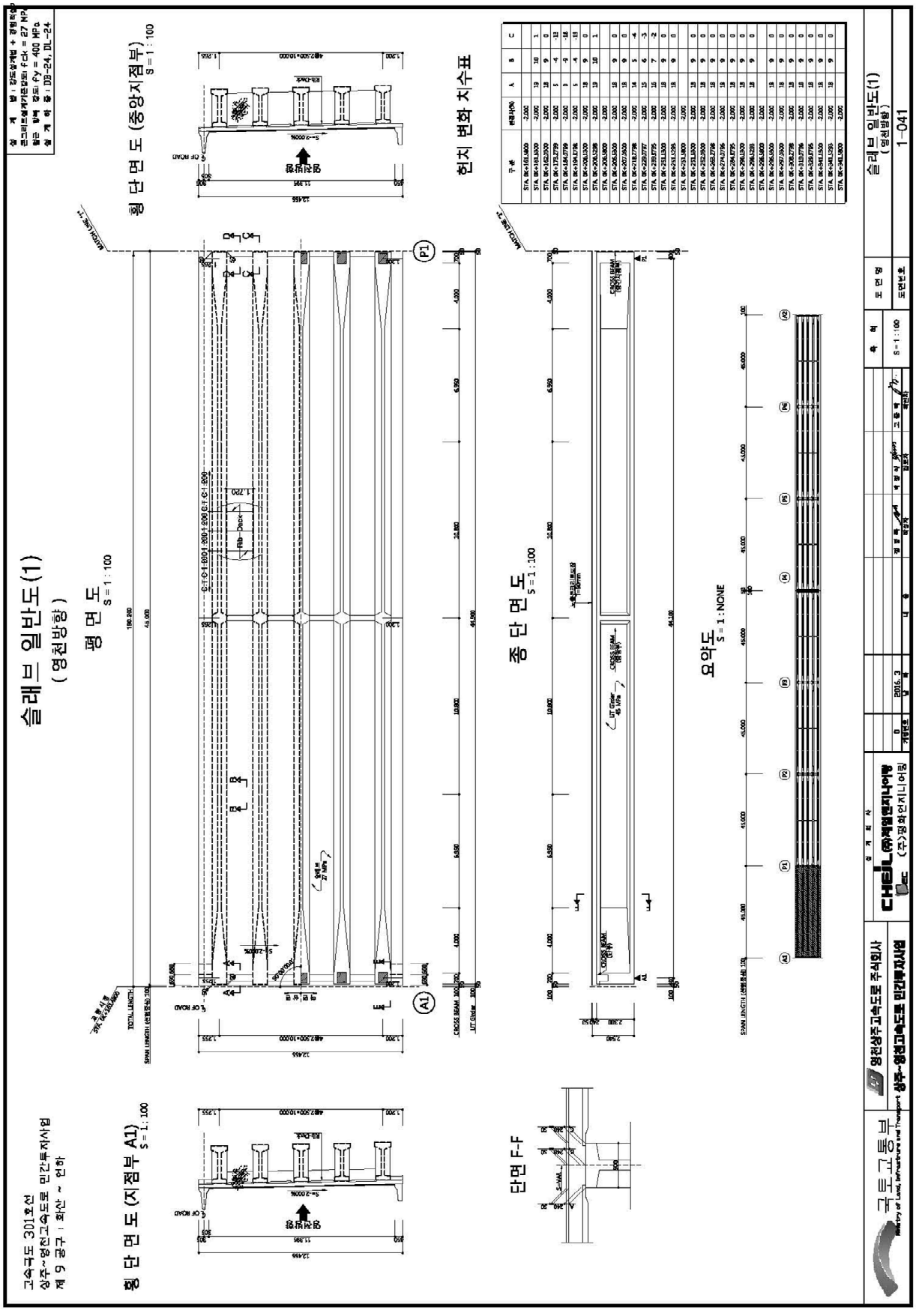
단면G-G(종점우측)
S = 1 : 30

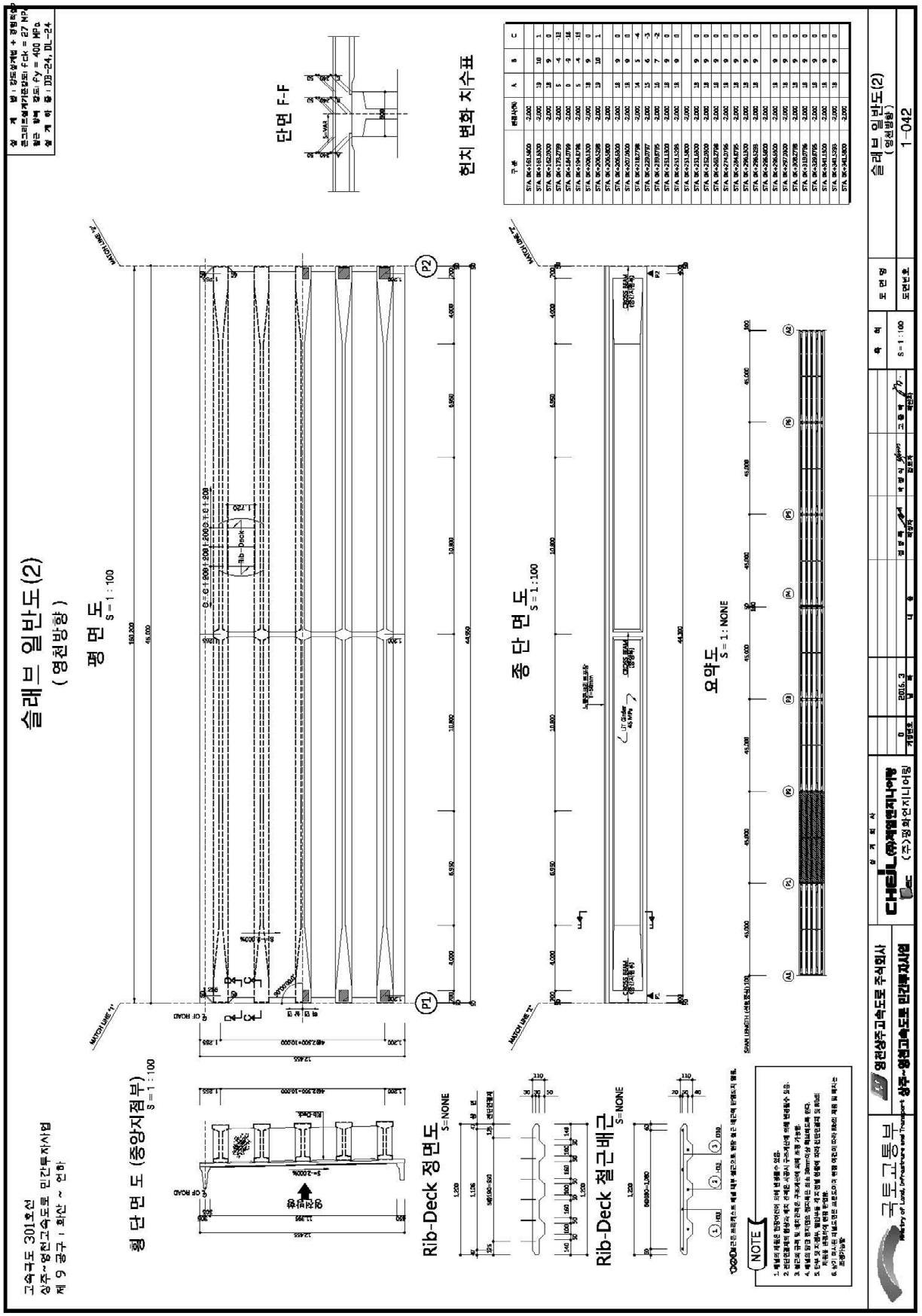


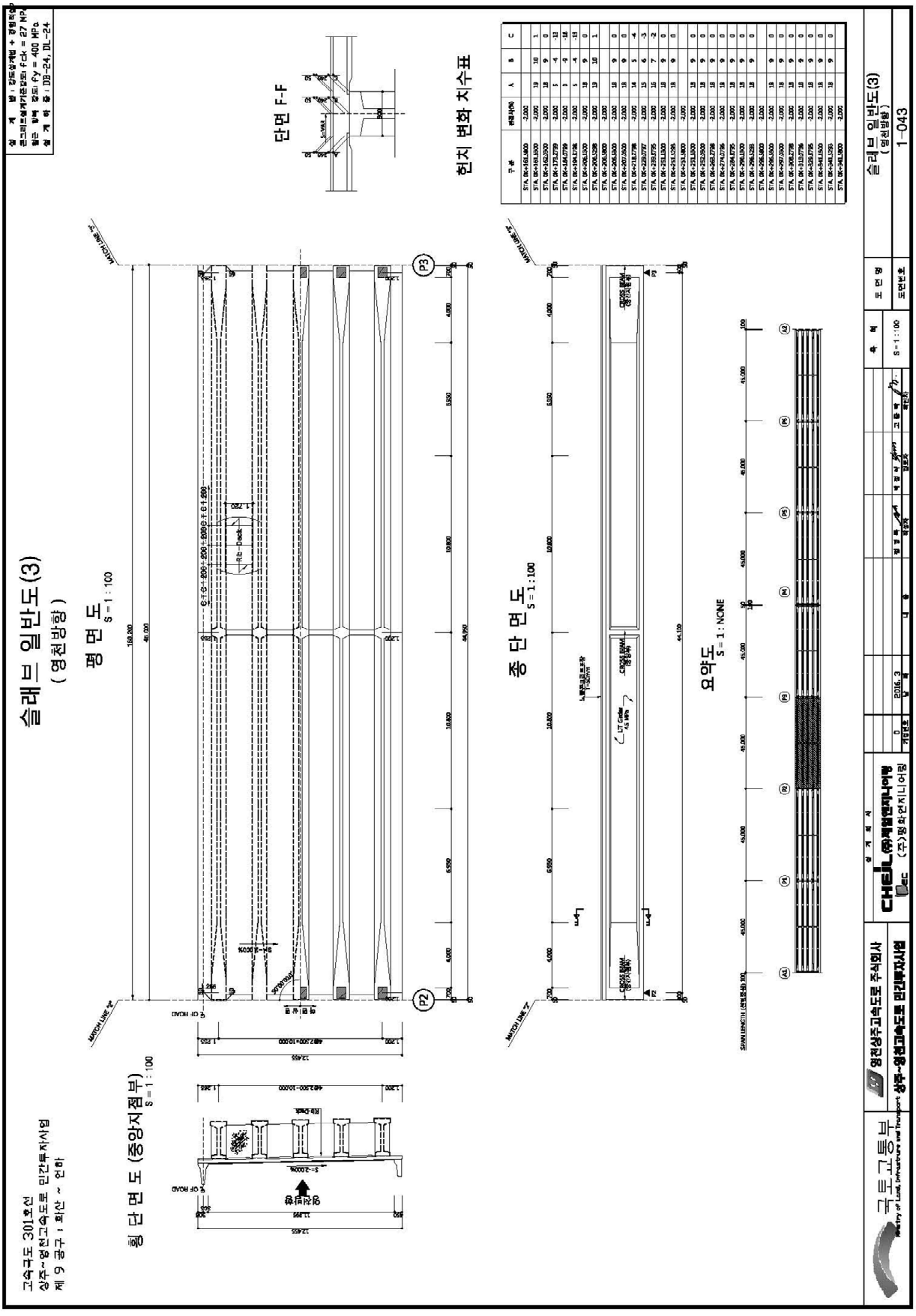
노트 사항

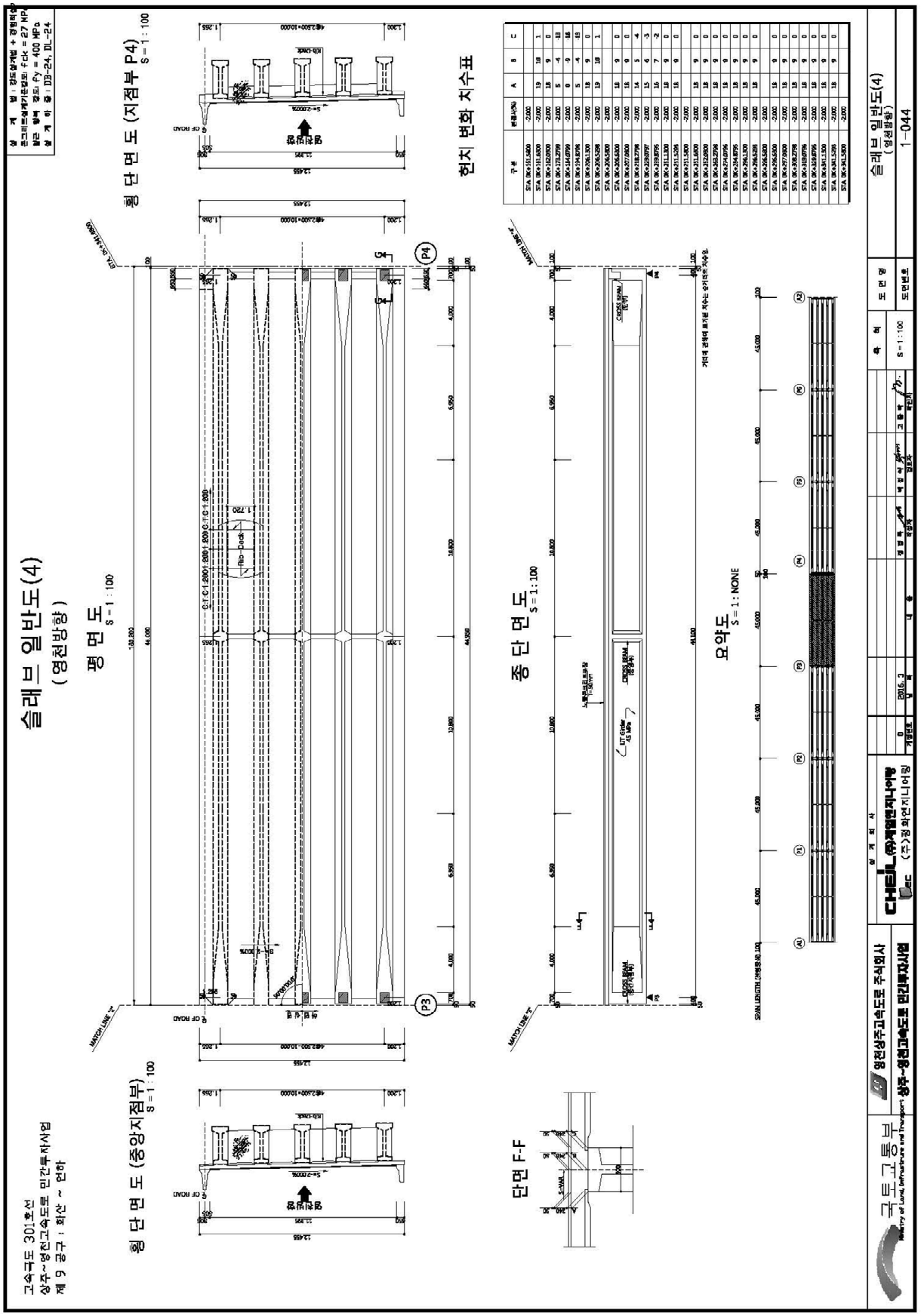
1. 본 설계도면의 모든 콘크리트의 구조는 프리스트레스트 콘크리트임.
2. 본 설계도면은 기본 교량형식으로 실제 시공시는 설계업체와 협의 후 시공하여야 함.
3. 본 설계도면은 교량 상부공에 대한 설계도면으로 하부공 및 기초공은 별도 설계도면을 참조하여 시공하여야 함.
4. 본 설계도면은 교량 상부공에 대한 설계도면으로 하부공 및 기초공은 별도 설계도면을 참조하여 시공하여야 함.
5. 본 설계도면은 교량 상부공에 대한 설계도면으로 하부공 및 기초공은 별도 설계도면을 참조하여 시공하여야 함.
6. 본 설계도면은 교량 상부공에 대한 설계도면으로 하부공 및 기초공은 별도 설계도면을 참조하여 시공하여야 함.
7. 본 설계도면은 교량 상부공에 대한 설계도면으로 하부공 및 기초공은 별도 설계도면을 참조하여 시공하여야 함.
8. 본 설계도면은 교량 상부공에 대한 설계도면으로 하부공 및 기초공은 별도 설계도면을 참조하여 시공하여야 함.
9. 본 설계도면은 교량 상부공에 대한 설계도면으로 하부공 및 기초공은 별도 설계도면을 참조하여 시공하여야 함.
10. 본 설계도면은 교량 상부공에 대한 설계도면으로 하부공 및 기초공은 별도 설계도면을 참조하여 시공하여야 함.
11. 본 설계도면은 교량 상부공에 대한 설계도면으로 하부공 및 기초공은 별도 설계도면을 참조하여 시공하여야 함.
12. 본 설계도면은 교량 상부공에 대한 설계도면으로 하부공 및 기초공은 별도 설계도면을 참조하여 시공하여야 함.
13. 본 설계도면은 교량 상부공에 대한 설계도면으로 하부공 및 기초공은 별도 설계도면을 참조하여 시공하여야 함.

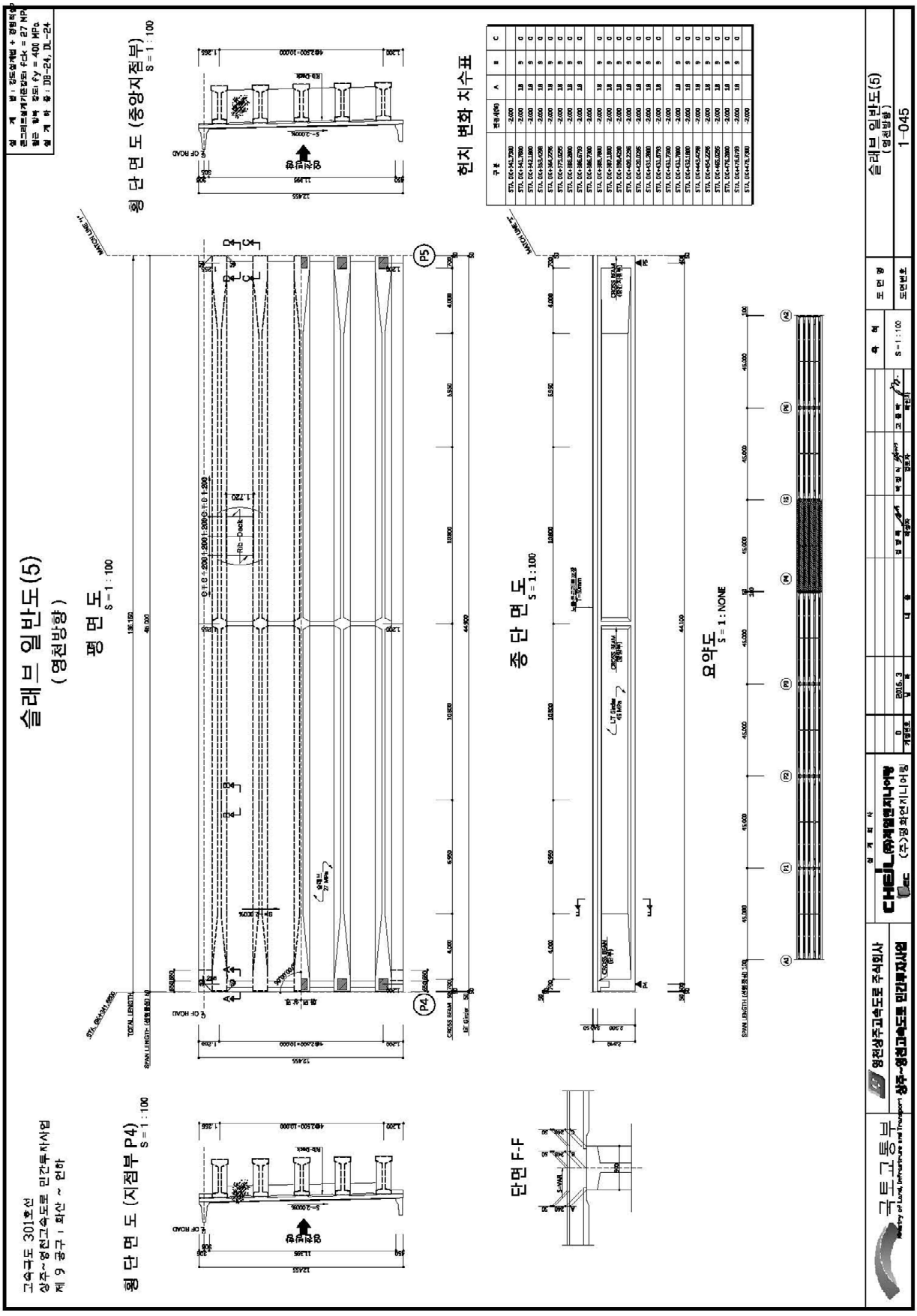
국토교통부 Ministry of Land, Infrastructure and Transport	영천상주고속도로 주식회사 / 상주~영천고속도로 민간투자사업	설계회사 CHEIL (주)제일엔지니어링 / Dec (주)평화엔지니어링	0	2016. 3		검 토 자	박 정 식	고 문 박	축 척	도면명	슬래브 일반도(8) (상주방향)
			개정번호	날 짜	내 용	작성자	검토자	확인자	S = 1 : 100	도면번호	1-027

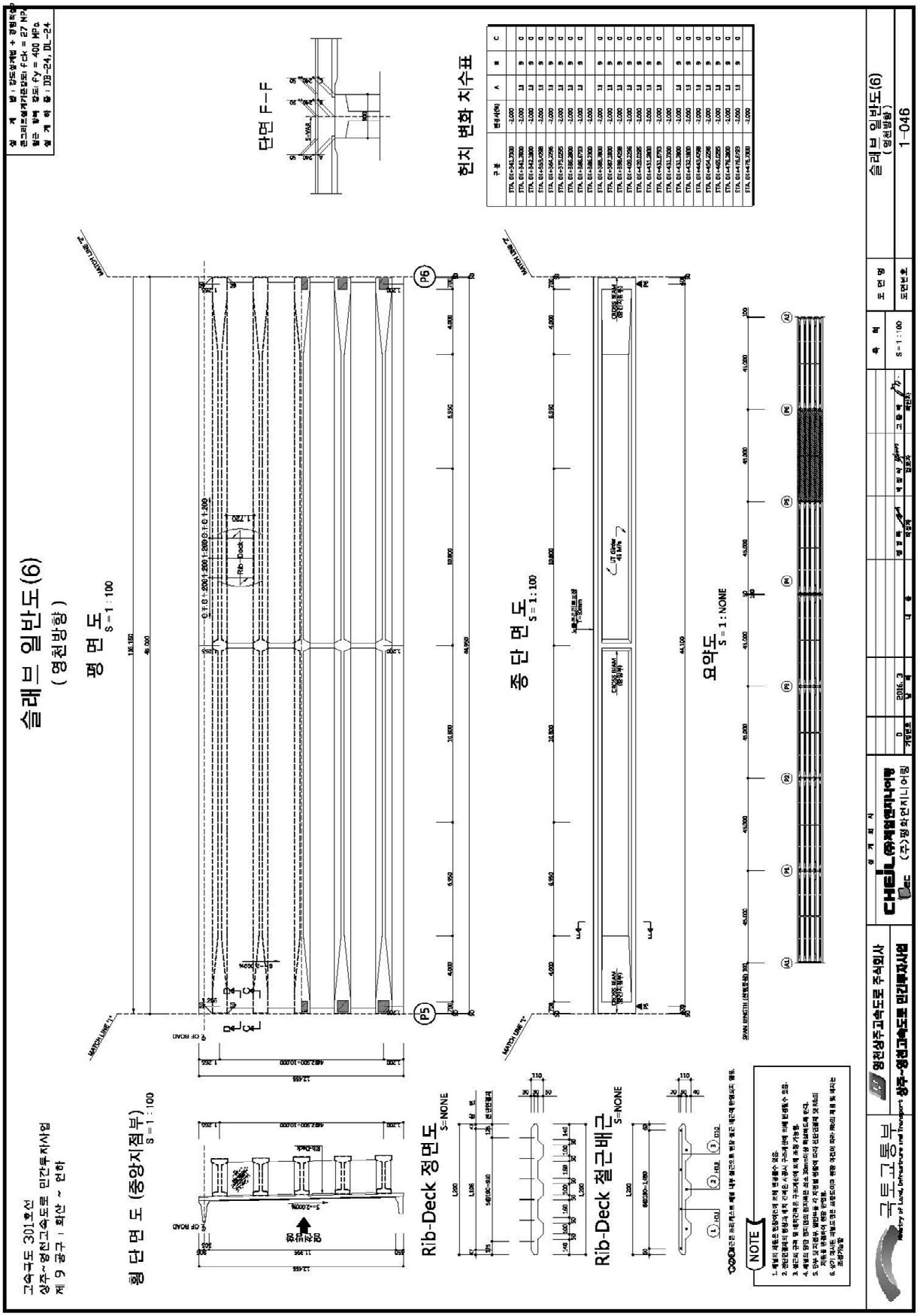

슬래브 일반도(1)
(영천방향)
평 면 도
S = 1 : 100
횡 단 면 도 (중앙지점부)
S = 1 : 100
헌치 변화 치수표
종 단 면 도
S = 1 : 100
요약도
S = 1 : NONE
횡 단 면 도 (지점부 A1)
S = 1 : 100
단면 F-F
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하
국토교통부
영천상주고속도로주식회사
상주-영천고속도로 민간투자사업
CHEIL
(주)평화엔지니어링
슬래브 일반도(1)
(영천방향)
1-041

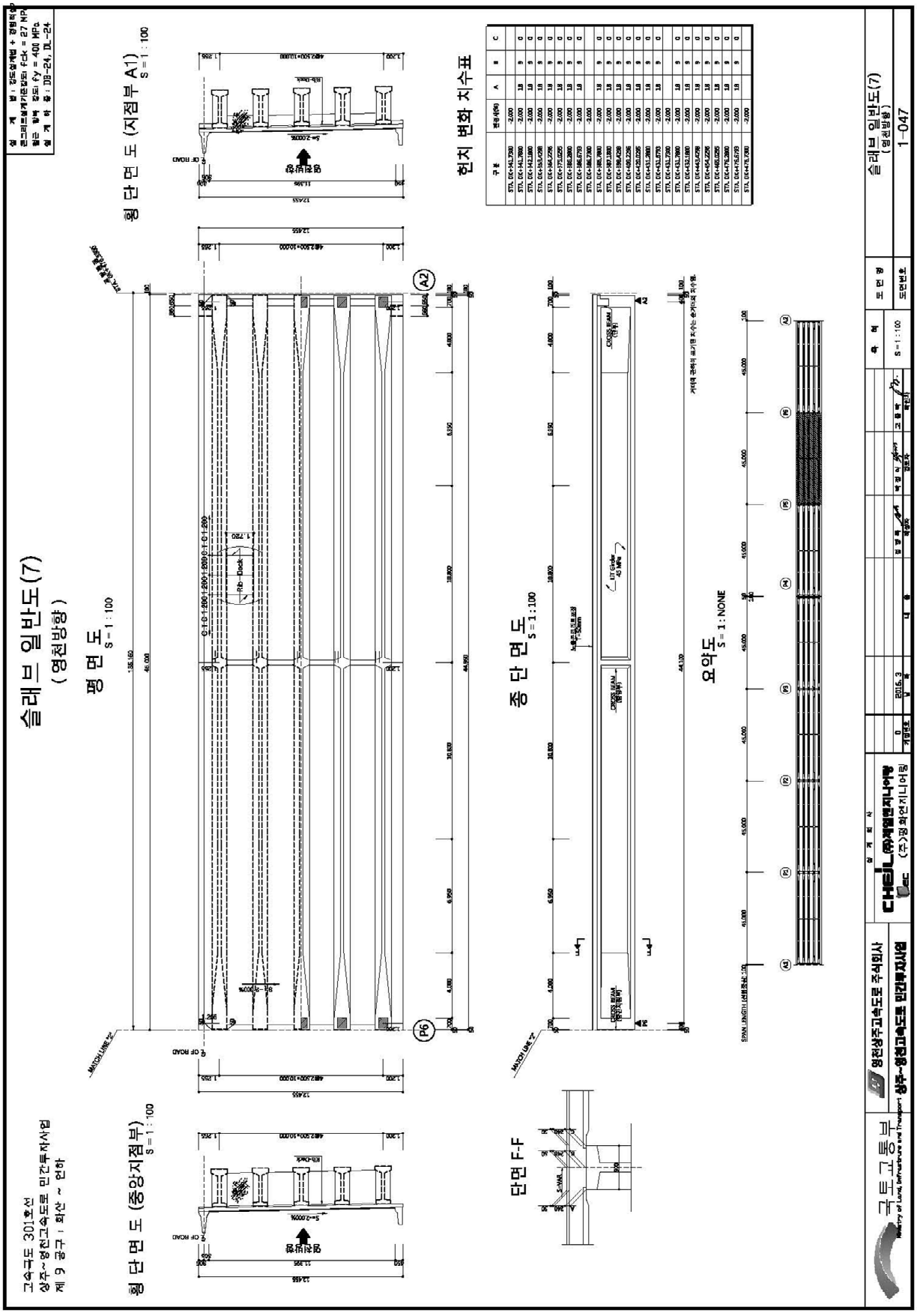

슬래브 일반도(2)
(영천방향)
평 면 도 S = 1 : 100
횡 단 면 도 (중앙지점부) S = 1 : 100
중 단 면 도 S = 1 : 100
요 약 도 S = 1 : NONE
단면 F-F
헌치 변화 치수표
Rib-Deck 정면도 S=NONE
Rib-Deck 철근배근 S=NONE
NOTE
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 I 화산 ~ 언하
슬래브 일반도(2)
(영천방향)
1-042


슬래브 일반도(3)
(영천방향)
평 면 도
S = 1 : 100
횡 단 면 도 (중앙지점부)
S = 1 : 100
종 단 면 도
S = 1 : 100
요 약 도
S = 1 : NONE
단면 F-F
헌치 변화 치수표
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하
영천상주고속도로 주식회사
CHEIL 제일엔지니어링
(주)평화엔지니어링
국토교통부
Ministry of Land, Infrastructure and Transport
상주-영천고속도로 민간투자사업
2016. 3
슬래브 일반도(3)
(영천방향)
1-043


슬래브 일반도(4)
(영천방향)
평 면 도
S=1:100
횡 단 면 도 (지점부 P4)
S=1:100
횡 단 면 도 (중앙지점부)
S=1:100
종 단 면 도
S=1:100
요 약 도
S=1:NONE
단면 F-F
헌치 변화 치수표
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하
국토교통부
영천상주고속도로 주식회사
CHEIL
(주)경화엔지니어링
슬래브 일반도(4)
(영천방향)
1-044


슬래브 일반도(5)
(영천방향)
평 면 도
S=1 : 100
횡 단 면 도 (중앙지점부)
S = 1 : 100
횡 단 면 도 (지점부 P4)
S = 1 : 100
종 단 면 도
S = 1 : 100
요약도
S = 1 : NONE
단면 F-F
헌치 변화 치수표
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 안하
영천상주고속도로 주식회사
상주-영천고속도로 민간투자사업
슬래브 일반도(5)
(영천방향)
1-045


슬래브 일반도(6)
(영천방향)
평 면 도 S=1:100
종 단 면 도 S=1:100
요약도 S=1:NONE
횡 단 면 도 (중앙지점부) S=1:100
단면 F-F
헌치 변화 치수표
Rib-Deck 정면도 S=NONE
Rib-Deck 철근배근 S=NONE
NOTE
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 안하
영천상주고속도로 주식회사
CHEIL 삼성엔지니어링
(주)평화엔지니어링
국토교통부
상주-영천고속도로 민간투자사업
슬래브 일반도(6)
(영천방향)
1-046

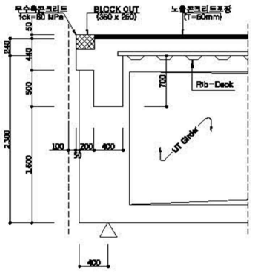

슬래브 일반도(7)
(영천방향)
평 면 도
S = 1 : 100
횡 단 면 도 (지점부 A1)
S = 1 : 100
횡 단 면 도 (중앙지점부)
S = 1 : 100
종 단 면 도
S = 1 : 100
요 약 도
S = 1 : NONE
단면 F-F
헌치 변화 치수표
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 안하
슬래브 일반도(7)
(영천방향)
1-047
상주~영천고속도로 민간투자사업
영천상주고속도로 주식회사
(주)경화산지니어링

고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하

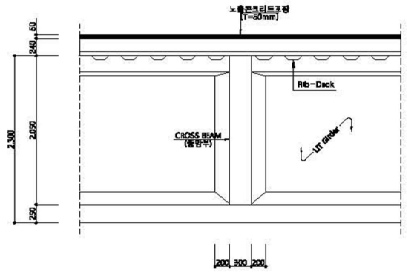
슬래브 일반도(8)
(영천방향)

설 계 법 : 강도설계법 + 강험적설계
콘크리트설계기준강도: fck = 27 MPa
철근 항복 강도: fy = 400 MPa
설 계 하 중 : DB-24, DL-24

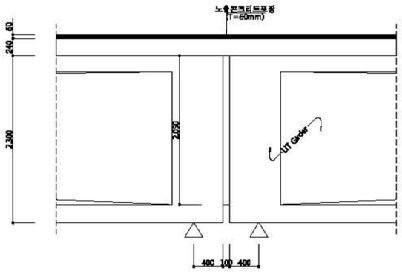
단면A-A (신축이음부)
S = 1 : 30



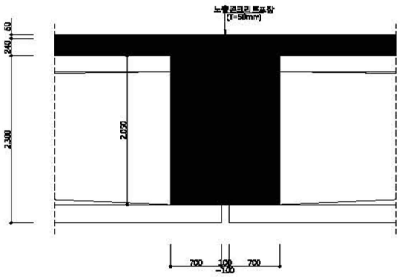
단면B-B (중앙부)
S = 1 : 30



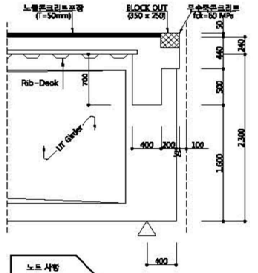
단면C-C (빔연결부)
S = 1 : 30



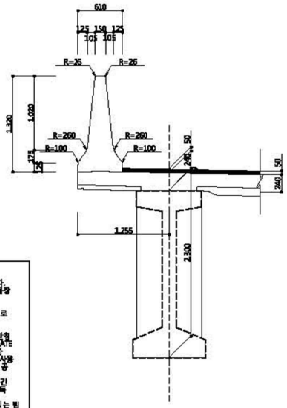
단면D-D (중간지점부)
S = 1 : 30



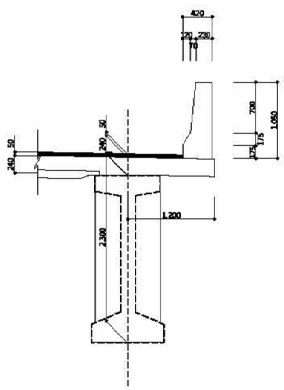
단면A-A(종점) (신축이음부)
S = 1 : 30



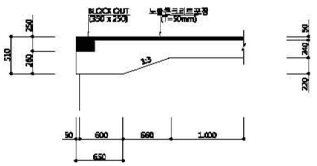
중분대(좌) 상세
S = 1 : 30



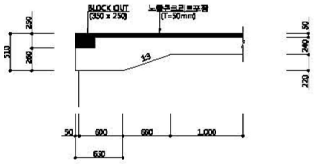
방호벽(우) 상세
S = 1 : 30



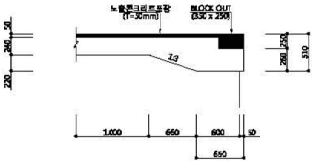
단면E-E(시점좌측)
S = 1 : 30



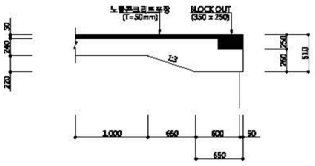
단면E-E(시점우측)
S = 1 : 30



단면G-G(종점좌측)
S = 1 : 30



단면G-G(종점우측)
S = 1 : 30

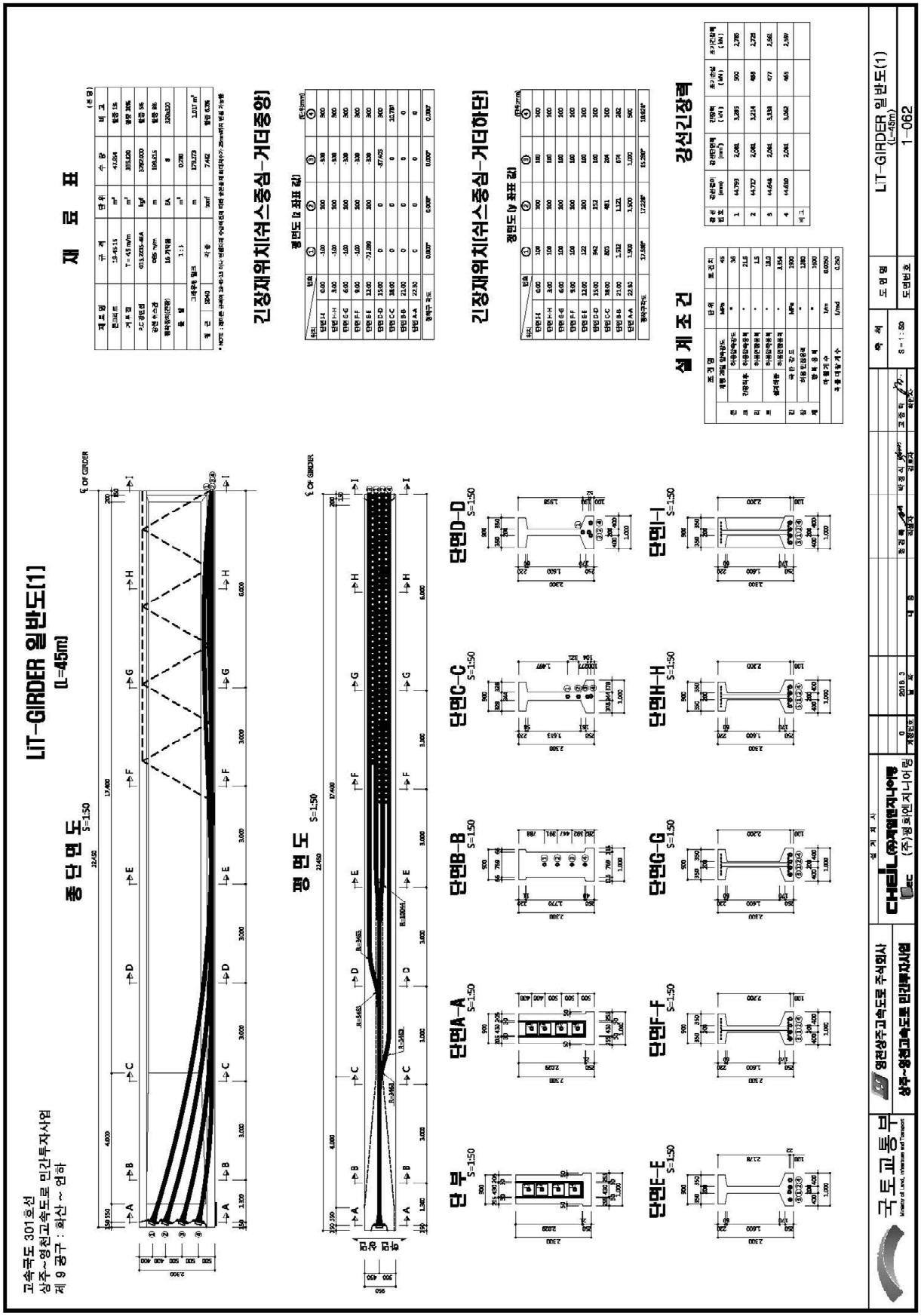


노 트 사 항

1. 본 설계도면은 일반적인 교량의 구조도로 작성되었다.
2. 콘크리트 타설 전 철근 및 강재의 배치 상태를 감독관에게 보고하여 승인을 받아야 한다.
3. 콘크리트 설계기준강도 fck = 27 MPa 이상을 사용하여야 한다.
4. 철근 항복 강도 fy = 400 MPa 이상을 사용하여야 한다.
5. 콘크리트 타설 시 BLOCK OUT 및 그 주변부는 충분히 다짐하여 콘크리트가 밀실하게 채워지도록 하여야 한다.
6. 콘크리트 타설 후 BLOCK OUT 및 그 주변부의 균열 발생 여부를 확인하고 이상 시 보수하여야 한다.
7. 교량 상부에 설치되는 방호벽, 중분대 등 콘크리트 구조물은 슬래브 콘크리트 타설 후 충분한 양생 기간을 거친 후 시공하여야 한다. 단, 부득이한 경우 감독관의 승인을 받아 조기 시공할 수 있으며, 이 경우 슬래브 콘크리트와 방호벽 콘크리트 사이의 부착력 확보를 위해 BLOCK OUT 부분의 슬래브 콘크리트 표면을 충분히 거칠게 처리하고 필요 시 전단보강근을 추가로 설치하여야 한다.
8. 콘크리트 타설 시 방호벽 타설시점의 설계단면 상실을 방지하기 위하여 거푸집 및 동바리는 충분한 강성을 갖도록 설치하여야 하며, 콘크리트 타설 중 변형이 발생하지 않도록 하여야 한다.
9. Cross-fall 시공 시 : 부어넣기 후 표면이 평탄하게 되도록 시공하여야 하며, 흙손 마감 후 Tining 시공할 것.
10. 교량 상부에 설치되는 방호벽은 콘크리트 타설 계획을 고려하여 시공하여야 한다.
11. 세부사항은 본 도면 및 관련 구조도면을 참조하여 시공할 것.
12. 본 도면에 명시되지 않은 사항은 도로교설계기준에 따를 것.

국토교통부 Ministry of Land, Infrastructure and Transport	영천상주고속도로 주식회사	상주~영천고속도로 민간투자사업	설계회사	CHEJL㈜제일엔지니어링 (주)평화엔지니어링	0	2016. 3	내 용	설계책임 박정욱	검토책임 박정욱	고등책임 강보석	확인	축 척	S = NONE	도면명	슬래브 일반도(8) (영천방향)
					리비전번호	날 짜								도면번호	1-048

1.3.3 거더 일반도


LIT-GIRDER 일반도(1)
(L=45m)
종 단 면 도 S=1:50
평 면 도 S=1:50
단 부 S=1:50
단면A-A S=1:50
단면B-B S=1:50
단면C-C S=1:50
단면D-D S=1:50
단면E-E S=1:50
단면F-F S=1:50
단면G-G S=1:50
단면H-H S=1:50
단면I-I S=1:50
재 료 표
긴장재위치(쉬스중심-거더중앙)
긴장재위치(쉬스중심-거더하단)
설 계 조 건
강선긴장력
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 임하
국토교통부
영천상주고속도로 주식회사
상주~영천고속도로 민간투자사업
(주)평화엔지니어링
LIT-GIRDER 일반도(1)
(L=45m)
1-062

고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하

LIT-GIRDER 일반도(2)
(L=45m)

처 짐 도
S=NONE

내측거더

영천방향	1. 거더 자중 : 58 mm (하향) 2. PS도입시 : 41 mm (상향) 3. 바닥판 타설후 처짐(크리프, 건조수축 영향고려) : 58 mm (상향) 4. 사용하중 작용시 : 17 mm (하향) * 숏강 및 계측은 재료의 물리적 특성에 따라 달라질 수 있음.
상주방향	1. 거더 자중 : 58 mm (하향) 2. PS도입시 : 41 mm (상향) 3. 바닥판 타설후 처짐(크리프, 건조수축 영향고려) : 58 mm (상향) 4. 사용하중 작용시 : 17 mm (하향) * 숏강 및 계측은 재료의 물리적 특성에 따라 달라질 수 있음.

외측거더

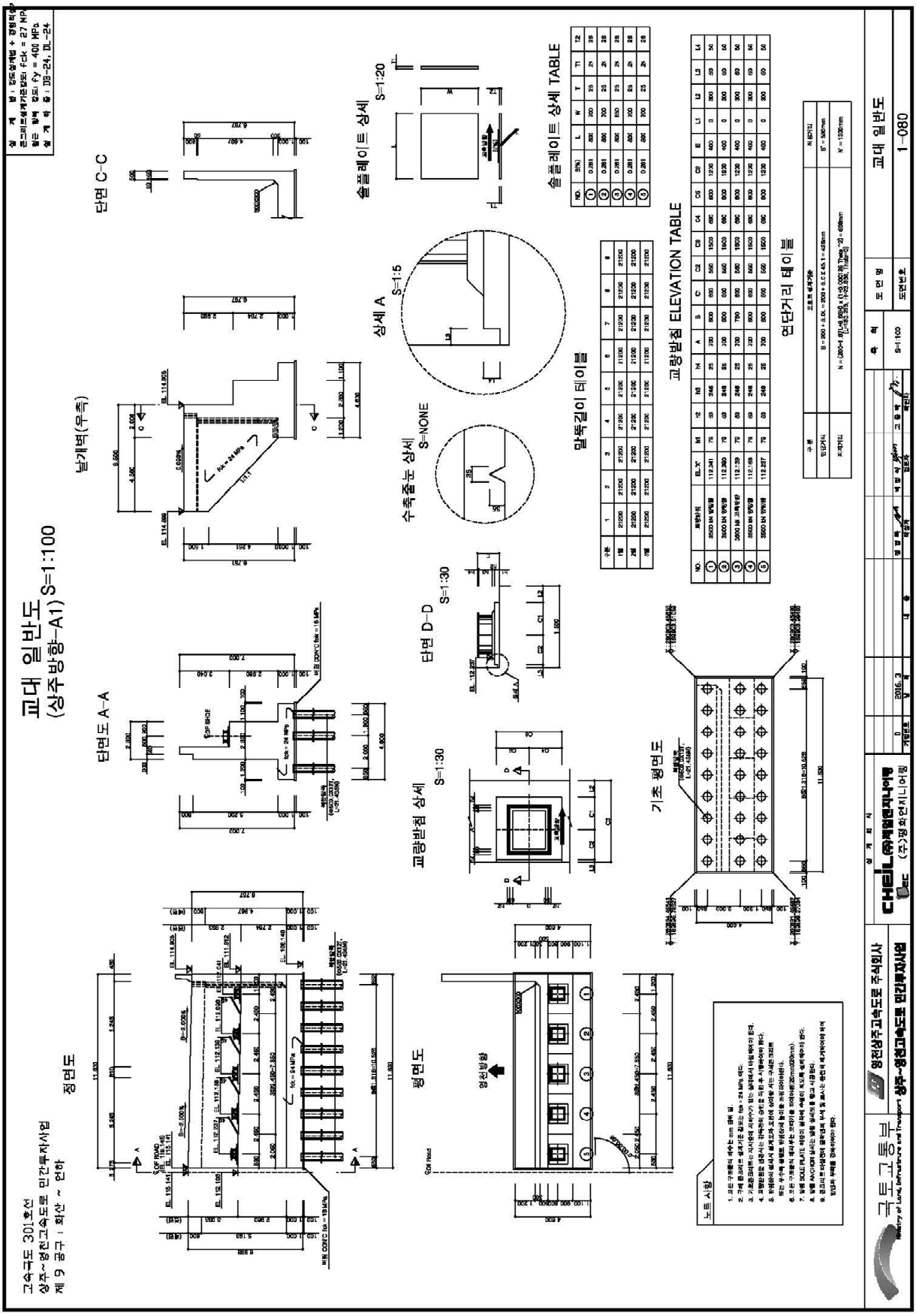
영천방향	1. 거더 자중 : 58 mm (하향) 2. PS도입시 : 41 mm (상향) 3. 바닥판 타설후 처짐(크리프, 건조수축 영향고려) : 56 mm (상향) 4. 사용하중 작용시 : 47 mm (하향) * 숏강 및 계측은 재료의 물리적 특성에 따라 달라질 수 있음.
상주방향	1. 거더 자중 : 58 mm (하향) 2. PS도입시 : 41 mm (상향) 3. 바닥판 타설후 처짐(크리프, 건조수축 영향고려) : 55 mm (상향) 4. 사용하중 작용시 : 54 mm (하향) * 숏강 및 계측은 재료의 물리적 특성에 따라 달라질 수 있음.

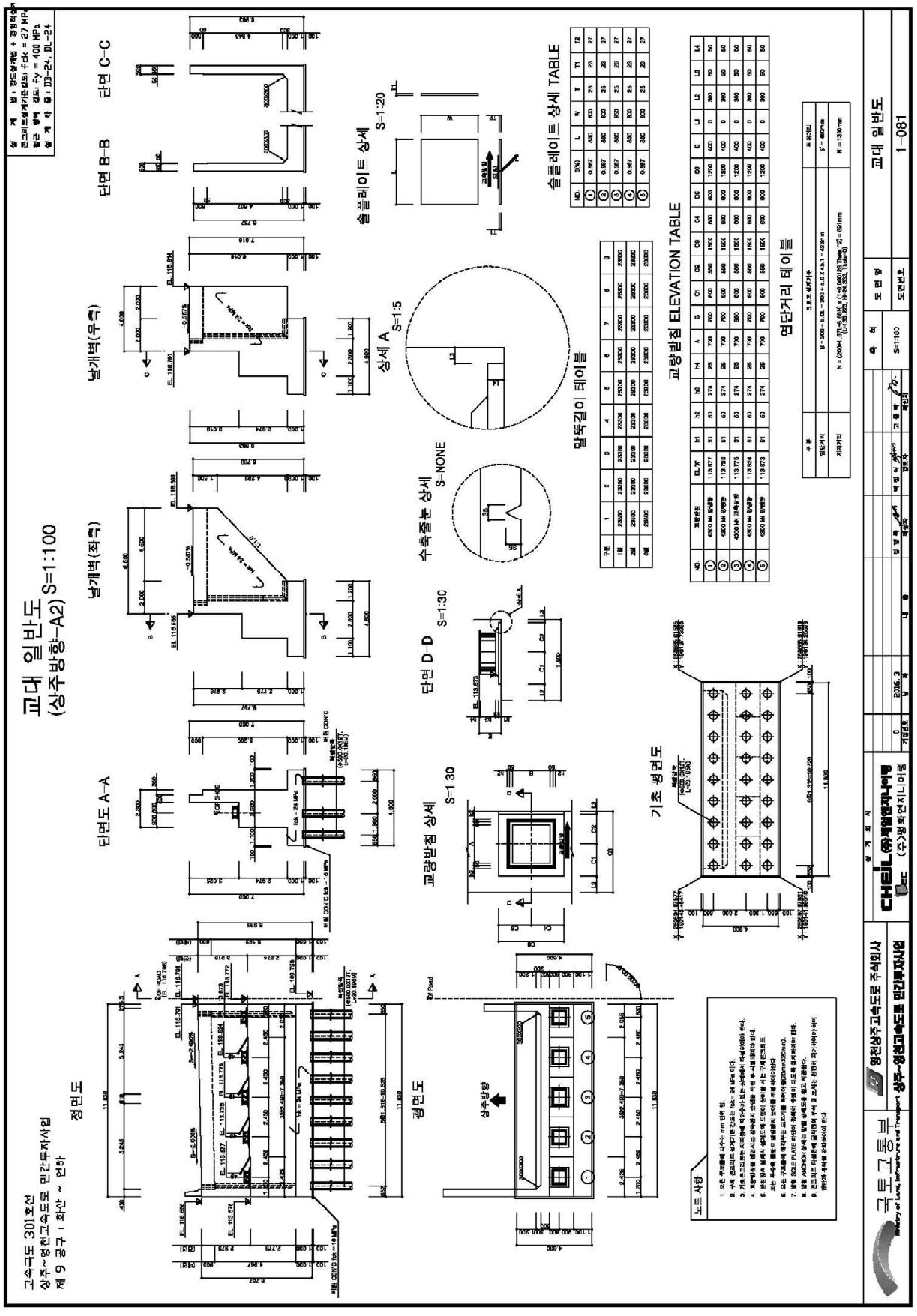
NOTE

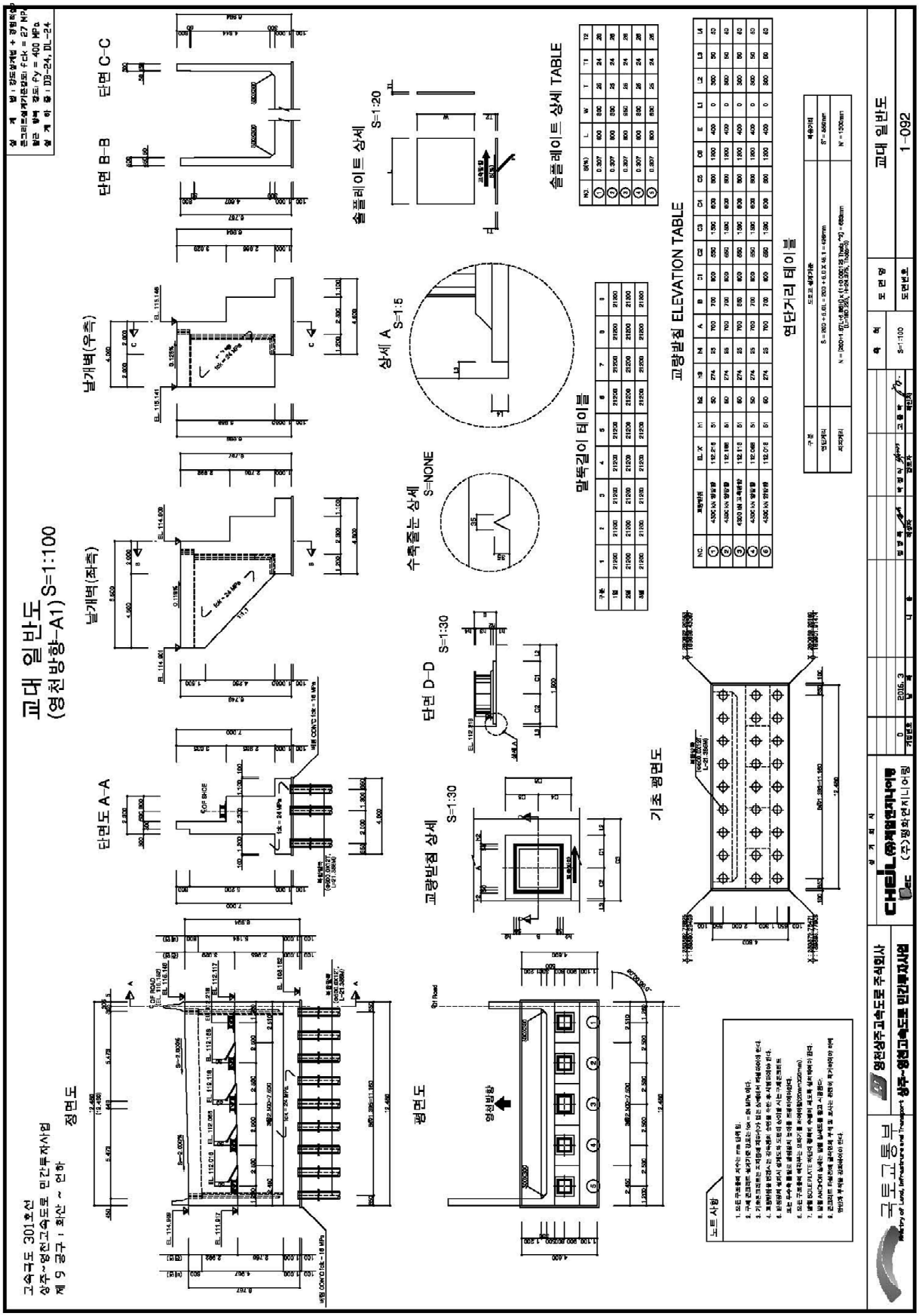
1. PS 강재는 KSD 7002-86 SWPC 7B 15.2mm 저릴렉세이션 (2종)을 사용한다.
2. PS 강재로 프리스트레싱의 관리에 쓰이는 마찰계수 및 PS 강재의 탄성계수는 현장시험결과 구하는 것을 원칙으로 한다.
3. 프리스트레싱의 관리는 하중계의 지시도 및 PS 강재의 늘음량이 이에 관리하는 것을 원칙으로 하고 그의 관계가 적절이 이어 있는 것을 확인해야 한다.
4. 콘크리트 설계기준 강도는 45MPa 이고 견관박업시의 압축 강도는 36MPa 이상이 여야 한다.
5. 콘크리트 타설전에 검열선은 정확한 위치에 설치되도록 지지철근 (D13 철근)을 1.0m 간격으로 배치하여 고정시킨다.
6. 콘크리트 타설시 쉬스관에 MORTAR가 플러깅이가지 않도록 주의한다.
7. 설계하중은 1등교(DB-24, DL-24)이다.
8. 처짐도의 수치는 콘크리트 크리프 영향 등을 무시한 것으로 처짐지 를 측정하는 필요시 계측자료로 활용할 수 있다.
9. 쉬스관의 허용시공오차는 설계치수의 +-5% 또는 +-5mm 중에서 작은 값으로 한다.(도로교 표준시방서, P.175, 1996)
10. 볼 지락시 단면의 허용시공오차는 설계치수의 +-2% 또는 +-20mm중에서 작은 값으로 한다.(도로교 표준시방서, P.176, 1996)
11. 철근 배근과 덕트의 선행 간섭시에는 덕트를 우선으로 시공한다.
12. 결착장치는 결착된 강연선이 규정된 인장하중을 발휘할 수 있도록 저지되는 일이 없고 변형이 생기지 않는 구조에 강도를 가져야 하며 정착부 볼록은 최고 6mm이내이며 정착이 이루어져야 한다.
13. PSC 그라우트는 프리스트레싱이 끝난 후 가능한 빨리해야 한다. 덕트는 그라우트 주입 전에 압축공기 로 등을 충분히 제공이 섯이나 충분히 제거될때에 한다.

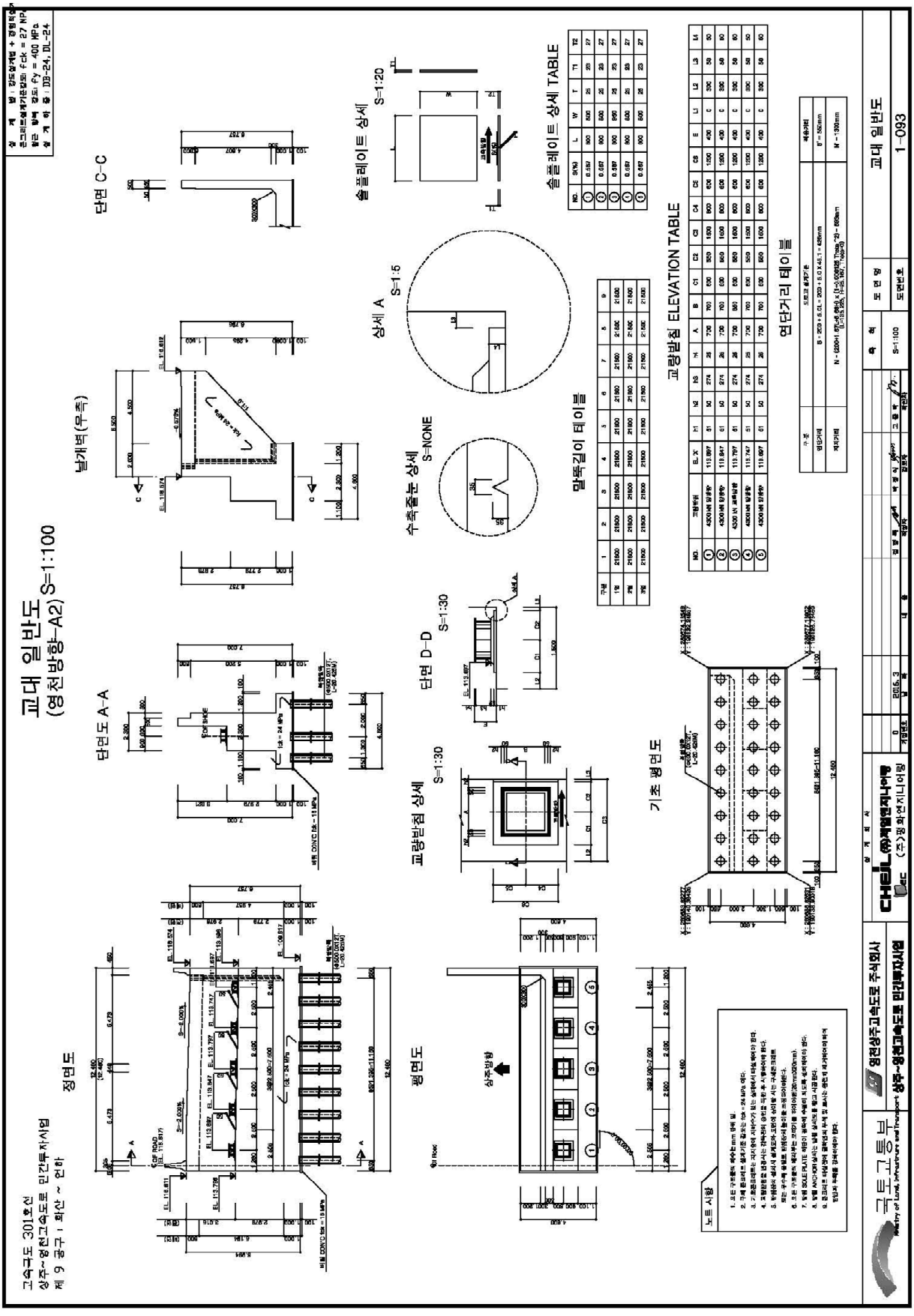
국토교통부 Ministry of Land, Infrastructure and Transport	영천상주고속도로 주식회사 상주~영천고속도로 민간투자사업	설계 제 사 CHEIL (주)제일엔지니어링 EC (주)평화엔지니어링	0 개정번호	2016. 3 날 짜	내 용	검 토	박	고	축 척 S = NONE	도 면 명 도면번호	LIT-GIRDER 일반도(2) (L=45m) 1-063

1.3.4 교대 일반도

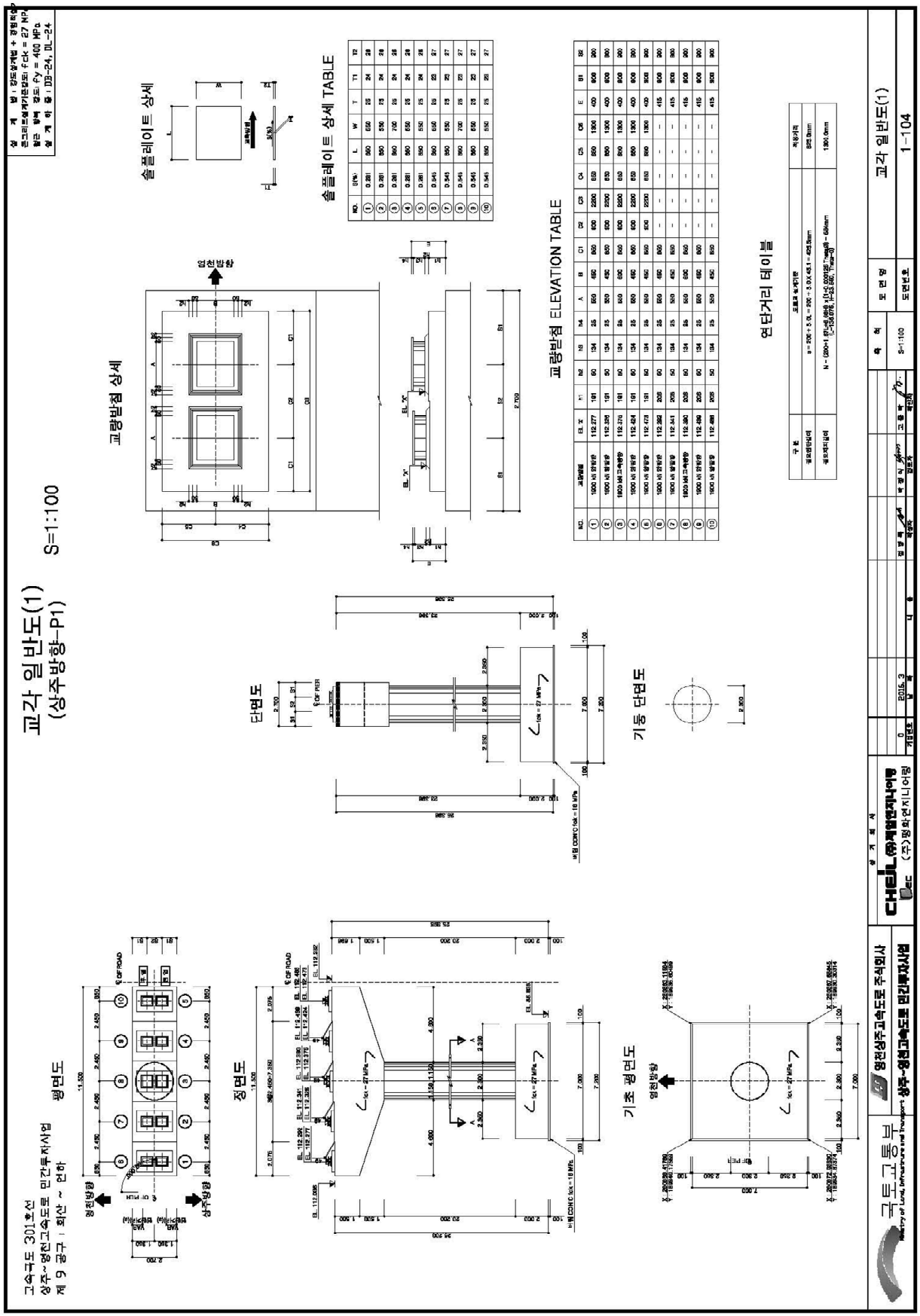

교대 일반도
(상주방향-A1) S=1:100
정면도
평면도
단면도 A-A
단면 C-C
단면 D-D S=1:30
날개벽(우측)
상세 A S=1:5
수축줄눈 상세 S=NONE
슬래브 상세 S=1:20
교량받침 상세 S=1:30
기초 평면도
말뚝길이 테이블
교량받침 ELEVATION TABLE
슬래브 상세 TABLE
연단거리 테이블
노트 사항
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하
영천방향
교대 일반도
1-080
국토교통부
영천상주고속도로 주식회사
CHEIL 건설부문
(주)평화엔지니어링

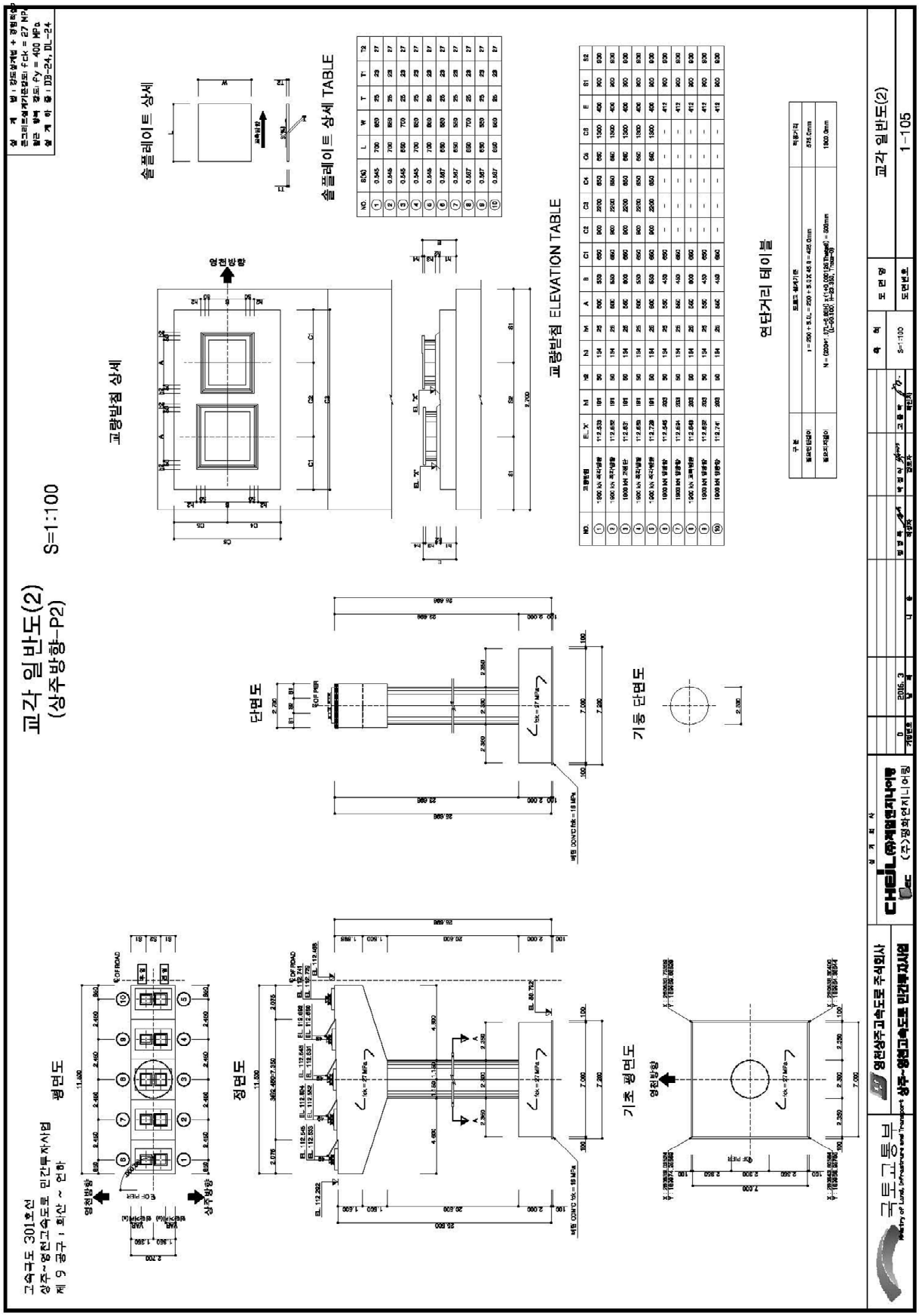

교대 일반도
(상주방향-A2) S=1:100
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하
정면도
단면도 A-A
날개벽(우측)
날개벽(좌측)
단면 B-B
단면 C-C
슬플레이트 상세 S=1:20
상세 A S=1:5
수축줄눈 상세 S=NONE
단면 D-D S=1:30
교량받침 상세 S=1:30
기초 평면도
평면도
말뚝길이 테이블
교량받침 ELEVATION TABLE
슬플레이트 상세 TABLE
연단거리 테이블
노트 사항
교대 일반도
1-031

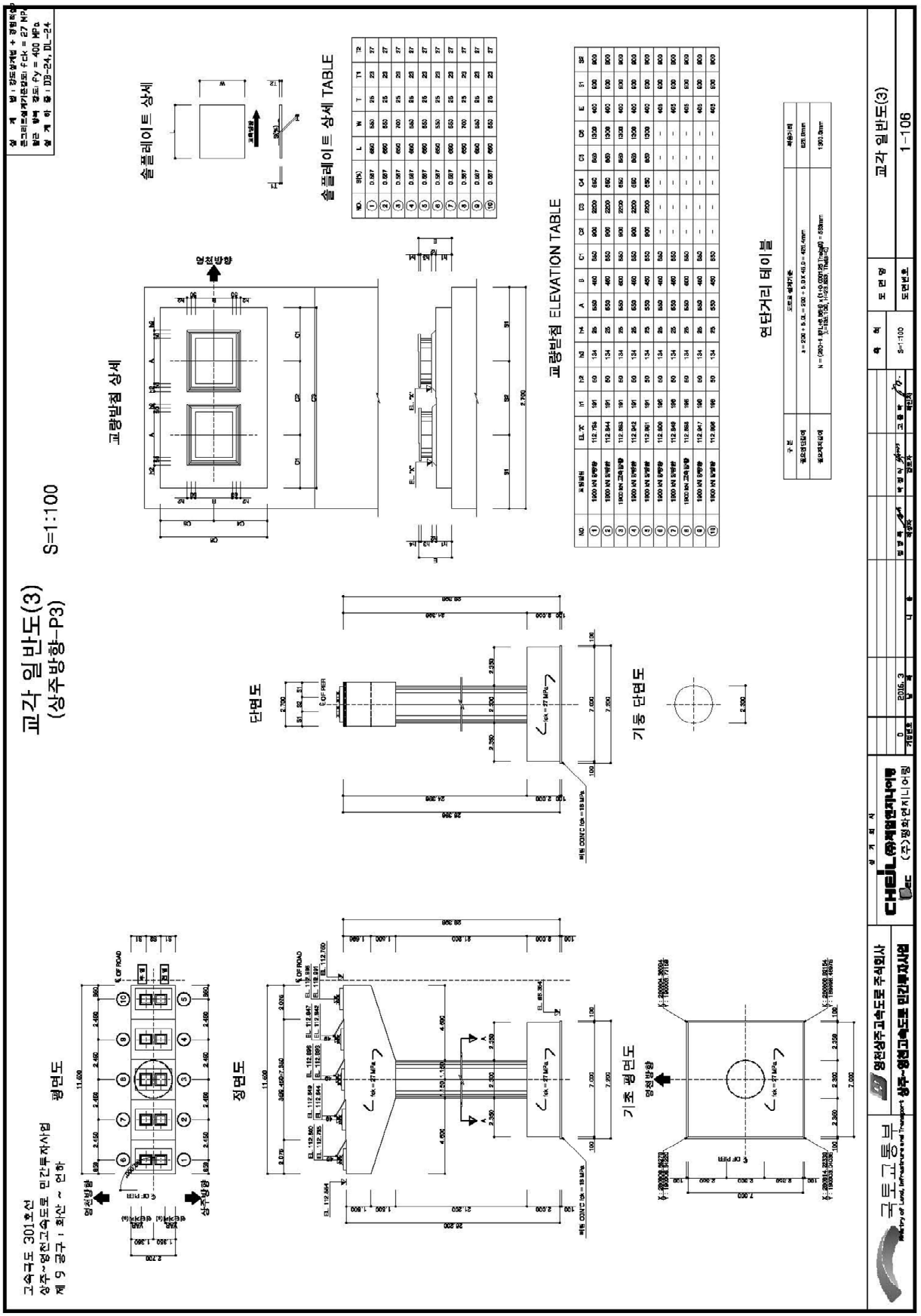

교대 일반도
(영천방향-A1) S=1:100
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 안하
정면도
단면도 A-A
날개벽(좌측)
날개벽(우측)
단면 B-B
단면 C-C
수축줄눈 상세 S=NONE
단면 D-D S=1:30
교량받침 상세 S=1:30
슬플레이트 상세 S=1:20
상세 A S=1:5
말뚝길이 테이블
교량받침 ELEVATION TABLE
슬플레이트 상세 TABLE
기초 평면도
평면도
영천방향
노트사항
교대 일반도
상주~영천고속도로 민간투자사업
(주)영화엔지니어링
2015. 3
1-092

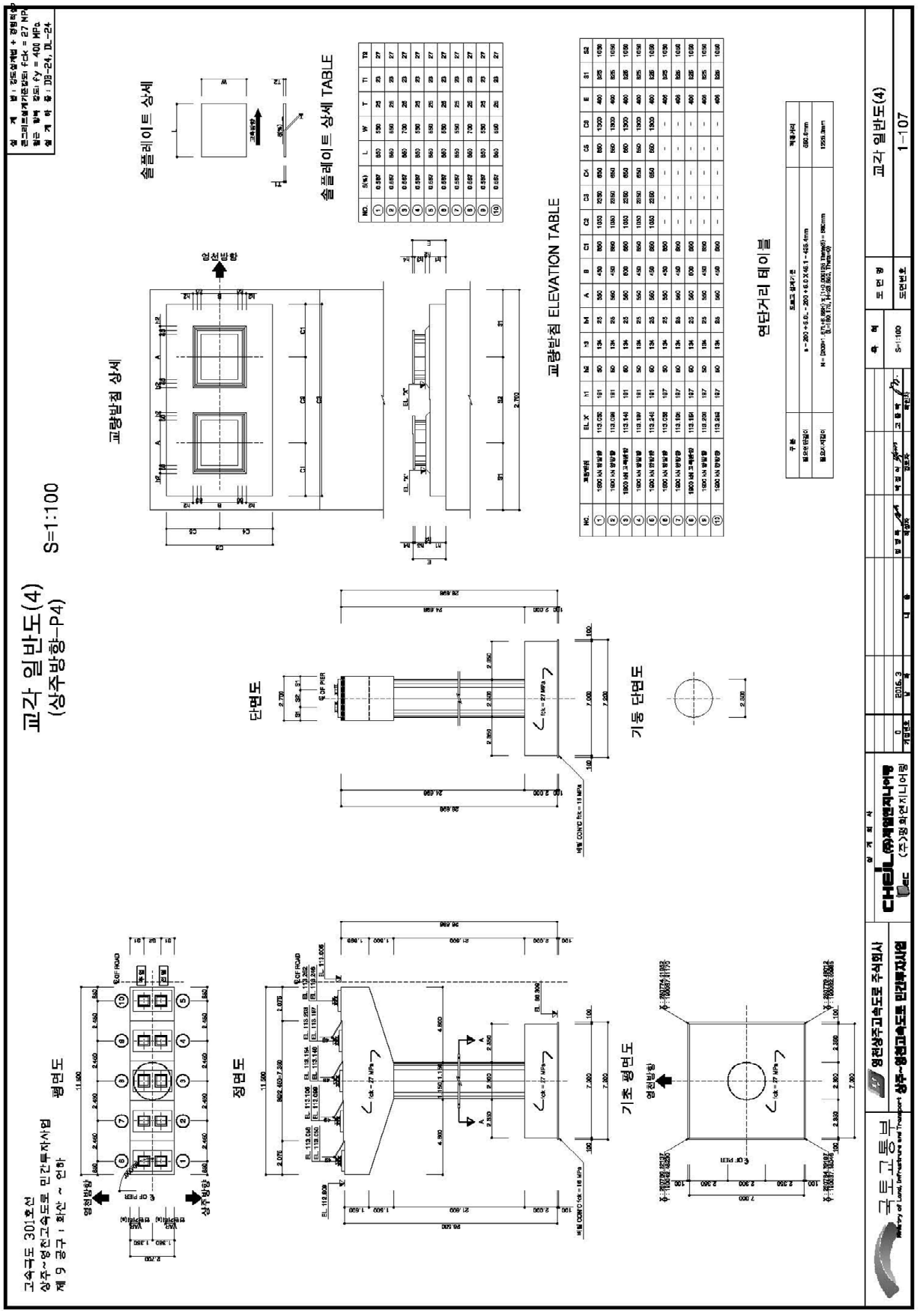

교대 일반도
(영천 방향-A2) S=1:100
정면도
단면도 A-A
날개벽(우측)
단면 C-C
슬플레이트 상세 S=1:20
상세 A S=1:5
수축줄눈 상세 S=NONE
말뚝길이 테이블
교량받침 ELEVATION TABLE
슬플레이트 상세 TABLE
단면 D-D S=1:30
교량받침 상세 S=1:30
기초 평면도
평면도
연단거리 테이블
노트 사항
교대 일반도
1-093

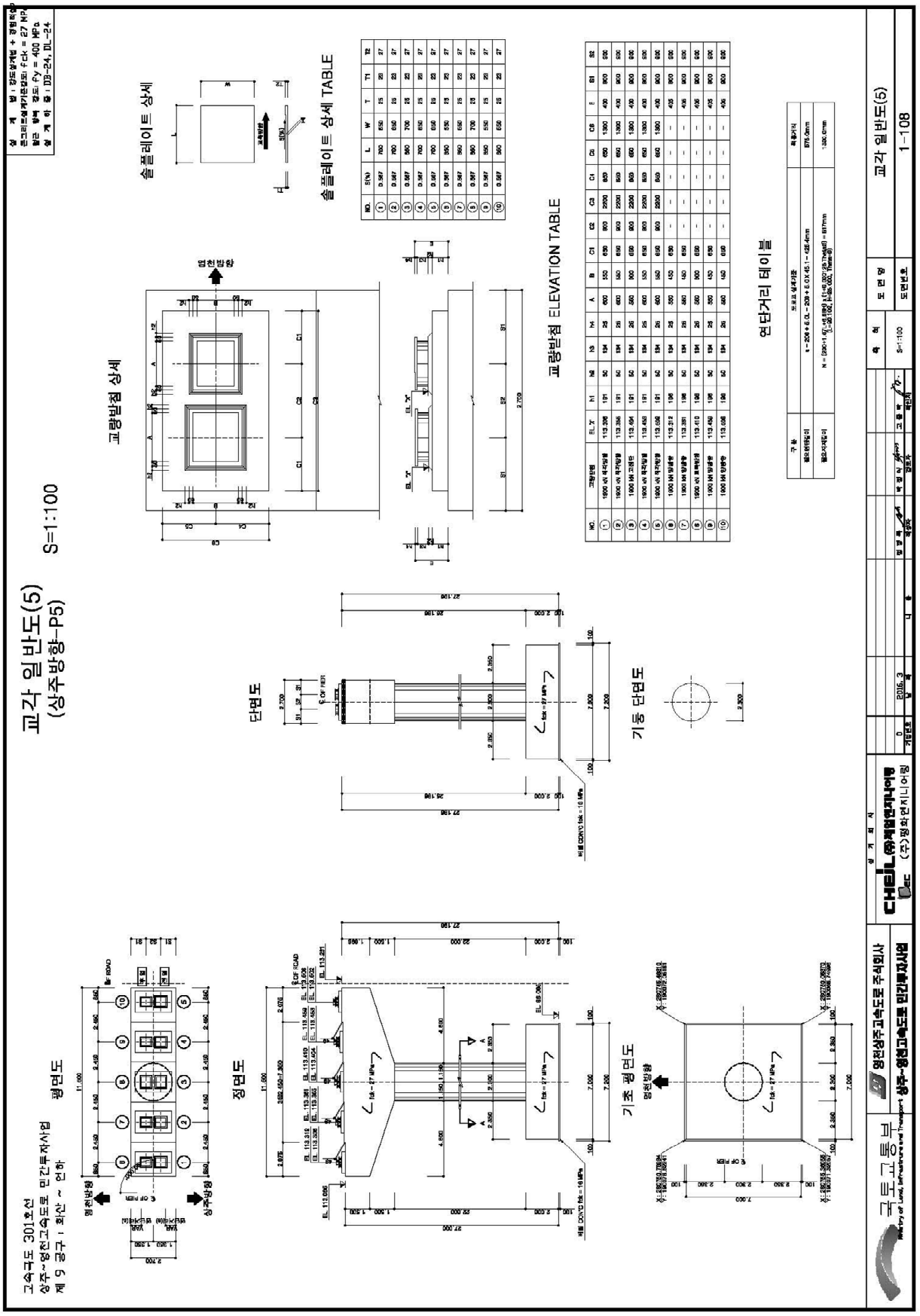
1.3.5 교각 일반도


교각 일반도(1)
(상주방향-P1)
S=1:100
교량받침 상세
슬플레이트 상세
슬플레이트 상세 TABLE
교량받침 ELEVATION TABLE
연단거리 테이블
단면도
기둥 단면도
정면도
기초 평면도
평면도
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 인하
국토교통부
영천상주고속도로 주식회사
CHEIL 제일엔지니어링
(주)명화엔지니어링
교각 일반도(1)
1-104


교각 일반도(2)
(상주방향-P2)
S=1:100
교량받침 상세
영천방향
슬플레이트 상세
슬플레이트 상세 TABLE
교량받침 ELEVATION TABLE
연단거리 테이블
단면도
정면도
기초 단면도
기초 평면도
평면도
영천방향
상주방향
구축구도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 안하
국토교통부
상주-영천고속도로 민간투자사업
CHEIL 삼성물산㈜건설부문
(주)경안엔지니어링
교각 일반도(2)
1-105


교각 일반도(3)
(상주방향-P3)
S=1:100
교량받침 상세
슬플레이트 상세
슬플레이트 상세 TABLE
교량받침 ELEVATION TABLE
연단거리 테이블
단면도
정면도
기초 단면도
기초 평면도
평면도
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 안하
교각 일반도(3)
1-106


교각 일반도(4)
(상주방향-P4)
S=1:100
교량받침 상세
슬플레이트 상세
슬플레이트 상세 TABLE
교량받침 ELEVATION TABLE
연단거리 테이블
단면도
기둥 단면도
정면도
기초 평면도
평면도
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하
교각 일반도(4)
1-107
영천상주고속도로 주식회사
(주)영화산지니어링


교각 일반도(5)
(상주방향-P5)
S=1:100
교량받침 상세
슬플레이트 상세
슬플레이트 상세 TABLE
교량받침 ELEVATION TABLE
연단거리 테이블
평면도
정면도
단면도
기둥 단면도
기초 평면도
영천방향
상주방향
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 안하
영천상주고속도로 주식회사
국토교통부
(주)명화엔지니어링
교각 일반도(5)
1-108

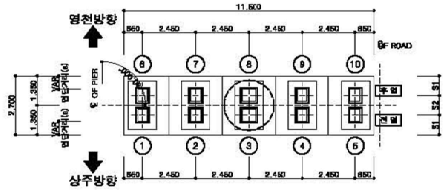
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하

교각 일반도(6)
(상주방향-P6)

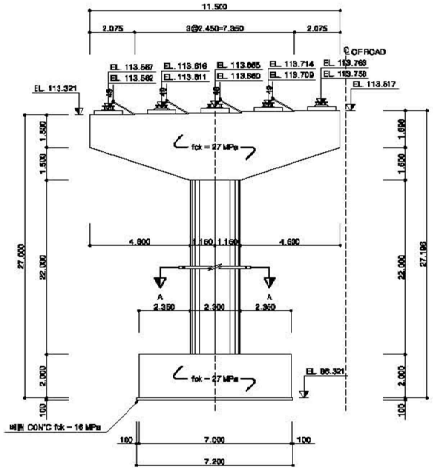
S=1:100

설 계 법 : 강도설계법 + 경험적방법
콘크리트설계기준강도 : fck = 27 MPa
철근 항복 강도 : fy = 400 MPa
설 계 하 중 : DB-24, DL-24

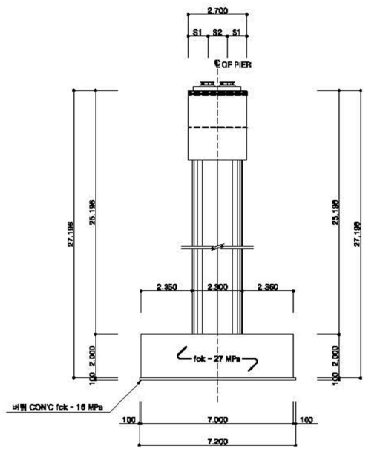
평면도



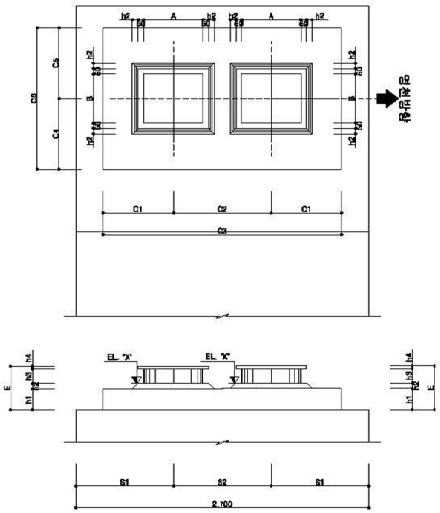
정면도



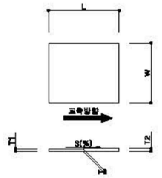
단면도



교량받침 상세



솔플레이트 상세



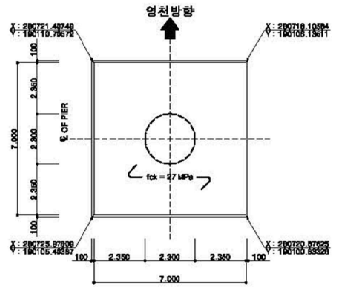
솔플레이트 상세 TABLE

NO.	S(t)	L	W	T	T1	T2
①	0.697	850	550	25	25	27
②	0.697	850	650	25	25	27
③	0.697	850	700	25	25	27
④	0.697	850	550	25	25	27
⑤	0.697	850	650	25	25	27
⑥	0.697	850	550	25	25	27
⑦	0.697	850	650	25	25	27
⑧	0.697	850	700	25	25	27
⑨	0.697	850	550	25	25	27
⑩	0.697	850	650	25	25	27

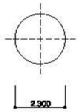
교량받침 ELEVATION TABLE

NO.	교량받침	EL.'K'	h1	h2	h3	h4	A	B	C1	C2	C3	C4	C5	C6	E	S1	S2
①	1900 kN 양방향	113.542	191	50	134	25	550	456	550	900	2200	650	550	1900	400	900	900
②	1900 kN 양방향	113.611	191	50	134	25	550	456	550	900	2200	650	550	1900	400	900	900
③	1900 kN 고력볼팡	113.660	191	50	134	25	550	606	550	900	2200	650	550	1900	400	900	900
④	1900 kN 양방향	113.709	191	50	134	25	550	456	550	900	2200	650	550	1900	400	900	900
⑤	1900 kN 양방향	113.758	191	50	134	25	550	456	550	900	2200	650	550	1900	400	900	900
⑥	1900 kN 양방향	113.587	165	50	134	25	550	456	550	–	-	-	–	–	–	405	900	900
⑦	1900 kN 양방향	113.616	165	50	134	25	550	456	550	–	-	-	–	–	–	405	900	900
⑧	1900 kN 고력볼팡	113.665	165	50	134	25	550	606	550	–	-	-	–	–	–	405	900	900
⑨	1900 kN 양방향	113.714	165	50	134	25	550	456	550	–	-	-	–	–	–	405	900	900
⑩	1900 kN 양방향	113.763	165	50	134	25	550	456	550	–	-	-	–	–	–	405	900	900

기초 평면도



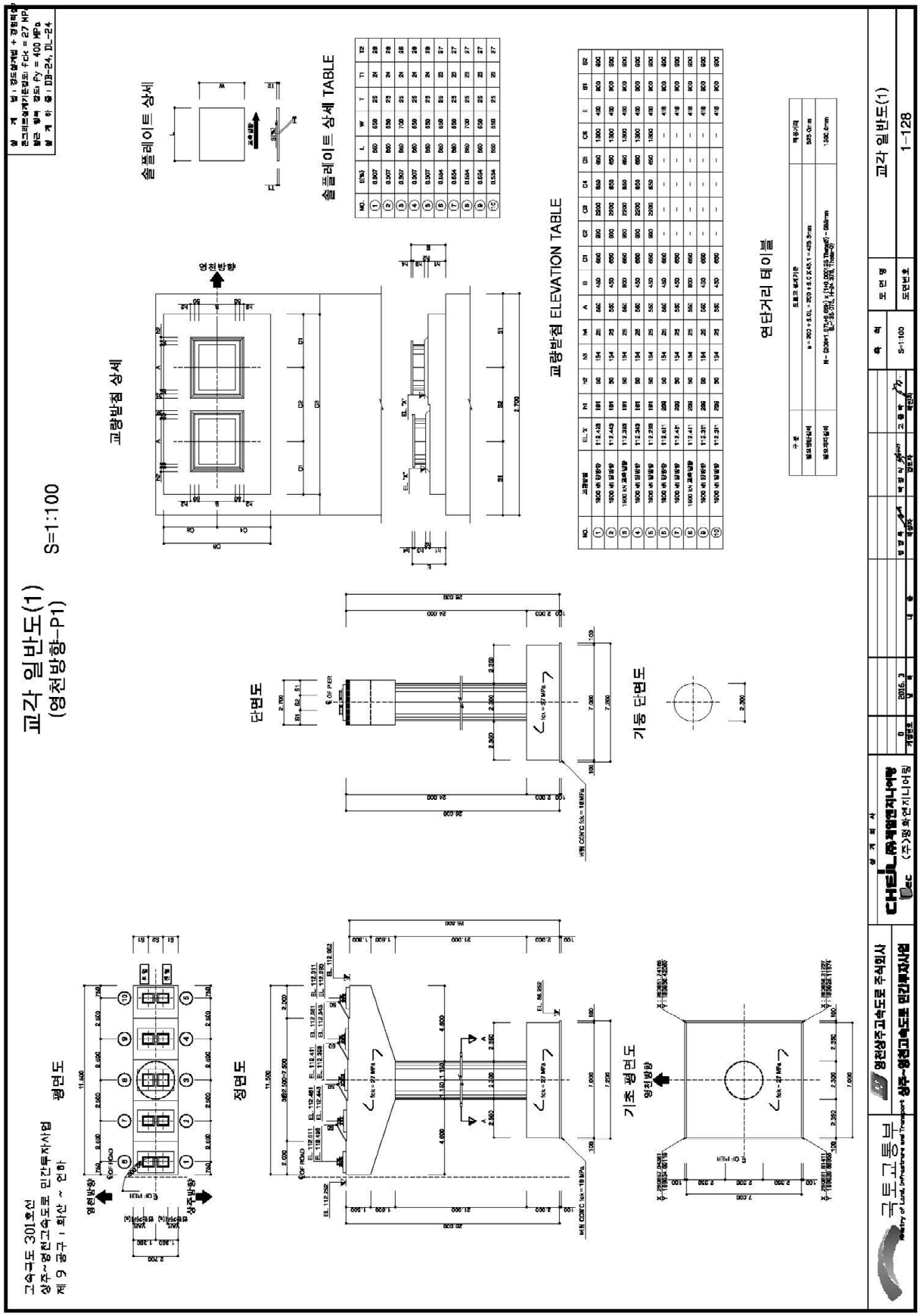
기둥 단면도

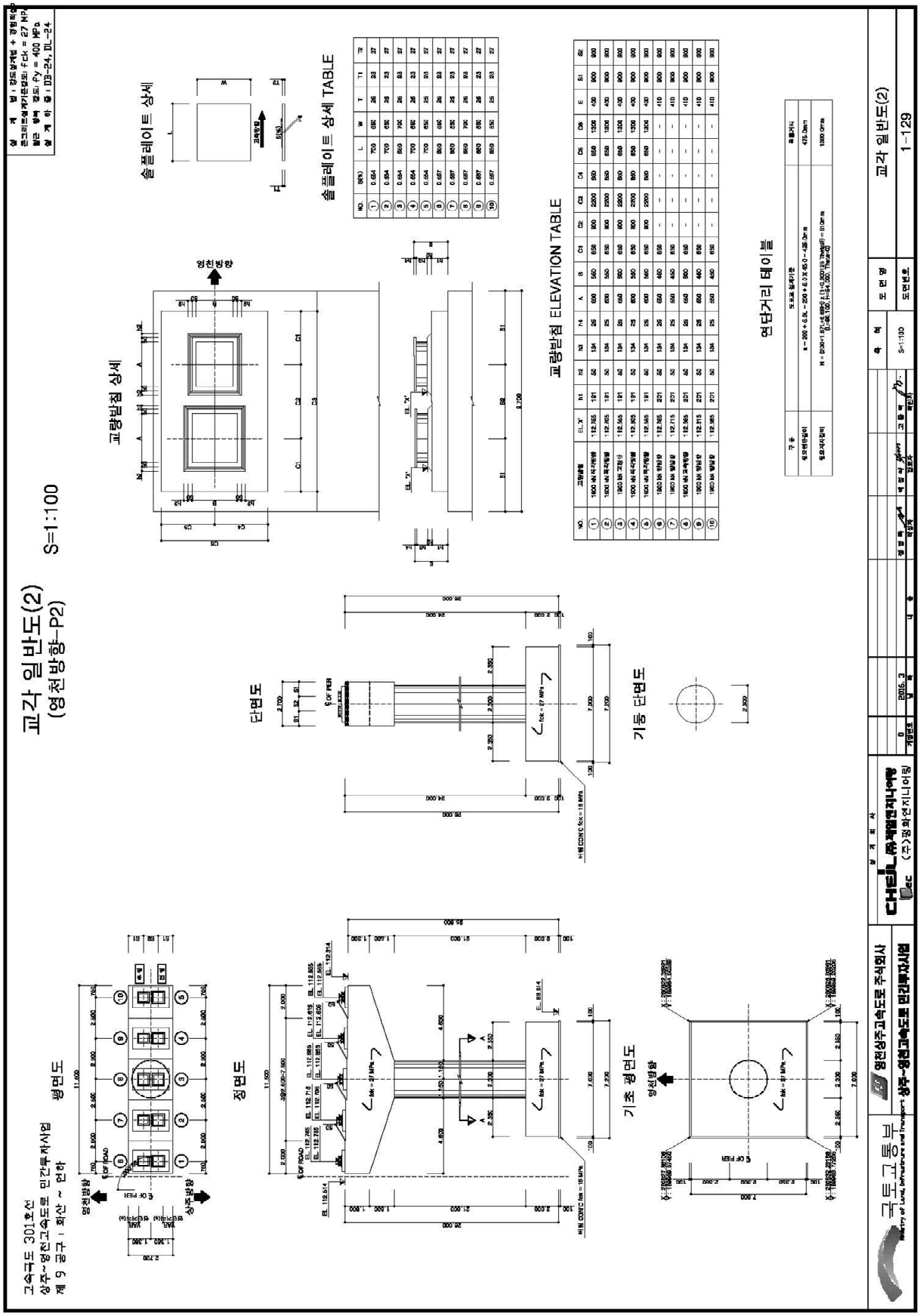


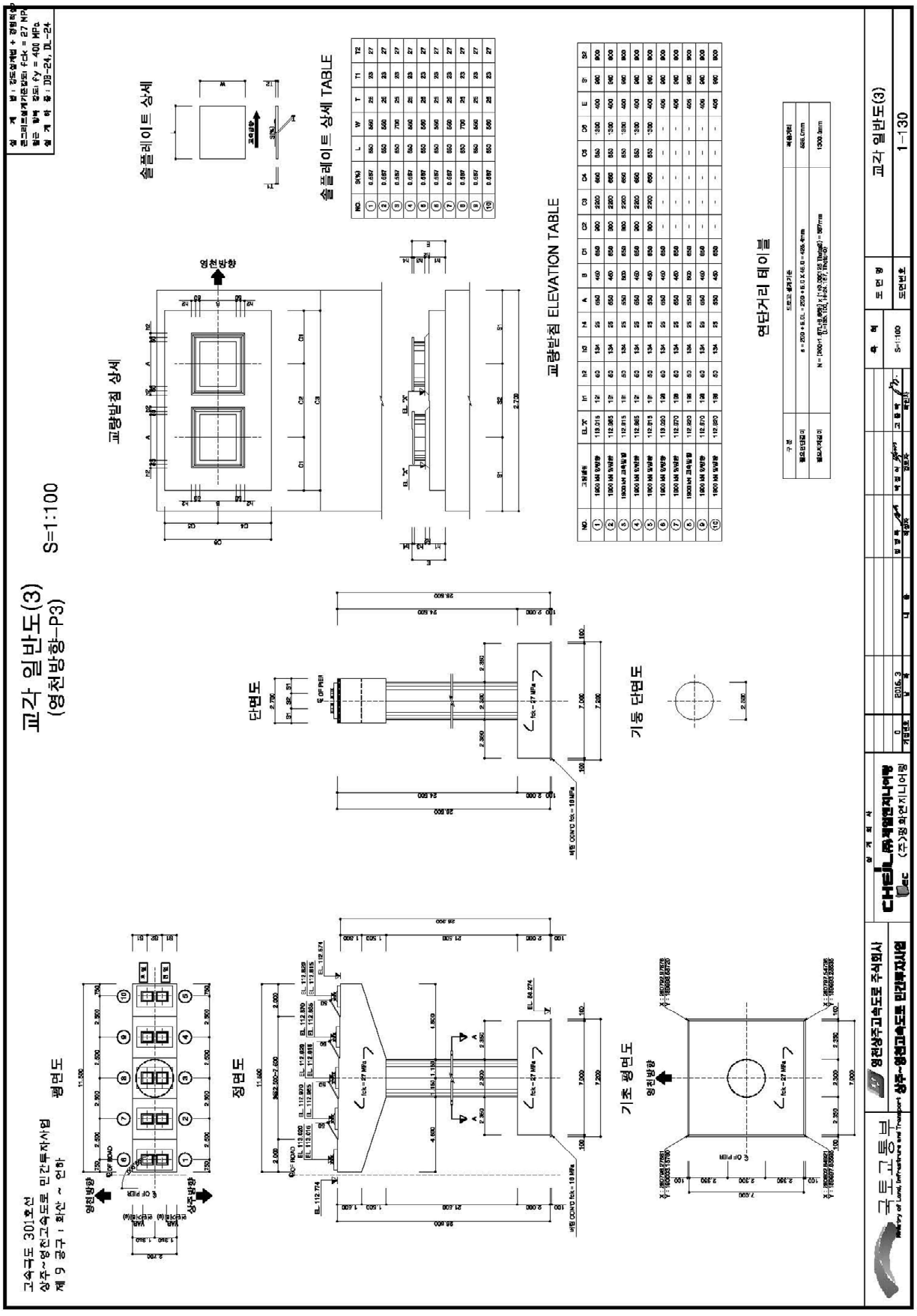
연단거리 테이블

구 분	도로교 설계기준	적용거리
필요연단길이	a = 200 + 5.0L = 200 + 5.0 X 45.0 = 425.5mm	525.0mm
필요제작길이	N = (200+1.97L+6.09H) x (1+0.001125 Tmax(H = 610mm E=90.375, I=24.533, Tmax=C)	1300.0mm

국토교통부 Ministry of Land, Infrastructure and Transport	영천상주고속도로 주식회사	상주~영천고속도로 민간투자사업	설계회사	CHEIL (주)제일엔지니어링 / (주)평화엔지니어링	0	2016. 3		설계	박정희	검토	박상희	검토	고용박	확인	축척	S=1:100	도면명	교각 일반도(6)
					개정번호	날짜	내용										도면번호	1-109


교각 일반도(1)
(영천방향-P1)
S=1:100
교량받침 상세
영천방향
솔플레이트 상세
솔플레이트 상세 TABLE
교량받침 ELEVATION TABLE
연단거리 테이블
단면도
정면도
평면도
기둥 단면도
기초 평면도
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 안하
극토교통부
영천상주고속도로 주식회사
CHEIL 삼성물산 건설부문
(주)영화엔지니어링
교각 일반도(1)
1-128
S=1:100


교각 일반도(2)
(영천방향-P2)
S=1:100
교량받침 상세
솔플레이트 상세
솔플레이트 상세 TABLE
교량받침 ELEVATION TABLE
연단거리 테이블
단면도
기둥 단면도
정면도
기초 평면도
평면도
영천방향
상주방향
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하
국토교통부
영천상주고속도로 주식회사
CHEIL 대림산업
(주)명화엔지니어링
교각 일반도(2)
1-129


교각 일반도(3)
(영천방향-P3)
S=1:100
교량받침 상세
슬플레이트 상세
슬플레이트 상세 TABLE
교량받침 ELEVATION TABLE
연단거리 테이블
평면도
정면도
단면도
기초 평면도
기둥 단면도
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하
(주)영화건시티어링
교각 일반도(3)
1-130

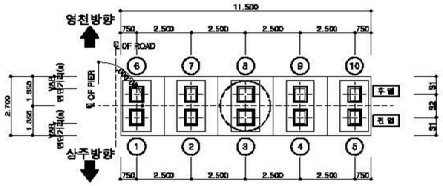
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하

교각 일반도(4)
(영천방향-P4)

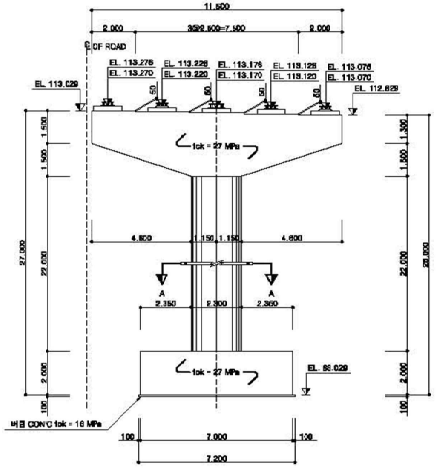
S=1:100

설 계 법 : 강도설계법 + 경험적방법
콘크리트설계기준강도: fck = 27 MPa
철근 항복 강도: fy = 400 MPa
설 계 하 중 : DB-24, DL-24

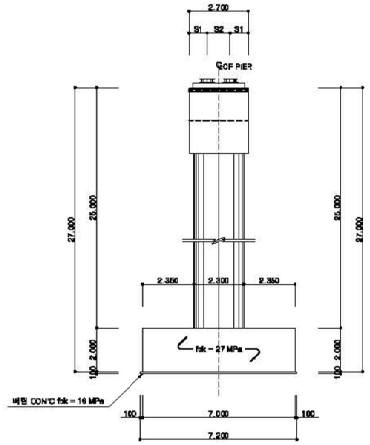
평면도



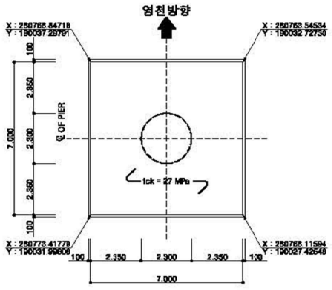
정면도



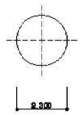
단면도



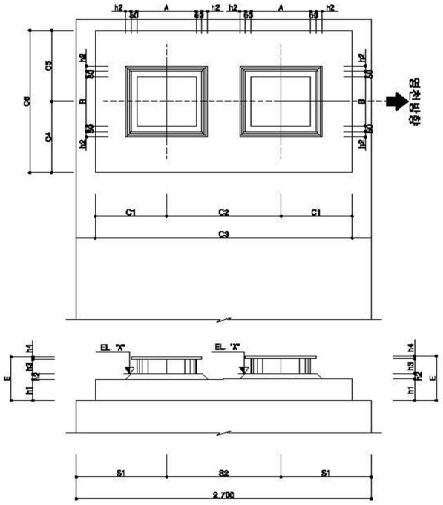
기초 평면도



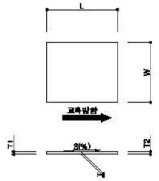
기둥 단면도



교량받침 상세



솔플레이트 상세



솔플레이트 상세 TABLE

NO.	S(%)	L	W	T	T1	T2
①	0.567	650	550	25	23	27
②	0.567	650	550	25	23	27
③	0.567	650	700	25	23	27
④	0.567	650	550	25	23	27
⑤	0.567	650	550	25	23	27
⑥	0.567	650	550	25	23	27
⑦	0.567	650	550	25	23	27
⑧	0.567	650	700	25	23	27
⑨	0.567	650	550	25	23	27
⑩	0.567	650	550	25	23	27

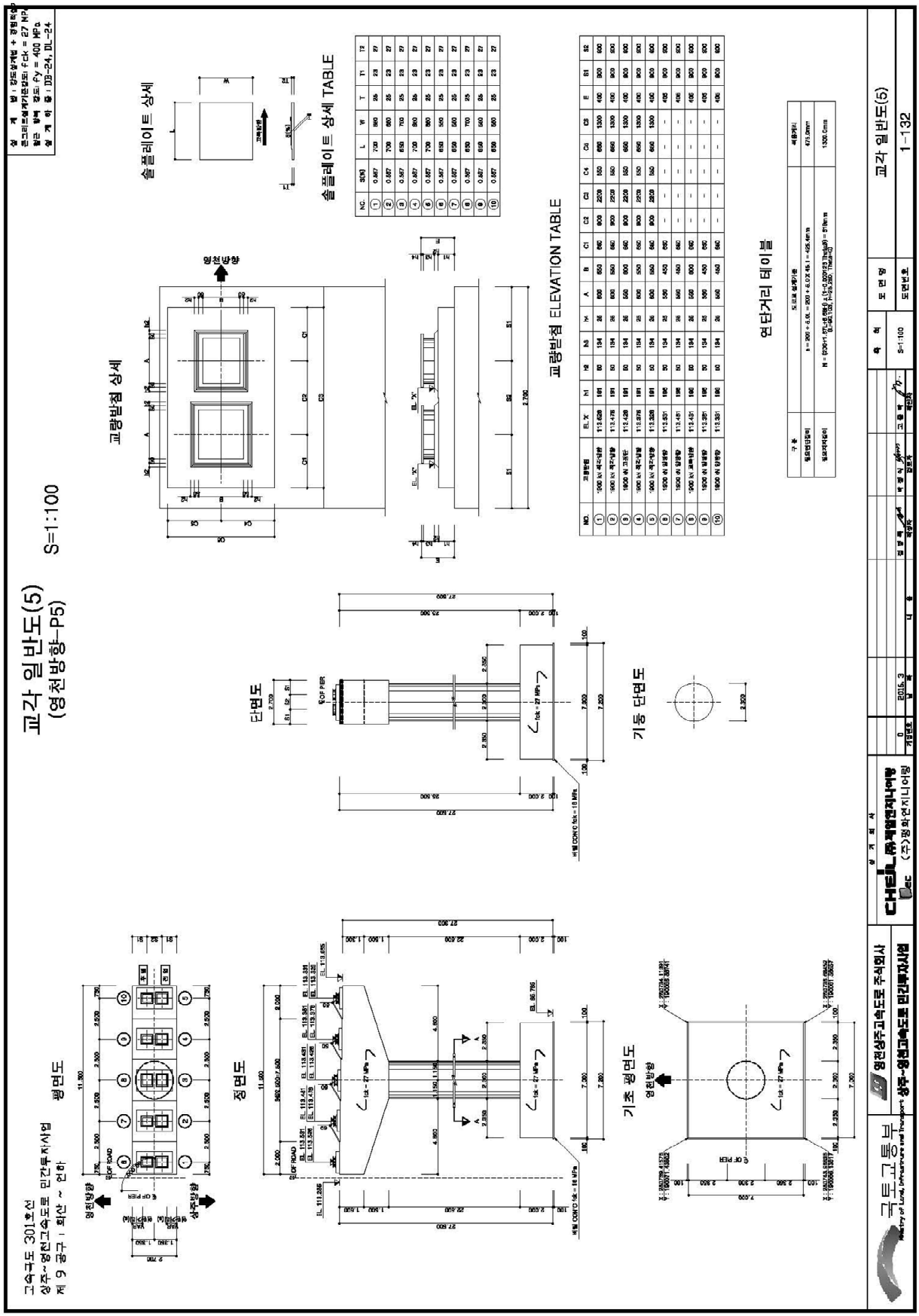
교량받침 ELEVATION TABLE

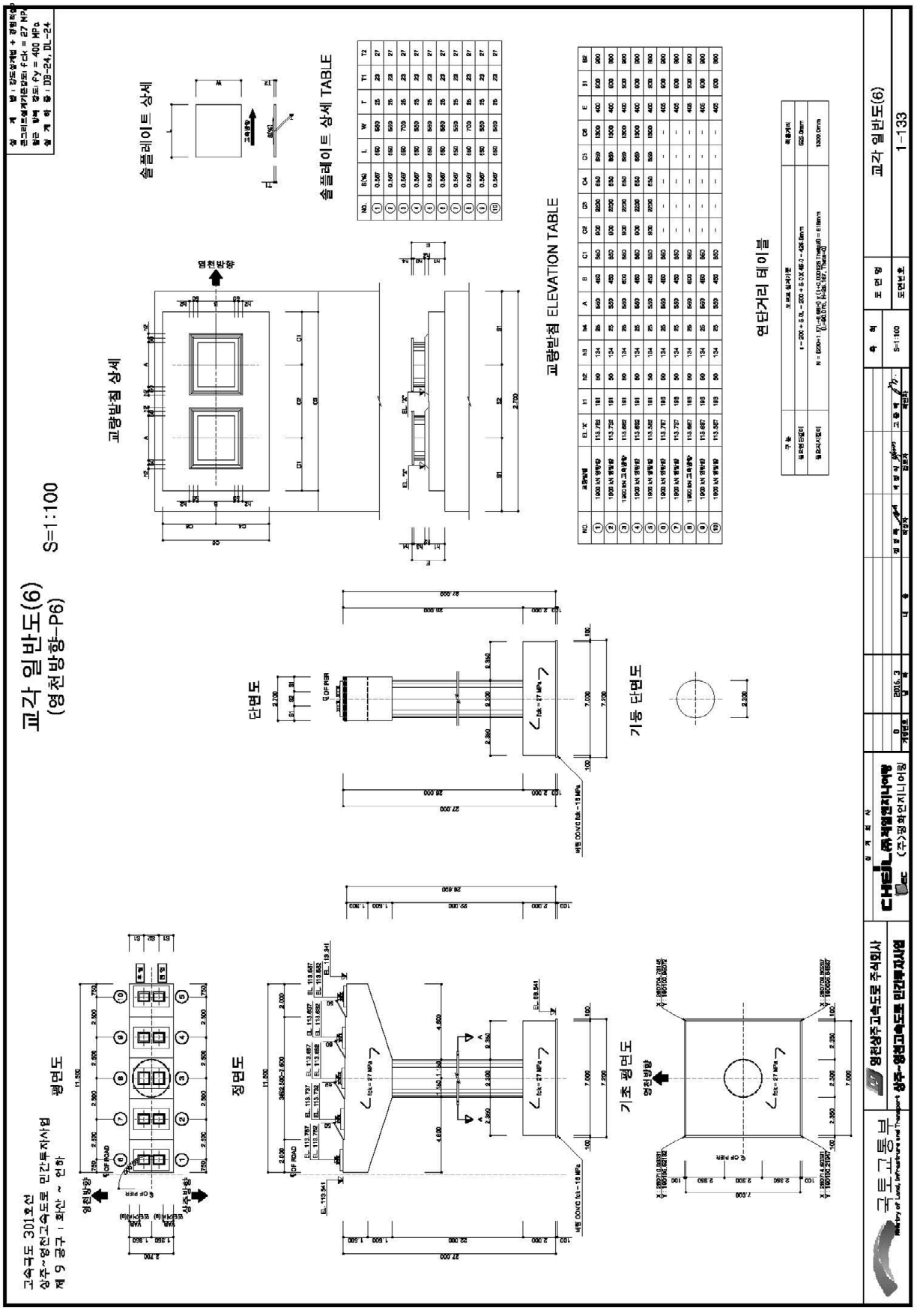
NO.	교량받침	EL."X"	h1	h2	h3	h4	A	B	C1	C2	C3	C4	C5	C6	E	S1	S2
①	1900 kN 양방향	113.270	191	59	134	25	550	450	550	1050	2350	550	550	1300	400	525	1050
②	1900 kN 양방향	113.220	191	59	134	25	550	450	550	1050	2350	550	550	1300	400	525	1050
③	1900 kN 고력방향	113.170	191	59	134	25	550	500	550	1050	2350	550	550	1300	400	525	1050
④	1900 kN 양방향	113.120	191	59	134	25	550	450	550	1050	2350	550	550	1300	400	525	1050
⑤	1900 kN 양방향	113.070	191	59	134	25	550	450	550	1050	2350	550	550	1300	400	525	1050
⑥	1900 kN 양방향	113.278	197	59	134	25	550	450	550	-	-	-	-	-	400	525	1050
⑦	1900 kN 양방향	113.228	197	59	134	25	550	450	550	-	-	-	-	-	400	525	1050
⑧	1900 kN 고력방향	113.178	197	59	134	25	550	500	550	-	-	-	-	-	400	525	1050
⑨	1900 kN 양방향	113.128	197	59	134	25	550	450	550	-	-	-	-	-	400	525	1050
⑩	1900 kN 양방향	113.078	197	59	134	25	550	450	550	-	-	-	-	-	400	525	1050

연단거리 테이블

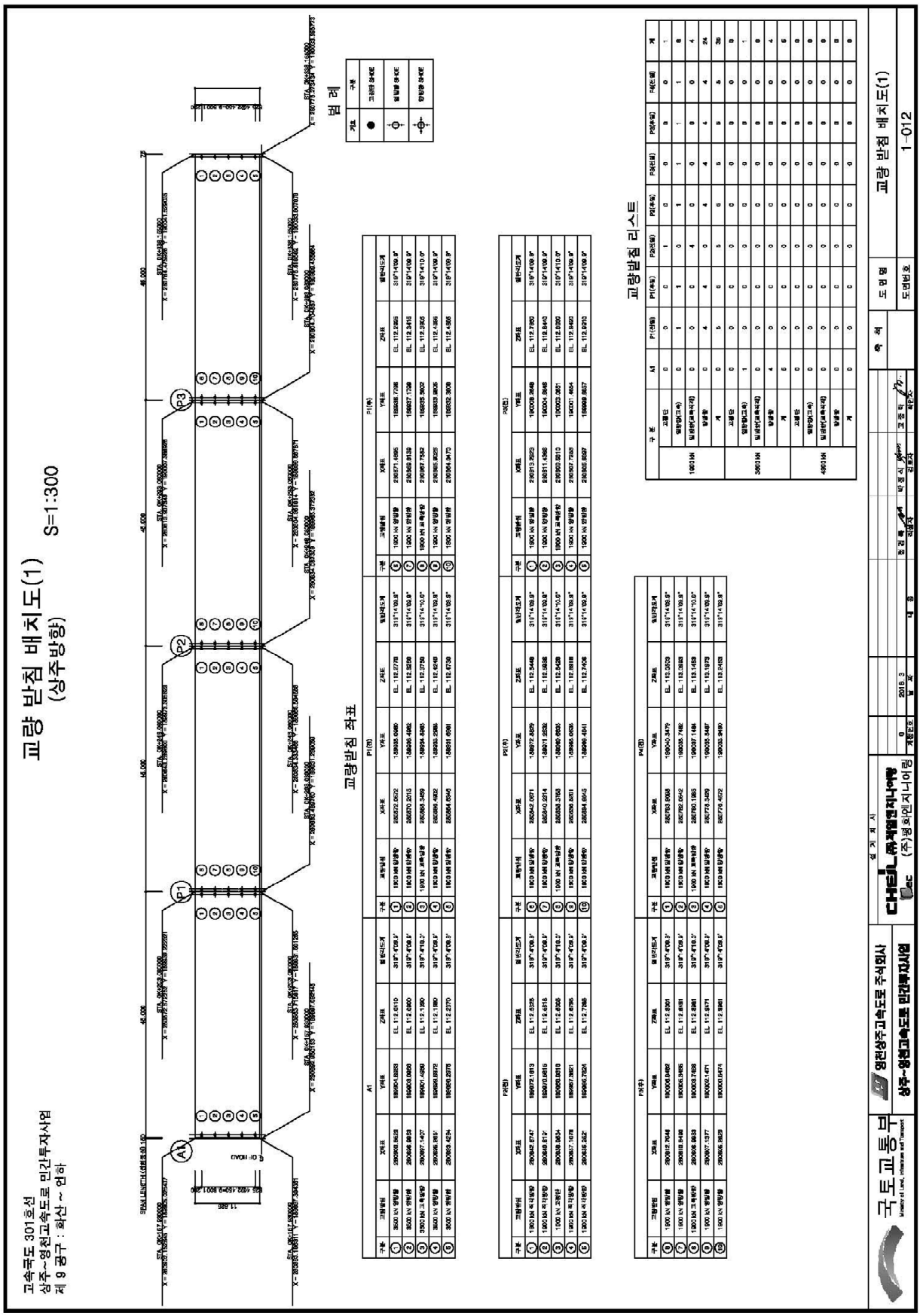
구 분	도로교 설계기준	측정거리
필요연단길이	a = 200 + 6.0L = 200 + 6.0 X 45.1 = 425.4mm	525.0mm
필요지지길이	N = (200+1.67L+6.6H+0.x(1+0.0017.25 Theta)) = 653mm (L=160.175, H=24.376, Theta=0)	1225.0mm

국토교통부 Ministry of Land, Infrastructure and Transport	영천상주고속도로 주식회사 / 상주~영천고속도로 민간투자사업	설계회사 CHEIL 제일엔지니어링 / (주)평화엔지니어링	0	2016. 3		임병록	박정식	고동백	축 척	도면명	교각 일반도(4)
			개정번호	날 짜	내 용	작성자	검토자	확인자	S=1:100	도면번호	1-131


교각 일반도(5)
(영천방향-P5)
S=1:100
교량받침 상세
슬플레이트 상세
슬플레이트 상세 TABLE
교량받침 ELEVATION TABLE
연단거리 테이블
평면도
정면도
단면도
기초 평면도
기둥 단면도
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 안하
극동고통부
영천상주고속도로 주식회사
CHEIL 제일엔지니어링
(주)정화엔지니어링
상주-영천고속도로 민간투자사업
교각 일반도(5)
1-132
Ⅱ. 교 량 편 - 42

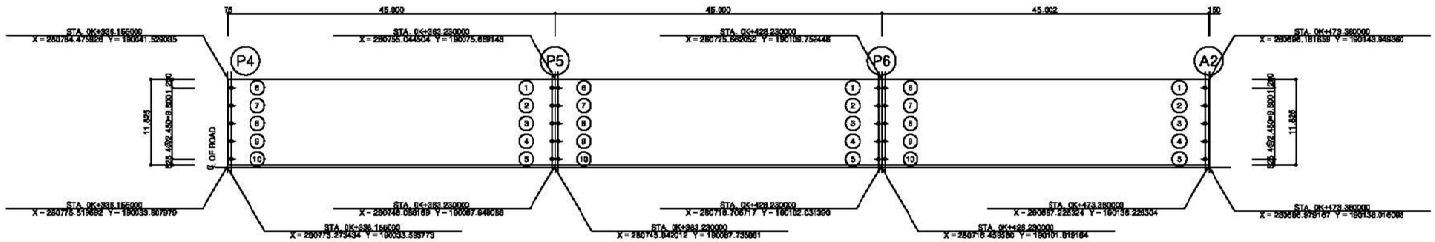

교각 일반도(6)
(영천방향-P6)
S=1:100
교량받침 상세
슬플레이트 상세
슬플레이트 상세 TABLE
교량받침 ELEVATION TABLE
연단거리 테이블
평면도
정면도
단면도
기초 평면도
기둥 단면도
영천방향
상주방향
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하
국토교통부
영천상주고속도로 주식회사
CHEIL 삼성엔지니어링
(주)경화엔지니어링
교각 일반도(6)
1-133
Ⅱ. 교 량 편 – 43

1.3.6 교량받침 배치도


교량 받침 배치도(1)
(상주방향)
S=1:300
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 안하
범 례
교량받침 좌표
교량받침 리스트
국토교통부
영천상주고속도로 주식회사
상주-영천고속도로 민간투자사업
(주)평화엔지니어링
교량 받침 배치도(1)
1-012

고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하

교량 받침 배치도(2)
(상주방향) S=1:300



교량받침 좌표

P4(후)						P5(전)						P5(후)					
구분	교량받침	X좌표	Y좌표	Z좌표	일반각도계	구분	교량받침	X좌표	Y좌표	Z좌표	일반각도계	구분	교량받침	X좌표	Y좌표	Z좌표	일반각도계
⑤	1900 kN 양방향	280783.2242	190341.1481	EL. 113.0582	319°14'09.9"	①	1900 kN 곡각방향	280754.4864	190074.8443	EL. 113.3094	319°14'09.9"	⑥	1900 kN 양방향	280768.8418	190075.2594	EL. 113.3116	319°14'09.9"
⑦	1900 kN 양방향	280781.3688	190339.5484	EL. 113.1362	319°14'09.9"	②	1900 kN 곡각방향	280752.5758	190072.9461	EL. 113.3654	319°14'09.9"	⑦	1900 kN 양방향	280761.9861	190075.0267	EL. 113.3856	319°14'09.9"
⑧	1900 kN 고측방향	280779.5130	190337.9437	EL. 113.1542	319°14'10.0"	③	1900 kN 고정단	280750.7161	190071.3454	EL. 113.4044	319°14'10.0"	⑧	1900 kN 고측방향	280753.1305	190072.0070	EL. 113.4065	319°14'10.0"
⑨	1900 kN 양방향	280777.1678	190336.3449	EL. 113.2332	319°14'09.9"	④	1900 kN 곡각방향	280748.8825	190069.7666	EL. 113.4634	319°14'09.9"	⑨	1900 kN 양방향	280748.2748	190070.4078	EL. 113.4586	319°14'09.9"
⑩	1900 kN 양방향	280776.0017	190334.7449	EL. 113.2322	319°14'09.9"	⑤	1900 kN 곡각방향	280747.0689	190068.1469	EL. 113.5024	319°14'09.9"	⑩	1900 kN 양방향	280746.4992	190068.8276	EL. 113.5026	319°14'09.9"

P5(전)						P6(후)						A2					
구분	교량받침	X좌표	Y좌표	Z좌표	일반각도계	구분	교량받침	X좌표	Y좌표	Z좌표	일반각도계	구분	교량받침	X좌표	Y좌표	Z좌표	일반각도계
①	1900 kN 양방향	280725.0470	190109.8251	EL. 113.5915	319°14'09.9"	⑥	1900 kN 양방향	280734.4553	190109.3097	EL. 113.5650	319°14'09.9"	①	4300 kN 양방향	280895.8545	190142.7114	EL. 113.5771	319°14'09.9"
②	1900 kN 양방향	280725.1919	190107.2854	EL. 113.6163	319°14'09.9"	⑦	1900 kN 양방향	280722.6837	190107.7100	EL. 113.6159	319°14'09.9"	②	4300 kN 양방향	280893.8082	190141.1117	EL. 113.7201	319°14'09.9"
③	1900 kN 고측방향	280721.3357	190106.4257	EL. 113.6598	319°14'10.0"	⑧	1900 kN 고측방향	280720.7460	190105.1103	EL. 113.6549	319°14'10.0"	③	4300 kN 고측방향	280891.9632	190139.5120	EL. 113.7761	319°14'10.0"
④	1900 kN 양방향	280719.4800	190103.8259	EL. 113.7085	319°14'09.9"	⑨	1900 kN 양방향	280718.5924	190104.5106	EL. 113.7139	319°14'09.9"	④	4300 kN 양방향	280890.2978	190137.9122	EL. 113.8241	319°14'09.9"
⑤	1900 kN 양방향	280717.6944	190102.2252	EL. 113.7573	319°14'09.9"	⑩	1900 kN 양방향	280717.0958	190102.9109	EL. 113.7629	319°14'09.9"	⑤	4300 kN 양방향	280888.2419	190136.3125	EL. 113.8781	319°14'09.9"

범 례

기호	구분
●	고정단 SHOE
⊕	일방향 SHOE
⊕	양방향 SHOE

교량받침 리스트

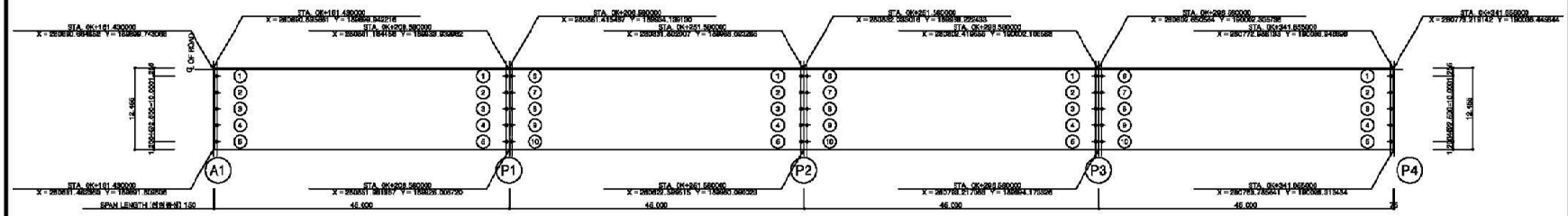
구 분		P4(후일)	P5(전일)	P5(후일)	P6(전일)	P6(후일)	A2	계
1900 kN	고정단	0	1	0	0	0	0	1
	일방향(고측)	1	0	1	1	1	0	4
	일방향(고측직각)	0	4	0	0	0	0	4
	양방향	4	0	4	4	4	0	16
	계	5	5	5	5	5	0	25
3600 kN	고정단	0	0	0	0	0	0	0
	일방향(고측)	0	0	0	0	0	0	0
	일방향(고측직각)	0	0	0	0	0	0	0
	양방향	0	0	0	0	0	0	0
	계	0	0	0	0	0	0	0
4300 kN	고정단	0	0	0	0	0	0	0
	일방향(고측)	0	0	0	0	0	1	1
	일방향(고측직각)	0	0	0	0	0	0	0
	양방향	0	0	0	0	0	4	4
	계	0	0	0	0	0	5	5

국토교통부 Ministry of Land, Infrastructure and Transport	영천상주고속도로 주식회사 / 상주~영천고속도로 민간투자사업	설계책임 CHEJL (주)제일엔지니어링 / (주)평화엔지니어링	0 / 개정번호	2016. 3 / 날 짜	내 용	검 토 / 작업자	박 / 김	고 / 확인자	축 척	도 면 명	교량 받침 배치도(2)
										도면번호	1-013

고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하

교량 받침 배치도(3)
(영천방향)

S=1:300



교량받침 좌표

A1						P1(전)						P1(후)					
구분	고정받침	X좌표	Y좌표	Z좌표	일반각도계	구분	고정받침	X좌표	Y좌표	Z좌표	일반각도계	구분	고정받침	X좌표	Y좌표	Z좌표	일반각도계
①	4300 kN 양방향	280689.5635	189999.5772	EL. 112.2177	319°14'09.9"	①	1900 kN 양방향	280380.7587	189932.9789	EL. 112.4629	319°14'09.9"	⑥	1900 kN 양방향	280369.1771	189933.8906	EL. 112.6107	319°14'09.9"
②	4300 kN 양방향	280687.9600	189997.9449	EL. 112.1977	319°14'09.9"	②	1900 kN 양방향	280383.5952	189931.3465	EL. 112.4429	319°14'09.9"	⑦	1900 kN 양방향	280368.2778	189932.0382	EL. 112.4907	319°14'09.9"
③	4300 kN 고속철방	280685.7635	189996.2125	EL. 112.1177	319°14'10.0"	③	1900 kN 고속철방	280386.9717	189929.7141	EL. 112.3929	319°14'10.0"	⑧	1900 kN 고속철방	280368.3841	189930.3959	EL. 112.4107	319°14'10.0"
④	4300 kN 양방향	280683.8730	189994.8801	EL. 112.0577	319°14'09.9"	④	1900 kN 양방향	280389.5782	189928.0515	EL. 112.3429	319°14'09.9"	⑨	1900 kN 양방향	280364.4905	189928.7634	EL. 112.3807	319°14'09.9"
⑤	4300 kN 양방향	280681.9795	189993.0478	EL. 112.0177	319°14'09.9"	⑤	1900 kN 양방향	280393.1847	189926.4494	EL. 112.2929	319°14'09.9"	⑩	1900 kN 양방향	280362.5979	189927.1311	EL. 112.3107	319°14'09.9"

P2(전)						P2(후)						P3(전)					
구분	고정받침	X좌표	Y좌표	Z좌표	일반각도계	구분	고정받침	X좌표	Y좌표	Z좌표	일반각도계	구분	고정받침	X좌표	Y좌표	Z좌표	일반각도계
①	1900 kN 직각방향	280631.3783	189997.0622	EL. 112.7545	319°14'09.9"	⑥	1900 kN 양방향	280530.7995	189937.7435	EL. 112.7649	319°14'09.9"	①	1900 kN 양방향	280361.9938	190001.1453	EL. 113.0146	319°14'09.9"
②	1900 kN 직각방향	280629.4826	189996.4998	EL. 112.7048	319°14'09.9"	⑦	1900 kN 양방향	280533.8961	189936.1115	EL. 112.7148	319°14'09.9"	②	1900 kN 양방향	280362.1003	189999.5131	EL. 112.9948	319°14'09.9"
③	1900 kN 고정단	280627.5939	189993.7974	EL. 112.6548	319°14'10.0"	⑧	1900 kN 고속철방향	280527.0016	189994.4791	EL. 112.6648	319°14'10.0"	③	1900 kN 고속철방	280758.2058	189997.6907	EL. 112.9148	319°14'10.0"
④	1900 kN 직각방향	280625.8857	189992.1651	EL. 112.6048	319°14'09.9"	⑨	1900 kN 양방향	280525.1381	189992.8467	EL. 112.6148	319°14'09.9"	④	1900 kN 양방향	280758.3153	189998.2484	EL. 112.8548	319°14'09.9"
⑤	1900 kN 직각방향	280623.8022	189988.5327	EL. 112.5548	319°14'09.9"	⑩	1900 kN 양방향	280523.2148	189991.2144	EL. 112.5648	319°14'09.9"	⑤	1900 kN 양방향	280754.4196	189994.8160	EL. 112.8148	319°14'09.9"

P3(후)						P4(전)					
구분	고정받침	X좌표	Y좌표	Z좌표	일반각도계	구분	고정받침	X좌표	Y좌표	Z좌표	일반각도계
⑥	1900 kN 양방향	280901.4032	190001.8271	EL. 112.6199	319°14'09.9"	①	1900 kN 양방향	280772.6114	190035.2268	EL. 113.2701	319°14'09.9"
⑦	1900 kN 양방향	280768.5127	190000.1948	EL. 112.8899	319°14'09.9"	②	1900 kN 양방향	280770.7179	190033.5964	EL. 113.2201	319°14'09.9"
⑧	1900 kN 고속철방	280767.0122	189998.5624	EL. 112.6199	319°14'10.0"	③	1900 kN 고속철방향	280768.8244	190031.9840	EL. 113.1701	319°14'10.0"
⑨	1900 kN 양방향	280765.7258	189998.5309	EL. 112.8899	319°14'09.9"	④	1900 kN 양방향	280766.9365	190030.3917	EL. 113.1201	319°14'09.9"
⑩	1900 kN 양방향	280763.8321	189996.2977	EL. 112.6199	319°14'09.9"	⑤	1900 kN 양방향	280765.0573	190028.6853	EL. 113.0701	319°14'09.9"

범 례

기호	구분
●	고정단 SHOE
⊕	일방향 SHOE
⊕	양방향 SHOE

교량받침 리스트

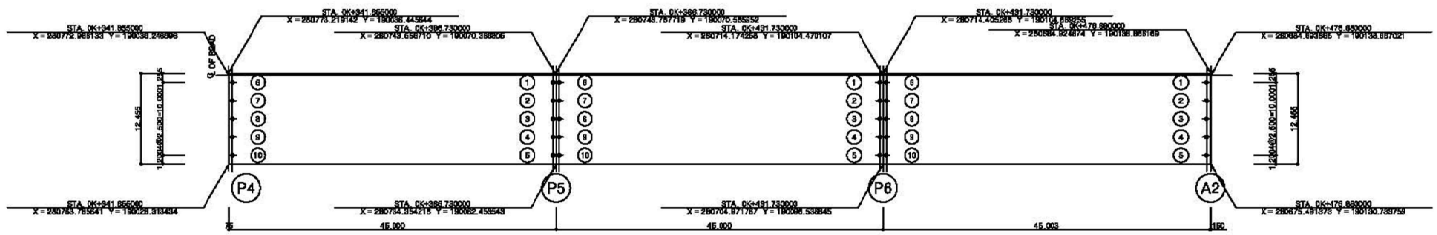
구 분		A1	P1(전방)	P1(후방)	P2(전방)	P2(후방)	P3(후방)	P3(전방)	P4(전방)	계
1900 kN	고정단	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	일방향(고속)	0	1	1	0	1	1	1	1	6
	일방향(고속제외)	0	0	0	4	0	0	0	0	4
	양방향	0	4	4	0	4	4	4	4	24
	계	0	5	5	5	5	5	5	5	35
4300 kN	고정단	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	일방향(고속)	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	일방향(고속제외)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	양방향	4	0	0	0	0	0	0	0	4
	계	5	0	0	0	0	0	0	0	5

국토교통부 Ministry of Land, Infrastructure and Transport	영천상주고속도로 주식회사 / 상주~영천고속도로 민간투자사업	설계회사 CHEIL 제일엔지니어링 / (주)평화엔지니어링	0	2018. 3		정 김 록	나 중 식	고 중 덕	축 척	S=1:300	도면명	교량 받침 배치도(3)
			개정번호	날 짜	내 용	작성자	검토자	확인자			도면번호	1-014

고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하

교량 받침 배치도(4)
(영천방향)

S=1:300



교량받침 좌표

P4(후)						P5(전)						P5(후)					
구분	고정일련	X좌표	Y좌표	Z좌표	일반각도계	구분	고정일련	X좌표	Y좌표	Z좌표	일반각도계	구분	고정일련	X좌표	Y좌표	Z좌표	일반각도계
⑥	1900 kN 양방향	280771.9258	190038.9240	EL. 113.2761	315°14'09.9"	①	1900 kN 직각방향	280743.1310	190069.4257	EL. 113.5283	315°14'09.9"	⑤	1900 kN 양방향	280742.5433	190070.1078	EL. 113.5314	315°14'09.9"
⑦	1900 kN 양방향	280770.0323	190034.9617	EL. 113.2251	315°14'09.9"	②	1900 kN 직각방향	280741.2375	190067.7933	EL. 113.4788	315°14'09.9"	⑦	1900 kN 양방향	280740.8496	190068.4750	EL. 113.4814	315°14'09.9"
⑧	1900 kN 고속방향	280769.1386	190032.7586	EL. 113.1751	315°14'10.0"	③	1900 kN 고속방향	280739.3440	190066.1816	EL. 113.4283	315°14'10.0"	⑧	1900 kN 고속방향	280739.7563	190068.8429	EL. 113.4314	315°14'10.0"
⑨	1900 kN 양방향	280768.2452	190031.1270	EL. 113.1251	315°14'09.9"	④	1900 kN 직각방향	280737.4604	190064.5256	EL. 113.3788	315°14'09.9"	⑨	1900 kN 양방향	280738.9823	190065.2109	EL. 113.3814	315°14'09.9"
⑩	1900 kN 양방향	280764.3617	190029.4648	EL. 113.0751	315°14'09.9"	⑤	1900 kN 직각방향	280735.5699	190062.8962	EL. 113.3288	315°14'09.9"	⑩	1900 kN 양방향	280734.9893	190063.5779	EL. 113.3314	315°14'09.9"

P6(전)						P6(후)						A2					
구분	고정일련	X좌표	Y좌표	Z좌표	일반각도계	구분	고정일련	X좌표	Y좌표	Z좌표	일반각도계	구분	고정일련	X좌표	Y좌표	Z좌표	일반각도계
①	1900 kN 양방향	280713.7483	190109.3090	EL. 113.7916	315°14'09.9"	⑥	1900 kN 양방향	280713.1809	190104.1906	EL. 113.7887	315°14'09.9"	①	4300 kN 양방향	280664.3661	190137.3023	EL. 113.8969	315°14'09.9"
②	1900 kN 양방향	280711.5656	190101.5788	EL. 113.7916	315°14'09.9"	⑦	1900 kN 양방향	280711.2674	190102.5653	EL. 113.7887	315°14'09.9"	②	4300 kN 양방향	280662.4723	190135.9699	EL. 113.8436	315°14'09.9"
③	1900 kN 고속방향	280709.9616	190100.2449	EL. 113.6916	315°14'10.0"	⑧	1900 kN 고속방향	280709.3739	190100.9259	EL. 113.6887	315°14'10.0"	③	4300 kN 고속방향	280660.5791	190134.3275	EL. 113.7969	315°14'10.0"
④	1900 kN 양방향	280708.0859	190098.5119	EL. 113.5916	315°14'09.9"	⑨	1900 kN 양방향	280707.4933	190099.2936	EL. 113.5887	315°14'09.9"	④	4300 kN 양방향	280678.8855	190132.8552	EL. 113.7468	315°14'09.9"
⑤	1900 kN 양방향	280706.1746	190096.9795	EL. 113.5916	315°14'09.9"	⑩	1900 kN 양방향	280705.5855	190097.6812	EL. 113.5887	315°14'09.9"	⑤	4300 kN 양방향	280676.7920	190131.0625	EL. 113.6969	315°14'09.9"

범 례

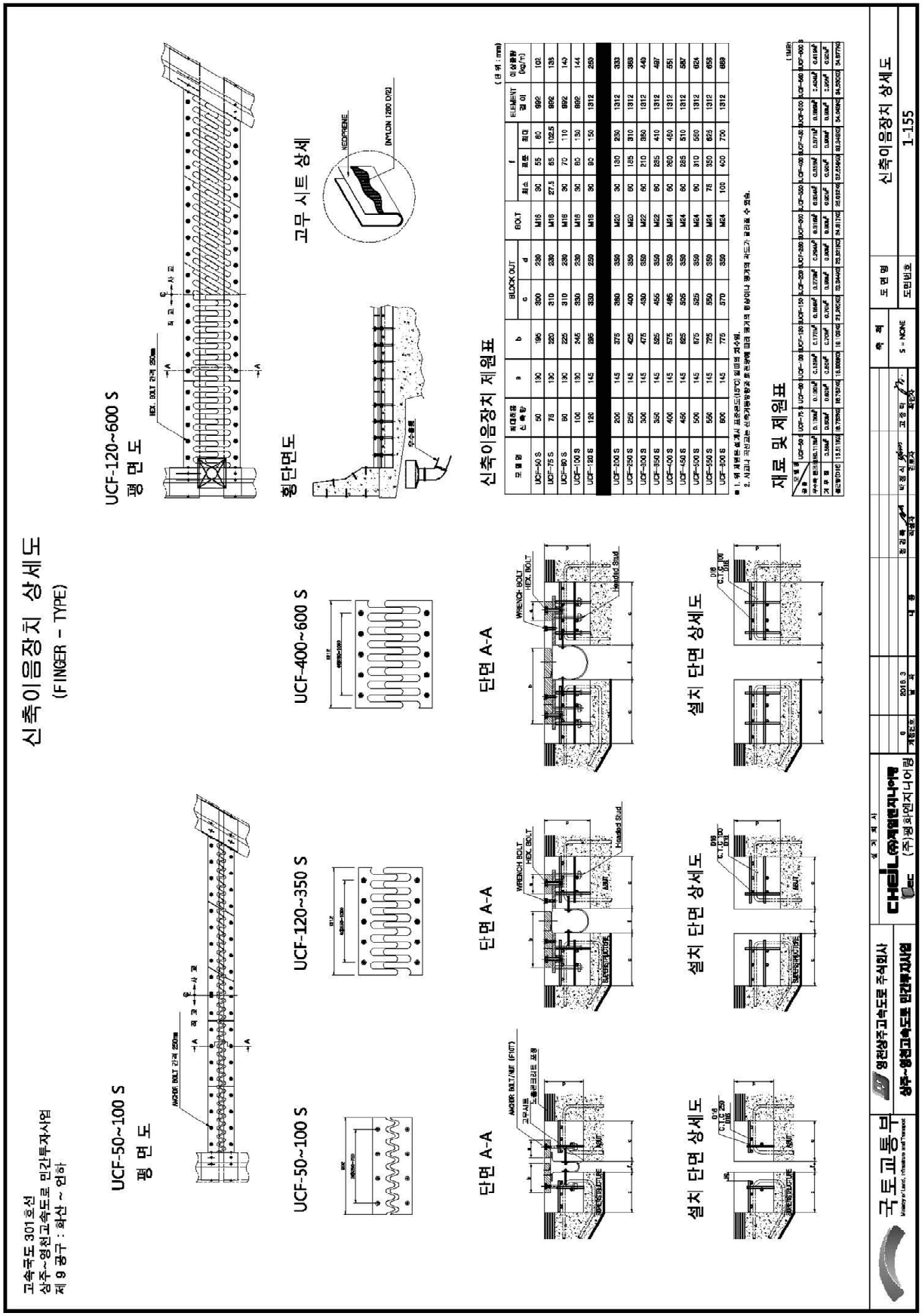
기호	구분
●	고정단 SHOE
⊕	일방향 SHOE
⊕	양방향 SHOE

교량받침 리스트

구 분		P4(후)	P5(전)	P5(후)	P6(전)	P6(후)	A2	계
1900 kN	고정단	0	1	0	0	0	0	1
	일방향(고속)	1	0	1	1	1	0	4
	일방향(고속제외)	0	4	0	0	0	0	4
	양방향	4	0	4	4	4	0	16
	계	5	5	5	5	5	0	25
4300 kN	고정단	0	0	0	0	0	0	0
	일방향(고속)	0	0	0	0	0	1	1
	일방향(고속제외)	0	0	0	0	0	0	0
	양방향	0	0	0	0	0	4	4
	계	0	0	0	0	0	5	5

국토교통부 Ministry of Land, Infrastructure and Transport	영천상주고속도로 주식회사	설계회사 CHEIL 주식회사 제일엔지니어링 (주)평화엔지니어링	0	2016. 3		검토	작성	고중덕	축 척	도면명	교량 받침 배치도(4)
	상주~영천고속도로 민간투자사업		개정번호	날 짜	내 용	확인자	검토자	확인자	S=1:300	도면번호	1-015

1.3.7 신축이음장치 상세도



2장 외관조사

2.1 부재별 외관조사

2.2 교량받침 조사

2.3 신축이음 유간 조사

제 2 장 외 관 조 사

2.1 부재별 외관조사

2.1.1 포 장

가. 포장 전경

가래실교(상주) 교면포장 전경

가래실교(영천) 교면포장 전경

나. 외관조사

조사 결과

- 교면포장은 콘크리트(노출바닥판)로 시공되었다.
- 교면포장에 대한 외관조사결과 손상은 보수가 완료되어 양호한 상태로 조사되었다.
- 접속부포장에 대한 외관조사결과 손상이 없이 양호한 것으로 조사되었다.

【표 2.1.1】 가래실교 포장 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
교면포장	상주	상태양호				
	영천	상태양호				
접속부포장	상주	상태양호				
	영천	상태양호				

2.1.2 배수시설

가. 배수시설 전경

배수구 시공 전경

배수관 시공 전경

나. 외관조사

조사 결과

- 본 교량은 직선교로서 횡방향 및 종방향 기울기에 따라 상주방향은 방호벽측에 경간당 4~5개소씩 총 32개소의 배수구가 설치되었으며, 영천방향은 방호벽에 경간당 4~5개소씩 총 32개소의 배수구가 알루미늄 재질로 시공되었다.
- 배수시설에 대한 외관조사 결과 손상이 없이 양호한 것으로 조사되었다.

【표 2.1.2】 가래실교 배수시설 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
배 수 구	상주	상태양호				
	영천	상태양호				
배 수 관	상주	상태양호				
	영천	상태양호				

2.1.3 방호시설

가. 방호시설 전경

방호시설 전경(방호벽)

방호시설 전경(중분대)

나. 외관조사

조사 결과

•방호벽 및 중앙분리대는 콘크리트로 시공되었으며, 외관조사결과 교량구간 및 접속부에서 건조수축에 의해 발생된 것으로 추정되는 균열이 발생되었으나 추가조사시 보수가 완료된 것으로 확인되었다.

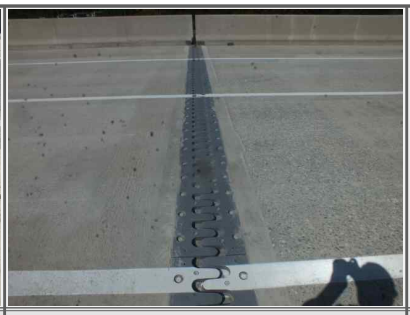
【표 2.1.3】가래실교 방호시설 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
방 호 벽	상주	상태양호				
	영천	상태양호				
중 분 대	상주	상태양호				
	영천	상태양호				

2.1.4 신축이음장치

가. 신축이음장치 전경

A1(상주)-NO.150 (Finger JOINT)



P4(상주)-NO.150 (Finger JOINT)

A2(상주)-NO.150 (Finger JOINT)

A1(영천)-NO.150 (Finger JOINT)

P4(영천)-NO.150 (Finger JOINT)

A2(영천)-NO.150 (Finger JOINT)

나. 외관조사 결과

조사 결과

- 신축이음장치는 A1, P4, A2에 Finger JOINT로 시공되었다.
- 신축이음장치에 대한 외관조사 결과 본체는 손상이 없이 양호한 것으로 조사되었으며, 후타재에서 초기 양생과정에서 발생된 것으로 추정되는 0.1~0.2㎜ 규모의 균열이 조사되었다.

【표 2.1.4】 가래실교 신축이음장치 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
본 체	상주	상태양호				
	영천	상태양호				
후 타 재	상주	균열(0.3㎜미만)	m	5.2 / 26	표면처리	보수완료
	영천	균열(0.3㎜미만)	m	7.7 / 35	표면처리	보수완료

후타재 균열(상주-A2)

후타재 균열(영천-P4)

2.1.5 바 닥 판

가. 바닥판 전경

바닥판 전경(상주)

바닥판 켄틸레버 전경(영천)

나. 외관조사

조사 결과

- 바닥판의 내측은 프리케스트 콘크리트 판넬로, 켄틸레버부는 노출 콘크리트로 시공되었다.
- 상주방면에 대한 외관조사 결과 켄틸레버측에 균열부 백태(cw=0.1㎜)가 국부적으로 발생되었으나 보수가 완료된 상태이다.
- 영천방면에 대한 외관조사 결과 켄틸레버측에 균열 및 균열부 백태(cw=0.1㎜), 물끊기홈(노치) 마감불량이 조사되었으나 보수가 완료된 상태이다.

【표 2.1.5】 가래실교 바닥판 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
바 닥 판	상주	균열부 백태	m	1.6 / 4	표면처리	보수완료
	영천	균열부 백태	m	0.7 / 2	표면처리	보수완료
		노치 미제거	m	4.5 / 3	마감정리	보수완료

균열부 백태(상주-S1)

균열부 백태(상주-S3)

균열부 백태(영천-S3)

노치 미제거(영천-S1)

2.1.6 거 더

가. 거더 전경

거더 전경(상주)

거더 전경(영천)

나. 외관조사

조사 결과

- 거더는 LIT 거더 4경간+3경간 연속으로 시공되었으며, 거더는 경간당 상주방향 5개소, 영천방향 5개소로 시공되었다.
- 상주방면에 대한 외관조사 결과 손상이 없이 양호한 것으로 조사되었다.
- 영천방면에 대한 외관조사 결과 충격에 의한 것으로 추정되는 콘크리트파손이 조사되었으나 경미한 상태이다.

【표 2.1.6】 가래실교 거더 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
거 더	상주	상태양호				
	영천	균열부 백태	m	1.5 / 1	표면처리	보수완료
		콘크리트파손	㎡	0.04 / 1	단면보수	보수완료

균열부 백태(영천-S5)	콘크리트 파손(영천-S5)

2.1.7 2차 부재

가. 2차부재 전경

가로보 전경(상주)	가로보 전경(영천)

나. 외관조사

조사 결과

- 가로보는 경간당 3개소씩 콘크리트로 시공되었다.
- 2차부재에 대한 외관조사 결과 손상은 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 2.1.7】 가래실교 2차부재 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
2차부재	상주	상태양호				
	영천	상태양호				

2.1.8 교량받침

가. 교량받침 전경

양방향이동단(상주)

종방향이동단(상주)

양방향이동단(영천)

종방향이동단(영천)

나. 외관조사

조사 결과

- 교량받침은 탄성받침으로 상주방향 70개, 영천방향 70개가 시공되었다.
- 상주방면에 대한 외관조사 결과 탄성받침 고무재 및 무수축몰탈에 손상이 없이 양호한 것으로 조사되었다.
- 영천방면에 대한 외관조사시 P4 탄성받침 고무재 변형이 확인되었으나 보수를 완료하였으며, 무수축몰탈에 손상이 없이 양호한 것으로 조사되었다.

【표 2.1.8】 가래실교 교량받침 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
교량받침	상주	상태양호				
	영천	상태양호				
무수축몰탈	상주	상태양호				
	영천	상태양호				

2.1.9 교 대

가. 교대 전경

교대2 전경(상주)

교대2 전경(영천)

나. 외관조사

조사 결과

- 교대는 역T형으로, 기초는 A1, A2가 말뚝기초로 시공되었다.
- 상주방면 교대에 대한 외관조사 결과 균열(0.2~0.3㎜) 규모의 균열이 조사되었으나 보수가 완료된 상태이다.
- 영천방면 교대에 대한 외관조사 결과 균열(0.2~0.3㎜), 국부적인 백태가 조사되었으나 보수가 완료된 상태이다.

【표 2.1.9】 가래실교 교대 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
교 대	상주	균열(0.3㎜미만)	m	3.9 / 5	표면처리	보수완료
		균열(0.3㎜이상)	m	2.3 / 1	수지주입	보수완료
	영천	균열(0.3㎜미만)	m	6.7 / 5	표면처리	보수완료
		균열(0.3㎜이상)	m	4.4 / 4	수지주입	보수완료
		백 태	㎡	0.01 / 1	표면보호	보수완료

상주 A1 흉벽 균열(cw=0.2㎜)

상주 A1 벽체 균열(cw=0.2㎜)

상주 A2 흉벽 균열(cw=0.3㎜)

영천 A1 벽체 균열(cw=0.3㎜)

영천 A1 벽체 균열(cw=0.3㎜)

영천 A2 흉벽 균열(cw=0.3㎜)

2.1.10 교 각

가. 교각 전경

교각 전경(상주)

교각 전경(영천)

나. 외관조사

조사 결과

- 교각은 P1~P6까지 T형으로 시공되었으며, 기초는 직접기초로 시공되었다.
- 교각에 대한 외관조사 결과 균열, 망상균열 등의 손상이 조사되었으나 건조수축 및 수화열에 의해 발생된 비구조적인 균열로 판단되며, 추가조사시 보수가 완료된 것으로 확인되었다.
- 영천방향 P3 교량받침 받침콘크리트에서 콘크리트 타설시 발생된 재료분리 및 철근노출이 조사되었으나 보수가 완료된 상태이다.

【표 2.1.10】 가래실교 교각 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
교 각	상주	균열(0.3㎜이상)	m	16.0 / 16	수지주입	보수완료
		망상균열(0.3㎜)	㎡	51.75 / 3	수지주입	보수완료
	영천	균열(0.3㎜이상)	m	13.5 / 8	수지주입	보수완료
		망상균열(0.3㎜)	㎡	34.5 / 2	수지주입	보수완료
		받침콘크리트 재료분리, 철근노출	㎡	0.36 / 2	단면보수	보수완료

상주 P1 균열(cw=0.3㎜)

상주 P2 균열(cw=0.3㎜)

상주 P5 망상균열(cw=0.3㎜)

영천 P1 균열(cw=0.3㎜)

영천 P2 콘크리트 파손

영천 P3 재료분리 및 철근노출

2.1.11 외관조사 결과

가. 가래실교(상주)

【표 2.1.11】 가래실교(상주) 외관조사 결과

구 분	손 상 내 용	비고
포 장	•상태양호	
배수시설	•상태양호	
방호시설	•상태양호	
신축이음장치	•후타재 균열(0.1㎜) 다수 발생	
바 닥 판	•균열부 백태(0.1㎜) 4개소 발생	
거 더	•상태양호	
2차부재	•상태양호	
교량받침	•상태양호	
교 대	•균열(0.3㎜미만) 5개소 발생 •균열(0.3㎜이상) 1개소 발생	
교 각	•균열(0.3㎜이상) 16개소 •망상균열 3개소 발생	
보수현황	•점검시 교량에 발생된 손상에 대하여 1차 보수가 완료되었으며, 추가적으로 발생된 손상에 대하여 보수가 진행중 또는 완료된 것으로 확인되었다.	

나. 가래실교(영천)

【표 2.1.12】 가래실교(영천) 외관조사 결과

구 분	손 상 내 용	비고
포 장	•상태양호	
배수시설	•상태양호	
방호시설	•상태양호	
신축이음장치	•후타재 균열(0.1~0.2㎜) 다수 발생	
바 닥 판	•균열부 백태(0.1㎜) 2개소 발생 •물끊기홈 마감불량 3개소 발생	
거 더	•균열부 백태 1개소 발생 •콘크리트파손 1개소 발생	
2차부재	•상태양호	
교량받침	•고무재 변형(P4)	
교 대	•균열(0.3㎜미만) 5개소 발생 •균열(0.3㎜이상) 4개소 발생 •국부적인 백태 1개소 발생	
교 각	•균열(0.3㎜이상) 8개소, 망상균열 2개소 발생 •받침콘크리트 재료분리 및 철근노출 발생	
보수현황	•점검시 교량에 발생된 손상에 대하여 1차 보수가 완료되었으며, 추가적으로 발생된 손상에 대하여 보수가 진행중 또는 완료된 것으로 확인되었다.	

2.1.12 대표 보수사진

내 용	교면포장 균열보수(상주)

내 용	방호벽 균열보수(상주)

내 용	바닥판 균열보수(상주)

내 용	바닥판 균열보수(상주)

내 용	교대2 흉벽 균열보수(상주)

내 용	교각6 균열보수(영천)

내 용	교면포장 균열보수(영천)

내 용	방호벽 균열보수(영천)

내 용	바닥판 균열보수(영천)

내 용	받침콘크리트 재료분리 보수(영천)

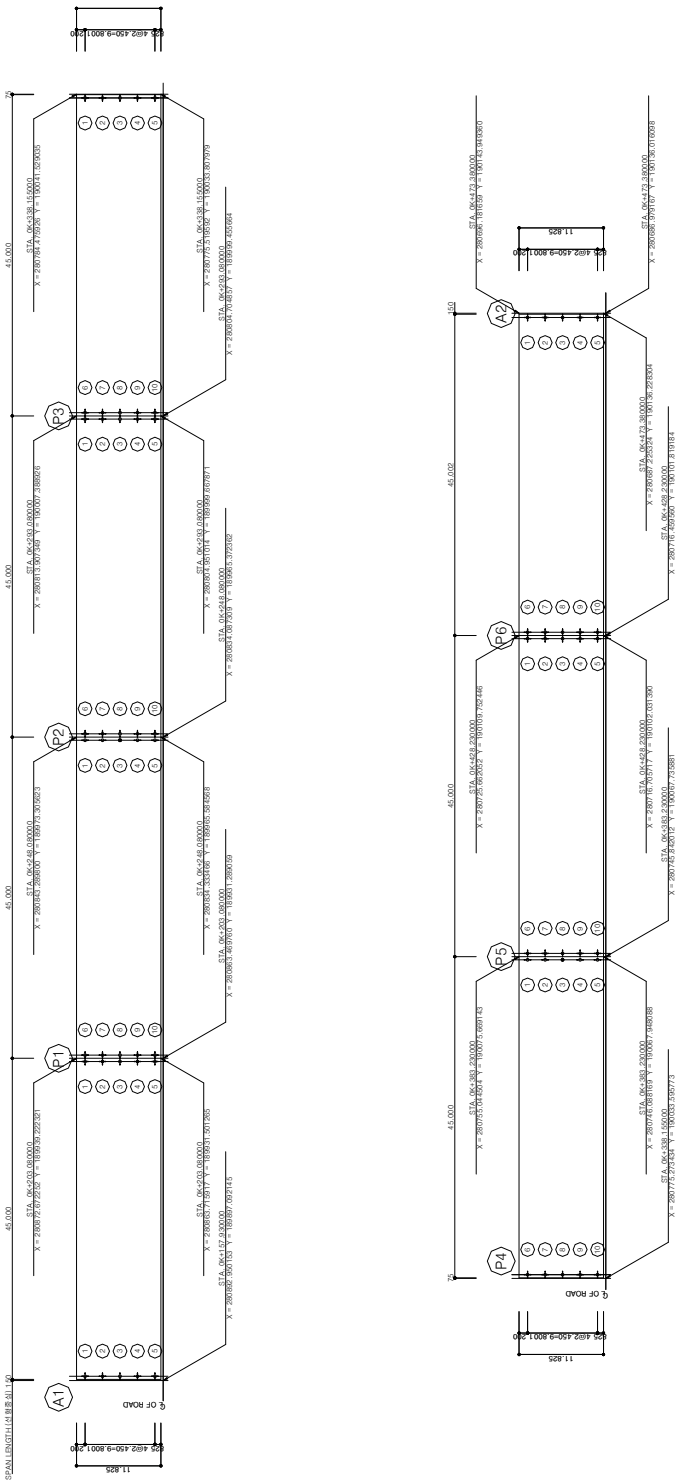
내 용	교대2 흉벽 균열보수(영천)

내 용	교각4 균열보수(영천)

2.2 교량받침 조사

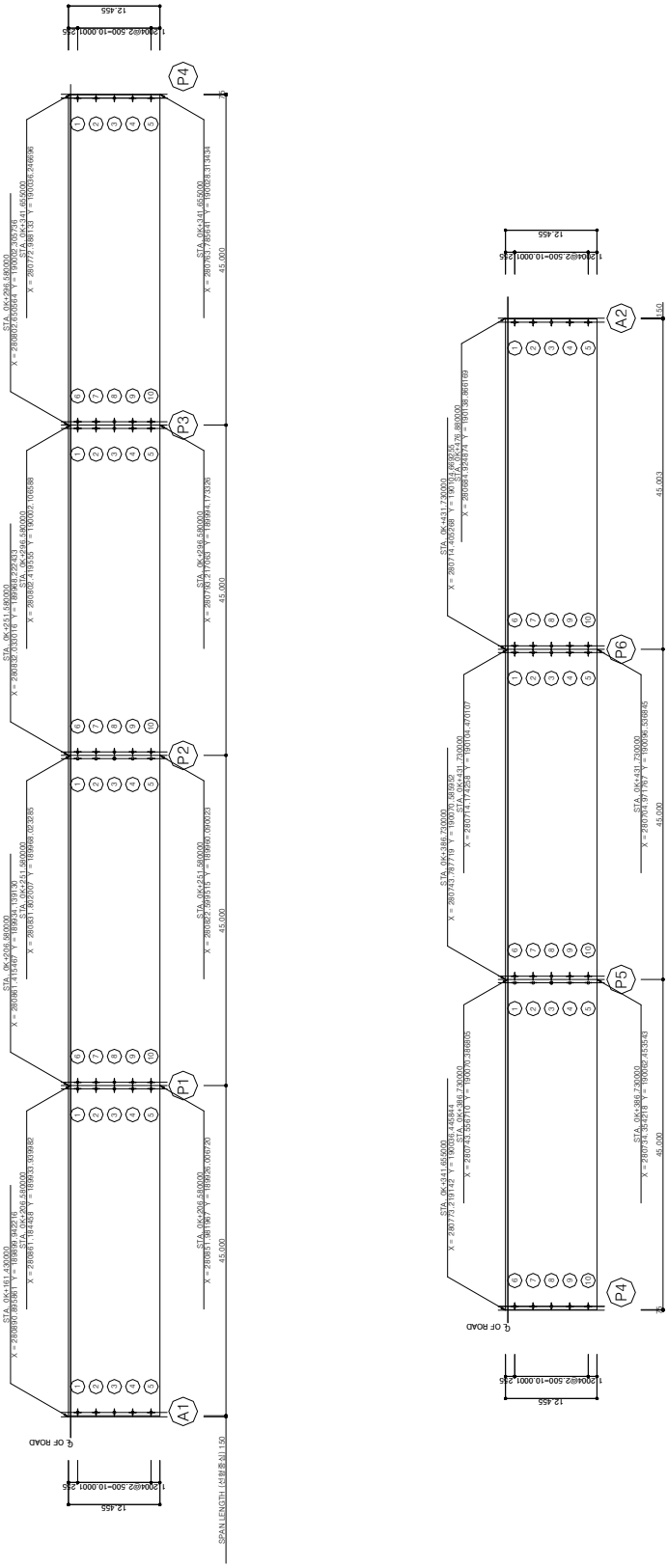
2.2.1 교량받침 배치도

영천⇧



⇩상주

영천⇧



⇩상주

구 분		상주방향					영천방향				
		SH01	SH02	SH03	SH04	SH05	SH01	SH02	SH03	SH04	SH05
		SH06	SH07	SH08	SH09	SH10	SH06	SH07	SH08	SH09	SH10
A1		✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
P1	시점	✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
	종점	✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
P2	시점	↔	↔	●	↔	↔	↔	↔	●	↔	↔
	종점	✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
P3	시점	✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
	종점	✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
P4	시점	✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
	종점	✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
P5	시점	↔	↔	●	↔	↔	↔	↔	●	↔	↔
	종점	✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
P6	시점	✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
	종점	✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
A2		✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣

※ ✣ : 양방향이동단, ↕ : 종방향이동단, ↔ : 횡방향이동단, ● : 고정단

2.2.2 교량받침 이동량조사

구 분		상주방향					영천방향				
		SH01	SH02	SH03	SH04	SH05	SH01	SH02	SH03	SH04	SH05
		SH06	SH07	SH08	SH09	SH10	SH06	SH07	SH08	SH09	SH10
A1		↑/32	↑/32	↑/32	↑/32	↑/32	↑/42	↑/45	↑/42	↑/40	↑/44
P1	시점	−/0	−/0	↓/1	↓/3	↓/3	↓/3	↓/2	↓/1	↓/1	−/0
	종점	↓/4	↓/2	↓/2	↓/1	↓/1	↓/2	↓/2	↓/2	↓/1	↓/1
P2	시점	고 정 단									
	종점	↓/2	↓/3	↓/2	↓/2	↓/3	↓/3	↓/3	↓/3	↓/3	↓/3
P3	시점	↓/2	↓/2	↓/3	↓/2	↓/2	↓/1	−/0	−/0	−/0	−/0
	종점	↓/2	−/0	−/0	−/0	−/0	↓/2	−/0	−/0	−/0	−/0
P4	시점	↓/8	↓/8	↓/9	↓/10	↓/10	↓/14	↓/14	↓/15	↓/15	↓/17
	종점	↑/10	↑/10	↑/11	↑/11	↑/10	↑/13	↑/15	↑/15	↑/15	↑/15
P5	시점	고 정 단									
	종점	↑/1	↑/1	−/0	↑/2	↑/3	−/0	−/0	−/0	−/0	−/0
P6	시점	−/0	−/0	−/0	−/0	−/0	−/0	−/0	−/0	−/0	−/0
	종점	↑/3	↑/4	↑/2	↑/11	↑/11	↑/2	↑/2	↑/2	↑/2	↑/2
A2		↓/20	↓/20	↓/19	↓/19	↓/18	↓/28	↓/25	↓/23	↓/20	↓/16

※ 이동방향/이동량(㎜), 시점으로 이동(↑), 종점으로 이동(↓)

가. 교량받침 이동량 검토

1) 신축량 계산

구 분	온도변화		선팽창계수
	보통지방	한랭한 지방	
콘크리트교	−5℃ ~ +35℃	−15℃ ~ +35℃	1.0×10^{-5}
강 교	−10℃ ~ +40℃	−20℃ ~ +40℃	1.2×10^{-5}

▣ 온도에 의한 신축량(△lt)

보통지방, 콘크리트교 -5 ~ +35℃, 강교 -10 ~ +40℃

$\triangle lt = \triangle T \times \alpha \times L$

여기서 ΔT = 온도변화

α = 선팽창계수 (콘크리트교:1.0×10^{-5}, 강교:1.2×10^{-5})

L = 신축들보의 길이

2) 활하중에 의한 거더의 처짐으로 발생하는 이동량

교대부 및 신축이음부 받침의 신장여유량에만 적용.

$\Delta Lr = \Sigma(hi \times \theta i)$

여기서

hi = 보의 중립축에서 받침 회전 중심까지의 거리(2/3h)

θi = 받침까지의 보의 회전각(콘크리트교:1/300, 강교:1/150)

※단순교에서는 보의 처짐에 의한 이동량을 2배로 계산

3) 교량받침 조사일

① A1, A2 조사일 : 2017년05월03일, 일평균기온 17.6℃

② P1~P6 조사일 : 2017년06월01일, 일평균기온 21.6℃

4) 신장시 검토

① 온도변화에 의한 신장량

구 분		최고온도	일평균 기온	ΔT(℃)	선팽창계수 (α)	신축장(㎜)	계산최대 신장량(Δlt)
A1		35	17.6	17.4	0.000010	90,000	16
P1	시점	35	21.6	13.4	0.000010	45,000	6
	종점	35	21.6	13.4	0.000010	45,000	6
P2		고정단					
P3	시점	35	21.6	13.4	0.000010	45,000	6
	종점	35	21.6	13.4	0.000010	90,000	12
P4	시점	35	21.6	13.4	0.000010	90,000	12
	종점	35	21.6	13.4	0.000010	45,000	6
P5		고정단					
P6	시점	35	21.6	13.4	0.000010	45,000	6
	종점	35	21.6	13.4	0.000010	45,000	6
A2		35	17.6	17.4	0.000010	90,000	16

② 활하중에 의한 거더의 처짐으로 발생하는 이동량

구 분		거더의 높이(h)	보의 회전각(θi)	이동량(ΔLr)
A1		2,300	1 / 300	5
P4	시점	2,300	1 / 300	5
	종점	2,300	1 / 300	5
A2		2,300	1 / 300	5

③ 신장시 검토 결과

구 분			최대신장량				허용이동량 (㎜)	검 토 결 과
			온도변화에 의한 신장량(Δlt)	활하중에 의한 이동량(ΔLr)	실 측 이동량	계		
상주	A1	SH01	16	-5	-32	-21	±84	양 호
		SH02	16	-5	-32	-21	±84	양 호
		SH03	16	-5	-32	-21	±84	양 호
		SH04	16	-5	-32	-21	±84	양 호
		SH05	16	-5	-32	-21	±84	양 호
	P1 (시점)	SH01	6	-	0	6	±25	양 호
		SH02	6	-	0	6	±25	양 호
		SH03	6	-	1	7	±25	양 호
		SH04	6	-	3	9	±25	양 호
		SH05	6	-	3	9	±25	양 호
	P1 (종점)	SH06	6	-	4	10	±25	양 호
		SH07	6	-	2	8	±25	양 호
		SH08	6	-	2	8	±25	양 호
		SH09	6	-	1	7	±25	양 호
		SH10	6	-	1	7	±25	양 호
	P2		고정단					
	P3 (시점)	SH01	6	-	2	8	±25	양 호
		SH02	6	-	2	8	±25	양 호
		SH03	6	-	3	9	±25	양 호
		SH04	6	-	2	8	±25	양 호
		SH05	6	-	2	8	±25	양 호

※ 종점으로 이동 (+), 시점으로 이동 (-), 허용이동량은 유효 고무두께의 70% 적용

구 분			최대신장량				허용이동량 (㎜)	검 토 결 과
			온도변화에 의한 신장량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	실 측 이동량	계		
상주	P3 (종점)	SH06	12	-	2	14	±25	양 호
		SH07	12	-	0	12	±25	양 호
		SH08	12	-	0	12	±25	양 호
		SH09	12	-	0	12	±25	양 호
		SH10	12	-	0	12	±25	양 호
	P4 (시점)	SH01	12	5	0	17	±25	양 호
		SH02	12	5	0	17	±25	양 호
		SH03	12	5	0	17	±25	양 호
		SH04	12	5	0	17	±25	양 호
		SH05	12	5	0	17	±25	양 호
	P4 (종점)	SH06	6	-5	0	1	±25	양 호
		SH07	6	-5	0	1	±25	양 호
		SH08	6	-5	0	1	±25	양 호
		SH09	6	-5	0	1	±25	양 호
		SH10	6	-5	0	1	±25	양 호
	P5		고정단					
	P6 (시점)	SH01	6	-	0	6	±25	양 호
		SH02	6	-	0	6	±25	양 호
		SH03	6	-	0	6	±25	양 호
		SH04	6	-	0	6	±25	양 호
		SH05	6	-	0	6	±25	양 호
	P6 (종점)	SH06	6	-	-3	3	±25	양 호
		SH07	6	-	-4	2	±25	양 호
		SH08	6	-	-2	4	±25	양 호
		SH09	6	-	-11	-5	±25	양 호
		SH10	6	-	-11	-5	±25	양 호
	A2	SH01	16	5	23	44	±101	양 호
		SH02	16	5	20	41	±101	양 호
		SH03	16	5	19	40	±101	양 호
		SH04	16	5	19	40	±101	양 호
		SH05	16	5	18	39	±101	양 호

※ 종점으로 이동 (+), 시점으로 이동 (-), 허용이동량은 유효 고무두께의 70% 적용

구 분			최대신장량				허용이동량 (㎜)	검 토 결 과
			온도변화에 의한 신장량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	실 측 이동량	계		
영천	A1	SH01	−13	−5	−42	−60	±84	양 호
		SH02	−13	−5	−45	−63	±84	양 호
		SH03	−13	−5	−42	−60	±84	양 호
		SH04	−13	−5	−40	−58	±84	양 호
		SH05	−13	−5	−44	−62	±84	양 호
	P1 (시점)	SH01	−13	−	3	−10	±25	양 호
		SH02	−13	−	2	−11	±25	양 호
		SH03	−13	−	1	−12	±25	양 호
		SH04	−13	−	1	−12	±25	양 호
		SH05	−13	−	0	−13	±25	양 호
	P1 (종점)	SH06	−13	−	2	−11	±25	양 호
		SH07	−13	−	2	−11	±25	양 호
		SH08	−13	−	2	−11	±25	양 호
		SH09	−13	−	1	−12	±25	양 호
		SH10	−13	−	1	−12	±25	양 호
	P2		고정단					
	P3 (시점)	SH01	6	−	1	7	±25	양 호
		SH02	6	−	0	6	±25	양 호
		SH03	6	−	0	6	±25	양 호
		SH04	6	−	0	6	±25	양 호
		SH05	6	−	0	6	±25	양 호
	P3 (종점)	SH06	12	−	2	14	±25	양 호
		SH07	12	−	0	12	±25	양 호
		SH08	12	−	0	12	±25	양 호
		SH09	12	−	0	12	±25	양 호
		SH10	12	−	0	12	±25	양 호

※ 종점으로 이동 (+), 시점으로 이동 (−), 허용이동량은 유효 고무두께의 70% 적용

구 분			최대신장량				허용이동량(㎜)	검 토 결 과
			온도변화에 의한 신장량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	실 측 이동량	계		
영천	P4 (시점)	SH01	12	5	0	17	±25	양 호
		SH02	12	5	0	17	±25	양 호
		SH03	12	5	0	17	±25	양 호
		SH04	12	5	0	17	±25	양 호
		SH05	12	5	0	17	±25	양 호
	P4 (종점)	SH06	6	−5	0	1	±25	양 호
		SH07	6	−5	0	1	±25	양 호
		SH08	6	−5	0	1	±25	양 호
		SH09	6	−5	0	1	±25	양 호
		SH10	6	−5	0	1	±25	양 호
	P5		고정단					
	P6 (시점)	SH01	6	−	0	6	±25	양 호
		SH02	6	−	0	6	±25	양 호
		SH03	6	−	0	6	±25	양 호
		SH04	6	−	0	6	±25	양 호
		SH05	6	−	0	6	±25	양 호
	P6 (종점)	SH06	6	−	−2	4	±25	양 호
		SH07	6	−	−2	4	±25	양 호
		SH08	6	−	−2	4	±25	양 호
		SH09	6	−	−2	4	±25	양 호
		SH10	6	−	−2	4	±25	양 호
	A2	SH01	16	5	28	49	±101	양 호
		SH02	16	5	25	46	±101	양 호
		SH03	16	5	23	44	±101	양 호
		SH04	16	5	20	41	±101	양 호
		SH05	16	5	16	37	±101	양 호

※ 종점으로 이동 (+), 시점으로 이동 (−), 허용이동량은 유효 고무두께의 70% 적용

5) 수축시 검토

① 온도변화에 의한 수축량

구 분		최저온도	일평균 기온	⊿T(℃)	선팽창계수 (α)	신축장(㎜)	계산최대 수축량(⊿lt)
A1		-5	17.6	-22.6	0.000010	90,000	-20
P1	시점	-5	21.6	-26.6	0.000010	45,000	-12
	종점	-5	21.6	-26.6	0.000010	45,000	-12
P2		고정단					
P3	시점	-5	21.6	-26.6	0.000010	45,000	-12
	종점	-5	21.6	-26.6	0.000010	90,000	-24
P4	시점	-5	21.6	-26.6	0.000010	90,000	-24
	종점	-5	21.6	-26.6	0.000010	45,000	-12
P5		고정단					
P6	시점	-5	21.6	-26.6	0.000010	45,000	-12
	종점	-5	21.6	-26.6	0.000010	45,000	-12
A2		-5	17.6	-22.6	0.000010	90,000	-20

② 수축시 검토 결과(활하중에 의한 이동량은 고려하지 않음)

구 분			최대수축량				허용이동량 (㎜)	검 토 결 과
			온도변화에 의한 수축량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	실 측 이동량	계		
상주	A1	SH01	-20	-	-32	-52	±84	양 호
		SH02	-20	-	-32	-52	±84	양 호
		SH03	-20	-	-32	-52	±84	양 호
		SH04	-20	-	-32	-52	±84	양 호
		SH05	-20	-	-32	-52	±84	양 호
	P1 (시점)	SH01	-12	-	0	-12	±25	양 호
		SH02	-12	-	0	-12	±25	양 호
		SH03	-12	-	1	-11	±25	양 호
		SH04	-12	-	3	-9	±25	양 호
		SH05	-12	-	3	-9	±25	양 호
	P1 (종점)	SH01	-12	-	4	-8	±25	양 호
		SH02	-12	-	2	-10	±25	양 호
		SH03	-12	-	2	-10	±25	양 호
		SH04	-12	-	1	-11	±25	양 호
		SH05	-12	-	1	-11	±25	양 호

구 분			최대수축량				허용이동량 (㎜)	검 토 결 과
			온도변화에 의한 수축량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	실 측 이동량	계		
상주	P2		고정단					
	P3 (시점)	SH01	−12	−	2	−10	±25	양 호
		SH02	−12	−	2	−10	±25	양 호
		SH03	−12	−	3	−9	±25	양 호
		SH04	−12	−	2	−10	±25	양 호
		SH05	−12	−	2	−10	±25	양 호
	P3 (종점)	SH01	−24	−	2	−22	±25	양 호
		SH02	−24	−	0	−24	±25	양 호
		SH03	−24	−	0	−24	±25	양 호
		SH04	−24	−	0	−24	±25	양 호
		SH05	−24	−	0	−24	±25	양 호
	P4 (시점)	SH01	−24	−	0	−24	±25	양 호
		SH02	−24	−	0	−24	±25	양 호
		SH03	−24	−	0	−24	±25	양 호
		SH04	−24	−	0	−24	±25	양 호
		SH05	−24	−	0	−24	±25	양 호
	P4 (종점)	SH01	−12	−	0	−12	±25	양 호
		SH02	−12	−	0	−12	±25	양 호
		SH03	−12	−	0	−12	±25	양 호
		SH04	−12	−	0	−12	±25	양 호
		SH05	−12	−	0	−12	±25	양 호
	P5		고정단					
	P6 (시점)	SH01	−12	−	0	−12	±25	양 호
		SH02	−12	−	0	−12	±25	양 호
		SH03	−12	−	0	−12	±25	양 호
		SH04	−12	−	0	−12	±25	양 호
		SH05	−12	−	0	−12	±25	양 호
	P6 (종점)	SH01	−12	−	−3	−15	±25	양 호
		SH02	−12	−	−4	−16	±25	양 호
		SH03	−12	−	−2	−14	±25	양 호
		SH04	−12	−	−11	−23	±25	양 호
		SH05	−12	−	−11	−23	±25	양 호
	A2	SH01	−20	−	23	3	±101	양 호
		SH02	−20	−	20	0	±101	양 호
		SH03	−20	−	19	−1	±101	양 호
		SH04	−20	−	19	−1	±101	양 호
		SH05	−20	−	18	−2	±101	양 호

※ 종점으로 이동 (+), 시점으로 이동 (−), 허용이동량은 유효 고무두께의 70% 적용

구 분			최대수축량				허용이동량 (㎜)	검 토 결 과
			온도변화에 의한 수축량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	실 측 이동량	계		
영천	A1	SH01	−20	−	−42	−62	±84	양 호
		SH02	−20	−	−45	−65	±84	양 호
		SH03	−20	−	−42	−62	±84	양 호
		SH04	−20	−	−40	−60	±84	양 호
		SH05	−20	−	−44	−64	±84	양 호
	P1 (시점)	SH01	−12	−	3	−9	±25	양 호
		SH02	−12	−	2	−10	±25	양 호
		SH03	−12	−	1	−11	±25	양 호
		SH04	−12	−	1	−11	±25	양 호
		SH05	−12	−	0	−12	±25	양 호
	P1 (종점)	SH01	−12	−	2	−10	±25	양 호
		SH02	−12	−	2	−10	±25	양 호
		SH03	−12	−	2	−10	±25	양 호
		SH04	−12	−	1	−11	±25	양 호
		SH05	−12	−	1	−11	±25	양 호
	P2		고정단					
	P3 (시점)	SH01	−12	−	1	−11	±25	양 호
		SH02	−12	−	0	−12	±25	양 호
		SH03	−12	−	0	−12	±25	양 호
		SH04	−12	−	0	−12	±25	양 호
		SH05	−12	−	0	−12	±25	양 호
	P3 (종점)	SH01	−24	−	2	−22	±25	양 호
		SH02	−24	−	0	−24	±25	양 호
		SH03	−24	−	0	−24	±25	양 호
		SH04	−24	−	0	−24	±25	양 호
		SH05	−24	−	0	−24	±25	양 호

※ 종점으로 이동 (+), 시점으로 이동 (−), 허용이동량은 유효 고무두께의 70% 적용

구 분			최대수축량				허용이동량(㎜)	검 토 결 과
			온도변화에 의한 수축량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	실 측 이동량	계		
영천	P4 (시점)	SH01	−24	−	0	−24	±25	양 호
		SH02	−24	−	0	−24	±25	양 호
		SH03	−24	−	0	−24	±25	양 호
		SH04	−24	−	0	−24	±25	양 호
		SH05	−24	−	0	−24	±25	양 호
	P4 (종점)	SH01	−12	−	0	−12	±25	양 호
		SH02	−12	−	0	−12	±25	양 호
		SH03	−12	−	0	−12	±25	양 호
		SH04	−12	−	0	−12	±25	양 호
		SH05	−12	−	0	−12	±25	양 호
	P5		고정단					
	P6 (시점)	SH01	−12	−	0	−12	±25	양 호
		SH02	−12	−	0	−12	±25	양 호
		SH03	−12	−	0	−12	±25	양 호
		SH04	−12	−	0	−12	±25	양 호
		SH05	−12	−	0	−12	±25	양 호
	P6 (종점)	SH01	−12	−	−2	−14	±25	양 호
		SH02	−12	−	−2	−14	±25	양 호
		SH03	−12	−	−2	−14	±25	양 호
		SH04	−12	−	−2	−14	±25	양 호
		SH05	−12	−	−2	−14	±25	양 호
	A2	SH01	−20	−	28	8	±101	양 호
		SH02	−20	−	25	5	±101	양 호
		SH03	−20	−	23	3	±101	양 호
		SH04	−20	−	20	0	±101	양 호
		SH05	−20	−	16	−4	±101	양 호

※ 종점으로 이동 (+), 시점으로 이동 (−), 허용이동량은 유효 고무두께의 70% 적용

나. 교량받침 이동량 검토 결과

검 토 의 견	• 교량받침에 대하여 온도변화 및 활하중에 의한 신축량 검토결과 전 구간에서 신장 및 수축량은 허용이동량 이내로서 여유량을 확보하고 있는 것으로 조사되었으며, P4의 교량받침은 2경간 연속구간으로 가동 여유량이 충분치 않은 상태이므로 추후 지속적인 관찰이 바람직하다.

A1 교량받침 이동량 측정(상주)

A1 교량받침 이동량 측정(영천)

P6 교량받침 이동량 측정(상주)

P1 교량받침 이동량 측정(영천)

2.2.3 연단거리 검토

■ 거더의 경간길이 100m이하 : S = 200 + 5L (도로교설계기준)

■ 거더의 경간길이 100m이상 : S = 300 + 4L (도로교설계기준)

여기서, S : 받침연단거리(㎜) L : 거더의 경간길이(m)

위 치		지간길이(m)	시방기준(㎜)	측정결과(㎜)										비고
				상주					영천					
				SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	
				SH6	SH7	SH8	SH9	SH10	SH6	SH7	SH8	SH9	SH10	
A1		45	425	575	583	589	590	585	576	581	573	575	570	양호
P1	시점	45	425	640	640	620	650	650	640	650	665	665	665	양호
	종점	45	425	685	690	685	695	695	665	665	650	645	640	양호
P2	시점	45	425	875	875	885	905	915	895	915	920	930	925	양호
	종점	45	425	690	685	670	665	655	650	640	640	645	640	양호
P3	시점	45	425	646	635	640	635	630	650	640	640	645	640	양호
	종점	45	425	660	665	655	665	670	650	660	660	650	658	양호
P4	시점	45	425	595	585	567	565	570	575	575	575	570	560	양호
	종점	45	425	560	570	580	585	581	590	577	580	585	587	양호
P5	시점	45	425	915	910	905	910	930	895	905	910	915	915	양호
	종점	45	425	660	675	670	680	650	658	650	650	625	630	양호
P6	시점	45	425	662	655	635	625	625	650	665	680	685	665	양호
	종점	45	425	645	650	670	685	690	675	655	650	640	630	양호
A2		45	425	545	561	570	582	582	593	594	589	591	588	양호

A1 연단거리 측정(상주)

P2 연단거리 측정(영천)

2.3 신축이음 유간 조사

2.3.1 신축이음장치 유간 검토

가. 온도에 의한 신축량(△lt) = △T × α × L

교량종류	온도변화		선팽창계수
	보통지방	한랭한 지방	
콘크리트교	**-5℃ ~ +35℃**	-15℃ ~ +35℃	**1.0×10^{-5}**
강 교	-10℃ ~ +40℃	-20℃ ~ +40℃	1.2 × 10-5

나. 신축이음장치 유간 검토

1) 신장시 검토

① A1, A2 조사일 : 2017년05월03일, 일평균기온 17.6℃

② P4 조사일 : 2017년06월01일, 일평균기온 21.6℃

구 분		최고온도	일평균 기온	⊿T(℃)	선팽창계수 (α)	신축장(㎜)	계산최대 신장량(⊿lt)
A1		35	17.6	17.4	0.000010	90,000	16
P4	시점	35	21.6	13.4	0.000010	90,000	12
	종점	35	21.6	13.4	0.000010	45,000	6
A2		35	17.6	17.4	0.000010	90,000	16

구 분			계산 최대신장량(⊿lt)	실측유간(㎜)	검토결과
상주	A1	좌측	16	65	양 호
		우측	16	65	양 호
	P4	좌측	18	67	양 호
		우측	18	67	양 호
	A2	좌측	16	75	양 호
		우측	16	66	양 호

구 분			계산 최대신장량(⊿lt)	실측유간(㎜)	검토결과
영천	A1	좌측	16	68	양 호
		우측	16	62	양 호
	P4	좌측	18	71	양 호
		우측	18	68	양 호
	A2	좌측	16	65	양 호
		우측	16	66	양 호

2) 수축시 검토

구 분		최저온도	일평균 기온	⊿T(℃)	선팽창계수 (α)	신축장(㎜)	계산최대 수축량(⊿lt)
A1		-5	17.6	-22.6	0.000010	90,000	-20
P4	시점	-5	21.6	-26.6	0.000010	90,000	-24
	종점	-5	21.6	-26.6	0.000010	45,000	-12
A2		-5	17.6	-22.6	0.000010	90,000	-20

구 분			설계유간	계산 최대 수축량(⊿lt)	실측유간 (㎜)	수축여유량	검 토 결 과
상주	A1	좌측	NO. 150	20	65	65 ≧0	양 호
		우측	NO. 150	20	65	65 ≧0	양 호
	P4	좌측	NO. 150	24	67	59 ≧0	양 호
		우측	NO. 150	12	67	71 ≧0	양 호
	A2	좌측	NO. 150	20	75	55 ≧0	양 호
		우측	NO. 150	20	66	64 ≧0	양 호
영천	A1	좌측	NO. 150	20	68	62 ≧0	양 호
		우측	NO. 150	20	62	68 ≧0	양 호
	P4	좌측	NO. 150	24	71	55 ≧0	양 호
		우측	NO. 150	12	68	70 ≧0	양 호
	A2	좌측	NO. 150	20	65	65 ≧0	양 호
		우측	NO. 150	20	66	64 ≧0	양 호

다. 신축이음장치 유간검토 결과

검토 의견	•신축량 검토 결과 신장 및 수축시 유간을 확보하고 있어 신축이음장치 설치 상태는 양호한 것으로 판단된다.

A1(상주) 신축이음 유간측정	P4(상주) 신축이음 유간측정	A2(상주) 신축이음 유간측정
A1(영천) 신축이음 유간측정	P4(영천) 신축이음 유간측정	A2(영천) 신축이음 유간측정

2.3.2 바닥판 및 거더 유간 검토

가. 온도변화에 의한 신장량

1) A1, A2 조사일 : 2017년05월03일, 일평균기온 17.6℃

2) P4 조사일 : 2017년06월01일, 일평균기온 21.6℃

구 분		최고온도	일평균 기온	⊿T(℃)	선팽창계수 (α)	신축장(㎜)	계산최대 신장량(⊿lt)
A1		35	18.7	16.3	0.000010	90,000	15
P4	시점	35	21.6	13.4	0.000010	90,000	12
	종점	35	21.6	13.4	0.000010	45,000	6
A2		35	18.7	16.3	0.000010	90,000	15

나. 활하중에 의한 거더의 처짐으로 발생하는 이동량

거더의 신장여유량에만 적용.

$$\Delta Lr = \Sigma(hi \times \theta i)$$

여기서

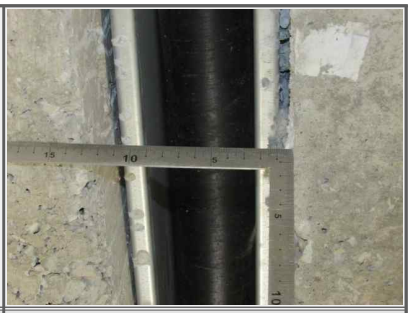
hi = 보의 중립축에서 받침 회전 중심까지의 거리(2/3h)

θi = 받침까지의 보의 회전각(콘크리트교:1/300, 강교:1/150)

구 분		거더의 높이(h)	보의 회전각(θi)	이동량(⊿Lr)
A1		2,300	1 / 300	5
P4	시점	2,300	1 / 300	5
	종점	2,300	1 / 300	5
A2		2,300	1 / 300	5

다. 신장량 검토 결과

구 분				최대신장량			실측 신장 여유량 (㎜)	검 토 결 과
				온도변화에 의한 신장량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	계		
상주	A1	좌측	바 닥 판	15	-	15	123	양 호
			거 더	15	5	20	201	양 호
		우측	바 닥 판	15	-	20	125	양 호
			거 더	15	5	20	198	양 호
	P4	좌측	바 닥 판	18	-	18	133	양 호
			거 더	18	5	23	320	양 호
		우측	바 닥 판	18	-	18	130	양 호
			거 더	18	5	23	285	양 호
	A2	좌측	바 닥 판	15	-	15	147	양 호
			거 더	15	5	20	200	양 호
		우측	바 닥 판	15	-	15	155	양 호
			거 더	15	5	20	230	양 호
영천	A1	좌측	바 닥 판	15	-	15	115	양 호
			거 더	15	5	20	200	양 호
		우측	바 닥 판	15	-	15	113	양 호
			거 더	15	5	20	189	양 호
	P4	좌측	바 닥 판	18	-	18	120	양 호
			거 더	18	5	23	270	양 호
		우측	바 닥 판	18	-	18	120	양 호
			거 더	18	5	23	276	양 호
	A2	좌측	바 닥 판	15	-	15	135	양 호
			거 더	15	5	20	193	양 호
		우측	바 닥 판	15	-	15	142	양 호
			거 더	15	5	20	209	양 호

		
A1(상주) 바닥판	A1(상주) 거더	P4(상주) 바닥판
P4(상주) 거더	A2(상주) 바닥판	A2(상주) 거더
A1(영천) 바닥판	A1(영천) 거더	P4(영천) 바닥판
P4(영천) 거더	A2(영천) 바닥판	A2(영천) 거더

라. 바닥판 및 거더 유간 검토 결과

검토 의견	•바닥판 및 거더에 대하여 온도변화 및 활하중에 의한 처짐에 따른 유간 검토 결과 최고온도시 신장여유량을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

3장 내구성 조사

3.1 내구성조사 현황

3.2 콘크리트 강도시험

3.3 철근배근 탐사

3.4 탄산화깊이 측정

제 3 장 내구성 조사

3.1 내구성조사 현황

구 분	기 준			실 시		비 고
	초기점검 지침	시특법 정밀점검 기준				
		상부	하부	상부	하부	
반발경도시험	시설물당 5개소 이상	50m마다	50m마다	7	7	상주 영천
철근배근탐사	시설물당 3개소 이상	해당없음	해당없음	2	4	상주 영천
탄산화 시험	해당없음	5경간 이내 : 2~3개소 (상부에서 1개소 이상) 5경간 이상 : 3~6개소 (상부에서 2개소 이상)		2	4	상주 영천

3.2 콘크리트 강도시험

3.2.1 상부구조 반발경도

가. 상주방면

위 치		기준경도 (Ro)	방 법		평균강도 (MPa)	재령보정 계수	추정강도 (MPa)	설계강도 (MPa)
			① 식	② 식				
바닥판	S1 켄틸레버	43.4	37.12	40.85	38.99	0.70	27.3	27
	S2 켄틸레버	46.0	40.42	42.71	41.57	0.75	31.2	
	S3 켄틸레버	44.5	38.52	41.64	40.08	0.75	30.1	
	S4 켄틸레버	44.4	38.39	41.56	39.98	0.75	30.0	
	S5 켄틸레버	44.2	38.13	41.42	39.78	0.75	29.8	
	S6 켄틸레버	45.4	39.66	42.28	40.97	0.75	30.7	
	S8 켄틸레버	45.0	39.15	41.99	40.57	0.67	27.2	

나. 영천방면

위 치		기준경도 (Ro)	방 법		평균강도 (MPa)	재령보정 계수	추정강도 (MPa)	설계강도 (MPa)
			① 식	② 식				
바닥판	S1 켄틸레버	43.4	37.12	40.85	38.99	0.70	27.3	27
	S2 켄틸레버	46.0	40.42	42.71	41.57	0.73	30.3	
	S3 켄틸레버	44.5	38.52	41.64	40.08	0.73	29.3	
	S4 켄틸레버	44.4	38.39	41.56	39.98	0.73	29.2	
	S5 켄틸레버	44.2	38.13	41.42	39.78	0.73	29.0	
	S6 켄틸레버	45.4	39.66	42.28	40.97	0.73	29.9	
	S8 켄틸레버	45.0	39.15	41.99	40.57	0.67	27.2	

3.2.2 하부구조 반발경도

가. 상주방면

위 치		기준경도 (Ro)	방 법		평균강도 (MPa)	재령보정 계수	추정강도 (MPa)	설계강도 (MPa)
			① 식	② 식				
교대	A1 흉벽	40.2	33.05	38.56	35.81	0.68	24.4	24
	A2 흉벽	40.6	33.56	38.85	36.21	0.68	24.6	
교각	P1 기둥	46.0	40.42	42.71	41.57	0.68	28.3	27
	P2 기둥	44.9	39.02	41.92	40.47	0.67	27.1	
	P3 기둥	45.6	39.91	42.42	41.17	0.67	27.6	
	P5 기둥	46.1	40.55	42.78	41.67	0.69	28.8	
	P6 기둥	44.7	38.77	41.78	40.28	0.69	27.8	

나. 영천방면

위 치		기준경도 (Ro)	방 법		평균강도 (MPa)	재령보정 계수	추정강도 (MPa)	설계강도 (MPa)
			① 식	② 식				
교대	A1 흉벽	40.2	33.05	38.56	35.81	0.68	24.4	24
	A2 흉벽	40.6	33.56	38.85	36.21	0.68	24.6	
교각	P1 기둥	46.0	40.42	42.71	41.57	0.68	28.3	27
	P2 기둥	44.9	39.02	41.92	40.47	0.67	27.1	
	P3 기둥	45.1	39.28	42.06	40.67	0.67	27.2	
	P5 기둥	46.1	40.55	42.78	41.67	0.69	28.8	
	P6 기둥	44.7	38.77	41.78	40.28	0.69	27.8	

상부구조 반발경도조사

하부구조 반발경도조사

3.2.3 콘크리트 강도시험 검토의견

검토의견

•상부구조 및 하부구조에 대한 콘크리트 반발강도 측정결과 설계기준강도 이상으로 측정되어 타설된 콘크리트는 재료역학적 건전성을 유지하고 있는 것으로 판단된다.

3.3 철근배근탐사

3.3.1 철근배근탐사

가. 상주방면

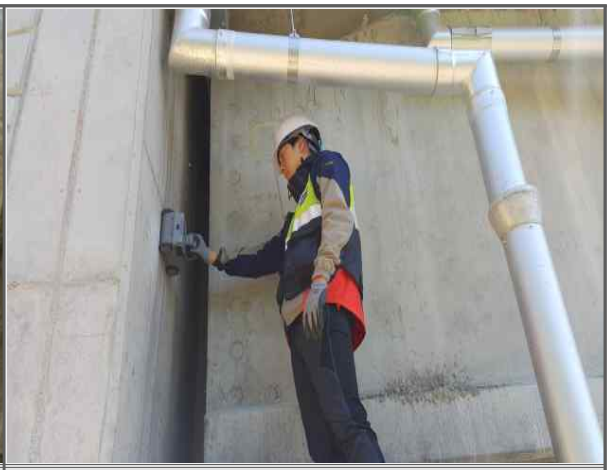
측 정 위 치		철근종류		설계값(㎜)		실측값(㎜)		비 고
				배근간격	피복두께	배근간격	피복두께	
상부	S1 켄틸레버	주 철 근	H16	125	88	150	58	
		배력철근	H16	250	72	200	33	
	S7 켄틸레버	주 철 근	H16	125	88	100	60	
		배력철근	H16	250	72	200	63	
하부	A1 흉벽	주 철 근	D16	250	97	200	86	
		배력철근	D13	125	84	100	86	
	A2 흉벽	주 철 근	D16	250	97	150	87	
		배력철근	D13	125	84	100	99	
	P1 기둥	주 철 근	H29	127	85	100	153	
		배력철근	H22	300	63	200	87	
	P6 기둥	주 철 근	H29	127	85	100	133	
		배력철근	H22	300	63	200	84	

나. 영천방면

측 정 위 치		철근종류		설계값(㎜)		실측값(㎜)		비 고
				배근간격	피복두께	배근간격	피복두께	
상부	S1 켄틸레버	주 철 근	H16	125	88	150	60	
		배력철근	H16	250	72	200	31	
	S7 켄틸레버	주 철 근	H16	125	88	100	74	
		배력철근	H16	250	72	200	99	
하부	A1 흉벽	주 철 근	D16	250	97	200	113	
		배력철근	D13	125	84	100	87	
	A2 흉벽	주 철 근	D16	250	97	150	70	
		배력철근	D13	125	84	100	77	
	P1 기둥	주 철 근	H29	127	85	100	134	
		배력철근	H22	300	63	200	108	
	P6 기둥	주 철 근	H29	127	85	100	141	
		배력철근	H22	300	63	300	92	

※철근피복은 순피복두께임.

상부구조 철근배근탐사



하부구조 철근배근탐사

3.3.2 철근탐사 검토의견

검토의견

•각 부재의 배근간격은 설계도와 대부분 일치하는 것으로 조사되었으며, 피복두께는 설계기준과 다소의 오차가 있으나 시방기준 이상의 최소피복을 확보하고 있는 것으로 확인되었다.

3.4 탄산화깊이 측정

3.4.1 측정 결과

가. 상주방면

구 분		탄산화깊이	탄산화 잔여깊이	순피복두께	상태등급	판정
상 부	S1 켄틸레버	3.0 ㎜	30.0 ㎜	33.0 ㎜	a등급	양호
	S7 켄틸레버	6.5 ㎜	53.5 ㎜	60.0 ㎜	a등급	양호
하 부	A1 흉벽	6.5 ㎜	78.5 ㎜	85.0 ㎜	a등급	양호
	A2 흉벽	6.5 ㎜	80.5 ㎜	87.0 ㎜	a등급	양호
	P1 기둥	13.0 ㎜	74.0 ㎜	87.0 ㎜	a등급	양호
	P6 기둥	6.5 ㎜	77.5 ㎜	84.0 ㎜	a등급	양호

나. 영천방면

구 분		탄산화깊이	탄산화 잔여깊이	순피복두께	상태등급	판정
상 부	S1 켄틸레버	3.5 ㎜	27.5 ㎜	31.0 ㎜	b등급	양호
	S7 켄틸레버	4.0 ㎜	70.0 ㎜	74.0 ㎜	a등급	양호
하 부	A1 흉벽	9.5 ㎜	77.5 ㎜	87.0 ㎜	a등급	양호
	A2 흉벽	9.5 ㎜	60.5 ㎜	70.0 ㎜	a등급	양호
	P1 기둥	7.0 ㎜	101.0 ㎜	108.0 ㎜	a등급	양호
	P6 기둥	9.0 ㎜	83.0 ㎜	92.0 ㎜	a등급	양호

상부구조 탄산화깊이 측정

하부구조 탄산화깊이 측정

3.4.2 탄산화깊이 검토의견

검토 의견

•탄산화깊이 측정결과 대부분 탄산화 잔여깊이는 30㎜ 이상으로 상태평가 등급상 『a』 등급으로 탄산화에 의한 철근부식 발생 우려는 없는 것으로 검토되었으며, S1에서는 피복두께가 다소 작게 측정되어 『b』 등급으로 평가되었다.

4장 재 하 시 험

4.1 개 요

4.2 정적재하시험

4.3 동적재하시험

4.4 정·동적 재하시험 고찰

제 4 장 재 하 시 험

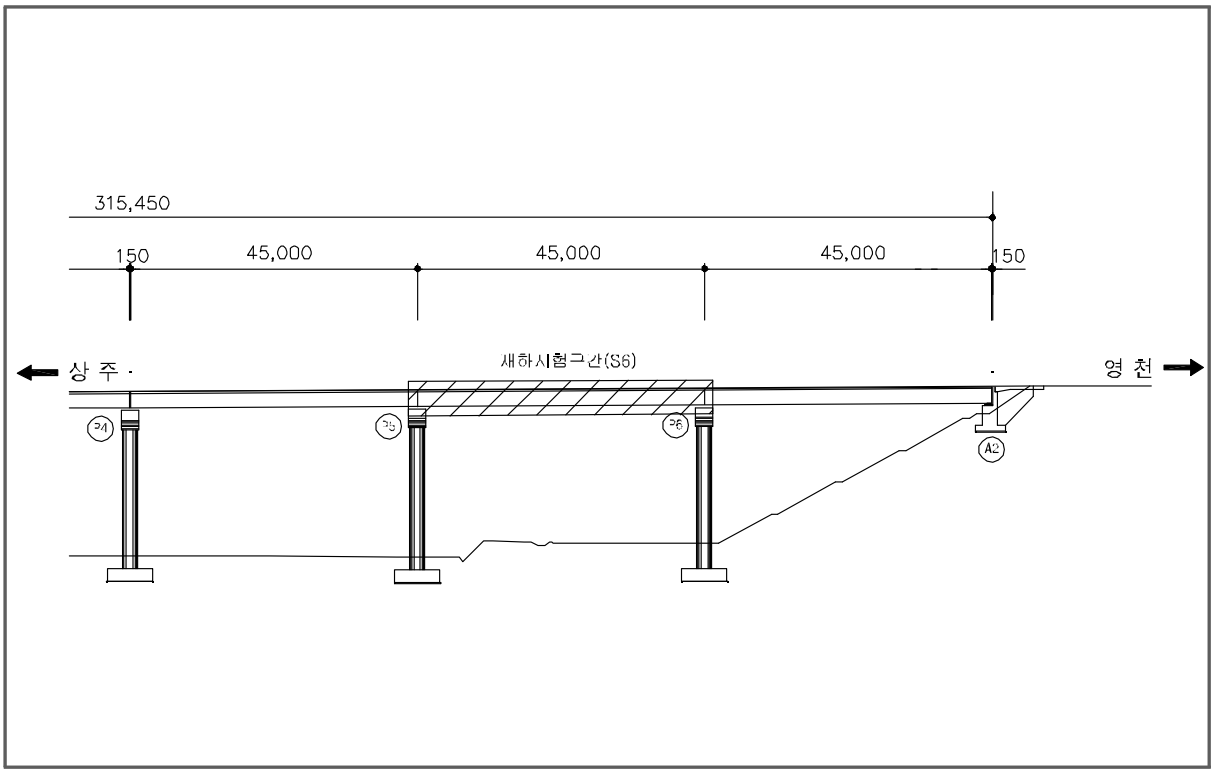
4.1 개 요

4.1.1 시험 경간선정

본 재하시험의 대상경간 선정은 차후의 정밀안전진단과 계측값 상대비교를 고려하여 교량의 대표성 및 Gauge 부착과 측정장비 설치의 용이성, 시험차량의 주행속도 및 제동거리 확보 등 현장여건을 종합적으로 고려하여 다음과 같이 선정하였다.

【시험 경간선정 및 선정사유】

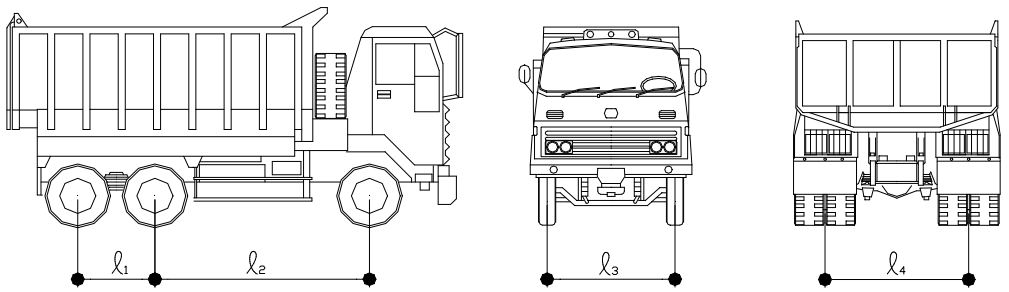
구분	시험경간/지점	지간장(L)	선 정 사 유	비 고
L.I.T Beam	S6(0.5L부)	45.0m	6경간 최대 정모멘트 작용구간	

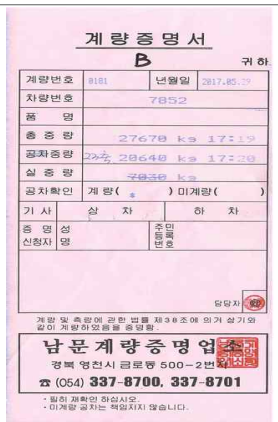


【재하시험 대상 경간】

4.1.2 시험차량

본 교량의 재하시험에 사용된 시험차량은 교량의 응답비를 크게 얻고자 15톤 덤프트럭 1대에 모래를 만재시켜 사용하였으며, 차량의 총중량은 약 28톤 수준을 유지하였다.





계 량 증 명 서

B 귀하

계량번호	8181	년월일	2017.05.29
차량번호	7852		
품 명			
총 중 량	27670 kg 17:19		
공차중량	공차 28640 kg 17:20		
실 중 량	-9970 kg		
공차확인	계 량 ( ) 미계량 ( )		
기 사	삼 차	하 차	
증명 신청자	성 명	주민 등록 번호	

담당자

계량 및 측량에 관한 법률 제38조에 의거 상기와 같이 계량하였음을 증명함.

남문계량증명업

경북 영천시 금로동 500-2번

☎ (054) 337-8700, 337-8701

· 필히 재확인 하십시오.
· 미계량 공차는 책임지지 않습니다.

계량증명서(ID 7852)

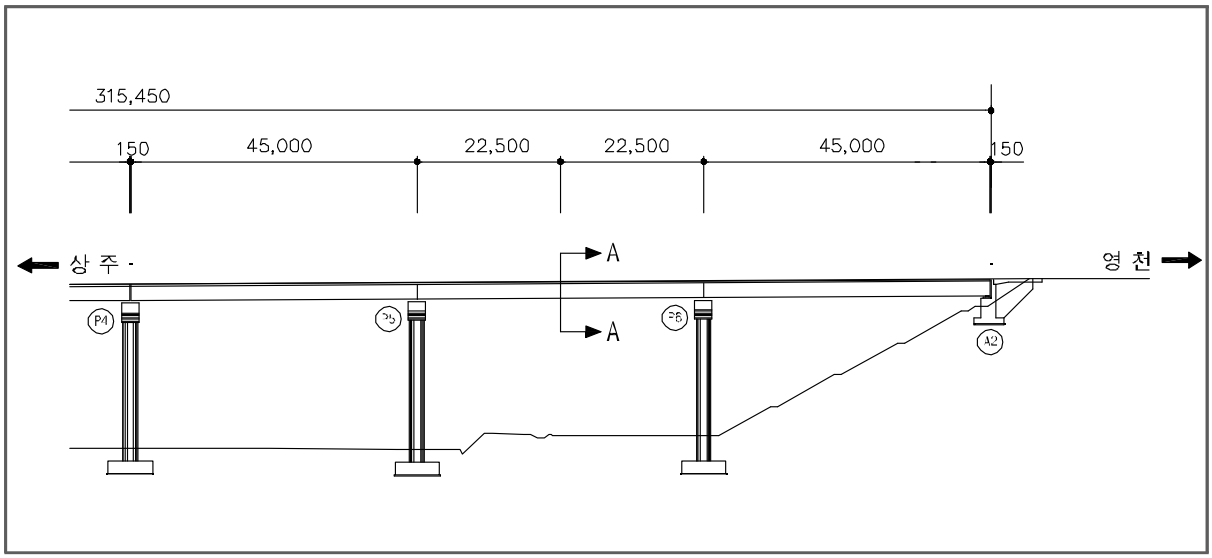
구 분 (차량번호)	차량제원(m)				차 륜 별 축 중 (ton)			
	ℓ1	ℓ2	ℓ3	ℓ4	전 륜	중 륜	후 륜	총 중 량
ID 7852	1.3	3.3	2.07	1.85	7.030	10.320	10.320	27.670

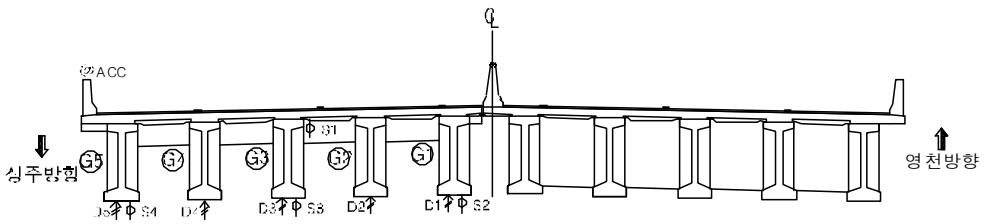
【시험차량의 제원 및 축중하중】

4.1.3 센서 설치위치 및 수량

측정항목별 센서는 대상구조물의 측정대상구간 중에서 하중재하에 따른 단면력이 최대인 단면을 선정한 후, 처짐 및 변형률이 최대로 발생하는 부위에 부착한다.

본 교량에서는 6경간의 정모멘트부 1지점을 측정단면으로 선정하고 처짐계, 변형률계 및 진동가속도계를 설치하였다.



구 분	내 용
A-A 단면 (S6 0.5L지점)	

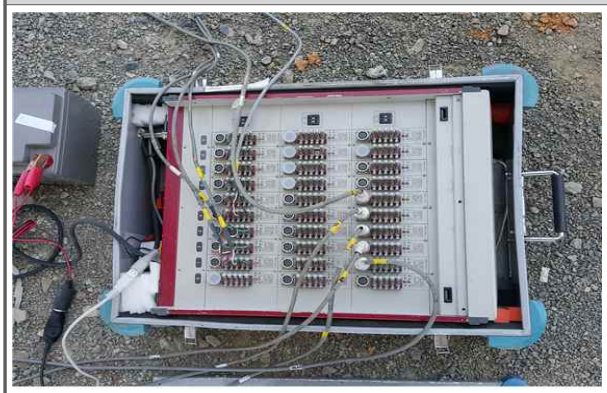
【센서 설치 위치】

【센서 종류 및 기호】

기 호	게이지 종류	용 도	비 고
⌽	Concrete Strain Gauge	변형률 측정	휨
↟	처짐계(Displacement)	변위측정	처짐
@	가속도계(Accelerometer)	가속도 측정	고유진동수

【센서별 측정내용】

부착경간	구 분		부착위치	측정내용
S6 0.5L지점 (A-A단면)	변형률계	S1	Girder 3 상면	최대변형률
		S2	Girder 1 하면	〃
		S3	Girder 3 하면	〃
		S4	Girder 5 하면	〃
	변 위 계	D1	Girder 1 하면	최대변위
		D2	Girder 2 하면	〃
		D3	Girder 3 하면	〃
		D4	Girder 4 하면	〃
		D5	Girder 5 하면	〃
	가속도계	Acc	방호벽 상부	진동가속도

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>변형률게이지 설치(거더하면)</td><td>변형률게이지 설치(거더상면)</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>처짐계 설치</td><td>가속도계 설치</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>정적시험 차량 재하</td><td>동적시험 차량 주행</td></tr>
<tr><td>  </td><td> </td></tr>
<tr><td>정, 동적 측정 장비 셋팅</td><td>정, 동적 데이터 수집</td></tr>
</table>

【재하시험 현황】

4.2 정적재하시험

4.2.1 개 요

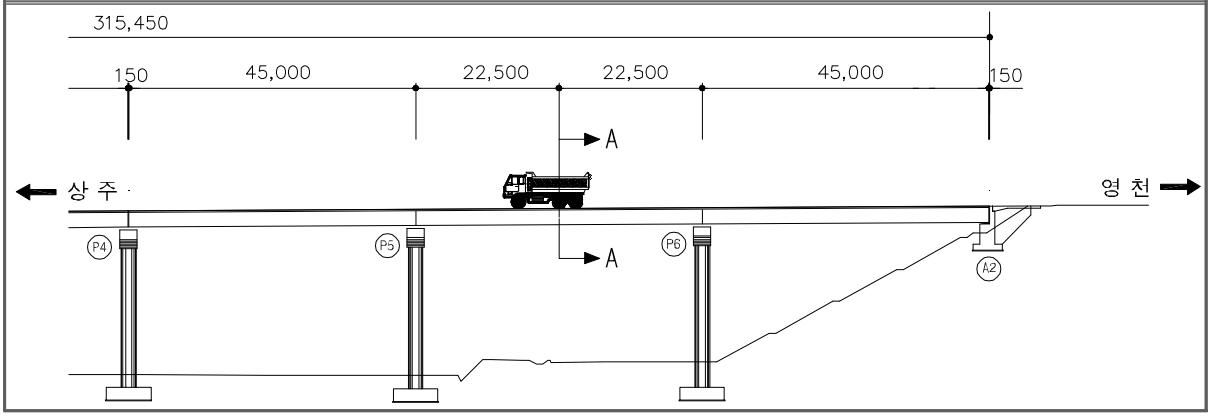
정적 재하시험의 경우 1대의 재하차량을 이용하여 영천(A2)→상주(A1)로 진행하며 실시하였다.

L.C1~L.C3까지 총 3개의 하중조합으로 구성하였으며, 각 정적재하시험의 재하 경우, 차량재하방향, Load Case별 시험차량 위치는 다음과 같다.

【정적재하시험의 LOAD CASE】

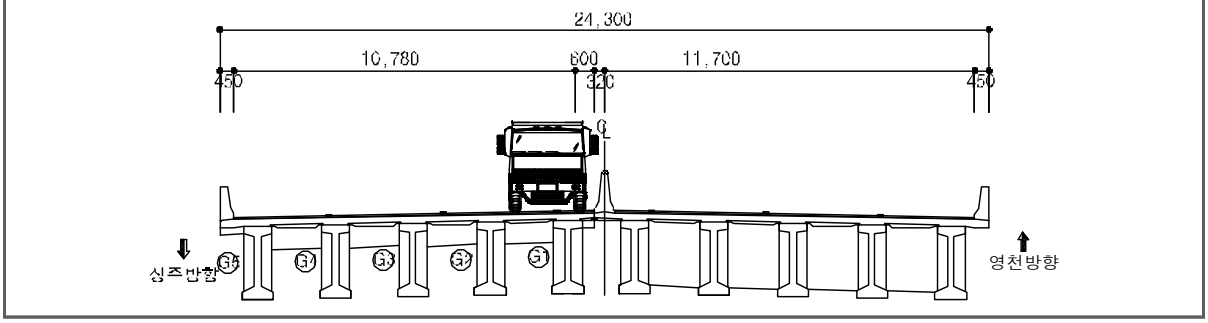
재하경우	재하위치		비 고
	단 면	위 치	
L.C 1	A-A	중분대에서 600mm이격하여 1대 재하	중분대측
L.C 2	A-A	중분대에서 4,765mm이격하여 1대 재하	교폭중앙
L.C 3	A-A	방호벽에서 600mm이격하여 1대 재하	방호벽측

6경간 정모멘트부 재하 : A-A단면

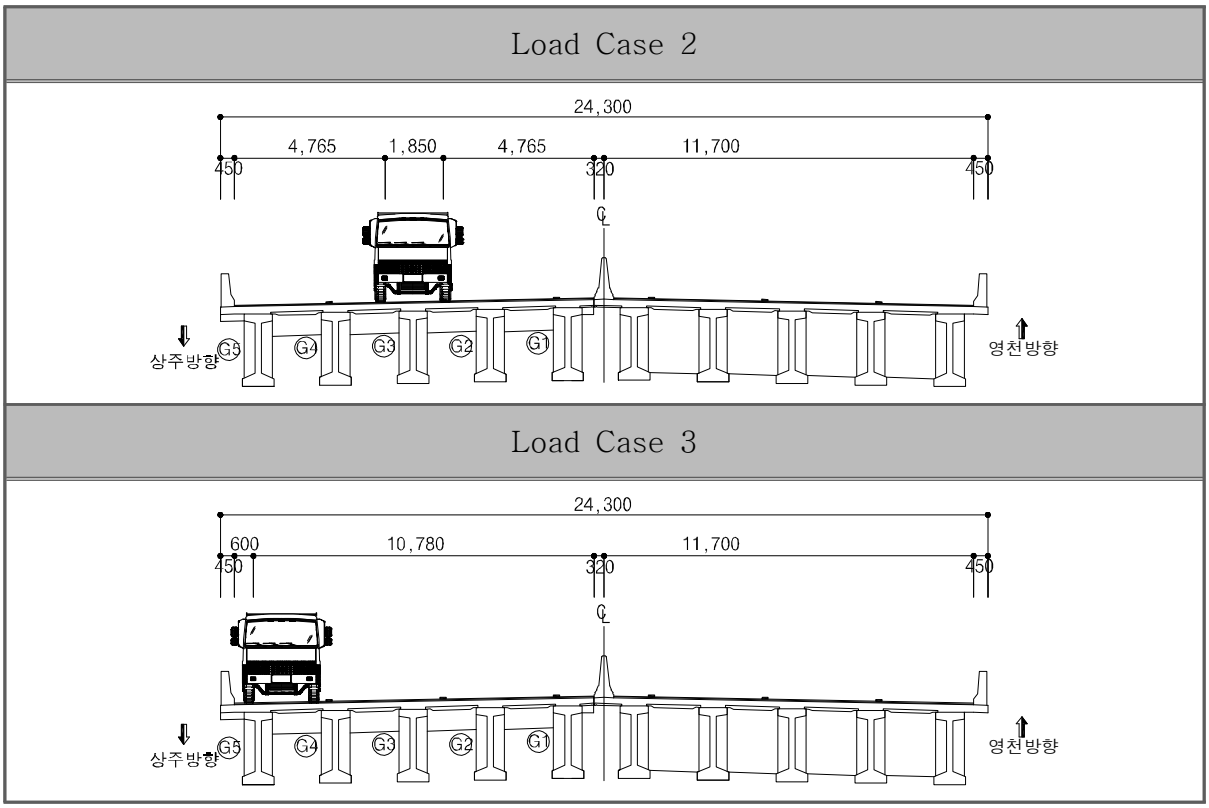


【S6경간 정적재하시험 차량재하방향】

Load Case 1



【S6경간 Load Case별 위치(L.C 1)】



【S6경간 Load Case별 위치(L.C 2~3)】

4.2.2 정적 재하시험 결과 및 분석

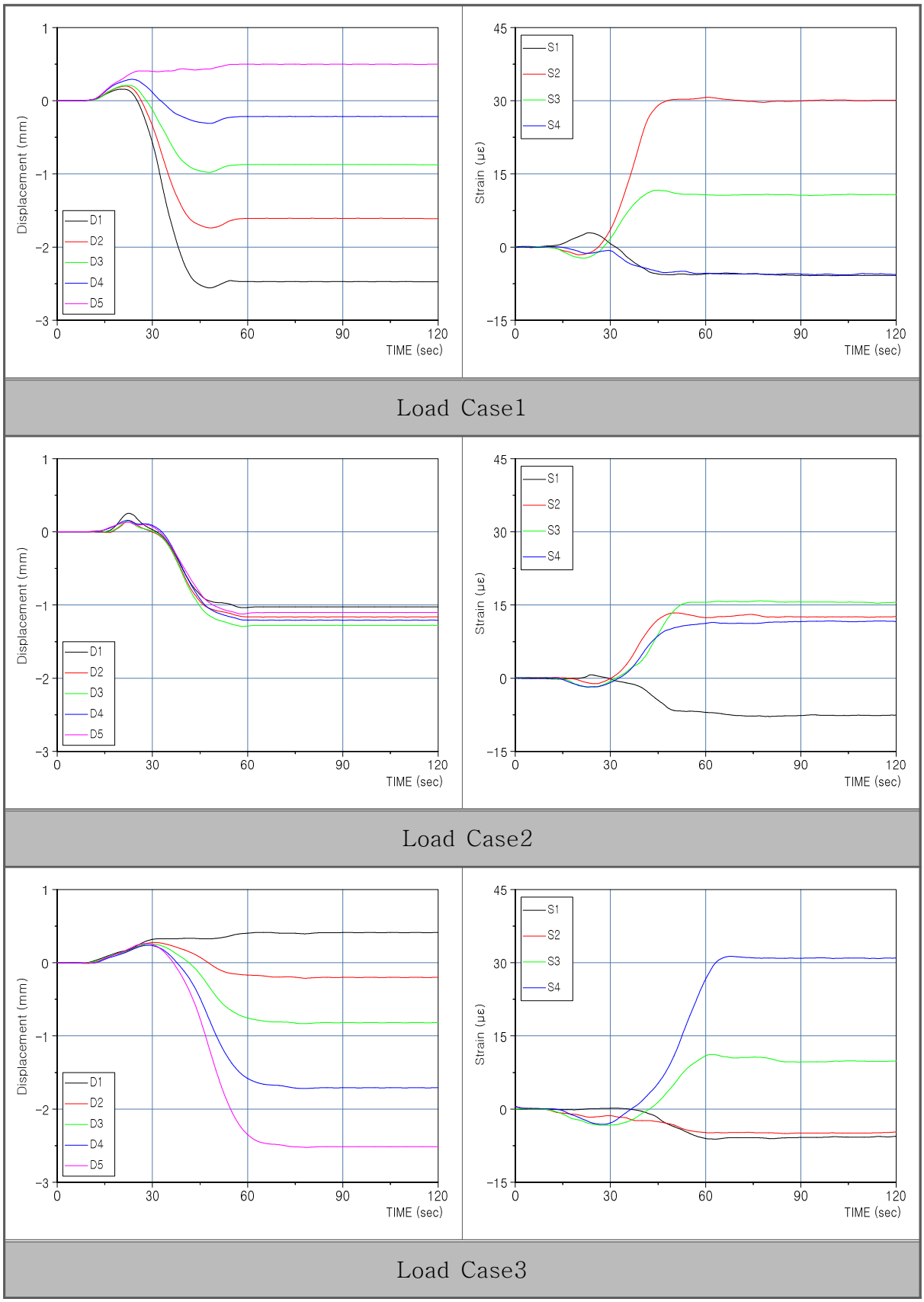
가. 처짐 및 변형율 측정 결과

본 절에서는 정적 재하 경우에 따른 각 단면별 게이지의 최고 응답치를 정리하여 나타내었으며 응답그래프의 일례를 도시하였다.

【정적재하시험 결과】

구 분	Gage No	L.C 1	L.C 2	L.C 3	비 고
S6 0.5L지점 (A-A단면)	S1	-5.81	-7.56	-5.68	με
	S2	30.10	12.52	-4.83	〃
	S3	10.78	15.54	9.79	〃
	S4	-5.49	11.66	31.03	〃
	D1	-2.474	-1.024	0.411	㎜
	D2	-1.610	-1.162	-0.201	〃
	D3	-0.875	-1.277	-0.821	〃
	D4	-0.217	-1.206	-1.710	〃
	D5	0.497	-1.101	-2.515	〃

※ 변위 : (-)부호는 하향처짐, 변형률 : (-)부호는 압축임.

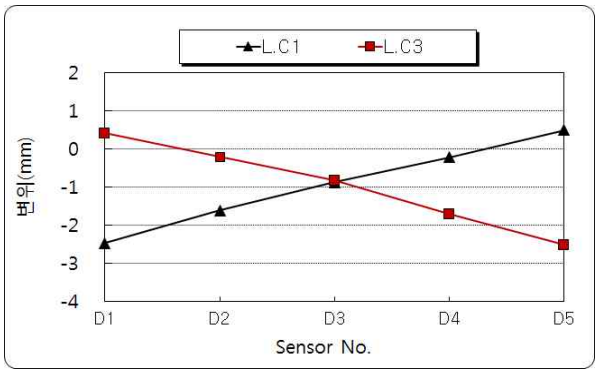


【S6경간 변위 및 변형률-시간 GRAPH】

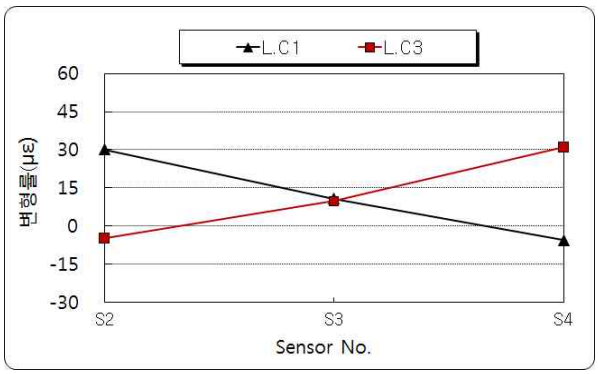
※ 각 Load Case별 최고 응답치를 나타내었으며, 미기재 그래프는 부록편 참조.

나. 횡방향 거동 특성

교량에 하중을 횡방향 중심선을 기준으로 대칭으로 재하 하여 측정결과의 거동 특성을 분석하였다.



S6경간 변위 횡분배 특성



S6경간 변형률 횡분배 특성

【대칭성 분석】

검토 의견

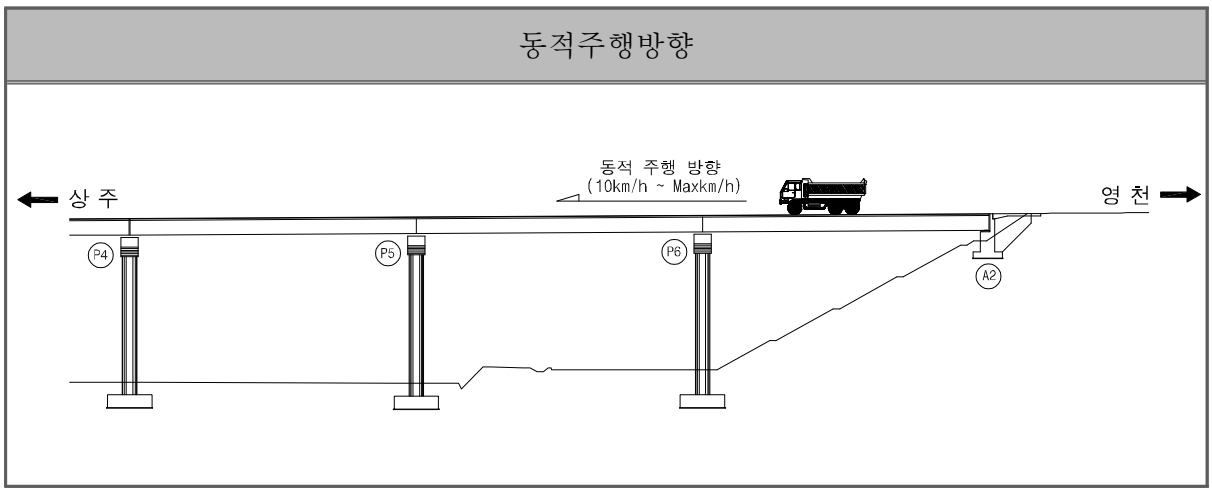
- 횡방향으로 대칭되는 하중 경우에 따른 시험경간의 측정값을 비교하여 대칭성을 통한 횡방향 거동특성을 분석하였다. 실측치 분석결과 측정경간에 대한 Load Case별 측정된 값을 도시하여 횡방향 거동을 비교한 결과 대상 교량의 횡방향 거동은 상단의 그래프와 같이 대칭형으로 교량이 합리적으로 거동하고 있는 것으로 분석되었다.

4.3 동적재하시험

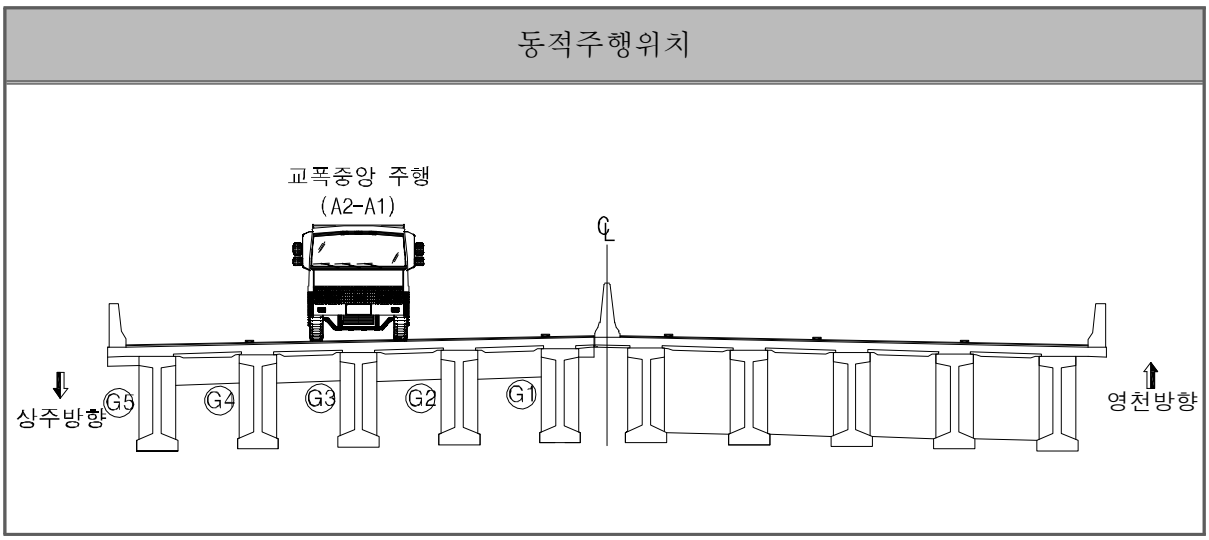
4.3.1 개 요

본 절은 구조물의 동적거동 특성을 조사하기 위하여 실 충격계수와 고유진동수를 계측하고 교량의 안전성을 검토한다. 실 충격계수는 차량속도를 10㎞/hr~최고속도까지 단계별로 속도를 증가시켜 응답치 변화량을 가지고 산출하며, 고유진동수는 진동계에서 측정된 주파수를 분석하여 산출한다.

동적재하시험은 정적재하시험시 이용된 덤프트럭을 사용하여 교폭 중앙으로 주행을 하였으며, 주행방향은 영천(A2)→상주(A1)로 공용중 실제 주행방향을 택하여 주행 가능한 최대속도인 80km/h까지 주행을 실시하였다.



【동적재하시험 주행방향】



【동적재하시험 주행위치】

4.3.2 동적재하시험 결과 및 분석

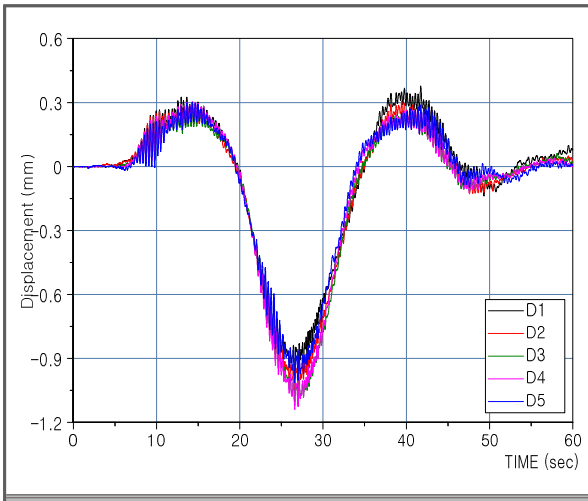
가. 동적처짐

동적 그래프는 차량이 주행한 구간에 대하여 표시하였고, 각 주행속도에 따른 동적 최대 처짐값은 다음과 같다.

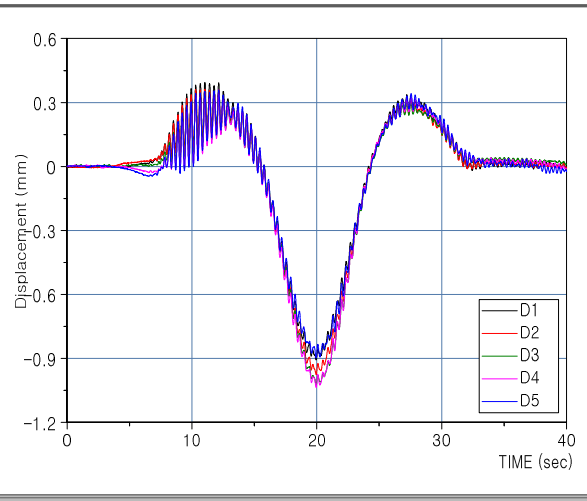
【동적재하시험 결과】

Sensor / 차량속도	S6경간					비고
	D1	D2	D3	D4	D5	
10㎞/hr	−0.982	−1.066	−1.120	−1.138	−1.014	mm
20㎞/hr	−0.907	−0.976	−1.025	−1.036	−0.897	mm
30㎞/hr	−0.948	−0.975	−1.018	−1.000	−0.858	mm
40㎞/hr	−0.891	−0.952	−1.025	−1.065	−0.982	mm
50㎞/hr	−0.866	−0.948	−1.007	−1.031	−0.928	mm
60㎞/hr	−0.888	−0.974	−1.052	−1.096	−1.005	mm
80㎞/hr	−0.823	−0.920	−1.013	−1.064	−0.963	mm

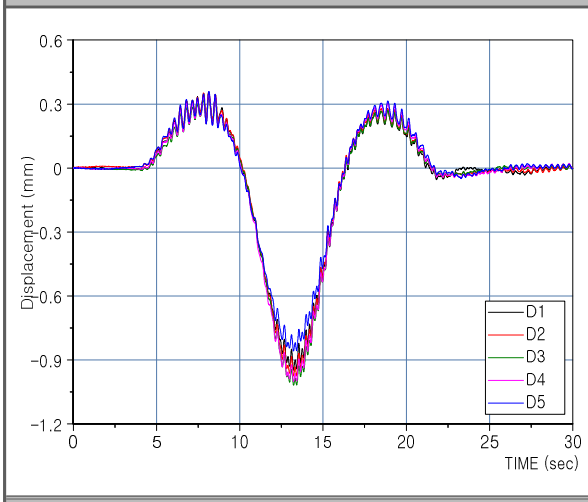
※ 변위 : (−)부호는 하향 처짐임



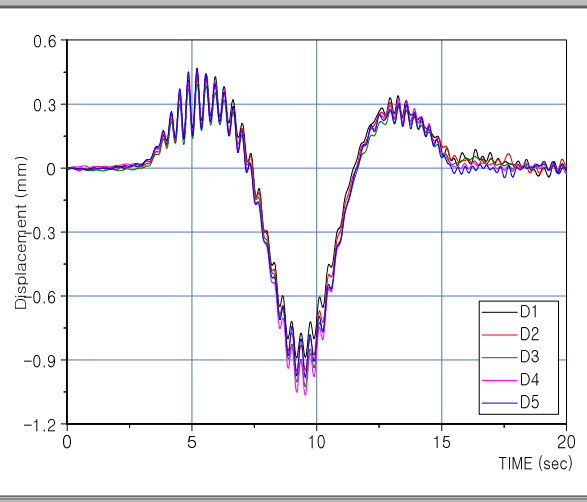
10㎞/hr



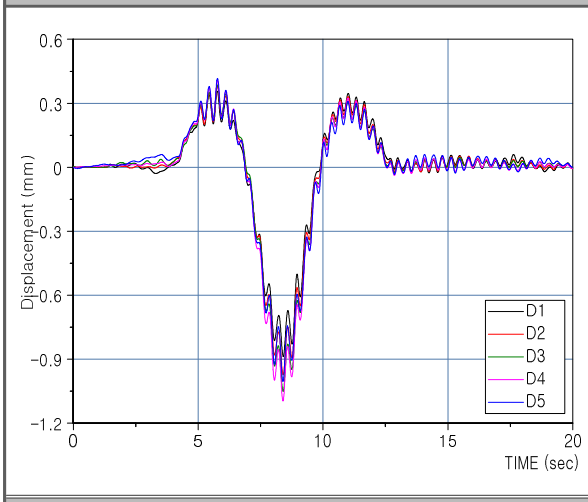
20㎞/hr



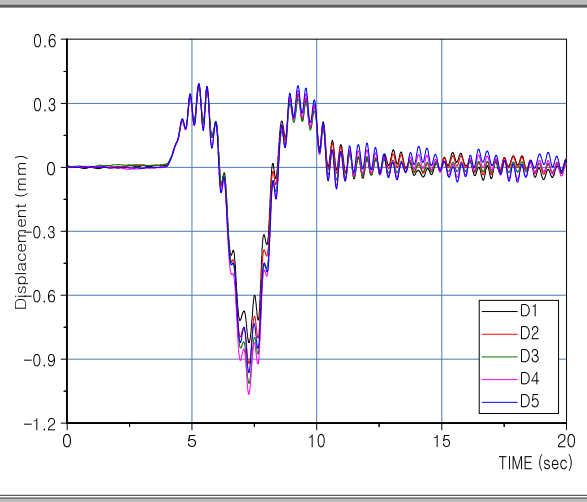
30㎞/hr



40㎞/hr



60㎞/hr



80㎞/hr

【동적주행 변위-시간 GRAPH】

※ 미기재 그래프는 부록 참조.

나. 충격계수 분석결과

교량의 충격계수는 노면상태 및 노후도에 의하여 영향을 받으며, 차량 하중의 정적응답에 대한 동적응답의 비를 동적증폭률이라고 하는데 구조물의 설계나 내하력 평가시에는 이것이 충격계수가 된다.

따라서 동적재하시험을 통하여 충격계수를 산출하고, 이 값을 설계하중효과에 곱함으로써 동적효과를 고려한 실제적인 내하력평가를 수행할 수 있다.

통상 저속주행(10㎞/h)시 발생하는 응답을 정적응답치로 간주하고, 이 값에 대한 속도별 최대응답치와의 비로써 충격계수를 산정하는 방법을 이용하였으나, 정적응답으로 간주하는 저속주행시의 응답에도 동적 효과가 포함되어 있으며, 정확하게 동일한 위치로 주행을 반복하는 것이 불가능하므로, 최근에는 동적측정결과를 Low Pass Filter를 하여 동적효과를 제거한 정적 응답결과에 대한 동적측정 결과와 비로써 각 속도별 충격계수를 구하는 방법을 사용하였다.

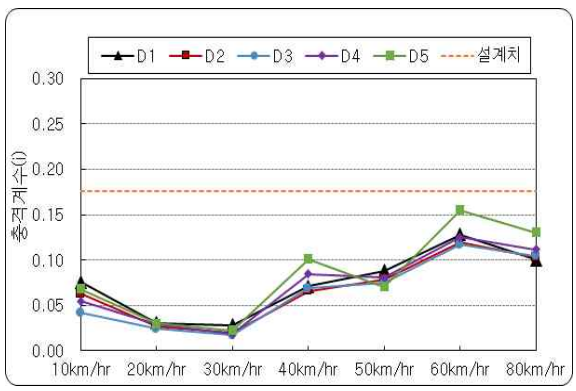
최대 동적 처짐 및 최대 정적 처짐에 의한 교량의 충격계수는 다음과 같다.

$$i = \frac{Ddyn - Dsta}{Dsta}$$

여기서, Ddyn : 동적최대처짐

Dsta : Ddyn에서의 Low Pass Filtering한 최대처짐

동적재하시험에서 충격계수의 산정은 측정된 동적 Data를 산정식에 따라 개별 충격계수를 구한 후 그 값 중 가장 큰 값을 대표값으로 선정하였으며, 다음표에 나타내었다. 대표 실측충격계수는 시속 60㎞/hr의 속도일 때 0.155(D5)로 분석되어 도로교 설계기준에서 제시하는 계산 충격계수 0.176보다 작게 측정되어 이동하중에 의한 충격의 영향은 양호한 것으로 판단된다.



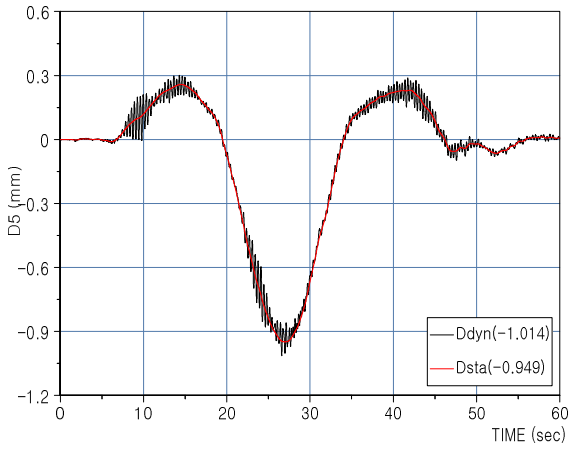
S6경간

【속도별 충격계수 GRAPH】

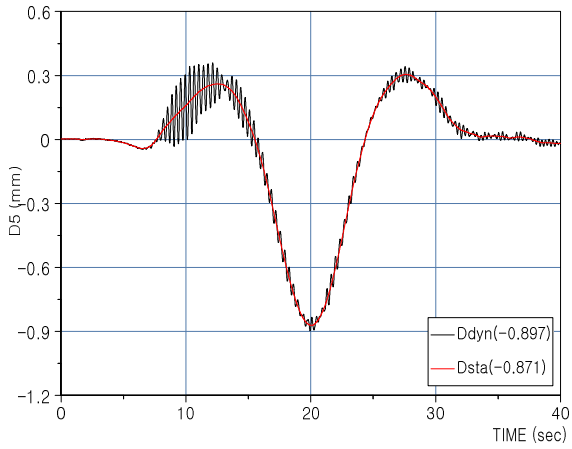
【실측충격계수 결과표】

구 분		S6경간 변위(mm) D1	D2	D3	D4	D5	비 고
L.C 1 10㎞/h	Ddyn	−0.982	−1.066	−1.120	−1.138	−1.014	
	Dsta	−0.913	−1.003	−1.075	−1.079	−0.949	
	충격계수(i)	0.076	0.063	0.042	0.055	0.068	
L.C 2 20㎞/h	Ddyn	−0.907	−0.976	−1.025	−1.036	−0.897	
	Dsta	−0.880	−0.950	−1.001	−1.007	−0.871	
	충격계수(i)	0.031	0.027	0.024	0.029	0.030	
L.C 3 30㎞/h	Ddyn	−0.948	−0.975	−1.018	−1.000	−0.858	
	Dsta	−0.922	−0.956	−1.001	−0.982	−0.839	
	충격계수(i)	0.028	0.020	0.017	0.018	0.023	
L.C 4 40㎞/h	Ddyn	−0.891	−0.952	−1.025	−1.065	−0.982	
	Dsta	−0.832	−0.893	−0.959	−0.982	−0.892	
	충격계수(i)	0.071	0.066	0.069	0.085	0.101	
L.C 5 50㎞/h	Ddyn	−0.866	−0.948	−1.007	−1.031	−0.928	
	Dsta	−0.796	−0.879	−0.937	−0.954	−0.867	
	충격계수(i)	0.088	0.078	0.075	0.081	0.070	
L.C 6 60㎞/h	Ddyn	−0.888	−0.974	−1.052	−1.096	−1.005	
	Dsta	−0.787	−0.870	−0.942	−0.974	−0.870	
	충격계수(i)	0.128	0.120	0.117	0.125	**0.155**	
L.C 7 80㎞/h	Ddyn	−0.823	−0.920	−1.013	−1.064	−0.963	
	Dsta	−0.748	−0.834	−0.917	−0.957	−0.852	
	충격계수(i)	0.100	0.103	0.105	0.112	0.130	
실측충격계수		0.155					
이론충격계수		0.176					

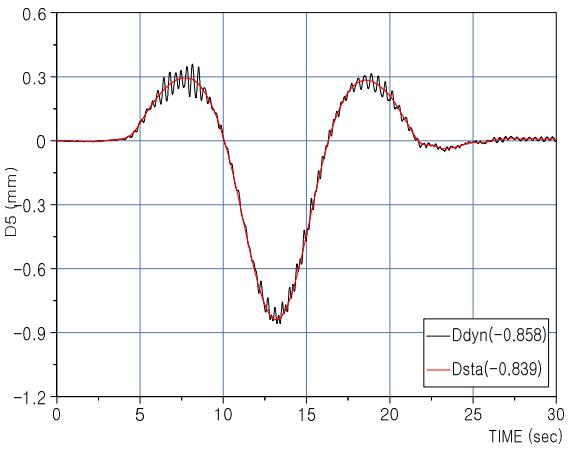
※ 이론충격계수 산정식 : $i = \frac{15}{40 + L} \rightarrow i = \frac{15}{40 + 45} = 0.176$ (S6경간)



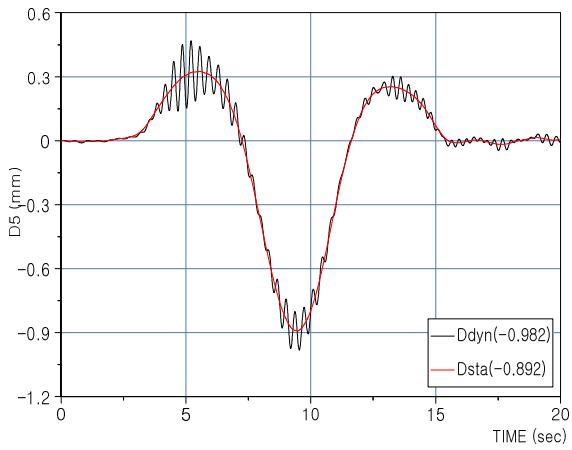
10㎞/hr, D5



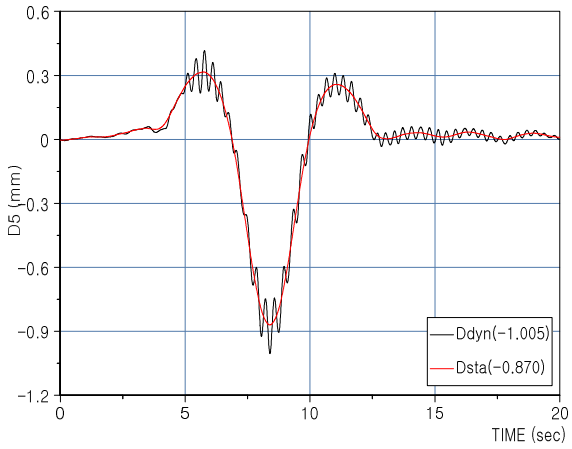
20㎞/hr, D5



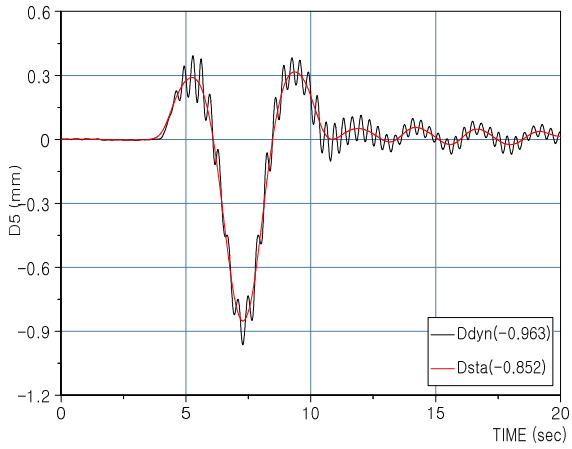
30㎞/hr, D5



40㎞/hr, D5



60㎞/hr, D5



80㎞/hr, D5

【동적주행결과의 필터링 전-후 비교 GRAPH】

※ 미 기재 그래프는 부록편 참조.

다. 고유 진동수 분석결과

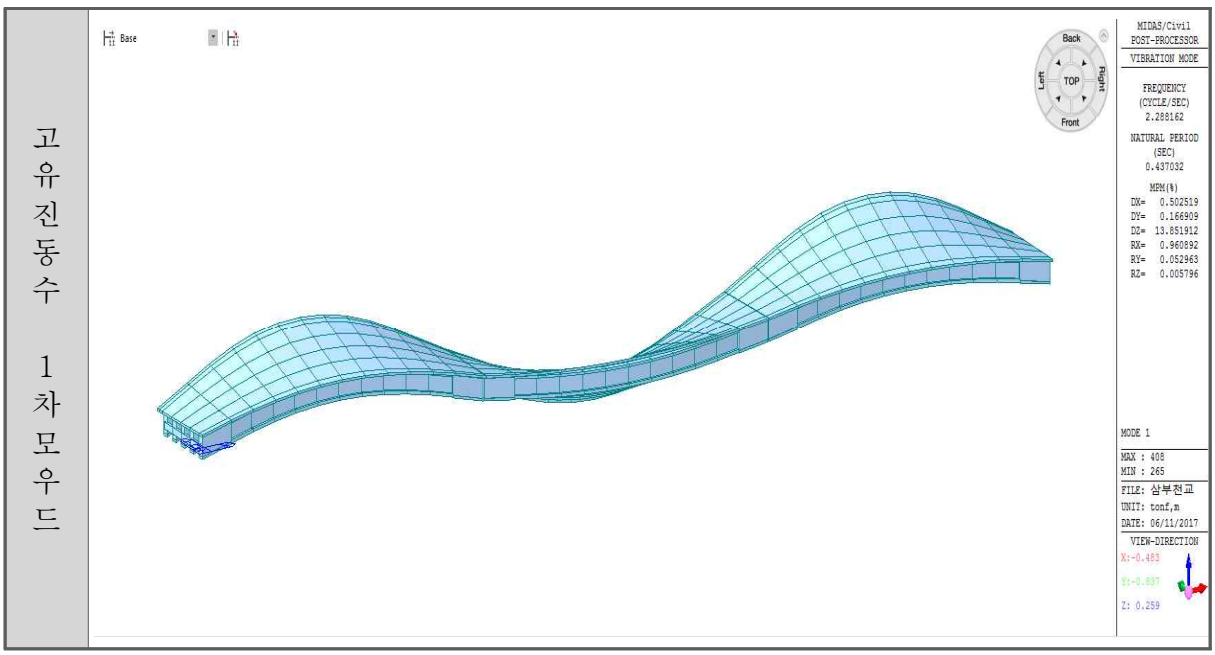
재하차량에 의한 교량 각 부재의 시간이력곡선으로부터 교량의 진동주기를 도출하였다. 차량이 교량 위를 통과할 때는 차량의 진동과 교량 자체의 진동과의 상호작용이 교량의 동적거동에 영향을 미치므로, 본 조사에서는 주행차량이 교량을 통과하고 난 후 여진상태에 구한 시간이력곡선으로부터 FFT(Fast Fourier Transform) 해석을 하여 교량의 고유진동수를 구하였다.

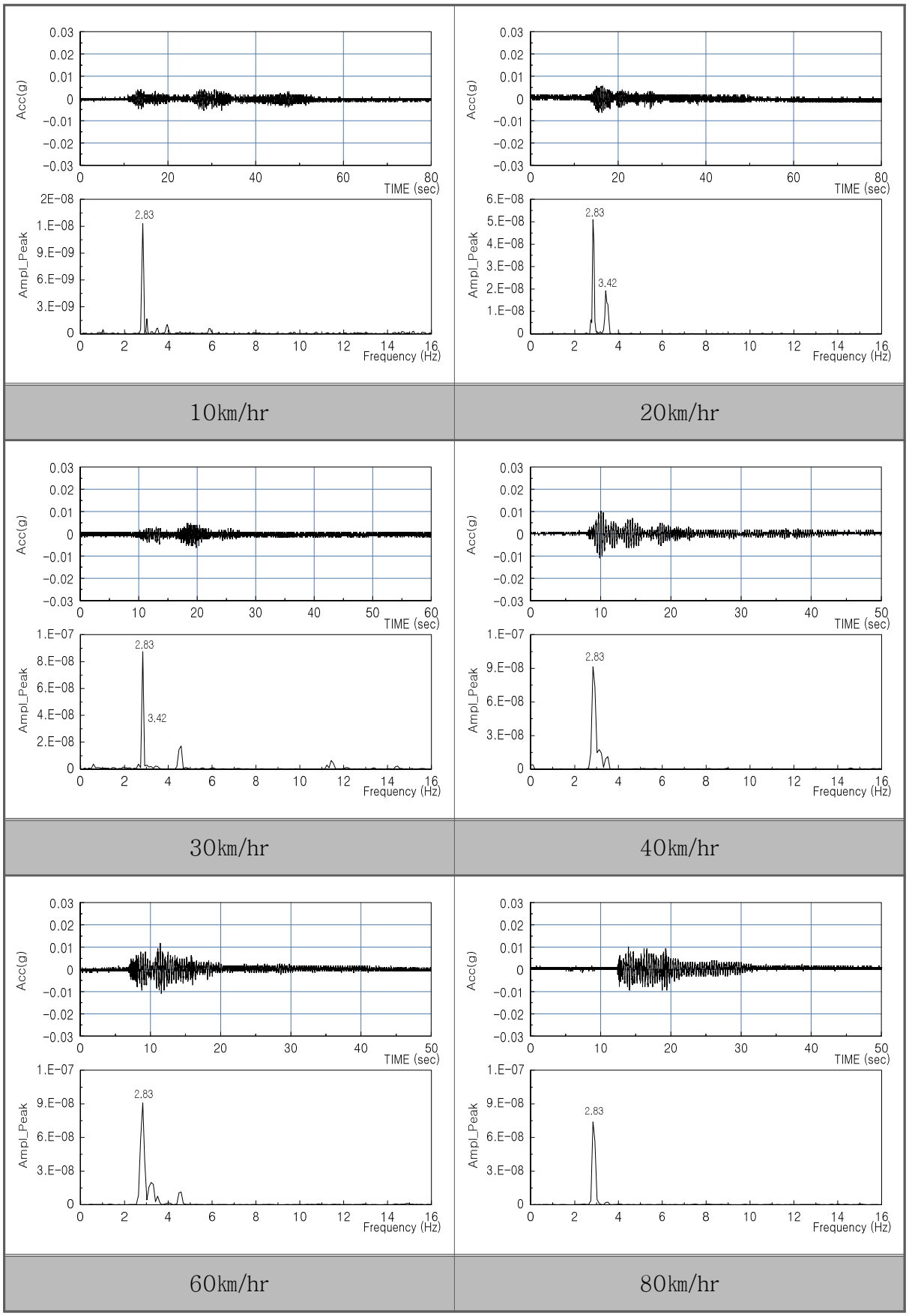
해석에 의한 대표 고유진동모드는 1모드에서 나타났으며 주행 속도에 따른 측정 고유진동수는 1모드에서 2.83Hz로 측정되어 이론고유진동수 2.28Hz보다 크게 나타났으며, 본 시험에서 측정된 고유진동수는 본 교량의 초기 고유진동수로서, 진동주파수와 강성과는 비례관계임을 볼 때 향후 가속도 측정에 의한 구조물의 강성 저하 유무를 판단 할 수 있는 기초자료라 할 수 있다.

【속도별 실측고유진동수 값】

주행속도(㎞/hr)	실측고유진동수(Hz)	주행속도(㎞/hr)	실측고유진동수(Hz)
10	2.83	50	2.83
20	2.83	60	2.83
30	2.83	80	2.83
40	2.83		

【이론고유진동수】





10㎞/hr	20㎞/hr
30㎞/hr	40㎞/hr
60㎞/hr	80㎞/hr

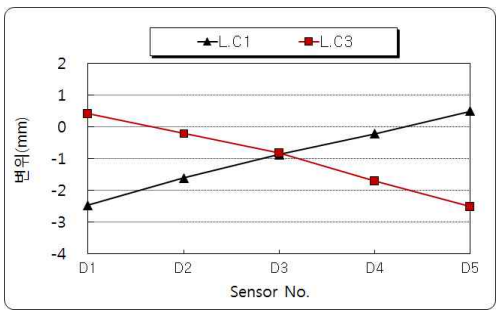
【FFT 분석 GRAPH】

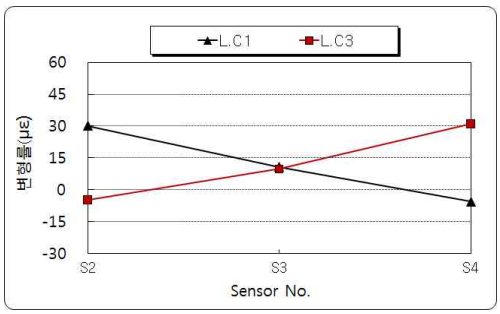
※ 미 기재 그래프는 부록편 참조

4.4 정·동적 재하시험 고찰

본 가래실교에 대한 정·동적 재하시험을 시행한 결과 정적재하시험시 최대처짐 및 최대변형률은 -2.515㎜(D5, L.C3), 31.03 με(S4, L.C3)이 발생되었다. 동적재하시험에서는 10㎞시 최대처짐 -1.138㎜(D4)가 발생하였다. 또한 고유진동수는 2.83㎐로 측정되었으며, 실측충격계수는 0.155로 측정되어 계산충격계수 0.176보다 작게 분석되었다.

【정·동적 재하시험 분석결과】

<table>
<tr><th colspan="2">분석항목</th><th>분 석 결 과</th></tr>
<tr><td colspan="2">시험트럭</td><td>•재하하중 : 설계하중의 약 64.1%
•총 중 량 : 27.670ton</td></tr>
<tr><td rowspan="4">정적
재하
시험</td><td rowspan="4">횡방향
거동특성</td><td>•변형률 : 31.03 με
•변 위 : −2.515 ㎜</td></tr>
<tr><td>S6경간 0.5L지점</td></tr>
<tr><td> 


</td></tr>
<tr><td>S6경간 횡분배 특성</td></tr>
<tr><td colspan="2">•처짐 및 변형률에 의한 횡방향 거동특성 분석결과 하중 경우에 따른 계측 DATA가 합리적인 거동특성을 보이는 것으로 분석됨.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">동적
재하
시험</td><td>충격
계수</td><td>•충격계수 분석결과 실측충격계수의 최대값은 0.155로 이론 충격계수 0.176보다 작게 나타나 이동하중에 대한 충격의 영향은 양호한 상태로 분석됨.</td></tr>
<tr><td>고유
진동수</td><td>•실측 고유진동수(2.83㎐)가 이론 고유진동수(2.28㎐)보다 크게 나타나고 있어 교량의 강성은 양호한 것으로 판단된다.</td></tr>
</table>

5장 구조안전성 및 내하력평가

5.1 개 요

5.2 LIT Girder 구조해석

5.3 LIT Girder 안정성평가

제 5 장 구조안전성 및 내하력평가

5.1 개 요

5.1.1 검토 조건

구안전성평가에 사용한 구조해석 프로그램은 MIDAS/Civil 8.3.1을 사용하였으며, 구조계산서상에 정리된 교량제원, 사용재료 및 허용응력, CASE별 설계하중에 따른 응력 비교 결과를 정리하면 다음과 같다.

가. 구조물 제원

교 량 명	가래실교		
형 식	LIT Girder	교량등급	1등교
연 장	L = 4@45.0+3@45.0 = 315.00 m	교량폭원	B = 11.825 m

나. 사용재료

1) 콘크리트

바닥판	fck = 27 MPa	LIT Beam	fck = 40 MPa
	Ec = 2.55E+04 MPa		Ec = 3.14E+04 MPa

2) P.S 강재

종류	KS D 7002, SWPC 7B 12 Strand Φ15.2mm A = 138.70mm^2(Strand 1개소당 단면적)
탄성계수	Ep = 2.00E+05 MPa
fpy	1600 MPa
fpu	1900 MPa
곡률 마찰계수	0.25/Radian
파상 마찰계수	0.005/m
슬립량	6.000 m

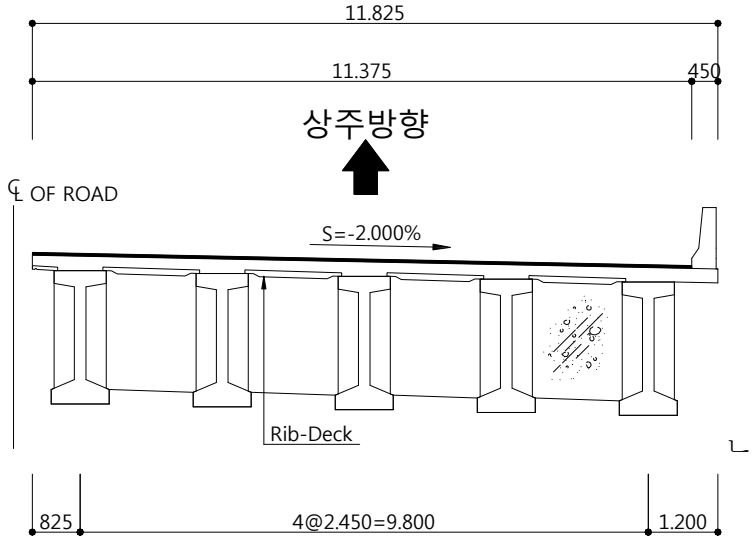
3) 철근

철근	fy = 400 MPa
	Ec = 2.00E+05 MPa

5.1.2 검토 단면

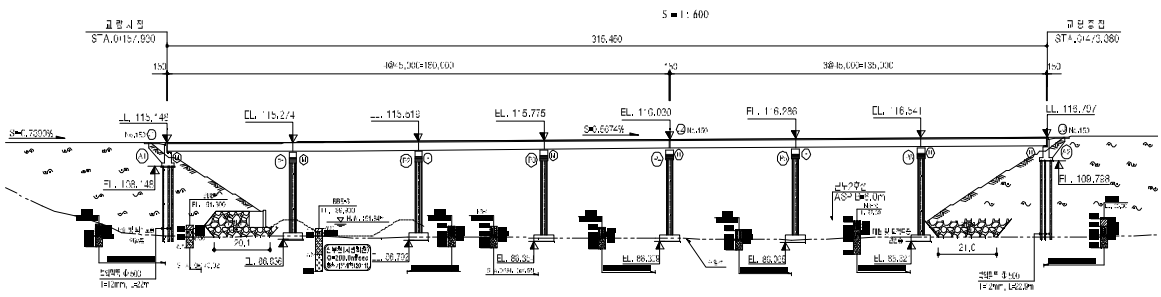
가. 횡단면도

가래실교



나. 종단면도

가래실교



5.1.3 하중산정

가. 고정하중

구 분	콘크리트	강 재	포 장
단위중량(kN/㎥)	25.00	78.50	23.50

: LIT 거더 자중은 프로그램내에서 자동으로 계산.

1) 합성전 바닥판 타설하중 (LIT 거더 적용)

2) 합성후 고정하중(방호벽, 포장하중)

① 방호벽 = (0.322 × 25.00) / 0.42 = 19.1667 kN/m2

② 포장 = 0.050 × 23.50 = 1.175 kN/m2

나. 활 하 중

1) 설계차로폭 및 차로수

- 일반구간 : 연석간 교폭 : Wc = 12.11 − 0.620 = 11.380 m

∴ 설계차로수, N = 3 (9.1m ≤ Wc < 12.8m)

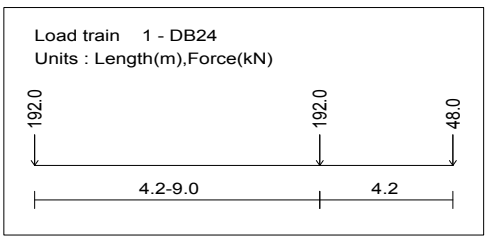
설계차로폭 : W = Wc / N = 11.380 / 3 = 3.793 > 3.600m ∴ 3.600m

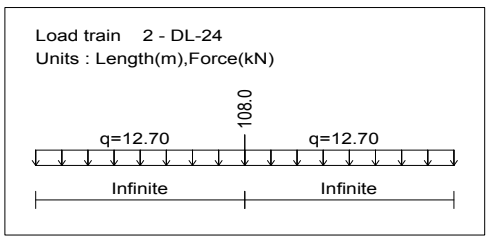
2) 하중강도와 충격계수

① 차선하중 (DL−24) : WL = 12.7 kN/m , Pm = 108 kN, Ps = 156 kN

② 차륜하중 (DB−24) : 전륜하중, Pf = 24.0kN , 후륜하중, Pr = 96.0kN

③ 재하차량





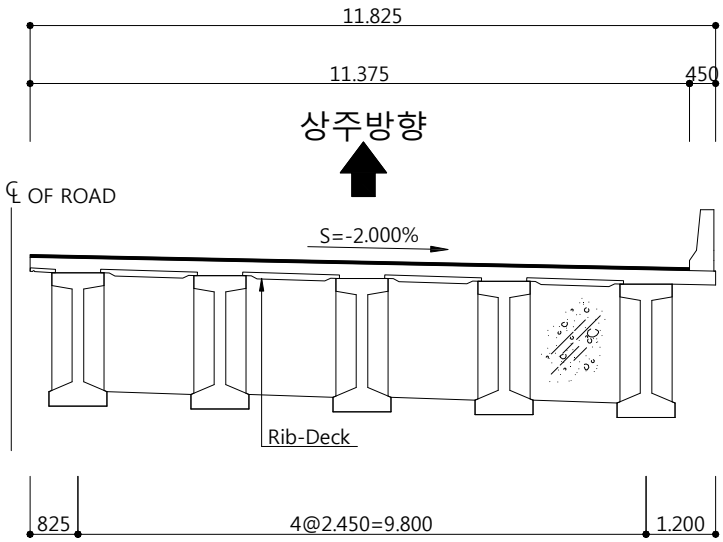
④ 충격계수

구 분	지간장,L(m)	충격계수,15/(40+L)
1경간	45.00	0.176
2경간	45.00	0.176
지점부	45.00	0.176

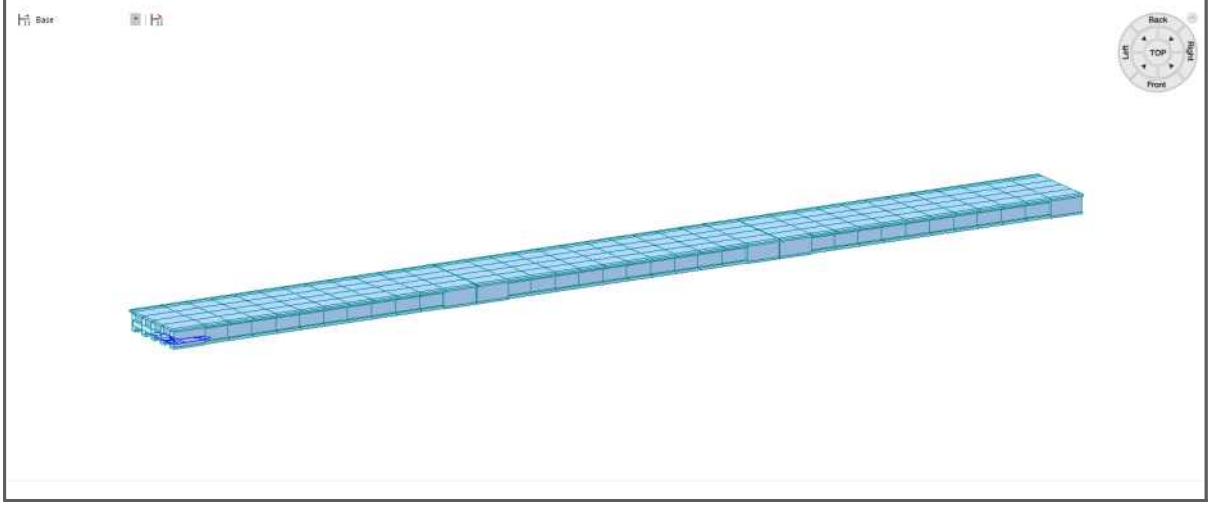
5.2 LIT Girder 구조해석

5.2.1 모 델 링

구 조 해 석 모 델 링 [횡단면도]



구 조 해 석 모 델 링 [종단면도]



※ 사용 구조해석 프로그램명 : MIDAS CIVIL

5.2.2 응력검토

가. 작용하중에 의한 응력(외측 거더)

구 분		모멘트 (kN.m)	단면계수 Z(m^3)	콘크리트단면 휨응력(MPa)				P.S강선 (MPa)
				슬래브	P.S.CBEAM			
				상 연	상 연	하 연	강선 도심	강선 도심
고정하중	BEAM 자중	5835.9	56199		10.384			
			58799			9.925		
			64541				9.042	
	합성전	4683.3	57802		8.102			
			66562			7.036		
			73431				6.378	39.951
	합성후	3087.7	193702		1.594			
			88091			3.505		
			1452216	2.126				
			94039				3.283	20.568
활 하 중		4218.9	193702		2.178			
			88091			4.789		
			145226	2.905				
			94039				4.486	28.103
합 계		17825.9		5.031	22.258	25.255	23.189	88.622

나. 허용응력 검토 결과(외측 거더)

구 분		프리스트레스 도입직후					비 고
		PRESTRESS	BEAM자중	합 계	허용응력	안정여부	
주BEAM	상 연	7.892	10.384	2.492	21.600	-O.K-	
	하 연	29.901	9.925	19.976	21.600	-O.K-	
구 분		설계하중 작용시					비 고
		유효P.S	총 하 중	합 계	허용응력	안정여부	
주BEAM	상 연	7.130	22.258	15.128	16.000	-O.K-	
	하 연	27.000	25.255	1.745	16.000	-O.K-	
슬 래 브		-	5.031	5.031	10.800	-O.K-	

다. 작용하중에 의한 응력(내측 거더)

구 분		모멘트 (kN.m)	단면계수 Z(m^3)	콘크리트단면휨응력(MPa)				P.S강선 (MPa)
				슬래브	LIT BEAM			
		상 연	상 연	하 연	강선 도심	강선 도심	강선 도심	강선 도심
고정하중	BEAM 자중	5835.9	56199		10.380			
			58799			9.930		
			64541				9.040	
	합성전	4306.0	57802		7.450			
			66562			6.470		
			73431				5.860	36.730
	합성후	1159.2	175589		0.660			
			86824			1.340		
			133489	0.870				
			92858				1.250	7.820
활 하 중		3888.2	175589		2.210			
			86824			4.480		
			133489	2.910				
			92858				4.190	26.230
합 계		15189.4		3.780	20.700	22.220	20.340	70.780

라. 허용응력 검토 결과(내측 거더)

구 분		프리스트레스 도입직후					비 고
		PRESTRESS	BEAM자중	합 계	허용응력	안정여부	
주BEAM	상 연	7.892	10.380	2.488	21.600	-O.K-	
	하 연	29.901	9.930	19.971	21.600	-O.K-	
구 분		설계하중 작용시					비 고
		유효P.S	총 하 중	합 계	허용응력	안정여부	
주BEAM	상 연	7.020	20.700	13.680	20.300	-O.K-	
	하 연	26.600	22.220	4.380	20.300	-O.K-	
슬 래 브		-		3.780	10.800	-O.K-	

5.2.3 LIT 거더 부재검토

가. 외력에 의한 계수모멘트

구 분	고정하중(D) (kN · m)	활하중(L+i) (kN · m)	비 고
외측 거더	13607.033	4218.961	
내측 거더	11301.149	3888.294	

나. 최대 계수모멘트 계산(외측 거더)

Mu1 = 1.3D + 2.15L = 26759.909 kN · m

- 단면검토

$$\phi M_n = \phi \times A_p \times f_{ps} \times d_p \left(1 - 0.59 \times \left(\frac{\rho_p \times f_{ps}}{f_{ck}}\right)\right)$$
$$= 29536.523\,kN \cdot m > M_U = 26759.909\,kN \cdot m \quad O.K.$$

다. 최대 계수모멘트 계산(내측거더)

Mu1 = 1.3D + 2.15L = 23051.326 kN · m

- 단면검토

$$\phi M_n = \phi \times A_p \times f_{ps} \times d_p \left(1 - 0.59 \times \left(\frac{\rho_p \times f_{ps}}{f_{ck}}\right)\right)$$
$$= 29398.998\,kN \cdot m > M_U = 23051.326\,kN \cdot m \quad O.K.$$

위 치	ΦM_n (kN · m)	M_u (kN · m)	M_d (kN · m)	M_l (kN · m)	비 고
외측 거더	29536.523	26759.909	13607.033	4218.961	
내측 거더	29398.998	23051.326	11301.149	3888.294	

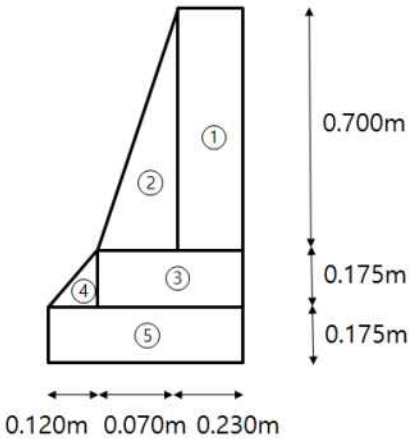
5.2.4 바닥판 부재검토

가. 켄틸레버부의 단면력 검토

1) 바닥판의 최소 두께 : 바닥판의 최소두께는 220mm < 240mm(사용두께) O.K.

2) 하중의 산정

- 고정하중 산정



구 분		고정하중(kN)		거리(m)	모멘트(kN·m)
연석	①	0.230×0.700×1.00×25.0=	4.025	0.635	2.556
	②	1/2×0.070×0.700×1.00×25.0=	0.613	0.497	0.305
	③	0.300×0.175×1.0×25.0=	1.312	0.600	0.787
	④	1/2×0.120×0.175×1.0×25.0=	0.263	0.410	0.108
	⑤	0.420×0.175×1.0×25.0=	1.837	0.540	0.992
포 장	⑥	0.05×0.300×1.0×23.5=	0.353	0.150	0.053
바닥판	⑦				1.688
방음벽	⑧		0.000	0.000	0.000
계					6.489

- 활하중 산정

. X = 0.000

. i = 15/(0.000+40) = 0.375 > 0.3 이므로 i = 0.3

. E = 0.8X + 1.14 = 1.140

· $M_l = \frac{P}{E} X(1+i) = 0.000\ kN{\cdot}m$

나. 최대 계수모멘트 계산(켄틸레버부)

Mu1 = 1.3D + 2.15L = 8.436 kN · m

– 단면검토

$$\phi M_n = \phi \times A_s \times f_y \times (d - \frac{a}{2})$$

$$= 0.85 \times 993.00 \times 400 \times (180.0 - \frac{17.307}{2})$$

$$= 57.850\,\text{kN·m} > Mu = 8.436\,\text{kN·m} \quad \therefore \text{O.K}$$

다. 중앙부의 단면력 검토

1) 바닥판의 최소 두께 : 바닥판의 최소두께는 220mm < 240mm(사용두께) O.K.

2) 하중의 산정

– 고정하중에 의한 발생력 산정

· 지 간 : 1.550m

· 포 장 : 0.050 × 23.5 = 1.175kN/m

· 콘크리트 : 0.240 × 25.0 = 6.000kN/m

· 합 계 : 7.175kN/m

· $M_d = \frac{W_d \ell^2}{10} = \frac{7.175 \times 1.550^2}{10} = 1.724\text{kN·m}$

– 활하중 산정

· i = 15/(1.55+40) = 0.361 > 0.3 이므로 i = 0.3

· $M_{\ell+i} = \frac{L+0.6}{9.6} \times P_r(1+i) \times 0.8 = 22.360\,\text{kN·m}$

라. 최대 계수모멘트 계산(중앙부)

Mu1 = 1.3D + 2.15L = 50.310 kN · m

– 단면검토

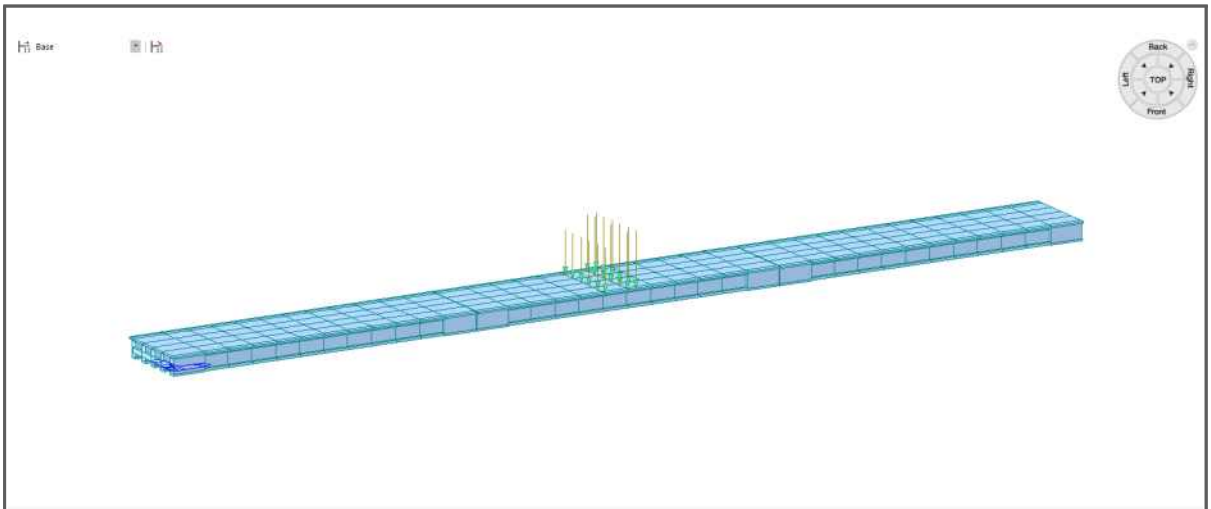
$$\phi M_n = \phi \times A_s \times f_y \times (d - \frac{a}{2})$$

$$= 0.85 \times 1020.64 \times 400 \times (182.8 - \frac{17.789}{2})$$

$$= 60.340\,\text{kN·m} > Mu = 50.310\,\text{kN·m} \quad \therefore \text{O.K}$$

5.2.5 재하시험에 의한 구조해석

실응답보정계수(Ks)를 산정하기 위해 재하시험과 동일한 위치에 차량 하중을 재하하여 Plate 요소를 이용한 3D 구조해석을 실시하였으며, 그 결과는 다음과 같다.



【하 중 재 하 도(kN)】

구 분	LC1	LC2	LC3
D1(mm)	-4.898	-2.212	0.263
D2(mm)	-3.530	-2.256	-0.932
D3(mm)	-2.196	-2.279	-2.161
D4(mm)	-0.926	-2.211	-3.452
D5(mm)	0.310	-2.127	-4.771

: 교량 좌, 우측은 교량 시점측(A1)에서 종점측(A2)을 바라봤을 경우에 해당함.

5.2.6 실측보정계수 산정

Load Case별 처짐량중 차량축하중이 직접적으로 재하되는 위치에서 계산처짐량과 실측처짐량에 충격계수를 고려하여 실측보정계수(Ks)를 다음과 같이 구하였다.

$$Ks = \frac{\varepsilon_{계산}}{\varepsilon_{실측}} \times \left(\frac{1+i_{계산}}{1+i_{실측}} \right) \quad or \quad \frac{\delta_{계산}}{\delta_{실측}} \times \left(\frac{1+i_{계산}}{1+i_{실측}} \right)$$

여기서, $\delta_{계산}$ = 이론 처짐량 $i_{계산}$ = 이론 충격계수

$\delta_{실측}$ = 실측 처짐량 $i_{실측}$ = 실측 충격계수

【처짐량에 의한 실측보정계수】

구 분	재하 경우	변위계	계산처짐 (㎜)	실측처짐 (㎜)	$\frac{\delta_{계산}}{\delta_{실측}}$	$\frac{1+i_{계산}}{1+i_{실측}}$	실측보정계수 (Ks)
삼부 천교	LC.1	Disp.1	-4.898	-2.474	1.980	1.018	2.016
		Disp.2	-3.530	-1.610	2.193		2.232
		Disp.3	-2.196	-0.875	2.510		2.555
		Disp.4	-0.926	-0.217	4.267		4.344
		Disp.5	0.310	0.497	0.624		0.635
	LC.2	Disp.1	-2.212	-1.024	2.160		2.199
		Disp.2	-2.256	-1.162	1.941		1.976
		Disp.3	-2.279	-1.277	1.785		1.817
		Disp.4	-2.211	-1.206	1.833		1.866
		Disp.5	-2.127	-1.101	1.932		1.967
	LC.3	Disp.1	0.263	0.411	0.640		0.652
		Disp.2	-0.932	-0.201	4.637		4.720
		Disp.3	-2.161	-0.821	2.632		2.679
		Disp.4	-3.452	-1.710	2.019		2.055
		Disp.5	-4.771	-2.515	1.897		1.931

5.2.7 내하율(R.F)산정

가. 허용응력법에 의한 내하율 산정

$$R.F = \frac{f_a - f_d}{f_l} = \frac{f_a - (f_t - f_l)}{f_l}$$

여기서, f_a : 실측 허용 능력

f_t : 총하중에 의한 단면 상,하연에서의 휨응력

f_d : 실측 고정하중에 의한 응력

f_l : 활하중(충격계수포함)에 의한 단면 상,하연에서의 휨응력

【허용응력설계법에 의한 내하율(R.F)】

구 분			고정하중응력 (MPa)	활하중응력 (MPa)	유효프리스트레스 (MPa)	허용응력 (MPa)	R.F
삼부 천교	외측 거더	상연	20.080	2.176	7.130	16.000	1.402
		하연	20.466	4.789	27.000	16.000	1.977
	내측 거더	상연	18.490	2.210	7.020	16.000	2.050
		하연	17.740	4.480	26.600	16.000	1.594

나. 강도설계법에 의한 내하율 산정

$$R.F = \frac{\Phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_l M_l (1+i)}$$

여기서, ΦM_n : 극한저항모멘트(Φ=0.85)

M_u : 총하중에 의한 극한모멘트

$\gamma_d M$: 실측 고정하중모멘트(γ_d : 고정하중 계수 = 1.3)

$\gamma_l M_l$: 활하중(충격계수포함)에 의한 휨모멘트(γ_l : 활하중 계수 = 2.15)

【강도설계법에 의한 내하율 : 바닥판 (R.F)】

위 치	ΦM_n (kN · m)	M_d (kN · m)	M_l (kN · m)	$\gamma_d M_d$ (kN · m)	$\gamma_l M_l (1+i)$ (kN · m)	R.F
켄틸레버부	-	-	-	-	-	-
중 앙 부	60.340	1.724	22.360	2.241	48.074	1.209

【강도설계법에 의한 내하율 : 거더 (R.F)】

위 치	ΦM_n (kN · m)	M_d (kN · m)	M_l (kN · m)	$\gamma_d M_d$ (kN · m)	$\gamma_l M_l(1+i)$ (kN · m)	R.F
외측 거더	29536.523	13607.033	4218.961	17,689.143	9,070.766	1.306
내측 거더	29398.998	11301.149	3888.294	14,691.494	8,359.832	1.759

5.2.8 공용내하력 산정

가. 기본내하력

$$P_o = R.F \times P_L$$

여기서, P_o : 기본내하력

R.F : 내하율

P_L : 설계활하중 (DB-24)

나. 공용내하력

$$P_o' = P_o \times K_s$$

여기서, P_o' :공용내하력

K_s : 실측보정계수 = $\frac{\delta_{계산}}{\delta_{실측}} \times \left(\frac{1+i_{계산}}{1+i_{실측}} \right)$

다. 공용내하력 산정 결과

구 분		R.F	기본내하력	Ks	공용내하력	비 고
삼부천교	거더 (허용응력)	1.402	DB- 33.648	1.817	DB- 61.138	DB-24 이상
	거더 (강도설계법)	1.306	DB- 31.344	1.817	DB- 56.952	DB-24 이상
	바닥판	1.209	DB- 29.016	-		DB-24 이상

5.3 LIT Girder 안전성평가

【구조물의 안전성평가 기준】

등급	안전성평가 기준	비 고
A	SF > 1.0	◦허용응력설계법 $SF(안전율) = \frac{허용응력}{발생응력} = \frac{f_a}{f_{d+1}}$ ◦강도설계법 $SF(안전율) = \frac{설계강도}{소요강도} = \frac{\phi Mn}{Mu}$
B	0.9 ≤ SF < 1.0 이나, 공용내하력이 설계하중보다 크게 평가된 경우	
C	0.9 ≤SF < 1.0	
D	0.75 ≤ SF < 0.9	
E	SF < 0.75	

5.3.1 허용응력설계법

구 분			허용응력 (MPa)	PRESTRESS (MPa)	고정하중 (MPa)	활하중(1+i) (MPa)	S.F
삼부 천교	외측 거더	상연	16.000	7.130	20.080	2.176	1.058
		하연	16.000	27.000	20.466	4.789	9.169
	내측 거더	상연	16.000	7.020	18.490	2.210	1.170
		하연	16.000	26.600	17.740	4.480	3.653

5.3.2 강도설계법

가. 바닥판

구 분	∅Mn (kN-m)	Mu (kN-m)	SF(안전율)	비 고
켄틸레버부	57.850	8.436	6.858	SF = 1.0 이상
중 앙 부	60.340	50.310	1.199	SF = 1.0 이상

나. 거더

구 분	∅Mn (kN-m)	Mu (kN-m)	SF(안전율)	비 고
외측거더	29536.523	26759.909	1.104	SF = 1.0 이상
내측거더	29398.998	23051.326	1.275	SF = 1.0 이상

5.3.3 구조안전성 및 내하력에 의한 평가

【가래실교 구조안전성 및 내하력에 의한 평가】

부 재 명		최소안전율(SF)	내하율(R.F)	공용내하력	평가	비 고
바닥판	켄틸레버	6.858	-	DB-24이상	A	강도설계법
	중 앙 부	1.199	1.209	DB-24이상	A	강도설계법
거 더	외측거더	1.058	1.402	DB-24이상	A	허용응력설계법
	내측거더	1.170	1.594	DB-24이상	A	허용응력설계법
결과분석		•강도설계법에 의한 바닥판 검토결과 최소 안전율은 1.199로 평가되었으며, 허용응력설계법에 의한 거더 검토결과 최소 안전율은 1.058 평가되어 구조적 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가되었다. •최소안전율 및 내하율에 의한 공용내하력 평가 결과 전구간에서 DB-24 이상을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.				

6장 상태평가 및 안전성평가

6.1 외관상태에 의한 평가

6.2 비파괴조사에 의한 평가

6.3 구조안전성 및 내하력에 의한 평가

6.4 종합평가

제 6 장 상태평가 및 종합평가

6.1 외관상태에 의한 평가

6.1.1 가래실교(상주) 상태평가

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재					받침	하부구조		콘크리트			
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보 세로보	포장	배수	방호 시설	신축이음		교량 받침	교대 교각	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)	염화물 (상)	염화물 (하)
S1	LIT	a	a	a	a	a	a	A1	a	a	a	q	a	a	-	-
S2	LIT	a	a	a	a	a	a	P1	-	a	a	q	-	a	-	-
S3	LIT	a	a	a	a	a	a	P2	-	a	a	q	-	-	-	-
S4	LIT	a	a	a	a	a	a	P3	-	a	a	q	-	-	-	-
S5	LIT	a	a	a	a	a	a	P4	a	a	a	q	-	-	-	-
S6	LIT	a	a	a	a	a	a	P5	-	a	a	q	-	-	-	-
S7	LIT	a	a	a	a	a	a	P6	-	a	a	q	a	a	-	-
								A2	a	a	a	q	×	a	×	-
평 균		0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10		0.10	0.10	-	0.10	0.10	-	-
가 중 치		18	20	5	7	3	2	9		9	20	-	4	3	-	-
(평균×가중치) / 가중치 합		0.018	0.020	0.005	0.007	0.003	0.002	0.009		0.009	0.020	-	0.004	0.003	-	-
1. 환산결함도 점수 =																0.100
2. 상태평가 결과 =																A

등 급	A	B	C	D	E
결함도 지수	0.10	0.20	0.40	0.70	1.00
결함도 범위	0 ≤ x < 0.13	0.13 ≤x < 0.26	0.26 ≤x < 0.49	0.49 ≤x < 0.79	0.79 ≤ x

평가 결과

•가래실교(상주)에 대한 외관조사 및 내구성 조사에 의한 상태평가 결과 결함도 점수는 0.100로 산정되어 세부지침에 따른 상태평가 등급은 『A』등급으로 평가되었다.

6.1.2 가래실교(영천) 상태평가

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재					받침	하부구조		콘크리트			
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보 세로보	포장	배수	방호 시설	신축이음		교량 받침	교대 교각	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)	염화물 (상)	염화물 (하)
S1	LIT	a	a	a	a	a	a	A1	a	a	a	q	a	b	–	–
S2	LIT	a	a	a	a	a	a	P1	–	a	a	q	–	a	–	–
S3	LIT	a	a	a	a	a	a	P2	–	a	a	q	–	–	–	–
S4	LIT	a	a	a	a	a	a	P3	–	a	a	q	–	–	–	–
S5	LIT	a	a	a	a	a	a	P4	a	a	a	q	–	–	–	–
S6	LIT	a	a	a	a	a	a	P5	–	a	a	q	–	–	–	–
S7	LIT	a	a	a	a	a	a	P6	–	a	a	q	a	a	–	–
								A2	a	a	a	q	×	a	×	–
평 균		0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10		0.10	0.10	–	0.10	0.13	–	–
가 중 치		18	20	5	7	3	2	9		9	20	–	4	3	–	–
(평균×가중치) / 가중치 합		0.018	0.020	0.005	0.007	0.003	0.002	0.009		0.009	0.020	–	0.004	0.004	–	–

1. 환산결함도 점수 = 0.101

2. 상태평가 결과 = A

등 급	A	B	C	D	E
결함도 지수	0.10	0.20	0.40	0.70	1.00
결함도 범위	0 ≤ x < 0.13	0.13 ≤x < 0.26	0.26 ≤x < 0.49	0.49 ≤x < 0.79	0.79 ≤ x

평가 결과

•가래실교(영천)에 대한 외관조사 및 내구성 조사에 의한 상태평가 결과 결함도 점수는 0.101로 산정되어 세부지침에 따른 상태평가 등급은 『A』등급으로 평가되었다.

6.2 내구성조사에 의한 평가

6.2.1 콘크리트 강도

구 분		비파괴강도(MPa)	설계강도 (MPa)	판 정
바 닥 판	상주	27.2 ~ 31.2	27.0	양 호
	영천	27.2 ~ 30.3	27.0	양 호
교 대	상주	24.4 ~ 24.6	24.0	양 호
	영천	24.4 ~ 24.6	24.0	양 호
교 각	상주	27.1 ~ 28.8	27.0	양 호
	영천	27.1 ~ 28.8	27.0	양 호

검 토 의 견

•상부구조 및 하부구조에 대한 콘크리트 반발강도 측정결과 설계기준강도 이상으로 측정되어 타설된 콘크리트는 재료역학적 건전성을 유지하고 있는 것으로 판단된다.

6.2.2 철근배근탐사

구 분		주철근간격(㎜)		주철근 피복두께(㎜)		판 정
		측 정 치	설 계 치	측 정 치	설 계 치	
바 닥 판	상주	100 ~ 150	125	58 ~ 60	88	양 호
	영천	100 ~ 150	125	60 ~ 74	88	양 호
교 대	상주	150 ~ 200	250	86 ~ 87	97	양 호
	영천	150 ~ 200	250	70 ~ 113	97	양 호
교 각	상주	100	127	133 ~ 153	85	양 호
	영천	100	127	134 ~ 141	85	양 호

검 토 의 견

•각 부재의 배근간격은 설계도에 준해 배근된 것으로 조사되었으며, 피복두께는 설계기준과 다소의 오차가 있으나 시방기준 이상의 최소피복을 확보하고 있는 것으로 확인되었다.

6.2.3 탄산화깊이 측정결과

구 분		탄산화 잔여깊이				상태등급	판 정
바 닥 판	상주	30.0	~	53.5	㎜	a	양 호
	영천	27.5	~	70.0	㎜	a~b	양 호
교 대	상주	78.5	~	80.5	㎜	a	양 호
	영천	60.5	~	77.5	㎜	a	양 호
교 각	상주	74.0	~	77.5	㎜	a	양 호
	영천	83.0	~	101.0	㎜	a	양 호

검토 의견

•탄산화깊이 측정결과 대부분 탄산화 잔여깊이는 30㎜ 이상으로 상태평가 등급상 『a』 등급으로 탄산화에 의한 철근부식 발생 우려는 없는 것으로 검토되었으며, 영천방면 S1에서는 피복두께가 다소 작게 측정되어 『b』 등급으로 평가되었다.

6.3 구조안전성 및 내하력에 의한 평가

부 재 명		최소안전율(SF)	내하율(R.F)	공용내하력	평가	비 고
바닥판	켄틸레버	6.858	-	DB-24이상	A	강도설계법
	중 앙 부	1.199	1.209	DB-24이상	A	강도설계법
거 더	외측거더	1.058	1.402	DB-24이상	A	허용응력설계법
	내측거더	1.170	1.594	DB-24이상	A	허용응력설계법
결과분석		•강도설계법을 의한 바닥판 검토결과 최소 안전율은 1.199로 평가되었으며, 허용응력설계법에 의한 거더 검토결과 최소 안전율은 1.058 평가되어 구조적 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가되었다. •최소안전율 및 내하율에 의한 공용내하력 평가 결과 전구간에서 DB-24 이상을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.				

6.4 종합평가

6.4.1 종합평가

시설물 종합평가 결과				
시설물명	가래실교			
평가구분	결함도점수 또는 안전율		평가결과	비 고
상태평가	상 주	영 천	A	
	F=0.100	F=0.101		
안전성평가	S.F=1.0 이상		A	
종합평가 결과	•외관조사에 따른 상태평가등급과 안전성 검토에 근거한 안전성평가등급 중 낮은 등급을 시설물의 종합평가등급으로 결정 •종합평가 결과 : A			

6.4.2 안전등급 지정

상태평가 등 급	상태 및 안전성	비 고
A (우수)	**문제점이 없는 최상의 상태**	
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태	
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태	
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태	
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태	

•안전등급 : 『A』등급

7장 주요결함 및 보수보강 이력

7.1 주요결함

7.2 보수·보강 이력

제 7 장 주요결함 및 보수·보강 이력

7.1 주요결함

7.1.1 가래실교(상주) 주요결함

구 분		대 상 공 종	주요결함 내용	비고
하부구조		1.연약지반, 고성토(H=10m이상) 구간의 교대 변위, 부등침하 ※교대변위 : 교대 뒷채움 침하, 유간 부족, 전,후,좌,우 변위 등 2.교각의 이동 또는 기울음 3.0.5㎜ 이상의 수평, 수직 균열과 피복부족 4.거더 편기, 거더부 철근노출 및 폭 0.3㎜ 이상의 균열 5.직접기초 파손으로 철근노출, 침식으로 하부 구조물 안정성 저하	•해당사항 없음	
상부구조	공통	6.슬래브와 흉벽, 거더와 흉벽 유간 부족 7.과도한 진동과 처짐	•해당사항 없음	
	콘크리트	8.통과높이 부족(4.8m 미만) 교량 9.바닥판 배수불량에 의한 열화 발생 등 균열 폭 0.3㎜ 이상		
	강재	10.강박스 제작 오류 및 역캠버 제작, 박스 처짐, 박스 내부 변형 11.도장 변색 및 탈리, 부식 등 12.볼트손상 및 누수		
신축이음장치		13.유간부족, 후타 파손 및 단차 발생 14.강판유동 및 연결 불량으로 이상음 발생 15.신축장치 누수로 인하여 받침 부식 및 이물질 퇴적 발생 등	•해당사항 없음	
교량받침		16.교량받침 횡방향 밀림 및 고정단 받침몰탈 파손 17.받침편기 및 편심 발생, 스토퍼 파단, 유간부족, 탄성받침 들뜸 18.받침의 신축기능 불량(미끄럼판 손상) 19.받침부 연단거리 부족	•해당사항 없음	
교면포장		20.교면포장 불량 10% 이상 및 전반적인 재포장이 필요한 상태	•해당사항 없음	

7.1.2 가래실교(영천) 주요결함

구 분		대 상 공 종	주요결함 내용	비고
하부구조		1.연약지반, 고성토(H=10m이상) 구간의 교대 변위, 부등침하 ※교대변위 : 교대 뒷채움 침하, 유간 부족, 전,후,좌,우 변위 등 2.교각의 이동 또는 기울음 3.0.5㎜ 이상의 수평, 수직 균열과 피복부족 4.거더 편기, 거더부 철근노출 및 폭 0.3㎜ 이상의 균열 5.직접기초 파손으로 철근노출, 침식으로 하부 구조물 안정성 저하	•해당사항 없음	
상부구조	공통	6.슬래브와 흉벽, 거더와 흉벽 유간 부족 7.과도한 진동과 처짐	•해당사항 없음	
	콘크리트	8.통과높이 부족(4.8m 미만) 교량 9.바닥판 배수불량에 의한 열화 발생 등 균열 폭 0.3㎜ 이상		
	강재	10.강박스 제작 오류 및 역캠버 제작, 박스 처짐, 박스 내부 변형 11.도장 변색 및 탈리, 부식 등 12.볼트손상 및 누수		
신축이음장치		13.유간부족, 후타 파손 및 단차 발생 14.강판유동 및 연결 불량으로 이상음 발생 15.신축장치 누수로 인하여 받침 부식 및 이물질 퇴적 발생 등	•해당사항 없음	
교량받침		16.교량받침 횡방향 밀림 및 고정단 받침몰탈 파손 17.받침편기 및 편심 발생, 스토퍼 파단, 유간부족, 탄성받침 들뜸 18.받침의 신축기능 불량(미끄럼판 손상) 19.받침부 연단거리 부족	•해당사항 없음	
교면포장		20.교면포장 불량 10% 이상 및 전반적인 재포장이 필요한 상태	•해당사항 없음	

7.2 보수·보강 이력

7.2.1 상주 방면

부 위	보수·보강 날 짜	주요 결함내용	보수·보강 내용	시 공 사	비고
교면포장		상태양호			
배수시설		상태양호			
방호시설		상태양호			
신축이음	2017.05 ~2017.06	•후타재 균열(0.3㎜미만)	보수완료	두산건설(주) 지에스건설(주)	초기 점검
바 닥 판	2017.05 ~2017.06	•균열부 백태	보수완료	두산건설(주) 지에스건설(주)	초기 점검
거 더		상태양호			
2차부재		상태양호			
교량받침		상태양호			
교 대	2017.05 ~2017.06	•균열(0.3㎜미만) •균열(0.3㎜)	보수완료	두산건설(주) 지에스건설(주)	초기 점검
교 각	2017.05 ~2017.06	•균열(0.3㎜) •망상균열(0.3㎜)	보수완료	두산건설(주) 지에스건설(주)	초기 점검

•공사중 구조물 보강 이력사항 없음.

7.2.2 영천 방면

부 위	보수·보강 날 짜	주요 결함내용	보수·보강 내용	시 공 사	비고
교면포장		상태양호			
배수시설		상태양호			
방호시설		상태양호			
신축이음	2017.05 ~2017.06	•후타재 균열(0.3㎜미만)	보수완료	두산건설(주) 지에스건설(주)	초기 점검
바 닥 판	2017.05 ~2017.06	•균열부 백태 •노치 미제거	보수완료	두산건설(주) 지에스건설(주)	초기 점검
거 더		•균열부 백태 •콘크리트 파손	보수완료	두산건설(주) 지에스건설(주)	초기 점검
2차부재		상태양호			
교량받침		상태양호			
교 대	2017.05 ~2017.06	•균열(0.3㎜미만) •균열(0.3㎜) •백태	보수완료	두산건설(주) 지에스건설(주)	초기 점검
교 각	2017.05 ~2017.06	•균열(0.3㎜) •망상균열(0.3㎜) •받침콘크리트 재료분리 및 철근노출	보수완료	두산건설(주) 지에스건설(주)	초기 점검

•공사중 구조물 보강 이력사항 없음.

8장 보수 및 유지관리방안

8.1 보수방안

8.2 유지관리방안

제 8 장 보수 및 유지관리방안

8.1 보수방안

8.1.1 가래실교(상주) 보수방안

구 분	손상내용	단위	손상 수량 (수량/개소)	보수 수량 (수량/개소)	미보수 수량 (수량/개소)	보수공법
포 장	상태양호					
배수시설	상태양호					
방호시설	상태양호					
신축이음장치	후타재균열	m	5.2 / 26	5.2 / 26	0.0 / 0	표면처리
바 닥 판	균열부 백태	m	1.6 / 4	1.6 / 4	0.0 / 0	표면처리
거 더	상태양호					
2차부재	상태양호					
교량받침	상태양호					
교 대	균열(0.3㎜미만)	m	3.9 / 5	3.9 / 5	0.0 / 0	표면처리
	균열(0.3㎜)	m	2.3 / 1	2.3 / 1	0.0 / 0	수지주입
교 각	균열(0.3㎜)	m	16.0 / 16	16.0 / 16	0.0 / 0	수지주입
	망상균열(0.3㎜)	㎡	51.75 / 3	51.75 / 3	0.0 / 0	수지주입

8.1.2 가래실교(영천) 보수방안

구 분	손상내용	단위	손상 수량 (수량/개소)	보수 수량 (수량/개소)	미보수 수량 (수량/개소)	보수공법
포 장	상태양호					
배수시설	상태양호					
방호시설	상태양호					
신축이음장치	후타재균열	m	7.7 / 35	7.7 / 35	0.0 / 0	
바 닥 판	균열부 백태	m	1.6 / 4	1.6 / 4	0.0 / 0	표면처리
	노치 미제거	m	4.5 / 3	4.5 / 3	0.0 / 0	마감정리
거 더	균열부 백태	m	1.5 / 1	1.5 / 1	0.0 / 0	표면처리
	콘크리트 파손	㎡	0.04 / 1	0.04 / 1	0.0 / 0	단면보수
2차부재	상태양호					
교량받침	상태양호					
교 대	균열(0.3㎜미만)	m	6.7 / 5	6.7 / 5	0.0 / 0	표면처리
	균열(0.3㎜)	m	4.4 / 4	4.4 / 4	0.0 / 0	수지주입
	백 태	㎡	0.01 / 1	0.01 / 1	0.0 / 0	표면보호
교 각	균열(0.3㎜)	m	13.5 / 8	13.5 / 8	0.0 / 0	수지주입
	망상균열(0.3㎜)	㎡	34.5 / 2	34.5 / 2	0.0 / 0	수지주입
	받침콘크리트 재료분리, 철근노출	㎡	0.36 / 2	0.36 / 2	0.0 / 0	단면보수

8.2 유지관리방안

구 분	유 지 관 리 방 안
포 장	•포장상태는 전반적으로 양호한 상태이며, 콘크리트포장 특성상 초기 손상이 발생하면 그 진행정도가 빠르므로 정기적인 점검을 통한 유지관리가 필요 •우천시 체수발생 여부에 대한 정기점검이 필요
	•주요 점검항목 – 공통 : 균열, 파손 – 신축이음 전후, 구조물 경계부 : 단차, 접속도로 침하 – 배수구 주변 : 이물질 및 토사퇴적, 체수
신 축 이음장치	•Finger Joint형식으로 시공되었고, 본체는 양호한 상태로 확인되었으며, 후타재 균열 보수부는 정기적 점검이 필요 •신축이음 유간에는 차량 통행으로 오물퇴적이 될 수 있으므로 주기적인 유지관리가 요구됨 •신축이음 하부의 누수 여부 및 하부구조의 열화 발생여부 정기적 점검
	•주요 점검항목 – 본 체 : 충격음, 본체유동 및 파손, 유간부족 및 유간과다, 유간 오물퇴적, 방수재(Seal재) 손상으로 인한 누수 – 후타재 : 구조물 경계부 포장침하 및 단차, 콘크리트 품질불량 및 열화에 의한 균열 및 파손, 단차 및 충격에 의한 후타재 균열 및 파손
방호시설	•건조수축에 의한 균열, 우수유입에 의한 백태 보수부에 대하여 정기적인 점검 필요
	•주요 점검항목 – 방호벽 : 균열, 박리, 파손
배수시설	•전반적으로 양호한 상태이며 체수, 배수관 탈락 등 정기적인 일상 점검이 필요
	•주요 점검항목 – 배수구 : 그레이팅 파손, 오물퇴적, 막힘 – 배수관 : 부식 및 파손, 연결부 상태불량, 탈락
바 닥 판	•켄틸레버측 균열부백태 보수부에 대하여 진행성 및 추가발생 여부에 대한 정기적인 점검 필요 •국부적으로 발생된 철근노출, 들뜸 보수부에 대하여 정기적인 점검 필요
	•주요 점검항목 – 균열, 박락 – 백태, 변색, 열화 – 철근노출 및 부식 – 재료분리

구 분	유 지 관 리 방 안
거더 가로보	•전반적으로 양호한 상태이며, 균열부 백태 및 콘크리트 파손 보수부에 대하여 정기적인 점검 필요 •주부재인 거더에 손상이 발생될 경우 공용내하력이 저하될 수 있으므로 주의관찰을 통한 유지관리가 필요
	•주요 점검항목 – 박리, 박락(파손), 철근노출, 백태 – 받침부 : 부스러짐, 복부 사인장균열, 연속부 상단 휨균열 – 중앙부 : 휨균열, 거더 처짐, 쉬스관 노출 및 파손, 시공이음부 균열 및 누수 – 강선정착부 : 정착부 균열 및 파손
교량받침	•탄성받침으로 시공되었으며, 교량받침은 전반적으로 양호한 상태이므로 신축이음 하부 누수에 의한 강재부식 발생여부에 대한 정기적인 점검이 필요 •부식, 도장 박락, 무수축몰탈 미세균열에 대하여 정기적인 점검 필요
	•주요 점검항목 – 가동받침의 유간부족, 가동받침 전·후방의 가동장애 요소, 받침과 거더의 밀착상태, 부식, 가동면 부식, 부속물 파손 – 무수축몰탈, 받침콘크리트 : 앵커볼트 파손, 절단, 파손, 균열, 두부 균열
교 대	•균열 보수부에 대하여 정기적인 점검 필요 •신축이음 하부 누수에 의한 하부구조 열화 발생 여부 점검 필요 •교대의 측방이동 등 이상변위 발생여부 정기적 점검 필요
	•주요 점검항목 – 공통 : 교대 회전(기울음), 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 백태 – 두부 : 두부 물고임, 받침부 균열 및 파손, 두부와 흉벽 경계부 균열, 거더와 흉벽 신축유간 부족 – 벽체 : 수직균열 및 침하, 구체와 날개벽 분리, 측방유동, 배면 침하
교 각	•교각에 발생된 균열 보수부에 대하여 정기적인 점검 필요 •국부적으로 발생된 받침콘크리트 재료분리 및 철근노출 보수부에 대한 정기적인 점검 필요
	•주요 점검항목 – 공통 : 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 재료분리, 백태 – 두부 : 받침부 하부 균열 및 파손 – 구체 : 시공이음부 균열, 이동 또는 기울음, 수면접촉부 침식
기 초	•기초부 주변 지반의 침하, 세굴 발생 여부 등의 확인

9장 결 론

9.1 현장조사 결과

9.2 내구성조사 결과

9.3 상태평가 결과

9.4 재하시험 결과

9.5 구조검토 및 내하력 산정 결과

9.6 안전성평가 결과

9.7 종 합 결 론

제 9 장 결 론

9.1 현장조사 결과

•본 초기점검 대상 교량인 가래실교는 영천시 화산면 가상리에 위치한 LIT 거더교이다.

•가래실교는 연장 315.0m, 교폭 24.28m 왕복4차로의 사각이 없는 직선교로서 교량받침은 탄성받침, 신축이음장치는 Finger Joint로 시공되었다.

•외관조사 결과 시공중 콘크리트에 발생하는 일반적 손상으로서 교량의 안전성을 저해할 만한 손상은 없는 것으로 조사되었으며, 방호벽, 교대 및 교각 등에 발생된 균열 등에 대해서는 보수가 진행 또는 완료된 것으로 확인되었다.

•교량받침에 대하여 온도변화 및 활하중에 의한 신축량 검토결과 전 구간에서 신장 및 수축량은 허용이동량 이내로서 여유량을 확보하고 있는 것으로 조사되었으며, P4의 교량받침은 2경간 연속구간으로 가동 여유량이 충분치 않은 상태이므로 추후 지속적인 관찰이 바람직하다.

•교량받침의 연단거리, 신축이음장치 신축유간, 거더 및 바닥판 신장 및 수축여유량은 양호한 것으로 검토되었다.

9.2 내구성조사 결과

•콘크리트강도는 설계강도 이상으로서 타설된 콘크리트는 재료역학적 건전성을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

•철근탐사 결과 각 부재의 배근간격은 설계도에 준해 배근된 것으로 조사되었으며, 피복두께는 다소의 편차는 있으나 시방기준인 최소피복을 확보하고 있는 것으로 확인되었다.

•탄산화깊이 측정결과 측정부위에서 대부분 탄산화로 인한 철근의 부식발생 우려는 없는 것으로 평가되었으나 피복두께가 다소 작게 측정된 영천방면 S1은 다소 주의관찰이 필요하다.

9.3 상태평가 결과

•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과 결함도점수는 상주방면 0.100, 영천방면 0.101로 산출되어 상태평가 등급은『A』등급으로 평가되었다.

9.4 재하시험 결과

•정적재하시험결과 거더의 하중 횡분배는 양호한 거동을 보이고 있는 것으로 평가되었다.

•동적재하시험 결과 최대 실측 충격계수는 0.155로 이론 충격계수 0.176보다 작은 것으

로 측정되어 활하중 충격의 영향은 양호한 상태로 평가되었다. 또한 주행 속도에 따른 실측 고유진동수는 2.83Hz으로 이론 고유진동수 2.28Hz 보다 크게 나타나고 있어 교량의 강성은 양호한 것으로 판단된다.

9.5 구조검토 및 내하력 산정 결과

9.5.1 구조검토 결과

•본 교량의 상부구조에 대하여 바닥판과 주형 검토를 수행한 결과 작용 고정하중 및 설계활하중에 의한 주형 상·하연의 응력은 허용응력 이내로 계산되어 구조적 안전성이 확보된 것으로 평가되었다.

9.5.2 내하력 산정 결과

•재하시험에 의한 대상교량의 공용내하력 평가결과 설계하중인 DB-24를 상회하는 내하성능을 확보하고 있는 것으로 평가되어 대상교량의 초기 내하성능은 양호한 것으로 평가되었다.

•본 초기점검에서 평가된 공용내하력을 토대로 향후 시설물 안전진단 및 점검시 대상 교량의 내하력평가의 기초자료로 활용하여 내하성능 저하유무 및 그 원인 등을 분석·평가하도록 한다.

9.6 안전성평가 결과

•강도설계법에 의한 바닥판 검토결과 최소 안전율은 1.199로 평가되었으며, 허용응력설계법에 의한 거더 검토결과 최소 안전율은 1.058 평가되어 구조적 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

9.7 종합결론

•본 과업대상 교량에 대한 상태평가 및 내하력평가에 의한 안전성평가를 종합적으로 검토한 결과『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』에 근거한 교량의 안전등급은 “문제점이 없는 최상의 상태”인 『A』등급으로 평가되었다.

02 암 기 교

제 1 장 서 론

제 2 장 외 관 조 사

제 3 장 내구성 조사

제 4 장 재 하 시 험

제 5 장 구조안전성 및 내하력평가

제 6 장 상태평가 및 안전성평가

제 7 장 주요결함 및 보수·보강 이력

제 8 장 보수 및 유지관리방안

제 9 장 결 론

1장 서 론

1.1 교량현황

1.2 전경사진

1.3 관련도면

제 1 장 서 론

1.1 교량현황

구 분			내 용
교 량 명			암 기 교
위 치			경북 영천시 화산면 가상리 491 일원
이 정			Sta.0+796.300~0+976.843
종 별			2종
상부형식			DR GIRDER
교 폭			24.300m(왕복4차로)
연 장			180.0m(2@45m+2@45m)
하부구조	교 대	본 체	A1 : 역T형, A2 : 역T형
		기 초	A1, A2 : 강관파일기초
	교 각	본 체	P1~P3 : T형
		기 초	P1 : 직접기초, P2~P3 : 강관파일기초
방호시설			콘크리트 방호벽
신축이음장치			A1, A2 : M/C-TYPE, P2 : FINGER-TYPE
교량받침			교대 : 탄성받침, 교각 : 탄성받침
사 각			7.857 °
곡선반경			직선 + R = 4,100m
최대종단경사			(+)2.8714%
시 공 자			두산건설(주), 지에스건설(주)
설 계 자			(주)제일엔지니어링, (주)평화엔지니어링
관리주체			상주영천고속도로(주)
준공년도			2017년 06월 26일
기 타			익산포항고속도로(대구~포항), 화산 JCT RAMP

1.2 전경사진

1.2.1 암기교(상주) 전경사진

내 용	암기교(상주) 상부

내 용	암기교(상주) 측면

내 용	암기교(상주) 하부

내 용	암기교(상주) 교각

내 용	암기교(상주) 교대

내 용	암기교(상주) 신축이음장치

1.2.2 암기교(영천) 전경사진

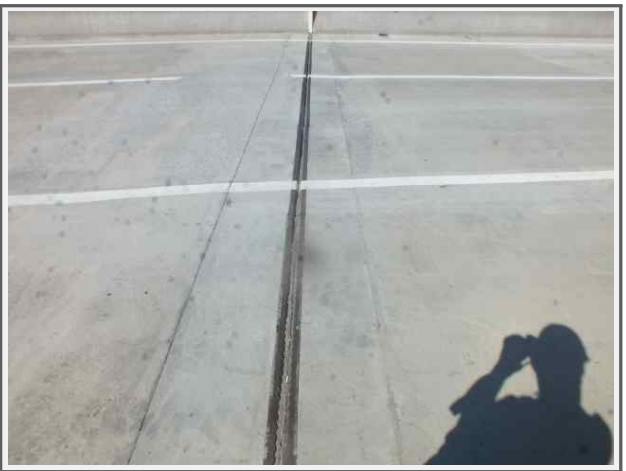
내 용	암기교(영천) 상부

내 용	암기교(영천) 측면

내 용	암기교(영천) 하부

내 용	암기교(영천) 교각

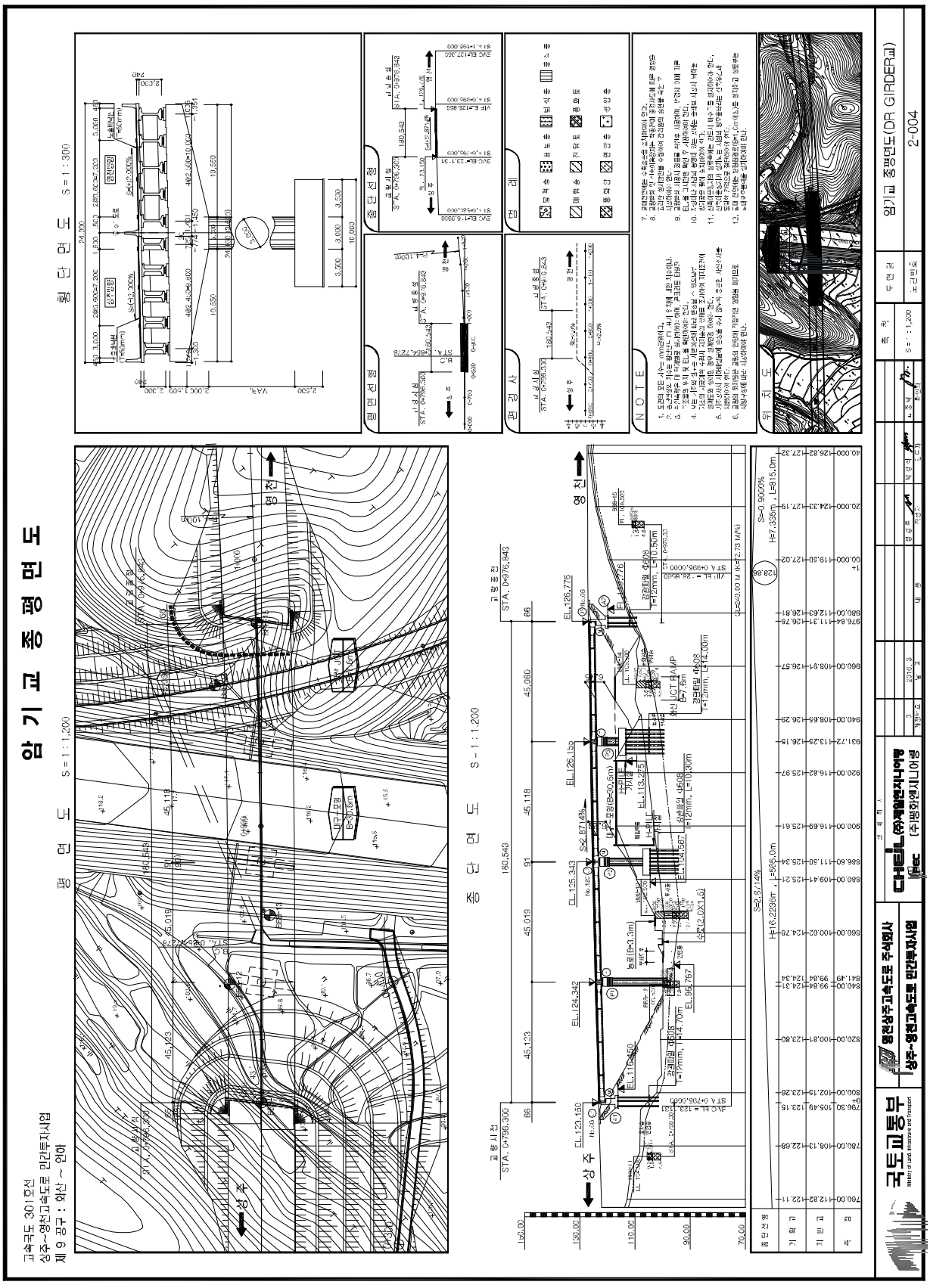
내 용	암기교(영천) 교대



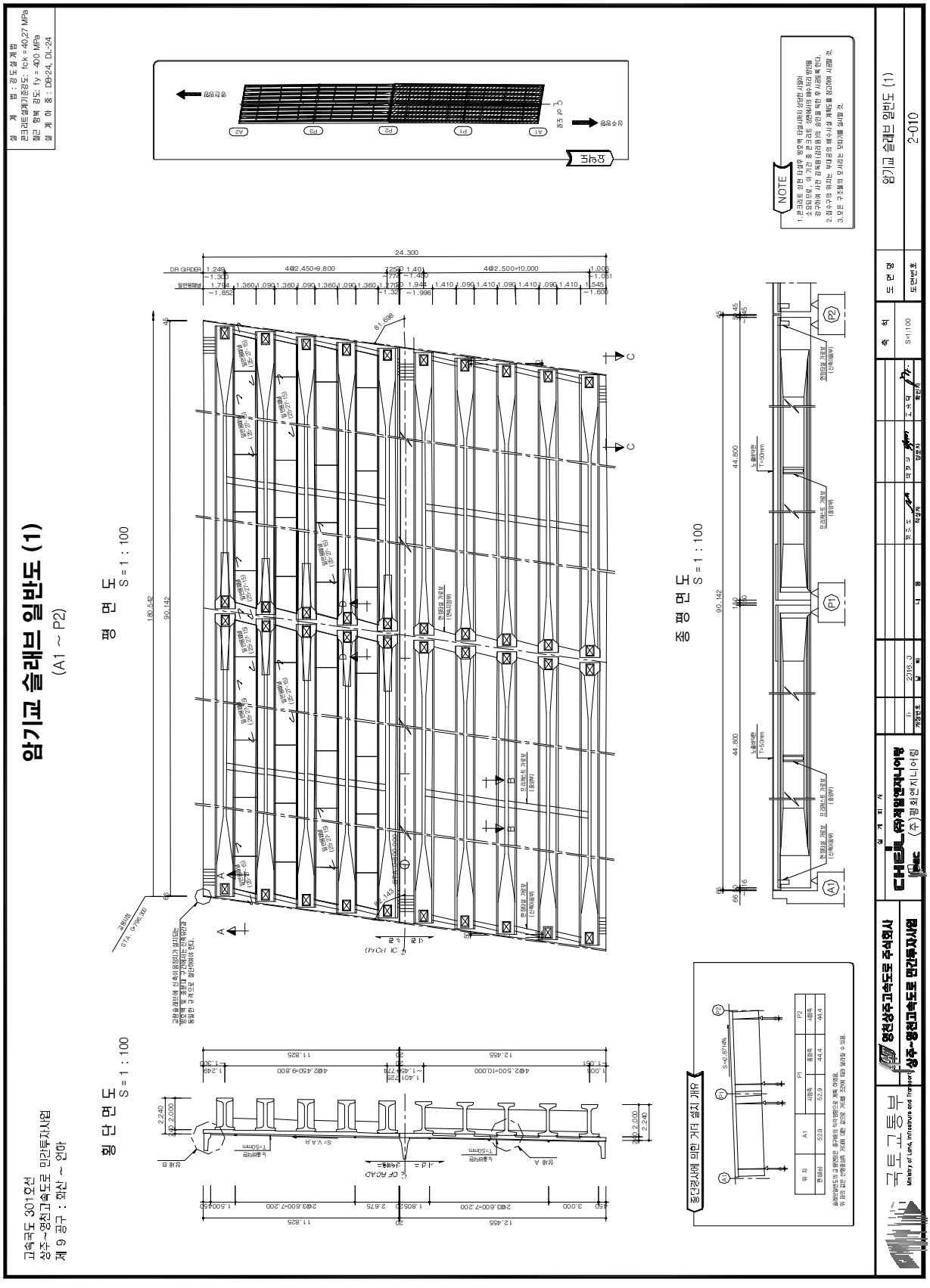
내 용	암기교(영천) 신축이음장치

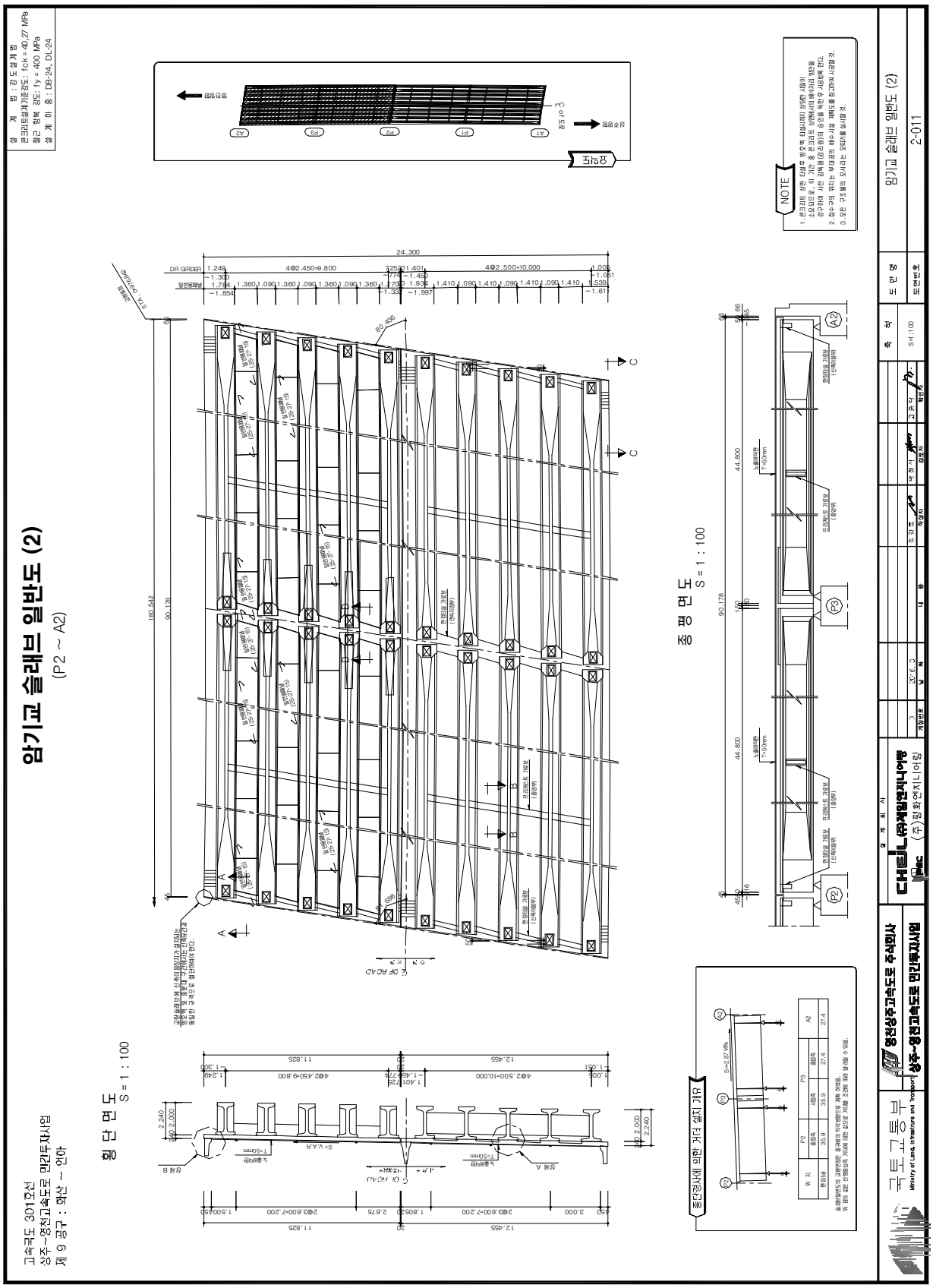
1.3 관련도면

1.3.1 종·평면도



1.3.2 슬래브일반도


암기교 슬래브일반도 (1)
(A1 ~ P2)
교속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언마
설 계 기 준 : 강도설계법
콘크리트설계기준강도 : fck = 40.27 MPa
철근 항복 강도 : fy = 400 MPa
설 계 하 중 : DB-24, DL-24
평 면 도 S = 1 : 100
종 평 면 도 S = 1 : 100
횡 단 면 도 S = 1 : 100
NOTE
1. 콘크리트 타설 시 슬래브 상면 및 하면 피복두께 확보에 유의하여 시공하여야 한다.
2. 모든 수치의 단위는 mm이며 표고는 m이다.
3. 도로 중심선 좌측 및 우측 슬래브 단부 거더 설치 개념
상주~영천고속도로 추가사업
상주~영천고속도로 민간투자사업
암기교 슬래브일반도 (1)
2-010
국토교통부
Ministry of Land, Infrastructure and Transport

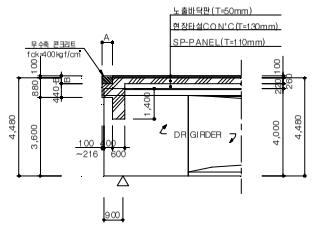

암기교 슬래브 일반도 (2)
(P2 ~ A2)
횡 단 면 도 S = 1 : 100
종 단 면 도 S = 1 : 100
교량중심선과 시작(종점)가 겹치는 경우에 한하여 시작(종점)구간에서는 교량중심선 및 종점구간으로 출력하여야 한다.
종단경사에 의한 거더 설치 개요
강 재 량 : 강도별계획량
콘크리트(기초)강도 : fck = 40.27 MPa
철근 항복 강도 : fy = 400 MPa
설 계 하 중 : DB-24, DL-24
교량제원
교량위치
일반도
(주)정화엔지니어링
CHEIL 제일엔지니어링
삼주-영천고속도로 민간투자사업
영천청주고속도로 주식회사
국토교통부
Ministry of Land, Infrastructure and Transport
축 척
도 면 명
S=1:100
도면번호
암기교 슬래브 일반도 (2)
2-011

고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언아

암기교 슬래브 일반도 (3)

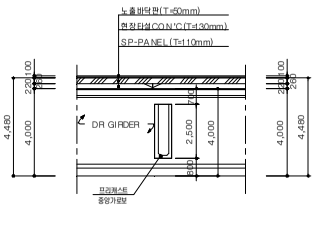
설 계 법 : 강 도 설 계 법
콘크리트설계기준강도 : fck = 40,27 MPa
철근 항복 강도 : fy = 400 MPa
설 계 하 중 : DB-24, DL-24

단 면 A-A (신축이음부)

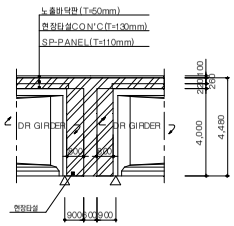


*NOTE : GIRDER설치시 종단경사를 고려하여 받침위치를 설정할것.

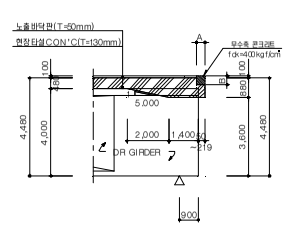
단 면 B-B (중앙부)



단 면 C-C (연속지점부)

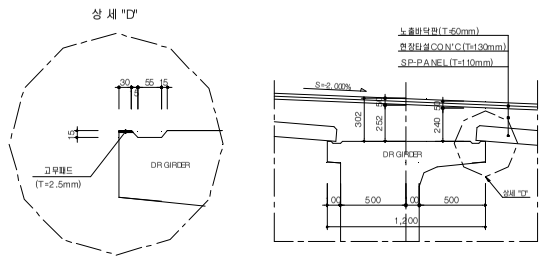


단 면 D-D (신축이음부)

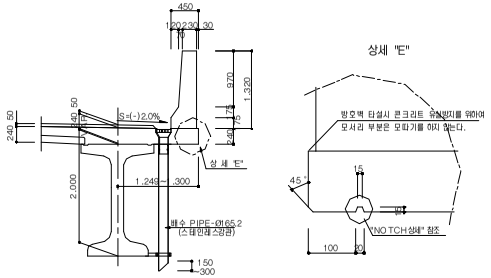


*NOTE : GIRDER설치시 종단경사를 고려하여 받침위치를 설정할것.

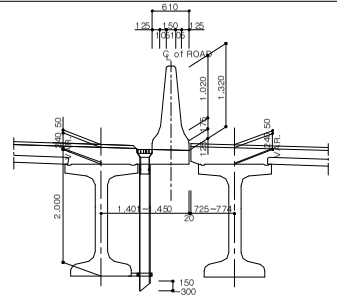
상 세 "A"



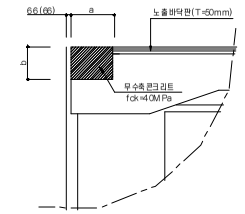
상 세 "B"



상 세 "C"



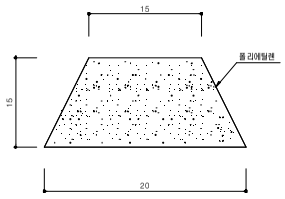
BLOCK OUT 상세



구 분	형 식	a	b
A1	Finger 50S	300	230
P2	Finger 120S	330	250
A2	Finger 50S	300	230

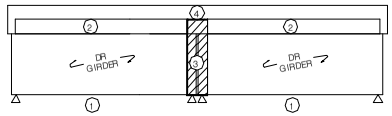
* ( ) 안의 지수는 종점부 지수임.

NOTCH 상세



* 외부로부터 유입된 물을 차단하여 구조물 내부 철근등을 방지하도록 한다.

DR GIRDER 및 SP-PANEL 시공순서도



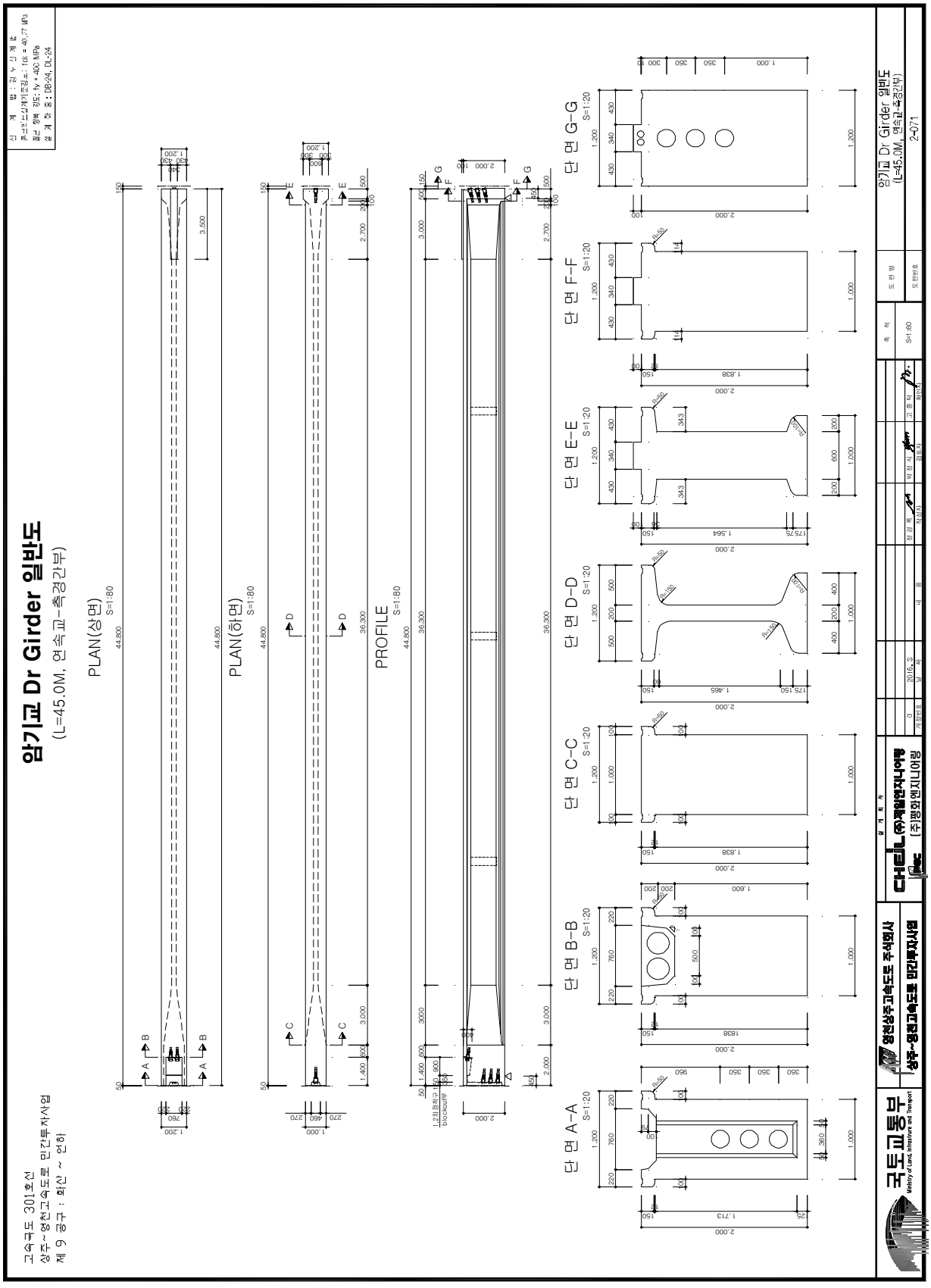
1.GIRDER설치 2.SP-PANEL 설치 3.연속지점부 가로보타설
4.상부슬래브 타설

NOTE

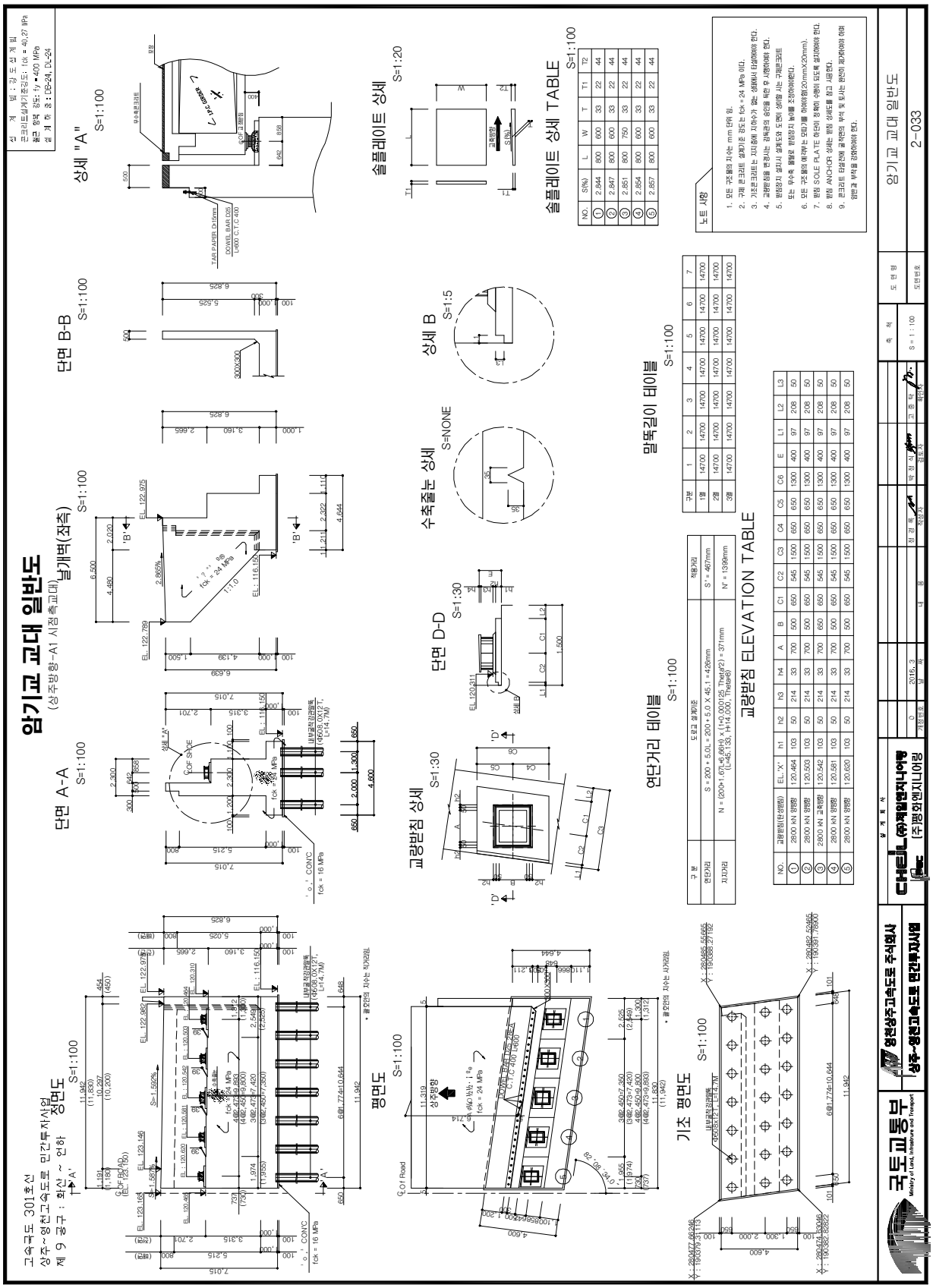
1. 방호울타리 및 중앙분리대 배근도는 표준도를 참조할것.
2. 방호울타리 기초 연결철근은 상부 콘크리트 타설전 반드시 설치하여야 한다.
3. 방호울타리 설치부의 콘크리트는 슬래브 콘크리트 양생 후 충분한 강도 발휘 후 타설하여야 한다.
4. 신축이음장치와 교량방침의 종류 및 두께등의 규격 변경시 변경된 신축이음장치의 채원에 맞게 Block out 교량방침면 계획고를 조정하여야 한다.
5. 돌발 불력은 구조물 강도와 동종이상을 사용 하여야한다.
6. 교량 부속 시설은 구조계산서 및 도면에 제시된 것 이상의 성능을 발휘할 수 있는 제품으로 갈음함 (감리원)의 승인을 득한 후 변경할수 있다.
7. 교량방침 및 신축이음장치는 제조 및 납품회사 별로 차이가 있으므로 교량 방침의 경우에는 교대(교각) 교량방침면의 높이, BLOCK OUT 깊이와 폭, SOLE PLATE 규격 결정에 참고하고, 신축이음장치의 경우에는 우타 콘크리트 타설을 위한 BLOCK OUT 깊이와 폭이 변경될 수 있으므로 시공자는 공사착수와 동시에 사용고자하는 교량방침과 신축이음장치를 선정하여 감독관의 승인을 득한 후 시공에 임하여야 한다.

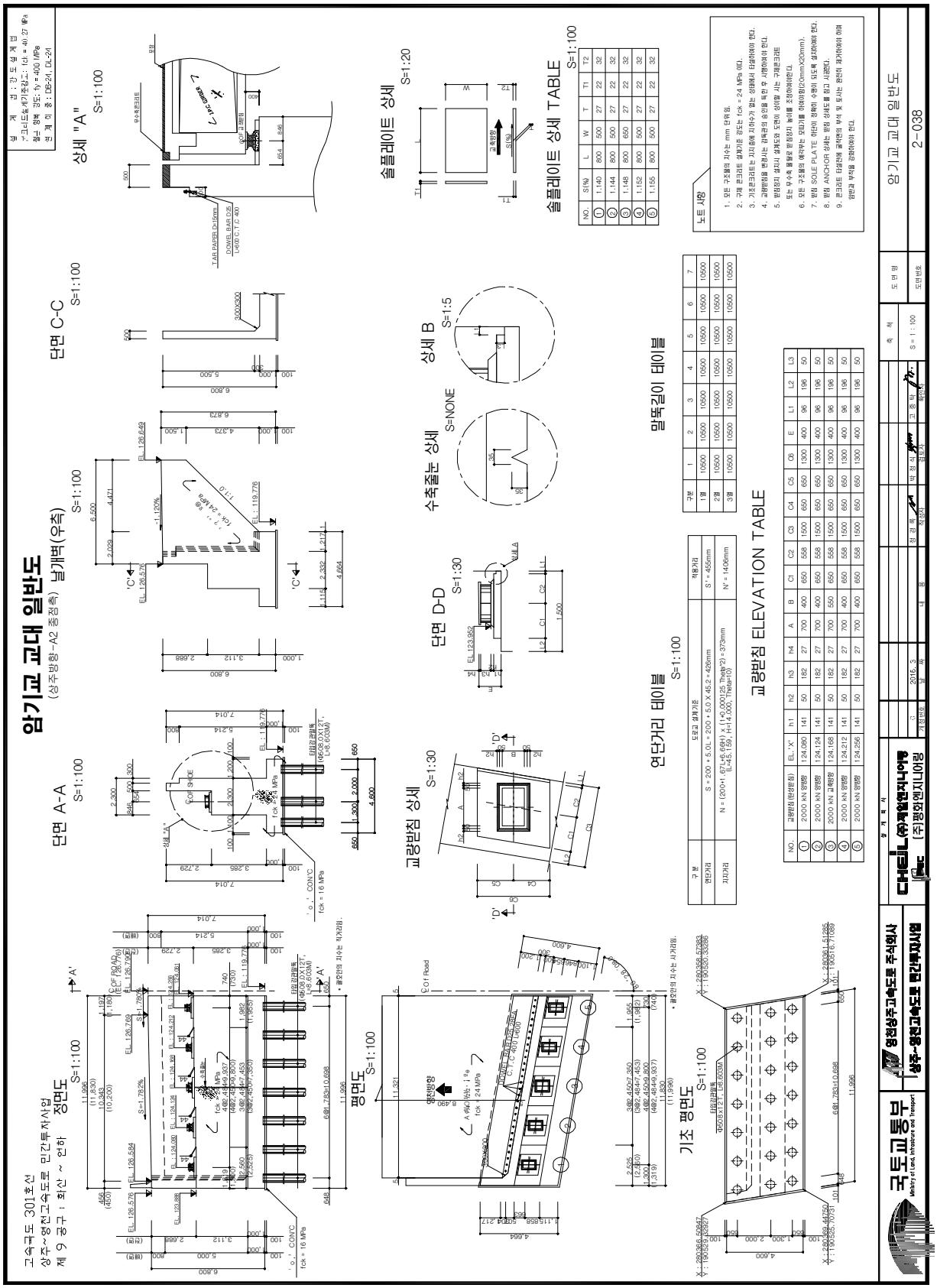
국토교통부 Ministry of Land, Infrastructure and Transport	영천상주고속도로 주식회사 / 상주~영천고속도로 민간투자사업	설계회사 CHEIL (주)제일엔지니어링 / pec (주)평화엔지니어링	0	2015. 3		설 계	김 강 드	검 토	다 정 식	확 인	축 척 S=NONE	도 면 명	암기교 슬래브 일반도 (3)
			개정번호	날 짜	내 용	작성자		검토자		확인자		도면번호	2-012

1.3.3 거더일반도


암기교 Dr Girder 일반도
(L=45.0M, 연속교-측경간부)
PLAN(상면)
PLAN(하면)
PROFILE
단면 A-A
단면 B-B
단면 C-C
단면 D-D
단면 E-E
단면 F-F
단면 G-G
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하
국토교통부
Ministry of Land, Infrastructure and Transport
영천상주고속도로 주식회사
상주~영천고속도로 민간투자사업
(주)동양엔지니어링
2-071

1.3.4 교대 일반도


암기교 교대 일반도
(상주방향-A1 시점측교대)
단면 A-A
S=1:100
단면 B-B
S=1:100
상세 "A"
S=1:100
솔플레이트 상세
S=1:20
솔플레이트 상세 TABLE
S=1:100
NO. S(%) L W T T1 T2
① 2.844 800 600 33 22 44
② 2.847 800 600 33 22 44
③ 2.851 800 750 33 22 44
④ 2.854 800 600 33 22 44
⑤ 2.857 800 600 33 22 44
노트 사항
1. 모든 구조물의 치수는 mm 단위 임.
2. 구체 콘크리트 설계기준 강도는 fck = 24 MPa 이다.
3. 기초콘크리트는 지지층에 지아수가 많은 상태에서 타설하여야 한다.
4. 교량받침을 변위시는 안녹반의 충전 물질을 우 사용하여야 한다.
5. 받침장치 설치시 설계도와 도면이 상이할 시는 구조엔지트
또는 우수측 물질 받침장치 녹에를 조정하여야한다.
6. 모든 구조물의 노출부는 모따기를 하여야함(20mmx20mm).
7. 받침 SOLE PLATE 하단이 정확히 수평이 되도록 설치하여야 한다.
8. 받침 ANCHOR 설치는 공장 상부구조를 타설 전에 시행한다.
9. 콘크리트 타설시 받침 설치부와 부속 및 주변 시는 완전히 제거하여야
하며 교량 부속 물질을 오염하여서는 안된다.
교량받침 ELEVATION TABLE
NO. 교량받침(단면명칭) EL.'X' h1 h2 h3 h4 A B C1 C2 C3 C4 C5 C6 E L1 L2 L3
① 2800 kN 탄성형 120.464 103 50 214 33 700 500 650 545 1500 650 650 1300 400 97 208 50
② 2800 kN 탄성형 120.503 103 50 214 33 700 500 650 545 1500 650 650 1300 400 97 208 50
③ 2900 kN 교축형 120.542 103 50 214 33 700 500 650 545 1500 650 650 1300 400 97 208 50
④ 2800 kN 탄성형 120.581 103 50 214 33 700 500 650 545 1500 650 650 1300 400 97 208 50
⑤ 2800 kN 탄성형 120.620 103 50 214 33 700 500 650 545 1500 650 650 1300 400 97 208 50
구 분 도로 설계속 적용거리
연단거리 S = 200 + 5.0L + 200 + 5.0 X 45.1 = 426mm S' = 467mm
지지거리 N = (200+1.67L+6.66H) x (1+0.00012S Theta^2) = 371mm N' = 1399mm
(L=45.1 SS, H=14.000, Theta=0)
말뚝길이 테이블
S=1:100
그룹 1 2 3 4 5 6 7
1열 14700 14700 14700 14700 14700 14700 14700
2열 14700 14700 14700 14700 14700 14700 14700
3열 14700 14700 14700 14700 14700 14700 14700
연단거리 테이블
S=1:100
수축줄눈 상세
S=NONE
상세 B
S=1:5
단면 D-D
S=1:30
교량받침 상세
S=1:30
평면도
S=1:100
기초 평면도
S=1:100
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 안하
정면도
S=1:100
설 계 기 준 : 강 도 설 계 법
콘크리트설계기준강도: fck = 40.27 MPa
철근 항복 강도: fy = 400 MPa
설 계 하 중 : DB-24, DL-24
굴착면의 자사는 지지라임
굴착면의 자사는 지지라임
영천상주고속도로 주식회사
상주-영천고속도로 민간자본사업
국토교통부
Ministry of Land, Infrastructure and Transport
CHEIL 제일엔지니어링
(주)평화엔지니어링
암기교 교대 일반도
2-033
S = 1 : 100


암기교 교대 일반도
(상주방향-A2 종점측) 날개벽(우측)
단면 A-A
S=1:100
정면도
S=1:100
단면 C-C
S=1:100
상세 "A"
S=1:100
슬플레이트 상세
S=1:20
슬플레이트 상세 TABLE
S=1:100
교량받침 상세
S=1:30
단면 D-D
S=1:30
상세 B
S=1:5
수축줄눈 상세
S=NONE
말뚝길이 테이블
연단거리 테이블
S=1:100
교량받침 ELEVATION TABLE
평면도
S=1:100
기초 평면도
S=1:100
노트 사항
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공 구 : 화산 ~ 언하
국토교통부
Ministry of Land, Infrastructure and Transport
영천상주고속도로 주식회사
상주-영천고속도로 민간투자사업
CHEIL 제일엔지니어링
(주)평화엔지니어링
암기교 교대 일반도
2-038

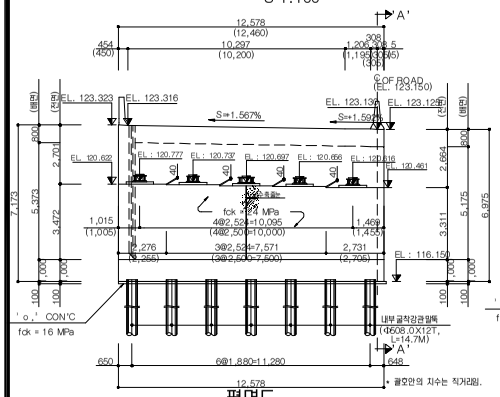
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하

암기교 교대 일반도

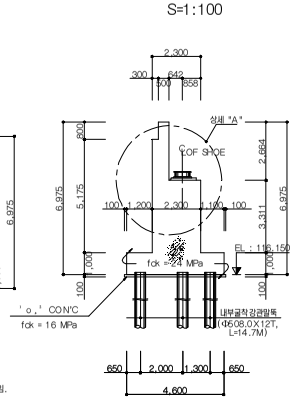
(영천방향-A1 시점측)

설 계 법 : 강 도 설 계 법
콘크리트설계기준강도: fck = 40.27 MPa
철근 항복 강도: fy = 400 MPa
설 계 하 중 : DB-24, DL-24

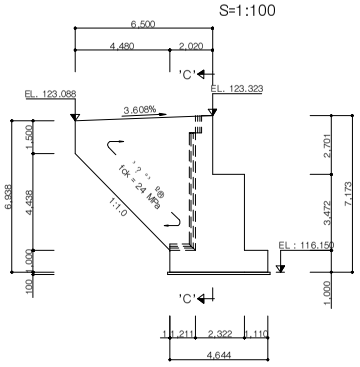
정면도
S=1:100



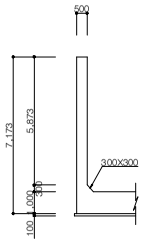
단면 A-A
S=1:100



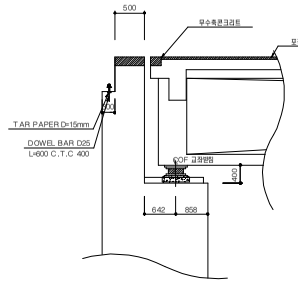
날개벽(우측)
S=1:100



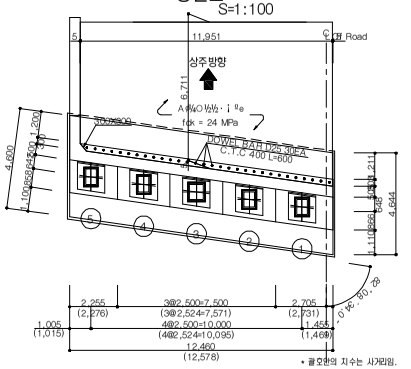
단면 C-C
S=1:100



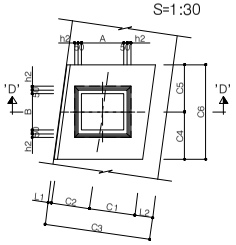
상세 "A"
S=1:100



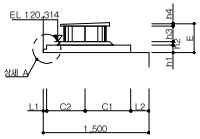
평면도
S=1:100



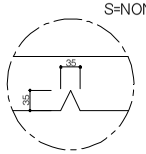
교량받침 상세
S=1:30



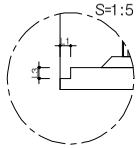
단면 D-D
S=1:30



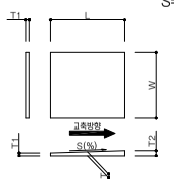
수축줄눈 상세
S=NONE



상세 B
S=1:5



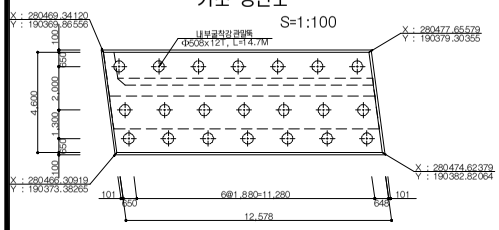
솔플레이트 상세
S=1:20



솔플레이트 상세 TABLE
S=1:100

NO.	S(%)	L	W	T	T1	T2
①	2.860	800	600	33	22	44
②	2.863	800	600	33	22	44
③	2.866	800	750	33	22	44
④	2.870	800	600	33	22	44
⑤	2.871	800	600	33	22	44

기초 평면도
S=1:100



연단거리 테이블
S=1:100

구 분	도로교 설계기준	적용거리
연단거리	S = 200 + 5.0L = 200 + 5.0 X 45.1 = 426mm	S' = 467mm
지지거리	N = (200+1.67L+6.66h) x (1+0.000125 Theta^2) = 371mm (L=45.133, H=14.000, Theta=8)	N' = 1399mm

말뚝길이 테이블
S=1:100

구분	1	2	3	4	5	6	7
1열	14700	14700	14700	14700	14700	14700	14700
2열	14700	14700	14700	14700	14700	14700	14700
3열	14700	14700	14700	14700	14700	14700	14700

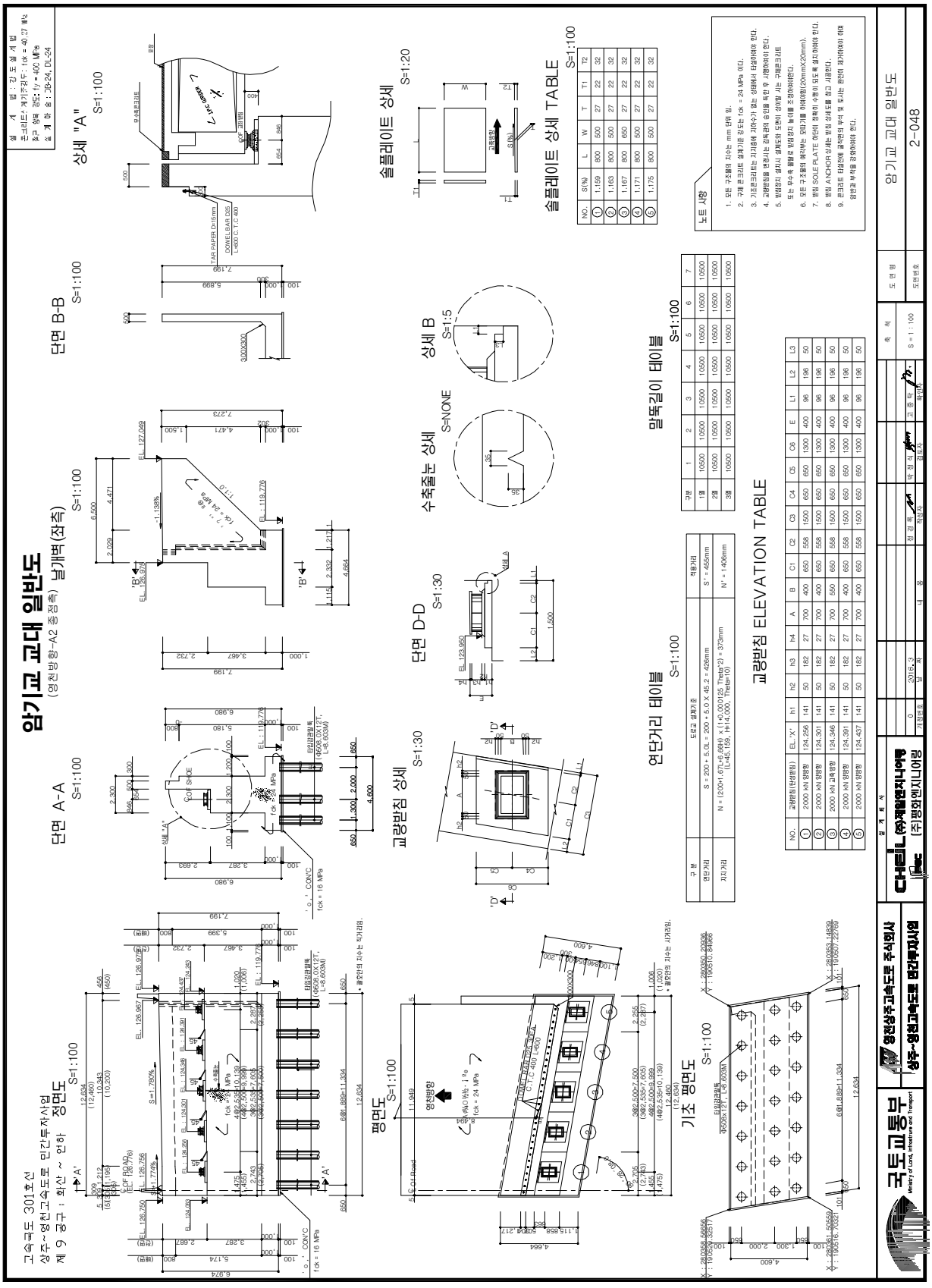
교량받침 ELEVATION TABLE

NO.	교량받침(탄성받침)	EL.'X'	h1	h2	h3	h4	A	B	C1	C2	C3	C4	C5	C6	E	L1	L2	L3
①	2800 kN 양방향	120.616	103	50	214	33	700	500	650	545	1500	650	650	1300	400	97	208	50
②	2800 kN 양방향	120.656	103	50	214	33	700	500	650	545	1500	650	650	1300	400	97	208	50
③	2800 kN 고확방향	120.697	103	50	214	33	700	650	650	545	1500	650	650	1300	400	97	208	50
④	2800 kN 양방향	120.737	103	50	214	33	700	500	650	545	1500	650	650	1300	400	97	208	50
⑤	2800 kN 양방향	120.777	103	50	214	33	700	500	650	545	1500	650	650	1300	400	97	208	50

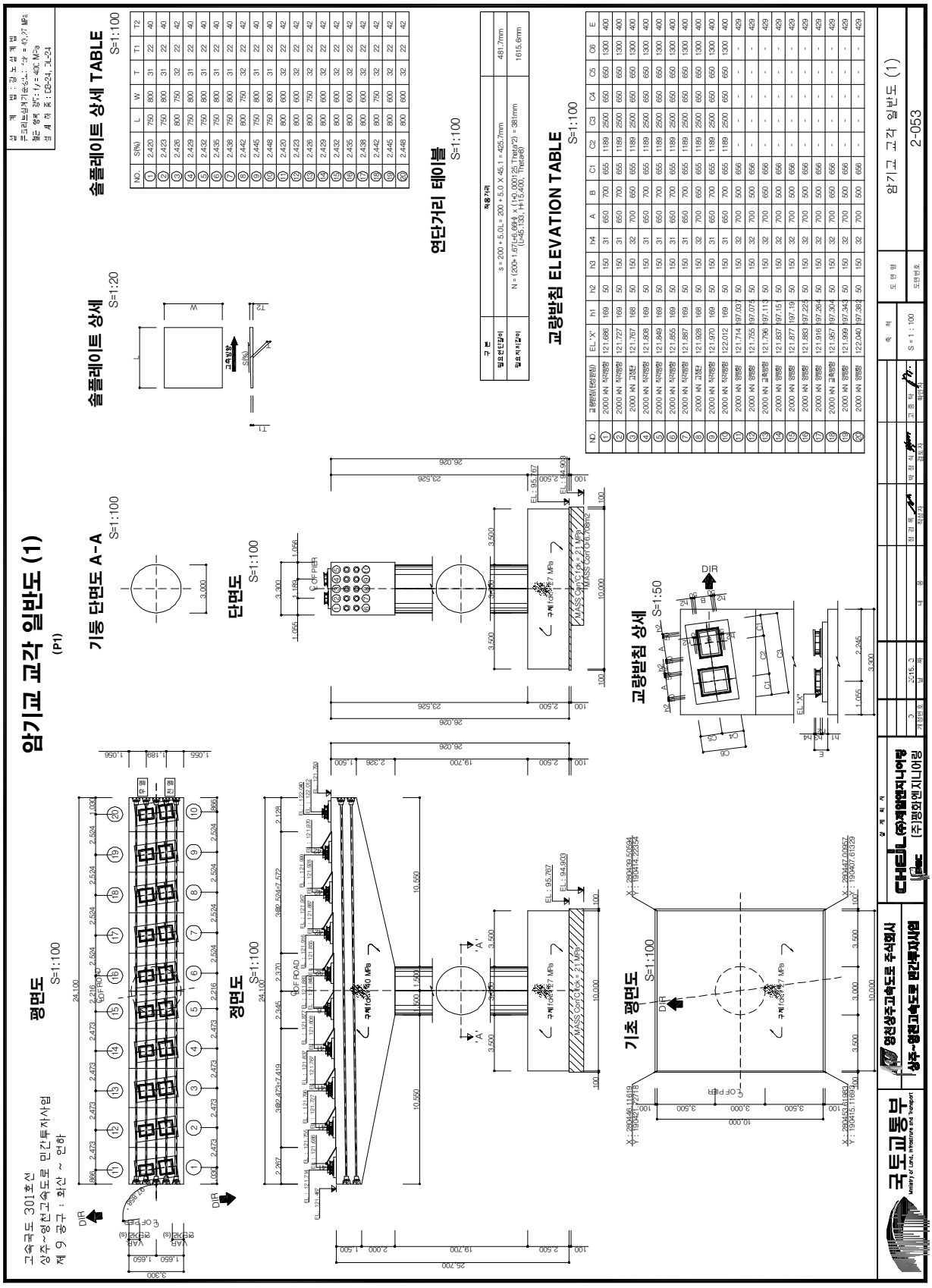
노트 사항

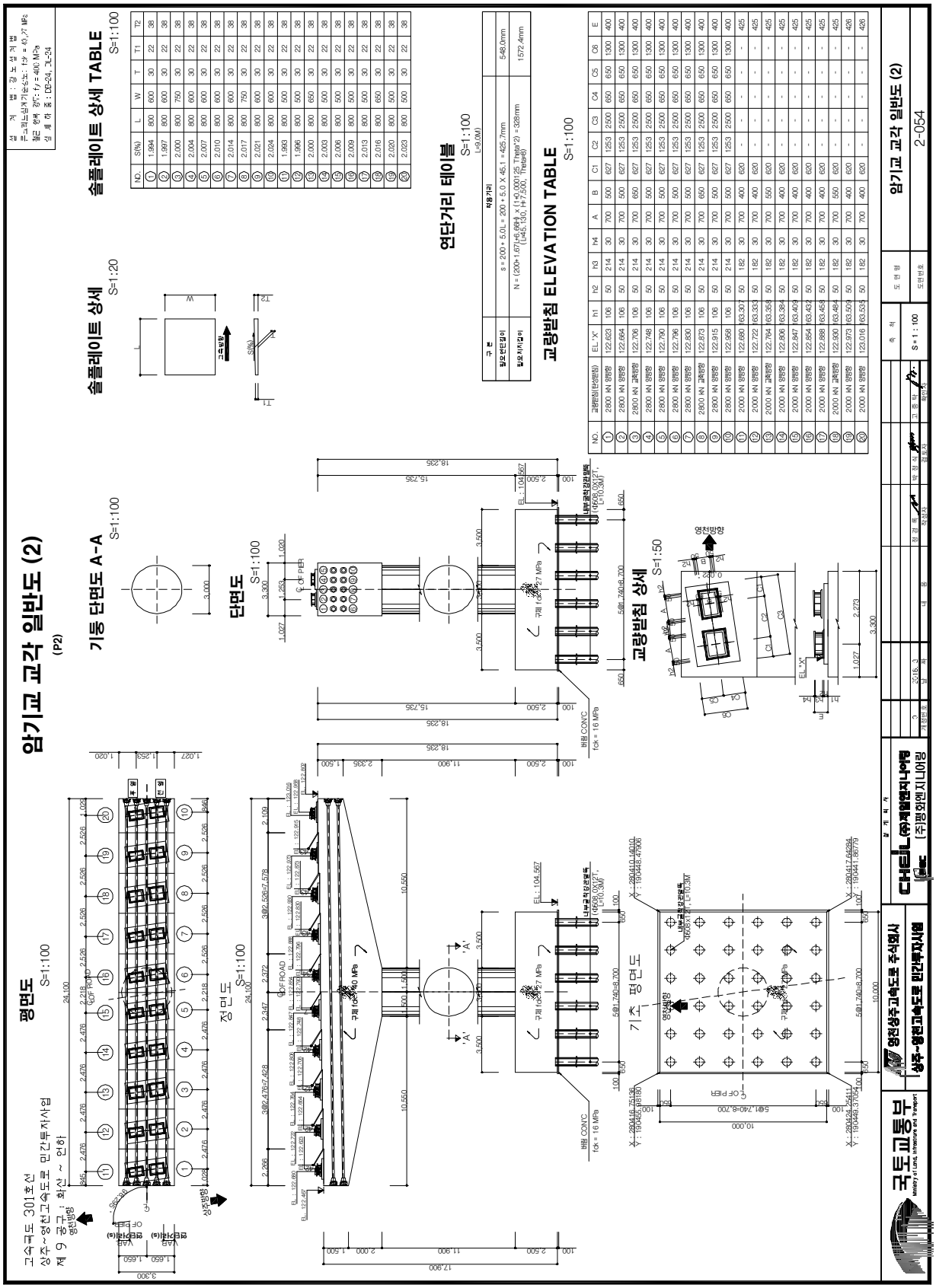
1. 모든 구조물의 치수는 mm 단위 임.
2. 구체 콘크리트 설계기준 강도는 fck = 24 MPa 이다.
3. 기초콘크리트는 지지층에 지아수가 없는 상태에서 타설하여야 한다.
4. 교량받침을 변경시는 감독관의 승인을 득한 후 시행하여야 한다.
5. 받침장치 설치시 설계도와 도면이 상이할 시는 구체콘크리트 또는 무수축 몰탈로 받침장치 높이를 조정하여야한다.
6. 모든 구조물의 예각부는 모따기를 하여야함(20mmX20mm).
7. 받침 SOLE PLATE 하단이 정확히 수평이 되도록 설치하여야 한다.
8. 받침 ANCHOR 상세는 받침 상세도를 참고 시공한다.
9. 콘크리트 타설전에 굴착면의 부석 및 토사는 완전이 제거하여야 하며 암반과 부착을 강화하여야 한다.

국토교통부 Ministry of Land, Infrastrure and Transport	영천상주고속도로 주식회사 / 상주~영천고속도로 민간투자사업	설계회사 CHEIL (주)제일엔지니어링 / (주)평화엔지니어링	0 개정번호	2016. 3 날 짜	내 용	정 경 록 작성자	박 정 식 검토자	고 종 탁 확인자	축 척 S = 1 : 100	도 면 명 암기교 교대 일반도	도면번호 2-043


암기교 교대 일반도
(영천방향-A2 종점측) 날개벽(좌측)
단면 A-A
단면 B-B
상세 "A"
슬플레이트 상세
슬플레이트 상세 TABLE
단면 D-D
수축줄눈 상세
상세 B
교량받침 상세
말뚝길이 테이블
연단거리 테이블
교량받침 ELEVATION TABLE
평면도
기초 평면도
노트 사항
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 안하 정면도
국토교통부
Ministry of Land, Infrastructure and Transport
영천상주고속도로 주식회사
상주-영천고속도로 민간투자사업
CHERIL (주)체리엔지니어링
(주)평안엔지니어링
암기교 교대 일반도
2-048

1.3.5 교각일반도


암기교 교각 일반도 (1)
(P1)
평면도 S=1:100
정면도 S=1:100
기둥 단면도 A-A S=1:100
단면도 S=1:100
교량받침 상세 S=1:50
기초 평면도 S=1:100
솔플레이트 상세 S=1:20
솔플레이트 상세 TABLE S=1:100
연단거리 테이블 S=1:100
교량받침 ELEVATION TABLE S=1:100
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하
상주~영천고속도로 추진사업단
상주~영천고속도로 민간투자사업
(주)경원엔지니어링
CHEIL 제일엔지니어링
국토교통부
암기교 교각 일반도 (1)
2-053


암기교 교각 일반도 (2)
(P2)
평면도
S=1:100
기둥 단면도 A-A
S=1:100
단면도
S=1:100
정면도
S=1:100
교량받침 상세
S=1:50
기초 평면도
솔플레이트 상세
S=1:20
솔플레이트 상세 TABLE
S=1:100
연단거리 테이블
S=1:100
교량받침 ELEVATION TABLE
S=1:100
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하
영천방향
상주방향
구조물 철근 콘크리트 설계기준도 : fck = 40.27 MPa
철근 항복 강도 : fy = 400 MPa
상 세 표 기 : DB-24, DL-24
국토교통부
Ministry of Land, Infrastructure and Transport
상주영천고속도로 주식회사
상주~영천고속도로 민간투자사업
CHEIL 제일엔지니어링
(주)평안엔지니어링
암기교 교각 일반도 (2)
S=1:100
2-054

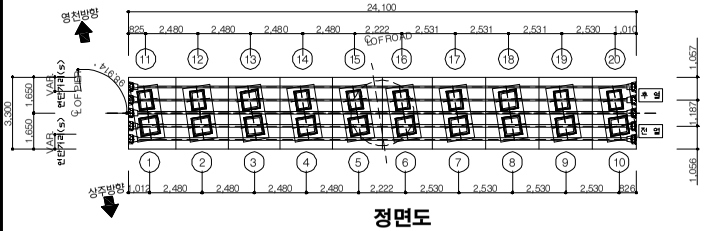
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하

암기교 교각 일반도 (3)

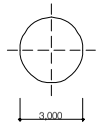
(P3)

설 계 기 준 : 강 도 설 계 법
콘크리트설계기준강도: fck = 40.77 MPa
철근 항복 강도: fy = 400 MPa
설 계 하 중 : DB-24, DL-24

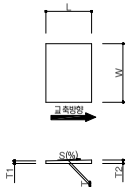
평면도
S=1:100



기둥 단면도 A-A
S=1:100



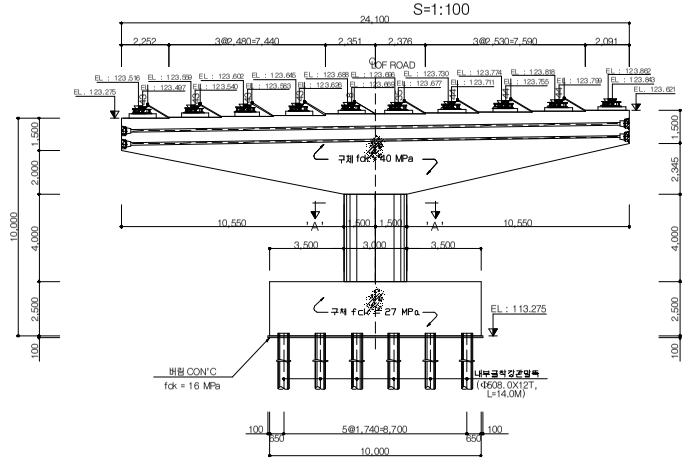
솔플레이트 상세
S=1:30



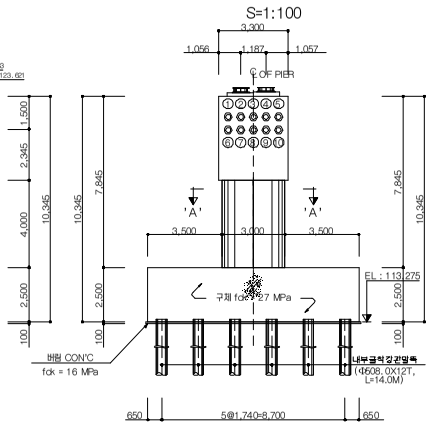
솔플레이트 상세 TABLE
S=1:100

NO.	S(%)	L	W	T	T1	T2
①	1.567	750	800	28	22	34
②	1.570	750	800	28	22	34
③	1.574	800	750	28	22	34
④	1.578	750	800	28	22	34
⑤	1.581	750	800	28	22	34
⑥	1.584	750	800	28	22	34
⑦	1.588	750	800	28	22	34
⑧	1.592	800	750	28	22	34
⑨	1.595	750	800	28	22	34
⑩	1.599	750	800	28	22	34
⑪	1.567	800	600	28	22	34
⑫	1.570	800	600	28	22	34
⑬	1.574	800	750	28	22	34
⑭	1.578	800	600	28	22	34
⑮	1.581	800	600	28	22	34
⑯	1.584	800	600	28	22	34
⑰	1.588	800	600	28	22	34
⑱	1.592	800	750	28	22	34
⑲	1.595	800	600	28	22	34
⑳	1.599	800	600	28	22	34

정면도
S=1:100



단면도
S=1:100



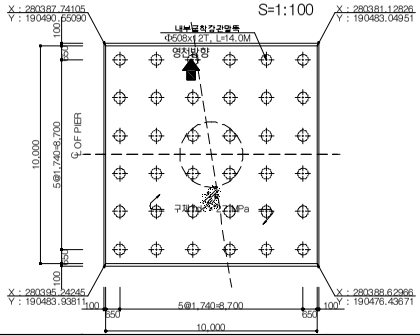
연단거리 테이블
S=1:100

구 분	적용거리	
필요연단길이	s = 200 + 5.0L = 200 +5.0 X 45.1 = 425.8mm	437.5mm
필요지지길이	N = (200+1.67Lf+6.66H) x (1+0.000125 Theta^2) = 278mm (L=45.159, H=0.000, Theta=9)	1620.2mm

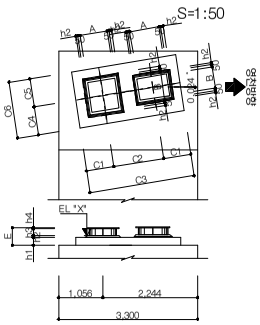
교량받침 ELEVATION TABLE
S=1:100

NO.	교량받침(단상받침)	EL."X"	h1	h2	h3	h4	A	B	C1	C2	C3	C4	C5	C6	E
①	2000 kN 직각방향	123.497	172	50	150	28	650	700	656	1187	2500	650	650	1300	400
②	2000 kN 직각방향	123.540	172	50	150	28	650	700	656	1187	2500	650	650	1300	400
③	2000 kN 고정단	123.583	172	50	150	28	700	650	656	1187	2500	600	600	1200	400
④	2000 kN 직각방향	123.626	172	50	150	28	650	700	656	1187	2500	650	650	1300	400
⑤	2000 kN 직각방향	123.669	172	50	150	28	650	700	656	1187	2500	650	650	1300	400
⑥	2000 kN 직각방향	123.677	172	50	150	28	650	700	656	1187	2500	650	650	1300	400
⑦	2000 kN 직각방향	123.711	172	50	150	28	650	700	656	1187	2500	650	650	1300	400
⑧	2000 kN 고정단	123.755	172	50	150	28	700	650	656	1187	2500	650	650	1300	400
⑨	2000 kN 직각방향	123.799	172	50	150	28	650	700	656	1187	2500	650	650	1300	400
⑩	2000 kN 직각방향	123.843	172	50	150	28	650	700	656	1187	2500	650	650	1300	400
⑪	2000 kN 앙방향	123.516	190.865	50	150	28	700	500	657	-	-	-	-	-	419
⑫	2000 kN 앙방향	123.559	190.897	50	150	28	700	500	657	-	-	-	-	-	419
⑬	2000 kN 고속방향	123.602	190.928	50	150	28	700	650	657	-	-	-	-	-	419
⑭	2000 kN 앙방향	123.645	190.96	50	150	28	700	500	657	-	-	-	-	-	419
⑮	2000 kN 앙방향	123.688	190.992	50	150	28	700	500	657	-	-	-	-	-	419
⑯	2000 kN 앙방향	123.696	191.021	50	150	28	700	500	657	-	-	-	-	-	419
⑰	2000 kN 앙방향	123.730	191.053	50	150	28	700	500	657	-	-	-	-	-	419
⑱	2000 kN 고속방향	123.774	191.085	50	150	28	700	650	657	-	-	-	-	-	419
⑲	2000 kN 앙방향	123.818	191.117	50	150	28	700	500	657	-	-	-	-	-	419
⑳	2000 kN 앙방향	123.862	191.148	50	150	28	700	500	657	-	-	-	-	-	419

기초 평면도
S=1:100



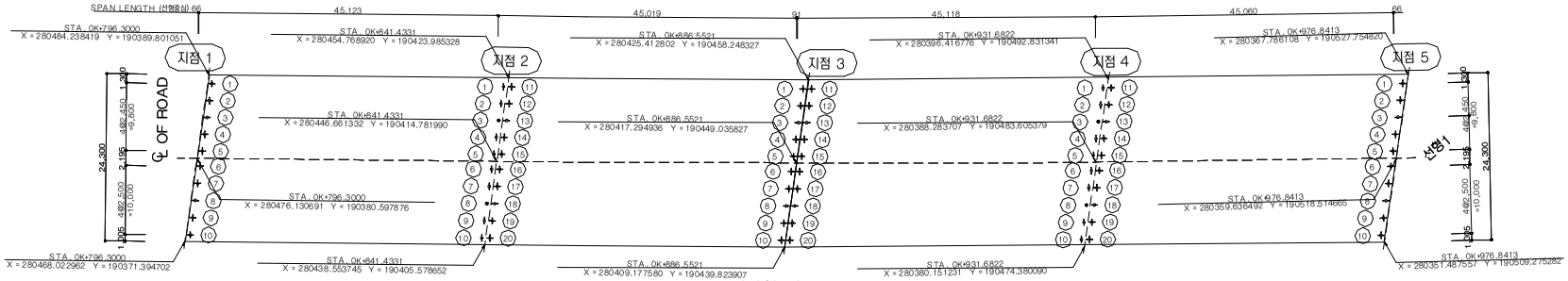
교량받침 상세
S=1:50



국토교통부 Ministry of Land, Infrastructure and Transport	영천상주고속도로 주식회사 / 상주~영천고속도로 민간투자사업	설계회사 CHEL (주)제일엔지니어링 / (주)평화엔지니어링	0	2016. 3			축 척	도 면 명	암기교 교각 일반도 (3)
			개정번호	날 짜	내 용	정 경 록 / 작성자	박 정 식 / 검토자	고 종 탁 / 확인자	S = 1 : 100	도면번호 2-055

고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하

교량받침배치도



교량받침 리스트

구 분		지점 1	지점 2(전열)	지점 2(후열)	지점 3(전열)	지점 3(후열)	지점 4(전열)	지점 4(후열)	지점 5	계
2000 kN (탄성받침)	고정단	0	2	0	0	0	2	0	0	4
	일방향(교축)	0	0	2	0	2	0	2	2	8
	일방향(교축직각)	0	8	0	0	0	8	0	0	16
	양방향	0	0	8	0	8	0	8	8	32
	계	0	10	10	0	10	10	10	10	60
2800 kN (탄성받침)	고정단	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	일방향(교축)	2	0	0	2	0	0	0	0	4
	일방향(교축직각)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	양방향	8	0	0	8	0	0	0	0	16
	계	10	0	0	10	0	0	0	0	20

범례

기호	구분
•	고정단 SHOE
↕	일방향 SHOE
✣	양방향 SHOE

교량받침 좌표

지점 1						지점 2(전)						지점 2(후)						지점 3(전)					
구분	교량받침	X좌표	Y좌표	Z좌표	일반각도계	구분	교량받침	X좌표	Y좌표	Z좌표	일반각도계	구분	교량받침	X좌표	Y좌표	Z좌표	일반각도계	구분	교량받침	X좌표	Y좌표	Z좌표	일반각도계
①	2800 kN 양방향	280482.948	190389.307	EL. 120.465	319°14'09.9"	①	2000 kN 직각방향	280454.293	190422.546	EL. 121.687	319°14'09.9"	⑪	2000 kN 양방향	280453.510	190423.455	EL. 121.714	319°14'09.9"	①	2800 kN 양방향	280424.952	190456.782	EL. 122.623	319°42'58.8"
②	2800 kN 양방향	280481.313	190387.451	EL. 120.504	319°14'09.9"	②	2000 kN 직각방향	280452.659	190420.690	EL. 121.728	319°14'09.9"	⑫	2000 kN 양방향	280451.875	190421.599	EL. 121.755	319°14'09.9"	②	2800 kN 양방향	280423.315	190454.924	EL. 122.664	319°42'40.7"
③	2800 kN 교축방향	280479.678	190385.596	EL. 120.544	319°14'09.9"	③	2000 kN 고정단	280451.024	190418.834	EL. 121.767	319°14'09.9"	⑬	2000 kN 교축방향	280450.240	190419.743	EL. 121.796	319°14'09.9"	③	2800 kN 교축방향	280421.678	190453.067	EL. 122.706	319°42'22.7"
④	2800 kN 양방향	280478.043	190383.740	EL. 120.583	319°14'09.9"	④	2000 kN 직각방향	280449.389	190416.978	EL. 121.809	319°14'09.9"	⑭	2000 kN 양방향	280448.605	190417.887	EL. 121.837	319°14'09.9"	④	2800 kN 양방향	280420.041	190451.209	EL. 122.748	319°42'04.7"
⑤	2800 kN 양방향	280476.408	190381.884	EL. 120.622	319°14'09.9"	⑤	2000 kN 직각방향	280447.754	190415.123	EL. 121.850	319°14'09.9"	⑮	2000 kN 양방향	280446.970	190416.032	EL. 121.877	319°14'09.9"	⑤	2800 kN 양방향	280418.404	190449.352	EL. 122.790	319°41'46.7"
⑥	2800 kN 양방향	280474.943	190380.221	EL. 120.627	319°14'09.9"	⑥	2000 kN 직각방향	280446.289	190413.460	EL. 121.856	319°14'09.9"	⑯	2000 kN 양방향	280445.506	190414.369	EL. 121.883	319°14'09.9"	⑥	2800 kN 양방향	280416.938	190447.687	EL. 122.796	319°41'30.6"
⑦	2800 kN 양방향	280473.275	190378.328	EL. 120.658	319°14'09.9"	⑦	2000 kN 직각방향	280444.621	190411.566	EL. 121.888	319°14'09.9"	⑰	2000 kN 양방향	280443.837	190412.475	EL. 121.916	319°14'09.9"	⑦	2800 kN 양방향	280415.267	190445.792	EL. 122.830	319°41'12.3"
⑧	2800 kN 교축방향	280471.607	190376.434	EL. 120.698	319°14'09.9"	⑧	2000 kN 고정단	280442.953	190409.673	EL. 121.928	319°14'09.9"	⑱	2000 kN 교축방향	280442.169	190410.582	EL. 121.957	319°14'09.9"	⑧	2800 kN 교축방향	280413.597	190443.897	EL. 122.873	319°40'54.0"
⑨	2800 kN 양방향	280469.939	190374.540	EL. 120.738	319°14'09.9"	⑨	2000 kN 직각방향	280441.285	190407.779	EL. 121.971	319°14'09.9"	⑲	2000 kN 양방향	280440.501	190408.688	EL. 121.999	319°14'09.9"	⑨	2800 kN 양방향	280411.927	190442.001	EL. 122.915	319°40'35.7"
⑩	2800 kN 양방향	280468.270	190372.647	EL. 120.778	319°14'09.9"	⑩	2000 kN 직각방향	280439.616	190405.885	EL. 122.013	319°14'09.9"	⑳	2000 kN 양방향	280438.833	190406.794	EL. 122.040	319°14'09.9"	⑩	2800 kN 양방향	280410.257	190440.106	EL. 122.958	319°40'17.5"

지점 3(후)						지점 4(전)						지점 4(후)						지점 5					
구분	교량받침	X좌표	Y좌표	Z좌표	일반각도계	구분	교량받침	X좌표	Y좌표	Z좌표	일반각도계	구분	교량받침	X좌표	Y좌표	Z좌표	일반각도계	구분	교량받침	X좌표	Y좌표	Z좌표	일반각도계
⑪	2000 kN 양방향	280424.133	190457.748	EL. 122.680	319°44'02.7"	①	2000 kN 직각방향	280395.930	190491.381	EL. 123.498	320°21'02.8"	⑪	2000 kN 양방향	280395.164	190492.306	EL. 123.516	320°22'03.3"	①	2000 kN 양방향	280367.332	190526.251	EL. 124.081	320°59'03.6"
⑫	2000 kN 양방향	280422.496	190455.890	EL. 122.722	319°43'44.6"	②	2000 kN 직각방향	280394.290	190489.521	EL. 123.541	320°20'43.3"	⑫	2000 kN 양방향	280393.524	190490.445	EL. 123.559	320°21'43.9"	②	2000 kN 양방향	280365.689	190524.388	EL. 124.125	320°58'42.8"
⑬	2000 kN 교축방향	280420.859	190454.032	EL. 122.764	319°43'26.6"	③	2000 kN 고정단	280392.650	190487.661	EL. 123.583	320°20'23.9"	⑬	2000 kN 교축방향	280391.884	190488.585	EL. 123.602	320°21'24.5"	③	2000 kN 교축방향	280364.045	190522.524	EL. 124.169	320°58'22.0"
⑭	2000 kN 양방향	280419.222	190452.175	EL. 122.806	319°43'08.6"	④	2000 kN 직각방향	280391.010	190485.800	EL. 123.627	320°20'04.6"	⑭	2000 kN 양방향	280390.244	190486.725	EL. 123.645	320°21'05.1"	④	2000 kN 양방향	280362.402	190520.661	EL. 124.214	320°58'01.3"
⑮	2000 kN 양방향	280417.585	190450.317	EL. 122.847	319°42'50.6"	⑤	2000 kN 직각방향	280389.370	190483.940	EL. 123.670	320°19'45.2"	⑮	2000 kN 양방향	280388.604	190484.864	EL. 123.688	320°20'45.8"	⑤	2000 kN 양방향	280360.759	190518.798	EL. 124.258	320°57'40.6"
⑯	2000 kN 양방향	280416.119	190448.653	EL. 122.854	319°42'34.5"	⑥	2000 kN 직각방향	280387.901	190482.274	EL. 123.678	320°19'27.9"	⑯	2000 kN 양방향	280387.134	190483.198	EL. 123.696	320°20'28.5"	⑥	2000 kN 양방향	280359.286	190517.129	EL. 124.267	320°57'22.0"
⑰	2000 kN 양방향	280414.448	190446.757	EL. 122.888	319°42'16.2"	⑦	2000 kN 직각방향	280386.228	190480.375	EL. 123.712	320°19'08.2"	⑰	2000 kN 양방향	280385.461	190481.299	EL. 123.730	320°20'08.8"	⑦	2000 kN 양방향	280357.610	190515.228	EL. 124.303	320°57'01.0"
⑱	2000 kN 교축방향	280412.778	190444.861	EL. 122.930	319°41'57.9"	⑧	2000 kN 고정단	280384.554	190478.477	EL. 123.755	320°18'48.5"	⑱	2000 kN 교축방향	280383.787	190479.401	EL. 123.774	320°19'49.1"	⑧	2000 kN 교축방향	280355.933	190513.327	EL. 124.348	320°56'39.9"
⑲	2000 kN 양방향	280411.108	190442.966	EL. 122.973	319°41'39.6"	⑨	2000 kN 직각방향	280382.881	190476.579	EL. 123.800	320°18'28.9"	⑲	2000 kN 양방향	280382.114	190477.503	EL. 123.818	320°19'29.4"	⑨	2000 kN 양방향	280354.256	190511.426	EL. 124.393	320°56'18.9"
⑳	2000 kN 양방향	280409.438	190441.070	EL. 123.016	319°41'21.3"	⑩	2000 kN 직각방향	280381.208	190474.681	EL. 123.844	320°18'09.2"	⑳	2000 kN 양방향	280380.441	190475.605	EL. 123.862	320°19'09.8"	⑩	2000 kN 양방향	280352.580	190509.525	EL. 124.438	320°55'57.8"

국토교통부 Ministry of Land, Infrastructure and Transport	영천상주고속도로 주식회사	설계회사 CHEIL (주)제일엔지니어링 (?)???????							축척	도면명	교량받침배치도
	상주~영천고속도로 민간투자사업		○ 가정번호	2016. 3 날짜	내용	정경록 작성자	박점식 검토자	고준택 확인자	S = 1 : 100	도면번호	2-007

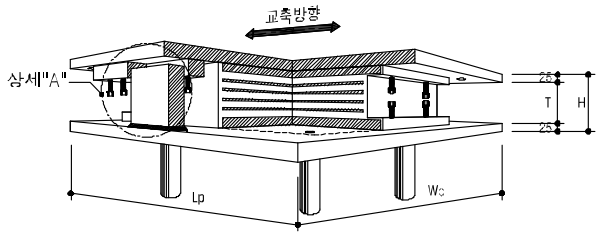
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하

교량받침 상세도 (1)

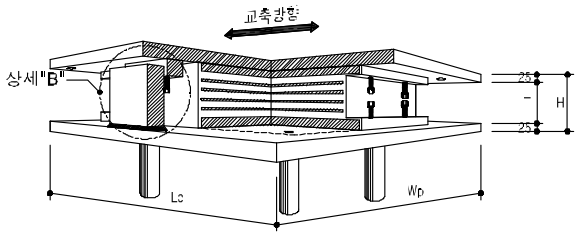
(2000kN 300X600XT)

재 료 : 강 , 합성재
콘크리트설계기준강도 : fck = 40.27 MPa
철근 항복 강도 : fy = 400 MPa
설 계 하 중 : DB-24, DL-24

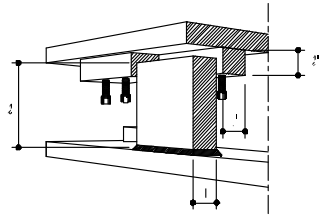
< 고정단 >



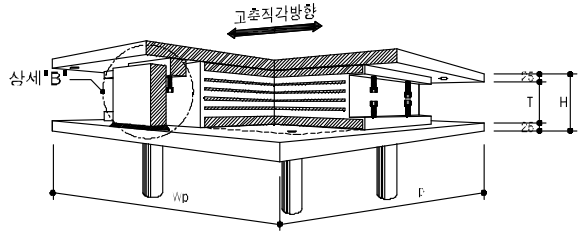
< 교축방향 >



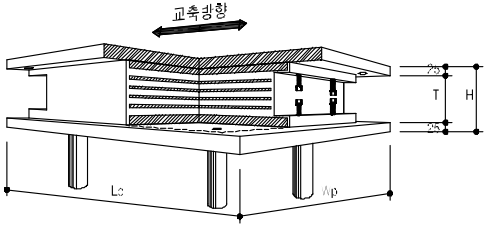
< 상 세 "A" >



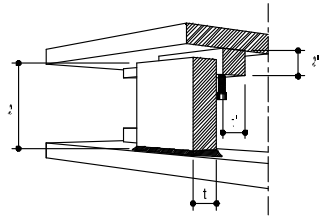
< 교축직각방향 >



< 선광향 가동단 >

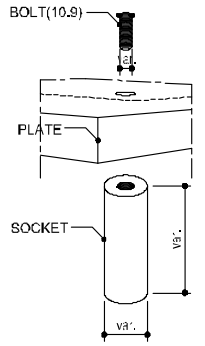


< 상 세 "B' >



* 상세 A, B : t' < t 혹은
t' > t을 만족하여야 함.

<앵커상세도>



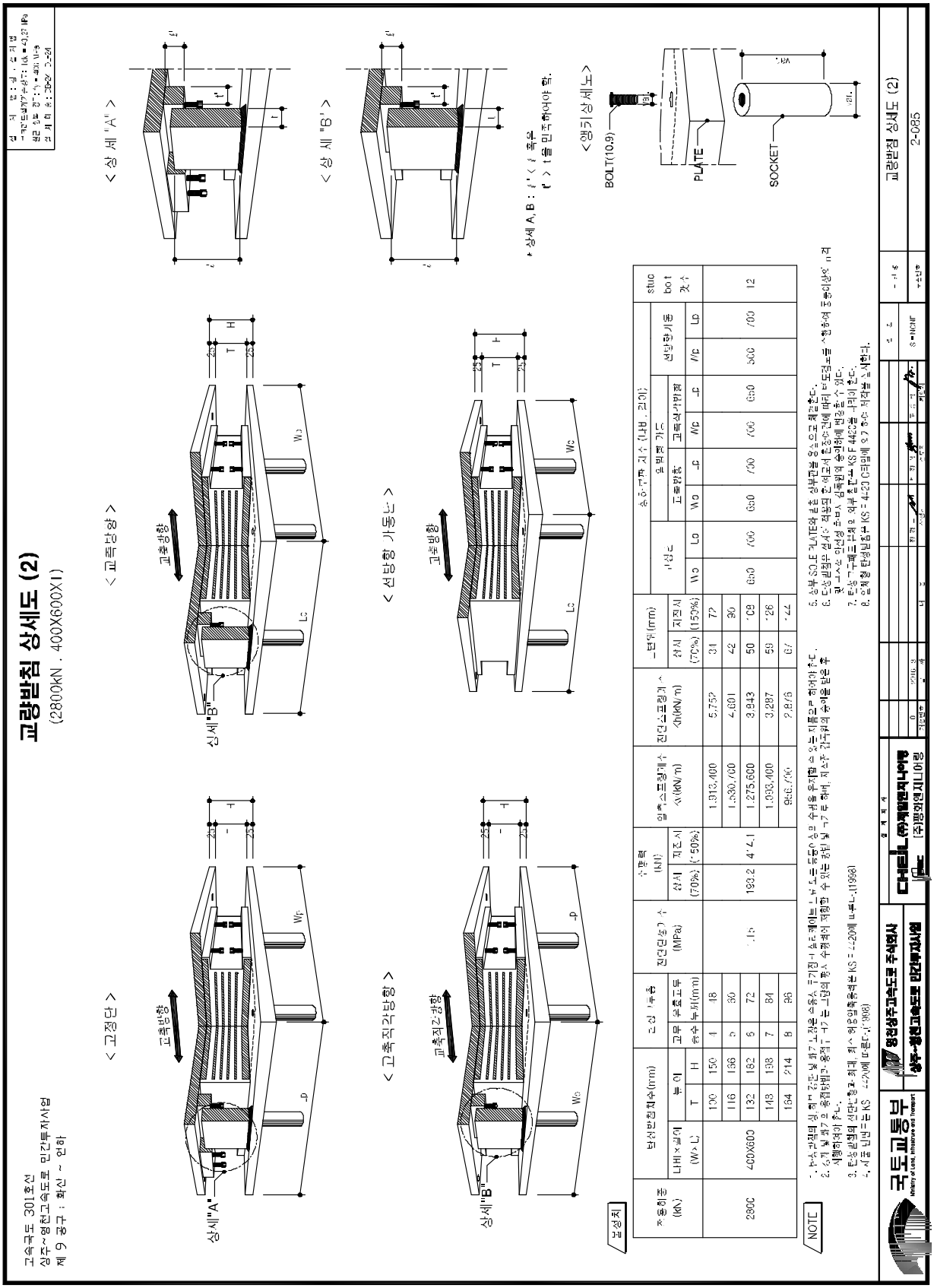
물성치

사용등급 (kN)	수평변위지수(mm)			환경그루증		선단면압강도 (MPa)	수평력 (kN)		압축스프링계수 Kv(kN/m)	전단스프링상수 K'(kN/m)	크레위(mm)		상하부판 치수 (mm, 길이)								stud bolt 갯수
	스테인리이 (WxL)	높이		고무 증수	유효고무 두께(mm)		설계시 (70%)	지진시 (150%)			설계시 (70%)	지진시 (150%)	고정단		일방향 가동				선접합가동		
		-	H												교축방향		교축직각방향				
													Wp	Lp	Wp	Lp	Wp	Lp	Wp	Lp	
2000	300X600	84	134	3	36	11.5	144.9	310.6	1,363,700	5,752	25	54	550	700	550	700	700	550	400	700	9
		100	150	4	48				1,022,700	4,314	34	72									
		116	166	5	60				818,200	3,451	42	90									
		132	182	6	72				681,800	2,876	50	108									

NOTE

1. 본 받침의 상,하부 강판 및 레이저장은 수평선 두께방향 중심에서 0도 또는 5도 이상의 수평을 유지할 수 있는 제품으로 하여야 한다.
2. 강재 및 레이저의 용접은 KS 규격에 따른 용접부 크기는 그림의 필수 수평력에 저항할 수 있는 방법 및 크기로 하며, 제작전 검사원의 승인을 받은 후 시험용으로 한다.
3. 본 받침의 주 고무재료의 최대, 최소 허용압축응력은 KS F 4420에 따른다.(1998)
4. 저온 단면도는 KS F 4420에 따른다.(1998)
5. 상부 SOLE PLATE와 받침 상부판을 용접으로 체결한다.
6. 주철품은 설계에 의하여 하중에 따라 철근검토를 수행하여 등등한 상응 규격 및 구조적 안전성 확보시 강도저하의 영향을 검토할 수 있다.
7. 부속고무패드 본지의 외부 철판은 KS 규격을 따라야 한다.
8. 주재료 본 받침은 KS 규격에 의거하여 지정을 실시한다.

국토교통부 Ministry of Land, Infrastructure and Transport	영천상주고속도로 주식회사 / 상주~영천고속도로 민간투자사업	설계회사 CHEIL (주)제일엔지니어링 / [주]평화엔지니어링	축척 S= NONE	타이틀	교량받침 상세도 (1)
				도면번호	2-084

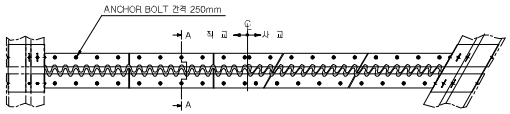

교량받침 상세도 (2)
(2800kN . 400X600X1)
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하
< 고정단 >
< 교축방향 >
< 고축직각방향 >
< 선방향 가동는 >
< 상 세 "A" >
< 상 세 "B" >
< 앵키상세노 >
BOLT(10.9)
PLATE
SOCKET
상세"A"
상세"B"
교축방향
교축직각방향
NOTE
분성치
교량받침 상세도 (2)
2-035

고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하

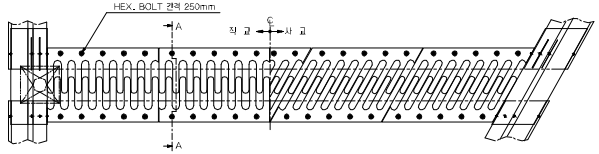
신축이음장치 상세도(1)
(FINGER - TYPE)

설 계 법 : 강 도 설 계 법
콘크리트설계기준강도: fck = 40.27 MPa
철근 항복 강도: fy = 400 MPa
설 계 하 중 : DB-24, DL-24

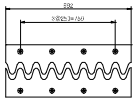
UCF-50~100 S
평 면 도



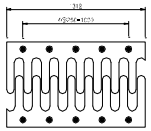
UCF-120~600 S
평 면 도



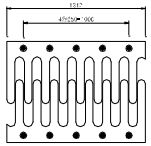
UCF-50~100 S



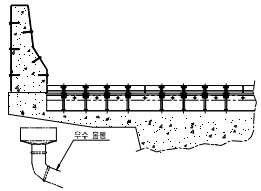
UCF-120~350 S



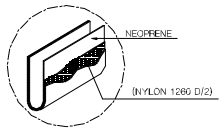
UCF-400~600 S



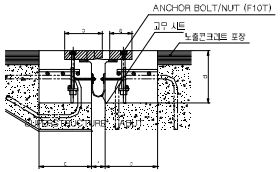
횡단면도



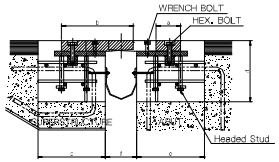
고무 시트 상세



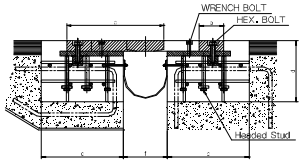
단면 A-A



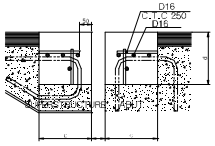
단면 A-A



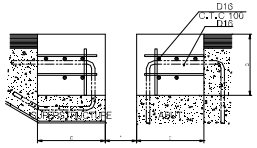
단면 A-A



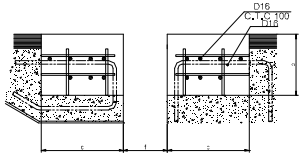
설치 단면 상세도



설치 단면 상세도



설치 단면 상세도



신축이음장치 제원표

(단위 : mm)

모 델 명	최대이동 설계량	a	b	BLOCK OUT c	BLOCK OUT d	BOLT	f 최소	f 표준	f 최대	ELEMENT 길 이	예상중량 (kg/m)
UCF-50 S	50	130	195	300	230	M16	30	55	80	992	102
UCF-75 S	75	130	220	310	230	M16	27.5	65	102.5	992	136
UCF-80 S	80	130	225	310	230	M16	30	70	110	992	140
UCF-100 S	100	130	245	330	230	M16	30	80	130	992	144
UCF-120 S	120	145	295	330	250	M16	30	90	150	1312	260
UCF-150 S	150	145	325	350	250	M20	30	105	180	1312	277
UCF-200 S	200	145	375	380	350	M20	30	130	230	1312	333
UCF-250 S	250	145	425	400	350	M20	60	185	310	1312	386
UCF-300 S	300	145	475	430	350	M22	60	210	360	1312	440
UCF-350 S	350	145	525	455	350	M22	60	235	410	1312	497
UCF-400 S	400	145	575	485	350	M24	60	260	460	1312	551
UCF-450 S	450	145	625	505	350	M24	60	285	510	1312	587
UCF-500 S	500	145	675	525	350	M24	60	310	560	1312	624
UCF-550 S	550	145	725	550	350	M24	75	350	625	1312	658
UCF-600 S	600	145	775	570	350	M24	100	400	700	1312	689

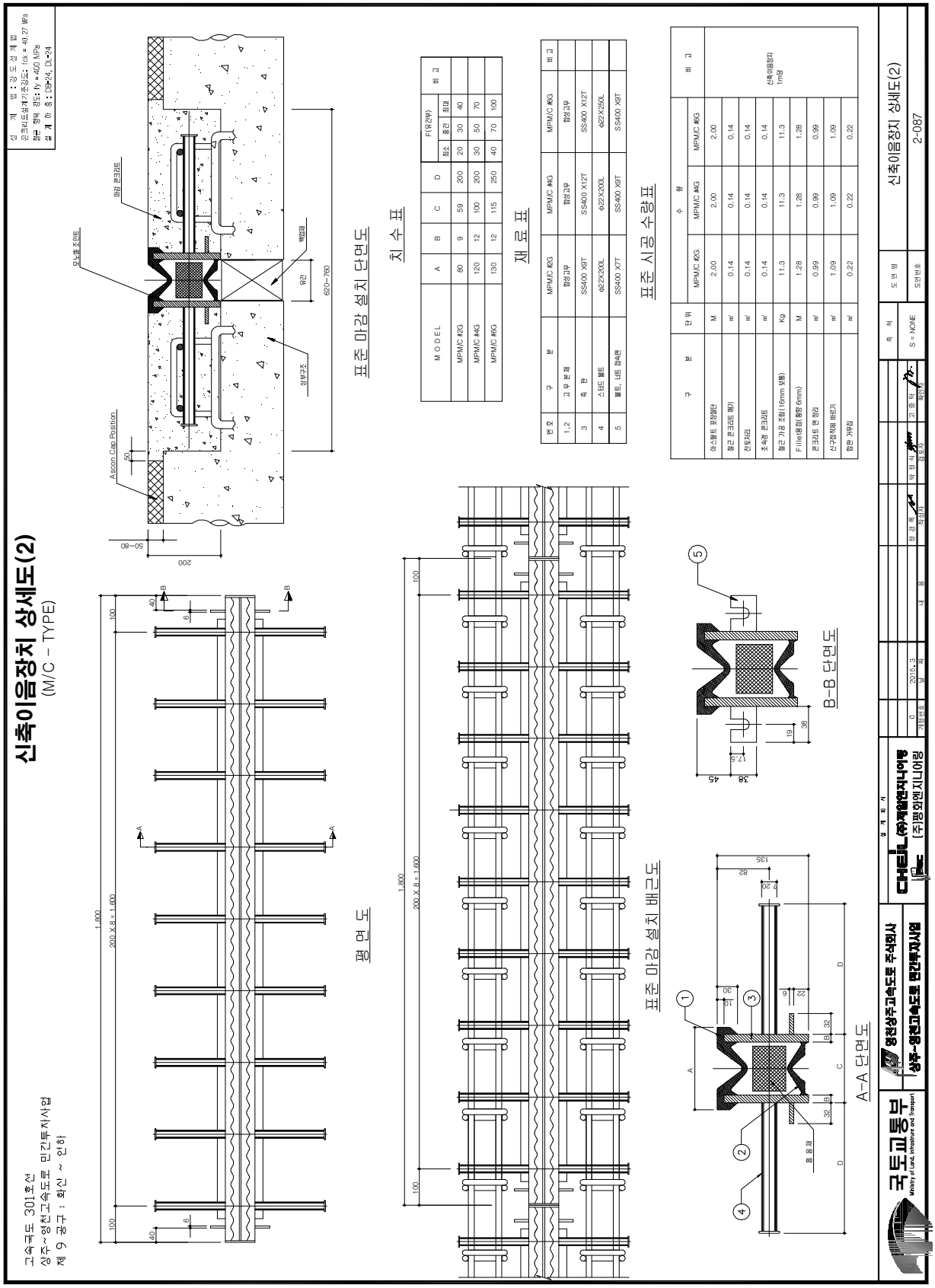
● 1. 위 제원은 설계시 표준온도(15 °C) 일때의 제수임.
2. 자세나 국선사는 신축거동방향과 회전방향에 따라 형식의 형상이나 형식의 각도가 달라질 수 있음.

재료 및 제원표

(1M당)

모델명	UCF-50 S	UCF-75 S	UCF-80 S	UCF-100 S	UCF-120 S	UCF-150 S	UCF-200 S	UCF-250 S	UCF-300 S	UCF-350 S	UCF-400 S	UCF-450 S	UCF-500 S	UCF-550 S	UCF-600 S
콘크리트량	0.13M³	0.13M³	0.13M³	0.13M³	0.17M³	0.18M³	0.27M³	0.29M³	0.31M³	0.33M³	0.35M³	0.37M³	0.39M³	0.41M³	0.43M³
거 푸 집	3.98M²	4.00M²	4.00M²	4.00M²	4.70M²	4.70M²	4.70M²	4.80M²	4.90M²	4.90M²	4.90M²	4.90M²	4.90M²	4.90M²	4.90M²
용접재(kg)	16.611KG	16.762KG	16.762KG	16.838KG	19.102KG	21.269KG	29.544KG	25.621KG	54.37KG	26.312KG	32.254KG	33.548KG	34.243KG	54.553KG	54.677KG

설계회사	영천상주고속도로 주식회사	상주~영천고속도로 민간투자사업	CHEIL (주)제일엔지니어링 (주)평화엔지니어링	0 기정번호	2016. 3 년 월	내 용	설 계 자 작성자	검 토 자	감 독 자	축 척 S = NONE	도 면 명	신축이음장치 상세도(1)
국토교통부 Ministry of Land, Infrastructure and Transport											도면번호	2-086


신축이음장치 상세도(2)
(M/C - TYPE)
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 안하
평 면 도
표준 마감 설치 단면도
치 수 표
재 료 표
표준 시공 수량표
표준 마감 설치 배근도
A-A 단면도
B-B 단면도
국토교통부
영천상주고속도로 주식회사
상주-영천고속도로 민간투자사업
(주)동양엔지니어링
신축이음장치 상세도(2)
2-087

2장 외관조사

2.1 부재별 외관조사

2.2 교량받침 조사

2.3 신축이음 유간 조사

제 2 장 외 관 조 사

2.1 부재별 외관조사

2.1.1 포 장

가. 포장 전경

암기교(상주) 교면포장 전경

암기교(영천) 교면포장 전경

나. 외관조사

조사 결과

- 본 교량의 교면포장은 콘크리트(노출바닥판, t=50㎜)로 설계 · 시공되었다.
- 교면포장에 대한 외관조사결과 손상이 없이 양호한 것으로 조사되었다.
- 접속부포장에 대한 외관조사결과 손상이 없이 양호한 것으로 조사되었다.

【표 2.1.1】 암기교 포장 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량	보수공법	비 고
교면포장	상주	상태양호				
	영천	상태양호				
접속부포장	상주	상태양호				
	영천	상태양호				

2.1.2 배수시설

가. 배수시설 전경

배수구 시공 전경

배수관 시공 전경

나. 외관조사

조사 결과

- 본 교량은 곡선교로서 횡방향 및 종방향 기울기에 따라 상주방향은 방호벽측에, 영천방향은 중분대 측에 경간당 2~3개소씩 총 18개소의 배수구가 설치되었으며, 배수관의 재질은 알루미늄으로 시공되었다. 배수관은 집수구를 통해 곡관 및 직관, 행거셋 등으로 고정되어 거더 측면으로 연결되어 교량 하부로 유출되는 구조이다.
- 배수시설에 대한 외관조사 결과 손상이 배수구 묻힘(콘크리트)이 일부 조사되었으며, 발생한 손상은 보수가 완료된 것으로 확인되었다.

【표 2.1.2】 암기교 배수시설 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
배 수 구	상주	배수구 콘크리트 묻힘	EA	2	제거 및 청소	보수완료
	영천	상태양호				
배 수 관	상주	상태양호				
	영천	상태양호				

배수구 묻힘(콘크리트), S3	배수구 묻힘(콘크리트), S3

2.1.3 방호시설

가. 방호시설 전경

방호시설 전경(방호벽)	방호시설 전경(중분대)

나. 외관조사

조사 결과

- 방호벽 및 중앙분리대는 콘크리트로 시공되었다.
- 외관조사결과 균열, 균열부백태, 갈라짐 손상이 일부 조사되었다.
- 방호시설에 발생한 균열은 건조수축 및 양생불량에 의한 비구조적인 균열로 판단되며, 발생한 손상은 보수가 완료된 것으로 확인되었다.

【표 2.1.3】 암기교 방호시설 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
방 호 벽	상주	균열(0.3㎜ 미만)	m	30.8 / 11	표면처리	보수완료
		균열부백태	m	28.0 / 10	표면처리	보수완료
		갈라짐	m	12.3 / 6	충전공법	보수완료
	영천	갈라짐	m	14.7 / 7	충전공법	보수완료
중 분 대	상주	-해당없음-				보수완료
	영천	균열(0.3㎜ 이상)	m	2.6 / 1	충전공법	보수완료
		갈라짐	m	2.4 / 2	충전공법	보수완료

암기교(상주) 균열부백태, S3 방호벽

암기교(상주) 갈라짐, S4 방호벽

암기교(영천) 보수부 재균열, S1
중분대 0.3㎜이상

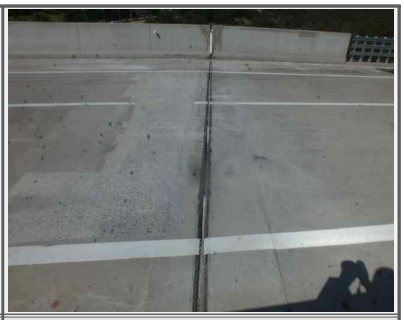
암기교(영천) 갈라짐, S4 중분대

2.1.4 신축이음장치

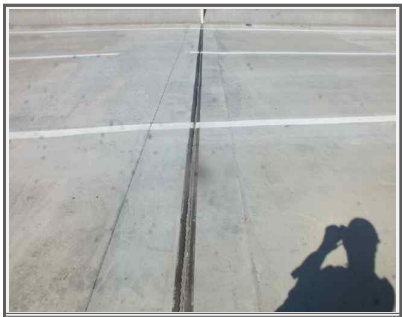
가. 신축이음장치 전경

A1(상주)-NO.6G (M/C JOINT)

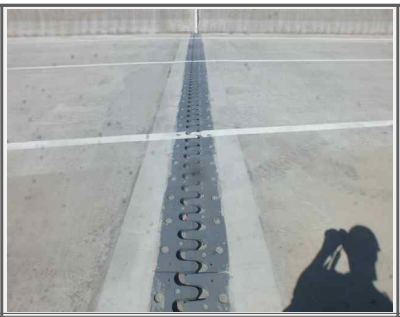
P2(상주)-NO.120 (FINGER JOINT)



A2(상주)-NO.6G (M/C JOINT)



A1(영천)-NO.6G (M/C JOINT)



P2(영천)-NO.120 (FINGER JOINT)

A2(영천)-NO.6G (M/C JOINT)

나. 외관조사 결과

조사 결과

- 신축이음장치는 A1, A2에 M/C JOINT로, P2 FINGER JOINT로 시공되었다.
- 신축이음장치에 대한 외관조사 결과 본체는 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나 후타재 일부구간에서 경미한 후타재 균열이 발생되었으며, 발생한 손상은 보수가 완료된 것으로 확인되었다.

【표 2.1.4】 암기교 신축이음장치 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
본 체	상주	상태양호				
	영천	상태양호				
후 타 재	상주	상태양호				
	영천	후타재 균열 (0.3㎜ 미만)	m	2.4 / 6	표면처리	보수완료

2.1.5 바 닥 판

가. 바닥판 전경

바닥판 내측전경(상주)

바닥판 캔틸레버부 전경(영천)

나. 외관조사

조사 결과

- 바닥판의 내측은 SP-PANEL(반단면 프리캐스트 바닥판), 켄틸레버부는 노출 콘크리트로 시공되었다.
- 바닥판에 대한 외관조사 결과 균열부백태, 국부적 파손, 재료분리 손상이 조사되었으며, 발생한 손상은 보수가 완료된 것으로 확인되었다.

【표 2.1.5】 암기교 바닥판 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
바 닥 판	상주	균열부백태	m	6.0 / 2	표면처리	보수완료
		파손	㎡	0.42 / 2	단면보수	보수완료
	영천	파손	㎡	0.84 / 3	단면보수	보수완료
		재료분리	㎡	0.24 / 1	단면보수	보수완료

암기교(상주) 균열부백태, S1 내측바닥판

암기교(상주) 파손, S2 단부

암기교(영천) 파손, S2 단부

암기교(영천) 재료분리, S4 캔틸레버측

2.1.6 거 더

가. 거더 전경

거더 전경(상주)

거더 전경(영천)

나. 외관조사

조사 결과

- 거더는 DR Girder 형식으로 2경간+2경간 연속으로 시공되었으며, 경간당 상주방향 5개, 영천방향 5개로 시공되었다.
- 거더에 대한 외관조사 결과 단부에 경미한 국부적인 파손이 조사되었으며, 발생된 손상은 보수가 완료되었다.

【표 2.1.6】 암기교 거더 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
거 더	상주	상태양호				
	영천	파손	㎡	0.04 / 2	단면보수	보수완료

암기교(영천) 파손, S1 거더단부

암기교(영천) 파손, S4 거더단부

2.1.7 2차 부재

가. 2차부재 전경

지간중앙부 가로보 전경(상주)

지점부 가로보 전경(영천)

나. 외관조사

조사 결과

- 가로보는 방향별로 지점부에 20개소, 지간중앙부에 16개소가 설치되었으며, 지간중앙부에는 공장제작한 프리캐스트 가로보, 지점부에는 현장타설 가로보가 콘크리트로 시공되었다.
- 2차부재에 대한 외관조사 결과 손상이 없이 양호한 것으로 조사되었다.

【표 2.1.7】 암기교 2차부재 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
2차부재	상주	상태양호				
	영천	상태양호				

2.1.8 교량받침

가. 교량받침 전경

종방향 이동단(상주)

횡방향 이동단(상주)

종방향 이동단(영천)

횡방향 이동단(영천)

나. 외관조사

조사 결과

- 교량받침은 탄성받침으로 시공되었다.
- 외관조사결과 손상이 없이 양호한 것으로 조사되었다.

【표 2.1.8】 암기교 교량받침 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
교량받침	상주	상태양호				
	영천	상태양호				
무수축몰탈	상주	상태양호				
	영천	상태양호				

2.1.9 교 대

가. 교대 전경

교대1 전경(상주)

교대2 전경(영천)

나. 외관조사

조사 결과

- 교대는 역T형으로, 기초는 모두 강관파일로 시공되었다.
- 교대에 대한 외관조사 결과 균열(0.2~0.3㎜), 실런트 갈라짐, 시공이음 균열, 표면 긁힘파손 등의 손상이 조사되었다.
- 교대에 발생된 균열은 건조수축 및 수화열에 의해 발생된 비구조적인 균열로 판단되며, 추가조사시 보수가 완료된 것으로 확인되었다.

【표 2.1.9】 암기교 교대 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
교 대	상주	시공이음 균열 (0.3㎜ 미만)	m	1.2 / 1	표면처리	보수완료
		실런트 갈라짐	m	12.0 / 2	실런트 보수	보수완료
	영천	균열(0.3㎜ 미만)	m	12.2 / 5	표면처리	보수완료
		균열(0.3㎜ 이상)	m	2.8 / 1	수지주입	보수완료
		긁힘파손	㎡	0.34 / 1	단면보수	보수완료

암기교(상주) 실런트 미시공 A1

암기교(상주) 실런트 갈라짐 A2

암기교(영천) 시공이음 균열 A1

암기교(영천) 균열(cw=0.3㎜미만) A2

암기교(영천) 균열(cw=0.3㎜이상) A2

암기교(영천) 긁힘파손 A2

2.1.10 교 각

가. 교각 전경

교각 전경(P1)

교각 전경(P3)

나. 외관조사

조사 결과

- 교각은 T형으로 시공되었으며, P1 직접기초, P2~P3 강관파일로 시공되었다.
- 교각에 대한 외관조사 결과 균열(0.2~0.3㎜), 망상균열, 받침콘크리트 파손 손상이 조사되었다.
- 교각에 발생된 균열은 건조수축 및 수화열에 의해 발생된 비구조적인 균열로 판단되며, 받침콘크리트는 외부충격에 의해 국부적으로 파손이 조사되었다.
- 발생된 손상은 추가조사시 보수가 완료된 것으로 확인되었다.

【표 2.1.10】 암기교 교각 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
교 각	공통	균열(0.3㎜ 미만)	m	32.7 / 11	표면처리	보수완료
		균열(0.3㎜ 이상)	m	1.9 / 3	수지주입	보수완료
		망상균열	㎡	0.60 / 1	표면보호	보수완료
		받침콘크리 파손	㎡	0.15 / 1	단면보수	보수완료

균열(cw=0.3㎜미만) P1 코핑부	균열(cw=0.3㎜이상) P1 코핑부
망상균열 P1 코핑부	균열(0.3㎜ 이상) P1, 코핑부
균열(cw=0.3㎜미만) P2 코핑부	받침콘크리트 파손 P2

2.1.11 외관조사 결과

가. 암기교(상주) 외관조사 결과

【표 2.1.11】 암기교(상주) 외관조사 결과

구 분	손 상 내 용	비고
포 장	•상태양호	-
배수시설	•배수구 묻힘(콘크리트) 2개소 발생 •배수관 상태양호	보수 완료
방호시설	•균열(0.3㎜ 미만) 11개소 발생 •균열부백태 10개소 발생 •갈라짐 6개소 발생	보수 완료
신 축 이음장치	•상태양호	-
바 닥 판	•균열부백태 2개소 발생 •파손 2개소 발생	보수 완료
거 더	•상태양호	-
2차부재	•상태양호	-
교량받침	•상태양호	-
교 대	•시공이음 균열(0.3㎜ 미만) 1개소 발생 •실런트 갈라짐 2개소 발생	보수 완료
교 각	•균열(0.3㎜ 미만) 11개소 발생 •균열(0.3㎜ 이상) 3개소 발생 •망상균열 1개소 발생 •받침콘크리트 파손 1개소 발생	보수 완료
보수현황	•교량에 발생된 손상에 대하여 1차적인 보수가 진행되었으며, 추가적으로 발생된 손상에 대하여 보수가 완료된 것으로 확인되었다.	

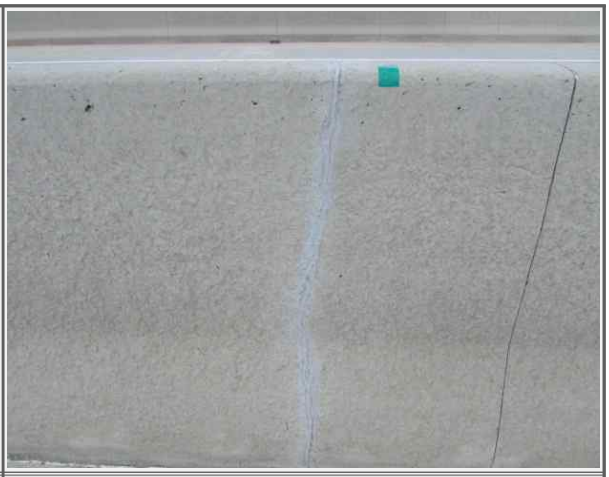
나. 암기교(영천) 외관조사 결과

【표 2.1.12】 암기교(영천) 외관조사 결과

구 분	손 상 내 용	비고
포 장	•상태양호	-
배수시설	•상태양호	-
방호시설	•방호벽 갈라짐 7개소 발생 •중분대 균열(0.3㎜ 이상) 1개소 발생 •갈라짐 2개소 발생	보수 완료
신 축 이음장치	•후타재 균열(0.3㎜ 미만) 6개소 발생	-
바 닥 판	•파손 3개소 발생 •재료분리 1개소 발생	보수 완료
거 더	•파손 2개소 발생	보수 완료
2차부재	•상태양호	-
교량받침	•상태양호	-
교 대	•균열(0.3㎜ 미만) 5개소 발생 •균열(0.3㎜ 이상) 1개소 발생 •긁힘파손 1개소 발생	보수 완료
교 각	•상주방향 공통사항	-
보수현황	•교량에 발생된 손상에 대하여 1차적인 보수가 진행되었으며, 추가적으로 발생된 손상에 대하여 보수가 완료된 것으로 확인되었다.	

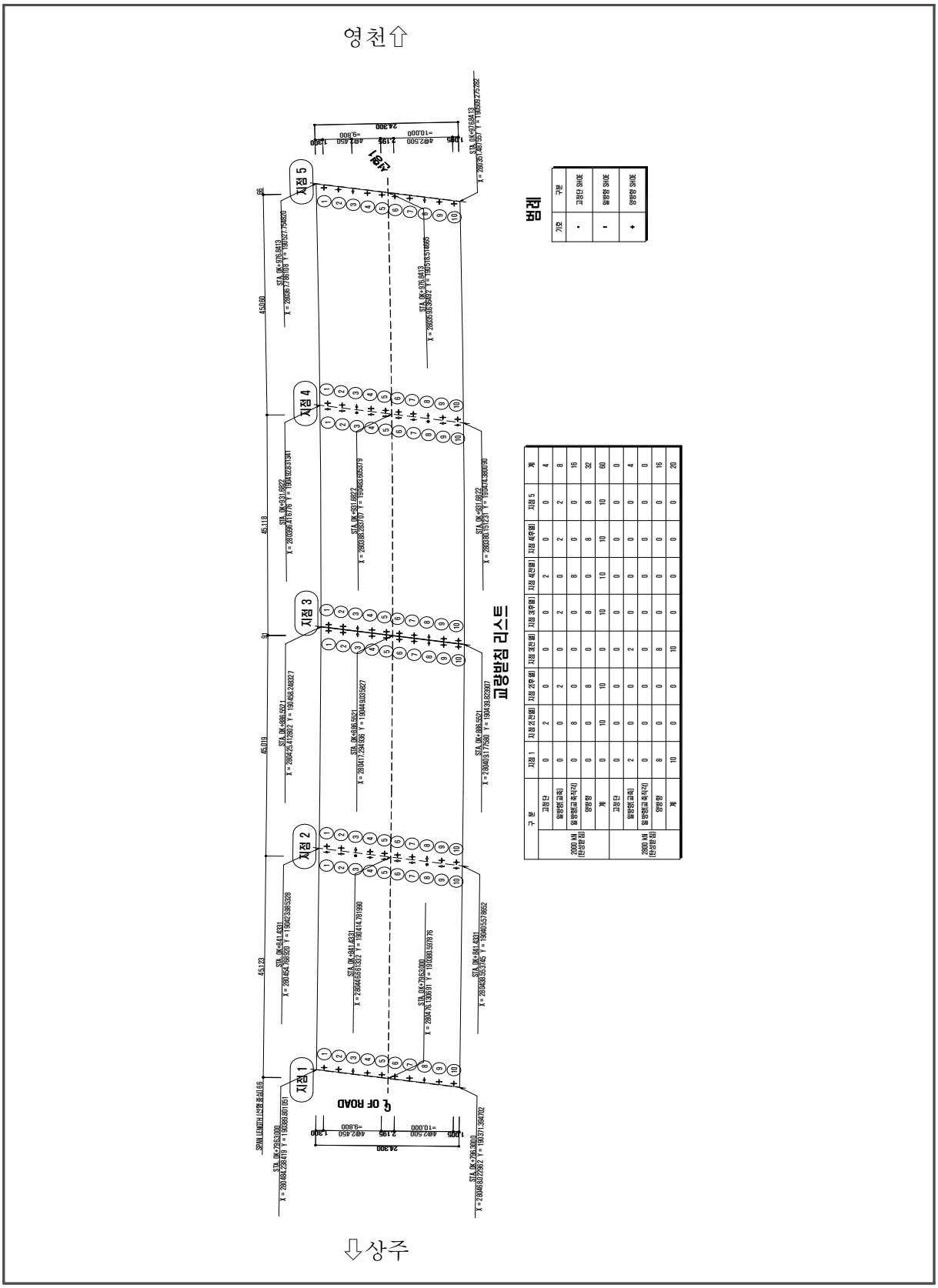
2.1.12 대표 보수사진

방호벽 균열보수(상주)	방호벽 균열보수(상주)
바닥판 균열보수(상주)	P5 코핑부 균열보수(상주)
	공 란
A2 벽체 균열보수(상주)	

	
방호벽 균열보수(영천)	방호벽 균열보수(영천)
A2 벽체 균열보수(영천)	A2 벽체 균열보수(영천)
A2 흉벽 균열보수(영천)	A2 흉벽 균열보수(영천)

2.2 교량받침 조사

2.2.1 교량받침 배치도



2.2.2 교량받침 이동량조사

구 분		상주방향					영천방향				
		SH01	SH02	SH03	SH04	SH05	SH06	SH07	SH08	SH09	SH10
A1		✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
P1	시점	↔	↔	●	↔	↔	↔	↔	●	↔	↔
	종점	✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
P2	시점	✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
	종점	✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
P3	시점	↔	↔	●	↔	↔	↔	↔	●	↔	↔
	종점	✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
A2		✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣

✣ : 양방향이동단, ↕ : 종방향이동단, ↔ : 횡방향이동단, ● : 고정단

구 분		상주방향					영천방향				
		SH01	SH02	SH03	SH04	SH05	SH06	SH07	SH08	SH09	SH10
A1		↑/5	↑/8	↑/10	↑/10	↑/18	↑/18	↑/17	↑/15	↑/8	↑/7
P1	시점	고 정 단									
	종점	0	0	↓/2	↓/3	↓/1	0	0	0	↓/2	↓/1
P2	시점	↑/3	↑/3	↑/5	↑/5	↑/3	↑/5	↑/4	↑/3	↑/4	↑/4
	종점	0	↓/8	↓/7	↓/9	↓/11	↓/10	↓/11	↓/10	↓/10	↓/13
P3	시점	고 정 단									
	종점	↑/7	↑/3	↑/6	↑/5	↑/5	↑/4	↑/5	↑/5	↑/5	↑/6
A2		↑/1	↓/4	↓/4	↓/3	↓/3	↓/4	↓/4	0	0	↑/5

※ 이동방향/이동량(㎜), 시점으로 이동(↑), 종점으로 이동(↓)

가. 교량받침 이동량 검토

1) 신축량 계산

구 분	온도변화		선팽창계수
	보통지방	한랭한 지방	
콘크리트교	**-5℃ ~ +35℃**	-15℃ ~ +35℃	**1.0×10^{-5}**
강 교	-10℃ ~ +40℃	-20℃ ~ +40℃	1.2×10^{-5}

▣ 온도에 의한 신축량(△lt)

보통지방, 콘크리트교 -5 ~ +35℃, 강교 -10 ~ +40℃

$\triangle lt = \triangle T \times \alpha \times L$

여기서 ΔT = 온도변화

α = 선팽창계수 (콘크리트교:1.0×10^{-5}, 강교:1.2×10^{-5})

L = 신축들보의 길이

2) 활하중에 의한 거더의 처짐으로 발생하는 이동량

교대부 및 신축이음부 받침의 신장여유량에만 적용.

$\Delta Lr = \Sigma(hi \times \theta i)$

여기서

hi = 보의 중립축에서 받침 회전 중심까지의 거리(2/3h)

θi = 받침까지의 보의 회전각(콘크리트교:1/300, 강교:1/150)

※단순교에서는 보의 처짐에 의한 이동량을 2배로 계산

3) 교량받침 조사일

① A1, A2 조사일 : 2017년05월03일, 일평균기온 17.6℃

② P1~P3 조사일 : 2017년06월03일, 일평균기온 19.4℃

4) 신장시 검토

① 온도변화에 의한 신장량

구 분		최고온도	일평균 기온	⊿T(℃)	선팽창계수 (α)	신축장(㎜)	계산최대 신장량(⊿lt)
A1		35	17.6	17.4	0.000010	45,000	8
P1		고정단					
P2	시점	35	19.4	15.6	0.000010	45,000	7
	종점	35	19.4	15.6	0.000010	45,000	7
P3		고정단					
A2		35	17.6	17.4	0.000010	45,000	8

② 활하중에 의한 거더의 처짐으로 발생하는 이동량

구 분		거더의 높이(h)	보의 회전각(θi)	이동량(⊿Lr)
A1		2,000	1 / 300	4
P2	시점	2,000	1 / 300	4
	종점	2,000	1 / 300	4
A2		2,000	1 / 300	4

③ 신장시 검토 결과

구 분			최대신장량				허용이동량 (㎜)	검 토 결 과
			온도변화에 의한 신장량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	실 측 이동량	계		
상주	A1	SH01	−8	−4	−5	−17	±67	양 호
		SH02	−8	−4	−8	−20	±67	양 호
		SH03	−8	−4	−10	−22	±67	양 호
		SH04	−8	−4	−10	−22	±67	양 호
		SH05	−8	−4	−18	−30	±67	양 호
	P1		고정단					
	P2 (시점)	SH01	7	4	−3	8	±67	양 호
		SH02	7	4	−3	8	±67	양 호
		SH03	7	4	−5	6	±67	양 호
		SH04	7	4	−5	6	±67	양 호
		SH05	7	4	−3	8	±67	양 호
	P2 (종점)	SH01	−7	−4	0	−11	±50	양 호
		SH02	−7	−4	8	−3	±50	양 호
		SH03	−7	−4	7	−4	±50	양 호
		SH04	−7	−4	9	−2	±50	양 호
		SH05	−7	−4	11	0	±50	양 호
	P3		고정단					
	A2	SH01	8	4	−1	11	±50	양 호
		SH02	8	4	4	16	±50	양 호
		SH03	8	4	4	16	±50	양 호
		SH04	8	4	3	15	±50	양 호
		SH05	8	4	3	15	±50	양 호

※종점으로 이동(+), 시점으로 이동(−), 허용이동량은 탄성받침 유효고무 두께의 70% 적용

구 분			최대신장량				허용이동량 (㎜)	검 토 결 과
			온도변화에 의한 신장량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	실 측 이동량	계		
영천	A1	SH06	−8	−4	−18	−30	±67	양 호
		SH07	−8	−4	−17	−29	±67	양 호
		SH08	−8	−4	−15	−27	±67	양 호
		SH09	−8	−4	−8	−20	±67	양 호
		SH10	−8	−4	−7	−19	±67	양 호
	P1		고정단					
	P2 (시점)	SH06	7	4	−5	6	±67	양 호
		SH07	7	4	−4	7	±67	양 호
		SH08	7	4	−3	8	±67	양 호
		SH09	7	4	−4	7	±67	양 호
		SH10	7	4	−4	7	±67	양 호
	P2 (종점)	SH06	−7	−4	10	−1	±50	양 호
		SH07	−7	−4	11	0	±50	양 호
		SH08	−7	−4	10	−1	±50	양 호
		SH09	−7	−4	10	−1	±50	양 호
		SH10	−7	−4	13	2	±50	양 호
	P3		고정단					
	A2	SH06	8	4	4	16	±50	양 호
		SH07	8	4	4	16	±50	양 호
		SH08	8	4	0	12	±50	양 호
		SH09	8	4	0	12	±50	양 호
		SH10	8	4	−5	7	±50	양 호

※종점으로 이동(+), 시점으로 이동(−), 허용이동량은 탄성받침 유효고무 두께의 70% 적용

5) 수축시 검토

① 온도변화에 의한 수축량

구 분		최저온도	일평균 기온	⊿T(℃)	선팽창계수 (α)	신축장(㎜)	계산최대 수축량(⊿lt)
A1		-5	17.6	-22.6	0.000010	45,000	-10
P1		고정단					
P2	시점	-5	19.4	-24.4	0.000010	45,000	-11
	종점	-5	19.4	-24.4	0.000010	45,000	-11
P3		고정단					
A2		-5	17.6	-22.6	0.000010	45,000	-10

② 수축시 검토 결과(활하중에 의한 이동량은 고려하지 않음)

구 분			최대수축량				허용이동량 (㎜)	검 토 결 과
			온도변화에 의한 수축량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	실 측 이동량	계		
상주	A1	SH01	10	-	-5	5	±67	양 호
		SH02	10	-	-8	2	±67	양 호
		SH03	10		-10	0	±67	양 호
		SH04	10	-	-10	0	±67	양 호
		SH05	10	-	-18	-8	±67	양 호
	P1		고정단					
	P2 (시점)	SH01	-11	-	-3	-14	±67	양 호
		SH02	-11	-	-3	-14	±67	양 호
		SH03	-11	-	-5	-16	±67	양 호
		SH04	-11	-	-5	-16	±67	양 호
		SH05	-11	-	-3	-14	±67	양 호

※종점으로 이동(+), 시점으로 이동(-), 허용이동량은 탄성받침 유효고무 두께의 70% 적용

구 분			최대수축량				허용이동량(㎜)	검 토 결 과
			온도변화에 의한 수축량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	실 측 이동량	계		
상주	P2 (종점)	SH01	11	-	0	11	±50	양 호
		SH02	11	-	8	19	±50	양 호
		SH03	11	-	7	18	±50	양 호
		SH04	11	-	9	20	±50	양 호
		SH05	11	-	11	22	±50	양 호
	P3		고정단					
	A2	SH01	-10	-	-1	-11	±50	양 호
		SH02	-10	-	4	-6	±50	양 호
		SH03	-10	-	4	-6	±50	양 호
		SH04	-10	-	3	-7	±50	양 호
		SH05	-10	-	3	-7	±50	양 호

※종점으로 이동(+), 시점으로 이동(-), 허용이동량은 탄성받침 유효고무 두께의 70% 적용

구 분			최대수축량				허용이동량(㎜)	검 토 결 과
			온도변화에 의한 수축량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	실 측 이동량	계		
영천	A1	SH06	10	-	-18	-8	±67	양 호
		SH07	10	-	-17	-7	±67	양 호
		SH08	10	-	-15	-5	±67	양 호
		SH09	10	-	-8	2	±67	양 호
		SH10	10	-	-7	3	±67	양 호
	P1		고정단					

※종점으로 이동(+), 시점으로 이동(-), 허용이동량은 탄성받침 유효고무 두께의 70% 적용

구 분			최대수축량				허용이동량 (㎜)	검 토 결 과
			온도변화에 의한 수축량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	실 측 이동량	계		
영천	P2 (시점)	SH06	−11	−	−5	−16	±67	양 호
		SH07	−11	−	−4	−15	±67	양 호
		SH08	−11	−	−3	−14	±67	양 호
		SH09	−11	−	−4	−15	±67	양 호
		SH10	−11	−	−4	−15	±67	양 호
	P2 (종점)	SH06	11	−	10	21	±50	양 호
		SH07	11	−	11	22	±50	양 호
		SH08	11	−	10	21	±50	양 호
		SH09	11	−	10	21	±50	양 호
		SH10	11	−	13	24	±50	양 호
	P3		고정단					
	A2	SH06	−10	−	4	−6	±50	양 호
		SH07	−10	−	4	−6	±50	양 호
		SH08	−10	−	0	−10	±50	양 호
		SH09	−10	−	0	−10	±50	양 호
		SH10	−10	−	−5	−15	±50	양 호

※종점으로 이동(+), 시점으로 이동(−), 허용이동량은 탄성받침 유효고무 두께의 70% 적용

나. 교량받침 이동량 검토 결과

검 토 의 견

•교량받침에 대하여 온도변화 및 활하중에 의한 신축량 검토결과 전 구간에서 계산 신축량이 허용이동량 이내로 여유량을 확보하고 있는 것으로 조사되었다.

A1 교량받침 이동량 측정(상주), SH02

A1 교량받침 이동량 측정(영천), SH10

P2 교량받침 이동량 측정(상주)
종점, SH05

P2 교량받침 이동량 측정(영천)
시점, SH10

A2 교량받침 이동량 측정(상주), SH01

A2 교량받침 이동량 측정(영천), SH09

2.2.3 연단거리 검토

■ 거더의 경간길이 100m이하 : S = 200 + 5L (도로교설계기준)

■ 거더의 경간길이 100m이상 : S = 300 + 4L (도로교설계기준)

여기서, S : 받침연단거리(㎜) L : 거더의 경간길이(m)

위 치		지간길이(m)	시방기준(㎜)	측정결과(㎜)										비고
				상주					영천					
				SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6	SH7	SH8	SH9	SH10	
A1		45	425	440	440	426	440	443	442	444	440	445	447	양호
P1	시점	45	425	1,046	1,050	1,070	1,040	1,050	1,035	1,035	1,100	1,035	1,035	양호
	종점	45	425	700	695	700	695	700	690	685	675	680	685	양호
P2	시점	45	425	755	750	735	735	725	725	735	725	710	710	양호
	종점	45	425	625	630	625	635	645	650	640	650	655	670	양호
P3	시점	45	425	1,070	1,075	1,080	1,075	1,040	1,035	1,075	1,090	1,075	1,070	양호
	종점	45	425	680	675	690	395	695	685	675	675	675	685	양호
A2		45	425	531	532	510	533	526	516	517	510	526	520	양호

교대 연단거리 측정

교각 연단거리 측정

2.3 신축이음 유간 조사

2.3.1 신축이음장치 유간 검토

가. 온도에 의한 신축량(△lt) = △T × α × L

교량종류	온도변화		선팽창계수
	보통지방	한랭한 지방	
콘크리트교	**-5℃ ~ +35℃**	-15℃ ~ +35℃	**1.0×10^{-5}**
강 교	-10℃ ~ +40℃	-20℃ ~ +40℃	1.2 × 10-5

나. 신축이음장치 유간 검토

1) 신장시 검토

① A1, P2, A2 조사일 : 2017년05월11일, 일평균기온 19.6℃

구 분		최고온도	일평균 기온	⊿T(℃)	선팽창계수 (α)	신축장(㎜)	계산최대 신장량(⊿lt)
A1		35	19.6	15.4	0.000010	45,000	7
P2	시점	35	19.6	15.4	0.000010	45,000	7
	종점	35	19.6	15.4	0.000010	45,000	7
A2		35	19.6	15.4	0.000010	45,000	7

구 분			계산최대 신장량(⊿lt)	실측유간(㎜)	검토결과
상주	A1	좌측	7	32	양 호
		우측	7	29	양 호
	P2	좌측	7	70	양 호
		우측	7	67	양 호
	A2	좌측	7	30	양 호
		우측	7	30	양 호

구 분			계산최대 신장량(⊿lt)	실측유간(㎜)	검토결과
영천	A1	좌측	7	27	양 호
		우측	7	30	양 호
	P2	좌측	7	66	양 호
		우측	7	66	양 호
	A2	좌측	7	35	양 호
		우측	7	28	양 호

A1(상주) 좌측
신축이음 유간측정

P2(상주) 우측
신축이음 유간측정

A2(상주)
신축이음 유간측정

A1(영천) 우측
신축이음 유간측정

P2(영천) 좌측
신축이음 유간측정

A2(영천) 우측
신축이음 유간측정

2) 수축시 검토

구 분		최저온도	일평균 기온	⊿T(℃)	선팽창계수 (α)	신축장(㎜)	계산최대 수축량(⊿lt)
A1		-5	19.6	-24.6	0.000010	45,000	-11
P2	시점	-5	19.6	-24.6	0.000010	45,000	-11
	종점	-5	19.6	-24.6	0.000010	45,000	-11
A2		-5	19.6	-24.6	0.000010	45,000	-11

구 분			설계유간	계산최대 수축량(⊿lt)	실측유간 (㎜)	수축여유량	검 토 결 과
상주	A1	좌측	NO. 70	11	32	27 ≧0	양 호
		우측	NO. 70	11	29	30 ≧0	양 호
	P2	좌측	NO. 120	11	70	39 ≧0	양 호
		우측	NO. 120	11	67	42 ≧0	양 호
	A2	좌측	NO. 70	11	30	29 ≧0	양 호
		우측	NO. 70	11	30	29 ≧0	양 호
영천	A1	좌측	NO. 70	11	27	32 ≧0	양 호
		우측	NO. 70	11	30	29 ≧0	양 호
	P2	좌측	NO. 120	11	66	43 ≧0	양 호
		우측	NO. 120	11	66	43 ≧0	양 호
	A2	좌측	NO. 70	11	35	24 ≧0	양 호
		우측	NO. 70	11	28	31 ≧0	양 호

다. 신축이음장치 유간 검토 결과

검토 의견

•신축량 검토 결과 신장 및 수축시 유간을 확보하고 있어 신축이음장치 설치 상태는 양호한 것으로 판단된다.

2.3.2 바닥판 및 거더 유간 검토

가. 온도변화에 의한 신장량

1) A1, A2 조사일 : 2017년05월03일, 일평균기온 17.5℃

2) P2 조사일 : 2017년06월03일, 일평균기온 19.4℃

구 분		최고온도	일평균 기온	⊿T(℃)	선팽창계수 (α)	신축장(㎜)	계산최대 신장량(⊿lt)
A1		35	17.5	17.5	0.000010	45,000	8
P2	시점	35	19.4	15.6	0.000010	45,000	7
	종점	35	19.4	15.6	0.000010	45,000	7
A2		35	17.5	17.5	0.000010	45,000	8

나. 활하중에 의한 거더의 처짐으로 발생하는 이동량

거더의 신장여유량에만 적용.

$$\Delta Lr = \Sigma(hi \times \theta i)$$

여기서

hi = 보의 중립축에서 받침 회전 중심까지의 거리(2/3h)

θi = 받침까지의 보의 회전각(콘크리트교:1/300, 강교:1/150)

구 분		거더의 높이(h)	보의 회전각(θi)	이동량(⊿Lr)
A1		2,000	1 / 300	4
P2	시점	2,000	1 / 300	4
	종점	2,000	1 / 300	4
A2		2,000	1 / 300	4

다. 신장량 검토 결과

구 분				최대신장량			실측 신장 여유량 (㎜)	검 토 결 과
				온도변화에 의한 신장량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	계		
상주	A1	좌측	바 닥 판	8	-	8	54	양 호
			거 더	8	4	12	193	양 호
		우측	바 닥 판	8	-	8	57	양 호
			거 더	8	4	12	230	양 호
	P2	좌측	바 닥 판	7	-	7	92	양 호
			거 더	7	4	11	420	양 호
		우측	바 닥 판	7	-	7	92	양 호
			거 더	7	4	11	401	양 호
	A2	좌측	바 닥 판	8	-	8	60	양 호
			거 더	8	4	12	103	양 호
		우측	바 닥 판	8	-	8	60	양 호
			거 더	8	4	12	114	양 호
영천	A1	좌측	바 닥 판	8	-	8	50	양 호
			거 더	8	4	12	160	양 호
		우측	바 닥 판	8	-	8	45	양 호
			거 더	8	4	12	200	양 호
	P2	좌측	바 닥 판	7	-	7	88	양 호
			거 더	7	4	11	381	양 호
		우측	바 닥 판	7	-	7	92	양 호
			거 더	7	4	11	387	양 호
	A2	좌측	바 닥 판	8	-	8	60	양 호
			거 더	8	4	12	92	양 호
		우측	바 닥 판	8	-	8	66	양 호
			거 더	8	4	12	100	양 호

A1(상주) 바닥판	A1(상주) 거더	P2(상주) 바닥판
P2(상주) 거더	A2(상주) 바닥판	A2(상주) 거더
A1(영천) 바닥판	A1(영천) 거더	P2(영천) 바닥판
P2(영천) 거더	A2(영천) 바닥판	A2(영천) 거더

라. 바닥판 및 거더 유간 검토 결과

검토 의견

•바닥판 및 거더에 대하여 온도변화 및 활하중에 의한 처짐에 따른 유간 검토 결과 최고온도시 신장여유량을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

3장 내구성 조사

3.1 내구성조사 현황

3.2 콘크리트 강도시험

3.3 철근배근 탐사

3.4 탄산화깊이 측정

제 3 장 내구성 조사

3.1 내구성조사 현황

구 분	기 준			실 시		비 고
	초기점검 지침	시특법 정밀점검 기준				
		상부	하부	상부	하부	
반발경도시험	시설물당 5개소 이상	50m마다	50m마다	4	4	상주 영천
철근배근탐사	시설물당 3개소 이상	해당없음	해당없음	1	2	상주 영천
탄산화 시험	해당없음	5경간 이내 : 2~3개소 (상부에서 1개소 이상) 5경간 이상 : 3~6개소 (상부에서 2개소 이상)		1	2	상주 영천

3.2 콘크리트 강도시험

3.2.1 상부구조 반발경도

가. 상주방면

위 치		기준경도 (Ro)	방 법		평균강도 (MPa)	재령보정 계수	추정강도 (MPa)	설계강도 (MPa)
			① 식	② 식				
바닥판	S1 켄틸레버	42.9	36.48	40.49	38.49	0.73	28.1	27
	S2 켄틸레버	46.1	40.55	42.78	41.67	0.73	30.4	
	S3 켄틸레버	44.3	38.26	41.49	39.88	0.73	29.1	
	S4 켄틸레버	43.2	36.86	40.71	38.78	0.73	28.3	

나. 영천방면

위 치		기준경도 (Ro)	방 법		평균강도 (MPa)	재령보정 계수	추정강도 (MPa)	설계강도 (MPa)
			① 식	② 식				
바닥판	S1 켄틸레버	43.4	37.12	40.85	38.99	0.72	28.1	27
	S2 켄틸레버	46.1	40.55	42.78	41.67	0.72	30.0	
	S3 켄틸레버	44.3	38.26	41.49	39.88	0.72	28.7	
	S4 켄틸레버	47.3	42.07	43.64	42.86	0.72	30.9	

3.2.2 하부구조 반발경도

가. 상주방면

위 치		기준경도 (Ro)	방 법		평균강도 (MPa)	재령보정 계수	추정강도 (MPa)	설계강도 (MPa)
			① 식	② 식				
교대	A1 흉벽	45.7	40.04	42.49	41.27	0.68	28.1	24
	A2 흉벽	39.8	32.55	38.27	35.41	0.70	24.8	
교각	P2 기둥	48.0	42.96	44.14	43.55	0.67	29.2	27
	P3 기둥	44.9	39.02	41.92	40.47	0.67	27.1	

나. 영천방면

위 치		기준경도 (Ro)	방 법		평균강도 (MPa)	재령보정 계수	추정강도 (MPa)	설계강도 (MPa)
			① 식	② 식				
교대	A1 흉벽	45.6	39.91	42.42	41.17	0.67	27.6	24
	A2 흉벽	45.7	40.04	42.49	41.27	0.70	28.9	
교각	P1 기둥	48.0	42.96	44.14	43.55	0.68	29.6	27
	P2 기둥	46.0	40.42	42.71	41.57	0.68	28.3	

상부구조 반발경도조사

하부구조 반발경도조사

3.2.3 콘크리트 강도시험 검토의견

검토의견

•상부구조 및 하부구조에 대한 콘크리트 반발강도 측정결과 설계기준강도 이상으로 측정되어 타설된 콘크리트는 재료역학적 건전성을 유지하고 있는 것으로 판단된다.

3.3 철근배근탐사

3.3.1 철근배근탐사

가. 상주방면

측 정 위 치		철근종류		설계값(㎜)		실측값(㎜)		비 고
				배근간격	피복두께	배근간격	피복두께	
상부	S4 켄틸레버	주 철 근	H16	150	32	150	26	
		배력철근	H16	125	48	100	69	
하부	A2 흉벽	주 철 근	D16	250	42	200	79	
		배력철근	D13	125	58	100	113	
	P3 기둥	주 철 근	H29	124	110	100	158	
		배력철근	H16	150	94	100	136	

나. 영천방면

측 정 위 치		철근종류		설계값(㎜)		실측값(㎜)		비 고
				배근간격	피복두께	배근간격	피복두께	
상부	S1 켄틸레버	주 철 근	H16	150	32	150	30	
		배력철근	H16	125	48	100	70	
하부	A1 흉벽	주 철 근	D16	250	42	150	60	
		배력철근	D13	125	58	150	72	
	P1 기둥	주 철 근	H29	124	110	100	161	
		배력철근	H16	150	94	100	128	

※철근피복은 순피복두께임.

상부구조 철근배근탐사

하부구조 철근배근탐사

3.3.2 철근탐사 검토의견

검토의견

•각 부재의 배근간격은 대부분 설계도 준해 배된 것으로 조사되었으며, 피복두께는 설계기준과 다소의 오차가 있으나 시방기준 이상의 최소피복을 확보하고 있는 것으로 확인되었다.

3.4 탄산화깊이 측정

3.4.1 측정 결과

가. 상주방면

구 분		탄산화깊이	탄산화 잔여깊이	순피복두께	상태등급	판정
상 부	S4 켄틸레버	3.0 ㎜	23.0 ㎜	26.0 ㎜	b등급	양호
하 부	A2 흉벽	6.5 ㎜	72.5 ㎜	79.0 ㎜	a등급	양호
	P3 기둥	8.5 ㎜	127.5 ㎜	136.0 ㎜	a등급	양호

나. 영천방면

구 분		탄산화깊이	탄산화 잔여깊이	순피복두께	상태등급	판정
상 부	S1 켄틸레버	4.5 ㎜	25.5 ㎜	30.0 ㎜	b등급	양호
하 부	A1 흉벽	11.0 ㎜	49.0 ㎜	60.0 ㎜	a등급	양호
	P1 기둥	8.0 ㎜	153.0 ㎜	161 ㎜	a등급	양호

상부구조 탄산화깊이 측정

하부구조 탄산화깊이 측정

3.4.2 탄산화깊이 검토의견

검토 의견

•탄산화깊이 측정결과 대부분 탄산화 잔여깊이는 30㎜ 이상으로 상태평가 등급상 『a~b』 등급으로 탄산화에 의한 철근부식 발생 우려는 없는 것으로 평가되었다.

4장 재 하 시 험

4.1 개 요

4.2 정적재하시험

4.3 동적재하시험

4.4 정·동적 재하시험 고찰

제 4 장 재 하 시 험

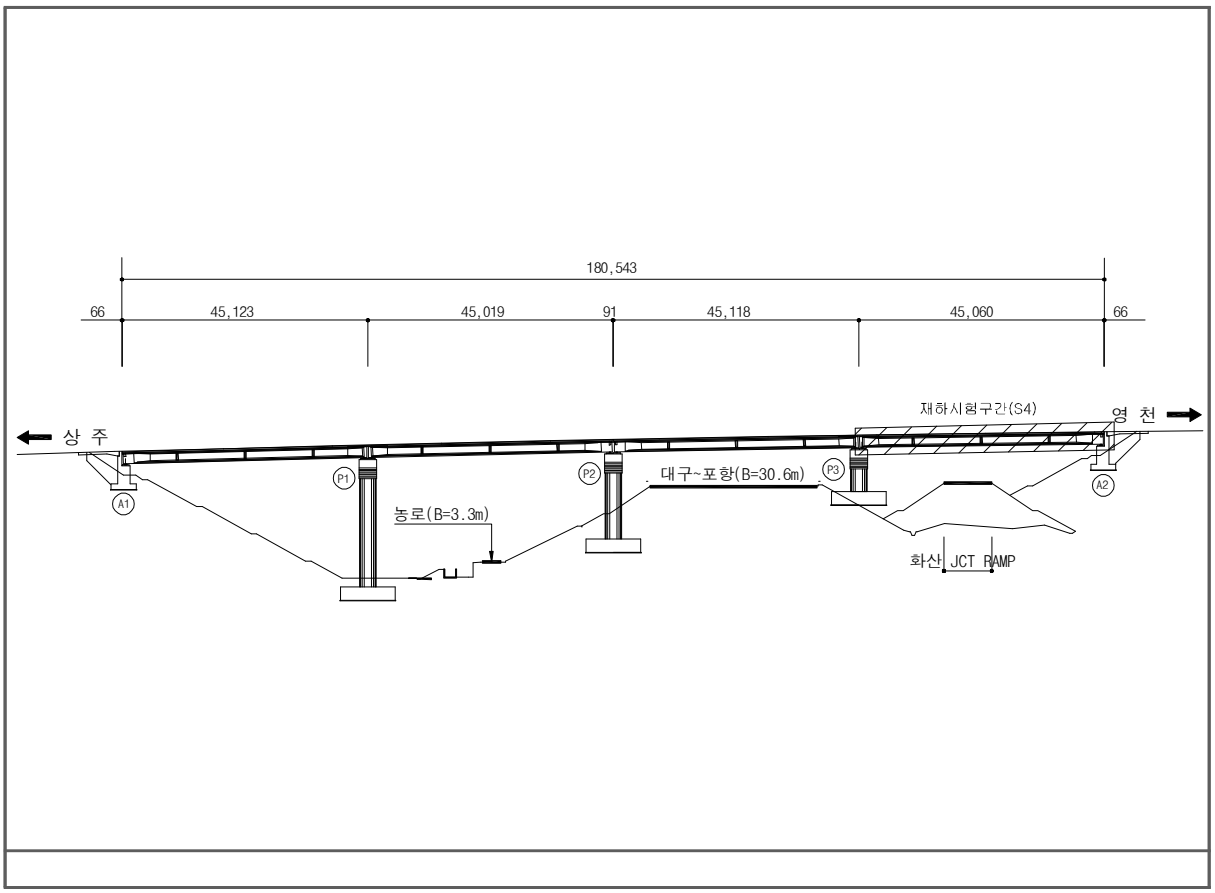
4.1 개 요

4.1.1 시험 경간선정

본 재하시험의 대상경간 선정은 차후의 정밀안전진단과 계측값 상대비교를 고려하여 교량의 대표성 및 Gauge 부착과 측정장비 설치의 용이성, 시험차량의 주행속도 및 제동거리 확보 등 현장여건을 종합적으로 고려하여 다음과 같이 선정하였다.

【시험 경간선정 및 선정사유】

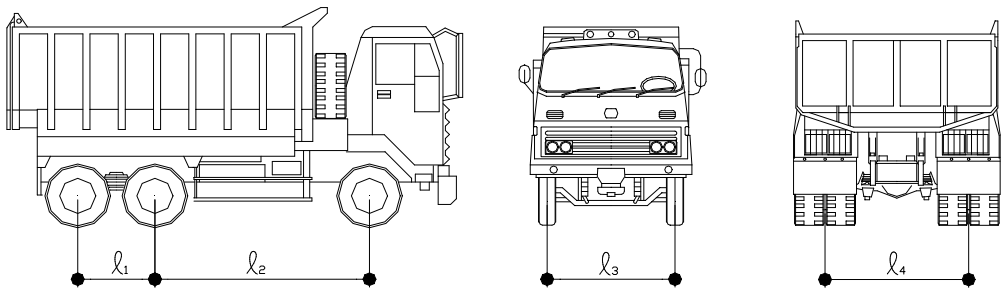
구분	시험경간/지점	지간장(L)	선 정 사 유	비 고
DR Girder	S4(0.5L부)	45.060m	4경간 최대 정모멘트 작용구간	

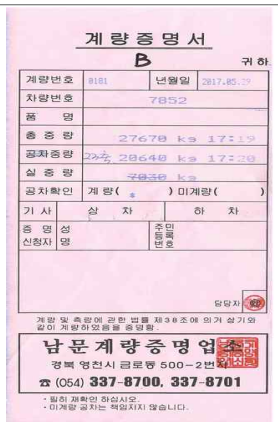


【재하시험 대상 경간】

4.1.2 시험차량

본 교량의 재하시험에 사용된 시험차량은 교량의 응답비를 크게 얻고자 15톤 덤프트럭 1대에 모래를 만재시켜 사용하였으며, 차량의 총중량은 약 28톤 수준을 유지하였다.





계 량 증 명 서

B 귀하

계량번호	8181	년월일	2017.05.29
차량번호	7852		
품 명			
총 중 량	27670 kg 17:19		
공차중량	공차 28640 kg 17:20		
실 중 량	-9970 kg		
공차확인	계 량( ) 미계량( )		
기 사	삼 차	하 차	
증명 신청자	성 명	주민 등록 번호	

담당자

계량 및 측량에 관한 법률 제38조에 의거 상기와 같이 계량하였음을 증명함.

남문계량증명업

경북 영천시 금로동 500-2번

☎ (054) 337-8700, 337-8701

· 필히 재확인 하십시오.
· 미계량 공차는 책임지지 않습니다.

계량증명서(ID 7852)

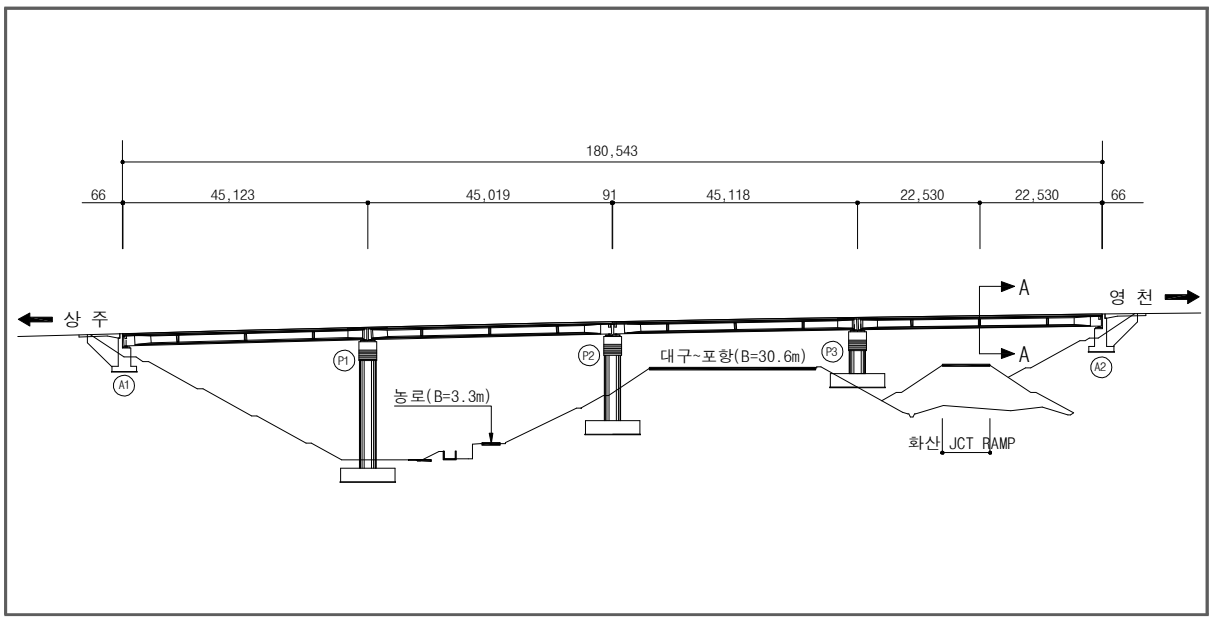
구 분 (차량번호)	차량제원(m)				차 륜 별 축 중 (ton)			
	ℓ1	ℓ2	ℓ3	ℓ4	전 륜	중 륜	후 륜	총 중 량
ID 7852	1.3	3.3	2.07	1.85	7.030	10.320	10.320	27.670

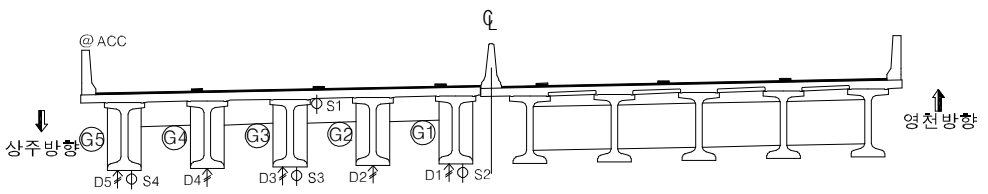
【시험차량의 제원 및 축중하중】

4.1.3 센서 설치위치 및 수량

측정항목별 센서는 대상구조물의 측정대상 구간 중에서 하중재하에 따른 단면력이 최대인 단면을 선정한 후, 처짐 및 변형률이 최대로 발생하는 부위에 부착한다.

본 교량에서는 4경간의 정모멘트부 1지점을 측정단면으로 선정하고, 처짐계, 변형률계 및 진동가속도계를 설치하였다.



구 분	내 용
A-A 단면 (S4 0.5L지점)	

【센서 설치 위치】

【센서 종류 및 기호】

기 호	게이지 종류	용 도	비 고
⌽	Con't Strain Gauge	변형률 측정	휨
↟	처짐계(Displacement)	변위측정	처짐
@	가속도계(Accelerometer)	가속도 측정	고유진동수

【센서별 측정내용】

부착경간	구 분		부착위치	측정내용
S4 0.5L지점 (A-A단면)	변형률계	S1	Girder 3 상면	최대변형률
		S2	Girder 1 하면	〃
		S3	Girder 3 하면	〃
		S4	Girder 5 하면	〃
	변 위 계	D1	Girder 1 하면	최대변위
		D2	Girder 2 하면	〃
		D3	Girder 3 하면	〃
		D4	Girder 4 하면	〃
		D5	Girder 5 하면	〃
	가속도계	Acc	방호벽 상부	진동가속도

변형률게이지 설치(거더하면)

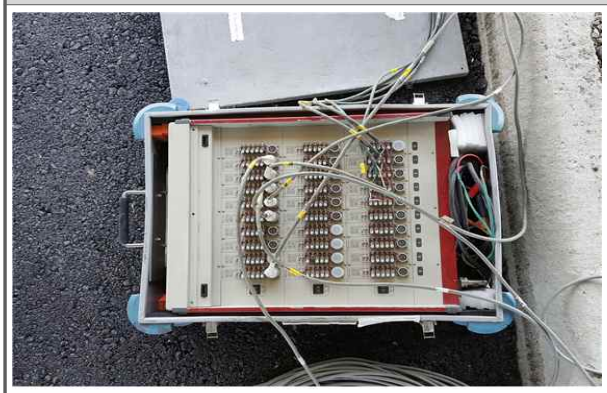
변형률게이지 설치(거더상면)

처짐계 설치

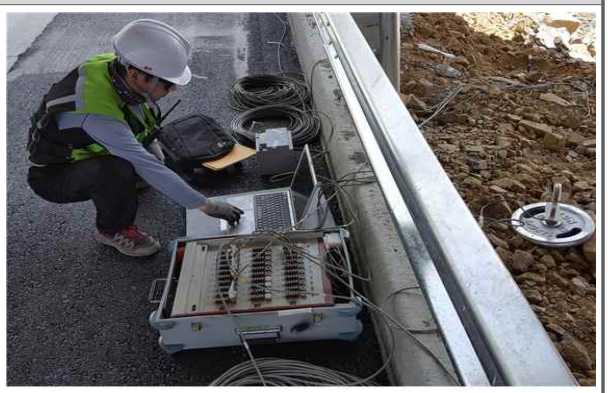
가속도계 설치

정적시험 차량 재하

동적시험 차량 주행



정, 동적 측정 장비 셋팅



정, 동적 데이터 수집

【재하시험 현황】

4.2 정적재하시험

4.2.1 개 요

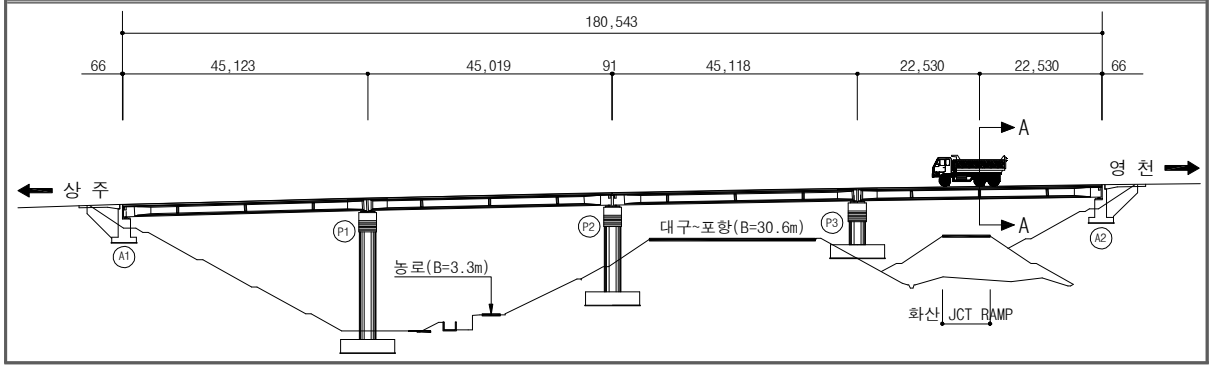
정적 재하시험의 경우 1대의 재하차량을 이용하여 영천(A2)→상주(A1)로 진행하며 실시하였다.

L.C1~L.C3까지 총 3개의 하중조합으로 구성하였으며, 각 정적재하시험의 재하 경우, 차량재하방향, Load Case별 시험차량 위치는 다음과 같다.

【정적재하시험의 LOAD CASE】

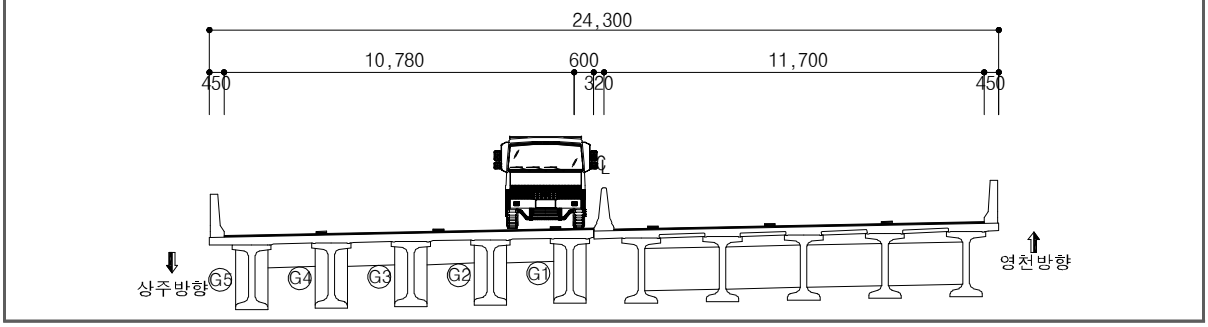
재하경우	재하위치		비 고
	단 면	위 치	
L.C 1	A-A	중분대에서 600mm이격하여 1대 재하	중분대측
L.C 2	A-A	중분대에서 4,765mm이격하여 1대 재하	교폭중앙
L.C 3	A-A	방호벽에서 600mm이격하여 1대 재하	방호벽측

4경간 정모멘트부 재하 : A-A단면

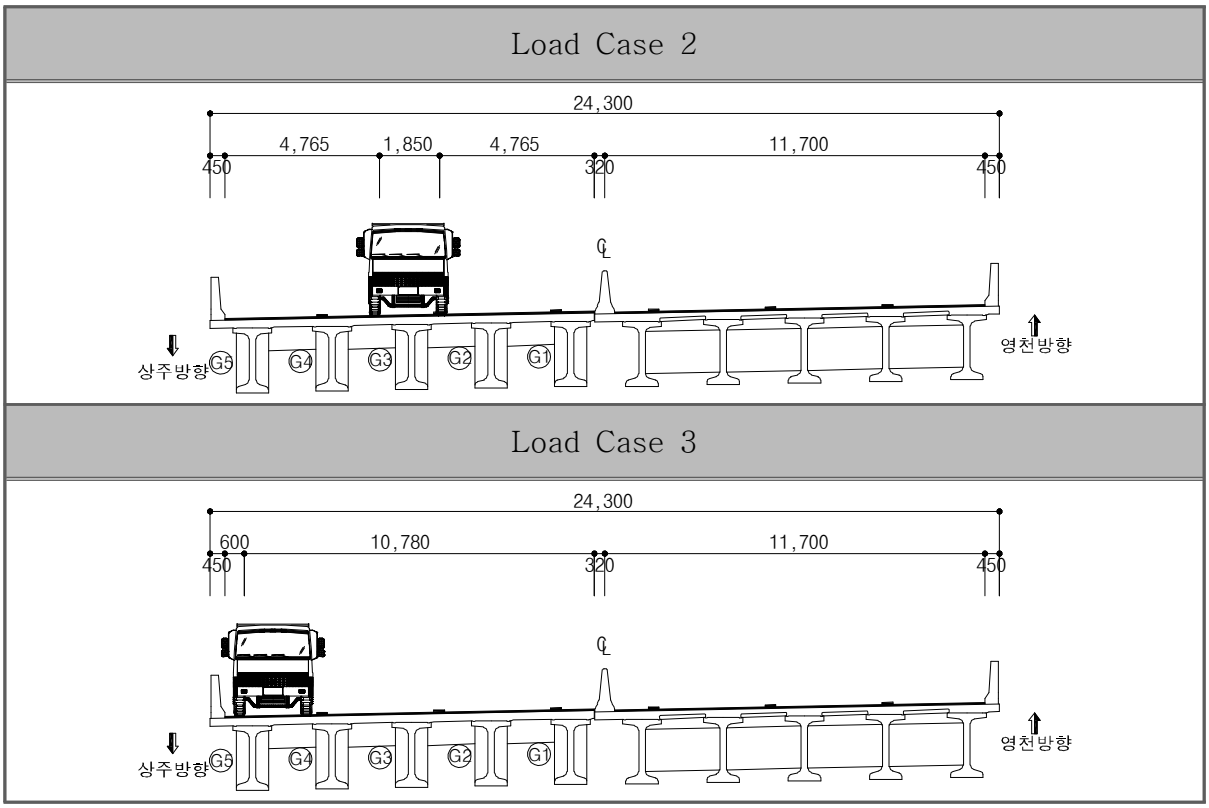


【S4경간 정적재하시험 차량재하방향】

Load Case 1



【S4경간 Load Case별 위치(L.C 1)】



【S4경간 Load Case별 위치(L.C 2~3)】

4.2.2 정적 재하시험 결과 및 분석

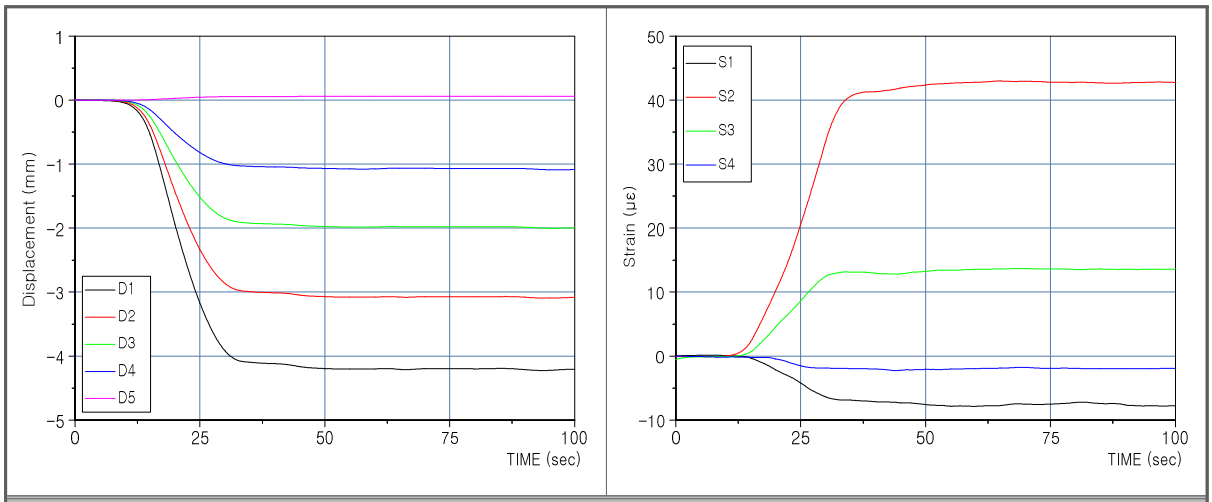
가. 처짐 및 변형율 측정 결과

본 절에서는 정적 재하 경우에 따른 각 단면별 게이지의 최고 응답치를 정리하여 나타내었으며 응답그래프의 일례를 도시하였다.

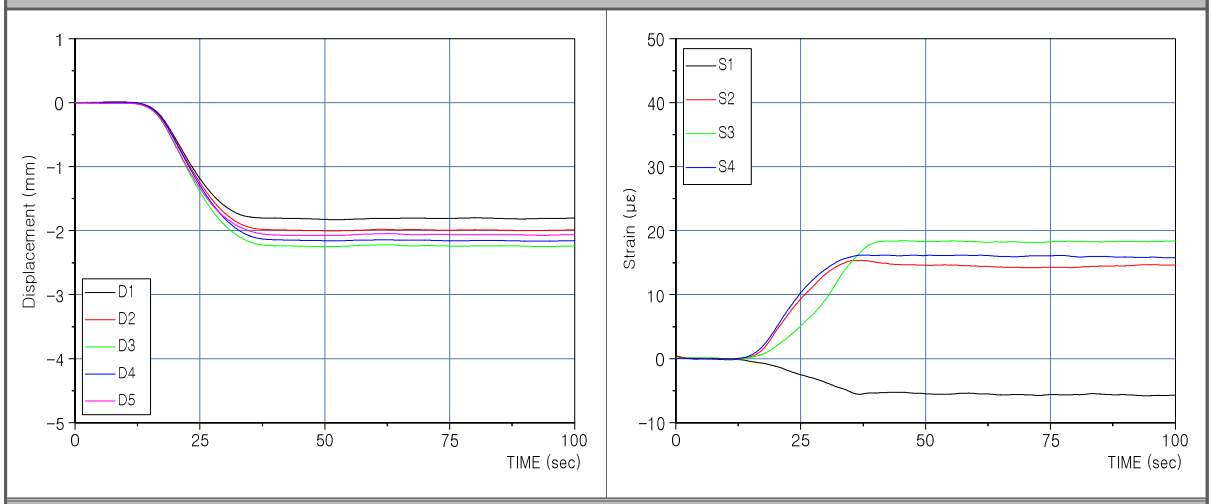
【정적재하시험 결과】

구 분	Gage No	L.C 1	L.C 2	L.C 3	비 고
S4 0.5L지점 (A-A단면)	S1	-7.76	-5.66	-3.54	με
	S2	42.77	14.53	-4.24	〃
	S3	13.55	18.32	15.43	〃
	S4	-1.97	15.88	45.73	〃
	D1	-4.223	-1.816	0.037	㎜
	D2	-3.090	-1.998	-0.921	〃
	D3	-1.993	-2.241	-1.956	〃
	D4	-1.079	-2.160	-3.342	〃
	D5	0.059	-2.065	-4.532	〃

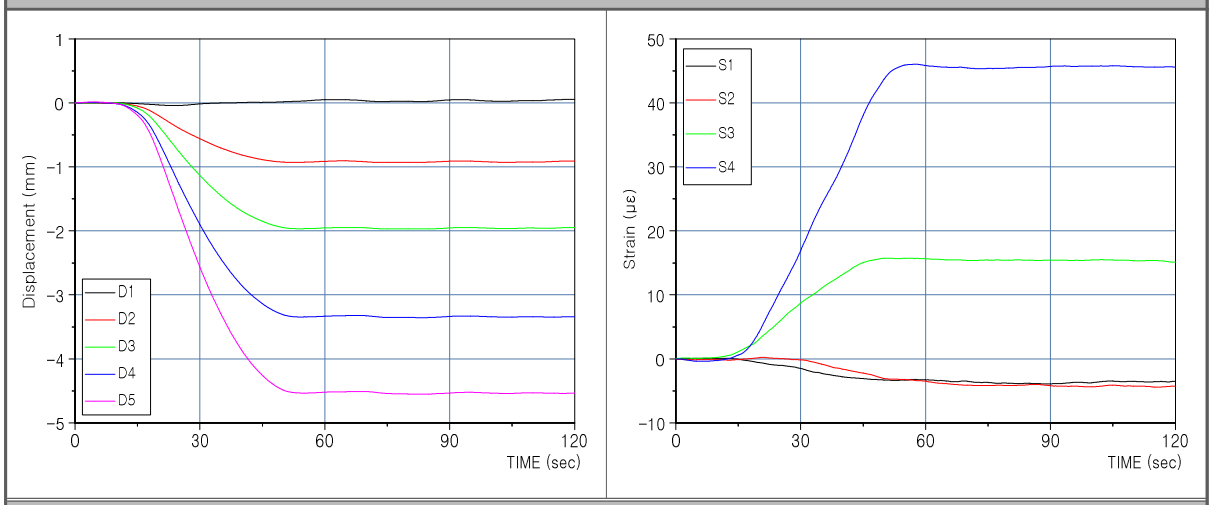
※ 변위 : (-)부호는 하향처짐, 변형률 : (-)부호는 압축임.



Load Case1



Load Case2



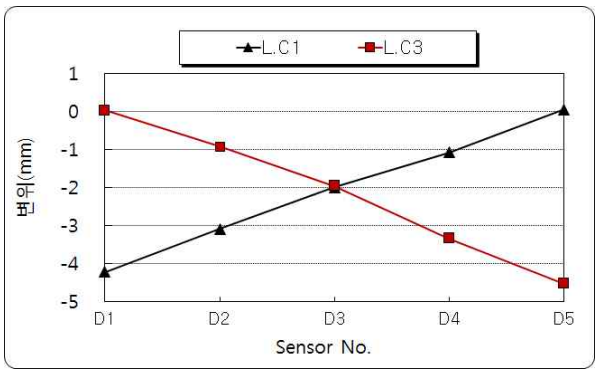
Load Case3

【S4경간 변위 및 변형률-시간 GRAPH】

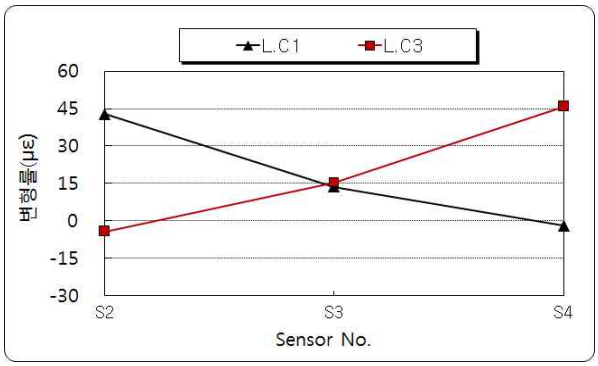
※ 각 Load Case별 최고 응답치를 나타내었으며 미기재 그래프는 부록편 참조.

1) 횡방향 거동 특성

교량에 하중을 횡방향 중심선을 기준으로 대칭으로 재하 하여 측정결과의 거동특성을 분석하였다.



S4경간 변위 횡분배 특성



S4경간 변형률 횡분배 특성

【대칭성 분석】

검토 의견

•횡방향으로 대칭되는 하중 경우에 따른 시험경간의 측정값을 비교하여 대칭성을 통한 횡방향 거동특성을 분석하였다. 실측치 분석결과 측정경간에 대한 Load Case별 측정된 값을 도시하여 횡방향 거동을 비교해보면 대상 교량의 횡방향 거동은 상단의 그래프와 같이 대칭형으로 교량이 합리적으로 거동하고 있는 것으로 분석되었다.

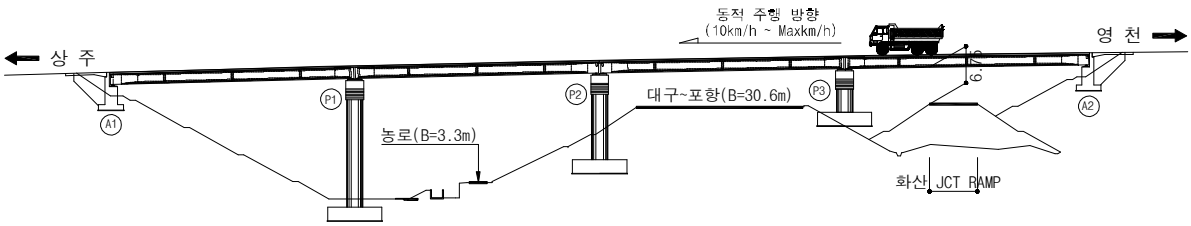
4.3 동적재하시험

4.3.1 개 요

본 절은 구조물의 동적거동 특성을 조사하기 위하여 실 충격계수와 고유진동수를 계측하고 교량의 안전성을 검토한다. 실 충격계수는 차량속도를 10㎞/hr~최고속도까지 단계별로 속도를 증가시켜 응답치 변화량을 가지고 산출하며, 고유진동수는 진동계에서 측정된 주파수를 분석하여 산출한다.

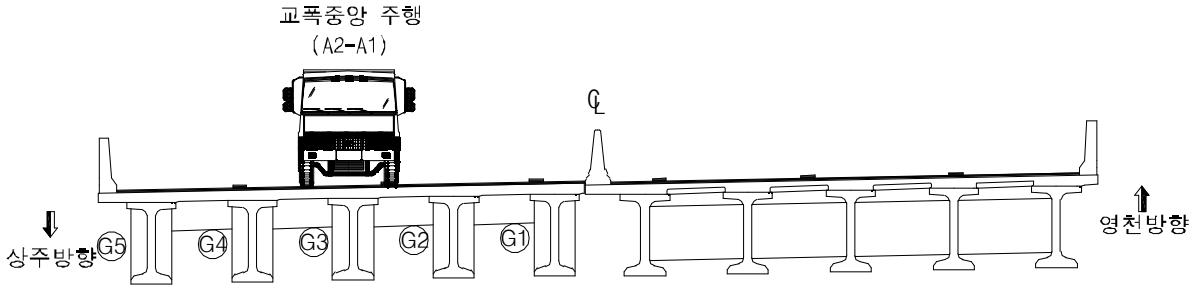
동적재하시험은 정적재하시험시 이용된 덤프트럭을 사용하여 1차선으로 주행을 하였으며, 주행방향은 영천(A2)→상주(A1)으로 공용중 실제 주행방향을 택하여 주행 가능한 최대속도인 80km/h까지 주행을 실시하였다.

동적주행방향



【동적재하시험 주행방향】

동적주행위치



【동적재하시험 주행위치】

4.3.2 동적재하시험 결과 및 분석

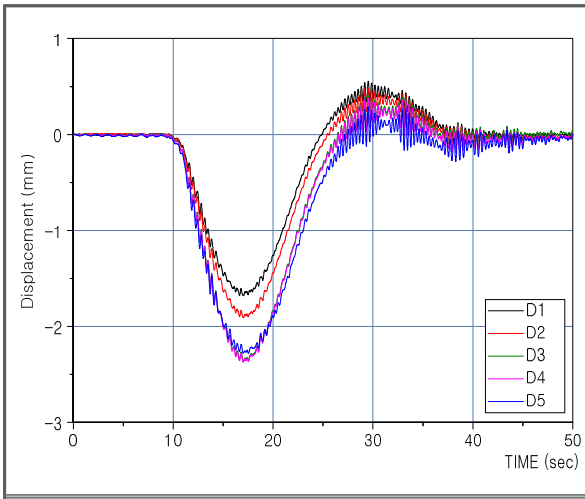
가. 동적처짐

동적 그래프는 차량이 주행한 구간에 대하여 표시하였고, 각 주행속도에 따른 동적 최대 처짐값은 다음과 같다.

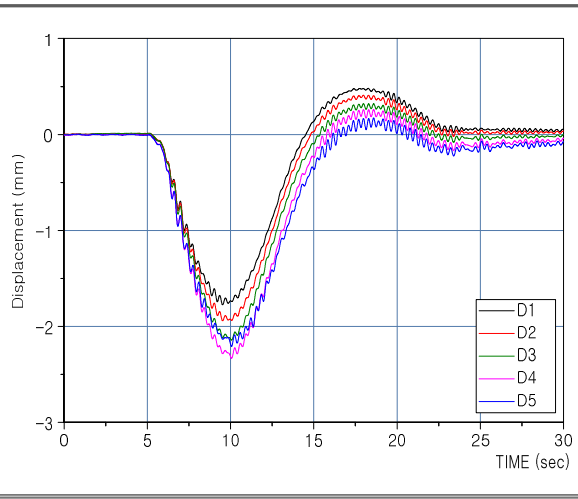
【동적재하시험 결과】

Sensor / 차량속도	S4경간					비고
	D1	D2	D3	D4	D5	
10㎞/hr	−1.681	−1.911	−2.359	−2.372	−2.281	mm
20㎞/hr	−1.775	−1.942	−2.141	−2.332	−2.209	mm
30㎞/hr	−1.736	−1.961	−2.186	−2.399	−2.289	mm
40㎞/hr	−1.875	−2.074	−2.279	−2.468	−2.335	mm
50㎞/hr	−1.910	−2.091	−2.287	−2.451	−2.294	mm
60㎞/hr	−1.978	−2.156	−2.332	−2.534	−2.415	mm
80㎞/hr	−1.947	−2.142	−2.345	−2.563	−2.444	mm

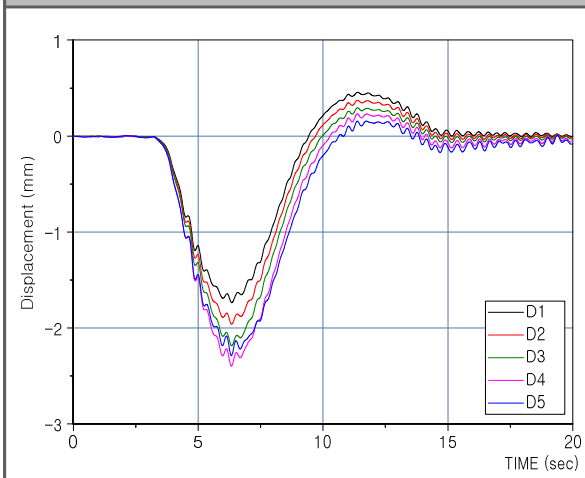
※ 변위 : (−)부호는 하향처짐임



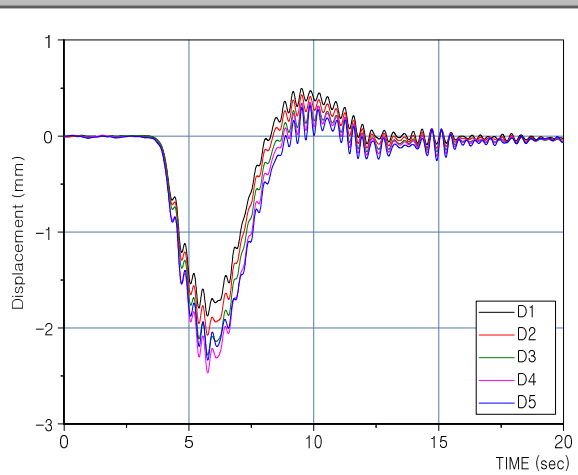
10㎞/hr



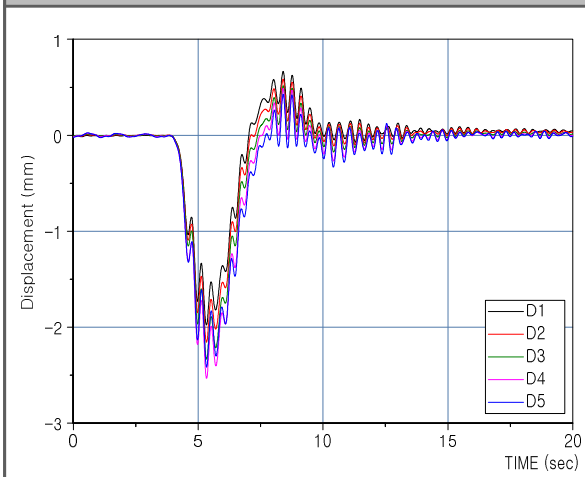
20㎞/hr



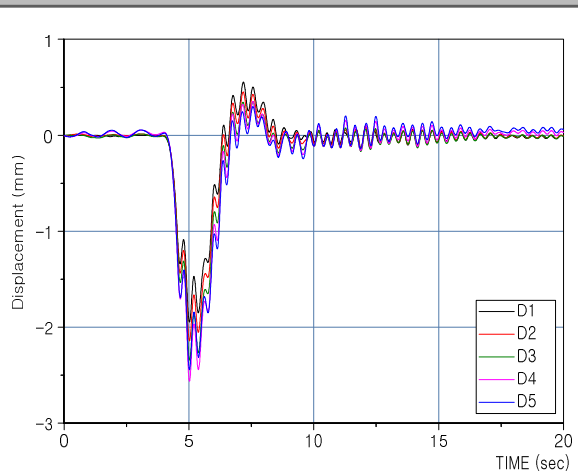
30㎞/hr



40㎞/hr



60㎞/hr



80㎞/hr

【동적주행 변위-시간 GRAPH】

※ 미기재 그래프는 부록 참조.

나. 충격계수 분석결과

교량의 충격계수는 노면상태 및 노후도에 의하여 영향을 받으며, 차량 하중의 정적응답에 대한 동적응답의 비를 동적증폭률이라고 하는데 구조물의 설계나 내하력 평가시에는 이것이 충격계수가 된다.

따라서 동적재하시험을 통하여 충격계수를 산출하고, 이 값을 설계하중효과에 곱함으로써 동적효과를 고려한 실제적인 내하력평가를 수행할 수 있다.

통상 저속주행(10㎞/h)시 발생하는 응답을 정적응답치로 간주하고, 이 값에 대한 속도별 최대응답치와의 비로써 충격계수를 산정하는 방법을 이용하였으나, 정적응답으로 간주하는 저속주행시의 응답에도 동적 효과가 포함되어 있으며, 정확하게 동일한 위치로 주행을 반복하는 것이 불가능하므로, 최근에는 동적측정결과를 Low Pass Filter를 하여 동적효과를 제거한 정적 응답결과에 대한 동적측정 결과와 비로써 각 속도별 충격계수를 구하는 방법을 사용하였다.

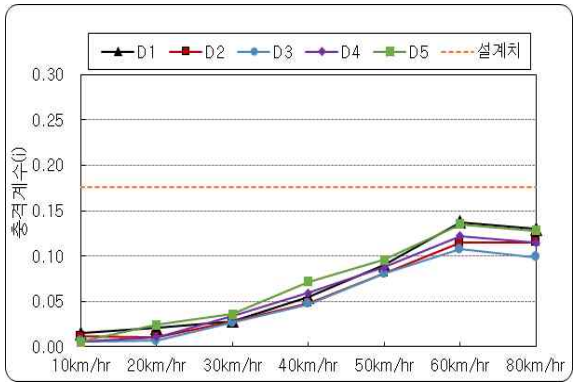
최대 동적 처짐 및 최대 정적 처짐에 의한 교량의 충격계수는 다음과 같다.

$$i = \frac{Ddyn - Dsta}{Dsta}$$

여기서, Ddyn : 동적최대처짐

Dsta : Ddyn에서의 Low Pass Filtering한 최대처짐

동적재하시험에서 충격계수의 산정은 측정된 동적 DATA를 산정식에 따라 개별 충격계수를 구한 후 그 값 중 가장 큰 값을 대표값으로 선정하였으며 다음표에 나타내었다. 대표 실측충격계수는 시속 60㎞/hr의 속도일 때 0.137(D1)로 분석되어, 도로교 설계 기준에서 제시하는 계산 충격계수 0.176보다 작게 나타나 이동하중에 의한 충격의 영향은 양호한 것으로 판단된다.



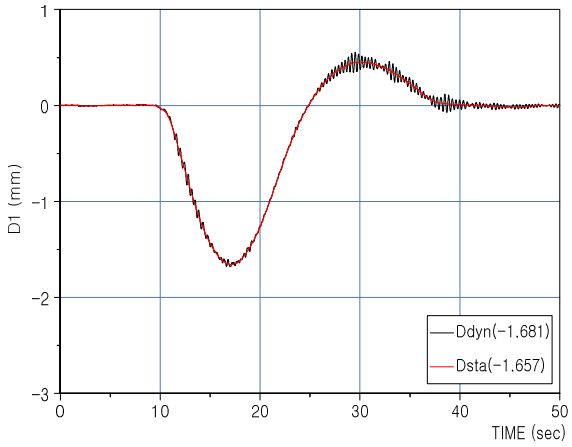
S4경간

【속도별 충격계수 GRAPH】

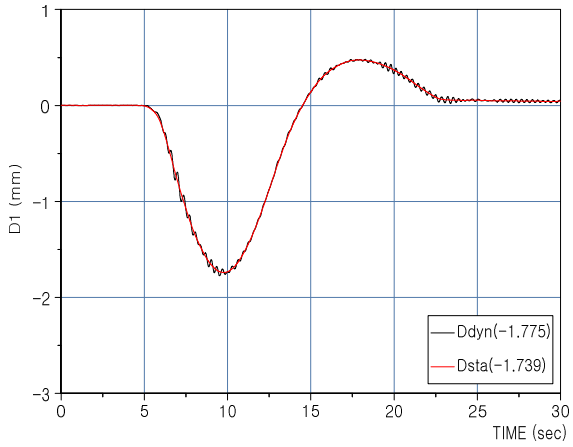
【실측충격계수 결과표】

구 분		S4경간					비 고
		변위(mm)					
		D1	D2	D3	D4	D5	
L.C 1 10㎞/h	Ddyn	−1.681	−1.911	−2.359	−2.372	−2.281	
	Dsta	−1.657	−1.890	−2.345	−2.358	−2.269	
	충격계수(i)	0.014	0.011	0.006	0.006	0.005	
L.C 2 20㎞/h	Ddyn	−1.775	−1.942	−2.141	−2.332	−2.209	
	Dsta	−1.739	−1.921	−2.127	−2.307	−2.157	
	충격계수(i)	0.021	0.011	0.007	0.011	0.024	
L.C 3 30㎞/h	Ddyn	−1.736	−1.961	−2.186	−2.399	−2.289	
	Dsta	−1.688	−1.908	−2.129	−2.321	−2.210	
	충격계수(i)	0.028	0.028	0.027	0.034	0.036	
L.C 4 40㎞/h	Ddyn	−1.875	−2.074	−2.279	−2.468	−2.335	
	Dsta	−1.778	−1.978	−2.177	−2.329	−2.179	
	충격계수(i)	0.055	0.049	0.047	0.060	0.072	
L.C 5 50㎞/h	Ddyn	−1.910	−2.091	−2.287	−2.451	−2.294	
	Dsta	−1.752	−1.934	−2.117	−2.254	−2.093	
	충격계수(i)	0.090	0.081	0.080	0.087	0.096	
L.C 6 60㎞/h	Ddyn	−1.978	−2.156	−2.332	−2.534	−2.415	
	Dsta	−1.739	−1.934	−2.105	−2.258	−2.127	
	충격계수(i)	0.137	0.115	0.108	0.122	0.135	
L.C 7 80㎞/h	Ddyn	−1.947	−2.142	−2.345	−2.563	−2.444	
	Dsta	−1.723	−1.921	−2.134	−2.300	−2.167	
	충격계수(i)	0.130	0.115	0.099	0.114	0.128	
실측충격계수		0.137					
이론충격계수		0.176					

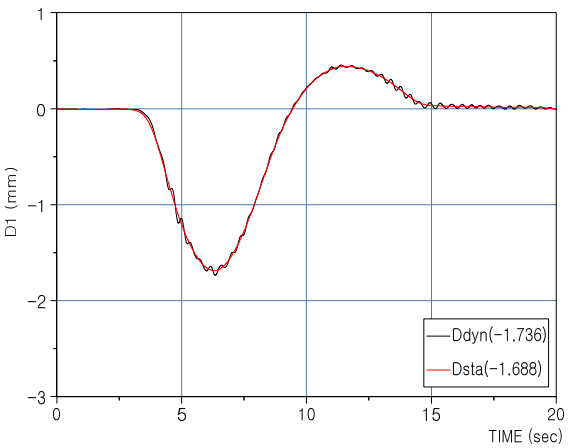
※ 이론충격계수 산정식 : $i = \frac{15}{40 + L} \rightarrow i = \frac{15}{40 + 45.060} = 0.176$(S4경간)



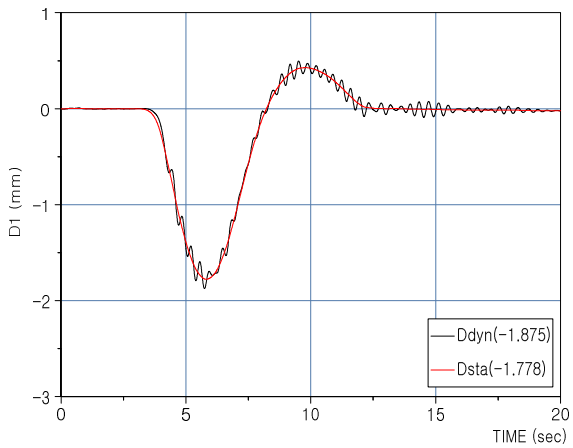
10㎞/hr, D1



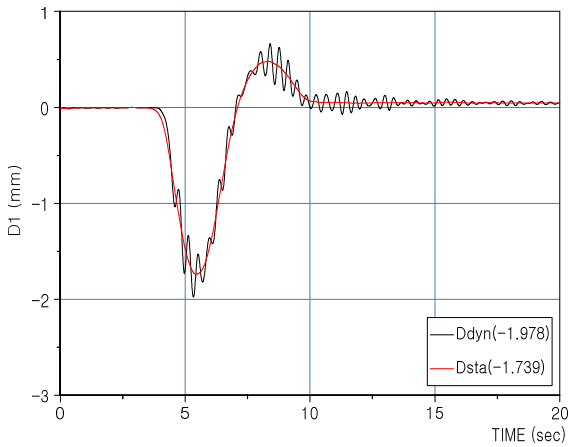
20㎞/hr, D1



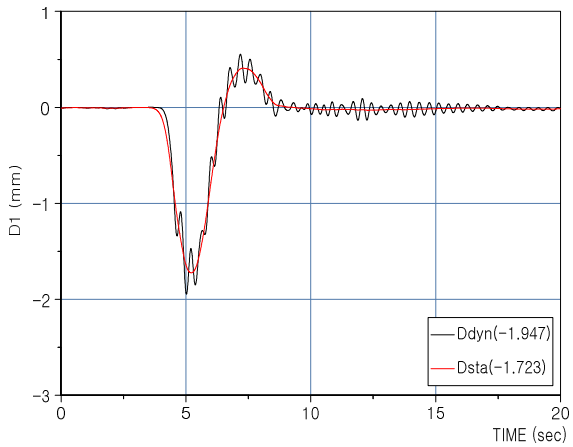
30㎞/hr, D1



40㎞/hr, D1



60㎞/hr, D1



80㎞/hr, D1

【동적주행결과의 필터링 전-후 비교 GRAPH】

※ 미 기재 그래프는 부록편 참조.

다. 고유 진동수 분석결과

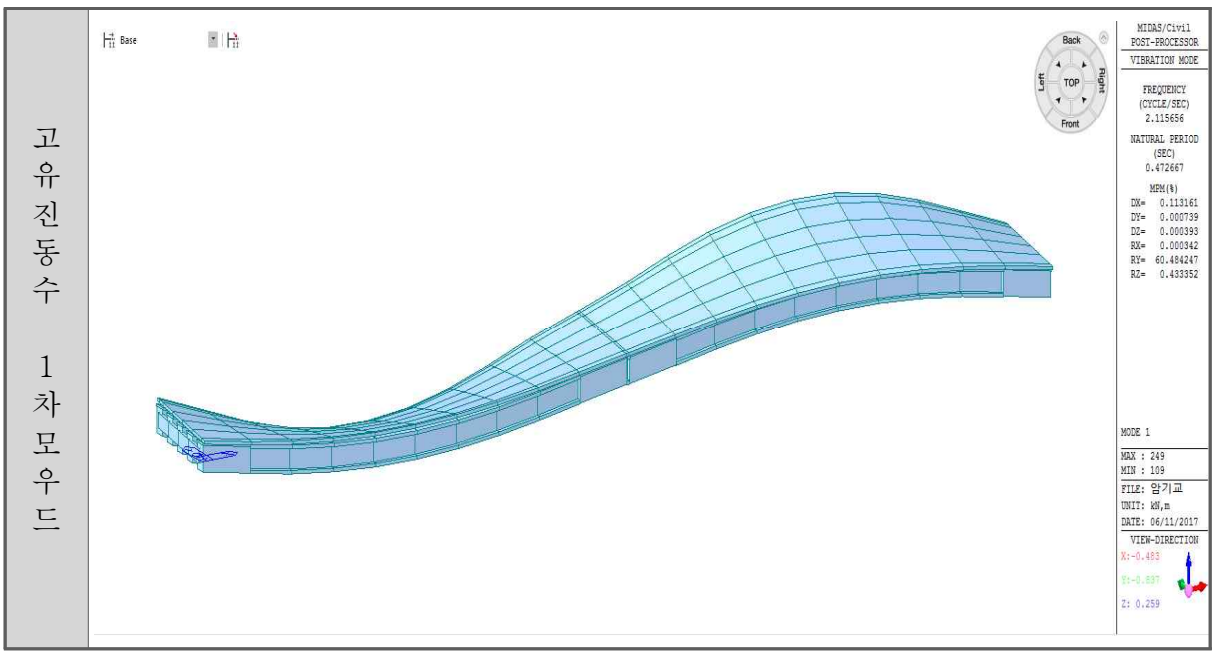
재하차량에 의한 교량 각 부재의 시간이력곡선으로부터 교량의 진동주기를 도출하였다. 차량이 교량 위를 통과할 때는 차량의 진동과 교량 자체의 진동과의 상호작용이 교량의 동적거동에 영향을 미치므로, 본 조사에서는 주행차량이 교량을 통과하고 난 후 여진상태에 구한 시간이력곡선으로부터 FFT(Fast Fourier Transform) 해석을 하여 교량의 고유진동수를 구하였다.

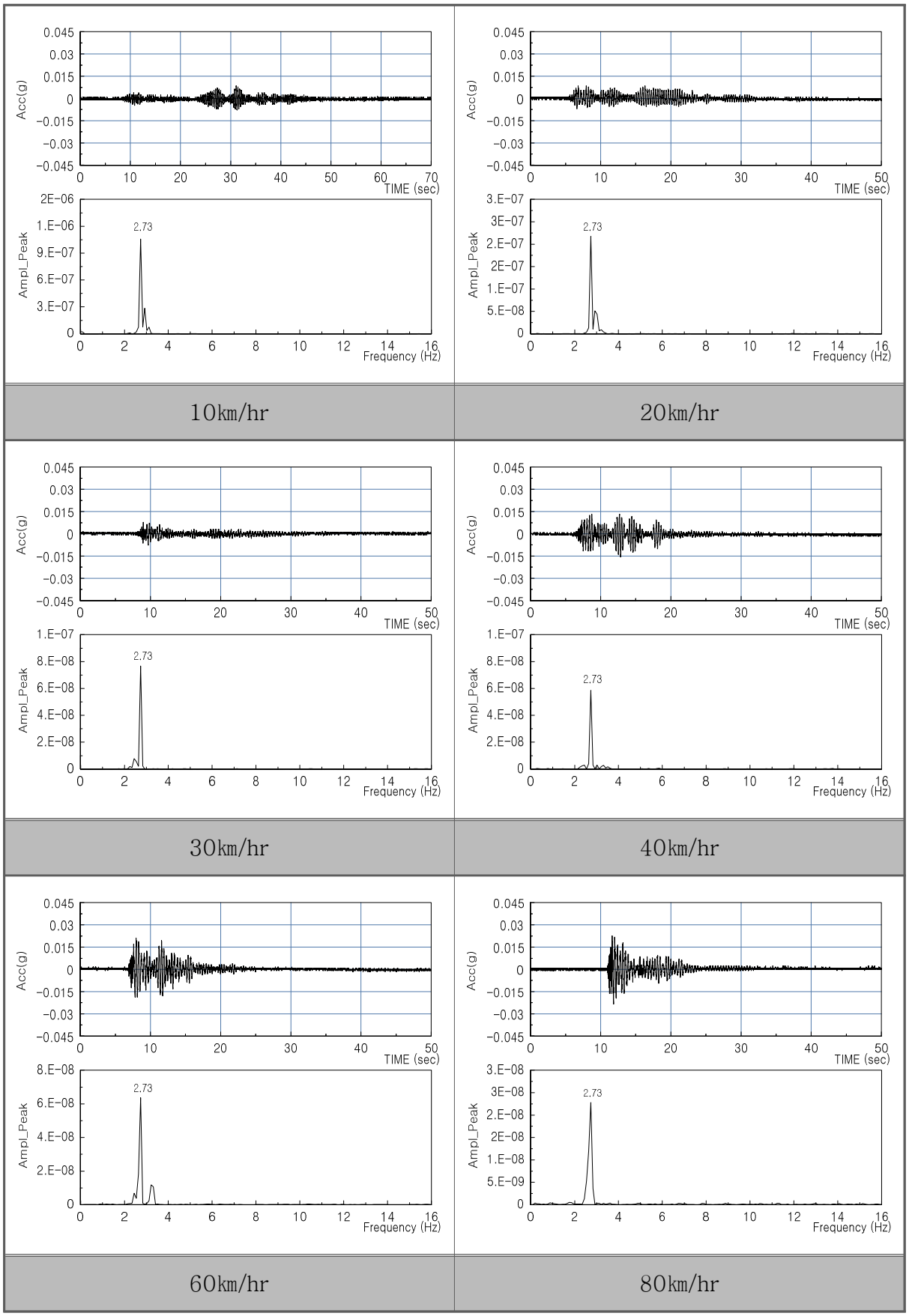
해석에 의한 대표 고유진동모드는 1모드에서 나타났으며 주행 속도에 따른 측정 고유진동수는 1모드에서 2.73Hz로 측정되어 이론고유진동수 2.12Hz보다 크게 나타났으며, 본 시험에서 측정된 고유진동수는 본 교량의 초기 고유진동수로서, 진동주파수와 강성과는 비례관계임을 볼 때 향후 가속도 측정에 의한 구조물의 강성 저하 유무를 판단 할 수 있는 기초자료라 할 수 있다.

【속도별 실측고유진동수 값】

주행속도(㎞/hr)	실측고유진동수(Hz)	주행속도(㎞/hr)	실측고유진동수(Hz)
10	2.73	50	2.73
20	2.73	60	2.73
30	2.73	80	2.73
40	2.73		

【이론고유진동수】





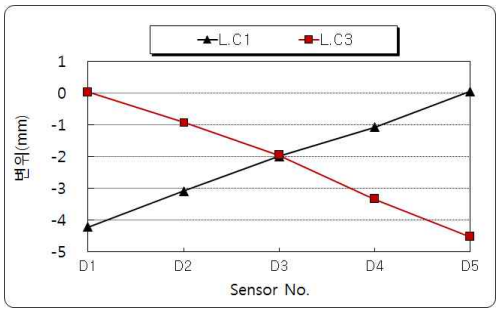
【FFT 분석 GRAPH】

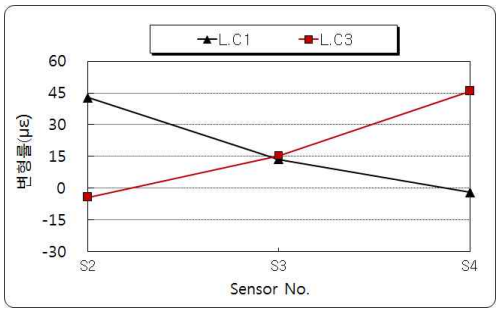
※ 미 기재 그래프는 부록편 참조.

4.4 정·동적 재하시험 고찰

암기교에 대한 정·동적 재하시험을 시행한 결과 정적재하시험시 최대처짐 및 최대변형률은 -4.532㎜(D5, L.C3), 45.73 με(S4, L.C3)이 발생되었다. 동적 재하시험에서는 80㎞시 최대처짐 -2.563㎜(D4)가 발생하였다. 또한, 고유진동수의 경우 2.73㎐로 측정되었으며, 실측충격계수는 0.137로 측정되어 계산충격계수 0.176보다 작게 분석되었다.

【정·동적 재하시험 분석결과】

<table>
<tr><th colspan="2">분석항목</th><th>분 석 결 과</th></tr>
<tr><td colspan="2">시험트럭</td><td>•재하하중 : 설계하중의 약 64.1%
•총 중 량 : 27.670ton</td></tr>
<tr><td rowspan="4">정적
재하
시험</td><td rowspan="4">최대
응답</td><td>•변형률 : 45.73 με
•변 위 : −4.532 ㎜</td></tr>
<tr><td>S4경간 0.5L지점</td></tr>
<tr><td rowspan="3">횡방향
거동특성</td><td> 


</td></tr>
<tr><td>S4경간 횡분배 특성</td></tr>
<tr><td>•처짐 및 변형률에 의한 횡방향 거동특성 분석결과 하중 경우에 따른 계측 DATA가 합리적인 거동특성을 보이는 것으로 분석됨.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">동적
재하
시험</td><td>충격
계수</td><td>•충격계수 분석결과 실측충격계수의 최대값은 0.137로 이론 충격계수 0.176보다 작게 나타나 이동하중에 대한 충격의 영향은 양호한 상태로 분석됨.</td></tr>
<tr><td>고유
진동수</td><td>•실측 고유진동수(2.73㎐)가 이론 고유진동수(2.12㎐)보다 크게 나타나고 있어 교량의 강성은 양호한 것으로 판단된다.</td></tr>
</table>

5장 구조안전성 및 내하력평가

5.1 개 요

5.2 DR Girder 구조해석

5.3 DR Girder 안정성평가

제 5 장 구조안전성 및 내하력평가

5.1 개 요

5.1.1 검토 조건

안전성평가에 사용한 구조해석 프로그램은 MIDAS/Civil 8.3.1을 사용하였으며, 구조계산서상에 정리된 교량제원, 사용재료 및 허용응력, CASE별 설계하중에 따른 응력 비교 결과를 정리하면 다음과 같다.

가. 구조물 제원

교 량 명	암기교		
형 식	DR Girder	교량등급	1등교
연 장	L = 2@45.0 +2@45.0 = 180.000 m	교량폭원	B = 11.845 m

나. 사용재료

1) 콘크리트

바닥판	fck = 27 MPa	PSC Beam	fck = 40 MPa
	Ec = 2.55E+04 MPa		Ec = 3.14E+04 MPa

2) P.S 강재

종류	KS D 7002, SWPC 7B 12 Strand Φ15.2mm
탄성계수	Ep = 2.00E+05 MPa
fpy	1600 MPa
fpu	1900 MPa
곡률 마찰계수	0.25/Radian
파상 마찰계수	0.005/m
슬립량	6.000 m

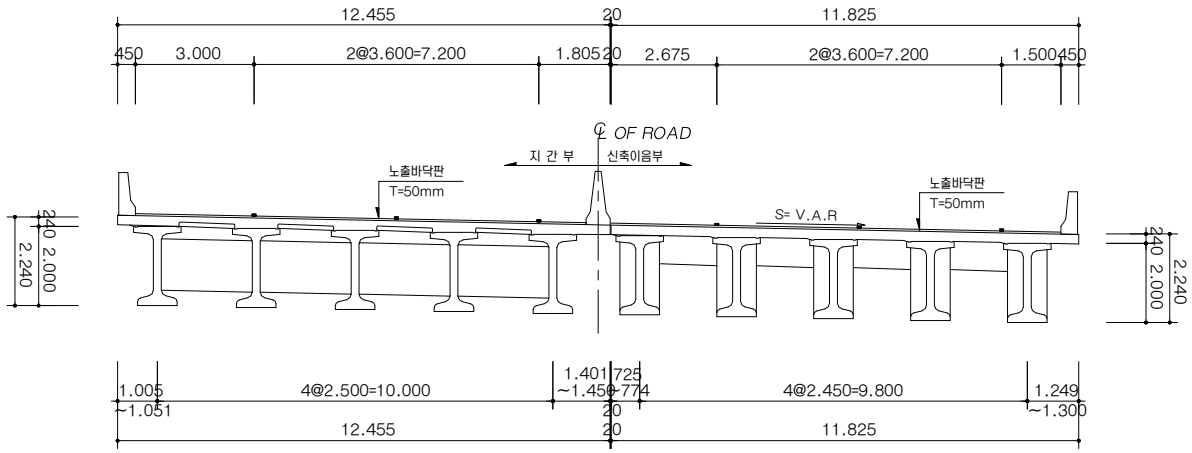
3) 철근

철근	fy = 400 MPa
	Ec = 2.00E+05 MPa

5.1.2 검토 단면

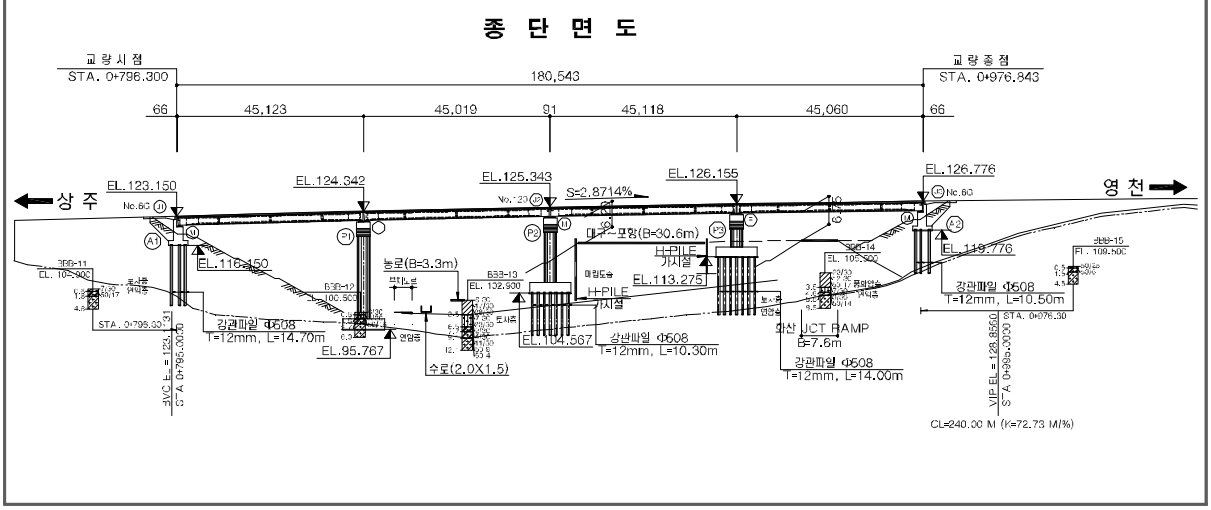
가. 횡단면도

암기교



나. 종단면도

암기교



5.1.3 하중산정

가. 고정하중

구 분	콘크리트	강 재	포 장
단위중량(kN/㎥)	25.00	78.50	23.50

: DR 거더 자중은 프로그램 내에서 자동으로 계산.

1) 합성전 바닥판 타설하중

2) 합성후 고정하중(방호벽, 포장하중)

① 방호벽 = (0.393 × 25.00) / 0.42 = 23.426 kN/m2

② 포장 = 0.050 × 23.50 = 1.175 kN/m2

나. 활 하 중

1) 설계차로폭 및 차로수

- 일반구간 : 연석간 교폭 : Wc = 11.375 m

∴ 설계차로수, N = 3 (9.1m ≤ Wc < 12.8m)

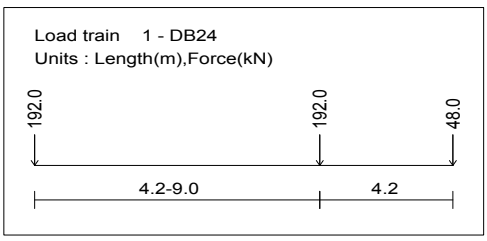
설계차로폭 : W = Wc / N = 11.375 / 3 = 3.792 > 3.600m ∴ 3.600m

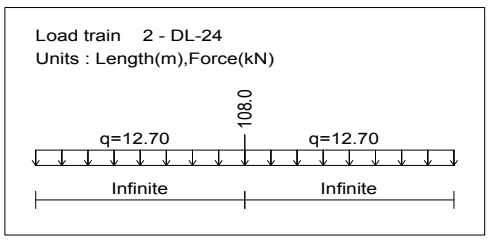
2) 하중강도와 충격계수

① 차선하중 (DL-24) : WL = 12.7 kN/m , Pm = 108 kN, Ps = 156 kN

② 차륜하중 (DB-24) : 전륜하중, Pf = 24.0kN , 후륜하중, Pr = 96.0kN

③ 재하차량





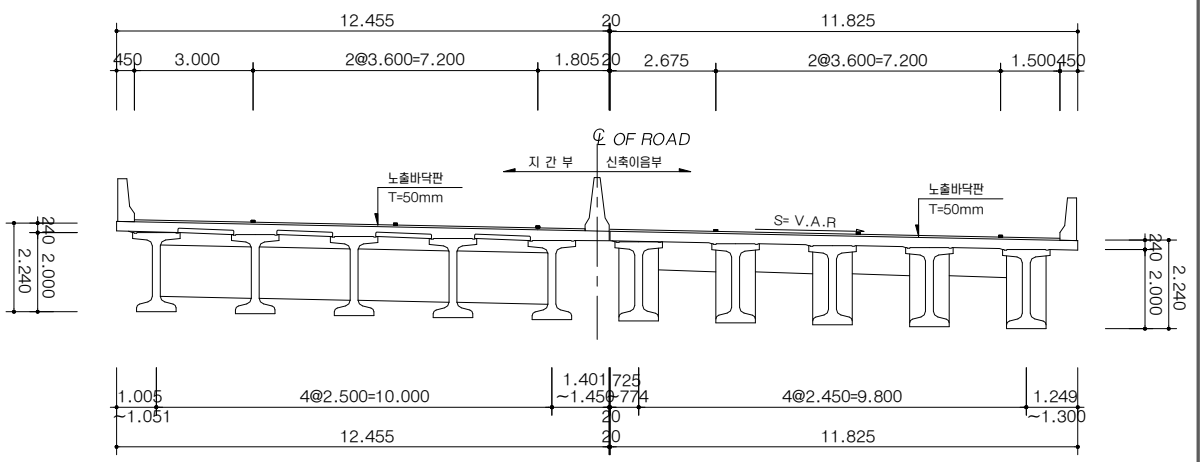
④ 충격계수

구 분	지간장,L(m)	충격계수,15/(40+L)
1경간	45.00	0.176
2경간	45.00	0.176
지점부	45.00	0.176

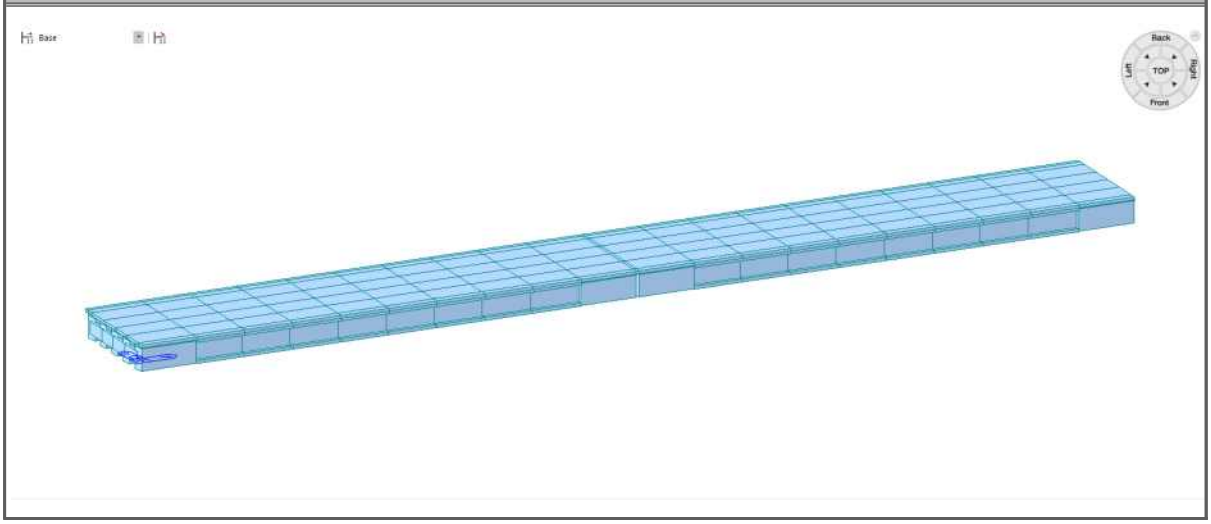
5.2 DR Girder 구조해석

5.2.1 모 델 링

구 조 해 석 모 델 링 [횡단면도]



구 조 해 석 모 델 링 [종단면도]



※ 사용 구조해석 프로그램명 : MIDAS CIVIL

5.2.2 응력검토

가. 작용하중에 의한 응력

구 분		발생응력 (Mpa)		허용응력 (Mpa)		비 고
		압축	인장	압축	인장	
1차 텐던 프리스트레스 도입직후	주형 상연	7.201		17.600	1.400	O.K
	주형 하연	7.334		17.600	1.400	O.K
2차 텐던 프리스트레스 도입직후	주형 상연	14.110		22.000	1.600	O.K
	주형 하연	12.740	0.600	22.000	1.600	O.K
구조물 완공 직후	주형 상연	13.200	0.447	16.000	3.200	O.K
	주형 하연	11.530		16.000	3.200	O.K
크리프 완료 후	주형 상연	9.705		16.000	3.200	O.K
	주형 하연	8.809	0.209	16.000	3.200	O.K
하중조합 후	주형 상연	14.665	2.016	16.000	3.200	O.K
	주형 하연	15.773		16.000	3.200	O.K

5.2.3 DR 거더 부재검토

가. 외력에 의한 계수 모멘트

구 분	고정하중(D) (kN · m)	활하중(L+i) (kN · m)	비 고
외측 거더	10471.888	2702.520	
내측 거더	10308.186	2415.847	

나. 최대 계수모멘트 계산(외측 거더)

Mu1 = 1.3D + 2.15L = 19423.873 kN · m

- 단면검토

$$\phi M_n = \phi \times A_p \times f_{ps} \times d_p \left(1 - 0.59 \times \left(\frac{\rho_p \times f_{ps}}{f_{ck}}\right)\right)$$
$$= 20338.5\,kN \cdot m > M_U = 19423.873\,kN \cdot m \quad O.K.$$

다. 최대 계수모멘트 계산(내측 거더)

Mu1 = 1.3D + 2.15L = 18594.713 kN · m

- 단면검토

$$\phi M_n = \phi \times A_p \times f_{ps} \times d_p \left(1 - 0.59 \times \left(\frac{\rho_p \times f_{ps}}{f_{ck}}\right)\right)$$
$$= 20338.5\,kN \cdot m > M_U = 18594.713\,kN \cdot m \quad O.K.$$

위 치	ΦM_n (kN · m)	M_u (kN · m)	M_d (kN · m)	M_l (kN · m)	비 고
외측 거더	20338.500	19423.873	10471.888	2702.520	
내측 거더	20338.500	18594.713	10308.186	2415.847	

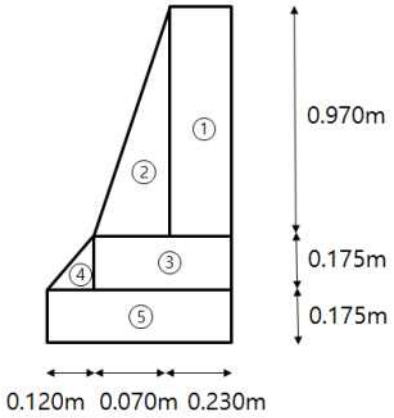
5.2.4 바닥판 부재검토

가. 캔틸레버부의 단면력 검토

1) 바닥판의 최소 두께 : 바닥판의 최소두께는 220mm < 240mm(사용두께) O.K.

2) 하중의 산정

- 고정하중 산정



구 분		고정하중(kN)		거리(m)	모멘트(kN·m)
연석	①	0.230×0.700×1.00×25.0=	4.025	0.585	2.355
	②	1/2×0.070×0.970×1.00×25.0=	0.849	0.447	0.380
	③	0.300×0.175×1.0×25.0=	1.313	0.550	0.722
	④	1/2×0.120×0.175×1.0×25.0=	0.263	0.360	0.095
	⑤	0.420×0.175×1.0×25.0=	1.838	0.490	0.901
포 장	⑥	0.05×0.250×1.0×23.5=	0.294	0.125	0.037
바닥판	⑦				2.708
방음벽	⑧		1.000	0.890	0.890
계					8.088

- 활하중 산정

. X = 0.200

. i = 15/(0.200+40) = 0.373 > 0.3 이므로 i = 0.3

. E = 0.8X + 1.14 = 1.300

· $M_l = \frac{P}{E} X(1+i) = \frac{96}{1.300} \times 0.200 \times (1+0.3) = 19.200\ \text{kN·m}$

나. 최대 계수모멘트 계산(캔틸레버부)

Mu1 = 1.3D + 2.15L = 51.794 kN · m

- 단면검토

$$\phi M_n = \phi \times A_s \times f_y \times (d - \frac{a}{2})$$
$$= 0.85 \times 1324 \times 400 \times (180.0 - \frac{23.076}{2})$$
$$= 75.835\,\text{kN·m} > Mu = 51.794\,\text{kN·m} \quad \therefore \text{O.K}$$

다. 중앙부의 단면력 검토

1) 바닥판의 최소 두께 : 바닥판의 최소두께는 220mm < 240mm(사용두께) O.K.

2) 하중의 산정

- 고정하중에의한 발생력 산정

· 지 간 : 1.750m

· 포 장 : 0.050 × 23.5 = 1.175kN/m

· 콘크리트 : 0.240 × 25.0 = 6.000kN/m

· 합 계 : 7.175kN/m

· $M_d = \frac{W_d \ell^2}{10} = \frac{7.175 \times 1.250^2}{10} = 2.197\text{kN·m}$

- 활하중 산정

· i = 15/(1.25+40) = 0.363 > 0.3 이므로 i = 0.3

· $M_{\ell+i} = \frac{L+0.6}{9.6} \times P_r(1+i) \times 0.8 = 24.44\text{kN·m}$

라. 최대 계수모멘트 계산(중앙부)

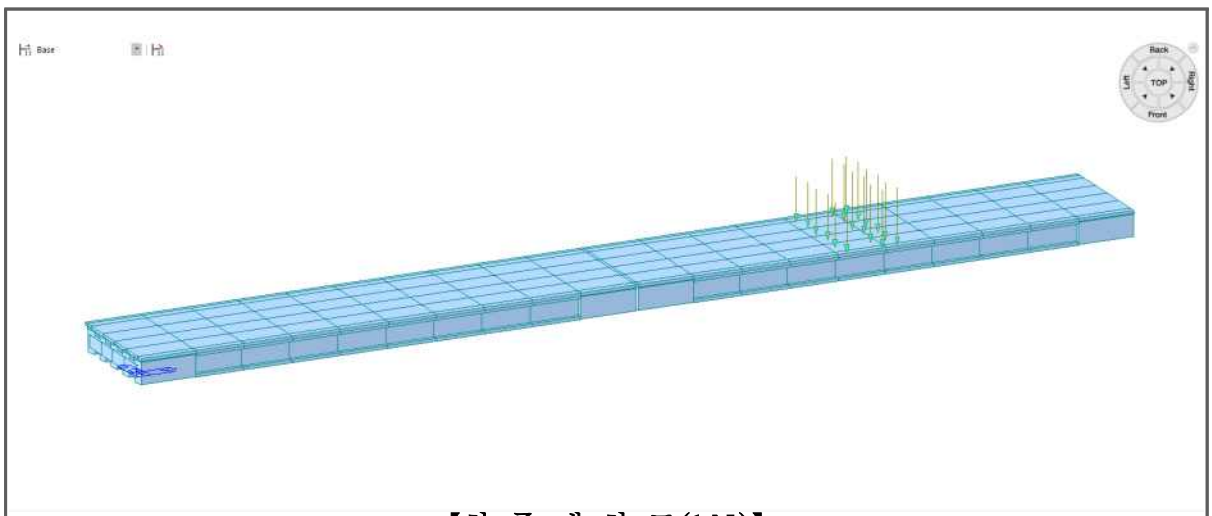
Mu1 = 1.3D + 2.15L = 55.402 kN · m

- 단면검토

$$\phi M_n = \phi \times A_s \times f_y \times (d - \frac{a}{2})$$
$$= 0.85 \times 1324 \times 400 \times (200.0 - \frac{23.076}{2})$$
$$= 84.838\,\text{kN·m} > Mu = 55.402\,\text{kN·m} \quad \therefore \text{O.K}$$

5.2.5 재하시험에 의한 구조해석

실응답보정계수(Ks)를 산정하기 위해 재하시험과 동일한 위치에 차량 하중을 재하하여 Plate 요소를 이용한 3D 구조해석을 실시하였으며, 그 결과는 다음과 같다.



【하 중 재 하 도(kN)】

구 분	LC1	LC2	LC3
D1(mm)	-5.318	-2.345	0.405
D2(mm)	-3.838	-2.429	-0.930
D3(mm)	-2.379	-2.481	-2.325
D4(mm)	-0.989	-2.423	-3.791
D5(mm)	0.330	-2.337	-5.259

: 교량 좌,우측은 교량 시점측(A1)에서 종점측(A2)을 바라봤을 경우에 해당함.

5.2.6 실측보정계수 산정

Load Case별 처짐량중 차량축하중이 직접적으로 재하되는 위치에서 계산처짐량과 실측처짐량에 충격계수를 고려하여 실측보정계수(Ks)를 다음과 같이 구하였다.

$$Ks = \frac{\varepsilon_{계산}}{\varepsilon_{실측}} \times \left(\frac{1+i_{계산}}{1+i_{실측}} \right) \quad or \quad \frac{\delta_{계산}}{\delta_{실측}} \times \left(\frac{1+i_{계산}}{1+i_{실측}} \right)$$

여기서, $\delta_{계산}$ = 이론 처짐량 $i_{계산}$ = 이론 충격계수

$\delta_{실측}$ = 실측 처짐량 $i_{실측}$ = 실측 충격계수

【처짐량에 의한 실측보정계수】

구 분	재하 경우	변위계	계산처짐 (㎜)	실측처짐 (㎜)	$\frac{\delta_{계산}}{\delta_{실측}}$	$\frac{1+i_{계산}}{1+i_{실측}}$	실측보정계수 (Ks)
암기교	LC.1	Disp.1	-5.318	-4.223	1.259	1.034	1.302
		Disp.2	-3.838	-3.090	1.242		1.284
		Disp.3	-2.379	-1.993	1.194		1.235
		Disp.4	-0.989	-1.079	0.917		0.948
		Disp.5	0.330	0.059	5.593		5.783
	LC.2	Disp.1	-2.345	-1.816	1.291		1.335
		Disp.2	-2.429	-1.998	1.216		1.257
		Disp.3	-2.481	-2.241	1.107		1.145
		Disp.4	-2.423	-2.160	1.122		1.160
		Disp.5	-2.337	-2.065	1.132		1.170
	LC.3	Disp.1	0.405	0.037	10.946		11.318
		Disp.2	-0.930	-0.921	1.010		1.044
		Disp.3	-2.325	-1.956	1.189		1.229
		Disp.4	-3.791	-3.342	1.134		1.173
		Disp.5	-5.259	-4.532	1.160		1.199

5.2.7 내하율(R.F)산정

가. 허용응력법에 의한 내하율 산정

$$R.F = \frac{f_a - f_d}{f_l} = \frac{f_a - (f_t - f_l)}{f_l}$$

여기서, f_a : 실측 허용 능력

f_t : 총하중에 의한 단면 상,하연에서의 휨응력

f_d : 실측 고정하중에 의한 응력

f_l : 활하중(충격계수포함)에 의한 단면 상,하연에서의 휨응력

【허용응력설계법에 의한 내하율(R.F)】

구 분			고정하중응력+긴장력 (MPa)	활하중응력 (MPa)	허용응력 (MPa)	R.F
암기교	거더	상연	9.705	4.960	16.000	1.269
		하연	8.809	6.964	16.000	1.033

나. 강도설계법에 의한 내하율 산정

$$R.F = \frac{\Phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_l M_l (1+i)}$$

여기서, ΦM_n : 극한저항모멘트(Φ=0.85)

M_u : 총하중에 의한 극한모멘트

$\gamma_d M$: 실측 고정하중모멘트(γ_d : 고정하중 계수 = 1.3)

$\gamma_l M_l$: 활하중(충격계수포함)에 의한 휨모멘트(γ_l : 활하중 계수 = 2.15)

【강도설계법에 의한 내하율 : 바닥판 (R.F)】

위 치	ΦM_n (kN · m)	M_d (kN · m)	M_l (kN · m)	$\gamma_d M_d$ (kN · m)	$\gamma_l M_l (1+i)$ (kN · m)	R.F
캔틸레버부	75.835	8.088	19.200	10.514	41.280	1.582
중 앙 부	84.838	2.197	24.440	2.856	52.546	1.560

【강도설계법에 의한 내하율 : 거더 (R.F)】

위 치	ΦM_n (kN · m)	M_d (kN · m)	M_l (kN · m)	$\gamma_d M_d$ (kN · m)	$\gamma_l M_l(1+i)$ (kN · m)	R.F
외측 거더	20338.500	10471.888	2702.520	13,613.454	5,810.418	1.157
내측 거더	20338.500	10308.186	2415.847	13,400.642	5,194.071	1.336

5.2.8 공용내하력 산정

가. 기본내하력

$$P_o = R.F \times P_L$$

여기서, P_o : 기본내하력

R.F : 내하율

P_L : 설계활하중 (DB-24)

나. 공용내하력

$$P_o' = P_o \times K_s$$

여기서, P_o' :공용내하력

K_s : 실측보정계수 $= \frac{\delta_{계산}}{\delta_{실측}} \times \left(\frac{1+i_{계산}}{1+i_{실측}} \right)$

다. 공용내하력 산정 결과

구 분		R.F	기본내하력	Ks	공용내하력	비 고
암기교	거더 (허용응력)	1.033	DB- 24.792	1.145	DB- 28.387	DB-24 이상
	거더 (강도설계법)	1.157	DB- 27.768	1.145	DB- 31.794	DB-24 이상
	바닥판	1.560	DB- 37.440	-		DB-24 이상

5.3 DR Girder 안전성평가

【구조물의 안전성평가 기준】

등급	안전성평가 기준	비 고
A	SF > 1.0	◦허용응력설계법 $SF(안전율) = \frac{허용응력}{발생응력} = \frac{f_a}{f_{d+1}}$ ◦강도설계법 $SF(안전율) = \frac{설계강도}{소요강도} = \frac{\phi Mn}{Mu}$
B	0.9 ≤ SF < 1.0 이나, 공용내하력이 설계하중보다 크게 평가된 경우	
C	0.9 ≤SF < 1.0	
D	0.75 ≤ SF < 0.9	
E	SF < 0.75	

5.3.1 허용응력설계법

구 분			허용응력 (MPa)	고정하중응력 + 긴장력 (MPa)	활하중(1+i) (MPa)	S.F
암기교	거더	상연	16.000	9.705	4.960	1.091
		하연	16.000	8.809	6.964	1.014

5.3.2 강도설계법

가. 바닥판

구 분	∅Mn (kN-m)	Mu (kN-m)	SF(안전율)	비 고
켄틸레버부	75.835	51.794	1.464	SF = 1.0 이상
중 앙 부	84.838	55.4002	1.531	SF = 1.0 이상

나. 거더

구 분	∅Mn (kN-m)	Mu (kN-m)	SF(안전율)	비 고
외측 거더	20338.500	19423.873	1.047	SF = 1.0 이상
내측 거더	20338.500	18594.713	1.094	SF = 1.0 이상

5.3.3 구조안전성 및 내하력에 의한 평가

【암기교 구조안전성 및 내하력에 의한 평가】

부 재 명		최소안전율(SF)	내하율(R.F)	공용내하력	평가	비 고
바닥판	켄틸레버	1.464	1.582	DB-24이상	A	강도설계법
	중 앙 부	1.531	1.560	DB-24이상	A	강도설계법
거 더	상 연	1.091	1.269	DB-24이상	A	허용응력설계법
	하 연	1.014	1.033	DB-24이상	A	허용응력설계법
결과분석		•강도설계법에 의한 바닥판 검토결과 최소 안전율은 1.464로 평가되었으며, 허용응력설계법에 의한 거더 검토결과 최소 안전율은 1.014로 평가되어 구조적 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가되었다. •최소안전율 및 내하율에 의한 공용내하력 평가 결과 전구간에서 DB-24 이상을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.				

6장 상태평가 및 안전성평가

6.1 외관상태에 의한 평가

6.2 비파괴조사에 의한 평가

6.3 구조안전성 및 내하력에 의한 평가

6.4 종합평가

제 6 장 상태평가 및 종합평가

6.1 외관상태에 의한 평가

6.1.1 암기교(상주) 상태평가

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재					받침	하부구조		콘크리트			
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보 세로보	포장	배수	방호 시설	신축이음		교량 받침	교대 교각	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)	염화물 (상)	염화물 (하)
S1	DR거더	a	a	a	a	a	a	A1	a	a	a	q	b	a	–	–
S2	DR거더	a	a	a	a	a	a	P1	–	a	a	q	–	a	–	–
S3	DR거더	a	a	a	a	a	a	P2	–	a	a	q	–	–	–	–
S4	DR거더	a	a	a	a	a	a	P3	a	a	a	q	–	–	–	–
								A2	a	a	a	q	×	–	×	–
평 균		0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10		0.10	0.10	–	0.20	0.10	–	–
가 중 치		18	20	5	7	3	2	9		9	20	–	4	3	–	–
(평균×가중치) / 가중치 합		0.018	0.020	0.005	0.007	0.003	0.002	0.009		0.009	0.020	–	0.008	0.003	–	–
1. 환산결함도 점수 =																0.104
2. 상태평가 결과 =																A

등 급	A	B	C	D	E
결함도 지수	0.10	0.20	0.40	0.70	1.00
결함도 범위	0 ≤ x < 0.13	0.13 ≤x < 0.26	0.26 ≤x < 0.49	0.49 ≤x < 0.79	0.79 ≤ x

평가 결과

•암기교(상주)에 대한 외관조사 및 내구성 조사에 의한 상태평가 결과 결함도점수는 0.104로 산정되어 세부지침에 따른 상태평가 등급은 『A』등급으로 평가되었다.

6.1.2 암기교(영천) 상태평가

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재					받침	하부구조		콘크리트			
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보 세로보	포장	배수	방호 시설	신축이음		교량 받침	교대 교각	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)	염화물 (상)	염화물 (하)
S1	DR거더	a	a	a	a	a	a	A1	a	a	a	q	–	–	–	–
S2	DR거더	a	a	a	a	a	a	P1	–	a	a	q	–	–	–	–
S3	DR거더	a	a	a	a	a	a	P2	–	a	a	q	–	–	–	–
S4	DR거더	a	a	a	a	a	a	P3	a	a	a	q	b	a	–	–
								A2	a	a	a	q	×	a	×	–
평 균		0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10		0.10	0.10	–	0.20	0.10	–	–
가 중 치		18	20	5	7	3	2	9		9	20	–	4	3	–	–
(평균×가중치) / 가중치 합		0.018	0.020	0.005	0.007	0.003	0.002	0.009		0.009	0.020	–	0.008	0.003	–	–

1. 환산결함도 점수 = 0.104

2. 상태평가 결과 = A

등 급	A	B	C	D	E
결함도 지수	0.10	0.20	0.40	0.70	1.00
결함도 범위	0 ≤ x < 0.13	0.13 ≤x < 0.26	0.26 ≤x < 0.49	0.49 ≤x < 0.79	0.79 ≤ x

평가 결과

•암기교(영천)에 대한 외관조사 및 내구성 조사에 의한 상태평가 결과 결함도점수는 0.104로 산정되어 세부지침에 따른 상태평가 등급은 『A』등급으로 평가되었다.

6.2 내구성조사에 의한 평가

6.2.1 콘크리트 강도

구 분		비파괴강도(MPa)	설계강도 (MPa)	판 정
바 닥 판	상주	28.1 ~ 30.4	27.0	양 호
	영천	28.1 ~ 30.9	27.0	양 호
교 대	상주	24.8 ~ 28.1	24.0	양 호
	영천	27.6 ~ 28.9	24.0	양 호
교 각	상주	27.1 ~ 29.2	27.0	양 호
	영천	28.3 ~ 29.6	27.0	양 호

검 토 의 견

•상부구조 및 하부구조에 대한 콘크리트 반발강도 측정결과 설계기준강도 이상으로 측정되어 타설된 콘크리트는 재료역학적 건전성을 유지하고 있는 것으로 판단된다.

6.2.2 철근배근탐사

구 분		주철근간격(㎜)		주철근 피복두께(㎜)		판 정
		측 정 치	설 계 치	측 정 치	설 계 치	
바 닥 판	상주	150	150	26	32	양 호
	영천	150	150	30	32	양 호
교 대	상주	200	250	79	42	양 호
	영천	150	250	60	42	양 호
교 각	상주	100	124	158	110	양 호
	영천	100	124	161	110	양 호

검 토 의 견

•각 부재의 배근간격은 설계도에 준해 배근된 것으로 조사되었으며, 피복두께는 설계기준과 다소의 오차가 있으나 시방기준 이상의 최소피복을 확보하고 있는 것으로 확인되었다.

6.2.3 탄산화깊이 측정결과

구 분		탄산화 잔여깊이				상태등급	판 정
바 닥 판	상주	23.0	~	23.0	㎜	b	양 호
	영천	25.5	~	25.5	㎜	b	양 호
교 대	상주	72.5	~	72.5	㎜	a	양 호
	영천	49.0	~	49.0	㎜	a	양 호
교 각	상주	127.5	~	127.5	㎜	a	양 호
	영천	153.0	~	153.0	㎜	a	양 호

검토 의견

•탄산화깊이 측정결과 대부분 탄산화 잔여깊이는 30㎜ 이상으로 조사되어 상태평가 등급상 『a~b』 등급으로 평가되어 탄산화에 의한 철근부식 발생 우려는 없는 것으로 검토되었으며, 상주 S1, 영천 S4에서는 피복두께가 다소 작게 측정되어 『b』 등급으로 평가되었다.

6.3 구조안전성 및 내하력에 의한 평가

부 재 명	최소안전율(SF)	내하율(R.F)	공용내하력	평가	비 고
거 더	1.014	1.033	DB-24이상	A	허용응력설계법
바 닥 판	1.464	1.560	DB-24이상	A	강도설계법
결과분석	•강도설계법에 의한 검토결과 최소 안전율은 바닥판 1.464로 평가되었으며, 허용응력설계법에 의한 거더 검토결과 1.014로 평가되어 구조적 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가되었다. •최소안전율 및 내하율에 의한 공용내하력 평가 결과 전구간에서 DB-24 이상을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.				

6.4 종합평가

6.4.1 종합평가

시설물 종합평가 결과				
시설물명	암기교			
평가구분	결함도점수 또는 안전율		평가결과	비 고
상태평가	상 주	영 천	A	
	F=0.104	F=0.104		
안전성평가	S.F=1.0 이상		A	
종합평가 결과	•외관조사에 따른 상태평가등급과 안전성 검토에 근거한 안전성평가등급 중 낮은 등급을 시설물의 종합평가등급으로 결정 •종합평가 결과 : A			

6.4.2 안전등급 지정

상태평가 등 급	상태 및 안전성	비 고
A (우수)	**문제점이 없는 최상의 상태**	
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태	
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태	
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태	
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태	

•안전등급 : 『A 』등급

7장 주요결함 및 보수보강 이력

7.1 주요결함

7.2 보수·보강 이력

제 7 장 주요결함 및 보수·보강 이력

7.1 주요결함

7.1.1 암기교(상주) 주요결함

구 분		대 상 공 종	주요결함 내용	비고
하부구조		1.연약지반, 고성토(H=10m이상) 구간의 교대 변위, 부등침하 ※교대변위 : 교대 뒷채움 침하, 유간 부족, 전,후,좌,우 변위 등 2.교각의 이동 또는 기울음 3.0.5㎜ 이상의 수평, 수직 균열과 피복부족 4.거더 편기, 거더부 철근노출 및 폭 0.3㎜ 이상의 균열 5.직접기초 파손으로 철근노출, 침식으로 하부 구조물 안정성 저하	•해당사항 없음	
상부구조	공통	6.슬래브와 흉벽, 거더와 흉벽 유간 부족 7.과도한 진동과 처짐	•해당사항 없음	
	콘크리트	8.통과높이 부족(4.8m 미만) 교량 9.바닥판 배수불량에 의한 열화 발생 등 균열 폭 0.3㎜ 이상		
	강재	10.강박스 제작 오류 및 역캠버 제작, 박스 처짐, 박스 내부 변형 11.도장 변색 및 탈리, 부식 등 12.볼트손상 및 누수		
신축이음장치		13.유간부족, 후타 파손 및 단차 발생 14.강판유동 및 연결 불량으로 이상음 발생 15.신축장치 누수로 인하여 받침 부식 및 이물질 퇴적 발생 등	•해당사항 없음	
교량받침		16.교량받침 횡방향 밀림 및 고정단 받침몰탈 파손 17.받침편기 및 편심 발생, 스토퍼 파단, 유간부족, 탄성받침 들뜸 18.받침의 신축기능 불량(미끄럼판 손상) 19.받침부 연단거리 부족	•해당사항 없음	
교면포장		20.교면포장 불량 10% 이상 및 전반적인 재 포장이 필요한 상태	•해당사항 없음	

7.1.2 암기교(영천) 주요결함

구 분		대 상 공 종	주요결함 내용	비고
하부구조		1.연약지반, 고성토(H=10m이상) 구간의 교대 변위, 부등침하 ※교대변위 : 교대 뒷채움 침하, 유간 부족, 전,후,좌,우 변위 등 2.교각의 이동 또는 기울음 3.0.5㎜ 이상의 수평, 수직 균열과 피복부족 4.거더 편기, 거더부 철근노출 및 폭 0.3㎜ 이상의 균열 5.직접기초 파손으로 철근노출, 침식으로 하부 구조물 안정성 저하	•해당사항 없음	
상부구조	공통	6.슬래브와 흉벽, 거더와 흉벽 유간 부족 7.과도한 진동과 처짐	•해당사항 없음	
	콘크리트	8.통과높이 부족(4.8m 미만) 교량 9.바닥판 배수불량에 의한 열화 발생 등 균열 폭 0.3㎜ 이상		
	강재	10.강박스 제작 오류 및 역캠버 제작, 박스 처짐, 박스 내부 변형 11.도장 변색 및 탈리, 부식 등 12.볼트손상 및 누수		
신축이음장치		13.유간부족, 후타 파손 및 단차 발생 14.강판유동 및 연결 불량으로 이상음 발생 15.신축장치 누수로 인하여 받침 부식 및 이물질 퇴적 발생 등	•해당사항 없음	
교량받침		16.교량받침 횡방향 밀림 및 고정단 받침몰탈 파손 17.받침편기 및 편심 발생, 스토퍼 파단, 유간부족, 탄성받침 들뜸 18.받침의 신축기능 불량(미끄럼판 손상) 19.받침부 연단거리 부족	•해당사항 없음	
교면포장		20.교면포장 불량 10% 이상 및 전반적인 재 포장이 필요한 상태	•해당사항 없음	

7.2 보수·보강 이력

7.2.1 암기교(상주) 방면

부 위	보수·보강 날 짜	주요 결함내용	보수·보강 내용	시 공 사	비고
교면포장		•상태양호			
배수시설	2017.05 ~2017.06	•배수구 콘크리트 묻힘	보수완료	두산건설(주) 지에스건설(주)	초기 점검
방호시설	2017.05 ~2017.06	•균열(0.3㎜ 미만) •균열부백태 •갈라짐	보수완료	두산건설(주) 지에스건설(주)	초기 점검
신축이음		•상태양호			
바 닥 판	2017.05 ~2017.06	•균열부백태 •파손	보수완료	두산건설(주) 지에스건설(주)	초기 점검
거 더		•상태양호			
2차부재		•상태양호			
교량받침		•상태양호			
교 대	2017.05 ~2017.06	•시공이음 균열(0.3㎜ 미만) •실런트 갈라짐	보수완료	두산건설(주) 지에스건설(주)	초기 점검
교 각	2017.05 ~2017.06	•균열(0.3㎜ 미만) •균열(0.3㎜ 이상) •망상균열 •받침콘크리 파손	보수완료	두산건설(주) 지에스건설(주)	초기 점검

•공사중 구조물 보강 이력사항 없음.

7.2.2 암기교(영천) 방면

부 위	보수·보강 날 짜	주요 결함내용	보수·보강 내용	시 공 사	비고
교면포장		•상태양호			
배수시설		•상태양호			
방호시설	2017.05 ~2017.06	•균열(0.3㎜ 이상) •갈라짐	보수완료	두산건설(주) 지에스건설(주)	초기 점검
신축이음	2017.05 ~2017.06	•후타재 균열(0.3㎜ 미만)	보수완료	두산건설(주) 지에스건설(주)	초기 점검
바 닥 판	2017.05 ~2017.06	•파손 •재료분리	보수완료	두산건설(주) 지에스건설(주)	초기 점검
거 더	2017.05 ~2017.06	•파손	보수완료	두산건설(주) 지에스건설(주)	초기 점검
2차부재		•상태양호			
교량받침		•상태양호			
교 대	2017.05 ~2017.06	•균열(0.3㎜ 미만) •균열(0.3㎜ 이상) •긁힘파손	보수완료	두산건설(주)	초기 점검
교 각		•암기교(상주) 공통사항			

•공사중 구조물 보강 이력사항 없음.

8장 보수 및 유지관리방안

8.1 보수방안

8.2 유지관리방안

제 8 장 보수 및 유지관리방안

8.1 보수방안

8.1.1 암기교(상주) 보수방안

구 분	손상내용	단위	손상 수량 (수량/개소)	보수 수량 (수량/개소)	미보수 수량 (수량/개소)	보수공법
포 장	상태양호					
배수시설	배수구 묻힘	EA	2	2	0.0 / 0	제거 및 청소
방호시설	균열(0.3㎜ 미만)	m	30.8 / 11	30.8 / 11	0.0 / 0	표면처리
	균열부 백태	m	28.0 / 10	28.0 / 10	0.0 / 0	표면처리
	갈라짐	m	12.3 / 6	12.3 / 6	0.0 / 0	충전공법
신축이음 장치	상태양호					
바 닥 판	균열부 백태	m	6.0 / 2	6.0 / 2	0.0 / 0	표면처리
	파손	㎡	0.42 / 2	0.42 / 2	0.0 / 0	단면보수
거 더	상태양호					
2차부재	상태양호					
교량받침	상태양호					
교 대	시공이음 균열 (0.3㎜ 미만)	m	1.2 / 1	1.2 / 1	0.0 / 0	표면처리
	실런트 갈라짐	m	12.0 / 2	12.0 / 2	0.0 / 0	실런트 보수
교 각	균열(0.3㎜ 미만)	m	32.7 / 11	32.7 / 11	0.0 / 0	표면처리
	균열(0.3㎜ 이상)	m	1.9 / 3	1.9 / 3	0.0 / 0	수지주입
	망상균열	㎡	0.60 / 1	0.60 / 1	0.0 / 0	표면보호
	받침콘크리 파손	㎡	0.15 / 1	0.15 / 1	0.0 / 0	단면보수

8.1.2 암기교(영천) 보수방안

구 분	손상내용	단위	손상 수량 (수량/개소)	보수 수량 (수량/개소)	미보수 수량 (수량/개소)	보수공법
포 장	상태양호					
배수시설	상태양호					
방호시설	균열(0.3㎜ 이상)	m	2.6 / 1	2.6 / 1	0.0 / 0	충전공법
	갈라짐	m	17.1 / 9	17.1 / 9	0.0 / 0	충전공법
신축이음장치	후타재균열	m	2.4 / 6	2.4 / 6	0.0 / 0	표면처리
바 닥 판	콘크리트파손	㎡	0.84 / 3	0.84 / 3	0.0 / 0	단면보수
	재료분리	㎡	0.24 / 1	0.24 / 1	0.0 / 0	단면보수
거 더	콘크리트파손	㎡	0.04 / 2	0.04 / 2	0.0 / 0	단면보수
2차부재	상태양호					
교량받침	상태양호					
교 대	균열(0.3㎜미만)	m	12.2 / 5	12.2 / 5	0.0 / 0	표면처리
	균열(0.3㎜이상)	m	2.8 / 1	2.8 / 1	0.0 / 0	수지주입
	긁힘파손	㎡	0.34 / 1	0.34 / 1	0.0 / 0	단면보수
교 각	상주방향 공통					

8.2 유지관리방안

구 분	유 지 관 리 방 안
포 장	•포장상태는 전반적으로 양호한 상태이며, 콘크리트포장 특성상 초기 손상이 발생하면 그 진행정도가 빠르므로 정기적인 점검을 통한 유지관리가 필요 •우천시 체수발생 여부에 대한 정기점검이 필요
	•주요 점검항목 – 공통 : 균열, 파손 – 신축이음 전후, 구조물 경계부 : 단차, 접속도로 침하 – 배수구 주변 : 이물질 및 토사퇴적, 체수
신 축 이음장치	•Finger Joint와 Mono-Cell Joint 형식으로 시공되었고, 본체는 양호한 상태로 확인되었으며, 후타재 균열 보수부는 정기적 점검이 필요 •신축이음 유간에는 차량 통행으로 오물퇴적이 될 수 있으므로 주기적인 유지관리가 요구됨 •신축이음 하부의 누수 여부 및 하부구조의 열화 발생여부 정기적 점검
	•주요 점검항목 – 본 체 : 충격음, 본체유동 및 파손, 유간부족 및 유간과다, 유간 오물퇴적, 방수재(Seal재) 손상으로 인한 누수 – 후타재 : 구조물 경계부 포장침하 및 단차, 콘크리트 품질불량 및 열화에 의한 균열 및 파손, 단차 및 충격에 의한 후타재 균열 및 파손
방호시설	•건조수축에 의한 균열 , 우수유입에 의한 백태 보수부에 대하여 정기적인 점검 필요
	•주요 점검항목 – 방호벽 : 균열, 박리, 파손
배수시설	•전반적으로 양호한 상태이며 체수, 배수관 탈락 등 정기적인 일상 점검이 필요
	•주요 점검항목 – 배수구 : 그레이팅 파손, 오물퇴적, 막힘 – 배수관 : 부식 및 파손, 연결부 상태불량, 탈락
바 닥 판	•캔틸레버측 균열부 백태, 콘크리트 파손 보수부에 대하여 진행성 및 추가발생 여부에 대한 정기적인 점검 필요
	•주요 점검항목 – 균열, 박락 – 백태, 변색, 열화 – 철근노출 및 부식 – 재료분리

구 분	유 지 관 리 방 안
거더 가로보	•전반적으로 양호한 상태이며, 콘크리트 파손 보수부에 대하여 정기적인 점검 필요 •주부재인 거더에 손상이 발생될 경우 공용내하력이 저하될 수 있으므로 주의관찰을 통한 유지관리가 필요
	•주요 점검항목 – 박리, 박락(파손), 철근노출, 백태 – 받침부 : 부스러짐, 복부 사인장균열, 연속부 상단 휨균열 – 중앙부 : 휨균열, 거더 처짐, 쉬스관 노출 및 파손, 시공이음부 균열 및 누수 – 강선정착부 : 정착부 균열 및 파손
교량받침	•탄성받침으로 시공되었으며, 교량받침은 전반적으로 양호한 상태이므로 신축이음 하부 누수에 의한 강재부식 발생여부에 대한 정기적인 점검이 필요 •부식, 도장 박락, 무수축몰탈 미세균열에 대하여 정기적인 점검 필요
	•주요 점검항목 – 가동받침의 유간부족, 가동받침 전·후방의 가동장애 요소, 받침과 거더의 밀착상태, 부식, 가동면 부식, 부속물 파손 – 무수축몰탈, 받침콘크리트 : 앵커볼트 파손, 절단, 파손, 균열, 두부 균열
교 대	•균열 보수부에 대하여 정기적인 점검 필요 •신축이음 하부 누수에 의한 하부구조 열화 발생 여부 점검 필요 •교대의 측방이동 등 이상변위 발생여부 정기적 점검 필요
	•주요 점검항목 – 공통 : 교대 회전(기울음), 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 백태 – 두부 : 두부 물고임, 받침부 균열 및 파손, 두부와 흉벽 경계부 균열, 거더와 흉벽 신축유간 부족 – 벽체 : 수직균열 및 침하, 구체와 날개벽 분리, 측방유동, 배면 침하
교 각	•교각에 발생된 균열 보수부에 대하여 정기적인 점검 필요
	•주요 점검항목 – 공통 : 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 재료분리, 백태 – 두부 : 받침부 하부 균열 및 파손 – 구체 : 시공이음부 균열, 이동 또는 기울음, 수면접촉부 침식
기 초	•기초부 주변 지반의 침하, 세굴 발생 여부 등의 확인

9장 결 론

9.1 현장조사 결과

9.2 내구성조사 결과

9.3 상태평가 결과

9.4 재하시험 결과

9.5 구조검토 및 내하력 산정 결과

9.6 안전성평가 결과

9.7 종 합 결 론

제 9 장 결 론

9.1 현장조사 결과

•본 초기점검 대상 교량인 암기교는 “상주~영천 고속도로 민간투자사업” 중 익산포항고속도로(대구~포항), 화산 JCT RAMP를 횡단하는 교량으로 DR GIRDER 형식으로 시공된 구조물이다.

•암기교는 연장 180.0m, 교폭 24.30m 왕복4차로의 사각이 있는 직선+곡선교로서 교량받침은 탄성받침, 신축이음장치는 M/C-TYPE과 Finger-TYPE으로 시공되었다.

•외관조사 결과 시공중 콘크리트에 발생하는 일반적 손상으로서 교량의 안전성을 저해할 만한 손상은 없는 것으로 조사되었으며, 바닥판 국부적인 파손, 재료분리, 균열부 백태, 방호벽 균열, 교대 및 교각 등에 발생된 균열, 망상균열, 신축장치 후타재 균열 등 발생된 손상은 보수가 진행 또는 완료된 것으로 확인되었다.

•교량받침 이동량, 연단거리, 신축이음장치 신축유간, 거더 및 바닥판 신장 및 수축여유량 검토결과 양호한 것으로 검토되었다.

9.2 내구성조사 결과

•콘크리트강도는 설계강도 이상으로서 타설된 콘크리트는 재료역학적 건전성을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

•철근탐사 결과 각 부재의 배근간격은 설계치와 거의 일치하는 것으로 조사되었으며, 피복두께는 다소의 편차는 있으나 시방기준인 최소피복을 확보하고 있는 것으로 확인되었다.

•탄산화깊이 측정결과 대부분 탄산화로 인한 철근의 부식발생 우려는 없는 것으로 평가되었으나 바닥판에서는 측정부위에서 피복두께가 다소 작게 측정되어 다소 주의관찰이 필요하다.

9.3 상태평가 결과

•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과 결함도점수 상주방면 0.104, 영천방면 0.104로 산출되어 상태평가등급은『A』등급으로 평가되었다.

9.4 재하시험 결과

•정적재하시험결과 거더의 하중 횡분배는 양호한 거동을 보이고 있는 것으로 평가되었다.

•동적재하시험 결과 실측충격계수의 최대값은 0.137로 이론 충격계수 0.176보다 작게 나

타나 이동하중에 대한 충격의 영향은 양호한 상태로 평가되었다. 또한 주행 속도에 따른 실측 고유진동수는 2.73Hz으로 이론 고유진동수 2.12Hz 보다 크게 나타나고 있어 교량의 강성은 양호한 것으로 판단된다.

9.5 구조검토 및 내하력 산정 결과

9.5.1 구조검토 결과

•본 교량의 상부구조에 대하여 바닥판과 주형 검토를 수행한 결과 작용 고정하중 및 설계활하중에 의한 주형 상·하연의 응력은 허용응력 이내로 계산되어 구조적 안전성이 확보된 것으로 평가되었다.

9.5.2 내하력 산정 결과

•재하시험에 의한 대상교량의 공용내하력 평가결과 설계하중인 DB-24를 상회하는 내하성능을 확보하고 있는 것으로 평가되어 대상교량의 초기 내하성능은 양호한 것으로 평가되었다.

•본 초기점검에서 평가된 공용내하력을 토대로 향후 시설물 안전진단 및 점검시 대상 교량의 내하력평가의 기초자료로 활용하여 내하성능 저하유무 및 그 원인 등을 분석·평가하도록 한다.

9.6 안전성평가 결과

•강도설계법에 의한 바닥판 검토결과 최소 안전율은 1.464로 평가되었으며, 허용응력설계법에 의한 거더 검토결과 최소 안전율은 1.014로 평가되어 구조적 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

9.7 종합결론

•본 과업대상 교량에 대한 상태평가 및 내하력평가에 의한 안전성평가를 종합적으로 검토한 결과『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』에 근거한 교량의 안전등급은 “문제점이 없는 최상의 상태”인 『A』등급으로 평가되었다.

03 고현천교

제 1 장 서 론

제 2 장 외 관 조 사

제 3 장 내구성 조사

제 4 장 재 하 시 험

제 5 장 구조안전성 및 내하력평가

제 6 장 상태평가 및 안전성평가

제 7 장 주요결함 및 보수·보강 이력

제 8 장 보수 및 유지관리방안

제 9 장 결 론

1장 서 론

1.1 교량현황

1.2 전경사진

1.3 관련도면

제 1 장 서 론

1.1 교량현황

구 분			내 용
교 량 명			고현천교
위 치			경상북도 영천시 매산동 315-14 일원
이 정			Sta.3+693.000~4+233.600
종 별			1종
상부형식			IPC BEAM
교 폭			24.640m(왕복4차로)
연 장			540.0m(12@45m)
하부구조	교 대	본 체	A1, A2 : 역T형
		기 초	A1, A2 : 강관파일기초
	교 각	본 체	P1~P11 : T형
		기 초	P1~P11 : 직접기초
방호시설			콘크리트 방호벽
신축이음장치			A1, P3, P6, P9, A2 : 핑거조인트
교량받침			교대, 교각 : 탄성받침
사 각			0 °
곡선반경			R=0~2,100m
최대종단경사			(+)0.500%
시 공 자			두산건설(주), 지에스건설(주)
설 계 자			(주)제일엔지니어링, (주)평화엔지니어링
관리주체			상주영천고속도로(주)
준공년도			2017년 06월 26일
기 타			고현천 횡단

1.2 전경사진

1.2.1 고현천교(상주) 전경사진

내 용	고현천교(상주) 상부

내 용	고현천교(상주) 측면

내 용	고현천교(상주) 거더

내 용	고현천교(상주) 교각

내 용	고현천교(상주) 교대

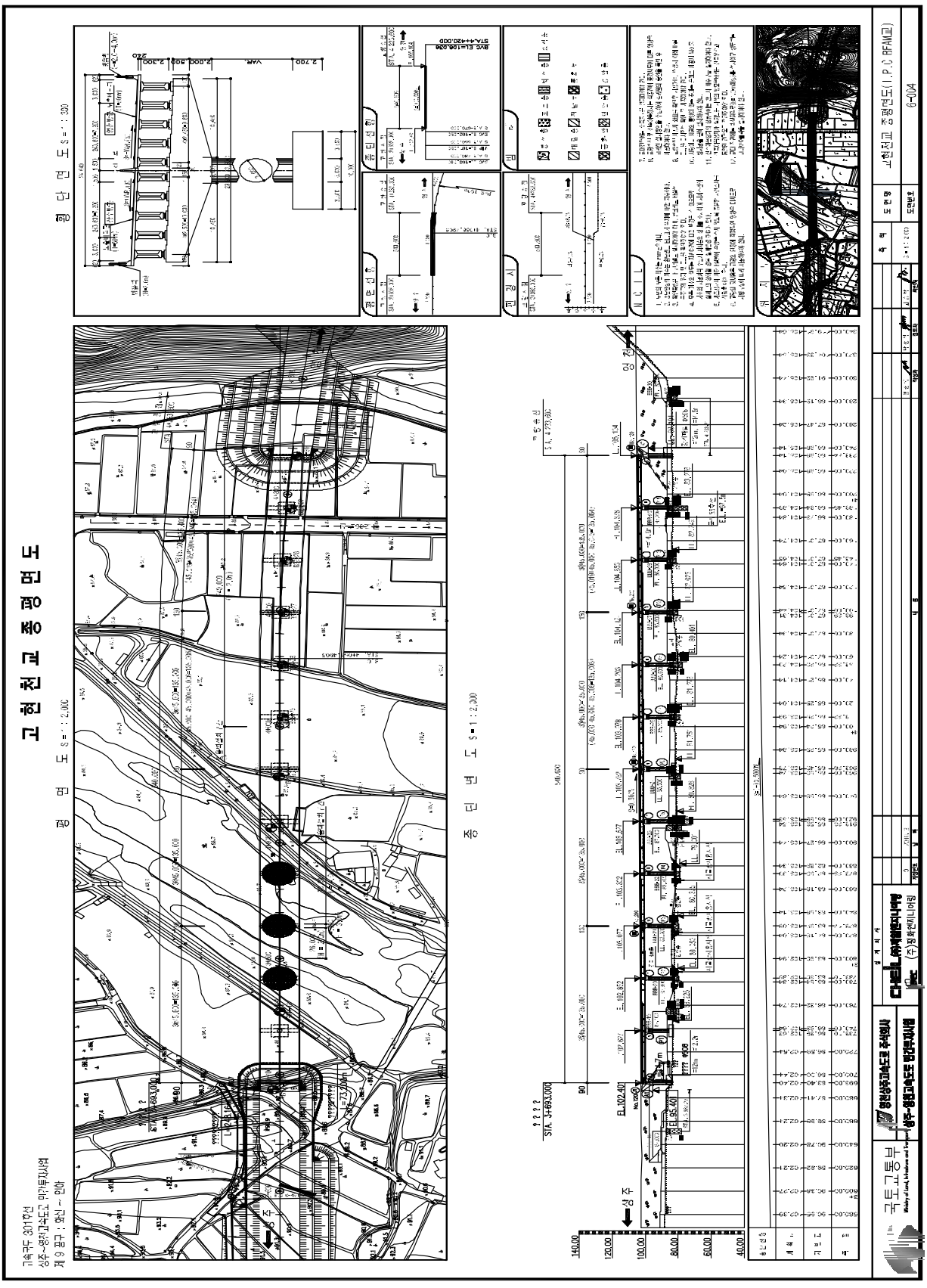
내 용	고현천교(상주) 신축이음장치

1.2.2 고현천교(영천) 전경사진

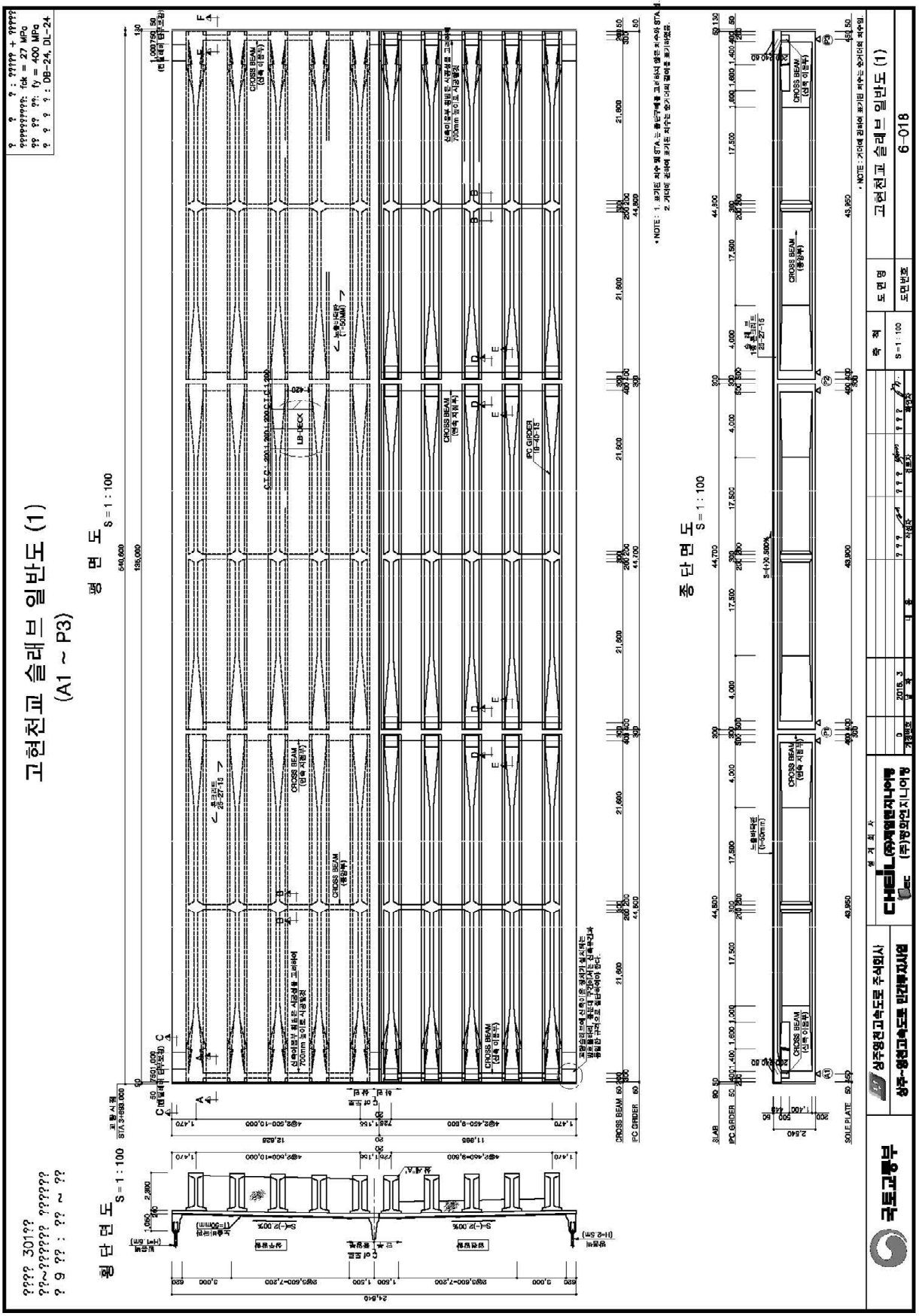
내 용 : 고현천교(영천) 상부	내 용 : 고현천교(영천) 측면
내 용 : 고현천교(영천) 거더	내 용 : 고현천교(영천) 교각
내 용 : 고현천교(영천) 교대	내 용 : 고현천교(영천) 신축이음장치

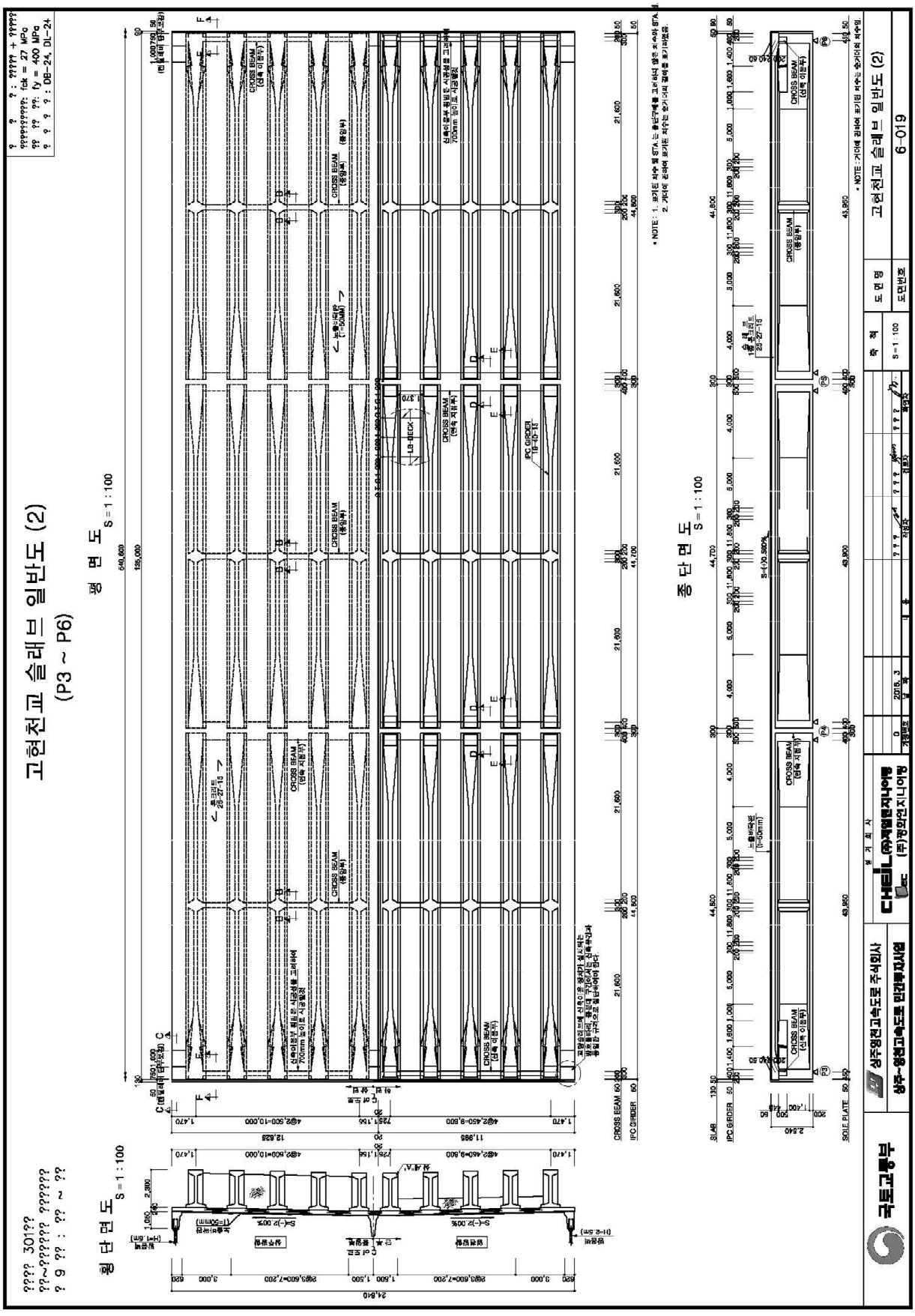
1.3 관련도면

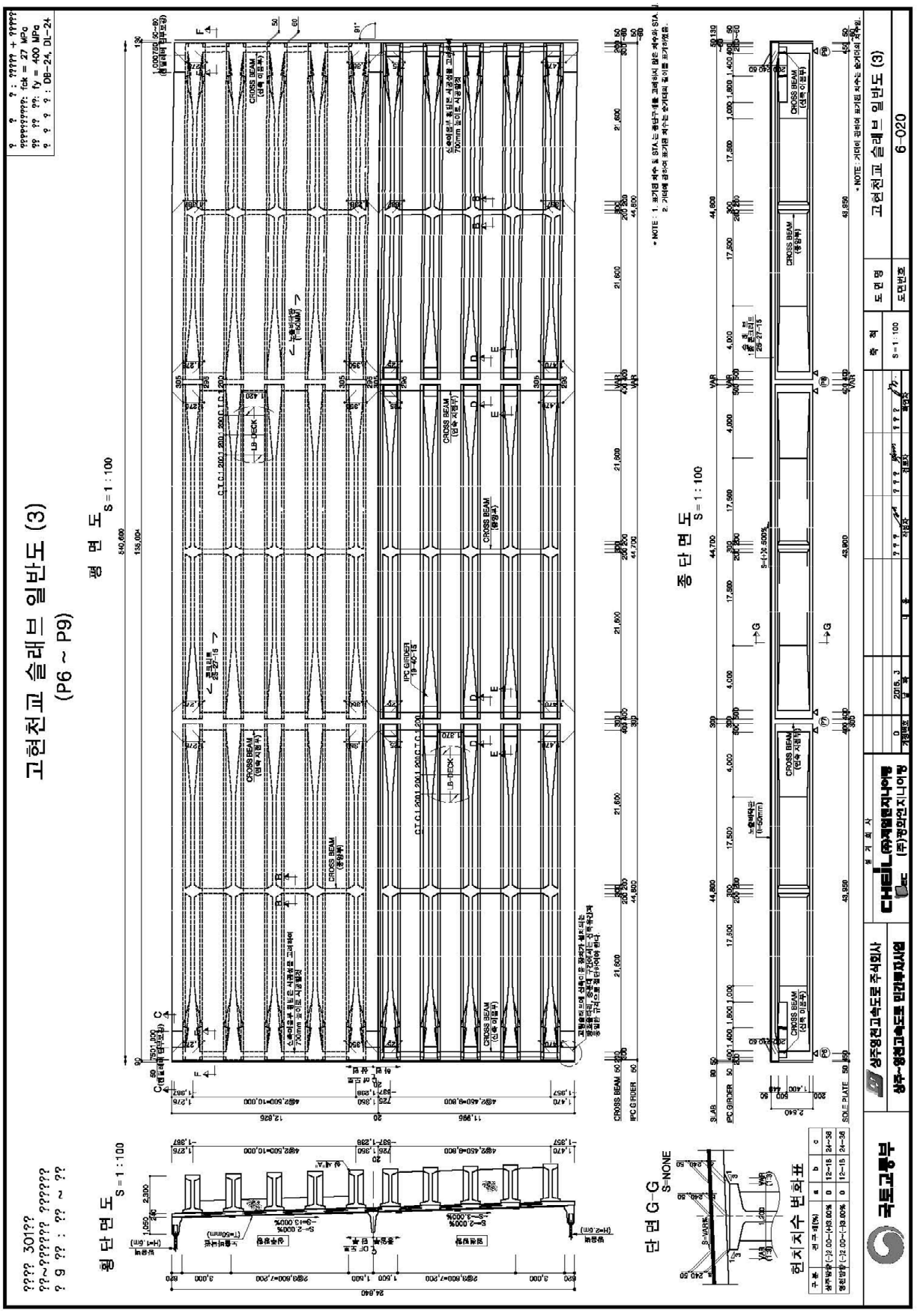
1.3.1 종·평면도

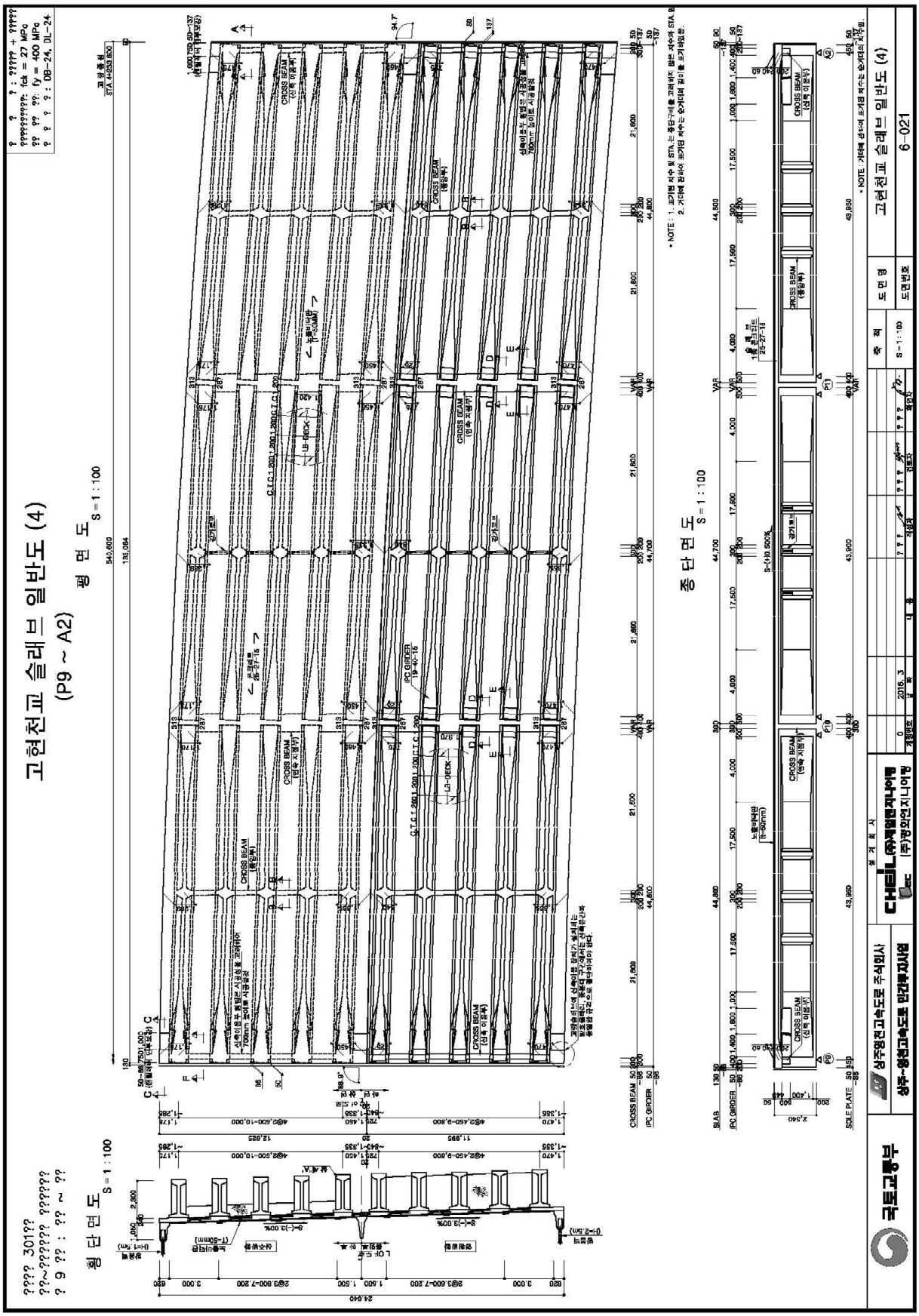


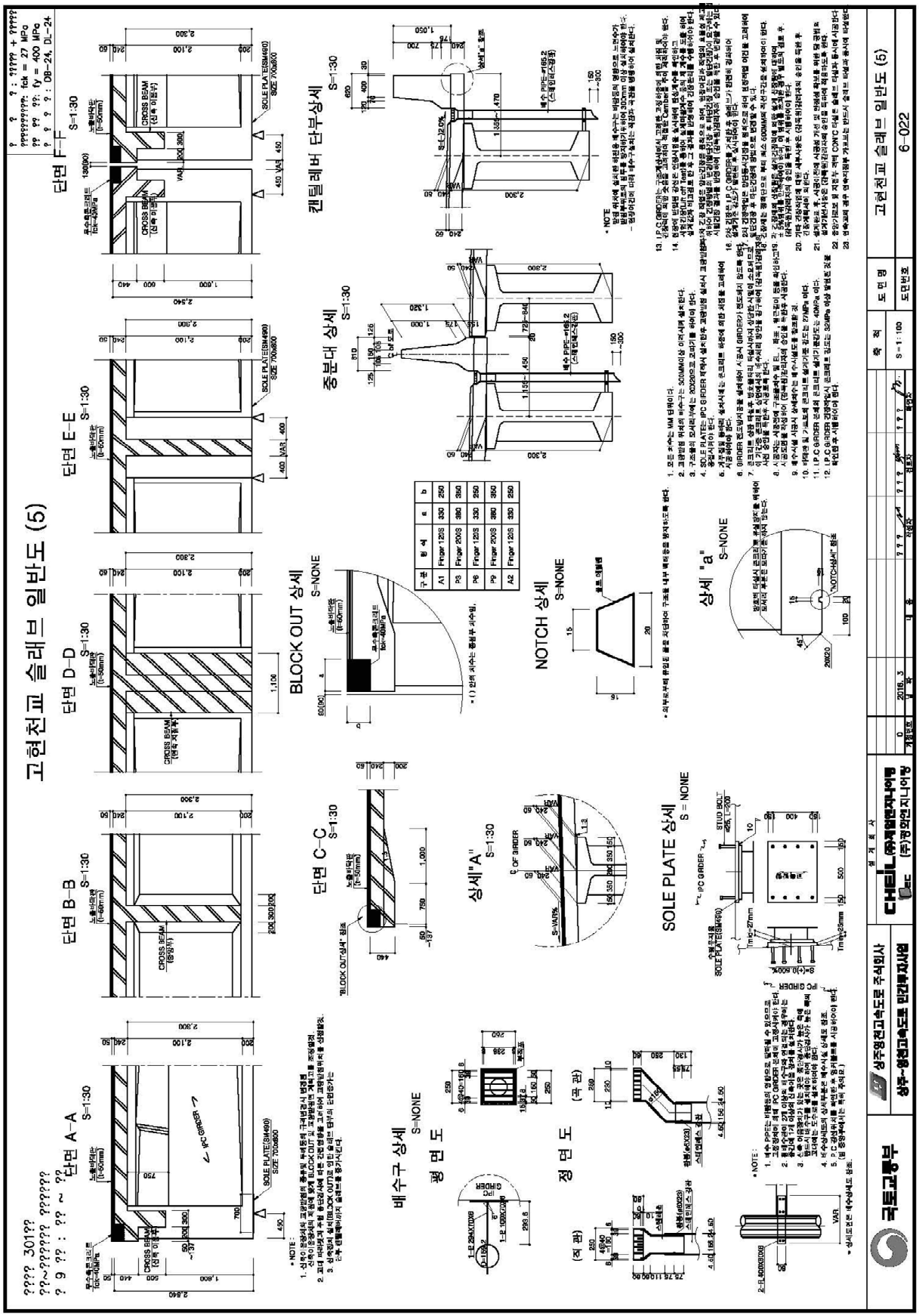
1.3.2 슬래브 일반도


고현천교 슬래브 일반도 (1)
(A1 ~ P3)
평 면 도 S = 1 : 100
횡 단 면 도 S = 1 : 100
종 단 면 도 S = 1 : 100
국토교통부
삼주엔지니어링
(주)평화엔지니어링
고현천교 슬래브 일반도 (1)
6-018

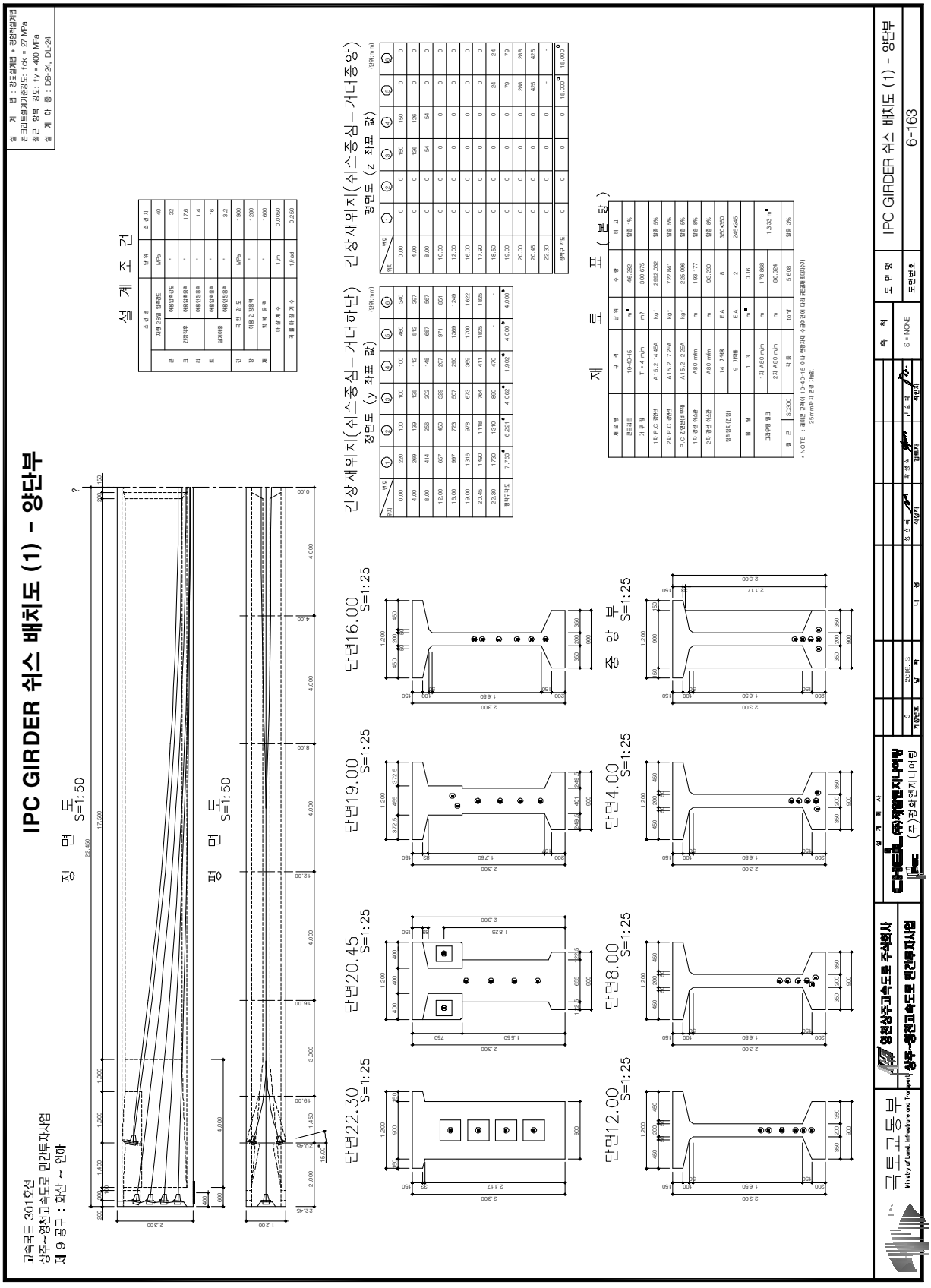

고현천교 슬래브 일반도 (2)
(P3 ~ P6)
평 면 도 S=1:100
횡 단 면 도 S=1:100
종 단 면 도 S=1:100
국토교통부
상주영천고속도로주식회사
삼주영천고속도로 민간투자사업
(주)정화엔지니어링
고현천교 슬래브 일반도 (2)
6-019

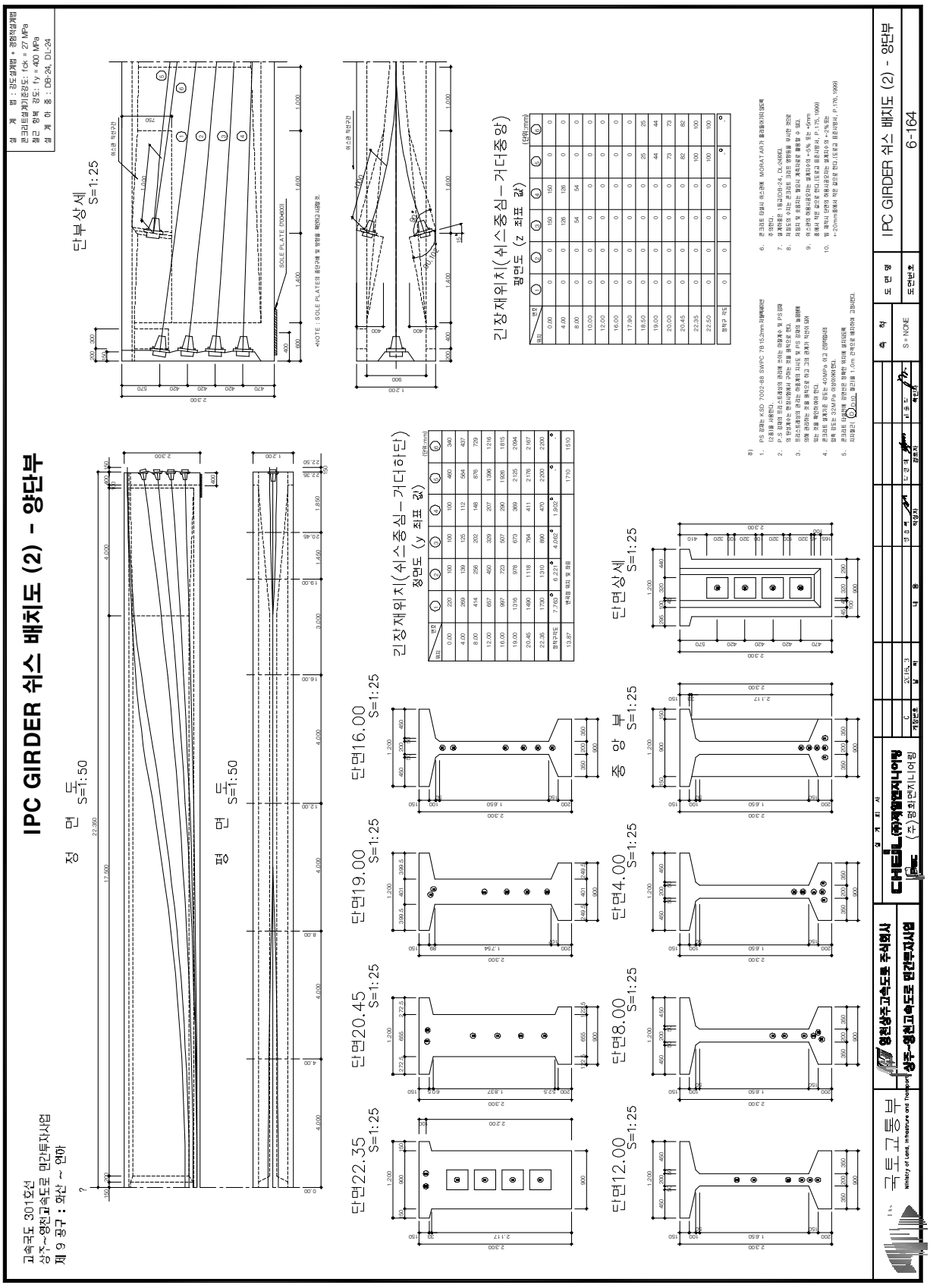

고현천교 슬래브 일반도 (3)
(P6 ~ P9)
평 면 도 S = 1 : 100
횡 단 면 도 S = 1 : 100
종 단 면 도 S = 1 : 100
단 면 G-G S=NONE
현치지수 변화표
국토교통부
상주영천고속도로 주식회사
대림E&C(주)
(주)광화엔지니어링
상주~영천고속도로 민간투자사업
고현천교 슬래브 일반도 (3)
6-020

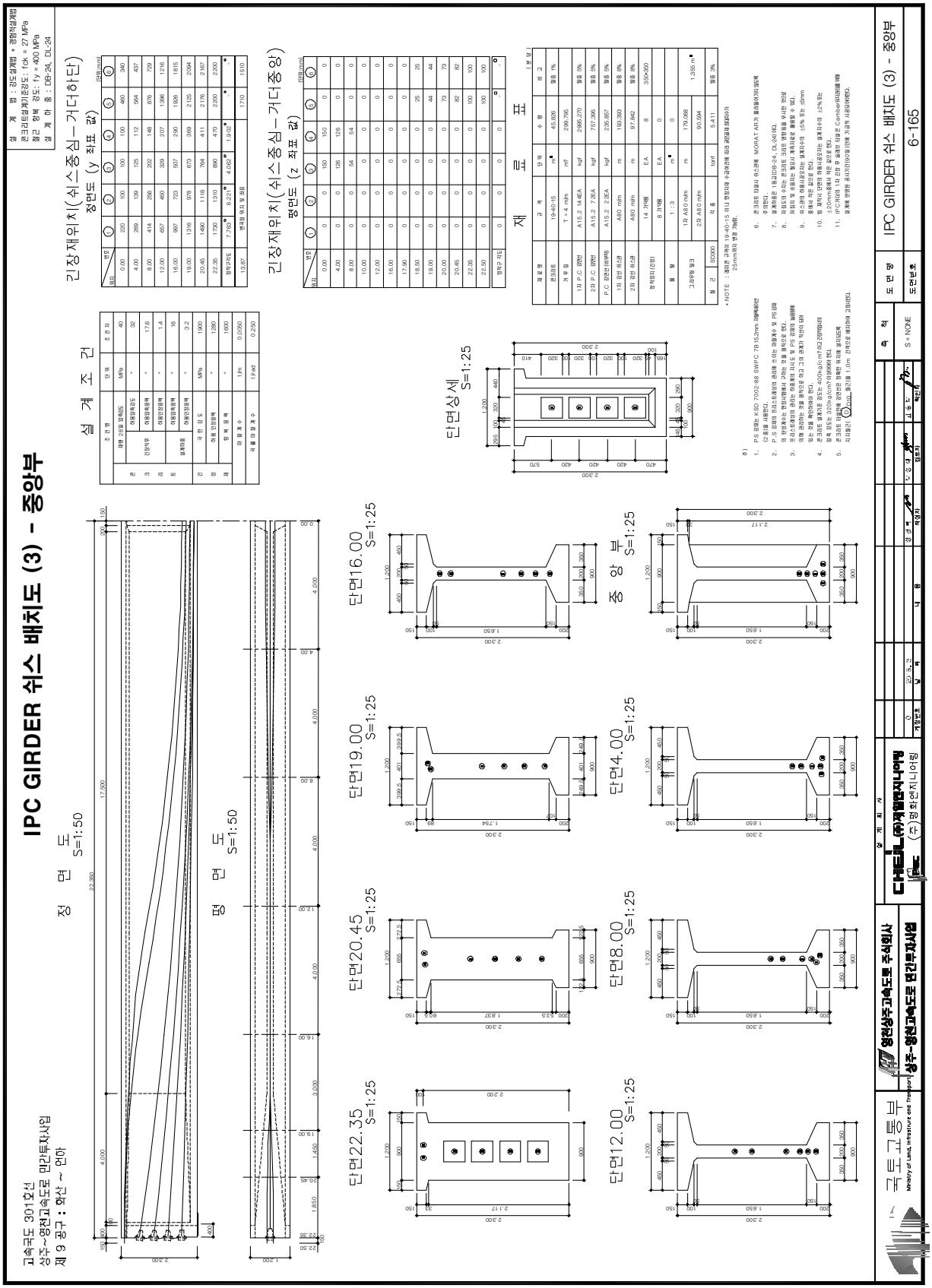

고현천교 슬래브 일반도 (4)
(P9 ~ A2)
평 면 도
S = 1 : 100
횡 단 면 도
S = 1 : 100
종 단 면 도
S = 1 : 100
국토교통부
상주영천고속도로 주식회사
상주~영천고속도로 민간투자사업
(주)유한엔지니어링
고현천교 슬래브 일반도 (4)
6-021


고현천교 슬래브 일반도 (5)
단면 A-A
단면 B-B
단면 C-C
단면 D-D
단면 E-E
단면 F-F
BLOCK OUT 상세
NOTCH 상세
캔틸레버 단부상세
중분대 상세
상세 "a"
상세 "A"
배수구 상세
SOLE PLATE 상세
평 면 도
정 면 도
상주-영천고속도로 건설공사
상주영천고속도로 민간투자사업
CHEIL 제일엔지니어링
(주)정원건지니어링
국토교통부
고현천교 슬래브 일반도 (5)
6-022

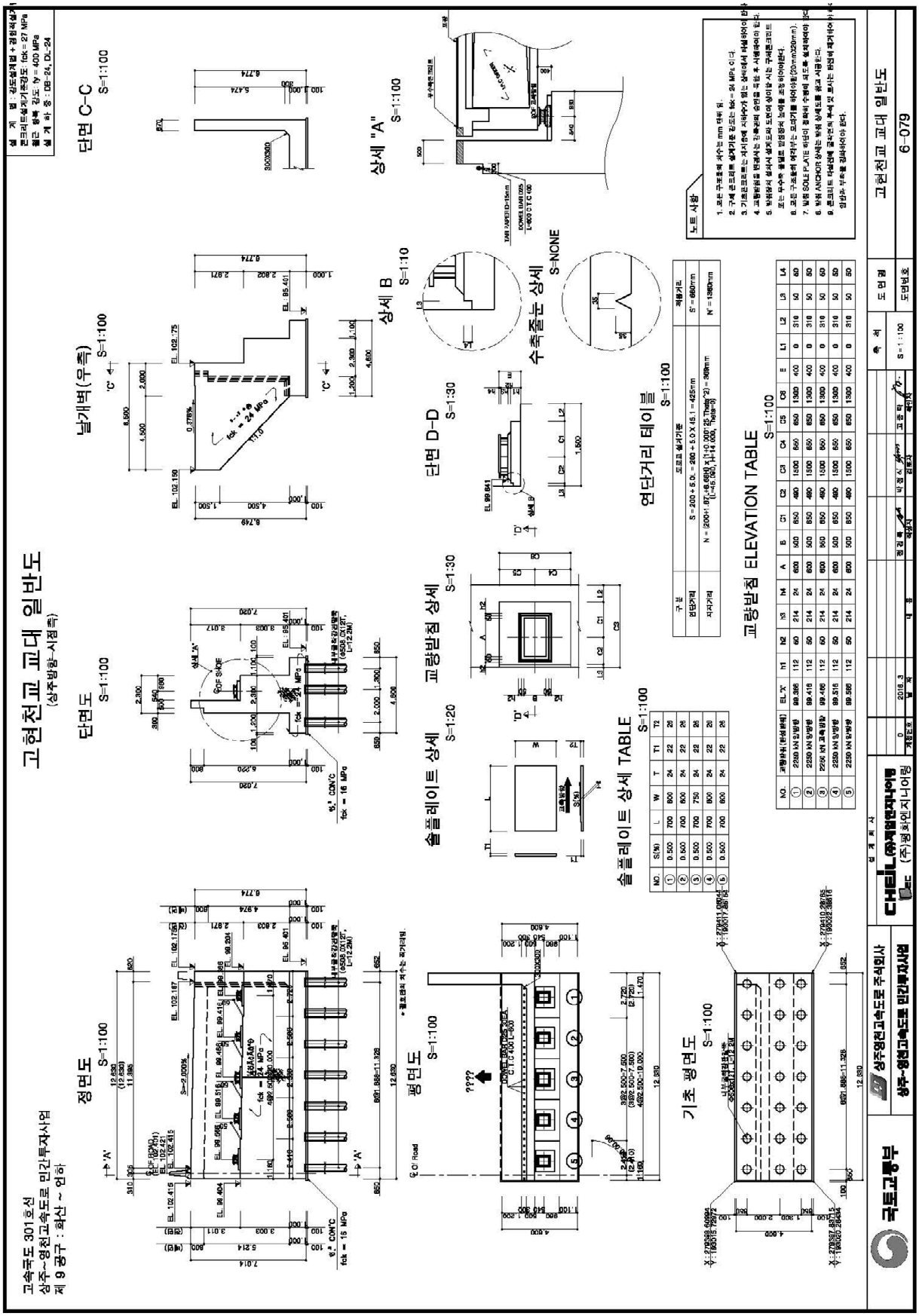
1.3.3 거더 일반도

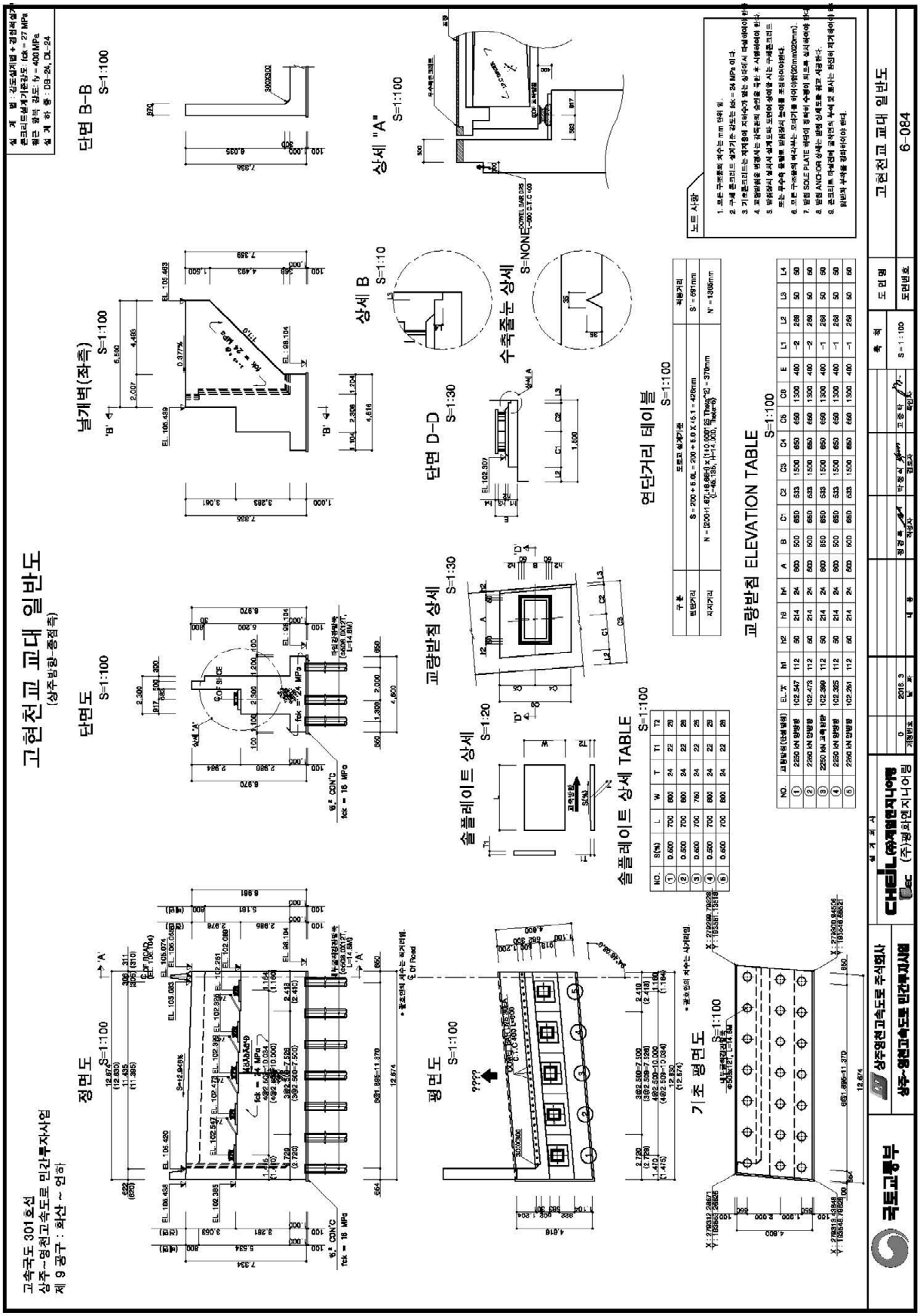

IPC GIRDER 쉬스 배치도 (1) - 양단부
정 면 도 S=1:50
평 면 도 S=1:50
설 계 조 건
재 료 표 (1본 당)
긴장재위치(쉬스중심 - 거더하단) 정면도 (y 좌표 값)
긴장재위치(쉬스중심 - 거더중앙) 평면도 (z 좌표 값)
단면22.30 S=1:25
단면20.45 S=1:25
단면19.00 S=1:25
단면16.00 S=1:25
단면12.00 S=1:25
단면8.00 S=1:25
단면4.00 S=1:25
중 앙 부 S=1:25
교속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 안하
국토교통부
영천상주고속도로 주식회사
상주-영천고속도로 민간투자사업
(주)청화엔지니어링
IPC GIRDER 쉬스 배치도 (1) - 양단부
6-163

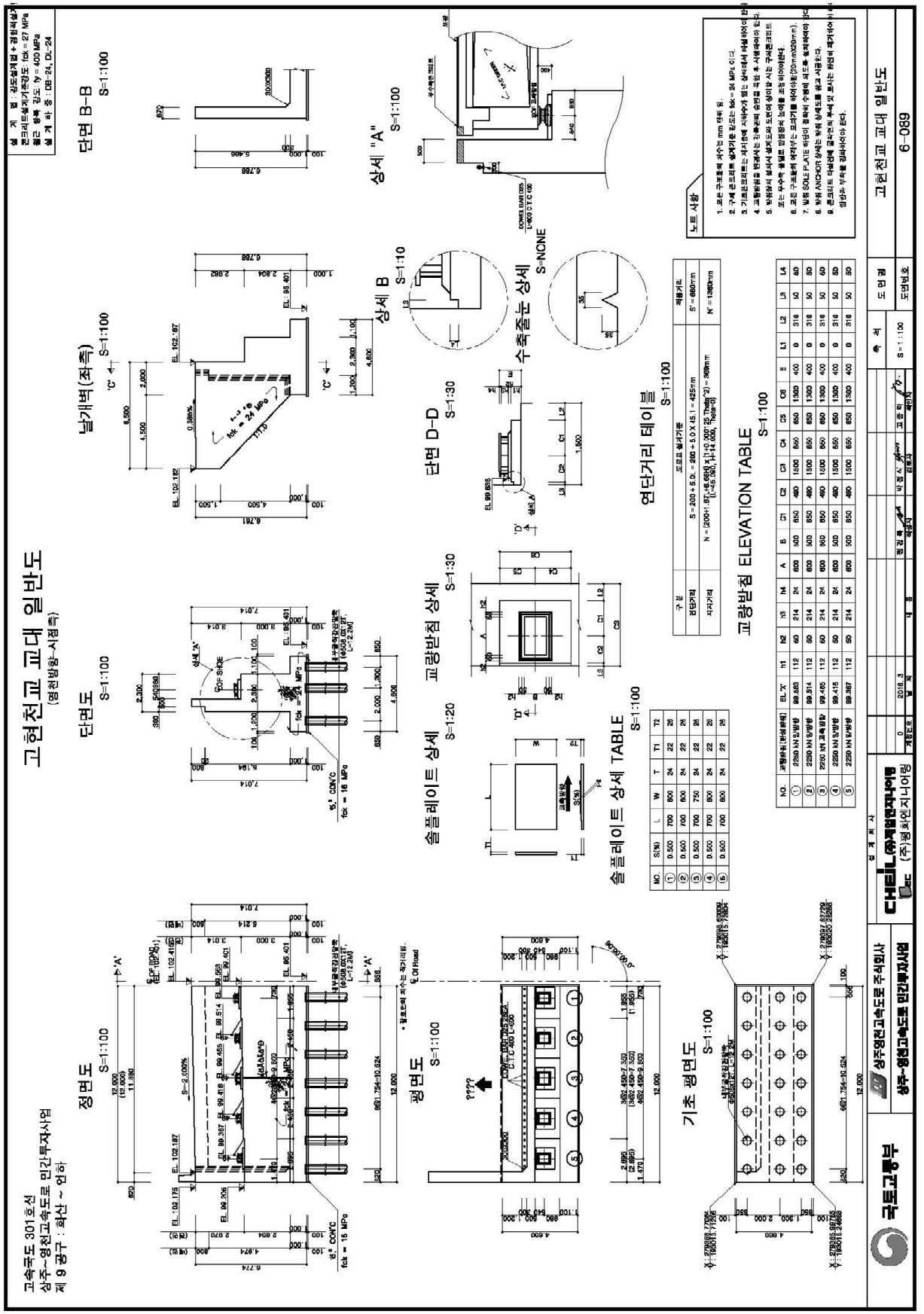

IPC GIRDER 쉬스 배치도 (2) - 양단부
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 연하
정 면 도 S=1:50
평 면 도 S=1:50
단부상세 S=1:25
긴장재위치(쉬스중심-거다하단) 정면도 (y 좌표 값)
긴장재위치(쉬스중심-거다중앙) 평면도 (z 좌표 값)
단면22.35 S=1:25
단면20.45 S=1:25
단면19.00 S=1:25
단면16.00 S=1:25
단면12.00 S=1:25
단면8.00 S=1:25
단면4.00 S=1:25
중 앙 부 S=1:25
단면상세 S=1:25
설 계 기 준
설 계 자 : (주)정림건축종합건축사사무소
CHEIL (주)제일엔지니어링
국토교통부 Ministry of Land, Infrastructure and Transport
영천상주고속도로 주식회사
상주-영천고속도로 민간투자사업
IPC GIRDER 쉬스 배치도 (2) - 양단부
6-164

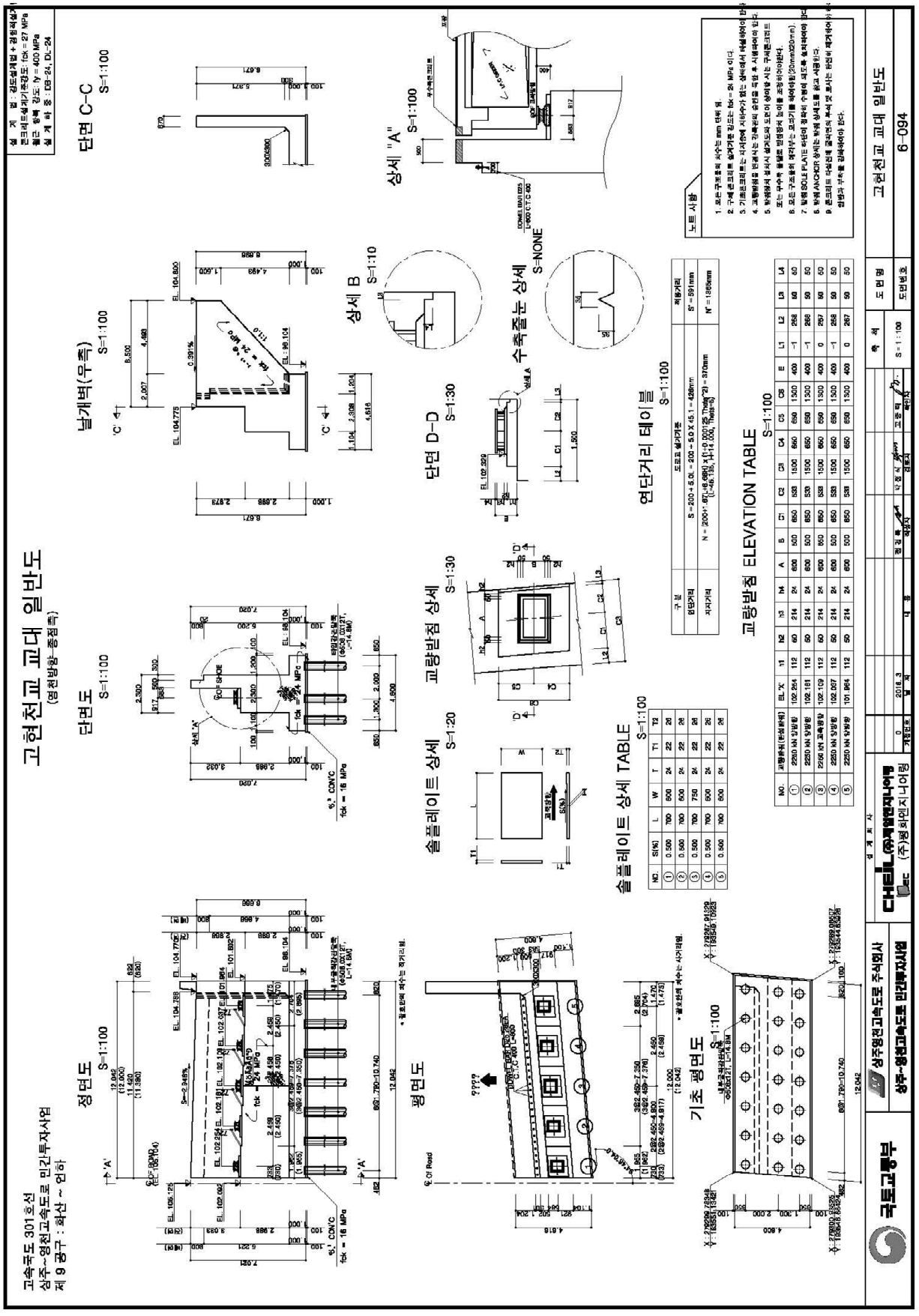

IPC GIRDER 슈스 배치도 (3) - 중앙부
정 면 도 S=1:50
평 면 도 S=1:50
단면상세 S=1:25
단면22.35 S=1:25
단면20.45 S=1:25
단면19.00 S=1:25
단면16.00 S=1:25
단면12.00 S=1:25
단면8.00 S=1:25
단면4.00 S=1:25
중 앙 부 S=1:25
긴장재위치(쉬스중심-거더하단) 정면도 (y 좌표 값)
긴장재위치(쉬스중심-거더중앙) 평면도 (z 좌표 값)
설 계 조 건
재 료 표
IPC GIRDER 슈스 배치도 (3) - 중앙부
6-165
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 안하
국토교통부
영천상주고속도로 주식회사
상주-영천고속도로 민간투자사업
CHEIL (주)제일엔지니어링
(주)정화엔지니어링

1.3.4 교대 일반도

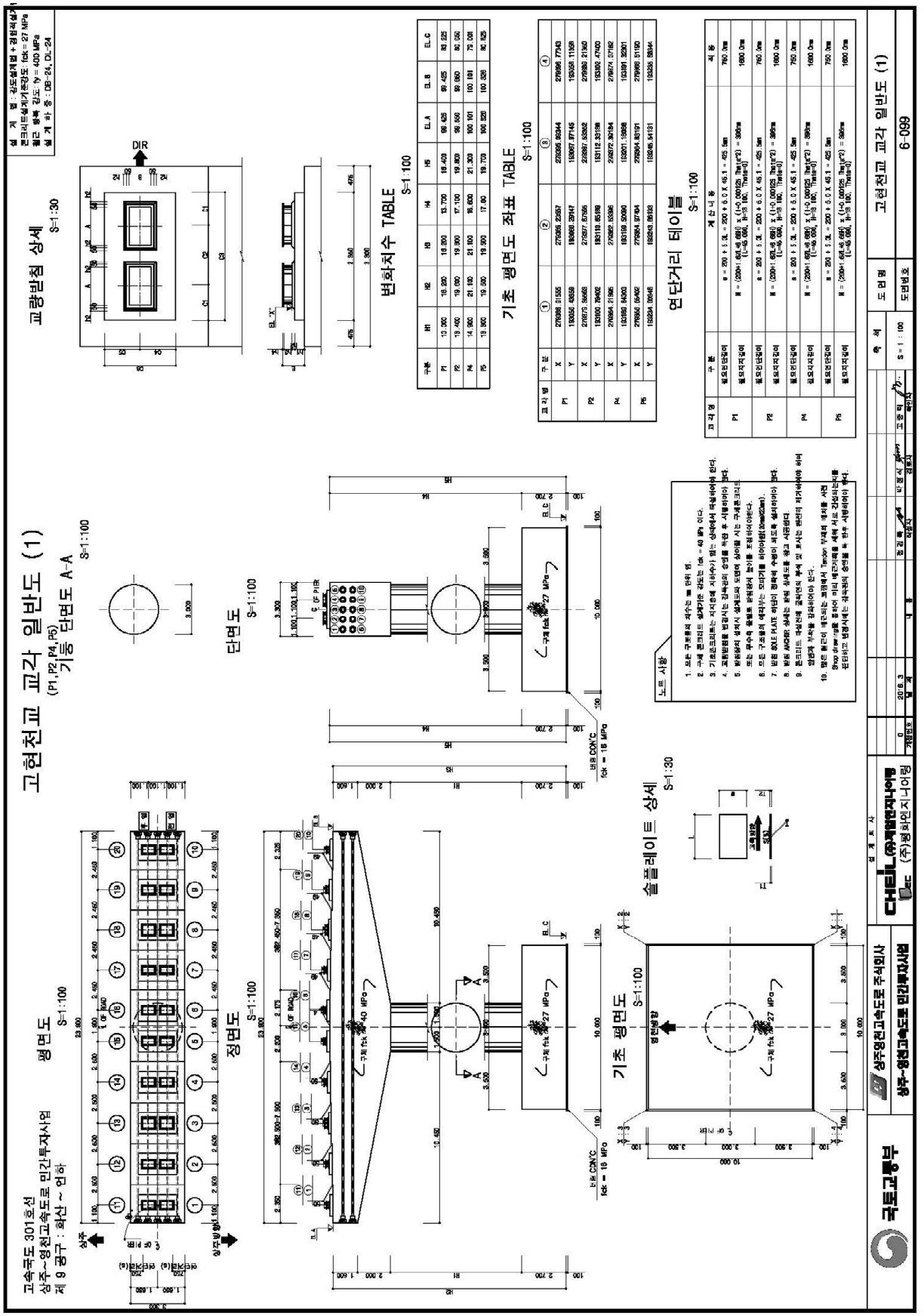

고현천교 교대 일반도
(상주방향-시점측)
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하
정면도 S=1:100
단면도 S=1:100
평면도 S=1:100
날개벽(우측) S=1:100
단면 C-C S=1:100
상세 "A" S=1:100
상세 B S=1:10
단면 D-D S=1:30
수축줄눈 상세 S=NONE
교량받침 상세 S=1:30
슬플레이트 상세 S=1:20
슬플레이트 상세 TABLE S=1:100
교량받침 ELEVATION TABLE S=1:100
연단거리 테이블 S=1:100
기초 평면도 S=1:100
노트 사항
국토교통부
상주영천고속도로㈜
상주~영천고속도로 민간투자사업
CHEIL 제일엔지니어링
(주)화인지니어링
고현천교 교대 일반도
6-079

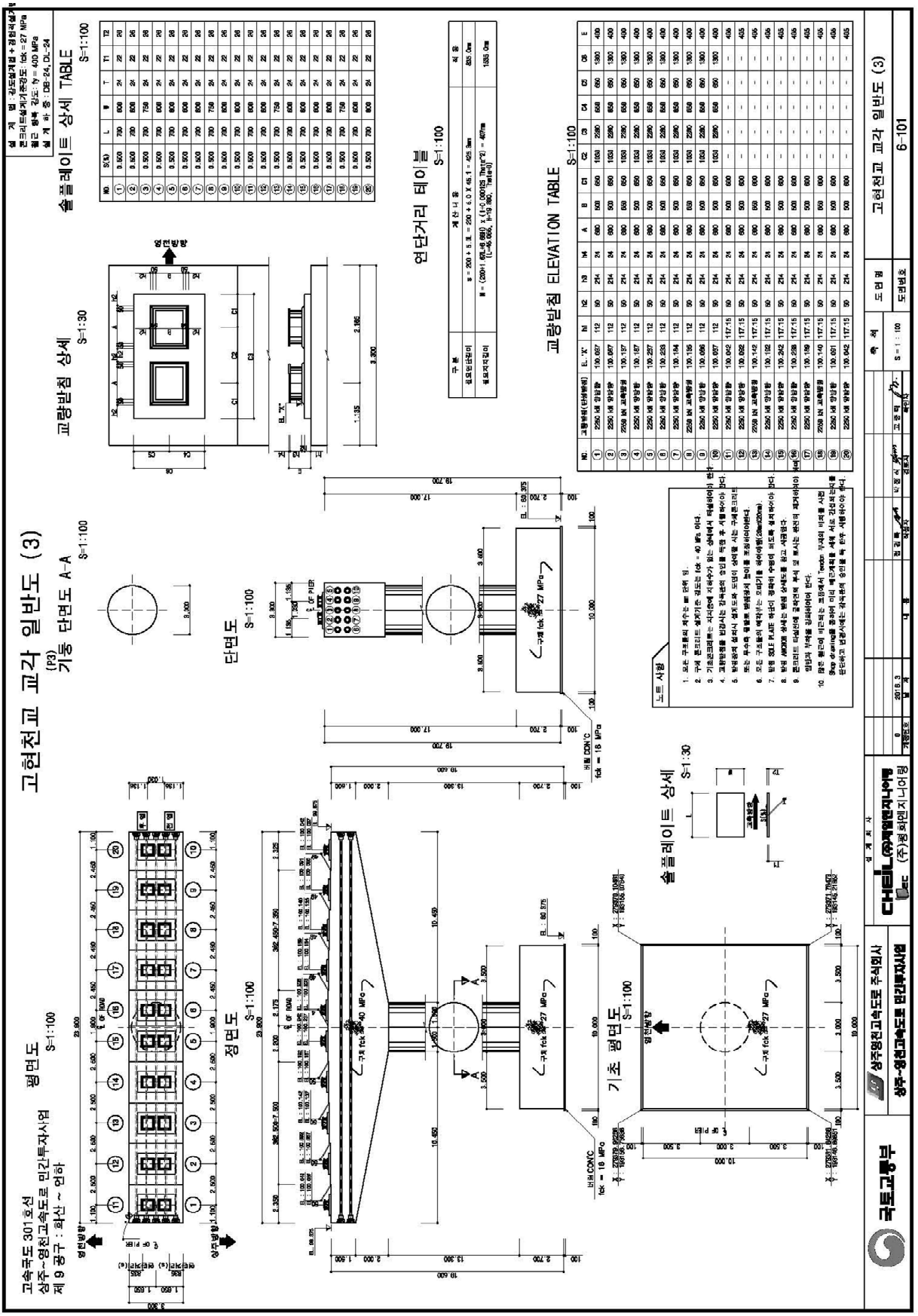

고현천교 교대 일반도
(상주방향 종점측)
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하
정면도 S=1:100
단면도 S=1:100
평면도 S=1:100
기초 평면도 S=1:100
날개벽(좌측) S=1:100
단면 B-B S=1:100
상세 "A" S=1:100
상세 B S=1:10
단면 D-D S=1:30
수축줄눈 상세 S=NONE
교량받침 상세 S=1:30
슬플레이트 상세 S=1:20
슬플레이트 상세 TABLE S=1:100
연단거리 테이블 S=1:100
교량받침 ELEVATION TABLE S=1:100
노트 사항
국토교통부
상주영천고속도로주식회사
상주~영천고속도로 민간투자사업
CHEIL 삼성물산 건설부문
(주)평화엔지니어링
고현천교 교대 일반도
도면번호 6-084


고현천교 교대 일반도
(영천방향~시점측)
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하
정면도 S=1:100
단면도 S=1:100
단면 B-B S=1:100
날개벽(좌측) S=1:100
상세 "A" S=1:100
상세 B S=1:10
단면 D-D S=1:30
수축줄눈 상세 S=NONE
솔플레이트 상세 교량받침 상세 S=1:30
솔플레이트 상세 TABLE S=1:100
연단거리 테이블 S=1:100
교량받침 ELEVATION TABLE S=1:100
기초 평면도 S=1:100
평면도 S=1:100
노트 사항
국토교통부
상주영천고속도로 주식회사
CHEIL 제일엔지니어링
(주)평화엔지니링
상주~영천고속도로 민간투자사업
고현천교 교대 일반도
도면번호 6-089


고현천교 교대 일반도
(영천방향-종점측)
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 입하
정면도 S=1:100
단면도 S=1:100
평면도 S=1:100
기초 평면도 S=1:100
날개벽(우측) S=1:100
단면 C-C S=1:100
상세 "A" S=1:100
상세 B S=1:10
단면 D-D S=1:30
수축줄눈 상세 S=NONE
솔플레이트 상세 S=1:20
교량받침 상세 S=1:30
솔플레이트 상세 TABLE S=1:100
연단거리 테이블 S=1:100
교량받침 ELEVATION TABLE S=1:100
노트사항
고현천교 교대 일반도
6-094
국토교통부
상주영천고속도로 주식회사
상주-영천고속도로 민간투자사업
(주)평화엔지니어링
CHEIL 제일엔지니어링

1.3.5 교각 일반도


고현천교 교각 일반도 (1)
(P1,P2,P4,P5) 기둥 단면도 A-A
S=1:100
교량받침 상세
S=1:30
평면도
S=1:100
정면도
S=1:100
단면도
S=1:100
기초 평면도
S=1:100
슬플레이트 상세
S=1:30
범례표 TABLE
S=1:100
기초 평면도 표 TABLE
S=1:100
연단거리 테이블
S=1:100
노트 사항
고속국도 301호선
삼주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하
국토교통부
삼주영천고속도로 주식회사
삼주~영천고속도로 민간투자사업
CHEIL 제일엔지니어링
(주)평화엔지니어링
고현천교 교각 일반도 (1)
6-099
S=1:100

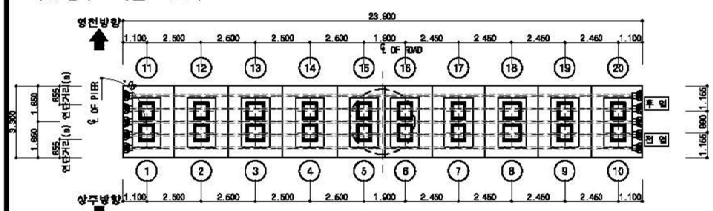

고현천교 교각 일반도 (3)
(P3) 기둥 단면도 A-A
S=1:100
교량받침 상세
S=1:30
솔플레이트 TABLE
S=1:100
연단거리 테이블
S=1:100
교량받침 ELEVATION TABLE
S=1:100
평면도
S=1:100
단면도
S=1:100
정면도
S=1:100
기초 평면도
S=1:100
솔플레이트 상세
S=1:30
노트 사항
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하
국토교통부
상주영천고속도로 주식회사
상주-영천고속도로 민간투자사업
(주)평화엔지니어링
고현천교 교각 일반도 (3)
6-101

고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 연하

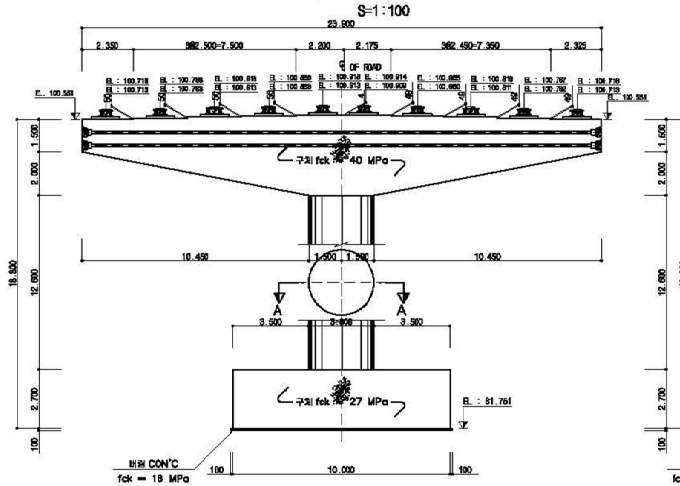
고현천교 교각 일반도 (4)

설 계 법 : 강도설계법 + 경험적설계
콘크리트설계기준강도: fck = 27 MPa
철근 항복 강도: fy = 400 MPa
설 계 하 중 : DB-24, DL-24

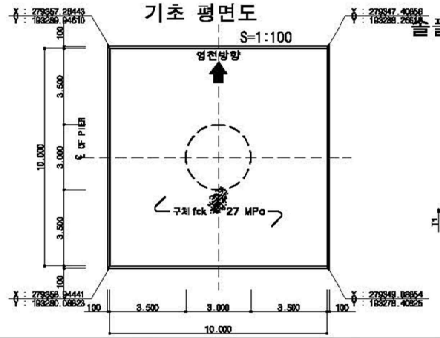
평면도
S=1:100



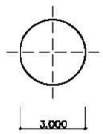
정면도
S=1:100



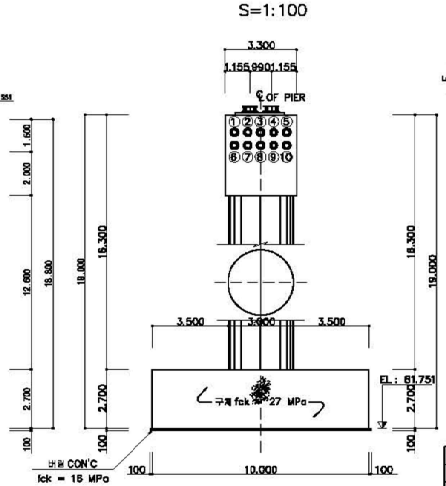
기초 평면도
S=1:100



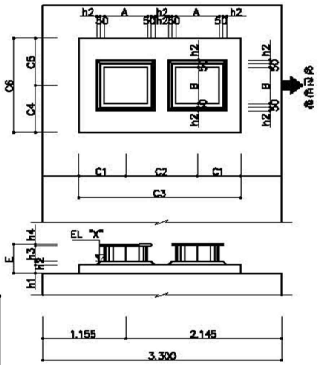
기둥(P6) 단면도 A-A
S=1:100



단면도
S=1:100



교량받침 상세
S=1:30



솔플레이트 상세 TABLE
S=1:100

NO.	S(%)	L	W	T	T1	T2
①	0.500	700	600	24	22	26
②	0.500	700	600	24	22	26
③	0.500	700	750	24	22	26
④	0.500	700	600	24	22	26
⑤	0.500	700	600	24	22	26
⑥	0.500	700	600	24	22	26
⑦	0.500	700	600	24	22	26
⑧	0.500	700	750	24	22	26
⑨	0.500	700	600	24	22	26
⑩	0.500	700	600	24	22	26
⑪	0.500	700	600	24	22	26
⑫	0.500	700	600	24	22	26
⑬	0.500	700	750	24	22	26
⑭	0.500	700	600	24	22	26
⑮	0.500	700	600	24	22	26
⑯	0.500	700	600	24	22	26
⑰	0.500	700	600	24	22	26
⑱	0.500	700	750	24	22	26
⑲	0.500	700	600	24	22	26
⑳	0.500	700	600	24	22	26

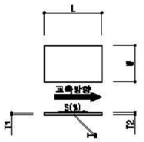
연단거리 테이블
S=1:100

구 분	계 산 내 용	적 용
필요연단길이	e = 200 + 5.0L = 200 + 5.0 X 45.0 = 425.2mm	850.0mm
필요지지길이	N = (200+1.67×6.65H) × (1+0.000125 Theta^2) = 393mm (L=45.045, R=17.855, Theta=0)	1555.0mm

교량받침 ELEVATION TABLE
S=1:100

NO.	교량받침(편심방향)	EL."X"	h1	h2	h3	h4	A	B	C1	C2	C3	C4	C5	C6	E
①	2250 kN 일방향	100.713	112	50	214	24	600	500	650	990	2240	650	850	1300	400
②	2250 kN 일방향	100.763	112	50	214	24	600	500	650	990	2240	650	850	1300	400
③	2250 kN 고측방향	100.813	112	50	214	24	600	650	650	990	2240	650	850	1300	400
④	2250 kN 일방향	100.863	112	50	214	24	600	500	650	990	2240	650	850	1300	400
⑤	2250 kN 일방향	100.913	112	50	214	24	600	500	650	990	2240	650	850	1300	400
⑥	2250 kN 일방향	100.909	112	50	214	24	600	500	650	990	2240	650	850	1300	400
⑦	2250 kN 일방향	100.860	112	50	214	24	600	500	650	990	2240	650	850	1300	400
⑧	2250 kN 고측방향	100.811	112	50	214	24	600	650	650	990	2240	650	850	1300	400
⑨	2250 kN 일방향	100.762	112	50	214	24	600	500	650	990	2240	650	850	1300	400
⑩	2250 kN 일방향	100.713	112	50	214	24	600	500	650	990	2240	650	850	1300	400
⑪	2250 kN 일방향	100.718	116.95	50	214	24	600	500	600	–	–	–	–	–	405
⑫	2250 kN 일방향	100.768	116.95	50	214	24	600	500	600	–	–	–	–	–	405
⑬	2250 kN 고측방향	100.818	116.95	50	214	24	600	650	600	–	–	–	–	–	405
⑭	2250 kN 일방향	100.868	116.95	50	214	24	600	500	600	–	–	–	–	–	405
⑮	2250 kN 일방향	100.918	116.95	50	214	24	600	500	600	–	–	–	–	–	405
⑯	2250 kN 일방향	100.914	116.95	50	214	24	600	500	600	–	–	–	–	–	405
⑰	2250 kN 일방향	100.865	116.95	50	214	24	600	500	600	–	–	–	–	–	405
⑱	2250 kN 고측방향	100.816	116.95	50	214	24	600	650	600	–	–	–	–	–	405
⑲	2250 kN 일방향	100.767	116.95	50	214	24	600	500	600	–	–	–	–	–	405
⑳	2250 kN 일방향	100.718	116.95	50	214	24	600	500	600	–	–	–	–	–	405

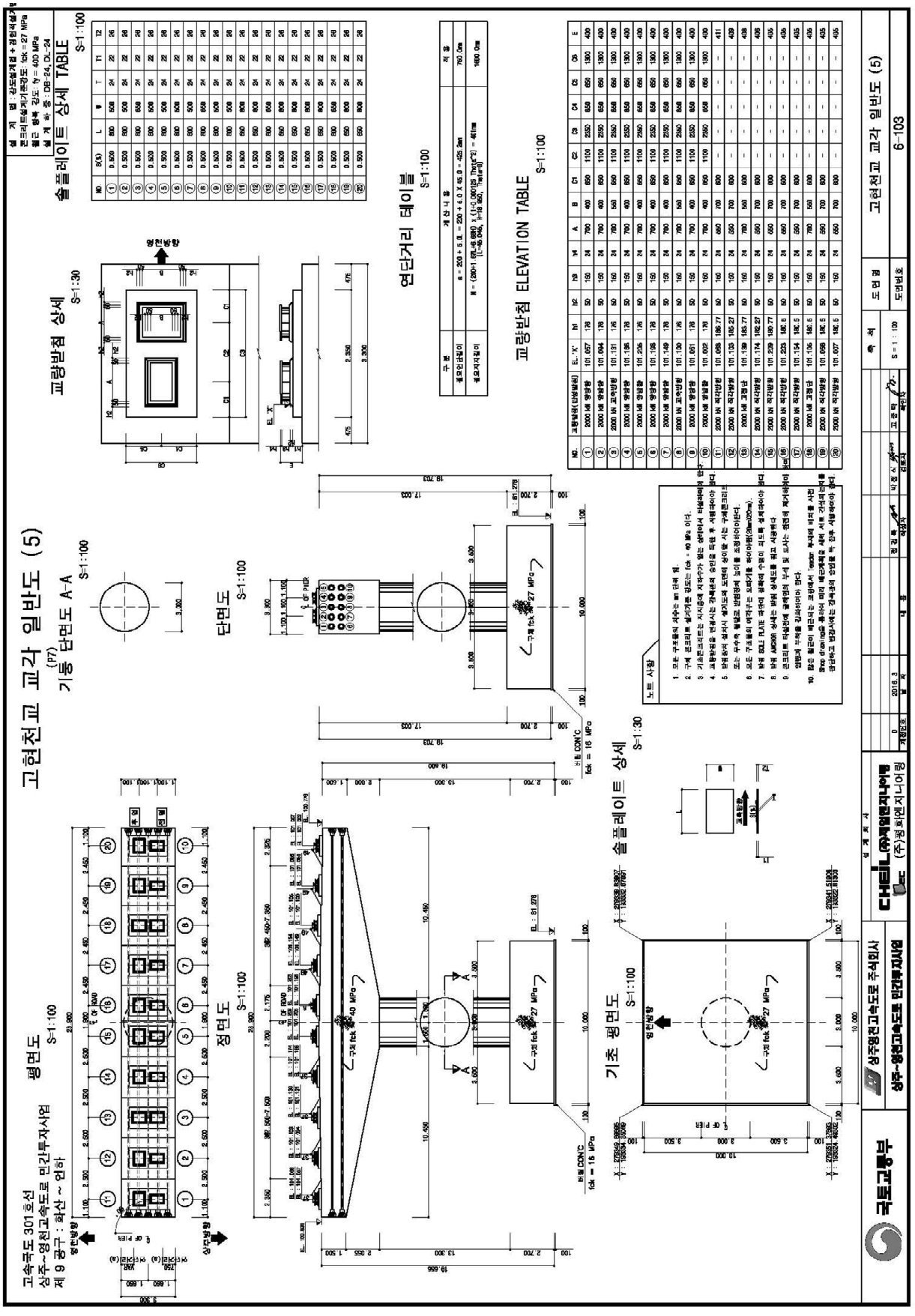
솔플레이트 상세
S=1:30

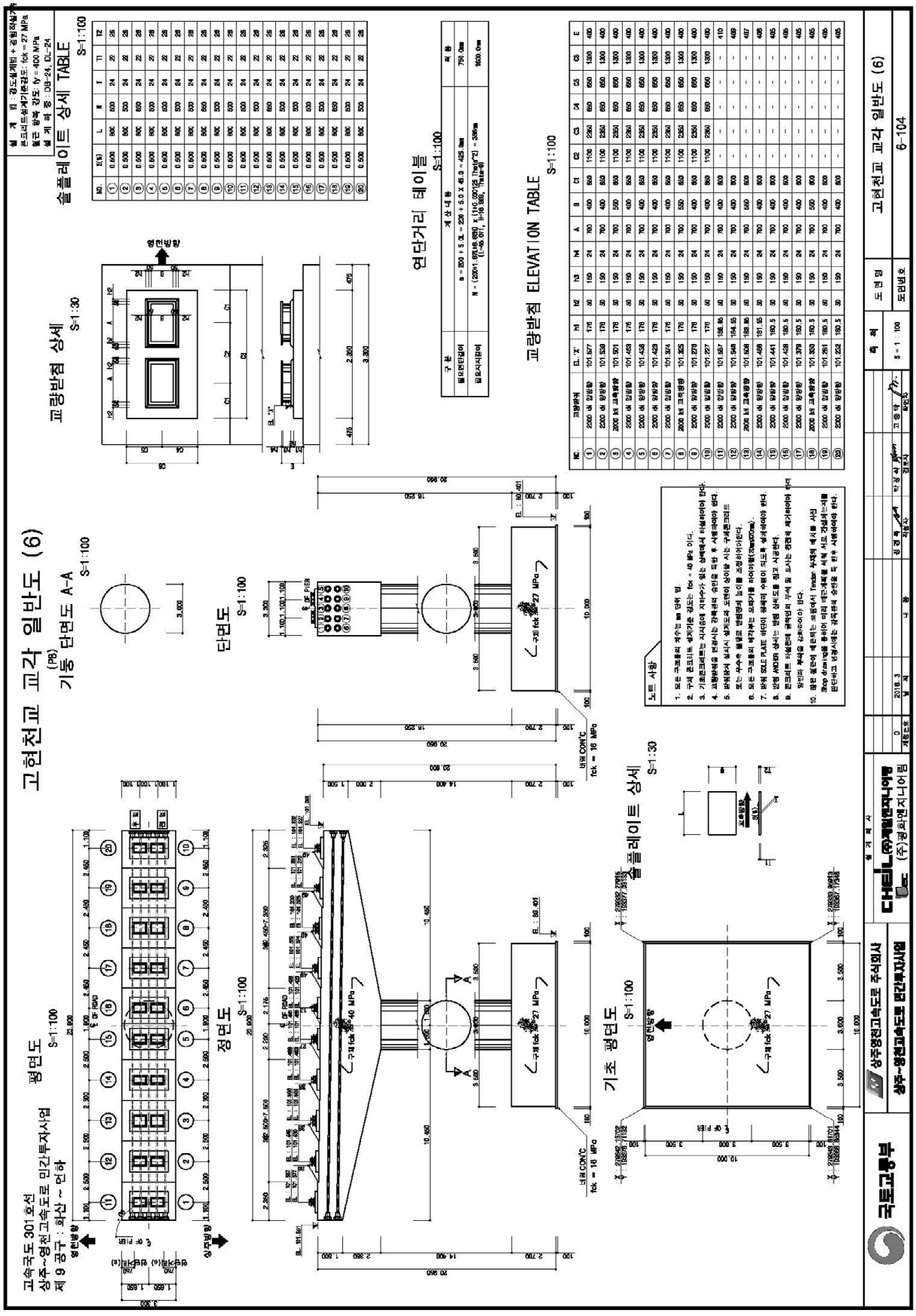


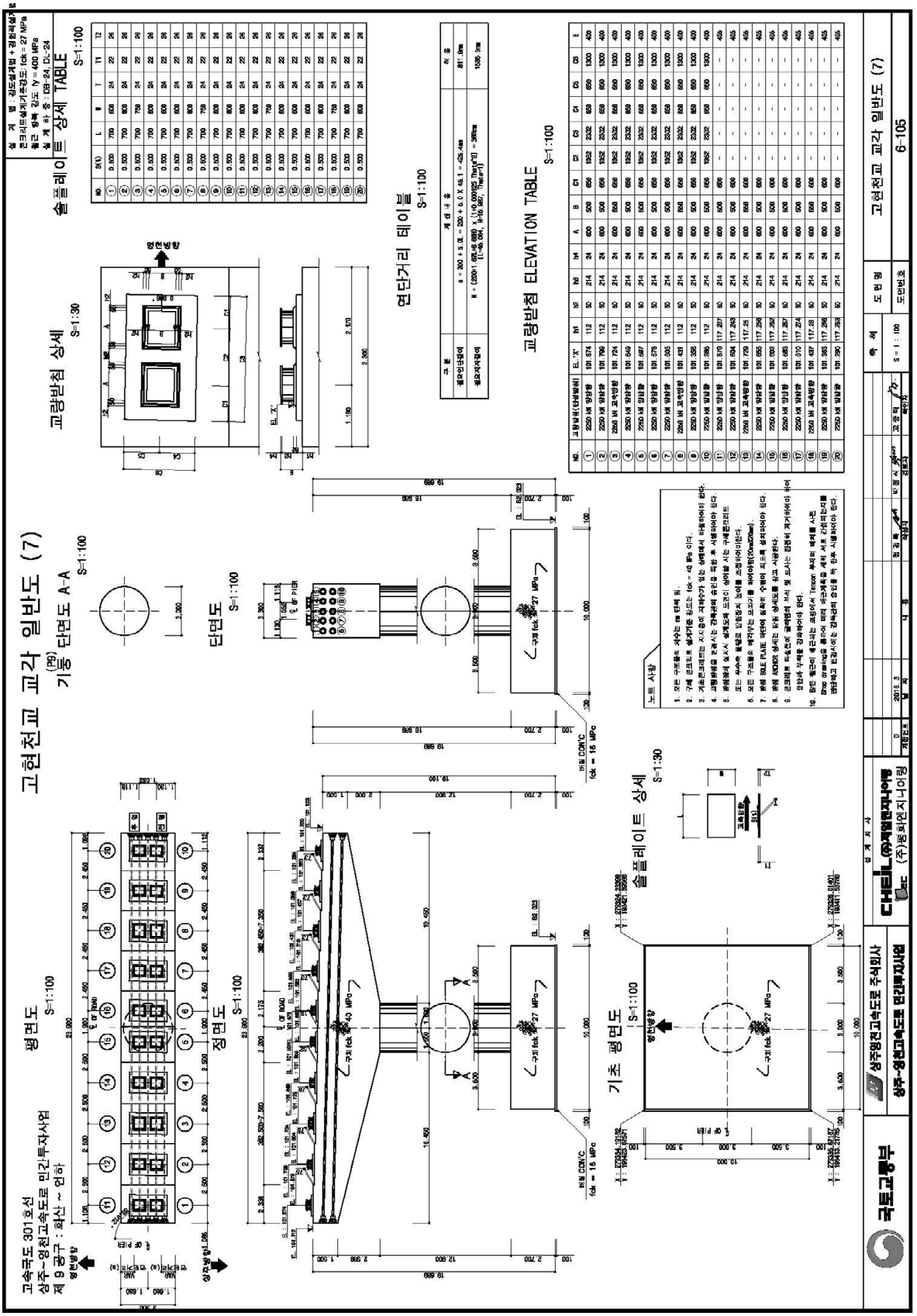
노트 사항

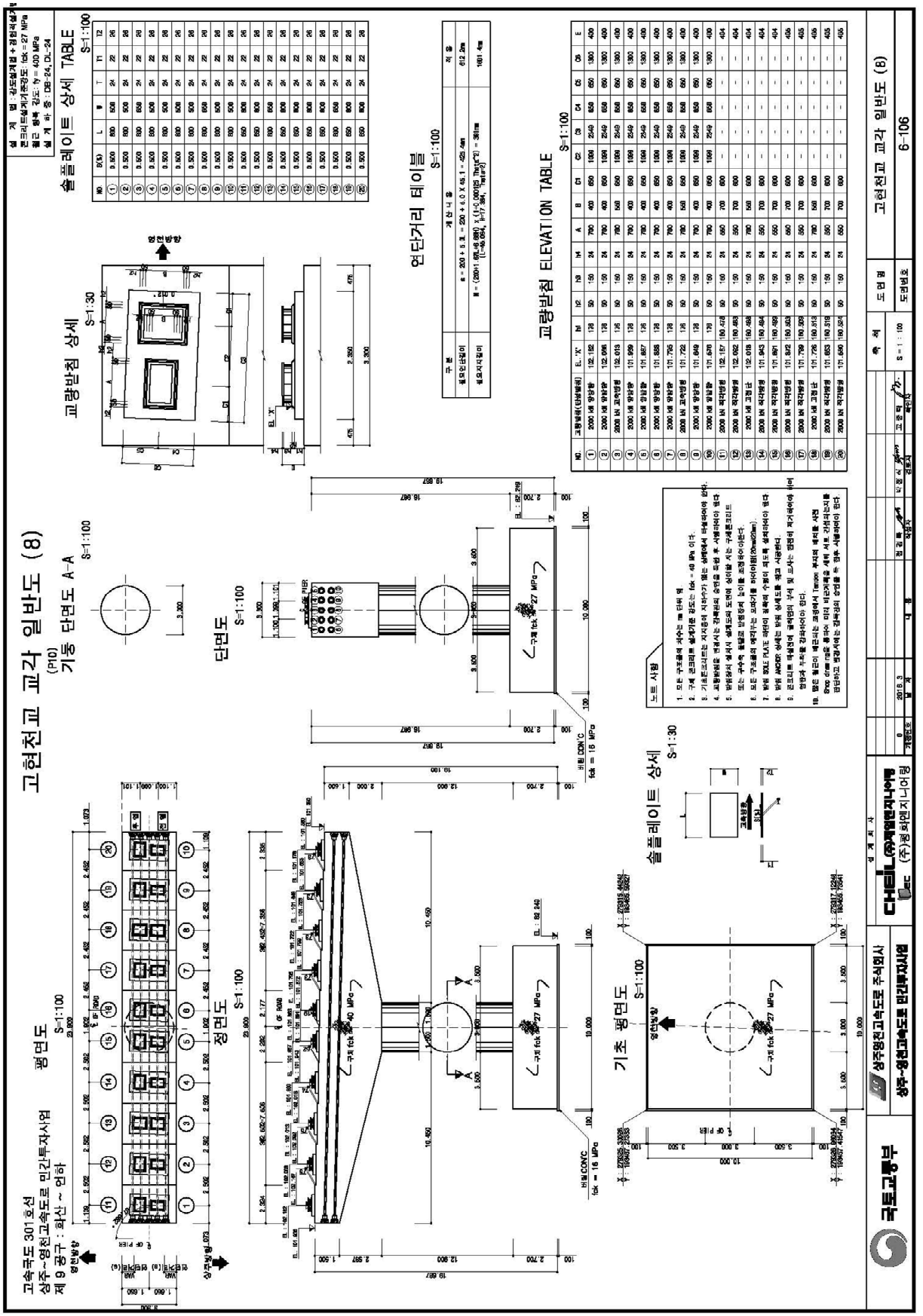
1. 모든 구조물의 치수는 mm 단위 임.
2. 구체 콘크리트 설계기준 강도는 fck = 40 MPa 이다.
3. 기초콘크리트는 지지층에 지하수가 닿는 상태에서 타설하여야 한다.
4. 교량방향을 변경시는 감독관의 승인을 득한 후 시행하여야 한다.
5. 별첨없의 설계서 설계도에 도면이 상이할 시는 구체콘크리트 또는 무수축 몰탈로 별첨없이 높이를 조정하여야한다.
6. 모든 구조물의 여작부는 모따기를 하여야함(C20mmX20mm).
7. 별첨 SOLE PLATE 하단이 평탄히 수평이 되도록 설치하여야 한다.
8. 별첨 ANCHOR 상세는 된림 상세도를 참고 시공한다.
9. 콘크리트 레벨링이 균열면의 부식 및 보사는 완전히 제거하여야 하며 철근과 부착을 강화하여야 한다.
10. 앞든 철근이 배근되는 도면에서 Tendon 부재의 배치를 사전 Shop drawing을 통하여 미리 배근계획을 세워 세로 간섭되는지를 판단하고 변경시에는 감독관의 승인을 득 한후 시행하여야 한다.

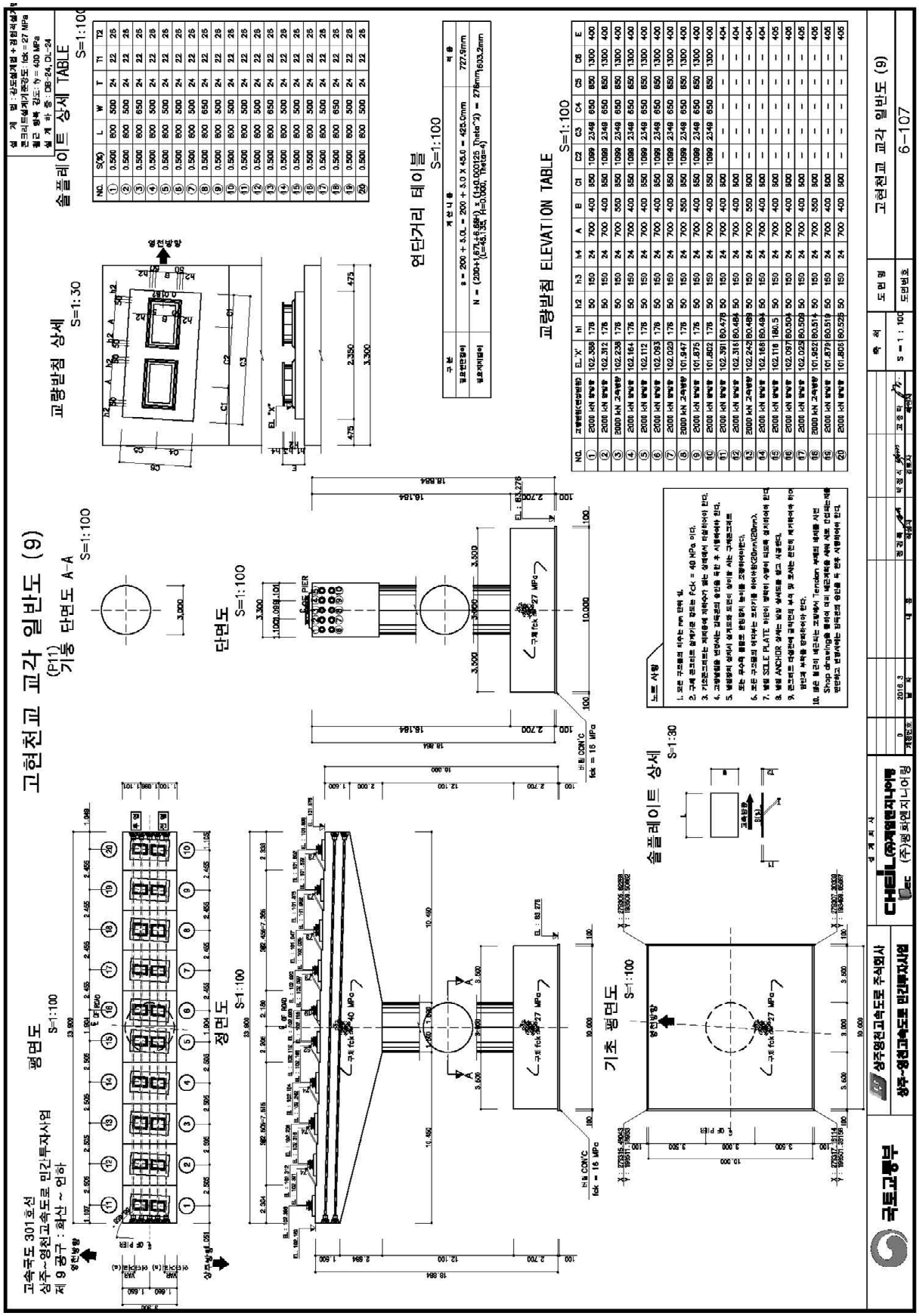
국토교통부	상주영천고속도로 주식회사 / 상주~영천고속도로 민간투자사업	설계회사 CHEIL(주)제일엔지니어링 / (주)평화엔지니어링	0 개정번호	2018. 3 날 짜	내 용	검 토	작성자	검토자	확인자	축 척 S = 1 : 100	도면명 고현천교 교각 일반도 (4)	도면번호 6-102


고현천교 교각 일반도 (5)
기둥 단면도 A-A (P7)
S=1:100
교량받침 상세
S=1:30
솔플레이트 상세 TABLE
S=1:100
연단거리 테이블
S=1:100
교량받침 ELEVATION TABLE
S=1:100
평면도
S=1:100
단면도
S=1:100
정면도
S=1:100
기초 평면도
S=1:100
솔플레이트 상세
S=1:30
노트 사항
고속국도 30I 호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 안하
국토교통부
상주영천고속도로 주식회사
상주-영천고속도로 민간투자사업
(주)평화엔지니어링
고현천교 교각 일반도 (5)
6-103

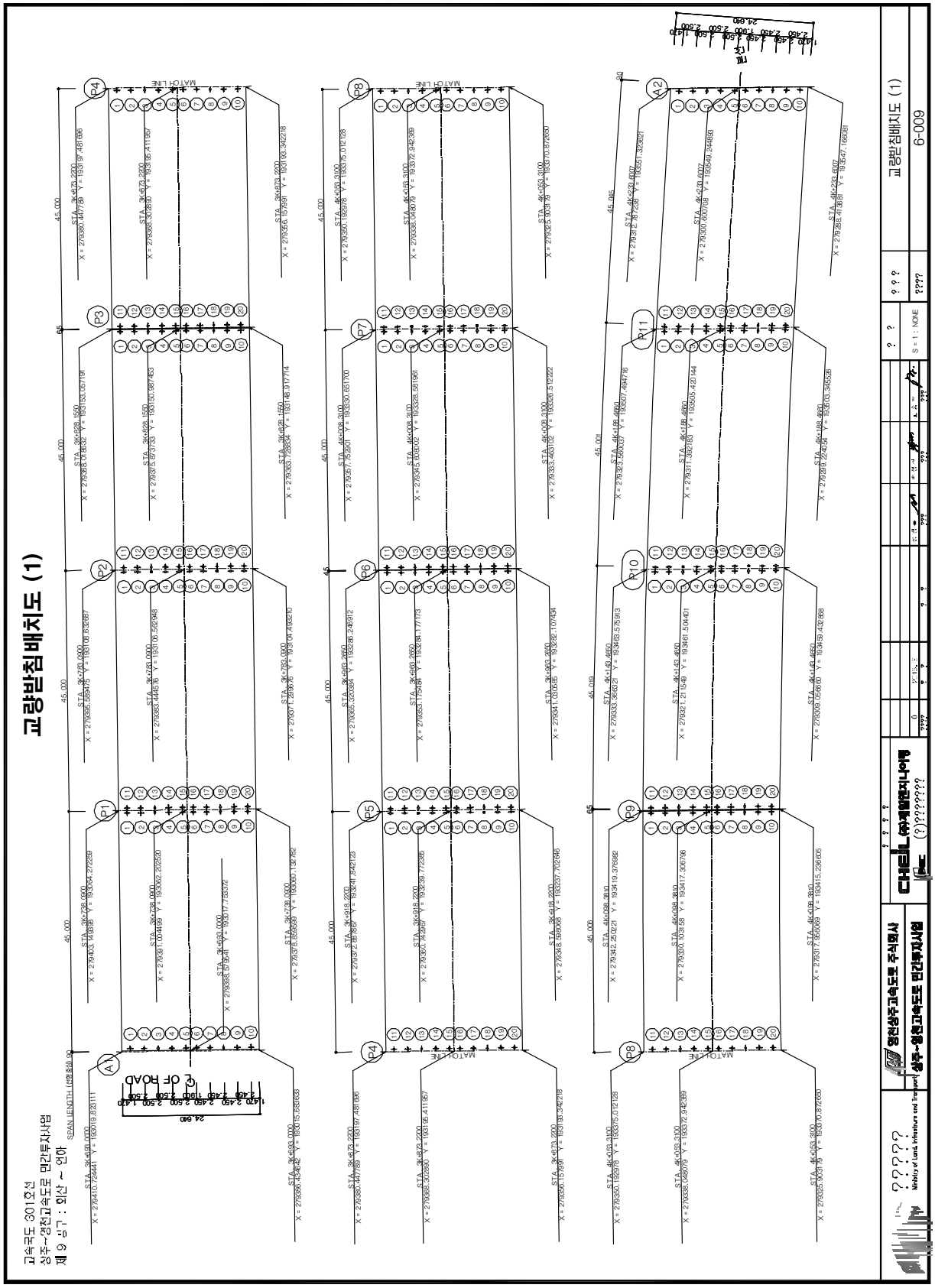

고현천교 교각 일반도 (6)
(PB) 기둥 단면도 A-A
S=1:100
평면도
S=1:100
정면도
S=1:100
단면도
S=1:100
교량받침 상세
S=1:30
슬플레이트 상세
S=1:30
기초 평면도
S=1:100
슬플레이트 TABLE
S=1:100
교량받침 ELEVATION TABLE
S=1:100
연단거리 테이블
S=1:100
도트 사항
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하
국토교통부
상주영천고속도로 주식회사
상주~영천고속도로 민간투자사업
CHEIL 건설엔지니어링
(주)광화엔지니어링
고현천교 교각 일반도 (6)
6-104


고현천교 교각 일반도 (7)
6-105
국토교통부
상주영천고속도로 주식회사
상주~영천고속도로 민간투자사업
(주)평화엔지니어링
CHEIL 제일엔지니어링
고현천교 교각 일반도 (7)
교량발침 상세
S=1:30
슬플레이트 상세 TABLE
S=1:100
연단거리 테이블
S=1:100
교량발침 ELEVATION TABLE
S=1:100
노트 사항
평면도
S=1:100
단면도
S=1:100
A-A 단면도
S=1:100
기초 평면도
S=1:100
슬플레이트 상세
S=1:30
정면도
S=1:100


고현천교 교각 일반도 (8)
(P10)
기둥 단면도 A-A
S=1:100
교량받침 상세
S=1:30
연단거리 테이블
S=1:100
교량받침 ELEVATION TABLE
S=1:100
솔플레이트 TABLE
S=1:100
단면도
S=1:100
정면도
S=1:100
평면도
S=1:100
기초 평면도
S=1:100
솔플레이트 상세
S=1:30
노트 사항
고속철용
일반철용
고현천교 교각 일반도 (8)
6-106
국토교통부
삼주정천고속도로 주식회사
삼주-정천고속도로 민간투자사업
CHEIL 삼성엔지니어링
(주)평화엔지니어링
고현천교
제 9 공구 : 화산 ~ 안하
고속국도 301호선
삼주~정천고속도로 민간투자사업


고현천교 교각 일반도 (9)
(P11) 기둥 단면도 A-A
S=1:100
교량받침 상세
S=1:30
솔플레이트 상세 TABLE
S=1:100
단면도
S=1:100
평면도
S=1:100
정면도
S=1:100
기초 평면도
S=1:100
솔플레이트 상세
S=1:30
언단거리 테이블
S=1:100
교량받침 ELEVATION TABLE
S=1:100
노트 사항
고현천교 교각 일반도 (9)
6-107
국토교통부
상주영천고속도로 주식회사
상주~영천고속도로 민간투자사업
CHEIL (주)제일엔지니어링
(주)평화엔지니어링

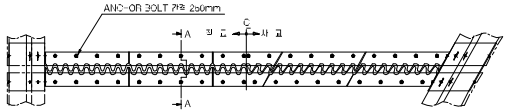
1.3.6 교량받침 배치도


교량받침배치도 (1)
6-009
교량받침배치도 (1)
교속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 외산 ~ 언하
SPAN LENGTH (CENTER TO CENTER)
P1
P2
P3
P4
P5
P6
P7
P8
P9
A1
A2
R10
R11
MATCH LINE
℄ OF ROAD
24.660
45.000
45.019
45.065
S = 1 : NONE
상주-영천고속도로 민간투자사업
Ministry of Land, Infrastructure and Transport

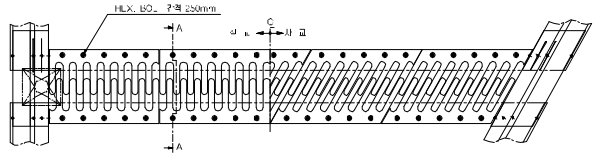
교속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 연아

신축이음장치 상세도
(FINGER – TYPE)

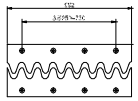
UCF-50~100 S
평 면 도



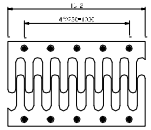
UCF-120~600 S
평 면 도



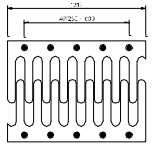
UCF-50~100 S



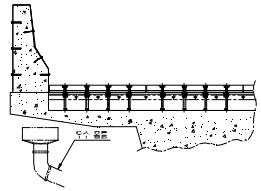
UCF-120~350 S



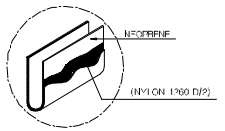
UCF-400~600 S



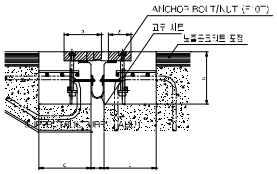
횡단면도



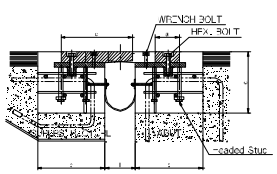
고무 시트 상세



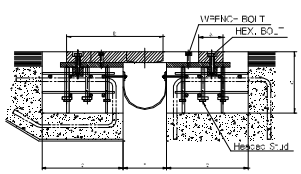
단면 A-A



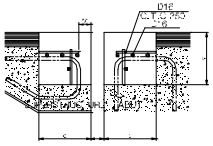
단면 A-A



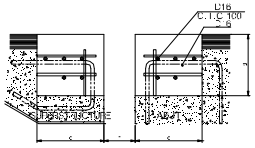
단면 A-A



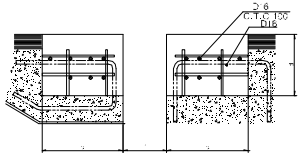
설치 단면 상세도



설치 단면 상세도



설치 단면 상세도



신축이음장치 제원표

(단위 : mm)

신축량	최대설계폭 W (주1)	g	b	BLOCK OUT a	BLOCK OUT d	BOLT	f 최소	f 표준	f 최대	ELEMENT 간 격	예상중량 (kg/m)
UCF-50 S	50	130	195	300	230	M16	30	55	80	992	102
UCF-75 S	75	130	220	310	230	M16	77.5	65	102.5	992	138
UCF-80 S	80	130	225	310	230	M16	30	70	110	992	140
UCF-100 S	100	130	245	330	230	M16	30	80	130	992	174
UCF-120 S	120	145	295	330	250	M16	30	90	150	1312	200
UCF-150 S	150	145	325	350	250	M20	30	105	180	1312	277
UCF-200 S	200	145	375	380	350	M20	30	130	230	1312	333
UCF-250 S	250	145	425	430	350	M20	60	155	310	1312	386
UCF-300 S	300	145	475	480	350	M22	60	210	360	1312	440
UCF-350 S	350	145	525	485	350	M22	60	235	410	1312	497
UCF-400 S	400	145	575	485	350	M24	60	260	460	1312	551
UCF-450 S	450	145	625	535	350	M24	60	285	510	1312	587
UCF-500 S	500	145	675	585	350	M24	60	310	560	1312	624
UCF-550 S	550	145	725	550	350	M24	75	350	625	1312	658
UCF-600 S	600	145	775	570	350	M24	100	400	700	1312	689

※ 1. ※ 제원은 설계시 표준온도(15 °C) 상태의 치수임.
2. 시설내 여건에는 신축거동영향시 확인하에 ± α 정지의 형상이나 형상은 변경될 수 있음.

재료 및 제원표

(단위 : MPa)

구분 / 제원	UCF-50 S	UCF-75 S	UCF-80 S	UCF-100 S	UCF-120 S	UCF-150 S	UCF-200 S	UCF-250 S	UCF-300 S	UCF-350 S	UCF-400 S	UCF-450 S	UCF-500 S	UCF-550 S	UCF-600 S
녹아 설계	0.132M²	0.130M²	0.130M²	0.125M²	0.173M²	0.168M²	0.273M²	0.268M²	0.263M²	0.258M²	0.353M²	0.348M²	0.343M²	0.338M²	0.333M²
고 정	0.00M²	0.00M²	0.00M²	0.00M²	0.00M²	0.00M²	0.00M²	0.00M²	0.00M²	0.00M²	0.00M²	0.00M²	0.00M²	0.00M²	0.00M²
보행로(좌)	6.8KN/m	16.75KN/m	6.75KN/m	6.25KN/m	16.00KN/m	21.23KN/m	28.51KN/m	33.62 KN/m	34.07KN/m	25.31KN/m	52.88KN/m	55.31KN/m	39.90KN/m	54.85KN/m	34.07KN/m

국토교통부 Ministry of Land, Infrastructure and Transport	영천상주고속도로 주식회사 / 상주~영천고속도로 민간투자사업	설계회사 CHEJL (주)제일엔지니어링 / (주)평화엔지니어링	0 개정번호	2016. 3 날 짜	내 용	검토자	책임자	검토자	확인자	축 척 S = NON	도면명	신축이음장치 상세도
											도면번호	6-183

2장 외관조사

2.1 부재별 외관조사

2.2 교량받침 조사

2.3 신축이음 유간 조사

제 2 장 외 관 조 사

2.1 부재별 외관조사

2.1.1 포 장

가. 포장 전경

고현천교(상주) 교면포장 전경

고현천교(영천) 교면포장 전경

나. 외관조사

조사 결과

- 교면포장은 콘크리트(노출바닥판)로 시공되었다.
- 교면포장에 대한 외관조사결과 손상이 없이 양호한 것으로 조사되었다.
- 접속부포장에 대한 외관조사결과 손상이 없이 양호한 것으로 조사되었다.

【표 2.1.1】고현천교 포장 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량	보수공법	비 고
교면포장	상주	상태양호				
	영천	상태양호				
접속부포장	상주	상태양호				
	영천	상태양호				

2.1.2 배수시설

가. 배수시설 전경

배수구 시공 전경	배수관 시공 전경

나. 외관조사

조사 결과

- 본 교량은 곡선교로서 횡방향 및 종방향 기울기에 따라 상주방향은 방호벽 및 중분대측에 경간당 3~15개소씩 총 88개소의 배수구가 설치되었으며, 영천방향은 방호벽측에 경간당 3~5개소씩 총 45개소의 배수관의 재질은 알루미늄으로 시공되었다.
- 배수시설에 대한 외관조사 결과 손상이 없이 양호한 것으로 조사되었다.

【표 2.1.2】 고현천교 배수시설 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량	보수공법	비 고
배 수 구	상주	상태양호				
	영천	상태양호				
배 수 관	상주	상태양호				
	영천	상태양호				

2.1.3 방호시설

가. 방호시설 전경

방호시설 전경(방호벽)

방호시설 전경(중분대)

나. 외관조사

조사결과

- 방호벽 및 중앙분리대는 콘크리트로 시공되었으며, 상주 및 영천방향에 방음벽이 시공되었다.
- 외관조사결과 교량구간 및 접속부에서 균열, 균열부백태, 파손 등의 손상이 조사되었다.
- 방호시설에 발생한 균열은 건조수축 및 양생불량에 의한 비구조적인 균열로 판단되며, 발생한 손상은 추가조사시 보수가 완료된 것으로 확인되었다.

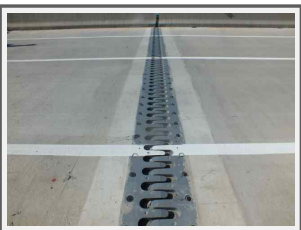
【표 2.1.3】 고현천교 방호시설 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
방 호 벽	상주	균열(0.3㎜이상)	m	49.4/19	충전공법	보수완료
		균열부백태(0.3㎜미만)	m	0.7/1	표면처리	보수완료
		균열부백태(0.3㎜이상)	m	5.2/2	충전공법	보수완료
		파 손	㎡	0.12/1	단면보수	보수완료
	영천	균열(0.3㎜미만)	m	5.2/2	표면처리	보수완료
		균열(0.3㎜이상)	m	83.5/41	충전공법	보수완료
		파 손	㎡	0.15/2	단면보수	보수완료
중 분 대	상주	균열(0.3㎜이상)	m	13.5/5	충전공법	보수완료

고현천교(상주) S1 방호벽 균열(0.3㎜이상)	고현천교(상주) S4 방호벽 균열부백태(0.3㎜이상)
고현천교(상주) S6 방호벽 파손	고현천교(상주) S11 중분대 균열(0.3㎜이상)
고현천교(영천) S5 방호벽 균열(0.3㎜이상)	고현천교(영천) S12 방호벽 파손

2.1.4 신축이음장치

가. 신축이음장치 전경

			
A1(상주)-NO.120 (Finger JOINT)	P3(상주)-NO.200 (Finger JOINT)	P6(상주)-NO.120 (Finger JOINT)	A2(상주)-NO.120 (Finger JOINT)
A1(영천)-NO.120 (Finger JOINT)	P3(영천)-NO.200 (Finger JOINT)	P9(영천)-NO.120 (Finger JOINT)	A2(영천)-NO.120 (Finger JOINT)

나. 외관조사 결과

조사 결과

- 신축이음장치는 A1, P3, P6, P9, A2에 Finger JOINT로 시공되었다.
- 신축이음장치에 대한 외관조사 결과 본체 및 후타재는 손상이 없이 양호한 것으로 조사되었다.

【표 2.1.4】 고현천교 신축이음장치 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량	보수공법	비 고
본 체	상주	상태양호				
	영천	상태양호				
후 타 재	상주	상태양호				
	영천	상태양호				

2.1.5 바 닥 판

가. 바닥판 전경

바닥판 전경(상주)

바닥판 전경(영천)

나. 외관조사

조사 결과

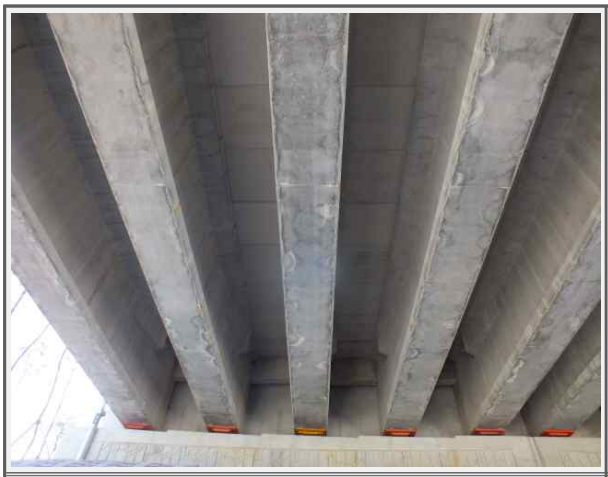
- 바닥판의 내측은 프리케스트 콘크리트 판넬로, 켄틸레버부는 노출 콘크리트로 시공되었다.
- 바닥판에 대한 외관조사 결과 등의 손상이 조사되었다.

【표 2.1.5】 고현천교 바닥판 손상물량

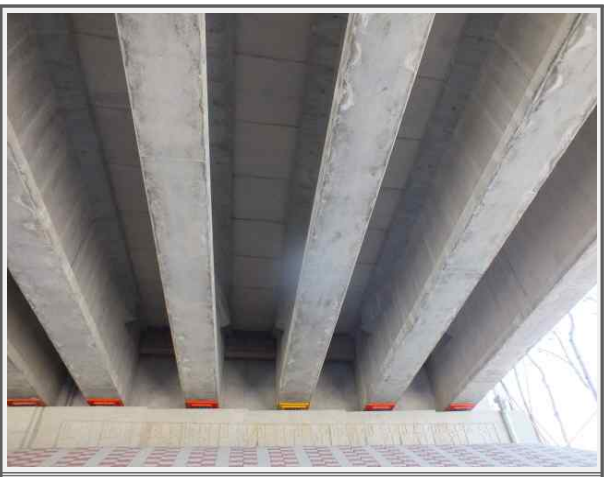
구 분		손상내용	단위	손상수량	보수공법	비 고
바 닥 판	상주	상태양호				
	영천	상태양호				

2.1.6 거 더

가. 거더 전경



거더 전경(상주)



거더 전경(영천)

나. 외관조사

조사 결과

- 거더는 IPC 거더 3경간 연속으로 시공되었으며, 경간당 상주방향 4개, 영천 방향 4개로 시공되었다.
- 1~12경간은 45m로 시공되었으며, 거더에 대한 외관조사 결과 손상이 없이 양호한 것으로 조사되었다.

【표 2.1.6】 고현천교 거더 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량	보수공법	비 고
거 더	상주	상태양호				
	영천	상태양호				

2.1.7 2차부재

가. 2차부재 전경

가로보 전경(상주)

가로보 전경(영천)

나. 외관조사

조사 결과

- 가로보는 경간당 3개소씩 콘크리트로 시공되었다.
- 2차부재에 대한 외관조사 결과 손상이 없이 양호한 것으로 조사되었다.

【표 2.1.7】 고현천교 2차부재 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량	보수공법	비 고
2차부재	상주	상태양호				
	영천	상태양호				

2.1.8 교량받침

가. 교량받침 전경

양방향이동단(상주)	종방향이동단(상주)	횡방향이동단(상주)	고정단(상주)
양방향이동단(영천)	종방향이동단(영천)	횡방향이동단(영천)	고정단(영천)

나. 외관조사

조사 결과

- 교량받침은 탄성받침으로 시공되었다.
- 외관조사결과 손상이 없이 양호한 것으로 조사되었다.

【표 2.1.8】 고현천교 교량받침 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량	보수공법	비 고
교량받침	상주	상태양호				
	영천	상태양호				
무수축몰탈	상주	상태양호				
	영천	상태양호				

2.1.9 교 대

가. 교대 전경

교대전경(상주)

교대전경(영천)

나. 외관조사

조사 결과

- 교대는 역T형으로, 기초는 A1 파일기초, A2 파일기초로 시공되었다.
- 교대에 대한 외관조사 결과 균열, 망상균열 등의 손상이 조사되었다.
- 교대에 발생된 균열은 건조수축 및 수화열에 의해 발생된 비구조적인 균열로 판단되며, 추가조사시 보수가 완료된 것으로 확인되었다.

【표 2.1.9】 고현천교 교대 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량	보수공법	비 고
교 대	상주	균열(0.3㎜미만)	m	4.0/2	표면처리	보수완료
		균열(0.3㎜이상)	m	5.0/2	수지주입	보수완료
	영천	균열(0.3㎜미만)	m	3.6/11	표면처리	보수완료
		균열(0.3㎜이상)	m	6.0/2	수지주입	보수완료
		망상균열	㎡	5.40/1	표면처리	보수완료

고현천교(상주) A1 균열(0.3㎜미만)

고현천교(상주) A2 균열(0.3㎜이상)

고현천교(영천) A2 균열(0.3㎜이상)

고현천교(영천) A2 망상균열

2.1.10 교 각

가. 교각 전경

교각 전경

교각 전경

나. 외관조사

조사 결과

- 교각은 T형으로 상주, 영천 방향이 일체로 시공되었으며, 기초는 직접기초로 시공되었다.
- 교각에 대한 외관조사 결과 균열, 망상균열 등의 손상이 조사되었다.
- 교각에 발생된 균열은 건조수축 및 수화열에 의해 발생된 비구조적인 균열로 판단되며, 추가조사시 보수가 완료된 것으로 확인되었다.

【표 2.1.10】 고현천교 교각 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량	보수공법	비 고
교 각	상주 영천	균열(0.3㎜미만)	m	19.4/8	표면처리	보수완료
		균열(0.3㎜이상)	m	8.4/2	수지주입	보수완료
		망상균열	㎡	73.20/7	표면처리	보수완료

고현천교 P4 코핑부 균열(0.3㎜미만)

고현천교 P8 기둥부 망상균열

고현천교 P10 기둥부 균열(0.3㎜이상)

고현천교 P10 기둥부 망상균열

2.1.11 외관조사 결과

가. 고현천교(상주)

【표 2.1.11】 고현천교 외관조사 결과

구 분	손 상 내 용	비고
포 장	•상태양호	
배수시설	•상태양호	
방호시설	•균열 및 백태 27개소, 파손 1개소	
신 축 이음장치	•상태양호	
바 닥 판	•상태양호	
거 더	•상태양호	
2차부재	•상태양호	
교량받침	•상태양호	
교 대	•균열 4개소	
교 각	•균열 10개소, 망상균열 7개소	
보수현황	•교량에 발생된 손상에 대하여 1차적인 보수가 진행되었으며, 추가적으로 발생된 손상에 대하여 보수가 완료된 것으로 확인되었다.	

나. 고현천교(영천)

【표 2.1.12】 고현천교 외관조사 결과

구 분	손 상 내 용	비고
포 장	•상태양호	
배수시설	•상태양호	
방호시설	•균열 43개소, 파손 2개소	
신 축 이음장치	•상태양호	
바 닥 판	•상태양호	
거 더	•상태양호	
2차부재	•상태양호	
교량받침	•상태양호	
교 대	•균열 13개소, 망상균열 1개소	
교 각	•균열 10개소, 망상균열 7개소	
보수현황	•교량에 발생된 손상에 대하여 1차적인 보수가 진행되었으며, 추가적으로 발생된 손상에 대하여 보수가 완료된 것으로 확인되었다.	

2.1.12 대표 보수사진

교면포장 균열보수(상주)

중분대 균열보수(상주)

방호벽 균열보수(상주)

교대2 흉벽 균열보수(상주)

교각6 코핑부 균열보수

교각7 코핑부 균열보수

교면포장 보수(영천)

방호벽 균열보수(영천)

방호벽 균열보수(영천)

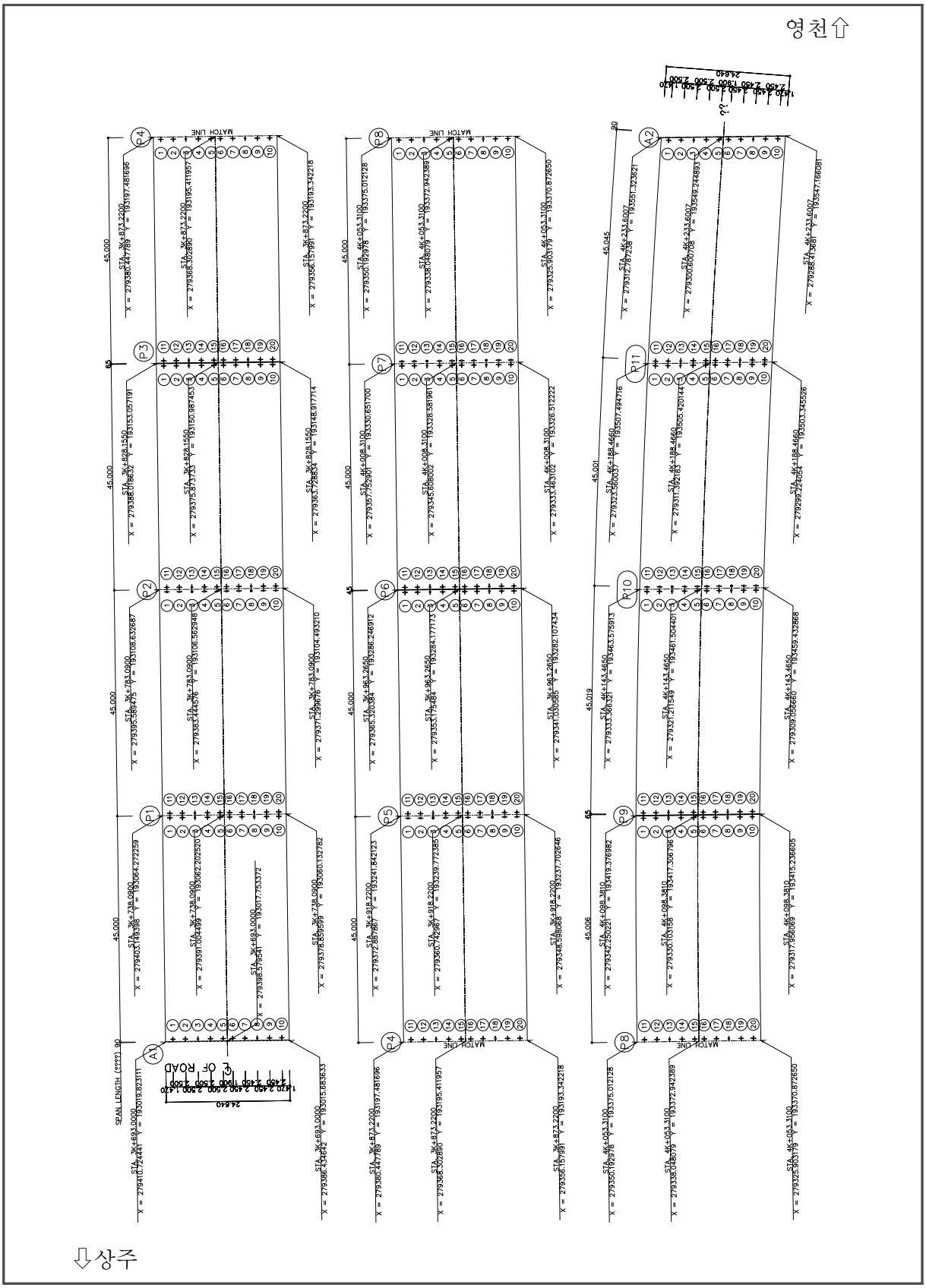
교대2 균열보수(영천)

교각9 기둥부 균열보수

교각10 기둥부 균열보수

2.2 교량받침 조사

2.2.1 교량받침 배치도



구 분		상주방향					영천방향				
		SH01	SH02	SH03	SH04	SH05	SH06	SH07	SH08	SH09	SH10
		SH11	SH12	SH13	SH14	SH15	SH16	SH17	SH18	SH19	SH20
A1		✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
P1	시점	✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
	종점	✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
P2	시점	↔	↔	●	↔	↔	↔	↔	●	↔	↔
	종점	✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
P3	시점	✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
	종점	✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
P4	시점	✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
	종점	✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
P5	시점	↔	↔	●	↔	↔	↔	↔	●	↔	↔
	종점	✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
P6	시점	✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
	종점	✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
P7	시점	✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
	종점	↔	↔	●	↔	↔	↔	↔	●	↔	↔
P8	시점	✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
	종점	✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
P9	시점	✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
	종점	✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
P10	시점	✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
	종점	↔	↔	●	↔	↔	↔	↔	●	↔	↔
P11	시점	✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
	종점	✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
A2		✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣

✣ : 양방향이동단, ↕ : 종방향이동단, ↔ : 횡방향이동단, ● : 고정단

2.2.2 교량받침 이동량조사

구 분		상주방향					영천방향				
		SH01	SH02	SH03	SH04	SH05	SH06	SH07	SH08	SH09	SH10
		SH11	SH12	SH13	SH14	SH15	SH16	SH17	SH18	SH19	SH20
A1		↑/17	↑/17	↑/15	↑/20	↑/20	↑/23	↑/16	↑/20	↑/25	↑/23
P1	시점	↓/07	↓/08	↓/13	↓/13	↓/13	↓/10	↓/10	↓/12	↓/08	↓/08
	종점	↓/04	↓/04	↓/05	↓/05	↓/05	↓/07	↓/07	↓/07	↓/00	↓/00
P2	시점	고 정 단									
	종점	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
P3	시점	↑/10	↑/12	↑/13	↑/13	↑/15	↑/12	↑/12	↑/17	↑/15	↑/14
	종점	↓/30	↓/25	↓/20	↓/18	↓/16	↓25/	↓/25	↓/25	↓/20	↓/20
P4	시점	↓/08	↓/05	↓/05	↓/02	↓/00	↓/07	↓/05	↓/05	↓/06	↓/06
	종점	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
P5	시점	고 정 단									
	종점	00	00	00	00	↓/05	↓/02	↓/02	↓/03	↓/03	↓/05
P6	시점	↑/22	↑/20	↑/20	↑/22	↑/25	↑/25	↑/20	↑/18	↑/18	↑/18
	종점	↓/22	↓/20	↓/20	↓/22	↓/22	↓/23	↓/23	↓/25	↓/22	↓/22
P7	시점	↓/04	↓/03	↓/03	↓/04	↓/04	↓/03	↓/03	↓/05	↓/05	↓/05
	종점	고 정 단									
P8	시점	00	00	00	00	↑/03	00	00	00	00	00
	종점	00	00	00	00	↑/07	↑/03	↑/02	↑/02	↑/03	↑/03
P9	시점	↑/16	↑/15	↑/14	↑/18	↑/20	↑/15	↑/20	↑/25	↑/20	↑/20
	종점	↓/12	↓/12	↓/10	↓/10	↓/04	↓/14	↓/10	↓/07	↓/05	↓/03
P10	시점	↑/02	↑/02	00	↑/02	↑/04	↑/02	↑/02	00	00	00
	종점	고 정 단									
P11	시점	↑/04	↑/06	↑/08	↑/08	↑/08	↑/02	↑/02	↑/02	↑/03	↑/03
	종점	↑/03	↑/04	↑/04	↑/05	↑/05	↑/06	↑/06	↑/08	↑/08	↑/08
A2		↓/22	↓/18	↓/15	↓/22	↓/20	↓/22	↓/15	↓/15	↓/07	↓/10

※ 이동방향/이동량(㎜), 시점으로 이동(↑), 종점으로 이동(↓)

가. 교량받침 이동량 검토

1) 신축량 계산

구 분	온도변화		선팽창계수
	보통지방	한랭한 지방	
콘크리트교	**-5℃ ~ +35℃**	-15℃ ~ +35℃	**1.0×10^{-5}**
강 교	-10℃ ~ +40℃	-20℃ ~ +40℃	1.2×10^{-5}

▣ 온도에 의한 신축량(△lt)

보통지방, 콘크리트교 -5 ~ +35℃, 강교 -10 ~ +40℃

$\triangle lt = \triangle T \times \alpha \times L$

여기서 ΔT = 온도변화

α = 선팽창계수 (콘크리트교:1.0×10^{-5}, 강교:1.2×10^{-5})

L = 신축들보의 길이

2) 활하중에 의한 거더의 처짐으로 발생하는 이동량

교대부 및 신축이음부 받침의 신장여유량에만 적용.

$\Delta Lr = \Sigma(hi \times \theta i)$

여기서

hi = 보의 중립축에서 받침 회전 중심까지의 거리(2/3h)

θi = 받침까지의 보의 회전각(콘크리트교:1/300, 강교:1/150)

※단순교에서는 보의 처짐에 의한 이동량을 2배로 계산

3) 교량받침 조사일

① A1, A2 조사일 : 2017년05월02일, 일평균기온 14.9℃

② P1~P11 조사일 : 2017년05월03일, 일평균기온 17.6℃

4) 신장시 검토

① 온도변화에 의한 신장량

구 분		최고온도	일평균 기온	⊿T(℃)	선팽창계수 (α)	신축장(㎜)	계산최대 신장량(⊿lt)
A1		35	14.9	20.1	0.000010	90,000	18
P1		35	17.6	17.4	0.000010	45,000	8
P2		고정단					
P3	시점	35	17.6	17.4	0.000010	45,000	8
	종점	35	17.6	17.4	0.000010	90,000	16
P4	시점	35	17.6	17.4	0.000010	90,000	16
	종점	35	17.6	17.4	0.000010	45,000	8
P5		고정단					
P6	시점	35	17.6	17.4	0.000010	45,000	8
	종점	35	17.6	17.4	0.000010	45,000	8
P7		고정단					
P8	시점	35	17.6	17.4	0.000010	45,000	8
	종점	35	17.6	17.4	0.000010	90,000	16
P9	시점	35	17.6	17.4	0.000010	90,000	16
	종점	35	17.6	17.4	0.000010	45,000	8
P10		고정단					
P11	시점	35	17.6	17.4	0.000010	45,000	8
	종점	35	17.6	17.4	0.000010	45,000	8
A2		35	14.9	20.1	0.000010	90,000	18

② 활하중에 의한 거더의 처짐으로 발생하는 이동량

구 분		거더의 높이(h)	보의 회전각(θ i)	이동량(⊿Lr)
A1		2,300	1 / 300	5
P3	시점	2,300	1 / 300	5
	종점	2,300	1 / 300	5
P6	시점	2,300	1 / 300	5
	종점	2,300	1 / 300	5
P9	시점	2,300	1 / 300	5
	종점	2,300	1 / 300	5
A2		2,300	1 / 300	5

③ 신장시 검토 결과

구 분			최대신장량				허용이동량 (㎜)	검 토 결 과
			온도변화에 의한 신장량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	실 측 이동량	계		
상주	A1	SH01	18	-5	-17	-4	±67	양 호
		SH02	18	-5	-17	-4	±67	양 호
		SH03	18	-5	-15	-2	±67	양 호
		SH04	18	-5	-20	-7	±67	양 호
		SH05	18	-5	-20	-7	±67	양 호
	P1 (시점)	SH01	8	-5	7	10	±34	양 호
		SH02	8	-5	8	11	±34	양 호
		SH03	8	-5	13	16	±34	양 호
		SH04	8	-5	13	16	±34	양 호
		SH05	8	-5	13	16	±34	양 호
	P1 (종점)	SH01	8	-5	4	7	±34	양 호
		SH02	8	-5	4	7	±34	양 호
		SH03	8	-5	5	8	±34	양 호
		SH04	8	-5	5	8	±34	양 호
		SH05	8	-5	5	8	±34	양 호
	P2		고정단					
	P3 (시점)	SH01	8	5	-10	3	±67	양 호
		SH02	8	5	-12	1	±67	양 호
		SH03	8	5	-13	0	±67	양 호
		SH04	8	5	-13	0	±67	양 호
		SH05	8	5	-15	-2	±67	양 호
	P3 (종점)	SH01	16	-5	30	41	±67	양 호
		SH02	16	-5	25	36	±67	양 호
		SH03	16	-5	20	31	±67	양 호
		SH04	16	-5	18	29	±67	양 호
		SH05	16	-5	16	27	±67	양 호

※종점으로 이동(+), 시점으로 이동(-), 허용이동량은 탄성받침 유효고무 두께의 70% 적용

구 분			최대신장량				허용이동량(㎜)	검 토 결 과
			온도변화에 의한 신장량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	실 측 이동량	계		
상주	P4 (시점)	SH01	16	−5	8	19	±34	양 호
		SH02	16	−5	5	16	±34	양 호
		SH03	16	−5	5	16	±34	양 호
		SH04	16	−5	2	13	±34	양 호
		SH05	16	−5	0	11	±34	양 호
	P4 (종점)	SH01	8	−5	0	3	±34	양 호
		SH02	8	−5	0	3	±34	양 호
		SH03	8	−5	0	3	±34	양 호
		SH04	8	−5	0	3	±34	양 호
		SH05	8	−5	0	3	±34	양 호
	P5		고정단					
	P6 (시점)	SH01	8	5	−22	−9	±67	양 호
		SH02	8	5	−20	−7	±67	양 호
		SH03	8	5	−20	−7	±67	양 호
		SH04	8	5	−22	−9	±67	양 호
		SH05	8	5	−25	−12	±67	양 호
	P6 (종점)	SH01	8	−5	22	25	±67	양 호
		SH02	8	−5	20	23	±67	양 호
		SH03	8	−5	20	23	±67	양 호
		SH04	8	−5	22	25	±67	양 호
		SH05	8	−5	22	25	±67	양 호
	P7		고정단					
	P8 (시점)	SH01	8	5	0	13	±34	양 호
		SH02	8	5	0	13	±34	양 호
		SH03	8	5	0	13	±34	양 호
		SH04	8	5	0	13	±34	양 호
		SH05	8	5	−3	10	±34	양 호

※종점으로 이동(+), 시점으로 이동(−), 허용이동량은 탄성받침 유효고무 두께의 70% 적용

구 분			최대신장량				허용이동량(㎜)	검 토 결 과
			온도변화에 의한 신장량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	실 측 이동량	계		
상주	P8 (종점)	SH01	16	5	0	21	±34	양 호
		SH02	16	5	0	21	±34	양 호
		SH03	16	5	0	21	±34	양 호
		SH04	16	5	0	21	±34	양 호
		SH05	16	5	-7	14	±34	양 호
	P9 (시점)	SH01	16	5	-16	5	±67	양 호
		SH02	16	5	-15	6	±67	양 호
		SH03	16	5	-14	7	±67	양 호
		SH04	16	5	-18	3	±67	양 호
		SH05	16	5	-20	1	±67	양 호
	P9 (종점)	SH01	8	-5	12	15	±67	양 호
		SH02	8	-5	12	15	±67	양 호
		SH03	8	-5	10	13	±67	양 호
		SH04	8	-5	10	13	±67	양 호
		SH05	8	-5	4	7	±67	양 호
	P10		고정단					
	P11 (시점)	SH01	8	5	-4	9	±34	양 호
		SH02	8	5	-6	7	±34	양 호
		SH03	8	5	-8	5	±34	양 호
		SH04	8	5	-8	5	±34	양 호
		SH05	8	5	-8	5	±34	양 호
	P11 (종점)	SH01	8	5	-3	10	±34	양 호
		SH02	8	5	-4	9	±34	양 호
		SH03	8	5	-4	9	±34	양 호
		SH04	8	5	-5	8	±34	양 호
		SH05	8	5	-5	8	±34	양 호
	A2	SH01	18	5	22	45	±67	양 호
		SH02	18	5	18	41	±67	양 호
		SH03	18	5	15	38	±67	양 호
		SH04	18	5	22	45	±67	양 호
		SH05	18	5	20	43	±67	양 호

※종점으로 이동(+), 시점으로 이동(-), 허용이동량은 탄성받침 유효고무 두께의 70% 적용

구 분			최대신장량				허용이동량 (㎜)	검 토 결 과
			온도변화에 의한 신장량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	실 측 이동량	계		
영천	A1	SH01	18	−5	−23	−10	±67	양 호
		SH02	18	−5	−16	−3	±67	양 호
		SH03	18	−5	−20	−7	±67	양 호
		SH04	18	−5	−25	−12	±67	양 호
		SH05	18	−5	−23	−10	±67	양 호
	P1 (시점)	SH01	8	−5	10	13	±34	양 호
		SH02	8	−5	10	13	±34	양 호
		SH03	8	−5	12	15	±34	양 호
		SH04	8	−5	8	11	±34	양 호
		SH05	8	−5	8	11	±34	양 호
	P1 (종점)	SH01	8	−5	7	10	±34	양 호
		SH02	8	−5	7	10	±34	양 호
		SH03	8	−5	7	10	±34	양 호
		SH04	8	−5	0	3	±34	양 호
		SH05	8	−5	0	3	±34	양 호
	P2		고정단					
	P3 (시점)	SH01	8	5	−12	1	±67	양 호
		SH02	8	5	−12	1	±67	양 호
		SH03	8	5	−17	−4	±67	양 호
		SH04	8	5	−15	−2	±67	양 호
		SH05	8	5	−14	−1	±67	양 호
	P3 (종점)	SH01	16	−5	25	36	±67	양 호
		SH02	16	−5	25	36	±67	양 호
		SH03	16	−5	25	36	±67	양 호
		SH04	16	−5	20	31	±67	양 호
		SH05	16	−5	20	31	±67	양 호

※종점으로 이동(+), 시점으로 이동(−), 허용이동량은 탄성받침 유효고무 두께의 70% 적용

구 분			최대신장량				허용이동량(㎜)	검 토 결 과
			온도변화에 의한 신장량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	실 측 이동량	계		
영천	P4 (시점)	SH01	16	−5	7	18	±34	양 호
		SH02	16	−5	5	16	±34	양 호
		SH03	16	−5	5	16	±34	양 호
		SH04	16	−5	6	17	±34	양 호
		SH05	16	−5	6	17	±34	양 호
	P4 (종점)	SH01	8	−5	0	3	±34	양 호
		SH02	8	−5	0	3	±34	양 호
		SH03	8	−5	0	3	±34	양 호
		SH04	8	−5	0	3	±34	양 호
		SH05	8	−5	0	3	±34	양 호
	P5		고정단					
	P6 (시점)	SH01	8	5	−25	−12	±67	양 호
		SH02	8	5	−20	−7	±67	양 호
		SH03	8	5	−18	−5	±67	양 호
		SH04	8	5	−18	−5	±67	양 호
		SH05	8	5	−18	−5	±67	양 호
	P6 (종점)	SH01	8	−5	23	26	±67	양 호
		SH02	8	−5	23	26	±67	양 호
		SH03	8	−5	25	28	±67	양 호
		SH04	8	−5	22	25	±67	양 호
		SH05	8	−5	22	25	±67	양 호
	P7		고정단					
	P8 (시점)	SH01	8	5	0	13	±34	양 호
		SH02	8	5	0	13	±34	양 호
		SH03	8	5	0	13	±34	양 호
		SH04	8	5	0	13	±34	양 호
		SH05	8	5	0	13	±34	양 호

※종점으로 이동(+), 시점으로 이동(−), 허용이동량은 탄성받침 유효고무 두께의 70% 적용

구 분			최대신장량				허용이동량 (㎜)	검 토 결 과
			온도변화에 의한 신장량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	실 측 이동량	계		
영천	P8 (종점)	SH01	16	5	−3	18	±34	양 호
		SH02	16	5	−2	19	±34	양 호
		SH03	16	5	−2	19	±34	양 호
		SH04	16	5	−3	18	±34	양 호
		SH05	16	5	−3	18	±34	양 호
	P9 (시점)	SH01	16	5	−15	6	±67	양 호
		SH02	16	5	−20	1	±67	양 호
		SH03	16	5	−25	−4	±67	양 호
		SH04	16	5	−20	1	±67	양 호
		SH05	16	5	−20	1	±67	양 호
	P9 (종점)	SH01	8	−5	14	17	±67	양 호
		SH02	8	−5	10	13	±67	양 호
		SH03	8	−5	7	10	±67	양 호
		SH04	8	−5	5	8	±67	양 호
		SH05	8	−5	3	6	±67	양 호
	P10		고정단					
	P11 (시점)	SH01	8	5	−2	11	±34	양 호
		SH02	8	5	−2	11	±34	양 호
		SH03	8	5	−2	11	±34	양 호
		SH04	8	5	−3	10	±34	양 호
		SH05	8	5	−3	10	±34	양 호
	P11 (종점)	SH01	8	5	−6	7	±34	양 호
		SH02	8	5	−6	7	±34	양 호
		SH03	8	5	−8	5	±34	양 호
		SH04	8	5	−8	5	±34	양 호
		SH05	8	5	−8	5	±34	양 호
	A2	SH01	18	5	22	45	±67	양 호
		SH02	18	5	15	38	±67	양 호
		SH03	18	5	15	38	±67	양 호
		SH04	18	5	7	30	±67	양 호
		SH05	18	5	10	33	±67	양 호

※종점으로 이동(+), 시점으로 이동(−), 허용이동량은 탄성받침 유효고무 두께의 70% 적용

5) 수축시 검토

① 온도변화에 의한 수축량

구 분		최저온도	일평균 기온	⊿T(℃)	선팽창계수 (α)	신축장(㎜)	계산최대 수축량(⊿lt)
A1		-5	14.9	-19.9	0.000010	90,000	-18
P1	시점	-5	17.6	-22.6	0.000010	45,000	-10
	종점	-5	17.6	-22.6	0.000010	45,000	-10
P2		고정단					
P3	시점	-5	17.6	-22.6	0.000010	45,000	-10
	종점	-5	17.6	-22.6	0.000010	90,000	-20
P4	시점	-5	17.6	-22.6	0.000010	90,000	-20
	종점	-5	17.6	-22.6	0.000010	45,000	-10
P5		고정단					
P6	시점	-5	17.6	-22.6	0.000010	45,000	-10
	종점	-5	17.6	-22.6	0.000010	45,000	-10
P7		고정단					
P8	시점	-5	17.6	-22.6	0.000010	45,000	-10
	종점	-5	17.6	-22.6	0.000010	90,000	-20
P9	시점	-5	17.6	-22.6	0.000010	90,000	-20
	종점	-5	17.6	-22.6	0.000010	45,000	-10
P10		고정단					
P11	시점	-5	17.6	-22.6	0.000010	45,000	-10
	종점	-5	17.6	-22.6	0.000010	45,000	-10
A2		-5	14.9	-19.9	0.000010	90,000	-18

② 수축시 검토 결과(활하중에 의한 이동량은 고려하지 않음)

구 분			최대수축량				허용이동량 (㎜)	검 토 결 과
			온도변화에 의한 신축량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	실 측 이동량	계		
상주	A1	SH01	−18	−	−17	−35	±67	양 호
		SH02	−18	−	−17	−35	±67	양 호
		SH03	−18	−	−15	−33	±67	양 호
		SH04	−18	−	−20	−38	±67	양 호
		SH05	−18	−	−20	−38	±67	양 호
	P1 (시점)	SH01	−10	−	7	−3	±34	양 호
		SH02	−10	−	8	−2	±34	양 호
		SH03	−10	−	13	3	±34	양 호
		SH04	−10	−	13	3	±34	양 호
		SH05	−10	−	13	3	±34	양 호
	P1 (종점)	SH01	−10	−	4	−6	±34	양 호
		SH02	−10	−	4	−6	±34	양 호
		SH03	−10	−	5	−5	±34	양 호
		SH04	−10	−	5	−5	±34	양 호
		SH05	−10	−	5	−5	±34	양 호
	P2		고정단					
	P3 (시점)	SH01	−10	−	−10	−20	±67	양 호
		SH02	−10	−	−12	−22	±67	양 호
		SH03	−10	−	−13	−23	±67	양 호
		SH04	−10	−	−13	−23	±67	양 호
		SH05	−10	−	−15	−25	±67	양 호
	P3 (종점)	SH01	−20	−	30	10	±67	양 호
		SH02	−20	−	25	5	±67	양 호
		SH03	−20	−	20	0	±67	양 호
		SH04	−20	−	18	−2	±67	양 호
		SH05	−20	−	16	−4	±67	양 호

※종점으로 이동(+), 시점으로 이동(−), 허용이동량은 탄성받침 유효고무 두께의 70% 적용

구 분			최대신장량				허용이동량 (㎜)	검 토 결 과
			온도변화에 의한 신장량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	실 측 이동량	계		
상주	P4 (시점)	SH01	−20	−	8	−12	±34	양 호
		SH02	−20	−	5	−15	±34	양 호
		SH03	−20	−	5	−15	±34	양 호
		SH04	−20	−	2	−18	±34	양 호
		SH05	−20	−	0	−20	±34	양 호
	P4 (종점)	SH01	−10	−	0	−10	±34	양 호
		SH02	−10	−	0	−10	±34	양 호
		SH03	−10	−	0	−10	±34	양 호
		SH04	−10	−	0	−10	±34	양 호
		SH05	−10	−	0	−10	±34	양 호
	P5		고정단					
	P6 (시점)	SH01	−10	−	−22	−32	±67	양 호
		SH02	−10	−	−20	−30	±67	양 호
		SH03	−10	−	−20	−30	±67	양 호
		SH04	−10	−	−22	−32	±67	양 호
		SH05	−10	−	−25	−35	±67	양 호
	P6 (종점)	SH01	−10	−	22	12	±67	양 호
		SH02	−10	−	20	10	±67	양 호
		SH03	−10	−	20	10	±67	양 호
		SH04	−10	−	22	12	±67	양 호
		SH05	−10	−	22	12	±67	양 호
	P7		고정단					
	P8 (시점)	SH01	−10	−	0	−10	±34	양 호
		SH02	−10	−	0	−10	±34	양 호
		SH03	−10	−	0	−10	±34	양 호
		SH04	−10	−	0	−10	±34	양 호
		SH05	−10	−	−3	−13	±34	양 호

※종점으로 이동(+), 시점으로 이동(−), 허용이동량은 탄성받침 유효고무 두께의 70% 적용

구 분			최대신장량				허용이동량 (㎜)	검 토 결 과
			온도변화에 의한 신장량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	실 측 이동량	계		
상주	P8 (종점)	SH01	−20	−	0	−20	±34	양 호
		SH02	−20	−	0	−20	±34	양 호
		SH03	−20	−	0	−20	±34	양 호
		SH04	−20	−	0	−20	±34	양 호
		SH05	−20	−	−7	−27	±34	양 호
	P9 (시점)	SH01	−20	−	−16	−36	±67	양 호
		SH02	−20	−	−15	−35	±67	양 호
		SH03	−20	−	−14	−34	±67	양 호
		SH04	−20	−	−18	−38	±67	양 호
		SH05	−20	−	−20	−40	±67	양 호
	P9 (종점)	SH01	−10	−	12	2	±67	양 호
		SH02	−10	−	12	2	±67	양 호
		SH03	−10	−	10	0	±67	양 호
		SH04	−10	−	10	0	±67	양 호
		SH05	−10	−	4	−6	±67	양 호
	P10		고정단					
	P11 (시점)	SH01	−10	−	−4	−14	±34	양 호
		SH02	−10	−	−6	−16	±34	양 호
		SH03	−10	−	−8	−18	±34	양 호
		SH04	−10	−	−8	−18	±34	양 호
		SH05	−10	−	−8	−18	±34	양 호
	P11 (종점)	SH01	−10	−	−3	−13	±34	양 호
		SH02	−10	−	−4	−14	±34	양 호
		SH03	−10	−	−4	−14	±34	양 호
		SH04	−10	−	−5	−15	±34	양 호
		SH05	−10	−	−5	−15	±34	양 호
	A2	SH01	−18	−	22	4	±67	양 호
		SH02	−18	−	18	0	±67	양 호
		SH03	−18	−	15	−3	±67	양 호
		SH04	−18	−	22	4	±67	양 호
		SH05	−18	−	20	2	±67	양 호

※종점으로 이동(+), 시점으로 이동(−), 허용이동량은 탄성받침 유효고무 두께의 70% 적용

구 분			최대수축량				허용이동량 (㎜)	검 토 결 과
			온도변화에 의한 신축량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	실 측 이동량	계		
영천	A1	SH01	−18	−	−23	−41	±67	양 호
		SH02	−18	−	−16	−34	±67	양 호
		SH03	−18	−	−20	−38	±67	양 호
		SH04	−18	−	−25	−43	±67	양 호
		SH05	−18	−	−23	−41	±67	양 호
	P1 (시점)	SH01	−10	−	10	0	±34	양 호
		SH02	−10	−	10	0	±34	양 호
		SH03	−10	−	12	2	±34	양 호
		SH04	−10	−	8	−2	±34	양 호
		SH05	−10	−	8	−2	±34	양 호
	P1 (종점)	SH01	−10	−	7	−3	±34	양 호
		SH02	−10	−	7	−3	±34	양 호
		SH03	−10	−	7	−3	±34	양 호
		SH04	−10	−	0	−10	±34	양 호
		SH05	−10	−	0	−10	±34	양 호
	P2		고정단					
	P3 (시점)	SH01	−10	−	−12	−22	±67	양 호
		SH02	−10	−	−12	−22	±67	양 호
		SH03	−10	−	−17	−27	±67	양 호
		SH04	−10	−	−15	−25	±67	양 호
		SH05	−10	−	−14	−24	±67	양 호
	P3 (종점)	SH01	−20	−	25	5	±67	양 호
		SH02	−20	−	25	5	±67	양 호
		SH03	−20	−	25	5	±67	양 호
		SH04	−20	−	20	0	±67	양 호
		SH05	−20	−	20	0	±67	양 호

※종점으로 이동(+), 시점으로 이동(−), 허용이동량은 탄성받침 유효고무 두께의 70% 적용

구 분			최대신장량				허용이동량 (㎜)	검 토 결 과
			온도변화에 의한 신장량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	실 측 이동량	계		
영천	P4 (시점)	SH01	−20	−	7	−13	±34	양 호
		SH02	−20	−	5	−15	±34	양 호
		SH03	−20	−	5	−15	±34	양 호
		SH04	−20	−	6	−14	±34	양 호
		SH05	−20	−	6	−14	±34	양 호
	P4 (종점)	SH01	−10	−	0	−10	±34	양 호
		SH02	−10	−	0	−10	±34	양 호
		SH03	−10	−	0	−10	±34	양 호
		SH04	−10	−	0	−10	±34	양 호
		SH05	−10	−	0	−10	±34	양 호
	P5		고정단					
	P6 (시점)	SH01	−10	−	−25	−35	±67	양 호
		SH02	−10	−	−20	−30	±67	양 호
		SH03	−10	−	−18	−28	±67	양 호
		SH04	−10	−	−18	−28	±67	양 호
		SH05	−10	−	−18	−28	±67	양 호
	P6 (종점)	SH01	−10	−	23	13	±67	양 호
		SH02	−10	−	23	13	±67	양 호
		SH03	−10	−	25	15	±67	양 호
		SH04	−10	−	22	12	±67	양 호
		SH05	−10	−	22	12	±67	양 호
	P7		고정단					
	P8 (시점)	SH01	−10	−	0	−10	±34	양 호
		SH02	−10	−	0	−10	±34	양 호
		SH03	−10	−	0	−10	±34	양 호
		SH04	−10	−	0	−10	±34	양 호
		SH05	−10	−	0	−10	±34	양 호

※종점으로 이동(+), 시점으로 이동(−), 허용이동량은 탄성받침 유효고무 두께의 70% 적용

구 분			최대신장량				허용이동량(㎜)	검토결과
			온도변화에 의한 신장량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	실 측 이동량	계		
영천	P8 (종점)	SH01	−20	−	−3	−23	±34	양 호
		SH02	−20	−	−2	−22	±34	양 호
		SH03	−20	−	−2	−22	±34	양 호
		SH04	−20	−	−3	−23	±34	양 호
		SH05	−20	−	−3	−23	±34	양 호
	P9 (시점)	SH01	−20	−	−15	−35	±67	양 호
		SH02	−20	−	−20	−40	±67	양 호
		SH03	−20	−	−25	−45	±67	양 호
		SH04	−20	−	−20	−40	±67	양 호
		SH05	−20	−	−20	−40	±67	양 호
	P9 (종점)	SH01	−10	−	14	4	±67	양 호
		SH02	−10	−	10	0	±67	양 호
		SH03	−10	−	7	−3	±67	양 호
		SH04	−10	−	5	−5	±67	양 호
		SH05	−10	−	3	−7	±67	양 호
	P10		고정단					
	P11 (시점)	SH01	−10	−	−2	−12	±34	양 호
		SH02	−10	−	−2	−12	±34	양 호
		SH03	−10	−	−2	−12	±34	양 호
		SH04	−10	−	−3	−13	±34	양 호
		SH05	−10	−	−3	−13	±34	양 호
	P11 (종점)	SH01	−10	−	−6	−16	±34	양 호
		SH02	−10	−	−6	−16	±34	양 호
		SH03	−10	−	−8	−18	±34	양 호
		SH04	−10	−	−8	−18	±34	양 호
		SH05	−10	−	−8	−18	±34	양 호
	A2	SH01	−18	−	22	4	±67	양 호
		SH02	−18	−	15	−3	±67	양 호
		SH03	−18	−	15	−3	±67	양 호
		SH04	−18	−	7	−11	±67	양 호
		SH05	−18	−	10	−8	±67	양 호

※종점으로 이동(+), 시점으로 이동(−), 허용이동량은 탄성받침 유효고무 두께의 70% 적용

나. 교량받침 이동량 검토 결과

검토의견

•교량받침에 대하여 온도변화 및 활하중에 의한 신축량 검토결과 전 구간에서 계산 신축량이 허용이동량 이내로 여유량을 확보하고 있는 것으로 조사되었다.

A1 교량받침 이동량 측정(상주)

A1 교량받침 이동량 측정(영천)

P1 교량받침 이동량 측정(상주)

P1 교량받침 이동량 측정(영천)

P3 교량받침 이동량 측정(상주)

P3 교량받침 이동량 측정(영천)

P7 교량받침 이동량 측정(상주)	P7 교량받침 이동량 측정(영천)
P10 교량받침 이동량 측정(상주)	P10 교량받침 이동량 측정(영천)
A2 교량받침 이동량 측정(상주)	A2 교량받침 이동량 측정(영천)

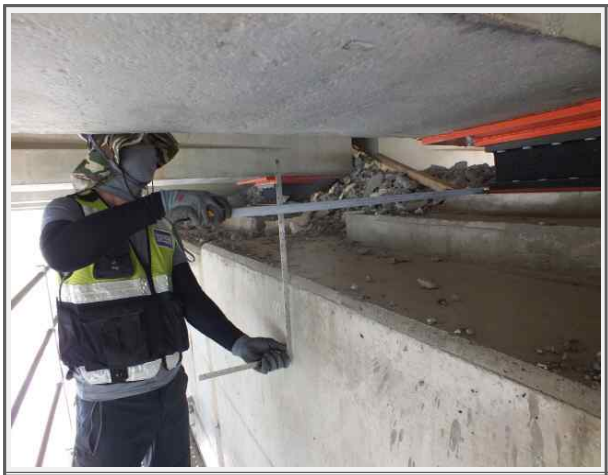
2.2.3 연단거리 검토

■ 거더의 경간길이 100m이하 : S = 200 + 5L (도로교설계기준)

■ 거더의 경간길이 100m이상 : S = 300 + 4L (도로교설계기준)

여기서, S : 받침연단거리(㎜) L : 거더의 경간길이(m)

위치		지간길이(m)	시방기준(㎜)	측정결과(㎜)										비고
				상주					영천					
				SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6	SH7	SH8	SH9	SH10	
				SH11	SH12	SH13	SH14	SH15	SH16	SH17	SH18	SH19	SH20	
A1		45	425	675	670	670	655	675	667	672	670	675	680	양호
P1	시점	45	425	800	790	795	795	800	790	775	775	765	760	양호
	종점	45	425	740	750	760	755	750	740	775	770	785	795	양호
P2	시점	45	425	895	885	815	895	885	720	910	835	925	905	양호
	종점	45	425	730	735	735	725	735	740	775	760	765	775	양호
P3	시점	45	425	890	885	870	880	875	880	875	870	875	875	양호
	종점	45	425	825	835	845	845	850	830	855	845	855	855	양호
P4	시점	45	425	805	805	800	805	815	795	785	775	785	775	양호
	종점	45	425	750	755	750	755	740	755	765	760	765	770	양호
P5	시점	45	425	880	900	845	910	930	880	890	845	895	915	양호
	종점	45	425	780	795	755	765	745	780	790	755	765	750	양호
P6	시점	45	425	895	905	925	905	945	885	885	890	885	890	양호
	종점	45	425	855	845	830	845	825	865	865	865	865	865	양호
P7	시점	45	425	785	785	760	775	760	785	775	780	780	780	양호
	종점	45	425	890	890	845	910	900	885	890	845	890	885	양호
P8	시점	45	425	790	795	795	800	805	800	805	825	815	825	양호
	종점	45	425	755	755	755	745	745	750	745	725	735	725	양호
P9	시점	45	425	835	845	855	845	855	830	835	850	835	840	양호
	종점	45	425	865	855	855	855	850	870	855	865	855	850	양호
P10	시점	45	425	775	785	825	835	850	770	765	760	745	735	양호
	종점	45	425	900	890	795	860	845	915	920	860	940	930	양호
P11	시점	45	425	755	765	770	775	780	760	765	795	760	760	양호
	종점	45	425	805	795	800	785	785	800	795	880	785	790	양호
A2		45	425	640	635	625	635	640	655	655	650	655	665	양호

A1 연단거리 측정(상주)	A1 연단거리 측정(영천)
	
P6 연단거리 측정(상주)	P6 연단거리 측정(영천)
A2 연단거리 측정(상주)	A2 연단거리 측정(영천)

2.3 신축이음 유간 조사

2.3.1 신축이음장치 유간 검토

가. 온도에 의한 신축량(△lt) = △T × α × L

교량종류	온도변화		선팽창계수
	보통지방	한랭한 지방	
콘크리트교	−5℃ ~ +35℃	−15℃ ~ +35℃	1.0×10^{-5}
강 교	−10℃ ~ +40℃	−20℃ ~ +40℃	1.2 × 10−5

나. 신축이음장치 유간 검토

1) 신장시 검토

① A1, P3, P6, P9, A2 조사일 : 2017년05월11일, 일평균기온 19.8℃

구 분		최고온도	일평균 기온	⊿T(℃)	선팽창계수 (α)	신축장(㎜)	계산최대 신장량(⊿lt)
A1		35	19.8	15.2	0.000010	90,000	14
P3	시점	35	19.8	15.2	0.000010	45,000	7
	종점	35	19.8	15.2	0.000010	90,000	14
P6	시점	35	19.8	15.2	0.000010	45,000	7
	종점	35	19.8	15.2	0.000010	45,000	7
P9	시점	35	19.8	15.2	0.000010	90,000	14
	종점	35	19.8	15.2	0.000010	45,000	7
A2		35	19.8	15.2	0.000010	90,000	14

구 분			계산최대 신장량(⊿lt)	실측유간(㎜)	검토결과
상주	A1	좌측	14	65	양 호
		우측	14	60	양 호
	P3	좌측	21	90	양 호
		우측	21	98	양 호
	P6	좌측	14	60	양 호
		우측	14	63	양 호
	P9	좌측	21	100	양 호
		우측	21	100	양 호
	A2	좌측	14	67	양 호
		우측	14	65	양 호
영천	A1	좌측	14	67	양 호
		우측	14	67	양 호
	P3	좌측	21	93	양 호
		우측	21	97	양 호
	P6	좌측	14	56	양 호
		우측	14	60	양 호
	P9	좌측	21	100	양 호
		우측	21	103	양 호
	A2	좌측	14	65	양 호
		우측	14	66	양 호

A1(상주)
신축이음 유간측정

P3(상주)
신축이음 유간측정

P6(상주)
신축이음 유간측정

P9(상주) 신축이음 유간측정	A2(상주) 신축이음 유간측정	A1(영천) 신축이음 유간측정
P3(영천) 신축이음 유간측정	P9(영천) 신축이음 유간측정	A2(영천) 신축이음 유간측정

2) 수축시 검토

구 분		최저온도	일평균 기온	⊿T(℃)	선팽창계수 (α)	신축장(㎜)	계산최대 수축량(⊿lt)
A1		-5	19.8	-24.8	0.000010	90,000	-22
P3	시점	-5	19.8	-24.8	0.000010	45,000	-11
	종점	-5	19.8	-24.8	0.000010	90,000	-22
P6	시점	-5	19.8	-24.8	0.000010	45,000	-11
	종점	-5	19.8	-24.8	0.000010	45,000	-11
P9	시점	-5	19.8	-24.8	0.000010	90,000	-22
	종점	-5	19.8	-24.8	0.000010	45,000	-11
A2		-5	19.8	-24.8	0.000010	90,000	-22

구 분			설계유간	계산최대 수축량(⊿lt)	실측유간 (㎜)	수축여유량	검 토 결 과
상주	A1	좌측	NO. 120	22	65	33 ≧0	양 호
		우측	NO. 120	22	60	38 ≧0	양 호
	P3	좌측	NO. 200	33	90	77 ≧0	양 호
		우측	NO. 200	33	98	69 ≧0	양 호
	P6	좌측	NO. 120	22	60	38 ≧0	양 호
		우측	NO. 120	22	63	35 ≧0	양 호
	P9	좌측	NO. 200	33	100	67 ≧0	양 호
		우측	NO. 200	33	100	67 ≧0	양 호
	A2	좌측	NO. 120	22	67	31 ≧0	양 호
		우측	NO. 120	22	65	33 ≧0	양 호
영천	A1	좌측	NO. 120	22	67	31 ≧0	양 호
		우측	NO. 120	22	67	31 ≧0	양 호
	P3	좌측	NO. 200	33	93	74 ≧0	양 호
		우측	NO. 200	33	97	70 ≧0	양 호
	P6	좌측	NO. 120	22	56	42 ≧0	양 호
		우측	NO. 120	22	60	38 ≧0	양 호
	P9	좌측	NO. 200	33	100	67 ≧0	양 호
		우측	NO. 200	33	103	64 ≧0	양 호
	A2	좌측	NO. 120	22	65	33 ≧0	양 호
		우측	NO. 120	22	66	32 ≧0	양 호

다. 신축이음장치 유간 검토 결과

검토 의견

•신축량 검토 결과 신장 및 수축시 유간을 확보하고 있어 신축이음장치 설치 상태는 양호한 것으로 판단된다.

2.3.2 바닥판 및 거더 유간 검토

가. 온도변화에 의한 신장량

1) A1, A2 내측 조사일 : 2017년06월08일, 일평균기온 22.4℃

2) A1, A2 외측 조사일 : 2017년05월02일, 일평균기온 14.9℃

3) 상주방향 P3, P6, P9 조사일 : 2017년05월03일, 일평균기온 19.4℃

4) 영천방향 P3, P6, P9 조사일 : 2017년05월03일, 일평균기온 19.4℃

구 분		최고온도	일평균 기온	⊿T(℃)	선팽창계수 (α)	신축장(㎜)	계산최대 신장량(⊿lt)
A1	내측	35	22.4	12.6	0.000010	45,000	6
	외측	35	14.9	20.1	0.000010	90,000	18
P3	시점	35	19.4	15.6	0.000010	45,000	7
	종점	35	19.4	15.6	0.000010	90,000	14
P6	시점	35	19.4	15.6	0.000010	45,000	7
	종점	35	19.4	15.6	0.000010	45,000	7
P9	시점	35	19.4	15.6	0.000010	90,000	14
	종점	35	19.4	15.6	0.000010	45,000	7
A2	내측	35	22.4	12.6	0.000010	90,000	11
	외측	35	14.9	20.1	0.000010	45,000	9

나. 활하중에 의한 거더의 처짐으로 발생하는 이동량

거더의 신장여유량에만 적용.

$$\Delta Lr = \Sigma(hi \times \theta i)$$

여기서

hi = 보의 중립축에서 받침 회전 중심까지의 거리(2/3h)

θi = 받침까지의 보의 회전각(콘크리트교:1/300, 강교:1/150)

구 분		거더의 높이(h)	보의 회전각(θi)	이동량(⊿Lr)
A1		2,300	1 / 300	5
P3	시점	2,300	1 / 300	5
	종점	2,300	1 / 300	5
P6	시점	2,300	1 / 300	5
	종점	2,300	1 / 300	5
P9	시점	2,300	1 / 300	5
	종점	2,300	1 / 300	5
A2		2,300	1 / 300	5

다. 신장량 검토 결과

구 분				최대신장량			실측 신장 여유량 (㎜)	검 토 결 과
				온도변화에 의한 신장량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	계		
상주	A1	좌측	바 닥 판	18	-	18	85	양 호
			거 더	18	5	23	155	양 호
		우측	바 닥 판	6	-	6	75	양 호
			거 더	6	5	11	155	양 호
	P3	좌측	바 닥 판	21	-	21	155	양 호
			거 더	21	10	31	308	양 호
		우측	바 닥 판	21	-	21	160	양 호
			거 더	21	10	31	321	양 호
	P6	좌측	바 닥 판	14	-	14	115	양 호
			거 더	14	10	24	280	양 호
		우측	바 닥 판	14	-	14	120	양 호
			거 더	14	10	24	295	양 호
	P9	좌측	바 닥 판	21	-	21	155	양 호
			거 더	21	10	31	308	양 호
		우측	바 닥 판	21	-	21	160	양 호
			거 더	21	10	31	317	양 호
	A2	좌측	바 닥 판	11	-	11	75	양 호
			거 더	11	5	16	165	양 호
		우측	바 닥 판	9	-	9	65	양 호
			거 더	9	5	14	160	양 호

구 분				최대신장량			실측 신장 여유량 (㎜)	검 토 결 과
				온도변화에 의한 신장량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	계		
영천	A1	좌측	바 닥 판	18	-	18	101	양 호
			거 더	18	5	23	146	양 호
		우측	바 닥 판	6	-	6	102	양 호
			거 더	6	5	11	117	양 호
	P3	좌측	바 닥 판	21	-	21	170	양 호
			거 더	21	10	31	316	양 호
		우측	바 닥 판	21	-	21	175	양 호
			거 더	21	10	31	313	양 호
	P6	좌측	바 닥 판	14	-	14	130	양 호
			거 더	14	10	24	303	양 호
		우측	바 닥 판	14	-	14	125	양 호
			거 더	14	10	24	295	양 호
	P9	좌측	바 닥 판	21	-	21	123	양 호
			거 더	21	10	31	326	양 호
		우측	바 닥 판	21	-	21	118	양 호
			거 더	21	10	31	330	양 호
	A2	좌측	바 닥 판	11	-	11	82	양 호
			거 더	11	5	16	151	양 호
		우측	바 닥 판	9	-	9	90	양 호
			거 더	9	5	14	140	양 호

A1(상주) 바닥판	A1(상주) 거더	P3(상주) 바닥판
P3(상주) 거더	A2(상주) 바닥판	A2(상주) 거더
A1(영천) 바닥판	A1(영천) 거더	P9(영천) 바닥판
P9(영천) 거더	A2(영천) 바닥판	A2(영천) 거더

라. 바닥판 및 거더 유간검토 결과

검토 의견	•바닥판 및 거더에 대하여 온도변화 및 활하중에 의한 처짐에 따른 유간 검토 결과 최고온도시 신장여유량을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

3장 내구성 조사

3.1 내구성조사 현황

3.2 콘크리트 강도시험

3.3 철근배근 탐사

3.4 탄산화깊이 측정

제 3 장 내구성 조사

3.1 내구성조사 현황

구 분	기 준			실 시		비 고
	초기점검 지침	시특법 정밀점검 기준				
		상부	하부	상부	하부	
반발경도시험	시설물당 5개소 이상	50m마다	50m마다	11	11	상주 영천
철근배근탐사	시설물당 3개소 이상	해당없음	해당없음	2	3	상주 영천
탄산화 시험	해당없음	5경간 이내 : 2~3개소 (상부에서 1개소 이상) 5경간 이상 : 3~6개소 (상부에서 2개소 이상)		2	3	상주 영천

3.2 콘크리트 강도시험

3.2.1 상부구조 반발경도

가. 상주방면

위 치		기준경도 (Ro)	방 법		평균강도 (MPa)	재령보정 계수	추정강도 (MPa)	설계강도 (MPa)
			① 식	② 식				
바닥판	S1 켄틸레버	45.6	39.91	42.42	41.17	0.67	27.6	27
	S2 켄틸레버	46.6	41.18	43.14	42.16	0.67	28.2	
	S3 켄틸레버	44.8	38.90	41.85	40.38	0.67	27.1	
	S4 켄틸레버	44.8	38.90	41.85	40.38	0.67	27.1	
	S5 켄틸레버	44.7	38.77	41.78	40.28	0.67	27.0	
	S6 켄틸레버	45.4	39.66	42.28	40.97	0.67	27.4	
	S8 켄틸레버	44.7	38.77	41.78	40.28	0.67	27.0	
	S9 켄틸레버	45.2	39.40	42.14	40.77	0.67	27.3	
	S10 켄틸레버	44.8	38.90	41.85	40.38	0.67	27.1	
	S11 켄틸레버	45.5	39.79	42.35	41.07	0.67	27.5	
	S12 켄틸레버	46.1	40.55	42.78	41.67	0.67	27.9	

나. 영천방면

위 치		기준경도 (Ro)	방 법		평균강도 (MPa)	재령보정 계수	추정강도 (MPa)	설계강도 (MPa)
			① 식	② 식				
바닥판	S1 켄틸레버	44.9	39.02	41.92	40.47	0.70	28.3	27
	S2 켄틸레버	46.4	40.93	42.99	41.96	0.70	29.4	
	S3 켄틸레버	45.2	39.40	42.14	40.77	0.70	28.5	
	S4 켄틸레버	44.8	38.90	41.85	40.38	0.70	28.3	
	S5 켄틸레버	44.4	38.39	41.56	39.98	0.68	27.2	
	S6 켄틸레버	45.5	39.79	42.35	41.07	0.68	27.9	
	S8 켄틸레버	44.7	38.77	41.78	40.28	0.68	27.4	
	S9 켄틸레버	45.2	39.40	42.14	40.77	0.68	27.7	
	S10 켄틸레버	44.8	38.90	41.85	40.38	0.67	27.1	
	S11 켄틸레버	45.5	39.79	42.35	41.07	0.67	27.5	
	S12 켄틸레버	45.0	39.15	41.99	40.57	0.67	27.2	

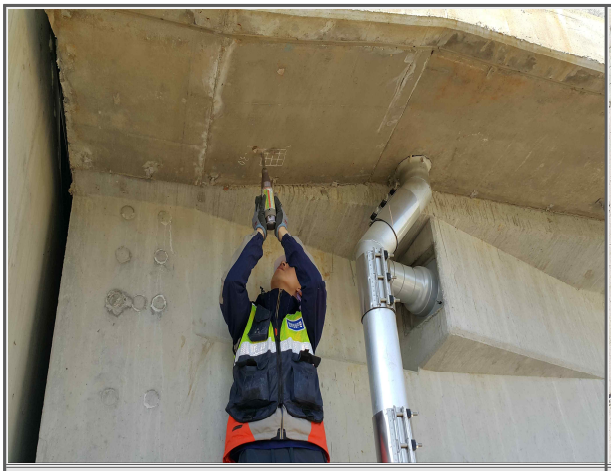
3.2.2 하부구조 반발경도

가. 상주방면

위 치		기준경도 (Ro)	방 법		평균강도 (MPa)	재령보정 계수	추정강도 (MPa)	설계강도 (MPa)
			① 식	② 식				
교대	A1 흉벽	44.9	39.02	41.92	40.47	0.67	27.1	24
	A2 흉벽	45.3	39.53	42.21	40.87	0.65	26.6	
교각	P1 기둥	46.0	40.42	42.71	41.57	0.65	27.0	27
	P2 기둥	46.0	40.42	42.71	41.57	0.65	27.0	
	P3 기둥	46.4	40.93	42.99	41.96	0.65	27.3	
	P4 기둥	46.2	40.67	42.85	41.76	0.65	27.1	
	P5 기둥	46.7	41.31	43.21	42.26	0.65	27.5	
	P7 기둥	44.5	38.52	41.64	40.08	0.71	28.5	
	P9 기둥	43.2	36.86	40.71	38.78	0.74	28.7	
	P10 기둥	43.2	36.86	40.71	38.78	0.73	28.3	
	P11 기둥	41.9	35.21	39.78	37.50	0.73	27.4	

나. 영천방면

위 치		기준경도 (Ro)	방 법		평균강도 (MPa)	재령보정 계수	추정강도 (MPa)	설계강도 (MPa)
			① 식	② 식				
교대	A1 흉벽	45.1	39.28	42.06	40.67	0.68	27.7	24
	A2 흉벽	42.0	35.34	39.85	37.60	0.65	24.4	
교각	P1 기둥	46.8	41.44	43.28	42.36	0.65	27.5	27
	P2 기둥	46.0	40.42	42.71	41.57	0.65	27.0	
	P3 기둥	46.7	41.31	43.21	42.26	0.65	27.5	
	P4 기둥	46.9	41.56	43.35	42.46	0.65	27.6	
	P5 기둥	45.7	40.04	42.49	41.27	0.67	27.7	
	P7 기둥	44.5	38.52	41.64	40.08	0.71	28.5	
	P9 기둥	43.2	36.86	40.71	38.78	0.74	28.7	
	P10 기둥	43.2	36.86	40.71	38.78	0.73	28.3	
	P11 기둥	41.7	34.96	39.63	37.30	0.73	27.2	



상부구조 반발경도조사

하부구조 반발경도조사

3.2.3 콘크리트 강도시험 검토의견

검토의견

•상부구조 및 하부구조에 대한 콘크리트 반발강도 측정결과 설계기준강도 이상으로 측정되어 타설된 콘크리트는 재료역학적 건전성을 유지하고 있는 것으로 판단된다.

3.3 철근배근탐사

3.3.1 철근배근탐사

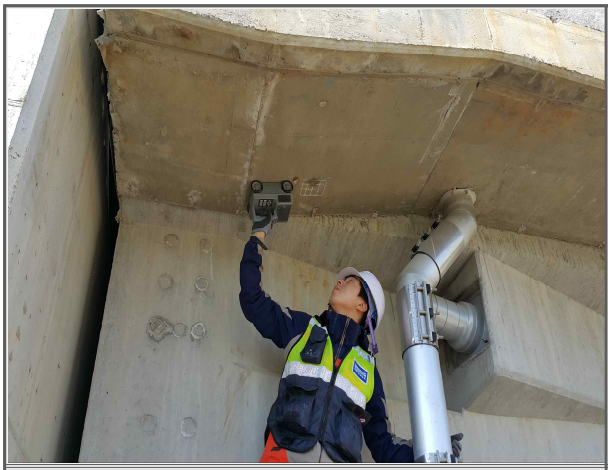
가. 상주방면

측 정 위 치		철근종류		설계값(㎜)		실측값(㎜)		비 고
				배근간격	피복두께	배근간격	피복두께	
상부	S1 켄틸레버	주 철 근	H16	200	69	150	26	
		배력철근	H16	100	81	100	67	
	S12 켄틸레버	주 철 근	H16	100	67	100	60	
		배력철근	H16	125	83	100	108	
하부	A1 흉벽	주 철 근	D16	250	92	200	86	
		배력철근	D13	125	106	100	114	
	A2 흉벽	주 철 근	D16	250	92	150	111	
		배력철근	D13	125	106	100	89	
	P11 기둥	주 철 근	H29	124	110	100	138	
		배력철근	H22	75	85	200	81	

나. 영천방면

측 정 위 치		철근종류		설계값(㎜)		실측값(㎜)		비 고
				배근간격	피복두께	배근간격	피복두께	
상부	S1 켄틸레버	주 철 근	H19	100	67	150	63	
		배력철근	H16	125	83	100	99	
	S12 켄틸레버	주 철 근	H19	100	67	150	44	
		배력철근	H16	125	83	100	92	
하부	A1 흉벽	주 철 근	D16	250	92	200	70	
		배력철근	D13	125	108	200	99	
	A2 흉벽	주 철 근	D16	250	92	150	119	
		배력철근	D13	125	108	200	72	
	P1 기둥	주 철 근	H29	124	110	100	102	
		배력철근	H25	75	85	100	81	

※철근피복은 순피복두께임.



상부구조 철근배근탐사

하부구조 철근배근탐사

3.3.2 철근탐사 검토의견

검토의견

•각 부재의 배근간격은 설계도와 거의 일치하는 것으로 조사되었으며, 피복두께는 설계기준과 다소의 오차가 있으나 시방기준 이상의 최소피복을 확보하고 있는 것으로 확인되었다.

3.4 탄산화깊이 측정

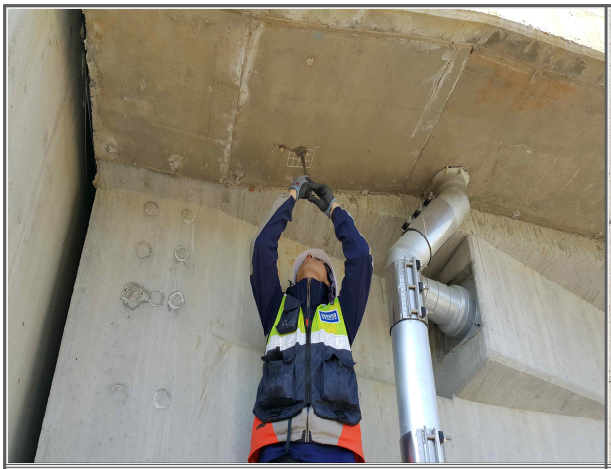
3.4.1 측정 결과

가. 상주방면

구 분		탄산화깊이	탄산화 잔여깊이	순피복두께	상태등급	판정
상 부	S1 켄틸레버	2.0 ㎜	65.0 ㎜	67 ㎜	a등급	양호
	S12 켄틸레버	9.5 ㎜	50.5 ㎜	60 ㎜	a등급	양호
하 부	A1 흉벽	12.5 ㎜	73.5 ㎜	86 ㎜	a등급	양호
	A2 흉벽	6.0 ㎜	83.0 ㎜	89 ㎜	a등급	양호
	P11 기둥	14.5 ㎜	66.5 ㎜	81 ㎜	a등급	양호

나. 영천방면

구 분		탄산화깊이	탄산화 잔여깊이	순피복두께	상태등급	판정
상 부	S1 켄틸레버	3 ㎜	63 ㎜	67 ㎜	a등급	양호
	S12 켄틸레버	4.0 ㎜	44 ㎜	60 ㎜	a등급	양호
하 부	A1 흉벽	9.5 ㎜	70 ㎜	86 ㎜	a등급	양호
	A2 흉벽	9.5 ㎜	119 ㎜	89 ㎜	a등급	양호
	P1 기둥	12.5 ㎜	102 ㎜	81 ㎜	a등급	양호



상부구조 탄산화깊이 측정

하부구조 탄산화깊이 측정

3.4.2 탄산화깊이 검토의견

검토 의견

•탄산화깊이 측정결과 대부분 탄산화 잔여깊이는 30㎜ 이상으로 상태평가 등급상 『a』 등급으로 탄산화에 의한 철근부식 발생 우려는 없는 것으로 평가되었다.

4장 재 하 시 험

4.1 개 요

4.2 정적재하시험

4.3 동적재하시험

4.4 정·동적 재하시험 고찰

제 4 장 재 하 시 험

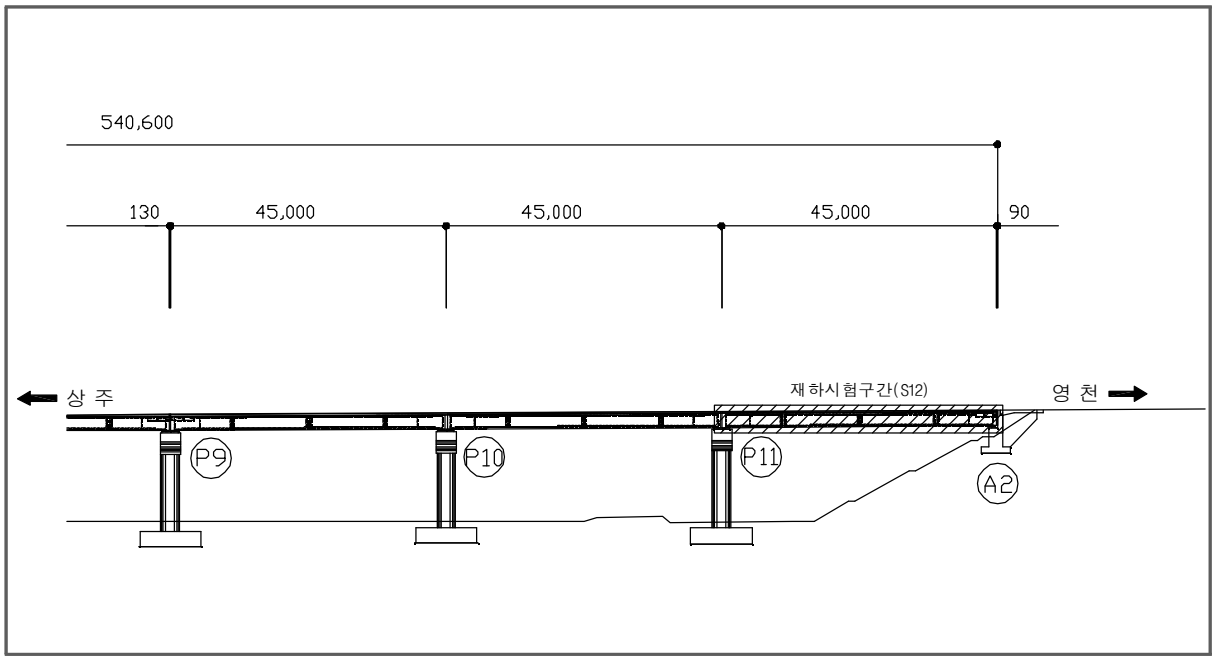
4.1 개 요

4.1.1 시험 경간선정

본 재하시험의 대상경간 선정은 차후의 정밀안전진단과 계측값 상대비교를 고려하여 교량의 대표성 및 Gauge 부착과 측정장비 설치의 용이성, 시험차량의 주행속도 및 제동거리 확보 등 현장여건을 종합적으로 고려하여 다음과 같이 선정하였다.

【시험 경간선정 및 선정사유】

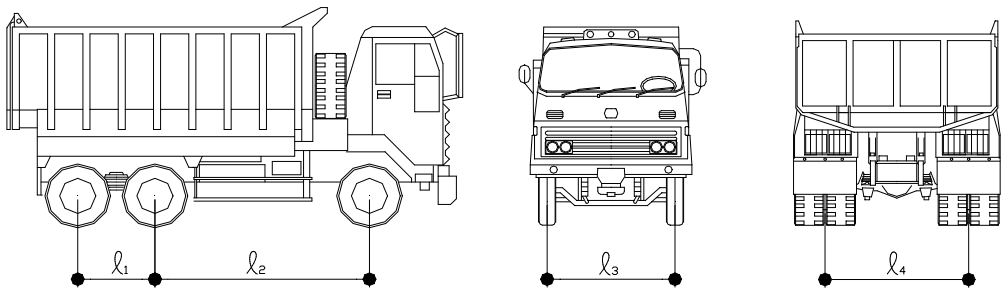
구분	시험경간/지점	지간장(L)	선 정 사 유	비 고
I.P.C Beam	S12(0.5L부)	45.0m	12경간 최대 정모멘트 작용구간	

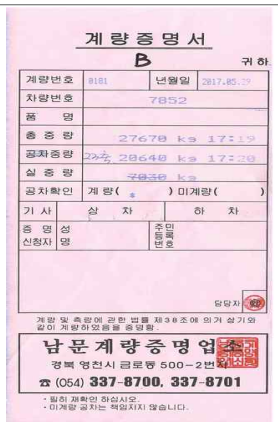


【고현천교(영천방면) 재하시험 대상 경간】

4.1.2 시험차량

본 교량의 재하시험에 사용된 시험차량은 교량의 응답비를 크게 얻고자 15톤 덤프트럭 1대에 모래를 만재시켜 사용하였으며, 차량의 총중량은 약 28톤 수준을 유지하였다.





계 량 증 명 서

B 귀하

계량번호	8181	년월일	2017.05.29
차량번호	7852		
품 명			
총 중 량	27670 kg 17:19		
공차중량	공차 28640 kg 17:20		
실 중 량	~~-970~~ kg		
공차확인	계 량( ) 미계량( )		
기 사	삼 차	하 차	
증명 신청자	성 명	주민 등록 번호	

담당자

계량 및 측량에 관한 법률 제38조에 의거 상기와 같이 계량하였음을 증명함.

남문계량증명업

경북 영천시 금로동 500-2번

☎ (054) 337-8700, 337-8701

· 필히 재확인 하십시오.
· 미계량 공차는 책임지지 않습니다.

계량증명서(ID 7852)

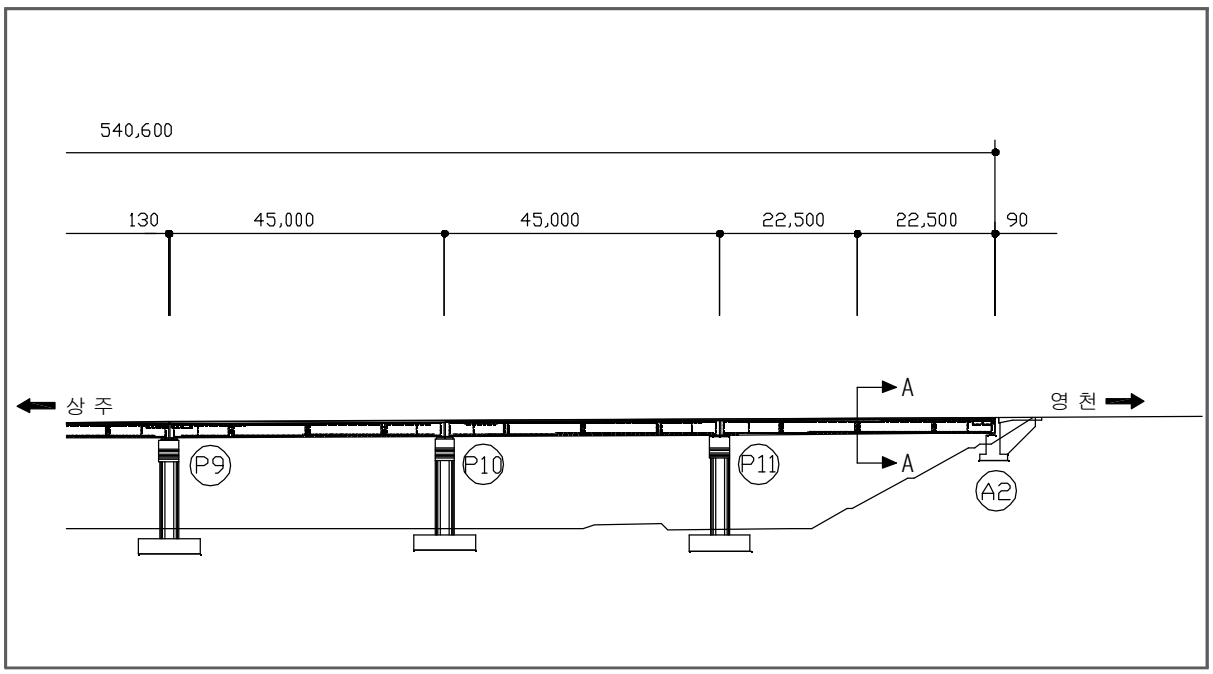
구 분 (차량번호)	차량제원(m)				차 륜 별 축 중 (ton)			
	ℓ1	ℓ2	ℓ3	ℓ4	전 륜	중 륜	후 륜	총 중 량
ID 7852	1.3	3.3	2.07	1.85	7.030	10.320	10.320	27.670

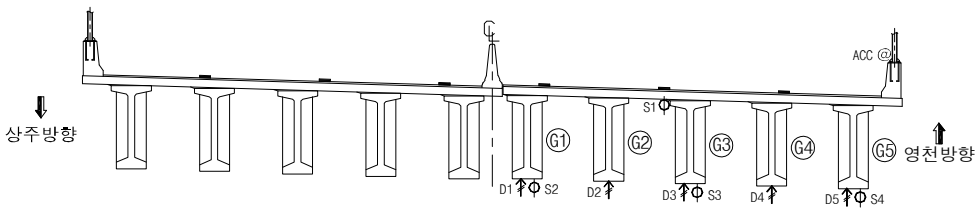
【시험차량의 제원 및 축중하중】

4.1.3 센서 설치위치 및 수량

측정항목별 센서는 대상구조물의 측정대상구간 중에서 하중재하에 따른 단면력이 최대인 단면을 선정한 후, 처짐 및 변형률이 최대로 발생하는 부위에 부착한다.

본 교량에서는 12경간의 정모멘트부 1지점을 측정단면으로 선정하고 처짐계, 변형률계 및 진동가속도계를 설치하였다.



구 분	내 용
A-A 단면 (S12 0.5L지점)	

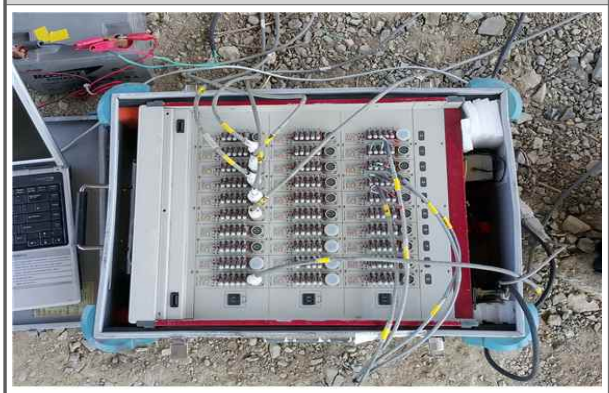
【센서 설치 위치】

【센서 종류 및 기호】

기 호	게이지 종류	용 도	비 고
⌽	Con't Strain Gauge	변형률 측정	휨
↟	처짐계(Displacement)	변위측정	처짐
@	가속도계(Accelerometer)	가속도 측정	고유진동수

【센서별 측정내용】

부착경간	구 분		부착위치	측정내용
S12 0.5L지점 (A-A단면)	변형률계	S1	Girder 3 상면	최대변형률
		S2	Girder 1 하면	〃
		S3	Girder 3 하면	〃
		S4	Girder 5 하면	〃
	변 위 계	D1	Girder 1 하면	최대변위
		D2	Girder 2 하면	〃
		D3	Girder 3 하면	〃
		D4	Girder 4 하면	〃
		D5	Girder 5 하면	〃
	가속도계	Acc	방호벽 상부	진동가속도

<table>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>변형률게이지 설치(거더하면)</td><td>변형률게이지 설치(거더상면)</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>처짐계 설치</td><td>가속도계 설치</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>정적시험 차량 재하</td><td>동적시험 차량 주행</td></tr>
<tr><td>  </td><td> </td></tr>
<tr><td>정, 동적 측정 장비 셋팅</td><td>정, 동적 데이터 수집</td></tr>
</table>

【재하시험 현황】

4.2 정적재하시험

4.2.1 개 요

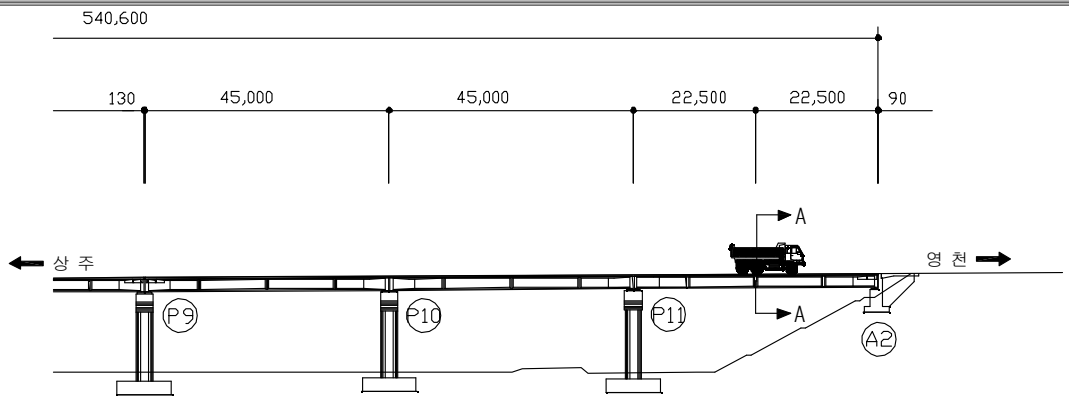
정적 재하시험의 경우 1대의 재하차량을 이용하여 상주(A1)→영천(A2)로 진행하며 실시하였다.

L.C1~L.C3까지 총 3개의 하중조합으로 구성하였으며, 각 정적재하시험의 재하 경우, 차량재하방향, Load Case별 시험차량 위치는 다음과 같다.

【정적재하시험의 LOAD CASE】

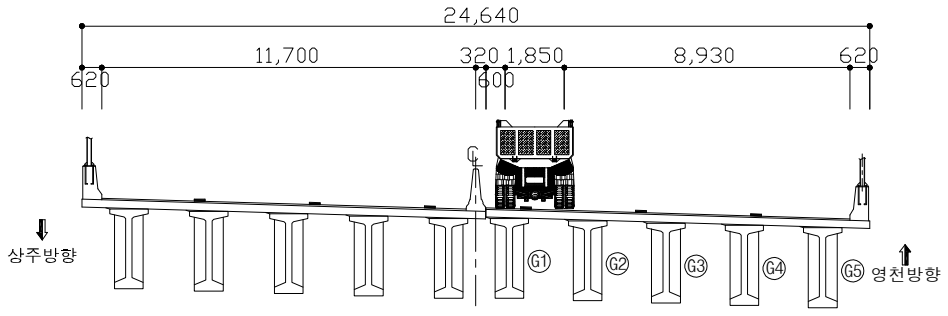
재하경우	재하위치		비 고
	단 면	위 치	
L.C 1	A-A	중분대에서 600mm이격하여 1대 재하	중분대측
L.C 2	A-A	중분대에서 4,765mm이격하여 1대 재하	교폭중앙
L.C 3	A-A	방호벽에서 600mm이격하여 1대 재하	방호벽측

12경간 정모멘트부 재하 : A-A단면

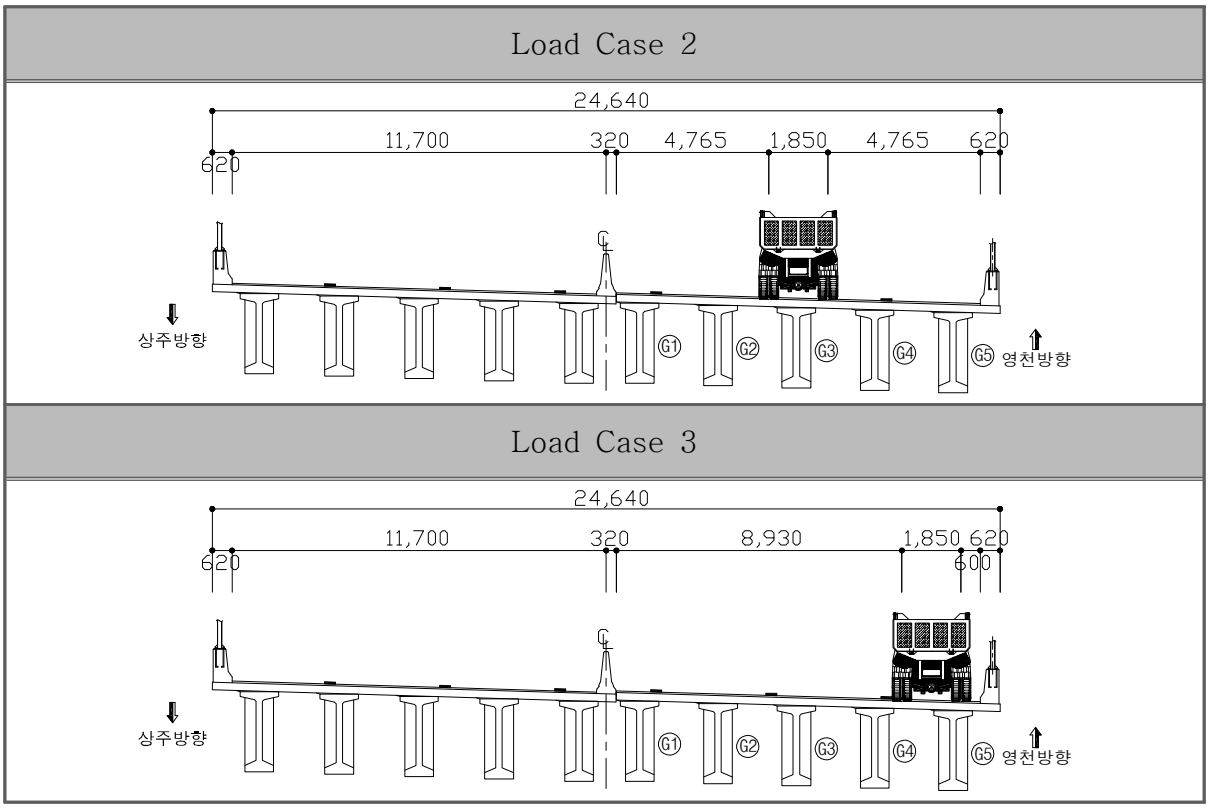


【S12경간 정적재하시험 차량재하방향】

Load Case 1



【S12경간 Load Case별 위치(L.C 1)】



【S12경간 Load Case별 위치(L.C 2~3)】

4.2.2 정적 재하시험 결과 및 분석

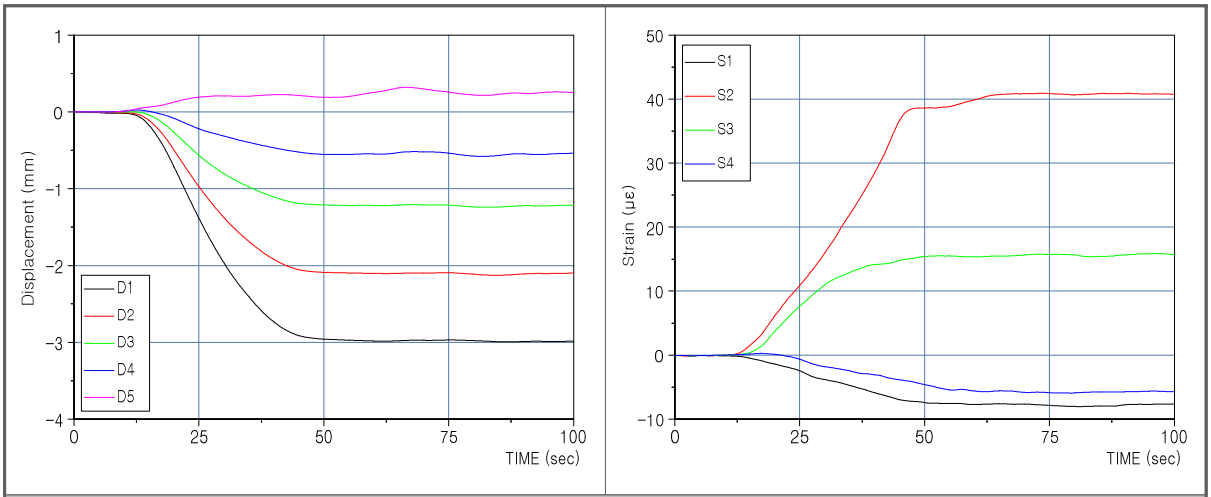
가. 처짐 및 변형율 측정 결과

본 절에서는 정적 재하 경우에 따른 각 단면별 게이지의 최고 응답치를 정리하여 나타내었으며 응답그래프의 일례를 도시하였다.

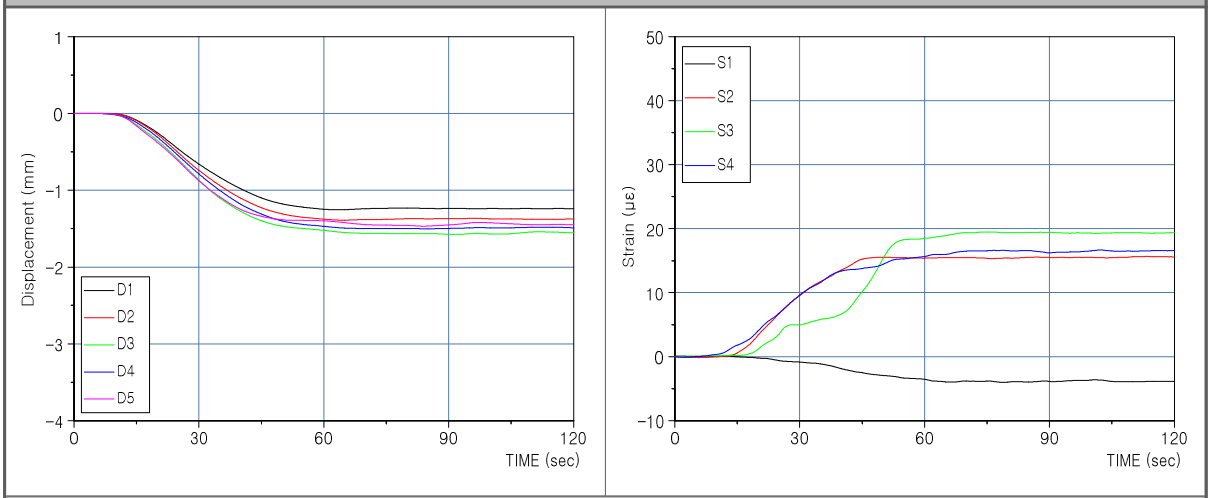
【정적재하시험 결과】

구 분	Gage No	L.C 1	L.C 2	L.C 3	비 고
S12 0.5L지점 (A-A단면)	S1	-7.98	-3.91	-5.81	με
	S2	40.82	15.60	-7.65	〃
	S3	15.45	19.36	14.42	〃
	S4	-5.78	16.50	41.76	〃
	D1	-2.987	-1.239	0.071	㎜
	D2	-2.104	-1.379	-0.605	〃
	D3	-1.222	-1.541	-1.340	〃
	D4	-0.554	-1.482	-2.428	〃
	D5	0.244	-1.447	-3.182	〃

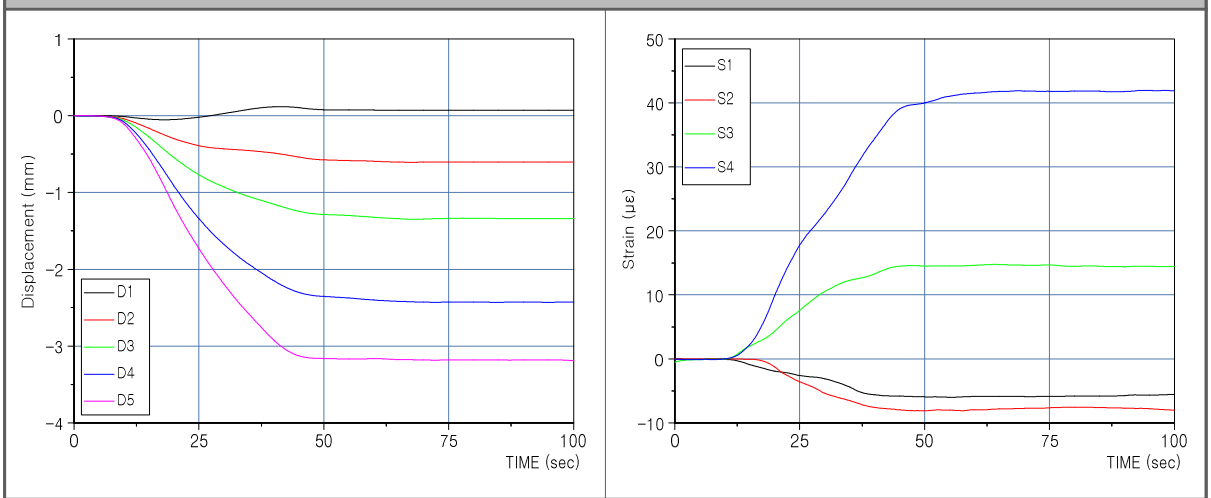
※ 변위 : (-)부호는 하향처짐, 변형률 : (-)부호는 압축임.



Load Case1



Load Case2



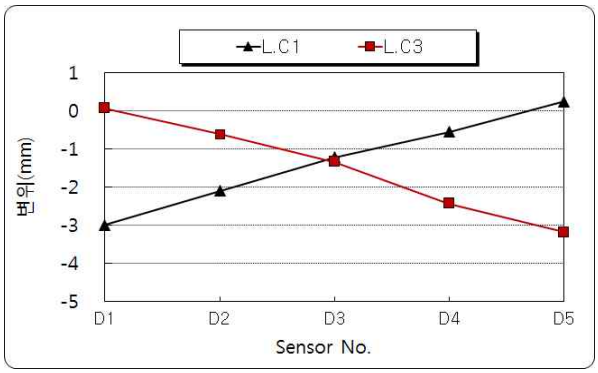
Load Case3

【S12경간 변위 및 변형률-시간 GRAPH】

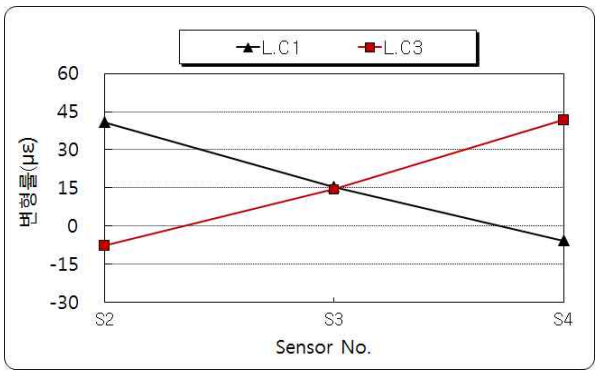
※ 각 Load Case별 최고 응답치를 나타내었으며 미기재 그래프는 부록편 참조.

1) 횡방향 거동 특성

교량에 하중을 횡방향 중심선을 기준으로 대칭으로 재하 하여 측정결과의 거동특성을 분석하였다.



S12경간 변위 횡분배 특성



S12경간 변형률 횡분배 특성

【대칭성 분석】

검토 의견

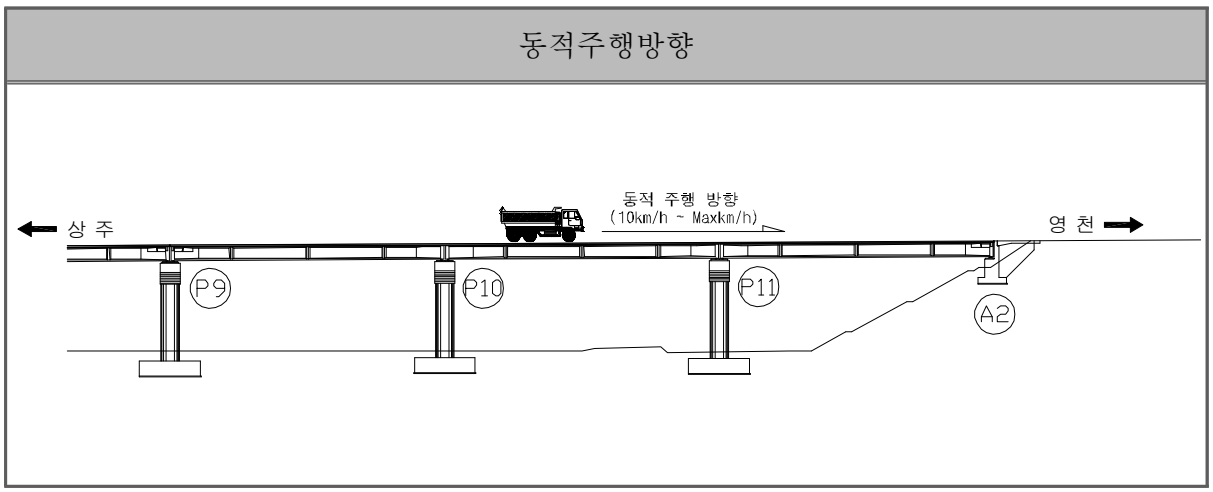
- 횡방향으로 대칭되는 하중 경우에 따른 시험경간의 측정값을 비교하여 대칭성을 통한 횡방향 거동특성을 분석하였다. 실측치 분석결과 측정경간에 대한 Load Case별 측정된 값을 도시하여 횡방향 거동을 비교해보면 대상 교량의 횡방향 거동은 상단의 그래프와 같이 대칭형으로 합리적으로 거동하는 것을 알 수 있다.

4.3 동적재하시험

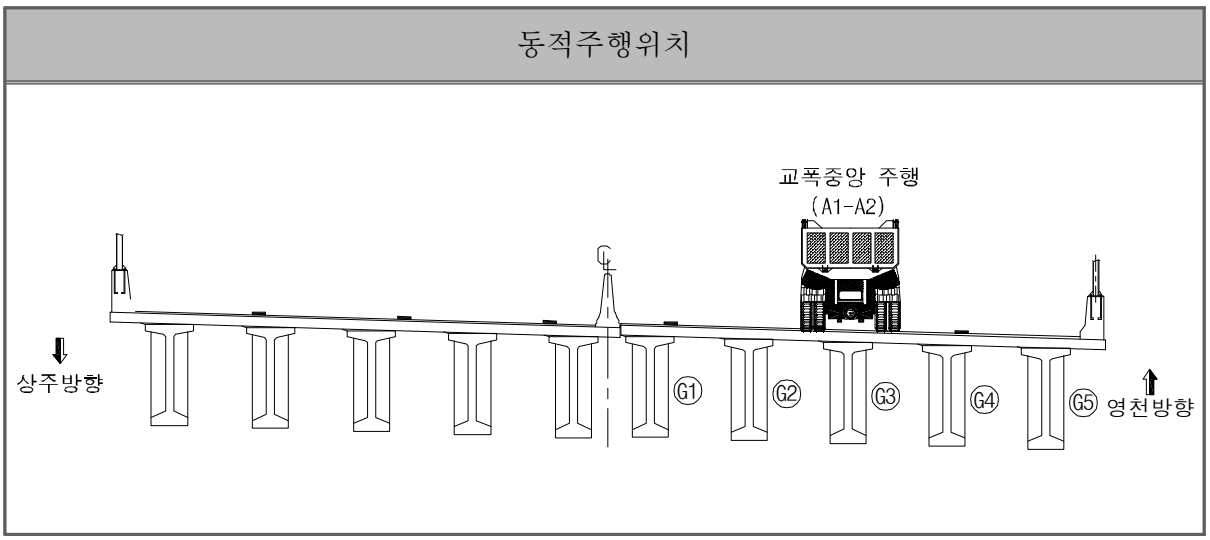
4.3.1 개 요

본 절은 구조물의 동적거동 특성을 조사하기 위하여 실 충격계수와 고유진동수를 계측하고 교량의 안전성을 검토한다. 실 충격계수는 차량속도를 10㎞/hr~최고속도까지 단계별로 속도를 증가시켜 응답치 변화량을 가지고 산출하며, 고유진동수는 진동계에서 측정된 주파수를 분석하여 산출한다.

동적재하시험은 정적재하시험시 이용된 덤프트럭을 사용하여 교폭 중앙으로 주행을 하였으며, 주행방향은 상주(A1)→영천(A2)으로 공용중 실제 주행방향을 택하여 주행 가능한 최대속도인 80km/h까지 주행을 실시하였다.



【동적재하시험 주행방향】



【동적재하시험 주행위치】

4.3.2 동적재하시험 결과 및 분석

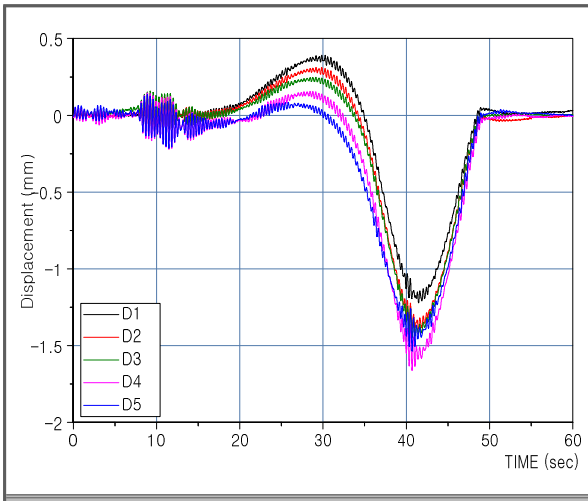
가. 동적처짐

동적 그래프는 차량이 주행한 구간에 대하여 표시하였고, 각 주행속도에 따른 동적 최대 처짐값은 다음과 같다.

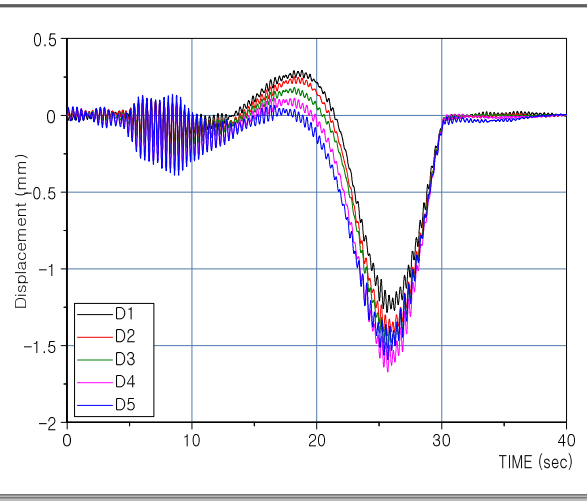
【동적재하시험 결과】

Sensor / 차량속도	S12경간					비고
	D1	D2	D3	D4	D5	
10㎞/hr	−1.222	−1.391	−1.448	−1.662	−1.535	mm
20㎞/hr	−1.283	−1.434	−1.512	−1.670	−1.592	mm
30㎞/hr	−1.220	−1.381	−1.455	−1.571	−1.430	mm
40㎞/hr	−1.365	−1.501	−1.561	−1.694	−1.573	mm
50㎞/hr	−1.336	−1.516	−1.572	−1.693	−1.565	mm
60㎞/hr	−1.336	−1.484	−1.568	−1.664	−1.560	mm
80㎞/hr	−1.221	−1.411	−1.529	−1.791	−1.755	mm

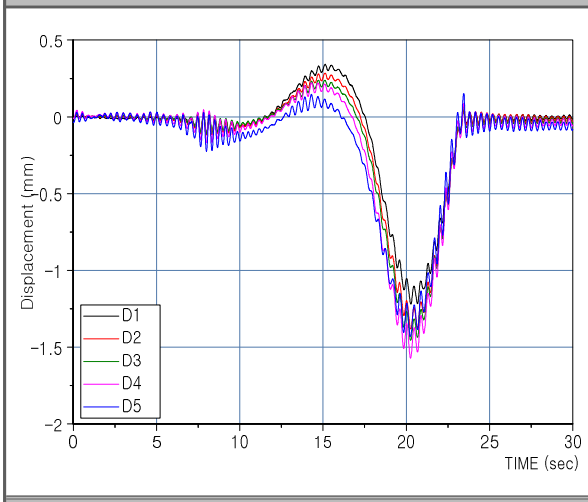
※ 변위 : (−)부호는 하향처짐임



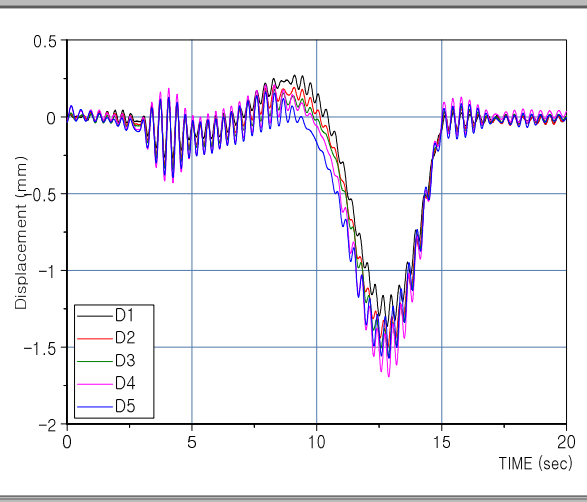
10㎞/hr



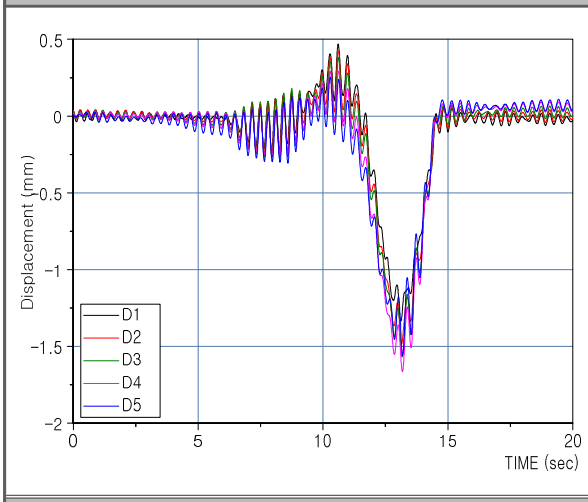
20㎞/hr



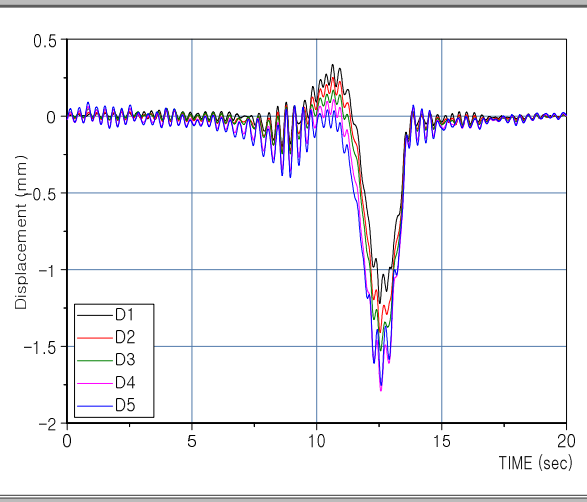
30㎞/hr



40㎞/hr



60㎞/hr



80㎞/hr

【동적주행 변위-시간 GRAPH】

※ 미기재 그래프는 부록 참조.

나. 충격계수 분석결과

교량의 충격계수는 노면상태 및 노후도에 의하여 영향을 받으며, 차량 하중의 정적응답에 대한 동적응답의 비를 동적증폭률이라고 하는데 구조물의 설계나 내하력 평가시에는 이것이 충격계수가 된다.

따라서 동적재하시험을 통하여 충격계수를 산출하고 이 값을 설계하중효과에 곱함으로써 동적효과를 고려한 실제적인 내하력평가를 수행할 수 있다.

통상 저속주행(10㎞/h)시 발생하는 응답을 정적응답치로 간주하고, 이 값에 대한 속도별 최대응답치와의 비로써 충격계수를 산정하는 방법을 이용하였으나, 정적응답으로 간주하는 저속주행시의 응답에도 동적 효과가 포함되어 있으며, 정확하게 동일한 위치로 주행을 반복하는 것이 불가능하므로, 최근에는 동적측정결과를 Low Pass Filter를 하여 동적효과를 제거한 정적 응답결과에 대한 동적측정 결과와 비로써 각 속도별 충격계수를 구하는 방법을 사용하였다.

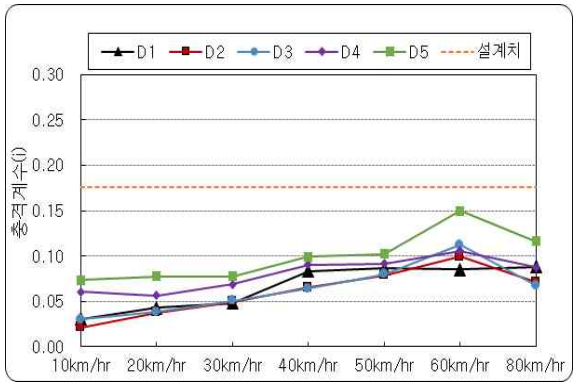
최대 동적 처짐 및 최대 정적 처짐에 의한 교량의 충격계수는 다음과 같다.

$$i = \frac{Ddyn - Dsta}{Dsta}$$

여기서, Ddyn : 동적최대처짐

Dsta : Ddyn에서의 Low Pass Filtering한 최대처짐

동적재하시험에서 충격계수의 산정은 측정된 동적 DATA를 산정식에 따라 개별 충격계수를 구한 후 그 값 중 가장 큰 값을 대표값으로 선정하였으며 다음표에 나타내었다. 대표 실측충격계수는 시속 60㎞/hr의 속도일 때 0.150(D5)로 분석되어, 도로교 설계 기준에서 제시하는 계산 충격계수 0.176보다 작게 나타나 이동하중에 의한 충격의 영향은 양호한 것으로 판단된다.



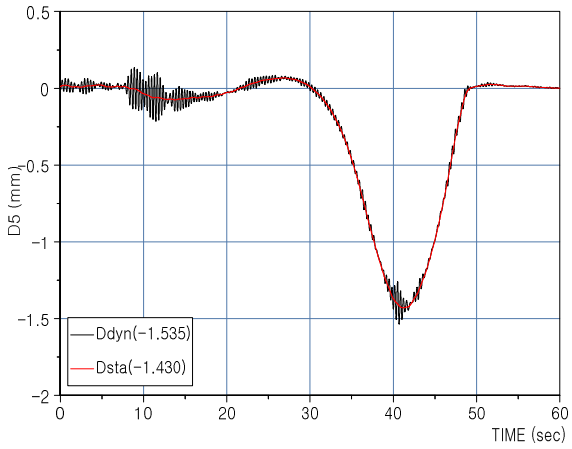
S12경간

【속도별 충격계수 GRAPH】

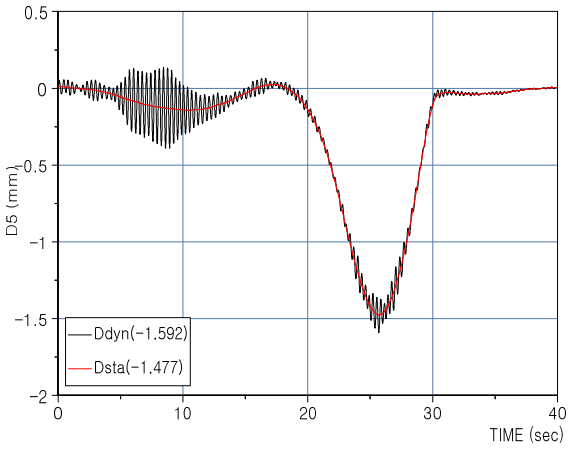
【실측충격계수 결과표】

구 분		S12경간 변위(mm) D1	D2	D3	D4	D5	비 고
L.C 1 10㎞/h	Ddyn	−1.222	−1.391	−1.448	−1.662	−1.535	
	Dsta	−1.186	−1.362	−1.406	−1.567	−1.430	
	충격계수(i)	0.030	0.021	0.030	0.061	0.073	
L.C 2 20㎞/h	Ddyn	−1.283	−1.434	−1.512	−1.670	−1.592	
	Dsta	−1.230	−1.382	−1.456	−1.581	−1.477	
	충격계수(i)	0.043	0.038	0.038	0.056	0.078	
L.C 3 30㎞/h	Ddyn	−1.220	−1.381	−1.455	−1.571	−1.430	
	Dsta	−1.164	−1.316	−1.385	−1.470	−1.327	
	충격계수(i)	0.048	0.049	0.051	0.069	0.078	
L.C 4 40㎞/h	Ddyn	−1.365	−1.501	−1.561	−1.694	−1.573	
	Dsta	−1.260	−1.409	−1.467	−1.553	−1.431	
	충격계수(i)	0.083	0.065	0.064	0.091	0.099	
L.C 5 50㎞/h	Ddyn	−1.336	−1.516	−1.572	−1.693	−1.565	
	Dsta	−1.230	−1.405	−1.456	−1.551	−1.420	
	충격계수(i)	0.086	0.079	0.080	0.092	0.102	
L.C 6 60㎞/h	Ddyn	−1.336	−1.484	−1.568	−1.664	−1.560	
	Dsta	−1.231	−1.350	−1.410	−1.505	−1.357	
	충격계수(i)	0.085	0.099	0.112	0.106	**0.150**	
L.C 7 80㎞/h	Ddyn	−1.221	−1.411	−1.529	−1.791	−1.755	
	Dsta	−1.122	−1.317	−1.432	−1.647	−1.572	
	충격계수(i)	0.088	0.071	0.068	0.087	0.116	
실측충격계수		0.150					
이론충격계수		0.176					

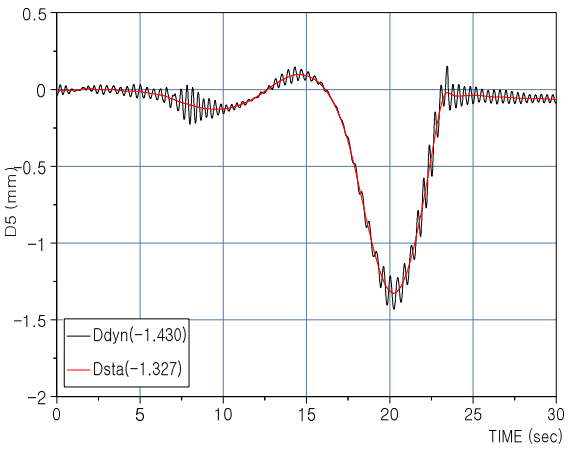
※ 이론충격계수 산정식 : $i = \frac{15}{40 + L} \rightarrow i = \frac{15}{40 + 45} = 0.176$(S12경간)



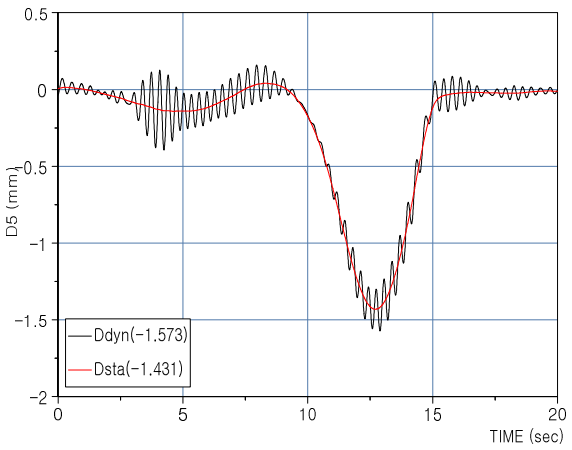
10㎞/hr, D5



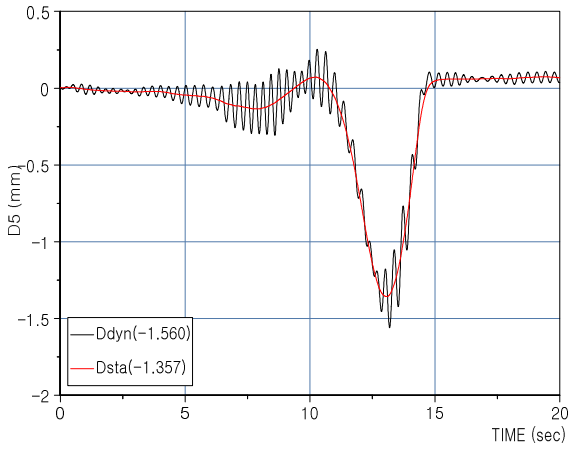
20㎞/hr, D5



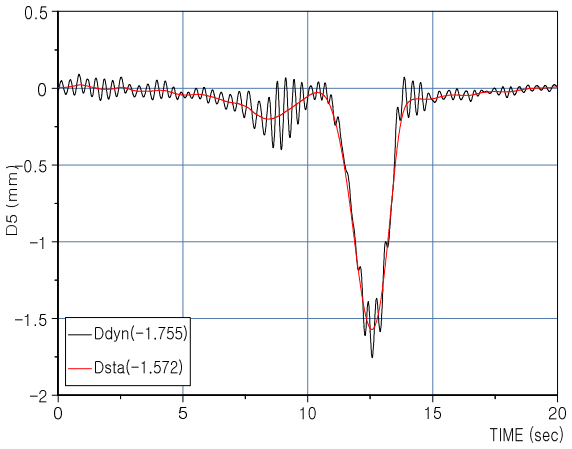
30㎞/hr, D5



40㎞/hr, D5



60㎞/hr, D5



80㎞/hr, D5

【동적주행결과의 필터링 전-후 비교 GRAPH】

※ 미 기재 그래프는 부록편 참조.

다. 고유 진동수 분석결과

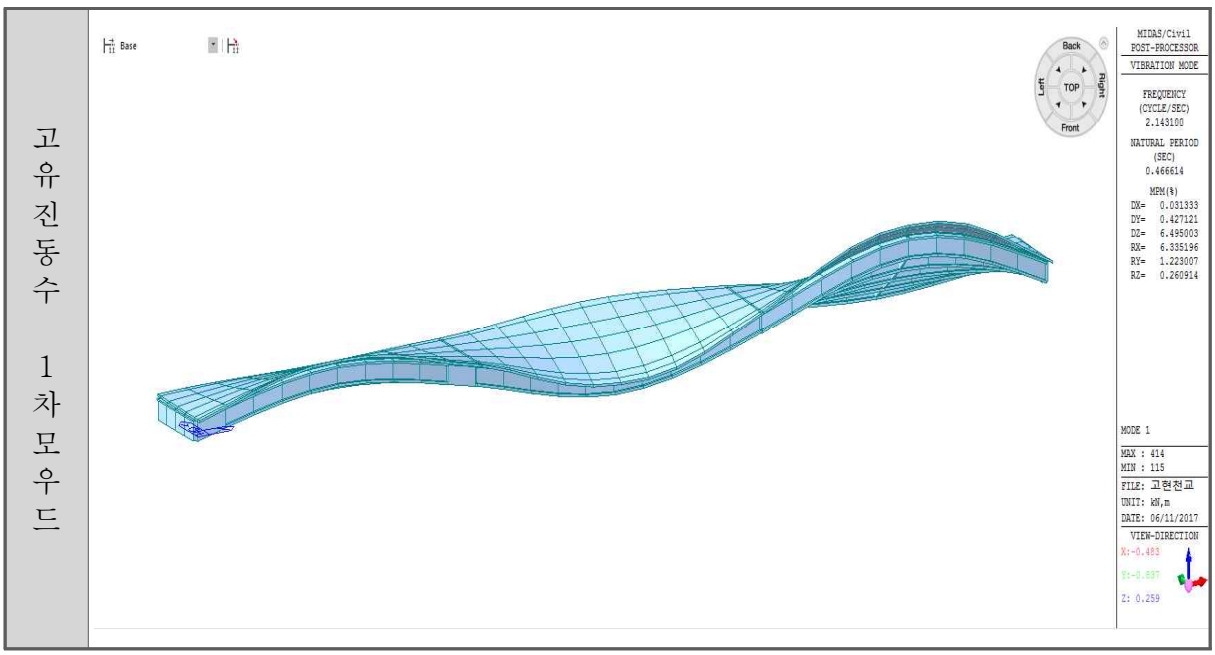
재하차량에 의한 교량 각 부재의 시간이력곡선으로부터 교량의 진동주기를 도출하였다. 차량이 교량 위를 통과할 때는 차량의 진동과 교량 자체의 진동과의 상호작용이 교량의 동적거동에 영향을 미치므로, 본 조사에서는 주행차량이 교량을 통과하고 난 후 여진상태에 구한 시간이력곡선으로부터 FFT(Fast Fourier Transform) 해석을 하여 교량의 고유진동수를 구하였다.

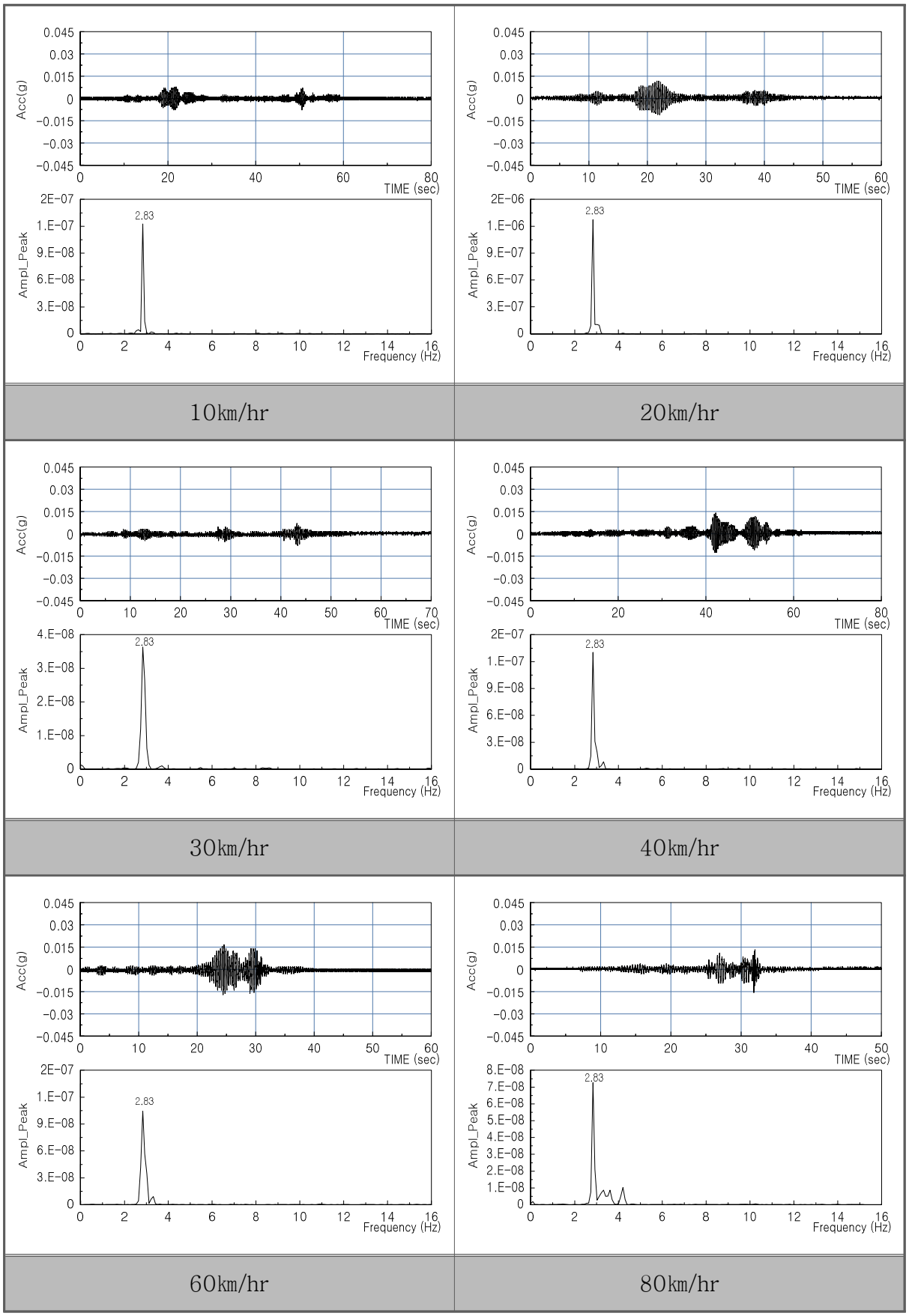
해석에 의한 대표 고유진동모드는 1모드에서 나타났으며 주행 속도에 따른 측정 고유진동수는 1모드에서 2.83Hz로 측정되어 이론고유진동수 2.14Hz보다 크게 나타났으며, 본 시험에서 측정된 고유진동수는 본 교량의 초기 고유진동수로서, 진동주파수와 강성과는 비례관계임을 볼 때 향후 가속도 측정에 의한 구조물의 강성 저하 유무를 판단 할 수 있는 기초자료라 할 수 있다.

【속도별 실측고유진동수 값】

주행속도(㎞/hr)	실측고유진동수(Hz)	주행속도(㎞/hr)	실측고유진동수(Hz)
10	2.83	50	2.83
20	2.83	60	2.83
30	2.83	80	2.83
40	2.83		

【이론고유진동수】





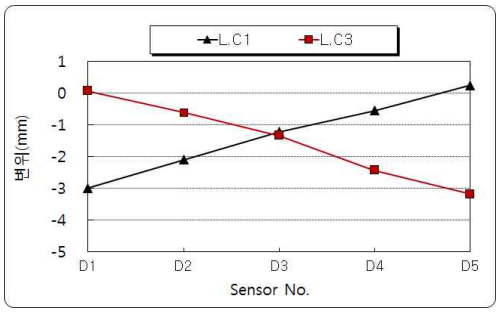
【FFT 분석 GRAPH】

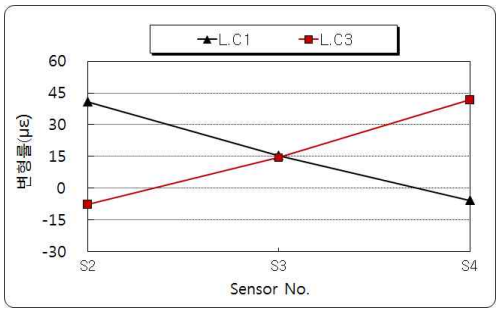
※ 미 기재 그래프는 부록편 참조.

4.4 정·동적 재하시험 고찰

고현천교에 대한 정·동적 재하시험을 시행한 결과 정적재하시험시 최대처짐 및 최대변형률은 -3.182㎜(D5, L.C3), 41.76 με(S4, L.C3)이 발생되었다. 동적 재하시험에서는 80㎞시 최대처짐 -1.791㎜(D4)가 발생하였다. 또한, 고유진동수의 경우 2.83Hz로 측정되었으며, 실측충격계수는 0.150로 측정되어 계산충격계수 0.176보다 작게 분석되었다.

【정·동적 재하시험 분석결과】

<table>
<tr><th colspan="2">분석항목</th><th>분 석 결 과</th></tr>
<tr><td colspan="2">시험트럭</td><td>•재하하중 : 설계하중의 약 64.1%
•총 중 량 : 27.670ton</td></tr>
<tr><td rowspan="4">정적
재하
시험</td><td>최대
응답</td><td>•변형률 : 41.76 με
•변 위 : -3.182 ㎜</td></tr>
<tr><td></td><td>S12경간 0.5L지점</td></tr>
<tr><td>횡방향
거동특성</td><td> 


</td></tr>
<tr><td></td><td>S12경간 횡분배 특성</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>•처짐 및 변형률에 의한 횡방향 거동특성 분석결과 하중 경우에 따른 계측 DATA가 합리적인 거동특성을 보이는 것으로 분석됨.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">동적
재하
시험</td><td>충격
계수</td><td>•충격계수 분석결과 실측충격계수의 최대값은 0.150로 이론 충격계수 0.176보다 작게 나타나 이동하중에 대한 충격의 영향은 양호한 상태로 분석됨.</td></tr>
<tr><td>고유
진동수</td><td>•실측 고유진동수(2.83Hz)가 이론 고유진동수(2.14Hz)보다 크게 나타나고 있어 교량의 강성은 양호한 것으로 판단된다.</td></tr>
</table>

5장 구조안전성 및 내하력평가

5.1 개 요

5.2 IPC BEAM 구조해석

5.3 IPC BEAM 안정성평가

제 5 장 구조안전성 및 내하력평가

5.1 개 요

5.1.1 검토 조건

구안전성평가에 사용한 구조해석 프로그램은 MIDAS/Civil 8.3.1을 사용하였으며, 구조계산서상에 정리된 교량제원, 사용재료 및 허용응력, CASE별 설계하중에 따른 응력 비교 결과를 정리하면 다음과 같다.

가. 구조물 제원

교 량 명	고현천교		
형 식	IPC Beam	교량등급	1등교
연 장	L = 3@45.0+3@45.0+3@45.0+3@45.0= 540.600 m	교량폭원	B = 12.455 m

나. 사용재료

1) 콘크리트

바닥판	fck = 27 MPa	PSC Beam	fck = 40 MPa
	Ec = 2.55E+04 MPa		Ec = 3.14E+04 MPa

2) P.S 강재

종류	KS D 7002, SWPC 7B 12 Strand Φ12.7mm - 5 Cable A = 13870mm^2(Strand 1개소당 단면적)
탄성계수	Ep = 2.00E+05 MPa
fpy	1600 MPa
fpu	1900 MPa
곡률 마찰계수	0.25/Radian
파상 마찰계수	0.005/m
슬립량	6.000 m

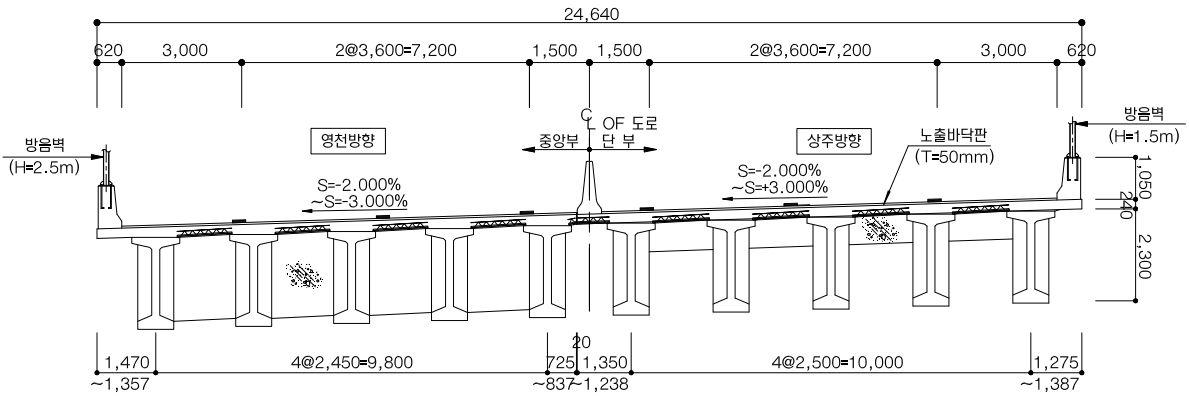
3) 철근

철근	fy = 400 MPa
	Ec = 2.00E+05 MPa

5.1.2 검토 단면

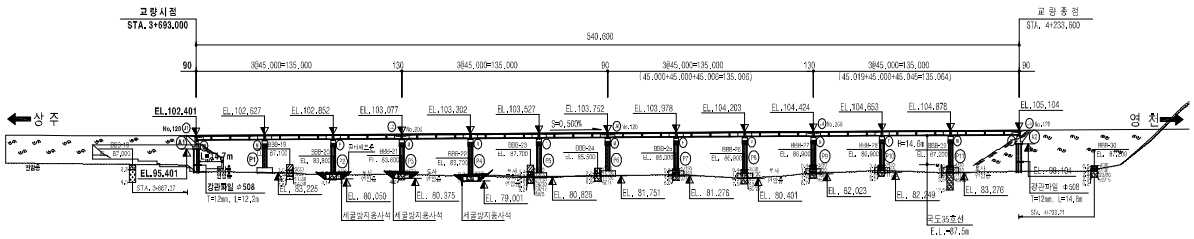
가. 횡단면도

고현천교



나. 종단면도

고현천교



5.1.3 하중산정

가. 고정하중

구 분	콘크리트	강 재	포 장
단위중량(kN/㎥)	25.00	78.50	23.50

: IPC 거더 자중은 프로그램내에서 자동으로 계산.

1) 합성전 바닥판 타설하중 (IPC 거더 적용)

2) 합성후 고정하중(방호벽, 포장하중)

① 방호벽+방음벽 = (1.000 + 0.500 × 25.00) / 0.59 = 22.903 kN/m2

② 포장 = 0.050 × 23.50 = 1.175 kN/m2

나. 활 하 중

1) 설계차로폭 및 차로수

- 일반구간 : 연석간 교폭 : Wc = 12.11 − 0.620 = 11.490 m

∴ 설계차로수, N = 3 (9.1m ≤ Wc < 12.8m)

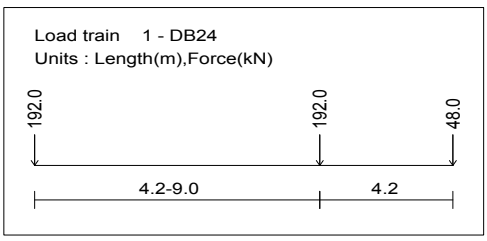
설계차로폭 : W = Wc / N = 11.490 / 3 = 3.83 > 3.600m ∴ 3.600m

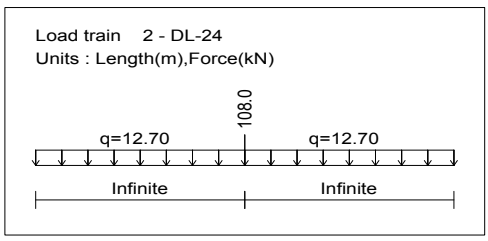
2) 하중강도와 충격계수

① 차선하중 (DL−24) : WL = 12.7 kN/m , Pm = 108 kN, Ps = 156 kN

② 차륜하중 (DB−24) : 전륜하중, Pf = 24.0kN , 후륜하중, Pr = 96.0kN

③ 재하차량





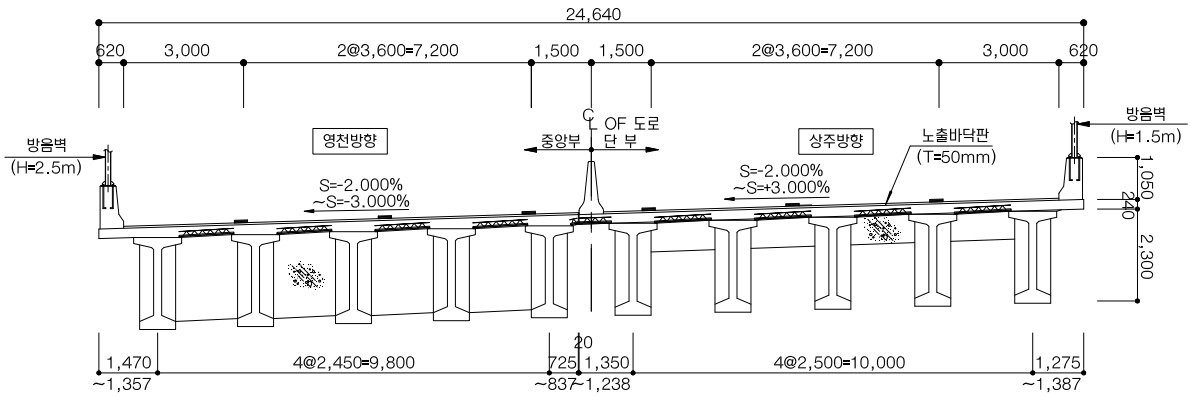
④ 충격계수

구 분	지간장,L(m)	충격계수,15/(40+L)
1경간	45.00	0.176
2경간	45.00	0.176
지점부	45.00	0.176

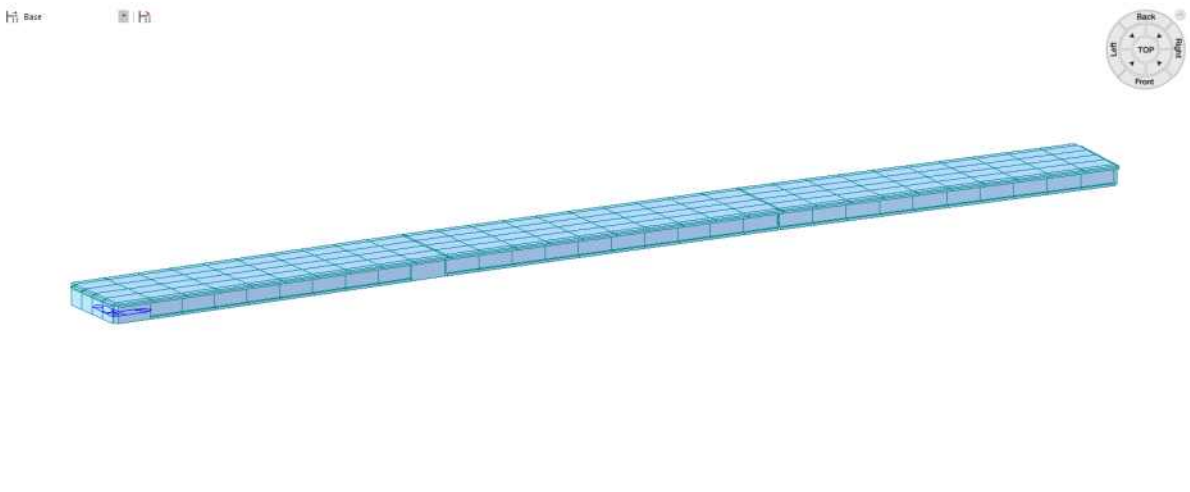
5.2 IPC BEAM 구조해석

5.2.1 모 델 링

구 조 해 석 모 델 링 [횡단면도]



구 조 해 석 모 델 링 [종단면도]



※ 사용 구조해석 프로그램명 : MIDAS CIVIL

5.2.2 응력검토

가. 작용하중에 의한 응력(외측 거더)

응 력(MPa) / 하중 단계	비합성 단면		합성 단면			
	거 더		바닥판		거 더	
	상연	하연	상연	하연	상연	하연
1차 긴장력 도입후	3.90	16.92				
	O.K	O.K				
바닥판 타설시	12.52	8.34				
	O.K	O.K				
바닥판 경화 후			0.23	0.07	12.60	6.67
			O.K	O.K	O.K	O.K
2차 긴장력 도입후			0.22	0.37	12.95	10.40
			O.K	O.K	O.K	O.K
방호벽, 포장, 연석등			1.16	1.07	13.75	8.48
			O.K	O.K	O.K	O.K
최종 감소 손실 발생 후			1.47	1.15	13.84	6.09
			O.K	O.K	O.K	O.K
활하중 작용시			3.44	2.60	15.51	2.07
			O.K	O.K	O.K	O.K
허용 응력	인장	압축	인장	압축	압축	인장
	−1.40	17.60	−2.60	10.80	16.00	−3.16

나. 작용하중에 의한 응력(내측 거더)

응 력(MPa) / 하중 단계	비합성 단면		합성 단면			
	거 더		바닥판		거 더	
	상연	하연	상연	하연	상연	하연
1차 긴장력 도입후	3.90	16.92				
	O.K	O.K				
바닥판 타설시	12.43	8.44				
	O.K	O.K				
바닥판 경화 후			0.24	0.08	12.52	6.76
			O.K	O.K	O.K	O.K
2차 긴장력 도입후			0.24	0.39	12.87	10.50
			O.K	O.K	O.K	O.K
방호벽, 포장, 연석등			0.95	0.92	13.48	9.10
			O.K	O.K	O.K	O.K
최종 감소 손실 발생 후			1.28	1.01	13.59	6.65
			O.K	O.K	O.K	O.K
활하중 작용시			2.97	2.27	15.04	3.33
			O.K	O.K	O.K	O.K
허용 응력	인장	압축	인장	압축	압축	인장
	−1.40	17.60	−2.60	10.80	16.00	−3.16

5.2.3 IPC Beam 부재검토

가. 외력에 의한 계수모멘트

구 분	고정하중(D) (kN · m)	활하중(L+i) (kN · m)	비 고
외측 거더	15606.669	6526.144	
내측 거더	15010.954	5339.465	

나. 최대 계수모멘트 계산(외측거더)

Mu1 = 1.3D + 2.15L = 22132.813 kN · m

- 단면검토

$$\phi M_n = \phi \times A_p \times f_{ps} \times d_p (1 - 0.59 \times (\frac{\rho_p \times f_{ps}}{f_{ck}}))$$
$$= 32963.589\,kN \cdot m > M_U = 22132.813\,kN \cdot m \quad O.K.$$

다. 최대 계수모멘트 계산(내측거더)

Mu1 = 1.3D + 2.15L = 20350.419 kN · m

- 단면검토

$$\phi M_n = \phi \times A_p \times f_{ps} \times d_p (1 - 0.59 \times (\frac{\rho_p \times f_{ps}}{f_{ck}}))$$
$$= 32854.221\,kN \cdot m > M_U = 20350.419\,kN \cdot m \quad O.K.$$

위 치	ΦM_n (kN · m)	M_u (kN · m)	M_d (kN · m)	M_l (kN · m)	비 고
외측 거더	32963.589	22132.813	15606.669	6526.144	
내측 거더	32854.221	20350.419	15010.954	5339.465	

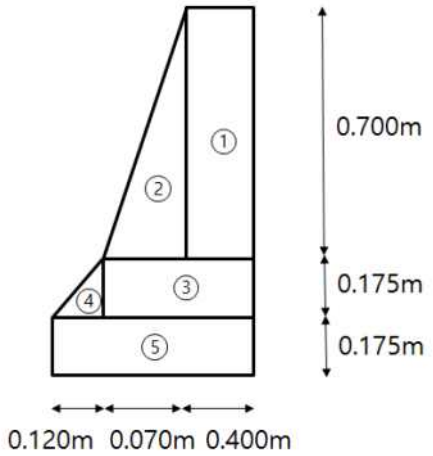
5.2.4 바닥판 부재검토

가. 켄틸레버부의 단면력 검토

1) 바닥판의 최소 두께 : 바닥판의 최소두께는 220mm < 240mm(사용두께) O.K.

2) 하중의 산정

- 고정하중 산정



구 분		고정하중(kN)		거리(m)	모멘트(kN·m)
연석	①	0.400×0.700×1.00×25.0=	7.000	0.677	4.739
	②	1/2×0.070×0.700×1.00×25.0=	0.613	0.454	0.278
	③	0.470×0.175×1.0×25.0=	2.056	0.642	1.320
	④	1/2×0.120×0.175×1.0×25.0=	0.263	0.367	0.097
	⑤	0.590×0.175×1.0×25.0=	2.581	0.582	1.502
포 장	⑥	0.05×0.257×1.0×23.5=	0.302	0.128	0.039
바닥판	⑦				3.763
방음벽	⑧		1.000	0.890	0.890
계					12.628

- 활하중 산정

. X = 0.200

. i = 15/(0.200+40) = 0.373 > 0.3 이므로 i = 0.3

. E = 0.8X + 1.14 = 1.300

· $M_l = \frac{P}{E} X(1+i) = \frac{96}{1.300} \times 0.200 \times (1+0.3) = 19.200\ \text{kN·m}$

나. 최대 계수모멘트 계산(켄틸레버부)

Mu1 = 1.3D + 2.15L = 57.696 kN · m

- 단면검토

$$\phi M_n = \phi \times A_s \times f_y \times (d - \frac{a}{2})$$
$$= 0.85 \times 1627 \times 400 \times (180.0 - \frac{28.349}{2})$$
$$= 91.703\,\text{kN·m} > Mu = 57.696\,\text{kN·m} \quad \therefore \text{O.K}$$

다. 중앙부의 단면력 검토

1) 바닥판의 최소 두께 : 바닥판의 최소두께는 220mm < 240mm(사용두께) O.K.

2) 하중의 산정

- 고정하중에 의한 발생력 산정

· 지 간 : 1.750m

· 포 장 : 0.050 × 23.5 = 1.175kN/m

· 콘크리트 : 0.240 × 25.0 = 6.000kN/m

· 합 계 : 7.175kN/m

· $M_d = \frac{W_d \ell^2}{10} = \frac{7.175 \times 1.750^2}{10} = 2.197\text{kN·m}$

- 활하중 산정

. i = 15/(1.74+40) = 0.359 > 0.3 이므로 i = 0.3

· $M_{\ell+i} = \frac{L+0.6}{9.6} \times P_r(1+i) \times 0.8 = 24.440\,\text{kN·m}$

라. 최대 계수모멘트 계산(중앙부)

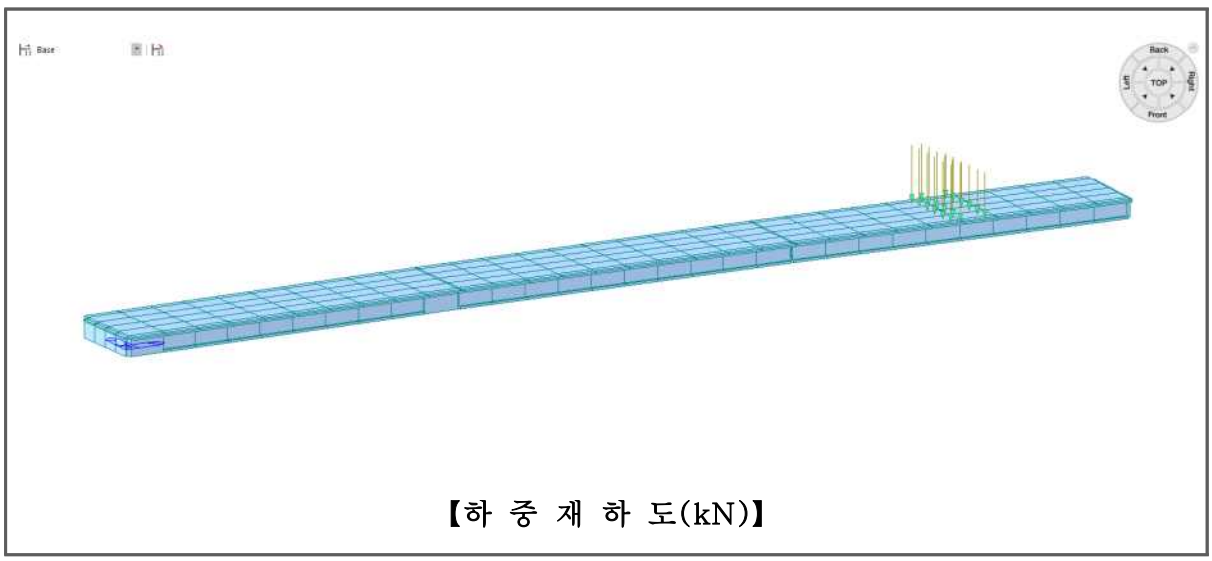
Mu1 = 1.3D + 2.15L = 55.402 kN · m

- 단면검토

$$\phi M_n = \phi \times A_s \times f_y \times (d - \frac{a}{2})$$
$$= 0.85 \times 1627.00 \times 400 \times (200.0 - \frac{17.00}{2})$$
$$= 105.901\,\text{kN·m} > Mu = 55.402\,\text{kN·m} \quad \therefore \text{O.K}$$

5.2.5 재하시험에 의한 구조해석

실응답보정계수(Ks)를 산정하기 위해 재하시험과 동일한 위치에 차량 하중을 재하하여 Plate 요소를 이용한 3D 구조해석을 실시하였으며, 그 결과는 다음과 같다.



【하 중 재 하 도(kN)】

구 분	LC1	LC2	LC3
D1(mm)	-4.784	-1.754	0.445
D2(mm)	-3.287	-2.032	-0.578
D3(mm)	-1.835	-2.278	-1.710
D4(mm)	-0.640	-2.301	-3.065
D5(mm)	0.453	-1.730	-4.487

: 교량 좌, 우측은 교량 시점측(A1)에서 종점측(A2)을 바라봤을 경우에 해당함.

5.2.6 실측보정계수 산정

Load Case별 처짐량중 차량축하중이 직접적으로 재하되는 위치에서 계산처짐량과 실측처짐량에 충격계수를 고려하여 실측보정계수(Ks)를 다음과 같이 구하였다.

$$Ks = \frac{\varepsilon_{계산}}{\varepsilon_{실측}} \times \left(\frac{1+i_{계산}}{1+i_{실측}} \right) \quad or \quad \frac{\delta_{계산}}{\delta_{실측}} \times \left(\frac{1+i_{계산}}{1+i_{실측}} \right)$$

여기서, $\delta_{계산}$ = 이론 처짐량 $i_{계산}$ = 이론 충격계수

$\delta_{실측}$ = 실측 처짐량 $i_{실측}$ = 실측 충격계수

【처짐량에 의한 실측보정계수】

구 분	재하 경우	변위계	계산처짐 (㎜)	실측처짐 (㎜)	$\frac{\delta_{계산}}{\delta_{실측}}$	$\frac{1+i_{계산}}{1+i_{실측}}$	실측보정계수 (Ks)
고현 천교	LC.1	Disp.1	-4.784	-2.987	1.602	1.027	1.645
		Disp.2	-3.287	-2.104	1.562		1.604
		Disp.3	-1.835	-1.222	1.502		1.543
		Disp.4	-0.640	-0.554	1.155		1.186
		Disp.5	0.453	0.244	1.857		1.907
	LC.2	Disp.1	-1.754	-1.239	1.416		1.454
		Disp.2	-2.032	-1.379	1.474		1.514
		Disp.3	-2.278	-1.541	1.478		1.518
		Disp.4	-2.301	-1.482	1.553		1.595
		Disp.5	-1.730	-1.447	1.196		1.228
	LC.3	Disp.1	0.445	0.071	6.268		6.437
		Disp.2	-0.578	-0.605	0.955		0.981
		Disp.3	-1.710	-1.340	1.276		1.310
		Disp.4	-3.065	-2.428	1.262		1.296
		Disp.5	-4.487	-3.182	1.410		1.448

5.2.7 내하율(R.F)산정

가. 허용응력법에 의한 내하율 산정

$$R.F = \frac{f_a - f_d}{f_l} = \frac{f_a - (f_t - f_l)}{f_l}$$

여기서, f_a : 실측 허용 능력

f_t : 총하중에 의한 단면 상, 하연에서의 휨응력

f_d : 실측 고정하중에 의한 응력

f_l : 활하중(충격계수포함)에 의한 단면 상, 하연에서의 휨응력

【허용응력설계법에 의한 내하율(R.F)】

구 분			고정하중응력+긴장력 (MPa)	활하중응력 (MPa)	허용응력 (MPa)	R.F
고현천교	외측거더	상연	13.841	1.670	16.000	1.293
		하연	6.087	4.020	16.000	2.466
	내측거더	상연	13.592	1.450	16.000	1.661
		하연	6.648	3.320	16.000	2.817

나. 강도설계법에 의한 내하율 산정

$$R.F = \frac{\Phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_l M_l (1+i)}$$

여기서, ΦM_n : 극한저항모멘트(Φ=0.85)

M_u : 총하중에 의한 극한모멘트

$\gamma_d M$: 실측 고정하중모멘트(γ_d : 고정하중 계수 = 1.3)

$\gamma_l M_l$: 활하중(충격계수포함)에 의한 휨모멘트(γ_l : 활하중 계수 = 2.15)

【강도설계법에 의한 내하율 : 바닥판 (R.F)】

위 치	ΦM_n (kN · m)	M_d (kN · m)	M_l (kN · m)	$\gamma_d M_d$ (kN · m)	$\gamma_l M_l (1+i)$ (kN · m)	R.F
켄틸레버부	91.703	12.628	19.200	16.416	41.280	1.824
중 앙 부	105.901	2.197	24.440	2.856	52.546	1.961

【강도설계법에 의한 내하율 : 거더 (R.F)】

위 치	ΦM_n (kN · m)	M_d (kN · m)	M_l (kN · m)	$\gamma_d M_d$ (kN · m)	$\gamma_l M_l(1+i)$ (kN · m)	R.F
외측 거더	32963.589	15606.669	6526.144	11,436.477	5,506.279	3.910
내측 거더	32854.221	15010.954	5339.465	7,476.273	5,498.045	4.616

5.2.8 공용내하력 산정

가. 기본내하력

$$P_o = R.F \times P_L$$

여기서, P_o : 기본내하력

R.F : 내하율

P_L : 설계활하중 (DB-24)

나. 공용내하력

$$P_o' = P_o \times K_s$$

여기서, P_o' :공용내하력

K_s : 실측보정계수 $= \frac{\delta_{계산}}{\delta_{실측}} \times \left(\frac{1+i_{계산}}{1+i_{실측}} \right)$

다. 공용내하력 산정 결과

구 분		R.F	기본내하력	Ks	공용내하력	비 고
고현 천교	거더 (허용응력)	1.293	DB- 31.032	1.297	DB- 40.249	DB-24 이상
	거더 (강도설계법)	3.910	DB- 93.840	1.296	DB- 121.617	DB-24 이상
	바닥판	1.824	DB- 43.776	-		DB-24 이상

5.3 IPC BEAM 안전성평가

【구조물의 안전성평가 기준】

등급	안전성평가 기준	비 고
A	SF > 1.0	◦허용응력설계법 $SF(안전율) = \frac{허용응력}{발생응력} = \frac{f_a}{f_{d+1}}$ ◦강도설계법 $SF(안전율) = \frac{설계강도}{소요강도} = \frac{\phi Mn}{Mu}$
B	0.9 ≤ SF < 1.0 이나, 공용내하력이 설계하중보다 크게 평가된 경우	
C	0.9 ≤SF < 1.0	
D	0.75 ≤ SF < 0.9	
E	SF < 0.75	

5.3.1 허용응력설계법

구 분			허용응력 (MPa)	고정하중응력 + 긴장력 (MPa)	활하중(1+i) (MPa)	S.F
고현천교	외측거더	상연	16.000	13.841	1.670	1.032
		하연	16.000	6.087	4.020	1.583
	내측거더	상연	16.000	13.592	1.450	1.064
		하연	16.000	6.648	3.320	1.605

5.3.2 강도설계법

가. 바닥판

구 분	∅Mn (kN-m)	Mu (kN-m)	SF(안전율)	비 고
켄틸레버부	91.703	57.696	1.589	SF = 1.0 이상
중 앙 부	105.901	55.4002	1.912	SF = 1.0 이상

나. 거더

구 분	∅Mn (kN-m)	Mu (kN-m)	SF(안전율)	비 고
외측거더	32963.589	22132.813	1.489	SF = 1.0 이상
내측거더	32854.221	20350.419	1.614	SF = 1.0 이상

5.3.3 구조안전성 및 내하력에 의한 평가

【고현천교 구조안전성 및 내하력에 의한 평가】

부 재 명		최소안전율(SF)	내하율(R.F)	공용내하력	평가	비 고
바닥판	켄틸레버	1.589	1.824	DB-24이상	A	강도설계법
	중 앙 부	1.912	1.961	DB-24이상	A	강도설계법
거 더	외측거더	1.032	1.293	DB-24이상	A	허용응력설계법
	내측거더	1.064	1.661	DB-24이상	A	허용응력설계법
결과분석		•강도설계법에 의한 바닥판 검토결과 최소 안전율은 1.589로 평가되었으며, 허용응력설계법에 의한 거더 검토결과 최소 안전율은 1.032로 평가되어 구조적 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가되었다. •최소안전율 및 내하율에 의한 공용내하력 평가 결과 전구간에서 DB-24 이상을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.				

6장 상태평가 및 안전성평가

6.1 외관상태에 의한 평가

6.2 비파괴조사에 의한 평가

6.3 구조안전성 및 내하력에 의한 평가

6.4 종합평가

제 6 장 상태평가 및 종합평가

6.1 외관상태에 의한 평가

6.1.1 고현천교(상주) 상태평가

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재					받침	하부구조		콘크리트			
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보 세로보	포장	배수	방호 시설	신축이음		교량 받침	교대 교각	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)	염화물 (상)	염화물 (하)
S1	IPC	a	a	a	a	a	a	A1	a	a	a	q	a	a	–	–
S2	IPC	a	a	a	a	a	a	P1	–	a	a	q	–	–	–	–
S3	IPC	a	a	a	a	a	a	P2	–	a	a	q	–	–	–	–
S4	IPC	a	a	a	a	a	a	P3	a	a	a	q	–	–	–	–
S5	IPC	a	a	a	a	a	a	P4	–	a	a	q	–	–	–	–
S6	IPC	a	a	a	a	a	a	P5	–	a	a	q	–	–	–	–
S7	IPC	a	a	a	a	a	a	P6	a	a	a	q	–	–	–	–
S8	IPC	a	a	a	a	a	a	P7	–	a	a	q	–	–	–	–
S9	IPC	a	a	a	a	a	a	P8	–	a	a	q	–	–	–	–
S10	IPC	a	a	a	a	a	a	P9	a	a	a	q	–	–	–	–
S11	IPC	a	a	a	a	a	a	P10	–	a	a	q	–	–	–	–
S12	IPC	a	a	a	a	a	a	P11	–	a	a	q	a	a	–	–
								A2	a	a	a	q	×	a	×	–
평 균		0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10		0.10	0.10	–	0.10	0.10	–	–
가 중 치		18	20	5	7	3	2	9		9	20	–	4	3	–	–
(평균×가중치) / 가중치 합		0.018	0.020	0.005	0.007	0.003	0.002	0.009		0.009	0.020	–	0.004	0.003	–	–
1. 환산결함도 점수 =																0.100
2. 상태평가 결과 =																A

등 급	A	B	C	D	E
결함도 지수	0.10	0.20	0.40	0.70	1.00
결함도 범위	0 ≤ x < 0.13	0.13 ≤x < 0.26	0.26 ≤x < 0.49	0.49 ≤x < 0.79	0.79 ≤ x

6.1.2 고현천교(영천) 상태평가

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재					받침	하부구조		콘크리트			
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보 세로보	포장	배수	방호 시설	신축이음		교량 받침	교대 교각	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)	염화물 (상)	염화물 (하)
S1	IPC	a	a	a	a	a	a	A1	a	a	a	q	a	a	–	–
S2	IPC	a	a	a	a	a	a	P1	–	a	a	q	–	a	–	–
S3	IPC	a	a	a	a	a	a	P2	–	a	a	q	–	–	–	–
S4	IPC	a	a	a	a	a	a	P3	a	a	a	q	–	–	–	–
S5	IPC	a	a	a	a	a	a	P4	–	a	a	q	–	–	–	–
S6	IPC	a	a	a	a	a	a	P5	–	a	a	q	–	–	–	–
S7	IPC	a	a	a	a	a	a	P6	a	a	a	q	–	–	–	–
S8	IPC	a	a	a	a	a	a	P7	–	a	a	q	–	–	–	–
S9	IPC	a	a	a	a	a	a	P8	–	a	a	q	–	–	–	–
S10	IPC	a	a	a	a	a	a	P9	a	a	a	q	–	–	–	–
S11	IPC	a	a	a	a	a	a	P10	–	a	a	q	–	–	–	–
S12	IPC	a	a	a	a	a	a	P11	–	a	a	q	a	–	–	–
								A2	a	a	a	q	×	a	×	–
평 균		0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10		0.10	0.10	–	0.10	0.10	–	–
가 중 치		18	20	5	7	3	2	9		9	20	–	4	3	–	–
(평균×가중치) / 가중치 합		0.018	0.020	0.005	0.007	0.003	0.002	0.009		0.009	0.020	–	0.004	0.003	–	–
1. 환산결함도 점수 =																0.100
2. 상태평가 결과 =																A

등 급	A	B	C	D	E
결함도 지수	0.10	0.20	0.40	0.70	1.00
결함도 범위	0 ≤ x < 0.13	0.13 ≤x < 0.26	0.26 ≤x < 0.49	0.49 ≤x < 0.79	0.79 ≤ x

평가 결과

•고현천교(상주, 영천)에 대한 외관조사 및 내구성 조사에 의한 상태평가 결과 결함도점수는 0.100로 산정되어 세부지침에 따른 상태평가 등급은 『A』 등급으로 평가되었다.

6.2 내구성조사에 의한 평가

6.2.1 콘크리트 강도

구 분		비파괴강도(MPa)	설계강도 (MPa)	판 정
바 닥 판	상주	27.1 ~ 28.2	27.0	양 호
	영천	27.1 ~ 29.4	27.0	양 호
교 대	상주	26.6 ~ 27.1	24.0	양 호
	영천	24.4 ~ 27.7	24.0	양 호
교 각	상주	27.0 ~ 28.7	27.0	양 호
	영천	27.2 ~ 28.7	27.0	양 호

검 토 의 견

•상부구조 및 하부구조에 대한 콘크리트 반발강도 측정결과 설계기준강도 이상으로 측정되어 타설된 콘크리트는 재료역학적 건전성을 유지하고 있는 것으로 판단된다.

6.2.2 철근배근탐사

구 분		주철근간격(㎜)		주철근 피복두께(㎜)		판 정
		측 정 치	설 계 치	측 정 치	설 계 치	
바 닥 판	상주	100 ~ 150	100 ~ 200	26 ~ 60	67 ~ 69	양 호
	영천	150	100	44 ~ 63	67	양 호
교 대	상주	150 ~ 200	250	86 ~ 111	92	양 호
	영천	150 ~ 200	250	70 ~ 119	92	양 호
교 각	상주	100	124	138	110	양 호
	영천	100	124	102	110	양 호

검 토 의 견

•각 부재의 배근간격은 설계도에 준해 배근된 것으로 조사되었으며, 피복두께는 설계기준과 다소의 오차가 있으나 시방기준 이상의 최소피복을 확보하고 있는 것으로 확인되었다.

6.2.3 탄산화깊이 측정결과

구 분		탄산화 잔여깊이				상태등급	판 정
바 닥 판	상주	50.5	~	65.0	㎜	a	양 호
	영천	50.5	~	65.0	㎜	a	양 호
교 대	상주	73.5	~	83.0	㎜	a	양 호
	영천	76.5	~	79.5	㎜	a	양 호
교 각	상주	66.5	~	66.5	㎜	a	양 호
	영천	68.5	~	68.5	㎜	a	양 호

검토 의견

•탄산화깊이 측정결과 대부분 탄산화 잔여깊이는 30㎜ 이상으로 상태평가 등급상 『a』 등급으로 탄산화에 의한 철근부식 발생 우려는 없는 것으로 평가되었다.

6.3 구조안전성 및 내하력에 의한 평가

부 재 명		최소안전율(SF)	내하율(R.F)	공용내하력	평가	비 고
바닥판	켄틸레버	1.589	1.824	DB-24이상	A	강도설계법
	중 앙 부	1.912	1.961	DB-24이상	A	강도설계법
거 더	외측거더	1.032	1.293	DB-24이상	A	허용응력설계법
	내측거더	1.064	1.661	DB-24이상	A	허용응력설계법
결과분석		•강도설계법에 의한 바닥판 검토결과 최소 안전율은 1.589로 평가되었으며, 허용응력설계법에 의한 거더 검토결과 최소 안전율은 1.032로 평가되어 구조적 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가되었다. •최소안전율 및 내하율에 의한 공용내하력 평가 결과 전구간에서 DB-24 이상을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.				

6.4 종합평가

6.4.1 종합평가

시설물 종합평가 결과				
시설물명	고현천교			
평가구분	결함도점수 또는 안전율		평가결과	비 고
상태평가	상 주	영 천	A	
	F=0.100	F=0.100		
안전성평가	S.F=1.0 이상		A	
종합평가 결과	•외관조사에 따른 상태평가등급과 안전성 검토에 근거한 안전성평가등급 중 낮은 등급을 시설물의 종합평가등급으로 결정 •종합평가 결과 : A			

6.4.2 안전등급 지정

상태평가 등 급	상태 및 안전성	비 고
A (우수)	**문제점이 없는 최상의 상태**	
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태	
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태	
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태	
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태	

•안전등급 : 『A』등급

7장 주요결함 및 보수보강 이력

7.1 주요결함

7.2 보수·보강 이력

제 7 장 주요결함 및 보수·보강 이력

7.1 주요결함

7.1.1 고현천교(상주) 주요결함

구 분		대 상 공 종	주요결함 내용	비고
하부구조		1.연약지반, 고성토(H=10m이상) 구간의 교대 변위, 부등침하 ※교대변위 : 교대 뒷채움 침하, 유간 부족, 전,후,좌,우 변위 등 2.교각의 이동 또는 기울음 3.0.5m 이상의 수평, 수직 균열과 피복부족 4.거더 편기, 거더부 철근노출 및 폭 0.3㎜ 이상의 균열 5.직접기초 파손으로 철근노출, 침식으로 하부 구조물 안정성 저하	•해당사항 없음	
상부구조	공통	6.슬래브와 흉벽, 거더와 흉벽 유간 부족 7.과도한 진동과 처짐	•해당사항 없음	
	콘크리트	8.통과높이 부족(4.8m 미만) 교량 9.바닥판 배수불량에 의한 열화 발생 등 균열 폭 0.3㎜ 이상		
	강재	10.강박스 제작 오류 및 역캠버 제작, 박스 처짐, 박스 내부 변형 11.도장 변색 및 탈리, 부식 등 12.볼트손상 및 누수		
신축이음장치		13.유간부족, 후타 파손 및 단차 발생 14.강판유동 및 연결 불량으로 이상음 발생 15.신축장치 누수로 인하여 받침 부식 및 이물질 퇴적 발생 등	•해당사항 없음	
교량받침		16.교량받침 횡방향 밀림 및 고정단 받침몰탈 파손 17.받침편기 및 편심 발생, 스토퍼 파단, 유간부족, 탄성받침 들뜸 18.받침의 신축기능 불량(미끄럼판 손상) 19.받침부 연단거리 부족	•해당사항 없음	
교면포장		20.교면포장 불량 10% 이상 및 전반적인 재포장이 필요한 상태	•해당사항 없음	

7.1.2 고현천교(영천) 주요결함

구 분		대 상 공 종	주요결함 내용	비고
하부구조		1.연약지반, 고성토(H=10m이상) 구간의 교대 변위, 부등침하 ※교대변위 : 교대 뒷채움 침하, 유간 부족, 전,후,좌,우 변위 등 2.교각의 이동 또는 기울음 3.0.5m 이상의 수평, 수직 균열과 피복부족 4.거더 편기, 거더부 철근노출 및 폭 0.3㎜ 이상의 균열 5.직접기초 파손으로 철근노출, 침식으로 하부 구조물 안정성 저하	•해당사항 없음	
상부구조	공통	6.슬래브와 흉벽, 거더와 흉벽 유간 부족 7.과도한 진동과 처짐	•해당사항 없음	
	콘크리트	8.통과높이 부족(4.8m 미만) 교량 9.바닥판 배수불량에 의한 열화 발생 등 균열 폭 0.3㎜ 이상		
	강재	10.강박스 제작 오류 및 역캠버 제작, 박스 처짐, 박스 내부 변형 11.도장 변색 및 탈리, 부식 등 12.볼트손상 및 누수		
신축이음장치		13.유간부족, 후타 파손 및 단차 발생 14.강판유동 및 연결 불량으로 이상음 발생 15.신축장치 누수로 인하여 받침 부식 및 이물질 퇴적 발생 등	•해당사항 없음	
교량받침		16.교량받침 횡방향 밀림 및 고정단 받침몰탈 파손 17.받침편기 및 편심 발생, 스토퍼 파단, 유간부족, 탄성받침 들뜸 18.받침의 신축기능 불량(미끄럼판 손상) 19.받침부 연단거리 부족	•해당사항 없음	
교면포장		20.교면포장 불량 10% 이상 및 전반적인 재포장이 필요한 상태	•해당사항 없음	

7.2 보수·보강 이력

7.2.1 상주 방면

부 위	보수·보강 날 짜	주요 결함내용	보수·보강 내용	시 공 사	비고
교면포장		상태양호			
배수시설		상태양호			
방호시설	2017.05 ~2017.06	•균열(0.3㎜이상) •균열부 백태 •콘크리트 파손	보수완료	두산건설(주) 지에스건설(주)	초기 점검
신축이음		상태양호			
바 닥 판		상태양호			
거 더		상태양호			
2차부재		상태양호			
교량받침		상태양호			
교 대	2017.05 ~2017.06	•균열(0.3㎜미만) •균열(0.3㎜이상)	보수완료	두산건설(주) 지에스건설(주)	초기 점검
교 각	2017.05 ~2017.06	•균열(0.3㎜미만) •균열(0.3㎜이상) •망상균열	보수완료	두산건설(주) 지에스건설(주)	초기 점검

•공사중 구조물 보강 이력사항 없음.

7.2.2 영천 방면

부 위	보수·보강 날 짜	주요 결함내용	보수·보강 내용	시 공 사	비고
교면포장		상태양호			
배수시설		상태양호			
방호시설	2017.05 ~2016.06	•균열(0.3㎜미만) •균열(0.3㎜이상) •콘크리트 파손	보수완료	두산건설(주) 지에스건설(주)	초기 점검
신축이음		상태양호			
바 닥 판		상태양호			
거 더		상태양호			
2차부재		상태양호			
교량받침		상태양호			
교 대	2017.05 ~2017.06	•균열(0.3㎜미만) •균열(0.3㎜이상) •망상균열	보수완료	두산건설(주) 지에스건설(주)	초기 점검
교 각	2017.05 ~2017.06	•균열(0.3㎜미만) •균열(0.3㎜이상) •망상균열	보수완료	두산건설(주) 지에스건설(주)	초기 점검

•공사중 구조물 보강 이력사항 없음.

8장 보수 및 유지관리방안

8.1 보수방안

8.2 유지관리방안

제 8 장 보수 및 유지관리방안

8.1 보수방안

8.1.1 고현천교(상주) 보수방안

구 분	손상내용	단위	손상 수량 (수량/개소)	보수 수량 (수량/개소)	미보수 수량 (수량/개소)	보수공법
포 장	상태양호					
배수시설	상태양호					
방호시설	균열(0.3㎜이상)	m	49.4 / 19	49.4 / 19	0.0 / 0	충전공법
	균열부 백태 (0.3㎜미만)	m	0.7 / 1	0.7 / 1	0.0 / 0	표면처리
	균열부 백태 (0.3㎜이상)	m	5.2 / 2	5.2 / 2	0.0 / 0	충전공법
	콘크리트 파손	㎡	0.12 / 1	0.12 / 1	0.0 / 0	단면보수
중분대	균열(0.3㎜이상)		13.5 / 5	13.5 / 5	0.0 / 0	충전공법
신축이음 장치	상태양호					
바 닥 판	상태양호					
거 더	상태양호					
2차부재	상태양호					
교량받침	상태양호					
교 대	균열(0.3㎜미만)		4.0 / 2	4.0 / 2	0.0 / 0	표면처리
	균열(0.3㎜이상)		5.0 / 2	5.0 / 2	0.0 / 0	수지주입

8.1.2 고현천교(영천) 보수방안

구 분	손상내용	단위	손상 수량 (수량/개소)	보수 수량 (수량/개소)	미보수 수량 (수량/개소)	보수공법
포 장	상태양호					
배수시설	상태양호					
방호시설	균열(0.3㎜미만)	m	5.2 / 2	5.2 / 2	0.0 / 0	표면처리
	균열(0.3㎜이상)	m	83.5 / 41	83.5 / 41	0.0 / 0	충전공법
	파 손	㎡	0.15 / 2	0.15 / 2	0.0 / 0	단면보수
신축이음 장치	상태양호					
바 닥 판	상태양호					
거 더	상태양호					
2차부재	상태양호					
교량받침	상태양호					
교 대	균열(0.3㎜미만)	m	3.6 / 11	3.6 / 11	0.0 / 0	표면처리
	균열(0.3㎜이상)	m	6.0 / 2	6.0 / 2	0.0 / 0	수지주입
	망상균열	㎡	5.4 / 1	5.4 / 1	0.0 / 0	표면처리
교 각	균열(0.3㎜미만)	m	19.4 / 8	19.4 / 8	0.0 / 0	표면처리
	균열(0.3㎜이상)	m	8.4 / 2	8.4 / 2	0.0 / 0	수지주입
	망상균열	㎡	73.2 / 7	73.2 / 7	0.0 / 0	표면처리

8.2 유지관리방안

구 분	유 지 관 리 방 안
포 장	•포장상태는 전반적으로 양호한 상태이며, 콘크리트포장 특성상 초기 손상이 발생하면 그 진행정도가 빠르므로 정기적인 점검을 통한 유지관리가 필요 •우천시 체수발생 여부에 대한 정기점검이 필요
	•주요 점검항목 – 공통 : 균열, 파손 – 신축이음 전후, 구조물 경계부 : 단차, 접속도로 침하 – 배수구 주변 : 이물질 및 토사퇴적, 체수
신 축 이음장치	•Finger Joint 형식으로 시공되었고, 본체 및 후타재는 양호한 상태로 확인되었으므로 정기적 점검이 필요 •신축이음 유간에는 차량 통행으로 오물퇴적이 될 수 있으므로 주기적인 유지관리가 요구됨 •신축이음 하부의 누수 여부 및 하부구조의 열화 발생여부 정기적 점검
	•주요 점검항목 – 본 체 : 충격음, 본체유동 및 파손, 유간부족 및 유간과다, 유간 오물퇴적, 방수재(Seal재) 손상으로 인한 누수 – 후타재 : 구조물 경계부 포장침하 및 단차, 콘크리트 품질불량 및 열화에 의한 균열 및 파손, 단차 및 충격에 의한 후타재 균열 및 파손
방호시설	•건조수축에 의한 균열, 우수유입에 의한 백태 보수부에 대하여 정기적인 점검 필요
	•주요 점검항목 – 방호벽 : 균열, 박리, 파손
배수시설	•전반적으로 양호한 상태이며 체수, 배수관 탈락 등 정기적인 일상 점검이 필요
	•주요 점검항목 – 배수구 : 그레이팅 파손, 오물퇴적, 막힘 – 배수관 : 부식 및 파손, 연결부 상태불량, 탈락
바 닥 판	•전체적으로 균열은 없는 양호한 상태이므로 균열, 파손 등의 손상발생 점검 필요
	•주요 점검항목 – 균열, 박락 – 백태, 변색, 열화 – 철근노출 및 부식 – 재료분리

구 분	유 지 관 리 방 안
거더 가로보	•전반적으로 양호한 상태이므로 균열, 파손 등의 손상발생 점검 필요 •주부재인 거더에 손상이 발생될 경우 공용내하력이 저하될 수 있으므로 주의관찰을 통한 유지관리가 필요
	•주요 점검항목 – 박리, 박락(파손), 철근노출, 백태 – 받침부 : 부스러짐, 복부 사인장균열, 연속부 상단 휨균열 – 중앙부 : 휨균열, 거더 처짐, 쉬스관 노출 및 파손, 시공이음부 균열 및 누수 – 강선정착부 : 정착부 균열 및 파손
교량받침	•탄성받침으로 시공되었으며, 교량받침은 전반적으로 양호한 상태이므로 신축이음 하부 누수에 의한 강재부식 발생여부에 대한 정기적인 점검이 필요 •부식, 도장 박락, 무수축몰탈 미세균열에 대하여 정기적인 점검 필요
	•주요 점검항목 – 가동받침의 유간부족, 가동받침 전·후방의 가동장애 요소, 받침과 거더의 밀착상태, 부식, 가동면 부식, 부속물 파손 – 무수축몰탈, 받침콘크리트 : 앵커볼트 파손, 절단, 파손, 균열, 두부 균열
교 대	•균열 보수부에 대하여 정기적인 점검 필요 •신축이음 하부 누수에 의한 하부구조 열화 발생 여부 점검 필요 •교대의 측방이동 등 이상변위 발생여부 정기적 점검 필요
	•주요 점검항목 – 공통 : 교대 회전(기울음), 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 백태 – 두부 : 두부 물고임, 받침부 균열 및 파손, 두부와 흉벽 경계부 균열, 거더와 흉벽 신축유간 부족 – 벽체 : 수직균열 및 침하, 구체와 날개벽 분리, 측방유동, 배면 침하
교 각	•교각에 발생된 균열 보수부에 대하여 정기적인 점검 필요 •국부적으로 발생된 받침콘크리트 재료분리 및 철근노출 보수부에 대한 정기적인 점검 필요
	•주요 점검항목 – 공통 : 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 재료분리, 백태 – 두부 : 받침부 하부 균열 및 파손 – 구체 : 시공이음부 균열, 이동 또는 기울음, 수면접촉부 침식
기 초	•기초부 주변 지반의 침하, 세굴 발생 여부 등의 확인

9장 결 론

9.1 현장조사 결과

9.2 내구성조사 결과

9.3 상태평가 결과

9.4 재하시험 결과

9.5 구조검토 및 내하력 산정 결과

9.6 안전성평가 결과

9.7 종 합 결 론

제 9 장 결 론

9.1 현장조사 결과

•본 초기점검 대상 교량인 고현천교는 영천시 화산면 가상리에 위치한 IPC 거더교이다.

•고현천교는 연장 540.0m, 교폭 24.30m 왕복4차로의 사각이 없는 직선교로서 교량받침은 탄성받침, 신축이음장치는 Finger Joint로 시공되었다.

•외관조사 결과 시공중 콘크리트에 발생하는 일반적 손상으로서 교량의 안전성을 저해할 만한 손상은 없는 것으로 조사되었으며, 방호벽, 교대 및 교각 등에 발생된 균열 등에 대해서는 보수가 진행 또는 완료된 것으로 확인되었다.

•교량받침 이동량, 연단거리, 신축이음장치 신축유간, 거더 및 바닥판의 신장 및 수축여유량 검토 결과 양호한 것으로 검토되었다.

9.2 내구성조사 결과

•콘크리트강도는 설계강도 이상으로서 타설된 콘크리트는 재료역학적 건전성을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

•철근탐사 결과 각 부재의 배근간격은 설계도에 준해 배근된 것으로 조사되었으며, 피복두께는 다소의 편차는 있으나 시방기준인 최소피복을 확보하고 있는 것으로 확인되었다.

•탄산화깊이 측정결과 측정부위에서 대부분 탄산화로 인한 철근의 부식발생 우려는 없는 것으로 평가되었다.

9.3 상태평가 결과

•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과 결함도점수 상주방면, 영천방면 모두 0.100으로 산출되어 상태평가등급은『A』등급으로 평가되었다.

9.4 재하시험 결과

•정적재하시험결과 거더의 하중 횡분배는 양호한 거동을 보이고 있는 것으로 평가되었다.

•동적재하시험 결과 최대 실측 충격계수는 0.150으로 이론 충격계수 0.176보다 작은 것으로 측정되어 활하중 충격의 영향은 양호한 상태로 평가되었다. 또한 주행 속도에 따른 실측 고유진동수는 2.83Hz으로 이론 고유진동수 2.14Hz 보다 크게 나타나고 있어 교량의 강성은 양호한 것으로 판단된다.

9.5 구조검토 및 내하력 산정 결과

9.5.1 구조검토 결과

•본 교량의 상부구조에 대하여 바닥판과 주형 검토를 수행한 결과 작용 고정하중 및 설계활하중에 의한 주형 상·하연의 응력은 허용응력 이내로 계산되어 구조적 안전성이 확보된 것으로 평가되었다.

9.5.2 내하력 산정 결과

•재하시험에 의한 대상교량의 공용내하력 평가결과 설계하중인 DB-24를 상회하는 내하성능을 확보하고 있는 것으로 평가되어 대상교량의 초기 내하성능은 양호한 것으로 평가되었다.

•본 초기점검에서 평가된 공용내하력을 토대로 향후 시설물 안전진단 및 점검시 대상 교량의 내하력평가의 기초자료로 활용하여 내하성능 저하유무 및 그 원인 등을 분석·평가하도록 한다.

9.6 안전성평가 결과

•강도설계법에 의한 바닥판 검토결과 최소 안전율은 1.589로 평가되었으며, 허용응력설계법에 의한 거더 검토결과 최소 안전율은 1.032로 평가되어 구조적 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

9.7 종합결론

•본 과업대상 교량에 대한 상태평가 및 내하력평가에 의한 안전성평가를 종합적으로 검토한 결과『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』에 근거한 교량의 안전등급은 “문제점이 없는 최상의 상태”인 『A』등급으로 평가되었다.

04 도림천교

제 1 장 서 론

제 2 장 외 관 조 사

제 3 장 내구성 조사

제 4 장 재 하 시 험

제 5 장 구조안전성 및 내하력평가

제 6 장 상태평가 및 안전성평가

제 7 장 주요결함 및 보수·보강 이력

제 8 장 보수 및 유지관리방안

제 9 장 결 론

1장 서 론

1.1 교량현황

1.2 전경사진

1.3 관련도면

제 1 장 서 론

1.1 교량현황

구 분			내 용
교 량 명			도림천교
위 치			경북 영천시 도림동 309-1 일원
이 정			Sta.4+811.000~4+991.432
종 별			2종
상부형식			DR GIRDER
교 폭			24.300m(왕복4차로)
연 장			180.0m(2@45m+2@45m)
하부구조	교 대	본 체	A1 : 역T형, A2 : 역T형
		기 초	A1, A2 : 강관파일기초
	교 각	본 체	P1~P3 : T형
		기 초	P1~P3 : 직접기초
방호시설			콘크리트 방호벽
신축이음장치			A1, A2 : M/C-TYPE, P2 : FINGER-TYPE
교량받침			교대 : 탄성받침, 교각 : 탄성받침
사 각			9 °
곡선반경			R = 2,100m
최대종단경사			(+)2.8200%
시 공 자			두산건설(주), 지에스건설(주)
설 계 자			(주)제일엔지니어링, (주)평화엔지니어링
관리주체			상주영천고속도로(주)
준공년도			2017년 06월 26일
기 타			도림천(소하천) 횡단

1.2 전경사진

1.2.1 도림천교(상주) 전경사진

내 용	도림천교(상주) 상부

내 용	도림천교(상주) 측면

내 용	도림천교(상주) 거더

내 용	도림천교(상주) 교각

내 용	도림천교(상주) 교대

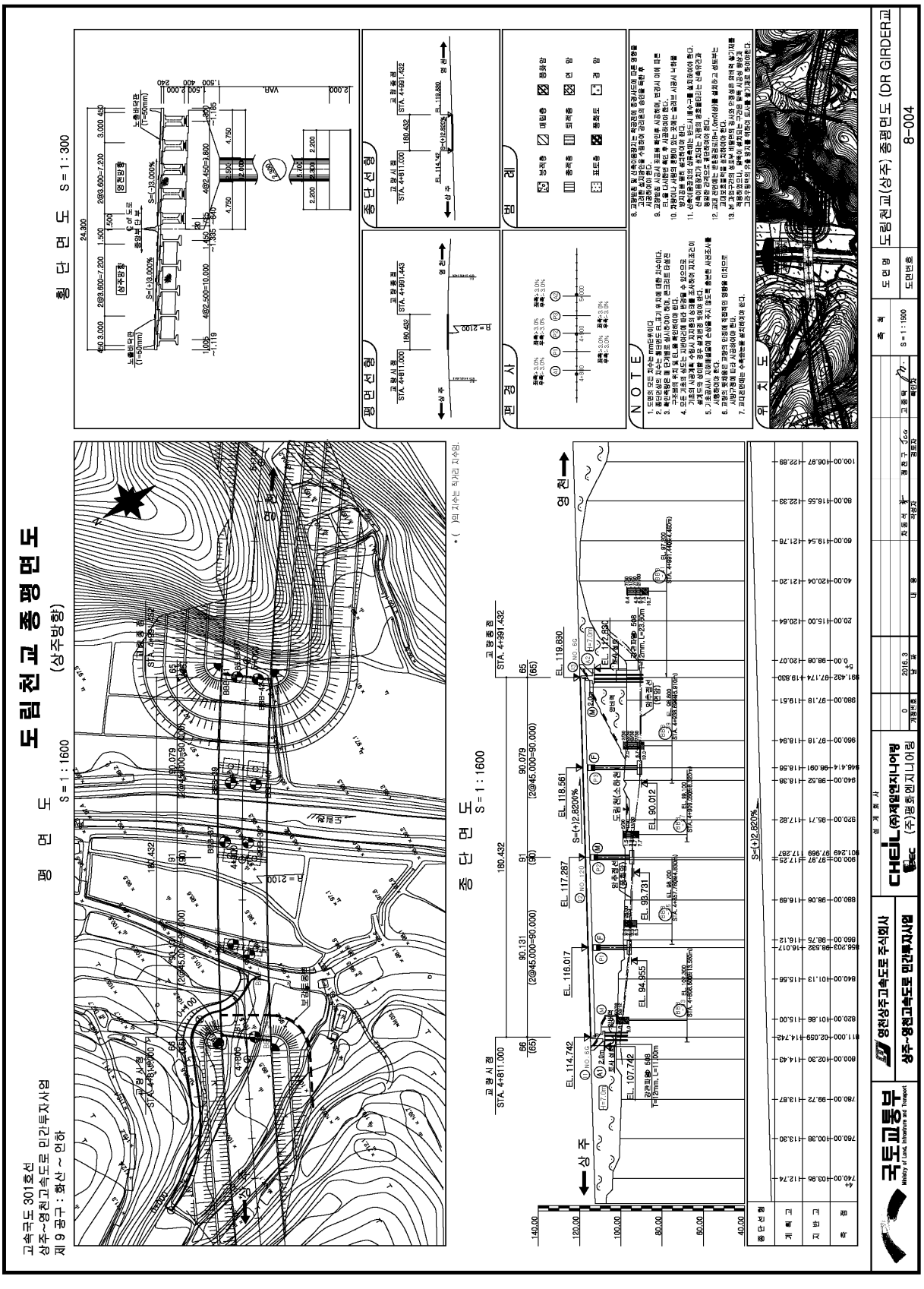
내 용	도림천교(상주) 신축이음장치

1.2.2 도림천교(영천) 전경사진

내 용 : 도림천교(영천) 상부	내 용 : 도림천교(영천) 측면
내 용 : 도림천교(영천) 거더	내 용 : 도림천교(영천) 교각
내 용 : 도림천교(영천) 교대	내 용 : 도림천교(영천) 신축이음장치

1.3 관련도면

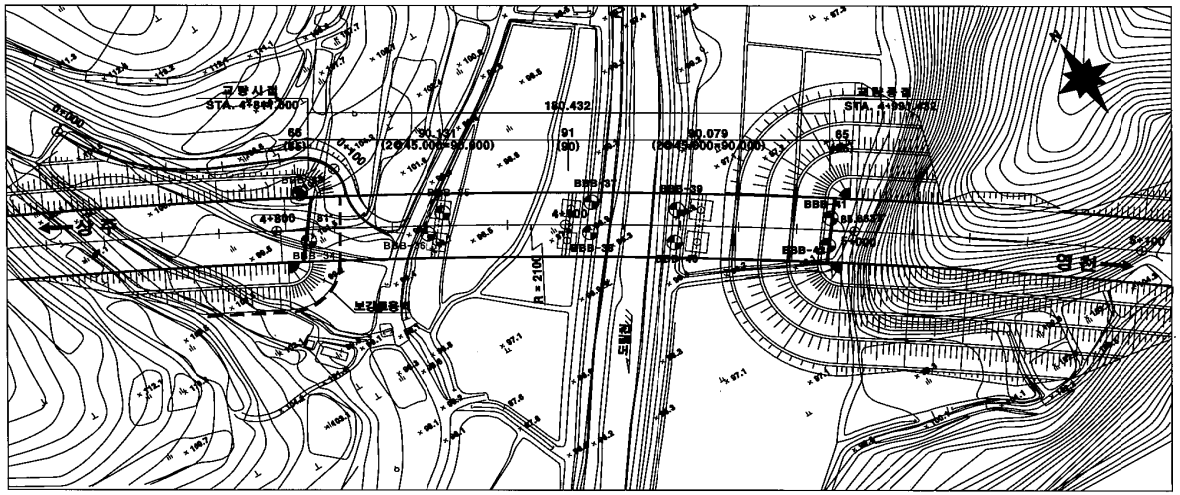
1.3.1 종·평면도



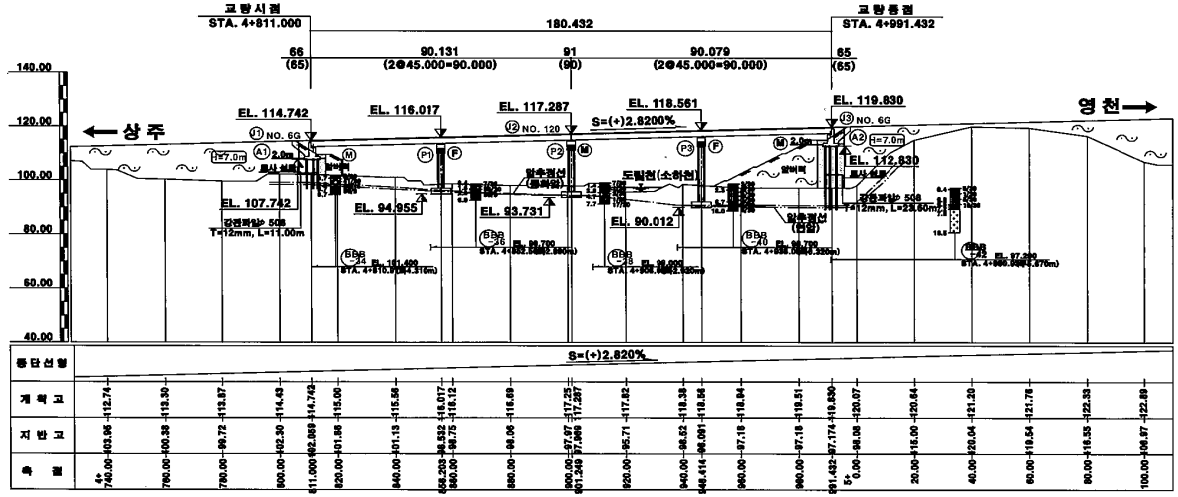
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하

도림천교 종평면도

평 면 도 S = 1 : 1600 (영천방향)

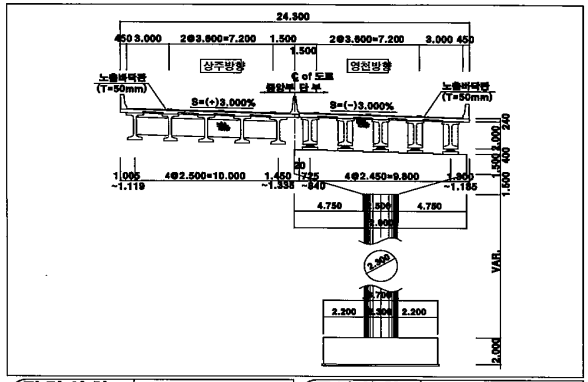


종 단 면 도 S = 1 : 1600

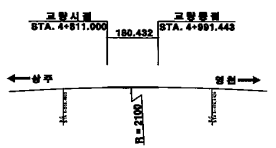


* ( )의 치수는 직거리 치수임.

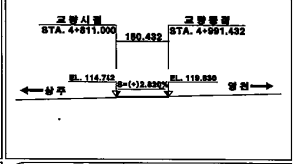
횡 단 면 도 S = 1 : 300



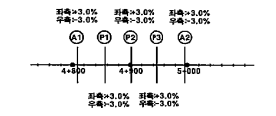
평면선형



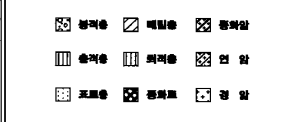
종단선형



편경사



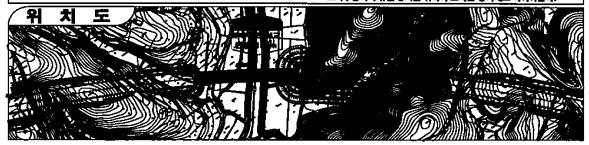
범 례



NOTE

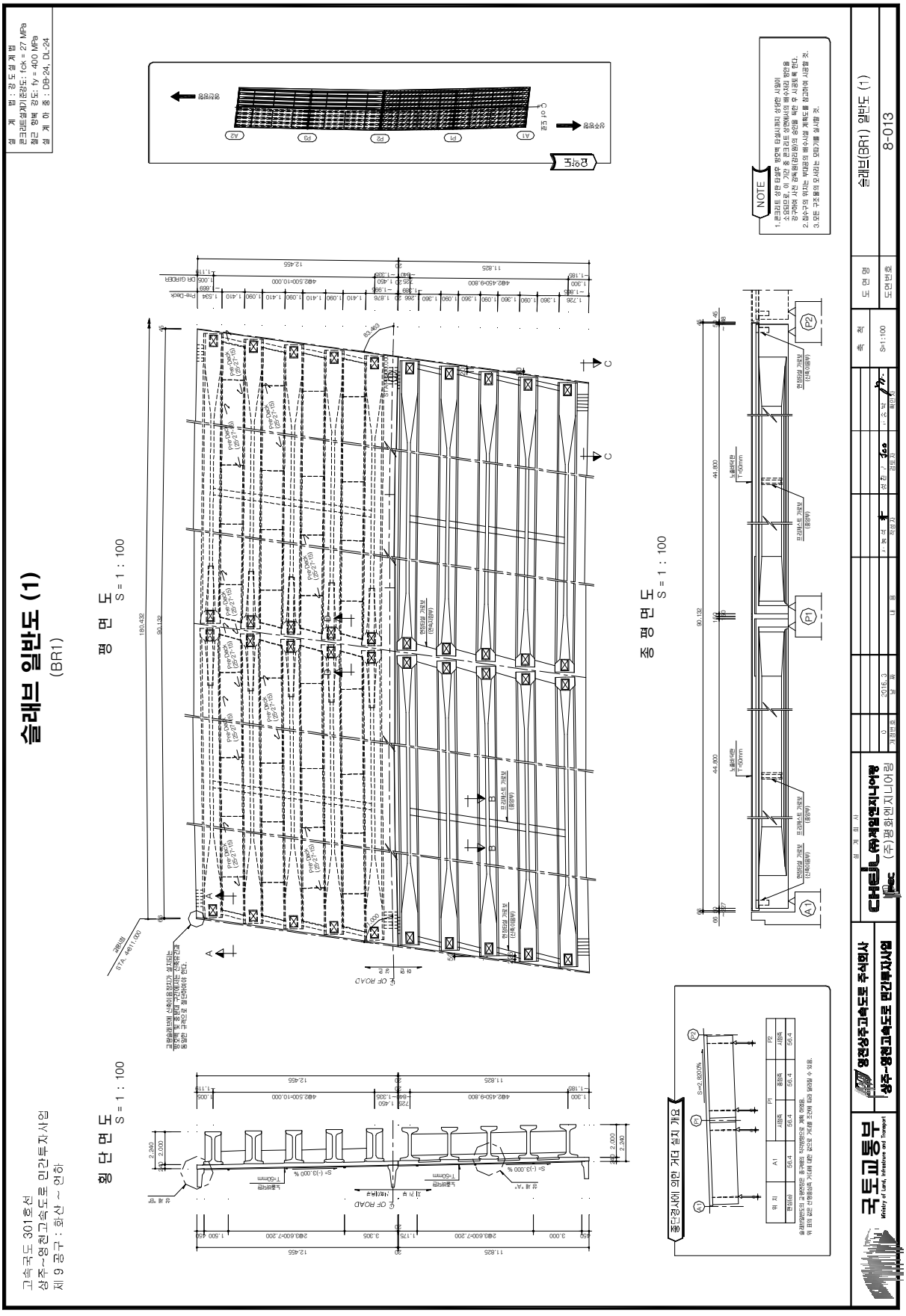
1. 도면의 모든 치수는 mm단위이다.
2. 종단면상의 지수는 설계레도 EL.로기 위치에 대한 치수이다.
3. 하천부분은 각 단계별로 실시하여야 하며, 콘크리트 타설전 구조물의 위치 및 EL.을 확인하여야 한다.
4. 모든 기초의 심도는 지반여건에 따라 변경될 수 있으므로 기초의 시공계획 수립시 지지층의 상태를 조사하여 지지조건이 설계도와 상이할 경우 설계변경 하여야 한다.
5. 기초공시시 지하매설물에 손상을 주지 않도록 충분한 사전조사를 시행하여야 한다.
6. 교량의 위치중은 교량의 안정에 과중적인 영향을 미치므로 시방규정에 따라 시공하여야 한다.
7. 교대전면에는 수축줄눈을 설치하여야 한다.
8. 교량받침 및 신축이음장치는 작공전에 충분시도에 따른 영향을 고려한 설치방안을 수립하여 감독관의 승인을 득한 후 시공하여야 한다.
9. 교량받침 시공시 제조를 확인후 시공하여, 변경시 이격 따른 EL.을 다시한번 확인 후 시공하여야 한다.
10. 차량이나 사람의 통행이 있는 곳에는 슬래브 시공시 낙하물 방지공을 철저 설치하여야 한다.
11. 신축이음장치의 상하측하는 밴드식 배수구를 설치하여야 한다. 신축이음장치가 설치되는 지점의 방호울타리는 신축유간과 충실한 간격으로 절단하여야 한다.
12. 교대 전면에는 콜방습재료(B=1.0m이상)를 설치하고 성토부는 고압보호망하을 설치하여야 한다.
13. 본 본원구조의 설계부 비경변에 경사와 안정성은 설비에 평가계를 적용하였으나, 설비이 설치되는 구간은 탑목 시공성 향상과 그보우링력의 유을 방지을 위하여 보사를 평가계획 하여야한다.

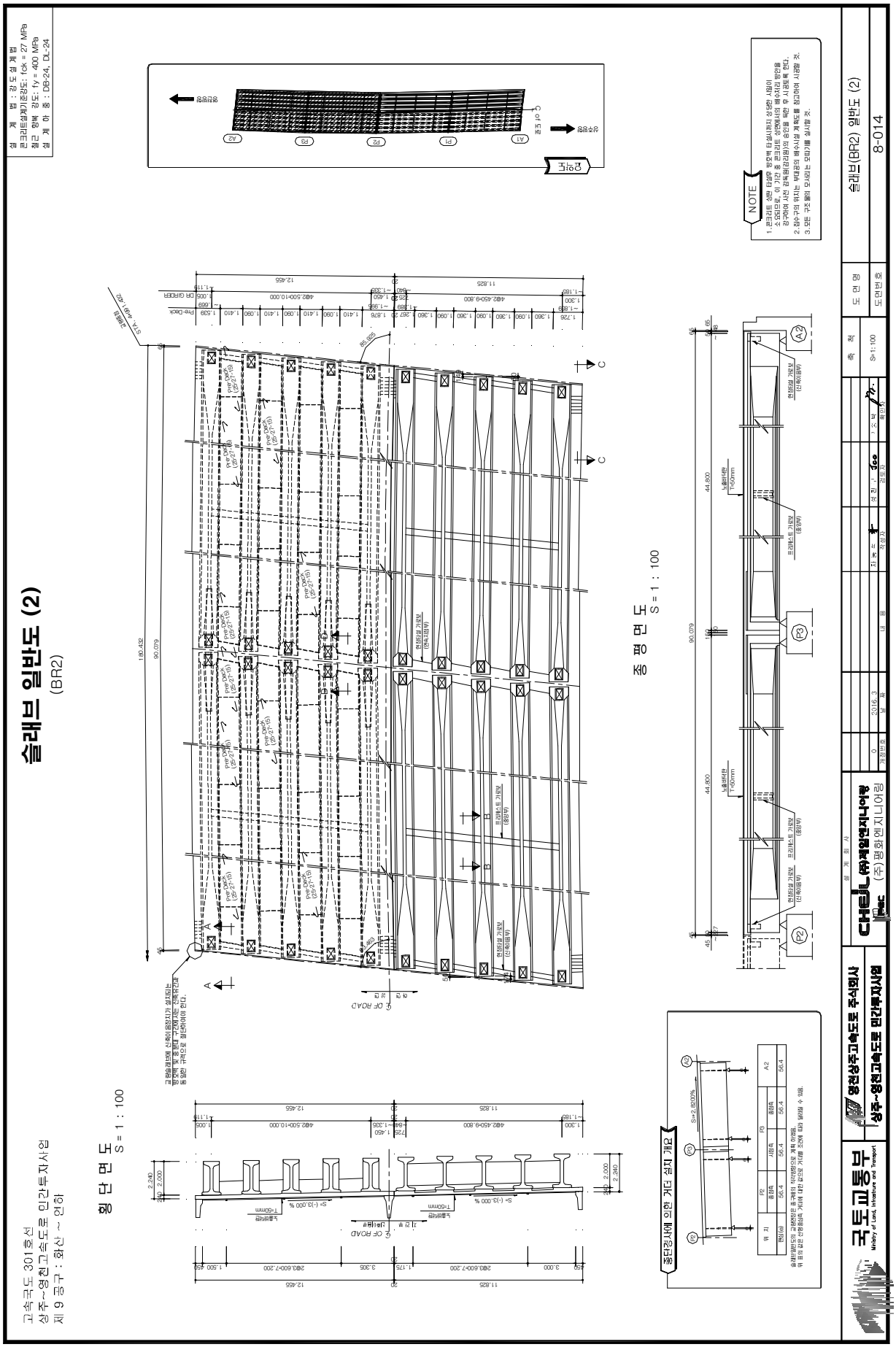
위 치 도



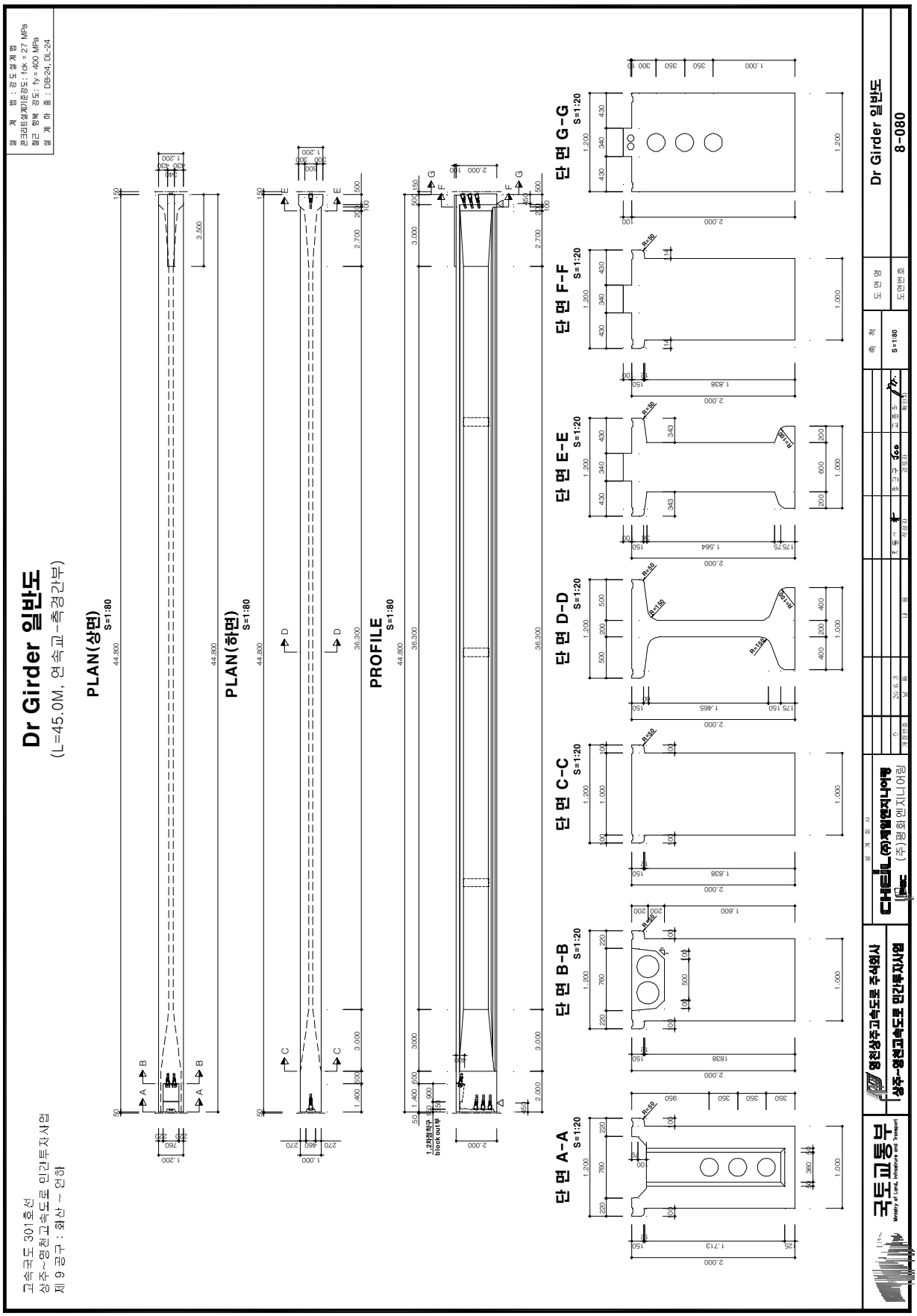
국토교통부 Ministry of Land, Infrastructure and Transport	영천상주고속도로 주식회사 상주~영천고속도로 민간투자사업	설계회사 CHEIL (주)제일엔지니어링 Dec (주)평화엔지니어링					축 척 S = 1 : 1600	도면명 도림천교(영천) 종평면도(DR GIRDER교)
			0	2016. 3		차등석	검토자	도면번호 8-005
			개정번호	날 짜	내 용	작성자	확인자	

1.3.2 슬래브 일반도

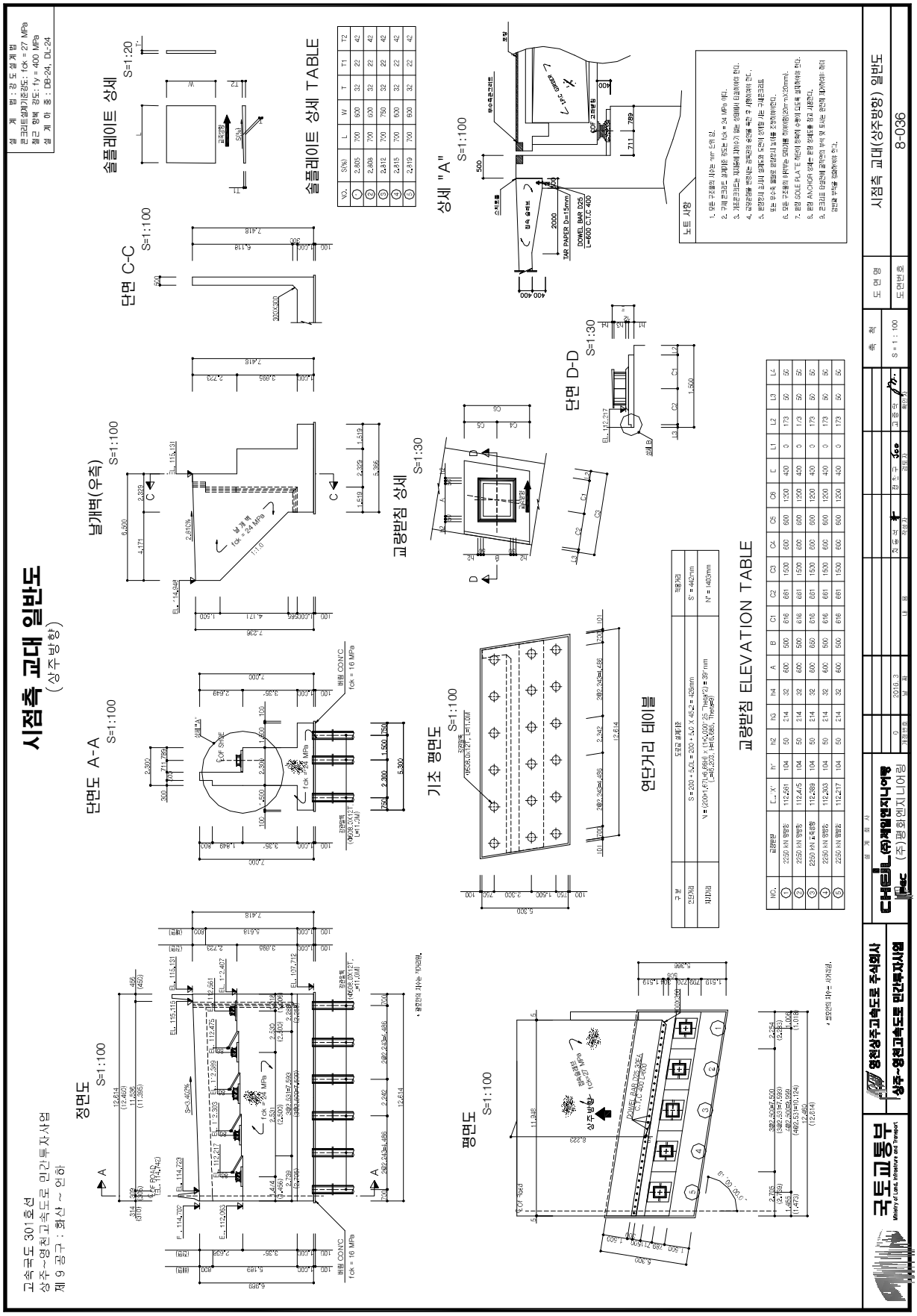

슬래브 일반도 (1)
(BR1)
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하
평 면 도 S = 1 : 100
종 단 면 도 S = 1 : 100
종 평 면 도 S = 1 : 100
NOTE
국토교통부
Ministry of Land, Infrastructure and Transport
영천상주고속도로 주식회사
상주-영천고속도로 민간투자사업
(주)삼화엔지니어링
슬래브(BR1) 일반도 (1)
8-013

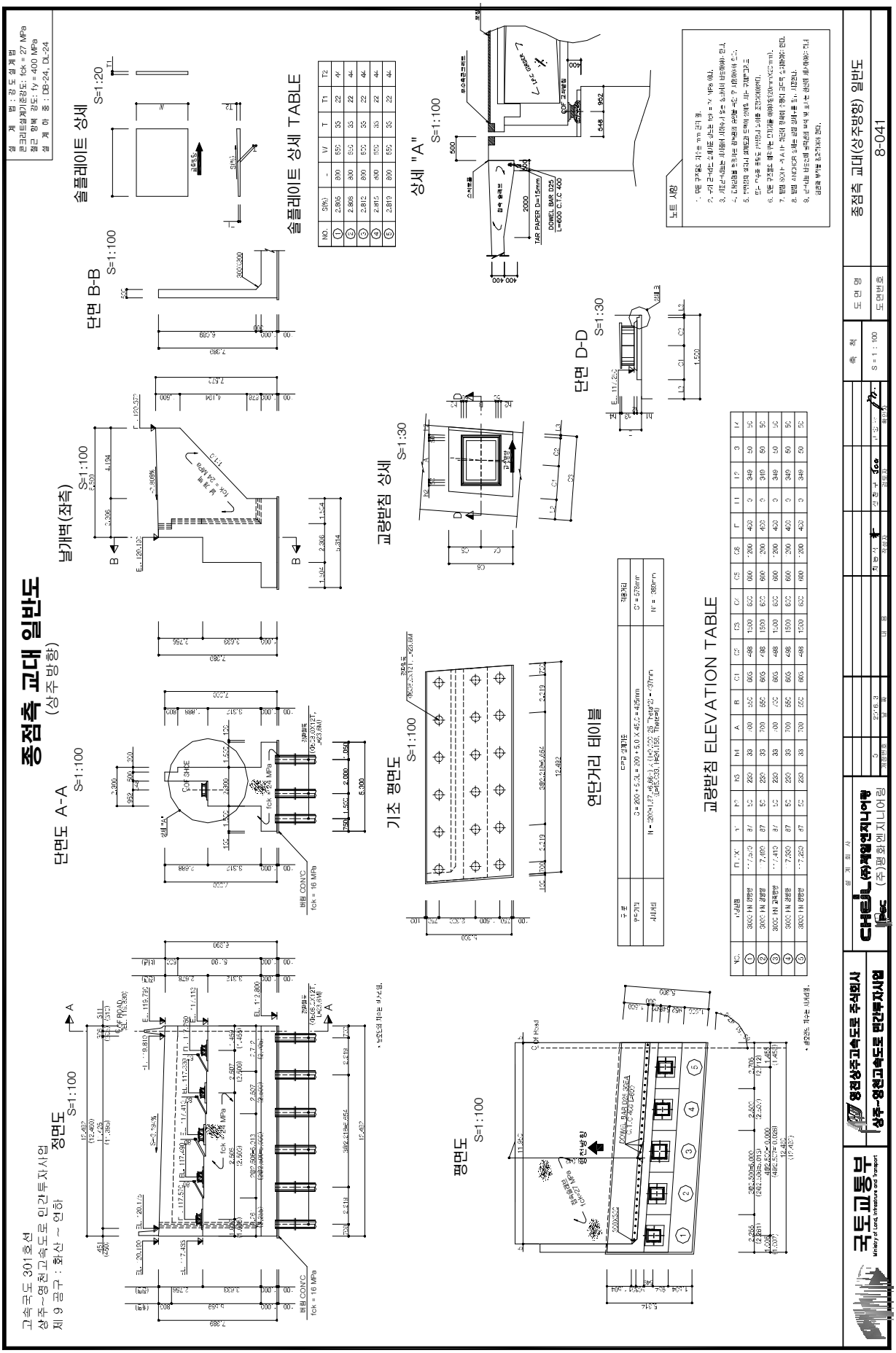

슬래브(BR2) 일반도 (2)
8-014
국토교통부
Ministry of Land, Infrastructure and Transport
영천상주고속도로 주식회사
상주~영천고속도로 민간투자사업
(주)평화엔지니어링
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 안하
슬래브 일반도 (2)
(BR2)
횡 단 면 도 S = 1 : 100
종 평 면 도 S = 1 : 100
NOTE
1. 콘크리트 설계기준강도: fck = 27 MPa
철근 항복 강도: fy = 400 MPa
설 계 하 중 : DB-24, DL-24
2. 교량 시점부 및 종점부 접속슬래브 설치 시 상세도 참조.
3. 도로 구조 및 포장 상세는 도로 설계 시 참조.

1.3.3 거더 일반도


Dr Girder 일반도
(L=45.0M, 연속교-측경간부)
PLAN(상면) S=1:80
PLAN(하면) S=1:80
PROFILE S=1:80
단면 A-A S=1:20
단면 B-B S=1:20
단면 C-C S=1:20
단면 D-D S=1:20
단면 E-E S=1:20
단면 F-F S=1:20
단면 G-G S=1:20
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 안하
국토교통부
영천상주고속도로 주식회사
상주~영천고속도로 민간투자사업
CH2MHILL (주)제일엔지니어링
(주)범화엔지니어링
Dr Girder 일반도
8-080

1.3.4 교대 일반도


시점측 교대 일반도
(상주방향)
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 인하
정면도 S=1:100
단면도 A-A S=1:100
날개벽(우측) S=1:100
교량받침 상세 S=1:30
기초 평면도 S=1:100
연단거리 테이블
교량받침 ELEVATION TABLE
평면도 S=1:100
단면 C-C S=1:100
솔플레이트 상세 S=1:20
솔플레이트 상세 TABLE
상세 "A" S=1:100
단면 D-D S=1:30
노트 사항
시점측 교대(상주방향) 일반도
도면번호 8-036
국토교통부
상주~영천고속도로 민간투자사업
영천상주고속도로 주식회사
CHEIL(주)제일엔지니어링
(주)명화엔지니어링

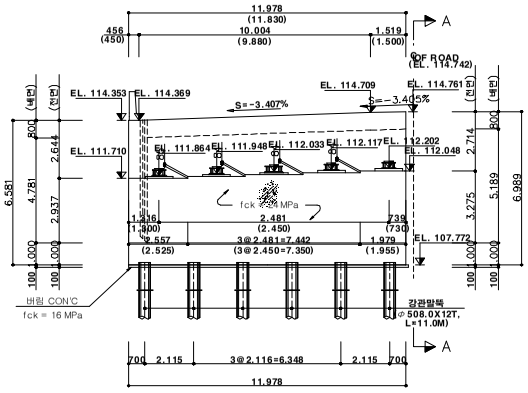

종점측 교대 일반도
(상주방향)
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 연하
단면도 A-A
S=1:100
정면도
S=1:100
날개벽(좌측)
S=1:100
단면 B-B
S=1:100
슬플레이트 상세
S=1:20
슬플레이트 상세 TABLE
상세 "A"
S=1:100
교량받침 상세
S=1:30
단면 D-D
S=1:30
기초 평면도
S=1:100
연단거리 테이블
교량받침 ELEVATION TABLE
평면도
S=1:100
노트 사항
국토교통부
Ministry of Land, Infrastructure and Transport
영천상주고속도로 주식회사
상주-영천고속도로 민간투자사업
CHEIL ㈜제일엔지니어링
(주)명화엔지니어링
종점측 교대(상주방향) 일반도
8-041

고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하

시점측 교대 일반도
(영천방향)

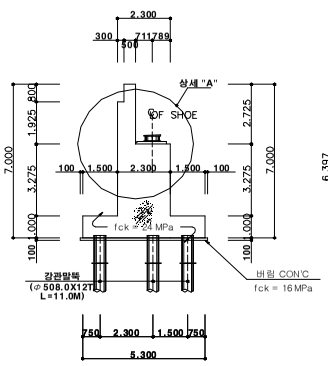
설 계 법 : 강도설계법
콘크리트설계기준강도: fck = 27 MPa
철근 항복 강도: fy = 400 MPa
설 계 하 중 : DB-24, DL-24

정면도
S=1:100

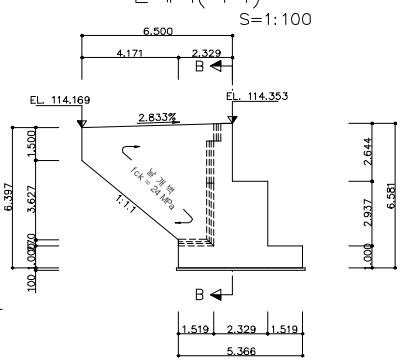


* 괄호안의 치수는 직거리임.

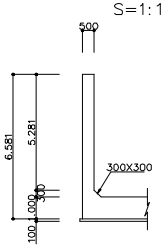
단면도 A-A
S=1:100



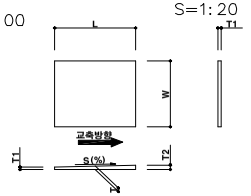
날개벽(좌측)
S=1:100



단면 B-B
S=1:100



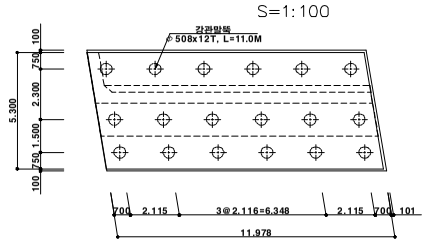
솔플레이트 상세
S=1:20



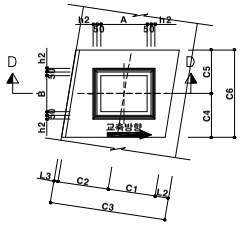
솔플레이트 상세 TABLE

NO.	S(%)	L	W	T	T1	T2
①	2.821	700	600	32	22	42
②	2.825	700	600	32	22	42
③	2.828	700	750	32	22	42
④	2.831	700	600	32	22	42
⑤	2.835	700	600	32	22	42

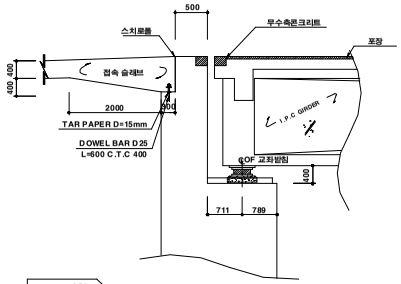
기초 평면도
S=1:100



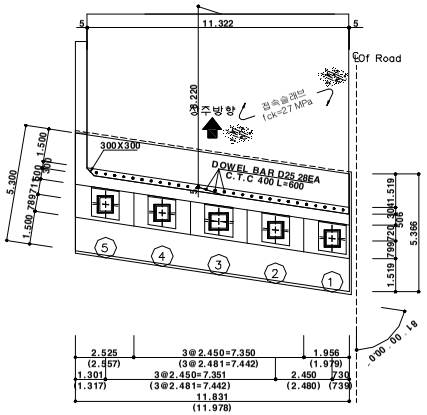
교량받침 상세
S=1:30



상세 "A"
S=1:100

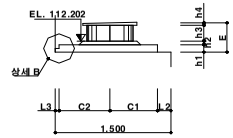


평면도
S=1:100



* 괄호안의 치수는 사거리임.

단면 D-D
S=1:30



연단거리 테이블

구 분	도로교 설계기준	적용거리
연단거리	S = 200 + 5.0L = 200 + 5.0 X 45.2 = 426mm	S' = 442mm
지지거리	N = (200+1.67L+6.66H) x (1+0.000125 Theta^2) = 388mm (L=45.203, H=16.332, Theta=9)	N' = 1403mm

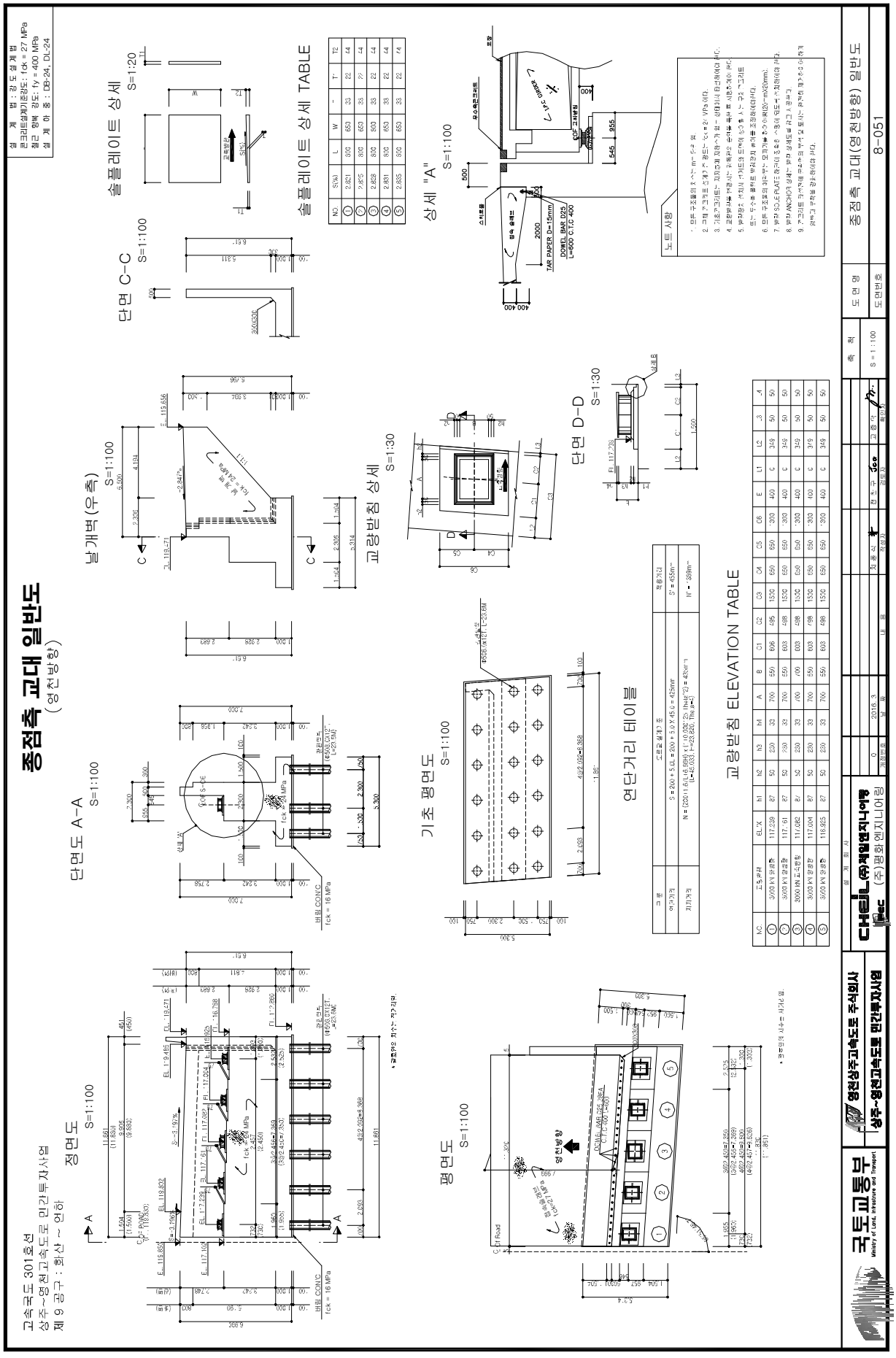
교량받침 ELEVATION TABLE

NO.	교량받침	EL.'X'	h1	h2	h3	h4	A	B	C1	C2	C3	C4	C5	C6	E	L1	L2	L3	L4
①	2250 kN 앙빙향	112.202	104	50	214	32	600	500	616	660	1500	600	600	1200	400	0	173	51	50
②	2250 kN 앙빙향	112.117	104	50	214	32	600	500	616	660	1500	600	600	1200	400	0	173	51	50
③	2250 kN 교축방향	112.033	104	50	214	32	600	650	616	660	1500	600	600	1200	400	0	173	51	50
④	2250 kN 앙빙향	111.948	104	50	214	32	600	500	616	660	1500	600	600	1200	400	0	173	51	50
⑤	2250 kN 앙빙향	111.864	104	50	214	32	600	500	616	660	1500	600	600	1200	400	0	173	51	50

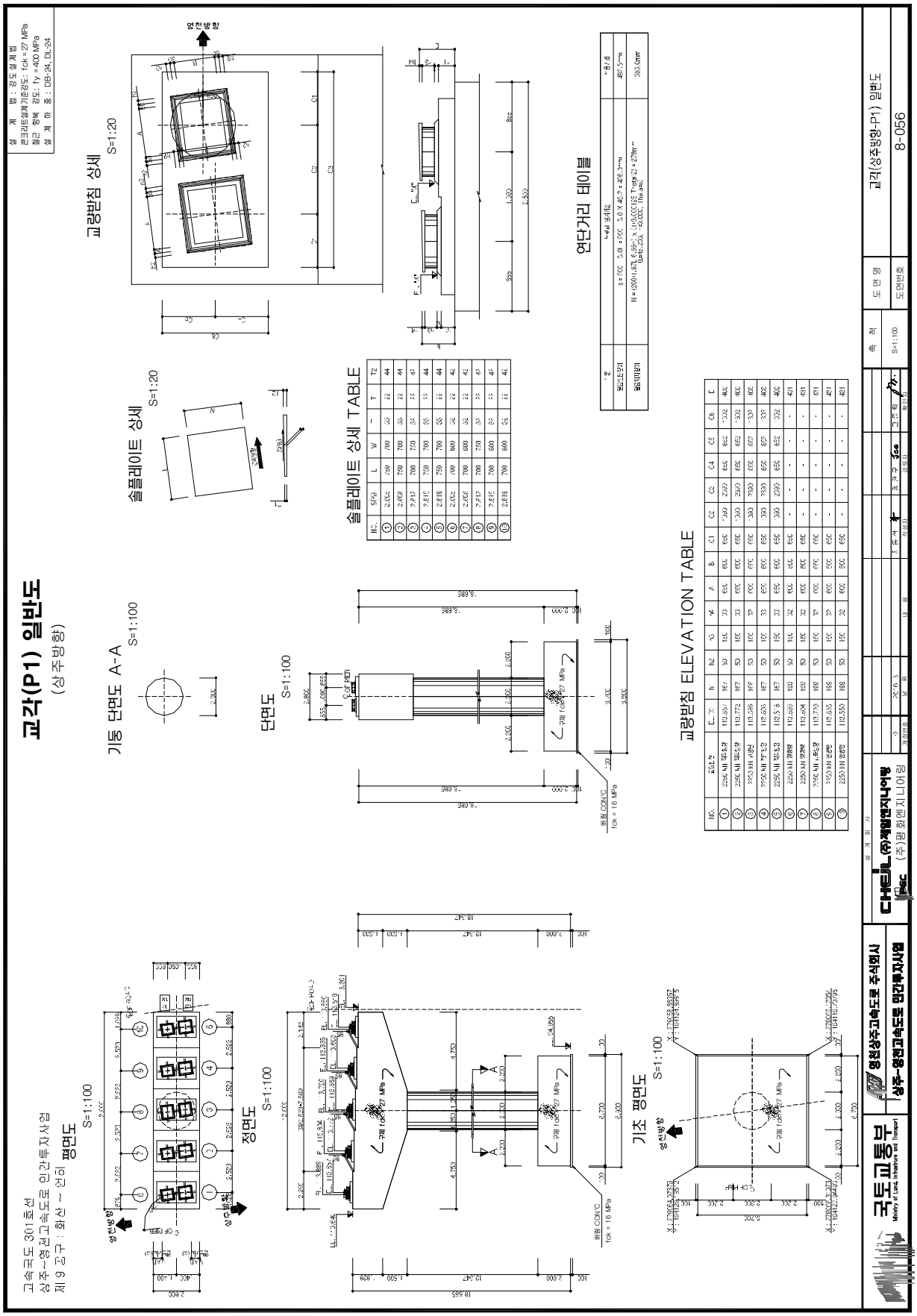
노트 사항

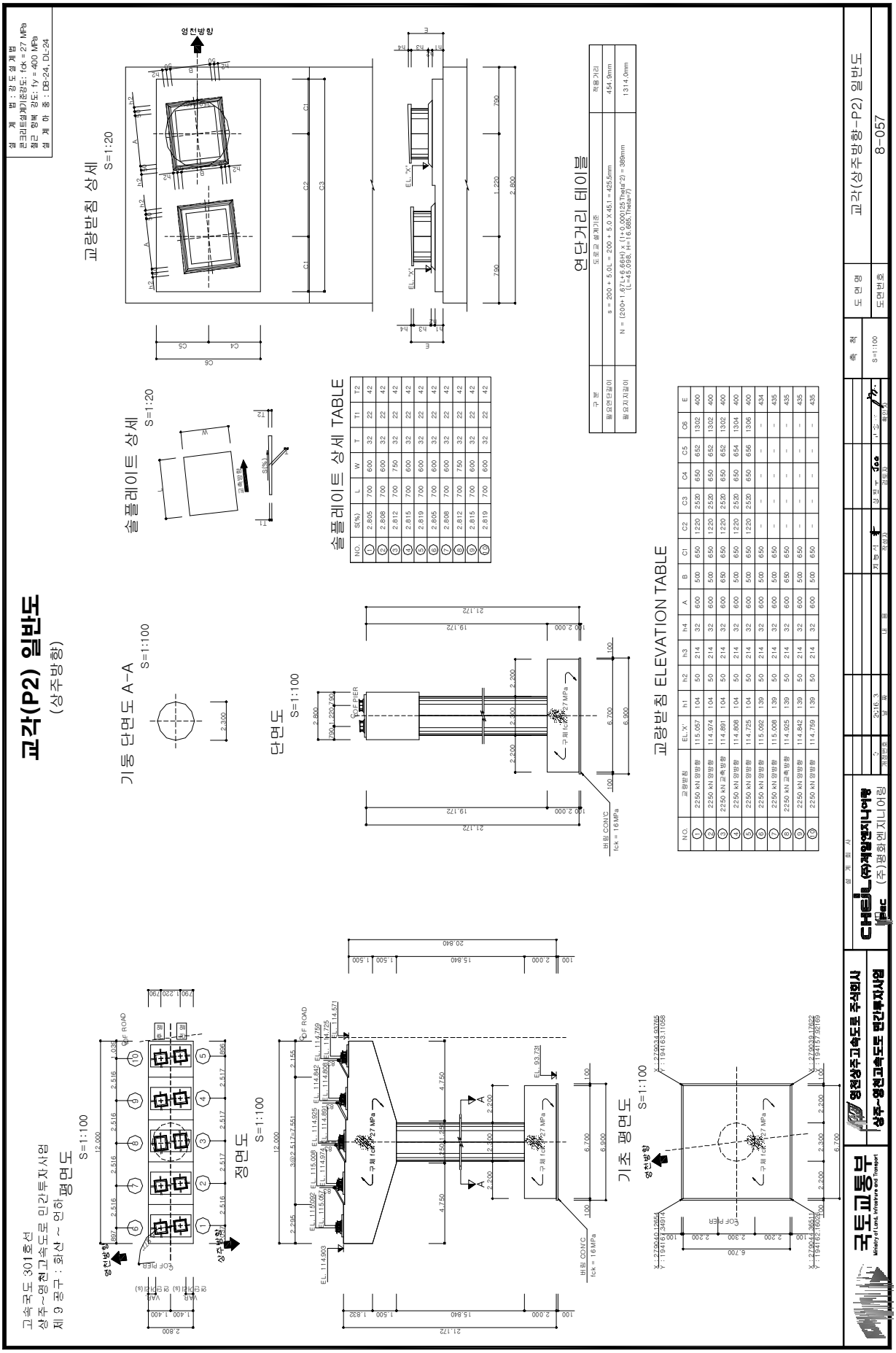
1. 모든 구조물의 치수는 mm 단위임.
2. 구체 콘크리트 설계기준 강도는 fck = 24 MPa 이다.
3. 기초콘크리트는 지지층에 지하수가 없는 상태에서 타설하여야 한다.
4. 교량받침을 변경시는 감독관의 승인을 득한 후 시행하여야 한다.
5. 받침장치 설치시 설계도와 도면이 상이할 시는 구체콘크리트 또는 무수축 몰탈로 받침장치 높이를 조정하여야한다.
6. 모든 구조물의 예각부는 모따기를 하여야함(20mmX20mm).
7. 받침 SOLE PLATE 하단이 정확히 수평이 되도록 설치하여야 한다.
8. 받침 ANCHOR 상세는 받침 상세도를 참고 시공한다.
9. 콘크리트 타설전에 굴착면의 부석 및 토사는 완전히 제거하여야 하며 일반과 부착을 강화하여야 한다.

국토교통부 Ministry of Land, Infrastructure and Transport	영천상주고속도로 주식회사 / 상주~영천고속도로 민간투자사업	설계회사: CHEIL (주)제일엔지니어링 / (주)평화엔지니어링	0 개정번호	2016. 3 날 짜	내 용	치동석 작성자	점초구 검토자	고윤석 확인자	축 척 S = 1 : 100	도면명: 시점측 교대(영천방향) 일반도 / 도면번호: 8-046


종점측 교대 일반도
(영천방향)
단면도 A-A
S=1:100
정면도
S=1:100
날개벽(우측)
S=1:100
단면 C-C
S=1:100
슬플레이트 상세
S=1:20
슬플레이트 상세 TABLE
상세 "A"
S=1:100
노트 사항
기초 평면도
S=1:100
교량받침 상세
S=1:30
단면 D-D
S=1:30
연단거리 테이블
교량받침 ELEVATION TABLE
평면도
S=1:100
고속국도 301호선
상주~영천 고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하
국토교통부
영천상주고속도로 주식회사
상주~영천고속도로 민간투자사업
CHEIL 제일엔지니어링
(주)평화 엔지니어링
종점측 교대(영천방향) 일반도
8-051

1.3.5 교각 일반도


교각(P1) 일반도
(상주방향)
교량받침 상세 S=1:20
솔플레이트 상세 S=1:20
솔플레이트 상세 TABLE
연단거리 테이블
교량받침 ELEVATION TABLE
기둥 단면도 A-A S=1:100
단면도 S=1:100
평면도 S=1:100
정면도 S=1:100
기초 평면도 S=1:100
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언히
국토교통부
영천상주고속도로 주식회사
상주-영천고속도로 민간투자사업
CHEIL (주)제일엔지니어링
(주)평화엔지니어링
교각(상주방향-P1) 일반도
8-056


교각(P2) 일반도
(상주방향)
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하
평면도 S=1:100
정면도 S=1:100
기둥 단면도 A-A S=1:100
단면도 S=1:100
기초 평면도 S=1:100
교량받침 상세 S=1:20
솔플레이트 상세 S=1:20
솔플레이트 상세 TABLE
교량받침 ELEVATION TABLE
연단거리 테이블
교각(상주방향-P2) 일반도
8-057
국토교통부
상주~영천고속도로 민간투자사업
(주)명화엔지니어링
CHEIL 제일엔지니어링

고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 연하

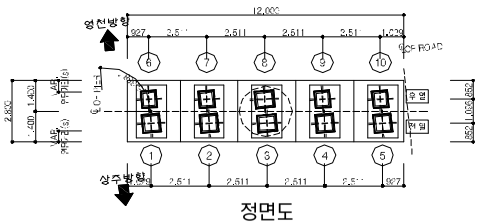
교각(P3) 일반도

(상주방향)

설 계 법 : 강 도 설 계 법
콘크리트설계기준강도: fck = 27 MPa
철근 항복 강도: fy = 400 MPa
설 계 하 중 : DB-24, DL-24

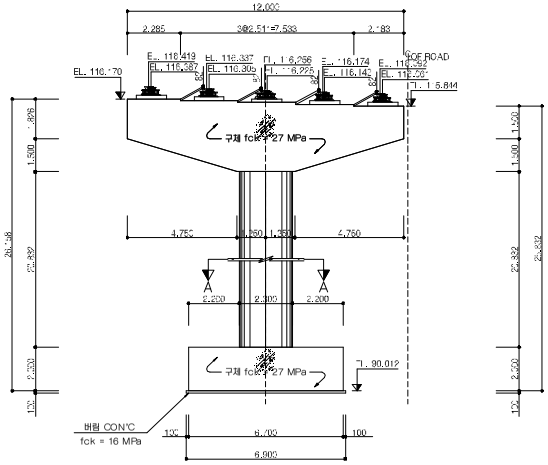
평면도

S=1:100



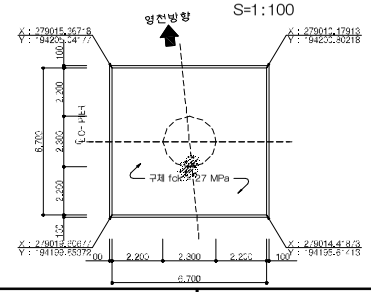
정면도

S=1:100



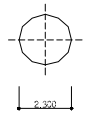
기초 평면도

S=1:100



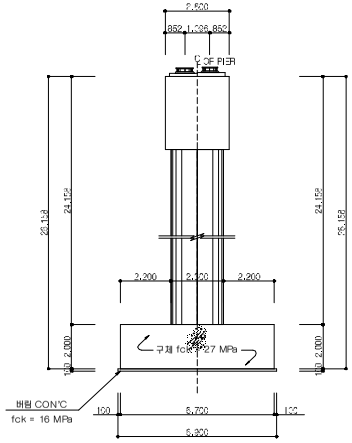
기둥 단면도 A-A

S=1:100



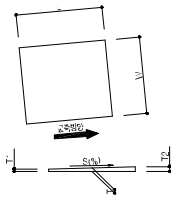
단면도

S=1:100



솔플레이트 상세

S=1:20

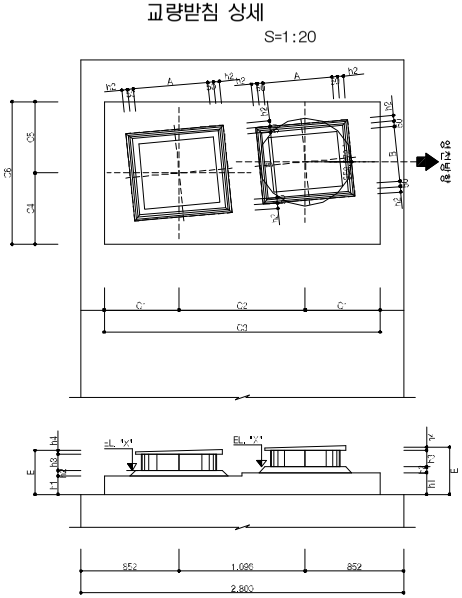


솔플레이트 상세 TABLE

NO.	S(㎜)	L	W	t	t1	t2
①	2,805	750	700	33	22	44
②	2,808	750	700	33	22	44
③	2,812	700	750	32	22	42
④	2,815	750	700	33	22	44
⑤	2,819	750	700	33	22	44
⑥	2,805	700	600	32	22	42
⑦	2,808	700	600	32	22	42
⑧	2,812	700	750	32	22	42
⑨	2,815	700	600	32	22	42
⑩	2,819	700	600	32	22	42

교량받침 상세

S=1:20



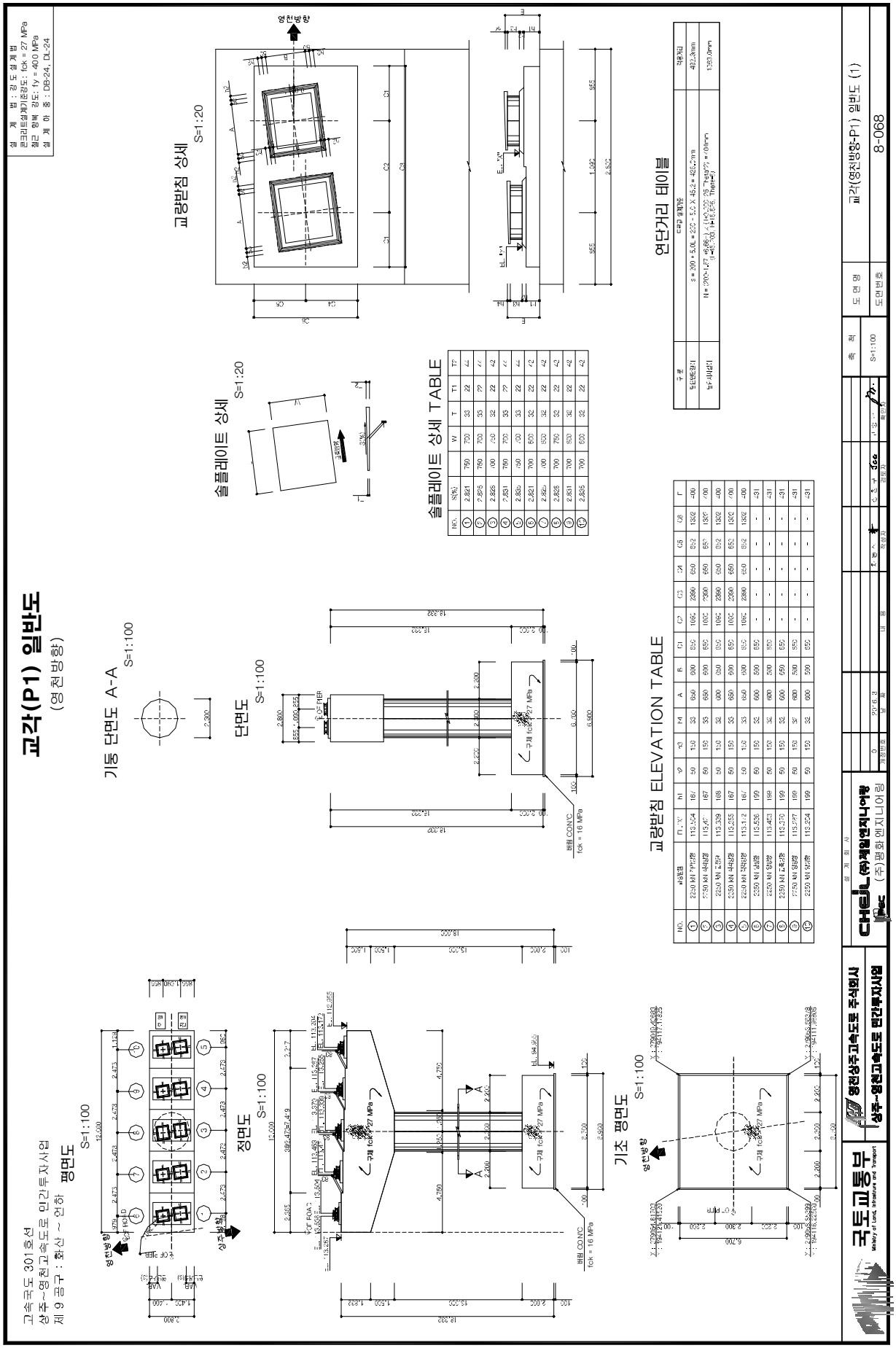
교량받침 ELEVATION TABLE

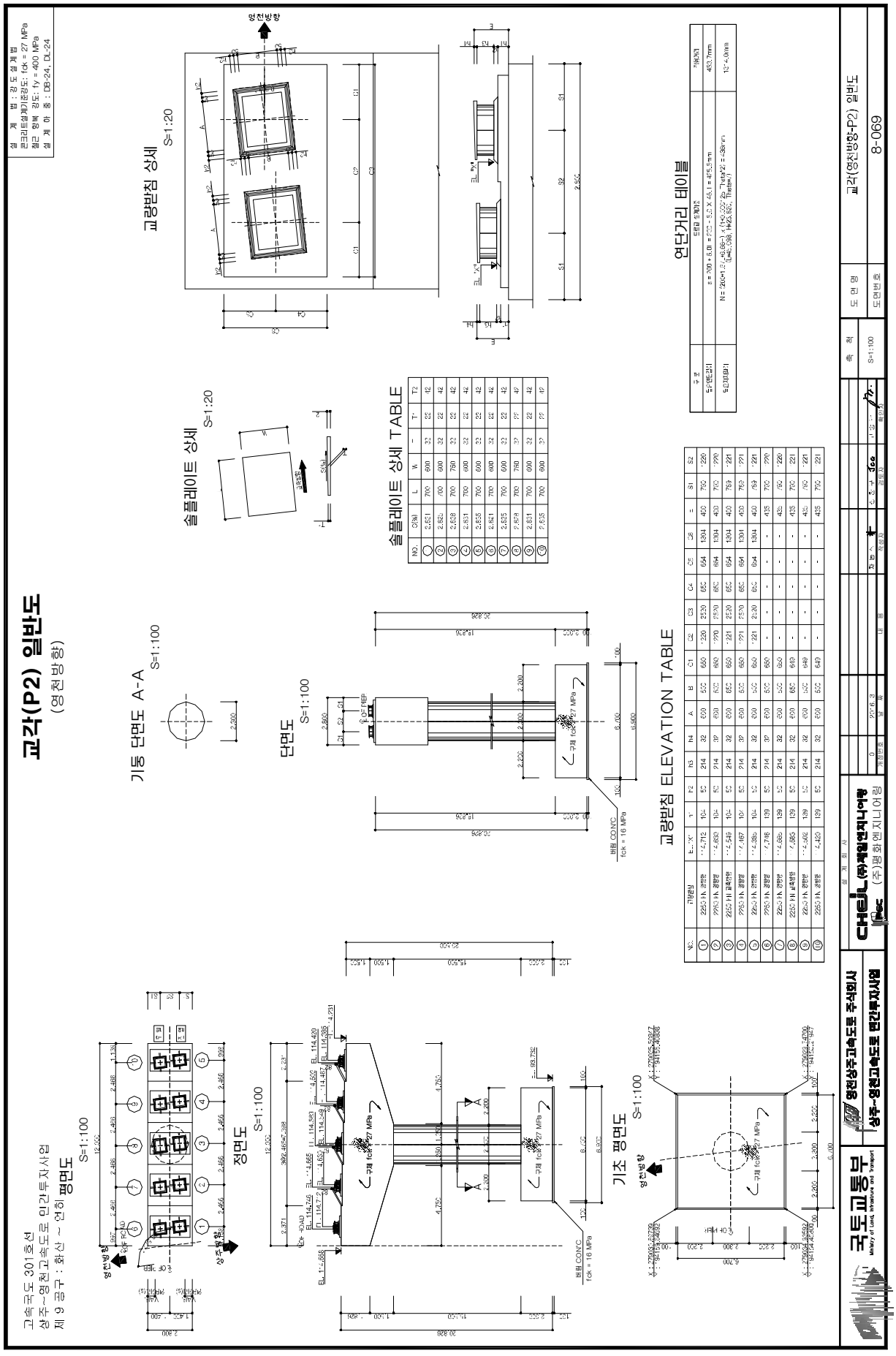
NO.	교량받침	EL.'X'	H1	H2	H3	H4	A	B	C1	C2	C3	C4	C5	C6	E
①	2950 kN 좌측방	116.387	187	50	150	33	650	600	650	1098	2396	650	652	1302	400
②	2250 kN 좌측방	116.395	187	50	150	33	650	600	650	1098	2396	650	652	1302	400
③	2250 kN 시점측	116.225	188	50	150	32	600	650	650	1098	2396	650	652	1302	400
④	2250 kN 좌측방	116.442	187	50	150	33	650	600	650	1098	2396	650	652	1302	400
⑤	2250 kN 좌측방	116.081	187	50	150	33	650	600	650	1098	2396	650	652	1302	400
⑥	2250 kN 우측방	116.479	198	50	150	32	600	600	650	-	-	-	-	-	431
⑦	2250 kN 우측방	116.337	198	50	150	32	600	600	650	-	-	-	-	-	431
⑧	2250 kN 교어방	116.296	198	50	150	32	600	650	650	-	-	-	-	-	431
⑨	2250 kN 우측방	116.174	198	50	150	32	600	600	650	-	-	-	-	-	431
⑩	2250 kN 우측방	116.092	198	50	150	32	600	600	650	-	-	-	-	-	431

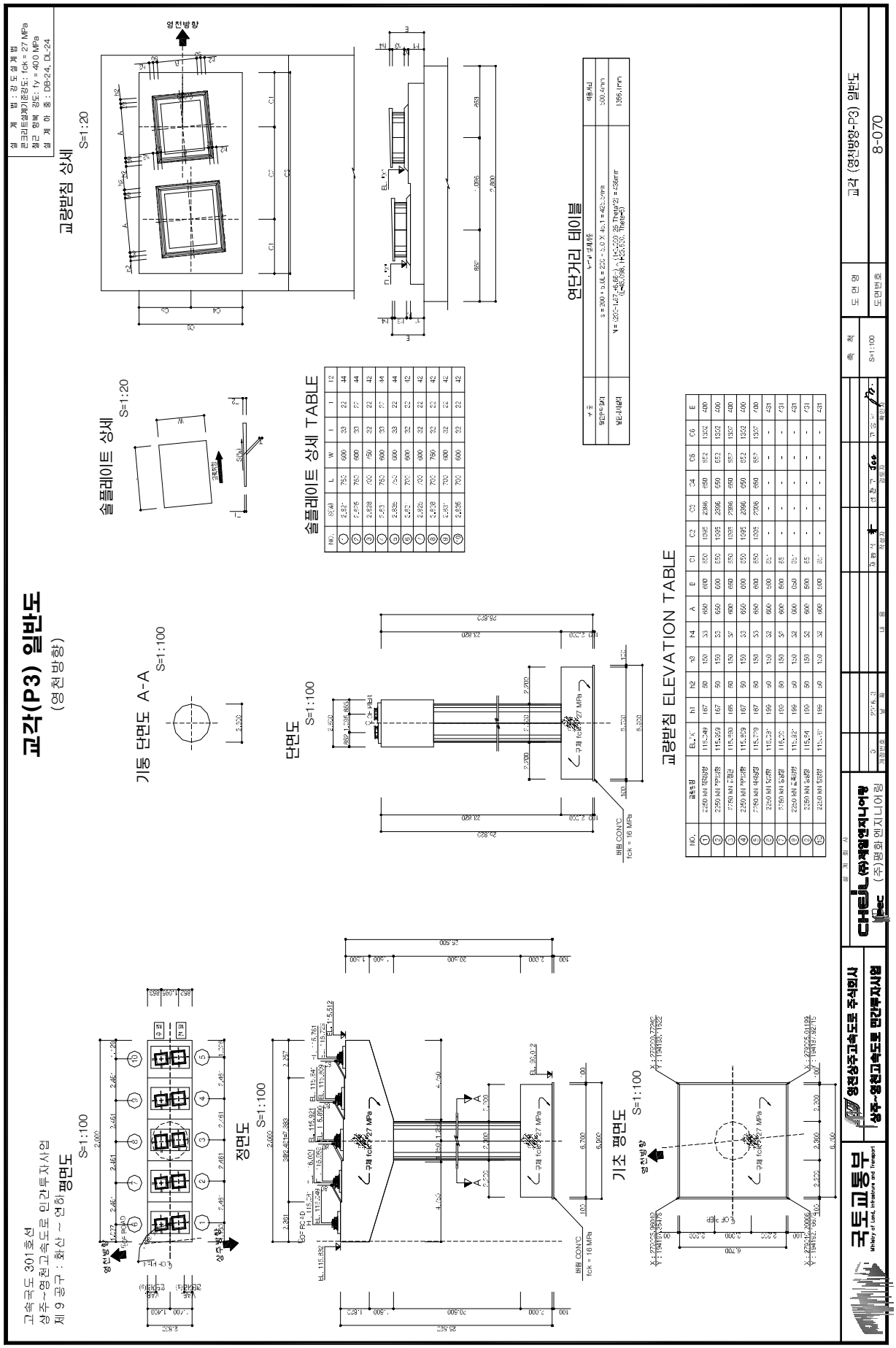
연단거리 테이블

구 분	도로교 설계기준	적용거리
필요연단길이	s = 200 + 5.0L = 200 + 5.0 X 45.1 = 425.5㎜	500.5㎜
필요지지길이	N = (200+ 0.8(L+0.39H) γ (1+0.00012) T²α(a*2) = 382㎜ (L=45.095, =16.685, °Fe a=b)	356.1㎜

| | | |


교각(P1) 일반도
(영천방향)
고속국도 301호선
상주~영천 고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하
평면도 S=1:100
기둥 단면도 A-A S=1:100
단면도 S=1:100
정면도 S=1:100
기초 평면도 S=1:100
교량받침 ELEVATION TABLE
교량받침 상세 S=1:20
슬플레이트 상세 S=1:20
슬플레이트 상세 TABLE
연단거리 테이블
국토교통부
Ministry of Land, Infrastructure and Transport
영천상주고속도로 주식회사
상주-영천고속도로 민간투자사업
CHEIL (주)제일엔지니어링
(주)범화엔지니어링
교각(영천방향-P1) 일반도 (1)
8-068

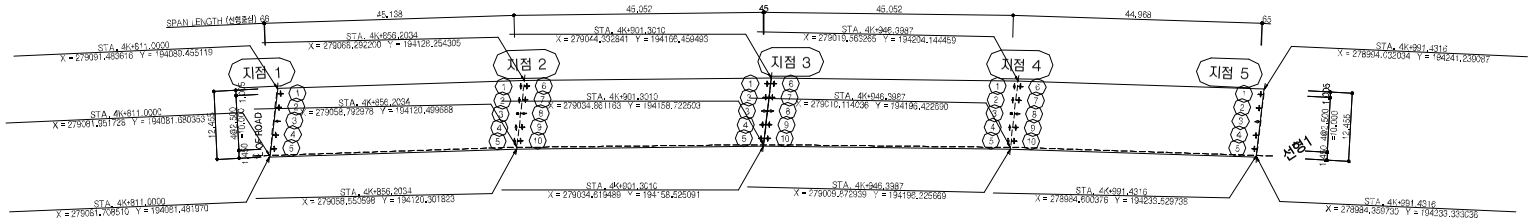

교각(P2) 일반도
(영천 방향)
고속국도 301호선
상주~영천 고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하
평면도
S=1:100
정면도
S=1:100
기둥 단면도 A-A
S=1:100
단면도
S=1:100
기초 평면도
S=1:100
교량받침 상세
S=1:20
슬플레이트 상세
S=1:20
슬플레이트 상세 TABLE
교량받침 ELEVATION TABLE
연단거리 테이블
설 계 법 : 강 도 설 계 법
콘크리트설계기준강도: fck = 27 MPa
철근 항복 강도: fy = 400 MPa
설 계 하 중 : DB-24, DL-24
국토교통부
Ministry of Land, Infrastructure and Transport
영천상주고속도로 주식회사
상주-영천고속도로 민간투자사업
CHEIL 제일엔지니어링
(주)평화엔지니어링
교각(영천방향-P2) 일반도
8-069
S=1:100


교각(P3) 일반도
(영천방향)
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 연하
평면도
S=1:100
정면도
S=1:100
기둥 단면도 A-A
S=1:100
단면도
S=1:100
기초 평면도
S=1:100
교량받침 상세
S=1:20
슬플레이트 상세
S=1:20
슬플레이트 상세 TABLE
연단거리 테이블
교량받침 ELEVATION TABLE
영천방향
상주방향
국토교통부
Ministry of Land, Infrastructure and Transport
상주-영천고속도로 민간투자사업
(주)평화엔지니어링
교각 (영천방향-P3) 일반도
8-070

고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하

교량받침배치도 (1)

(상주방향)



교량받침 좌표

지점 1						지점 2(좌)						지점 2(우)						지점 3(좌)					
구분	교량받침	X좌표	Y좌표	Z좌표	설치각도계	구분	교량받침	X좌표	Y좌표	Z좌표	설치각도계	구분	교량받침	X좌표	Y좌표	Z좌표	설치각도계	구분	교량받침	X좌표	Y좌표	Z좌표	설치각도계
①	2250 kN 양방향	279090.333	194089.432	EL. 112.563	328°40'55.1"	①	2250 kN 부착방향	279067.794	194127.144	EL. 113.957	328°29'46.1"	⑥	2250 kN 양방향	279067.219	194126.382	EL. 113.889	328°27'56.9"	①	2250 kN 양방향	279041.931	194165.303	EL. 115.057	327°16'49.0"
②	2250 kN 양방향	279088.272	194087.634	EL. 112.477	328°41'32.8"	⑦	2250 kN 부착방향	279065.839	194125.548	EL. 113.772	328°30'19.4"	⑦	2250 kN 양방향	279065.265	194126.466	EL. 113.804	328°28'31.2"	②	2250 kN 양방향	279041.332	194162.711	EL. 114.974	327°17'7.7"
③	2250 kN 고특방향	279086.410	194086.254	EL. 112.389	328°42'12.2"	③	2250 kN 고정단	279065.364	194123.942	EL. 113.689	328°30'52.1"	⑧	2250 kN 고특방향	279063.513	194124.891	EL. 113.720	328°29'05.3"	③	2250 kN 고특방향	279039.383	194162.119	EL. 114.891	327°17'46.1"
④	2250 kN 양방향	279084.449	194084.635	EL. 112.305	328°42'50.9"	④	2250 kN 부착방향	279061.090	194122.357	EL. 113.603	328°31'28.0"	⑨	2250 kN 양방향	279061.556	194123.295	EL. 113.635	328°29'38.7"	④	2250 kN 양방향	279036.934	194160.527	EL. 114.808	327°18'4.0"
⑤	2250 kN 양방향	279082.488	194083.035	EL. 112.219	328°43'28.7"	⑤	2250 kN 부착방향	279059.975	194123.781	EL. 113.516	328°31'59.7"	⑩	2250 kN 양방향	279059.401	194121.700	EL. 113.550	328°30'12.3"	⑤	2250 kN 양방향	279036.935	194158.934	EL. 114.725	327°18'42.2"

지점 3(우)						지점 4(좌)						지점 4(우)						지점 5					
구분	교량받침	X좌표	Y좌표	Z좌표	설치각도계	구분	교량받침	X좌표	Y좌표	Z좌표	설치각도계	구분	교량받침	X좌표	Y좌표	Z좌표	설치각도계	구분	교량받침	X좌표	Y좌표	Z좌표	설치각도계
⑥	2250 kN 양방향	279043.218	194166.336	EL. 113.092	327°47.1"	①	2250 kN 부착방향	279019.069	194203.049	EL. 116.597	328°03'40.1"	⑥	2250 kN 양방향	279016.474	194203.962	EL. 116.419	328°01'55.2"	①	3000 kN 양방향	278993.668	194240.152	EL. 117.572	324°50'44.1"
⑦	2250 kN 양방향	279041.289	194164.744	EL. 113.008	327°57'7.7"	②	2250 kN 부착방향	279017.144	194201.460	EL. 116.305	328°04'03.5"	⑦	2250 kN 양방향	279016.521	194202.375	EL. 116.337	328°02'16.0"	②	3000 kN 양방향	278991.827	194238.568	EL. 117.492	324°51'01.7"
⑧	2250 kN 고특방향	279039.220	194163.152	EL. 114.925	327°57'45.8"	③	2250 kN 고정단	279015.200	194199.872	EL. 116.225	328°04'26.3"	⑧	2250 kN 고특방향	279014.666	194200.784	EL. 116.256	328°02'38.7"	③	3000 kN 고특방향	278989.687	194236.979	EL. 117.410	324°51'9.4"
⑨	2250 kN 양방향	279037.271	194161.561	EL. 114.842	327°58'14.0"	④	2250 kN 부착방향	279013.256	194198.283	EL. 116.142	328°04'49.2"	⑨	2250 kN 양방향	279012.842	194199.196	EL. 116.174	328°03'01.8"	④	3000 kN 양방향	278987.746	194235.393	EL. 117.332	324°51'37.1"
⑩	2250 kN 양방향	279035.452	194159.969	EL. 114.759	327°58'42.3"	⑤	2250 kN 부착방향	279011.311	194196.694	EL. 116.061	328°05'12.2"	⑩	2250 kN 양방향	279010.998	194197.607	EL. 116.092	328°03'24.8"	⑤	3000 kN 양방향	278986.805	194233.807	EL. 117.252	324°51'54.8"

범례

기호	구분
▪	고정단 SHOE
▮	일방향 SHOE
◆	양방향 SHOE

교량받침 리스트

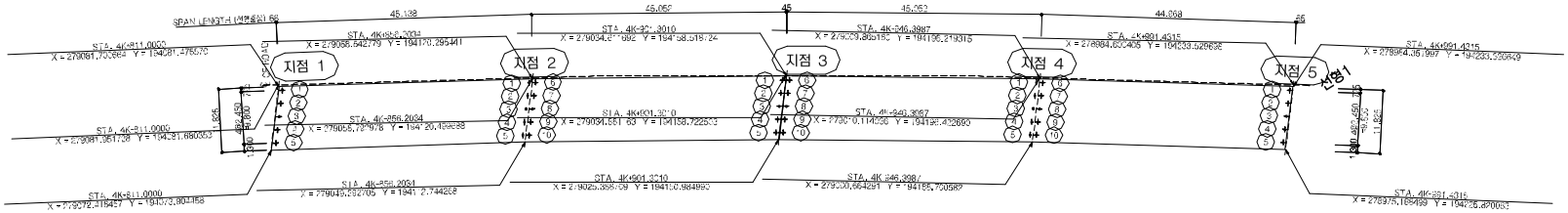
구 분		지점 1	지점 2(전열)	지점 2(우열)	지점 3(전열)	지점 3(우열)	지점 4(전열)	지점 4(우열)	지점 5	계
2250 kN	고정단	0	1	0	0	0	0	0	0	2
	양방향(교축)	1	0	1	1	0	0	0	0	5
	양방향(교특방향)	0	4	0	0	0	4	0	0	8
	양노방	4	0	4	4	4	0	4	0	20
	계	5	5	5	5	5	5	5	0	35
3000 kN	고정단	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	양방향(교축)	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	양방향(교특방향)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	양노방	0	0	0	0	0	0	0	4	4
	계	0	0	0	0	0	0	0	5	5

국토교통부 Ministry of Land, Infrastructure and Transport	영천상주고속도로 주식회사 / 상주~영천고속도로 민간투자사업	설계회사: CHEIL (주)제일엔지니어링 / tec (주)평화엔지니어링	0	2016. 3		치중석	정호구	고중락	축척	도면명	교량받침(상주방향) 배치도 (1)
			개정번호	날 짜	내 용	작성자	검토자	확인자	S=1:400	도면번호	8-009

고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하

교량받침배치도 (2)

(영천방향)



교량받침 좌표

지점 1						지점 2(좌)						지점 2(우)						지점 3(좌)					
구분	교량받침	X좌표	Y좌표	Z좌표	앵커주거	구분	교량받침	X좌표	Y좌표	Z좌표	앵커주거	구분	교량받침	X좌표	Y좌표	Z좌표	앵커주거	구분	교량받침	X좌표	Y좌표	Z좌표	앵커주거
①	2250 kN 양방향	279080.726	194438.631	EL. 113.207	327°47'12.2"	①	2250 kN 석남방향	279058.250	194110.360	EL. 113.504	326°35'24.6"	⑥	2250 kN 경방향	279057.685	194120.298	EL. 113.606	326°35'24.5"	①	2250 kN 양방향	279094.374	194157.937	EL. 114.712	327°21'24.0"
②	2250 kN 양방향	279076.843	194280.983	EL. 112.119	327°47'50.9"	②	2250 kN 직방향	279050.343	194117.796	EL. 113.421	326°35'45.0"	⑦	2250 kN 경방향	279055.770	194118.735	EL. 113.453	326°35'57.5"	②	2250 kN 양방향	279092.404	194155.976	EL. 114.830	327°21'52.7"
③	2250 kN 고정방	279076.921	194278.486	EL. 112.032	327°48'28.6"	③	2250 kN 고정간	279054.427	194112.232	EL. 113.339	326°36'18.0"	⑧	2250 kN 고정방향	279053.854	194117.171	EL. 113.370	326°34'30.1"	③	2250 kN 고정방	279090.004	194154.418	EL. 114.549	327°22'20.6"
④	2250 kN 양방향	279074.998	194276.097	EL. 111.850	327°49'07.0"	④	2250 kN 석남방향	279057.512	194114.668	EL. 113.255	326°36'5.8"	⑨	2250 kN 경방향	279051.908	194115.637	EL. 113.287	326°36'03.7"	④	2250 kN 양방향	279026.644	194152.866	EL. 114.467	327°22'46.5"
⑤	2250 kN 양방향	279075.077	194276.369	EL. 111.865	327°49'46.5"	⑤	2250 kN 직방향	279060.696	194113.104	EL. 113.172	326°37'26.0"	⑩	2250 kN 경방향	279050.029	194114.045	EL. 113.204	326°36'36.3"	⑤	2250 kN 양방향	279026.754	194151.296	EL. 114.585	327°23'16.6"

지점 3(우)						지점 4(좌)						지점 4(우)						지점 5					
구분	교량받침	X좌표	Y좌표	Z좌표	앵커주거	구분	교량받침	X좌표	Y좌표	Z좌표	앵커주거	구분	교량받침	X좌표	Y좌표	Z좌표	앵커주거	구분	교량받침	X좌표	Y좌표	Z좌표	앵커주거
⑥	2250 kN 양방향	279033.711	194158.571	EL. 114.746	327°19'24.2"	①	2250 kN 석남방향	279009.604	194195.299	EL. 113.049	326°37'24.6"	⑥	2250 kN 경방향	279008.397	194196.212	EL. 116.081	326°05'36.5"	①	3000 kN 양방향	278984.100	194232.416	EL. 117.239	324°53'36.6"
⑦	2250 kN 양방향	279031.821	194157.011	EL. 114.865	327°19'52.8"	②	2250 kN 직방향	279007.899	194193.742	EL. 113.969	326°37'47.2"	⑦	2250 kN 경방향	279007.085	194194.855	EL. 116.001	326°05'58.1"	②	3000 kN 양방향	278982.220	194230.899	EL. 117.187	324°53'54.1"
⑧	2250 kN 고정방향	279029.931	194155.451	EL. 114.980	327°20'19.5"	③	2250 kN 고정간	279006.795	194197.184	EL. 113.830	326°38'08.9"	⑧	2250 kN 고정방향	279005.180	194193.095	EL. 115.921	326°06'21.8"	③	3000 kN 고정방향	278980.098	194229.304	EL. 117.282	324°54'11.6"
⑨	2250 kN 양방향	279027.961	194153.891	EL. 114.562	327°20'47.8"	④	2250 kN 석남방향	279008.887	194195.837	EL. 113.869	326°38'22.6"	⑨	2250 kN 경방향	279003.274	194191.540	EL. 115.841	326°06'44.5"	④	3000 kN 양방향	278978.536	194227.760	EL. 117.004	324°54'29.1"
⑩	2250 kN 양방향	279026.011	194152.330	EL. 114.420	327°21'15.5"	⑤	2250 kN 직방향	279007.982	194189.070	EL. 113.729	326°38'35.4"	⑩	2250 kN 경방향	279001.369	194189.983	EL. 115.761	326°07'07.3"	⑤	3000 kN 양방향	278976.494	194226.190	EL. 116.925	324°54'46.4"

범례

기호	구분
•	고정형 S-OE
▮	일방향 S-OF
◆	양방향 S-OE

교량받침 리스트

구 분		지점 1	지점 2(정방)	지점 2(우방)	지점 3(좌방)	지점 3(우방)	지점 4(정방)	지점 4(우방)	지점 5	계
2250 kN	고정형	0	1	0	0	0	1	0	0	2
	일방향(교축)	1	0	1	1	1	0	1	0	5
	양방향(교축직각)	0	4	0	0	0	4	0	0	8
	양방향	4	0	4	4	4	0	4	0	20
	계	5	5	5	5	5	5	5	0	35
3000 kN	고정형	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	일방향(교축)	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	양방향(교축직각)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	양방향	0	0	0	0	0	0	0	4	4
	계	0	0	0	0	0	0	0	5	5

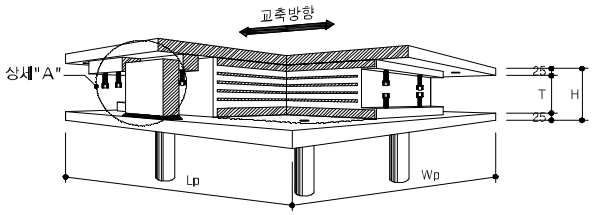
국토교통부 Ministry of Land, Infrastructure and Transport	영천상주고속도로 주식회사 / 상주~영천고속도로 민간투자사업	설계회사: CHEJL (주)제일엔지니어링 / (주)평화엔지니어링	0 / 2016. 3 (개정번호 / 날 짜)	내 용	작 성	검 토	확 인	축 척 S=1:400	도면명	교량받침(영천방향) 배치도 (2)
									도면번호	8-010

고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하

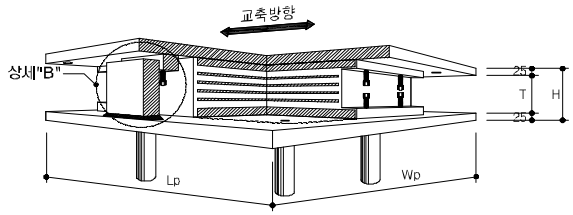
교량받침 상세도 (1)
(2250kN, 400X500XT)

설 계 법 : 강 도 설 계 법
콘크리트설계기준강도: fck = 27 MPa
철근 항복 강도: fy = 400 MPa
설 계 하 중 : DB-24, DL-24

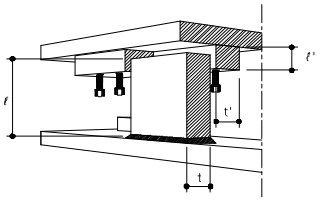
< 고정단 >



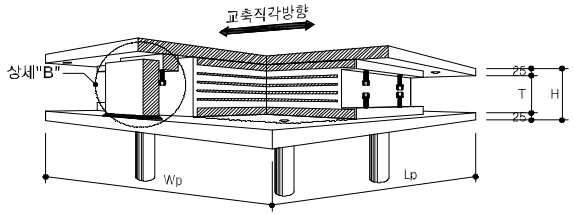
< 교축방향 >



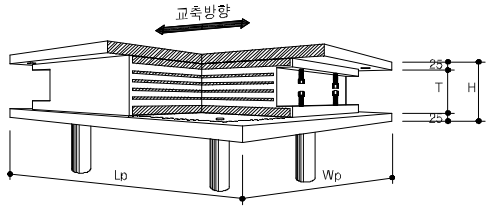
< 상 세 "A" >



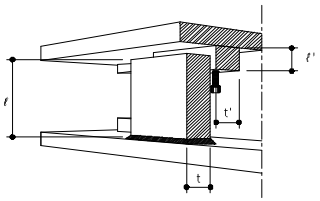
< 교축직각방향 >



< 전방향 가동단 >

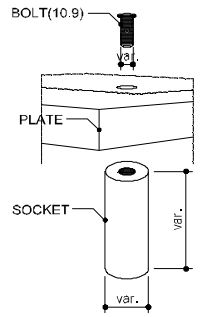


< 상 세 "B" >



* 상세 A, B : ℓ' < ℓ 혹은
t' > t을 만족하여야 함.

<앵커상세도>



물성치

적용하중 (kN)	탄성받침지수(mm)			탄성고무층		전단탄성계수 (MPa)	수평력 (kN)		압축스프링계수 Kv(kN/m)	전단스프링계수 Kh(kN/m)	_변위(mm)		상하부판 지수 (나비, 길이)								stud bolt 갯수
	나비>길이 (W>L)	높 이		고무 층수	유효고무 두께(mm)		상시 (70%)	지진시 (150%)			상시 (70%)	지진시 (150%)	고정단		일방향 가동				전방향가동		
		T	H												교축방향		교축직각방향				
													Wp	Lp	Wp	Lp	Wp	Lp	Wp	Lp	
2250	400X500	100	150	4	48	1.15	161.0	345.1	1,394,000	4,793	34	72	650	600	650	600	600	650	500	600	9
		116	166	5	60				1,115,200	3,834	42	90									
		132	182	6	72				929,300	3,195	50	108									
		148	198	7	84				796,600	2,739	59	126									
		164	214	8	96				697,000	2,397	67	144									

NOTE

1. 탄성받침의 상,하부 강판 및 쐐기도장은 수용성 무기징크 실리케이트 도료 또는 동등이상의 수명을 유지할 수 있는 제품으로 하여야 한다.
2. 강재 및 쐐기의 용접방법과 용접부 크기는 교량의 정시 수평력에 저항할 수 있는 방법 및 크기로 하며, 제작전 감독원의 승인을 받은 후 시행하여야 한다.
3. 탄성받침의 전단변형과 최대, 최소 허용압축응력은 KS F 4420에 따른다.(1998)
4. 제품 단면도는 KS F 4420에 따른다.(1998)
5. 상부 SOLE PLATE와 받침 상부판을 용접으로 체결한다.
6. 탄성받침은 설계에 적용된 한 예로서 현장여건에 따라 별도검토를 수행하여 동등이상의 규격 및 구조적 안전성 확보시 감독원의 승인하에 변경할 수 있다.
7. 탄성고무패드 본체의 외부 절판은 KS F 4420을 따라야 한다.
8. 일체형 탄성받침은 KS F 4420 C타입에 의거하여 제작을 실시한다.

국토교통부 Ministry of Land, Infrastructure and Transport	영천상주고속도로 주식회사 상주~영천고속도로 민간투자사업	설계회사 CHEIL (주)제일엔지니어링 (수)평화엔지니어링						축 척 S=NON"	도면명	교량받침 상세도 (1900kN , 350X450)
			0	2015. 3		책임기술자	검토자	그림책	도면번호	8-094
			대표이사	날 짜	서 명	조성호	김진기	홍의택		

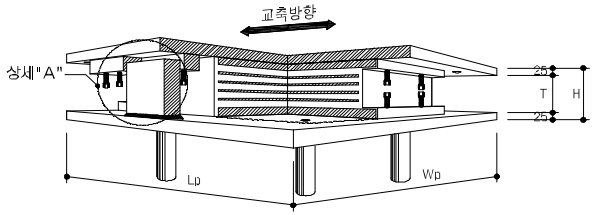
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하

교량받침 상세도 (2)

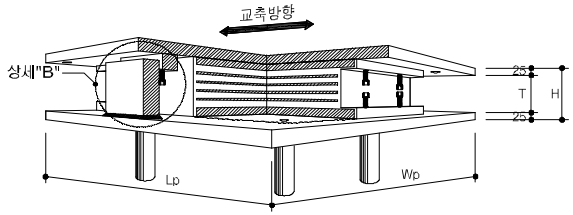
(3000kN, 450X600XT)

실 계 법 : 강 도 설 계 법
콘크리트설계기준강도: fck = 27 MPa
철근 항복 강도: fy = 400 MPa
설 계 하 중 : DB-24, DL-24

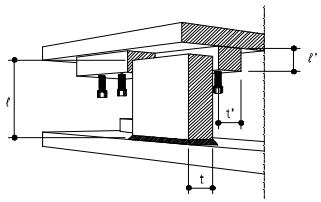
〈 고정단 〉



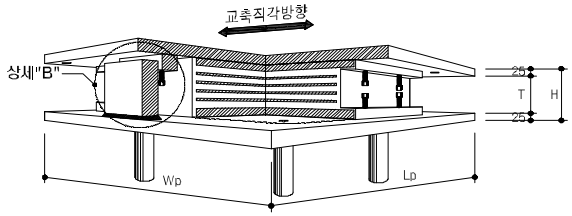
〈 교축방향 〉



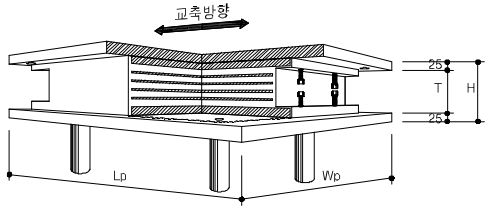
〈 상 세 "A" 〉



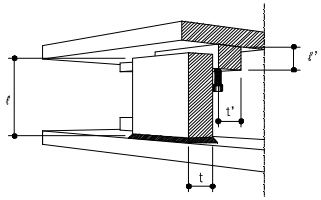
〈 교축직각방향 〉



〈 전방향 가동단 〉

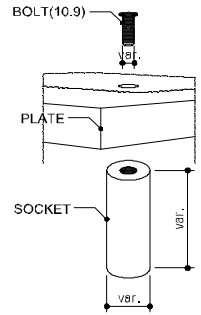


〈 상 세 "B" 〉



* 상세 A, B : ℓ' < ℓ 혹은
t' > t 을 만족하여야 함.

〈앵커상세도〉



물성치

적용하중 (kN)	탄성받침치수(mm)			탄성고무층		전단탄성계수 (MPa)	수평력 (kN)		압축스프링계수 Kv(kN/m)	전단스프링계수 Kh(kN/m)	±변위(mm)		상하부판 치수 (나비, 길이)								stud bolt 갯수
	나비×길이 (W×L)	높 이		고무 층수	유효고무 두께(mm)		상시 (70%)	지진시 (150%)			상시 (70%)	지진시 (150%)	고정단		일방향 가동				전방향가동		
		T	H												교축방향		교축직각방향				
													Wp	Lp	Wp	Lp	Wp	Lp	Wp	Lp	
3000	450X600	100	150	4	48	1.15	217.4	465.9	2,425,500	6,471	34	72	700	700	700	700	700	700	550	700	12
		116	166	5	60				1,940,400	5,176	42	90									
		132	182	6	72				1,617,000	4,314	50	108									
		148	198	7	84				1,386,000	3,697	59	126									
		164	214	8	96				1,212,800	3,235	67	144									
		180	230	9	108				1,078,000	2,876	76	162									

NOTE

1. 탄성받침의 상,하부 강판 및 쐐기도장은 수용성 무기징크 실리케이트 도료 또는 동등이상의 수명을 유지할 수 있는 제품으로 하여야 한다.
2. 강재 및 쐐기의 용접방법과 용접부 크기는 교량의 평시 수평력에 저항할 수 있는 방법 및 크기로 하며, 제작전 감독원의 승인을 받은 후
3. 탄성받침의 전단변형과 최대, 최소 허용압축응력은 KS F 4420에 따른다.(1998)
4. 제품 단면도는 KS F 4420에 따른다.(1998)
5. 상부 SOLE PLATE와 받침 상부판을 용접으로 체결한다.
6. 탄성받침은 설계에 적용된 안 외로서 현장여건에 따라 별도검토를 수행하여 동등이상의 규격 및 구조적 안전성 확보시 감독원의 승인에에 변경할 수 있다.
7. 탄성고무패드 본체의 외부 철판은 KS F 4420을 따라야 한다.
8. 일체형 탄성받침은 KS F 4420 다항에 의거하여 제작을 실시한다.

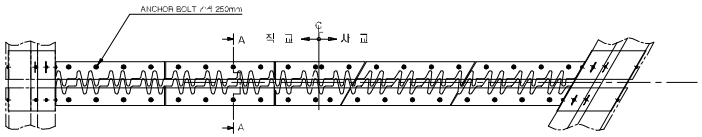
국토교통부 Ministry of Land, Infrastructure and Transport	영천상주고속도로 주식회사 / 상주-영천고속도로 민간투자사업	설계회사 CHEIL (주)제일엔지니어링 / PGC (주)평화엔지니어링	0 수정번호	2013. 3 날 짜	수 정	기 술 자	검 토 자	감 독 자	결 재	축 척 S = NONE	노 면 명	교량받침 상세도 (2000kN , 300X600)
											노면번호	8-095

고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하

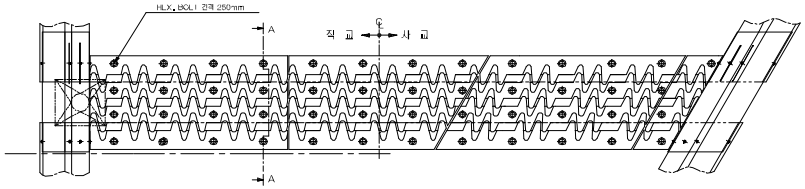
신축이음장치 상세도
(FINGER - TYPE)

설 계 법 : 강 도 설 계 법
콘크리트설계기준강도: fck = 27 MPa
철근 항복 강도: fy = 400 MPa
설 계 하 중 : DB-24, DL-24

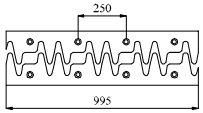
DBFA 50~100
평 면 도



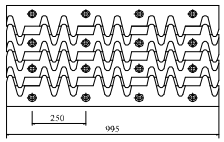
DBFA 120~600
평 면 도



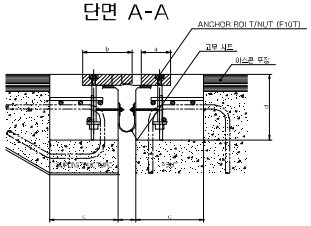
DBFA 50~100



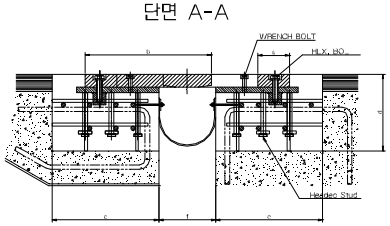
DBFA 400~600



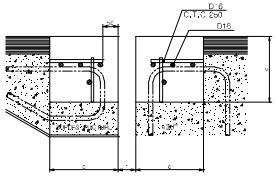
단면 A-A



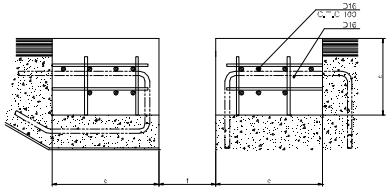
단면 A-A



설치 단면 상세도



설치 단면 상세도



신축이음장치 제원표

(단위 : mm)

모델명	최대이동 신축량	a	b	BLOCK OUT		BOLT	f			ELEMENT 길 이	예상중량 (kg/m)
				c	d		최소	표준	최대		
DBFA 50	50	130	195	300	230	M16	30	55	80	992	102
DBFA 75	75	130	220	310	230	M16	27.5	65	102.5	992	138
DBFA 80	80	130	225	310	230	M16	30	70	110	992	140
DBFA 100	100	130	245	330	230	M16	30	80	130	992	144
DBFA 120	120	145	295	330	250	M16	30	90	150	1312	260
DBFA 150	150	145	325	350	250	M20	30	105	180	1312	277
DBFA 200	200	145	375	380	350	M20	30	130	230	1312	333
DBFA 250	250	145	425	400	350	M20	60	185	310	1312	386
DBFA 300	300	145	475	430	350	M22	60	210	360	1312	440
DBFA 350	350	145	525	455	350	M22	60	235	410	1312	497
DBFA 400	400	145	575	485	350	M24	60	260	460	1312	551
DBFA 450	450	145	625	505	350	M24	60	285	510	1312	587
DBFA 500	500	145	675	525	350	M24	60	310	560	1312	624
DBFA 550	550	145	725	550	350	M24	75	350	625	1312	658
DBFA 600	600	145	775	570	350	M24	100	400	700	1312	689

※ 1. 위 제원은 설계시 표준온도(15 °C) 일때의 치수임.
2. 사교나 곡선교는 신축거동방향과 회전량에 따라 핑거의 형상이나 핑거의 각도가 달라질 수 있음.

재료 및 제원표

(1M당)

모델명 / 품명	DBFA 50	DBFA 75	DBFA 80	DBFA 100	DBFA 120	DBFA 150	DBFA 200	DBFA 250	DBFA 300	DBFA 350	DBFA 400	DBFA 450	DBFA 500	DBFA 550	DBFA 600
부수축 콘크리트	0.113M	0.130M	0.130M	0.139M	0.173M	0.184M	0.279M	0.294M	0.316M	0.334M	0.356M	0.371M	0.386M	0.404M	0.419M
거 푸 집	0.58M	0.60M	0.60M	0.80M	0.70M	0.70M	0.90M	0.90M	0.90M	0.90M	0.90M	0.90M	0.90M	0.90M	0.90M
철근량(D16)	16,611KG	16,762KG	16,762KG	16,838KG	19,109KG	21,256KG	23,944KG	23,621KG	24,317KG	25,012KG	32,654KG	33,348KG	34,043KG	34,530KG	34,677KG

국토교통부 Ministry of Land, Infrastructure and Transport	영천상주고속도로 주식회사 / 상주~영천고속도로 민간투자사업	설계회사 CHEIL (주)제일엔지니어링 / (주)평화엔지니어링	0	2016. 3						축 척	도 면 명	신축이음장치 상세도(FINGER - TYPE)
			기성부호	월 일	내 용	치동석	준한구	고중각		S = NONE	도면번호	8-097
						작성자	검토자	확인자				

2장 외관조사

2.1 부재별 외관조사

2.2 교량받침 조사

2.3 신축이음 유간 조사

제 2 장 외 관 조 사

2.1 부재별 외관조사

2.1.1 포 장

가. 포장 전경

도림천교(상주) 교면포장 전경

도림천교(영천) 교면포장 전경

나. 외관조사

조사 결과

- 본 교량의 교면포장은 콘크리트(노출바닥판, t=50㎜)로 설계 · 시공되었다.
- 교면포장에 대한 외관조사결과 손상이 없이 양호한 것으로 조사되었다.
- 접속부포장에 대한 외관조사결과 손상이 없이 양호한 것으로 조사되었다.

【표 2.1.1】 도림천교 포장 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
교면포장	상주	상태양호				
	영천	상태양호				
접속부포장	상주	상태양호				
	영천	상태양호				

2.1.2 배수시설

가. 배수시설 전경

배수구 시공 전경

배수관 시공 전경

나. 외관조사

조사 결과

- 본 교량은 곡선교로서 횡방향 및 종방향 기울기에 따라 상주방향은 중분대측에, 영천방향은 방호벽측에 경간당 2~3개소씩 총 20개소의 배수구가 설치되었으며, 배수관의 재질은 알루미늄으로 시공되었다. 배수관은 집수구를 통해 곡관 및 직관, 행거셋 등으로 고정되어 거더 측면으로 연결되어 교량 하부로 유출되는 구조이다.
- 배수시설에 대한 외관조사 결과 손상이 없이 양호한 것으로 조사되었다.

【표 2.1.2】 도림천교 배수시설 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
배 수 구	상주	상태양호				
	영천	상태양호				
배 수 관	상주	상태양호				
	영천	상태양호				

2.1.3 방호시설

가. 방호시설 전경

방호시설 전경(방호벽)

방호시설 전경(중분대)

나. 외관조사

조사 결과

- 방호벽 및 중앙분리대는 콘크리트로 시공되었다.
- 방호시설에 대한 외관조사결과 영천방향은 손상이 없이 양호한 상태로 조사되었으며, 상주방향의 방호벽에서 균열이 조사되었다.
- 방호시설에 발생한 균열은 건조수축 및 양생불량에 의한 비구조적인 균열로 판단된다.
- 발생한 손상은 추가조사시 보수가 완료된 것으로 확인되었다.

【표 2.1.3】 도림천교 방호시설 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
방 호 벽	상주	상태양호				
	영천	상태양호				
중 분 대	상주	균열(0.3㎜이상)	m	35.1 / 13	충전공법	보수완료
	영천	상태양호				

도림천교(상주) S1 중분대균열(0.3㎜ 이상)	도림천교(상주) S4 중분대균열(0.3㎜ 이상)

2.1.4 신축이음장치

가. 신축이음장치 전경

A1(상주)-NO.6G (M/C JOINT)	P2(상주)-NO.120 (FINGER JOINT)	A2(상주)-NO.6G (M/C JOINT)
A1(영천)-NO.6G (M/C JOINT)	P2(영천)-NO.120 (FINGER JOINT)	A2(영천)-NO.6G (M/C JOINT)

나. 외관조사 결과

조사 결과

- 신축이음장치는 A1, A2에 M/C JOINT로, P2 FINGER JOINT로 시공되었다.
- 신축이음장치에 대한 외관조사 결과 본체 및 후타재는 손상이 없이 양호한 것으로 조사되었다.

【표 2.1.4】 도림천교 신축이음장치 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
본 체	상주	상태양호				
	영천	상태양호				
후 타 재	상주	상태양호				
	영천	상태양호				

2.1.5 바 닥 판

가. 바닥판 전경

바닥판 전경(상주, 내측)

바닥판 전경(영천, 켄틸레버부)

나. 외관조사

조사 결과	•바닥판의 내측은 SP-PANEL(반단면 프리캐스트바닥판), 켄틸레버부는 노출 콘크리트로 시공되었다. •바닥판에 대한 외관조사 결과 영천방향은 손상이 없이 양호한 상태로 조사되었으며, 상주방향에서 국부적인 재료분리, 철근노출이 조사되었다. •발생된 손상은 추가조사시 보수가 완료된 것으로 확인되었다.

【표 2.1.5】 도림천교 바닥판 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
바 닥 판	상주	재료분리	㎡	1.26 / 1	단면보수	보수완료
		철근노출	㎡	0.06 / 1	단면보수	보수완료
	영천	상태양호				

2.1.6 거 더

가. 거더 전경

거더 전경(상주)

거더 전경(영천)

나. 외관조사

조사 결과

- 거더는 DR Girder 형식으로 2경간+2경간 연속으로 시공되었으며, 경간당 상주방향 5개, 영천방향 5개로 시공되었다.
- 거더에 대한 외관조사 결과 손상이 없이 양호한 것으로 조사되었다.

【표 2.1.6】 도림천교 거더 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
거 더	상주	상태양호				
	영천	상태양호				

2.1.7 2차부재

가. 2차부재 전경

가로보 전경(상주-중앙부)

가로보 전경(영천-지점부)

나. 외관조사

조사 결과

- 가로보는 방향별로 지점부에 20개소, 지간중앙부에 16개소가 설치되었으며, 지간중앙부에는 공장제작한 프리캐스트 가로보, 지점부에는 현장타설 가로보가 콘크리트로 시공되었다.
- 2차부재에 대한 외관조사 결과 손상이 없이 양호한 것으로 조사되었다.

【표 2.1.7】 도림천교 2차부재 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
2차부재	상주	상태양호				
	영천	상태양호				

2.1.8 교량받침

가. 교량받침 전경

양방향이동단(상주)

종방향이동단(상주)

횡방향이동단(상주)

고정단(상주)

양방향이동단(영천)

종방향이동단(영천)

횡방향이동단(영천)

고정단(영천)

나. 외관조사

조사 결과

- 교량받침은 탄성받침으로 시공되었다.
- 외관조사결과 손상이 없이 양호한 것으로 조사되었다.

【표 2.1.8】 도림천교 교량받침 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
교량받침	상주	상태양호				
	영천	상태양호				
무수축몰탈	상주	상태양호				
	영천	상태양호				

2.1.9 교 대

가. 교대 전경

교대전경(상주-A2)

교대전경(영천-A1)

나. 외관조사

조사 결과

- 교대는 역T형으로, 기초는 모두 강관파일기초로 시공되었다.
- 교대에 대한 외관조사 결과 상주방향에서 균열, 균열부백태, 실런트 마감부 파손 등의 손상이 조사되었으며, 영천방향에서 균열이 조사되었다.
- 교대에 발생된 균열은 건조수축 및 수화열에 의해 발생된 비구조적인 균열로 판단된다.
- 발생된 손상은 추가조사시 보수가 완료된 것으로 확인되었다.

【표 2.1.9】 도림천교 교대 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
교 대	상주	균열(0.3㎜미만)	m	3.5 / 2	표면처리	보수완료
		균열부백태 (0.3㎜이상)	m	2.5 / 1	수지주입	보수완료
		실런트 마감부 파손	m	2.7 / 1	실런트 재시공	보수완료
	영천	균열(0.3㎜미만)	m	2.5 / 6	표면처리	보수완료

도림천교(상주) A2 흉벽 균열부백태(0.3㎜이상)	도림천교(상주) A2 벽체 균열(0.3㎜미만)
도림천교(상주) A2 시공이음부 시공이음부 실런트 파손	도림천교(영천) A2 벽체 균열(0.3㎜미만)

2.1.10 교 각

가. 교각 전경

교각 전경(상주-P3)

교각 전경(영천-P1)

나. 외관조사

조사 결과

- 교각은 T형으로 시공되었으며, P1~P3 모두 직접기초로 시공되었다.
- 교각에 대한 외관조사 결과 코핑부에서 국부적인 균열이 조사되었다.
- 교각에 발생된 균열은 건조수축 및 수화열에 의해 발생된 비구조적인 균열로 판단된다.
- 발생된 손상은 추가조사시 보수가 완료된 것으로 확인되었다.

【표 2.1.10】 도림천교 교각 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
교 각	상주	균열(0.3㎜이상)	m	2.4 / 4	수지주입	보수완료
	영천	균열(0.3㎜이상)	m	3.8 / 5	수지주입	보수완료

도림천교(상주) P2 코핑부 균열(0.3㎜이상)	도림천교(영천) P1 코핑부 균열(0.3㎜이상)
도림천교(영천) P2 코핑부 균열(0.3㎜이상)	도림천교(영천) P3 코핑부 균열(0.3㎜이상)

2.1.11 외관조사 결과

가. 도림천교(상주)

【표 2.1.11】 도림천교(상주) 외관조사 결과

구 분	손 상 내 용	비고
포 장	•상태양호	
배수시설	•상태양호	
방호시설	•중분대 균열(0.3㎜이상) 13개소 발생. •추가조사시 손상부 보수 완료.	
신 축 이음장치	•상태양호	
바 닥 판	•재료분리 1개소 , 철근노출 1개소 발생. •추가조사시 손상부 보수 완료.	
거 더	•상태양호	
2차부재	•상태양호	
교량받침	•상태양호	
교 대	•균열, 균열부백태 3개소, 실런트 마감부 파손 1개소 발생. •추가조사시 손상부 보수 완료.	
교 각	•균열 4개소 발생. •추가조사시 손상부 보수 완료.	
보수현황	•교량에 발생된 손상에 대하여 1차적인 보수가 진행되었으며, 추가적으로 발생된 손상에 대하여 보수가 완료된 것으로 확인되었다.	

나. 도림천교(영천)

【표 2.1.12】 도림천교(영천) 외관조사 결과

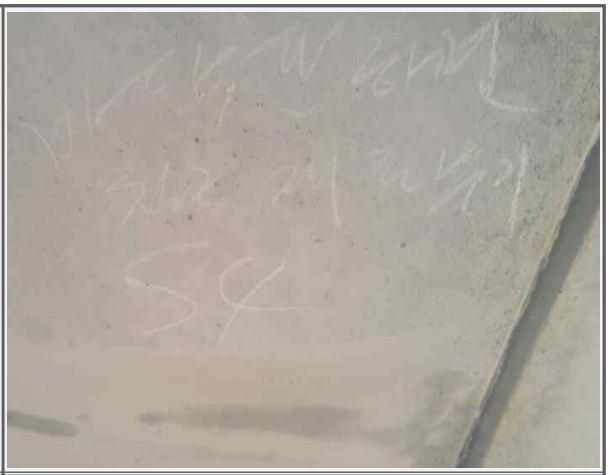
구 분	손 상 내 용	비고
포 장	•상태양호	
배수시설	•상태양호	
방호시설	•상태양호	
신 축 이음장치	•상태양호	
바 닥 판	•상태양호	
거 더	•상태양호	
2차부재	•상태양호	
교량받침	•상태양호	
교 대	•균열 6개소 발생. •추가조사시 손상부 보수 완료.	
교 각	•균열 5개소 발생. •추가조사시 손상부 보수 완료.	
보수현황	•교량에 발생된 손상에 대하여 1차적인 보수가 진행되었으며, 추가적으로 발생된 손상에 대하여 보수가 완료된 것으로 확인되었다.	

2.1.12 대표 보수사진

중분대 균열보수(상주)

방호벽 균열보수(상주)

가로보 재료분리 보수(상주)



바닥판 철근노출, 재료분리 보수(상주)

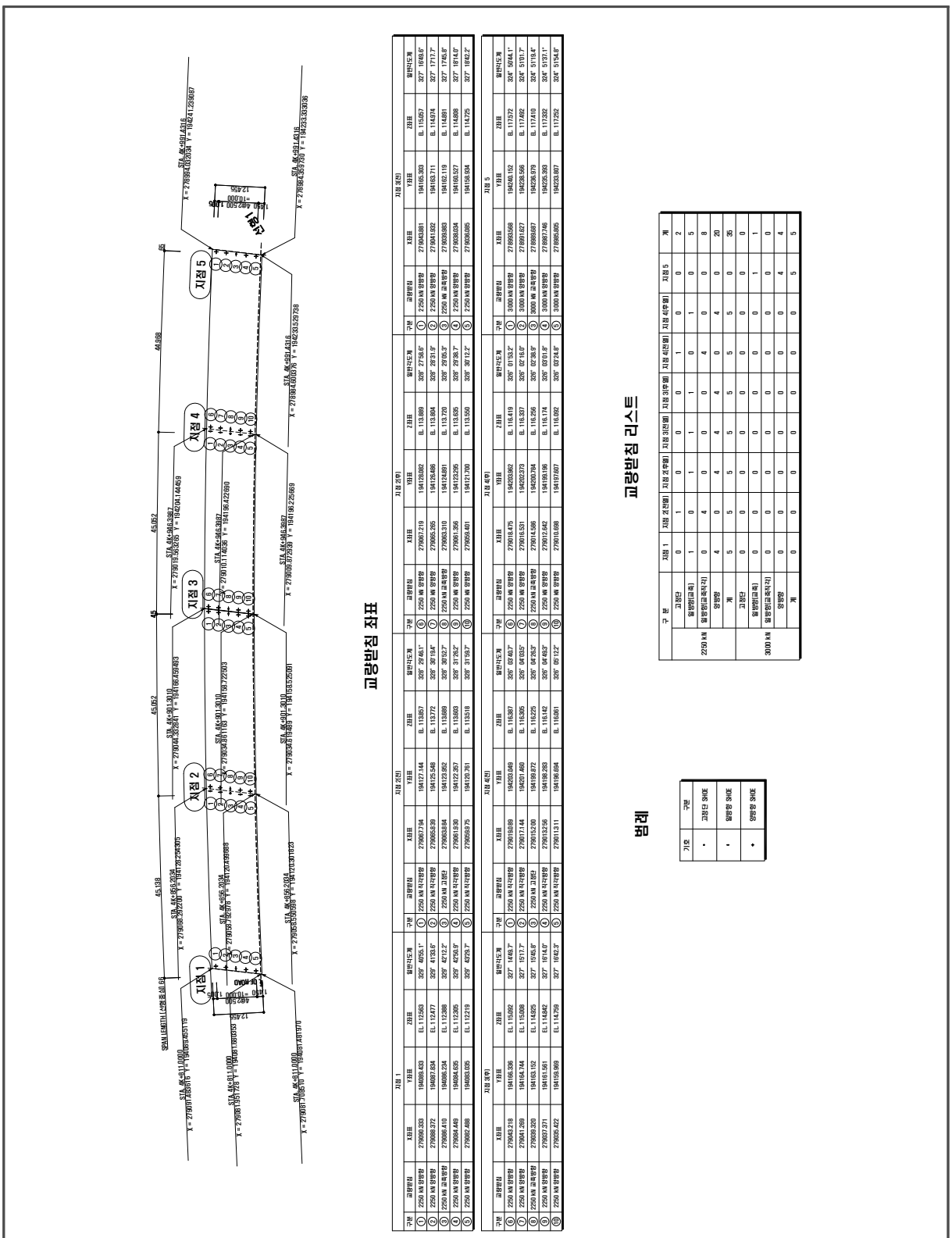
교대2 균열보수(상주)

교각2 균열보수(상주)

방호벽 균열보수(영천)	방호벽 균열보수(영천)
교대2 균열보수(영천)	교대2 균열보수(영천)
교각2 균열보수(영천)	교각2 균열보수(영천)

2.2 교량받침 조사

2.2.1 교량받침 배치도



【도림천교(상주) 교량받침 배치도】

【도림천교(영천) 교량받침 배치도】

2.2.2 교량받침 이동량조사

구 분		상주방향					영천방향				
		SH01	SH02	SH03	SH04	SH05	SH01	SH02	SH03	SH04	SH05
		SH06	SH07	SH08	SH09	SH10	SH06	SH07	SH08	SH09	SH10
A1		✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
P1	시점	↔	↔	●	↔	↔	↔	↔	●	↔	↔
	종점	✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
P2	시점	✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
	종점	✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
P3	시점	↔	↔	●	↔	↔	↔	↔	●	↔	↔
	종점	✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣
A2		✣	✣	↕	✣	✣	✣	✣	↕	✣	✣

✣ : 양방향이동단, ↕ : 종방향이동단, ↔ : 횡방향이동단, ● : 고정단

구 분		상주방향					영천방향				
		SH01	SH02	SH03	SH04	SH05	SH01	SH02	SH03	SH04	SH05
		SH06	SH07	SH08	SH09	SH10	SH06	SH07	SH08	SH09	SH10
A1		-/0	-/0	-/0	-/0	↑/5	-/0	↑/5	↑/2	↑/10	↑/10
P1	시점	고 정 단									
	종점	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0
P2	시점	↓/4	↓/5	↓/3	↓/6	↓/5	↓/3	↓/3	↓/6	↓/2	↓/2
	종점	↑/10	↑/10	↑/8	↑/7	↑/5	↓/8	↓/5	↓/8	↑/3	↑/3
P3	시점	고 정 단									
	종점	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0
A2		↓/20	↓/22	↓/8	↓/25	↓/5	↓/18	↓/10	↓/15	↓/10	↓/10

※ 이동방향/이동량(㎜)

가. 교량받침 이동량 검토

1) 신축량 계산

구 분	온도변화		선팽창계수
	보통지방	한랭한 지방	
콘크리트교	**-5℃ ~ +35℃**	-15℃ ~ +35℃	**1.0×10^{-5}**
강 교	-10℃ ~ +40℃	-20℃ ~ +40℃	1.2×10^{-5}

▣ 온도에 의한 신축량(△lt)

보통지방, 콘크리트교 -5 ~ +35℃, 강교 -10 ~ +40℃

$\triangle lt = \triangle T \times \alpha \times L$

여기서 ΔT = 온도변화

α = 선팽창계수 (콘크리트교:1.0×10^{-5}, 강교:1.2×10^{-5})

L = 신축들보의 길이

2) 활하중에 의한 거더의 처짐으로 발생하는 이동량

교대부 및 신축이음부 받침의 신장여유량에만 적용.

$\Delta Lr = \Sigma(hi \times \theta i)$

여기서

hi = 보의 중립축에서 받침 회전 중심까지의 거리(2/3h)

θi = 받침까지의 보의 회전각(콘크리트교:1/300, 강교:1/150)

3) 교량받침 조사일

① A1, A2 조사일 : 2017년05월02일, 일평균기온 14.9℃

② 상주 : P1~P3 조사일 : 2017년06월05일, 일평균기온 18.4℃

③ 영천 : P1~P3 조사일 : 2017년06월08일, 일평균기온 22.4℃

4) 신장시 검토

① 온도변화에 의한 신장량

구 분		최고온도	일평균 기온	⊿T(℃)	선팽창계수 (α)	신축장(㎜)	계산최대 신장량(⊿lt)
A1		35	14.9	20.1	0.000010	45,000	9
P1		고정단					
P2 (상주)	시점	35	18.4	16.6	0.000010	45,000	7
	종점	35	18.4	16.6	0.000010	45,000	7
P2 (영천)	시점	35	22.4	12.6	0.000010	45,000	6
	종점	35	22.4	12.6	0.000010	45,000	6
P3		고정단					
A2		35	14.9	20.1	0.000010	45,000	9

② 활하중에 의한 거더의 처짐으로 발생하는 이동량

구 분		거더의 높이(h)	보의 회전각(θ i)	이동량(⊿Lr)
A1		2,000	1 / 300	4
P2	시점	2,000	1 / 300	4
	종점	2,000	1 / 300	4
A2		2,000	1 / 300	4

③ 신장시 검토 결과

구 분			최대신장량				허용이동량(㎜)	검 토 결 과
			온도변화에 의한 신장량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	실 측 이동량	계		
상주	A1	SH01	−9	−4	0	−13	±67	양 호
		SH02	−9	−4	0	−13	±67	양 호
		SH03	−9	−4	0	−13	±67	양 호
		SH04	−9	−4	0	−13	±67	양 호
		SH05	−9	−4	−5	−18	±67	양 호
	P1		고정단					
	P2 (시점)	SH01	7	4	4	15	±67	양 호
		SH02	7	4	5	16	±67	양 호
		SH03	7	4	3	14	±67	양 호
		SH04	7	4	6	17	±67	양 호
		SH05	7	4	5	16	±67	양 호
	P2 (종점)	SH01	−7	−4	−10	−21	±67	양 호
		SH02	−7	−4	−10	−21	±67	양 호
		SH03	−7	−4	−8	−19	±67	양 호
		SH04	−7	−4	−7	−18	±67	양 호
		SH05	−7	−4	−5	−16	±67	양 호
	P3		고정단					
	A2	SH01	9	4	20	33	±76	양 호
		SH02	9	4	22	35	±76	양 호
		SH03	9	4	18	31	±76	양 호
		SH04	9	4	25	38	±76	양 호
		SH05	9	4	5	18	±76	양 호

※종점으로 이동(+), 시점으로 이동(−), 허용이동량은 탄성받침 유효고무 두께의 70% 적용

구 분			최대신장량				허용이동량 (㎜)	검 토 결 과
			온도변화에 의한 신장량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	실 측 이동량	계		
영천	A1	SH01	−9	−4	0	−13	±67	양 호
		SH02	−9	−4	−5	−18	±67	양 호
		SH03	−9	−4	−2	−15	±67	양 호
		SH04	−9	−4	−10	−23	±67	양 호
		SH05	−9	−4	−14	−27	±67	양 호
	P1		고정단					
	P2 (시점)	SH01	6	4	3	13	±67	양 호
		SH02	6	4	3	13	±67	양 호
		SH03	6	4	6	16	±67	양 호
		SH04	6	4	2	12	±67	양 호
		SH05	6	4	2	12	±67	양 호
	P2 (종점)	SH01	−6	−4	8	−2	±67	양 호
		SH02	−6	−4	5	−5	±67	양 호
		SH03	−6	−4	8	−2	±67	양 호
		SH04	−6	−4	−3	−13	±67	양 호
		SH05	−6	−4	−3	−13	±67	양 호
	P3		고정단					
	A2	SH01	9	4	18	31	±76	양 호
		SH02	9	4	10	23	±76	양 호
		SH03	9	4	15	28	±76	양 호
		SH04	9	4	10	23	±76	양 호
		SH05	9	4	10	23	±76	양 호

※종점으로 이동(+), 시점으로 이동(−), 허용이동량은 탄성받침 유효고무 두께의 70% 적용

5) 수축시 검토

① 온도변화에 의한 수축량

구 분		최저온도	일평균 기온	⊿T(℃)	선팽창계수 (α)	신축장(㎜)	계산최대 수축량(⊿lt)
A1		-5	14.9	-19.9	0.000010	45,000	-9
P1		고정단					
P2 (상주)	시점	-5	18.4	-23.4	0.000010	45,000	-11
	종점	-5	18.4	-23.4	0.000010	45,000	-11
P2 (영천)	시점	-5	22.4	-27.4	0.000010	45,000	-12
	종점	-5	22.4	-27.4	0.000010	45,000	-12
P3		고정단					
A2		-5	14.9	-19.9	0.000010	45,000	-9

② 수축시 검토 결과(활하중에 의한 이동량은 고려하지 않음)

구 분			최대수축량				허용이동량 (㎜)	검 토 결 과
			온도변화에 의한 수축량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	실 측 이동량	계		
상주	A1	SH01	9	-	0	9	±67	양 호
		SH02	9	-	0	9	±67	양 호
		SH03	9	-	0	9	±67	양 호
		SH04	9	-	0	9	±67	양 호
		SH05	9	-	-5	4	±67	양 호
	P1		고정단					
	P2 (시점)	SH01	-11	-	4	-7	±67	양 호
		SH02	-11	-	5	-6	±67	양 호
		SH03	-11	-	3	-8	±67	양 호
		SH04	-11	-	6	-5	±67	양 호
		SH05	-11	-	5	-6	±67	양 호

※종점으로 이동(+), 시점으로 이동(-), 허용이동량은 탄성받침 유효고무 두께의 70% 적용

구 분			최대수축량				허용이동량(㎜)	검 토 결 과
			온도변화에 의한 수축량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	실 측 이동량	계		
상주	P2 (종점)	SH01	11	-	-10	1	±67	양 호
		SH02	11	-	-10	1	±67	양 호
		SH03	11	-	-8	3	±67	양 호
		SH04	11	-	-7	4	±67	양 호
		SH05	11	-	-5	6	±67	양 호
	P3		고정단					
	A2	SH01	-9	-	20	11	±76	양 호
		SH02	-9	-	22	13	±76	양 호
		SH03	-9	-	18	9	±76	양 호
		SH04	-9	-	25	16	±76	양 호
		SH05	-9	-	5	-4	±76	양 호

※종점으로 이동(+), 시점으로 이동(-), 허용이동량은 탄성받침 유효고무 두께의 70% 적용

구 분			최대수축량				허용이동량(㎜)	검 토 결 과
			온도변화에 의한 수축량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	실 측 이동량	계		
영천	A1	SH01	9	-	0	9	±67	양 호
		SH02	9	-	-5	4	±67	양 호
		SH03	9	-	-2	7	±67	양 호
		SH04	9	-	-10	-1	±67	양 호
		SH05	9	-	-14	-5	±67	양 호
	P1		고정단					

※종점으로 이동(+), 시점으로 이동(-), 허용이동량은 탄성받침 유효고무 두께의 70% 적용

구 분			최대수축량				허용이동량(㎜)	검 토 결 과
			온도변화에 의한 수축량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	실 측 이동량	계		
영천	P2 (시점)	SH01	−12	−	3	−9	±67	양 호
		SH02	−12	−	3	−9	±67	양 호
		SH03	−12	−	6	−6	±67	양 호
		SH04	−12	−	2	−10	±67	양 호
		SH05	−12	−	2	−10	±67	양 호
	P2 (종점)	SH01	12	−	8	20	±67	양 호
		SH02	12	−	5	17	±67	양 호
		SH03	12	−	8	20	±67	양 호
		SH04	12	−	−3	9	±67	양 호
		SH05	12	−	−3	9	±67	양 호
	P3		고정단					
	A2	SH01	−9	−	18	9	±76	양 호
		SH02	−9	−	10	1	±76	양 호
		SH03	−9	−	15	6	±76	양 호
		SH04	−9	−	10	1	±76	양 호
		SH05	−9	−	10	1	±76	양 호

※종점으로 이동(+), 시점으로 이동(−), 허용이동량은 탄성받침 유효고무 두께의 70% 적용

나. 교량받침 이동량 검토 결과

검 토 의 견

•교량받침에 대하여 온도변화 및 활하중에 의한 신축량 검토결과 전 구간에서 계산 신축량이 허용이동량 이내로 여유량을 확보하고 있는 것으로 조사되었다.

A1 교량받침 이동량 측정(상주)

A1 교량받침 이동량 측정(영천)

P2 교량받침 이동량 측정(상주)

P2 교량받침 이동량 측정(영천)

A2 교량받침 이동량 측정(상주)

A2 교량받침 이동량 측정(영천)

2.2.3 연단거리 검토

■ 거더의 경간길이 100m이하 : S = 200 + 5L (도로교설계기준)

■ 거더의 경간길이 100m이상 : S = 300 + 4L (도로교설계기준)

여기서, S : 받침연단거리(㎜) L : 거더의 경간길이(m)

위 치		지간길이(m)	시방기준(㎜)	측정결과(㎜)										비고
				상주					영천					
				SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	
				SH6	SH7	SH8	SH9	SH10	SH6	SH7	SH8	SH9	SH10	
A1		45	425	480	480	470	475	480	485	485	495	490	490	양호
P1	시점	45	425	723	730	740	735	735	765	760	755	740	740	양호
	종점	45	425	595	610	595	590	595	575	575	575	575	590	양호
P2	시점	45	425	457	465	457	445	463	435	430	435	435	435	양호
	종점	45	425	445	435	425	457	475	460	460	460	460	460	양호
P3	시점	45	425	810	820	935	843	850	860	875	885	890	870	양호
	종점	45	425	575	565	560	550	555	523	518	515	507	515	양호
A2		45	425	610	620	605	600	610	610	620	610	615	620	양호

연단거리 측정(상주)

연단거리 측정(영천)

2.3 신축이음 유간 조사

2.3.1 신축이음장치 유간 검토

가. 온도에 의한 신축량(△lt) = △T × α × L

교량종류	온도변화		선팽창계수
	보통지방	한랭한 지방	
콘크리트교	**-5℃ ~ +35℃**	-15℃ ~ +35℃	**1.0×10^{-5}**
강 교	-10℃ ~ +40℃	-20℃ ~ +40℃	1.2 × 10-5

나. 신축이음장치 유간 검토

1) 신장시 검토

① 상주 : A1, P1, A2 조사일 : 2017년05월11일, 일평균기온 19.6℃

② 영천 : A1, P1, A2 조사일 : 2017년05월11일, 일평균기온 19.6℃

구 분		최고온도	일평균 기온	⊿T(℃)	선팽창계수 (α)	신축장(㎜)	계산최대 신장량(⊿lt)
A1		35	19.6	15.4	0.000010	45,000	7
P2	시점	35	19.6	15.4	0.000010	45,000	7
	종점	35	19.6	15.4	0.000010	45,000	7
A2		35	19.6	15.4	0.000010	45,000	7

구 분			계산최대 신장량(⊿lt)	실측유간(㎜)	검토결과
상주	A1	좌측	7	30	양 호
		우측	7	30	양 호
	P2	좌측	7	37	양 호
		우측	7	42	양 호
	A2	좌측	7	30	양 호
		우측	7	28	양 호

구 분			계산최대 신장량(⊿lt)	실측유간(㎜)	검토결과
영천	A1	좌측	7	25	양 호
		우측	7	22	양 호
	P2	좌측	7	44	양 호
		우측	7	48	양 호
	A2	좌측	7	25	양 호
		우측	7	31	양 호

A1(상주)
신축이음 유간측정

P2(상주)
신축이음 유간측정

A2(상주)
신축이음 유간측정

A1(영천)
신축이음 유간측정

P2(영천)
신축이음 유간측정

A2(영천)
신축이음 유간측정

2) 수축시 검토

구 분		최저온도	일평균 기온	⊿T(℃)	선팽창계수 (α)	신축장(㎜)	계산최대 수축량(⊿lt)
A1		-5	19.6	-24.6	0.000010	45,000	-11
P2	시점	-5	19.6	-24.6	0.000010	45,000	-11
	종점	-5	19.6	-24.6	0.000010	45,000	-11
A2		-5	19.6	-24.6	0.000010	45,000	-11

구 분			설계유간	계산최대 수축량(⊿lt)	실측유간 (㎜)	수축여유량	검 토 결 과
상주	A1	좌측	NO. 70	11	30	29 ≧0	양 호
		우측	NO. 70	11	30	29 ≧0	양 호
	P2	좌측	NO. 120	22	37	61 ≧0	양 호
		우측	NO. 120	22	42	56 ≧0	양 호
	A2	좌측	NO. 70	11	30	29 ≧0	양 호
		우측	NO. 70	11	28	31 ≧0	양 호
영천	A1	좌측	NO. 70	11	25	34 ≧0	양 호
		우측	NO. 70	11	22	37 ≧0	양 호
	P2	좌측	NO. 120	22	44	54 ≧0	양 호
		우측	NO. 120	22	48	50 ≧0	양 호
	A2	좌측	NO. 70	11	25	34 ≧0	양 호
		우측	NO. 70	11	31	28 ≧0	양 호

다. 신축이음장치 유간 검토 결과

검토 의견

•신축량 검토 결과 신장 및 수축시 유간을 확보하고 있어 신축이음장치 설치 상태는 양호한 것으로 판단된다.

2.3.2 바닥판 및 거더 유간 검토

가. 온도변화에 의한 신장량

1) A1, A2 내측 조사일 : 2017년06월08일, 일평균기온 22.4℃

2) A1, A2 외측 조사일 : 2017년05월02일, 일평균기온 14.9℃

3) 상주방향 P2 조사일 : 2017년06월05일, 일평균기온 18.4℃

4) 영천방향 P2 조사일 : 2017년06월03일, 일평균기온 19.4℃

구 분		최고온도	일평균 기온	⊿T(℃)	선팽창계수 (α)	신축장(㎜)	계산최대 신장량(⊿lt)
A1	내측	35	22.4	12.6	0.000010	45,000	6
	외측	35	14.9	20.1	0.000010	45,000	9
P2 (상주)	시점	35	18.4	16.6	0.000010	45,000	7
	종점	35	18.4	16.6	0.000010	45,000	7
P2 (영천)	시점	35	19.4	15.6	0.000010	45,000	7
	종점	35	19.4	15.6	0.000010	45,000	7
A2	내측	35	22.4	12.6	0.000010	45,000	6
	외측	35	14.9	20.1	0.000010	45,000	9

나. 활하중에 의한 거더의 처짐으로 발생하는 이동량

거더의 신장여유량에만 적용.

$$\Delta Lr = \Sigma(hi \times \theta i)$$

여기서

hi = 보의 중립축에서 받침 회전 중심까지의 거리(2/3h)

θi = 받침까지의 보의 회전각(콘크리트교:1/300, 강교:1/150)

구 분		거더의 높이(h)	보의 회전각(θi)	이동량(⊿Lr)
A1		2,000	1 / 300	4
P2	시점	2,000	1 / 300	4
	종점	2,000	1 / 300	4
A2		2,000	1 / 300	4

다. 신장량 검토 결과

구 분				최대신장량			실측 신장 여유량 (㎜)	검 토 결 과
				온도변화에 의한 신장량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	계		
상주	A1	좌측	바 닥 판	9	-	9	80	양 호
			거 더	9	4	13	155	양 호
		우측	바 닥 판	6	-	6	60	양 호
			거 더	6	4	10	200	양 호
	P2	좌측	바 닥 판	7	-	7	78	양 호
			거 더	7	8	15	446	양 호
		우측	바 닥 판	7	-	7	82	양 호
			거 더	7	8	15	463	양 호
	A2	좌측	바 닥 판	9	-	9	50	양 호
			거 더	9	4	13	50	양 호
		우측	바 닥 판	6	-	6	31	양 호
			거 더	6	4	10	44	양 호
영천	A1	좌측	바 닥 판	9	-	9	38	양 호
			거 더	9	4	13	211	양 호
		우측	바 닥 판	6	-	6	52	양 호
			거 더	6	4	10	177	양 호
	P2	좌측	바 닥 판	7	-	7	75	양 호
			거 더	7	8	15	437	양 호
		우측	바 닥 판	7	-	7	80	양 호
			거 더	7	8	15	462	양 호
	A2	좌측	바 닥 판	9	-	9	50	양 호
			거 더	9	4	13	44	양 호
		우측	바 닥 판	6	-	6	47	양 호
			거 더	6	4	10	60	양 호

A1(상주) 바닥판 유간측정	A1(상주) 거더 유간측정	P2(상주) 바닥판 유간측정
P2(상주) 거더 유간측정	A2(상주) 바닥판 유간측정	A2(상주) 거더 유간측정
A1(영천) 바닥판 유간측정	A1(영천) 거더 유간측정	P2(영천) 바닥판 유간측정
P2(영천) 거더 유간측정	A2(영천) 바닥판 유간측정	A2(영천) 거더 유간측정

라. 바닥판 및 거더 유간 검토 결과

검토 의견	•바닥판 및 거더에 대하여 온도변화 및 활하중에 의한 처짐에 따른 유간 검토 결과 최고온도시 신장여유량을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

3장 내구성 조사

3.1 내구성조사 현황

3.2 콘크리트 강도시험

3.3 철근배근 탐사

3.4 탄산화깊이 측정

제 3 장 내구성 조사

3.1 내구성조사 현황

구 분	기 준			실 시		비 고
	초기점검 지침	시특법 정밀점검 기준				
		상부	하부	상부	하부	
반발경도시험	시설물당 5개소 이상	50m마다	50m마다	4	4	상주 영천
철근배근탐사	시설물당 3개소 이상	해당없음	해당없음	1	2	상주 영천
탄산화 시험	해당없음	5경간 이내 : 2~3개소 (상부에서 1개소 이상) 5경간 이상 : 3~6개소 (상부에서 2개소 이상)		1	2	상주 영천

3.2 콘크리트 강도시험

3.2.1 상부구조 반발경도

가. 상주방면

위 치		기준경도 (Ro)	방 법		평균강도 (MPa)	재령보정 계수	추정강도 (MPa)	설계강도 (MPa)
			① 식	② 식				
바닥판	S1 켄틸레버	49.9	45.37	45.50	45.44	0.68	30.9	27
	S2 켄틸레버	45.5	39.79	42.35	41.07	0.68	27.9	
	S3 켄틸레버	44.9	39.02	41.92	40.47	0.67	27.1	
	S4 켄틸레버	45.5	39.79	42.35	41.07	0.67	27.5	

나. 영천방면

위 치		기준경도 (Ro)	방 법		평균강도 (MPa)	재령보정 계수	추정강도 (MPa)	설계강도 (MPa)
			① 식	② 식				
바닥판	S1 켄틸레버	48.3	43.34	44.35	43.85	0.67	29.4	27
	S2 켄틸레버	45.5	39.79	42.35	41.07	0.67	27.5	
	S3 켄틸레버	45.1	39.28	42.06	40.67	0.67	27.2	
	S4 켄틸레버	48.6	43.72	44.57	44.15	0.67	29.6	

3.2.2 하부구조 반발경도

가. 상주방면

위 치		기준경도 (Ro)	방 법		평균강도 (MPa)	재령보정 계수	추정강도 (MPa)	설계강도 (MPa)
			① 식	② 식				
교대	A1 흉벽	47.2	41.94	43.57	42.76	0.67	28.6	24
	A2 흉벽	46.8	41.44	43.28	42.36	0.66	28.0	
교각	P2 기둥	48.0	42.96	44.14	43.55	0.65	28.3	27
	P3 기둥	48.7	43.85	44.64	44.25	0.65	28.8	

나. 영천방면

위 치		기준경도 (Ro)	방 법		평균강도 (MPa)	재령보정 계수	추정강도 (MPa)	설계강도 (MPa)
			① 식	② 식				
교대	A1 흉벽	43.8	37.63	41.13	39.38	0.67	26.4	24
	A2 흉벽	43.6	37.37	40.99	39.18	0.66	25.9	
교각	P1 기둥	46.2	40.67	42.85	41.76	0.65	27.1	27
	P2 기둥	48.7	43.85	44.64	44.25	0.67	29.6	

상부구조 반발경도조사

하부구조 반발경도조사

3.2.3 콘크리트 강도시험 검토의견

검토의견	•상부구조 및 하부구조에 대한 콘크리트 반발강도 측정결과 설계기준강도 이상으로 측정되어 타설된 콘크리트는 재료역학적 건전성을 유지하고 있는 것으로 판단된다.

3.3 철근배근탐사

3.3.1 철근배근탐사

가. 상주방면

측 정 위 치		철근종류		설계값(㎜)		실측값(㎜)		비 고
				배근간격	피복두께	배근간격	피복두께	
상부	S4 켄틸레버	주 철 근	H22	100	29	100	48	
		배력철근	H16	125	51	100	75	
하부	A2 흉벽	주 철 근	D16	250	92	200	126	
		배력철근	D19	125	73	150	67	
	P3 기둥	주 철 근	H29	111	110	100	113	
		배력철근	H22	300	88	300	62	

나. 영천방면

측 정 위 치		철근종류		설계값(㎜)		실측값(㎜)		비 고
				배근간격	피복두께	배근간격	피복두께	
상부	S1 켄틸레버	주 철 근	H16	150	32	100	41	
		배력철근	H16	125	48	100	69	
하부	A1 흉벽	주 철 근	D16	250	92	200	104	
		배력철근	D19	125	73	100	131	
	P1 기둥	주 철 근	H25	120	112	100	121	
		배력철근	H22	300	90	300	97	

※철근피복은 순피복두께임.

상부구조 철근배근탐사	하부구조 철근배근탐사

3.3.2 철근탐사 검토의견

검토의견

•각 부재의 배근간격은 설계도와 거의 일치하는 것으로 조사되었으며, 피복두께는 설계기준과 다소의 오차가 있으나 시방기준 이상의 최소피복을 확보하고 있는 것으로 확인되었다.

3.4 탄산화깊이 측정

3.4.1 측정 결과

가. 상주방면

구 분		탄산화깊이	탄산화 잔여깊이	순피복두께	상태등급	판정
상 부	S4 켄틸레버	5.5 ㎜	42.5 ㎜	48.0 ㎜	a등급	양호
하 부	A2 흉벽	10.5 ㎜	56.5 ㎜	67.0 ㎜	a등급	양호
	P3 기둥	10.0 ㎜	52.0 ㎜	62.0 ㎜	a등급	양호

나. 영천방면

구 분		탄산화깊이	탄산화 잔여깊이	순피복두께	상태등급	판정
상 부	S1 켄틸레버	7.5 ㎜	33.5 ㎜	41.0 ㎜	a등급	양호
하 부	A1 흉벽	6.5 ㎜	97.5 ㎜	104.0 ㎜	a등급	양호
	P1 기둥	7.5 ㎜	89.5 ㎜	97.0 ㎜	a등급	양호

상부구조 탄산화깊이 측정

하부구조 탄산화깊이 측정

3.4.2 탄산화깊이 검토의견

검토 의견

•탄산화깊이 측정결과 대부분 탄산화 잔여깊이는 30㎜ 이상으로 상태평가 등급상 『a』 등급으로 탄산화에 의한 철근부식 발생 우려는 없는 것으로 평가되었다.

4장 재 하 시 험

4.1 개 요

4.2 정적재하시험

4.3 동적재하시험

4.4 정·동적 재하시험 고찰

제 4 장 재 하 시 험

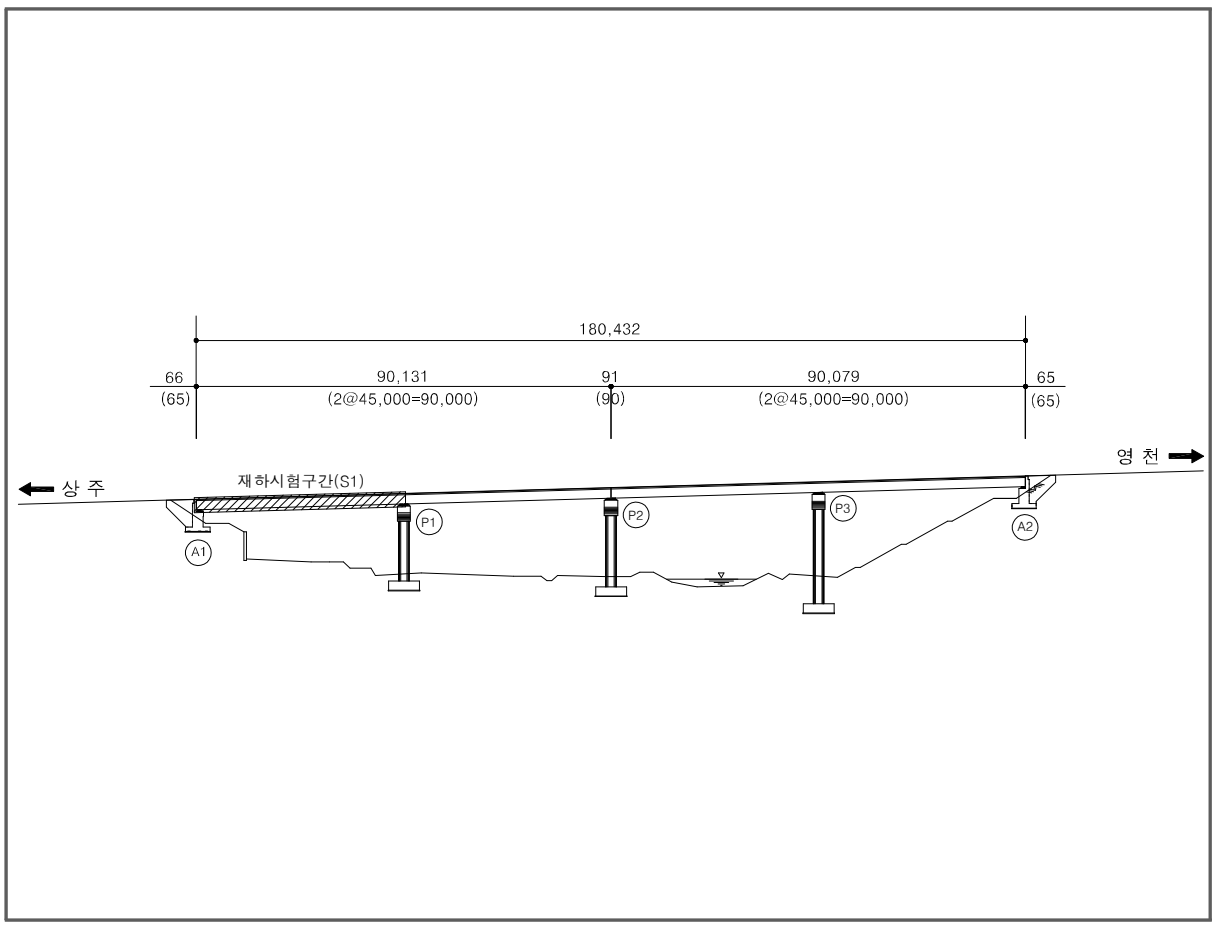
4.1 개 요

4.1.1 시험 경간선정

본 재하시험의 대상경간 선정은 차후의 정밀안전진단과 계측값 상대비교를 고려하여 교량의 대표성 및 Gauge 부착과 측정 장비 설치의 용이성, 시험차량의 주행속도 및 제동거리 확보 등 현장여건을 종합적으로 고려하여 다음과 같이 선정하였다.

【시험 경간선정 및 선정사유】

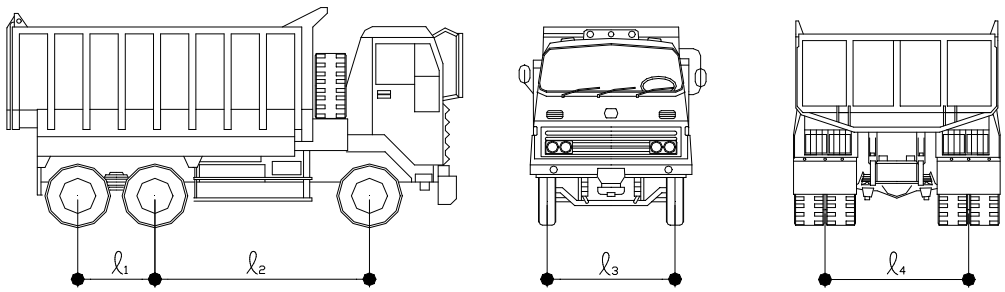
구분	시험경간/지점	지간장(L)	선 정 사 유	비 고
DR Girder	S1(0.5L부)	45.0m	1경간 최대 정모멘트 작용구간	

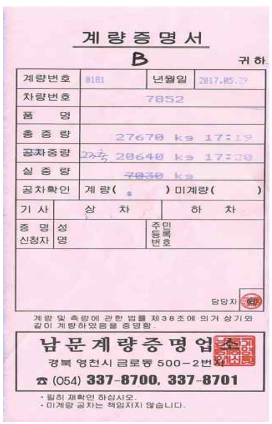


【재하시험 대상 경간】

4.1.2 시험차량

본 교량의 재하시험에 사용된 시험차량은 교량의 응답비를 크게 얻고자 15톤 덤프트럭 1대에 모래를 만재시켜 사용하였으며, 차량의 총중량은 약 28톤 수준을 유지하였다.





계 량 증 명 서

B 귀하

계량번호	8181	년월일	2017.05.29
차량번호	7852		
품 명			
총 중 량	27670 kg 17:19		
공차중량	공차 20640 kg 17:20		
실 중 량	7030 kg		
공차확인	계 량 ( ) 미계량 ( )		
기 사	상 차	하 차	
증명신청자	성 명	주민등록번호	

담당자

계량 및 측량에 관한 법률 제38조에 의거 상기와 같이 계량하였음을 증명함.

남문계량증명업

경북 영천시 금로동 500-2번

☎ (054) 337-8700, 337-8701

· 필히 재확인 하십시오.
· 미계량 공차는 책임지지 않습니다.

계량증명서(ID 7852)

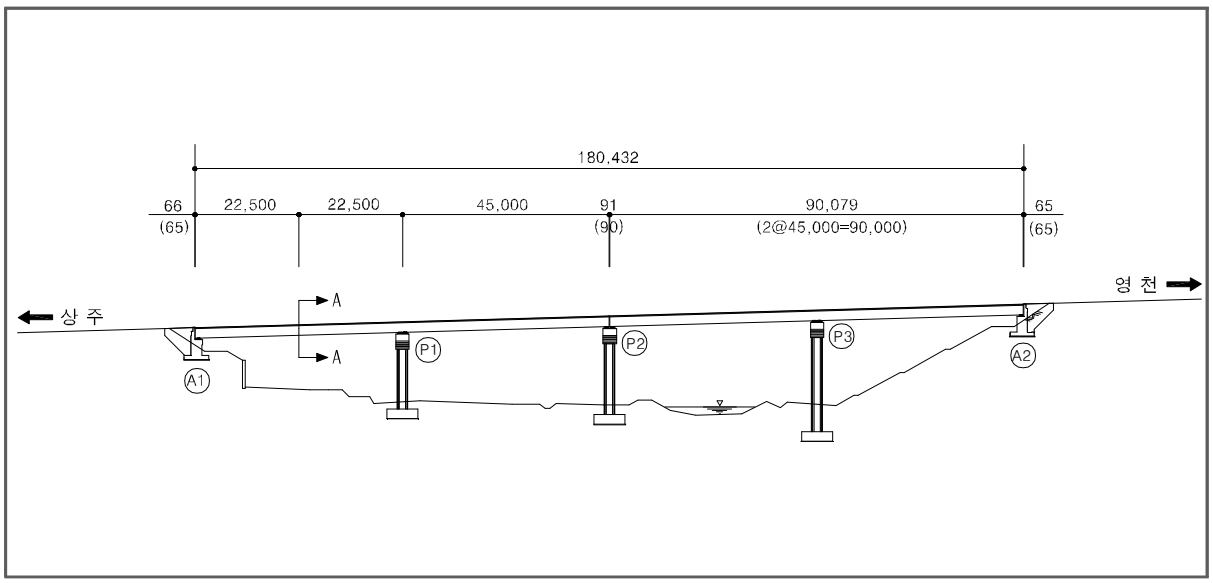
구 분 (차량번호)	차량제원(m)				차 륜 별 축 중 (ton)			
	ℓ1	ℓ2	ℓ3	ℓ4	전 륜	중 륜	후 륜	총 중 량
ID 7852	1.3	3.3	2.07	1.85	7.030	10.320	10.320	27.670

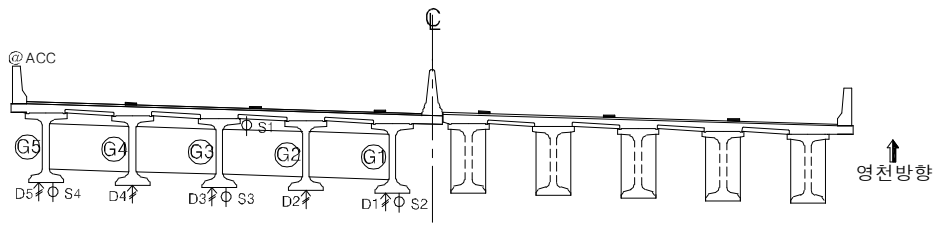
【시험차량의 제원 및 축중하중】

4.1.3 센서 설치위치 및 수량

측정항목별 센서는 대상구조물의 측정대상 구간 중에서 하중재하에 따른 단면력이 최대인 단면을 선정한 후 처짐 및 변형률이 최대로 발생하는 부위에 부착한다.

본 교량에서는 1경간의 정모멘트부 1지점을 측정단면으로 선정하고, 처짐계, 변형률계 및 진동가속도계를 설치하였다.



구 분	내 용
A-A 단면 (S1 0.5L지점)	

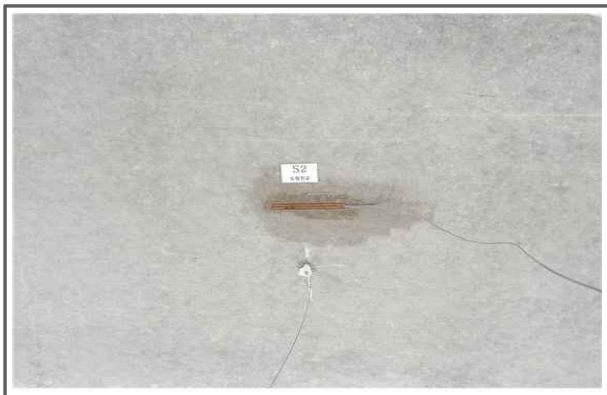
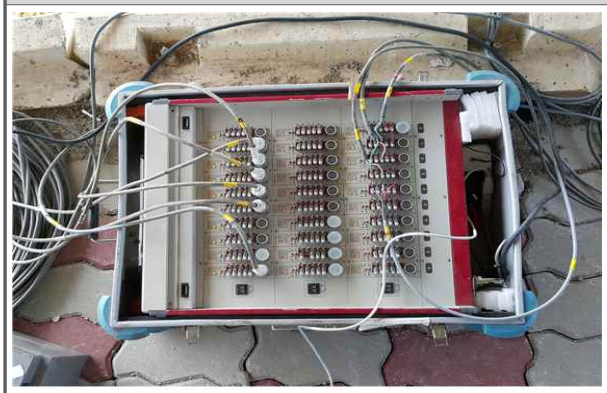
【센서 설치 위치】

【센서 종류 및 기호】

기 호	게이지 종류	용 도	비 고
ϕ	Con't Strain Gauge	변형률 측정	휨
↟	처짐계(Displacement)	변위측정	처짐
@	가속도계(Accelerometer)	가속도 측정	고유진동수

【센서별 측정내용】

부착경간	구 분		부착위치	측정내용
S1 0.5L지점 (A-A단면)	변형률계	S1	Girder 3 상면	최대변형률
		S2	Girder 1 하면	〃
		S3	Girder 3 하면	〃
		S4	Girder 5 하면	〃
	변 위 계	D1	Girder 1 하면	최대변위
		D2	Girder 2 하면	〃
		D3	Girder 3 하면	〃
		D4	Girder 4 하면	〃
		D5	Girder 5 하면	〃
	가속도계	Acc	방호벽 상부	진동가속도

	
변형률게이지 설치(거더하면)	변형률게이지 설치(거더상면)
처짐계 설치	가속도계 설치
정적시험 차량 재하	동적시험 차량 주행
	
정, 동적 측정 장비 셋팅	정, 동적 데이터 수집

【재하시험 현황】

4.2 정적재하시험

4.2.1 개 요

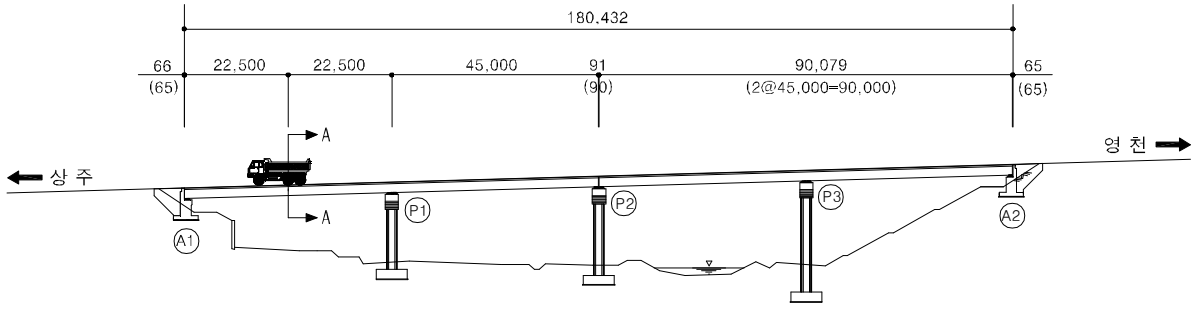
정적 재하시험의 경우 1대의 재하차량을 이용하여 영천(A2)→상주(A1)로 진행하며 실시하였다.

L.C1~L.C3까지 총 3개의 하중조합으로 구성하였으며, 각 정적재하시험의 재하 경우, 차량재하방향, Load Case별 시험차량 위치는 다음과 같다.

【정적재하시험의 LOAD CASE】

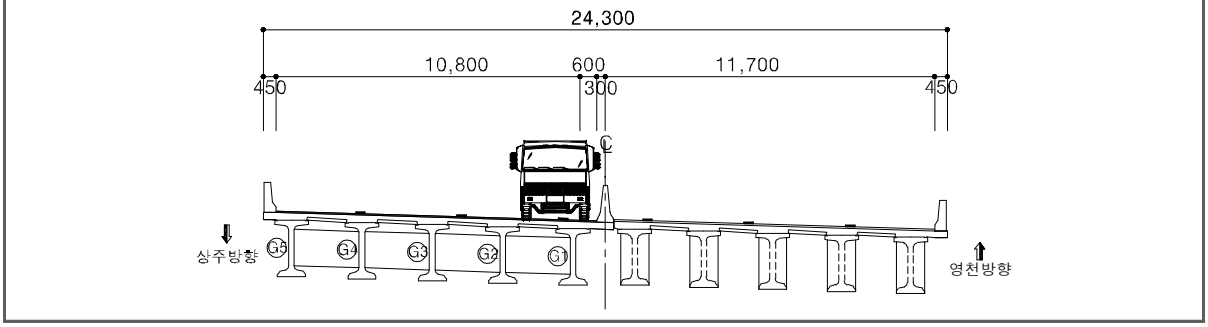
재하경우	재하위치		비 고
	단 면	위 치	
L.C 1	A-A	중분대에서 600mm이격하여 1대 재하	중분대측
L.C 2	A-A	중분대에서 4,775mm이격하여 1대 재하	교폭중앙
L.C 3	A-A	방호벽에서 600mm이격하여 1대 재하	방호벽측

1경간 정모멘트부 재하 : A-A단면

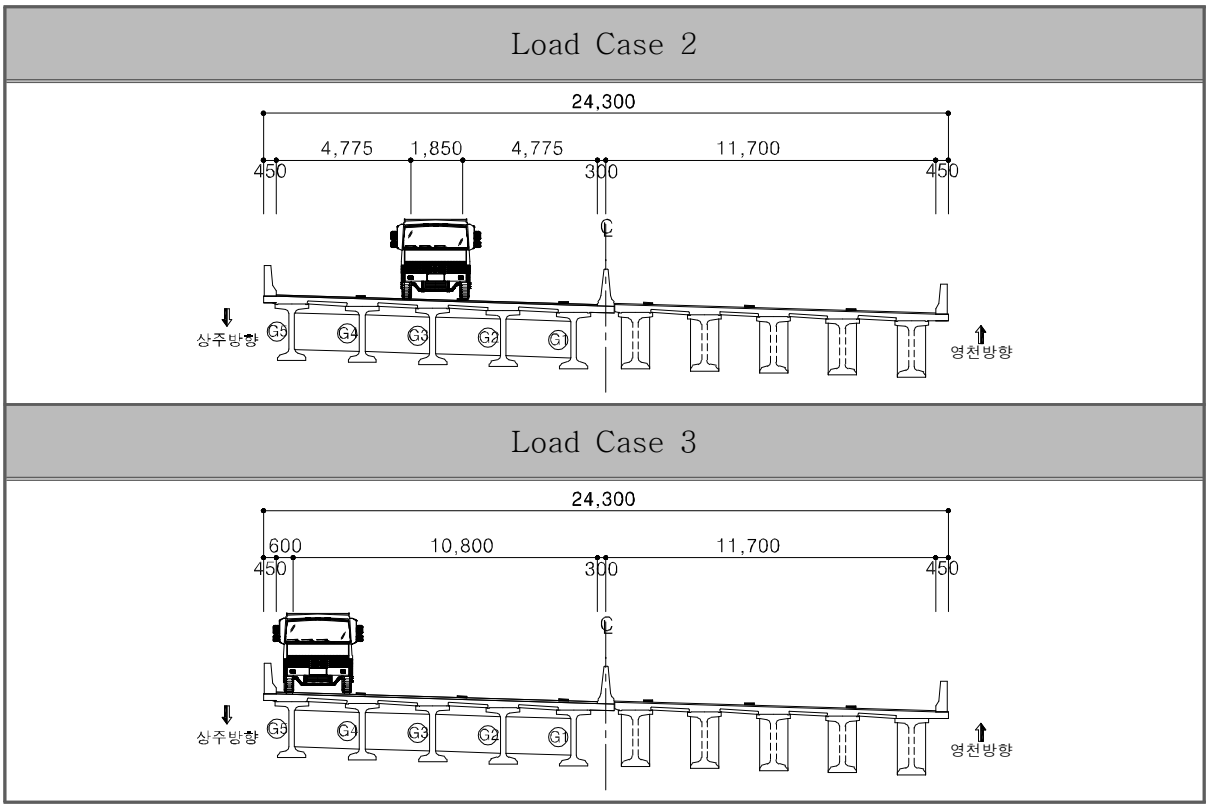


【S1경간 정적재하시험 차량재하방향】

Load Case 1



【S1경간 Load Case별 위치(L.C 1)】



【S1경간 Load Case별 위치(L.C 2~3)】

4.2.2 정적 재하시험 결과 및 분석

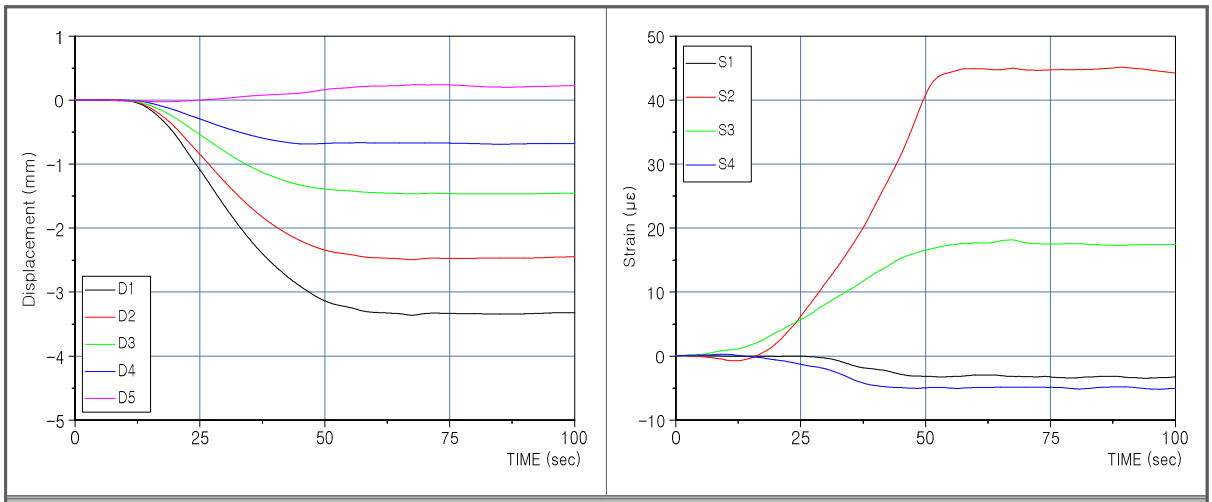
가. 처짐 및 변형률 측정 결과

본 절에서는 정적 재하 경우에 따른 각 단면별 게이지의 최고 응답치를 정리하여 나타내었으며 응답그래프의 일례를 도시하였다.

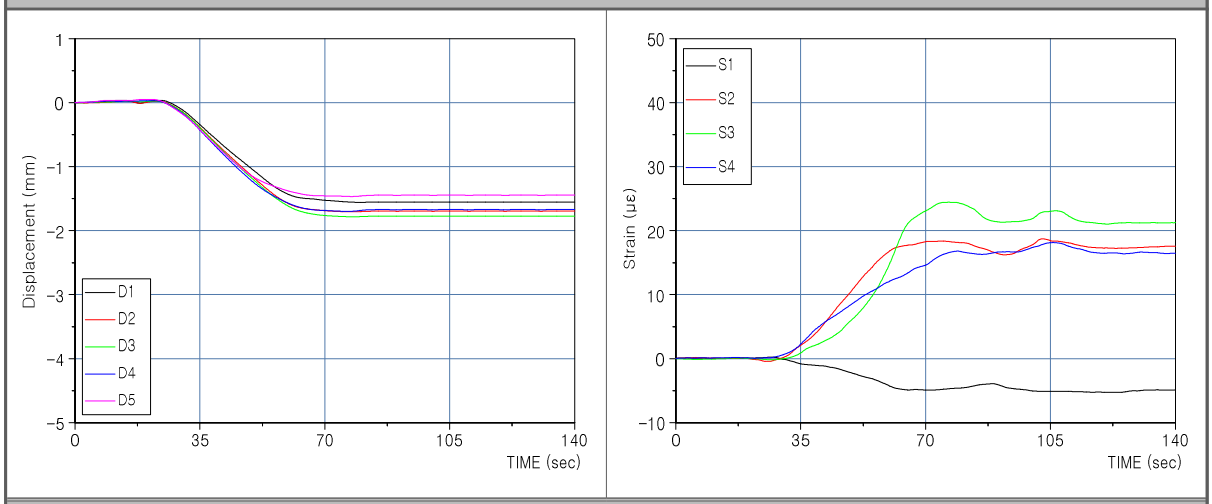
【정적재하시험 결과】

구 분	Gage No	L.C 1	L.C 2	L.C 3	비 고
S1 0.5L지점 (A-A단면)	S1	-3.16	-4.89	-6.88	με
	S2	44.80	17.48	-3.22	〃
	S3	17.50	21.23	17.40	〃
	S4	-5.08	16.54	44.69	〃
	D1	-3.344	-1.554	0.067	㎜
	D2	-2.467	-1.694	-0.733	〃
	D3	-1.464	-1.773	-1.588	〃
	D4	-0.688	-1.669	-2.800	〃
	D5	0.203	-1.445	-3.832	〃

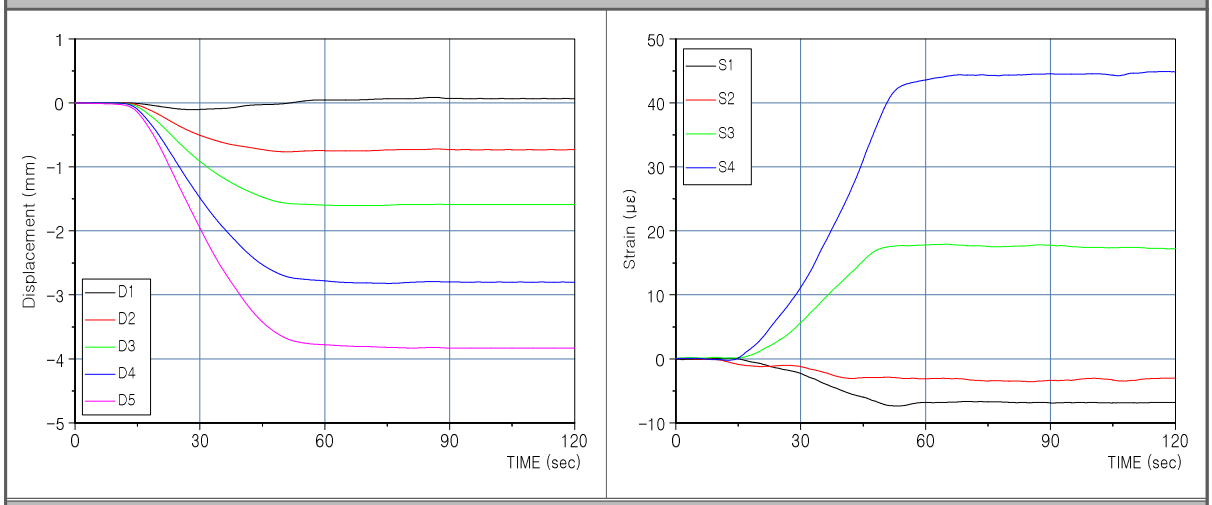
※ 변위 : (-)부호는 하향처짐, 변형률 : (-)부호는 압축임.



Load Case1



Load Case2



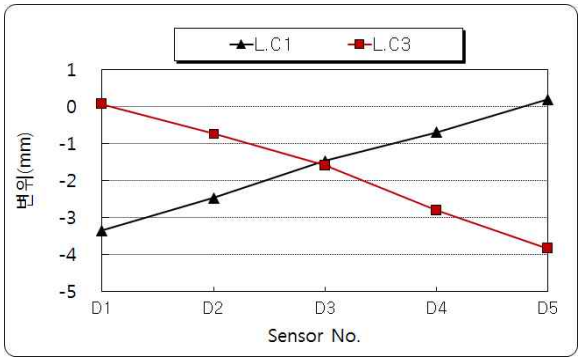
Load Case3

【S1경간 변위 및 변형률-시간 GRAPH】

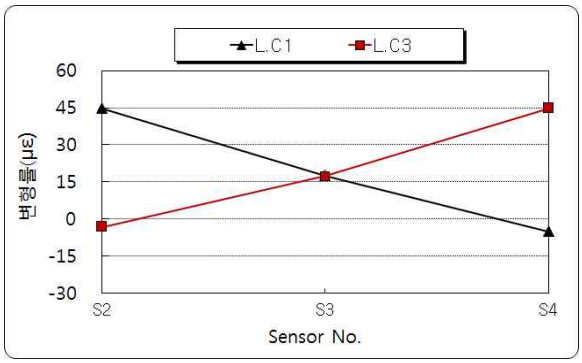
※ 각 Load Case별 최고 응답치를 나타내었으며 미기재 그래프는 부록편 참조.

1) 횡방향 거동 특성

교량에 하중을 횡방향 중심선을 기준으로 대칭으로 재하 하여 측정결과의 거동특성을 분석하였다.



S1경간 변위 횡분배 특성



S1경간 변형률 횡분배 특성

【대칭성 분석】

검토 의견

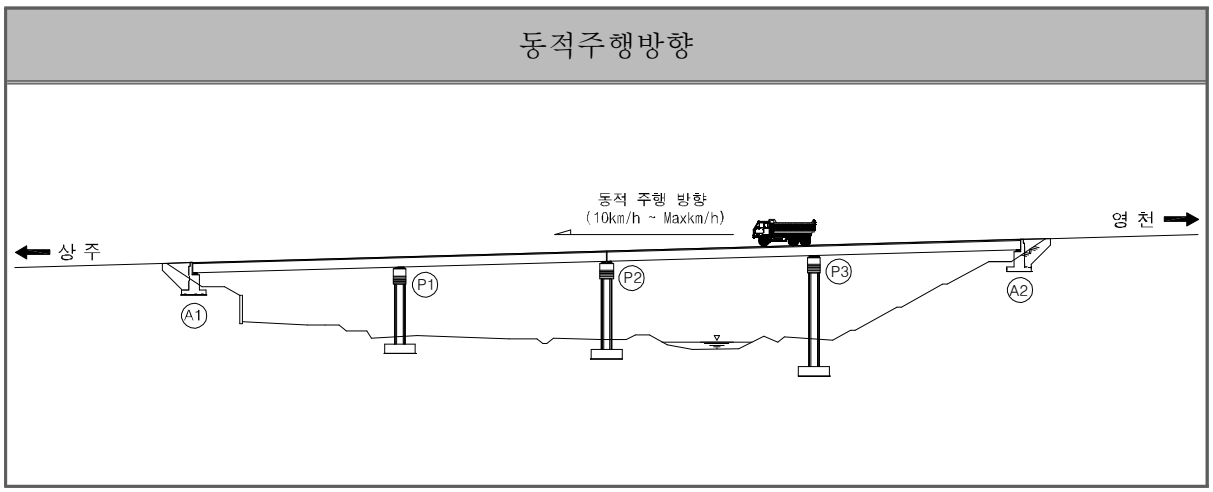
•횡방향으로 대칭되는 하중 경우에 따른 시험경간의 측정값을 비교하여 대칭성을 통한 횡방향 거동특성을 분석하였다. 실측치 분석결과 측정경간에 대한 Load Case별 측정된 값을 도시하여 횡방향 거동을 비교해보면 대상 교량의 횡방향 거동은 상단의 그래프와 같이 대칭형으로 교량이 합리적으로 거동하고 있는 것으로 분석되었다.

4.3 동적재하시험

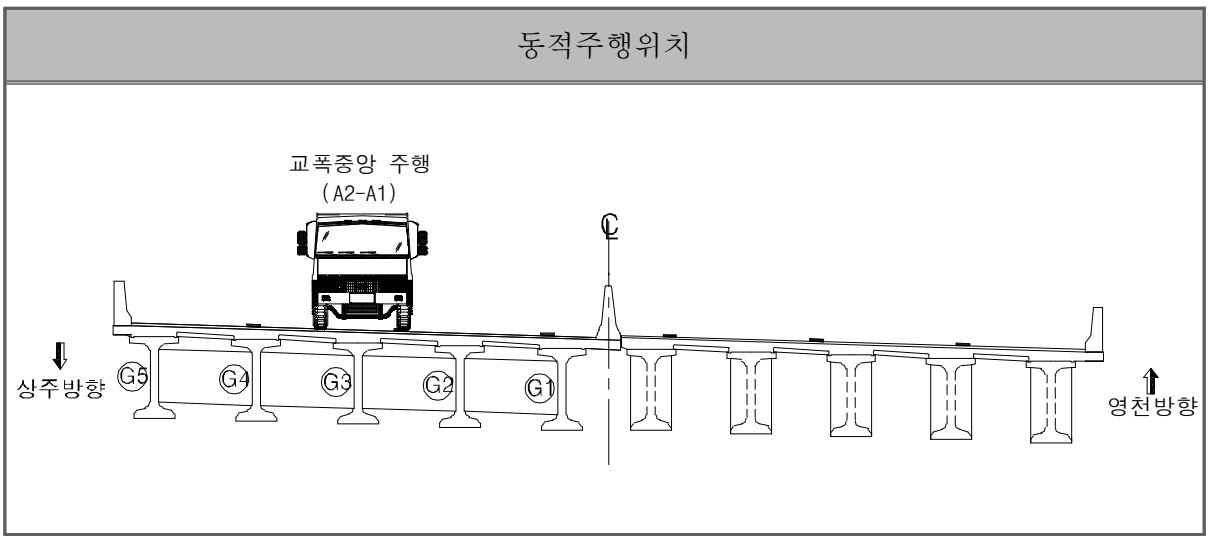
4.3.1 개 요

본 절은 구조물의 동적거동 특성을 조사하기 위하여 실 충격계수와 고유진동수를 계측하고 교량의 안전성을 검토한다. 실 충격계수는 차량속도를 10㎞/hr~최고속도까지 단계별로 속도를 증가시켜 응답치 변화량을 가지고 산출하며, 고유진동수는 진동계에서 측정된 주파수를 분석하여 산출한다.

동적재하시험은 정적재하시험시 이용된 덤프트럭을 사용하여 교폭 중앙으로 주행을 하였으며, 주행방향은 영천(A2)→상주(A1)으로 공용중 실제 주행방향을 택하여 주행 가능한 최대속도인 80km/h까지 주행을 실시하였다.



【동적재하시험 주행방향】



【동적재하시험 주행위치】

4.3.2 동적재하시험 결과 및 분석

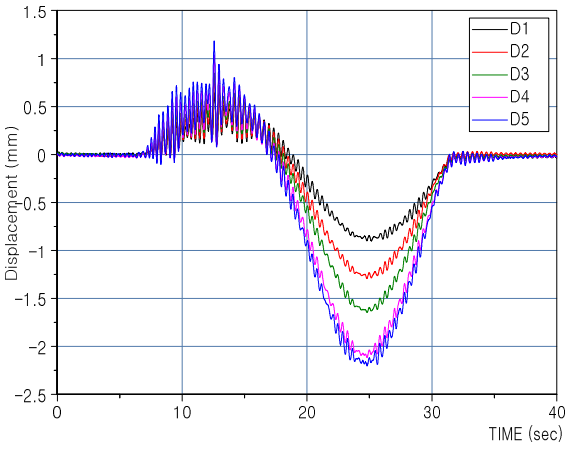
가. 동적처짐

동적 그래프는 차량이 주행한 구간에 대하여 표시하였고, 각 주행속도에 따른 동적 최대 처짐값은 다음과 같다.

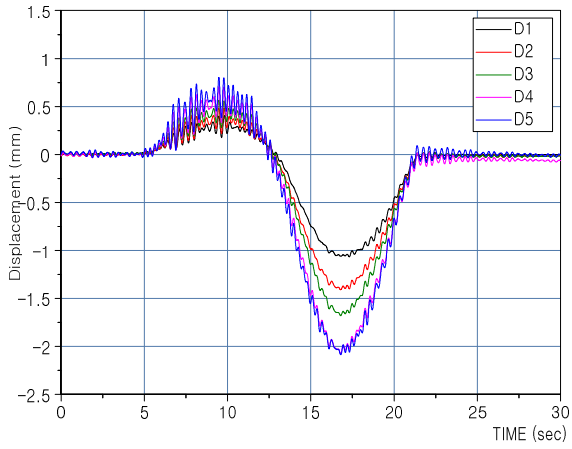
【동적재하시험 결과】

Sensor / 차량속도	S1경간					비고
	D1	D2	D3	D4	D5	
10㎞/hr	−0.899	−1.293	−1.647	−2.115	−2.203	mm
20㎞/hr	−1.066	−1.410	−1.680	−2.074	−2.086	mm
30㎞/hr	−0.996	−1.340	−1.651	−2.001	−2.031	mm
40㎞/hr	−1.018	−1.446	−1.826	−2.346	−2.458	mm
50㎞/hr	−1.065	−1.460	−1.784	−2.261	−2.375	mm
60㎞/hr	−1.089	−1.439	−1.743	−2.150	−2.217	mm
80㎞/hr	−0.952	−1.385	−1.771	−2.271	−2.389	mm

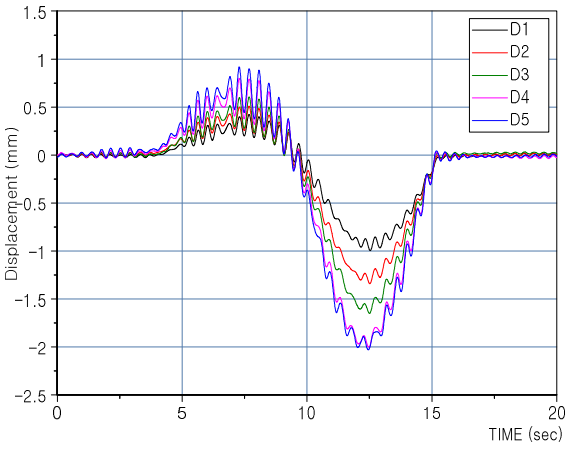
※ 변위 : (−)부호는 하향처짐임



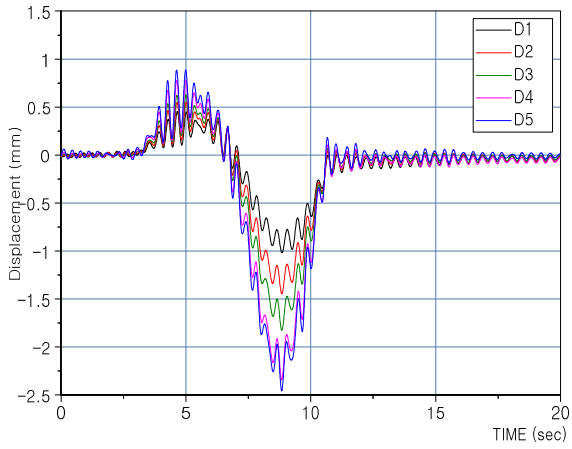
10㎞/hr



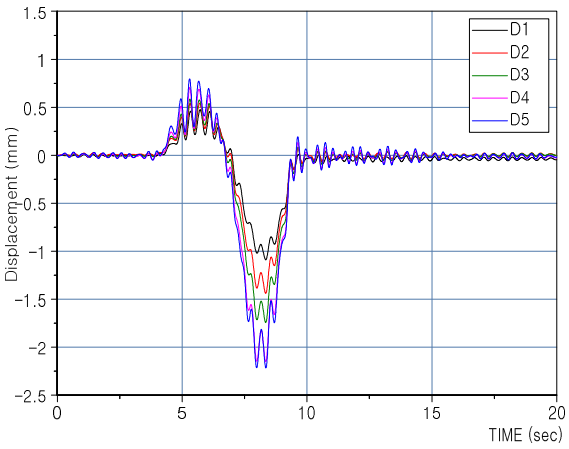
20㎞/hr



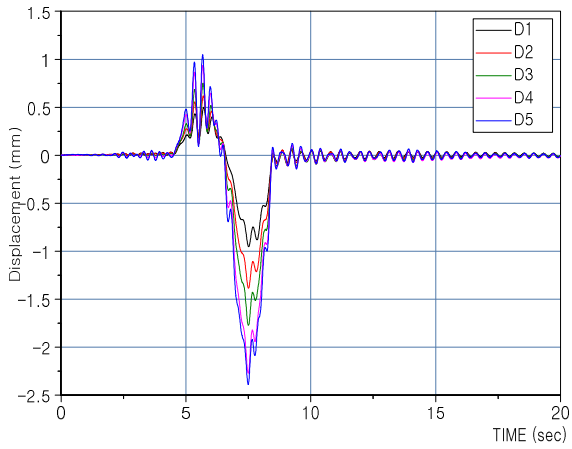
30㎞/hr



40㎞/hr



60㎞/hr



80㎞/hr

【동적주행 변위-시간 GRAPH】

※ 미기재 그래프는 부록 참조.

나. 충격계수 분석결과

교량의 충격계수는 노면상태 및 노후도에 의하여 영향을 받으며, 차량 하중의 정적응답에 대한 동적응답의 비를 동적증폭률이라고 하는데, 구조물의 설계나 내하력 평가시에는 이것이 충격계수가 된다.

따라서 동적재하시험을 통하여 충격계수를 산출하고 이 값을 설계하중효과에 곱함으로써 동적효과를 고려한 실제적인 내하력평가를 수행할 수 있다.

통상 저속주행(10㎞/h)시 발생하는 응답을 정적응답치로 간주하고, 이 값에 대한 속도별 최대응답치와의 비로써 충격계수를 산정하는 방법을 이용하였으나, 정적응답으로 간주하는 저속주행시의 응답에도 동적 효과가 포함되어 있으며, 정확하게 동일한 위치로 주행을 반복하는 것이 불가능하므로, 최근에는 동적측정결과를 Low Pass Filter를 하여 동적효과를 제거한 정적 응답결과에 대한 동적측정 결과와 비로써 각 속도별 충격계수를 구하는 방법을 사용하였다.

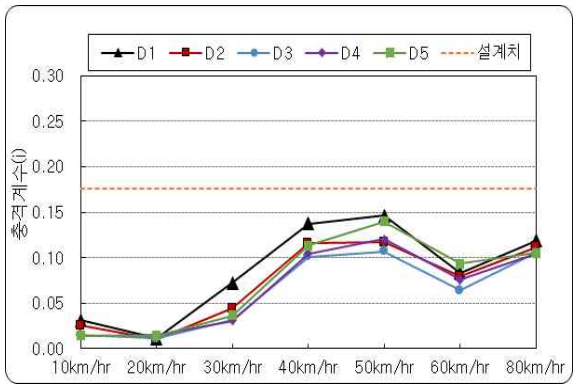
최대 동적 처짐 및 최대 정적 처짐에 의한 교량의 충격계수는 다음과 같다.

$$i = \frac{Ddyn - Dsta}{Dsta}$$

여기서, Ddyn : 동적최대처짐

Dsta : Ddyn에서의 Low Pass Filtering한 최대처짐

동적재하시험에서 충격계수의 산정은 측정된 동적 DATA를 산정식에 따라 개별 충격계수를 구한 후 그 값 중 가장 큰 값을 대표값으로 선정하였으며 다음표에 나타내었다. 대표 실측충격계수는 시속 50㎞/hr의 속도일 때 0.146(D1)로 분석되어, 도로교 설계 기준에서 제시하는 계산 충격계수 0.176보다 작게 나타나 이동하중에 의한 충격의 영향은 양호한 것으로 판단된다.



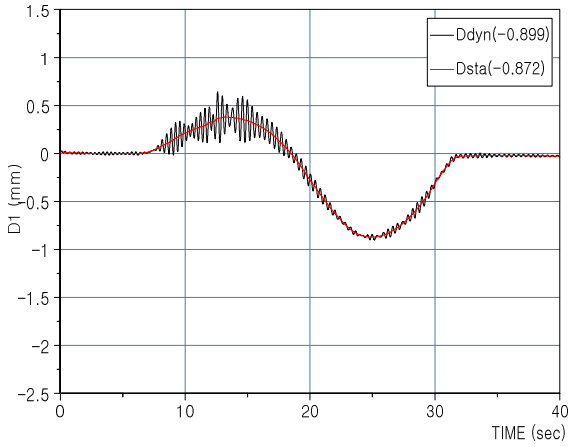
S1경간

【속도별 충격계수 GRAPH】

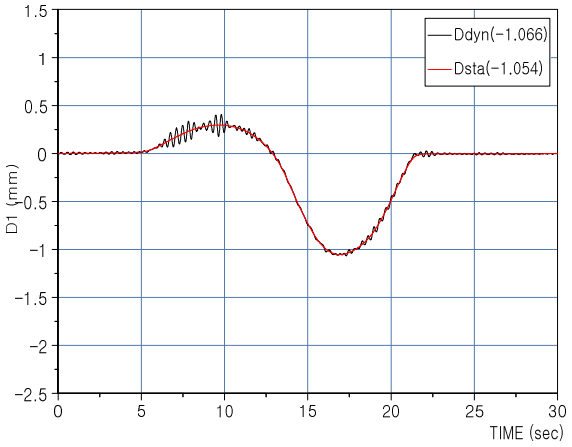
【실측충격계수 결과표】

구 분		S1경간 변위(mm) D1	D2	D3	D4	D5	비 고
L.C 1 10㎞/h	Ddyn	−0.899	−1.293	−1.647	−2.115	−2.203	
	Dsta	−0.872	−1.261	−1.623	−2.086	−2.172	
	충격계수(i)	0.031	0.025	0.015	0.014	0.014	
L.C 2 20㎞/h	Ddyn	−1.066	−1.410	−1.680	−2.074	−2.086	
	Dsta	−1.054	−1.396	−1.661	−2.044	−2.057	
	충격계수(i)	0.011	0.010	0.011	0.015	0.014	
L.C 3 30㎞/h	Ddyn	−0.996	−1.340	−1.651	−2.001	−2.031	
	Dsta	−0.929	−1.283	−1.600	−1.941	−1.959	
	충격계수(i)	0.072	0.044	0.032	0.031	0.037	
L.C 4 40㎞/h	Ddyn	−1.018	−1.446	−1.826	−2.346	−2.458	
	Dsta	−0.895	−1.296	−1.658	−2.124	−2.208	
	충격계수(i)	0.137	0.116	0.101	0.105	0.113	
L.C 5 50㎞/h	Ddyn	−1.065	−1.460	−1.784	−2.261	−2.375	
	Dsta	−0.929	−1.307	−1.612	−2.018	−2.084	
	충격계수(i)	0.146	0.117	0.107	0.120	0.140	
L.C 6 60㎞/h	Ddyn	−1.089	−1.439	−1.743	−2.150	−2.217	
	Dsta	−1.005	−1.333	−1.638	−1.998	−2.028	
	충격계수(i)	0.084	0.080	0.064	0.076	0.093	
L.C 7 80㎞/h	Ddyn	−0.952	−1.385	−1.771	−2.271	−2.389	
	Dsta	−0.851	−1.246	−1.602	−2.056	−2.162	
	충격계수(i)	0.119	0.112	0.105	0.105	0.105	
실측충격계수		0.146					
이론충격계수		0.176					

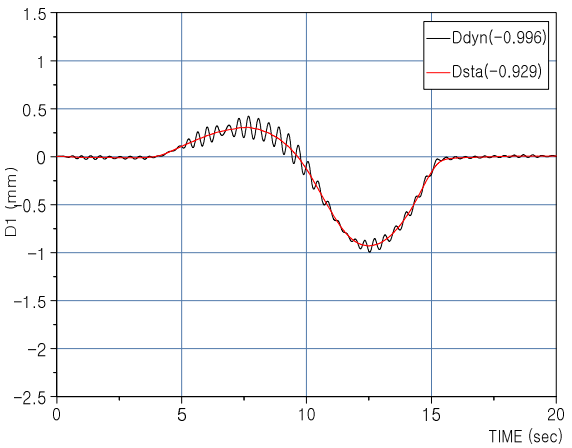
※ 이론충격계수 산정식 : $i = \frac{15}{40 + L} \rightarrow i = \frac{15}{40 + 45} = 0.176$(S1경간)



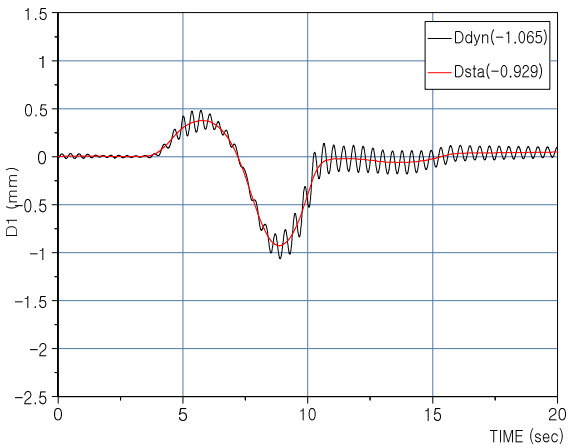
10㎞/hr, D1



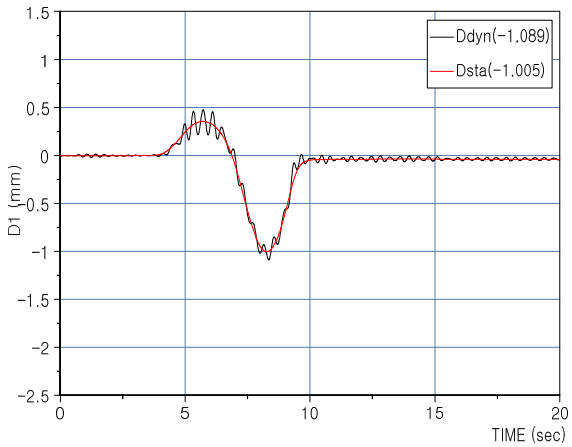
20㎞/hr, D1



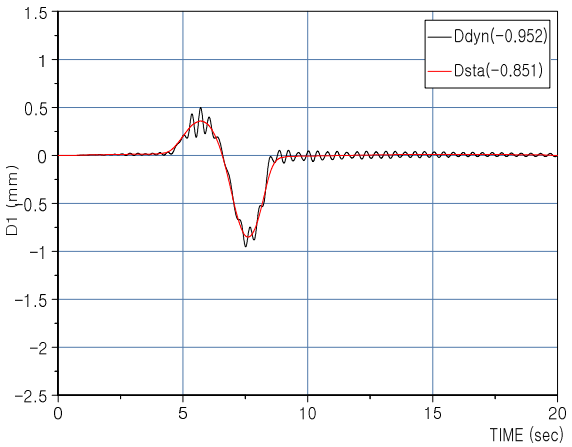
30㎞/hr, D1



50㎞/hr, D1



60㎞/hr, D1



80㎞/hr, D1

【동적주행결과의 필터링 전-후 비교 GRAPH】

※ 미 기재 그래프는 부록편 참조.

다. 고유 진동수 분석결과

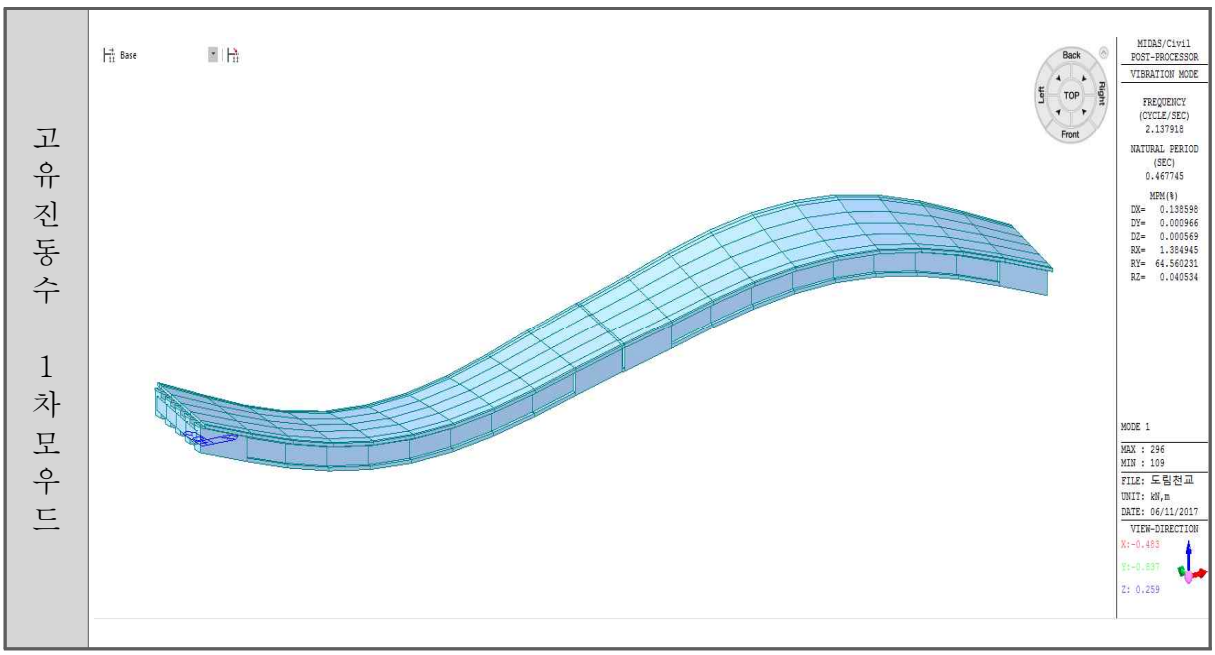
재하차량에 의한 교량 각 부재의 시간이력곡선으로부터 교량의 진동주기를 도출하였다. 차량이 교량 위를 통과할 때는 차량의 진동과 교량 자체의 진동과의 상호작용이 교량의 동적거동에 영향을 미치므로, 본 조사에서는 주행차량이 교량을 통과하고 난 후 여진상태에 구한 시간이력곡선으로부터 FFT(Fast Fourier Transform) 해석을 하여 교량의 고유진동수를 구하였다.

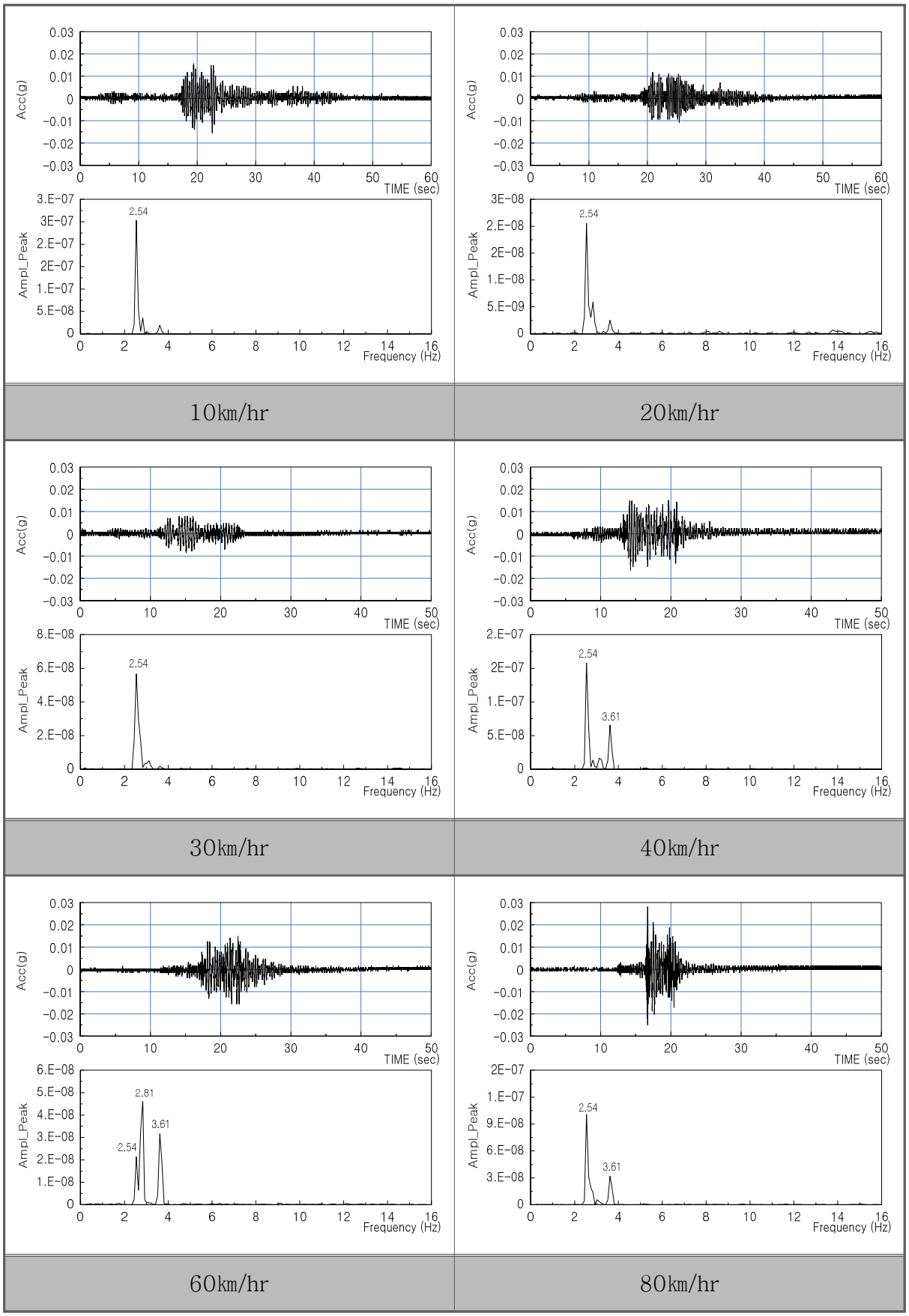
해석에 의한 대표 고유진동모드는 1모드에서 나타났으며 주행 속도에 따른 측정 고유진동수는 1모드에서 2.54Hz로 측정되어 이론고유진동수 2.13Hz보다 크게 나타났으며, 본 시험에서 측정된 고유진동수는 본 교량의 초기 고유진동수로서, 진동주파수와 강성과는 비례관계임을 볼 때 향후 가속도 측정에 의한 구조물의 강성 저하 유무를 판단 할 수 있는 기초자료라 할 수 있다.

【속도별 실측고유진동수 값】

주행속도(㎞/hr)	실측고유진동수(Hz)	주행속도(㎞/hr)	실측고유진동수(Hz)
10	2.54	50	2.54
20	2.54	60	2.54
30	2.54	80	2.54
40	2.54		

【이론고유진동수】





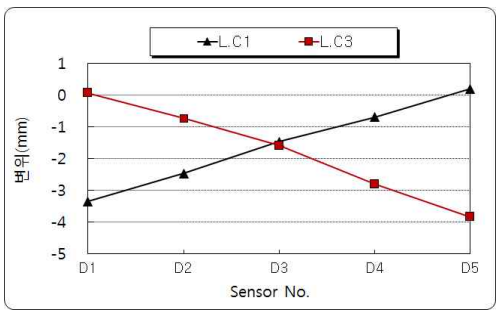
【FFT 분석 GRAPH】

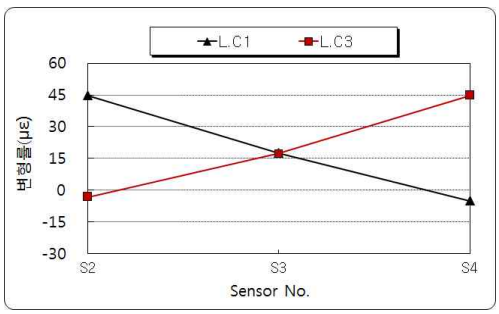
※ 미 기재 그래프는 부록편 참조.

4.4 정·동적 재하시험 고찰

도림천교에 대한 정·동적 재하시험을 시행한 결과 정적재하시험시 최대처짐 및 최대변형률은 -3.832㎜(D5, L.C3), 44.80 με(S2, L.C1)이 발생되었다. 동적 재하시험에서는 40㎞시 최대처짐 -2.458㎜(D5)가 발생하였다. 또한, 고유진동수의 경우 2.54Hz로 측정되었으며, 실측충격계수는 0.146로 측정되어 계산충격계수 0.176보다 작게 분석되었다.

【정·동적 재하시험 분석결과】

<table>
<tr><th colspan="2">분석항목</th><th>분 석 결 과</th></tr>
<tr><td colspan="2">시험트럭</td><td>•재하하중 : 설계하중의 약 64.1%
•총 중 량 : 27.670ton</td></tr>
<tr><td rowspan="4">정적
재하
시험</td><td>최대
응답</td><td>•변형률 : 44.80 με
•변 위 : -3.832 ㎜</td></tr>
<tr><td></td><td>S1경간 0.5L지점</td></tr>
<tr><td>횡방향
거동특성</td><td> 


</td></tr>
<tr><td></td><td>S1경간 횡분배 특성</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>•처짐 및 변형률에 의한 횡방향 거동특성 분석결과 하중 경우에 따른 계측 DATA가 합리적인 거동특성을 보이는 것으로 분석됨.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">동적
재하
시험</td><td>충격
계수</td><td>•충격계수 분석결과 실측충격계수의 최대값은 0.146로 이론충격계수 0.176보다 작게 나타나 이동하중에 대한 충격의 영향은 양호한 상태로 분석됨.</td></tr>
<tr><td>고유
진동수</td><td>•실측 고유진동수(2.54Hz)가 이론 고유진동수(2.13Hz)보다 크게 나타나고 있어 교량의 강성은 양호한 것으로 판단된다.</td></tr>
</table>

5장 구조안전성 및 내하력평가

5.1 개 요

5.2 DR Girder 구조해석

5.3 DR Girder 안정성평가

제 5 장 구조안전성 및 내하력평가

5.1 개 요

5.1.1 검토 조건

안전성평가에 사용한 구조해석 프로그램은 MIDAS/Civil 8.3.1을 사용하였으며, 구조계산서상에 정리된 교량제원, 사용재료 및 허용응력, CASE별 설계하중에 따른 응력 비교 결과를 정리하면 다음과 같다.

가. 구조물 제원

교 량 명	도림천교		
형 식	DR Girder	교량등급	1등교
연 장	L = 2@45.0 + 2@45.0= 180.00 m	교량폭원	B = 12.455 m

나. 사용재료

1) 콘크리트

바닥판	fck = 27 MPa	DR Beam	fck = 40 MPa
	Ec = 2.55E+04 MPa		Ec = 3.14E+04 MPa

2) P.S 강재

종류	KS D 7002, SWPC 7B Strand Φ15.2mm
탄성계수	Ep = 2.00E+05 MPa
fpy	1600 MPa
fpu	1900 MPa
곡률 마찰계수	0.25/Radian
파상 마찰계수	0.005/m
슬립량	6.000 m

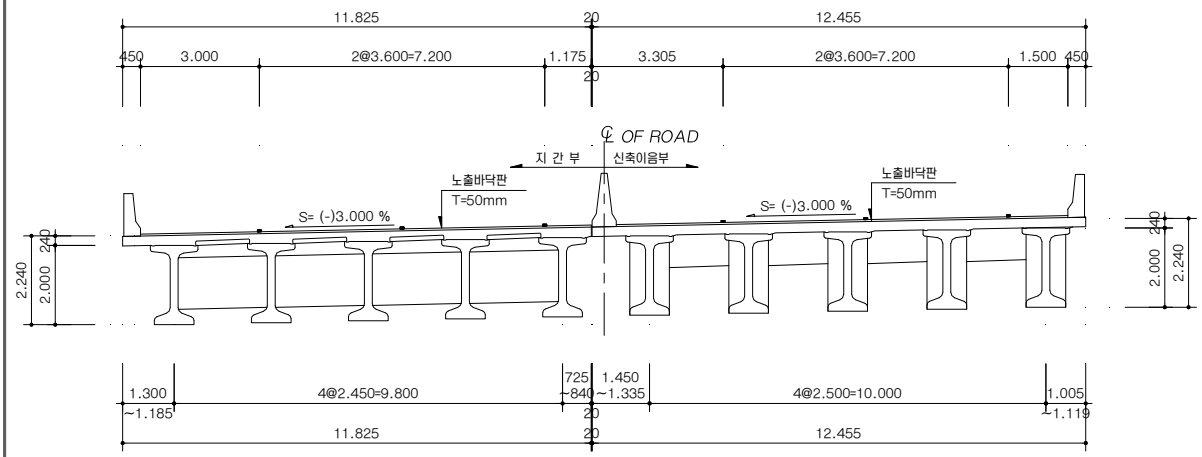
3) 철근

철근	fy = 400 MPa
	Ec = 2.00E+05 MPa

5.1.2 검토 단면

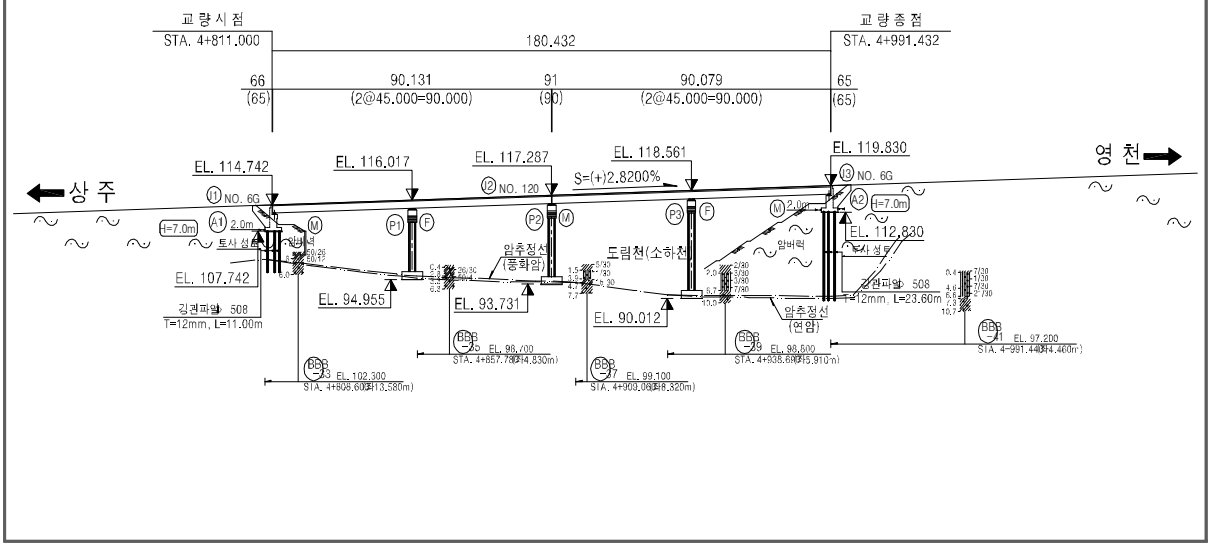
가. 횡단면도

도림천교



나. 종단면도

도림천교



5.1.3 하중산정

가. 고정하중

구 분	콘크리트	강 재	포 장
단위중량(kN/㎥)	25.00	78.50	23.50

: DR 거더 자중은 프로그램내에서 자동으로 계산.

1) 합성전 바닥판 타설하중 (거더 적용)

2) 합성후 고정하중(방호벽, 포장하중)

① 방호벽 = (0.322 × 25.00) / 0.42 = 19.1667 kN/m2

② 포장 = 0.050 × 23.50 = 1.175 kN/m2

나. 활 하 중

1) 설계차로폭 및 차로수

- 일반구간 : 연석간 교폭 : Wc = 11.705 m

∴ 설계차로수, N = 3 (9.1m ≤ Wc < 12.8m)

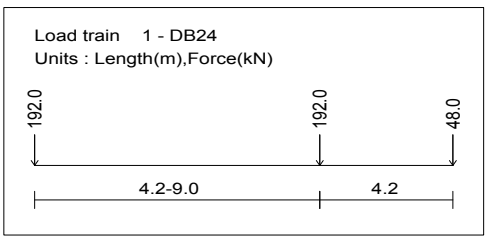
설계차로폭 : W = Wc / N = 11.705 / 3 = 3.902 > 3.600m ∴ 3.600m

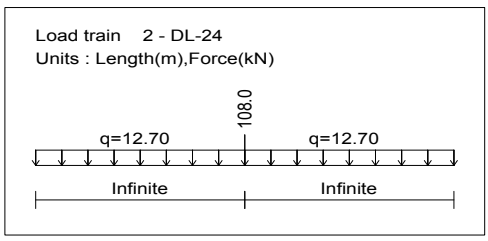
2) 하중강도와 충격계수

① 차선하중 (DL-24) : WL = 12.7 kN/m , Pm = 108 kN, Ps = 156 kN

② 차륜하중 (DB-24) : 전륜하중, Pf = 24.0kN , 후륜하중, Pr = 96.0kN

③ 재하차량





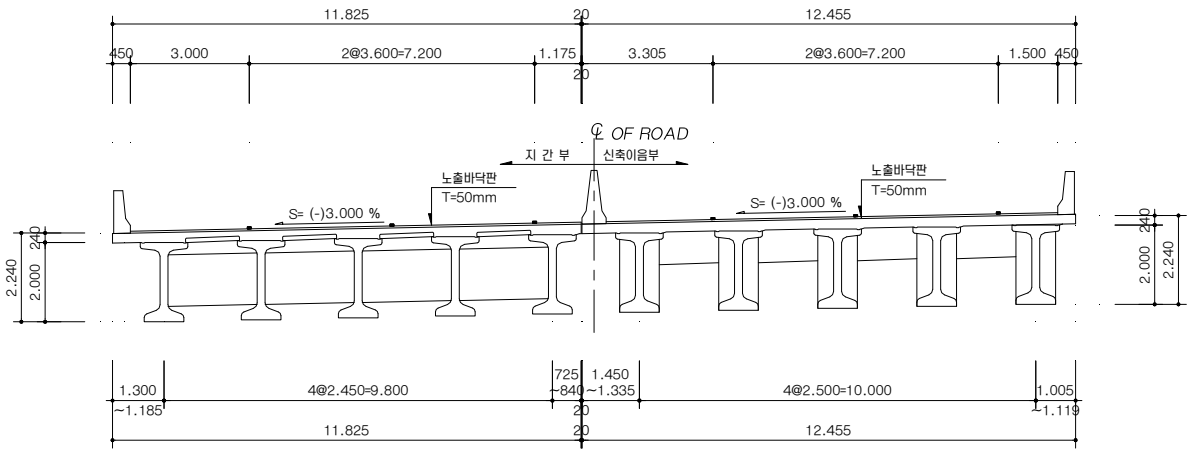
④ 충격계수

구 분	지간장,L(m)	충격계수,15/(40+L)
1경간	45.00	0.176
2경간	45.00	0.176
지점부	45.00	0.176

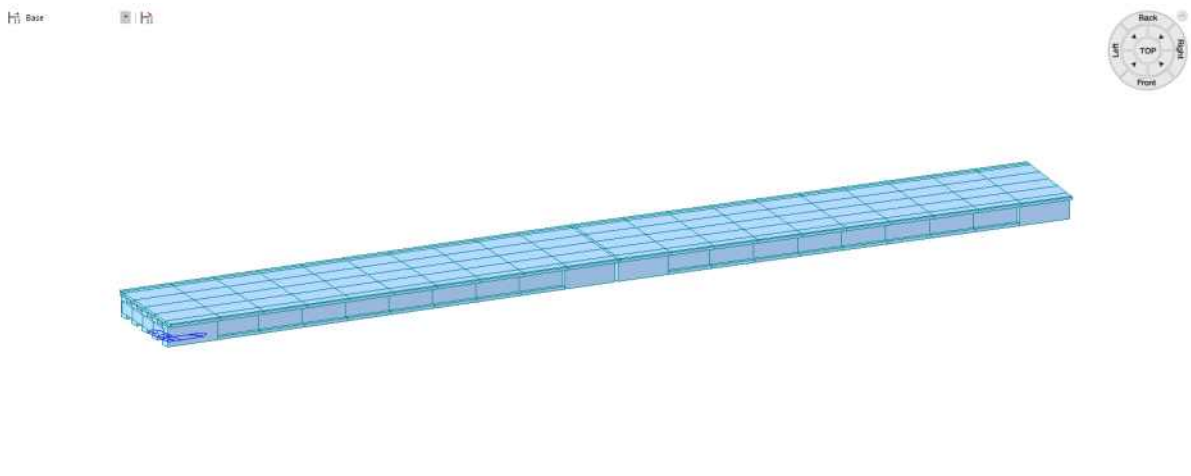
5.2 DR Girder 구조해석

5.2.1 모 델 링

구 조 해 석 모 델 링 [횡단면도]



구 조 해 석 모 델 링 [종단면도]



※ 사용 구조해석 프로그램명 : MIDAS CIVIL

5.2.2 응력검토

가. 작용하중에 의한 거더 응력 검토

구 분		발생응력 (MPa)		허용응력 (MPa)		비 고
		압축	인장	압축	인장	
1차 텐던 프리스트레스 도입직후	주형상연	7.504		17.600	1.400	O.K
	주형하연	6.358		17.600	1.400	O.K
2차 텐던 프리스트레스 도입직후	주형상연	13.550		22.000	1.600	O.K
	주형하연	11.640	0.520	22.000	1.600	O.K
구조물 완공 직후	주형상연	13.250	0.625	16.000	3.200	O.K
	주형하연	11.470		16.000	3.200	O.K
크리프 완료 후	주형상연	9.724		16.000	3.200	O.K
	주형하연	9.141		16.000	3.200	O.K
하중조합 후	주형상연	14.793	2.033	16.000	3.200	O.K
	주형하연	15.711		16.000	3.200	O.K

5.2.3 DR 거더 부재검토

가. 외력에 의한 계수모멘트

구 분	고정하중(D) (kN · m)	활하중(L+i) (kN · m)	비 고
외측 거더	9733.943	2618.069	
내측 거더	9771.617	2662.556	

나. 최대 계수모멘트 계산(외측거더)

Mu1 = 1.3D + 2.15L = 18334.975 kN · m

- 단면검토

$$\text{ø}M_n = \text{ø} \times A_p \times f_{ps} \times d_p (1 - 0.59 \times (\frac{\rho_p \times f_{ps}}{f_{ck}}))$$
$$= 20357.321\,\text{kN} \cdot \text{m} > M_U = 18334.975\,\text{kN} \cdot \text{m} \quad \text{O.K.}$$

다. 최대 계수모멘트 계산(내측거더)

Mu1 = 1.3D + 2.15L = 18427.598 kN · m

- 단면검토

$$\text{ø}M_n = \text{ø} \times A_p \times f_{ps} \times d_p (1 - 0.59 \times (\frac{\rho_p \times f_{ps}}{f_{ck}}))$$
$$= 20357.321\,\text{kN} \cdot \text{m} > M_U = 18427.598\,\text{kN} \cdot \text{m} \quad \text{O.K.}$$

위 치	ΦM_n (kN · m)	M_u (kN · m)	M_d (kN · m)	M_l (kN · m)	비 고
외측 거더	20357.321	18334.975	9733.943	2618.069	
내측 거더	20357.321	18427.598	9771.617	2662.556	

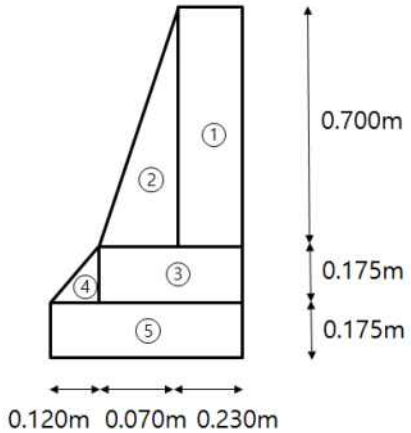
5.2.4 바닥판 부재검토

가. 켄틸레버부의 단면력 검토

1) 바닥판의 최소 두께 : 바닥판의 최소두께는 220mm < 240mm(사용두께) O.K.

2) 하중의 산정

- 고정하중 산정



구 분		고정하중(kN)		거리(m)	모멘트(kN·m)
연석	①	0.230×0.700×1.00×25.0=	4.025	0.290	1.167
	②	1/2×0.070×0.700×1.00×25.0=	0.613	0.152	0.093
	③	0.300×0.175×1.0×25.0=	1.313	0.255	0.335
	④	1/2×0.120×0.175×1.0×25.0=	0.263	0.065	0.017
	⑤	0.420×0.175×1.0×25.0=	1.838	0.195	0.358
포 장	⑥				0.000
바닥판	⑦				0.492
방음벽	⑧			0.890	0.000
계					2.462

- 활하중 산정

· X = 0.019

· i = 15/(0.019+40) = 0.373 > 0.3 이므로 i = 0.3

· E = 0.8X + 1.14 = 1.155

· $M_l = \frac{P}{E} X(1+i) = \frac{96}{1.155} \times 0.019 \times (1+0.3) = 2.053\ \text{kN·m}$

나. 최대 계수모멘트 계산(켄틸레버부)

Mu1 = 1.3D + 2.15L = 7.615 kN · m

- 단면검토

$$\phi M_n = \phi \times A_s \times f_y \times (d - \frac{a}{2})$$
$$= 0.85 \times 1324 \times 400 \times (180.0 - \frac{23.076}{2})$$
$$= 75.835\,\text{kN·m} > Mu = 7.615\,\text{kN·m} \quad \therefore \text{O.K}$$

다. 최대 계수모멘트 계산(중앙부)

1) 바닥판의 최소 두께 : 바닥판의 최소두께는 220mm < 240mm(사용두께) O.K.

2) 하중의 산정

- 고정하중에 의한 발생력 산정

· 지 간 : 1.300m

· 포 장 : 0.050 × 23.5 = 1.175kN/m

· 콘크리트 : 0.240 × 25.0 = 6.000kN/m

· 합 계 : 7.175kN/m

· $M_d = \frac{W_d \ell^2}{10} = \frac{7.175 \times 1.300^2}{10} = 1.213\text{kN·m}$

- 활하중 산정

· i = 15/(1.30+40) = 0.363 > 0.3 이므로 i = 0.3

· $M_{\ell+i} = \frac{L+0.6}{9.6} \times P_r(1+i) \times 0.8 = 19.760\,\text{kN·m}$

라. 최대 계수모멘트 계산(중앙부)

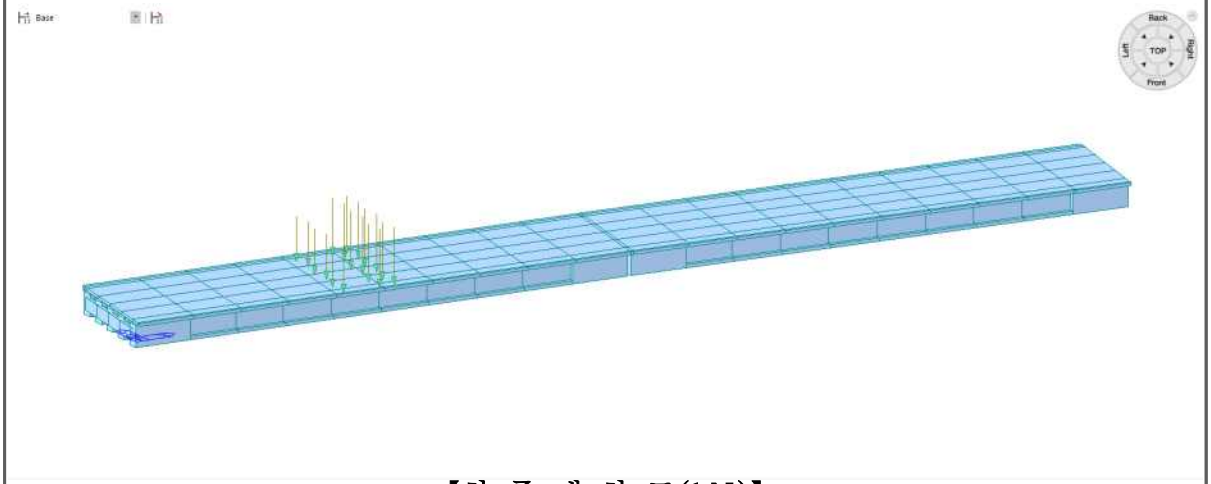
Mu1 = 1.3D + 2.15L = 44.061 kN · m

- 단면검토

$$\phi M_n = \phi \times A_s \times f_y \times (d - \frac{a}{2})$$
$$= 0.85 \times 1324.00 \times 400 \times (200.0 - \frac{23.076}{2})$$
$$= 84.838\,\text{kN·m} > Mu = 44.061\,\text{kN·m} \quad \therefore \text{O.K}$$

5.2.5 재하시험에 의한 구조해석

실응답보정계수(Ks)를 산정하기 위해 재하시험과 동일한 위치에 차량 하중을 재하하여 Plate 요소를 이용한 3D 구조해석을 실시하였으며, 그 결과는 다음과 같다.



【하 중 재 하 도(kN)】

구 분	LC1	LC2	LC3
D1(mm)	-5.481	-2.507	0.047
D2(mm)	-3.821	-2.545	-1.147
D3(mm)	-2.242	-2.515	-2.419
D4(mm)	-0.799	-2.275	-3.771
D5(mm)	0.558	-2.024	-5.091

: 교량 좌, 우측은 교량 시점측(A1)에서 종점측(A2)을 바라봤을 경우에 해당함.

5.2.6 실측보정계수 산정

Load Case별 처짐량중 차량축하중이 직접적으로 재하되는 위치에서 계산처짐량과 실측처짐량에 충격계수를 고려하여 실측보정계수(Ks)를 다음과 같이 구하였다.

$$Ks = \frac{\varepsilon_{계산}}{\varepsilon_{실측}} \times \left(\frac{1+i_{계산}}{1+i_{실측}} \right) \quad or \quad \frac{\delta_{계산}}{\delta_{실측}} \times \left(\frac{1+i_{계산}}{1+i_{실측}} \right)$$

여기서, $\delta_{계산}$ = 이론 처짐량 $i_{계산}$ = 이론 충격계수

$\delta_{실측}$ = 실측 처짐량 $i_{실측}$ = 실측 충격계수

【처짐량에 의한 실측보정계수】

구 분	재하 경우	변위계	계산처짐 (㎜)	실측처짐 (㎜)	$\frac{\delta_{계산}}{\delta_{실측}}$	$\frac{1+i_{계산}}{1+i_{실측}}$	실측보정계수 (Ks)
도림천교	LC.1	Disp.1	-5.481	-3.344	1.639	1.026	1.682
		Disp.2	-3.821	-2.467	1.549		1.589
		Disp.3	-2.242	-1.464	1.531		1.571
		Disp.4	-0.799	-0.688	1.161		1.191
		Disp.5	0.558	0.203	2.749		2.820
	LC.2	Disp.1	-2.507	-1.554	1.613		1.655
		Disp.2	-2.545	-1.694	1.502		1.541
		Disp.3	-2.515	-1.773	1.418		1.455
		Disp.4	-2.275	-1.669	1.363		1.398
		Disp.5	-2.024	-1.445	1.401		1.437
	LC.3	Disp.1	0.047	0.067	0.701		0.719
		Disp.2	-1.147	-0.733	1.565		1.606
		Disp.3	-2.419	-1.588	1.523		1.563
		Disp.4	-3.771	-2.800	1.347		1.382
		Disp.5	-5.091	-3.832	1.329		1.364

5.2.7 내하율(R.F)산정

가. 허용응력법에 의한 내하율 산정

$$R.F = \frac{f_a - f_d}{f_l} = \frac{f_a - (f_t - f_l)}{f_l}$$

여기서, f_a : 실측 허용 능력

f_t : 총하중에 의한 단면 상, 하연에서의 휨응력

f_d : 실측 고정하중에 의한 응력

f_l : 활하중(충격계수포함)에 의한 단면 상, 하연에서의 휨응력

【허용응력설계법에 의한 내하율(R.F)】

구 분			고정하중응력+긴장력 (MPa)	활하중응력 (MPa)	허용응력 (MPa)	R.F
도림천교	거더	상연	9.724	5.069	16.000	1.238
		하연	9.141	6.570	16.000	1.044

나. 강도설계법에 의한 내하율 산정

$$R.F = \frac{\Phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_l M_l (1+i)}$$

여기서, ΦM_n : 극한저항모멘트(Φ=0.85)

M_u : 총하중에 의한 극한모멘트

$\gamma_d M$: 실측 고정하중모멘트(γ_d : 고정하중 계수 = 1.3)

$\gamma_l M_l$: 활하중(충격계수포함)에 의한 휨모멘트(γ_l : 활하중 계수 = 2.15)

【강도설계법에 의한 내하율 : 바닥판 (R.F)】

위 치	ΦM_n (kN · m)	M_d (kN · m)	M_l (kN · m)	$\gamma_d M_d$ (kN · m)	$\gamma_l M_l (1+i)$ (kN · m)	R.F
켄틸레버부	75.835	2.462	2.053	3.201	4.414	16.455
중 앙 부	84.838	1.213	19.760	1.577	42.484	1.960

【강도설계법에 의한 내하율 : 거더 (R.F)】

위 치	ΦM_n (kN · m)	M_d (kN · m)	M_l (kN · m)	$\gamma_d M_d$ (kN · m)	$\gamma_l M_l(1+i)$ (kN · m)	R.F
외측 거더	20357.321	9733.943	2618.069	12,654.126	5,628.848	1.369
내측 거더	20357.321	9771.617	2662.556	12,703.102	5,724.495	1.337

5.2.8 공용내하력 산정

가. 기본내하력

$$P_o = R.F \times P_L$$

여기서, P_o : 기본내하력

R.F : 내하율

P_L : 설계활하중 (DB-24)

나. 공용내하력

$$P_o' = P_o \times K_s$$

여기서, P_o' :공용내하력

K_s : 실측보정계수 $= \frac{\delta_{계산}}{\delta_{실측}} \times \left(\frac{1+i_{계산}}{1+i_{실측}} \right)$

다. 공용내하력 산정 결과

구 분		R.F	기본내하력	Ks	공용내하력	비 고
도림 천교	거더 (허용응력)	1.337	DB- 32.088	1.363	DB- 43.736	DB-24 이상
	거더 (강도설계법)	1.044	DB- 25.056	1.363	DB- 34.151	DB-24 이상
	바닥판	1.960	DB- 47.040	-		DB-24 이상

5.3 DR Girder 안전성평가

【구조물의 안전성평가 기준】

등급	안전성평가 기준	비 고
A	SF > 1.0	◦허용응력설계법 $SF(안전율) = \frac{허용응력}{발생응력} = \frac{f_a}{f_{d+l}}$ ◦강도설계법 $SF(안전율) = \frac{설계강도}{소요강도} = \frac{\phi Mn}{Mu}$
B	0.9 ≤ SF < 1.0 이나, 공용내하력이 설계하중보다 크게 평가된 경우	
C	0.9 ≤SF < 1.0	
D	0.75 ≤ SF < 0.9	
E	SF < 0.75	

5.3.1 허용응력설계법

구 분		허용응력 (MPa)	고정하중응력 + 긴장력 (MPa)	활하중(1+i) (MPa)	S.F
거더	상연	16.000	9.724	5.069	1.082
	하연	16.000	9.141	6.570	1.018

5.3.2 강도설계법

가. 바닥판

구 분	∅Mn (kN-m)	Mu (kN-m)	SF(안전율)	비 고
켄틸레버부	75.835	7.615	9.959	SF = 1.0 이상
중 앙 부	84.838	44.061	1.925	SF = 1.0 이상

나. 거더

구 분	∅Mn (kN-m)	Mu (kN-m)	SF(안전율)	비 고
외측 거더	20357.321	18334.975	1.110	SF = 1.0 이상
내측 거더	20357.321	18427.598	1.105	SF = 1.0 이상

5.3.3 구조안전성 및 내하력에 의한 평가

【도림천교 구조안전성 및 내하력에 의한 평가】

부 재 명		최소안전율(SF)	내하율(R.F)	공용내하력	평가	비 고
바닥판	켄틸레버	9.959	16.455	DB-24이상	A	강도설계법
	중 앙 부	1.925	1.960	DB-24이상	A	강도설계법
거 더		1.018	1.044	DB-24이상	A	허용응력설계법
결과분석		•강도설계법에 의한 바닥판 검토결과 최소 안전율은 1.925로 평가되었으며, 허용응력설계법에 의한 거더 검토결과 최소 안전율은 1.018로 평가되어 구조적 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가되었다. •최소안전율 및 내하율에 의한 공용내하력 평가 결과 전구간에서 DB-24 이상을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.				

6장 상태평가 및 안전성평가

6.1 외관상태에 의한 평가

6.2 비파괴조사에 의한 평가

6.3 구조안전성 및 내하력에 의한 평가

6.4 종합평가

제 6 장 상태평가 및 종합평가

6.1 외관상태에 의한 평가

6.1.1 도림천교(상주) 상태평가

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재					받침	하부구조		콘크리트			
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보 세로보	포장	배수	방호 시설	신축이음		교량 받침	교대 교각	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)	염화물 (상)	염화물 (하)
S1	DR거더	a	a	a	a	a	a	A1	a	a	a	q	–	–	–	–
S2	DR거더	a	a	a	a	a	a	P1	–	a	a	q	–	–	–	–
S3	DR거더	a	a	a	a	a	a	P2	a	a	a	q	–	–	–	–
S4	DR거더	a	a	a	a	a	a	P3	–	a	a	q	a	a	–	–
								A2	a	a	a	q	×	a	×	–
평 균		0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10		0.10	0.10	–	0.10	0.10	–	–
가 중 치		18	20	5	7	3	2	9		9	20	–	4	3	–	–
(평균×가중치) / 가중치 합		0.018	0.020	0.005	0.007	0.003	0.002	0.009		0.009	0.020	–	0.004	0.003	–	–
1. 환산결함도 점수 =																0.100
2. 상태평가 결과 =																A

등 급	A	B	C	D	E
결함도 지수	0.10	0.20	0.40	0.70	1.00
결함도 범위	0 ≤ x < 0.13	0.13 ≤x < 0.26	0.26 ≤x < 0.49	0.49 ≤x < 0.79	0.79 ≤ x

평가 결과

•도림천교(상주)에 대한 외관조사 및 내구성 조사에 의한 상태평가 결과 결함도 점수는 0.100로 산정되어 세부지침에 따른 상태평가 등급은 『A』등급으로 평가되었다.

6.1.2 도림천교(영천) 상태평가

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재					받침	하부구조		콘크리트			
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보 세로보	포장	배수	방호 시설	신축이음		교량 받침	교대 교각	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)	염화물 (상)	염화물 (하)
S1	DR거더	a	a	a	a	a	a	A1	a	a	a	q	a	a	-	-
S2	DR거더	a	a	a	a	a	a	P1	-	a	a	q	-	a	-	-
S3	DR거더	a	a	a	a	a	a	P2	a	a	a	q	-	-	-	-
S4	DR거더	a	a	a	a	a	a	P3	-	a	a	q	-	-	-	-
								A2	a	a	a	q	×	-	×	-
평 균		0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10		0.10	0.10	-	0.10	0.10	-	-
가 중 치		18	20	5	7	3	2	9		9	20	-	4	3	-	-
(평균×가중치) / 가중치 합		0.018	0.020	0.005	0.007	0.003	0.002	0.009		0.009	0.020	-	0.004	0.003	-	-
1. 환산결함도 점수 =																0.100
2. 상태평가 결과 =																A

등 급	A	B	C	D	E
결함도 지수	0.10	0.20	0.40	0.70	1.00
결함도 범위	0 ≤ x < 0.13	0.13 ≤x < 0.26	0.26 ≤x < 0.49	0.49 ≤x < 0.79	0.79 ≤ x

평가 결과

•도림천교(영천)에 대한 외관조사 및 내구성 조사에 의한 상태평가 결과 결함도 점수는 0.100로 산정되어 세부지침에 따른 상태평가 등급은 『A』등급으로 평가되었다.

6.2 내구성조사에 의한 평가

6.2.1 콘크리트 강도

구 분		비파괴강도(MPa)	설계강도 (MPa)	판 정
바 닥 판	상주	27.1 ~ 30.9	27.0	양 호
	영천	27.2 ~ 29.6	27.0	양 호
교 대	상주	28.0 ~ 28.6	24.0	양 호
	영천	25.9 ~ 26.4	24.0	양 호
교 각	상주	28.3 ~ 28.8	27.0	양 호
	영천	27.1 ~ 29.6	27.0	양 호

검 토 의 견

•상부구조 및 하부구조에 대한 콘크리트 반발강도 측정결과 설계기준강도 이상으로 측정되어 타설된 콘크리트는 재료역학적 건전성을 유지하고 있는 것으로 판단된다.

6.2.2 철근배근탐사

구 분		주철근간격(㎜)		주철근 피복두께(㎜)		판 정
		측 정 치	설 계 치	측 정 치	설 계 치	
바 닥 판	상주	100	100	48	29	양 호
	영천	100	150	41	32	양 호
교 대	상주	200	250	126	92	양 호
	영천	200	250	104	92	양 호
교 각	상주	100	111	113	110	양 호
	영천	100	120	121	112	양 호

검 토 의 견

•각 부재의 배근간격은 설계도에 준해 배근된 것으로 조사되었으며, 피복두께는 설계기준과 다소의 오차가 있으나 시방기준 이상의 최소피복을 확보하고 있는 것으로 확인되었다.

6.2.3 탄산화깊이 측정결과

구 분		탄산화 잔여깊이				상태등급	판 정
바 닥 판	상주	42.5	~	42.5	㎜	a	양 호
	영천	33.5	~	33.5	㎜	a	양 호
교 대	상주	56.5	~	56.5	㎜	a	양 호
	영천	97.5	~	97.5	㎜	a	양 호
교 각	상주	52.0	~	52.0	㎜	a	양 호
	영천	89.5	~	89.5	㎜	a	양 호

검토 의견

•탄산화깊이 측정결과 대부분 탄산화 잔여깊이는 30㎜ 이상으로 상태평가 등급상 『a』 등급으로 탄산화에 의한 철근부식 발생 우려는 없는 것으로 평가되었다.

6.3 구조안전성 및 내하력에 의한 평가

부 재 명		최소안전율(SF)	내하율(R.F)	공용내하력	평가	비 고
바닥판	켄틸레버	9.959	16.455	DB-24이상	A	강도설계법
	중 앙 부	1.925	1.960	DB-24이상	A	강도설계법
거 더		1.018	1.044	DB-24이상	A	허용응력설계법
결과분석		•강도설계법에 의한 바닥판 검토결과 최소 안전율은 1.925로 평가되었으며, 허용응력설계법에 의한 거더 검토결과 최소 안전율은 1.018로 평가되어 구조적 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가되었다. •최소안전율 및 내하율에 의한 공용내하력 평가 결과 전구간에서 DB-24 이상을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.				

6.4 종합평가

6.4.1 종합평가

시설물 종합평가 결과				
시설물명	도림천교			
평가구분	결함도점수 또는 안전율		평가결과	비 고
상태평가	상 주	영 천	A	
	F=0.100	F=0.100		
안전성평가	S.F=1.0 이상		A	
종합평가 결과	•외관조사에 따른 상태평가등급과 안전성 검토에 근거한 안전성평가등급 중 낮은 등급을 시설물의 종합평가등급으로 결정 •종합평가 결과 : A			

6.4.2 안전등급 지정

상태평가 등 급	상태 및 안전성	비 고
A (우수)	**문제점이 없는 최상의 상태**	
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태	
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태	
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태	
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태	

•안전등급 : 『A』등급

7장 주요결함 및 보수보강 이력

7.1 주요결함

7.2 보수·보강 이력

제 7 장 주요결함 및 보수·보강 이력

7.1 주요결함

7.1.1 도림천교(상주) 주요결함

구 분		대 상 공 종	주요결함 내용	비고
하부구조		1.연약지반, 고성토(H=10m이상) 구간의 교대 변위, 부등침하 ※교대변위 : 교대 뒷채움 침하, 유간 부족, 전,후,좌,우 변위 등 2.교각의 이동 또는 기울음 3.0.5m 이상의 수평, 수직 균열과 피복부족 4.거더 편기, 거더부 철근노출 및 폭 0.3㎜ 이상의 균열 5.직접기초 파손으로 철근노출, 침식으로 하부 구조물 안정성 저하	•해당사항 없음	
상부구조	공통	6.슬래브와 흉벽, 거더와 흉벽 유간 부족 7.과도한 진동과 처짐	•해당사항 없음	
	콘크리트	8.통과높이 부족(4.8m 미만) 교량 9.바닥판 배수불량에 의한 열화 발생 등 균열 폭 0.3㎜ 이상		
	강재	10.강박스 제작 오류 및 역캠버 제작, 박스 처짐, 박스 내부 변형 11.도장 변색 및 탈리, 부식 등 12.볼트손상 및 누수		
신축이음장치		13.유간부족, 후타 파손 및 단차 발생 14.강판유동 및 연결 불량으로 이상음 발생 15.신축장치 누수로 인하여 받침 부식 및 이물질 퇴적 발생 등	•해당사항 없음	
교량받침		16.교량받침 횡방향 밀림 및 고정단 받침몰탈 파손 17.받침편기 및 편심 발생, 스토퍼 파단, 유간부족, 탄성받침 들뜸 18.받침의 신축기능 불량(미끄럼판 손상) 19.받침부 연단거리 부족	•해당사항 없음	
교면포장		20.교면포장 불량 10% 이상 및 전반적인 재포장이 필요한 상태	•해당사항 없음	

7.1.2 도림천교(영천) 주요결함

구 분		대 상 공 종	주요결함 내용	비고
하부구조		1.연약지반, 고성토(H=10m이상) 구간의 교대 변위, 부등침하 ※교대변위 : 교대 뒷채움 침하, 유간 부족, 전,후,좌,우 변위 등 2.교각의 이동 또는 기울음 3.0.5m 이상의 수평, 수직 균열과 피복부족 4.거더 편기, 거더부 철근노출 및 폭 0.3㎜ 이상의 균열 5.직접기초 파손으로 철근노출, 침식으로 하부 구조물 안정성 저하	•해당사항 없음	
상부구조	공통	6.슬래브와 흉벽, 거더와 흉벽 유간 부족 7.과도한 진동과 처짐	•해당사항 없음	
	콘크리트	8.통과높이 부족(4.8m 미만) 교량 9.바닥판 배수불량에 의한 열화 발생 등 균열 폭 0.3㎜ 이상		
	강재	10.강박스 제작 오류 및 역캠버 제작, 박스 처짐, 박스 내부 변형 11.도장 변색 및 탈리, 부식 등 12.볼트손상 및 누수		
신축이음장치		13.유간부족, 후타 파손 및 단차 발생 14.강판유동 및 연결 불량으로 이상음 발생 15.신축장치 누수로 인하여 받침 부식 및 이물질 퇴적 발생 등	•해당사항 없음	
교량받침		16.교량받침 횡방향 밀림 및 고정단 받침몰탈 파손 17.받침편기 및 편심 발생, 스토퍼 파단, 유간부족, 탄성받침 들뜸 18.받침의 신축기능 불량(미끄럼판 손상) 19.받침부 연단거리 부족	•해당사항 없음	
교면포장		20.교면포장 불량 10% 이상 및 전반적인 재포장이 필요한 상태	•해당사항 없음	

7.2 보수·보강 이력

7.2.1 도림천교(상주) 방면

부 위	보수·보강 날 짜	주요 결함내용	보수·보강 내용	시 공 사	비고
교면포장		상태양호			
배수시설		상태양호			
방호시설	2017.05 ~2017.06	•균열(0.3㎜이상)	보수완료	두산건설(주) 지에스건설(주)	초기 점검
신축이음		상태양호			
바 닥 판	2017.05 ~2017.06	•재료분리 •철근노출	보수완료	두산건설(주) 지에스건설(주)	초기 점검
거 더		상태양호			
2차부재		상태양호			
교량받침		상태양호			
교 대	2017.05 ~2017.06	•균열(0.3㎜미만) •균열(0.3㎜이상) •실런트 마감부 파손	보수완료	두산건설(주) 지에스건설(주)	초기 점검
교 각	2017.05 ~2017.06	•균열(0.3㎜이상)	보수완료	두산건설(주) 지에스건설(주)	초기 점검

•공사중 구조물 보강 이력사항 없음.

7.2.2 도림천교(영천) 방면

부 위	보수·보강 날 짜	주요 결함내용	보수·보강 내용	시 공 사	비고
교면포장		상태양호			
배수시설		상태양호			
방호시설		상태양호			
신축이음		상태양호			
바 닥 판		상태양호			
거 더		상태양호			
2차부재		상태양호			
교량받침		상태양호			
교 대	2017.05 ~2017.06	•균열(0.3㎜미만)	보수완료	두산건설(주) 지에스건설(주)	초기 점검
교 각	2017.05 ~2017.06	•균열(0.3㎜이상)	보수완료	두산건설(주) 지에스건설(주)	초기 점검

•공사중 구조물 보강 이력사항 없음.

8장 보수 및 유지관리방안

8.1 보수방안

8.2 유지관리방안

제 8 장 보수 및 유지관리방안

8.1 보수방안

8.1.1 도림천교(상주) 보수방안

구 분	손상내용	단위	손상 수량 (수량/개소)	보수 수량 (수량/개소)	미보수 수량 (수량/개소)	보수공법
포 장	상태양호					
배수시설	상태양호					
방호시설	균열(0.3㎜이상)	m	35.1 / 13	35.1 / 13	0.0 / 0	충전공법
신축이음장치	상태양호					
바 닥 판	재료분리	㎡	1.26 / 1	1.26 / 1	0.0 / 0	단면보수
	철근노출	㎡	0.06 / 1	0.06 / 1	0.0 / 0	단면보수
거 더	상태양호					
2차부재	상태양호					
교량받침	상태양호					
교 대	균열(0.3㎜미만)	m	3.5 / 2	3.5 / 2	0.0 / 0	표면처리
	균열부 백태 (0.3㎜이상)	m	2.5 / 1	2.5 / 1	0.0 / 0	수지주입
	실런트 마감부 파손	m	2.7 / 1	2.7 / 1	0.0 / 0	실런트 재시공
교 각	균열(0.3㎜이상)	m	2.4 / 4	2.4 / 4	0.0 / 0	수지주입

8.1.2 도림천교(영천) 보수방안

구 분	손상내용	단위	손상 수량 (수량/개소)	보수 수량 (수량/개소)	미보수 수량 (수량/개소)	보수공법
포 장	상태양호					
배수시설	상태양호					
방호시설	상태양호					
신축이음 장치	상태양호					
바 닥 판	상태양호					
거 더	상태양호					
2차부재	상태양호					
교량받침	상태양호					
교 대	균열(0.3㎜미만)	m	2.5 / 6	2.5 / 6	0.0 / 0	표면처리
교 각	균열(0.3㎜이상)	m	3.8 / 5	3.8 / 5	0.0 / 0	수지주입

8.2 유지관리방안

구 분	유 지 관 리 방 안
포 장	•포장상태는 전반적으로 양호한 상태이며, 콘크리트포장 특성상 초기 손상이 발생하면 그 진행정도가 빠르므로 정기적인 점검을 통한 유지관리가 필요 •우천시 체수발생 여부에 대한 정기점검이 필요
	•주요 점검항목 – 공통 : 균열, 파손 – 신축이음 전후, 구조물 경계부 : 단차, 접속도로 침하 – 배수구 주변 : 이물질 및 토사퇴적, 체수
신 축 이음장치	•Finger Joint 형식으로 시공되었고, 본체 및 후타재는 양호한 상태로 확인되었으므로 정기적 점검이 필요 •신축이음 유간에는 차량 통행으로 오물퇴적이 될 수 있으므로 주기적인 유지관리가 요구됨 •신축이음 하부의 누수 여부 및 하부구조의 열화 발생여부 정기적 점검
	•주요 점검항목 – 본 체 : 충격음, 본체유동 및 파손, 유간부족 및 유간과다, 유간 오물퇴적, 방수재(Seal재) 손상으로 인한 누수 – 후타재 : 구조물 경계부 포장침하 및 단차, 콘크리트 품질불량 및 열화에 의한 균열 및 파손, 단차 및 충격에 의한 후타재 균열 및 파손
방호시설	•건조수축에 의한 균열, 우수유입에 의한 백태 보수부에 대하여 정기적인 점검 필요
	•주요 점검항목 – 방호벽 : 균열, 박리, 파손
배수시설	•전반적으로 양호한 상태이며 체수, 배수관 탈락 등 정기적인 일상 점검이 필요
	•주요 점검항목 – 배수구 : 그레이팅 파손, 오물퇴적, 막힘 – 배수관 : 부식 및 파손, 연결부 상태불량, 탈락
바 닥 판	•전체적으로 균열은 없는 양호한 상태이므로 균열, 파손 등의 손상발생 점검 필요
	•주요 점검항목 – 균열, 박락 – 백태, 변색, 열화 – 철근노출 및 부식 – 재료분리

구 분	유 지 관 리 방 안
거더 가로보	•전반적으로 양호한 상태이므로 균열, 파손 등의 손상발생 점검 필요 •주부재인 거더에 손상이 발생될 경우 공용내하력이 저하될 수 있으므로 주의관찰을 통한 유지관리가 필요
	•주요 점검항목 – 박리, 박락(파손), 철근노출, 백태 – 받침부 : 부스러짐, 복부 사인장균열, 연속부 상단 휨균열 – 중앙부 : 휨균열, 거더 처짐, 쉬스관 노출 및 파손, 시공이음부 균열 및 누수 – 강선정착부 : 정착부 균열 및 파손
교량받침	•탄성받침으로 시공되었으며, 교량받침은 전반적으로 양호한 상태이므로 신축이음 하부 누수에 의한 강재부식 발생여부에 대한 정기적인 점검이 필요 •부식, 도장 박락, 무수축몰탈 미세균열에 대하여 정기적인 점검 필요
	•주요 점검항목 – 가동받침의 유간부족, 가동받침 전·후방의 가동장애 요소, 받침과 거더의 밀착상태, 부식, 가동면 부식, 부속물 파손 – 무수축몰탈, 받침콘크리트 : 앵커볼트 파손, 절단, 파손, 균열, 두부 균열
교 대	•균열 보수부에 대하여 정기적인 점검 필요 •신축이음 하부 누수에 의한 하부구조 열화 발생 여부 점검 필요 •교대의 측방이동 등 이상변위 발생여부 정기적 점검 필요
	•주요 점검항목 – 공통 : 교대 회전(기울음), 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 백태 – 두부 : 두부 물고임, 받침부 균열 및 파손, 두부와 흉벽 경계부 균열, 거더와 흉벽 신축유간 부족 – 벽체 : 수직균열 및 침하, 구체와 날개벽 분리, 측방유동, 배면 침하
교 각	•교각에 발생된 균열 보수부에 대하여 정기적인 점검 필요 •국부적으로 발생된 받침콘크리트 재료분리 및 철근노출 보수부에 대한 정기적인 점검 필요
	•주요 점검항목 – 공통 : 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 재료분리, 백태 – 두부 : 받침부 하부 균열 및 파손 – 구체 : 시공이음부 균열, 이동 또는 기울음, 수면접촉부 침식
기 초	•기초부 주변 지반의 침하, 세굴 발생 여부 등의 확인

9장 결 론

9.1 현장조사 결과

9.2 내구성조사 결과

9.3 상태평가 결과

9.4 재하시험 결과

9.5 구조검토 및 내하력 산정 결과

9.6 안전성평가 결과

9.7 종 합 결 론

제 9 장 결 론

9.1 현장조사 결과

•본 초기점검 대상 교량인 도림천교는 “상주~영천 고속도로 민간투자사업” 중 도림천(소하천)을 횡단하는 교량으로 DR GIRDER 형식으로 시공된 구조물이다.

•도림천교는 연장 180.0m, 교폭 24.30m 왕복4차로의 사각이 있는 곡선교로서 교량받침은 탄성받침, 신축이음장치는 M/C-TYPE와 Finger-TYPE으로 시공되었다.

•외관조사 결과 시공중 콘크리트에 발생하는 일반적 손상으로서 교량의 안전성을 저해할 만한 손상은 없는 것으로 조사되었으며, 방호벽, 교대 및 교각 등에 발생된 균열 등에 대해서는 보수가 진행 또는 완료된 것으로 확인되었다.

•교량받침 이동량, 연단거리, 신축이음장치 신축유간, 거더 및 바닥판의 신장 및 수축여유량 검토 결과 양호한 것으로 검토되었다.

9.2 내구성조사 결과

•콘크리트강도는 설계강도 이상으로서 타설된 콘크리트는 재료역학적 건전성을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

•철근탐사 결과 각 부재의 배근간격은 설계도에 준해 배근된 것으로 조사되었으며, 피복두께는 다소의 편차는 있으나 시방기준인 최소피복을 확보하고 있는 것으로 확인되었다.

•탄산화깊이 측정결과 측정부위에서 대부분 탄산화로 인한 철근의 부식발생 우려는 없는 것으로 평가되었다.

9.3 상태평가 결과

•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과 결함도점수 상주방면, 영천방면 모두 0.100으로 산출되어 상태평가등급은『A』등급으로 평가되었다.

9.4 재하시험 결과

•정적재하시험결과 거더의 하중 횡분배는 양호한 거동을 보이고 있는 것으로 평가되었다.

•동적재하시험 결과 최대 실측 충격계수는 0.146으로 이론 충격계수 0.176보다 작은 것으로 측정되어 활하중 충격의 영향은 양호한 상태로 평가되었다. 또한 주행 속도에 따른 실측 고유진동수는 2.54㎐으로 이론 고유진동수 2.13㎐ 보다 크게 나타나고 있어 교량의 강성은 양호한 것으로 판단된다.

9.5 구조검토 및 내하력 산정 결과

9.5.1 구조검토 결과

•본 교량의 상부구조에 대하여 바닥판과 주형 검토를 수행한 결과 작용 고정하중 및 설계활하중에 의한 주형 상·하연의 응력은 허용응력 이내로 계산되어 구조적 안전성이 확보된 것으로 평가되었다.

9.5.2 내하력 산정 결과

•재하시험에 의한 대상교량의 공용내하력 평가결과 설계하중인 DB-24를 상회하는 내하성능을 확보하고 있는 것으로 평가되어 대상교량의 초기 내하성능은 양호한 것으로 평가되었다.

•본 초기점검에서 평가된 공용내하력을 토대로 향후 시설물 안전진단 및 점검시 대상 교량의 내하력평가의 기초자료로 활용하여 내하성능 저하유무 및 그 원인 등을 분석·평가하도록 한다.

9.6 안전성평가 결과

•강도설계법에 의한 바닥판 검토결과 최소 안전율은 1.925로 평가되었으며, 허용응력설계법에 의한 거더 검토결과 최소 안전율은 1.018로 평가되어 구조적 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

9.7 종합결론

•본 과업대상 교량에 대한 상태평가 및 내하력평가에 의한 안전성평가를 종합적으로 검토한 결과『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』에 근거한 교량의 안전등급은 “문제점이 없는 최상의 상태”인 『A』등급으로 평가되었다.

05 오 미 교

제 1 장 서 론

제 2 장 외 관 조 사

제 3 장 내구성 조사

제 4 장 재 하 시 험

제 5 장 구조안전성 및 내하력평가

제 6 장 상태평가 및 안전성평가

제 7 장 주요결함 및 보수·보강 이력

제 8 장 보수 및 유지관리방안

제 9 장 결 론

1장 서 론

1.1 교량현황

1.2 전경사진

1.3 관련도면

제 1 장 서 론

1.1 교량현황

구 분			내 용
교 량 명			오미교
위 치			경북 영천시 오미동 산 63-10 일원
이 정			STA.6+289.500~6+339.610
설계하중			DB-24, DL-24
종 별			2종
상부형식			SB-Arch 합성거더교
교 폭			24.300m(왕복4차로)
연 장			50.0m(1@50.0m)
하부구조	교 대	본 체	A1, A2 : 역T형
		기 초	A1, A2 : 직접기초
	교 각	본 체	-
		기 초	-
방호시설			콘크리트 방호벽, 낙하물 방지시설
신축이음장치			A1, A2 : M/C-Joint
교량받침			A1, A2 : POT 받침
사 각			시점 : 60°, 종점 : 60°
곡선반경			R = 3,000.0m
최대종단경사			S = (+)0.500%
시 공 자			두산건설(주), 지에스건설(주)
설 계 자			(주)제일엔지니어링, (주)평화엔지니어링
관리주체			상주영천고속도로(주)
준공년도			2017년 06월 26일
기 타			국도28호선 횡단

1.2 전경사진

1.2.1 오미교(상주) 전경사진

내 용	오미교(상주) 상부

내 용	오미교(상주) 측면

내 용	오미교(상주) 거더

내 용	오미교(상주) 바닥판

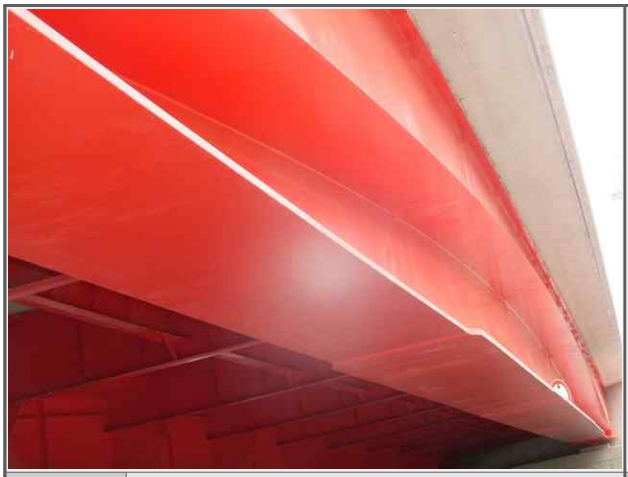
내 용	오미교(상주) 교대

내 용	오미교(상주) 신축이음장치

1.2.2 오미교(영천) 전경사진

내 용	오미교(영천) 상부

내 용	오미교(영천) 측면



내 용	오미교(영천) 거더

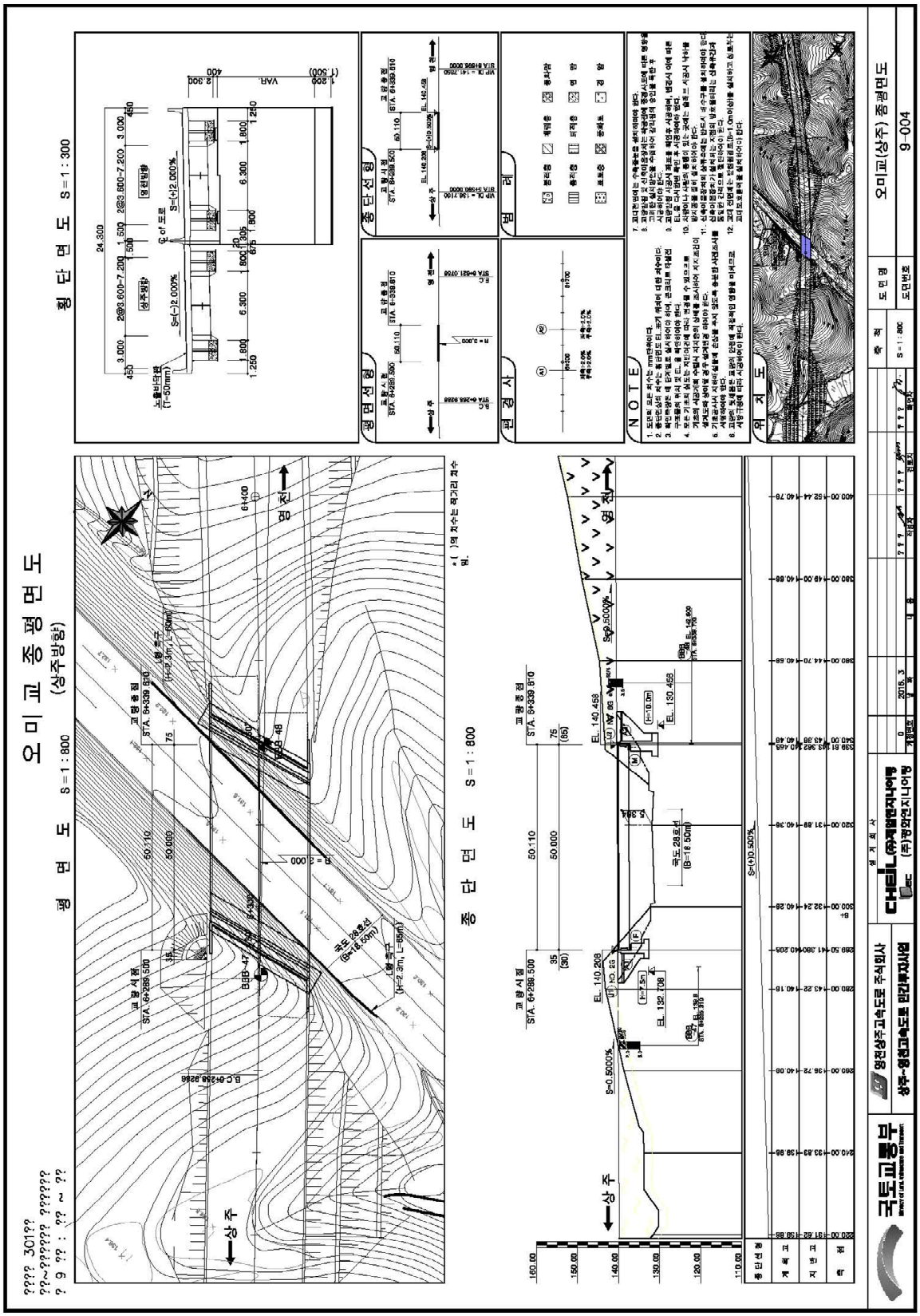
내 용	오미교(영천) 바닥판

내 용	오미교(영천) 교대

내 용	오미교(영천) 신축이음장치

1.3 관련도면

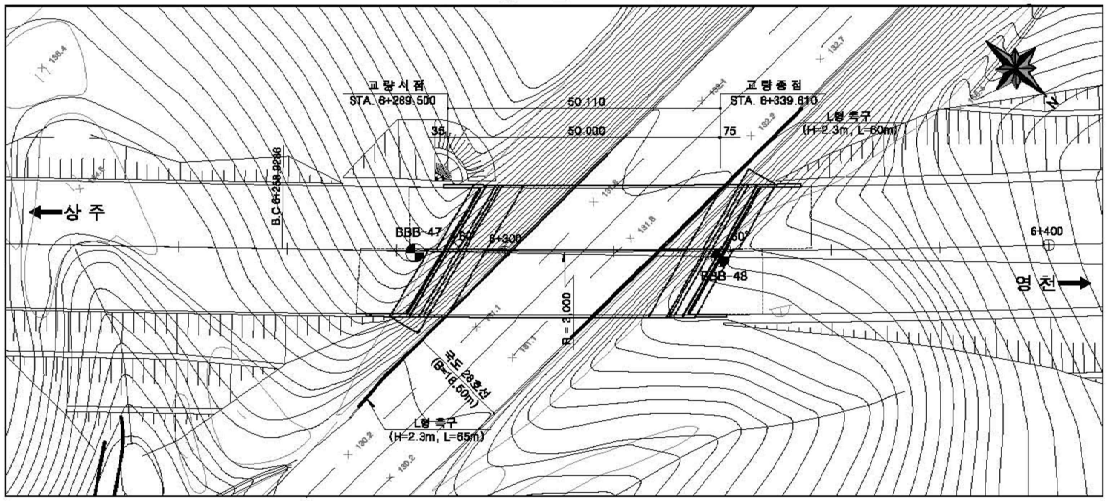
1.3.1 종·평면도



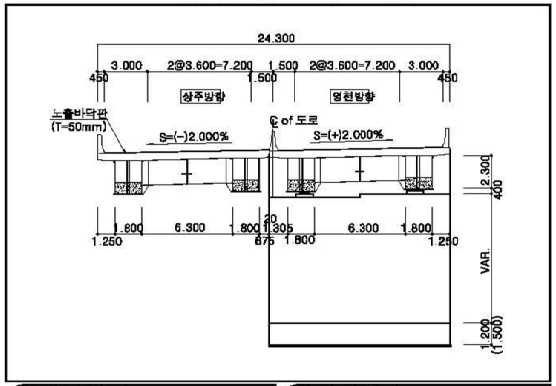
???? 301??
??~?????? ??????
? 9 ?? : ?? ~ ??

오미교 종평면도
(영천방향)

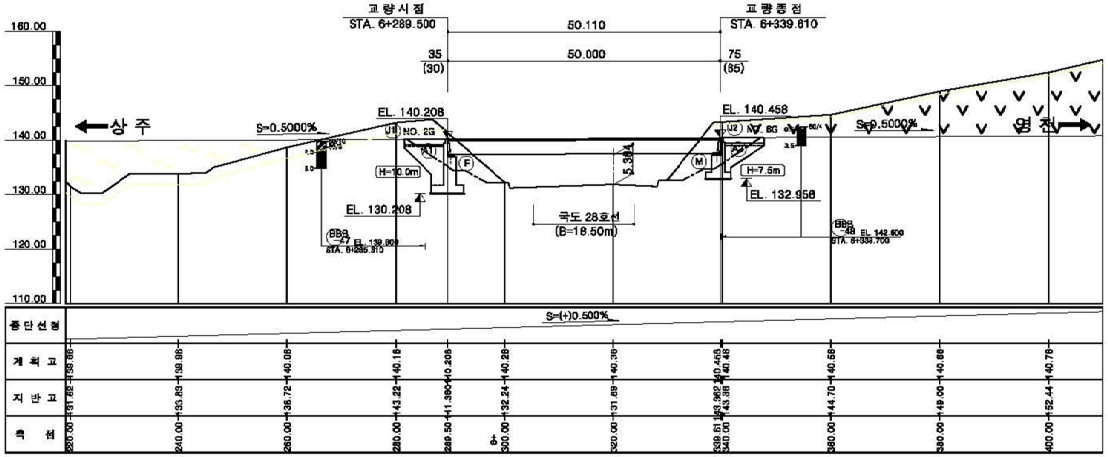
평 면 도 S=1:800



횡 단 면 도 S=1:300

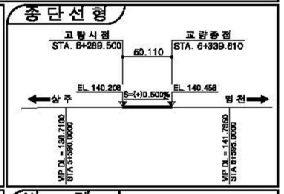


종 단 면 도 S=1:800

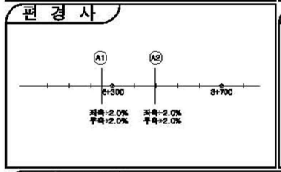


평면선형

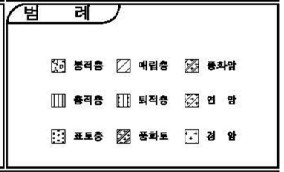
종단선형



편 경 사



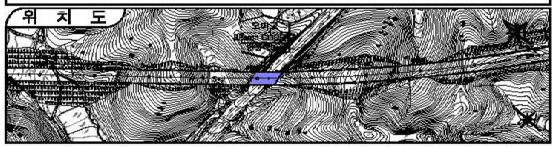
범 례



N O T E

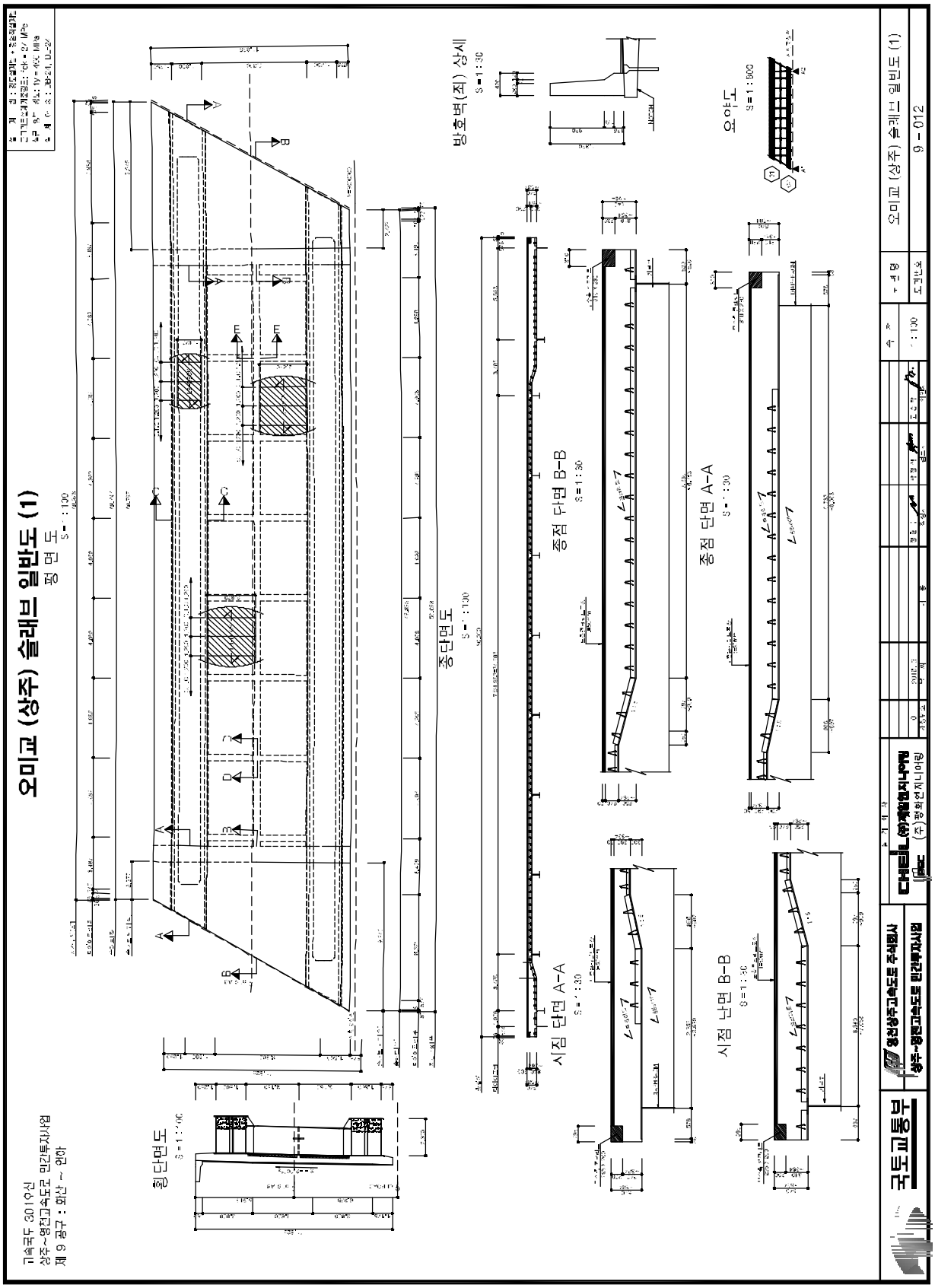
1. 도면의 모든 제수는 mm단위이다.
2. 종단곡선의 제수는 종단면도 터..표기 위치에 대한 제수이다.
3. 확인측량은 매 단계별로 실시하여야 하며, 콘크리트 타설전 구조물의 위치 및 EL.을 확인하여야 한다.
4. 모든 기초의 설도는 지반여건에 따라 변경될 수 있으므로 기초의 시공계획 수립시 지지층의 상태를 조사하여 지지조건이 동계도와 상이할 경우 설계변경 하여야 한다.
5. 기존교사시 교대하부등에 손상을 주지 않도록 충분한 사전조사를 시행하여야 한다.
6. 교량의 및 제품은 교량의 안정에 직접적인 영향을 미치므로 시방규정에 따라 시공하여야 한다.
7. 교대전면에는 수축줄눈을 설치하여야 한다.
8. 교량받침 및 선축이음장치는 확공전에 종경사도에 따른 영향을 고려한 설계방각을 수립하여 감리원의 승인을 득한 후 시공하여야 한다.
9. 교량받침 시공시 폐료를 확인후 시공하여, 변경시 이에 따른 EL.을 다시한번 확인 후 시공하여야 한다.
10. 지반이나 사람의 충행이 있는 곳에는 슬러브 시공시 낙하물 방지 공법 등을 설치하여야 한다.
11. 신축이음장치의 상부주에는 반드시 배수구를 설치하여야 한다. 신축이음장치가 설치되는 지점의 받침을 테프론테리는 스테인레스와 동일한 간격으로 접단하여야 한다.
12. 교대 전면에는 받침원형로(B=1.0m이상)를 설치하고 침토부는 표고보호력을 설치하여야 한다.

위 치 도



| | | |

1.3.2 슬래브 일반도


오미교 (상주) 슬래브 일반도 (1)
평 면 도
S = 1 : 100
횡단면도
S = 1 : 100
중단면도
S = 1 : 100
시점 단면 A-A
S = 1 : 30
종점 단면 B-B
S = 1 : 30
방호벽(좌) 상세
S = 1 : 30
시점 단면 A-A
S = 1 : 30
종점 단면 A-A
S = 1 : 30
시점 단면 B-B
S = 1 : 30
오양도
S = 1 : 1000
기속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 화서
국토교통부
상주~영천고속도로 주식회사
상주~영천고속도로 민간투자사업
대림산업㈜
(주)동화엔지니어링
오미교 (상주) 슬래브 일반도 (1)
S = 1 : 100
S - 012

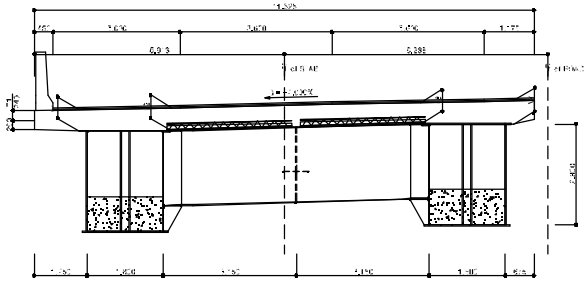
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하

오미교 (상주) 슬래브 일반도 (2)

설 계 기 준 : 도로설계편 + 철도설계편
콘크리트설계기준강도: fck = 27 MPa
철근 항복 강도: fy = 400 MPa
설 계 하 중 : DB-24, DL-24

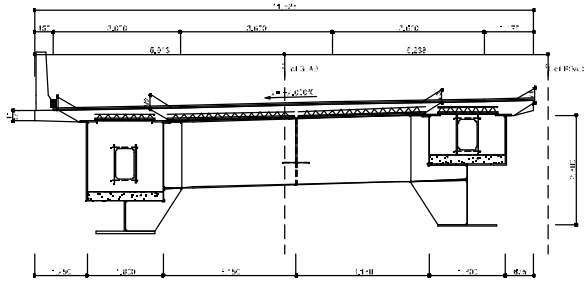
횡단면도 상세도 (단지짐부)

S = 1 : 50



횡단면도 상세도 (일반부)

S = 1 : 50

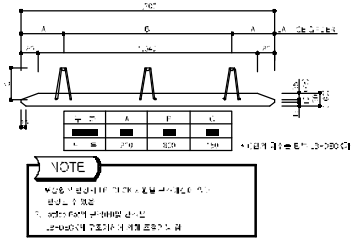


변화 치수표

STATION	좌측		우측			
			V1	V2	V3	V4
0K 740+20	-2.00	1.00	240.0	384.0	240.0	384.0
0K 760+40	-2.00	1.00	240.0	384.0	240.0	384.0
0K 780+60	-2.00	1.00	240.0	384.0	240.0	384.0
0K 800+80	-2.00	2.00	250.0	384.0	250.0	384.0
0K 820+00	-2.00	1.00	250.0	384.0	250.0	384.0
0K 840+20	-2.00	1.00	240.0	384.0	240.0	384.0
0K 860+40	-2.00	1.00	240.0	384.0	240.0	384.0
0K 880+60	-2.00	1.00	240.0	384.0	240.0	384.0
0K 900+80	-2.00	2.00	250.0	384.0	250.0	384.0
0K 921+00	-2.00	1.00	250.0	384.0	250.0	384.0
0K 940+20	-2.00	1.00	240.0	384.0	240.0	384.0

LB-DECK 상세도

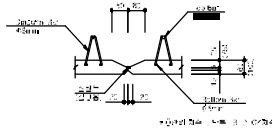
S=1:10



NOTE

LB-DECK 연결상세도

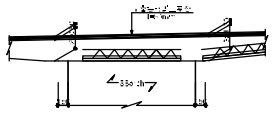
S=1:10



NOTE

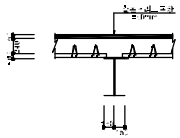
단면 C-C

S = 1 : 30



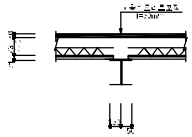
단면 D-D

S = 1 : 30

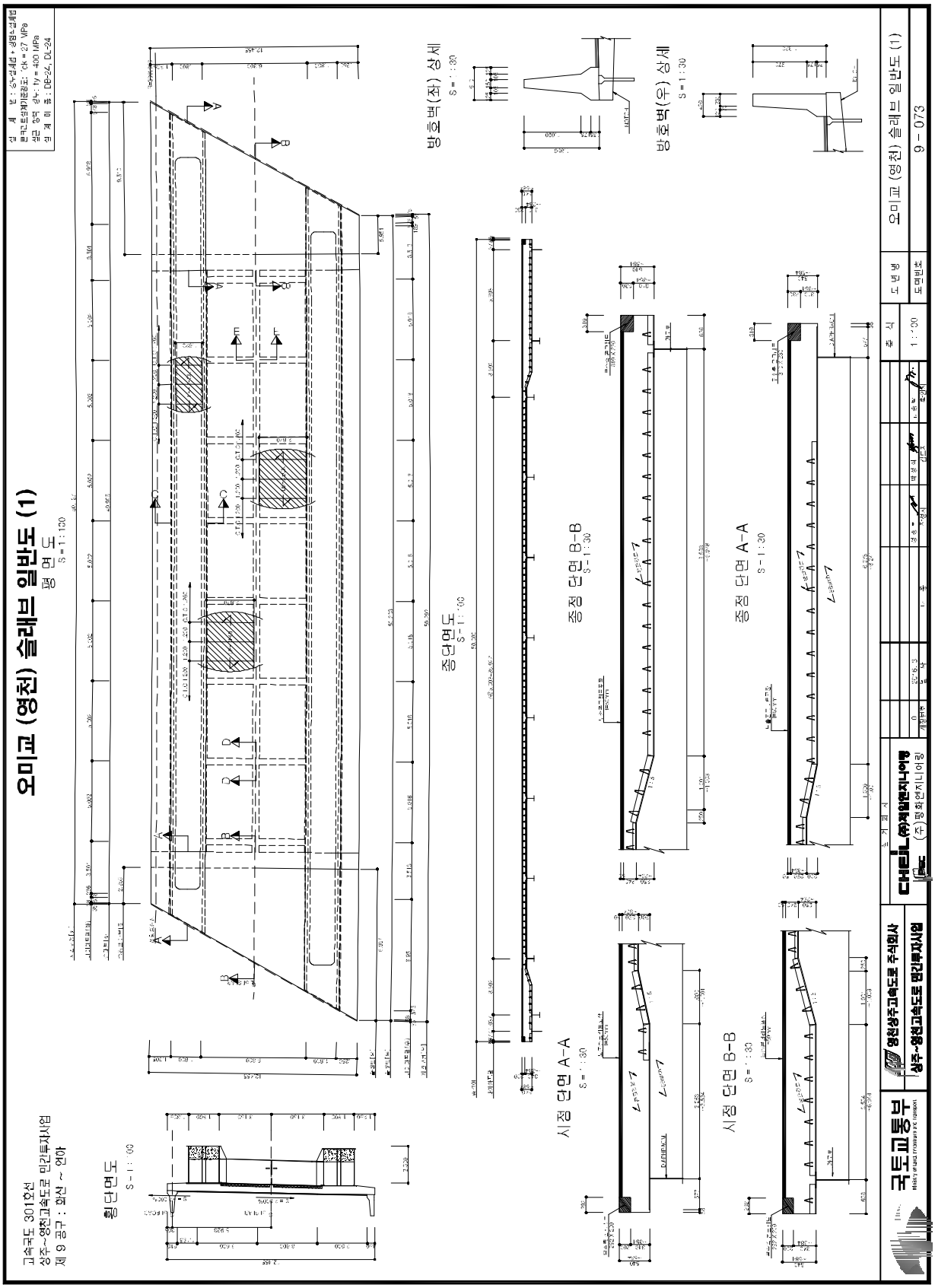


단면 E-E

S = 1 : 30



국토교통부	영천상주고속도로 주식회사	상주~영천고속도로 민간투자사업	설계회사	CHEIL (주)제일엔지니어링	(주)평화엔지니어링	2	2010. 8.	재검토	내 용	검토	확인	축 척	1 : 100	도면명	오미고 (상주) 슬래브 일반도 (2)
						지장구조				설계	시행			도면번호	9 - 013


오미교 (영천) 슬래브 일반도 (1)
평 면 도
S = 1 : 100
횡 단 면 도
S = 1 : 100
중 단 면 도
S = 1 : 100
방호벽(좌) 상세
S = 1 : 30
방호벽(우) 상세
S = 1 : 30
중정 단면 B-B
S = 1 : 30
중정 단면 A-A
S = 1 : 30
시정 단면 A-A
S = 1 : 30
시정 단면 B-B
S = 1 : 30
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하
국토교통부
영천상주고속도로 주식회사
상주~영천고속도로 민간투자사업
CHEIL
(주)평화엔지니어링
축 척
1 : 100
도면번호
9 - 073

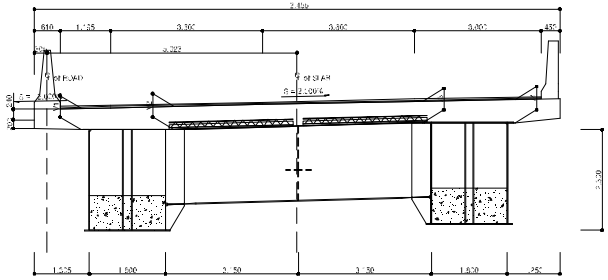
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 연하

오미교 (영천) 슬래브 일반도 (2)

설 계 기 준 : 강구설계법 + 강합성설계법
콘크리트설계기준강도: fck = 27 MPa
철근 항복 강도: fy = 400 MPa
설 계 하 중 : DB-24, DL-24

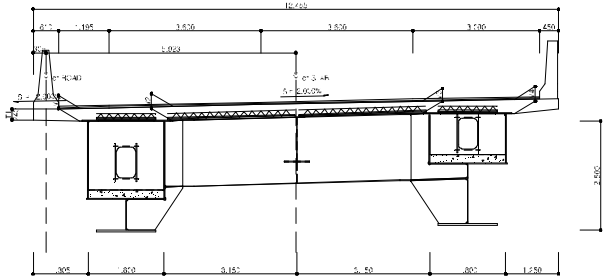
횡단면도 상세도 (단지점부)

S = 1 : 50



횡단면도 상세도 (일반부)

S = 1 : 50

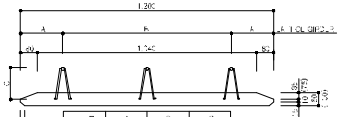


변화 치수표

STATION	슬래브		슬래브 폭			
	좌측	우측				
5+429.170	2.00	2.00	450.0	574.0	420.0	574.0
5+429.810	2.00	2.00	450.0	574.0	420.0	574.0
5+429.810	2.00	2.00	250.0	574.0	220.0	574.0
5+430.810	-2.00	2.00	250.0	574.0	220.0	574.0
5+430.810	-2.00	2.00	250.0	574.0	220.0	574.0
5+431.810	2.00	2.00	250.0	574.0	220.0	574.0
5+432.810	2.00	2.00	250.0	574.0	220.0	574.0
5+432.810	-2.00	2.00	250.0	574.0	220.0	574.0
5+433.810	-2.00	2.00	250.0	574.0	220.0	574.0
5+433.810	2.00	2.00	250.0	574.0	220.0	574.0
5+438.930	2.00	2.00	450.0	574.0	420.0	574.0

LB-DECK 상세도

S=1:10



구 분	A	B	C
설 계 값	220	590	150
시 공 값	220	590	150

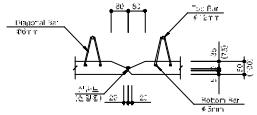
* 이음부 시공은 반드시 LB 업체시공하여야 함.

NOTE

1. 무근콘크리트 방호벽 및 LB-DECK 지간에 걸쳐 연속되게 거푸집을 설치함.
2. 시공이음 위치는 슬래브 중앙부로 함.
3. LB-DECK의 주철근(X)이 가로 방향이 되도록 함.

LB-DECK 연결상세도

S=1:10

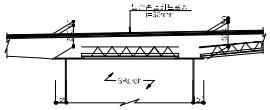


NOTE

1. 이음 콘크리트의 품질은 모재 콘크리트 강도 이상으로 하며 팽창콘크리트를 사용하고 충분한 양생을 실시하여야 함.
2. 노출면으로 연결되는 모든 부분은 방수처리를 하여야 함.

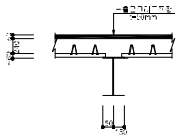
단면 C-C

S = 1 : 30



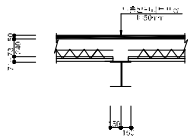
단면 D-D

S = 1 : 30



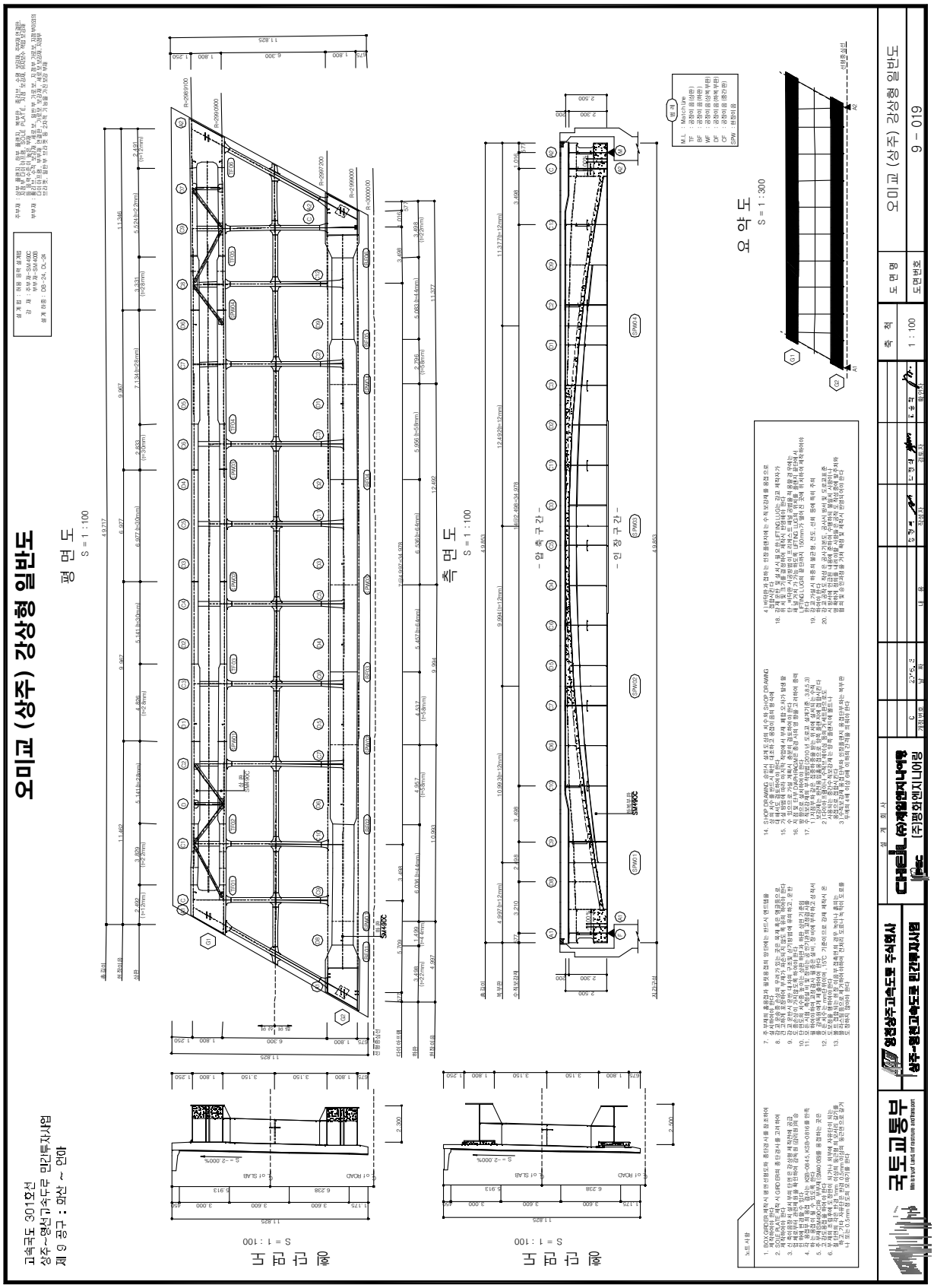
단면 E-E

S = 1 : 30



국토교통부 Ministry of Land, Infrastructure and Transport	영천상주고속도로 주식회사 / 상주~영천고속도로 민간투자사업	설계회사 CHEIL (주)제일엔지니어링 / (주)평화엔지니어링	0	2016. 2	검 토	중 승	박	축 식	1 : 100	도면명	오미교 (영천) 슬래브 일반도 (2)
			개정번호	날 짜	비 고	작성자	성진식	1/25/5	1/25/5	도면번호	9 - 074

1.3.3 거더 일반도


오미교 (상주) 강상형 일반도
평 면 도
S = 1 : 100
측 면 도
S = 1 : 100
요 약 도
S = 1 : 300
횡 단 면 도
S = 1 : 100
횡 단 면 도
S = 1 : 100
- 압 축 구 간 -
- 인 장 구 간 -
노 선 사 항
국토교통부
Ministry of Land, Infrastructure and Transport
영천상주고속도로 주식회사
상주~영천고속도로 민간투자사업
DAELIM 대림산업
(주)동화엔지니어링
오미교 (상주) 강상형 일반도
9 - 019
교속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공 구 : 상주 ~ 영천

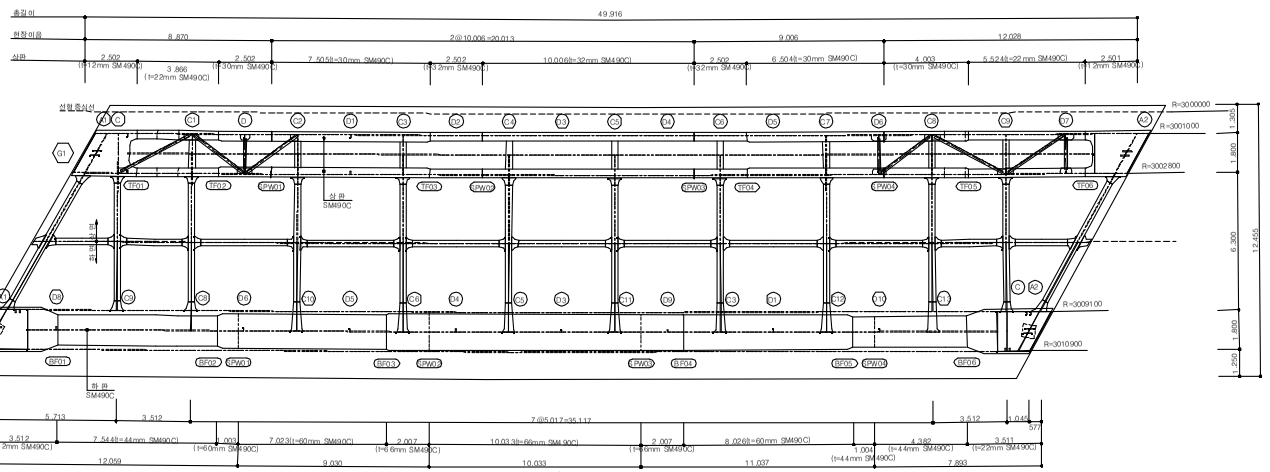
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화신 ~ 인하

오미교 (영천) 강상형 일반도

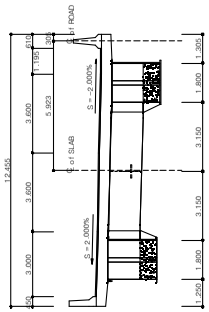
설 계 법 : 허용 응력 설계법
강 재 : 주부재-SM490C 부부재-SM400B
설 계 하 중 : DB-24, DL-24

주부재 : 상부 플랜지, 하부 플랜지, 복부판, 종리브, 수평 보강재, 주부재 연결판, 신축부, 다이아프램, SOLE PLATE, 지점 보강재, 워지보수 적합 보강재 등 동박수온단 및 용접 부재
부부재 : 종리브, 수직 보강재, 세로보, 일반부 가로보, 지점부 가로보, 지점부이외의 다이아프램, 부부재 연결판, 가로보 보강재, 세로보보강재, 지점부 브리켓, 일반부 브라켓 등 2차부 기능을 가진 보강부재

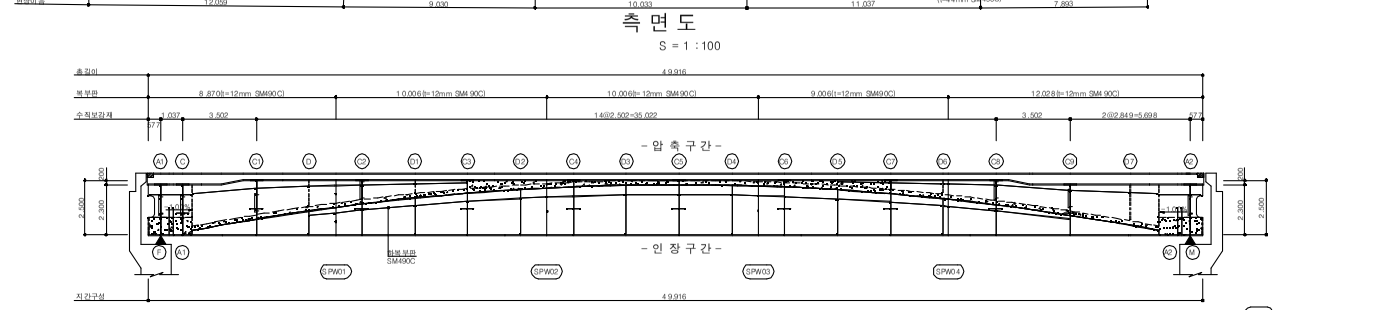
평 면 도
S = 1 : 100



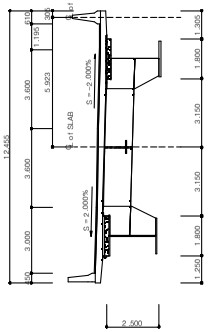
횡 단 면 도
S = 1 : 100



측 면 도
S = 1 : 100

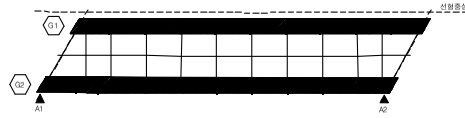


횡 단 면 도
S = 1 : 100



범 례
M, L : Match Line
TF : 공장이음(상판)
BF : 공장이음(하판)
WF : 공장이음(상복부판)
DF : 공장이음(하복부판)
CF : 공장이음(중간판)
SPW : 현장이음

요 약 도
S = 1 : 300



노트 사항

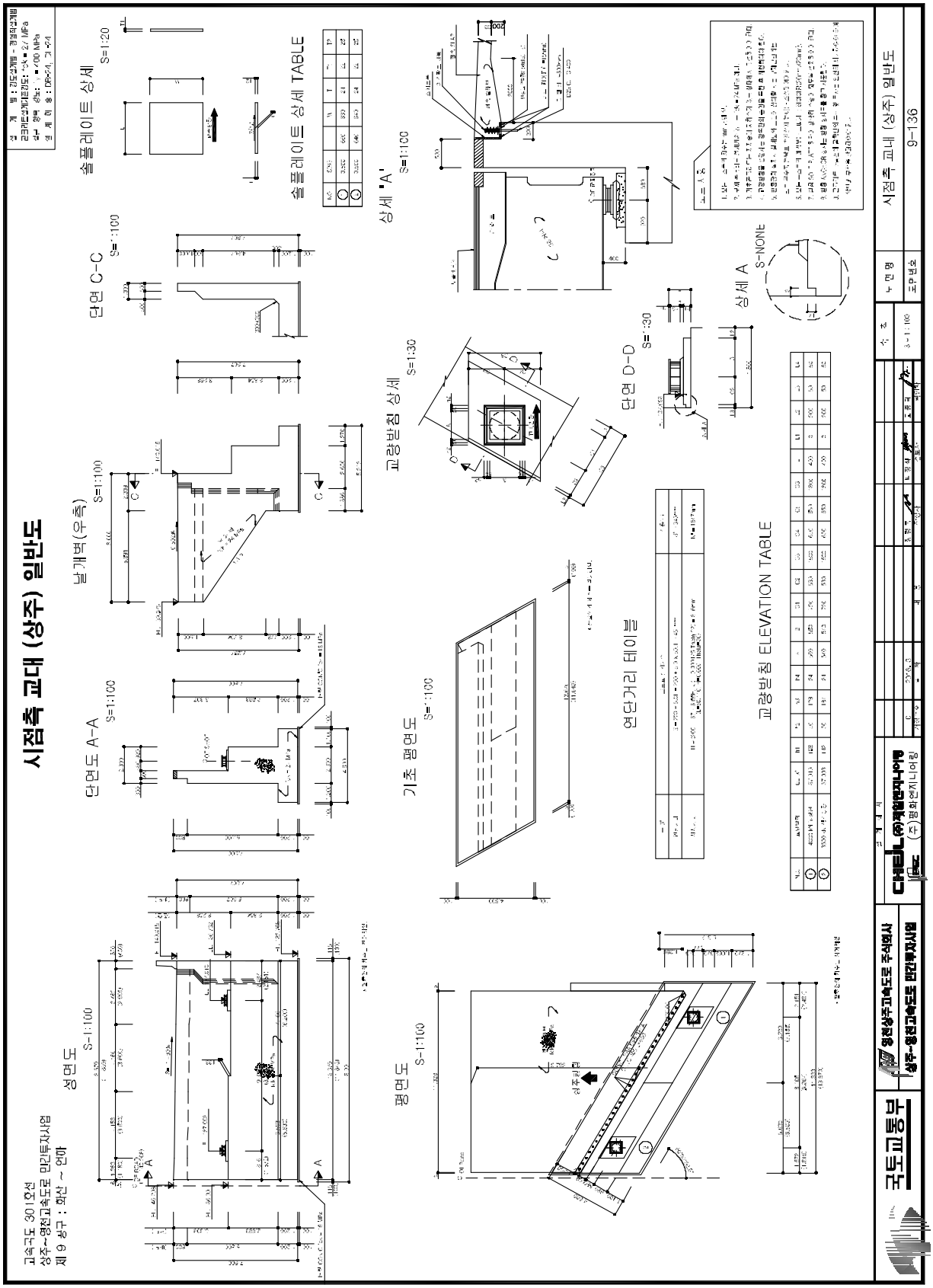
1. BOX GIRDER 제작시 볼 연신율도와 종단경사를 참조하여 제작하여야 한다
2. SOLE PLATE 제작 시 GIRDER의 종단경사를 고려하여 제작하여야 한다
3. 신 축이음장치 설치부의 단면은 강상형 제작전에 공곤업체로부터 관련제원을 확인하여 감독원(감리원)의 승인 하에 변경할 수 있다
4. 각 용접부 위 용접 검사는 KSB-0845, KSB-0816를 만족하는 용접이 될 수 있도록 한다
5. 주 부재인 M60C이 부부재(SM400B)를 용접하는 곳은 고강도용접을 하여야 한다
6. 부재의 조립후에 도장이 되거나 외부에 자유 단이 되는 철 단면의 각은 반경 1mm 이상의 둥근형 의 모서리 같기를 하고, 기타 자유단은 반경 0.5mm이상의 둥근면으로 깎거나 또는 0.5mm 철도의 모따기를 한다
7. 주부재의 홈용접과 필릿용접의 양단에는 반드시 엔드탭을 설치하여야 한다
8. 강교 운송중 손상의 우려가 있는 곳은 목재 혹은 앵글등으로 견고하게 포장하여 부 재가 파손되지 않도록 유의 하여야 한다
9. 강교 분배시 공반대 의해 구조일 상기방법에 유의하고, 운반 도중손상이 가지않도록 하여야 한다
10. 단면도와 치수중 동이는 상판 하면과 하판 상면 기준임
11. 모든 시험, 측정설비 및 장비는 공인기관의 교정검사를 실하여야하며 교정검사 실증은 설비, 장비에 부착하고 성적서를 감독원에게 제출하여야 한다
12. 모든 치수는 mm단위이며, 15℃ 기준이므로 강재 제작시 온도보정을 행하여야한다
13. 볼트 접합되는 현장 이음부 접촉면의 경우 녹이나 흙피는 블라스팅등으로 제거하여야하며 전처리 도료나 녹락이 도로를 오염하지 않아야 한다
14. SHOP DRAWING 승인시 설계도상의 치수와 SHOP DRAWING 상의 치수를 반드시 확인 대조하고 용접이음의 형식에 대 해서도 검토하여야 한다
15. 가설 방법에 따라 마지막 작업에서 부재 폐합 오차가 발생할 수 있으므로 가설 계획시 충분히 검토하여야 한다
16. 지점 및 단부 DIAPHRAGM은 충격시의 영 향을 고려하여 충력 부 형으로 설치하여야 한다
17. 수직보강재의 부착방법 (2010년 도로교 설계기준, 3.8.5.3)
1) 지점부와 같은 집중하중을 받는 위치에 설치되는 수직 보강재는 완전용접을 원칙으로 하며 플랜지에 접합시킨다
2) 다이아프램이나 수직브레이싱 등의 거세트판으로도 사용되는 중간수직보강재는 압축 플랜지에 볼트나 용접으로 접합시킨다
3) 수직보강재 돌출단부와 인장 플랜지 용접단부와는 복부판 두께의 4배 이상 6배 이하의 간격을 의 무하여 한다
4) 바닥판과 접하는 인장플랜지에는 수직보강재를 용접으로 접합시킨다
18. 강재 운반 및 설치시 필요한 LIFTING LUG는 강교 제작자가 위치 및 크기를 결정하여 제작시 반영해야 한다
단, 바닥판시공방법 이 프리캐스트 패널공법을 적용할 경우에는 패널 거치 가 가능하도록 LIFTING LUG와 위 치를 플랜지 끝단에서 LIFTING LUG의 끝단까지 150mm가 떨어진 곳에 위 치하여 제작하여야 한다
19. 강교 가설시 하중의 불균형, 전도, 선 회 등에 특히 주의 하여야 한다
20. 강교 공작도 작성은 공시기본도, 공시시방서 및 도로교표준 시방서에 언급된 내용에 준하 여 구체적의 철일시 시방서 명확하게 정의를 내려 이용사람들은 공작도 작성중에 발주처와 협의 및 승인 과정을 거쳐 확정 및 제작시 반영되어야 한다

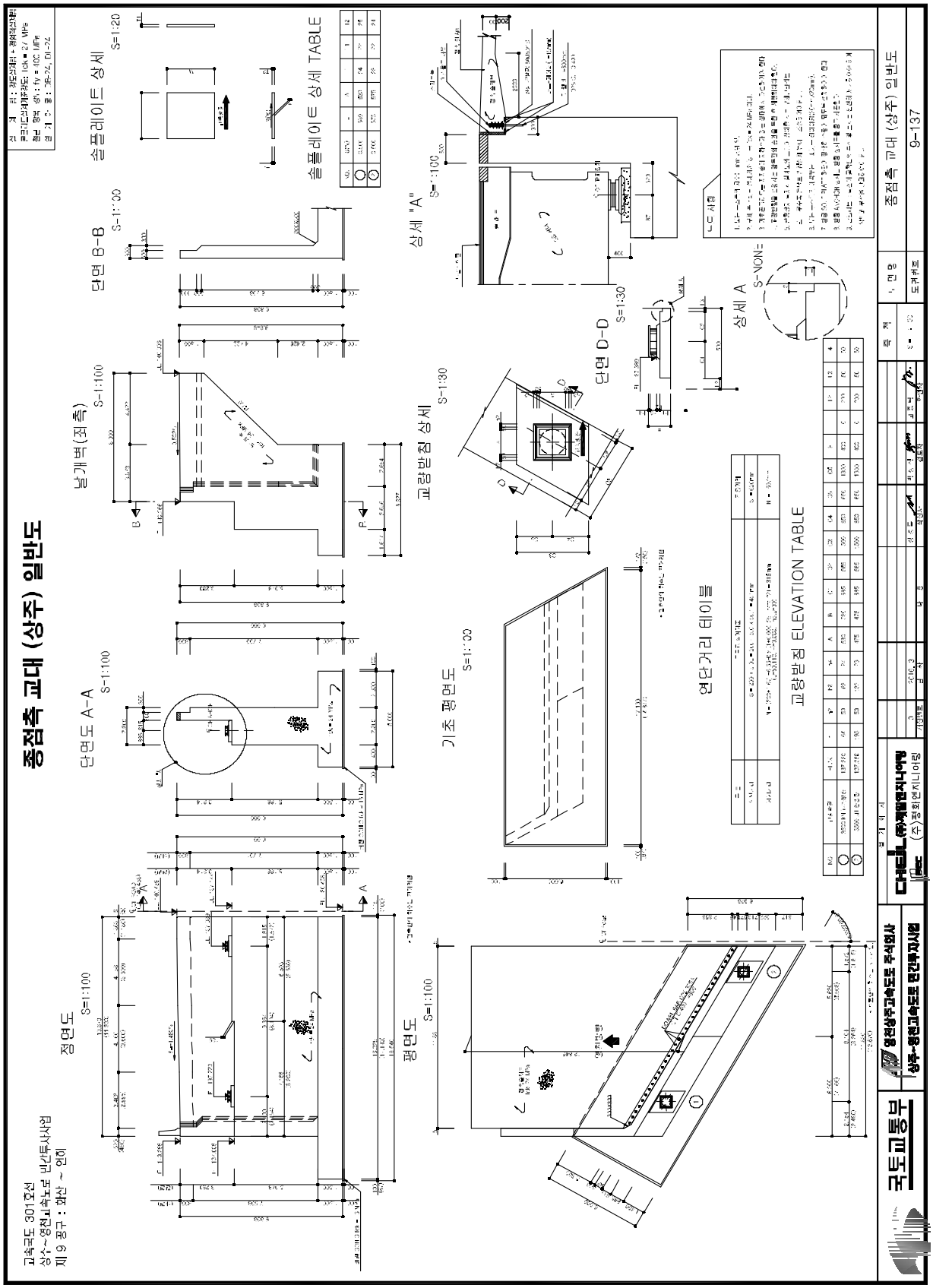
설계회사	개정번호	년 월	내 용	작성자	검토자	확인자
CHEIL (주)제일엔지니어링 PSC [주]평화엔지니어링	0	2016. 3	첫 장	박장식	고윤도	

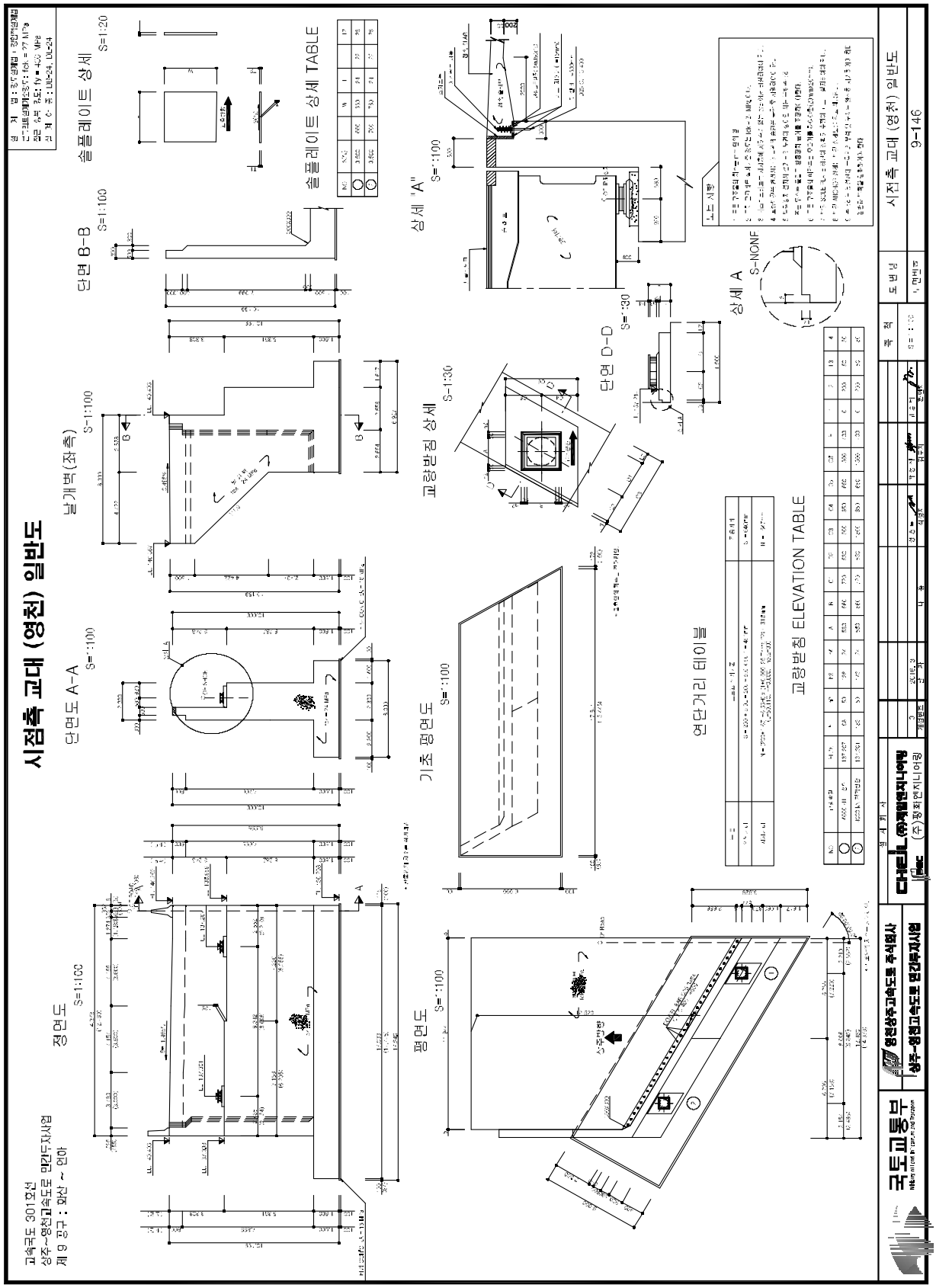
국토교통부 | 영천상주고속도로 주식회사 | 상주~영천고속도로 민간투자사업

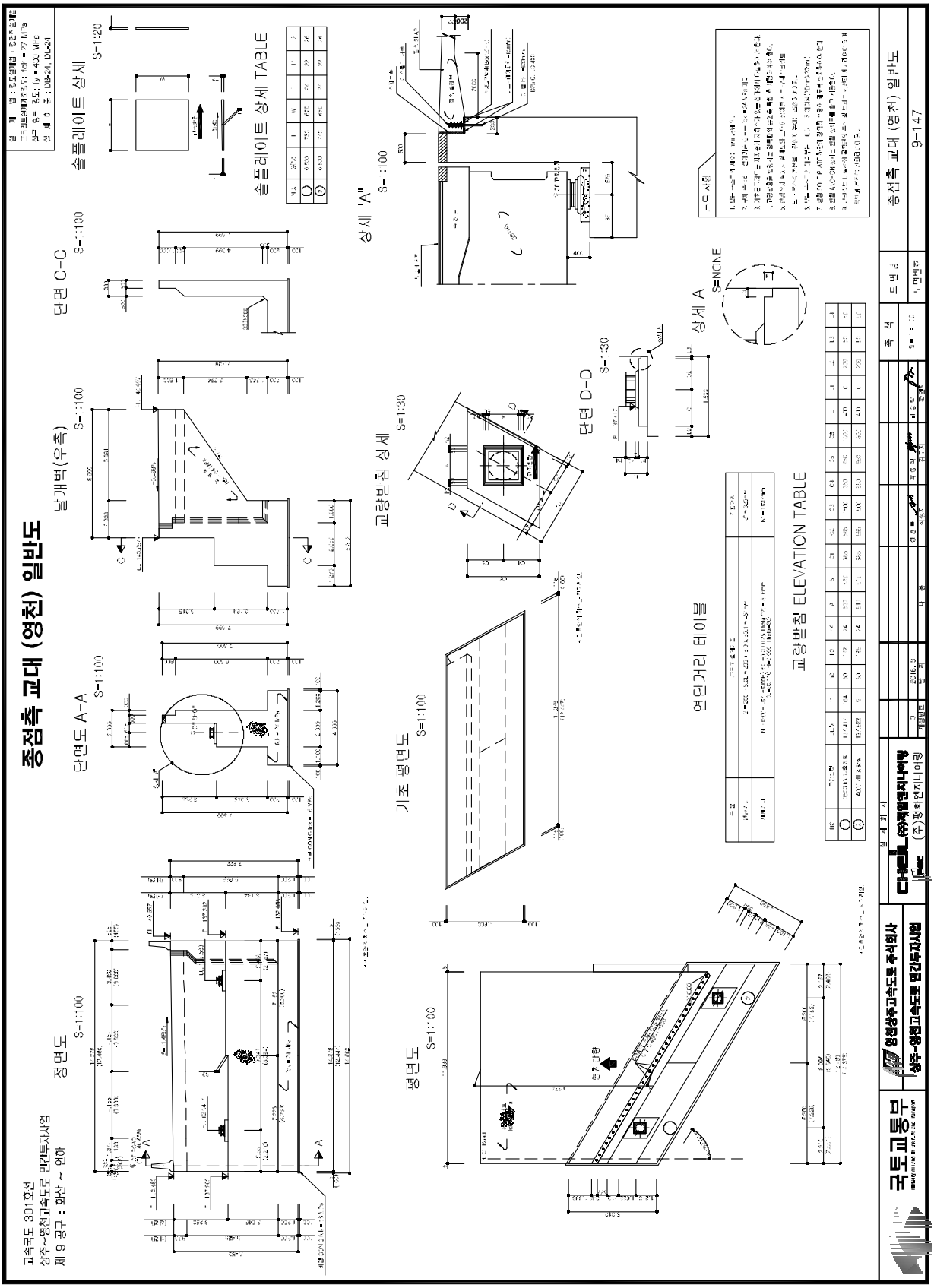
축 척	1 : 100
도면명	오미교 (영천) 강상형 일반도
도면번호	9 - 080

1.3.4 교대 일반도

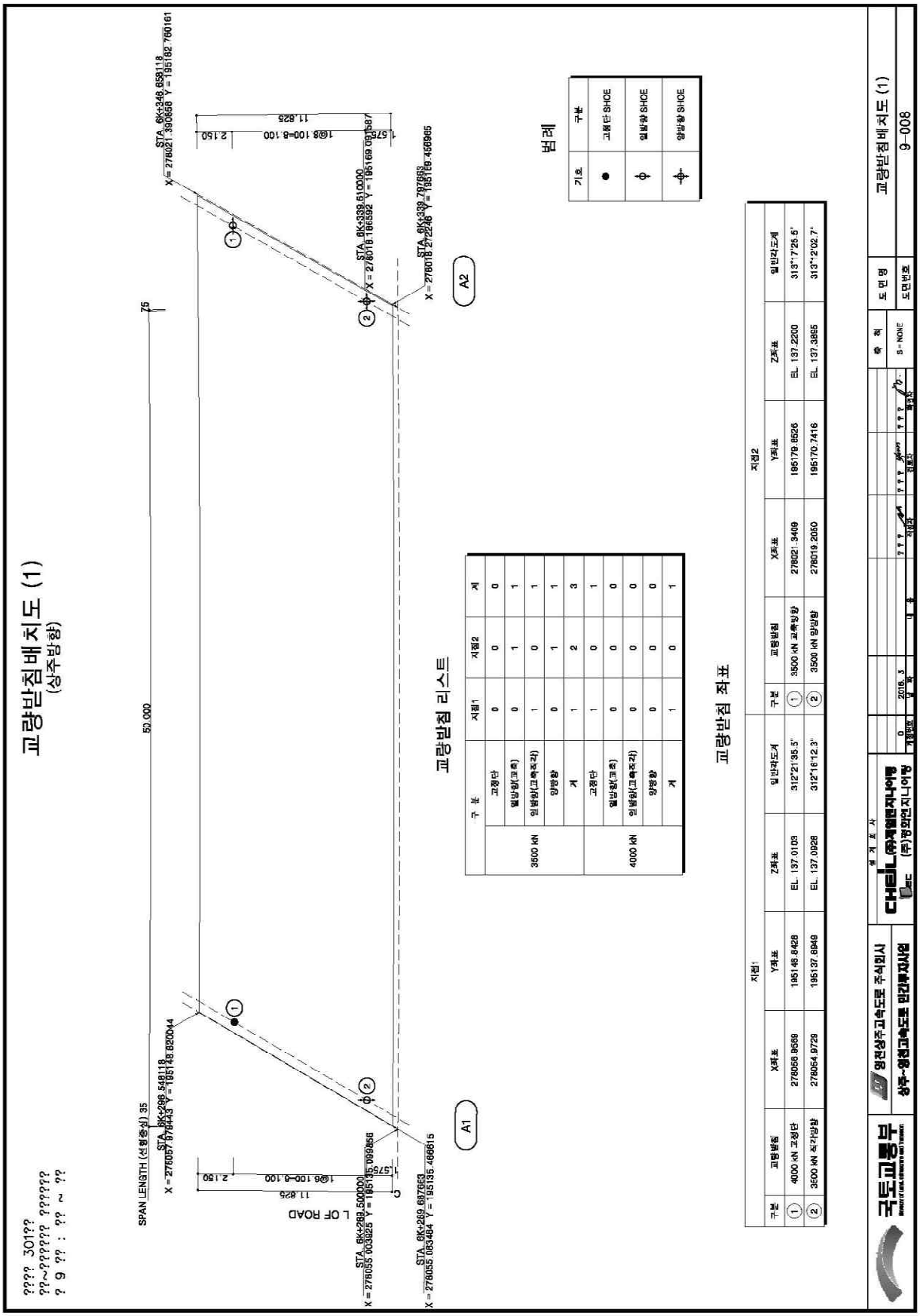

시점측 교대 (상주) 일반도
고속국도 30 호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하
국토교통부
상주~영천고속도로 민간투자사업
시점측 교대 (상주) 일반도
9-136
평면도
S=1:100
정면도
S=1:100
날개벽(우측)
S=1:100
단면도 A-A
S=1:100
단면 C-C
S=1:100
솔플레이트 상세
S=1:20
솔플레이트 상세 TABLE
상세 'A'
S=1:100
교량받침 상세
S=1:30
기초 평면도
S=1:100
연단거리 테이블
단면 D-D
S=1:30
상세 A
S=NONE
교량받침 ELEVATION TABLE


종점측 교대 (상주) 일반도
종점측 교대 (상주) 일반도
9-137
국도교통부
영천상주고속도로 주식회사
상주-영천고속도로 민간투자사업
(주)삼화엔지니어링
CHEIL 제일엔지니어링
교량받침 ELEVATION TABLE
연단거리 테이블
슬폴레이트 상세 TABLE
단면 A-A
단면 B-B
단면 D-D
기초 평면도
교량받침 상세
날개벽(좌측)
슬폴레이트 상세
상세 "A"
상세 A
평면도
정면도
노트사항
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 안계


시점측 교대 (영천) 일반도
9-146
교량받침 ELEVATION TABLE
연단거리 테이블
슬플레이트 상세 TABLE
교량받침 상세
상세 'A'
상세 A
단면 B-B
단면 D-D
단면도 A-A
날개벽(좌측)
기초 평면도
정면도
평면도
교속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 안마
국토교통부
상주-영천고속도로 민간투자사업
(주)평화엔지니어링
DAELIM (주)대림엔지니어링

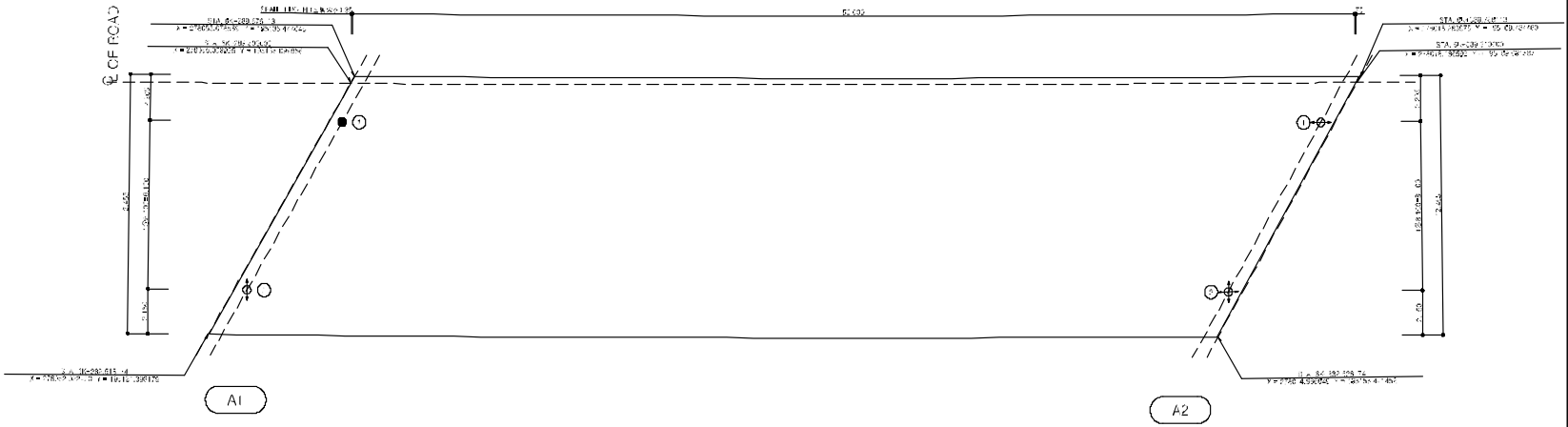

종점측 교대 (영천) 일반도
정면도
단면도 A-A
날개벽(우측)
단면 C-C
슬플레이트 상세
상세 'A'
교량받침 상세
단면 D-D
상세 A
기초 평면도
평면도
연단거리 테이블
교량받침 ELEVATION TABLE
종점측 교대 (영천) 일반도
9-147
국토교통부
영천상주고속도로 주식회사
상주-영천고속도로 민간투자사업
(주)청화엔지니어링

1.3.5 교량받침 배치도 및 상세도



고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화신 ~ 인하

교량받침배치도 (2)
(영천방향)



교량받침 리스트

구 분		A1	A2	P
400C 시	고정	0	0	0
	방향(종방향)	0	-	-
	방향(횡방향)	0	0	0
	가동	0	0	0
	계	0	-	-
400C 시	고정	1	0	
	방향(종방향)	0	0	0
	방향(횡방향)	1	0	-
	가동	0		-
	계	2		0

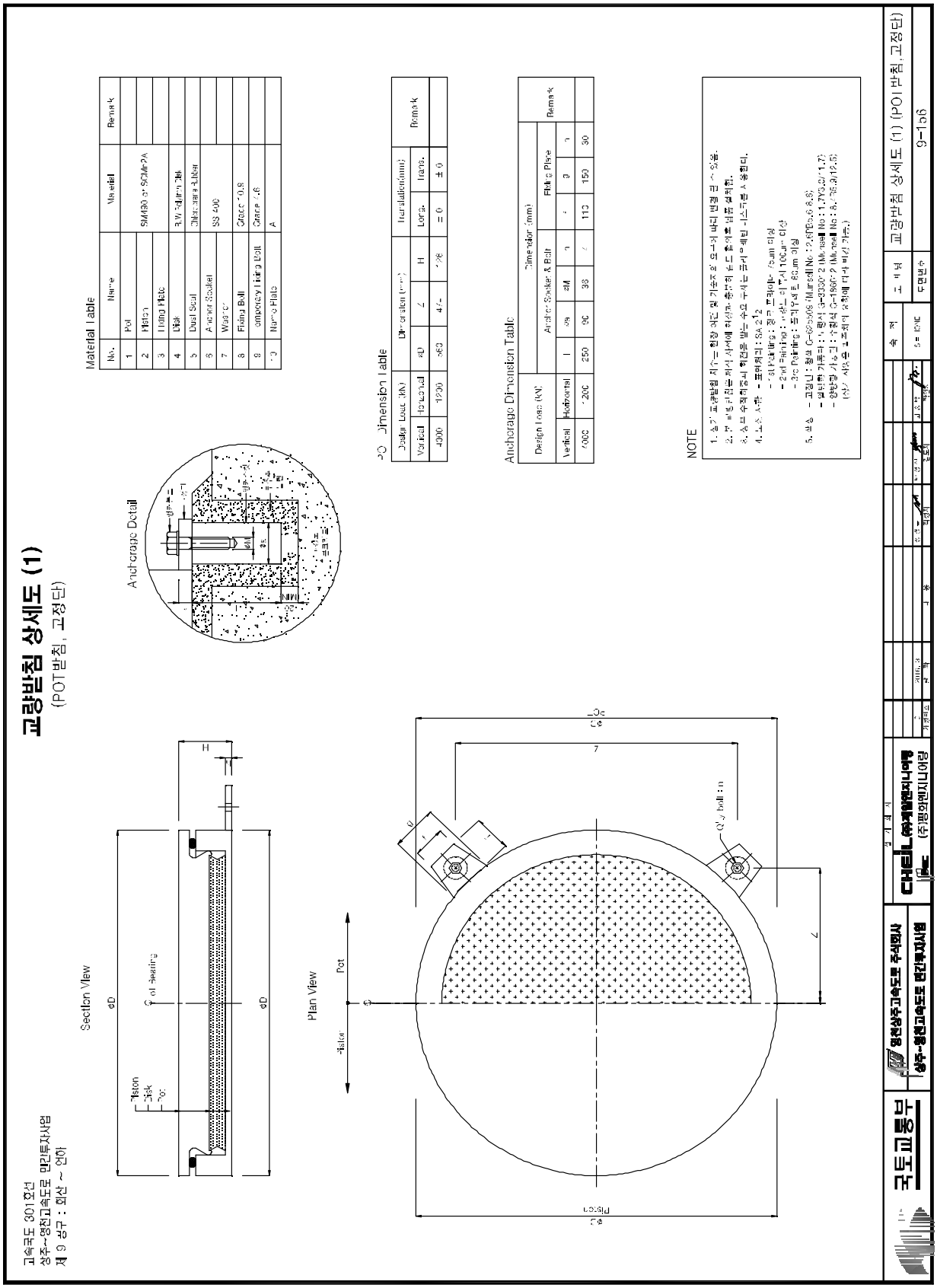
교량받침 좌표

지점 1						지점 2					
구분	교량받침 명	X 좌표	Y 좌표	Z 좌표	설치각 (각)	구분	교량받침 명	X 좌표	Y 좌표	Z 좌표	설치각 (각)
①	400C시 고정용	278054.0458	85 35.4633	EL : 87.5004	S 21° 34' 41"	①	350C시 방향용	278015.5932	126496.7305	EL : 87.470	S 21° 34' 41"
②	400C시 방향용	278055.0015	85 04.2733	EL : 87.60	S 21° 08' 51"	②	400C시 가동용	278015.4756	126527.3275	EL : 87.5805	S 21° 08' 51"

범례

기호	설명
●	노선 C-CE
◆	교량중심 C-CE
✦	지점중심 C-CL

국토교통부	영천상주고속도로 주식회사	상주~영천고속도로 민간투자사업	감 리 회 사	CHEIL (주)제일엔지니어링	(주)정화엔지니어링	C	2016. 5	기술책임	검 토	내 용	전 계	책 임	설 계	검 토	축 척	S = NON	도 면 명	교량받침배치도 (2)
																	도면번호	9-009

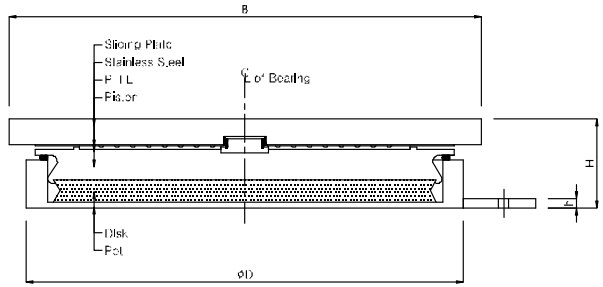

교량받침 상세도 (1)
(POT받침, 고정단)
고속국도 30호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 의산 ~ 언하
Section View
Plan View
Anchorage Detail
Material Table
Dimension Table
Anchorage Dimension Table
NOTE
교량받침 상세도 (1) (POT받침, 고정단)
9-1-56
국토교통부
상주-영천고속도로 민간투자사업
CHEIL
(주)엔지니어링

고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 회산 ~ 언하

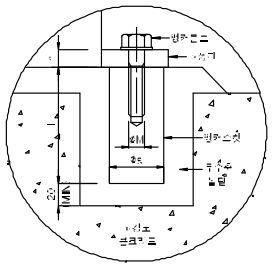
교량받침 상세도 (2)

(POT받침, 일방향)

Section View



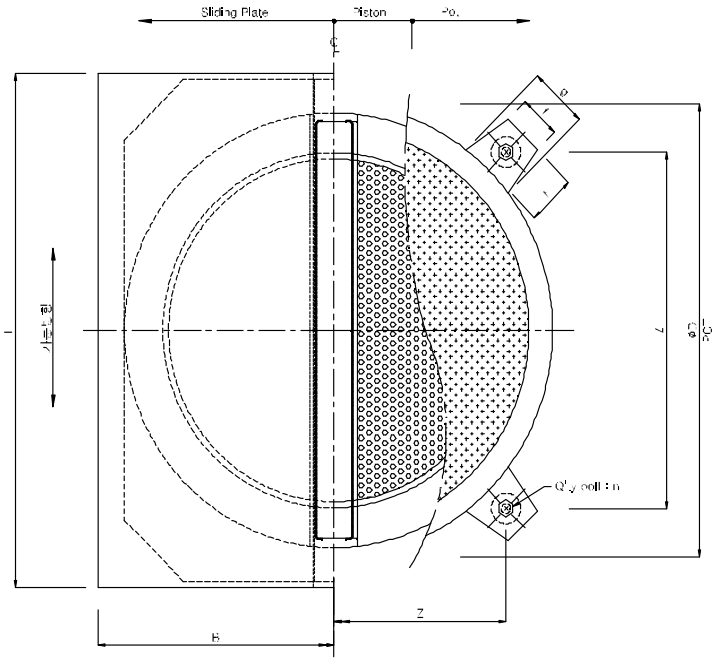
Anchorage Detail



Material Table

No.	Name	Material	Remark
1	Pot	SM490 or SCMn2A	
2	Piston		
3	Sliding Plate		
4	Fixing Plate		
5	Disk	R.W Polyurethane Disk	
6	Dus. Seal	Chloroprene Rubber	
7	Stainless Steel	STS 316	
8	Movement Gauge		
9	PTFE-TAPE	PTFE-TAPE	
10	PTFE – Disk	PTFE	
11	Anchor Socket	SS 400	
12	Washer		
13	Fixing Bolt	Grade 10.9	
14	Temporary Fixing Bol.	Grade 4.6	
15	Name Plate	Al	

Plan View



POT Dimension Table

Design Load (kN)		Dimension (mm)						Permissible Slide (mm)		Remark
Vertical	Horizontal	øD	B		Z	H		Long.	Trans.	
3500	1050	530	570	630	449	162		±50	±0	
3500	1400	540	580	640	457	164		±50	±0	
4000	1200	550	600	660	474	172		±50	±0	

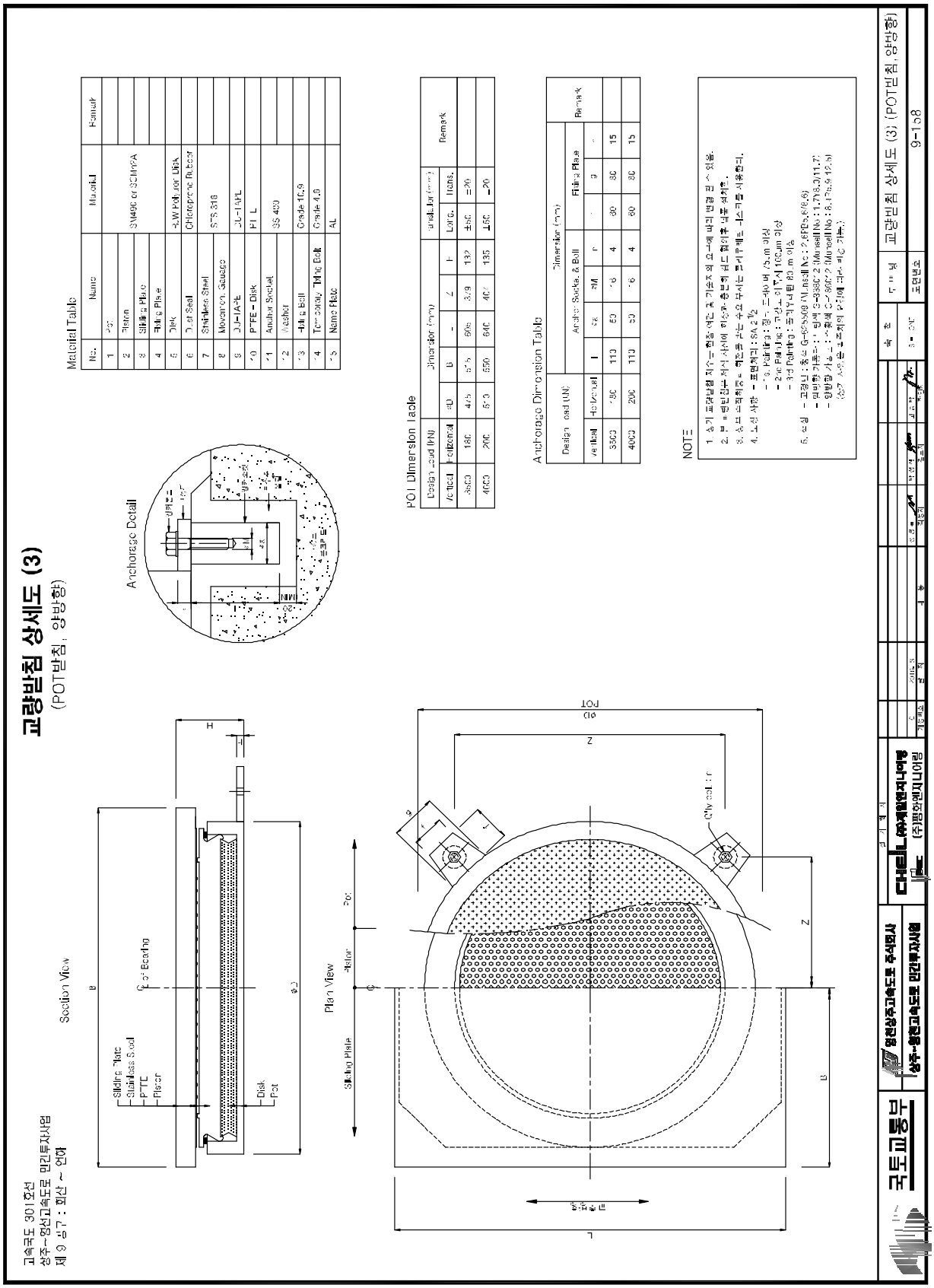
Anchorage Dimension Table

Design Load (kN)		Dimension (mm)							Remark
		Anchor Socket & Bolt				Fixing Plate			
Vertical	Horizontal	l	øa	øM	n	l	g	h	
3500	1050	250	85	33	4	135	145	25	
3500	1400	250	100	39	4	120	130	30	
4000	1200	250	90	36	4	110	150	30	

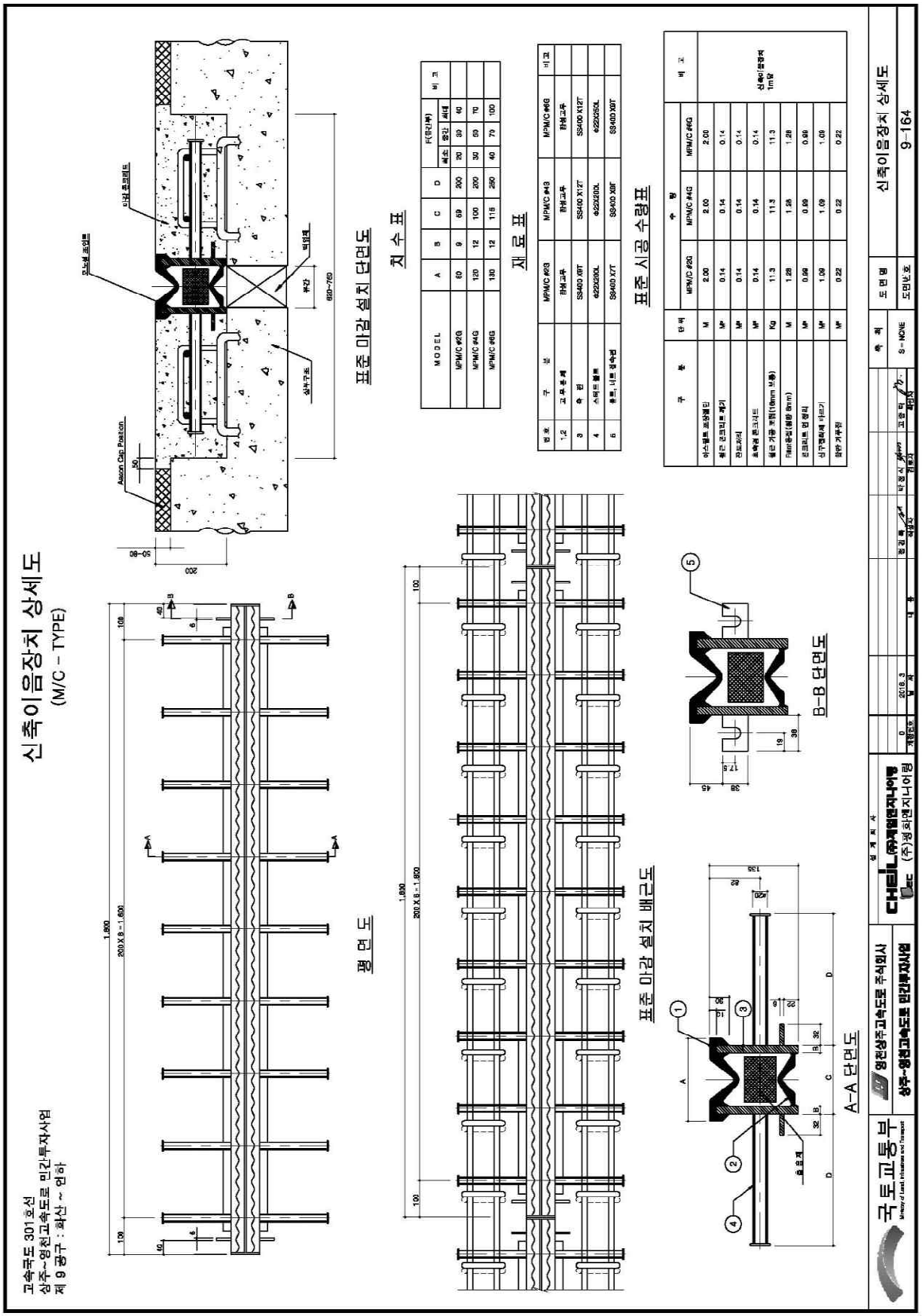
NOTE

1. 상기 교량받침 치수는 현장 여건 및 기술자의 요구에 따라 변경 될 수 있음.
2. 모든 부품들은 저식 사에에 의하여 충분히 쉽드 합의후 납품 설치함.
3. 상부 구조체중심에 회전을 받는 수요 구서는 플라스틱제의 더스트쿨을 사용함.
4. 도장 사양 - 표면처리 : SA 2½
   - 1st Painting : 징크 프라이머 75um 이상
   - 2nd Painting : 에폭시 미카시 100um 이상
   - 3rd Painting : 폴리우레탄 80um 이상
5. 색상 - 고정단 : 청색 G-6250S (Munsell No : 2.6PB5.6 8.8)
   - 연단한 가동단 : 노란색 G-3350 2 (Munsell No : 1.7Y8.3/11.7)
   - 양방향 가동단 : 주황색 G-1860 2 (Munsell No : 8.4R5.9 12.5)
   (상기 사양은 도즈치의 유한에 따라 비상 가능.)

국토교통부	영천상주고속도로 주식회사 / 상주~영천고속도로 민간투자사업	설계회사 CHEIL (주)제일엔지니어링 / (주)평화엔지니어링	축척 1= 10ND	도면명	교량받침 상세도 (2) (POT받침,일방향)
				도면번호	9-157


교량받침 상세도 (3)
(POT받침, 양방향)
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하
Section View
Plan View
Anchorage Detail
Material Table
POT Dimension Table
Anchorage Dimension Table
NOTE
국토교통부
영천상주고속도로 주식회사
상주-영천고속도로 민간투자사업
CHEIL 삼성엔지니어링
(주)원양엔지니어링
교량받침 상세도 (3) (POT받침, 양방향)
9-158
조원호

1.3.6 신축이음장치 상세도



2장 외 관 조 사

2.1 부재별 외관조사

2.2 교량받침 조사

2.3 신축이음 유간 조사

제 2 장 외 관 조 사

2.1 부재별 외관조사

2.1.1 포 장

가. 포장 전경

오미교(상주) 교면포장 전경

오미교(영천) 교면포장 전경

나. 외관조사

조사 결과

- 본 교량의 교면포장은 콘크리트(노출바닥판, t=50㎜)로 설계 · 시공되었다.
- 교면포장에 대한 외관조사결과 손상이 없이 양호한 것으로 조사되었다.
- 접속부포장에 대한 외관조사결과 손상이 없이 양호한 것으로 조사되었다.
- 교면의 평탄성 불량으로 인한 체수는 조사되지 않아 포장 상태는 차량주행시 영향이 없는 양호한 상태인 것으로 확인되었다.

【표 2.1.1】 오미교 포장 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
교면포장	상주	상태양호				
	영천	상태양호				
접속부포장	상주	상태양호				
	영천	상태양호				

2.1.2 배수시설

가. 배수시설 전경

배수구 시공 전경

배수관 시공 전경

나. 외관조사

조사 결과

- 본 교량은 직선교로서 횡방향 및 종방향 기울기에 따라 상주방향은 방호벽측에 총 9개소의 배수구가 설치되었으며, 영천방향은 중분대측에 경간당 총 3개소의 배수구가 알루미늄 재질로 시공되었다.
- 배수시설에 대한 외관조사 결과 손상이 없이 양호한 것으로 조사되었다.

【표 2.1.2】 오미교 배수시설 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
배 수 구	상주	상태양호				
	영천	상태양호				
배 수 관	상주	상태양호				
	영천	상태양호				

2.1.3 방호시설

가. 방호시설 전경

방호시설 전경(방호벽)

방호시설 전경(중분대)

나. 외관조사

조사 결과

- 방호벽 및 중앙분리대는 콘크리트로 시공되었으며, 외측으로 낙하물방지책이 설치되어있다.
- 외관조사결과 중분대에서 건조수축에 의해 발생된 것으로 추정되는 방호벽 균열(cw=0.3㎜이상)이 조사되었으며, 발생된 균열은 비구조적인 손상으로서 구조물의 안전성에는 영향이 없는 상태로 보수가 완료되었다.

【표 2.1.3】 오미교 방호시설 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
방 호 벽	상주	상태양호				
	영천	상태양호				
중 분 대	상주	상태양호				
	영천	균열(0.3㎜이상)	m	4.2 / 2	충전공법	보수완료

중분대 균열(cw=0.3㎜이상)	중분대 균열(cw=0.3㎜이상)

2.1.4 신축이음장치

가. 신축이음장치 전경

A1(상주) 신축이음장치 전경	A2(영천) 신축이음장치 전경

나. 외관조사 결과

조사 결과

- 신축이음 장치는 A1, A2에 Mono-Cell JOINT로 시공되었다.
- 외관조사 결과 본체 및 후타재는 손상이 없이 양호한 것으로 조사되었다.

【표 2.1.4】 오미교 신축이음장치 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
본 체	상주	상태양호				
	영천	상태양호				
후 타 재	상주	상태양호				
	영천	상태양호				

2.1.5 바 닥 판

가. 바닥판 전경

바닥판 전경(상주)

바닥판 켄틸레버 전경(영천)

나. 외관조사

조사 결과

- 바닥판의 내측은 프리케스트 콘크리트 판넬로, 켄틸레버부는 노출 콘크리트로 시공되었다.
- 상주방면에 대한 외관조사 결과 A1측 단부에 콘크리트 파손, A2측에 노치(물끊기홈)가 흉벽에 접촉하고 있는 것으로 조사되었으나 보수가 완료된 상태이다.
- 영천방면에 대한 외관조사 결과 A2측에 노치(물끊기홈)가 흉벽에 접촉하고 있는 것으로 조사되었으나 보수가 완료된 상태이다.

【표 2.1.5】 오미교 바닥판 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
바 닥 판	상주	단부 콘크리트 파손	㎡	0.3 / 1	단면보수	보수완료
		노치 설치불량	EA	2 / 1	마감정리	보수완료
	영천	노치 설치불량	EA	2 / 1	마감정리	보수완료

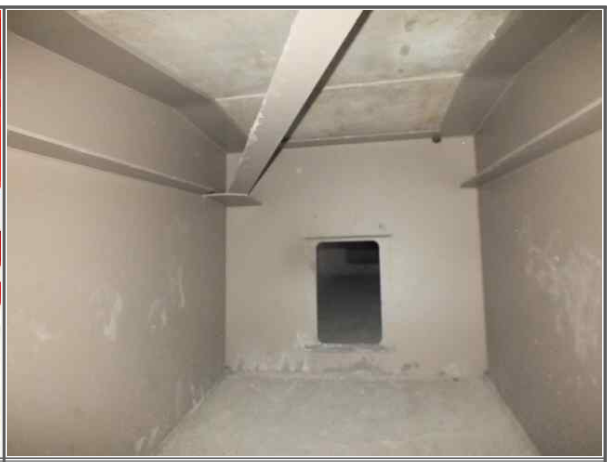
단부 콘크리트 파손(A1측)

노치 설치불량(A2측)

2.1.6 거 더

가. 거더 전경

거더 외부 전경(상주)



거더 내부 전경(영천)

나. 외관조사

조사 결과	•거더는 SB-Arch 합성거더교 형식으로 방향별로 2개의 거더가 시공되었다. •상주방면에 대한 외관조사 결과 STB 거더 외부는 양호한 상태이며, A1측 내부에서 체수가 조사되었으나 청소가 완료되었다. •영천방면에 대한 외관조사 결과 STB 거더 내·외부 모두 양호한 상태로 조사되었다.

【표 2.1.6】 오미교 거더 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
거더 (상주)	외부	상태양호				
	내부	체 수	㎡	2.5 / 1	청소	보수완료
거더 (영천)	외부	상태양호				
	내부	상태양호				

체수(상주-A1측)

공 란

2.1.7 2차 부재

가. 2차부재 전경

가로보 전경(상주)

가로보 전경(영천)

나. 외관조사

조사 결과

- 가로보는 방향별로 총 8개소가 강재로 시공되었다.
- 2차부재에 대한 외관조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 2.1.7】 오미교 2차부재 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
2차부재	상주	상태양호				
	영천	상태양호				

2.1.8 교량받침

가. 교량받침 전경

양방향이동단(상주)	고정단(상주)	종방향이동단(영천)	고정단(영천)

나. 외관조사

조사 결과

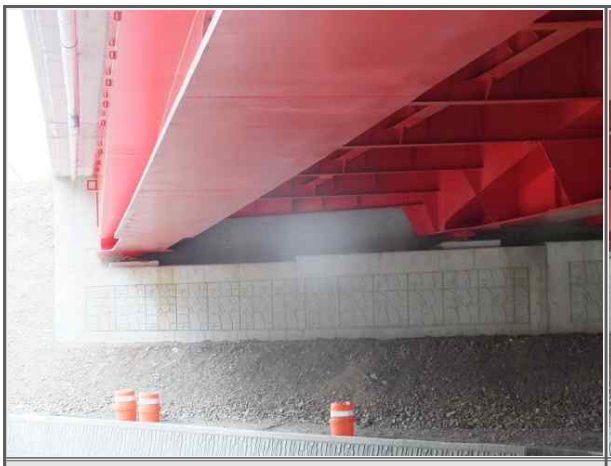
- 교량받침은 포트받침으로 방향별로 교대에 2개소씩 총 8개소가 시공되었다.
- 상주방면에 대한 외관조사 결과 받침 본체의 가동상태는 양호하였으며, 무수축몰탈에 손상은 없는 상태로 확인되었다.
- 영천방면에 대한 외관조사 결과 받침 본체의 가동상태는 양호하였으며, 무수축몰탈에 손상은 없는 상태로 확인되었다.

【표 2.1.8】 오미교 교량받침 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
교량받침	상주	상태양호				
	영천	상태양호				
무수축몰탈	상주	상태양호				
	영천	상태양호				

2.1.9 교 대

가. 교대 전경



교대2 전경(상주)

교대2 전경(영천)

나. 외관조사

조사 결과

- 본 교량의 교대는 역T형으로, A1, A2는 직접기초로 시공되었다.
- 상주방면 교대에 대한 외관조사 결과 균열(0.2~0.3㎜) 규모의 균열이 조사되었으나 보수가 완료된 상태이다.
- 영천방면 교대에 대한 외관조사 결과 균열(0.2~0.3㎜), 국부적인 백태가 조사되었으나 보수가 완료된 상태이다.

【표 2.1.9】 오미교 교대 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
교 대	상주	균열(0.3㎜미만)	m	5.2 / 2	표면처리	보수완료
		균열(0.3㎜이상)	m	11.9 / 5	수지주입	보수완료
	영천	균열(0.3㎜미만)	m	6.0 / 2	표면처리	보수완료
		균열(0.3㎜이상)	m	2.8 / 1	수지주입	보수완료
		백태	㎡	0.02 / 1	표면보호	보수완료
기 초	상주	-확인불가-				
	영천	-확인불가-				

상주 A1 균열(cw=0.3㎜)

상주 A1 균열(cw=0.2㎜)

상주 A2 흉벽 균열(cw=0.5㎜)

영천 A1 균열(cw=0.2㎜)

영천 A2 균열(cw=0.3㎜)

영천 A2 흉벽 백태

2.1.10 외관조사 결과

가. 오미교(상주)

【표 2.1.10】 오미교(상주) 외관조사 결과

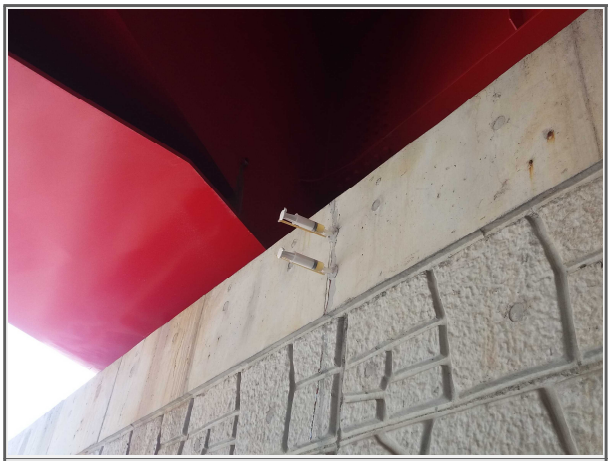
구 분	손 상 내 용	비고
포 장	•상태양호	
배수시설	•상태양호	
방호시설	•상태양호	
신축이음장치	•상태양호	
바 닥 판	•단부 콘크리트 파손 1개소 발생 •노치 설치불량 1개소 발생	
거 더	•외부 상태양호 •내부 체수 1개소 발생(A1측)	
2차부재	•상태양호	
교량받침	•상태양호	
교 대	•균열(0.3㎜미만) 2개소 발생 •균열(0.3㎜이상) 5개소 발생	
보수현황	•점검시 교량에 발생된 손상에 대하여 1차 보수가 완료되었으며, 추가적으로 발생된 손상에 대하여 보수가 진행중 또는 완료된 것으로 확인되었다.	

나. 오미교(영천)

【표 2.1.11】 오미교(영천) 외관조사 결과

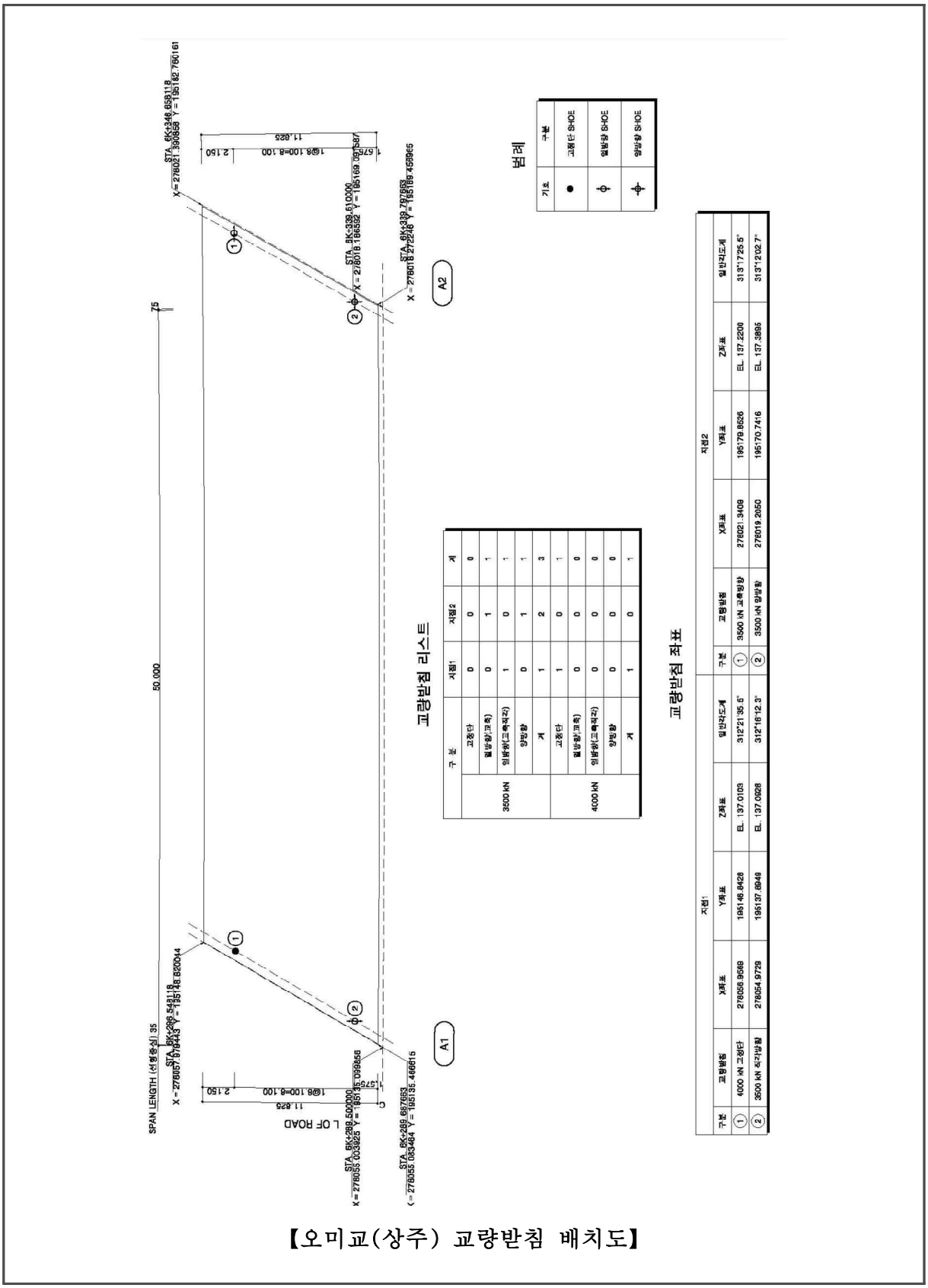
구 분	손 상 내 용	비고
포 장	•상태양호	
배수시설	•상태양호	
방호시설	•중분대 균열(0.3㎜이상) 2개소 발생	
신축이음장치	•상태양호	
바 닥 판	•노치 설치불량 1개소 발생	
거 더	•외부 상태양호 •내부 상태양호	
2차부재	•상태양호	
교량받침	•상태양호	
교 대	•균열(0.3㎜미만) 2개소 발생 •균열(0.3㎜이상) 1개소 발생 •흉벽 국부적인 백태 발생	
보수현황	•점검시 교량에 발생된 손상에 대하여 1차 보수가 완료되었으며, 추가적으로 발생된 손상에 대하여 보수가 진행중 또는 완료된 것으로 확인되었다.	

2.1.11 대표 보수 사진

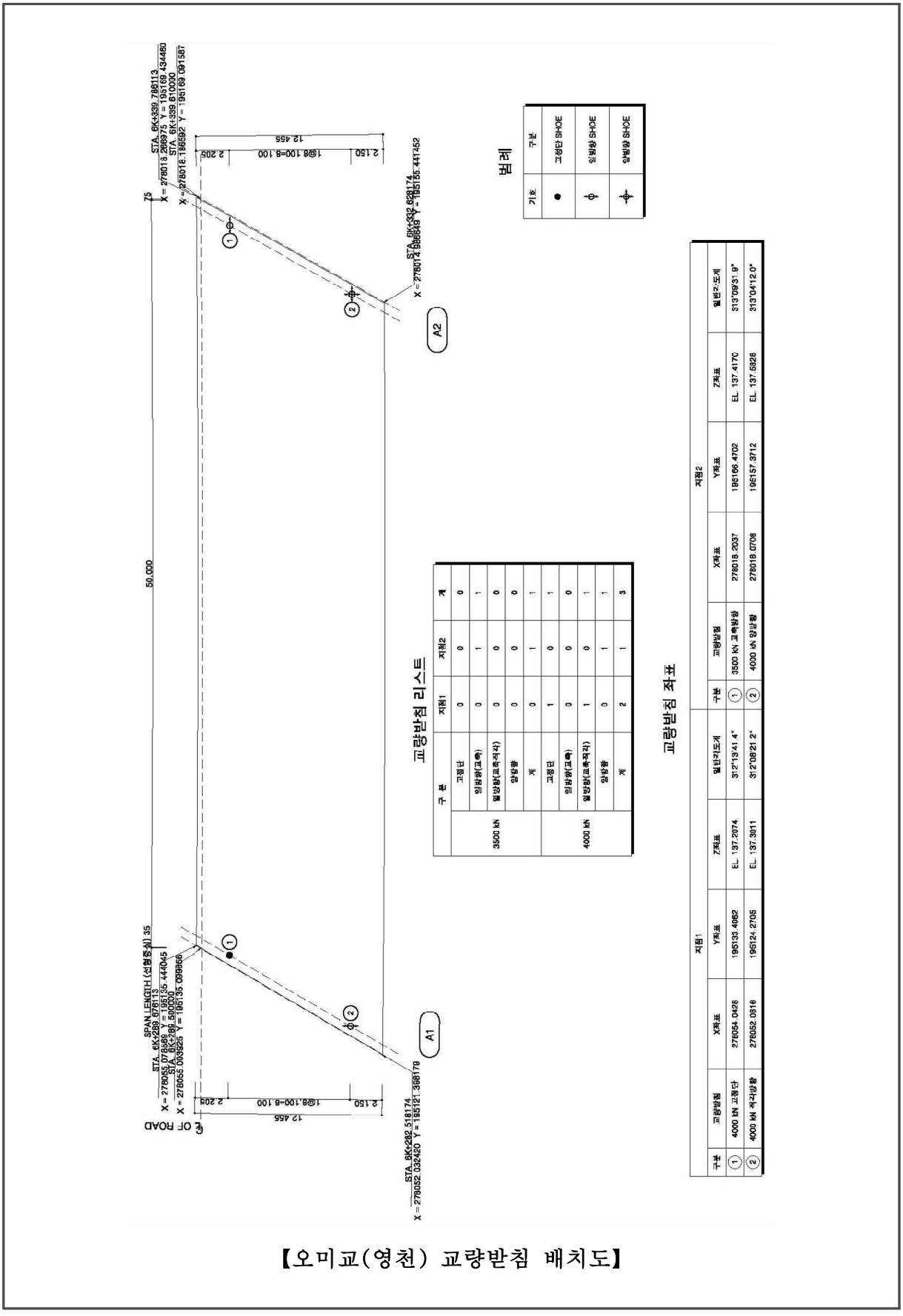
바닥판 보수(상주)	중분대 균열보수(상주)
교대1 균열보수(상주)	교대2 균열보수(상주)
	
교대1 균열 보수(영천)	교대2 균열 보수(영천)

2.2 교량받침 조사

2.2.1 교량받침 배치도



【오미교(상주) 교량받침 배치도】



【오미교(영천) 교량받침 배치도】

2.2.2 교량받침 이동량조사

가. 상주방향

위 치	상주방향				비 고 (허용변위)
	SH01		SH02		
A1	•	- / 0	↔	- / 0	고정단 : 4,000kN 횡방향 : 3,500kN
A2	↕	↓ / 26㎜	✣	↓ / 25㎜	교축방향 : 3,500kN 양방향 : 3,500kN

※ 이동방향/이동량(㎜), 시점으로 이동(↑), 종점으로 이동(↓)

나. 영천방향

위 치	영천방향				비 고 (허용변위)
	SH01		SH02		
A1	•	- / 0	↔	- / 0	고정단 : 4,000kN 횡방향 : 4,000kN
A2	↕	↓ / 23㎜	✣	↓ / 26㎜	교축방향 : 3,500kN 양방향 : 4,000kN

※ 이동방향/이동량(㎜), 시점으로 이동(↑), 종점으로 이동(↓)

다. 교량받침 이동량 검토

1) 신축량 계산(총 신축량 = 온도에 의한 신축량)

교량종류	온도변화		선팽창계수
	보통지방	한랭한 지방	
콘크리트교	-5℃ ~ +35℃	-15℃ ~ +35℃	1.0×10^{-5}
강 교	-10℃ ~ +40℃	-20℃ ~ +40℃	1.2×10^{-5}

▣ 온도에 의한 신축량(△lt)

보통지방, 강교 -10 ~ +40℃

콘크리트교 -5 ~ +35℃

$\triangle lt = \triangle T \times \alpha \times L$

여기서 ΔT = 온도변화

α = 선팽창계수 (콘크리트교:1.0×10^{-5}, 강교:1.2×10^{-5})

L = 신축들보의 길이

2) 활하중에 의한 거더의 처짐으로 발생하는 이동량

교대부 및 신축이음부 받침의 신장여유량에만 적용.

$\Delta Lr = \Sigma(hi \times \theta i)$

여기서

hi = 보의 중립축에서 받침 회전 중심까지의 거리(2/3h)

θi = 받침까지의 보의 회전각(콘크리트교:1/300, 강교:1/150)

3) 교량받침 조사일

- A1, A2 조사일 : 2017년 05월 12일, 일평균기온 17.1℃

4) 신장시 검토

① 온도변화에 의한 신장량

구 분	최고온도	일평균 기온	ΔT(℃)	선팽창계수 (α)	신축장(㎜)	계산최대 신장량(Δlt)
A1	고정단					
A2	40	17.1	22.9	0.000012	50,000	14

② 활하중에 의한 거더의 처짐으로 발생하는 이동량

구 분	거더의 높이(h)	보의 회전각(θi)	이동량(ΔLr)
A1	2,300	1 / 150	10
A2	2,300	1 / 150	10

③ 신장시 검토 결과

구 분			최대신장량				허용이동량(㎜)	검 토 결 과
			온도변화에 의한 신장량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	실 측 이동량	계		
상주	A1		고정단					
	A2	SH01	14	10	26	50	±50	양 호
		SH02	14	10	25	49	±50	양 호
영천	A1		고정단					
	A2	SH01	14	10	23	47	±50	양 호
		SH02	14	10	26	50	±50	양 호

※ 종점으로 이동 (+), 시점으로 이동 (−)

5) 수축시 검토

① 온도변화에 의한 수축량

구 분	최저온도	일평균 기온	⊿T(℃)	선팽창계수 (α)	신축장(㎜)	계산최대 수축량(⊿lt)
A1	고정단					
A2	−10	17.1	−27.1	0.000012	120,000	−39

② 수축시 검토 결과(활하중에 의한 이동량은 고려하지 않음)

구 분			최대수축량				허용이동량(㎜)	검 토 결 과
			온도변화에 의한 수축량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	실 측 이동량	계		
상주	A1		고정단					
	A2	SH01	−39	−	26	−13	±50	양 호
		SH02	−39	−	25	−14	±50	양 호
영천	A1		고정단					
	A2	SH01	−39	−	23	−16	±50	양 호
		SH02	−39	−	26	−13	±50	양 호

※ 종점으로 이동 (+), 시점으로 이동 (−)

라. 교량받침 이동량 검토 결과

검토의견	•교량받침에 대하여 온도변화 및 활하중에 의한 신축량 검토결과 전 구간에서 계산 신축량이 허용이동량 이내로 여유량을 확보하고 있는 것으로 조사되었다.

A2 교량받침 이동량 측정(상주)

A2 교량받침 이동량 측정(영천)

2.2.3 연단거리 검토

■ 거더의 경간길이 100m이하 : S = 200 + 5L (도로교설계기준)

■ 거더의 경간길이 100m이상 : S = 300 + 4L (도로교설계기준)

여기서, S : 받침연단거리(㎜) L : 거더의 경간길이(m)

위 치	지간길이 (m)	시방기준 (㎜)	측정결과(㎜)				비 고
			상주		영천		
			SH01	SH02	SH01	SH02	
A1	50.0	450	595	606	603	596	양 호
A2	50.0	450	589	635	578	610	양 호

A1 연단거리 측정(상주)

A1 연단거리 측정(영천)

A2 연단거리 측정(상주)

A2 연단거리 측정(영천)

2.3 신축이음 유간 조사

2.3.1 신축이음장치 유간 검토

가. 온도에 의한 신축량(△lt) = △T × α × L

교량종류	온도변화		선팽창계수
	보통지방	한랭한 지방	
콘크리트교	−5℃ ~ +35℃	−15℃ ~ +35℃	1.0×10^{-5}
강 교	**−10℃ ~ +40℃**	−20℃ ~ +40℃	**1.2×10^{-5}**

나. 신축이음장치 유간 검토

1) 신장시 검토

① A1, A2 : 2017년 05월 12일, 일평균기온 17.1℃

구 분	최고온도	일평균 기온	⊿T(℃)	선팽창계수 (α)	신축장(㎜)	계산최대 신장량(⊿lt)
A1	고정단					
A2	40	17.1	22.9	0.000012	50,000	14

구 분			계산 최대 신장량(⊿lt)	실측유간(㎜)	검토결과
상주	A1	좌측	0	13	양 호
		우측	0	14	양 호
	A2	좌측	14	30	양 호
		우측	14	27	양 호
영천	A1	좌측	0	14	양 호
		우측	0	14	양 호
	A2	좌측	14	30	양 호
		우측	14	30	양 호

2) 수축시 검토

구 분	최저온도	일평균 기온	⊿T(℃)	선팽창계수 (α)	신축장(㎜)	계산최대 수축량(⊿lt)
A1	고정단					
A2	−10	17.1	−27.1	0.000012	50,000	−16

구 분			설계유간	계산최대 수축량(⊿lt)	실측유간 (㎜)	수축여유량	검토결과
상주	A1	좌측	NO. 30	0	13	17 ≧0	양 호
		우측	NO. 30	0	14	16 ≧0	양 호
	A2	좌측	NO. 70	16	30	24 ≧0	양 호
		우측	NO. 70	16	27	27 ≧0	양 호
영천	A1	좌측	NO. 30	0	14	16 ≧0	양 호
		우측	NO. 30	0	14	16 ≧0	양 호
	A2	좌측	NO. 70	16	30	24 ≧0	양 호
		우측	NO. 70	16	30	24 ≧0	양 호

다. 신축이음장치 유간 검토 결과

검토 의견

•신축량 검토 결과 신장 및 수축시 유간을 확보하고 있어 신축이음장치 설치 상태는 양호한 것으로 판단된다.

A1(상주) 신축이음 유간측정

A2(영천) 신축이음 유간측정

2.3.2 바닥판 및 거더 유간 검토

가. 온도변화에 의한 신장량

1) A1, A2 조사일 : 2017년 05월 12일, 일평균기온 17.1℃

구 분	최고온도	일평균 기온	⊿T(℃)	선팽창계수 (α)	신축장(㎜)	계산최대 신장량(⊿lt)
A1	고정단					
A2	40	17.1	22.9	0.000012	50,000	14

나. 활하중에 의한 거더의 처짐으로 발생하는 이동량

교대부 및 신축이음부 거더의 신장여유량에만 적용.

$$\Delta Lr = \Sigma(hi \times \theta i)$$

여기서

hi = 보의 중립축에서 받침 회전 중심까지의 거리(2/3h)

θi = 받침까지의 보의 회전각(콘크리트교:1/300, 강교:1/150)

구 분	거더의 높이(h)	보의 회전각(θi)	이동량(⊿Lr)
A1	2,300	1 / 150	20
A2	2,300	1 / 150	20

※단순교에서는 2배 적용

다. 신장량 검토 결과

구 분				최대신장량			실측 신장 여유량 (㎜)	검 토 결 과
				온도변화에 의한 신장량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	계		
상주	A1	좌측	바 닥 판	0	-	0	30	양 호
			거 더	0	20	20	82	양 호
		우측	바 닥 판	0	-	0	35	양 호
			거 더	0	20	20	77	양 호
	A2	좌측	바 닥 판	14	-	14	72	양 호
			거 더	14	20	34	78	양 호
		우측	바 닥 판	14	-	14	65	양 호
			거 더	14	20	34	80	양 호

구 분				최대신장량			실측 신장 여유량 (㎜)	검 토 결 과
				온도변화에 의한 신장량(⊿lt)	활하중에 의한 이동량(⊿Lr)	계		
영천	A1	좌측	바 닥 판	0	-	0	40	양 호
			거 더	0	20	20	72	양 호
		우측	바 닥 판	0	-	0	45	양 호
			거 더	0	20	20	86	양 호
	A2	좌측	바 닥 판	14	-	14	65	양 호
			거 더	14	20	34	85	양 호
		우측	바 닥 판	14	-	14	65	양 호
			거 더	14	20	34	80	양 호

A1(상주) 바닥판

A1(상주) 거더

A2(상주) 바닥판

A1(영천) 바닥판

A1(영천) 거더

A2(영천) 바닥판

라. 바닥판 및 거더 유간 검토 결과

검토 의견

•바닥판 및 거더에 대하여 온도변화 및 활하중에 의한 처짐에 따른 유간 검토 결과 최고온도(강교 40℃)시 여유량을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

3장 내구성 조사

3.1 내구성조사 현황

3.2 콘크리트 강도시험

3.3 철근배근 탐사

3.4 탄산화깊이 측정

제 3 장 내구성 조사

3.1 내구성조사 현황

구 분	기 준			실 시		비 고
	초기점검 지침	시특법 정밀점검 기준				
		상부	하부	상부	하부	
반발경도시험	시설물당 5개소 이상	50m마다	50m마다	2	4	상주 영천
철근배근탐사	시설물당 3개소 이상	해당없음	해당없음	1	1	상주 영천
탄산화 시험	해당없음	5경간 이내 : 2~3개소 (상부에서 1개소 이상) 5경간 이상 : 3~6개소 (상부에서 2개소 이상)		1	1	상주 영천

3.2 콘크리트 강도시험

3.2.1 상부구조 반발경도

가. 상주방면

위 치		기준경도 (Ro)	방 법		평균강도 (MPa)	재령보정 계수	추정강도 (MPa)	설계강도 (MPa)
			① 식	② 식				
바닥판	S1 켄틸레버 (1회)	47.8	42.71	44.00	43.36	0.70	30.4	27
	S1 켄틸레버 (2회)	46.5	41.06	43.07	42.07	0.70	29.4	

나. 영천방면

위 치		기준경도 (Ro)	방 법		평균강도 (MPa)	재령보정 계수	추정강도 (MPa)	설계강도 (MPa)
			① 식	② 식				
바닥판	S1 켄틸레버 (1회)	44.1	38.01	41.35	39.68	0.70	27.8	27
	S1 켄틸레버 (2회)	47.3	42.07	43.64	42.86	0.70	30.0	

3.2.2 하부구조 반발경도

가. 상주방면

위 치		기준경도 (Ro)	방 법		평균강도 (MPa)	재령보정 계수	추정강도 (MPa)	설계강도 (MPa)
			① 식	② 식				
교대	A1 흉벽 (1회)	44.6	38.64	41.71	40.17	0.67	26.9	24
	A1 흉벽 (2회)	44.5	38.52	41.64	40.08	0.67	26.9	
	A2 흉벽 (1회)	45.1	39.28	42.06	40.67	0.67	27.2	
	A2 흉벽 (2회)	45.2	39.40	42.14	40.77	0.67	27.3	

나. 영천방면

위 치		기준경도 (Ro)	방 법		평균강도 (MPa)	재령보정 계수	추정강도 (MPa)	설계강도 (MPa)
			① 식	② 식				
교대	A1 흉벽 (1회)	42.3	35.72	40.06	37.89	0.67	25.4	24
	A1 흉벽 (2회)	41.2	34.32	39.27	36.80	0.67	24.7	
	A2 흉벽 (1회)	40.4	33.31	38.70	36.01	0.67	24.1	
	A2 흉벽 (2회)	40.2	33.05	38.56	35.81	0.67	24.0	

상부구조 반발경도조사

하부구조 반발경도조사

3.2.3 콘크리트 강도시험 검토의견

검토의견	•상부구조 및 하부구조에 대한 콘크리트 반발강도 측정결과 설계기준강도 이상으로 측정되어 타설된 콘크리트는 재료역학적 건전성을 유지하고 있는 것으로 판단된다.

3.3 철근배근탐사

3.3.1 철근배근탐사

가. 상주방면

측 정 위 치		철근종류		설계값(㎜)		실측값(㎜)		비 고
				배근간격	피복두께	배근간격	피복두께	
상부	S1 켄틸레버	주 철 근	H22	100	39	100	184	
		배력철근	H19	115	61	100	81	
하부	A1 흉벽	주 철 근	D16	250	72	250	101	
		배력철근	D19	125	59	100	55	

나. 영천방면

측 정 위 치		철근종류		설계값(㎜)		실측값(㎜)		비 고
				배근간격	피복두께	배근간격	피복두께	
상부	S1 켄틸레버	주 철 근	H22	100	39	150	58	
		배력철근	H19	115	61	100	75	
하부	A2 흉벽	주 철 근	D16	250	72	200	104	
		배력철근	D19	125	59	125	63	

※철근피복은 순피복두께임.

상부구조 철근배근탐사	하부구조 철근배근탐사

3.3.2 철근탐사 검토의견

검토의견

- 각 부재의 배근간격은 설계도와 거의 일치하는 것으로 조사되었으며, 피복두께는 설계기준과 다소의 오차가 있으나 시방기준 이상의 최소피복을 확보하고 있는 것으로 확인되었다.

3.4 탄산화깊이 측정

3.4.1 측정 결과

가. 상주방면

구 분		탄산화깊이	탄산화 잔여깊이	순피복두께	상태등급	판정
상 부	S1 켄틸레버	1.5 ㎜	79.5 ㎜	81.0 ㎜	a등급	양호
하 부	A1 흉벽	2.0 ㎜	53.0 ㎜	55.0 ㎜	a등급	양호

나. 영천방면

구 분		탄산화깊이	탄산화 잔여깊이	순피복두께	상태등급	판정
상 부	S1 켄틸레버	7.5 ㎜	50.5 ㎜	58.0 ㎜	a등급	양호
하 부	A2 흉벽	12.5 ㎜	50.5 ㎜	63.0 ㎜	a등급	양호

상부구조 탄산화깊이 측정	하부구조 탄산화깊이 측정

3.4.2 탄산화깊이 검토의견

검토 의견

•탄산화깊이 측정결과 대부분 탄산화 잔여깊이는 30㎜ 이상으로 상태평가 등급상 『a』 등급으로 탄산화에 의한 철근부식 발생 우려는 없는 것으로 평가되었다.

4장 재 하 시 험

4.1 개 요

4.2 정적재하시험

4.3 동적재하시험

4.4 정·동적 재하시험 고찰

제 4 장 재 하 시 험

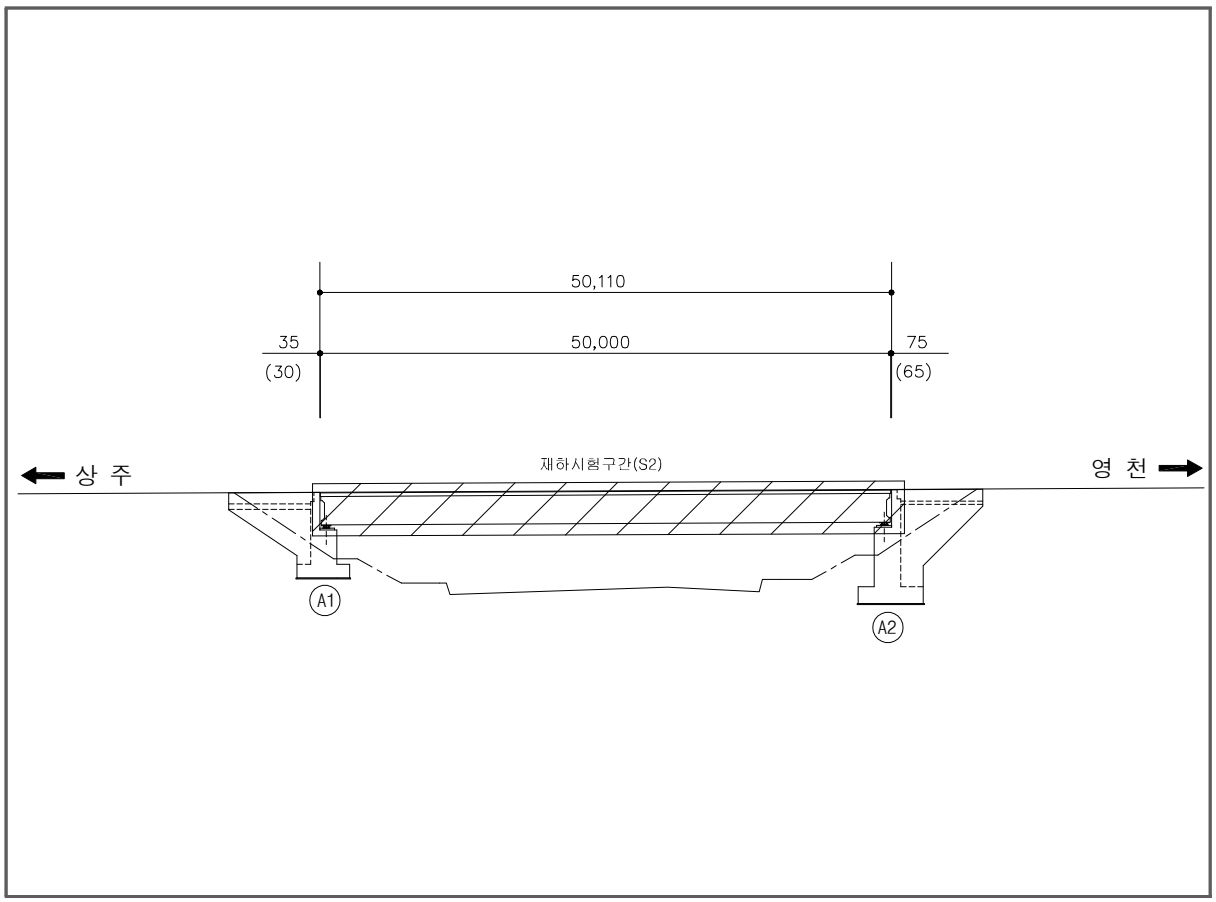
4.1 개 요

4.1.1 시험 경간선정

본 재하시험의 대상경간 선정은 차후의 정밀안전진단과 계측값 상대비교를 고려하여 교량의 대표성 및 Gauge 부착과 측정장비 설치의 용이성, 시험차량의 주행속도 및 제동거리 확보 등 현장여건을 종합적으로 고려하여 다음과 같이 선정하였다.

【시험 경간선정 및 선정사유】

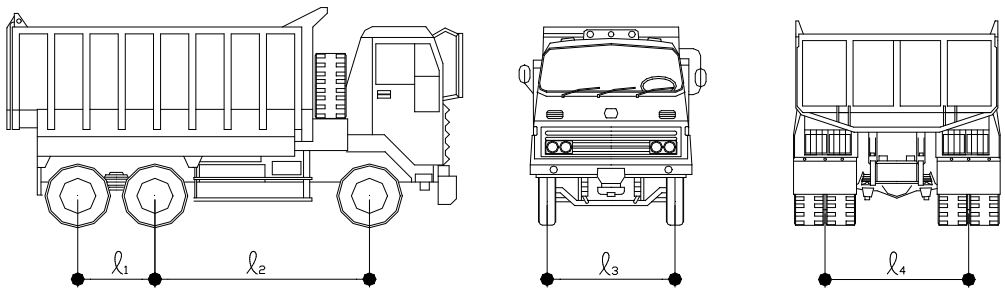
구분	시험경간/지점	지간장(L)	선 정 사 유	비 고
SB-Arch	S1(0.5L부)	50.0m	1경간 최대 정모멘트 작용구간	

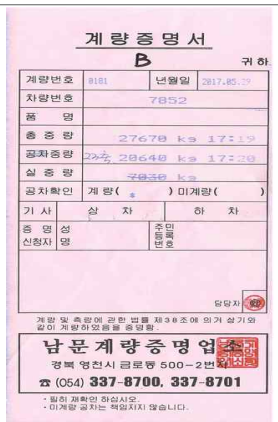


【재하시험 대상 경간】

4.1.2 시험차량

본 교량의 재하시험에 사용된 시험차량은 교량의 응답비를 크게 얻고자 15톤 덤프트럭 1대에 모래를 만재시켜 사용하였으며, 차량의 총중량은 약 28톤 수준을 유지하였다.





계 량 증 명 서

B 귀하

계량번호	8181	년월일	2017.05.29
차량번호	7852		
품 명			
총 중 량	27670 kg 17:19		
공차중량	공차 28640 kg 17:20		
실 중 량	-9970 kg		
공차확인	계 량( ) 미계량( )		
기 사	삼 차	하 차	
증명 신청자	성 명	주민 등록 번호	

담당자

계량 및 측량에 관한 법률 제38조에 의거 상기와 같이 계량하였음을 증명함.

남문계량증명업

경북 영천시 금로동 500-2번

☎ (054) 337-8700, 337-8701

· 필히 재확인 하십시오.
· 미계량 공차는 책임지지 않습니다.

계량증명서(ID 7852)

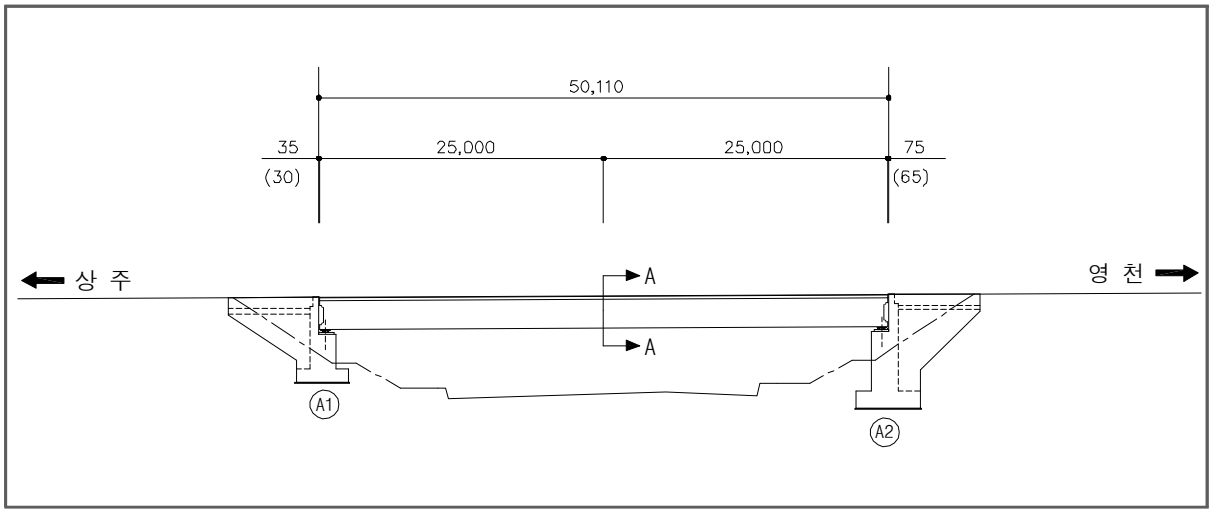
구 분 (차량번호)	차량제원(m)				차 륜 별 축 중 (ton)			
	ℓ1	ℓ2	ℓ3	ℓ4	전 륜	중 륜	후 륜	총 중 량
ID 7852	1.3	3.3	2.07	1.85	7.030	10.320	10.320	27.670

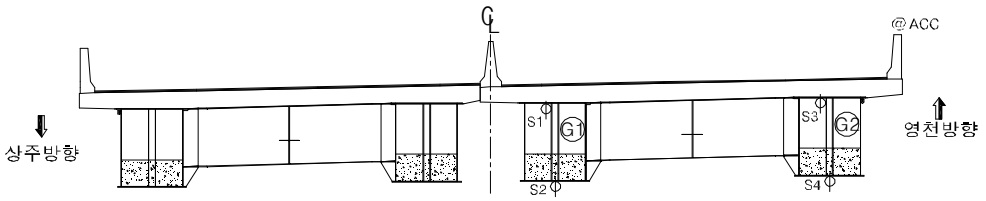
【시험차량의 제원 및 축중하중】

4.1.3 센서 설치위치 및 수량

측정항목별 센서는 대상구조물의 측정대상구간 중에서 하중재하에 따른 단면력이 최대인 단면을 선정한 후, 처짐 및 변형률이 최대로 발생하는 부위에 부착한다.

본 교량에서는 1경간의 정모멘트부 1지점을 측정단면으로 선정하고 변형률계 및 진동가속도계를 설치하였으며, 처짐계의 경우 교량하부에 차도가 있는 관계로 미설치하였다.



구 분	내 용
A-A 단면 (S1 0.5L지점)	

【센서 설치 위치】

【센서 종류 및 기호】

기 호	게이지 종류	용 도	비 고
⌽	Steel Strain Gauge	변형률 측정	휨
↟	처짐계(Displacement)	변위측정	처짐
@	가속도계(Accelerometer)	가속도 측정	고유진동수

【센서별 측정내용】

부착경간	구 분		부착위치	측정내용
S1 0.5L지점 (A-A단면)	변형률계	S1	Girder 1 상면	최대변형률
		S2	Girder 1 하면	〃
		S3	Girder 2 상면	〃
		S4	Girder 2 하면	〃
	가속도계	Acc	방호벽 상부	진동가속도

변형률게이지 설치(거더하면)

변형률게이지 설치(거더상면)

가속도계 설치

정적시험 차량 재하

동적시험 차량 주행

정, 동적 측정 장비 셋팅

정, 동적 데이터 수집

【재하시험 현황】

4.2 정적재하시험

4.2.1 개 요

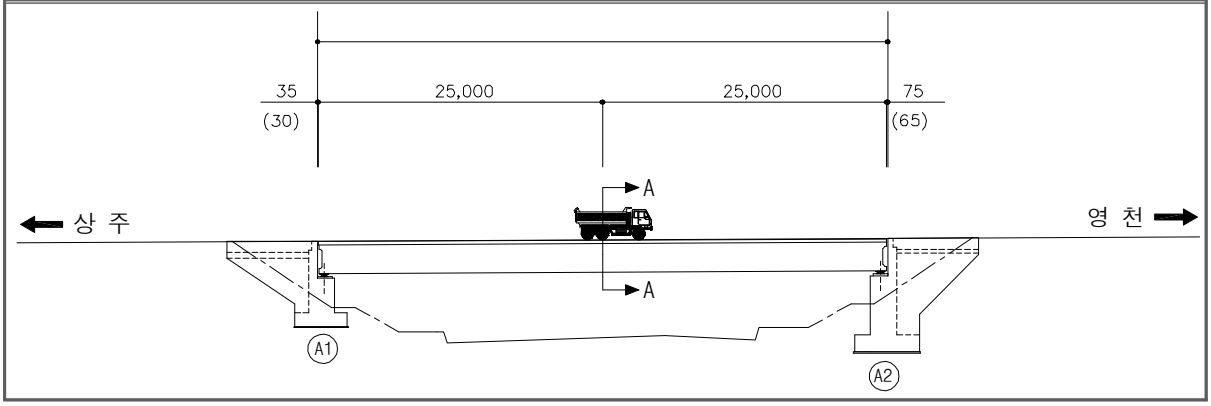
정적 재하시험의 경우 1대의 재하차량을 이용하여 상주(A1)→영천(A2)로 진행하며 실시하였다.

L.C1~L.C3까지 총 3개의 하중조합으로 구성하였으며, 각 정적재하시험의 재하 경우, 차량재하방향, Load Case별 시험차량 위치는 다음과 같다.

【정적재하시험의 LOAD CASE】

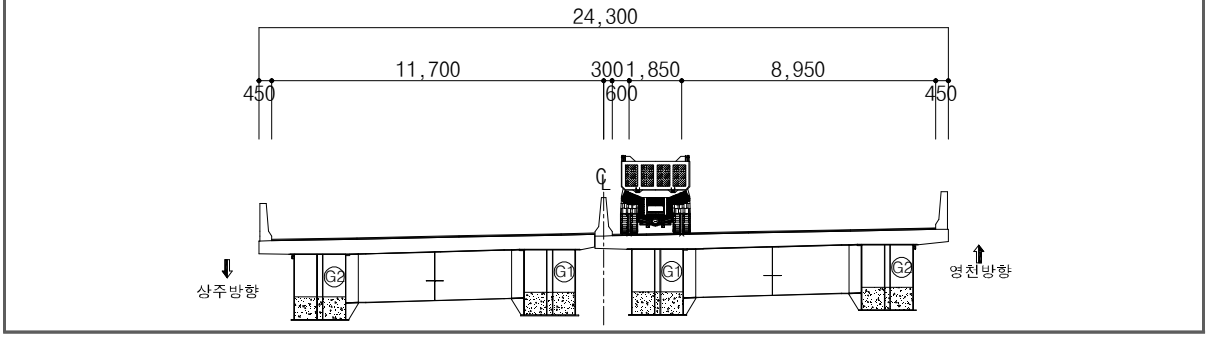
재하경우	재하위치		비 고
	단 면	위 치	
L.C 1	A-A	중분대에서 600mm이격하여 1대 재하	중분대측
L.C 2	A-A	중분대에서 4,775mm이격하여 1대 재하	교폭중앙
L.C 3	A-A	방호벽에서 600mm이격하여 1대 재하	방호벽측

1경간 정모멘트부 재하 : A-A단면

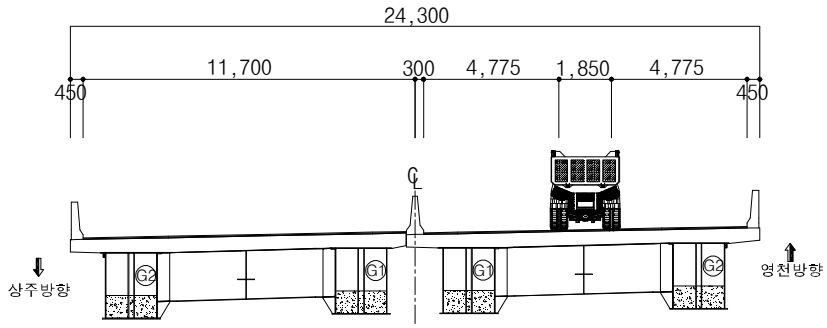


【S1경간 정적재하시험 차량재하방향】

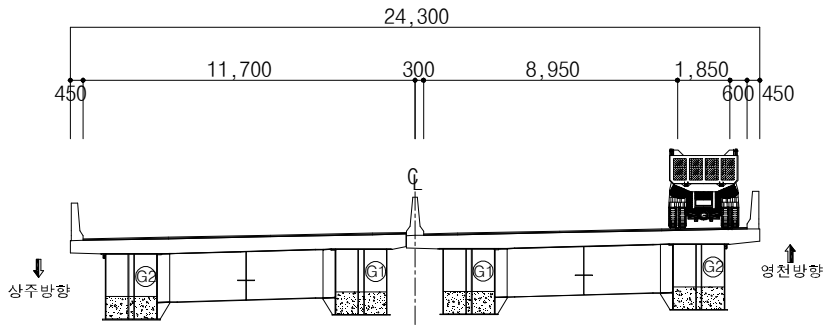
Load Case 1



Load Case 2



Load Case 3



【S1경간 Load Case별 위치(L.C 2~3)】

4.2.2 정적 재하시험 결과 및 분석

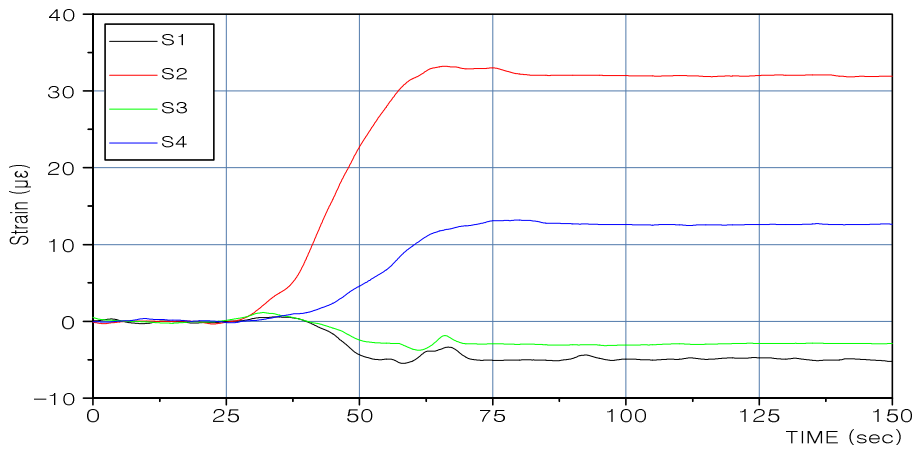
가. 처짐 및 변형율 측정 결과

본 절에서는 정적재하 경우에 따른 각 단면별 게이지의 최고 응답치를 정리하여 나타내었으며, 응답그래프의 일례를 도시하였다.

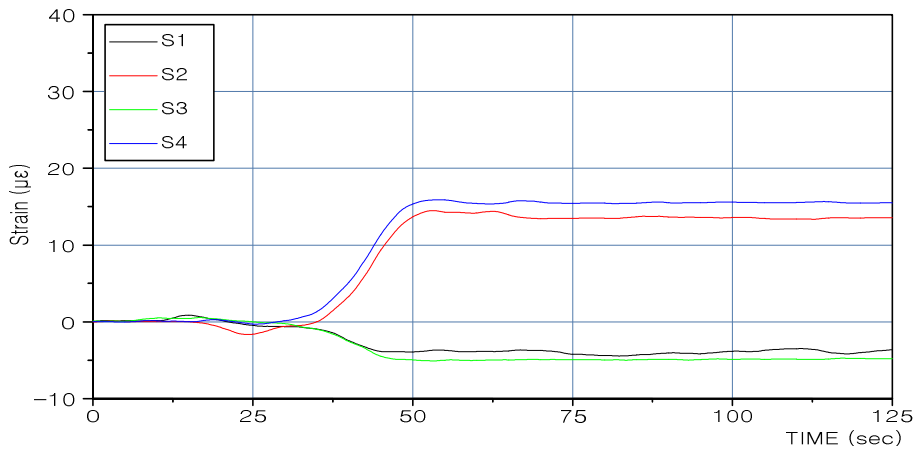
【정적재하시험 결과】

구 분	Gage No	L.C 1	L.C 2	L.C 3	비 고
S1 0.5L지점 (A-A단면)	S1	-4.85	-3.88	-1.94	$\mu\epsilon$
	S2	32.01	13.58	10.67	〃
	S3	-2.91	-4.88	-5.82	〃
	S4	12.61	15.52	36.86	〃

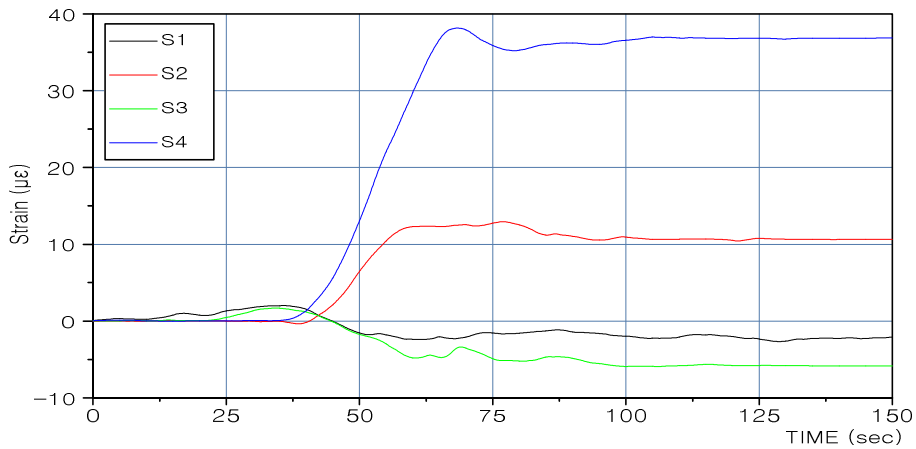
※ 변위 : (-)부호는 하향처짐, 변형률 : (-)부호는 압축임.



Load Case1



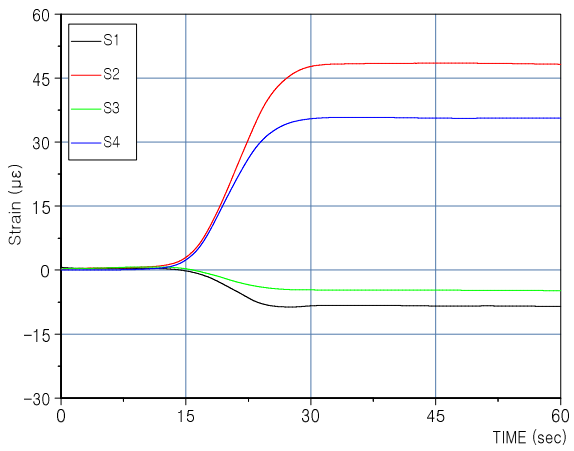
Load Case2



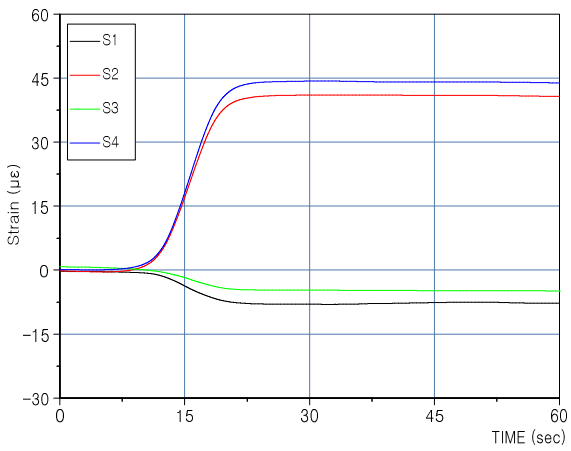
Load Case3

【S1경간 변형률-시간 GRAPH】

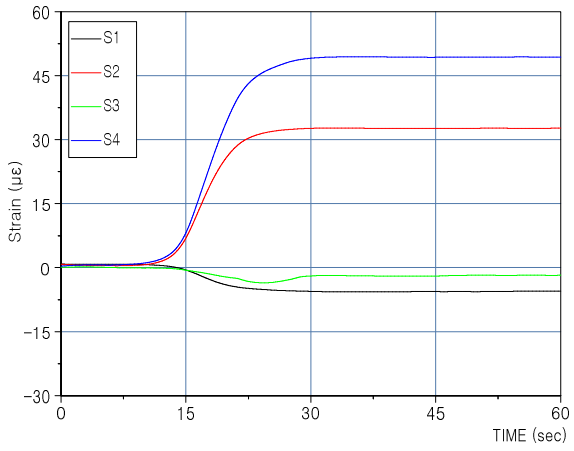
※ 각 Load Case별 최고 응답치를 나타내었으며 미기재 그래프는 부록편 참조.



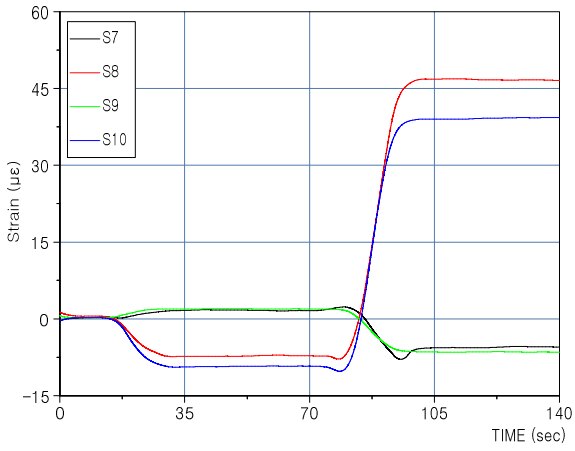
Load Case1



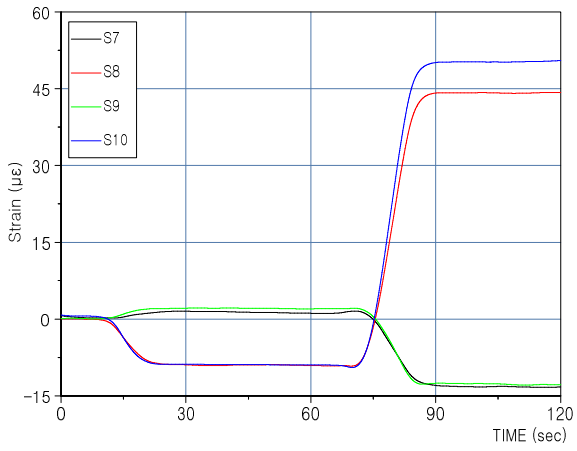
Load Case2



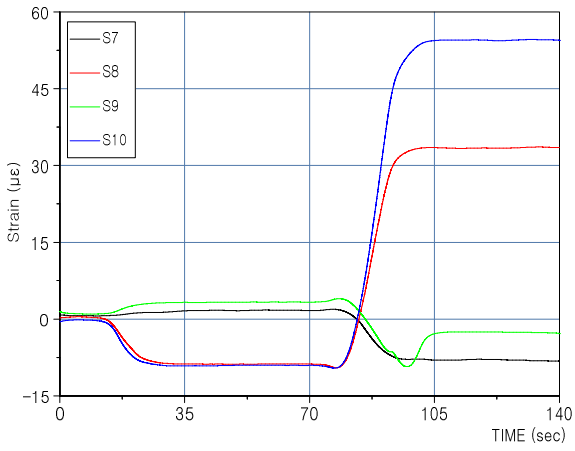
Load Case3



Load Case4



Load Case5



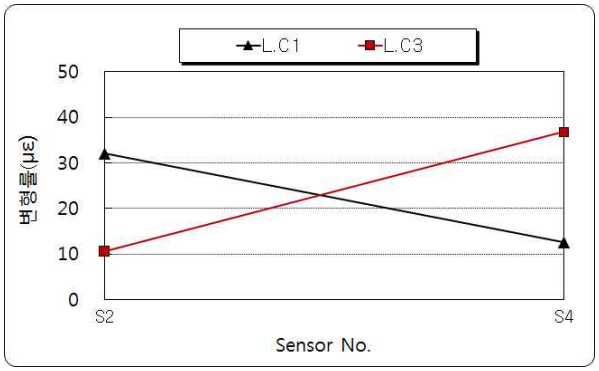
Load Case6

【변형률-시간 GRAPH】

※ 각 Load Case별 최고 응답치를 나타내었으며 미기재 그래프는 부록편 참조.

1) 횡방향 거동 특성

교량에 하중을 횡방향 중심선을 기준으로 대칭으로 재하 하여 측정결과의 거동특성을 분석하였다.



S1경간 변형률 횡분배 특성

【대칭성 분석】

검토 의견

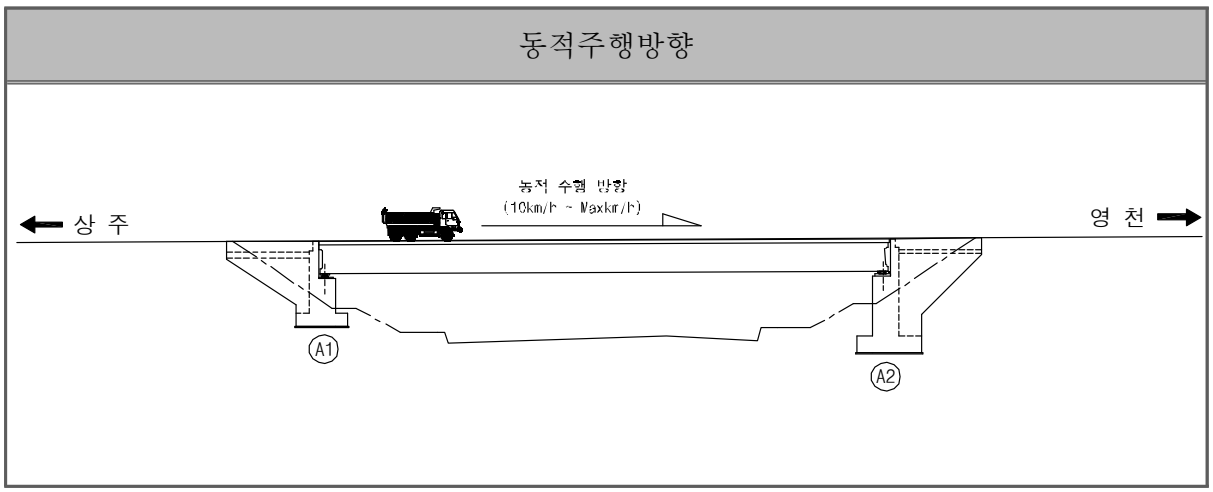
•횡방향으로 대칭되는 하중 경우에 따른 시험경간의 측정값을 비교하여 대칭성을 통한 횡방향 거동특성을 분석하였다. 실측치 분석결과 측정경간에 대한 Load Case별 측정된 값을 도시하여 횡방향 거동을 비교해보면 대상 교량의 횡방향 거동은 상단의 그래프와 같이 대칭형으로 합리적으로 거동하는 것을 알 수 있다.

4.3 동적재하시험

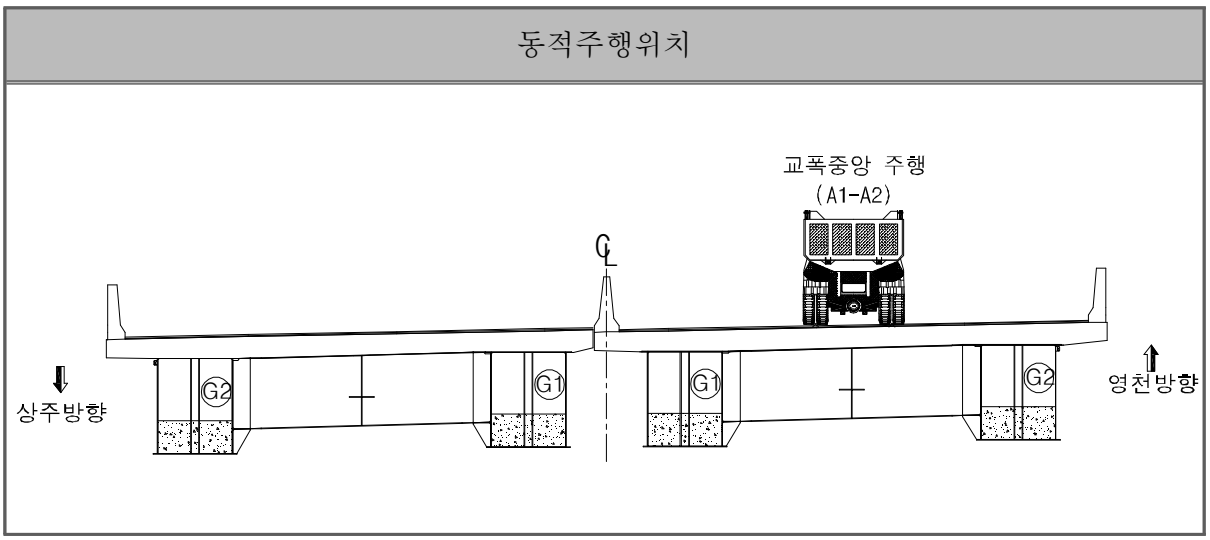
4.3.1 개 요

본 절은 구조물의 동적거동 특성을 조사하기 위하여 실 충격계수와 고유진동수를 계측하고 교량의 안전성을 검토한다. 실 충격계수는 차량속도를 10㎞/hr~최고속도까지 단계별로 속도를 증가시켜 응답치 변화량을 가지고 산출하며, 고유진동수는 진동계에서 측정된 주파수를 분석하여 산출한다.

동적재하시험은 정적재하시험시 이용된 덤프트럭을 사용하여 교폭 중앙으로 주행을 하였으며, 주행방향은 상주(A1)→영천(A2)으로 공용중 실제 주행방향을 택하여 주행 가능한 최대속도인 80km/h까지 주행을 실시하였다.



【동적재하시험 주행방향】



【동적재하시험 주행위치】

4.3.2 동적재하시험 결과 및 분석

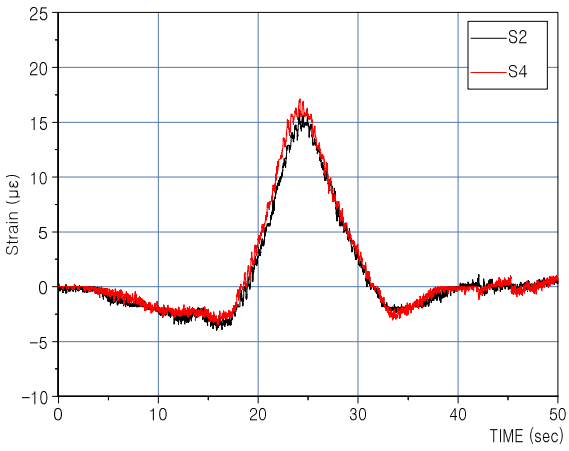
가. 동적처짐

동적 그래프는 차량이 주행한 구간에 대하여 표시하였고, 각 주행속도에 따른 동적 최대 처짐값은 다음과 같다.

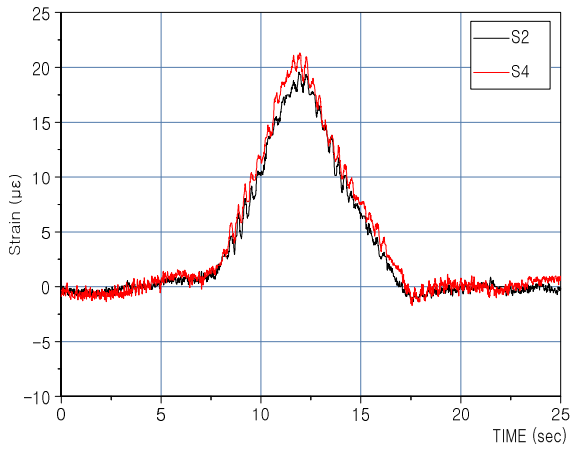
【동적재하시험 결과】

Sensor / 차량속도	S1경간		비고
	S2	S4	
10㎞/hr	16.121	17.103	με
20㎞/hr	19.573	21.319	με
30㎞/hr	20.271	21.895	με
40㎞/hr	21.190	22.147	με
50㎞/hr	19.113	20.242	με
60㎞/hr	20.825	21.325	με
80㎞/hr	20.686	23.264	με

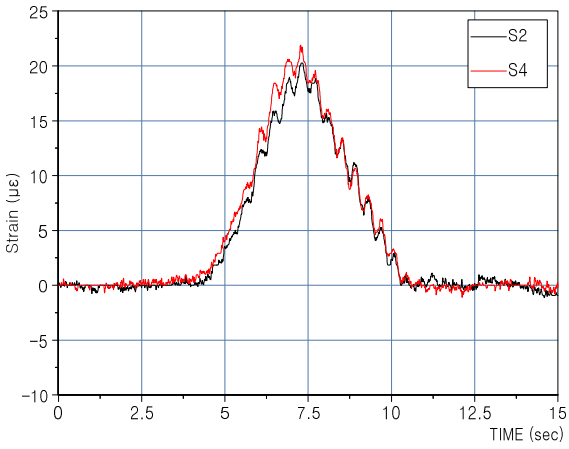
※ 변위 : (-)부호는 하향처짐임



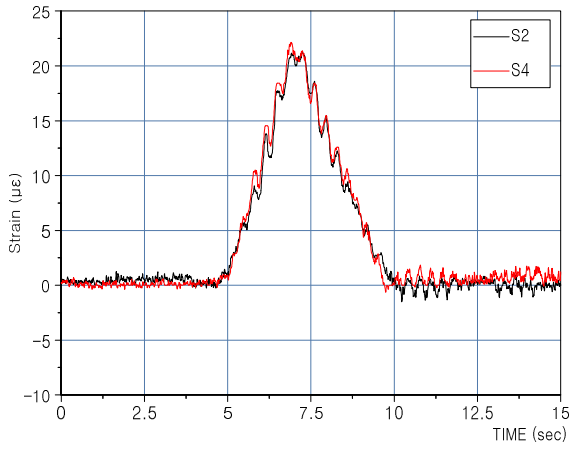
10㎞/hr



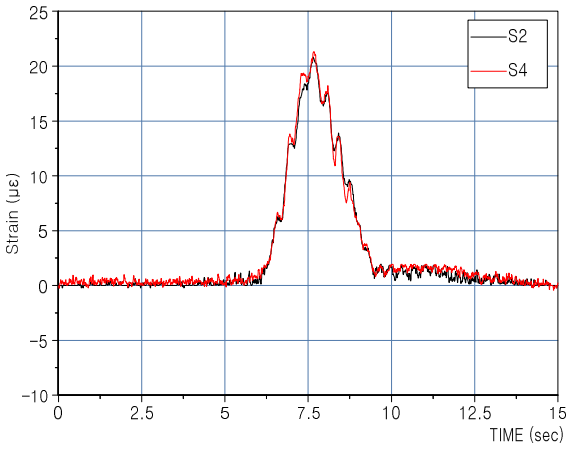
20㎞/hr



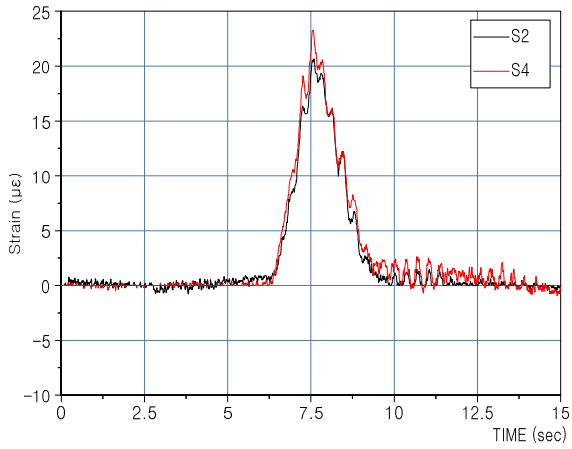
30㎞/hr



40㎞/hr



60㎞/hr



80㎞/hr

【동적주행 변형률-시간 GRAPH】

※ 미기재 그래프는 부록 참조.

나. 충격계수 분석결과

교량의 충격계수는 노면상태 및 노후도에 의하여 영향을 받으며, 차량 하중의 정적응답에 대한 동적응답의 비를 동적증폭률이라고 하는데 구조물의 설계나 내하력 평가시에는 이것이 충격계수가 된다.

따라서 동적재하시험을 통하여 충격계수를 산출하고, 이 값을 설계하중효과에 곱함으로써 동적효과를 고려한 실제적인 내하력평가를 수행할 수 있다.

통상 저속주행(10㎞/h)시 발생하는 응답을 정적응답치로 간주하고, 이 값에 대한 속도별 최대응답치와의 비로써 충격계수를 산정하는 방법을 이용하였으나, 정적응답으로 간주하는 저속주행시의 응답에도 동적 효과가 포함되어 있으며, 정확하게 동일한 위치로 주행을 반복하는 것이 불가능하므로 최근에는 동적측정결과를 Low Pass Filter를 하여 동적효과를 제거한 정적 응답결과에 대한 동적측정 결과와 비로써 각 속도별 충격계수를 구하는 방법을 사용하였다.

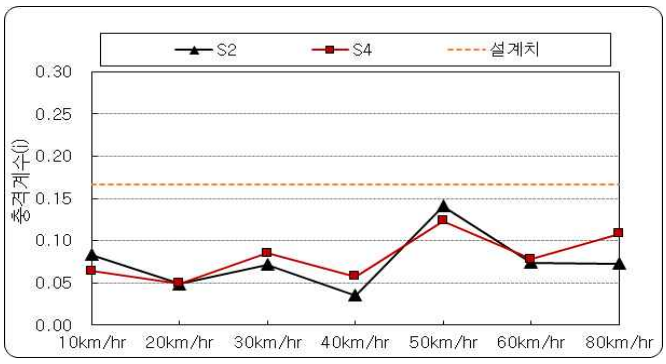
최대 동적 처짐 및 최대 정적 처짐에 의한 교량의 충격계수는 다음과 같다.

$$i = \frac{Ddyn - Dsta}{Dsta}$$

여기서, Ddyn : 동적최대처짐

Dsta : Ddyn에서의 Low Pass Filtering한 최대처짐

동적재하시험에서 충격계수의 산정은 측정된 동적 DATA를 산정식에 따라 개별 충격계수를 구한 후 그 값 중 가장 큰 값을 대표값으로 선정하였으며 다음표에 나타내었다. 대표 실측충격계수는 시속 50㎞/hr의 속도일 때 0.141(S2)로 분석되어 도로교 설계 기준에서 제시하는 계산 충격계수 0.167보다 작게 나타나 이동하중에 의한 충격의 영향은 양호한 것으로 판단된다.



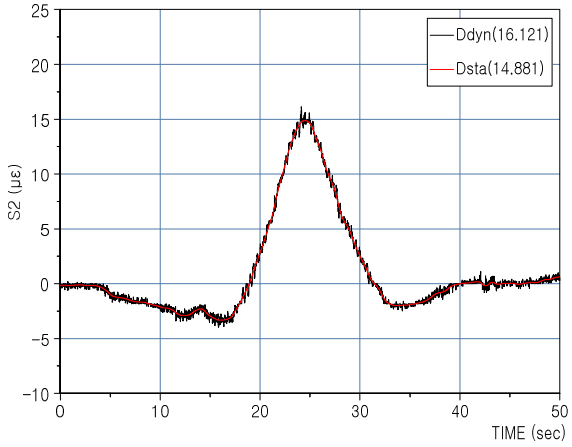
S1경간

【속도별 충격계수 GRAPH】

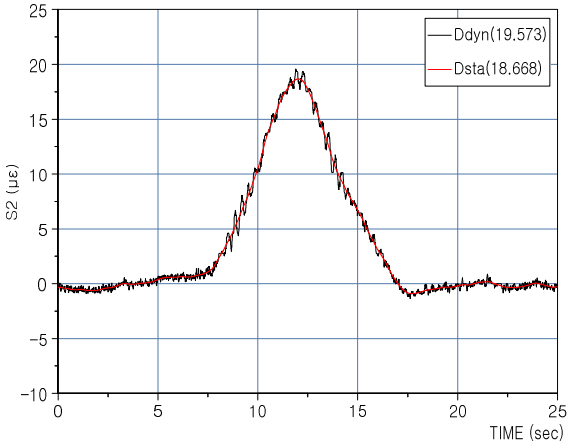
【실측충격계수 결과표】

구 분		S1경간		비 고
		변형률($\mu\epsilon$)		
		S2	S4	
L.C 1 10㎞/h	Ddyn	16.121	17.103	
	Dsta	14.881	16.076	
	충격계수(i)	0.083	0.064	
L.C 2 20㎞/h	Ddyn	19.573	21.319	
	Dsta	18.668	20.319	
	충격계수(i)	0.049	0.049	
L.C 3 30㎞/h	Ddyn	20.271	21.895	
	Dsta	18.912	20.177	
	충격계수(i)	0.072	0.085	
L.C 4 40㎞/h	Ddyn	21.190	22.147	
	Dsta	20.467	20.941	
	충격계수(i)	0.035	0.058	
L.C 5 50㎞/h	Ddyn	19.113	20.242	
	Dsta	16.755	18.025	
	충격계수(i)	**0.141**	0.123	
L.C 6 60㎞/h	Ddyn	20.825	21.325	
	Dsta	19.394	19.781	
	충격계수(i)	0.074	0.078	
L.C 7 80㎞/h	Ddyn	20.686	23.264	
	Dsta	19.287	21.002	
	충격계수(i)	0.073	0.108	
실측충격계수		0.141		
이론충격계수		0.167		

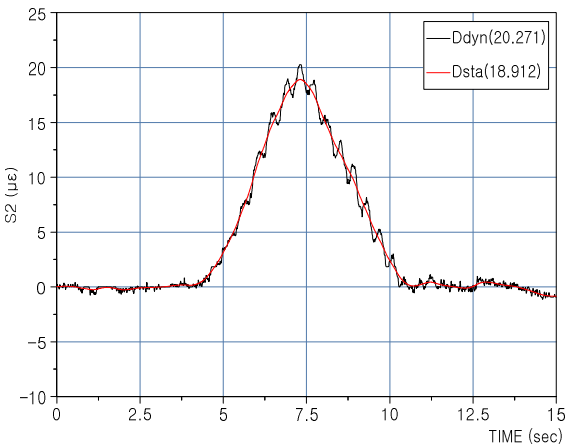
※ 이론충격계수 산정식 : $i = \frac{15}{40 + L} \rightarrow i = \frac{15}{40 + 45} = 0.176$(S5, S4경간)



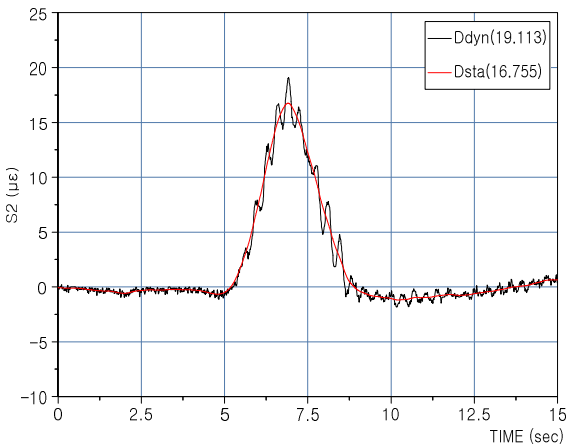
10㎞/hr, S2



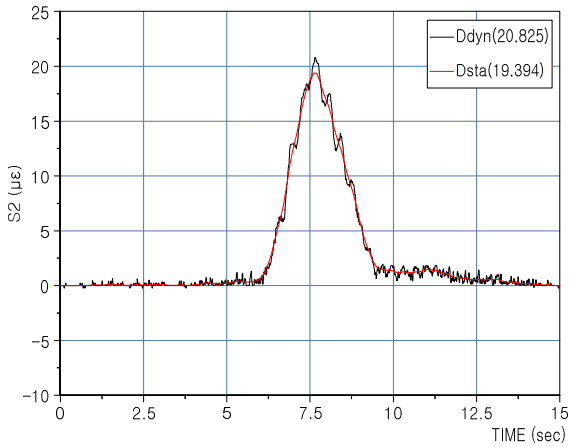
20㎞/hr, S2



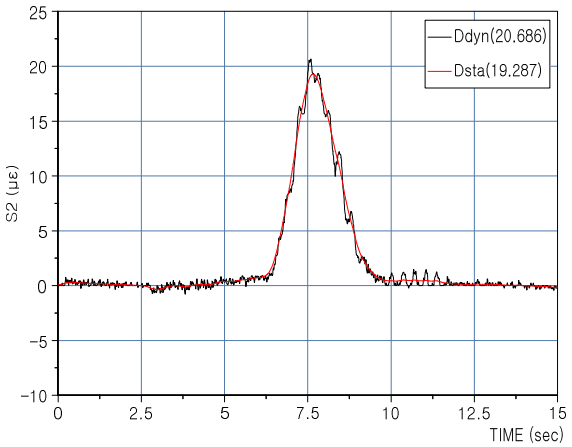
30㎞/hr, S2



50㎞/hr, S2



60㎞/hr, S2



80㎞/hr, S2

【동적주행결과의 필터링 전-후 비교 GRAPH】

※ 미 기재 그래프는 부록편 참조.

다. 고유 진동수 분석결과

재하차량에 의한 교량 각 부재의 시간이력곡선으로부터 교량의 진동주기를 도출하였다. 차량이 교량 위를 통과할 때는 차량의 진동과 교량 자체의 진동과의 상호작용이 교량의 동적거동에 영향을 미치므로, 본 조사에서는 주행차량이 교량을 통과하고 난 후 여진상태에 구한 시간이력곡선으로부터 FFT(Fast Fourier Transform) 해석을 하여 교량의 고유진동수를 구하였다.

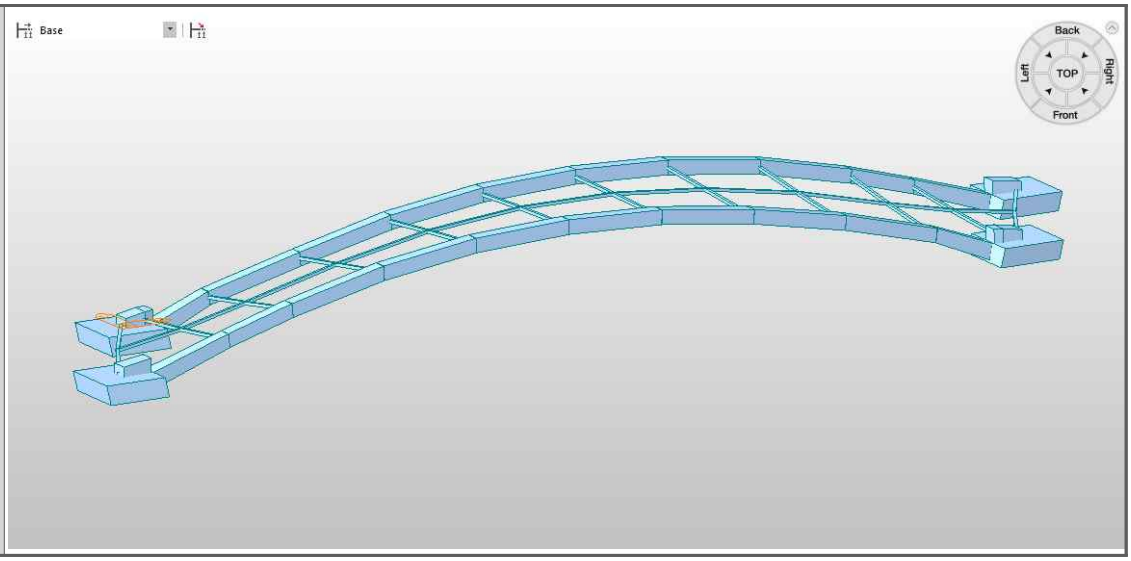
해석에 의한 대표 고유진동모드는 1모드에서 나타났으며 주행 속도에 따른 측정 고유진동수는 1모드에서 4.87Hz로 측정되어 이론고유진동수 4.85Hz보다 크게 나타났으며, 본 시험에서 측정된 고유진동수는 본 교량의 초기 고유진동수로서, 진동주파수와 강성과는 비례관계임을 볼 때 향후 가속도 측정에 의한 구조물의 강성 저하 유무를 판단 할 수 있는 기초자료라 할 수 있다.

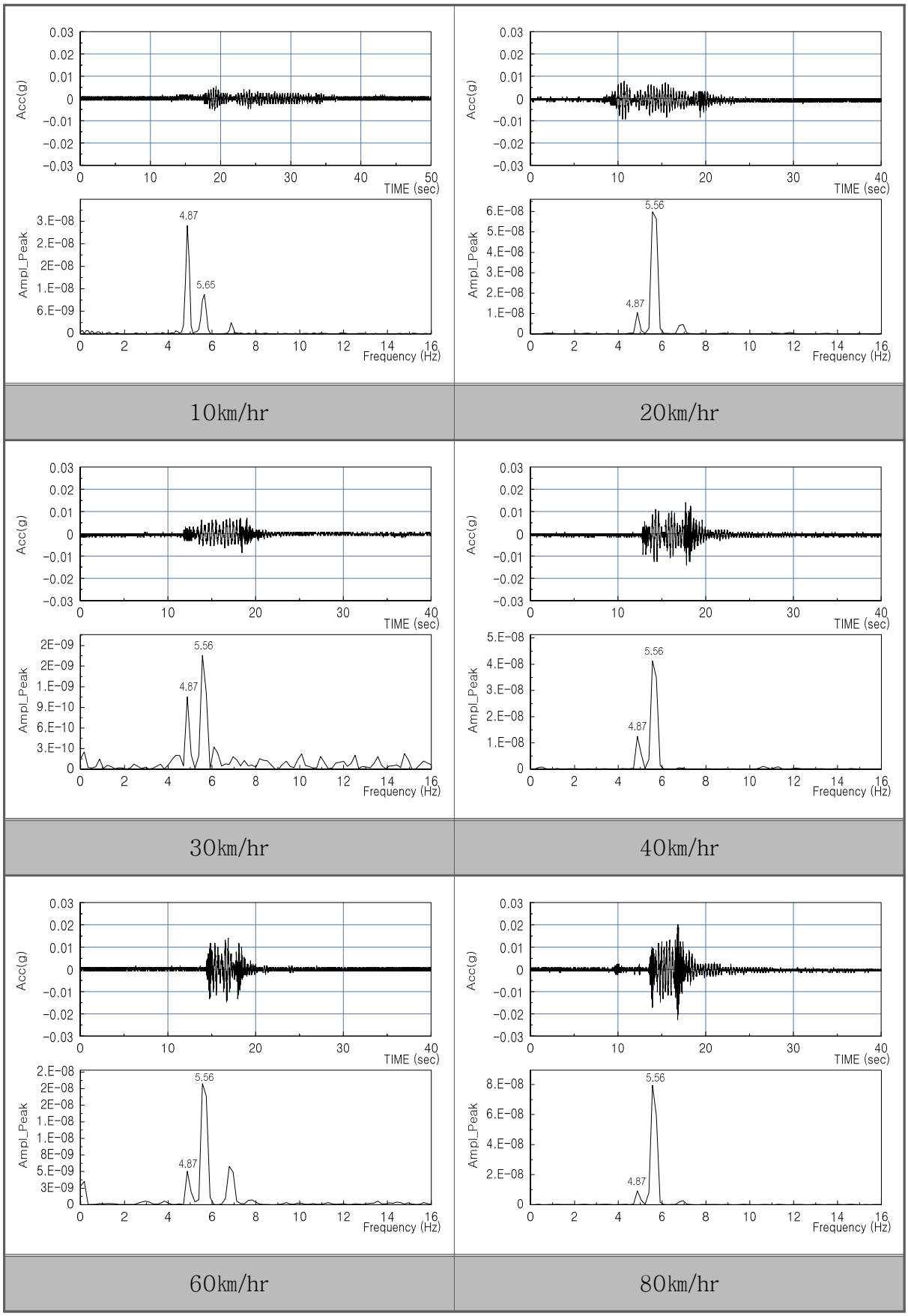
【속도별 실측고유진동수 값】

주행속도(㎞/hr)	실측고유진동수(Hz)	주행속도(㎞/hr)	실측고유진동수(Hz)
10	4.87	50	4.95
20	4.87	60	4.87
30	4.87	80	4.87
40	4.87		

【이론고유진동수】

고유진동수 1차모우드





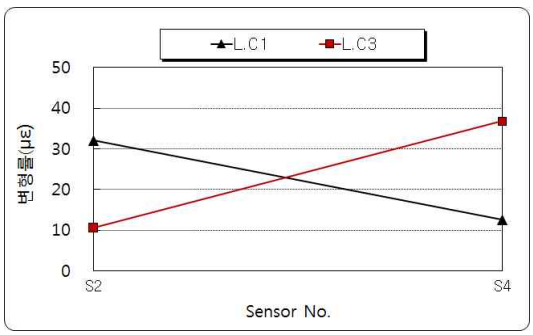
【FFT 분석 GRAPH】

※ 미 기재 그래프는 부록편 참조.

4.4 정·동적 재하시험 고찰

오미교에 대한 정·동적 재하시험을 시행한 결과 정적재하시험시 최대처짐 및 최대변형률은 36.86 με(S4, L.C3)이 발생되었다. 동적재하시험에서는 80㎞시 최대변형률 23.264 με(S4)가 발생하였다. 또한, 고유진동수의 경우 2.73Hz로 측정되었으며, 실측충격계수는 0.141로 측정되어 계산충격계수 0.167보다 작게 분석되었다.

【정·동적 재하시험 분석결과】

<table>
<tr><th colspan="2">분석항목</th><th>분 석 결 과</th></tr>
<tr><td colspan="2">시험트럭</td><td>•재하하중 : 설계하중의 약 64.1%
•총 중 량 : 27.670ton</td></tr>
<tr><td rowspan="4">정적
재하
시험</td><td rowspan="4">횡방향
거동특성</td><td>•변형률 : 36.86 με</td></tr>
<tr><td>S1경간 0.5L지점</td></tr>
<tr><td> 
</td></tr>
<tr><td>S1경간 횡분배 특성</td></tr>
<tr><td colspan="2">•처짐 및 변형률에 의한 횡방향 거동특성 분석결과 하중 경우에 따른 계측 DATA가 합리적인 거동특성을 보이는 것으로 분석됨.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">동적
재하
시험</td><td>충격
계수</td><td>•충격계수 분석결과 실측충격계수의 최대값은 0.141로 이론 충격계수 0.167보다 작게 나타나 이동하중에 대한 충격의 영향은 양호한 상태로 분석됨.</td></tr>
<tr><td>고유
진동수</td><td>•실측고유진동수(4.87Hz)가 이론 고유진동수(4.85Hz)보다 크게 나타나고 있어 교량의 강성은 양호한 것으로 판단됨.</td></tr>
</table>

5장 구조안전성 및 내하력평가

5.1 개 요

5.2 SB-Arch 구조해석

5.3 SB-Arch 안정성평가

제 5 장 구조안전성 및 내하력평가

5.1 개 요

5.1.1 검토 조건

오미교는 왕복4차로 SB-Arch 합성거더교로서 총연장이 50.0m이고, 폭원은 24.3m인 1등급교이다. 평면선형은 직선이다. 교량받침은 마찰형 포트받침이며, 교면포장은 노출콘크리트 포장으로 t=50mm이다.

가. 구조물 제원

교 량 명	오미교		
형 식	SBArch 합성 GIRDER	교량등급	1등교
연 장	50.110 m	주형제원	H = 2.500 m
교량폭원	B = 12.445 m		B = 1.800 m

나. 사용재료

1) 콘크리트 및 철근

콘크리트	fck = 27 MPa	철 근	fy = 400 MPa
	Ec = 2.50E+04 MPa		Es = 2.00E+05 MPa

2) 구조용 강재

① 부재별 사용강재

SM490C	SM400B
· 상판, 하판 · 중간판, 복부판 · 지점부 DIAPHRAGM · SOLE PLATE · 지점보강재, 수평보강재	· 수직보강재 · 지점부 외 DIAPHRAGM · 세로보 · 지점부 가로보, 일부가로보

② 탄성계수 Es = 2.10E + 05 MPa

③ 허용 인장응력(MPa)

강 종 / 판두께(㎜)	SS400 SM400 SMA400	SM490	SM490Y SM520 SMA490	SM570 SMA570
40 이하	140	190	210	260
40초과 75이하	130	175 (190)	200 (210)	250 (260)
75초과 100이하			195 (210)	245 (260)

* TMC 강재의 경우 ( )의 값을 적용함.

④ 허용 축방향 압축응력(MPa)

강 종 / 판두께 (㎜)	SS400 SM400 SMA400	SM490	SM490Y SM520 SMA490	SM570 SMA570
40 이하	140 : $\ell/r \le 20$ $140-0.84(\ell/r-20)$: $20 < \ell/r \le 93$ $\frac{1,200,000}{6,700+(\ell/r)^2}$: $93 < \ell/r$	190 : $\ell/r \le 15$ $190-1.3(\ell/r-15)$: $15 < \ell/r \le 80$ $\frac{1,200,000}{5,000+(\ell/r)^2}$: $80 < \ell/r$	210 : $\ell/r \le 14$ $210-1.5(\ell/r-14)$: $14 < \ell/r \le 76$ $\frac{1,200,000}{4,500+(\ell/r)^2}$: $76 < \ell/r$	260 : $\ell/r \le 18$ $260-2.2(\ell/r-18)$: $18 < \ell/r \le 67$ $\frac{1,200,000}{3,500+(\ell/r)^2}$: $67 < \ell/r$
40초과 75이하	130 : $\ell/r \le 20$ $130-0.75(\ell/r-20)$ $20 < \ell/r \le 97$ $\frac{1,200,000}{7,300+(\ell/r)^2}$: $97 < \ell/r$	175 : $\ell/r \le 15$ $175-1.1(\ell/r-15)$: $15 < \ell/r \le 83$ $\frac{1,200,000}{5,300+(\ell/r)^2}$: $83 < \ell/r$	200 : $\ell/r \le 14$ $200-1.4(\ell/r-14)$: $14 < \ell/r \le 78$ $\frac{1,200,000}{4,700+(\ell/r)^2}$: $78 < \ell/r$	250 : $\ell/r \le 18$ $250-2.1(\ell/r-18)$: $18 < \ell/r \le 69$ $\frac{1,200,000}{3,600+(\ell/r)^2}$: $6\,9 < \ell/r$
75초과 100이하			95 : $\ell/r \le 14$ $195-1.3(\ell/r-14)$: $14 < \ell/r \le 79$ $\frac{1,200,000}{4,900+(\ell/r)^2}$: $7\,9 < \ell/r$	245 : $\ell/r \le 18$ $245-2.2(\ell/r-18)$: $18 < \ell/r \le 69$ $\frac{1,200,000}{3,700+(\ell/r)^2}$: $6\,9 < \ell/r$

* TMC 강재는 판두께 상관없이 40㎜이하의 값을 적용함.
여기서, ℓ ; 부재의 유효좌굴 길이 (㎜), r ; 부재 총단면의 단면회전반경 (㎜)

⑤ 허용 휨압축응력(MPa)

압축플랜지가 콘크리트상판 등에 직접 고정되어 있는 경우 및 상자형 단면, Π형 단면과 같이 횡좌굴이 일어나기 어려운 경우

강 종 / 판두께(㎜)	SS400 SM400 SMA400	SM490	SM490Y SM520 SMA490	SM570 SMA570
40 이하	140	190	210	260
40초과 75이하	130	175 (190)	200 (210)	250 (260)
75초과 100이하			195 (210)	245 (260)

* TMC 강재는 판두께 상관없이 40㎜이하의 값을 적용함.

⑥ 허용 전단응력(MPa)

강 종 / 판두께(㎜)	SS400 SM400 SMA400	SM490	SM490Y SM520 SMA490	SM570 SMA570
40 이하	80	110	120	150
40초과 75이하	75	100 (110)	115 (120)	145 (145)
75초과 100이하			110 (120)	145 (145)

* TMC 강재의 경우 ( )의 값을 적용함.

⑦ 항복응력(MPa)

강 종 / 판두께(㎜)	SS400 SM400 SMA400	SM490	SM490Y SM520 SMA490	SM570 SMA570
40 이하	240	320	360	460
40초과 75이하	220	300	340	440
75초과 100이하			330	430

3) 강재들보의 허용응력 증가율

하중의 조합			증가율(%)	
			정의 휨모멘트를 받는 부분	부의 휨모멘트를 받는 부분
1	크리프의 영향과 건조수축의 영향을 제외한 주하중		0	0
2	주 하 중	압축연	15	0
		인장연	0	0
3	주하중+바닥판 콘크리트와 강재주형과의 온도차	압축연	30	15
		인장연	15	15
4	가설시 하중	압축연	25	25
		인장연	25	25

4) 마찰이음용 고장력 볼트 허용력(kN) : 1볼트 1마찰면마다

볼트등급 / 나사호칭	F8T	F10T
M20	31	39
M22	39	48
M24	45	56

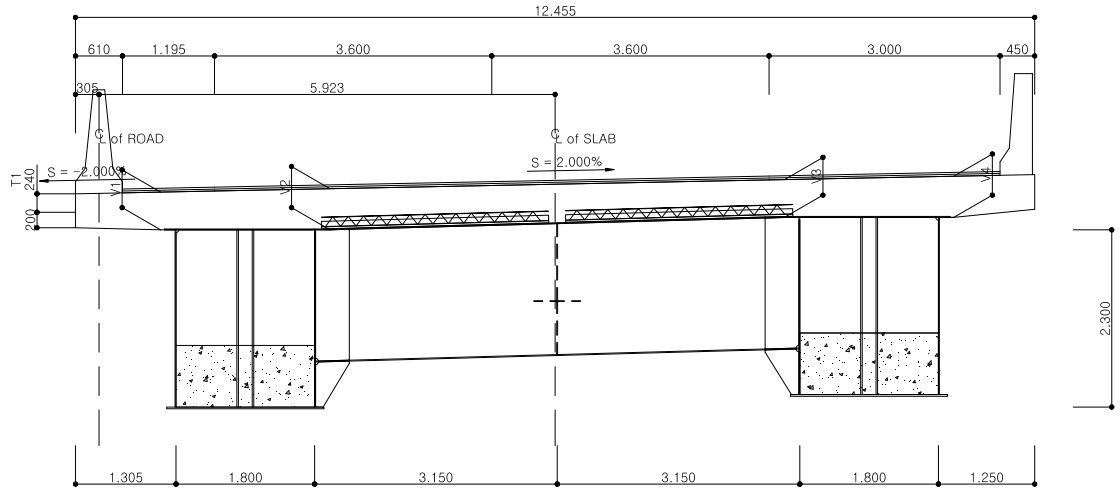
5.1.2 검토 단면

가. 횡단면도

오미교

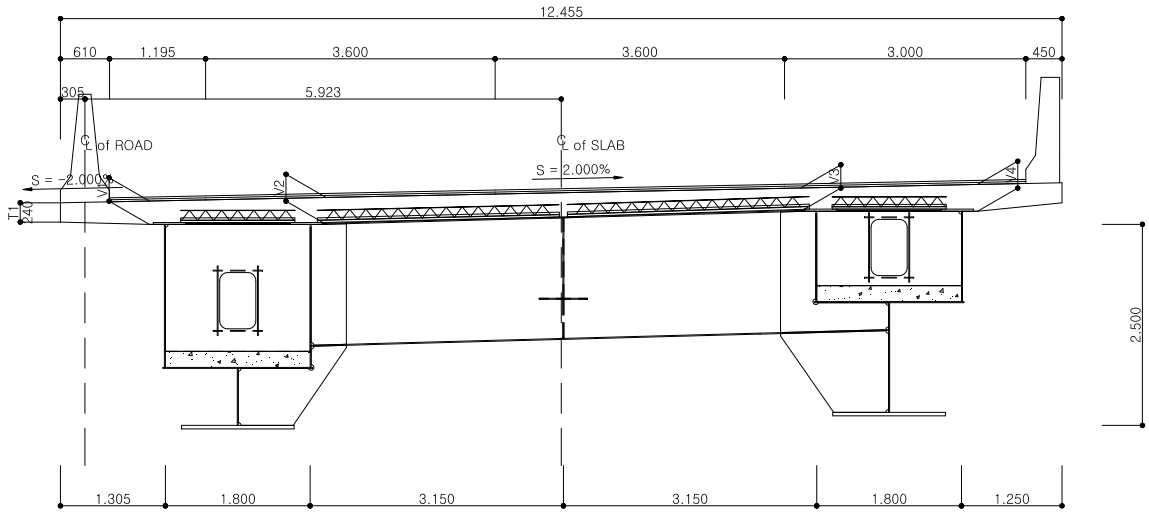
(단지점부)

S = 1 : 50

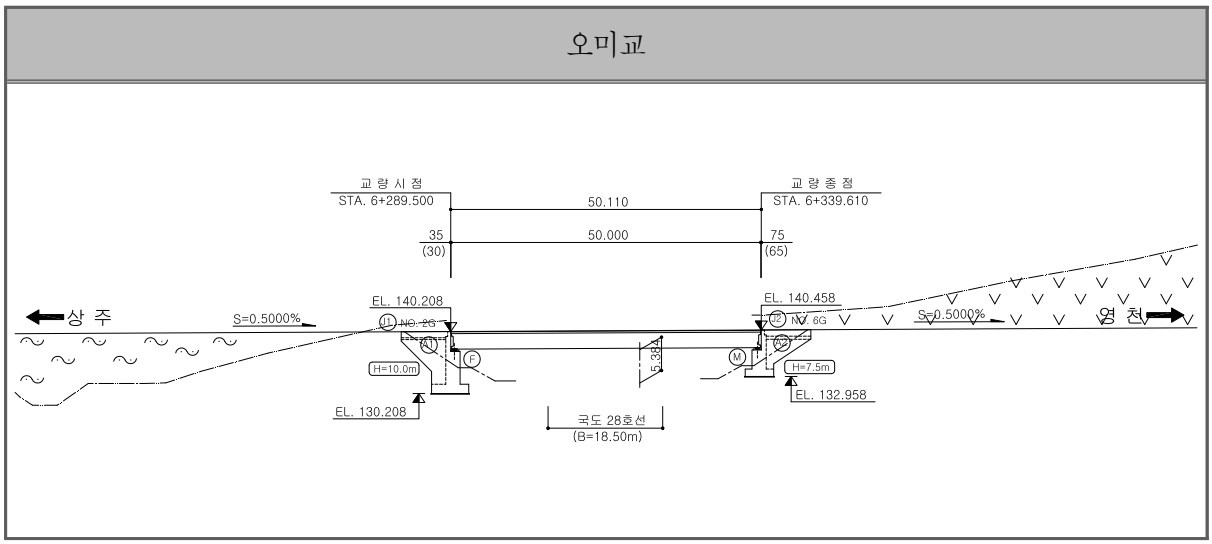


(일반부)

S = 1 : 50



나. 종단면도



5.1.3 하중산정

가. 고정하중

구 분	콘크리트	강 재	포장
단위중량(kN/㎥)	25.00	78.50	23.50

: STEEL-BOX 거더 자중은 프로그램 내에서 자동으로 계산.

1) 합성전 바닥판 타설하중 (STEEL-BOX에 적용)

2) 합성후 고정하중(방호벽, 포장하중)

① 방호벽 = (0.393 × 25.00) / 0.42 = 23.426 kN/m2

② 중분대 = (0.421 × 25.00) / 0.61 = 17.263 kN/m2

③ 포장 = 0.050 × 23.50 = 1.175 kN/m2

나. 활 하 중

1) 설계차로폭 및 차로수

- 일반구간 : 연석간 교폭 : Wc = 11.395 m

∴ 설계차로수, N = 3

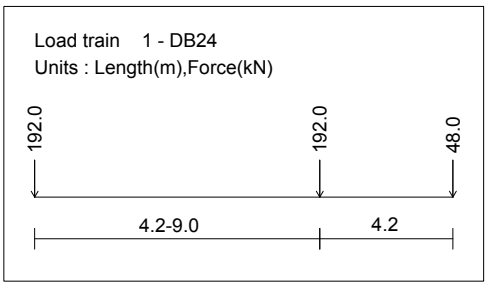
설계차로폭 : W = Wc / N = 11.395 / 3 = 3.798 > 3.600m ∴ 3.600m

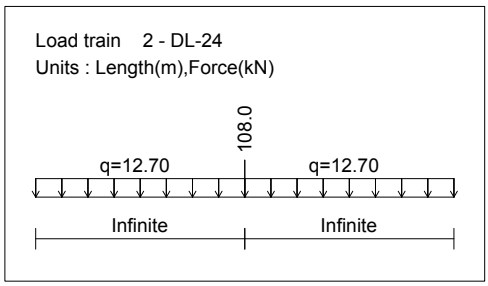
2) 하중강도와 충격계수

① 차선하중 (DL-24) : WL = 12.7 kN/m , Pm = 108 kN, Ps = 156 kN

② 차륜하중 (DB-24) : 전륜하중, Pf = 24.0kN , 후륜하중, Pr = 96.0kN

③ 재하차량





④ 충격계수

구 분	지간장(m)	충격계수, 15/(40+L)
1경간	50.000	0.167

다. 온도차하중

- 콘크리트 선팽창계수 $\alpha_c = 1.0 \times 10^{-5}$
- 강재 선팽창계수 $\alpha_s = 1.2 \times 10^{-5}$
- 상하연 온도차 $\Delta T = \pm 5.0℃$

라. Creep & Shrinkage 하중

1) 조 건

- 지속하중 재하시의 콘크리트 재령, t' = 180일
- 상대습도 : 70%
- 외기 또는 양생온도 : T = 20 °C

2) 콘크리트의 크리프 계수

$$\varepsilon_{c\sigma}(t,t') = f_c(t') \left[\frac{1}{E_{ci}(t')} + \frac{\phi(t,t')}{E_{ci}} \right]$$

$\varepsilon c\sigma(t,t')$: t'일에서 fc(t')의 응력이 가해졌을때
시간t일에서의 탄성변형율과 크리프를 포함한 전체 변형율

Eci : 28일 재령 콘크리트의 초기 접선탄성계수

$$E_{ci} = 2.15 \times 10^4 \sqrt[3]{f_{cu}/10}$$

ϕ(t,t') : 크리프 계수

t : 콘크리트의 재령(일)

t' : 지속하중이 작용할 때의 콘크리트의 재령(일)

ϕo : 콘크리트의 개념 크리프 계수

ϕRH : ϕRHβ(fcu)βc(t')

ϕRH : 외기의 상대습도와 부재두께의 의해 크리프에 미치는 영향

$$\phi_{RH} = 1 + \frac{1-0.01RH}{0.10*\sqrt[3]{h}}$$

β(fcu) : 콘크리트 강도에 의해 크리프에 미치는 영향함수

$$\beta(t') = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cu}}}$$

β(t') : 계속하중이 가해지는 시간 t'에 의해 크리프에 미치는 영향 함수

$$\beta(t') = \frac{1}{0.1+(t')^{0.2}}$$

βc(t-t') : 재하기간에 따라 크리프에 미치는 영향함수

$$\beta_c(t') = \left[\frac{1}{\beta_H + (t-t')} \right]^{0.3}$$

βH : 외기의 상대습도와 부재의 두께에 따른 계수

βH : 1.5[1+(0.012RH)18]h+250≤1500 일

h = 2Ac/u : 개념적인 부재치수(㎜)

Ac : 단면적(㎟), u : 외기와 저촉하는 단면둘레(㎜)

RH : 상대습도(%), fcu : 콘크리트의 28일 평균 압축강도(MPa)

3) 콘크리트의 건조수축 변형율

εsh(t,ts) = εshoβs(t-t')

εsh(t,ts) : 외기 노출 재령 ts인 콘크리트의 재령t에서의 전체 건조수축 변형률

εsho : 개념적인 건조수축계수

εsho = εs(fcu)βRH

βs(t-t') : 건조 기간에 따른 건조수축 변형율 함수

$$\beta_s(t-t') = \sqrt{\frac{(t-t')}{0.035h^2+(t-t')}}$$

ts : 수축이 시작될 때의 콘크리트의 재령(일)

$$\varepsilon s(fcu) = [160+10\beta sc(9 - fcu/10]\times 10-6$$

βRH : 외기습도에 따른 크리프와 건조수축에 미치는 영향계수

$$\beta_{RH} = \begin{cases} -1.55[1-(RH/100)^3] & (40\% \le RH < 99\%) \\ 0.25 & (RH \ge 99\%) \end{cases}$$

Ac : 단면적(㎟), u : 외기와 접촉하는 단면둘레(㎜)

RH : 상대습도(%), fcu : 콘크리트의 28일 평균 압축강도(MPa)

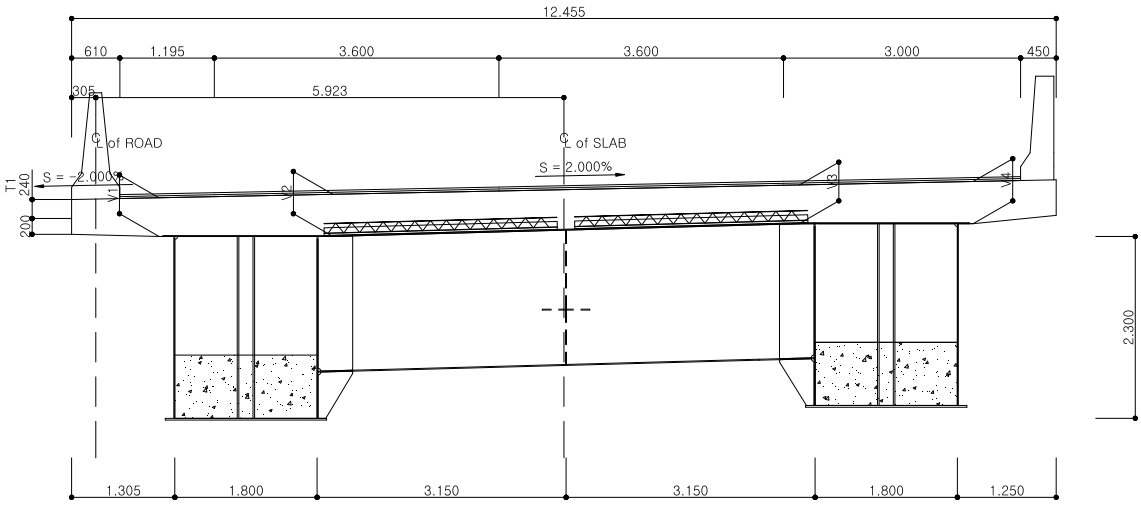
5.2 SB-Arch 구조해석

5.2.1 모 델 링

구 조 해 석 모 델 링 [횡단면도]

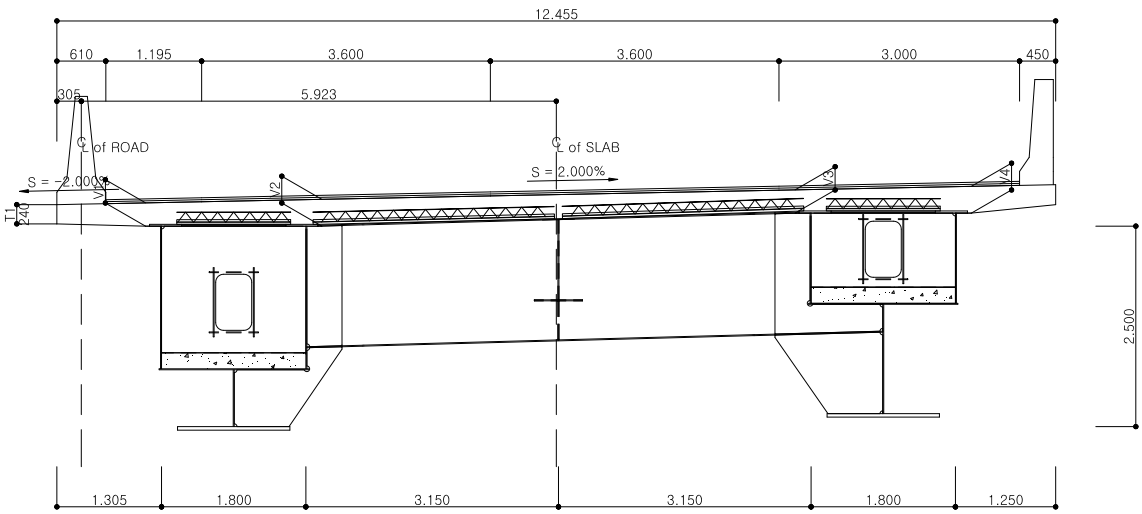
(단지점부)

S = 1 : 50

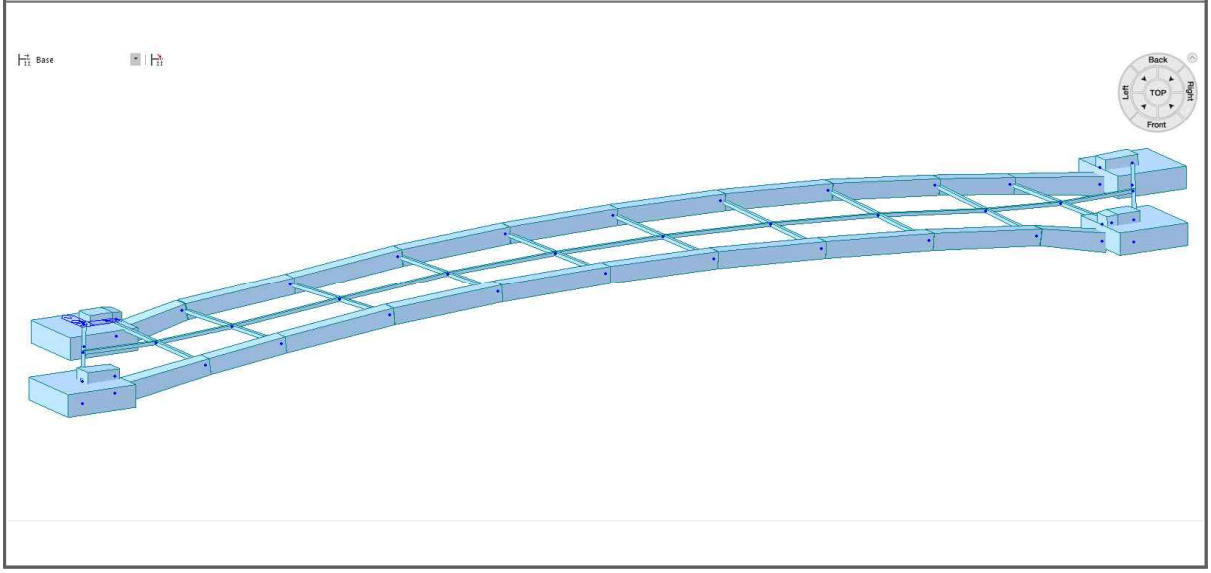


(일반부)

S = 1 : 50



구 조 해 석 모 델 링 [종단면도]



※ 사용 구조해석 프로그램명 : MIDAS CIVIL

5.2.2 응력검토

가. 허용응력 검토 결과

1) 단면제원

합 성 전				합 성 후(1,2차고정하중 합성후)			
A(cm2)	Ix(cm4)	Ysu(cm)	Ysl(cm)	A(cm2)	Ix(cm4)	Ysu(cm)	Ysl(cm)
1,795.68	21,507,583	163.95	95.04	5,041.15	55,112,870	5,589.05	20,310.95

2) 발생응력

구 분		응 력 (MPa)				
		합성전	1차합성후	2차합성후	활하중	지점침하
바닥판	상 연	-	-	1.179	1.657	0.001
	하 연	-	-	0.761	1.070	0.000
거 더	상 연	64.328	57.001	5.633	7.915	0.002
	하 연	5.667	55.713	20.469	28.764	0.009

구 분		응 력 (MPa)				
		충전콘 크리프	충전콘건조수축	크리프	건조수축	온도차
바닥판	상 연	0.232	0.653	0.514	1.103	0.668
	하 연	0.193	0.545	0.184	1.305	0.998
거 더	상 연	1.381	3.895	1.231	4.253	2.633
	하 연	1.037	2.829	1.090	3.765	2.368

3) 조합응력 검토

하중조합	충전 CONCRETE				STEEL				비고
	작용응력(MPa)		허용응력(MPa)		작용응력(MPa)		허용응력(MPa)		
	상연	하연	상연	하연	상연	하연	상연	하연	
1	0.000	0.000	0.000	0.000	64.328	-36.900	175.000	175.000	O.K
1+2+3	8.079	6.628	16.000	16.000	121.329	-92.613	175.000	175.000	O.K
1+2+3+4	8.688	6.902	16.000	16.000	126.961	-113.082	175.000	175.000	O.K
1+2+3+4+5	9.545	7.286	16.000	16.000	134.876	-141.846	175.000	175.000	O.K
1+2+3+4+5+6	9.545	7.286	16.000	16.000	134.879	-141.855	175.000	175.000	O.K
1+2+3+4+5+6+7	8.466	6.609	16.000	16.000	136.260	-142.892	201.250	175.000	O.K
1+2+3+4+5+6+7+8	5.712	3.826	16.000	16.000	140.155	-145.721	201.250	175.000	O.K
1+2+3+4+5+6+7+8+9	6.943	4.916	16.000	16.000	148.369	-148.476	201.250	175.000	O.K
1+2+3+4+5+6+7+8+9+10	11.195	8.681	16.000	16.000	176.755	-158.015	201.250	175.000	O.K

하중조합	SLAB- CONCRETE				RE-BAR				비고
	작용응력(MPa)		허용응력(MPa)		작용응력(MPa)		허용응력(MPa)		
	상연	하연	상연	하연	상연	하연	상연	하연	
1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	180.000	180.000	O.K
1+2+3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	180.000	180.000	O.K
1+2+3+4	1.179	0.761	10.800	10.800	1.179	0.761	180.000	180.000	O.K
1+2+3+4+5	2.836	1.832	10.800	10.800	2.836	1.832	180.000	180.000	O.K
1+2+3+4+5+6	2.836	1.832	10.800	10.800	2.836	1.832	180.000	180.000	O.K
1+2+3+4+5+6+7	3.068	2.025	10.800	10.800	3.068	2.025	180.000	180.000	O.K
1+2+3+4+5+6+7+8	3.721	2.570	10.800	10.800	3.721	2.570	180.000	180.000	O.K
1+2+3+4+5+6+7+8+9	3.208	2.387	10.800	10.800	3.208	2.387	180.000	180.000	O.K
1+2+3+4+5+6+7+8+9+10	2.105	1.082	10.800	10.800	2.105	1.082	180.000	180.000	O.K

4) 합성응력

하중조합	전단응력검토		합성응력도		검 토 결 과					
	작용응력(MPa)		{(f/fa)2+(υ/υa)2}		바닥판 콘크리트		STEEL			
	작용응력	허용응력	상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연	복부판	합성
1	5.667	110.000	0.138	0.047	-	-	O.K	O.K	O.K	O.K
1+2	14.774	110.000	0.499	0.298	-	-	O.K	O.K	O.K	O.K
1+2+3	23.394	110.000	0.572	0.463	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K
1+2+3+4	51.986	110.000	0.817	0.880	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K
1+2+3+4+5	52.007	110.000	0.818	0.881	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K
1+2+3+4+5+6	52.007	110.000	0.682	0.890	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K
1+2+3+4+5+6+7	52.007	110.000	0.709	0.917	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K
1+2+3+4+5+6+7+8	52.007	110.000	0.767	0.943	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K
1+2+3+4+5+6+7+8+9	52.007	110.000	0.995	1.039	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K
1+2+3+4+5+6+7+8+9+10	52.007	126.500	0.897	0.811	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K
1+2+3+4+5+6+7+8+9-10	52.007	126.500	0.660	0.760	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K

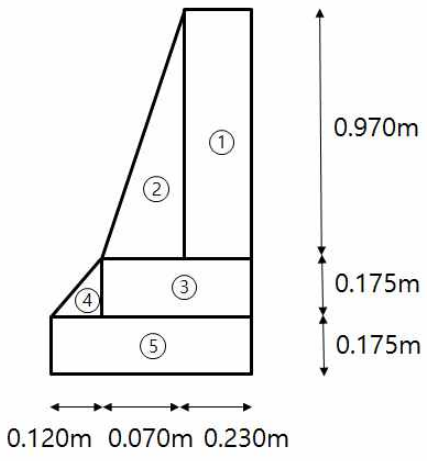
5.2.3 바닥판 부재검토

가. 켄틸레버부의 단면력 검토

1) 바닥판의 최소 두께 : 바닥판의 최소두께는 220mm < 266mm(사용두께) O.K.

2) 하중의 산정

- 고정하중 산정



구 분		고정하중(kN)		거리(m)	모멘트(kN·m)
연석	①	0.230×0.970×1.00×25.0=	5.578	1.030	5.745
	②	1/2×0.070×0.970×1.00×25.0=	0.849	0.892	0.757
	③	0.300×0.175×1.0×25.0=	1.312	0.995	1.305
	④	1/2×0.120×0.175×1.0×25.0=	0.263	0.805	0.212
	⑤	0.420×0.175×1.0×25.0=	1.838	0.935	1.719
포장	⑥	0.050×0.725×1.0×23.50=	0.852	0.363	0.309
바닥판	⑦				4.730
방음벽	⑨				0.000
계					14.777

- 활하중 산정

. X = 0.425

. i = 15/(0.425+40) = 0.371 > 0.3 이므로 i = 0.3

. E = 0.8X + 1.14 = 1.480

· $M_l = \frac{P}{E} X(1+i) = \frac{96}{1.481} \times 0.425 \times (1+0.3) = 35.838\ \text{kN·m}$

나. 최대 계수모멘트 계산(캔틸레버부)

Mu1 = 1.3D + 2.15L = 96.262 kN · m

- 단면검토

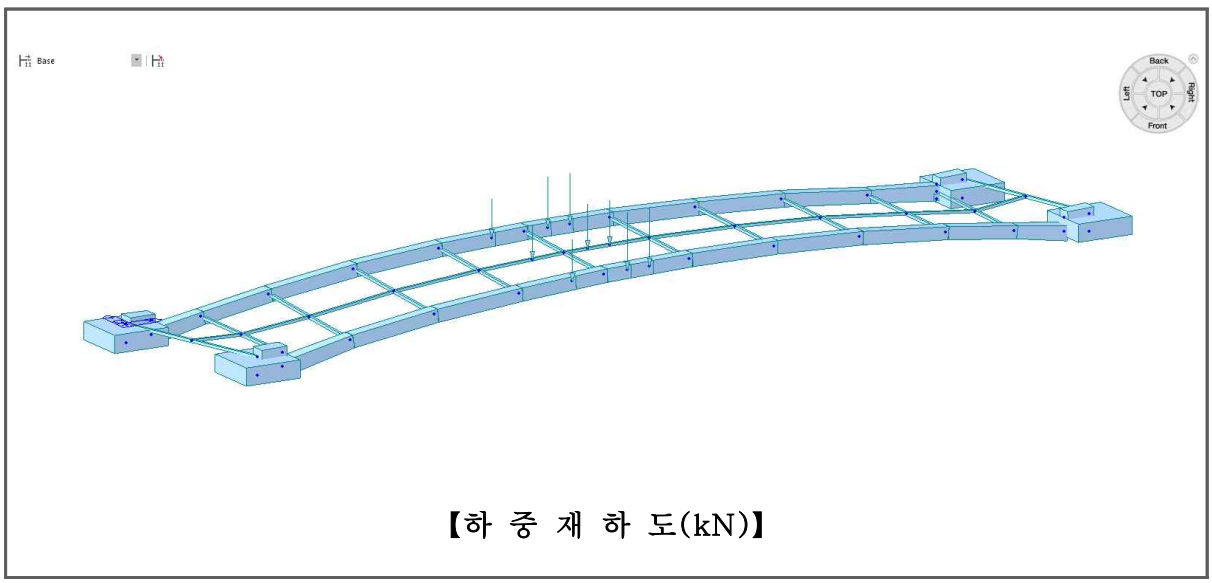
$$\phi M_n = \phi \times A_s \times f_y \times (d - \frac{a}{2})$$

$$= 0.85 \times 1626.5 \times 400 \times (271.5 - \frac{28.349}{2})$$

$$= 142.304\ \text{kN·m} > Mu = 96.262\ \text{kN·m} \quad \therefore \text{O.K}$$

5.2.4 재하시험에 의한 구조해석

실응답보정계수(Ks)를 산정하기 위해 재하시험과 동일한 위치에 차량 하중을 재하하여 Plate 요소를 이용한 3D 구조해석을 실시하였으며, 그 결과는 다음과 같다.



【하 중 재 하 도(kN)】

구 분	LC1	LC2	LC3
S2($\mu\epsilon$)	74.180	43.260	12.550
S4($\mu\epsilon$)	14.690	43.120	70.410

: 교량 좌, 우측은 교량 시점측(A1)에서 종점측(A2)을 바라봤을 경우에 해당함.

5.2.5 실측보정계수 산정

Load Case별 처짐량중 차량축하중이 직접적으로 재하되는 위치에서 계산처짐량과 실측처짐량에 충격계수를 고려하여 실측보정계수(Ks)를 다음과 같이 구하였다.

$$Ks = \frac{\varepsilon_{계산}}{\varepsilon_{실측}} \times \left(\frac{1+i_{계산}}{1+i_{실측}} \right) \quad or \quad \frac{\delta_{계산}}{\delta_{실측}} \times \left(\frac{1+i_{계산}}{1+i_{실측}} \right)$$

여기서, $\delta_{계산}$ = 이론 처짐량 $i_{계산}$ = 이론 충격계수

$\delta_{실측}$ = 실측 처짐량 $i_{실측}$ = 실측 충격계수

【변형률에 의한 실측보정계수】

구 분	재하 경우	변위계	계산변형률 ($\mu\epsilon$)	실측변형률 ($\mu\epsilon$)	$\frac{\delta_{계산}}{\delta_{실측}}$	$\frac{1+i_{계산}}{1+i_{실측}}$	실측보정계수 (Ks)
오미교	LC.1	S2($\mu\epsilon$)	74.180	32.010	2.317	1.023	2.370
		S4($\mu\epsilon$)	14.690	12.610	1.165		1.192
	LC.2	S2($\mu\epsilon$)	43.260	13.580	3.186		3.259
		S4($\mu\epsilon$)	43.120	15.520	2.778		2.842
	LC.3	S2($\mu\epsilon$)	12.550	10.670	1.176		1.203
		S4($\mu\epsilon$)	70.410	36.860	1.910		1.954

5.2.6 내하율(R.F)산정

가. 허용응력법에 의한 내하율 산정

$$R.F = \frac{f_a - f_d}{f_l} = \frac{f_a - (f_t - f_l)}{f_l}$$

여기서, f_a : 실측 허용 능력

f_t : 총하중에 의한 단면 상, 하연에서의 휨응력

f_d : 실측 고정하중에 의한 응력

f_l : 활하중(충격계수포함)에 의한 단면 상, 하연에서의 휨응력

【허용응력설계법에 의한 내하율(R.F)】

구 분			허용응력 (MPa)	고정하중 (MPa)	활하중(1+i) (MPa)	R.F
오미교	정모멘트부	상연	175.000	121.329	5.632	9.530
		하연	175.000	92.613	20.469	4.025

나. 강도설계법에 의한 내하율 산정

$$R.F = \frac{\Phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_l M_l (1+i)}$$

여기서, ΦM_n : 극한저항모멘트(Φ=0.85)

M_u : 총하중에 의한 극한모멘트

$\gamma_d M$: 실측 고정하중모멘트(γ_d : 고정하중 계수 = 1.3)

$\gamma_l M_l$: 활하중(충격계수포함)에 의한 휨모멘트(γ_l : 활하중 계수 = 2.15)

【강도설계법에 의한 내하율 (R.F)】

위 치	ΦM_n (kN · m)	M_d (kN · m)	M_{l+i} (kN · m)	$\gamma_d M_d$ (kN · m)	$\gamma_l M_l (1+i)$ (kN · m)	R.F
바 닥 판	142.304	14.777	35.838	19.210	77.052	1.598

5.2.7 공용내하력 산정

가. 기본내하력

$$P_o = R.F \times P_L$$

여기서, P_o : 기본내하력

R.F : 내하율

P_L : 설계활하중 (DB-24)

나. 공용내하력

$$P_o' = P_o \times K_s$$

여기서, P_o' :공용내하력

K_s : 실측보정계수 $= \frac{\delta_{계산}}{\delta_{실측}} \times \left(\frac{1+i_{계산}}{1+i_{실측}} \right)$

다. 공용내하력 산정 결과

구 분		R.F	기본내하력	Ks	공용내하력	비 고
오미교	거 더	4.025	DB- 96.600	1.954	DB- 188.756	DB-24 이상
	바닥판	1.598	DB- 38.352	-	-	DB-24 이상

5.3 SB-Arch 안전성평가

【구조물의 안전성평가 기준】

등급	안전성평가 기준	비 고
A	SF > 1.0	◦허용응력설계법 $SF(안전율) = \frac{허용응력}{발생응력} = \frac{f_a}{f_{d+l}}$ ◦강도설계법 $SF(안전율) = \frac{설계강도}{소요강도} = \frac{\phi Mn}{Mu}$
B	0.9 ≤ SF < 1.0 이나, 공용내하력이 설계하중보다 크게 평가된 경우	
C	0.9 ≤SF < 1.0	
D	0.75 ≤ SF < 0.9	
E	SF < 0.75	

5.3.1 허용응력설계법

구 분			허용응력 (MPa)	고정하중 (MPa)	활하중(1+i) (MPa)	S.F.
오미교	정모멘트부	상연	175.000	121.329	5.632	1.378
		하연	175.000	92.613	20.469	1.548

5.3.2 강도설계법

구 분	∅Mn (kN · m)	Mu (kN · m)	SF(안전율)	비 고
바 닥 판	142.304	96.262	1.478	SF = 1.0 이상

5.3.3 구조안전성 및 내하력에 의한 평가

【오미교 구조안전성 및 내하력에 의한 평가】

부 재 명		최소안전율(SF)	내하율(R.F)	공용내하력	평가	비 고
바 닥 판		1.478	1.598	DB-24이상	A	강도설계법
거 더	정모멘트	1.378	4.025	DB-24이상	A	허용응력설계법
결과분석		•강도설계법에 의한 바닥판 검토결과 최소 안전율은 1.478로 평가되었으며, 허용응력설계법에 의한 거더 검토결과 최소 안전율은 1.378로 평가되어 구조적 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가되었다. •최소안전율 및 내하율에 의한 공용내하력 평가 결과 전구간에서 DB-24 이상을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.				

6장 상태평가 및 안전성평가

6.1 외관상태에 의한 평가

6.2 내구성조사에 의한 평가

6.3 구조안전성 및 내하력에 의한 평가

6.4 종합평가

제 6 장 상태평가 및 종합평가

6.1 외관상태에 의한 평가

6.1.1 오미교(상주) 상태평가

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재					받침	하부구조		콘크리트			
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	방호시설	신축이음		교량받침	교대교각	기초	탄산화(상)	탄산화(하)	염화물(상)	염화물(하)
S1	STB	a	a	a	a	a	a	A1	a	a	a	q	a	a	-	-
								A2	a	a	a	q	-	-	-	-
평 균		0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10		0.10	0.10	-	0.10	0.10	-	-
가 중 치		18	20	5	7	3	2	9		9	20	-	4	3	-	-
(평균×가중치) / 가중치 합		0.018	0.020	0.005	0.007	0.003	0.002	0.009		0.009	0.020	-	0.004	0.003	-	-
1. 환산결함도 점수 =																0.100
2. 상태평가 결과 =																A

등 급	A	B	C	D	E
결함도 지수	0.10	0.20	0.40	0.70	1.00
결함도 범위	0 ≤ x < 0.13	0.13 ≤x < 0.26	0.26 ≤x < 0.49	0.49 ≤x < 0.79	0.79 ≤ x

평가 결과

•오미교(상주)에 대한 외관조사 및 내구성 조사에 의한 상태평가 결과 결함도점수는 0.100로 산정되어 세부지침에 따른 상태평가 등급은 『A』등급으로 평가되었다.

6.1.2 오미교(영천) 상태평가

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재					받침	하부구조		콘크리트			
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	방호 시설	신축이음		교량 받침	교대 교각	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)	염화물 (상)	염화물 (하)
S1	STB	a	a	a	a	a	a	A1	a	a	a	q	a	–	–	–
								A2	a	a	a	q	–	a	–	–
평 균		0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10		0.10	0.10	–	0.10	0.10	–	–
가 중 치		18	20	5	7	3	2	9		9	20	–	4	3	–	–
(평균×가중치) / 가중치 합		0.018	0.020	0.005	0.007	0.003	0.002	0.009		0.009	0.020	–	0.004	0.003	–	–
1. 환산결함도 점수 =																0.100
2. 상태평가 결과 =																A

등 급	A	B	C	D	E
결함도 지수	0.10	0.20	0.40	0.70	1.00
결함도 범위	0 ≤ x < 0.13	0.13 ≤x < 0.26	0.26 ≤x < 0.49	0.49 ≤x < 0.79	0.79 ≤ x

평가 결과

•오미교(상주, 영천)에 대한 외관조사 및 내구성 조사에 의한 상태평가 결과 결함도점수는 0.100로 산정되어 세부지침에 따른 상태평가 등급은 『A』등급으로 평가되었다.

6.2 내구성조사에 의한 평가

6.2.1 콘크리트 강도

구 분		비파괴강도(MPa)	설계강도 (MPa)	판 정
바 닥 판	상주	29.4 ~ 30.4	27.0	양 호
	영천	27.8 ~ 30.0	27.0	양 호
교 대	상주	26.9 ~ 27.2	24.0	양 호
	영천	24.1 ~ 25.4	24.0	양 호

검 토 의 견

•상부구조 및 하부구조에 대한 콘크리트 반발강도 측정결과 설계기준강도 이상으로 측정되어 타설된 콘크리트는 재료역학적 건전성을 유지하고 있는 것으로 판단된다.

6.2.2 철근배근탐사

구 분		주철근간격(㎜)		주철근 피복두께(㎜)		판 정
		측 정 치	설 계 치	측 정 치	설 계 치	
바 닥 판	상주	100	100	184	39	양 호
	영천	150	100	58	39	양 호
교 대	상주	250	250	101	72	양 호
	영천	200	250	104	72	양 호

검 토 의 견

•각 부재의 배근간격은 설계도에 준해 배근된 것으로 조사되었으며, 피복두께는 설계기준과 다소의 오차가 있으나 시방기준 이상의 최소피복을 확보하고 있는 것으로 확인되었다.

6.2.3 탄산화깊이 측정결과

구 분		탄산화 잔여깊이				상태등급	판 정
바 닥 판	상주	79.5	~	79.5	㎜	a	양 호
	영천	50.5	~	50.5	㎜	a	양 호
교 대	상주	53.0	~	53.0	㎜	a	양 호
	영천	50.5	~	50.5	㎜	a	양 호

검토 의견

•탄산화깊이 측정결과 대부분 탄산화 잔여깊이는 30㎜ 이상으로 상태평가 등급상 『a』 등급으로 탄산화에 의한 철근부식 발생 우려는 없는 것으로 평가되었다.

6.3 구조안전성 및 내하력에 의한 평가

부 재 명		최소안전율(SF)	내하율(R.F)	공용내하력	평가	비 고
바 닥 판		1.478	1.598	DB-24이상	A	강도설계법
거 더	정모멘트	1.378	4.025	DB-24이상	A	허용응력설계법
결과분석		•강도설계법에 의한 바닥판 검토결과 최소 안전율은 1.478로 평가되었으며, 허용응력설계법에 의한 거더 검토결과 최소 안전율은 1.378로 평가되어 구조적 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가되었다. •최소안전율 및 내하율에 의한 공용내하력 평가 결과 전구간에서 DB-24 이상을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.				

6.4 종합평가

6.4.1 종합평가

시설물 종합평가 결과				
시설물명	오 미 교			
평가구분	결함도점수 또는 안전율		평가결과	비 고
상태평가	상 주	영 천	A	
	F=0.100	F=0.100		
안전성평가	S.F=1.0 이상		A	
종합평가 결과	•외관조사에 따른 상태평가등급과 안전성 검토에 근거한 안전성평가등급 중 낮은 등급을 시설물의 종합평가등급으로 결정 •종합평가 결과 : A			

6.4.2 안전등급 지정

상태평가 등 급	상태 및 안전성	비 고
A (우수)	**문제점이 없는 최상의 상태**	
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태	
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태	
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태	
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태	

•안전등급 : 『A 』등급

7장 주요결함 및 보수보강 이력

7.1 주요결함

7.2 보수·보강 이력

제 7 장 주요결함 및 보수·보강 이력

7.1 주요결함

7.1.1 오미교(상주) 주요결함

구 분		대 상 공 종	주요결함 내용	비고
하부구조		1.연약지반, 고성토(H=10m이상) 구간의 교대 변위, 부등침하 ※교대변위 : 교대 뒷채움 침하, 유간부족, 전,후,좌,우 변위 등 2.교각의 이동 또는 기울음 3.0.5㎜ 이상의 수평, 수직 균열과 피복부족 4.직접기초 파손으로 철근노출, 침식으로 하부 구조물 안정성 저하	•해당사항 없음	
상부구조	공통	5.슬래브와 흉벽, 거더와 흉벽 유간부족 6.과도한 진동과 처짐	•해당사항 없음	
	콘크리트	7.통과높이 부족(4.8m 미만) 교량 8.바닥판 배수불량에 의한 열화 발생 등 균열 폭 0.3㎜ 이상 9.거더 편기, 거더부 철근노출 및 폭 0.3㎜ 이상의 균열		
	강재	10.강박스 제작 오류 및 역캠버 제작, 박스 처짐, 박스 내부 변형 11.도장 변색 및 탈리, 부식 등 12.볼트손상 및 누수		
신축이음장치		13.유간부족, 후타 파손 및 단차 발생 14.강판유동 및 연결 불량으로 이상음 발생 15.신축장치 누수로 인하여 받침 부식 및 이물질 퇴적 발생 등	•해당사항 없음	
교량받침		16.교량받침 횡방향 밀림 및 고정단 받침몰탈 파손 17.받침편기 및 편심 발생, 스토퍼 파단, 유간부족, 탄성받침 들뜸 18.받침의 신축기능 불량(미끄럼판 손상) 19.받침부 연단거리 부족	•해당사항 없음	
교면포장		20.교면포장 불량 10% 이상 및 전반적인 재포장이 필요한 상태	•해당사항 없음	

7.1.2 오미교(영천) 주요결함

구 분		대 상 공 종	주요결함 내용	비고
하부구조		1.연약지반, 고성토(H=10m이상) 구간의 교대 변위, 부등침하 ※교대변위 : 교대 뒷채움 침하, 유간부족, 전,후,좌,우 변위 등 2.교각의 이동 또는 기울음 3.0.5㎜ 이상의 수평, 수직 균열과 피복부족 4.직접기초 파손으로 철근노출, 침식으로 하부 구조물 안정성 저하	•해당사항 없음	
상부구조	공통	5.슬래브와 흉벽, 거더와 흉벽 유간부족 6.과도한 진동과 처짐	•해당사항 없음	
	콘크리트	7.통과높이 부족(4.8m 미만) 교량 8.바닥판 배수불량에 의한 열화 발생 등 균열 폭 0.3㎜ 이상 9.거더 편기, 거더부 철근노출 및 폭 0.3㎜ 이상의 균열		
	강재	10.강박스 제작 오류 및 역캠버 제작, 박스 처짐, 박스 내부 변형 11.도장 변색 및 탈리, 부식 등 12.볼트손상 및 누수		
신축이음장치		13.유간부족, 후타 파손 및 단차 발생 14.강판유동 및 연결 불량으로 이상음 발생 15.신축장치 누수로 인하여 받침 부식 및 이물질 퇴적 발생 등	•해당사항 없음	
교량받침		16.교량받침 횡방향 밀림 및 고정단 받침몰탈 파손 17.받침편기 및 편심 발생, 스토퍼 파단, 유간부족, 탄성받침 들뜸 18.받침의 신축기능 불량(미끄럼판 손상) 19.받침부 연단거리 부족	•해당사항 없음	
교면포장		20.교면포장 불량 10% 이상 및 전반적인 재포장이 필요한 상태	•해당사항 없음	

7.2 보수·보강 이력

7.2.1 상주 방면

부 위	보수·보강 날 짜	주요 결함내용	보수·보강 내용	시 공 사	비고
교면포장		상태양호			
배수시설		상태양호			
방호시설		상태양호			
신축이음		상태양호			
바 닥 판	2017.05 ~2017.06	•콘크리트 파손 •노치 설치불량	보수완료	두산건설(주)	초기 점검
거 더	2017.05 ~2017.06	•내부 체수	보수완료	두산건설(주)	초기 점검
2차부재		상태양호			
교량받침		상태양호			
교 대	2017.05 ~2017.06	•균열(0.3㎜미만) •균열(0.3㎜이상)	보수완료	두산건설(주)	초기 점검

•공사중 구조물 보강 이력사항 없음.

7.2.2 영천 방면

부 위	보수·보강 날 짜	주요 결함내용	보수·보강 내용	시 공 사	비고
교면포장		상태양호			
배수시설		상태양호			
방호시설	2017.05 ~2017.06	•중분대 균열(0.3㎜이상)	보수완료	두산건설(주)	초기 점검
신축이음		상태양호			
바 닥 판	2017.05 ~2017.06	•노치 설치불량	보수완료	두산건설(주)	초기 점검
거 더		상태양호			
2차부재		상태양호			
교량받침		상태양호			
교 대	2017.05 ~2017.06	•균열(0.3㎜미만) •균열(0.3㎜이상) •백태	보수완료	두산건설(주)	초기 점검

•공사중 구조물 보강 이력사항 없음.

8장 보수 및 유지관리방안

8.1 보수방안

8.2 유지관리방안

제 8 장 보수 및 유지관리방안

8.1 보수방안

8.1.1 오미교(상주) 보수방안

구 분	손상내용	단위	손상 수량 (수량/개소)	보수 수량 (수량/개소)	미보수 수량 (수량/개소)	보수공법
포 장	상태양호					
배수시설	상태양호					
방호시설	상태양호					
신축이음장치	상태양호					
바 닥 판	단부 콘크리트 파손	㎡	0.3 / 1	0.3 / 1	0.0 / 0	단면보수
	노치 설치불량	EA	2 / 1	2 / 1	0.0 / 0	마감정리
거 더	내부 체수	㎡	2.5 / 1	2.5 / 1	0.0 / 0	청 소
2차부재	상태양호					
교량받침	상태양호					
교 대	균열(0.3㎜미만)	m	5.2 / 2	5.2 / 2	0.0 / 0	표면처리
	균열(0.3㎜이상)	m	11.9 / 5	11.9 / 5	0.0 / 0	수지주입

8.1.2 오미교(영천) 보수방안

구 분	손상내용	단위	손상 수량 (수량/개소)	보수 수량 (수량/개소)	미보수 수량 (수량/개소)	보수공법
포 장	상태양호					
배수시설	상태양호					
방호시설	균열(0.3㎜이상)	m	4.2 / 2	4.2 / 2	0.0 / 0	충전공법
신축이음장치	상태양호					
바 닥 판	노치 설치불량	EA	2 / 1	2 / 1	0.0 / 0	마감정리
거 더	상태양호					
2차부재	상태양호					
교량받침	상태양호					
교 대	균열(0.3㎜미만)	m	6.0 / 2	6.0 / 2	0.0 / 0	표면처리
	균열(0.3㎜이상)	m	2.8 / 1	2.8 / 1	0.0 / 0	수지주입
	백태	㎡	0.02 / 1	0.02 / 1	0.0 / 0	표면보호

8.2 유지관리방안

구 분	유 지 관 리 방 안
포 장	•전반적으로 양호한 상태로 조사되었으나 콘크리트포장 특성상 초기 손상이 발생하면 그 진행정도가 빠르므로 정기적인 점검을 통한 유지관리가 필요
	•주요 점검항목 – 공통 : 균열, 파손 – 신축이음 전후, 구조물 경계부 : 단차, 접속도로 침하 – 배수구 주변 : 이물질 및 토사퇴적, 체수
신 축 이음장치	•Mono-Cell Joint형식으로 시공되었고, 본체 및 후타재에서 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으로 정기적 점검이 필요함. •신축이음 하부의 누수 여부 및 하부구조의 열화 발생여부 정기적 점검
	•주요 점검항목 – 본 체 : 충격음, 본체유동 및 파손, 유간부족 및 유간과다, 유간 오물퇴적, 방수재(Seal재) 손상으로 인한 누수 – 후타재 : 구조물 경계부 포장침하 및 단차, 콘크리트 품질불량·열화에 의한 균열·파손, 단차·충격에 의한 후타재 균열·파손
방호시설	•중분대에 건조수축에 의한 균열이 일부 발생하였으며, 보수 후 정기적 점검이 필요
	•주요 점검항목 – 방호벽 : 균열, 박리, 파손
배수시설	•전반적으로 양호한 상태이며 체수, 배수관 탈락 등의 정기적 점검이 필요
	•주요 점검항목 – 배수구 : 그레이팅 파손, 오물퇴적, 막힘 – 배수관 : 부식 및 파손, 연결부 상태불량, 탈락
바 닥 판	•바닥판 하면 단부 파손부 보수후 진행성 점검 필요 •노치 규격 불량에 의해 교대 흉벽 접촉부 콘크리트 파손 발생여부 점검 필요 •전반적인 양호한 상태이므로 균열 등의 손상 발생여부 및 진행성 여부 정기적인 점검 필요
	•주요 점검항목 – 균열, 박락 – 백태, 변색, 열화 – 철근노출 및 부식 – 재료분리

구 분	유 지 관 리 방 안
거더 가로보	•거더 내부 체수여부의 지속적인 확인 •도장상태는 전체적으로 양호하며, 강재부식 등의 손상발생 여부 정기적인 점검 필요 •Splice부 강우시 우수유입에 대한 정기적 점검이 필요
	•주요 점검항목 – STB 거더 : 도장 손상 및 부식, 볼트손상, 누수, 신축이음, 배수구 주면 부식, 이상음 발생, 피로균열, 복부판 국부좌굴, 지점보강재 하단 용접부 균열, 시건장치 미설치, 거더내부 바닥 물고임 및 부식, 맞대기 용접부 균열, 플랜지 변형 – 강재 가로보 : 도장 손상, 부식, 볼트손상, 용접부 손상, 변형 등
교량받침	•포트받침으로 시공되었으며, 교량받침은 전반적으로 양호한 상태이므로 신축이음 하부 부식 발생여부에 대한 정기적인 점검이 필요 •부식, 도장 박락, 무수축몰탈 미세균열에 대하여 정기적인 점검 필요
	•주요 점검항목 – 도장탈락, 부식, 변형, 편기, 가동받침 전·후방의 가동장애 요소, 받침과 거더의 밀착상태, 이동제한키 파손 – 무수축몰탈, 받침콘크리트 : 균열 및 파손
교 대	•균열 보수부에 대하여 정기적인 점검 필요 •신축이음 하부 누수에 의한 하부구조 열화 발생 여부 점검 필요 •교대의 측방이동 등 이상변위 발생여부 정기적 점검 필요
	•주요 점검항목 – 공통 : 교대 회전(기울음), 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 백태 – 두부 : 두부 물고임, 받침부 균열 및 파손, 두부와 흉벽 경계부 균열, 거더와 흉벽 신축유간 부족 – 벽체 : 수직균열 및 침하, 구체와 날개벽 분리
기 초	•기초부 주변 지반의 침하, 세굴 발생 여부 등의 확인

9장 결 론

9.1 현장조사 결과

9.2 내구성조사 결과

9.3 상태평가 결과

9.4 재하시험 결과

9.5 구조검토 및 내하력 산정 결과

9.6 안전성평가 결과

9.7 종 합 결 론

제 9 장 결 론

9.1 현장조사 결과

•본 초기점검 대상 교량인 오미교는 “경북 영천시 오미동에 위치한 STB 거더교이다.

•오미교는 연장 50.0m, 교폭 24.30m의 왕복4차로의 사각이 없는 직선교로서 교량받침은 포트받침, 신축이음장치는 MONO-CELL Joint로 시공되었다.

•외관조사 결과 시공중 콘크리트에 발생하는 일반적 손상으로서 교량의 안전성을 저해할 만한 손상은 없는 것으로 조사되었으며, 방호벽, 교대 및 교각 등에 발생된 균열 등에 대해서는 보수가 진행 또는 완료된 것으로 확인되었다.

•교량받침 이동량, 연단거리, 신축이음장치 신축유간, 거더 및 바닥판 신장 및 수축여유량 검토결과 양호한 것으로 검토되었다.

9.2 내구성조사 결과

•콘크리트강도는 설계강도 이상으로서 타설된 콘크리트는 재료역학적 건전성을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

•철근탐사 결과 각 부재의 배근간격은 설계도에 준해 배근된 것으로 조사되었으며, 피복두께는 다소의 편차는 있으나 시방기준인 최소피복을 확보하고 있는 것으로 확인되었다.

•탄산화깊이 측정결과 측정부위에서 대부분 탄산화로 인한 철근의 부식발생 우려는 없는 것으로 평가되었다.

9.3 상태평가 결과

•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과 결함도점수 상주방면, 영천방면 모두 0.100으로 산출되어 상태평가등급은『A』등급으로 평가되었다

9.4 재하시험 결과

•정적재하시험결과 거더의 하중 횡분배는 양호한 거동을 보이고 있는 것으로 평가되었다.

•동적재하시험 결과 최대 실측 충격계수는 0.141로 이론 충격계수 0.167보다 작은 것으로 측정되어 활하중 충격의 영향은 양호한 상태로 평가되었다. 또한 주행 속도에 따른 실측 고유진동수는 4.87Hz로 이론 고유진동수 4.85Hz 보다 크게 나타나고 있어 교량의 강성은 양호한 것으로 판단된다.

9.5 구조검토 및 내하력 산정 결과

9.5.1 구조검토 결과

•본 교량의 상부구조에 대하여 바닥판과 주거더 검토를 수행한 결과, 작용 고정하중 및 설계활하중에 의한 응력은 허용응력 이내로 계산되어 구조적 안전성이 확보된 것으로 평가되었다.

9.5.2 내하력 산정 결과

•본 교량의 상부구조에 대하여 바닥판과 주형 검토를 수행한 결과 작용 고정하중 및 설계활하중에 의한 주형 상·하연의 응력은 허용응력 이내로 계산되어 구조적 안전성이 확보된 것으로 평가되었다.

•본 초기점검에서 평가된 공용내하력을 토대로 향후 시설물 안전진단 및 점검시 대상 교량의 내하력평가의 기초자료로 활용하여 내하성능 저하유무 및 그 원인 등을 분석·평가하도록 한다.

9.6 안전성평가 결과

•강도설계법에 의한 바닥판 검토결과 최소 안전율은 1.478로 평가되었으며, 허용응력설계법에 의한 거더 검토결과 최소 안전율은 1.378로 평가되어 구조적 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

9.7 종 합 결 론

•본 과업대상 교량에 대한 상태평가 및 내하력평가에 의한 안전성평가를 종합적으로 검토한 결과『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』에 근거한 교량의 안전등급은 “문제점이 없는 최상의 상태”인 『A』등급으로 평가되었다.

Ⅲ. 옹 벽 편

01 패널식 보강토옹벽 (STA.0+090(좌)~0+160(우))

제 1 장 서 언

제 2 장 외 관 조 사

제 3 장 내구성 조사

제 4 장 상태평가 및 종합평가

제 5 장 주요결함 및 보수·보강 이력

제 6 장 보수 및 유지관리방안

제 7 장 결 론

1장 서 언

1.1 옹벽 현황

1.2 전경사진

1.3 관련도면

제 1 장 서 언

1.1 옹벽 현황

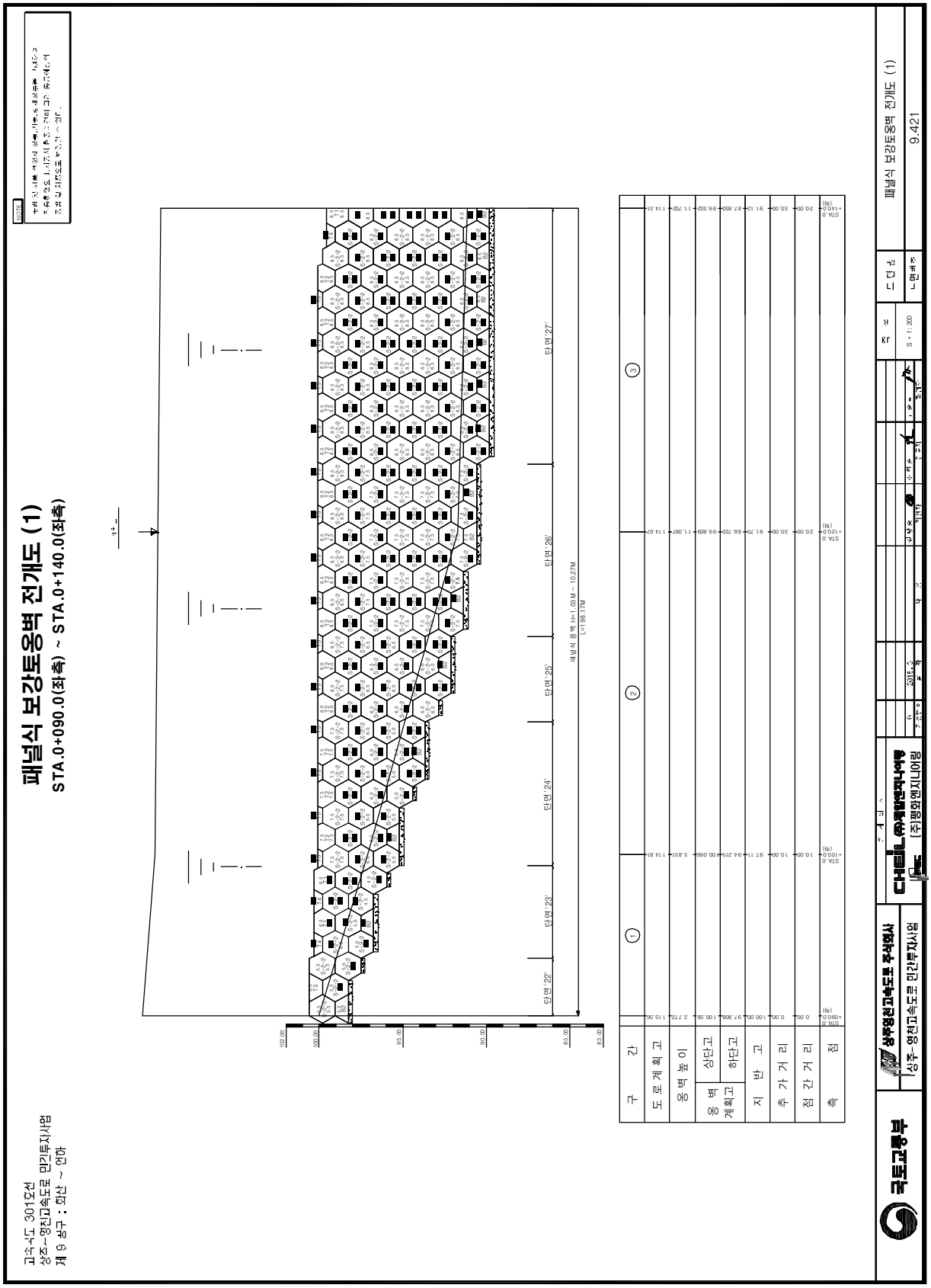
시설물 번호	–			관리번호	–
시설물명	패널식 보강토옹벽 STA.0+090(좌측)~0+160(우측)			시설물 구분	도로 옹벽
이 정	공사 : STA.0+090(좌측)~0+160(우측)				
위 치	행정구역	경북 영천시 화산면 가상리			
	위치좌표	시점	–	종점	–
			–		–
제 원	옹벽형식	판넬식 보강토 옹벽			
	연 장	L=198.2m		옹벽높이(m)	H=1.03~10.27m
	저판폭(m)	– 해당없음 –		노 선	상주영천고속도로
관리주체	상주영천고속도로(주)			관리주체구분	–
주변환경	상부 고속도로				
시공현황	준공년도	2017. 06. 26		시 공 자	두산건설(주)
	부대시설	–			
비 고					

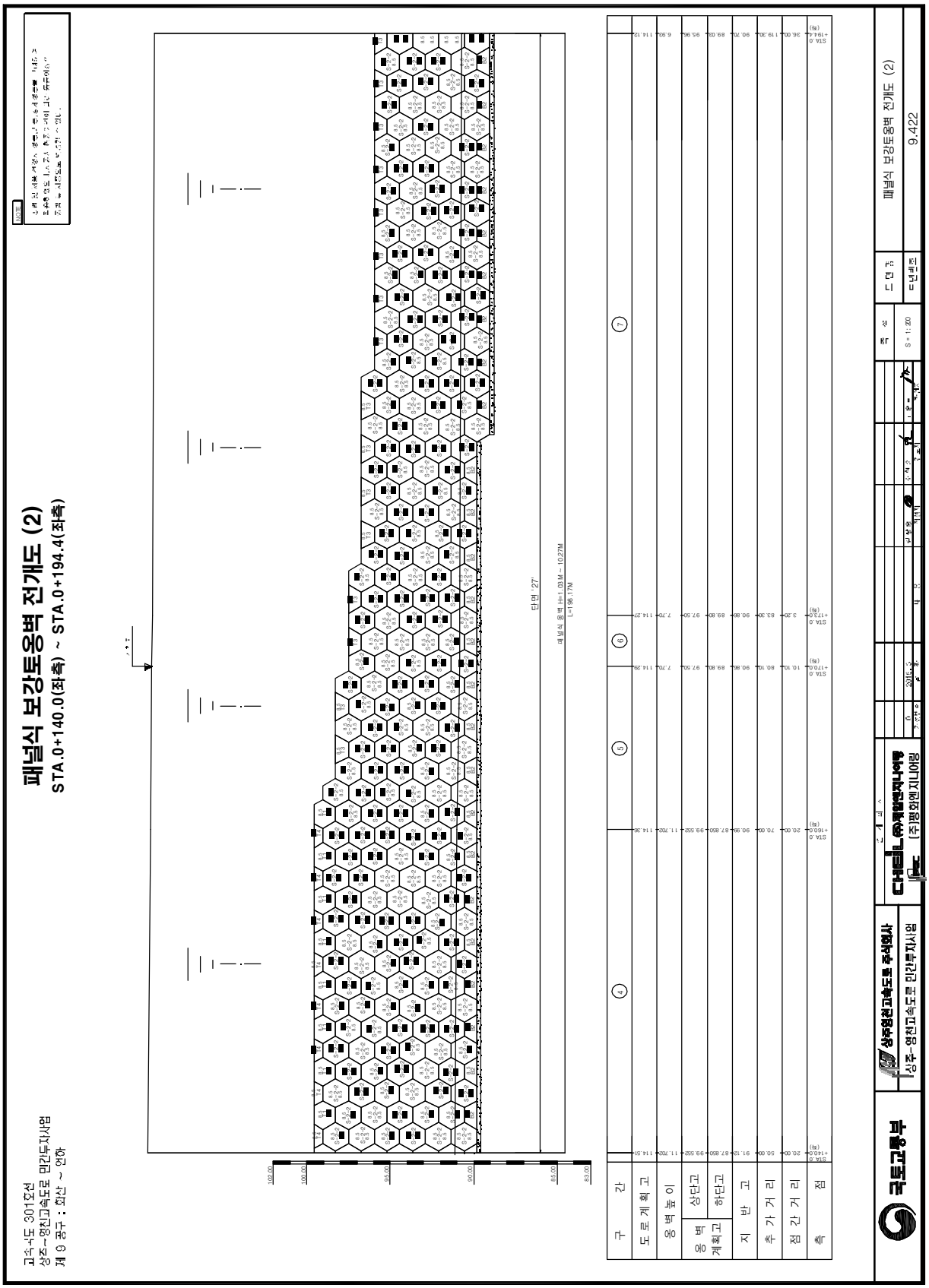
1.2 전경사진

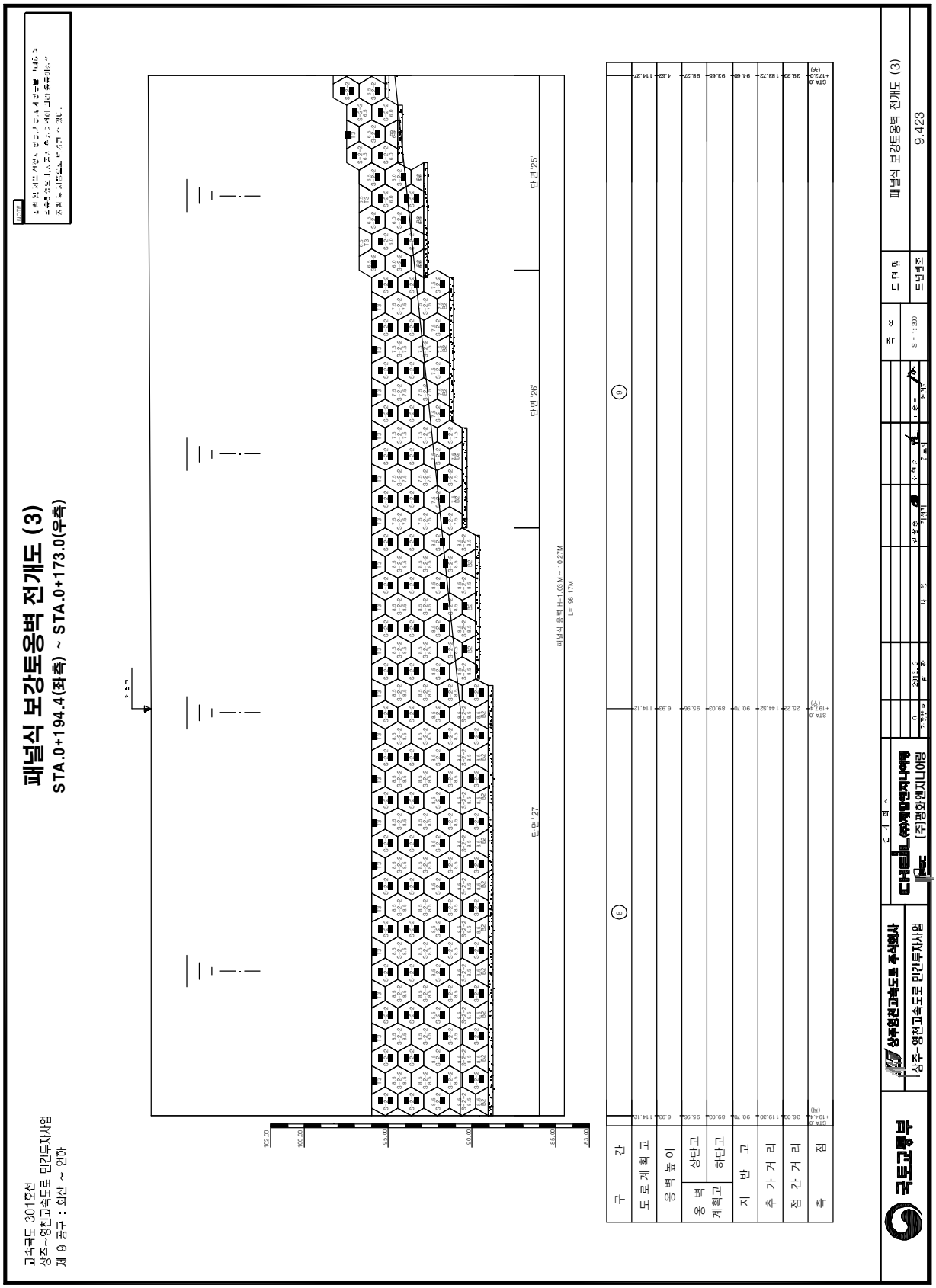
패널식 보강토옹벽 상부전경

패널식 보강토옹벽 전면전경

1.3 관련도면


패널식 보강토옹벽 전개도 (1)
STA.0+090.0(좌측) ~ STA.0+140.0(좌측)
고속국도 301호선
상주-영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언하
국토교통부
상주영천고속도로 주식회사
상주-영천고속도로 민간투자사업
CHERIL 세림엔지니어링
(주)평화엔지니어링
패널식 보강토옹벽 전개도 (1)
9.421
S = 1: 200
단면 22'
단면 23'
단면 24'
단면 25'
단면 26'
단면 27'
패널식 옹벽 H=1.03 M ~ 10.27M
L=198.17M
구 간
도로계획고
옹벽높이
옹벽계획고
상단고
하단고
지반고
추가거리
점간거리
측점


패널식 보강토옹벽 전개도 (2)
STA.0+140.0(좌측) ~ STA.0+194.4(좌측)
고속국도 301호선
상조~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 연하
국토교통부
상주영천고속도로 주식회사
상주-영천고속도로 민간투자사업
대림산업㈜
(주)유신코퍼레이션
패널식 보강토옹벽 전개도 (2)
9.422


패널식 보강토옹벽 전개도 (3)
STA.0+194.4(좌측) ~ STA.0+173.0(우측)
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 연하
단면 '25'
단면 '26'
단면 '27'
패널식 옹벽 H=1.03 M ~ 10.27M
L=198.17M
구 간
도로계획고
옹벽 높이
옹벽 계획고
상단고
하단고
지 반 고
추 가 거 리
점 간 거 리
측 점
국토교통부
상주영천고속도로 주식회사
상주-영천고속도로 민간투자사업
대림산업 삼부토건 한국도로공사
(주)명와엔지니어링
패널식 보강토옹벽 전개도 (3)
9.423

패널식 보강토옹벽 전개도 (4)
STA.0+173.0(우측) ~ STA.0+160.0(우측)
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 외산 ~ 연하
NOTE
단면 24'
구 간
도로계획고
옹벽높이
옹벽계획고
상단고
하단고
지 반 고
추가거리
점간거리
측 점
국토교통부
상주영천고속도로 주식회사
상주-영천고속도로 민간투자사업
CHEIL 제일엔지니어링
(주)평화엔지니어링
패널식 보강토옹벽 전개도 (4)
9.424

2장 외 관 조 사

2.1 부재별 외관조사

2.2 옹벽 기울기 조사

제 2 장 외 관 조 사

2.1 부재별 외관조사

대상 패널식 보강토옹벽은 STA.0+090(좌측)~0+160(우측)의 가래실교 교대 1을 감싸는 옹벽이며, 연장 198.17m, 높이 1.03~10.27m로 시공되었다. 외관조사는 콘크리트 전면판(육각 P/C 패널), 전면판 기초, 배수시설에 대하여 실시하였다.

2.1.1 콘크리트 패널 및 기초

가. 패널식 보강토옹벽 전경

패널식 보강토옹벽 전면 전경

패널식 보강토옹벽 전면 전경

나. 외관조사

조사 결과

- 옹벽 전면 콘크리트 패널 외관조사 결과 패널 이격 1개소가 조사되었다. 패널이격부에 대하여는 정기적인 점검을 통하여 진행성 유무 확인이 필요하다.
- 기초부는 침하, 활동 등의 현상이 없는 상태로 조사되었다.

【표 2.1.1】 콘크리트 패널 및 기초 손상물량

구 분	손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
콘크리트 패널	패널 이격	개소	1 / 1	정기점검	
기 초	-확인불가-				

패널이격(87m 지점, t≒40㎜)

2.1.2 배수시설

가. 배수시설 전경

옹벽 상부 배수로 전경 | 옹벽 하부 배수로 전경

나. 외관조사

조사결과

- 옹벽 상부 및 하부에는 배수로를 설치하여 옹벽의 토사유실 및 기초 세굴을 방지하고 있으며, 배수로에 대한 외관조사결과 상부 배수로에서 국부적인 파손이 조사되어 보수가 필요하다.
- 발생한 손상에 대하여는 추가조사시 보수가 완료된 것으로 확인되었다.

【표 2.1.2】 배수시설 손상물량

구 분	손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
배 수 로	콘크리트 파손	㎡	0.15 / 1	단면보수	보수완료

2.1.3 외관조사 결과

【패널식 보강토옹벽(STA.0+090(좌측)~0+160(우측)) 외관조사 결과】

구 분	손상내용	비고
콘크리트 패널	•패널 이격 1개소	정기 점검
기 초	•확인불가	보수 완료
배수시설	•콘크리트 파손 1개소	

2.2 옹벽 기울기 조사

패널식 보강토옹벽의 기울기 조사는 점검추를 사용하여 측정위치 확보가 가능한 구간에서 측정하였다.

패널식 보강토옹벽 기울기 측정

패널식 보강토옹벽 기울기 측정

【표 2.2.1】 패널식 보강토옹벽 기울기 측정 결과

위 치	측정높이 (m)	측정거리 (m)	설계 기울기	현재 기울기	허용 변위량	비고
20m	5.1	−0.210	2%	−4.1%	5%	
40m	7.8	−0.085	2%	−1.1%	5%	
60m	7.4	−0.080	2%	−1.1%	5%	
80m	6.3	0.010	2%	0.2%	5%	
100m	5.5	0.000	2%	0.0%	5%	
120m	5.5	0.000	2%	0.0%	5%	
140m	5.5	−0.003	2%	−0.1%	5%	
160m	4.5	0.275	2%	6.1%	5%	
180m	1.5	0.072	2%	4.8%	5%	

※ 측정거리와 현재기울기의 부호 정의 : 수직을 기준으로 마이너스(−)는 전면으로, 플러스(+)는 배면으로 기울어짐.

조 사 결 과

•패널식 보강토옹벽 전면부에 대한 기울기 조사 결과, −4.1~6.1%로 시공된 것으로 측정되었다. 보강토 옹벽은 시공중 발생 변위량이 5%미만으로 진행성이 아닌 경우에는 구조물의 안전성에 지장이 없는 시공오차로 간주하며, 본 과업대상 옹벽의 경우 일부 구간에 5% 이상이 측정되었으나 이는 곡선부 시공에 의한 것으로 판단된다. 기울기 측정 결과는 향후 구조물의 점검시 진행성 유무 확인 및 기울기 변화의 기준으로 활용한다.

3장 내구성 조사

3.1 콘크리트 패널 강도시험

제 3 장 내구성 조사

3.1 콘크리트 패널 강도시험

3.1.1 반발경도

가. 내구성조사 현황

항 목	초기점검 기본조사 기준	건설공사 안전관리 업무수행 지침 (정밀점검 수준)	실시수량
반발경도 시 험	시설물별 5개소 이상	총수량 = (총 연장 ÷ 50m)개소	5
철근탐사 시 험	시설물별 3개소 이상	-해당없음-	해당없음

【표 3.1.1】 반발경도시험 결과

위 치		기준경도 (Ro)	방 법		평균강도 (MPa)	재령보정 계수	추정강도 (MPa)	비 고
			① 식	②식				
콘크리트 패널	STA.0+100	55.5	52.49	49.50	51.00	0.69	35.2	30
	STA.0+150	53.5	49.95	48.07	49.01	0.69	33.8	
	STA.0+190	53.1	49.44	47.79	48.61	0.69	33.5	
	STA.0+230	54.1	50.71	48.50	49.61	0.69	34.2	
	STA.0+270	48.7	43.85	44.64	44.25	0.69	30.5	

평 가 결 과

구 분	측정 횟수	반발경도(MPa)	설계강도(MPa)	판 정
콘크리트 패널	5	30.5 ~ 35.2	30	양 호

•보강토 옹벽에 대한 콘크리트 반발강도 측정결과 30.5 ~ 35.2 MPa로 측정되어 콘크리트 패널이 재료역학적 건전성을 확보하고 있는 것으로 판단된다.

반발경도조사	반발경도조사

4장 상태평가 및 종합평가

4.1 외관상태에 의한 평가

4.2 내구성조사에 의한 평가

4.3 종합평가

제 4 장 상태평가 및 종합평가

4.1 외관상태에 의한 평가

Span No.	침하	계획선형오차	활동	진행성 배부름	파손/손상/균열	유실	이격	세굴	주변영향인자				결함점수합계	평가단위 결함지수	평가단위 평가결과
									배수시설	사면조사					
										사면구배	낙석흔적	침출수			
1 (0~20m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.00	a
2 (20~40m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.00	a
3 (40~60m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.00	a
4 (60~80m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.00	a
5 (80~100m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.00	a
6 (100~120m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.00	a
7 (120~140m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.00	a
8 (140~160m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.00	a
9 (160~180m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.00	a
10 (180~198m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.00	a
평 균	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	a

※결함지수(F) = $\frac{\sum \text{결함점수}}{49}$ = (0.00/49) = 0.00

※평가단위는 20m

상태평가 결과	A

등 급	A	B	C	D	E
결함지수	0.10	0.20	0.40	0.70	1.00
평가기준	0 ≤ x < 0.15	0.13 ≤x < 0.30	0.30 ≤x < 0.55	0.55 ≤x < 0.75	0.75 ≤ x

평가 결과

•패널식 보강토옹벽에 대한 외관조사에 의한 상태평가 결과 결함지수 0.00으로 산출되어 세부지침에 따른 상태평가 등급은 **『A』등급**으로 판정되었다.

4.2 내구성조사에 의한 평가

4.2.1 콘크리트 강도

구 분	측정횟수	반발경도(MPa)	설계강도(MPa)	판 정
콘크리트 패널	5	30.5 ~ 35.2	30	양 호

검토의견

•전면판 콘크리트 패널에 대한 강도 측정결과 반발경도법 의한 강도는 설계기준강도 이상으로 측정되어 콘크리트 패널은 재료역학적 건전성을 확보하고 있는 것으로 판단된다.

4.3 종합평가

4.3.1 종합평가

시설물 종합평가 결과			
시설물명	패널식 보강토옹벽(STA.0+090(좌측)~0+160(우측))		
평가구분	결함지수 또는 안전율	평가결과	비 고
상태평가	F=0.00	A	
안전성평가	-해당없음-	-	
종합평가 결과	•안전성평가 미대상 시설물로 외관조사에 따른 상태평가등급을 종합평가 등급으로 결정 •종합평가 결과 : A		

4.3.2 안전등급 지정

상태평가 등 급	상태 및 안전성	비 고
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태	
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태	
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태	
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태	
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태	

•패널식 보강토옹벽의 안전등급은 문제점이 없는 최상의 상태인 **『A』등급**으로 평가되었다.

5장 주요결함 및 보수보강 이력

5.1 주요결함

5.2 보수·보강 이력

제 5 장 주요결함 및 보수·보강 이력

5.1 주요결함

구 분	대 상 공 종	주요결함 내용	비고
패널식 보강토 옹벽	1.침하의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정을 상실 할 수 있는 위험한 상태 2. 경사/전도의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정을 상실 할 수 있는 위험한 상태 3. 진행성 배부름이 매우 심하게 발생하여 경가사 발생하고 구조적인 안정을 상실 할 수 있는 위험한 상태 4. 시설물 주요부재에 큰 파손이 발생하여 시설의 기능상실, 안전성 결여 또는 파괴로 이어질 수 있는 위험한 상태 5. 이격, 유실이 상태평가 단위에서 5개소 이상 발생한 상태 6. 채움콘크리트가 유실된 상태 7. 조암광물의 절반 이하가 변질되거나 토양으로 분해된 상태	•해당사항 없음	

5.2 보수·보강 이력

부 위	보수·보강 날 짜	주요 결함내용	보수·보강 내용	시 공 사	비고
패널식 보강토 옹벽	2017.05 ~2017.06	•배수로 파손	보수완료	두산건설(주) 지에스건설(주)	초기 점검

6장 보수 및 유지관리방안

6.1 보수방안

6.2 유지관리방안

제 6 장 보수 및 유지관리방안

6.1 보수방안

구 분	손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수수량 (수량/개소)	미보수수량 (수량/개소)	보수공법
패널식 보강토옹벽	블럭이격	EA	1 / 1	/	1 / 1	정기점검
	배수로 파손	㎡	0.15 / 1	0.15 / 1	0.00 / 0	보수완료

6.2 유지관리방안

6.2.1 유지관리 개요

패널식 보강토옹벽(STA.0+090(좌측)~0+160(우측))에 대한 초기점검 결과에 따라 본 절에서는 향후 실시할 점검 및 진단시 구조물의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여야 할 중점 유지관리 항목을 설정하여 제시하였다. 이러한 항목들은 결함의 진전여부 및 재발생 여부를 주기적으로 관찰하여 향 후 더 크게 발전할 가능성이 있는 결함부위에 대한 원인을 분석하여 사전에 예방하자는 것으로서 중점유지관리 항목을 제시하였다.

6.2.2 중점유지관리 사항

구 분	유 지 관 리 방 안
패널식 보강토 옹벽	•패널식 보강토옹벽 외관조사 결과 배수로에서 콘크리트 파손이 조사되었으나 보수가 완료되었으며, 패널 일부에 이격이 발생하여 향후 점검시마다 진행성 유무에 대한 점검이 필요하다.
	•주요 점검항목 – 지반, 기초부 : 침하, 활동, 계획선형 오차(전도/경사), 세굴 – 전면부 : 파손, 손상 및 균열, 유실, 이격, 전면부 배부름 – 기 타 : 주변영향인자(배수시설 및 사면 상태 등)

7장 결 론

7.1 현장조사 결과

7.2 내구성조사 결과

7.3 상태평가 결과

7.4 종합결론

제 7 장 결 론

7.1 현장조사 결과

•본 초기점검 대상 패널식 보강토옹벽은 상주영천고속도로 상주방향 STA.0+090(좌측)~0+160(우측)에 위치하고 있으며, 연장 199.17m, 높이 1.03~10.27m로 시공되었다.

•옹벽에 대한 외관조사 결과 안전성을 저해할 만한 손상은 없으며, 국부적으로 패널 이격, 배수로 파손이 조사되어 이격부에 대한 정기점검과 파손부에 대한 보수가 필요하다.

•발생한 손상중 배수로 파손부는 보수가 완료된 것으로 확인되었다.

•패널식 보강토옹벽 전면부에 대한 기울기 조사 결과, −4.1~6.1%로 시공된 것으로 측정되었다. 보강토 옹벽은 시공중 발생 변위량이 5%미만으로 진행성이 아닌 경우에는 구조물의 안전성에 지장이 없는 시공오차로 간주하며, 본 과업대상 옹벽의 경우 일부 구간에 5% 이상이 측정되었으나 이는 곡선부 시공에 의한 것으로 판단된다. 기울기 측정 결과는 향후 구조물의 점검시 기준으로 활용한다.

7.2 내구성조사 결과

•전면판 콘크리트 패널에 대한 강도 측정결과 반발경도법 의한 강도는 설계기준강도 이상으로 측정되어 콘크리트 패널은 재료역학적 건전성을 확보하고 있는 것으로 판단된다.

7.3 상태평가 결과

•외관조사에 의한 상태평가 결과 결함지수 0.00으로 산출되어 상태평가등급은 『A』등급으로 평가되었다.

7.4 종합결론

•본 과업대상 옹벽에 대한 초기점검 결과 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』에 근거한 옹벽의 안전등급은 “문제점이 없는 최상의 상태”인 『A』등급으로 평가되었다.

02 패널식 보강토옹벽
(STA.3+585.13(좌)~3+625.0(우))

제 1 장 서 언

제 2 장 외 관 조 사

제 3 장 내구성 조사

제 4 장 상태평가 및 종합평가

제 5 장 주요결함 및 보수·보강 이력

제 6 장 보수 및 유지관리방안

제 7 장 결 론

1장 서 언

1.1 옹벽 현황

1.2 전경사진

1.3 관련도면

제 1 장 서 언

1.1 옹벽 현황

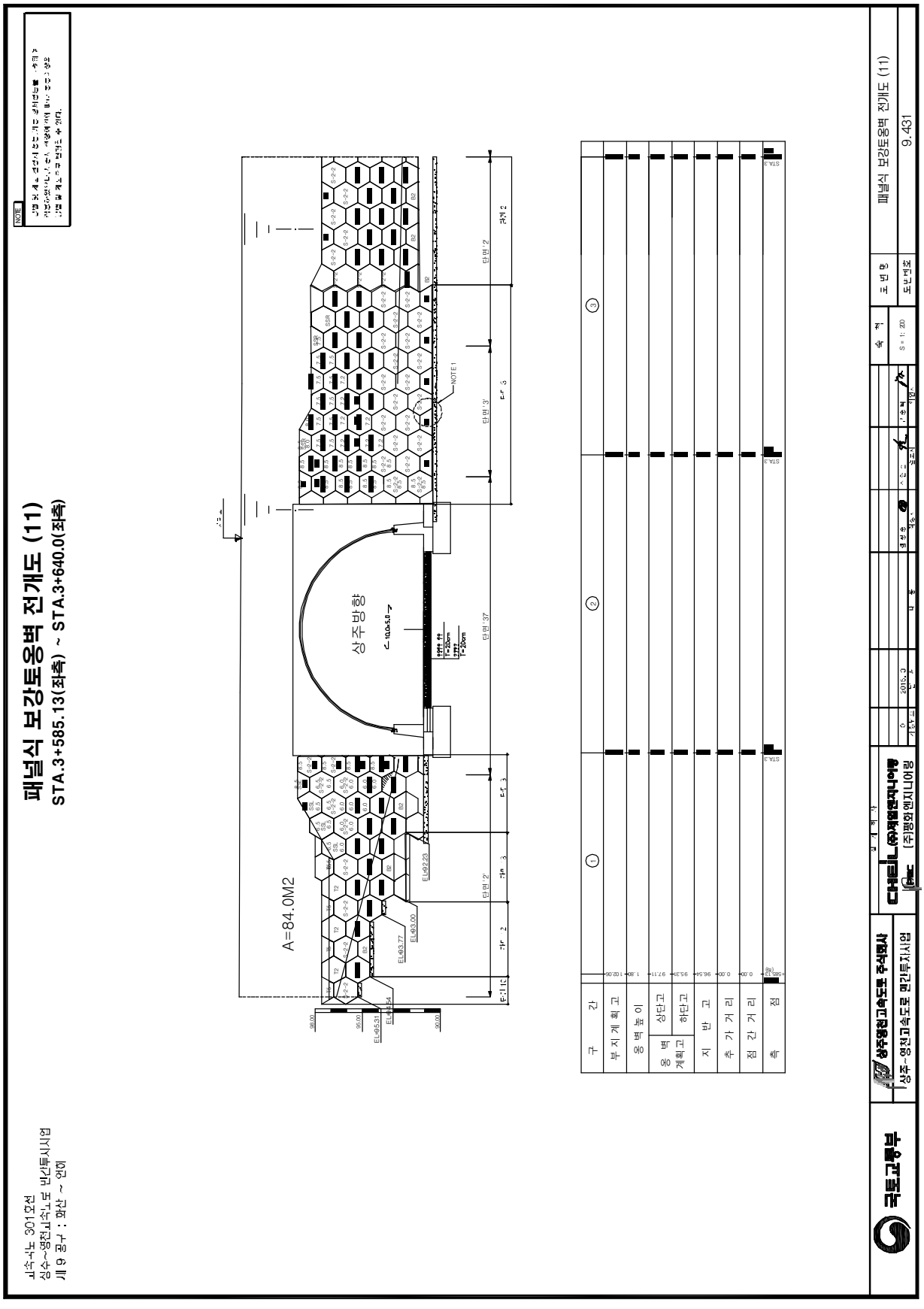
시설물 번호	–			관리번호	–
시설물명	패널식 보강토옹벽 STA.3+585.13(좌측)~3+625.0(우측)			시설물 구분	도로 옹벽
이 정	공사 : STA.3+585.13(좌측)~3+625.0(우측)				
위 치	행정구역	경북 영천시 매산동 일원			
	위치좌표	시점	–	종점	–
			–		–
제 원	옹벽형식	판넬식 보강토 옹벽			
	연 장	L=240.73m		옹벽높이(m)	H=1.54~12.83m
	저판폭(m)	– 해당없음 –		노 선	상주영천고속도로
관리주체	상주영천고속도로(주)			관리주체구분	–
주변환경	상부 고속도로				
시공현황	준공년도	2017. 06. 26		시 공 자	두산건설(주) 지에스건설(주)
	부대시설	–			
비 고					

1.2 전경사진

패널식 보강토옹벽 상부전경

패널식 보강토옹벽 전면전경

1.3 관련도면

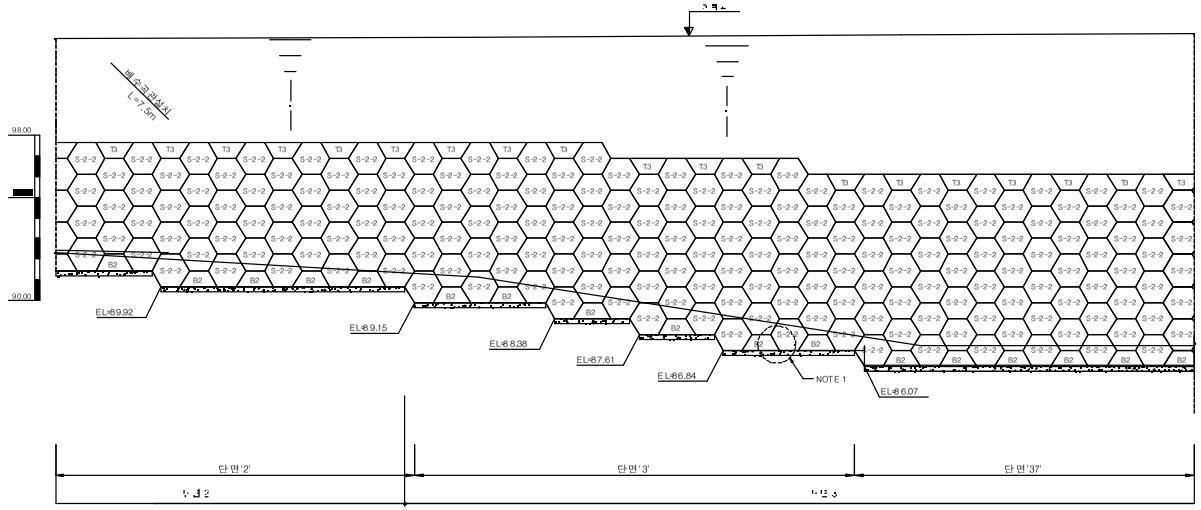

패널식 보강토옹벽 전개도 (11)
STA.3+585.13(좌측) ~ STA.3+640.0(좌측)
패널식 보강토옹벽 전개도 (11)
상주방향
A=84.0M2
EL=93.77
EL=93.00
EL=92.23
EL=95.31
EL=94.54
NOTE1
국토교통부
상주영천고속도로 주식회사
상주~영천고속도로 민간투자사업
(주)평화엔지니어링
9,431

고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언이

패널식 보강토옹벽 전개도 (12)

STA.3+640.00(좌측) ~ STA.3+693.9(좌측)

NOTE



구 간		④	⑤	⑥
부지계획고		101.99	101.99	102.06
옹벽높이		6.43	7.94	9.24
옹벽 계획고	상단고	97.11	97.11	95.31
	하단고	90.68	89.15	86.07
지반고		91.57	90.39	87.22
추가거리		54.87	74.87	94.87
점간거리		20.00	20.00	20.00
측점		640.00	660.00	680.00

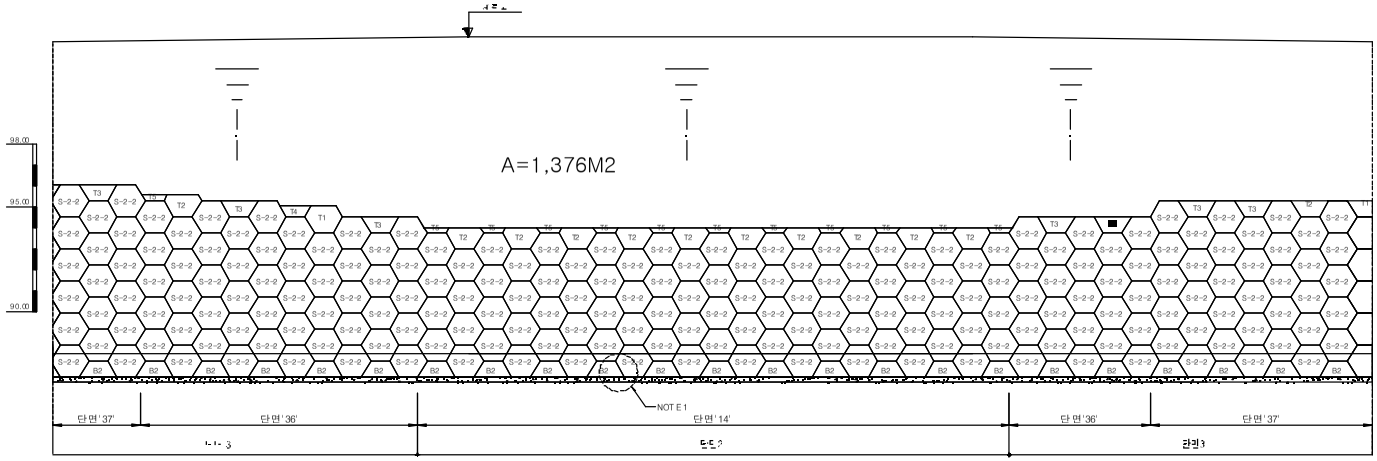
국토교통부	상주영천고속도로 주식회사 상주~영천고속도로 민간투자사업	용지해수	CHEIL (주)제일엔지니어링 (주)평화엔지니어링	◇ 기정내용	2016. 3 일자	내용	일광로 도장시	도로	검사	축척 S = 1: 200	도면명	패널식 보강토옹벽 전개도 (12)
											도면번호	9.432

고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 9 공구 : 화산 ~ 언히

패널식 보강토옹벽 전개도 (13)

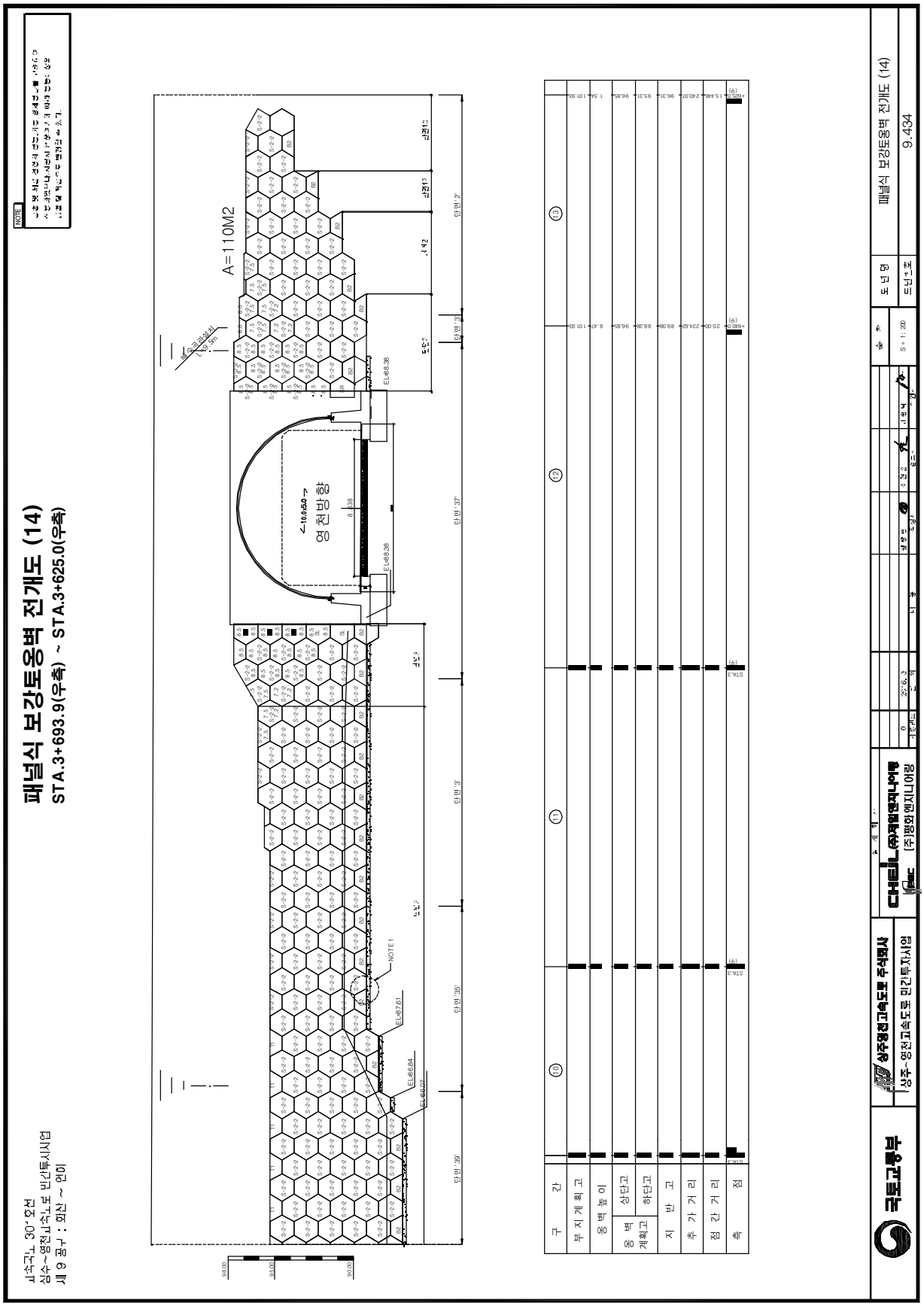
STA.3+693.9(좌측) ~ STA.3+693.0(우측)

NOTE
설명 및 제출 설명서 중의 내용과 차이가 있을 경우에는 계약서의 설계조건이 우선하며, 시공 전에 이에 대한 조치 방안을 제출하여 승인을 받아야 합니다.



구 간		⑦	⑧	⑨
부지계획고				
옹벽높이				
옹벽계획고	상단고			
	하단고			
지 반 고				
추가거리				
점간거리				
측 점				

국토교통부	상주영천고속도로 주식회사 상주~영천고속도로 민간투자사업	감리책임 CHEIL (주)제일엔지니어링 (주)평화엔지니어링								축척 S = 1: 200	도면명 패널식 보강토옹벽 전개도 (13) 도면번호 9.433


패널식 보강토옹벽 전개도 (14)
STA.3+693.9(우측) ~ STA.3+625.0(우측)
A=110M2
영천방향
NOTE1
국토교통부
상주영천고속도로 주식회사
상주~영천고속도로 민간투자사업
(주)평화엔지니어링
패널식 보강토옹벽 전개도 (14)
9.434

2장 외 관 조 사

2.1 부재별 외관조사

2.2 옹벽 기울기 조사

제 2 장 외 관 조 사

2.1 부재별 외관조사

대상 패널식 보강토옹벽 STA.3+585.13(좌측)~3+625.0(우측)은 고현천교 교대 성토부 좌·우측에 위치하고 있으며, 연장 240.73m, 높이 1.54~12.83m로 시공되었다. 외관조사는 콘크리트 전면판(육각 P/C 패널), 전면판 기초, 배수시설에 대하여 실시하였다.

2.1.1 콘크리트 패널 및 기초

가. 패널식 보강토옹벽 전경

패널식 보강토옹벽 전면 전경

패널식 보강토옹벽 전면 전경

나. 외관조사

조사 결과

- 옹벽 전면부의 콘크리트 패널 외관조사 결과 콘크리트 패널 파손이 조사되었다. 패널 파손은 시공시 외부충격에 의해 패널 모서리부에 경미하게 발생된 것으로서 주의관찰을 통한 유지관리가 필요하다.
- 기초부는 침하, 활동 등의 현상이 없는 상태로 조사되었다.

【표 2.1.1】 콘크리트 패널 및 기초 손상물량

구 분	손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
콘크리트 패널	패널 파손	㎡	0.22 / 2	주의관찰	
기 초	-확인불가-				

콘크리트 패널 파손

콘크리트 패널 파손

2.1.2 배수시설

가. 배수시설 전경

옹벽 전면 배수로 전경

옹벽 상부 배수로 전경

나. 외관조사

조사 결과

•옹벽 상부에는 배수로를 설치하여 강우시 우수에 의한 옹벽의 토사유실 방지하고 있으며, 배수로에 대한 외관조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 2.1.2】 배수시설 손상물량

구 분	손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
배 수 로	상태 양호	-	-	-	-

2.1.3 외관조사 결과

【패널식 보강토옹벽 Sta.3+585.13(좌측)~3+625.0(우측) 외관조사 결과】

구 분	손상내용	비 고
콘크리트 패널	•패널 파손 2개소 발생	보수완료
기 초	•확인불가	
배수시설	•상태양호	

2.2 옹벽 기울기 조사

패널식 보강토옹벽의 기울기 조사는 점검추를 사용하여 측정위치 확보가 가능한 구간에서 측정하였다.

패널식 보강토옹벽 기울기 측정

패널식 보강토옹벽 기울기 측정

【표 2.2.1】 패널식 보강토옹벽 기울기 측정 결과

위 치	측정높이 (m)	측정거리 (m)	설계 기울기	현재 기울기	허용 변위량	비고
STA.3+600(좌)	7.0	−0.080	2%	−1.1%	5%	
STA.3+640(좌)	6.0	0.085	2%	1.4%	5%	
STA.3+660(좌)	6.3	0.215	2%	3.4%	5%	
STA.3+680(좌)	5.5	0.085	2%	1.5%	5%	
STA.3+698(좌)	6.0	0.190	2%	3.2%	5%	
STA.3+710(좌)	7.5	0.260	2%	3.5%	5%	
STA.3+710(우)	6.0	0.050	2%	0.8%	5%	
STA.3+698(우)	5.6	0.015	2%	0.3%	5%	
STA.3+670(우)	5.5	0	2%	0.0%	5%	
STA.3+642(우)	6.0	0	2%	0.0%	5%	

※ 측정거리와 현재기울기의 부호 정의 : 수직을 기준으로 마이너스(−)는 전면으로, 플러스(+)는 배면으로 기울어짐.

조 사 결 과

•패널식 보강토옹벽 전면부에 대한 기울기 조사 결과, −1.1~3.5%로 시공된 것으로 측정되었다. 보강토 옹벽은 시공중 발생 변위량이 5%미만으로 진행성이 아닌 경우에는 구조물의 안전성에 지장이 없는 시공오차로 간주하며, 기울기 측정 결과는 향후 구조물의 점검시 진행성 유무 확인 및 기울기 변화의 기준으로 활용한다.

3장 내구성 조사

3.1 콘크리트 패널 강도시험

제 3 장 내구성 조사

3.1 콘크리트 패널 강도시험

3.1.1 반발경도

가. 내구성조사 현황

항 목	초기점검 기본조사 기준	건설공사 안전관리 업무수행 지침 (정밀점검 수준)	실시수량
반발경도 시 험	시설물별 5개소 이상	총수량 = (총 연장 ÷ 50m)개소	6
철근탐사 시 험	시설물별 3개소 이상	-해당없음-	해당없음

【표 3.1.1】 반발경도시험 결과

위 치		기준경도 (Ro)	방 법		평균강도 (MPa)	재령보정 계수	추정강도 (MPa)	비 고
			① 식	②식				
콘크리트 패널	STA.0+100	50.8	46.52	46.14	46.33	0.65	30.1	30
	STA.0+150	58.0	55.66	51.29	53.47	0.65	34.8	
	STA.0+190	56.8	54.14	50.43	52.29	0.65	34.0	
	STA.0+230	56.3	53.50	50.08	51.79	0.65	33.7	
	STA.0+270	56.0	53.12	49.86	51.49	0.65	33.5	
	STA.0+270	53.7	50.20	48.22	49.21	0.65	32.0	

평 가 결 과

구 분	측정 횟수	반발경도(MPa)	설계강도(MPa)	판 정
콘크리트 패널	6	30.1 ~ 34.8	30	양 호

•보강토 옹벽에 대한 콘크리트 반발강도 측정결과 30.1 ~ 34.0MPa로 측정되어 콘크리트 패널이 재료역학적 건전성을 확보하고 있는 것으로 판단된다.

반발경도조사	반발경도조사

4장 상태평가 및 종합평가

4.1 외관상태에 의한 평가

4.2 내구성조사에 의한 평가

4.3 종합평가

제 4 장 상태평가 및 종합평가

4.1 외관상태에 의한 평가

Span No.	침하	계획선형오차	활동	진행성 배부름	파손/손상/균열	유실	이격	세굴	주변영향인자				결함점수합계	평가단위 결함지수	평가단위 평가결과
									배수시설	사면조사					
										사면구배	낙석흔적	침출수			
1-좌 (0~15m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.00	a
2-좌 (15~35m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.00	a
3-좌 (35~55m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.00	a
4-좌 (55~75m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.00	a
5-좌 (75~95m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.00	a
6-좌 (95~120m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.00	a
7-우 (120~140m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.00	a
8-우 (140~160m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.00	a
9-우 (160~180m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.00	a
10-우 (180~200m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.00	a
11-우 (200~220m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.00	a
12-우 (220~241m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.00	a
평 균	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	a

※결함지수(F) = $\frac{\sum \text{결함점수}}{49}$ = (0.00/49) = 0.00

※평가단위는 약 20m로 조정

상태평가 결과	A

등 급	A	B	C	D	E
결함지수	0.10	0.20	0.40	0.70	1.00
평가기준	0 ≤ x < 0.15	0.13 ≤x < 0.30	0.30 ≤x < 0.55	0.55 ≤x < 0.75	0.75 ≤ x

평가결과

•패널식 보강토옹벽에 대한 외관조사에 의한 상태평가 결과 결함지수 0.00으로 나타나 세부지침에 따른 상태평가 등급은 **『 A 』 등급**으로 판정되었다.

4.2 내구성조사에 의한 평가

4.2.1 콘크리트 강도

구 분	측정횟수	반발경도(MPa)	설계강도(MPa)	판 정
콘크리트 패널	6	30.1 ~34.8	30	양 호

검토의견

•전면판 콘크리트 패널에 대한 강도 측정결과 반발경도법 의한 강도는 설계기준강도 이상으로 측정되어 콘크리트 패널은 재료역학적 건전성을 확보하고 있는 것으로 판단된다.

4.3 종합평가

4.3.1 종합평가

시설물 종합평가 결과			
시설물명	패널식 보강토옹벽(Sta.3+585.13(좌측)~3+625.0(우측))		
평가구분	결함지수 또는 안전율	평가결과	비 고
상태평가	F=0.00	A	
안전성평가	-해당없음-	-	
종합평가 결과	•안전성평가 미대상 시설물로 외관조사에 따른 상태평가등급을 종합평가 등급으로 결정 •종합평가 결과 : A		

4.3.2 안전등급 지정

상태평가 등 급	상태 및 안전성	비 고
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태	
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태	
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태	
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태	
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태	

•패널식 보강토옹벽의 안전등급은 문제점이 없는 최상의 상태인 **『A』등급**으로 평가되었다.

5장 주요결함 및 보수보강 이력

5.1 주요결함

5.2 보수·보강 이력

제 5 장 주요결함 및 보수·보강 이력

5.1 주요결함

구 분	대 상 공 종	주요결함 내용	비고
패널식 보강토 옹벽	1.침하의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정을 상실 할 수 있는 위험한 상태 2. 경사/전도의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정을 상실 할 수 있는 위험한 상태 3. 진행성 배부름이 매우 심하게 발생하여 경가사 발생하고 구조적인 안정을 상실 할 수 있는 위험한 상태 4. 시설물 주요부재에 큰 파손이 발생하여 시설의 기능상실, 안전성 결여 또는 파괴로 이어질 수 있는 위험한 상태 5. 이격, 유실이 상태평가 단위에서 5개소 이상 발생한 상태 6. 채움콘크리트가 유실된 상태 7. 조암광물의 절반 이하가 변질되거나 토양으로 분해된 상태	•해당사항 없음	

5.2 보수·보강 이력

부 위	보수·보강 날 짜	주요 결함내용	보수·보강 내용	시 공 사	비고
패널식 보강토 옹벽		-해당없음-			

6장 보수 및 유지관리방안

6.1 보수방안

6.2 유지관리방안

제 6 장 보수 및 유지관리방안

6.1 보수방안

구 분	손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수수량 (수량/개소)	미보수수량 (수량/개소)	보수공법
패널식 보강토옹벽	패널 파손	EA	0.22 / 2	0.22 / 2	0.0 / 0	주의관찰

6.2 유지관리방안

6.2.1 유지관리 개요

패널식 보강토옹벽(Sta.3+585.13(좌측)~3+625.0(우측))에 대한 초기점검 결과에 따라 본 절에서는 향후 실시할 점검 및 진단시 구조물의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여야 할 중점 유지관리 항목을 설정하여 제시하였다. 이러한 항목들은 결함의 진전여부 및 재발생 여부를 주기적으로 관찰하여 향 후 더 크게 발전할 가능성이 있는 결함부위에 대한 원인을 분석하여 사전에 예방하자는 것으로서 중점유지관리 항목을 제시하였다.

6.2.2 중점유지관리 사항

구 분	유 지 관 리 방 안
패널식 보강토 옹벽	•패널식 보강토옹벽 외관조사 결과 전면판에 국부적 파손 손상이 조사되었으나 구조물의 안전성에는 영향이 없을 것으로 판단되며 손상정도가 경미하
	•주요 점검항목 – 지반, 기초부 : 침하, 활동, 계획선형 오차(전도/경사), 세굴 – 전면부 : 파손, 손상 및 균열, 유실, 이격, 전면부 배부름 – 기 타 : 주변영향인자(배수시설 및 사면 상태 등)

7장 결 론

7.1 현장조사 결과

7.2 내구성조사 결과

7.3 상태평가 결과

7.4 종합결론

제 7 장 결 론

7.1 현장조사 결과

•본 초기점검 대상 패널식 보강토옹벽은 상주영천고속도로 Sta.3+585.13(좌측)~3+625.0(우측)에 위치하고 있으며, 연장 240.73m, 높이 1.54~12.83m로 시공되었다.

•옹벽 전면판에 대한 외관조사 결과 옹벽의 안전성을 저해할 만한 손상은 없는 것으로 조사되었으나, 패널 파손 2개소가 조사되었다. 패널 파손은 시공시 외부충격에 의해 패널 모서리부에 경미하게 발생된 것으로서 주의관찰을 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

•패널식 보강토옹벽 전면부에 대한 기울기 조사 결과, −1.1~3.5%로 시공된 것으로 측정되었다. 보강토 옹벽은 시공중 발생 변위량이 5%미만으로 진행성이 아닌 경우에는 구조물의 안전성에 지장이 없는 시공오차로 간주하며, 기울기 측정 결과는 향후 구조물의 점검시 진행성 유무 확인 및 기울기 변화의 기준으로 활용한다.

7.2 내구성조사 결과

•전면판 콘크리트 패널에 대한 강도 측정결과 반발경도법 의한 강도는 설계기준강도 이상으로 측정되어 콘크리트 패널은 재료역학적 건전성을 확보하고 있는 것으로 판단된다.

7.3 상태평가 결과

•외관조사에 의한 상태평가 결과 결함도점수 0.00으로 평가되어 상태평가등급은 『A』등급으로 평가되었다.

7.4 종합결론

•본 과업대상 옹벽에 대한 초기점검 결과 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』에 근거한 옹벽의 안전등급은 “문제점이 없는 최상의 상태”인 『A』등급으로 평가되었다.

Ⅳ. 사 면 편

01 Sta.2+190~2+410 절토사면 (영천)

제 1 장 서 론

제 2 장 외 관 조 사

제 3 장 사면 안전성 검토

제 4 장 상태평가 및 안전성평가

제 5 장 주요결함 및 보수·보강 이력

제 6 장 보수 및 유지관리방안

제 7 장 결 론

1장 서 론

1.1 절토사면 현황

1.2 전경사진

1.3 관련도면

1.4 시공이력

1.5 강우자료 분석

제 1 장 서 론

1.1 절토사면 현황

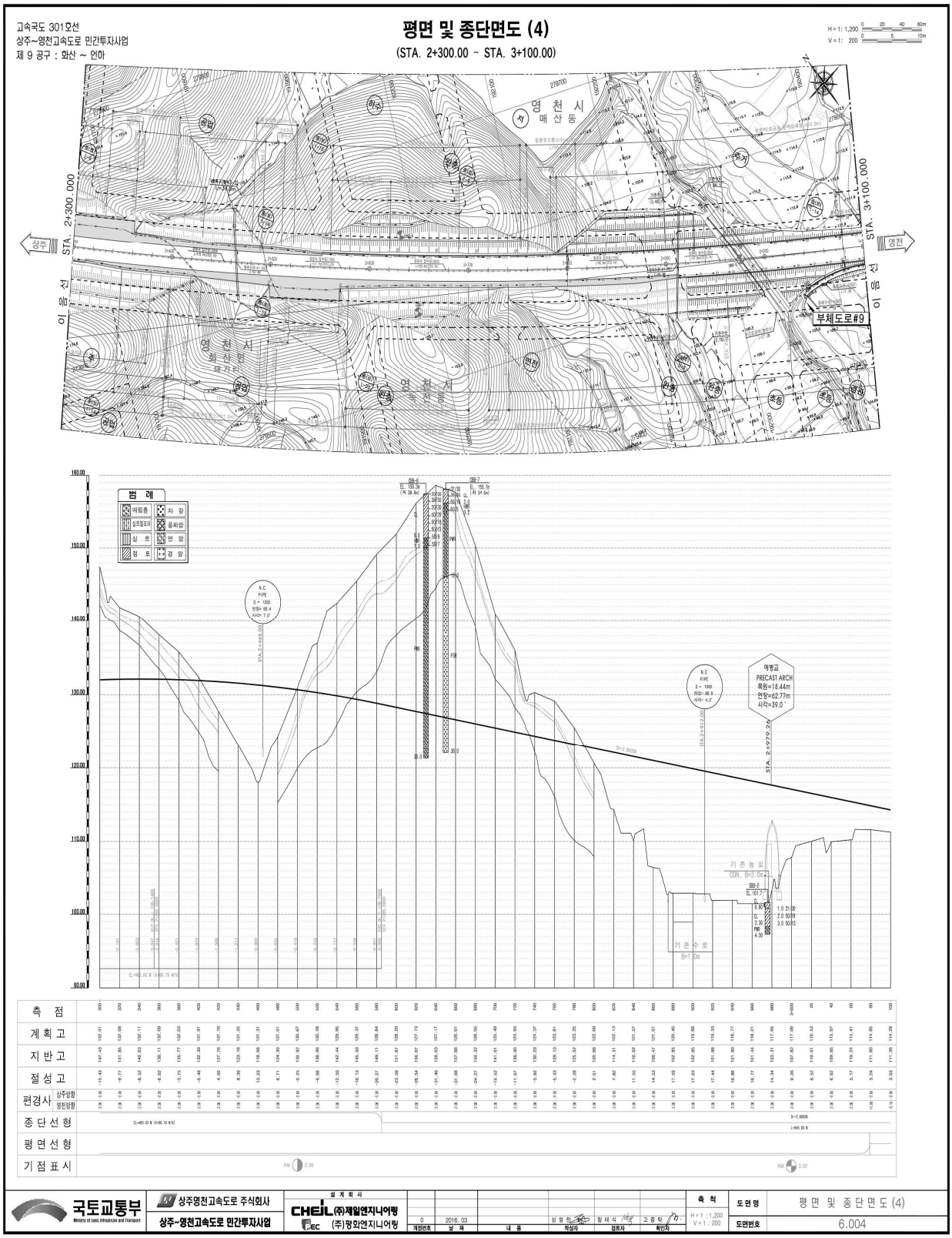
구 분	내 용
시설물명	STA.2+190~2+410(영천) 절토사면
위 치	시점 : 경상북도 영천시 화산면 대기리 종점 : 경상북도 영천시 화산면 대기리
이 정	상주~영천 고속도로 민간투자사업 건설공사(제9공구) (STA. 2+190.000~2+420.000)
종 별	2종
연 장	220m
높 이	약35.0m
경 사	토사(1:1.2), 리핑암, 발파암(1:1.0)
시 공 자	두산건설(주) , 지에스건설(주)
설 계 자	(주)제일엔지니어링, (주)평화엔지니어링
관리주체	상주영천고속도로 주식회사
준공년도	2017년 06월 27일
기 타	-

1.2 전경사진

STA.2+190~2+410(영천) 절토사면

1.3 관련도면

1.3.1 종·평면도



1.4 시공이력

본 점검대상 절토사면은 상주~영천 고속도로 민간투자사업 건설공사 9공구 STA.2+190~2+410 구간의 영천방향 절토사면으로서 사면 절취시 셰일과 사암이 분포함과 동시에 이암이 일부 관측되고 있다. 원설계로 시공하였으며, 이에 따른 안정성 검토를 실시하였다. 본 절에서는 시공상태 및 조사사항을 기록하였다.

1.4.1 절토사면 구간 현황

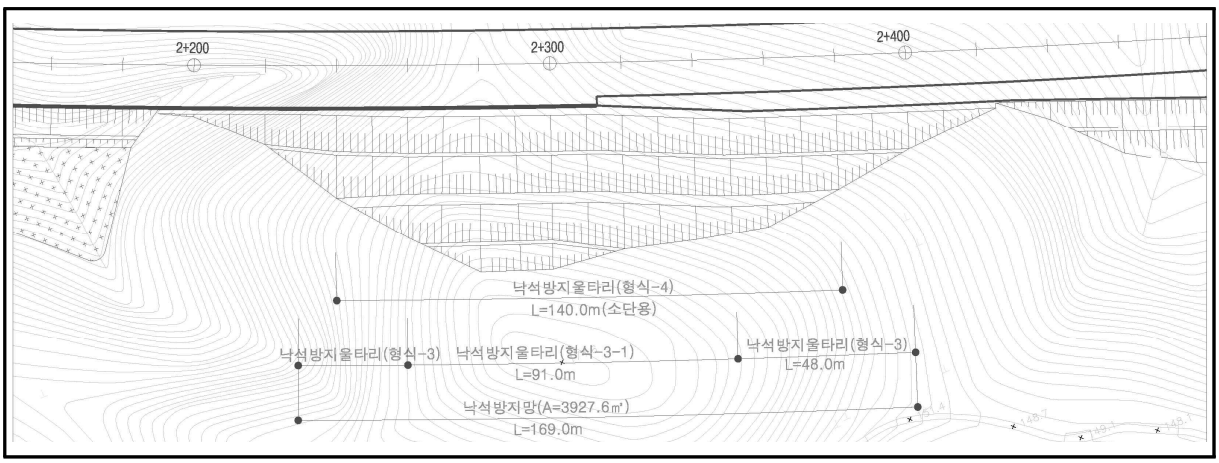
구 분	구간 및 위치	절토사면 특성	최대절토고	기반암분포	시공현황	비 고
깍기1구간	STA.2+190~410 (영천)	파쇄암반 사면	35.0m	사암, 일부 이암류	시공완료	

1.4.2 절토사면 시공 현황

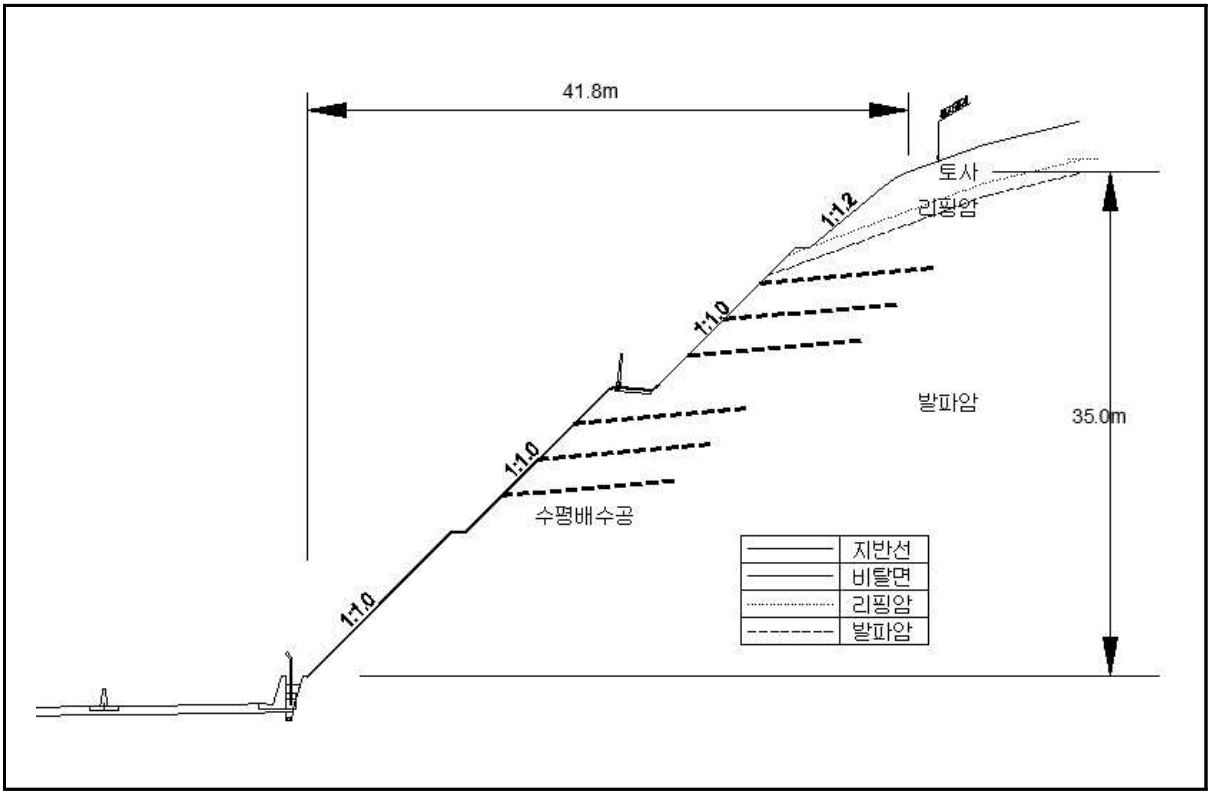
가. STA.2+190~2+410(영천) 구간은 최대 절취고 약 35.0 m로 조성되어 있다.

나. 현재 절토사면은 전체적으로 녹화토가 취부되어 있어 절토사면 표면관찰이 불가능한 상태로서 리핑암 1:1.0, 토사 1:1.2의 기울기로 시공되어 있으며, 총 3개의 소단이 형성되어 있다.

다. 기존자료에 의한 대상 절토사면 구간의 지층은 일부 이암류와 사암이 나타나는 것으로 관측되고 있다. 현재 낙석방지망과 수평배수공이 시공되어 있으며, 낙석방지망이 시공되지 않은 곳에서는 녹화토 취부까지 완료되었고, 식생의 발육상태는 전반적으로 양호하다.



【Sta.2+190~2+420】



【대표단면 STA.2+300(영천)】

1.4.3 지표지질 조사결과

STA.2+190~2+410(영천) 구간은 최대절취고 35.0m이며, 현재 녹화토 취부완료 상태로 절토사면의 외관을 관찰할 수 없다.

다만 기존 조사결과에 따르면 이암류, 사암층의 퇴적암으로 특히 층리가 발달되어 있고, 풍화가 심하고, 파쇄절리가 많아 표면유실 및 낙석으로 이어질 가능성이 높은 편이다.

1.5 강우자료 분석

대상 절토사면의 붕괴에 미치는 강우의 영향을 분석하기 위해 기상청 영천관측소에서 측정한 강우기록(2002~2017)을 분석하였다. 최근 15년간 계측된 강우량 조사 결과에 의하면 2003년 9월 12일 최대 일강우량은 159 ㎜를 기록하였으며, 평균 일강우량은 8.5mm를 기록하였다.

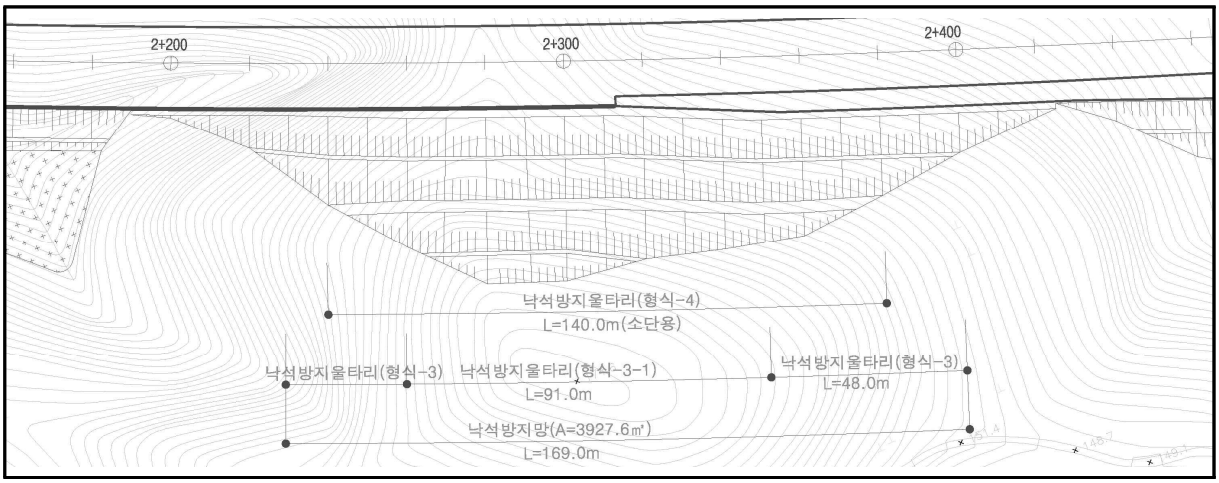
2장 외관조사

2.1 외관조사 결과

제 2 장 외 관 조 사

2.1 외관조사 결과

2.1.1 대상 절토사면의 평면현황



【Sta.2+190~2+410 평면】

2.1.2 외관조사 결과

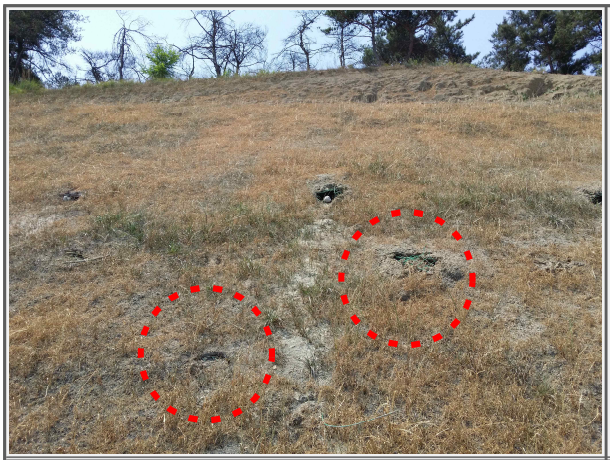
구 분	외관조사 결과	비 고
사 면 부	-사면 전체적으로 낙석방지망, 식생보호공, 낙석방지울타리가 설치되어 있음 -손상이 없는 양호한 상태임.	
식생상태	-낙석방지망 미설치구간에 씨앗파종으로 녹화가 이루어져 있으며, 일부 부분에 식생의 발육이 차이를 보이고 있는 상태임 -식생보호공 부착망 노출 : 4개소	
지하수상태	-지하수의 유출은 관찰되지 않음	
배수시설	-20m 소단 배수로 중앙부 수평배수공설치로 인한 굴착토 발생 -20m 소단 하부 종방향 균열 발생 -소단 배수로내 균열 : 2개소	
기 타	-없음	

① 절토사면 시공 현황(시점 횡단)

② 절토사면 시공 현황(종점 횡단)

③ STA.2+320부근(영천)
20m 소단 수평배수공 설치로 인한 굴착토 방치

④ STA.2+260부근(영천)
20m 소단 하부 종방향 균열 발생



⑤ STA.2+280부근(영천)
20m 소단 상부 부착망 노출(2개소)

⑥ STA.2+290부근(영천)
20m 소단 상부 부착망 노출(2개소)

【외관조사 현황】

조사 결과	•연장 230m, 높이 약 35.0m, 절취 완료후 녹화토 시공까지 완료되었으며, 총 3개의 소단이 형성되어 있다. •낙석방지망이 시공되어 있으며, 미 시공구간에는 녹화토 시공이 이루어졌고, 현재 식생 보통인 상태이다. •절토사면의 사면부 외관조사 결과 인장균열, 배부름 등의 파괴징후 없이 양호한 상태이다.

3장 안전성 검토

3.1 개 요

3.2 안전성 검토결과

제 3 장 안전성 검토

3.1 개 요

3.1.1 검토내용

본 장에서는 시공중 대깎기 절토사면에 대한 안전성 검토 중 본 과업대상 구간인 Sta.2+190+2+410 구간에 대하여 검토하였다.

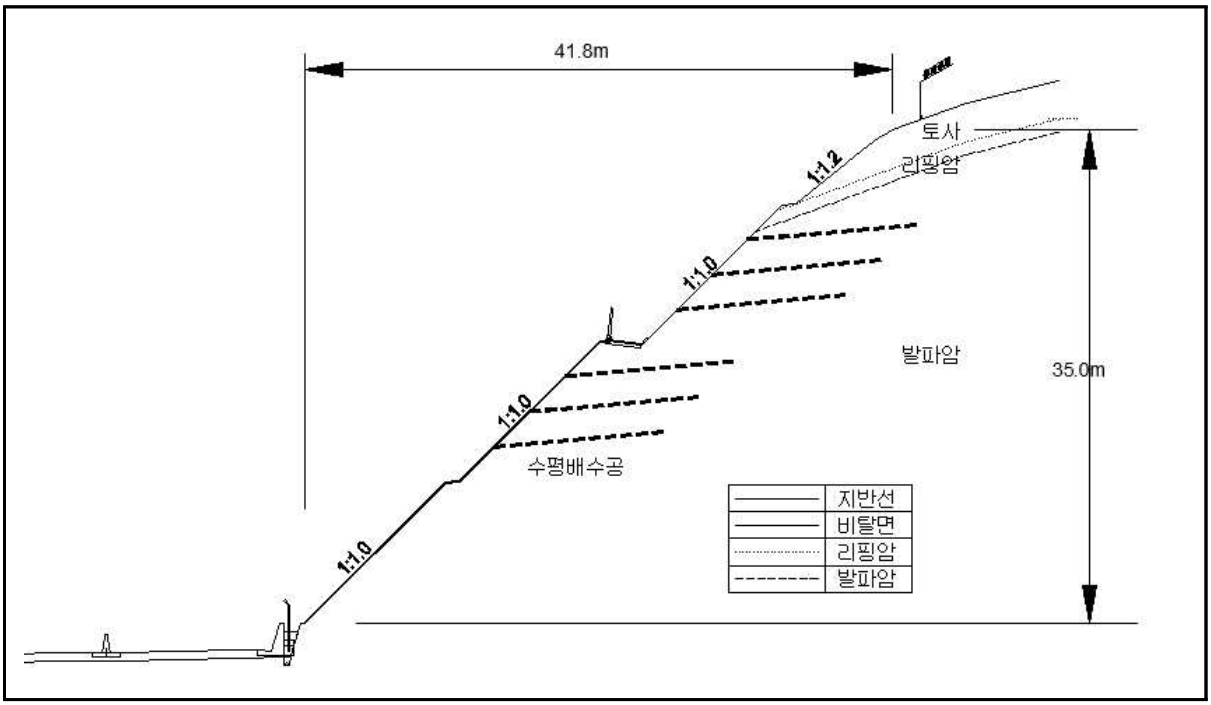
3.1.2 사용 프로그램

- 토사 및 풍화암 절토사면 해석 프로그램 : SLOPE/W
- 암반 절토사면 해석 프로그램 : Dips

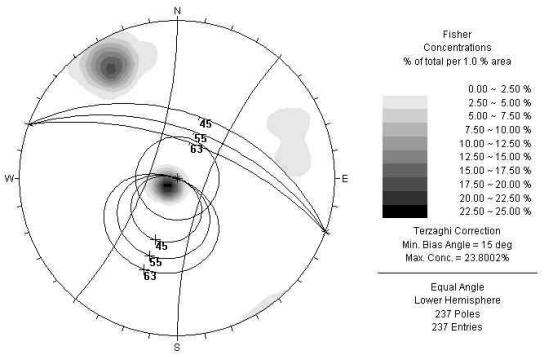
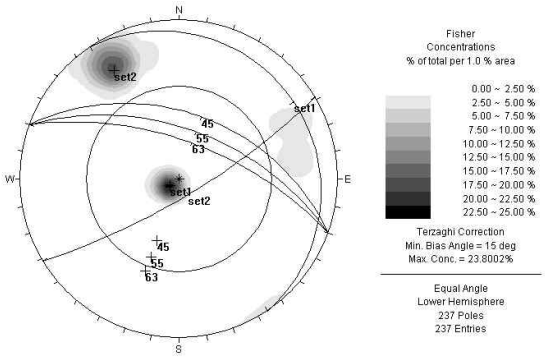
3.2 안전성 검토결과

3.2.1 암반절토사면 안전성 검토

암반절토사면 안정검토는 대상구간이 낙석방지망, 낙석방지책이 설치되어 있는 상태로 실시설계자료, 지표지질조사를 통하여 획득한 데이타를 이용하여 안정검토를 수행하였다.



【대표단면 STA.2+300(영천)】

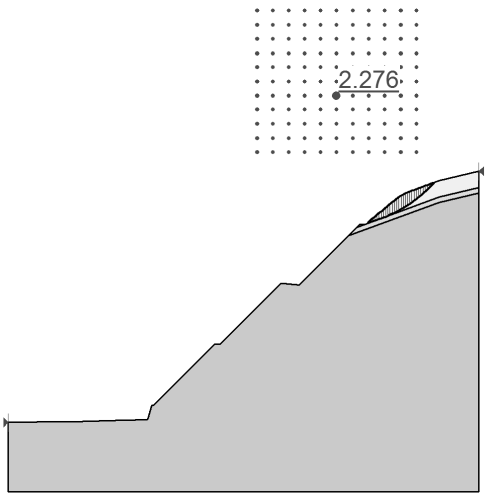
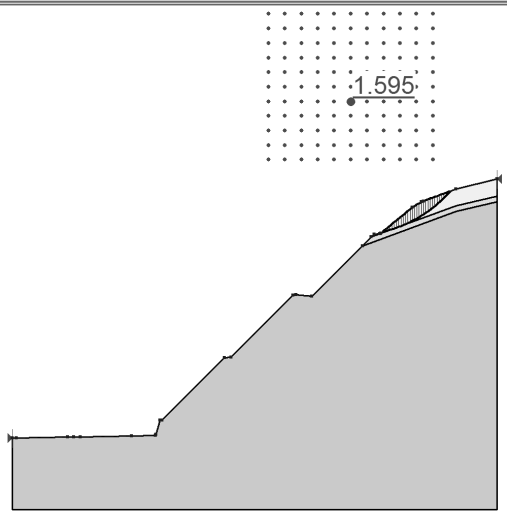
평면 및 전도파괴	쐐기파괴
	
평면, 전도파괴 안정	쐐기파괴 안정

평가 결과

•검토단면에 대한 평면 및 전도, 쐐기파괴가 발생하지 않아 대상 절토사면은 현재 안정성을 확보하는 것으로 나타났다.

3.2.2 토사 및 풍화암 절토사면 안전성 검토

토사 및 풍화암 절토사면에 대해서는 현장에서 제공한 횡단면도, 실시설계 자료를 기준으로 암반절토사면과 동일한 대표단면으로 SLOPE/W 프로그램을 이용한계평형해석을 수행하였다.

건 기 시	우 기 시
	
SF = 2.28 > 1.5 ∴O.K	SF = 1.59 > 1.2 ∴O.K

평가 결과

•검토단면에 대한 건기시, 우기시 안전율이 각각 기준안전율을 상회하는 것으로 검토되어 대상 절토사면은 현재 안정성을 확보하는 것으로 나타났다.

3.2.3 안정성 검토 요약

가. 상주~영천간 고속도로 민간투자사업 건설공사(제9공구) 노선내 절토사면에 대해 지표조사를 실시하였고, 대상 절토사면은 낙석방지망 하부구간에서 노두를 관찰하였고, 토사 구간은 녹화 등 식생에 의해 절토사면 관찰이 불가능하므로 현장 제공자료, 실시설계 지반조사보고서 등의 자료를 검토하여 안정성 검토를 수행하였다.

나. 대상 절토사면에 대한 한계평형해석 결과 토사 절토사면의 안전율은 건기시 2.28, 우기시 1.59로 기준안전율인 건기시 >1.5, 우기시 >1.2 를 상회하여 안정성이 확보된 것으로 검토되었다.

4장 상태평가 및 종합평가

4.1 외관상태에 의한 평가

4.2 사면안전성 해석에 의한 평가

4.3 종합평가

제 4 장 상태평가 및 종합평가

4.1 외관조사에 의한 평가

4.1.1 개 요

본 장에서는 외관조사결과 절토사면을 구성하고 있는 지반의 특성, 외부 환경, 절토사면 파괴특성 등을 감안하여 상태평가를 실시하였다.

4.1.2 상태평가 기준

등 급	A	B	C	D	E
결함도범위	0 ≤ x < 0.15	0.15 ≤x < 0.30	0.30 ≤x < 0.55	0.55 ≤x < 0.75	0.75 ≤ x

4.1.3 상태평가 결과

가. 상태평가등급 산정표(파쇄암반사면)

시설물명			STA.2+190~2+410(영천) 절토사면				표번호
근거표번호							
평가요소			결함점수	결함종류별 등급	총 점	결함지수	상태 평가등급
사면 손상 상태 지수	파괴징후	① 인장균열	0	a	0	f1=0.00	a
		② 지반변형	0	a			
		③ 구조물변형	0	a			
	파괴현황	④ 발생규모	0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반상태	⑤ 절리간격	3	c	10	f2=0.192	b
		⑥ 저면경사	1	b			
		⑦ 절리상태	1	b			
	사면형상	⑧ 절토사면경사	1	b			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	2	b			
	인위요인	⑩ 깎기상태	2	c			
		⑪ 배수조건	0	a			
		⑫ 보호/보강상태	0	a			
합계(Σ)					10	F = 0.132	A
상태평가결과			■ 사면손상상태지수(f1)=(①+....④)/24=0.00→a등급 ■ 사면파괴요인지수(f2)=(⑤+…⑫)/52=0.192→b등급 ■ **절토사면상태평가등급(F):(0+15)/76=0.132→A등급**				

4.2 사면안전성 해석에 의한 평가

4.2.1 안전성평가 기준

등 급	상 태	
	건 기 시	우 기 시 / 내 진
A	안전율 1.5 이상	안전율 1.1 이상
B	-	-
C	-	-
D	안전율 0.75 이상, 1.5 미만	안전율 0.75 이상, 1.1 미만
E	안전율 0.75 미만	안전율 0.75 미만

■ 암반사면 : 건기시 - 인장균열면이나 활동면을 따라 수압이 작용되지 않음.
우기시 - 인장균열이나 활동면을 따라 작용되는 수압을 HW=1/2H로 가정하여 적용

* 평사투영해석시 안정한 것으로 해석되어 한계평형해석을 수행하지 않았을 경우는 평가등급을 "A"등급으로 한다.

■ 토사사면 : 건기시 - 지하수위 미고려
우기시 - 지하수위는 지표면에 위치

■ 두 가지 이상의 파괴유형에 대하여 안정해석을 실시하였을 경우 가장 작은 안전율 값을 안전성평가에 적용한다.

4.2.2 안전성평가 결과

구조안전성 검토 결과 안전율				
위 치		건 기 시	우 기 시	평 가
9공구	STA.2+190~2+410(영천)	1.5 이상	1.2 이상	**A 등급**

평가 결과

•절토사면에 대하여 안정성 검토결과 안전율은 건기시 2.28, 우기시 1.59로 나타나 기준안전율(건기시 > 1.50, 우기시 >1.20)을 상회하는 것으로 검토되어 설계안전율을 만족하고 있어 안전성평가 등급상 A등급에 해당하는 것으로 평가되었다.

4.3 종합평가

4.3.1 종합평가

절토사면의 손상상태 평가와 파괴요인 평가를 종합하여 절토사면 상태평가 등급을 결정하며, 절토사면 안전성평가를 시행한 경우에는 상태평가등급과 안전성평가등급을 비교하여 최저등급을 절토사면 종합평가등급으로 결정한다.

시설물 종합평가 결과			
시설물명	STA.2+190~2+420(영천)		
평가구분	결함지수 또는 안전율	평가결과	비 고
상태평가	F=0.132	A	
안전성평가	SF=1.59 이상 (우기시)	A	
종합평가 결과	•외관조사에 따른 상태평가등급과 안전성 검토에 근거한 안전성평가등급 중 낮은 등급을 시설물의 종합평가등급으로 결정 •종합평가 결과 : A		

4.3.2 안전등급 지정

상태평가 등 급	상태 및 안전성	비 고
A (우수)	**문제점이 없는 최상의 상태**	
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태	
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태	
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태	
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태	

•안전등급 : 『 A 』등급

5장 주요결함 및 보수보강 이력

5.1 주요결함

5.2 보수·보강 이력

제 5 장 주요결함 및 보수·보강 이력

5.1 주요결함

구 분	대 상 공 종	주요결함 내용	비고
절토사면	•사면의 균열·이완 등에 따른 옹벽의 균열 또는 파손 ◦사면 손상상태 평가에서 “d"이하인 경우 – 토사, 연약암반, 파쇄암반, 절리암반 등	•해당사항 없음	

5.2 보수·보강 이력

부 위	보수·보강 날 짜	주요 결함내용	보수·보강 내용	시 공 사	비고
절토사면	–	•배수상태 불량	수평배수공 설치 (L=12m, 6열)	두산건설(주) 지에스건설(주)	
	2017.05 ~2017.06	•소단 배수로 균열	몰탈주입	두산건설(주) 지에스건설(주)	
	2017.05 ~2017.06	•굴착토 방치	굴착토 청소	두산건설(주) 지에스건설(주)	
	2017.05 ~2017.06	•식생보호공 부착망 노출	식생보호공 재시공	두산건설(주) 지에스건설(주)	

•공사중 사면 보강 이력사항 없음.

6장 보수 및 유지관리방안

6.1 보수방안

6.2 유지관리방안

제 6 장 보수 및 유지관리방안

6.1 보수방안

구 분	손상내용	단위	손상 수량 (수량/개소)	보수 수량 (수량/개소)	미보수 수량 (수량/개소)	보수공법
절토사면	배수상태 불량	m	12 / 1	12 / 1	0 / 0	수평배수공 설치
	소단 배수로 균열	m	2 / 1	2 / 1	0 / 0	몰탈주입
	굴착토 방치	개소	1	1	0	굴착토 청소
	식생보호공 부착망 노출	개소	4	4	0	식생보호공 재시공

6.2 유지관리방안

구 분	유 지 관 리 방 안
절토사면	•깎기부에 분포하는 뜬돌 또는 상부절토사면에 분포하는 뜬돌(부석)의 부재 여부 확인 후 현장여건을 감안하여 제거, 봉합, 유도하는 방안 검토 •과거 붕괴 발생 후 방치된 기붕괴부의 경우 붕괴요인과 관련된 현장의 지반상태를 조사하여 현재의 붕괴부가 지지력 상실로 인해 추가붕괴 발생 가능성이 있는지 아니면 붕괴로 인해 위험요소가 모두 제거되었는지의 여부 판단 •강우에 의한 녹생토 유실 및 세굴이 발생되지 않도록 배수로 정비
	•주요 점검항목 – 파괴징후 조사 : 인장균열, 지반변형, 구조물 변형 – 지반상태 : 토층 두께, 절리 상태 – 사면파괴 : 표면보호공 상태, 절취 상태, 사면 보호공 상태, 배수로 상태 – 배수구 주변 : 이물질 및 토사퇴적, 체수

7장 결 론

7.1 현장조사 결과

7.2 안전성검토 결과

7.3 상태평가 결과

7.4 종 합 결 론

제 7 장 결 론

7.1 현장조사 결과

- 본 초기점검 대상 절토사면은 상주~영천 고속도로 민간투자사업 건설공사(9공구) 구간 중 Sta.2+190~2+410(영천)에 위치하고 있다.
- 과업대상 절토사면은 연장 220m, 높이 35.0m로 경사는 토사(1:1.2), 리핑암, 발파암(1:1.0)로 시공되었다.
- 낙석방지망이 설치된 구간과 녹생토가 시공된 구간은 양호한 상태로 확인되었다.
- 외관조사 결과 소단 배수로 내에 균열이 발생하였으나 보수가 완료되었으며, 지속적인 유지관찰이 바람직할 것으로 판단된다.

7.2 안전성검토 결과

- 절토사면 안전성검토 결과 안전율은 건기시 SF =2.28, 우기시 SF = 1.59로 검토되어 사면의 안전성은 확보된 것으로 판단된다.

7.3 상태평가 결과

- 외관조사에 의한 상태평가 결과 결함지수는 0.132로 산출되어 상태평가 등급은 『A』등급으로 평가되었다.

7.4 종합결론

- 본 과업대상 절토사면에 대한 초기점검 결과 외관조사를 통한 상태평가와 안전성평가를 종합적으로 검토한 결과 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』에 근거한 절토사면의 안전등급은 “문제점이 없는 최상의 상태”인 『A』등급으로 평가되었다.