

보고서 목차

- 제출문
- 요약표, 현황표, 전경
- 위치도, 요약문

제 1 장 서 언	1
1.1 과업의 목적	3
1.2 시설물의 개요 및 이력사항	3
1.3 과업의 범위 및 내용	6
1.4 과업수행 절차 및 일정	8
1.5 사용장비 및 시험기기의 현황	9
1.6 과업수행 일정	11
1.7 교량 기호의 정의	12
제 2 장 자료수집 및 분석	13
2.1 개요	15
2.2 자료수집 현황	15
2.3 설계 및 시공자료	16
2.4 기존 점검 및 진단자료	43
2.5 시설물의 보수·보강자료	59
2.6 내진설계 여부 확인	60
2.7 자료수집 및 분석 결과요약	63
제 3 장 현장조사 및 시험	65
3.1 시설물 및 현장조사 현황	67
3.2 부재별 항목조사	68
3.3 주변환경 및 하중변화	73
3.4 현장조사의 개요	74

3.5 현장조사	87
3.6 콘크리트 내구성 조사	179
제 4 장 시설물의 상태평가	225
4.1 개요	227
4.2 상태평가 결과	231
제 5 장 재하시험	249
5.1 개요	251
5.2 재하시험 계획 및 실행	258
5.3 정적재하시험	263
5.4 동적재하시험	270
5.5 재하시험 결과분석	275
제 6 장 시설물의 안전성평가	279
6.1 개요	281
6.2 구조해석 및 안전성검토	284
6.3 내하력 평가	310
6.4 안전성평가 등급 산정	319
제 7 장 종합평가 및 안전등급의 지정	331
7.1 종합평가 산정절차	333
7.2 종합평가 결과	334
7.2 안전등급 지정	335
제 8 장 보수·보강 및 유지관리 방안	337
8.1 보수·보강 방안	339
8.2 보수·보강 개략공사비	361
8.3 유지관리 방안	363
제 9 장 종합결론	377

9.1 개요	379
9.2 종합결론	379

■ 부 록

1. 과업지시서
2. 외관조사망도
3. 측정, 시험 계측성과표
4. 상태평가 결과자료
5. 구조해석 자료
6. 재하시험결과 자료
7. 현황조사 및 외관조사 사진첩
8. 시설물관리대장 사본
9. 사용장비 및 기기의 사진
10. 사전조사 자료 일체

표 목차

【표 1.1】 시설물의 현황	3
【표 1.2】 주요 이력사항	5
【표 1.3】 교량 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 대상시설 범위	6
【표 1.4】 과업의 내용	7
【표 1.5】 주요 사용장비 및 시험기기	9
【표 1.6】 정밀안전진단 과업수행 일정	11
【표 1.7】 교량 기호의 정의	12
【표 2.1】 자료조사 목록	15
【표 2.2】 시설물의 준공도서 검토 분석	36
【표 2.3】 북삼교 구조계산서 검토	38
【표 2.4】 점검이력사항	43
【표 2.5】 북삼교 보수·보강 이력사항	59
【표 2.6】 내진설계 여부	60
【표 2.7】 내진성능평가 결과 요약	61
【표 2.8】 자료수집 및 분석 결과요약	63
【표 3.1】 부재별 항목조사	68
【표 3.2】 하중변화 검토내용	73
【표 3.3】 바닥판하면 현장조사 결과	87
【표 3.4】 바닥판하면 기 점검 결과 비교	91
【표 3.5】 거더 현장조사 결과	93
【표 3.6】 거더 기 점검 결과 비교	97
【표 3.7】 가로보 현장조사 결과	99
【표 3.8】 가로보 기 점검 결과 비교	101
【표 3.9】 교대 현장조사 결과	102
【표 3.10】 교대 기울음 측정 결과	104
【표 3.11】 교대 손상현황 기 점검 결과 비교	105

【표 3.12】 교대 기울음 기 점검 결과 비교	106
【표 3.13】 교각 현장조사 결과	107
【표 3.14】 교각 기울음 측정 결과	113
【표 3.15】 교각 손상현황 기 점검 결과 비교	114
【표 3.16】 교각 기울음 기 점검 결과 비교	115
【표 3.17】 기초 현장조사 결과	117
【표 3.18】 기초 기 점검 결과 비교	119
【표 3.19】 교량받침 현장조사 결과	121
【표 3.20】 교량받침 기 점검 결과 비교	125
【표 3.21】 연단거리 측정 결과	128
【표 3.22】 1차 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정	130
【표 3.23】 1차 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과	131
【표 3.24】 2차 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정	135
【표 3.25】 2차 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과	136
【표 3.26】 신축이음장치 현장조사 결과	141
【표 3.27】 신축이음장치 기 점검 결과 비교	144
【표 3.28】 1차 신축이음장치 신축이동량(설계기준 온도) 산정	146
【표 3.29】 1차 신축이음장치 신축이동량 산정	147
【표 3.30】 1차 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과	148
【표 3.31】 2차 신축이음장치 신축이동량(설계기준 온도) 산정	149
【표 3.32】 2차 신축이음장치 신축이동량 산정	150
【표 3.33】 2차 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과	151
【표 3.34】 교면포장 현장조사 결과	152
【표 3.35】 교면포장 기 점검 결과 비교	154
【표 3.36】 배수시설 현장조사 결과	155
【표 3.37】 배수시설 기 점검 결과 비교	157
【표 3.38】 난간 및 연석 현장조사 결과	158
【표 3.39】 난간 및 연석 기 점검 결과 비교	160
【표 3.40】 교량 점검시설 현장조사 결과	161
【표 3.41】 교량 점검시설 기 점검 결과 비교	163
【표 3.42】 기타시설 현장조사 결과	164

【표 3.43】 기타시설 기 점검 결과 비교	168
【표 3.44】 공중이용시설 10대 위험요소	171
【표 3.45】 손상내용 총괄표	174
【표 3.46】 손상물량 비교표	176
【표 3.47】 콘크리트 비파괴시험 현황	179
【표 3.48】 타격방향 보정치	182
【표 3.49】 재령에 의한 보정치	183
【표 3.50】 기존의 비파괴강도 추정 제안식(초음파전달속도시험)	186
【표 3.51】 탄산화 속도에 영향을 미치는 요인	190
【표 3.52】 탄산화 상태평가 기준	192
【표 3.53】 염화물 평가기준(콘크리트 구조설계기준(2007))	193
【표 3.54】 염화물 상태평가 기준(시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2026.01))	193
【표 3.55】 반발경도 시험결과(바닥판)	195
【표 3.56】 반발경도 시험결과(거더)	195
【표 3.57】 반발경도 시험결과(교대 및 교각)	196
【표 3.58】 반발경도 시험결과 분석	196
【표 3.59】 반발경도 시험보고서	199
【표 3.60】 초음파전달속도 시험결과(바닥판)	201
【표 3.61】 초음파전달속도 시험결과(거더)	201
【표 3.62】 초음파전달속도 시험결과(교대 및 교각)	202
【표 3.63】 초음파전달속도 시험결과 분석	202
【표 3.64】 기 점검결과와의 비교	204
【표 3.65】 초음파전달속도 시험보고서	205
【표 3.66】 철근탐사시험 결과	206
【표 3.67】 철근탐사시험 결과 분석	208
【표 3.68】 기 점검결과와의 비교	209
【표 3.69】 철근탐사 시험보고서	210
【표 3.70】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가	212
【표 3.71】 탄산화 시험결과 분석	213
【표 3.72】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측	213
【표 3.73】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교	218

【표 3.74】 탄산화 깊이 시험 보고서	219
【표 3.75】 염화물 함유량 시험결과	220
【표 3.76】 염화물 함유량 시험 결과 분석	221
【표 3.77】 기 점검결과와의 비교	221
【표 3.78】 염화물 함유량 시험 보고서	222
【표 3.79】 금회 진단 내구성조사 결과요약	223
【표 3.80】 기 점검결과와 내구성조사 비교 결과요약	224
【표 4.1】 부재별 상태평가 적용 범위	227
【표 4.2】 구조형식에 따른 일반교량의 부재별 가중치	228
【표 4.3】 결함도 점수 범위에 따른 기준	230
【표 4.4】 콘크리트 바닥판 상태평가 결과	231
【표 4.5】 거더 상태평가 결과	232
【표 4.6】 가로보 상태평가 결과	233
【표 4.7】 콘크리트 교대 및 교각 상태평가 결과	234
【표 4.8】 기초 상태평가 결과	235
【표 4.9】 교량받침 상태평가 결과	236
【표 4.10】 신축이음 상태평가 결과	237
【표 4.11】 교면포장 상태평가 결과	238
【표 4.12】 배수시설 상태평가 결과	239
【표 4.13】 난간 및 연석 상태평가 결과	240
【표 4.14】 탄산화 상태평가 결과	241
【표 4.15】 염화물 상태평가 결과	242
【표 4.16】 상태평가 결과	243
【표 4.17】 시설물 전체 상태평가 결과표	246
【표 4.18】 전회 정밀안전점검과 상태평가 결과 비교·분석	246
【표 4.19】 기 진단 및 정밀안전점검 상태평가 결함도 점수 비교	247
【표 5.1】 재하시험 측정기기	258
【표 5.2】 센서의 종류	258
【표 5.3】 재하차량 제원	259
【표 5.4】 재하시험 대상경간	259
【표 5.5】 재하시험 구간 Gauge 번호, 부착위치 및 목적	261

【표 5.6】 정적재하시험 하중 재하 경우	263
【표 5.7】 변위 측정 결과(mm)	265
【표 5.8】 변형률 측정 결과($\mu \epsilon$)	265
【표 5.9】 횡방향 거동분포	267
【표 5.10】 수직전단 변형률 및 전단응력 계산결과	269
【표 5.11】 속도별 변위 측정결과	272
【표 5.12】 실측 충격계수	273
【표 5.13】 실측 고유진동수	274
【표 5.14】 재하시험 결과분석	275
【표 5.15】 재하시험 결과 비교분석	277
【표 6.1】 구조검토구간 선정	281
【표 6.2】 설계시와 정밀안전진단의 구조검토 조건비교	282
【표 6.3】 바닥판 자중의 거더별 횡분배 결과	297
【표 6.4】 합성후 고정하중의 거더별 횡분배 결과	297
【표 6.5】 활하중 검토	298
【표 6.6】 단면특성 산정 결과	299
【표 6.7】 휨모멘트 산출 결과 (단위:kN·m)	302
【표 6.8】 외측거더 휨응력 산정 결과	303
【표 6.9】 내측거더 휨응력 산정 결과	303
【표 6.10】 PSC Beam 응력 검토결과 (단위:MPa)	304
【표 6.11】 재하시험 차량에 의한 처짐해석 결과	314
【표 6.12】 재하시험 차량에 의한 응력해석 결과	314
【표 6.13】 처짐응답비	315
【표 6.14】 변형율응답비	315
【표 6.15】 충격계수 비	316
【표 6.16】 응답보정계수(K_s)	316
【표 6.17】 거더의 기본 내하율 산정(허용응력설계법)	317
【표 6.18】 거더의 기본 내하율 산정(강도설계법)	317
【표 6.19】 바닥판의 기본 내하율 산정(강도설계법)	317
【표 6.20】 공용내하력 산정	318
【표 6.21】 구조물의 안전성 평가기준	319

【표 6.22】 (1)기초 형식 및 (2)지반 종류에 따른 등급판정	320
【표 6.23】 (3) 지반 및 세굴 상태, 세굴심 검토에 따른 등급판정	321
【표 6.24】 (4) 세굴보호공 상태에 따른 등급판정	321
【표 6.25】 기초의 안전성능 평가기준	322
【표 6.26】 PSC Beam 안전성검토 결과(허용응력 설계법)	324
【표 6.27】 PSC Beam 안전성검토 결과(강도설계법)	324
【표 6.28】 바닥판 안전성검토 결과(강도설계법)	324
【표 6.29】 기초, 지반 및 세굴방지보호 현황	325
【표 6.30】 복삼교 세굴심도(준공도서 발체)	326
【표 6.31】 세굴심 위치에 따른 안전성평가 등급 산정	327
【표 6.32】 안전성평가 결과요약	328
【표 6.33】 기 진단 결과와의 비교 · 분석표	329
【표 7.1】 종합평가 결과	334
【표 7.2】 시설물의 안전등급 기준	335
【표 7.3】 시설물의 안전등급 지정	335
【표 8.1】 시설물의 보수 · 보강방안 수립에 따른 검토사항	339
【표 8.2】 보수 · 보강 우선순위 결정 기준	340
【표 8.3】 수지주입공법의 종류	343
【표 8.4】 균열폭에 알맞은 수지의 점도	343
【표 8.5】 균열폭에 따른 주입파이프/패커의 간격	343
【표 8.6】 에폭시계 수지의 규격	344
【표 8.7】 주입공법 공법비교안	345
【표 8.8】 일반적인 부식 환경 도막두께	348
【표 8.9】 가혹한 부식 환경 도막두께	349
【표 8.10】 부분 재도장시 도막두께	349
【표 8.11】 도장 전 · 후 검사항목	350
【표 8.12】 강재도장 공법 비교	352
【표 8.13】 보수 · 보강 개략공사비	361
【표 8.14】 각 구조부재별 점검사항	366

그림 목차

【그림 1.1】 종 · 평면도	4
【그림 1.2】 정밀안전진단 과업수행 흐름도	8
【그림 2.1】 종 · 평면도	16
【그림 2.2】 슬래브 일반도 - 1	17
【그림 2.3】 슬래브 일반도 - 2	18
【그림 2.4】 슬래브 구조도	19
【그림 2.5】 PC빔 일반도	20
【그림 2.6】 PC빔 배근도	21
【그림 2.7】 교대 일반도(시점측)	22
【그림 2.8】 교대 일반도(종점측)	23
【그림 2.9】 교대 구조도(시점측)	24
【그림 2.10】 교대 구조도(종점측)	25
【그림 2.11】 교각 일반도 - 1	26
【그림 2.12】 교각 일반도 - 2	27
【그림 2.13】 교각 일반도 - 3	28
【그림 2.14】 교각 일반도 - 4	29
【그림 2.15】 교각 배근도 - 1	30
【그림 2.16】 교각 배근도 - 2	31
【그림 2.17】 교각 배근도 - 3	32
【그림 2.18】 교각 배근도 - 4	33
【그림 2.19】 우물통 구조도 - 1	34
【그림 2.20】 우물통 구조도 - 2	35
【그림 3.1】 바닥관하면 기 점검과의 손상물량 변동 그래프	91
【그림 3.2】 거더 기 점검과의 손상물량 변동 그래프	97
【그림 3.3】 가로보 기 점검과의 손상물량 변동 그래프	101
【그림 3.4】 교대 기울음 측정 위치도	104

【그림 3.5】 교대 기 점검과의 손상물량 변동 그래프	105
【그림 3.6】 교각 기울음 측정 위치도	113
【그림 3.7】 교각 기 점검과의 손상물량 변동 그래프	114
【그림 3.8】 기초 기 점검과의 손상물량 변동 그래프	119
【그림 3.9】 교량받침 배치도	120
【그림 3.10】 교량받침 기 점검과의 손상물량 변동 그래프	125
【그림 3.11】 도로교설계기준 연단거리 산출방법	127
【그림 3.12】 신축이음장치 기 점검과의 손상물량 변동 그래프	144
【그림 3.13】 교면포장 기 점검과의 손상물량 변동 그래프	154
【그림 3.14】 배수시설 기 점검과의 손상물량 변동 그래프	157
【그림 3.15】 난간 및 연석 기 점검과의 손상물량 변동 그래프	160
【그림 3.16】 교량 점검시설 기 점검과의 손상물량 변동 그래프	163
【그림 3.17】 기타시설 기 점검과의 손상물량 변동 그래프	168
【그림 3.18】 콘크리트 내구성조사 위치도	180
【그림 3.19】 초음파전달속도시험 및 측정기 점검 등의 절차	184
【그림 3.20】 초음파전달속도시험을 위한 탐촉자 배치방법	185
【그림 3.21】 표면법에 의한 초음파전달속도의 측정	186
【그림 3.22】 철근탐사 측정원리	187
【그림 3.23】 철근탐사시험 및 장비 점검 등의 절차	188
【그림 3.24】 탄산화에 의한 콘크리트 성능저하	190
【그림 3.25】 반발경도시험 측정결과	197
【그림 3.26】 초음파전달속도시험 측정결과	203
【그림 3.27】 탄산화 깊이 측정결과	213
【그림 3.28】 염화물 함유량 시험 시험결과 그래프	221
【그림 4.1】 기 진단 및 정밀안전점검 결과와의 부재별 상태평가 결과 비교	247
【그림 5.1】 정·동적 재하시험 측정체계	254
【그림 5.2】 재하시험의 절차	257
【그림 5.3】 재하차량 제원	258
【그림 5.4】 게이지 부착위치	259
【그림 5.5】 Load Case별 재하위치	263
【그림 5.6】 Load Case별 측정 데이터	266

【그림 5.7】 중립축 위치분석	268
【그림 5.8】 전단 게이지	269
【그림 5.9】 동적 주행 방향 및 위치	270
【그림 5.10】 응답 이력곡선	271
【그림 5.11】 해석 고유진동수	274
【그림 6.1】 상부구조 표준횡단면도	287
【그림 6.2】 슬래브일반도(1)	288
【그림 6.3】 슬래브일반도(2)	289
【그림 6.4】 PSC BEAM일반도	290
【그림 6.5】 슈배치도(1)	291
【그림 6.6】 슈배치도(2)	292
【그림 6.7】 탄성받침 상세도(1)	293
【그림 6.8】 탄성받침 상세도(2)	294
【그림 6.9】 교대 및 교각의 탄성받침 스프링계수 채원	295
【그림 6.10】 활하중 재하도	298
【그림 6.11】 구조해석 모델	299
【그림 6.12】 하중재하도	300
【그림 6.13】 하중조건별 단면력도	302
【그림 6.14】 재하Case별 처짐	312
【그림 6.15】 1단계 지반, 세굴, 세굴심 결과 산정 방법	323
【그림 7.1】 종합평가 결과 산정절차	333
【그림 8.1】 표면처리공법 개요도	341
【그림 8.2】 표면처리공법 시공 흐름도	342
【그림 8.3】 균열 보수공법 개요도	344
【그림 8.4】 단면보수공법 개요도	346
【그림 8.5】 단면보수공법 시공 흐름도	347
【그림 8.6】 아스팔트 팻칭공법 시공 개요도	354
【그림 8.7】 아스팔트 균열보수공법 시공 흐름도	355
【그림 8.8】 콘크리트 재포장(LMC) 시공절차	356
【그림 8.9】 교면포장용 Latex 혼합개질콘크리트 배합기준	357
【그림 8.10】 라텍스의 품질기준	360

【그림 8.11】 교면포장 공법 비교	360
【그림 8.12】 중점유지관리 사항	364

사진 목차

【사진 2.1】 부재 현장측정 전경	36
【사진 3.1】 측면 전경 및 종평면도	67
【사진 3.2】 부재별 전경 및 현장사진	68
【사진 3.3】 주변환경 및 하중변화 전경	73
【사진 3.4】 바닥판하면 전경	87
【사진 3.5】 바닥판하면 손상현황	88
【사진 3.6】 거더 전경	93
【사진 3.7】 거더 손상현황	94
【사진 3.8】 가로보 전경	99
【사진 3.9】 가로보 손상현황	100
【사진 3.10】 교대 전경	102
【사진 3.11】 교대 손상현황	103
【사진 3.12】 교각 전경	107
【사진 3.13】 교각 손상현황	108
【사진 3.14】 기초 전경	117
【사진 3.15】 기초 손상현황	118
【사진 3.16】 교량받침 전경	120
【사진 3.17】 교량받침 손상현황	122
【사진 3.18】 교량받침장치 연단거리측정	127
【사진 3.19】 교량받침 이동량 측정	129
【사진 3.20】 신축이음 전경	140
【사진 3.21】 신축이음장치 손상현황	141

【사진 3.22】 신축이음장치 유간 측정	146
【사진 3.23】 교면포장 전경	152
【사진 3.24】 교면포장 손상현황	153
【사진 3.25】 배수시설 전경	155
【사진 3.26】 배수시설 손상현황	156
【사진 3.27】 난간 및 연석 전경	158
【사진 3.28】 난간 및 연석 손상현황	159
【사진 3.29】 교량 점검시설 전경	161
【사진 3.30】 교량 점검시설 손상현황	162
【사진 3.31】 기타시설 전경	164
【사진 3.32】 기타시설 손상현황	166
【사진 3.33】 교량의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황	172
【사진 3.34】 콘크리트 내구성조사 현황	180
【사진 3.35】 콘크리트강도 시험 현장사진	194
【사진 3.36】 철근탐사시험 현장사진	206
【사진 3.37】 탄산화 깊이 측정 현장사진	212
【사진 3.38】 염화물 함유량 시험 현장사진	220
【사진 5.1】 재하시험 현황	262