

07 | 영천JCT Ramp-B교

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

1 장 | 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			영천JCT Ramp-B교
위 치			경상북도 영천시 북안면 내포리
이 정			Sta.0+0535.800~0+735.800
종 별			1종
상부형식			STEEL BOX GIRDER교
교 폭			12.600m(편도2차로)
연 장			200.0m(4@50m)
하부구조	교 대	본 체	A1 : 역T형
		기 초	A1 : 말뚝기초
	교 각	본 체	P1~P3 : T형
		기 초	P1~P3 : 직접기초
방호시설			콘크리트 방호벽
신축이음장치			A1 : 팽거조인트
교량받침			교대, 교각 : 면진받침
사 각			90 °
곡선반경			R=280m, A=185.0, R=1,300m
최대종단경사			S = (+)4.497% ~ (+)1.650%
시 공 자			대림산업(주), 현대건설(주), 흥한건설(주), 두산건설(주), 경남기업(주)
설 계 자			(주)한국해외기술공사, 동이이엔씨
관리주체			영천상주고속도로(주)
준공년도			2017년 06월 26일
기 타			구국도4호선 횡단

1.2 전경사진

1.2.1 영천JCT Ramp-B교 전경사진



내 용 영천JCT Ramp-B교 상부



내 용 영천JCT Ramp-B교 측면



내 용 영천JCT Ramp-B교 거더



내 용 영천JCT Ramp-B교 교각



내 용 영천JCT Ramp-B교 교대



내 용 영천JCT Ramp-B교 배수관

영천JCT RAMP-B교 슬래브 일반도 (1)

설 계 법 : 경합적설계법, LB-ECK
콘크리트설계기준강도 $f_{ck} = 27 \text{ MPa}$
철근 항복 강도 $f_y = 400 \text{ MPa}$
설 계 하 중 : DB-24, DL-24

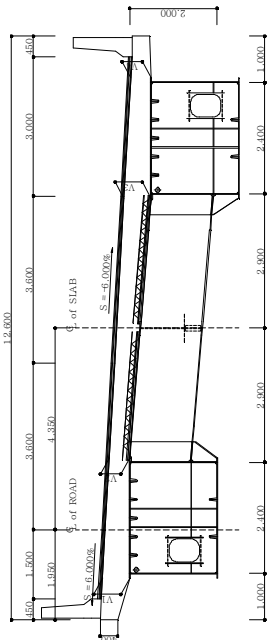
[illegible]

영천JCT RAMP-B교 슬래브 일반도 (2)

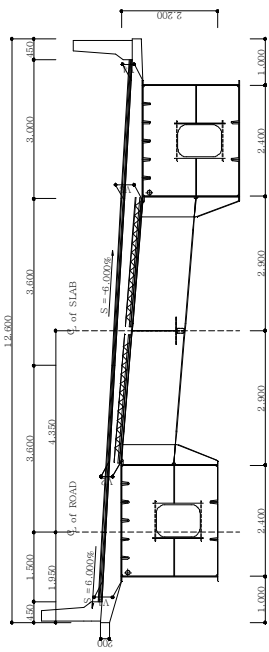
고속도로 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 10 공구 : 인아 ~ 특안

설 계 법 : 경량벽식계단, LB-DECK
콘크리트강재기준강도 fck = 27 MPa
철근 항복 강도 fy = 400 MPa
설 계 하 중 : DB-94, DL-24

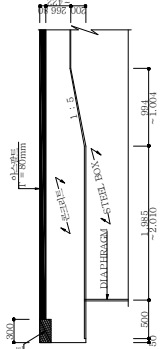
횡단면도 상세도
(단지점부)
S = 1 : 50



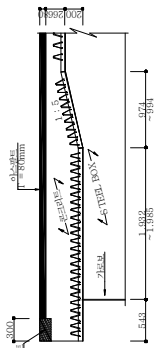
횡단면도 상세도
(일반부)
S = 1 : 50



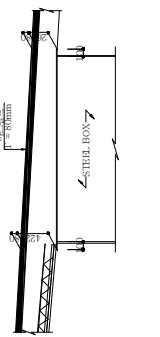
단면 A-A
S = 1 : 30



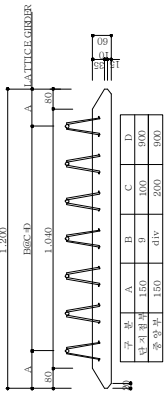
단면 B-B
S = 1 : 30



단면 C-C
S = 1 : 30

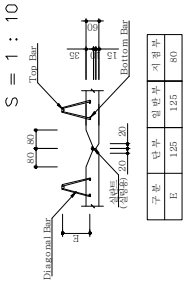


L.B DECK 상세도
S = NONE



노출 사출
1. 포설에서 변형이 LB-DECK 제원은
2. 구조설계에 의해 변경할 수 있음.
LB-DECK의 구조설계에 의해 구조물 형

LB-DECK
?? ??



노출 사출
1. 상부 콘크리트는 철근을 용해 하기 위하여 이를
2. 캐터에 제거해야 함
3. 캐터에 제거된 콘크리트는 30mm 이하의 입자 크기의
0.075mm 체를 통과한 잔여물을 사용한다

변화 치수표
S = 1 : 100

STATION	변수	변수	V1	V2	V3	V4
0K+400.000	6.000	-6.000	422.0	422.0	422.0	422.0
0K+450.000	6.000	-6.000	422.0	422.0	422.0	422.0
0K+500.000	6.000	-6.000	422.0	422.0	422.0	422.0
0K+550.000	6.000	-6.000	422.0	422.0	422.0	422.0
0K+600.000	6.000	-6.000	422.0	422.0	422.0	422.0
0K+650.000	6.000	-6.000	422.0	422.0	422.0	422.0
0K+700.000	6.000	-6.000	422.0	422.0	422.0	422.0
0K+750.000	6.000	-6.000	422.0	422.0	422.0	422.0
0K+800.000	6.000	-6.000	422.0	422.0	422.0	422.0

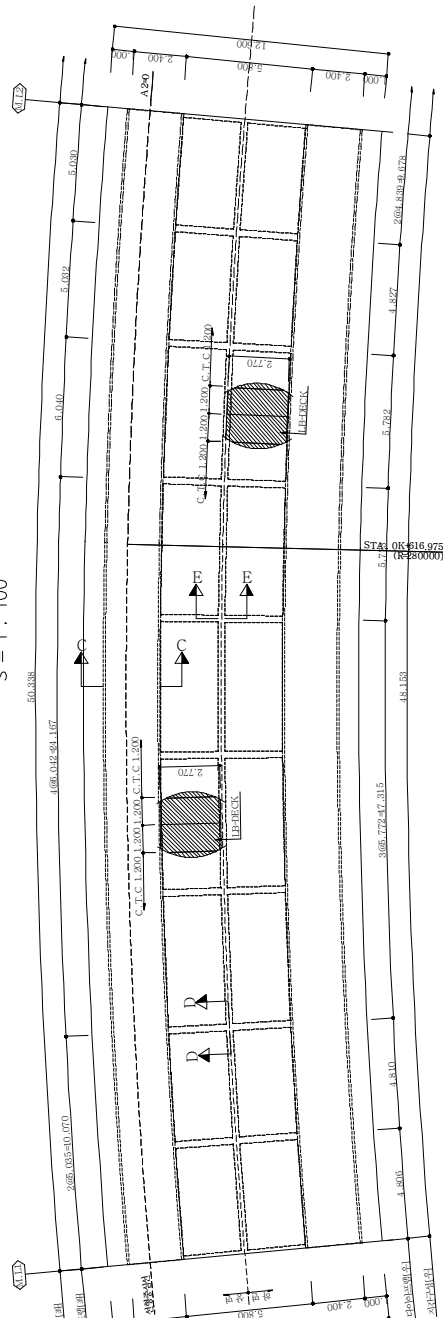
국토해양부 Ministry of Land, Urban and Planning	영천고속도로 민간투자사업 상주-영천고속도로 민간투자사업	영천CT RAMP-B교 슬래브일반도(2)	도면번호 10-09-010

영천JCT RAMP-B교 슬래브 일반도 (3)

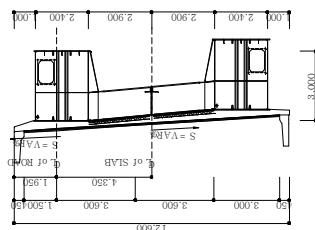
고속도로 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 10 공구 : 안아 ~ 북안

설 계 법 : 경형직접법, LRF-BCK
콘크리트강재기준치: $f_{ck} = 27 \text{ MPa}$
철근 항복 강도: $f_y = 400 \text{ MPa}$
설 계 하 중 : DB-24, DK-24

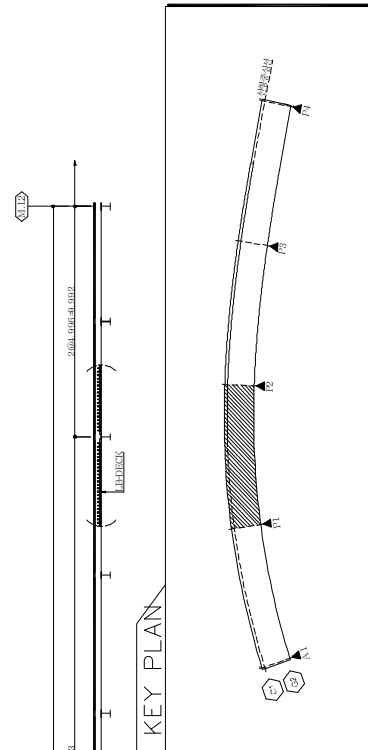
평면도
S = 1 : 100



평면도
S = 1 : 100



중단면도
S = 1 : 100



???(?) ??
S = 1 : 30



영천 JCT RAMP-B교 슬래브일반도(3)

도면번호

축척

S = 1 : 100

작성일자

2010. 8

작성인

10-09-011

설계

검核

승인

10-09-011

10-09-011

10-09-011

10-09-011

10-09-011

10-09-011

10-09-011

10-09-011

10-09-011

10-09-011

10-09-011

10-09-011

10-09-011

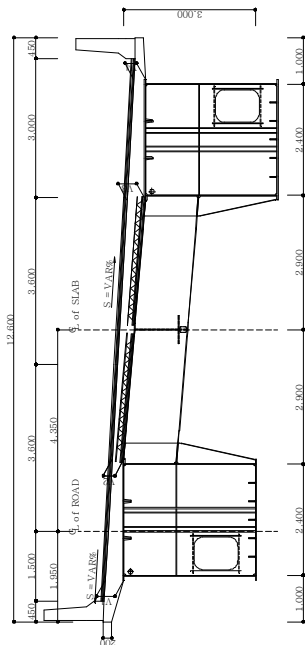
10-09-011

고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 10 공구 : 인아 ~ 복인

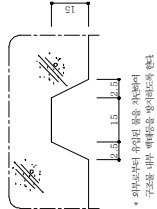
영천JCT RAMP-B교 슬래브 일반도 (4)

설 계 법 : 경합회계법, LHAHECK
콘크리트강재기준값: $f_{ck} = 27 \text{ MPa}$
철근 항복 강도: $f_y = 400 \text{ MPa}$
설 계 하 중 : DB-24, IX-24

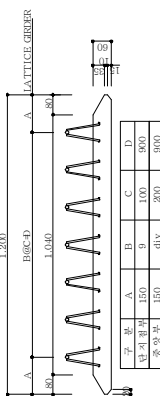
중단면도 상세도
(일 반 부)
 $S = 1 : 50$



NOTCH ???
 $S = \text{NONE}$

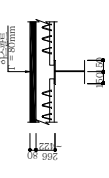


L.B DECK ???
 $S = \text{NONE}$

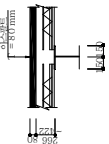


노드 상세
1. 포장층의 변형시 LHAHECK-계산
2. Lattice Bar의 불충족시 계산을
LHAHECK의 구조적변형에 대해 보정할 수 있음.

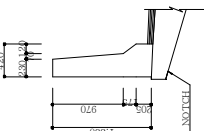
단면 D-D
 $S = 1 : 30$



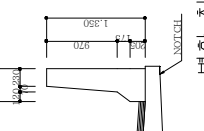
단면 E-E
 $S = 1 : 30$



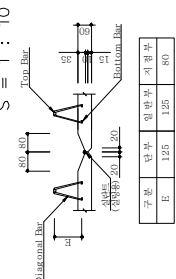
방호벽 (좌) 상세
 $S = 1 : 30$



방호벽 (우) 상세
 $S = 1 : 30$



LB-DECK
???
 $S = 1 : 10$



노드 상세
1. 상부 포장은 변형시 LHAHECK-계산
2. Lattice Bar의 불충족시 계산을
LHAHECK의 구조적변형에 대해 보정할 수 있음.

단면 C-C
 $S = 1 : 30$



변화 지수표
 $S = 1 : 100$

STATION	경향	좌측	우측	V1	V2	V3	V4
0K+54.800	6.000	-4.000	422.0	266.0	422.0	266.0	266.0
0K+550.800	6.000	-4.000	422.0	266.0	422.0	266.0	266.0
0K+556.800	6.000	-4.000	422.0	266.0	422.0	266.0	266.0
0K+562.800	6.000	-4.000	422.0	266.0	422.0	266.0	266.0
0K+568.800	6.000	-4.000	422.0	266.0	422.0	266.0	266.0
0K+574.800	6.000	-4.000	422.0	266.0	422.0	266.0	266.0
0K+580.800	6.000	-4.000	422.0	266.0	422.0	266.0	266.0
0K+586.800	6.000	-4.000	422.0	266.0	422.0	266.0	266.0
0K+592.800	6.000	-4.000	422.0	266.0	422.0	266.0	266.0
0K+598.800	6.000	-4.000	422.0	266.0	422.0	266.0	266.0
0K+604.800	6.000	-4.000	422.0	266.0	422.0	266.0	266.0



영천상주고속도로 주식회사
상주-영천고속도로 민간투자사업

영천해양부
(주) 한국해기기술공사

도면 명

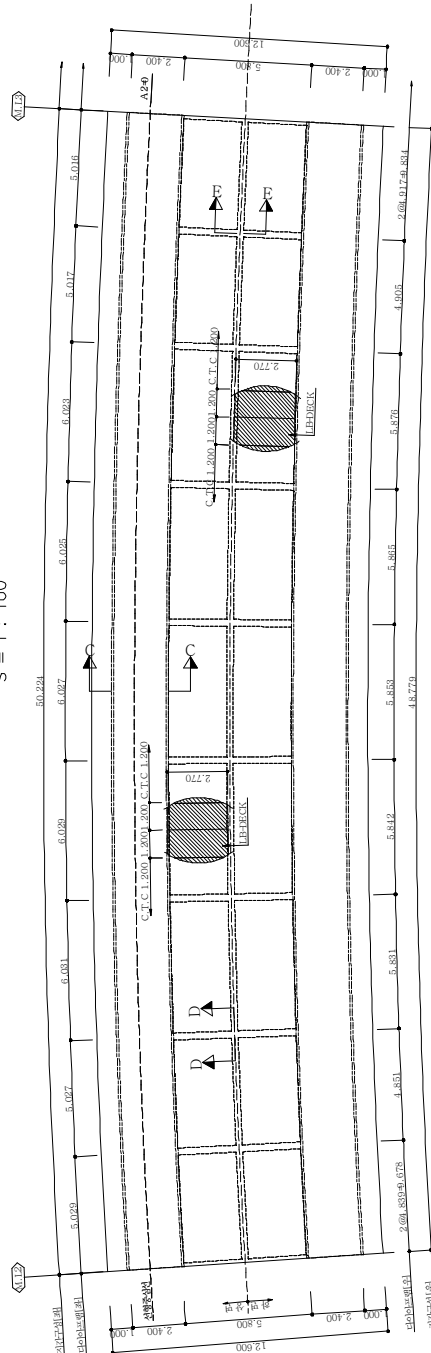
영천JCT RAMP-B교 슬래브일반도(4)
도면번호 10-09-012

영천JCT RAMP-B교 슬래브 일반도 (5)

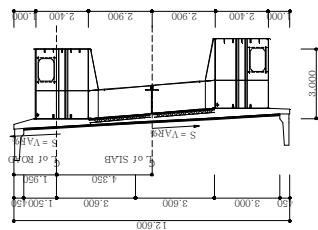
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 10 공구 : 인마 ~ 독안

설 계 법 : 경향직제법 LHDHECK
콘크리트강재기준강도 : $f_{ck} = 27 \text{ MPa}$
철근 항복 강도 : $f_y = 400 \text{ MPa}$
설 계 하 중 : DB24, DK24

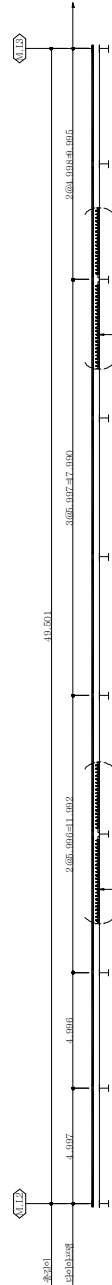
평면도
 $S = 1 : 100$



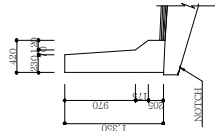
횡단면도
 $S = 1 : 100$



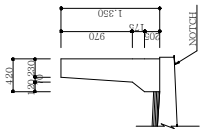
중단면도
 $S = 1 : 100$



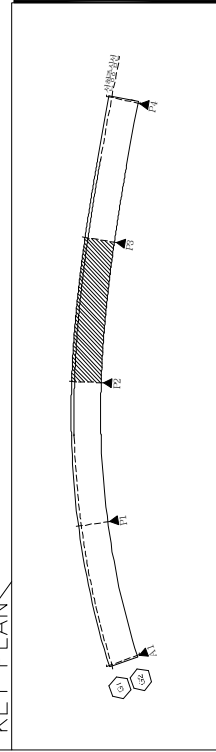
???(?) ??
 $S = 1 : 30$

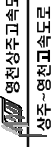
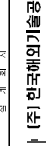
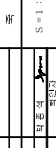
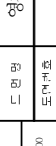


???(?) ??
 $S = 1 : 30$



KEY PLAN



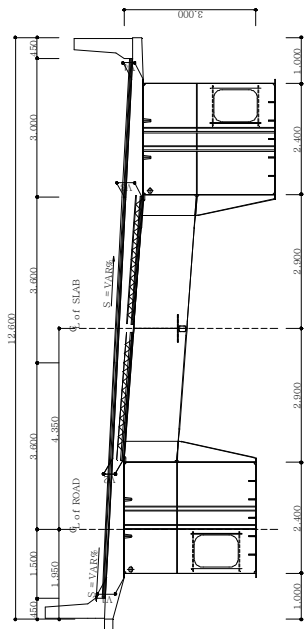
											

고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 10 공구 : 연마 ~ 복안

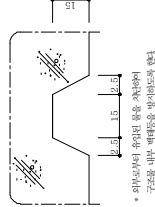
영천JCT RAMP-B교 슬래브 일반도 (6)

설 계 법 : 경합직상형인 LRB-CK
콘크리트강재기준으로 $f_{ck} = 27 \text{ MPa}$
철근 항복 강도 $f_y = 400 \text{ MPa}$
설 계 하 중 : DB24, DL-24

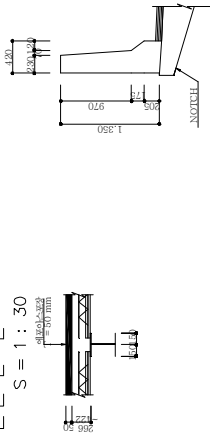
횡단면도 상세도
(일반부)
 $S = 1 : 50$



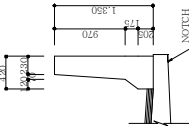
NOTCH ???
 $S = \text{NONE}$



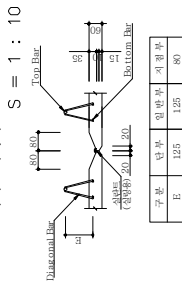
방호벽(좌) 상세
 $S = 1 : 30$



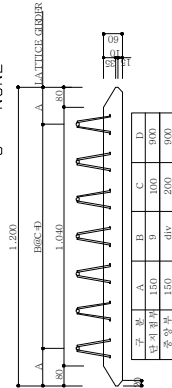
방호벽(우) 상세
 $S = 1 : 30$



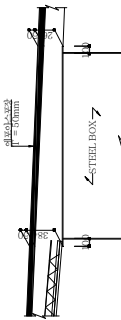
LB-DECK
???
 $S = 1 : 10$



L.B DECK ???
 $S = \text{NONE}$



단면 C-C
 $S = 1 : 30$



변화 지수표
 $S = 1 : 100$

STA. TION	변수	변수	V1	V2	V3	V4
0+403.800	3.378	-3.378	405.8	266.0	408.8	266.0
0+404.800	3.378	-3.378	405.8	266.0	408.8	266.0
0+405.800	3.378	-3.378	405.8	266.0	408.8	266.0
0+406.800	3.378	-3.378	405.8	266.0	408.8	266.0
0+407.800	3.378	-3.378	405.8	266.0	408.8	266.0
0+408.800	3.378	-3.378	405.8	266.0	408.8	266.0
0+409.800	3.378	-3.378	405.8	266.0	408.8	266.0
0+410.800	3.378	-3.378	405.8	266.0	408.8	266.0
0+411.800	3.378	-3.378	405.8	266.0	408.8	266.0
0+412.800	3.378	-3.378	405.8	266.0	408.8	266.0

노트 사항
1. 포화상태의 영천시 LRB-CK 재현
2. Lattice Bar의 불완전 재현
LRB-CK의 구조상에서 최대 길이 100mm

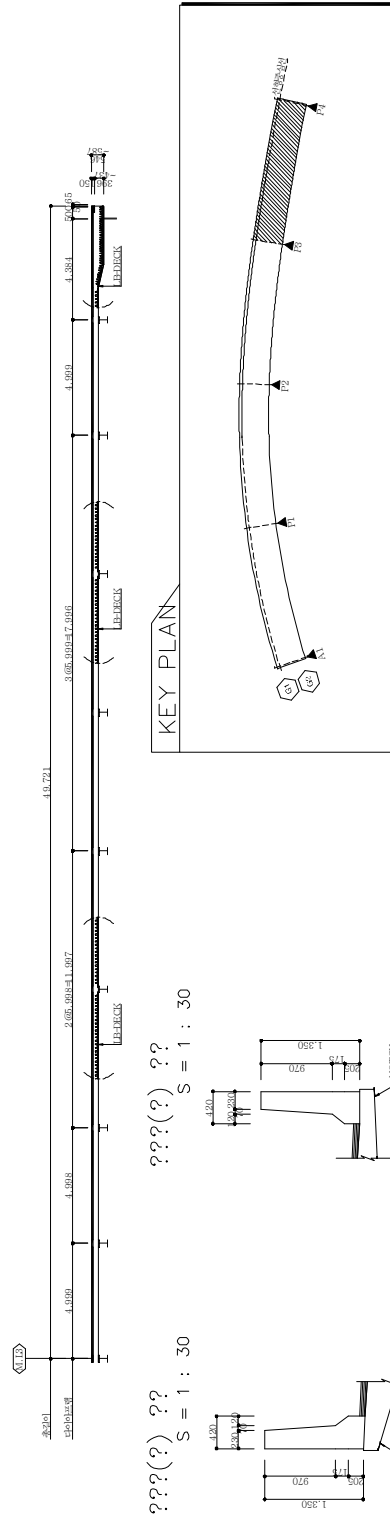
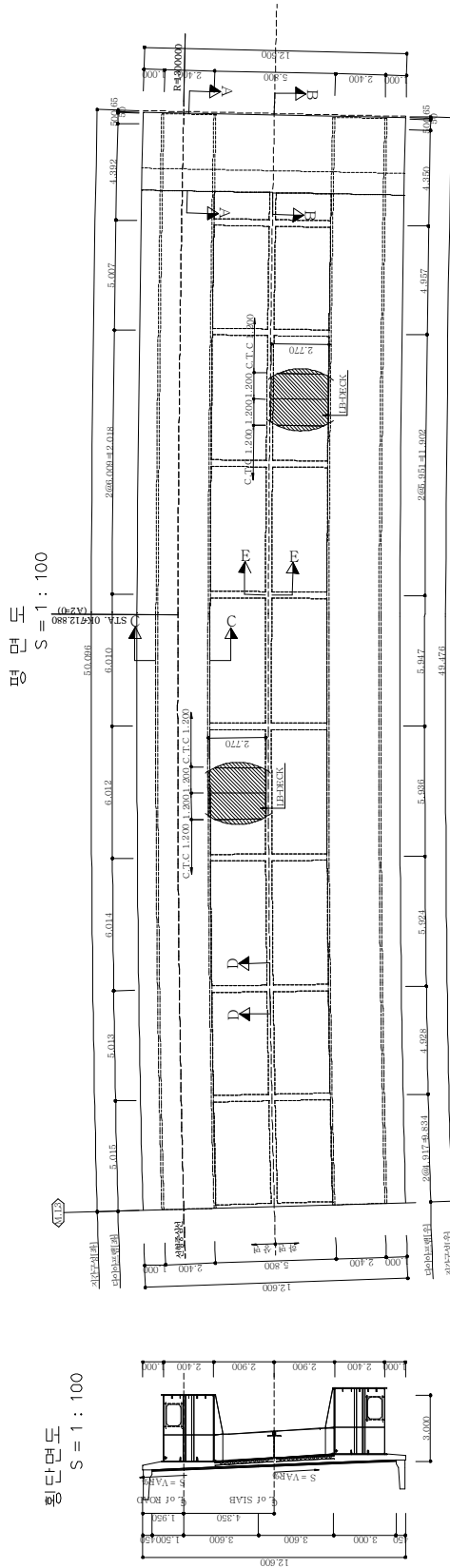
노트 사항
1. 상부 구조는 강철을 통해 하기 위하여 이물질을
제거하여 제거해야 한다
2. 강철재는 콘크리트 재현의 불완전 재현
100mm 이하로 하여 최대 100mm 이하로 하여 제거한다

구분	영천고속도로 주계약사	영천고속도로 민간투자사업	설 계				도면번호
			도면명	도면번호	도면명	도면번호	
구분	영천고속도로 주계약사	영천고속도로 민간투자사업	도면명	도면번호	도면명	도면번호	도면번호
구분	영천고속도로 주계약사	영천고속도로 민간투자사업	도면명	도면번호	도면명	도면번호	도면번호

영천JCT RAMP-B교 슬래브 일반도 (7)

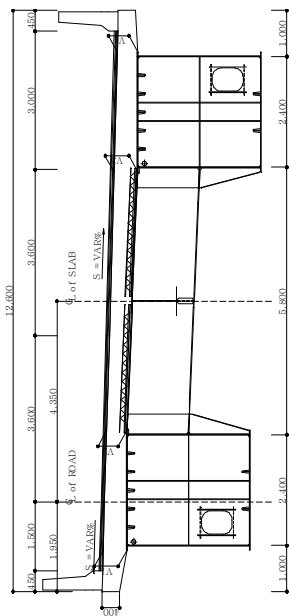
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 10 공구 : 연마 ~ 복안

설 계 법 : 경향직선제법, LR-FRECK
콘크리트강재기준치로 $f_{ck} = 27 \text{ MPa}$
철근 항복 강도 $f_y = 400 \text{ MPa}$
설 계 하 중 : DB24, DL-24

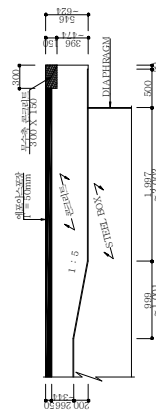


	크트헤양부 KTH Engineering	영천상주고속도로 주식회사 상주~영천고속도로 민간투자사업		영천JCT RAMP-B교 슬래브일반도(7)		10-09-015	
		도 과 장	설 계	검 사	확 인	도 과 장	확 인

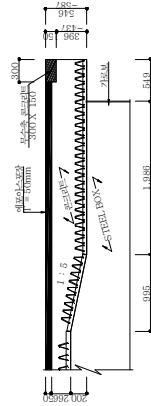
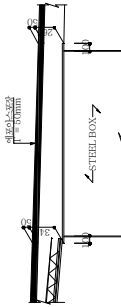
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 10 공구 : 연하 ~ 북안

[illegible][illegible]

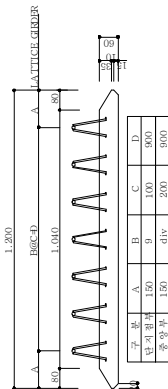
□□□□ A-A
S = 1 : 30



44 B-B
S = 1:30

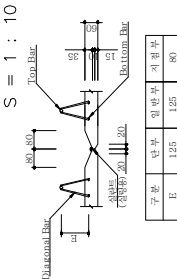

$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_2 - \text{C} - \text{C} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array} \quad s = 1 : 30$$


L.B DECK ???: S = NONE



1. 포장형이 변경시 LB-DECK 제원은 구조계산에 의해 변경될 수 있음.
2. Lattice Bar의 높이 및 규격은 LB-DECK의 구조계산에 의해 조정가능 함.

LB-DECK

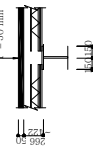


1. 상부 표면을 집착성을 좋게 하기 위하여 아몰질을 꺼뜨려서 재가해야 한다.
2. 프리캐스트 콘크리트 패널의 양단 접지면의 접착두께는 60mm를 표준으로 하여 최소 30mm 이상을 확보 해야 한다.

$$S = 1 : 10$$
$$S = 1 : 100$$

STATION	時刻		距離(単位)			
	発着	到着	V1	V2	V3	V4
00-0503.000	3.478	-3.478	306.6	306.6	306.6	306.6
00-0504.000	3.479	-3.479	306.7	306.7	306.7	306.7
00-0505.000	3.480	-3.480	306.8	306.8	306.8	306.8
00-0506.000	3.481	-3.481	306.9	306.9	306.9	306.9
00-0507.000	3.482	-3.482	307.0	307.0	307.0	307.0
00-0508.000	3.483	-3.483	307.1	307.1	307.1	307.1
00-0509.000	3.484	-3.484	307.2	307.2	307.2	307.2
00-0510.000	3.485	-3.485	307.3	307.3	307.3	307.3
00-0511.000	3.486	-3.486	307.4	307.4	307.4	307.4
00-0512.000	3.487	-3.487	307.5	307.5	307.5	307.5
00-0513.000	3.488	-3.488	307.6	307.6	307.6	307.6
00-0514.000	3.489	-3.489	307.7	307.7	307.7	307.7
00-0515.000	3.490	-3.490	307.8	307.8	307.8	307.8
00-0516.000	3.491	-3.491	307.9	307.9	307.9	307.9
00-0517.000	3.492	-3.492	308.0	308.0	308.0	308.0
00-0518.000	3.493	-3.493	308.1	308.1	308.1	308.1
00-0519.000	3.494	-3.494	308.2	308.2	308.2	308.2
00-0520.000	3.495	-3.495	308.3	308.3	308.3	308.3
00-0521.000	3.496	-3.496	308.4	308.4	308.4	308.4
00-0522.000	3.497	-3.497	308.5	308.5	308.5	308.5
00-0523.000	3.498	-3.498	308.6	308.6	308.6	308.6
00-0524.000	3.499	-3.499	308.7	308.7	308.7	308.7
00-0525.000	3.500	-3.500	308.8	308.8	308.8	308.8
00-0526.000	3.501	-3.501	308.9	308.9	308.9	308.9
00-0527.000	3.502	-3.502	309.0	309.0	309.0	309.0
00-0528.000	3.503	-3.503	309.1	309.1	309.1	309.1
00-0529.000	3.504	-3.504	309.2	309.2	309.2	309.2
00-0530.000	3.505	-3.505	309.3	309.3	309.3	309.3
00-0531.000	3.506	-3.506	309.4	309.4	309.4	309.4
00-0532.000	3.507	-3.507	309.5	309.5	309.5	309.5
00-0533.000	3.508	-3.508	309.6	309.6	309.6	309.6
00-0534.000	3.509	-3.509	309.7	309.7	309.7	309.7
00-0535.000	3.510	-3.510	309.8	309.8	309.8	309.8
00-0536.000	3.511	-3.511	309.9	309.9	309.9	309.9
00-0537.000	3.512	-3.512	310.0	310.0	310.0	310.0
00-0538.000	3.513	-3.513	310.1	310.1	310.1	310.1
00-0539.000	3.514	-3.514	310.2	310.2	310.2	310.2
00-0540.000	3.515	-3.515	310.3	310.3	310.3	310.3
00-0541.000	3.516	-3.516	310.4	310.4	310.4	310.4
00-0542.000	3.517	-3.517	310.5	310.5	310.5	310.5
00-0543.000	3.518	-3.518	310.6	310.6	310.6	310.6
00-0544.000	3.519	-3.519	310.7	310.7	310.7	310.7
00-0545.000	3.520	-3.520	310.8	310.8	310.8	310.8
00-0546.000	3.521	-3.521	310.9	310.9	310.9	310.9
00-0547.000	3.522	-3.522	311.0	311.0	311.0	311.0
00-0548.000	3.523	-3.523	311.1	311.1	311.1	311.1
00-0549.000	3.524	-3.524	311.2	311.2	311.2	311.2
00-0550.000	3.525	-3.525	311.3	311.3	311.3	311.3
00-0551.000	3.526	-3.526	311.4	311.4	311.4	311.4
00-0552.000	3.527	-3.527	311.5	311.5	311.5	311.5
00-0553.000	3.528	-3.528	311.6	311.6	311.6	311.6
00-0554.000	3.529	-3.529	311.7	311.7	311.7	311.7
00-0555.000	3.530	-3.530	311.8	311.8	311.8	311.8
00-0556.000	3.531	-3.531	311.9	311.9	311.9	311.9
00-0557.000	3.532	-3.532	312.0	312.0	312.0	312.0
00-0558.000	3.533	-3.533	312.1	312.1	312.1	312.1
00-0559.000	3.534	-3.534	312.2	312.2	312.2	312.2
00-0600.000	3.535	-3.535	312.3	312.3	312.3	312.3

stop E-E
S = 1 : 30



1. D-D
 $S = 1 : 30$



국토해양부
Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs

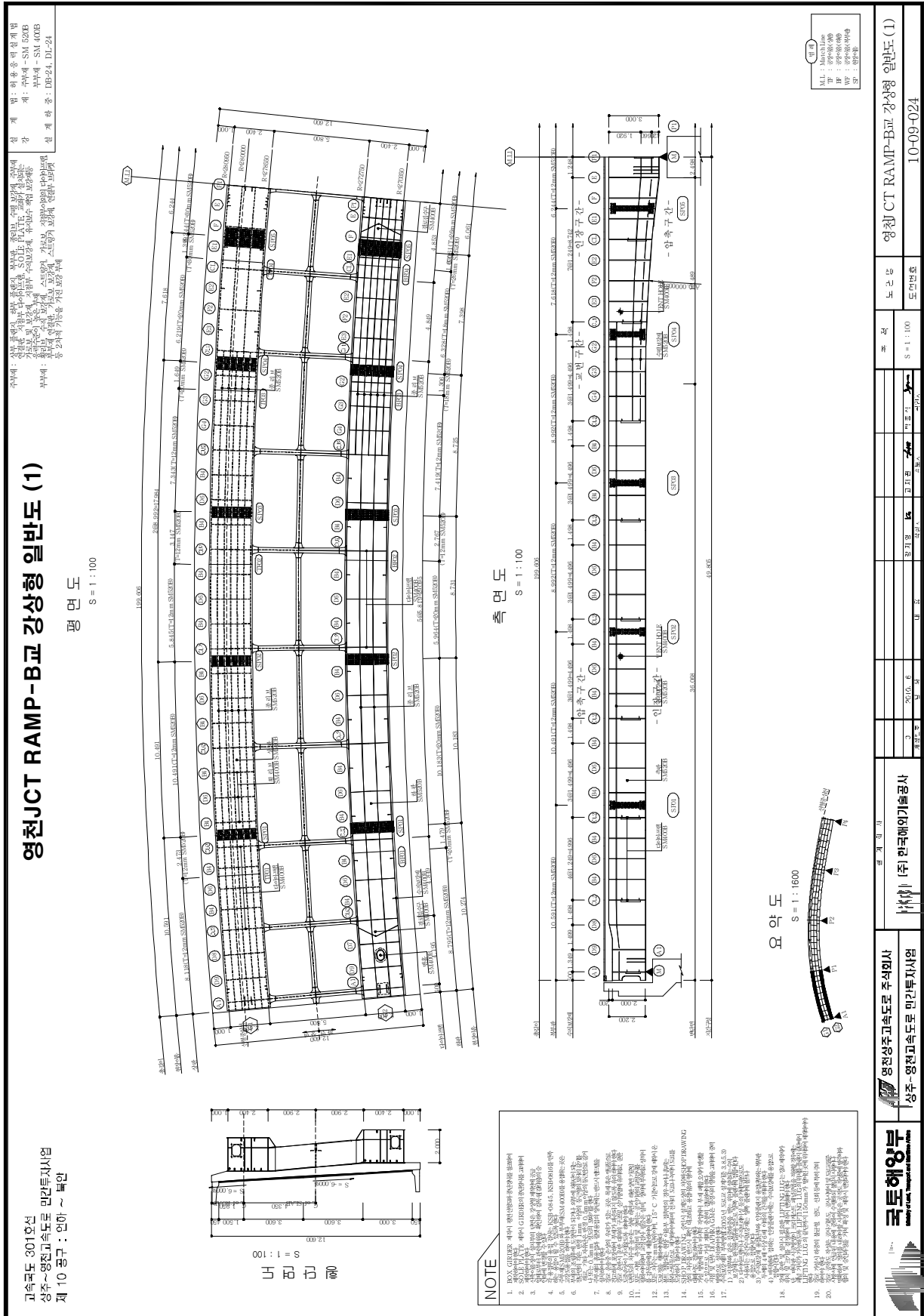
영전상주고속도로 주식회사
상주~영천고속도로 민간투자사업

주식회사 한국해외기술공사

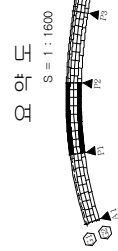
S	$S = 1 : 100$
-----	---------------

영천 CT RAMP-B교 슬
10-09-016

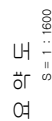
1.3.3 거더일반도



고속국도 301호선
상주~영전고속도로 민간투자사업
제 10 공구 : 연하 ~ 복안

$$\begin{array}{c} \vdots \\ = \\ S \\ H \\ H \\ O \end{array}$$
[illegible]

고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 10 공구 : 연하 ~ 복안

$$\frac{1}{s} = \frac{1}{s} \cdot \frac{s}{s} = \frac{s}{s^2}$$


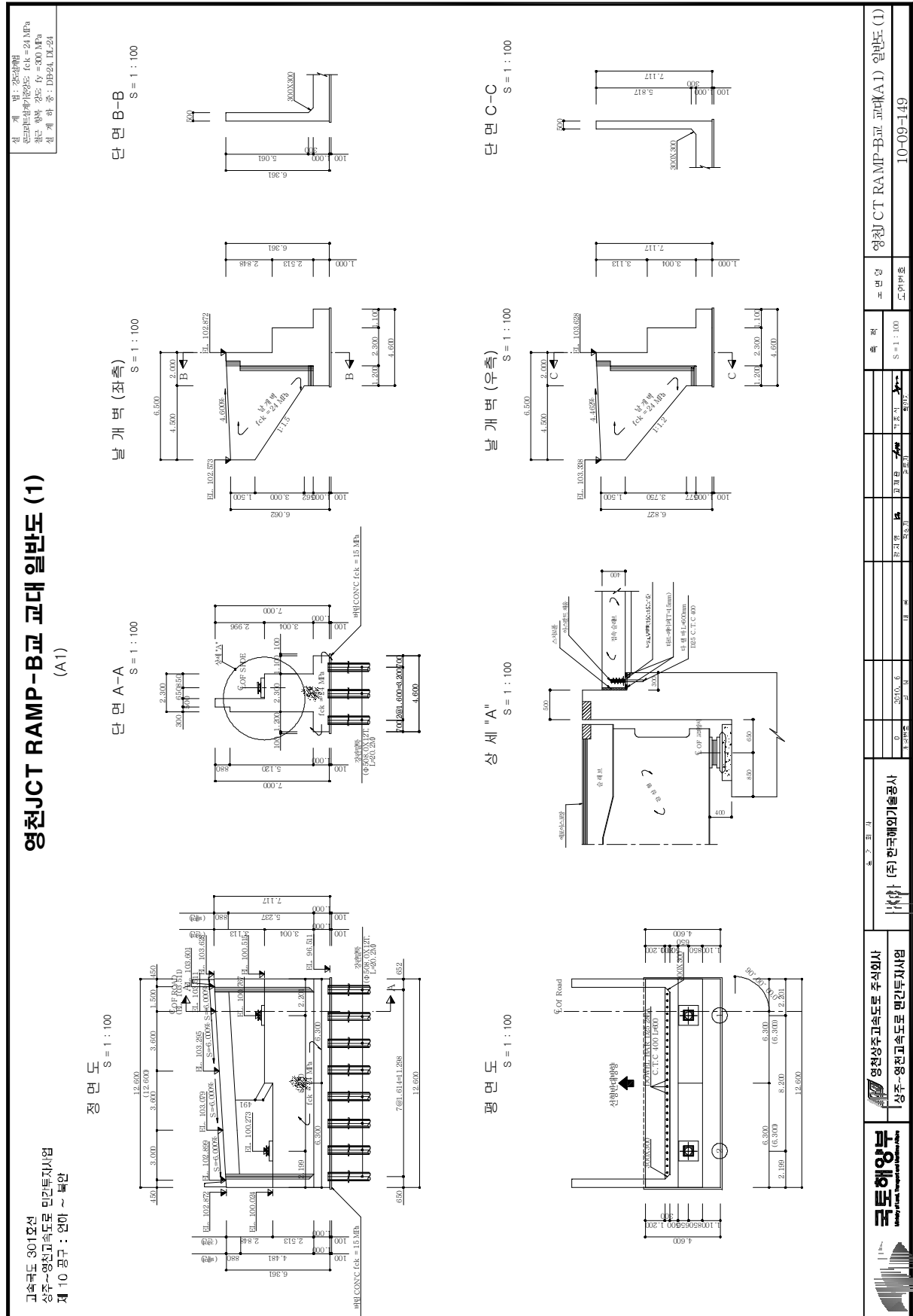
ML	:	Match Line
TF	:	공격이음(상부)
BF	:	공격이음(하부)
WF	:	공격이음(중간)
SP	:	공격점

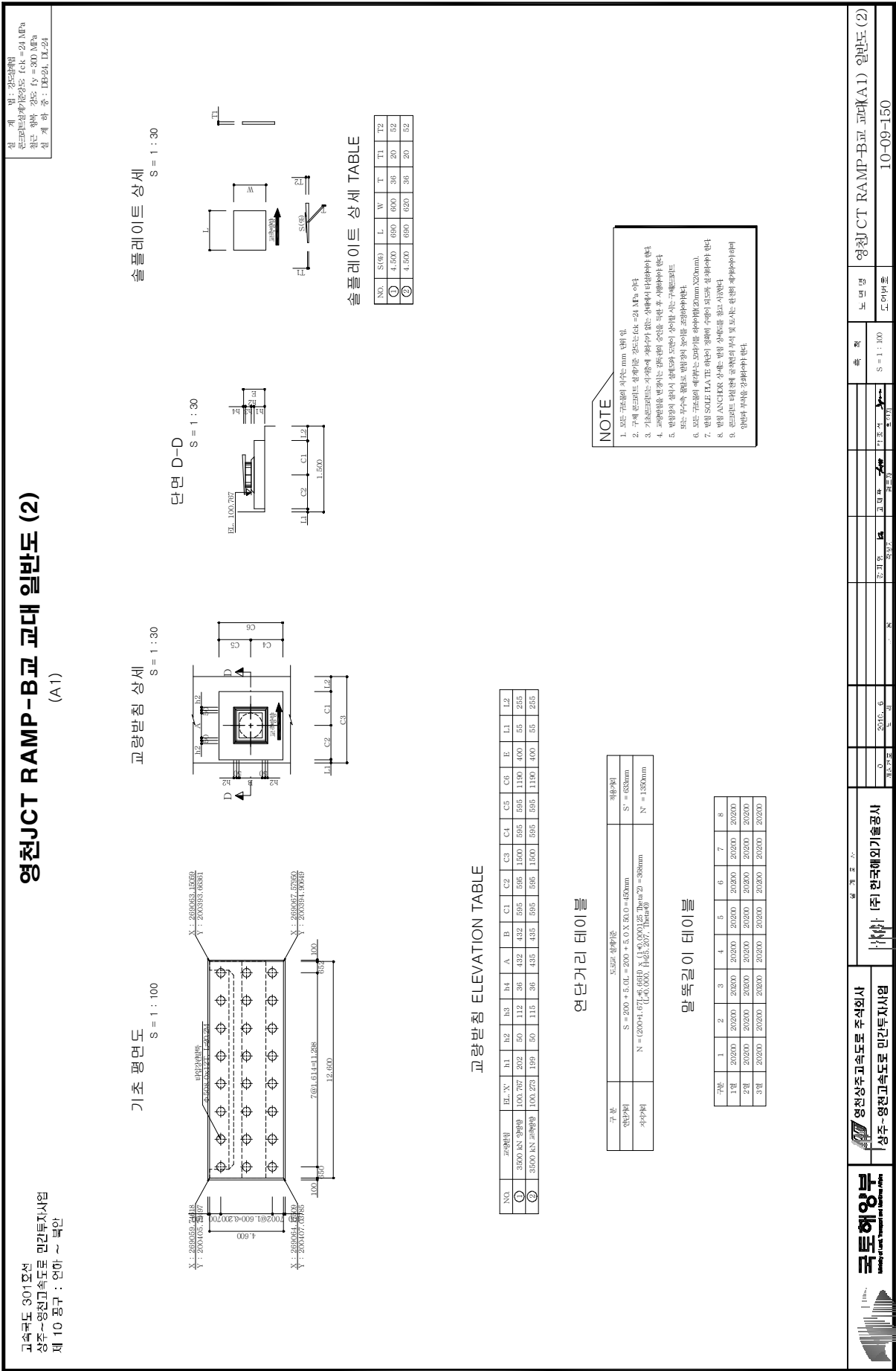
[illegible]

고속국도 301호선
상주~영전고속도로 민간투자사업
제 10 공구 : 연하 ~ 복안

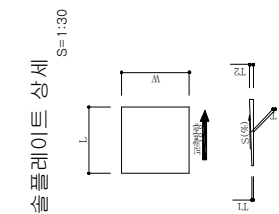
[illegible]

1.3.4 교대 일반도

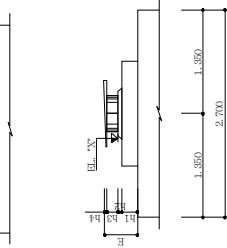




설계 하중: DB-24, DL-24



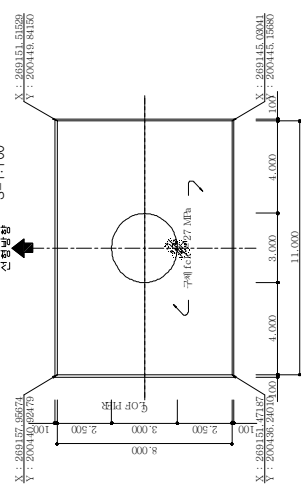
$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \mathbf{w}_i}$
 $\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \mathbf{b}_i}$
 $\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \mathbf{w}_i}$
 $\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \mathbf{b}_i}$



연단거리 테이블

구분	도로교상하부	적용규치
필요한길이	$s = 200 + 5.0L = 200 + 5.0 \times 100 = 700$ mm	1114.0mm
필요자갈길이	연속 거점부 이므로 생략	

1. 350 구멍의 지름: 3mm, 깊이: 1mm
2. 구멍 코어부의 지름을 갖는 $\phi 4 \sim 27$ M의 나사
3. 코어부의 길이는 자재에 따라 2mm~5mm이다
4. 평면을 제외한 모든 면에 100마이크론 두께의 코팅을 한다
5. 평면의 질이 3급(ISO 1500) 수평 및 수직이다
6. 모든 면을 평면, 평행, 수직, 수평을 보장한다
7. 모든 구멍의 직경을 30마이크론(2mm, 20mm), 7. 평면 SOUTERATE의 경우) 정밀하게 유지한다
8. 평면 ANCHER 상층: 평면 수평을 잘고 수평한다
9. 코어의 타이어를 금속의 질 및 모든 원형의 재료가 되어 있어 사용에 적합하다

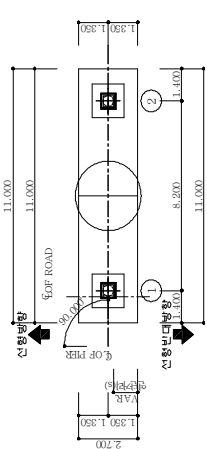
[illegible]

영천JCT RAMP-B교 교각 일반도 (3)

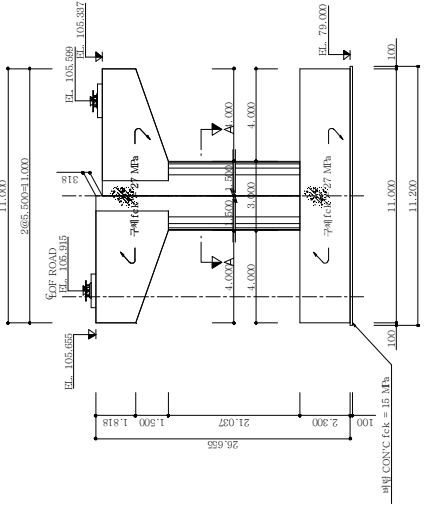
설 계 법 : 강도계법
콘크리트강재기준강도: $f_{ck} = 27 \text{ MPa}$
철근 항복 강도 $f_y = 400 \text{ MPa}$
설 계 하 중 : DB-24, DL-24

고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 10 공구 : 연하 ~ 독안

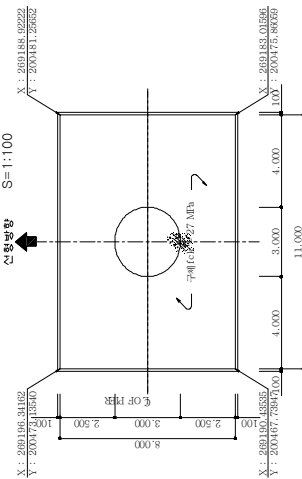
평면도 S=1:100



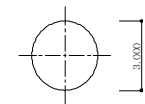
정면도 S=1:100



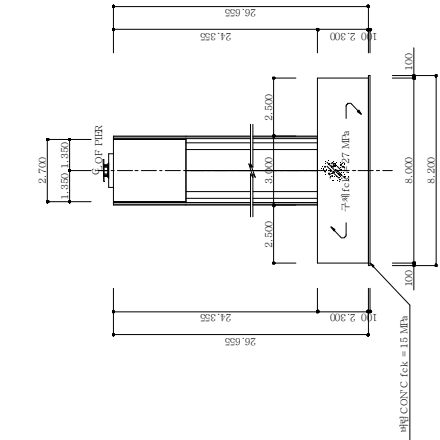
기초 평면도 S=1:100



기초 단면도 A-A(P3) S=1:100



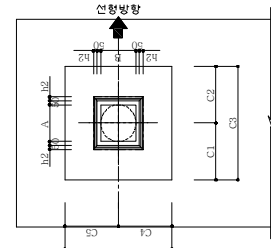
단면도 S=1:100



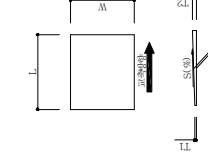
NOTE

1. 모든 구조물의 치수는 mm 단위로 표시함
2. 구에 콘크리트 설계기준 강도는 $f_{ck} = 27 \text{ MPa}$ 이다
3. 기둥콘크리트는 자중에 의하여 발생하는 압축에 견디도록 설계하여야 한다
4. 교각콘크리트는 자중에 의하여 발생하는 압축에 견디도록 설계하여야 한다
5. 평면상에서 상하차로 간격을 2.0m 이상으로 유지하여야 한다
6. 모든 구조물의 바닥은 30cm 두께의 아스팔트(20mm X 20mm)를 깔아야 한다
7. 평형 SOLE PLATE 하단에는 30cm 두께의 아스팔트(20mm X 20mm)를 깔아야 한다
8. 평형 ANCHOR 상에는 30cm 두께의 아스팔트(20mm X 20mm)를 깔아야 한다
9. 콘크리트 타설시에는 공극현상의 방지 및 모든 단면의 치수를 정확히 하여 양면이 균형을 잡아야 한다

교량발침 상세 S=1:30

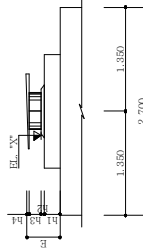


슬래이트 상세 S=1:30



슬래이트 상세 TABLE

NO.	S(%)	L	W	T	T1	T2
①	2.752	970	870	31	18	44
②	2.752	970	900	31	18	44



교량발침 ELEVATION TABLE

NO.	구분	HL. 'N'	H1	H2	H3	H4	A	B	C1	C2	C3	C4	C5	C6	E
①	9000 R/S 교각	105.915	210	50	159	31	479	735	735	1470	735	735	1470	450	450
②	9000 R/S 교각	105.599	212	50	157	31	477	735	735	1470	735	735	1470	450	450

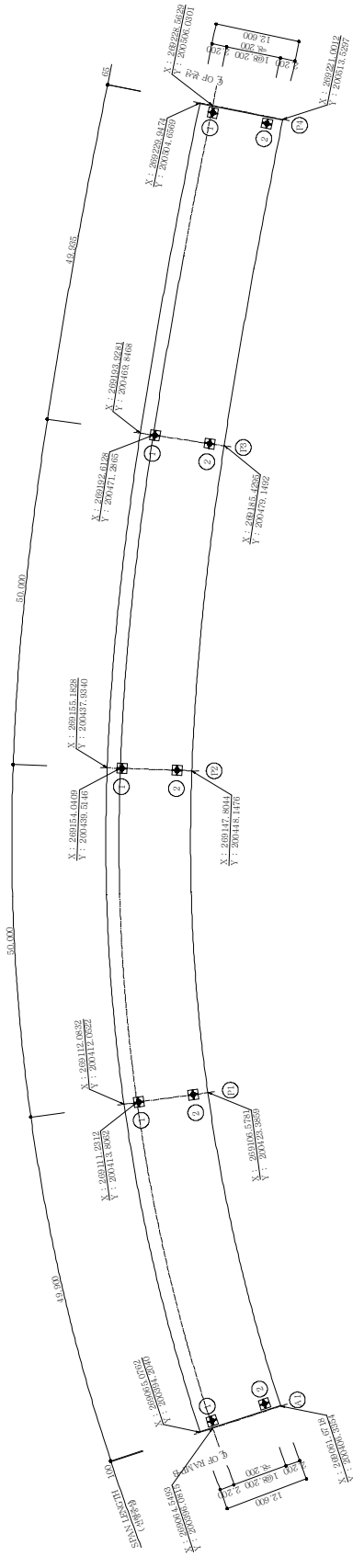
연단거리 테이블

구분	연속 길이
평교차로	$a = 200 + 5.0 \times L = 200 + 5.0 \times 50.0 = 450.0 \text{ mm}$
평교차로	1110.5mm

1.3.6 교량받침 배치도 및 상세도

영천JCT RAMP-B교 교량받침 배치도

고속국도 301호선
영주~영천고속도로 민간투자사업
제 10 공구 : 인하 ~ 복인



교량받침 좌표

구분	교량번호	A1		P1		P2		P3	
		X좌표	Y좌표	X좌표	Y좌표	X좌표	Y좌표	X좌표	Y좌표
①	3500 KN 양방향	200105.107	2001396.099	200111.122	200114.031	200102.444	200171.471	200105.970	47° 35' 02.7"
②	3500 KN 양방향	200102.462	200104.394	200107.539	200121.407	200105.113	200177.523	200105.402	47° 35' 02.7"

구분	교량번호	P4				입면각도
		X 좌표	Y 좌표	Z 좌표		
①	3500 KN 양방향	209227.952	200505.770	EL. 106.991	44° 47' 28.0"	
②	3500 KN 양방향	200299.190	200511.544	EL. 106.745	44° 47' 28.6"	

교량 받침 리스트

구분	A1	P1	P2	P3	계
양방향	2	0	0	0	2
단방향	2	0	0	0	2
계	4	0	0	0	4

범례

구분	구분
양방향	양방향
단방향	단방향
계	계

NOTE
1. 연차별 배치도

 국토해양부 Korea Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs	 영천상주고속도로 주식회사 상주-영천고속도로 민간투자사업	 한국고속도로공사	설계 : 2013. 6. 12.	도면 : 10-09-007
			검토 : 2013. 6. 12.	도면 : 10-09-007

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



나. 외관조사

조사 결과

- 교면포장은 에포아스팔트포장(t=50mm)으로 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 차량주행 시 영향이 없는 양호한 상태인 것으로 확인되었다.

【표 2.1.1】 영천JCT Ramp-B교 포장 손상물량

구 분	손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
교면포장	상태양호				
접속부포장	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 방호벽 좌·우측에 공간당 4~6개소씩 총 19개소의 배수구가 설치되었으며 알루미늄 재질로 시공되었다.
- 배수시설에 대한 외관조사 결과 손상이 없이 양호한 것으로 조사되었다.

【표 2.1.2】 영천JCT Ramp-B교 배수시설 손상물량

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

2.1.3 방호시설

가. 방호시설 전경



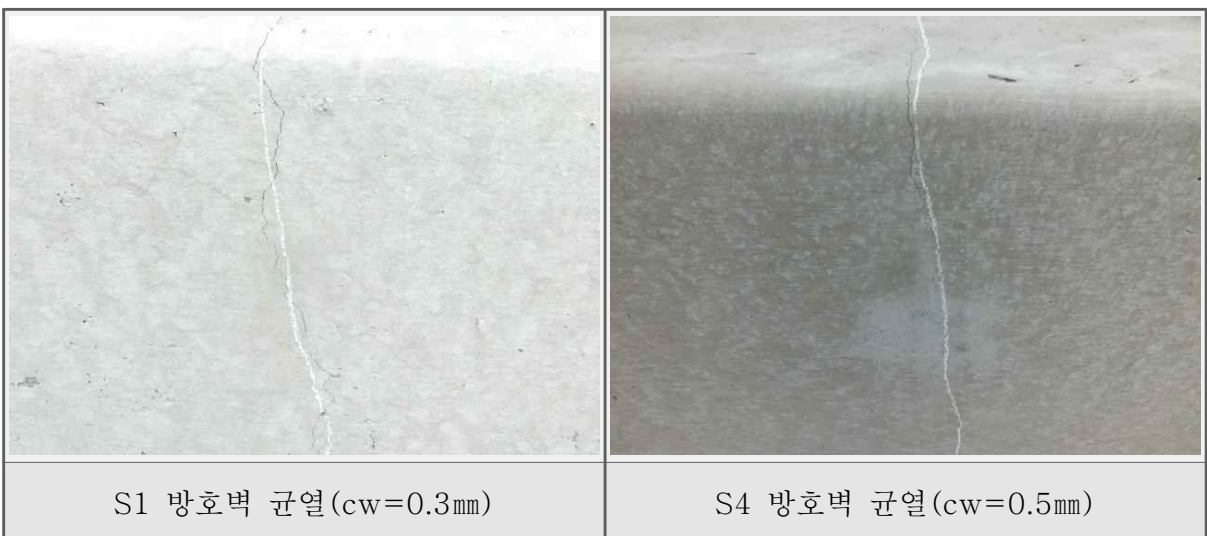
나. 외관조사

조사
결과

- 방호벽은 콘크리트로 시공되었으며, 외관조사결과 건조수축에 의해 발생한 것으로 추정되는 균열이 조사되었다.
- 발생한 손상은 보수가 완료되었다.

【표 2.1.3】 영천JCT Ramp-B교 방호시설 손상물량

구 분	손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
방 호 벽	균열 (0.3mm이상)	m	32.4 / 12	충전공법	보수완료



2.1.4 신축이음장치

가. 신축이음장치 전경



A1 신축이음 (Finger JOINT)

나. 외관조사 결과

조사
결과

- 신축이음장치는 A1에 Finger JOINT로 시공되었다.
- 신축이음장치에 대한 외관조사 결과 신축장치 본체 및 후타재 모두 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 2.1.4】 영천JCT Ramp-B교 신축이음장치 손상물량

구 분	손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
본 체	상태양호				
후 타 재	상태양호				

2.1.5 바닥판

가. 바닥판 전경



바닥판 전경



바닥판 켄틸레버 전경

나. 외관조사

조사
결과

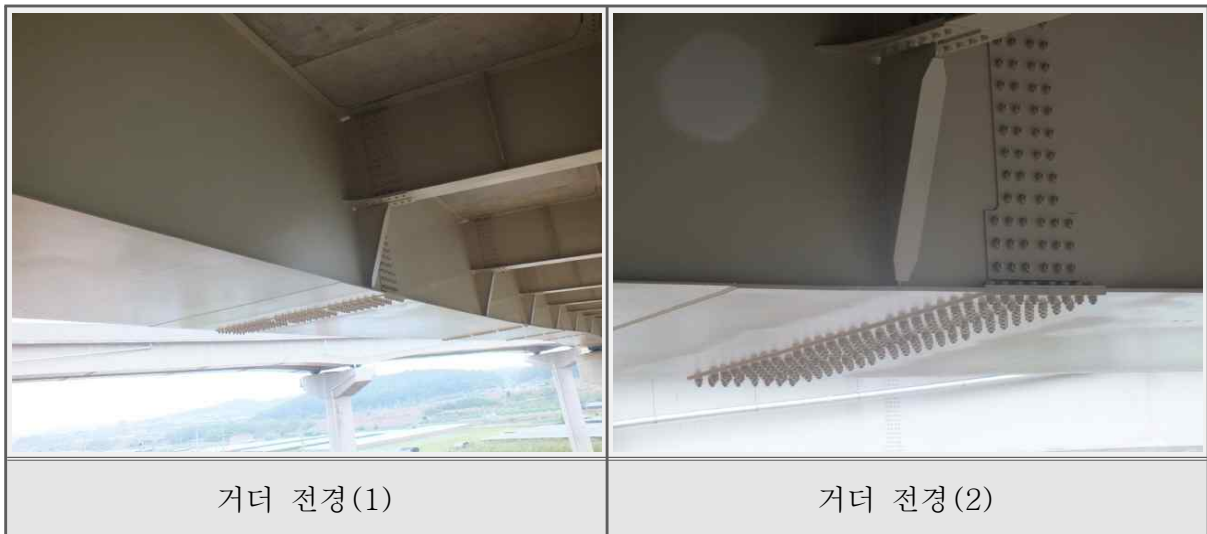
- 바닥판의 내측은 프리캐스트 콘크리트 판넬로, 켄틸레버부는 노출 콘크리트로 시공되었다. 바닥판하면에 대한 외관조사 결과 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.

【표 2.1.5】 영천JCT Ramp-B교 바닥판 손상물량

구 분	손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
바닥판	상태양호				

2.1.6 거 더

가. 거더 전경



나. 외관조사

조사
결과

- 거더는 Steel Box 형식으로 2개의 거더가 시공되었다.
- 거더에 대한 외관조사 결과 거더내부는 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으나, 거더 외부에서 용접열에 의한 도장박락, 도장긁힘, 긁힘 및 부식 등의 손상이 조사되었으나 보수가 완료된 상태이다.

【표 2.1.6】 영천JCT Ramp-B교 거더 손상물량

구 분		손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
거더	외부	도장박락(용접열)	m ²	0.44 / 5	재도장	보수완료
		도장긁힘 및 부식	m ²	0.08 / 2	재도장	보수완료
	내부	상태양호				



내 용 거더 외부 도장박락(S4-G1)



내 용 거더 외부 도장긁힘 및 부식(S4-G1)



내 용 거더 외부 용접열에 의한 도장박락(S1-G2)



내 용 거더 외부 용접열에 의한 도장박락(S1-G1)

2.1.7 2차 부재

가. 2차부재 전경



나. 외관조사

조사
결과

- 가로보는 총 37개소가 강재로 시공되었다.
- 2차부재에 대한 외관조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 2.1.7】 영천JCT Ramp-B교 2차부재 손상물량

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

2.1.8 교량받침

가. 교량받침 전경



나. 외관조사

조사
결과

- 교량받침은 면진받침으로 16개가 시공되었다.
- 교량받침에 대한 외관조사 결과 무수축물탈 균열(0.1~0.2mm)이 국부적으로 조사되었으나 보수가 완료된 상태이다.

【표 2.1.8】 영천JCT Ramp-B교 교량받침 손상물량

구 분	손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
교량받침	상태양호				
무수축물탈	균열(0.2mm)	m	1.8 / 9	표면처리	보수완료

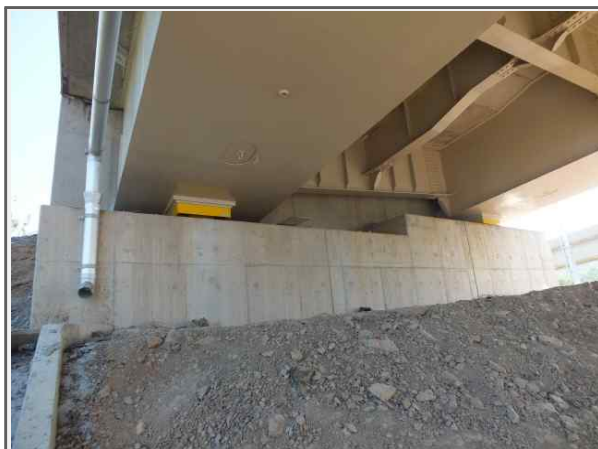


공 란

내 용	무수축물탈균열(P3)	내 용	—
-----	-------------	-----	---

2.1.9 교 대

가. 교대 전경



공 란

교대1 전경	—
--------	---

나. 외관조사

조사
결과

- 교대는 역T형으로, 기초는 A1 강관말뚝기초로 시공되었다.
- 교대에 대한 외관조사 결과 0.1mm 규모의 균열과, 경미한 파손이 조사되었으나 보수가 완료된 상태이다.

【표 2.1.9】 영천JCT Ramp-B교 교대 손상물량

구 분	손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
교 대	균열(0.1mm미만)	m	2.4 / 2	표면처리	보수완료
	파손	m ²	0.12 / 1	단면보수	보수완료



내 용

A1 균열(cw=0.1mm)



내 용

A1 교대 벽체 파손

2.1.10 교 각

가. 교각 전경



나. 외관조사

조사 결과

- 교각은 P1~P3까지 T형으로 시공되었으며, 기초는 직접기초로 시공되었다.
- 교각에 대한 외관조사 결과 균열(0.2~0.3mm), 재료분리 손상이 조사되었다.
- 교각에 발생한 균열은 건조수축 및 수화열에 의해 발생한 비구조적인 균열로 판단된다.
- 발생한 손상은 보수가 완료되었다.

【표 2.1.10】 영천JCT Ramp-B교 교각 손상물량

구 분	손상내용	단위	손상수량 (수량/개소)	보수공법	비 고
교 각	균열 (0.2mm)	m	1.2 / 1	표면처리	보수완료
	균열 (0.3mm)	m	0.7 / 1	수지주입	보수완료
	재료분리	m ²	0.15 / 2	단면보수	보수완료



내 용

P3 균열 (cw=0.2mm)



내 용

P1 균열 (cw=0.3mm)



내 용

P2 재료분리



내 용

P3 재료분리

2.1.11 외관조사 결과

가. 영천JCT Ramp-B교

【표 2.1.11】 영천JCT Ramp-B교 외관조사 결과

구 분	손 상 내 용	비 고
포 장	•상태양호	
배수시설	•상태양호	
방호시설	•균열(0.3mm이상) 12개소 발생	
신축이음	•상태양호	
바 닥 판	•상태양호	
거 더	•외부 : 도장박락(용접열) 5개소, 도장긁힘 2개소 발생 •내부 : 상태양호	
2차부재	•상태양호	
교량받침	•무수축몰탈균열(0.2mm) 9개소 발생	
교 대	•균열(0.1mm) 2개소 발생 •콘크리트파손 1개소 발생	
교 각	•균열(0.2mm) 1개소 발생 •균열(0.3mm) 1개소 발생 •재료분리 2개소 발생	
보수현황	•점검시 교량에 발생된 손상에 대하여 1차 보수가 완료되었으며, 추가 적으로 발생된 손상에 대하여 보수가 진행중 또는 완료된 것으로 확인 되었다.	

2.1.12 대표 보수사진



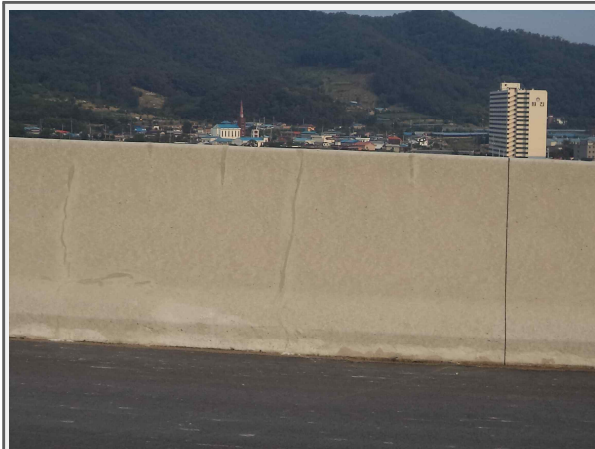
내 용

교각 보수현황



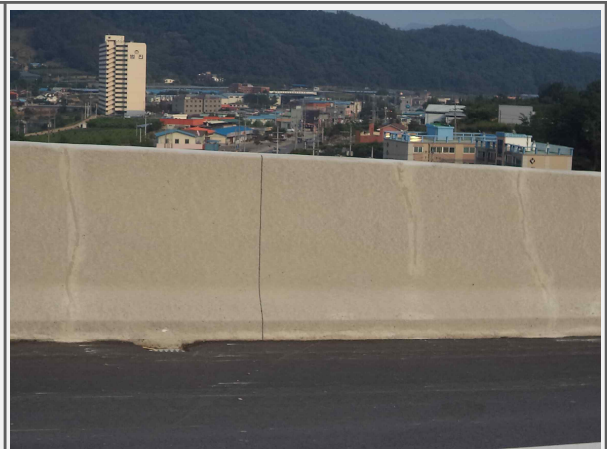
내 용

교각 보수현황



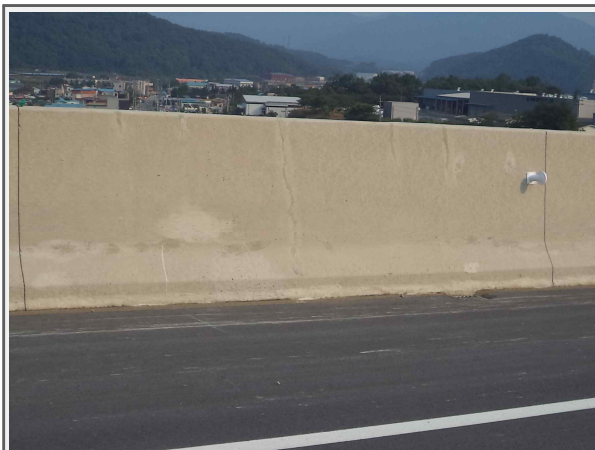
내 용

방호시설 균열보수



내 용

방호시설 균열보수



내 용

방호시설 균열보수



내 용

방호시설 균열보수

2.2.2 교량받침 이동량조사

가. 이동량조사

위 치	SH01		SH02		비 고 (허용변위)
A1		↑ / 44mm		↑ / 48mm	일방향면진 : 3,500kN, 이동량 : ±200mm
P1		↑ / 2mm		↑ / 2mm	고정분리면진 : 9,000kN, 이동량 : ±100mm
P2		↑ / 2mm		↑ / 2mm	고정분리면진 : 8,000kN, 이동량 : ±100mm
P3		↓ / 6mm		↓ / 10mm	고정분리면진 : 8,000kN, 이동량 : ±100mm
P4		↓ / 20mm		↓ / 20mm	가동분리면진 : 3,500kN, 이동량 : ±200mm

※ 이동방향/이동량(mm), 시점으로 이동(↑), 종점으로 이동(↓)

나. 교량받침 이동량 검토

1) 신축량 계산(총 신축량 = 온도에 의한 신축량)

교량종류	온도변화		선팅창계수
	보통지방	한랭한 지방	
콘크리트교	-5℃ ~ +35℃	-15℃ ~ +35℃	1.0×10^{-5}
강교(상로교)	-10℃ ~ +40℃	-20℃ ~ +40℃	1.2×10^{-5}

■ 온도에 의한 신축량(Δl_t)

보통지방, 강교 -10 ~ +40℃

콘크리트교 -5 ~ +35℃

$$\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L$$

여기서 ΔT = 온도변화

α = 선팅창계수 (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.

$$\Delta L_r = \sum (h_i \times \theta_i)$$

여기서

h_i = 보의 중립축에서 받침 회전 중심까지의 거리(2/3h)

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

3) 교량받침 조사일

- ① A2 조사일 : 2017년 05월 01일, 일평균기온 16.7℃
② P1~P4 조사일 : 2017년 05월 01일, 일평균기온 16.7℃

4) 신장시 검토

- ① 온도변화에 의한 신장량

구 분	최고온도	일평균 기온	$\Delta T(^{\circ}C)$	선팽창계수 (α)	신축장(mm)	계산최대 신장량(ΔL_t)
A1	40	16.7	23.3	0.000012	100,000	28
P1	40	16.7	23.3	0.000012	50,000	14
P2	40	16.7	23.3	0.000012	0	0
P3	40	16.7	23.3	0.000012	50,000	14
P4	40	16.7	23.3	0.000012	100,000	28

- ② 활하중에 의한 거더의 처짐으로 발생하는 이동량

구 분	거더의 높이(h)	보의 회전각(θ_i)	이동량(ΔL_r)
A1	2,200	1 / 150	10
P4	3,000	1 / 150	13

③ 신장시 검토 결과

구 분		최대신장량				허용이동량 (mm)	검 토 결 과
		온도변화에 의한 신장량(ΔL_t)	활하중에 의한 이동량(ΔL_r)	실 측 이동량	계		
A1	SH01	-28	-10	-44	-82	± 200	양 호
	SH02	-28	-10	-48	-86	± 200	양 호
P1	SH01	-14	-	-2	-16	± 100	양 호
	SH02	-14	-	-2	-16	± 100	양 호
P2	SH01	0	-	-2	-2	± 100	양 호
	SH02	0	-	-2	-2	± 100	양 호
P3	SH01	14	-	6	20	± 100	양 호
	SH02	14	-	10	24	± 100	양 호
P4	SH01	28	13	20	61	± 200	양 호
	SH02	28	13	20	61	± 200	양 호

중점으로 이동 (+), 시점으로 이동 (-)

5) 수축시 검토

① 온도변화에 의한 수축량

구 분	최저온도	일평균 기온	$\Delta T(^{\circ}C)$	선팅창계수 (α)	신축장(mm)	계산최대 수축량(ΔL_t)
A1	-10	16.7	-26.7	0.000012	100,000	-32
P1	-10	16.7	-26.7	0.000012	50,000	-16
P2	-10	16.7	-26.7	0.000012	50,000	-16
P3	-10	16.7	-26.7	0.000012	50,000	-16
P4	-10	16.7	-26.7	0.000012	100,000	-32

② 수축시 검토 결과(활하중에 의한 이동량은 고려하지 않음)

구 분		최대수축량				허용이동량 (mm)	검 토 결 과
		온도변화에 의한 수축량(ΔL_t)	활하중에 의한 이동량(ΔL_r)	실 측 이동량	계		
A1	SH01	32	—	-44	-12	± 200	양 호
	SH02	32	—	-48	-16	± 200	양 호
P1	SH01	16	—	-2	14	± 100	양 호
	SH02	16	—	-2	14	± 100	양 호
P2	SH01	0	—	-2	-2	± 100	양 호
	SH02	0	—	-2	-2	± 100	양 호
P3	SH01	-16	—	6	-10	± 100	양 호
	SH02	-16	—	10	-6	± 100	양 호
P4	SH01	-32	—	20	-12	± 200	양 호
	SH02	-32	—	20	-12	± 200	양 호

중점으로 이동 (+), 시점으로 이동 (-)

다. 교량받침 이동량 검토 결과

검 토
의 견

•교량받침에 대하여 온도변화 및 활하중에 의한 신축량 검토결과 전구간에서
계산신축량은 허용이동량 이내로 나타나 양호한 것으로 판단된다.



A1 교량받침 이동량
측정



P1 교량받침 이동량
측정



P2 교량받침 이동량
측정



P3 교량받침 이동량
측정

2.2.3 연단거리 검토

- 거더의 경간길이 100m이하 : $S = 200 + 5L$ (도로교설계기준)
 - 거더의 경간길이 100m이상 : $S = 300 + 4L$ (도로교설계기준)
- 여기서, S : 받침연단거리(mm) L : 거더의 경간길이(m)

위 치		지간길이 (m)	시방기준 (mm)	측정결과(mm)		비 고
				SH01	SH02	
A1		50.0	450	690	680	양 호
P1	시점	50.0	450	1065	1085	양 호
	종점	50.0	450	1095	1065	양 호
P2	시점	50.0	450	1085	1105	양 호
	종점	50.0	450	1105	1085	양 호
P3	시점	50.0	450	1045	1085	양 호
	종점	50.0	450	1115	1075	양 호
P4	시점	50.0	450	580	540	양 호
	종점	—	—	—	—	—



A1 연단거리 측정



P3 연단거리 측정

2.3 신축이음 유간 조사

2.3.1 신축이음장치 유간 검토

가. 온도에 의한 신축량(ΔL_t) = $\Delta T \times \alpha \times L$

교량종류	온도변화		선팅창계수
	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 A2 : 2017년 05월 01일, 일평균기온 16.7℃

구 분	최고온도	일평균 기온	$\Delta T(^\circ\text{C})$	선팅창계수 (α)	신축장(mm)	계산최대 신장량(ΔL_t)
A1	40	16.7	23.3	0.000012	100,000	28

구 분		계산 최대 신장량(ΔL_t)	실측유간(mm)	검토결과
A1	좌측	28	57	양 호
	우측	28	54	양 호

*신축이음 P4에 대한 신축유간 검토는 반정교(상주) P7에서 검토함.

2) 수축시 검토

구 분	최저온도	일평균 기온	$\Delta T(^\circ\text{C})$	선팅창계수 (α)	신축장(mm)	계산최대 수축량(ΔL_t)
A1	-10	16.7	-26.7	0.000012	100,000	-32

구 분		설계유간	계산최대 수축량(Δlt)	실측유간 (mm)	수축여유량	검토결과
A1	좌측	NO. 150	32	57	$61 \geq 0$	양 호
	우측	NO. 150	32	54	$64 \geq 0$	양 호

*신축이음 P4에 대한 신축유간 검토는 반정교(상주) P7에서 검토함.



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) A2 조사일 : 2017년 05월 01일, 일평균기온 16.7℃

구 분	최고온도	일평균 기온	$\Delta T(^{\circ}C)$	선팽창계수 (α)	신축장(mm)	계산최대 신장량(ΔLt)
A1	40	16.7	23.3	0.000012	100,000	28

나. 활하중에 의한 거더의 처짐으로 발생하는 이동량

교대부 및 신축이음부 거더의 신장여유량에만 적용.

$$\Delta Lr = \sum (h_i \times \theta_i)$$

여기서

h_i = 보의 중립축에서 받침 회전 중심까지의 거리(2/3h)

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

구 분	거더의 높이(h)	보의 회전각(θ_i)	이동량(ΔLr)
A1	2,200	1 / 150	10

다. 신장량 검토 결과

구 분			최대신장량			실측 신장 여유량 (mm)	검 토 결 과
			온도변화에 의한 신장량(ΔLt)	활하중에 의한 이동량(ΔLr)	계		
A1	바닥판	좌측	28	—	28	65	양 호
		우측	28	—	28	83	양 호
	거더	좌측	28	10	38	80	양 호
		우측	28	10	38	70	양 호



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 콘크리트 강도시험

3.2 철근배근 탐사

3.3 탄산화깊이 측정

제 3 장 내구성 조사

3.1 콘크리트 강도시험

3.1.1 내구성조사 현황

구 분	기 준			실 시		비 고
	초기점검 지침	시트법 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

위 치		기준경도 (Ro)	방 법		평균강도 (MPa)	재령보정 계수	추정강도 (MPa)	설계강도 (MPa)
			① 식	② 식				
바닥판	S1 켄틸레버	45.8	40.17	42.57	41.37	0.72	29.8	27
	S2 켄틸레버	42.7	36.23	40.35	38.29	0.72	27.6	
	S3 켄틸레버	42.3	35.72	40.06	37.89	0.72	27.3	
	S4 켄틸레버	42.7	36.23	40.35	38.29	0.72	27.6	

3.2.2 하부구조 반발경도

위 치		기준경도 (Ro)	방 법		평균강도 (MPa)	재령보정 계수	추정강도 (MPa)	설계강도 (MPa)
			① 식	② 식				
교대	A1 홍벽	42.2	35.59	39.99	37.79	0.69	26.1	24
교각	P1 기둥	46.1	40.55	42.78	41.67	0.67	27.9	27
	P2 기둥	47.1	41.82	43.50	42.66	0.66	28.2	
	P3 기둥	46.4	40.93	42.99	41.96	0.65	27.3	



상부구조 반발경도조사



하부구조 반발경도조사

3.2.3 콘크리트 강도시험 검토의견

검 토 의 견

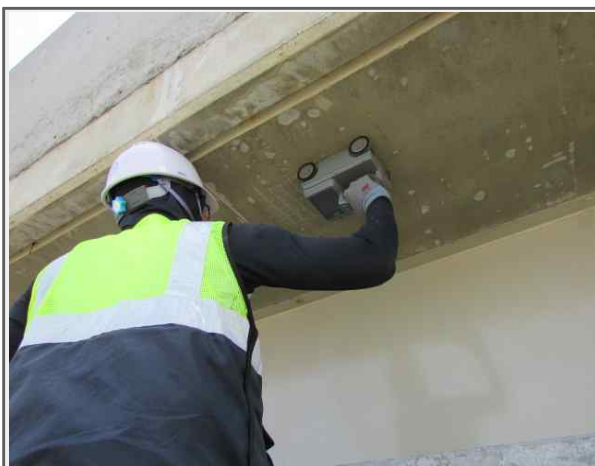
- 상부구조 및 하부구조에 대한 콘크리트 반발강도 측정결과 설계기준강도 이상으로 측정되어 타설된 콘크리트는 재료역학적 건전성을 유지하고 있는 것으로 판단된다.

3.3 철근배근탐사

3.3.1 철근배근탐사

측 정 위 치		철근종류		설계값(mm)		실측값(mm)		비 고
				배근간격	피복두께	배근간격	피복두께	
상부	S4 켄틸레버	주 철 근	H19	200	32	180	70	
		배력철근	H19	125	59	120	84	
하부	A1 홍벽	주 철 근	D16	250	62	200	70	
		배력철근	D13	125	75	110	63	
	P1 기둥	주 철 근	H32	135	85	112	114	
		배력철근	H16	300	69	250	77	

※ 철근피복은 순피복두께임.



상부구조 철근배근탐사



하부구조 철근배근탐사

3.3.2 철근탐사 검토의견

검 토 의 견

- 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

구 분		탄산화깊이	탄산화 잔여깊이	순피복두께	상태등급	판정
상 부	S4 켄틸레버	3.5 mm	66.5 mm	70.0 mm	a등급	양호
하 부	A1 홍벽	7.5 mm	62.5 mm	70.0 mm	a등급	양호
	P1 기둥부	14.0 mm	100.0 mm	114.0 mm	a등급	양호



상부구조 탄산화깊이 측정



하부구조 탄산화깊이 측정

3.4.2 탄산화깊이 검토의견

검토
의견

- 탄산화깊이 측정결과 대부분 탄산화 잔여깊이는 30mm 이상으로 상태평가 등급상 『a』 등급으로 탄산화에 의한 철근부식 발생 우려는 없는 것으로 검토되었다.

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

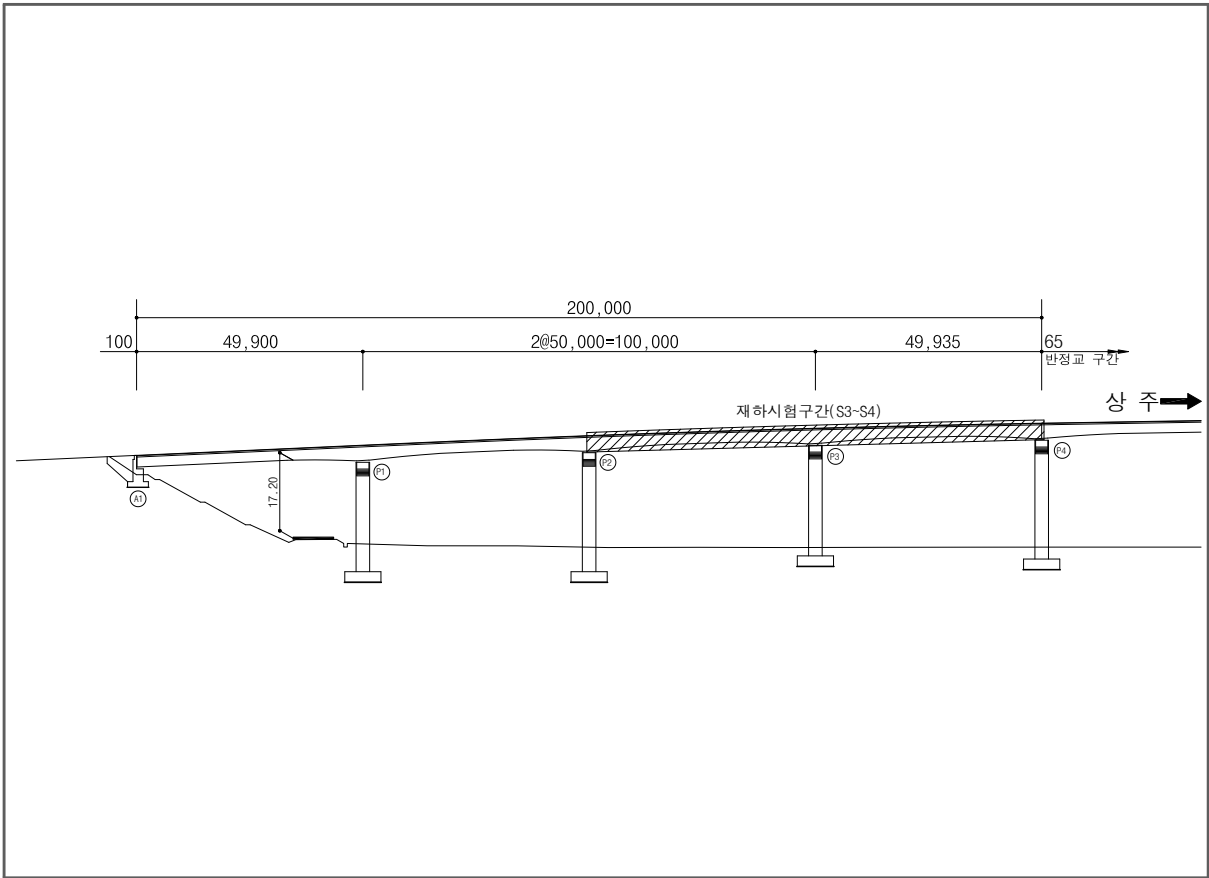
4.1 개 요

4.1.1 시험 경간선정

본 재하시험의 대상경간 선정은 차후의 정밀안전진단과 계측 값 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】

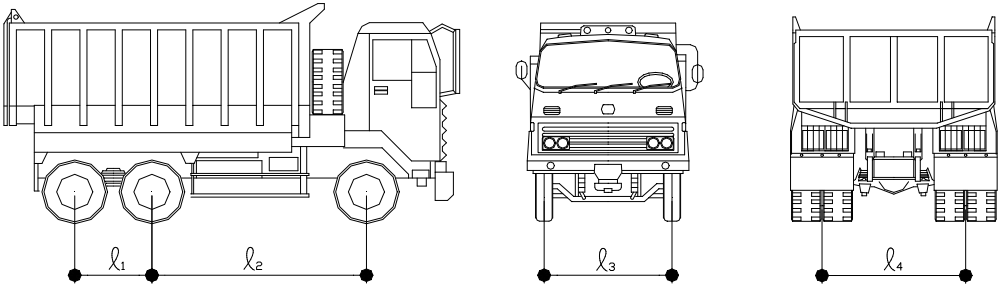
구분	시험경간/지점	지간장(L)	선 정 사 유	비 고
S.T Box Girder	S4(3/8L부)	49.935m	4경간 최대 정모멘트 작용구간	
	S3(0.5L부)	50.000m	3경간 최대 정모멘트 작용구간	



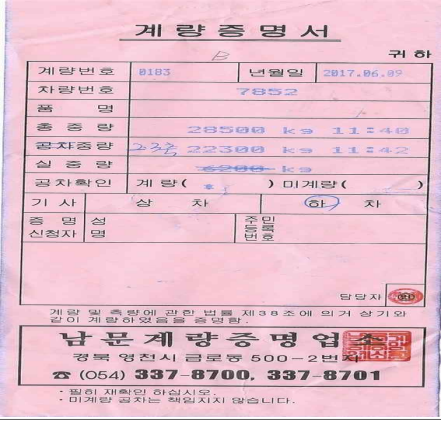
【재하시험 대상 경간】

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.







계량증명서 (ID 7852)

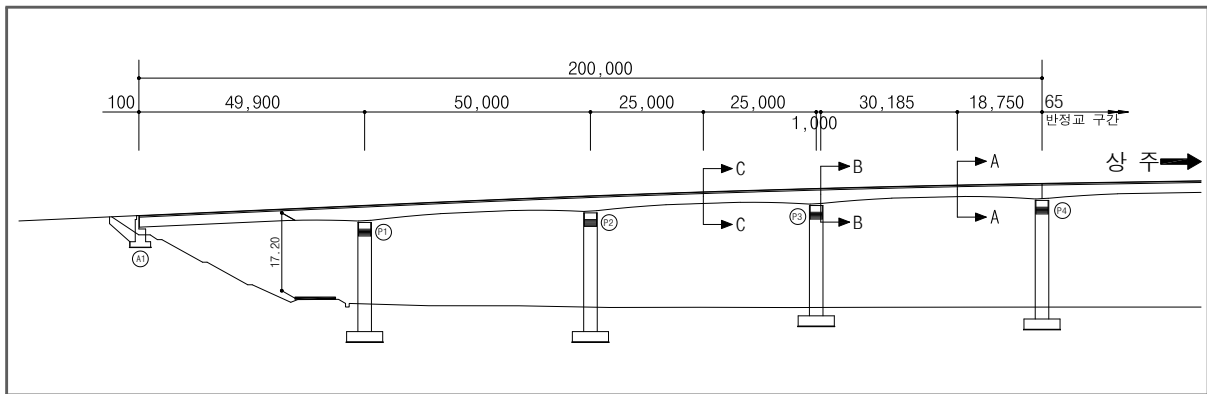
구 분 (차량번호)	차량제원(m)				차 료 별 축 중 (ton)			
	l_1	l_2	l_3	l_4	전 륵	중 륵	후 륵	총 중 량
ID 7852	1.3	3.3	2.07	1.85	6.200	11.150	11.150	28.500

【시험차량의 제원 및 축중하중】

4.1.3 센서 설치위치 및 수량

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

본 교량에서는 4경간의 정모멘트부와 지점부(P3), 그리고 3경간 정모멘트부 등 총 3지점을 측정단면으로 선정하고 처짐계, 변형률계 및 진동가속도계를 설치하였다.



구 분	내 용
A-A 단면 (S4 3/8L지점)	
B-B 단면 (P3 지점부)	
C-C 단면 (S3 0.5L지점)	

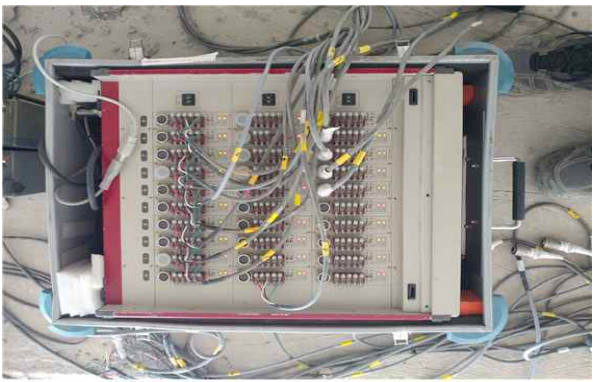
【센서 설치 위치】

【센서 종류 및 기호】

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

【센서별 측정내용】

부착경간	구 분		부착위치	측정내용
S4 3/8L지점 (A-A단면)	변형률계	S1	Girder 1 상면	최대변형률
		S2	Girder 1 하면	"
		S3	Girder 2 상면	"
		S4	Girder 2 하면	"
	변 위 계	D1	Girder 1 하면	최대변위
		D2	Girder 2 하면	"
	가속도계	Acc	방호벽 상부	진동가속도
P3 지점부 (B-B단면)	변형률계	S5	Girder 1 상면	최대변형률
		S6	Girder 2 상면	"
S3 0.5L지점 (C-C단면)	변형률계	S7	Girder 1 상면	최대변형률
		S8	Girder 1 하면	"
		S9	Girder 2 상면	"
		S10	Girder 2 하면	"
	변 위 계	D3	Girder 1 하면	최대변위
		D4	Girder 2 하면	"

	
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 정적 재하시험

4.2.1 개 요

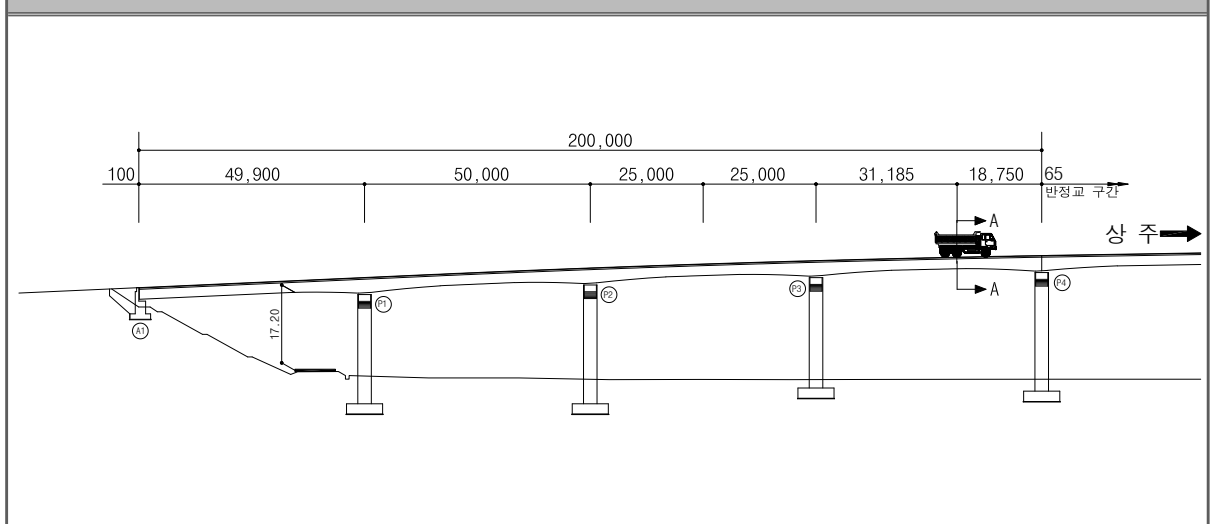
정적 재하시험의 경우 1대의 재하차량을 이용하여 영천(A2) → 상주(A1)로 진행하며 실시하였다.

L.C1~ L.C6까지 총 6개의 하중조합으로 구성하였으며 각 정적재하시험의 재하 경우, 차량재하방향, Load Case별 시험차량 위치는 다음과 같다.

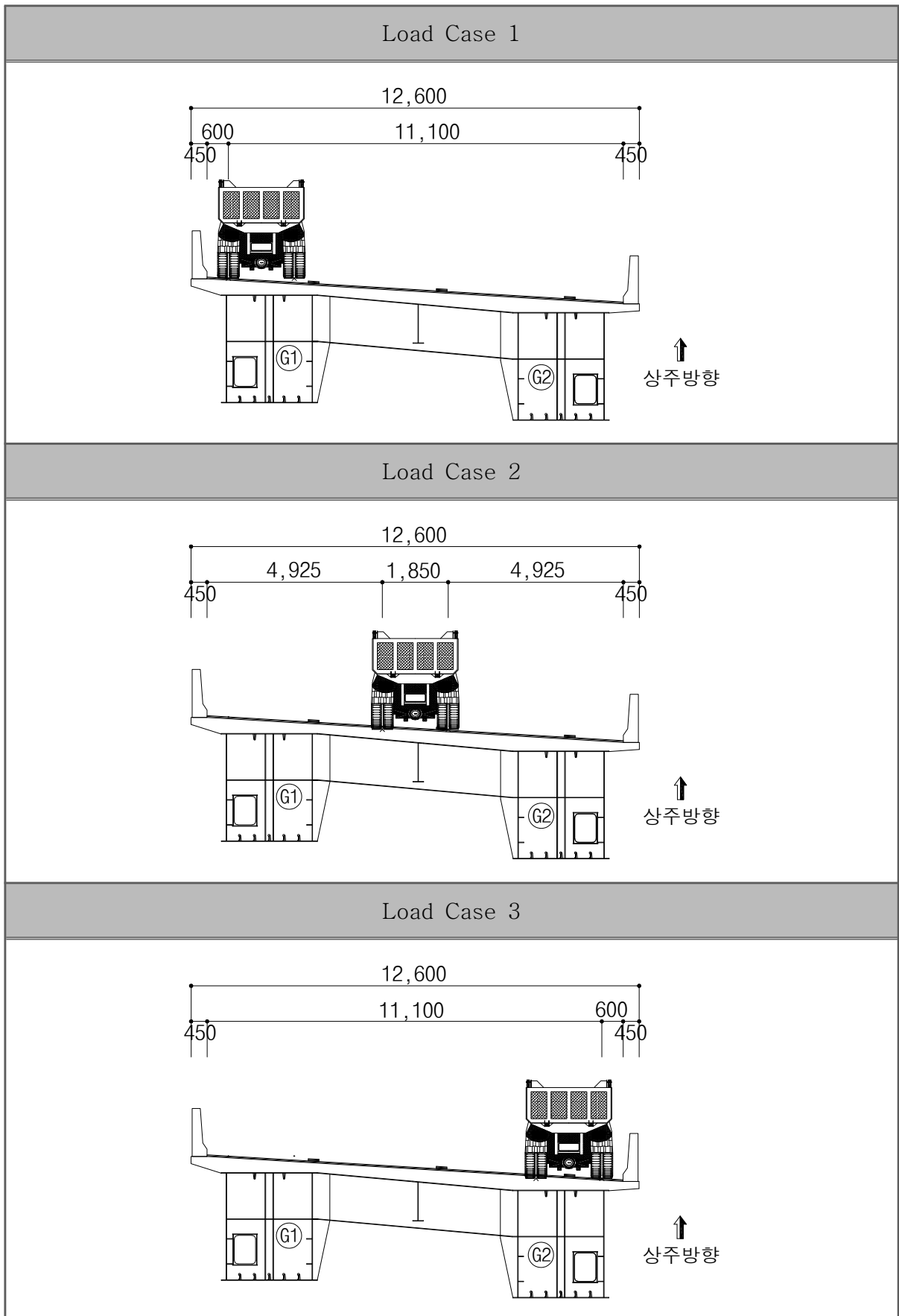
【정적재하시험의 LOAD CASE】

재하경우	재하위치		비 고
	단 면	위 치	
L.C 1	A-A	좌측방호벽에서 600mm이격하여 1대 재하	교폭좌측
L.C 2	A-A	좌측방호벽에서 4,925mm이격하여 1대 재하	교폭중앙
L.C 3	A-A	우측방호벽에서 600mm이격하여 1대 재하	교폭우측
L.C 4	C-C	좌측방호벽에서 600mm이격하여 1대 재하	교폭좌측
L.C 5	C-C	좌측방호벽에서 4,925mm이격하여 1대 재하	교폭중앙
L.C 6	C-C	우측방호벽에서 600mm이격하여 1대 재하	교폭우측

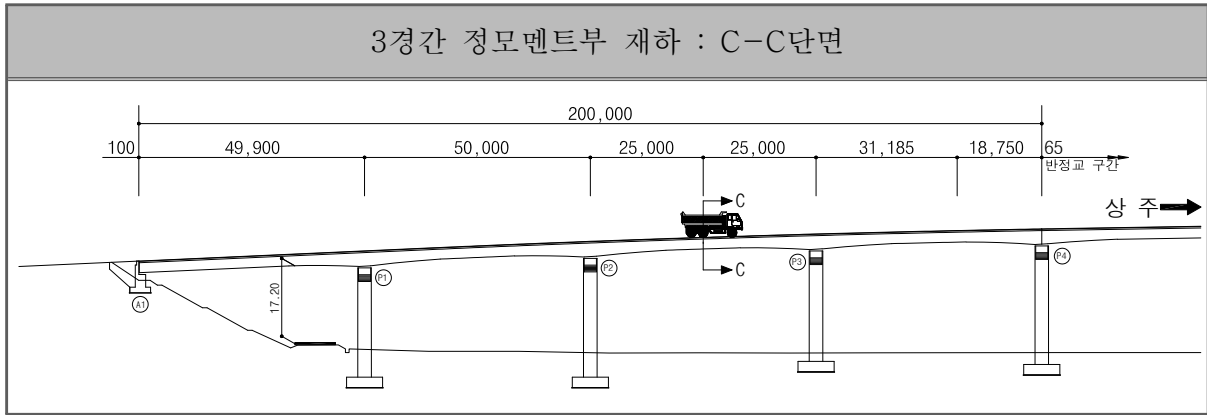
4경간 정모멘트부 재하 : A-A단면



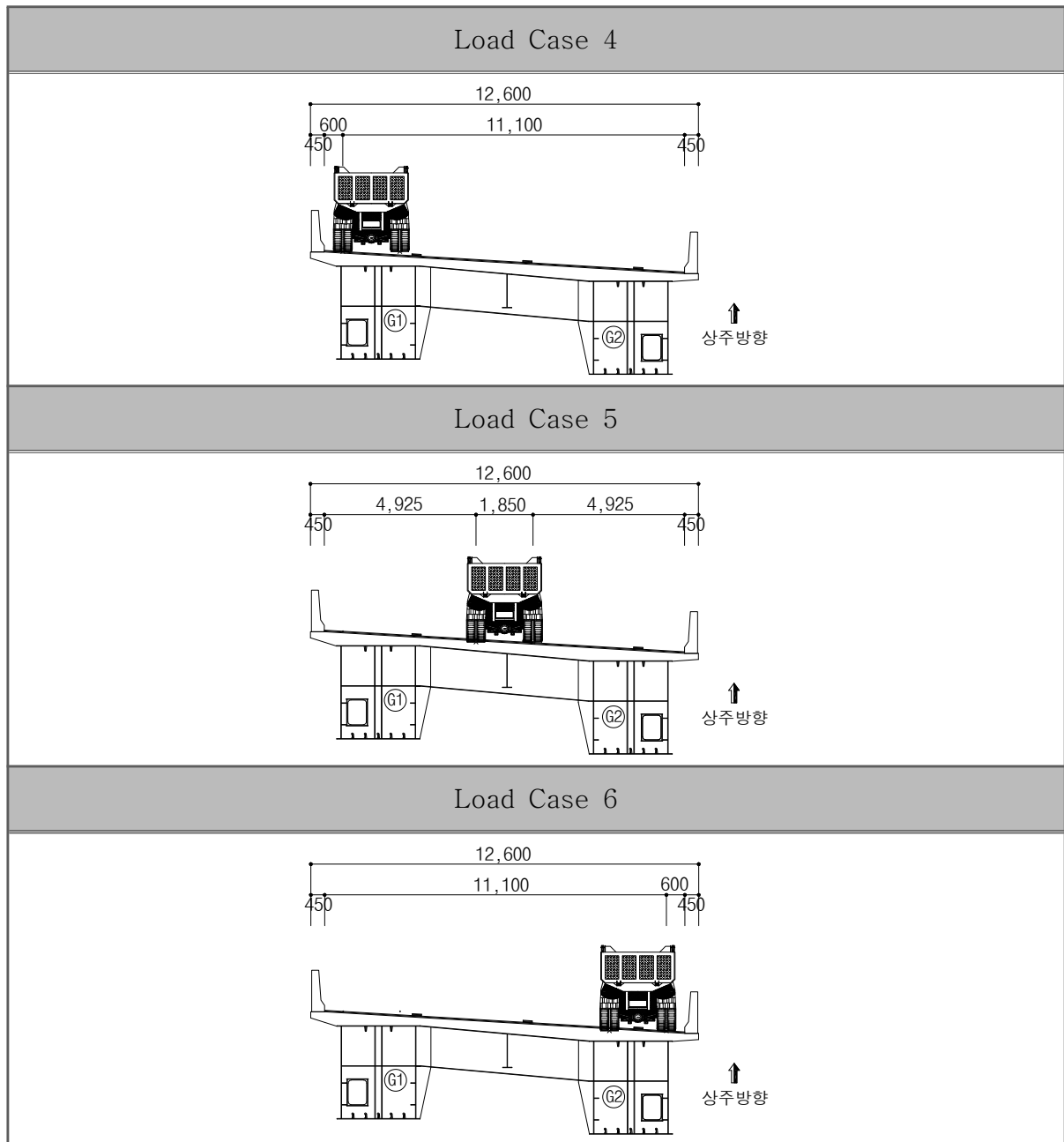
【S4경간 정적재하시험 차량재하방향】



【S4경간 Load Case별 위치 (L.C 1~3)】



【S3경간 정적재하시험 차량재하방향】



【S3경간 Load Case별 위치(L.C 4~6)】

4.2.2 정적 재하시험 결과 및 분석

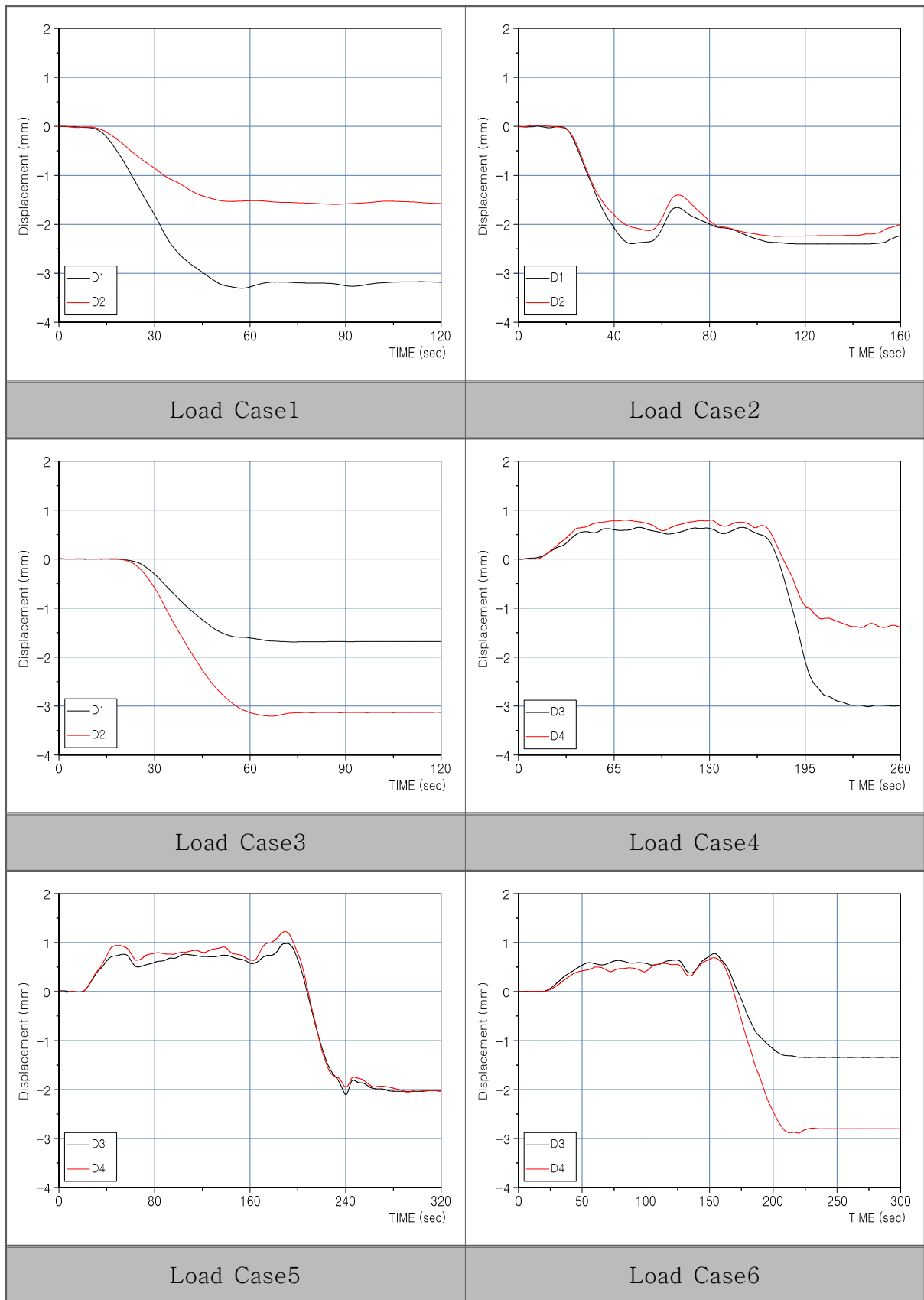
가. 처짐 및 변형을 측정 결과

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

【정적재하시험 결과】

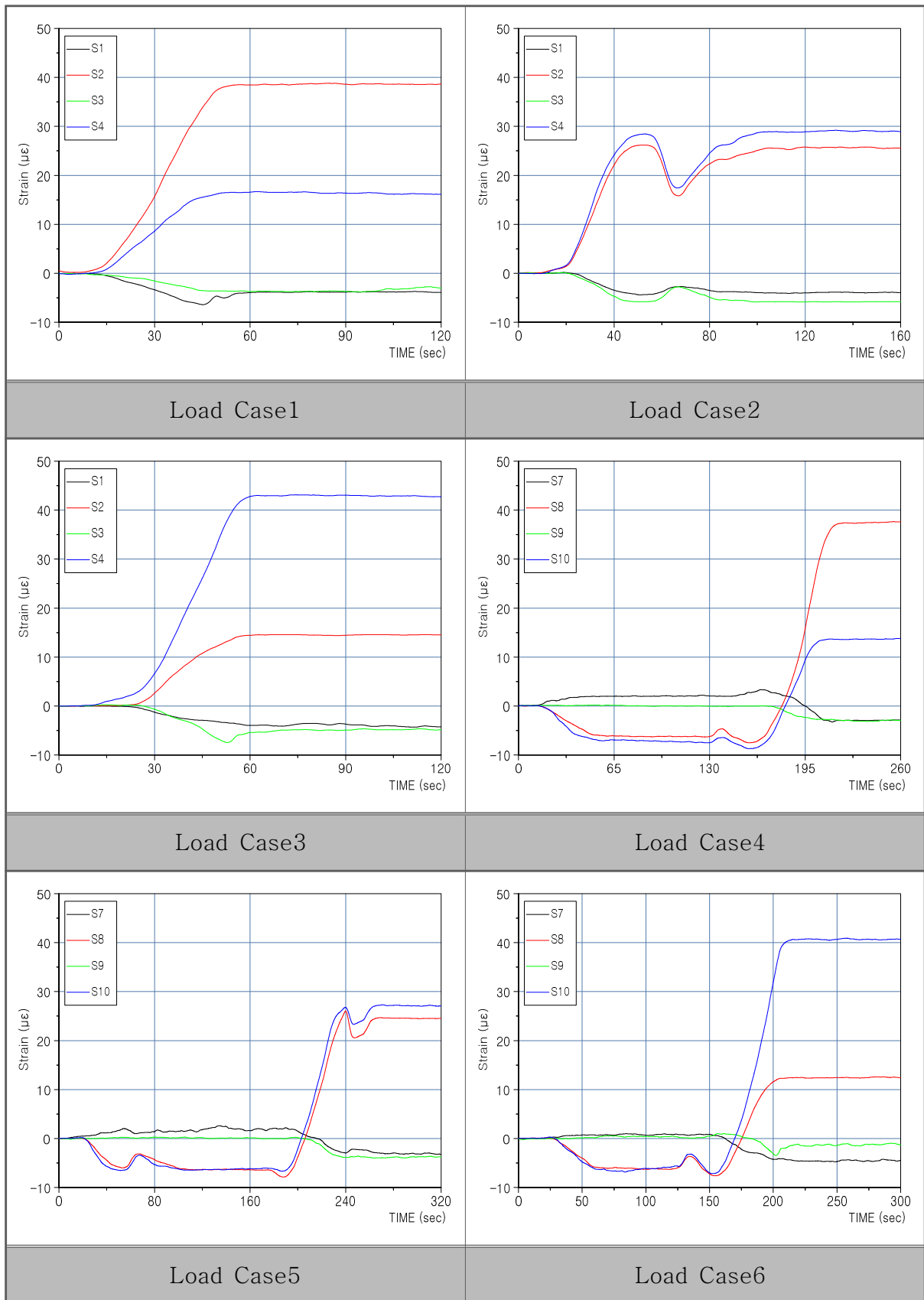
구 분	Gage No	L.C 1	L.C 2	L.C 3	비 고
S4 3/8L지점 (A-A단면)	S1	-3.78	-3.87	-4.23	$\mu\epsilon$
	S2	38.65	25.77	14.50	"
	S3	-3.71	-5.82	-4.82	"
	S4	16.47	29.13	42.92	"
	D1	-3.176	-2.402	-1.683	mm
	D2	-1.566	-2.233	-3.133	"
구 분	Gage No	L.C 4	L.C 5	L.C 6	비 고
P3 지점부 (B-B단면)	S5	4.20	2.63	0.71	$\mu\epsilon$
	S6	2.00	3.10	4.94	"
S3 0.5L지점 (C-C단면)	S7	-2.93	-3.17	-4.56	$\mu\epsilon$
	S8	37.49	24.53	12.45	"
	S9	-3.10	-3.78	-1.24	"
	S10	13.68	27.09	40.71	"
	D3	-2.721	-2.025	-1.344	mm
	D4	-1.364	-2.015	-2.800	"

※ 변위 : (-)부호는 하향처짐, 변형률 : (-)부호는 압축임.



【S4~S3경간 변위-시간 GRAPH】

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

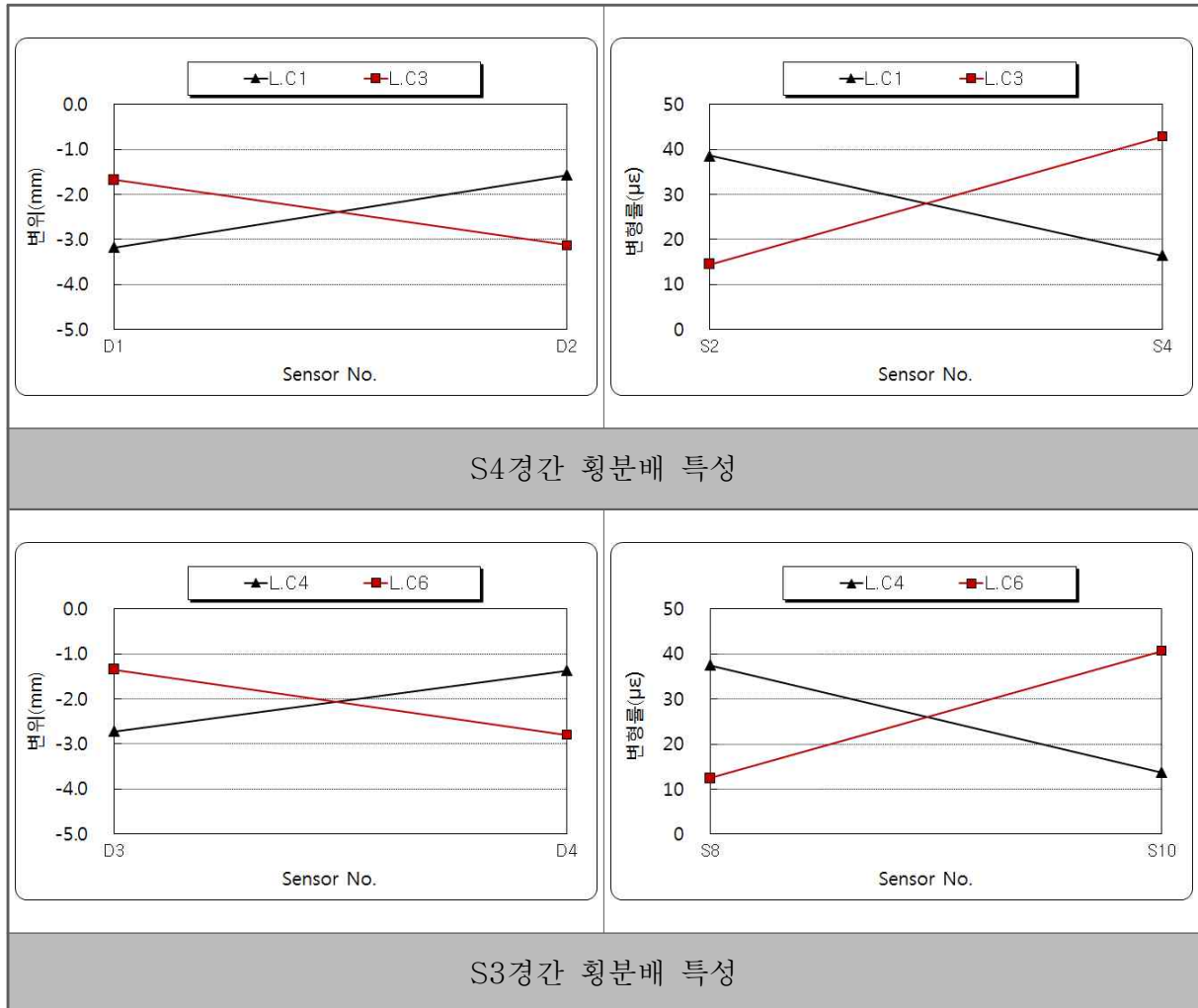


【S4~S3경간 변형률-시간 GRAPH】

※ 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.



【대칭성 분석】

검토 의견

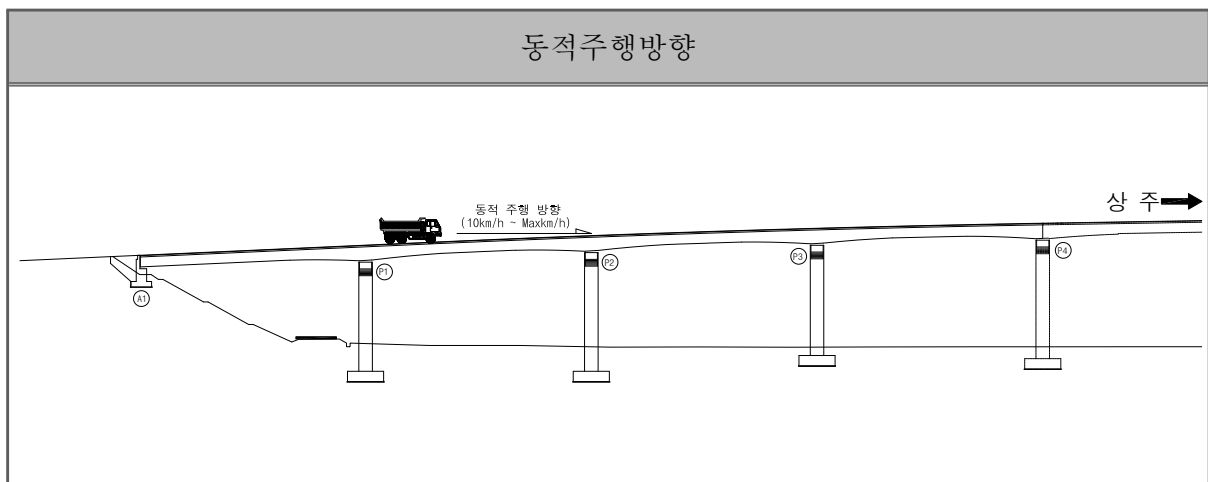
- 횡방향으로 대칭되는 하중 경우에 따른 시험경간의 측정값을 비교하여 대칭성을 통한 횡방향 거동특성을 분석하였다. 실측치 분석결과 측정경간에 대한 Load Case별 측정된 값을 도시하여 횡방향 거동을 비교해보면 대상 교량의 횡방향 거동은 상단의 그래프와 같이 대칭형으로 합리적으로 거동하는 것을 알 수 있다.

4.3 동적재하시험

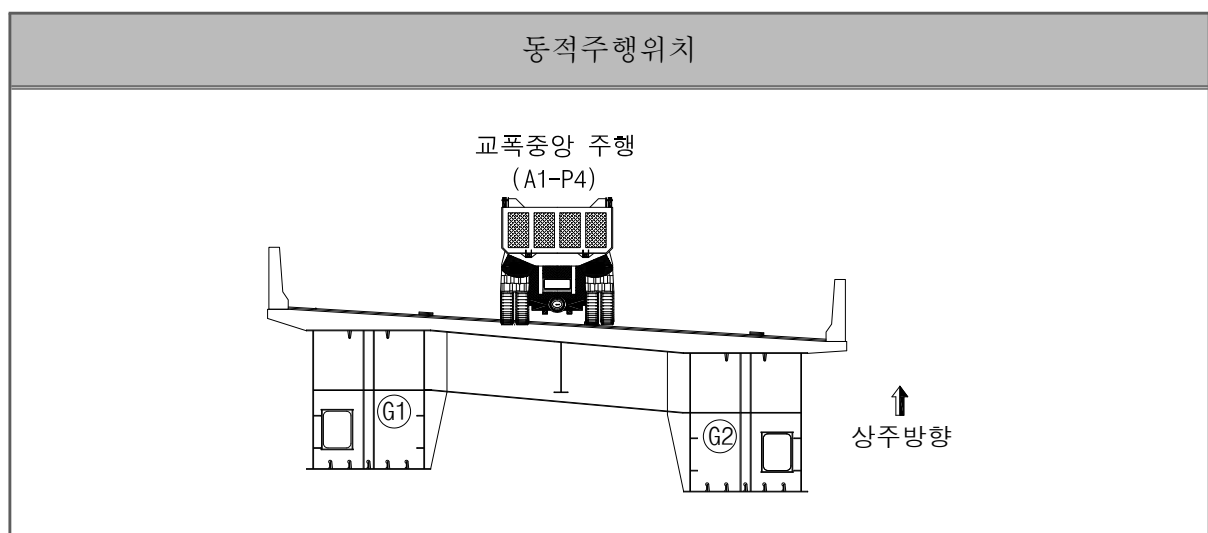
4.3.1 개요

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

동적재하시험은 정적재하시험시 이용된 덤프트럭을 사용하여 교폭중앙으로 주행을 하였으며, 주행방향은 영천(A1) → 상주(P4)으로 공용중 실제 주행방향을 택하여 주행 가능한 최대속도인 60km/h까지 주행을 실시하였다.



【동적재하시험 주행방향】



【동적재하시험 주행위치】

4.3.2 동적재하시험 결과 및 분석

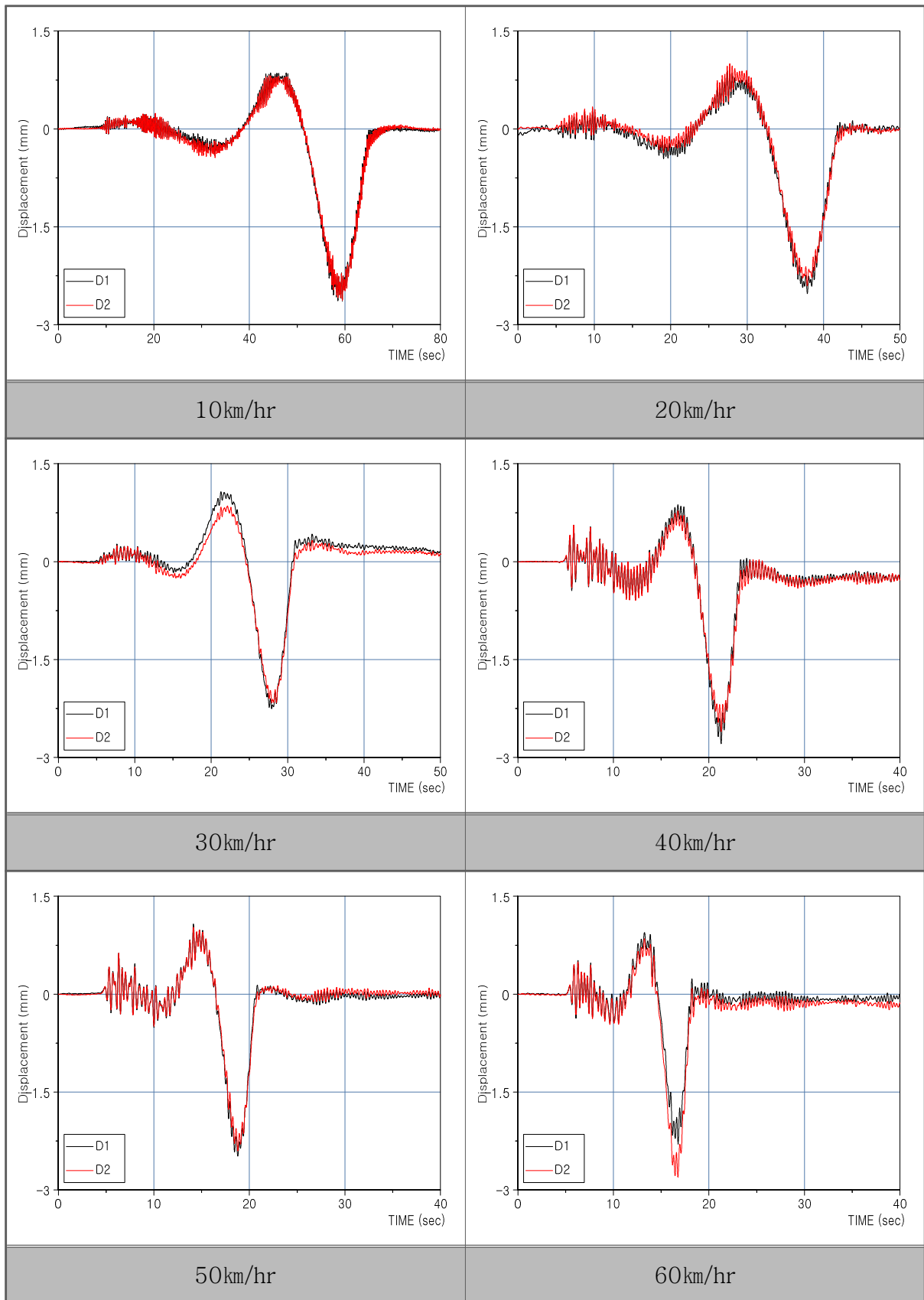
가. 동적처짐

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

【동적재하시험 결과】

차량속도 Sensor	S4경간		S3경간		비고
	D1	D2	D3	D4	
10km/hr	-2.635	-2.626	-2.395	-2.529	mm
20km/hr	-2.522	-2.398	-2.503	-2.585	mm
30km/hr	-2.253	-2.160	-1.950	-2.108	mm
40km/hr	-2.787	-2.604	-2.200	-2.330	mm
50km/hr	-2.483	-2.399	-2.377	-2.621	mm
60km/hr	-2.296	-2.799	-1.888	-2.767	mm

※ 변위 : (-)부호는 하향처짐임



【S4경간 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(10km/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.

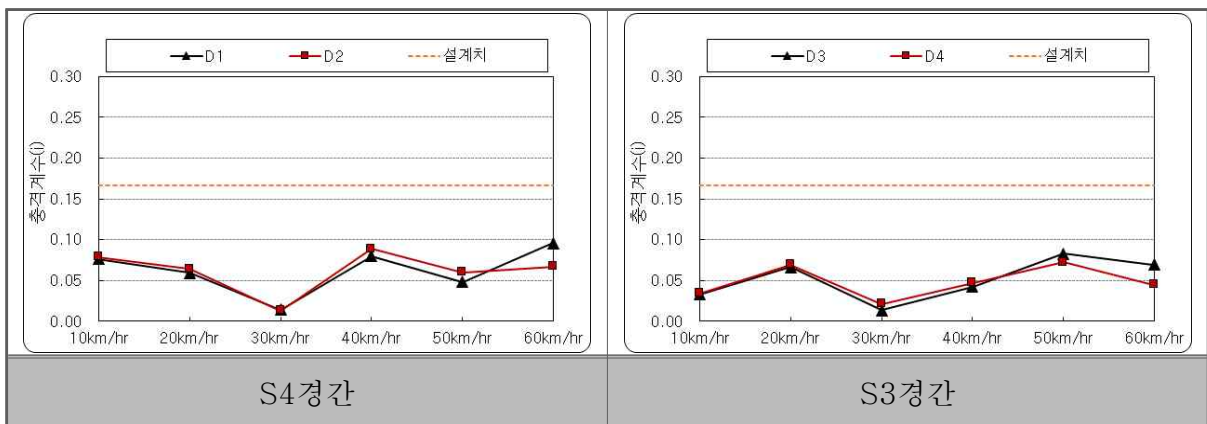
최대 동적 처짐 및 최대 정적 처짐에 의한 교량의 충격계수는 다음과 같다.

$$i = \frac{D_{dyn} - D_{sta}}{D_{sta}}$$

여기서, D_{dyn} : 동적최대처짐

D_{sta} : D_{dyn} 에서의 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 60km/hr의 속도일 때 S4경간 0.095(D1), 시속 50km/hr의 속도일 때 S3경간 0.083(D3)로 분석되어, 도로교 설계 기준에서 제시하는 계산 충격계수 0.167(S4, S3)보다 작게 나타나 이동하중에 의한 충격의 영향은 양호한 것으로 판단된다.

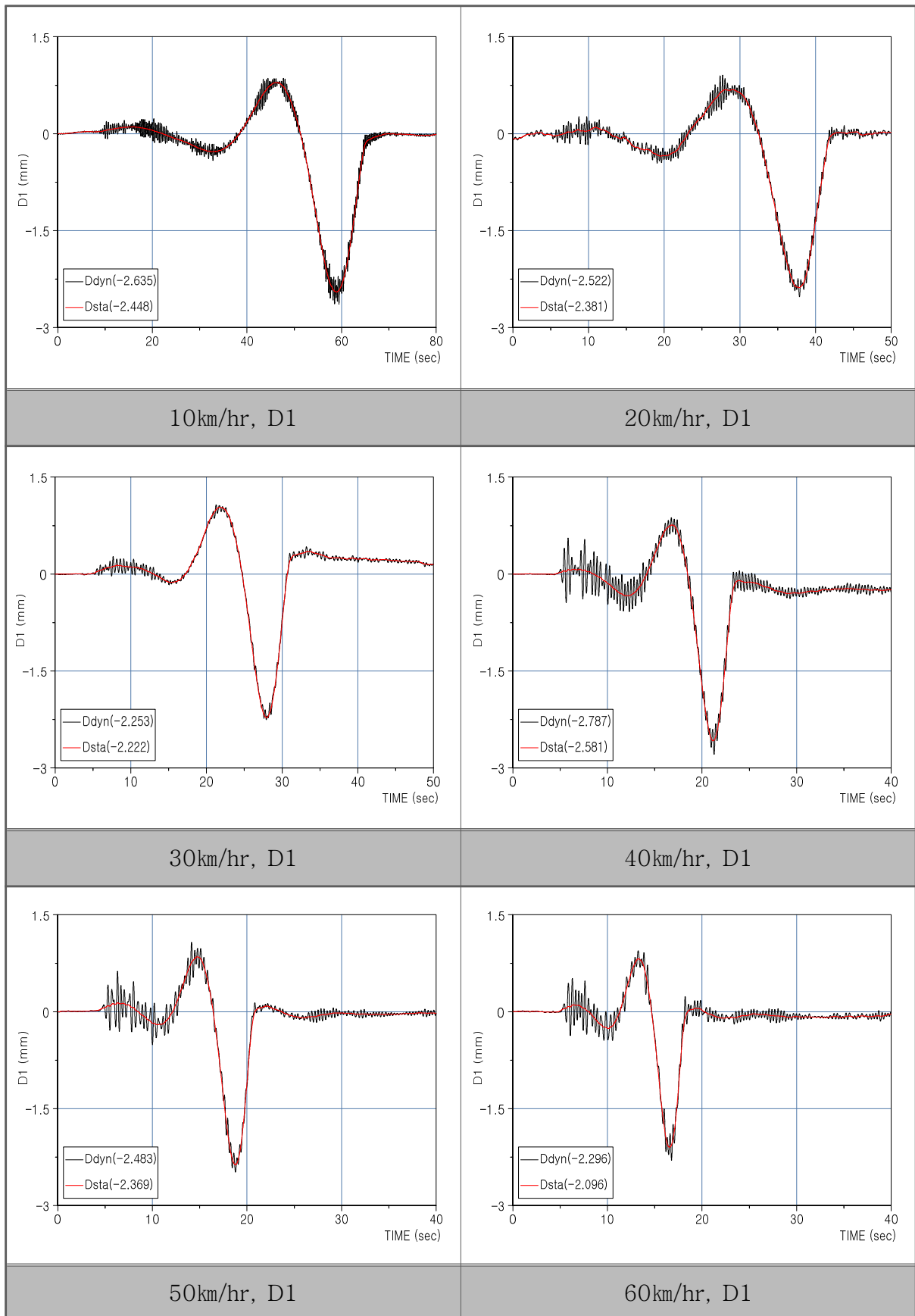


【속도별 충격계수 GRAPH】

【실측충격계수 결과표】

구 분		S4경간		S3경간		비 고
		변위 (mm)		변위 (mm)		
		D1	D2	D3	D4	
L.C 1 10km/h	Ddyn	-2.635	-2.626	-2.395	-2.529	
	Dsta	-2.448	-2.435	-2.319	-2.446	
	충격계수 (i)	0.076	0.078	0.033	0.034	
L.C 2 20km/h	Ddyn	-2.522	-2.398	-2.503	-2.585	
	Dsta	-2.381	-2.254	-2.348	-2.418	
	충격계수 (i)	0.059	0.064	0.066	0.069	
L.C 3 30km/h	Ddyn	-2.253	-2.160	-1.950	-2.108	
	Dsta	-2.222	-2.133	-1.924	-2.065	
	충격계수 (i)	0.014	0.013	0.014	0.021	
L.C 4 40km/h	Ddyn	-2.787	-2.604	-2.200	-2.330	
	Dsta	-2.581	-2.392	-2.111	-2.226	
	충격계수 (i)	0.080	0.089	0.042	0.047	
L.C 5 50km/h	Ddyn	-2.483	-2.399	-2.377	-2.621	
	Dsta	-2.369	-2.263	-2.195	-2.444	
	충격계수 (i)	0.048	0.060	0.083	0.072	
L.C 6 60km/h	Ddyn	-2.296	-2.799	-1.888	-2.767	
	Dsta	-2.096	-2.623	-1.766	-2.649	
	충격계수 (i)	0.095	0.067	0.069	0.045	
실측충격계수		0.095		0.083		
이론충격계수		0.167				

※ 이론충격계수 산정식 : $i = \frac{15}{40 + L} \rightarrow i = \frac{15}{40 + 50} = 0.167$ (S4, S3경간)



【동적주행결과의 필터링 전-후 비교 GRAPH】

※ 미 기재 그래프는 부록편 참조.

다. 고유 진동수 분석결과

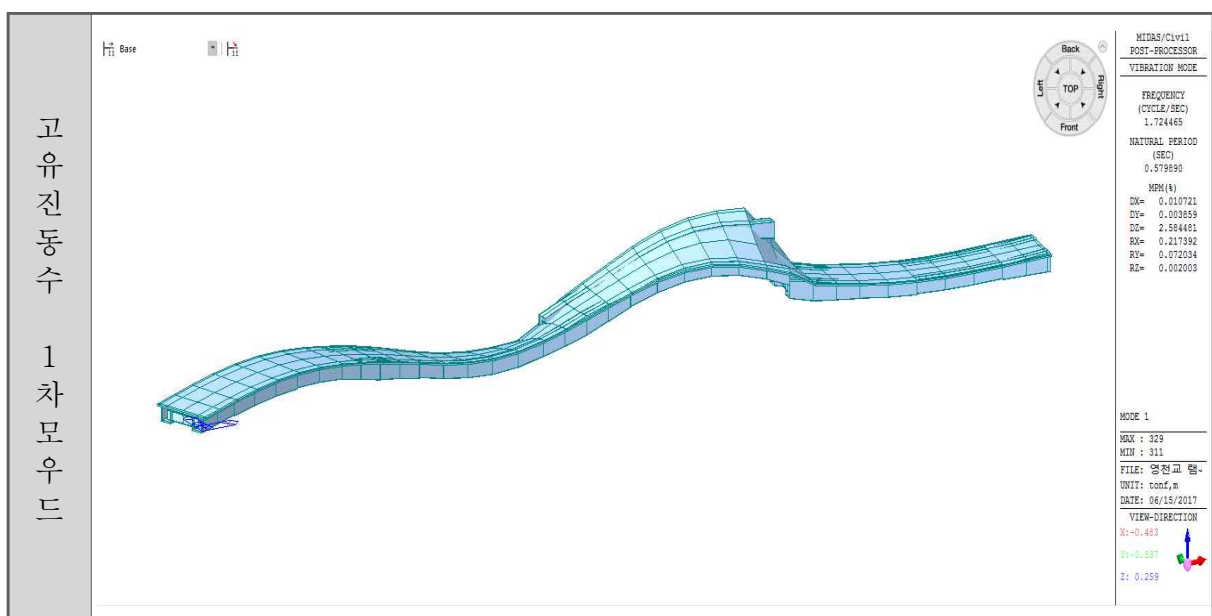
재하차량에 의한 교량 각 부재의 시간이력곡선으로부터 교량의 진동주기를 도출하였다. 차량이 교량 위를 통과할 때는 차량의 진동과 교량 자체의 진동과의 상호작용이 교량의 동적거동에 영향을 미치므로, 본 조사에서는 주행차량이 교량을 통과하고 난 후 여진상태에 구한 시간이력곡선으로부터 FFT(Fast Fourier Transform) 해석을 하여 교량의 고유진동수를 구하였다.

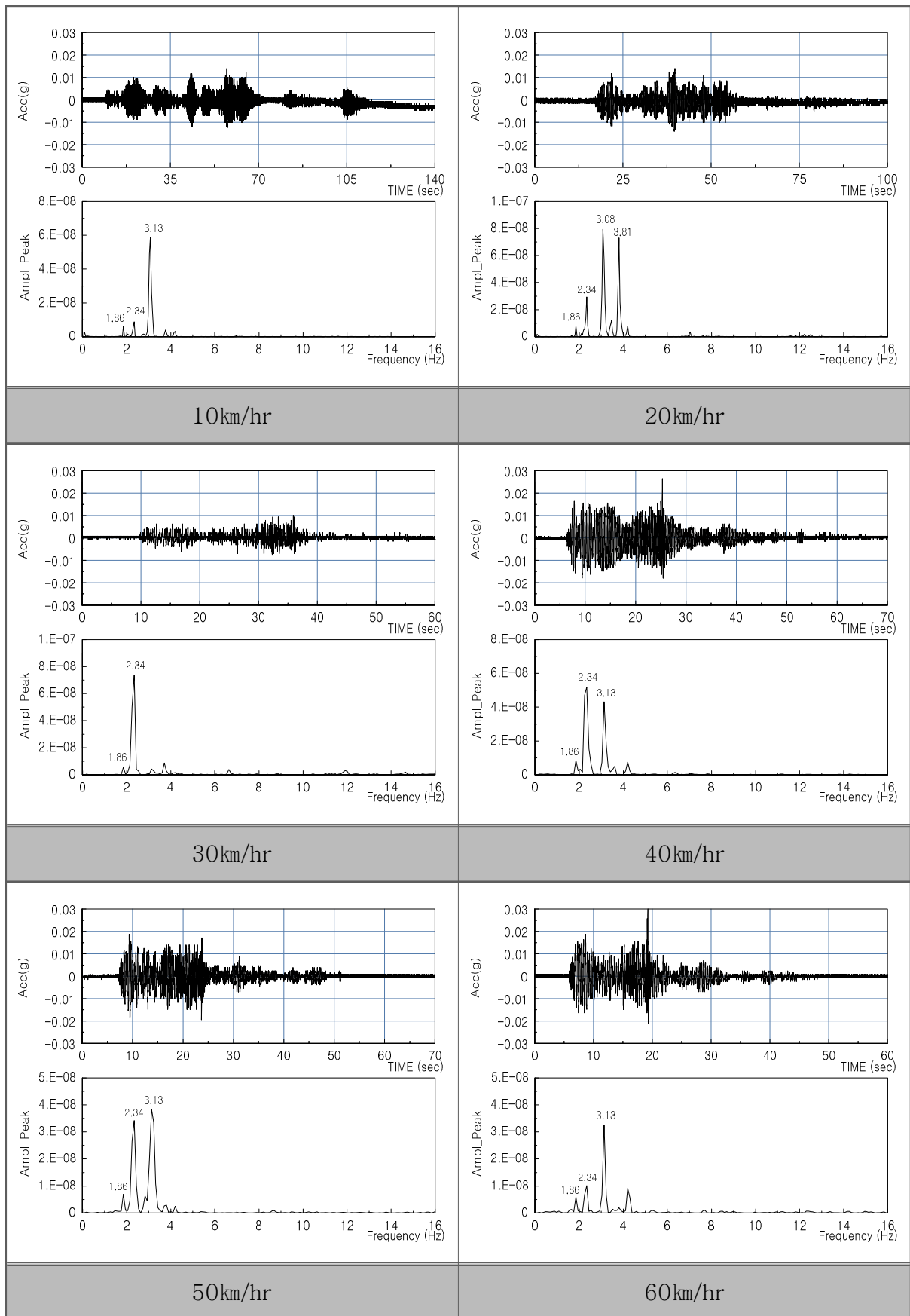
해석에 의한 대표 고유진동모드는 1모드에서 나타났으며 주행 속도에 따른 측정 고유진동수는 1모드에서 1.86Hz로 측정되어 이론고유진동수 1.72Hz보다 크게 나타났으며, 본 시험에서 측정된 고유진동수는 본 교량의 초기 고유진동수로서, 진동주파수와 강성과는 비례관계임을 볼 때 향후 가속도 측정에 의한 구조물의 강성저하 유무를 판단 할 수 있는 기초자료라 할 수 있다.

【속도별 실측고유진동수 값】

주행속도 (km/hr)	실측고유진동수 (Hz)	주행속도 (km/hr)	실측고유진동수 (Hz)
10	1.86	40	1.86
20	1.86	50	1.86
30	1.86	60	1.86

【이론고유진동수】





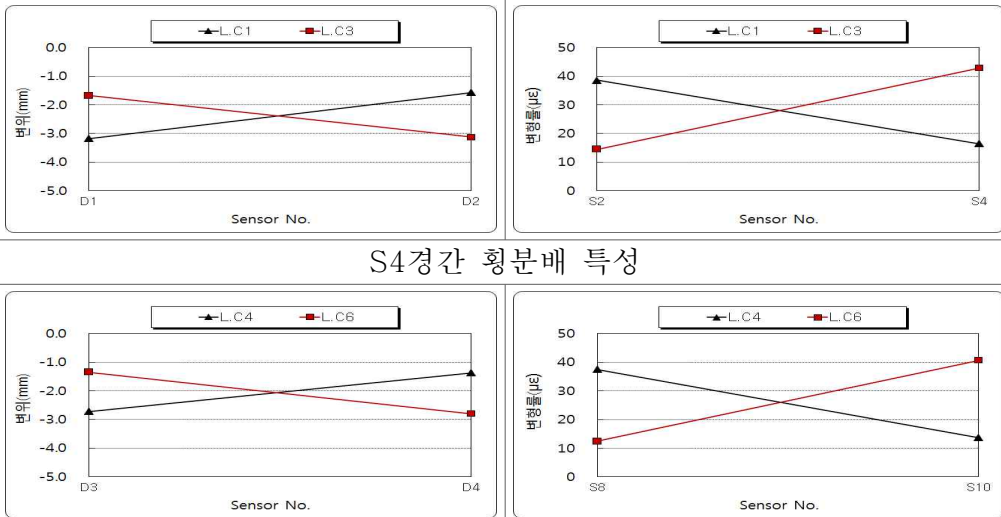
【FFT 분석 GRAPH】

※ 미 기재 그래프는 부록편 참조.

4.4 정·동적 재하시험 고찰

영천JCT Ramp-B교에 대한 정·동적 재하시험을 시행한 결과 정적재하시험시 최대처짐 및 최대변형률은 4경간에서 -3.176mm (D1, L.C1), $42.92\ \mu\epsilon$ (S4, L.C3)이 발생되었으며, 3경간에서 -2.800mm (D4, L.C6), $40.71\ \mu\epsilon$ (S10, L.C6)이 발생되었다. 동적 재하시험에서는 60km시 최대처짐 -2.799mm (D2)가 발생하였다. 또한, 고유진동수의 경우 1.86Hz 로 측정되었으며, 실측충격계수는 0.095 (S4경간), 0.083 (S3경간)로 분석되어, 계산충격계수 0.167 (S4, S3경간)보다 작게 분석되었다.

【정·동적 재하시험 분석결과】

분석항목		분 석 결 과		
시험트럭		•재하하중 : 설계하중의 약 66.0% •총 중 량 : 28.500ton		
정적 재하 시험	최대 응답	•변형률 : $42.92\ \mu\epsilon$ •변 위 : $-3.176\ \text{mm}$	•변형률 : $4.94\ \mu\epsilon$	•변형률 : $40.71\ \mu\epsilon$ •변 위 : $-2.800\ \text{mm}$
		S4경간 3/8L지점	P3 지점부	S3경간 0.5L지점
	횡방향 거동특성			
		S4경간 횡분배 특성		
		S3경간 횡분배 특성		
		•처짐 및 변형률에 의한 횡방향 거동특성 분석결과 하중 경우에 따른 계측 DATA가 합리적인 거동특성을 보이는 것으로 분석됨.		
동적 재하 시험	충격 계수	•충격계수 분석결과 실측충격계수의 최대값은 0.095 (S4), 0.083 (S3)로 이론 충격계수 0.167 (S4, S3)보다 작게 나타나 이동하중에 대한 충격의 영향은 양호한 상태로 분석됨.		
	고유 진동수	•실측고유진동수(1.86Hz)가 이론 고유진동수(1.72Hz)보다 크게 나타나고 있어 교량의 강성은 양호한 것으로 판단됨.		

5장 | 구조안전성 및 내하력평가

5.1 STEEL BOX GIRDER

5.2 STEEL BOX GIRDER 구조해석

5.3 STEEL BOX GIRDER 안정성평가

제 5 장 구조안전성 및 내하력평가

5.1 STEEL BOX GIRDER

5.1.1 검토 조건

구조계산서상에 정리된 교량제원, 사용재료 및 허용응력, CASE별 설계하중에 따른 응력 비교 결과를 정리하면 다음과 같다.

가. 구조물 제원

교 량 명	영천 JCT R-B교		
형 식	STEEL BOX GIRDER	교량등급	1등급
연 장	50m + 50m + 50m + 50m = 200m	주형제원	H = 2.200~3.000m
교량폭원	B = 12.600 m		B = 2.400 m

나. 사용재료

1) 콘크리트 및 철근

콘크리트	$f_{ck} = 27 \text{ MPa}$	철 근	$f_y = 400 \text{ MPa}$
	$E_c = 2.50\text{E}+04 \text{ MPa}$		$E_s = 2.00\text{E}+05 \text{ MPa}$

2) 구조용 강재

① 부재별 사용강재

SM520B	SM400B
· 상, 하FLANGE · WEB, 상, 하부 중 RIB · 지점부 DIAPHRAGM · SOLE PLATE · 지점보강재, 수평보강재	· 수직보강재 · 지점부 외 DIAPHRAGM · 횡리브 · 세로보 · 가로보

② 탄성계수 $E_s = 2.10E + 05 \text{ MPa}$

③ 허용 인장 응력(MPa)

강 종 판두께(mm)	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 (mm)	SS400 SM400 SMA400	SM490	SM490Y SM520 SMA490	SM570 SMA570
40 이하	$140 : \ell/r \leq 20$ $140 - 0.84(\ell/r - 20) :$ $20 < \ell/r \leq 93$ $1,200,000 :$	$190 : \ell/r \leq 15$ $190 - 1.3(\ell/r - 15) :$ $15 < \ell/r \leq 80$ $1,200,000 :$	$210 : \ell/r \leq 14$ $210 - 1.5(\ell/r - 14) :$ $14 < \ell/r \leq 76$ $1,200,000 :$	$260 : \ell/r \leq 18$ $260 - 2.2(\ell/r - 18) :$ $18 < \ell/r \leq 67$ $1,200,000 :$
	$6,700 + (\ell/r)^2$ $93 < \ell/r$	$5,000 + (\ell/r)^2$ $80 < \ell/r$	$4,500 + (\ell/r)^2$ $76 < \ell/r$	$3,500 + (\ell/r)^2$ $67 < \ell/r$
40초과 75이하	$130 : \ell/r \leq 20$ $130 - 0.75(\ell/r - 20) :$ $20 < \ell/r \leq 97$	$175 : \ell/r \leq 15$ $175 - 1.1(\ell/r - 15) :$ $15 < \ell/r \leq 83$	$200 : \ell/r \leq 14$ $200 - 1.4(\ell/r - 14) :$ $14 < \ell/r \leq 78$ $1,200,000 :$	$250 : \ell/r \leq 18$ $250 - 2.1(\ell/r - 18) :$ $18 < \ell/r \leq 69$ $1,200,000 :$
	$1,200,000 :$ $7,300 + (\ell/r)^2$ $97 < \ell/r$	$1,200,000 :$ $5,300 + (\ell/r)^2$ $83 < \ell/r$	$95 : \ell/r \leq 14$ $195 - 1.3(\ell/r - 14) :$ $14 < \ell/r \leq 79$ $1,200,000 :$	$245 : \ell/r \leq 18$ $245 - 2.2(\ell/r - 18) :$ $18 < \ell/r \leq 69$ $1,200,000 :$
75초과 100이하	$1,200,000 :$ $7,300 + (\ell/r)^2$ $97 < \ell/r$	$1,200,000 :$ $5,300 + (\ell/r)^2$ $83 < \ell/r$	$95 : \ell/r \leq 14$ $195 - 1.3(\ell/r - 14) :$ $14 < \ell/r \leq 79$ $1,200,000 :$	$245 : \ell/r \leq 18$ $245 - 2.2(\ell/r - 18) :$ $18 < \ell/r \leq 69$ $1,200,000 :$
	$1,200,000 :$ $7,300 + (\ell/r)^2$ $97 < \ell/r$	$1,200,000 :$ $5,300 + (\ell/r)^2$ $83 < \ell/r$	$95 : \ell/r \leq 14$ $195 - 1.3(\ell/r - 14) :$ $14 < \ell/r \leq 79$ $1,200,000 :$	$245 : \ell/r \leq 18$ $245 - 2.2(\ell/r - 18) :$ $18 < \ell/r \leq 69$ $1,200,000 :$

* TMC 강재는 판두께 상관없이 40mm이하의 값을 적용함.

여기서, ℓ ; 부재의 유효좌굴 길이 (mm), r ; 부재 종단면의 단면회전반경 (mm)

⑤ 허용 휨압축응력(MPa)

압축플랜지가 콘크리트상판 등에 직접 고정되어 있는 경우 및 상자형 단면, II형 단면과 같이 횡좌굴이 일어나기 어려운 경우

강 종 판두께(mm)	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 40mm이하의 값을 적용함.

⑥ 허용 전단응력(MPa)

강 종 판두께(mm)	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(mm)	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

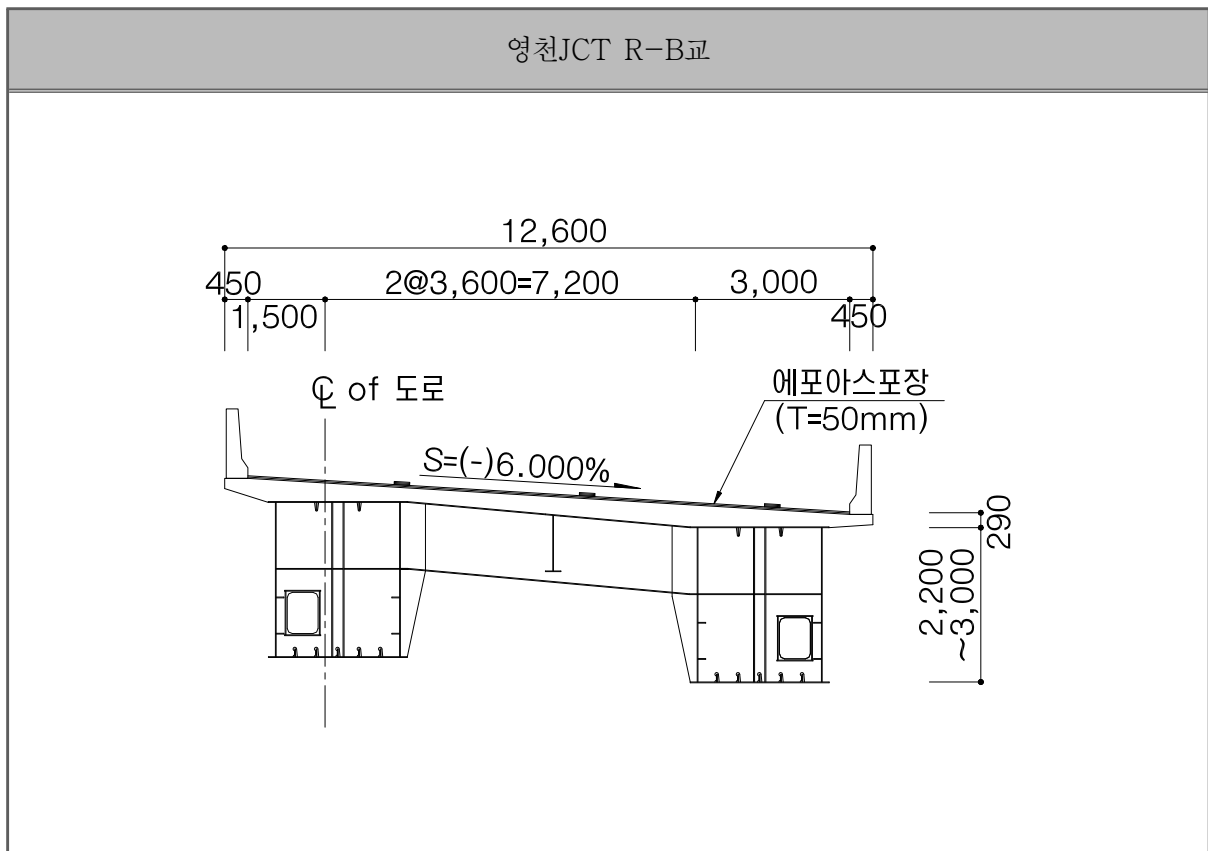
하중의 조합			증가율(%)	
			정의 휨모멘트를 받는부분	부의 휨모멘트를 받는부분
1	크리프의 영향과 건조수축의 영향을 제외한 주하중		0	0
2	주 하 중	압축연	15	0
		인장연	0	0
3	주하중+바닥판 콘크리트와 강재주형과의 온도차	압축연	30	15
		인장연	15	15
4	가설시 하중	압축연	25	25
		인장연	25	25

4) 마찰이음용 고장력 볼트 허용력(kN) : 1볼트 1마찰면마다

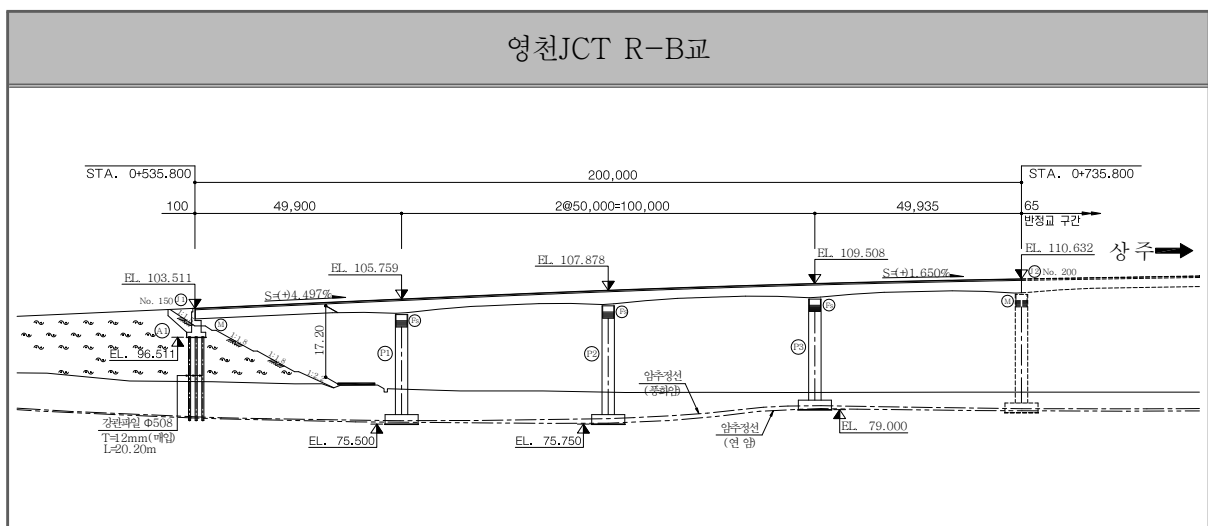
나사호칭 \ 볼트등급	F8T	F10T
M20	31	39
M22	39	48
M24	45	56

5.1.2 검토 단면

가. 횡단면도



나. 종단면도



5.1.3 하중 산정

가. 고정하중

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

: STEEL-BOX 거더 자중은 프로그램내에서 자동으로 계산.

1) 합성전 바닥판 타설하중 (STEEL-BOX에 적용)

2) 합성후 고정하중(방호벽, 포장하중)

$$\textcircled{1} \text{ 방호벽} = (0.394 \times 25.00) / 0.420 = 23.426 \text{ kN/m}^2$$

$$\textcircled{2} \text{ 포장} = 0.050 \times 23.50 = 1.175 \text{ kN/m}^2$$

나. 활 하 중

1) 설계차로폭 및 차로수

- 일반구간 : 연석간 교폭 : $W_c = 11,700 \text{ m}$

$$\therefore \text{설계차로수, } N = 3$$

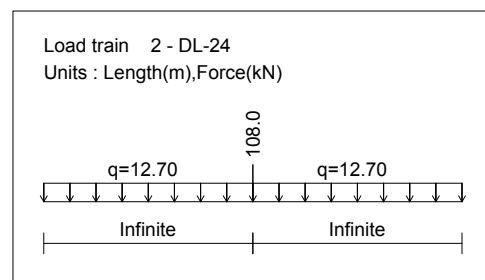
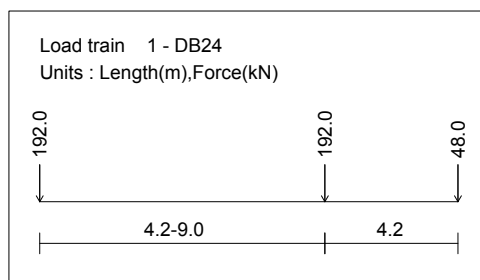
$$\text{설계차로폭 : } W = W_c / N = 11,700 / 3 = 3.900 > 3.600\text{m} \quad \therefore 3.600\text{m}$$

2) 하중강도와 충격계수

① 차선하중 (DL-24) : $WL = 12.7 \text{ kN/m}$, $P_m = 108 \text{ kN}$, $P_s = 156 \text{ kN}$

② 차륜하중 (DB-24) : 전륜하중, $P_f = 24.0\text{kN}$, 후륜하중, $P_r = 96.0\text{kN}$

③ 재하차량



④ 충격계수

구 분	지간장,L(m)	충격계수,15/(40+L)
1경간	50.000	0.167
2경간	50.000	0.167
1내부 지점부	50.000	0.167

다. 온도차하중

- 콘크리트 선팅창계수 $\alpha_c = 1.0 \times 10^{-5}$
- 강재 선팅창계수 $\alpha_s = 1.2 \times 10^{-5}$
- 상하연온도차 $\Delta T = \pm 5.0^\circ\text{C}$

라. Creep & Shrinkage 하중

1) 조 건

- 지속하중 재하시의 콘크리트 재령, $t' = 180\text{일}$
- 상대습도 : 70%
- 외기 또는 양생온도 : $T = 20^\circ\text{C}$

2) 콘크리트의 크리프 계수

$$\varepsilon_{cs}(t, t') = f_c(t') \left[\frac{1}{E_{ci}(t')} + \frac{\phi(t, t')}{E_{ci}} \right]$$

$\varepsilon_{cs}(t, t')$: t' 일에서 $f_c(t')$ 의 응력이 가해졌을때

시간 t 일에서의 탄성변형율과 크리프를 포함한 전체 변형율

E_{ci} : 28일 재령 콘크리트의 초기 접선탄성계수

$$E_{ci} = 2.15 \times 10^4 \sqrt[3]{f_{cu}/10}$$

$\phi(t, t')$: 크리프 계수

t : 콘크리트의 재령(일)

t' : 지속하중이 작용할 때의 콘크리트의 재령(일)

ϕ_o : 콘크리트의 개념 크리프 계수

ϕ_{RH} : $\phi_{RH} \beta(f_{cu}) \beta_c(t')$

ϕ_{RH} : 외기의 상대습도와 부재두께의 의해 크리프에 미치는 영향

$$\phi_{RH} = 1 + \frac{1 - 0.01RH}{0.10 \sqrt[3]{h}}$$

$\beta(f_{cu})$: 콘크리트 강도에 의해 크리프에 미치는 영향함수

$$\beta(t') = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cu}}}$$

$\beta(t')$: 계속하중이 가해지는 시간 t' 에 의해 크리프에 미치는 영향 함수

$$\beta(t') = \frac{1}{0.1 + (t')^{0.2}}$$

$\beta_c(t-t')$: 재하기간에 따라 크리프에 미치는 영향함수

$$\beta_c(t') = \left[\frac{1}{\beta_H + (t-t')} \right]^{0.3}$$

β_H : 외기의 상대습도와 부재의 두께에 따른 계수

$$\beta_H : 1.5 [1 + (0.012RH)18]h + 250 \leq 1500 \text{ 일}$$

$h = 2Ac/u$: 개념적인 부재치수(mm)

Ac : 단면적(mm^2), u : 외기와 접촉하는 단면둘레(mm)

RH : 상대습도(%), f_{cu} : 콘크리트의 28일 평균 압축강도(MPa)

3) 콘크리트의 건조수축 변형율

$$\epsilon_{sh}(t, t_s) = \epsilon_{sho} \beta_s(t-t')$$

$\epsilon_{sh}(t, t_s)$: 외기 노출 재령 t_s 인 콘크리트의 재령 t 에서의 전체 건조수축 변형률

ϵ_{sho} : 개념적인 건조수축계수

$$\epsilon_{sho} = \epsilon_s(f_{cu}) \beta_{RH}$$

$\beta_s(t-t')$: 건조 기간에 따른 건조수축 변형율 함수

$$\beta_s(t-t') = \sqrt{\frac{(t-t')}{0.035h^2 + (t-t')}}}$$

t_s : 수축이 시작될 때의 콘크리트의 재령(일)

$$\epsilon_s(f_{cu}) = [160 + 10 \beta_{sc}(9 - f_{cu}/10)] \times 10^{-6}$$

β_{RH} : 외기습도에 따른 크리프와 건조수축에 미치는 영향계수

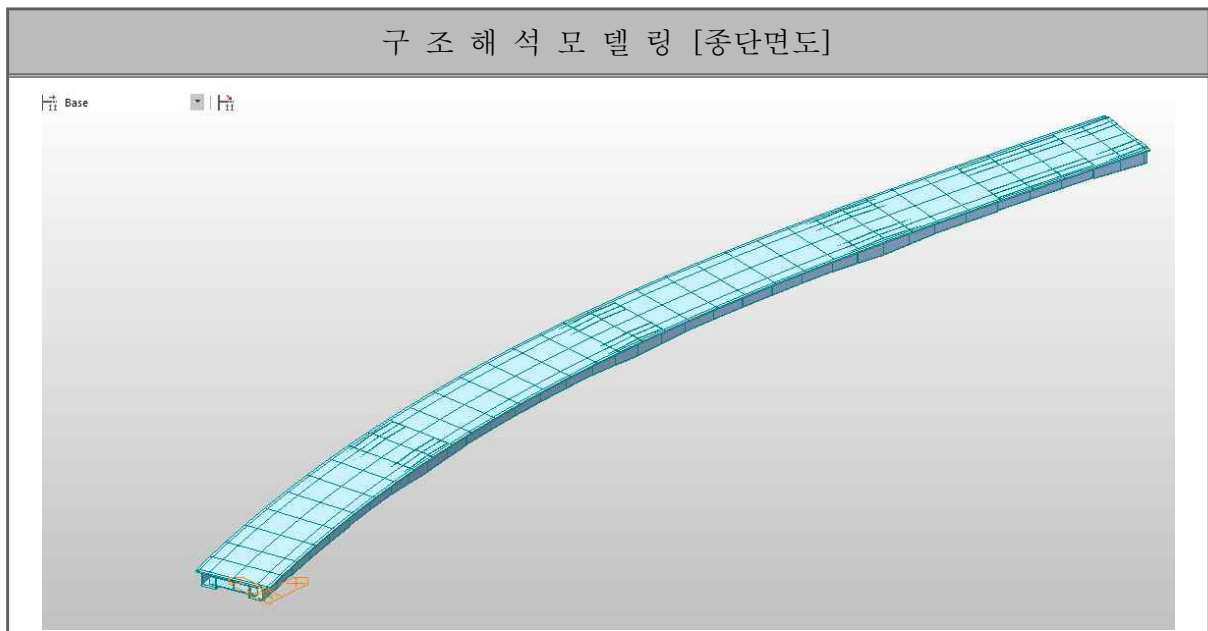
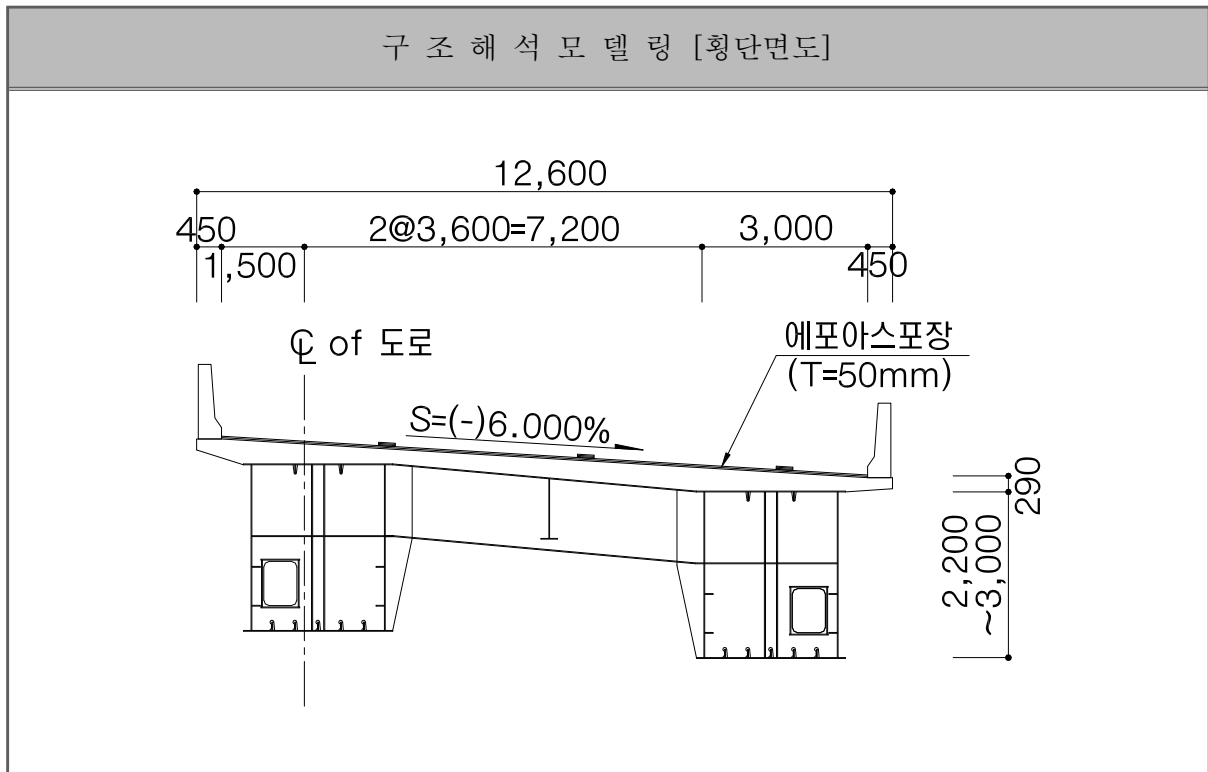
$$\beta_{RH} = \begin{cases} -1.55 [1 - (RH/100)^3] & (40\% \leq RH < 99\%) \\ 0.25 & (RH \geq 99\%) \end{cases}$$

Ac : 단면적(mm^2), u : 외기와 접촉하는 단면둘레(mm)

RH : 상대습도(%), f_{cu} : 콘크리트의 28일 평균 압축강도(MPa)

5.2 구조해석

5.2.1 모 델 링



※ 사용 구조해석 프로그램명 : MIDAS CIVIL

5.2.2 응력검토

가. 허용응력 검토 결과(정모멘트부)

1) 단면제원

합 성 전				합 성 후			
A(cm ²)	Ix(cm ⁴)	Ysu(cm)	Ysl(cm)	A(cm ²)	Ix(cm ⁴)	Ysu(cm)	Ysl(cm)
1,507.00	13,714,111	122.31	100.88	3,326.20	29,524,884	46.78	176.42

2) 발생응력

구 분		응 력 (MPa)					
		1.합성전	2.합성후	3.활하중	4.크리이프	5.건조수축	6.온도차
바닥판	상 연	—	0.721	1.105	0.411	1.376	1.123
	하 연	—	0.489	0.749	0.199	1.443	1.250
거 더	상 연	56.139	3.617	5.545	4.586	21.807	15.760
	하 연	46.300	13.642	20.914	1.591	6.857	6.326

3) 조합응력검토

하중조합	CONCRETE				STEEL				비고
	작용응력 (MPa)		허용응력 (MPa)		작용응력(MPa)		허용응력(MPa)		
	상연	하연	상연	하연	상연	하연	상연	하연	
1			10.80	10.80	56.14	46.30	159.00	210.00	O.K
1+2+3	1.83	1.24	10.80	10.80	65.30	80.86	159.00	210.00	O.K
1+2+3+4	1.42	1.04	10.80	10.80	69.89	79.27	182.85	210.00	O.K
1+2+3+4+5	0.04	0.40	10.80	1.89	91.69	72.41	182.85	210.00	O.K
1+2+3+4+5+6	1.08	1.65	2.17	2.17	107.45	66.08	206.70	241.50	O.K
1+2+3+4+5-6	1.16	0.85	12.42	12.42	75.94	78.73	206.70	241.50	O.K

4) 합성응력

구 분	합 성 응 력	비 고
상 연	$(107.455 / 206.700)^2 + (10.603 / 120.000)^2 = 0.278 < 1.20$	O.K
하 연	$(80.857 / 210.000)^2 + (10.603 / 120.000)^2 = 0.156 < 1.20$	O.K

나. 허용응력 검토 결과(부모멘트)

1) 단면제원

합 성 전				합 성 후			
A(cm ²)	Ix(cm ⁴)	Ysu(cm)	Ysl(cm)	A(cm ²)	Ix(cm ⁴)	Ysu(cm)	Ysl(cm)
2,323.40	41,745,701	150.023	155.576	2,555.26	47,357,351	135.206	170.394

2) 발생응력

구 분		응 력 (MPa)					
		1.합성전	2.합성후	3.활하중	4.크리이프	5.건조수축	6.온도차
바닥판	상 연	—	13.275	16.307	2.524	7.545	13.909
	하 연	—	12.077	14.836	2.619	7.864	13.595
거 더	상 연	55.165	11.564	14.206	2.659	8.000	11.739
	하 연	57.207	14.574	17.903	4.718	14.954	18.588

3) 조합응력검토

하중조합	RE-Bar			STEEL				비고
	작용응력 (MPa)		허용응력 (MPa)	작용응력 (MPa)		허용응력 (MPa)		
	상연	하연		상연	하연	상연	하연	
1	—	—	160.00	55.16	57.21	210.00	210.00	O.K
1+2+3	29.58	26.91	160.00	80.93	89.68	210.00	210.00	O.K
1+2+3+4	32.11	29.53	160.00	83.59	84.96	210.00	210.00	O.K
1+2+3+4+5	24.56	21.67	160.00	75.59	99.92	210.00	210.00	O.K
1+2+3+4+5+6	38.47	35.26	184.00	63.85	118.51	241.50	241.50	O.K
1+2+3+4+5-6	10.65	8.07	184.00	87.33	81.33	241.50	241.50	O.K

4) 합성응력

구 분	합 성 응 력	비 고
상 연	$(83.594 / 210.000)^2 + (36.960 / 120.000)^2 = 0.253 < 1.20$	O.K
하 연	$(118.507 / 241.500)^2 + (36.960 / 120.000)^2 = 0.336 < 1.20$	O.K

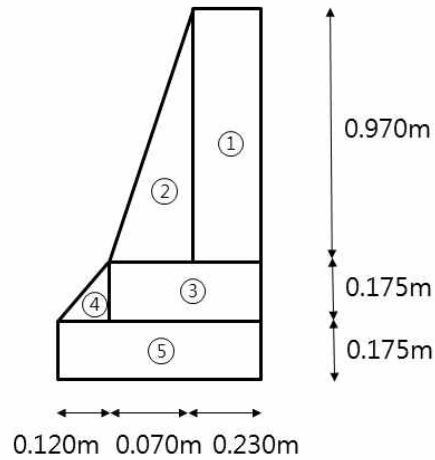
5.2.3 바닥판 부재검토

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	$0.230 \times 0.970 \times 1.000 \times 25.000 = 5.578$	0.805	4.490
	②	$1/2 \times 0.070 \times 0.970 \times 1.000 \times 25.000 = 0.849$	0.667	0.566
	③	$0.300 \times 0.175 \times 1.000 \times 25.000 = 1.313$	0.770	1.011
	④	$1/2 \times 0.120 \times 0.175 \times 1.000 \times 25.000 = 0.263$	0.580	0.153
	⑤	$0.420 \times 0.175 \times 1.000 \times 25.000 = 1.838$	0.710	1.305
포장	⑥			0.144
바닥판	⑦			2.415
방음벽	⑨			
계				10.084

나. - 활하중 산정

- $X = 0.200$
- $i = 15 / (0.200 + 40) = 0.373 > 0.3$ 이므로 $i = 0.3$
- $E = 0.8X + 1.14 = 1.300$
- $M_l = \frac{P}{E} X(1+i) = \frac{96}{1.300} \times 0.200 \times (1+0.3) = 19.200 \text{ kN·m}$

다. 최대 계수 모멘트 계산 (켄틸레버부)

$$Mu1 = 1.3D + 2.15L = 54.389 \quad \text{kN} \cdot \text{m}$$

- 단면검토

$$\begin{aligned} \phi M_n &= \phi \times A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2}\right) \\ &= 0.85 \times 1986.0 \times 400 \times \left(180.0 - \frac{34.614}{2}\right) \\ &= 109.857 \text{ kN} \cdot \text{m} > Mu = 54.389 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \therefore \text{O.K} \end{aligned}$$

라. 중앙부 단면력 검토

- 고정하중에 의한 발생력 산정

- 지 간 : 2.775m
- 포 장 : $0.050 \times 23.5 = 1.175 \text{ kN/m}$
- 콘크리트 : $0.240 \times 25.0 = 6.000 \text{ kN/m}$
- 합 계 : 7.175 kN/m
- $M_d = \frac{W_d \ell^2}{10} = \frac{7.175 \times 2.775^2}{10} = 5.525 \text{ kN} \cdot \text{m}$

- 활하중 산정

- $i = 15 / (2.775 + 40) = 0.351 > 0.3$ 이므로 $i = 0.3$
- $M_{\ell+i} = \frac{L+0.6}{9.6} \times P_r (1+i) = 45.585 \text{ kN} \cdot \text{m}$

마. 최대 계수 모멘트 계산 (중앙부)

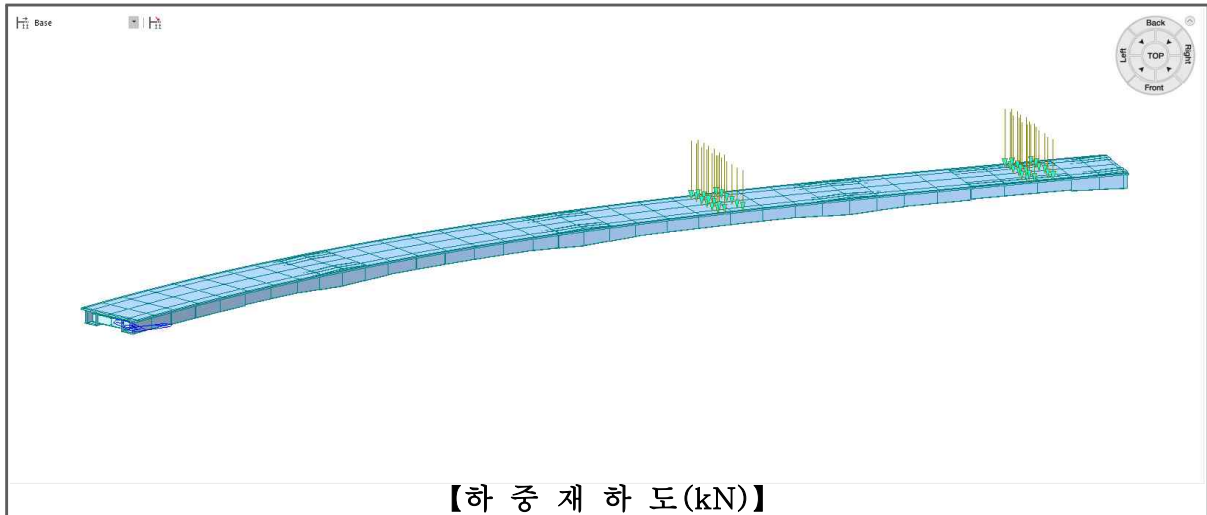
$$Mu1 = 1.3D + 2.15L = 105.191 \quad \text{kN} \cdot \text{m}$$

- 단면검토

$$\begin{aligned} \phi M_n &= \phi \times A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2}\right) \\ &= 0.85 \times 1787.400 \times 400 \times \left(200.000 - \frac{31.153}{2}\right) \\ &= 112.077 \text{ kN} \cdot \text{m} > Mu = 105.191 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \therefore \text{O.K} \end{aligned}$$

5.2.4 재하시험에 의한 구조해석

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



구 분	LC1	LC2	LC3	LC4	LC5	LC6
D1(mm)	-5.202	-3.698	-2.257	-	-	-
D2(mm)	-2.427	-3.840	-5.279	-	-	-
D3(mm)	-	-	-	-10.027	-6.241	-2.545
D4(mm)	-	-	-	-2.858	-5.189	-7.567

: 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.

$$K_s = \frac{\varepsilon \text{ 계산}}{\varepsilon \text{ 실측}} \times \left(\frac{1+i \text{ 계산}}{1+i \text{ 실측}} \right) \quad \text{or} \quad \frac{\delta \text{ 계산}}{\delta \text{ 실측}} \times \left(\frac{1+i \text{ 계산}}{1+i \text{ 실측}} \right)$$

여기서, δ 계산 = 이론 처짐량 i 계산 = 이론 충격계수
 δ 실측 = 실측 처짐량 i 실측 = 실측 충격계수

【처짐량에 의한 실측보정계수】

구 분	재하 경우	변위계	계산처짐 (mm)	실측처짐 (mm)	$\frac{\delta \text{ 계산}}{\delta \text{ 실측}}$	$\frac{1+i \text{ 계산}}{1+i \text{ 실측}}$	실측보정계수 (Ks)
영천 JCT R B교	LC.1	Disp.1	-5.202	-3.176	1.638	1.066	1.746
		Disp.2	-2.427	-1.566	1.550		1.652
	LC.2	Disp.1	-3.698	-2.402	1.540		1.641
		Disp.2	-3.840	-2.233	1.720		1.833
	LC.3	Disp.1	-2.257	-1.683	1.341	1.078	1.430
		Disp.2	-5.279	-3.133	1.685		1.796
	LC.4	Disp.3	-10.027	-2.721	3.685		3.972
		Disp.4	-2.858	-1.364	2.095		2.259
	LC.5	Disp.3	-6.241	-2.025	3.082		3.322
		Disp.4	-5.189	-2.015	2.575		2.776
	LC.6	Disp.3	-2.545	-1.344	1.894		2.041
		Disp.4	-7.567	-2.800	2.703		2.913

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
영천 JCT R B교	정모멘트부	상연	210.000	59.756	6.469	23.225
		하연	210.000	59.942	24.400	6.150
	부모멘트부	상연	210.000	66.729	16.573	8.645
		하연	210.000	71.780	20.886	6.618

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($\Phi=0.85$) 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
켄틸레버부	109.857	10.084	19.200	13.109	41.280	2.344
중 앙 부	112.077	5.525	45.585	7.183	98.008	1.070

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

다. 공용내하력 산정 결과

구 분		R.F	기본내하력	Ks	공용내하력	비 고
영천 JCT R B교	거 더	6.150	DB- 147.600	1.430	DB- 211.068	DB-24 이상
	바닥판	1.070	DB- 25.680	-		DB-24 이상

5.3 안전성평가

【구조물의 안전성평가 기준】

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

5.3.1 허용응력 설계법

구 분			허용응력 (MPa)	고정하중 (MPa)	활하중(1+i) (MPa)	S.F
영천 JCT R-B교	정모멘트부	상연	210.000	59.756	6.469	3.171
		하연	210.000	59.942	24.400	2.490
	부모멘트부	상연	210.000	66.729	16.573	2.521
		하연	210.000	71.780	20.886	2.266

5.3.2 강도설계법

구 분	ØMn (kN · m)	Mu (kN · m)	SF(안전율)	비 고
켄틸레버부	109.857	54.389	2.020	SF = 1.0 이상
중앙부	112.077	105.191	1.065	SF = 1.0 이상

5.3.3 구조안전성 및 내하력에 의한 평가

【영천JCT R-B교 구조안전성 및 내하력에 의한 평가】

부 재 명		최소안전율(SF)	내하율(R.F)	공용내하력	평가	비 고
바닥판	켄틸레버부	2.020	2.344	DB-24이상	A	강도설계법
	중앙부	1.065	1.070	DB-24이상	A	강도설계법
거 더	정모멘트	2.490	6.150	DB-24이상	A	허용응력설계법
	부모멘트	2.266	6.618	DB-24이상	A	허용응력설계법
결과분석		- 강도설계법에 의한 바닥판 검토결과 최소 안전율은 1.065로 평가되었으며, 허용응력설계법에 의한 거더 검토결과 최소 안전율은 2.266로 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 상태평가

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		콘크리트			
번호	구조형식	바닥판	거터	가로보 세로보	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	-	-
S2	STB	a	a	a	a	a	a	P1 -	a	a	q	-	a	-	-
S3	STB	a	a	a	a	a	a	P2 -	a	a	q	-	-	-	-
S4	STB	a	a	a	a	a	a	P3 -	a	a	q	a	-	-	-
								P4 -	-	-	-		-		-
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	$0 \leq x < 0.13$	$0.13 \leq x < 0.26$	$0.26 \leq x < 0.49$	$0.49 \leq x < 0.79$	$0.79 \leq x$

평가 결과

•영천JCT Ramp-B교에 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	27.3 ~ 29.8	27.0	양 호
교 대	26.1 ~ 26.1	24.0	양 호
교 각	27.3 ~ 28.2	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(mm)		주철근 피복두께(mm)		판 정
	측 정 치	설 계 치	측 정 치	설 계 치	
바 닥 판	180	200	70	32	양 호
교 대	200	250	70	62	양 호
교 각	112	135	114	85	양 호

검 토
의 견

- 각 부재의 배근간격은 설계도와 거의 일치하는 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	66.5 mm	a	양 호
교 대	62.5 mm	a	양 호
교 각	100.0 mm	a	양 호

검토
의견

•탄산화깊이 측정결과 전 구간에서 탄산화 잔여깊이 30mm 이상으로 상태평가 등급상 “a”등급으로 탄산화에 의한 부식 발생 우려는 없는 것으로 검토되었다.

6.3 구조안전성 및 내하력에 의한 평가

부 재 명		최소안전율(SF)	내하율(R.F)	공용내하력	평가	비 고
바닥판	켄틸레버부	2.020	2.344	DB-24이상	A	강도설계법
	중앙부	1.065	1.070	DB-24이상	A	강도설계법
거 더	정모멘트	2.490	6.150	DB-24이상	A	허용응력설계법
	부모멘트	2.266	6.618	DB-24이상	A	허용응력설계법
결과분석		•강도설계법에 의한 바닥판 검토결과 최소 안전율은 1.065로 평가되었으며, 허용응력설계법에 의한 거더 검토결과 최소 안전율은 2.266로 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	영천JCT Ramp-B교		
평가구분	결함도점수 또는 안전율	평가결과	비 고
상태평가	F=0.100	A	
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 영천JCT Ramp-B교 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 0.3mm 이상의 균열 5.직접기초 파손으로 철근노출, 침식으로 하부 구조물 안정성 저하	•해당사항 없음	
상부구조	공통	6.슬래브와 흥벽, 거더와 흥벽 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 0.3mm 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.강관유동 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 받침물탈 파손 17.받침편기 및 편심 발생, 스톱퍼 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 영천JCT Ramp-B교

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(0.3mm이상) 12개소 발생	보수완료	대림산업(주)	초기 점검
신축이음		상태양호			
바 닥 판		상태양호			
거 더	2017.05 ~2017.06	•외부 : 도장박락(용접열) 5개소, 도장긁힘 2개소 발생 •내부 : 상태양호	보수완료	대림산업(주)	초기 점검
2차부재		상태양호			
교량받침	2017.05 ~2017.06	•무수축물탈균열(0.2mm) 9 개소 발생	보수완료	대림산업(주)	초기 점검
교 대	2017.05 ~2017.06	•균열(0.1mm) 2개소 발생 •콘크리트파손 1개소 발생	보수완료	대림산업(주)	초기 점검
교 각	2017.05 ~2017.06	•균열(0.2mm) 1개소 발생 •균열(0.3mm) 1개소 발생 •재료분리 2개소 발생	보수완료	대림산업(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 영천JCT Ramp-B교 보수방안

구 분		손상내용	단 위	손상수량 (개소/수량)	보수수량 (개소/수량)	미보수수량 (개소/수량)	보수공법
포 장		상태양호					
배수시설		상태양호					
방호시설		균열(0.3mm이상)	m	12 / 32.4	12 / 32.4	0 / 0.0	충전공법
신축이음		상태양호					
바 닥 판		상태양호					
거 더	외 부	도장박락(용접열)	m ²	5 / 0.44	5 / 0.44	0 / 0.0	재도장
		도장긁힘 및 부식	m ²	2 / 0.08	2 / 0.08	0 / 0.0	재도장
	내 부	상태양호					
2차부재		상태양호					
교량받침		무수축물탈 균열(0.2mm)	m	9 / 1.8	9 / 1.8	0 / 0.0	표면처리
교 대		균열(0.1mm미만)	m	2 / 2.4	2 / 2.4	0 / 0.0	표면처리
		파손	m ²	1 / 0.12	1 / 0.12	0 / 0.0	단면보수
교 각		균열(0.2mm)	m	1 / 1.2	1 / 1.2	0 / 0.0	표면처리
		균열(0.3mm)	m	1 / 0.7	1 / 0.7	0 / 0.0	수지주입
		재료분리	m ²	2 / 0.15	2 / 0.15	0 / 0.0	단면보수

8.2 유지관리방안

구 분	유 지 관 리 방 안
포 장	•포장상태는 전반적으로 양호한 상태이며 포장 특성상 초기 손상이 발생하면 그 진행 정도가 주행차량 영향 등에 의해 빠른 것으로 판단되므로 정기적인 점검을 통한 유지관리가 필요함. •우천시 체수발생 여부에 대한 정기점검이 필요함.
신 축 이음장치	•주요 점검항목 - 공통 : 균열, 파손 - 신축이음 전후, 구조물 경계부 : 단차, 접속도로 침하 - 배수구 주변 : 이물질 및 토사퇴적, 체수
방호시설	•전반적으로 손상이 없이 양호한 상태로 정기적인 점검을 통한 유지관리 필요. •신축이음 유간에는 차량 통행으로 오물퇴적이 될 수 있으므로 주기적인 유지관리가 요구된다. •신축이음 하부의 누수 여부 및 하부구조의 열화 발생여부 정기적 점검
배수시설	•건조수축에 의한 균열 보수 후 정기적인 점검 필요. •주요 점검항목 - 방호벽 : 균열, 박리, 파손
바 닥 판	•전반적으로 양호한 상태이며 체수, 배관 탈락 등 정기적인 일상 점검이 필요함. •주요 점검항목 - 배수구 : 그레이팅 파손, 오물퇴적, 막힘 - 배수관 : 부식 및 파손, 연결부 상태불량, 탈락
거 더 가 로 보	•전반적으로 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며 손상 발생 여부에 대한 정기적인 점검이 필요함. •주요 점검항목 - 균열, 박락 - 백태, 변색, 열화 - 철근노출 및 부식 - 재료분리
거 더 가 로 보	•전반적으로 양호한 상태이며 국부적으로 발생된 용접열에 의한 도장박락, 굽힘 및 표면부식 손상 보수 후 정기적인 점검 필요. •주부재인 주형에 손상이 발생될 경우 공용내하력이 저하될 수 있으므로 주의관찰을 통한 유지관리가 필요함. •주요 점검항목 - 박리, 박락(파손), 철근노출, 백태 - 받침부 : 부스러짐, 복부 사인장균열, 연속교 상단 휨균열 - 중앙부 : 휨균열, 거더처짐, 쉬스판 노출 및 파손, 시공이음부 균열 및 누수 - 강선정착부 : 정착부 균열 및 파손

구 분	유 지 관 리 방 안
교량받침	•면진받침으로 시공되었으며 외관조사 결과 교량받침은 전반적으로 양호한 상태이며 신축이음 하부 받침에 대하여 부식 발생여부에 대한 정기적인 점검이 필요하다. •국부적으로 발생한 후타재 균열 보수 후 정기적인 점검 필요. •주요 점검항목 － 가동받침의 유간부족, 가동받침 전·후방의 가동장애 요소, 받침과 거더의 밀착상태, 부식, 가동면 부식, 부속물 파손 － 무수축물탈, 받침콘크리트 : 앵커볼트 파손, 절단, 파손, 균열, 두부 균열
교 대	•교대에 발생한 균열 보수부에 대하여 정기적인 점검 필요. •신축이음 하부는 누수에 의한 하부구조 열화 발생 여부 정기적인 점검 필요. •교대 벽체에 발생한 파손은 공사차량 등 외부충격에 의해 발생한 것으로 추정되며 발생한 손상은 단면보수 후 보수부 들뜸, 박락 여부에 대하여 정기적인 점검 필요. •주요 점검항목 － 공통 : 교대 회전(기울음), 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 백태 － 두부 : 두부 물고임, 받침부 균열 및 파손, 두부와 홍벽 경계부 균열, 거더와 홍벽 신축유간 부족 － 벽체 : 수직균열 및 침하, 구체와 날개벽 분리, 측방유동, 배면 침하
교 각	•교각에 발생한 균열 보수부에 대하여 정기적인 점검 필요. •국부적으로 발생한 재료분리 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	—

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 영천JCT Ramp-B교는 “상주~영천 고속도로 민간투자사업” 중 구 국도4호선을 횡단하는 교량으로 영천시 북안면 내포리에 위치한 STB 거더교 형식으로 시공된 구조물이다.
- 영천JCT Ramp-B교는 연장 200.0m, 교폭 12.60m 편도2차로의 사각이 없는 곡선교로서 교량받침은 면진받침, 신축이음장치는 Finger Joint로 시공되었다.
- 외관조사 결과 시공중 발생하는 일반적 손상으로서 교량의 안전성을 저해할 만한 손상은 없는 것으로 조사되었으며, 거더외부 도장박락(용접열), 굽힘, 방호벽 균열, 교대 균열, 국부적 파손 교각 균열, 재료분리 등에 발생한 균열 등이 조사되었으며, 부재별로 발생한 손상은 보수가 진행 또는 완료된 것으로 확인되었다.
- 교량받침 이동량, 연단거리, 신축이음장치 신축유간, 거더 및 바닥판 신장여유량 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 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 0.095(S4경간), 0.083(S3경간)으로 이론 충

격계수 0.167보다 작은 것으로 측정되어 활하중 충격의 영향은 양호한 상태로 평가되었다. 또한 주행 속도에 따른 실측 고유진동수는 1.86Hz으로 이론 고유진동수 1.72Hz 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 설계 활하중에 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 내하 성능을 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 1.065로 평가되었으며, 허용응력설계법에 의한 거더 검토결과 최소 안전율은 2.266으로 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.