

6. 신 평 JCT Ramp-A1 교

제 1 장 서 론

제 2 장 외관조사

제 3 장 내구성조사

제 4 장 재하시험 및 내하력평가

제 5 장 상태평가 및 안전성평가

제 6 장 보수 및 유지관리 방안

제 7 장 종 합 결 론

제 1 장 서 론

1.1 교량현황

1.2 전경사진

1.3 관련도면

1.4 기 안전점검 결과

제 1 장 서 론

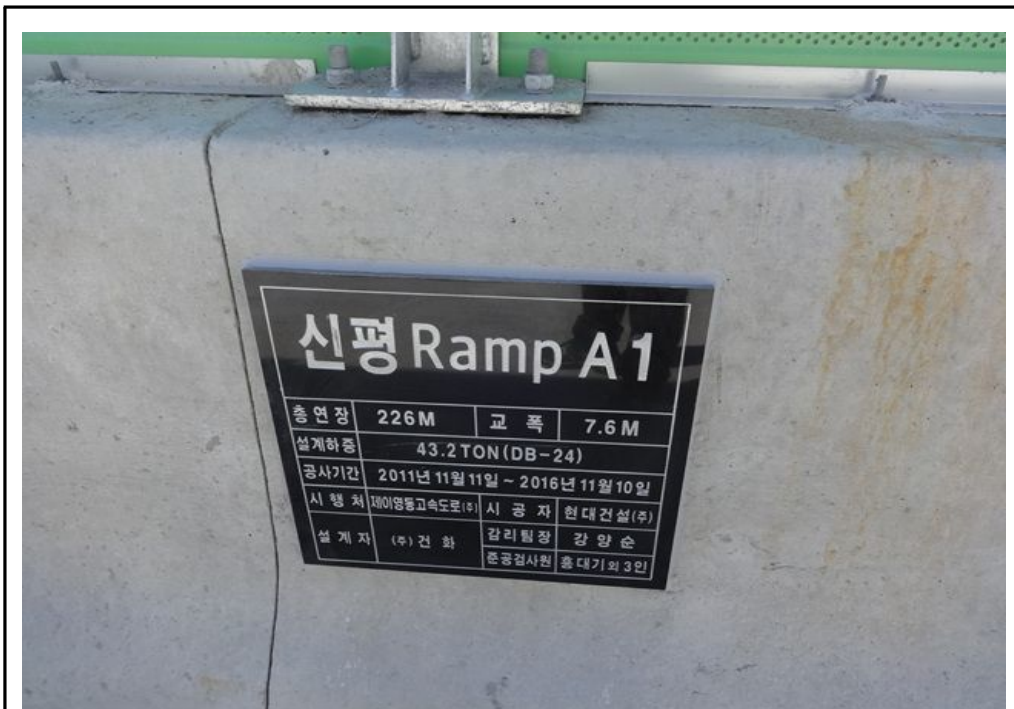
1.1 교량 현황

구 분		내 용		구 분	내 용	
교 량 명		신평JCT Ramp-A1교		설 계 하중	DB-24, DL-24	
위 치	공사이정	STA.1+016.454~STA.1+282.520		종 별구분	1종 시설물	
	관리이정	-				
시 설 물 관리번호		-		시설물번호	-	
상부 구조	형식	개량형 PSC BEAM + STEEL BOX GIRDER				
	연장	L=(3@35)+55+(2@53)=266.0m		교 폭		B=8.5~14.84m
하부 구조	교각	T 형		기초 형식	교 각	직접기초, 말뚝기초
	교대	역T형			교 대	말뚝기초
받침장치		EQS+OMEQS+FDB		신축이음	Compoflex Modular Joint	
교차조건		-		교 고	-	
설 계 사		-		시 행 자	원주지방국토관리청	
감 리 사		(주)평화엔지니어링		시 공 자	(주)현대건설	
관리주체		제2영동고속도로 주식회사		준공년도	2016년 11월	
종단구배		S=(+)3.2300%~(-)5.1933%		평면선형	직선+클로소이드+곡선(R=80)	

1.2 전경사진



측면 전경



교명판 전경



교면포장 전경



바닥판하면 전경



하부 전경



굴절차 점검

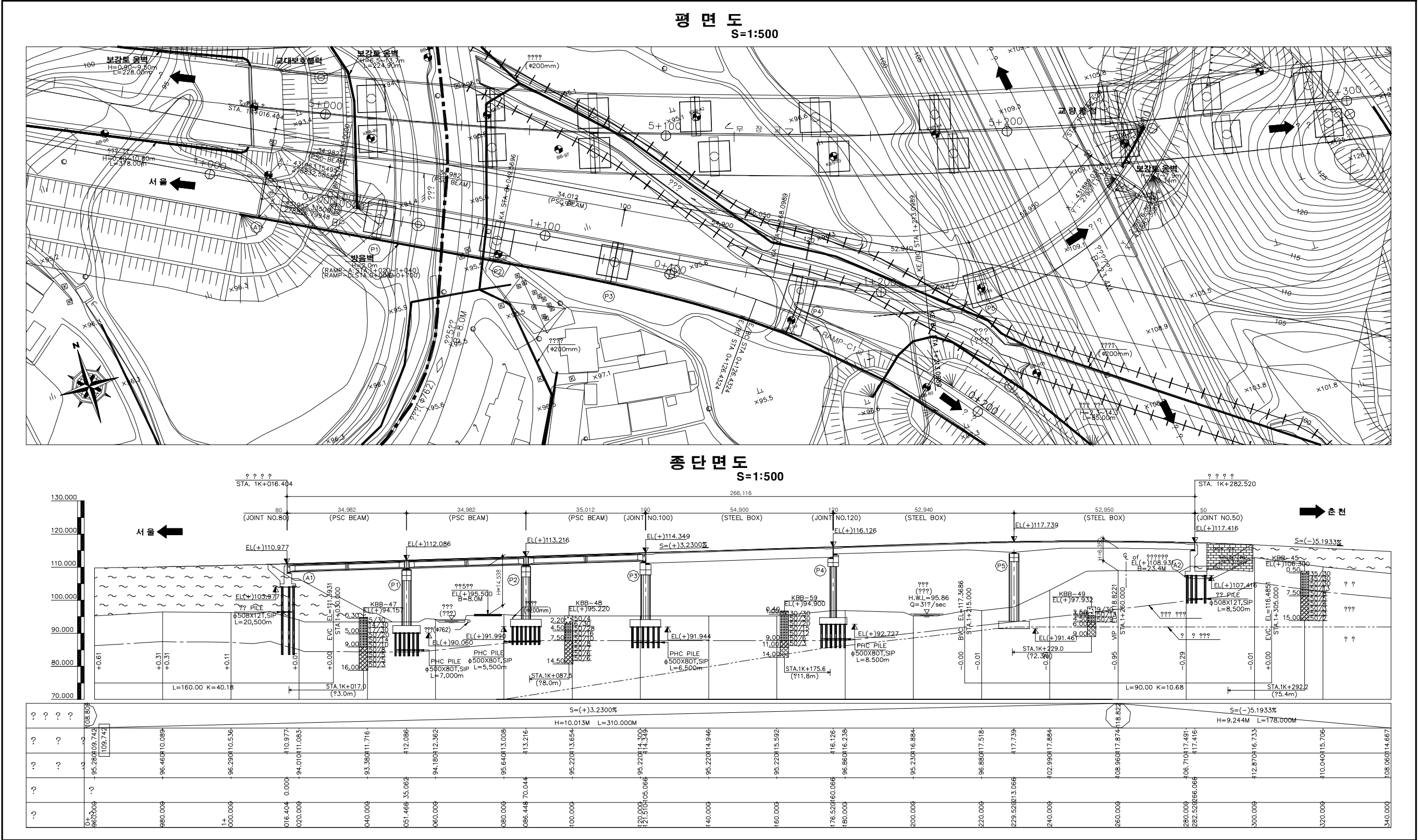


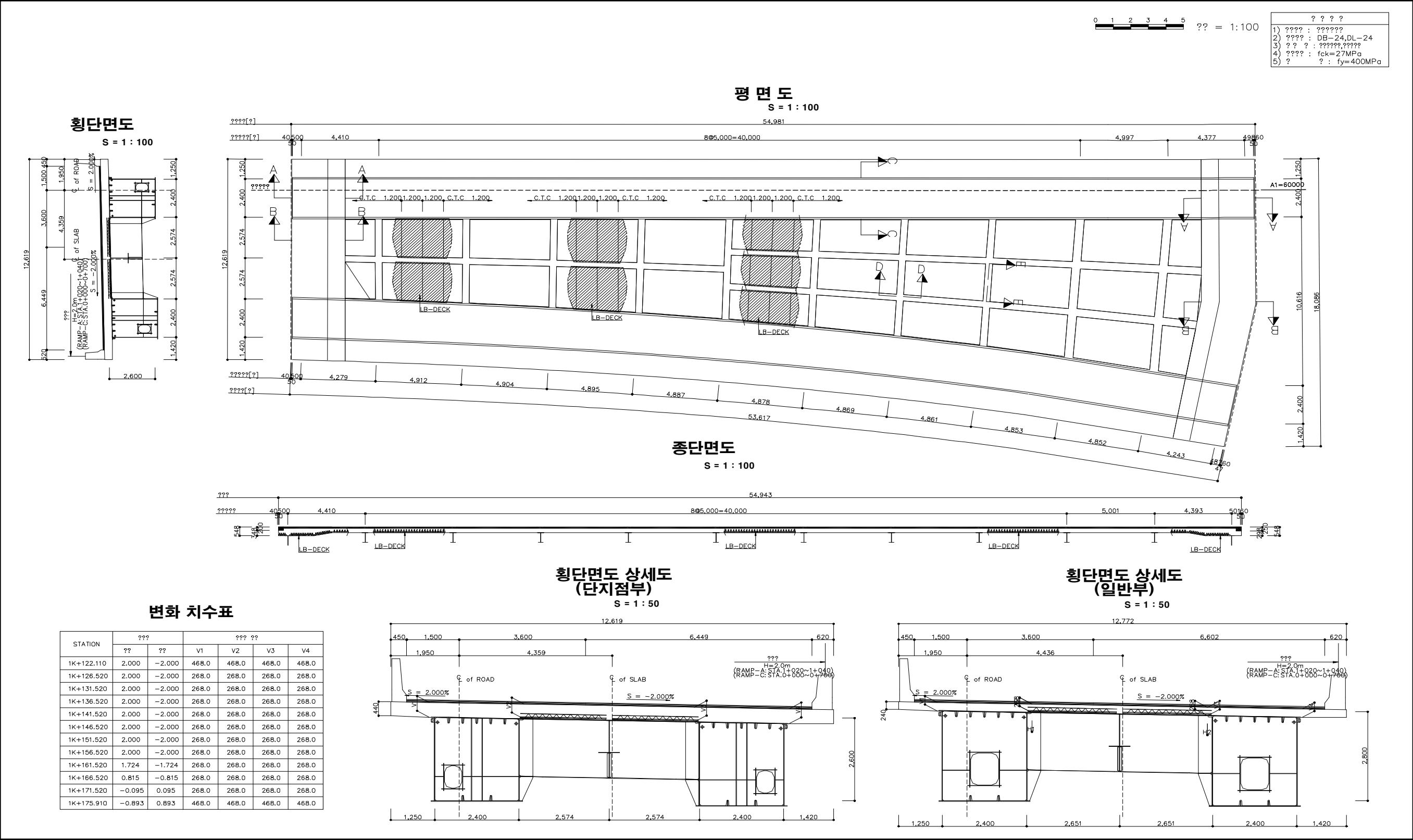
재하시험



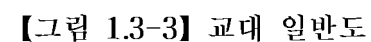
재하시험

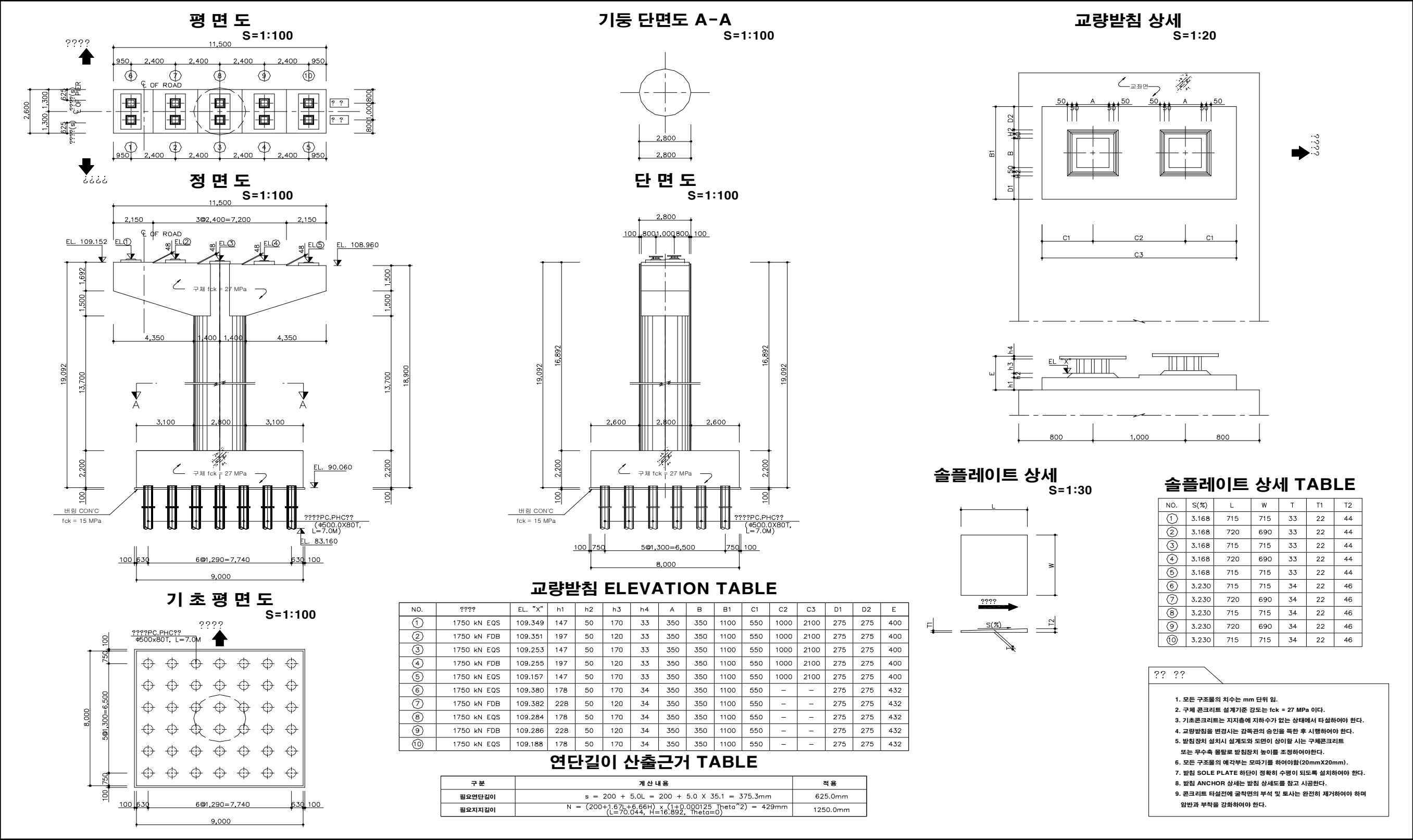
1.3 관련도면





【그림 1.3-2】 슬래브 일반도





1.4 기 안전점검 결과

1.4.1 안전점검 실시현황

구 분	점검기관	책임기술자	점검기간	비고
1차	(주)케이에스알이엔씨	곽 기 현	2013. 11. 15~ 2014. 11. 02	기초공(교대, 교각)
2차	(주)케이에스알이엔씨	곽 기 현	2014. 03. 07~ 2015. 04. 30	하부공(교대, 교각)
3차	(주)케이에스알이엔씨	곽 기 현	2016. 09. 12~ 2016. 10. 20	상부공

1.4.2 차수별 공사현장 전경

(1) 1차점검(2013. 11. 15 ~ 2014. 11. 02)

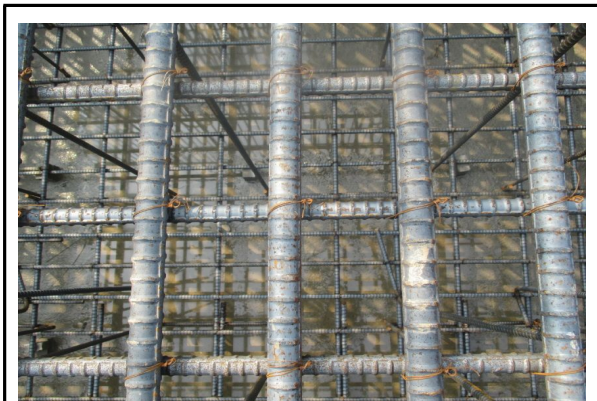
			
A1 기초 철근 조립 상태	2014.09.25	A1 기초 철근배근간격 측정	2014.09.25

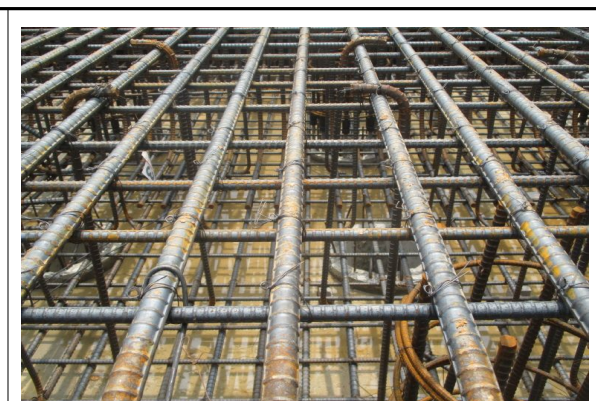
			
P1 철근 조립 상태	2014.03.11	P1 시공 상태 검측	2014.03.11

	 <table border="1" data-bbox="810 555 1042 678"> <tr> <td>공사명</td><td>제2영동(광주~원주)고속도로 7공구</td></tr> <tr> <td>공종</td><td>구조물공</td></tr> <tr> <td>위치</td><td>서원주 R/A1 P2</td></tr> <tr> <td>내용</td><td>기초</td></tr> <tr> <td>일자</td><td>2014.03.27</td></tr> </table>	공사명	제2영동(광주~원주)고속도로 7공구	공종	구조물공	위치	서원주 R/A1 P2	내용	기초	일자	2014.03.27
공사명	제2영동(광주~원주)고속도로 7공구										
공종	구조물공										
위치	서원주 R/A1 P2										
내용	기초										
일자	2014.03.27										
P2 기초 시공 상태 점검	P2 기초 시공 상태 검측										

	
P3 기초 시공 현황	P3 기초 시공 상태 검측

	
P4 기초 시공 상태	P4 기초 시공 상태 검측

	
P5 기초 시공 상태	2014.07.01
P5 기초 시공 상태	P5 기초 시공 상태 검측
	2014.07.01

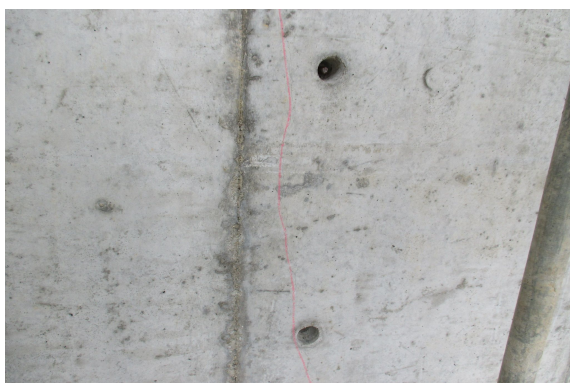
	
A2 기초 시공 상태	2014.11.05
A2 기초 철근조립 상태	2014.11.05

(2) 2차점검(2014. 02. 10 ~ 2014. 03. 20)

	
A1 교대 시공 현황	2015.01.15
A1 교대 시공 현황	2015.01.15

			
A1 교대 시공 상태	2015.01.15	A2 교대 시공 현황	2015.01.15

			
A2 교대 시공 현황	2015.03.25	A2 교대 시공 상태	2015.03.25

			
A2 교대 구체 전면 균열 발생	2015.03.25	A2 교대 구체 전면 균열 발생	2015.03.25

			
P1 교각 시공 현황	2014.08.01	P1 교각 시공 현황	2014.08.01

			
P2 교각 시공현황	2014.08.01	P2 교각 망상균열 발생	2014.08.01

			
P2 교각 망상균열 발생	2014.08.01	P3 교각 시공현황	2014.03.14

			
P3 교각 시공현황	2014.08.01	P3 교각 시공 상태	2014.08.01

			
P4 교각 시공현황	2014.03.14	P4 교각 시공현황	2014.08.01

			
P5 교각 시공현황	2014.08.01	P5 교각 시공 상태	2014.08.01

(3) 3차점검(2016. 09. 12 ~ 2016. 10. 20)



	
슬래브 하면 전경	바닥판 하면(LB-DECK) 시공 상태 점검

1.4.3 기 실시한 안전점검의 주요내용

(1) 1차 안전점검(2013. 11. 15 ~ 2014. 11. 02)

점 검 항 목	점 검 결 과
공사 목적물의 품질 시공상태 등의 적정성	● 기초철근 시공상태 점검(A1 ,P1, P2, P3, P4, P5, A2) - 철근 가공방법 및 조립상태 등 전반적으로 양호함. - 철근의 배근간격 적정. - 철근 이음 및 이음 위치의 적정. - 철근 교차부위의 결속 상태 적정.
임시시설 및 가설공법 안전성	● 가시설 설치상태 점검 - 띠장, 버팀보, 스티프너 등의 설치상태가 전반적으로 양호 - 스티프너의 용접상태가 양호 - 각 부재의 연결부분의 볼트, 너트 체결 상태등 양호
공사장 주변 안전조치 적정성	● 소음, 진동 저감 대책을 강구하여 공사가 이루어지고 있었으며, 본 공사로 인하여 인접한 건축물에 대한 지장 요소가 없고, 구조물의 안전성에 특별히 영향을 미칠만한 사항은 없는 것으로 평가된다. ● 본 공사로 인해 발생하는 비산먼지, 흙탕물 등으로 인하여 주변에 피해가 없도록 세륜시설, 오탁방지막을 설치하였다.
건설공사 안전관리 적정성 평가	● 본 현장은 안전관리계획을 수립하고 이에 준한 안전관리조직 및 도급사업에 대한 안전지도, 교육활동, 안전보호구의 지급관리 등을 적정하게 시행하고 있으며, 공사전반에 관한 자체 안전점검을 규정에 맞게 시행하는 등 안전관리 활동이 적정하게 이루어지고 있는 것으로 평가된다.
건설공사 품질관리 적정성 평가	● 본 현장의 품질관리 시험요원으로 특급품질관리원 2인, 중급품질관리원 1인, 초급품질관리원 2인이 선임되어 법적기준에 적합하며, 본 현장의 시험실 면적은 120m²로 법적기준인 100m²이상을 확보하고 있고, 시험기자재 보유현황 검토결과 건설기술관리법시행령 제42조제2항의 규정에 의한 품질시험 및 검사를 실시하는데 필요한 시험기구를 법적기준에 맞게 보유하고 있었다.

(2) 2차 안전점검(2012. 02. 22 ~ 2012. 05. 30)

점 검 항 목	점 검 결 과
공사 목적물의 품질 시공상태 등의 적정성	● 하부 시공상태 점검(A1) - 철근배근간격 적정. - 콘크리트 압축강도 적정. - 균열, 파손, 재료분리 등 손상이 없는 전반적으로 양호 ● 하부 시공상태 점검(P1, P3, P4, P5) - 철근배근간격 적정. - 콘크리트 압축강도 적정. - 균열, 파손, 재료분리 등 손상이 없는 전반적으로 양호 ● 하부 시공상태 점검(P2) - 철근배근간격 적정. - 콘크리트 압축강도 적정. - 교각 기둥부 망상균열(균열관리대장 작성) ● 하부 시공상태 점검(A2) - 철근배근간격 적정. - 콘크리트 압축강도 적정. - 교대 균열(균열관리대장 작성)
임시시설 및 가설공법 안전성	● 거푸집 설치 상태 점검 결과 - 거푸집 내부 표면은 이물질이 없는 깨끗한 상태 - 거푸집 이음부 조임 상태 등이 양호 ● 가설계단(워킹타워) 점검결과 - 밑둥잡이 및 교차가새의 고정상태 적정함 - 추락방지를 위한 그물망의 처리 상태 적정함 - 당 현장의 가설계단 설치 상태는 양호
공사장 주변 안전조치 적정성	● 소음, 진동 저감 대책을 강구하여 공사가 이루어지고 있었으며, 본 공사로 인하여 인접한 건축물에 대한 지장 요소가 없고, 구조물의 안전성에 특별히 영향을 미칠만한 사항은 없는 것으로 평가된다. ● 본 공사로 인해 발생하는 비산먼지, 흙탕물 등으로 인하여 주변에 피해가 없도록 세륜시설, 오탐방지막을 설치하였다.
건설공사 안전관리 적정성 평가	● 본 현장은 안전관리계획을 수립하고 이에 준한 안전관리조직 및 도급사업에 대한 안전지도, 교육활동, 안전보호구의 지급관리 등을 적정하게 시행하고 있으며, 공사전반에 관한 자체 안전점검을 규정에 맞게 시행하는 등 안전관리 활동이 적정하게 이루어지고 있는 것으로 평가된다.
건설공사 품질관리 적정성 평가	● 본 현장의 품질관리 시험요원으로 특급품질관리원 2인, 중급품질관리원 1인, 초급품질관리원 2인이 선임되어 법적기준에 적합하며, 본 현장의 시험실 면적은 120m²로 법적기준인 100m²이상을 확보하고 있고, 시험기자재 보유현황 검토결과 건설기술관리법시행령 제42조제2항의 규정에 의한 품질시험 및 검사를 실시하는데 필요한 시험기구를 법적기준에 맞게 보유하고 있었다.

(3) 3차 안전점검((2016. 09. 12 ~ 2016. 10. 20)

점 검 항 목	점 검 결 과
공사 목적물의 품질 시공상태 등의 적정성	●교면포장 외관조사결과 균열, 표면의 파손 및 비정상적인 변위등은 조사되지 않은 양호한 상태이며, 콘크리트의 품질관리가 적정하게 이루어진것으로 평가된다. ●방호벽 외관조사결과 균열, 표면의 파손 및 비정상적인 변위등은 조사되지 않은 양호한 상태이며, 콘크리트의 품질관리가 적정하게 이루어진것으로 평가된다. ●배수시설 외관조사 결과 그레이팅 파손 및 이물질 퇴적 등이 조사되지 않은 양호한 상태로 평가된다. ●바닥판(슬래브) 하면의 조사결과 LB-DECK 형식으로 별다른 손상 없이 양호한 상태로 조사되었고, 품질관리가 적정하게 이루어진것으로 평가된다. ●개량형 PSC BEAM교 + 강합성 상자형교 형식으로 개량형 PSC Beam 부분 외관조사 결과 거더 및 가로보 등에 균열, 파손 등의 손상 및 특별한 결함이 발생되지 않은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 평가된다. 강합성 상자형교 형식의 외관조사 결과 내·외부는 도장손상이 없고 용접부 외부결함, 부재별로 변형 및 좌굴, 파단, 수직 및 수평보강재 용접상태 등은 특별한 결함이 발생되지 않은 상태이며, 접합부(Splice) 볼트체결상태는 누락, 풀림 및 부식이 없이 전반적으로 양호한 상태인 것으로 평가된다. ●반발경도법에 의한 비파괴 강도시험에 대한 결과, 콘크리트 압축강도는 측정한 모든 부재에서 설계기준강도를 상회하는 것으로 조사되어 콘크리트 품질상태는 양호한 것으로 평가된다. ●철근탐사장비(RC-RADAR)를 이용하여 철근배근탐사 실시 결과, 철근 배근간격이 전반적으로 설계도면과 일치하고, 피복두께 또한 적정한 것으로 나타나고 있어 철근의 배근상태는 양호한 것으로 평가된다.
임시시설, 가설공법 안전성	●상부 시공을 위해 설치된 가시설물은 없는 것으로 조사되었다. ●공사장 주변으로 안전표지판이 적정하게 설치됨
공사장 주변 안전조치 적정성	●소음, 진동 저감 대책을 강구하여 공사가 이루어지고 있었으며, 본 공사로 인하여 인접한 건축물에 대한 지장 요소가 없고, 구조물의 안전성에 특별히 영향을 미칠만한 사항은 없는 것으로 평가된다. ●본 공사로 인해 발생하는 비산먼지, 흙탕물 등으로 인하여 주변에 피해가 없도록 세륜시설, 오탁방지막을 설치하였다.
건설공사 안전관리 적정성 평가	●본 현장은 안전관리계획을 수립하고 이에 준한 안전관리조직 및 도급사업에 대한 안전지도, 교육활동, 안전보호구의 지급관리 등을 적정하게 시행하고 있으며, 공사전반에 관한 자체 안전점검을 규정에 맞게 시행하는 등 안전관리 활동이 적정하게 이루어지고 있는 것으로 평가된다.
건설공사 품질관리 적정성 평가	●본 현장의 품질관리 시험요원으로 특급품질관리원 1인, 중급품질관리원 2인, 초급품질관리원 4인이 선임되어 법적기준에 적합하며, 본 현장의 시험실 면적은 126.72㎡로 법적기준인 100㎡이상을 확보하고 있고, 시험기자재 보유현황 검토결과 품질시험 및 검사를 실시하는데 필요한 시험기구를 법적기준에 맞게 보유하고 있었다.

1.4.4 정기안전점검 내구성조사 결과

점검대상 구조물인 신평 JCT RAMP-A1교에 대한 비파괴 재료시험(콘크리트 압축강도, 철근배근탐사)을 실시하여 시공 및 품질에 대한 적정성을 평가하였다.

(1) 2차 안전점검(2012. 02. 22 ~ 2012. 05. 30)

① 반발경도 측정결과

구분	측정 위치	설 계 기 준 강 도 (A)	측정강도(B)	B/A*100(%)
1	A1 구체 #1	24.0	27.3	113.8%
2	A1 구체 #2	24.0	28.1	117.1%
3	A2 구체 #1	24.0	31.4	130.8%
4	A2 구체 #2	24.0	34.1	142.1%
5	P1 기둥 #1	27.0	28.9	107.0%
6	P1 기둥 #2	27.0	28.2	104.4%
7	P2 기둥 #1	27.0	27.4	101.5%
8	P2 기둥 #2	27.0	29.4	108.9%
9	P3 기둥 #1	27.0	27.3	101.1%
10	P3 기둥 #2	27.0	27.1	100.4%
11	P4 기둥 #1	27.0	30.2	111.9%
12	P4 기둥 #2	27.0	35.5	131.5%
13	P5 기둥 #1	27.0	31.0	114.8%
14	P5 기둥 #2	27.0	31.3	115.9%

신평 JCT RAMP-A1교의 콘크리트의 비파괴시험 대상 부재별 표면 압축강도시험 결과, 측정강도는 설계강도 이상으로 나타나 내구성 확보에 문제점이 없는 적정한 상태인 것으로 평가된다.

② 철근배근 탐사

구 분	측 정 위 치	설 계 치 (mm)		측 정 치 (mm)		피 복 두 께 (mm)	
		주 철 근	배 력 철 근	주 철 근	배 력 철 근	설 계	실 측
1	A1 구 체 #1	250	125	251	124	91	85~87
2	A1 구 체 #2	250	125	234	133	91	87~88
3	A2 구 체 #1	250	125	243	118	89	95~96
4	A2 구 체 #2	250	125	252	127	89	89~91
5	P1 기 둥 #1	102	300	108	300	100	106~111
6	P1 기 둥 #2	102	300	104	303	100	98~103
7	P2 기 둥 #1	102	300	105	293	100	99~103
8	P2 기 둥 #2	102	300	108	290	100	105~109
9	P3 기 둥 #1	102	300	103	296	100	94~96
10	P3 기 둥 #2	102	300	103	294	100	96~98
11	P4 기 둥 #1	101	300	109	298	100	96~99
12	P4 기 둥 #2	101	300	110	298	100	96~97
13	P5 기 둥 #1	100	300	106	288	100	108~110
14	P5 기 둥 #2	100	300	108	283	100	106~107
신평 JCT RAMP-A1교의 철근배근탐사 실시 결과, 철근 배근간격이 전반적으로 설계도면과 일치하 고, 피복두께 또한 적정한 것으로 나타나고 있어 철근의 배근상태는 양호한 것으로 평가된다.							

(2) 3차 안전점검(2012. 11. 09 ~ 2013. 03. 28)

① 반발경도 측정결과

구분	측정 위치	측정 강도(A)	설계기준강도(B)	A/B*100(%)
1	A1	29.7MPa	24MPa	123.8%
2	P1	28.3MPa	27MPa	104.8%
3	P2	28.2MPa	27MPa	104.4%
4	P3	31.0MPa	27MPa	114.8%
5	P4	29.2MPa	27MPa	108.1%
6	P5	29.5MPa	27MPa	109.3%
7	A2	27.7MPa	24MPa	115.4%
8	S1	33.0MPa	27MPa	122.2%
9	S2	33.4MPa	27MPa	123.7%
10	S3	35.0MPa	27MPa	129.6%
11	S4	35.6MPa	27MPa	131.9%
12	S5	31.4MPa	27MPa	116.3%
13	S6	35.8MPa	27MPa	132.6%
신평 JCT RAMP-A1교의 콘크리트의 비파괴시험 대상 부재별 표면 압축강도시험 결과, 측정강도는 설계강도 이상으로 나타나 내구성 확보에 문제점이 없는 적절한 상태인 것으로 평가된다.				

② 철근배근 탐사

구 분	측정 위치	설 계 치 (mm)		측 정 치 (mm)		피복두께 (mm)	
		주철근	배력철근	주철근	배력철근	설계	실측
1	A1	250	125	253	128	90.5	94
2	P1	80	300	115	310	84	129
3	P2	80	300	95	285	84	98
4	P3	80	300	100	305	84	100.2
5	P4	80	300	115	290	84	130
6	P5	80	300	110	310	84	97
7	A2	250	125	260	130	90.5	90
8	S1	200	200	196	194	42	55
9	S2	200	200	201	194	42	56
10	S3	200	200	198	199	42	47
11	S4	200	200	199	203	42	50
12	S5	200	200	200	198	42	52
13	S6	200	200	207	204	42	47
신평 JCT RAMP-A1교의 철근배근탐사 실시 결과, 철근 배근간격이 전반적으로 설계도면과 일치하 고, 피복두께 또한 적정한 것으로 나타나고 있어 철근의 배근상태는 양호한 것으로 평가된다.							



제 2 장 외 관 조 사



2.1 부제별 외관조사

2.2 교량받침 조사

2.3 신축이음 유간 조사



제 2 장 외 관 조 사

2.1 부제별 외관조사

2.1.1 교면포장

신평JCT Ramp-A1교의 포장은 아스팔트 포장으로 T=80.0mm으로 확인되었다. 교면포장의 외관조사 결과, 설계도서와 부합되는 시공 상태로 확인되었다.

교면포장부에서 주로 발생하는 포트홀, 라벨링, 패임 등에 대한 결과 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 점검되었다.



교면포장 전경

【표 2.1-1】 교면포장 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	보수공법	비 고
교면포장	상태양호	-	-	-	-

2.1.2 배수시설

신평JCT Ramp-A1교의 배수시설은 육교형으로 시공되어있다. 배수시설에서 확인되기 쉬운 배수관의 연결 불량, 지지대 파손, 유도배수관 길이부족에 대한 손상은 외관조사 결과 없는 것으로 나타났고, 배수시설 전반적으로 양호한 상태로 확인되었다.

다만 공용시 차량통행등 환경적 요인에 의한 배수구 이물질 퇴적이 발생할 우려가 있으므로 주기적인 관찰 및 이물질 퇴적시 청소 등의 조치가 요구된다.



【표 2.1-2】 배수시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	보수공법	비 고
배수시설	상태양호	-	-	-	-

2.1.3 방호벽

신평JCT Ramp-A1교의 방호벽은 콘크리트 방호벽으로서 시공 및 콘크리트 표면 상태는 대체로 양호하였으며, 콘크리트 균열, 백태, 파손 등의 손상이 없는 것으로 조사되었다.

방호벽 구간은 재료적 특성에 의한 균열 및 백태 등의 손상이 나타날 수 있으므로, 지속적인 유지관리가 요구된다.



【표 2.1-3】 방호벽 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	보수공법	비 고
방호벽	양호	-	-	-	-

2.1.4 신축이음

신평JCT Ramp-A1교의 신축이음 장치는 Compoflex Modular Joint이다. 신축이음의 본체 부식, 파손, 접속슬래브와의 단차 등이 발생되지 않은 양호한 상태로 조사되었으며, 지속적인 점검을 통한 손상의 발생 확인 등의 유지관리가 요구된다.



【표 2.1-4】 신축이음 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	보수공법	비 고
신축이음	상태양호	-	-	-	-

2.1.5 바닥판하면

신평JCT Ramp-A1교의 상부구조는 PSC BEAM + ST. Box 형식으로 거더 중간측에는 가로보가 설치되어있다.

굴절차(교량점검차)를 이용한 근접 외관조사 결과, 설계도서와 동일한 시공 상태로 확인되었으며, 특이한 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

콘크리트 구조물에서 발생되기 쉬운 균열, 파손, 굽힘 또한 발생하지 않은 양호한 상태로 확인되었다. 차후 손상의 발생 여부에 대한 지속적인 주의관찰이 요구된다.



【표 2.1-5】 바닥판 하면 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	보수공법	비 고
바닥판하면	상태양호	-	-	-	-

2.1.6 콘크리트 거더 및 가로보

신평JCT Ramp-A1교의 상부구조는 PSC BEAM + ST. Box로 시공되었다. 외관조사는 굴절차(교량점검차)를 이용한 근접외관조사를 진행하였으며, 외관조사 결과 거더 외부에는 균열, 백태, 파손 등이 발생하지 않은 양호한 상태로 확인되었다. 일부 구간 교량받침 매립부 콘크리트 들뜸 등의 손상이 발생 하였으며, 손상부는 단면보수 등의 조치가 요구된다. 가로보 또한 양호한 상태로 조사되었다.



PSC BEAM 전경



거더 및 가로보 전경



거더 S1 매립부 콘크리트 들뜸



거더 S1 매립부 콘크리트 들뜸

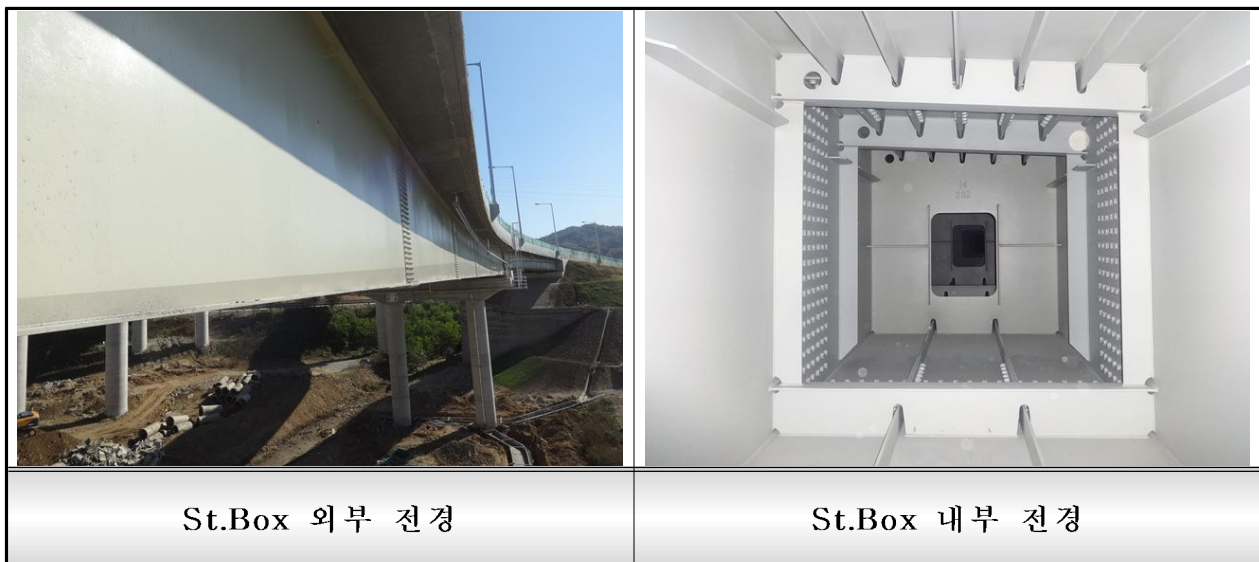
【표 2.1-6】 거더 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	보수공법	비 고
거더 S1-G1~G5	콘크리트 들뜸	m ²	0.1	단면보수	10EA
가로보	상태양호	-	-	-	-

2.1.7 강 거더 및 가로보, 세로보

신평JCT Ramp-A1교의 상부구조는 ST. Box로 강재 가로보 및 세로보가 시공되었다. 외관 조사는 굴절차(교량점검차)를 이용한 근접외관조사를 진행하였으며, 외관조사 결과 거더 내·외부에는 도장박리, 균열, 부식등이 발생하지 않은 양호한 상태로 확인되었다. 가로보 및 세로보 또한 양호한 상태로 조사되었다.

강 거더 및 가로보, 세로보는 차후 공용년수 증가에 따라 도장 부식, 박리 등의 손상이 발생할 우려가 있으므로 손상의 발생여부에 대한 지속적인 관찰이 요구된다.



【표 2.1-6】 거더 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	보수공법	비 고
거더 내·외부	상태양호	-	-	-	-
가로보 및 세로보	상태양호	-	-	-	-

2.1.8 교량받침

신평JCT Ramp-A1교는 EQS+OMEQS+FDB를 적용한 구조이며, EQS 17개소, OMEQS 10개소, FDB 12개소, 총 39개소가 시공되어 있다. 받침장치 본체의 외관상태는 도장손상, 무수축물탈 균열, 받침콘크리트 균열, 파손 등의 손상이 없는 전체적으로 양호한 상태로 확인되었다.



【표 2.1-7】 받침장치 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	보수공법	비 고
교량받침	상태양호	-	-	-	-

2.1.9 교대/교각

신평JCT Ramp-A1교의 하부구조는 역T형 교대 2기와 T형 교각 5기로 구성되었다.

외관조사 결과, 전반적으로 양호한 상태이며, 일부 구간에서 폭 0.3mm 미만의 균열, 망상균열, 재료분리 등의 손상이 나타났다. 손상부는 하부구조의 내구성 향상을 위해 표면처리, 단면보수 등의 조치가 필요하며, 하부 폐 콘크리트, 폐 자재 적치 구간은 청소 등의 조치가 요구된다.

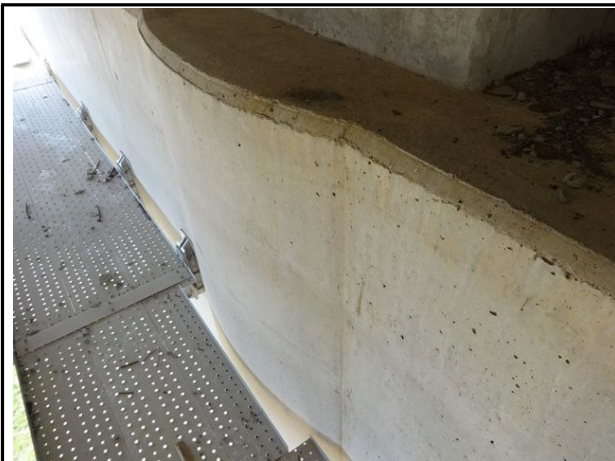
하부구조는 지속적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 등의 조사가 요구된다.



하부 전경



하부 전경



P2 코핑부 균열 CW=0.1mm



P2 코핑부 폐자재 적치

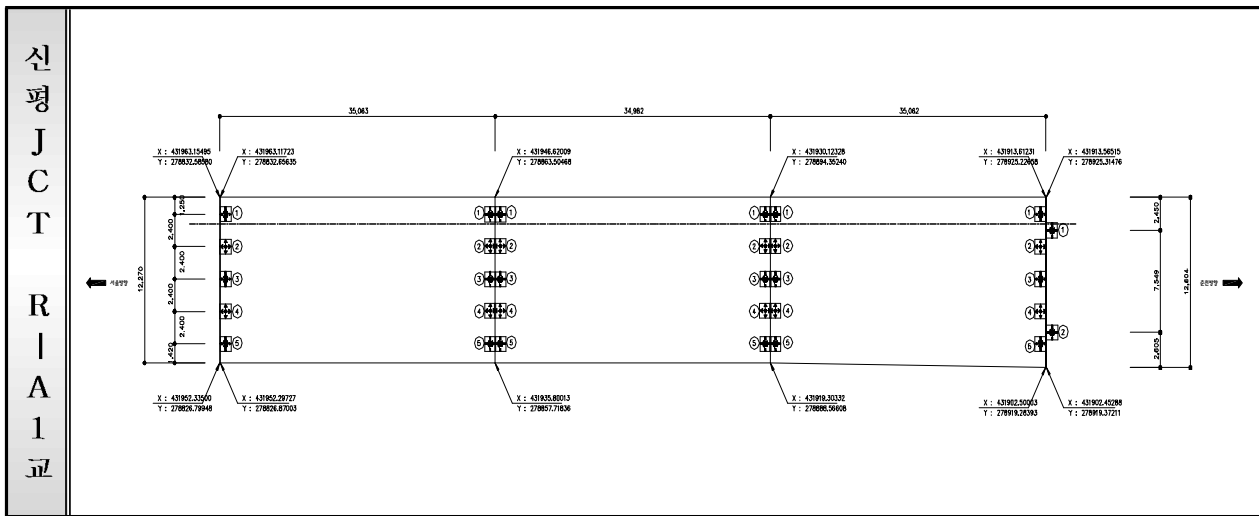


【표 2.1-8】 교대 및 교각 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	보수공법	비 고
교대	상태양호	-	-	-	-
교각 P1	망상균열	m ²	2.00	표면처리	-
	코핑부 상면 자재적치	m ²	1.00	청소	-
교각 P2	균열(0.3mm미만)	m	1.00	표면처리	-
	코핑부 상면 자재적치	m ²	1.00	청소	-
교각 P4	폐콘크리트 퇴적	m ²	6.00	청소	-
	폐콘크리트 퇴적	m ²	1.00	청소	-
	재료분리	m ²	2.00	단면보수	-
교각 P5	재료분리	m ²	0.25	단면보수	-
	균열(0.3mm미만)	m	1.00	표면처리	-

2.2 교량받침 조사

2.2.1 교량받침 배치도



2.2.2 교량받침 이동량 조사

설계시 받침의 이동량은 온도변화, 활하중, 크리프, 건조수축, 부가여유량 및 설치여유량 등을 고려하여 산정하나, 금회 조사에서는 크리프 및 건조수축 의한 변화는 거의 종결된 것으로 간주하여 온도변화에 의한 이동량을 검토하였다.

받침장치 가동여유량에 대한 검토는 『도로교설계기준, 2010』에 따라 측정일 온도에서 설계 검토 최저, 최고온도까지 수축 및 신장거동에 대한 받침장치의 부가 여유량을 검토하였다.

받침장치의 이동량 산정시 온도변화 및 선팽창 계수

교량의 종류	온도변화		선팽창계수
	보통지방	한랭 지방	
PSC교, RC교	-5℃ ~ +35℃	-15℃ ~ +35℃	1.0×10^{-5}
강교(상로교)	-10℃ ~ +40℃	-20℃ ~ +40℃	1.2×10^{-5}
강교 (하로교 및 강바닥판교)	-10℃ ~ +50℃	-20℃ ~ +40℃	1.2×10^{-5}

- 조사시 온도 : 2016년 11월 03일 가동량 측정시 외기온도 $\Rightarrow 8.0^{\circ}\text{C}$

- 검토 온도 : $-5^{\circ}\text{C} \sim +35^{\circ}\text{C}$ (PSC교일 경우)

$-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$ (강교일 경우)

◎ 받침장치 여유량 산정

- 온도에 의한 이동량 : $\Delta \ell t = \alpha \times \Delta T \times \ell$
- 선팽창계수(PSC교) : $\alpha = 1.0 \times 10^{-5}$
- 선팽창계수(강교) : $\alpha = 1.2 \times 10^{-5}$
- 온도범위 : $\Delta T(\text{PSC교}) = 8.0^{\circ}\text{C} - (-5^{\circ}\text{C}) = 13.0^{\circ}\text{C}$ (최대 수축시, 동절기)
 $35.0^{\circ}\text{C} - 8.0^{\circ}\text{C} = 27.0^{\circ}\text{C}$ (최대 신장시, 하절기, PSC교)
 $\Delta T(\text{강교}) = 8.0^{\circ}\text{C} - (-10^{\circ}\text{C}) = 18.0^{\circ}\text{C}$ (최대 수축시, 동절기)
 $40.0^{\circ}\text{C} - 8.0^{\circ}\text{C} = 32.0^{\circ}\text{C}$ (최대 신장시, 하절기)
- 적용 경간 길이 (ℓ) = 52.5m(A1, P3), 35.0m(P1, P2), 17.5m(P1, P2)
 27.5m(P3, P4), 53.0m(P4, A2), 0.0m(P5)

가. 받침장치 여유량 조사 결과

위 치	구 분	설 계 이 동 량 (mm)	실 측 이 동 량 (mm)	여 유 량(mm)		온도변화에 의한 이 동 량		판 정
				신 장	수 축	신 장	수 축	
A1	SH1	±100	0	100	100	14	7	O.K
	SH2		0	100	100	14	7	O.K
	SH3		0	100	100	14	7	O.K
	SH4		0	100	100	14	7	O.K
	SH5		0	100	100	14	7	O.K
P1	SH1	±100	0	100	100	9	5	O.K
	SH2		0	100	100	9	5	O.K
	SH3		0	100	100	9	5	O.K
	SH4		0	100	100	9	5	O.K
	SH5		0	100	100	9	5	O.K
	SH6		0	100	100	5	2	O.K
	SH7		0	100	100	5	2	O.K
	SH8		0	100	100	5	2	O.K
	SH9		0	100	100	5	2	O.K
	SH10		0	100	100	5	2	O.K
P2	SH1	±100	0	100	100	5	2	O.K
	SH2		0	100	100	5	2	O.K
	SH3		0	100	100	5	2	O.K
	SH4		0	100	100	5	2	O.K
	SH5		0	100	100	5	2	O.K
	SH6		0	100	100	9	5	O.K
	SH7		0	100	100	9	5	O.K
	SH8		0	100	100	9	5	O.K
	SH9		0	100	100	9	5	O.K
	SH10		0	100	100	9	5	O.K

※ 실측 이동량은 해당 받침에서 신축이음 사이 거리의 1/2을 고정단으로 신장시(+), 수축시(-)로 명기.

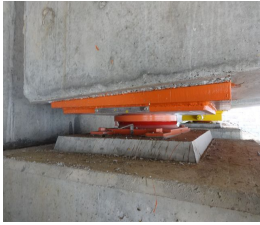
위 치	구 분	설 계 이 동 량 (mm)	실 측 이 동 량 (mm)	여유량(mm)		온도변화에 의한 이동량		판 정
				신 장	수 축	신 장	수 축	
P3	SH1	±100	20	80	100	14	7	O.K
	SH2		20	80	100	14	7	O.K
	SH3		0	100	100	14	7	O.K
	SH4		0	100	100	14	7	O.K
	SH5		0	100	100	14	7	O.K
	SH6		0	100	100	11	6	O.K
	SH7		0	100	100	11	6	O.K
P4	SH1	±100	15	85	115	11	6	O.K
	SH2		10	90	110	11	6	O.K
	SH3		10	90	110	11	6	O.K
	SH4		10	90	110	11	6	O.K
	SH5		0	100	100	11	6	O.K
	SH6		0	100	100	20	12	O.K
P5	SH1	±100	0	100	100	0	0	O.K
	SH2		0	100	100	0	0	O.K
A2	SH1	±100	5	95	105	20	12	O.K
	SH2		5	95	105	20	12	O.K

※ 실측 이동량은 해당 받침에서 신축이음 사이 거리의 1/2을 고정단으로 신장시(+), 수축시(-)로 명기.

받침장치의 이동량 검토결과, 모든 받침에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

2.2.4 교량받침 사진

(1) 교대

내 용	SH1	SH2	내 용	SH1	SH2
A1			A2		

(2) 교각

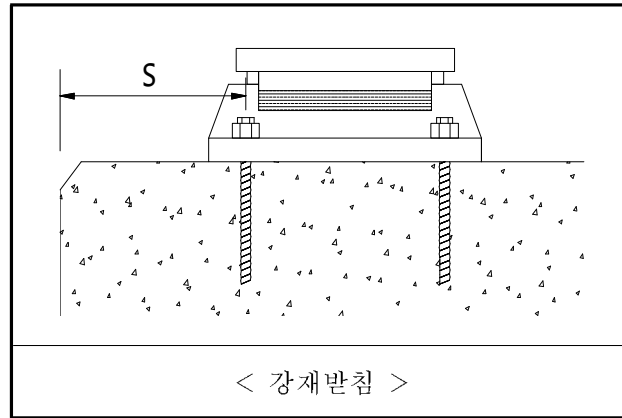
내 용	SH1	SH2	내 용	SH3	SH4
P1			P2		

내 용	SH5	SH6	내 용	SH5	SH6
P3			P4		

내 용	SH1	SH1	내 용	SH2	SH2
P5			P5		

2.2.4 교량받침 연단거리 조사

가. 측정 방법



받침별 연단거리 측정방법



나. 각 경간별 최소 연단거리 산정

- 거더의 경간 길이 100m 이하 : $S = 20 + 0.5 L$
- 거더의 경간 길이 100m 이상 : $S = 30 + 0.4 L$

경간 길이에 따른 최소 연단거리 산정

- S1, S2, S3 : $20 + (0.5 \times 35.0) = 37.5\text{cm}$
- S4 : $20 + (0.5 \times 55.0) = 47.5\text{cm}$
- S5, S6 : $20 + (0.5 \times 53.0) = 46.8\text{cm}$

다. 연단거리 측정 및 검토결과

<표 3.21> 연단거리 검토결과

구 분		측정결과(mm)					연단 기준 (mm)	평가
		Br1	Br2	Br3	Br4	Br5		
A1	중점	700	700	700	700	700	375	O.K
P1	시점	750	750	750	750	750	375	O.K
	중점	750	750	750	750	750	375	O.K
P2	시점	700	700	700	700	700	375	O.K
	중점	700	700	700	700	700	350	O.K
P3	시점	700	700	700	700	700	375	O.K
	중점	900	900	-	-	-	375	O.K
P4	시점	800	800	800	-	-	475	O.K
	중점	800	800	800	-	-	468	O.K
P5	시점	1050	1050	-	-	-	468	O.K
	중점	1000	1000	-	-	-	468	O.K
A2	시점	650	650	-	-	-	468	O.K

연단거리 분석결과, 전 구간 모두 실측 연단거리가 도로교 설계기준 최소 연단거리 이상으로 측정되어, 연단거리에 따른 구조물의 안전성의 문제는 없을 것으로 판단된다.

2.3 신축이음 유간 조사

2.3.1 신축이음 유간 조사



신축이음 A1 전경



신축이음 A1 유간 측정



신축이음 A2 전경



신축이음 A2 유간 측정



신축이음 P3 전경



신축이음 P2 유간 측정



2.3.2 신축이음 유간 조사결과

지역별 온도변화 범위

교량 종류	온도변화		선팅창계수
	보통지방	한랭한 지방	
콘크리트교	-5℃ ~ +35℃	-15℃ ~ +35℃	1.0 × 10-5
강 교	-10℃ ~ +40℃	-20℃ ~ +40℃	1.2 × 10-5

- 2016년 11월 04일, 측정시 온도 : 10.0℃

가. 이론 신축량 산정

ㄱ. 신장량 ($\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L$)

- 적용 온도 : +35℃ 적용 (콘크리트교)
- 적용 온도 : +40℃ 적용 (강교)
- $\Delta T_s = 35^\circ\text{C} - 8^\circ\text{C} = 28^\circ\text{C}$ (콘크리트교)
- $\Delta T_s = 40^\circ\text{C} - 8^\circ\text{C} = 32^\circ\text{C}$ (강교)
- $\alpha_s = 1.0 \times 10^{-5}$ (콘크리트교)
- $\alpha_s = 1.2 \times 10^{-5}$ (강교)

- 신축들보의 길이 (L)

$$\begin{aligned} \cdot A1 : (90/2) &= 52.5\text{m} \text{ (신축이음 간 거리의 } 1/2) \\ \cdot A2 : 53.0 &= 53.0\text{m} \text{ (신축이음 간 거리의 } 1/2) \\ \cdot P3 : 52.5+(55/2) &= 80.0\text{m} \text{ (신축이음 간 거리의 } 1/2) \\ \cdot P4 : (55/2)+53 &= 80.5\text{m} \text{ (신축이음 간 거리의 } 1/2) \end{aligned}$$

- 계산 신장량

$$\begin{aligned} \cdot A1 : \Delta l_t &= \Delta T_s \times \alpha_s \times L = 28 \times (1.0 \times 10^{-5}) \times 52,500 = 15\text{mm} \\ \cdot A2 : \Delta l_t &= \Delta T_s \times \alpha_s \times L = 32 \times (1.2 \times 10^{-5}) \times 53,000 = 20\text{mm} \\ \cdot P3 : \Delta l_t &= \Delta T_s \times \alpha_s \times L = 28 \times (1.0 \times 10^{-5}) \times 80,000 = 22\text{mm} \\ \cdot P4 : \Delta l_t &= \Delta T_s \times \alpha_s \times L = 32 \times (1.2 \times 10^{-5}) \times 80,500 = 33\text{mm} \end{aligned}$$

- ㄴ. 수축량 ($\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L$)

- 적용 온도 : -5°C 적용 (콘크리트교)
- 적용 온도 : -10°C 적용 (강교)
- $\Delta T_s = 8^{\circ}\text{C} - (-5.0^{\circ}\text{C}) = 13^{\circ}\text{C}$ (콘크리트교)
- $\Delta T_s = 8^{\circ}\text{C} - (-10.0^{\circ}\text{C}) = 18^{\circ}\text{C}$ (강교)
- $\alpha_s = 1.0 \times 10^{-5}$ (콘크리트교)
- $\alpha_s = 1.2 \times 10^{-5}$ (강교)
- 신축들보의 길이(L) $\Rightarrow$ 위와 동일
- 계산 수축량

$$\begin{aligned} \cdot A1 : \Delta l_t &= \Delta T_s \times \alpha_s \times L = 13 \times (1.0 \times 10^{-5}) \times 52,500 = 7\text{mm} \\ \cdot A2 : \Delta l_t &= \Delta T_s \times \alpha_s \times L = 18 \times (1.2 \times 10^{-5}) \times 53,000 = 12\text{mm} \\ \cdot P3 : \Delta l_t &= \Delta T_s \times \alpha_s \times L = 13 \times (1.0 \times 10^{-5}) \times 80,000 = 10\text{mm} \\ \cdot P4 : \Delta l_t &= \Delta T_s \times \alpha_s \times L = 18 \times (1.2 \times 10^{-5}) \times 80,500 = 18\text{mm} \end{aligned}$$

나. 유간 측정결과

위 치	측정 결과 (mm)			이론 계산량 (mm)		허용 이동량 (mm)	평가
	S	G1	G2	최대 신장시	최대 수축시		
A1	40	130	160	15	7	80	O.K
A2	36	70	115	20	12	100	O.K
P3	63	135	260	22	10	120	O.K
P4	60	130	200	23	18	50	O.K
- 2016년 11월 3일, 측정시 온도 : 8.0℃							

※ 유간 S=신축이음, G1=바닥판, G2=거더

◎ 측정 유간 > 최대 신장시 이론 계산량 ⇒ 양호

◎ 측정 유간(신축이음=S) + 최대 수축시 이론 계산량 < 허용 이동량 ⇒ 양호

유간(신축이음, 슬래브, 거더) 측정결과를 토대로 온도변화에 따른 유간 변화량 검토결과, 하절기 최대 신장시 유간 여유량이 충분한 상태였으며, 동절기 최대 수축시 역시 허용 이동량 범위 내로 유간에 따른 교량의 안전성의 문제는 없을 것으로 판단된다.

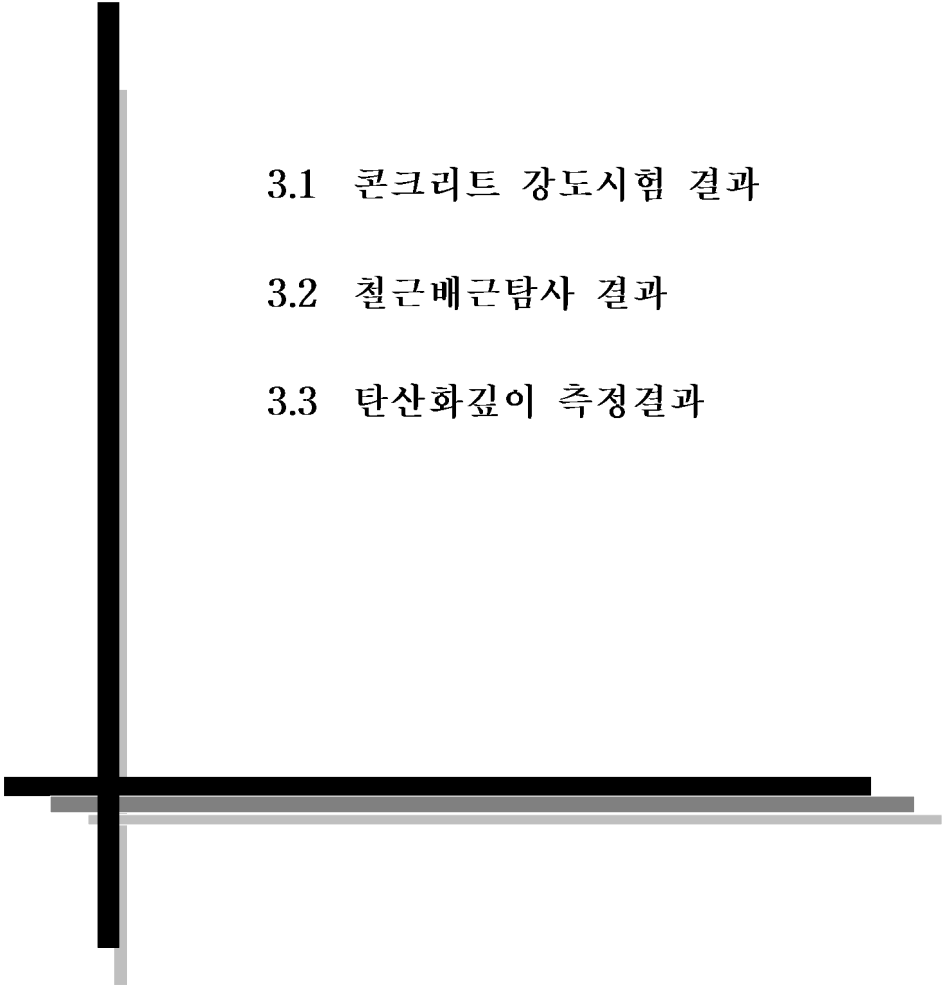
2.4 외관조사 결과

부 제	외 관 조 사 결 과	비 고
교면포장	◦ 신평JCT Ramp-A1교의 포장은 아스팔트 포장으로 T=80.0mm으로 확인되었다. 교면포장의 외관조사 결과, 설계도서와 부합되는 시공 상태로 확인되었다. ◦ 교면포장부에서 주로 발생하는 포트홀, 라벨링, 패임 등에 대한 결과 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 점검되었다.	
배수시설	◦ 신평JCT Ramp-A1교의 배수시설은 육교형으로 시공되어 있다. 배수시설 전반적으로 양호한 상태로 확인되었다. ◦ 공용시 차량통행등 환경적 요인에 의한 배수구 이물질 퇴적이 발생할 우려가 있으므로 주기적인 관찰 및 이물질 퇴적시 청소 등의 조치가 요구된다.	
방호벽	◦ 신평JCT Ramp-A1교의 방호벽은 콘크리트 방호벽으로서 시공 및 콘크리트 표면 상태는 대체로 양호하였으며, 콘크리트 균열, 백태, 파손 등의 손상이 없는 것으로 조사되었다. ◦ 방호벽 구간은 재료적 특성에 의한 균열 및 백태 등의 손상이 나타날 수 있으므로, 지속적인 유지관리가 요구된다.	
신축이음장치	◦ 신평JCT Ramp-A1교의 신축이음 장치는 Compoflex Modular Joint이다. ◦ 신축이음의 본체 부식, 파손, 접속슬래브와의 단차 등이 발생되지 않은 양호한 상태로 조사되었으며, 지속적인 점검을 통한 손상의 발생 확인 등의 유지관리가 요구된다.	
바닥판하면	◦ 신평JCT Ramp-A1교의 상부구조는 PSC BEAM + ST. Box 형식으로 거더 중간측에는 가로보가 설치되어 있다. ◦ 외관조사 결과, 설계도서와 동일한 시공 상태로 확인되었으며, 특이한 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다. ◦ 콘크리트 구조물에서 발생되기 쉬운 균열, 파손, 굽힘 또한 발생하지 않은 양호한 상태로 확인되었다. 차후 손상의 발생 여부에 대한 지속적인 주의관찰이 요구된다.	

부 제	외 관 조 사 결 과	비 고
콘크리트 거더 및 가로보	◦ 신평JCT Ramp-A1교의 상부구조는 PSC BEAM + ST. Box로 시공되었다. ◦ 외관조사 결과 거더 외부에는 균열, 백태, 파손 등이 발생하지 않은 양호한 상태로 확인되었다. ◦ 일부 구간 교량받침 매립부 콘크리트 들뜸 등의 손상이 발생 하였으며, 손상부는 단면보수 등의 조치가 요구된다. ◦ 가로보는 호한 상태로 조사되었다.	
강재 거더 및 가로보,세로보	◦ 신평JCT Ramp-A1교의 상부구조는 ST. Box로 강재 가로보 및 세로보가 시공되었다. ◦ 외관조사 결과 거더 내 •외부에는 도장박리, 굽힘, 부식 등이 발생하지 않은 양호한 상태로 확인되었다. 가로보 및 세로보 또한 양호한 상태로 조사되었다. ◦ 강 거더 및 가로보, 세로보는 차후 공용년수 증가에 따라 도장 부식, 박리 등의 손상이 발생할 우려가 있으므로 손상의 발생여부에 대한 지속적인 관찰이 요구된다.	
교량받침	◦ 신평JCT Ramp-A1교는 EQS+OMEQS+FDB를 적용한 구조이며, EQS 17개소, OMEQS 10개소, FDB 12개소, 총 39개소가 시공되어 있다. ◦ 받침장치 본체의 외관상태는 도장손상, 무수축물탈 균열, 받침콘크리트 균열, 파손 등의 손상이 없는 전체적으로 양호한 상태로 확인되었다.	
교대/교각	◦ 신평JCT Ramp-A1교의 하부구조는 역T형 교대 2기와 T형 교각 5기로 구성되었다. ◦ 외관조사 결과, 전반적으로 양호한 상태이며, 일부 구간에서 폭 0.3mm 미만의 균열, 망상균열, 재료분리 등의 손상이 나타났다. 손상부는 하부구조의 내구성 향상을 위해 표면처리, 단면보수 등의 조치가 필요하며, 하부 폐 콘크리트, 폐 자재 적치 구간은 청소 등의 조치가 요구된다. ◦ 하부구조는 지속적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 등의 조사가 요구된다.	



제 3 장 내구성 조사



3.1 콘크리트 강도시험 결과

3.2 철근배근탐사 결과

3.3 탄산화깊이 측정결과

제 3 장 내구성 조사

3.1 콘크리트 강도시험 결과



반발경도

3.1.1 측정결과

위 치	보정 반발경도 (Ro)	재료학회 비파괴 강도 (A)	건축학회 비파괴 강도 (B)	강도평균 (A+B)/2 (C)	설계 기준강도 (D)	(C/D) ×100 (%)
A1 교대	46.3	26.9	28.3	27.6	24.0	115.0
P3 교각	46.5	27.1	28.4	27.8	27.0	103.0
P5 교각	51.8	31.5	30.9	31.2	27.0	115.6
S4 바닥판하면	61.1	37.4	34.2	35.8	27.0	132.6
S5 바닥판하면	54.7	31.6	31.0	31.3	27.0	115.9

3.1.2 결과분석

- 비파괴시험 대상 부재별 압축강도시험 결과, 측정값은 설계값과 유사하거나 상회하는 것으로 나타나 콘크리트 강도저하에 따른 문제점은 없으며, 반발경도법에 의한 강도가 양호함으로 내구성을 충분히 확보하고 있는 것으로 판단된다.

3.2 철근배근 탐사 결과



철근탐사

3.2.1 측정결과

부재	측정위치	철근종류	설계(mm)		조사(mm)		비고
			배근	피복	배근	피복	
교대	A1 흥벽	주 철근	250	50	258	54	
		배력철근	250		252		
교각	P3 기둥부	주 철근	100	100	115	103	
		배력철근	300		310		
	P5 기둥부	주 철근	100	100	103	94	
		배력철근	300		300		
바닥판 하면	S4 캔틸레버	주 철근	125	40	122	41	
		배력철근	100		111		
	S5 캔틸레버	주 철근	125	40	122	52	
		배력철근	100		99		

3.2.2 결과분석

- 상부구조 및 하부구조에 대한 철근배근탐사 결과, 배근 간격 및 피복두께는 설계치와 비교하여 거의 일치하는 것으로 나타나 양호한 것으로 판단된다.

3.3 탄산화깊이 측정결과



3.3.1 측정결과

부재	시험위치	탄산화 깊이(mm)	공용년수를 고려한 탄산화 깊이(mm)	측정피복 두께(mm)	상태 평가	비고
교대	A1 구체	0.5	-	54	a	
교각	P3 기둥	0.5	-	103	a	
	P5 기둥	0.5	-	94	a	
바닥판 하면	S4 캔틸레버	0.5	-	41	a	
	S5 캔틸레버	0.5	-	52	a	
※ 탄산화 깊이 측정방법 - 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침 「한국시설안전공단-2010.12」						

3.3.2 결과분석

- 상부구조와 하부구조에 대한 탄산화 진행 깊이 측정결과 탄산화의 진행은 미미한 상태로서 탄산화 진행에 따른 철근의 부식 우려는 없는 것으로 판단된다.

제 4 장 재하시험 및 내하력평가

4.1 재하시험

4.2 내하력평가 개요

4.3 신평 JCT R-A1교 안전성 검토

4.4 내하력 평가

제 4 장 재하시험 및 내하력평가

4.1 재하시험

4.1.1 개요

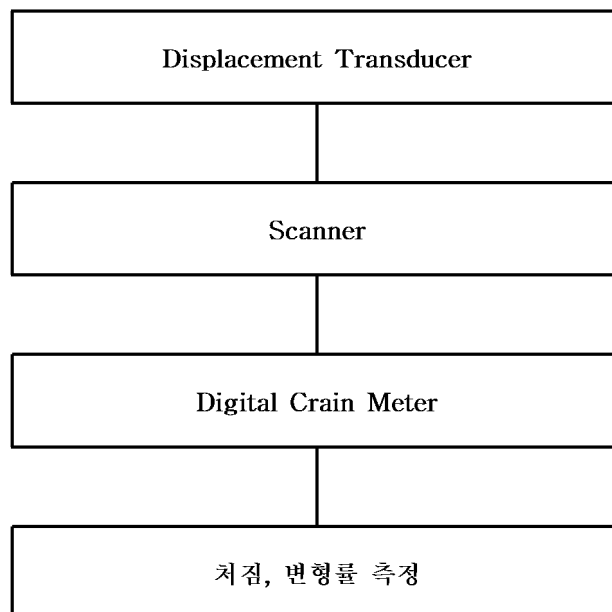
재하시험은 구조해석 검토를 수행하여 이론치와 실제 차량에 의한 처짐 및 변형률을 상호 비교·검토함으로써 교량의 내하력을 판단하고, 이에 따른 교량의 구조적인 안전성 여부를 파악하고자 하였다.

측정은 재하차량을 사용하여 교통이 통제된 상태에서 휨모멘트에 의한 변형률 및 처짐이 최대가 되는 지점에 재하차량을 재하시켜 구조물의 정·동적 처짐, 변형률을 측정하였다.

차량 재하 시험에서의 측정 항목은 다음과 같다.

- 가. 거더의 변형률
- 나. 거더의 처짐
- 다. 교량의 정적 및 동적 거동 평가
- 라. 충격하중에 대한 교량의 동적 특성 파악
- 마. 교량 고유진동수 파악

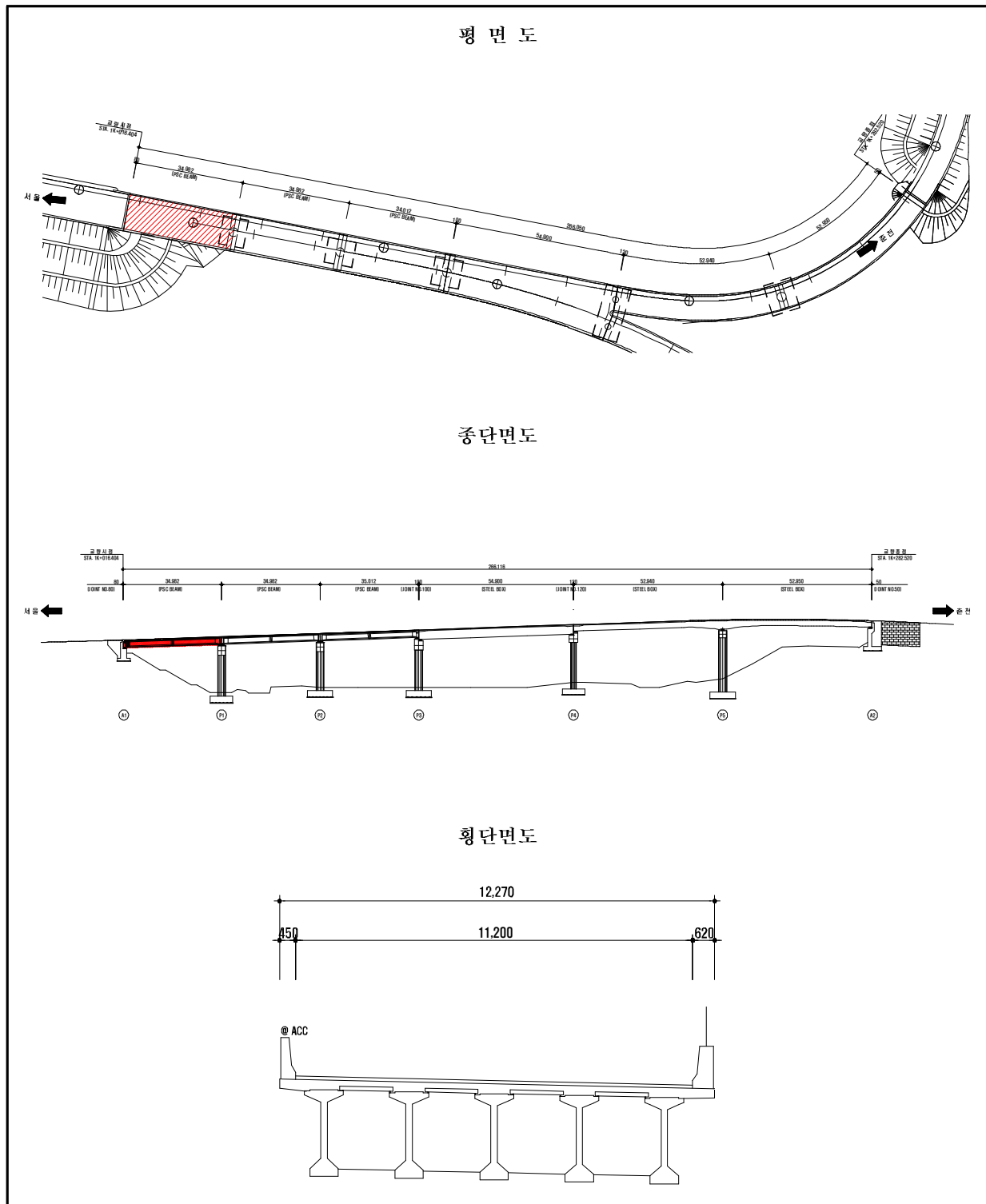
차량재하시험의 측정 시스템은 다음과 같다.



【그림 4.1-1】 처짐, 변형률 측정 과정

가. 시험경간 선정

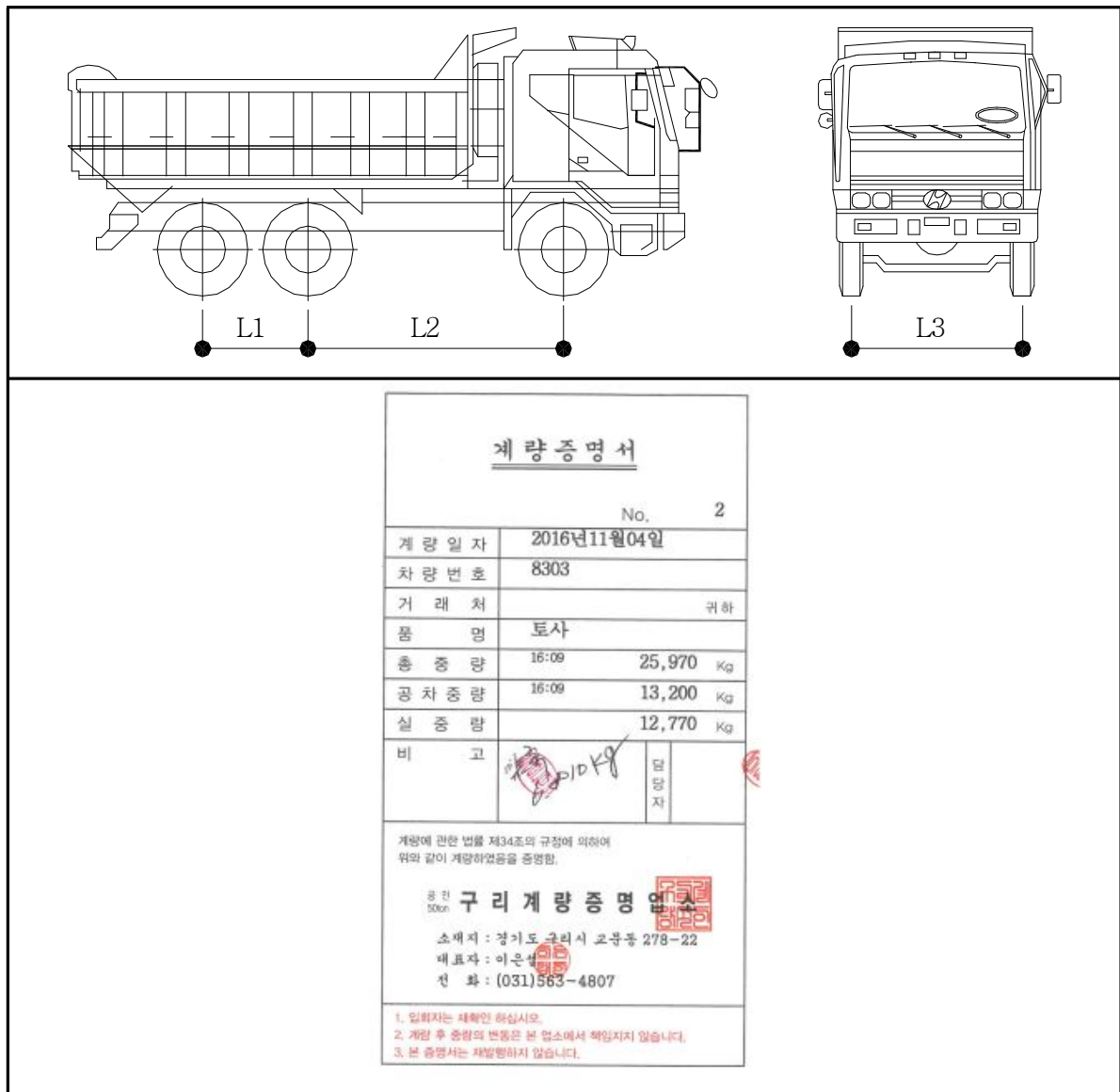
재하시험의 위치는 구조물의 심각한 손상부위가 발생된 경간 및 접근성 등을 종합적으로 고려하여 선정하여야 한다. 대상 교량은 구조물의 외관상태가 양호하여 구조물의 내하력 저하요인이 작용할 만한 손상은 발견되지 않아 단면에 최대의 모멘트가 발생하는 지점을 재하경간으로 고려하였으며 1경간을 재하시험 경간으로 선정하였다.



【그림 4.1-2】 재하시험 대상 경간

나. 시험차량

재하시험에서 적절한 재하하중의 설정은 측정응답의 크기와 노이즈 범위에 있어서 매우 중요한 요소라고 할 수 있다. 일반적으로 시험하중에 의한 구조물의 응답특성에서 오차의 영향을 최대한 줄이기 위해서는 시험하중을 가급적 크게 하는 것이 유리하다. 본 과업의 재하시험에 사용된 시험차량은 15톤 덤프트럭 1대(폐토사 적재, 축중하중 계량)를 사용하였다.



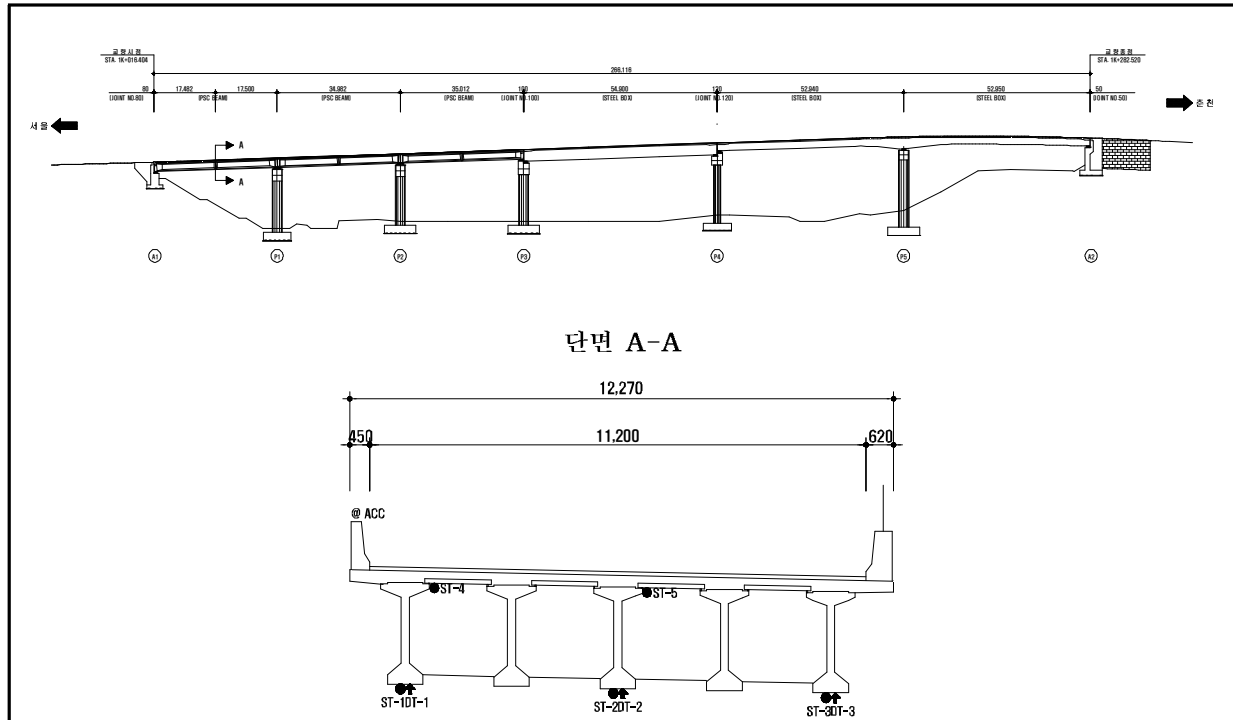
【그림 4.1-3】 재하 차량

【표 4.1-1】 시험차량의 제원 및 축중하중

구 분	총중량 (tonf)	전륜 (tonf)	중륜 (tonf)	후륜 (tonf)	L1 (m)	L2 (m)	L3 (m)
덤프트럭	25.970	6.810	9.580	9.580	1.3	3.2	1.8

다. 센서 설치위치 및 수량

신평JCT RAMP A1의 1경간은 최대변형률 및 처짐이 발생하는 위치에 게이지를 부착하였으며, 1/2지점인 시점에서 17.5m 지점에 게이지를 부착하였다.



【그림 4.1-4】 게이지 부착 위치도

【표 4.1-2】 게이지 표시 범례

구 분	게이지 종류	용 도	비 고
●	Strain Gauge	변형률 측정	
↑	처짐계(Displacement)	변위(처짐) 측정	
◎	가속도계(Accelerometer)	가속도(진동) 측정	

【표 4.1-3】 1경간 게이지 부착위치 및 용도

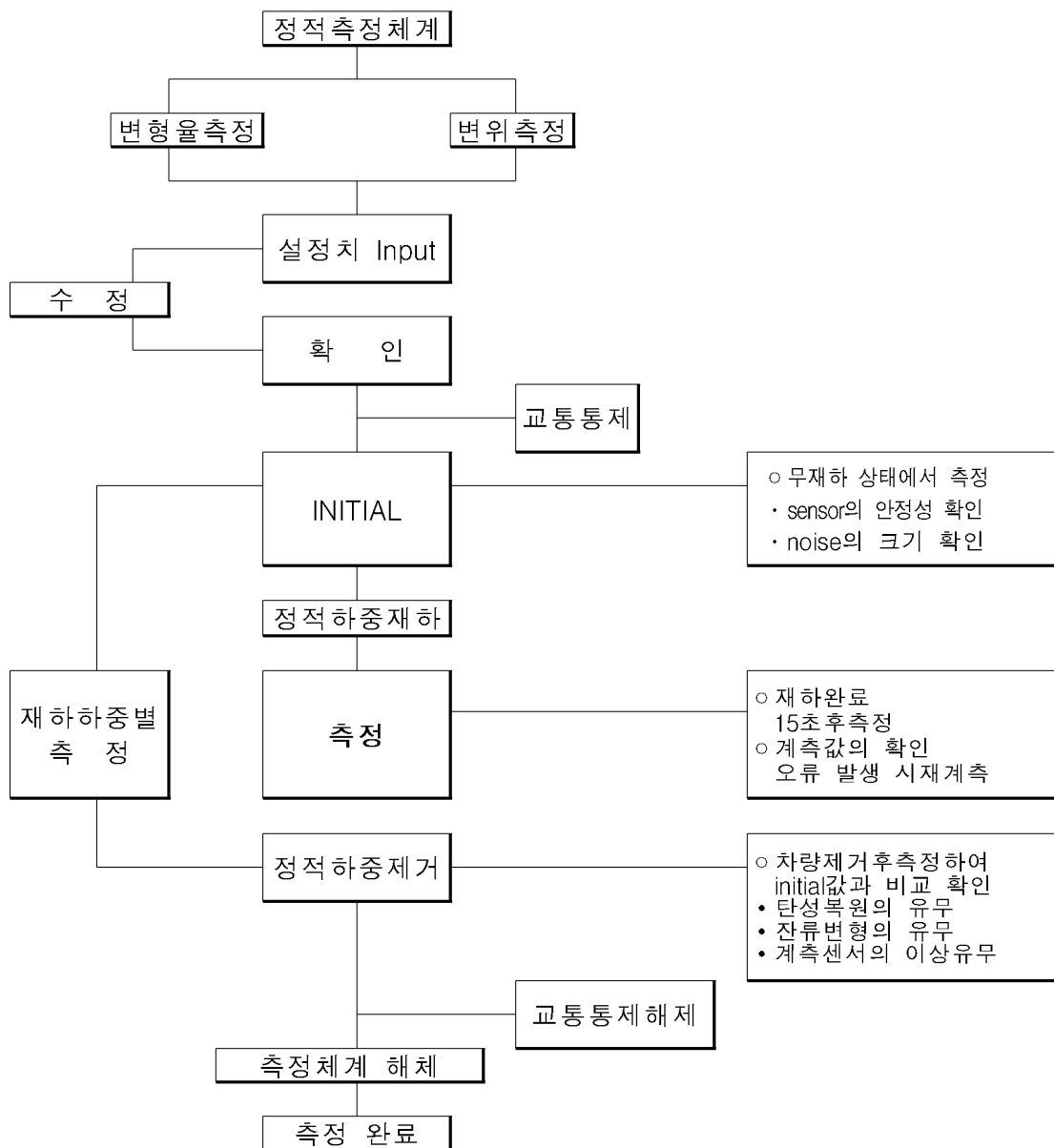
부착위치	구 분		부착위치	측정내용
1/2 지점 (A-A단면)	변형률계	ST1	G1 하부	인장 변형률
		ST2	G3 하부	인장 변형률
		ST3	G5 하부	인장 변형률
		ST4	G1 상연	압축 변형률
		ST5	G3 상연	압축 변형률
1/2 지점 (A-A단면)	변위계	DT1	G1 하부	최대 처짐
		DT2	G3 하부	최대 처짐
		DT3	G5 하부	최대 처짐
	가속도계	Acc	좌측 방호벽	가속도(고유진동)

4.1.2 정적재하시험

가. 개요

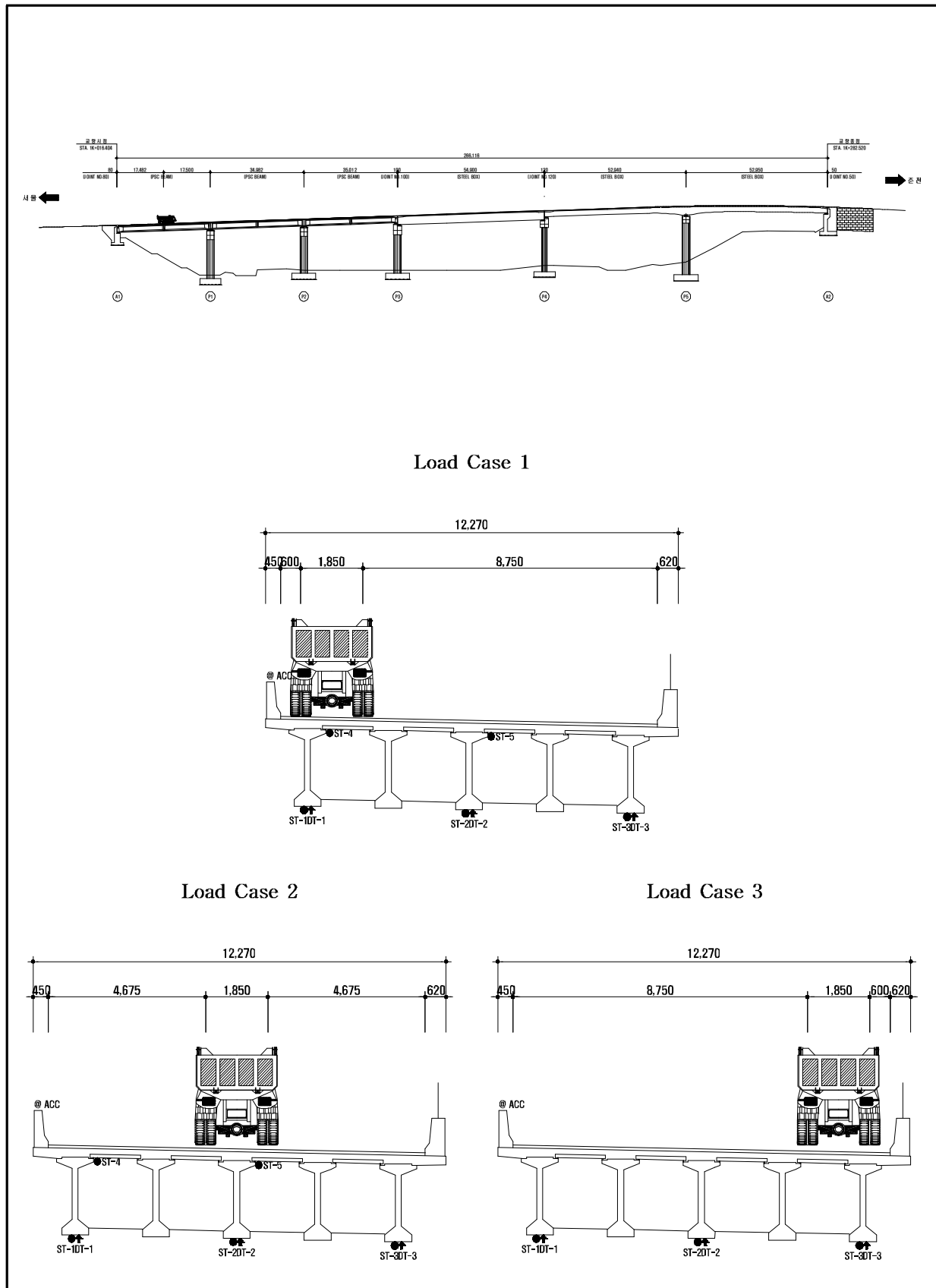
정적재하시험은 작용외력에 대한 대상교량의 정적거동특성을 파악하고 내하력 평가를 위한 정적변위 및 응력의 응답비 등을 구하기 위해 실시하였다. 시험측정은 재하차량을 사용하여 교통이 통제된 상태에서 휨모멘트에 의한 변형을 및 처짐이 최대가 되는 지점에 재하차량을 재하하여 거더의 정적 처짐을 측정하였다. 정적재하 시험에 대한 흐름은 다음과 같다.

나. 정적 재하시험 수행절차



【그림 4.1-5】 정적 재하시험 흐름도

다. Loadcase별 재하위치



【그림 4.1-6】 Loadcase별 재하위치도

라. 정적 재하시험 결과

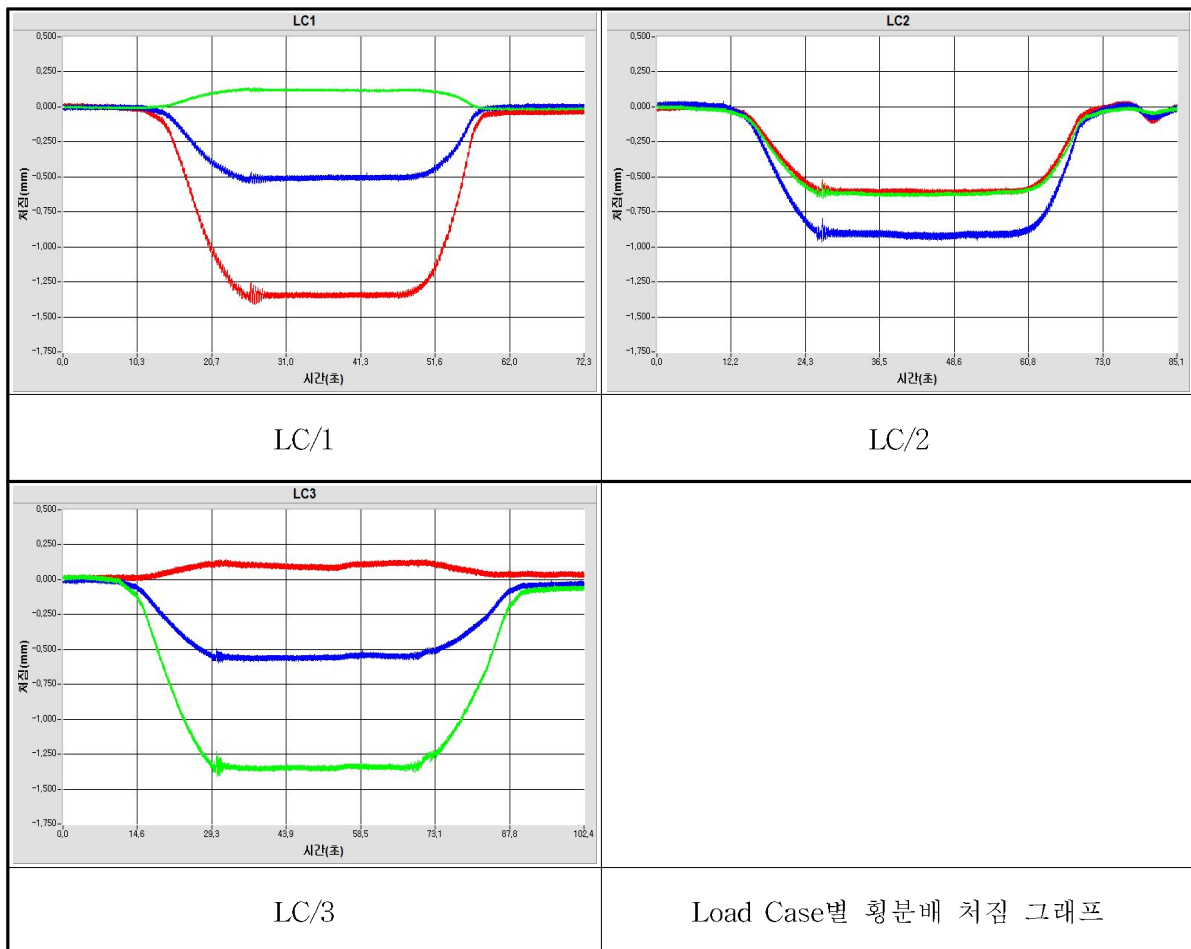
1) 처짐 측정결과

1경간에 대하여 정적재하시험을 시행하였으며 처짐에 대한 결과는 【표 4.1-4】에 정리하였으며 측정결과 Load Case 1의 DT1에서 최대처짐 -1.342mm로 측정되었다.

【표 4.1-4】 처짐 측정 결과표

(단위 : mm)

구 분	DT 1	DT 2	DT 3	비 고
LC/1	-1.345	-0.505	0.117	
LC/2	-0.612	-0.920	-0.623	
LC/3	0.114	-0.544	-1.342	



【그림 4.1-7】 Load case별 횡분배 처짐 그래프

2) 변형율 측정결과

1경간에 대하여 정적재하시험을 시행하였으며 변형율값에 대한 결과는 【표 4.1-5】에 정리하였으며 측정결과 Load Case 1의 ST1에서 최대 변형율값은 22.672으로 측정되었다.

【표 4.1-5】 변형률 측정 결과표

(단위 : strain)

구 분	S1				
	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5
LC/1	22.382	10.005	2.348	-8.641	-3.773
LC/2	9.877	15.737	9.748	-3.057	-6.084
LC/3	2.754	9.730	22.672	-0.892	-3.138

4.1.3 동적재하시험

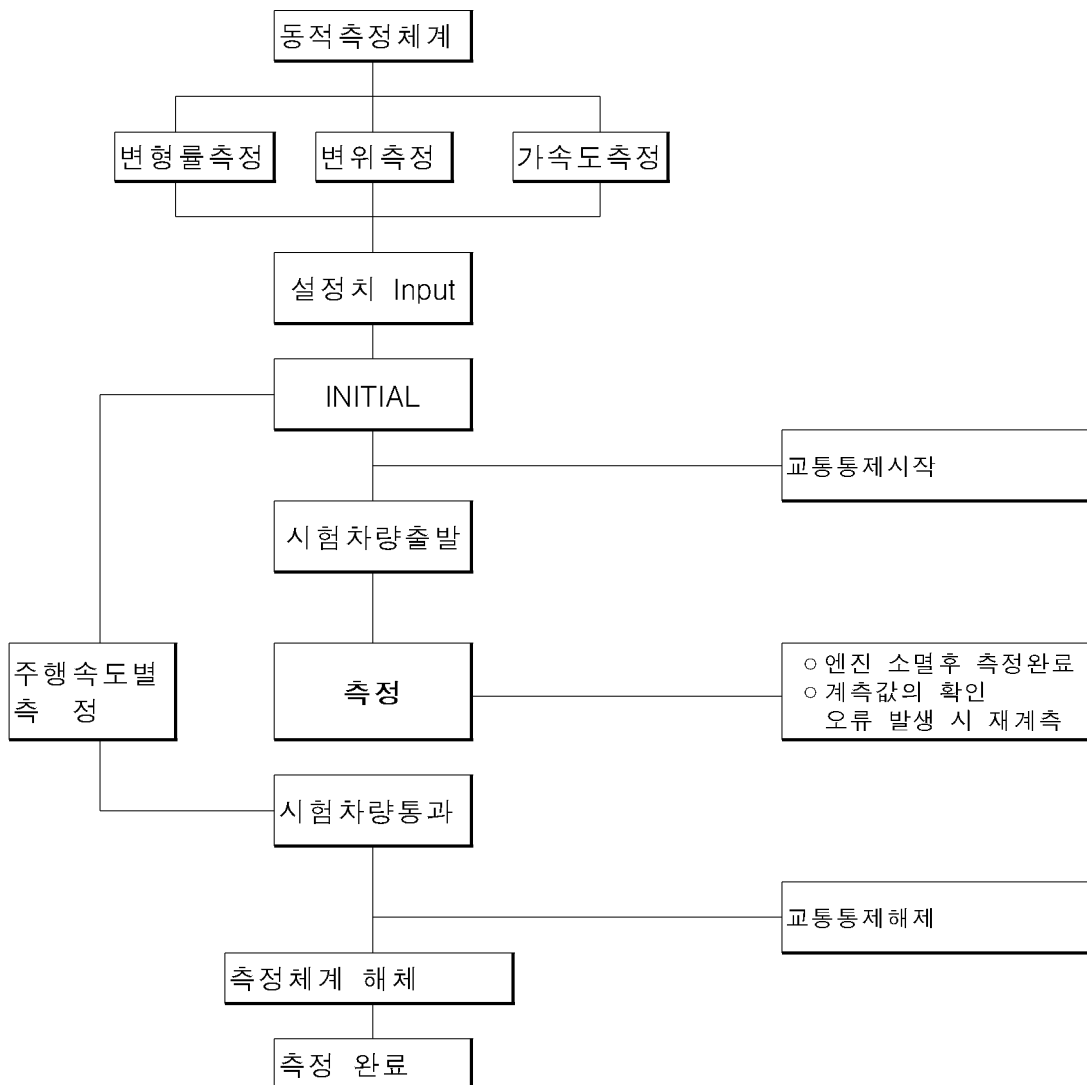
가. 개요

동적 재하시험은 구조물의 동적 거동을 조사, 측정하기 위한 것으로 교량의 실 충격계수와 실고유진동수 등의 동적 특성을 측정 기록하여 본 교량의 안전성을 검토하기 위한 기본 자료를 구하기 위해 실시하였다.

재하차량의 주행은 주요위치의 동적 처짐과 진동을 기록할 수 있는 위치를 주행하며, 측정값의 일정한 패턴을 유지하고자 능숙한 운전자가 운행하도록 하였다.

동적 재하시험은 주행차량에 의한 동적응답을 구하는 시험으로서 주행속도는 최초 10km/hr부터 10km/hr씩 증가하면서 가능한 최고속도까지 속도별로 주행시켰다.

나. 동적 재하시험 수행절차



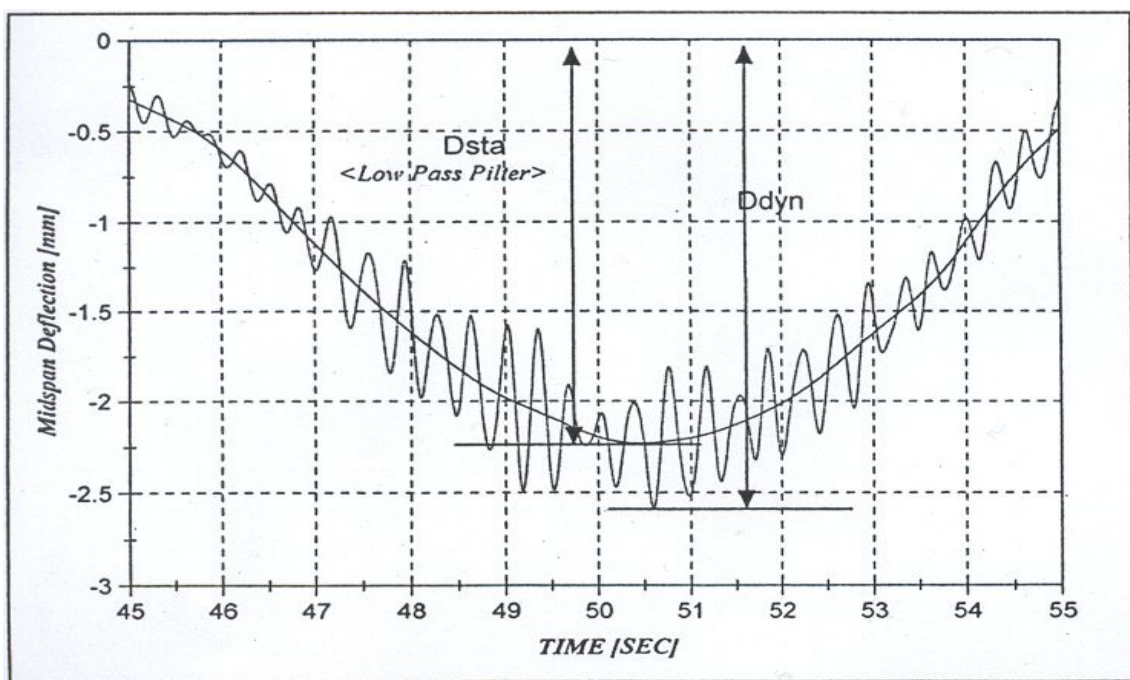
【그림 4.1-9】 동적 재하시험 흐름도

다. 실측충격계수 분석

일반적으로 계측된 변형률, 처짐 등을 이용하여 실측충격계수를 분석하고자 할 때 각 속도별 주행시험에서 계측된 응답곡선<Dsta(max)>을 이용하였다.

이는 주행시험에서 각 주행속도마다 운전자의 숙달, 습관 등에 의해서 시험차량은 정적 재하시험에 이용된 부착 Gauge 상단으로 동일하게 주행하는 것은 어려운 상태이며, 의사정적 주행시에도 노면의 요철 등의 원인으로 대상 교량에 가해지는 충격이 각 속도별로 다르게 나타나고 있는 상태로 이들을 정적응답이력곡선이나, 동적응답 이력곡선으로 보아 실측충격계수로 산정하는 것은 문제점을 내포하고 있는 것으로 판단된다.

그러므로 이러한 문제점들을 해결하고자 동적주행 시험의 각 속도별의 동적응답 곡선을 Low Pass Filter에 의해서 필터링한 최대정적응답<Dsta(max)> 곡선을 기준으로 하여 계측 최대동적응답치<Ddyn(max)>와 비교하여 실측충격계수를 산정하여 대상 교량 안정성 평가에 적용하는데 목적이 있다.



【그림 4.1-10】 처짐이력곡선

$$\text{동적충격율(Dynamic Load Factor : D.L.F)} = \frac{D_{\text{dyn}}}{D_{\text{sta(Max)}}}$$

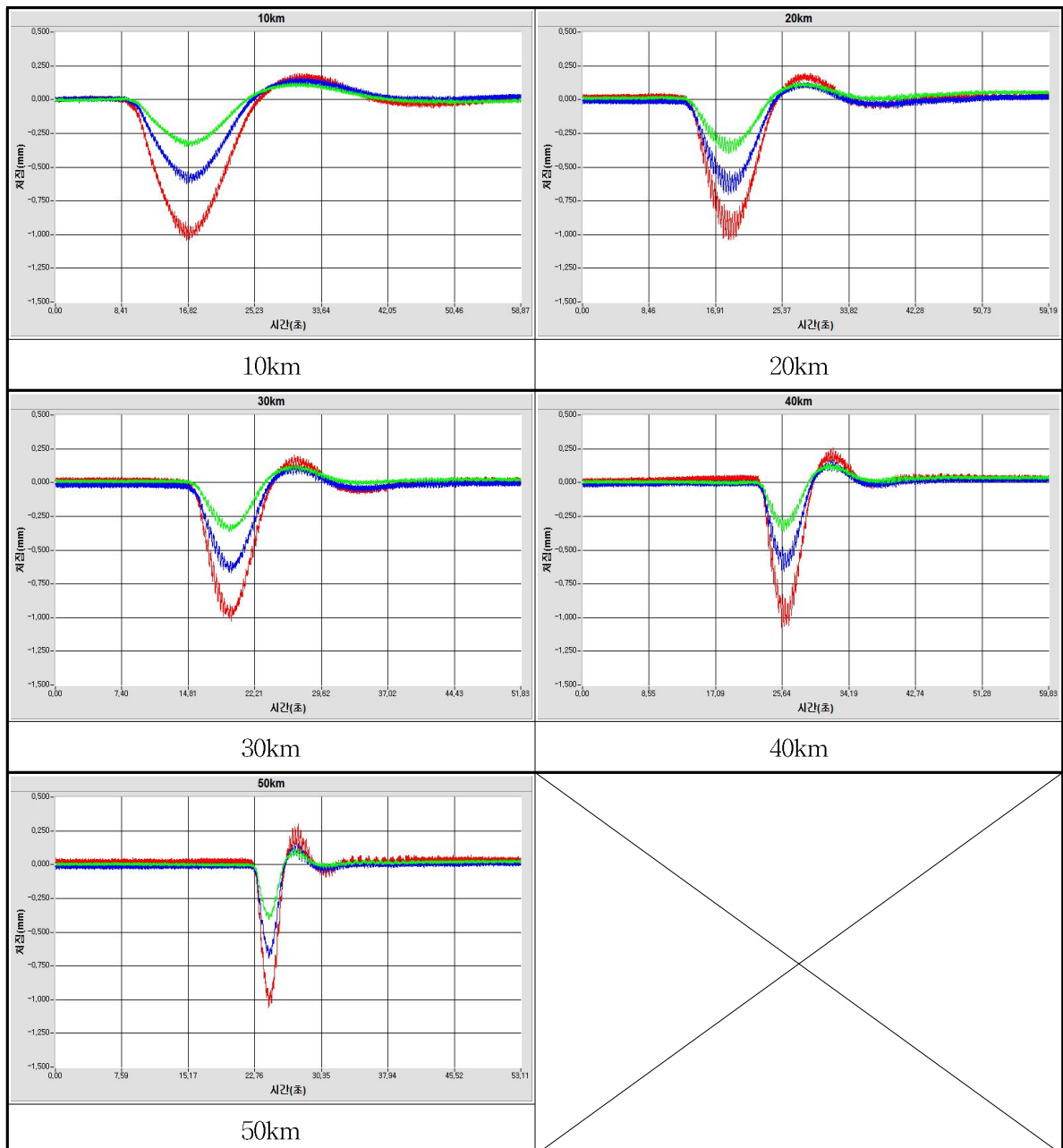
$$\text{실측충격계수(Impact Factor), I} = \text{D.L.F} - 1$$

라. 1경간 동적 재하시험 결과

1) 주행속도별 처짐 측정결과

【표 4.1-6】 동적처짐 측정 결과표

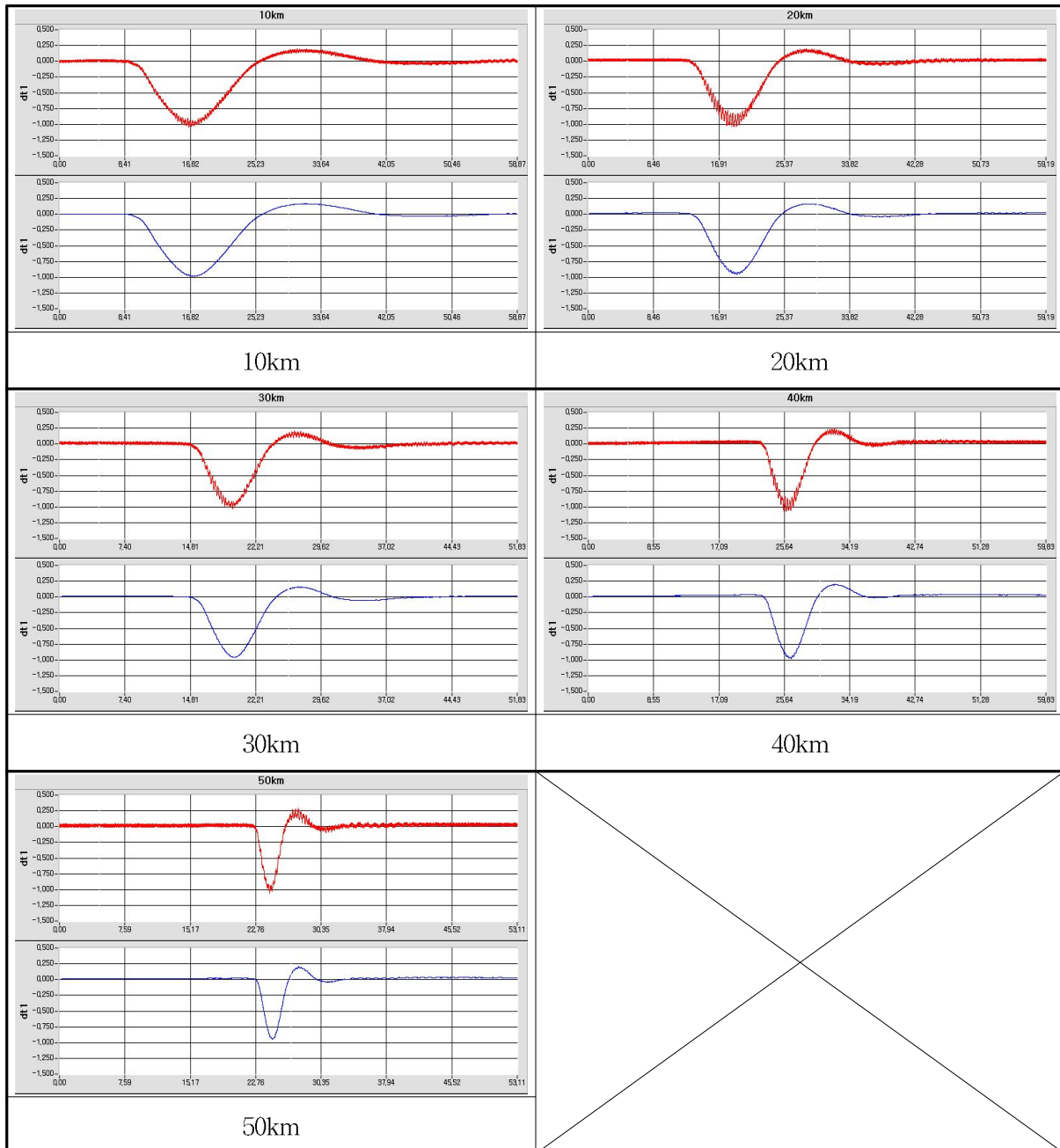
구 분	DT1	DT2	DT3
10km	-1.043	-0.625	-0.350
20km	-1.042	-0.704	-0.401
30km	-1.026	-0.669	-0.366
40km	-1.073	-0.656	-0.365
50km	-1.061	-0.696	-0.405



2) 각 속도별 충격계수 분석

【표 4.1-7】 DT1충격계수 결과표

주행속도 (km/hr)	게이지 번호	의사적정적 변위(mm)	동적변위 (mm)	동적 증폭계수	충격계수	비 고
10	DT1	-0.986	-1.043	1.058	0.058	계산충격계수 $= 0.200$ $\frac{15}{40 + L}$
20		-0.953	-1.042	1.093	0.093	
30		-0.958	-1.026	1.071	0.071	
40		-0.976	-1.073	1.099	0.099	
50		-0.948	-1.061	1.119	0.119	



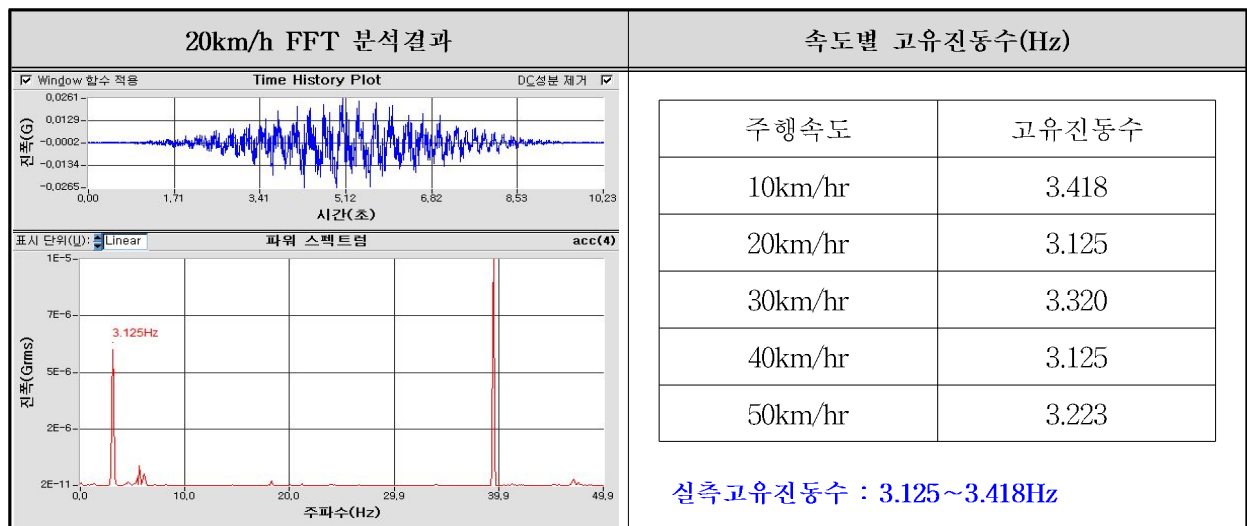
• 결과분석

동적재하에 의한 최대 충격계수는 0.119로 측정되어 계산충격계수 0.200보다 모두 작은 것으로 나타나 활하중 충격의 영향은 양호한 상태로 평가된다.

마. 고유진동수 분석

1) 고유진동수 분석

교량의 고유진동수는 강성의 변화시 그에 따라 진동수가 변하므로 교량의 강성변화여부 검토를 위하여 측정경간 정모멘트부에 가속도계를 설치하고 동적특성을 계측하였으며, 그 결과는 다음과 같다.



【그림 4.1-13】 가속도 이력곡선 FFT 분석결과

동적주행시험에 의한 고유진동수의 분석결과 3.125~3.418Hz의 범위로 분석되었으며 이론치인 3.047Hz보다 다소 크게 측정되었으며 이는 대상구조물이 공용하중에 요구되는 강성을 확보(이상)하고 있는 것으로 확인되었다.

4.1.4 재하시험 결과요약

【표4.1-9】 재하시험 결과 요약

분석항목	분 석 결 과											
시험트럭	· 재하하중 : 설계하중의 60.1% · 총중량 : 259.70kN											
정적 DATA	구 분	게이지	LC1	LC2	LC3							
	처 짐	DT1	-1.345	-0.612	0.114							
		DT2	-0.505	-0.920	-0.544							
		DT3	0.117	-0.623	-1.342							
	변형률	ST1	22.382	9.877	2.754							
		ST2	10.005	15.737	9.730							
		ST3	2.348	9.748	22.672							
		ST4	-8.641	-3.057	-0.892							
		ST5	-3.773	-6.084	-3.138							
	하중횡분배	· 처짐 및 변형률에 의한 하중의 횡분배 분석결과 교량의 횡분배 효과는 양호한 상태로 판단된다.										
충격계수	<table><tr><td>구 분</td><td>실측 충격계수</td><td>이론충격계수</td><td>비 고</td></tr><tr><td>분석값</td><td>0.119</td><td>0.200</td><td></td></tr></table>				구 분	실측 충격계수	이론충격계수	비 고	분석값	0.119	0.200	
	구 분	실측 충격계수	이론충격계수	비 고								
분석값	0.119	0.200										
· 충격계수 분석결과 실측 충격계수는 이론 충격계수에 비해 낮은 수준으로 분석됨에 따라 충격의 효과가 작은 상태로 판단된다.												
고유진동수	<table><tr><td>구 분</td><td>실측 고유진동수</td><td>이론고유진동수</td><td>비 고</td></tr><tr><td>분석값</td><td>3.125~3.418</td><td>3.047</td><td></td></tr></table>				구 분	실측 고유진동수	이론고유진동수	비 고	분석값	3.125~3.418	3.047	
	구 분	실측 고유진동수	이론고유진동수	비 고								
분석값	3.125~3.418	3.047										
· 실측고유진동수가 이론고유진동수에 비해 큰 것으로 분석되어 교량의 거동 상태는 양호한 것으로 판단된다.												

4.2 내하력평가 개요

구조물의 안전성평가는 그 기능과 역할을 유지할 수 있는 구조적 및 사용상의 안전성에 대한 확보여부를 평가하는 것이므로 설계자료 검토, 시공방법과 사용재료에 대한 검토, 현장조사 및 시험, 상태평가 결과, 보수·보강이력 등을 통한 기초자료를 확보하여 이를 바탕으로 구조검토·해석에 의해 안전성 여부를 판단하여야 한다.

신평 JCT R-A1교의 구조계는 3경간 연속교로 총연장 105.0m의 프리텐션방식의 거더교로 시공되어 있다. 구조해석은 상부구조물을 거더의 형상 그대로 모델링하고 고정하중 및 DB-24, DL-24활하중을 재하하여 최대값을 산정하고 안전성을 검토 하였으며, 범용유한요소 프로그램인 MIDAS/Civil 2016을 사용하여 공용내하력 평가를 실시하였다.

4.2.1 안전성평가 기준

안전성평가는 허용응력설계법 및 강도설계법으로 검토하였으며, 안전성평가 결과는 각 구조요소의 검토방법을 토대로 평가기준을 적용하여 결정하였으며, 안전성평가 기준은 다음과 같다.

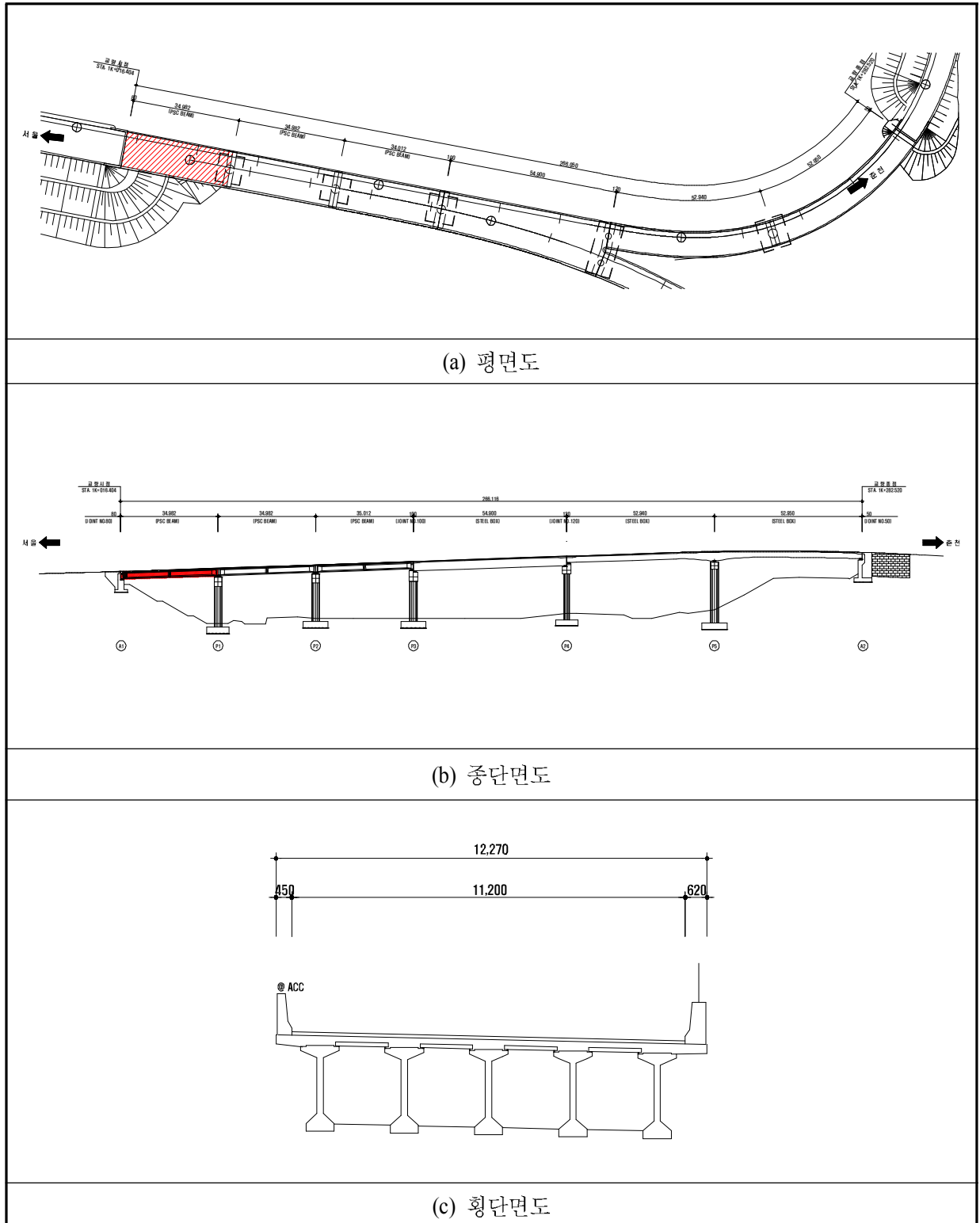
〈표 4.2.1〉 안전성평가 기준

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

4.3 신평 JCT R-A1교 안전성 검토

4.3.1 교량 일반도

안전성 검토를 위한 신평 JCT R-A1교의 일반도는 다음의 <그림 4.3.1>과 같다.



<그림 4.3.1> 신평 JCT R-A1교 평면도, 종단면도 및 횡단면도

4.3.2 검토조건

1) 교량형식 : 프리텐션방식 연속 합성 거더교

2) 경간 : 3@35.0=105.0m

3) 폭원 : B=12.270m

4) 하중 : ① 고정하중

- 철근콘크리트 : $\omega_{c1} = 25.0 \text{ kN/m}^3$

- 무근콘크리트 : $\omega_{c2} = 23.5 \text{ kN/m}^3$

- LMC 포장 : $\omega_p = 23.5 \text{ kN/m}^3$

② 활하중

- DB-24, DL-24 (1등교)

5) 사용재료 :

① 바닥판 :

- 콘크리트 : $f_{ck} = 27 \text{ MPa}$, $E_c = 4,700 \times \sqrt{f_{ck}} = 24,422 \text{ MPa}$

- 철근(SD40) : $f_y = 400 \text{ MPa}$, $E_c = 200,000 \text{ MPa}$

② Girder

- 콘크리트 : $f_{ck} = 40 \text{ MPa}$, $E_c = 3,300 \times \sqrt{f_{ck}} + 7,700 = 28,571 \text{ MPa}$

- 철근(SD40) : $f_y = 300 \text{ MPa}$, $E_c = 200,000 \text{ MPa}$

③ 프리캐스트 판넬

- 콘크리트 : $f_{ck} = 35 \text{ MPa}$, $E_c = 3,300 \times \sqrt{f_{ck}} + 7,700 = 27,223 \text{ MPa}$

6) 콘크리트의 허용응력

① 허용압축응력

- 크리프와 건조수축에 의한 손실이 일어나기 전

· 거더 : $0.60 \times f_{ci} = 19.20 \text{ MPa}$

- 모든 손실이 일어난 후 사용하중 상태

· 거더 : $0.40 \times f_{ck} = 16.00 \text{ MPa}$

· 바닥판 : $0.40 \times f_{ck} = 10.80 \text{ MPa}$

② 허용인장응력

- 크리프와 건조수축에 의한 손실이 일어나기 전(철근 없는 인장구역)
 - $1.40 MPa$ 또는 $0.25 \times \sqrt{f_{ci}}$ 중 작은값
 - 거더 : $1.40 MPa$
- 크리프와 건조수축에 의한 손실이 일어나기 전(철근 있는 인장구역)
 - 거더 : $0.5 \times \sqrt{f_{ci}} = 2.83 MPa$
- 모든 손실이 일어난 후 사용하중 상태(부착된 철근 있는 경우)
 - 거더 : $0.5 \times \sqrt{f_{ck}} = 3.16 MPa$
 - 바닥판 : $0.5 \times \sqrt{f_{ck}} = 2.60 MPa$

7) P.S 강재

- 프리스트레스 도입 직전 응력
 - 저 릴랙сей션 강연선 : $0.75 \times f_{pu} = 1,425.0 MPa$
 - 응력제거 강연선 : $0.70 \times f_{pu} = 1,330.0 MPa$
- 손실 발생후 사용하중 상태의 허용응력
 - $0.8 \times f_{py} = 1,280.0 MPa$

8) 계수하중조합

Load Case	작용하중	비고
Case-1	$1.3 \times M_d$	
Case-2	$1.3 \times M_d + 2.15 \times M_{L+i}$	

9) 참고문헌

- ① 도로교설계기준(한국도로교통협회)
- ② 콘크리트구조설계기준(콘크리트학회)
- ③ 도로설계요령(한국도로공사)

4.3.3 구조해석 결과

구조해석 결과는 발주처에서 제공한 “구조 및 수리계산서(7-08)”를 준용하여 다음과 같이 부재 및 단계별 응력을 정리하였다.

(1) 중앙부 단계별 응력집계

<표 4.3.1> 외측거더 응력집계 (부호규약 : (+) 인장, (-) 압축)

구 분		모멘트 (kN.m)	단면계수 (mm ³)		콘크리트 단면 휨응력(MPa)				강연 선 응 력 (MPa)
					바닥 판 상연	거 더			
						상연	하연	강연 선 도심	
1	거더 자중	3031.03	Zt2=	-500,065,110		-6.06			
			Zb2=	520,170,680			5.83		
			Zp21=	607,839,255				4.99	34.91
2	바닥판 자중	2410.80	Zt3=	-500,065,110		-4.82			
			Zb3=	520,170,680			4.63		
			Zp31=	607,839,255				3.97	27.76
3	합성후 2차 고정 하중	636.16	Zt5=	-1,284,854,814		-0.50			
			Zb5=	654,638,268			0.97		
			Zst5=	-1,142,374,888	-0.56				
			Zp5=	732,841,648				0.87	6.08
4	활하중	2179.07	Zt5=	-1,284,854,814		-1.70			
			Zb5=	654,638,268			3.33		
			Zst5=	-1,142,374,888	-1.91				
			Zp5=	732,841,648				2.97	20.81
계		8257.06			-2.46	-13.07	14.76	12.79	89.56

<표 4.3.2> 내측거더 응력집계 (부호규약 : (+) 인장, (-) 압축)

구 분		모멘트 (kN.m)	단면계수 (mm ³)		콘크리트 단면 휨응력(MPa)				강연 선 응 력 (MPa)
					바닥 판 상연	거 더			
						상연	하연	강연 선 도심	
1	거더 자중	3031.03	Zt2=	-500,065,110		-6.06			
			Zb2=	520,170,680			5.83		
			Zp21=	607,839,255				4.99	34.91
2	바닥판 자중	2360.96	Zt3=	-500,065,110		-4.72			
			Zb3=	520,170,680			4.54		
			Zp31=	607,839,255				3.88	27.19
3	합성후 2차 고정 하중	1390.67	Zt5=	-1,609,286,130		-0.86			
			Zb5=	677,266,796			2.05		
			Zst5=	-1,383,664,431	-1.01				
			Zp5=	752,891,093				1.85	12.93
4	활하중	1820.42	Zt5=	-1,609,286,130		-1.13			
			Zb5=	677,266,796			2.69		
			Zst5=	-1,383,664,431	-1.32				
			Zp5=	752,891,093				2.42	16.93
계		8603.08			-2.32	-12.78	15.11	13.14	91.95

(2) 1차 디본딩(Debonding)구간 단계별 응력집계

<표 4.3.3> 외측거더 응력집계 (부호규약 : (+) 인장, (-) 압축)

구 분		모멘트 (kN.m)	단면계수 (mm ³)		콘크리트 단면 휨응력(MPa)				강연 선 응 력 (MPa)
					바닥 판 상연	거 더			
						상연	하연	강연 선 도심	
1	거더 자중	1810.39	Zt2=	-500,065,110		-4.68			
			Zb2=	520,170,680		4.49			
			Zp21=	607,839,255			3.85	26.92	
2	바닥판 자중	1384.71	Zt3=	-500,065,110		-3.71			
			Zb3=	520,170,680		3.57			
			Zp31=	607,839,255			3.06	21.39	
3	합성후 2차 고정 하중	639.41	Zt5=	-1,284,854,814		-1.15			
			Zb5=	654,638,268		2.26			
			Zst5=	-1,142,374,888	-1.29				
			Zp5=	732,841,648			2.02	14.12	
4	활하중	1771.89	Zt5=	-1,284,854,814		-1.49			
			Zb5=	654,638,268		2.93			
			Zst5=	-1,142,374,888	-1.68				
			Zp5=	732,841,648			2.62	18.31	
계		5606.40			-2.97	-11.03	13.25	11.53	80.74

<표 4.3.4> 내측거더 응력집계 (부호규약 : (+) 인장, (-) 압축)

구 분		모멘트 (kN.m)	단면계수 (mm ³)		콘크리트 단면 휨응력(MPa)				강연 선 응 력 (MPa)
					바닥 판 상연	거 더			
						상연	하연	강연 선 도심	
1	거더 자중	1810.39	Zt2=	-500,065,110		-4.68			
			Zb2=	520,170,680			4.49		
			Zp21=	607,839,255				3.85	26.92
2	바닥판 자중	1465.59	Zt3=	-500,065,110		-3.58			
			Zb3=	520,170,680			3.45		
			Zp31=	607,839,255				2.95	20.64
3	합성후 2차 고정 하중	265.52	Zt5=	-1,609,286,130		-0.31			
			Zb5=	677,266,796			0.75		
			Zst5=	-1,383,664,431	-0.37				
			Zp5=	752,891,093				0.67	4.70
4	활하중	1822.85	Zt5=	-1,609,286,130		-1.10			
			Zb5=	677,266,796			2.61		
			Zst5=	-1,383,664,431	-1.28				
			Zp5=	752,891,093				2.35	16.46
계		5364.35			-1.64	-9.67	11.30	9.82	68.72

(2) 2차 디본딩(Debonding)구간 단계별 응력집계

<표 4.3.5> 외측거더 응력집계 (부호규약 : (+) 인장, (-) 압축)

구 분		모멘트 (kN.m)	단면계수 (mm ³)		콘크리트 단면 휨응력(MPa)				강연 선 응 력 (MPa)
					바닥 판 상연	거 더			
						상연	하연	강연 선 도심	
1	거더 자중	1,017.47	Zt2=	-500,065,110		-2.51			
			Zb2=	520,170,680			2.41		
			Zp21=	607,839,255				2.06	14.45
2	바닥판 자중	773.61	Zt3=	-500,065,110		-1.98			
			Zb3=	520,170,680			1.91		
			Zp31=	607,839,255				1.63	11.42
3	합성후 2차 고정 하중	431.49	Zt5=	-1,284,854,814		-0.75			
			Zb5=	654,638,268			1.46		
			Zst5=	-1,142,374,888	-0.84				
			Zp5=	732,841,648				1.31	9.14
4	활하중	1,096.97	Zt5=	-1,284,854,814		-0.88			
			Zb5=	654,638,268			1.73		
			Zst5=	-1,142,374,888	-0.99				
			Zp5=	732,841,648				1.54	10.81
계		3,319.54			-1.83	-6.12	7.51	6.55	45.82

<표 4.3.6> 내측거더 응력집계 (부호규약 : (+) 인장, (-) 압축)

구 분		모멘트 (kN.m)	단면계수 (mm ³)		콘크리트 단면 휨응력(MPa)				강연 선 응 력 (MPa)
					바닥 판 상연	거 더			
						상연	하연	강연 선 도심	
1	거더 자중	1,017.47	Zt2=	-500,065,110		-2.51			
			Zb2=	520,170,680			2.41		
			Zp21=	607,839,255				2.06	14.45
2	바닥판 자중	813.41	Zt3=	-500,065,110		-1.90			
			Zb3=	520,170,680			1.83		
			Zp31=	607,839,255				1.57	10.96
3	합성후 2차 고정 하중	147.05	Zt5=	-1,609,286,130		-0.19			
			Zb5=	677,266,796			0.46		
			Zst5=	-1,383,664,431	-0.23				
			Zp5=	752,891,093				0.42	2.92
4	활하중	1,317.76	Zt5=	-1,609,286,130		-0.70			
			Zb5=	677,266,796			1.66		
			Zst5=	-1,383,664,431	-0.81				
			Zp5=	752,891,093				1.49	10.45
계		3,295.69			-1.04	-5.31	6.36	5.54	38.77

4.3.4 안전성 검토

(1) 바닥판 안전성 검토

바닥판에 대한 안전성 검토를 수행한 결과 공칭강도 미만으로 평가되어 안전성을 확보하고 있는 것으로 나타났다.

〈표 4.3.7〉 바닥판 단면 휨검토

단면위치	Req. As (mm ²)	깊이 (mm)	피복 (mm)	사용철근량	M_u (kNm)	ϕM_n (kNm)	비고
중간바닥판 (지점부)	997	180	60	H16@150	58.09	75.83	O.K
캔틸레버부 (방호벽측)	1119	180	60	H16@150	64.75	75.83	O.K
캔틸레버부 (방음벽측)	1284	180	60	H16@150	73.67	75.83	O.K

(2) 외측거더 안전성 검토

〈표 4.3.8〉 중앙부 응력검토

구분		프리스트레스 도입직후			설계하중 작용시			
		1차 프리스트레스	거더 자중	합계	유효 프리스트레스	총하중	합계	비고
거더	상연	4.33	-6.06	-1.73	3.64	-13.07	-9.44	O.K.
	하연	-20.08	5.88	-14.25	-16.85	14.76	-2.09	O.K.
PS 콘크리트 허용응력		인장(+) : 2.83, 압축(-) : -19.20			인장(+) : 3.16, 압축(-) : -16.00			
바닥판					-	-2.46	-2.46	O.K.
바닥판 콘크리트 허용응력					인장(+) : 2.60, 압축(-) : -10.80			

<표 4.3.9> 1차 디본딩(debonding) 우측 응력검토

구분		프리스트레스 도입직후			설계하중 작용시			
		1차 프리스트레스	거더 자중	합계	유효 프리스트레스	총하중	합계	비고
거더	상연	4.31	-4.68	-0.37	3.57	-11.03	-7.46	O.K.
	하연	-19.94	4.49	-15.45	-16.55	13.25	-3.30	O.K.
PS 콘크리트 허용응력		인장(+) : 2.83, 압축(-) : -19.20			인장(+) : 3.16, 압축(-) : -16.00			
바닥판					-	-2.46	-2.46	O.K.
바닥판 콘크리트 허용응력					인장(+) : 2.60, 압축(-) : -10.80			

<표 4.3.10> 1차 디본딩(debonding) 좌측 응력검토

구분		프리스트레스 도입직후			설계하중 작용시			
		1차 프리스트레스	거더 자중	합계	유효 프리스트레스	총하중	합계	비고
거더	상연	3.48	-4.68	-1.19	3.03	-11.03	-8.01	O.K.
	하연	-16.14	4.49	-11.64	-14.01	13.25	-0.75	O.K.
PS 콘크리트 허용응력		인장(+) : 2.83, 압축(-) : -19.20			인장(+) : 3.16, 압축(-) : -16.00			
바닥판					-	-2.46	-2.46	O.K.
바닥판 콘크리트 허용응력					인장(+) : 2.60, 압축(-) : -10.80			

<표 4.3.11> 2차 디본딩(debonding) 우측 응력검토

구분		프리스트레스 도입직후			설계하중 작용시			
		1차 프리스트레스	거더 자중	합계	유효 프리스트레스	총하중	합계	비고
거더	상연	3.45	-2.51	0.94	2.90	-6.12	-3.22	O.K.
	하연	-15.97	2.41	-13.56	-13.44	7.51	-5.93	O.K.
PS 콘크리트 허용응력		인장(+) : 2.83, 압축(-) : -19.20			인장(+) : 3.16, 압축(-) : -16.00			
바닥판					-	-2.46	-2.46	O.K.
바닥판 콘크리트 허용응력					인장(+) : 2.60, 압축(-) : -10.80			

<표 4.3.12> 2차 디본딩(debonding) 좌측 응력검토

구분		프리스트레스 도입직후			설계하중 작용시			
		1차 프리스트레스	거더 자중	합계	유효 프리스트레스	총하중	합계	비고
거더	상연	1.92	-2.51	-0.59	1.74	-6.12	-4.38	O.K.
	하연	-8.89	2.41	-6.47	-8.05	7.51	-0.54	O.K.
PS 콘크리트 허용응력		인장(+) : 2.83, 압축(-) : -19.20			인장(+) : 3.16, 압축(-) : -16.00			
바닥판					-	-2.46	-2.46	O.K.
바닥판 콘크리트 허용응력					인장(+) : 2.60, 압축(-) : -10.80			

(2) 내측거더 안전성 검토

<표 4.2.13> 중앙부 응력검토

구분		프리스트레스 도입직후			설계하중 작용시			
		1차 프리스트레스	거더 자중	합계	유효 프리스트레스	총하중	합계	비고
거더	상연	4.33	-6.06	-1.73	3.66	-12.78	-9.12	O.K.
	하연	-20.08	5.83	-14.25	-16.94	15.11	-1.84	O.K.
PS 콘크리트 허용응력		인장(+) : 2.83, 압축(-) : -19.20			인장(+) : 3.16, 압축(-) : -16.00			
바닥판					-	-2.32	-2.32	O.K.
바닥판 콘크리트 허용응력					인장(+) : 2.60, 압축(-) : -10.80			

<표 4.3.14> 1차 디본딩(debonding) 우측 응력검토

구분		프리스트레스 도입직후			설계하중 작용시			
		1차 프리스트레스	거더 자중	합계	유효 프리스트레스	총하중	합계	비고
거더	상연	4.31	-4.68	-0.37	3.54	-9.67	-6.13	O.K.
	하연	-19.94	4.49	-15.45	-16.40	11.30	-5.10	O.K.
PS 콘크리트 허용응력		인장(+) : 2.83, 압축(-) : -19.20			인장(+) : 3.16, 압축(-) : -16.00			
바닥판					-	-2.32	-2.32	O.K.
바닥판 콘크리트 허용응력					인장(+) : 2.60, 압축(-) : -10.80			

<표 4.3.15> 1차 디본딩(debonding) 좌측 응력검토

구분		프리스트레스 도입직후			설계하중 작용시			
		1차 프리스트레스	거더 자중	합계	유효 프리스트레스	총하중	합계	비고
거더	상연	3.48	-4.68	-1.19	3.00	-9.67	-6.67	O.K.
	하연	-16.14	4.49	-11.64	-13.89	11.30	-2.59	O.K.
PS 콘크리트 허용응력		인장(+) : 2.83, 압축(-) : -19.20			인장(+) : 3.16, 압축(-) : -16.00			
바닥판					-	-2.32	-2.32	O.K.
바닥판 콘크리트 허용응력					인장(+) : 2.60, 압축(-) : -10.80			

<표 4.3.16> 2차 디본딩(debonding) 우측 응력검토

구분		프리스트레스 도입직후			설계하중 작용시			
		1차 프리스트레스	거더 자중	합계	유효 프리스트레스	총하중	합계	비고
거더	상연	3.45	-2.51	0.94	2.88	-5.31	-2.42	O.K.
	하연	-15.97	2.41	-13.56	-13.36	6.36	-6.99	O.K.
PS 콘크리트 허용응력		인장(+) : 2.83, 압축(-) : -19.20			인장(+) : 3.16, 압축(-) : -16.00			
바닥판					-	-2.32	-2.32	O.K.
바닥판 콘크리트 허용응력					인장(+) : 2.60, 압축(-) : -10.80			

<표 4.3.17> 2차 디본딩(debonding) 좌측 응력검토

구분		프리스트레스 도입직후			설계하중 작용시			
		1차 프리스트레스	거더 자중	합계	유효 프리스트레스	총하중	합계	비고
거더	상연	1.92	-2.51	-0.59	1.73	-5.31	-3.58	O.K.
	하연	-8.89	2.41	-6.47	-8.01	6.36	-1.65	O.K.
PS 콘크리트 허용응력		인장(+) : 2.83, 압축(-) : -19.20			인장(+) : 3.16, 압축(-) : -16.00			
바닥판					-	-2.32	-2.32	O.K.
바닥판 콘크리트 허용응력					인장(+) : 2.60, 압축(-) : -10.80			

4.4 내하력평가

4.4.1 개 요

교량구조물에 대한 올바른 내하력평가는 기존 교량을 유지 관리하는데 있어서 매우 중요한 역할을 한다. 도로교 검토 기준에 의하여 상부구조의 내하력평가는 허용응력설계법(WSD)과 강도설계법(USD)을 적용하였으며, 노면보정계수는 고려하지 않았다. 사용재료의 검토기준강도, 작용하중 및 제반계수는 구조검토 결과를 참조하였다.

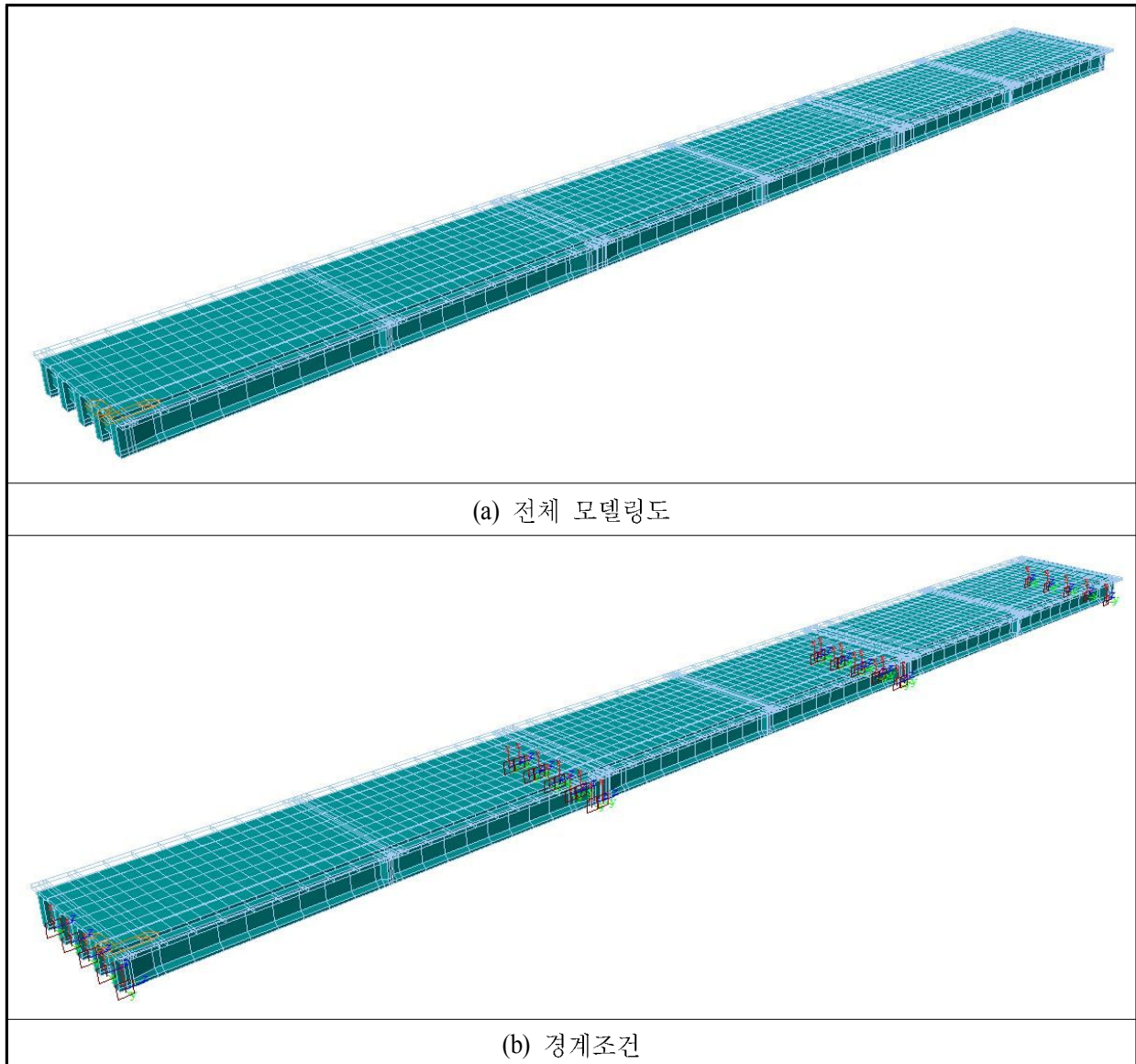
<표 4.4.1> 내하율 산정방법

허용응력설계법에 의한 내하율	강도설계법에 의한 내하율
$\circ \text{내하율(R.F)} = \frac{f_a - f_d}{f_l (1+i)}$ 여기서, RF : 교량평가계수(내하율) f_a : 주부재 사용재료의 허용응력 f_d : 고정하중 응력 $f_l (1+i)$: 충격을 고려한 활하중 응력	$\circ \text{내하율(R.F)} = \frac{\phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_l M_l (1+i)}$ 여기서, ϕM_n = 극한 저항모멘트 M_d = 고정하중모멘트 M_l = 설계 활하중에 의한 모멘트 γ_l = 활하중 계수 = 2.15 γ_d = 고정하중 계수 = 1.30
○공용내하력 $P_n = R.F \cdot K_s \cdot P_{DB}$ 여기서, P_n : 공용내하력 $R.F$: 교량평가계수(내하율) K_s : 처짐 혹은 응력보정계수 $\left(\frac{\delta_{\text{계산}}}{\delta_{\text{실측}}} \times \frac{1+i_{\text{계산}}}{1+i_{\text{실측}}} , \frac{\varepsilon_{\text{계산}}}{\varepsilon_{\text{실측}}} \times \frac{1+i_{\text{계산}}}{1+i_{\text{실측}}} \right)$ P_{DB} : 설계하중(DB-24)	

4.4.2 재하차량 구조해석

(1) 전체계 모델링

응답보정계수 산정을 위한 구조해석을 수행하였으며, 3경간 연속교로 전체 모델링을 수행하고 처짐 및 고유진동수를 각각 산정하였다. 이를 나타내면 다음의 <그림 4.4.1>과 같다.

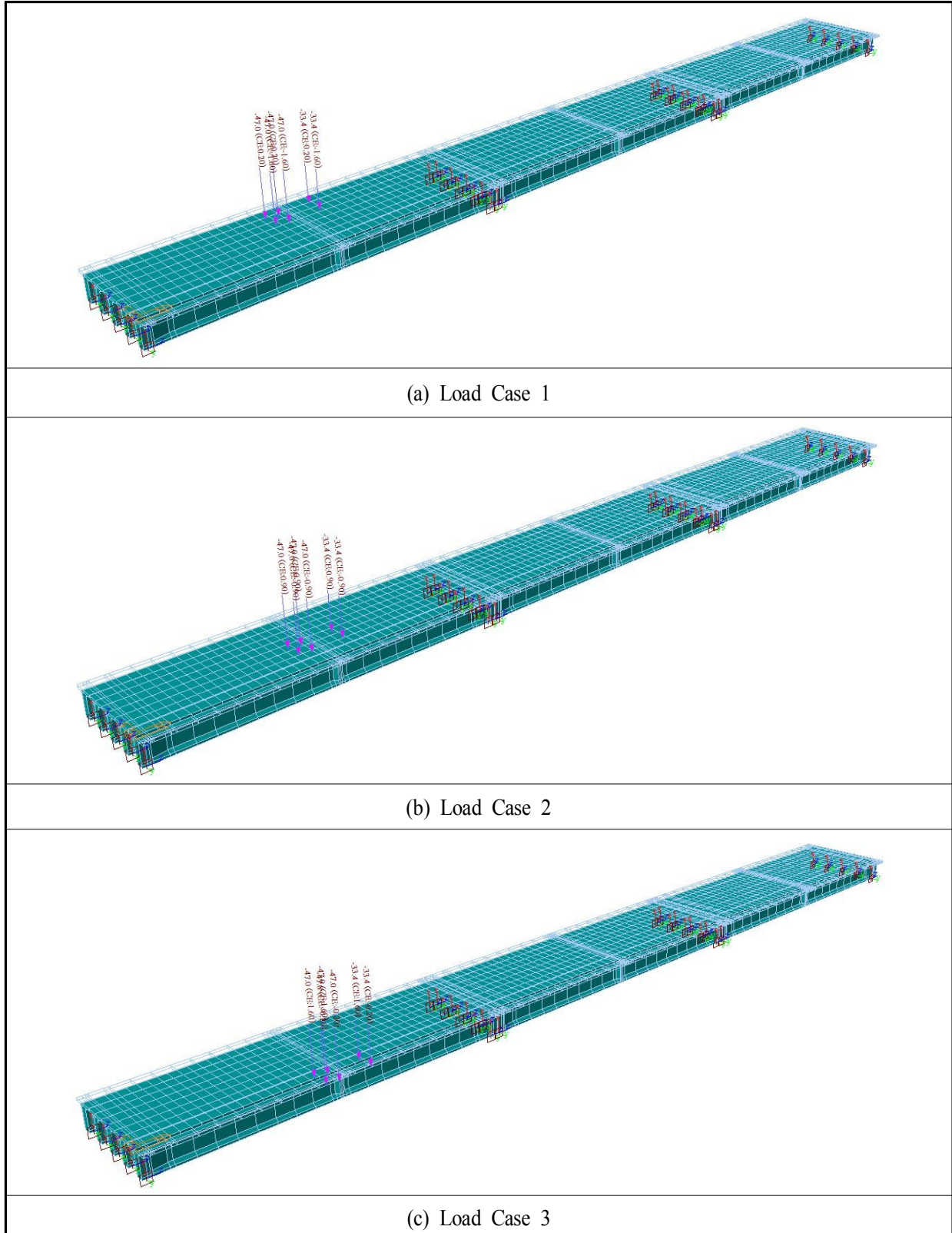


<그림 5.3.1> 신평 JCT R-A1교 모델링도

(

2) 신평 JCT R-A1교 하중재하

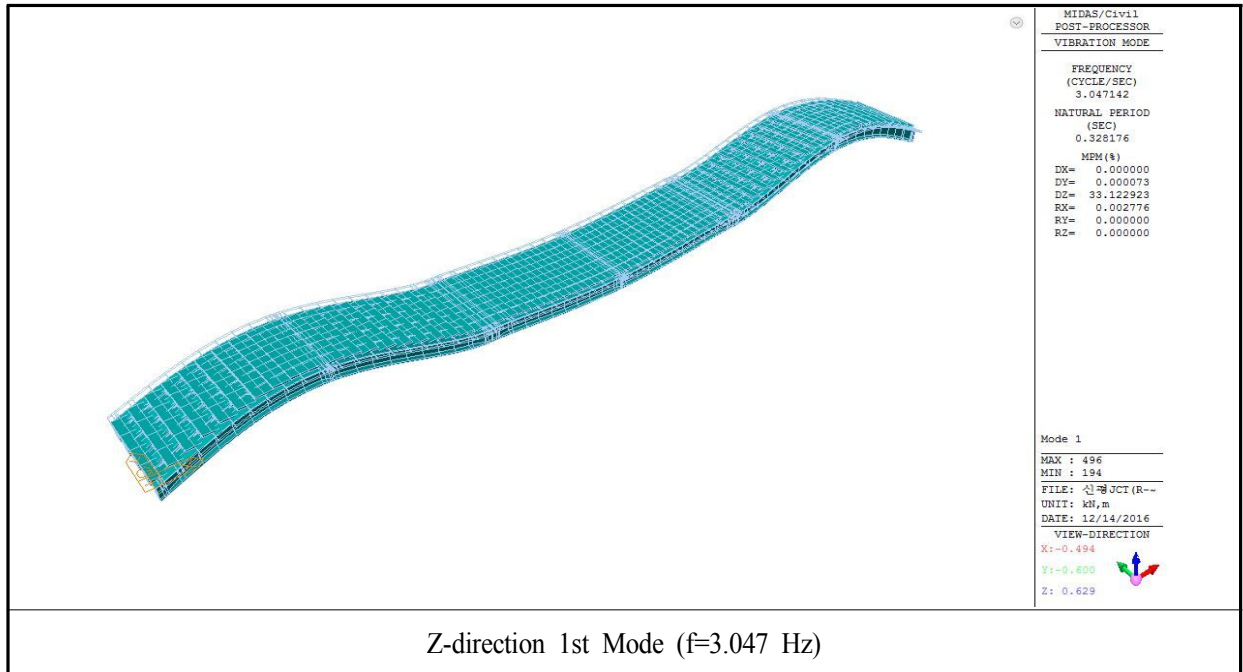
신평 JCT R-A1교의 재하차량에 대한 모델링을 Load Case별로 다음의 <그림 4.4.2>에 각각 나타내었다.



<그림 4.4.2> 신평 JCT R-A1교 Load Case별 하중재하도

(3) 고유치 해석

신평 JCT R-A1교의 고유치 해석을 수행하였으며, 계측값과 비교하기 위하여 연직방향 (Z-Dir) 모드에 대하여 산정하였다.



<그림 4.4.3> 신평 JCT R-A1교 고유치 해석

4.4.3 기본 내하력 산정

(1) 응답보정계수(K_s) 산정

<표 4.4.2> 서울방면 계측 및 해석 처짐 결과

재하경우		Gage No.	G1	G3	G5	비고
			DT1	DT2	DT3	
LC 1	계측		-1.345	-0.505	0.117	
	해석		-2.079	-0.742	0.354	
	K_s		1.55	1.47	3.03	
LC 2	계측		-0.612	-0.92	-0.623	외측 및 내측거더 적용
	해석		-0.72	-0.926	-0.712	
	K_s		1.18	1.01	1.14	
LC 3	계측		0.114	-0.544	-1.342	
	해석		0.353	-0.735	-2.062	
	K_s		3.10	1.35	1.54	

<표 4.4.3> 응답보정계수 산정

구 분		$\delta_{\text{해석}}$	$\delta_{\text{계측}}$	$\frac{\delta_{\text{해석}}}{\delta_{\text{계측}}}$	$\frac{i_{\text{해석}} + 1}{i_{\text{계측}} + 1}$	K_s
서울 방면	내측거터	-0.926	-0.920	1.01	1.07	1.08
	외측거터	-0.712	-0.623	1.14	1.07	1.22

(2) 허용응력설계법에 의한 내하율 산정

<표 4.4.4> 허용응력설계법에 의한 내하율 산정

구 분		f_a (MPa)	f_d (MPa)	f_p (MPa)	$f_l(1+i)$ (MPa)	내 하율(R.F)
서울 방면	내측거터	3.16	4.70	8.01	1.66	3.90
	외측거터	3.16	5.78	8.05	1.73	3.14

(3) 기본내하력 산정

<표 4.4.5> 기본내하력 산정

구 분		기본내하율(R.F)	설계하중	기본내하력	비고
서울 방면	내측거터	3.90	DB-24	DB-93.60	DB-24 이상
	외측거터	3.14	DB-24	DB-75.36	DB-24 이상

4.4.4 공용 내하력평가

<표 4.4.6> 공용내하력 평가

구 분		기본내하율(R.F)	설계하중	응력보정계수(K_s)	공용내하력	비고
서울 방면	내측거터	3.90	DB-24	1.08	DB-101.08	DB-24 이상
	외측거터	3.14	DB-24	1.22	DB-91.94	DB-24 이상

제 5 장 상태평가 및 안전성평가

5.1 외관상태에 의한 평가

5.2 비파괴조사에 의한 평가

5.3 구조안전성 및 내하력에 의한 평가

5.4 종 합 평 가

제 5 장 상태평가 및 안전성 평가

5.1 외관상태에 의한 평가

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조 형식	바닥판	거더	가로보	신축 이음	포장	배수 시설	난간 연석	교량 받침	교대 교각	기초	탄산화		염화물	
												(상)	(하)	(상)	(하)
S1,A1	개량형 PSC BEAM	a	b	a	a	a	a	a	a	b	q	x	a	x	x
S2,P1		a	a	a	x	a	a	a	a	b	q	x	x	x	x
S3,P2		a	a	a	x	a	a	a	a	b	q	x	x	x	x
S4,P3		b	a	a	a	a	a	a	a	a	q	a	a	x	x
S5,P4	STB	a	a	a	x	a	a	a	a	b	q	a	x	x	x
S6,P5		a	a	a	x	a	a	a	a	b	q	x	a	x	x
A2					a				a	a	q		x	x	x
평균		0.117	0.117	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.171	0.000	0.100	0.100	0.000	0.000
가중치		18	20	5	9	7	3	2	9	20	0	4	3	0	0
(평균X가중치) /가중치합		0.021	0.023	0.005	0.009	0.007	0.003	0.002	0.009	0.034	0.000	0.004	0.003	0.000	0.000
1. 환산 결함도 점수												0.121			
2. 상태평가 결과												A			

5.2 내구성조사에 의한 평가

5.2.1 콘크리트 강도

구 분	측정 회수	반발경도법 (MPa)	설 계 강도 (MPa)	판 정
교대	1	27.6	24.0	양호
교각	2	27.8~31.2	27.0	양호
바닥판하면	2	31.3~35.8	27.0	양호

- 비파괴시험 대상 부재별 압축강도시험 결과, 측정값은 설계값과 유사하거나 상회하는 것으로 나타나 콘크리트 강도저하에 따른 문제점은 없는 것으로 판단된다.

5.2.2 철근배근 탐사

구 분	주철근 간격(mm)		주철근 피복두께(mm)		판 정
	측정치	설계치	측정치	설계치	
교대	258	250	54	50	양 호
교각	103~115	100	94~103	100	양 호
바닥판	122	125	41~52	40	양 호

- 각 부재의 배근간격은 설계도와 거의 일치하는 것으로 조사되었으며, 피복두께는 다소의 편차는 있으나 시방기준 이상의 최소피복을 확보하고 있는 것으로 확인되었다.

5.2.3 탄산화깊이 측정결과

구 분	탄산화 깊이	순피복두께	평가결과	판 정
교대	0.5mm	54mm	a 등급	양 호
교각	0.5mm	94~103mm	a 등급	양 호
바닥판하면	0.5mm	41~52mm	a 등급	양 호

- 탄산화 진행깊이의 측정결과 전구간의 각 부재에서 탄산화 잔여깊이가 30mm이상으로 나타나 탄산화에 의한 철근의 부식발생 가능성은 없는 것으로 검토되었다.

5.3 구조안전성 및 내하력에 의한 평가

신평JCT Ramp-A1교에 대한 안전율(SF) 산정결과, 작용력에 대한 저항력의 범위가 허용응력 범위 안에 있으며, 안전율이 1.0이상이므로 안전성 평가기준에 의거 평가결과는 “A”로 평가되었다.

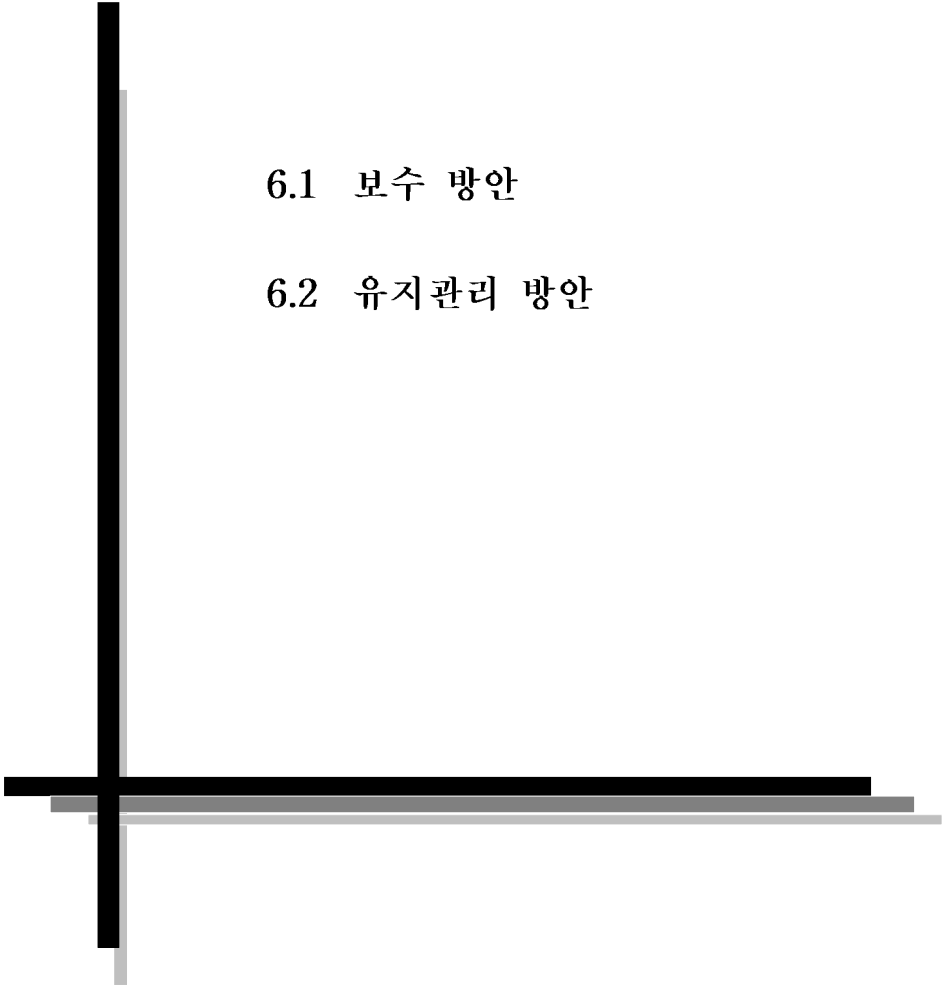
본 구간의 내하력평가 결과는 각 부재별 내하력이 DB-24이상의 내하력을 확보하고 있는 것으로 나타났으며, 재하시험에 의한 응답보정계수를 고려한 공용내하력이 1.0 이상이므로 안전성은 확보하고 있는 것으로 판단된다.

5.4 종합평가

종합평가등급			
평가구분	상태평가	안전성 평가	종합평가
평가등급	a등급 (결함지수=0.121)	a등급 SF > 1.0	A등급
종합평가 결 과	• 종합평가등급 : A등급		



제 6 장 보수 및 유지관리방안



6.1 보수 방안

6.2 유지관리 방안

제 6 장 보수 및 유지관리 방안

6.1 보수 방안

구 분	손상내용	단 위	손상수량	보수공법	비 고
교면포장	상태양호	-	-	-	-
배수시설	상태양호	-	-	-	-
방호벽	상태양호	-	-	-	-
신축이음	상태양호	-	-	-	-
바닥판하면	상태양호	-	-	-	-
콘크리트 거더 S1-G1~G5	콘크리트 들뜸	m ²	0.1	단면보수	10EA
콘크리트 가로보	상태양호	-	-	-	-
강재 거더 내·외부	상태양호	-	-	-	-
강재 가로보 및 세로보	상태양호	-	-	-	-
교량받침	상태양호	-	-	-	-
교대	상태양호	-	-	-	-
교각 P1	망상균열	m ²	2.00	표면처리	-
	코핑부 상면 자재적치	m ²	1.00	청소	-
교각 P2	균열(0.3mm미만)	m	1.00	표면처리	-
	코핑부 상면 자재적치	m ²	1.00	청소	-
교각 P4	폐콘크리트 퇴적	m ²	6.00	청소	-
	폐콘크리트 퇴적	m ²	1.00	청소	-
	재료분리	m ²	2.00	단면보수	-
교각 P5	재료분리	m ²	0.25	단면보수	-
	균열(0.3mm미만)	m	1.00	표면처리	-

6.2 유지관리 방안

본 교량에 대한 초기점검 결과에 따라 본 절에서는 향후 실시할 점검시 교량의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여 수행하여야 할 주요 유지관리 항목을 설정하였다. 이러한 항목들은 결함의 진전여부 및 재발생 여부를 주기적으로 관찰함으로써 향후 더 크게 발전할 가능성이 있는 결함부위에 대한 원인을 분석하여 사전에 예방하고자 중점유지관리 방안을 제시하였다.

구 분		중 점 유 지 관 리 방 안
교면포장		• 주요 점검항목 - 공통 : 균열, 파손 - 신축이음 전후, 구조물 경계부 : 단차, 접속도로 침하 - 배수구 주변 : 이물질 및 토사퇴적
신축장치		• 주요 점검항목 - 본체 : 충격음, 본체유동 및 파손, 유간부족 및 유간과다, 유간부 오물퇴적, 방수재(Seal재) 손상으로 인한 누수 - 후타재 : 구조물 경계부 포장침하로 인한 단차, 콘크리트 품질불량·열화에 의한 균열·파손, 단차·충격에 의한 후타재 균열·파손
방호벽		• 주요 점검항목 - 방호벽 : 균열, 박리, 파손
배수시설		• 주요 점검항목 - 배수구 : 그레이팅 파손, 오물퇴적, 막힘 - 배수관 : 부식 및 파손, 연결부 상태불량, 탈락
바닥판		• 주요 점검항목 - 균열, 박락 - 백태, 변색, 열화 - 철근노출 및 부식 - 재료분리
받침장치		• 주요 점검항목 - 가동받침의 신축유간 부족, 가동받침 전·후방의 가동장애 요소, 받침과 거더의 밀착상태, 받침의 편기상태, 가동면 부식, 신축유간 부족, 연단거리 부족 - 받침콘크리트 : 균열 및 파손
하 부 구 조	교 대 교 각	• 주요 점검항목 - 공 통 : 교대 회전(기울음), 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 백태 - 교각두부 : 교각두부 및 받침부 균열 및 파손 - 교대두부 : 두부 물고임, 받침부 균열 및 파손, 두부와 홍벽 경계부 균열, 거더와 홍벽 신축유간 부족 - 교대벽체 : 수직균열 및 침하, 구체와 날개벽 분리
	기 초	• 주요 점검항목 - 공 통 : 박리, 박락, 철근노출, 백태, 침식, 세굴, 측방유동, 침하, 하부구조물 기울음 및 전도

제 7 장 결 론

7.1 현장조사 결과

7.2 내구성조사 결과

7.3 재하시험 및 내하력평가 결과

7.4 시설물 평가

7.5 종합결론

제 7 장 결 론

7.1 현장조사 결과

신평JCT Ramp-A1교의 현장조사 시 상부구조 및 하부구조에 대한 점검을 위하여 굴절차 (교량점검차)를 이용하였다. 대상 구조물에 대한 외관조사 결과, 교량의 안전성을 저해할 만한 손상은 없는 것으로 판단된다.

부 제	외 관 조 사 결 과	비 고
교면포장	- 신평JCT Ramp-A1교의 포장은 아스팔트 포장으로 T=80.0mm으로 확인되었다. 교면포장의 외관조사 결과, 설계도서와 부합되는 시공 상태로 확인되었다. - 교면포장부에서 주로 발생하는 포트홀, 라벨링, 패임 등에 대한 결과 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 점검되었다.	
배수시설	- 신평JCT Ramp-A1교의 배수시설은 육교형으로 시공되어 있다. 배수시설에서 확인되기 쉬운 배수관의 연결 불량, 지지대 파손, 유도배수관 길이부족에 대한 손상은 외관조사 결과 없는 것으로 나타났고, 배수시설 전반적으로 양호한 상태로 확인되었다. - 공용시 차량통행등 환경적 요인에 의한 배수구 이물질 퇴적이 발생할 우려가 있으므로 주기적인 관찰 및 이물질 퇴적시 청소 등의 조치가 요구된다.	
방호벽	- 신평JCT Ramp-A1교의 상부구조는 PSC BEAM + ST. Box 형식으로 거더 중간측에는 가로보가 설치되어 있다. - 외관조사 결과, 설계도서와 동일한 시공 상태로 확인되었으며, 일부 구간에서 철근노출이 확인 되었으며, 마감불량에 의한 손상으로 단면보수 등의 조치가 요구된다. - 콘크리트 구조물에서 발생되기 쉬운 균열, 파손, 굽힘 또한 발생하지 않은 양호한 상태로 확인되었다. 차후 손상의 발생 여부에 대한 지속적인 주의관찰이 요구된다.	

부 제	외 관 조 사 결 과	비 고
신축이음장치	◦ 신평JCT Ramp-A1교의 신축이음 장치는 Compoflex Modular Joint이다. ◦ 신축이음의 본체 부식, 파손, 접속슬래브와의 단차 등이 발생되지 않은 양호한 상태로 조사되었으며, 지속적인 점검을 통한 손상의 발생 확인 등의 유지관리가 요구된다.	
바닥판하면	◦ 신평JCT Ramp-A1교의 상부구조는 PSC BEAM + ST. Box 형식으로 거더 중간측에는 가로보가 설치되어있다. ◦ 외관조사 결과, 설계도서와 동일한 시공 상태로 확인되었으며, 특이한 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다. ◦ 콘크리트 구조물에서 발생되기 쉬운 균열, 파손, 굽힘 또한 발생하지 않은 양호한 상태로 확인되었다. 차후 손상의 발생 여부에 대한 지속적인 주의관찰이 요구된다.	
콘크리트 거더 및 가로보	◦ 신평JCT Ramp-A1교의 상부구조는 PSC BEAM + ST. Box로 시공되었다. ◦ 외관조사 결과 거더 외부에는 균열, 백태, 파손 등이 발생하지 않은 양호한 상태로 확인되었다. ◦ 일부 구간 교량받침 매립부 콘크리트 들뜸 등의 손상이 발생 하였으며, 손상부는 단면보수 등의 조치가 요구된다. ◦ 가로보는 호한 상태로 조사되었다.	
강재 거더 및 가로보, 세로보	◦ 신평JCT Ramp-A1교의 상부구조는 ST. Box로 강재 가로보 및 세로보가 시공되었다. ◦ 외관조사 결과 거더 내·외부에는 도장박리, 굽힘, 부식 등이 발생하지 않은 양호한 상태로 확인되었다. 가로보 및 세로보 또한 양호한 상태로 조사되었다. ◦ 강 거더 및 가로보, 세로보는 차후 공용년수 증가에 따라 도장 부식, 박리 등의 손상이 발생할 우려가 있으므로 손상의 발생여부에 대한 지속적인 관찰이 요구된다.	

부 재	외 관 조 사 결 과	비 고
교량받침	◦ 신평JCT Ramp-A1교는 EQS+OMEQS+FDB를 적용한 구조이며, EQS 17개소, OMEQS 10개소, FDB 12개소, 총 39개소가 시공되어 있다. ◦ 받침장치 본체의 외관상태는 도장손상, 무수축물탈 균열, 받침콘크리트 균열, 파손 등의 손상이 없는 전체적으로 양호한 상태로 확인되었다.	
교대/교각	◦ 신평JCT Ramp-A1교의 하부구조는 역T형 교대 2기와 T형 교각 5기로 구성되었다. ◦ 외관조사 결과, 전반적으로 양호한 상태이며, 일부 구간에서 폭 0.3mm 미만의 균열, 망상균열, 재료분리 등의 손상이 나타났다. 손상부는 하부구조의 내구성 향상을 위해 표면처리, 단면보수 등의 조치가 필요하며, 하부 폐 콘크리트, 폐 자재 적치 구간은 청소 등의 조치가 요구된다. ◦ 하부구조는 지속적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 등의 조사가 요구된다.	

7.2 내구성조사 결과

- 비파괴시험 대상 부재별 압축강도시험 결과, 측정값은 설계값과 유사하거나 상회하는 것으로 나타나 콘크리트 강도저하에 따른 문제점은 없는 것으로 판단된다.
- 각 부재별 철근배근탐사 결과, 철근배근 간격 및 피복두께는 설계치와 비교하여 거의 일치하는 것으로 조사되어 시공상의 철근배근상태는 적절한 것으로 평가된다.
- 철근배근탐사 위치에서의 탄산화깊이 측정 결과, 탄산화의 진행은 거의 없는 상태로서 탄산화 진행에 따른 철근의 부식 우려는 없는 것으로 판단된다.

7.3 재하시험 및 내하력평가 결과

7.3.1 재하시험 결과요약

분석항목	분 석 결 과											
시험트럭	· 재하하중 : 설계하중의 60.1% · 총중량 : 259.70kN											
정적 DATA	구 분	게이지	LC1	LC2	LC3							
	치 짐	DT1	-1.345	-0.612	0.114							
		DT2	-0.505	-0.920	-0.544							
		DT3	0.117	-0.623	-1.342							
	변형률	ST1	22.382	9.877	2.754							
		ST2	10.005	15.737	9.730							
		ST3	2.348	9.748	22.672							
		ST4	-8.641	-3.057	-0.892							
		ST5	-3.773	-6.084	-3.138							
하중횡분배	· 처짐 및 변형률에 의한 하중의 횡분배 분석결과 교량의 횡분배 효과는 양호한 상태로 판단된다.											
충격계수	<table><tr><td>구 분</td><td>실측 충격계수</td><td>이론충격계수</td><td>비 고</td></tr><tr><td>분석값</td><td>0.119</td><td>0.200</td><td></td></tr></table>				구 분	실측 충격계수	이론충격계수	비 고	분석값	0.119	0.200	
	구 분	실측 충격계수	이론충격계수	비 고								
분석값	0.119	0.200										
· 충격계수 분석결과 실측 충격계수는 이론 충격계수에 비해 낮은 수준으로 분석됨에 따라 충격의 효과가 작은 상태로 판단된다.												
고유진동수	<table><tr><td>구 분</td><td>실측 고유진동수</td><td>이론고유진동수</td><td>비 고</td></tr><tr><td>분석값</td><td>3.125~3.418</td><td>3.047</td><td></td></tr></table>				구 분	실측 고유진동수	이론고유진동수	비 고	분석값	3.125~3.418	3.047	
	구 분	실측 고유진동수	이론고유진동수	비 고								
분석값	3.125~3.418	3.047										
· 실측고유진동수가 이론고유진동수에 비해 큰 것으로 분석되어 교량의 거동 상태는 양호한 것으로 판단된다.												

하용응력설계법에 의한 내하율 산정

구 분		f_a (MPa)	f_d (MPa)	f_p (MPa)	$f_t(1+i)$ (MPa)	내하율(R.F)
서울 방면	내측거터	3.16	4.70	8.01	1.66	3.90
	외측거터	3.16	5.78	8.05	1.73	3.14

기본내하력 산정

구 분		기본내하율(R.F)	설계하중	기본내하력	비고
서울 방면	내측거터	3.90	DB-24	DB-93.60	DB-24 이상
	외측거터	3.14	DB-24	DB-75.36	DB-24 이상

7.3.3 공용내하력 평가

구 분		기본내하율 (R.F)	설계하중	응력보정계수 (K_s)	공용내하력	비고
서울 방면	내측거터	3.90	DB-24	1.08	DB-101.08	DB-24 이상
	외측거터	3.14	DB-24	1.22	DB-91.94	DB-24 이상

내하력 평가결과 공용내하력은 설계하중인 DB-24를 상회하는 것으로 평가되었다.

7.4 시설물 평가

종합평가등급			
평가구분	상태평가	안전성 평가	종합평가
평가등급	a등급 (결함지수=0.121)	a등급 SF > 1.0	A등급
종합평가 결 과	• 종합평가등급 : A등급		

신평JCT Ramp-A1교에 대한 안전율(SF) 산정결과, 작용력에 대한 저항력의 범위가 허용응력 범위 안에 있으며, 안전율이 1.0이상이므로 안전성 평가기준에 의거 평가결과는 “A”로 평가되었다.

본 구간의 내하력평가 결과는 각 부재별 내하력이 DB-24이상의 내하력을 확보하고 있는 것으로 나타났으며, 재하시험에 의한 응답보정계수를 고려한 공용내하력이 1.0 이상이므로 안전성은 확보하고 있는 것으로 판단된다.

7.5 종합결론

점검대상 교량인 신평JCT Ramp-A1교에 대하여 “안전점검 및 정밀안전진단 세부지침”에 의거 현재 교량의 상태를 판단한 결과, 관찰된 손상부에 대한 보수가 대부분 완료된 상태로서 외관조사에 의한 상태평가 등급은 A등급으로 평가되었으며, 관찰된 결함이 경미고 안전성을 저해할 만한 손상은 없는 것으로 조사되었다. 본 구조물에 대한 상태평가 및 안전성 평가를 종합한 결과 종합평가는 A등급으로 산정되었다.

향후 교량의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 관리주체의 적극적인 유지관리가 요구된다.