

제Ⅱ편

시 설 물 편

제1장

향남IC교

제 1 장

향남IC교

- 1.1 시설물의 개요
- 1.2 자료수집 및 분석
- 1.3 현장조사 및 시험(2023년 정밀안전점검 결과)
- 1.4 내진성능평가
- 1.5 종합결론

제1장 향남IC교

1.1 시설물의 개요

1.1.1 일반사항

향남IC교는 경기도 화성시 향남읍 하길리 일원에 위치한 연장 50.1m의 Precom형식으로 2014년 04월에 준공되어 약 9년간 공용중인 교량 구조물이며, 시설물의 현황은 아래 표와 같다.

〈표 1.1〉 향남IC교 현황표

구 분		내 용	구 분		내 용
시설물명		향남IC교	시설물번호		BR2014-0000410
준공년월일		2014년 04월 15일	관리번호		-
시설물위치		경기도 화성시 향남읍 하길리			
설계하중		DB-24/DL-24	노선명		국도82호선
제원	연장	L = 50.1m			
	폭원	B = 20.9m(왕복 4차선)			
구조 형식	상부	Precom	기초 형식	교대	직접기초
	하부	역T형		교각	-
교량받침		탄성받침	신축이음		New Monocell Joint (A1, A2)
교차시설물 (도로, 철도, 하천)		국도43호선	통과높이		약 5.6m
부착시설		-			
기 타		※ 설계도서 및 구조계산서 유무 : 준공도서 보유			



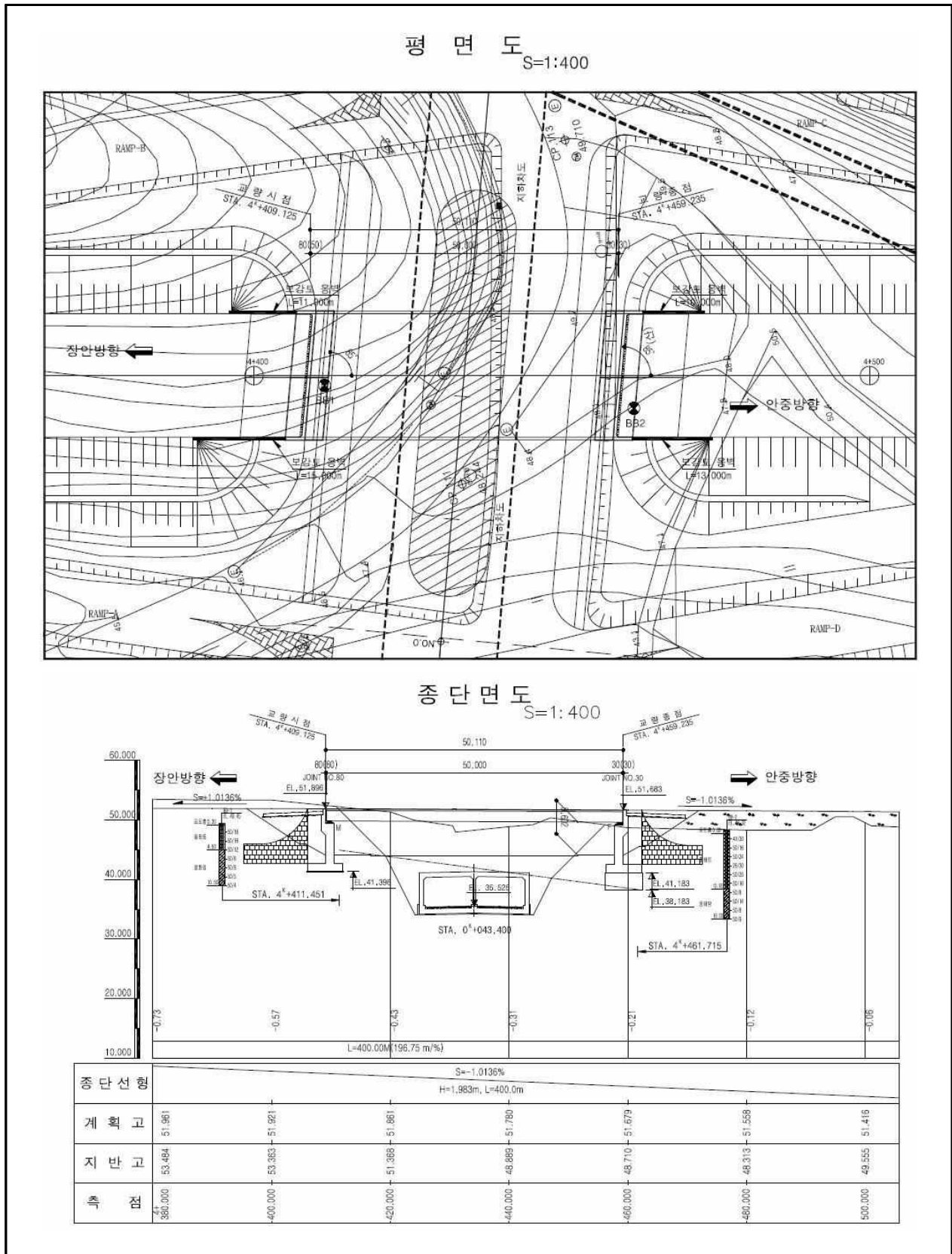
상부전경



측면전경

〈사진 1.1〉 시설물 및 외관조사 전경

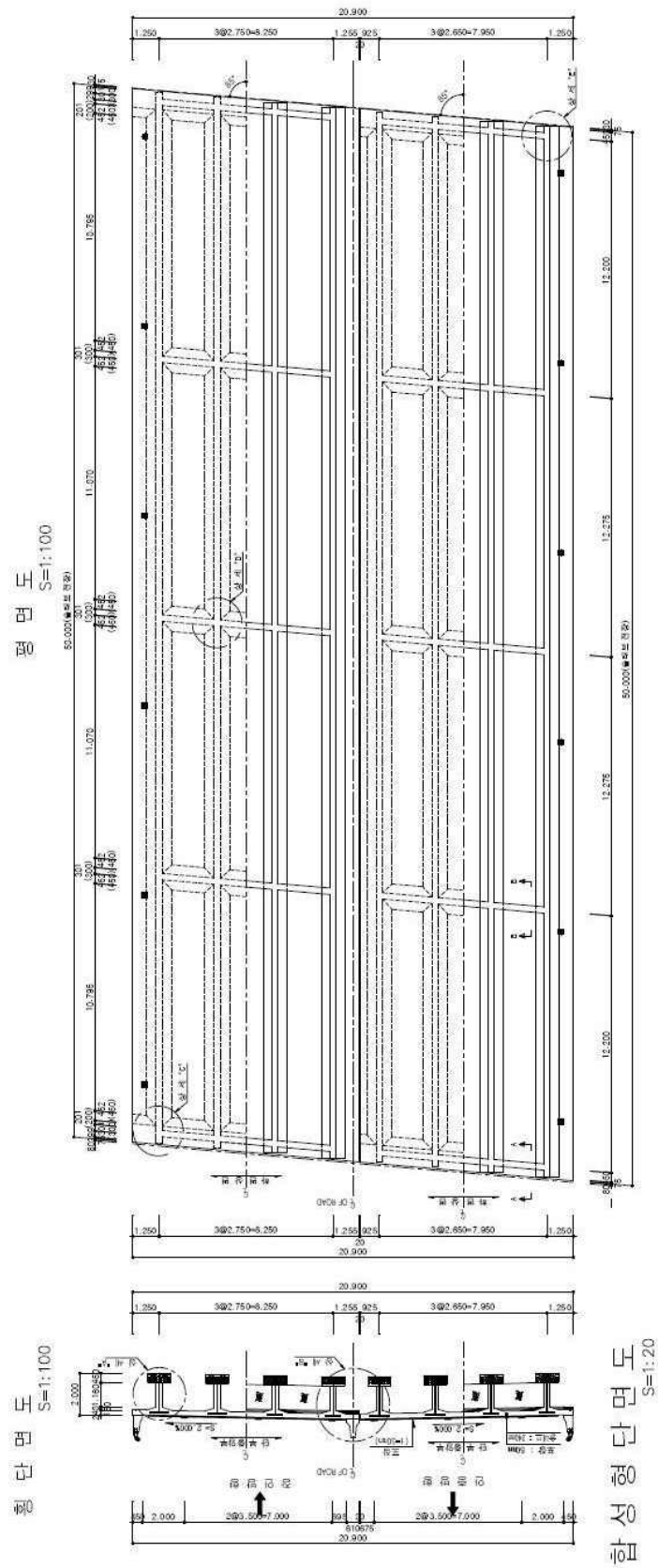
1.1.2 주요도면



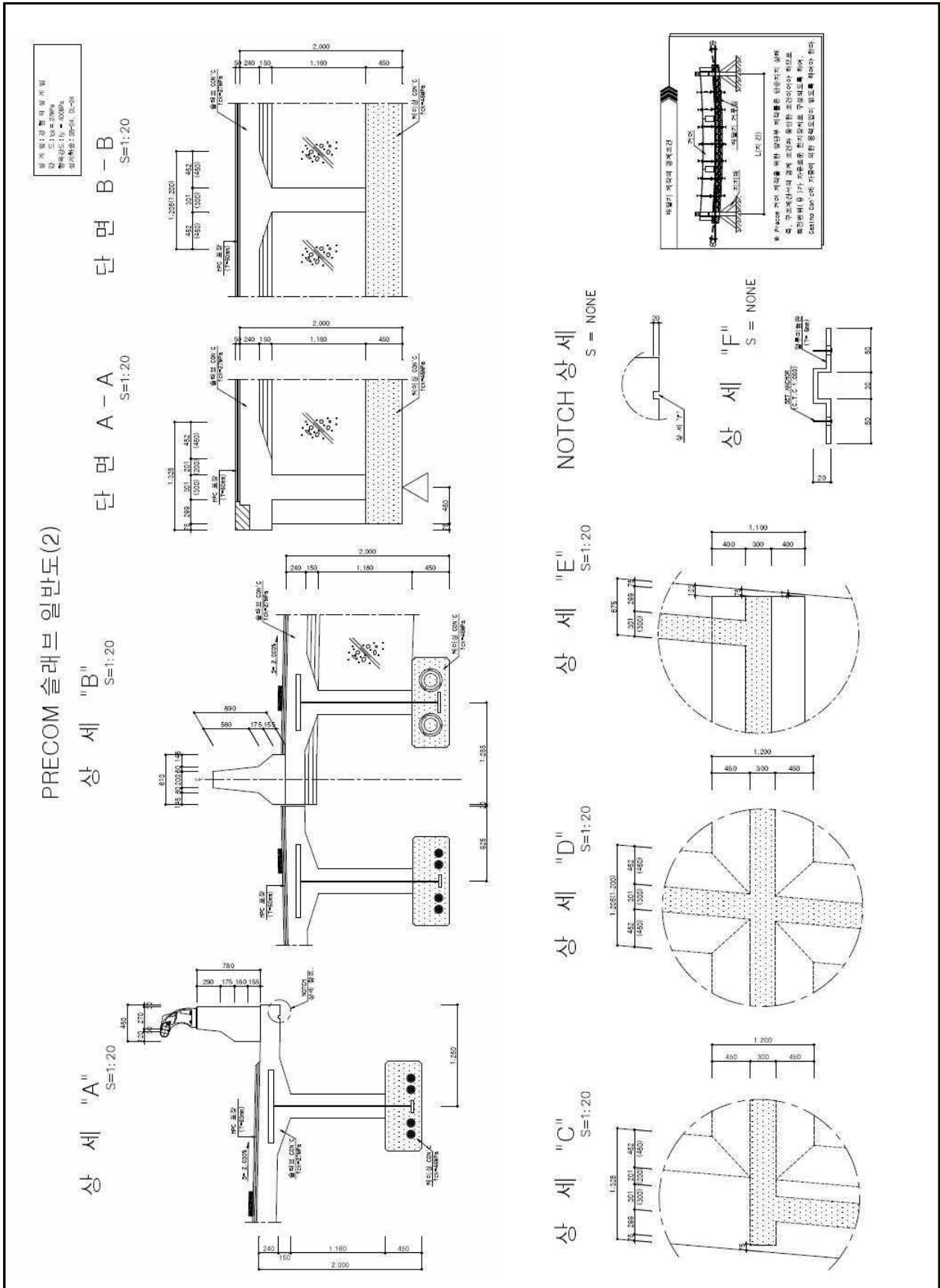
〈그림 1.1〉 종평면도

PRECOM 슬래브 일반도(1)

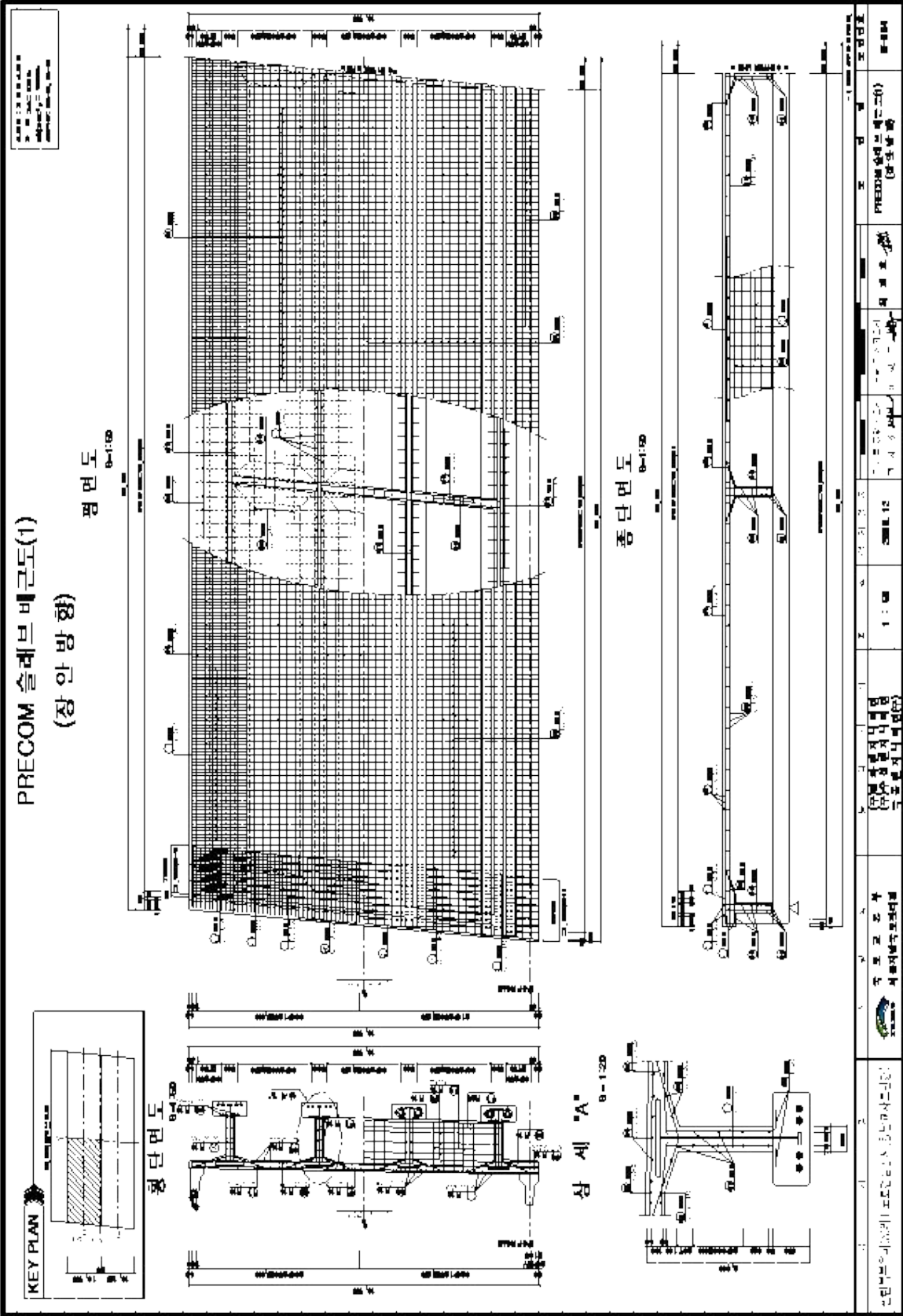
설계도면: 100-01, 10-01
 설계도면: 100-01, 10-01
 설계도면: 100-01, 10-01



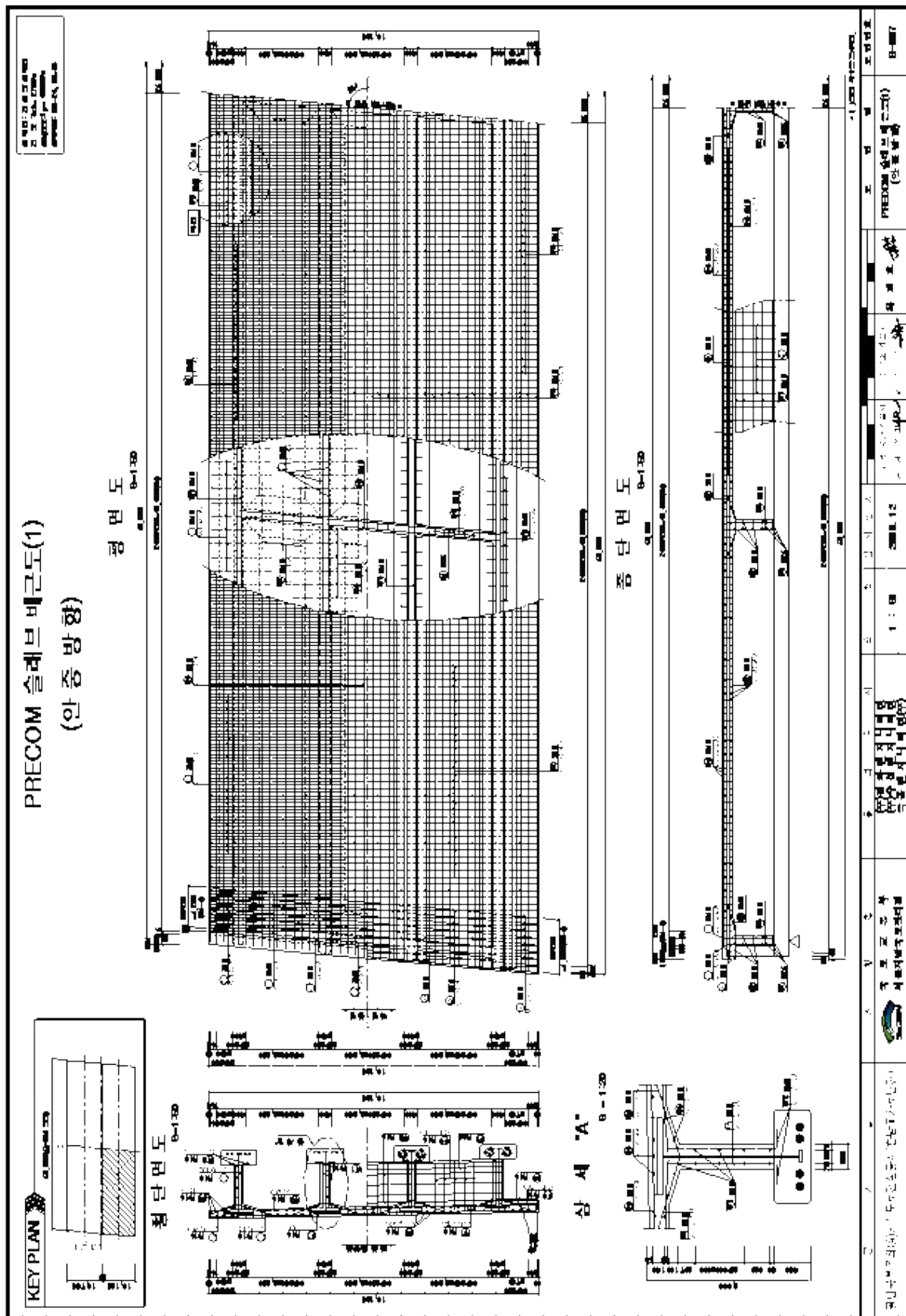
〈그림 1.2〉 슬래브 일반도(1)



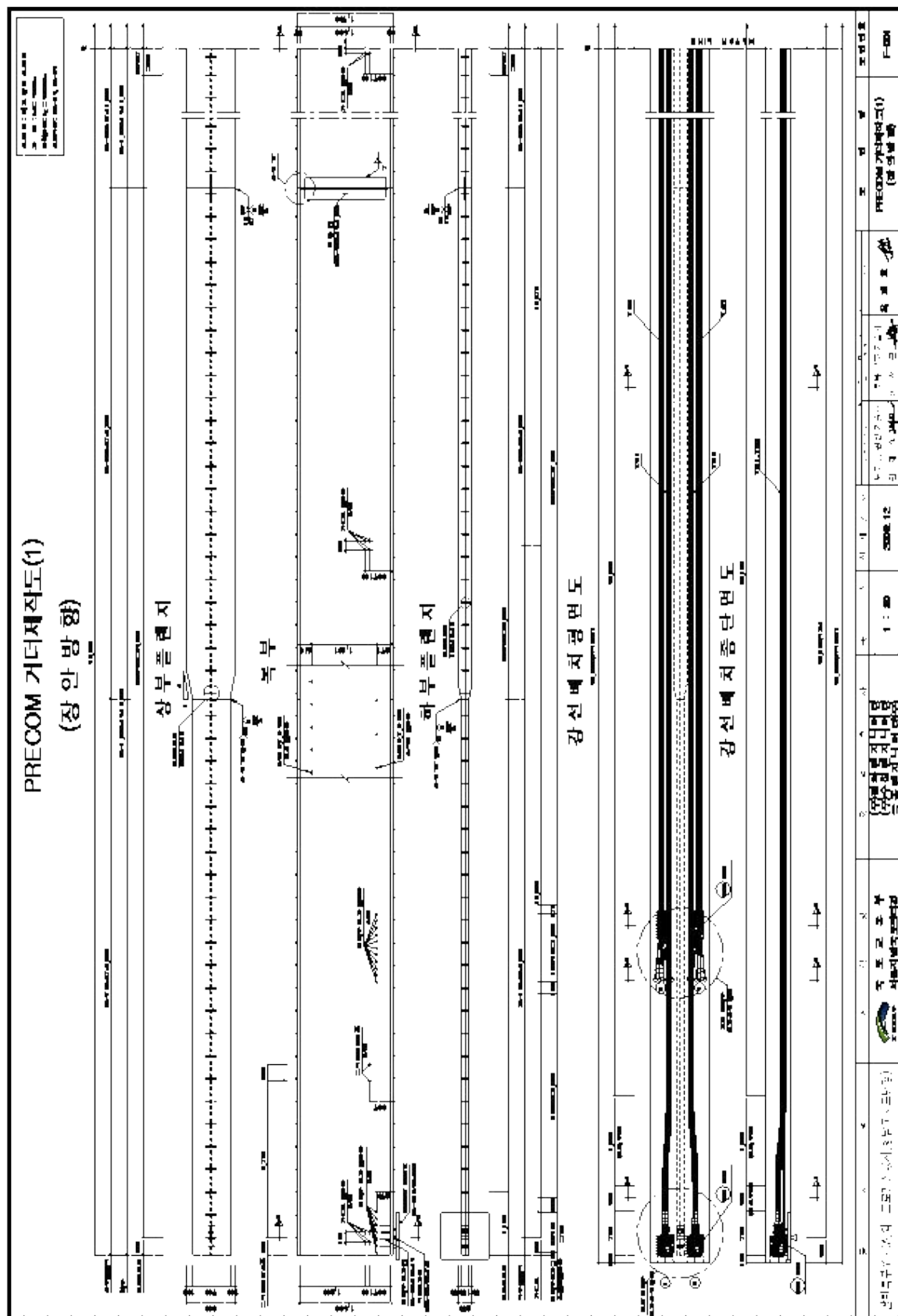
〈그림 1.3〉 슬래브 일반도(2)



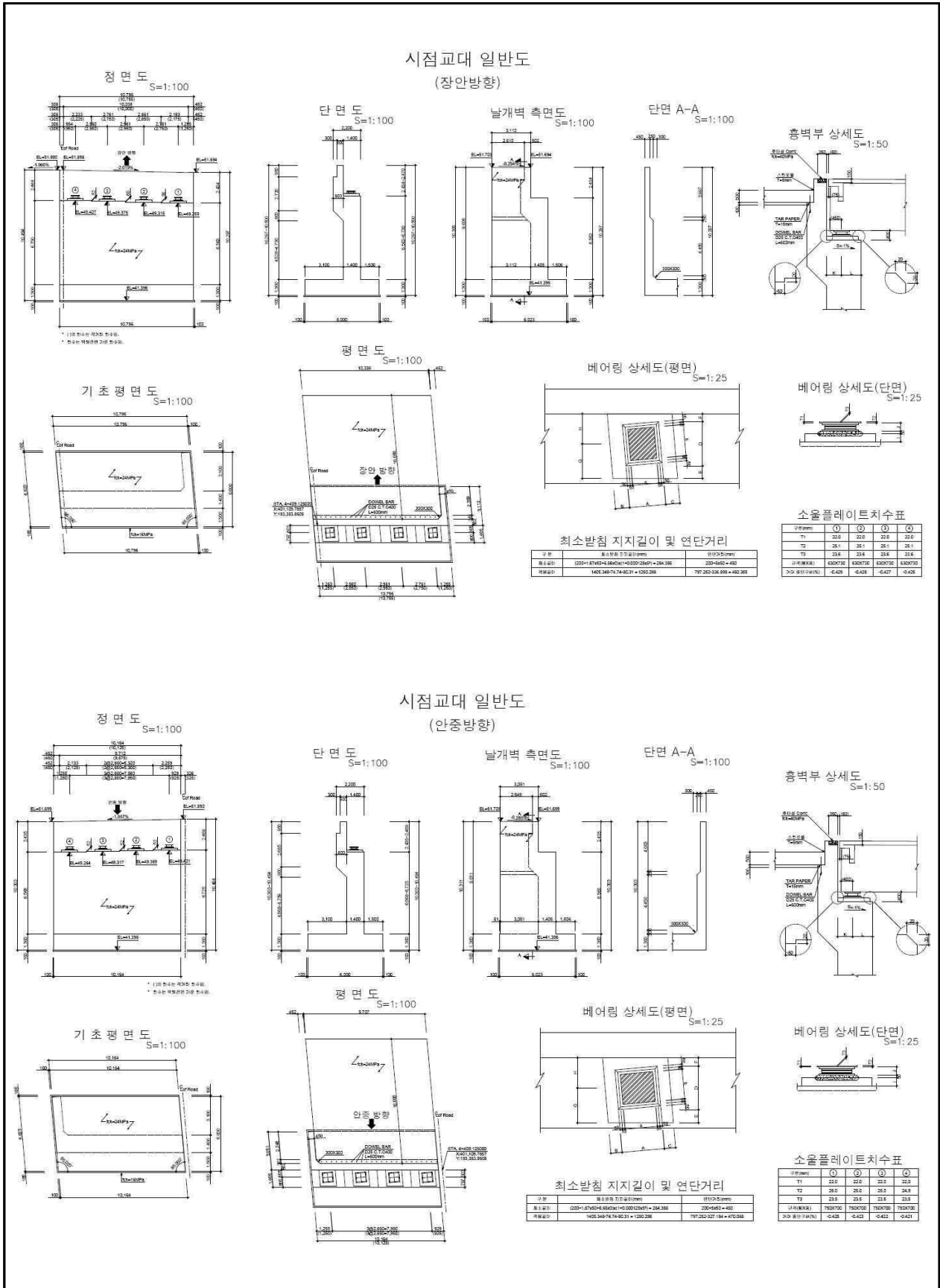
〈그림 1.4〉 슬래브 구조도(1)



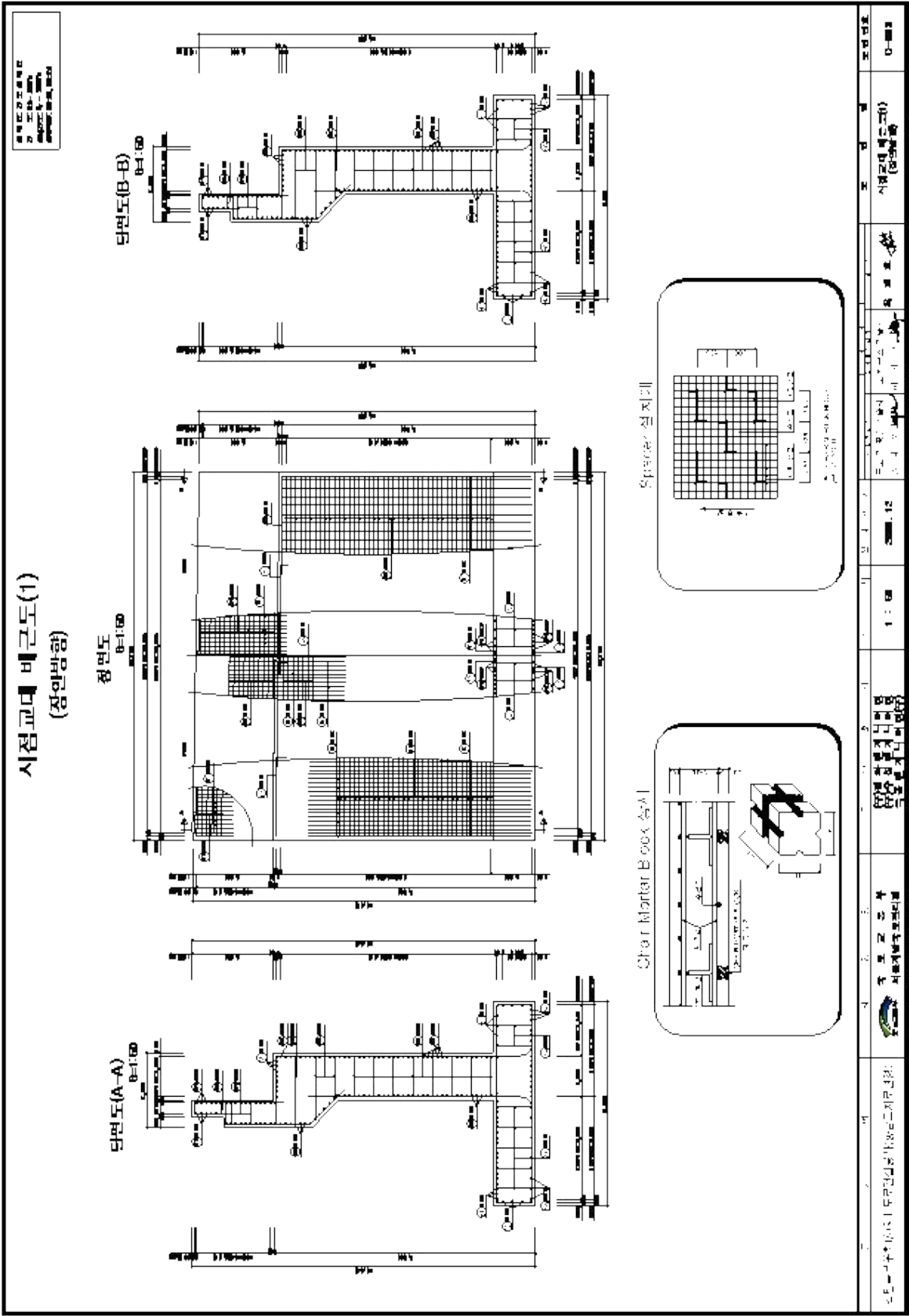
<그림 1.5> 슬래브 구조도(2)



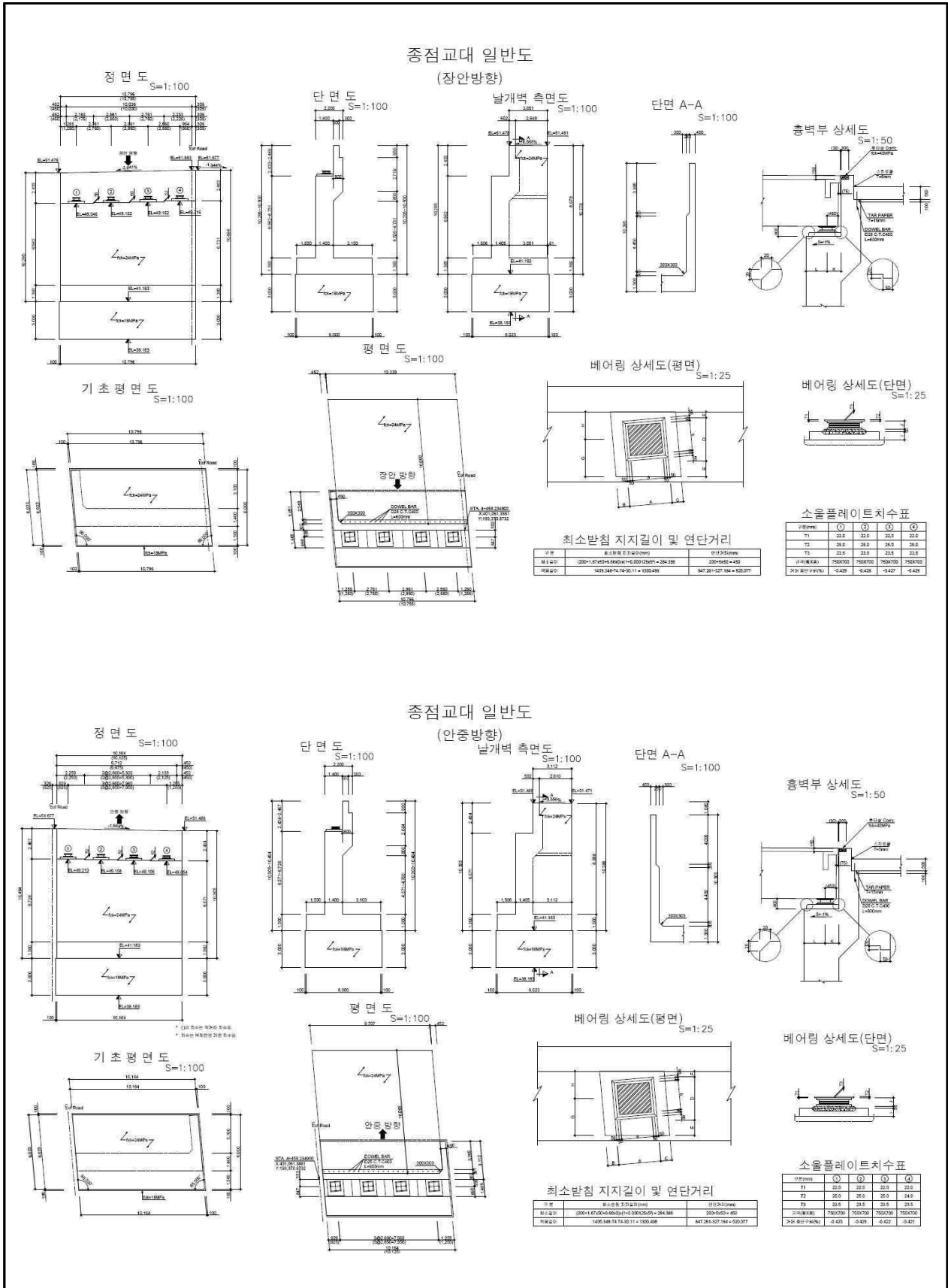
〈그림 1.6〉 거더 상세도(Precom)



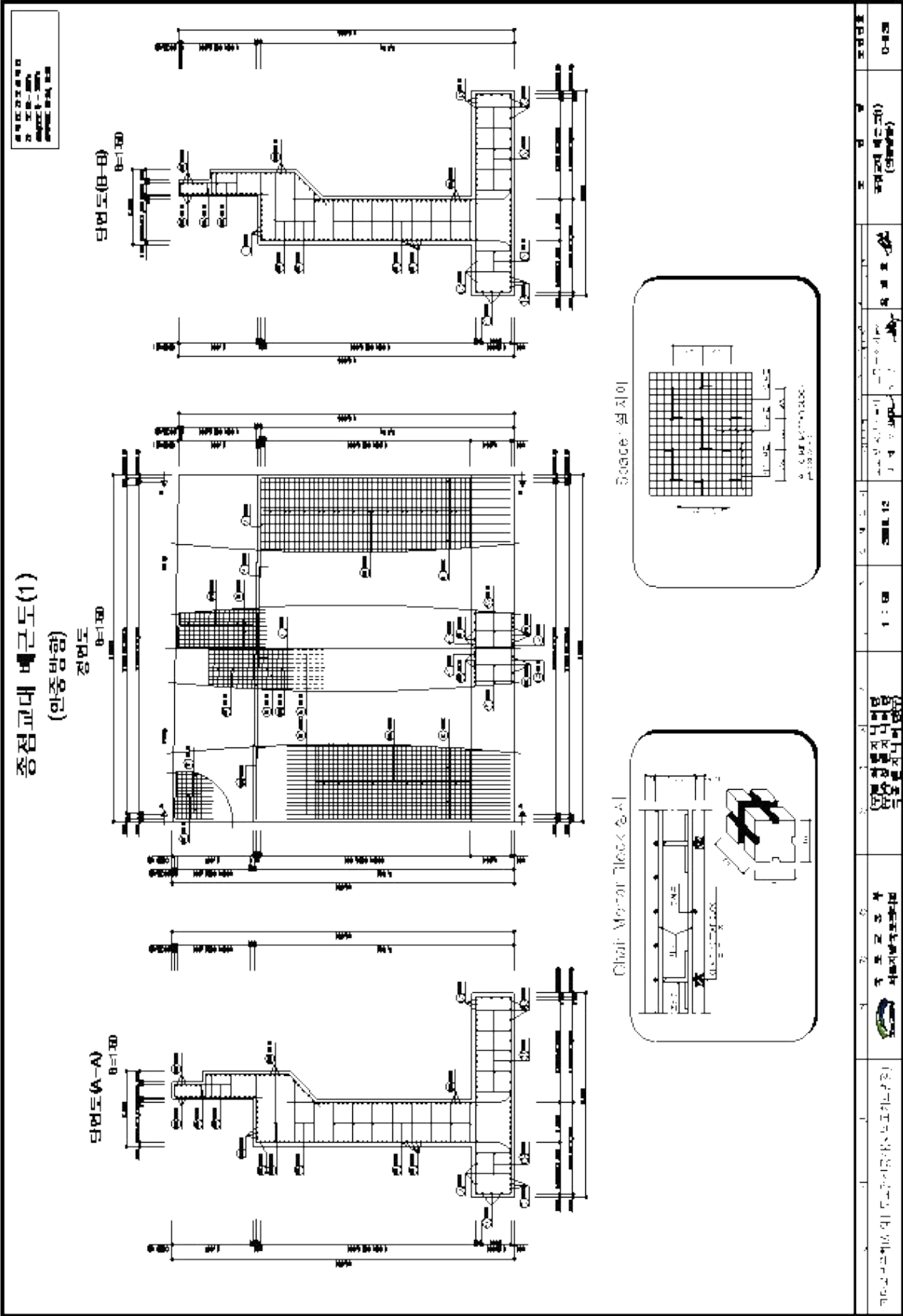
〈그림 1.7〉 교대 일반도(A1)



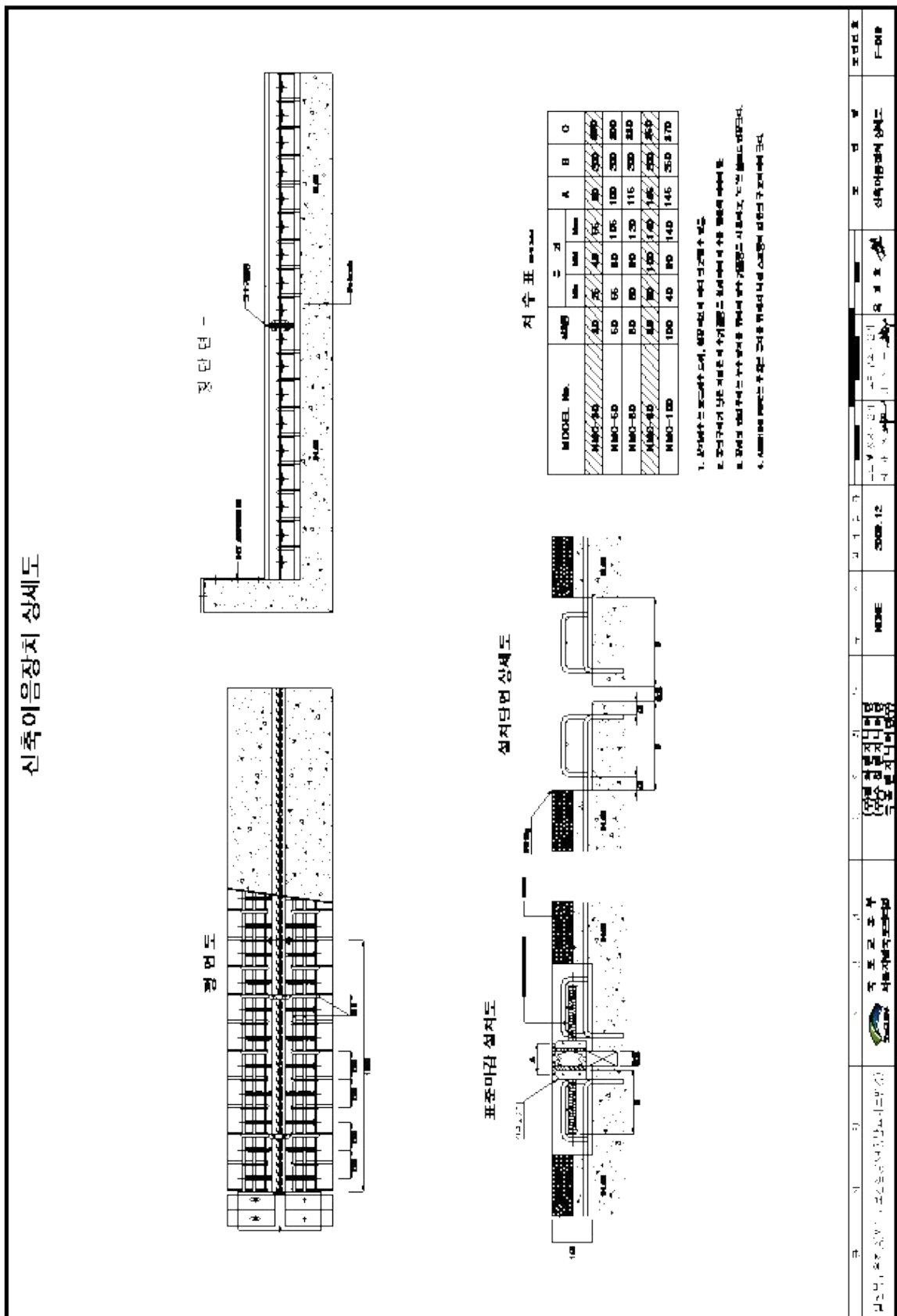
〈그림 1.8〉 교대 구조도(A1)



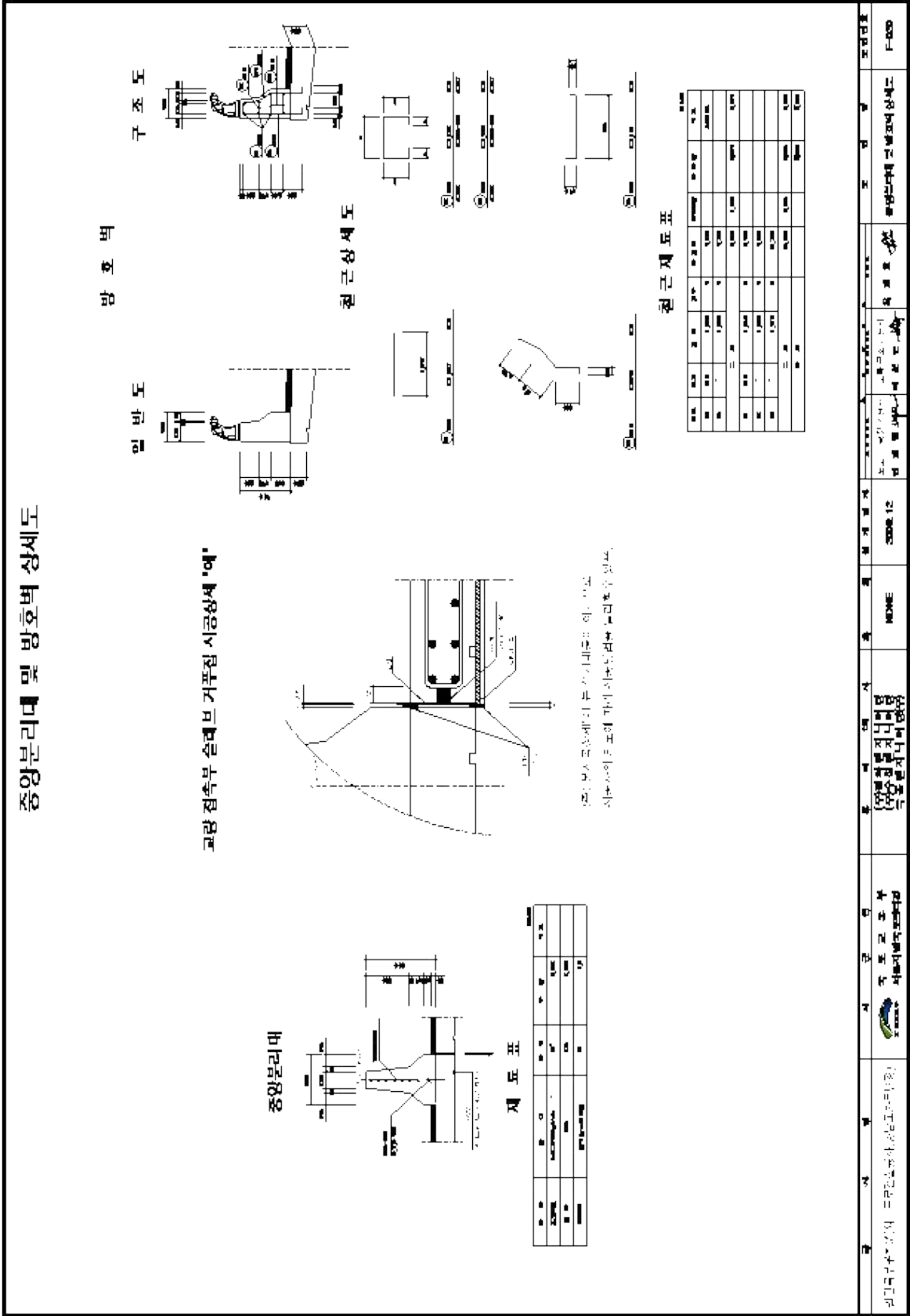
〈그림 1.9〉 교대 일반도(A2)



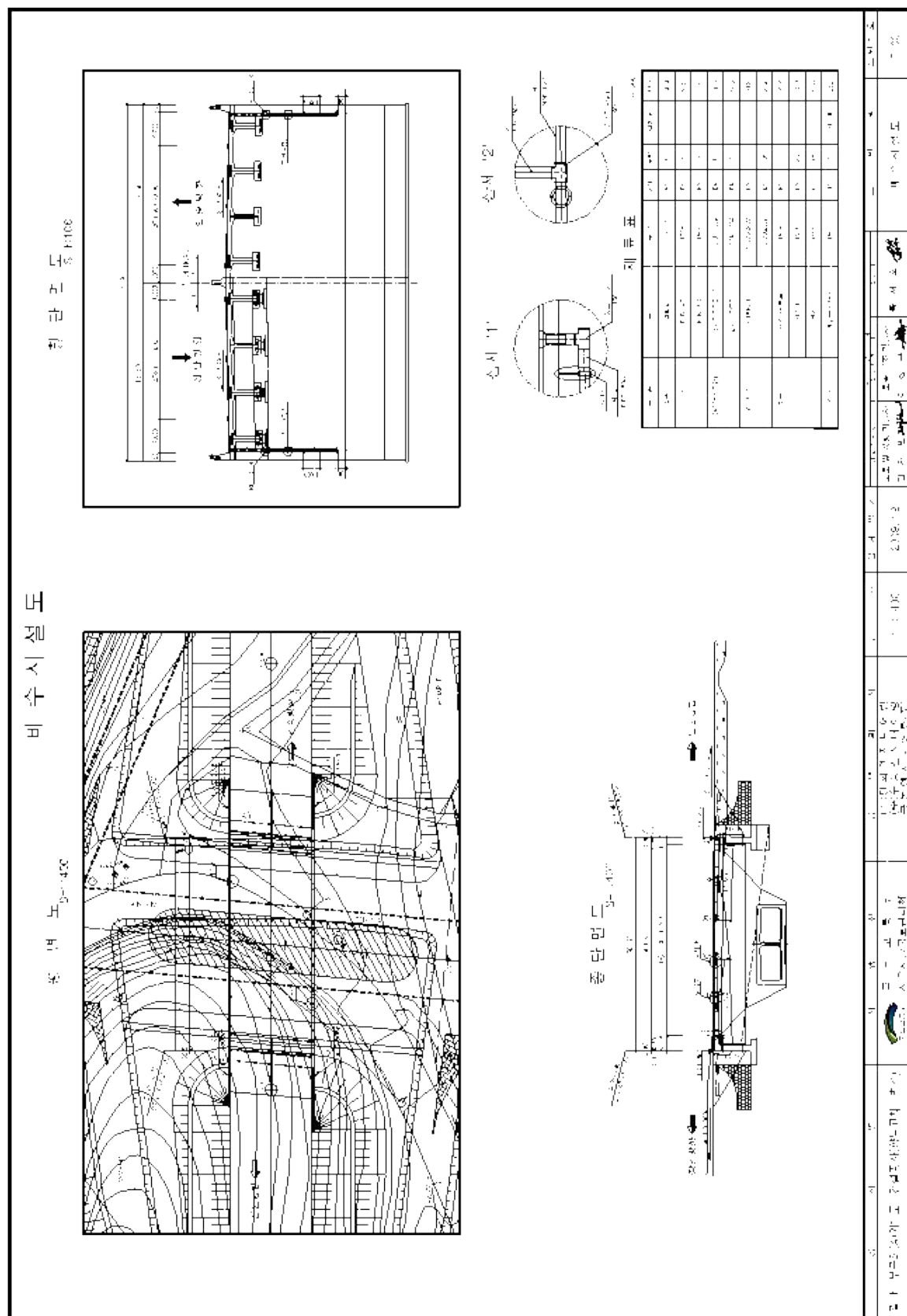
〈그림 1.10〉 교대 구조도(A2)



<그림 1.11> 신축이음장치 상세도



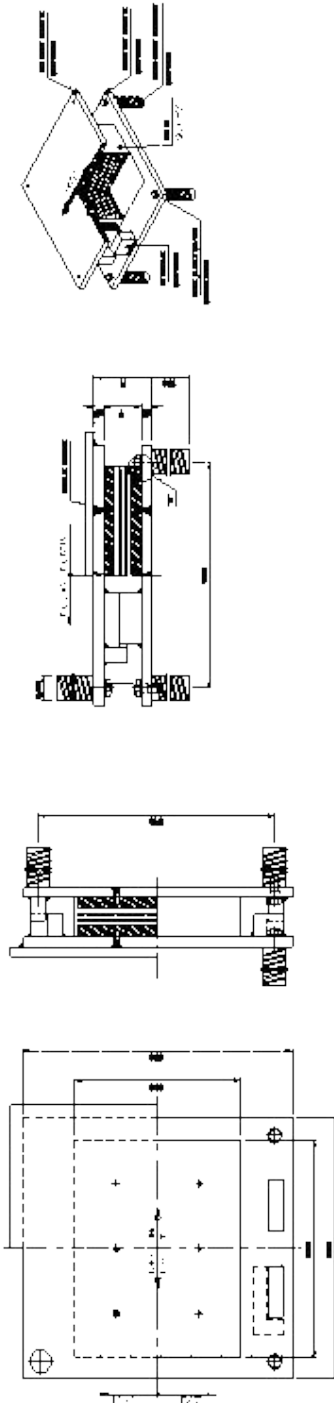
〈그림 1.12〉 중앙분리대 및 방호벽 상세도



〈그림 1.13〉 배수시설도

교과장처 상세도(1)
(고정단)

古
致
正

[illegible]

NOTE

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

[illegible][illegible]

THE COMPANY HAS NOT BEEN

1990年12月25日

THE UNIVERSITY OF TEXAS AT AUSTIN

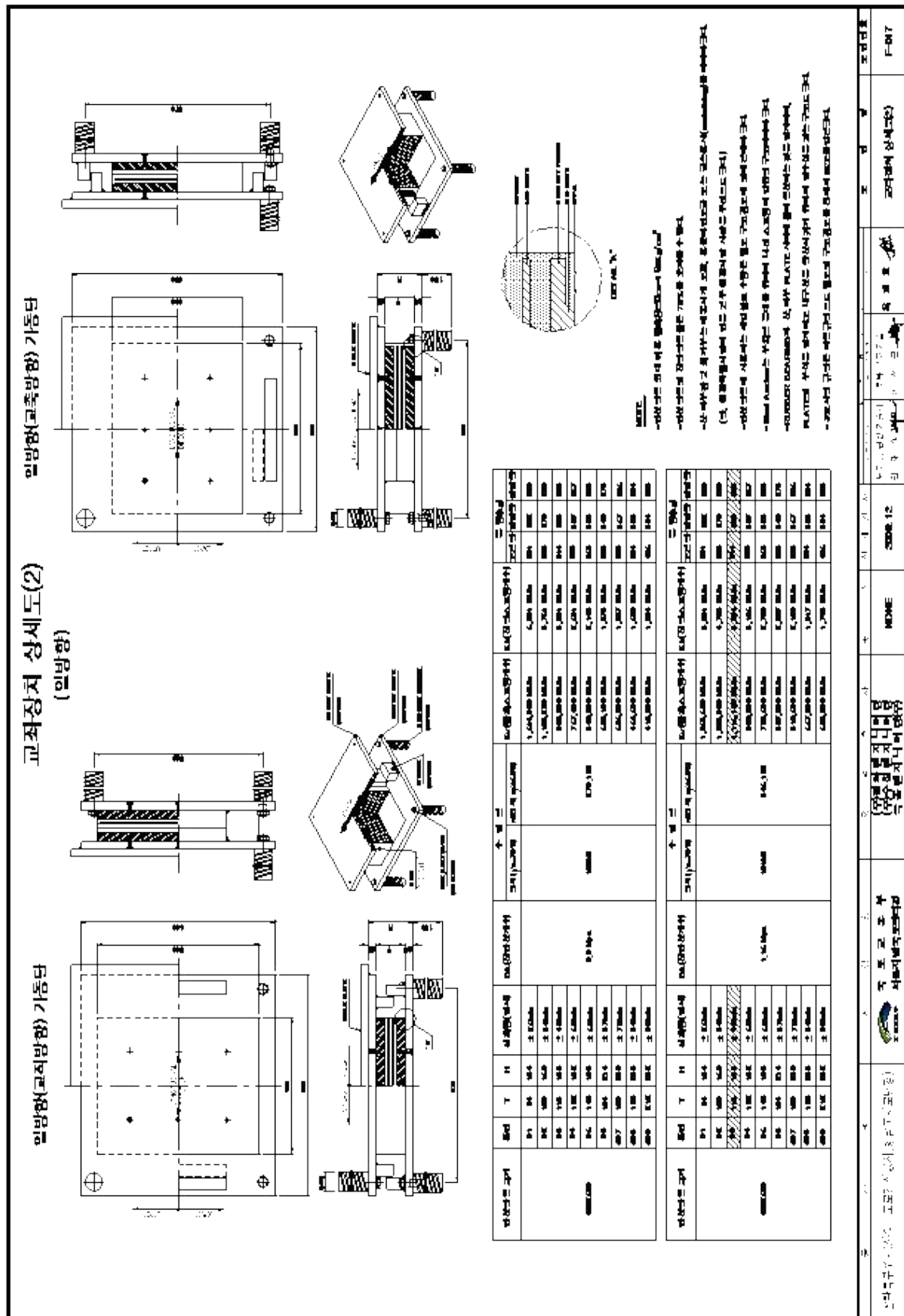
CONSUMER INFORMATION: 1. 1974 PLATE: 4444 2. 1974 PLATE: 4444 3. 1974 PLATE: 4444

THE THREE WIFE OF ROBERT BROWN

DEPARTMENT OF THE ARMY, WASHINGTON, D. C.

[illegible]

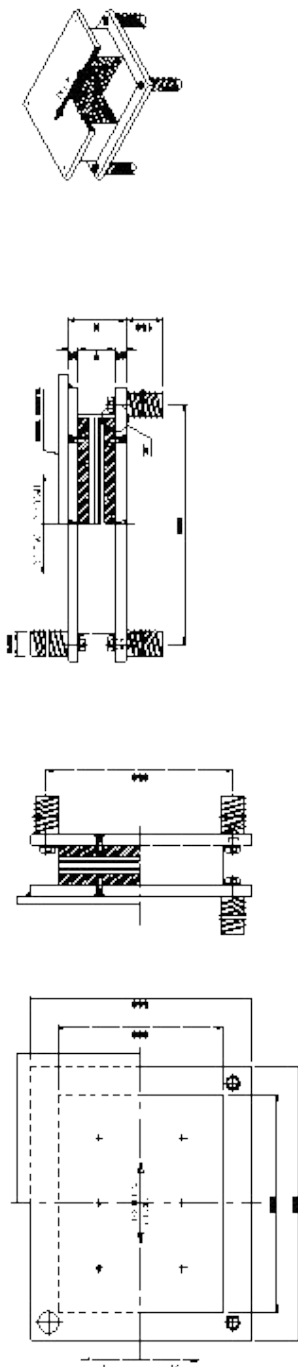
〈그림 1.14〉 교량받침 상세도(고정단)



〈그림 1.15〉 교량받침 상세도(일방향)

교과과정상세상세도(3)

和加節

[illegible][illegible]

〈그림 1.16〉 교량받침 상세도(양방향)

1.2 자료수집 및 분석

1.2.1 자료수집 현황

본 과업에 대한 자료조사는 주변현황 자료와 시설물의 설계, 시공 및 유지관리 관련 자료로 대별되며, 자료 분석을 통하여 과업 수행의 추진방향과 세부계획을 수립하였다.

또한, 본 과업 대상구조물의 관련 자료를 수집·분석하여 구조물의 이력 확인, 결함 및 손상의 원인 분석, 손상의 변화 및 진행성 여부, 보수·보강대책 및 유지관리방안을 수립하기 위한 기초자료로 활용하였다.

본 구조물과 관련된 자료는 주로 설계·시공과 관련된 건설당시 자료와 구조물 준공 이후의 유지관리와 관련된 자료 등이며, 관리주체의 유지관리자료 보유 현황은 다음과 같다.

〈표 1.2〉 자료수집 현황

보존대상 목록		관리주체 보유현황	
설계도서	• 공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	일부 보유	FMS
	• 설계도면 - 위치도, 평면도, 단면도(종·횡), 상부·하부 구조물도, 빔상세도, 신축이음, 교량받침 상세도	보유	
시설물 관리대장	• 기본현황 • 상세제원 • 유지관리 이력	보유	FMS
시공관련 자료	• 시공관련 자료 • 품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측 관련자료 • 사고기록	일부 보유	FMS
안전점검 및 정밀안전진단 자료		보유	FMS
보수·보강 자료		보유	FMS

1.2.2 기존 정기·정밀안전점검 실시결과

대상 시설물은 2014년 4월 준공 이후 금회 정밀안전점검까지 정기안전점검 17회, 정밀안전점검 3회, 제2종 성능평가 1회를 실시하였으며, 주요 점검 및 진단 이력은 다음과 같다.

가. 기존 점검 이력

〈표 1.3〉 점검 이력

번호	구분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요 점검/진단 결과	안전 등급
1	정기 안전 점검	2022-10-05 ~ 2022-12-09	자체수행	-교면포장 균열 -신축이음 후타재 균열	양호
2	정기 안전 점검	2022-01-01 ~ 2022-06-30	자체수행	-구조적 안전성에 문제는 없는 것으로 판단됨	양호
3	정기 안전 점검	2021-07-01 ~ 2021-12-31	자체수행	-구조적 안전성에 문제는 없는 것으로 판단됨	양호
4	정밀 안전 점검	2021-03-12 ~ 2021-06-09	(주)태경이엔씨	-외관조사 결과, 콘크리트 구조물의 균열, 백태, 박리, 박락, 파손, 들뜸, 공동, 철근노출 등의 손상이 조사되었으나, 손상종류, 발생위치, 규모 등을 종합적으로 분석할 때 구조물의 안전성 문제로 인한 손상이 아닌 재료특성상 원인, 시공초기 시공미흡 및 공용기간 경과에 따른 비구조적인 손상으로 판단된다. -대상교량의 부재별 품질상태와 내구성평가를 위한 비파괴 시험 결과, 반발경도, 탄산화깊이 등 품질상태는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 평가되었다. -현장조사 결과를 바탕으로 부재별 상태평가를 실시한 결과, 환산결함도 점수는 0.248로 안전등급은 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 B등급(양호)으로 평가되었다. -따라서, 일부 조사된 결함에 대해서 제안한 공법대로 보수를 실시하고, 보수부 및 중점유지관리가 필요한 부위에 대해서 지속적인 점검 및 유지관리를 시행한다면, 시설물의 사용성 확보 및 통행차량의 안전운행 등 공용에는 문제가 없을 것으로 판단된다.	B등급

〈표 1.3〉 점검 이력(계속)

번호	구분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요 점검/진단 결과	안전 등급
5	2종 성능 평가	2021-03-12 ~ 2021-06-09	(주)태경이엔씨	-외관조사 결과, 구조물의 안전성 문제로 인한 손상이 아닌 재료특성상 원인, 시공초기 시공미흡 및 공용기간 경과에 따른 비구조적인 손상으로 판단된다. 대상교량의 부재별 품질상태와 내구성평가를 위한 비파괴 시험 결과, 반발경도, 탄산화깊이 등 품질상태는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 평가되었다. -현장조사 및 관련자료 검토를 바탕으로 실시한 안전성능평가는 B(0.248), 내구성능평가는 A(0.100), 사용성능평가는 C(0.392)로 평가되었으며, 종합성능평가 결과, 결함도 점수는 0.233으로 종합성능등급은 『일부 부재에서 경미한 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었으며, 외부 환경조건 등을 고려하여 진행 여부를 지속 관찰하고 보수여부를 결정하여야 하는 성능수준』인 B등급(양호)으로 평가되었다. -일부 조사된 결함에 대해서 제안한 공법대로 보수를 실시하고, 보수부 및 중점유지관리가 필요한 부위에 대해서 지속적인 점검 및 유지관리를 시행한다면, 시설물의 사용성 확보 및 통행차량의 안전운행 등 공용에는 문제가 없을 것으로 판단된다.	B등급
6	정기 안전 점검	2021-01-01 ~ 2021-06-30	자체수행	-구조적 안전성에 문제는 없는 것으로 판단됨	양호
7	정기 안전 점검	2020-07-01 ~ 2020-12-31	자체수행	-대체로 양호(바닥판 백태, 교면포장 균열)	양호
8	정기 안전 점검	2020-01-01 ~ 2020-06-30	자체수행	대체로 양호(바닥판 백태, 교면포장 균열)	양호
9	정밀 안전 점검	2019-08-22 ~ 2019-12-17	대진컨설팅트 주식회사	-바닥판 : 망상균열, 균열부 백태, 백태 -거더 및 가로보 : 균열(0.2mm이하), 균열(0.3mm이상), 망상균열, 파손 및 철근노출, 박리, 백태, 공동 -교대 : 균열(0.2mm이하), 망상균열, 배수로 균열, 누수 흔적 -교량받침 : 고무패드 들뜸, 플레이트 부식, 모르타르균열 -신축이음 : 후타재 균열(0.2mm이하), 유간 토사퇴적 -교면포장 : 균열, 패임 -배수시설 : 배수구 막힘 -난간 및 연석 : 균열(0.2mm이하)	B등급

〈표 1.3〉 점검 이력(계속)

번호	구분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요 점검/진단 결과	안전 등급
10	정기 안전 점검	2019-07-01 ~ 2019-12-31	자체수행	-대체로 양호	양호
11	정기 안전 점검	2019-01-01 ~ 2019-06-30	자체수행	-대체로 양호	양호
12	정기 안전 점검	2018-10-01 ~ 2018-12-31	자체수행	-대체로 양호	양호
13	정기 안전 점검	2018-04-01 ~ 2018-06-30	자체수행	-양호(2017년 정밀점검 실시)	양호
14	정기 안전 점검	2017-10-01 ~ 2017-12-31	자체수행	-양호(2017년 정밀점검 실시)	양호
15	정밀 안전 점검	2017-04-21 ~ 2017-06-23	영동이앤지(주)	- 바닥판하면 전반적인 망상균열, 균열부 백태 / - 거더 복부 수직균열 다수 발생, 국부 파손, 철근노출, 박리, 균열부 백태 / - 교대 건조수축 수직균열, 망상균열 / - 교량받침 고무패드 들뜸, 롤오버(A2), 받침 Plate 부식, 몰탈 및 콘크리트 균열 / - 신축이음 유간 토사퇴적, 후타재 균열 / - 교면포장 종방향 균열, 국부패임(1개소) / - 교면 배수구 막힘 / - 방호울타리 건조수축 수직균열	B등급
16	정기 안전 점검	2017-04-01 ~ 2017-06-30	자체수행	-양호(2017년 정밀점검 실시)	양호
17	정기 안전 점검	2016-10-01 ~ 2016-12-31	자체수행	-양호	양호
18	정기 안전 점검	2016-04-01 ~ 2016-06-30	자체수행	-양호	양호
19	정기 안전 점검	2015-10-01 ~ 2015-12-31	자체수행	-양호	양호
20	정기 안전 점검	2015-04-01 ~ 2015-06-30	자체수행	-양호	양호
21	정기 안전 점검	2014-07-01 ~ 2014-12-31	자체수행	-양호	양호

나. 기존 점검 실시결과 요약

- 과업명 : 2021년 국도82호선 향남IC교 등 3개소 정밀안전점검(2종성능평가포함)
- 과업기간 : 2021년 03월 12일 ~ 2021년 06월 09일
- 점검기관 : (주)태경이앤씨

1) 외관조사 결과

- 외관조사 결과, 콘크리트 구조물의 균열, 백태, 박리, 박락, 파손, 들뜸, 공동, 철근노출 등의 손상이 조사되었으나, 손상종류, 발생위치, 규모 등을 종합적으로 분석할 때 구조물의 안전성 문제로 인한 손상이 아닌 재료특성상 원인, 시공초기 시공미흡 및 공용기간 경과에 따른 비구조적인 손상으로 판단된다.

- 대상교량의 부재별 품질상태와 내구성평가를 위한 비파괴 시험 결과, 반발경도, 탄산화 깊이 등 품질상태는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 평가되었다.

- 현장조사 결과를 바탕으로 부재별 상태평가를 실시한 결과, 환산결함도 점수는 0.248로 안전등급은 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 B등급(양호)으로 평가되었다.

- 따라서, 일부 조사된 결함에 대해서 제안한 공법대로 보수를 실시하고, 보수부 및 중점 유지관리가 필요한 부위에 대해서 지속적인 점검 및 유지관리를 시행한다면, 시설물의 사용성 확보 및 통행차량의 안전운행 등 공용에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

2) 내구성 조사 결과

- 콘크리트 압축강도 측정결과, 기존 점검 및 진단결과와 금회 점검결과를 비교하면 측정 위치, 현장조건 등에 의해 발생된 것으로 추정되는 차이가 다소 있으나, 모두 설계기준강도 이상으로 측정되어 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.

- 탄산화깊이 시험결과, 기존 점검 및 진단결과와 금회 점검결과를 비교하면 측정위치, 현장조건 등에 의해 발생된 것으로 추정되는 차이가 다소 있으나, 전반적으로 탄산화에 의한 부식발생 우려가 없는 상태인 a등급으로 분석되었다.

〈표 1.4〉 기 정밀안전점검 내구성조사 결과 요약

구 분			2019년 정밀안전점검	2021년 정밀안전점검	기준값
콘크리트 압축강도	상부 구조	바닥판	27.6MPa	27.8MPa	27.0MPa
		거더	47.2MPa	45.9MPa	45.0MPa
	하부구조		24.4~24.6MPa	26.0~27.7MPa	24.0MPa
탄산화 깊이시험	상부구조	잔여깊이 39.0mm	잔여깊이 37.3mm	잔여깊이 30mm이상 a등급	
	하부구조	잔여깊이 89.5~99.4mm	잔여깊이 72.5~81.8mm		
비교·분석 결과	- 콘크리트 압축강도 측정결과, 기존 점검 및 진단결과와 금회 점검결과를 비교하면 측정위치, 현장조건 등에 의해 발생된 것으로 추정되는 차이가 다소 있으나, 모두 설계기준강도 이상으로 측정되어 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다. - 탄산화깊이 시험결과, 기존 점검 및 진단결과와 금회 점검결과를 비교하면 측정위치, 현장조건 등에 의해 발생된 것으로 추정되는 차이가 다소 있으나, 전반적으로 탄산화에 의한 부식발생 우려가 없는 상태인 a등급으로 분석되었다.				

3) 상태평가

〈표 1.5〉 기 정밀안전점검 상태평가 결과 요약

부재의분류		상부구조		2차부재	기타부재				교량 받침	하부구조		탄산화	
번호	구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음		교대/교각	기초	상부	하부
S1	Precom	b	c	b	b	c	b	b	c	b	Q	a	a
S2	Precom	×	×	×	×	×	×	b	b	b	Q	×	a
평균		0.20	0.40	0.20	0.20	0.40	0.20	0.20	0.30	0.20	—	0.10	0.10
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균X가중치) /가중치합		0.036	0.080	0.010	0.014	0.012	0.004	0.018	0.027	0.040	—	0.004	0.003
결함도 환산점수												0.248	
상태평가등급												B	

4) 종합평가 및 안전등급의 지정

〈표 1.6〉 종합평가 및 안전등급 지정 결과

구분	상태평가 결과		안전성 평가결과		종합평가결과 MIN (상태평가, 안전성 평가)
	결함도 점수	결과	최소 안전율	결과	
향남IC교	0.248	B	—	—	B

종합적인 평가결과, 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』로서 구조물의 안전등급은 “B등급(양호)”으로 평가되었다.

- 안전등급 : B등급(양호)

5) 종합결론

- 외관조사 결과, 콘크리트 구조물의 균열, 백태, 박리, 박락, 파손, 들뜸, 공동, 철근노출 등의 손상이 조사되었으나, 손상종류, 발생위치, 규모 등을 종합적으로 분석할 때 구조물의 안전성 문제로 인한 손상이 아닌 재료특성상 원인, 시공초기 시공미흡 및 공용기간 경과에 따른 비구조적인 손상으로 판단된다.

- 대상교량의 부재별 품질상태와 내구성평가를 위한 비파괴 시험 결과, 반발경도, 탄산화 깊이 등 품질상태는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 평가되었다.

- 현장조사 결과를 바탕으로 부재별 상태평가를 실시한 결과, 환산결함도 점수는 0.248로 안전등급은 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 B등급(양호)으로 평가되었다.

- 따라서, 일부 조사된 결함에 대해서 제안한 공법대로 보수를 실시하고, 보수부 및 중점 유지관리가 필요한 부위에 대해서 지속적인 점검 및 유지관리를 시행한다면, 시설물의 사용성 확보 및 통행차량의 안전운행 등 공용에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

1.2.3 보수·보강 이력, 하중변화 및 용도변경 여부

가. 보수·보강 이력

본교에 대한 유지관리 자료 및 FMS(시설물정보관리종합시스템) 검토 결과, 보수·보강 이력은 없는 것으로 확인되었다.

〈표 1.7〉 보수·보강 이력

구 분	공 사 명	공사 구 분	주요 보수·보강 내용	공사비 (천원)	책임기술자
	공사기간				
1	-	-	-	-	-
	-				

나. 하중변화 및 용도변경 여부

대상 시설물은 2014년 준공 이후 점검일 현재까지 일반국도 82호선 상의 도로교로 시설물의 용도변경 없이 공용되고 있는 것으로 확인되었다.

1.2.4 내진설계 적용 및 보강 여부

가. 내진설계 적용 및 보강 여부

대상 시설물은 2014년 준공된 PRECOM 형식의 교량으로 구조계산서, 기 점검자료, 시설물관리대장 등 관련자료 확인 결과, 내진설계가 적용된 것으로 확인되었다.

1.2.5 자료분석 결과 요약

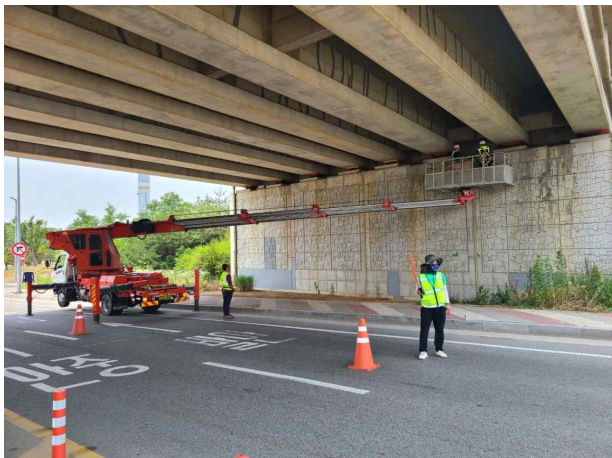
- 1) 대상시설물은 2014년에 준공되어 약 20년간 공용중인 도로교량으로, 준공도서가 보관되어 있는 것으로 확인되었다.
- 2) 점검 이력사항 및 전회 정밀안전점검(2021년) 자료 검토 결과, 구조적 안전성에 문제를 야기하는 중요결함은 발생되지 않은 상태이다.
- 3) 시설물에 대한 관련자료 검토 및 현장조사 결과, 공용 중 주기적인 점검을 통한 일부 부재는 보수를 실시한 것으로 확인되었다.
- 4) 금회 정밀안전점검 자료분석 결과, 기 조사된 부재별 손상의 상태변화, 보수여부 확인 및 보수부 재손상, 주변의 신규손상 발생여부를 중점적으로 조사하여 보수·보강방안 및 효율적인 유지관리방안을 제시하고자 한다.

1.3 현장조사 및 시험(2023년 정밀안전점검 결과)

1.3.1 개요

금회 과업대상 교량의 외관조사는 손상현황 및 결함의 상태를 파악하여 시설물의 건전성을 저해시키는 위험요인을 사전에 발견하여 보다 적절한 보수·보강 대책수립을 위한 기초 자료를 얻기 위함이며, 고소작업차 등의 접근장비를 이용하여 대상 부위에 가능한 근접하여 조사를 실시하였다. 점검대상 부위는 육안관찰을 기본으로 하여 실시하였으며, 필요한 경우 망원경, 균열자, 균열 확대경, 줄자 등을 이용하였고 카메라 촬영을 통하여 손상위치를 파악하였으며, 외관조사와 더불어 부재별 기능상태 확인을 위한 조사를 실시하였다.

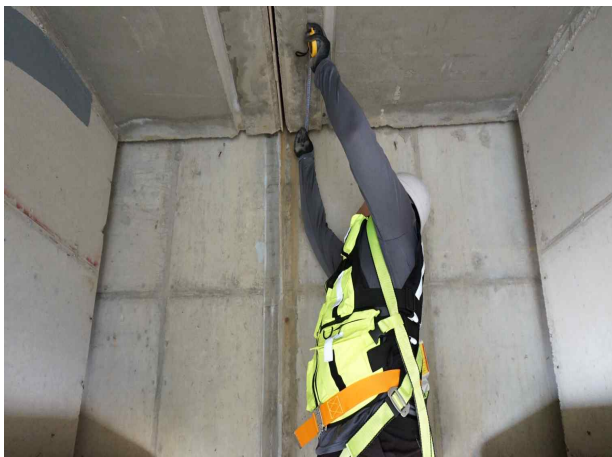
본 과업은 2023년 정밀안전점검 결과를 활용한 내진성능평가 용역으로 현장조사 및 시험은 2023년 정밀안전점검 결과를 정리하였으며, 철근배근탐사는 추가 실시하여 본 보고서에 수록하였다.



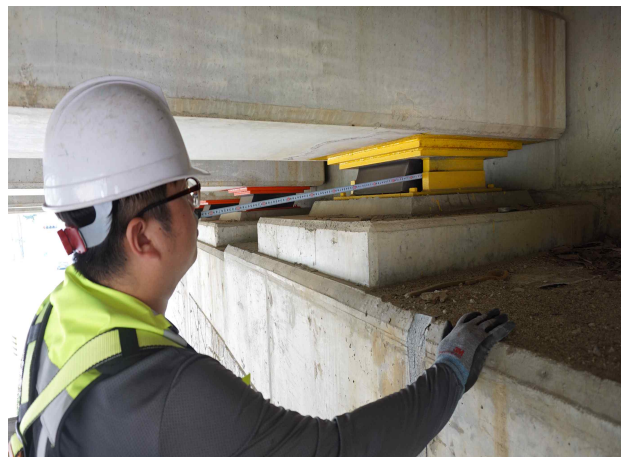
고소작업차를 이용한 외관조사 현황



고소작업차를 이용한 외관조사 현황



바닥판 유간 측정



받침이동량 측정

1.3.2 부재별 외관조사 결과

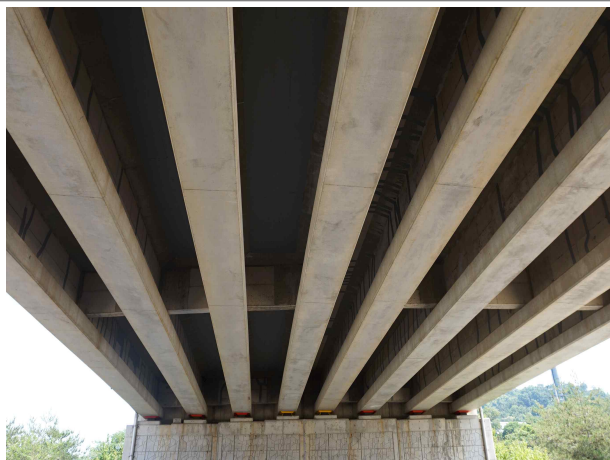
대상 시설물은 경기도 화성시 향남읍 하길리, 일반국도82호선 상에 위치하고 있으며, 총 연장 50.1m, 폭 20.9m의 왕복 4차로의 도로교량이다. 외관조사는 상·하부구조와 기타부재, 받침장치로 구분하여 실시하였으며, 근접 육안조사를 통하여 결함 및 손상의 발생과 그 원인을 규명하고 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위한 보수·보강 및 유지관리 방안의 기초자료를 제시하도록 하였다.

가. 바닥판

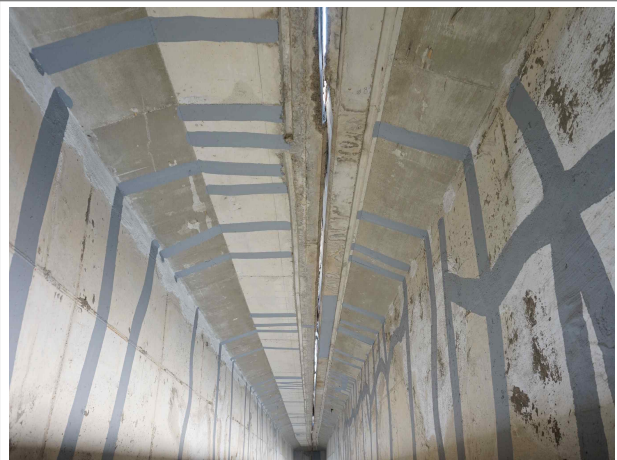
1) 현황

대상 시설물은 PRECOM형식의 교량으로 바닥판은 철근콘크리트로 시공된 상태이다.

전차 정밀안전진단 결과 바닥판에서 균열(0.3mm 미만), 물끓기흠 미설치, 박리, 철근노출 등의 손상 조사되어 금회 점검 시 기존 손상의 진행성 및 신규 손상 발생 여부에 중점을 두어 점검을 실시토록 하였다.



바닥판 전경



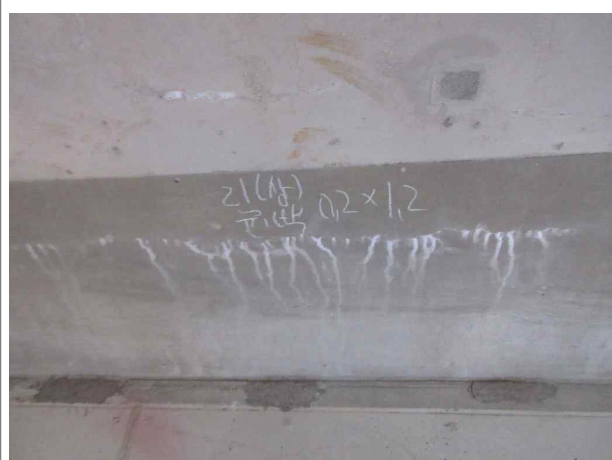
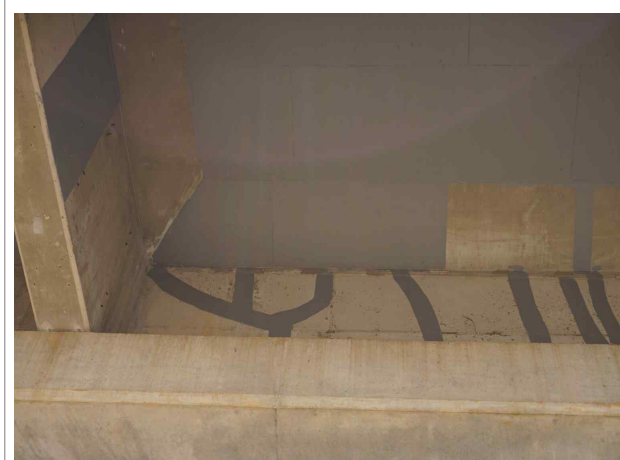
종조인트 전경

2) 외관조사 결과

바닥판에 대한 외관조사 결과, 균열 백태가 조사되었다.

〈표 1.8〉 바닥판 주요손상 및 결함

번호	주요결함 및 손상	물량	단위	개소	원인 분석
1	균열 백태	1.40	m	3	건조수축, 우수접촉

	
균열 백태	균열 백태
	
균열 백태 - 2021년	균열 백태(보수완료) - 2023년
	
망상균열 - 2021년	망상균열(보수완료) - 2023년

	
망상균열 - 2021년	망상균열 - 2023년

3) 원인 분석 및 대책방안

① 균열부 백태

금회 외관조사 결과 내측 바닥판에서 균열부 백태가 조사되었으며, 이는 시공초기 발생된 균열부에 수분이 유입되어 발생된 손상으로 판단된다. 부재 손상은 신규 손상이라기보다는 기 점검 이후 실시한 보수시 누락된 손상으로 보수의 경제성 및 효율성을 고려할 때 보수보다는 주의관찰이 필요하다.

4) 전차 정밀안전점검 결과와의 비교

전차 정밀안전점검과 비교한 결과, 전반적인 표면보수가 시행되어 손상수량이 감소하였으며, 일부 균열부 백태는 보수시 누락된 손상으로 확인되었다.

〈표 1.9〉 바닥판 전차 정밀안전점검 결과와의 비교

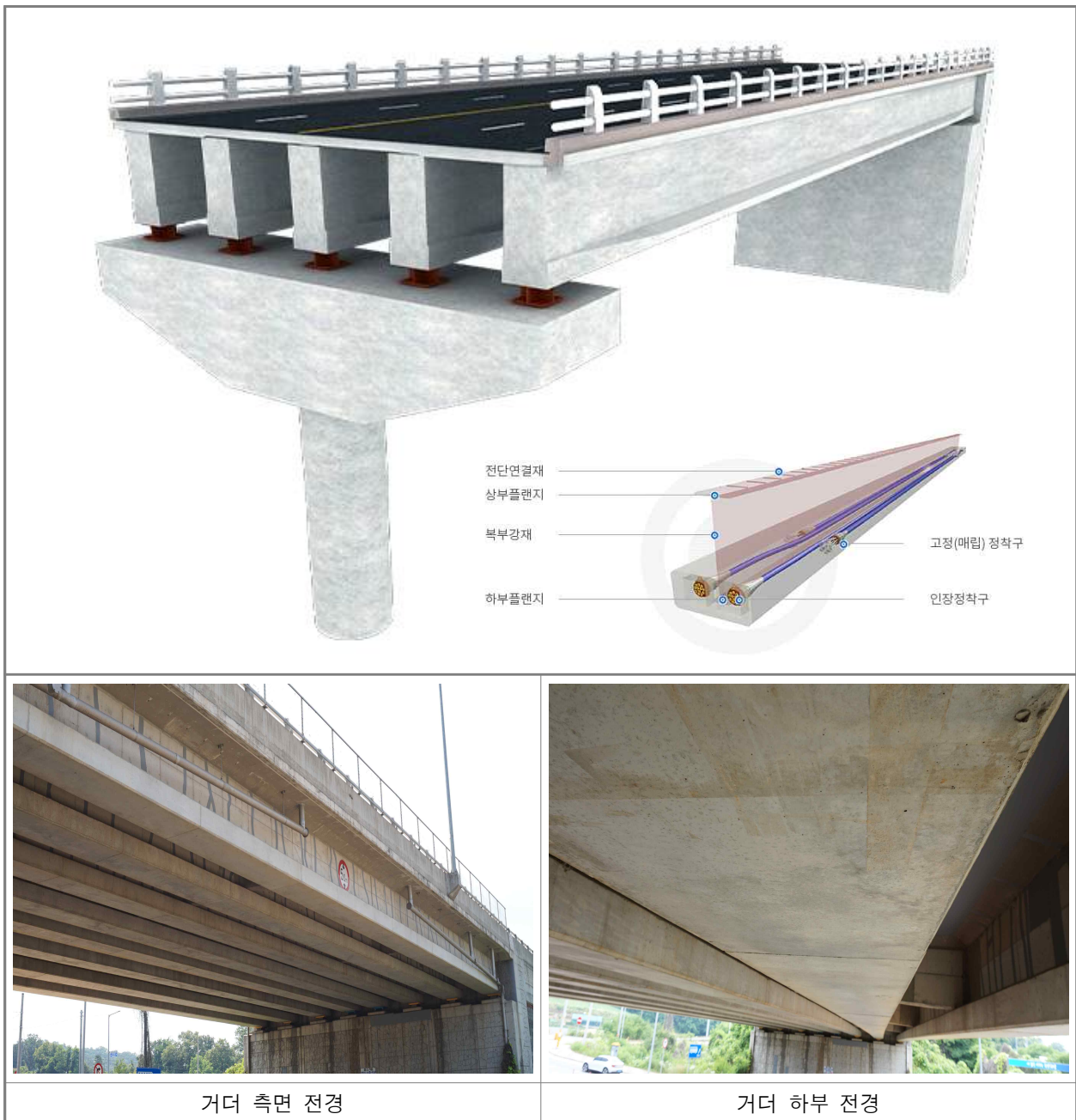
구 분	주요결함 및 손상	21년 정밀안전점검			23년 정밀안전점검			증·감 (▲·▼)	비 고
		물량	단위	개소	물량	단위	개소		
바닥판	망상균열	660.0	m ²	24	—	—	—	▼ -660.0	보수 시행
	균열부 백태	10.60	m	24	1.40	m	3	▼ -9.20	일부 보수
	백태	1.16	m ²	5	—	—	—	▼ -1.16	보수 시행

나. 거더

1) 현황

대상 시설물은 PRECOM형식으로 각 방향별 4개, 총 8기가 배치되어 있으며, 가로보는 거더사이에 경간당 5개소, 총 30개소가 시공되어 있다.

전차 정밀안전점검 결과, 균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 보수부 재균열, 망상균열, 파손 및 철근노출, 박리, 박락, 들뜸, 백태, 시공불량 등이 조사되었다. 금회 점검 시 기존 손상의 진행성 및 신규 손상 발생 여부에 중점을 두어 점검을 실시토록 하였다.



2) 외관조사 결과

거더 외관조사 결과, 균열(0.3mm미만), 망상균열, 박리, 박락, 시공불량, 파손 및 철근노출 등이 조사되었다.

〈표 1.10〉 거더 주요손상 및 결함

번호	주요결함 및 손상	물량	단위	개소	원인 분석
1	균열 (0.3mm미만)	0.80	m	1	건조수축
2	망상균열(보수재)	0.09	m ²	1	건조수축, 보수품질 미흡
3	박락	0.21	m ²	2	누수접촉
4	박리	1.12	m ²	9	누수접촉
5	시공불량	0.02	m ²	2	시공미흡
6	파손 및 철근노출	0.09	m ²	1	피복부족



균열 (0.3mm미만) 보수 완료



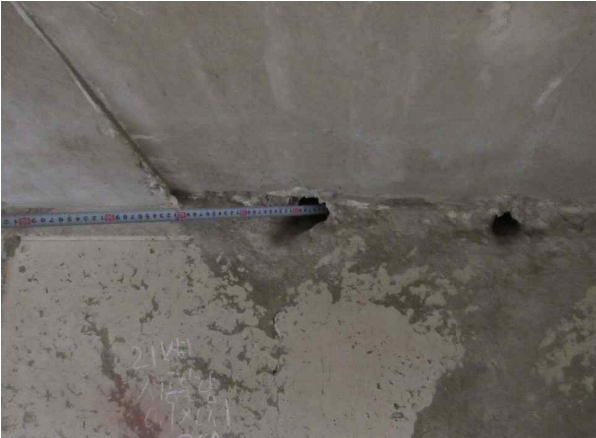
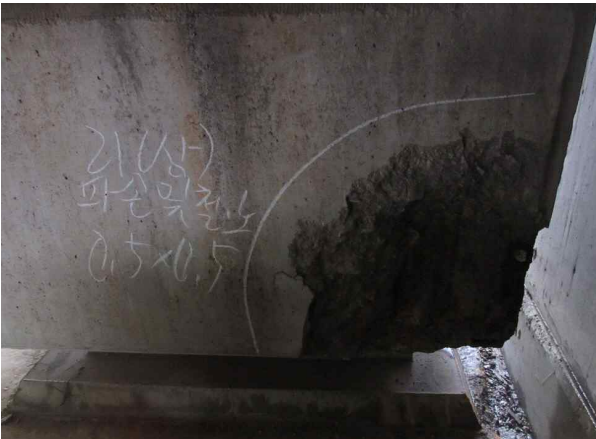
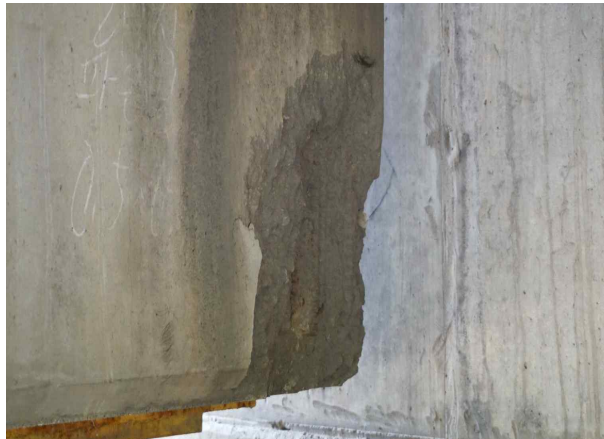
망상균열(보수재)



들뜸 - 2021년



들뜸(보수완료) - 2023년

	
박락 - 2021년	박락 - 2023년
	
시공불량 - 2021년	시공불량 - 2023년
	
파손 및 철근노출 - 2021년	파손 및 철근노출 - 2023년

3) 원인 분석 및 대책방안

① 균열(0.3mm미만), 망상균열(보수재)

부재 손상은 시공초기 콘크리트 수화열, 내·외부 구속, 건조수축, 국부적인 보수품질 미흡 등 비구조적 원인의 균열로 판단되며, 신규 손상이라기보다는 기 점검 이후 실시한 보수시 누락된 손상으로 보수의 경제성 및 효율성을 고려할 때 보수보다는 주의관찰이 필요하다.

② 박리, 박락, 파손 및 철근노출

부재 손상은 대체로 단부측에서 조사된 것으로 볼 때 공용 중 누수가 접촉되어 발생한 손상으로 판단되며, 기 점검시 하자보수 대상으로 하자보수를 제시하였으나, 누락된 것으로 확인되었다.

조사일 현재, 손상의 규모는 미소하며, 기 점검과 비교시 진전은 없는 상태이므로 즉각적인 보수보다는 추후 일괄보수를 시행하는 것이 바람직할 것으로 검토되었다.

③ 시공불량

S1-G2에서 조사된 시공불량은 시공당시 콘크리트 타설 미흡 등에 의한 손상으로 기 점검과 비교시 손상의 상태변화는 없는 것으로 볼 때 진전의 위험은 없으며, 즉각적인 보수보다는 추후 일괄보수를 시행하는 것이 바람직할 것으로 검토되었다.

4) 전차 정밀안전점검 결과와의 비교

전차 정밀안전점검과 비교한 결과, 거더 복부에서 조사된 균열은 전반적인 보수가 시행되었으나, 일부 균열은 누락되었으며, 단면손상은 보수가 시행되지 않은 것으로 확인되었다.

〈표 1.11〉 거더 전차 정밀안전점검 결과와의 비교

구 분	주요결함 및 손상	21년 정밀안전점검			23년 정밀안전점검			증·감 (▲·▼)	비 고
		물량	단위	개소	물량	단위	개소		
거더	균열(0.3mm미만)	387.8	m	1	0.80	m	1	▼ -387.0	일부 보수
	균열(0.3mm이상)	73.2	m	61	-	-	-	▼ -73.2	보수 시행
	망상균열(보수재)	0.90	m²	1	0.09	m²	1	▼ -0.81	전차 집계오류
	박락	0.21	m²	2	0.21	m²	2	- 0.00	기존손상
	박리	1.12	m²	9	1.12	m²	9	- 0.00	기존손상
	시공불량	0.02	m²	2	0.02	m²	2	- 0.00	기존손상
	파손 및 철근노출	0.09	m²	1	0.09	m²	1	- 0.00	기존손상

다. 가로보

1) 현황

대상 시설물은 PRECOM거더 사이에 부재 간의 연결 및 통행 차량의 운하중에 대해 횡 분배를 위한 가로보가 경간별로 시공되어 있다. 전차 정밀안전점검 결과 가로보는 양호한 상태로 조사되어 금회 점검 시 신규 손상의 발생 여부에 중점을 두어 점검을 실시하였다.



2) 외관조사 결과

가로보의 외관조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

〈표 1.12〉 가로보 주요손상 및 결함

번호	주요결함 및 손상	물량	단위	개소	원인 분석
1	상태양호	-	-	-	-

3) 전차 정밀안전점검 결과와의 비교

전차 정밀안전점검과 비교한 결과, 전차와 금회 모두 양호한 상태로 조사되었다.

〈표 1.13〉 가로보 전차 정밀안전점검 결과와의 비교

구 분	주요결함 및 손상	21년 정밀안전점검			23년 정밀안전점검			증·감 (▲·▼)	비 고
		물량	단위	개소	물량	단위	개소		
가로보	상태양호	-	-	-	-	-	-	- -	-

라. 교대

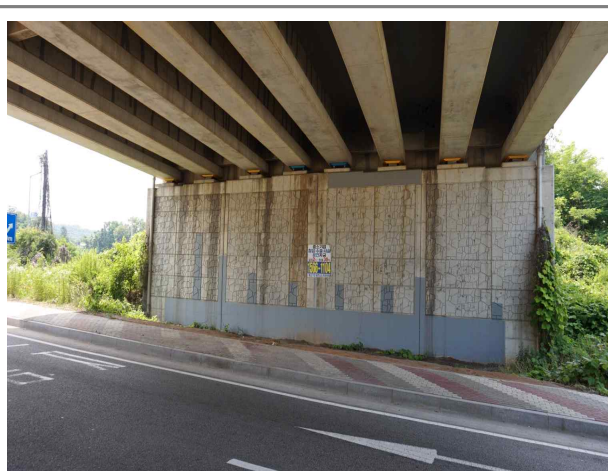
1) 현황

대상 시설물의 교대는 강관 말뚝기초 위에 역T형 2기로 시공되어있는 상태이다.

전차 정밀안전점검 결과 교대에서 균열(0.3mm미만), 망상균열, 배수로 파손, 누수흔적이 표면오염이 조사되었으며, 금회 점검 시 기존 손상의 진전 여부 및 균열, 파손, 박락, 철근노출 등 신규 손상 발생 여부에 중점을 두어 점검을 실시하였다.



교대 A1 전경



교대 A2 전경

2) 외관조사 결과

교대에 대한 외관조사 결과, 교대에서 균열(0.3mm미만), 누수흔적, 배수로 파손, 실런트 열화가 국부적으로 조사되었다.

〈표 1.14〉 교대 주요손상 및 결함

번호	주요결함 및 손상	물량	단위	개소	원인 분석
1	균열(0.3mm미만)	22.6	m	29	건조수축
2	누수흔적	3.00	m ²	1	누수접촉
3	배수로 파손	0.10	m ²	1	외력
4	실런트 열화	10.0	m	1	공용기간 경과

	
균열(0.3mm미만)	누수흔적
	
배수로 파손 - 2021년	배수로 파손 - 2023년

	
망상균열 - 2021년	망상균열(보수완료) - 2023년

3) 원인 분석 및 대책방안

① 균열(0.3mm 미만)

조사된 부재손상은 시공과정 또는 초기 콘크리트 수화열, 건조수축 등에 의한 비구조적인 균열로 부재의 내구성에 미치는 영향이 미미하므로 즉각적인 보수보다는 주기적인 점검을 통한 상태변화를 관찰하는 것이 바람직할 것으로 검토되었다.

② 누수흔적, 실런트 열화

교대 구체 및 흙벽에서 조사된 부재 손상은 공용중 외측, 종조인트부에서 유입된 우수가 지속적으로 접촉되어 발생한 손상으로 판단되며, 손상의 정도가 경미하여 주의관찰 후 손상 확대시 일괄보수를 시행하는 것이 바람직할 것으로 검토되었다.

4) 전차 정밀안전점검 결과와의 비교

전차 정밀안전점검과 비교한 결과, 기 점검 이후 균열, 망상균열, 누수흔적에 보수가 시행되어 손상 수량이 감소하였으며, 실런트 열화가 신규 조사되었다.

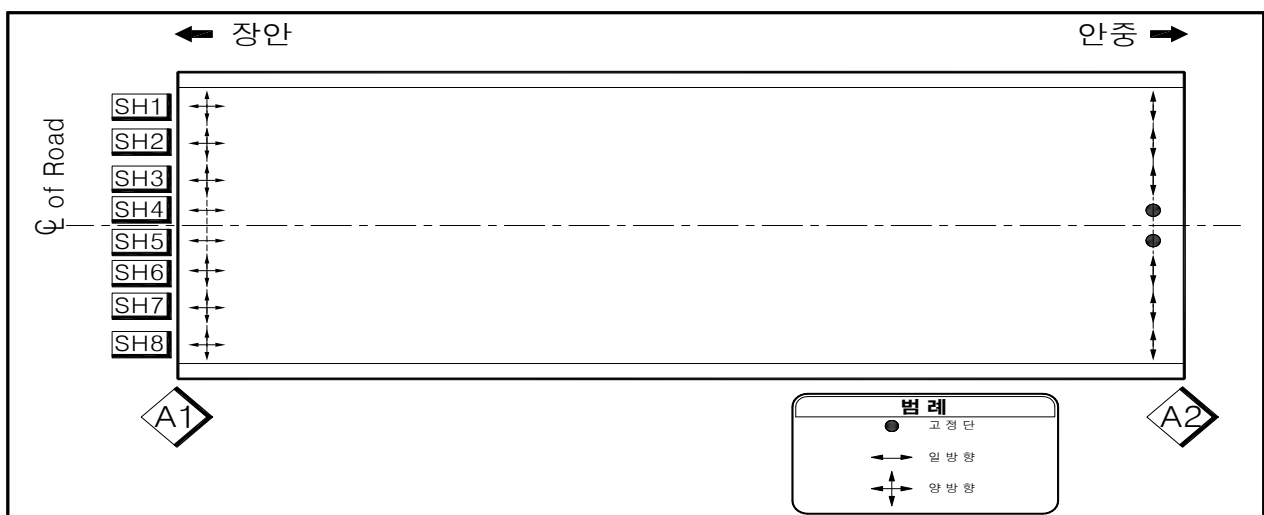
〈표 1.15〉 교대 전차 정밀안전점검 결과와의 비교

구 분	주요결함 및 손상	21년 정밀안전점검			23년 정밀안전점검			증·감 (▲·▼)	비 고
		물량	단위	개소	물량	단위	개소		
교대	균열(0.3mm미만)	46.5	m	41	22.6	m	29	▼ -23.90	일부 보수
	망상균열	3.42	m²	2	-	-	-	▼ -3.42	보수 시행
	누수흔적	5.80	m²	5	3.00	m²	1	▼ -2.80	일부 보수
	배수로 파손	0.10	m²	1	0.10	m²	1	- 0.00	기존 손상
	실런트 열화	-	-	-	10.0	m	1	▲ 10.00	신규 손상

마. 받침장치

1) 현황

본 교량의 받침장치는 탄성고무받침으로 확인되었으며, 교대 A1(가동단) 8개소, A2(고정단) 8개소 총 16개소가 시공되어 있다.



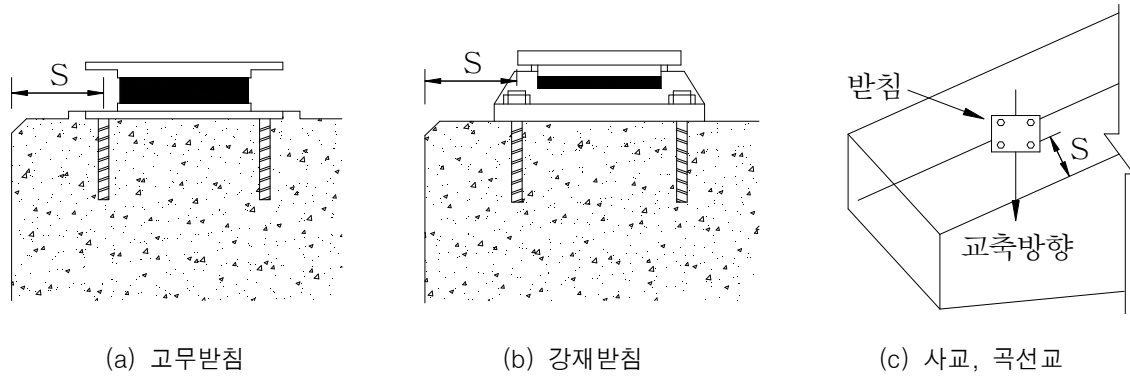
〈그림 1.17〉 받침 배치도



2) 받침 공용 상태 검토

① 받침 연단거리 검토

받침장치의 연단거리는 현행 시방기준(도로교설계기준, 2012년)에 따라 검토하였으며, 다음은 받침장치 연단거리 측정의 일반적인 방법이다.



〈그림 1.18〉 연단거리 측정방법

도로교 설계기준에 의한 연단거리의 허용량은 다음과 같다.

- 경간 길이 100m 이하 : $S = 200 + 0.5L(\text{mm})$

경간장 $L = 50.1\text{m}$: $200 + (0.5 \times 501) = 450.5\text{mm}$

여기서, $S(\text{mm})$ 는 연단거리, $L(\text{m})$ 은 경간 길이임.



〈표 1.16〉 받침 연단거리 검토 결과

구 분	지간장(m)	소요연단거리(mm)		실측연단거리(mm)		판정	비고
		A1측	A2측	A1측	A2측		
A1	50.1	450.5		500 ~ 540		O.K	—
A2	50.1	450.5		570 ~ 600		O.K	—

② 받침장치 신축 여유량 검토

받침장치의 신축 여유량 검토는 가동받침의 이동량 산정규정(도로설계기준 2010)에 따라, 현시점에서 설계 시 고려되는 최대온도(-15℃~35℃)까지 교량이 신축할 때의 필요 여유량과 현재의 실측유간을 비교·검토하였다.



건조수축과 크리프는 수렴된 것으로 판단하여 이동량 산정시 제외함)

▶ 설계 신축량 계산(조사일 : 2023년 06월 19일, 평균기온 : 29.0℃)

$$(\Delta L = \Delta L_t + \Delta L_r)$$

- 온도에 의한 신축량(ΔL_t) : 한랭지방, 콘크리트교 : -15 ~ +35℃ 적용

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

여기서, ΔT : 35℃ - (29.0)℃ = 6.0℃(구조물 신장),

$$29.0^\circ\text{C} - (-15.0) = 44.0^\circ\text{C}(\text{구조물 수축})$$

$$\alpha(\text{선팅창계수}) : 1.0 \times 10^{-5}$$

〈표 1.17〉 받침장치 신축 여유량 검토 결과

구 분		신축장 (m)	이론신축량(mm)		실측 이동량(mm)	받침 허용량 (mm)	실측여유량(mm)		판정
			신장	수축			신장	수축	
A1	Sh1~Sh8	50.1	3.0	22.0	30 ~ 38	±42	1 ~ 9	26 ~ 34	O.K
A2	Sh1~Sh8	고정단							

① 온도변화에 의한 최대신장량(ΔL_t) = $\Delta T \times \alpha \times L$: $7.0^{\circ}\text{C} \times 0.000010/^{\circ}\text{C} \times \text{신축장}m$

② 온도변화에 의한 최대수축량(ΔL_t) = $\Delta T \times \alpha \times L$: $43.0^{\circ}\text{C} \times 0.00001/^{\circ}\text{C} \times \text{신축장}m$

▶검토결과 : 받침장치는 전 개소에서 가동 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

3) 외관조사 결과

받침장치의 외관조사 결과, 고무패드 들뜸, 플레이트 부식이 조사되었다.

〈표 1.18〉 받침장치 주요손상 및 결함

번호	주요결함 및 손상	물량	단위	개소	원인 분석
1	고무패드 들뜸	8	EA	8	시공미흡
2	플레이트 부식	6	EA	6	누수 접촉



고무패드 들뜸

고무패드 들뜸 - 2021년

	
플레이트 부식	플레이트 부식
	
플레이트 부식 - 2021년	플레이트 부식(보수 완료) - 2023년
	
플레이트 부식 - 2021년	플레이트 부식(보수 완료) - 2023년

4) 원인 분석 및 대책방안

① 고무패드 들뜸

A1 받침장치에서 조사된 부재 손상은 하절기시 온도변화에 따른 신장량이 과하여 발생된 손상으로 판단되며, 조사일 현재, 신축 거동 및 여유량은 문제가 없는 것으로 분석되어 손상부에 대한 주의관찰이 필요하다.

② 플레이트 부식

금회 조사된 부재 손상은 우기시 외측에서 유입된 우수가 지속적으로 접촉되어 발생된 손상으로 판단되며, 부재의 내구성에 미치는 영향은 미미하므로 보수의 경제성을 고려할 때 즉각적인 보수보다는 추후 일괄보수를 시행하는 것이 바람직할 것으로 검토되었다.

5) 전차 정밀안전점검 결과와의 비교

전차 정밀안전점검과 비교한 결과, 플레이트에 전면 재도장을 실시하였으나, 공용 중 누수가 접촉되어 플레이트 부식이 신규 발생하였다.

〈표 1.19〉 받침장치 전차 정밀안전점검 결과와의 비교

구 분	주요결함 및 손상	21년 정밀안전점검			23년 정밀안전점검			증·감 (▲·▼)	비 고
		물량	단위	개소	물량	단위	개소		
받침장치	고무패드 들뜸	8	EA	8	8	EA	8	— 0.00	기존손상
	플레이트 부식	15	EA	15	6	EA	6	▼ -9.00	보수 후 신규손상
	받침콘크리트 균열	0.9	m	7	—	—	—	▼ -0.90	보수 시행

바. 신축이음

1) 현황

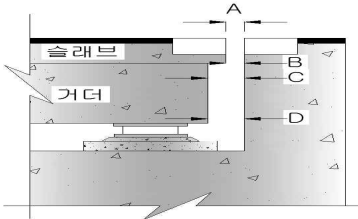
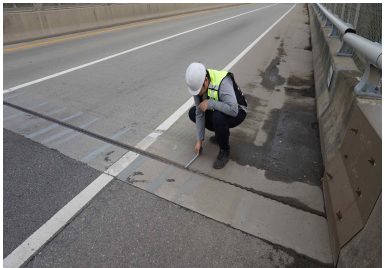
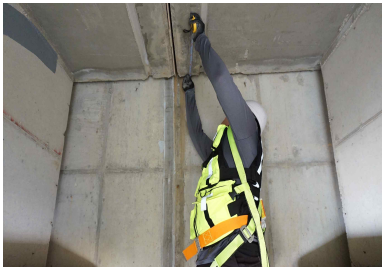
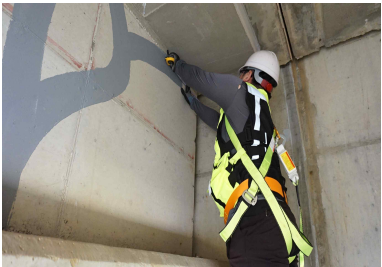
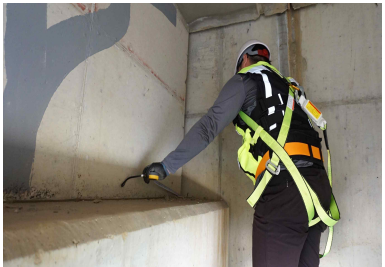
신축이음장치는 시·중점(A1, A2)부에 NMC Joint가 시공되어진 상태이며, 금회 점검 시 후타재 균열, 파손 등 신규 손상 발생, 신축이음부 누수 여부 등 기능성 확보 여부에 중점을 두어 점검을 실시하였다.

	
A1 신축이음 전경	A2 신축이음 전경

2) 신축이음 공용 상태 검토

① 신축이음 유간 검토

신축이음부 상부구조의 신축에 대한 충분한 신축 여유량(유간)을 확보하여야 하며, 신축 여유량 확인은 교량받침의 이동량 확인 방법과 동일하게 온도 신축에 따른 이론 소요 여유량과 실측 측정 유간을 비교한다.

	A : 신축이음장치 유간 B : 바닥판 유간 C : 거더 상부 유간 D : 거더 하부 유간	
		신축이음 유간 측정
		
바닥판 유간 측정 (S1)	거더 상부 유간 측정 (S1)	거더 하부 유간 측정 (S1)

〈그림 1.19〉 신축이음부 유간 측정방법 및 현황

② 신축이음 유간 검토 결과

신축이음부 유간 측정은 신축이음장치, 바닥판 및 거더 상·하부에 대한 최소 유간을 측정하였으며, 온도변화에 의한 최대 신·수축 시 여유량을 검토·평가하였다.

검토결과, A1측은 소요 여유량을 확보하고 있는 것으로 검토되었고, P5 신축이음에서 동절기 최대 수축 시에 대한 여유량을, A2 거더에서 최대 신장 시에 대한 소요 여유량을 확보하고 있지 못한 상태로 계산되었다.

〈표 1.20〉 신축이음 유간 측정 결과

구 분	실측 유간(mm)				비 고
	신축이음	G1~G8측 최솟값			
		바닥판	거더상부	거더하부	
Exp.J A1	20	60	110	100	
Exp.J A2	고정단				

〈표 1.21〉 신축이음 신축 이동량 산정결과

구분	온도변화($\Delta T, ^\circ\text{C}$)		선팅창 계수 (α)	신축장 (L,m)	$\Delta L_t(\text{mm})$		소요이동량(mm)	
	동절기	하절기			동절기(①)	하절기(②)	동절기(①+③)	하절기(②)
A1	44.0	6.0	0.00001	50.1	22.0	3.0	22.0	3
A2	고정단							

- 조사당시 온도 : 29.0°C (조사일 : 2023년 06월 19일), 검토온도 : $-15^\circ\text{C} \sim 35^\circ\text{C}$ (한랭지방, 콘크리트교)
- 온도 변화에 의한 이동량 $\Delta L_t = \alpha \times L \times \Delta T$

〈표 1.22〉 신축이음 유간 검토 결과

구분		소요 여유량(mm)		점검당시 실측유간(mm) ③	허용량 (mm) ④	신축 여유량(mm)		검토 결과
		최대 수축 시①	최대 신장 시②			최대 수축시 ④-(①+③)	최대 신장시 ③-②	
EXP.J (A1)	신축이음	22	3	18	42	2	15.00	O.K
	바 닥 판			60			57.00	O.K
	거더상부			110			107.00	O.K
	거더하부			100			97.00	O.K
EXP.J (A2)	고정단							-

3) 외관조사 결과

신축이음 장치의 외관조사 결과, 유간 토사퇴적, 차수판 볼트탈락, 누수가 조사되었다.

〈표 1.23〉 신축이음 주요손상 및 결함

번호	주요결함 및 손상	물량	단위	개소	원인 분석
1	유간 토사퇴적	8.0	m	4	공용 중 토사 등 이물질 유입
2	차수판 볼트탈락	1	EA	1	외력, 공용기간 증가
3	누수	1.80	m	3	공용기간 증가

	
후타재 균열 - 2021년	후타재 균열(보수완료) - 2023년
	
유간 토사퇴적	하부 누수현황

3) 원인 분석 및 대책방안

① 유간 토사퇴적

신축이음장치의 유간 토사퇴적은 공용 중 토사 등 이물질 유입에 의한 손상으로 판단되며, 현 상태에서 신축이음장치의 기능성에 문제가 없는 상태이나 장기간 방치 시 신축이음장치의 신축거동에 지장을 초래할 수 있으므로 주기적인 정비(청소)를 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

② 차수판 볼트 탈락

A1에서 조사된 차수판 볼트 탈락은 공용기간 증가, 차량 접촉등의 외력에 의한 손상으로 판단되며, 부재의 기능성에 미치는 영향이 미미하므로 주의관찰이 필요하다.

③ 누수

A2 외측부에서 조사된 누수는 공용기간 증가에 따른 하부 고무재 노후화로 인한 손상으로 판단되며, 조사일 현재, 연결부재인 교대에 손상이 발생되지 않은 상태이므로 즉각적인 보수보다는 손상 진전시 일괄보수를 시행하는 것이 바람직할 것으로 검토되었다.

4) 전차 정밀안전점검 결과와의 비교

전차 정밀안전점검과 비교한 결과, 신축유간 청소, 후타재 표면보수가 시행되어 손상 수량이 감소하였으며, 차수판 볼트 탈락, 누수는 이전 상태를 유지하고 있는 것으로 확인되었다.

〈표 1.24〉 신축이음 전차 정밀안전점검 결과와의 비교

구 분	주요결함 및 손상	21년 정밀안전점검			23년 정밀안전점검			증·감 (▲·▼)	비 고
		물량	단위	개소	물량	단위	개소		
신축이음	유간 토사퇴적	41.80	m	2	8.0	m	4	▼ -33.80	보수 후 재손상
	후타재 균열	12.5	m	25	-	-	-	▼ -12.50	보수 시행
	차수판 볼트탈락	1	EA	1	1	EA	1	- 0.00	기존 손상
	누수	1.80	m	3	1.80	m	3	- 0.00	기존 손상

사. 교면포장

1) 현황

포장은 왕복4차로의 콘크리트 포장(HPC)으로 시공되어 있으며, 금회 점검 시 포장 균열 및 망상균열, 패임 등 신규 손상의 발생 여부에 중점을 두어 점검을 실시하였다.



2) 외관조사 결과

교면포장의 외관조사 결과, 포장 균열, 패임이 조사되었다.

〈표 1.25〉 교면포장 주요손상 및 결함

번호	주요결함 및 손상	물량	단위	개소	원인 분석
1	포장균열	43.50	m	4	공용기간 증가
2	패임	0.01	m ²	1	공용기간 증가, 낙하물 접촉



	
패임 - 2021년	패임 - 2023년

3) 원인 분석 및 대책방안

① 포장 균열, 패임

조사된 부재 손상은 공용중 지속적인 차량통행에 의한 손상으로 판단되며, 기 점검과 비교시 손상의 진전은 없는 것으로 조사되어 보수의 효율성을 고려할 때 즉각적인 보수보다는 주기적인 점검을 통한 상태변화를 관찰하는 것이 바람직할 것으로 검토되었다.

4) 전차 정밀안전점검 결과와의 비교

전차 정밀안전점검과 비교한 결과, 대체로 손상의 진전은 없는 상태로 조사되었으며, 손상물량의 증감은 없는 것으로 분석되었다.

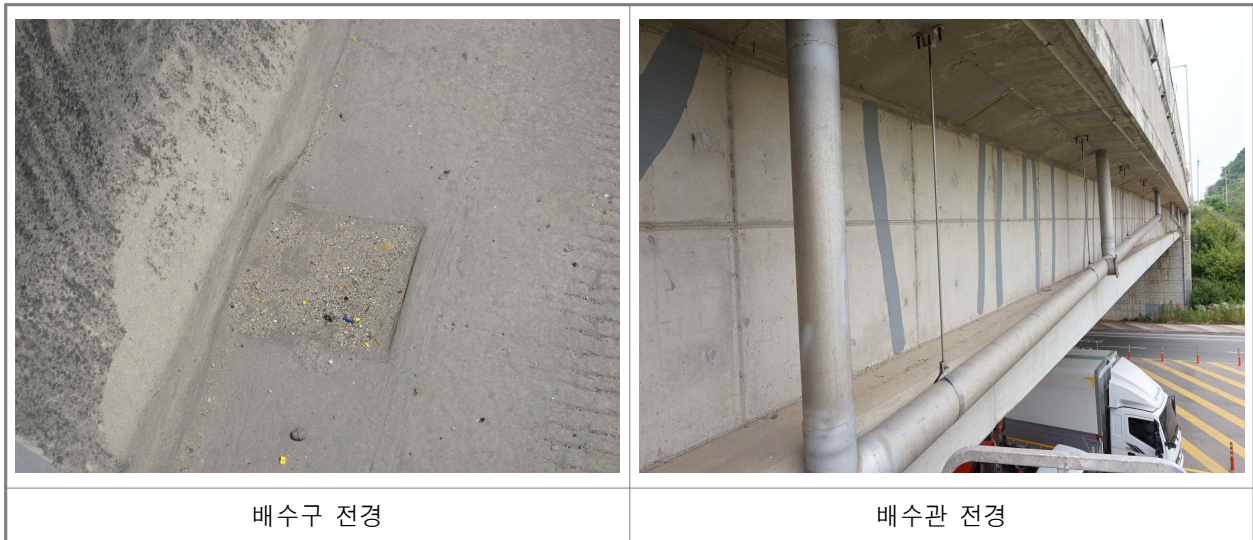
〈표 1.26〉 교면포장 전차 정밀안전점검 결과와의 비교

구 분	주요결함 및 손상	21년 정밀안전점검			23년 정밀안전점검			증·감 (▲·▼)	비 고
		물량	단위	개소	물량	단위	개소		
교면포장	포장균열	43.50	m	4	43.50	m	4	— 0.00	기존손상
	패임	0.01	m²	1	0.01	m²	1	— 0.00	기존손상

아. 배수시설

1) 현황

본 교량의 배수시설은 교면포장 좌우측 각 6개소씩 총 12개소가 설치되어 있으며, 배수관을 통해 하부로 배수되는 시스템으로 시공되어 있는 상태이다.



2) 외관조사 결과

배수시설에 대한 외관조사 결과 배수구 막힘, 배수관 탈락이 조사되었다.

〈표 1.27〉 배수시설 주요손상 및 결함

번호	주요결함 및 손상	물량	단위	개소	원인 분석
1	배수구 막힘	8	EA	8	공용 중 토사 등 이물질 유입



3) 원인 분석 및 대책방안

① 배수구 막힘

일부 경가에서 조사된 부재 손상은 공용 중 토사 등 이물질 유입에 의한 손상으로 판단되며, 원활한 배수성능 확보를 위해 주기적인 정비(청소)를 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

4) 전차 정밀안전점검 결과와의 비교

전차 정밀안전점검과 비교한 결과, 대체로 손상의 진전은 없는 상태로 조사되었으며, 손상물량의 증감은 없는 것으로 분석되었다.

〈표 1.28〉 배수시설 전차 정밀안전점검 결과와의 비교

구 분	주요결함 및 손상	21년 정밀안전점검			23년 정밀안전점검			증·감 (▲·▼)	비 고
		물량	단위	개소	물량	단위	개소		
배수시설	배수구 막힘	8	EA	8	8	EA	8	- 0.00	기존 손상

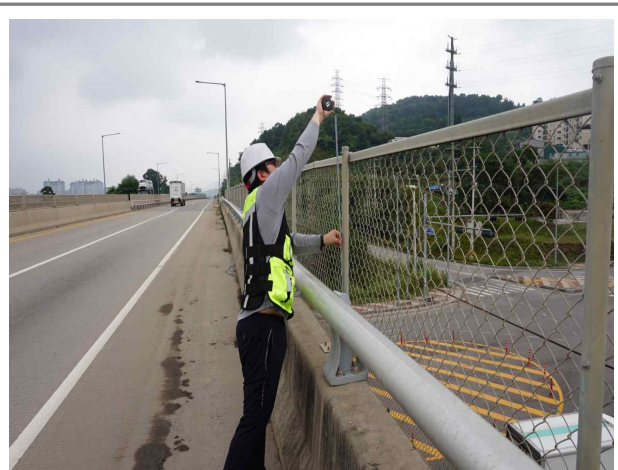
자. 방호벽

1) 현황

대상 시설물의 좌·우측에 방호벽 + 난간 높이 H=120.0cm로 시공되어 있으며, 하부 횡단도로 구간에는 방호벽 상단에 높이 H=100.0cm의 낙하물 방지책이 설치되어 있다.



방호벽 전경



낙하물 방지책 전경

2) 외관조사 결과

방호벽의 외관조사 결과 난간 파손이 조사되었다.

〈표 1.29〉 방호벽 주요손상 및 결함

번호	주요결함 및 손상	물량	단위	개소	원인 분석
1	난간 파손	1	EA	1	외력

	
난간 파손	균열(0.3mm미만) - 보수 완료

3) 원인 분석 및 대책방안

① 난간 파손

좌측 방호벽 종점부에서 조사된 난간 파손은 공용중 차량접촉 등의 외력에 의한 손상으로 판단되며, 조사일 현재, 부재의 기능성에는 문제가 없으므로 즉각적인 보수보다는 추후 일괄보수를 시행하는 것이 바람직할 것으로 검토되었다.

4) 전차 정밀안전점검 결과와의 비교

전차 정밀안전점검과 비교한 결과, 방호벽 전면부는 손상부에 대한 표면보수가 시행되어 손상 수량이 감소하였으며, 난간 파손은 금회 신규 조사되었다.

〈표 1.30〉 방호벽 전차 정밀안전점검 결과와의 비교

구 분	주요결함 및 손상	21년 정밀안전점검			23년 정밀안전점검			증·감 (▲·▼)	비 고
		물량	단위	개소	물량	단위	개소		
방호벽	균열(0.3mm미만)	9.40	m	12	-	-	-	▼ -9.40	보수 시행
	난간 파손	-	-	-	1.00	EA	1	▲ 1.00	신규 손상

1.3.3 공중이 이용하는 부위

가. 추락방지시설

1) 현황

추락방지시설은 공중 및 점검원, 낙하물 등의 추락을 방지하는 시설로 방호벽에 낙하방지책이 설치되어 있으며, 점검로는 미설치된 것으로 확인되었다.



2) 외관조사 결과

〈표 1.31〉 추락방지시설 주요손상 및 결함

번호	주요결함 및 손상	물량	단위	개소	원인 분석
1	난간 파손	1	EA	1	외력

나. 교면포장

1) 현황

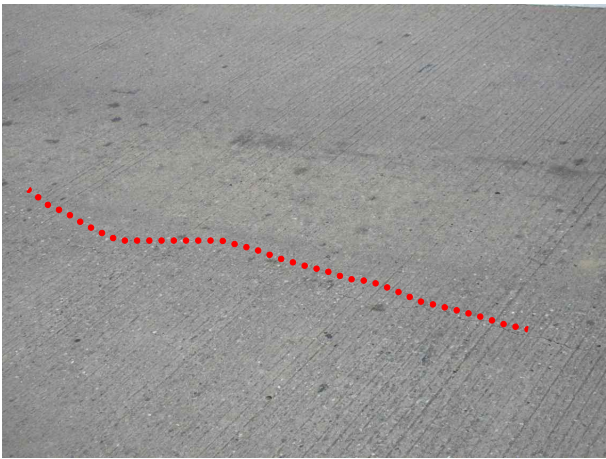
교면포장은 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하며 본 교량의 전체 폭은 20.9m로 왕복 4차로로 시공되어 있다.

	
교면포장 전경	길어깨부 전경

2) 외관조사 결과

〈표 1.32〉 【표 3.1.25】 교면포장 주요손상 및 결함

번호	주요결함 및 손상	물량	단위	개소	원인 분석
1	포장균열	43.50	m	4	공용기간 증가
2	패임	0.01	m ²	1	공용기간 증가, 낙하물 접촉

	
포장 균열	패임

다. 신축이음

1) 현황

신축이음 장치는 온도변화에 의한 신축거동, 교면수의 하부유입을 막는 차수기능을 하는 부재로서 본 교량의 신축이음장치는 A1, A2에 NMC Joint가 설치되어 있다.



A1 신축이음 전경



A2 신축이음 전경

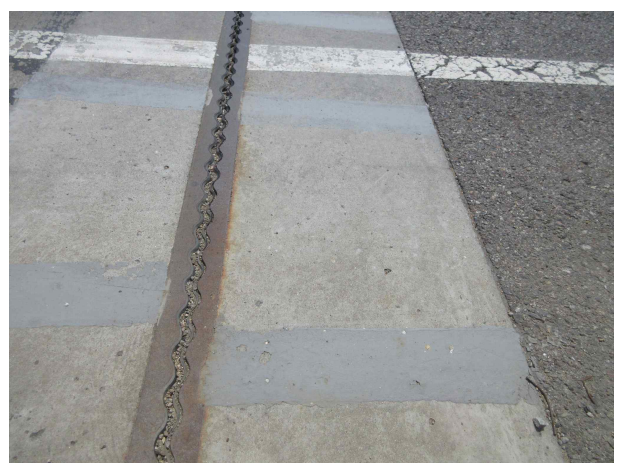
2) 외관조사 결과

〈표 1.33〉 신축이음 주요손상 및 결함

번호	주요결함 및 손상	물량	단위	개소	원인 분석
1	유간 토사퇴적	8.0	m	4	공용 중 토사 등 이물질 유입
2	차수판 볼트탈락	1	EA	1	외력, 공용기간 증가
3	누수	1.80	m	3	공용기간 증가



후타재 균열 - 2021년



후타재 균열(보수완료) - 2023년

	
누수 - A2	하부 누수현황 -A2

1.3.4 현장조사 결과 요약

가. 외관조사 결과요약

〈표 1.34〉 외관조사 결과 요약표

구 분		주요결함 및 손상	손상물량	단위	개소	대 책
상부 구조	바닥판	균열 백태	1.40	m	3	주의관찰
	거더	균열 (0.3mm미만)	0.80	m	1	주의관찰
		망상균열 (보수재)	0.09	m²	1	주의관찰
		박락	0.21	m²	2	주의관찰
		박리	1.12	m²	9	주의관찰
		시공불량	0.02	m²	2	주의관찰
		파손 및 철근노출	0.09	m²	1	주의관찰
	가로보	상태양호	—	—	—	—
하부 구조	교대	균열 (0.3mm미만)	22.6	m	29	주의관찰
		누수흔적	3.00	m²	1	주의관찰
		배수로 파손	0.10	m²	1	주의관찰
		실런트 열화	10.0	m	1	주의관찰
	기초	미노출	—	—	—	—

〈표 1.34〉 외관조사 결과 요약표(계속)

구 분		주요결함 및 손상	손상물량	단위	개소	대 책
받침 장치	교량받침	고무패드 들뜸	8	EA	8	주의관찰
		플레이트 부식	6	EA	6	주의관찰
기타 부재	신축이음	유간 토사퇴적	8.0	m	4	주의관찰
		차수판 볼트탈락	1	EA	1	주의관찰
		누수	1.80	m	3	주의관찰
	교면포장	포장균열	43.50	m	4	주의관찰
		패임	0.01	m ²	1	주의관찰
	배수시설	배수구 막힘	8	EA	8	청소
	방호벽	난간 파손	1	EA	1	주의관찰

나. 전차 정밀안전점검 외관조사 결과와의 비교

〈표 1.35〉 외관조사 결과 비교

구 분		주요결함 및 손상	21년 정밀안전 점검	23년 정밀안전 점검	단위	증·감	비고
상부 구조	바닥판	망상균열	660.0	—	m ²	▼ -660.0	보수 시행
		균열부 백태	10.60	1.40	m	▼ -9.20	일부 보수
		백태	1.16	—	m ²	▼ -1.16	보수 시행
	거더	균열(0.3mm미만)	387.8	0.80	m	▼ -387.0	일부 보수
		균열(0.3mm이상)	73.2	—	m	▼ -73.20	보수 시행
		망상균열(보수재)	0.90	0.09	m ²	▼ -0.81	전차 집계오류
		박락	0.21	0.21	m ²	— 0.00	기존손상
		박리	1.12	1.12	m ²	— 0.00	기존손상
		시공불량	0.02	0.02	m ²	— 0.00	기존손상
		파손 및 철근노출	0.09	0.09	m ²	— 0.00	기존손상
		가로보	상태양호	—	—	— 0.00	—
하부 구조	교대	균열(0.3mm미만)	46.5	22.6	m	▼ -23.90	일부 보수
		망상균열	3.42	—	m ²	▼ -3.42	보수 시행
		누수흔적	5.80	3.00	m ²	▼ -2.80	일부 보수
		배수로 파손	0.10	0.10	m ²	— 0.00	기존 손상
		실런트 열화	—	10.0	m	▲ 10.00	신규 손상
	기초	미노출	—	—	—	— 0.00	—
받침 장치	교량받침	고무패드 들뜸	8	8	EA	— 0.00	기존손상
		플레이트 부식	15	6	EA	▼ -9.00	보수 후 신규손상
		받침콘크리트 균열	0.9	—	m ²	▼ -0.90	보수 시행
기타 부재	신축이음	유간 토사퇴적	41.80	8.0	m	▼ -33.80	보수 후 재손상
		후타재 균열	12.5	—	m	▼ -12.50	보수 시행
		차수판 볼트탈락	1	1	EA	— 0.00	기존 손상
		누수	1.80	1.80	m	— 0.00	기존 손상
	교면포장	포장균열	43.50	43.50	m	— 0.00	기존손상
		패임	0.01	0.01	m ²	— 0.00	기존손상
	배수시설	배수구 막힘	8	8	EA	— 0.00	기존 손상
	방호벽, 중 분대	균열(0.3mm미만)	9.40	—	m	▼ -9.40	보수 시행
		난간 파손	—	1.00	EA	▲ 1.00	신규 손상

1.3.5 재료시험 결과

가. 개 요

본 과업 대상 구조물은 연장 50.1m의 PRECOM 형식의 교량이다. 따라서 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침[안전점검·진단 편] (2022. 12. 국토교통부, 한국시설안전공단)”에 따른 재료시험 기준수량 및 본 구조물에 대한 재료시험 수량 및 위치도는 다음과 같다.

〈표 1.36〉 정밀안전점검의 기본과업 재료시험 기준수량

구 분	교 량		향남IC교	
	상부구조	하부구조	상부구조	하부구조
반발경도	•50m 마다	•연장50m 마다	•2개소	•2개소
탄산화 깊이 측정	•5경간 이내:2~3개소1) •5경간 이상:3~6개소2)		•5경간 이내:2~3개소1) (교량상부구조에서 최소 1개소이상)	

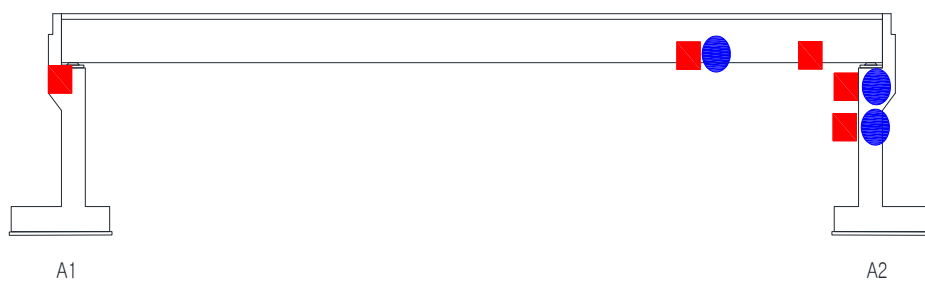
주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

〈표 1.37〉 재료시험 수량 및 위치도

시험종류		상부구조	하부구조	합계
수량	반발경도 시험	2	2	4
	탄산화 깊이측정 시험	1	2	3

← 장안방향

안중방향 →





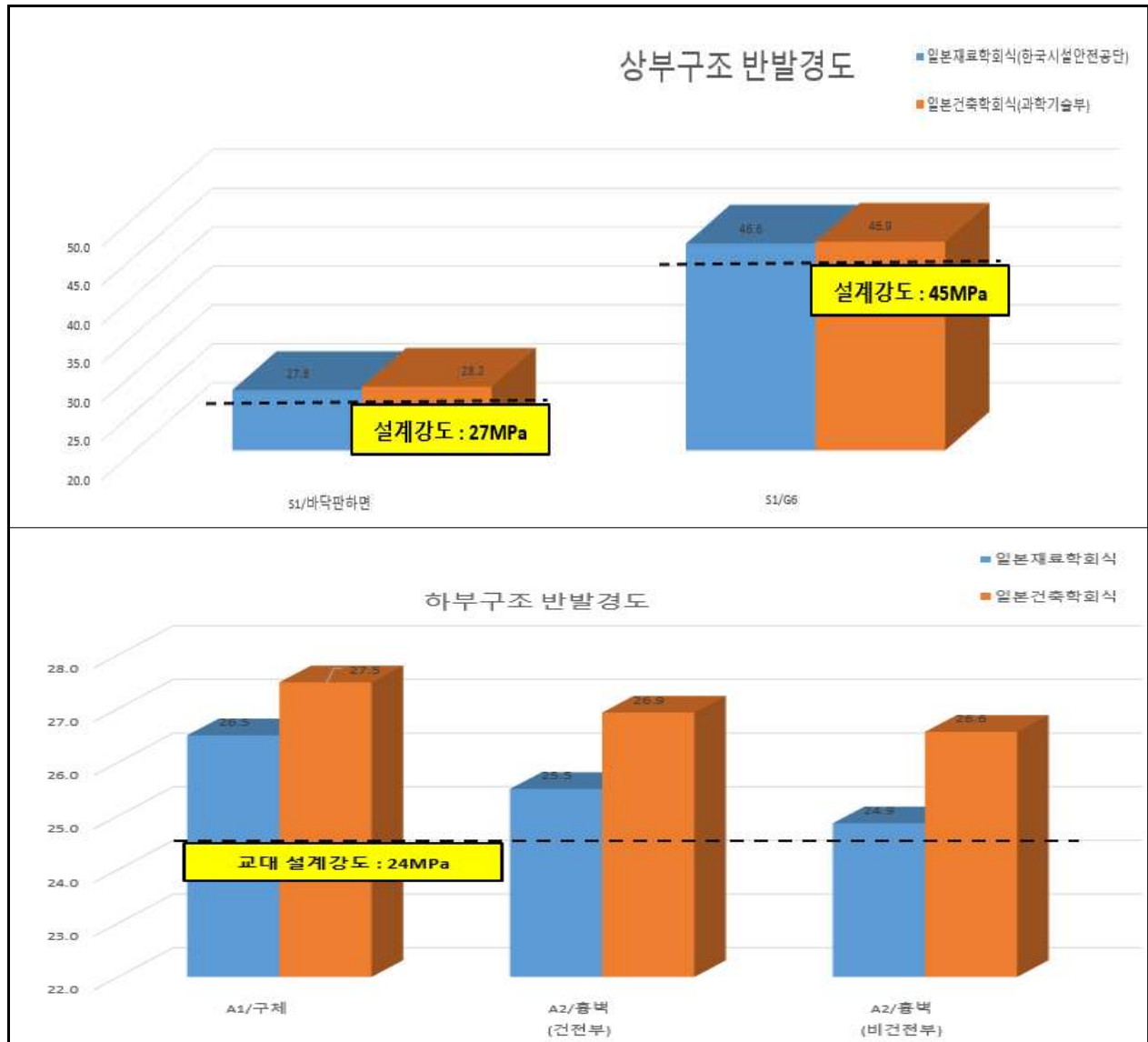
나. 콘크리트 비파괴 강도시험

주요부재인 바닥판, 교대 및 교각에 대한 비파괴 콘크리트 강도(반발경도법) 시험 결과 바닥판 28.0MPa, 거더 46.7MPa, 교대 25.7 ~ 27.0MPa로 측정되어 설계기준강도(바닥판 : 27.0MPa, 거더 : 45.0MPa, 교대 : 24.0MPa)를 상회하는 것으로 평가되어 콘크리트 강도는 대체로 건전한 상태로 판단된다.

건전부와 비 건전부의 비교·분석 결과, 하부구조의 반발경도비($(\text{비건전부}/\text{건전부}) \times 100\%$)가 98.1%로 평가되어 비 건전부의 강도 저하는 없는 것으로 판단되어, 콘크리트 강도는 대체로 양호한 것으로 판단된다.

〈표 1.38〉 콘크리트 비파괴 압축강도 결과표

측정 위치		기준 경도 (Ro)	재령 계수 (α)	콘크리트 비파괴강도(MPa)		측정 비파괴강도 (MPa)	설계기준 강도(MPa)
				일본재료학회 한국시설안전공단	일본건축학회 과학기술부		
상부 구조	S1 바닥판하면	48.1	0.63	27.8	28.2	28.0	27.0
	S1 G6	56.4	0.63	46.6	46.9	46.7	45.0
하부 구조	A1 구체	47.3	0.63	26.5	27.5	27.0	24.0
	A2 흥벽(건전부)	46.1	0.63	25.5	26.9	26.2	24.0
	A2 흥벽(비건전부)	45.3	0.63	24.9	26.6	25.7	24.0



다. 탄산화깊이 측정시험

1) 콘크리트 탄산화 깊이측정 시험 결과

대상교량은 2014년 4월 준공된 PRECOM 형식의 교량으로 공용기간이 약9년 경과되었으며, 탄산화 깊이측정 시험 시 철근의 피복두께는 RC-Radar를 이용하여 측정한 최소피복을 적용·검토하였다.

탄산화 깊이측정 시험결과 탄산화 잔여깊이는 바닥판에서 33.5mm, 교대 65.5mm ~ 71.0mm로 측정되어 향후 탄산화에 의한 철근 부식의 우려가 없는 'a등급(30mm≤잔여깊이)'으로 평가되었다. 건전부와 비 건전부의 비교·평가 결과 신축이음 누수 등 우수접촉의 빈도가 높은 교대에서 탄산화 진행속도가 상대적으로 빠른 것으로 평가되어 주기적인 점검을 통해 탄산화 진행 깊이에 대한 주의관찰이 필요한 것으로 판단된다.

〈표 1.39〉 탄산화 깊이측정 시험 결과

구 분	측정위치	탄산화깊이(mm)	최소피복두께(mm)	잔여깊이(mm)	상태등급
상부 구조	S1 바닥판하면	4.5	38	33.5	a
하부 구조	A2 홍벽(건전)	4.0	71	67.0	a
	A2 홍벽(비건전)	5.5	71	65.5	a

2) 탄산화 속도계수 산정 및 잔존수명 예측

탄산화속도는 경과시간 t 의 평방근에 비례하여 진행한다고 하는 $\sqrt{t}$ 법으로 표현된다.

이에 탄산화깊이 C 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

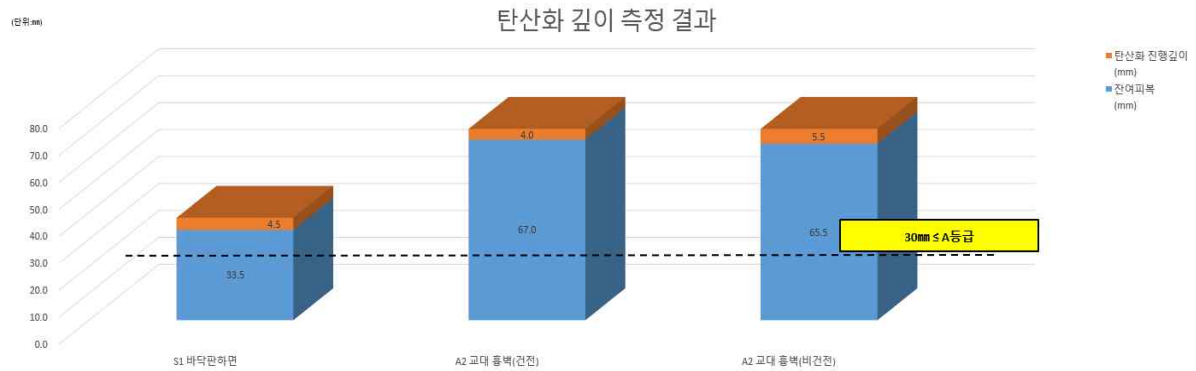
$$C = A \times \sqrt{t}$$

여기서, C : 탄산화깊이(mm)
 A : 탄산화속도계수(mm/√년)
 t : 재령(년)

위의 계산식을 이용하여 대상 교량의 탄산화 속도계수 및 잔존수명을 예측하면 현재의 환경 하에서 콘크리트 탄산화가 최소피복에 도달하기까지는 100년 이상의 시간이 소요될 것으로 평가되어 탄산화에 의한 철근 부식의 가능성은 미미할 것으로 판단된다.

〈표 1.40〉 탄산화 속도계수 산정 및 잔존수명 예측

구 분	측정위치	탄산화 깊이 (mm)	최소피복 두께 (mm)	속도계수 (A)	잔존수명 (년)	잔여깊이 (mm)	재령 (년)	상태 등급
상부 구조	S1 바닥판하면	4.5	38	1.500	100년 이상	33.5	9	a
하부 구조	A2 홍벽(건전)	4.0	71	1.333	100년 이상	67.0	9	a
	A2 홍벽(비건전)	5.5	71	1.833	100년 이상	65.5	9	a

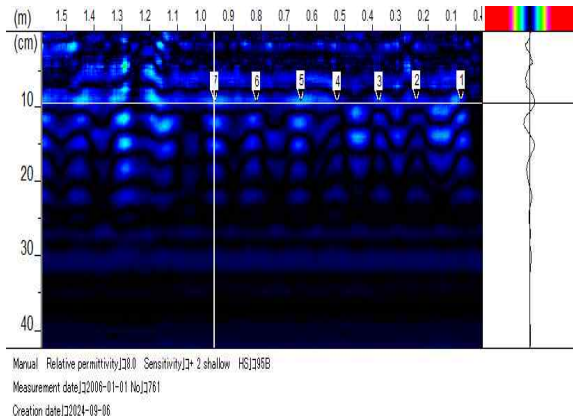


라. 철근배근 탐사

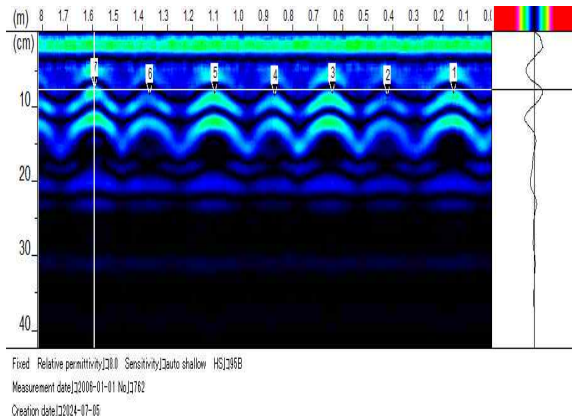
본 용역은 기 점검(2023년) 현장조사 및 시험을 활용한 내진성능평가로서, 기 점검 당시 철근배근 탐사를 실시하지 않아, 금회 RC-Radar를 이용한 철근배근 탐사를 실시하였으며, 세부적인 내용은 다음과 같다.

<표 1.41> 철근배근 탐사 결과표

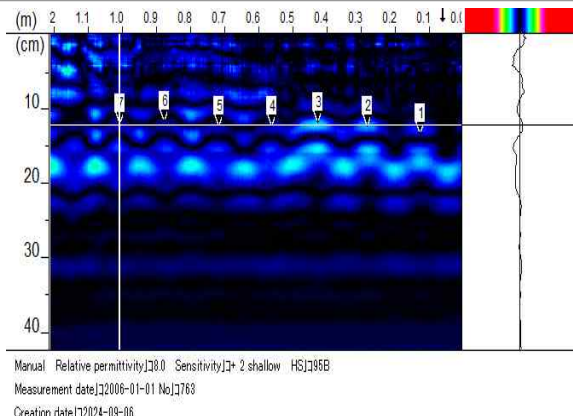
구 분	철근 종류	배근간격 (mm)			피복두께 (mm)			비고
		설계	실측		설계	실측		
			범위	평균		범위	평균	
A1	주철근	150	130~160	147	100	92~94	93	
	배력근	250	220~265	239	100	75~86	82	
A2	주철근	150	130~160	147	100	118~134	123	
	배력근	250	240~270	252	100	92~97	93	



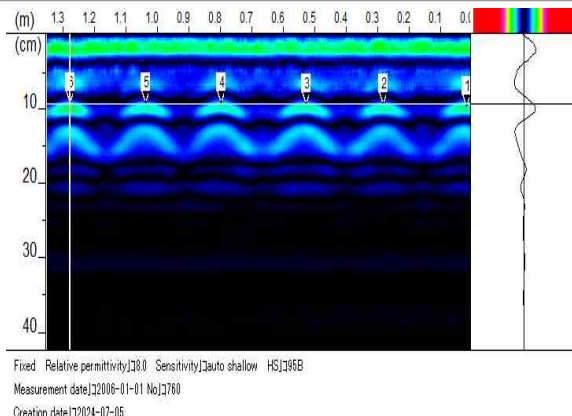
A1 주철근 Data



A1 배력철근 Data



A2 주철근 Data



A2 배력철근 Data

1.3.6 재료시험 결과 요약

가. 내구성조사 결과요약

〈표 1.42〉 재료시험 결과 요약표

구 분	비파괴시험 결과					평가의견
비파괴 강 도	부재		추정강도 (A) (MPa)	설계기준강도 (B) (MPa)	(A/B) × 100	상 · 하부구조의 비파괴강도는 설계기준강도를 100%이상 상 회하는 것으로 측정 되어 콘크 리트 강도는 대체로 양호한 상 태.
	상부 구조	바닥판/ 거더	28.0 ~ 46.7	27.0/45.0	103.7 ~ 103.9	
	하부 구조	교대/ 교각	25.7 ~ 27.0	24.0	107.1 ~ 112.5	
탄산화 깊이 측정 시험	시험부위		탄산화잔여 깊이(mm)	최소피복 두께(mm)	상태등급	탄산화 시험 결과 상 · 하부구조 에서 탄산화 잔여깊이가 30mm 이상으로 측정되어 향후 탄산화 에 의한 철근부식의 우려가 없 는 ‘a’ 등급으로 평가됨.
	상부 구조	바닥판	33.5	38.0	a	
	하부 구조	교 대 (홍벽)	65.5 ~ 71.0	71.0	a	
철근 배근 탐사	설계도면과 비교 검토 결과, 다소 오차가 발생한 것으로 측정되었으나, 측정 기기 및 표면상태 따 른 오차를 감안 할 때 전반적으로 설계치와 유사한 상태로 판단됨.					

나. 전차 정밀안전점검 내구성조사 결과와의 비교

〈표 1.43〉 재료시험 결과 비교

구분	부재별	19년 정밀안전점검	21년 정밀안전점검	23년 정밀안전점검	설계기준	평가
반발경 도 시 험	바닥판	27.8MPa	27.8MPa	27.5~28.0MPa	27.0MPa	설계기준강도 100% 이상
	거 더	47.2MPa	45.9MPa	46.7MPa	45.0MPa	
	교 대	24.4~24.6MPa	26.0~27.7MPa	25.7~27.0MPa	24.0MPa	
탄산화 깊이 측정	상부구조	탄산화깊이 1.0mm	탄산화깊이 1.7mm	탄산화깊이 4.5mm	잔여깊이 30mm 이상	a등급 이상
		피복두께 40.0mm	피복두께 39.0mm	피복두께 38.0mm		
		잔여깊이 39.0mm	잔여깊이 37.3mm	잔여깊이 33.5mm		
	하부구조	탄산화깊이 0.5~0.6mm	탄산화깊이 2.5~4.2mm	탄산화깊이 4.0~5.5mm		
		피복두께 90.0~100.0mm	피복두께 76.0~88.0mm	피복두께 71.0mm		
		잔여깊이 89.5~99.4mm	잔여깊이 72.5~83.8mm	잔여깊이 65.5~67.0mm		

1.4 내진성능평가

1.4.1 교량현황

가. 교량일반

- | | |
|-----------------------|----------------|
| ① 교 량 명 : 향남IC교 | ⑤ 준공년도 : 2008년 |
| ② 교량위치 : 경기도 / 국도39호선 | ⑥ 교량등급 : 1등교 |
| ③ 관리주체 : 수원국토관리사무소 | ⑦ 설계하중 : DB-24 |
| ④ 교량연장 : 50.0m | ⑧ 교량폭원 : 20.9m |

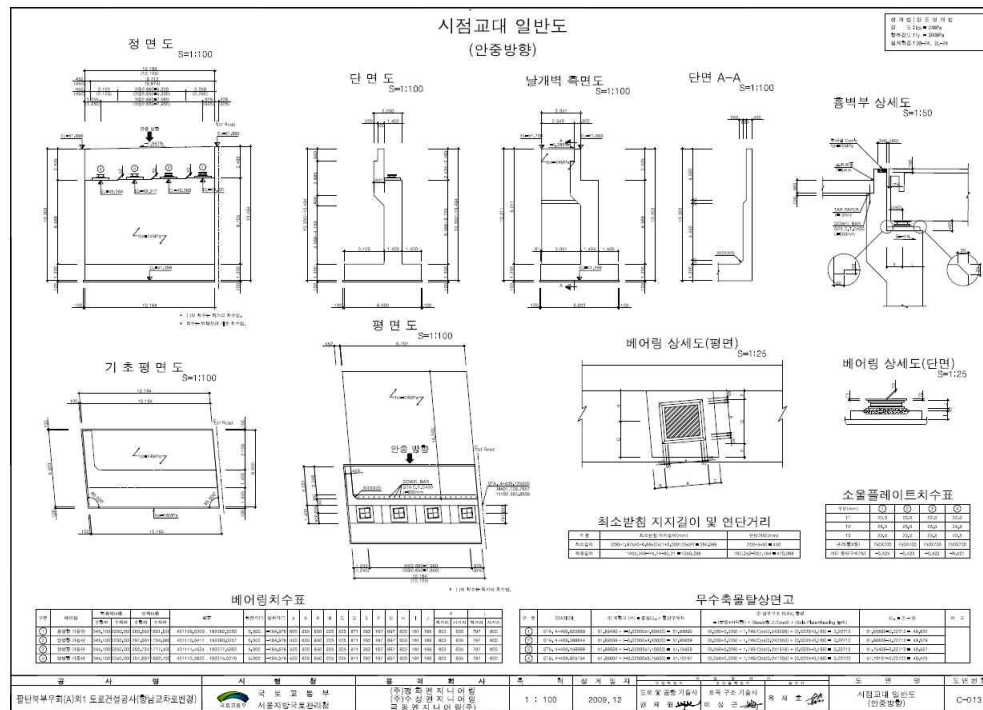
나. 구조형식

- ① 상부구조 : Precom교
- ② 교 대 : 역 T형
 - 홍벽철근 직경/개수/피복두께 : D16 / 125mm / 50mm (준공도면)
 - 벽체철근 직경/간격/피복두께 : D32 / 125mm / 100mm (준공도면)
 - 기초(앞굽)철근 직경/간격/피복두께 : D25, D29 / 125mm / 100mm (준공도면)
 - 기초(뒤굽)철근 직경/간격/피복두께 : D29 / 125mm / 100mm (준공도면)
- ③ 기초형식 : 교대 - 직접기초
- ④ 받침종류 : 교대 - 탄성받침

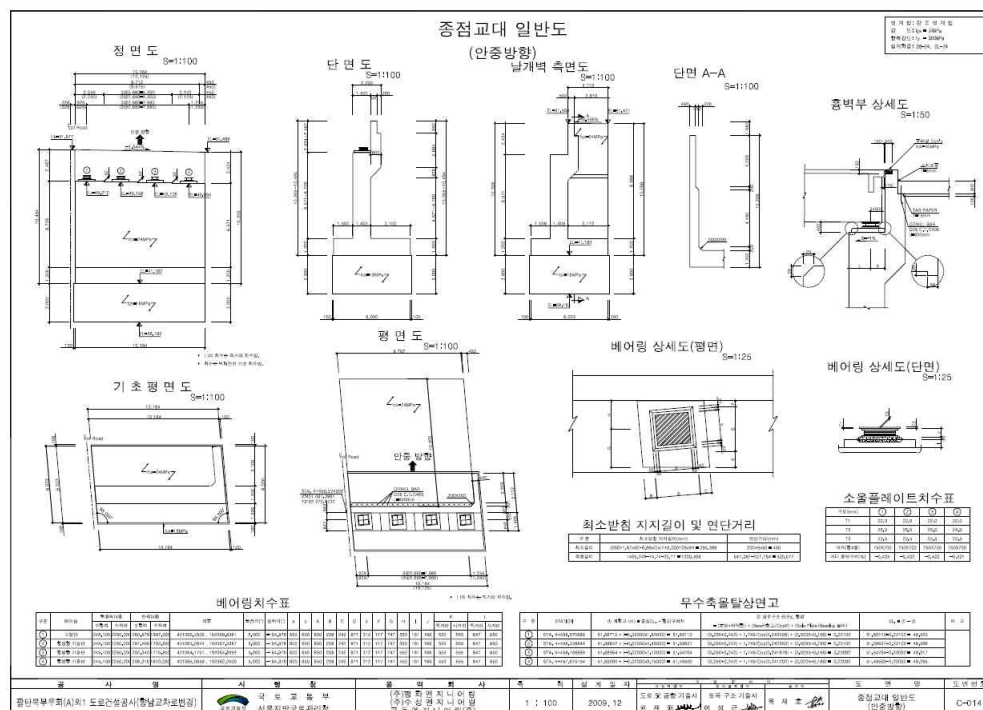
다. 적용강도

비파괴시험 결과, 콘크리트 강도는 대부분 설계기준강도 이상으로 평가되었다. 따라서 본 교량의 내진성능평가는 준공도서와 실측값 등을 기초로 평가하되 안전측의 검토가 되도록 극한의 값을 적용하는 것으로 하였다.

- ① 콘크리트 압축강도
 - 상부구조 : 바닥판 - 27MPa, Precom거더 - 45MPa
 - 하부구조 : 교대 - 24MPa
- ② 철근항복강도
 - 상부구조 : 바닥판 - 400MPa, Precom거더 - 400MPa
 - 하부구조 : 교대 - 300MPa

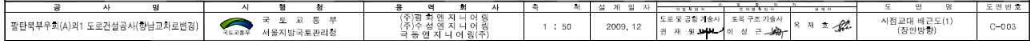


a) 시점교대 (A1)

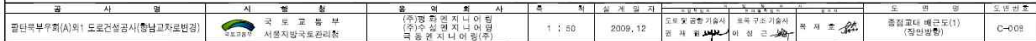


B) 종점교대 (A2)

〈그림 1.21〉 교대 일반도(안중방향)

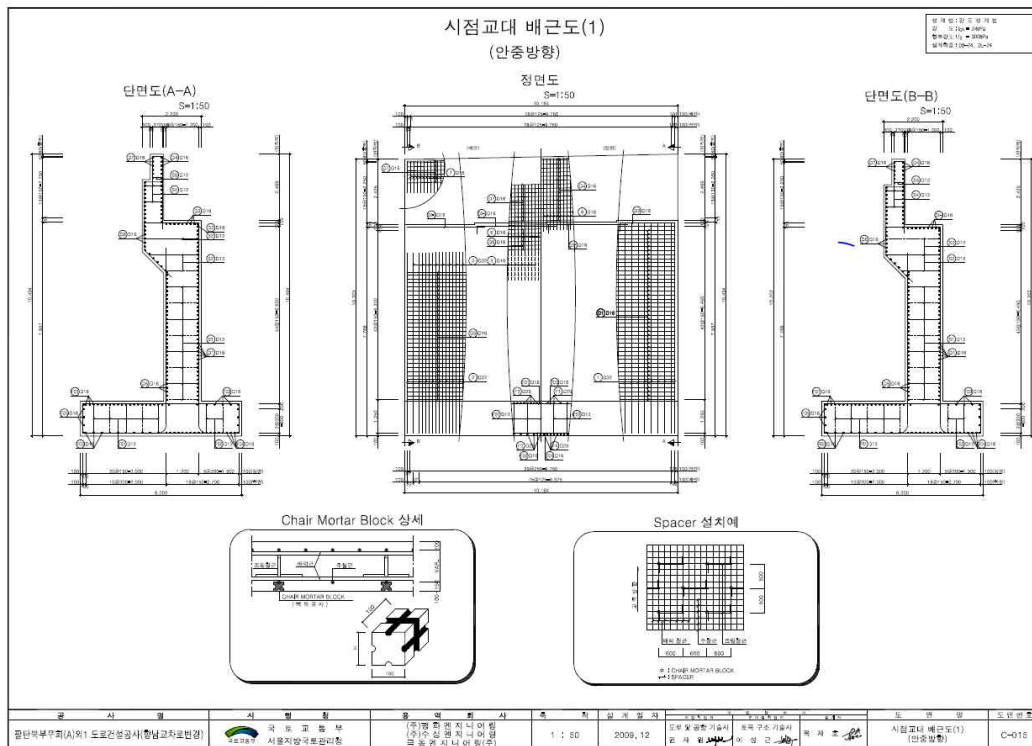


a) 시점교대(A1)

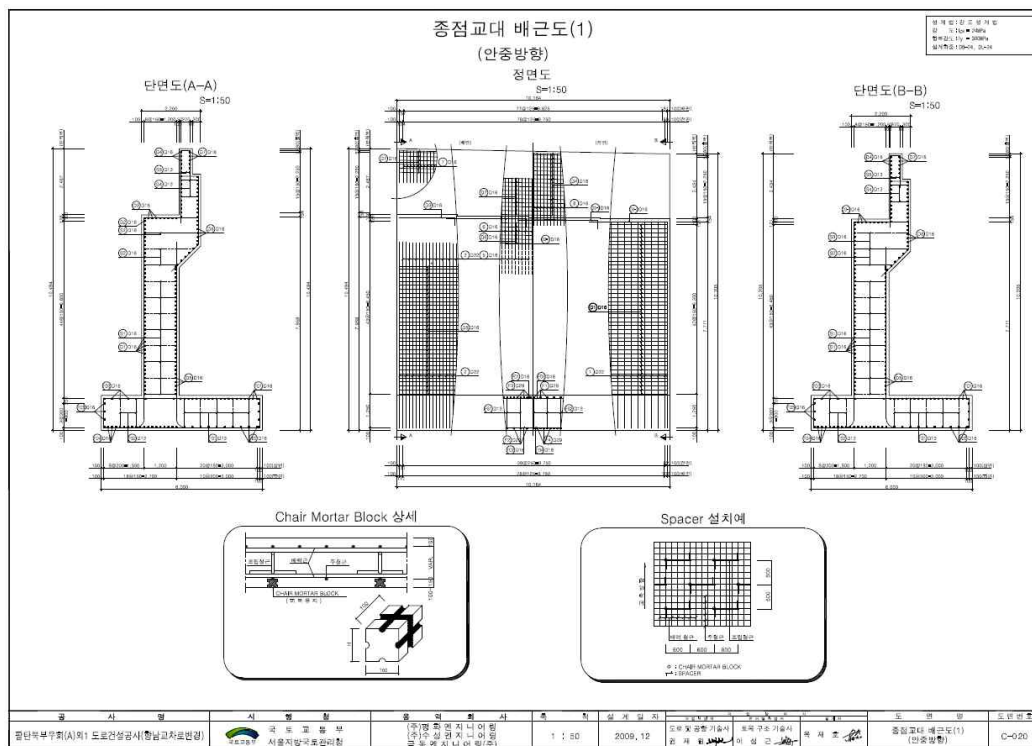


B) 종점교대 (A2)

〈그림 1.22〉 교대 구조도(장안방향)



a) 시점교대 (A1)



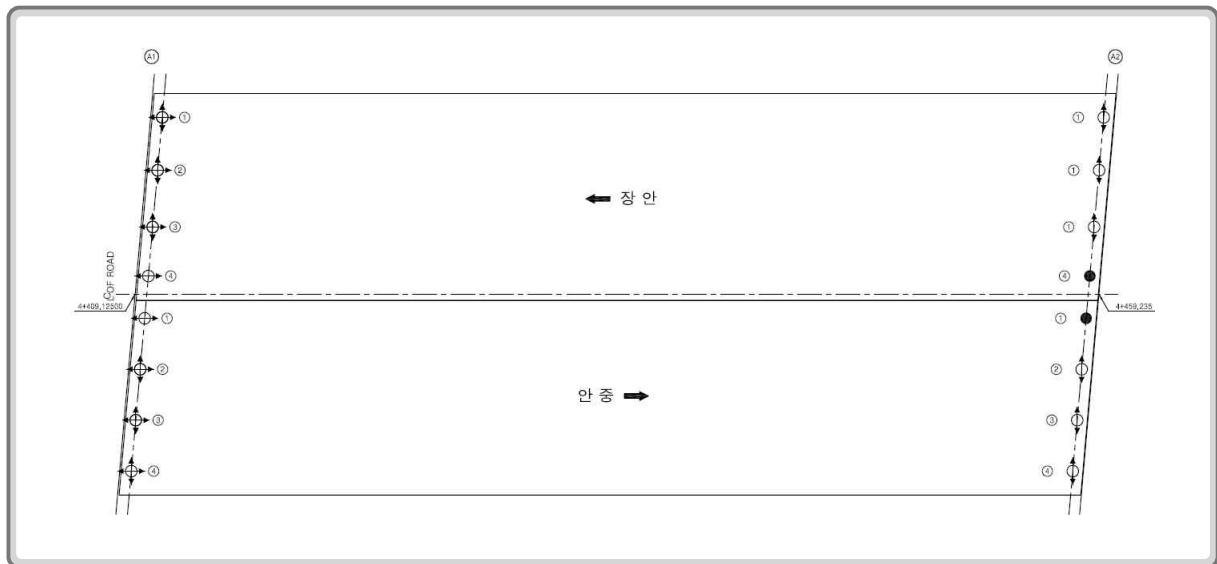
B) 종점교대 (A2)

〈그림 1.23〉 교대 구조도(안중방향)

마. 교량받침

1) 교량받침 배치

향남IC교는 단경간 교량이며, 교량에 설치된 받침은 탄성받침으로 장안, 안중방향 모두 고정단은 A2에 위치하고 있다. 현장조사 결과 교량받침의 배치는 준공도서와 일치하였으며, 배치현황은 다음과 같다.



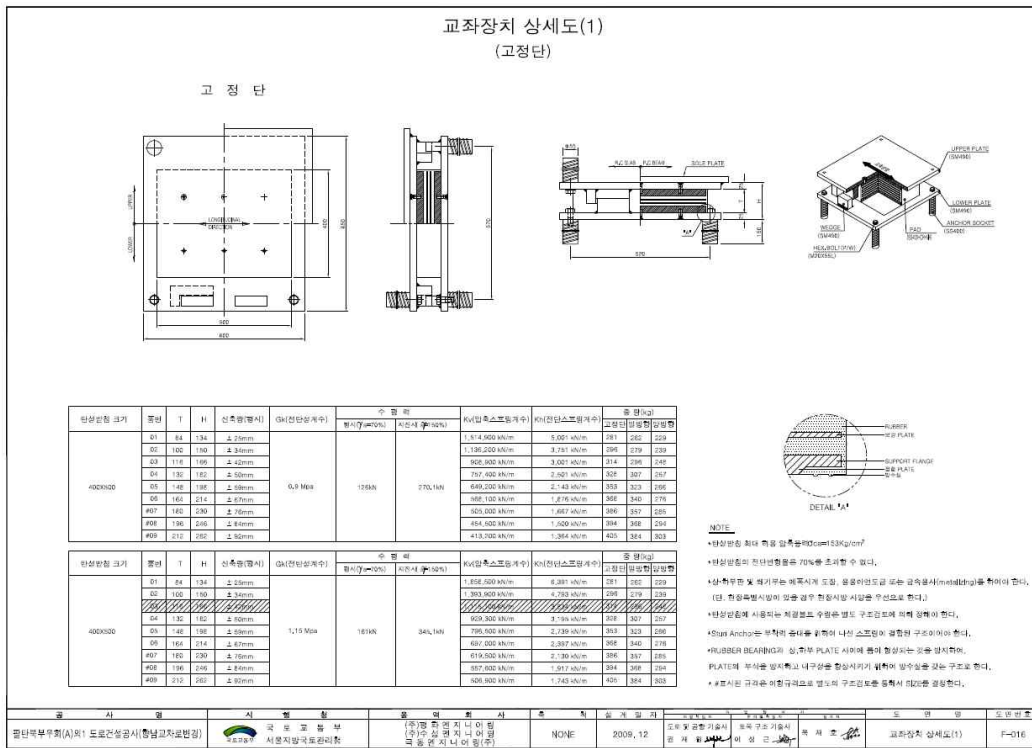
〈그림 1.24〉 교량받침 배치도

〈표 1.44〉 받침배치 일치여부

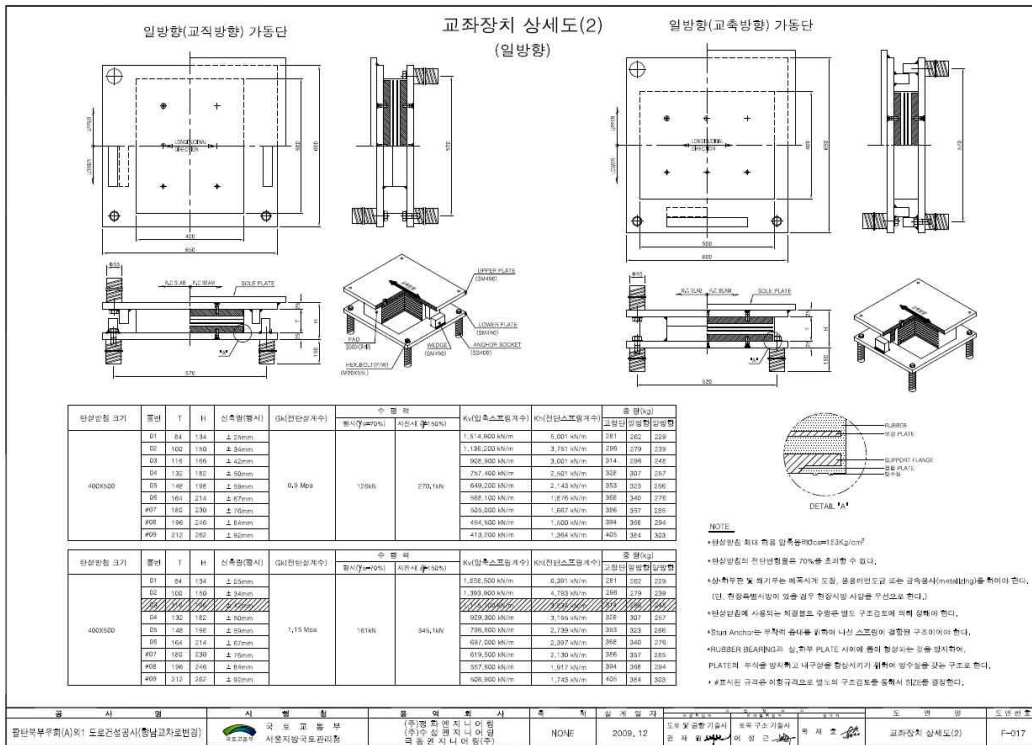
구분			A1	A2	받침배치 일치여부
장안방향	양방향가동	↕	3	—	일치
	일방향가동	↔	1	—	
	일방향가동	↑	—	3	
	양방향고정	•	—	1	
안중방향	양방향가동	↕	3	—	일치
	일방향가동	↔	1	—	
	일방향가동	↑	—	3	
	양방향고정	•	—	1	

2) 교량받침 상세제원

현장조사 결과 본 교량에 설치된 받침은 탄성받침으로 준공도서와 제원이 일치하였다. 따라서 금회 내진성능평가시 받침에 대한 제원 및 물성치는 준공도서 상의 값을 적용하였다.



양방향고정



일방향가동

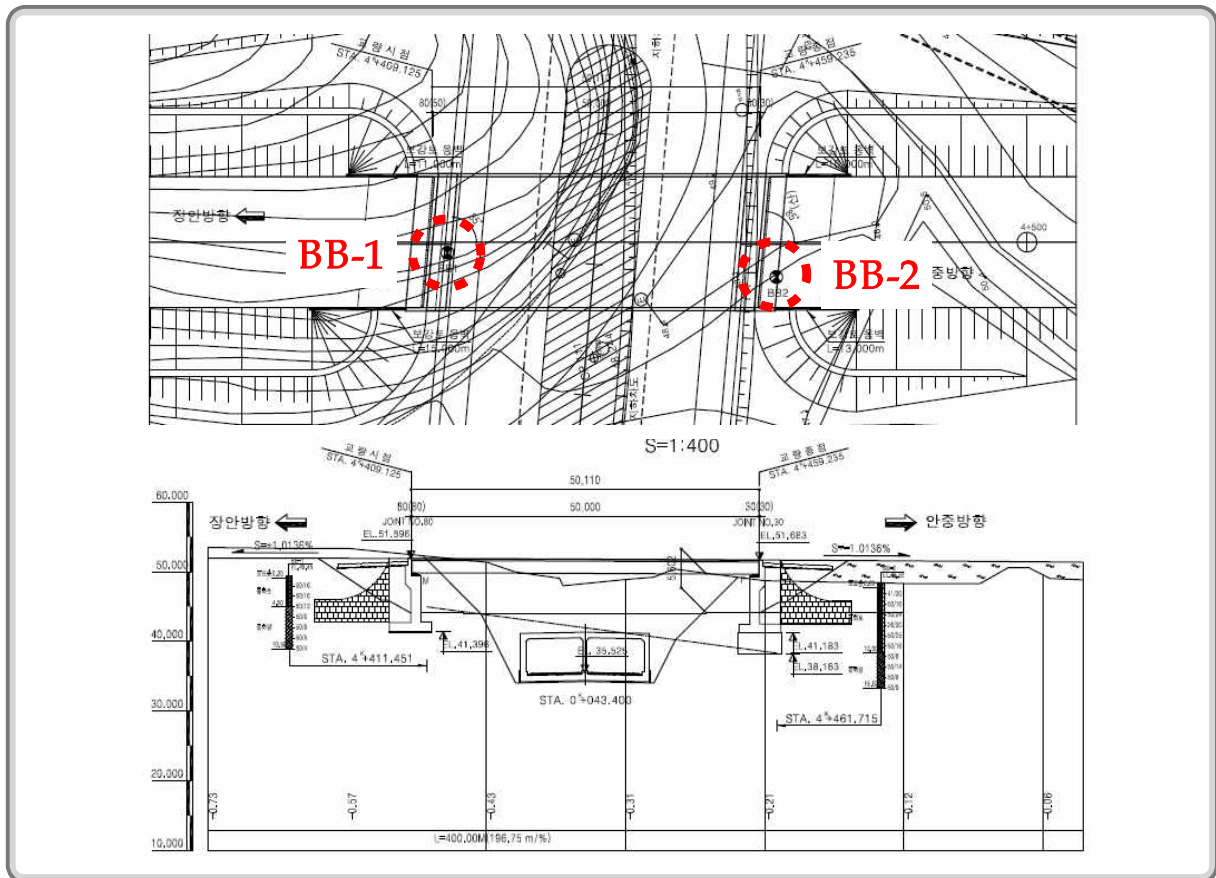
<그림 1.25> 받침제원



구 분		받침 용량 (kN)	받침 높이 (mm)	상판		하판		탄성패드			일치 여부
				교축	교직	교축	교직	교축	교직	높이	
양방향가동	↕↔	2250	166	630	530	630	530	500	400	116	일치
일방향가동	↔↔	2250	166	600	650	600	650	500	400	116	일치
일방향가동	↕↕	2250	166	650	600	650	600	400	500	116	일치
양방향고정	●	2250	166	600	650	600	650	500	400	116	일치

바. 지반조사 결과분석

1) 지반조사 위치도



〈그림 1.27〉 지반조사 위치

2) 지반조사 결과

① 표토층

본 지층은 지표면 최상부에서 0.3~0.6m의 두께로 분포하며, 실트질 모래로 구성되어 있다. 함수상태는 습윤상태이며, 색조는 갈색을 띠고 있다.

② 풍화토층

본 지층은 기반암의 상부풍화대인 풍화토로 지표면 최상부로 부터 심도 0.3~0.6m에서 출현하여 4.2~9.4m의 두께로 분포하며 실트질 모래로 구성되어 있으며, 부분적으로 암편이 함유되어 있다. 표준관입시험결과 N치는 26/30~50/16(회/cm)로 보통조밀~매우조밀한 상대밀도를 나타낸다. 함수상태는 습윤상태이며, 색조는 갈색을 띠고 있다.

③ 풍화암층

본 지층은 기반암의 하부풍화대인 풍화암으로 지표면 하부 4.5~10.0m의 심도에서 5.0m 이상의 두께로 분포하고 있으며, 표준관입시험의 타격시 암편 및 실트섞인 모래로 분해된다.

표준관입시험에 의한 N치는 51/14~50/4(회/cm)로 매우 조밀한 상대밀도를 나타내며 풍화도는 심한풍화상태, 강도는 약한 강도를 보이며 색조는 황갈색을 띠고 있다.

<교량부 시추조사 결과>								
구분	공 번	위 치 (STA.km+m)	지 층	심 도 (m)	두께 (m)	구성상태	N 치	비고
교 량 부	BB-1	(+)039.8m (좌22.4m)	표토층	0.0~0.3	0.3	실트질 모래	-	
			풍화토	0.3~4.5	4.2	실트질 모래	50/16	
			풍화암	4.5~10.5	6.0	풍화암	50/12~50/4	
	BB-2	(+)040.5m (우27.9m)	표토층	0.0~0.6	0.6	실트질 모래	-	
			풍화토	0.6~10.0	9.4	실트질 모래	26/30~50/16	
			풍화암	10.0~15.0	5.0	풍화암	50/14~50/8	

<그림 1.28> 지반조사 결과

3) 지반 분류 기준

내진설계기준(KDS 17 10 00 :2018)에 따르면 국지적인 토질조건, 지질조건과 지표 및 지하 지형이 지반운동에 미치는 영향을 고려하기 위하여 지반을 아래와 같이 S_1 , S_2 , S_3 , S_4 , S_5 , S_6 의 6종으로 분류한다. 다만, 기반암은 전단파속도가 760m/s 이상인 지층으로 정의한다.

<표 1.46> 지반 분류 기준

지반 종류	지반종류의 호칭	분류기준	
		기반암 깊이, H(m)	토층평균전단파속도, Vs,soil(m/s)
S_1	암반 지반	1 미만	—
S_2	얕고 단단한 지반	1~20 이하	260 이상
S_3	얕고 연약한 지반		260 미만
S_4	깊고 단단한 지반	20 초과	180 이상
S_5	깊고 연약한 지반		180 미만
S_6	부지 고유의 특성평가 및 지반응답해석이 필요한 지반		

4) 지반 분류 결과

지반조사 결과 시추공 위치의 기반암은 20.0m 이내에 위치하는 것으로 나타났고, 토층 평균 전단파속도는 260 m/sec 이상으로 얕고 단단한 지반인 S_2 지반으로 판정하였다.

<표 1.47> 지반 분류 결과

시추공 위치	시추공번	깊이(m)	평균전단파속도(m/s)	지반 분류	분류 결과
A1	BB-1	6.3	660.944	S_2	S_2 지반
A2	BB-2	12.0	428.660	S_2	

1.4.2 내진성능평가 결과

가. 지진 해석 및 결과

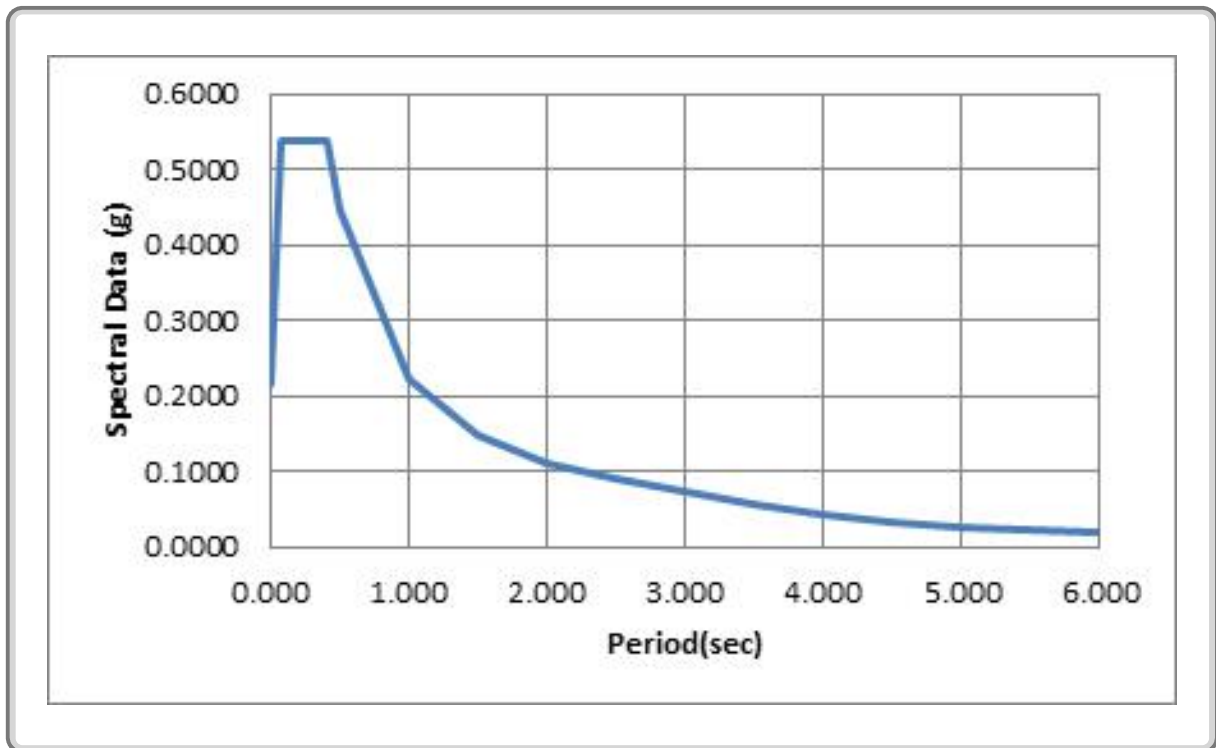
1) 내진해석 조건

- ① 입력 지진하중
- ㉠ 교량 내진등급 : 내진 I 등급
- ㉡ 지진 구역계수 : $Z = 0.11$ (지진구역 I : 경기도)
- ㉢ 위험도 계수 : $I = 1.4$ (재현주기 1,000년)
- ㉣ 유효수평지반가속도 : $S = Z \times I = 0.11 \times 1.4 = 0.154g$
- ㉤ 지 반 계 수 : S2 (얕고 단단한 지반)

② 지진 해석 방법

- ㉠ 고유치 해석방법 : Ritz Vectors
- ㉡ 지진 해석방법 : 다중모드스펙트럼 해석

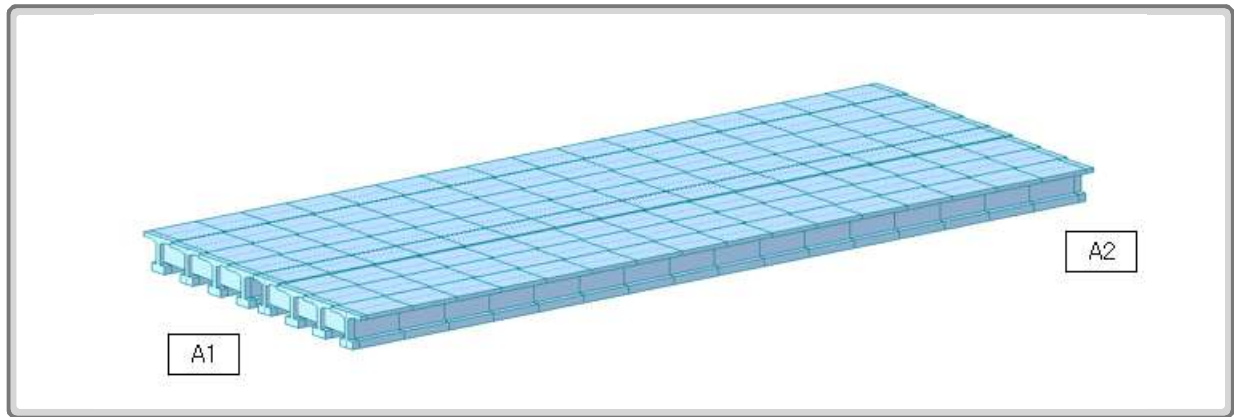
③ 평가응답스펙트럼



〈그림 1.29〉 평가응답스펙트럼

2) 내진해석 모델

- ① 모델링 방법
 - ㉠ 대상교량은 Precom교로서 격자요소로 3차원 모형화
 - ㉡ 지반의 영향은 입력지진하중에 지반계수를 적용하여 고려
 - ㉢ 교량받침은 실제 거동특성과 일치되도록 General Link를 사용하여 모형화
- ② 해석 모델



〈그림 1.30〉 구조해석모델

3) 자중에 의한 축하중 산정

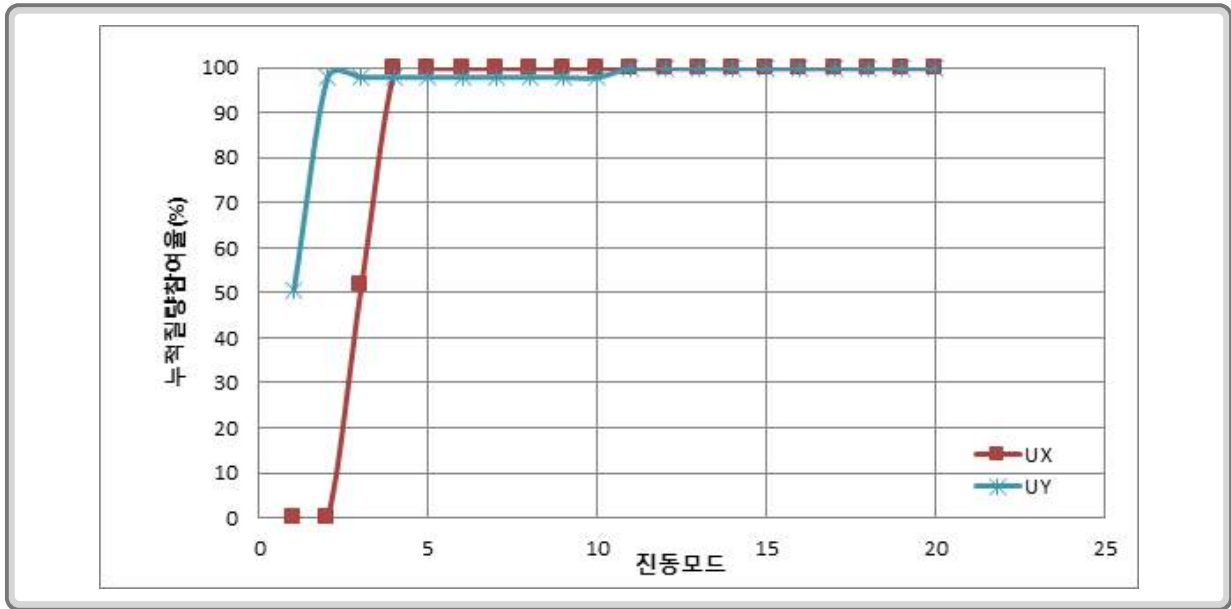
- ① 하중 산정
 - ㉠ 1차 고정하중
 - 거더, 가로보는 프로그램 내에서 자동계산하여 적용
 - ㉡ 2차 고정하중

〈표 1.48〉 고정하중 산정

구 분		고정하중 산정 결과(kN/m)				비 고
		G1	G2	G3	G4	
장안 방향	포 장	3.084	3.231	3.231	2.703	ASP포장 50mm
	방호벽	6.811	—	—	—	철근콘크리트
	중앙분리대	—	—	—	7.877	철근콘크리트
	방음벽	1.000	—	—	—	
	소 계	10.895	3.231	3.231	10.579	
안중 방향	포 장	2.644	3.114	3.114	3.026	ASP포장 50mm
	방호벽	—	—	—	6.811	철근콘크리트
	중앙분리대	—	—	—	—	철근콘크리트
	방음벽	—	—	—	1.000	
	소 계	2.644	3.114	3.114	10.837	

4) 지진해석결과 및 조합탄성지진력 산정 결과

① 고유치 해석결과



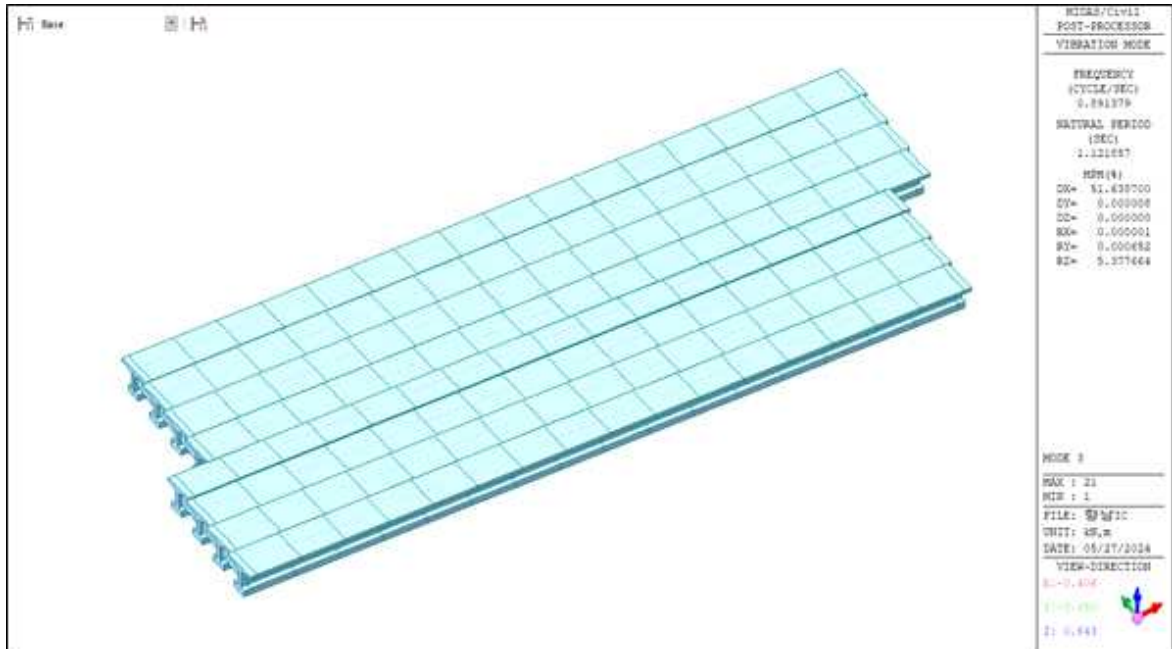
〈그림 1.31〉 모드별 누적질량참여율

〈표 1.49〉 고유치 해석결과 (장안방향)

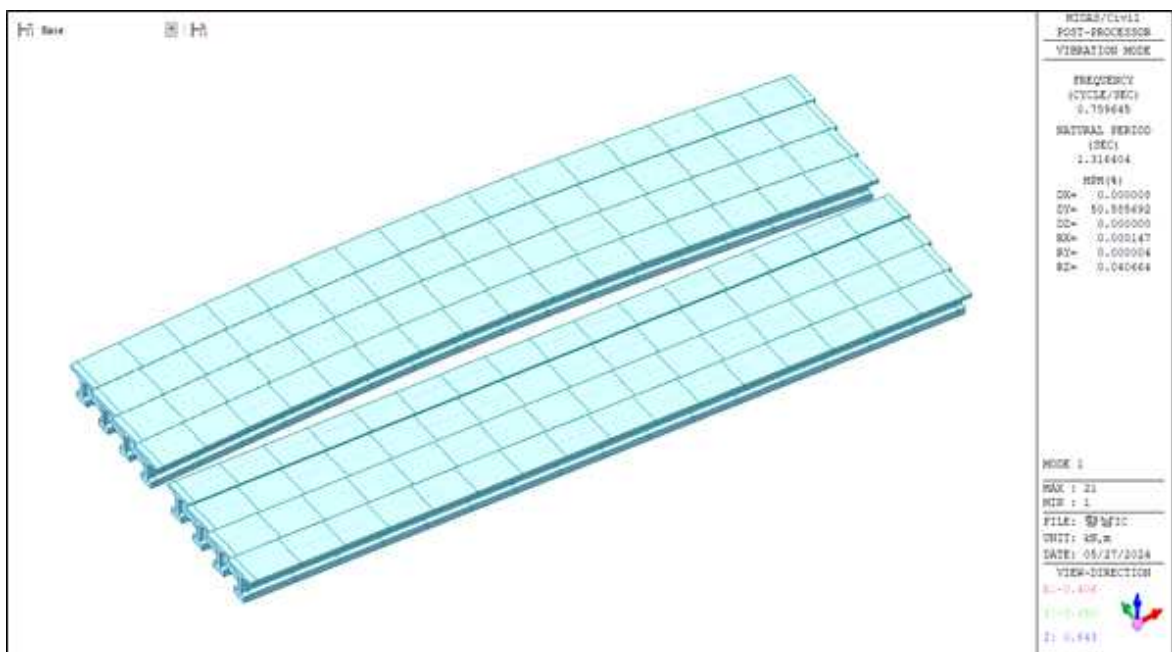
모드 No.	주기(sec)	개별 모드 질량참여율(%)			질량참여율 누적합계(%)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
1	1.316	0.00	50.59	0.00	0.00	50.59	0.00
3	1.122	51.64	0.00	0.00	51.64	97.82	0.00
⋮							
16	0.152	0.00	0.00	0.00	100.00	99.99	78.57
17	0.092	0.00	0.00	0.00	100.00	99.99	78.57
18	0.080	0.00	0.01	0.00	100.00	100.00	78.57
19	0.053	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	78.57
20	0.037	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	78.57

〈표 1.50〉 고유치 해석결과 (안중방향)

모드 No.	주기(sec)	개별 모드 질량참여율(%)			질량참여율 누적합계(%)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
2	1.290	0.00	47.24	0.00	0.00	97.82	0.00
4	1.086	48.35	0.00	0.00	99.99	97.82	0.00
⋮							
16	0.152	0.00	0.00	0.00	100.00	99.99	78.57
17	0.092	0.00	0.00	0.00	100.00	99.99	78.57
18	0.080	0.00	0.01	0.00	100.00	100.00	78.57
19	0.053	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	78.57
20	0.037	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	78.57

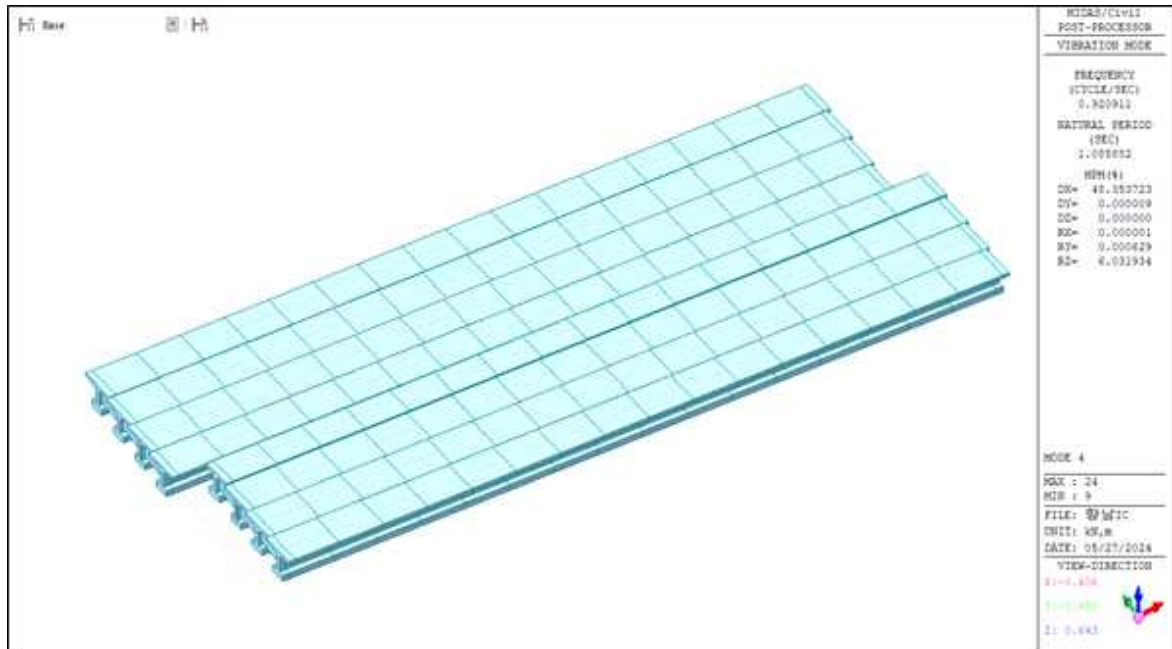


a) 교축방향 (T = 1.122 SEC) – Mode3

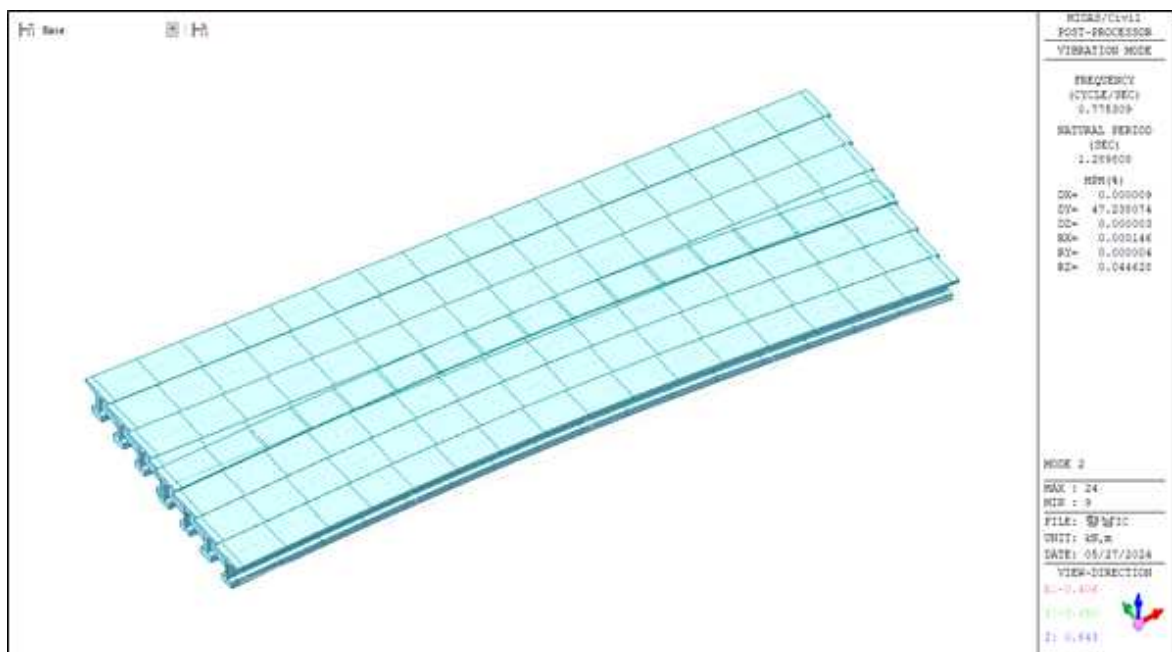


B) 교직방향 (T = 1.316 SEC) – Mode1

〈그림 1.32〉 주요 모드형상(장안방향)



a) 교축방향 (T = 1.086 SEC) - Mode4



B) 교직방향 (T = 1.290 SEC) - Mode2

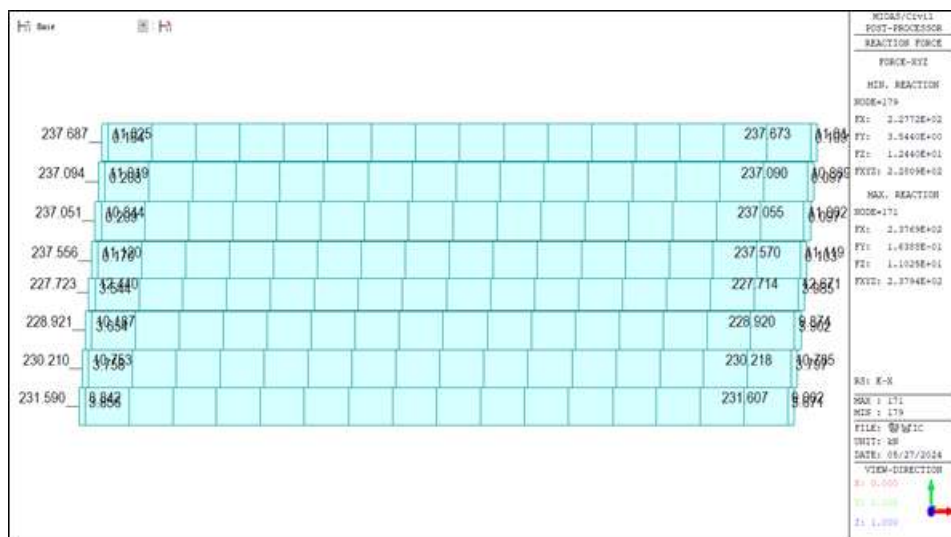
<그림 1.33> 주요 모드형상(안중방향)

② 자중해석결과

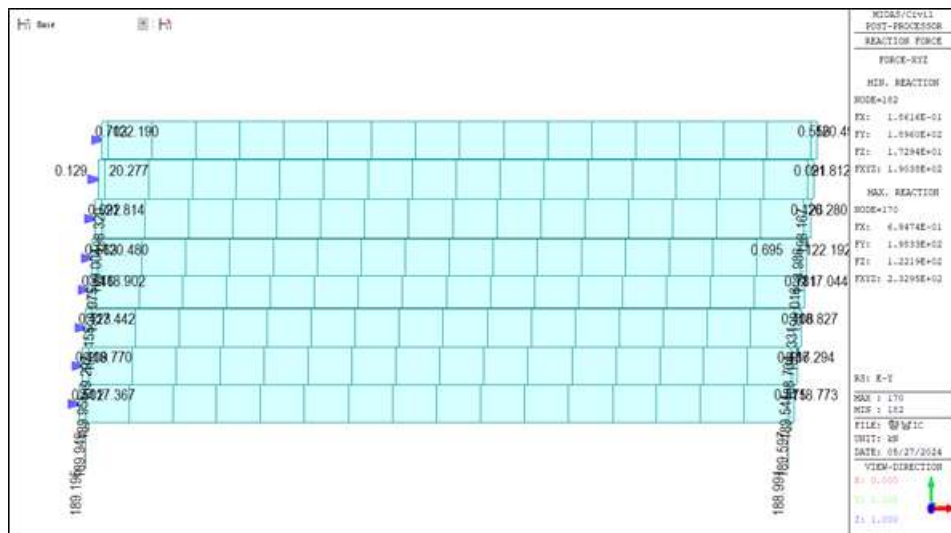
〈표 1.51〉 받침부 연직반력

구 분	장안방향		안중방향		비 고
	A1	A2	A1	A2	
sh1	1224.544	1198.662	999.886	976.489	kN
sh2	1182.680	1184.779	1115.933	1115.446	kN
sh3	1183.966	1181.987	1146.649	1143.572	kN
sh4	1191.830	1217.591	1216.763	1243.737	kN

③ 탄성 지진력 해석 결과



교축방향



교축직각방향

〈그림 1.34〉 응답스펙트럼 해석결과

〈표 1.52〉 탄성 지진력 해석 결과

구 분				교축방향 지진하중 재하시		교축직각방향 지진하중 재하시		비 고
				$[F_E^L]_L$	$[F_E^T]_L$	$[F_E^L]_T$	$[F_E^T]_T$	
장 안 방 향	A1	교대 전단력(kN)	sh1	237.687	0.164	0.703	198.320	
			sh2	237.094	0.208	0.129	199.004	
			sh3	237.051	0.209	0.092	198.975	
			sh4	237.556	0.170	0.563	198.155	
		받침 변위(mm)	sh1	61.995	0.043	0.183	51.727	
			sh2	61.840	0.054	0.034	51.905	
			sh3	61.829	0.055	0.024	51.897	
			sh4	61.960	0.044	0.147	51.684	
	A2	교대 전단력(kN)	sh1	237.673	0.109	0.556	198.167	
			sh2	237.090	0.097	0.091	198.986	
			sh3	237.055	0.097	0.126	199.016	
			sh4	237.570	0.103	0.695	198.331	
		받침 변위(mm)	sh1	61.991	0.029	0.145	51.687	
			sh2	61.839	0.025	0.024	51.900	
			sh3	61.830	0.025	0.033	51.908	
			sh4	61.964	0.027	0.181	51.729	
안 중 방 향	A1	교대 전단력(kN)	sh1	227.723	3.544	0.646	189.297	
			sh2	228.921	3.654	0.123	189.955	
			sh3	230.210	3.758	0.109	189.949	
			sh4	231.590	3.856	0.502	189.195	
		받침 변위(mm)	sh1	59.396	0.924	0.169	49.373	
			sh2	59.708	0.953	0.032	49.545	
			sh3	60.044	0.980	0.028	49.543	
			sh4	60.404	1.006	0.131	49.347	
	A2	교대 전단력(kN)	sh1	227.714	3.985	0.781	188.734	
			sh2	228.920	3.902	0.108	189.541	
			sh3	230.218	3.797	0.186	189.597	
			sh4	231.607	3.671	0.875	188.991	
		받침 변위(mm)	sh1	59.393	1.039	0.204	49.226	
			sh2	59.708	1.018	0.028	49.437	
			sh3	60.046	0.990	0.049	49.452	
			sh4	60.409	0.958	0.228	49.293	

④ 조합 탄성 지진력 산정 결과

$$[F_E^L]_{COM1} = 1.0 \times [F_E^L]_L + 0.3 \times [F_E^L]_T, \quad [F_E^L]_{COM2} = 0.3 \times [F_E^L]_L + 1.0 \times [F_E^L]_T$$

$$[F_E^T]_{COM1} = 1.0 \times [F_E^T]_L + 0.3 \times [F_E^T]_T, \quad [F_E^T]_{COM2} = 0.3 \times [F_E^T]_L + 1.0 \times [F_E^T]_T$$

단, 교각부 축하중은 30% 규정 적용에서 제외

$$\text{교 축 방 향} : [F_E^L]_{COMB} = \max < [F_E^L]_{COM1}, [F_E^L]_{COM2} >$$

$$\text{교축직각방향} : [F_E^T]_{COMB} = \max < [F_E^T]_{COM1}, [F_E^T]_{COM2} >$$

〈표 1.53〉 조합 탄성 지진력 산정 결과

구 분				교축방향 지진력	교축직각방향 지진력	비 고
				$[F_E^L]_{COMB}$	$[F_E^T]_{COMB}$	
장 안 방 향	A1	교대 전단력(kN)	sh1	237.898	198.369	
			sh2	237.133	199.066	
			sh3	237.079	199.038	
			sh4	237.725	198.206	
		받침 변위(mm)	sh1	62.050	51.739	
			sh2	61.850	51.921	
			sh3	61.836	51.914	
			sh4	62.004	51.697	
	A2	교대 전단력(kN)	sh1	237.840	198.200	
			sh2	237.117	199.015	
			sh3	237.093	199.045	
			sh4	237.779	198.362	
		받침 변위(mm)	sh1	62.034	51.695	
			sh2	61.846	51.908	
			sh3	61.840	51.916	
			sh4	62.018	51.737	
안 중 방 향	A1	교대 전단력(kN)	sh1	227.917	190.360	
			sh2	228.958	191.051	
			sh3	230.243	191.076	
			sh4	231.741	190.352	
		받침 변위(mm)	sh1	59.446	49.651	
			sh2	59.718	49.831	
			sh3	60.053	49.838	
			sh4	60.444	49.648	
	A2	교대 전단력(kN)	sh1	227.948	189.930	
			sh2	228.952	190.712	
			sh3	230.274	190.736	
			sh4	231.870	190.092	
		받침 변위(mm)	sh1	59.454	49.538	
			sh2	59.716	49.742	
			sh3	60.061	49.749	
			sh4	60.477	49.581	

나. 구성요소의 내진성능평가

1) 받침의 내진성능평가

받침의 내진성능평가 시 준공도서의 교량 받침 도면에 수록된 받침 제원 및 앵커관련 물성치(앵커의 정착 길이 등)를 적용하였다.

① 교량받침 제원 및 물성치

〈표 1.54〉 교량받침 제원 및 물성치

구 분		받침 종류	받침 용량 (kN)	수평 저항력 (kN)	허용 변위 (mm)	앵커지름 (mm)	앵커소켓 지름 (mm)	앵커 유효 문힘 길이 (mm)
장안 방향	A1, A2	탄성받침	2,250	345.1	63	20	55	150
안중 방향	A1, A2	탄성받침	2,250	345.1	63	20	55	150

② 교량받침 내진성능평가 결과

〈표 1.55〉 교량받침 내진성능평가 결과

구 분				교축방향				교축직각방향			
				보유 성능	소요 성능	안전율	판정	보유 성능	소요 성능	안전율	판정
장 안 방 향	A1	받 침 본 체	용량 (kN)	345	238	1.451	O.K	345	199	1.734	O.K
			변위 (mm)	63	62.050	1.015	O.K	63	51.921	1.213	O.K
		앵 커 볼 트	강재 파괴 (kN)	506	238	2.126	O.K	506	199	2.540	O.K
			콘크리트 파괴 (kN)	3,033	950	3.193	O.K	747	199	3.753	O.K
			프라이아웃 파괴 (kN)	450	—	—	O.K	450	—	—	O.K
	A2	받 침 본 체	용량 (kN)	345	238	1.451	O.K	345	199	1.734	O.K
			변위 (mm)	63	62.034	1.016	O.K	63	51.916	1.214	O.K
		앵 커 볼 트	강재 파괴 (kN)	506	238	2.126	O.K	506	199	2.541	O.K
			콘크리트 파괴 (kN)	3,022	950	3.182	O.K	753	199	3.784	O.K
			프라이아웃 파괴 (kN)	450	—	—	O.K	450	—	—	O.K

〈표 1.56〉 교량받침 내진성능평가 결과(계속)

구 분				교축방향				교축직각방향			
				보유 성능	소요 성능	안전율	판정	보유 성능	소요 성능	안전율	판정
안 중 방 향	A1	받 침 본 체	용량 (kN)	345	232	1.489	O.K	345	191	1.806	O.K
			변위 (mm)	63	60.444	1.042	O.K	63	49.838	1.264	O.K
		앵 커 볼 트	강재 파괴 (kN)	506	232	2.182	O.K	506	191	2.646	O.K
			콘크리트 파괴 (kN)	2,855	919	3.107	O.K	699	191	3.659	O.K
			프라이아웃 파괴 (kN)	450	—	—	O.K	450	—	—	O.K
	A2	받 침 본 체	용량 (kN)	345	232	1.488	O.K	345	191	1.809	O.K
			변위 (mm)	63	60.477	1.042	O.K	63	49.749	1.266	O.K
		앵 커 볼 트	강재 파괴 (kN)	506	232	2.181	O.K	506	191	2.651	O.K
			콘크리트 파괴 (kN)	2,878	919	3.131	O.K	722	191	3.785	O.K
			프라이아웃 파괴 (kN)	450	—	—	O.K	450	—	—	O.K

2) 받침지지길이 검토

〈표 1.57〉 받침지지길이 검토결과

구 분	보유성능	소요성능	안전율	판정
장안방향	1,250	284.386	4.396	O.K
안중방향	1,250	284.386	4.396	O.K

3) 교대의 내진성능평가

① 하중산정

㉠ 안정성 및 기초 검토

〈표 1.58〉 작용하중산정

구분		A1				A2			
		수직력 (kN)	수평력 (kN)	모멘트(kN · m)		수직력 (kN)	수평력 (kN)	모멘트(kN · m)	
				Mr	Mo			Mr	Mo
장 안 방 향	교대구체	494.729	53.332	1322.703	194.668	494.743	53.333	1322.712	194.684
	뒷채움재	510.980	55.084	2346.942	309.568	510.996	55.085	2346.995	309.579
	배면토압	—	366.696	—	1473.640	—	366.696	—	1473.640
	상부고정하중 반력	505.599	—	1238.718	—	505.599	—	1238.718	—
	상부 관성력	—	94.061	—	792.933	—	94.060	—	793.018

〈표 1.59〉 작용하중산정(계속)

구분		A1				A2			
		수직력 (kN)	수평력 (kN)	모멘트(kN · m)		수직력 (kN)	수평력 (kN)	모멘트(kN · m)	
				Mr	Mo			Mr	Mo
안 중 방 향	교대구체	493.871	53.239	1320.060	193.996	493.920	53.245	1320.142	194.042
	뒷채움재	511.168	55.104	2347.135	309.574	511.184	55.106	2347.188	309.585
	배면토압	—	366.277	—	1471.115	—	366.277	—	1471.115
	상부고정하중 반력	499.714	—	1224.299	—	499.713	—	1224.296	—
	상부 관성력	—	96.600	—	813.859	—	96.600	—	814.052

㉠ 벽체 검토

〈표 1.60〉 작용하중산정

구분		A1		A2	
		전단력(kN)	모멘트(kN · m)	전단력(kN)	모멘트(kN · m)
장안 방향	교대구체	32.731	138.727	32.733	138.741
	배면토압	277.130	1019.630	277.130	1019.630
	상부 관성력	94.061	670.654	94.060	670.741
안중 방향	교대구체	32.639	138.176	32.644	138.214
	배면토압	276.769	1017.637	276.769	1017.637
	상부 관성력	96.600	688.278	96.600	688.472

② 안정성검토

〈표 1.61〉 교대 안정성 검토결과

구 분			보유성능	소요성능	안전율	판정
장안 방향	A1	전도	1.500	1.771	1.181	O.K
		활동	1.200	1.593	1.328	O.K
		지지력	900.0	712.4	1.263	O.K
	A2	전도	1.500	1.771	1.181	O.K
		활동	1.200	1.593	1.328	O.K
		지지력	900.0	712.4	1.263	O.K
안중 방향	A1	전도	1.500	1.754	1.169	O.K
		활동	1.200	1.581	1.318	O.K
		지지력	900.0	717.8	1.254	O.K
	A2	전도	1.500	1.754	1.169	O.K
		활동	1.200	1.581	1.318	O.K
		지지력	900.0	717.9	1.254	O.K

③ 안전성검토

〈표 1.62〉 교대 안전성 검토결과

구 분				보유성능	소요성능	안전율	판정
장안 방향	A1	벽체	휨강도(kN · m)	2,388.856	1,829.011	1.306	O.K
			전단강도(kN)	1,061.446	403.922	2.628	O.K
		기초뒤굽	휨강도(kN · m)	1,791.852	950.343	1.885	O.K
			전단강도(kN)	979.796	408.395	2.399	O.K
		기초앞굽	휨강도(kN · m)	1,608.101	671.134	2.396	O.K
			전단강도(kN)	979.796	196.597	4.984	O.K
	A2	벽체	휨강도(kN · m)	2,388.856	1,829.112	1.306	O.K
			전단강도(kN)	1,061.446	403.922	2.628	O.K
		기초뒤굽	휨강도(kN · m)	1,791.852	950.370	1.885	O.K
			전단강도(kN)	979.796	408.400	2.399	O.K
		기초앞굽	휨강도(kN · m)	1,608.101	671.176	2.396	O.K
			전단강도(kN)	979.796	196.610	4.983	O.K
안중 방향	A1	벽체	휨강도(kN · m)	2,388.856	1,844.091	1.295	O.K
			전단강도(kN)	1,061.446	406.008	2.614	O.K
		기초뒤굽	휨강도(kN · m)	1,791.852	956.159	1.874	O.K
			전단강도(kN)	979.796	409.153	2.395	O.K
		기초앞굽	휨강도(kN · m)	1,608.101	675.402	2.381	O.K
			전단강도(kN)	979.796	198.084	4.946	O.K
	A2	벽체	휨강도(kN · m)	2,388.856	1,844.323	1.295	O.K
			전단강도(kN)	1,061.446	406.013	2.614	O.K
		기초뒤굽	휨강도(kN · m)	1,791.852	956.209	1.874	O.K
			전단강도(kN)	979.796	409.159	2.395	O.K
		기초앞굽	휨강도(kN · m)	1,608.101	675.492	2.381	O.K
			전단강도(kN)	979.796	198.112	4.946	O.K

다. 지반 액상화 평가

① 개요

액상화란 느슨한 포화 사질토가 비배수 상태에서 급속한 진동하중을 받게 되면 과잉간극수압이 발생되어 유효응력이 감소됨에 따라 외력에 대한 전단저항을 상실하는 현상을 말한다.

② 예비평가

액상화 예비평가는 수집된 관련자료에 근거하여 지반의 액상화 가능성에 대하여 개괄적으로 판단하고, 액상화 가능성이 없을 경우에는 액상화에 대한 상세평가를 생략하는 것으로 하였다.

③ 액상화 예비평가 결과

액상화 현상은 주로 사질토층에 발생하며, 아래표의 경우에 해당하는 액상화 평가를 생략할 수 있다. 본 과업 구간은 지반종류가 S₂에 속하며, 전단파속도가 200m/s 이상이고, ⑥에 해당하므로 액상화 평가를 생략한다.

〈표 1.63〉 액상화 평가 생략조건

- ① 지하수위 상부 지반
- ② 대상 지반심도가 20m 이상인 지반
 - 단, 20m 이상 깊이에 위치하더라도 액상화가 발생하는 경우에 구조물에 중대한 손상이 생긴다고 판단되거나, 평가 대상 지반이 20m 보다 상부에 위치한 지반과 연관이 있는 층이라고 판단되는 경우는 액상화 평가를 시행한다.
- ③ 상대밀도가 80% 이상인 지반
- ④ 주상도상의 자료를 활용할 경우,
 - 주상도상의 표준관입저항치에 기초하여 산정된 (N₁)₆₀이 25 이상인 지반
 - 주상도상의 콘관입저항치에 기초하여 산정된 q_{ci}가 13MPa 이상인 지반
 - 주상도상의 전단파속도에 기초하여 산정된 V_{si}가 200m/s 이상인 지반
- ⑤ 소성지수(PI)가 10이상이고 점토성분이 20% 이상인 지반
- ⑥ 세립토 함유량이 35% 이상인 경우 ((N₁)₆₀이 20, q_{ci}가 7MPa, V_{si}가 180m/s) 이상 지반
- ⑦ 대상지반의 입도분포곡선으로부터 액상화가 발생 가능한 입도분포영역 외에 분포하는 경우
- ⑧ 지진구역 II에서의 내진 II 등급 구조물
- ⑨ 기타, 경제성을 위해서 내진 II 등급 구조물에서는 전문가와 상의 후에 액상화 평가를 생략할 수 있다.

주) 구조물기초 설계기준해설(국토해양부 제정, 2018년)

1.5 종합결론

1.5.1 내진성능평가 결과요약

구 분				내진성능평가구간 : A1 ~ A2						
대상교량 특징				- 상부형식: Precom교 - 내진성능평가 교대: A1, A2 - 교대형식 : 역T형 - 교대기초 : 직접기초 - 받침제원 : 탄성받침 - 받침용량 : 2,250 kN						
				▣ 받침부: O.K 기초부: O.K						
구 분				보유성능	소요성능	안전율	평 가			
받침부 평가 - 받침 본체										
장 안 방 향	A1	받침 본체	용량 (kN)	교축방향	345	238	1.451	O.K		
				교축직각방향	345	199	1.734	O.K		
			변위 (mm)	교축방향	63	62.050	1.015	O.K		
				교축직각방향	63	51.921	1.213	O.K		
	A2	받침 본체	용량 (kN)	교축방향	345	238	1.451	O.K		
				교축직각방향	345	199	1.734	O.K		
			변위 (mm)	교축방향	63	62.034	1.016	O.K		
				교축직각방향	63	51.916	1.214	O.K		
안 중 방 향	A1	받침 본체	용량 (kN)	교축방향	345	232	1.489	O.K		
				교축직각방향	345	191	1.806	O.K		
			변위 (mm)	교축방향	63	60.444	1.042	O.K		
				교축직각방향	63	49.838	1.264	O.K		
	A2	받침 본체	용량 (kN)	교축방향	345	232	1.488	O.K		
				교축직각방향	345	191	1.809	O.K		
			변위 (mm)	교축방향	63	60.477	1.042	O.K		
				교축직각방향	63	49.749	1.266	O.K		
받침부 평가 - 받침부										
장 안 방 향	A1	받침부	강재 파괴 (kN)	교축방향	506	238	2.126	O.K		
				교축직각방향	506	199	2.540	O.K		
			콘크리트 파괴(kN)	교축방향	3,033	950	3.193	O.K		
				교축직각방향	747	199.0	3.753	O.K		
			프라이아웃 파괴(kN)	교축방향	450	-	-	O.K		
				교축직각방향	450	-	-	O.K		
			A2	받침부	강재 파괴 (kN)	교축방향	506	238	2.126	O.K
						교축직각방향	506	199	2.541	O.K
	콘크리트 파괴(kN)	교축방향			3,022	950	3.182	O.K		
		교축직각방향			753	199	3.784	O.K		
	안 중 방 향	A1	받침부	강재 파괴 (kN)	교축방향	506	232	2.182	O.K	
					교축직각방향	506	191	2.646	O.K	
콘크리트 파괴(kN)				교축방향	2,855	919	3.107	O.K		
				교축직각방향	699	191	3.659	O.K		
프라이아웃 파괴(kN)				교축방향	450	-	-	O.K		
				교축직각방향	450	-	-	O.K		

구 분					보유성능	소요성능	안전율	평 가	
받침부 평가 - 받침부									
안 중 방 향	A2	받침부	강재 파괴 (kN)	교축방향	506	232	2.181	O.K	
				교축직각방향	506	191	2.651	O.K	
			콘크리트 파괴 (kN)	교축방향	2,878	919	3.131	O.K	
				교축직각방향	722	191	3.785	O.K	
			프라이아웃 파괴 (kN)	교축방향	450	—	—	O.K	
				교축직각방향	450	—	—	O.K	
기초부 평가									
장 안 방 향	A1	안정성 검토	전도		1.500	1.771	1.181	O.K	
			활동		1.200	1.593	1.328	O.K	
			지지력		900.0	712.4	1.263	O.K	
		안전성 검토	벽체	휨강도 (kN · m)	2,388.856	1,829.011	1.306	O.K	
				전단강도 (kN)	1,061.446	403.922	2.628	O.K	
			기초뒤굽	휨강도 (kN · m)	1,791.852	950.343	1.885	O.K	
				전단강도 (kN)	979.796	408.395	2.399	O.K	
			기초앞굽	휨강도 (kN · m)	1,608.101	671.134	2.396	O.K	
				전단강도 (kN)	979.796	196.597	4.984	O.K	
		A2	안정성 검토	전도		1.500	1.771	1.181	O.K
				활동		1.200	1.593	1.328	O.K
				지지력		900.0	712.4	1.263	O.K
	안전성 검토		벽체	휨강도 (kN · m)	2,388.856	1,829.112	1.306	O.K	
				전단강도 (kN)	1,061.446	403.922	2.628	O.K	
			기초뒤굽	휨강도 (kN · m)	1,791.852	950.370	1.885	O.K	
		전단강도 (kN)		979.796	408.400	2.399	O.K		
		기초앞굽	휨강도 (kN · m)	1,608.101	671.176	2.396	O.K		
			전단강도 (kN)	979.796	196.610	4.983	O.K		
안 중 방 향	A1	안정성 검토	전도		1.500	1.754	1.169	O.K	
			활동		1.200	1.581	1.318	O.K	
			지지력		900.0	717.8	1.254	O.K	
		안전성 검토	벽체	휨강도 (kN · m)	2,388.856	1,844.091	1.295	O.K	
				전단강도 (kN)	1,061.446	406.008	2.614	O.K	
			기초뒤굽	휨강도 (kN · m)	1,791.852	956.159	1.874	O.K	
				전단강도 (kN)	979.796	409.153	2.395	O.K	
			기초앞굽	휨강도 (kN · m)	1,608.101	675.402	2.381	O.K	
				전단강도 (kN)	979.796	198.084	4.946	O.K	
		A2	안정성 검토	전도		1.500	1.754	1.169	O.K
				활동		1.200	1.581	1.318	O.K
				지지력		900.0	717.9	1.254	O.K
	안전성 검토		벽체	휨강도 (kN · m)	2,388.856	1,844.323	1.295	O.K	
				전단강도 (kN)	1,061.446	406.013	2.614	O.K	
			기초뒤굽	휨강도 (kN · m)	1,791.852	956.209	1.874	O.K	
		전단강도 (kN)		979.796	409.159	2.395	O.K		
		기초앞굽	휨강도 (kN · m)	1,608.101	675.492	2.381	O.K		
			전단강도 (kN)	979.796	198.112	4.946	O.K		
낙교 검토									
장안방향			받침지지길이 검토		1,250	284.386	4.396	O.K	
안중방향			받침지지길이 검토		1,250	284.386	4.396	O.K	

1.5.2 종합결론

- 내진성능검토 결과 향남IC교는 받침부, 기초부에서 현재 내진설계기준에서 요구하는 성능을 충족하는 것으로 평가되었다.

〈표 1.64〉 내진성능평가 결과요약

노선명	교량명	내진적용등급	내진성능평가			판 정	비고
			받침부	기초부	낙교검토		
국도39호선	향남IC교	내진I등급	O.K	O.K	O.K	내진성능 보유	내진보강 불필요