Ⅱ. 시 설 물 편

제 1 장 남전천교
제 2 장 양노교
제 3 장 양노1교
제 4 장 양노2교
제 5 장 쌍학교
제 6 장 천천교
제 7 장 절토사면STA.0+253~0+702(좌)
제 8 장 절토사면STA.0+281~0+716(우)
제 9 장 절토사면STA.2+690~3+090(좌)
제 10 장 절토사면STA.2+724~3+000(우)
제 11 장 절토사면STA.3+510~3+820(우)
제 12 장 절토사면STA.4+140~4+455(좌)
제 13 장 절토사면STA.4+931~5+160(우)
제 14 장 절토사면 백학IC R-D STA.0+530~0+702(우)

제 1 장 남전천교

1.1 자료수집 및 분석

1.2 외관조사

1.3 내구성조사

1.4 상태평가

1.5 보수·보강 및 유지관리방안

1.6 종합결론

제1장 남전천교

1.1 자료수집 및 분석

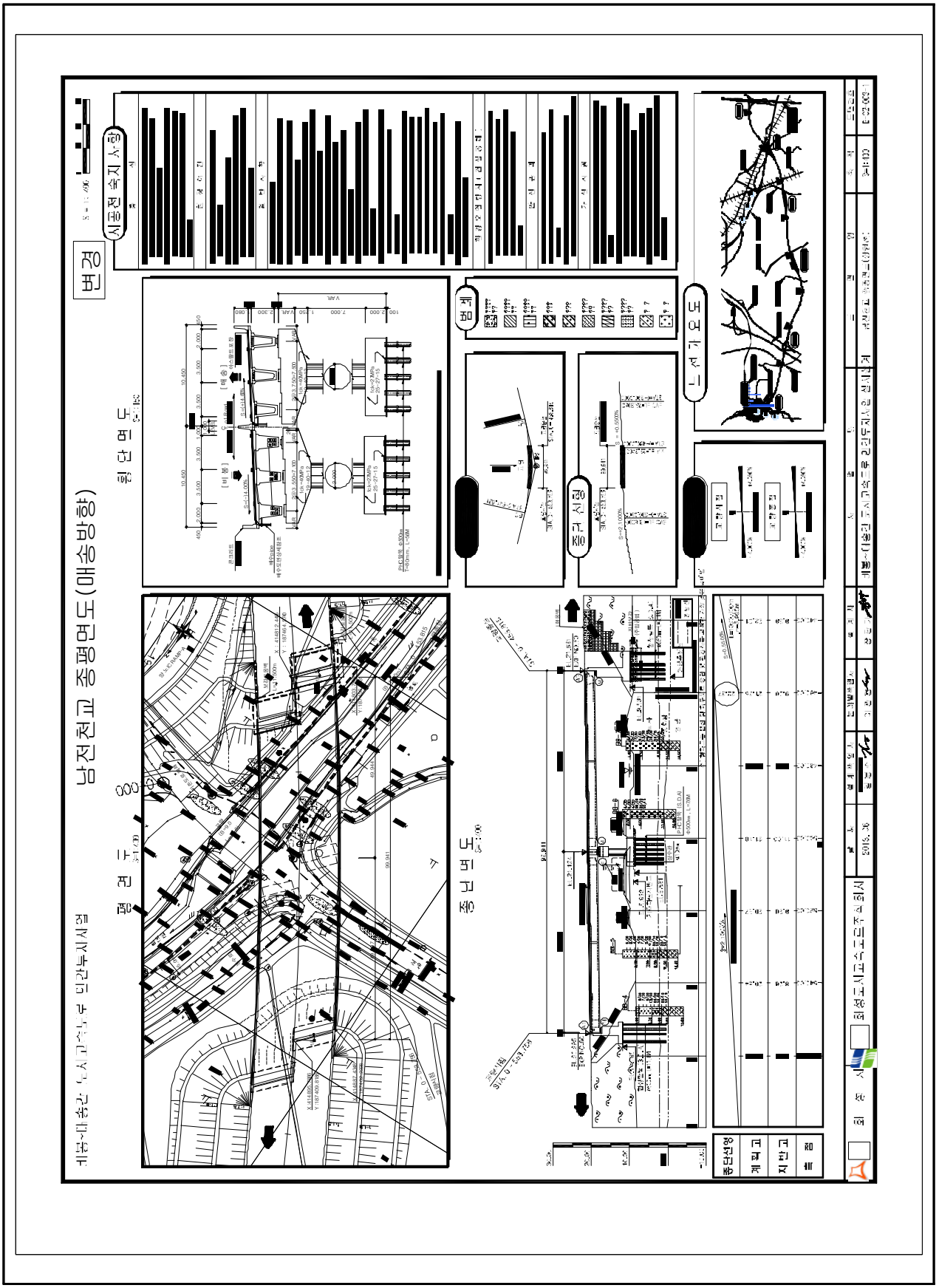
1.1.1 교량현황

본 과업 대상 시설물인 남전천교에 대한 교량현황은 다음 표와 같다.

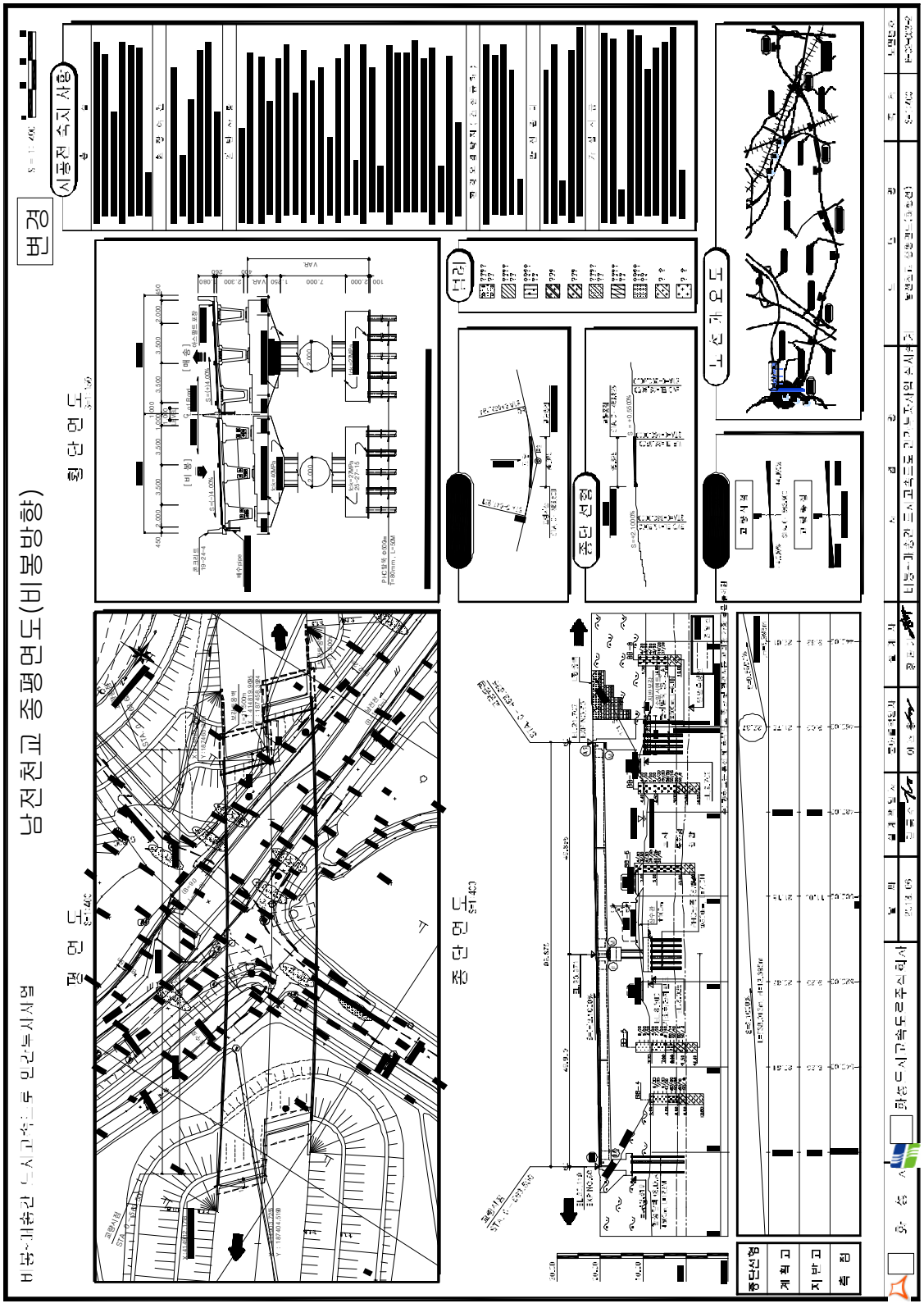
<표 1.1.1> 남전천교 교량현황

<table>
<tr><th colspan="3">구 분</th><th>내 용</th><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td colspan="3">시설물명</td><td>남전천교</td><td colspan="2">시설물번호</td><td>BR2017-0000439</td></tr>
<tr><td colspan="3">준공년월일</td><td>2017년 06월 30일</td><td colspan="2">관리번호</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="3">시설물위치</td><td colspan="4">경기도 화성시 비봉면 양노리 826-3</td></tr>
<tr><td colspan="3">설계하중</td><td>DB-24, DL-24</td><td colspan="2">노선명(이정)</td><td>STA.0K-563.500
~STA.0K-463.625</td></tr>
<tr><td rowspan="2">제원</td><td colspan="2">연장</td><td colspan="4">L=100.0m (2@50)</td></tr>
<tr><td colspan="2">폭</td><td colspan="4">B=20.9m 왕복4차로</td></tr>
<tr><td rowspan="3">구조형식</td><td colspan="2">상부</td><td>V-BEAM</td><td rowspan="3">기초형식</td><td>교대</td><td>말뚝기초</td></tr>
<tr><td rowspan="2">하부</td><td>교대</td><td>역T형</td><td rowspan="2">교각</td><td rowspan="2">교각(P1) 말뚝기초</td></tr>
<tr><td>교각</td><td>T형</td></tr>
<tr><td colspan="3">교량받침</td><td>탄성고무받침</td><td colspan="2">신축이음</td><td>New Monocell</td></tr>
<tr><td colspan="3">교차시설물
(도로,철도,하천)</td><td>하부 도로 남전로
하부 하천 남전천지류</td><td colspan="2">통과높이</td><td>4.5m</td></tr>
<tr><td colspan="3">부착시설내용</td><td colspan="4">점검로</td></tr>
<tr><td colspan="3">기타</td><td colspan="4">중점점검사항
붕괴유발부재 : 전 경간 인장부
- 교대 및 교각 균열
- 신축이음 부식, 후타재 균열
- 교량받침콘크리트 재료분리</td></tr>
<tr><td colspan="2">상부전경</td><td colspan="2">측면전경</td><td colspan="3">하부전경</td></tr>
<tr><td colspan="2">  </td><td colspan="2">  </td><td colspan="3">  </td></tr>
</table>

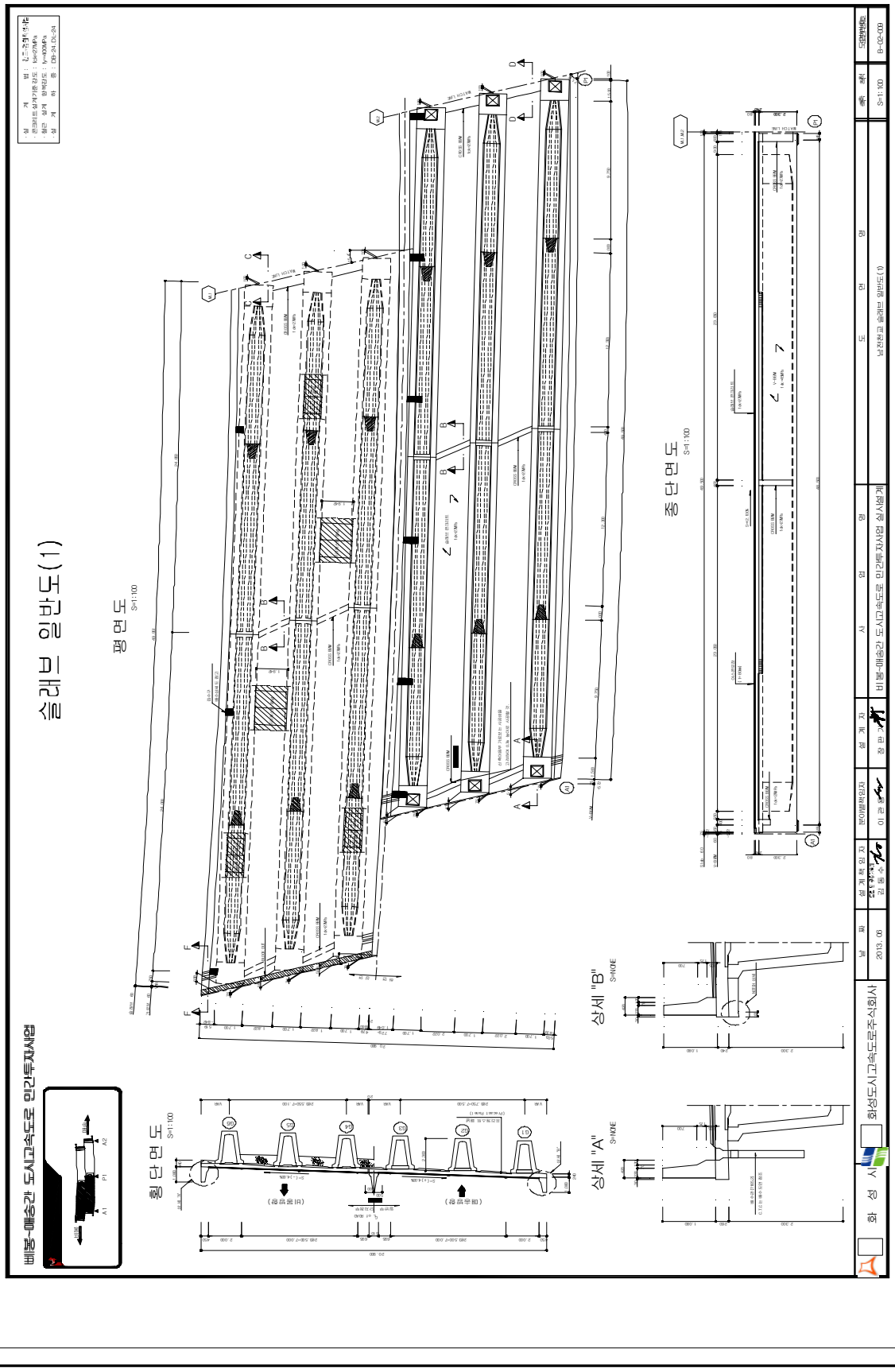
1.1.2 관련도면



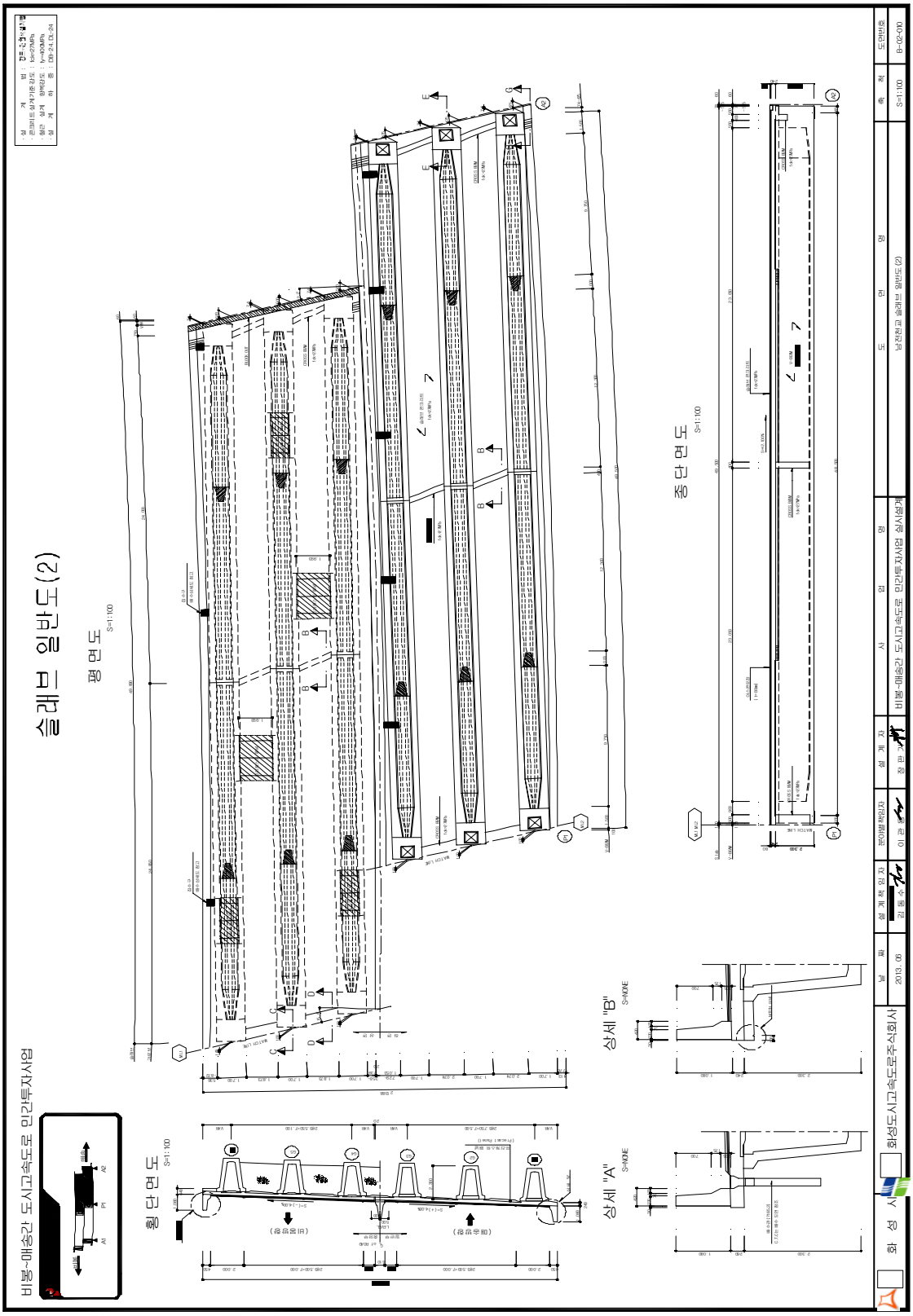
<그림 1.1.1> 종·평면도(매송방향)



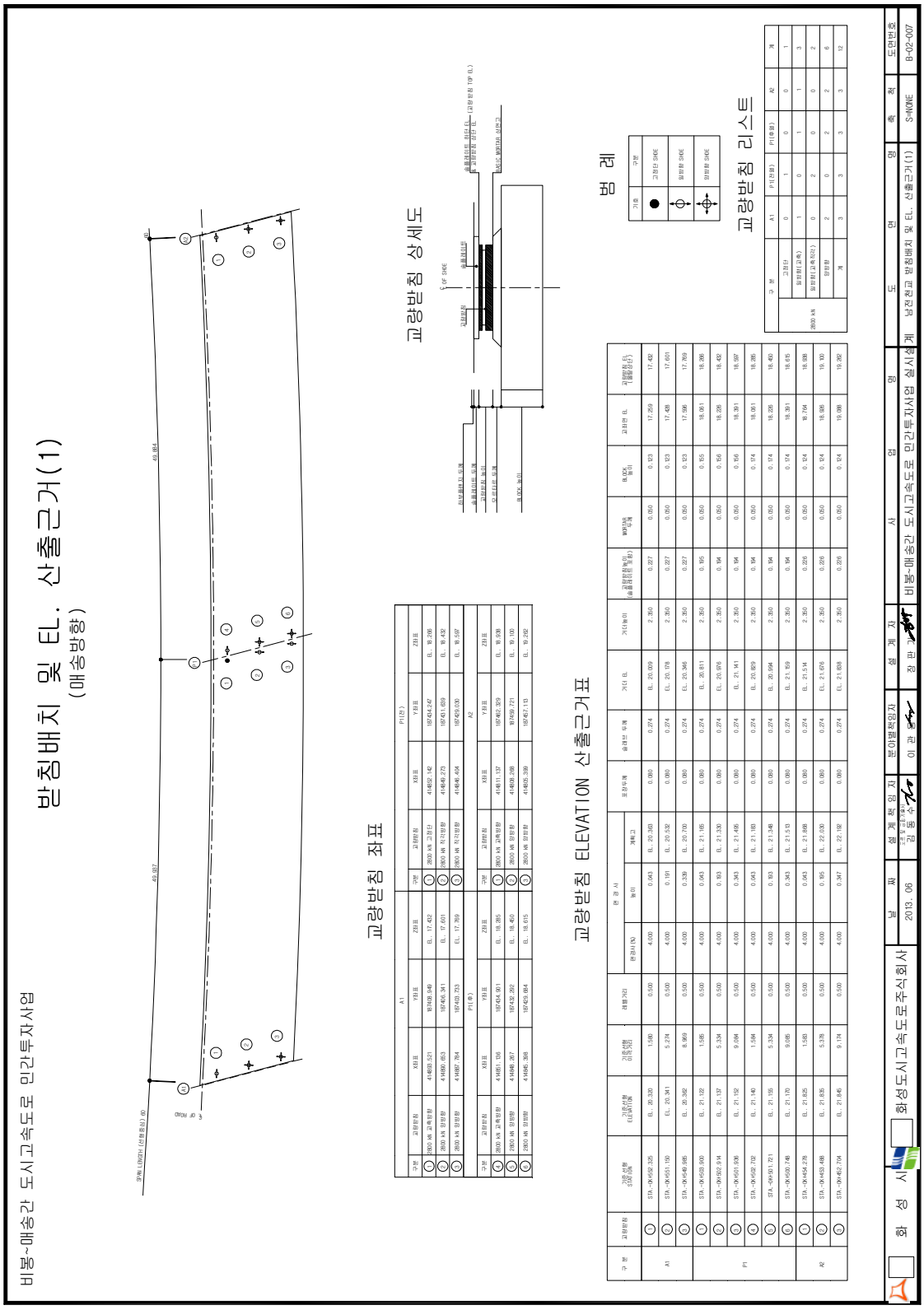
<그림 1.1.2> 종·평면도(비봉방향)



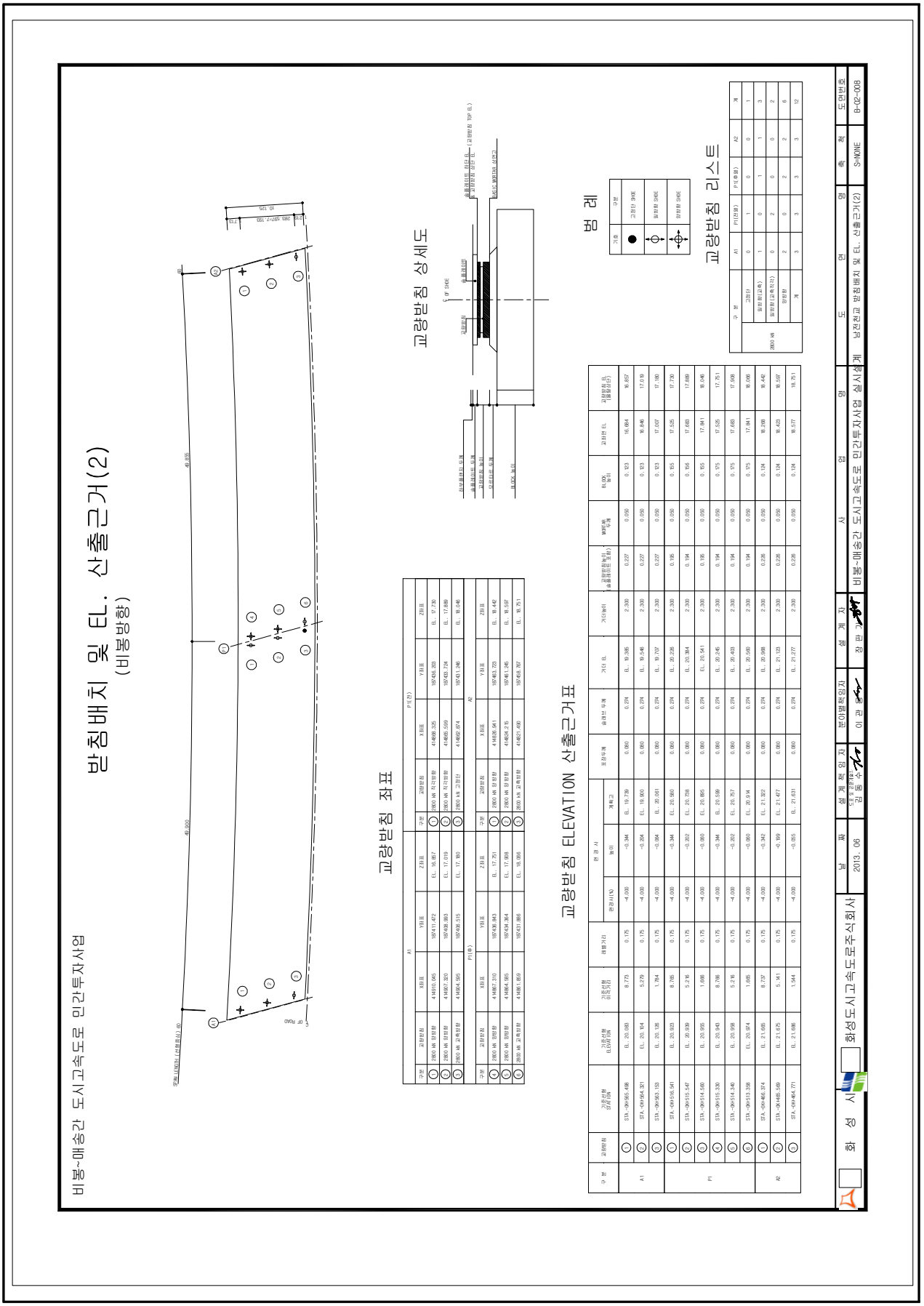
<그림 1.1.3> 슬래브 일반도(1)



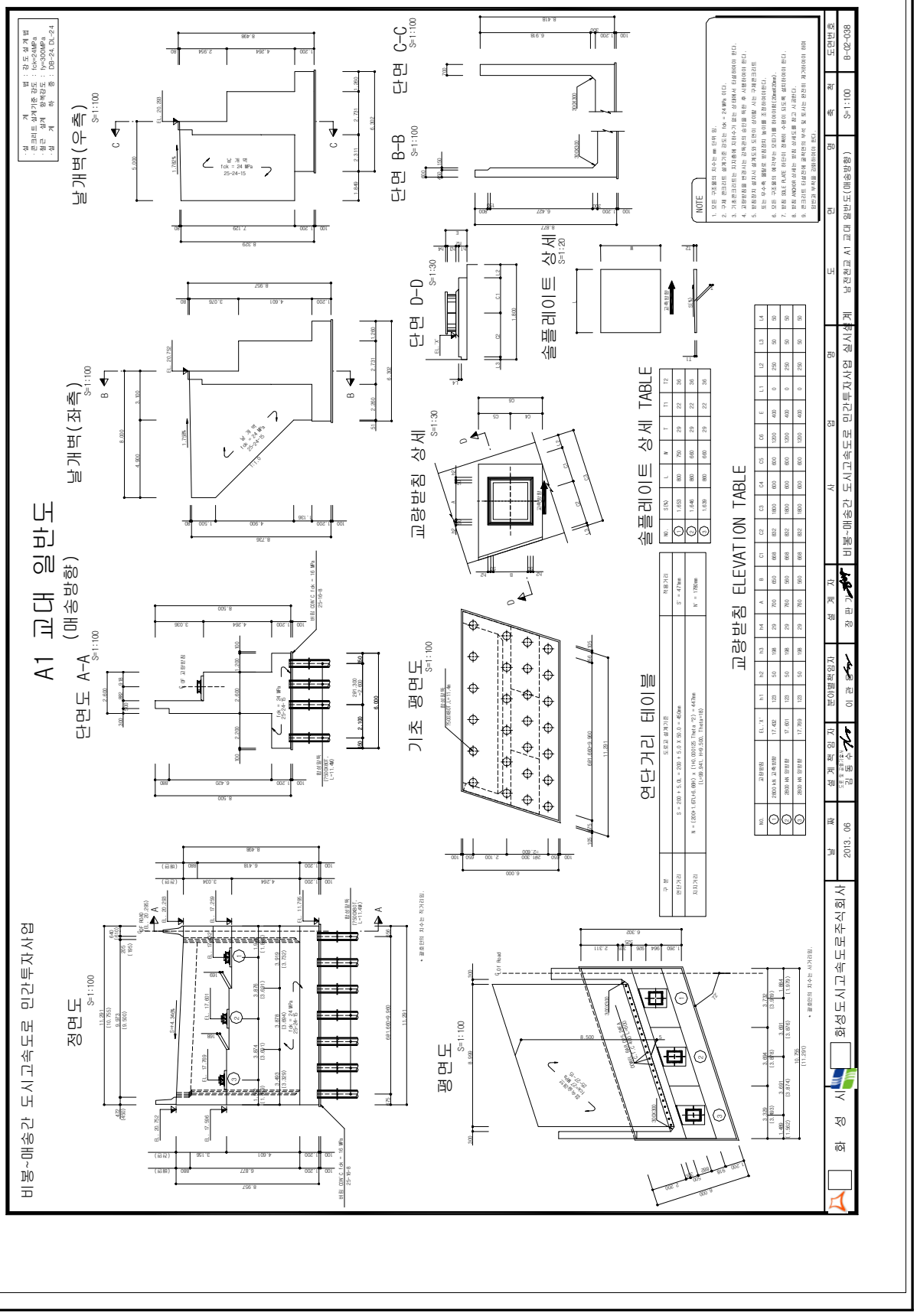
<그림 1.1.4> 슬래브 일반도(2)



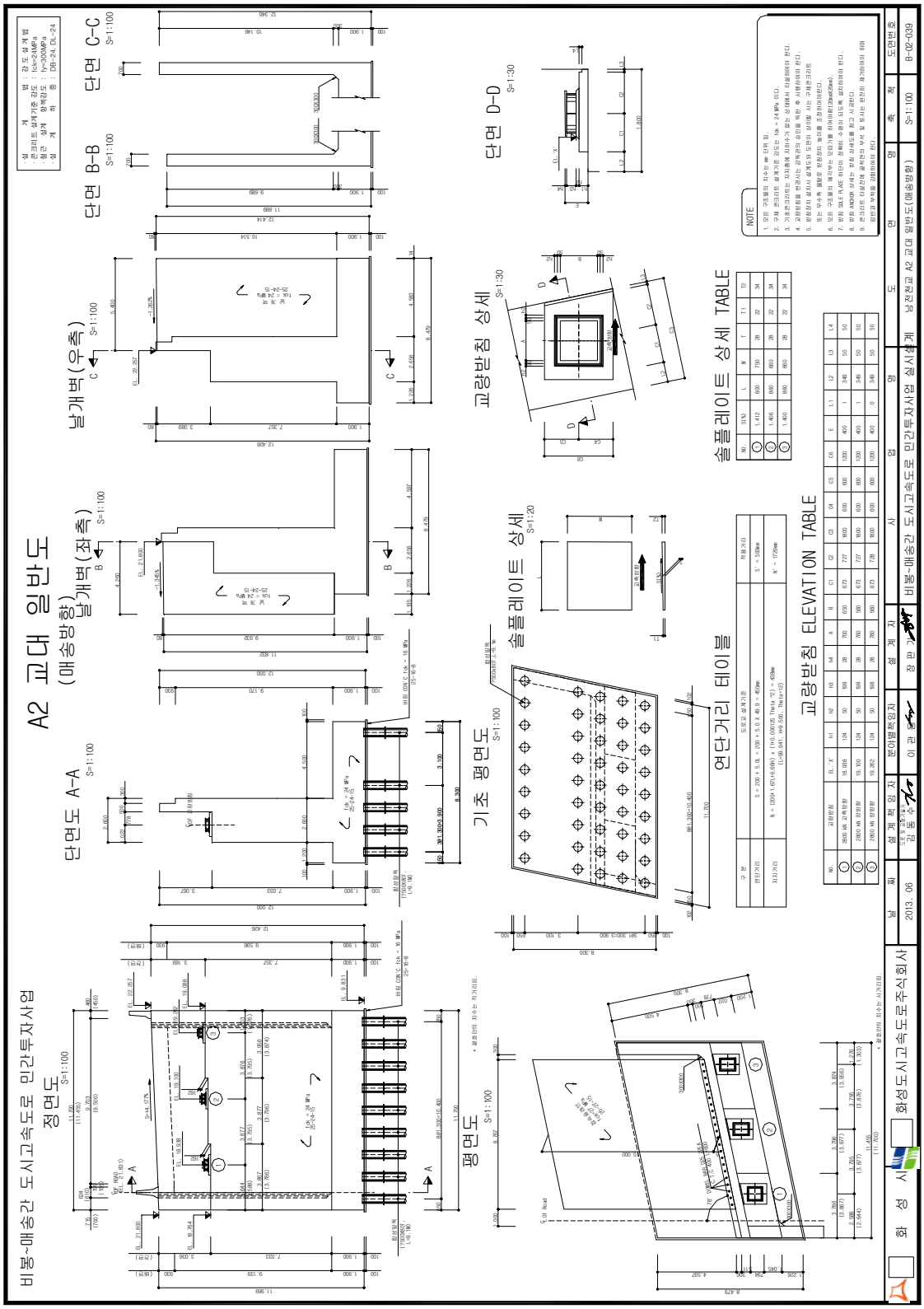
<그림 1.1.5> 매송방향 교량받침 배치도(1)



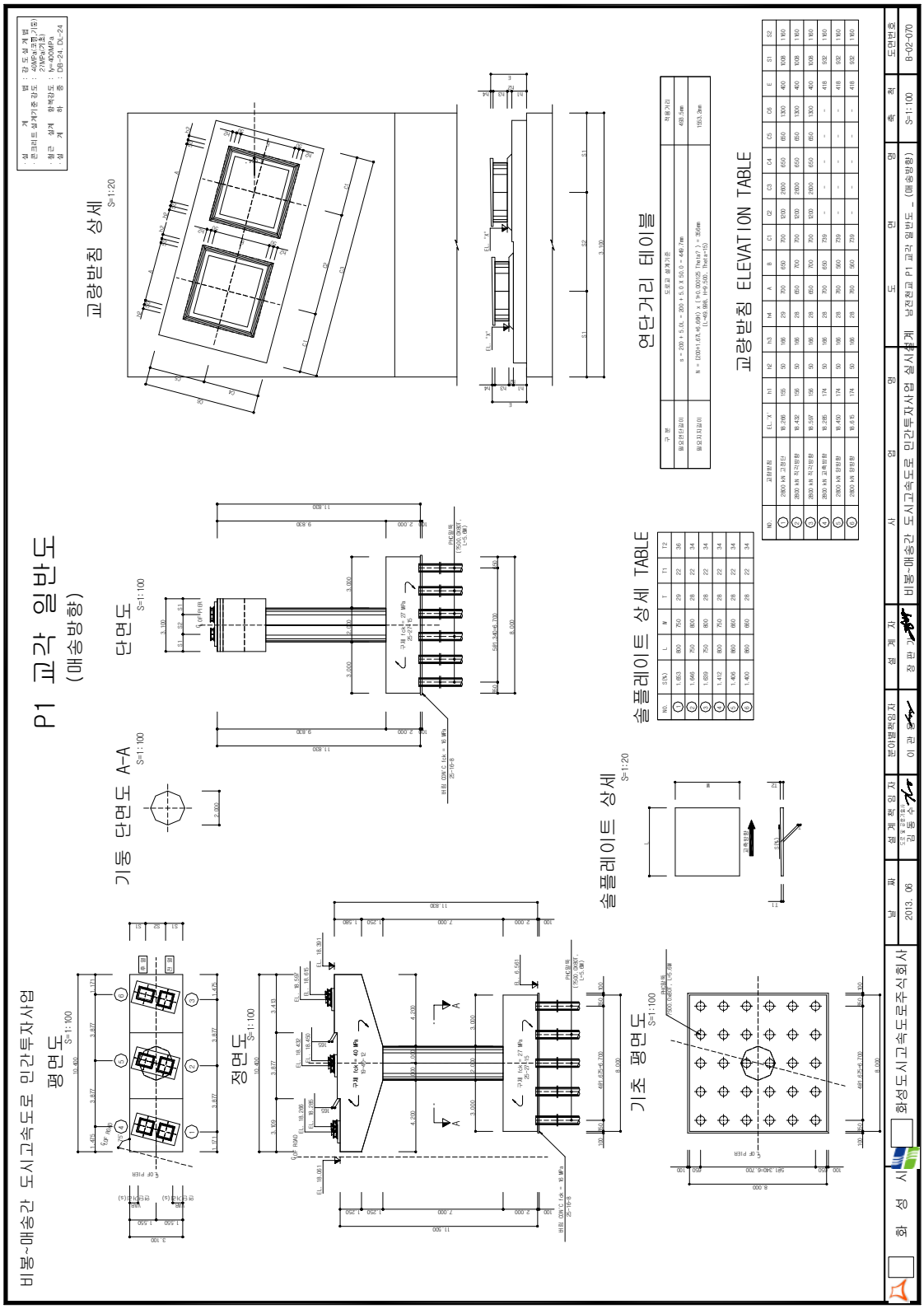
<그림 1.1.6> 비봉방향 교량받침 배치도(2)



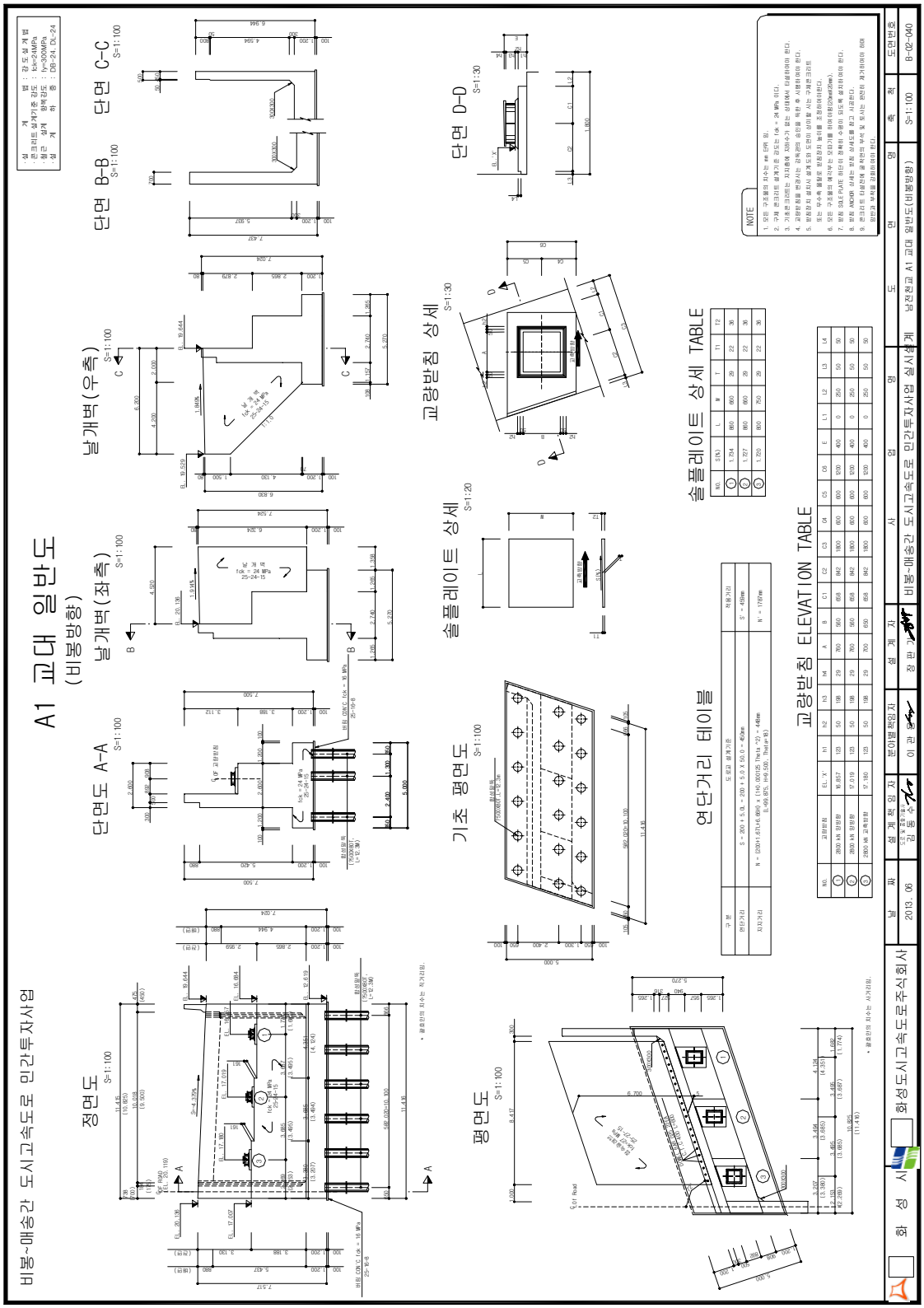
<그림 1.1.7> 매송방향 교대(A1) 일반도



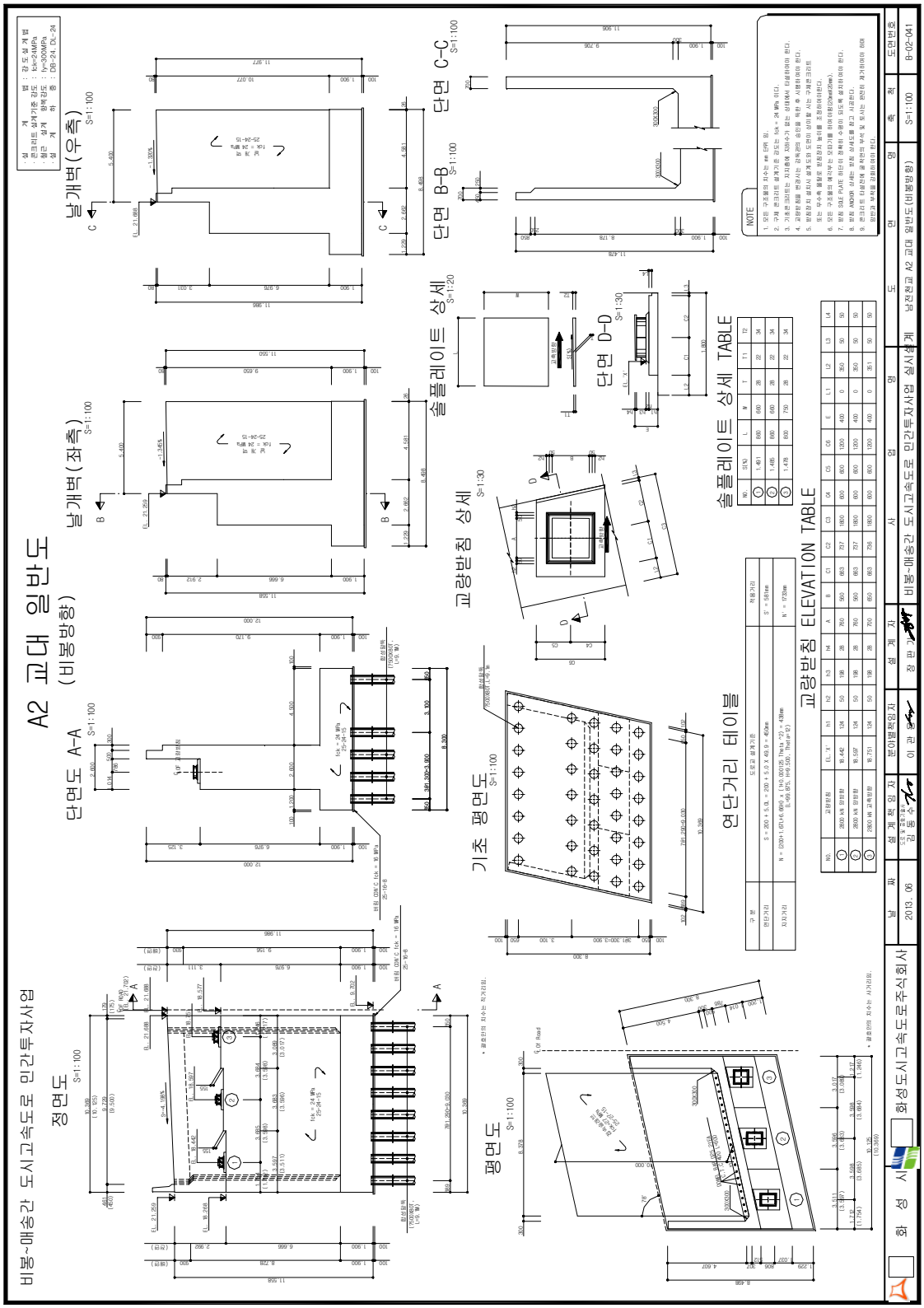
<그림 1.1.8> 매송방향 교대(A2) 일반도



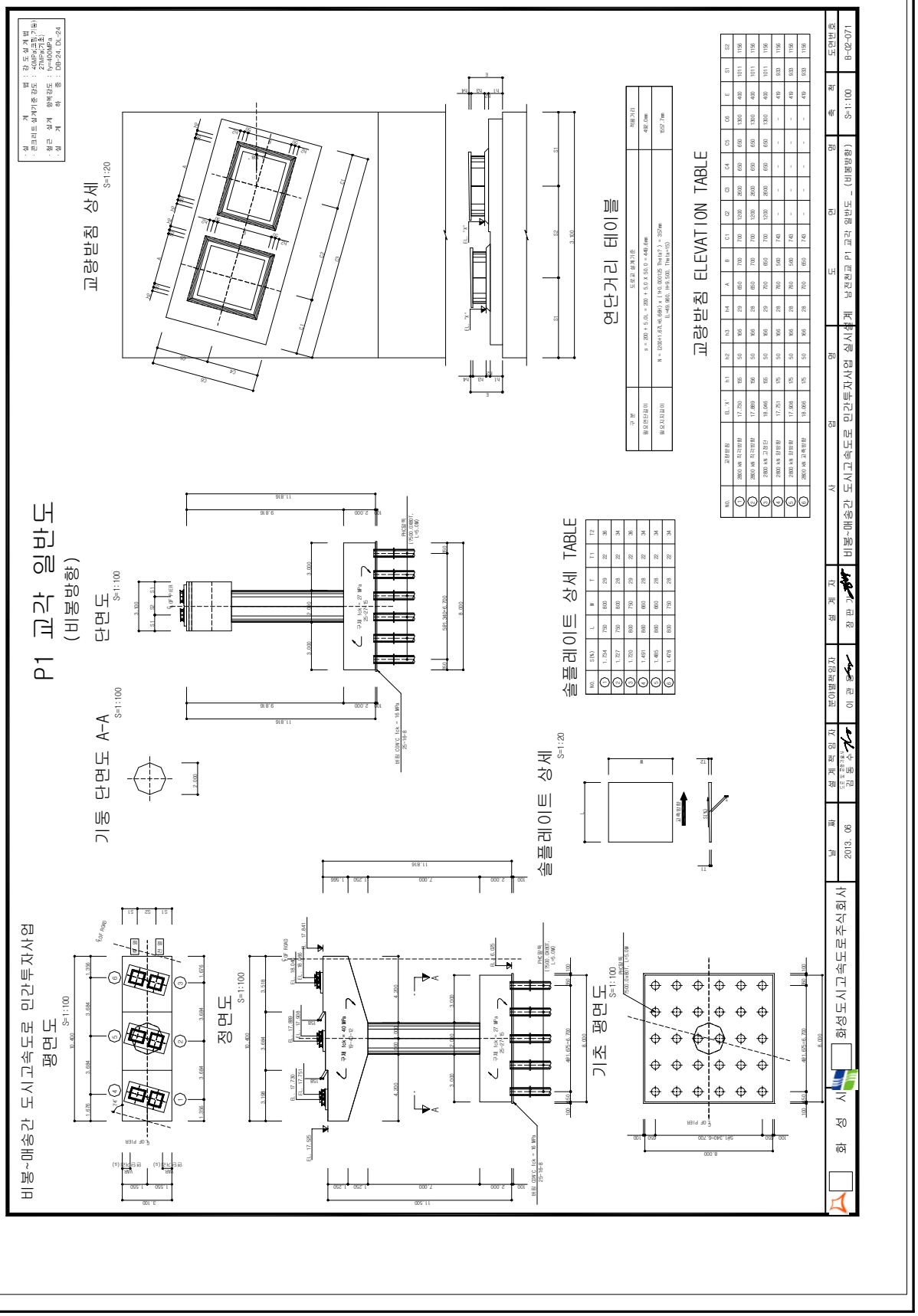
<그림 1.1.9> 매송방향 교각(P1) 일반도



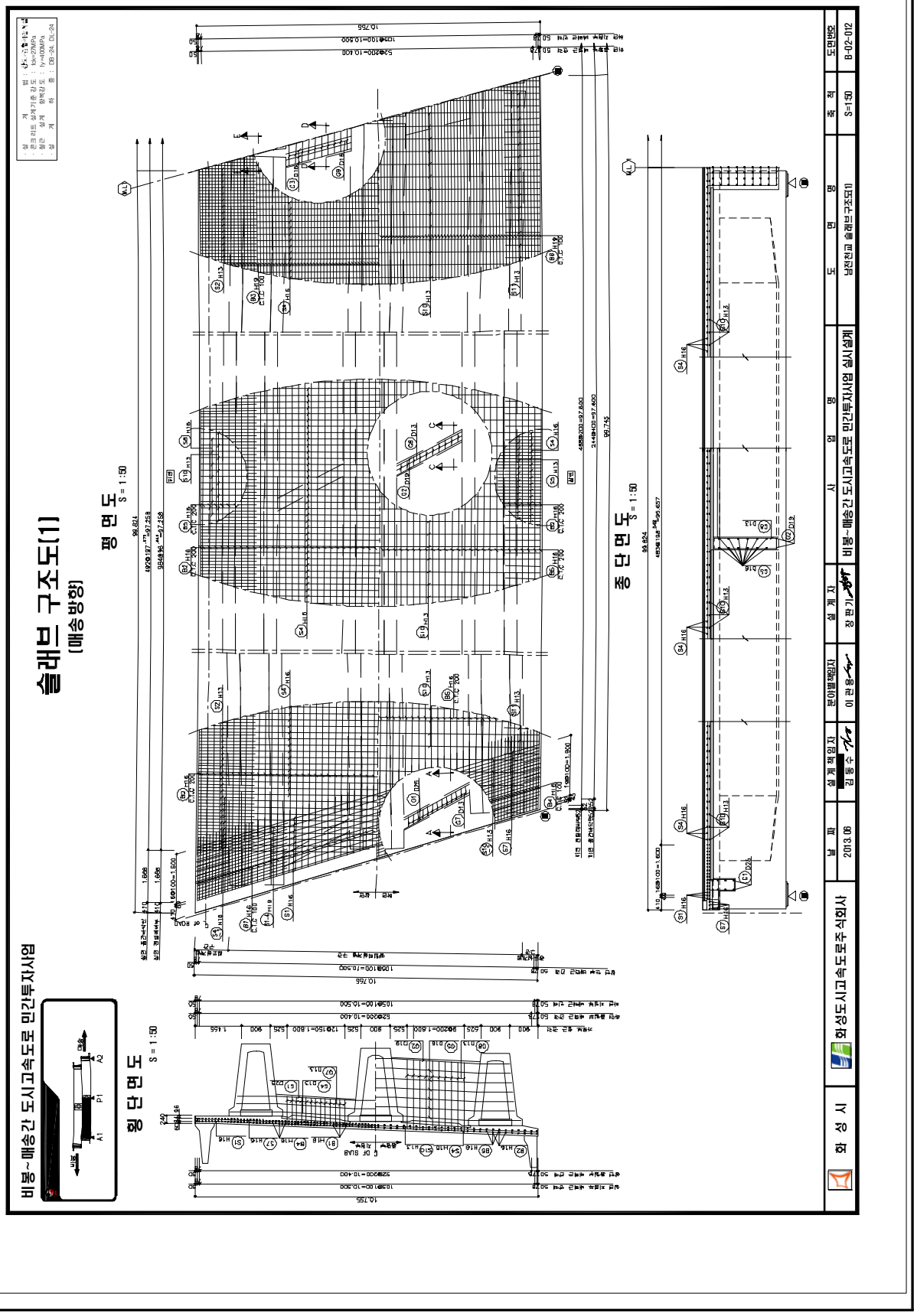
<그림 1.1.10> 비봉방향 교대(A1) 일반도



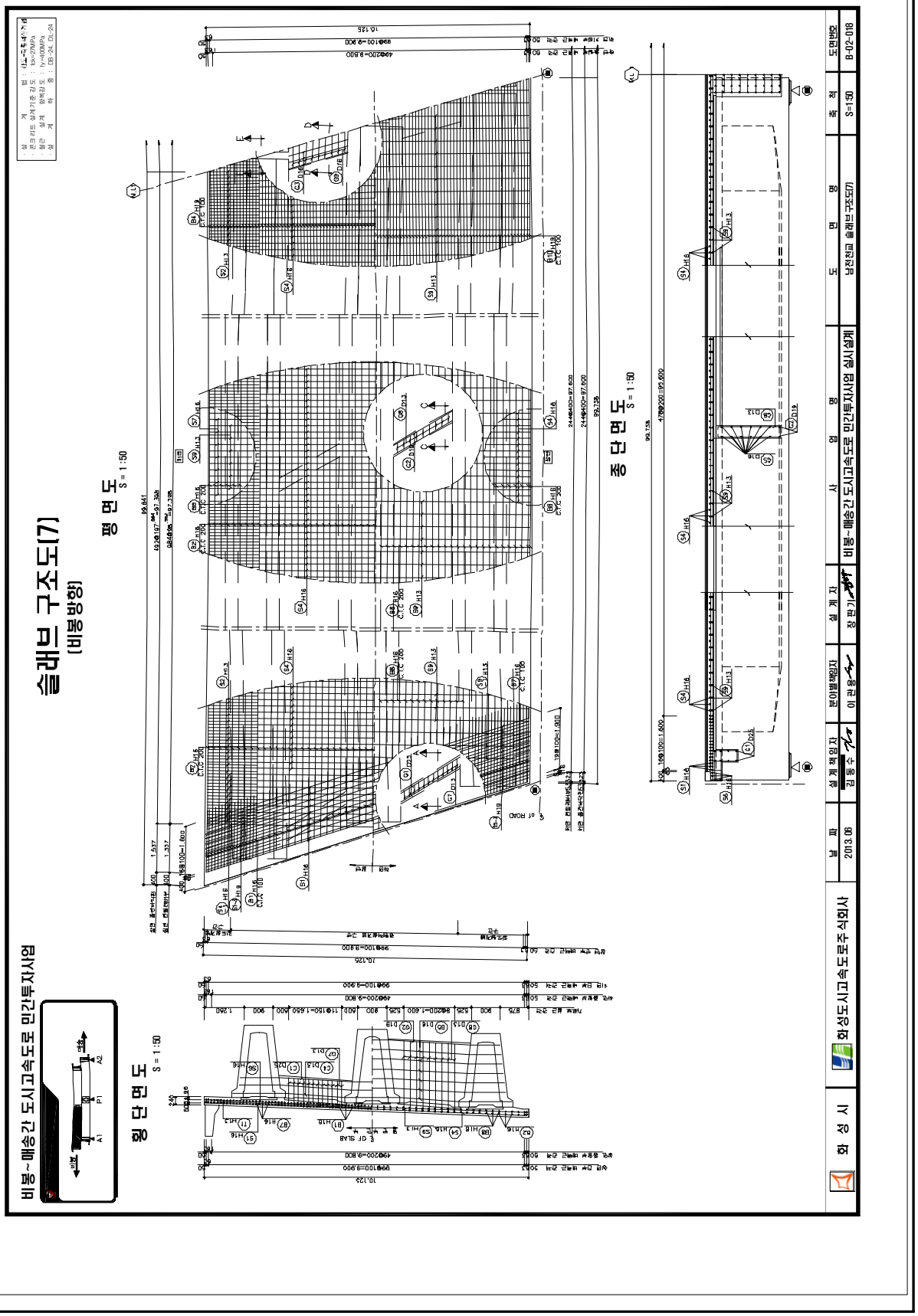
<그림 1.1.11> 비봉방향 교대(A2) 일반도



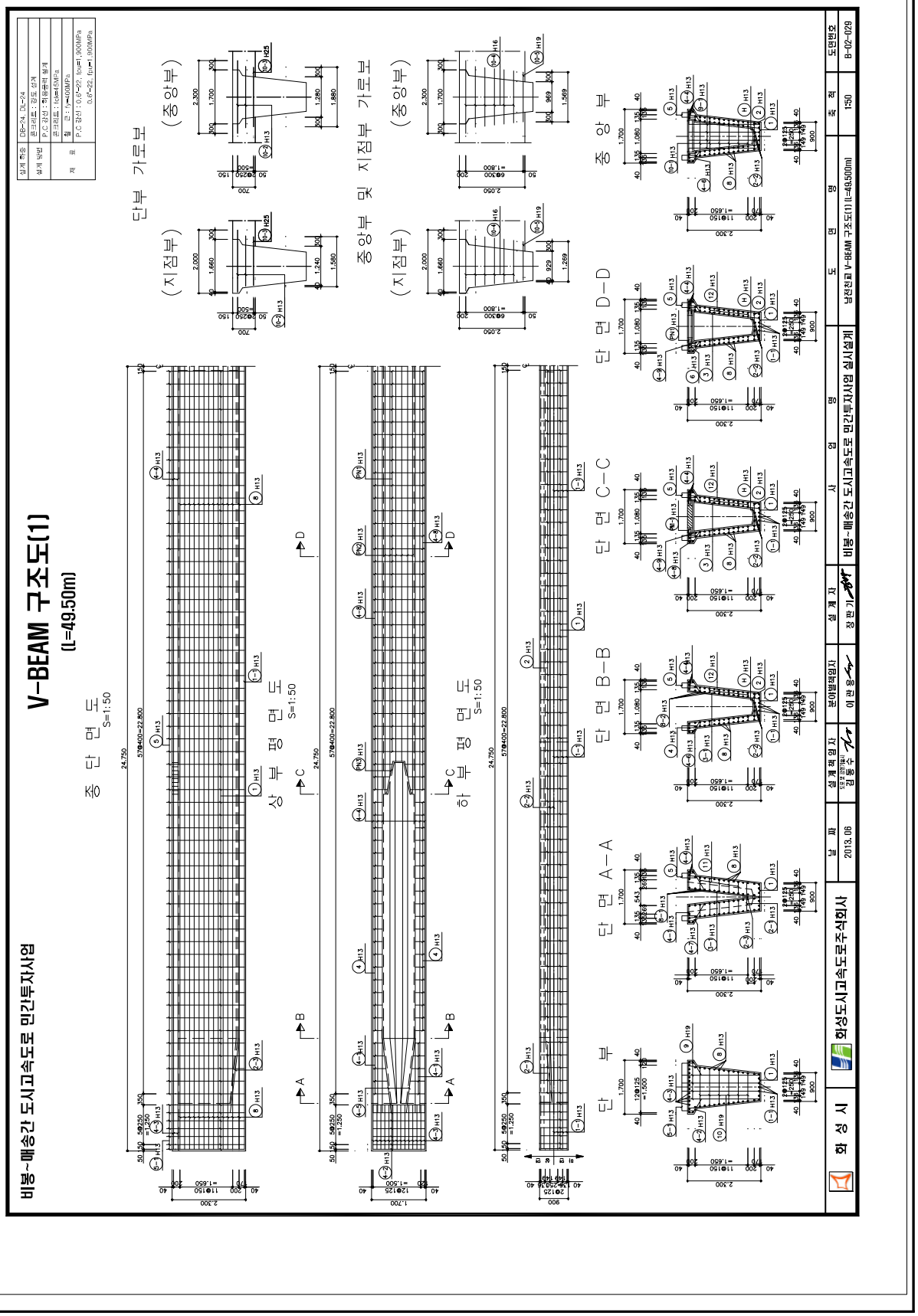
<그림 1.1.12> 비봉방향 교각(P1) 일반도



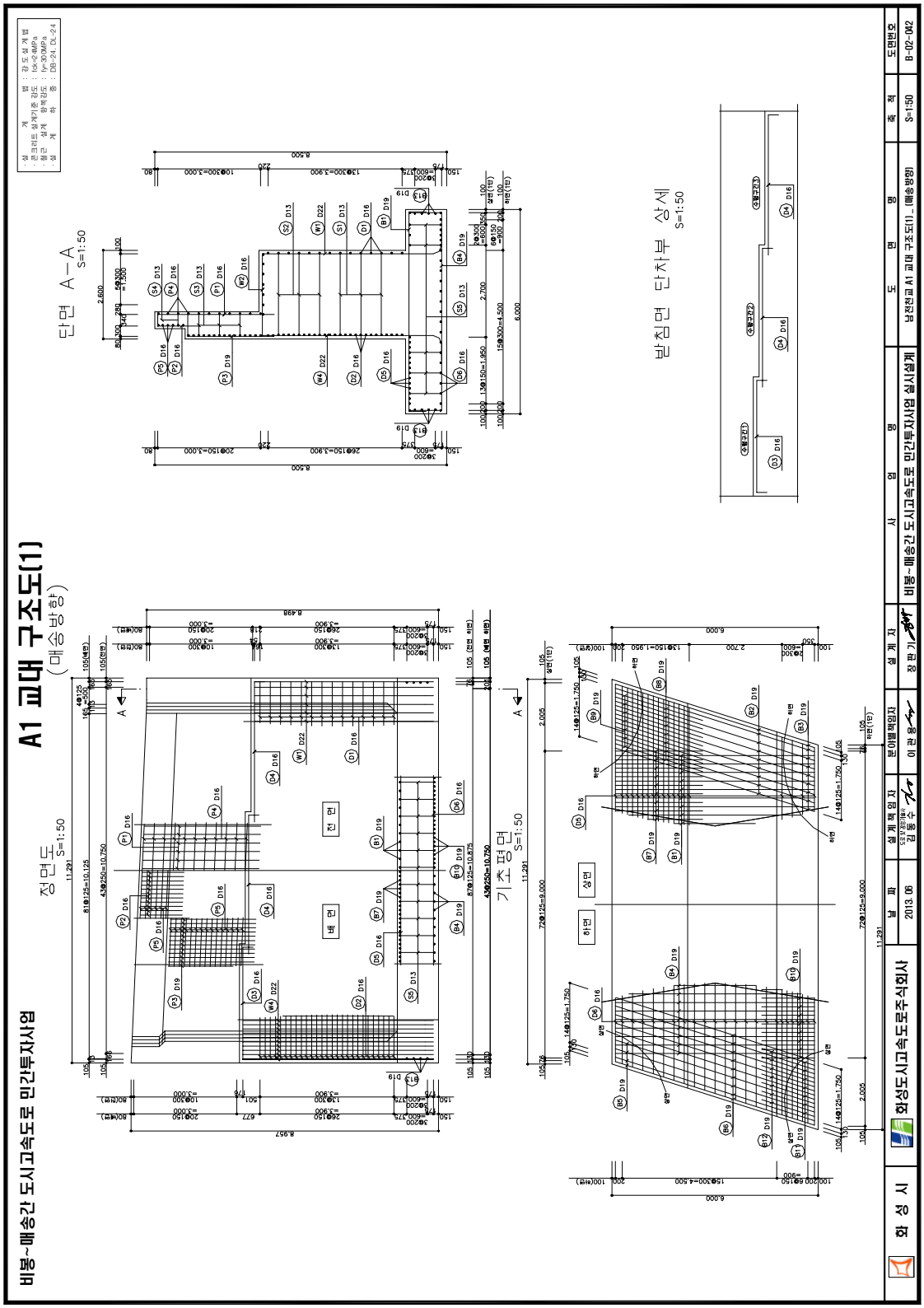
<그림 1.1.13> 매송방향 슬래브 구조도



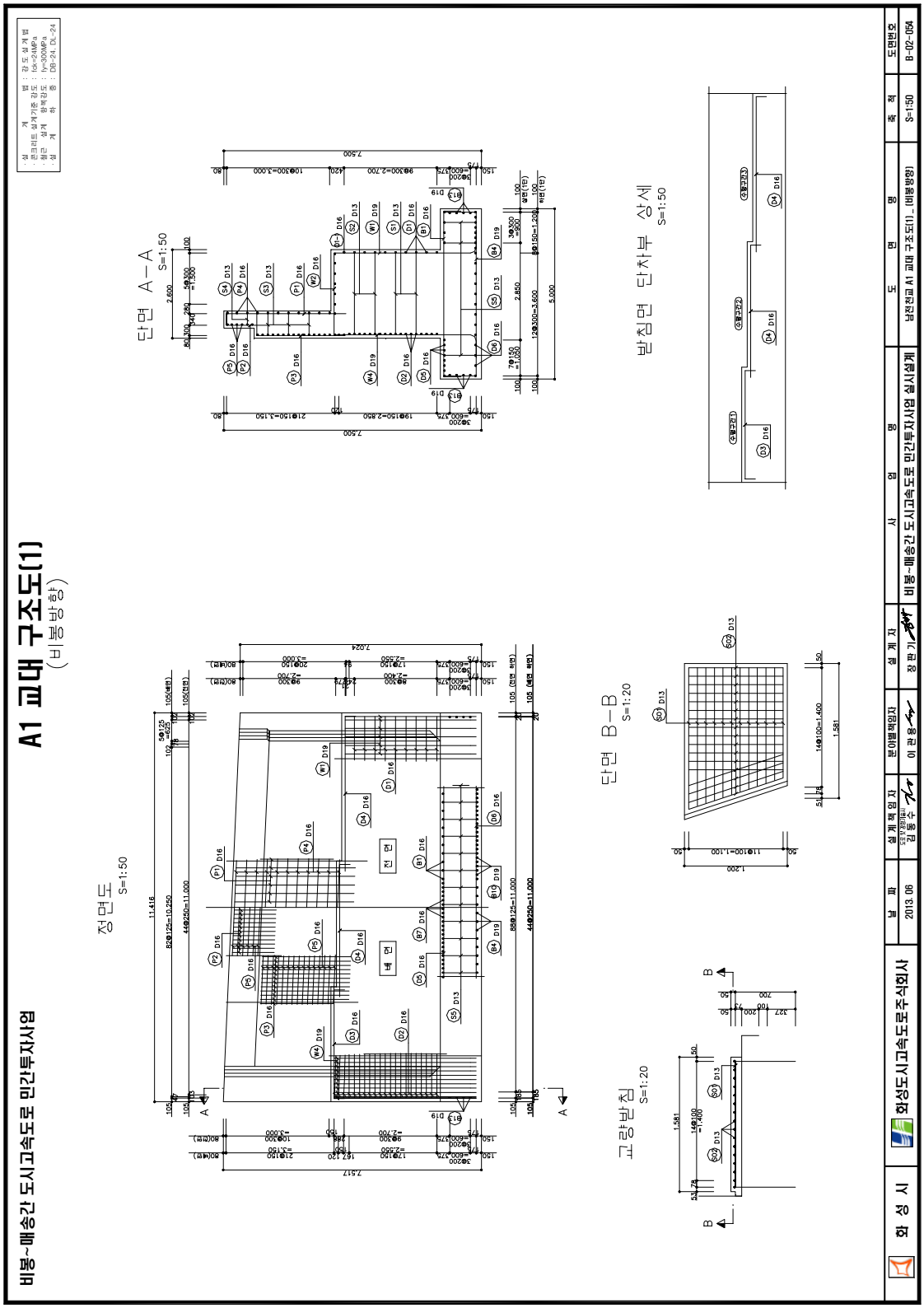
<그림 1.1.14> 비봉방향 슬래브 구조도



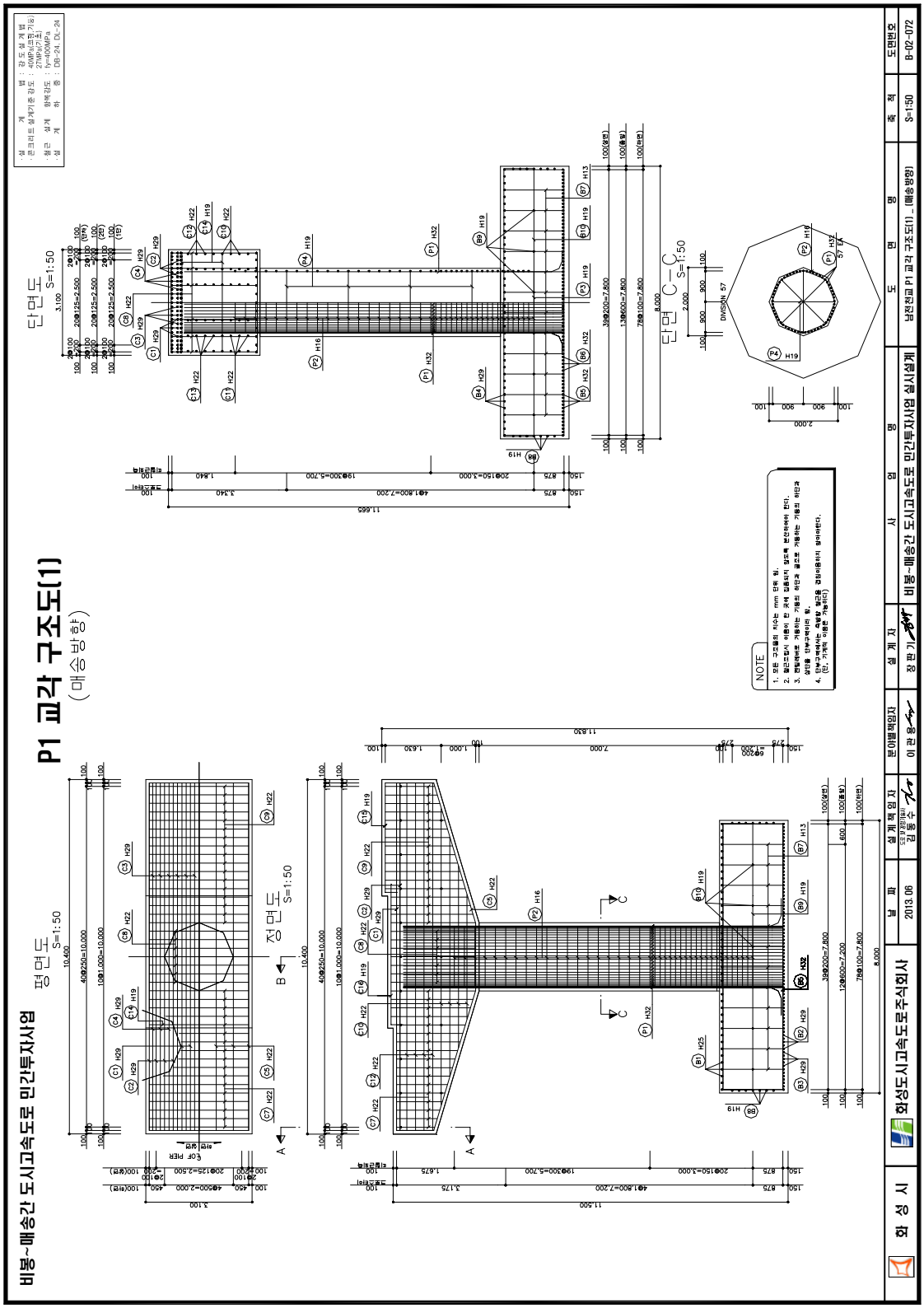
<그림 1.1.15> V-BEAM 구조도



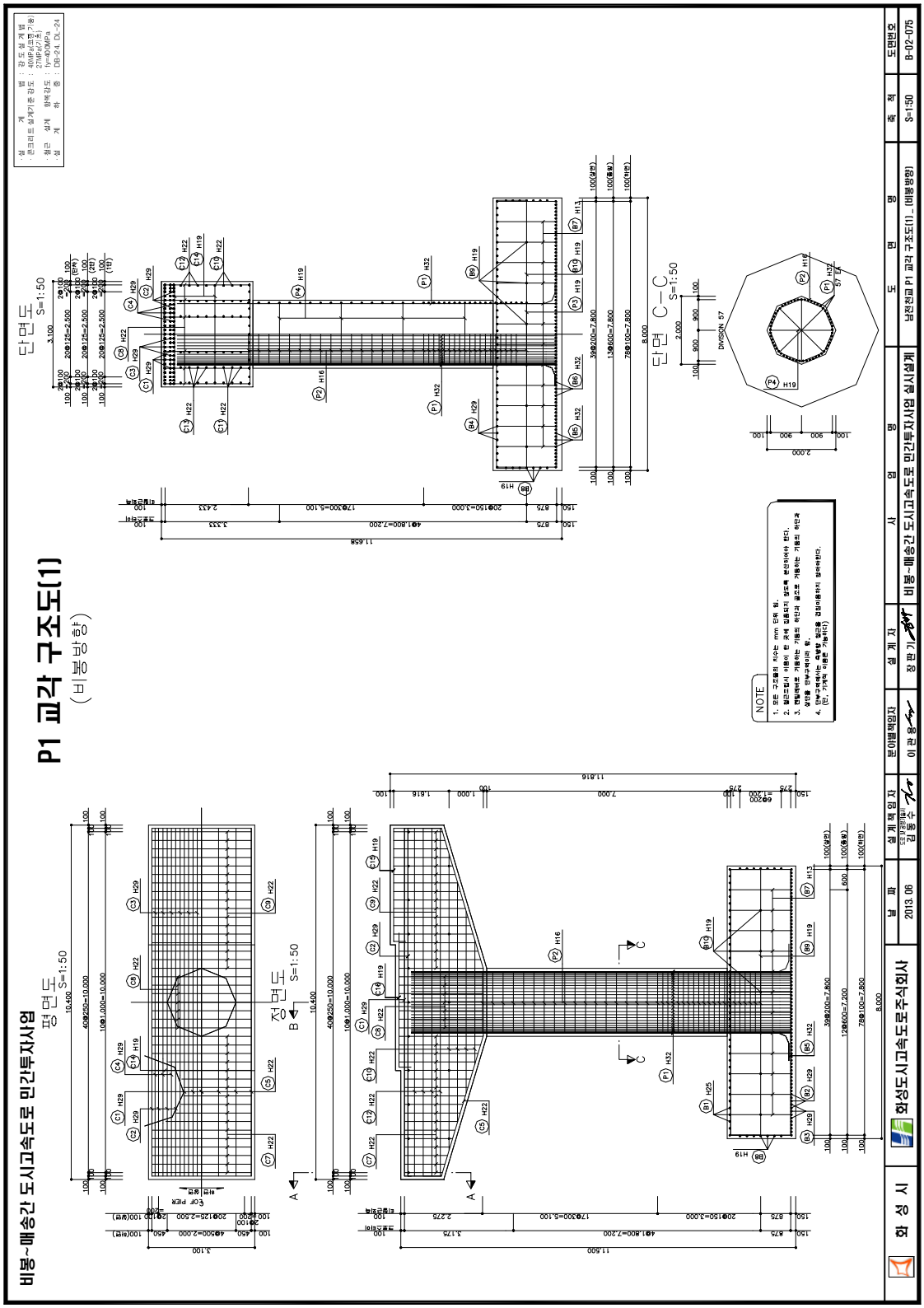
<그림 1.1.16> 매송방향 교대 구조도



<그림 1.1.17> 비봉방향 교대 구조도



<그림 1.1.18> 매송방향 교각 구조도



<그림 1.1.19> 비봉방향 교각 구조도

1. 기본현황

시설물번호	관리번호	시설물명	노선		시설물분류			
			구분	세부노선	시설물종류	시설물종별	시설물구분	SOC성능평가대상
BR2017-0000439		남전천교	시도	비봉~매송간 도시고속도로	최대경간장 50M이상의 교량(한 경간 교량 제외)	1종	교량	무

주소 (시,도) (시,군,구) (읍,면,동) (리,번지 등 주소)				관리주체	관리주체구분				소유자	소유자구분			
					공공			민간		공공			민간
경기도	화성시	비봉면 양노리 826-3		화성도시고속도로(주)	중앙부처	지자체	(국가/지방)공기업	V	화성시	중앙부처	지자체	(국가/지방)공기업	

사업계획 승인일	준공 (사용승인)일	하자담보책임 만료일	2. 상세제원	3. 안전점검 및 정밀안전진단 이력	4. 보수·보강 이력	환기구 덮개 (접근 가능한 환기구)	5. 첨부자료 목록
	2017년 06월 30일	2027년 06월 29일	유	유	무		dscf2368.jpg dscf2281.jpg

설계기간	설계자	공사기간	시공자	총공사비(백만원)
2010 ~ 2013-11-27	(주)동명기술공단종합건축사사무소	2014-03-31 ~ 2017-06-30	현대엔지니어링(주)	2,506

내진정보	내진설계 대상 유무	내진설계 적용 유무	적용내진설계기준	내진성능평가 실시 유무	내진보강 유무
	불명	적용		불명	불명

영21조대상	감리기간	감리자(책임감리원)	사업주체(발주자)	공사명	공사감독·공사관리관
아니오	2014-03-31 ~ 2017-06-30	곽건	화성도시고속도로(주)	비봉-매송간 도시고속도로 민간투자사업	화성시

기타 기본현황

작성일	작성자	최종 수정일	최종 수정자
2017년 07월 07일	화성도시고속도로(주) (인)	2017년 07월 18일	이영주

비고	

2. 상세제원

시설물명	교량 시점위치(읍면동리까지 기입)	교량 종점위치(읍면동리까지 기입)	설계활하중	허용통행하중
남전천교	경기도 화성시 비봉면 양노리 826-3	경기도 화성시 비봉면 양노리 826-3	DB-24/DL-24	43.2 ton

연장			폭(m)			차로수			내진겁계적용여부
길이(m)	경간수	최대	보도	차도	계	상행	하행	계	
100	2	50		20.9	20.9	2	2	4	적용

상부구조	경간구성	2@50 = 100			
	구분	경간형식	받침종류	신축이음종류	하부통과 제한높이(m)
	대표	V-BEAM	고무받침	모노셀 조이트	5
	기타				

하부구조	구분	교각		교대		교차노선 (또는 교차하천)	교차하천 최고수심(m)
		형식	기초형식	형식	기초형식		
	대표	T형교각식(T)	말뚝기초	역T형	말뚝기초	남전천	
	기타						

하천해상교량 해당여부	비해당	부착시설내용	
기타 상세제원			

<그림 1.1.20> 시설물 관리대장

1.1.3 자료수집 및 분석

본 과업에 대한 자료조사는 현장을 답사하여 각각의 구조특성을 파악하고, 과업의 추진 방향과 세부수행계획을 수립하였으며, 대상 시설물의 건설과 보수·보강 등에 관련된 설계도서 및 관련서류 등의 자료를 요청 및 수집하였으며, 수집된 자료는 다음과 같다.

가. 자료수집 현황

<표 1.1.2> 자료수집 목록

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

- 대상 교량에 대한 자료수집을 통하여 본 과업 수행을 위해 기존 자료들을 참조하고 준공당시 설계도서(2017년)와 2020년, 2022년 정밀안전점검 보고서를 중점 활용하였다.

나. 기존 점검 및 진단 실시결과

본 교량은 준공 이후 시설물안전법에 따라 정기적으로 안전점검을 수행하였으며, 현재까지 초기안전점검 1회, 정기안전점검 11회, 정밀안전점검 2회로 총 14회를 시행하였으며, FMS에 등록된 점검이력은 다음과 같다.

<표 1.1.3> 기존 점검·진단 이력

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
1	초기안전점검	(사)한국건설안전기술사회	10,000	상태양호	2017-12-01	승인완료
	2017-04-03 2017-07-31	이석영	A등급	-	조정순	2017-12-01
2	정기안전점검 (하반기)	(사)한국건설안전기술사회	1,150	대체로 양호하나, 신축이음 하부 누수에 대해서는 장기적인 시설물 유지관리를 위해 유도배수관 설치가 필요함	2017-12-26	승인완료
	2017-11-27 2017-12-26	이석영	양호	-	조정순	2017-12-26
3	정기안전점검 (상반기)	(사)한국건설안전기술사회	1,150	방호벽, 신축이음 후타재, 교각 미세균열 발생	2018-06-27	승인완료
	2018-05-31 2018-06-27	이석영	양호	-	조정순	2018-06-29
4	정기안전점검 (하반기)	자체수행	1,085	대체적으로 양호하며 신축이음 후타재, 난간, 교대, 교각 등 콘크리트에 미세균열이 발생되었으나 시급한 보수, 보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단됨	2018-11-06	승인완료
	2018-10-02 2018-11-05	이영주	양호	-	이영주	2018-11-14

<표 1.1.3> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
5	정기안전점검(상반기)	자체수행	1,085	- 2018년 하반기 조사시 발생한 신축이음 후타재, 난간, 교대, 교각, V-beam 등 콘크리트 미세균열 중 신축이음 후타재 균열외 대부분 보수되지 않았고, 일부 교좌장치에 녹이 발생되었으나 시급한 보수,보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단되므로 균열의 확대 및 진전여부 등 지속적인 관리를 요함. - 교좌장치 녹 재도장 필요	2019-06-15	승인완료
	2019-05-09 2019-06-14	이영주	양호	교좌장치 녹 재도장 필요	이영주	2019-06-24
6	정기안전점검(하반기)	자체수행	1,085	2019년 상반기 조사시 발생한 교대, 교각, V-beam 등 콘크리트 미세균열 중 V-beam 미세균열은 보수가 완료되어 양호하며, 그 외 교대, 교각은 균열(0.3mm)이하 균열이 다수 발생하였으나 시급한 보수,보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단되므로 균열의 확대 및 진전여부 등 지속적인 관리를 요함	2019-11-18	승인완료
	2019-10-16 2019-11-15	이영주	양호	교좌장치 녹 재도장 필요	이영주	2019-11-21
7	정밀안전점검	(주)케이에스알큰사람	4,510	- 교면포장: 상태양호 - 방호벽 : 균열, 망상균열, 백태, 철근노출, 녹발생, 파손 - 배수시설: 상태양호 - 신축이음: 후타재 균열, 본체 녹발생 - 바닥판: 마감불량, 와이어미제거 - 거더 및 가로보: 균열, 망상균열, 백태, 박락 파손 긁힘, 재료분리, 홀메움 미처리 - 교량받침: 무수축몰탈 박리, 받침콘크리트 균열, 받침콘크리트 재료분리, 잡철물 미제거, 받침콘크리트 파손 - 교대 및 교각 : 균열, 망상균열, 균열부 백태, 보수부 박리, 재료분리, 잡철물 미제거 및 철근노출, 파손 및 긁힘 홀메움 미처리, 누수흔적 토사퇴적, 체수 - 점검시설 : 상태양호	2020-06-27	승인완료
	2020-01-09 2020-06-10	신달양	B등급	-	송승준	2020-06-29

<표 1.1.3> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
8	정기안전점검(하반기)	자체수행	1,085	2020년 정밀안전점검 조시시 발생한 방호벽, 신축이음후타재, 교대, 교각, V-beam 등 콘크리트 균열, 파손, 재료분리, 백태 중 일부가 보수되고 대부분 보수되지 않은 상태이나 시급한 보수,보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단됨. 향후 구조물의 내구성 확보 및 손상과 열화가 증가할 수 있으므로 하자보수 계획을 수립하여 일괄적으로 보수를 요함.	2020-12-06	승인완료
	2020-11-02 2020-11-27	이영주	양호	신축이음 후타재 균열보수 및 교좌장치 녹제거 후 재도장	이영주	2020-12-10
9	정기안전점검(상반기)	자체수행	0	2020년 정밀안전점검 및 2020년 하반기 정기점검시 조사된 방호벽, 신축이음후타재, 교대, 교각, V-beam 등 콘크리트 균열, 파손, 재료분리, 백태 중 일부(V-BEAM균열)가 보수되고 대부분 보수되지 않은 상태이나 시급한 보수,보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단됨. 향후 구조물의 내구성 확보 및 손상과 열화가 증가할 수 있으므로 하자보수 계획을 수립하여 일괄적으로 보수를 요함.	2021-06-25	승인완료
	2021-05-24 2021-06-23	이영주	양호	신축이음 후타재 균열보수	이영주	2021-06-28
10	정기안전점검(하반기)	자체수행	0	- 방호벽, 신축이음 후타재, 교대, 교각, 거더, 바닥판 등에서 균열/철근노출/파손/백태 등이 조사되었으나 시급한 보수,보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단됨. - 향후 구조물의 내구성 확보 및 손상과 열화가 증가할 수 있으므로 보수 계획을 수립하여 일괄적으로 보수를 요함.	2021-11-26	승인완료
	2021-10-25 2021-11-26	이영주	양호	- 균열보수	이영주	2021-11-29

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
11	정밀안전점검	(주)케이에스알큰사람	4,257	-외관조사의 주요 손상은 방호벽 균열, 신축이음 후타재 균열, 본체 녹발생, 거더 및 가로보 균열, 박리, 교대 및 교각 균열, 망상균열, 균열부 백태, 철근 노출, 파손 등의 손상이 조사되었다. -금회 확인된 손상들은 시공 당시 발생한 초기결함과 공용 중 발생된 결함으로 조사되어 손상물량의 증가는 없었고, 교량의 안전성에 직접적인 영향을 미치는 중대결함의 발생은 없는 것으로 분석되었다. -상태평가를 실시한 결과, 현재 시설물의 상태는 양호한 상태인 『B』(0.205)등급으로 평가되었다. -본 시설물은 공용기간 증가에 의해 손상과 열화가 증가할 수 있으므로, 지속적인 유지관리가 필요하며, 초기 발생된 손상(결함)에 대해서 내구성 확보와 기능유지를 위한 적절한 보수보강이 이루어진다면 시설물의 공용에는 지장이 없을 것으로 판단된다..	2022-06-29	승인완료
	2022-01-03 2022-06-10	신달양	B등급	-표면처리, 주입보수, 청소, 단면보수, 제거후 단면보수	김무열	2022-06-30
12	정기안전점검(하반기)	자체수행	0	- 방호벽, 신축이음 후타재, 교대, 교각, 거더, 바닥판 등에서 균열/철근노출/파손/백태 등이 조사되었으나 시급한 보수,보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단됨. - 향후 구조물의 내구성 확보 및 손상과 열화가 증가할 수 있으므로 보수 계획을 수립하여 일괄적으로 보수를 요함.	2022-11-09	승인완료
	2022-10-24 2022-11-25	이영주	양호	균열보수	김동민	2022-12-05

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
13	정기안전점검 (상반기)	(주)이도	1,800	금회 정기안전점검 결과, 조사된 주요 손상으로 난간/연석 보수부 재균열, 신축이음 후타재 균열/하부 누수, 교량받침 콘크리트 미세균열, 가로보 마감불량, 교대 단면파손, 교각 보수부 재균열 및 신규균열 등의 손상이 조사되었다. 금회 조사된 손상은 대부분 경미한 상태로 기존 손상들은 대부분 하자보수로 보수가 완료되어, 향후 구조물의 내구성 확보를 위하여 보수 계획을 수립하는 것이 바람직하다. 금회 정기안전점검 결과, 구조적인 중대결함은 발생하지 않았으나, 조사된 결함에 대해서는 손상규모에 따라 적절히 보수를 실시하고, 지속적인 점검을 통한 효율적이고 체계적인 시설물의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.	2023-07-24	승인완료
	2023-06-01 2023-06-30	양영탁	양호	- 표면처리, 유도배수, 단면보수, 점검로 교체	나영일	2023-08-02
14	정기안전점검 (하반기)	(주)이도	1,800	금회 정기안전점검 결과, 조사된 주요 손상으로 난간/연석 보수부 재균열, 신축이음 후타재 균열/하부 누수, 교량받침 콘크리트 미세균열, 가로보 마감불량, 교대 단면파손, 교각 보수부 재균열 및 신규균열 등의 손상이 조사됨. 금회 조사된 손상은 대부분 경미한 상태로 기존 손상들은 대부분 하자보수로 보수가 완료되어, 향후 구조물의 내구성 확보를 위하여 보수 계획을 수립하는 것이 바람직함.	2024-01-30	승인완료
	2023-12-01 2023-12-31	양영탁	양호	표면처리, 유도배수, 단면보수, 점검로 교체	나영일	2024-01-31

<표 1.1.4> 2020년도 정밀안전점검 결과 요약

<table>
<tr><th colspan="3">구 분</th><th colspan="2">점검내용</th></tr>
<tr><td colspan="3">용 역 명</td><td colspan="2">· 2020년도 정밀안전점검</td></tr>
<tr><td colspan="3">용역기간</td><td colspan="2">· 2020. 01. 09 ~ 2020. 06. 10</td></tr>
<tr><td colspan="3">용 역 사</td><td colspan="2">· (주)케이에스알큰사람</td></tr>
<tr><td colspan="3">시설물명</td><td colspan="2">· 남전천교</td></tr>
<tr><td rowspan="11">외관조사</td><td rowspan="4">상부구조</td><td>포 장 면</td><td colspan="2">· 양호</td></tr>
<tr><td>바 닥 판</td><td colspan="2">· 마감불량, 와이어미제거</td></tr>
<tr><td>거 더</td><td colspan="2">· 균열, 망상균열, 백태, 박락, 파손, 긁힘, 홀메움미처리</td></tr>
<tr><td>가 로 보</td><td colspan="2">· 균열, 망상균열, 재료분리, 파손, 홀메움미처리</td></tr>
<tr><td rowspan="2">하부구조</td><td>교 대</td><td colspan="2">· 균열, 망상균열, 균열부 백태, 보수부박리, 잡철물미제거, 철근노출, 파손, 누수흔적, 토사퇴적, 체수</td></tr>
<tr><td>교 각</td><td colspan="2">· 균열, 재료분리, 잡철물미제거, 철근노출, 홀메움미처리, 파손(긁힘)</td></tr>
<tr><td colspan="2">교량받침</td><td colspan="2">· 무수축몰탈 박리, 받침콘크리트 균열, 받침콘크리트 재료분리, 받침콘크리트 잡철물 미제거, 받침콘크리트 파손</td></tr>
<tr><td rowspan="4">기타부재</td><td>신축이음</td><td colspan="2">· 마감불량, 와이어미제거</td></tr>
<tr><td>방 호 벽</td><td colspan="2">· 균열, 망상균열, 백태, 철근노출, 녹발생, 파손</td></tr>
<tr><td>배수시설</td><td colspan="2">· 양호</td></tr>
<tr><td>점검시설</td><td colspan="2">· 양호</td></tr>
<tr><td rowspan="4">재료시험</td><td colspan="2" rowspan="2">콘크리트 강도시험</td><td colspan="2">· 상부구조 : 거더(S1/G6) 45.3 MPa (설계강도 45.0 MPa)
거더(S2/G5) 52.4 MPa (설계강도 45.0 MPa)
· 하부구조 : 교대(A1) 28.2 MPa (설계강도 24.0 MPa)
교대(A2) 25.7 MPa (설계강도 24.0 MPa)
교각(P1) 39.5 MPa (설계강도 40.0 MPa)</td></tr>
<tr><td>평 가</td><td>각 부재별로 콘크리트 압축강도 측정결과, 설계기준강도 거더 45.0MPa, 교대(A1, A2)흉벽 24.0MPa, 교각(P1) 40.0MPa 이상을 확보하고 있는 것으로 조사되었다.</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">탄 산 화 시 험</td><td colspan="2">· 상부 : 거더(S1/G1) 탄산화 깊이 1.5mm (탄산화잔여깊이 39.5mm)
거더(S2/G5) 탄산화 깊이 0.8mm (탄산화잔여깊이 36.2mm)
· 하부 : 교대A1흉벽 탄산화 깊이 2.1mm (탄산화잔여깊이 63.9mm)
교대A2흉벽 탄산화 깊이 1.7mm (탄산화잔여깊이 60.3mm)</td></tr>
<tr><td>평 가</td><td>탄산화 깊이 측정 결과, 측정 전 개소에서 피복 잔여깊이가 30mm이상 확보가 되는 것으로 확인되어 탄산화로 인한 철근의 부식위험은 없는 것으로 판단된다.</td></tr>
<tr><td colspan="3">상태평가/종합평가</td><td colspan="2">· 0.240 ▷ 「B」(양호)</td></tr>
<tr><td colspan="3">종합의견</td><td colspan="2">- 본 남전천교에 대한 시설물평가는「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」에 제시된 시설물평가 기준을 토대로 실시하였으며, 상태평가 산정결과 일부 결함이 발생되었으나 안전 등급은 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태”인 B등급 으로 평가되었다. 향후 교량 공용시 현재의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

- 종합평가 등급 : B</td></tr>
</table>

<표 1.1.4> 2022년도 정밀안전점검 결과 요약

<table>
<tr><th colspan="3">구 분</th><th colspan="2">점검내용</th></tr>
<tr><td colspan="3">용 역 명</td><td colspan="2">· 2022년도 정밀안전점검</td></tr>
<tr><td colspan="3">용역기간</td><td colspan="2">· 2022. 01. 03 ~ 2022. 06. 10</td></tr>
<tr><td colspan="3">용 역 사</td><td colspan="2">· (주)케이에스알큰사람</td></tr>
<tr><td colspan="3">시설물명</td><td colspan="2">· 남전천교</td></tr>
<tr><td rowspan="10">외관조사</td><td rowspan="4">상부구조</td><td>포 장 면</td><td colspan="2">· 상태양호</td></tr>
<tr><td>바 닥 판</td><td colspan="2">· 마감불량, 와이어미제거</td></tr>
<tr><td>거 더</td><td colspan="2">· 단부 균열, 단부 백태</td></tr>
<tr><td>가 로 보</td><td colspan="2">· 균열, 망상균열, 박리, 재료분리, 홀메움 미처리</td></tr>
<tr><td rowspan="2">하부구조</td><td>교 대
교 각</td><td colspan="2">· 균열, 망상균열, 균열부 백태, 보수부 박리, 재료분리, 잡철물 미제거 및 철근노출, 파손, 홀메움 미처리, 누수흔적, 토사퇴적</td></tr>
<tr><td colspan="2">교량받침</td><td colspan="2">· 무수축몰탈 박리, 받침콘크리트 균열, 받침콘크리트 재료분리, 잡철물 미제거, 받침콘크리트 파손</td></tr>
<tr><td rowspan="4">기타부재</td><td>신축이음</td><td colspan="2">· 후타재 균열, 본체 녹발생</td></tr>
<tr><td>방 호 벽</td><td colspan="2">· 균열, 망상균열</td></tr>
<tr><td>배수시설</td><td colspan="2">· 양호</td></tr>
<tr><td>점검시설</td><td colspan="2">· 양호</td></tr>
<tr><td rowspan="3">재료시험</td><td colspan="2" rowspan="2">콘크리트
강도시험</td><td colspan="2">상부구조(캔틸레버) : 28.9~29.8
하부구조(교대) : 27.8
하부구조(교각) : 43.8</td></tr>
<tr><td>평 가</td><td>설계기준강도 100% 이상 확보
(상부:45.0MPa,
교대:24.0MPa, 교각:40.0MPa)</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">탄 산 화
시 험</td><td colspan="2">상부구조(캔틸레버) : 82.5
하부구조(교대) : 52.4
하부구조(교각) : 60.4</td></tr>
<tr><td>평 가</td><td>탄산화 깊이 측정 결과, 측정 전 개소에서 피복 잔여깊이가 30mm이상 확보가 되는 것으로 확인되어 탄산화로 인한 철근의 부식위험은 없는 것으로 판단된다.</td></tr>
<tr><td colspan="3">상태평가/종합평가</td><td colspan="2">· 0.205 ▷ 「B」(양호)</td></tr>
<tr><td colspan="3">종합의견</td><td colspan="2">- 본 남전천교에 대한 시설물평가는「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」에 제시된 시설물평가 기준을 토대로 실시하였으며, 상태평가 산정결과 일부 결함이 발생되었으나 안전 등급은 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태”인 B등급 으로 평가되었다. 향후 교량 공용시 현재의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

- 종합평가 등급 : B</td></tr>
</table>

다. 보수·보강 및 유지관리 관련자료

본 시설물에 대한 FMS에 등록된 보수·보강 이력은 없는 것으로 조사되었으며, 관리주체 확인결과 준공이후 중대결함에 대한 보수·보강은 없었으며, 주로 경미한 손상들에 대하여 일상적인 유지관리 활동이 이루어지고 있는 것으로 확인되었다.

또한, 준공이후 하중상태 등 변화 여부를 파악하기 위해 준공당시 설계도서 및 유지관리이력 등을 참조하여 검토한 결과, 준공이후 용도, 구조, 하중상태 변화는 없는 것으로 조사되었다.

<표 1.1.5> 보수·보강 이력

번호	공사명	공사구분	보수보강부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	보수	자체보수	방호벽 및 거더 외 보수	0	화성도시고속도로
	-				

향후 시설물 상태변화의 추적 관찰을 위하여 일상 유지관리, 하자보수 등 모든 보수공사 내역에 대하여 지속적인 자료축적 및 이력관리가 필요한 것으로 판단된다.

라. 시설물 내진설계 여부 확인

관리주체에서 제공한 설계도서 및 FMS 확인결과, 본 시설물은 준공 당시 내진설계가 반영된 것으로 조사되었으며, 조사내용은 다음과 같다.

<표 1.1.6> 내진설계 여부 확인

구 분	내진설계 현황

설계 도서

비봉~매송간 도시고속도로 민간투자사업

4) 교량별 내진설계 결과

① 남전천교

❶ 교량제원 및 모델링

교 량 제 원	
• 교량형식 : V-Beam교	• 가속도계수 : A = 0.154 (지진구역계수: 0.11, 위험도계수: 1.4)
• 교량연장 : 2@50.0=100.0m	• 지반계수 : S = 1.2 (지반종류: II)
• 교각형식 : T형 (파일기초)	• 받침형식 : 탄성받침
• 내진등급 : 1등급	• 해석방법 : 다중모드 스펙트럼 해석법

❷ 받침 검토

구 분		교축방향		교축직각방향		받침 용량		판 정
		전단력(kN)	변위(mm)	전단력(kN)	변위(mm)	허용수평력	허용변위	
A 1	1	309.0	94.0	284.9	86.7	414	126	O.K
	2	307.3	93.5	290.1	88.3	414	126	O.K
	3	307.3	93.5	286.8	87.3	414	126	O.K
P 1 (전 열)	4	301.7	64.8	268.9	57.8	414	90	O.K
	5	300.7	64.6	267.4	57.5	414	90	O.K
	6	299.7	64.4	269.2	57.9	414	90	O.K
P 1 (후 열)	7	300.8	64.6	269.7	58.0	414	90	O.K
	8	300.6	64.5	267.6	57.5	414	90	O.K
	9	300.4	64.5	268.9	57.8	414	90	O.K
A 2	10	308.4	93.8	286.3	87.1	414	126	O.K
	11	307.3	93.5	289.6	88.1	414	126	O.K
	12	308.0	93.7	284.1	86.4	414	126	O.K

FMS

1. 기본현황

시설물번호	관리번호	시설물명	노선		시설물분류			
			구분	세부노선	시설물종류	시설물종별	시설물구분	SOC성능평가대상
BR2017-0000439		남전천교	시도	비봉~매송간 도시고속도로	최대경간장 50M이상의 교량(한 경간 교량 제외)	1종	교량	무

주소 (시,도) (시,군,구) (읍,면,동) (리,번지 등 주소)				관리주체	관리주체구분			소유자	소유자구분			
					공공			민간		공공		민간
경기도	화성시	비봉면 양노리 826-3		화성도시고속도로(주)	중앙부처	지자체	(국가/지방)공기업	V	화성시	중앙부처	지자체	(국가/지방)공기업

사업계획 승인일	준공 (사용승인)일	하자담보책임 만료일	2. 상세제원	3. 안전점검 및 정밀안전진단 이력	4. 보수·보강 이력	환기구 덮개 (접근 가능한 환기구)	5. 첨부자료 목록
	2017년 06월 30일	2027년 06월 29일	유	유	무		dscf2368.jpg dscf2281.jpg

설계기간	설계자	공사기간	시공자	총공사비(백만원)
2010 ~ 2013-11-27	(주)동명기술공단종합건축사사무소	2014-03-31 ~ 2017-06-30	현대엔지니어링(주)	2,506

내진정보	내진설계 대상 유무	내진설계 적용 유무	적용내진설계기준	내진성능평가 실시 유무	내진보강 유무
	불명	적용		불명	불명

영21조대상	감리기간	감리자(책임감리원)	사업주체(발주자)	공사명	공사감독·공사관리관
아니오	2014-03-31 ~ 2017-06-30	곽건	화성도시고속도로(주)	비봉~매송간 도시고속도로 민간투자사업	화성시

기타 기본현황

작성일	작성자	최종 수정일	최종 수정자
2017년 07월 07일	화성도시고속도로(주) (인)	2017년 07월 18일	이영주

비고	

마. 자료수집 및 분석결과

본 과업을 수행하기 위하여 수집한 자료는 설계도서, 시설물 관리대장, 시공관련자료, 기존 안전점검 자료 등이며, 상기 자료에 대한 관리주체의 보관상태는 대체로 양호하여 정밀안전진단 등 유지관리업무에 적절히 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

<표 1.1.7> 자료수집 및 분석 결과

구 분	수집자료	자료분석 결과	과업 진행방향
건설 관련 자료	-실시설계보고서 -도면 -시설물관리대장 -기타 시공자료	-대상 시설물의 위치, 제원 등이 설계도면과 시설물관리대장이 일치함. -대상 구간의 구조특성 및 적용공법 등 현황을 검토·분석하였음	-현장조사시 육안점검을 통하여 준공이후 용도, 구조, 하중상태 등의 변화여부를 조사하도록 함. -육안점검이 불가한 조건에 있는 경우 설계도서를 활용하여 보완하도록 함.
유지 관리 자료	-안전점검 이력	-2017년 준공도면, 2020년, 2022년 정밀안전점검 보고서를 토대로 최근 상태를 검토·분석하였음	-금회 정밀안전점검은 전차 점검과 상태변화를 비교하여 심각성, 진행성 유무 판단함. -포장, 교량받침, 신축이음 등 기존손상의 진전 및 확대 여부 -바닥판, 거더 신규손상 유무
	-보수·보강 이력	- 관리주체에서 일상적인 유지관리활동이 시행되는 것으로 확인됨.	-기존손상 보수유무 조사 -보수부 보수상태 적정성 확인
	-법적점검 누락 여부	-이상없음	-이상없음

1.2 외관조사

본 과업대상 시설물인 남전천교는 2017년 6월에 준공되어 공용년수 7년이 경과된 시설물로 화성시 비봉면 양노리에 위치한 교량이다. 교량제원은 연장 100m, 폭 20.9m(상·하행 총 폭원)이며, 구조형식은 상부 V-BEAM 거더, 하부는 교대 역T형, 교각 T형이며, 기초의 경우 교대와 교각P1은 말뚝기초로 시공된 것으로 조사되었다.

외관조사는 교량을 구성하는 각 부재에 대하여 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침』의 시설물별 점검사항에 근거하여 시행하였으며, 금번 점검구간은 기존 점검 및 유지관리자료 등을 분석하여 발생된 손상의 진전 및 확대, 보수 여부, 보수부 재손상 유무 확인에 주안점을 두고 조사하였으며, 점검대상 부위는 면밀한 조사가 가능하도록 고소작업차, 사다리 등의 접근장비를 이용한 근접조사를 원칙으로 시행하였으며, 균열확대경, 균열자를 사용한 균열폭 측정 및 점검망치를 사용한 타격조사를 실시하여 내부의 공동 및 박리, 층분리 발생여부를 확인하였다. 조사된 손상현황은 상태평가 및 유지관리 등에 활용하고, 시설물에 대한 지속적인 추적관리와 기술정보 제공이 가능하도록 외관조사망도에 상세히 기록하였다.



고소작업차 현장조사 전경



고소작업차 현장조사 전경



도보 현장조사 전경



도보 현장조사 전경

<그림 1.2.1> 외관조사 전경

1.2.1 교면포장

가. 일반사항

교면포장은 상·하행 각각 2차로로 B=20.9m의 S.M.A(80mm)으로 시공되어 있으며, 준공 이후 치수, 재료 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 차량통행량이 많은 시간대를 피하여 2차로 차단을 이용한 도보점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 중차량 통행차로, 신축이음 경계부, 배수구 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 균열, 박리, 파손, 단차, 물고임 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과, 전차 점검과 같은 양호인 상태로 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



포장 전경



포장 전경

<그림 1.2.2> 교면포장 손상사진

<표 1.2.2> 교면포장 손상물량

구 분			S1	S2	합계
교면포장	상태양호	-	-	-	-

<표 1.2.3> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
교면포장	상태양호	-	-	-	-	-

라. 손상원인

- 상태양호

마. 대책방안

교면포장은 대체로 양호한 상태로 조사되어 정기적인 점검을 통하여 기능성을 유지하도록 한다.

1.2. 방호벽

가. 일반사항

방호벽은 좌·우측에 H=1.08m의 콘크리트로 시공되어 있으며, 준공이후 치수, 재료 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 차량통행량이 많은 시간대를 피하여 갓길을 이용한 도보점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 경간 중앙부, 방음벽 지주 접합부 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 선형불량, 부식, 파손, 균열 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과, 대부분의 손상의 보수가 이루어졌으며, 전차 점검의 손상은 보수가 되었다. 금회 점검에서 균열, 박리, 파손, 철근노출, 이격, 차수판볼트불량의 손상이 신규로 발견되었다. 발견된 손상의 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준으로 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



방호벽 파손 0.05m x 1.6m (S1)



방호벽 이격단차 (S2)



방호벽 균열(S2) cw=0.3mm미만



방호벽 균열(S2) cw=0.3mm미만

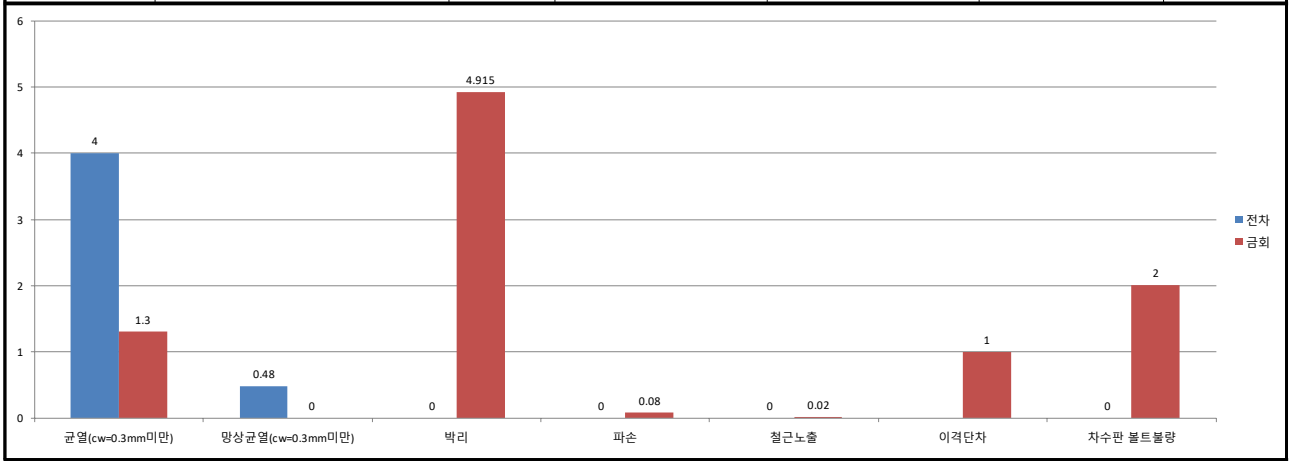
<그림 1.2.3> 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

<표 1.2.3> 방호벽 및 중앙분리대 손상물량

구 분			S1	S2	합계
방호벽	균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	1.3	-	1.3
	박리	㎡/ea	4.915	-	4.915
	파손	㎡/ea	0.08	-	0.08
	철근노출	㎡/ea	-	0.02	0.02
	이격단차	EA	-	1.0	1.0
	차수판 볼트불량	EA	-	2.0	2.0

<표 1.2.4> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
방호벽	균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	4.0	1.3	증가(▲1.3)	보수완료 신규손상
	망상균열 (cw=0.3mm미만)	㎡/ea	0.48	-	감소(▼0.48)	보수완료
	박리	㎡/ea	-	4.915	증가(▲4.915)	신규손상
	파손	ea	-	0.08	증가(▲0.08)	신규손상
	철근노출	㎡/ea	-	0.02	증가(▲0.02)	신규손상
	이격단차			1.0	증가(▲1.0)	신규손상
	차수판 볼트불량	㎡/ea	-	2.0	증가(▲2.0)	신규손상



라. 손상원인 및 대책방안

- 균열, 망상균열 : 공용초기 손상으로서 발생위치가 국부적이고, 손상정도가 경미한 수준임을 고려할 때, 시공 시 온도변화 및 건조수축에 의한 것으로 판단되며, 방치시 노면수의 침투가 활발해져 파손으로 진전할 수 있으므로 사용성 및 내구성 확보를 위한 덧씌우기 하는 것이 바람직하다.
- 박리 : 공용초기 손상으로서 발생위치가 국부적이고, 손상정도가 경미한 수준임을 고려할 때, 시공시 품질확보 불량에 의한 것으로 판단되며, 방치 시 손상부위로 표면수 및 우수유입에 의해 손상확대 및 추가 박락으로 주행차량의 안전에 영향을 줄 수 있으므로 안전성 및 내구성 확보를 위하여 단면보수하는 것이 바람직하다.
- 파손, 철근노출 : 발생위치가 불규칙하고, 손상크기가 작으며, 진행성이 거의 없는 점을 고려할 때, 공용 중 외부 충격에 의한 손상으로서 중대결함은 아닌 것으로 판단되며, 방치 시 손상부위로 표면수 및 우수유입에 의해 손상확대 및 추가 박락으로 주행차량의 안전에 영향을 줄 수 있으므로 안전성 및 내구성 확보를 위하여 단면보수하는 것이 바람직하다.
- 이격단차 : 준공초기 교대 뒷채움 다짐불량에 의한 성토부의 안정화 과정에서 발생된 침하로 보이며, 추후 공용기간 증가에 따라 변화양상을 지켜볼 필요가 있다.
- 차수판 볼트불량 : 공용 중 차수판의 덮개의 볼트의 고정이 느슨해지는 것으로 확인되며, 손상정도가 경미한 수준임임을 고려하여, 지속관찰하여 진전여부에 따라 적절하게 조치하는 것이 바람직하다.

1.2.3 배수시설

가. 일반사항

노면수 유도를 위한 본 교량의 종단경사는 +2.1~0.55%, 횡단경사는 -4.0%로 시공되어 있으며, 배수관은 육교형을 적용하였고, 배수구의 간격은 비봉방향 20.0m, 매송방향 10m 간격으로 설치되어 있다. 준공이후 치수, 재료 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 갓길과 교량하부를 이용한 도보점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 포장부 배수구와 바닥판 하면 배수관 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 설치불량, 막힘, 누수, 파손, 고정불량 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과, 배수구 설치간격 넓음, 유입구 누락, 그레이팅 파손, 하부도로 배수관 누수, 구조물 부식유발, 배수관 고정 및 연결불량 등 특이결함은 없는 전차와 동일한 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



배수관 전경



배수구 전경



배수관 전경



배수관 전경

<그림 1.2.4> 배수시설 손상현황

<표 1.2.5> 배수시설 손상물량

구 분			S1	S2	합계
배수시설	상태양호	-	-	-	-

<표 1.2.6> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
배수시설	상태 양호	-	-	-	-	-

라. 손상원인 및 대책방안

- 배수구 막힘은 우천 시 노면수의 배수불량 및 체수로 이어져 주행차량의 미끄러짐에 의한 안전사고 발생과 포장 층 침투수에 의한 바닥판 열화의 원인이 되므로 배수기능 및 주요부재의 내구성 확보를 위하여 주기적인 청소를 실시하며, 정기적인 점검을 통하여 기능성을 유지하도록 한다.

1.2.4 신축이음

가. 일반사항

신축이음장치는 모노셀 형식을 적용하여 2개소 교대(A1, A2) 구간에 설치하였으며, 갓길과 교량하부에서 사다리 및 고소점검차를 이용한 육안점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 주행차로부 본체와 구조물 경계부 후타재 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 충격음, 단차, 파손, 균열 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사결과

외관조사결과, 후타재균열이 일부보수가 되었고, 신규손상으로 부식이 발견되었다. 전차점검과 비교 시 손상의 증가는 없는 것으로 확인되었고, 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



신축이음 전경 (A1)



신축이음 전경 (A2)



후타재 균열 (A1)



후타재 균열 (A2)

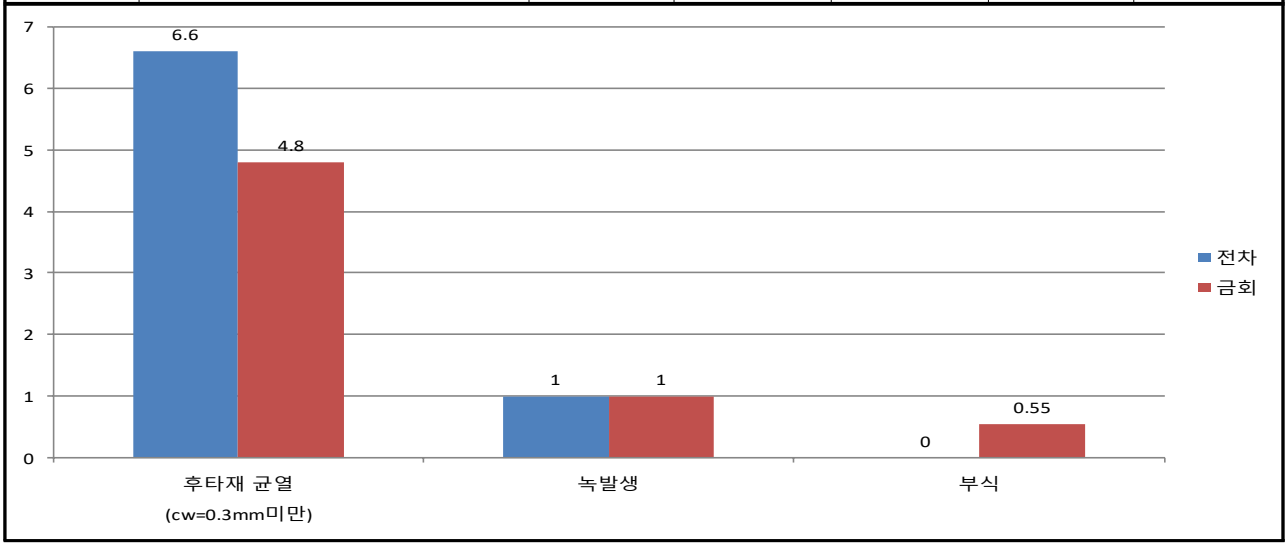
<그림 1.2.5> 신축이음 손상현황

<표 1.2.7> 신축이음 손상물량

구 분			A1	A2	합계
신축이음	후타재 균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	1.0/3	3.8/10	4.8/13
	녹발생	ea	1.0	-	1.0
	부식	㎡/ea	0.4/2	0.15/2	0.55/4

<표 1.2.8> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
신축이음	후타재 균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	6.6	4.8	감소(▼1.8)	일부보수
	녹발생	㎡/ea	1.0	1.0	-	-
	부식	㎡/ea	-	0.55	증가(▲0.55)	신규손상



라. 손상원인 및 대책방안

- 후타재 균열(cw=0.3mm미만) : 공용초기 손상으로서 발생위치가 국부적이고 손상정도가 경미한 수준임을 고려할 때, 시공 시 온도변화 및 건조수축, 중차량의 반복재하에 의한 것으로 판단되며, 상태변화를 지속관찰하여 진전여부에 따라 적절하게 조치하는 것이 바람직하다.
- 부식, 녹발생 : 발생위치가 신축이음 본체 쪽으로 불규칙적이며, 진행성이 거의 없는 점을 고려할 때, 시공 시 품질확보 불량 및 공용 중 수분 접촉에 의한 것으로 신축이음 본체 파손이나 신축 거동에 기능불량은 없는 수준이므로 중대결함은 아닌 것으로 판단 되며, 방치 시 본체의 내구성 저하 등으로 인한 본체 파손 등의 주행차량의 안전성을 저해하고, 교량의 신축 거동의 장애를 가속화 할 수 있으므로 안전성과 사용성 확보를 위하여 재도장을 설치하는 것이 바람직하다.

바. 신축이음 유간검토

각 지점별 신축이음의 이론신축량과 실측유간을 비교 검토한 결과 실측유간은 온도변화에 따른 신축여유량을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.



신축이음 유간측정



신축이음 유간측정

<그림 1.2.6> 신축이음 유간측정 전경

<표 1.2.9> 신축이음 유간검토 결과

구분		신축거더 길이 (m)	계산가동량(mm)		실측유간 (mm) (C)	설계유간 (mm) (D)	가동여유량(mm)		평가
			동절기⊿l(A)	하절기⊿l(B)			동절기⊿l(D-A-C)	하절기⊿l(C-B)	
A1	New monosell NO.60	50	30.2	19.8	35.0	60	9.93	25.12	O.K
A2	New monosell NO.60	50	30.2	19.8	32.0	60	12.94	22.13	O.K

◎ 이동량 측정 날짜 및 일평균온도 : 2024.05.09.(측정시 기온 : 15.2°C)
◦ 검토온도 : -15℃~35℃(한랭지방, PSC교)

◎ 온도변화에 의한 이동량(△ℓt)
◦ 신축량 Δℓt(mm) = α × △T × L
◦ 최대 신장시(35℃-14℃) = 21℃
◦ 최대 수축시(-15℃-14℃) = -29℃
α = 선팽창계수(PSC : 1.0×10^{-5})
L = 신축 거더 길이

1.2.5 바닥판

가. 일반사항

바닥판은 철근콘크리트 구조로서 캔틸레버부 및 바닥판은 현장타설 공법을 적용하였다. 준공이후 치수, 재료 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 교량하부에서 사다리 및 고소작업차를 이용한 육안점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 경간 중앙부와 배수구 및 신축이음부 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 균열, 망상균열, 층분리, 누수, 백태, 철근부식 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과, 기존의 손상인 균열, 망상균열, 파손, 가로보 재료분리, 철근노출은 보수가 완료 되었으며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



바닥판 전경



바닥판 전경



캔틸레버 전경



바닥판 전경

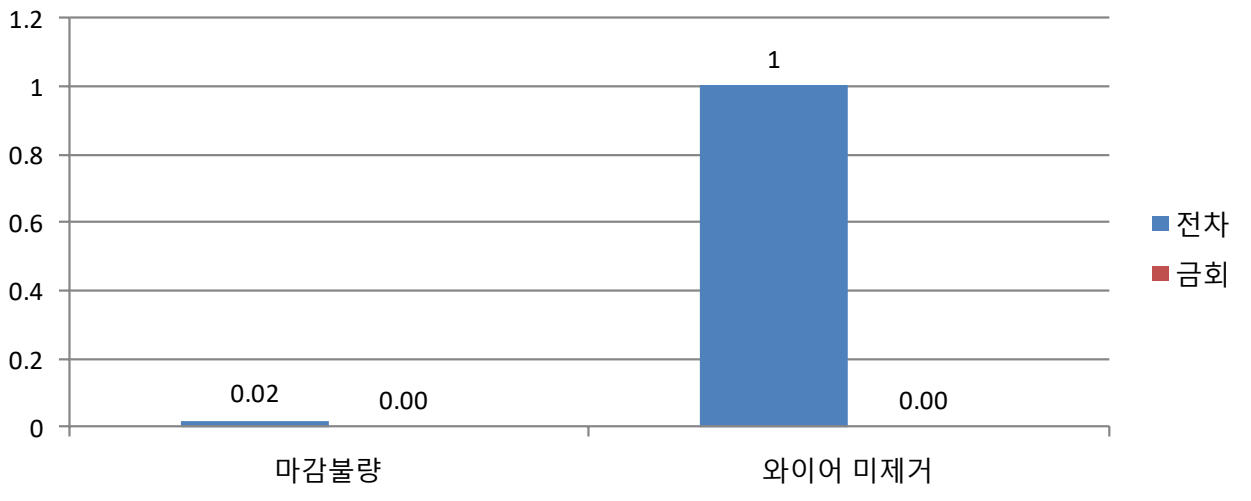
<그림 1.2.7> 바닥판 손상현황

<표 1.2.10> 바닥판 손상물량

구 분			S1	S2	합계
바닥판	상태양호	-	-	-	-

<표 1.2.11> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
바닥판	마감불량	㎡/ea	0.02	-	감소(▼0.02)	보수완료
	와이어 미제거	ea	1.0	-	감소(▼1.0)	보수완료



라. 손상원인 및 대책방안

- 보수부의 대한 재손상 여부를 확인 하여 보수부에 대해 지속적인 관찰이 필요할 것으로 판단된다.

1.2.6 거더 및 가로보

가. 일반사항

거더는 V-BEAM 공법으로 시공되어 있으며, 가로보가 설치되어 있다. 교량하부에서 도보 및 고소작업차를 이용한 육안점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 경간 중앙부와 받침부, 연결부 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 변형, 도장손상, 균열, 누수, 파손 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과, 기존손상의 보수가 이루어졌으며, 전차 점검과 비교시 거더의 손상이 감소되었고, 신규손상은 없는 것으로 확인되었다. 거더의 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



거더 및 가로보 전경



거더 및 가로보 전경



거더 및 가로보 전경



거더 및 가로보 전경

<그림 1.2.8> 거더 및 가로보 손상현황

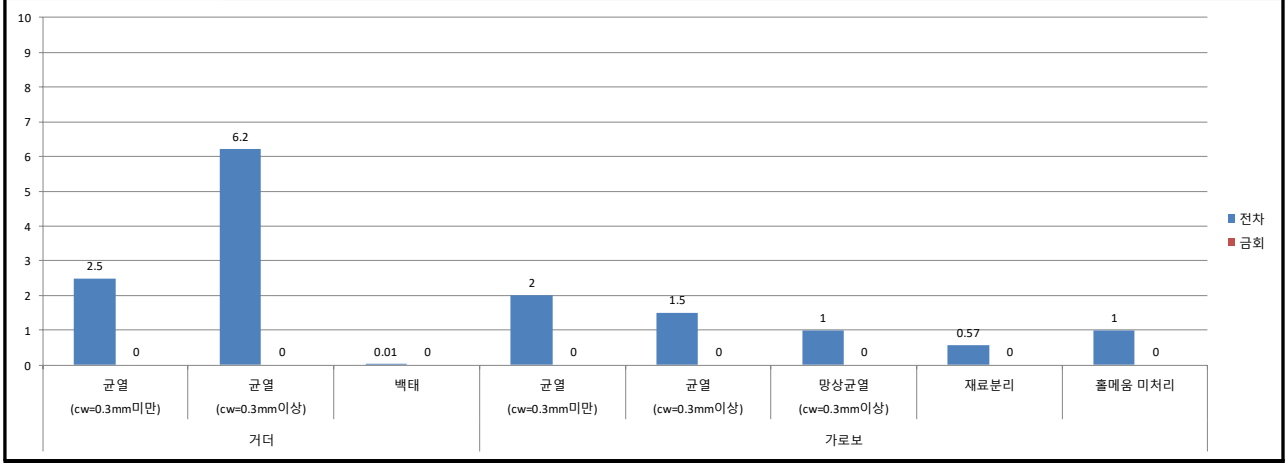
<표 1.2.12> 거더 및 가로보 손상물량

· 거더 및 가로보

구 분			S1	S2	합계
거더	상태양호	-	-	-	-
가로보	상태양호	-	-	-	-

<표 1.2.13> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
거더	균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	2.5	-	감소(▼2.5)	보수완료
	균열 (cw=0.3mm이상)	m/ea	6.2	-	감소(▼6.2)	보수완료
	백태	㎡/ea	0.01	-	감소(▼0.01)	보수완료
가로보	균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	2.0	-	감소(▼2.0)	보수완료
	균열 (cw=0.3mm이상)	m/ea	1.5	-	감소(▼1.5)	보수완료
	망상균열 (cw=0.3mm미만)	㎡/ea	1.0	-	감소(▼1.0)	보수완료
	재료분리	㎡/ea	0.57	-	감소(▼0.57)	보수완료
	홀메움 미처리	ea	1.0	-	감소(▼1.0)	보수완료



라. 손상원인 및 대책방안

- 보수부의 대한 재손상 여부를 확인 하여 보수부에 대해 지속적인 관찰이 필요할 것으로 판단된다.

1.2.7 교량받침

가. 일반사항

교량받침은 전 지점에 대하여 탄성고무받침으로 시공되어 있다. 지진으로 인한 수평 하중 작용시 쐐기가 탈락되고 적층고무가 전단강성으로 상부구조물의 고유주기를 길게 하여 지진력이 감소하고 각 하부구조물에 지진력을 분산 전달하는 특징을 가지고 있다. 점검로를 통한 육안점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 받침콘크리트 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 신축유간 부족, 가동장애, 고정불량, 부식, 파손, 균열, 물고임 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과, 기존손상인 무수축몰탈 박리, 받침콘크리트 재료분리, 받침콘크리트 잡철물 미제거의 손상이 조사되었다. 전차 점검과 비교시 금회 조사된 손상은 기존 손상들로 확인되었고, 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



교량받침 전경



교량받침 전경



받침콘크리트 재료분리(P1-sh5)
비봉방향



무수축몰탈 박리(P1-sh1) 매송방향

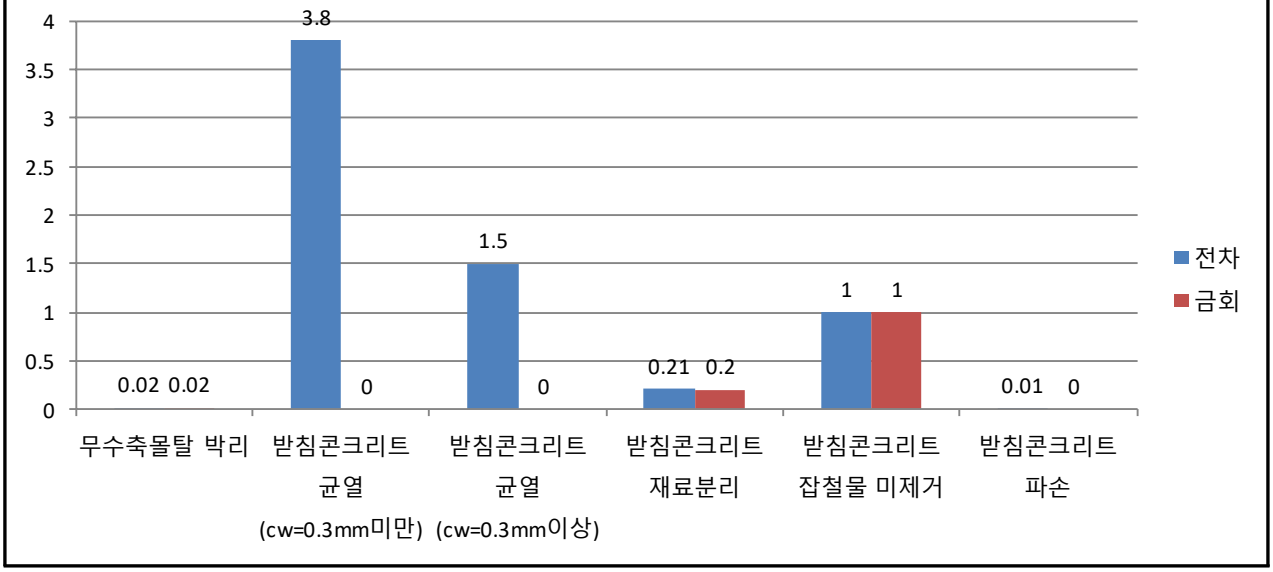
<그림 1.2.9> 교량받침 손상현황

<표 1.2.14> 교량받침 손상물량

구 분			A1	P1	A2	합계
교량받침	무수축몰탈 박리	㎡/ea	-	0.02/1	-	0.02/1
	받침콘크리트 재료분리	㎡/ea	-	0.2/1	-	0.2/1
	잡철물 미제거	ea	-	1.0		1.0

<표 1.2.15> 전차 점검 결과와 비교

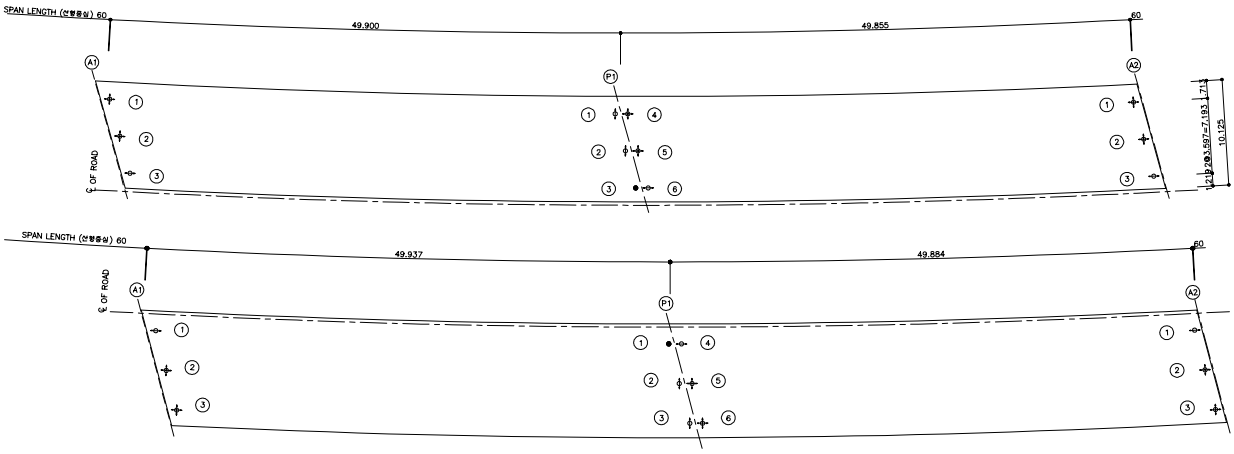
손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
교량받침	무수축몰탈 박리	㎡/ea	0.02	0.02	-	-
	받침콘크리트 균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	3.8	-	감소(▼3.8)	보수완료
	받침콘크리트 균열 (cw=0.3mm이상)	m/ea	1.5	-	감소(▼1.5)	보수완료
	받침콘크리트 재료분리	㎡/ea	0.21	0.2	-	-
	받침콘크리트 잡철물 미제거	ea	1.0	1.0	-	-
	받침콘크리트 파손	㎡/ea	0.01	-	감소(▼0.01)	보수완료



라. 손상원인 및 대책방안

- 보수부의 대한 재손상 여부를 확인 하여 보수부에 대해 지속적인 관찰이 필요할 것으로 판단된다.

■ 교량받침 검토



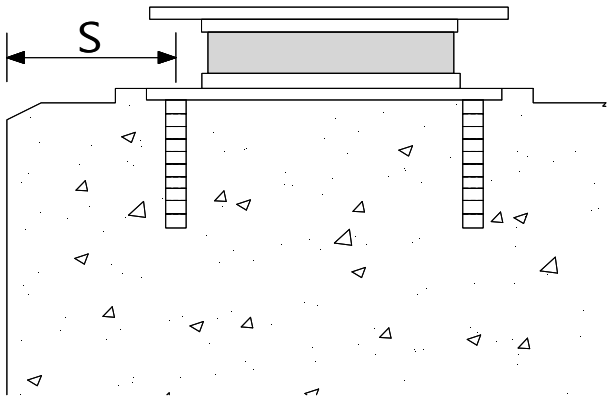
<그림 1.2.10> 받침장치 배치도(비봉방향(상), 매송방향(하))

가. 최소 연단거리 산출방법

<표 1.2.16> 연단거리 산출방법

구 분	연단 거리 검토	비고
지간이 100m 이하인 경우	S1 = 20 + 0.5L	L=50.0m
지간이 100m 이상인 경우	S1 = 30 + 0.4L	-

나. 연단거리 검토



연단거리 측정기준 <탄성받침>



연단거리 측정

<그림 1.2.11> 연단 측정 현황

<표 1.2.17> 연단거리 검토결과

구분 (비봉방향)	지간장 (m)	설계기준 (㎜)	실측값(mm)			평가
			Sh1	Sh2	Sh3	
			Sh4	Sh5	Sh6	
A1	50.0	450.0	510	510	515	O.K
P1(전열)	50.0	450.0	690	650	640	O.K
P1(후열)	50.0	450.0	550	560	555	O.K
A2	50.0	450.0	650	660	650	O.K
구분 (매송방향)	지간장 (m)	설계기준 (㎜)	실측값(mm)			평가
			Sh1	Sh2	Sh3	
			Sh4	Sh5	Sh6	
A1	50.0	450.0	520	520	510	O.K
P1(전열)	50.0	450.0	680	670	665	O.K
P1(후열)	50.0	450.0	605	550	550	O.K
A2	50.0	450.0	620	610	620	O.K

- 실측 최소 연단거리는 해당 지점 교량받침의 연단거리 중 최소 연단거리를 의미한다.
- 받침장치 연단거리 측정결과 필요 연단거리 이상을 확보하는 것으로 검토되었다.

다. 받침장치 이동량 검토



받침 이동량 측정



받침 이동량 측정

<그림 1.2.12>받침장치 이동량 측정

1) 온도에 의한 계산 이동량 측정

<표 1.2.18> 받침장치 이동량 측정결과

구분	온도변화(△T)		선팽창계수	신축거더 길이(L) (m)	온도에 의한 계산 이동량 (mm)		비고
	동절기 (℃)	하절기 (℃)			동절기	하절기	
A1	-33.2	16.8	1.0×10^{-5}	50	-16.6	8.4	
P1	-33.2	16.8	1.0×10^{-5}	50	-16.6	8.4	
A2	-33.2	16.8	1.0×10^{-5}	50	-16.6	8.4	

◎ 이동량 측정 날짜 및 일평균온도 : 2024.04.22. - 기상청자료(일평균기온 : 18.2°C)
◦ 검토온도 : -15℃~35℃(한랭지방(수원), PSC교 온도범위)

◎ 온도변화에 의한 이동량(△ℓt)
◦ 신축량 Δℓt(mm) = α × △T × L
◦ 하절기(35℃-13.2℃) = 21.8℃
◦ 동절기(-15℃-13.2℃) = -28.2℃
α = 선팽창계수(PSC:1.0×10^{-5})
L = 신축 거더 길이

2) 받침장치 이동량 측정

<표 1.2.19> 받침장치 이동량 측정결과

구분 (비봉방향)	허용 가동량 (mm)	실측값(mm)			최대 이동량(mm)		평가
		Sh1	Sh2	Sh3	동절기	하절기	
A1	±63	21	25	20	-42 ~ -37	28 ~ 33	O.K
P1	고정단						
A2	±63	19	15	13	-36 ~ -30	21 ~ 27	O.K
구분 (매송방향)	허용 가동량 (mm)	실측값(mm)			최대 이동량(mm)		평가
		Sh1	Sh2	Sh3	동절기	하절기	
A1	±63	30	25	20	-47.0 ~ -37.0	28.0 ~ 38.0	O.K
P1	고정단						
A2	±63	10	7	7	-27.0 ~ -24.0	15 ~ 18	O.K

3) 받침장치 이동량 검토결과

받침장치의 가동상태는 대체로 양호하였으며, 이상가동은 없는 것으로 분석되었다.

1.2.8 교대 및 교각

가. 일반사항

교대(A1～A2)와 교각(P1)는 철근콘크리트 구조로서 전지점이 말뚝기초로 시공되었다. 교량하부에서 도보 및 사다리, 고소점검차를 이용한 육안점검으로 전 구간 상세조사를 하였다. 교대 구체 및 흉벽부, 받침부, 날개벽 주변 부위, 받침부를 중심으로 주요 성능저하 요인인 기울음, 침하, 전도, 누수, 유간밀착, 균열, 파손, 철근노출 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과 기초는 원지반에 매입된 상태이며, 기존손상은 대부분 보수가 되었으며 균열, 망상균열이 신규로 발견되었다. 전차 점검과 비교시 대부분의 손상이 보수가되어 수량이 감소한 것으로 조사되었다. 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



보수부 박리(A1) 보수완료



균열(cw=0.3mm미만) (A1)



망상 균열(cw=0.3mm미만) (P1)



균열(cw=0.3mm미만) (P1)

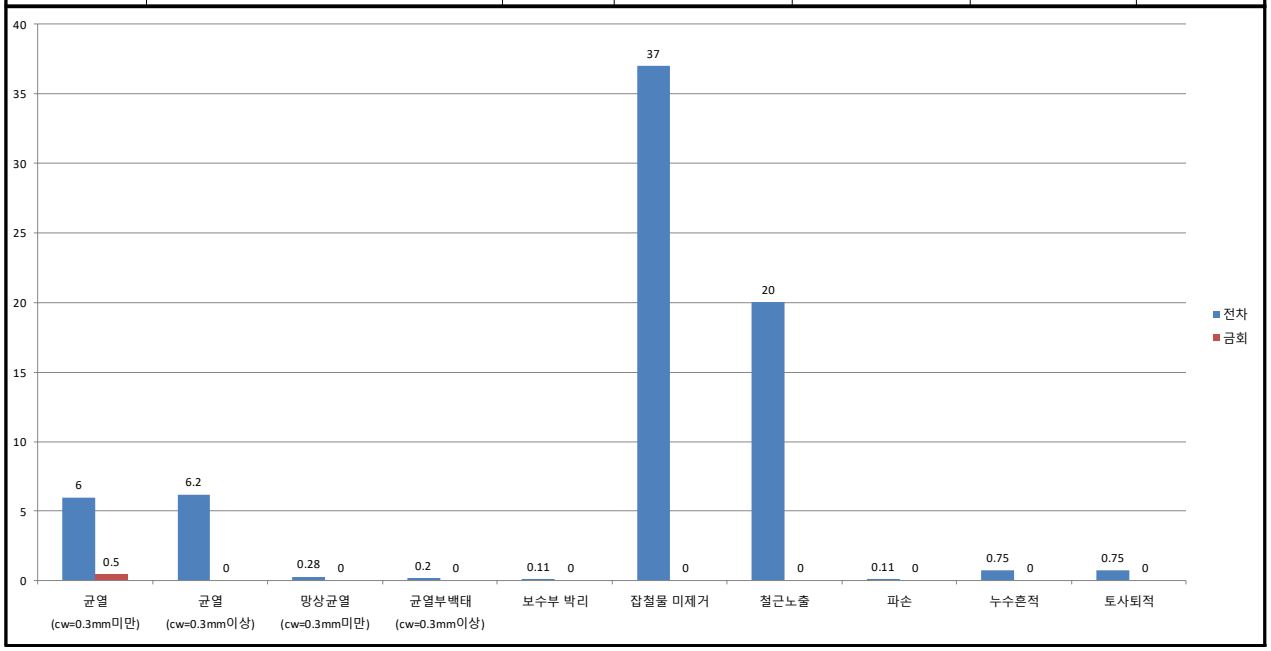
<그림 1.2.13> 교대 및 교각 손상현황

<표 1.2.20> 교대, 교각 손상물량

구 분			A1	A2	합계
교대	균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	0.5/1	-	0.5/1
구 분			P1		합계
교각	균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	0.6/1		0.6/1
	망상균열 (cw=0.3mm미만)	㎡/ea	1.2/1		1.2/1
	철근노출	ea	1.0		1.0

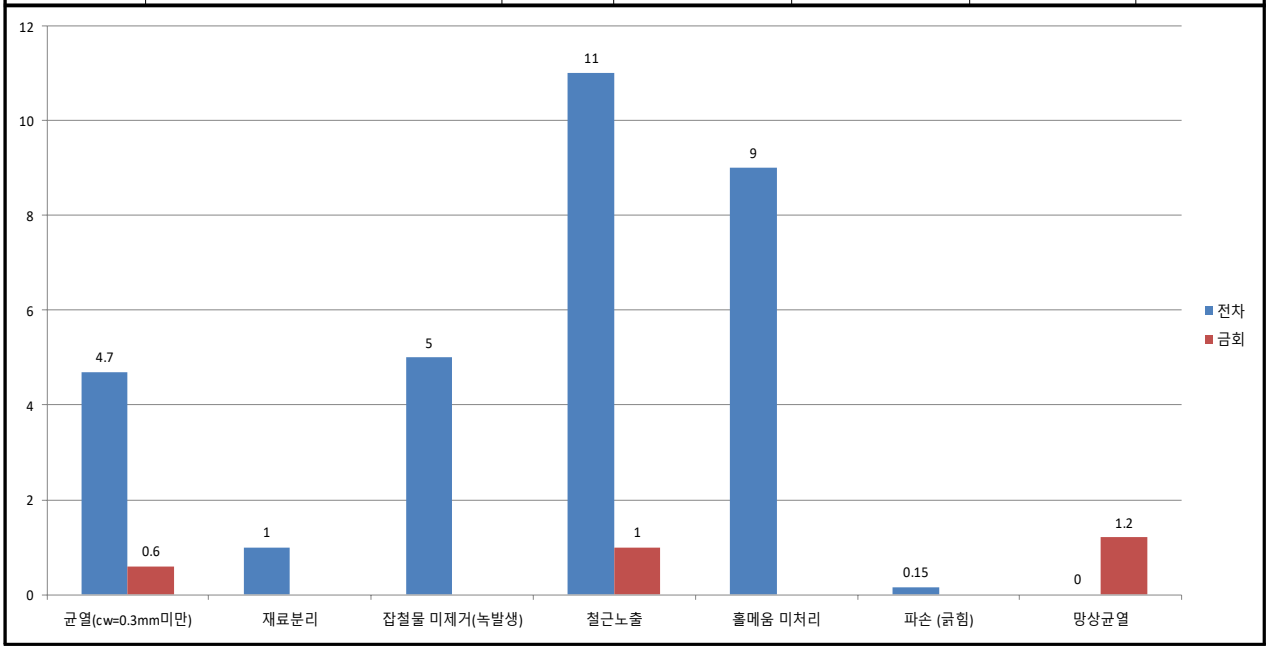
<표 1.2.21> 전차 점검 결과와 비교(계속)

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
교대	균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	6.0	0.5	감소(▼5.5)	일부보수
	균열 (cw=0.3mm이상)	m/ea	6.2	-	감소(▼6.2)	보수완료
	망상균열 (cw=0.3mm미만)	㎡/ea	0.28	-	감소(▼0.28)	보수완료
	균열부백태 (cw=0.3mm이상)	m/ea	0.2	-	감소(▼0.2)	보수완료
	보수부 박리	㎡/ea	0.11	-	감소(▼0.11)	보수완료
	잡철물 미제거	ea	37.0	-	감소(▼37.0)	보수완료
	철근노출	ea	20.0	-	감소(▼20.0)	보수완료
	파손	㎡/ea	0.11	-	감소(▼0.11)	보수완료
	누수흔적	㎡/ea	0.75	-	감소(▼0.75)	보수완료
	토사퇴적	㎡/ea	0.75	-	감소(▼0.75)	보수완료



<표 1.2.21> 전차 점검 결과와 비교

교각	균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	4.7	0.6	감소(▼4.1)	보수완료 신규손상
	재료분리	㎡/ea	1.0		감소(▼1.0)	보수완료
	잡철물 미제거 (녹발생)	ea	5.0		감소(▼5.0)	보수완료
	철근노출	ea	11.0	1.0	감소(▼11.0)	일부보수
	홀메움 미처리	ea	9.0		감소(▼9.0)	보수완료
	파손 (긁힘)	㎡/ea	0.15		감소(▼0.15)	보수완료
	망상균열	㎡/ea	-	1.2	증가(▲1.2)	신규손상



라. 손상원인 및 대책방안

- 균열, 망상균열(cw=0.3mm미만) : 발생위치가 교대 구체, 교각부로서 균열방향이 중복성, 대칭성이 없는 불규칙한 형태이며, 폭이 0.3mm미만의 경미한 수준의 진행성이 거의 없는 것으로 볼 때, 시공 시 온도변화 및 건조수축과 콘크리트품질 불량에 의한 것으로 판단되며, 상태변화를 지속관찰하여 진전여부에 따라 적절하게 조치하는 것이 바람직하다.
- 철근노출은 시공후 제거안된 부분으로 손상이 경미하나 공용년수 경과에 따라 손상이 진전 및 확대가 될 수 있으므로 내구성 확보를 위한 제거보수가 필요하다.

1.2.9 하중상태 조사

가. 일반사항

본 교량의 공용중 하중 변화 여부를 파악하기 위해 기존 자료(준공도서, 기 점검보고서)를 참조하여 조사를 실시하였으며, 현재 부착시설물은 가로등, 점검로가 확인되었다.

나. 외관조사 결과

하중상태에 대한 외관조사결과, 기 정밀안전점검 이후 용도, 구조의 변경 및 추가 설치된 시설물은 없는 상태이며, 구조부재의 규격, 사용재료 및 기 설치된 부착시설물의 하중도 변화가 없는 것으로 조사되었다. 따라서 본 교량은 준공 후 용도, 구조, 하중의 변화가 없는 상태이며, 향후 하중상태에 대한 변화가 있을 경우 구조검토 등을 실시하고 그에 따른 적절한 조치가 이루어진다면 시설물의 공용에는 문제가 없을 것으로 판단된다.



가로등 상태



가로등 상태

<그림 1.2.14> 하중상태 조사현황

<표 1.2.22> 하중상태 조사결과

위 치	공용 하중	구조 형식	부착시설물	하중상태 변화여부	위 치	공용 하중	구조 형식	부착시설물	하중상태 변화여부
S1	DB-24	PSC	가로등	변화없음	S2	DB-24	PSC	가로등	변화없음

1.2.10 공중이 이용하는 부위

가. 일반사항

공중이 이용하는 부위는 추락방지시설, 도로포장, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개로 나누어져 있다. 도보를 이용한 육안점검으로 상세조사를 하였으며, 결함 및 파손 고정부 및 연결부 파손, 도로포장 결함 및 파손 포트홀, 신축이음부 토사 이물질퇴적, 후타재 균열, 신축유간, 덮개들의 결함 및 파손 등의 발생 유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과 도로부 신축이음부 후타재 균열, 부식, 녹발생이 조사되었고, 그 이외 추락방지시설, 도로포장, 환기등의 덮개는 양호한 것으로 확인되었고, 후타재 균열의 경우 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



추락방지시설 점검로



추락방지시설 점검로



도로부 신축이음부



도로부 신축이음부

<그림 1.2.15> 공중이 이용하는 부위 손상현황

<표 1.2.23> 공중이 이용하는 부위 손상현황

구 분			손상현황	비고
공중이이용하는부위	추락방지시설	점검로	상태양호	-
	도로포장		상태양호	-
	도로부 신축이음부		신축이음부 후타재균열(cw=0.3mm미만), 녹발생, 부식	-
	환기구 등의 덮개		상태양호	-

라. 손상원인 및 대책방안

- 후타재 균열(cw=0.3mm미만) : 진행성이 없는 점을 고려할 때, 공용중 중차량의 지속적인 마찰 및 충격과 시공시 후타재 건조수축과 차량 윤하중에 의한 손상으로 판단되며, 방치시 노면수의 침투가 활발해져 파손으로 급진전할 수 있으므로 주기적인 점검을 통한 지속관찰을 하는 것이 바람직하다.
- 부식, 녹발생 : 발생위치가 신축이음 본체 쪽으로 불규칙적이며, 진행성이 거의 없는 점을 고려할 때, 시공 시 품질확보 불량 및 공용 중 수분 접촉에 의한 것으로 신축이음 본체 파손이나 신축 거동에 기능불량은 없는 수준이므로 중대결함은 아닌 것으로 판단 되며, 방치시 본체의 내구성 저하 등으로 인한 본체 파손 등의 주행차량의 안전성을 저해하고, 교량의 신축 거동의 장애를 가속화 할 수 있으므로 안전성과 사용성 확보를 위하여 재도장을 설치하는 것이 바람직하다.

1.2.11 전차 점검결과와 비교 분석

전차 점검결과와 비교시 방호벽, 거더, 가로보, 교량받침, 교대, 교각의 손상이 감소가 있었으며, 이것은 주로 점검자 편차와 보수로 확인된 손상으로 인한 것으로 판단된다. 그 이외 손상들은 기존 손상들로 대부분 경미한 결함으로 구조 안전성을 저해하는 구조적 결함이나 심각한 내구성 및 기능성 저하는 발생하지 않은 것으로 검토되었다.

<표 1.2.24> 전차 점검결과와 비교

부재명	전차 정밀안전점검 결과	금회 정밀안전점검 결과	비고
교면포장	상태 양호	상태 양호	상태양호
방호벽	*균열, 망상균열*	*균열*, 박리, 파손, 철근노출, 이격단차, 차수판 볼트불량	신규손상 *일부보수*
배수시설	상태 양호	상태 양호	상태양호
신축이음	후타재 균열, 본체 녹발생	후타재 균열, 본체 녹발생, **부식**	일부보수 **신규손상**
바 닥 판	**마감불량, 와이어 미제거**	상태양호	**보수완료**
거더	**균열, 백태**	상태양호	**보수완료**
가로보	**균열, 망상균열, 재료분리, 홀메움 미처리,**	상태양호	**보수완료**
교량받침	무수축몰탈 박리, **받침콘크리트 균열,** 받침콘크리트 재료분리, **받침콘크리트 파손,** 받침콘크리트 잡철물 미제거	무수축몰탈 박리, 받침콘크리트 재료분리,받침콘크리트 잡철물 미제거	**보수완료**
교대	**균열, 망상균열, 균열부 백태, 보수부 박리, 잡철물 미제거, 철근노출, 파손, 누수흔적, 토사퇴적**	*균열*, 철근노출 *망상균열*	**보수완료** *신규손상*
교각	**균열, 재료분리, *잡철물 미제거(녹발생), 철근노출*, 홀메움 미처리, 파손(긁힘)**	균열 철근노출, *망상균열*	**보수완료** 신규손상
공중이 이용하는 부위	후타재 균열, 본체 녹발생	후타재 균열, 본체 녹발생, **부식**	**신규손상**

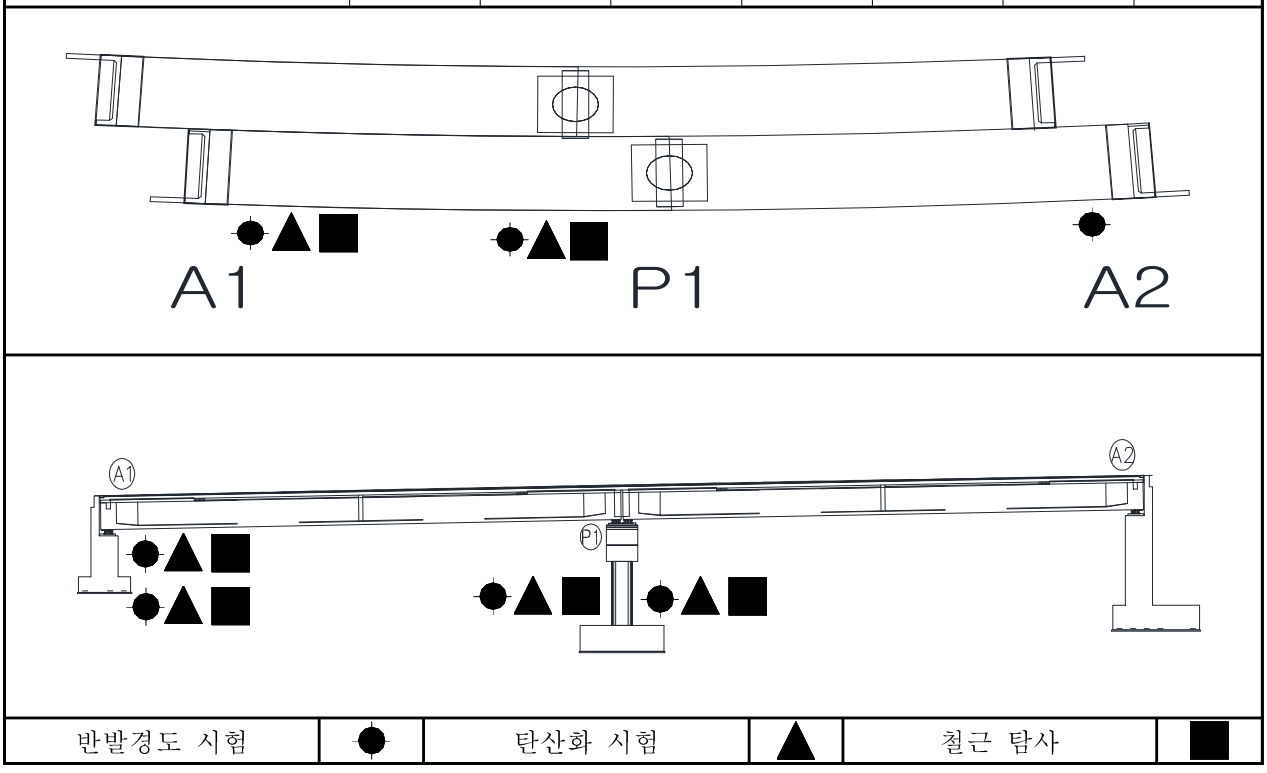
1.3 내구성조사

1.3.1 내구성조사 항목 및 수량

본 시설물 내구성조사의 시험항목 및 수량은 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침』을 기준으로 하고, 현장여건(교량규모 및 환경조건 등)을 반영하여 정밀안전점검에 대한 상태평가 및 구조물의 분석이 객관적이고, 보편 타당하게 이루어지게 하기 위해 조사자료를 충분히 확보할 수 있도록 기준수량 이상으로 결정하였다.

비파괴시험 위치는 기 수행한 전차 점검에서의 조사 위치와 도로횡단 교량의 특성상 접근성 및 작업안전성 등을 동시에 고려하여 선정하였으며, 외관상 대표적으로 취약한 부위를 선정하여 불량부위와 건전부로 비교 평가하여 본 보고서에 수록하였다. 불량부위는 시험시 측정오차를 최소화하기 위해 연마석으로 표면처리를 실시하였다. 불량부위 선정시 손상이 없는 경우에는 상대적으로 콘크리트 표면이 밀실하지 않은 부위를 채택하였다.

부재 \ 종류	기준수량			적용수량			조정비
	반발경도	탄산화	철근탐사	반발경도	탄산화	철근탐사	
상부구조	2	1	1	3	2	2	100%
하부구조	2	1	1	4	4	4	100%
계	4	2	2	7	6	6	100%



<그림 1.3.1> 내구성조사 위치

1.3.2 콘크리트 비파괴강도조사 분석결과

반발경도 시험법에 의한 비파괴강도는 캔틸레버, 바닥판, 교대, 교각에 대하여 실시하였으며, 그 결과는 다음 표와 같다.

<표 1.3.1> 남전천교 비파괴강도 측정결과(상부구조) [단위 : MPa]

구분	시험 위치	비파괴시험	추정압축강도			설계강도 (B)
		반발경도(Ro)	일본재료학회 ①	일본건축학회 ②	사용식	
상부 구조	S1 캔틸레버	44.0	23.9	26.0	②	27.0
	S1 캔틸레버 비건전부 (우)	44.5	24.3	26.2	②	27.0
	S2 캔틸레버 (우)	44.0	23.9	26.0	②	27.0

<표 1.3.2> 남전천교 비파괴강도 측정결과(하부구조) [단위 : MPa]

구분	시험 위치	비파괴시험	추정압축강도			설계강도 (B)
		반발경도(Ro)	일본재료학회 ①	일본건축학회 ②	사용식	
하부 구조	A1 흉벽 (매송)	51.5	29.9	29.4	②	24.0
하부 구조	A1 흉벽 (비봉)	39.5	20.3	24.0	②	24.0

구분	시험 위치	비파괴시험	추정압축강도	설계강도 (B)
		반발경도(Ro)	KALIS추정식	
하부 구조	P1 기둥부 배면	51.7	48.6	40.0
하부 구조	P1 기둥분 전면	52.3	49.1	40.0

<표 1.3.3> 남전천교 비파괴강도 측정결과 [단위 : MPa]

부재 \ 종류		시험압축강도 (A)		설계기준강도 (B)	(A/B)×100 (%)	
		일본건축학회 ②	KALIS추정식		일본건축학회 ②	KALIS추정식
상부구조	캔틸레버	26.0-26.2	-	27.0	96.3-97.0	-
하부구조	교대	24.0-29.4	-	24.0	121.5-122.8	-
	교각	-	48.6~49.1	40.0	-	100.0-112.5

콘크리트 비파괴 시험결과 상부구조 캔틸레버 추정 건전부/비건전부 비파괴강도는 26.0~26.2MPa, 건전부/ 비건전부의 상대적 비교에 따른 평가는 96.3~97.0%으로 건전부와 비건전부의 큰 차이를 보이지 않았으며, 설계기준 대비 90%이상으로 설계강도와 비교시 낮게 측정되었지만, 심각한 내구성 저하는 없는 것으로 판단된다. 하부구조 교대 추정 비파괴강도는 24.0~29.4MPa, 하부구조 교각 추정 비파괴강도는 48.6~49.1MPa 범위로 측정되었으며, 일본건축학회식, KALIS추정식 모두 100%이상 확보하는 것으로 평가되어 콘크리트의 강도 및 내구상태는 전반적으로 양호한 것으로 판단된다.



반발경도 시험 A1 흉벽



반발경도 시험 P1

<그림 1.3.2> 반발경도 시험 현황

1.3.3 철근배근탐사 결과

철근탐사장비(RC-RADAR)를 이용한 조사를 실시하였으며, 그 결과는 다음 표와 같다.

<표 1.3.4> 철근탐사 측정결과

구 분		철근	배근간격 (mm)		피복두께 (mm)		비고
			측정치	설계기준	측정치	설계기준	
상부구조	S1 캔틸레버 (우, A1측)	주철근(H19)	95	100	84	88	
		배력철근(H16)	210	200	84	96	
	S1 캔틸레버 (우, P1측)	주철근(H19)	95	100	87	88	
		배력철근(H16)	203	200	104	96	
하부구조	A1 흉벽 (매송)	주철근(D16)	242	250	78	72	
		배력철근(D16)	287	300	49	56	
	A1 흉벽 (비봉)	주철근(D16)	245	250	109	72	
		배력철근(D16)	295	300	93	56	
	P1 기둥부 배면	주철근(H32)	98	99.2	102	84	
		배력철근(H16)	299	300	87	68	
	P1 기둥부 전면	주철근(H32)	97	99.2	105	84	
		배력철근(H16)	303	300	92	68	

철근탐사장비(RC-RADAR)를 이용한 조사결과 주철근 및 배력철근의 배근간격 및 피복두께 상태는 대부분 양호하며, 일부 설계기준에 못 미치는 측정치가 나타난 것으로 보이나, 오차범위 근사치에 있기 때문에 양호한 것으로 평가할 수 있을 것이다.

RC-RADAR의 레이다파는 통과 매질의 유전상수6(콘크리트 유전상수 범위4~9)에 영향을 주기 때문에 건조함과 습함(물 유전상수81)에 따라 유전상수가 3 이하 12 이상으로 나타날 수 있다. 매질이 건조하여 유전상수가 낮아지면 레이다의 반사시간이 빨라져 낮은 피복두께로 나타나며, 반대로 매질이 습하여 유전상수가 높아지면 레이다의 반사시간 느려져 두꺼운 피복두께로 나타날 수 있다. 본 교량에서 RC-RADAR 탐사는 유전상수6을 사용하여 기존 설계치계산과 같게 하여 기준을 잡았으나 부재별-구간별 상이한 유전상수가 나타날 수 있어 매번 다른 유전상수를 적용할 수 없으므로 GPR탐사의 탐사오차를 감안하여 평가한다.



피복두께 측정 A1 흉벽



피복두께 측정 S1

<그림 1.3.3> 탄산화 시험 현황

1.3.4 탄산화 깊이조사 분석결과

본 구조물에서는 측정위치에 타정공구 및 드릴을 이용하여 국부적으로 파손시킨 면에 페놀프탈레인 용액을 지시약으로 사용하는데, 이는 알카리성 콘크리트의 탄산화가 진행된 면에서는 무색으로 변화가 없는 무색의 깊이가 곧 탄산화 진행 깊이가 된다. 또한, 측정된 탄산화깊이를 이용하여 아래 식에 의해 잔존수명을 예측하였으며, 결과는 다음 <표 1.3.4>와 같다.

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

여기서, C : 탄산화깊이(mm) → 탄산화 잔여깊이

A : 탄산화 속도계수

t : 콘크리트 타설 후 경과된 시간(년)

<표 1.3.5> 탄산화 깊이의 측정결과

구 분		탄산화깊이 (mm)	설계피복 (mm)	잔여피복두께 (mm)	탄산화 속도계수(A)	잔존수명 예측(년)	평가 등급
상부 구조	S1 캔틸레버	1.0	88	87.0	0.383	100년이상	a
	S1 캔틸레버	10.0	88	78.0	3.829	100년이상	a
하부 구조	A1 흉벽 (매송)	2.1	56	53.9	0.804	100년이상	a
	A1 흉벽 (비봉)	5.2	56	50.8	1.991	100년이상	a
	P1 기둥부 배면	4.5	68	63.5	1.723	100년이상	a
	P1 기둥부 전면	10.7	68	57.3	4.097	100년이상	a

※탄산화 속도계수(A) = 탄산화깊이 / $\sqrt{재령(년)}$
※수명예측(년) = (철근피복 / 탄산화속도 계수)2
※잔존수명 예측(년) = 수명예측년수 - 경과년수



탄산화깊이 측정 A1



탄산화깊이 측정 S1

<그림 1.3.4> 탄산화 시험 현황

본 과업 대상 구조물의 콘크리트 부재에 대하여 탄산화 시험을 수행한 결과 상부구조에서 최대 10.0㎜, 하부구조에서 최대 10.7㎜까지 탄산화가 진행된 것으로 측정되었으며 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침』 건전성 평가기준(탄산화 잔여깊이 30㎜이상 : a등급)을 전반적으로 만족하는 것으로 측정되었다.

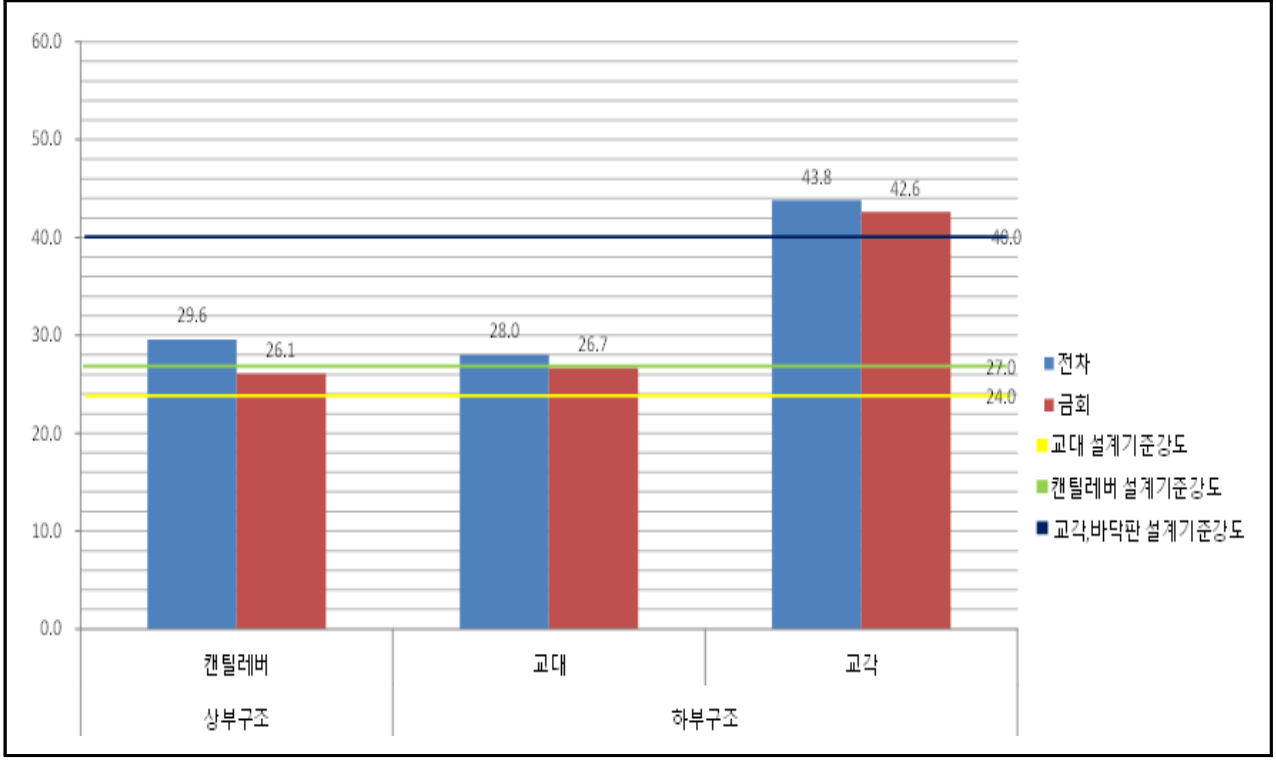
또한, 탄산화에 의한 수명 평가는 경과년수와 탄산화깊이와의 관계를 통해 탄산화 속도계수를 역추적하여 탄산화가 철근에 도달하는 시간을 계산하였다. 앞서 언급한 식 $C = A\sqrt{t}$ 에서 준공 후 현재까지의 경과년수 t는 설계도로부터 구할 수 있고 탄산화 깊이 C는 현장조사를 통하여 얻을 수 있으므로 탄산화 속도계수 A를 계산할 수 있다. 이에 따라 현재로부터 탄산화가 철근에 도달하는데 걸리는 시간을 추정한 결과 전반적으로 100년 이상으로 탄산화에 의한 철근부식은 없을 것으로 판단된다.

1.3.5 전차 점검결과와 비교 분석

가. 비파괴강도

<표 1.3.6> 전차 정밀안전점검과 비파괴강도 비교 [단위:MPa]

구 분		전차	금회	설계기준강도
상부구조	캔틸레버	29.3~29.8	26.0~26.2	27.0
하부구조	교대	27.8~28.2	24.0~29.4	24.0
	교각	43.8	48.6~49.1	40.0

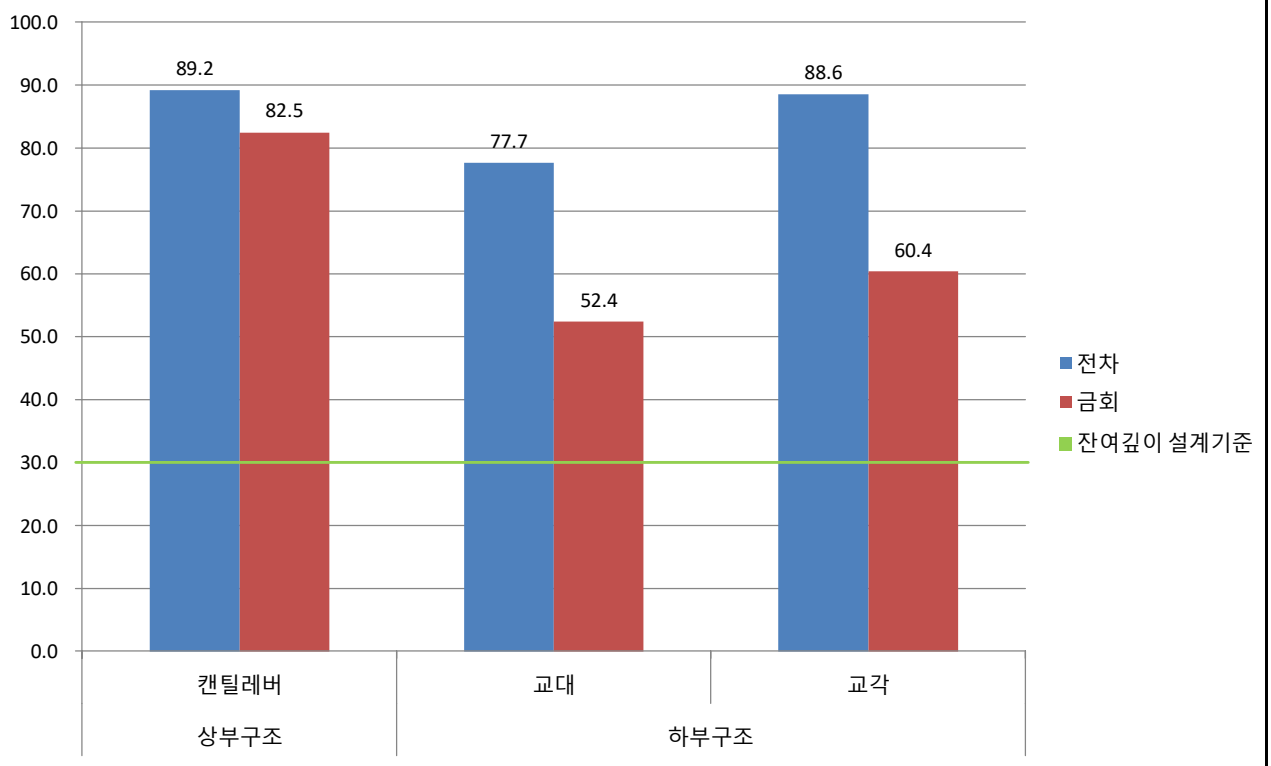


비파괴강도에 대한 비교결과 금회 과업시 측정한 강도의 미소한 차이는 있으나 이는 측정위치, 표면요철, 습윤 상태 등 여러요인에 의해 차이가 발생할 수 있으며 전 개소에서 설계강도 90%이상을 확보하고 있는 것으로 분석 되어 외관조사를 통한 손상상태 등을 종합적으로 고려했을 때 현재 콘크리트에 심각한 문제가 되지는 않으나 추후 차기 점검시 변화 양에 대해 지켜볼 필요가 있다고 판단된다.

나. 탄산화깊이

<표 1.3.7> 전차 정밀안전점검과 탄산화 잔여깊이 비교 [단위:mm]

구 분		전차(잔여깊이mm)	금회(잔여깊이mm)	잔여깊이 설계기준
상부구조	캔틸레버	80.7~97.6	97~97.9	30mm이상
하부구조	교대	77.7	77.48~77.79	
	교각	88.6	78.3~88.55	



탄산화깊이에 대한 비교결과 일부 부재에서 탄산화 깊이가 변동된 것으로 보이나 이는 측정위치 및 시험자의 숙련도에 따라 일부 편차가 발생한 것으로 판단되며, 전반적으로 잔여깊이가 30mm이상으로 철근의 부식 가능성은 없는 양호한 상태인 것으로 평가되어 공용기간 경과에 따른 탄산화의 급격한 진전은 없는 것으로 판단된다.

1.4 상태평가

1.4.1 상태평가

남전천교는 V-BEAM 형식으로 상태평가는 구조형식에 따른 부재별 가중치를 적용하여 환산결함도 점수를 산정하였으며, 기초에 할당된 가중치는 조사 불가로 하부 구조물 교대/교각의 가중치에 포함시켰다. 외관조사 및 내구성조사에 따른 상태평가 결과는 다음과 같다.

가. 부재별 평가적용 손상

부재명		평가적용 손상 및 사유	평가제외
바닥판		○상태양호	-
거더	V Beam	○상태양호	-
가로보 및 세로보		○상태양호	-
교면포장		○상태양호	-
배수시설		○상태양호	-
방호벽	강재	-차수판 덮개파손, 볼트유실, 난간변형	-
	콘크리트	○표면손상 -콘크리트 균열, 파손	

부재명		평가적용 손상 및 사유	평가제외
신축이음	본체	-녹발생, 부식	-
	후타재	-후타재균열	-
교량받침	탄성받침	○상태양호	-
	받침콘크리트	○부분적 박리, 탈락 등 손상 - 무수축몰탈 박리, 재료분리	-
교대		○구체 균열폭(날개벽 제외) - 균열(cw=0.3mm미만)	-
교각		○균열폭 - 균열, 망상균열(cw=0.3mm미만) ○표면 손상면적 - 철근노출	-
기초		-	-

나. 부재별 손상 및 상태평가 결과

1) 콘크리트 바닥판

<표 1.4.1> 콘크리트 바닥판

부재명		1방향 균열		2방향균열	열화 및 손상		부재면적		
		균열폭 (㎜)	균열면적 (㎡)	균열폭 (㎜)	손상면적 (㎡)	부식면적 (㎡)	가로 (m)	세로 (m)	면적 (㎡)
비봉	S1	-	-	-	-	-	10.0	49.951	387.1
	S2	-	-	-	-	-	10.0	49.89	386.6
매송	S1	-	-	-	-	-	10.0	49.5	383.6
	S2	-	-	-	-	-	10.0	49.5	383.6

<표 1.4.2> 콘크리트 바닥판 상태평가 결과

부재명	1방향 균열				2방향균열		열화 및 손상				평가 결과
	균열폭 (㎜)		균열율 (%)		균열폭 (㎜)		손상면적 (%)		부식면적 (%)		
S1	-	a	-	a	-	a	-	a	-	a	a
S2	-	a	-	a	-	a	-	a	-	a	a
S1	-	a	-	a	-	a	-	a	-	a	a
S2	-	a	-	a	-	a	-	a	-	a	a

2) V Beam 거더

<표 1.4.3> V Beam 거더

부재명	균열(mm)		열화 및 손상		부재면적		
	균열폭 (㎜)	균열면적 (㎡)	표면손상 (㎡)	철근부식면적 (㎡)	밑면적 (㎡)	옆면적 (㎡)	면적 (㎡)
S1	-	-	-	-	644.4	689.3	1333.7
S2	-	-	-	-	643.6	688.5	1332.1
S1	-	-	-	-	638.6	683.1	1321.7
S2	-	-	-	-	638.6	683.1	1321.7

<표 1.4.4> V Beam 거더 상태평가 결과

부재명		균열		열화 및 손상				평가 결과
				표면손상 (%)		철근부식발생 (%)		
비봉	S1	-	a	-	a	-	a	**a**
	S2	-	a	-	a	-	a	**a**
매송	S1	-	a	-	a	-	a	**a**
	S2	-	a	-	a	-	a	**a**

3) 가로보 및 세로보

<표 1.4.5> 가로보 및 세로보

부재명	균열(mm)	열화 및 손상		부재면적		
		표면손상 (㎡)	철근부식면적 (㎡)	둘레 (m)	연장 (m)	면적 (㎡)
S1	-	-	-	-	-	-
S2	-	-	-	-	-	-

<표 1.4.6> 가로보 및 세로보 상태평가 결과

부재명	균열		열화 및 손상				평가 결과
			표면손상 (%)		철근부식발생 (%)		
S1	-	a	-	a	-	a	**a**
S2	-	a	-	a	-	a	**a**

4) 교면포장

<표 1.4.7> 아스팔트 교면포장

부재명	포장불량			배수	부재면적(㎡)
	불량면적(㎡)	차량 주행성		물고임(ea)	
		요철(㎜)	손상폭(cm)		
S1	-	-	-	-	994.51
S2	-	-	-	-	993.9

<표 1.4.8> 교면포장 상태평가 결과

부재명	포장불량				배수		평가 결과
	불량면적 (%)		차량 주행성		물고임		
S1	-	a	-	a	-	a	**a**
S2	-	a	-	a	-	a	**a**

5) 배수시설

<표 1.4.9> 배수시설

부재명	배수구 막힘 (ea)	누수, 상태불량, 길이부족 (ea)	파손, 노후화 (ea)
S1/A1	-	-	-
S2/P1	-	-	-
A2	-	-	-

<표 1.4.10> 배수시설 상태평가 결과

부재명	상태평가	평가결과
S1/A1	-	**a**
S2/P1	-	**a**
A2	-	-

6) 방호벽

<표 1.4.11> 방호벽

부재명	강재		콘크리트				부재길이(m)
	도장불량	손상	균열폭(㎜)	경미한 손상(ea)	박리, 파손, 철근노출(m)	철근부식(m)	
S1	-	-	0.2	-	4.995	-	99.45
S2	-	차수판손상	-	-	0.02	-	99.39

<표 1.4.12> 방호벽 상태평가 결과

부재명	강재				콘크리트								평가결과
	도장불량		손상		균열폭(㎜)		경미한 손상		표면손상(%)		철근부식(%)		
S1	-	a	국부	b	0.2	b	-	a	10% 미만	c	-	a	**c**
S2	-	a	-	a	0.2	b	-	a	10% 미만	c	-	a	**c**

7) 신축이음

<표 1.4.13> 신축이음

부재명	신축이음 본체						후타재	
	이물질 퇴적 (ea)	볼트 열화 (ea)	볼트 탈락 (ea)	물받이파손 누수 (ea)	이상음 거동불량 (ea)	본체 탈락 본체 파손 (ea)	균열 (ea)	박리, 박락 파손 등 (ea)
A1	-	-	-	-	-	부식 3.0	3	2
A2	-	-	-	-	-	부식 2.0	10	-

<표 1.4.14> 신축이음 상태평가 결과

부재명	본체		후타재				평가결과
			균열		박리, 박락, 파손 등		
A1	부식	c	미세균열	b	-	a	**c**
A2	부식	c	-	a	-	a	**c**

8) 교량받침

<표 1.4.15> 교량받침

부재명	받침 본체			받침 콘크리트	
	도장탈락, 부식 (ea)	부분적 변형 (ea)	본체파손, 거동장애 (ea)	균열폭 (㎜)	부분적 박리, 탈락, 파손 등 (ea)
A1	-	-	-	-	-
P1	-	-	-	-	받침콘크리트 재료분리, 무수축몰탈 박리
A2	-	-	-	-	-

<표 1.4.16> 교량받침 상태평가 결과

부재명	받침 본체		받침 콘크리트				평가결과
			균열폭 (㎜)		박리, 탈락, 파손 등		
A1	-	a	-	a	-	a	**a**
P1	-	a	-	a	재료분리, 박리	b	**b**
A2	-	a	-	a	-	a	**a**

9) 교대 및 교각

<표 1.4.17> 교대 및 교각

부재명	균열, 변위		열화 및 손상		부재면적
	균열폭 (㎜)	변위	손상면적 (㎡)	부식면적 (㎡)	면적 (㎡)
A1	0.2	-	-	-	120.03
P1	0.2	-	1.0	1.0	462.4
A2	-	-	-	-	180.94

<표 1.4.18> 교대 및 교각 상태평가 결과

부재명	균열, 변위				열화 및 손상				평가결과
	균열폭 (㎜)		변위		손상면적 (%)		부식면적 (%)		
A1	0.3미만	b	-	a	-	a	-	a	**b**
P1	0.3미만	b	-	a	-	a	-	a	**b**
A2	-	a	-	a	-	a	-	a	**a**

※ P1철근노출이 있으나 콘크리트 철근노출이 아닌 것으로 판단된다.

10) 기초

<표 1.4.19> 기초

부재명	기초 손상		지반 안전성	
	균열폭(㎜)	단면손상(ea)	세굴여부(ea)	부등침하(ea)
A1	-	-	-	-
P1	-	-	-	-
A2	-	-	-	-

<표 1.4.20> 기초 상태평가 결과

부재명	기초 손상				지반 안전성				평가결과
	균열		단면손상		세굴여부		부등침하		
A1	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	**q**
P1	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	**q**
A2	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	**q**

11) 탄산화

<표 1.4.21> 탄산화

부재명	상부구조	부재명	하부구조
	잔여깊이(㎜)		잔여깊이(㎜)
S1	87.0	A1	53.9
S2	78.0	P1	57.3
		A2	-

<표 1.4.22> 탄산화 상태평가 결과

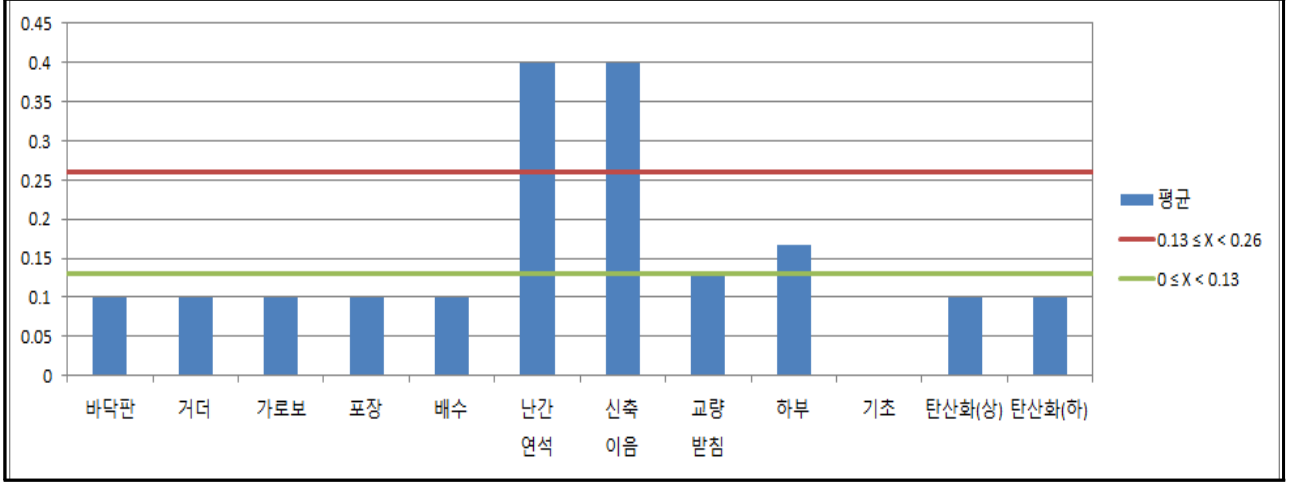
부재명	상부구조	평가결과	부재명	하부구조	평가결과
	잔여깊이 (㎜)			잔여깊이 (㎜)	
S1	부식발생 우려 없음	**a**	A1	부식발생 우려 없음	**a**
S2	부식발생 우려 없음	**a**	P1	부식발생 우려 없음	**a**
			A2	-	-

다. 개별교량 상태평가 결과

<표 1.4.23> 상태평가 결과

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부 구조		내구성 요소			
번호	구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)	염화물 (상)	염화물 (하)
S1/A1	V-BEAM	a	a	a	a	a	c	c	a	b	q	a	a	N/A	N/A
S2/P1	V-BEAM	a	a	a	a	a	c	x	b	b	q	a	a	N/A	N/A
A2	V-BEAM	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	c	a	a	q	x	x	N/A	N/A
평균		0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.400	0.400	0.133	0.167	N/A	0.100	0.100	N/A	N/A
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	N/A	4	3	N/A	N/A
(평균X가중치) /가중치합		0.018	0.020	0.005	0.007	0.003	0.008	0.036	0.012	0.033	N/A	0.004	0.003	N/A	N/A

1. 환산결함도 점수 =	0.149
2. 상태평가 결과 =	B



<표 1.4.24> 개별교량 상태평가 결과

개별교량명	남전천교					
구분	구조형식	환산 결함도점수	상태평가 결과	연장(m)	연장비	환산결함도점수 ×연장비
남전천교	V-Beam	0.149	B	100.0	1.0	0.149
합계(∑)				100.0	1.0	0.149
1. 환산결함도 점수 = 0.149 2. 상태평가 결과 = B						

라. 전체교량 평가결과

<표 1.4.25> 전체교량 상태평가 결과

전체교량명	남전천교						
구분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장(m)	차선	길이 ×차선	연장비	환산결함도점수 ×연장비
남전천교	0.149	B	100.0	4	480.0	1.0	0.149
합계(∑)			100.0	4	480.0	1.0	0.149
1. 평가지수 = 0.149 2. 상태평가 결과 = B 등급							

마. 상태평가 결과

본 남전천교의 상태평가 결과 시공품질 불량, 공용 중 중차량 하중, 공용년수 경과에 의한 노후화, 외부환경 요인에 의해 발생된 것으로 판단되는 손상들에 의해 기타부재 난간 연석, 신축이음에서 c등급으로 평가되어 전체 평가지수는 0.149로 상태평가 등급은 “B등급”으로 평가되었다.

바. 공중이 이용하는 부위 상태평가

1) 공중이 이용하는 부위 상태평가

<표 1.4.26> 추락방지시설

평가항목	평가사유		평가근거
	평가대상	조사결과	
추락방지시설	손상 및 결함 발생 여부, 기능상태	손상 및 결함이 없고, 기능상태 양호	<1.2.12>
도로포장	결함 및 파손 발생 여부, 차량주행상태	경미한 결함 및 파손 발생, 차량주행에는 문제없음	<1.2.12>
도로부 신축이음부	결함 및 파손 발생 여부, 차량주행상태	경미한 결함 및 파손 발생, 차량주행에는 문제없음	<1.2.12>
환기구 등의 덮개	결함 및 파손 발생 여부, 기능상태	손상 및 결함이 없고, 기능상태 양호	<1.2.12>

2) 공중이 이용하는 부위 상태평가 결과

<표 1.4.27> 공중이 이용하는 부위 상태평가 결과

구 분	상태평가	등 급	중대결함 등
추락방지시설	○송상 및 결함 상태는는 문제가 없는 상태	a	해당없음
도로포장	○포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태	a	해당없음
도로부 신축이음부	○신축이음 본체의 유간사이 이물질로 기능불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등의 열화가 발생한 상태 또는 후타재의 균열이 50cm이하의 간격으로 발생하거나, 국부적인 박리, 박락, 파손이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태	b	해당없음
환기구 등의 덮개	○덮개 등에 결함 및 파손등이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없고 긴으성에 문제가 없는 상태	a	해당없음

1.4.2 안전등급 지정

<표 1.4.28> 안전등급 지정

구 분	상태평가		안전성평가	
	평가지수	평가기준	평가지수	평가기준
평가결과	0.149	B	미실시 (정밀안전진단 과업)	
안전등급 지 정	상태평가 B / 안전성평가 (미실시) - → 안전등급 B			

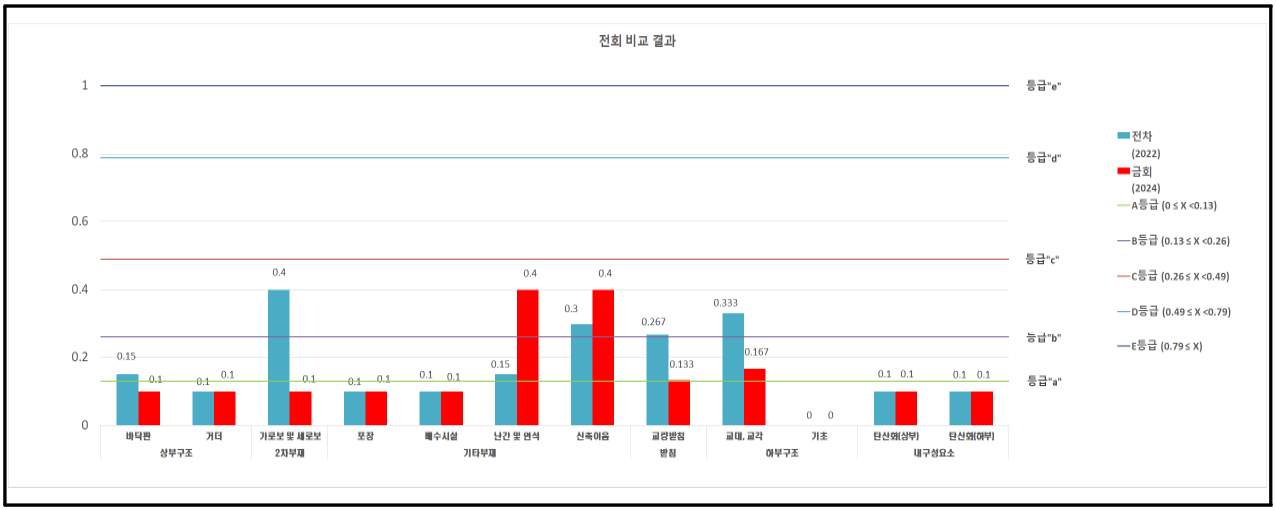
안전등급은 상태평가 결과와 안전성평가 결과 중 낮은 등급을 안전등급으로 지정하나 금회 실시한 정밀안전점검에서는 안전성평가(정밀안전진단 과업)를 실시하지 않아 안전등급은 『B등급』인 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태”로 평가되었다.

1.4.3 전차 점검결과와 비교

가. 전차 점검결과와 안전등급 비교

<표 1.4.29> 전차 점검결과와 안전등급 비교

구 분		전차(2022)		금회(2024)		증·감	변동원인
		등급	평균	등급	평균		
상부구조	바닥판	b	0.150	a	0.100	▼	일부손상 감소
	거더	a	0.100	a	0.100	-	-
2차부재	가로보 및 세로보	c	0.400	a	0.100	▼	일부손상 감소
기타부재	포장	a	0.100	a	0.100	-	-
	배수시설	a	0.100	a	0.100	-	일부손상 감소
	난간 및 연석	b	0.150	c	0.400	▲	일부손상 증가
	신축이음	c	0.300	c	0.400	▲	일부손상 증가
받침	교량받침	c	0.267	b	0.133	▼	일부손상 감소
하부구조	교대, 교각	c	0.333	b	0.167	▼	일부손상 감소
	기초	q	-	q	-	-	-
내구성요소	탄산화(상부)	a	0.100	a	0.100	-	-
	탄산화(하부)	a	0.100	a	0.100	-	-



구 분	종합평가 지수	안전등급	비고
전차 정밀안전점검	0.205	"B"	
금회 정밀안전점검	0.149	"B"	변동없음

전차 정밀안전점검과 비교결과 금회 안전등급은 『B』(0.149)등급으로 전회차 상태평가 결과인 『B』(0.205)등급에서 등급변동은 없었으며, 보수된 손상으로 인하여 결함도 지수가 다소 감소된 것으로 분석되었다.

나. 공중이 이용하는 부위 전차 점검결과 비교

<표 1.4.30> 공중이 이용하는 부위 전차 점검결과 비교

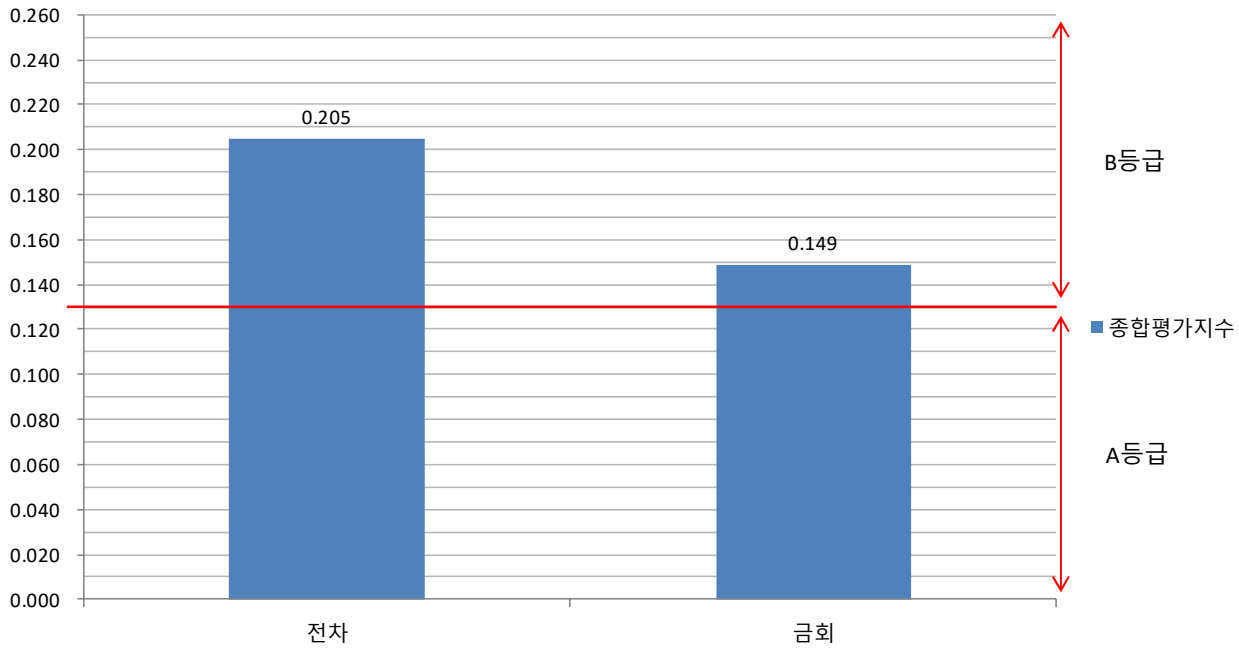
구 분	전차 정밀안전점검 결과	금회 정밀안전점검 결과
추락방지시설	B	A
도로포장	A	A
도로부 신축이음부	B	B
환기구 등의 덮개	A	A

금회 공중이 이용하는 부위에 대한 상태평가는 세부지침 개정에 따른 실시로서 분석 결과, 공중의 안전에 영향을 미칠만한 중대결함 등에 해당하는 심각한 결함은 없는 것으로 검토되었다.

1.4.3 전차 점검결과와 비교

<표 1.4.5> 전차 점검결과와 안전등급 비교

구 분	종합평가 지수	안전등급	비고
2022 정밀안전점검	0.205	"B"	등급유지
금회 정밀안전점검	0.149	"B"	등급유지



금회 정밀안전점검결과 시공당시 발생한 초기결함과 환경적 요인에 의한 추가손상 및 공용 중 발생한 가로보, 신축이음, 교량받침, 교대의 손상으로 인해 손상지수가 증가하였으나, 전차 정밀안전전검 결과와 비교하면 금회 안전등급은 **『B』 (0.149)**등급으로 전차 결과인 『B』(0.205)등급으로부터 등급유지 되었으나, 일부 부재의 보수로 인해 결함도지수가 감소된 것으로 분석되었다.

1.5 보수·보강 및 유지관리 방안

1.5.1 보수·보강 우선순위 결정

각 시설물은 주부재와 보조부재로 이루어져 있으며, 이들 시설물에서 발생된 각종 손상(결함)에 대하여 보강을 보수보다, 주요부재를 보조부재보다 우선하여 보수·보강 순위를 정한다. 또한, 전체 시설물에서의 우선순위 결정은 각 시설물이 가지는 중요도, 발생한 결함의 심각성 등을 종합검토 후 다음 표와 같이 결정한다.

<표 1.5.1> 보수·보강 우선순위 결정 기준

구 분	순 위	내 용
단기대책	즉시	◦주요부재에 발생된 결함 및 손상이 커 내하력에 영향을 미치는 경우(철근이 노출되어 철근부식에 의한 내하력 저하 가능성이 있는 손상) ◦시설물의 안전관리에 관한 특별법 시행령 제12조, 시행규칙 제9조에서 정한 결함
	1순위	◦즉각적인 보수는 요구되지 않지만 내하력, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요한 경우 (철근부식 가능성이 있는 손상 또는, 기존 보수부 붕 손상이 발생되었으나 내부 상태를 관찰할 수 없는 경우) ◦교면 포장구간 차량 주행에 영향이 있는 경우
장기대책	2순위	◦기능발휘에는 지장이 없으나, 내구성 증진을 위해 연차보수가 필요한 경우 (방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성을 위해 보수가 필요한 경우)
	3순위	◦발생된 손상이 경미하여 유지관리를 통한 점검이 필요한 경우

1.5.2 보수·보강 방안 및 개략공사비

<표 1.5.2> 보수·보강 방안 및 개략공사비

구 분	손상내용	단위	보수물량	보수·보강 공법	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
방호벽	균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	1.3	표면처리	43	55.9	3
	박리	㎡/ea	4.915	단면보수	167	820.805	2
	파손	㎡/ea	0.08	단면보수	167	13.36	2
	철근노출	㎡/ea	0.02	단면보수	167	3.34	3
	이격단차	EA	1.0	주의관찰	-	0	3
	차수판 볼트불량	EA	2.0	재설치	10	20	3
신축이음	후타재 균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	4.8/13	표면처리	43	206.4	3
	녹발생	ea	1.0	재도장	68	68	2
	부식	㎡/ea	0.55/4	재도장	68	37.4	2
교량받침	무수축몰탈 박리	㎡/ea	0.02/1	단면보수	167	3.34	2
	받침콘크리트 재료분리	㎡/ea	0.2/1	단면보수	167	33.4	2
	잡철물 미제거	ea	1.0	단면보수	167	167	3
교대	균열(cw=0.3mm미만)	m/ea	0.5/1	표면처리	43	21.5	3
교각	균열(cw=0.3mm미만)	m/ea	0.6/1	표면처리	43	25.8	3
	망상균열 (cw=0.3mm미만)	㎡/ea	1.2/1	표면처리	43	51.6	3
	철근노출	ea	1.0	단면보수	167	167	3
순 공 사 비						1,695	
제경비(순공사비×0.5)						847	
총 공 사 비						**2,542**	

※보수물량은 손상물량과 동일하게 적용하였으며, 보수시 현장여건에 따른 보수물량은 증가될 수 있음.

※대상구조물 대한 실시설계시에는 접근성 등을 감안한 부대공 및 가시설 비용이 추가될 수 있음.

※순공사비는 부대공(교통통제 및 고소장비 등)을 제외한 개략공사비 합산금액이며, 부대비용은 현장 여건에 따라 금액 산정이 필요함.

※일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경될 수 있음.

1.5.3 유지관리 방안

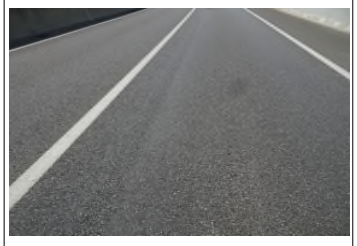
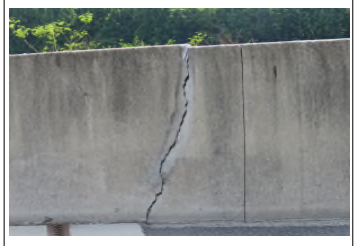
가. 유지관리의 목적 및 필요성

도로시설물의 유지관리란 기존에 건설된 시설물이 기능을 보존케 하고 이용차량의 편의와 안전을 도모하기 위하여 기존 시설을 점검하고 손상된 부분의 원상복귀와 추가시설을 보완하여 수명기간 동안 안전과 기능을 충분히 발휘하기 위한 일련의 과정을 말한다. 도로시설물 유지관리의 주요내용은 ① 시설물 안전점검, ② 이상발견, ③ 보수필요여부 판정, ④ 적정 보수공법 선정, ⑤ 보수공사 실시, ⑥보수효과 확인 등으로 구분된다.

나. 중점유지관리 사항

금회 정밀안전점검 결과, 시설물의 안전성에 직접적인 영향을 미치는 구조적인 손상은 없는 상태이나, 향후 공용기간 증가에 따라 사용성 및 내구성을 저하시킬 수 있는 손상 및 시설물의 유지관리에 필요한 항목들에 대해서는 중점유지관리 항목으로 선정하여 보다 효과적으로 유지관리를 할 수 있도록 제시하였다.

<표 1.5.3> 주요 부재별 중점 유지관리 항목

구 분	손상 내용		대상부위	유지관리 항목
교면포장	◦ 상태양호		S1 S2	◦ 신규손상 발생여부
방호벽	◦ 파손, 이격단차		S1 S2	◦ 균열의 진전 및 확대여부 ◦ 손상의 진전 및 확대여부 ◦ 부속시설 상태 확인
배수시설	◦ 상태양호		전 구간	◦ 신규손상 발생여부 ◦ 배수구 막힘 확인

<표 1.5.3> 주요 부재별 중점 유지관리 항목(계속)

구 분	결함 내용		대상부위	유지관리 항목
신축이음	◦ 후타재 균열 ◦ 본체 녹발생, 부식		A1 A2	◦ 손상의 진전 및 확대여부 ◦ 균열의 진전 및 확대여부 ◦ 청소상태 확인 ◦ 신축이음부 누수 상태
바닥판	◦ 상태양호		전구간	◦ 신규손상 발생여부
거더	◦ 상태양호		전구간	◦ 신규손상 발생여부
교량받침	◦ 무수축몰탈 박리, 받침콘크리트 재료분리, 잡철물 미제거		A1 P1 A2	◦ 손상의 진전 및 확대여부 ◦ 균열의 진전 및 확대여부
교대	◦ 균열(cw=0.3mm미만)		A1	◦ 균열의 진전 및 확대여부 ◦ 청소상태 확인
교각	◦ 균열(cw=0.3mm미만) ◦ 망상균열 (cw=0.3mm미만) ◦ 철근 노출		P1	◦ 보수부 재손상여부 ◦ 균열의 진전 및 확대여부 ◦ 손상의 진전 및 확대여부 ◦ 청소상태 확인

다. 부재별 점검요령

대상 교량의 부재별 주요점검 요령은 다음과 같다.

(1) 교면포장

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷공통</td><td>● 균열
● 파손
● 마모</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷신축이음 전후, 구조물 경계부</td><td>● 파손, 단차, 이격</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷배수구 주변</td><td>● 물고임</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2"> 
구조물 경계부 
교면포장</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
– 방호울타리측 양측 길어깨에서 도보점검
– 중차량 통행이 많은 차선, 곡선부 외측, 급정지 구간 주변의 손상 점검
– 신축이음 전후 및 경계부의 단차 점검
– 교면 위 물고임 점검(가급적 비온 직후 점검)

◦ 손상발생시 조치
– 손상이 확연한 부분은 위치, 규모에 대하여 점검야장에 경간별로 기록 후 사진촬영
– 종방향 단차가 30mm이상 발생하여 추가손상이 우려되거나 주행안전성에 지장을 초래할 경우 즉시 보고하여 대책을 수립

◦ 점검 시 유의사항
– 길어깨는 교통사고의 위험이 높으므로 2인1조로 하여 차량 진행방향과 반대방향으로 걸어 가면서 점검
– 상세조사를 실시할 경우 신호봉 등을 사용하여 차량 유도 후에 안전하게 점검 실시</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">● 사진기
● 5m자
● 균열자
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)
● 교통통제 기구(신호봉 또는 수기, 라바콘)</td></tr>
</table>

(2) 방호벽

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷난간
▷방호벽
▷중앙분리대</td><td>● 균열
● 백태
● 재료분리
● 긁힘, 파손, 부식, 변형
● 부속시설 파손, 부식, 변형</td></tr>
<tr><td>주
요
부
위</td><td colspan="2"> 
방호벽
 
방호벽</td></tr>
<tr><td>점
검
요
령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
– 교량 한쪽에서 눈을 방호벽 높이 정도로 낮추어 방호벽의 전체 선형에 급격한 변화 부분이 있는지 점검
– 녹물이 흘러내려 미관을 해치는 부분이 있는지 점검
– 연속 받침부 방호벽은 콘크리트의 경우 부모멘트에 의한 균열(0.3mm이상)을 점검

◦ 손상발생시 조치
– 방호벽의 전체 선형에 급격한 변화부분이 있는 경우 교량받침이나 하부 구조의 침하가 있을 수 있으므로 해당부재 점검 시 참고할 수 있도록 기록
– 차량 충돌 등 외부의 강한 하중에 의한 손상일 경우 바닥판에도 영향을 줄 수 있으므로 바닥판 점검시 고려

◦ 점검시 유의사항
– 방호벽의 큰 변형이나 파손된 부분으로 통행인 또는 차량의 추락 위험이 있을 시 즉시 연락하여 추락 방지시설 등의 응급조치 필요</td></tr>
<tr><td>점
검
도
구</td><td colspan="2">● 사진기
● 점검용 망치
● 줄자
● 균열자
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)
● 교통통제 기구(신호봉 또는 수기, 라바콘)</td></tr>
</table>

(3) 배수시설

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td>▷배수구</td><td>- 격자판(grating)
- 유입구</td><td>● 파손, 누락, 변형
● 누수, 체수
● 막힘</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷배수관</td><td>● 부식, 파손, 탈락
● 배수관 길이 부족
● 유출구 위치 부적절</td></tr>
<tr><td>주
요
부
위</td><td colspan="2"> 
배수구
 
배수관</td></tr>
<tr><td>점
검
요
령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
- 배수구는 길어깨측에서 도보로 점검하며, 배수구 설치간격, 유입구 누락, 그레이팅 파손 및 오물퇴적 확인
- 배수관은 교량하부 및 측면에서 육안 또는 망원경으로 점검하며 교량이 도로 위를 통과할 경우 배수관에서 유출된 물이 통행인이나 통행사량 바로 위로 떨어지지 않는지 점검
- 배수관의 물이 구조물의 부식을 유발할 수 있는 위치로 배수되는지 확인
- 배수관 지지장치 및 연결부 상태는 흔들어 보거나 망치로 두들겨서 점검

◦ 점검 시 유의사항
- 길어깨에서 점검 시 2인 1조로 하여 차량진행 방향과 반대방향으로 걸어가면서 점검하며 통행차량에 주의
- 접근장비 사용시 교통소통 및 안전에 유의</td></tr>
<tr><td>점
검
도
구</td><td colspan="2">● 사진기
● 드라이버(driver)
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)
● 교통통제 기구(신호봉 또는 수기, 라바콘)</td></tr>
</table>

(4) 신축이음

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷본체</td><td>● 누수, 토사퇴적
● 유간 부족 및 과다
● 충격음
● 본체유동 및 파손, 부식</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷후타재</td><td>● 균열, 파손, 마모
● 단차, 이격(본체, 교면포장, 접속슬래브</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2"> 
본체 
후타재</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
- 보도 혹은 방호벽측 길어깨부에서 점검
- 신축이음부의 유동, 단차, 파손으로 인한 충격음발생 여부 점검
- 고무재의 마모, 파손, 충진 씰재 노출로 차량통행 저해 및 방수기능 저하상태를 점검하며 교각, 교대위에서 신축이음 하부의 방수성 점검
- 방호벽측 신축이음의 방수기능 등 점검
- 신축유간 확보량이 확연히 의심스러운 경우 안전을 고려하여 길어깨 방호벽에서 약 50cm 떨어진 곳에 측정지점을 표시하여 하절기와 동절기에 동일위치에서 신축유간 점검

◦ 손상발생시 조치
- 신축이음 본체의 유동, 단차, 파손으로 주행안전성에 지장을 초래할 경우 즉시 보고하여 대책 수립

◦ 점검 시 유의사항
- 차량 진행방향과 반대방향으로 점검을 진행하며 2인1조로 점검수행
- 신축유간 점검시 통행차량에 유의
- 신축이음장치의 본체와 후타재의 일체거동 여부 확인</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">● 사진기
● 드라이버(driver)
● 줄자
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)
● 교통통제 기구(신호봉 또는 수기, 라바콘)</td></tr>
</table>

(5) 바닥판

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷공통</td><td>● 균열, 망상균열
● 박리, 박락, 층분리
● 긁힘, 파손
● 철근노출
● 재료분리
● 누수 및 백태</td></tr>
<tr><td>주
요
부
위</td><td colspan="2"> 
중앙부
 
캔틸레버부</td></tr>
<tr><td>점
검
요
령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
– 교각이나 교대의 점검로에서 육안점검 혹은 교량하부에서 육안 또는 망원경으로 점검
– 주로 받침부나 중앙부 근처의 손상을 위주로 점검하며 접근이 어려운 원거리 점검은 손상이 의심스러운 경우에 망원경을 활용
– 도보접근이 불가능한 구간은 점검장비를 이용 근접 점검
– 균열의 진행 상황을 파악하기 위하여 균열의 시·종점을 표시해 두는 것이 필요하며, 정기적으로 진행여부 관찰
– 망상균열, 층분리, 누수나 백태흔적이 발견될 경우 점검용 망치를 두드려 나는 소리로서 내부결함의 존재여부를 추정(내부에 결함 존재시 외관상 건전한 부위에서도 펀칭전단파괴의 우려가 있음)

◦ 점검 시 유의사항
– 균열은 발생위치, 균열폭, 진전길이, 반복성(공통성) 등을 종합적으로 고려하여 발생원인을 규명하고 보수·보강 등 적절한 조치방법을 수립할 수 있도록 주의깊게 조사</td></tr>
<tr><td>점
검
도
구</td><td colspan="2">● 사진기
● 망원경
● 균열자
● 점검용 망치
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)</td></tr>
</table>

(6) 거더 및 가로보

점 검 부 위	점 검 항 목
▷공통	● 변형, 파손, 이상처짐 ● 도장 손상, 부식, 오염 ● 피로균열
▷연결부	● 볼트 및 리벳이완, 파손 ● 이상음 발생 ● 맞대기 용접부 균열
▷가로보, 브레이싱	● 현장이음부 볼트손상, 누수 ● 용접부 및 용접부 주변 균열 ● 연결불량
주요부위	 거더  가로보
점검요령	◦ 점검방법 – 도보접근이 불가능한 구간은 점검 장비를 이용하여 근접 점검 – 누수에 취약한 신축이음 하부, 배수구 주변 혹은 외측거더의 도장손상 및 녹 발생 조사 – 차량통과 시 삐걱거리는 소리 등 이상음이 들리면 소음발생 부위를 추정하여 기록 유지 – 다이아프램과 거더 연결부에 균열이 발생할 가능성이 높으므로 중점적으로 점검 – 가로보와 거더의 연결부는 용접 또는 볼트 연결이므로 볼트 풀림 및 용접부 균열을 점검 ◦ 손상발생시 조치 – 눈에 띌 정도의 처짐이나 충돌에 의한 손상으로 추가손상이 우려되거나 주행안전성에 지장을 초래할 경우 즉시 보고하여 대책을 수립 ◦ 점검 시 유의사항 – 강교는 가급적 콘크리트교에 비하여 가급적 밝은 날에 점검하는 것이 손상상태 확인이 쉬우며 망원경의 활용도 용이 – 균열은 경우에 따라 도장 표면에서 얇은 녹 흔적으로 나타나므로 주변 도장 제거 후 면밀하게 점검
점검도구	● 사진기 ● 균열자 ● 망원경 ● 확대경 ● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)

(7) 교량받침

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷본체</td><td>• 부식, 변형
• 균열, 파손
• 가동받침의 유간부족 및 가동 장애요소
• 받침과 거더의 밀착상태
• 앵커볼트 파손</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷받침대</td><td>• 균열, 파손, 재료분리, 박리</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2"> 
양방향
 
교축직교방향</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
– 점검로가 설치된 부분은 근접하여 점검하고 도보접근이 불가능한 부분은 접근장비를 이용하여 근접점검
– 가동받침의 가동여부는 가동면의 윤활재가 밀린 흔적이나 먼지 부착정도로 확인 가능
– 곡선교 내측단부 혹은 사교의 예각부 단부에 부반력으로 인한 받침과 거더의 들뜸 상태 점검
– 받침하부에 공동이 의심되면 철사, 드라이버등으로 찔러서 확인하고, 침하흔적은 앵커볼트의 체결상태 및 인접받침의 상태를 참고하여 확인
– 받침부의 물고임 부분은 누수부위의 확인 및 물고임 원인분석

◦ 손상발생시 조치
– 받침하부 교각 두부에 0.3mm 이상의 균열이 단부까지 진행된 경우 즉시 보고하고 안전성 검토 및 대책수립 필요

◦ 점검 시 유의사항
– 교각 두부에서 사진 촬영 및 점검 시 점검자 자신의 안전에 주의</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">• 사진기
• 균열자
• 줄자(5m자)
• 드라이버(driver)
• 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)</td></tr>
</table>

(8) 교대

점 검 부 위	점 검 항 목
▷공통	• 균열, 박리, 박락, 재료분리, 백태 • 파손, 철근노출
▷두부	• 두부 물고임 • 두부와 흉벽 경계부 균열 • 거더와 흉벽 신축유간 부족 • 받침부 균열 및 파손
▷벽체	• 이동 또는 전도 • 수직균열 및 침하

주요부위



흉벽



구체

점검요령

◦ 점검방법
- 점검로에서 육안점검 혹은 교량하부에서 점검
- 교대 입지조건이 성토부 혹은 연약지반에 위치한 경우 전후방으로 교대 벽체가 기울었는지 확인하고 의심스러울 경우 실을 경사계로 확인(날개벽, 옹벽 포함)
- 0.3mm이상의 눈에 쉽게 띄는 균열을 조심

◦ 점검 시 유의사항
- 벽체에 수직으로 발생하는 균열은 건조수축에 의한 비구조적 균열이므로 우려할 바는 아니지만 폭이 넓은 교대에서 균열폭이 1mm이상이면 교대기초의 부등침하도 의심하여야 함
- 신축이음 유간이 벌어져 충격음이 발생하거나 닫혀 있을 경우 거더 상·하부와 흉벽사이 간격이 서로 차이가 나는지 점검하고 교대 전도 여부도 확인
- 교대 뒷면과 날개벽 사이에 공동이 발생했거나 흙이 침하된 경우 날개벽의 전도를 의심하여 점검

점검도구		
	• 사진기 • 균열자 • 줄자(5m자) • 사다리	• 점검용 망치 • 경사계 • 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)

(9) 교각

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷공통</td><td>● 균열, 박리, 박락, 재료분리, 백태
● 파손, 철근노출
● 교각 기울음 및 전도</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷코핑</td><td>● 두부 물고임
● 받침부 균열 및 파손</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷벽체</td><td>● 이동 또는 전도
● 시공이음부 균열</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2"> 
코핑
 
기둥</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
- 점검로에서 육안점검 혹은 접근 장비에 의해 점검
- 신축이음의 유간이 비정상적이거나 방호벽선형이 불량한 경우에는 교각 침하가 의심스러우므로 교각의 전도여부를 확인하고 구체에 기준점을 표시하여 침하여부를 주기적으로 확인

◦ 손상발생시 조치
- 교각두부 받침하부에 0.3mm이상의 균열이 단부까지 진행된 경우에는 교량 안전과 직접적으로 관련이 있으므로 즉시 보고 및 대책수립
- 침하가 의심스러운 경우 기초 주변의 수축세굴 및 국부세굴의 조사가 필요하며 세굴이 발생하였다면 전문가로 하여금 구조물의 안전성 평가 필요

◦ 점검 시 유의사항
- 신축이음 유간이 크게 벌어지거나 닫힘, 방호벽 선형불량은 교각 침하의 징후로 볼 수 있으므로 교각 점검시 유의</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">● 사진기
● 균열자
● 줄자(5m자)
● 점검용 망치
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)</td></tr>
</table>

1.6 종합결론

1.6.1 외관조사

- 교면포장은 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나 공용기간 경과에 따라 신규 손상이 발생할 수 있으므로 지속적인 주의관찰이 요구된다.
- 방호벽은 대부분의 손상의 보수가 이루어졌으며, 전차 점검의 손상은 보수가 되었다. 금회 점검에서 균열, 박리, 파손, 철근노출, 이격, 차수판볼트불량의 손상이 신규로 발견되었다. 발견된 손상의 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준으로 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 배수시설은 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나 공용기간 경과에 따라 신규 손상이 발생할 수 있으므로 지속적인 주의관찰이 요구된다.
- 신축이음은 후타재균열이 일부보수가 되었고, 신규손상으로 부식이 발견되었다. 전차 점검과 비교 시 손상의 증가는 없는 것으로 확인되었고, 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 바닥판은 기존의 손상인 균열, 망상균열, 파손, 가로보 재료분리, 철근노출은 보수가 완료 되었으며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 거더는 기존손상의 보수가 이루어졌으며, 전차 점검과 비교시 거더의 손상이 감소되었고, 신규손상은 없는 것으로 확인되었다. 거더의 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 교량받침은 기존손상인 무수축몰탈 박리, 받침콘크리트 재료분리, 받침콘크리트 잡철물 미제거의 손상이 조사되었다. 전차 점검과 비교시 금회 조사된 손상은 기존 손상들로 확인되었고, 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 교대 및 교각은 기존손상은 대부분 보수가 되었으며 균열, 망상균열이 신규로 발견되었다. 전차 점검과 비교시 대부분의 손상이 보수가되어 수량이 감소한것으로 조사되었다. 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

1.6.2 내구성 조사

- 콘크리트에 대한 내구성조사 결과, 콘크리트 비파괴강도는 기준에 못미치는 구간이 있으나 요철에 의한 것으로 보이며 내구성 저하에 대한 문제점이 없는 것으로 사료된다. 탄산화 깊이 등은 관련기준을 만족하고 있고, 비교하여 대체로 내구성이 저하되지 않은 상태이므로 콘크리트의 내구성에 대한 문제점은 없는 것으로 분석되었다.

1.6.3 상태평가 결과

- 부재별 상태평가를 실시한 결과, 방호벽, 거더, 가로보, 교량받침, 교대, 교각 부재에 보수가 이루어져 손상지수가 감소하였으며, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 **『B』(0.149)**등급으로 전차 결과인 『B』(0.205)등급으로부터 등급유지된 것으로 분석되었다.

1.6.4 종합결론

- 본 남전천교는 2017년에 준공되어 약 7년간 공용되고 있는 시설물로서 외관조사의 주요 손상은 방호벽 손상, 신축이음 본체 녹발생, 부식의 손상이 조사되었다.
- 금회 확인된 손상들은 시공 당시 발생한 초기결함과 공용 중 발생된 결함으로 조사되어 보수로 손상 물량이 대폭 감소되었다. 교량의 안전성에 직접적인 영향을 미치는 중대결함의 발생은 없는 것으로 분석되었다.
- 조사된 손상들에 대해서는 사용성 및 내구성 확보차원에서 보수가 필요하며, 우선 보수대상은 후타재 균열, 주행차량의 주행안전성 및 주요부재의 내구성 확보를 위한 신축이음 후타재 부식 등이다.
- 내구성조사 결과, 콘크리트 비파괴강도 및 탄산화 깊이 등은 관련기준을 만족하고 있고, 전차와 비교하여 추정강도가 하향되었지만, 설계기준강도의 90%이상으로 확인되었다. 현재 콘크리트에 심각한 문제가 되지는 않으나 추후 차기 점검시 변화 양에 대해 지켜볼 필요가 있다고 판단된다.
- 상태평가를 실시한 결과, 현재 시설물의 상태는 양호한 상태인 **『B』(0.149)**등급으로 전차 결과인 『B』(0.205)등급으로부터 일부 부재 보수가 이루어져 결함지수가 감소되었으나 등급은 유지된 것으로 분석되었다.
- 본 시설물은 공용기간 증가에 의해 손상과 열화가 증가할 수 있으므로, 지속적인 유지관리가 필요하며, 초기 발생된 손상(결함)에 대해서 내구성 확보와 기능유지를 위한 적절한 보수·보강이 이루어진다면 시설물의 공용에는 지장이 없을 것으로 판단된다.

1.6.5 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부

- 금회 정밀안전점검 결과, 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성은 필요하지 않은 것으로 조사되었다.

1.6.6 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 본 교량의 신축이음 본체 부식과 방호벽 파손의 변화는 정기안전점검시 특별한 주의관찰이 실시되어야 할 것으로 판단된다.

1.6.7 기타 필요한 사항

- 본 교량은 교량하부에 하천이 통과하고 있으며, 중장비를 사용하는 바닥판 하면 점검시 하천뚝의 무너짐이 발생하지 않도록 주의할 필요가 있다.

제 2 장 양노교

2.1 자료수집 및 분석

2.2 외관조사

2.3 내구성조사

2.4 상태평가

2.5 보수·보강 및 유지관리방안

2.6 종합결론

제2장 양노교

2.1 자료수집 및 분석

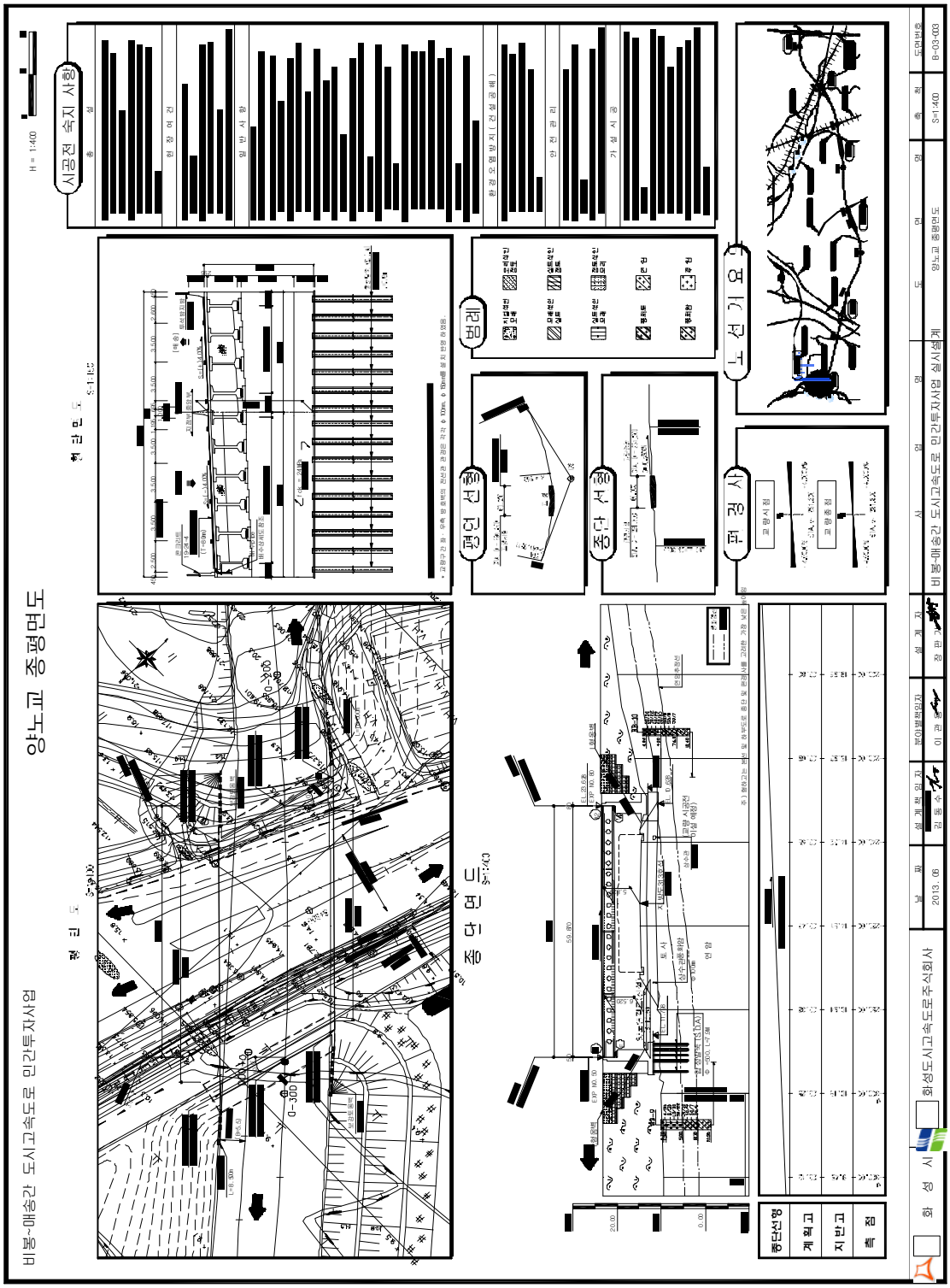
2.1.1 교량현황

본 과업 대상 시설물인 양노교에 대한 교량현황은 다음 표와 같다.

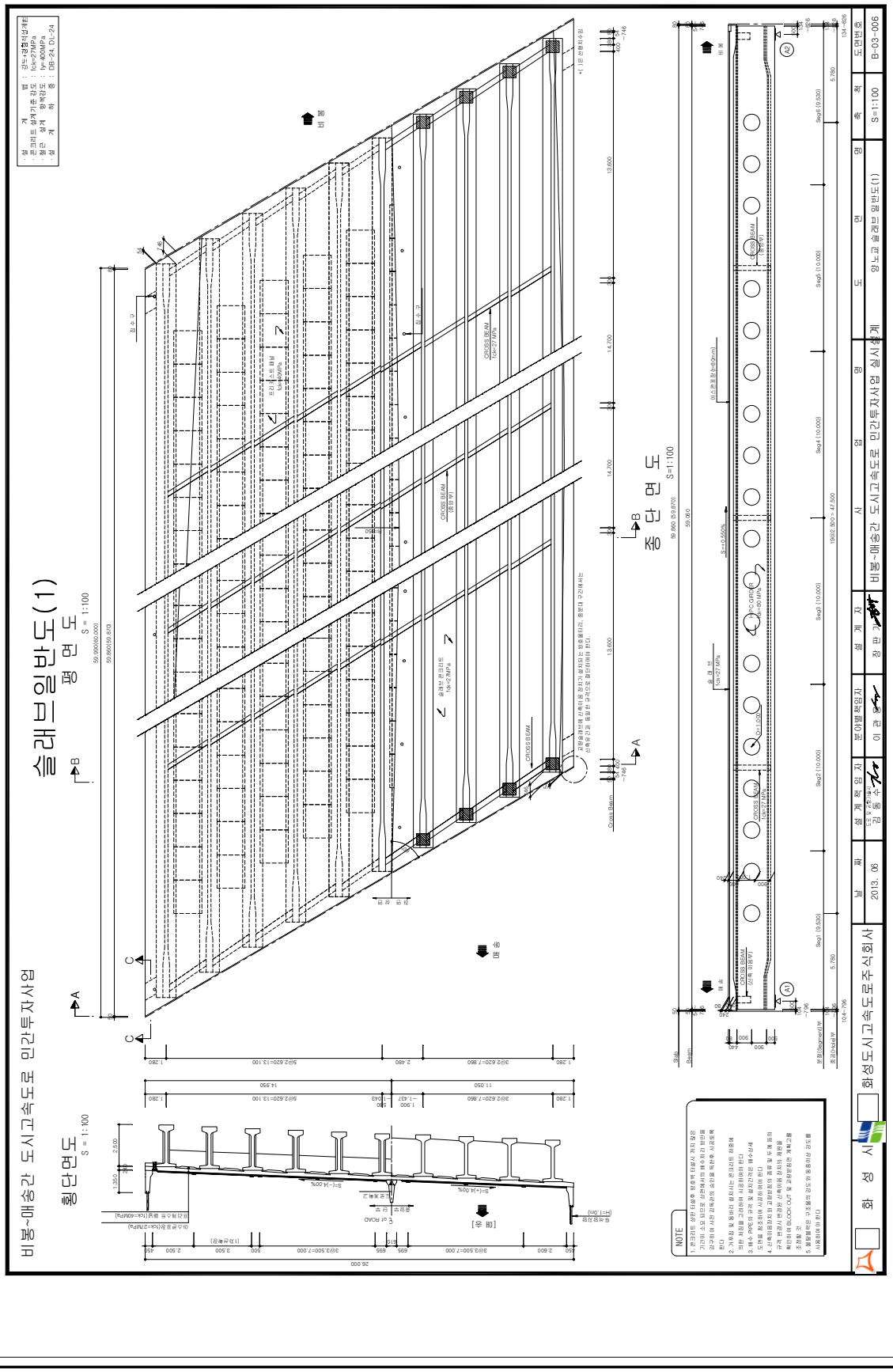
<표 2.1.1> 양노교 교량현황

<table>
<tr><th colspan="3">구 분</th><th>내 용</th><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td colspan="3">시설물명</td><td>양노교</td><td colspan="2">시설물번호</td><td>BR2017-0000444</td></tr>
<tr><td colspan="3">준공년월일</td><td>2017년 06월 30일</td><td colspan="2">관리번호</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="3">시설물위치</td><td colspan="4">경기도 화성시 비봉면 양노리 514-1</td></tr>
<tr><td colspan="3">설계하중</td><td>DB-24, DL-24</td><td colspan="2">노선명(이정)</td><td>STA.0-291.3~0-231.3</td></tr>
<tr><td rowspan="2">제원</td><td colspan="2">연장</td><td colspan="4">L=60.0m (1@60)</td></tr>
<tr><td colspan="2">폭</td><td colspan="4">B=26.0m 왕복4차로</td></tr>
<tr><td rowspan="3">구조형식</td><td colspan="2">상부</td><td>HIPC GIRDER</td><td rowspan="3">기초형식</td><td>교대</td><td rowspan="2">말뚝기초</td></tr>
<tr><td rowspan="2">하부</td><td>교대</td><td>역T형</td><td rowspan="2">교각</td></tr>
<tr><td>교각</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="3">교량받침</td><td>탄성고무받침</td><td colspan="2">신축이음</td><td>New Monocell</td></tr>
<tr><td colspan="3">교차시설물
(도로,철도,하천)</td><td>지방도 제313호선 화성로</td><td colspan="2">통과높이</td><td>5m</td></tr>
<tr><td colspan="3">부착시설내용</td><td colspan="4">점검로, 투석방지망</td></tr>
<tr><td colspan="3">기타</td><td colspan="4">1.중점점검사항
- 하부 높이 제한 위반 통과차량의 HIPC거더 충돌.
- 방호벽 이격단차, 균열
- 후타재균열, 부식
- 교량받침 플레이트 부식</td></tr>
<tr><td colspan="2">상부전경</td><td colspan="2">측면전경</td><td colspan="3">하부전경</td></tr>
<tr><td colspan="2">  </td><td colspan="2">  </td><td colspan="3">  </td></tr>
</table>

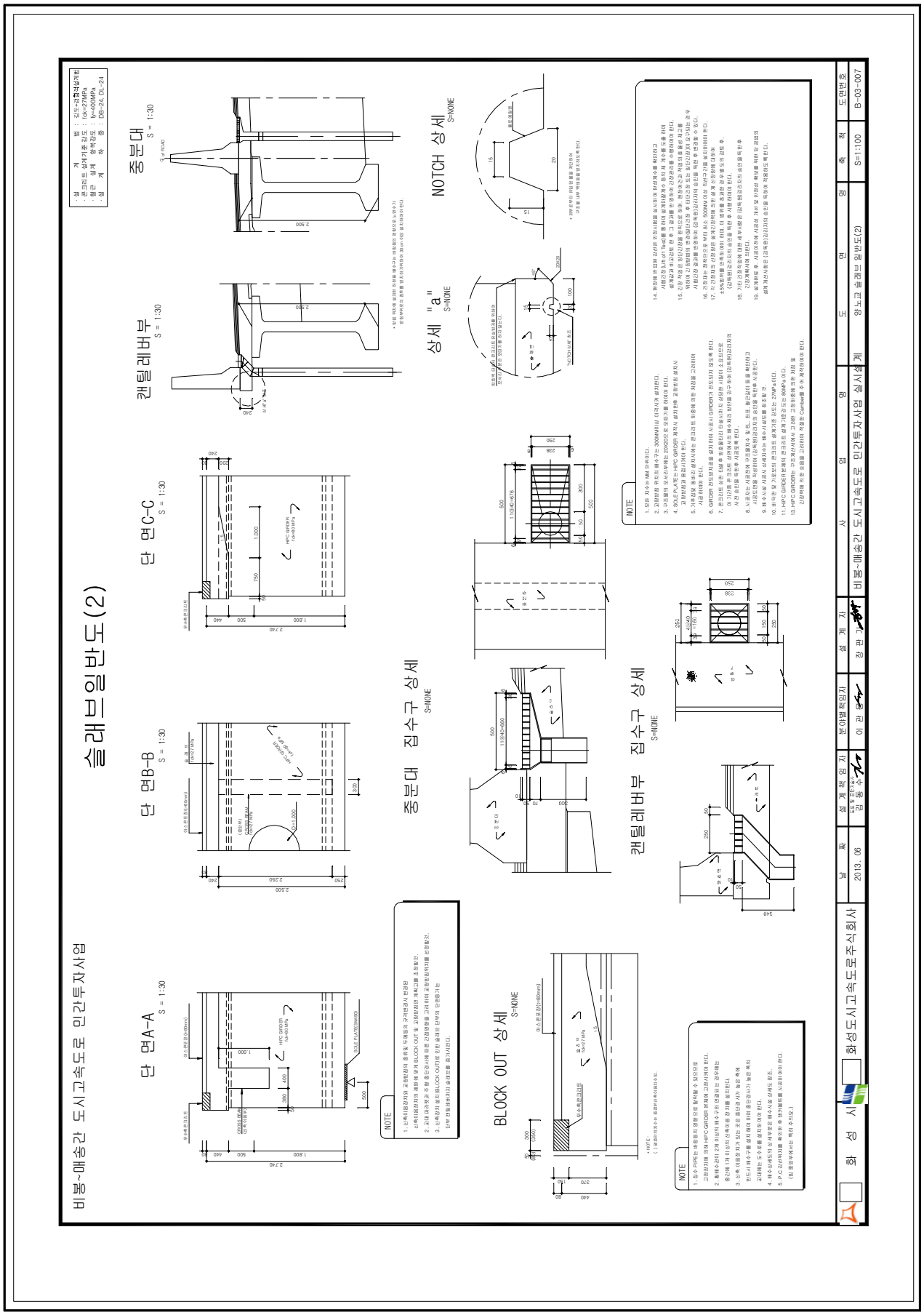
2.1.2 관련도면



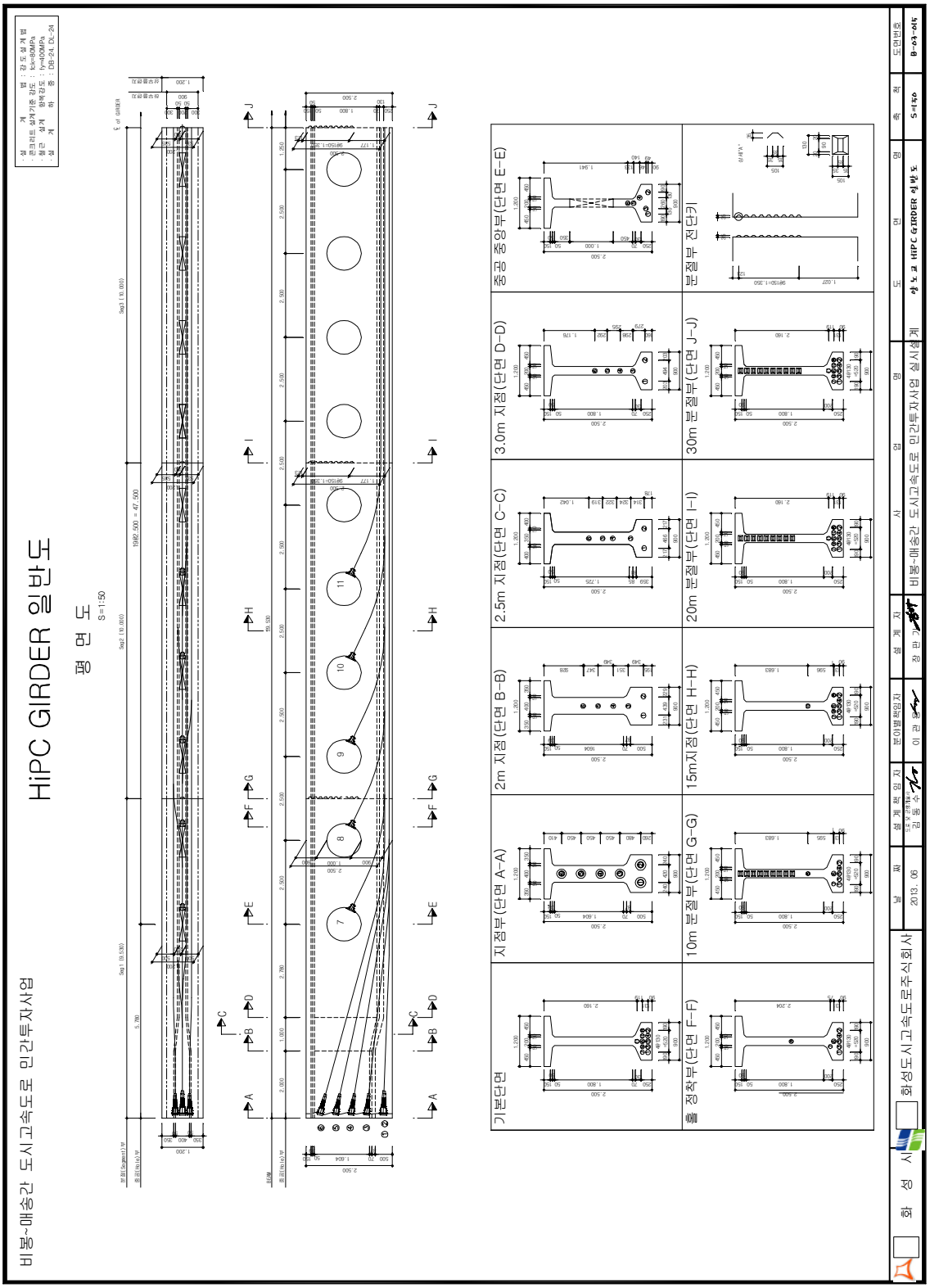
<그림 2.1.1> 종·평면도



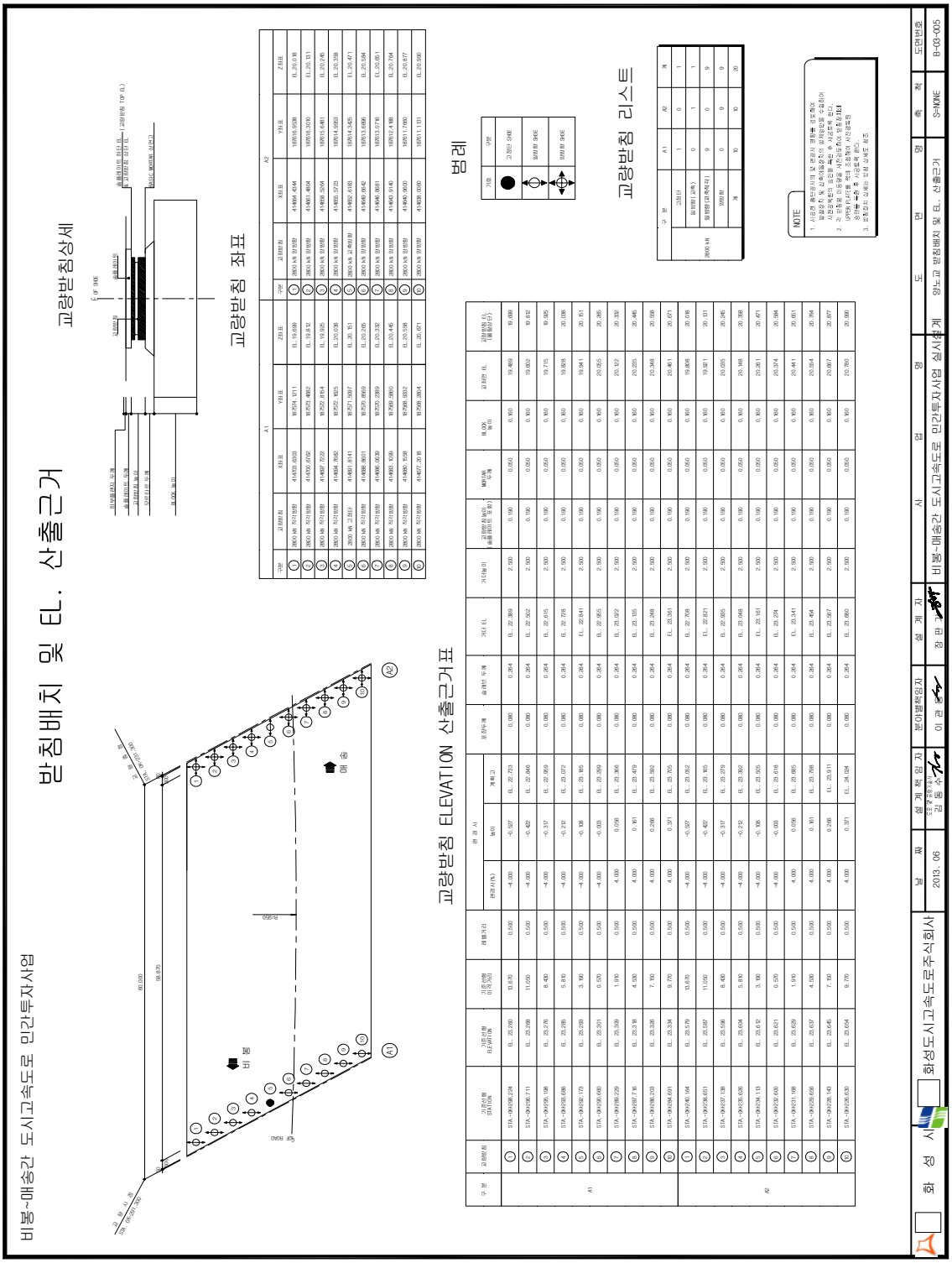
<그림 2.1.2> 슬래브 일반도(1)



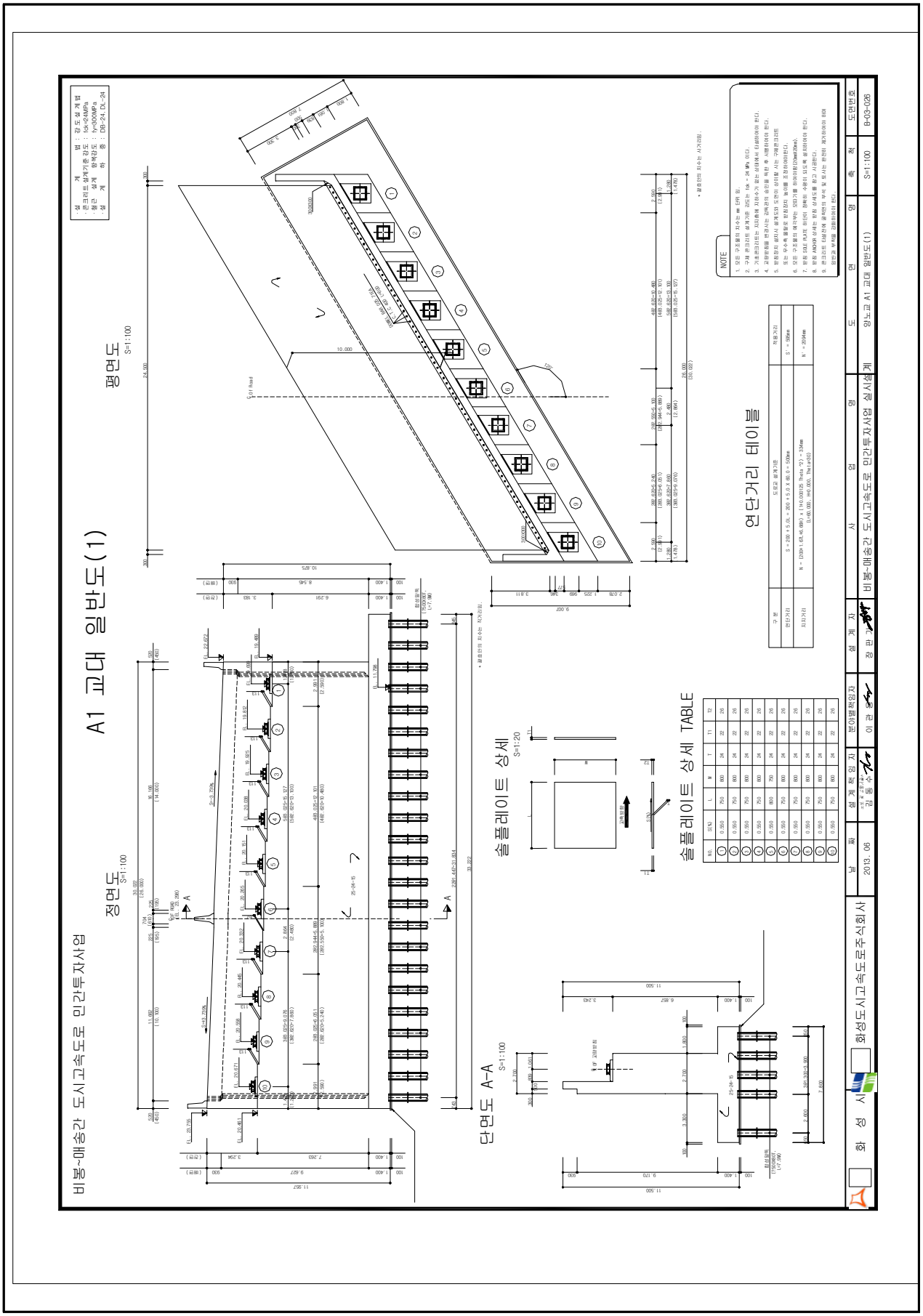
<그림 2.1.3> 슬래브 일반도(2)



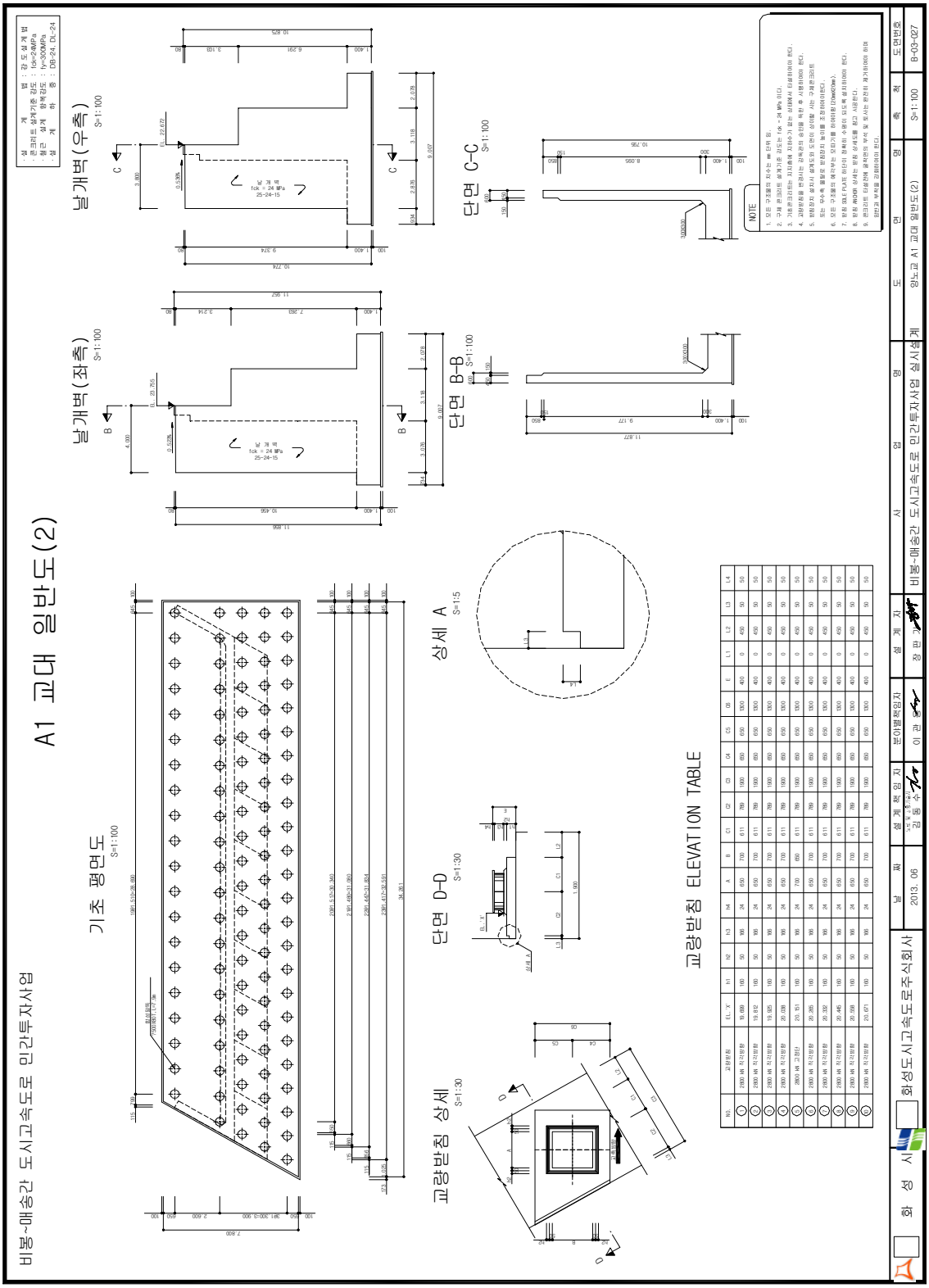
<그림 2.1.4> HIPC GIRDER 일반도



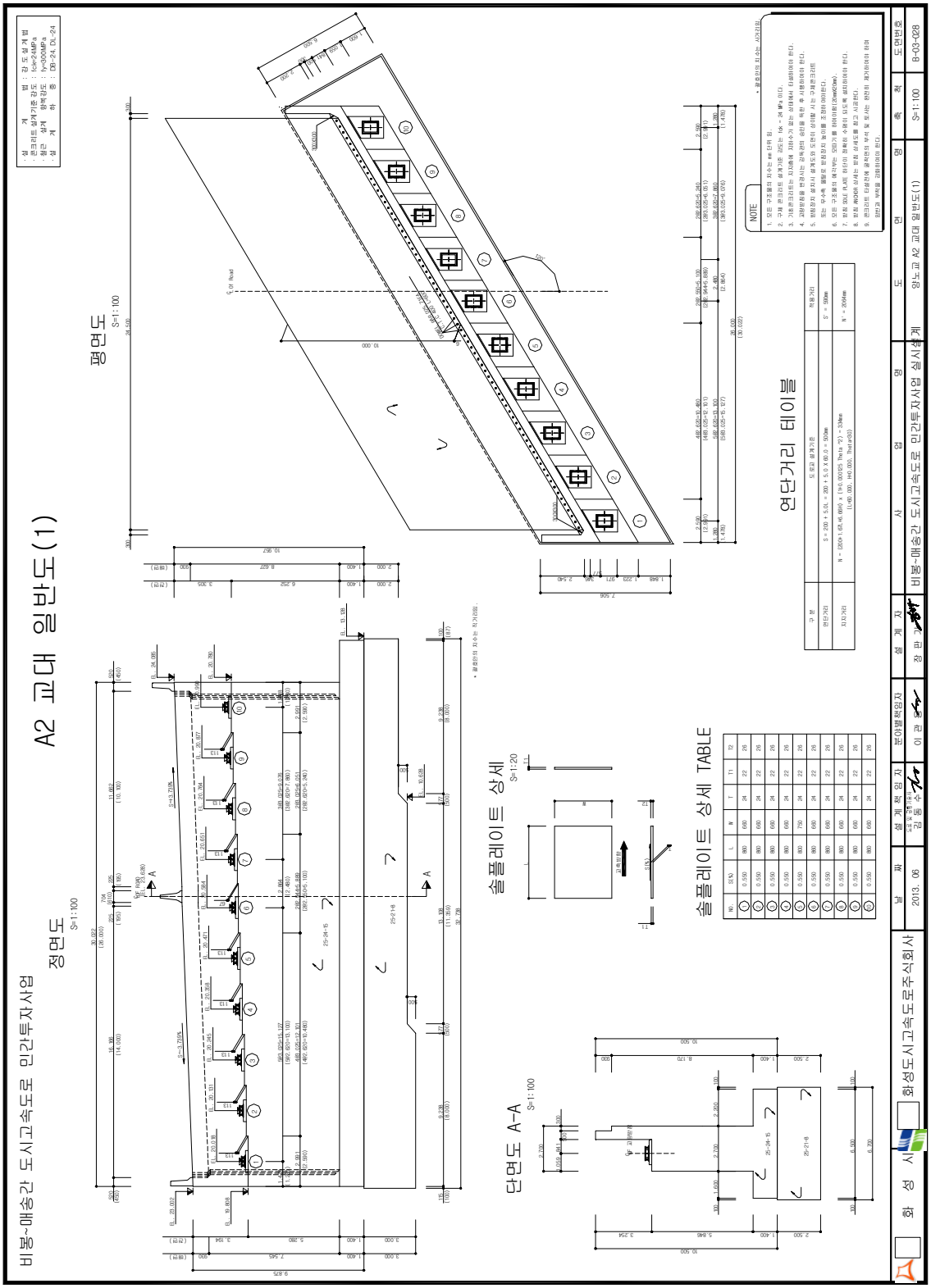
<그림 2.1.5> 교량받침 배치도



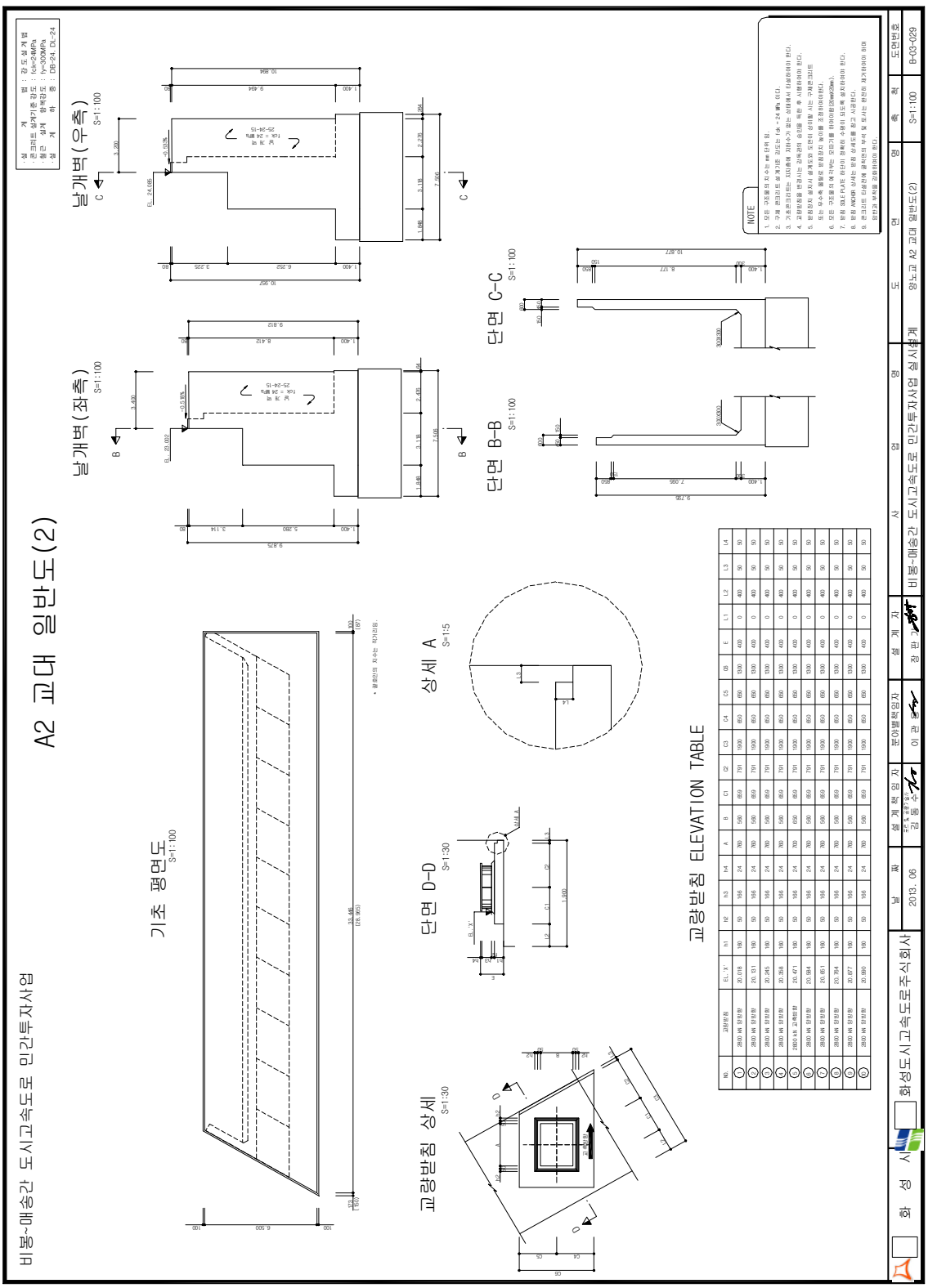
<그림 2.1.6> 교대(A1) 일반도(1)



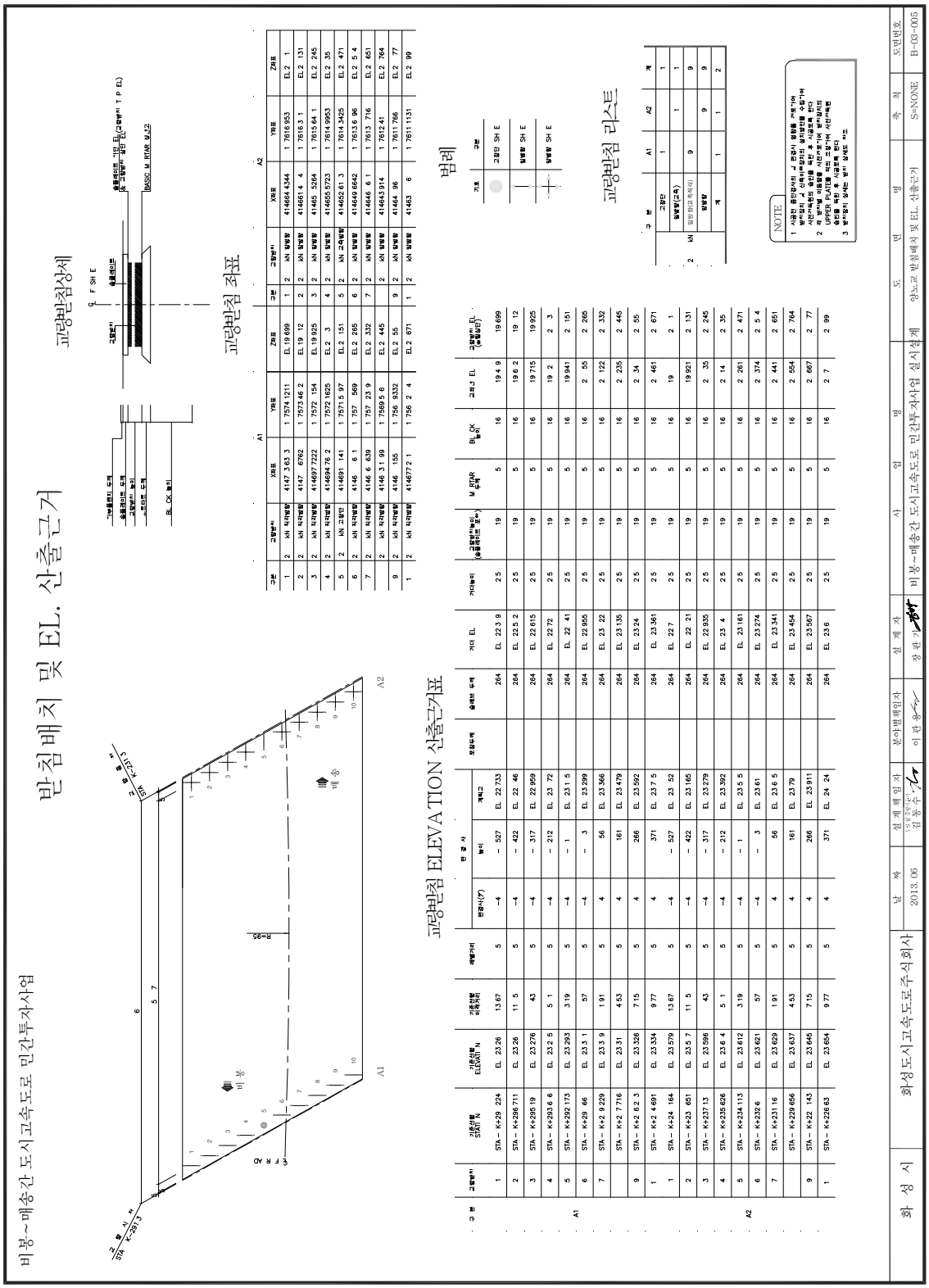
<그림 2.1.7> 교대(A1) 일반도(2)



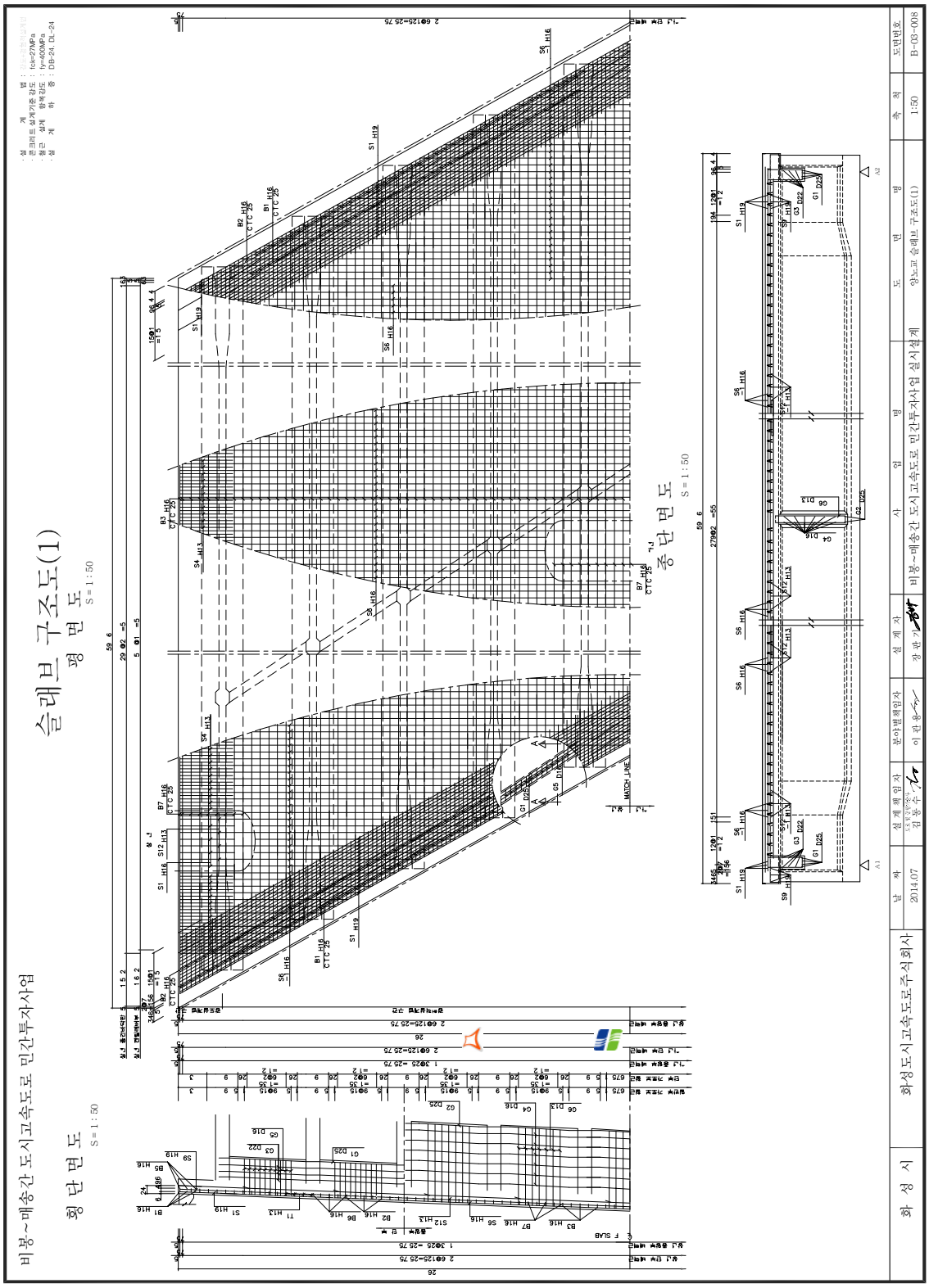
<그림 2.1.8> 교대(A2) 일반도(1)



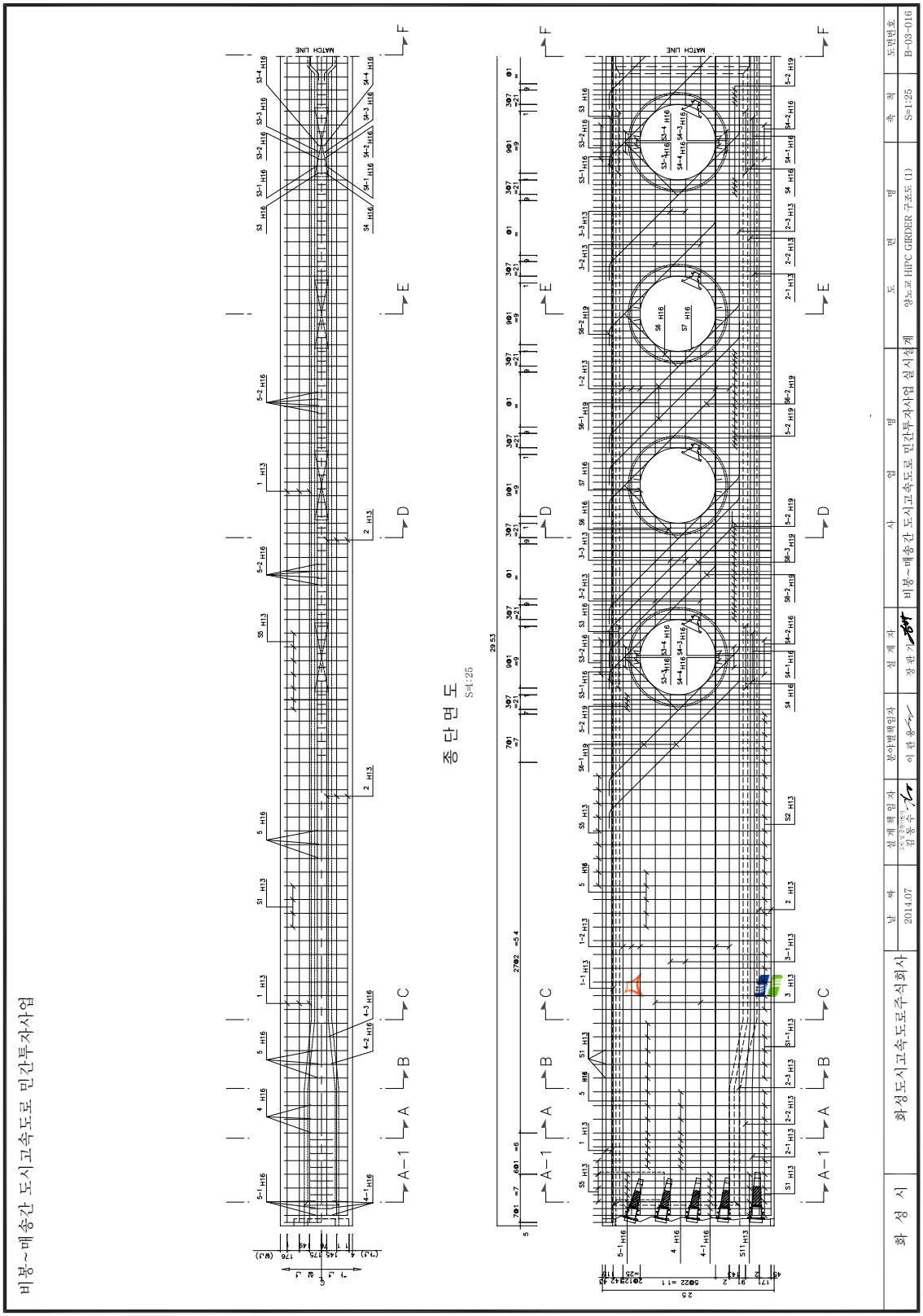
<그림 2.1.9> 교대(A2) 일반도(2)



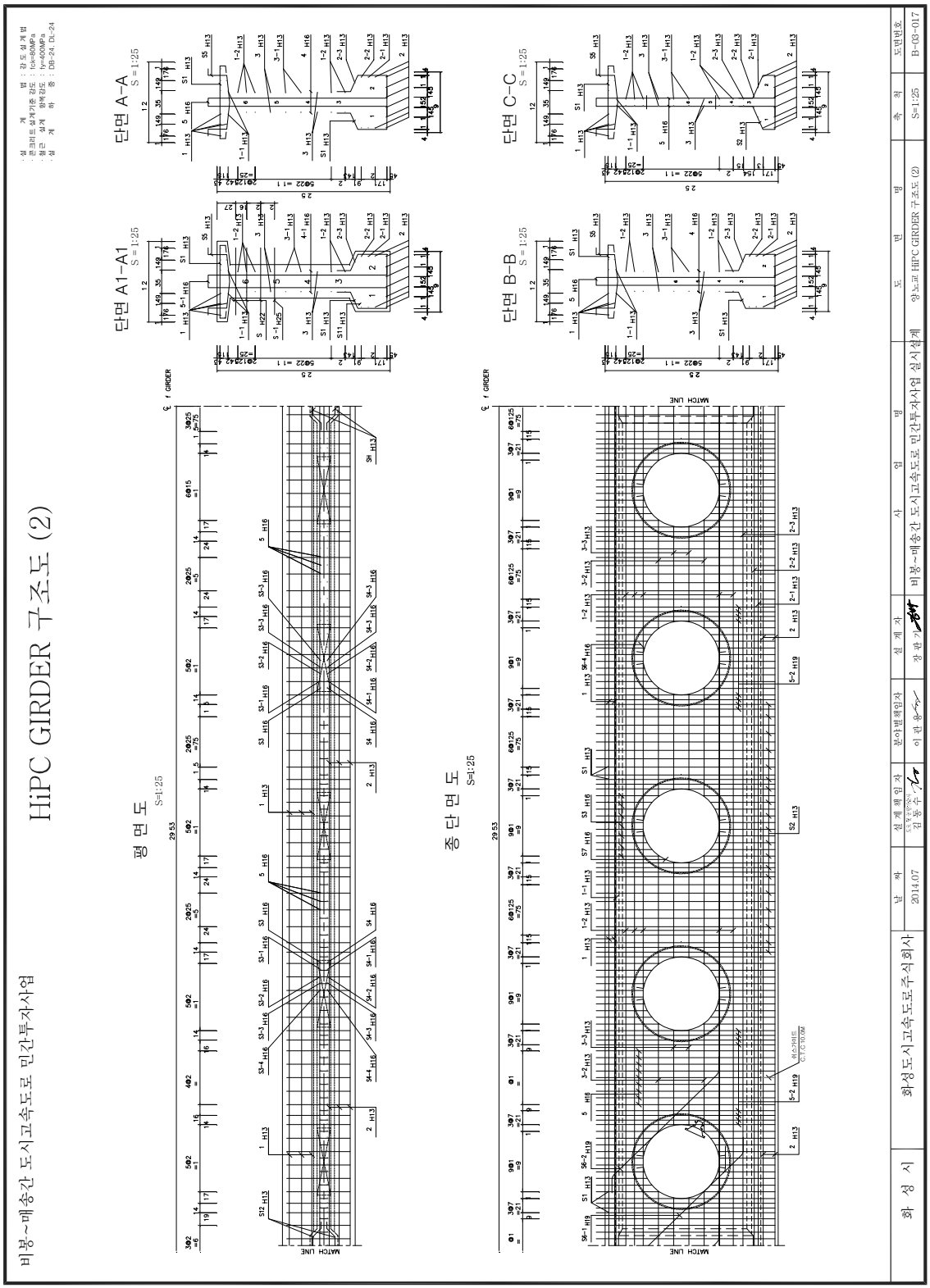
<그림 2.1.10> 받침배치도



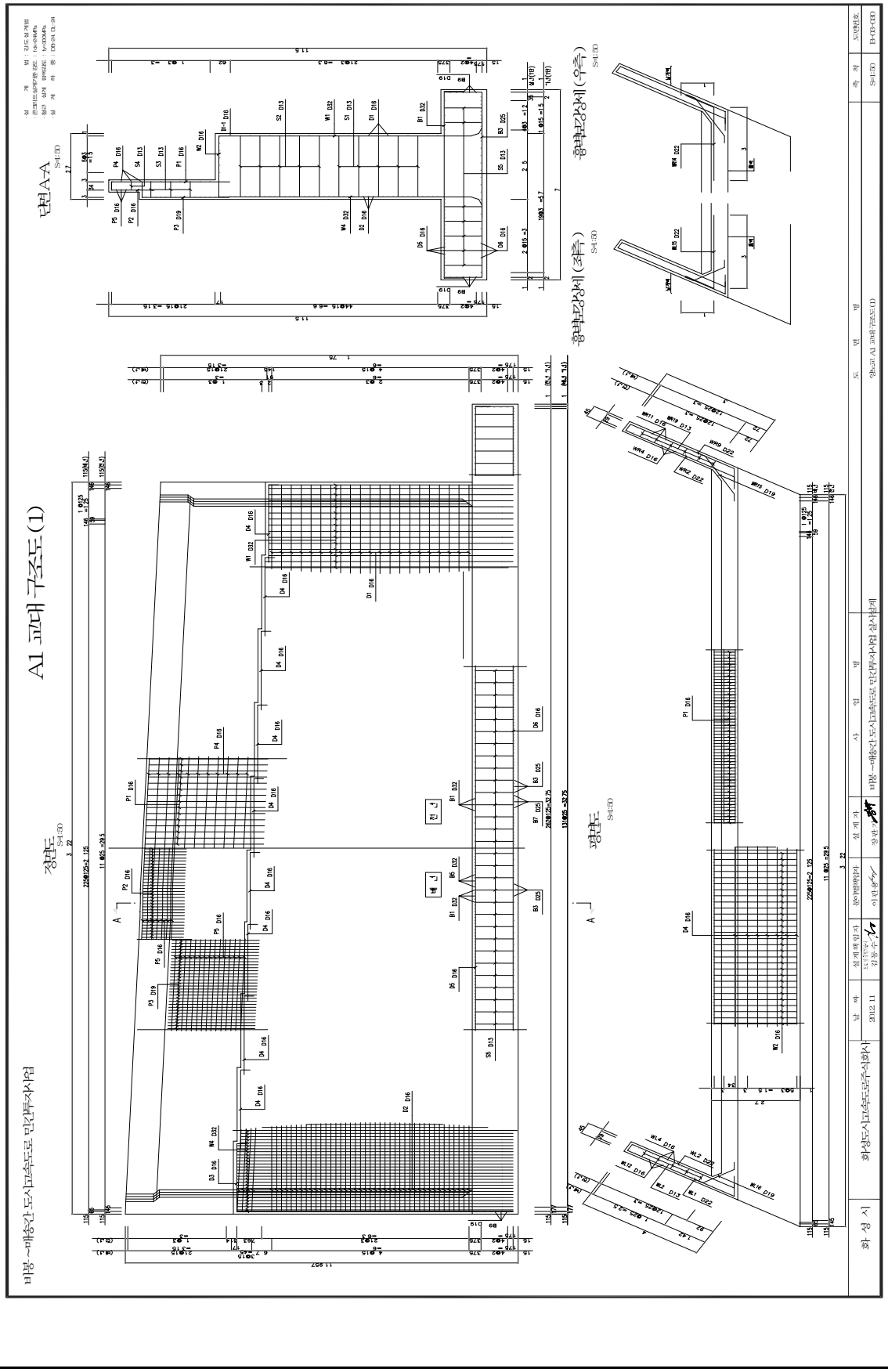
<그림 2.1.11> 슬래브 구조도



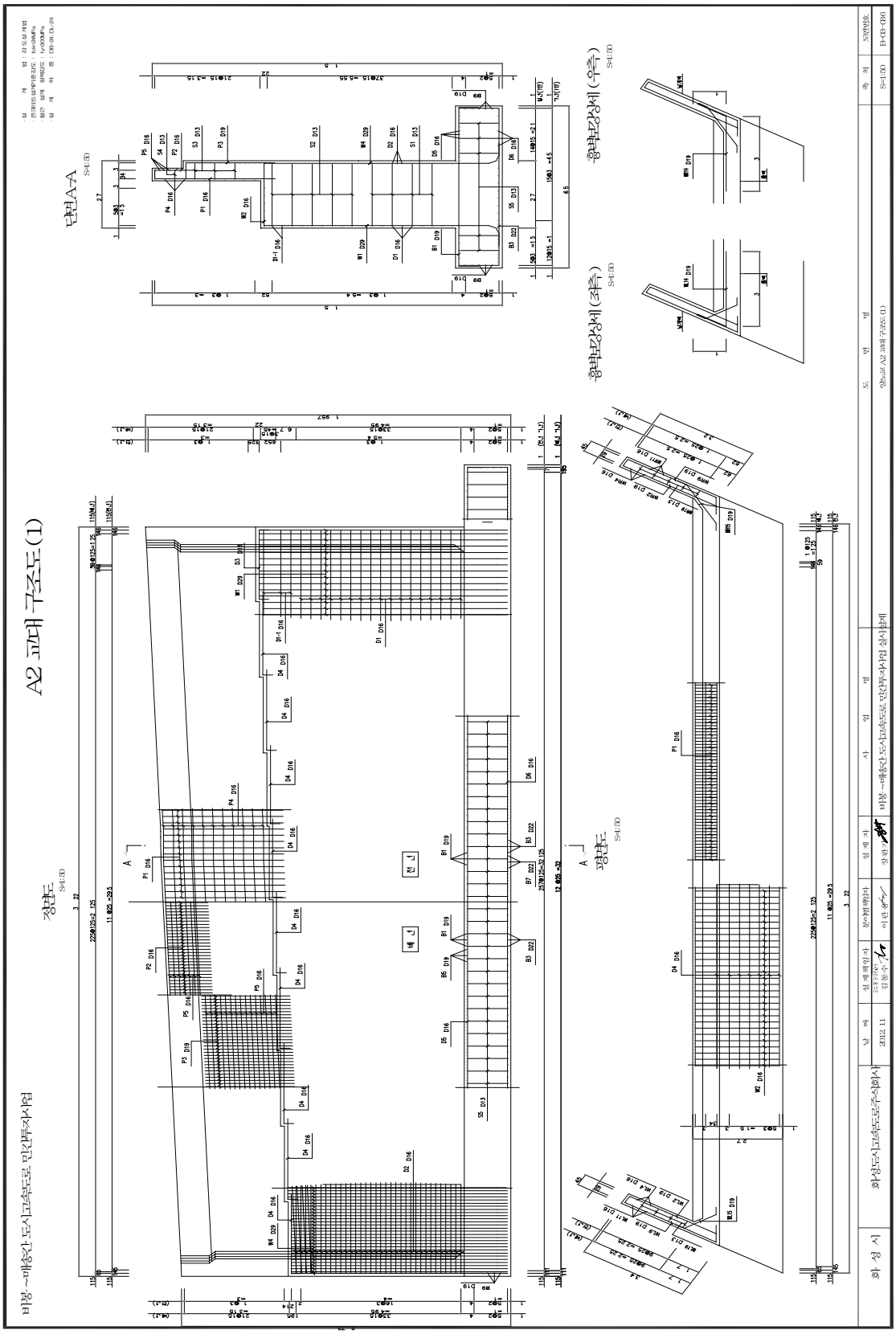
<그림 2.1.12> HIPC 거더 구조도(1)



<그림 2.1.13> HIPC 거더 구조도(2)



<그림 2.1.14> 교대(A1) 구조도



<그림 2.1.15> 교대(A2) 구조도

2.1.3 자료수집 및 분석

본 과업에 대한 자료조사는 현장을 답사하여 각각의 구조특성을 파악하고, 과업의 추진방향과 세부수행계획을 수립하였으며, 대상 시설물의 건설과 보수·보강 등에 관련된 설계도서 및 관련서류 등의 자료를 요청 및 수집하였으며, 수집된 자료는 다음과 같다.

가. 자료수집 현황

<표 2.1.2> 자료수집 목록

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

- 대상 교량에 대한 자료수집을 통하여 본 과업 수행을 위해 기존 자료들을 참조하고 준공당시 설계도서(2017년)와 2020년 2022년 정밀안전점검 및 전차 과업인 2021년도 정기안전점검 보고서를 중점 활용하였다.

나. 기존 점검 및 진단 실시결과

본 교량은 준공 이후 시설물안전법에 따라 정기적으로 안전점검을 수행하였으며, 현재까지 초기안전점검 1회, 정기안전점검 11회, 정밀안전점검 2회로 총 14회를 시행하였으며, FMS에 등록된 점검이력은 다음과 같다.

<표 2.1.3> 기존 점검·진단 이력

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
1	초기안전점검	(사)한국건설안전기술사회	10,000	상태양호	2017-12-01	승인완료
	2017-04-03 2017-07-31	이석영	A등급	-	조정순	2017-12-01
2	정기안전점검(하반기)	(사)한국건설안전기술사회	1,150	대체로 양호하나, 신축이음 하부 누수에 대해서는 장기적인 시설물 유지관리를 위해 유도배수관 설치가 필요하며, 흉벽부 균열에 대한 보수가 필요함	2017-12-26	승인완료
	2017-11-27 2017-12-26	이석영	양호	-	조정순	2017-12-26
3	정기안전점검(상반기)	(사)한국건설안전기술사회	1,150	방호벽, 신축이음 후타재등 일부 미세균열 발생	2018-06-27	승인완료
	2018-05-31 2018-06-27	이석영	양호	-	조정순	2018-06-29
4	정기안전점검	자체수행	935	대체적으로 양호하며 신축이음 후타재, 난간, 교대 등 콘크리트에 미세균열이 발생되었으나 시급한 보수, 보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단됨	2018-11-06	승인완료
	2018-10-02 2018-11-05	이영주	양호	-	이영주	2018-11-14

<표 2.1.3> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
5	정기안전점검(상반기)	자체수행	935	2018년 하반기 조사시 발생한 신축이음 후타재, 난간, 교대 등 콘크리트 미세균열 중 신축이음 후타재 균열외 대부분 보수되지 않았고, 일부 교좌장치에 녹이 발생되었으나 시급한 보수,보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단되므로 균열의 확대 및 진전여부 등 지속적인 관리를 요함.	2019-06-15	승인완료
	2019-05-09 2019-06-14	이영주	양호	교좌장치 녹발생부 재도장 필요	이영주	2019-06-24
6	정기안전점검(하반기)	자체수행	935	2019년 상반기 조사시 발생한 미세균열 및 일부 교좌장치 녹발생외 특이한 사항이 없으나 통과높이제한 위반차량이 HIPC 거더에 충돌되어 콘크리트 일부가 탈리되었으나 시급한 보수, 보강이 필요하지 않는 것으로 판단되며, 충돌방지를 위하여 통과높이 제한시설을 설치함에 따라 지속적인 관리를 요함.	2019-11-18	승인완료
	2019-10-16 2019-11-15	이영주	양호	교좌장치 녹 발생부 재도장 필요	이영주	2019-11-21
7	정밀안전점검	(주)케이에스알큰사람	4,191	- 교면포장: 상태양호 - 방호벽 : 균열, 균열부 백태, 파손, 긁힘, 망상균열, 보수부 재균열, 표면불량 - 배수시설: 상태양호 - 신축이음: 후타재 균열, 후타재 망상균열, 이물질퇴적, 본체단차 - 바닥판: 철근노출, 재료분리 - 거더 : 균열, 파손, 긁힘, 표면불량 - 교량받침: 받침콘크리트 균열, 받침콘크리트 재료분리, 받침콘크리트 철근노출, 받침콘크리트 파손 - 교대 : 균열, 망상균열, 박락, 오염, 누수흔적, 재료분리, 철근노출, 폐콘크리트 적치 - 점검시설 : 상태양호	2020-06-28	승인완료
	2020-01-09 2020-06-10	신달양	B등급	-	송승준	2020-06-29

<표 2.1.3> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
8	정기안전점검(하반기)	자체수행	935	2020년 정밀안전점검시 조사된 교대, 받침콘크리트, 방호벽, 가로보 등 미세균열외 특이한 사항이 없으며 신축이음장치 단차는 정기적인 모니터링을 통하여 변형 확대를 관찰하고, 통과높이제한 위반차량이 HIPC 거더에 충돌되어 콘크리트 일부가 탈리 및 긁힘 되었으나 시급한 보수, 보강이 필요하지 않는 것으로 판단되며 계속적인 충돌이 있을 경우 구조물에 악영향이 발생할 수 있으니 빠른 시일내 충돌이 발지 대책이 필요함.	2020-12-09	승인완료
	2020-11-02 2020-11-27	이영주	양호	신축이음 후타재 균열보수 및 교좌장치 녹제거 후 재도장	이영주	2020-12-10
9	정기안전점검(상반기)	자체수행	-	2020년 정밀안전점검 및 2020년 하반기 정기점검시 조사된 교대, 받침콘크리트, 방호벽, 가로보 등 미세균열외 특이한 사항이 없으며 신축이음장치 단차는 정기적인 모니터링을 통하여 변형 확대를 관찰하고, 통과높이제한 위반차량이 HIPC 거더에 충돌되어 콘크리트 일부가 탈리 및 긁힘 되었으나 시급한 보수, 보강이 필요하지 않는 것으로 판단되며 계속적인 충돌이 있을 경우 구조물에 악영향이 발생할 수 있으므로 지속적인 모니터링 및 충돌방지 대책이 필요함.	2021-06-25	승인완료
	2021-05-24 2021-06-23	이영주	양호	신축이음 후타재 균열보수	이영주	2021-06-28

<표 2.1.3> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
10	정기안전점검 (하반기)	자체수행	-	- 교대, 받침콘크리트, 방호벽, 가로보, 바닥판, 거더 등에서 균열/철근노출/파손/긁힘 등이 조사되었으나 시급한 보수,보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단됨. - 신축이음 단차는 모니터링결과 변형확대 징후가 없으며 차량통행에 문제가 없으므로 지속적인 모니터링을 요함. - 통과높이제한 위반차량이 HIPC 거더에 충돌되어 콘크리트 일부가 탈리 및 긁힘 되었으나 시급한 보수, 보강이 필요하지 않는 것으로 판단되며 계속적인 충돌을 방지하기 위하여 하부도로 공사시행자와 협의하여 도로 포장을 하향조정함에 따라 형하고가 확보됨. - 거더 단부 바닥판 균열은 균열확대 및 진전여부 등 지속적 관찰요함. - 향후 구조물의 내구성 확보 및 손상과 열화가 증가할 수 있으므로 보수 계획을 수립하여 일괄적으로 보수를 요함.	2021-11-26	승인완료
	2021-10-25 2021-11-26	이영주	양호	- 균열보수	이영주	2021-11-29

<표 2.1.3> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
11	정밀안전점검	(주)케이에스알큰사람	4,015	-외관조사의 주요 손상은 방호벽 균열, 망상균열, 균열부 백태, 파손, 긁힘, 표면불량, 이격단차 바닥판에서 철근노출, 재료분리, 마감콘크리트 탈락 거더에서 균열, 파손 긁힘, 거더 단부 균열, 받침 장치에서 받침콘크리트 균열, 재료분리, 철근노출 ,파손, 교대에서 균열, 망상균열, 누수흔적, 재료분리, 철근노출 등의 손상이 조사되었다. -금회 확인된 손상들은 시공 당시 발생한 초기결함과 공용 중 발생된 결함으로 조사되어 손상물량의 증가는 없었으며, 방호벽, 신축이음, 거더 부분의 일부보수 및 완전보수가 이루어졌다. 미보수 손상 중 안전성에 직접적인 영향을 미치는 중대결함의 발생은 없는 것으로 분석되었으나, 조사된 손상들에 대해서는 사용성 및 내구성 확보차원에서 보수가 필요하다. -상태평가를 실시한 결과, 현재 시설물의 상태는 양호한 상태인 『B』(0.173)등급으로 평가되었다. -본 시설물은 공용기간 증가에 의해 손상과 열화가 증가할 수 있으므로, 지속적인 유지관리가 필요하며, 발생된 손상(결함)에 대해서 내구성 확보와 기능유지를 위한 적절한 보수보강이 이루어진다면 시설물의 공용에는 지장이 없을 것으로 판단된다.	2022-06-29	승인완료
	2022-01-03 2022-06-10	신달양	B등급	- 표면처리, 주입보수, 청소, 단면보수 등	김무열	2022-06-30

<표 2.1.3> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
12	정기안전점검 (하반기)	자체수행	0	- 교대, 받침콘크리트, 방호벽, 가로보, 바닥판, 거더 등에서 균열/철근노출/파손/긁힘 등이 조사되었으나 시급한 보수,보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단됨. - 신축이음 단차는 모니터링결과 변형확대 징후가 없으며 차량통행에 문제가 없으므로 지속적인 모니터링을 요함. - 통과높이제한 위반차량이 HIPC 거더에 충돌되어 콘크리트 일부가 탈리 및 긁힘 되어 보수 완료했으며, 보수된 부분에도 충돌 및 긁힘이 발견되어 지속관찰 요함. - 거더 단부 바닥판 균열은 균열확대 및 진전여부 등 지속적 관찰 요함. - 교량 전체 잡철물 미제거로 인한 녹발생으로 제거 요함. - 향후 구조물의 내구성 확보 및 손상과 열화가 증가할 수 있으므로 보수 계획을 수립하여 일괄적으로 보수를 요함.	2022-11-30	승인완료
	2022-10-24 2022-11-25	이영주	양호	- 균열보수	김동민	2023-12-05
13	정기안전점검 (상반기)	(주)이도	1,800	금회 정기안전점검 결과, 조사된 주요 손상으로 신축이음 후타재 균열/단차, 난간방호벽 균열, 교량받침 이동량 과다, 가로보 균열, 교대 균열 등의 손상이 조사되었다. 금회 조사된 손상은 대부분 경미한 상태이며, 기존 손상들은 대부분 하자보수로 보수가 완료되어, 향후 구조물의 내구성 확보를 위하여 보수계획을 수립하는 것이 바람직하다. 후타재 단차를 주기적으로 점검하고, 교량받침 이동량이 과다하므로 주기적인 점검과 신축이음, 탄성받침 손상여부를 관리해야할 필요성이 있다. 금회 정기안전점검 결과, 구조적인 중대결함은 발생하지 않았으나, 조사된 결함에 대해서는 손상규모에 따라 적절히 보수를 실시하고, 지속적인 점검을 통한 효율적이고 체계적인 시설물의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.	2023-07-24	승인완료
	2023-06-01 2023-06-30	양영탁	양호	- 표면처리, 단차보수, 지속관찰, 제거 후 단면보수, 수리	나영일	2023-08-02

<표 2.1.3> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
14	정기안전점검(하반기)	(주)이도	1,800	방호벽, 신축이음 후타재, 교대, 교각, 거더, 바닥판 등에서 균열/철근노출/박락/백태 등이 조사되었으나 하자보수로 전반적으로 상태가 양호한 상태임. 일부 재발생된 신축이음 후타재 균열, 난간방효벽 균열 등이 있으나, 향후 보수계획을 수립하여 일괄적으로 보수한다면 공용상 문제는 없을것으로 판단됨. 교량받침 이동량이 과다하므로, 주기적인 점검과 신축이음, 탄성받침 손상여부를 관리해야할 필요성이 있음.	2024-01-30	승인완료
	2023-12-01 2022-12-31	양영탁	양호	- 표면처리, 단차보수, 지속관찰, 제거 후 단면보수, 수리	나영일	2024-01-31

<표 2.1.4> 2020년도 정밀안전점검 결과 요약

구 분			점검내용	
용 역 명			·2020년도 정밀안전점검	
용역기간			·2020. 01. 09 ~ 2020. 06. 10	
용 역 사			·(주)케이에스알큰사람	
시설물명			·양노교	
외관조사	상부구조	포 장 면	·양호	
		바 닥 판	·철근노출, 박락	
		거 더	·균열, 파손, 긁힘, 박락, 박리/박락	
		가 로 보	·양호	
	하부구조	교 대	·균열, 망상균열, 박락, 오염, 누수흔적, 재료분리, 철근노출, 폐콘크리트 적치	
	교량받침		·받침콘크리트균열, 받침콘크리트 재료분리, 받침콘크리트 철근노출, 받침콘크리트 파손	
	기타부재	신축이음	·후타재균열, 후타재망상균열, 신축이음 이물질퇴적, 신축이음 단차	
		방 호 벽	·균열, 균열부 백태, 파손, 긁힘, 망상균열, 보수부재균열, 표면불량	
		배수시설	·양호	
		점검시설	·양호	
재료시험	콘크리트 강도시험		·상부구조 : S1-G8 73.4 MPa (설계강도 80.0 MPa) S1-G9 74.9 MPa (설계강도 80.0 MPa) ·하부구조 : 교대(A1) 26.4 MPa (설계강도 24.0 MPa) 교대(A2) 25.7 MPa (설계강도 24.0 MPa)	
			평 가	각 부재별로 콘크리트 압축강도 측정결과, 설계기준강도 거더는 80㎫, 상회하지 못하였으나, 교대 흉벽은 24.0㎫ 이상을 확보하고 있는 것으로 조사되었다.
	탄 산 화 시 험		·상부 : S1-G2 0.2mm (탄산화잔여깊이 67.8mm) S1-G6 0.2mm (탄산화잔여깊이 81.9mm) ·하부 : 교대A1흉벽 탄산화 깊이 0.1mm (탄산화잔여깊이 77.9mm) 교대A2흉벽 탄산화 깊이 0.2mm (탄산화잔여깊이 67.8mm)	
			평 가	탄산화 깊이 측정 결과, 측정 전 개소에서 피복 잔여깊이가 30mm이상 확보가 되는 것으로 확인되어 탄산화로 인한 철근의 부식위험은 없는 것으로 판단된다.
상태평가/종합평가			·0.227 ▷ 「B」(양호)	
종합의견			- 본 양노교 에 대한 시설물평가는「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」에 제시된 시설물평가 기준을 토대로 실시하였으며, 상태평가 산정결과 일부 결함이 발생되었으나 안전 등급은 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태”인 B등급 으로 평가되었다. 향후 교량 공용시 현재의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. - 종합평가 등급 : **B**	

<표 2.1.5> 2022년도 정밀안전점검 결과 요약

구 분			점검내용	
용 역 명			·2022년도 정밀안전점검	
용역기간			·2022. 01. 03 ~ 2022. 06. 10	
용 역 사			·(주)케이에스알큰사람	
시설물명			·양노교	
외관조사	상부구조	포 장 면	·상태양호	
		바 닥 판	·철근노출, 재료분리, 마감 콘크리트 탈락	
		거 더	·균열, 파손, 긁힘	
		가 로 보	·양호	
	하부구조	교 대	·균열, 망상균열, 오염, 누수흔적, 재료분리, 철근노출, 폐콘크리트 적치	
	교량받침		·받침콘크리트 균열, 받침콘크리트 재료분리, 받침콘크리트 철근노출, 받침콘크리트 파손	
	기타부재	신축이음	·양호	
		방 호 벽	·균열, 균열부 백태, 파손, 긁힘, 망상균열, 표면불량, 이격단차	
		배수시설	·양호	
		점검시설	·양호	
재료시험	콘크리트 강도시험		상부구조 : 28.9~28.6 하부구조 : 22.7~23.6	
			평 가	설계기준강도 이상 확보 (상부:27.0MPa, 교대:24.0MPa,) 하부구조 비건전부에 의한 결과로 기준치에 비해 낮으나 문제없음
	탄 산 화 시 험		상부구조(캔틸레버) : 104.2 하부구조(교대) : 77.5	
			평 가	탄산화 깊이 측정 결과, 측정 전 개소에서 피복 잔여깊이가 30mm이상 확보가 되는 것으로 확인되어 탄산화로 인한 철근의 부식위험은 없는 것으로 판단된다.
상태평가/종합평가			·0.173 ▷ 「B」(양호)	
종합의견			- 본 양노교 에 대한 시설물평가는「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」에 제시된 시설물평가 기준을 토대로 실시하였으며, 상태평가 산정결과 일부 결함이 발생되었으나 안전 등급은 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태”인 B등급 으로 평가되었다. 향후 교량 공용시 현재의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. - 종합평가 등급 : **B**	

다. 보수·보강 및 유지관리 관련자료

본 시설물에 대한 FMS에 등록된 보수·보강 이력은 없는 것으로 조사되었으며, 관리주체 확인결과 준공이후 중대결함에 대한 보수·보강은 없었으며, 주로 경미한 손상들에 대하여 일상적인 유지관리 활동이 이루어지고 있는 것으로 확인되었다.

또한, 준공이후 하중상태 등 변화 여부를 파악하기 위해 준공당시 설계도서 및 유지관리이력 등을 참조하여 검토한 결과, 준공이후 용도, 구조, 하중상태 변화는 없는 것으로 조사되었다.

<표 2.1.5> 보수·보강 이력

번호	공사명	공사구분	보수보강부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	보수	자체보수	방호벽 및 거더 외 보수	0	화성도시고속도로
	-				

향후 시설물 상태변화의 추적관찰을 위하여 일상 유지관리, 하자보수 등 모든 보수공사 내역에 대하여 지속적인 자료축적 및 이력관리가 필요한 것으로 판단된다.

라. 시설물 내진설계 여부 확인

관리주체에서 제공한 설계도서 및 FMS 확인결과, 본 시설물은 준공 당시 내진설계가 반영된 것으로 조사되었으며, 조사내용은 다음과 같다.

<표 2.1.6> 내진설계 여부 확인

구 분	내진설계 현황
FMS	1. 기본현황

시설물번호	관리번호	시설물명	노선		시설물분류			
			구분	세부노선	시설물종류	시설물종별	시설물구분	SOC성능평가대상
BR2017-0000444		양노교	시도	비봉~매송간 도시고속도로	경간장 50M이상인 한 경간 교량	2종	교량	무

주소 (시,도) (시,군,구) (읍,면,동) (리,번지 등 주소)				관리주체	관리주체구분				소유자	소유자구분			
					공공			민간		공공			민간
경기도	화성시	비봉면 양노리 514-1		화성도시고속도로(주)	중앙부처	지자체	(국가/지방)공기업	V	화성시	중앙부처	지자체	(국가/지방)공기업	

사업계획 승인일	준공 (사용승인)일	하자담보책임 만료일	2. 상세제원	3. 안전점검 및 정밀안전진단 이력	4. 보수·보강 이력	환기구 옆개 (점근 가능한 환기구)	5. 첨부자료 목록
	2017년 06월 30일	2027년 06월 29일	유	유	무		꾸미기_sam_6005.jpg 꾸미기_dscf3124.jpg

설계기간	설계자	공사기간	시공자	총공사비(백만원)
2010 ~ 2013-11-27	(주)동명기술공단종합건축사사무소	2014-03-31 ~ 2017-06-30	현대엔지니어링(주)	2,221

내진정보	내진설계 대상 유무	내진설계 적용 유무	적용내진설계기준	내진성능평가 실시 유무	내진보강 유무
	불명	적용		불명	불명

영21조대상	감리기간	감리자(책임감리원)	사업주체(발주자)	공사명	공사감독·공사관리관
아니오	2014-03-31 ~ 2017-06-30	곽건	화성도시고속도로(주)	비봉~매송간 도시고속도로 민간투자사업	화성시

기타 기본현황

작성일	작성자	최종 수정일	최종 수정자
2017년 07월 16일	화성도시고속도로(주) (인)	2017년 12월 01일	이영주

비고	

마. 자료수집 및 분석결과

본 과업을 수행하기 위하여 수집한 자료는 설계도서, 시설물 관리대장, 시공관련자료, 기존 안전점검 자료 등이며, 상기 자료에 대한 관리주체의 보관상태는 대체로 양호하여 정밀안전진단 등 유지관리업무에 적절히 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

<표 2.1.7> 자료수집 및 분석 결과

구 분	수집자료	자료분석 결과	과업 진행방향
건설 관련 자료	-실시설계보고서 -도면 -시설물관리대장 -기타 시공자료	-대상 시설물의 위치, 제원 등이 설계도면과 시설물관리대장이 일치함. -대상 구간의 구조특성 및 적용공법 등 현황을 검토·분석하였음	-현장조사시 육안점검을 통하여 준공이후 용도, 구조, 하중상태 등의 변화여부를 조사하도록 함. -육안점검이 불가한 조건에 있는 경우 설계도서를 활용하여 보완하도록 함.
유지 관리 자료	-안전점검 이력	-2017년 준공도면, 2020년, 2022년 정밀안전점검 보고서를 토대로 최근 상태를 검토·분석하였음	-금회 정밀안전점검은 전차 점검과 상태변화를 비교하여 심각성, 진행성 유무 판단함. -포장, 교량받침, 신축이음 등 기존손상의 진전 및 확대 여부 -바닥판, 거더 신규손상 유무
	-보수·보강 이력	-주요손상에 대한 보수·보강은 없었고, 관리주체의 일상적인 유지관리활동이 시행되는 것으로 확인됨.	-기존손상 보수유무 조사 -보수부 보수상태 적정성 확인

2.2 외관조사

본 과업대상 시설물인 양노교는 2017년 6월에 준공되어 공용년수 7년이 경과된 시설물로 화성시 비봉면 양노리에 위치한 교량이다. 교량제원은 연장 100m, 폭 26.0m(상·하행 총폭원)이며, 구조형식은 상부 HIPC 거더, 하부는 교대 역T형이며, 기초는 A1 말뚝기초, A2 직접기초로 시공된 것으로 조사되었다.

외관조사는 교량을 구성하는 각 부재에 대하여 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침』의 시설물별 점검사항에 근거하여 시행하였으며, 금번 점검구간은 기존 점검 및 유지관리자료 등을 분석하여 발생된 손상의 진전 및 확대, 보수 여부, 보수부 재손상 유무 확인에 주안점을 두고 조사하였으며, 점검대상 부위는 면밀한 조사가 가능하도록 고소작업차, 사다리 등의 접근장비를 이용한 근접조사를 원칙으로 시행하였으며, 균열확대경, 균열자를 사용한 균열폭 측정 및 점검망치를 사용한 타격조사를 실시하여 내부의 공동 및 박리, 층분리 발생여부를 확인하였다. 조사된 손상현황은 상태평가 및 유지관리 등에 활용하고, 시설물에 대한 지속적인 추적관리와 기술정보 제공이 가능하도록 외관조사망도에 상세히 기록하였다.



도보 현장조사 전경



도보 현장조사 전경



점검로 현장조사 전경



사다리를 이용한 현장조사 전경

<사진 2.2.1> 외관조사 전경

2.2.1 교면포장

가. 일반사항

교면포장은 상·하행 각각 2차로로 B=26.0m의 S.M.A(80mm)으로 시공되어 있으며, 준공이후 치수, 재료 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 차량통행량이 많은 시간대를 피하여 갓길을 이용한 도보점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 중차량 통행차로, 신축이음 경계부, 배수구 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 균열, 박리, 파손, 단차, 물고임 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과, 전차 점검과 같은 양호인 상태로 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



포장 전경



포장 전경



포장 전경



포장 전경

<사진 2.2.2> 교면포장 손상사진

<표 2.2.1> 교면포장 손상물량

구 분			S1	S2	합계
교면포장	상태양호	-	-	-	-

<표 2.2.2> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
교면포장	상태양호	-	-	-	-	-

라. 손상원인 및 대책방안

- 교면포장은 대체로 양호한 상태로 조사되어 정기적인 점검을 통하여 기능성을 유지하도록 한다.

2.2.2 방호벽

가. 일반사항

방호벽은 좌·우측에 H=1.35m의 콘크리트로 시공되어 있으며, 콘크리트 방호벽 상단에는 좌·우로 투석방지망이 50m씩 설치되어 있고, 준공이후 치수, 재료 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 차량통행량이 많은 시간대를 피하여 갓길을 이용한 도보점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 경간 중앙부, 방음벽 지주 접합부 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 선형불량, 부식, 파손, 균열 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과, 일부손상이 보수가 된 것으로 확인되었고, 방호벽 균열(cw=0.3mm미만), 균열(cw=0.3mm이상), 망상균열(cw=0.3mm미만), 파손이 조사되었다. 발견된 손상의 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준으로 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



방호벽 균열(S1) 보수완료



방호벽 망상균열(S1) 보수완료



방호벽 균열(S1) cw0.3mm미만



방호벽 이격단차(S1)

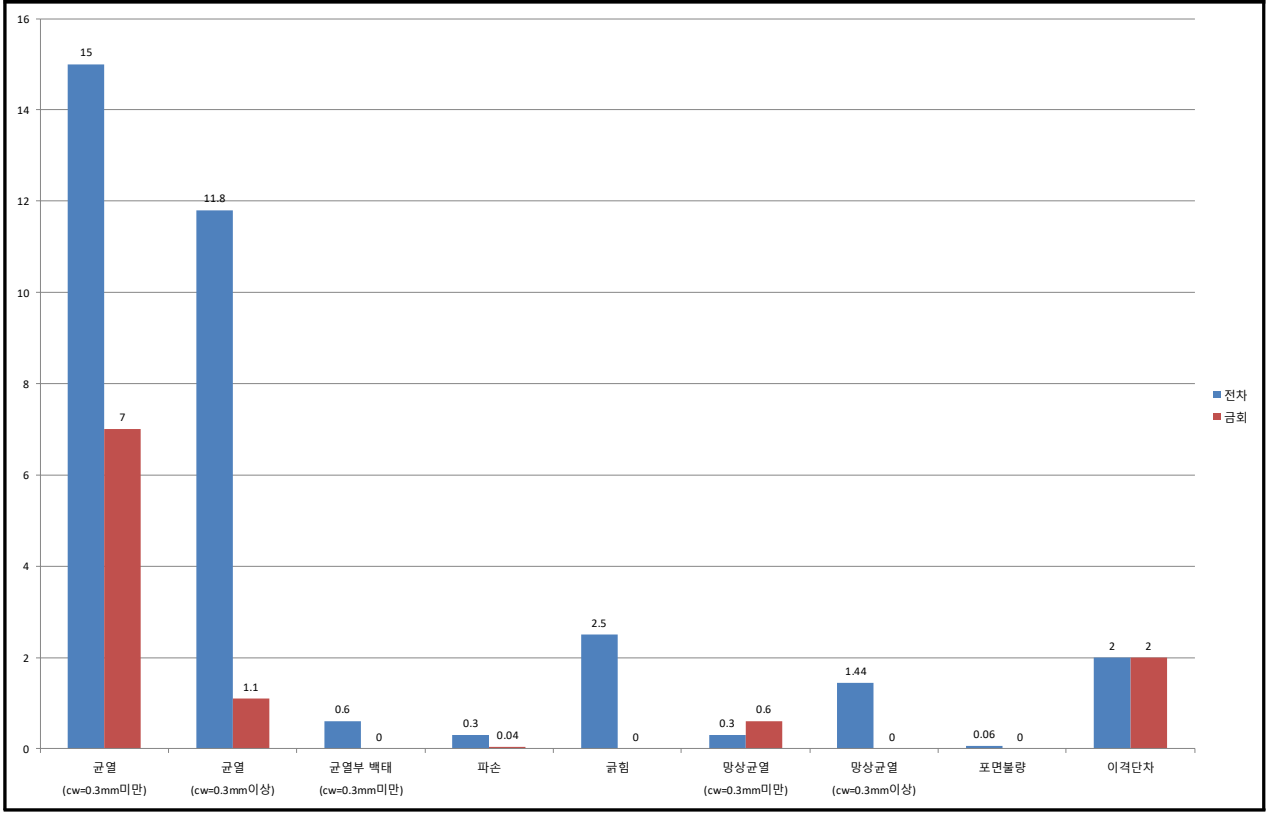
<사진 2.2.3> 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

<표 2.2.3> 방호벽 및 중앙분리대 손상물량

구 분			S1	합계
방호벽	균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	7.0/17	
	균열 (cw=0.3mm이상)	m/ea	1.1/3	
	망상균열 (cw=0.3mm미만)	㎡/ea	0.6/1	
	이격단차	ea	2.0	
	파손	㎡/ea	0.04/1	

<표 2.2.4> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
방호벽	균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	15.0	7.0	감소(▼8.0)	일부보수
	균열 (cw=0.3mm이상)	m/ea	11.8	1.1	-	-
	균열부 백태 (cw=0.3mm미만)	㎡/ea	0.6	-	감소(▼0.6)	보수완료
	파손	㎡/ea	0.3	0.04	-	-
	긁힘	㎡/ea	2.5	-	감소(▼2.5)	보수완료
	망상균열 (cw=0.3mm미만)	ea	0.3	0.6	증가(▲0.3)	손상증가
	망상균열 (cw=0.3mm이상)	㎡/ea	1.44	-	감소(▼1.44)	보수완료
	표면불량	㎡/ea	0.06	-	감소(▼0.06)	보수완료
	이격단차	m/ea	2.0	2.0	-	-



라. 손상원인 및 대책방안

- 균열(cw=0.3mm이상) : 최대 균열폭이 0.3mm이고, 발생형태가 불규칙하고, 진행성이 거의 없는 점을 고려할 때, 시공 시 온도변화 및 건조수축에 의한 비구조적인 균열로서 중대결함은 아닌 것으로 판단되며, 방치 시 지속적인 외기작용에 의한 열화를 가속화하여 박리 등으로 진전될 수 있으므로 내구성 확보를 위하여 주입보수하는 것이 바람직하다.

- 균열(cw=0.3mm미만) : 공용초기 손상으로서 발생위치가 국부적이고, 손상정도가 경미한 수준임을 고려할 때, 시공 시 온도변화 및 건조수축과 콘크리트품질 불량에 의한 것으로 판단되며, 상태변화를 지속관찰하여 진전여부에 따라 적절하게 조치하는 것이 바람직하다.

- 파손 : 발생위치가 불규칙하고, 손상크기가 작으며, 진행성이 거의 없는 점을 고려할 때, 공용 중 외부 충격에 의한 손상으로서 중대결함은 아닌 것으로 판단되며, 방치 시 손상부위로 표면수 및 우수유입에 의해 손상확대 및 추가 박락으로 주행차량의 안전에 영향을 줄 수 있으므로 안전성 및 내구성 확보를 위하여 단면보수하는 것이 바람직하다.
- 이격단차 : 침하의 지속적인 주의관찰을 통해 안정화 단계의 여부를 판단한다 이격의 크기가 전차와 비교시 크게 차이가 없는 것으로 판단되 진전여부를 지속관찰이 필요할것으로 사료된다..

2.2.3 배수시설

가. 일반사항

노면수 유도를 위한 본 교량의 종단경사는 +0.55%, 횡단경사는 -4.0%로 시공되어 있으며, 배수관은 육교형을 적용하였고, 배수구의 간격은 5.0m~7.0m 간격으로 설치되어 있다. 갓길과 교량하부를 이용한 도보점검으로 조사를 하였으며, 신규손상 발생 여부와 주요 성능저하 요인인 물고임, 배수구 막힘, 배수관 파손, 누수 등을 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과, 배수구 설치간격 넓음, 유입구 누락, 그레이팅 파손, 하부도로 배수관 누수, 구조물 부식유발, 배수관 고정 및 연결불량 등 특이결함은 없는 전차와 동일한 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



배수관 전경



배수구 전경



배수관 전경



배수관 전경

<사진 2.2.4> 배수시설 손상현황

<표 2.2.5> 배수시설 손상물량

구 분			S1	합계
배수시설	상태양호	-	-	-

<표 2.2.6> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
배수시설	상태 양호	-	-	-	-	-

라. 손상원인 및 대책방안

- 배수시설은 우천 시 노면수의 배수불량 및 체수로 이어져 주행차량의 미끄러짐에 의한 안전사고 발생과 포장 층 침투수에 의한 바닥판 열화의 원인이 되므로 배수기능 및 주요 부재의 내구성 확보를 위하여 주기적인 청소를 실시하며, 정기적인 점검을 통하여 기능성을 유지하도록 한다.

2.2.4 신축이음

가. 일반사항

신축이음장치는 모노셀 형식을 적용하여 교대(A1, A2) 구간에 설치하였으며, 갓길과 교량하부에서 사다리 및 고소점검차를 이용한 육안점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 주행차로부 본체와 구조물 경계부 후타재 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 충격음, 단차, 파손, 균열 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사결과

외관조사결과, 신규손상으로 후타재균열과 신축이음부식, 체수가 조사되었다. 전차 점검과 비교 시 신규로 발견된 손상으로 손상이 증가하였다. 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



신축이음 전경 (A1)



신축이음 전경 (A2)



후타재 균열 (A1) cw=0.3mm미만



본체 부식 (A2)

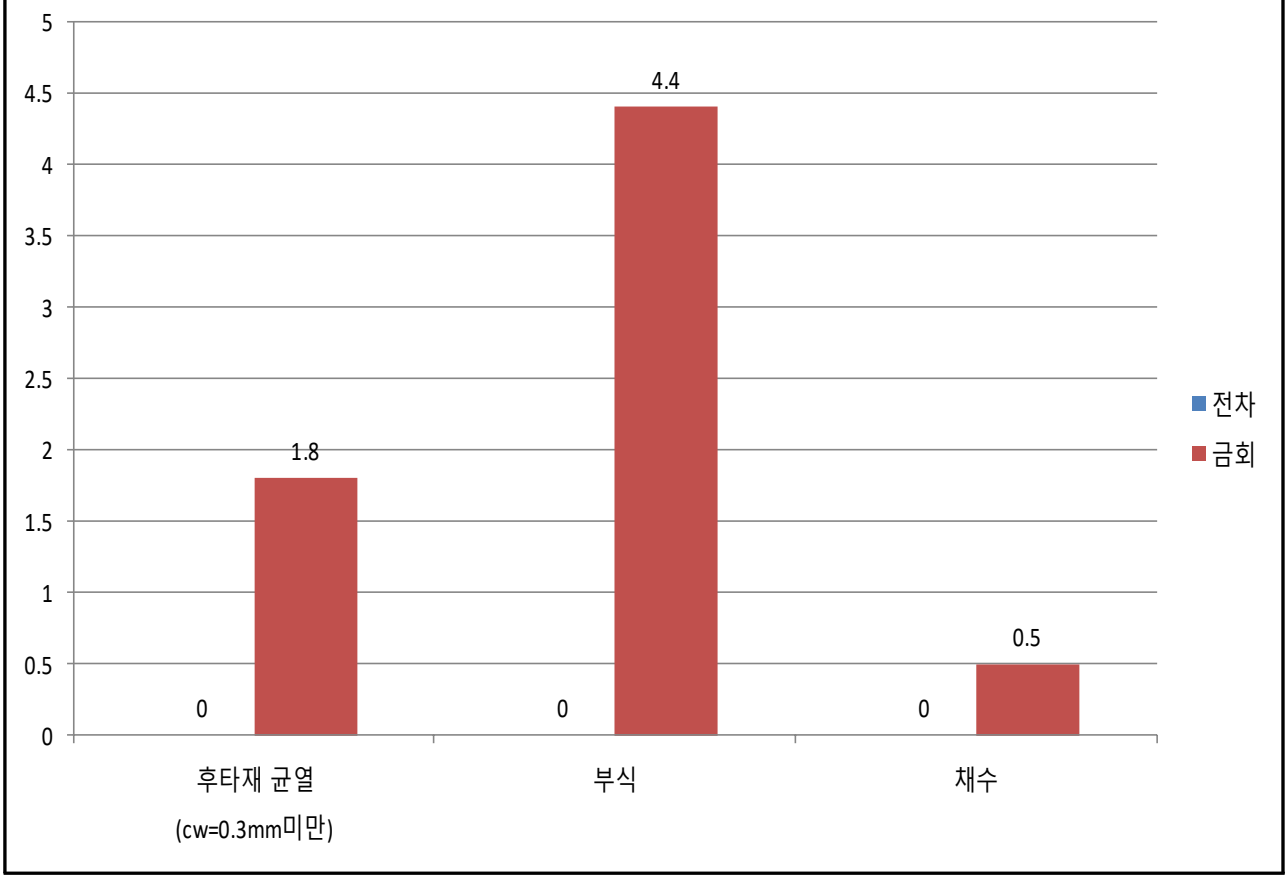
<사진 2.2.5> 신축이음 손상현황

<표 2.2.7> 신축이음 손상물량

구 분			A1	A2	합계
신축이음	후타재 균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	1.8/9	-	1.8/9
	부식	m/ea	-	4.4/1	4.4/1
	체수	m/ea	-	0.5/1	0.5/1

<표 2.2.8> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
신축이음	후타재 균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	-	1.8	증가(▲1.8)	-
	부식	㎡/ea	-	4.4	증가(▲4.4)	-
	체수	㎡/ea	-	0.5	증가(▲0.5)	-



라. 손상원인 및 대책방안

- 후타재 균열(cw=0.3mm미만), 후타재 균열(cw=0.3mm이상) : 공용초기 손상으로서 발생 위치가 국부적이고 손상정도가 경미한 수준임을 고려할 때, 시공 시 온도변화 및 건조수축, 중차량의 반복재하에 의한 것으로 판단되며, 상태변화를 지속관찰하여 진전여부에 따라 적절하게 조치하는 것이 바람직하다.
- 부식 : 발생 위치가 신축이음 본체 쪽으로 불규칙적이며, 진행성이 거의 없는 점을 고려할 때, 시공 시 품질확보 불량 및 공용 중 수분 접촉에 의한 것으로 신축이음 본체 파손이나 신축 거동에 기능불량은 없는 수준이므로 중대 결함은 아닌 것으로 판단 되며, 방치 시 본체의 내구성 저하 등으로 인한 본체 파손 등의 주행 차량의 안전성을 저해하고, 교량의 신축 거동의 장애를 가속화 할 수 있으므로 안전성과 사용성 확보를 위하여 재도장을 설치하는 것이 바람직하다.
- 체수 : 공용중 노면 이물질의 유입에 따른 퇴적으로 인한 배수 불량에 의한 것으로 판단되며, 방치시 신축이음의 신축거동의 방해요소가 될 수 있으므로 주기적인 점검을 통한 지속관찰을 하는 것이 바람직하다.

바. 신축이음 유간검토

각 지점별 신축이음의 이론신축량과 실측유간을 비교 검토한 결과 실측유간은 온도변화에 따른 신축여유량을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.



신축이음 유간측정



신축이음 유간측정

<사진 2.2.6> 신축이음 유간측정 전경

<표 2.2.9> 신축이음 유간검토 결과

구분		신축거더 길이 (m)	계산가동량(mm)		실측유간 (mm) (C)	설계유간 (mm) (D)	가동여유량(mm)		평가
			동절기⊿l(A)	하절기⊿l(B)			동절기⊿l(D-A-C)	하절기⊿l(C-B)	
A1	New monosell NO.50	58.87	-	-	18.0	50	-	-	고정단
A2	New monosell NO.80	58.87	18.08	11.85	26.0	80	35.92	14.15	O.K

◎ 이동량 측정 날짜 및 일평균온도 : 2024.5.09.(측정시 기온 : 15.2°C)
◦ 검토온도 : -15℃~35℃(한랭지방, PSC교)

◎ 온도변화에 의한 이동량(△ℓt)
◦ 신축량 Δℓt(mm) = α × △T × L
◦ 최대 신장시(35℃-15.2℃) = 19.8℃
◦ 최대 수축시(-15℃-15.2℃) = -30.2℃
α = 선팽창계수(PSC : 1.0×10^{-5})
L = 신축 거더 길이

2.2.5 바닥판

가. 일반사항

바닥판은 철근콘크리트 구조로서 캔틸레버부 및 바닥판은 현장타설 공법을 적용하였다. 준공이후 치수, 재료 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 교량하부에서 사다리 및 고소작업차를 이용한 육안점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 경간 중앙부와 배수구 및 신축이음부 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 균열, 망상균열, 층분리, 누수, 백태, 철근부식 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과, 기존손상인 철근노출이 조사되었다. 전차 점검의 마감콘크리트, 재료분리는 보수가 된 것으로 확인되었고, 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



바닥판 전경



철근노출(S1)

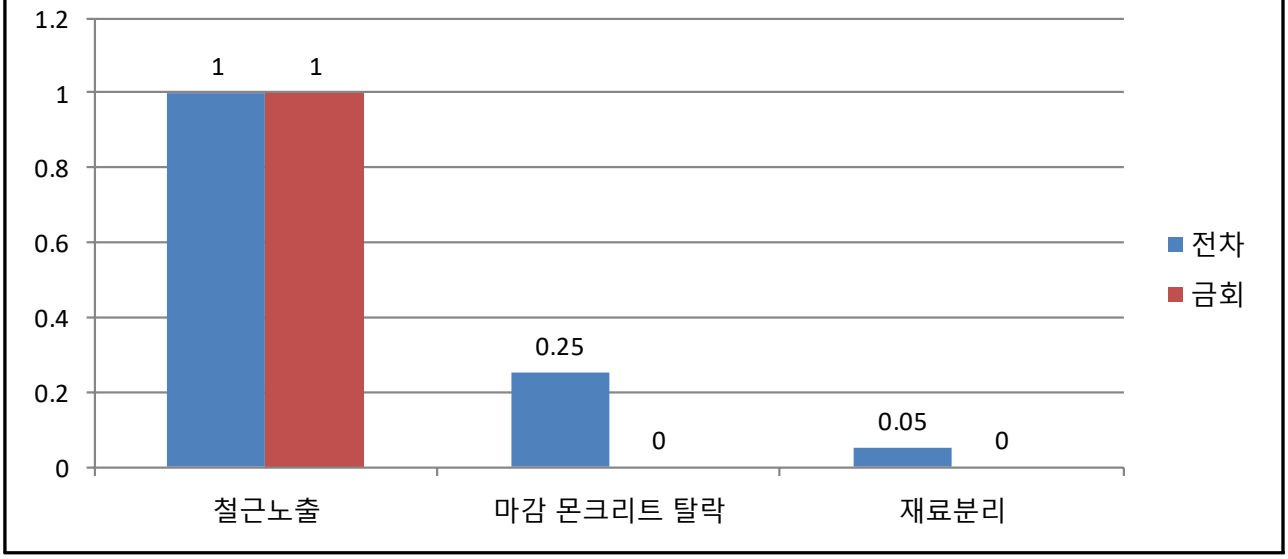
<사진 2.2.7> 바닥판 손상현황

<표 2.2.10> 바닥판 손상물량

구 분			S1	합계
바닥판	철근노출	ea	1	1

<표 2.2.11> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
바닥판	철근노출	ea	1	1		-
	마감 콘크리트 탈락	㎡/ea	0.25	-	감소(▼0.25)	보수완료
	재료분리	㎡/ea	0.05	-	감소(▼0.05)	보수완료



라. 손상원인 및 대책방안

- 금회 점검결과, 발생된 손상들은 주로 경미한 수준으로 중대결함 등 및 기능성, 내구성을 저하시킬 만한 현저한 손상은 없는 것으로 판단된다. 철근노출은 시공당시 시공미흡에 의한 결함으로 보인다.

2.2.6 거더 및 가로보

가. 일반사항

거더는 HIPC 공법으로 시공되어 있으며, 가로보가 설치되어 있다. 사다리와 드론을 이용한 전 구간 상세조사를 하였으며, 경간 중앙부와 받침부, 연결부 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 변형, 도장손상, 균열, 누수, 파손 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과, 거더 일부 구간 보수를 한 것으로 확인되었고, 가로보는 대체로 양호한 상태로 조사되었으나, 거더에서 균열이 조사되었다. 전차 점검과 비교 시 균열은 기존손상인 것으로 확인되었고, 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 양호한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



거더 및 가로보 전경



거더 및 가로보 전경



파손 및 긁힘 0.8m x 0.1m (보수완료)



균열 S1-G1 cw=0.3mm미만 3ea

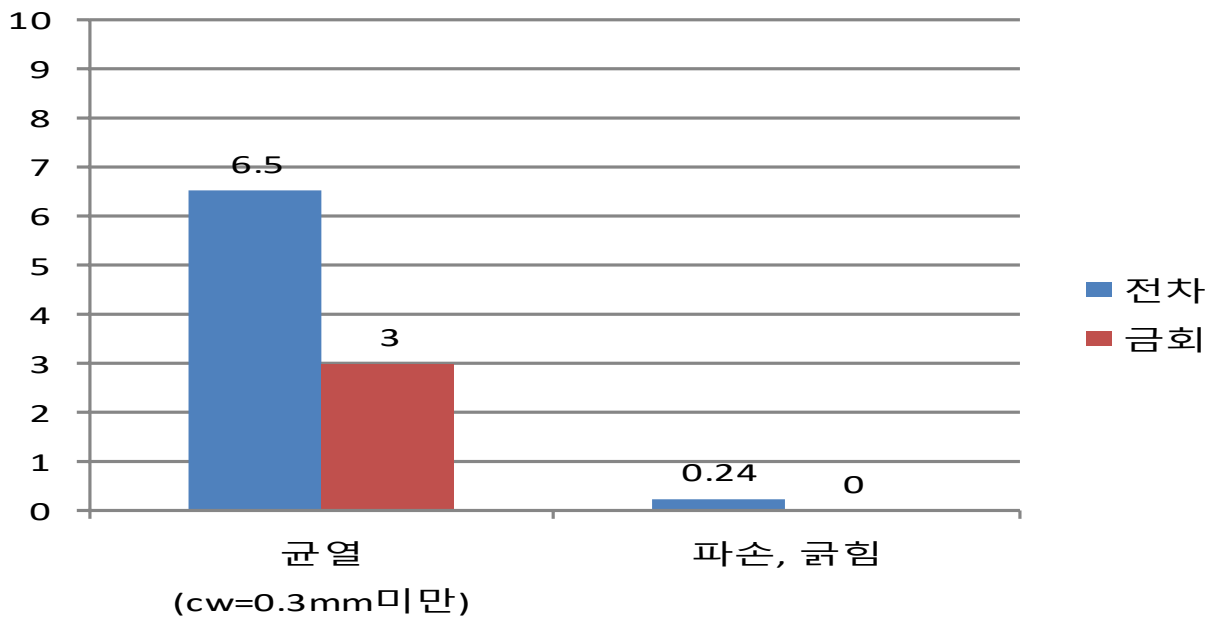
<사진 2.2.8> 거더 및 가로보 손상현황

<표 2.2.12> 거더 및 가로보 손상물량

구 분			S1	합계
거더	균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	3.0/3	3.0/3

<표 2.2.13> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
거더	균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	6.5	3.0	감소(▼3.5)	일부보수
	파손, 긁힘	㎡/ea	0.24	-	감소(▼0.24)	보수완료



라. 손상원인 및 대책방안

- 균열(0.3mm미만) : 최대 균열폭이 0.3mm미만으로, 발생위치가 거더 복부에서 사방향으로 국부적으로 발생하였으나 중복성, 대칭성이 없으며 준공이후 하중변화가 없는 점 등을 종합적으로 고려할 때, 시공 시 온도변화 및 건조수축에 의한 비구조적인 균열로서 중대결함은 아닌 것으로 판단되며, 발생위치가 구조적 취약부위 이므로 방치시 지속적인 외부작용에 의해 손상이 진전될 수 있으므로 내구성 확보를 위하여 표면처리하는 것이 바람직하다.

2.2.7 교량받침

가. 일반사항

교량받침은 전 지점에 대하여 탄성고무받침으로 시공되어 있다. 지진에 의한 수평 하중 작용시 쐐기가 탈락되고 적층고무가 전단강성으로 상부구조물의 고유주기를 길게 하여 지진력이 감소하고 각 하부구조물에 지진력을 분산 전달하는 특징을 가지고 있다. 점검로를 통한 육안점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 받침콘크리트 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 신축유간 부족, 가동장애, 고정불량, 부식, 파손, 균열, 물고임 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과, 기존손상이 보수 된 것으로 확인되었다. 신규손상으로 플레이트부식이 발견되었다. 조사된 손상은 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



교량받침 전경



플레이트 부식(교대A1)

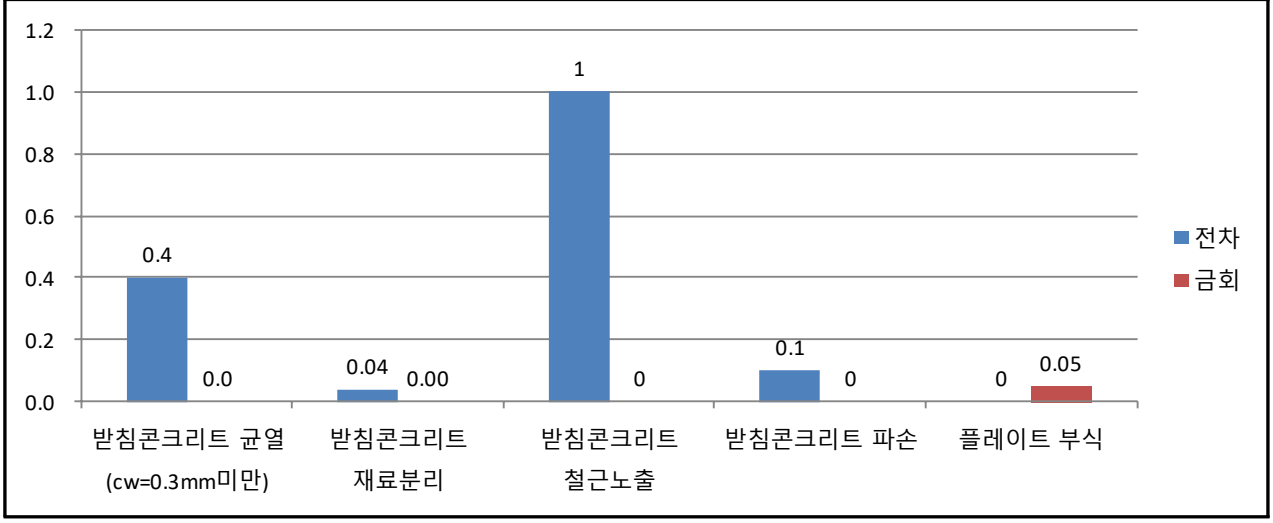
<사진 2.2.9> 교량받침 손상현황

<표 2.2.14> 교량받침 손상물량

구 분			A1	A2	합계
교량받침	플레이트 부식	m/ea	0.05/1	-	0.05/1

<표 2.2.15> 전차 점검 결과와 비교

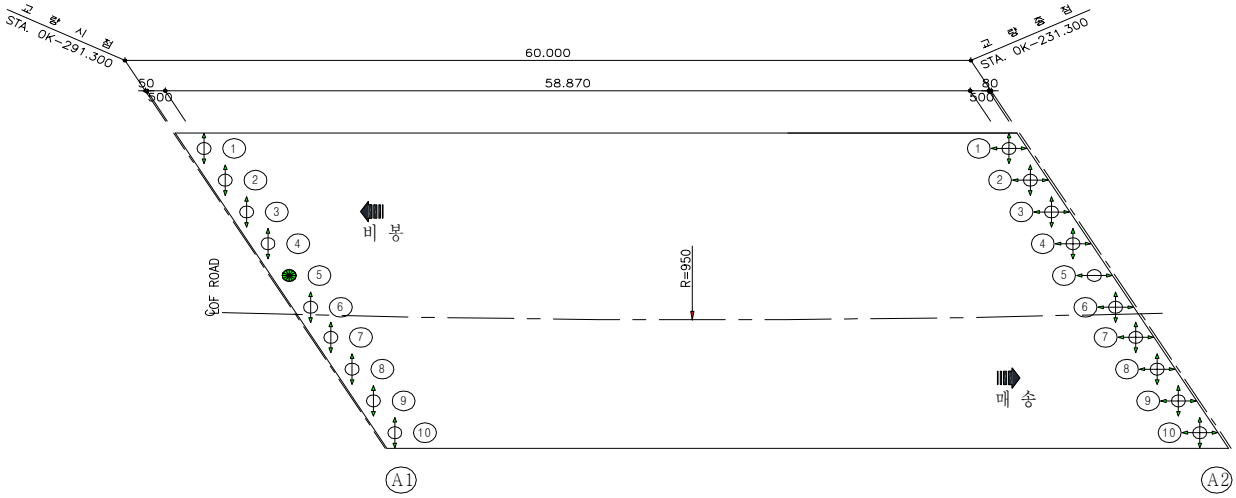
손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
교량받침	받침콘크리트 균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	0.4	-	감소(▼0.4)	보수완료
	받침콘크리트 재료분리	㎡/ea	0.04	-	감소(▼0.04)	보수완료
	받침콘크리트 철근노출	ea	1	-	감소(▼1)	보수완료
	받침콘크리트 파손	㎡/ea	0.1	-	감소(▼0.1)	보수완료
	플레이트 부식	m/ea	-	0.05	증가(▲0.05)	신규손상



라. 손상원인 및 대책방안

- 플레이트 부식 : 공용초기 손상으로서 발생위치가 국부적이고, 손상정도가 경미한 수준임을 고려할 때, 시공 시 도장품질 및 방식처리 불량에 의한 것으로 판단되며, 상태변화를 지속관찰하여 진전여부에 따라 적절하게 조치하는 것이 바람직하다.

■ 교량받침 검토



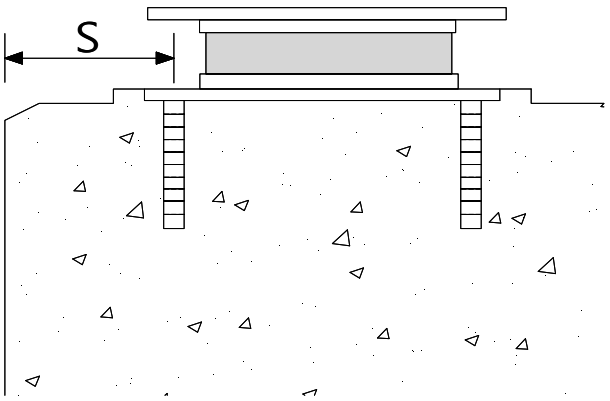
<사진 2.2.10> 받침장치 배치도

가. 최소 연단거리 산출방법

<표 2.2.16> 연단거리 산출방법

구 분	연단 거리 검토	비고
지간이 100m 이하인 경우	S1 = 20 + 0.5L	L=60.0m
지간이 100m 이상인 경우	S1 = 30 + 0.4L	-

나. 연단거리 검토



연단거리 측정기준 <탄성받침>



연단거리 측정

<사진 2.2.11> 연단 측정 현황

<표 2.2.17> 연단거리 검토결과

구분	지간장(m)	설계기준(㎜)	실측값(mm)										평가
			sh1	sh2	sh3	sh4	sh5	sh6	sh7	sh8	sh9	sh10	
A1	60.0	500	700	700	680	590	710	670	690	640	680	710	O.K
A2	60.0	500	650	650	620	620	640	640	620	620	620	640	O.K

- 받침장치 연단거리 측정결과 필요 연단거리 이상을 확보하는 것으로 검토되었다.

다. 받침장치 이동량 검토



받침 이동량 측정



받침 이동량 측정

<사진 2.2.12>받침장치 이동량 측정

1) 온도에 의한 계산 이동량 측정

<표 2.2.18> 받침장치 이동량 측정결과

구분	온도변화(△T)		선팽창계수	신축거더 길이(L) (m)	온도에 의한 계산 이동량 (mm)		비고
	동절기 (℃)	하절기 (℃)			동절기	하절기	
A2	-30.2	19.8	1.0×10^{-5}	60.00	18.60	11.40	

◎ 이동량 측정 날짜 및 일평균온도 : 2024.5.09.(측정시 기온 : 15.2℃)

◦검토온도 : -15℃~35℃(한랭지방, PSC교)

◎ 온도변화에 의한 이동량(△ℓt)

◦신축량 Δℓt(mm) = α × △T × L

◦최대 신장시(35℃-15.2℃) = 19.8℃

◦최대 수축시(-15℃-15.2℃) = -30.2℃

α = 선팽창계수(PSC : 1.0×10^{-5})

L = 신축 거더 길이

2) 받침장치 이동량 측정

<표 2.2.19> 받침장치 이동량 측정결과

구분	허용 가동량 (mm)	실측값(mm)										최대 이동량(mm)		평가
		Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	Sh7	Sh8	SH 9	SH 10	동절기	하절기	
A1	고정단													
A2	±40	6	6	6	6	7	8	7	8	7	6	-26 ~ -24	18 ~ 20	O.K

3) 받침장치 이동량 검토결과

받침장치의 가동상태는 대체로 양호하였으며, 이상가동은 없는 것으로 분석되었다.

2.2.8 교대

가. 일반사항

교대(A1~A2)는 철근콘크리트 구조로서 전지점이 말뚝기초로 시공되었다. 교량하부에서 도보 및 사다리, 고소점검차를 이용한 육안점검으로 전 구간 상세조사를 하였다. 교대 구체 및 흉벽부, 받침부, 날개벽 주변 부위, 받침부를 중심으로 주요 성능저하 요인인 기울음, 침하, 전도, 누수, 유간밀착, 균열, 파손, 철근노출 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

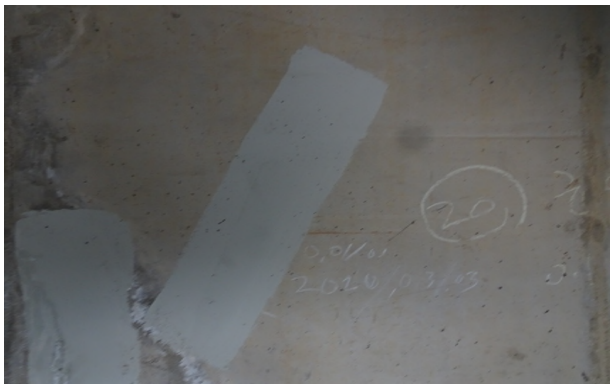
나. 외관조사 결과

외관조사결과 기초는 원지반에 매입된 상태이며, 기존손상인 철근노출이 조사되었고, 신규손상으로 재료분리가 발견되었다. 전차 점검과 비교시 대부분 전차손상인 것으로 조사되었다. 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



균열 cw= 0.3mm미만(A1) 보수완료



균열 cw= 0.3mm미만(A1) 보수완료



균열 cw= 0.3mm미만(A2) 보수완료



재료분리 0.2m x 0.2m (A2)

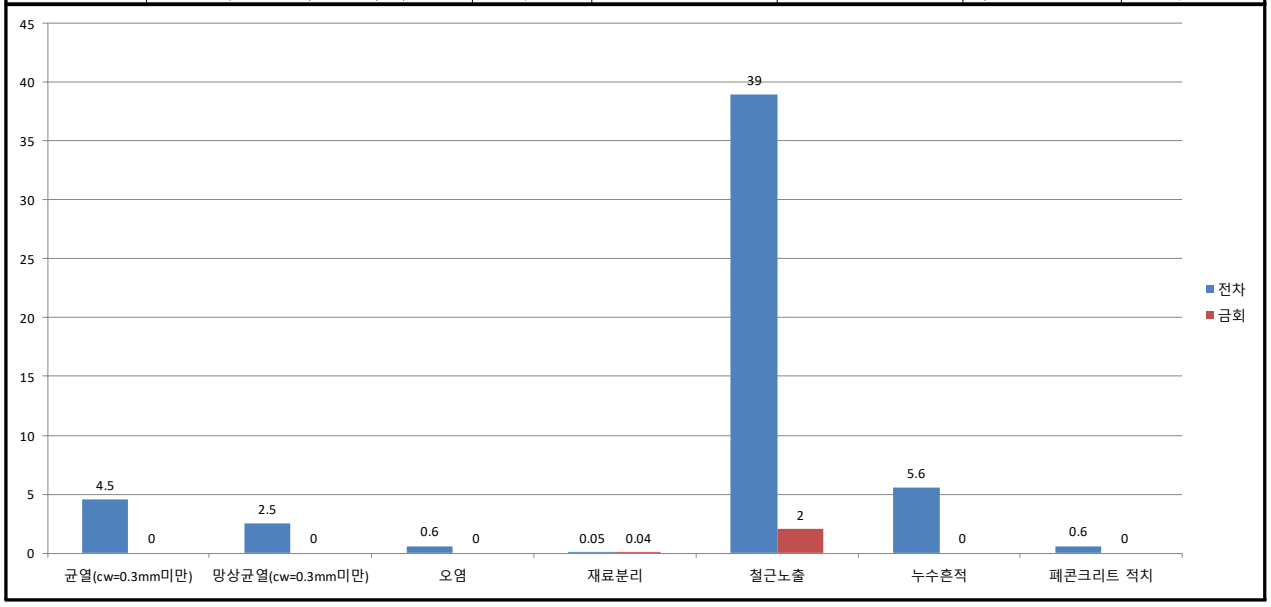
<사진 2.2.13> 교대 손상현황

<표 2.2.20> 교대, 교각 손상물량

구 분			A1	A2	합계
교대	철근노출	ea	2.0	-	2.0
	재료분리	㎡/ea	-	0.04/1	0.04/1

<표 2.2.21> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
교대	균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	4.5	-	감소(▼4.5)	보수완료
	망상균열 (cw=0.3mm미만)	㎡/ea	2.5	-	감소(▼2.5)	보수완료
	오염	㎡/ea	0.6	-	감소(▼0.6)	보수완료
	재료분리	㎡/ea	0.05	0.04	감소(▼0.01)	보수완료 신규손상
	철근노출	ea	39	2.0	감소(▼37.0)	일부보수
	누수흔적	㎡/ea	5.6	-	감소(▼5.6)	보수완료
	폐콘크리트 적치	㎡/ea	0.6	-	감소(▼0.6)	보수완료



라. 손상원인 및 대책방안

- 재료분리 : 발생위치가 국부적이고, 손상정도가 경미한 수준임을 고려할 때, 시공 시 콘크리트 배합 및 다짐불량에 의한 것으로 판단되며, 상태변화를 지속관찰하여 진전여부에 따라 적절하게 조치하는 것이 바람직하다.
- 철근노출 : 발생위치가 국부적이고, 손상정도가 경미한 수준임을 고려할 때, 시공 시 철근정리 미흡에 의한 초기결함으로 상태변화를 지속관찰하여 진전여부에 따라 적절하게 조치하는 것이 바람직하다.

2.2.9 하중상태 조사

가. 일반사항

본 교량의 공용중 하중 변화 여부를 파악하기 위해 기존 자료(준공도서, 기 점검보고서)를 참조하여 조사를 실시하였으며, 현재 부착시설물은 가로등, 점검로가 확인되었다.

나. 외관조사 결과

하중상태에 대한 외관조사결과, 기 정밀안전점검 이후 용도 구조의 변경 및 추가 설치된 시설물은 없는 상태이며, 구조부재의 규격, 사용재료 및 기 설치된 부착시설물의 하중 도 변화가 없는 것으로 조사되었다. 따라서 본 교량은 준공 후 용도, 구조, 하중의 변화가 없는 상태이며, 향후 하중상태에 대한 변화가 있을 경우 구조검토 등을 실시하고 그에 따른 적절한 조치가 이루어진다면 시설물의 공용에는 문제가 없을 것으로 판단된다.



가로등 상태



투석방지망 상태

<사진 2.2.14> 하중상태 조사현황

<표 2.2.22> 하중상태 조사결과

위 치	하중상태 변화여부	위 치	하중상태 변화여부
S1	변화없음	S2	변화없음

2.2.10 공중이 이용하는 부위

가. 일반사항

공중이 이용하는 부위는 추락방지시설, 도로포장, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개로 나누어져 있다. 도보를 이용한 육안점검으로 상세조사를 하였으며,. 결함 및 파손 고정부 및 연결부 파손, 도로포장 결함 및 파손 포트홀, 신축이음부 토사 이물질퇴적, 후타재균열, 신축유간, 덮개들의 결함 및 파손 등의 발생 유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과 상태 양호한 것으로 확인되었고, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



추락방지시설 (점검로)



추락방지시설 (점검로)



도로포장



도로부 신축이음부

<사진 2.2.15> 공중이 이용하는 부위 조사현황

<표 2.2.23> 공중이 이용하는 부위 손상물량

구 분		손상현황	비고
공중이이용하는부위	추락방지시설	상태양호	-
	도로포장	상태양호	-
	도로부 신축이음부	후타재균열, 부식, 체수	-
	환기구 등의 덮개	상태양호	-

라. 손상원인 및 대책방안

- 후타재 균열(cw=0.3mm미만), 후타재 균열(cw=0.3mm이상) : 공용초기 손상으로서 발생위치가 국부적이고 손상정도가 경미한 수준임을 고려할 때, 시공 시 온도변화 및 건조수축, 중차량의 반복재하에 의한 것으로 판단되며, 상태변화를 지속관찰하여 진전여부에 따라 적절하게 조치하는 것이 바람직하다.
- 부식 : 발생 위치가 신축이음 본체 쪽으로 불규칙적이며, 진행성이 거의 없는 점을 고려할 때, 시공 시 품질확보 불량 및 공용 중 수분 접촉에 의한 것으로 신축이음 본체 파손이나 신축 거동에 기능불량은 없는 수준이므로 중대 결함은 아닌 것으로 판단되며, 방치시 본체의 내구성 저하 등으로 인한 본체 파손 등의 주행 차량의 안전성을 저해하고, 교량의 신축 거동의 장애를 가속화 할 수 있으므로 안전성과 사용성 확보를 위하여 재도장을 설치하는 것이 바람직하다.
- 체수 : 공용중 노면 이물질의 유입에 따른 퇴적으로 인한 배수 불량에 의한 것으로 판단되며, 방치시 신축이음의 신축거동의 방해요소가 될 수 있으므로 주기적인 점검을 통한 지속관찰을 하는 것이 바람직하다.

2.2.11 전차 점검결과와 비교 분석

전차 점검결과와 비교시 교면포장, 방호벽, 배수시설, 신축이음, 바닥판, 거더, 교량받침, 점검로에서 나타난 손상은 대부분 기존손상인 것으로 확인되었다. 손상의 감소가 있었던 것은 보수작업이 있어 감소된 것으로 판단되며, 대부분 경미한 결함으로 구조 안전성을 저해하는 구조적 결함이나 심각한 내구성 및 기능성 저하는 발생하지 않은 것으로 검토되었으나, 신축이음 본체 단차는 주행차량의 안정성에 크게 영향을 줄 수 있으므로 즉시 보수가 필요할 것으로 사료된다.

<표 2.2.24> 전차 점검결과와 비교

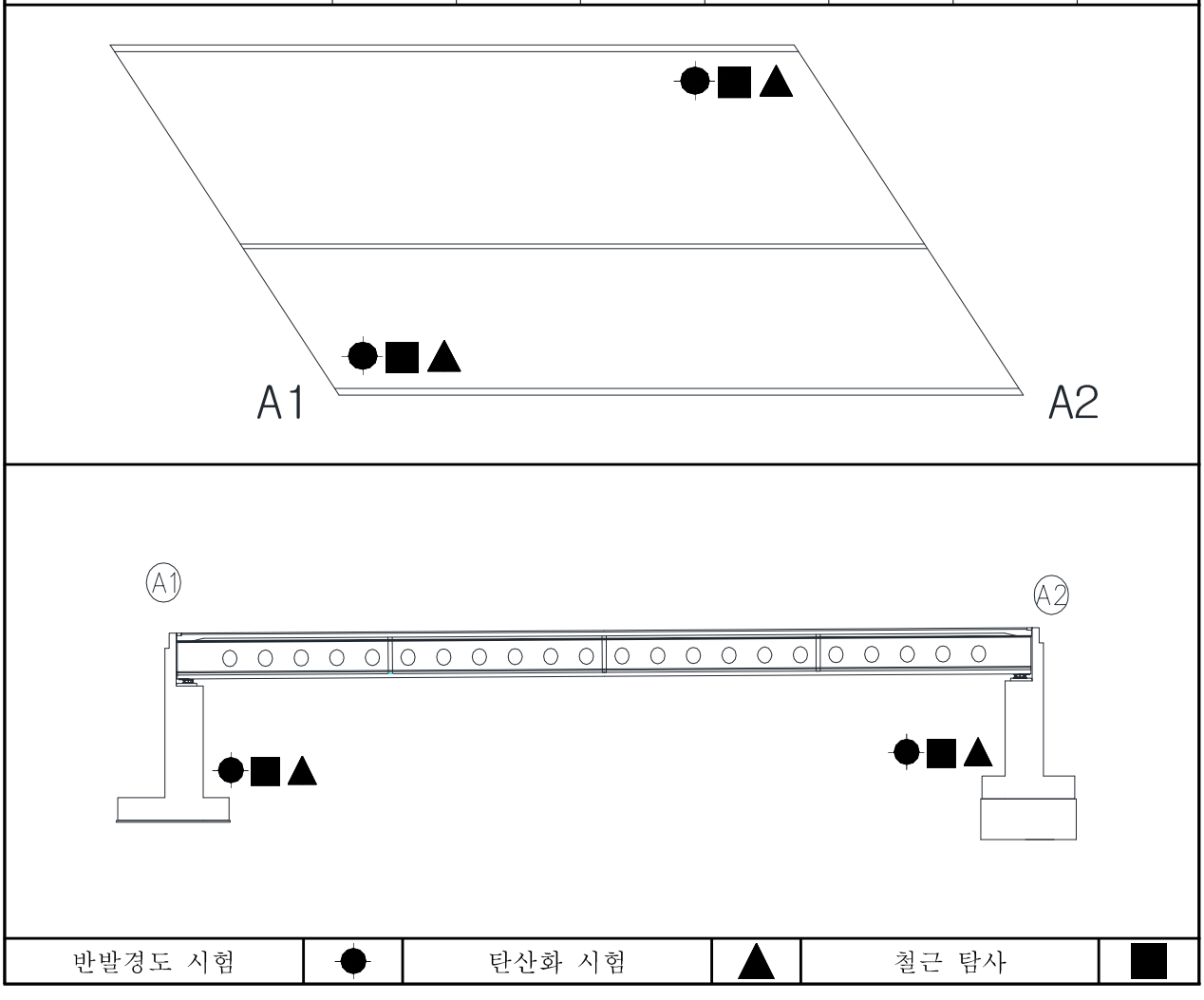
부재명	전차 정밀안전점검 결과	금회 정밀안전점검 결과	비고
교면포장	상태 양호	상태 양호	-
방호벽	균열, ~~균열부 백태~~, 파손, ~~긁힘~~, 망상균열, ~~표면불량~~	균열, 파손, *망상균열*, **이격단차**	일부보수 ~~보수완료~~ *수량증가* **신규손상**
배수시설	상태 양호	상태 양호	-
신축이음	상태 양호	**후타재균열, 부식, 체수**	**신규손상**
바 닥 판	철근노출, **재료분리, 콘크리트 마감탈락**	철근노출	**보수완료**
거더	균열, **파손, 긁힘**	균열	일부보수 **보수완료**
가로보	상태 양호	상태 양호	-
교량받침	**받침콘크리트 균열, 받침콘크리트 재료분리, 받침콘크리트 철근노출, 받침콘크리트 파손**	플레이트 부식	**보수완료** 신규손상
교대	**균열, 망상균열, 오염, 재료분리,** 철근노출, **누수흔적, 폐콘크리트 적치**	철근노출, 재료분리	**보수완료** 일부보수 신규손상
점검시설	상태 양호	상태 양호	-
공중이 이용하는 부위	-	**후타재균열, 부식, 체수**	**신규손상**

2.3 내구성조사

2.3.1 내구성조사 항목 및 수량

본 시설물 내구성조사의 시험항목 및 수량은 『시설물의 안전 및 유지관리 세부지침(국토교통부)』을 기준으로 하고, 현장여건을 반영하여 정밀안전점검에 대한 상태평가 및 구조물의 분석이 객관적이고 보편타당하게 이루어질 수 있도록 조사자료를 충분히 확보할 수 있는 수준으로 결정하였다.

부재 \ 시험종류	기준수량			적용수량			조정비
	반발경도	탄산화	철근탐사	반발경도	탄산화	철근탐사	
상부구조	2	1	1	2	2	2	100%
하부구조	2	1	1	2	2	2	100%
계	4	2	2	4	2	2	100%



<그림 2.3.1> 내구성조사 위치

2.3.2 콘크리트 비파괴강도조사 분석결과

반발경도 시험법에 의한 비파괴강도는 캔틸레버, 교대에 대하여 실시하였으며, 그 결과는 다음 표와 같다.

<표 2.3.1> 양노교 비파괴강도 측정결과(상부구조) [단위 : MPa]

구분	시험 위치	비파괴시험	추정압축강도			설계강도 (B)
		반발경도(Ro)	일본재료학회 ①	일본건축학회 ②	사용식	
상부구조	S1 캔틸레버(매송방향)	61.2	37.6	33.8	②	27.0
	S1 캔틸레버(비봉방향)	44.0	23.9	26.0		

<표 2.3.2> 양노교 비파괴강도 측정결과(하부구조) [단위 : MPa]

구분	시험 위치	비파괴시험	추정압축강도			설계강도 (B)
		반발경도(Ro)	일본재료학회 ①	일본건축학회 ②	사용식	
하부구조	A1 흉벽	43.1	23.1	25.6	②	24.0
	A2 흉벽 (비건전부)	38.7	19.6	23.6		

<표 2.3.3> 양노교 비파괴강도 측정결과 [단위 : MPa]

부재 \ 종류		시험압축강도 (A)	설계기준강도 (B)	(A/B)×100 (%)
		일본건축학회 ②		일본건축학회 ②
상부구조	캔틸레버	26.0~33.8	27.0	96.3~125.2
하부구조	교대	23.6~25.6	24.0	98.3~106.7

콘크리트 비파괴 시험결과 상부구조 켄틸레버 건전부 추정 비파괴강도는 26.0~33.8MPa으로 분석 되었고, 일본건축학회식 상부부재 96.3~125.2%로 확인되었다.

콘크리트 비파괴 시험결과 하부구조 교대 비건전부 추정 비파괴강도는 23.6MPa 건전부는 25.6MPa으로 분석 되었고, 하부구조 건전부/비건전부 일본건축학회식 하부부재 98.3~106.7%로 확인되었다. 90%이상으로 설계강도와 비교시 낮게 측정되었지만, 큰 심각한 내구성 저하는 없는 것으로 판단된다.



반발경도 시험 S1 (매송방향)



반발경도 시험 S1 (비봉방향)

<사진 2.3.2> 반발경도 시험 현황

2.3.3 철근배근탐사 결과

철근탐사장비(RC-RADAR)를 이용한 조사를 실시하였으며, 그 결과는 다음 표와 같다.

<표 2.3.4> 철근탐사 측정결과

구 분		철근	배근간격 (mm)		피복두께 (mm)		비고
			측정치	설계기준	측정치	설계기준	
상부구조	S1 캔틸레버 (매송방향)	주철근(H19)	147	125	79	86.5	
		배력철근(H16)	241	250	55	105.5	
	S1 캔틸레버 (비봉방향)	주철근(H19)	125	125	53	86.5	
		배력철근(H16)	237	250	84	105.5	
하부구조	A1 흉벽	주철근(D16)	252	250	97	80	
		배력철근(D16)	304	290	81	80	
	A2 흉벽	주철근(D16)	241	250	60	80	
		배력철근(D16)	315	290	83	80	

철근탐사장비(RC-RADAR)를 이용한 조사결과 주철근 및 배력철근의 배근간격 및 피복 두께 상태는 대부분 양호하며, 일부 설계기준에 못 미치는 측정치가 나타난 것으로 보이나, 오차범위 근사치에 있기 때문에 양호한 것으로 평가할 수 있을 것이다.

RC-RADAR의 레이다파는 통과 매질의 유전상수6(콘크리트 유전상수 범위4~9)에 영향을 주기 때문에 건조함과 습함(물 유전상수81)에 따라 유전상수가 3 이하 12 이상으로 나타날 수 있다. 매질이 건조하여 유전상수가 낮아지면 레이다의 반사시간이 빨라져 낮은

피복두께로 나타나며, 반대로 매질이 습하여 유전상수가 높아지면 레이다의 반사시간 느려져 두꺼운 피복두께로 나타날 수 있다. 본 교량에서 RC-RADAR 탐사는 유전상수6을 사용하여 기존 설계치계산과 같게 하여 기준을 잡았으나 부재별-구간별 상이한 유전상수가 나타날 수 있어 매번 다른 유전상수를 적용할 수 없으므로 GPR탐사의 탐사오차를 감안하여 평가한다.



피복두께 측정 A1



피복두께 측정 S1

<사진 2.3.3> 피복두께 측정 현황

2.3.4 탄산화 깊이조사 분석결과

본 구조물에서는 측정위치에 타정공구 및 드릴을 이용하여 국부적으로 파손시킨 면에 페놀프탈레인 용액을 지시약으로 사용하는데, 이는 알카리성 콘크리트의 탄산화가 진행된 면에서는 무색으로 변화가 없는 무색의 깊이가 곧 탄산화 진행 깊이가 된다. 또한, 측정된 탄산화깊이를 이용하여 아래 식에 의해 잔존수명을 예측하였으며, 결과는 다음 <표 2.3.5>와 같다.

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

여기서, C : 탄산화깊이(mm) → 탄산화 잔여깊이

A : 탄산화 속도계수

t : 콘크리트 타설 후 경과된 시간(년)

<표 2.3.5> 탄산화 깊이의 측정결과

구 분		탄산화깊이 (mm)	실측피복 (mm)	잔여피복두께 (mm)	탄산화 속도계수(A)	잔존수명 예측(년)	평가 등급
상부 구조	S1 캔틸레버 (매송방향)	1.0	105.5	104.5	0.383	100년이상	a
	S1 캔틸레버 (비봉방향)	1.7	105.5	103.8	0.651	100년이상	a
하부 구조	A1 흉벽	3.0	88.0	77.0	1.149	100년이상	a
	A2 흉벽	2.1	88.0	77.9	0.804	100년이상	a

※탄산화 속도계수(A) = 탄산화깊이 / $\sqrt{\text{재령(년)}}$
※수명예측(년) = (철근피복 / 탄산화속도 계수)2
※잔존수명 예측(년) = 수명예측년수 - 경과년수



탄산화깊이 측정 A1



탄산화깊이 측정 S1

<사진 2.3.4> 탄산화 시험 현황

본 과업 대상 구조물의 콘크리트 부재에 대하여 탄산화 시험을 수행한 결과 상부구조에서 최소 1.7㎜, 하부구조에서 최대 3.0㎜까지 탄산화가 진행된 것으로 측정되었으며 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침』 건전성 평가기준(탄산화 잔여깊이 30㎜이상 : a등급)을 전반적으로 만족하는 것으로 측정되었다.

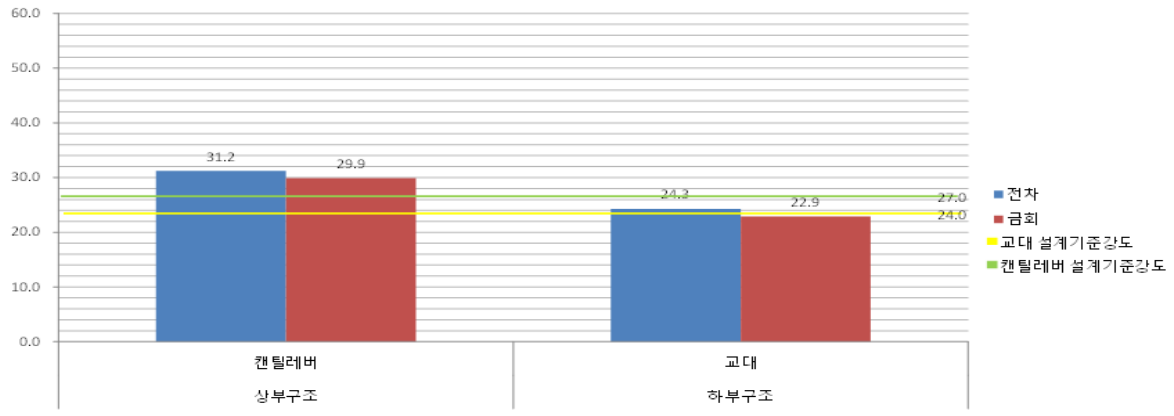
또한, 탄산화에 의한 수명 평가는 경과년수와 탄산화깊이와의 관계를 통해 탄산화 속도계수를 역추적하여 탄산화가 철근에 도달하는 시간을 계산하였다. 앞서 언급한 식 $C=A\sqrt{t}$ 에서 준공 후 현재까지의 경과년수 t는 설계도로부터 구할 수 있고 탄산화 깊이 C는 현장조사를 통하여 얻을 수 있으므로 탄산화 속도계수 A를 계산할 수 있다. 이에 따라 현재로부터 탄산화가 철근에 도달하는데 걸리는 시간을 추정한 결과 전반적으로 100년 이상으로 탄산화에 의한 철근부식은 없을 것으로 판단된다.

2.3.5 전차 점검결과와 비교 분석

가. 비파괴강도

<표 2.3.6> 전차 정밀결과와 비파괴강도 비교 [단위:MPa]

구 분		전차	금회	설계기준강도
상부구조	캔틸레버	28.6~29.0	26.0~33.8	27.0
하부구조	교대	22.7~25.9	23.6~25.6	24.0

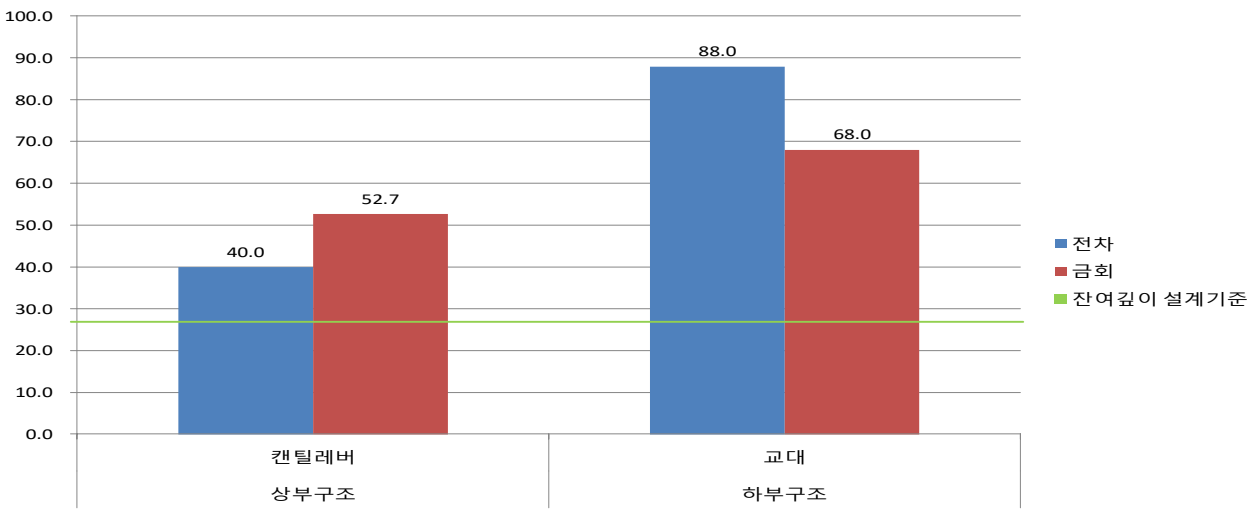


비파괴강도에 대한 비교결과 금회 과업시 측정한 강도의 미소한 차이는 있으나 이는 측정위치, 표면요철, 습윤 상태 등 여러요인에 의해 차이가 발생할 수 있으며 전 개소에서 설계강도 90%이상을 확보하고 있는 것으로 분석 되어 외관조사를 통한 손상상태 등을 종합적으로 고려했을 때 현재 콘크리트에 심각한 문제가 되지는 않으나 추후 차기 점검시 변화양에 대해 지켜볼 필요가 있다고 판단된다.

나. 탄산화깊이

<표 2.3.7> 전차 정밀결과와 탄산화 잔여깊이 비교 [단위:mm]

구 분		전차(잔여깊이mm)	금회(잔여깊이mm)	잔여깊이 설계기준
상부구조	캔틸레버	40.00	51.3~54.0	30mm이상
하부구조	교대	88.00	57.9~78.0	



탄산화깊이에 대한 비교결과 일부 부재에서 탄산화 깊이가 약간 증가된 것으로 보이나 이는 측정위치 및 시험자의 숙련도에 따라 일부 편차가 발생한 것으로 판단되며, 전반적으로 잔여깊이가 30mm이상으로 철근의 부식 가능성은 없는 양호한 상태인 것으로 평가되어 공용기간 경과에 따른 탄산화의 급격한 진전은 없는 것으로 판단된다.

2.4 상태평가

2.4.1 상태평가

양노교는 HIPC(PSC I) 형식으로 상태평가는 구조형식에 따른 부재별 가중치를 적용하여 환산결함도 점수를 산정하였으며, 기초에 할당된 가중치는 조사 불가로 하부 구조물 교대/교각의 가중치에 포함시켰다. 외관조사 및 내구성조사에 따른 상태평가 결과는 다음과 같다.

가. 부재별 평가적용 손상

부재명		평가적용 손상 및 사유	평가제외
바닥판		○상태양호	콘크리트 철근노출X
거더	HIPC	거더 균열 -균열 0.1mm	-
가로보 및 세로보		○상태양호	-
교면포장		○상태양호	-
배수시설		○상태양호	-
방호벽	강재	○상태양호	이격단차
	콘크리트	○0.3mm이상 균열, 파손 10%미만 -콘크리트 균열cw0.3mm이상, 파손	

부재명		평가적용 손상 및 사유	평가제외
신축이음	본체	-녹발생	체수 (신축이음의한 체수 X)
	후타재	-후타재균열	-
교량받침	탄성받침	○플레이트 부식	-
	받침콘크리트	○상태양호	-
교대		○열화 및 손상 표면 손상면적 2%미만 -철근노출, 재료분리	-
기초		-	-

나. 부재별 손상 및 상태평가 결과

1) 콘크리트 바닥판

<표 2.4.1> 콘크리트 바닥판

부재명	1방향 균열		2방향균열	열화 및 손상		부재면적		
	균열폭 (㎜)	균열면적 (㎡)	균열폭 (㎜)	손상면적 (㎡)	부식면적 (㎡)	가로 (m)	세로 (m)	면적 (㎡)
S1	-	-	-	-	-	11.0	59.87	658.57

※ 철근노출이 있으나 콘크리트 철근노출이 아니므로 평가에서 제외한다

<표 2.4.2> 콘크리트 바닥판 상태평가 결과

부재명	1방향 균열				2방향균열		열화 및 손상				평가 결과
	균열폭 (㎜)		균열율 (%)		균열폭 (㎜)		손상면적 (%)		부식면적 (%)		
S1	-	a	-	a	-	a	-	a	-	a	a

2) HIPC 거더

<표 2.4.3> HIPC 거더

부재명	균열(mm)		열화 및 손상		부재면적
	균열폭 (㎜)	균열면적 (㎡)	표면손상 (㎡)	철근부식면적 (㎡)	면적 (㎡)
S1	0.1	-	-	-	628.64

<표 2.4.4> HIPC 거더 상태평가 결과

부재명	균열		열화 및 손상				평가 결과
			표면손상 (%)		철근부식발생 (%)		
S1	0.1mm	b	-	a	-	a	**b**

※ 프리스트레스 거더로 적용하여 평가한다.

3) 가로보 및 세로보

<표 2.4.5> 가로보 및 세로보

부재명	균열(mm)	열화 및 손상		부재면적		
		표면손상 (㎡)	철근부식면적 (㎡)	둘레 (m)	연장 (m)	면적 (㎡)
S1	-	-	-	-	-	-

<표 2.4.6> 가로보 및 세로보 상태평가 결과

부재명	균열		열화 및 손상				평가 결과
			표면손상 (%)		철근부식발생 (%)		
S1	-	a	-	a	-	a	**a**

4) 교면포장

<표 2.4.7> 아스팔트 교면포장

부재명	포장불량			배수	부재면적(㎡)
	불량면적(㎡)	차량 주행성		물고임(ea)	
		요철(㎜)	손상폭(cm)		
S1	-	-	-	-	1466.2

<표 2.4.8> 교면포장 상태평가 결과

부재명	포장불량				배수		평가 결과
	불량면적 (%)		차량 주행성		물고임		
S1	-	a	-	a	-	a	**a**

5) 배수시설

<표 2.4.9> 배수시설

부재명	배수구 막힘 (ea)	누수, 상태불량, 길이부족 (ea)	파손, 노후화 (ea)
S1/A1	-	-	-
A2	-	-	-

<표 2.4.10> 배수시설 상태평가 결과

부재명	상태평가	평가결과
S1/A1	-	a
A2	-	a

6) 방호벽

<표 2.4.11> 방호벽

부재명	강재		콘크리트				부재길이(m)
	도장불량	손상	균열폭(㎜)	경미한 손상 (ea)	박리, 파손, 철근노출(m)	철근부식(m)	
S1	-	-	0.3	-	0.4	-	59.87

<표 2.4.12> 방호벽 상태평가 결과

부재명	강재				콘크리트								평가결과
	도장불량		손상		균열폭 (㎜)		경미한 손상		표면손상 (%)		철근부식 (%)		
S1	-	a	국부	b	0.3	c	-	a	10% 미만	c	-	a	c

7) 신축이음

<표 2.4.13> 신축이음

부재명	신축이음 본체						후타재	
	이물질 퇴적 (ea)	볼트 열화 (ea)	볼트 탈락 (ea)	물받이파손 누수 (ea)	이상음 거동불량 (ea)	본체 탈락 본체 파손 (ea)	균열 (ea)	박리, 박락 파손 등 (ea)
A1	-	-	-	-	-	부식 3.0	3	2
A2	-	-	-	-	-	부식 2.0	10	-

<표 2.4.14> 신축이음 상태평가 결과

부재명	본체		후타재				평가결과
			균열		박리, 박락, 파손 등		
A1	-	a	미세균열	b	-	a	**c**
A2	부식	c	-	a	-	a	**c**

※ 체수는 신축이음에 직접적인 손상이 아닌 것으로 판단하여 평가에서 제외하였다.

8) 교량받침

<표 2.4.15> 교량받침

부재명	받침 본체			받침 콘크리트	
	도장탈락, 부식 (ea)	부분적 변형 (ea)	본체파손, 거동장애 (ea)	균열폭 (㎜)	부분적 박리, 탈락, 파손 등 (ea)
A1	플레이트부식	-	-	-	-
A2	-	-	-	-	-

<표 2.4.16> 교량받침 상태평가 결과

부재명	받침 본체		받침 콘크리트				평가결과
			균열폭 (㎜)		박리, 탈락, 파손 등		
A1	경미한열화	b	-	a	-	a	**b**
A2	-	a	-	a	-	a	**a**

9) 교대

<표 2.4.17> 교대

부재명	균열, 변위		열화 및 손상		부재면적
	균열폭 (㎜)	변위	손상면적 (㎡)	부식면적 (㎡)	면적 (㎡)
A1	-	-	-	-	387.86
A2	-	-	0.04	-	354.69

<표 2.4.18> 교대 상태평가 결과

부재명	균열, 변위				열화 및 손상				평가결과
	균열폭 (㎜)		변위		손상면적 (%)		부식면적 (%)		
A1	0.3미만	b	-	a	-	a	-	a	**b**
A2	-	a	-	a	-	a	-	a	**a**

10) 기초

<표 2.4.19> 기초

부재명	기초 손상		지반 안전성	
	균열폭(㎜)	단면손상(ea)	세굴여부(ea)	부등침하(ea)
A1	-	-	-	-
A2	-	-	-	-

<표 2.4.20> 기초 상태평가 결과

부재명	기초 손상				지반 안전성				평가결과
	균열		단면손상		세굴여부		부등침하		
A1	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	**q**
A2	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	**q**

11) 탄산화

<표 2.4.21> 탄산화

부재명	상부구조	부재명	하부구조
	잔여깊이(㎜)		잔여깊이(㎜)
S1	54.0	A1	78.0
S1	51.3	A2	57.9

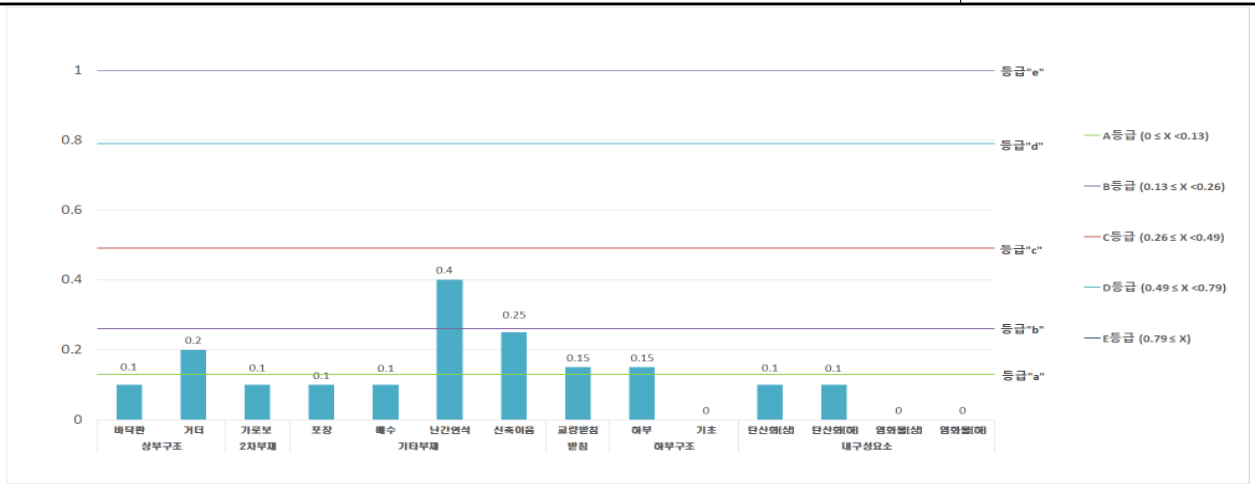
<표 2.4.22> 탄산화 상태평가 결과

부재명	상부구조	평가결과	부재명	하부구조	평가결과
	잔여깊이 (㎜)			잔여깊이 (㎜)	
S1	부식발생 우려 없음	**a**	A1	부식발생 우려 없음	**a**
S1	부식발생 우려 없음	**a**	A2	부식발생 우려 없음	**a**

다. 개별교량 상태평가 결과

<표 2.4.23> 상태평가 결과

부재의 분류		상부구조		2차부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화(상)	탄산화(하)	염화물(상)	염화물(하)
S1/A1	PSC I	a	b	a	a	a	c	c	b	a	q	a	a	N/A	N/A
A2	PSC I	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	a	a	b	q	a	a	N/A	N/A
평균		0.100	0.200	0.100	0.100	0.100	0.400	0.250	0.150	0.150	N/A	0.100	0.100	N/A	N/A
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	N/A	4	3	N/A	N/A
(평균×가중치)/가중치합		0.018	0.040	0.005	0.007	0.003	0.008	0.023	0.014	0.030	N/A	0.004	0.003	N/A	N/A
1. 환산결함도 점수 =												0.154			
2. 상태평가 결과 =												B			



<표 2.4.24> 개별교량 상태평가 결과

개별교량명	양노교					
구분	구조형식	환산 결함도점수	상태평가 결과	연장(m)	연장비	환산결함도점수 ×연장비
양노교	PSC I	0.154	B	100.0	1.0	0.154
합계(∑)				100.0	1.0	0.154
1. 환산결함도 점수 = 0.154 2. 상태평가 결과 = B						

라. 전체교량 평가결과

<표 2.4.25> 전체교량 상태평가 결과

전체교량명	양노교						
구분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장(m)	차선	길이 ×차선	연장비	환산결함도점수 ×연장비
양노교	0.154	B	100.0	4	480.0	1.0	0.154
합계(∑)			100.0	4	480.0	1.0	0.154
1. 평가지수 = 0.154 2. 상태평가 결과 = B 등급							

마. 상태평가 결과

본 양노교의 상태평가 결과 시공품질 불량, 공용 중 중차량 하중, 공용년수 경과에 의한 노후화, 외부환경 요인에 의해 발생된 것으로 판단되는 손상들에 의해 기타부재 난간 연석, 신축이음에서 c등급으로 평가되어 전체 평가지수는 0.154로 상태평가 등급은 “B등급”으로 평가되었다.

바. 공중이 이용하는 부위 상태평가

1) 공중이 이용하는 부위 상태평가

<표 2.4.26> 추락방지시설

평가항목	평가사유		평가근거
	평가대상	조사결과	
추락방지시설	손상 및 결함 발생 여부, 기능상태	손상 및 결함이 없고, 기능상태 양호	<2.2.24>
도로포장	결함 및 파손 발생 여부, 차량주행상태	경미한 결함 및 파손 발생, 차량주행에는 문제없음	<2.2.24>
도로부 신축이음부	결함 및 파손 발생 여부, 차량주행상태	경미한 결함 발생, 차량주행에는 문제없음	<2.2.24>
환기구 등의 덮개	결함 및 파손 발생 여부, 기능상태	손상 및 결함이 없고, 기능상태 양호	<2.2.24>

2) 공중이 이용하는 부위 상태평가 결과

<표 2.4.27> 공중이 이용하는 부위 상태평가 결과

구 분	상태평가	등 급	중대결함 등
추락방지시설	○손상 및 결함 상태는 문제가 없는 상태	a	해당없음
도로포장	○포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태	a	해당없음
도로부 신축이음부	○신축이음 본체의 국부적인 부식 등의 열화가 발생한 상태 또는 후타재의 균열이 50cm이하의 간격으로 발생하거나, 국부적인 박리, 박락, 파손이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태	b	해당없음
환기구 등의 덮개	○기능 발휘에는 지장이 없고 기능성에 문제가 없는 상태	a	해당없음

2.4.2 안전등급 지정

<표 2.4.28> 안전등급 지정

구 분	상태평가		안전성평가	
	평가지수	평가기준	평가지수	평가기준
평가결과	0.154	B	미실시 (정밀안전진단 과업)	
안전등급 지 정	상태평가 B 안전성평가 (미실시) - 안전등급 B			

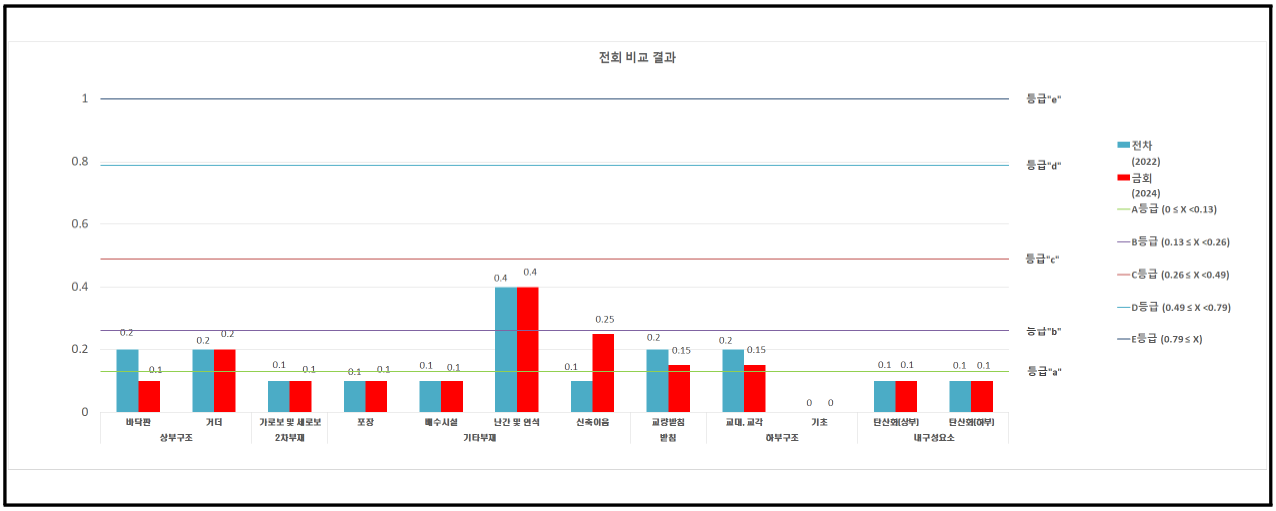
안전등급은 상태평가 결과와 안전성평가 결과 중 낮은 등급을 안전등급으로 지정하나 금회 실시한 정밀안전점검에서는 안전성평가(정밀안전진단 과업)를 실시하지 않아 안전등급은 『B등급』인 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태”로 평가되었다.

2.4.3 전차 점검결과와 비교

가. 전차 점검결과와 안전등급 비교

<표 2.4.29> 전차 점검결과와 안전등급 비교

구 분		전차(2022)		금회(2024)		증·감	변동원인
		등급	평균	등급	평균		
상부구조	바닥판	b	0.200	a	0.100	▼	일부손상 감소
	거더	b	0.200	b	0.200	-	-
2차부재	가로보 및 세로보	a	0.100	a	0.100	-	-
기타부재	포장	a	0.100	a	0.100	-	-
	배수시설	a	0.100	a	0.100	-	-
	난간 및 연석	c	0.400	c	0.400	-	-
	신축이음	a	0.100	c	0.250	▲	일부손상 증가
받침	교량받침	b	0.200	b	0.150	▼	일부손상 감소
하부구조	교대	b	0.200	b	0.150	-	-
	기초	q	-	q	-	-	-
내구성요소	탄산화(상부)	a	0.100	a	0.100	-	-
	탄산화(하부)	a	0.100	a	0.100	-	-



구 분	종합평가 지수	안전등급	비고
전차 정밀안전점검	0.173	"B"	
금회 정밀안전점검	0.154	"B"	변동없음

전차 정밀안전점검과 비교결과 금회 안전등급은 『B』(0.154)등급으로 전회차 상태평가 결과인 『B』(0.173)등급에서 등급변동은 없었으며, 보수된 손상으로 인하여 결함도 지수가 다소 감소된 것으로 분석되었다.

나. 공중이 이용하는 부위 전차 점검결과 비교

<표 2.4.30> 공중이 이용하는 부위 전차 점검결과 비교

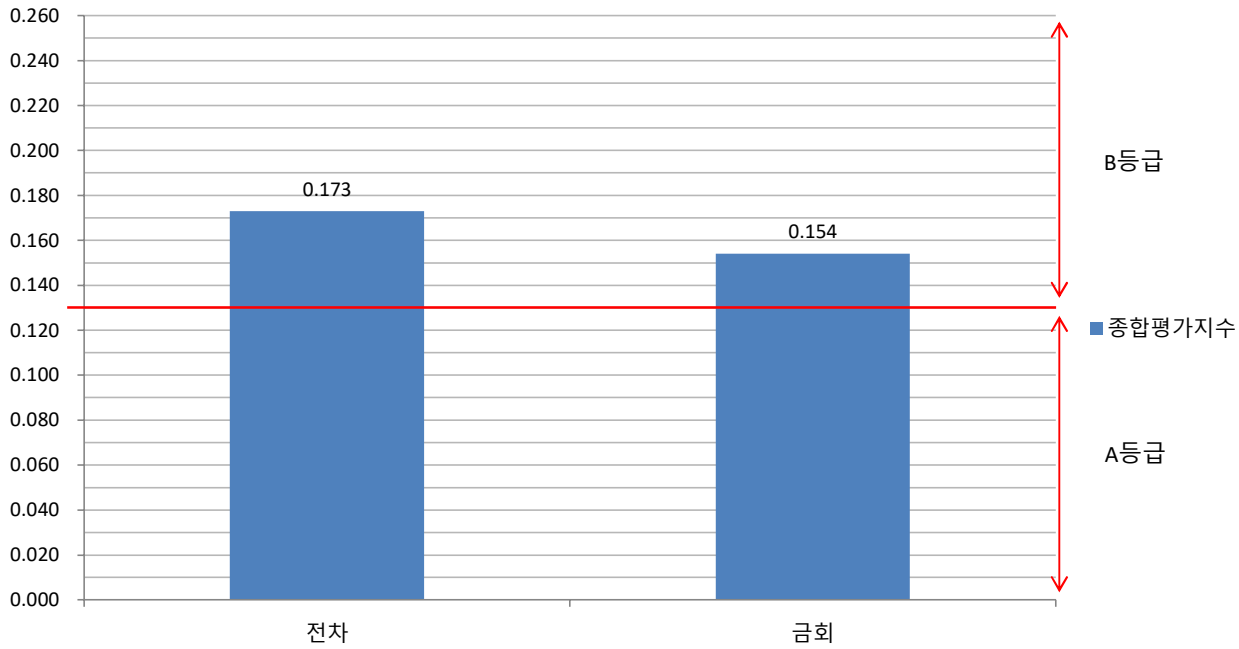
구 분	전차 정밀안전점검 결과	금회 정밀안전점검 결과
추락방지시설	B	A
도로포장	A	A
도로부 신축이음부	B	B
환기구 등의 덮개	A	A

금회 공중이 이용하는 부위에 대한 상태평가는 세부지침 개정에 따른 실시로서 분석결과, 공중의 안전에 영향을 미칠만한 중대결함 등에 해당하는 심각한 결함은 없는 것으로 검토되었다.

2.4.3 전차 점검결과와 비교

<표 2.4.5> 전차 점검결과와 안전등급 비교

구 분	종합평가 지수	안전등급	비고
2022 정밀안전점검	0.173	"B"	등급유지
금회 정밀안전점검	0.154	"B"	등급유지



금회 정밀안전점검결과 시공당시 발생한 초기결함과 환경적 요인에 의한 추가손상 및 공용 중 발생한 가로보, 신축이음, 교량받침, 교대의 손상으로 인해 손상지수가 증가하였으나, 전차 정밀안전전검 결과와 비교하면 금회 안전등급은 **『B』(0.154)**등급으로 전차 결과인 『B』(0.173)등급으로부터 등급유지 되었으나, 일부 부재의 보수로 인해 결함도지수가 감소된 것으로 분석되었다.

2.5 보수·보강 및 유지관리 방안

2.5.1 보수·보강 우선순위 결정

각 시설물은 주부재와 보조부재로 이루어져 있으며, 이들 시설물에서 발생된 각종 손상(결함)에 대하여 보강을 보수보다, 주요부재를 보조부재보다 우선하여 보수·보강 순위를 정한다. 또한, 전체 시설물에서의 우선순위 결정은 각 시설물이 가지는 중요도, 발생한 결함의 심각성 등을 종합검토 후 다음 표와 같이 결정한다.

<표 2.5.1> 보수·보강 우선순위 결정 기준

구 분	순 위	내 용
단기대책	즉시	◦주요부재에 발생된 결함 및 손상이 커 내하력에 영향을 미치는 경우(철근이 노출되어 철근부식에 의한 내하력 저하 가능성이 있는 손상) ◦시설물의 안전관리에 관한 특별법 시행령 제12조, 시행규칙 제9조에서 정한 결함
	1순위	◦즉각적인 보수는 요구되지 않지만 내하력, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요한 경우 (철근부식 가능성이 있는 손상 또는, 기존 보수부 붕 손상이 발생되었으나 내부 상태를 관찰할 수 없는 경우) ◦교면 포장구간 차량 주행에 영향이 있는 경우
장기대책	2순위	◦기능발휘에는 지장이 없으나, 내구성 증진을 위해 연차보수가 필요한 경우 (방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성을 위해 보수가 필요한 경우)
	3순위	◦발생된 손상이 경미하여 유지관리를 통한 점검이 필요한 경우

2.5.2 보수·보강 방안 및 개략공사비

<표 2.5.2> 보수·보강 방안 및 개략공사비

구 분	손상내용	단위	보수물량	보수·보강 공법	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
방호벽	균열(cw=0.3mm미만)	m/ea	15.0	표면처리	43	645	3
	균열(cw=0.3mm이상)	m/ea	11.8	주입보수	83	979.4	2
	망상균열(cw=0.3mm미만)	㎡/ea	0.6	표면처리	43	25.8	3
	이격단차	ea	0.3	주의관찰	0	0	3
	파손	㎡/ea	2.5	단면보수	167	417.5	2
신축이음	후타재 균열(cw=0.3mm미만)	m/ea	1.8	표면처리	43	77.4	2
	부식	m/ea	4.4	재도장	60	264	2
	체수	m/ea	0.5	주의관찰	0	0	3
바 닥 판	철근노출	ea	1	주의관찰	0	0	3
거더	균열(cw=0.3mm미만)	m/ea	3.0	표면처리	43	129	3
교량받침	플레이트 부식	m/ea	0.05	재도장	60	3	2
교대	철근노출	ea	2.0	단면보수	167	334	3
	재료분리	㎡/ea	0.04	단면보수	167	6.68	3
순 공 사 비						2,882	
제경비(순공사비×0.5)						1,441	
총 공 사 비						**4,323**	

※보수물량은 손상물량과 동일하게 적용하였으며, 보수시 현장여건에 따른 보수물량은 증가될 수 있음.

※대상구조물 대한 실시설계시에는 접근성 등을 감안한 부대공 및 가시설 비용이 추가될 수 있음.

※순공사비는 부대공(교통통제 및 고소장비 등)을 제외한 개략공사비 합산금액이며, 부대비용은 현장 여건에 따라 금액 산정이 필요함.

※일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경될 수 있음.

2.5.3 유지관리 방안

가. 유지관리의 목적 및 필요성

도로시설물의 유지관리란 기존에 건설된 시설물이 기능을 보존케 하고 이용차량의 편의와 안전을 도모하기 위하여 기존 시설을 점검하고 손상된 부분의 원상복귀와 추가시설을 보완하여 수명기간 동안 안전과 기능을 충분히 발휘하기 위한 일련의 과정을 말한다. 도로시설물 유지관리의 주요내용은 ① 시설물 안전점검, ② 이상발견, ③ 보수필요여부 판정, ④ 적정 보수공법 선정, ⑤ 보수공사 실시, ⑥보수효과 확인 등으로 구분된다.

나. 중점유지관리 사항

금회 정밀안전점검 결과, 시설물의 안전성에 직접적인 영향을 미치는 구조적인 손상은 없는 상태이나, 향후 공용기간 증가에 따라 사용성 및 내구성을 저하시킬 수 있는 손상 및 시설물의 유지관리에 필요한 항목들에 대해서는 중점유지관리 항목으로 선정하여 보다 효과적으로 유지관리를 할 수 있도록 제시하였다.

<표 2.5.3> 주요 부재별 중점 유지관리 항목

구 분	손상 내용		대상부위	유지관리 항목
교면포장	◦ 상태양호		전 구간	◦ 신규손상 발생여부
방호벽	◦ 균열, 망상균열, 균열부 백태 ◦ 이격단차		S1	◦ 균열의 진전 및 확대여부 ◦ 손상의 진전 및 확대여부 ◦ 부속시설 상태 확인
배수시설	◦ 상태양호		전 구간	◦ 신규손상 발생여부 ◦ 배수구 막힘 확인

<표 2.5.3> 주요 부재별 중점 유지관리 항목(계속)

구 분	결함 내용		대상부위	유지관리 항목
신축이음	◦ 부식 ◦ 후타재균열		A1 A2	◦ 손상의 진전 및 확대여 ◦ 균열의 진전 및 확대여부 ◦ 청소상태 확인 ◦ 신축이음부 누수 상태
바닥판	◦ 철근노출		S1	◦ 손상의 진전 및 확대여부
거더	◦ 균열		S1	◦ 균열의 진전 및 확대여부 ◦ 손상의 진전 및 확대여부
교량받침	◦ 플레이트 부식		A1 A2	◦ 손상의 진전 및 확대여부 ◦ 균열의 진전 및 확대여부
교대	◦ 재료분리, 철근노출		A1 A2	◦ 보수부 재손상여부 ◦ 균열의 진전 및 확대여부 ◦ 손상의 진전 및 확대여부 ◦ 청소상태 확인

다. 부재별 점검요령

대상 교량의 부재별 주요점검 요령은 다음과 같다.

(1) 교면포장

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷공통</td><td>● 균열
● 파손
● 마모</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷신축이음 전후, 구조물 경계부</td><td>● 파손, 단차, 이격</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷배수구 주변</td><td>● 물고임</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2"> 
구조물 경계부
 
교면포장</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
- 방호울타리측 양측 길어깨에서 도보점검
- 중차량 통행이 많은 차선, 곡선부 외측, 급정지 구간 주변의 손상 점검
- 신축이음 전후 및 경계부의 단차 점검
- 교면 위 물고임 점검(가급적 비온 직후 점검)

◦ 손상발생시 조치
- 손상이 확연한 부분은 위치, 규모에 대하여 점검야장에 경간별로 기록 후 사진촬영
- 종방향 단차가 30mm이상 발생하여 추가손상이 우려되거나 주행안전성에 지장을 초래할 경우 즉시 보고하여 대책을 수립

◦ 점검 시 유의사항
- 길어깨는 교통사고의 위험이 높으므로 2인1조로 하여 차량 진행방향과 반대방향으로 걸어 가면서 점검
- 상세조사를 실시할 경우 신호봉 등을 사용하여 차량 유도 후에 안전하게 점검 실시</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">● 사진기
● 5m자
● 균열자
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)
● 교통통제 기구(신호봉 또는 수기, 라바콘)</td></tr>
</table>

(2) 방호벽

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷난간
▷방호벽
▷중앙분리대</td><td>● 균열
● 백태
● 재료분리
● 긁힘, 파손, 부식, 변형
● 부속시설 파손, 부식, 변형</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2"> 
방호벽 균열 cw0.3mm미만
 
방호벽 이격단차</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
– 교량 한쪽에서 눈을 방호벽 높이 정도로 낮추어 방호벽의 전체 선형에 급격한 변화 부분이 있는지 점검
– 녹물이 흘러내려 미관을 해치는 부분이 있는지 점검
– 연속 받침부 방호벽은 콘크리트의 경우 부모멘트에 의한 균열(0.3mm이상)을 점검

◦ 손상발생시 조치
– 방호벽의 전체 선형에 급격한 변화부분이 있는 경우 교량받침이나 하부 구조의 침하가 있을 수 있으므로 해당부재 점검 시 참고할 수 있도록 기록
– 차량 충돌 등 외부의 강한 하중에 의한 손상일 경우 바닥판에도 영향을 줄 수 있으므로 바닥판 점검시 고려

◦ 점검시 유의사항
– 방호벽의 큰 변형이나 파손된 부분으로 통행인 또는 차량의 추락 위험이 있을 시 즉시 연락하여 추락 방지시설 등의 응급조치 필요</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">● 사진기
● 점검용 망치
● 줄자
● 균열자
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)
● 교통통제 기구(신호봉 또는 수기, 라바콘)</td></tr>
</table>

(3) 배수시설

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td>▷배수구</td><td>- 격자판(grating)
- 유입구</td><td>● 파손, 누락, 변형
● 누수, 체수
● 막힘</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷배수관</td><td>● 부식, 파손, 탈락
● 배수관 길이 부족
● 유출구 위치 부적절</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2"> 
배수구 
배수관</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
- 배수구는 길어깨측에서 도보로 점검하며, 배수구 설치간격, 유입구 누락, 그레이팅 파손 및 오물퇴적 확인
- 배수관은 교량하부 및 측면에서 육안 또는 망원경으로 점검하며 교량이 도로 위를 통과할 경우 배수관에서 유출된 물이 통행인이나 통행사량 바로 위로 떨어지지 않는지 점검
- 배수관의 물이 구조물의 부식을 유발할 수 있는 위치로 배수되는지 확인
- 배수관 지지장치 및 연결부 상태는 흔들어 보거나 망치로 두들겨서 점검

◦ 점검 시 유의사항
- 길어깨에서 점검 시 2인 1조로 하여 차량진행 방향과 반대방향으로 걸어가면서 점검하며 통행차량에 주의
- 접근장비 사용시 교통소통 및 안전에 유의</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">● 사진기
● 드라이버(driver)
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)
● 교통통제 기구(신호봉 또는 수기, 라바콘)</td></tr>
</table>

(4) 신축이음

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷본체</td><td>● 누수, 토사퇴적
● 유간 부족 및 과다
● 충격음
● 본체유동 및 파손, 부식</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷후타재</td><td>● 균열, 파손, 마모
● 단차, 이격(본체, 교면포장, 접속슬래브</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2"> 
본체 부식
 
후타재 균열</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
- 보도 혹은 방호벽측 길어깨부에서 점검
- 신축이음부의 유동, 단차, 파손으로 인한 충격음발생 여부 점검
- 고무재의 마모, 파손, 충진 씰재 노출로 차량통행 저해 및 방수기능 저하상태를 점검하며 교각, 교대위에서 신축이음 하부의 방수성 점검
- 방호벽측 신축이음의 방수기능 등 점검
- 신축유간 확보량이 확연히 의심스러운 경우 안전을 고려하여 길어깨 방호벽에서 약 50cm 떨어진 곳에 측정지점을 표시하여 하절기와 동절기에 동일위치에서 신축유간 점검

◦ 손상발생시 조치
- 신축이음 본체의 유동, 단차, 파손으로 주행안전성에 지장을 초래할 경우 즉시 보고하여 대책 수립

◦ 점검 시 유의사항
- 차량 진행방향과 반대방향으로 점검을 진행하며 2인1조로 점검수행
- 신축유간 점검시 통행차량에 유의
- 신축이음장치의 본체와 후타재의 일체거동 여부 확인</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">● 사진기
● 드라이버(driver)
● 줄자
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)
● 교통통제 기구(신호봉 또는 수기, 라바콘)</td></tr>
</table>

(5) 바닥판

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷공통</td><td>● 균열, 망상균열
● 박리, 박락, 층분리
● 긁힘, 파손
● 철근노출
● 재료분리
● 누수 및 백태</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2"> 
중앙부
 
캔틸레버부</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
- 교각이나 교대의 점검로에서 육안점검 혹은 교량하부에서 육안 또는 망원경으로 점검
- 주로 받침부나 중앙부 근처의 손상을 위주로 점검하며 접근이 어려운 원거리 점검은 손상이 의심스러운 경우에 망원경을 활용
- 도보접근이 불가능한 구간은 점검장비를 이용 근접 점검
- 균열의 진행 상황을 파악하기 위하여 균열의 시·종점을 표시해 두는 것이 필요하며, 정기적으로 진행여부 관찰
- 망상균열, 층분리, 누수나 백태흔적이 발견될 경우 점검용 망치를 두드려 나는 소리로서 내부결함의 존재여부를 추정(내부에 결함 존재시 외관상 건전한 부위에서도 펀칭전단파괴의 우려가 있음)

◦ 점검 시 유의사항
- 균열은 발생위치, 균열폭, 진전길이, 반복성(공통성) 등을 종합적으로 고려하여 발생원인을 규명하고 보수·보강 등 적절한 조치방법을 수립할 수 있도록 주의깊게 조사</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">● 사진기
● 망원경
● 균열자
● 점검용 망치
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)</td></tr>
</table>

(6) 거더 및 가로보

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷공통</td><td>● 변형, 파손, 이상처짐
● 도장 손상, 부식, 오염
● 피로균열</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷연결부</td><td>● 볼트 및 리벳이완, 파손
● 이상음 발생
● 맞대기 용접부 균열</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷가로보, 브레이싱</td><td>● 현장이음부 볼트손상, 누수
● 용접부 및 용접부 주변 균열
● 연결불량</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2"> 
거더
 
가로보</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
– 도보접근이 불가능한 구간은 점검 장비를 이용하여 근접 점검
– 누수에 취약한 신축이음 하부, 배수구 주변 혹은 외측거더의 도장손상 및 녹 발생 조사
– 차량통과 시 삐걱거리는 소리 등 이상음이 들리면 소음발생 부위를 추정하여 기록 유지
– 다이아프램과 거더 연결부에 균열이 발생할 가능성이 높으므로 중점적으로 점검
– 가로보와 거더의 연결부는 용접 또는 볼트 연결이므로 볼트 풀림 및 용접부 균열을 점검

◦ 손상발생시 조치
– 눈에 띌 정도의 처짐이나 충돌에 의한 손상으로 추가손상이 우려되거나 주행안전성에 지장을 초래할 경우 즉시 보고하여 대책을 수립

◦ 점검 시 유의사항
– 강교는 가급적 콘크리트교에 비하여 가급적 밝은 날에 점검하는 것이 손상상태 확인이 쉬우며 망원경의 활용도 용이
– 균열은 경우에 따라 도장 표면에서 얇은 녹 흔적으로 나타나므로 주변 도장 제거 후 면밀하게 점검</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">● 사진기
● 균열자
● 망원경
● 확대경
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)</td></tr>
</table>

(7) 교량받침

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷본체</td><td>• 부식, 변형
• 균열, 파손
• 가동받침의 유간부족 및 가동 장애요소
• 받침과 거더의 밀착상태
• 앵커볼트 파손</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷받침대</td><td>• 균열, 파손, 재료분리, 박리</td></tr>
<tr><td>주
요
부
위</td><td colspan="2"> 
교량받침
 
플레이트 부식</td></tr>
<tr><td>점
검
요
령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
– 점검로가 설치된 부분은 근접하여 점검하고 도보접근이 불가능한 부분은 접근장비를 이용하여 근접점검
– 가동받침의 가동여부는 가동면의 윤활재가 밀린 흔적이나 먼지 부착정도로 확인 가능
– 곡선교 내측단부 혹은 사교의 예각부 단부에 부반력으로 인한 받침과 거더의 들뜸 상태 점검
– 받침하부에 공동이 의심되면 철사, 드라이버등으로 찔러서 확인하고, 침하흔적은 앵커볼트의 체결상태 및 인접받침의 상태를 참고하여 확인
– 받침부의 물고임 부분은 누수부위의 확인 및 물고임 원인분석

◦ 손상발생시 조치
– 받침하부 교각 두부에 0.3mm 이상의 균열이 단부까지 진행된 경우 즉시 보고하고 안전성 검토 및 대책수립 필요

◦ 점검 시 유의사항
– 교각 두부에서 사진 촬영 및 점검 시 점검자 자신의 안전에 주의</td></tr>
<tr><td>점
검
도
구</td><td colspan="2">• 사진기
• 균열자
• 줄자(5m자)
• 드라이버(driver)
• 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)</td></tr>
</table>

(8) 교대

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th colspan="2">점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷공통</td><td colspan="2">● 균열, 박리, 박락, 재료분리, 백태
● 파손, 철근노출</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷두부</td><td colspan="2">● 두부 물고임
● 두부와 흉벽 경계부 균열
● 거더와 흉벽 신축유간 부족
● 받침부 균열 및 파손</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷벽체</td><td colspan="2">● 이동 또는 전도
● 수직균열 및 침하</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="3"> 
흉벽
 
재료분리 0.2m x 0.2m</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="3">◦ 점검방법
- 점검로에서 육안점검 혹은 교량하부에서 점검
- 교대 입지조건이 성토부 혹은 연약지반에 위치한 경우 전후방으로 교대 벽체가 기울었는지 확인하고 의심스러울 경우 실을 경사계로 확인(날개벽, 옹벽 포함)
- 0.3mm이상의 눈에 쉽게 띄는 균열을 조심

◦ 점검 시 유의사항
- 벽체에 수직으로 발생하는 균열은 건조수축에 의한 비구조적 균열이므로 우려할 바는 아니지만 폭이 넓은 교대에서 균열폭이 1mm이상이면 교대기초의 부등침하도 의심하여야 함
- 신축이음 유간이 벌어져 충격음이 발생하거나 닫혀 있을 경우 거더 상·하부와 흉벽사이 간격이 서로 차이가 나는지 점검하고 교대 전도 여부도 확인
- 교대 뒷면과 날개벽 사이에 공동이 발생했거나 흙이 침하된 경우 날개벽의 전도를 의심하여 점검</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td>● 사진기
● 균열자
● 줄자(5m자)
● 사다리</td><td colspan="2">● 점검용 망치
● 경사계
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)</td></tr>
</table>

2.6 종합결론

2.6.1 외관조사

- 교면포장은 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나 공용기간 경과에 따라 신규 손상이 발생할 수 있으므로 지속적인 주의관찰이 요구된다.
- 방호벽 일부손상이 보수가 된 것으로 확인되었고, 방호벽 균열(cw=0.3mm미만), 균열(cw=0.3mm이상), 망상균열(cw=0.3mm미만), 파손이 조사되었다. 발견된 손상의 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준으로 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 배수시설은 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나 공용기간 경과에 따라 신규 손상이 발생할 수 있으므로 지속적인 주의관찰이 요구된다.
- 신축이음은 신규손상으로 후타재균열과 신축이음부식, 체수가 조사되었다. 전차 점검과 비교 시 신규로 발견된 손상으로 손상이 증가하였다. 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 바닥판은 외관조사결과, 기존손상인 철근노출이 조사되었다. 전차 점검의 마감콘크리트, 재료분리는 보수가 된 것으로 확인되었고, 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 거더는 거더 일부 구간 보수를 한 것으로 확인되었고, 가로보는 대체로 양호한 상태로 조사되었으나, 거더에서 균열이 조사되었다. 전차 점검과 비교 시 균열은 기존손상인 것으로 확인되었고, 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 양호한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 교량받침은 기존손상이 보수 된 것으로 확인되었다. 신규손상으로 플레이트부식이 발견되었다. 조사된 손상은 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 교대는 기존손상인 철근노출이 조사되었고, 신규손상으로 재료분리가 발견되었다. 전차 점검과 비교시 대부분 전차손상인 것으로 조사되었다. 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

2.6.2 내구성 조사

- 콘크리트에 대한 내구성조사 결과, 콘크리트 비파괴강도 및 탄산화 깊이 등은 관련기준을 만족하고 있고, 전회차와 비교하여 대체로 내구성이 저하되지 않은 상태이므로 콘크리트의 내구성에 대한 문제점은 없는 것으로 분석되었다.

2.6.3 상태평가 결과

- 본 양노교의 부재별 상태평가를 실시한 결과, 방호벽 신축이음 거더 부재에 보수가 이루어져 손상지수가 감소하였으며, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 **『B』(0.154)** 등급으로 전차 결과인 『B』(0.173)등급으로부터 등급변동은 없는 것으로 보수로 인하여 결함도 지수는 감소한 것으로 분석되었다.

2.6.4 종합결론

- 본 양노교는 2017년에 준공되어 약 7년간 공용되고 있는 시설물로서 외관조사의 주요 손상은 방호벽 균열, 파손, 망상균열, 신축이음 부식, 체수, 후타재균열, 바닥판 철근노출, 거더 균열, 교량받침 플레이트 부식, 교대 철근노출, 재료분리 등의 손상이 조사되었다.
- 교량 하부도로에서 높이 제한 위반차량의 충돌로 거더의 손상이 빈번히 발생되는 상황으로 충돌방지 대책이 필요할 것으로 사료된다.
- 금회 확인된 손상들은 시공 당시 발생한 초기결함과 공용 중 발생된 결함으로 조사되었고, 기존손상이 보수가 이루어진 것으로 확인되었다. 신규 손상 중 안전성에 직접적인 영향을 미치는 중대결함의 발생은 없는 것으로 분석되었으나, 조사된 손상들에 대해서는 사용성 및 내구성 확보차원에서 보수가 필요하다.
- 콘크리트에 대한 내구성조사 결과, 콘크리트 비파괴강도 및 탄산화 깊이 등은 관련기준을 만족하고 있고, 전회차와 비교하여 대체로 내구성이 저하되지 않은 상태이므로 콘크리트의 내구성에 대한 문제점은 없는 것으로 분석되었다.
- 상태평가를 실시한 결과, 현재 시설물의 상태는 양호한 상태인 **『B』(0.154)**등급으로 전차 결과인 『B』(0.173)등급으로부터 일부 부재 보수가 이루어져 결함지수가 감소되었으나 등급은 유지된 것으로 분석되었다.
- 본 시설물은 공용기간 증가에 의해 손상과 열화가 증가할 수 있으므로, 지속적인 유지관리가 필요하며, 발생된 손상(결함)에 대해서 내구성 확보와 기능유지를 위한 적절한 보수·보강이 이루어진다면 시설물의 공용에는 지장이 없을 것으로 판단된다.

2.6.5 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부

- 금회 정밀안전점검 결과, 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성은 필요하지 않은 것으로 조사되었다.

2.6.6 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 본 교량의 신축이음 본체 부식과 방호벽 파손의 변화는 정기안전점검시 특별한 주의관찰이 실시되어야 할 것으로 판단된다.

2.6.7 기타 필요한 사항

- 본 교량은 주택가, 농경지에 인접하고, 교량하부에 도로가 있어 바닥판 하면 점검시 접근에 지장을 초래하므로, 원활한 유지관리를 위하여 이에 대한 조치가 필요한 것으로 판단된다.

제 3 장 양노1교

3.1 자료수집 및 분석

3.2 외관조사

3.3 내구성조사

3.4 상태평가

3.5 보수·보강 및 유지관리방안

3.6 종합결론

제3장 양노1교

3.1 자료수집 및 분석

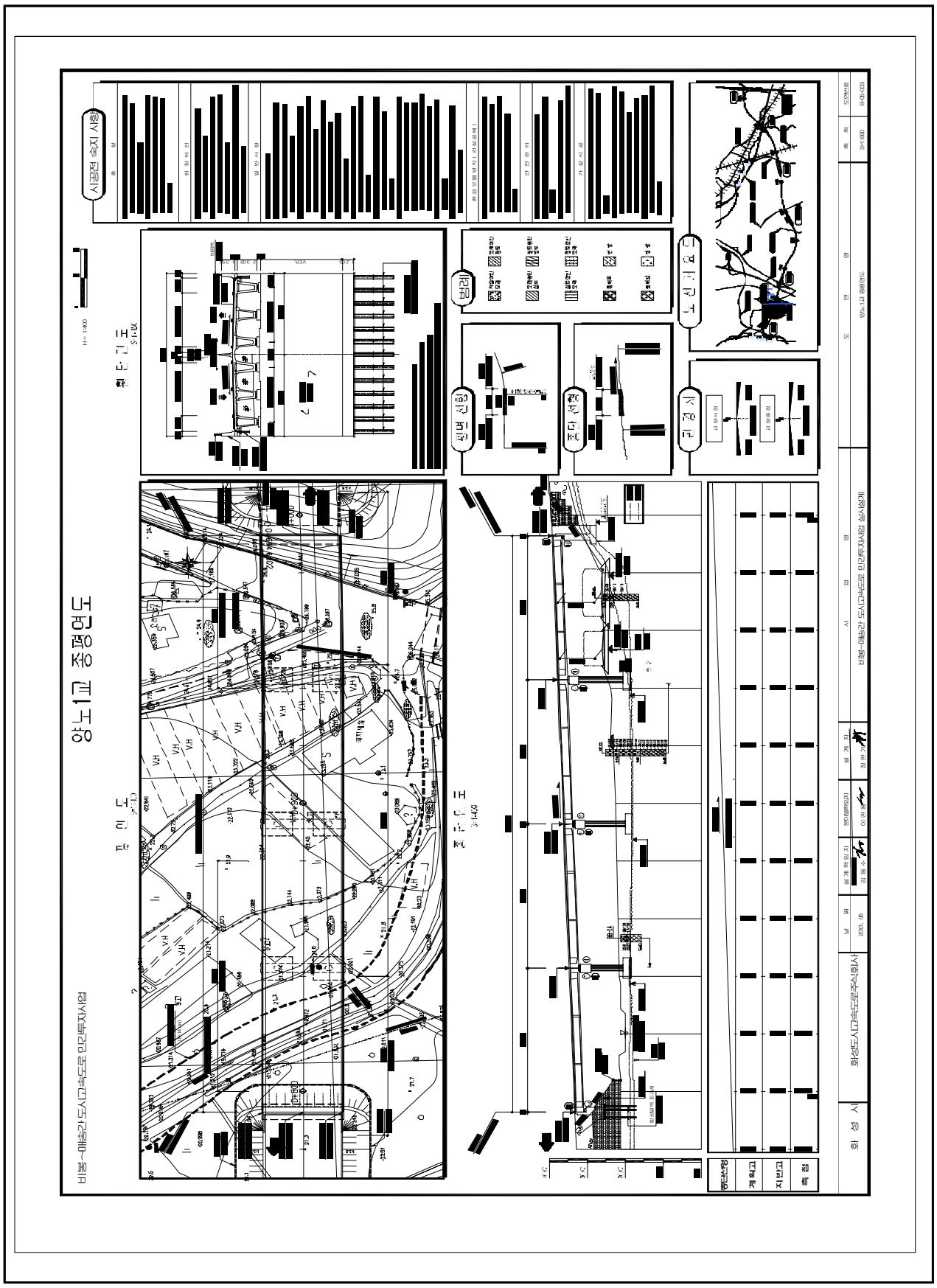
3.1.1 교량현황

본 과업 대상 시설물인 양노1교에 대한 교량현황은 다음 표와 같다.

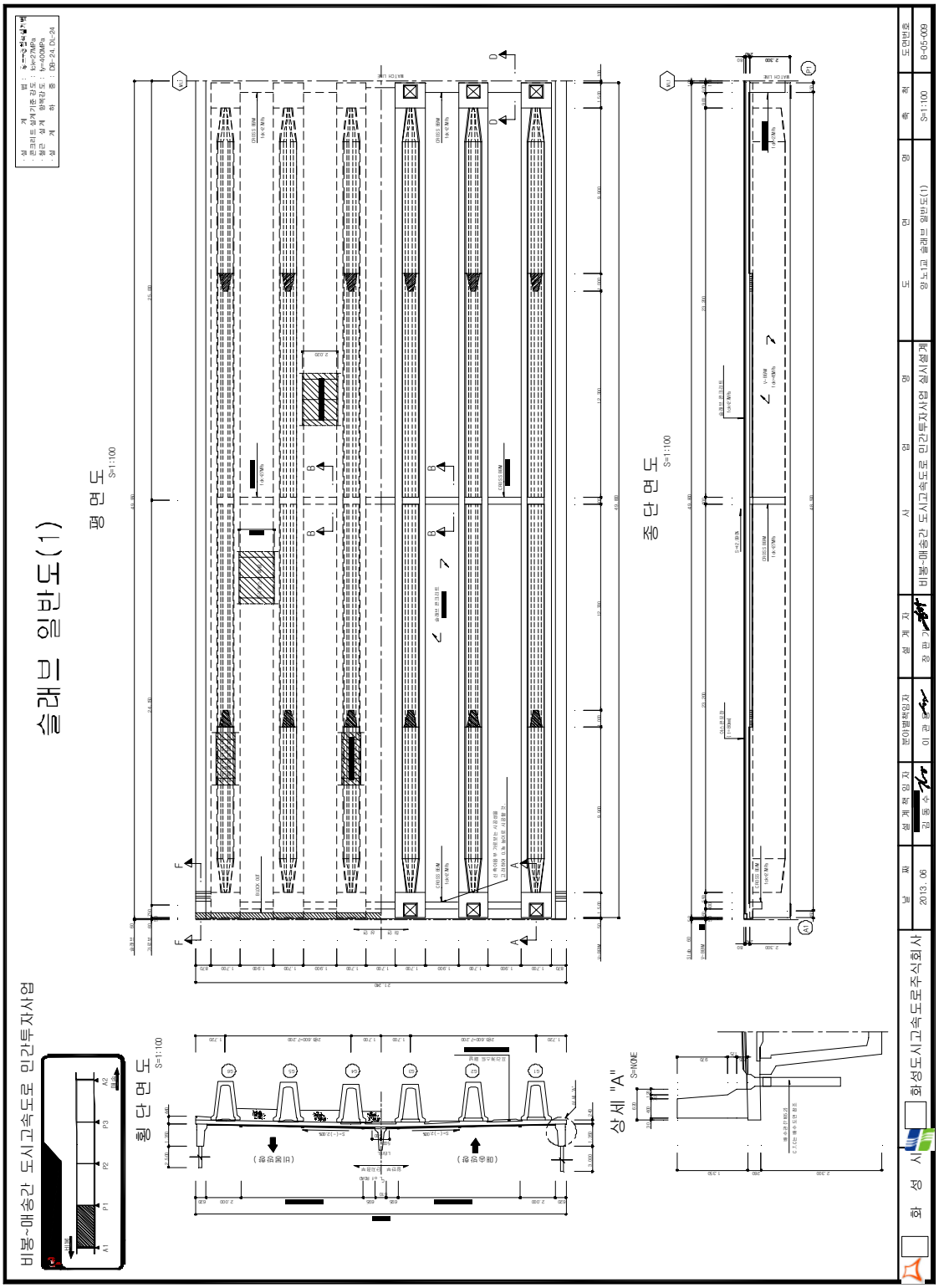
<표 3.1.1> 양노1교 교량현황

<table>
<tr><th colspan="3">구 분</th><th>내 용</th><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td colspan="3">시설물명</td><td>양노1교</td><td colspan="2">시설물번호</td><td>BR2017-0000445</td></tr>
<tr><td colspan="3">준공년월일</td><td>2017년 06월 30일</td><td colspan="2">관리번호</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="3">시설물위치</td><td colspan="4">경기도 화성시 비봉면 양노리 149-8</td></tr>
<tr><td colspan="3">설계하중</td><td>DB-24, DL-24</td><td colspan="2">노선명(이정)</td><td>STA.0K-792.700
~STA.0K-992.772</td></tr>
<tr><td rowspan="2">제원</td><td colspan="2">연장</td><td colspan="4">L=200.0m (4@50)</td></tr>
<tr><td colspan="2">폭</td><td colspan="4">B=21.2m 왕복4차로</td></tr>
<tr><td rowspan="3">구조
형식</td><td colspan="2">상부</td><td>V-BEAM</td><td rowspan="3">기초
형식</td><td>교대</td><td>A1 말뚝기초</td></tr>
<tr><td rowspan="2">하부</td><td>교대</td><td>역T형</td><td>교각</td><td>직접기초</td></tr>
<tr><td>교각</td><td>라멘식</td></tr>
<tr><td colspan="3">교량받침</td><td>탄성고무받침</td><td colspan="2">신축이음</td><td>Monocell, Finger-Joint</td></tr>
<tr><td colspan="3">교차시설물
(도로,철도,하천)</td><td>하부 도로
시도 제78호선</td><td colspan="2">통과높이</td><td>5.0m</td></tr>
<tr><td colspan="3">부착시설내용</td><td colspan="4">점검로, 방음벽</td></tr>
<tr><td colspan="3">기타</td><td colspan="4">중점점검사항
붕괴유발부재 : 전 경간 인장부
- 교대 균열(cw=0.3mm이상)
- 신축이음 후타재 균열, 본체 부식, 후타재파손
- 교량받침콘크리트 균열, 파손, 플레이트부식</td></tr>
<tr><td colspan="2">상부전경</td><td colspan="2">측면전경</td><td colspan="3">하부전경</td></tr>
<tr><td colspan="2">  </td><td colspan="2">  </td><td colspan="3">  </td></tr>
</table>

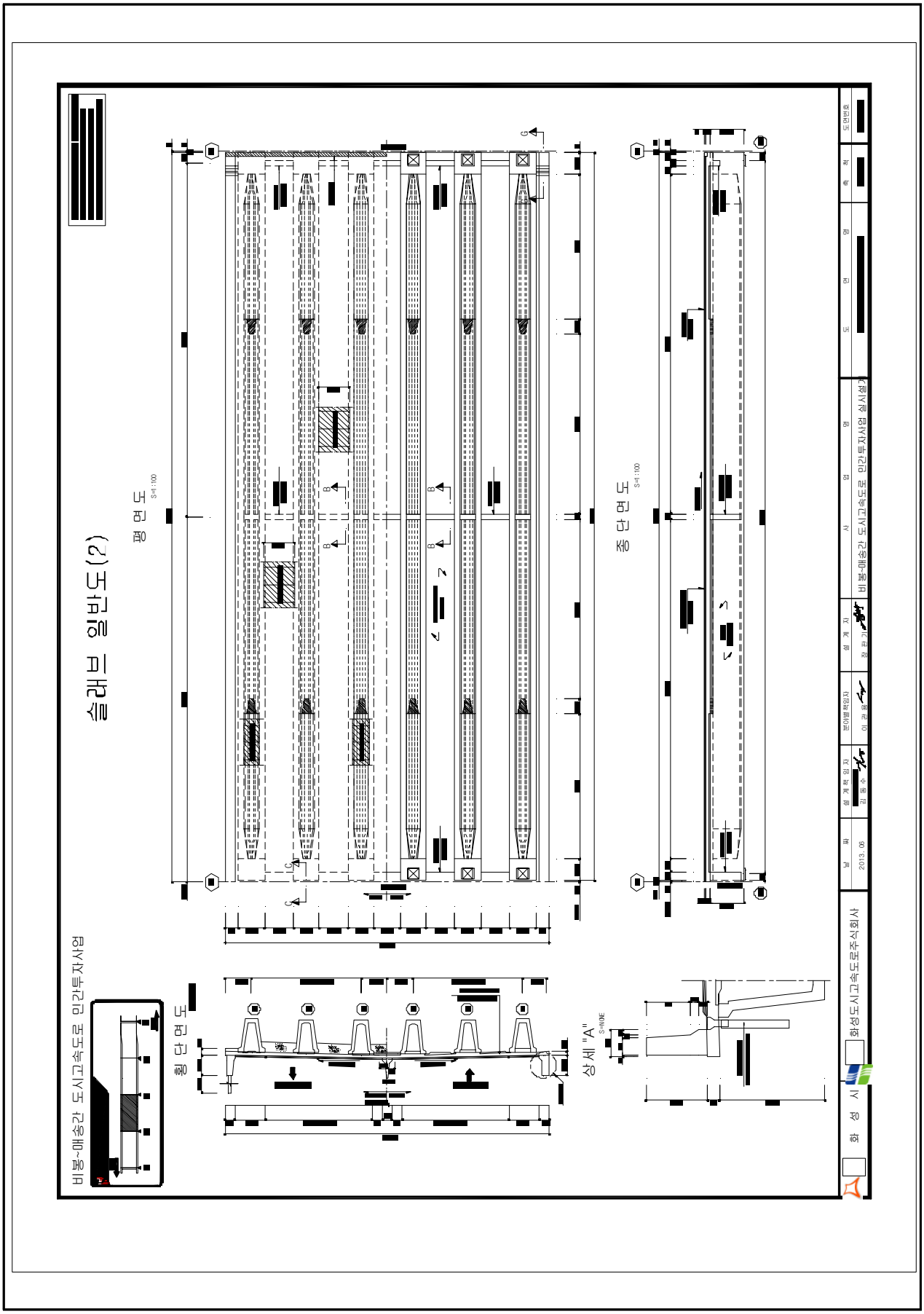
3.1.2 관련도면



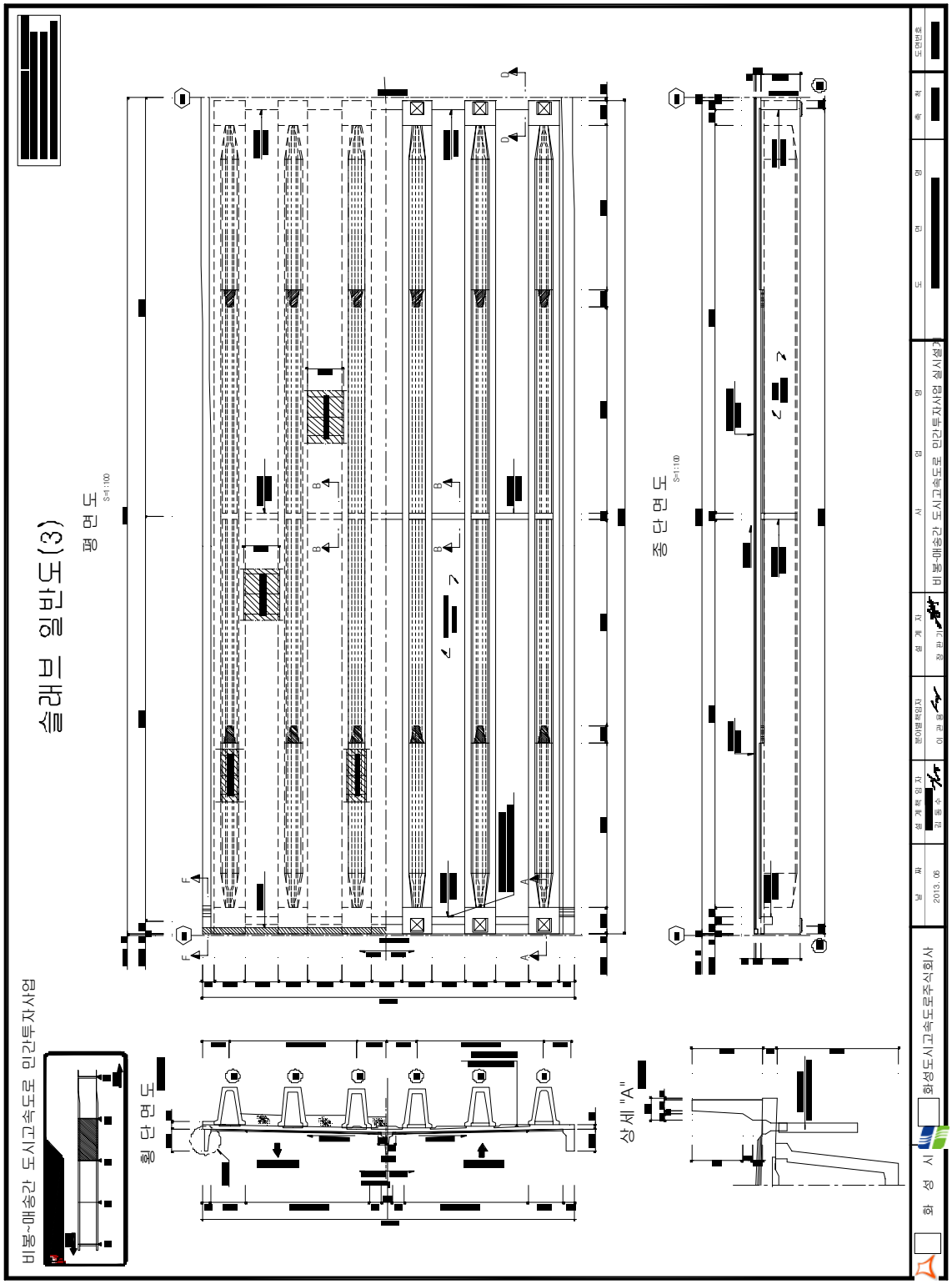
<그림 3.1.1> 종·평면도



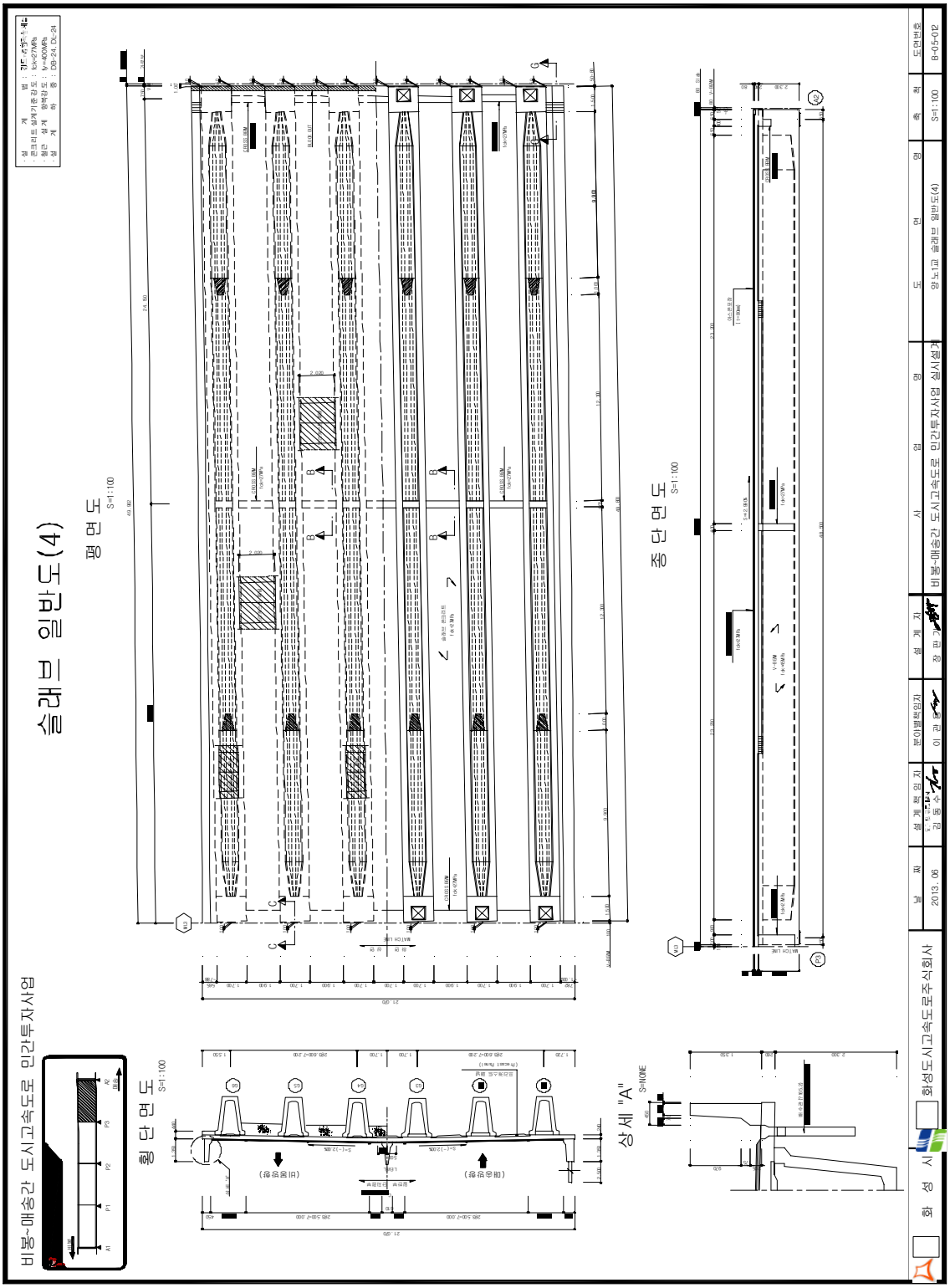
<그림 3.1.2> 슬래브 일반도(1)



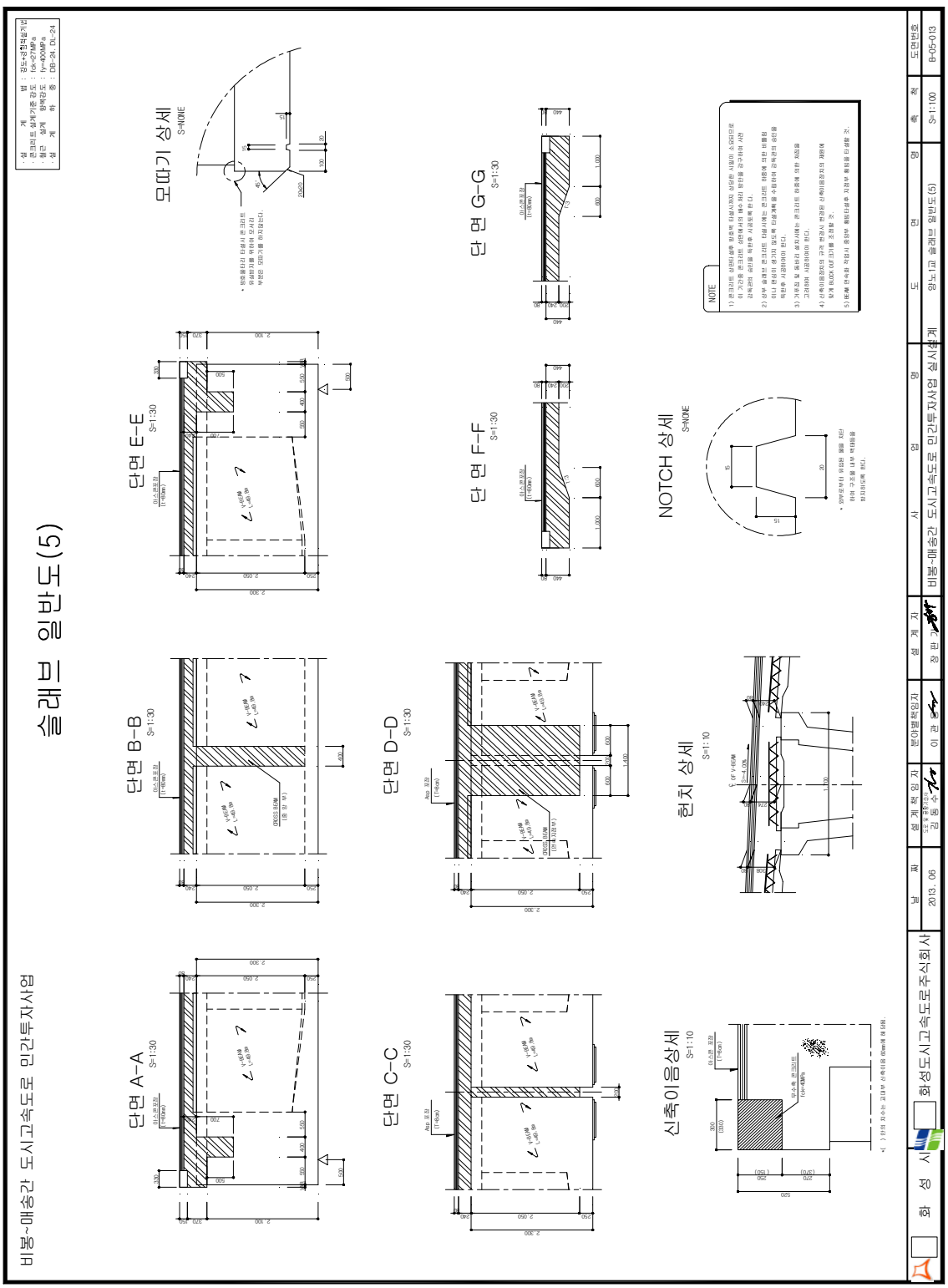
<그림 3.1.3> 슬래브 일반도(2)



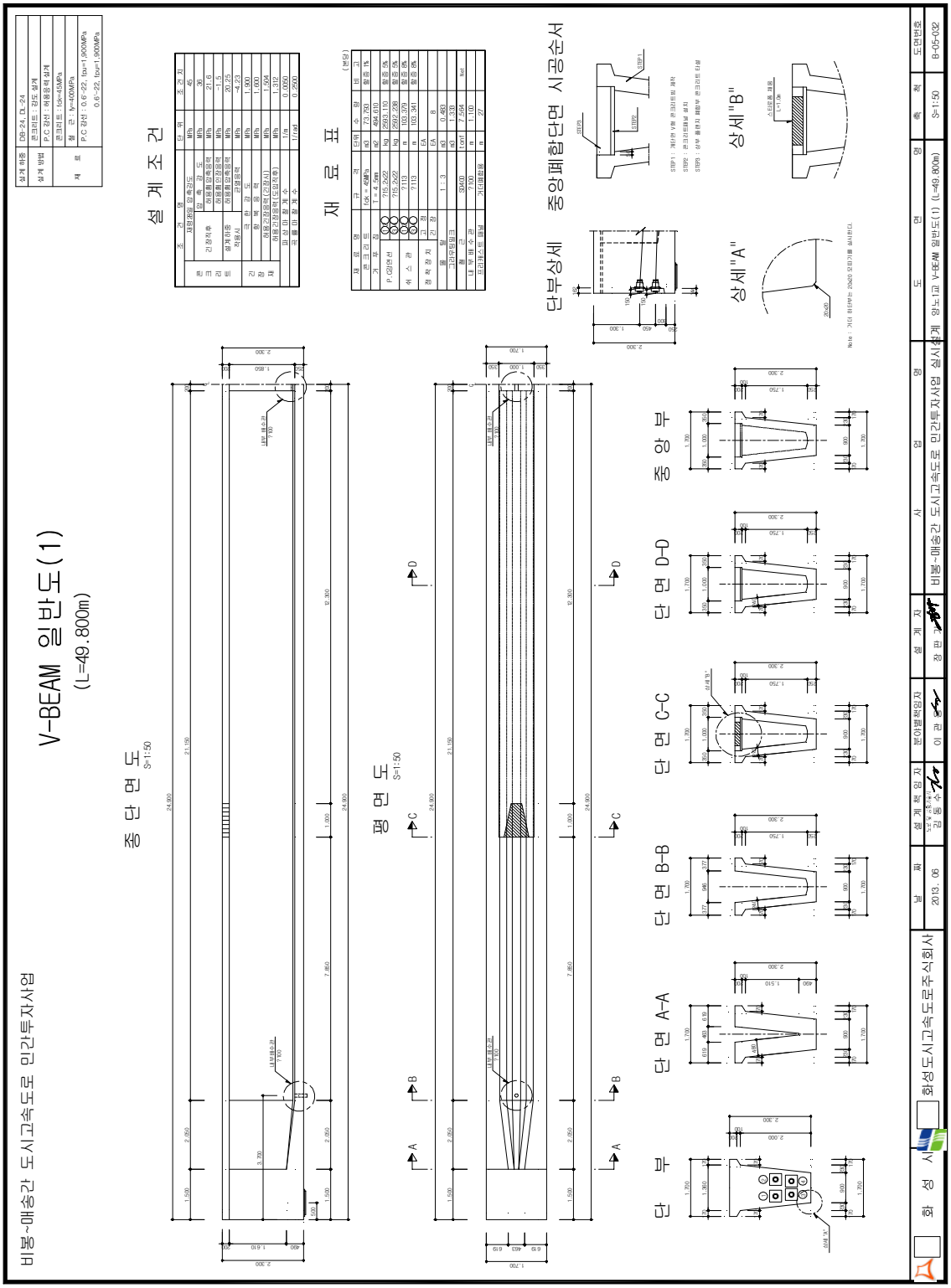
<그림 3.1.4> 슬래브 일반도(3)



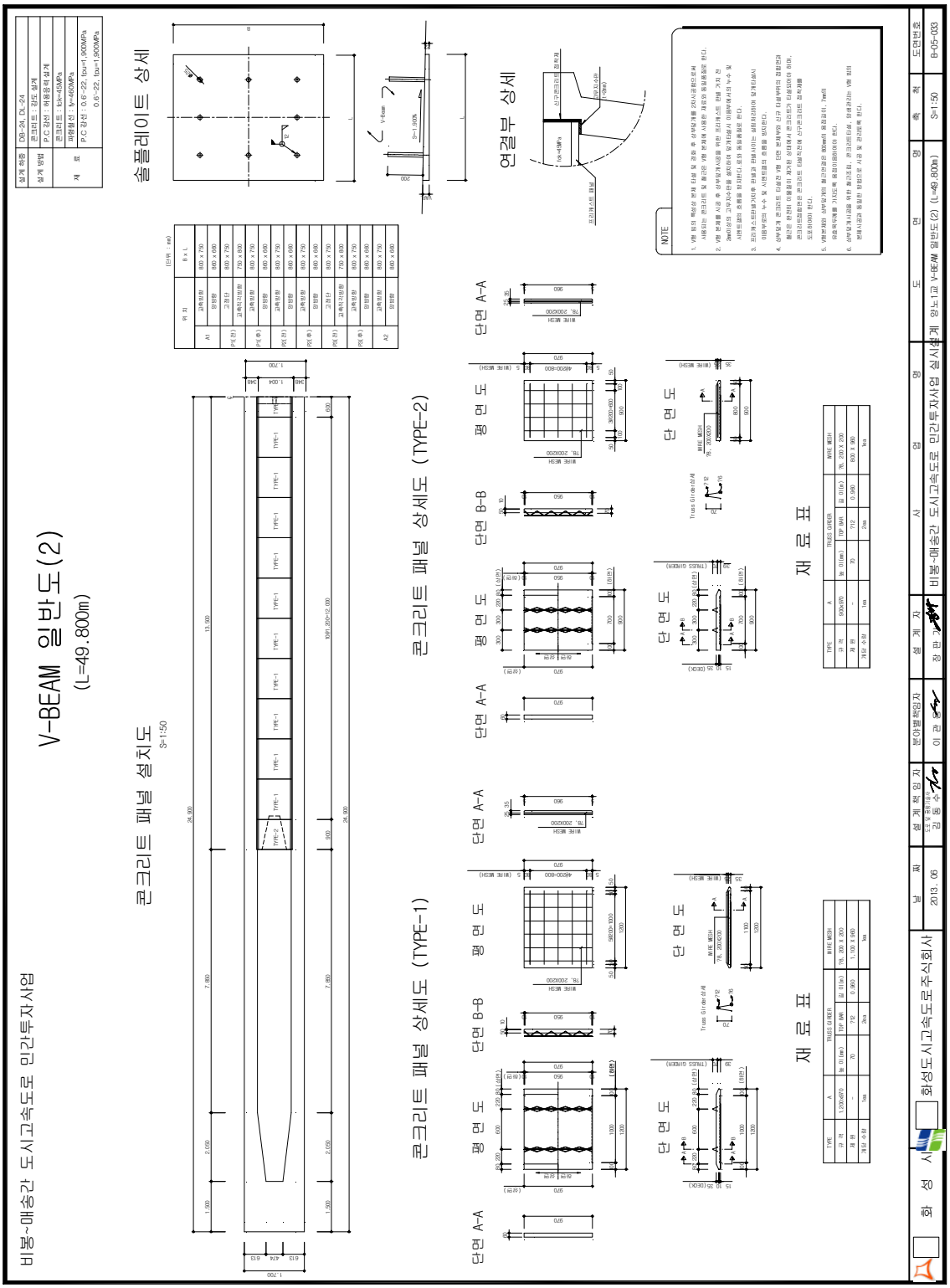
<그림 3.1.5> 슬래브 일반도(4)



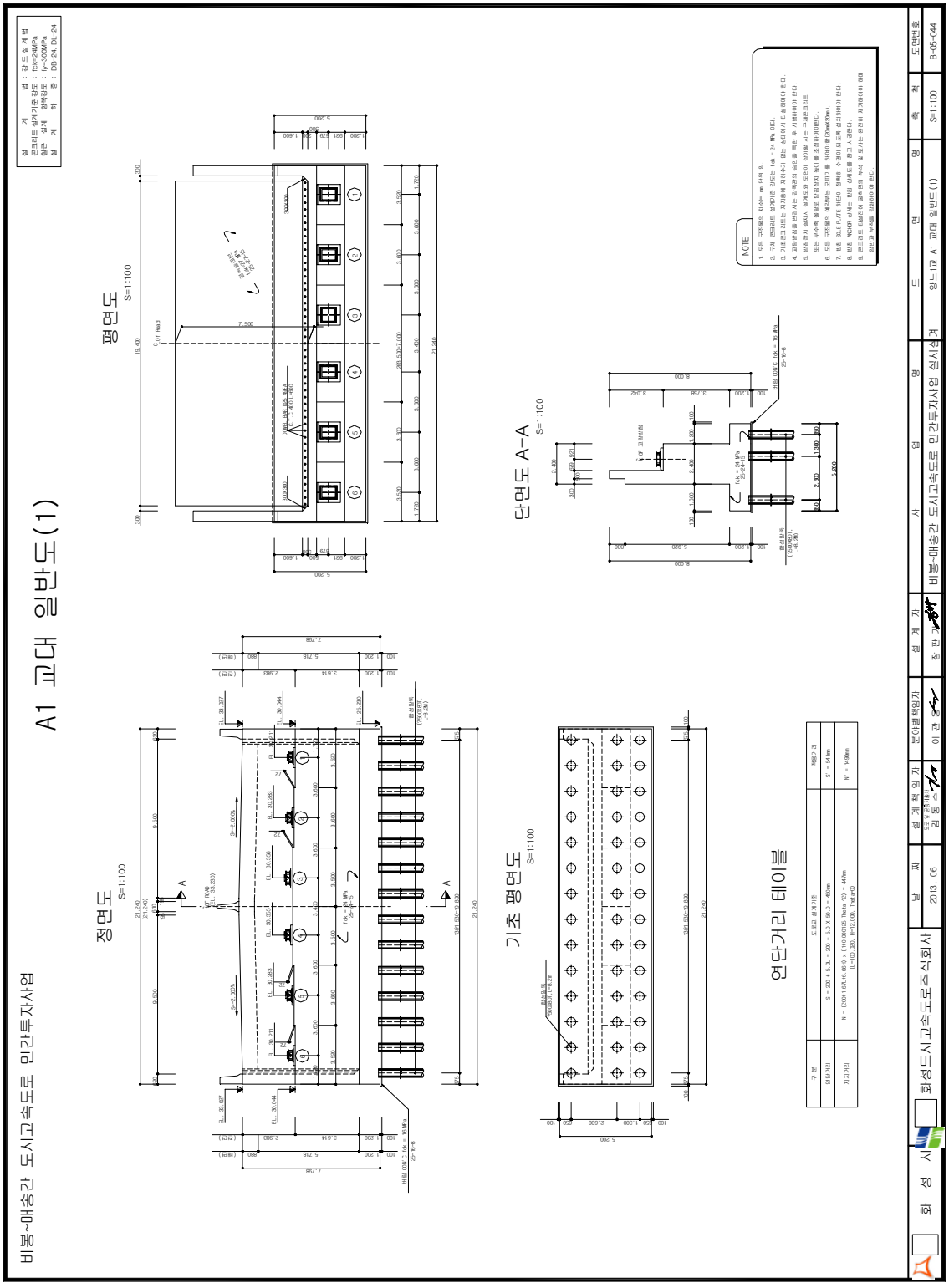
<그림 3.1.6> 슬래브 일반도(5)



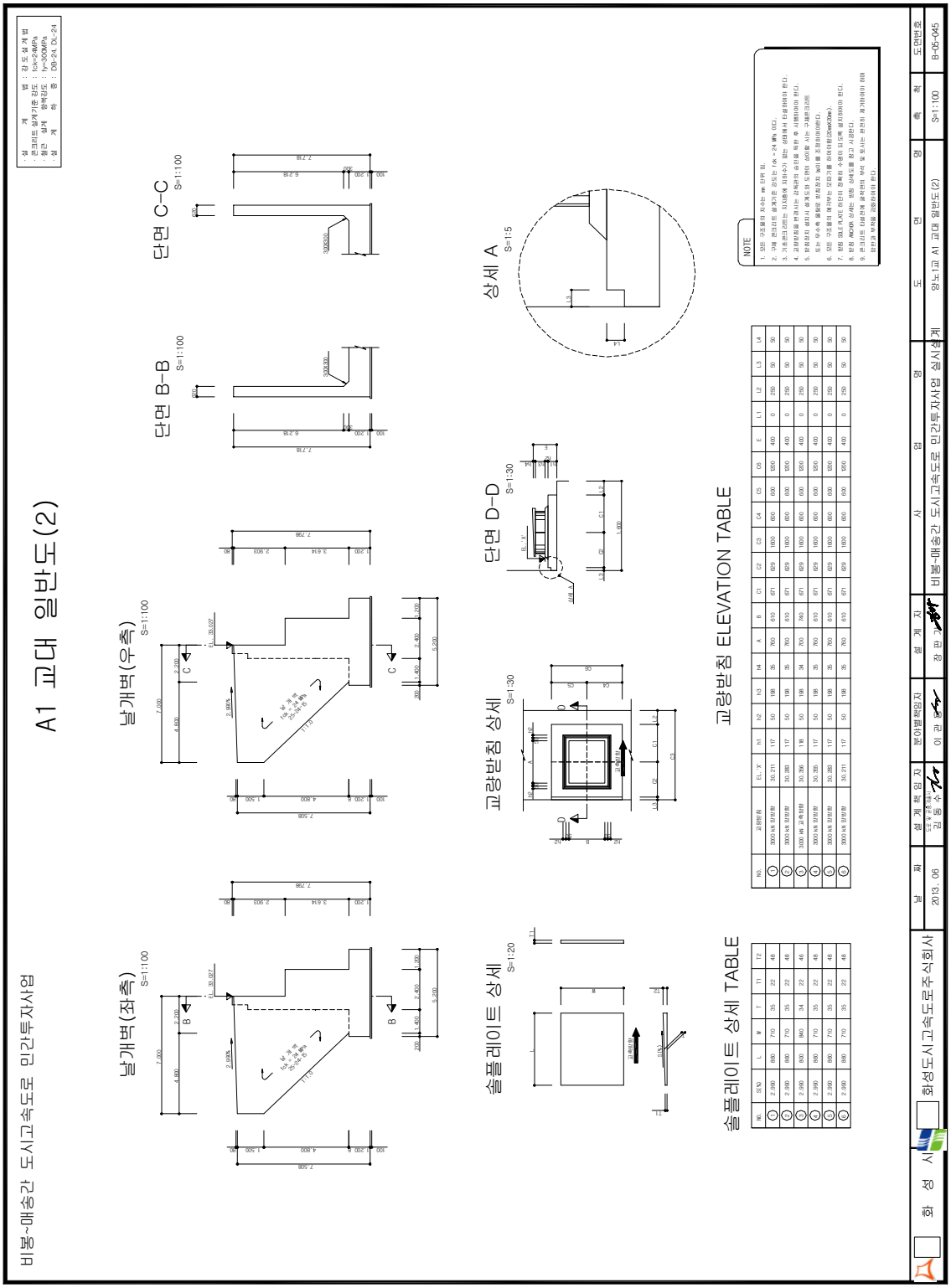
<그림 3.1.7> V-BEAM 일반도(1)



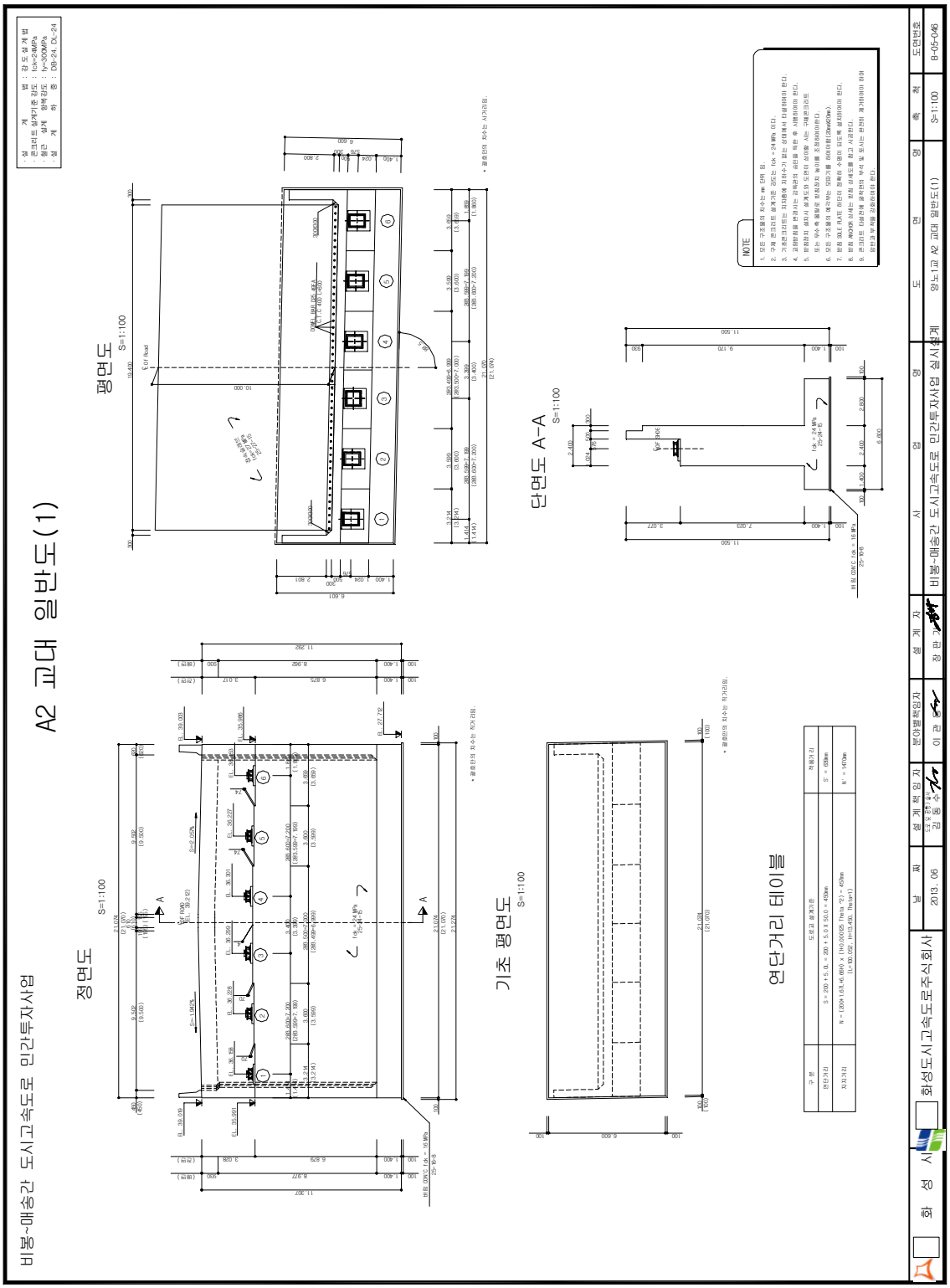
<그림 3.1.8> V-BEAM 일반도(2)



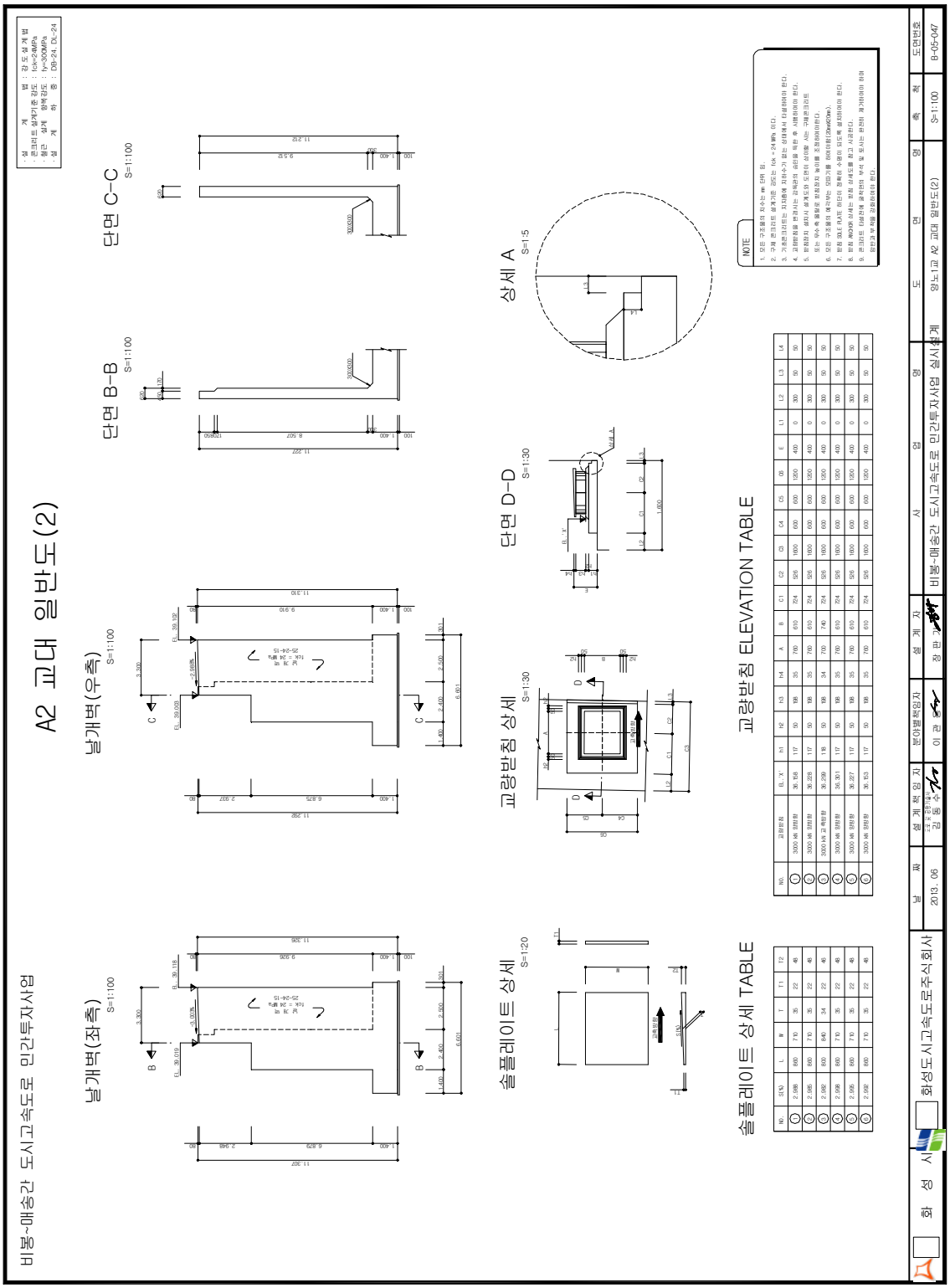
<그림 3.1.9> A1교대 일반도(1)



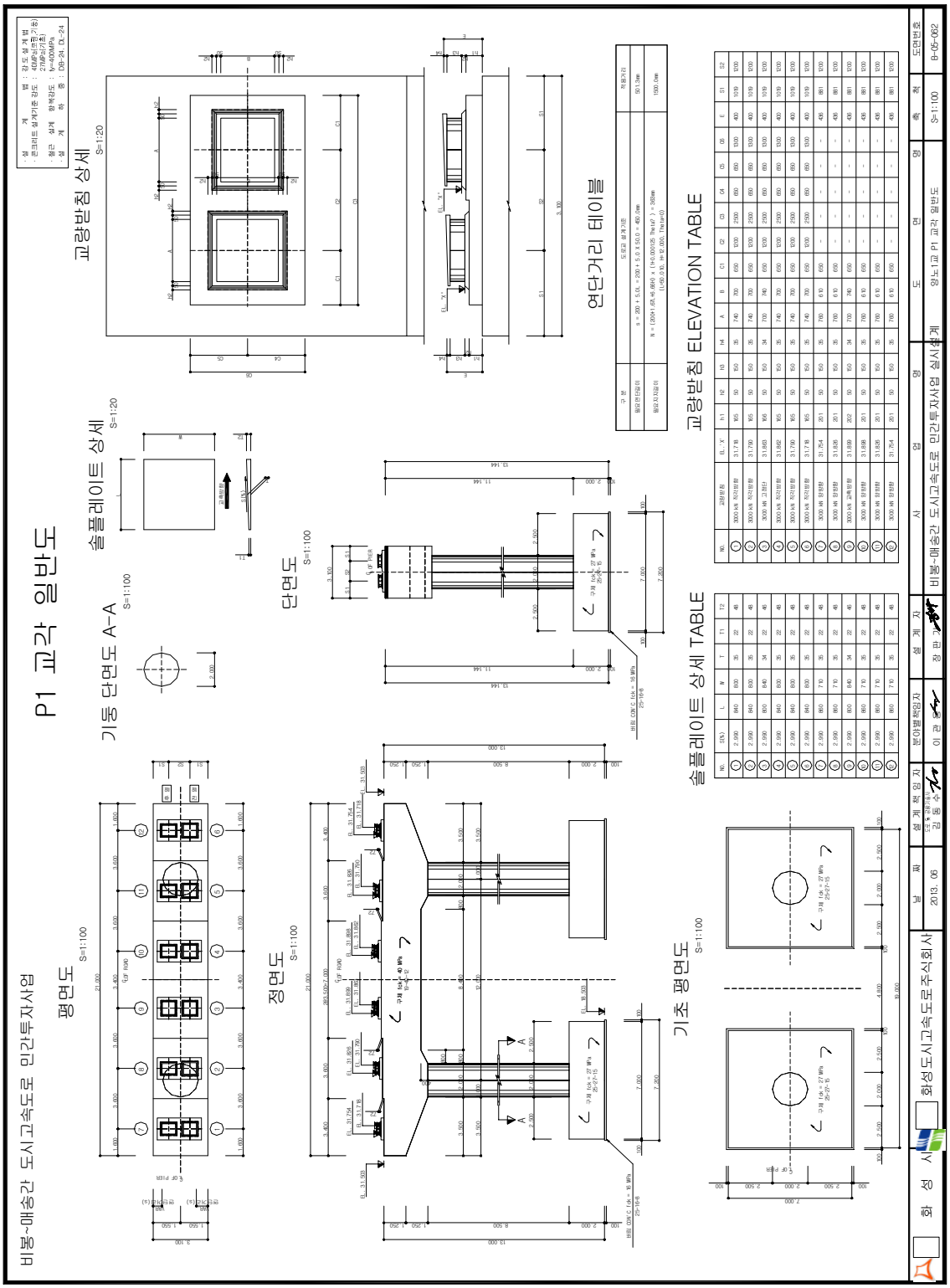
<그림 3.1.10> 교대(A1) 일반도(2)



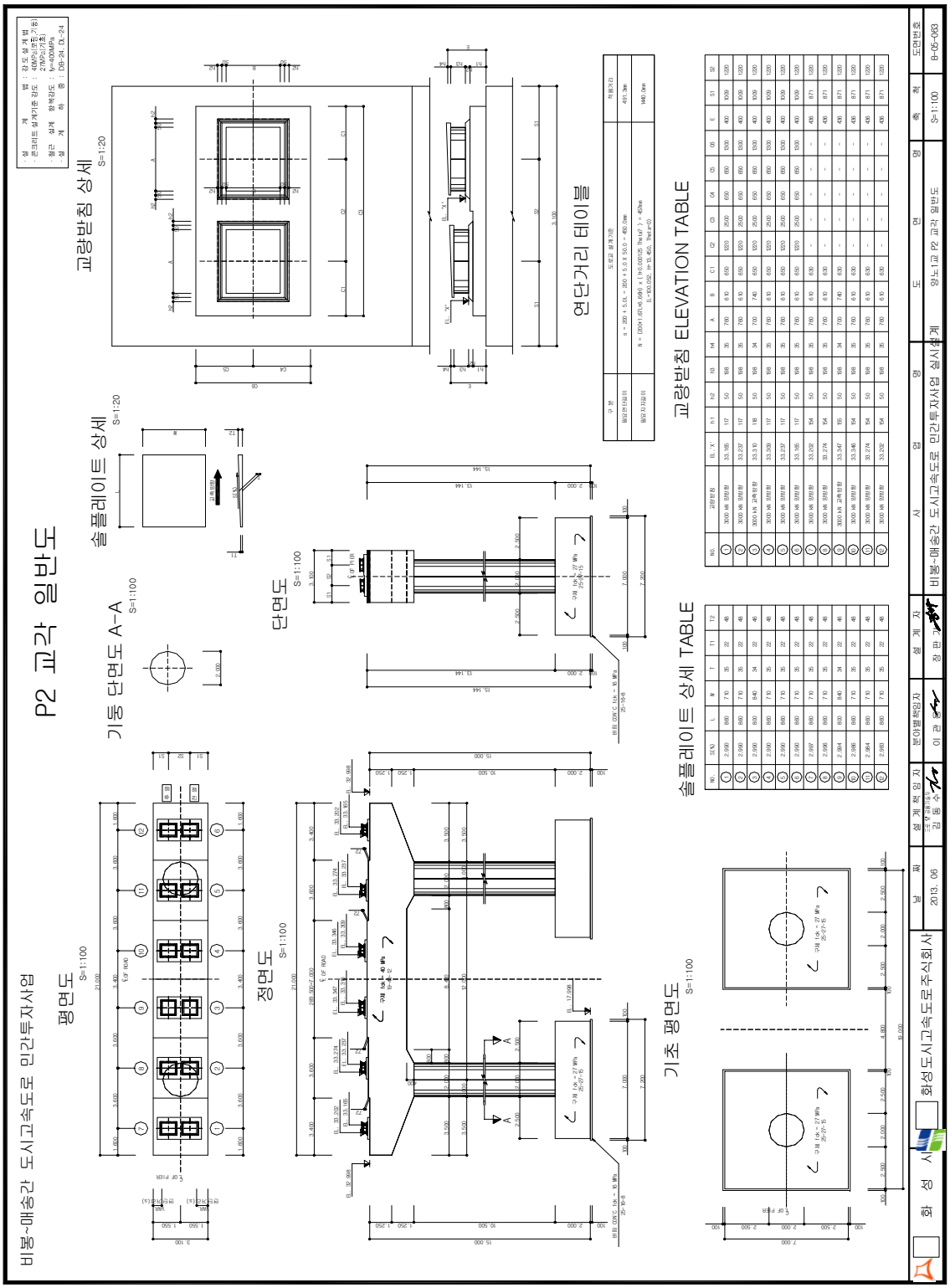
<그림 3.1.11> 교대(A2) 일반도(1)



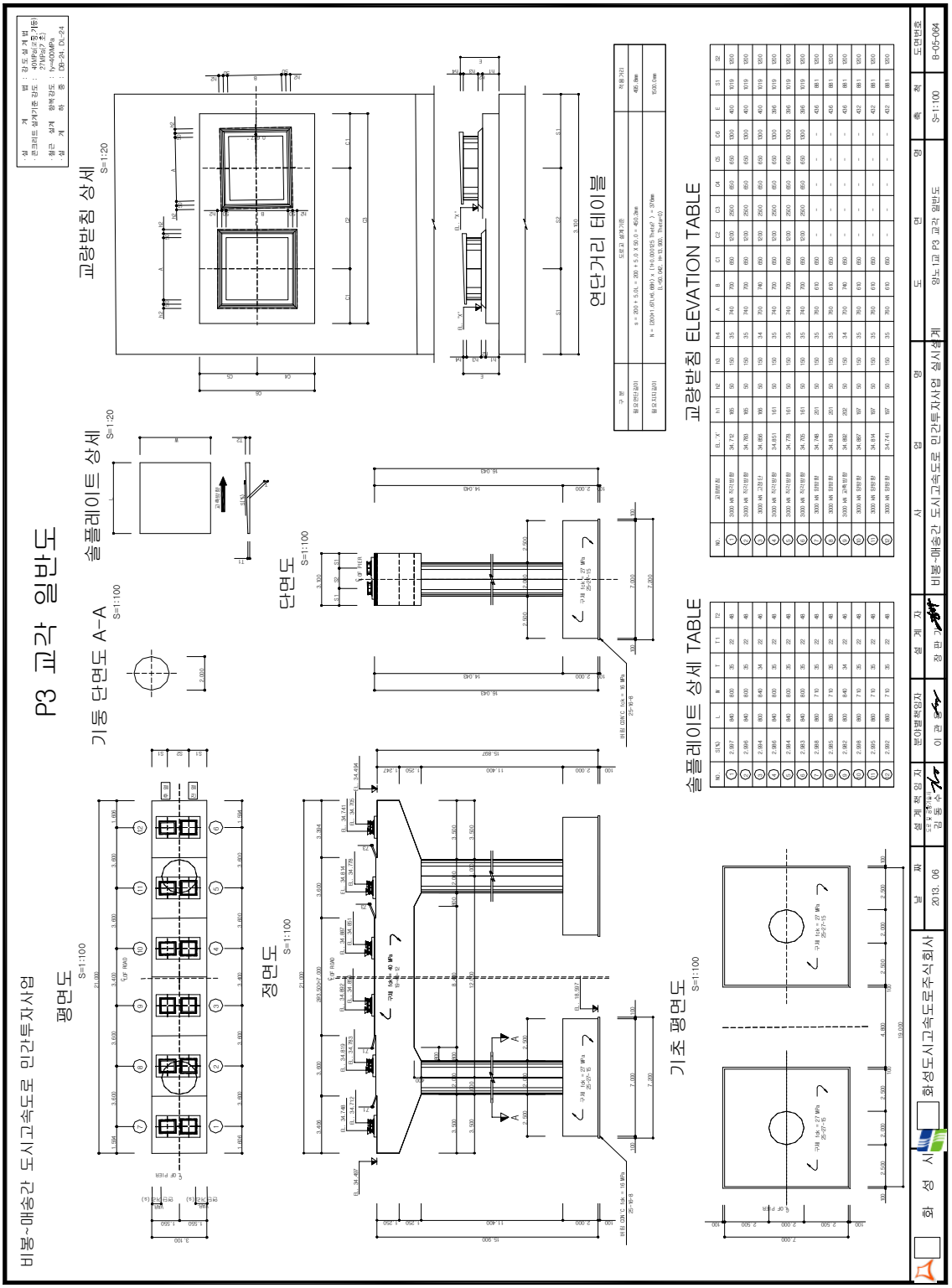
<그림 3.1.12> 교대(A2) 일반도(2)



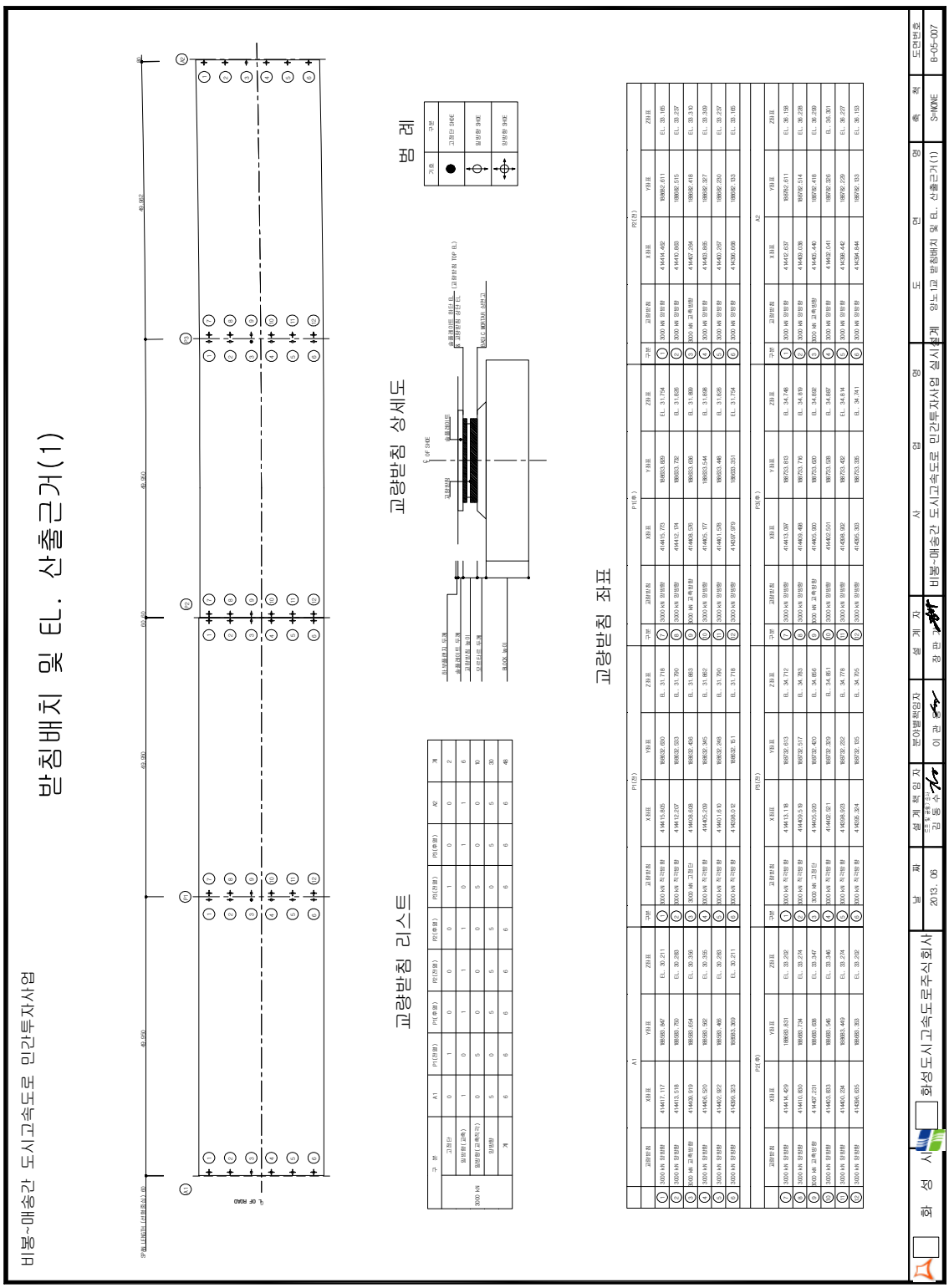
<그림 3.1.13> 교각(P1) 일반도



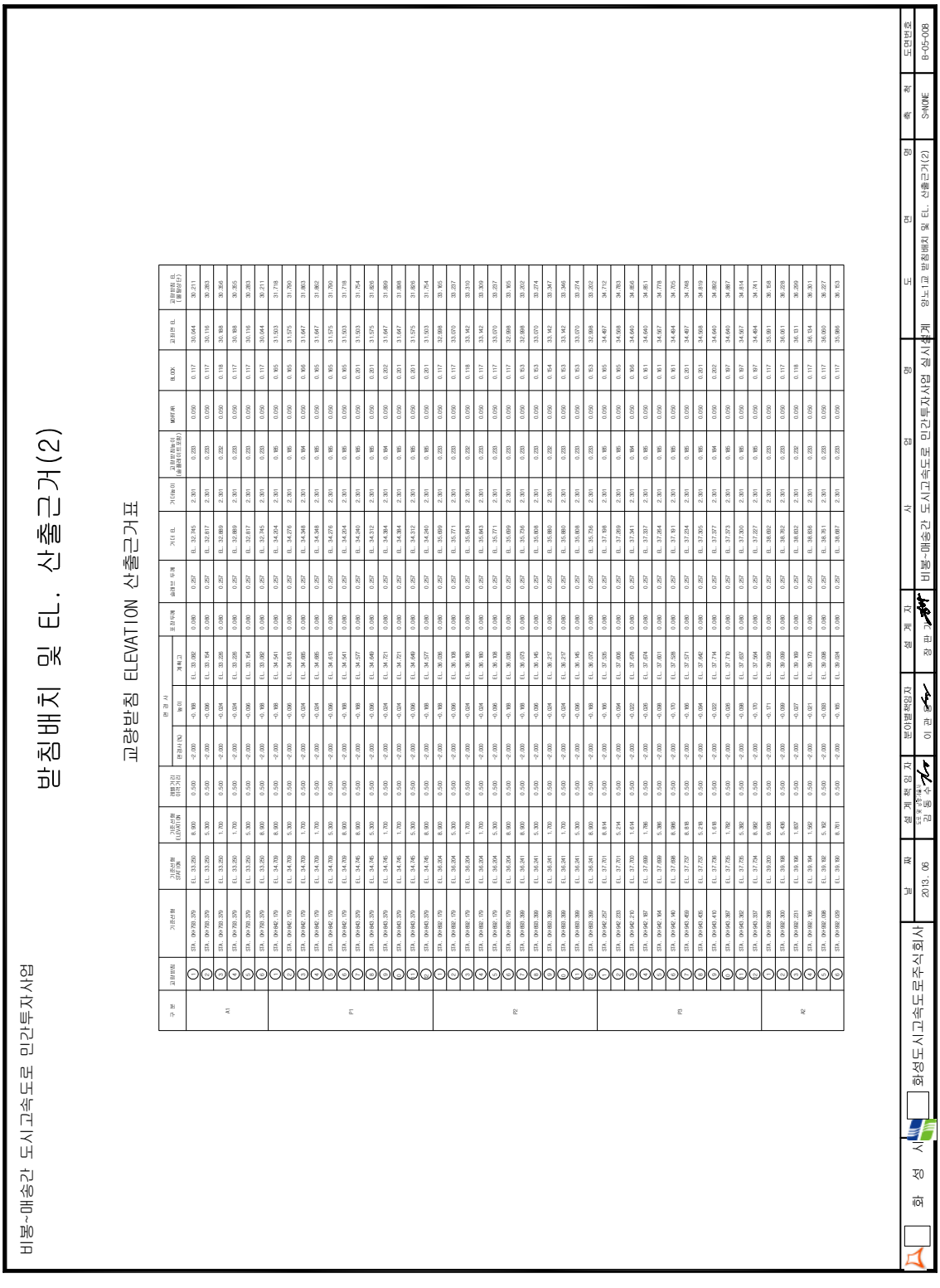
<그림 3.1.14> 교각(P2) 일반도



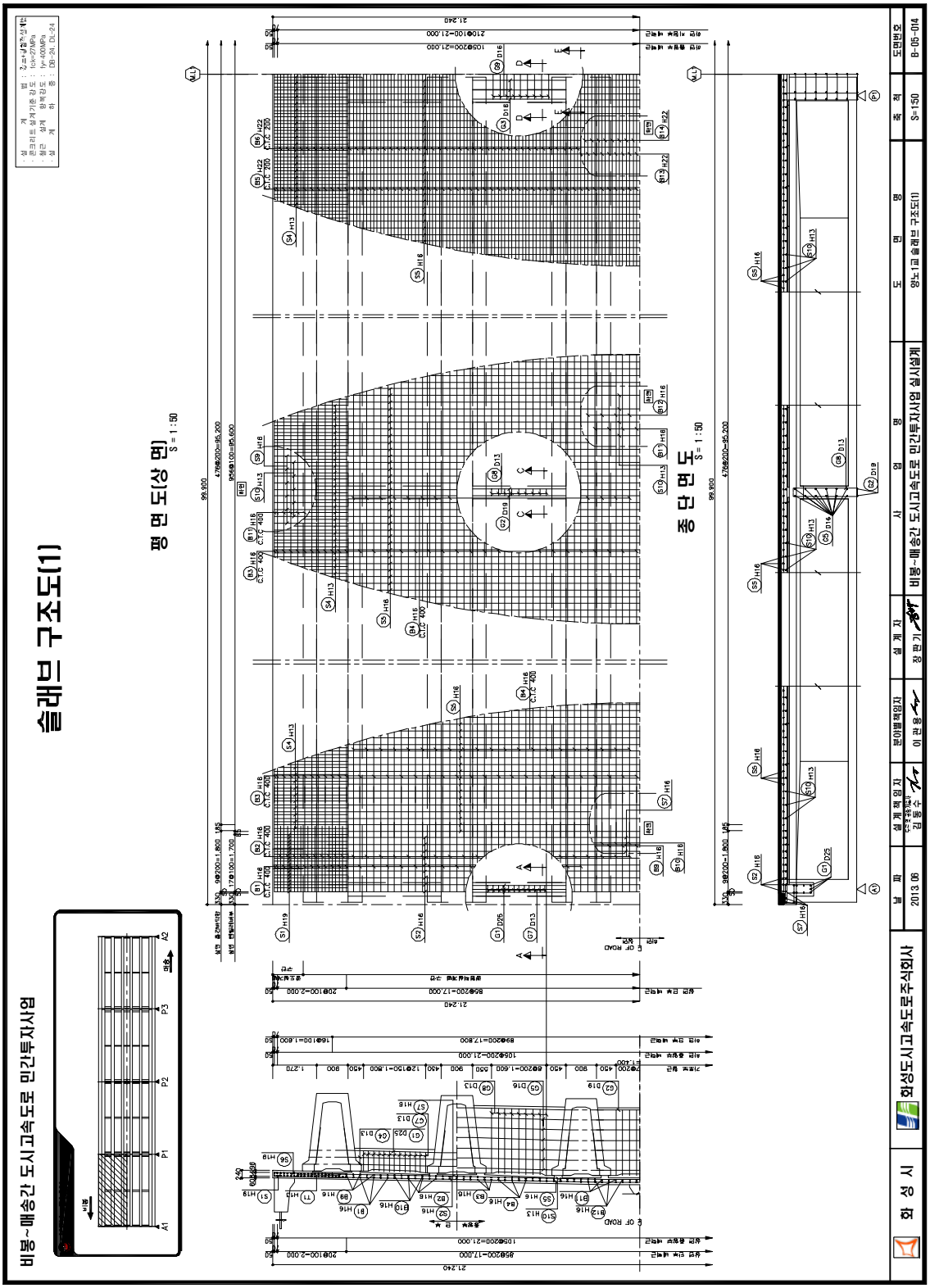
<그림 3.1.15> 교각(P3) 일반도



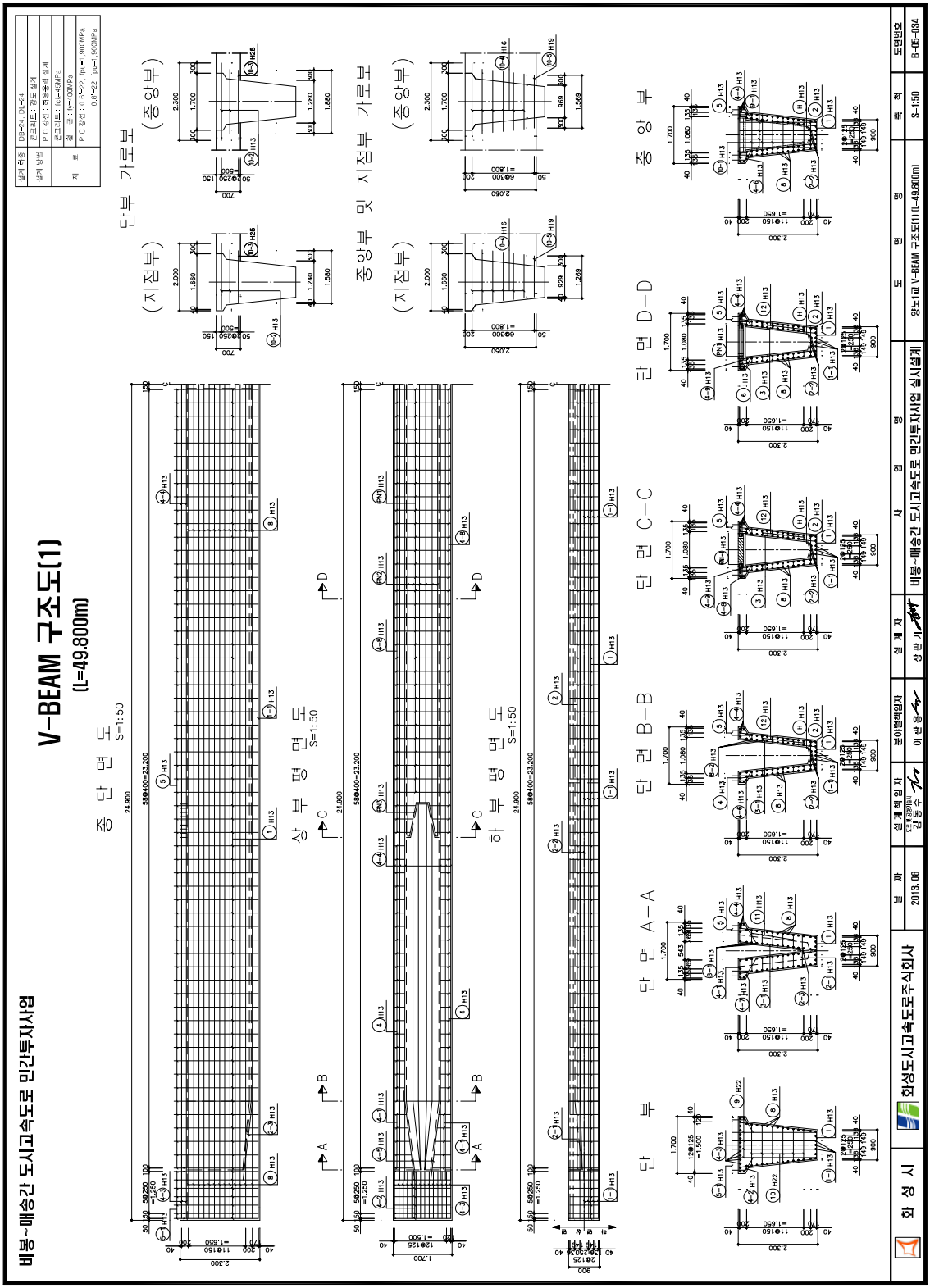
<그림 3.1.16> 교량받침 배치도(1)



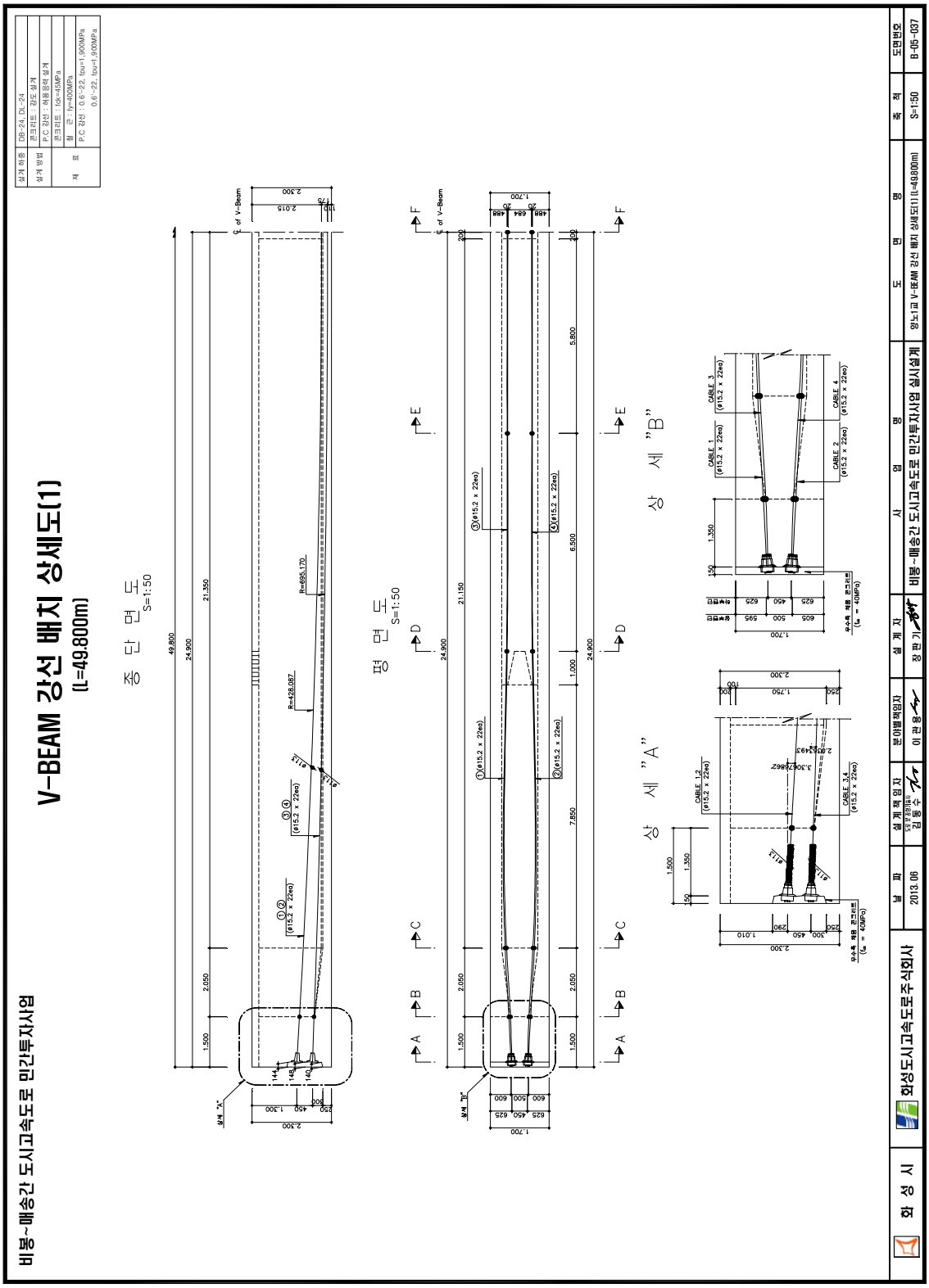
<그림 3.1.17> 교량받침 배치도(2)



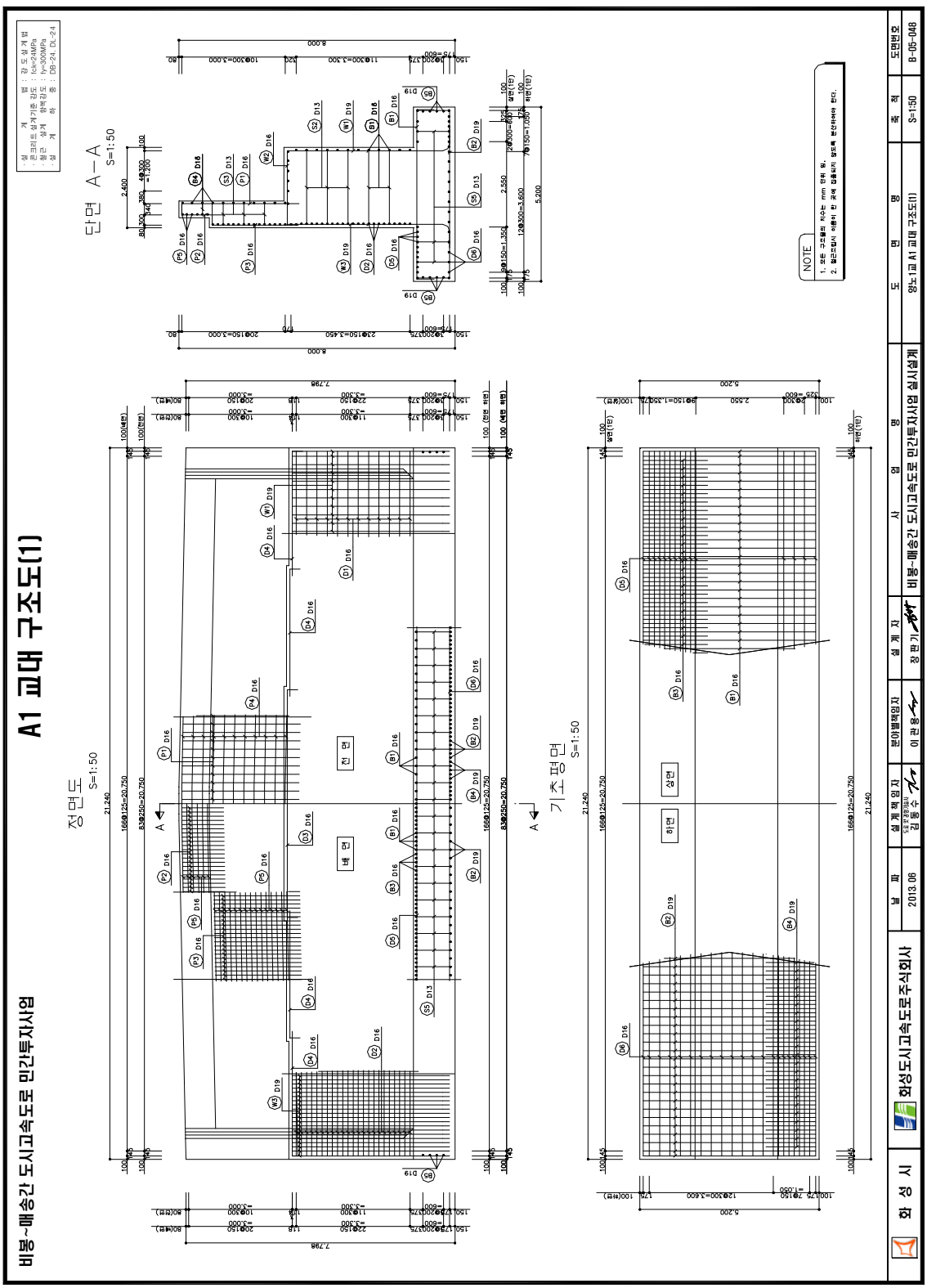
<그림 3.1.18> 슬래브 구조도



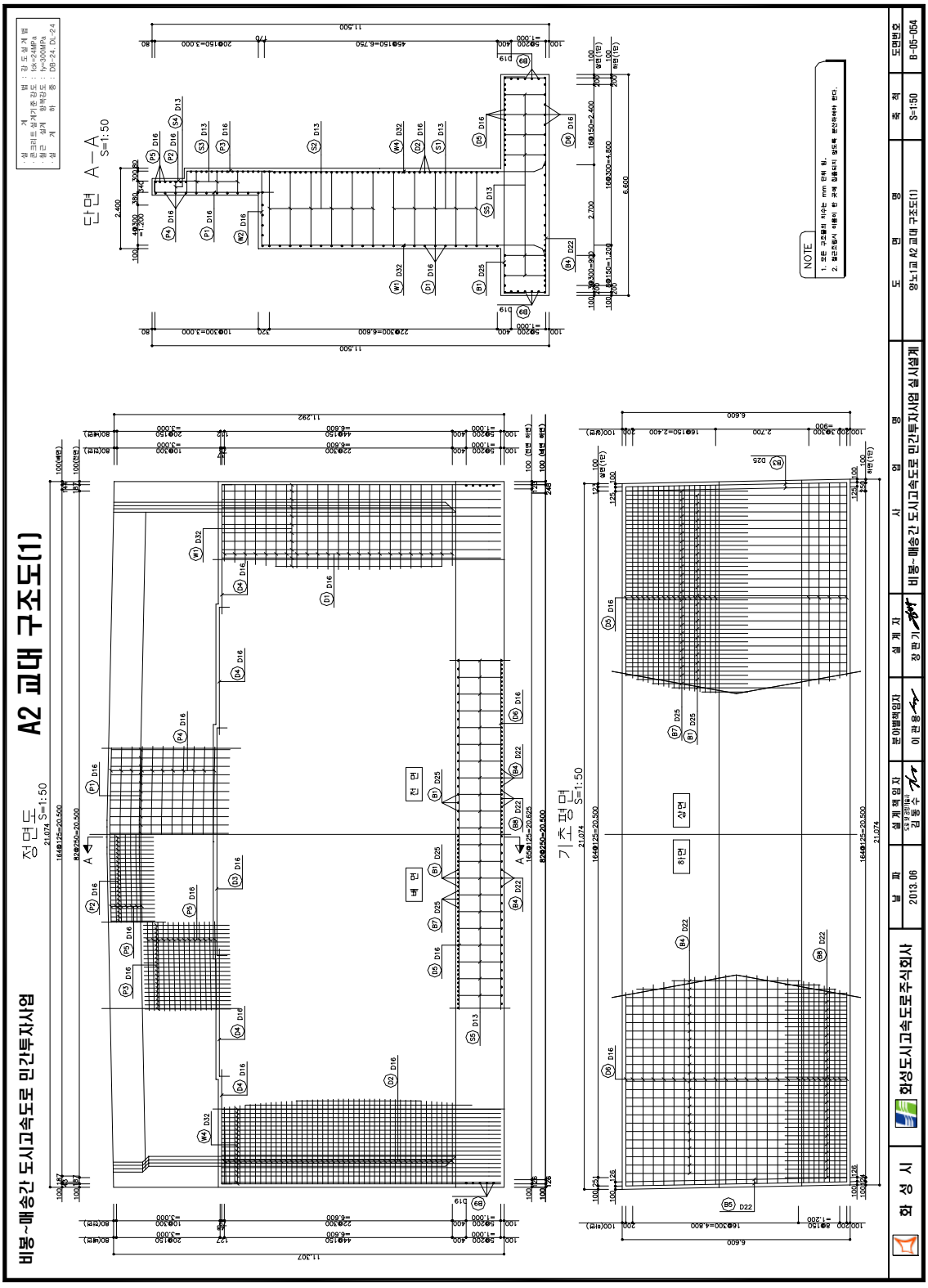
<그림 3.1.19> V-BEAM 구조도



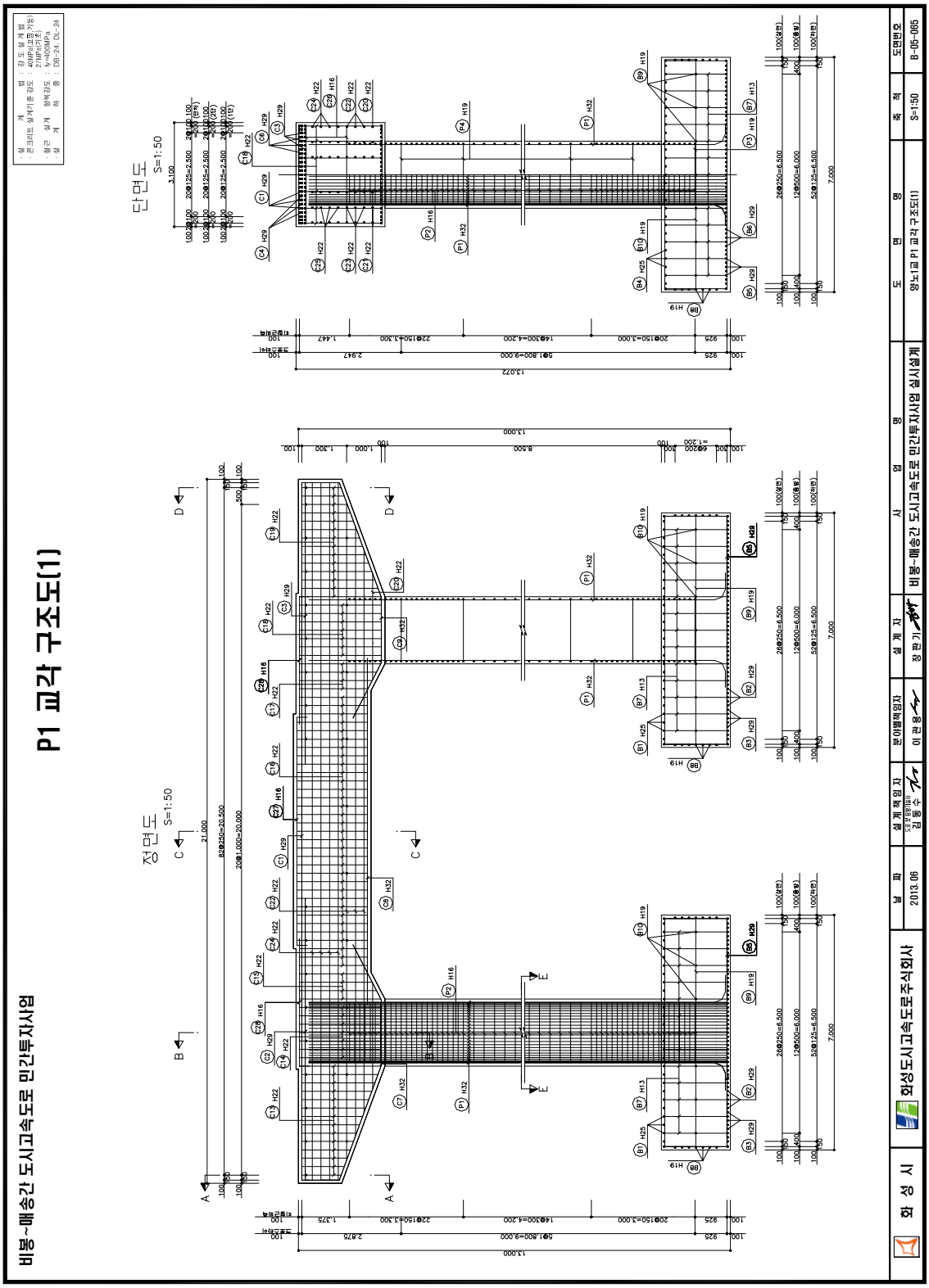
<그림 3.1.20> V-BEAM 강선배치 상세도



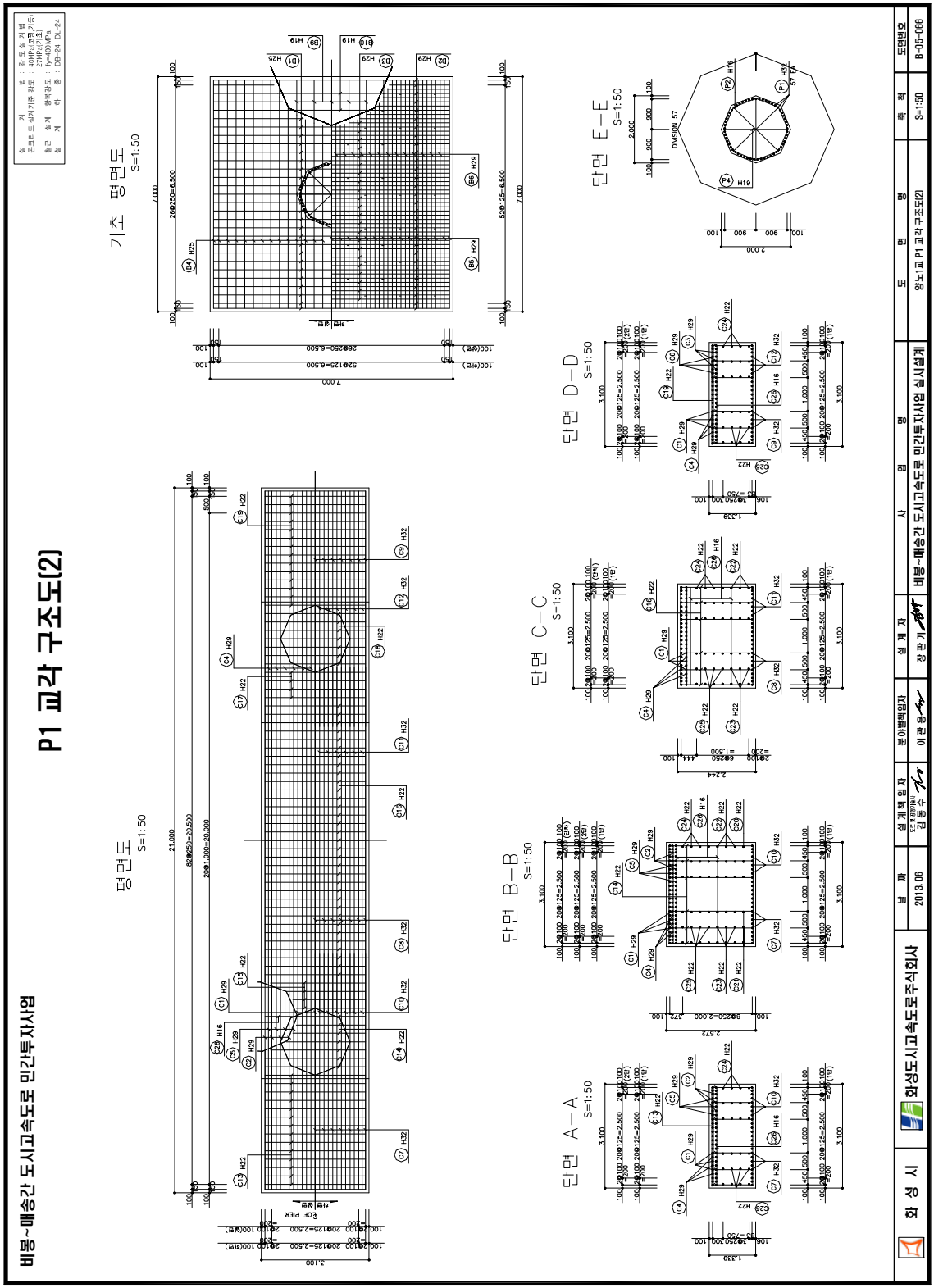
<그림 3.1.21> A1 교대 구조도



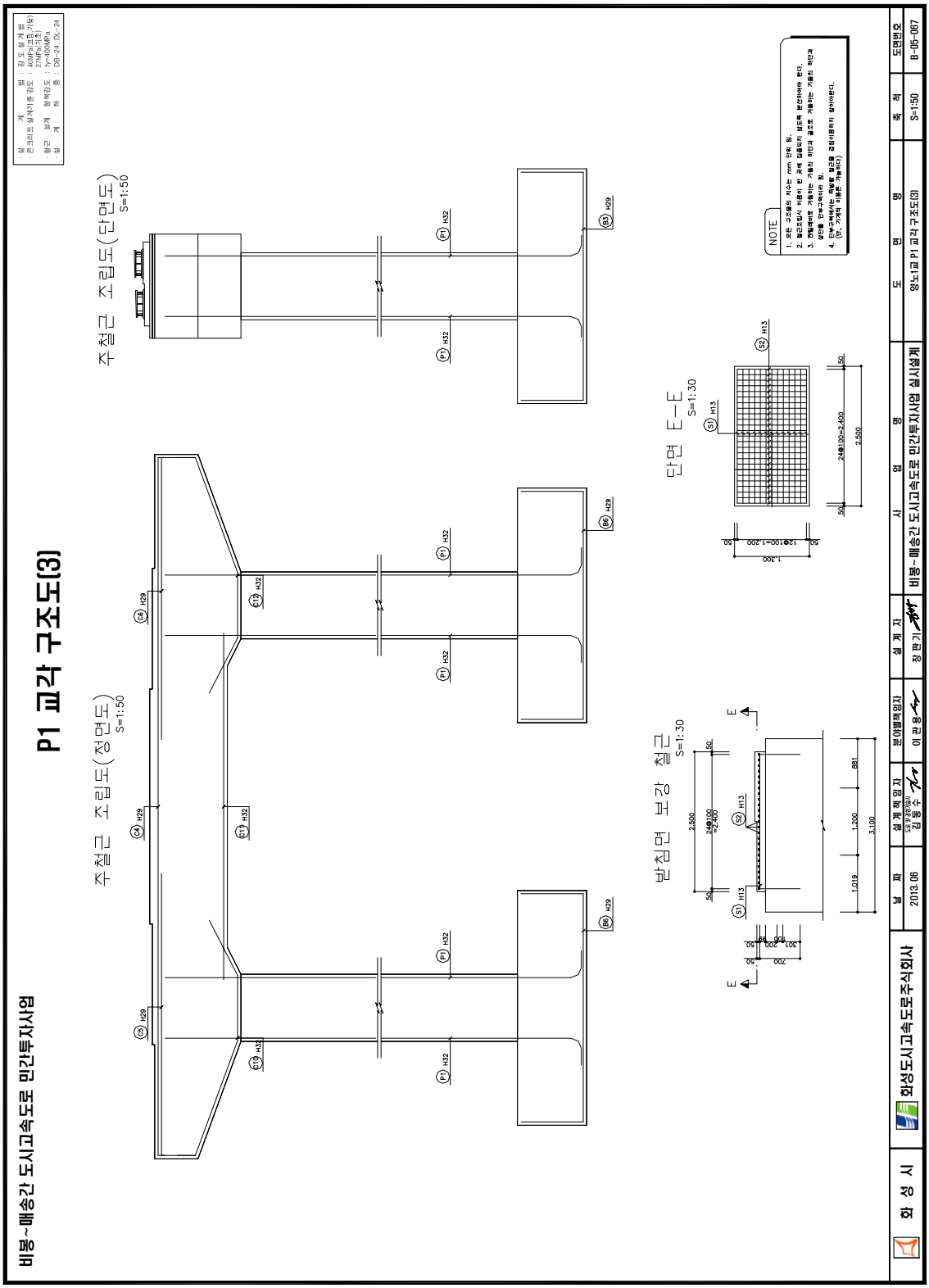
<그림 3.1.22> A2 교대 구조도



<그림 3.1.23> P1 교각 구조도(1)



<그림 3.1.24> P1 교각 구조도(2)



<그림 3.1.25> P1 교각 구조도(3)

3.1.3 자료수집 및 분석

본 과업에 대한 자료조사는 현장을 답사하여 각각의 구조특성을 파악하고, 과업의 추진방향과 세부수행계획을 수립하였으며, 대상 시설물의 건설과 보수·보강 등에 관련된 설계도서 및 관련서류 등의 자료를 요청 및 수집하였으며, 수집된 자료는 다음과 같다.

가. 자료수집 현황

<표 3.1.2> 자료수집 목록

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

- 대상 교량에 대한 자료수집을 통하여 본 과업 수행을 위해 기존 자료들을 참조하고 준공당시 설계도서(2017년)와 2020년 정밀안전점검 및 전차 과업인 2022년도 정밀안전점검 보고서를 중점 활용하였다.

나. 기존 점검 및 진단 실시결과

본 교량은 준공 이후 시설물안전법에 따라 정기적으로 안전점검을 수행하였으며, 현재까지 초기안전점검 1회, 정기안전점검 11회, 정밀안전점검 2회로 총 10회를 시행하였으며, FMS에 등록된 점검이력은 다음과 같다.

<표 3.1.3> 기존 점검·진단 이력

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
1	초기안전점검	(사)한국건설안전기술사회	10,000	상태양호	2017-12-01	승인완료
	2017-04-03 2017-07-31	이석영	양호	없음	이영주	2017-12-01
2	정기안전점검	(사)한국건설안전기술사회	1,150	대체로 양호하나, 신축이음 하부 누수에 대해서는 장기적인 시설물 유지관리를 위해 유도배수관 설치가 필요하며, 흉벽부 균열에 대한 보수가 필요함.	2017-12-26	승인완료
	2017-11-27 2017-12-26	이석영	양호	없음	조정순	2017-12-26
3	정기안전점검	(사)한국건설안전기술사회	1,150	신축이음 후타재, 교각 등 미세균열 발생	2018-06-27	승인완료
	2018-05-31 2018-06-27	이석영	양호	없음	조정순	2018-06-29
4	정기안전점검	자체수행	1,260	대체적으로 양호하며 신축이음 후타재, 난간, 교각, 교대, V-BEAM 등 콘크리트 미세균열이 발생되었으나 시급한 보수,보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단됨.	2018-10-06	승인완료
	2018-10-02 2018-11-05	이영주	양호	0.3mm이상 균열은 주입공법으로 보수	이영주	2018-11-14

<표 3.1.3> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
5	정기안전점검	자체수행	1,260	2018년 하반기 조사시 발생한 신축이음 후타재, 난간, 교대, V-beam 등 콘크리트 미세균열 중 신축이음 후타재 균열외 대부분 보수되지 않았고, 일부 교좌장치에 녹이 발생되었으나 시급한 보수,보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단되나 0.3mm이상 균열은 주입공법으로 보수 및 교좌장치 녹 발생부 재도장을 요함.	2019-06-15	승인완료
	2019-05-09 2019-06-14	이영주	양호	0.3mm이상 균열은 주입공법으로 보수 및 교좌장치 녹발생부 재도장	이영주	2019-06-24
6	정기안전점검	자체수행	1,260	2019년 상반기 조사시 발생한 난간, 교대 미세균열 및 일부 교좌장치에 녹이 발생되었으나 시급한 보수,보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단되며, V-BEAM 미세균열은 대부분 보수되었으나 빔 바닥판 1개소에 콘크리트가 탈리되어 콘크리트 표면보수가 필요함.	2019-11-18	승인완료
	2019-10-16 2019-11-15	이영주	양호	V-beam 바닥 콘크리트 탈리부 표면보수, 0.3mm이상 균열은 주입공법으로 보수 및 교좌장치 녹발생부 재도장	이영주	2019-11-21
7	정밀안전점검	(주)케이에스알큰사람	5,346	- 교면포장: 상태양호 - 방호벽 : 균열, 균열부 백태 백태, 보수부 백태, 녹발생, 이격, 잡철물 미제거, 차수판 볼트불량, 파손, 표면불량 - 배수시설: 상태양호 - 신축이음: 후타재 균열, 토사퇴적, 신축이음 체수 - 바닥판: 균열, 마감부 파손(탈락우려) - 거더 및 가로보: 균열, 균열부 누수백태, 망상균열, 파손, 피복부족, 재료분리, 철근노출 - 교량받침: 받침콘크리트 재료분리, 받침콘크리트 파손 - 교대 및 교각: 균열, 망상균열, 파손 - 점검시설: 상태양호	2020-06-28	승인완료
	2020-01-09 2020-06-10	신달양	B등급	-	송승준	2020-06-29

<표 3.1.3> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
8	정기안전점검 (하반기)	자체수행	1260	2020년 정밀안전점검시 조사된 교대, 교각, 거더, 방호벽, 후타재 등 미세균열 등 대분 부수되지 않았으나 시급한 보수, 보강이 필요하지 않을 것으로 판단되며 A1 신축이음장치 단차는 정기적인 모니터링을 통하여 변형 확대를 관찰하는 등 지속적인 관리하고 향후 구조물의 내구성 확보 및 손상과 열화가 증가할 수 있으므로 하자보수 계획을 수립하여 일괄적으로 보수를 요함.	2020-12-09	승인완료
	2020-11-02 2020-11-27	이영주	양호	-0.3mm이상 균열 주입보수 및 녹발생 교좌장치 재도장 - 난간방호벽 파손부 단면복구 실시	이영주	2020-12-10
9	정기안전점검 (상반기)	자체수행	-	2020년 정밀안전점검 및 2020년 하반기 정기점검시 조사된 교대, 교각, 거더, 방호벽, 후타재 등 미세균열 중 거더 일부 균열보수 및 신축이음장치 녹제거외 대부분 보수되지 않았으나 시급한 보수, 보강이 필요하지 않을 것으로 판단되며 A1 신축이음장치 단차는 정기적인 모니터링을 통하여 변형 확대를 관찰하는 등 지속적인 관리하고 향후 구조물의 내구성 확보 및 손상과 열화가 증가할 수 있으므로 하자보수 계획을 수립하여 일괄적으로 보수를 요함.	2021-06-25	승인완료
	2021-05-24 2021-06-23	이영주	양호	난간방호벽 파손부 단면복구 실시	이영주	2021-06-28
10	정기안전점검 (하반기)	자체수행	-	- 교대, 받침콘크리트, 방호벽, 가로보, 바닥판, 거더 등에서 균열/철근노출/파손 등이 조사되었으나 시급한 보수,보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단됨. - 신축이음 단차는 모니터링결과 변형확대 징후가 없으며 차량통행에 문제가 없으므로 지속적인 모니터링을 요함. - 향후 구조물의 내구성 확보 및 손상과 열화가 증가할 수 있으므로 보수 계획을 수립하여 일괄적으로 보수를 요함.	2021-11-26	승인완료
	2021-10-25 2021-11-26	이영주	양호	- 난간방호벽 파손부 단면복구 실시	이영주	2021-11-29

<표 3.1.3> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
11	정밀안전점검	(주)케이에스알큰사람	4,895	-외관조사의 주요 손상은 방호벽 균열, 균열부 백태, 백태, 파손, 방호벽 이격단차, 신축이음 후타재 균열, 신축이음 토사퇴적 및 체수, 바닥판 균열, 파손, 거더 및 가로보 균열, 망상균열, 파손, 받침콘크리트 재료분리, 받침콘크리트 파손, 교대 및 교각 균열, 망상균열, 파손 등의 손상이 조사되었다. -금회 확인된 손상들은 시공 당시 발생한 초기결함과 공용 중 발생된 결함으로 조사되어 일부 손상물량의 증가가 있었으나, 교량의 안전성에 직접적인 영향을 미치는 중대결함의 발생은 없는 것으로 분석되었다. -상태평가를 실시한 결과, 현재 시설물의 상태는 양호한 상태인 『B』(0.183)등급으로 평가되었다. -본 시설물은 공용기간 증가에 의해 손상과 열화가 증가할 수 있으므로, 지속적인 유지관리가 필요하며, 발생된 손상(결함)에 대해서 내구성 확보와 기능유지를 위한 적절한 보수보강이 이루어진다면 시설물의 공용에는 지장이 없을 것으로 판단된다.	2022-06-29	승인완료
	2022-01-03 2022-06-10	신달양	B등급	- 표면처리, 주입보수, 단면보수, 청소, 제거후 단면보수	김무열	2022-06-30
12	정기안전점검(하반기)	자체수행	-	- 난간방호벽 파손부 단면복구 실시하였으나 미흡함. - 교대, 받침콘크리트, 방호벽, 가로보, 바닥판, 거더 등에서 균열/철근노출/파손 등이 조사되었으나 시급한 보수,보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단됨. - 신축이음 단차는 모니터링결과 변형확대 징후가 없으며 차량통행에 문제가 없음으로 지속적인 모니터링을 요함. - 향후 구조물의 내구성 확보 및 손상과 열화가 증가할 수 있으므로 보수 계획을 수립하여 일괄적으로 보수를 요함.	2022-11-30	승인완료
	2022-10-24 2022-11-25	이영주	양호	-	김동민	2022-12-05

<표 3.1.3> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
13	정기안전점검(상반기)	(주)이도	2,200	금회 정기안전점검 결과, 조사된 주요 손상으로 교면포장 초기소성변형, 신축이음 후타재 단차, 교량받침 재료분리, 가로보 마감불량, 교대 균열 등의 손상이 조사되었다. 금회 조사된 손상은 대부분 경미한 상태로 기존 손상들은 대부분 하자보수로 보수가 완료되었으며, 신축이음 후타재 단차는 주기적인 점검을 통하여 향후 구조물의 내구성 확보를 위해 보수 계획을 수립하는 것이 바람직하다. 금회 정기안전점검 결과, 구조적인 중대결함은 발생하지 않았으나, 조사된 결함에 대해서는 손상규모에 따라 적절히 보수를 실시하고, 지속적인 점검을 통한 효율적이고 체계적인 시설물의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.	2023-07-24	승인완료
	2023-06-01 2023-06-30	양영탁	양호	- 단차보수, 제거 후 단면보수, 표면처리	나영일	2023-08-02
14	정기안전점검(하반기)	(주)이도	2,200	금회 정기안전점검 결과, 조사된 주요 손상으로 교면포장 초기소성변형, 신축 이음 후타재 단차, 교량받침 재료분리, 가로보 마감불량, 교대 균열 등의 손상이 조사됨. 금회 조사된 손상은 대부분 경미한 상태로 기존 손상들은 대부분 하자보수로 보수가 완료되어, 향후 구조물의 내구성 확보를 위하여 보수 계획을 수립하는 것이 바람직함.	2024-01-30	승인완료
	2023-12-01 2023-12-31	양영탁	양호	- 단차보수, 제거 후 단면보수, 표면처리	나영일	2024-01-31

<표 3.1.4> 2020년도 정밀안전점검 결과 요약

구 분			점검내용
용 역 명			· 2020년도 정밀안전점검
용역기간			· 2020. 01. 09 ~ 2020. 06. 10
용 역 사			· (주)케이에스알큰사람
시설물명			· 양노1교
외관조사	상부구조	포 장 면	· 양호
		바 닥 판	· 균열, 마감부 파손(탈락우려)
		거 더	· 균열, 균열/누수/백태, 망상균열, 파손, 피복부족
		가 로 보	· 재료분리, 철근노출
	하부구조	교 대	· 균열, 망상균열, 파손
		교 각	· 균열
	교량받침		· 받침콘크리트 재료분리, 받침콘크리트 파손
	기타부재	신축이음	· 후타재 균열, 신축이음 토사퇴적, 신축이음 체수, 신축이음 단차
		방 호 벽	· 균열, 균열부 백태, 백태, 보수부 백태, 녹발생, 이격, 잡철물 미제거, 차수판 볼트불량, 파손, 표면불량
		배수시설	· 양호
		점검시설	· 양호
재료시험	콘크리트 강도시험		· 상부구조 : 바닥판하면(S1/G1(고강도)) 47.8 MPa (설계강도 45.0 MPa) 바닥판하면(S1/G5(고강도)) 45.1 MPa (설계강도 45.0 MPa) 바닥판하면(S2/G1(고강도)) 46.8 MPa (설계강도 45.0 MPa) 바닥판하면(S3/G1(고강도)) 44.5 MPa (설계강도 45.0 MPa) 바닥판하면(S3/G2(고강도)) 46.7 MPa (설계강도 45.0 MPa) · 하부구조 : 교대(A1) 26.6 MPa (설계강도 24.0 MPa) 교각(P1) 비봉방향 41.3 MPa (설계강도 40.0 MPa) 교각(P1) 매송방향 43.9 MPa (설계강도 40.0 MPa) 교각(P2) 매송방향 42.9 MPa (설계강도 40.0 MPa)
		평 가	각 부재별로 콘크리트 압축강도 측정결과, 설계기준강도 거더 45.0㎫, 교대(A1, A2)흉벽 24.0㎫, 교각(P1) 40.0㎫ 이상을 확보하고 있는 것으로 조사되었다.
	탄 산 화 시 험		· 상부 : 거더(S1/G1) 탄산화 깊이 0.2mm (탄산화잔여깊이 44.8mm) 거더(S2/G1) 탄산화 깊이 0.1mm (탄산화잔여깊이 40.9mm) 거더(S3/G1) 탄산화 깊이 0.1mm (탄산화잔여깊이 45.0mm) · 하부 : 교각P1 탄산화 깊이 0.5mm (탄산화잔여깊이 56.5mm) 교각P2 탄산화 깊이 0.6mm (탄산화잔여깊이 72.4mm)
		평 가	탄산화 깊이 측정 결과, 측정 전 개소에서 피복 잔여깊이가 30mm이상 확보가 되는 것으로 확인되어 탄산화로 인한 철근의 부식위험은 없는 것으로 판단된다.
상태평가/종합평가			· 0.232 ▷ 「**B**」(양호)
종합의견			- 본 양노교에 대한 시설물평가는「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」에 제시된 시설물평가 기준을 토대로 실시하였으며, 상태평가 산정결과 일부 결함이 발생되었으나 안전 등급은 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태”인 B등급 으로 평가되었다. 향후 교량 공용시 현재의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. - 종합평가 등급 : **B**

<표 3.1.4> 2022년도 정밀안전점검 결과 요약

구 분			점검내용	
용 역 명			·2022년도 정밀안전점검	
용역기간			·2022. 01. 03 ~ 2022. 06. 10	
용 역 사			·(주)케이에스알큰사람	
시설물명			·양노1교	
외관조사	상부구조	포 장 면	·양호	
		바 닥 판	·균열, 마감부 파손(탈락우려)	
		거 더	·균열, 망상균열, 파손, 가로보 재료분리, 가로보 철근노출	
		가 로 보		
	하부구조	교 대 교 각	·균열, 망상균열, 파손	
	교량받침		·받침콘크리트 재료분리, 받침콘크리트 파손	
	기타부재	신축이음	·후타재 균열, 토사퇴적, 신축이음 체수	
		방 호 벽	·균열, 균열부백태, 녹발생, 보수부백태, 이격, 잡철물미제거, 파손	
		배수시설	·양호	
		점검시설	·양호	
재료시험	콘크리트 강도시험		상부구조 : 24.5~27.2 하부구조 : 교대 24.4~27.8 교각 40.4~45.9	
			평 가	설계기준강도 이상 확보 (상부:27.0MPa, 교대:24.0MPa, 교각:40.0MPa)
	탄 산 화 시 험		상부구조(캔틸레버) : 85.5 하부구조(교각) : 71.0 하부구조(교대) : 76.7	
			평 가	탄산화 깊이 측정 결과, 측정 전 개소에서 피복 잔여깊이가 30mm이상 확보가 되는 것으로 확인되어 탄산화로 인한 철근의 부식위험은 없는 것으로 판단된다.
상태평가/종합평가			·0.183 ▷ 「**B**」(양호)	
종합의견			- 본 양노교에 대한 시설물평가는「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」에 제시된 시설물평가 기준을 토대로 실시하였으며, 상태평가 산정결과 일부 결함이 발생되었으나 안전 등급은 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태”인 B등급 으로 평가되었다. 향후 교량 공용시 현재의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. - 종합평가 등급 : **B**	

다. 보수·보강 및 유지관리 관련자료

본 시설물에 대한 FMS에 등록된 보수·보강 이력은 1건으로 조사되었으며, 관리주체 확인결과 준공이후 중대결함에 대한 보수·보강은 없었으며, 주로 경미한 손상들에 대하여 일상적인 유지관리 활동이 이루어지고 있는 것으로 확인되었다.

또한, 준공이후 하중상태 등 변화 여부를 파악하기 위해 준공당시 설계도서 및 유지관리이력 등을 참조하여 검토한 결과, 준공이후 용도, 구조, 하중상태 변화는 없는 것으로 조사되었다.

<표 3.1.5> 보수·보강 이력

번호	공사명	공사구분	보수보강부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	비봉-매송간 도시고속도로 민간투자사업	보수	S2경간외 다수	(주)동명기술공단종합건축사사무소	현대엔지니어링(주)
	2021-04-26 ~ 2021-05-14		주입보수 및 표면처리	1	최원석

향후 시설물 상태변화의 추적관찰을 위하여 일상 유지관리, 하자보수 등 모든 보수공사 내역에 대하여 지속적인 자료축적 및 이력관리가 필요한 것으로 판단된다.

라. 시설물 내진설계 여부 확인

관리주체에서 제공한 설계도서 및 FMS 확인결과, 본 시설물은 준공 당시 내진설계가 반영된 것으로 조사되었으며, 조사내용은 다음과 같다.

<표 3.1.6> 내진설계 여부 확인

구 분	내진설계 현황

설계 도서

② 양노1교

❶ 교량제원 및 모델링

교 량 제 원	
• 교량형식 : V-Beam교	• 가속도계수 : A = 0.154
• 교량연장 : 2@50.0+2@50.0=200.0m	(지진구역계수: 0.11, 위험도계수: 1.4)
• 교각형식 : r 형 (파일기초)	• 지반계수 : S = 1.2 (지반종류: II)
• 내진등급 : 1등급	• 받침형식 : 탄성받침
	• 해석방법 : 다중모드 스펙트럼 해석법

❷ 받침 검토

구 분		교축방향		교축직각방향		받침 용량		판 정
		전단력(kN)	변위(mm)	전단력(kN)	변위(mm)	허용수평력	허용변위	
A1	1	276.4	82.5	237.9	64.3	466	126	O.K
	2	274.9	81.8	239.3	64.6	466	126	O.K
	3	273.3	81.1	239.3	64.6	466	126	O.K
	4	273.3	81.1	239.3	64.6	466	126	O.K
	5	274.9	81.8	239.3	64.6	466	126	O.K
	6	276.4	82.5	237.9	64.3	466	126	O.K
P1 (전 열)	7	332.1	47.4	365.3	51.9	466	72	O.K
	8	329.5	46.8	369.6	52.6	466	72	O.K
	9	326.9	46.2	372.4	53.0	466	72	O.K
	10	326.9	46.2	372.4	53.0	466	72	O.K
	11	329.5	46.8	369.6	52.6	466	72	O.K
	12	332.1	47.4	365.3	51.9	466	72	O.K
P1 (후 열)	13	332.1	47.4	365.7	52.1	466	72	O.K
	14	329.5	46.8	370.0	52.7	466	72	O.K
	15	326.9	46.2	372.8	53.1	466	72	O.K
	16	326.9	46.2	372.8	53.1	466	72	O.K
	17	329.5	46.8	370.0	52.7	466	72	O.K
	18	332.1	47.4	365.7	52.1	466	72	O.K

구 분		교축방향		교축직각방향		받침 용량		판 정
		전단력(kN)	변위(mm)	전단력(kN)	변위(mm)	허용수평력	허용변위	
P2 (전 열)	19	165.0	19.4	234.2	62.2	466	126	O.K
	20	163.6	18.7	236.1	62.7	466	126	O.K
	21	161.9	18.0	237.4	63.1	466	126	O.K
	22	161.9	18.0	237.4	63.1	466	126	O.K
	23	163.6	18.7	236.1	62.7	466	126	O.K
	24	165.0	19.4	234.2	62.2	466	126	O.K
P2 (후 열)	25	247.1	50.3	268.8	78.9	466	126	O.K
	26	245.6	49.6	270.9	79.5	466	126	O.K
	27	243.7	48.9	272.2	80.0	466	126	O.K
	28	243.7	48.9	272.2	80.0	466	126	O.K
	29	245.6	49.7	270.9	79.5	466	126	O.K
	30	247.1	50.3	268.8	78.9	466	126	O.K
P3 (전 열)	31	347.1	51.0	369.0	54.3	466	72	O.K
	32	344.5	50.3	373.6	55.0	466	72	O.K
	33	342.3	49.8	377.1	55.6	466	72	O.K
	34	342.3	49.8	377.1	55.6	466	72	O.K
	35	344.5	50.3	373.6	55.0	466	72	O.K
	36	347.1	51.0	369.0	54.3	466	72	O.K
P3 (후 열)	37	347.1	51.0	367.2	53.8	466	72	O.K
	38	344.5	50.3	371.8	54.5	466	72	O.K
	39	342.3	49.8	375.4	55.0	466	72	O.K
	40	342.3	49.8	375.4	55.0	466	72	O.K
	41	344.5	50.3	371.8	54.5	466	72	O.K
	42	347.1	51.0	367.2	53.8	466	72	O.K
A2	43	367.7	113.6	219.1	55.6	466	126	O.K
	44	366.0	112.8	220.6	55.9	466	126	O.K
	45	364.4	112.0	220.6	55.9	466	126	O.K
	46	364.4	112.0	220.6	55.9	466	126	O.K
	47	366.0	112.8	220.6	55.9	466	126	O.K
	48	367.7	113.6	219.1	55.6	466	126	O.K

FMS

1. 기본현황

시설물번호	관리번호	시설물명	노선		시설물분류			
			구분	세부노선	시설물종류	시설물종별	시설물구분	SOC성능평가대상
BR2017-0000445		양노1교	시도	비봉~매송간 도시고속도로	최대경간장 50M이상의 교량(한 경간 교량 제외)	1종	교량	무

주소 (시,도) (시,군,구) (읍,면,동) (리,번지 등 주소)				관리주체	관리주체구분				소유자	소유자구분			
					공공			민간		공공			민간
경기도	화성시	비봉면 양노리 149-8		화성도시고속도로(주)	중앙부처	지자체	(국가/지방)공기업	V	화성시	중앙부처	지자체	(국가/지방)공기업	

사업계획 승인일	준공 (사용승인)일	하자담보책임 만료일	2. 상세제원	3. 안전점검 및 정밀안전진단 이력	4. 보수·보강 이력	환기구 설개 (접근 가능한 환기구)	5. 첨부자료 목록
	2017년 06월 30일	2027년 06월 29일	유	유	유		꾸미기_dscf2306.jpg 꾸미기_dscf2305.jpg

설계기간	설계자	공사기간	시공자	총공사비(백만원)
2010 ~ 2013-11-27	(주)동명기술공단종합건축사사무소	2014-03-31 ~ 2017-06-30	현대엔지니어링(주)	3,949

내진정보	내진설계 대상 유무	내진설계 적용 유무	적용내진설계기준	내진성능평가 실시 유무	내진보강 유무
	불명	적용		불명	불명

영21조대상	감리기간	감리자(책임감리원)	사업주체(발주자)	공사명	공사감독·공사관리관
아니오	2014-03-31 ~ 2017-06-30	곽건	화성도시고속도로(주)	비봉~매송간 도시고속도로 민간투자사업	화성시

기타 기본현황

작성일	작성자	최종 수정일	최종 수정자
2017년 07월 16일	화성도시고속도로(주) (인)	2017년 07월 21일	이영주

비고	

마. 자료수집 및 분석결과

본 과업을 수행하기 위하여 수집한 자료는 설계도서, 시설물 관리대장, 시공관련자료, 기존 안전점검 자료 등이며, 상기 자료에 대한 관리주체의 보관상태는 대체로 양호하여 정밀안전진단 등 유지관리업무에 적절히 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

<표 3.1.7> 자료수집 및 분석 결과

구 분	수집자료	자료분석 결과	과업 진행방향
건설 관련 자료	-실시설계보고서 -도면 -시설물관리대장 -기타 시공자료	-대상 시설물의 위치, 제원 등이 설계도면과 시설물관리대장이 일치함. -대상 구간의 구조특성 및 적용공법 등 현황을 검토·분석하였음	-현장조사시 육안점검을 통하여 준공이후 용도, 구조, 하중상태 등의 변화여부를 조사하도록 함. -육안점검이 불가한 조건에 있는 경우 설계도서를 활용하여 보완하도록 함.
유지 관리 자료	-안전점검 이력	-2017년 준공도면, 2020년, 2022년 정밀안전점검 보고서를 토대로 최근 상태를 검토·분석하였음	-금회 정밀안전점검은 전차 점검과 상태변화를 비교하여 심각성, 진행성 유무 판단함. -포장, 교량받침, 신축이음 등 기존 손상의 진전 및 확대 여부 -바닥판, 거더 신규손상 유무
	-보수·보강 이력	-주요손상에 대한 보수·보강은 없었고, 일상적인 유지관리활동이 시행되는 것으로 확인됨.	-기존손상 보수유무 조사 -보수부 보수상태 적정성 확인
	-법적점검 누락 여부	-이상없음	-이상없음

3.2 외관조사

본 과업대상 시설물인 양노1교는 2017년 6월에 준공되어 공용년수 7년이 경과된 시설물로 화성시 비봉면 양노리에 위치한 교량이다. 교량제원은 연장 200m, 폭 21.2m(상·하행 총폭원)이며, 구조형식은 상부 V-BEAM 거더, 하부는 교대 역T형이며, 기초는 A1 말뚝기초, A2 직접기초로 시공된 것으로 조사되었다.

외관조사는 사전에 중점점검사항 및 접근방법, 외관조사망도 등을 충분히 숙지한 후 손상내용 확인 및 신규 손상 발생여부에 중점을 두고 조사하였다. 특히, 교량의 안전성에 영향을 미치는 구조적인 결함의 발생유무를 중점적으로 확인하였으며, 점검대상 부위는 정밀한 조사가 가능하도록 고소작업차, 사다리 등의 접근장비를 이용한 근접조사를 원칙으로 시행하였으며, 균열확대경, 균열자를 사용한 균열폭 측정 및 점검망치를 이용한 타격조사를 실시하여 공동 및 박리, 층분리 발생여부를 확인하였다.



도보 현장조사 전경



점검로 현장조사 전경



도보 현장조사 전경



고소작업차 현장조사 전경

<사진 3.2.1> 외관조사 전경

3.2.1 교면포장

가. 일반사항

교면포장은 상·하행 각각 2차로로 B=21.2m의 S.M.A(80mm)으로 시공되어 있으며, 준공 이후 치수, 재료 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 차량통행량이 많은 시간대를 피하여 갓길을 이용한 도보점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 중차량 통행차로, 신축이음 경계부, 배수구 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 균열, 박리, 파손, 단차, 물고임 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과, 신규손상인 잡철물 미제거 손상이 발견되었다. 이손상은 시공 초기 손상으로 조사되었고, 조사된 손상은 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준으로 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



포장 전경



포장 전경

<사진 3.2.2> 교면포장 손상사진

<표 3.2.1> 교면포장 손상물량

손상종류	단위	손상위치	손상물량
잡철물 미제거	ea	S4	1.0

<표 3.2.2> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
교면포장	잡철물미제거	ea	-	1.0	증가(▲1.0)	신규손상

라. 손상원인 및 대책방안

- 잡철물미제거 : 공용초기 손상으로서 발생위치가 국부적이고, 손상정도가 경미한 수준임을 고려할 때, 시공 시 품질에 의한 것으로 판단되며, 차량의 이동에는 문제가 없는 것으로 판단되며, 지속관찰을 통하여 유지관리가 바람직하다.

3.2.2 방호벽

가. 일반사항

방호벽은 좌·우측에 H=1.35m의 콘크리트로 시공되어 있으며, 준공이후 치수, 재료 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 차량통행량이 많은 시간대를 피하여 차로차단을 이용한 도보점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 경간 중앙부, 방음벽 지주 접합부 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 선형불량, 부식, 파손, 균열 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과, 대부분의 손상의 보수가 이루어졌으며, 전차 점검과 비교시 방호벽의 손상이 감소되었다. 보수가 안 된 손상의 경우 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준으로 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



이격단차 (S4) 5.1cm



균열(cw=0.3mm미만) (S1)



파손 0.2m x 0.1m (S4)



방호벽 배부름 4.0m x 1.0m (S4)

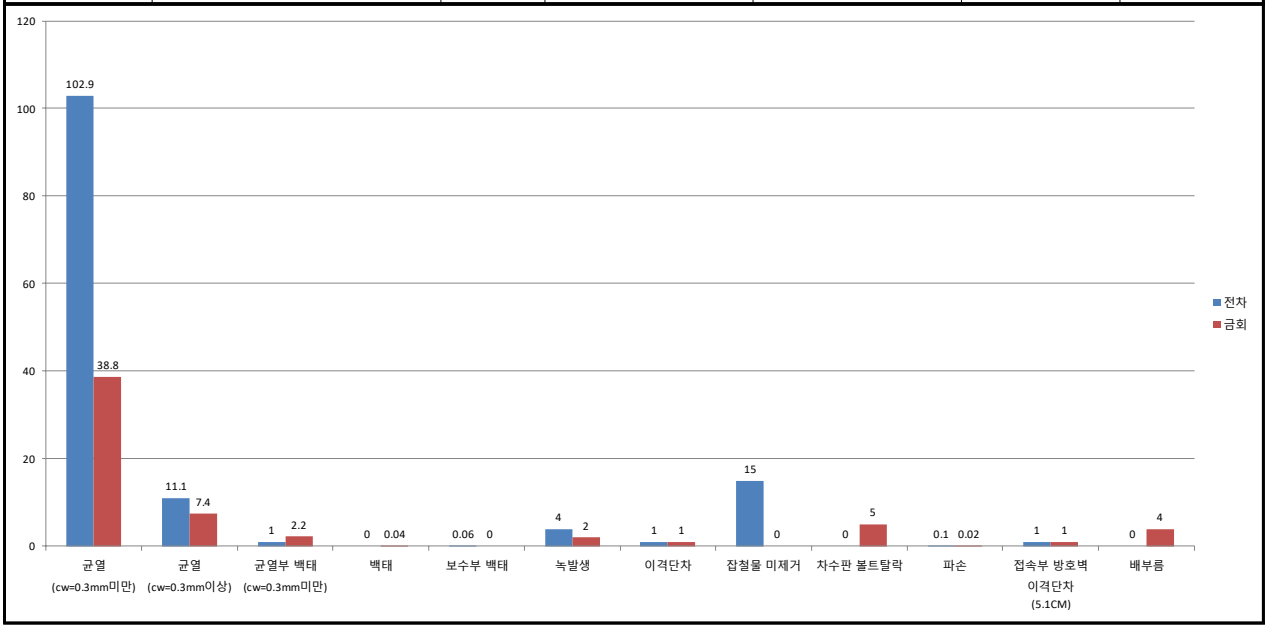
<사진 3.2.3> 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

<표 3.2.3> 방호벽 및 중앙분리대 손상물량

구 분			S1	S2	S3	S4	합계
방호벽	균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	18.2/9	2.0/2	5.5/8	13.1/21	38.8/40
	균열 (cw=0.3mm이상)	m/ea	3.9/3	2.0/1	-	1.5/1	7.4/5
	균열부 백태 (cw=0.3mm미만)	m/ea	-	2.2/3	-	-	2.2/3
	녹발생	ea	-	-	-	2	2
	이격	ea	1.0	-	-	-	1.0
	파손	㎡/ea	-	-	-	0.02/1	0.02/1
	배부름	㎡/ea	-	-	-	4.0/1	4.0/1
	백태	㎡/ea	-	-	-	0.04/1	0.04/1
	이격단차	ea	-	-	-	1.0	1.0
	차수판 볼트탈락	ea	-	5.0	-	-	5.0

<표 3.2.4> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
방호벽	균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	102.9	38.8	감소(▼64.1)	일부보수 신규손상
	균열 (cw=0.3mm이상)	m/ea	11.1	7.4	감소(▼3.7)	일부보수 신규손상
	균열부 백태 (cw=0.3mm미만)	m/ea	1.0	2.2	증가(▲1.2)	수량증가
	백태	㎡/ea	-	0.04	증가(▲0.04)	신규손상
	보수부 백태	㎡/ea	0.06	-	감소(▼0.06)	보수완료
	녹발생	ea	4	2	증가(▲2.0)	일부보수
	이격	ea	1	1	-	-
	잡철물 미제거	ea	15	-	감소(▼15.0)	보수완료
	차수판 볼트탈락	ea	-	5.0	증가(▲5.0)	신규손상
	파손	㎡/ea	0.1	0.02	감소(▼0.08)	보수완료 신규손상
	접속부 방호벽 이격단차 (5.1cm)	ea	1	1	-	-
	배부름	㎡/ea	-	4.0	증가(▲4.0)	신규손상



라. 손상원인 및 대책방안

- 균열(cw=0.3mm이상) : 최대 균열폭이 0.3mm이고, 발생형태가 불규칙하고, 진행성이 거의 없는 점을 고려할 때, 시공 시 온도변화 및 건조수축에 의한 비구조적인 균열로서 중대결함은 아닌 것으로 판단되며, 방치 시 지속적인 외기작용에 의한 열화를 가속화하여 박리 등으로 진전될 수 있으므로 내구성 확보를 위하여 주입보수하는 것이 바람직하다.

- 균열, 백태 : 공용초기 손상으로서 발생위치가 국부적이고, 손상정도가 경미한 수준임을 고려할 때, 시공 시 온도변화 및 건조수축과 콘크리트품질 불량에 의한 것으로 판단되며, 상태변화를 지속관찰하여 진전여부에 따라 적절하게 조치하는 것이 바람직하다.

- 파손 : 발생위치가 불규칙하고, 손상크기가 작으며, 진행성이 거의 없는 점을 고려할 때, 공용 중 외부 충격에 의한 손상으로서 중대결함은 아닌 것으로 판단되며, 방치 시 손상부위로 표면수 및 우수유입에 의해 손상확대 및 추가 박락으로 주행차량의 안전에 영향을 줄 수 있으므로 안전성 및 내구성 확보를 위하여 단면보수하는 것이 바람직하다.

- 이격, 배부름 : 공용초기 손상으로서 발생위치가 국부적이고, 손상정도가 경미한 수준임을 고려할 때, 시공시 품질확보 불량에 의한 것으로 판단되며, 상태변화를 지속관찰하여 진전여부에 따라 적절하게 조치하는 것이 바람직하다.

3.2.3 배수시설

가. 일반사항

노면수 유도를 위한 본 교량의 종단경사는 +2.99%, 횡단경사는 -2.0%로 시공되어 있으며, 배수관은 육교형을 적용하였고, 배수구의 간격은 20.0m 간격으로 설치되어 있다. 갓길과 교량하부를 이용한 도보점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 포장부 배수구와 바닥판 하면 배수관 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 설치불량, 막힘, 누수, 파손, 고정불량 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과, 배수구 설치간격 넓음, 유입구 누락, 그레이팅 파손, 하부도로 배수관 누수, 구조물 부식유발, 배수관 고정 및 연결불량 등 특이결함은 없는 전차와 동일한 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



배수관 전경



배수관 전경



배수관 전경



배수구 전경

<사진 3.2.4> 배수시설 손상현황

<표 3.2.5> 배수시설 손상물량

구 분			S1	S2	S3	S4	합계
배수시설	상태양호	-	-	-	-	-	-

<표 3.2.6> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
배수시설	상태 양호	-	-	-	-	-

라. 손상원인 및 대책방안

- 배수처리시설은 우천 시 노면수의 배수불량 및 체수로 이어져 주행차량의 미끄러짐에 의한 안전사고 발생과 포장 층 침투수에 의한 바닥판 열화의 원인이 되므로 배수기능 및 주요부재의 내구성 확보를 위하여 주기적인 청소를 실시하며, 정기적인 점검을 통하여 기능성을 유지하도록 한다.

3.2.4 신축이음

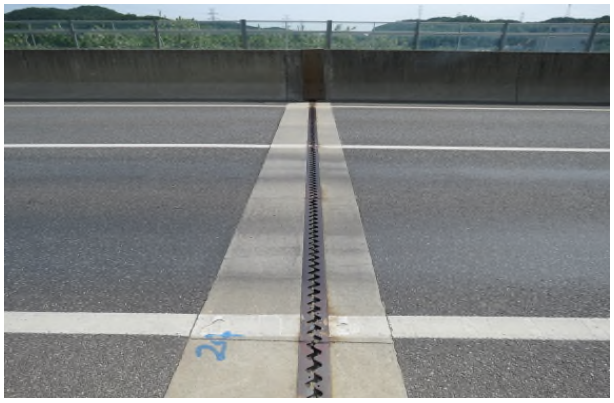
가. 일반사항

신축이음장치는 모노셀 형식을 적용하였으며, 갓길과 교량하부에서 사다리 및 고소점검차를 이용한 육안점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 주행차로부 본체와 구조물 경계부 후타재 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 충격음, 단차, 파손, 균열 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

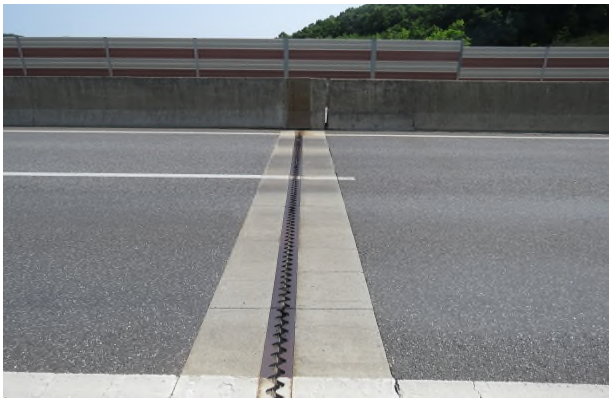
나. 외관조사결과

외관조사결과, 신규손상으로 부식, 토사퇴적, 후타재파손, 부식우려가 조사되었으며, 전차 점검과 비교 시 신축이음 토사퇴적이 증가한 것으로 확인되었고, 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



신축이음 전경 (A1)



신축이음 전경 (A2)



신축이음 전경 (P2)



신축이음 부식 0.2m x 1.2m (A1)

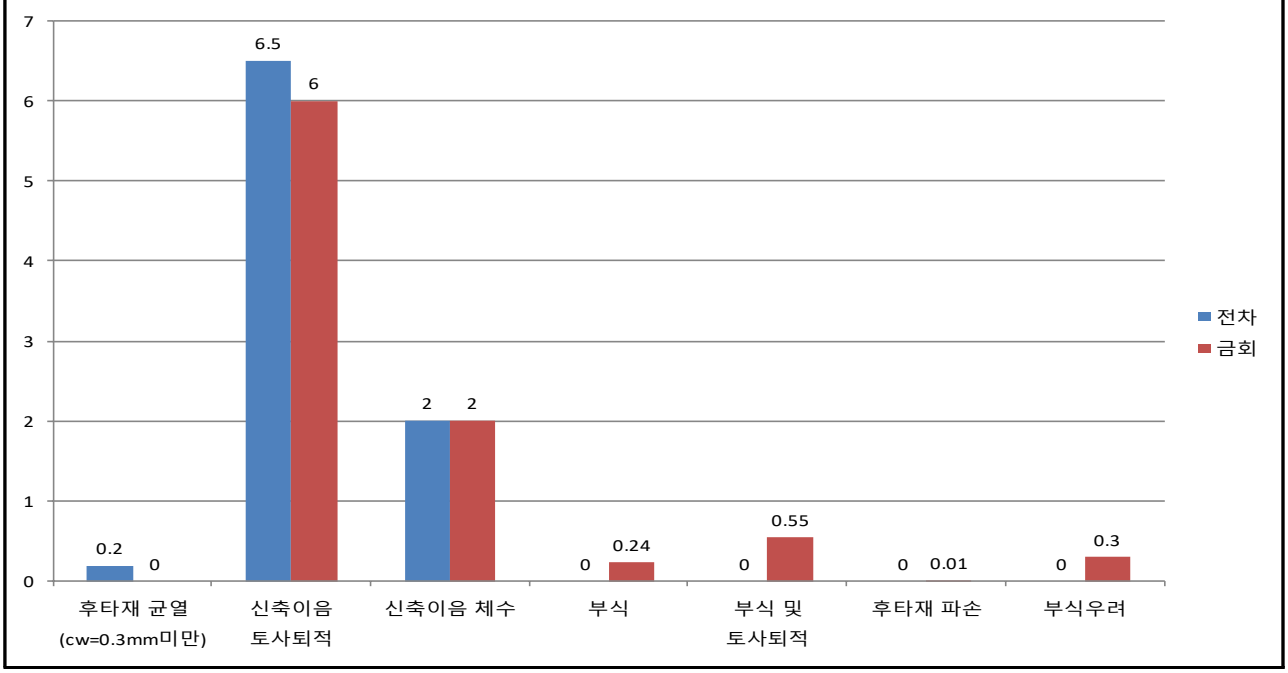
<사진 3.2.5> 신축이음 손상현황

<표 3.2.7> 신축이음 손상물량

구 분			A1	P2	A2	합계
신축이음	부식	m/ea	0.24/1	-	-	0.24/1
	부식 및 토사퇴적	m/ea	0.55/2	-	0.56/4	1.11/6
	후타재파손	㎡/ea	0.01/1	-	-	0.01/1
	체수	㎡/ea	-	2.0/1	-	2.0/1
	토사퇴적	m/ea	-	6.0/2	-	6.0/2
	부식 우려	m/ea	-	0.3/3	-	0.3/3

<표 3.2.8> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
신축이음	후타재 균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	0.2	-	감소(▼0.2)	보수완료
	신축이음 토사퇴적	m/ea	6.5	6.0	감소(▲0.5)	손상이전
	신축이음 체수	m/ea	2.0	2.0	-	
	부식	m/ea	-	0.24	증가(▲0.24)	신규손상
	부식 및 토사퇴적	m/ea	-	0.55	증가(▲0.55)	신규손상
	후타재 파손	m/ea	-	0.01	증가(▲0.01)	신규손상
	부식우려	m/ea	-	0.3	증가(▲0.3)	신규손상



라. 손상원인 및 대책방안

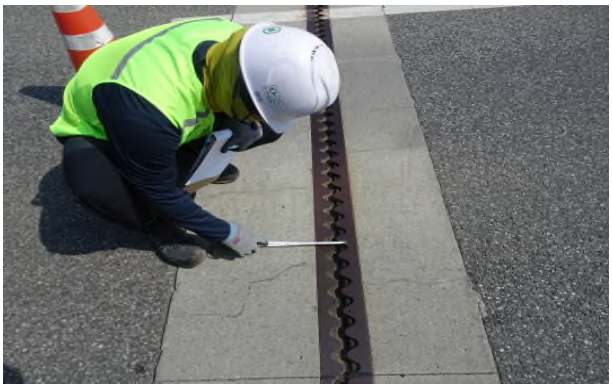
- 부식 : 발생 위치가 신축이음 본체 쪽으로 불규칙적이며, 진행성이 거의 없는 점을 고려할 때, 시공 시 품질확보 불량 및 공용 중 수분 접촉에 의한 것으로 신축이음 본체 파손이나 신축 거동에 기능불량은 없는 수준이므로 중대 결함은 아닌 것으로 판단 되며, 방치 시 본체의 내구성 저하 등으로 인한 본체 파손 등의 주행 차량의 안전성을 저해하고, 교량의 신축 거동의 장애를 가속화 할 수 있으므로 안전성과 사용성 확보를 위하여 재도장을 설치하는 것이 바람직하다.
- 체수, 토사퇴적 : 공용중 노면 이물질의 유입에 따른 퇴적으로 인한 배수 불량에 의한 것으로 판단되며, 방치시 신축이음의 신축거동의 방해요소가 될 수 있으므로 주기적인 점검을 통한 지속관찰을 하는 것이 바람직하다.

바. 신축이음 유간검토

각 지점별 신축이음의 이론신축량과 실측유간을 비교 검토한 결과 실측유간은 온도변화에 따른 신축여유량을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.



신축이음 유간측정



신축이음 유간측정

<사진 3.2.6> 신축이음 유간측정 전경

<표 3.2.9> 신축이음 유간검토 결과

구분		신축거더길이(m)	계산가동량(mm)		실측유간(mm)(C)	설계유간(mm)(D)	가동여유량(mm)		평가
			동절기⊿l(A)	하절기⊿l(B)			동절기⊿l(D-A-C)	하절기⊿l(C-B)	
A1	New monosell NO.60	49.95	30.2	19.8	37.0	60	7.92	27.11	O.K
P2	Finger joint NO.120	99.87	30.2	19.8	80.0	120	9.84	60.23	O.K
A2	New monosell NO.80	49.96	30.2	19.8	35.0	80	29.91	25.11	O.K

◎ 이동량 측정 날짜 및 일평균온도 : 2024.5.09.(측정시 기온 : 15.2℃)
◦ 검토온도 : -15℃~35℃(한랭지방, PSC교)

◎ 온도변화에 의한 이동량(△ℓt)
◦ 신축량 Δℓt(mm) = α × △T × L
◦ 최대 신장시(35℃-15.2℃) = 19.8℃
◦ 최대 수축시(-15℃-15.2℃) = -30.2℃
α = 선팽창계수(PSC : 1.0×10^{-5})
L = 신축 거더 길이

3.2.5 바닥판

가. 일반사항

캔틸레버부는 현장타설 공법을 적용하였다. 교량하부에서 사다리 및 고소작업차를 이용한 육안점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 경간 중앙부와 배수구 및 신축이음부 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 균열, 망상균열, 층분리, 누수, 백태, 철근부식 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과, 균열, 마감부 파손(탈락우려)의 손상이 신규로 조사되었다. 조사된 손상들은 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



바닥판 전경



바닥판 전경



균열(0.3mm미만) S3



콘크리트 열화 0.3m x 0.2m(S1)

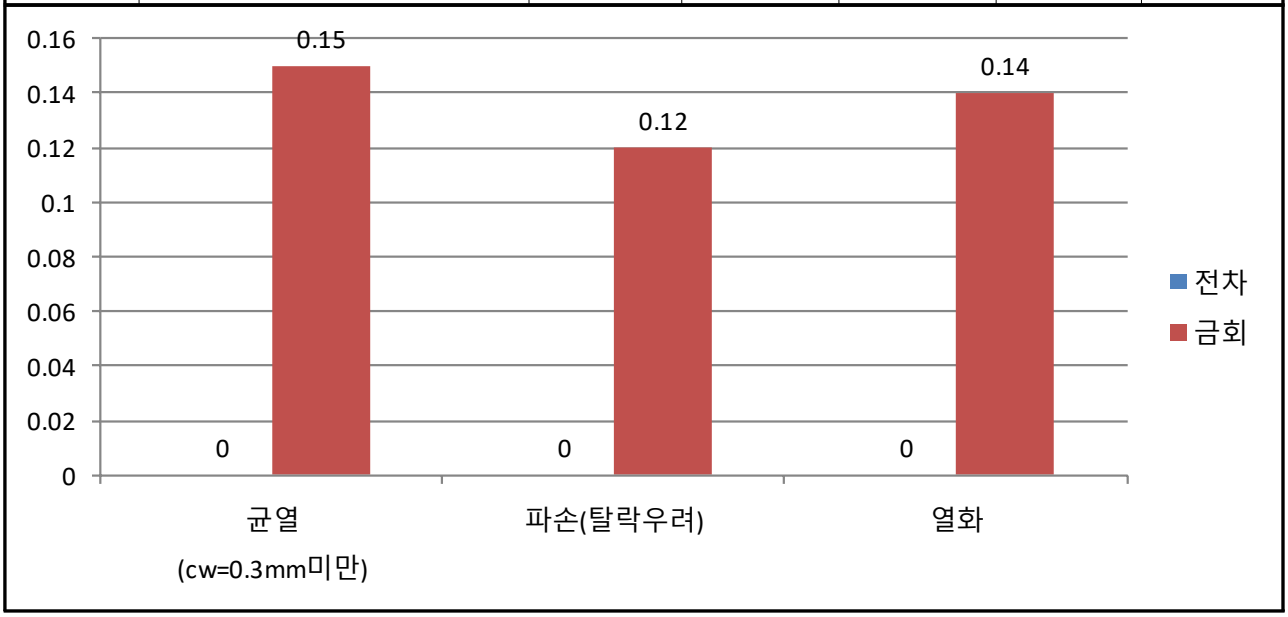
<사진 3.2.7> 바닥판 손상현황

<표 3.2.10> 바닥판 손상물량

구 분			S1	S2	S3	S4	합계
바닥판	균열 (cw=0.3mm미만)	-	-	-	0.8/2	0.7/2	0.15/4
	열화		0.06/1	-	-	0.08/1	0.14/2
	파손(탈락우려)		-	-	0.12/1	-	0.12/1

<표 3.2.11> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
바닥판	균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	-	0.15	증가(▲0.15)	신규손상
	파손(탈락우려)	㎡/ea	-	0.12	증가(▲0.12)	신규손상
	열화	㎡/ea		0.14	증가(▲0.14)	신규손상



라. 손상원인 및 대책방안

- 균열(cw=0.3mm미만) : 공용초기 손상으로서 발생위치가 국부적이고, 손상정도가 경미한 수준임을 고려할 때, 시공 시 온도변화 및 건조수축과 수분접촉에 의한 것으로 판단되며, 상태변화를 지속관찰하여 진전여부에 따라 적절하게 조치하는 것이 바람직하다.
- 열화, 파손(탈락우려) : 발생위치가 국부적이고, 손상정도가 경미한 수준임을 고려할 때, 시공 시 콘크리트 배합 및 다짐불량에 의한 것으로 판단되며, 상태변화를 지속관찰하여 진전여부에 따라 적절하게 조치하는 것이 바람직하다.

3.2.6 거더 및 가로보

가. 일반사항

거더는 V-BEAM 형식으로 시공되어 있으며, 가로보가 설치되어 있다. 교량하부에서 도보 및 고소작업차를 이용한 육안점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 신규 손상의 발생 여부와 주요 성능저하 요인인 거더의 균열, 철근노출 및 긴장재 주변의 균열, 결함, 부식 등을 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과, 균열, 망상균열, 파손, 단부균열, 가로보 재료분리가 신규로 조사되었다. 거더 단부균열은 초기 손상으로 확인되며 조사된 손상은 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



거더 및 가로보 전경



거더 및 가로보 전경



거더단부 균열 cw= 0.3mm미만(S4)



가로보 재료분리 (S2)

<사진 3.2.8> 거더 및 가로보 손상현황

<표 3.2.12> 거더 및 가로보 손상물량

· 거더

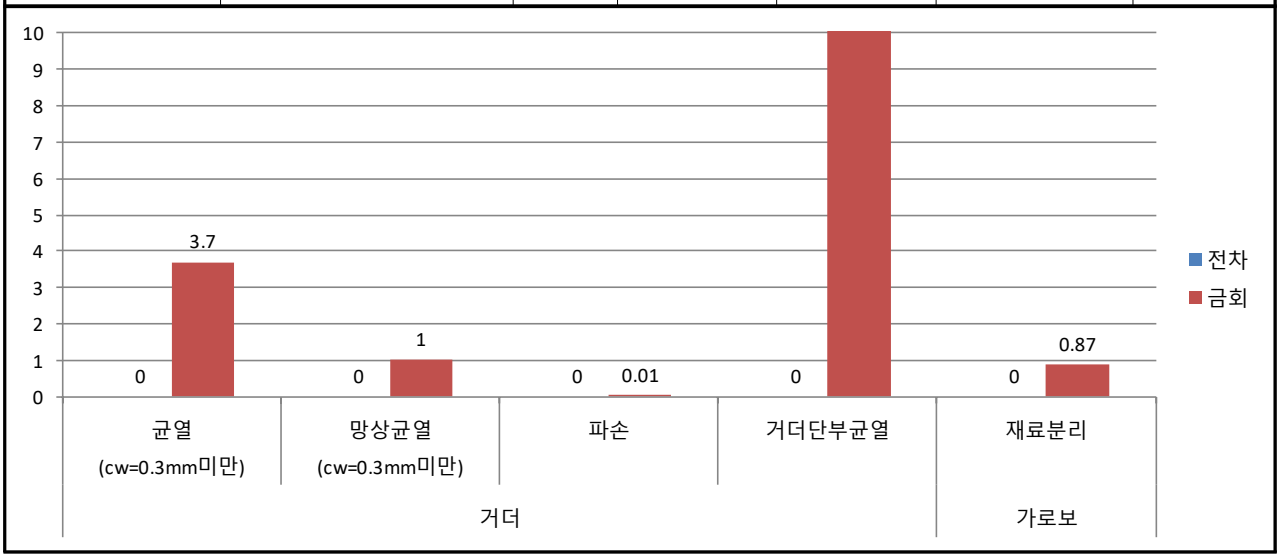
구 분			S1	S2	S3	S4	합계
거더	균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	0.7/1	2.0/1	-	1.0/1	3.7/3
	망상균열 (cw=0.3mm미만)	㎡/ea	-	-	-	1.0/1	1.0/1
	파손	㎡/ea	-	-	0.01/1	-	0.01/1
	거더단부균열	m/ea	-	4.5/4	5.6/5	-	10.1/9

· 가로보

구 분			S1	S2	S3	S4	합계
가로보	가로보 재료분리	㎡/ea	0.12/1	0.3/1	0.05/1	0.4/2	0.87/5

<표 3.2.13> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
거더	균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	-	3.7	증가(▲3.7)	신규손상
	망상균열 (cw=0.3mm미만)	㎡/ea	-	1.0	증가(▲1.0)	신규손상
	파손	㎡/ea	-	0.01	증가(▲0.01)	신규손상
	거더단부균열	m/ea	-	10.1	증가(▲10.1)	신규손상
가로보	재료분리	㎡/ea	-	0.87	증가(▲0.87)	신규손상



라. 손상원인 및 대책방안

- 균열, 망상균열 : 진행성이 없는 점을 고려할 때, 시공시 온도변화 및 건조수축에 의한 것으로 판단되며, 방치시 동절기 염화칼슘 및 우천 시 수분 등의 침투 시 열화를 가속화 하여 박락 등으로 진전될 수 있으므로 주기적인 점검을 통한 지속관찰을 하는 것이 바람직하다.
- 파손 : 피복 결손으로 인한 철근의 외기 노출로 부식에 의한 박락 등으로 진전될 수 있으므로 진행 억제를 위하여 단면보수가 필요하다.
- 재료분리, 철근노출 : 시공 당시 발생한 경미한 결함으로 공용년수 경과에 따라 손상이 진전 및 확대가 될 수 있으므로 주기적인 점검을 통한 지속관찰을 하는 것이 바람직하다.

3.2.7 교량받침

가. 일반사항

교량받침은 전 지점에 대하여 탄성고무받침으로 시공되어 있다. 지진에 의한 수평 하중 작용시 쐐기가 탈락되고 적층고무가 전단강성으로 상부구조물의 고유주기를 길게 하여 지진력이 감소하고 각 하부구조물에 지진력을 분산 전달하는 특징을 가지고 있다. 점검로를 통한 육안점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 받침콘크리트 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 신축유간 부족, 가동장애, 고정불량, 부식, 파손, 균열, 물고임 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과, 받침콘크리트 재료분리, 파손이 확인되었고, 플레이트부식과, 무수축몰탈 균열이 신규손상으로 발견되었다. 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



받침콘크리트 재료분리(P2-sh9)



플레이트 부식 (A2-sh11)



무수축몰탈균열 (0.3mm미만)(P3)



받침콘크리트 파손(P3)

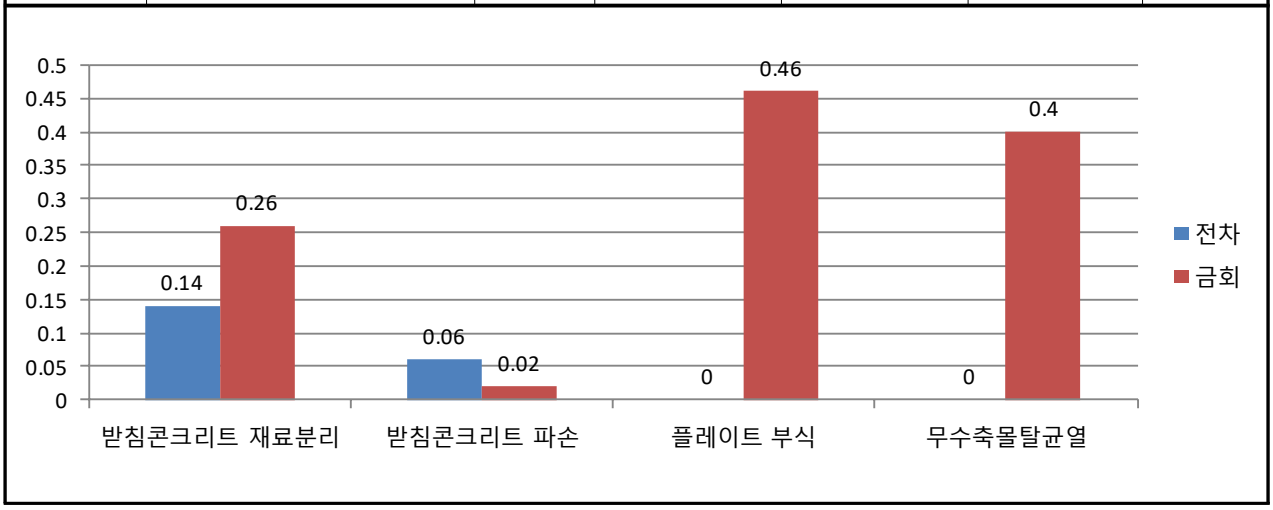
<사진 3.2.9> 교량받침 손상현황

<표 3.2.14> 교량받침 손상물량

구 분			A1	P1	P2	P3	A2	합계
교량받침	받침콘크리트 재료분리	㎡/ea	-	0.11/3	0.04/1	0.04/1	0.07/2	0.26/7
	받침콘크리트 파손	㎡/ea	0.01/1	-	-	0.01/1	-	0.02/2
	플레이트 부식	㎡/ea	-	0.34/4	-	-	0.12/2	0.46/6
	무수축몰탈균열	m/ea	-	-	-	0.4/4	-	0.4/4

<표 3.2.15> 전차 점검 결과와 비교

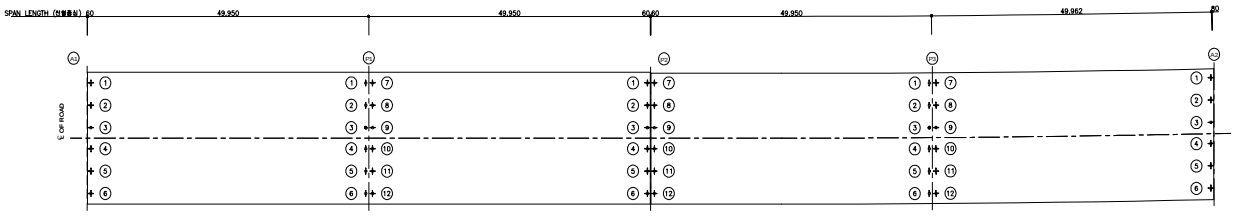
손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
교량받침	받침콘크리트 재료분리	㎡/ea	0.14	0.26	증가(▲0.12)	신규손상
	받침콘크리트 파손	㎡/ea	0.06	0.02	감소(▼0.04)	일부보수
	플레이트 부식	㎡/ea	-	0.46	증가(▲0.46)	신규손상
	무수축몰탈균열	m/ea	-	0.4	증가(▲0.4)	신규손상



라. 손상원인 및 대책방안

- 플레이트 부식 : 공용초기 손상으로서 발생위치가 국부적이고, 손상정도가 경미한 수준임을 고려할 때, 시공 시 도장품질 및 방식처리 불량에 의한 것으로 판단되며, 상태변화를 지속관찰하여 진전여부에 따라 적절하게 조치하는 것이 바람직하다.
- 받침콘크리트 재료분리, 파손 : 시공 당시 발생한 경미한 결함으로 공용년수 경과에 따라 손상이 진전 및 확대가 될 수 있으므로 기능성 및 내구성 확보를 위한 일괄 보수가 필요하다.

■ 교량받침 검토



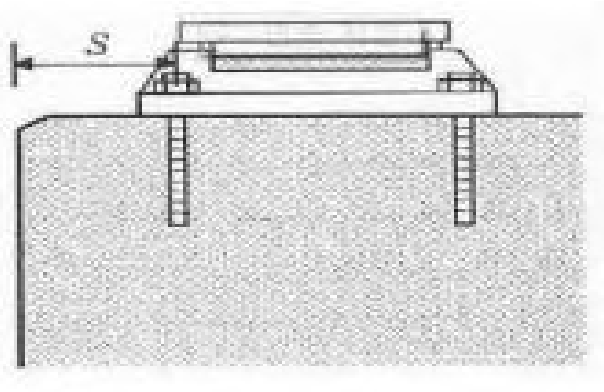
<사진 3.2.10> 받침장치 배치도

가. 최소 연단거리 산출방법

<표 3.2.16> 연단거리 산출방법

구 분	연단 거리 검토	비고
지간이 100m 이하인 경우	S1 = 20 + 0.5L	A1,A2,P1,P2,P3=50.0m
지간이 100m 이상인 경우	S1 = 30 + 0.4L	-

나. 연단거리 검토



연단거리 측정기준 <강재받침>



연단거리 측정

<사진 3.2.11> 연단 측정 현황

<표 3.2.17> 연단거리 검토결과

구분	지간장 (m)	설계기준 (㎜)	실측값(mm)						평가
			sh1	sh2	sh3	sh4	sh5	sh6	
A1	50.0	450	620	605	610	640	610	627	O.K
P1 (전방)	50.0	450	689	680	725	688	680	678	O.K
P1 (후방)	50.0	450	569	578	590	580	608	590	O.K
P2 (전방)	50.0	450	648	685	715	670	705	690	O.K
P2 (후방)	50.0	450	572	545	597	538	550	560	O.K
P3 (전방)	50.0	450	690	695	710	710	700	698	O.K
P3 (후방)	50.0	450	517	500	550	530	500	630	O.K
A2	50.0	450	755	758	801	755	750	748	O.K

- 받침장치 연단거리 측정결과 필요 연단거리 이상을 확보하는 것으로 검토되었다.

다. 받침장치 이동량 검토



받침 이동량 측정



받침 이동량 측정

<사진 3.2.12>받침장치 이동량 측정

1) 온도에 의한 계산 이동량 측정

<표 3.2.18> 받침장치 이동량 측정결과

구분		온도변화(△T)		선팽창계수	신축거더 길이(L) (m)	온도에 의한 계산 이동량 (mm)		비고
		동절기 (℃)	하절기 (℃)			동절기	하절기	
A1		-30.2	19.8	1.0×10^{-5}	49.95	-15.08	9.89	
P1		고정단						
P2	시점측	-30.2	19.8	1.0×10^{-5}	49.95	-15.08	9.89	
	종점측	-30.2	19.8	1.0×10^{-5}	49.95	-15.08	9.89	
P3		고정단						
A2		-30.2	19.8	1.0×10^{-5}	49.96	-15.09	9.89	

◎ 이동량 측정 날짜 및 일평균온도 : 2024.5.09.(측정시 기온 : 15.2°C)
◦ 검토온도 : -15℃~35℃(한랭지방, PSC교)

◎ 온도변화에 의한 이동량(△ℓt)
◦ 신축량 Δℓt(mm) = α × △T × L
◦ 최대 신장시(35℃-15.2℃) = 19.8℃
◦ 최대 수축시(-15℃-15.2℃) = -30.2℃
α = 선팽창계수(PSC : 1.0×10^{-5})
L = 신축 거더 길이

2) 받침장치 이동량 측정

<표 3.2.19> 받침장치 이동량 측정결과

구분		허용 가동량 (mm)	실측값(mm)						최대 이동량(mm)		평가
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	동절기	하절기	
A1		±30	0	0	0	0	0	0	-15 ~ 10	10 ~ 10	O.K
P1		고정단									
P2	시점측	±30	5	5	3	3	3	3	-15 ~ 10	10 ~ 10	O.K
	종점측	±30	3	3	5	5	5	5	-20 ~ -18	13 ~ 15	O.K
P3		고정단									
A2		±30	10	10	5	7	3	3	-30 ~ -28	23 ~ 25	O.K

2) 받침장치 이동량 검토결과

받침장치의 가동상태는 대체로 양호하였으며, 이상가동은 없는 것으로 분석되었다.

3.2.8 교대 및 교각

가. 일반사항

교대(A1~A2) 모두 현장 타설 공법으로 시공되었다. 교량하부에서 도보 및 사다리, 고소점검차를 이용한 육안점검으로 전 구간 상세조사를 하였다. 교대 구체 및 흉벽부, 받침부, 날개벽 주변 부위, 받침부를 중심으로 주요 성능저하 요인인 기울음, 침하, 전도, 누수, 유간밀착, 균열, 파손, 철근노출 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과 기초는 원지반에 매입된 상태이며, 교대에는 재료분리, 누수흔적, 백태, 균열이 조사되었으며, 교각에는 균열, 마감불량, 백태, 재료분리, 망상균열이 조사되었다. 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



교대 전경(A1)



교각 전경(P2)



교대 재료분리(A2)



P3 망상균열 (cw=0.3mm미만)

<사진 3.2.13> 교대 및 교각 손상현황

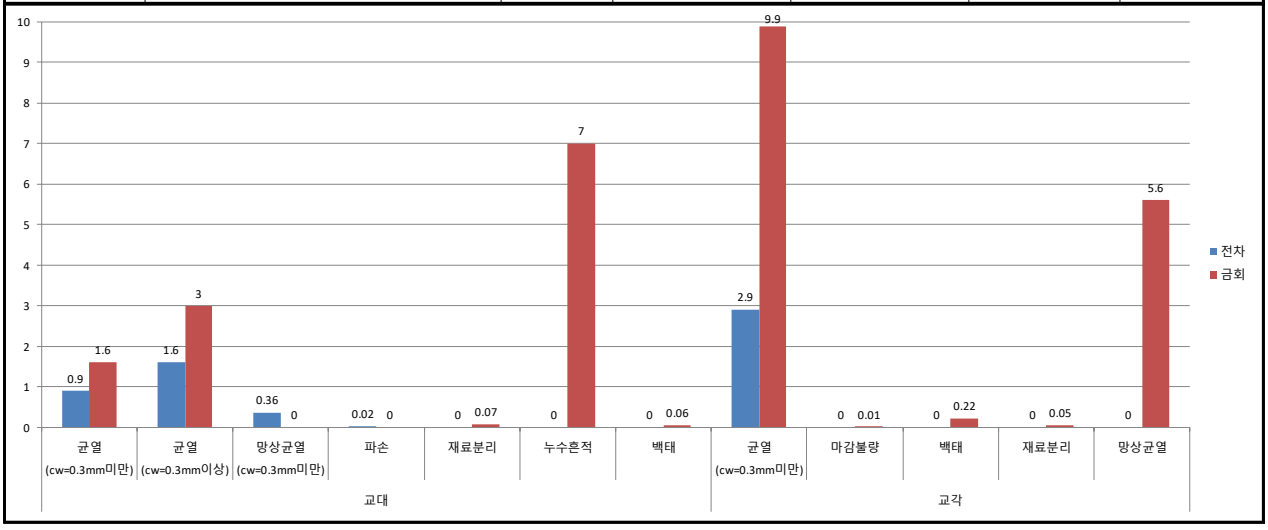
<표 3.2.20> 교대, 교각 손상물량

구 분			A1	A2	합계
교대	균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	1.0/1	0.6/1	1.6/2
	균열 (cw=0.3mm이상)	m/ea	-	3.0/1	3.0/1
	재료분리	㎡/ea	0.02/1	0.05/1	0.07/2
	누수흔적	ea	7.0	-	7.0
	백태	㎡/ea	0.06/1	-	0.06/1

구 분			P1	P2	P3	합계
교각	균열(cw=0.3mm미만)	m/ea	4.9/4	1.5/1	3.5/3	9.9/8
	마감불량	㎡/ea	0.01/1	-	-	0.01/1
	백태	㎡/ea	-	0.22/2	-	0.22/2
	재료분리	㎡/ea	-	0.02/1	0.03/1	0.05/1
	망상균열	㎡/ea	-	-	5.6/3	5.6/3

<표 3.2.21> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
교대	균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	0.9	1.6	증가(▲0.7)	수량증가
	균열 (cw=0.3mm이상)	m/ea	1.6	3.0	증가(▲1.4)	수량증가
	망상균열 (cw=0.3mm미만)	㎡/ea	0.36	-	감소(▼0.36)	보수완료
	파손	㎡/ea	0.02	-	감소(▼0.02)	보수완료
	재료분리	㎡/ea	-	0.07	증가(▲0.07)	신규손상
	누수흔적	ea	-	7.0	증가(▲7.0)	신규손상
	백태	㎡/ea	-	0.06	증가(▲0.06)	신규손상
교각	균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	2.9	9.9	증가(▲7.0)	수량증가
	마감불량	㎡/ea	-	0.01	증가(▲0.01)	신규손상
	백태	㎡/ea	-	0.22	증가(▲0.22)	신규손상
	재료분리	㎡/ea	-	0.05	증가(▲0.05)	신규손상
	망상균열	㎡/ea	-	5.6	증가(▲5.6)	신규손상



라. 손상원인 및 대책방안

- 균열(cw=0.3mm미만) : 진행성이 없는 점을 고려할 때, 시공시 온도변화 및 건조수축과 품질미흡에 의한 것으로 판단되며, 방치시 우수유입으로 열화를 가속화하여 박락 등으로 진전될 수 있으므로 주기적인 점검을 통한 지속관찰을 하는 것이 바람직하다.

- 망상균열 : 건조수축에 의한 비구조적인 균열로 판단되나 장기간 외부환경 노출에 따른 열화 방지를 위해 표면처리가 필요하다.

- 교대 재료분리 : 발생위치가 국부적이고, 손상정도가 경미한 수준임을 고려할 때, 시공시 콘크리트 배합 및 다짐불량에 의한 것으로 판단되며, 상태변화를 지속관찰하여 진전여부에 따라 적절하게 조치하는 것이 바람직하다.

- 교각 재료분리 : 발생위치가 기둥부 이어치기 부분으로 폭이 좁고 길게 형성된 형태이며, 손상정도가 경미한 수준임을 고려할 때, 시공 시 품질확보 불량에 의한 것으로 판단되며, 상태변화를 지속관찰하여 진전여부에 따라 적절하게 조치하는 것이 바람직하다.

- 누수흔적 : 발생위치가 불규칙하고, 진행성이 없는 점을 고려할 때, 시공 시 품질확보 불량에 의한 초기결함 및 공용기간 경과로 인한 노후화에 따른 손상으로서 중대결함은 아닌 것으로 판단되며, 방치 시 교량하부의 콘크리트 열화를 가속화 하고, 교량받침의 부식의 원인이 될 수 있으므로 내구성 확보를 위하여 물받이를 설치하는 것이 바람직하다.

3.2.9 하중상태 조사

가. 일반사항

본 교량의 공용중 하중 변화 여부를 파악하기 위해 기존 자료(준공도서, 기 점검보고서)를 참조하여 조사를 실시하였으며, 현재 부착시설물은 방음벽, 점검로가 확인되었다.

나. 외관조사 결과

하중상태에 대한 외관조사결과, 기 초기안전점검 이후 용도, 구조의 변경 및 추가 설치된 시설물은 없는 상태이며, 구조부재의 규격, 사용재료 및 기 설치된 부착시설물의 하중도 변화가 없는 것으로 조사되었다.

따라서 본 교량은 준공 후 용도, 구조, 하중의 변화가 없는 상태이며, 향후 하중상태에 대한 변화가 있을 경우 구조검토 등을 실시하고 그에 따른 적절한 조치가 이루어진다면 시설물의 공용에는 문제가 없을 것으로 판단된다.



방음벽 상태 점검로 상태

<사진 3.2.14> 하중상태 조사현황

<표 3.2.22> 하중상태 조사결과

위 치	하중상태 변화여부	위 치	하중상태 변화여부
S1	변화없음	S2	변화없음
S2	변화없음	S4	변화없음

3.2.10 공중이 이용하는 부위

가. 일반사항

공중이 이용하는 부위는 추락방지시설, 도로포장, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개로 나누어져 있다. 도보를 이용한 육안점검으로 상세조사를 하였으며,. 결함 및 파손 고정부 및 연결부 파손, 도로포장 결함 및 파손 포트홀, 신축이음부 토사 이물질퇴적, 후타재균열, 신축유간, 덮개들의 결함 및 파손 등의 발생 유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

공중이 이용하는 부위에 대한 외관조사결과, 도로포장부의 파손, 포트홀, 단차, 신축이음부의 파손, 단차 등의 손상은 없는 것으로 조사되었다. 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



신축이음 토사퇴적 (A1)



신축이음 부식 (A1)

<사진 3.2.15> 공중이 이용하는 부위 조사현황

<표 3.2.23> 공중이 이용하는 부위 손상물량

구 분		손상현황	비고
공중이이용하는부위	추락방지시설	상태양호	-
	도로포장	상태양호	-
	도로부 신축이음부	신축이음 토사퇴적, 신축이음부 후타재 파손 신축이음 체수, 부식 및 토사퇴적	-
	환기구 등의 덮개	상태양호	-

라. 손상원인 및 대책방안

- 부식 : 발생 위치가 신축이음 본체 쪽으로 불규칙적이며, 진행성이 거의 없는 점을 고려할 때, 시공 시 품질확보 불량 및 공용 중 수분 접촉에 의한 것으로 신축이음 본체 파손이나 신축 거동에 기능불량은 없는 수준이므로 중대 결함은 아닌 것으로 판단 되며, 방치시 본체의 내구성 저하 등으로 인한 본체 파손 등의 주행 차량의 안전성을 저해하고, 교량의 신축 거동의 장애를 가속화 할 수 있으므로 안전성과 사용성 확보를 위하여 재도장을 설치하는 것이 바람직하다.

- 체수, 토사퇴적 : 공용중 노면 이물질의 유입에 따른 퇴적으로 인한 배수 불량에 의한 것으로 판단되며, 방치시 신축이음의 신축거동의 방해요소가 될 수 있으므로 주기적인 점검을 통한 지속관찰을 하는 것이 바람직하다.

3.2.11 전차 점검결과와 비교 분석

전차 점검결과와 비교시 방호벽, 신축이음, 거더, 교각 손상부위에 일부보수 및 보수완료가 이루어 졌으며, 신축이음부에 토사퇴적이 새로이 조사되었다. 이것은 주로 점검자 편차와 공용년수 경과에 따른 것으로 판단되며, 보수되지 않은 손상 대부분 경미한 결함으로 구조 안전성을 저해하는 구조적 결함이나 심각한 내구성 및 기능성 저하는 발생하지 않은 것으로 검토되었다.

<표 3.2.24> 전차 점검결과와 비교

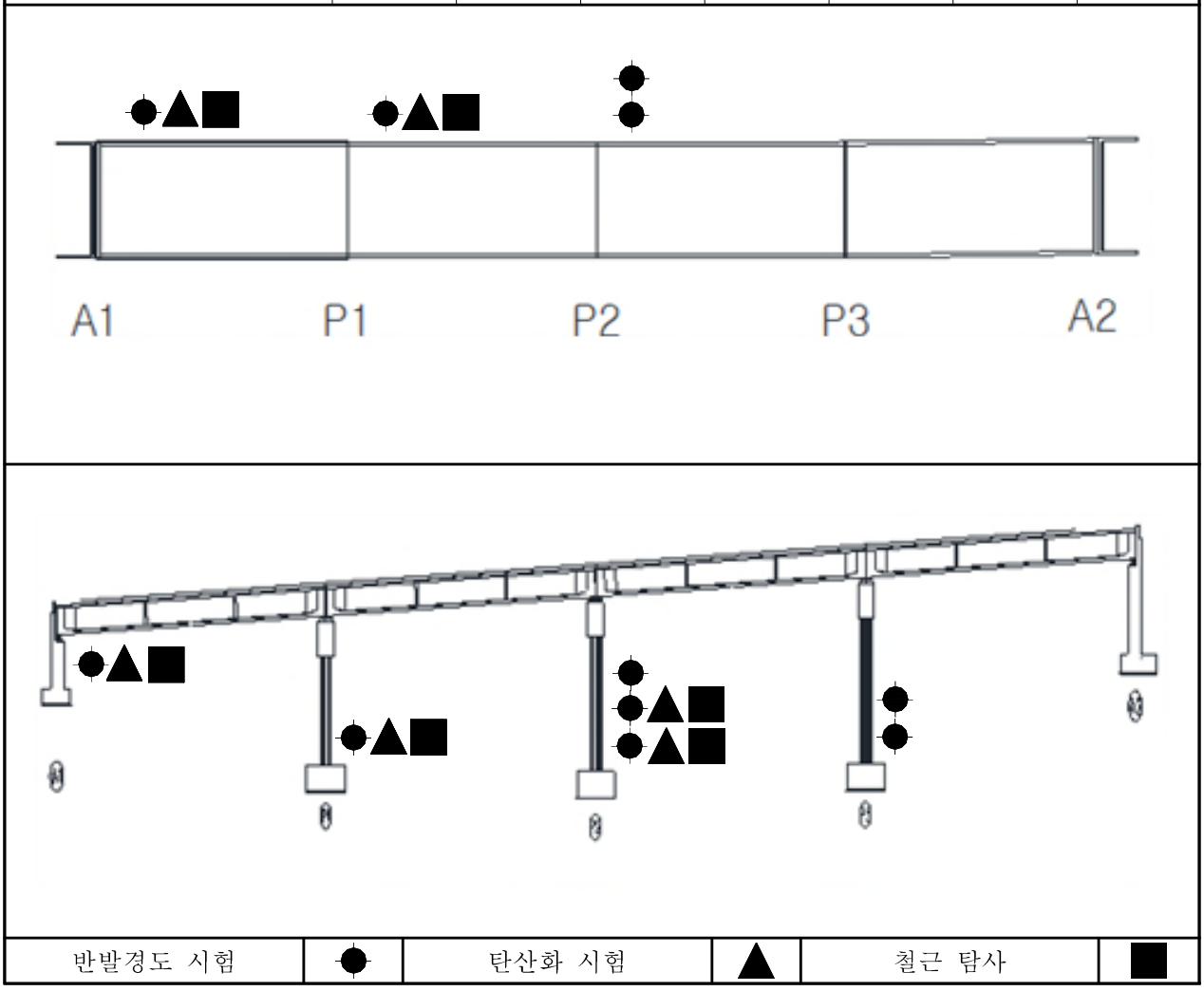
부재명	전차 정밀안전점검 결과	금회 정밀안전점검 결과	비고
교면포장	상태양호	잡철물 미제거	신규손상
방호벽	**균열**, *균열부*, ~~보수부 백태~~, **녹발생**, 이격, ~~잡철물 미제거~~, ~~파손~~ 접속부 방호벽 이격단차	균열, 균열부백태, 백태, 녹발생, 이격, 차수판 볼트탈락, 파손, 접속부 이격단차, 배부름	**일부보수** ~~보수완료~~ *수량증가* 신규손상
배수시설	상태양호	상태양호	-
신축이음	~~후타재 균열,~~ 신축이음 토사퇴적, 신축이음 체수	토사퇴적, 체수, **부식, 부식 및 토사퇴적, 후타재 파손, 부식우려**	**신규손상** ~~보수완료~~
바 닥 판	상태양호	**균열, 파손(탈락우려), 열화**	**신규손상**
거더	균열, 망상균열, 파손	**균열, 망상균열, 파손, 거더단부균열,**	**신규손상**
가로보	상태양호	**재료분리**	**신규손상**
교량받침	상태양호	**받침콘크리트 재료분리,** 받침콘크리트 파손**, 플레이트 부식, 무수축몰탈균열**	**신규손상** 일부보수
교대	균열, 망상균열, 파손	균열, **재료분리, 누수흔적, 백태**	**신규손상** 수량증가
교각	균열	균열, **마감불량, 백태, 재료분리, 망상균열**	**신규손상** 수량증가
공중이 이용하는 부위	후타재 균열, 신축이음 토사퇴적, 신축이음 체수	토사퇴적, 체수, **부식, 부식 및 토사퇴적, 후타재 파손, 부식우려**	**신규손상**

3.3 내구성조사

3.3.1 내구성조사 항목 및 수량

본 시설물 내구성조사의 시험항목 및 수량은 『시설물의 안전 및 유지관리 세부지침(국토교통부)』을 기준으로 하고, 현장여건을 반영하여 정밀안전점검에 대한 상태평가 및 구조물의 분석이 객관적이고 보편타당하게 이루어질 수 있도록 조사자료를 충분히 확보할 수 있는 수준으로 결정하였다.

시험종류 / 부재	기준수량			적용수량			조정비
	반발경도	탄산화	철근탐사	반발경도	탄산화	철근탐사	
상부구조	4	2	2	4	2	2	100%
하부구조	4	2	2	7	4	4	100%
계	8	4	4	11	6	6	100%



<그림 3.3.1> 내구성조사 위치

3.3.2 콘크리트 비파괴강도조사 분석결과

반발경도 시험법에 의한 비파괴강도는 캔틸레버, 바닥판, 교대, 교각에 대하여 실시하였으며, 그 결과는 다음 표와 같다.

<표 3.3.1> 양노1교 비파괴강도 측정결과(상부구조) [단위 : MPa]

구분	시험 위치	비파괴시험	추정압축강도			설계강도 (B)
		반발경도(Ro)	일본재료학회 ①	일본건축학회 ②	사용식	
상부 구조	S2 캔틸레버(좌)	45.3	24.9	26.6	②	27.0
	S1 캔틸레버(좌)	40.6	21.1	24.5		
	S3 캔틸레버(좌, 건전)	41.3	21.7	24.8		
	S3 캔틸레버(좌, 비건전)	40.7	21.2	24.5		

<표 3.3.2> 양노1교 비파괴강도 측정결과(하부구조) [단위 : MPa]

구분	시험 위치	비파괴시험	추정압축강도			설계강도 (B)
		반발경도(Ro)	일본재료학회 ①	일본건축학회 ②	사용식	
하부 구조	A1 흉벽	38.8	19.7	23.7	②	24.0

구분	시험 위치	비파괴시험	추정압축강도	설계강도
		반발경도(Ro)	KALIS 추정식(고강도)	
하부 구조	P3(좌, 매송방향)	44.5	42.6	40.0
	P2(우, 매송방향)	54.6	51.1	
	P3(전, 비봉방향)	46.1	43.9	
	P2(좌, 비봉방향)	51.2	48.2	
	P1(우, 비봉방향)	48.8	46.2	
	P2 (배, 비봉방향)	56.7	52.8	

<표 3.3.3> 양노1교 비파괴강도 측정결과 [단위 : MPa]

부재 \ 종류		시험압축강도 (A)		설계기준강도 (B)	(A/B)×100 (%)	
		일본건축학회 ②	KALIS 추정식(고강도)		일본건축학회 ②	KALIS 추정식(고강도)
상부구조	캔틸레버	24.5~26.6	-	27.0	90.7~98.5	
하부구조	교대	23.7	-	24.0	98.8	
	교각	-	42.6~52.8	40.0		106.5~132.0

콘크리트 비파괴 시험결과 상부구조 캔틸레버 건전부 추정 비파괴강도는 24.5~26.6MPa로 조사되었고, 캔틸레버 비건전부 추정 비파괴강도는 24.5MPa로 조사 되었다. 일본건축학회식 상부부재 건전부 90.7%~98.5%이상, 비건전부 90.74%이상 확보하는 것으로 평가되었다. 설계기준 대비 90%이상으로 설계강도와 비교시 낮게 측정되었지만, 큰 심각한 내구성 저하는 없는 것으로 판단된다.

콘크리트 비파괴 시험결과 하부구조 교대 추정 비파괴강도는 23.7MPa, 설계강도 이하로 조사 되었고, 일본건축학회식 하부부재 건전부 90%이상 확보하는 것으로 평가 되었다. 하부구조 교각 건전부 추정 비파괴강도는 43.9~52.8MPa, 설계강도 이상으로 조사 되었고, 비건전부 42.6MPA로 설계강도 이상으로 조사되었다. KALIS추정식을 이용한 하부부재 비건전부/건전부 모두 100%이상 확보하는 것으로 평가되어, 콘크리트의 강도 및 내구상태는 전반적으로 양호한 것으로 판단된다.



반발경도 시험준비 A1 구체



반발경도 시험 S1

<사진 3.3.2> 반발경도 시험 현황

3.3.3 철근배근탐사 결과

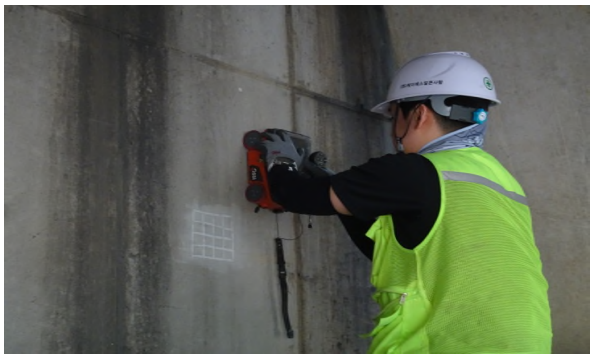
철근탐사장비(RC-RADAR)를 이용한 조사를 실시하였으며, 그 결과는 다음 표와 같다.

<표 3.3.4> 철근탐사 측정결과

구 분		철근	배근간격 (mm)		피복두께 (mm)		비고
			측정치	설계기준	측정치	설계기준	
상부구조	S2 캔틸레버(좌)	주철근(H19)	199	200	97	96	
		배력철근(H16)	94	100	92	86.5	
	S1 캔틸레버(좌)	주철근(H19)	207	200	83	96	
		배력철근(H16)	102	100	81	86.5	
하부구조	A1 흉벽	주철근(D19)	247	250	88	90.5	
		배력철근(D16)	291	300	63	74.5	
	P3 (좌, 매송방향)	주철근(H32)	105	99	109	84	
		띠철근(H16)	298	300	93	52	
	P2 (우, 매송방향)	배력철근(H32)	101	99	120	84	
		띠철근(H16)	310	300	98	52	
	P3 (전, 비봉방향)	주철근(H32)	98	99	103	84	
		배력철근(H16)	301	300	78	52	

철근탐사장비(RC-RADAR)를 이용한 조사결과 주철근 및 배력철근의 배근간격 및 피복 두께 상태는 대부분 양호하며, 일부 설계기준에 못 미치는 측정치가 나타난 것으로 보이나, 오차범위 근사치에 있기 때문에 양호한 것으로 평가할 수 있을 것이다.

RC-RADAR의 레이다파는 통과 매질의 유전상수6(콘크리트 유전상수 범위4~9)에 영향을 주기 때문에 건조함과 습함(물 유전상수81)에 따라 유전상수가 3 이하 12 이상으로 나타날 수 있다. 매질이 건조하여 유전상수가 낮아지면 레이다의 반사시간이 빨라져 낮은 피복두께로 나타나며, 반대로 매질이 습하여 유전상수가 높아지면 레이다의 반사시간 느려져 두꺼운 피복두께로 나타날 수 있다. 본 교량에서 RC-RADAR 탐사는 유전상수6을 사용하여 기존 설계치계산과 같게 하여 기준을 잡았으나 부재별-구간별 상이한 유전상수가 나타날 수 있어 매번 다른 유전상수를 적용할 수 없으므로 GPR탐사의 탐사오차를 감안하여 평가한다.



피복두께 측정 A1 구체



피복두께 측정 S1

<사진 3.3.3> 피복두께 측정 현황

3.3.4 탄산화 깊이조사 분석결과

본 구조물에서는 측정위치에 타정공구 및 드릴을 이용하여 국부적으로 파손시킨 면에 페놀프탈레인 용액을 지시약으로 사용하는데, 이는 알카리성 콘크리트의 탄산화가 진행된 면에서는 무색으로 변화가 없는 무색의 깊이가 곧 탄산화 진행 깊이가 된다. 또한, 측정된 탄산화깊이를 이용하여 아래 식에 의해 잔존수명을 예측하였으며, 결과는 다음 <표 3.3.4>와 같다.

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

여기서, C : 탄산화깊이(mm) → 탄산화 잔여깊이

A : 탄산화 속도계수

t : 콘크리트 타설 후 경과된 시간(년)

<표 3.3.5> 탄산화 깊이의 측정결과

구 분		탄산화깊이 (mm)	실측피복 (mm)	잔여피복두께 (mm)	탄산화 속도계수(A)	잔존수명 예측(년)	평가 등급
상부 구조	S2 캔틸레버(좌)	1.00	92	91.00	0.38	100년이상	a
	S1 캔틸레버(좌)	1.00	81	80.00	0.38	100년이상	a
하부 구조	P3(좌, 매송방향)	13.00	63	50.00	4.98	100년이상	a
	P2(우, 매송방향)	5.00	93	88.00	1.92	100년이상	a
	P3(전, 비봉방향)	6.00	98	92.00	2.30	100년이상	a
	A1 흉벽(비봉방향)	7.00	78	71.00	2.68	100년이상	a

※탄산화 속도계수(A) = 탄산화깊이 / $\sqrt{\text{재령(년)}}$

※수명예측(년) = (철근피복 / 탄산화속도 계수)2

※잔존수명 예측(년) = 수명예측년수 - 경과년수



탄산화깊이 측정 P3



탄산화깊이 측정 P2

<사진 3.3.4> 탄산화 시험 현황

본 과업 대상 구조물의 콘크리트 부재에 대하여 탄산화 시험을 수행한 결과 상부구조에서 최대 1.0mm, 하부구조에서 최대 13.0㎜까지 탄산화가 진행된 것으로 측정되었으며 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침』 건전성 평가기준(탄산화 잔여깊이 30㎜이상 : a등급)을 전반적으로 만족하는 것으로 측정되었다.

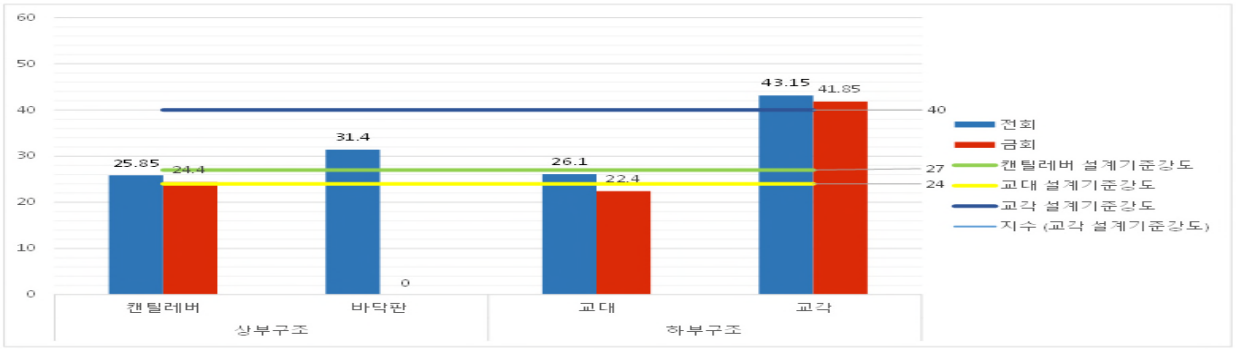
또한, 탄산화에 의한 수명 평가는 경과년수와 탄산화깊이와의 관계를 통해 탄산화 속도계수를 역추적하여 탄산화가 철근에 도달하는 시간을 계산하였다. 앞서 언급한 식 $C=A\sqrt{t}$ 에서 준공 후 현재까지의 경과년수 t는 설계도로부터 구할 수 있고 탄산화 깊이 C는 현장조사를 통하여 얻을 수 있으므로 탄산화 속도계수 A를 계산할 수 있다. 이에 따라 현재로부터 탄산화가 철근에 도달하는데 걸리는 시간을 추정한 결과 전반적으로 100년 이상으로 탄산화에 의한 철근부식은 없을 것으로 판단된다.

3.3.5 전차 점검결과와 비교 분석

가. 반발경도 강도

<표 3.3.6> 전차 정밀결과와 반발경도 강도 비교 **[단위:MPa]**

구 분		전차	금회	설계기준강도
상부구조	캔틸레버	24.5~27.2	24.5~26.6	27.0
	바닥판	30.8~32.0	-	
하부구조	교대	24.4~27.8	23.7	24.0
	교각	40.4~45.9	42.6~52.8	40.0

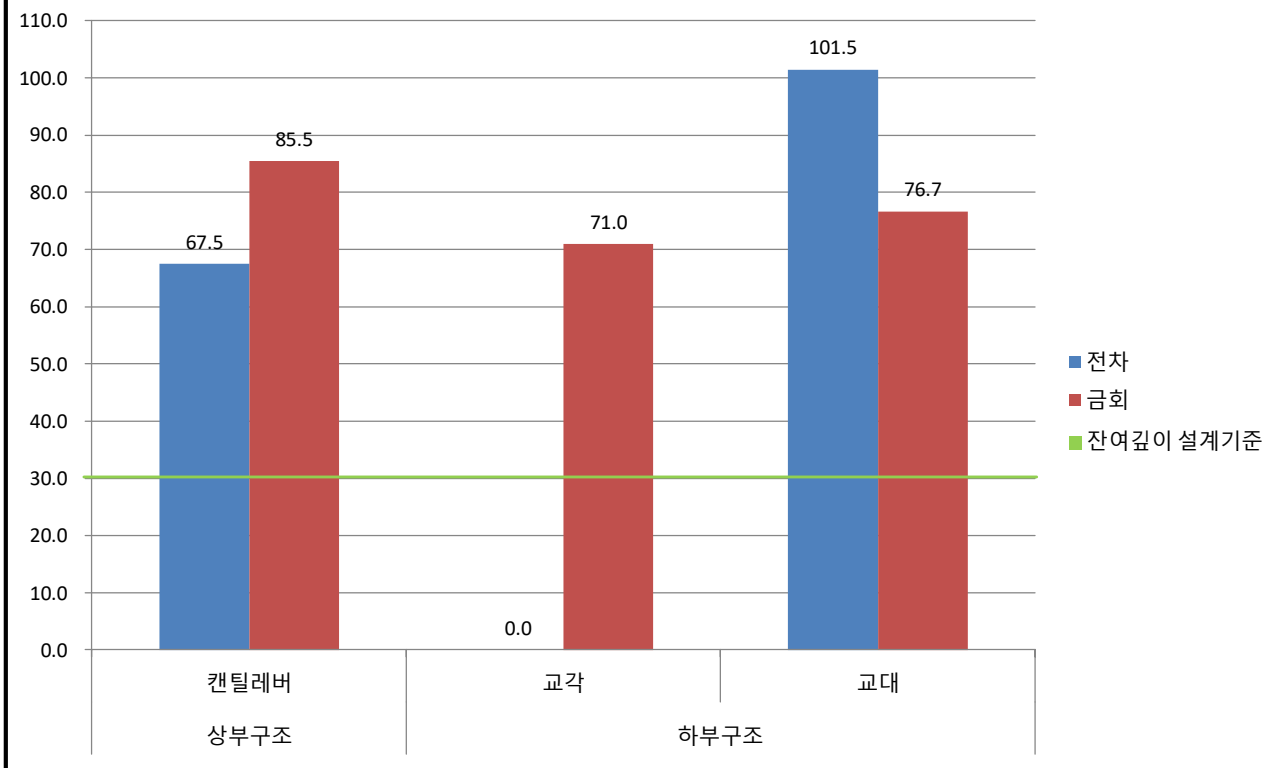


비파괴강도에 대한 비교결과 금회 과업시 측정한 강도의 미소한 차이는 있으나 이는 측정위치, 표면요철, 습윤 상태 등 여러요인에 의해 차이가 발생할 수 있으며 캔틸레버, 교대에서 설계강도 90%이상을 확보하고 있는 것으로 분석 되어 외관조사를 통한 손상상태 등을 종합적으로 고려했을 때 현재 콘크리트에 심각한 문제가 되지는 않으나 추후 차기 점검시 변화양에 대해 지켜볼 필요가 있다고 판단된다.

나. 탄산화깊이

<표 3.3.7> 전차 정밀결과와 탄산화 잔여깊이 비교 [단위:mm]

구 분		전차(잔여깊이mm)	금회(잔여깊이mm)	잔여깊이 설계기준
상부구조	캔틸레버	67.5	80.0~91.0	30mm이상
하부구조	교각	-	50.0~92	
	교대	101.5	71.0	



탄산화깊이에 대한 비교결과 일부 부재에서 탄산화 깊이가 약간 증가된 것으로 보이나 이는 측정위치 및 시험자의 숙련도에 따라 일부 편차가 발생한 것으로 판단되며, 전반적으로 잔여깊이가 30mm이상으로 철근의 부식 가능성은 없는 양호한 상태인 것으로 평가되어 공용기간 경과에 따른 탄산화의 급격한 진전은 없는 것으로 판단된다.

3.4 상태평가

3.4.1 상태평가

양노1교는 V-BEAM 형식으로 상태평가는 구조형식에 따른 부재별 가중치를 적용하여 환산결함도 점수를 산정하였으며, 기초에 할당된 가중치는 조사 불가로 하부 구조물 교대/교각의 가중치에 포함시켰다. 외관조사 및 내구성조사에 따른 상태평가 결과는 다음과 같다.

가. 부재별 평가적용 손상

부재명		평가적용 손상 및 사유	평가제외
바닥판		○균열폭 0.1mm이상~0.3mm미만 ○표면손상 면적 2% 미만	-
거더	V Beam	○균열폭 0.2mm이상~0.3mm미만 -S4 균열, 망상균열	-
가로보 및 세로보		○표면손상면적 2%미만	-
교면포장		○상태양호	잡철물미제거
배수시설		○상태양호	-
방호벽	강재	-차수판 볼트탈락	-
	콘크리트	○표면손상 -균열, 균열부 백태, 녹발생, 이격, 파손, 배부름, 백태, 이격단차	

부재명		평가적용 손상 및 사유	평가제외
신축이음	본체	○유간사이 이물질로 기능불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등 열화 녹발생, 부식, 토사퇴적, 부식 및 토사퇴적, 부식우려	체수
	후타재	○국부적인 박리, 박락, 파손 후타재 파손	-
교량받침	탄성받침	○경미한열화 - 플레이트부식	-
	받침콘크리트	○부분적 박리, 탈락 등 손상 - 받침콘크리트 재료분리, 파손, 무수축몰탈균열	-
교대		○구체 균열폭0.3mm이상~0.5mm미만(날개벽 제외) - 균열(cw=0.3mm이상) A2 ○표면 손상면적 2%이상 10%미만 - 재료분리, 누수흔적, 백태	-
교각		○균열폭 - 균열, 망상균열(cw=0.3mm미만) ○표면 손상면적 - 마감불량, 백태, 재료분리	-
기초		-	-

나. 부재별 손상 및 상태평가 결과

1) 콘크리트 바닥판

<표 3.4.1> 콘크리트 바닥판

부재명	1방향 균열		2방향균열	열화 및 손상		부재면적		
	균열폭 (㎜)	균열면적 (㎡)	균열폭 (㎜)	손상면적 (㎡)	부식면적 (㎡)	가로 (m)	세로 (m)	면적 (㎡)
S1	-	-	-	0.06	-	49.95	13.44	671.3
S2	-	-	-	-	-	49.95	13.44	671.3
S3	0.2	0.2	-	0.12	-	49.95	13.44	671.3
S4	0.2	0.175	-	-	-	49.96	13.44	671.3

<표 3.4.2> 콘크리트 바닥판 상태평가 결과

부재명	1방향 균열				2방향균열		열화 및 손상				평가 결과
	균열폭 (㎜)		균열율 (%)		균열폭 (㎜)		손상면적 (%)		부식면적 (%)		
S1	-	a	-	a	-	a	0.009	b	-	a	**b**
S2	-	a	-	a	-	a	-	a	-	a	**a**
S3	0.2	b	0.04	b	-	a	-	a	-	a	**b**
S4	0.2	b	0.04	b	-	a	0.017	b	-	a	**b**

2) V Beam 거더

<표 3.4.3> V Beam 거더

부재명	균열(mm)		열화 및 손상		부재면적		
	균열폭 (㎜)	균열면적 (㎡)	표면손상 (㎡)	철근부식면적 (㎡)	밑면적 (㎡)	옆면적 (㎡)	면적 (㎡)
S1	0.1	0.175	-	-	389.6	1378.6	1768.2
S2	0.1	0.5	-	-	389.6	1378.6	1768.2
S3	0.1	-	0.01	-	389.6	1378.6	1768.2
S4	0.2	1.25	-	-	389.6	1378.9	1768.6

※ 거더단부 균열은 거더 단부에 있는 균열로 결함위치가 중대한 결함으로 판단되지 않아 상태평가에 제외했다.

<표 3.4.4> V Beam 거더 상태평가 결과

부재명	균열		열화 및 손상				평가 결과
			표면손상 (%)		철근부식발생 (%)		
S1	0.1	b	-	a	-	a	**a**
S2	0.1	b	-	a	-	a	**a**
S3	-	a	0.00%	b	-	a	**a**
S4	0.2	c	-	a	-	a	**a**

3) 가로보 및 세로보

<표 3.4.5> 가로보 및 세로보

부재명	균열(mm)	열화 및 손상		부재면적
		표면손상 (㎡)	철근부식면적 (㎡)	면적 (㎡)
S1	-	0.12	-	6.9
S2	-	0.3	-	6.9
S3	-	0.05	-	6.9
S4	-	0.4	-	6.9

<표 3.4.6> 가로보 및 세로보 상태평가 결과

부재명	균열		열화 및 손상				평가 결과
			표면손상 (%)		철근부식발생 (%)		
S1	-	a	1.7	a	-	a	**b**
S2	-	a	4.3	a	-	a	**c**
S3	-	a	0.7	a	-	a	**b**
S4	-	a	5.7	a	-	a	**c**

4) 교면포장

<표 3.4.7> 아스팔트 교면포장

부재명	포장불량			배수	부재면적(㎡)
	불량면적(㎡)	차량 주행성		물고임(ea)	
		요철(㎜)	손상폭(cm)		
S1	-	-	-	-	968.5
S2	-	-	-	-	968.5
S3	-	-	-	-	968.5
S4	-	-	-	-	968.7

<표 3.4.8> 교면포장 상태평가 결과

부재명	포장불량				배수		평가 결과
	불량면적 (%)		차량 주행성		물고임		
S1	-	a	-	a	-	a	**a**
S2	-	a	-	a	-	a	**a**
S3	-	a	-	a	-	a	**a**
S4	-	a	-	a	-	a	**a**

※ 잡철근 미제거는 주행성과 파손의 문제가 없는 것으로 확인하여 평가에서 제외하였다.

5) 배수시설

<표 3.4.9> 배수시설

부재명	배수구 막힘 (ea)	누수, 상태불량, 길이부족 (ea)	파손, 노후화 (ea)
S1/A1	-	-	-
S2/P1	-	-	-
S3/P2	-	-	-
S4/P3	-	-	-
A2	-	-	-

<표 3.4.10> 배수시설 상태평가 결과

부재명	상태평가	평가결과
S1/A1	-	**a**
S2/P1	-	**a**
S3/P2	-	**a**
S4/P3	-	**a**
A2	-	**a**

6) 방호벽

<표 3.4.11> 방호벽

부재명	강재		콘크리트				부재길이(m)
	도장불량	손상	균열폭(㎜)	경미한 손상(ea)	박리, 파손, 철근노출(m)	철근부식(m)	
S1	-	-	0.3	-	-	-	49.95
S2	-	차수판손상	0.3	-	-	-	49.95
S3	-	-	0.2	-	-	-	49.95
S4	-	-	0.3	1	0.1	-	49.96

<표 3.4.12> 방호벽 상태평가 결과

부재명	강재				콘크리트								평가결과
	도장불량		손상		균열폭(㎜)		경미한 손상		표면손상(%)		철근부식(%)		
S1	-	a	-	a	0.3	c	-	a	-	a	-	a	**c**
S2	-	a	국부	b	0.3	c	-		-	a	-	a	**c**
S3	-	a	-	a	0.2	b	-		-	a	-	a	**b**
S4	-	a	-	a	0.3	c	-	b	10% 미만	c	-	a	**c**

7) 신축이음

<표 3.4.13> 신축이음

부재명	신축이음 본체						후타재	
	이물질 퇴적 (ea)	볼트 열화 (ea)	볼트 탈락 (ea)	물받이파손 누수 (ea)	이상음 거동불량 (ea)	본체 탈락 본체 파손 (ea)	균열 (ea)	박리, 박락 파손 등 (ea)
A1	2	-	-	-	-	부식 1	-	1
P2	6	-	-	-	-	-	-	-
A2	4	-	-	-	-	부식 4	-	-

<표 3.4.14> 신축이음 상태평가 결과

부재명	본체		후타재				평가결과
			균열		박리, 박락, 파손 등		
A1	부식	c	-	a	후타재 파손	c	**c**
P2	토사퇴적	b	-	a	-	a	**b**
A2	부식	c	-	a	-	a	**c**

8) 교량받침

<표 3.4.15> 교량받침

부재명	받침 본체			받침 콘크리트	
	도장탈락, 부식 (ea)	부분적 변형 (ea)	본체파손, 거동장애 (ea)	균열폭 (㎜)	부분적 박리, 탈락, 파손 등 (ea)
A1	-	-	-	-	받침콘크리트 파손
P1	부식 4ea	-	-	-	받침콘크리트 재료분리
P2	-	-	-	-	받침콘크리트 재료분리
P3	-	-	-	0.1	받침콘크리트 재료분리, 파손
A2	-	-	-	-	받침콘크리트 재료분리

<표 3.4.16> 교량받침 상태평가 결과

부재명	받침 본체		받침 콘크리트				평가결과
			균열폭 (㎜)		박리, 탈락, 파손 등		
A1	-	a	-	a	파손	b	**b**
P1	부식 4ea	b	-	a	재료분리	b	**b**
P2	-	a	-	a	재료분리	b	**b**
P3	-	a	0.1	b	재료분리, 파손	b	**b**
A2	-	a	-	a	재료분리	b	**b**

9) 교대 및 교각

<표 3.4.17> 교대 및 교각

부재명	균열, 변위		열화 및 손상		부재면적
	균열폭 (㎜)	변위	손상면적 (㎡)	부식면적 (㎡)	면적 (㎡)
A1	0.2	-	0.02	-	174.10
P1	0.2	-	0.01	-	207.33
P2	0.2	-	0.02	-	219.89
P3	0.1	-	0.03	-	225.54
A2	0.3	-	0.07	-	242.50

<표 3.4.18> 교대 및 교각 상태평가 결과

부재명	균열, 변위				열화 및 손상				평가결과
	균열폭 (㎜)		변위		손상면적 (%)		부식면적 (%)		
A1	0.3미만	b	-	a	0.01	b	-	a	**b**
P1	0.3미만	b	-	a	0.005	b	-	a	**b**
P2	0.3미만	b	-	a	0.009	b	-	a	**b**
P3	0.3미만	b	-	a	0.013	b	-	a	**b**
A2	0.3이상	c	-	a	0.029	b	-	a	**c**

10) 기초

<표 3.4.19> 기초

부재명	기초 손상		지반 안전성	
	균열폭(㎜)	단면손상(ea)	세굴여부(ea)	부등침하(ea)
A1	-	-	-	-
P1	-	-	-	-
P2	-	-	-	-
P3	-	-	-	-
A2	-	-	-	-

<표 3.4.20> 기초 상태평가 결과

부재명	기초 손상				지반 안전성				평가결과
	균열		단면손상		세굴여부		부등침하		
A1	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	**q**
P1	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	**q**
P2	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	**q**
P3	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	**q**
A2	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	**q**

11) 탄산화

<표 3.4.21> 탄산화

부재명	상부구조	부재명	하부구조
	잔여깊이(㎜)		잔여깊이(㎜)
S1	91.0	A1	71.0
S2	80.0	P1	-
S3	-	P2	88.0
S4	-	P3	50.0
		A2	-

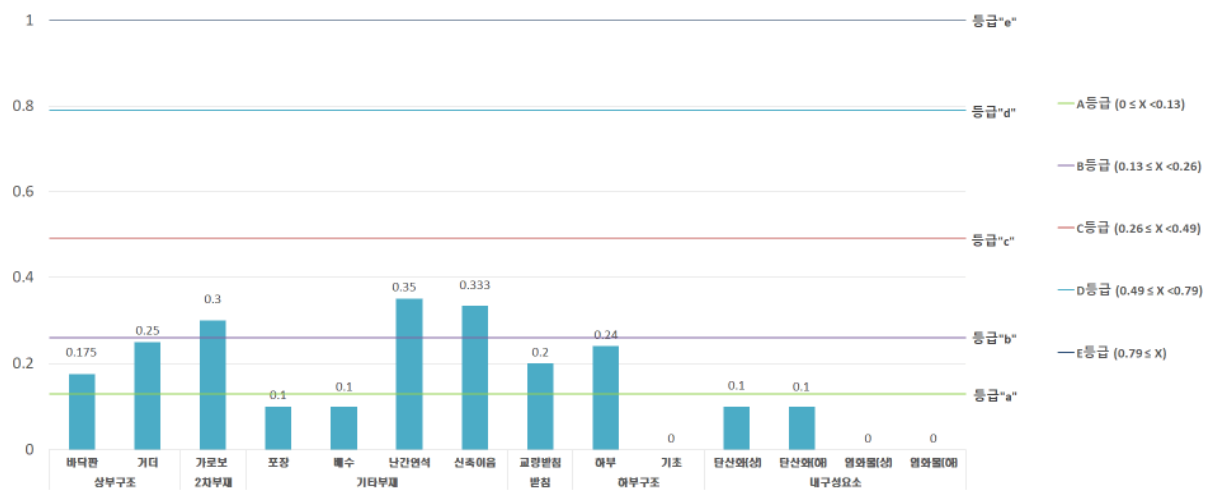
<표 3.4.22> 탄산화 상태평가 결과

부재명	상부구조	평가결과	부재명	하부구조	평가결과
	잔여깊이 (㎜)			잔여깊이 (㎜)	
S1	부식발생 우려 없음	**a**	A1	부식발생 우려 없음	**a**
S2	-	-	P1	부식발생 우려 없음	**a**
S3			P2		
S4			P3		
			A2	-	-

다. 개별교량 상태평가 결과

<표 3.4.23> 상태평가 결과

부재의 분류		상부구조		2차부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화(상)	탄산화(하)	염화물(상)	염화물(하)
S1/A1	V BEAM	b	b	b	a	a	c	c	b	b	q	a	a	N/A	N/A
S2/P1	V BEAM	a	b	c	a	a	c	x	b	b	q	a	x	N/A	N/A
S3/P2	V BEAM	b	b	b	a	a	b	b	b	b	q	x	a	N/A	N/A
S4/P3	V BEAM	b	c	c	a	a	c	x	b	b	q	x	a	N/A	N/A
A2	V BEAM	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	c	b	c	q	x	x	N/A	N/A
평균		0.175	0.250	0.300	0.100	0.100	0.350	0.333	0.200	0.240	N/A	0.100	0.100	N/A	N/A
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	N/A	4	3	N/A	N/A
(평균X가중치)/가중치합		0.032	0.050	0.015	0.007	0.003	0.007	0.030	0.018	0.048	N/A	0.004	0.003	N/A	N/A
1. 환산결함도 점수 =												0.217			
2. 상태평가 결과 =												B			



<표 3.4.24> 개별교량 상태평가 결과

개별교량명	양노1교					
구분	구조형식	환산 결함도점수	상태평가 결과	연장(m)	연장비	환산결함도점수 ×연장비
양노1교	V-Beam	0.217	B	100.0	1.0	0.217
합계(∑)				100.0	1.0	0.217
1. 환산결함도 점수 =						0.217
2. 상태평가 결과 =						B

라. 전체교량 평가결과

<표 3.4.25> 전체교량 상태평가 결과

전체교량명	양노1교						
구분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장(m)	차선	길이 ×차선	연장비	환산결함도점수 ×연장비
양노1교	0.217	B	100.0	4	480.0	1.0	0.217
합계(∑)			100.0	4	480.0	1.0	0.217
1. 평가지수 =							0.217
2. 상태평가 결과 =							B 등급

마. 상태평가 결과

본 양노1교의 상태평가 결과 시공품질 불량, 공용 중 중차량 하중, 공용년수 경과에 의한 노후화, 외부환경 요인에 의해 발생된 것으로 판단되는 손상들에 의해 기타부재 난간 연석, 신축이음에서 c등급으로 평가되어 전체 평가지수는 0.217로 상태평가 등급은 “B등급”으로 평가되었다.

바. 공중이 이용하는 부위 상태평가

1) 공중이 이용하는 부위 상태평가

<표 3.4.26> 추락방지시설

평가항목	평가사유		평가근거
	평가대상	조사결과	
추락방지시설	손상 및 결함 발생 여부, 기능상태	손상 및 결함이 없고, 기능상태 양호	<3.2.12>
도로포장	결함 및 파손 발생 여부, 차량주행상태	경미한 결함 및 파손 발생, 차량주행에는 문제없음	<3.2.12>
도로부 신축이음부	결함 및 파손 발생 여부, 차량주행상태	경미한 결함 및 파손 발생, 차량주행에는 문제없음	<3.2.12>
환기구 등의 덮개	결함 및 파손 발생 여부, 기능상태	손상 및 결함이 없고, 기능상태 양호	<3.2.12>

2) 공중이 이용하는 부위 상태평가 결과

<표 3.4.27> 공중이 이용하는 부위 상태평가 결과

구 분	상태평가	등 급	중대결함 등
추락방지시설	○송상 및 결함 상태는는 문제가 없는 상태	a	해당없음
도로포장	○포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태	a	해당없음
도로부 신축이음부	○신축이음 본체의 유간사이 이물질로 기능불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등의 열화가 발생한 상태 또는 후타재의 균열이 50cm이하의 간격으로 발생하거나, 국부적인 박리, 박락, 파손이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태	b	해당없음
환기구 등의 덮개	○덮개 등에 결함 및 파손등이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없고 긴으성에 문제가 없는 상태	a	해당없음

3.4.2 안전등급 지정

<표 3.4.28> 안전등급 지정

구 분	상태평가		안전성평가	
	평가지수	평가기준	평가지수	평가기준
평가결과	0.217	B	미실시 (정밀안전진단 과업)	
안전등급 지 정	상태평가 B / 안전성평가 (미실시) - → 안전등급 B			

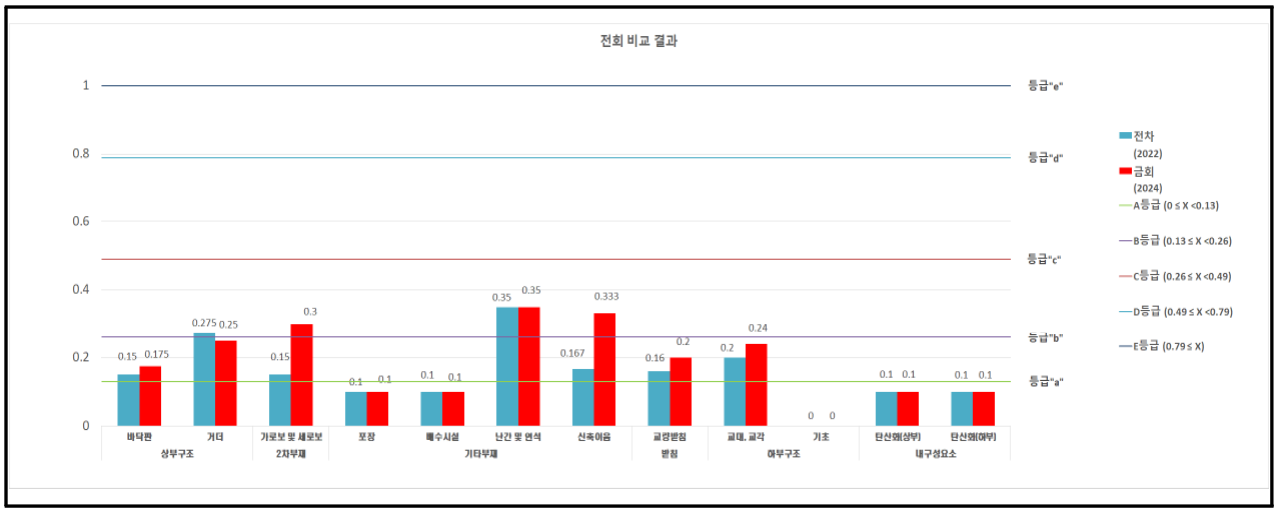
안전등급은 상태평가 결과와 안전성평가 결과 중 낮은 등급을 안전등급으로 지정하나 금회 실시한 정밀안전점검에서는 안전성평가(정밀안전진단 과업)를 실시하지 않아 안전등급은 『B등급』인 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태”로 평가되었다.

3.4.3 전차 점검결과와 비교

가. 전차 점검결과와 안전등급 비교

<표 3.4.29> 전차 점검결과와 안전등급 비교

구 분		전차(2022)		금회(2024)		증·감	변동원인
		등급	평균	등급	평균		
상부구조	바닥판	b	0.150	b	0.175	▲	일부손상 증가
	거더	c	0.275	c	0.250	▼	일부손상 감소
2차부재	가로보 및 세로보	b	0.150	c	0.300	▲	일부손상 증가
기타부재	포장	a	0.100	a	0.100	-	-
	배수시설	a	0.100	a	0.100	-	-
	난간 및 연석	c	0.350	c	0.350	-	-
	신축이음	b	0.167	c	0.333	▲	일부손상 증가
받침	교량받침	b	0.160	b	0.200	▲	일부손상 증가
하부구조	교대, 교각	b	0.200	c	0.240	▲	일부손상 증가
	기초	q	-	q	-	-	-
내구성요소	탄산화(상부)	a	0.100	a	0.100	-	-
	탄산화(하부)	a	0.100	a	0.100	-	-



구 분	종합평가 지수	안전등급	비고
전차 정밀안전점검	0.183	"B"	
금회 정밀안전점검	0.217	"B"	변동없음

전차 정밀안전점검과 비교결과 금회 안전등급은 **『B』(0.217)**등급으로 전회차 상태평가 결과인 『B』(0.183)등급에서 등급이 변동되었으며, 공용년수 경과로 인한 손상증가로 결함도 지수가 다소 증가 된 것으로 분석되었다.

나. 공중이 이용하는 부위 전차 점검결과 비교

<표 3.4.30> 공중이 이용하는 부위 전차 점검결과 비교

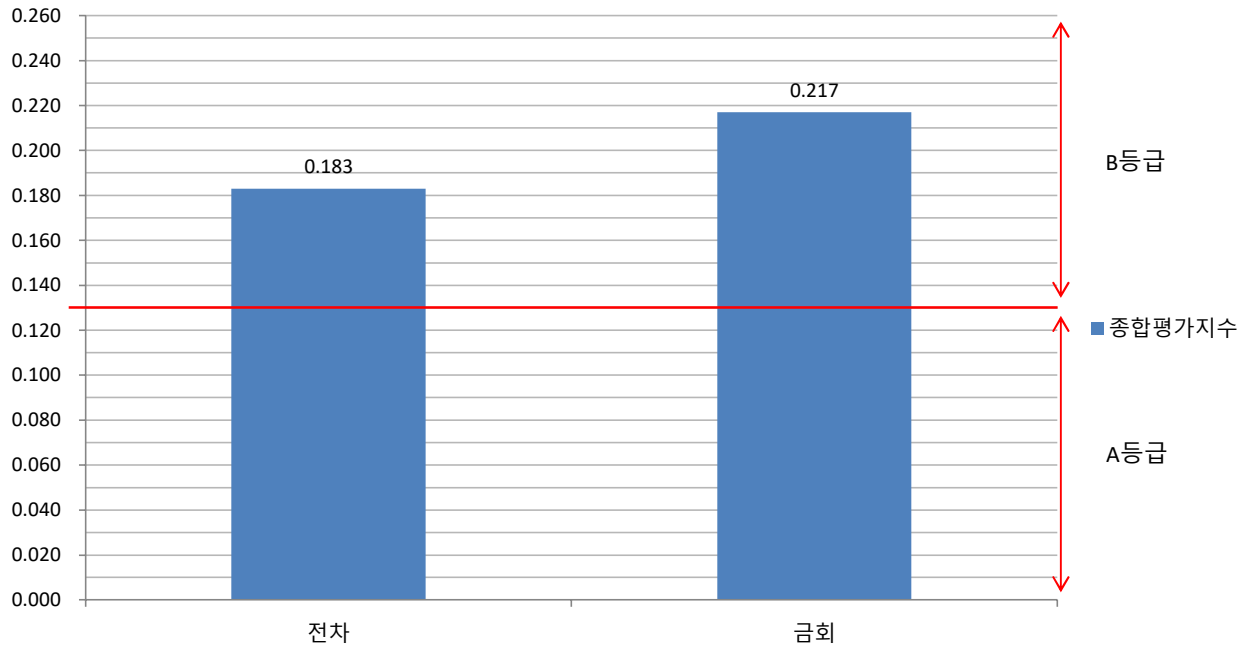
구 분	전차 정밀안전점검 결과	금회 정밀안전점검 결과
추락방지시설	A	A
도로포장	A	A
도로부 신축이음부	B	B
환기구 등의 덮개	A	A

금회 공중이 이용하는 부위에 대한 상태평가는 세부지침 개정에 따른 실시로서 분석결과, 공중의 안전에 영향을 미칠만한 중대결함 등에 해당하는 심각한 결함은 없는 것으로 검토되었다.

3.4.3 전차 점검결과와 비교

<표 3.4.5> 전차 점검결과와 안전등급 비교

구 분	종합평가 지수	안전등급	비고
2020 정밀안전점검	0.183	"B"	등급유지
금회 정밀안전점검	0.217	"B"	등급유지



금회 정밀안전점검결과 시공당시 발생한 초기결함과 환경적 요인에 의한 추가손상 및 공용 중 발생한 가로보, 신축이음, 교량받침, 교대의 손상으로 인해 손상지수가 증가하였으나, 전차 정밀안전전검 결과와 비교하면 금회 안전등급은 **『B』(0.217)**등급으로 전차 결과인 『B』(0.183)등급으로부터 등급유지 되었으나, 일부 부재의 보수로 인해 결함도지수가 감소된 것으로 분석되었다.

3.5 보수·보강 및 유지관리 방안

3.5.1 보수·보강 우선순위 결정

각 시설물은 주부재와 보조부재로 이루어져 있으며, 이들 시설물에서 발생된 각종 손상(결함)에 대하여 보강을 보수보다, 주요부재를 보조부재보다 우선하여 보수·보강 순위를 정한다. 또한, 전체 시설물에서의 우선순위 결정은 각 시설물이 가지는 중요도, 발생한 결함의 심각성 등을 종합검토 후 다음 표와 같이 결정한다.

<표 3.5.1> 보수·보강 우선순위 결정 기준

구 분	순 위	내 용
단기대책	즉시	◦주요부재에 발생된 결함 및 손상이 커 내하력에 영향을 미치는 경우(철근이 노출되어 철근부식에 의한 내하력 저하 가능성이 있는 손상) ◦시설물의 안전관리에 관한 특별법 시행령 제12조, 시행규칙 제9조에서 정한 결함
	1순위	◦즉각적인 보수는 요구되지 않지만 내하력, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요한 경우 (철근부식 가능성이 있는 손상 또는, 기존 보수부 붕 손상이 발생되었으나 내부 상태를 관찰할 수 없는 경우) ◦교면 포장구간 차량 주행에 영향이 있는 경우
장기대책	2순위	◦기능발휘에는 지장이 없으나, 내구성 증진을 위해 연차보수가 필요한 경우 (방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성을 위해 보수가 필요한 경우)
	3순위	◦발생된 손상이 경미하여 유지관리를 통한 점검이 필요한 경우

3.5.2 보수·보강 방안 및 개략공사비

<표 3.5.2> 보수·보강 방안 및 개략공사비

구 분	손상내용	단위	보수물량	보수·보강 공법	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
교면포장	잡철물미제거	ea	1	-	-	-	3
방호벽	균열(cw=0.3mm미만)	m/ea	38.8	표면처리	43	1668.4	3
	균열(cw=0.3mm이상)	m/ea	7.4	주입보수	83	614.2	2
	균열부 백태(cw=0.3mm미만)	m/ea	2.2	표면처리	43	94.6	3
	녹발생	ea	2	표면처리	43	86	3
	이격	ea	1.0	주의관찰	-	0	3
	파손	㎡/ea	0.02	단면보수	167	3.34	2
	배부름	㎡/ea	4.0	주의관찰	-	0	3
	백태	㎡/ea	0.04	표면처리	43	1.72	3
	이격단차	ea	1.0	주의관찰	-	0	3
	차수판 볼트탈락	ea	5.0	재설치	60	300	3
신축이음	부식	m/ea	0.24	재도장	60	14.4	2
	부식 및 토사퇴적	m/ea	1.11	도장 및 청소	60	66.6	2
	후타재파손	m/ea	0.01	단면보수	167	1.67	2
	체수	m/ea	2.0	주의관찰	-	0	3
	토사퇴적	m/ea	6.0	청소	60	360	3
	부식 우려	m/ea	0.3	주의관찰	-	0	3
바닥판	균열(cw=0.3mm미만)	m/ea	0.15	표면처리	43	6.45	3
	열화	㎡/ea	0.14	단면보수	167	23.38	3
	파손(탈락우려)	㎡/ea	0.12	탈거후 단면보수	167	20.04	3
거더	균열(cw=0.3mm미만)	m/ea	3.7	표면처리	43	159.1	2
	망상균열(cw=0.3mm미만)	㎡/ea	1.0	표면처리	43	43	2
	파손	㎡/ea	0.01	단면보수	167	1.67	3
	거더단부균열	m/ea	10.1	표면처리	43	434.3	3
가로보	가로보 재료분리	㎡/ea	0.87	단면보수	167	145.29	2
교량 받침	받침콘크리트 재료분리	㎡/ea	0.26	단면보수	167	43.42	3
	받침콘크리트 파손	㎡/ea	0.02	단면보수	167	3.34	3
	플레이트 부식	㎡/ea	0.46	재도장	60	27.6	3
	무수축몰탈균열	m/ea	0.4	표면처리	43	17.2	3
교대	균열(cw=0.3mm미만)	m/ea	1.6	표면처리	43	68.8	3
	균열(cw=0.3mm이상)	m/ea	3.0	주입보수	83	249	2
	재료분리	㎡/ea	0.07	단면보수	167	11.69	3
	누수흔적	ea	7.0	주의관찰	-	0	3
	백태	㎡/ea	0.06	표면처리	43	2.58	3
교각	균열(cw=0.3mm미만)	m/ea	9.9	표면처리	43	425.7	3
	마감불량	㎡/ea	0.01	단면보수	167	1.67	3
	백태	㎡/ea	0.22	표면처리	43	9.46	3
	재료분리	㎡/ea	0.05	단면보수	167	8.35	3
	망상균열	㎡/ea	5.6	표면처리	43	240.8	3
순 공 사 비						5,154	
제경비(순공사비×0.5)						2,577	
총 공 사 비						**7,731**	

※보수물량은 손상물량과 동일하게 적용하였으며, 보수시 현장여건에 따른 보수물량은 증가될 수 있음.

※대상구조물 대한 실시설계시에는 접근성 등을 감안한 부대공 및 가시설 비용이 추가될 수 있음.

※순공사비는 부대공(교통통제 및 고소장비 등)을 제외한 개략공사비 합산금액이며, 부대비용은 현장 여건에 따라 금액 산정이 필요함.

※일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경될 수 있음.

3.5.3 유지관리 방안

가. 유지관리의 목적 및 필요성

도로시설물의 유지관리란 기존에 건설된 시설물이 기능을 보존케 하고 이용차량의 편의와 안전을 도모하기 위하여 기존 시설을 점검하고 손상된 부분의 원상복귀와 추가시설을 보완하여 수명기간 동안 안전과 기능을 충분히 발휘하기 위한 일련의 과정을 말한다. 도로시설물 유지관리의 주요내용은 ① 시설물 안전점검, ② 이상발견, ③ 보수필요여부 판정, ④ 적정 보수공법 선정, ⑤ 보수공사 실시, ⑥보수효과 확인 등으로 구분된다.

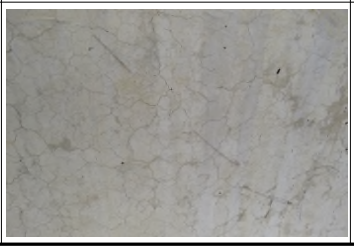
나. 중점유지관리 사항

금회 정밀안전점검 결과, 시설물의 안전성에 직접적인 영향을 미치는 구조적인 손상은 없는 상태이나, 향후 공용기간 증가에 따라 사용성 및 내구성을 저하시킬 수 있는 손상 및 시설물의 유지관리에 필요한 항목들에 대해서는 중점유지관리 항목으로 선정하여 보다 효과적으로 유지관리를 할 수 있도록 제시하였다.

<표 3.5.3> 주요 부재별 중점 유지관리 항목

구 분	손상 내용		대상부위	유지관리 항목
교면포장	◦잡철물 미제거		S4	◦차량주행성에는 이상없으나, 지속관찰이 필요함
방호벽	◦균열, 균열부 백태 보수부 백태 ◦파손, 철근노출, 녹발생, 이격 ◦접속부 방호벽 이격단차		S1 S2 S3 S4	◦균열의 진전 및 확대여부 ◦손상의 진전 및 확대여부 ◦부속시설 상태 확인 ◦이격 단차의 진행성여부
배수시설	◦상태양호		전 구간	◦신규손상 발생여부 ◦배수구 막힘 확인

<표 3.5.3> 주요 부재별 중점 유지관리 항목(계속)

구 분	결함 내용		대상부위	유지관리 항목
신축이음	◦ 후타재 파손 ◦ 체수 ◦ 토사퇴적 및 부식		A1,P2,A2	◦ 손상의 진전 및 확대여 ◦ 균열의 진전 및 확대여부 ◦ 청소상태 확인 ◦ 신축이음부 누수 상태 ◦ 부식의 재도장
바닥판	◦ 균열		S3, S4	◦ 균열의 진전 및 확대여부 ◦ 손상의 진전 및 확대여부
	◦ 열화		S1, S4	◦ 열화의 확대여부
거더	◦ 균열, 망상균열 ◦ 파손 ◦ 거더단부균열		S1 S2 S4	◦ 균열의 진전 및 확대여부 ◦ 손상의 진전 및 확대여부
교량받침	◦ 받침콘크리트 재료분리, 파손 ◦ 부식		P1 A2	◦ 손상의 진전 및 확대여부 ◦ 균열의 진전 및 확대여부
교대	◦ 균열, 망상균열 ◦ 재료분리		A1	◦ 보수부 재손상여부 ◦ 균열의 진전 및 확대여부 ◦ 손상의 진전 및 확대여부 ◦ 청소상태 확인
교각	◦ 망상균열		P1 P3	◦ 보수부 재손상여부 ◦ 균열의 진전 및 확대여부 ◦ 손상의 진전 및 확대여부

다. 부재별 점검요령

대상 교량의 부재별 주요점검 요령은 다음과 같다.

(1) 교면포장

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷공통</td><td>● 균열
● 파손
● 마모</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷신축이음 전후, 구조물 경계부</td><td>● 파손, 단차, 이격</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷배수구 주변</td><td>● 물고임</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2"> 
구조물 경계부
 
교면포장</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
– 방호울타리측 양측 길어깨에서 도보점검
– 중차량 통행이 많은 차선, 곡선부 외측, 급정지 구간 주변의 손상 점검
– 신축이음 전후 및 경계부의 단차 점검
– 교면 위 물고임 점검(가급적 비온 직후 점검)

◦ 손상발생시 조치
– 손상이 확연한 부분은 위치, 규모에 대하여 점검야장에 경간별로 기록 후 사진촬영
– 종방향 단차가 30mm이상 발생하여 추가손상이 우려되거나 주행안전성에 지장을 초래할 경우 즉시 보고하여 대책을 수립

◦ 점검 시 유의사항
– 길어깨는 교통사고의 위험이 높으므로 2인1조로 하여 차량 진행방향과 반대방향으로 걸어가면서 점검
– 상세조사를 실시할 경우 신호봉 등을 사용하여 차량 유도 후에 안전하게 점검 실시</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">● 사진기
● 5m자
● 균열자
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)
● 교통통제 기구(신호봉 또는 수기, 라바콘)</td></tr>
</table>

(2) 방호벽

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷난간
▷방호벽
▷중앙분리대</td><td>● 균열
● 백태
● 재료분리
● 긁힘, 파손, 부식, 변형
● 부속시설 파손, 부식, 변형</td></tr>
<tr><td>주
요
부
위</td><td colspan="2"> 
방호벽
 
방호벽</td></tr>
<tr><td>점
검
요
령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
– 교량 한쪽에서 눈을 방호벽 높이 정도로 낮추어 방호벽의 전체 선형에 급격한 변화 부분이 있는지 점검
– 녹물이 흘러내려 미관을 해치는 부분이 있는지 점검
– 연속 받침부 방호벽은 콘크리트의 경우 부모멘트에 의한 균열(0.3mm이상)을 점검

◦ 손상발생시 조치
– 방호벽의 전체 선형에 급격한 변화부분이 있는 경우 교량받침이나 하부 구조의 침하가 있을 수 있으므로 해당부재 점검 시 참고할 수 있도록 기록
– 차량 충돌 등 외부의 강한 하중에 의한 손상일 경우 바닥판에도 영향을 줄 수 있으므로 바닥판 점검시 고려

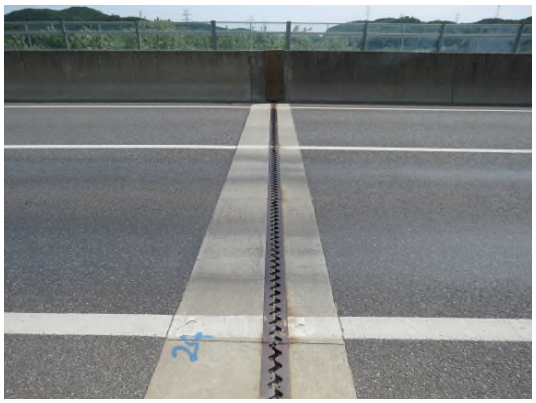
◦ 점검시 유의사항
– 방호벽의 큰 변형이나 파손된 부분으로 통행인 또는 차량의 추락 위험이 있을 시 즉시 연락하여 추락 방지시설 등의 응급조치 필요</td></tr>
<tr><td>점
검
도
구</td><td colspan="2">● 사진기
● 점검용 망치
● 줄자
● 균열자
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)
● 교통통제 기구(신호봉 또는 수기, 라바콘)</td></tr>
</table>

(3) 배수시설

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td>▷배수구</td><td>- 격자판(grating)
- 유입구</td><td>● 파손, 누락, 변형
● 누수, 체수
● 막힘</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷배수관</td><td>● 부식, 파손, 탈락
● 배수관 길이 부족
● 유출구 위치 부적절</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2"> 
배수구 
배수관</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
- 배수구는 길어깨측에서 도보로 점검하며, 배수구 설치간격, 유입구 누락, 그레이팅 파손 및 오물퇴적 확인
- 배수관은 교량하부 및 측면에서 육안 또는 망원경으로 점검하며 교량이 도로 위를 통과할 경우 배수관에서 유출된 물이 통행인이나 통행사량 바로 위로 떨어지지 않는지 점검
- 배수관의 물이 구조물의 부식을 유발할 수 있는 위치로 배수되는지 확인
- 배수관 지지장치 및 연결부 상태는 흔들어 보거나 망치로 두들겨서 점검

◦ 점검 시 유의사항
- 길어깨에서 점검 시 2인 1조로 하여 차량진행 방향과 반대방향으로 걸어가면서 점검하며 통행차량에 주의
- 접근장비 사용시 교통소통 및 안전에 유의</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">● 사진기
● 드라이버(driver)
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)
● 교통통제 기구(신호봉 또는 수기, 라바콘)</td></tr>
</table>

(4) 신축이음

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷본체</td><td>● 누수, 토사퇴적
● 유간 부족 및 과다
● 충격음
● 본체유동 및 파손, 부식</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷후타재</td><td>● 균열, 파손, 마모
● 단차, 이격(본체, 교면포장, 접속슬래브</td></tr>
<tr><td>주
요
부
위</td><td colspan="2"> 
본체 A1
 
본체 P2</td></tr>
<tr><td>점
검
요
령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
– 보도 혹은 방호벽측 길어깨부에서 점검
– 신축이음부의 유동, 단차, 파손으로 인한 충격음발생 여부 점검
– 고무재의 마모, 파손, 충진 씰재 노출로 차량통행 저해 및 방수기능 저하상태를 점검하며 교각, 교대위에서 신축이음 하부의 방수성 점검
– 방호벽측 신축이음의 방수기능 등 점검
– 신축유간 확보량이 확연히 의심스러운 경우 안전을 고려하여 길어깨 방호벽에서 약 50cm 떨어진 곳에 측정지점을 표시하여 하절기와 동절기에 동일위치에서 신축유간 점검

◦ 손상발생시 조치
– 신축이음 본체의 유동, 단차, 파손으로 주행안전성에 지장을 초래할 경우 즉시 보고하여 대책 수립

◦ 점검 시 유의사항
– 차량 진행방향과 반대방향으로 점검을 진행하며 2인1조로 점검수행
– 신축유간 점검시 통행차량에 유의
– 신축이음장치의 본체와 후타재의 일체거동 여부 확인</td></tr>
<tr><td>점
검
도
구</td><td colspan="2">● 사진기
● 드라이버(driver)
● 줄자
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)
● 교통통제 기구(신호봉 또는 수기, 라바콘)</td></tr>
</table>

(5) 바닥판

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷공통</td><td>● 균열, 망상균열
● 박리, 박락, 층분리
● 긁힘, 파손
● 철근노출
● 재료분리
● 누수 및 백태</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2"> 
중앙부
 
캔틸레버부 콘크리트 열화 0.3m X 0.2m S1</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
- 교각이나 교대의 점검로에서 육안점검 혹은 교량하부에서 육안 또는 망원경으로 점검
- 주로 받침부나 중앙부 근처의 손상을 위주로 점검하며 접근이 어려운 원거리 점검은 손상이 의심스러운 경우에 망원경을 활용
- 도보접근이 불가능한 구간은 점검장비를 이용 근접 점검
- 균열의 진행 상황을 파악하기 위하여 균열의 시·종점을 표시해 두는 것이 필요하며, 정기적으로 진행여부 관찰
- 망상균열, 층분리, 누수나 백태흔적이 발견될 경우 점검용 망치를 두드려 나는 소리로서 내부결함의 존재여부를 추정(내부에 결함 존재시 외관상 건전한 부위에서도 펀칭전단파괴의 우려가 있음)

◦ 점검 시 유의사항
- 균열은 발생위치, 균열폭, 진전길이, 반복성(공통성) 등을 종합적으로 고려하여 발생원인을 규명하고 보수·보강 등 적절한 조치방법을 수립할 수 있도록 주의깊게 조사</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">● 사진기
● 망원경
● 균열자
● 점검용 망치
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)</td></tr>
</table>

(6) 거더 및 가로보

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷공통</td><td>● 변형, 파손, 이상처짐
● 도장 손상, 부식, 오염
● 피로균열</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷연결부</td><td>● 볼트 및 리벳이완, 파손
● 이상음 발생
● 맞대기 용접부 균열</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷가로보, 브레이싱</td><td>● 현장이음부 볼트손상, 누수
● 용접부 및 용접부 주변 균열
● 연결불량</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2"> 
거더
 
가로보 재료분리 S2</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
– 도보접근이 불가능한 구간은 점검 장비를 이용하여 근접 점검
– 누수에 취약한 신축이음 하부, 배수구 주변 혹은 외측거더의 도장손상 및 녹 발생 조사
– 차량통과 시 삐걱거리는 소리 등 이상음이 들리면 소음발생 부위를 추정하여 기록 유지
– 다이아프램과 거더 연결부에 균열이 발생할 가능성이 높으므로 중점적으로 점검
– 가로보와 거더의 연결부는 용접 또는 볼트 연결이므로 볼트 풀림 및 용접부 균열을 점검

◦ 손상발생시 조치
– 눈에 띌 정도의 처짐이나 충돌에 의한 손상으로 추가손상이 우려되거나 주행안전성에 지장을 초래할 경우 즉시 보고하여 대책을 수립

◦ 점검 시 유의사항
– 강교는 가급적 콘크리트교에 비하여 가급적 밝은 날에 점검하는 것이 손상상태 확인이 쉬우며 망원경의 활용도 용이
– 균열은 경우에 따라 도장 표면에서 얇은 녹 흔적으로 나타나므로 주변 도장 제거 후 면밀하게 점검</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">● 사진기
● 균열자
● 망원경
● 확대경
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)</td></tr>
</table>

(7) 교량받침

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷본체</td><td>● 부식, 변형
● 균열, 파손
● 가동받침의 유간부족 및 가동 장애요소
● 받침과 거더의 밀착상태
● 앵커볼트 파손</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷받침대</td><td>● 균열, 파손, 재료분리, 박리</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2"> 
받침콘크리트 재료분리(P2-sh9)
 
플레이트 부식 (A2-sh11)</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
– 점검로가 설치된 부분은 근접하여 점검하고 도보접근이 불가능한 부분은 접근장비를 이용하여 근접점검
– 가동받침의 가동여부는 가동면의 윤활재가 밀린 흔적이나 먼지 부착정도로 확인 가능
– 곡선교 내측단부 혹은 사교의 예각부 단부에 부반력으로 인한 받침과 거더의 들뜸 상태 점검
– 받침하부에 공동이 의심되면 철사, 드라이버등으로 찔러서 확인하고, 침하흔적은 앵커볼트의 체결상태 및 인접받침의 상태를 참고하여 확인
– 받침부의 물고임 부분은 누수부위의 확인 및 물고임 원인분석

◦ 손상발생시 조치
– 받침하부 교각 두부에 0.3mm 이상의 균열이 단부까지 진행된 경우 즉시 보고하고 안전성 검토 및 대책수립 필요

◦ 점검 시 유의사항
– 교각 두부에서 사진 촬영 및 점검 시 점검자 자신의 안전에 주의</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">● 사진기
● 균열자
● 줄자(5m자)
● 드라이버(driver)
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)</td></tr>
</table>

(8) 교대

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th colspan="2">점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷공통</td><td colspan="2">● 균열, 박리, 박락, 재료분리, 백태
● 파손, 철근노출</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷두부</td><td colspan="2">● 두부 물고임
● 두부와 흉벽 경계부 균열
● 거더와 흉벽 신축유간 부족
● 받침부 균열 및 파손</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷벽체</td><td colspan="2">● 이동 또는 전도
● 수직균열 및 침하</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="3"> 
교대 (A1)
 
교대 재료분리(A2)</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="3">◦ 점검방법
– 점검로에서 육안점검 혹은 교량하부에서 점검
– 교대 입지조건이 성토부 혹은 연약지반에 위치한 경우 전후방으로 교대 벽체가 기울었는지 확인하고 의심스러울 경우 실을 경사계로 확인(날개벽, 옹벽 포함)
– 0.3mm이상의 눈에 쉽게 띄는 균열을 조심

◦ 점검 시 유의사항
– 벽체에 수직으로 발생하는 균열은 건조수축에 의한 비구조적 균열이므로 우려할 바는 아니지만 폭이 넓은 교대에서 균열폭이 1mm이상이면 교대기초의 부등침하도 의심하여야 함
– 신축이음 유간이 벌어져 충격음이 발생하거나 닫혀 있을 경우 거더 상·하부와 흉벽사이 간격이 서로 차이가 나는지 점검하고 교대 전도 여부도 확인
– 교대 뒷면과 날개벽 사이에 공동이 발생했거나 흙이 침하된 경우 날개벽의 전도를 의심하여 점검</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td>● 사진기
● 균열자
● 줄자(5m자)
● 사다리</td><td colspan="2">● 점검용 망치
● 경사계
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)</td></tr>
</table>

(9) 교각

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷공통</td><td>● 균열, 박리, 박락, 재료분리, 백태
● 파손, 철근노출
● 교각 기울음 및 전도</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷코핑</td><td>● 두부 물고임
● 받침부 균열 및 파손</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷벽체</td><td>● 이동 또는 전도
● 시공이음부 균열</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2"> 
교각 전경(P2)
 
P3 망상균열 (cw=0.3mm미만)</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
– 점검로에서 육안점검 혹은 접근 장비에 의해 점검
– 신축이음의 유간이 비정상적이거나 방호벽선형이 불량한 경우에는 교각 침하가 의심스러우므로 교각의 전도여부를 확인하고 구체에 기준점을 표시하여 침하여부를 주기적으로 확인

◦ 손상발생시 조치
– 교각두부 받침하부에 0.3mm이상의 균열이 단부까지 진행된 경우에는 교량 안전과 직접적으로 관련이 있으므로 즉시 보고 및 대책수립
– 침하가 의심스러운 경우 기초 주변의 수축세굴 및 국부세굴의 조사가 필요하며 세굴이 발생하였다면 전문가로 하여금 구조물의 안전성 평가 필요

◦ 점검 시 유의사항
– 신축이음 유간이 크게 벌어지거나 닫힘, 방호벽 선형불량은 교각 침하의 징후로 볼 수 있으므로 교각 점검시 유의</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">● 사진기
● 균열자
● 줄자(5m자)
● 점검용 망치
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)</td></tr>
</table>

3.6 종합결론

3.6.1 외관조사

- 교면포장은 신규손상인 잡철물 미제거 손상이 발견되었다. 이손상은 시공 초기 손상으로 조사되었고, 조사된 손상은 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준으로 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 방호벽 대부분의 손상의 보수가 이루어졌으며, 전차 점검과 비교시 방호벽의 손상이 감소되었다. 보수가 안 된 손상의 경우 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준으로 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 배수시설은 배수구 설치간격 넓음, 유입구 누락, 그레이팅 파손, 하부도로 배수관 누수, 구조물 부식유발, 배수관 고정 및 연결불량 등 특이결함은 없는 전차와 동일한 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- 신축이음은 신규손상으로 부식, 토사퇴적, 후타재파손, 부식우려가 조사되었으며, 전차 점검과 비교 시 신축이음 토사퇴적이 증가한 것으로 확인되었고, 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 바닥판은 균열, 마감부 파손(탈락우려)의 손상이 신규로 조사되었다. 조사된 손상들은 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 거더는 균열, 망상균열, 파손, 단부균열, 가로보 재료분리가 신규로 조사되었다. 거더 단부균열은 초기 손상으로 확인되며 조사된 손상은 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 교량받침은 받침콘크리트 재료분리, 파손이 확인되었고, 플레이트부식과, 무수축몰탈균열이 신규손상으로 발견되었다. 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 교대 및 교각은 교대에는 재료분리, 누수흔적, 백태, 균열이 조사되었으며, 교각에는 균열, 마감불량, 백태, 재료분리, 망상균열이 조사되었다. 대부분 기능발휘에는 지장이 없는

경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

3.6.2 내구성 조사

- 콘크리트에 대한 내구성조사 결과, 콘크리트 비파괴강도 및 탄산화 깊이 등은 관련기준을 만족하고 있고, 전회차와 비교하여 대체로 내구성이 저하되지 않은 상태이므로 콘크리트의 내구성에 대한 문제점은 없는 것으로 분석되었다.

3.6.3 상태평가 결과

- 부재별 상태평가를 실시한 결과, 보수가 된부분도 확인되었지만, 신규손상이 방호벽, 신축이음, 바닥판, 거더 가로보, 교량받침, 교대, 교각에서 조사되어 손상지수가 상승한 것으로 확인된다. 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 **『B』(0.217)등급**으로 전차 결과인 『B』(0.183)등급으로부터 점수는 올라갔지만 등급유지된 것으로 분석되었다.

3.6.4 종합결론

- 본 양노1교는 2017년에 준공되어 약 7년간 공용되고 있는 시설물로서 외관조사의 주요 손상은 방호벽 cw=0.3mm균열, 균열부 백태, 백태, 파손, 방호벽 이격단차, 배부름 신축이음 후타재 파손, 토사퇴적 및 체수, 부식, 바닥판 균열, 파손, 열화 거더 및 가로보 균열, 망상균열, 파손, 거더단부균열, 받침콘크리트 재료분리, 플레이트 부식, 받침콘크리트 파손 교대 및 교각 균열, 망상균열, 재료분리 등의 손상이 조사되었다.
- 금회 확인된 손상들은 시공 당시 발생한 초기결함과 공용 중 발생된 결함이 일부 보수되었지만, 신규손상이 조사됨에 손상물량의 증가가 되었다. 교량의 안전성에 직접적인 영향을 미치는 중대결함의 발생은 없는 것으로 분석되었다.
- 조사된 손상들에 대해서는 사용성 및 내구성 확보차원에서 보수가 필요하며, 우선 보수대상은 주행차량의 주행안전성 및 주요부재의 내구성 확보를 위한 신축이음 부식, 토사

퇴적의 청소 보수 등이다.

- 콘크리트에 대한 내구성조사 결과, 콘크리트 비파괴강도 및 탄산화 깊이 등은 관련기준을 만족하고 있고, 전회차와 비교하여 대체로 내구성이 저하되지 않은 상태이므로 콘크리트의 내구성에 대한 문제점은 없는 것으로 분석되었다.
- 상태평가를 실시한 결과, 현재 시설물의 상태는 양호한 상태인 **『B』(0.217)**등급으로 전차 결과인 『B』(0.183)등급으로부터 일부 부재 손상이 신규 조사가 이루어져 결함지수가 증가되었으나 등급은 유지된 것으로 분석되었다.
- 본 시설물은 공용기간 증가에 의해 손상과 열화가 증가할 수 있으므로, 지속적인 유지관리가 필요하며, 발생된 손상(결함)에 대해서 내구성 확보와 기능유지를 위한 적절한 보수·보강이 이루어진다면 시설물의 공용에는 지장이 없을 것으로 판단된다.

3.6.5 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부

- 금회 정밀안전점검 결과, 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성은 필요하지 않은 것으로 조사되었다.

3.6.6 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 본 교량의 방호벽 이격단차의 변화는 정기안전점검시 특별한 주의관찰이 실시되어야 할 것으로 판단된다.

3.6.7 기타 필요한 사항

- 본 교량하부에 운동시설과 창고가 있어 바닥판 하면 점검시 접근에 지장을 초래하므로, 원활한 유지관리를 위하여 이에 대한 조치가 필요한 것으로 판단된다.

제 4 장 양노2교

4.1 자료수집 및 분석

4.2 외관조사

4.3 내구성조사

4.4 상태평가

4.5 보수·보강 및 유지관리방안

4.6 종합결론

제4장 양노2교

4.1 자료수집 및 분석

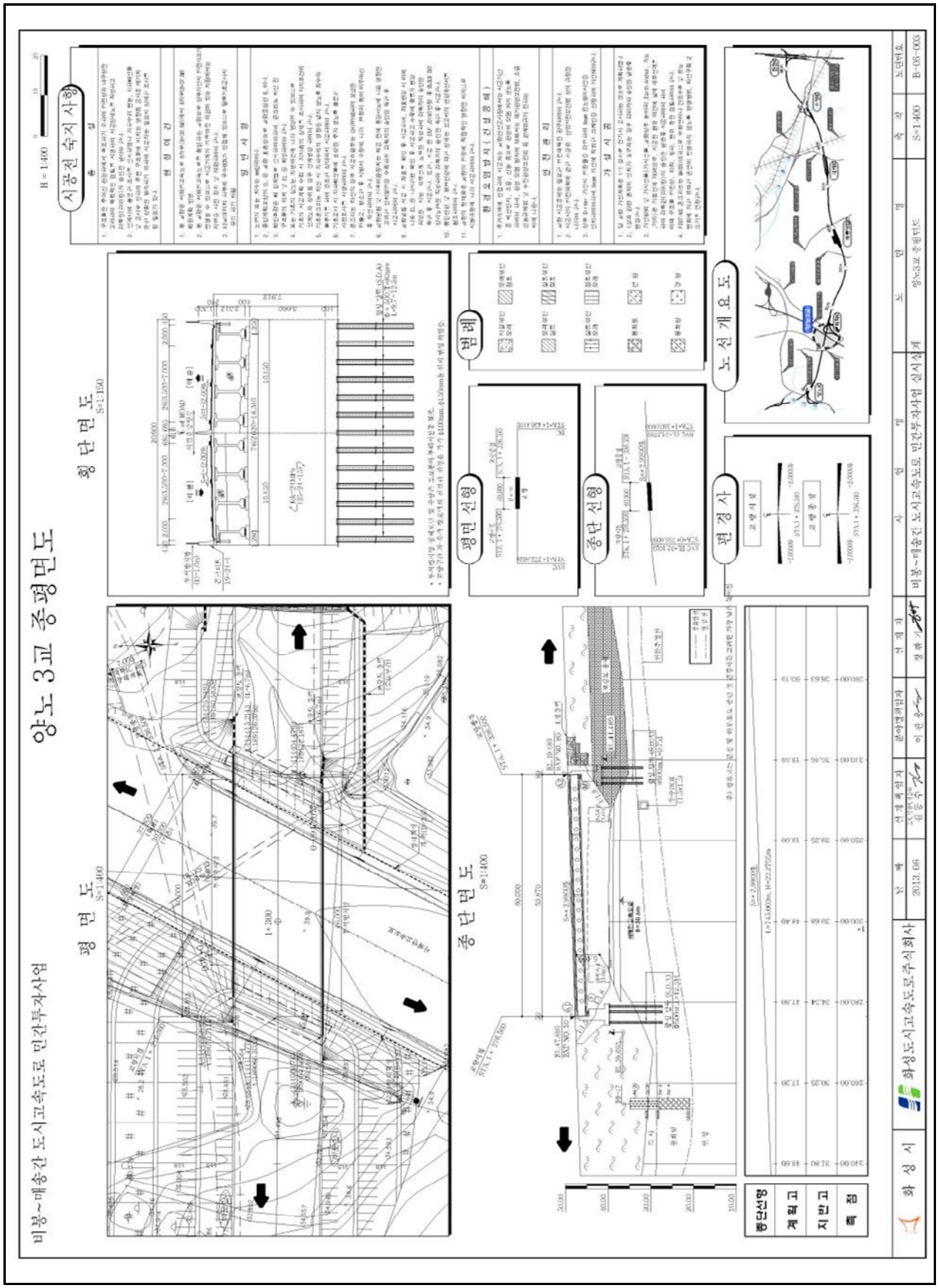
4.1.1 교량현황

본 과업 대상 시설물인 양노2교에 대한 교량현황은 다음 표와 같다.

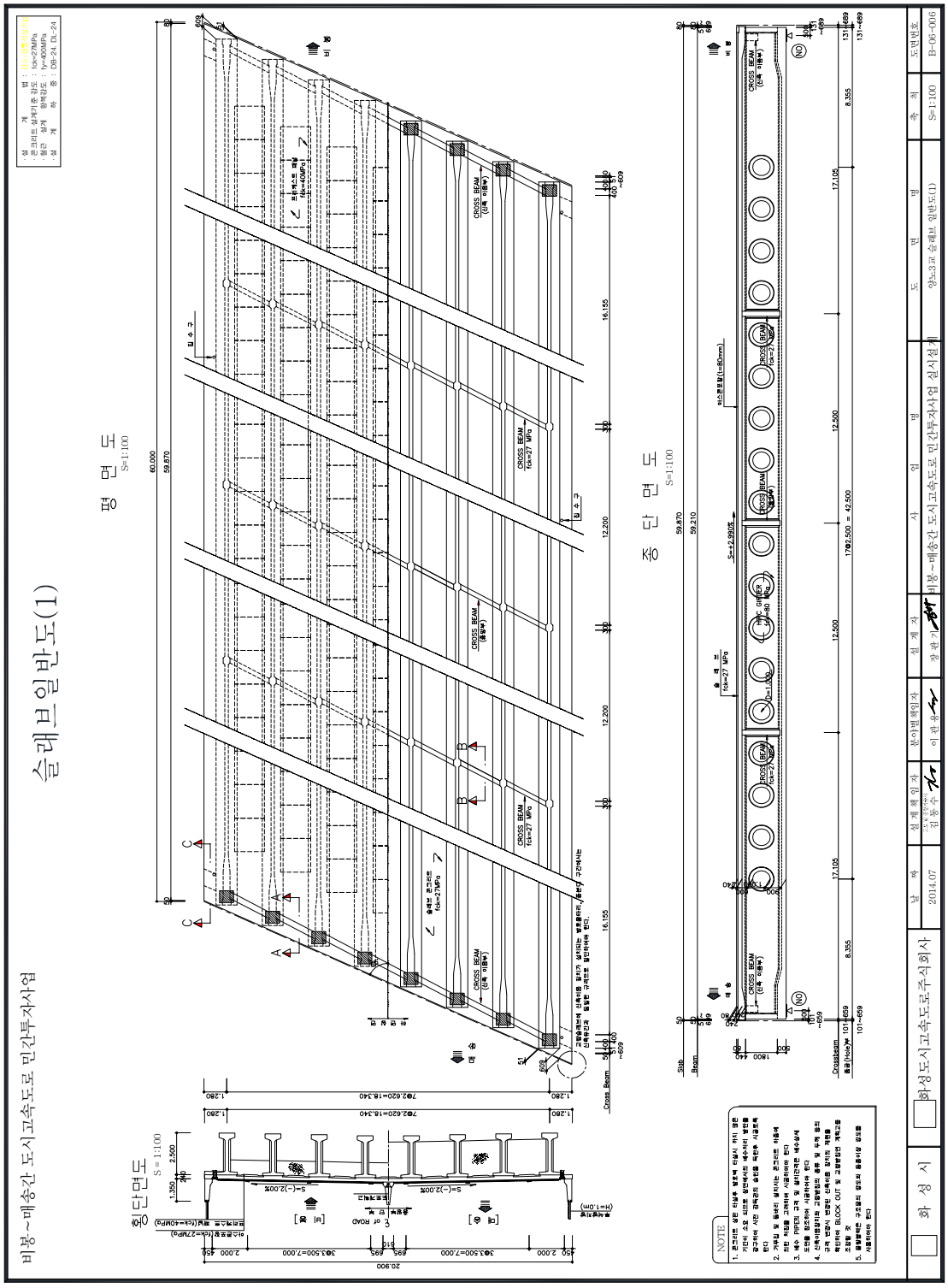
<표 4.1.1> 양노2교 교량현황

<table>
<tr><th colspan="3">구 분</th><th>내 용</th><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td colspan="3">시설물명</td><td>양노2교</td><td colspan="2">시설물번호</td><td>BR2017-0000446</td></tr>
<tr><td colspan="3">준공년월일</td><td>2017년 06월 30일</td><td colspan="2">관리번호</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="3">시설물위치</td><td colspan="4">경기도 화성시 비봉면 양노리 217-3</td></tr>
<tr><td colspan="3">설계하중</td><td>DB-24, DL-24</td><td colspan="2">노선명(이정)</td><td>STA.1K+276.500
~STA.1K-336.500</td></tr>
<tr><td rowspan="2">제원</td><td colspan="2">연장</td><td colspan="4">L=60.0m (1@60)</td></tr>
<tr><td colspan="2">폭</td><td colspan="4">B=20.9m 왕복4차로</td></tr>
<tr><td rowspan="3">구조형식</td><td colspan="2">상부</td><td>HIPC GIRDER</td><td rowspan="3">기초형식</td><td>교대</td><td>말뚝기초</td></tr>
<tr><td rowspan="2">하부</td><td>교대</td><td>역T형</td><td rowspan="2">교각</td><td rowspan="2">-</td></tr>
<tr><td>교각</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="3">교량받침</td><td>탄성고무받침</td><td colspan="2">신축이음</td><td>Monocell</td></tr>
<tr><td colspan="3">교차시설물
(도로,철도,하천)</td><td>하부 도로 고속국도
제15호선</td><td colspan="2">통과높이</td><td>5.0m</td></tr>
<tr><td colspan="3">부착시설내용</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td colspan="3">기타</td><td colspan="4">1.중점점검사항
- 하부 높이 제한 위반 통과차량의 HIPC거더 충돌.
- 후타재 망상균열
- 신축이음 부식
- 교대 균열</td></tr>
<tr><td colspan="3">상부전경</td><td colspan="2">측면전경</td><td colspan="2">하부전경</td></tr>
<tr><td colspan="3">  </td><td colspan="2">  </td><td colspan="2">  </td></tr>
</table>

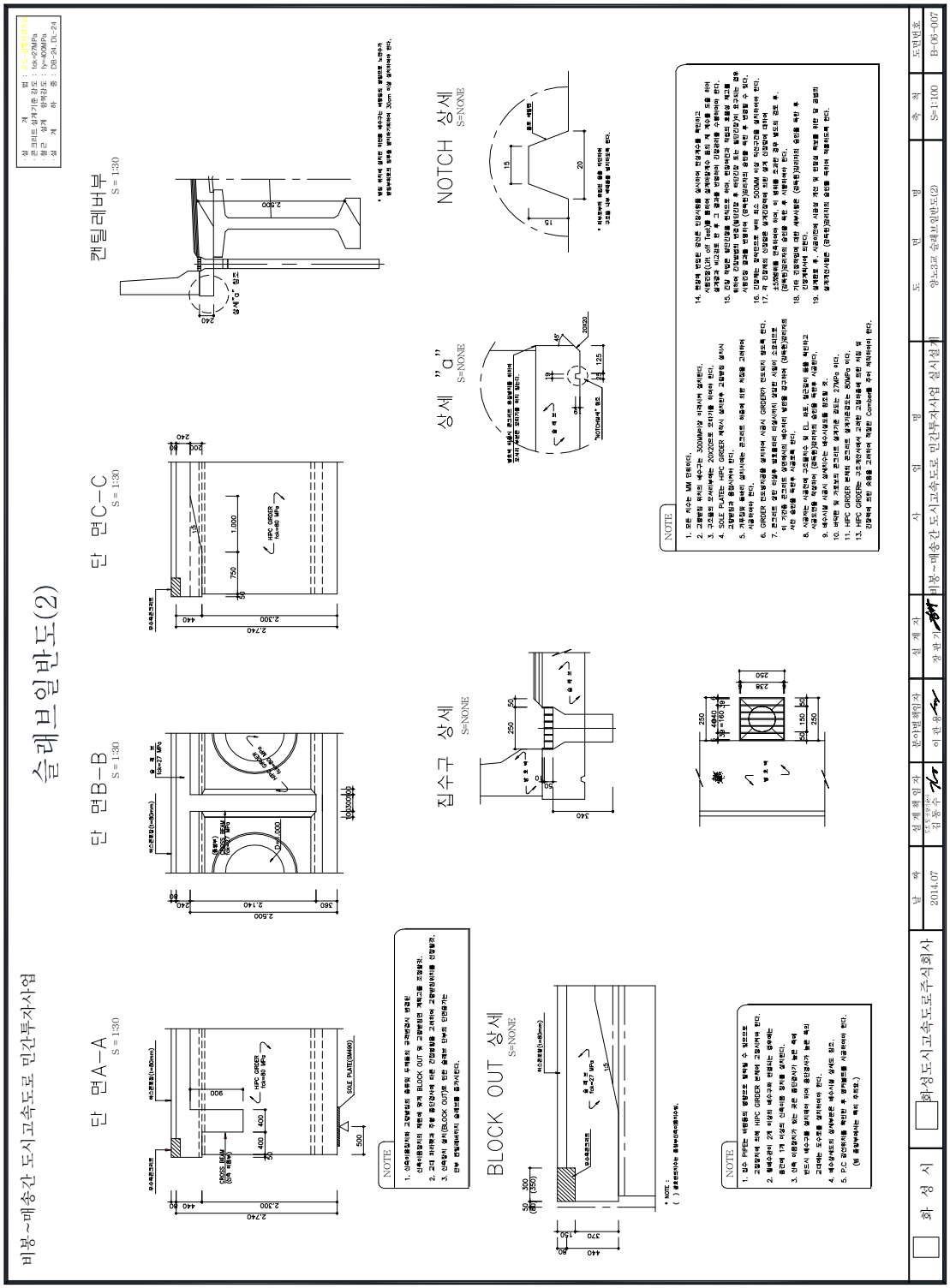
4.1.2 관련도면



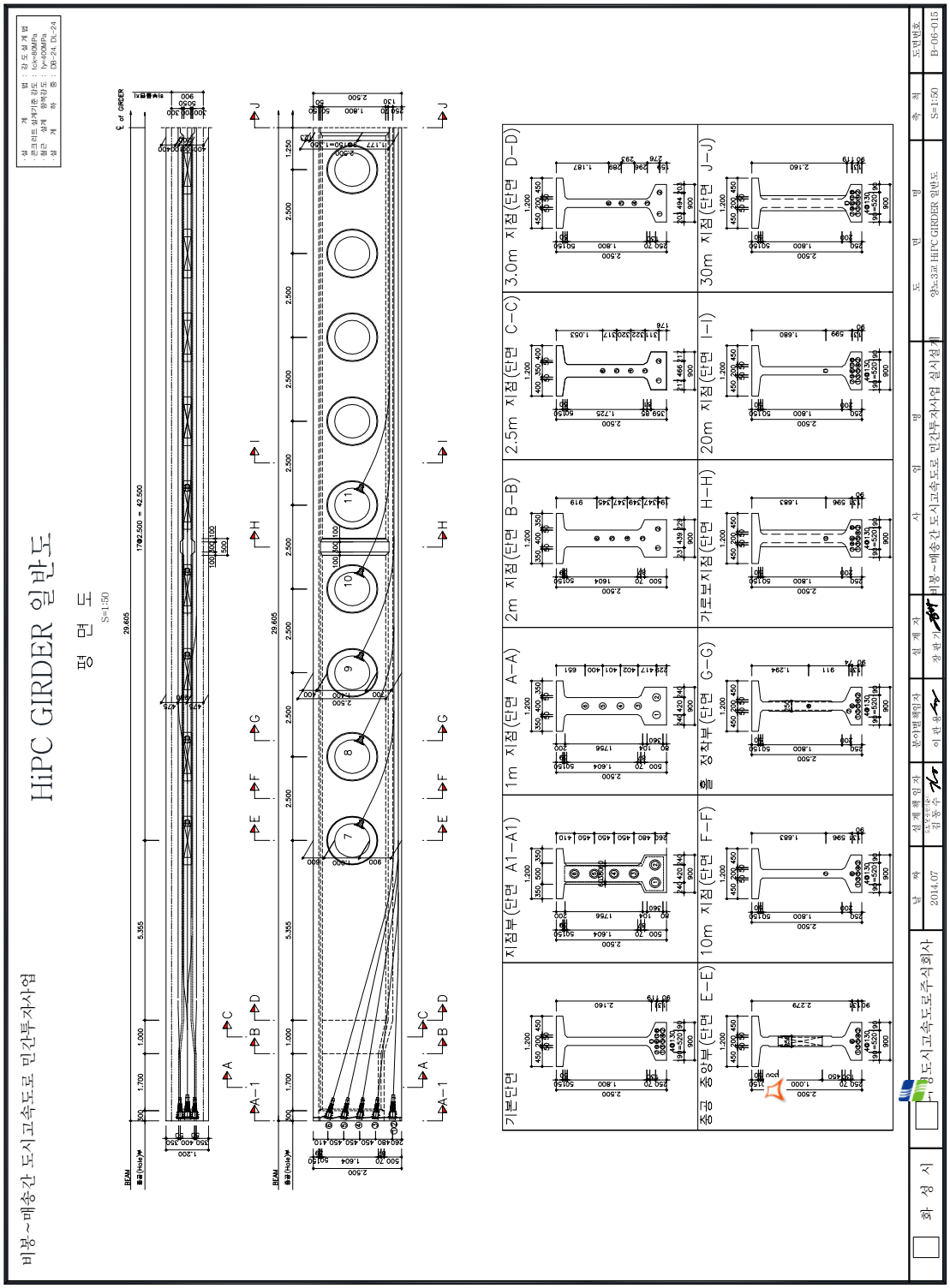
<그림 4.1.1> 종·평면도



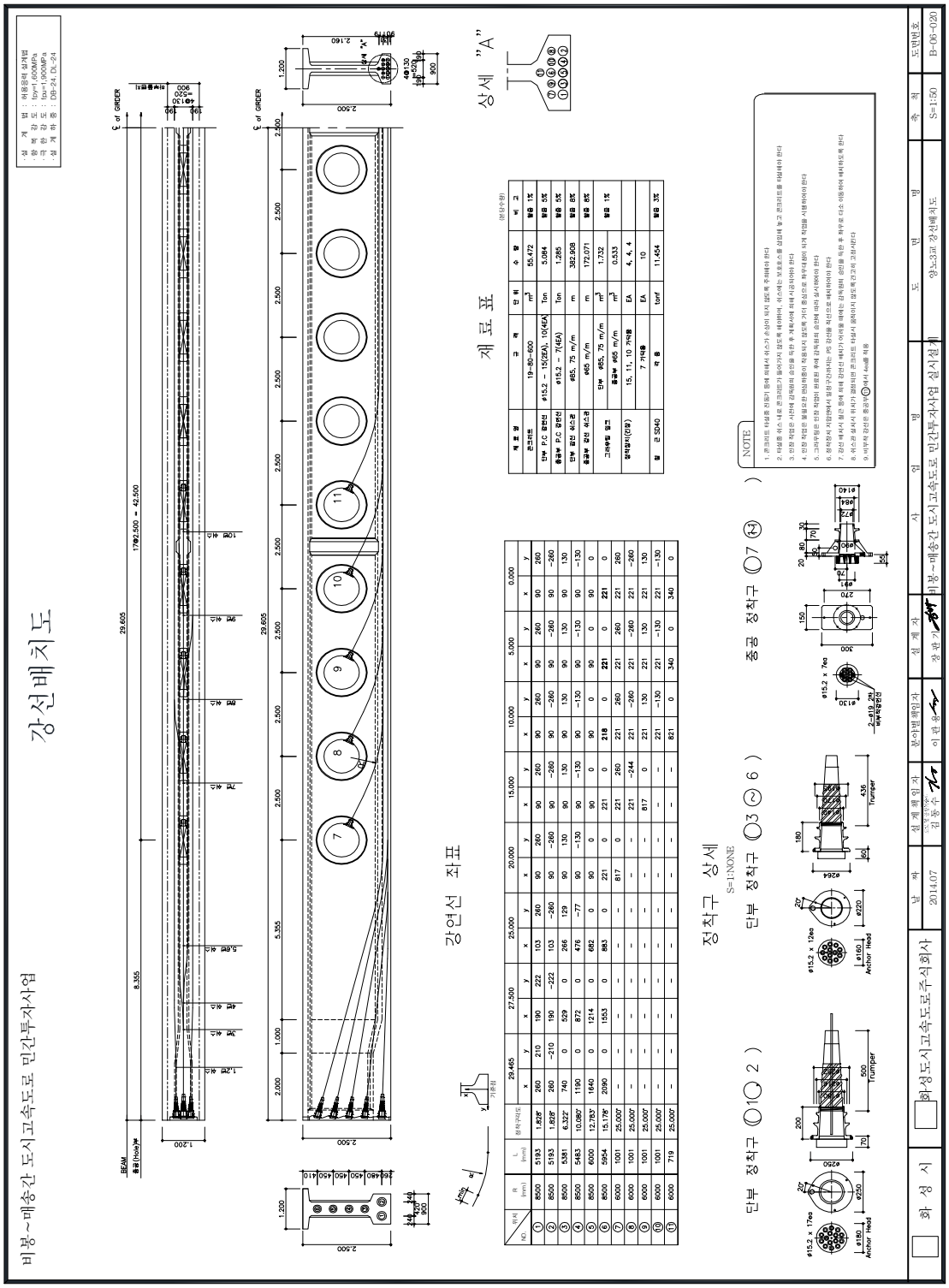
<그림 4.1.2> 슬래브 일반도(1)



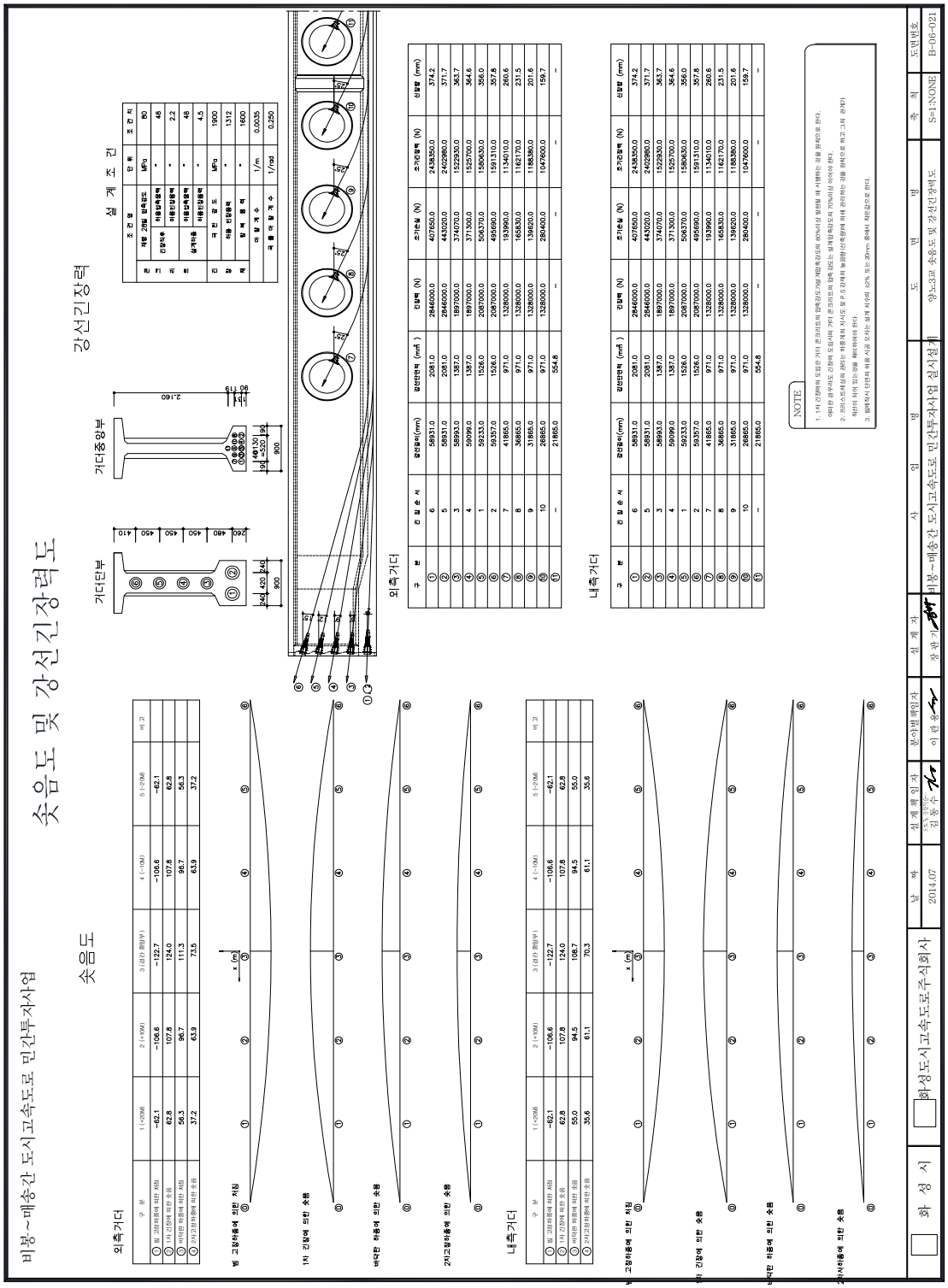
<그림 4.1.3> 슬래브 일반도(2)



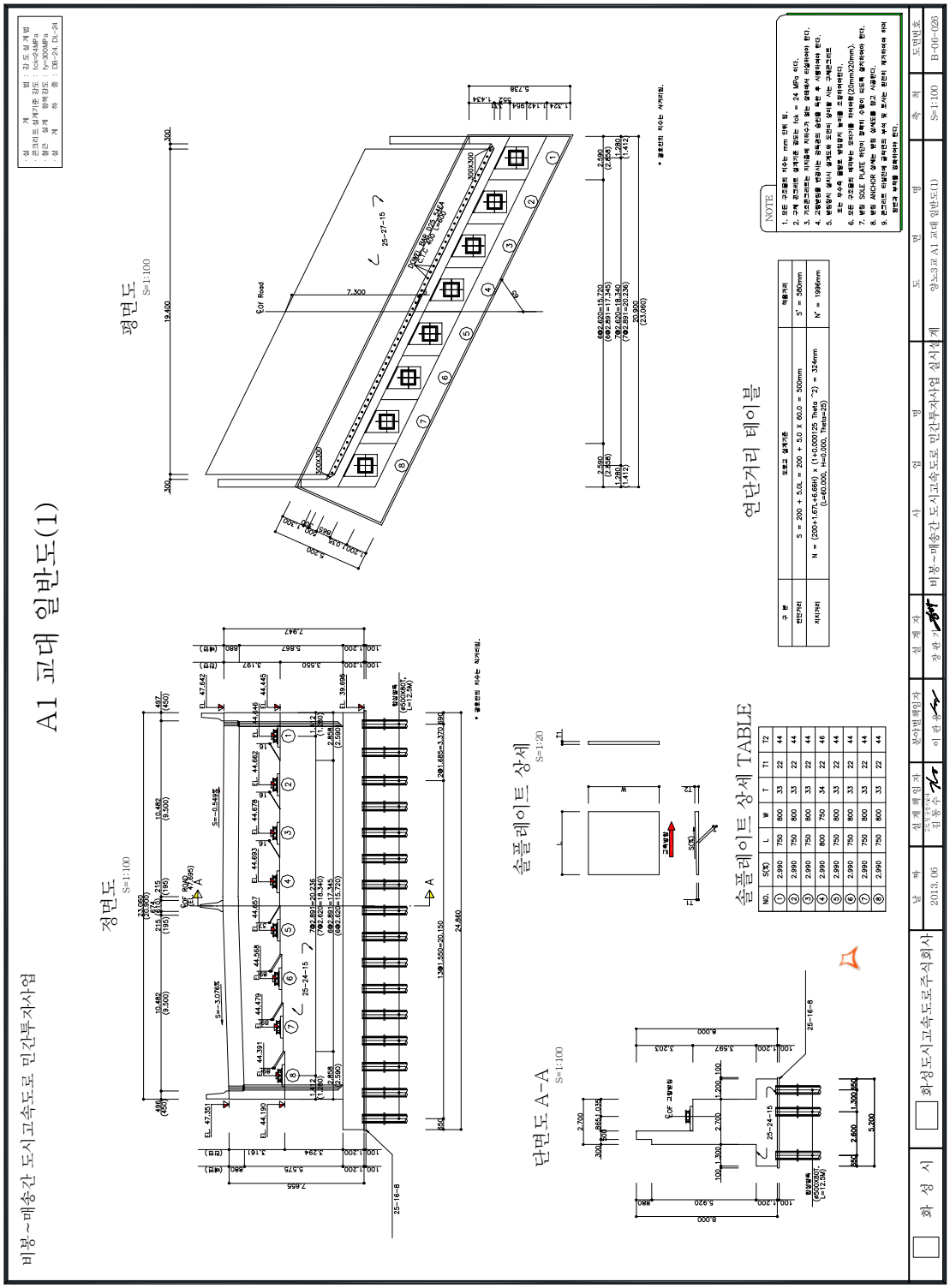
<그림 4.1.4> HIPC GIRDER 일반도



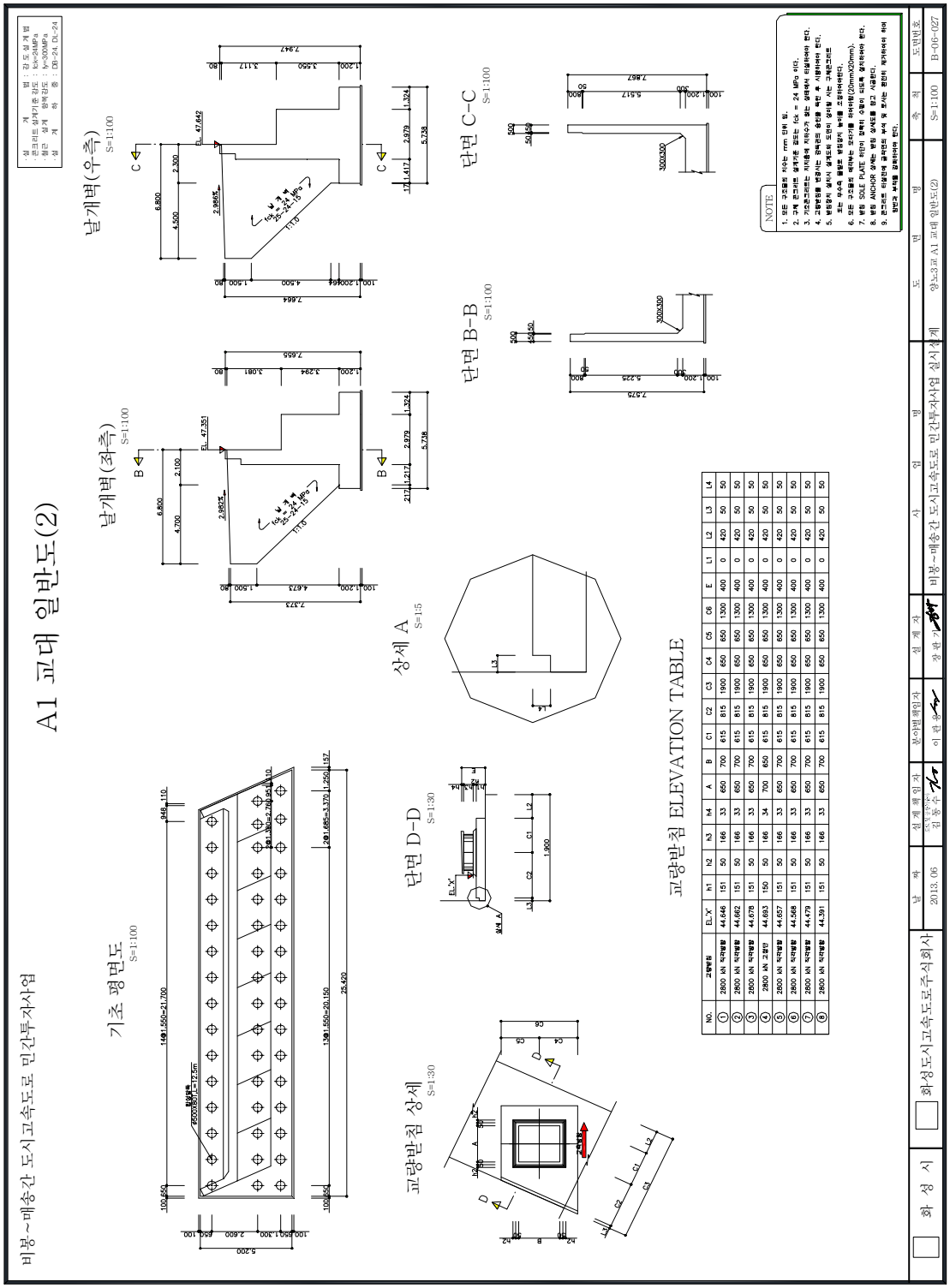
<그림 4.1.5> HIPC GIRDER 강선배치도



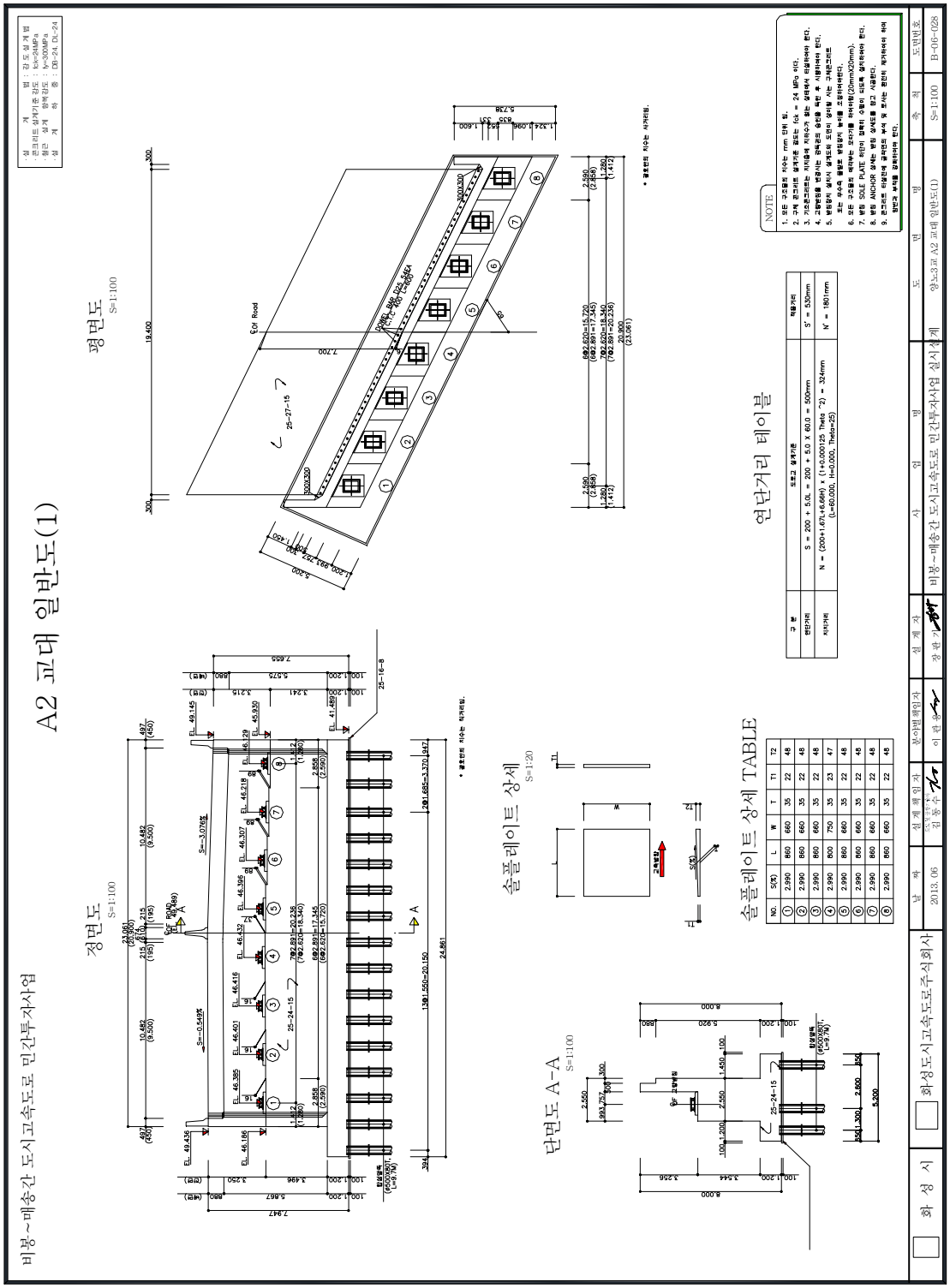
<그림 4.1.6> 숏음도 및 강선긴장력도



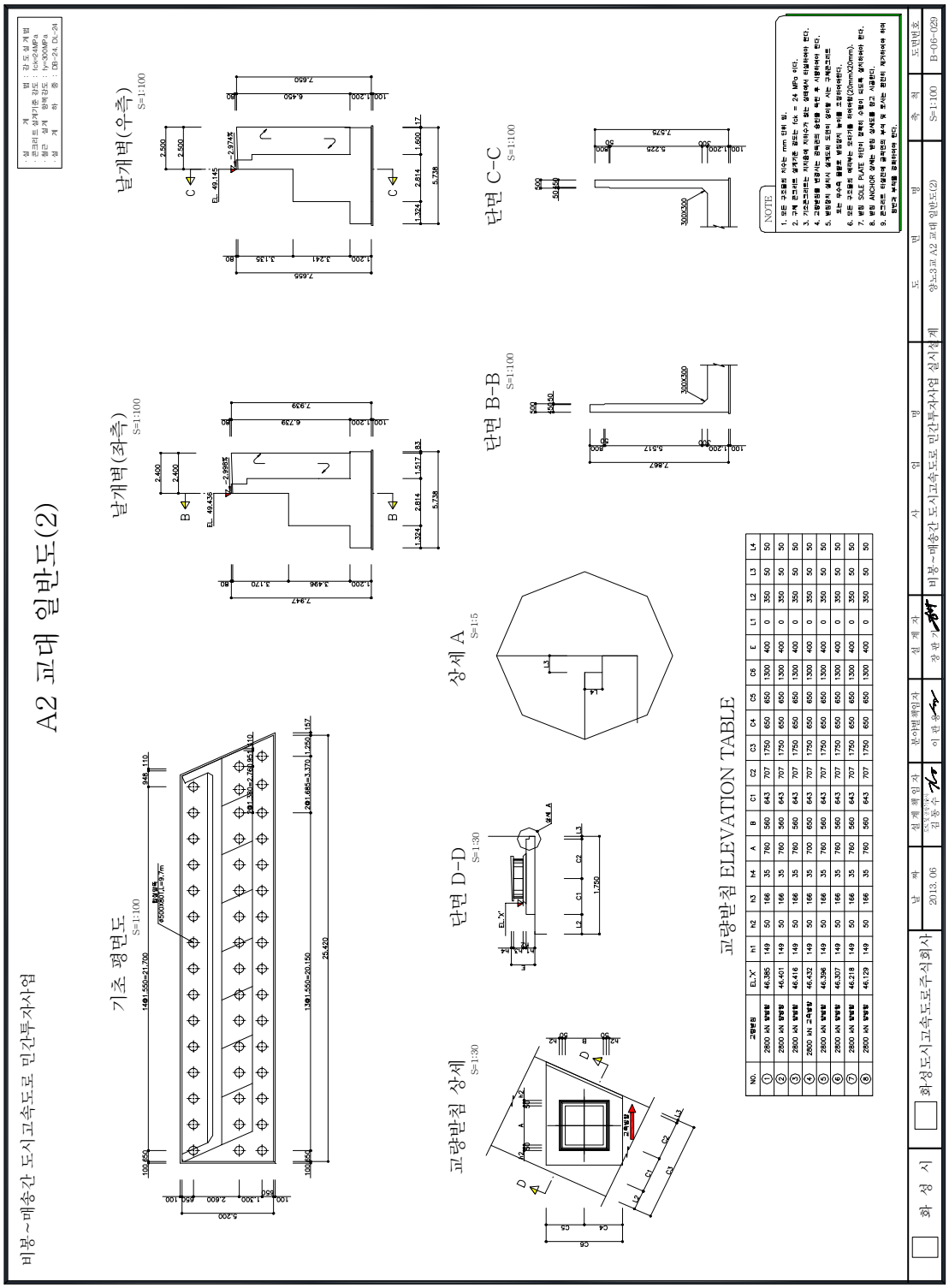
<그림 4.1.7> 교대(A1) 일반도(1)



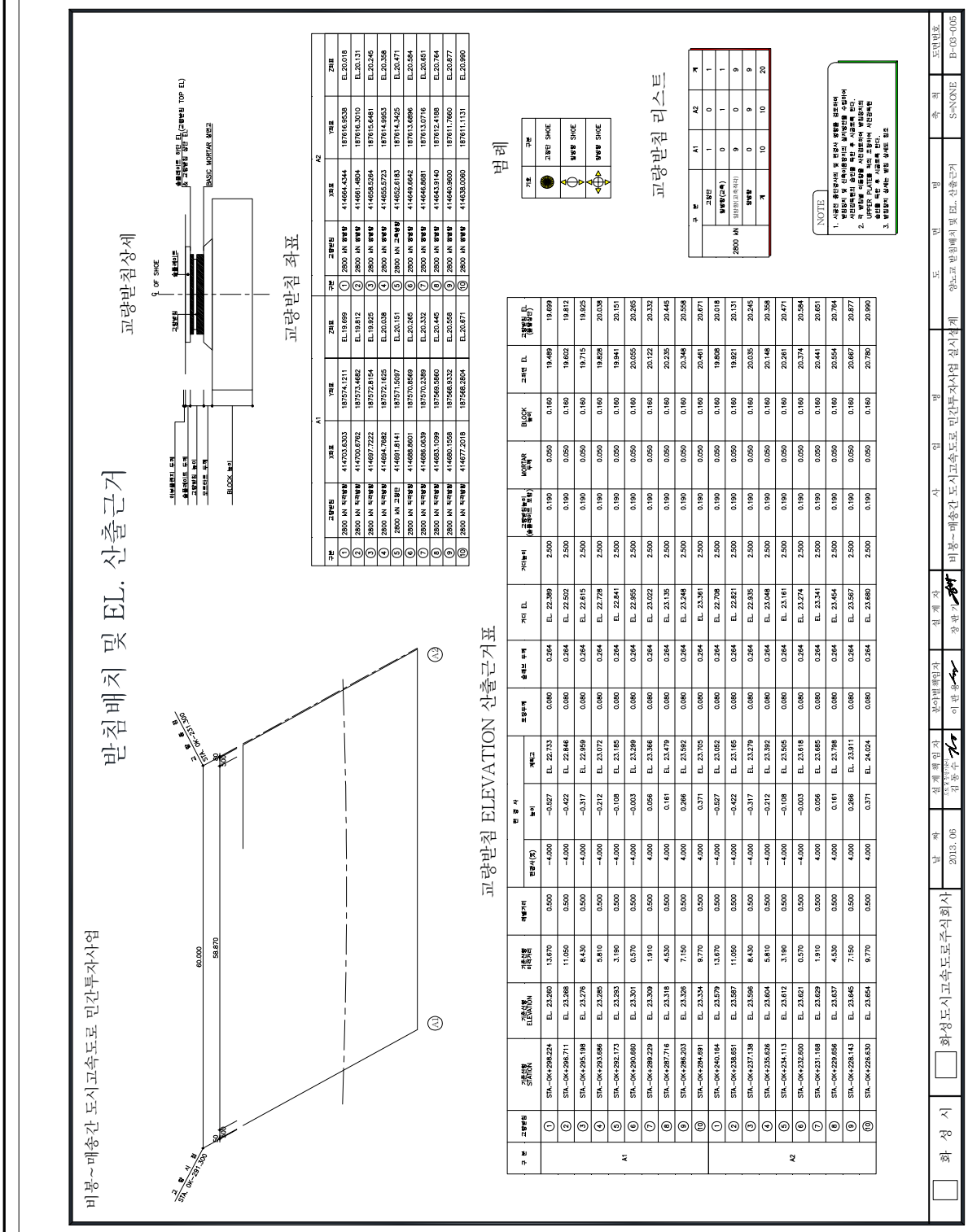
<그림 4.1.8> 교대(A1) 일반도(2)



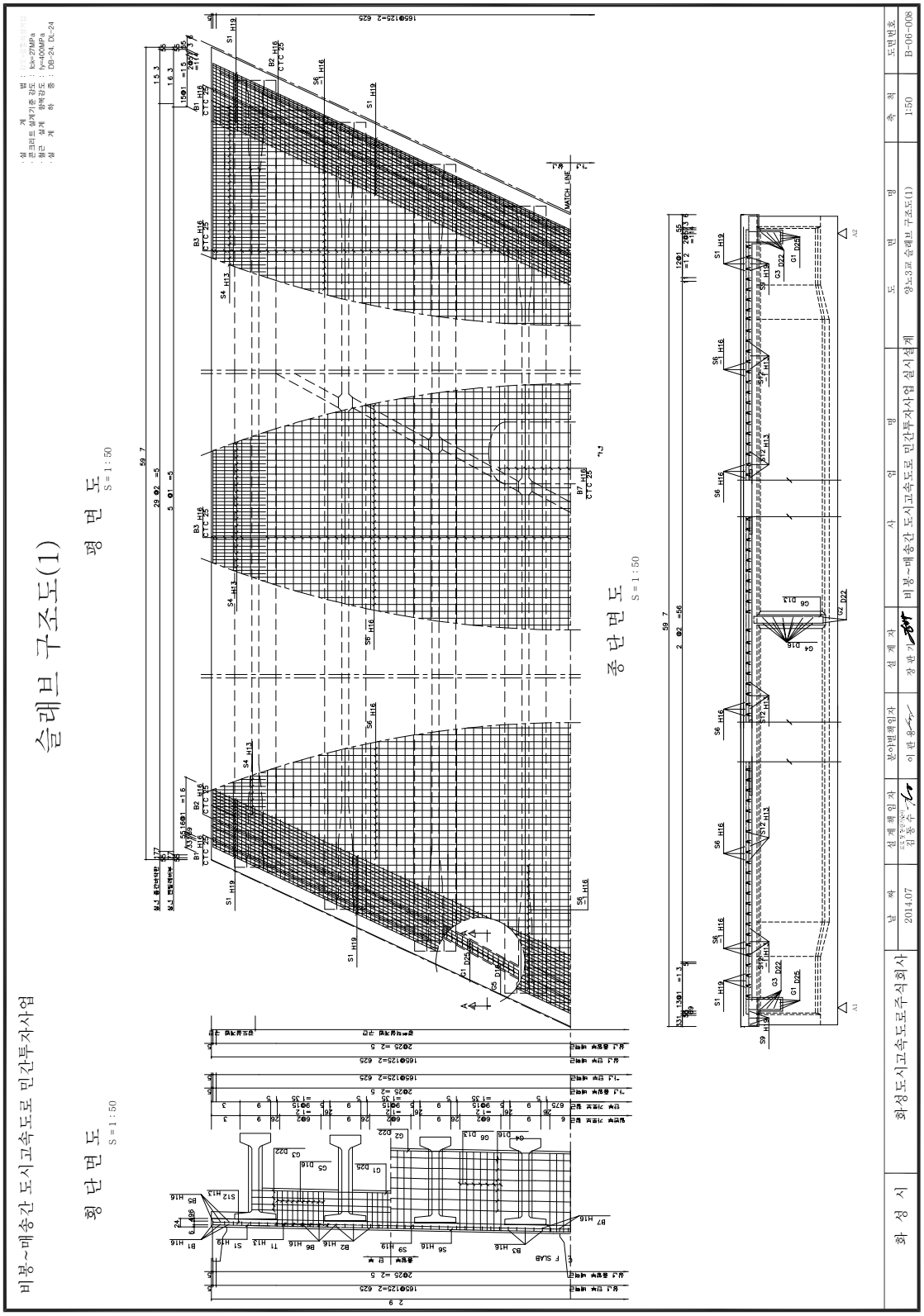
<그림 4.1.9> 교대(A2) 일반도(1)



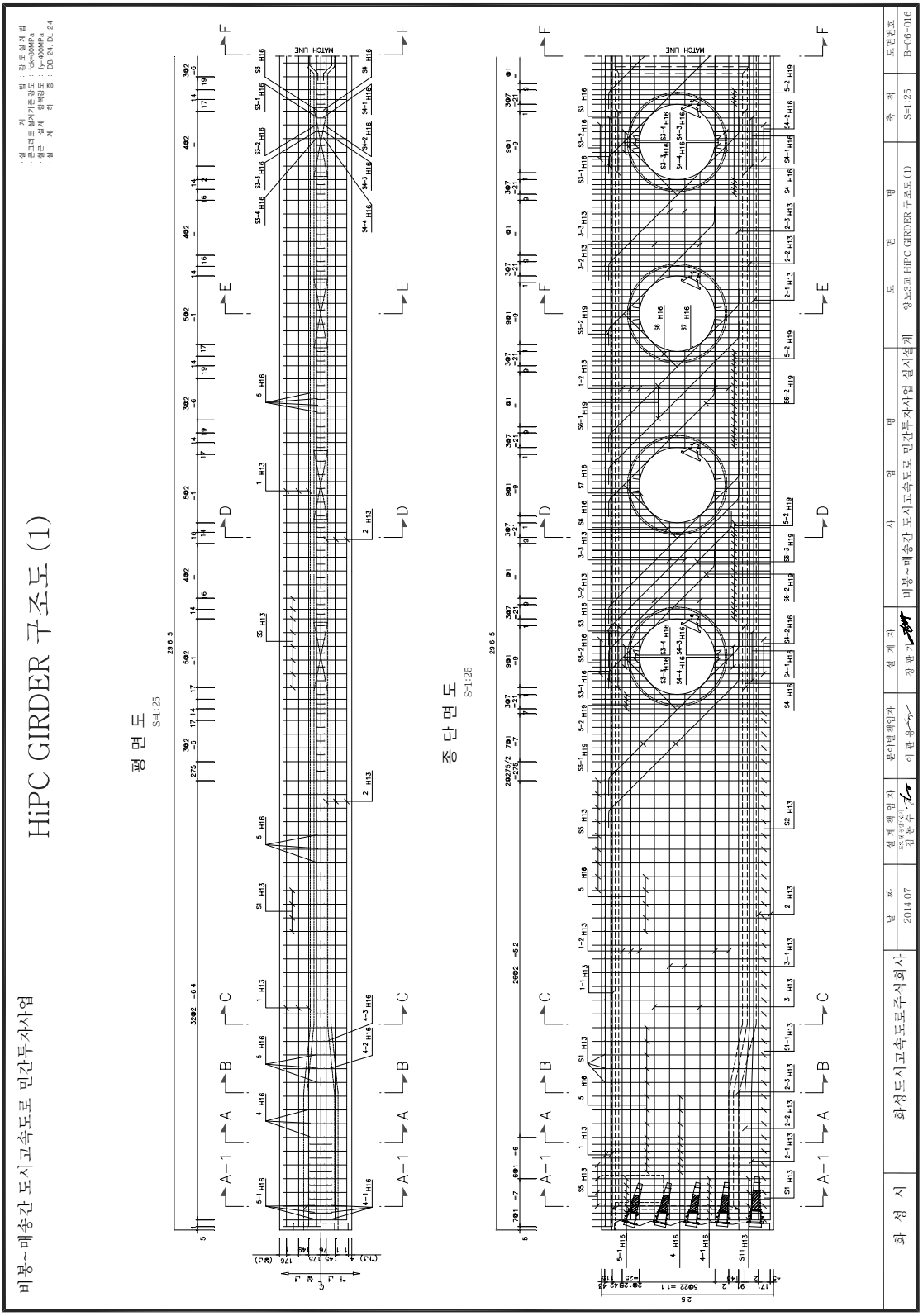
<그림 4.1.10> 교대(A2) 일반도(2)



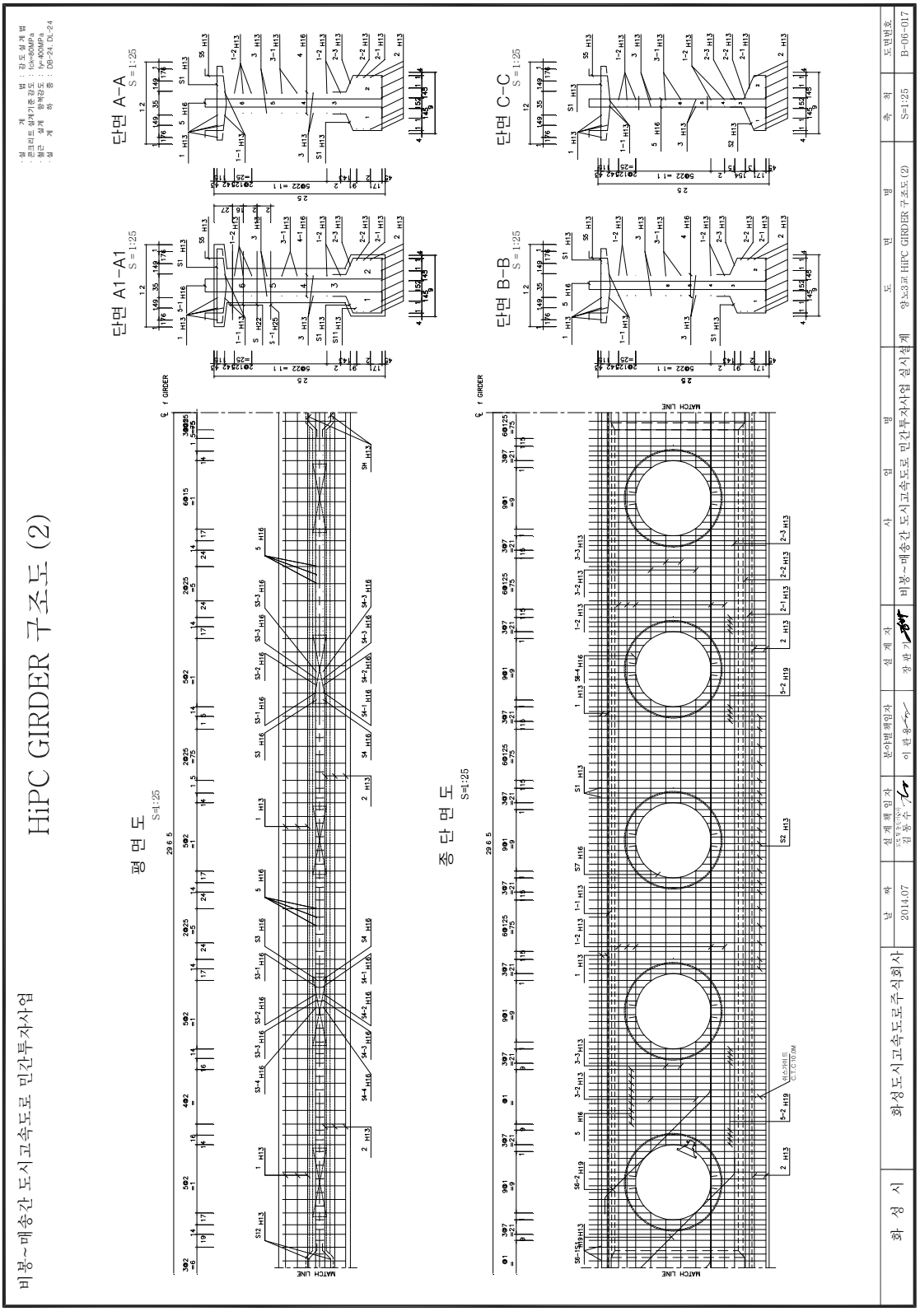
<그림 4.1.11> 교량 받침 배치도



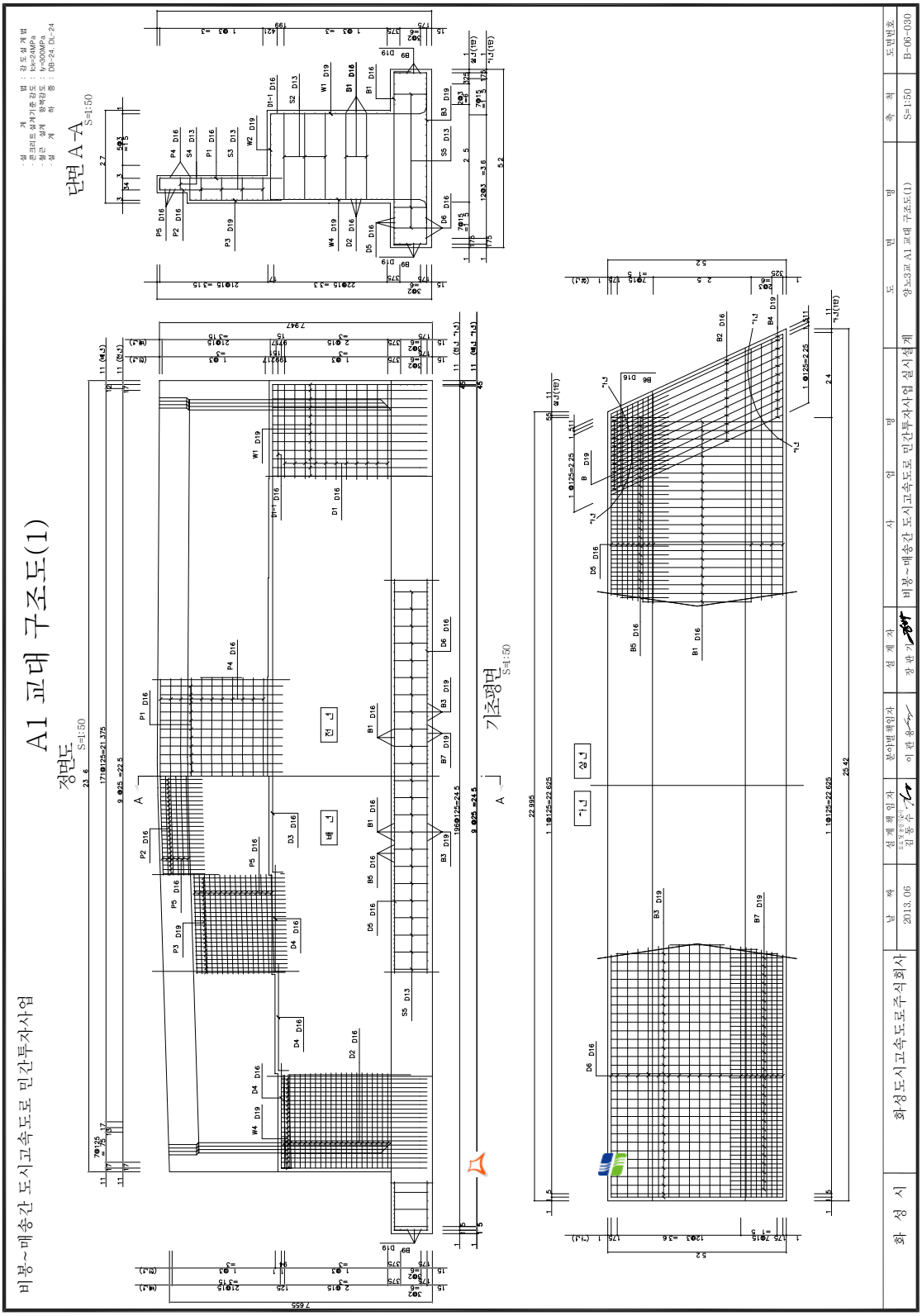
<그림 4.1.12> 슬래브 구조도



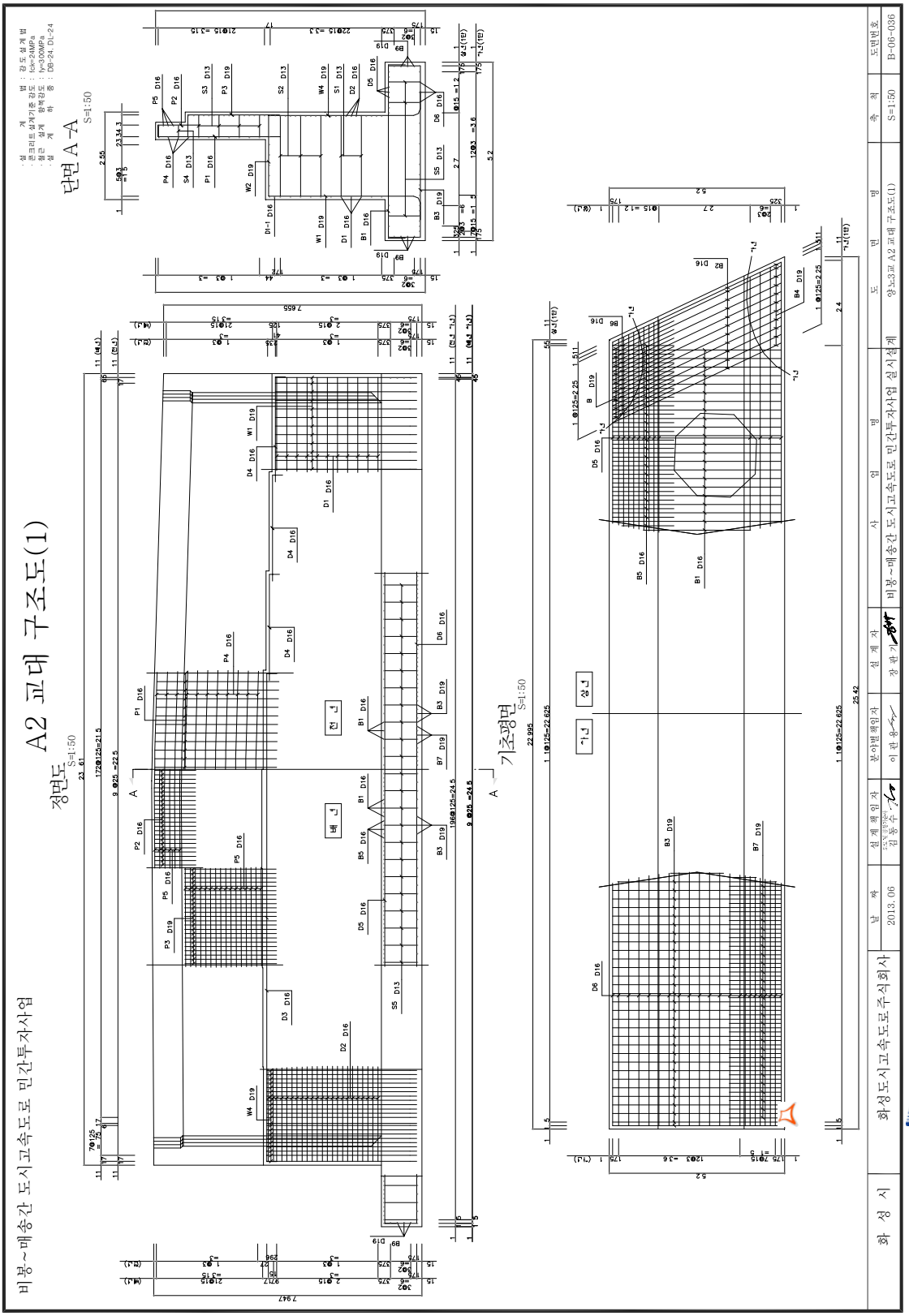
<그림 4.1.13> HIPC 거더 구조도(1)



<그림 4.1.14> HIPC 거더 구조도(2)



<그림 4.1.15> 교대(A1) 구조도



<그림 4.1.16> 교대(A2) 구조도

4.1.3 자료수집 및 분석

본 과업에 대한 자료조사는 현장을 답사하여 각각의 구조특성을 파악하고, 과업의 추진방향과 세부수행계획을 수립하였으며, 대상 시설물의 건설과 보수·보강 등에 관련된 설계도서 및 관련서류 등의 자료를 요청 및 수집하였으며, 수집된 자료는 다음과 같다.

가. 자료수집 현황

<표 4.1.2> 자료수집 목록

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

- 대상 교량에 대한 자료수집을 통하여 본 과업 수행을 위해 기존 자료들을 참조하고 준공당시 설계도서(2017년)와 2020년 정밀안전점검 및 전차 과업인 2022년도 정밀안전점검 보고서를 중점 활용하였다.

나. 기존 점검 및 진단 실시결과

본 교량은 준공 이후 시설물안전법에 따라 정기적으로 안전점검을 수행하였으며, 현재까지 초기안전점검 1회, 정기안전점검 11회, 정밀안전점검 2회로 총 10회를 시행하였으며, FMS에 등록된 점검이력은 다음과 같다.

<표 4.1.3> 기존 점검·진단 이력

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
1	초기안전점검	(사)한국건설안전기술사회	10,000	상태양호	2017-12-01	승인완료
	2017-04-03 2017-07-31	이석영	A등급	없음	조정순	2017-12-01
2	정기안전점검	(사)한국건설안전기술사회	1,150	대체로 양호하나, 신축이음 하부 누수에 대해서는 장기적인 시설물 유지관리를 위해 유도배수관 설치가 필요하며, 흉벽부 균열에 대한 보수가 필요함	2017-12-26	승인완료
	2017-11-27 2017-12-26	이석영	양호	없음	조정순	2017-12-26
3	정기안전점검	(사)한국건설안전기술사회	1,150	방호벽, 신축이음 후타재등 일부 미세균열 발생	2018-06-27	승인완료
	2018-05-31 2018-06-27	이석영	양호	없음	조정순	2018-06-29
4	정기안전점검	자체수행	935	대체적으로 양호하며 신축이음 후타재, 난간, 교대 등 콘크리트에 미세균열(0.1~0.5mm)이 발생되었으나 시급한 보수, 보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단됨	2018-10-06	승인완료
	2018-10-02 2018-11-05	이영주	양호	없음	이영주	2018-11-14

<표 4.1.3> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
5	정기안전점검	자체수행	935	- 2018년 하반기 조사시 발생한 신축이음 후타재, 난간, 교대 등 콘크리트 미세균열 중 신축이음 후타재 균열외 대부분 보수되지 않았고, 일부 교좌장치에 녹이 발생되었으나 시급한 보수,보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단되나, 0.3mm이상 균열은 주입공법으로 보수 및 교좌장치 녹 발생부 재도장을 요함.	2019-06-15	승인완료
	2019-05-09 2019-06-14	이영주	양호	교좌장치 녹발생부 재도장 필요	이영주	2019-06-24
6	정기안전점검	자체수행	935	- 2019년 상반기 조사시 발생한 난간, 교대 등 콘크리트 균열/재료분리 등은 대부분 보수되지 않았으나 시급한 보수,보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단됨. 벽체, 흉벽 등에 발생한 0.3mm이상 균열은 주입공법으로 보수가 필요함	2019-11-18	승인완료
	2019-10-16 2019-11-15	이영주	양호	0.3mm이상 균열은 주입공법 보수	이영주	2019-11-21
7	정밀안전점검	(주)케이에스알큰사람	4,191	- 교면포장: 상태양호 - 방호벽: 균열, 균열부 백태, 망상균열, 백태, 파손, 표면불량 - 배수시설: 상태양호 - 신축이음: 후타재 균열, 후타재 망상균열, 후타재 파손, 후타재 단차, 신축이음 부식 - 바닥판: 재료분리 - 거더 및 가로보: 균열, 파손, 재료분리, 잡철물 미제거 - 교량받침: 무수축몰탈 균열, 받침콘크리트 파손 - 교대 및 교각: 균열, 망상균열, 재료분리, 잡철근 미제거, 토사퇴적, 파손, 폐기물 적치, 차수판 볼트불량 - 점검시설: 상태양호	2020-06-28	승인완료
	2020-01-09 2020-06-10	신달양	B등급	-	송승준	2020-06-29

<표 4.1.3> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
8	정기안전점검(하반기)	자체수행	935	2020년 정밀안전점검시 조사된 방호벽, 신축이음장치 후타재, 거더, 교대 등 콘크리트 균열,파손,재료분리 등 대부분이 보수되지 않았으나 시급한 보수,보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단됨. 향후 구조물 내구성 확보 및 손상과 열화가 증가할 수 있으므로 정기으로 하자보수를 실시하는 등 지속적인 유지관리가 필요함.	2020-12-09	승인완료
	2020-11-02 2020-11-27	이영주	양호	0.3mm이상 균열 주입보수 및 교좌장치 녹제거 후 재도장	이영주	2020-12-10
9	정기안전점검(상반기)	자체수행	-	2020년 정밀안전점검 및 2020년 하반기 정기점검시 조사된 방호벽, 신축이음장치 후타재, 거더, 교대 등 콘크리트 균열,파손,재료분리 중 거더 균열보수 및 교좌장치 재도장외 대부분이 보수되지 않았으나 시급한 보수,보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단됨. 향후 구조물 내구성 확보 및 손상과 열화가 증가할 수 있으므로 정기으로 하자보수를 실시하는 등 지속적인 유지관리가 필요함.	2021-06-25	승인완료
	2021-05-24 2021-06-23	이영주	양호	0.3mm이상 균열 주입보수	이영주	2021-06-28
10	정기안전점검(하반기)	자체수행	-	- 교대, 받침콘크리트, 방호벽, 가로보, 바닥판, 거더 등에서 균열/철근노출/파손/재료분리 등이 조사되었으나 시급한 보수,보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단됨. - 신축이음 후타재 단차는 차량통행에 문제가 없을 것으로 판단되므로 지속적인 모니터링을 요함. - 향후 구조물의 내구성 확보 및 손상과 열화가 증가할 수 있으므로 보수 계획을 수립하여 일괄적으로 보수를 요함.	2021-11-26	승인완료
	2021-10-25 2021-11-26	이영주	양호	- 균열보수	이영주	2021-11-29

<표 4.1.3> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
11	정밀안전점검	(주)케이에스알큰사람	4,015	-외관조사의 주요 손상은 방호벽 균열, 파손, 백태, 표면불량, 배수시설 배수구 토사퇴적, 신축이음에서 후타재 망상균열, 후타재 파손, 신축이음 부식, 바닥판에서 재료분리, 가로보에서 균열, 재료분리, 철근노출, 받침장치에서 무수축몰탈 파손, 받침콘크리트 파손, 교대에서 균열, 망상균열, 재료분리, 철근노출, 파손, 폐기물 적치, 차수판 볼트불량 등의 손상이 조사되었다. -금회 확인된 손상들은 시공 당시 발생한 초기결함과 공용 중 발생된 결함으로 조사되었으며, 일부 보수된 손상들도 발견되었다. 손상들의 대해서 교량의 안전성에 직접적인 영향을 미치는 중대결함의 발생은 없는 것으로 분석되었다. -상태평가를 실시한 결과, 현재 시설물의 상태는 양호한 상태인 『B』(0.175)등급으로 평가되었다. -본 시설물은 공용기간 증가에 의해 손상과 열화가 증가할 수 있으므로, 지속적인 유지관리가 필요하며, 발생된 손상(결함)에 대해서 내구성 확보와 기능유지를 위한 적절한 보수보강이 이루어진다면 시설물의 공용에는 지장이 없을 것으로 판단된다.	2022-06-29	승인완료
	2022-01-03 2022-06-10	신달양	B등급	- 표면처리, 주입보수, 단면보수, 제거후 단면보수, 청소, 재설치 등	김무열	2022-06-30
12	정기안전점검(하반기)	자체수행	-	- 교대, 받침콘크리트, 방호벽, 가로보, 바닥판, 거더 등에서 균열/철근노출/파손/재료분리 등이 조사되었으나 시급한 보수,보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단됨. - 신축이음 후타재 단차는 차량통행에 문제가 없을 것으로 판단되므로 지속적인 모니터링을 요함. - 향후 구조물의 내구성 확보 및 손상과 열화가 증가할 수 있으므로 보수 계획을 수립하여 일괄적으로 보수를 요함. - A1, A2(매송방향) 측구 및 갓길 콘크리트포장부 균열 보수 요함.	2022-11-30	승인완료
	2022-10-24 2022-11-25	이영주	양호	- 균열보수	김동민	2022-12-05

<표 4.1.3> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
13	정기안전점검(상반기)	(주)이도	1,800	금회 정기안전점검 결과, 조사된 주요 손상으로 교면포장 초기 소성변형, 방호벽 보수부 재균열, 신축이음 후타재 재균열, 교량받침 무수축모르타르 균열, 가로보 마감불량/와이어 미제거, 교대 파손/표면박리/녹물 등의 손상이 조사되었다. 금회 조사된 손상은 대부분 경미한 상태로 기존 손상들은 대부분 하자보수로 보수가 완료되어, 향후 구조물의 내구성 확보를 위하여 보수계획을 수립하는 것이 바람직하다. 금회 정기안전점검 결과, 구조적인 중대결함은 발생하지 않았으나, 조사된 결함에 대해서는 손상규모에 따라 적절히 보수를 실시하고, 지속적인 점검을 통한 효율적이고 체계적인 시설물의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.	2023-07-24	승인완료
	2023-06-01 2023-06-30	양영탁	양호	- 표면처리, 제거 후 단면보수	나영일	2023-08-02
14	정기안전점검(하반기)	(주)이도	1,800	금회 정기안전점검 결과, 조사된 주요 손상으로 교면포장 초기 소성변형, 방호벽 균열, 신축이음 후타재 재균열, 교량받침 무수축모르타르 균열, 바닥판 재료분리, 철근노출, 가로보 마감불량/와이어 미제거, 교대 파손/표면박리/녹물 등의 손상이 조사됨. 금회 조사된 손상은 대부분 경미한 상태로 기존 손상들은 대부분 하자보수로 보수가 완료되어, 향후 구조물의 내구성 확보를 위하여 보수계획을 수립하는 것이 바람직함.	2024-01-30	승인완료
	2023-12-01 2023-12-31	양영탁	양호	- 표면처리, 제거 후 단면보수	나영일	2024-01-31

<표 4.1.4> 2020년도 정밀안전점검 결과 요약

구 분			점검내용	
용 역 명			· 2020년도 정밀안전점검	
용역기간			· 2020. 01. 09 ~ 2020. 06. 10	
용 역 사			· (주)케이에스알큰사람	
시설물명			· 양노2교	
외관조사	상부구조	포 장 면	· 양호	
		바 닥 판	· 재료분리	
		거 더	· 균열, 파손	
		가 로 보	· 균열, 재료분리, 잡철근 미제거	
	하부구조	교 대	· 균열, 망상균열, 재료분리, 잡철근 미제거(녹발생), 토사퇴적, 파손, 폐기물 적치, 차수판 볼트불량	
	교량받침		· 무수축몰탈 파손, 받침콘크리트 파손	
	기타부재	신축이음	· 후타재 균열, 후타재 망상균열, 후타재 파손, 후타재 단차, 신축이음 부식	
		방 호 벽	· 균열, 균열부 백태, 망상균열, 백태, 파손, 표면불량	
		배수시설	· 양호	
		점검시설	· 양호	
재료시험	콘크리트 강도시험		· 상부구조 : S1/G8(고강도) 75.8 MPa (설계강도 80.0 MPa) S1/G9(고강도) 75.2 MPa (설계강도 80.0 MPa) · 하부구조 : 교대(A1) 25.7 MPa (설계강도 24.0 MPa) 교대(A2) 25.8 MPa (설계강도 24.0 MPa)	
			평 가	각 부재별로 콘크리트 압축강도 측정결과, 설계기준강도 바닥판 80.0MPa, 교대(A1)구체 24.0MPa 90% 이상을 확보하고 있는 것으로 조사되었다.
	탄 산 화 시 험		· 상부 : S1/G1 탄산화 깊이 0.1mm (탄산화잔여깊이 68.9mm) S1/G6 탄산화 깊이 0.2mm (탄산화잔여깊이 52.8mm) · 하부 : 교대A1흉벽 탄산화 깊이 0.1mm (탄산화잔여깊이 79.9mm)	
			평 가	탄산화 깊이 측정 결과, 측정 전 개소에서 피복 잔여깊이가 30mm이상 확보가 되는 것으로 확인되어 탄산화로 인한 철근의 부식위험은 없는 것으로 판단된다.
상태평가/종합평가			· 0.228 ▷ 「**B**」(양호)	
종합의견			- 본 양노2교에 대한 시설물평가는「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」에 제시된 시설물평가 기준을 토대로 실시하였으며, 상태평가 산정결과 일부 결함이 발생되었으나 안전 등급은 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태”인 B등급 으로 평가되었다. 향후 교량 공용시 현재의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. - 종합평가 등급 : **B**	

<표 4.1.5> 2022년도 정밀안전점검 결과 요약

구 분			점검내용	
용 역 명			·2022년도 정밀안전점검	
용역기간			·2022. 01. 03 ~ 2022. 06. 10	
용 역 사			·(주)케이에스알큰사람	
시설물명			·양노2교	
외관조사	상부구조	포 장 면	·양호	
		바 닥 판	·재료분리	
		거 더 가 로 보	·균열, 재료분리, 잡철물 미제거	
	하부구조	교 대	·균열, 망상균열, 재료분리, 잡철근 미제거, 파손, 폐기물 적치, 차수판 볼트불량	
	교량받침		·무수축몰탈 파손, 받침콘크리트 파손	
	기타부재	신축이음	·후타재 망상균열, 후타재 파손, 신축이음 부식	
		방 호 벽	·균열, 백태, 파손, 표면불량	
		배수시설	·배수구 토사퇴적	
		점검시설	·양호	
재료시험	콘크리트 강도시험		상부구조 : 23.1~26.4 하부구조(교대) : 22.6~26.1	
			평 가	설계기준강도 이상 확보 (상부:27.0MPa, 교대:24.0MPa)
	탄 산 화 시 험		상부구조(캔틸레버) : 59.0 하부구조(교대) : 108.3	
			평 가	탄산화 깊이 측정 결과, 측정 전 개소에서 피복 잔여깊이가 30mm이상 확보가 되는 것으로 확인되어 탄산화로 인한 철근의 부식위험은 없는 것으로 판단된다.
상태평가/종합평가			·0.175 ▷ 「**B**」(양호)	
종합의견			- 본 양노2교에 대한 시설물평가는「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」에 제시된 시설물평가 기준을 토대로 실시하였으며, 상태평가 산정결과 일부 결함이 발생되었으나 안전 등급은 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태”인 B등급 으로 평가되었다. 향후 교량 공용시 현재의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. - 종합평가 등급 : **B**	

다. 보수·보강 및 유지관리 관련자료

본 시설물에 대한 FMS에 등록된 보수·보강 이력은 없는 것으로 조사되었으며, 관리주체 확인결과 준공이후 중대결함에 대한 보수·보강은 없었으며, 주로 경미한 손상들에 대하여 일상적인 유지관리 활동이 이루어지고 있는 것으로 확인되었다.

또한, 준공이후 하중상태 등 변화 여부를 파악하기 위해 준공당시 설계도서 및 유지관리이력 등을 참조하여 검토한 결과, 준공이후 용도, 구조, 하중상태 변화는 없는 것으로 조사되었다.

<표 4.1.6> 보수·보강 이력

번호	공사명	공사 구분	보수보강부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	-	-	-	-	-

향후 시설물 상태변화의 추적관찰을 위하여 일상 유지관리, 하자보수 등 모든 보수공사 내역에 대하여 지속적인 자료축적 및 이력관리가 필요한 것으로 판단된다.

라. 시설물 내진설계 여부 확인

관리주체에서 제공한 설계도서 및 FMS 확인결과, 본 시설물은 준공 당시 내진설계가 반영된 것으로 조사되었으며, 조사내용은 다음과 같다.

<표 4.1.7> 내진설계 여부 확인

구 분	내진설계 현황
FMS	1. 기본현황

시설물번호	관리번호	시설물명	노선 구분	노선 세부노선	시설물분류 시설물종류	시설물종별	시설물구분	SOC성능평가대상
BR2017-0000446		양노2교	시도	비봉-매송간 도시고속도로	경간장 50M이상인 경간 교량	2종	교량	무

주소 (시,도) (시,군,구) (읍,면,동) (리,번지 등 주소)				관리주체	관리주체구분				소유자	소유자구분			
					공공			민간		공공			민간
경기도	화성시	비봉면 왕노리 217-3		화성도시고속도로(주)	중앙부처	지자체	(국가/지방)공기업	V	화성시	중앙부처	지자체	(국가/지방)공기업	

사업계획 승인일	준공 (사용승인)일	하자담보책임 만료일	2. 상세제원	3. 안전점검 및 정밀안전진단 이력	4. 보수·보강 이력	환기구 형개 (점근 가능한 환기구)	5. 첨부자료 목록
	2017년 06월 30일	2027년 06월 29일	유	유	무		꾸미기_sam_5873.jpg 꾸미기_sam_5839.jpg

설계기간	설계자	공사기간	시공자	총공사비(백만원)
2010 ~ 2013-11-27	(주)동명기술공단종합건축사 [illegible]	2014-03-31 ~ 2017-06-30	현대엔지니어링(주)	1,615

내진정보	내진설계 대상 유무	내진설계 적용 유무	적용내진설계기준	내진성능평가 실시 유무	내진보강 유무
	불명	적용		불명	불명

영21조대상	감리기간	감리자(책임감리원)	사업주체(발주자)	공사명	공사감독 · 공사관리관
아니오	2014-03-31 ~ 2017-06-30	곽건	화성도시고속도로(주)	비봉-매송간 도시고속도로 민간투자사업	화성시

기타 기본현황

작성일	작성자	최종 수정일	최종 수정자
2017년 07월 16일	화성도시고속도로(주) (인)	2017년 07월 21일	이영주

비고	

마. 자료수집 및 분석결과

본 과업을 수행하기 위하여 수집한 자료는 설계도서, 시설물 관리대장, 시공관련자료, 기존 안전점검 자료 등이며, 상기 자료에 대한 관리주체의 보관상태는 대체로 양호하여 정밀안전진단 등 유지관리업무에 적절히 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

<표 4.1.8> 자료수집 및 분석 결과

구 분	수집자료	자료분석 결과	과업 진행방향
건설 관련 자료	-실시설계보고서 -도면 -시설물관리대장 -기타 시공자료	-대상 시설물의 위치, 제원 등이 설계도면과 시설물관리대장이 일치함. -대상 구간의 구조특성 및 적용공법 등 현황을 검토·분석하였음	-현장조사시 육안점검을 통하여 준공이후 용도, 구조, 하중상태 등의 변화여부를 조사하도록 함. -육안점검이 불가한 조건에 있는 경우 설계도서를 활용하여 보완하도록 함.
유지 관리 자료	-안전점검 이력	-2017년 준공도면, 2020, 2022년 정밀안전점검 보고서를 토대로 최근 상태를 검토·분석하였음	-금회 정밀안전점검은 전차 점검과 상태변화를 비교하여 심각성, 진행성 유무 판단함. -포장, 교량받침, 신축이음 등 기존손상의 진전 및 확대 여부 -바닥판, 거더 신규손상 유무
	-보수·보강 이력	-주요손상에 대한 보수·보강은 없었고, 일상적인 유지관리활동이 시행되는 것으로 확인됨.	-기존손상 보수유무 조사 -보수부 보수상태 적정성 확인
	-법적점검 누락 여부	-이상없음	-이상없음

4.2 외관조사

본 과업대상 시설물인 양노2교는 2017년 6월에 준공되어 공용년수 7년이 경과된 시설물로 화성시 비봉면 양노리에 위치한 교량이다. 교량제원은 연장 60m, 폭 20.9m(상·하행 총폭원)이며, 구조형식은 상부 HIPC 거더, 하부는 교대 역T형이며, 기초는 말뚝기초로 시공된 것으로 조사되었다.

외관조사는 사전에 중점점검사항 및 접근방법, 외관조사망도 등을 충분히 숙지한 후 손상내용 확인 및 신규 손상 발생여부에 중점을 두고 조사하였다. 특히, 교량의 안전성에 영향을 미치는 구조적인 결함의 발생유무를 중점적으로 확인하였으며, 점검대상 부위는 정밀한 조사가 가능하도록 사다리 등의 접근장비를 이용한 근접조사를 원칙으로 시행하였으며, 균열확대경, 균열자를 사용한 균열폭 측정 및 점검망치를 이용한 타격조사를 실시하여 공동 및 박리, 층분리 발생여부를 확인하였다.



도보 현장조사 전경



도보 현장조사 전경



도보 현장조사 전경



도보 현장조사 전경

<사진 4.2.1> 외관조사 전경

4.2.1 교면포장

가. 일반사항

교면포장은 아스콘 포장으로 시공되어 있으며, 상·하행 각 2차로로 평소 차량 통행량이 많고, 특히 2차로는 중차량의 통행이 빈번한 것으로 조사되었다. 차량통행량이 많은 시간대를 피하여 2차로 차단을 이용한 도보점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 중차량 통행차로, 신축이음 경계부, 배수구 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 균열, 박리, 파손, 단차, 물고임 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과, 교면포장은 전차와 같은 대체로 양호한 상태로 조사되었다.

다. 손상현황



포장 전경



포장 전경

<사진 4.2.2> 교면포장 손상사진

<표 4.2.1> 교면포장 손상물량

구 분			S1	S2	합계
교면포장	상태양호	-	-	-	-

<표 4.2.2> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
교면포장	상태양호	-	-	-	-	-

라. 손상원인 및 대책방안

- 교면포장은 대체로 양호한 상태로 조사되어 정기적인 점검을 통하여 기능성을 유지하도록 한다.

4.2.2 방호벽

가. 일반사항

방호벽은 좌·우측에 H=1.35m의 콘크리트로 시공되어 있으며, 콘크리트 방호벽 상단에는 일부 구간 투석 방지망이 설치되어 있다. 차량통행량이 많은 시간대를 피하여 갓길을 이용한 도보점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 경간 중앙부, 방음벽 지주 접합부 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 선형불량, 부식, 파손, 균열 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과, 균열, 파손, 표면불량이 발견되었으며, 균열, 백태가 일부보수가 되었으며, 신규손상으로 접속슬래브 파손, 보수부재균열, 차수판볼트 불량이 조사되었다. 보수가 안된 손상의 경우 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준으로 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



방호벽 전경



방호벽 전경



접속슬래브 방호벽 파손(S1) 1.0m x 1.0m



중앙분리대 파손(S1) 1.0m x 0.2m

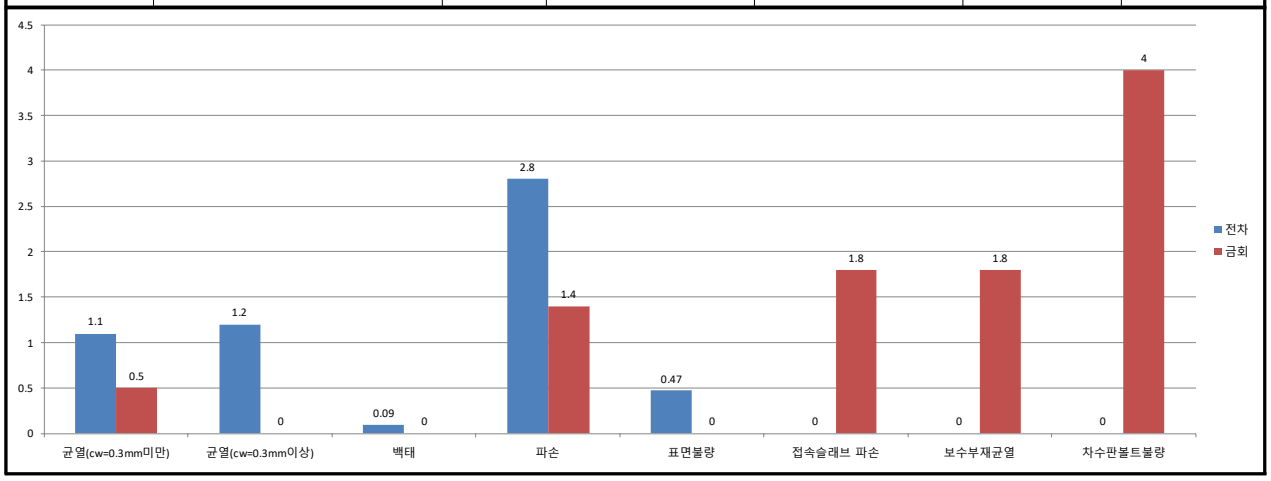
<사진 4.2.3> 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

<표 4.2.3> 방호벽 및 중앙분리대 손상물량

구 분			A1	S1	A2	합계
방호벽	균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	-	0.5/1	-	0.5/1
	접속슬래브 파손	㎡/ea	-	1.8/1	-	1.8/1
	파손	㎡/ea	-	1.4/3	-	1.4/3
	보수부재균열	m/ea	-	1.8/3	-	1.8/3
	차수판볼트불량	ea	1.0	-	3.0	4.0

<표 4.2.4> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
방호벽	균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	1.1	0.5	감소(▼0.6)	일부보수
	균열 (cw=0.3mm이상)	m/ea	1.2	-	감소(▼1.2)	보수완료
	백태	㎡/ea	0.09	-	감소(▼0.09)	보수완료
	파손	㎡/ea	2.8	1.4	감소(▼1.4)	일부보수
	표면불량	㎡/ea	0.47	-	감소(▼0.47)	일부보수
	접속슬래브 파손	㎡/ea	-	1.8	증가(▲1.8)	신규손상
	보수부재균열	m/ea	-	1.8	증가(▲1.8)	신규손상
	차수판볼트불량	ea	-	4.0	증가(▲4.0)	신규손상



라. 손상원인 및 대책방안

- 균열(cw=0.3mm미만), 보수부재균열 : 공용초기 손상으로서 발생위치가 국부적이고, 손상정도가 경미한 수준임을 고려할 때, 시공 시 온도변화 및 건조수축과 콘크리트품질 불량에 의한 것으로 판단되며, 상태변화를 지속관찰하여 진전여부에 따라 적절하게 조치하는 것이 바람직하다.
- 파손 : 발생위치가 국부적이고, 손상정도가 경미한 수준임을 고려할 때, 공용 중 주행차량의 충돌에 의한 것으로 판단되며, 상태변화를 지속관찰하여 진전여부에 따라 적절하게 조치하는 것이 바람직하다
- 접속슬래브 파손 : 토공부 부등침하로 인한 손상으로 손상의 진전 및 확대가 될 수 있으므로 지속적인 주의관찰과 단면보수가 필요하며, 기능성 및 내구성 확보를 위한 일괄 보수가 필요하다.

4.2.3 배수시설

가. 일반사항

노면수 유도를 위한 본 교량의 종단경사는 +2.99%, 횡단경사는 -2.0%로 시공되어 있으며, 배수관은 육교형을 적용하였고, 배수구의 간격은 5.0m~7.0m 간격으로 설치되어 있다. 준공이후 치수, 재료 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 갓길과 교량하부를 이용한 도보점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 포장부 배수구와 바닥판 하면 배수관 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 설치불량, 막힘, 누수, 파손, 고정불량 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과, 기존손상인 배수구 토사퇴적이 추가로 조사되었다. 배수의 역할은 문제없지만 배수구 막힘으로 인한 2차 손상이 발생될수 있으므로, 청소가 필요할 것으로 판단된다.

다. 손상현황



배수구 전경



배수구 토사퇴적 (S1)

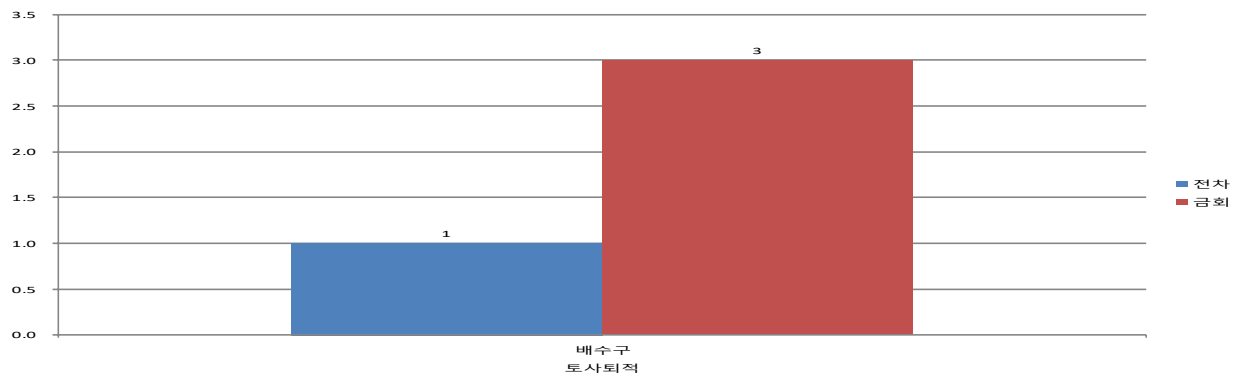
<사진 4.2.4> 배수시설 손상현황

<표 4.2.5> 배수시설 손상물량

구 분			S1	합계
배수시설	배수구토사퇴적	ea	3.0	3.0

<표 4.2.6> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
배수시설	배수구토사퇴적	ea	1	3	증가(▲2.0)	수량증가



라. 손상원인 및 대책방안

- 배수구 토사퇴적은 우천 시 노면수의 배수불량 및 체수로 이어져 주행차량의 미끄러짐에 의한 안전사고 발생과 포장 층 침투수에 의한 바닥판 열화의 원인이 되므로 배수기능 및 주요부재의 내구성 확보를 위하여 주기적인 청소를 실시하며, 정기적인 점검을 통하여 기능성을 유지하도록 한다.

4.2.4 신축이음

가. 일반사항

신축이음장치는 모노셀 형식을 적용하여 교대(A1, A2) 구간에 설치하였으며, 갓길과 교량하부에서 사다리 및 고소점검차를 이용한 육안점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 주행차로부 본체와 구조물 경계부 후타재 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 충격음, 단차, 파손, 균열 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사결과

외관조사결과 신축이음 본체에서 신축이음 부식, 후타재 망상균열, 후타재 파손 등이 조사되었다. 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



신축이음 전경 (A1)



신축이음 전경 (A2)



신축이음 부식 (A1)



후타재 파손 0.1m x 0.1m(A1)

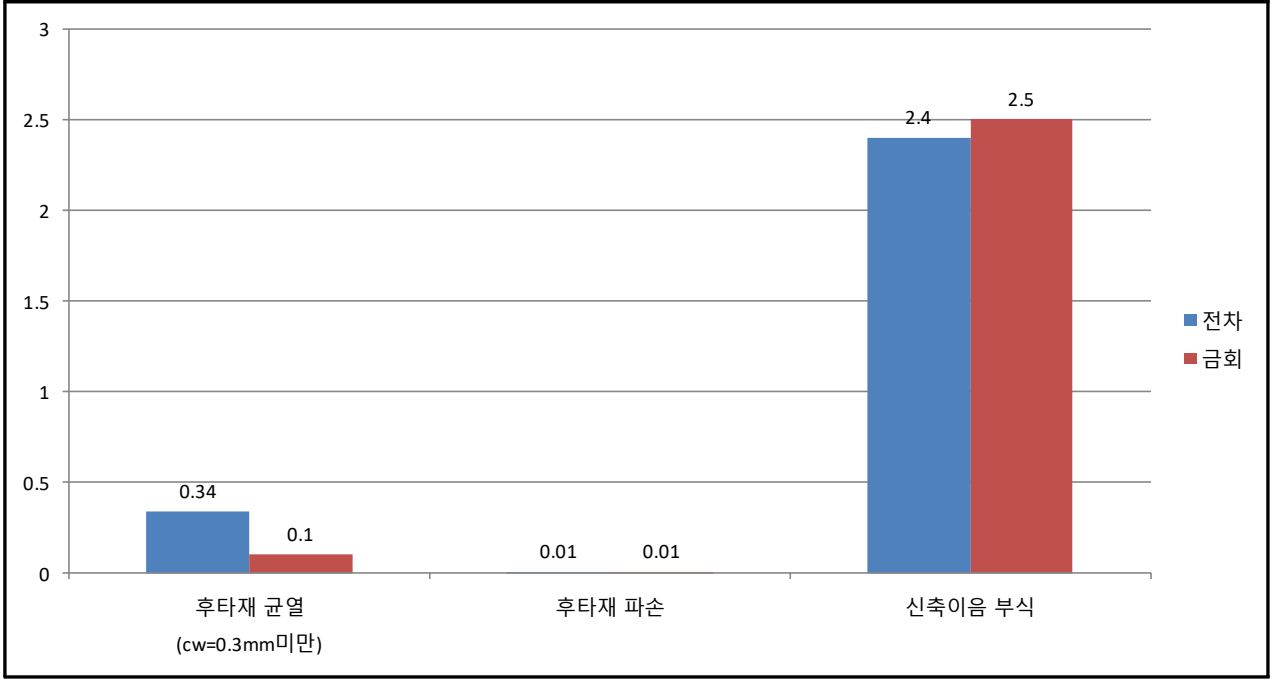
<사진 4.2.5> 신축이음 손상현황

<표 4.2.7> 신축이음 손상물량

구 분			A1	A2	합계
신축이음	후타재 망상균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	0.1/1	0.24/1	0.34/1
	후타재 파손	㎡/ea	0.01/1	-	0.01/1
	신축이음 부식	m/ea	2.4/2	0.1/1	2.4/2

<표 4.2.8> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
신축이음	후타재 망상균열 (cw=0.3mm미만)	㎡/ea	0.34	0.1	감소(▼0.24)	일부보수
	후타재 파손	㎡/ea	0.01	0.01	-	-
	신축이음 부식	m/ea	2.4	2.5	증가(▲0.1)	수량증가



라. 손상원인 및 대책방안

- 후타재 파손 : 평탄성 저하로 인한 차량의 주행 안정성에 대한 위협을 초래하고 추가적인 윤하중 충격에 의해 신축이음 본체 파손을 가속화 할 수 있으므로 단면 보수와 재포장을 실시.
- 신축이음 부식, 후타재 망상균열 : 대부분 공용중 발생한 경미한 손상으로 공용년수 경과에 따라 손상이 진전 및 확대가 될 수 있으므로 사용성 및 내구성 확보를 위한 일괄 보수가 필요하다.

바. 신축이음 유간검토

각 지점별 신축이음의 이론신축량과 실측유간을 비교 검토한 결과 실측유간은 온도변화에 따른 신축여유량을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.



신축이음 유간측정



신축이음 유간측정

<사진 4.2.6> 신축이음 유간측정 전경

<표 4.2.9> 신축이음 유간검토 결과

구분		신축거더 길이 (m)	계산가동량(mm)		실측유간 (mm) (C)	설계유간 (mm) (D)	가동여유량(mm)		평가
			동절기⊿l(A)	하절기⊿l(B)			동절기⊿l(D-A-C)	하절기⊿l(C-B)	
A1	New monosell NO.50	고정단							
A2	New monosell NO.80	58.87	18.08	11.85	30.0	80.0	31.92	18.15	O.K

◎ 이동량 측정 날짜 및 일평균온도 : 2024.5.09.(측정시 기온 : 15.2°C)
◦ 검토온도 : -15℃~35℃(한랭지방, PSC교)

◎ 온도변화에 의한 이동량(△ℓt)
◦ 신축량 Δℓt(mm) = α × △T × L
◦ 최대 신장시(35℃-15.2℃) = 19.8℃
◦ 최대 수축시(-15℃-15.2℃) = -30.2℃
α = 선팽창계수(PSC : 1.0×10^{-5})
L = 신축 거더 길이

4.2.5 바닥판

가. 일반사항

캔틸레버부는 현장타설 공법을 적용하였다. 준공이후 치수, 재료 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 교량하부에서 사다리 및 고소작업차를 이용한 육안점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 경간 중앙부와 배수구 및 신축이음부 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 균열, 망상균열, 층분리, 누수, 백태, 철근부식 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과, 기존손상인 재료분리가 조사되었다. 전차 점검과 비교시 신규손상으로 열화가 발견되었고, 열화의 손상이 수량 증가한 것으로 조사되었다. 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



바닥판 전경



바닥판 전경



재료분리 0.5m x 1.0m S1



재료분리 0.5m x 1.0m S1

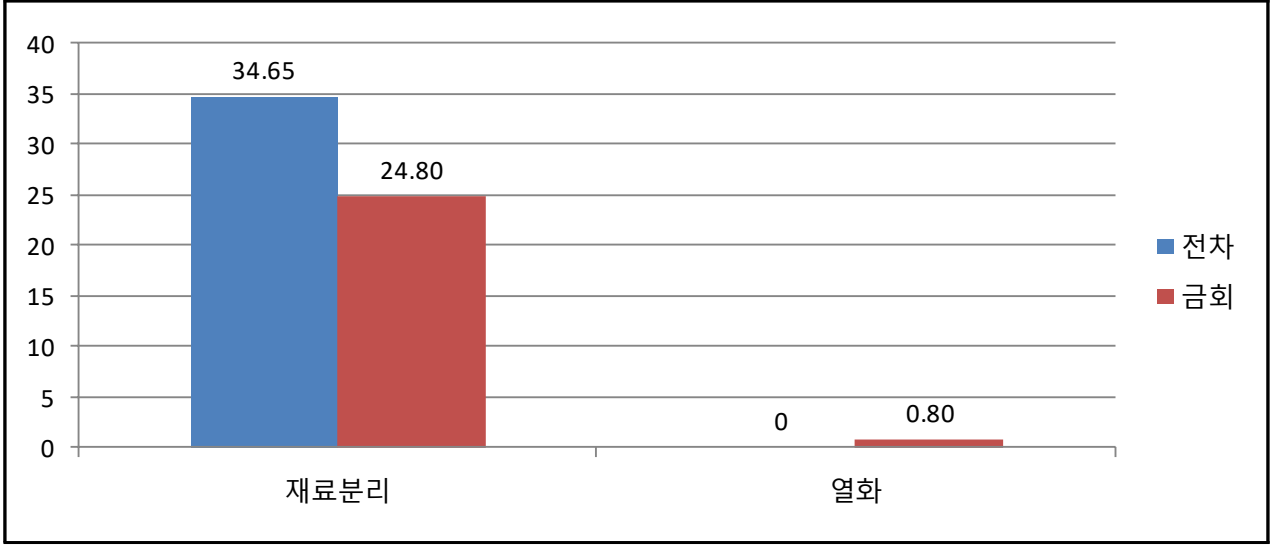
<사진 4.2.7> 바닥판 손상현황

<표 4.2.10> 바닥판 손상물량

구 분			S1	합계
바닥판	재료분리	㎡/ea	3.1/6	3.1/6
	열화	㎡/ea	0.4/2	0.4/2

<표 4.2.11> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
바닥판	재료분리	㎡/ea	3.85/9	3.1/6	감소(▼0.75)	-
	열화	㎡/ea	-	0.4/2	증가(▲0.4)	



라. 손상원인 및 대책방안

- 재료분리 : 대부분 시공 당시 발생한 경미한 결함으로 공용년수 경과에 따라 손상이 진전 및 확대가 될 수 있으므로 미관 및 내구성 확보를 위한 일괄 보수가 필요하다.
- 열화 : 공용초기 손상으로서 발생위치가 국부적이고, 손상정도가 경미한 수준임을 고려할 때, 시공시 품질확보 불량 및 공용년수 경과에 의한 외기접촉에 의한 비구조적인 손상으로서 중대결함은 아닌 것으로 판단되며, 방치시 지속적인 외부작용에 의해 추가박락으로 진전될 수 있으므로 내구성 확보를 위하여 단면보수 하는 것이 바람직하다.

4.2.6 거더 및 가로보

가. 일반사항

거더는 HIPC 공법으로 시공되어 있으며, 가로보가 설치되어 있다. 교량하부에서 도보 및 고소작업차를 이용한 육안점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 경간 중앙부와 받침부, 연결부 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 변형, 도장손상, 균열, 누수, 파손 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과, 내부긴장재의 노출, 충전결함 등은 없었으며, 보수에 대한 재손상은 없으며, 전차손상인 가로보에 대한 보수가 이루어졌다. 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



거더 및 가로보 전경



거더 및 가로보 전경



가로보 재료분리 (보수완료)



가로보 재료분리 (보수완료)

<사진 4.2.8> 거더 및 가로보 손상현황

<표 4.2.12> 거더 및 가로보 손상물량

· 거더

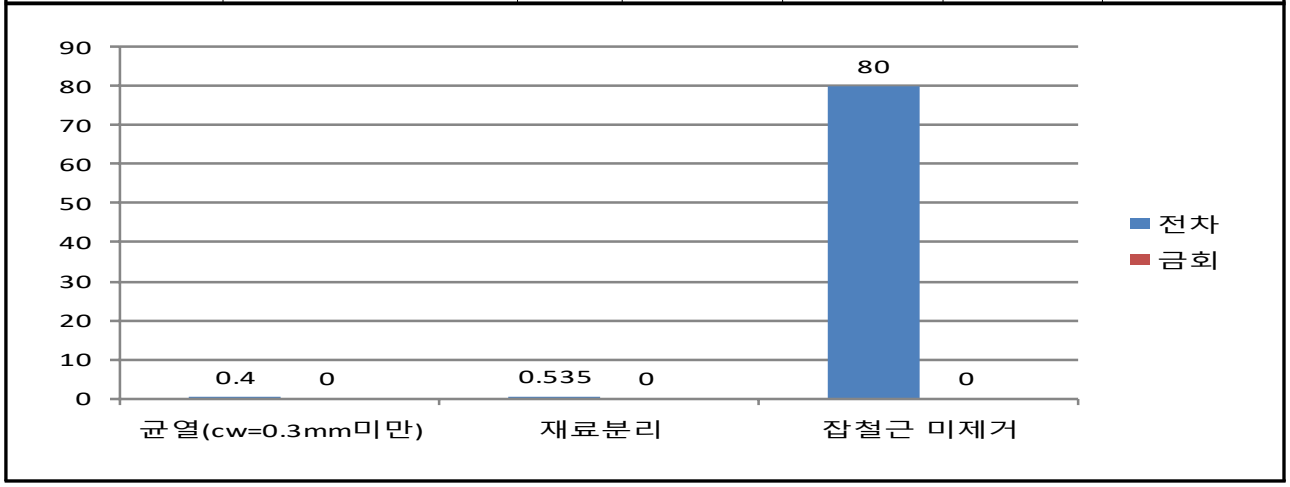
구 분			S1	합계
거더	상태양호	-	-	-

· 가로보

구 분			S1	합계
가로보	상태양호	-	-	-

<표 4.2.13> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
가로보	균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	0.4	-	감소(▼0.4)	보수완료
	재료분리	㎡/ea	0.535	-	감소(▼0.535)	보수완료
	잡철근 미제거	ea	80	-	감소(▼80)	보수완료



라. 손상원인 및 대책방안

- 균열 : 진행성이 없는 점을 고려할 때, 시공시 온도변화 및 건조수축에 의한 것으로 판단되며, 방치시 동절기 염화칼슘 및 우천 시 수분 등의 침투 시 열화를 가속화하여 박락 등으로 진전될 수 있으므로 주기적인 점검을 통한 지속관찰을 하는 것이 바람직하다.
- 재료분리 : 대부분 공용년수 경과에 따른 경미한 결함으로 미관 및 내구성 확보를 위한 일괄 보수가 필요하다.
- 잡철근 미제거 : 시공 당시 발생한 경미한 결함으로 미관 및 내구성 확보를 위한 보수가 필요하다.

4.2.7 교량받침

가. 일반사항

교량받침은 전 지점에 대하여 탄성고무받침으로 시공되어 있다. 지진으로 인한 수평 하중 작용시 쐐기가 탈락되고 적층고무가 전단강성으로 상부구조물의 고유주기를 길게 하여 지진력이 감소하고 각 하부구조물에 지진력을 분산 전달하는 특징을 가지고 있다. 점검로를 통한 육안점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 받침콘크리트 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 신축유간 부족, 가동장애, 고정불량, 부식, 파손, 균열, 물고임 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과, 기존손상인 무수축몰탈파손, 받침콘크리트 파손이 보수완료 되었다. 금회 점검에서 무수축몰탈 균열이 신규손상으로 조사되었다. 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



교량받침 전경(A1)



교량받침 전경(A1)



무수축몰탈 파손 보수완료



무수축몰탈 균열 0.1mm / 0.1m(A1)

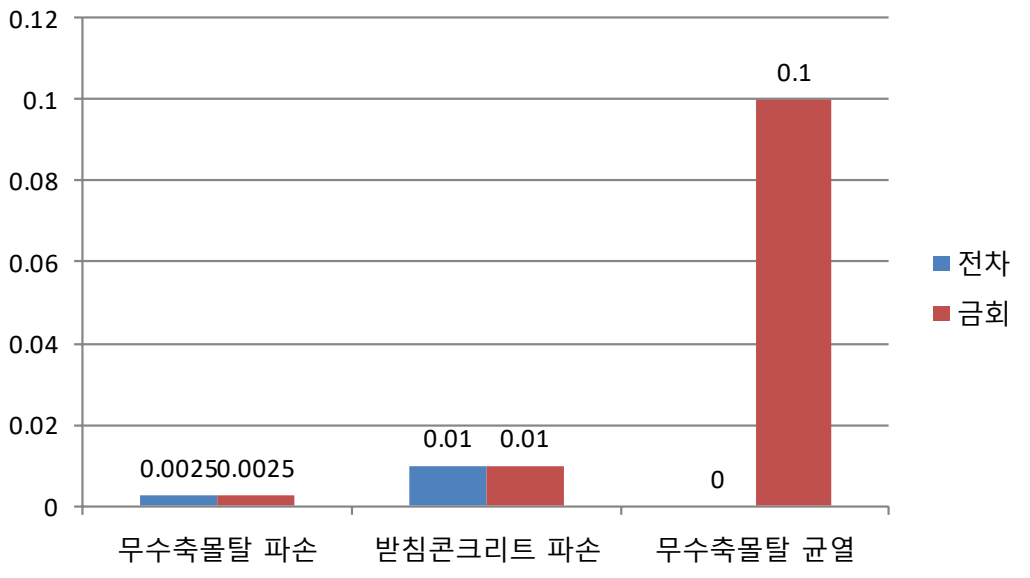
<사진 4.2.9> 교량받침 손상현황

<표 4.2.14> 교량받침 손상물량

구 분			A1	A2	합계
교량받침	무수축몰탈 균열	m/ea	0.1/1	-	0.1/1

<표 4.2.15> 전차 점검 결과와 비교

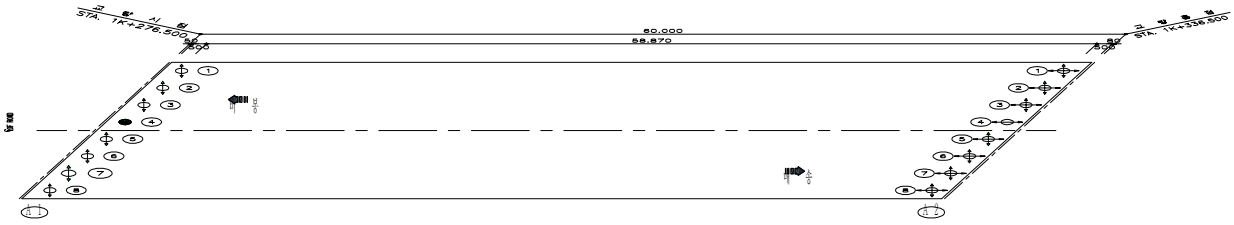
손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
교량받침	무수축몰탈 파손	㎡/ea	0.0025	0.0025	감소(▼0.0025)	보수완료
	받침콘크리트 파손	㎡/ea	0.01	0.01	감소(▼0.01)	보수완료
	무수축몰탈 균열	m/ea	-	0.1	증가(▲0.1)	신규손상



라. 손상원인 및 대책방안

- 몰탈 균열(cw=0.3mm미만) : 공용초기 손상으로서 발생위치가 국부적이고, 손상정도가 경미한 수준임을 고려할 때, 시공시 온도변화 및 건조수축에 의한 것으로 판단되며, 상태변화를 지속관찰하여 진전여부에 따라 적절하게 조치하는 것이 바람직하다.

■ 교량받침 검토



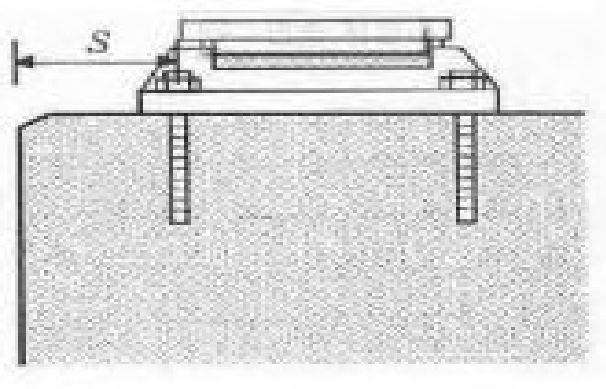
<사진 4.2.10> 받침장치 배치도

가. 최소 연단거리 산출방법

<표 4.2.16> 연단거리 산출방법

구 분	연단 거리 검토	비고
지간이 100m 이하인 경우	S1 = 20 + 0.5L	A1,A2=60.0m
지간이 100m 이상인 경우	S1 = 30 + 0.4L	-

나. 연단거리 검토



연단거리 측정기준 <강재받침>



연단거리 측정

<사진 4.2.11> 연단 측정 현황

<표 4.2.17> 연단거리 검토결과

구분	지간장 (m)	설계기준 (㎜)	실측값(mm)								평가
			sh1	sh2	sh3	sh4	sh5	sh6	sh7	sh8	
A1	60.0	500	630	650	640	650	660	650	650	655	O.K
A2	60.0	500	590	590	590	600	600	600	590	590	O.K

- 받침장치 연단거리 측정결과 필요 연단거리 이상을 확보하는 것으로 검토되었다.

다. 받침장치 이동량 검토



받침 이동량 측정



받침 이동량 측정

<사진 4.2.12>받침장치 이동량 측정

1) 온도에 의한 계산 이동량 측정

<표 4.2.18> 받침장치 이동량 측정결과

구분	온도변화(△T)		선팽창계수	신축거더 길이(L) (m)	온도에 의한 계산 이동량 (mm)		비고
	동절기 (℃)	하절기 (℃)			동절기	하절기	
A2	-30.2	19.8	1.0×10^{-5}	60.00	-18.12	11.88	

◎ 이동량 측정 날짜 및 일평균온도 : 2024.5.09.(측정시 기온 : 15.2°C)
◦ 검토온도 : -15℃~35℃(한랭지방, PSC교)

◎ 온도변화에 의한 이동량(△ℓt)
◦ 신축량 Δℓt(mm) = α × △T × L
◦ 최대 신장시(35℃-15.2℃) = 19.8℃
◦ 최대 수축시(-15℃-15.2℃) = -30.2℃
α = 선팽창계수(PSC : 1.0×10^{-5})
L = 신축 거더 길이

2) 받침장치 이동량 측정

<표 4.2.19> 받침장치 이동량 측정결과

구분	허용 가동량 (mm)	실측값(mm)								최대 이동량(mm)		평가
		Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	Sh7	Sh8	동절기	하절기	
A1	고정단											
A2	±42	20	20	20	20	20	20	20	20	38 ~ 38	32 ~ 32	O.K

2) 받침장치 이동량 검토결과

받침장치의 가동상태는 대체로 양호하였으며, 이상가동은 없는 것으로 분석되었다

4.2.8 교대

가. 외관조사 결과

교대(A1~A2) 모두 현장 타설 공법으로 시공되었다. 교량하부에서 도보 및 사다리, 고소점검차를 이용한 육안점검으로 전 구간 상세조사를 하였다. 교대 구체 및 흉벽부, 받침부, 날개벽 주변 부위, 받침부를 중심으로 주요 성능저하 요인인 기울음, 침하, 전도, 누수, 유간밀착, 균열, 파손, 철근노출 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과 기초는 원지반에 매입된 상태이며, 전차손상인 망상균열, 재료분리, 차수판 볼트불량, 잡철근 미제거(녹발생), 폐기물적치, 파손이 보수가 되었고, 신규손상으로 균열, 백태가 조사되었다. 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



교대 전경(A1)



교대 전경(A2)



균열 0.1mm / 0.4m (A2)



백태 0.1m x 0.4m(A1)

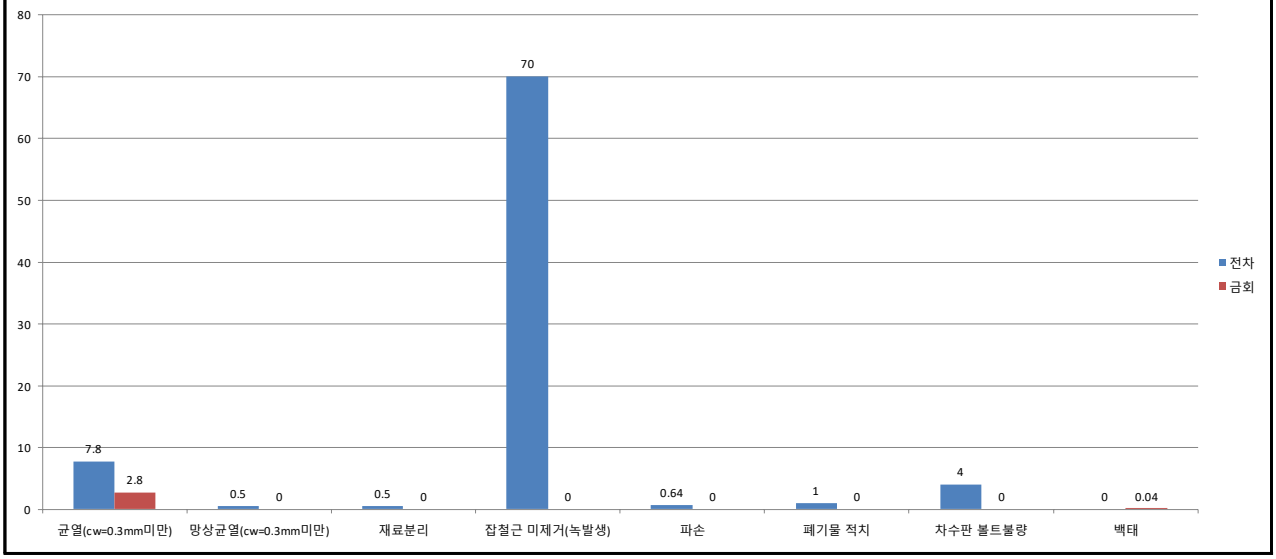
<사진 4.2.13> 교대 및 교각 손상현황

<표 4.2.20> 교대 손상물량

구 분			A1	A2	합계
교대	균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	1.8/3	1.0/1	2.8/4
	백태	㎡/ea	0.04/1	-	0.04/1

<표 4.2.21> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
교대	균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	7.8	2.8	증가(▲5.0)	보수완료 신규손상
	망상균열 (cw=0.3mm미만)	㎡/ea	0.5	-	감소(▼0.5)	보수완료
	재료분리	㎡/ea	0.5	-	감소(▼0.5)	보수완료
	잡철근 미제거(녹발생)	ea	70	-	감소(▼70)	보수완료
	파손	㎡/ea	0.64	-	감소(▼0.64)	보수완료
	폐기물 적치	ea	1	-	감소(▼1)	보수완료
	차수판 볼트불량	ea	4	-	감소(▼4)	보수완료
	백태	㎡/ea	-	0.04	증가(▲0.04)	신규손상



라. 손상원인 및 대책방안

- 균열 : 건조수축에 의한 비구조적인 균열로 판단되나 장기간 외부환경 노출에 따른 열화 방지를 위해 표면처리가 필요하다.

4.2.9 하중상태 조사

가. 일반사항

본 교량의 공용중 하중 변화 여부를 파악하기 위해 기존 자료(준공도서, 기 점검보고서)를 참조하여 조사를 실시하였으며, 현재 부착시설물은 가로등, 점검로가 확인되었다.

나. 외관조사 결과

하중상태에 대한 외관조사결과, 기 초기안전점검 이후 용도, 구조의 변경 및 추가 설치된 시설물은 없는 상태이며, 구조부재의 규격, 사용재료 및 기 설치된 부착시설물의 하중도 변화가 없는 것으로 조사되었다. 따라서 본 교량은 준공 후 용도, 구조, 하중의 변화가 없는 상태이며, 향후 하중상태에 대한 변화가 있을 경우 구조검토 등을 실시하고 그에 따른 적절한 조치가 이루어진다면 시설물의 공용에는 문제가 없을 것으로 판단된다.



가로등 상태



투석 방지망 상태

<사진 4.2.14> 하중상태 조사현황

<표 4.2.22> 하중상태 조사결과

위 치	하중상태 변화여부	위 치	하중상태 변화여부
S1	변화없음	-	-

4.2.10 공중이 이용하는 부위

가. 일반사항

공중이 이용하는 부위는 추락방지시설, 도로포장, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개로 나누어져 있다. 도보를 이용한 육안점검으로 상세조사를 하였으며, 결함 및 파손 고정부 및 연결부 파손, 도로포장 결함 및 파손 포트홀, 신축이음부 토사 이물질퇴적, 후타재 균열, 신축유간, 덮개들의 결함 및 파손 등의 발생 유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과 도로부 신축이음부 후타재 망상균열, 후타재 파손 및 신축이음 부식 등이 조사되었다. 그 이외 추락방지시설, 도로포장, 환기등의 덮개는 양호한 것으로 확인되었고, 후타재 손상의 경우 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



신축이음 부식 (A1)



후타재 파손 0.1m x 0.1m(A1)



③ 후타재 망상균열 0.1mm / 0.2m x 0.5m



⑨ 신축이음 부식 0.1m x 1.0m

<그림 4.2.15> 공중이 이용하는 부위 조사현황

<표 4.2.23> 공중이 이용하는 부위 손상물량

구 분		손상현황	비고
공중이용하는부위	추락방지시설	상태양호	-
	도로포장	상태양호	-
	도로부 신축이음부	신축이음 부식, 후타재 파손, 후타재 망상균열	-
	환기구 등의 덮개	상태양호	-

라. 손상원인 및 대책방안

- 후타재 파손 : 평탄성 저하로 인한 차량의 주행 안정성에 대한 위협을 초래하고 추가적인 윤하중 충격에 의해 신축이음 본체 파손을 가속화 할 수 있으므로 단면 보수와 재포장을 실시.
- 신축이음 부식, 후타재 망상균열 : 대부분 공용중 발생한 경미한 손상으로 공용년수 경과에 따라 손상이 진전 및 확대가 될 수 있으므로 사용성 및 내구성 확보를 위한 일괄 보수가 필요하다.

4.2.11 전차 점검결과와 비교 분석

전차 점검결과와 비교시 방호벽, 신축이음, 거더, 교대 손상에 대한 일부보수 및 보수완료가 이루어졌으며, 배수시설은 토사퇴적이 새로 조사되었고, 이것은 주로 점검자 편차와 공용년수 경과에 따른 것으로 판단되며, 보수되지 않은 손상 대부분 경미한 결함으로 구조 안전성을 저해하는 구조적 결함이나 심각한 내구성 및 기능성 저하는 발생하지 않은 것으로 검토되었다.

<표 4.2.24> 전차 점검결과와 비교

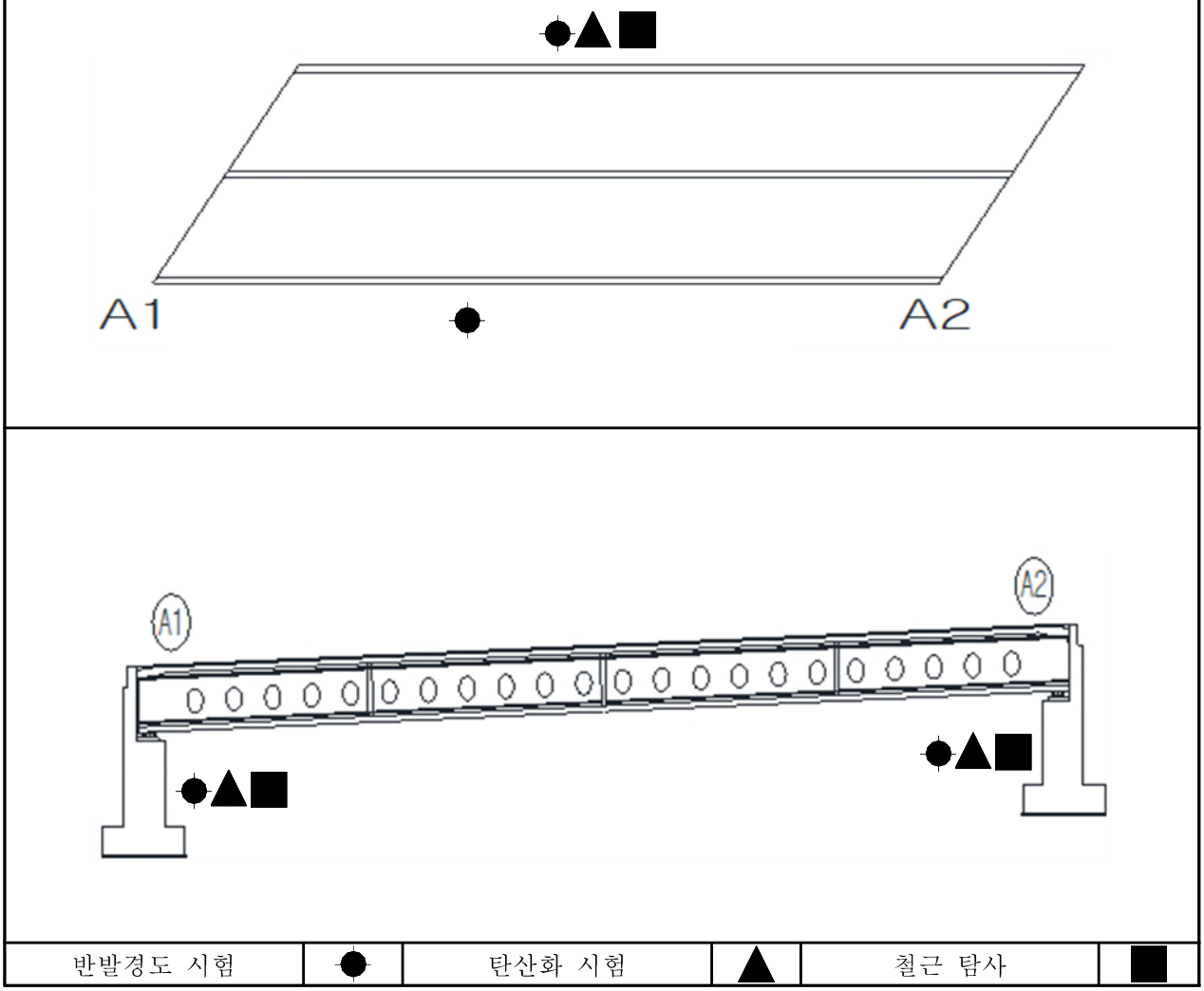
부재명	전차 정밀안전점검 결과	금회 정밀안전점검 결과	비고
교면포장	상태 양호	상태 양호	상태양호
방호벽	균열, ~~백태~~, 파손, 표면불량	균열, 파손, 표면불량, **접속슬래브 파손, 보수부재균열, 차수판볼트불량**	일부보수 ~~보수완료~~ **신규손상**
배수시설	배수구 토사퇴적	**배수구 토사퇴적**	**수량증가**
신축이음	후타재 망상균열, 후타재 파손, 신축이음 부식	후타재 망상균열, 후타재 파손, **신축이음 부식**	일부보수 **수량증가**
바 닥 판	재료분리	재료분리, **열화**	일부보수 ~~보수완료~~
거더	상태 양호	상태 양호	-
가로보	~~균열, 재료분리, 잡철물 미제거~~	상태양호	~~보수완료~~
교량받침	~~무수축몰탈 파손, 받침콘크리트 파손~~	**무수축몰탈균열**	~~보수완료~~ **신규손상**
교대	~~균열, 망상균열, 재료분리, 잡철근 미제거(녹발생), 파손, 폐거물 적치, 차수판 볼트불량~~	**균열, 백태**	**신규손상** ~~보수완료~~
공중이 이용하는 부위	후타재 망상균열, 후타재 파손, 신축이음 부식	후타재 망상균열, 후타재 파손, **신축이음 부식**	일부보수 **수량증가**

4.3 내구성조사

4.3.1 내구성조사 항목 및 수량

본 시설물 내구성조사의 시험항목 및 수량은 『시설물의 안전 및 유지관리 세부지침(국토교통부)』을 기준으로 하고, 현장여건을 반영하여 정밀안전점검에 대한 상태평가 및 구조물의 분석이 객관적이고 보편타당하게 이루어질 수 있도록 조사자료를 충분히 확보할 수 있는 수준으로 결정하였다.

시험종류 / 부재	기준수량			적용수량			조정비
	반발경도	탄산화	철근탐사	반발경도	탄산화	철근탐사	
상부구조	2	1	1	2	1	1	100%
하부구조	2	1	1	2	2	2	100%
계	4	2	2	4	3	3	100%



<그림 4.3.1> 내구성조사 위치

4.3.2 콘크리트 비파괴강도조사 분석결과

반발경도 시험법에 의한 비파괴강도는 바닥판, 교대에 대하여 실시하였으며, 그 결과는 다음 표와 같다.

<표 4.3.1> 양노2교 비파괴강도 측정결과(상부구조) [단위 : MPa]

구분	시험 위치	비파괴시험	추정압축강도			설계강도 (B)
		반발경도(Ro)	일본재료학회 ①	일본건축학회 ②	사용식	
상부 구조	캔틸레버(S1, 비봉방향)	40.4	21.0	24.4	②	27.0
	캔틸레버(S1, 매송방향)	40.3	20.9	24.3		

<표 4.3.2> 양노2교 비파괴강도 측정결과(하부구조) [단위 : MPa]

구분	시험 위치	비파괴시험	추정압축강도			설계강도 (B)
		반발경도(Ro)	일본재료학회 ①	일본건축학회 ②	사용식	
하부 구조	A1 흉벽(비봉방향)	39.8	20.5	24.1	②	24.0
	A2 흉벽(매송방향)	38.6	19.5	23.6		

<표 4.3.3> 양노2교 비파괴강도 측정결과 [단위 : MPa]

부재 \ 종류		시험압축강도 (A)	설계기준강도 (B)	(A/B)×100 (%)
		일본건축학회 ②		일본건축학회 ②
상부구조	캔틸레버	24.3~24.4	27.0	90.0~90.3
하부구조	교대	23.6~24.1	24.0	98.3~100.4

콘크리트 비파괴 시험결과 상부구조 캔틸레버 건전부 추정 비파괴강도는 24.4MPa로 조사되었고, 캔틸레버 비건전부 추정 비파괴강도는 24.3MPa로 조사 되었다. 일본건축학회식 상부부재 건전부 90%이상, 비건전부 90%이상 확보하는 것으로 평가되었다. 설계기준 대비 90%이상으로 설계강도와 비교시 낮게 측정되었지만, 큰 심각한 내구성 저하는 없는 것으로 판단된다.

콘크리트 비파괴 시험결과 하부구조 교대 추정 비파괴강도는 건전부 24.1MPa, 비건전부 23.6MPA로 조사되었다. 건전부는 설계강도 이상으로 나타났고, 비건전부는 90%이상 확보하는 것으로 평가 되었다 설계기준 대비 90%이상으로 설계강도와 비교시 낮게 측정되었지만, 큰 심각한 내구성 저하는 없는 것으로 판단된다.



반발경도 시험 S1(비봉방향)



반발경도 시험 S1(매송방향)

<사진 4.3.2> 반발경도 시험 현황

4.3.3 철근배근탐사 결과

철근탐사장비(RC-RADAR)를 이용한 조사를 실시하였으며, 그 결과는 다음 표와 같다.

<표 4.3.4> 철근탐사 측정결과

구 분		철근	배근간격 (mm)		피복두께 (mm)		비고
			측정치	설계기준	측정치	설계기준	
상부 구조	캔틸레버(S1, 비봉방향)	주철근(H19)	244	250	60	30.5	
		배력철근(D16)	105	100	64	59	
하부 구조	A1 흉벽(비봉방향)	주철근(D16)	258	250	87	72	
		배력철근(D16)	289	300	109	56	
	A2 흉벽(매송방향)	주철근(D16)	252	250	79	72	
		배력철근(D16)	303	300	85	56	

철근탐사장비(RC-RADAR)를 이용한 조사결과 주철근 및 배력철근의 배근간격 및 피복 두께 상태는 양호한 것으로 평가된다.



피복두께 측정 A1



피복두께 측정 S1

<사진 4.3.3> 피복두께 측정 현황

4.3.4 탄산화 깊이조사 분석결과

본 구조물에서는 측정위치에 타정공구 및 드릴을 이용하여 국부적으로 파손시킨 면에 페놀프탈레인 용액을 지시약으로 사용하는데, 이는 알카리성 콘크리트의 탄산화가 진행된 면에서는 무색으로 변화가 없는 무색의 깊이가 곧 탄산화 진행 깊이가 된다. 또한, 측정된 탄산화깊이를 이용하여 아래 식에 의해 잔존수명을 예측하였으며, 결과는 다음 <표 4.3.5>와 같다.

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

여기서, C : 탄산화깊이(mm) → 탄산화 잔여깊이

A : 탄산화 속도계수

t : 콘크리트 타설 후 경과된 시간(년)

<표 4.3.5> 탄산화 깊이의 측정결과

구 분		탄산화깊이 (mm)	실측피복 (mm)	잔여피복두께 (mm)	탄산화 속도계수(A)	잔존수명 예측(년)	평가 등급
상부 구조	캔틸레버(S1, 비봉방향)	1.00	60	59.00	0.38	100년이상	a
하부 구조	A1 흉벽(비봉방향)	2.65	87	84.35	1.03	100년이상	a
	A2 흉벽(매송방향)	2.85	79	76.15	1.11	100년이상	a

※탄산화 속도계수(A) = 탄산화깊이 / $\sqrt{\text{재령(년)}}$

※수명예측(년) = (철근피복 / 탄산화속도 계수)2

※잔존수명 예측(년) = 수명예측년수 - 경과년수



탄산화깊이 측정 A1



탄산화깊이 측정 A1

<사진 4.3.4> 탄산화 시험 현황

본 과업 대상 구조물의 콘크리트 부재에 대하여 탄산화 시험을 수행한 결과 하부구조에서 최대 10.0㎜, 상부구조에서 최대 1.0㎜까지 탄산화가 진행된 것으로 측정되었으며 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침』 건전성 평가기준(탄산화 잔여깊이 30㎜이상 : a등급)을 전반적으로 만족하는 것으로 측정되었다.

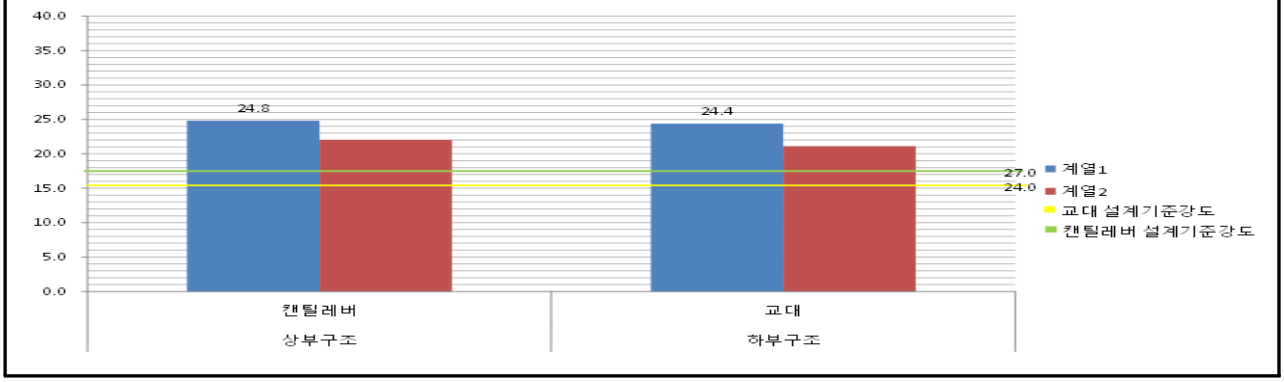
또한, 탄산화에 의한 수명 평가는 경과년수와 탄산화깊이와의 관계를 통해 탄산화 속도계수를 역추적하여 탄산화가 철근에 도달하는 시간을 계산하였다. 앞서 언급한 식 $C=A\sqrt{t}$ 에서 준공 후 현재까지의 경과년수 t는 설계도로부터 구할 수 있고 탄산화 깊이 C는 현장조사를 통하여 얻을 수 있으므로 탄산화 속도계수 A를 계산할 수 있다. 이에 따라 현재로부터 탄산화가 철근에 도달하는데 걸리는 시간을 추정한 결과 전반적으로 100년 이상으로 탄산화에 의한 철근부식은 없을 것으로 판단된다.

4.3.5 전차 점검결과와 비교 분석

가. 비파괴강도

<표 4.3.6> 전차 정밀결과와 비파괴강도 비교 **[단위:MPa]**

구 분		전차	금회	설계기준강도
상부구조	캔틸레버	23.1~26.4	24.3~24.4	27.0
하부구조	교대	22.6~26.1	23.6~24.1	24.0

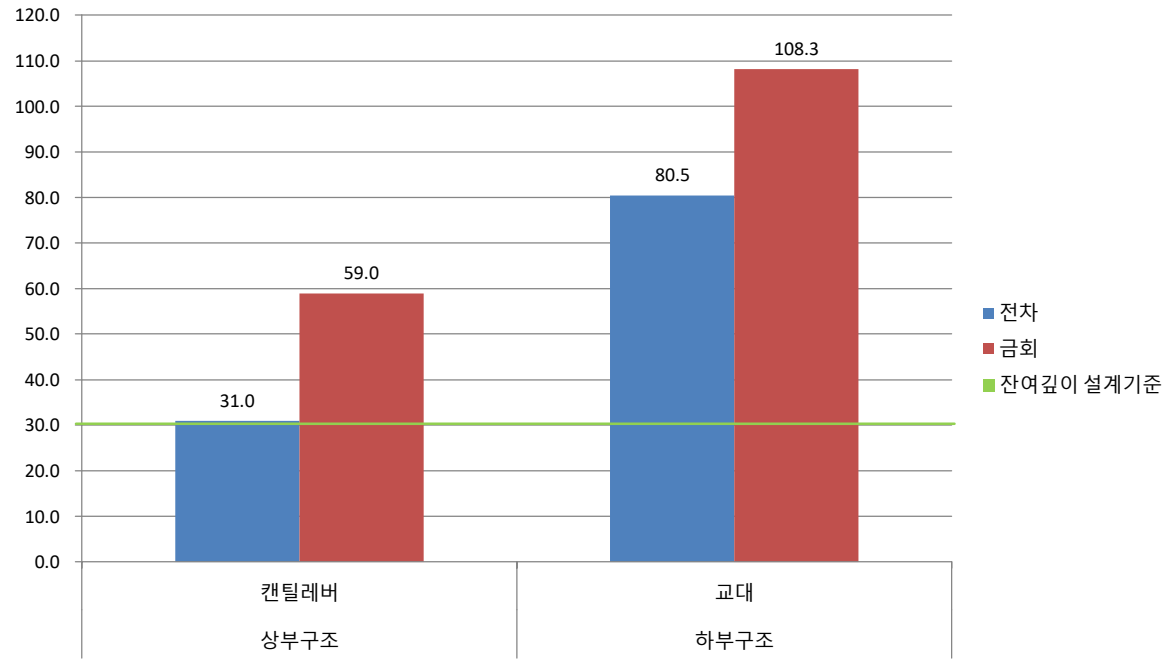


비파괴강도에 대한 비교결과 금회 과업시 측정한 강도의 미소한 차이는 있으나 이는 측정위치, 표면요철, 습윤 상태 등 여러요인에 의해 차이가 발생할 수 있으며 전 개소에서 설계강도 90%이상을 확보하고 있는 것으로 분석 되어 외관조사를 통한 손상상태 등을 종합적으로 고려했을 때 현재 콘크리트에 심각한 문제가 되지는 않으나 추후 차기 점검시 변화양에 대해 지켜볼 필요가 있다고 판단된다.

나. 탄산화깊이

<표 4.3.7> 전차 정밀결과와 탄산화 잔여깊이 비교 [단위:mm]

구 분		전차(잔여깊이mm)	금회(잔여깊이mm)	잔여깊이 설계기준
상부구조	캔틸레버	31.0	59.0	30mm이상
하부구조	교대	80.5	108.3	



탄산화깊이에 대한 비교결과 일부 부재에서 탄산화 깊이가 약간 증가된 것으로 보이나 이는 측정위치 및 시험자의 숙련도에 따라 일부 편차가 발생한 것으로 판단되며, 전반적으로 잔여깊이가 30mm이상으로 철근의 부식 가능성은 없는 양호한 상태인 것으로 평가되어 공용기간 경과에 따른 탄산화의 급격한 진전은 없는 것으로 판단된다.

4.4 상태평가

4.4.1 상태평가

양노2교는 HIPC 형식으로 상태평가는 구조형식에 따른 부재별 가중치를 적용하여 환산결함도 점수를 산정하였으며, 기초에 할당된 가중치는 조사 불가로 하부 구조물 교대의 가중치에 포함시켰다. 외관조사 및 내구성조사에 따른 상태평가 결과는 다음과 같다.

가. 부재별 평가적용 손상

부재명		평가적용 손상 및 사유	평가제외
바닥판		○바닥판 재료분리, 열화	-
거더	HIPC	○상태양호	-
가로보 및 세로보		○상태양호	-
교면포장		○상태양호	-
배수시설		○배수구 토사퇴적	-
방호벽	강재	○차수판 볼트불량	-
	콘크리트	○0.3mm이상 균열, 파손 10%미만 -콘크리트 균열cw0.3mm미만, 파손	

부재명		평가적용 손상 및 사유	평가제외
신축이음	본체	○유간사이 이물질로 기능불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등의 열화 -부식	체수가 아님
	후타재	-파손, 망상균열	-
교량받침	탄성받침	○상태양호	-
	받침콘크리트	○부분적 박리, 탈락 등 손상 -무수축몰탈 균열	-
교대		○구체 균열폭 0.1㎜이상~0.3㎜미만 -균열 ○열화 및 손상 표면 손상면적 2%미만 -백태	-
기초		-	-

나. 부재별 손상 및 상태평가 결과

1) 콘크리트 바닥판

<표 4.4.1> 콘크리트 바닥판

부재명	1방향 균열		2방향균열	열화 및 손상		부재면적
	균열폭 (㎜)	균열면적 (㎡)	균열폭 (㎜)	손상면적 (㎡)	부식면적 (㎡)	면적 (㎡)
S1	-	-	-	3.5	-	676.53

※ 철근노출이 있으나 콘크리트 철근노출이 아니므로 평가에서 제외한다

<표 4.4.2> 콘크리트 바닥판 상태평가 결과

부재명	1방향 균열				2방향균열		열화 및 손상				평가 결과
	균열폭 (㎜)		균열율 (%)		균열폭 (㎜)		손상면적 (%)		부식면적 (%)		
S1	-	a	-	a	-	a	0.51	b	-	a	**b**

2) HIPC 거더

<표 4.4.3> HIPC 거더

부재명	균열(mm)		열화 및 손상		부재면적
	균열폭 (㎜)	균열면적 (㎡)	표면손상 (㎡)	철근부식면적 (㎡)	면적 (㎡)
S1	-	-	-	-	3938.01

<표 4.4.4> HIPC 거더 상태평가 결과

부재명	균열		열화 및 손상				평가 결과
			표면손상 (%)		철근부식발생 (%)		
S1	-	a	-	a	-	a	**a**

※ 프리스트레스 거더로 적용하여 평가한다.

3) 가로보 및 세로보

<표 4.4.5> 가로보 및 세로보

부재명	균열(mm)	열화 및 손상		부재면적		
		표면손상 (㎡)	철근부식면적 (㎡)	둘레 (m)	연장 (m)	면적 (㎡)
S1	-	-	-	-	-	-

<표 4.4.6> 가로보 및 세로보 상태평가 결과

부재명	균열		열화 및 손상				평가 결과
			표면손상 (%)		철근부식발생 (%)		
S1	-	a	-	a	-	a	**a**

4) 교면포장

<표 4.4.7> 아스팔트 교면포장

부재명	포장불량			배수	부재면적(㎡)
	불량면적(㎡)	차량 주행성		물고임(ea)	
		요철(㎜)	손상폭(cm)		
S1	-	-	-	-	1162.68

<표 4.4.8> 교면포장 상태평가 결과

부재명	포장불량				배수		평가 결과
	불량면적 (%)		차량 주행성		물고임		
S1	-	a	-	a	-	a	**a**

5) 배수시설

<표 4.4.9> 배수시설

부재명	배수구 막힘 (ea)	누수, 상태불량, 길이부족 (ea)	파손, 노후화 (ea)
S1/A1	3.0	-	-
A2	-	-	-

<표 4.4.10> 배수시설 상태평가 결과

부재명	상태평가	평가결과
S1/A1	다수 퇴적물이 있으나 배수에는 이상없음	b
A2	-	a

6) 방호벽

<표 4.4.11> 방호벽

부재명	강재		콘크리트				부재길이(m)
	도장불량	손상	균열폭(㎜)	경미한 손상 (ea)	박리, 파손, 철근노출(m)	철근부식(m)	
S1	-	차수판볼트 탈락	0.2	-	1.4	-	59.87

<표 4.4.12> 방호벽 상태평가 결과

부재명	강재				콘크리트								평가결과
	도장불량		손상		균열폭 (㎜)		경미한 손상		표면손상 (%)		철근부식 (%)		
S1	-	a	국부	b	0.2	c	-	a	10% 미만	c	-	a	c

7) 신축이음

<표 4.4.13> 신축이음

부재명	신축이음 본체						후타재	
	이물질 퇴적 (ea)	볼트 열화 (ea)	볼트 탈락 (ea)	물받이파손 누수 (ea)	이상음 거동불량 (ea)	본체 탈락 본체 파손 (ea)	균열 (ea)	박리, 박락 파손 등 (ea)
A1	-	-	-	-	-	부식 2	1	1
A2	-	-	-	-	-	부식 1	1	-

<표 4.4.14> 신축이음 상태평가 결과

부재명	본체		후타재				평가결과
			균열		박리, 박락, 파손 등		
A1	부식	c	미세균열	b	1	c	**c**
A2	부식	c	미세균열	b	-	a	**c**

8) 교량받침

<표 4.4.15> 교량받침

부재명	받침 본체			받침 콘크리트	
	도장탈락, 부식 (ea)	부분적 변형 (ea)	본체파손, 거동장애 (ea)	균열폭 (㎜)	부분적 박리, 탈락, 파손 등 (ea)
A1	-	-	-	-	-
A2	-	-	-	0.1	-

<표 4.4.16> 교량받침 상태평가 결과

부재명	받침 본체		받침 콘크리트				평가결과
			균열폭 (㎜)		박리, 탈락, 파손 등		
A1	-	b	-	a	-	a	**b**
A2	-	a	0.1	b	-	a	**b**

9) 교대

<표 4.4.17> 교대

부재명	균열, 변위		열화 및 손상		부재면적
	균열폭 (㎜)	변위	손상면적 (㎡)	부식면적 (㎡)	면적 (㎡)
A1	0.1	-	-	-	56.08
A2	0.2	-	0.04	-	52.16

<표 4.4.18> 교대 상태평가 결과

부재명	균열, 변위				열화 및 손상				평가결과
	균열폭 (㎜)		변위		손상면적 (%)		부식면적 (%)		
A1	0.3미만	b	-	a	-	a	-	a	**b**
A2	0.3미만	a	-	a	0.07	b	-	a	**b**

10) 기초

<표 4.4.19> 기초

부재명	기초 손상		지반 안전성	
	균열폭(㎜)	단면손상(ea)	세굴여부(ea)	부등침하(ea)
A1	-	-	-	-
A2	-	-	-	-

<표 4.4.20> 기초 상태평가 결과

부재명	기초 손상				지반 안전성				평가결과
	균열		단면손상		세굴여부		부등침하		
A1	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	**q**
A2	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	**q**

11) 탄산화

<표 4.4.21> 탄산화

부재명	상부구조	부재명	하부구조
	잔여깊이(㎜)		잔여깊이(㎜)
S1	59.0	A1	84.35
-	-	A2	76.15

<표 4.4.22> 탄산화 상태평가 결과

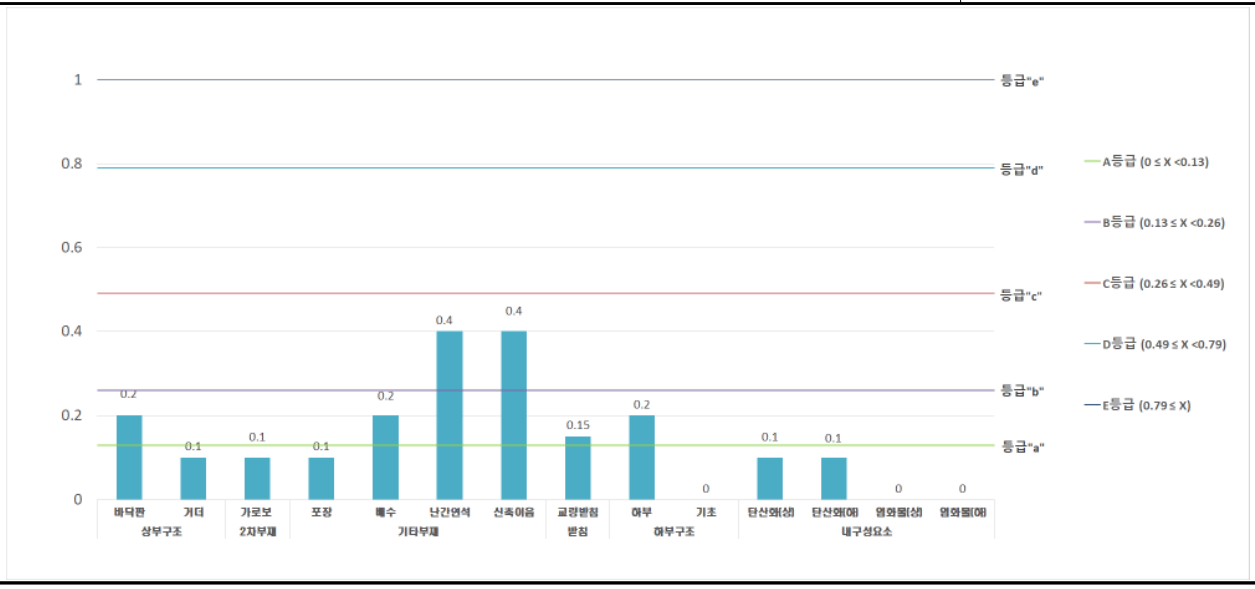
부재명	상부구조	평가결과	부재명	하부구조	평가결과
	잔여깊이 (㎜)			잔여깊이 (㎜)	
S1	부식발생 우려 없음	**a**	A1	부식발생 우려 없음	**a**
-			A2	부식발생 우려 없음	**a**

다. 개별교량 상태평가 결과

<표 4.4.23> 상태평가 결과

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부 구조		내구성 요소			
번호	구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)	염화물 (상)	염화물 (하)
S1/A1	PSC I	b	a	a	a	b	c	c	b	b	q	a	a	N/A	N/A
A2	PSC I	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	c	a	b	q	x	a	N/A	N/A
평균		0.200	0.100	0.100	0.100	0.200	0.400	0.400	0.150	0.200	N/A	0.100	0.100	N/A	N/A
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	N/A	4	3	N/A	N/A
(평균×가중치) /가중치합		0.036	0.020	0.005	0.007	0.006	0.008	0.036	0.014	0.040	N/A	0.004	0.003	N/A	N/A

1. 환산결함도 점수 =	0.179
2. 상태평가 결과 =	B



<표 4.4.24> 개별교량 상태평가 결과

개별교량명	양노2교					
구분	구조형식	환산 결함도점수	상태평가 결과	연장(m)	연장비	환산결함도점수 ×연장비
양노2교	PSC I	0.179	B	100.0	1.0	0.179
합계(∑)				100.0	1.0	0.179
1. 환산결함도 점수 =						0.179
2. 상태평가 결과 =						B

라. 전체교량 평가결과

<표 4.4.25> 전체교량 상태평가 결과

전체교량명	양노2교						
구분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장(m)	차선	길이 ×차선	연장비	환산결함도점수 ×연장비
양노2교	0.179	B	100.0	4	480.0	1.0	0.179
합계(∑)			100.0	4	480.0	1.0	0.179
1. 평가지수 =							0.179
2. 상태평가 결과 =							B 등급

마. 상태평가 결과

본 양노2교의 상태평가 결과 시공품질 불량, 공용 중 중차량 하중, 공용년수 경과에 의한 노후화, 외부환경 요인에 의해 발생된 것으로 판단되는 손상들에 의해 기타부재 난간 연석, 신축이음에서 c등급으로 평가되어 전체 평가지수는 0.179로 상태평가 등급은 “B등급”으로 평가되었다.

바. 공중이 이용하는 부위 상태평가

1) 공중이 이용하는 부위 상태평가

<표 4.4.26> 추락방지시설

평가항목	평가사유		평가근거
	평가대상	조사결과	
추락방지시설	손상 및 결함 발생 여부, 기능상태	손상 및 결함이 없고, 기능상태 양호	<4.2.23>
도로포장	결함 및 파손 발생 여부, 차량주행상태	경미한 결함 및 파손 발생, 차량주행에는 문제없음	<4.2.23>
도로부 신축이음부	결함 및 파손 발생 여부, 차량주행상태	경미한 결함 발생, 차량주행에는 문제없음	<4.2.23>
환기구 등의 덮개	결함 및 파손 발생 여부, 기능상태	손상 및 결함이 없고, 기능상태 양호	<4.2.23>

2) 공중이 이용하는 부위 상태평가 결과

<표 4.4.27> 공중이 이용하는 부위 상태평가 결과

구 분	상태평가	등 급	중대결함 등
추락방지시설	○손상 및 결함 상태는 문제가 없는 상태	a	해당없음
도로포장	○포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태	a	해당없음
도로부 신축이음부	○신축이음 본체의 국부적인 부식 등의 열화가 발생한 상태 또는 후타재의 균열이 50cm이하의 간격으로 발생하거나, 국부적인 박리, 박락, 파손이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태	b	해당없음
환기구 등의 덮개	○기능 발휘에는 지장이 없고 기능성에 문제가 없는 상태	a	해당없음

4.4.2 안전등급 지정

<표 4.4.28> 안전등급 지정

구 분	상태평가		안전성평가	
	평가지수	평가기준	평가지수	평가기준
평가결과	0.179	B	미실시 (정밀안전진단 과업)	
안전등급 지 정	상태평가 B / 안전성평가 (미실시) - → 안전등급 B			

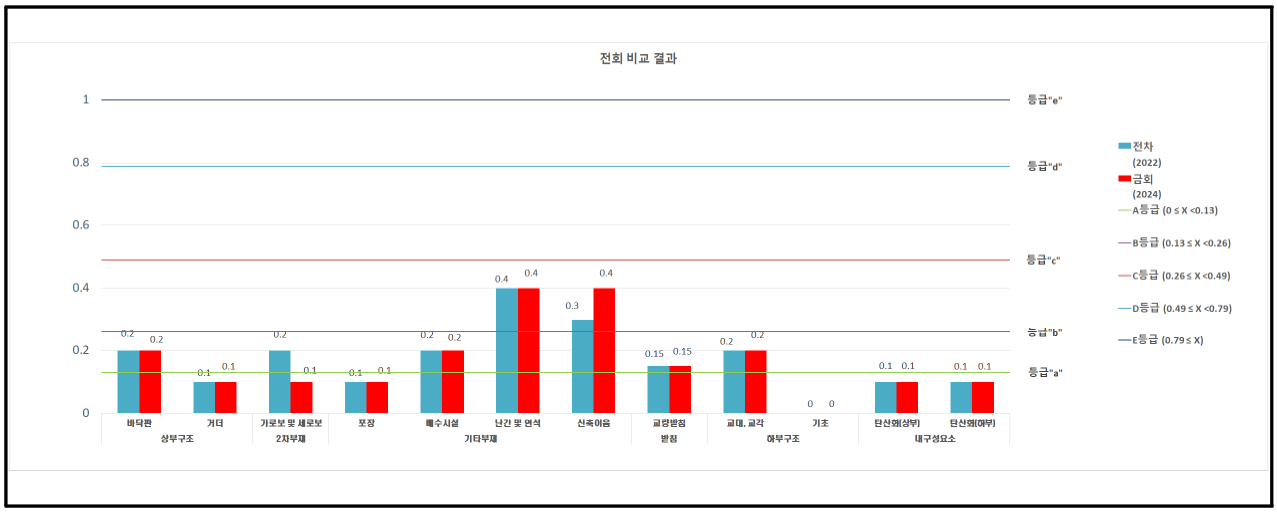
안전등급은 상태평가 결과와 안전성평가 결과 중 낮은 등급을 안전등급으로 지정하나 금회 실시한 정밀안전점검에서는 안전성평가(정밀안전진단 과업)를 실시하지 않아 안전등급은 『B등급』인 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태”로 평가되었다.

4.4.3 전차 점검결과와 비교

가. 전차 점검결과와 안전등급 비교

<표 4.4.29> 전차 점검결과와 안전등급 비교

구 분		전차(2022)		금회(2024)		증·감	변동원인
		등급	평균	등급	평균		
상부구조	바닥판	b	0.200	b	0.200		
	거더	a	0.100	a	0.100	-	-
2차부재	가로보 및 세로보	b	0.200	a	0.100	▲	일부손상 감소
기타부재	포장	a	0.100	a	0.100	-	-
	배수시설	b	0.200	b	0.200	-	-
	난간 및 연석	c	0.400	c	0.400	-	-
	신축이음	c	0.300	c	0.400	▲	일부손상 증가
받침	교량받침	b	0.150	b	0.150	-	-
하부구조	교대	b	0.200	b	0.200	-	-
	기초	q	-	q	-	-	-
내구성요소	탄산화(상부)	a	0.100	a	0.100	-	-
	탄산화(하부)	a	0.100	a	0.100	-	-



구 분	종합평가 지수	안전등급	비고
전차 정밀안전점검	0.175	"B"	
금회 정밀안전점검	0.179	"B"	변동없음

전차 정밀안전점검과 비교결과 금회 안전등급은 『B』(0.179)등급으로 전회차 상태평가 결과인 『B』(0.175)등급에서 등급변동은 없었으며, 보수된 손상이 있으나, 손상의 증가로 인하여 결함도 지수가 다소 증가된 것으로 분석되었다.

나. 공중이 이용하는 부위 전차 점검결과 비교

<표 4.4.30> 공중이 이용하는 부위 전차 점검결과 비교

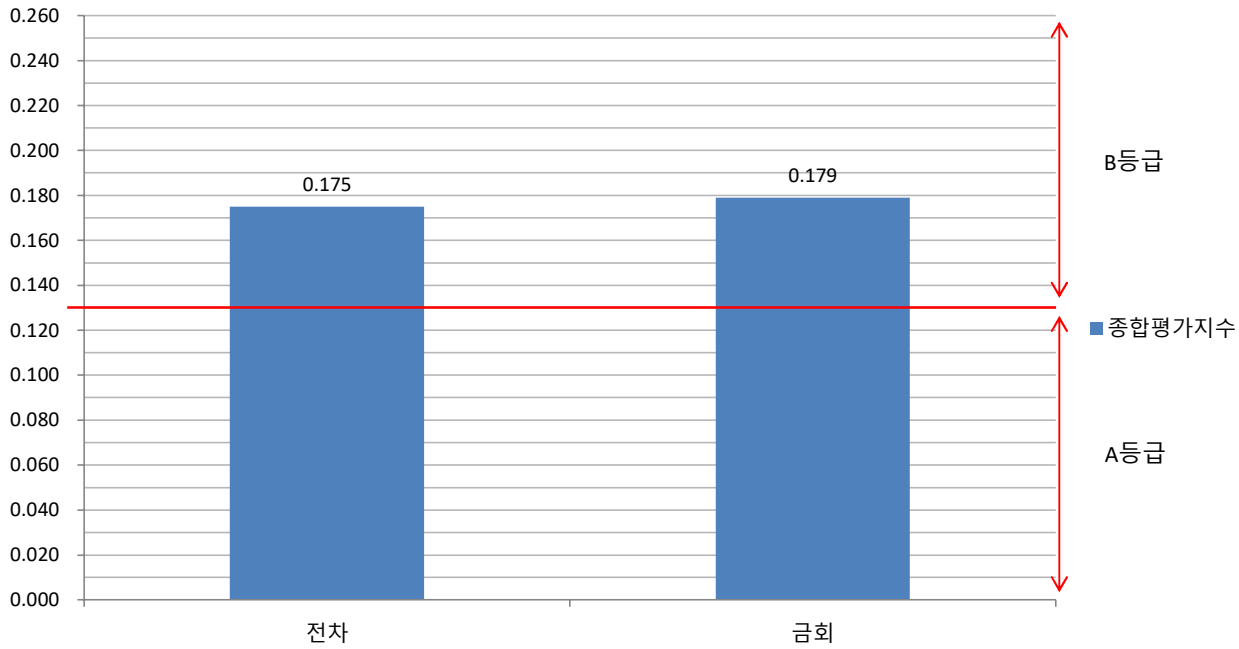
구 분	전차 정밀안전점검 결과	금회 정밀안전점검 결과
추락방지시설	B	A
도로포장	A	A
도로부 신축이음부	B	B
환기구 등의 덮개	A	A

금회 공중이 이용하는 부위에 대한 상태평가는 세부지침 개정에 따른 실시로서 분석결과, 공중의 안전에 영향을 미칠만한 중대결함 등에 해당하는 심각한 결함은 없는 것으로 검토되었다.

4.4.3 전차 점검결과와 비교

<표 4.4.5> 전차 점검결과와 안전등급 비교

구 분	종합평가 지수	안전등급	비고
2022 정밀안전점검	0.175	"B"	등급유지
금회 정밀안전점검	0.179	"B"	등급유지



금회 정밀안전점검결과 시공당시 발생한 초기결함과 환경적 요인에 의한 추가손상 및 공용 중 발생한 신축이음의 손상으로 인해 손상지수가 증가하였으나, 전차 정밀안전전검결과와 비교하면 금회 안전등급은 **『B』 (0.179)**등급으로 전차 결과인 『B』(0.175)등급으로부터 등급유지 되었으나, 일부 부재의 보수로 인해 결함도지수가 감소된 것으로 분석되었다.

4.5 보수·보강 및 유지관리 방안

4.5.1 보수·보강 우선순위 결정

각 시설물은 주부재와 보조부재로 이루어져 있으며, 이들 시설물에서 발생된 각종 손상(결함)에 대하여 보강을 보수보다, 주요부재를 보조부재보다 우선하여 보수·보강 순위를 정한다. 또한, 전체 시설물에서의 우선순위 결정은 각 시설물이 가지는 중요도, 발생한 결함의 심각성 등을 종합검토 후 다음 표와 같이 결정한다.

<표 4.5.1> 보수·보강 우선순위 결정 기준

구 분	순 위	내 용
단기대책	즉시	◦주요부재에 발생된 결함 및 손상이 커 내하력에 영향을 미치는 경우(철근이 노출되어 철근부식에 의한 내하력 저하 가능성이 있는 손상) ◦시설물의 안전관리에 관한 특별법 시행령 제12조, 시행규칙 제9조에서 정한 결함
	1순위	◦즉각적인 보수는 요구되지 않지만 내하력, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요한 경우 (철근부식 가능성이 있는 손상 또는, 기존 보수부 붕 손상이 발생되었으나 내부 상태를 관찰할 수 없는 경우) ◦교면 포장구간 차량 주행에 영향이 있는 경우
장기대책	2순위	◦기능발휘에는 지장이 없으나, 내구성 증진을 위해 연차보수가 필요한 경우 (방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성을 위해 보수가 필요한 경우)
	3순위	◦발생된 손상이 경미하여 유지관리를 통한 점검이 필요한 경우

4.5.2 보수·보강 방안 및 개략공사비

<표 4.5.2> 보수·보강 방안 및 개략공사비

구 분	손상내용	단위	보수물량	보수·보강 공법	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
방호벽	균열(cw=0.3mm미만)	m/ea	0.5	표면처리	43	21.5	3
	접속슬래브 파손	㎡/ea	1.8	단면보수	167	300.6	2
	파손	㎡/ea	1.4	단면보수	167	233.8	2
	보수부재균열	m/ea	1.8	표면처리	43	77.4	3
	차수판볼트불량	ea	4.0	재설치	60	240	3
배수시설	배수구토사퇴적	ea	3.0	청소	69	207	2
신축이음	후타재 망상균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	0.34	표면처리	43	14.62	3
	후타재 파손	㎡/ea	0.01	단면보수	167	1.67	2
	신축이음 부식	m/ea	2.4	재도장	68	163.2	2
바 닥 판	재료분리	㎡/ea	3.1	단면보수	167	517.7	3
	열화	㎡/ea	0.4	단면보수	167	66.8	3
교량받침	무수축몰탈 균열	m/ea	0.1	표면처리	43	4.3	3
교대	균열(cw=0.3mm미만)	m/ea	2.8	표면처리	43	120.4	3
	백태	㎡/ea	0.04	표면처리	43	1.72	3
순 공 사 비						1971	
제경비(순공사비×0.5)						985	
총 공 사 비						2956	

※보수물량은 손상물량과 동일하게 적용하였으며, 보수시 현장여건에 따른 보수물량은 증가될 수 있음.

※대상구조물 대한 실시설계시에는 접근성 등을 감안한 부대공 및 가시설 비용이 추가될 수 있음.

※순공사비는 부대공(교통통제 및 고소장비 등)을 제외한 개략공사비 합산금액이며, 부대비용은 현장 여건에 따라 금액 산정이 필요함.

※일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경될 수 있음.

4.5.3 유지관리 방안

가. 유지관리의 목적 및 필요성

도로시설물의 유지관리란 기존에 건설된 시설물이 기능을 보존케 하고 이용차량의 편의와 안전을 도모하기 위하여 기존 시설을 점검하고 손상된 부분의 원상복귀와 추가시설을 보완하여 수명기간 동안 안전과 기능을 충분히 발휘하기 위한 일련의 과정을 말한다. 도로시설물 유지관리의 주요내용은 ① 시설물 안전점검, ② 이상발견, ③ 보수필요여부 판정, ④ 적정 보수공법 선정, ⑤ 보수공사 실시, ⑥보수효과 확인 등으로 구분된다.

나. 중점유지관리 사항

금회 정밀안전점검 결과, 시설물의 안전성에 직접적인 영향을 미치는 구조적인 손상은 없는 상태이나, 향후 공용기간 증가에 따라 사용성 및 내구성을 저하시킬 수 있는 손상 및 시설물의 유지관리에 필요한 항목들에 대해서는 중점유지관리 항목으로 선정하여 보다 효과적으로 유지관리를 할 수 있도록 제시하였다.

<표 4.5.3> 주요 부재별 중점 유지관리 항목

구 분	손상 내용		대상부위	유지관리 항목
교면포장	◦ 상태양호		S1	◦ 신규손상 발생여부
방호벽	◦ 균열, 백태 ◦ 파손, 표면 불량 접속슬래브 방호벽 파손		S1	◦ 균열의 진전 및 확대여부 ◦ 손상의 진전 및 확대여부
배수시설	◦ 배수구 토사퇴적		S1	◦ 신규손상 발생여부 ◦ 배수구 막힘 확인

<표 4.5.3> 주요 부재별 중점 유지관리 항목(계속)

구 분	결함 내용		대상부위	유지관리 항목
신축이음	◦ 후타재 파손 ◦ 후타재 망상균열 ◦ 신축이음 부식		A1 A2	◦ 손상의 진전 및 확대여 ◦ 균열의 진전 및 확대여부
바닥판	◦ 재료분리		S1	◦ 손상의 진전 및 확대여부
거더	◦ 상태양호		S1	◦ 신규손상 발생여부 ◦ 보수부 재손상 여부
교량받침	◦ 무수축몰탈 균열		A1	◦ 손상의 진전 및 확대여부
교대	◦ 균열,0.3mm미만, 백태		A1 A2	◦ 균열의 진전 및 확대여부 ◦ 손상의 진전 및 확대여부 ◦ 청소상태 확인

다. 부재별 점검요령

대상 교량의 부재별 주요점검 요령은 다음과 같다.

1) 교면포장

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷공통</td><td>● 균열
● 파손
● 마모</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷신축이음 전후, 구조물 경계부</td><td>● 파손, 단차, 이격</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷배수구 주변</td><td>● 물고임</td></tr>
<tr><td>주
요
부
위</td><td colspan="2"> 
구조물 경계부
 
교면포장</td></tr>
<tr><td>점
검
요
령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
– 방호울타리측 양측 길어깨에서 도보점검
– 중차량 통행이 많은 차선, 곡선부 외측, 급정지 구간 주변의 손상 점검
– 신축이음 전후 및 경계부의 단차 점검
– 교면 위 물고임 점검(가급적 비온 직후 점검)

◦ 손상발생시 조치
– 손상이 확연한 부분은 위치, 규모에 대하여 점검야장에 경간별로 기록 후 사진촬영
– 종방향 단차가 30mm이상 발생하여 추가손상이 우려되거나 주행안전성에 지장을 초래할 경우 즉시 보고하여 대책을 수립

◦ 점검 시 유의사항
– 길어깨는 교통사고의 위험이 높으므로 2인1조로 하여 차량 진행방향과 반대방향으로 걸어 가면서 점검
– 상세조사를 실시할 경우 신호봉 등을 사용하여 차량 유도 후에 안전하게 점검 실시</td></tr>
<tr><td>점
검
도
구</td><td colspan="2">● 사진기
● 5m자
● 균열자
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)
● 교통통제 기구(신호봉 또는 수기, 라바콘)</td></tr>
</table>

2) 방호벽

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷난간
▷방호벽
▷중앙분리대</td><td>● 균열
● 백태
● 재료분리
● 긁힘, 파손, 부식, 변형
● 부속시설 파손, 부식, 변형</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2"> 
접속슬래브 방호벽 파손(S1) 1.0m x 1.0m
 
방호벽</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
– 교량 한쪽에서 눈을 방호벽 높이 정도로 낮추어 방호벽의 전체 선형에 급격한 변화 부분이 있는지 점검
– 녹물이 흘러내려 미관을 해치는 부분이 있는지 점검
– 연속 받침부 방호벽은 콘크리트의 경우 부모멘트에 의한 균열(0.3mm이상)을 점검

◦ 손상발생시 조치
– 방호벽의 전체 선형에 급격한 변화부분이 있는 경우 교량받침이나 하부 구조의 침하가 있을 수 있으므로 해당부재 점검 시 참고할 수 있도록 기록
– 차량 충돌 등 외부의 강한 하중에 의한 손상일 경우 바닥판에도 영향을 줄 수 있으므로 바닥판 점검시 고려

◦ 점검시 유의사항
– 방호벽의 큰 변형이나 파손된 부분으로 통행인 또는 차량의 추락 위험이 있을 시 즉시 연락하여 추락 방지시설 등의 응급조치 필요</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">● 사진기
● 점검용 망치
● 줄자
● 균열자
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)
● 교통통제 기구(신호봉 또는 수기, 라바콘)</td></tr>
</table>

3) 배수시설

<table>
<tr><th colspan="3">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷배수구</td><td>- 격자판(grating)
- 유입구</td><td>● 파손, 누락, 변형
● 누수, 체수
● 막힘</td></tr>
<tr><td colspan="3">▷배수관</td><td>● 부식, 파손, 탈락
● 배수관 길이 부족
● 유출구 위치 부적절</td></tr>
<tr><td>주
요
부
위</td><td colspan="3"> 
배수구
 
배수구 토사퇴적</td></tr>
<tr><td>점
검
요
령</td><td colspan="3">◦ 점검방법
- 배수구는 길어깨측에서 도보로 점검하며, 배수구 설치간격, 유입구 누락, 그레이팅 파손 및 오물퇴적 확인
- 배수관은 교량하부 및 측면에서 육안 또는 망원경으로 점검하며 교량이 도로 위를 통과할 경우 배수관에서 유출된 물이 통행인이나 통행사량 바로 위로 떨어지지 않는지 점검
- 배수관의 물이 구조물의 부식을 유발할 수 있는 위치로 배수되는지 확인
- 배수관 지지장치 및 연결부 상태는 흔들어 보거나 망치로 두들겨서 점검

◦ 점검 시 유의사항
- 길어깨에서 점검 시 2인 1조로 하여 차량진행 방향과 반대방향으로 걸어가면서 점검하며 통행차량에 주의
- 접근장비 사용시 교통소통 및 안전에 유의</td></tr>
<tr><td>점
검
도
구</td><td colspan="3">● 사진기
● 드라이버(driver)
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)
● 교통통제 기구(신호봉 또는 수기, 라바콘)</td></tr>
</table>

4) 신축이음

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷본체</td><td>● 누수, 토사퇴적
● 유간 부족 및 과다
● 충격음
● 본체유동 및 파손, 부식</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷후타재</td><td>● 균열, 파손, 마모
● 단차, 이격(본체, 교면포장, 접속슬래브</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2"> 
신축이음 부식 (A1)
 
후타재 파손 0.1m x 0.1m(A1)</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
- 보도 혹은 방호벽측 길어깨부에서 점검
- 신축이음부의 유동, 단차, 파손으로 인한 충격음발생 여부 점검
- 고무재의 마모, 파손, 충진 씰재 노출로 차량통행 저해 및 방수기능 저하상태를 점검하며 교각, 교대위에서 신축이음 하부의 방수성 점검
- 방호벽측 신축이음의 방수기능 등 점검
- 신축유간 확보량이 확연히 의심스러운 경우 안전을 고려하여 길어깨 방호벽에서 약 50cm 떨어진 곳에 측정지점을 표시하여 하절기와 동절기에 동일위치에서 신축유간 점검

◦ 손상발생시 조치
- 신축이음 본체의 유동, 단차, 파손으로 주행안전성에 지장을 초래할 경우 즉시 보고하여 대책 수립

◦ 점검 시 유의사항
- 차량 진행방향과 반대방향으로 점검을 진행하며 2인1조로 점검수행
- 신축유간 점검시 통행차량에 유의
- 신축이음장치의 본체와 후타재의 일체거동 여부 확인</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">● 사진기
● 드라이버(driver)
● 줄자
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)
● 교통통제 기구(신호봉 또는 수기, 라바콘)</td></tr>
</table>

5) 바닥판

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷공통</td><td>● 균열, 망상균열
● 박리, 박락, 층분리
● 긁힘, 파손
● 철근노출
● 재료분리
● 누수 및 백태</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2"> 
재료분리 0.5m x 1.0m S1
 
재료분리 0.5m x 1.0m S1</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
- 교각이나 교대의 점검로에서 육안점검 혹은 교량하부에서 육안 또는 망원경으로 점검
- 주로 받침부나 중앙부 근처의 손상을 위주로 점검하며 접근이 어려운 원거리 점검은 손상이 의심스러운 경우에 망원경을 활용
- 도보접근이 불가능한 구간은 점검장비를 이용 근접 점검
- 균열의 진행 상황을 파악하기 위하여 균열의 시·종점을 표시해 두는 것이 필요하며, 정기적으로 진행여부 관찰
- 망상균열, 층분리, 누수나 백태흔적이 발견될 경우 점검용 망치를 두드려 나는 소리로서 내부결함의 존재여부를 추정(내부에 결함 존재시 외관상 건전한 부위에서도 펀칭전단파괴의 우려가 있음)

◦ 점검 시 유의사항
- 균열은 발생위치, 균열폭, 진전길이, 반복성(공통성) 등을 종합적으로 고려하여 발생원인을 규명하고 보수·보강 등 적절한 조치방법을 수립할 수 있도록 주의깊게 조사</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">● 사진기
● 망원경
● 균열자
● 점검용 망치
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)</td></tr>
</table>

6) 거더 및 가로보

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷공통</td><td>● 변형, 파손, 이상처짐
● 도장 손상, 부식, 오염
● 피로균열</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷연결부</td><td>● 볼트 및 리벳이완, 파손
● 이상음 발생
● 맞대기 용접부 균열</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷가로보, 브레이싱</td><td>● 현장이음부 볼트손상, 누수
● 용접부 및 용접부 주변 균열
● 연결불량</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2"> 
거더
 
가로보</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
- 도보접근이 불가능한 구간은 점검 장비를 이용하여 근접 점검
- 누수에 취약한 신축이음 하부, 배수구 주변 혹은 외측거더의 도장손상 및 녹 발생 조사
- 차량통과 시 삐걱거리는 소리 등 이상음이 들리면 소음발생 부위를 추정하여 기록 유지
- 다이아프램과 거더 연결부에 균열이 발생할 가능성이 높으므로 중점적으로 점검
- 가로보와 거더의 연결부는 용접 또는 볼트 연결이므로 볼트 풀림 및 용접부 균열을 점검

◦ 손상발생시 조치
- 눈에 띌 정도의 처짐이나 충돌에 의한 손상으로 추가손상이 우려되거나 주행안전성에 지장을 초래할 경우 즉시 보고하여 대책을 수립

◦ 점검 시 유의사항
- 강교는 가급적 콘크리트교에 비하여 가급적 밝은 날에 점검하는 것이 손상상태 확인이 쉬우며 망원경의 활용도 용이
- 균열은 경우에 따라 도장 표면에서 얇은 녹 흔적으로 나타나므로 주변 도장 제거 후 면밀하게 점검</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">● 사진기
● 균열자
● 망원경
● 확대경
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)</td></tr>
</table>

7) 교량받침

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷본체</td><td>● 부식, 변형
● 균열, 파손
● 가동받침의 유간부족 및 가동 장애요소
● 받침과 거더의 밀착상태
● 앵커볼트 파손</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷받침대</td><td>● 균열, 파손, 재료분리, 박리</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2"> 
교량받침 전경(A1)
 
교량받침 전경(A1)</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
– 점검로가 설치된 부분은 근접하여 점검하고 도보접근이 불가능한 부분은 접근장비를 이용하여 근접점검
– 가동받침의 가동여부는 가동면의 윤활재가 밀린 흔적이나 먼지 부착정도로 확인 가능
– 곡선교 내측단부 혹은 사교의 예각부 단부에 부반력으로 인한 받침과 거더의 들뜸 상태 점검
– 받침하부에 공동이 의심되면 철사, 드라이버등으로 찔러서 확인하고, 침하흔적은 앵커볼트의 체결상태 및 인접받침의 상태를 참고하여 확인
– 받침부의 물고임 부분은 누수부위의 확인 및 물고임 원인분석

◦ 손상발생시 조치
– 받침하부 교각 두부에 0.3mm 이상의 균열이 단부까지 진행된 경우 즉시 보고하고 안전성 검토 및 대책수립 필요

◦ 점검 시 유의사항
– 교각 두부에서 사진 촬영 및 점검 시 점검자 자신의 안전에 주의</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">● 사진기
● 균열자
● 줄자(5m자)
● 드라이버(driver)
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)</td></tr>
</table>

8) 교대

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th colspan="2">점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷공통</td><td colspan="2">● 균열, 박리, 박락, 재료분리, 백태
● 파손, 철근노출</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷두부</td><td colspan="2">● 두부 물고임
● 두부와 흉벽 경계부 균열
● 거더와 흉벽 신축유간 부족
● 받침부 균열 및 파손</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷벽체</td><td colspan="2">● 이동 또는 전도
● 수직균열 및 침하</td></tr>
<tr><td>주
요
부
위</td><td colspan="3"> 
균열 0.1mm / 0.4m (A2)
 
백태 0.1m x 0.4m(A1)</td></tr>
<tr><td>점
검
요
령</td><td colspan="3">◦ 점검방법
- 점검로에서 육안점검 혹은 교량하부에서 점검
- 교대 입지조건이 성토부 혹은 연약지반에 위치한 경우 전후방으로 교대 벽체가 기울었는지 확인하고 의심스러울 경우 실을 경사계로 확인(날개벽, 옹벽 포함)
- 0.3mm이상의 눈에 쉽게 띄는 균열을 조심

◦ 점검 시 유의사항
- 벽체에 수직으로 발생하는 균열은 건조수축에 의한 비구조적 균열이므로 우려할 바는 아니지만 폭이 넓은 교대에서 균열폭이 1mm이상이면 교대기초의 부등침하도 의심하여야 함
- 신축이음 유간이 벌어져 충격음이 발생하거나 닫혀 있을 경우 거더 상·하부와 흉벽사이 간격이 서로 차이가 나는지 점검하고 교대 전도 여부도 확인
- 교대 뒷면과 날개벽 사이에 공동이 발생했거나 흙이 침하된 경우 날개벽의 전도를 의심하여 점검</td></tr>
<tr><td>점
검
도
구</td><td>● 사진기
● 균열자
● 줄자(5m자)
● 사다리</td><td colspan="2">● 점검용 망치
● 경사계
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)</td></tr>
</table>

4.6 종합결론

4.6.1 외관조사

- 교면포장은 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나 공용기간 경과에 따라 신규 손상이 발생할 수 있으므로 지속적인 주의관찰이 요구된다.
- 방호벽 균열, 파손, 표면불량이 발견되었으며, 균열, 백태가 일부보수가 되었으며, 신규손상으로 접속슬래브 파손, 보수부재균열, 차수판볼트 불량이 조사되었다. 보수가 안 된 손상의 경우 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준으로 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 배수시설은 기존손상인 배수구 토사퇴적이 추가로 조사되었다. 배수의 역할은 문제 없지만 배수구 막힘으로 인한 2차 손상이 발생될수 있으므로, 청소가 필요할 것으로 판단된다.
- 신축이음 본체에서 신축이음 부식, 후타재 망상균열, 후타재 파손 등이 조사되었다. 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 바닥판은 기존손상인 재료분리가 조사되었다. 전차 점검과 비교시 신규손상으로 열화가 발견되었고, 열화의 손상이 수량 증가한 것으로 조사되었다. 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 거더는 내부긴장재의 노출, 충전결함 등은 없었으며, 보수에 대한 재손상은 없으며, 전차손상인 가로보에 대한 보수가 이루어졌다. 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 교량받침은 기존손상인 무수축몰탈파손, 받침콘크리트 파손이 보수완료 되었다. 금회 점검에서 무수축몰탈 균열이 신규손상으로 조사되었다. 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

- 교대는 전차손상인 망상균열, 재료분리, 차수판 볼트불량, 잡철근 미제거(녹발생), 폐기물적치, 파손이 보수가 되었고, 신규손상으로 균열, 백태가 조사되었다. 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결

함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

4.6.2 내구성 조사

- 콘크리트에 대한 내구성조사 결과, 콘크리트 비파괴강도 및 탄산화 깊이 등은 관련기준을 만족하고 있고, 전회차와 비교하여 대체로 내구성이 크게 저하되지 않은 상태이므로 콘크리트의 내구성에 대한 문제점은 없는 것으로 분석되었다.

4.6.3 상태평가 결과

- 부재별 상태평가를 실시한 결과, 방호벽, 신축이음, 거더, 교대 부재에 보수가 이루어져 손상지수가 감소하였으며, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 **『B』(0.179)**등급으로 전차 결과인 『B』(0.175)등급으로부터 등급 유지된 것으로 분석되었다.

4.6.4 종합결론

- 본 양노2교는 2017년에 준공되어 약 7년간 공용되고 있는 시설물로서 외관조사의 주요 손상은 방호벽 균열, 파손, 표면불량, 접속슬래브 파손, 보수부재균열, 배수구 토사퇴적, 신축이음 부식, 후타재파손, 후타재망상균열, 바닥판 재료분리, 열화, 교량받침 무수축몰탈균열, 교대 균열, 백태 등의 손상이 조사되었다.
- 금회 확인된 손상들은 시공 당시 발생한 초기결함과 공용 중 발생된 결함으로 조사되었으며, 일부 보수 된 손상들도 발견되었다. 손상들의 대해서 교량의 안전성에 직접적인 영향을 미치는 중대결함의 발생은 없는 것으로 분석되었다.
- 조사된 손상들에 대해서는 사용성 및 내구성 확보차원에서 보수가 필요하며, 우선 보수 대상은 주행차량의 주행안전성 및 주요부재의 내구성 확보를 위한 신축이음 후타재 파손, 후타재 부식 보수 등이다.
- 콘크리트에 대한 내구성조사 결과, 콘크리트 비파괴강도 및 탄산화 깊이 등은 관련기준을 만족하고 있고, 전회차와 비교하여 대체로 내구성이 크게 저하되지 않은 상태이므로 콘크리트의 내구성에 대한 문제점은 없는 것으로 분석되었다.
- 상태평가를 실시한 결과, 현재 시설물의 상태는 양호한 상태인 **『B』(0.179)**등급으로 전차 결과인 『B』(0.175)등급으로부터 일부 부재 보수가 이루어져 결함지수가 감소되었

으나 등급은 유지된 것으로 분석되었다.

- 본 시설물은 공용기간 증가에 의해 손상과 열화가 증가할 수 있으므로, 지속적인 유지관리가 필요하며, 발생된 손상(결함)에 대해서 내구성 확보와 기능유지를 위한 적절한 보수·보강이 이루어진다면 시설물의 공용에는 지장이 없을 것으로 판단된다.

4.6.5 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부

- 금회 정밀안전점검 결과, 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성은 필요하지 않은 것으로 조사되었다.

4.6.6 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 본 교량의 신축이음 본체 부식, 접속슬래브 방호벽 파손(탈락우려), 교좌장치 거동의 변화는 정기안전점검시 특별한 주의관찰이 실시되어야 할 것으로 판단된다.

4.6.7 기타 필요한 사항

- 본 교량은 서해안고속도로 상에 위치하고, 하부도로의 차량통행이 빈번하여 점검시 교량받침에 접근하는데 어려움이 있다. 원활한 유지관리와 작업 안전성 확보를 위하여 교대 전면부에 고정식 사다리 설치가 필요한 것으로 판단된다.

제 5 장 쌍학교

5.1 자료수집 및 분석

5.2 외관조사

5.3 내구성조사

5.4 상태평가

5.5 보수·보강 및 유지관리방안

5.6 종합결론

제5장 쌍학교

5.1 자료수집 및 분석

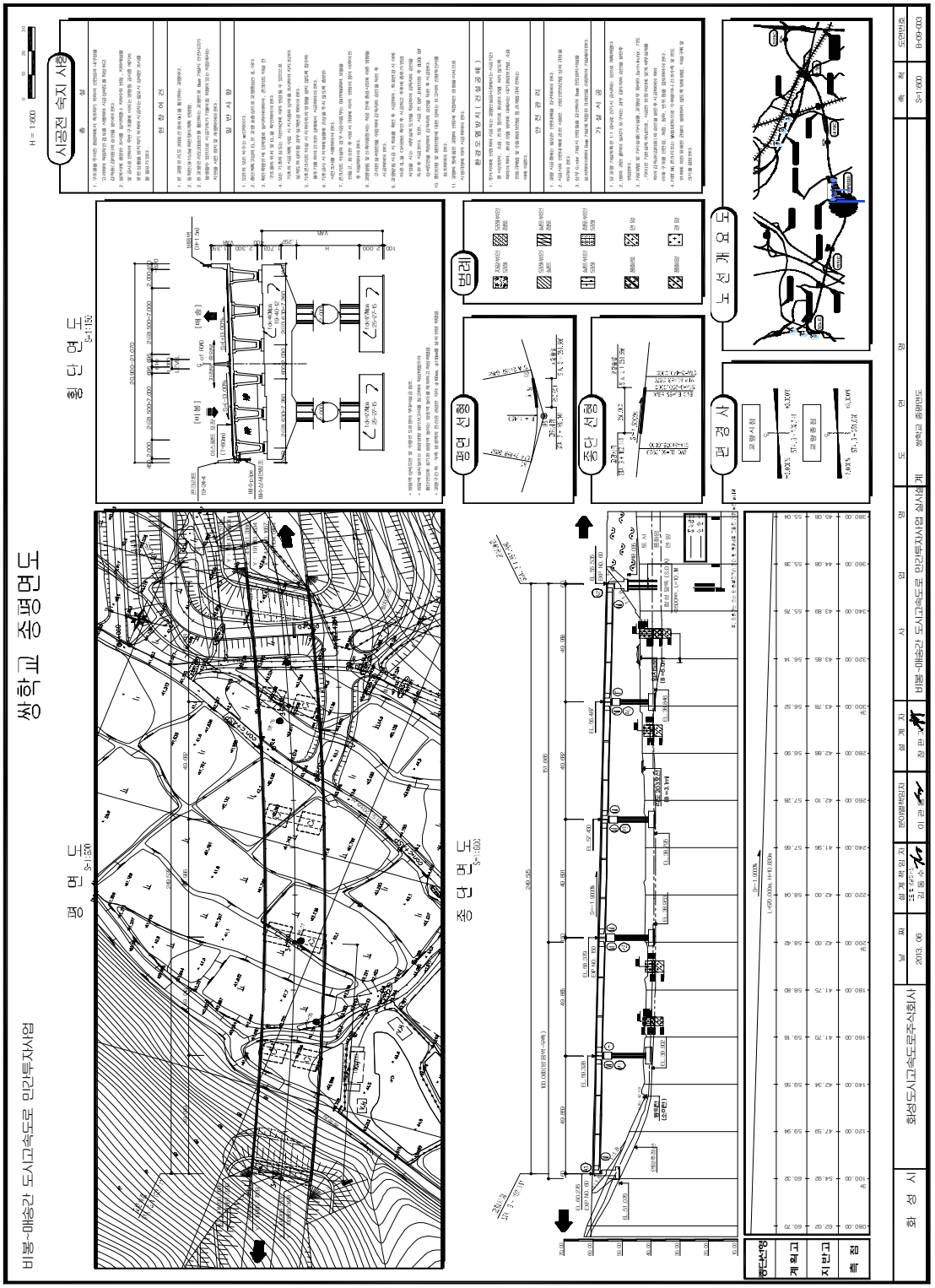
5.1.1 교량현황

본 과업 대상 시설물인 쌍학교에 대한 교량현황은 다음 표와 같다.

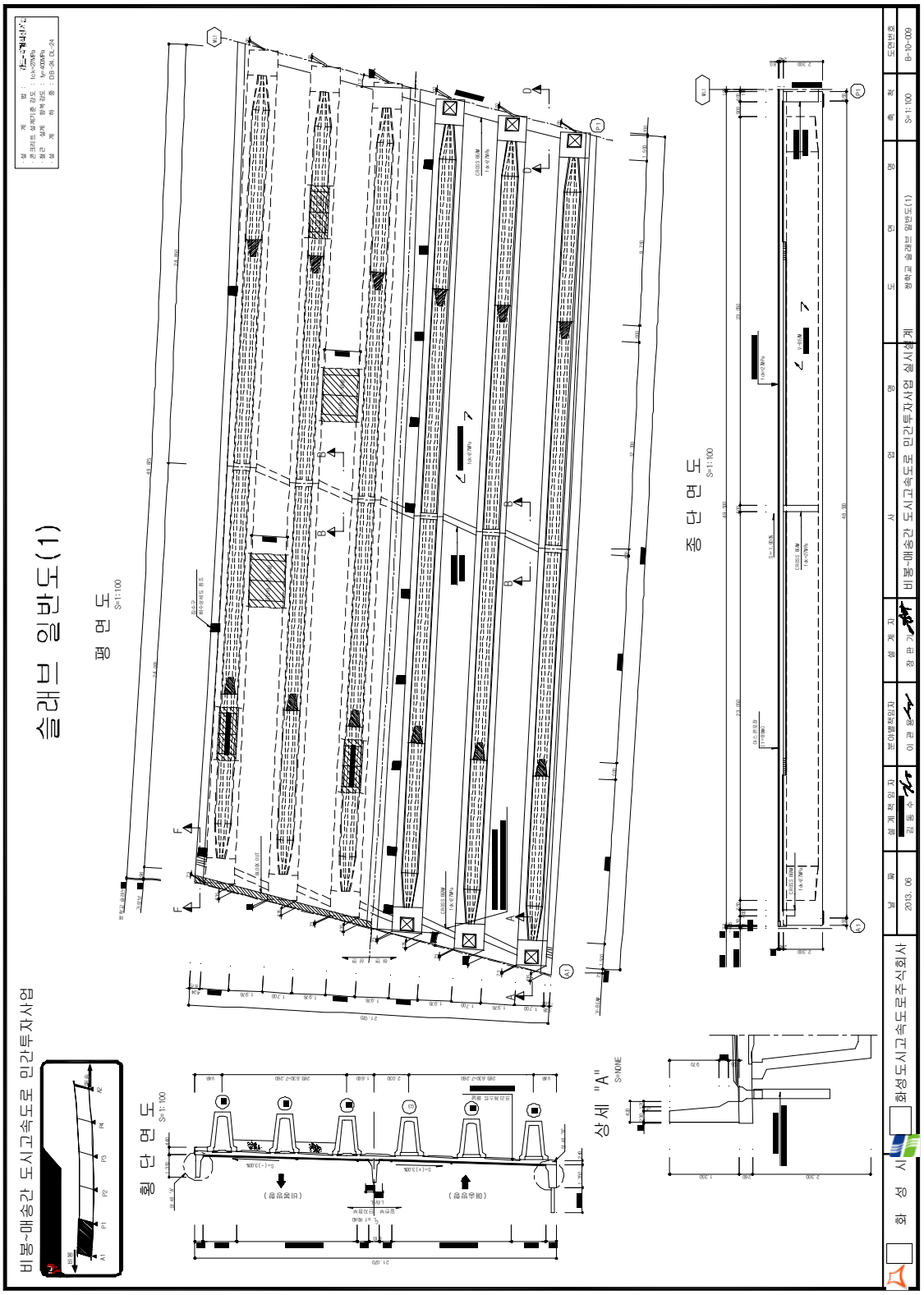
<표 5.1.1> 쌍학교 교량현황

<table>
<tr><th colspan="3">구 분</th><th>내 용</th><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td colspan="3">시설물명</td><td>쌍학교</td><td colspan="2">시설물번호</td><td>BR2017-0000447</td></tr>
<tr><td colspan="3">준공년월일</td><td>2017년 06월 30일</td><td colspan="2">관리번호</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="3">시설물위치</td><td colspan="4">경기도 화성시 비봉면 쌍학리 산40-47</td></tr>
<tr><td colspan="3">설계하중</td><td>DB(DL)-24</td><td colspan="2">노선명(이정)</td><td>STA.3K-102.000
~STA.3K-351.666</td></tr>
<tr><td rowspan="2">제원</td><td colspan="2">연장</td><td colspan="4">L=250.0m (5@50)</td></tr>
<tr><td colspan="2">폭</td><td colspan="4">B=21.07m 왕복4차로</td></tr>
<tr><td rowspan="3">구조
형식</td><td colspan="2">상부</td><td>V-BEAM</td><td rowspan="3">기초
형식</td><td>교대</td><td rowspan="2">A1 직접기초
A2 말뚝기초</td></tr>
<tr><td rowspan="2">하부</td><td>교대</td><td>역T형</td><td rowspan="2">교각</td><td rowspan="2">P1 말뚝기초</td></tr>
<tr><td>교각</td><td>Ⅱ형</td></tr>
<tr><td colspan="3">교량받침</td><td>탄성고무받침</td><td colspan="2">신축이음</td><td>New Monocell,
Finger-Joint</td></tr>
<tr><td colspan="3">교차시설물
(도로,철도,하천)</td><td>농로, 동학천, 리도203호선</td><td colspan="2">통과높이</td><td>5.0m</td></tr>
<tr><td colspan="3">부착시설내용</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td colspan="3">기타</td><td colspan="4">중점점검사항
- 붕괴유발부재 : 전 경간 인장부
- 교대 및 교각 균열, 누수, 파손, 재료분리, 망상균열
- 신축이음 후타재 균열, 부식
- 교량받침 무수축몰탈균열, 받침콘크리트 재료분리, 플레이트부식</td></tr>
<tr><td colspan="2">상부전경</td><td colspan="2">측면전경</td><td colspan="3">하부전경</td></tr>
<tr><td colspan="2">  </td><td colspan="2">  </td><td colspan="3">  </td></tr>
</table>

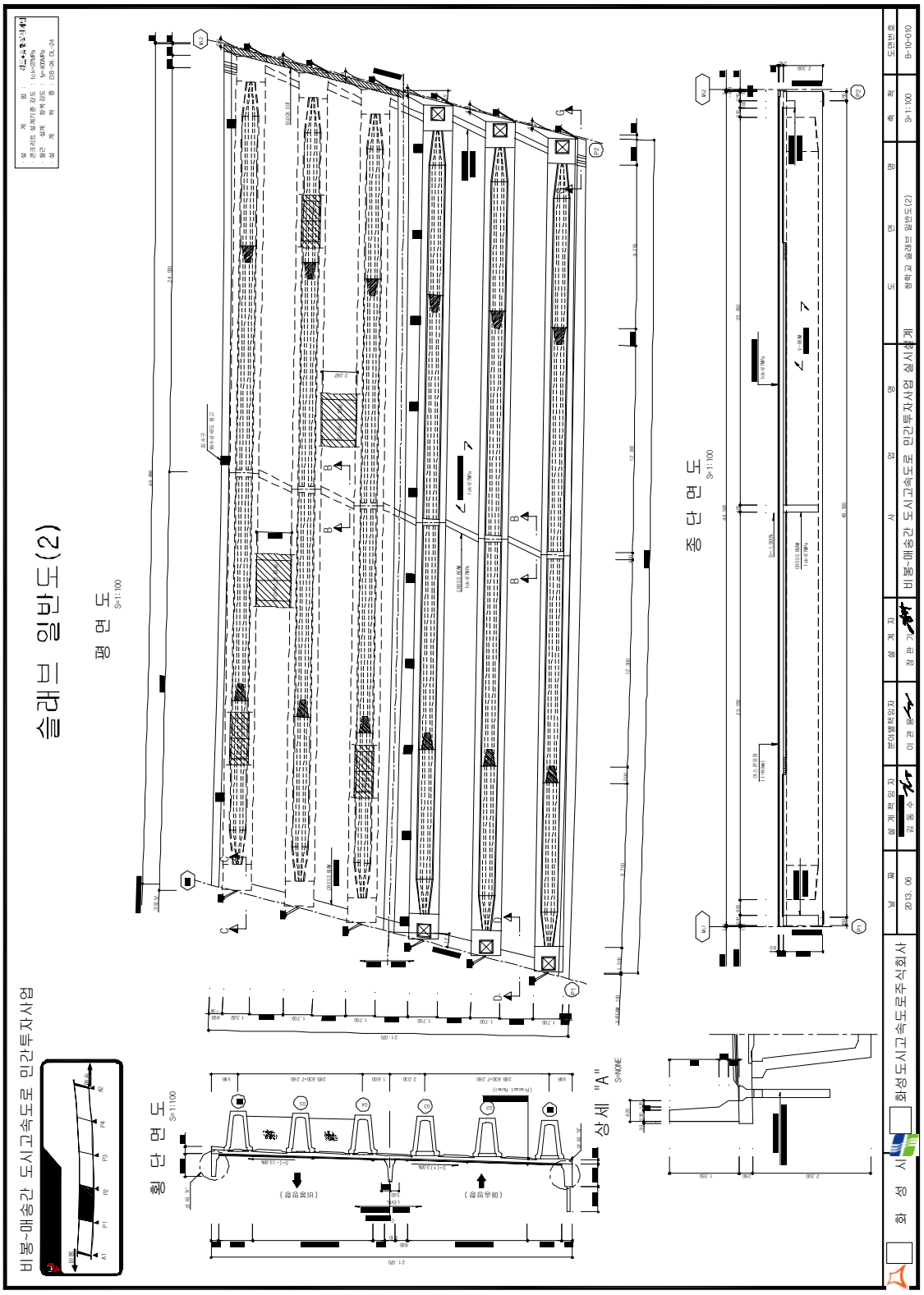
5.1.2 관련도면



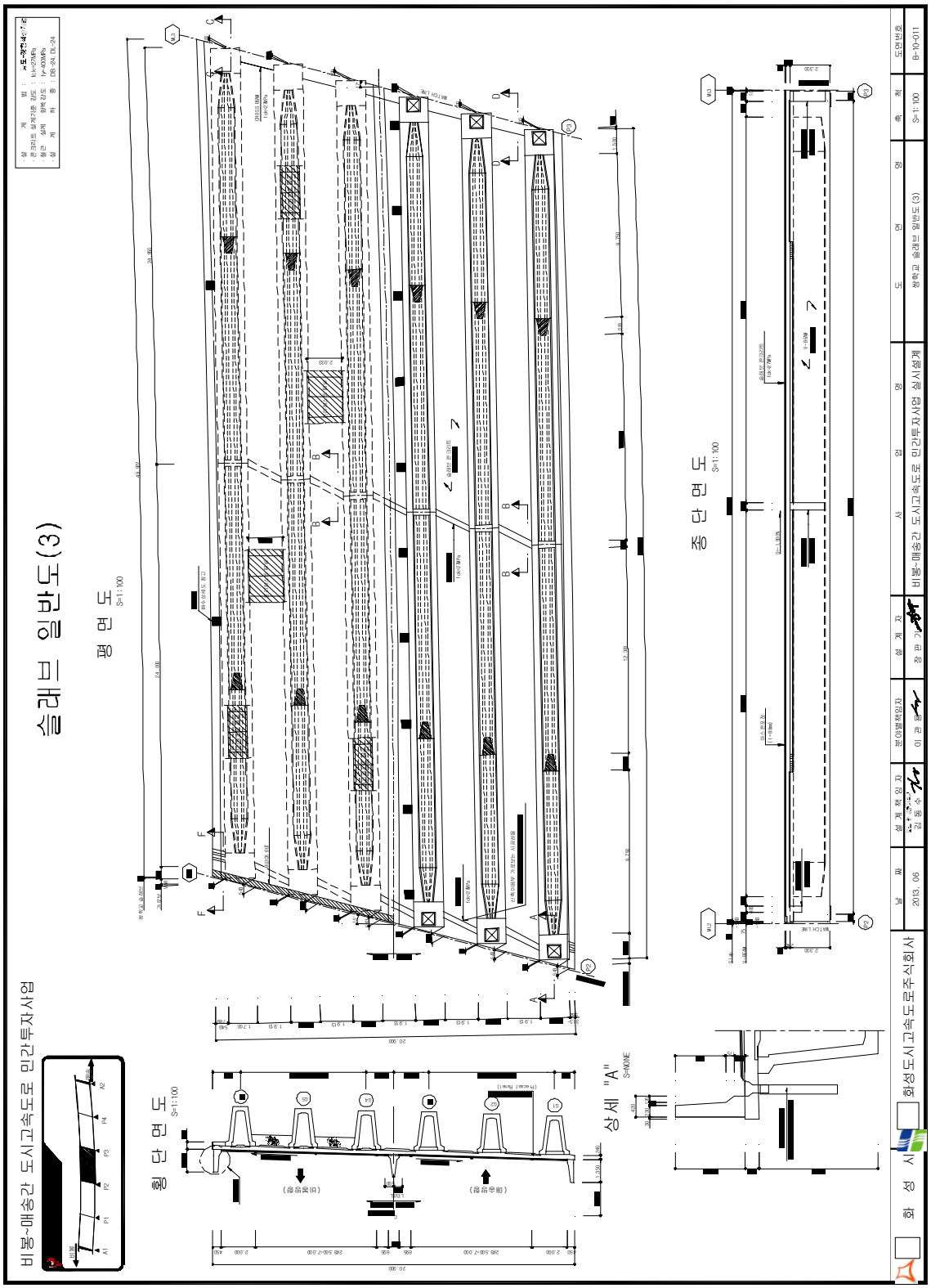
<그림 5.1.1> 종·평면도



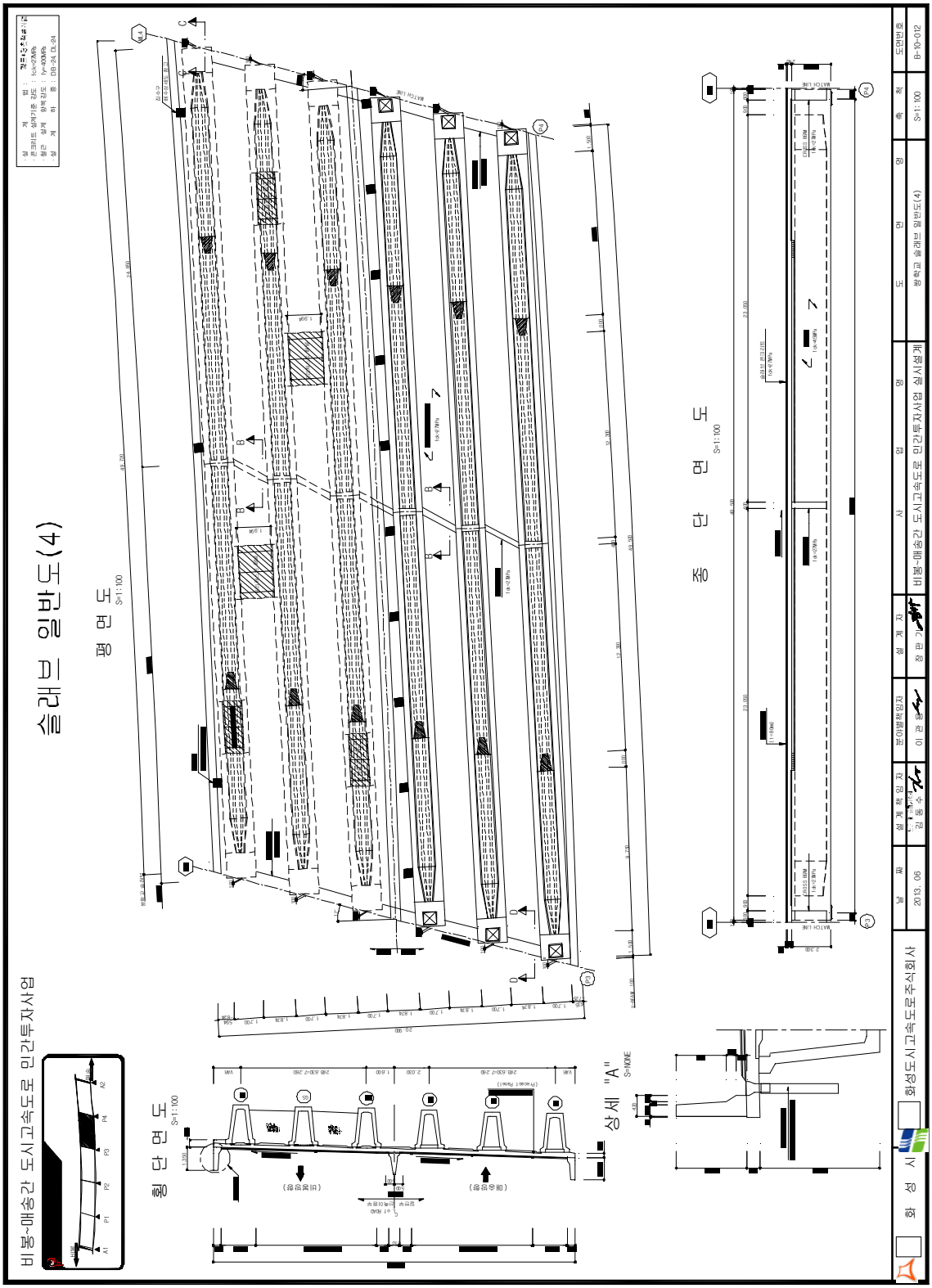
<그림 5.1.2> 슬래브 일반도(1)



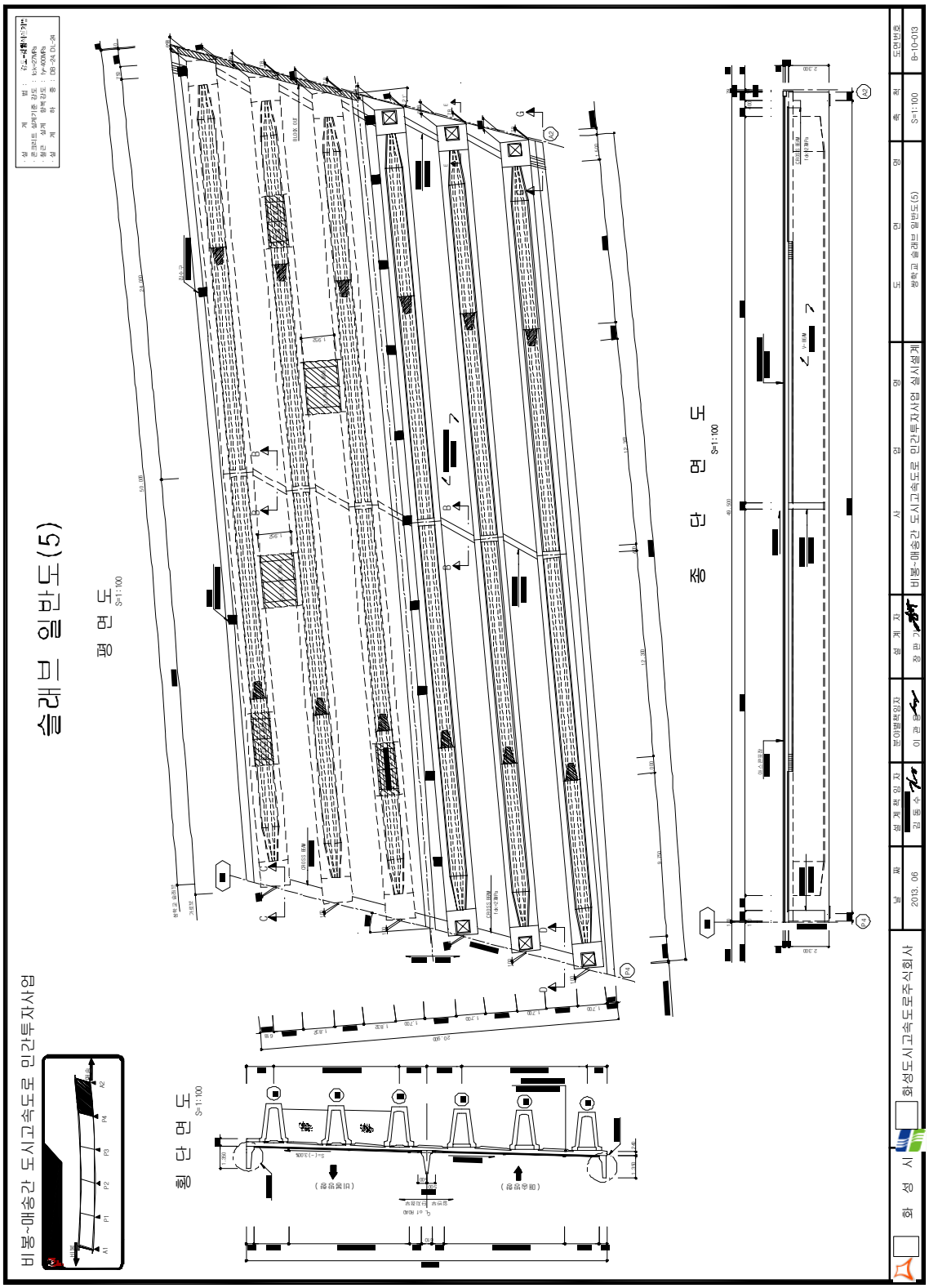
<그림 5.1.3> 슬래브 일반도(2)



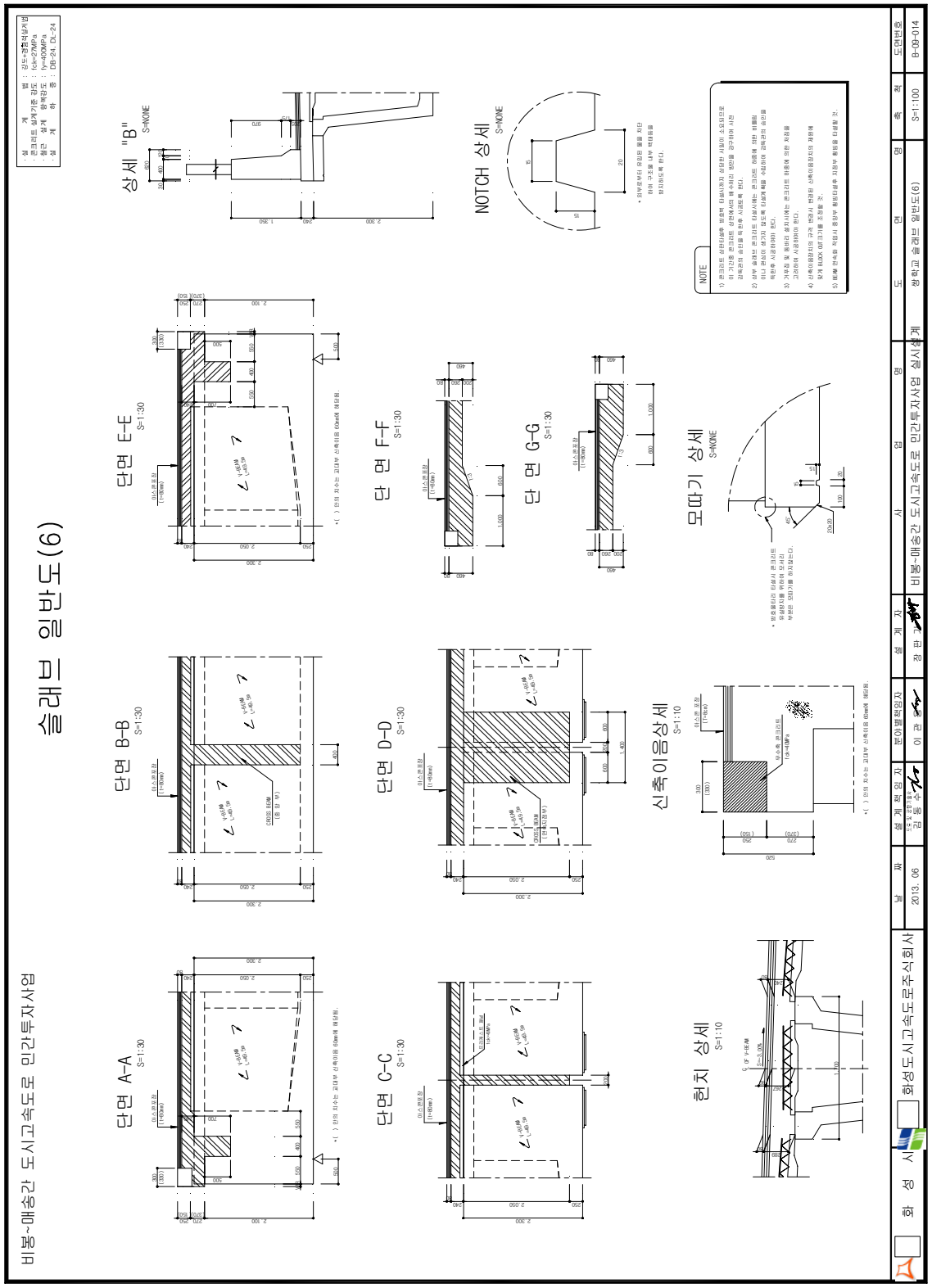
<그림 5.1.4> 슬래브 일반도(3)



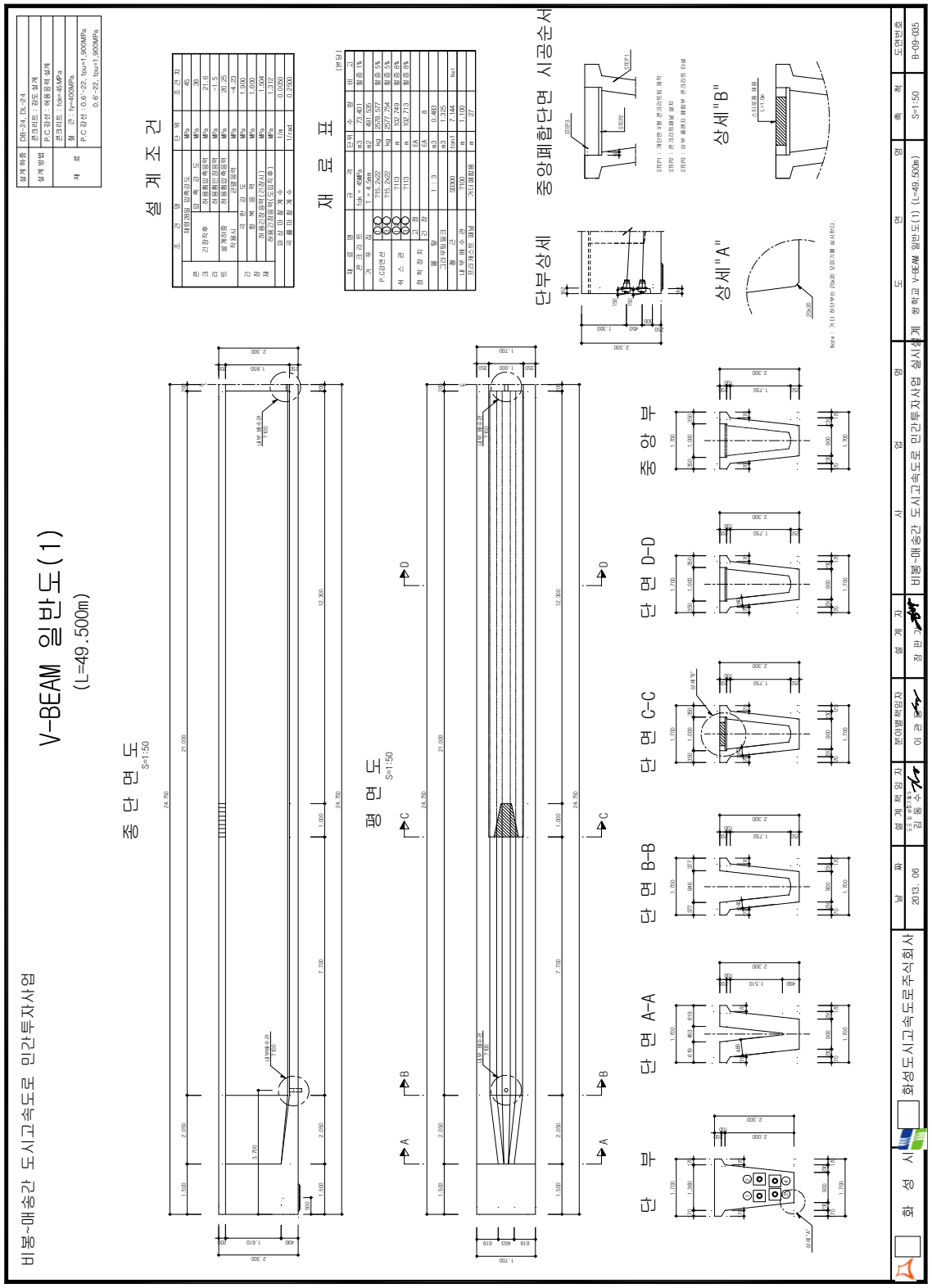
<그림 5.1.5> 슬래브 일반도(4)



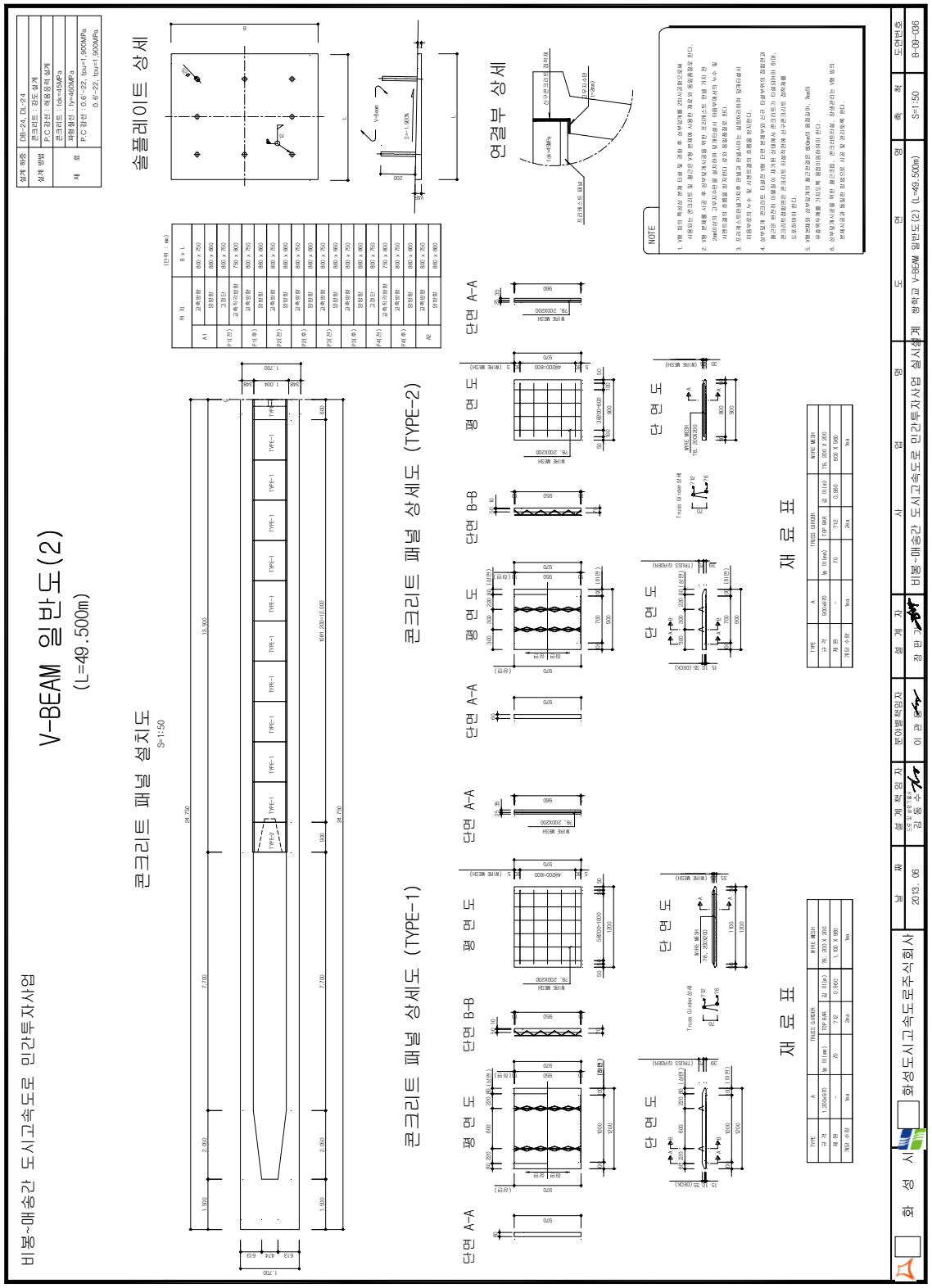
<그림 5.1.6> 슬래브 일반도(5)



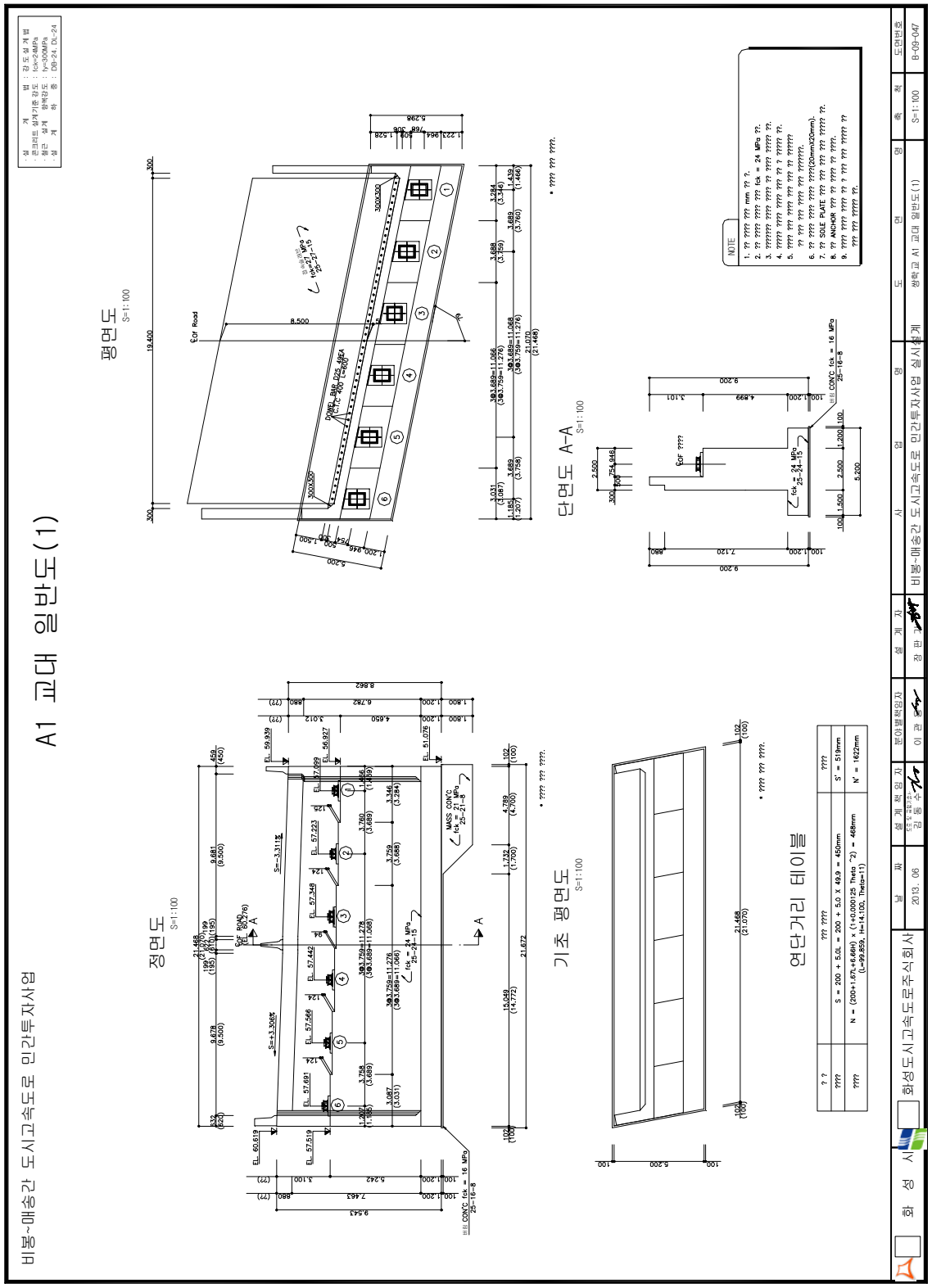
<그림 5.1.7> 슬래브 일반도(6)



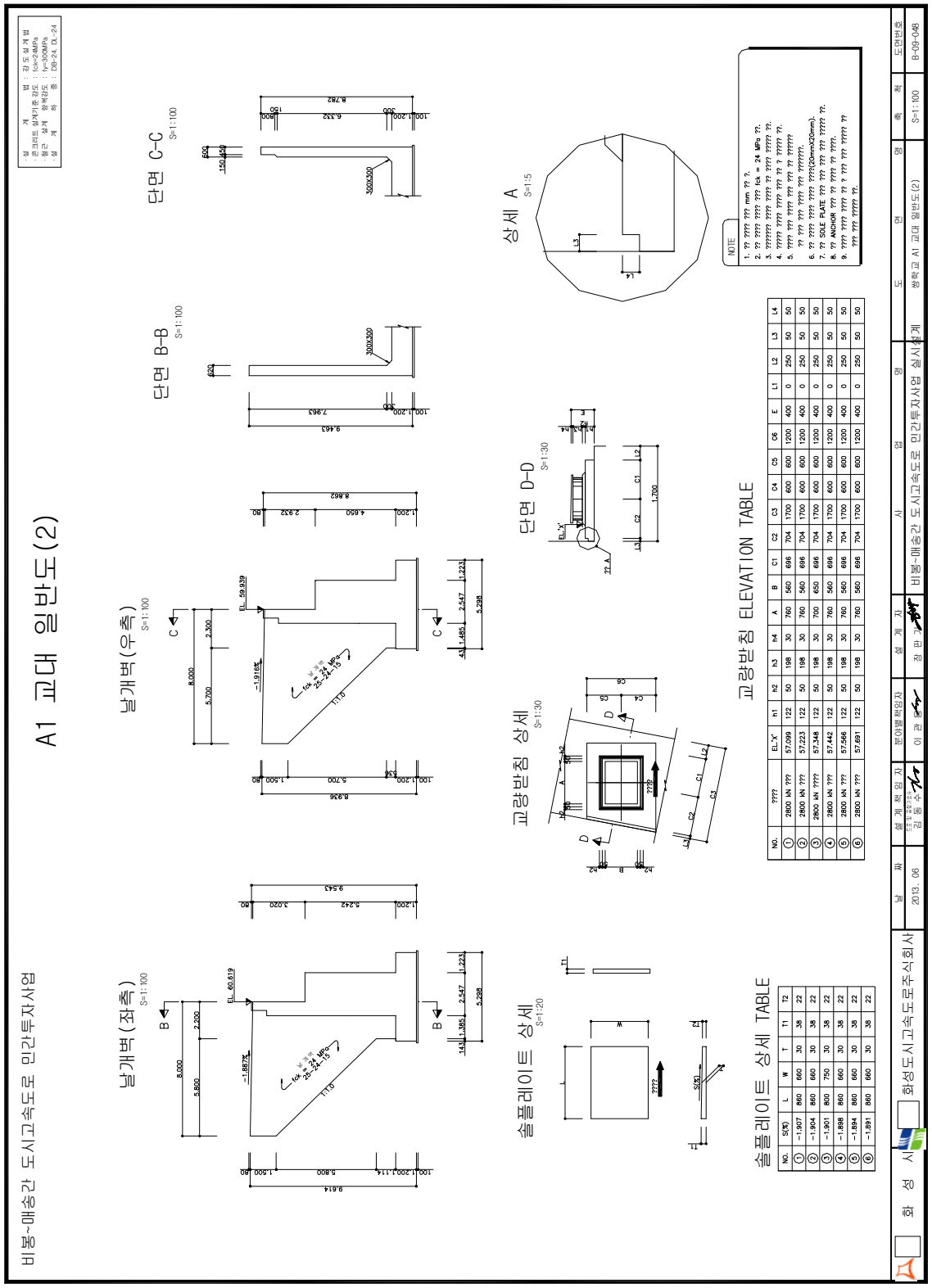
<그림 5.1.8> GIRDER 일반도(1)



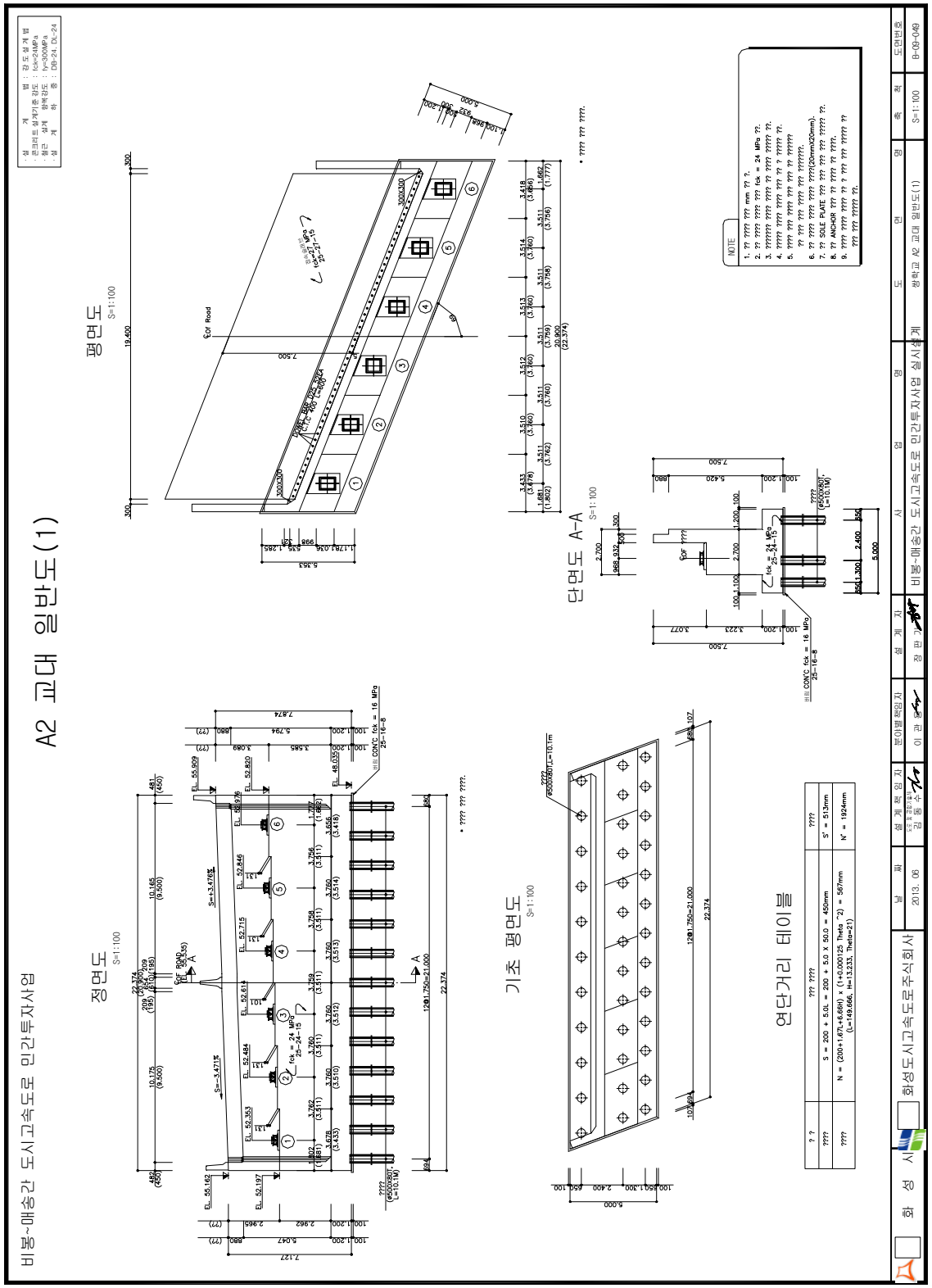
<그림 5.1.9> GIRDER 일반도(2)



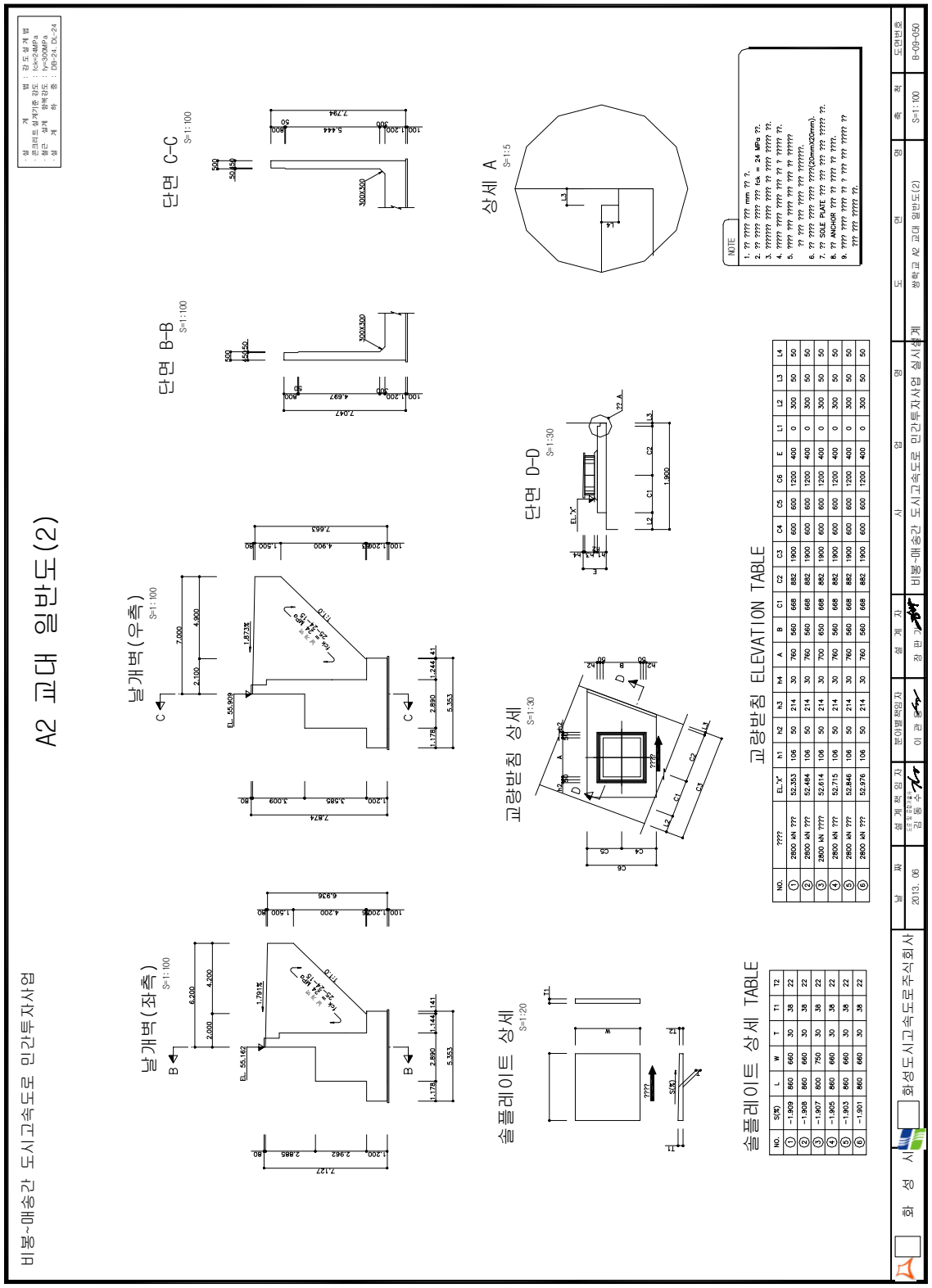
<그림 5.1.10> 교대 A1 일반도(1)



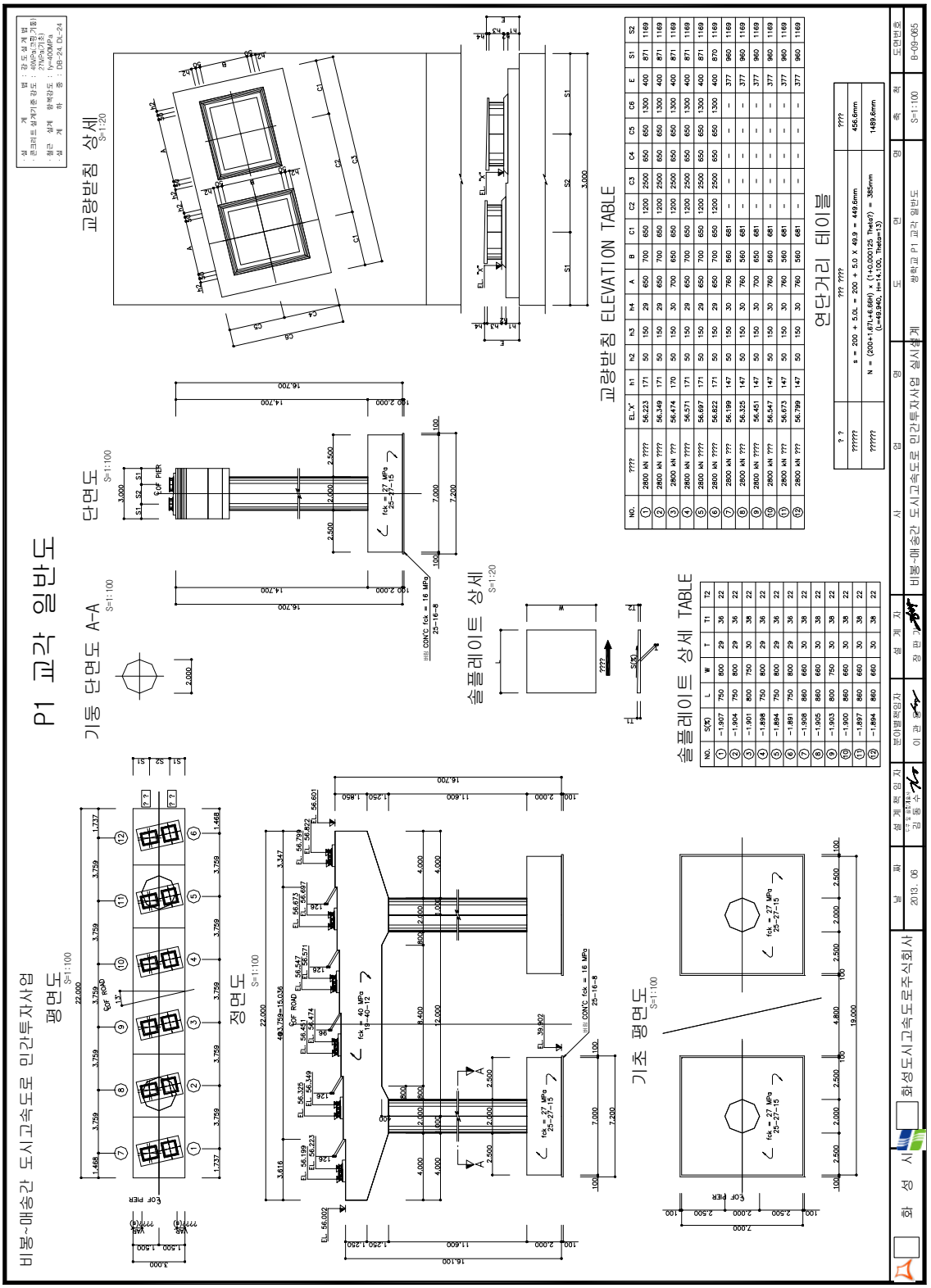
<그림 5.1.11> 교대 A1 일반도(2)



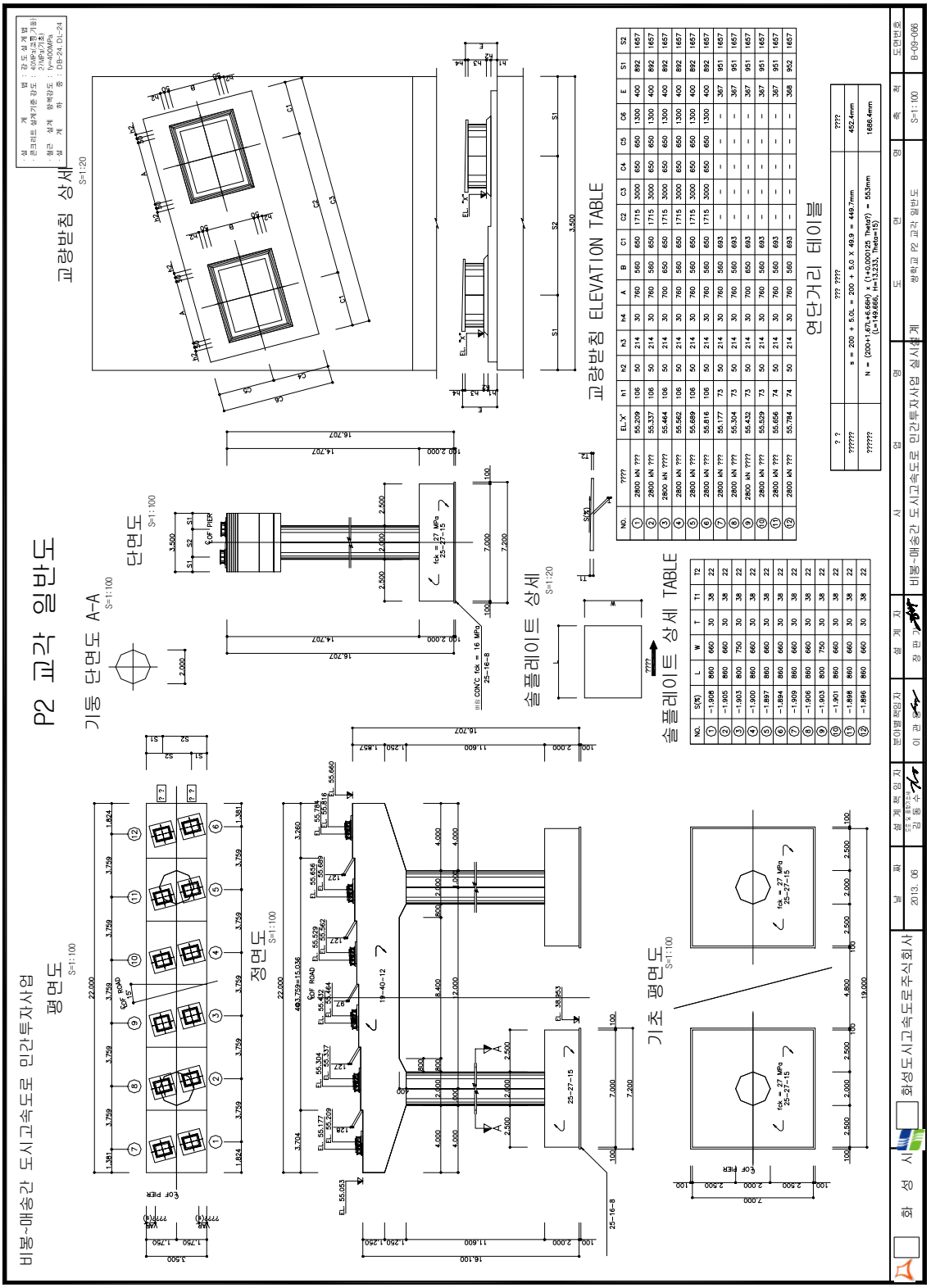
<그림 5.1.12> 교대A2 일반도(1)



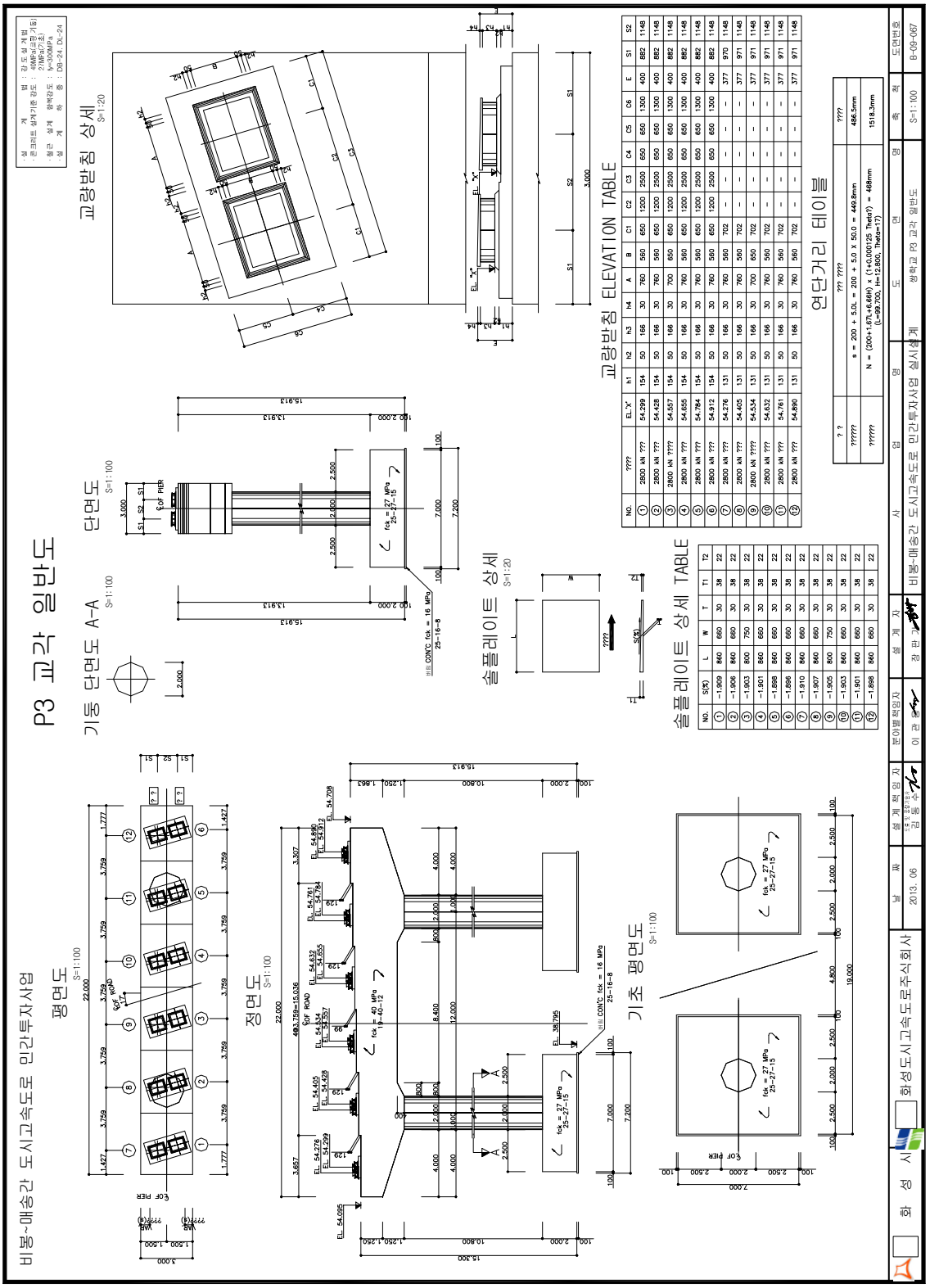
<그림 5.1.13> 교대A2 일반도(2)



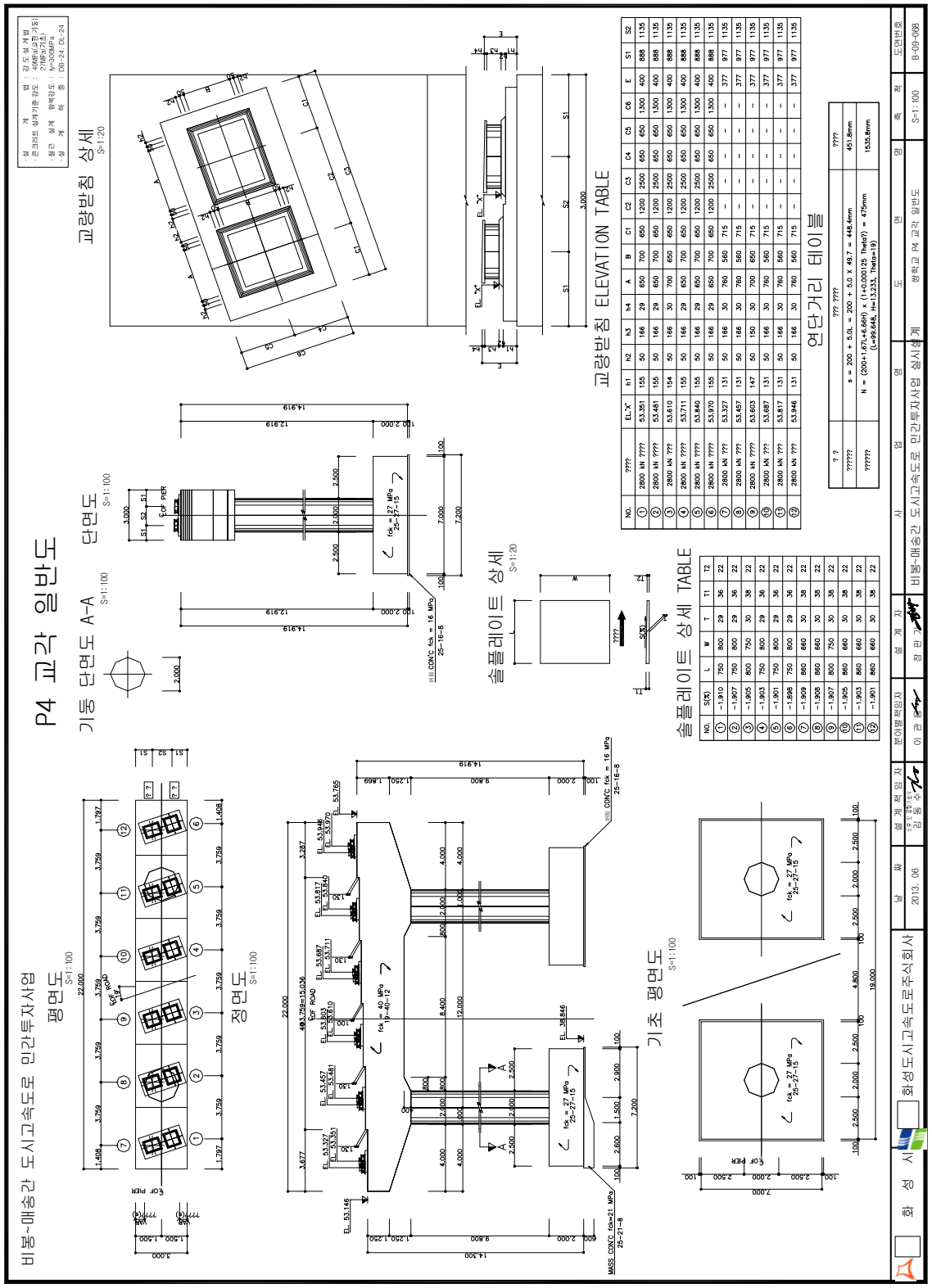
<그림 5.1.14> 교각 P1 일반도



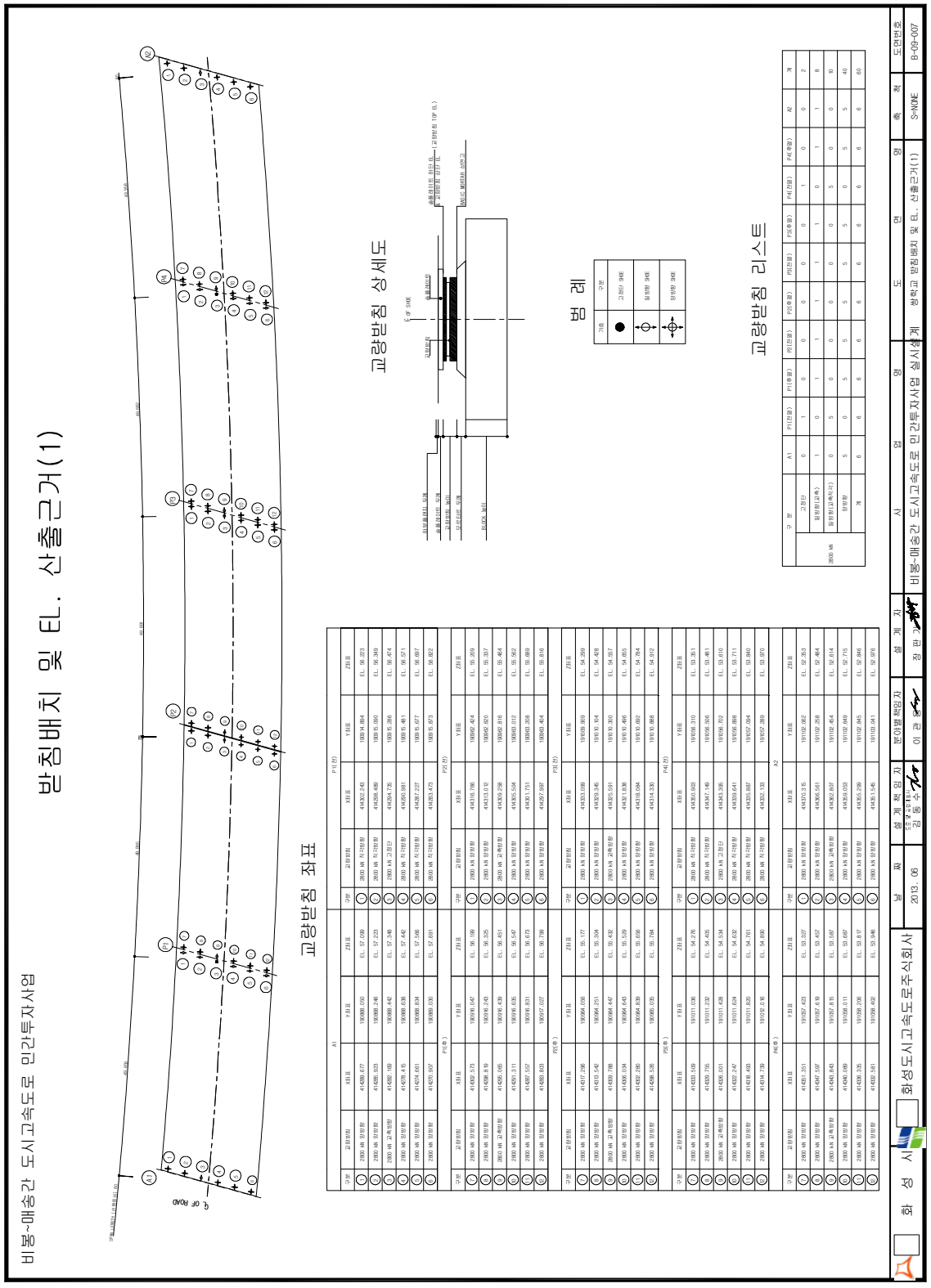
<그림 5.1.15> 교각 P2 일반도



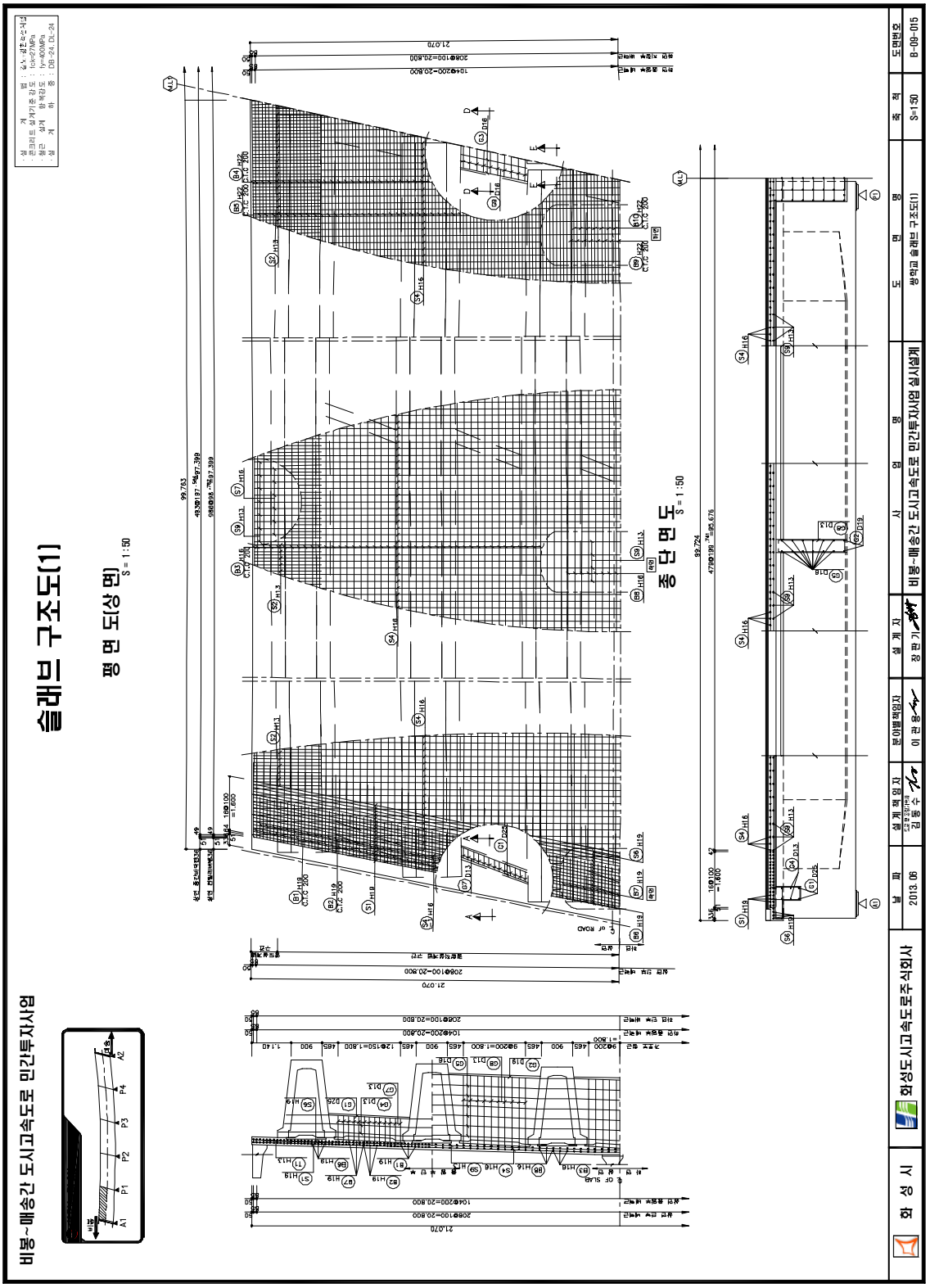
<그림 5.1.16> 교각 P3 일반도



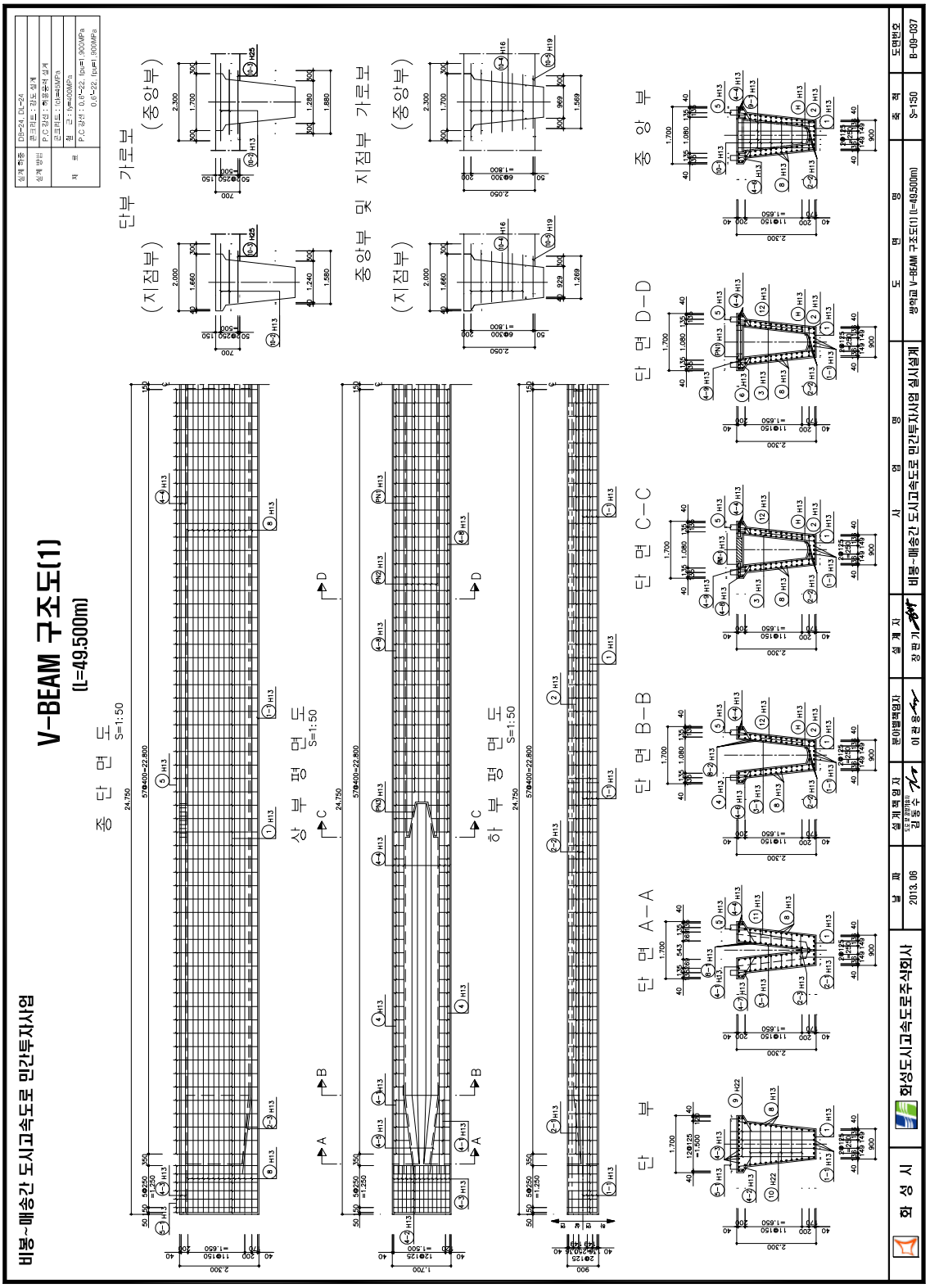
<그림 5.1.17> 교각 P4 일반도



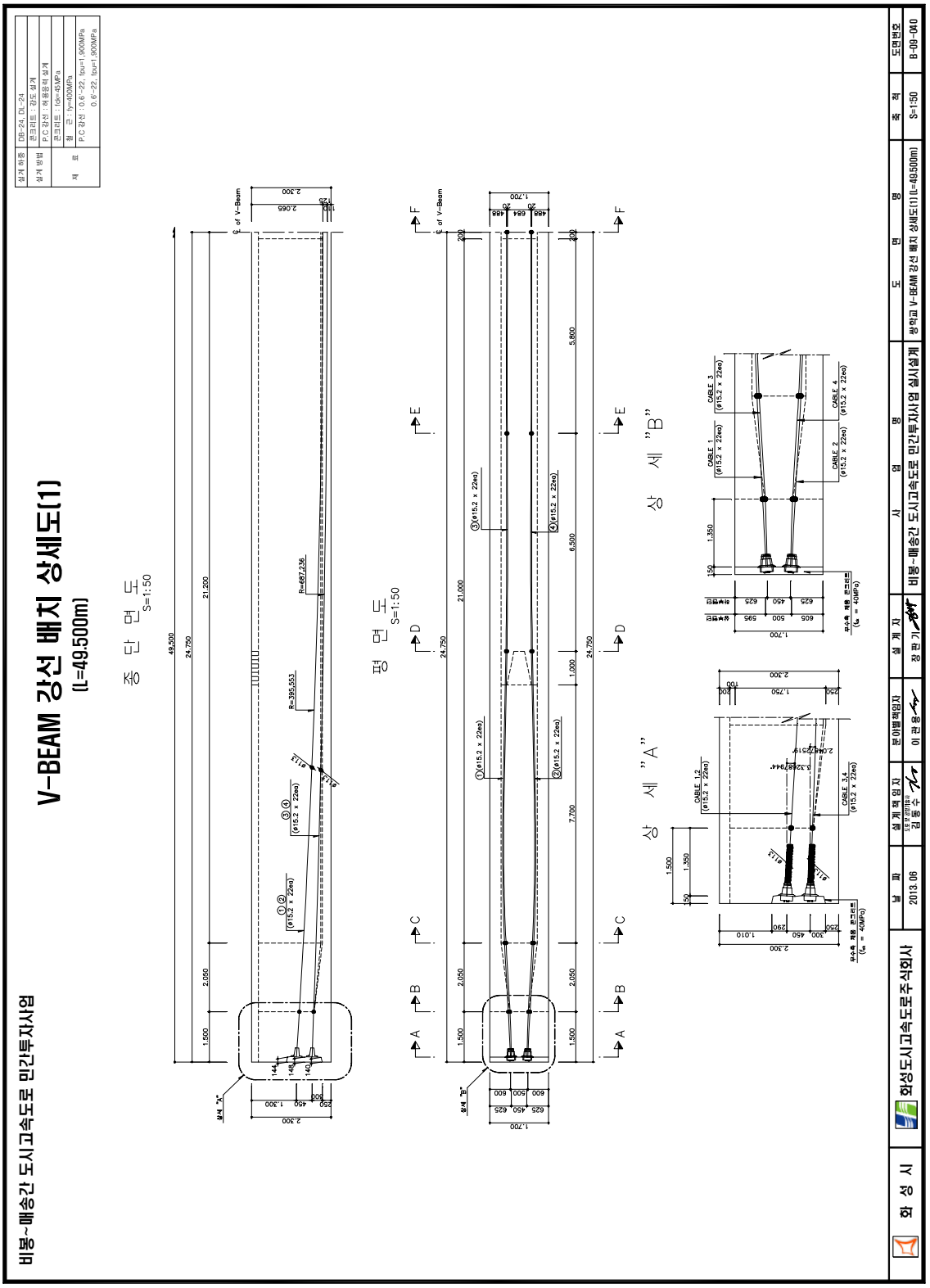
<그림 5.1.18> 교량받침 배치도



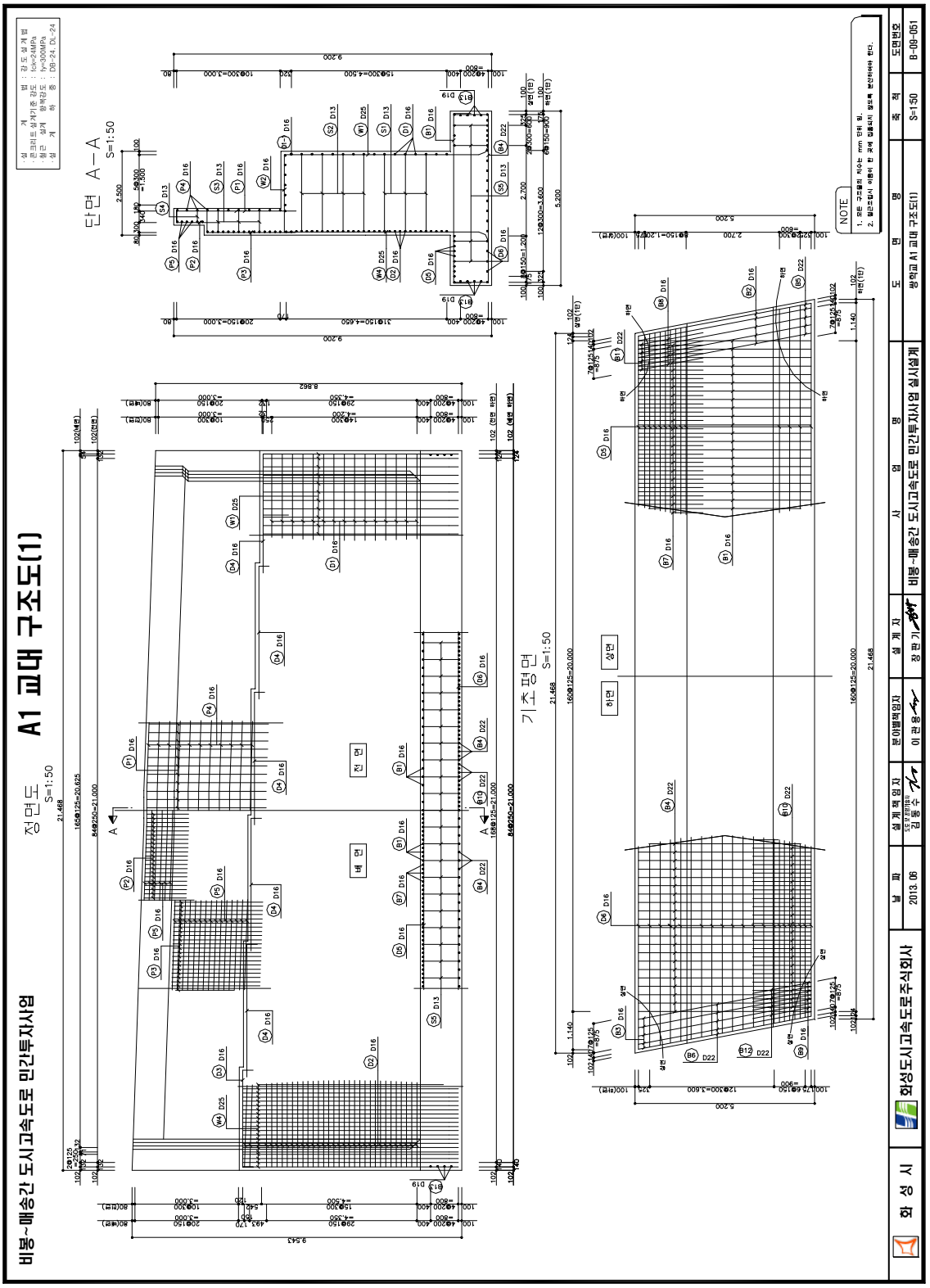
<그림 5.1.19> 슬래브 구조도



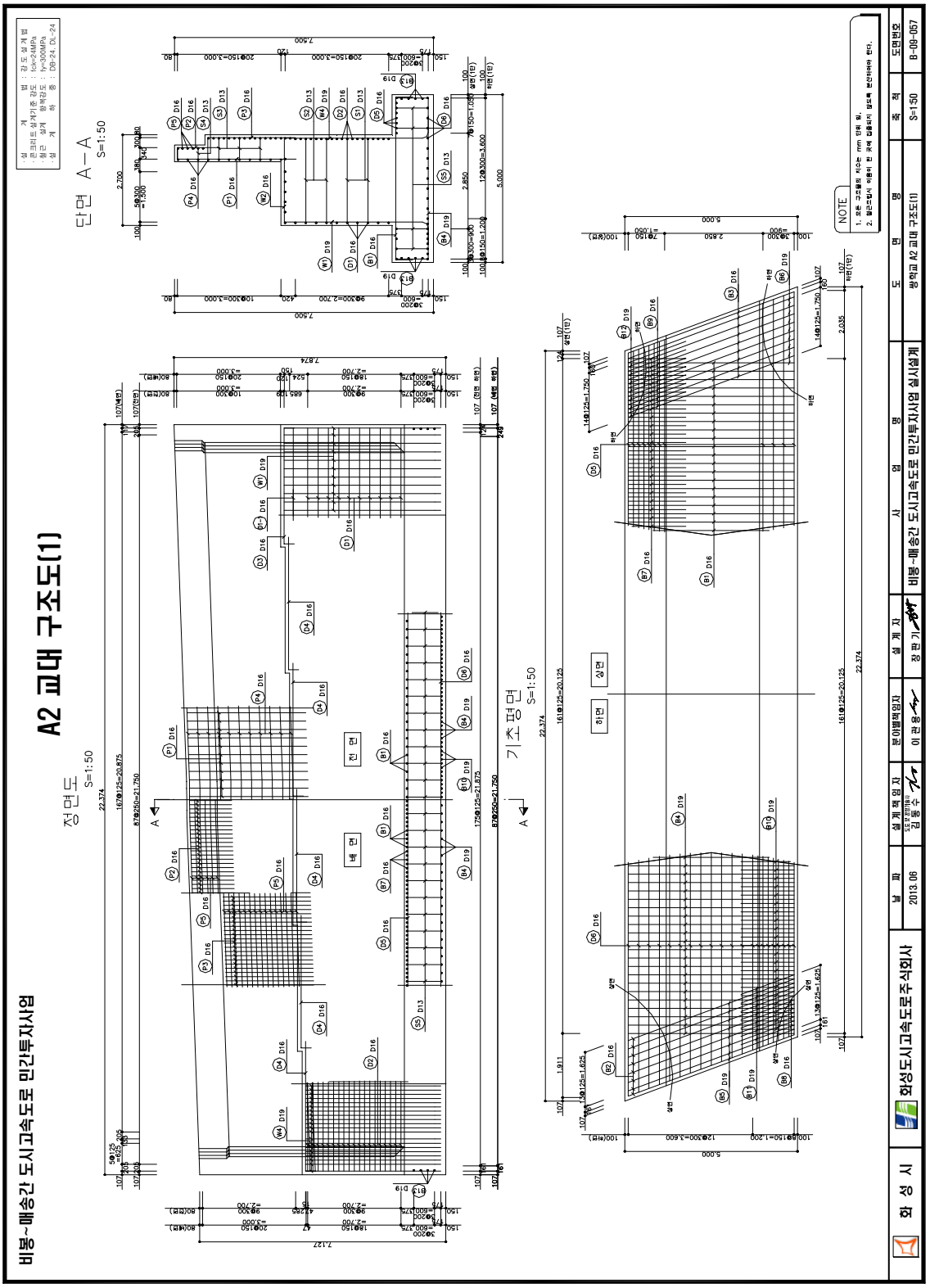
<그림 5.1.20> V-BEAM 구조도



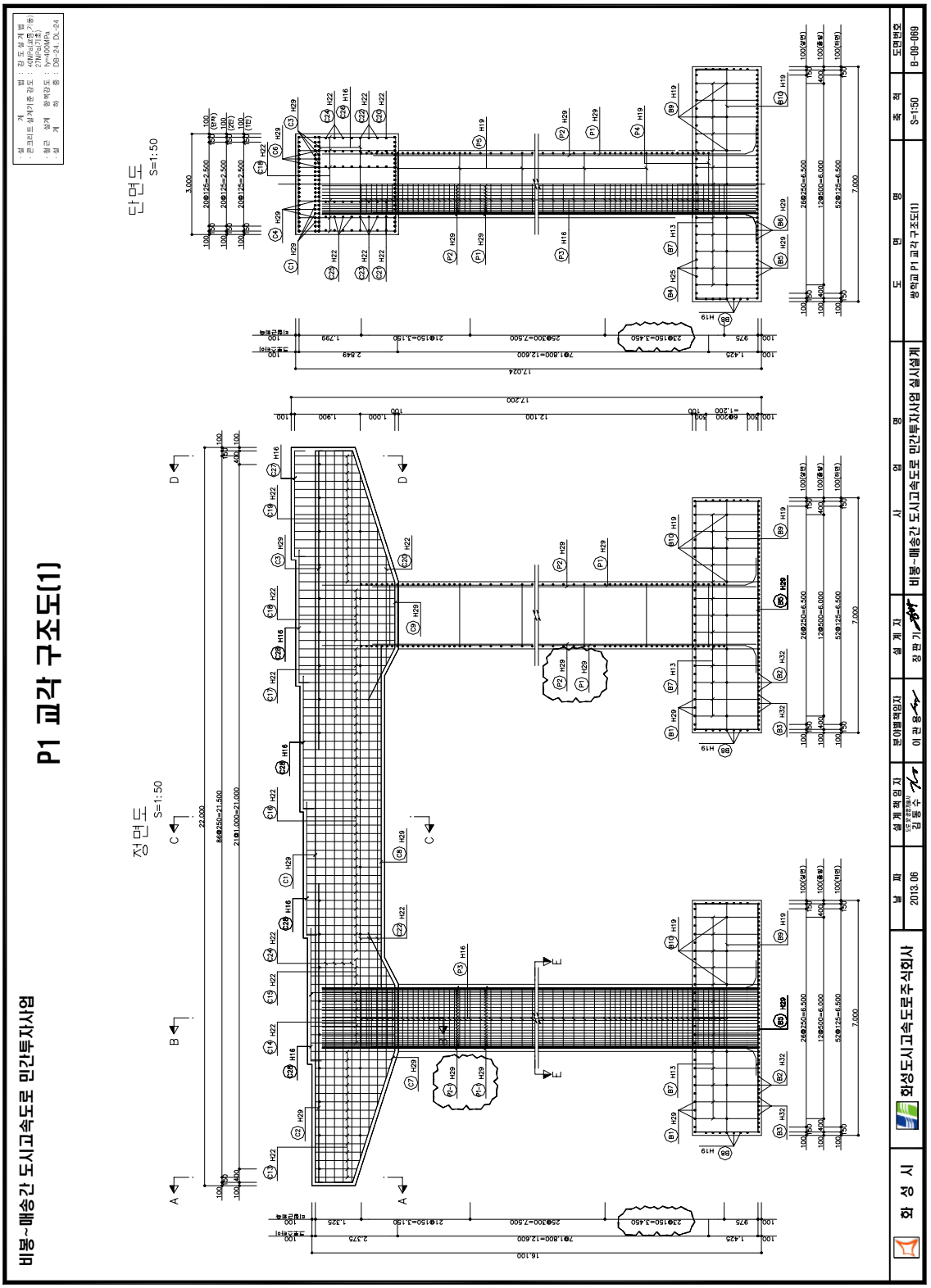
<그림 5.1.21> V-BEAM 강선배치 상세도



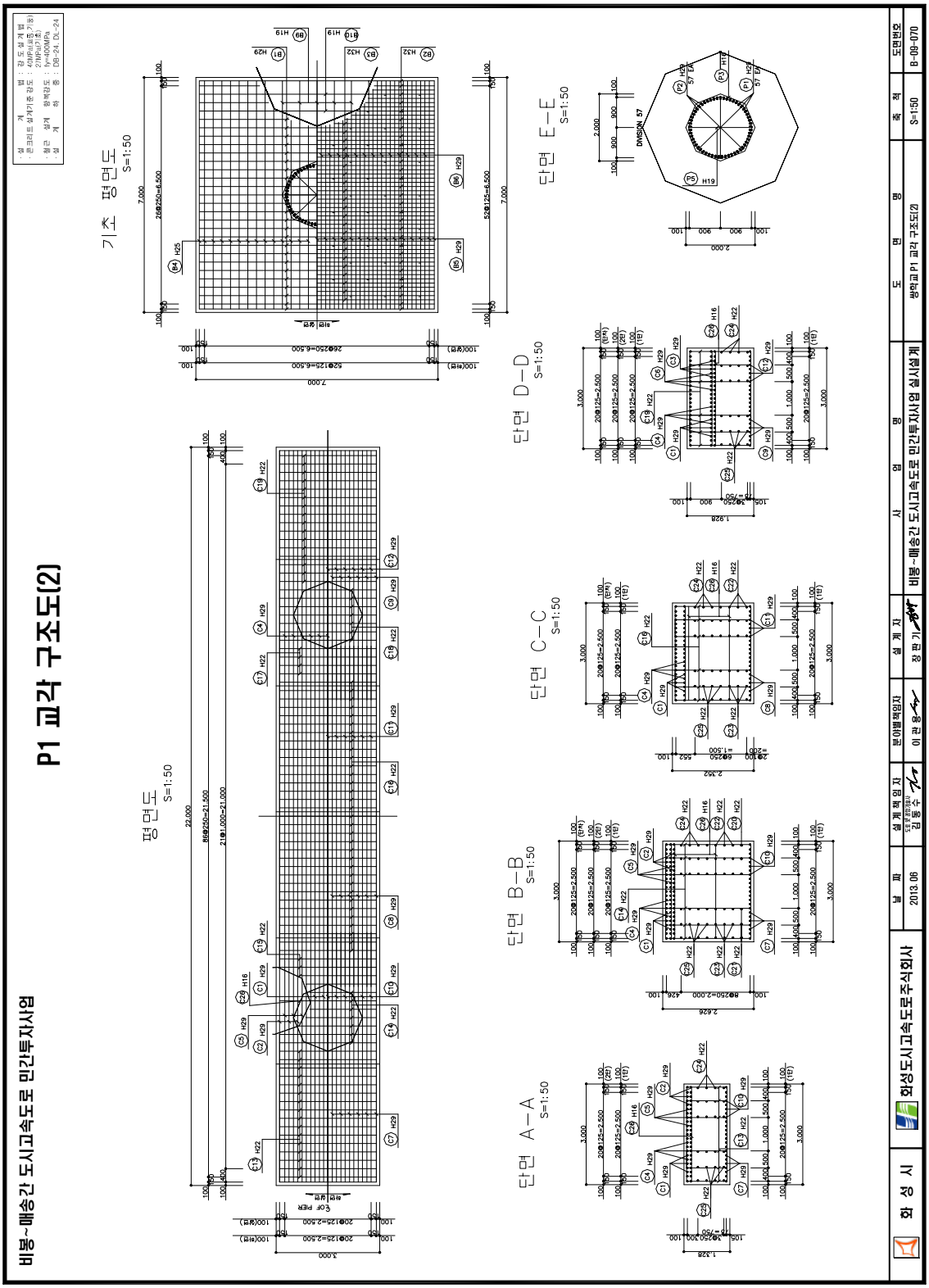
<그림 5.1.22> A1 교대 구조도



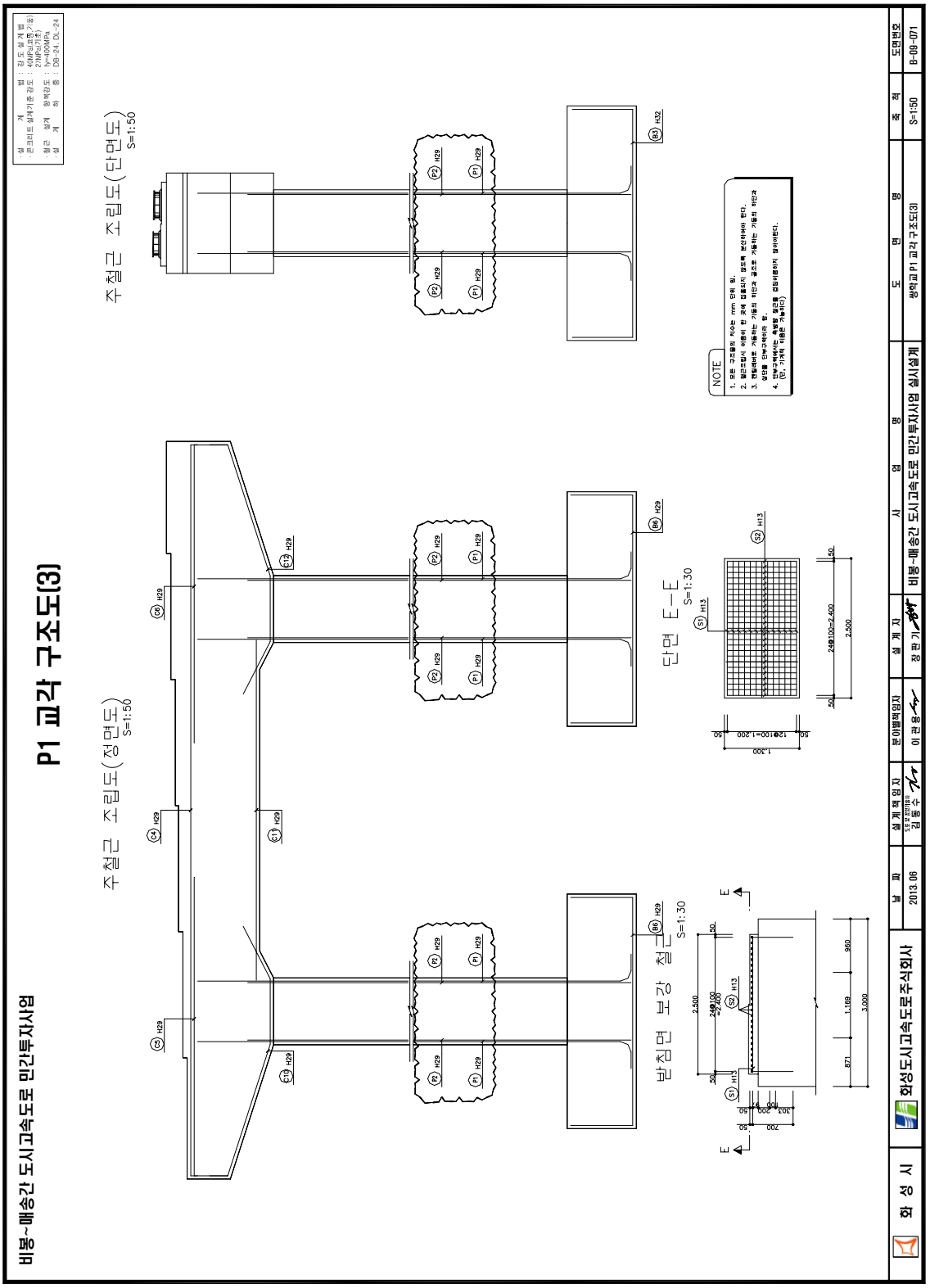
<그림 5.1.23> A2 교대 구조도



<그림 5.1.24> 교각 P1 구조도(1)



<그림 5.1.25> 교각 P1 구조도(2)



<그림 5.1.26> 교각 P1 구조도(3)

5.1.3 자료수집 및 분석

본 과업에 대한 자료조사는 현장을 답사하여 각각의 구조특성을 파악하고, 과업의 추진방향과 세부수행계획을 수립하였으며, 대상 시설물의 건설과 보수·보강 등에 관련된 설계도서 및 관련서류 등의 자료를 요청 및 수집하였으며, 수집된 자료는 다음과 같다.

가. 자료수집 현황

<표 5.1.2> 자료수집 목록

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

- 대상 교량에 대한 자료수집을 통하여 본 과업 수행을 위해 기존 자료들을 참조하고 준공당시 설계도서(2017년)와 2020년 정밀안전점검 및 전차 과업인 2022년도 정밀안전점검 보고서를 중점 활용하였다.

나. 기존 점검 및 진단 실시결과

본 교량은 준공 이후 시설물안전법에 따라 정기적으로 안전점검을 수행하였으며, 현재까지 초기안전점검 1회, 정기안전점검 11회, 정밀안전점검 2회로 총 10회를 시행하였으며, FMS에 등록된 점검이력은 다음과 같다.

<표 5.1.3> 기존 점검·진단 이력

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
1	초기안전점검	(사)한국건설안전기술사회	10,000	상태양호	2017-12-26	승인완료
	2017-04-03 2019-07-31	이석영	A등급	-	조정순	2017-12-01
2	정기안전점검	(사)한국건설안전기술사회	1,150	대체로 양호하나, 신축이음 하부 누수에 대해서는 장기적인 시설물 유지관리를 위해 유도배수관 설치가 필요하며, 흉벽부 균열에 대한 보수가 필요함.	2017-12-26	승인완료
	2017-11-27 2017-12-26	이석영	양호	-	조정순	2017-12-26
3	정기안전점검	(사)한국건설안전기술사회	1,150	방호벽, 신축이음 후타재등 일부 미세균열 발생	2018-06-27	승인완료
	2018-05-31 2018-06-27	이석영	양호	-	조정순	2018-06-29
4	정기안전점검	자체수행	1,347	대체적으로 양호하며 신축이음 후타재, 난간, 교대, 교각, v-beam 등 콘크리트에 미세균열(0.1~0.5mm)이 발생되었으며, 비봉방향2차로 교면포장에 소성변형이 발생하였음.	2018-11-06	승인완료
	2018-10-02 2018-11-05	이영주	양호	0.3mm이상은 주입공법으로 보수하고, 교면포장 소성변형부는 절삭후 재포장을 요함.	이영주	2018-11-14

<표 5.1.3> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
5	정기안전점검	자체수행	1,347	2018년 하반기 조사시 발생한 신축이음 후타재, 난간, 교대, V-beam 등 콘크리트 미세균열 중 신축이음 후타재 균열외 대부분 보수되지 않았고, 일부 교좌장치에 녹이 발생, 비봉방향 2차로 교면표장은 소성변형이 발생하였음.	2019-06-15	승인완료
	2019-05-09 2019-06-14	이영주	양호	0.3mm이상 균열은 주입공법으로 보수 및 교좌장치 녹발생부 재도장 교면포장 소성변형부는 절삭 후 재포장	이영주	2019-06-24
6	정기안전점검	자체수행	1,347	2019년 상반기 조사시 발생한 난간, 교대, V-beam 등 콘크리트 미세균열 중 난간 및 교대는 보수가 되지 않았으나 시급한 보수,보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단되며, V-beam은 대부분 균열보수가 완료되었고 2개소에서 콘크리트 탈리 및 부식이 관찰됨에 따라 세부적인 조사가 필요하고 비봉방향 2차로에 발생한 소성변형은 동절기 결빙전 보수가 필요한 것으로 판단됨.	2019-11-18	승인완료
	2019-10-16 2019-11-15	이영주	양호	0.3mm이상 균열은 주입공법으로 보수 및 교좌장치 녹발생부 재도장 교면포장 소성변형부는 절삭 후 재포장	이영주	2019-11-21

<표 5.1.3> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
7	정밀안전점검	(주)케이에스알큰사람	5,775	- 교면포장: 포장파손 - 방호벽: 균열, 균열부 백태, 녹발생, 델리네이터 불량, 망상균열, 박리, 백태, 재료분리, 파손, 표면불량, 방음벽유리파손 - 배수시설: 상태양호 - 신축이음: 후타재 균열, 후타재 망상균열, 신축이음 토사퇴적, 신축이음 이물질퇴적 - 바닥판: 균열, 백태 - 거더 및 가로보: 균열, 백태, 이물질내재, 망상균열, 재료분리 - 교량받침: 무수축몰탈 균열, 무수축몰탈 표면불량, 받침콘크리트 표면불량, 받침콘크리트 재료분리, 받침콘크리트 잡철근미제거 - 교대 및 교각: 균열, 누수, 누수(녹발생), 마감불량, 망상균열, 백태, 잡철근미제거(녹발생), 재료분리, 철근노출, 콘크리트 퇴적, 파손, 표면불량, 균열부 백태 - 점검시설: 상태양호	2020-06-28	승인완료
	2020-01-09 2020-06-10	신달양	B등급	-	송승준	2020-06-29
8	정기안전점검(하반기)	자체수행	1,347	2020년 상반기 정밀안전점검시 조사된 방호벽, 신축이음장치 후타재, 거더, 교대 등 콘크리트 균열, 파손, 재료분리 등 대부분 보수되지 않았으나 시급한 보수,보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단되며, P2핑거조인트 볼트파단은 임시조치를 하였으나 조속한 시일내 항구복구를 실시하고 비봉방향 2차로에 발생한 소성변형은 동절기 결빙전 보수가 필요할 것으로 판단됨.	2020-12-09	승인완료
	2020-11-02 2020-11-27	이영주	양호	- 균열보수 실시 - P2신축이음장치 파단부 항구복구 실시 - 교좌장치 녹 발생부 재도장 - 교면포장 소성변형부는 절삭 후 재포장	이영주	2020-12-10

<표 5.1.3> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
9	정기안전점검(상반기)	자체수행	-	2020년 상반기 정밀안전점검 및 2020년 하반기 정기점검시 조사된 방호벽, 신축이음장치 후타재, 거더, 교대 등 콘크리트 균열, 파손, 재료분리 중 V-BEAM 균열보수, 교면포장 소성변형부 재포장, P2핑거조인트 재설치를 완료하였고 교대, 교각, 방호벽에 발생한 균열은 보수되지 않았으나 시급한 보수,보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단됨. 향후 구조물 내구성 확보 및 손상과 열화가 증가할 수 있으므로 정기으로 하자보수를 실시하는 등 지속적인 유지관리가 필요함.	2021-06-25	승인완료
	2021-05-24 2021-06-23	이영주	양호	-	이영주	2021-06-28
10	정기안전점검(하반기)	자체수행	-	- 교대, 교각, 받침콘크리트, 방호벽, 신축이음후타재, 가로보, 바닥판 등에서 균열/재료분리/백태 등이 조사되었으나 시급한 보수,보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단됨. - 향후 구조물의 내구성 확보 및 손상과 열화가 증가할 수 있으므로 보수 계획을 수립하여 일괄적으로 보수를 요함.	2021-11-26	승인완료
	2021-10-25 2021-11-26	이영주	양호	-균열보수	이영주	2021-11-29

<표 5.1.3> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
11	정밀안전점검	(주)케이에스알큰사람	5,214	-외관조사의 주요 손상은 방호벽 균열, 파손, 백태, 신축이음 후타재 균열, 바닥판 균열, 백태, 거더 균열, 망상균열, 백태, 교량받침 무수축몰탈 균열, 무수축몰탈 표면불량, 받침콘크리트 표면불량, 재료분리, 잡철근미제거, 교대 및 교각에 균열, 누수, 녹발생, 마감불량, 백태, 잡철물 미제거, 재료분리, 철근노출, 콘크리트 퇴적, 파손, 균열부 백태 등의 손상이 조사되었다. -금회 확인된 손상들은 시공 당시 발생한 초기결함과 공용 중 발생된 결함이며, 교면포장, 방호벽, 신축이음, 거더, 교대, 교각이 일부보수 및 보수완료 되었다. 교량의 안전성에 직접적인 영향을 미치는 중대결함의 발생은 없는 것으로 분석되었다. -상태평가를 실시한 결과, 현재 시설물의 상태는 양호한 상태인 『B』(0.188)등급으로 평가되었다. -본 시설물은 공용기간 증가에 의해 손상과 열화가 증가할 수 있으므로, 지속적인 유지관리가 필요하며, 발생된 손상(결함)에 대해서 내구성 확보와 기능유지를 위한 적절한 보수보강이 이루어진다면 시설물의 공용에는 지장이 없을 것으로 판단된다.	2022-06-29	승인완료
	2022-01-03 2022-06-10	신달양	B등급	-표면처리, 주입보수, 단면보수, 제거후 단면보수, 물받이 설치, 청소 등	김무열	2022-06-30
12	정기안전점검(하반기)	자체수행	-	- 교대, 교각, 받침콘크리트, 방호벽, 신축이음후타재, 가로보, 바닥판 등에서 균열/재료분리/백태 등이 조사되었으나 시급한 보수,보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단됨. - 향후 구조물의 내구성 확보 및 손상과 열화가 증가할 수 있으므로 보수 계획을 수립하여 일괄적으로 보수를 요함.	2022-11-29	승인완료
	2022-10-24 2022-11-25	이영주	양호	-균열보수	김동민	2022-12-05

<표 5.1.3> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
13	정밀안전점검(상반기)	(주)이도	2,200	금회 정기안전점검 결과, 조사된 주요 손상으로 배수로 침하, 난간/연석 미세균열, 신축이음 누수/후타재 미세균열, 교량받침 받침콘크리트 미세균열, 바닥판 균열/백태, 교대/교각 마감불량/와이어미제거/ 압성토 침하/침식, 방음벽 유리 균열, 점검로 콘크리트 박락 등의 손상이 조사되었다. 금회 조사된 손상은 대부분 경미한 상태로 기존 손상들은 대부분 하자보수로 보수가 완료되어, 향후 구조물의 내구성 확보를 위하여 보수계획을 수립하는 것이 바람직하다. 교대 압성토 침하부는 우수유입 방지를 위한 보수를 하였으나 지속적인 점검으로 침하에 대한 대비가 필요하고, A1·P1 교각 기초부는 하천에 접하므로 기초 침식에 대비하여 지속적인 관찰이 필요하다. 금회 정기안전점검 결과, 구조적인 중대결함은 발생하지 않았으나, 조사된 결함에 대해서는 손상규모에 따라 적절히 보수를 실시하고, 지속적인 점검을 통한 효율적이고 체계적인 시설물의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.	2023-07-24	승인완료
	2023-06-01 2023-06-30	양영탁	양호	- 표면처리, 유도배수, 재성토, 보강, 제거 후 단면보수	나영일	2023-08-02
14	정기안전점검(하반기)	(주)이도	2,200	금회 정기안전점검 결과, 조사된 주요 손상으로 배수로 침하, 난간/연석 미세균열, 방음벽 유리균열, 신축이음 누수/후타재 미세균열, 교량받침 받침콘크리트 미세균열, 재료분리, 잡철물 미제거, 바닥판 균열/백태, 철근노출, 교대/교각 마감불량/와이어미제거/ 압성토 침하/침식, 박리, 균열 및 누수, 녹물오염, 점검로 콘크리트 박락 등의 손상이 조사됨. A1·P1 교대 압성토부와 동학천이 접한 배면은 이미 침식이 발생되어 압성토부가 침하되고 있으므로, 적절한 보수를 시행하여 지속 관찰할 필요가 있음. 금회 조사된 손상은 대부분 경미한 상태로 기존 손상들은 대부분 하자보수로 보수가 완료되어, 향후 구조물의 내구성 확보를 위하여 보수계획을 수립하는 것이 바람직함.	2024-01-30	승인완료
	2023-12-01 2023-12-31	양영탁	양호	- 표면처리, 유도배수, 재성토, 보강, 제거 후 단면보수	나영일	2024-01-31

<표 5.1.4> 2020년도 정밀안전점검 결과 요약

<table>
<tr><th colspan="3">구 분</th><th colspan="2">점검내용</th></tr>
<tr><td colspan="3">용 역 명</td><td colspan="2">· 2020년도 정밀안전점검</td></tr>
<tr><td colspan="3">용역기간</td><td colspan="2">· 2020. 01. 09 ~ 2020. 06. 10</td></tr>
<tr><td colspan="3">용 역 사</td><td colspan="2">· (주)케이에스알큰사람</td></tr>
<tr><td colspan="3">시설물명</td><td colspan="2">· 쌍학교</td></tr>
<tr><td rowspan="11">외관조사</td><td rowspan="4">상부구조</td><td>포 장 면</td><td colspan="2">· 포장파손</td></tr>
<tr><td>바 닥 판</td><td colspan="2">· 균열, 백태</td></tr>
<tr><td>거 더</td><td colspan="2">· 균열, 망상균열, 백태, 이물질내재</td></tr>
<tr><td>가 로 보</td><td colspan="2">· 균열, 재료분리</td></tr>
<tr><td rowspan="2">하부구조</td><td>교 대</td><td colspan="2">· 균열, 누수, 마감불량, 망상균열, 백태, 잡철물 미제거, 재료분리, 철근노출, 콘크리트 퇴적, 파손, 표면불량</td></tr>
<tr><td>교 각</td><td colspan="2">· 균열, 균열부 백태, 철근노출, 파손</td></tr>
<tr><td colspan="2">교량받침</td><td colspan="2">· 무수축몰탈 균열, 무수축몰탈 표면불량, 받침콘크리트 박리, 받침콘크리트 재료분리, 받침콘크리트 잡철근미제거</td></tr>
<tr><td rowspan="4">기타부재</td><td>신축이음</td><td colspan="2">· 후타재 균열, 후타재 망상균열, 신축이음 토사퇴적, 신축이음 이물질 퇴적</td></tr>
<tr><td>방 호 벽</td><td colspan="2">· 균열, 균열부 백태, 녹발생, 델리네이터 불량, 망상균열, 박리, 백태, 재료분리, 파손, 표면불량, 방음벽유리 파손</td></tr>
<tr><td>배수시설</td><td colspan="2">· 양호</td></tr>
<tr><td>점검시설</td><td colspan="2">· 양호</td></tr>
<tr><td rowspan="4">재료시험</td><td colspan="2" rowspan="2">콘크리트
강도시험</td><td colspan="2">· 상부구조 : 바닥판하면(S1/G1(고강도)) 41.4 MPa (설계강도 45.0 MPa)
바닥판하면(S1/G5(고강도)) 43.1 MPa (설계강도 45.0 MPa)
바닥판하면(S1/G4(고강도)) 45.6 MPa (설계강도 45.0 MPa)
바닥판하면(S1/G6(고강도)) 46.7 MPa (설계강도 45.0 MPa)
바닥판하면(S1/G2(고강도)) 44.7 MPa (설계강도 45.0 MPa)
· 하부구조 : 교대(A1흉벽) 26.2 MPa (설계강도 24.0 MPa)
교대(A1구체) 25.5 MPa (설계강도 24.0 MPa)
교대(A2흉벽) 25.7 MPa (설계강도 24.0 MPa)
교대(A2구체) 25.5 MPa (설계강도 24.0 MPa)
교각(P1비봉(고강도)) 40.4 MPa (설계강도 40.0 MPa)
교각(P1매송(고강도)) 41.3 MPa (설계강도 40.0 MPa)
교각(P2매송(고강도)) 45.0 MPa (설계강도 40.0 MPa)
교각(P3비봉(고강도)) 44.5 MPa (설계강도 40.0 MPa)
교각(P3매송(고강도)) 43.5 MPa (설계강도 40.0 MPa)
교각(P4비봉(고강도)) 42.8 MPa (설계강도 40.0 MPa)</td></tr>
<tr><td>평 가</td><td>각 부재별 설계기준강도 상회하고 있는 바, 콘크리트 강도는 설계강도 이상을 확보하고 있는 것으로 조사되었다..</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">탄 산 화
시 험</td><td colspan="2">· 상부 : 바닥판하면S1 탄산화 깊이 0.3mm (탄산화잔여깊이 32.7mm)
바닥판하면S2 탄산화 깊이 0.5mm (탄산화잔여깊이 31.5mm)
바닥판하면S5 탄산화 깊이 0.2mm (탄산화잔여깊이 97.8mm)
· 하부 : 교대A1구체 탄산화 깊이 0.3mm (탄산화잔여깊이 86.7mm)
교각P1매송 탄산화 깊이 1.2mm (탄산화잔여깊이 70.8mm)
교각P1비봉 탄산화 깊이 1.1mm (탄산화잔여깊이 64.9mm)</td></tr>
<tr><td>평 가</td><td>탄산화 깊이 측정결과 전 개소에서 피복 잔여깊이가 30mm이상 확보가 되는 것으로 확인되어 탄산화로 인한 철근의 부식 위험은 없는 것으로 판단된다.</td></tr>
<tr><td colspan="3">상태평가/종합평가</td><td colspan="2">· 0.207 ▷ 「B」(양호)</td></tr>
<tr><td colspan="3">종합의견</td><td colspan="2">- 본 쌍학교에 대한 시설물평가는「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」에 제시된 시설물평가 기준을 토대로 실시하였으며, 상태평가 산정결과 일부 결함이 발생되었으나 안전 등급은 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태”인 B등급으로 평가되었다. 향후 교량 공용시 현재의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

- 종합평가 등급 : B</td></tr>
</table>

<표 5.1.4> 2022년도 정밀안전점검 결과 요약

<table>
<tr><th colspan="3">구 분</th><th colspan="2">점검내용</th></tr>
<tr><td colspan="3">용 역 명</td><td colspan="2">· 2022년도 정밀안전점검</td></tr>
<tr><td colspan="3">용역기간</td><td colspan="2">· 2022. 01. 03 ~ 2022. 06. 10</td></tr>
<tr><td colspan="3">용 역 사</td><td colspan="2">· (주)케이에스알큰사람</td></tr>
<tr><td colspan="3">시설물명</td><td colspan="2">· 쌍학교</td></tr>
<tr><td rowspan="10">외관조사</td><td rowspan="4">상부구조</td><td>포 장 면</td><td colspan="2">· 상태양호</td></tr>
<tr><td>바 닥 판</td><td colspan="2">· 균열, 백태</td></tr>
<tr><td>거 더</td><td colspan="2" rowspan="2">· 균열, 백태, 망상균열, 재료분리</td></tr>
<tr><td>가 로 보</td></tr>
<tr><td rowspan="2">하부구조</td><td>교 대</td><td colspan="2" rowspan="2">· 균열, 누수, 누수(녹발생), 마감불량, 백태, 잡철근미제거, 재료분리, 체수, 콘크리트 퇴적, 파손, 표면불량, 균열부 백태, 철근노출</td></tr>
<tr><td>교 각</td></tr>
<tr><td colspan="2">교량받침</td><td colspan="2">· 무수축몰탈 균열, 무수축몰탈 표면불량, 받침콘크리트 표면불량, 받침콘크리트 재료분리, 받침콘크리트 잡철근미제거</td></tr>
<tr><td rowspan="4">기타부재</td><td>신축이음</td><td colspan="2">· 후타재 균열</td></tr>
<tr><td>방 호 벽</td><td colspan="2">· 균열, 백태, 파손</td></tr>
<tr><td>배수시설</td><td colspan="2">· 양호</td></tr>
<tr><td>점검시설</td><td colspan="2">· 양호</td></tr>
<tr><td rowspan="4">재료시험</td><td colspan="2" rowspan="2">콘크리트 강도시험</td><td colspan="2">상부구조 : 22.9~31.2
하부구조(교대) : 25.2~29.8
하부구조(교각) : 45.7~50.5</td></tr>
<tr><td>평 가</td><td>설계기준강도 이상 확보
(상부:27.0MPa,
교대:24.0MPa, 교각:40.0MPa)</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">탄 산 화 시 험</td><td colspan="2">상부구조(캔틸레버) : 98.8
상부구조(바닥판) : -
하부구조(교대) : 92.1
하부구조(교각) : 107.9</td></tr>
<tr><td>평 가</td><td>탄산화 깊이 측정결과 전 개소에서 피복 잔여깊이가 30mm이상 확보가 되는 것으로 확인되어 탄산화로 인한 철근의 부식 위험은 없는 것으로 판단된다.</td></tr>
<tr><td colspan="3">상태평가/종합평가</td><td colspan="2">· 0.188 ▷ 「B」(양호)</td></tr>
<tr><td colspan="3">종합의견</td><td colspan="2">- 본 쌍학교에 대한 시설물평가는「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」에 제시된 시설물평가 기준을 토대로 실시하였으며, 상태평가 산정결과 일부 결함이 발생되었으나 안전 등급은 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태”인 B등급으로 평가되었다. 향후 교량 공용시 현재의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

- 종합평가 등급 : B</td></tr>
</table>

다. 보수·보강 및 유지관리 관련자료

본 시설물에 대한 FMS에 등록된 보수·보강 이력은 2건인 것으로 조사되었으며, 관리주체 확인결과 준공이후 중대결함에 대한 보수·보강은 없었으며, 주로 경미한 손상들에 대하여 일상적인 유지관리 활동이 이루어지고 있는 것으로 확인되었다.

또한, 준공이후 하중상태 등 변화 여부를 파악하기 위해 준공당시 설계도서 및 유지관리이력 등을 참조하여 검토한 결과, 준공이후 용도, 구조, 하중상태 변화는 없는 것으로 조사되었다.

<표 5.1.5> 보수·보강 이력

번호	공사명	공사 구분	보수보강부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	비봉-매송간 도시고속도로 민간투자사업	보수	s5경간외 다수	(주)동명기술공단종합건축사사무소	현대엔지니어링(주)
	2021-04-26 ~ 2021-05-14		v-beam 균열보수 - 주입 및 표면처리	1	최원석
2	비봉-매송간 도시고속도로 민간투자사업	보수	매송방향 p2 2차로 핑거조인트	(주)동명기술공단종합건축사사무소	(주)우진이엔씨
	2021-03-29 ~ 2021-03-29		핑거조인트 p2 볼트 풀림(2,4)으로 발생으로 3span 매송쪽 후타재 제거 - 볼트 재체결 및 용접 - 후타재 재타설 - 양생	4,500	임형섭

향후 시설물 상태변화의 추적관찰을 위하여 일상 유지관리, 하자보수 등 모든 보수공사 내역에 대하여 지속적인 자료축적 및 이력관리가 필요한 것으로 판단된다.

라. 시설물 내진설계 여부 확인

관리주체에서 제공한 설계도서 및 FMS 확인결과, 본 시설물은 준공 당시 내진설계가 반영된 것으로 조사되었으며, 조사내용은 다음과 같다.

<표 5.1.6> 내진설계 여부 확인

구 분	내진설계 현황
설계 도서	제5장 실시설계 ③ 쌍학교 ❶ 교량제원 및 모델링 ❷ 받침 검토
FMS	1. 기본현황

교 량 제 원

- 교량형식 : V-Beam교
- 교량연장 : 2@60.0+3@50.0=250.0m
- 교각형식 : π 형 (직접기초)
- 내진등급 : 1등급
- 가속도계수 : A = 0.154 (지진구역계수: 0.11, 위험도계수: 1.4)
- 지반계수 : S = 1.2 (지반종류: II)
- 받침형식 : 탄성받침
- 해석방법 : 다중모드 스펙트럼 해석법

구 분		교축방향 전단력(kN)	교축방향 변위(mm)	교축직각방향 전단력(kN)	교축직각방향 변위(mm)	받침 용량 허용수평력	받침 용량 허용변위	판 정
A1	1	326.0	110.3	239.2	70.0	414	126	O.K
	2	322.9	108.9	239.0	70.0	414	126	O.K
	3	319.8	107.6	238.6	69.9	414	126	O.K
	4	316.9	106.3	238.3	69.8	414	126	O.K
	5	314.2	105.1	237.9	69.7	414	126	O.K
	6	311.6	104.0	236.9	69.5	414	126	O.K
P1 (전 열)	7	346.3	57.2	365.5	57.9	414	72	O.K
	8	343.7	56.3	366.4	57.9	414	72	O.K
	9	342.0	55.8	369.8	58.3	414	72	O.K
	10	339.7	55.2	368.8	58.1	414	72	O.K
	11	336.6	54.4	363.3	57.0	414	72	O.K
	12	334.1	53.8	360.2	56.4	414	72	O.K
P1 (후 열)	13	346.6	57.2	366.9	58.3	414	72	O.K
	14	343.9	56.4	368.0	58.3	414	72	O.K
	15	342.2	55.8	371.5	58.8	414	72	O.K
	16	339.9	55.2	370.7	58.6	414	72	O.K
	17	336.8	54.4	365.4	57.6	414	72	O.K
	18	334.2	53.8	362.5	57.0	414	72	O.K
P2 (전 열)	19	186.7	36.3	275.6	82.2	414	126	O.K
	20	184.5	35.0	275.8	82.1	414	126	O.K
	21	182.2	33.7	276.4	82.1	414	126	O.K
	22	180.0	32.4	275.5	81.6	414	126	O.K
	23	178.1	31.3	273.1	80.7	414	126	O.K
	24	176.0	30.1	271.6	80.0	414	126	O.K

비봉~매송간 도시고속도로 민간투자사업

구 분		교축방향 전단력(kN)	교축방향 변위(mm)	교축직각방향 전단력(kN)	교축직각방향 변위(mm)	받침 용량 허용수평력	받침 용량 허용변위	판 정
P2 (후 열)	25	177.4	37.6	281.2	98.9	414	144	O.K
	26	179.1	38.7	283.2	99.9	414	144	O.K
	27	180.7	39.8	285.1	100.8	414	144	O.K
	28	182.5	40.9	285.7	101.2	414	144	O.K
	29	184.5	42.2	285.1	101.2	414	144	O.K
	30	186.3	43.4	284.4	101.1	414	144	O.K
P3 (전 열)	31	327.9	65.2	339.3	72.5	414	90	O.K
	32	331.5	66.2	342.6	73.4	414	90	O.K
	33	335.5	67.3	346.3	74.3	414	90	O.K
	34	339.0	68.4	347.0	74.6	414	90	O.K
	35	342.1	69.3	344.8	74.2	414	90	O.K
	36	345.5	70.5	343.1	74.0	414	90	O.K
P3 (후 열)	37	327.7	65.1	335.5	71.5	414	90	O.K
	38	331.4	66.1	338.4	72.2	414	90	O.K
	39	335.5	67.3	341.7	73.1	414	90	O.K
	40	339.0	68.4	342.0	73.3	414	90	O.K
	41	342.1	69.3	339.4	72.8	414	90	O.K
	42	345.6	70.5	337.4	72.5	414	90	O.K
P4 (전 열)	43	345.3	70.4	328.0	67.9	414	90	O.K
	44	349.1	71.3	330.2	68.4	414	90	O.K
	45	353.1	72.5	332.8	69.0	414	90	O.K
	46	356.7	73.6	332.8	69.0	414	90	O.K
	47	359.9	74.5	330.0	68.4	414	90	O.K
	48	363.5	75.7	327.5	67.9	414	90	O.K
P4 (후 열)	49	344.9	70.3	330.6	68.3	414	90	O.K
	50	348.8	71.3	333.0	68.9	414	90	O.K
	51	352.8	72.4	335.9	69.5	414	90	O.K
	52	356.5	73.5	336.1	69.5	414	90	O.K
	53	359.7	74.5	333.6	69.0	414	90	O.K
	54	363.2	75.6	331.4	68.5	414	90	O.K
A2	55	293.0	109.8	272.8	96.7	414	144	O.K
	56	294.8	110.6	273.8	96.8	414	144	O.K
	57	296.6	111.4	273.7	96.7	414	144	O.K
	58	298.5	112.2	273.5	96.5	414	144	O.K
	59	300.5	113.2	273.3	96.3	414	144	O.K
	60	302.7	114.3	272.1	95.7	414	144	O.K

시설물번호	관리번호	시설물명	노선 구분	노선 세부노선	시설물분류 시설물종류	시설물종별	시설물구분	SOC성능평가대상
BR2017-0000447		쌍학교	시도	비봉~매송간 도시고속도로	최대경간장 50M이상의 교량(한 경간 교량 제외)	1종	교량	무

주소 (시,도) (시,군,구) (읍,면,동) (리,번지 등 주소)				관리주체	관리주체구분 공공 중앙부처	공공 지자체	공공 (국가/지방)공기업	민간	소유자	소유자구분 공공 중앙부처	공공 지자체	공공 (국가/지방)공기업	민간
경기도	화성시	비봉면 쌍학리 산40-47		화성도시고속도로(주)				V	화성시				

사업계획 승인일	준공 (사용승인)일	하자담보책임 만료일	2. 상세제원	3. 안전점검 및 정밀안전진단 이력	4. 보수·보강 이력	환기구 설개 (접근 가능한 환기구)	5. 첨부자료 목록
	2017년 06월 30일	2027년 06월 29일	유	유	유		꾸미기_dscf2468.jpg 꾸미기_dscf3206.jpg

설계기간	설계자	공사기간	시공자	총공사비(백만원)
2010 ~ 2013-11-27	(주)동명기술공단종합건축사사무소	2014-03-31 ~ 2017-06-30	현대엔지니어링(주)	4,823

내진정보	내진설계 대상 유무	내진설계 적용 유무	적용내진설계기준	내진성능평가 실시 유무	내진보강 유무
	불명	적용		불명	불명

영21조대상	감리기간	감리자(책임감리원)	사업주체(발주자)	공사명	공사감독·공사관리관
아니오	2014-03-31 ~ 2017-06-30	곽건	화성도시고속도로(주)	비봉~매송간 도시고속도로 민간투자사업	화성시

기타 기본현황

작성일	작성자	최종 수정일	최종 수정자
2017년 07월 16일	화성도시고속도로(주) (인)	2017년 07월 21일	이영주

비고	

마. 자료수집 및 분석결과

본 과업을 수행하기 위하여 수집한 자료는 설계도서, 시설물 관리대장, 시공관련자료, 기존 안전점검 자료 등이며, 상기 자료에 대한 관리주체의 보관상태는 대체로 양호하여 정밀안전진단 등 유지관리업무에 적절히 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

<표 5.1.7> 자료수집 및 분석 결과

구 분	수집자료	자료분석 결과	과업 진행방향
건설 관련 자료	-실시설계보고서 -도면 -시설물관리대장 -기타 시공자료	-대상 시설물의 위치, 제원 등이 설계도면과 시설물관리대장이 일치함. -대상 구간의 구조특성 및 적용공법 등 현황을 검토·분석하였음	-현장조사시 육안점검을 통하여 준공이후 용도, 구조, 하중상태 등의 변화여부를 조사하도록 함. -육안점검이 불가한 조건에 있는 경우 설계도서를 활용하여 보완하도록 함.
유지 관리 자료	-안전점검 이력	-2017년 준공도면, 2020년, 2022년 정밀안전점검 보고서를 토대로 최근 상태를 검토·분석하였음	-금회 정밀안전점검은 전차 점검과 상태변화를 비교하여 심각성, 진행성 유무 판단함. -포장, 교량받침, 신축이음 등 기존손상의 진전 및 확대 여부 -바닥판, 거더 신규손상 유무
	-보수·보강 이력	-주요손상에 대한 보수·보강은 없었고, 일상적인 유지관리활동이 시행되는 것으로 확인됨.	-기존손상 보수유무 조사 -보수부 보수상태 적정성 확인
	-법적점검 누락 여부	-이상없음	-이상없음

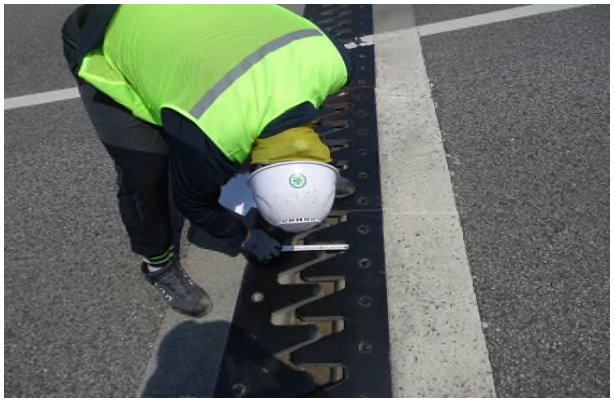
5.2 외관조사

본 과업대상 시설물인 쌍학교는 2017년 6월에 준공되어 공용년수 7년이 경과된 시설물로 화성시 비봉면 쌍학리에 위치한 교량이다. 교량제원은 연장 250m, 폭 21.07m(상·하행 총 폭원)이며, 구조형식은 상부 V-BEAM 거더, 하부는 교대 역T형이며, 기초는 A1 직접기초, A2 말뚝기초로 시공된 것으로 조사되었다.

외관조사는 사전에 중점점검사항 및 접근방법, 외관조사망도 등을 충분히 숙지한 후 손상내용 확인 및 신규 손상 발생여부에 중점을 두고 조사하였다. 특히, 교량의 안전성에 영향을 미치는 구조적인 결함의 발생유무를 중점적으로 확인하였으며, 점검대상 부위는 정밀한 조사가 가능하도록 고소작업차, 사다리 등의 접근장비를 이용한 근접조사를 원칙으로 시행하였으며, 균열확대경, 균열자를 사용한 균열폭 측정 및 점검망치를 이용한 타격조사를 실시하여 공동 및 박리, 층분리 발생여부를 확인하였다.



도보 현장조사 전경



점검로 현장조사 전경



도보 현장조사 전경



고소작업차 현장조사 전경

<사진 5.2.1> 외관조사 전경

5.2.1 교면포장

가. 일반사항

교면포장은 상·하행 각각 2차로로 B=21.1m의 S.M.A(80mm)으로 시공되어 있으며, 준공 이후 치수, 재료 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 차량통행량이 많은 시간대를 피하여 갓길을 이용한 도보점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 중차량 통행차로, 신축이음 경계부, 배수구 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 균열, 박리, 파손, 단차, 물고임 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과, 중차량 차로부 파손, 신축이음 전후 심한 단차, 심한 물고임 등 특이결함은 없는 것으로 관찰되었고, 신규손상으로 포장 파손이 조사되었다. 조사된 손상들은 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준으로 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



포장 전경



포장 전경



포장 전경



포장 파손(S5)

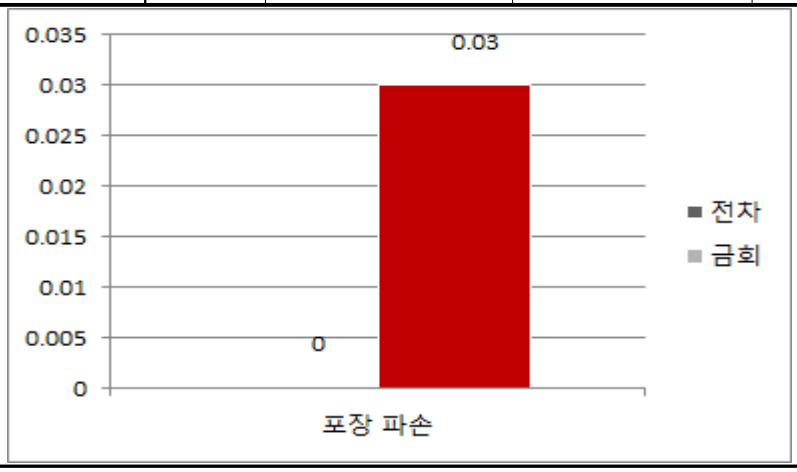
<사진 5.2.2> 교면포장 손상사진

<표 5.2.1> 교면포장 손상물량

구 분			S1	S2	S3	S4	S5	합계
교면포장	포장 파손	-	-	-	-	-	0.03	0.03

<표 5.2.2> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
교면포장	포장 파손	㎡/ea	-	0.03/2	증가(▲0.03)	신규손상



라. 손상원인 및 대책방안

- 포장파손 : 발생위치가 일부구간에 갓길부에 분포하고 손상크기가 작으며, 진행성은 거의 없는 점을 고려할 때, 공용 중 외부충격에 의한 것으로서 파손범위가 작아 주행차량에 미치는 영향은 거의 없는 수준이므로 중대결함은 아닌 것으로 판단되며, 방치 시 노면수의 침투가 활발해져 바닥판 열화를 가속화하고, 차륜의 반복적인 충격으로 손상의 확대에 따른 주행안정성 저하를 유발하므로 안전성 및 내구성 확보를 위한 팻칭보수하는 것이 바람직하다.

5.2.2 방호벽

가. 일반사항

방호벽은 좌·우측에 H=1.35m의 콘크리트로 시공되어 있으며, 준공이후 치수, 재료 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 차량통행량이 많은 시간대를 피하여 갓길을 이용한 도보점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 경간 중앙부, 방음벽 지주 접합부 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 선형불량, 부식, 파손, 균열 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과, 균열, 델리네이터파손, 방음벽 프레임손상, 방음벽 유리파손, 파손 및 철근노출이 발견되었으며, 전차에 조사되었던 백태는 보수완료 되었다. 보수가 안 된 손상의 경우 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준으로 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



방호벽 균열 cw0.3mm미만 (S1)



방호벽 균열 cw0.3mm미만 (S3)



방호벽 균열 cw0.3mm미만 (S4)



방호벽 파손 (S1)

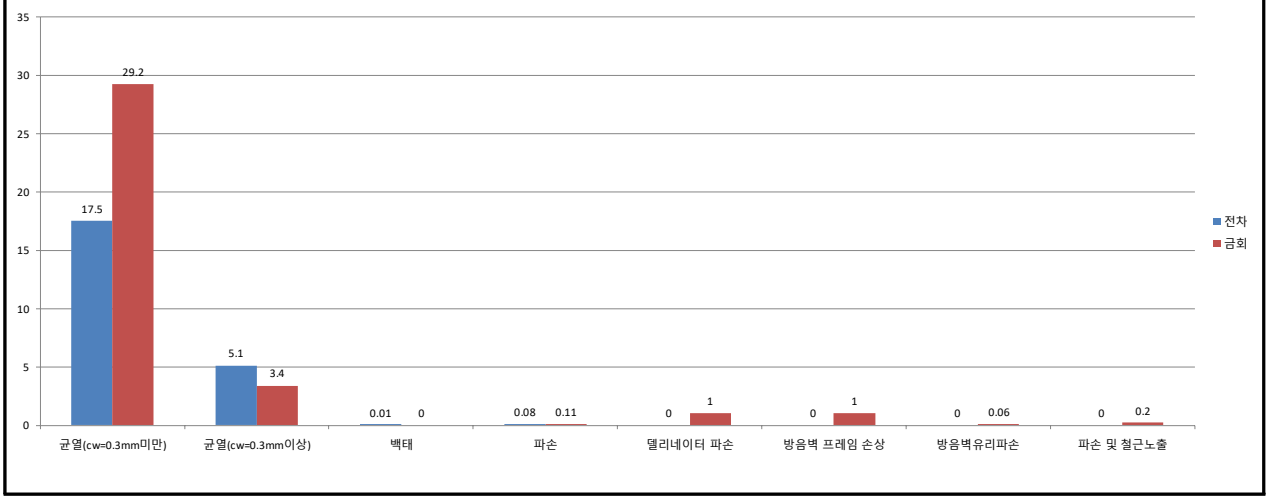
<사진 5.2.3> 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

<표 5.2.3> 방호벽 및 중앙분리대 손상물량

구 분			S1	S2	S3	S4	S5	합계
방호벽	균열(cw=0.3mm미만)	m/ea	4.0/4	3.7/2	15.9/5	5.6/4	-	29.2/15
	균열(cw=0.3mm이상)	m/ea	-	-	2.8/3	0.6/1	-	3.4/4
	델리네이터 파손	ea	-	-			1.0	1.0
	방음벽 프레임 손상	ea	-	-	-	1.0	-	1.0
	방음벽유리파손	㎡/ea		-	-	0.06/1		0.06/1
	파손	㎡/ea	0.05/3	-	-		0.06/1	0.11/4
	파손 및 철근노출	㎡/ea	-	-	-	-	0.2/1	0.2/1

<표 5.2.4> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
방호벽	균열(cw=0.3mm미만)	m/ea	17.5	29.2	증가(▲11.7)	신규손상
	균열(cw=0.3mm이상)	m/ea	5.1	3.4	감소(▼1.7)	일부보수
	백태	㎡/ea	0.01	-	감소(▼0.01)	보수완료
	파손	㎡/ea	0.08	0.11	증가(▲0.03)	수량증가
	델리네이터 파손	ea	-	1.0	증가(▲1.0)	신규손상
	방음벽 프레임 손상	ea	-	1.0	증가(▲1.0)	신규손상
	방음벽유리파손	㎡/ea	-	0.06	증가(▲0.06)	신규손상
	파손 및 철근노출	㎡/ea	-	0.2	증가(▲0.2)	신규손상



라. 손상원인 및 대책방안

- 균열, 백태 : 진행성이 없는 점을 고려할 때, 시공시 온도변화 및 건조수축에 의한 것으로 판단되며, 방치시 동절기 염화칼슘 및 우천 시 수분 등의 침투 시 열화를 가속화하여 박락 등으로 진전될 수 있으므로 주기적인 점검을 통한 지속관찰을 하는 것이 바람직하다.
- 파손 : 공용 중 발생한 경미한 손상으로 공용 년 수 경과에 따라 손상이 진전 및 확대가 될 수 있으므로 기능성 및 내구성 확보를 위한 일괄 보수가 필요하다.
- 델리네이털파손, 방음벽 프레임 손상, 유리파손 : 공용 중 발생한 외부충격에 의한 손상으로 유지관리를 위해 보수가 필요하다.

5.2.3 배수시설

가. 일반사항

노면수 유도를 위한 본 교량의 종단경사는 -1.9%, 횡단경사는 -3.0%로 시공되어 있으며, 배수관은 육교형을 적용하였고, 배수구의 간격은 비봉방향 20.0m, 매송방향 5.0m 간격으로 설치되어 있다. 준공이후 치수, 재료 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 갓길과 교량하부를 이용한 도보점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 포장부 배수구와 바닥판 하면 배수관 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 설치불량, 막힘, 누수, 파손, 고정불량 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과, S3경간의 배수관에서 노후에 의한 누수가 확인되었다. 손상으로 인한 배수의 상태는 문제 없으나, 배수구의 파손으로 이어질수있기에 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

다. 손상현황



배수관 전경



배수관 누수 S3



배수구 전경



배수관 누수

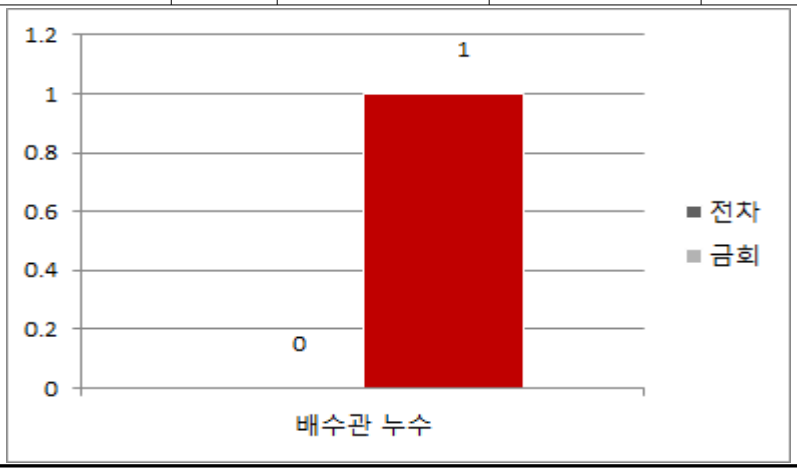
<사진 5.2.4> 배수시설 손상현황

<표 5.2.5> 배수시설 손상물량

구 분			S1	S2	S3	S4	S5	합계
배수시설	배수관 누수	ea	-	-	1.0	-	-	1.0

<표 5.2.6> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
배수시설	배수관 누수	ea	-	1.0	증가(▲1.0)	신규손상



라. 손상원인 및 대책방안

- 배수관 누수는 노후에 의한 것으로 확인되며, 배수기능은 문제가 없는 것으로 확인되었다. 내구성 확보를 위하여 주기적인 청소를 실시하며, 정기적인 점검을 통하여 기능성을 유지하도록 한다.

5.2.4 신축이음

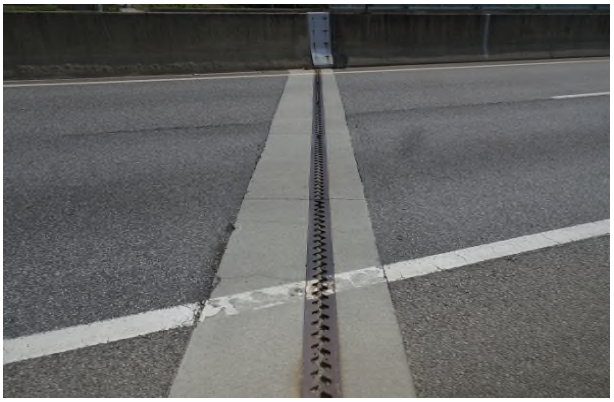
가. 일반사항

신축이음장치는 모노셀 형식을 적용하여 교대(A1, A2), 교각(P2) 구간에 설치하였으며, 2차로 차단과 교량하부에서 사다리 및 고소점검차를 이용한 육안점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 주행차로부 본체와 구조물 경계부 후타재 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 충격음, 단차, 파손, 균열 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사결과

외관조사결과, 기존손상인 후타재균열이 일부보수가 되었고, 신규손상으로 물받이 길이 부족, 부식 및 토사퇴적, 부식, 토사퇴적이 발견되었다, 전차 점검과 비교 시 신규손상이 발생한 것으로 확인되었고, 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



신축이음 전경 (A1)



신축이음 전경 (A2)



후타재 균열 cw=0.3mm미만 (A1)



부식 및 토사퇴적 (A2)

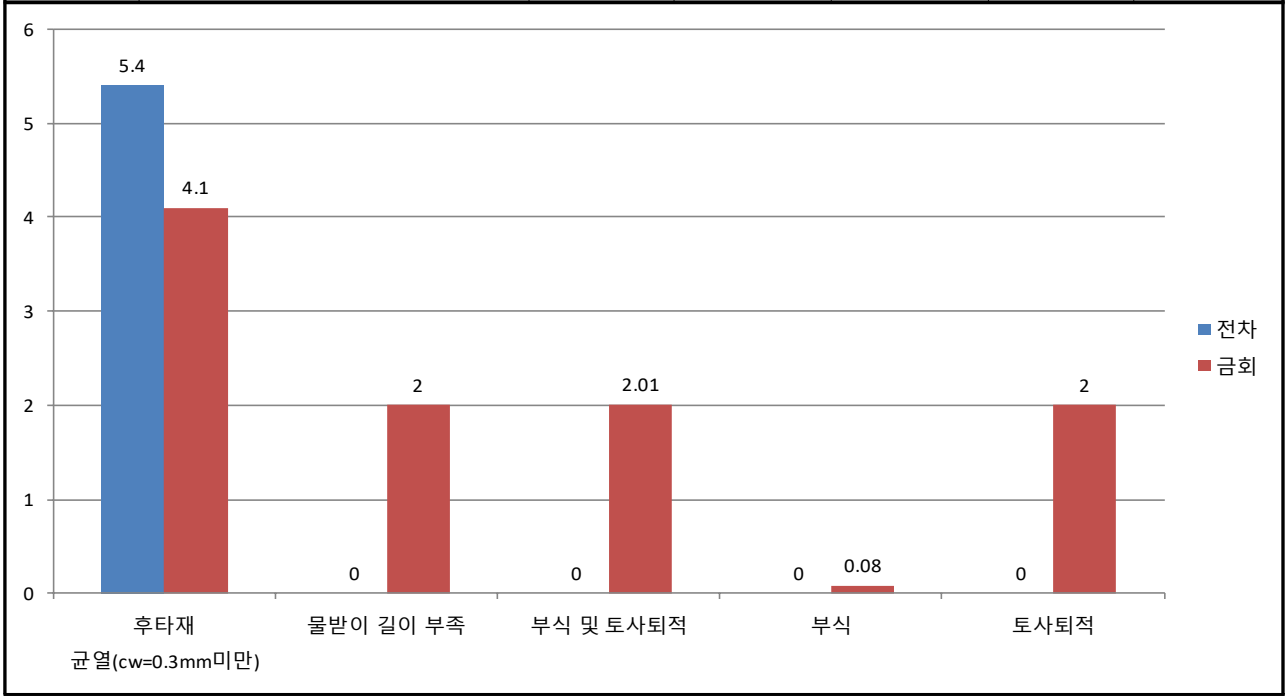
<사진 5.2.5> 신축이음 손상현황

<표 5.2.7> 신축이음 손상물량

구 분			A1	P2	A2	합계
신축이음	물받이 길이 부족	ea	-	2.0	-	2.0
	부식 및 토사퇴적	㎡/ea	-	-	2.01/2	2.01/2
	부식	㎡/ea	0.03/1	-	0.05/1	0.08/2
	토사퇴적	m/ea	-	2.0/1	-	2.0/1
	후타재 균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	3.2/4	0.6/3	0.3/1	4.1/13

<표 5.2.8> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
신축이음	후타재 균열(cw=0.3mm미만)	m/ea	5.4	4.1	감소(▼1.3)	일부보수
	물받이 길이 부족	ea	-	2.0	증가(▲2.0)	신규손상
	부식 및 토사퇴적	㎡/ea	-	2.01	증가(▲2.01)	신규손상
	부식	㎡/ea	-	0.08	증가(▲0.08)	신규손상
	토사퇴적	m/ea	-	2.0	증가(▲2.0)	신규손상



라. 손상원인 및 대책방안

- 후타재 균열(cw=0.3mm미만) : 진행성이 없는 점을 고려할 때, 공용중 중차량의 지속적인 마찰 및 충격과 시공시 후타재 건조수축과 차량 윤하중에 의한 손상으로 판단되며, 방치시 노면수의 침투가 활발해져 파손으로 급진전할 수 있으므로 주기적인 점검을 통한 지속관찰을 하는 것이 바람직하다.

- 부식 : 발생 위치가 신축이음 본체 쪽으로 불규칙적이며, 진행성이 거의 없는 점을 고려할 때, 시공 시 품질확보 불량 및 공용 중 수분 접촉에 의한 것으로 신축이음 본체 파손이나 신축 거동에 기능불량은 없는 수준이므로 중대 결함은 아닌 것으로 판단 되며, 방치시 본체의 내구성 저하 등으로 인한 본체 파손 등의 주행 차량의 안전성을 저해하고, 교량의 신축 거동의 장애를 가속화 할 수 있으므로 안전성과 사용성 확보를 위하여 재도장을 설치하는 것이 바람직하다.

바. 신축이음 유간검토

각 지점별 신축이음의 이론신축량과 실측유간을 비교 검토한 결과 실측유간은 온도변화에 따른 신축여유량을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.



신축이음 유간측정



신축이음 유간측정

<사진 5.2.6> 신축이음 유간측정 전경

<표 5.2.9> 신축이음 유간검토 결과

구분		신축거더 길이 (m)	계산가동량(mm)		실측유간 (mm) (C)	설계유간 (mm) (D)	가동여유량(mm)		평가
			동절기⊿l(A)	하절기⊿l(B)			동절기⊿l(D-A-C)	하절기⊿l(C-B)	
A1	New monosel NO.60	49.886	-30.2	19.8	42	60	2.94	32.13	O.K
P2 (전후)	New monosell NO.150	149.44	-30.2	19.8	80	150	24.87	50.41	O.K
A2	New monosell NO.60	49.96	-30.2	19.8	43	60	1.91	33.11	O.K

◎ 이동량 측정 날짜 및 일평균온도 : 2024.5.09.(측정시 기온 : 15.2°C)

◦ 검토온도 : -15℃~35℃(한랭지방, PSC교)

◎ 온도변화에 의한 이동량(△ℓt)

◦ 신축량 Δℓt(mm) = α × △T × L

◦ 최대 신장시(35℃-15.2℃) = 19.8℃

◦ 최대 수축시(-15℃-15.2℃) = -30.2℃

α = 선팽창계수(PSC : 1.0×10^{-5})

L = 신축 거더 길이

5.2.5 바닥판

가. 일반사항

바닥판은 철근콘크리트 구조로서 캔틸레버부 및 바닥판은 현장타설 공법을 적용하였다. 준공이후 치수, 재료 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 교량하부에서 사다리 및 고소작업차를 이용한 육안점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 경간 중앙부와 배수구 및 신축이음부 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 균열, 망상균열, 층분리, 누수, 백태, 철근부식 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과, 바닥판에서 균열, 백태, 부식, 철근노출, 콘크리트열화가 조사되었다. 전차점검과 비교시 손상의 수량변동은 없는 것으로 확인되었고, 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



바닥판 전경



바닥판 전경



백태 0.1m x 0.2m (S3)



콘크리트 열화 0.5m x 0.6m (S2)

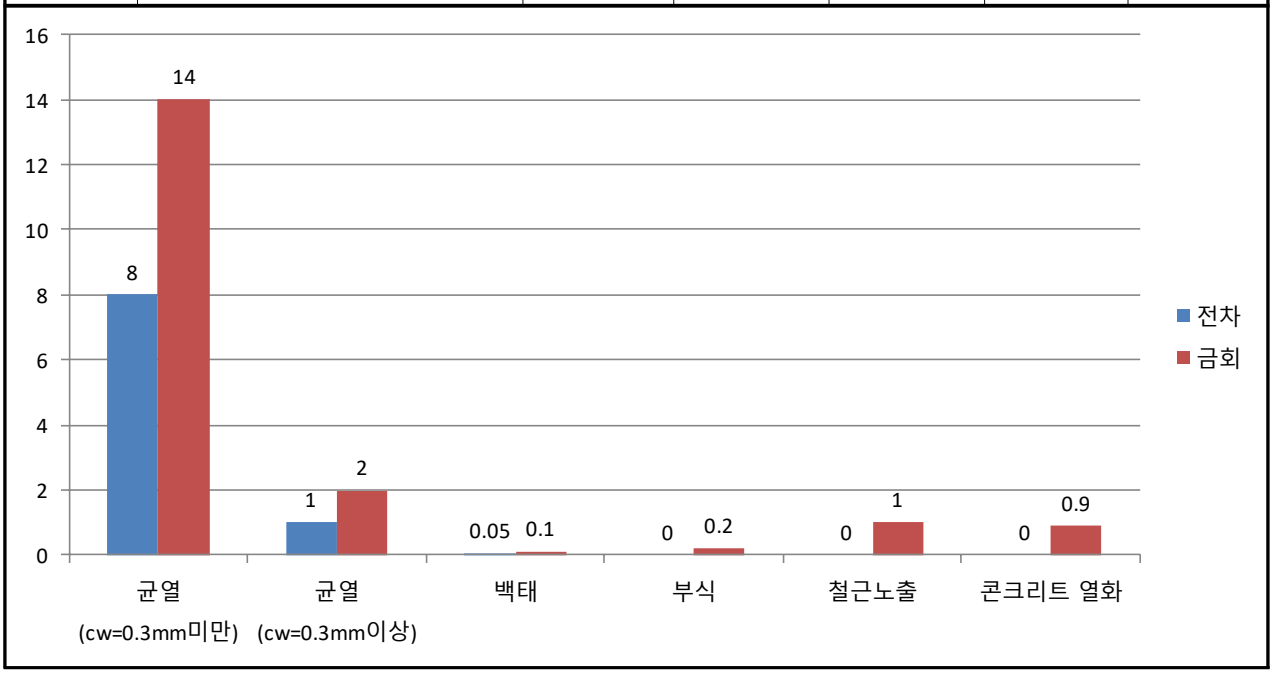
<사진 5.2.7> 바닥판 손상현황

<표 5.2.10> 바닥판 손상물량

구 분			S1	S2	S3	S4	S5	합계
바닥판	균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	7.5/7	-	-	-	2.5/7	14.0/14
	균열 (cw=0.3mm이상)	m/ea	2.0/1	-	-	-	-	2.0/1
	백태	㎡/ea	0.05/1	-	0.02/1	0.02/1	-	0.1/3
	부식	㎡/ea	-	-	0.2/1	-	-	0.2/1
	철근노출	ea	-	-	-	-	1.0	1.0
	콘크리트 열화	㎡/ea	-	0.3/1	-	-	0.6/1	0.9/2

<표 5.2.11> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
바닥판	균열(cw=0.3mm미만)	m/ea	8.0	14.0	증가(▲14.0)	수량증가
	균열(cw=0.3mm이상)	m/ea	1.0	2.0	증가(▲2.0)	수량증가
	백태	㎡/ea	0.05	0.1	증가(▲0.1)	수량증가
	부식	㎡/ea	-	0.2	증가(▲0.2)	신규손상
	철근노출	ea	-	1.0	증가(▲1.0)	신규손상
	콘크리트 열화	㎡/ea	-	0.9	증가(▲0.9)	신규손상



라. 손상원인 및 대책방안

- 균열 및 백태(cw=0.3mm미만) : 공용초기 손상으로서 발생위치가 국부적이고, 손상정도가 경미한 수준임을 고려할 때, 시공 시 온도변화 및 건조수축과 수분접촉에 의한 것으로 판단되며, 상태변화를 지속관찰하여 진전여부에 따라 적절하게 조치하는 것이 바람직하다.

- 부식, 철근노출 : 공용초기 손상으로서 발생위치가 국부적이고, 손상정도가 경미한 수준임을 고려할 때, 시공시 품질확보 불량 및 공용년수 경과에 의한 외기접촉에 의한 비구조적인 손상으로서 중대결함은 아닌 것으로 판단되며, 방치시 지속적인 외부작용에 의해 추가박락으로 진전될 수 있으므로 내구성 확보를 위하여 단면보수 하는 것이 바람직하다.

- 열화 : 공용초기 손상으로서 발생위치가 국부적이고, 손상정도가 경미한 수준임을 고려할 때, 시공시 품질확보 불량 및 공용년수 경과에 의한 외기접촉에 의한 비구조적인 손상으로서 중대결함은 아닌 것으로 판단되며, 방치시 지속적인 외부작용에 의해 추가박락으로 진전될 수 있으므로 내구성 확보를 위하여 단면보수 하는 것이 바람직하다.

5.2.6 거더 및 가로보

가. 일반사항

거더는 V-BEAM 공법으로 프리스트레스 콘크리트 거더로 분류하여 상태평가를 진행하며, 가로보가 설치되어 있다. 사다리와 드론을 이용한 육안조사를 하였으며, 신규 손상의 발생 여부와 주요 성능저하 요인인 거더의 균열, 철근노출 및 긴장재 주변의 균열, 결함, 부식 등을 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과, 거더 손상은 보수 된 것으로 확인되었고, 가로보의 손상은 일부보수가 확인되었다. 전차 점검과 비교시 손상이 감소되었고, 일부 가로보의 손상이 증가하였다. 기존 손상의 경우 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준으로 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



거더 및 가로보 전경



거더 및 가로보 전경



가로보 균열 cw=0.3mm이상 S3



가로보 균열 cw=0.3mm이상 S4

<사진 5.2.8> 거더 및 가로보 손상현황

<표 5.2.12> 거더 및 가로보 손상물량

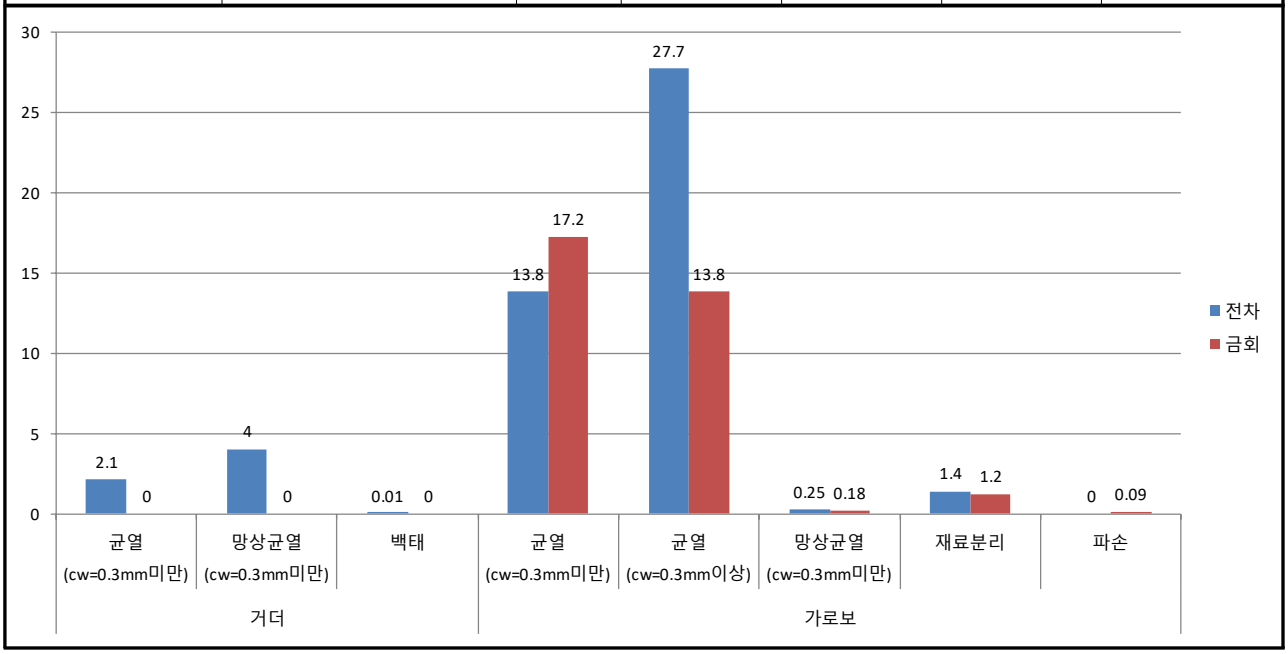
· 거더

· 가로보

구 분			S1	S2	S3	S4	S5	합계
가로보	균열(cw=0.3mm미만)	m/ea	-	1.0	4.8	10.3	1.1	17.2
	균열(cw=0.3mm이상)	m/ea	-	-	11.6	0.2	2.0	13.8
	망상균열(cw=0.3mm미만)	㎡/ea	-	0.18	-	-	-	0.18
	파손	㎡/ea	0.05	-	0.04	-	-	0.09
	재료분리	㎡/ea	-	-	-	-	1.2	1.2

<표 5.2.13> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
거더	균열(cw=0.3mm미만)	m/ea	2.1	-	감소(▼2.1)	보수완료
	망상균열(cw=0.3mm미만)	㎡/ea	4.0	-	감소(▼4.0)	보수완료
	백태	㎡/ea	0.01	-	감소(▼0.01)	보수완료
가로보	균열(cw=0.3mm미만)	m/ea	13.8	17.2	증가(▲3.4)	수량증가
	균열(cw=0.3mm이상)	m/ea	27.7	13.8	감소(▼13.9)	일부보수
	망상균열(cw=0.3mm미만)	㎡/ea	0.25	0.18	감소(▼0.07)	일부보수
	재료분리	㎡/ea	1.4	1.2	감소(▼0.2)	일부보수
	파손	㎡/ea	-	0.09	증가(▲0.09)	신규손상



라. 손상원인 및 대책방안

• 균열, 망상균열 : 진행성이 없는 점을 고려할 때, 시공시 온도변화 및 건조수축에 의한 것으로 판단되며, 방치시 동절기 염화칼슘 및 우천 시 수분 등의 침투 시 열화를 가속화하여 박락 등으로 진전될 수 있으므로 주기적인 점검을 통한 지속관찰을 하는 것이 바람직하다.

• 백태, 재료분리 : 시공 당시 발생한 경미한 결함으로 공용년수 경과에 따라 손상이 진전 및 확대가 될 수 있으므로 주기적인 점검을 통한 지속관찰을 하는 것이 바람직하다.

5.2.7 교량받침

가. 일반사항

교량받침은 전 지점에 대하여 탄성고무받침으로 시공되어 있다. 지진으로 인한 수평 하중 작용시 쐐기가 탈락되고 적층고무가 전단강성으로 상부구조물의 고유주기를 길게 하여 지진력이 감소하고 각 하부구조물에 지진력을 분산 전달하는 특징을 가지고 있다. 점검로를 통한 육안점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 받침콘크리트 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 신축유간 부족, 가동장애, 고정불량, 부식, 파손, 균열, 물고임 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과, 무수축몰탈 균열, 표면불량, 받침콘크리트 재료분리, 플레이트 부식이 조사되었고 받침콘크리트 잡철근미제거, 표면불량은 보수완료 되었고, 무수축몰탈 균열, 재료분리는 일부보수 되었다. 조사된 손상은 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



균열 0.2mm / 0.4m P3



플레이트부식 0.1m x 0.8m (2EA) P3



균열 0.3mm / 0.6m (2EA) P3



받침콘크리트 재료분리 0.1m x 0.2m P4

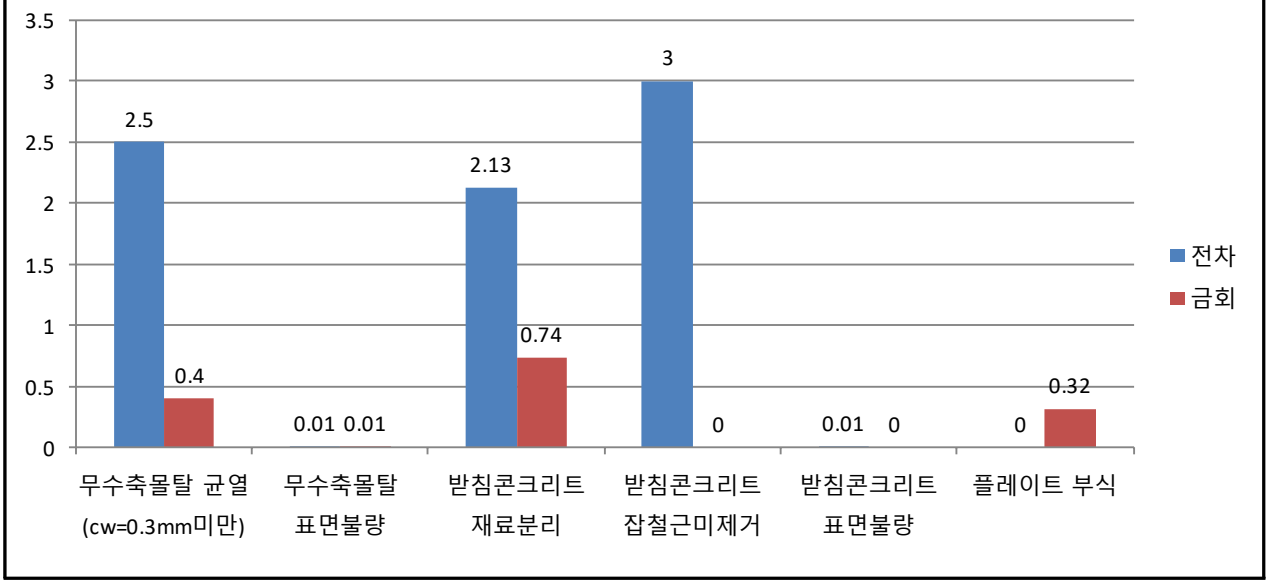
<사진 5.2.9> 교량받침 손상현황

<표 5.2.14> 교량받침 손상물량

구 분			A1	P1	P2	P3	P4	A2	합계
교량받침	무수축몰탈 균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	0.1	-	-	0.3	-	-	0.4
	받침콘크리트 재료분리	㎡/ea	0.12	-	0.16	0.28	0.18	-	0.74
	무수축몰탈 표면불량	㎡/ea	-	-	-	-	0.01	-	0.01
	플레이트 부식	㎡/ea	-	-	0.08	0.16	-	0.08	0.32

<표 5.2.15> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
교량받침	무수축몰탈 균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	2.5	0.4	감소(▼2.1)	일부보수
	무수축몰탈 표면불량	㎡/ea	0.01	0.01	-	-
	받침콘크리트 재료분리	㎡/ea	2.13	0.74	감소(▼1.39)	일부보수 신규손상
	받침콘크리트 잡철근미제거	ea	3	-	감소(▼3.0)	보수완료
	받침콘크리트 표면불량	㎡/ea	0.01	-	감소(▼0.01)	보수완료
	플레이트 부식	㎡/ea	-	0.32	증가(▲0.32)	신규손상

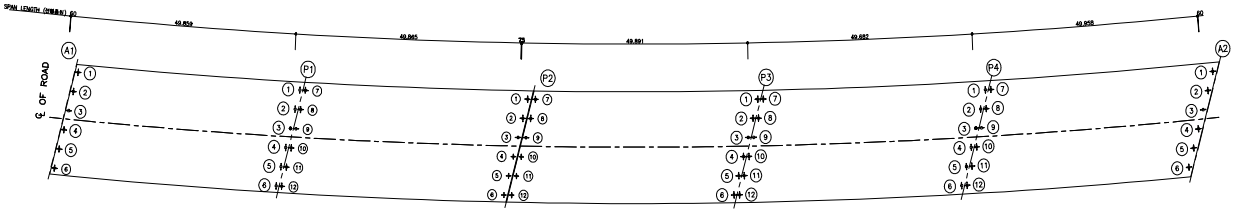


라. 손상원인 및 대책방안

• 균열 : 진행성이 없는 점을 고려할 때, 시공시 온도변화 및 건조수축에 의한 것으로 판단되며, 방치시 우수유입으로 열화를 가속화하여 박락 등으로 발전될 수 있으므로 주기적인 점검을 통한 지속관찰을 하는 것이 바람직하다.

• 표면불량, 재료분리, 잡철물 미제거 : 시공 당시 발생한 경미한 결함으로 공용년수 경과에 따라 손상이 진전 및 확대가 될 수 있으므로 주기적인 점검을 통한 지속관찰을 하는 것이 바람직하다.

■ 교량받침 검토



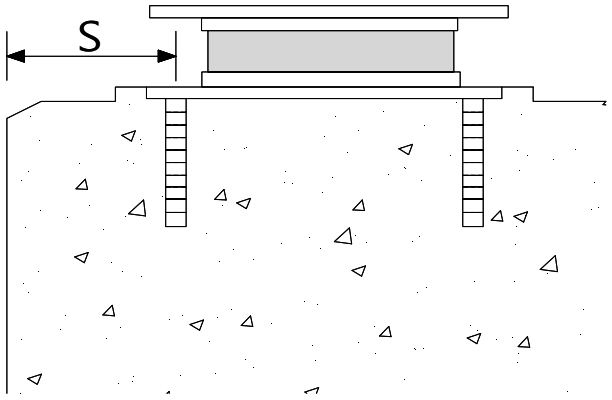
<사진 5.2.10> 받침장치 배치도

가. 최소 연단거리 산출방법

<표 5.2.16> 연단거리 산출방법

구 분	연단 거리 검토	비고
지간이 100m 이하인 경우	S1 = 20 + 0.5L	A1,A2,P1,P2,P3,P4=50.0m
지간이 100m 이상인 경우	S1 = 30 + 0.4L	-

나. 연단거리 검토



연단거리 측정기준 <탄성받침>



연단거리 측정

<사진 5.2.11> 연단 측정 현황

<표 5.2.17> 연단거리 검토결과

구분	지간장 (m)	설계기준 (㎜)	실측값(mm)						평가
			sh1	sh2	sh3	sh4	sh5	sh6	
A1	50.0	450	500	500	530	520	530	520	O.K
P1 (전방)	50.0	450	560	510	500	515	490	470	O.K
P1 (후방)	50.0	450	560	560	590	610	590	610	O.K
P2 (전방)	50.0	450	560	540	555	550	530	535	O.K
P2 (후방)	50.0	450	530	535	550	540	555	540	O.K
P3 (전방)	50.0	450	560	550	570	550	530	550	O.K
P3 (후방)	50.0	450	500	510	530	490	520	510	O.K
P4 (전방)	50.0	450	580	610	580	610	590	560	O.K
P4 (후방)	50.0	450	610	590	580	610	570	570	O.K
A2	50.0	450	530	530	560	550	540	560	O.K

- 실측 최소 연단거리는 해당 지점 교량받침의 연단거리 중 최소 연단거리를 의미한다.
- 받침장치 연단거리 측정결과 필요 연단거리 이상을 확보하는 것으로 검토되었다.

다. 받침장치 이동량 검토



받침 이동량 측정



받침 이동량 측정

<사진 5.2.12>받침장치 이동량 측정

1) 온도에 의한 계산 이동량 측정

<표 5.2.18> 받침장치 이동량 측정결과

구분		온도변화(△T)		선팽창계수	신축거더 길이(L) (m)	온도에 의한 계산 이동량 (mm)		비고
		동절기 (℃)	하절기 (℃)			동절기	하절기	
A1		-30.2	19.8	1.0×10^{-5}	50.0	15.1	9.9	
P1		고정단						
P2	시점측	-30.2	19.8	1.0×10^{-5}	50.0	15.1	9.9	
	종점측	-30.2	19.8	1.0×10^{-5}	100.0	30.2	19.8	
P3	시점측	-30.2	19.8	1.0×10^{-5}	50.0	15.1	9.9	
	종점측	-30.2	19.8	1.0×10^{-5}	50.0	15.1	9.9	
P4		고정단						
A2		-30.2	19.8	1.0×10^{-5}	50.0	15.1	9.9	

◎ 이동량 측정 날짜 및 일평균온도 : 2024.5.09.(측정시 기온 : 15.2°C)
◦ 검토온도 : -15℃~35℃(한랭지방, PSC교)

◎ 온도변화에 의한 이동량(△ℓt)
◦ 신축량 Δℓt(mm) = α × △T × L
◦ 최대 신장시(35℃-15.2℃) = 19.8℃
◦ 최대 수축시(-15℃-15.2℃) = -30.2℃
α = 선팽창계수(PSC : 1.0×10^{-5})
L = 신축 거더 길이

2) 받침장치 이동량 측정

<표 5.2.19> 받침장치 이동량 측정결과

구분		허용 가동량 (mm)	실측값(mm)						최대 이동량(mm)		평가
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	동절기	하절기	
A1		±30	4	4	5	5	4	4	-20 ~ -19	14 ~ 15	O.K
P1		고정단									
P2	시점측	±75	12	7	0	0	0	0	-27 ~ -15	10 ~ 22	O.K
	종점측	±75	20	20	20	10	5	10	-50 ~ -35	25 ~ 40	O.K
P3	시점측	±30	0	0	0	0	0	0	-15 ~ -15	10 ~ 10	O.K
	종점측	±30	4	5	4	5	5	5	-20 ~ -19	14 ~ 15	O.K
P4		고정단									
A2		±30	10	5	10	10	4	4	-25 ~ -19	14 ~ 20	O.K

3) 받침장치 이동량 검토결과

받침장치의 가동상태는 대체로 양호하였으며, 이상가동은 없는 것으로 분석되었다.

5.2.8 교대 및 교각

가. 일반사항

교대(A1~A2) 모두 현장 타설 공법으로 시공되었다. 교량하부에서 도보 및 사다리, 고소점검차를 이용한 육안점검으로 전 구간 상세조사를 하였다. 교대 구체 및 흉벽부, 받침부, 날개벽 주변 부위, 받침부를 중심으로 주요 성능저하 요인인 기울음, 침하, 전도, 누수, 유간밀착, 균열, 파손, 철근노출 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과 기초는 원지반에 매입된 상태이며, 신규 손상은 발견되지 않았고, 전차 조사되었던 균열, 누수, 녹발생, 마감불량, 망상균열, 백태, 잡철물미제거, 재료분리, 철근노출, 콘크리트 퇴적, 파손, 표면불량, 균열부 백태가 조사되었다. 전차 점검과 비교시 일부 보수가 이루어졌으며, 미보수 손상 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



교대 전경(A2)



교각 전경(P3)



콘크리트 열화 0.4m x 0.3m (A2)



균열 cw=0.3mm 이상 P2

<사진 5.2.13> 교대 및 교각 손상현황

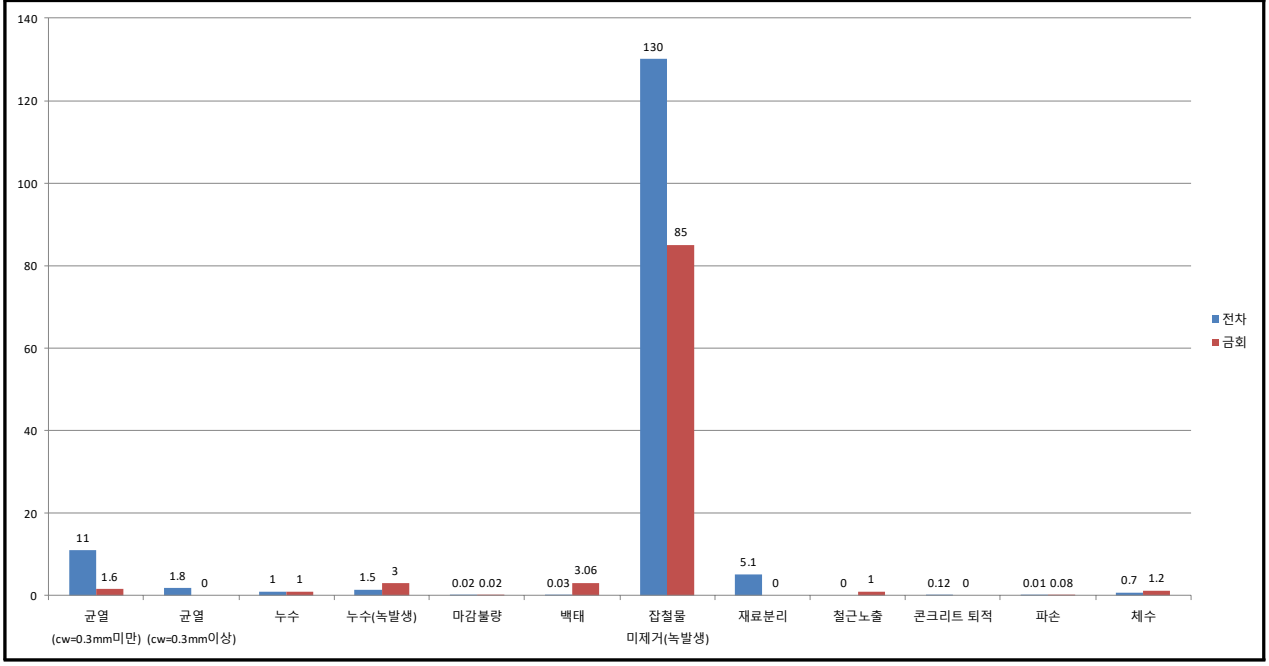
<표 5.2.20> 교대, 교각 손상물량

구 분			A1	A2	합계
교대	균열(cw=0.3mm미만)	m/ea	1.0/1	0.6/2	1.6
	누수흔적	ea	0.75/1	2.0/3	2.75
	누수	ea	-	1.0	1.0
	누수(녹발생)	㎡/ea	-	3.0/1	3.0
	마감불량	㎡/ea	-	0.02/1	0.02
	백태	㎡/ea	-	3.06/5	3.06
	잡철물 미제거(녹발생)	ea	-	85.0	85
	철근노출	ea	-	1.0	1.0
	체수	㎡/ea	0.5/1	0.7/1	1.2
	파손	㎡/ea	0.04/1	0.04/2	0.08
	콘크리트 열화	㎡/ea	-	0.12/1	0.12

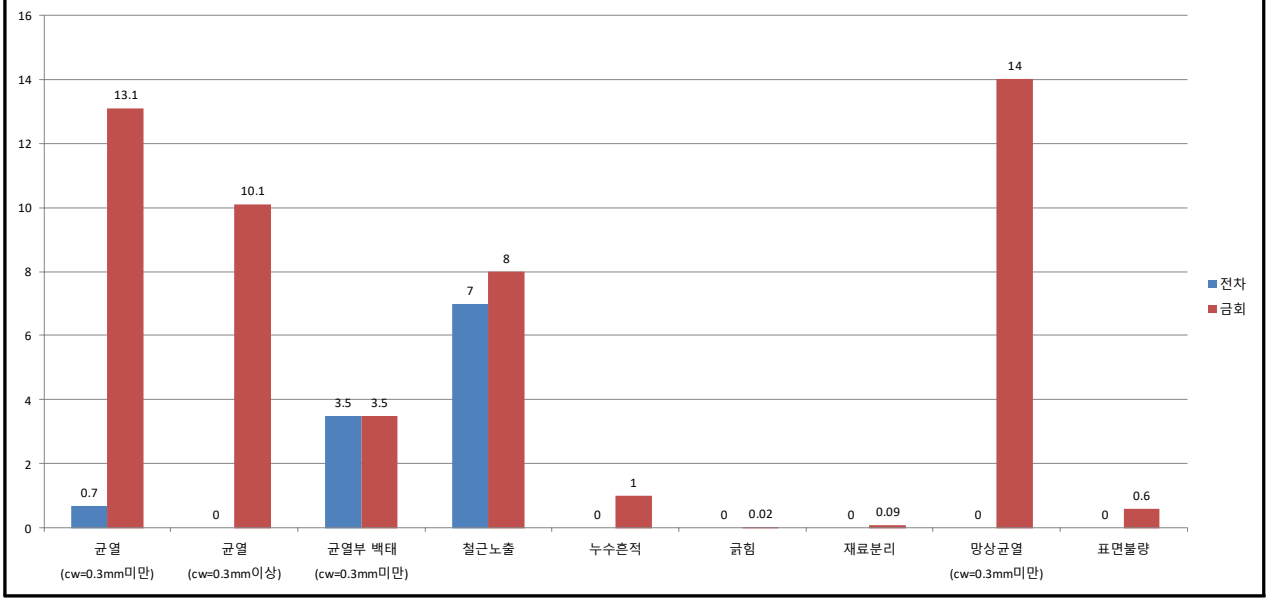
구 분			P1	P2	P3	P4	합계
교각	균열(cw=0.3mm미만)	m/ea	3.0/4	5.7/6	0.4/1	4.0/3	13.1
	균열(cw=0.3mm이상)	m/ea	2.0/1	1.0/1	5.1/3	2.0/1	10.1
	균열부 백태 (cw=0.3mm미만)	m/ea	-	3.5/3	-	-	3.5
	철근노출	ea	-	-	-	8.0	8.0
	누수흔적	㎡/ea	-	1.0/1	-	-	1.0
	긁힘	㎡/ea	0.02/2	-	-	-	0.02
	재료분리	㎡/ea	0.09/1	-	-	-	0.09
	망상균열(cw=0.3mm 미만)	㎡/ea	-	13.0/4	1.0/1	-	14.0
	표면불량	㎡/ea	-	-	-	0.6/1	0.6

<표 5.2.21> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
교대	균열(cw=0.3mm미만)	m/ea	11.0	1.6	감소(▲9.4)	일부보수
	균열(cw=0.3mm이상)	m/ea	1.8	-	감소(▼1.8)	보수완료
	누수	ea	1	1.0	-	-
	누수(녹발생)	㎡/ea	1.5	3.0	증가(▲1.5)	수량증가
	마감불량	㎡/ea	0.02	0.02	-	-
	백태	㎡/ea	0.03	3.06	증가(▲3.03)	수량증가
	잡철물 미제거(녹발생)	ea	130	85	감소(▼45)	일부보수
	재료분리	㎡/ea	5.1	-	감소(▼5.1)	보수완료
	철근노출	ea	-	1.0	증가(▲1.0)	신규손상
	콘크리트 퇴적	㎡/ea	0.12	-	감소(▼0.12)	보수완료
	파손	㎡/ea	0.01	0.08	증가(▲0.07)	수량증가
	체수	㎡/ea	0.7	1.2	증가(▲0.5)	수량증가



손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
교각	균열(cw=0.3mm미만)	m/ea	0.7	13.1	증가(▲12.4)	수량증가
	균열(cw=0.3mm이상)	m/ea	-	10.1	증가(▲10.1)	신규손상
	균열부 백태 (cw=0.3mm미만)	m/ea	3.5	3.5	-	-
	철근노출	ea	7	8.0	증가(▲1.0)	수량증가
	누수흔적	㎡/ea	-	1.0	증가(▲1.0)	신규손상
	긁힘	㎡/ea	-	0.02	증가(▲0.02)	신규손상
	재료분리	㎡/ea	-	0.09	증가(▲0.09)	신규손상
	망상균열(cw=0.3mm미만)	㎡/ea	-	14.0	증가(▲14)	신규손상
	표면불량	㎡/ea	-	0.6	증가(▲0.6)	신규손상



라. 손상원인 및 대책방안

- 균열(cw=0.3mm미만) : 진행성이 없는 점을 고려할 때, 시공시 온도변화 및 건조수축과 품질미흡에 의한 것으로 판단되며, 방치시 우수유입으로 열화를 가속화하여 박락 등으로 진전될 수 있으므로 주기적인 점검을 통한 지속관찰을 하는 것이 바람직하다.

- 균열(cw=0.3mm이상) : 발생위치가 불규칙하고, 진행성이 없는 점을 고려할 때, 시공시 온도변화 및 건조수축에 의한 것으로 판단되며, 방치시 동절기 염화칼슘 및 우천 시 수분 등의 침투 시 열화를 가속화하여 박락 등으로 진전될 수 있으므로 안전성 및 내구성 확보를 위하여 주입보수하는 것이 바람직하다.

- 백태, 균열부백태 : 진행성이 없는 점을 고려할 때, 시공시 결함부에 공용중 우수 유입에 의한 것으로 판단되며, 방치시 공용기간중 지속적 우수유입으로 열화를 가속화하여 추가손상의 원인이 될 수 있으므로 주기적인 점검을 통한 지속관찰을 하는 것이 바람직하다.

- 누수, 체수, 녹발생, 마감불량, 잡철물미제거, 재료분리, 철근노출, 콘크리트퇴적, 파손 : 경미한 결함으로 공용년수 경과에 따라 손상이 진전 및 확대가 될 수 있으므로 내구성 확보를 위한 일괄 보수가 필요하다.

5.2.9 하중상태 조사

가. 일반사항

본 교량의 공용중 하중 변화 여부를 파악하기 위해 기존 자료(준공도서, 기 점검보고서)를 참조하여 조사를 실시하였으며, 현재 부착시설물은 가로등, 점검로가 확인되었다.

나. 외관조사 결과

하중상태에 대한 외관조사결과, 기 초기안전점검 이후 용도, 구조의 변경 및 추가 설치된 시설물은 없는 상태이며, 구조부재의 규격, 사용재료 및 기 설치된 부착시설물의 하중도 변화가 없는 것으로 조사되었다. 따라서, 본 교량은 준공 후 용도, 구조, 하중의 변화가 없는 상태이며, 향후 하중상태에 대한 변화가 있을 경우 구조검토 등을 실시하고 그에 따른 적절한 조치가 이루어진다면 시설물의 공용에는 문제가 없을 것으로 판단된다.



가로등 상태



방음벽 상태

<사진 5.2.14> 하중상태 조사현황

<표 5.2.22> 하중상태 조사결과

위 치	하중상태 변화여부	위 치	하중상태 변화여부
S1	변화없음	S2	변화없음
S3	변화없음	S4	변화없음
S5	변화없음	-	-

5.2.10 공중이 이용하는 부위

가. 일반사항

공중이 이용하는 부위는 추락방지시설, 도로포장, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개로 나누어져 있다. 도보를 이용한 육안점검으로 상세조사를 하였으며,. 결함 및 파손 고정부 및 연결부 파손, 도로포장 결함 및 파손 포트홀, 신축이음부 토사 이물질퇴적, 후타재균열, 신축유간, 덮개들의 결함 및 파손 등의 발생 유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과 도로부 신축이음부 후타재 균열, 부식, 토사퇴적이 조사되었고, 그 이외 추락방지시설, 도로포장, 환기등의 덮개는 양호한 것으로 확인되었고, 후타재 균열의 경우 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



후타재 균열 cw=0.3mm미만 (A1)



부식 및 토사퇴적 (A2)

<그림 5.2.15> 공중이 이용하는 부위 조사현황

<표 5.2.23> 공중이 이용하는 부위 손상물량

구 분		손상현황	비고
공중이이용하는부위	추락방지시설	상태양호	-
	도로포장	상태양호	-
	도로부 신축이음부	후타재 균열, 부식, 토사퇴적	-
	환기구 등의 덮개	상태양호	-

라. 손상원인 및 대책방안

- 후타재 균열(cw=0.3mm미만) : 진행성이 없는 점을 고려할 때, 공용중 중차량의 지속적인 마찰 및 충격과 시공시 후타재 건조수축과 차량 윤하중에 의한 손상으로 판단되며, 방치시 노면수의 침투가 활발해져 파손으로 급진전할 수 있으므로 주기적인 점검을 통한 지속관찰을 하는 것이 바람직하다.

- 부식 : 발생 위치가 신축이음 본체 쪽으로 불규칙적이며, 진행성이 거의 없는 점을 고려할 때, 시공 시 품질확보 불량 및 공용 중 수분 접촉에 의한 것으로 신축이음 본체 파손이나 신축 거동에 기능불량은 없는 수준이므로 중대 결함은 아닌 것으로 판단 되며, 방치시 본체의 내구성 저하 등으로 인한 본체 파손 등의 주행 차량의 안전성을 저해하고, 교량의 신축 거동의 장애를 가속화 할 수 있으므로 안전성과 사용성 확보를 위하여 재도장을 설치하는 것이 바람직하다.

5.2.11 전차 점검결과와 비교 분석

전차 점검결과와 비교시 교면포장, 방호벽, 신축이음, 거더, 교량받침, 교대, 교각에 일부보수 및 보수완료가 이루어졌으며, 보수가 이뤄지지 않은 잔여손상 대부분 경미한 결함으로 구조 안전성을 저해하는 구조적 결함이나 심각한 내구성 및 기능성 저하는 발생하지 않은 것으로 검토되었다.

<표 5.2.24> 전차 점검결과와 비교

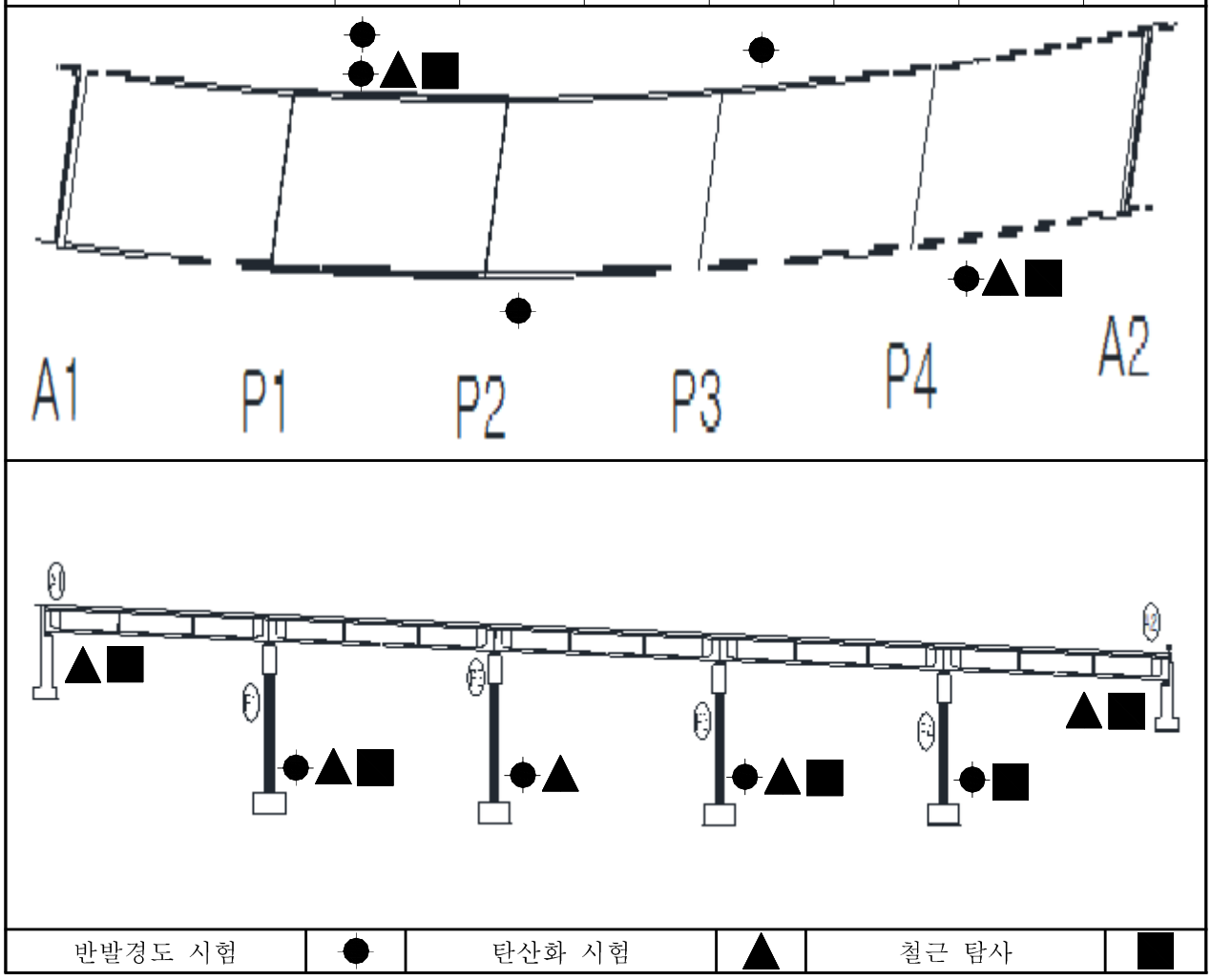
부재명	전차 정밀안전점검 결과	금회 정밀안전점검 결과	비고
교면포장	상태양호	**포장파손**	**신규손상**
방호벽	균열, 백태, 파손	**균열, 델리네이터파손, 방음벽프레임손상, 방음벽유리파손, 파손, 파손 및 철근노출**	**신규손상** 보수완료
배수시설	상태 양호	**배수관 누수**	**신규손상**
신축이음	후타재 균열	후타재균열, **물받이길이 부족, 부식, 토사퇴적**	일부보수 **신규손상**
바 닥 판	균열, 백태	균열, 백태, **부식, 철근노출, 콘크리트 열화**	수량증가 **신규손상**
거더	**균열, 망상균열, 백태**	상태양호	**보수완료**
가로보	균열, 망상균열, 재료분리	**균열, 망상균열, 재료분리**, 파손	**일부보수** 신규손상
교량받침	무수축몰탈 균열, 무수축몰탈 표면불량, 받침콘크리트 재료분리, ~~받침콘크리트 잡철근마제거, 받침콘크리트 표면불량~~	무수축몰탈 균열, 무수축몰탈 표면불량, 받침콘크리트 재료분리, **플레이트 부식**	일부보수 **신규손상** ~~보수완료~~
교대	~~균열~~, 누수, 누수(녹발생), 마감불량, 백태, 잡철물 미제거(녹발생), ~~재료분리~~, 체수, 콘크리트 퇴적, 파손	균열, 누수, **누수(녹발생)**, 마감불량, **백태**, 잡철물 미제거(녹발생), 재료분리, **체수**, 콘크리트 퇴적, **파손,** 철근노출	일부보수 ~~보수완료~~ **수량증가** *신규손상*
교각	균열, 균열부 백태, 철근노출, 파손	**균열**, 균열부 백태, 철근노출, **누수흔적, 긁힘, 재료분리, 망상균열, 표면불량**	수량증가 **신규손상**
공중이 이용하는 부위	후타재 균열	후타재균열, **물받이길이 부족, 부식, 토사퇴적**	일부보수 **신규손상**

5.3 내구성조사

5.3.1 내구성조사 항목 및 수량

본 시설물 내구성조사의 시험항목 및 수량은 『시설물의 안전 및 유지관리 세부지침(국토교통부)』을 기준으로 하고, 현장여건을 반영하여 정밀안전점검에 대한 상태평가 및 구조물의 분석이 객관적이고 보편타당하게 이루어질 수 있도록 조사자료를 충분히 확보할 수 있는 수준으로 결정하였다.

시험종류 / 부재	기준수량			적용수량			조정비
	반발경도	탄산화	철근탐사	반발경도	탄산화	철근탐사	
상부구조	5	2	2	5	2	2	100%
하부구조	5	3	3	6	5	5	100%
계	10	5	5	11	8	7	100%



<그림 5.3.1> 내구성조사 위치

5.3.2 콘크리트 비파괴강도조사 분석결과

반발경도 시험법에 의한 비파괴강도는 캔틸레버, 바닥판, 교대, 교각에 대하여 실시하였으며, 그 결과는 다음 표와 같다.

<표 5.3.1> 쌍학교 비파괴강도 측정결과(상부구조) [단위 : MPa]

구분	시험 위치	비파괴시험	추정압축강도			설계강도 (B)
		반발경도(Ro)	일본재료학회 ①	일본건축학회 ②	사용식	
상부 구조	S2캔틸레버(좌)	41.7	22.0	25.4	②	27.0
	S2캔틸레버(좌)	41.8	22.1	25.0		
	S3캔틸레버(좌)	41.5	21.9	24.9		
	S4캔틸레버(좌, 비건전)	40.4	21.0	24.4		
	S5캔틸레버(우, 비건전)	39.7	20.9	24.3		

<표 5.3.2> 쌍학교 비파괴강도 측정결과(하부구조) [단위 : MPa]

구분	시험 위치	비파괴시험	추정압축강도			설계강도 (B)
		반발경도(Ro)	일본재료학회 ①	일본건축학회 ②	사용식	
하부 구조	A2흉벽	34.5	16.5	22.1	②	24.0
	A1흉벽	42.7	23.2	25.8		

구분	시험 위치	비파괴시험	추정압축강도	설계강도 (B)
		반발경도(Ro)	KALIS추정식	
하부 구조	P3(전면 좌, A1(비봉) 방향)	55.0	51.4	40.0
	P4(전면 좌, A2(매송) 방향)	53.5	50.1	
	P2(전면, A1(비봉) 방향)	53.2	49.9	
	P1(배면, A1(비봉) 방향)	54.8	51.2	

<표 5.3.3> 쌍학교 비파괴강도 측정결과 [단위 : MPa]

부재 \ 종류		시험압축강도 (A)		설계기준강도 (B)	(A/B)×100 (%)	
		일본건축학회 ②	KALIS추정식		일본건축학회 ②	KALIS추정식
상부구조	캔틸레버	24.3~25.0	-	27.0	90~92.6	-
하부구조	교대	22.1~25.8	-	24.0	92.1~107.5	-
	교각	-	49.0~51.4	40.0	-	122.5~128.5

콘크리트 비파괴 시험결과 상부구조 캔틸레버 건전부 추정 비파괴강도는 24.9~25.4MPa로 조사되었고, 캔틸레버 비건전부 추정 비파괴강도는 24.3~24.4MPa로 조사 되었다. 일본건축학회식 상부부재 건전부 92.2%~94.1%이상, 비건전부 90.0~90.4%이상 확보하는 것으로 평가되었다. 설계기준 대비 90%이상으로 설계강도와 비교시 낮게 측정되었지만, 큰 심각한 내구성 저하는 없는 것으로 판단된다.

콘크리트 비파괴 시험결과 하부구조 교대 추정 비파괴강도는 22.1~25.8MPa, 설계강도 이하로 조사 되었고, 일본건축학회식 하부부재 건전부 90%이상 확보하는 것으로 평가 되었다. 하부구조 교각 건전부 추정 비파괴강도는 49.0~51.4MPa, 설계강도 이상으로 조사 되었고, 전 지점 설계강도 이상으로 조사되었다. KALIS추정식을 이용한 하부부재 모두 100%이상 확보하는 것으로 평가되어, 콘크리트의 강도 및 내구상태는 전반적으로 양호한 것으로 판단된다.



반발경도 시험 P3



반발경도 시험 S2 캔틸

<사진 5.3.2> 반발경도 시험 현황

5.3.3 철근배근탐사 결과

철근탐사장비(RC-RADAR)를 이용한 조사를 실시하였으며, 그 결과는 다음 표와 같다.

<표 5.3.4> 철근탐사 측정결과

구 분		철근	배근간격 (mm)		피복두께 (mm)		비고
			측정치	설계기준	측정치	설계기준	
상부구조	S2 캔틸레버(좌, 비건전)	주철근(H19)	206	200	118	40.2	
		배력철근(H19)	91	100	97	50	
	S5 캔틸레버(우)	주철근(H19)	206	200	130	40.2	
		배력철근(H19)	100	100	103	50	
하부구조	A2 흉벽	주철근(D16)	255	250	103	72	
		배력철근(D16)	304	300	114	56	
	A1 흉벽	주철근(D16)	231	250	89	72	
		배력철근(D16)	289	300	110	56	
	P3(전면 좌, A1(비봉) 방향)	주철근(H25)	120	99	128	87.5	
		띠철근(H16)	302	300	115	71.5	
	P4(전면 좌, A2(매송) 방향)	주철근(H25)	109	99	120	87.5	
		띠철근(H16)	301	300	99	71.5	
	P2(전면, A1(비봉) 방향)	주철근(H25)	111	99	132	87.5	
		띠철근(H16)	286	300	117	71.5	

철근탐사장비(RC-RADAR)를 이용한 조사결과 주철근 및 배력철근의 배근간격 및 피복 두께 상태는 대부분 양호하며, 일부 설계기준에 못 미치는 측정치가 나타난 것으로 보이나, 오차범위 근사치에 있기 때문에 양호한 것으로 평가할 수 있을 것이다.

RC-RADAR의 레이다파는 통과 매질의 유전상수6(콘크리트 유전상수 범위4~9)에 영향을 주기 때문에 건조함과 습함(물 유전상수81)에 따라 유전상수가 3 이하 12 이상으로 나타날 수 있다. 매질이 건조하여 유전상수가 낮아지면 레이다의 반사시간이 빨라져 낮은 피복두께로 나타나며, 반대로 매질이 습하여 유전상수가 높아지면 레이다의 반사시간 느려져 두꺼운 피복두께로 나타날 수 있다. 본 교량에서 RC-RADAR 탐사는 유전상수6을 사용하여 기존 설계치계산과 같게 하여 기준을 잡았으나 부재별-구간별 상이한 유전상수가 나타날 수 있어 매번 다른 유전상수를 적용할 수 없으므로 GPR탐사의 탐사오차를 감안하여 평가한다.



피복두께 측정 P3



피복두께 측정 S4

<사진 5.3.3> 피복두께 측정 현황

5.3.4 탄산화 깊이조사 분석결과

본 구조물에서는 측정위치에 타정공구 및 드릴을 이용하여 국부적으로 파손시킨 면에 페놀프탈레인 용액을 지시약으로 사용하는데, 이는 알카리성 콘크리트의 탄산화가 진행된 면에서는 무색으로 변화가 없는 무색의 깊이가 곧 탄산화 진행 깊이가 된다. 또한, 측정된 탄산화깊이를 이용하여 아래 식에 의해 잔존수명을 예측하였으며, 결과는 다음 <표 5.3.5>와 같다.

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

여기서, C : 탄산화깊이(mm) → 탄산화 잔여깊이

A : 탄산화 속도계수

t : 콘크리트 타설 후 경과된 시간(년)

<표 5.3.5> 탄산화 깊이의 측정결과

구 분		탄산화깊이 (mm)	측정피복 (mm)	잔여피복두께 (mm)	탄산화 속도계수(A)	잔존수명 예측(년)	평가 등급
상부 구조	S2 캔틸레버(좌, 비건전)	1.0	97	96.0	0.38	100년이상	a
	S5 캔틸레버(우)	1.5	103	101.5	0.57	100년이상	a
하부 구조	A2 흉벽	3.9	103	99.1	1.49	100년이상	a
	A1 흉벽	4.0	89	85.0	1.53	100년이상	a
	P3(전면 좌, A1(비봉) 방향)	2.8	115	112.2	1.07	100년이상	a
	P4(전면 좌, A2(매송) 방향)	1.4	99	97.6	0.54	100년이상	a
	P2(전면, A1(비봉) 방향)	3.2	117	113.8	1.23	100년이상	a

※탄산화 속도계수(A) = 탄산화깊이 / $\sqrt{\text{재령(년)}}$

※수명예측(년) = (철근피복 / 탄산화속도 계수)2

※잔존수명 예측(년) = 수명예측년수 - 경과년수



탄산화깊이 측정 P1



탄산화깊이 측정 S5

<사진 5.3.4> 탄산화 시험 현황

본 과업 대상 구조물의 콘크리트 부재에 대하여 탄산화 시험을 수행한 결과 상부구조에서 최대 1.5㎜, 하부구조에서 최대 4.0㎜까지 탄산화가 진행된 것으로 측정되었으며 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침』 건전성 평가기준(탄산화 잔여깊이 30㎜이상 : a등급)을 전반적으로 만족하는 것으로 측정되었다.

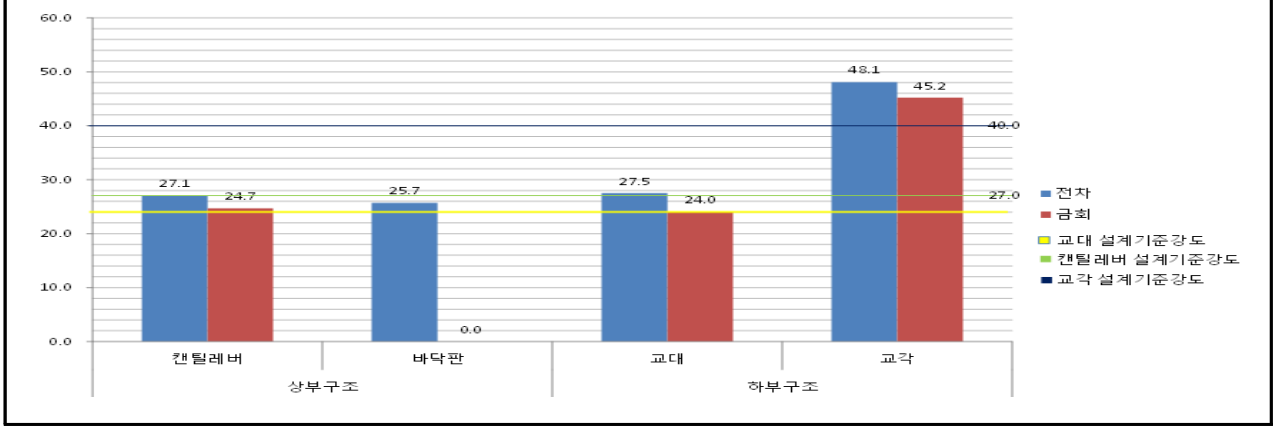
또한, 탄산화에 의한 수명 평가는 경과년수와 탄산화깊이와의 관계를 통해 탄산화 속도계수를 역추적하여 탄산화가 철근에 도달하는 시간을 계산하였다. 앞서 언급한 식 $C=A\sqrt{t}$ 에서 준공 후 현재까지의 경과년수 t는 설계도로부터 구할 수 있고 탄산화 깊이 C는 현장조사를 통하여 얻을 수 있으므로 탄산화 속도계수 A를 계산할 수 있다. 이에 따라 현재로부터 탄산화가 철근에 도달하는데 걸리는 시간을 추정한 결과 전반적으로 100년 이상으로 탄산화에 의한 철근부식은 없을 것으로 판단된다.

5.3.5 전차 점검결과와 비교 분석

가. 비파괴강도

<표 5.3.6> 전차 정밀결과와 비파괴강도 비교 [단위:MPa]

구 분		전차	금회	설계기준강도
상부구조	캔틸레버	22.9~31.2	24.3~25.0	27.0
	바닥판	23.2~28.2	-	
하부구조	교대	25.2~29.8	22.1~25.8	24.0
	교각	45.7~50.5	49.0~51.4	40.0

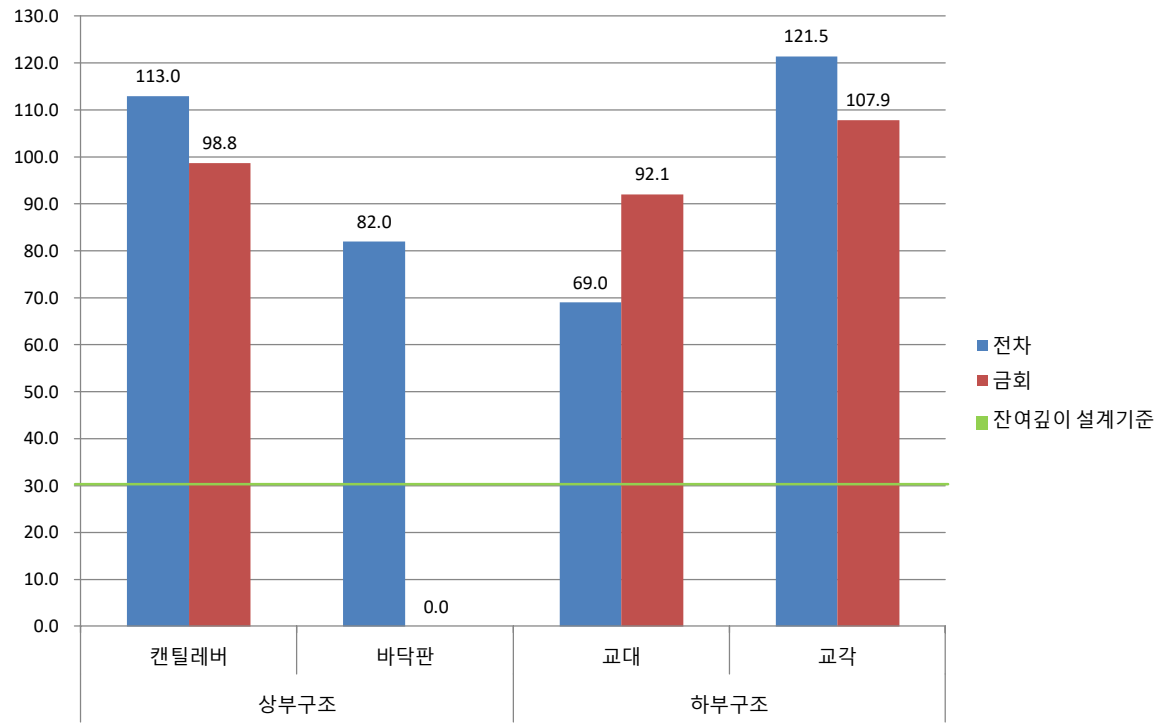


비비파괴강도에 대한 비교결과 금회 과업시 측정한 강도의 미소한 차이는 있으나 이는 측정위치, 표면요철, 습윤 상태 등 여러요인에 의해 차이가 발생할 수 있으며 전 개소에서 설계강도 90%이상을 확보하고 있는 것으로 분석 되어 외관조사를 통한 손상상태 등을 종합적으로 고려했을 때 현재 콘크리트에 심각한 문제가 되지는 않으나 추후 차기 점검시 변화양에 대해 지켜볼 필요가 있다고 판단된다.

나. 탄산화깊이

<표 5.3.7> 전차 정밀결과와 탄산화 잔여깊이 비교 [단위:mm]

구 분		전차(잔여깊이mm)	금회(잔여깊이mm)	잔여깊이 설계기준
상부구조	캔틸레버	113.0	98.8	30mm이상
	바닥판	82.0	-	
하부구조	교대	69.0	92.1	
	교각	121.5	107.9	



탄산화깊이에 대한 비교결과 일부 부재에서 탄산화 깊이가 약간 증가된 것으로 보이나 이는 측정위치 및 시험자의 숙련도에 따라 일부 편차가 발생한 것으로 판단되며, 전반적으로 잔여깊이가 30mm이상으로 철근의 부식 가능성은 없는 양호한 상태인 것으로 평가되어 공용기간 경과에 따른 탄산화의 급격한 진전은 없는 것으로 판단된다.

5.4 상태평가

5.4.1 상태평가

쌍학교는 V-BEAM 형식으로 상태평가는 구조형식에 따른 부재별 가중치를 적용하여 환산결함도 점수를 산정하였으며, 기초에 할당된 가중치는 조사 불가로 하부 구조물 교대/교각의 가중치에 포함시켰다. 외관조사 및 내구성조사에 따른 상태평가 결과는 다음과 같다.

가. 부재별 평가적용 손상

부재명		평가적용 손상 및 사유	평가제외
바닥판		○균열폭 0.3mm이상~0.5mm미만 -균열0.3mm ○표면손상 면적 2% 미만	배수구에서 나온 부식
거더	V Beam	○상태양호	-
가로보 및 세로보		○균열폭 0.5mm이상	-
교면포장		○포장불량률 5%~10%미만	-
배수시설		○배수시설의 상태불량 ○많은 퇴적물, 누수	-
방호벽	강재	○상태양호	방음벽 프레임 손상 방음벽 유리파손
	콘크리트	○0.3mm이상 균열 ○박리, 파손, 철근노출 10%미만	

부재명		평가적용 손상 및 사유	평가제외
신축이음	본체	○물받이 미설치 또는 파손으로 인한 누수 ○유간사이 이물질로 기능불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등의 열화	-
	후타재	○미세균열 발생 -후타재 균열	-
교량받침	탄성받침	○경미한열화 - 플레이트부식	-
	받침콘크리트	○부분적 박리, 탈락 등 손상 - 받침콘크리트 재료분리, 파손, 무수축몰탈균열	-
교대		○구체 균열폭 0.1㎜이상~0.3㎜미만 ○표면 손상면적 2%미만 -균열, 누수흔적, 마감불량, 백태, 잡철물미제거, 철근노출, 파손, 열화	-
교각		○균열폭 0.3㎜이상~0.5㎜미만 - 균열, 망상균열(cw=0.3mm미만) ○표면 손상면적 2%미만 - 철근노출, 긁힘, 재료분리, 표면불량	-
기초		-	-

나. 부재별 손상 및 상태평가 결과

1) 콘크리트 바닥판

<표 5.4.1> 콘크리트 바닥판

부재명	1방향 균열		2방향균열	열화 및 손상		부재면적
	균열폭 (㎜)	균열면적 (㎡)	균열폭 (㎜)	손상면적 (㎡)	부식면적 (㎡)	면적 (㎡)
S1	0.3	0.5	-	0.05	-	965.77
S2	-	-	-	0.3	-	965.89
S3	-	-	-	0.22	-	957.91
S4	-	-	-	0.02	-	953.89
S5	0.2	0.625	-	1.6	-	959.19

<표 5.4.2> 콘크리트 바닥판 상태평가 결과

부재명	1방향 균열				2방향균열		열화 및 손상				평가 결과
	균열폭 (㎜)		균열율 (%)		균열폭 (㎜)		손상면적 (%)		부식면적 (%)		
S1	0.3	c	0.05	b	-	a	0.01	b	-	a	**c**
S2	-	a	-	a	-	a	0.03	b	-	a	**b**
S3	-	a	-	a	-	a	0.02	b	-	a	**b**
S4	-	a	-	a	-	a	0.00	b	-	a	**b**
S5	0.2	b	0.07	b	-	a	0.17	b	-	a	**b**

2) V Beam 거더

<표 5.4.3> V Beam 거더

부재명	균열(mm)		열화 및 손상		부재면적
	균열폭 (㎜)	균열면적 (㎡)	표면손상 (㎡)	철근부식면적 (㎡)	면적 (㎡)
S1	-	-	-	-	2058.2
S2	-	-	-	-	2058.4
S3	-	-	-	-	2059.5
S4	-	-	-	-	2050.9
S5	-	-	-	-	2062.3

<표 5.4.4> V Beam 거더 상태평가 결과

부재명	균열		열화 및 손상				평가 결과
			표면손상 (%)		철근부식발생 (%)		
S1	-	a	-	a	-	a	**a**
S2	-	a	-	a	-	a	**a**
S3	-	a	-	a	-	a	**a**
S4	-	a	-	a	-	a	**a**
S5	-	a	-	a	-	a	**a**

3) 가로보 및 세로보

<표 5.4.5> 가로보 및 세로보

부재명	균열(mm)	열화 및 손상		부재면적
		표면손상 (㎡)	철근부식면적 (㎡)	면적 (㎡)
S1	-	0.05	-	29.98
S2	0.2	0.18	-	29.98
S3	0.5	0.04	-	29.98
S4	0.3	-	-	29.98
S5	0.3	1.2	-	29.98

<표 5.4.6> 가로보 및 세로보 상태평가 결과

부재명	균열		열화 및 손상				평가 결과
			표면손상 (%)		철근부식발생 (%)		
S1	-	a	0.17	b	-	a	**b**
S2	0.2	b	0.60	b	-	a	**b**
S3	0.5	d	0.13	b	-	a	**d**
S4	0.3	c	-	-	-	a	**c**
S5	0.3	c	4.0	c	-	a	**c**

4) 교면포장

<표 5.4.7> 아스팔트 교면포장

부재명	포장불량			배수	부재면적(㎡)
	불량면적(㎡)	차량 주행성		물고임(ea)	
		요철(㎜)	손상폭(cm)		
S1	-	-	-	-	852.59
S2	-	-	-	-	852.69
S3	-	-	-	-	844.65
S4	-	-	-	-	841.12
S5	0.03	-	-	-	845.79

<표 5.4.8> 교면포장 상태평가 결과

부재명	포장불량				배수		평가 결과
	불량면적 (%)		차량 주행성		물고임		
S1	-	a	-	a	-	a	**a**
S2	-	a	-	a	-	a	**a**
S3	-	a	-	a	-	a	**a**
S4	-	a	-	a	-	a	**a**
S5	0.004	b	-	a	-	a	**b**

5) 배수시설

<표 5.4.9> 배수시설

부재명	배수구 막힘 (ea)	누수, 상태불량, 길이부족 (ea)	파손, 노후화 (ea)
S1/A1	-	-	-
S2/P1	-	-	-
S3/P2	-	누수	-
S4/P3	-	-	-
S5/P4	-	-	-
A2	-	-	-

<표 5.4.10> 배수시설 상태평가 결과

부재명	상태평가	평가결과
S1/A1	-	a
S2/P1	-	a
S3/P2	누수	c
S4/P3	-	a
S5/P4	-	a
A2	-	a

6) 방호벽

<표 5.4.11> 방호벽

부재명	강재		콘크리트				부재길이(m)
	도장불량	손상	균열폭(㎜)	경미한 손상 (ea)	박리, 파손, 철근노출(m)	철근부식(m)	
S1	-	-	0.2	-	0.3	-	49.86
S2	-	-	0.2	-	-	-	49.87
S3	-	-	1.0	-	-	-	49.89
S4	-	방음벽 프레임손상	0.5	-	-	-	49.68
S5	-	-	-	-	1.3	-	49.96

<표 5.4.12> 방호벽 상태평가 결과

부재명	강재				콘크리트								평가결과
	도장불량		손상		균열폭 (㎜)		경미한 손상		표면손상 (%)		철근부식 (%)		
S1	-	a	-	a	0.2	b	-	a	0.6	c	-	a	**c**
S2	-	a	-	a	0.2	b	-	a	-	a	-	a	**b**
S3	-	a	-	a	1.0	c	-	a	-	a	-	a	**c**
S4	-	a	파손 1ea	c	0.5	c	-	a	-	a	-	a	**c**
S5	-	a	-	a	-	a	-	a	2.6	c	-	a	**c**

7) 신축이음

<표 5.4.13> 신축이음

부재명	신축이음 본체						후타재	
	이물질 퇴적 (ea)	볼트 열화 (ea)	볼트 탈락 (ea)	물받이파손 누수 (ea)	이상음 거동불량 (ea)	본체 탈락 본체 파손 (ea)	균열 (ea)	박리, 박락 파손 등 (ea)
A1	-	-	-	-	-	부식 1	4	-
P2	2	-	-	1	-	-	3	-
A2	2	-	-	-	-	부식 3	1	-

<표 5.4.14> 신축이음 상태평가 결과

부재명	본체		후타재				평가결과
			균열		박리, 박락, 파손 등		
A1	부식 1	c	4	b	-	a	**c**
P2	이물질퇴적 물받이 부족	c	3	b	-	a	**c**
A2	이물질퇴적 부식 3	c	1	b	-	a	**c**

8) 교량받침

<표 5.4.15> 교량받침

부재명	받침 본체			받침 콘크리트	
	도장탈락, 부식 (ea)	부분적 변형 (ea)	본체파손, 거동장애 (ea)	균열폭 (㎜)	부분적 박리, 탈락, 파손 등 (ea)
A1	-	-	-	0.1	재료분리
P1	-	-	-	-	-
P2	부식	-	-	-	재료분리
P3	부식	-	-	0.1	재료분리
P4	-	-	-	-	재료분리 표면불량
A2	부식	-	-	-	-

<표 5.4.16> 교량받침 상태평가 결과

부재명	받침 본체		받침 콘크리트				평가결과
			균열폭 (㎜)		박리, 탈락, 파손 등		
A1	-	a	0.1	b	재료분리	b	**b**
P1	-	a	-	a	-	a	**a**
P2	부식	b	-	a	재료분리	b	**b**
P3	부식	b	0.1	b	재료분리	b	**b**
P4	-	a	-	a	재료분리 표면불량	b	**b**
A2	부식	b	-	a	-	a	**b**

9) 교대 및 교각

<표 5.4.17> 교대 및 교각

부재명	균열, 변위		열화 및 손상		부재면적
	균열폭 (㎜)	변위	손상면적 (㎡)	부식면적 (㎡)	면적 (㎡)
A1	0.2	-	0.04	-	215.58
P1	0.3	-	0.11	-	313.84
P2	0.3	-	-	-	326.00
P3	0.3	-	-	-	297.51
P4	0.3	-	0.6	8.0	284.95
A2	0.2	-	3.24	-	162.40

※ 녹발생은 철근부식에 의한 것이 아닌 것으로 확인되어 평가에서 제외한다.
※ 철근노출은 콘크리트의 철근노출이 아닌 것으로 확인되어 평가에서 제외한다.

<표 5.4.18> 교대 및 교각 상태평가 결과

부재명	균열, 변위				열화 및 손상				평가결과
	균열폭 (㎜)		변위		손상면적 (%)		부식면적 (%)		
A1	0.2	b	-	a	0.02	b	-	a	**b**
P1	0.3	c	-	a	0.04	b	-	a	**c**
P2	0.3	c	-	a	-	a	-	a	**c**
P3	0.3	c	-	a	-	a	-	a	**c**
P4	0.3	c	-	a	0.21	c	2.8	c	**c**
A2	0.2	b	-	a	1.99	b	-	a	**b**

10) 기초

<표 5.4.19> 기초

부재명	기초 손상		지반 안전성	
	균열폭(㎜)	단면손상(ea)	세굴여부(ea)	부등침하(ea)
A1	-	-	-	-
P1	-	-	-	-
P2	-	-	-	-
P3	-	-	-	-
P4				
A2	-	-	-	-

<표 5.4.20> 기초 상태평가 결과

부재명	기초 손상				지반 안전성				평가결과
	균열		단면손상		세굴여부		부등침하		
A1	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	**q**
P1	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	**q**
P2	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	**q**
P3	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	**q**
P4	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	**q**
A2	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	**q**

11) 탄산화

<표 5.4.21> 탄산화

부재명	상부구조	부재명	하부구조
	잔여깊이(㎜)		잔여깊이(㎜)
S1	-	A1	85.0
S2	96.0	P1	-
S3	-	P2	113.8
S4	-	P3	112.2
S5	101.5	P4	97.6
		A2	99.1

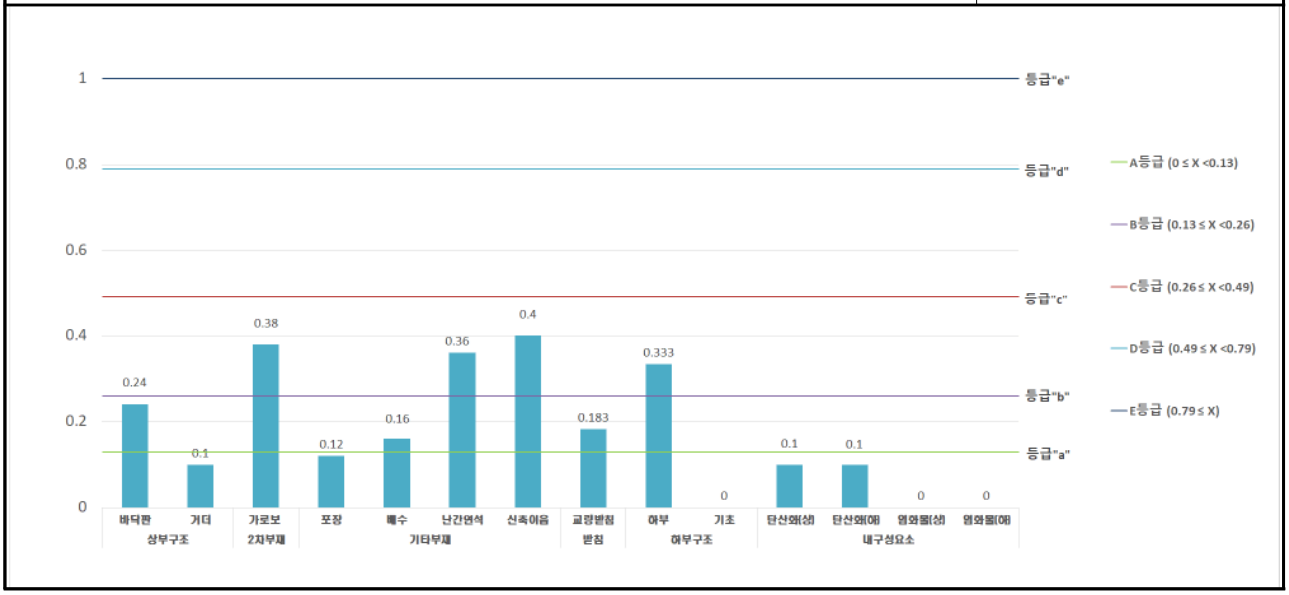
<표 5.4.22> 탄산화 상태평가 결과

부재명	상부구조	평가결과	부재명	하부구조	평가결과
	잔여깊이 (㎜)			잔여깊이 (㎜)	
S1	-	-	A1	부식발생 우려 없음	**a**
S2	부식발생 우려 없음	**a**	P1	-	-
S3	-	-	P2	부식발생 우려 없음	**a**
S4	-	-	P3	부식발생 우려 없음	**a**
S5	부식발생 우려 없음	**a**	P4	부식발생 우려 없음	**a**
			A2	부식발생 우려 없음	**a**

다. 개별교량 상태평가 결과

<표 5.4.23> 상태평가 결과

부재의 분류		상부구조		2차부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화(상)	탄산화(하)	염화물(상)	염화물(하)
S1/A1	V BEAM	c	a	b	a	a	c	c	b	b	q	x	a	N/A	N/A
S2/P1	V BEAM	b	a	b	a	a	b	x	a	c	q	a	x	N/A	N/A
S3/P2	V BEAM	b	a	d	a	c	c	c	b	c	q	a	a	N/A	N/A
S4/P3	V BEAM	b	a	c	a	a	c	x	b	c	q	x	a	N/A	N/A
S5/P4	V BEAM	b	a	c	b	a	c	x	b	c	q	a	a	N/A	N/A
A2	V BEAM	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	c	b	b	q	x	a	N/A	N/A
평균		0.240	0.100	0.380	0.120	0.160	0.360	0.400	0.183	0.333	N/A	0.100	0.100	N/A	N/A
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	N/A	4	3	N/A	N/A
(평균X가중치)/가중치합		0.043	0.020	0.019	0.008	0.005	0.007	0.036	0.017	0.067	N/A	0.004	0.003	N/A	N/A
1. 환산결함도 점수 =												0.229			
2. 상태평가 결과 =												B			



<표 5.4.24> 개별교량 상태평가 결과

개별교량명	쌍학교					
구분	구조형식	환산 결함도점수	상태평가 결과	연장(m)	연장비	환산결함도점수 ×연장비
쌍학교	V-Beam	0.229	B	100.0	1.0	0.229
합계(Σ)				100.0	1.0	0.229
1. 환산결함도 점수 =						0.229
2. 상태평가 결과 =						B

라. 전체교량 평가결과

<표 5.4.25> 전체교량 상태평가 결과

전체교량명	쌍학교						
구분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장(m)	차선	길이 ×차선	연장비	환산결함도점수 ×연장비
쌍학교	0.229	B	100.0	4	480.0	1.0	0.229
합계(Σ)			100.0	4	480.0	1.0	0.229
1. 평가지수 =							0.229
2. 상태평가 결과 =							B 등급

마. 상태평가 결과

본 쌍학교의 상태평가 결과 시공품질 불량, 공용 중 중차량 하중, 공용년수 경과에 의한 노후화, 외부환경 요인에 의해 발생된 것으로 판단되는 손상들에 의해 가로보에서는 d등급 상부구조 바닥판, 2차부재 가로보, 기타부재 배수, 난간연석, 신축이음, 하부구조 교각 P1,P2,P3에서 c등급으로 평가되어 전체 평가지수는 0.229로 상태평가 등급은 “B등급”으로 평가되었다.

바. 공중이 이용하는 부위 상태평가

1) 공중이 이용하는 부위 상태평가

<표 5.4.26> 추락방지시설

평가항목	평가사유		평가근거
	평가대상	조사결과	
추락방지시설	손상 및 결함 발생 여부, 기능상태	손상 및 결함이 없고, 기능상태 양호	<5.2.12>
도로포장	결함 및 파손 발생 여부, 차량주행상태	경미한 결함 및 파손 발생, 차량주행에는 문제없음	<5.2.12>
도로부 신축이음부	결함 및 파손 발생 여부, 차량주행상태	경미한 결함 및 파손 발생, 차량주행에는 문제없음	<5.2.12>
환기구 등의 덮개	결함 및 파손 발생 여부, 기능상태	손상 및 결함이 없고, 기능상태 양호	<5.2.12>

2) 공중이 이용하는 부위 상태평가 결과

<표 5.4.27> 공중이 이용하는 부위 상태평가 결과

구 분	상태평가	등 급	중대결함 등
추락방지시설	○손상 및 결함 상태는는 문제가 없는 상태	a	해당없음
도로포장	○포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태	a	해당없음
도로부 신축이음부	○신축이음 본체의 유간사이 이물질로 기능불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등의 열화가 발생한 상태 또는 후타재의 균열이 50cm이하의 간격으로 발생하거나, 국부적인 박리, 박락, 파손이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태	b	해당없음
환기구 등의 덮개	○덮개 등에 결함 및 파손등이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없고 기능성에 문제가 없는 상태	a	해당없음

5.4.2 안전등급 지정

<표 5.4.28> 안전등급 지정

구 분	상태평가		안전성평가	
	평가지수	평가기준	평가지수	평가기준
평가결과	0.229	B	미실시 (정밀안전진단 과업)	
안전등급 지 정	상태평가 B / 안전성평가 (미실시) - → 안전등급 B			

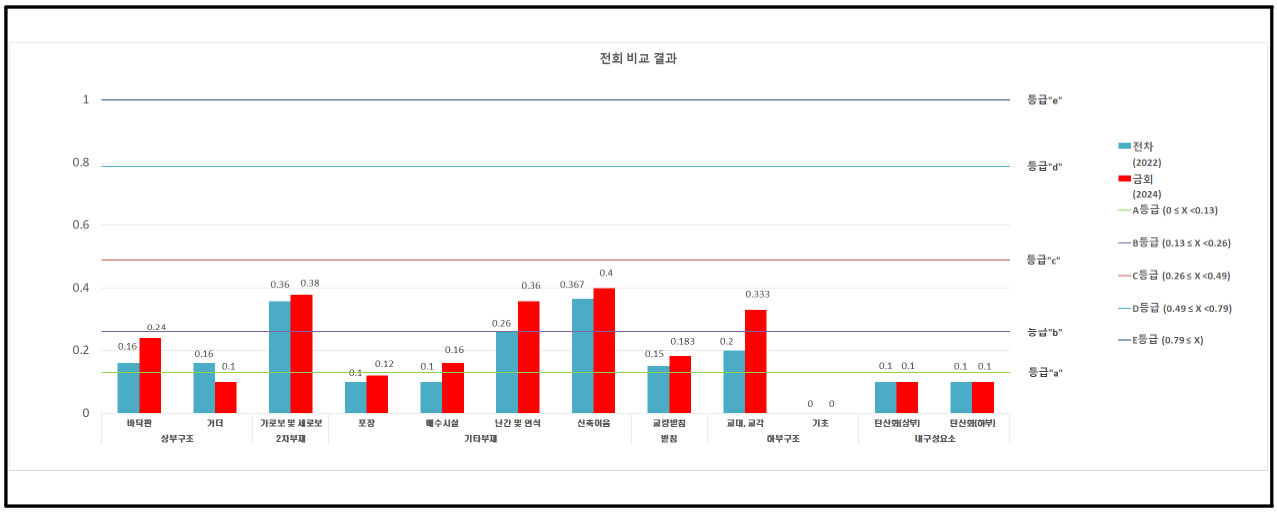
안전등급은 상태평가 결과와 안전성평가 결과 중 낮은 등급을 안전등급으로 지정하나 금회 실시한 정밀안전점검에서는 안전성평가(정밀안전진단 과업)를 실시하지 않아 안전등급은 『B등급』인 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태”로 평가되었다.

5.4.3 전차 점검결과와 비교

가. 전차 점검결과와 안전등급 비교

<표 5.4.29> 전차 점검결과와 안전등급 비교

구 분		전차(2022)		금회(2024)		증·감	변동원인
		등급	평균	등급	평균		
상부구조	바닥판	c	0.160	c	0.240	▲	일부손상 증가
	거더	c	0.160	a	0.100	▼	일부손상 감소
2차부재	가로보 및 세로보	d	0.360	d	0.380	▲	일부손상 증가
기타부재	포장	a	0.100	b	0.120	▲	일부손상 증가
	배수시설	a	0.100	c	0.160	▲	일부손상 증가
	난간 및 연석	c	0.260	c	0.360	▲	일부손상 증가
	신축이음	d	0.367	c	0.400	▲	일부손상 증가
받침	교량받침	b	0.150	b	0.183	▲	일부손상 증가
하부구조	교대, 교각	c	0.200	c	0.333	▲	일부손상 증가
	기초	q	-	q	-	-	-
내구성요소	탄산화(상부)	a	0.100	a	0.100	-	-
	탄산화(하부)	a	0.100	a	0.100	-	-



구 분	종합평가 지수	안전등급	비고
전차 정밀안전점검	0.188	"B"	
금회 정밀안전점검	0.229	"B"	변동없음

전차 정밀안전점검과 비교결과 금회 안전등급은 **『B』(0.229)**등급으로 전회차 상태평가 결과인 『B』(0.188)등급에서 등급이 변동되었으며, 공용년수 경과로 인한 손상증가로 결함도 지수가 다소 증가된 것으로 분석되었다.

나. 공중이 이용하는 부위 전차 점검결과 비교

<표 5.4.30> 공중이 이용하는 부위 전차 점검결과 비교

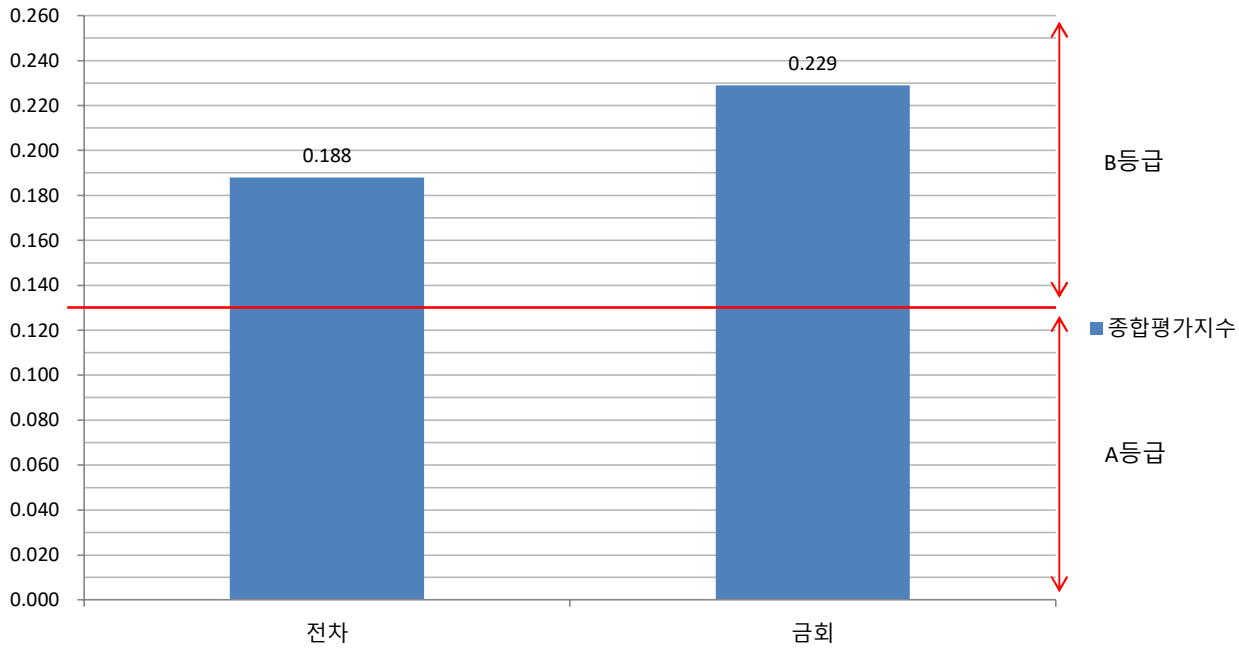
구 분	전차 정밀안전점검 결과	금회 정밀안전점검 결과
추락방지시설	B	A
도로포장	A	A
도로부 신축이음부	B	B
환기구 등의 덮개	A	A

전차에 추락방지시설에서 보수로 인하여 A등급으로 바뀌었다. 금회 공중이 이용하는 부위에 대한 상태평가는 세부지침 개정에 따른 실시로서 분석 결과, 공중의 안전에 영향을 미칠만한 중대결함 등에 해당하는 심각한 결함은 없는 것으로 검토되었다.

5.4.3 전차 점검결과와 비교

<표 5.4.5> 전차 점검결과와 안전등급 비교

구 분	종합평가 지수	안전등급	비고
2022 정밀안전점검	0.188	"B"	등급유지
금회 정밀안전점검	0.229	"B"	등급유지



금회 정밀안전점검결과 시공당시 발생한 초기결함과 환경적 요인에 의한 추가손상 및 공용 중 발생한 가로보, 신축이음, 교량받침, 교대의 손상으로 인해 손상지수가 증가하였으나, 전차 정밀안전전검 결과와 비교하면 금회 안전등급은 **『B』(0.229)**등급으로 전차 결과인 『B』(0.188)등급으로부터 등급유지 되었으나, 일부 부재의 손상증가 및 신규손상으로 인해 결함도지수가 증가된 것으로 분석되었다.

5.5 보수·보강 및 유지관리 방안

5.5.1 보수·보강 우선순위 결정

각 시설물은 주부재와 보조부재로 이루어져 있으며, 이들 시설물에서 발생된 각종 손상(결함)에 대하여 보강을 보수보다, 주요부재를 보조부재보다 우선하여 보수·보강 순위를 정한다. 또한, 전체 시설물에서의 우선순위 결정은 각 시설물이 가지는 중요도, 발생한 결함의 심각성 등을 종합검토 후 다음 표와 같이 결정한다.

<표 5.5.1> 보수·보강 우선순위 결정 기준

구 분	순 위	내 용
단기대책	즉시	◦주요부재에 발생된 결함 및 손상이 커 내하력에 영향을 미치는 경우(철근이 노출되어 철근부식에 의한 내하력 저하 가능성이 있는 손상) ◦시설물의 안전관리에 관한 특별법 시행령 제12조, 시행규칙 제9조에서 정한 결함
	1순위	◦즉각적인 보수는 요구되지 않지만 내하력, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요한 경우 (철근부식 가능성이 있는 손상 또는, 기존 보수부 붕 손상이 발생되었으나 내부 상태를 관찰할 수 없는 경우) ◦교면 포장구간 차량 주행에 영향이 있는 경우
장기대책	2순위	◦기능발휘에는 지장이 없으나, 내구성 증진을 위해 연차보수가 필요한 경우 (방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성을 위해 보수가 필요한 경우)
	3순위	◦발생된 손상이 경미하여 유지관리를 통한 점검이 필요한 경우

5.5.2 보수·보강 방안 및 개략공사비

<표 5.5.2> 보수·보강 방안 및 개략공사비

구 분	손상내용	단위	보수물량	보수·보강 공법	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
교면포장	포장파손	m/ea	0.03	주의관찰	0	0	3
방호벽	균열(cw=0.3mm미만)	m/ea	29.2	표면처리	43	1255.6	3
	균열(cw=0.3mm이상)	m/ea	3.4	주입보수	83	282.2	2
	델리네이터 파손	ea	1.0	재설치	10	10	3
	방음벽 프레임 손상	ea	1.0	주의관찰	0	0	3
	방음벽유리파손	㎡/ea	0.06	주의관찰	0	0	3
	파손	㎡/ea	0.11	단면보수	167	18.37	2
	파손 및 철근노출	㎡/ea	0.2	철근 방청후 단면보수	221	44.2	2
배수시설	배수관누수	ea	1.0	배수관 교체	43	43	2
신축이음	물받이 길이 부족	ea	2.0	물받이 설치	43	86	2
	부식 및 토사퇴적	㎡/ea	2.01	도장	68	136.68	2
	부식	㎡/ea	0.08	도장	68	5.44	2
	토사퇴적	m/ea	2.0	청소	69	138	2
	후타재 균열(cw=0.3mm미만)	m/ea	4.1	표면처리	43	176.3	3
바 닥 판	균열(cw=0.3mm미만)	m/ea	14.0	표면처리	43	602	3
	균열(cw=0.3mm이상)	m/ea	2.0	주입보수	83	166	2
	백태	㎡/ea	0.1	표면처리	43	4.3	3
	부식	㎡/ea	0.2	단면보수	167	33.4	3
	철근노출	ea	1.0	철근 방청후 단면보수	221	221	2
	콘크리트 열화	㎡/ea	0.9	단면보수	167	150.3	3
가로보	균열(cw=0.3mm미만)	m/ea	17.2	표면처리	43	739.6	3
	균열(cw=0.3mm이상)	m/ea	13.8	주입보수	83	1145.4	2
	망상균열(cw=0.3mm미만)	㎡/ea	0.18	표면처리	43	7.74	3
	파손	㎡/ea	0.09	단면보수	167	15.03	2
	재료분리	㎡/ea	1.2	단면보수	167	200.4	3
교량받침	무수축몰탈 균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	0.4	표면처리	43	17.2	3
	받침콘크리트 재료분리	㎡/ea	0.74	단면보수	167	123.58	3
	무수축몰탈 표면불량	㎡/ea	0.01	단면보수	167	1.67	3
	플레이트 부식	㎡/ea	0.32	도장	68	21.76	3

<표 5.5.2> 보수·보강 방안 및 개략공사비(계속)

구 분	손상내용	단위	보수물량	보수·보강 공법	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
교대	균열(cw=0.3mm미만)	m/ea	1.6	표면처리	43	68.8	3
	누수흔적	ea	2.75	표면처리	43	118.25	3
	누수	ea	1.0	주의관찰	0	0	3
	누수(녹발생)	㎡/ea	3.0	표면처리	43	129	3
	마감불량	㎡/ea	0.02	단면보수	167	3.34	3
	백태	㎡/ea	3.06	표면처리	43	131.58	3
	잡철물 미제거(녹발생)	ea	85	표면처리	43	3655	3
	철근노출	ea	1.0	철근방청	221	221	3
	체수	㎡/ea	1.2	주의관찰	0	0	3
	파손	㎡/ea	0.08	단면보수	167	13.36	3
	콘크리트 열화	㎡/ea	0.12	단면보수	167	20.04	3
교각	균열(cw=0.3mm미만)	m/ea	13.1	표면처리	43	563.3	3
	균열(cw=0.3mm이상)	m/ea	10.1	주입보수	83	838.3	2
	균열부 백태(cw=0.3mm미만)	m/ea	3.5	표면처리	43	150.5	3
	철근노출	ea	8.0	철근방청	221	1768	3
	누수흔적	㎡/ea	1.0	표면처리	43	43	3
	긁힘	㎡/ea	0.02	주의관찰	0	0	3
	재료분리	㎡/ea	0.09	단면보수	167	15.03	3
	망상균열(cw=0.3mm미만)	㎡/ea	14.0	표면처리	43	602	3
	표면불량	㎡/ea	0.6	단면보수	167	100.2	3
순 공 사 비						14,086	
제경비(순공사비×0.5)						7,043	
총 공 사 비						21,129	

※보수물량은 손상물량과 동일하게 적용하였으며, 보수시 현장여건에 따른 보수물량은 증가될 수 있음.

※대상구조물 대한 실시설계시에는 접근성 등을 감안한 부대공 및 가시설 비용이 추가될 수 있음.

※순공사비는 부대공(교통통제 및 고소장비 등)을 제외한 개략공사비 합산금액이며, 부대비용은 현장 여건에 따라 금액 산정이 필요함.

※일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경될 수 있음.

5.5.3 유지관리 방안

가. 유지관리의 목적 및 필요성

도로시설물의 유지관리란 기존에 건설된 시설물이 기능을 보존케 하고 이용차량의 편의와 안전을 도모하기 위하여 기존 시설을 점검하고 손상된 부분의 원상복귀와 추가시설을 보완하여 수명기간 동안 안전과 기능을 충분히 발휘하기 위한 일련의 과정을 말한다. 도로시설물 유지관리의 주요내용은 ① 시설물 안전점검, ② 이상발견, ③ 보수필요여부 판정, ④ 적정 보수공법 선정, ⑤ 보수공사 실시, ⑥보수효과 확인 등으로 구분된다.

나. 중점유지관리 사항

금회 정밀안전점검 결과, 시설물의 안전성에 직접적인 영향을 미치는 구조적인 손상은 없는 상태이나, 향후 공용기간 증가에 따라 사용성 및 내구성을 저하시킬 수 있는 손상 및 시설물의 유지관리에 필요한 항목들에 대해서는 중점유지관리 항목으로 선정하여 보다 효과적으로 유지관리를 할 수 있도록 제시하였다.

<표 5.5.3> 주요 부재별 중점 유지관리 항목

구 분	손상 내용		대상부위	유지관리 항목
교면포장	◦ 포장파손		S1 S2 S3 S4 S5	◦ 신규손상 발생여부 ◦ 손상의 진전 및 확대여부
방호벽	◦ 균열 ◦ 파손 ◦ 파손 및 철근노출		S1 S2 S3 S4 S5	◦ 균열의 진전 및 확대여부 ◦ 손상의 진전 및 확대여부 ◦ 부속시설 상태 확인
배수시설	◦ 배수관 누수		S3	◦ 신규손상 발생여부 ◦ 배수구 막힘 확인

<표 5.5.3> 주요 부재별 중점 유지관리 항목(계속)

구 분	결함 내용		대상부위	유지관리 항목
신축이음	◦부식 및 토사퇴적		A1 A2	◦손상의 진전 및 확대여 ◦균열의 진전 및 확대여부 ◦청소상태 확인 ◦신축이음부 누수 상태
바닥판	◦균열 ◦콘크리트 열화		S2 S5	◦균열의 진전 및 확대여부 ◦손상의 진전 및 확대여부
가로보	◦균열 ◦파손		S3 S4 S5	◦균열의 진전 및 확대여부 ◦손상의 진전 및 확대여부
교량받침	◦플레이트 부식		P2 P3 A2	◦부식의 손상 진전 및 확대여부
교대	◦콘크리트 열화		A2	◦보수부 재손상여부 ◦균열의 진전 및 확대여부 ◦손상의 진전 및 확대여부 ◦청소상태 확인
교각	◦균열 cw=0.3mm이상		P1 P2 P3 P4	◦균열의 진전 및 확대여부 ◦손상의 진전 및 확대여부

다. 부재별 점검요령

대상 교량의 부재별 주요점검 요령은 다음과 같다.

(1) 교면포장

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷공통</td><td>● 균열
● 파손
● 마모</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷신축이음 전후, 구조물 경계부</td><td>● 파손, 단차, 이격</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷배수구 주변</td><td>● 물고임</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2"> 
구조물 경계부
 
교면포장</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
– 방호울타리측 양측 길어깨에서 도보점검
– 중차량 통행이 많은 차선, 곡선부 외측, 급정지 구간 주변의 손상 점검
– 신축이음 전후 및 경계부의 단차 점검
– 교면 위 물고임 점검(가급적 비온 직후 점검)

◦ 손상발생시 조치
– 손상이 확연한 부분은 위치, 규모에 대하여 점검야장에 경간별로 기록 후 사진촬영
– 종방향 단차가 30mm이상 발생하여 추가손상이 우려되거나 주행안전성에 지장을 초래할 경우 즉시 보고하여 대책을 수립

◦ 점검 시 유의사항
– 길어깨는 교통사고의 위험이 높으므로 2인1조로 하여 차량 진행방향과 반대방향으로 걸어 가면서 점검
– 상세조사를 실시할 경우 신호봉 등을 사용하여 차량 유도 후에 안전하게 점검 실시</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">● 사진기
● 5m자
● 균열자
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)
● 교통통제 기구(신호봉 또는 수기, 라바콘)</td></tr>
</table>

(2) 방호벽

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷난간
▷방호벽
▷중앙분리대</td><td>● 균열
● 백태
● 재료분리
● 긁힘, 파손, 부식, 변형
● 부속시설 파손, 부식, 변형</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2"> 
방호벽 균열 cw0.3mm미만 (S1)
 
방호벽 파손 (S1)</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
– 교량 한쪽에서 눈을 방호벽 높이 정도로 낮추어 방호벽의 전체 선형에 급격한 변화 부분이 있는지 점검
– 녹물이 흘러내려 미관을 해치는 부분이 있는지 점검
– 연속 받침부 방호벽은 콘크리트의 경우 부모멘트에 의한 균열(0.3mm이상)을 점검

◦ 손상발생시 조치
– 방호벽의 전체 선형에 급격한 변화부분이 있는 경우 교량받침이나 하부 구조의 침하가 있을 수 있으므로 해당부재 점검 시 참고할 수 있도록 기록
– 차량 충돌 등 외부의 강한 하중에 의한 손상일 경우 바닥판에도 영향을 줄 수 있으므로 바닥판 점검시 고려

◦ 점검시 유의사항
– 방호벽의 큰 변형이나 파손된 부분으로 통행인 또는 차량의 추락 위험이 있을 시 즉시 연락하여 추락 방지시설 등의 응급조치 필요</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">● 사진기
● 점검용 망치
● 줄자
● 균열자
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)
● 교통통제 기구(신호봉 또는 수기, 라바콘)</td></tr>
</table>

(3) 배수시설

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td>▷배수구</td><td>- 격자판(grating)
- 유입구</td><td>● 파손, 누락, 변형
● 누수, 체수
● 막힘</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷배수관</td><td>● 부식, 파손, 탈락
● 배수관 길이 부족
● 유출구 위치 부적절</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2"> 
배수관
 
배수관 누수 S3</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
- 배수구는 길어깨측에서 도보로 점검하며, 배수구 설치간격, 유입구 누락, 그레이팅 파손 및 오물퇴적 확인
- 배수관은 교량하부 및 측면에서 육안 또는 망원경으로 점검하며 교량이 도로 위를 통과할 경우 배수관에서 유출된 물이 통행인이나 통행사량 바로 위로 떨어지지 않는지 점검
- 배수관의 물이 구조물의 부식을 유발할 수 있는 위치로 배수되는지 확인
- 배수관 지지장치 및 연결부 상태는 흔들어 보거나 망치로 두들겨서 점검

◦ 점검 시 유의사항
- 길어깨에서 점검 시 2인 1조로 하여 차량진행 방향과 반대방향으로 걸어가면서 점검하며 통행차량에 주의
- 접근장비 사용시 교통소통 및 안전에 유의</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">● 사진기
● 드라이버(driver)
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)
● 교통통제 기구(신호봉 또는 수기, 라바콘)</td></tr>
</table>

(4) 신축이음

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷본체</td><td>● 누수, 토사퇴적
● 유간 부족 및 과다
● 충격음
● 본체유동 및 파손, 부식</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷후타재</td><td>● 균열, 파손, 마모
● 단차, 이격(본체, 교면포장, 접속슬래브</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2"> 
후타재 균열 cw=0.3mm미만 (A1)
 
부식 및 토사퇴적 (A2)</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
- 보도 혹은 방호벽측 길어깨부에서 점검
- 신축이음부의 유동, 단차, 파손으로 인한 충격음발생 여부 점검
- 고무재의 마모, 파손, 충진 씰재 노출로 차량통행 저해 및 방수기능 저하상태를 점검하며 교각, 교대위에서 신축이음 하부의 방수성 점검
- 방호벽측 신축이음의 방수기능 등 점검
- 신축유간 확보량이 확연히 의심스러운 경우 안전을 고려하여 길어깨 방호벽에서 약 50cm 떨어진 곳에 측정지점을 표시하여 하절기와 동절기에 동일위치에서 신축유간 점검

◦ 손상발생시 조치
- 신축이음 본체의 유동, 단차, 파손으로 주행안전성에 지장을 초래할 경우 즉시 보고하여 대책 수립

◦ 점검 시 유의사항
- 차량 진행방향과 반대방향으로 점검을 진행하며 2인1조로 점검수행
- 신축유간 점검시 통행차량에 유의
- 신축이음장치의 본체와 후타재의 일체거동 여부 확인</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">● 사진기
● 드라이버(driver)
● 줄자
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)
● 교통통제 기구(신호봉 또는 수기, 라바콘)</td></tr>
</table>

(5) 바닥판

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷공통</td><td>● 균열, 망상균열
● 박리, 박락, 층분리
● 긁힘, 파손
● 철근노출
● 재료분리
● 누수 및 백태</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2"> 
백태 0.1m x 0.2m (S3)
 
콘크리트 열화 0.5m x 0.6m (S2)</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
- 교각이나 교대의 점검로에서 육안점검 혹은 교량하부에서 육안 또는 망원경으로 점검
- 주로 받침부나 중앙부 근처의 손상을 위주로 점검하며 접근이 어려운 원거리 점검은 손상이 의심스러운 경우에 망원경을 활용
- 도보접근이 불가능한 구간은 점검장비를 이용 근접 점검
- 균열의 진행 상황을 파악하기 위하여 균열의 시·종점을 표시해 두는 것이 필요하며, 정기적으로 진행여부 관찰
- 망상균열, 층분리, 누수나 백태흔적이 발견될 경우 점검용 망치를 두드려 나는 소리로서 내부결함의 존재여부를 추정(내부에 결함 존재시 외관상 건전한 부위에서도 펀칭전단파괴의 우려가 있음)

◦ 점검 시 유의사항
- 균열은 발생위치, 균열폭, 진전길이, 반복성(공통성) 등을 종합적으로 고려하여 발생원인을 규명하고 보수·보강 등 적절한 조치방법을 수립할 수 있도록 주의깊게 조사</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">● 사진기
● 망원경
● 균열자
● 점검용 망치
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)</td></tr>
</table>

(6) 거더 및 가로보

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷공통</td><td>● 변형, 파손, 이상처짐
● 도장 손상, 부식, 오염
● 피로균열</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷연결부</td><td>● 볼트 및 리벳이완, 파손
● 이상음 발생
● 맞대기 용접부 균열</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷가로보, 브레이싱</td><td>● 현장이음부 볼트손상, 누수
● 용접부 및 용접부 주변 균열
● 연결불량</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2"> 
거더
 
가로보 균열 cw=0.3mm이상 S3</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
- 도보접근이 불가능한 구간은 점검 장비를 이용하여 근접 점검
- 누수에 취약한 신축이음 하부, 배수구 주변 혹은 외측거더의 도장손상 및 녹 발생 조사
- 차량통과 시 삐걱거리는 소리 등 이상음이 들리면 소음발생 부위를 추정하여 기록 유지
- 다이아프램과 거더 연결부에 균열이 발생할 가능성이 높으므로 중점적으로 점검
- 가로보와 거더의 연결부는 용접 또는 볼트 연결이므로 볼트 풀림 및 용접부 균열을 점검

◦ 손상발생시 조치
- 눈에 띌 정도의 처짐이나 충돌에 의한 손상으로 추가손상이 우려되거나 주행안전성에 지장을 초래할 경우 즉시 보고하여 대책을 수립

◦ 점검 시 유의사항
- 강교는 가급적 콘크리트교에 비하여 가급적 밝은 날에 점검하는 것이 손상상태 확인이 쉬우며 망원경의 활용도 용이
- 균열은 경우에 따라 도장 표면에서 얇은 녹 흔적으로 나타나므로 주변 도장 제거 후 면밀하게 점검</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">● 사진기
● 균열자
● 망원경
● 확대경
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)</td></tr>
</table>

(7) 교량받침

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷본체</td><td>• 부식, 변형
• 균열, 파손
• 가동받침의 유간부족 및 가동 장애요소
• 받침과 거더의 밀착상태
• 앵커볼트 파손</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷받침대</td><td>• 균열, 파손, 재료분리, 박리</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2"> 
플레이트부식 0.1m x 0.8m (2EA) P3
 
균열 0.3mm / 0.6m (2EA) P3</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
- 점검로가 설치된 부분은 근접하여 점검하고 도보접근이 불가능한 부분은 접근장비를 이용하여 근접점검
- 가동받침의 가동여부는 가동면의 윤활재가 밀린 흔적이나 먼지 부착정도로 확인 가능
- 곡선교 내측단부 혹은 사교의 예각부 단부에 부반력으로 인한 받침과 거더의 들뜸 상태 점검
- 받침하부에 공동이 의심되면 철사, 드라이버등으로 찔러서 확인하고, 침하흔적은 앵커볼트의 체결상태 및 인접받침의 상태를 참고하여 확인
- 받침부의 물고임 부분은 누수부위의 확인 및 물고임 원인분석

◦ 손상발생시 조치
- 받침하부 교각 두부에 0.3mm 이상의 균열이 단부까지 진행된 경우 즉시 보고하고 안전성 검토 및 대책수립 필요

◦ 점검 시 유의사항
- 교각 두부에서 사진 촬영 및 점검 시 점검자 자신의 안전에 주의</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">• 사진기
• 균열자
• 줄자(5m자)
• 드라이버(driver)
• 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)</td></tr>
</table>

(8) 교대

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th colspan="2">점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷공통</td><td colspan="2">● 균열, 박리, 박락, 재료분리, 백태
● 파손, 철근노출</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷두부</td><td colspan="2">● 두부 물고임
● 두부와 흉벽 경계부 균열
● 거더와 흉벽 신축유간 부족
● 받침부 균열 및 파손</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷벽체</td><td colspan="2">● 이동 또는 전도
● 수직균열 및 침하</td></tr>
<tr><td>주
요
부
위</td><td colspan="3"> 
교대 A2
 
콘크리트 열화 0.4m x 0.3m (A2)</td></tr>
<tr><td>점
검
요
령</td><td colspan="3">◦ 점검방법
- 점검로에서 육안점검 혹은 교량하부에서 점검
- 교대 입지조건이 성토부 혹은 연약지반에 위치한 경우 전후방으로 교대 벽체가 기울었는지 확인하고 의심스러울 경우 실을 경사계로 확인(날개벽, 옹벽 포함)
- 0.3mm이상의 눈에 쉽게 띄는 균열을 조심

◦ 점검 시 유의사항
- 벽체에 수직으로 발생하는 균열은 건조수축에 의한 비구조적 균열이므로 우려할 바는 아니지만 폭이 넓은 교대에서 균열폭이 1mm이상이면 교대기초의 부등침하도 의심하여야 함
- 신축이음 유간이 벌어져 충격음이 발생하거나 닫혀 있을 경우 거더 상·하부와 흉벽사이 간격이 서로 차이가 나는지 점검하고 교대 전도 여부도 확인
- 교대 뒷면과 날개벽 사이에 공동이 발생했거나 흙이 침하된 경우 날개벽의 전도를 의심하여 점검</td></tr>
<tr><td>점
검
도
구</td><td>● 사진기
● 균열자
● 줄자(5m자)
● 사다리</td><td colspan="2">● 점검용 망치
● 경사계
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)</td></tr>
</table>

(9) 교각

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷공통</td><td>● 균열, 박리, 박락, 재료분리, 백태
● 파손, 철근노출
● 교각 기울음 및 전도</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷코핑</td><td>● 두부 물고임
● 받침부 균열 및 파손</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷벽체</td><td>● 이동 또는 전도
● 시공이음부 균열</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2"> 
교각 전경(P3)
 
균열 cw=0.3mm 이상 P2</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
- 점검로에서 육안점검 혹은 접근 장비에 의해 점검
- 신축이음의 유간이 비정상적이거나 방호벽선형이 불량한 경우에는 교각 침하가 의심스러우므로 교각의 전도여부를 확인하고 구체에 기준점을 표시하여 침하여부를 주기적으로 확인

◦ 손상발생시 조치
- 교각두부 받침하부에 0.3mm이상의 균열이 단부까지 진행된 경우에는 교량 안전과 직접적으로 관련이 있으므로 즉시 보고 및 대책수립
- 침하가 의심스러운 경우 기초 주변의 수축세굴 및 국부세굴의 조사가 필요하며 세굴이 발생하였다면 전문가로 하여금 구조물의 안전성 평가 필요

◦ 점검 시 유의사항
- 신축이음 유간이 크게 벌어지거나 닫힘, 방호벽 선형불량은 교각 침하의 징후로 볼 수 있으므로 교각 점검시 유의</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">● 사진기
● 균열자
● 줄자(5m자)
● 점검용 망치
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)</td></tr>
</table>

5.6 종합결론

5.6.1 외관조사

- 교면포장은 중차량 차로부 파손, 신축이음 전후 심한 단차, 심한 물고임 등 특이결함은 없는 것으로 관찰되었고, 신규손상으로 포장 파손이 조사되었다. 조사된 손상들은 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준으로 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 방호벽은 균열, 델리네이터파손, 방음벽 프레임손상, 방음벽 유리파손, 파손 및 철근노출이 발견되었으며, 전차에 조사되었던 백태는 보수완료 되었다. 보수가 안 된 손상의 경우 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준으로 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 배수시설은 S3경간의 배수관에서 노후에 의한 누수가 확인되었다. 손상으로 인한 배수의 상태는 문제 없으나, 배수구의 파손으로 이어질수있기에 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.
- 신축이음 기존손상인 후타재균열이 일부보수가 되었고, 신규손상으로 물받이 길이부족, 부식 및 토사퇴적, 부식, 토사퇴적이 발견되었다, 전차 점검과 비교 시 신규손상이 발생한 것으로 확인되었고, 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 바닥판은 바닥판에서 균열, 백태, 부식, 철근노출, 콘크리트열화가 조사되었다. 전차 점검과 비교시 손상의 수량변동은 없는 것으로 확인되었고, 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 거더의 손상은 보수 된 것으로 확인되었고, 가로보의 손상은 일부보수가 확인되었다. 전차 점검과 비교시 손상이 감소되었고, 일부 가로보의 손상이 증가하였다. 기존 손상의 경우 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준으로 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 교량받침은 무수축몰탈 균열, 표면불량, 받침콘크리트 재료분리, 플레이트 부식이 조사되었고 받침콘크리트 잡철근미제거, 표면불량은 보수완료 되었고, 무수축몰탈 균열, 재료분리는 일부보수 되었다. 조사된 손상은 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

- 교대 및 교각은 교대에서 철근노출이 발견되었고, 누수, 백태, 파손, 체수는 수량증가 되었고, 교각에서 전차 손상인 균열, 철근노출이 발견되었고, 신규손상으로 균열, 누수흔적, 긁힘, 재료분리, 망상균열, 표면불량이 발견되었다. 전차 조사되었던 균열, 잡철물미제거, 재료분리, 콘크리트 퇴적이 보수되었다. 조사된 손상 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

5.6.2 내구성 조사

- 콘크리트에 대한 내구성조사 결과, 콘크리트 비파괴강도는 설계기준강도 95%이상으로 평가되었으며, 탄산화 깊이 등은 관련기준을 만족하고 있다. 전회차와 비교하여 대체로 내구성이 저하되지 않은 상태이므로 콘크리트의 내구성에 대한 문제점은 없는 것으로 분석되었다.

5.6.3 상태평가 결과

- 부재별 상태평가를 실시한 결과, 상부구조에서 바닥판, 2차부재에서 가로보, 기타부재에 포장, 배수시설, 난간 및 연석, 신축이음, 교량받침, 하부구조 교대 및 교각에서 손상이 보수되었으나, 손상이 증가되어 손상지수가 증가하였고, 거더에서는 보수가 확인되어 지수가 감소하였다. 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 **「B」 (0.229)**등급으로 전차 결과인 『B』 (0.188)등급으로부터 등급유지된 것으로 분석되었다.

5.6.4 종합결론

- 본 쌍학교는 2017년에 준공되어 약 7년간 공용되고 있는 시설물로서 외관조사의 주요 손상은 교면포장 포장파손, 방호벽, 균열, 파손, 파손 및 철근노출, 배수관누수, 신축이음 부식, 토사퇴적, 바닥판, 콘크리트 열화, 가로보 cw=0.5mm이상 균열, 교대 파손, 재료분리, 교각 0.3mm이상 균열, 재료분리 등의 손상이 조사되었다.
- 금회 확인된 손상들은 시공 당시 발생한 초기결함과 공용 중 발생된 결함이며, 교량의 안전성에 직접적인 영향을 미치는 중대결함의 발생은 없는 것으로 분석되었다.
- 조사된 손상들에 대해서는 사용성 및 내구성 확보차원에서 보수가 필요하며, 우선 보수

대상은 주행차량의 주행안전성 및 주요부재의 내구성 확보를 위한 신축이음 후타재균열, 교대 누수 보수 등이다.

- 콘크리트에 대한 내구성조사 결과, 콘크리트 비파괴강도 전 개소 설계강도 95%이상으로 분석되었고 탄산화 깊이 등은 관련기준을 만족하고 있고, 전차와 비교하여 대체로 내구성이 저하되지 않은 상태이므로 콘크리트의 내구성에 대한 문제점은 없는 것으로 분석되었다.
- 상태평가를 실시한 결과, 현재 시설물의 상태는 양호한 상태인 **『B』(0.229)**등급으로 전차 결과인 『B』(0.188)등급으로부터 일부 부재 보수가 이루어져 결함지수가 감소되었으나 등급은 유지된 것으로 분석되었다.
- 본 시설물은 공용기간 증가에 의해 손상과 열화가 증가할 수 있으므로, 지속적인 유지관리가 필요하며, 발생된 손상(결함)에 대해서 내구성 확보와 기능유지를 위한 적절한 보수·보강이 이루어진다면 시설물의 공용에는 지장이 없을 것으로 판단된다.

5.6.5 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부

- 금회 정밀안전점검 결과, 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성은 필요하지 않은 것으로 조사되었다.

5.6.6 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 본 교량의 신축이음 부식, 방호벽 파손, 배수관 누수, 가로보 균열 교좌장치 거동의 변화 및 우천시 교대 A2의 슬라이딩여부 및 토사유실 상태 변화를 정기안전점검시 특별한 주의관찰이 실시되어야 할 것으로 판단된다.

5.6.7 기타 필요한 사항

- 본 교량은 교량하부에 농기구와 배수시설이 있어 바닥판 하면 점검시 접근에 지장을 초래하므로, 원활한 유지관리를 위하여 이에 대한 조치가 필요한 것으로 판단된다.

제 6 장 천천교

6.1 자료수집 및 분석

6.2 외관조사

6.3 내구성조사

6.4 상태평가

6.5 보수·보강 및 유지관리방안

6.6 종합결론

제6장 천천교

6.1 자료수집 및 분석

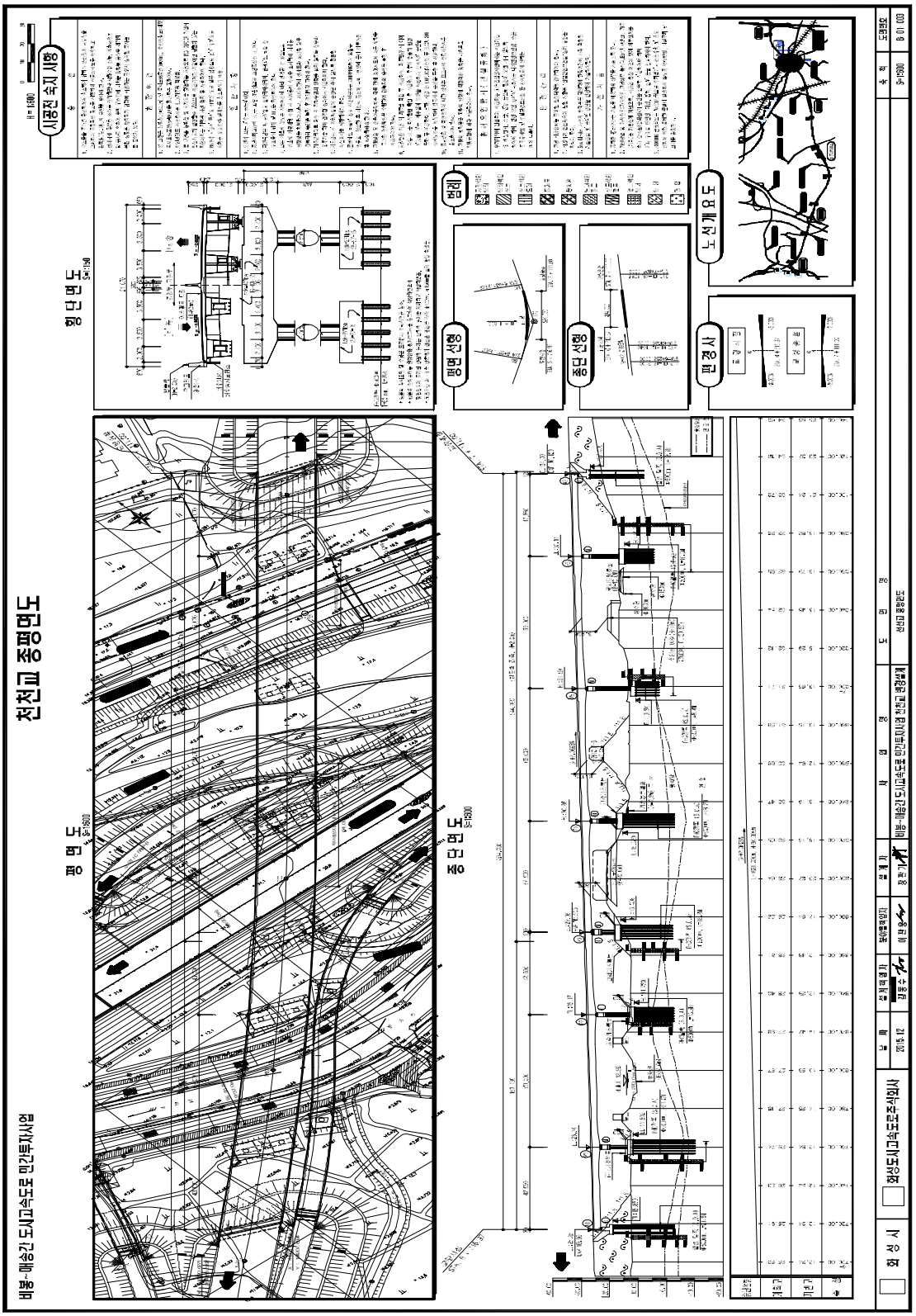
6.1.1 교량현황

본 과업 대상 시설물인 천천교에 대한 교량현황은 다음 표와 같다.

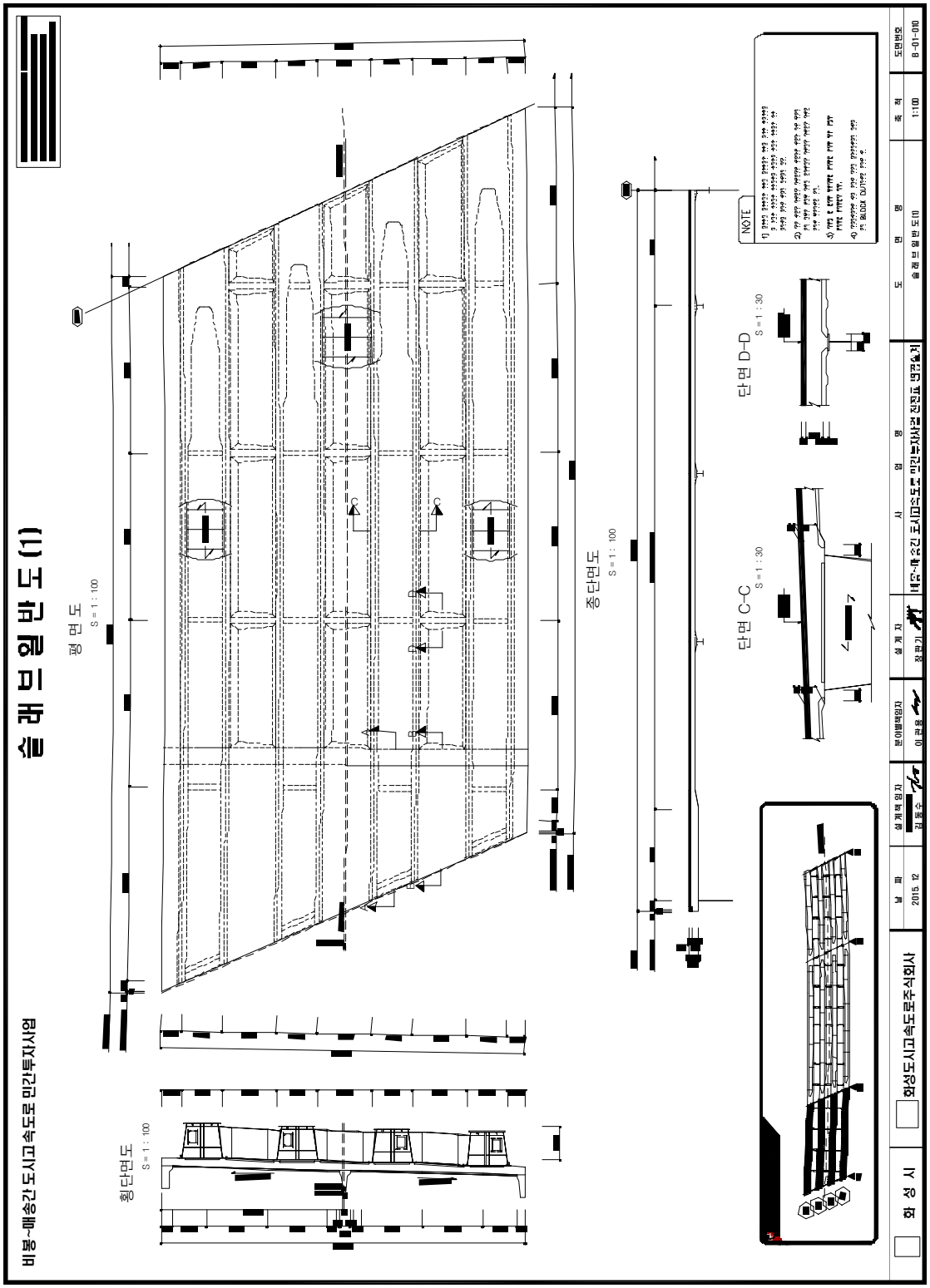
<표 6.1.1> 천천교 교량현황

<table>
<tr><th colspan="3">구 분</th><th>내 용</th><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td colspan="3">시설물명</td><td>천천교</td><td colspan="2">시설물번호</td><td>BR2017-0000449</td></tr>
<tr><td colspan="3">준공년월일</td><td>2017년 06월 30일</td><td colspan="2">관리번호</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="3">시설물위치</td><td colspan="4">경기도 화성시 봉담읍 내리 11</td></tr>
<tr><td colspan="3">설계하중</td><td>DB-24, DL-24</td><td colspan="2">노선명(이정)</td><td>STA.6K-716.970
~STA.7K-111.000</td></tr>
<tr><td rowspan="2">제원</td><td colspan="2">연장</td><td colspan="4">L=394.0m (43+69+43+58+2@69+43)</td></tr>
<tr><td colspan="2">폭</td><td colspan="4">B=21.07m 왕복4차로</td></tr>
<tr><td rowspan="3">구조
형식</td><td colspan="2">상부</td><td>계량형 개구제형
강합성교(PUS GIRDER)</td><td rowspan="3">기초
형식</td><td>교대</td><td>A1 매입합성말뚝기초
A2 직접(Mass)기초</td></tr>
<tr><td rowspan="2">하부</td><td>교대</td><td>역T형</td><td rowspan="2">교각</td><td rowspan="2">PHC말뚝기초</td></tr>
<tr><td>교각</td><td>Ⅱ형</td></tr>
<tr><td colspan="3">교량받침</td><td>포트받침</td><td colspan="2">신축이음</td><td>Monocell, Finger-Joint</td></tr>
<tr><td colspan="3">교차시설물
(도로,철도,하천)</td><td>하부도로
국가지원지방도84호선</td><td colspan="2">통과높이</td><td>5.0m</td></tr>
<tr><td colspan="3">부착시설내용</td><td colspan="4">방음벽, 투석방지망, 점검로</td></tr>
<tr><td colspan="3">기타</td><td colspan="4">중점점검사항
- 붕괴유발부재 : 전 경간 인장부
- 포장균열, 파손, 망상균열
- 교대 및 교각 균열
- 신축이음 후타재 균열
- 교량받침콘크리트 균열, 파손</td></tr>
<tr><td colspan="2">상부전경</td><td colspan="2">측면전경</td><td colspan="3">하부전경</td></tr>
<tr><td colspan="2">  </td><td colspan="2">  </td><td colspan="3">  </td></tr>
</table>

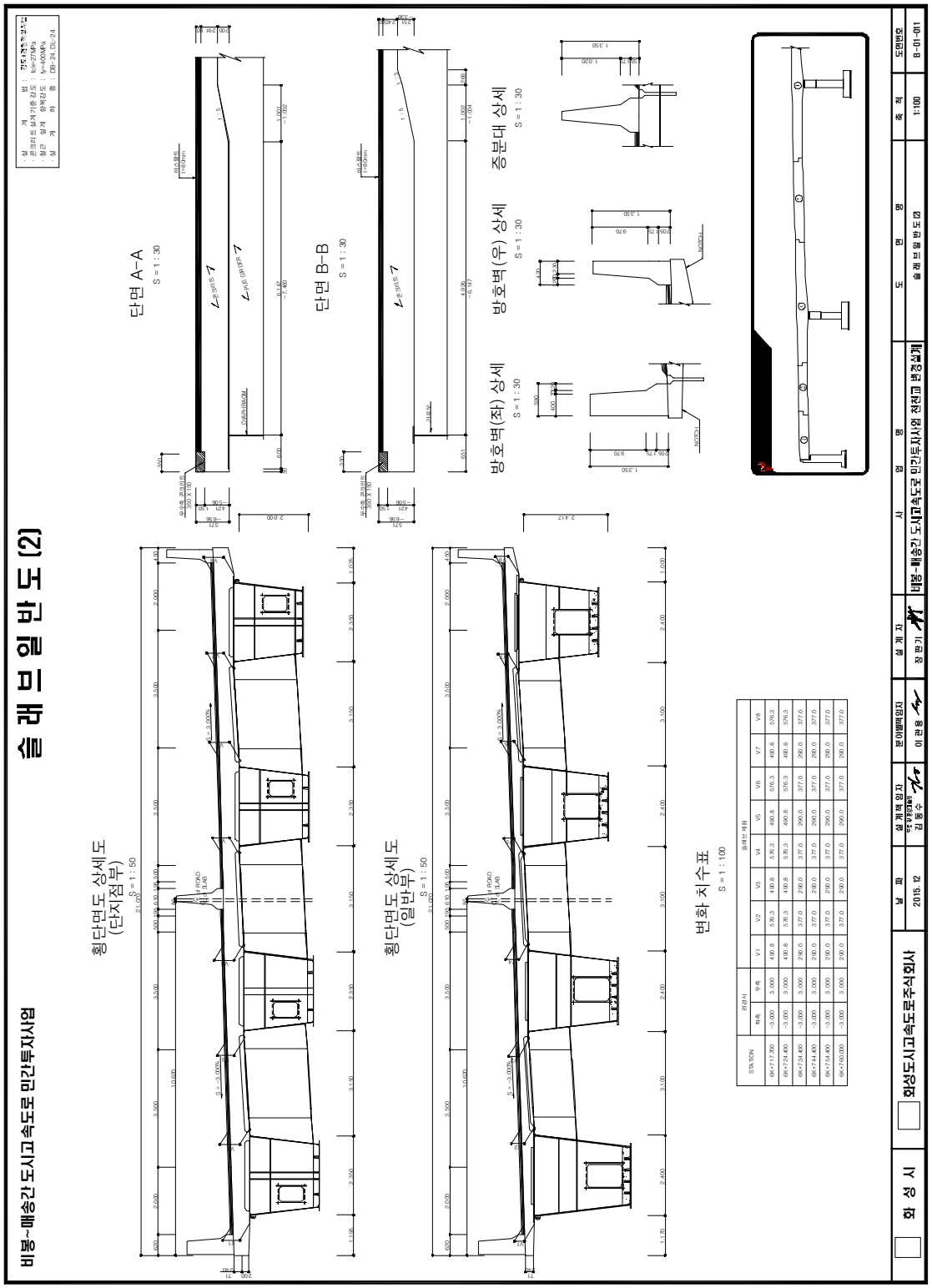
6.1.2 관련도면



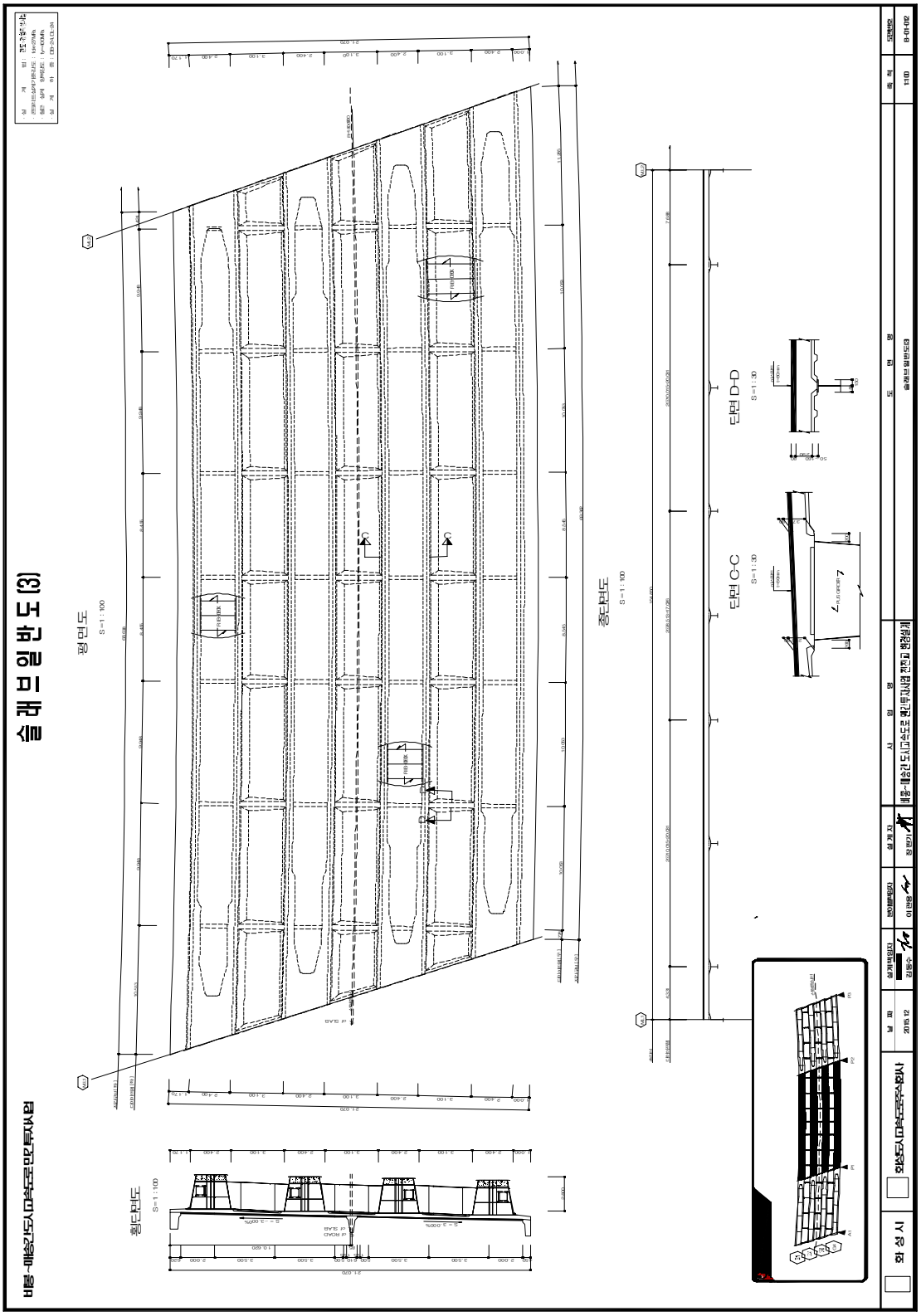
<그림 6.1.1> 종·평면도



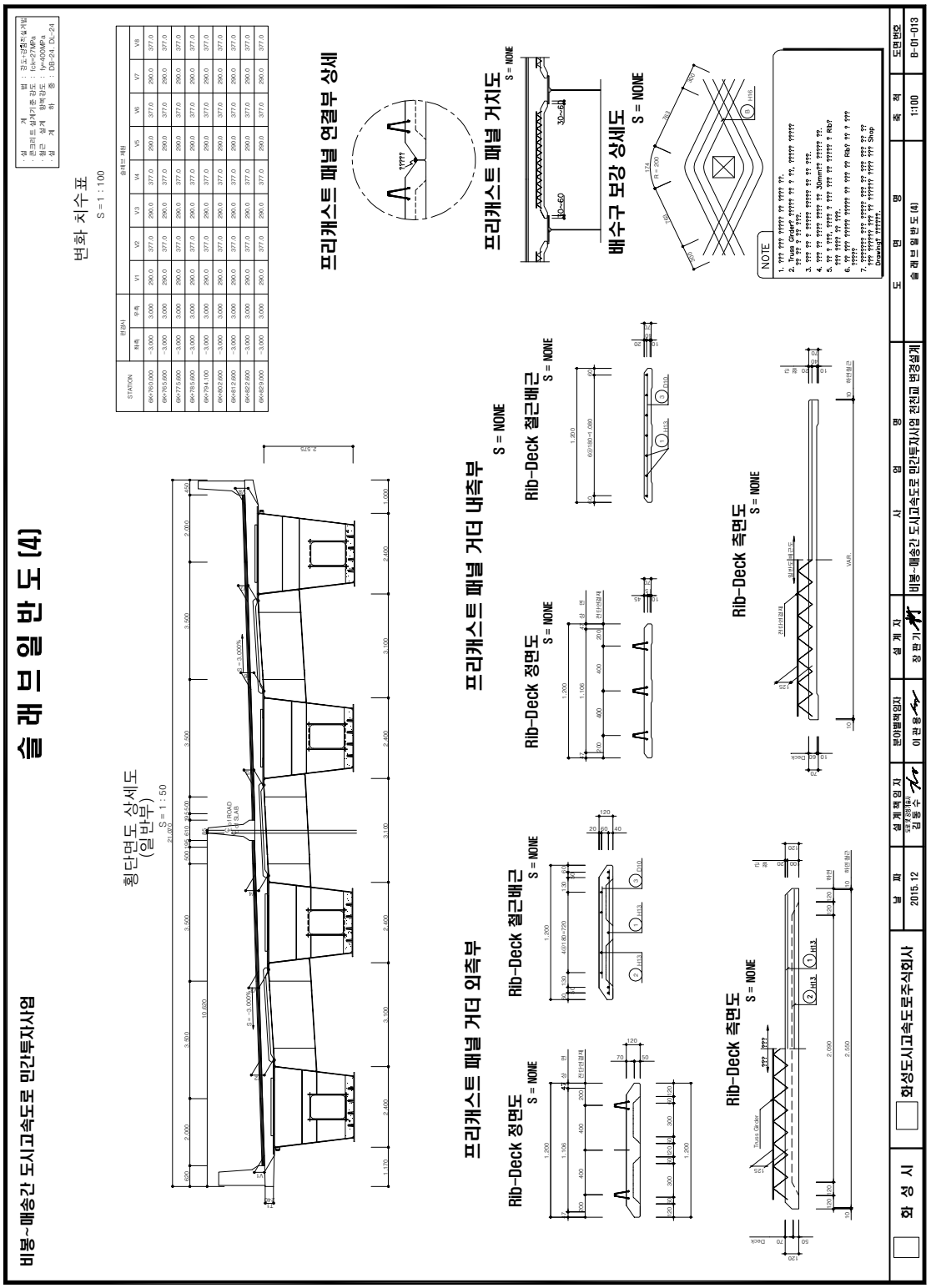
<그림 6.1.2> 슬래브 일반도(1)



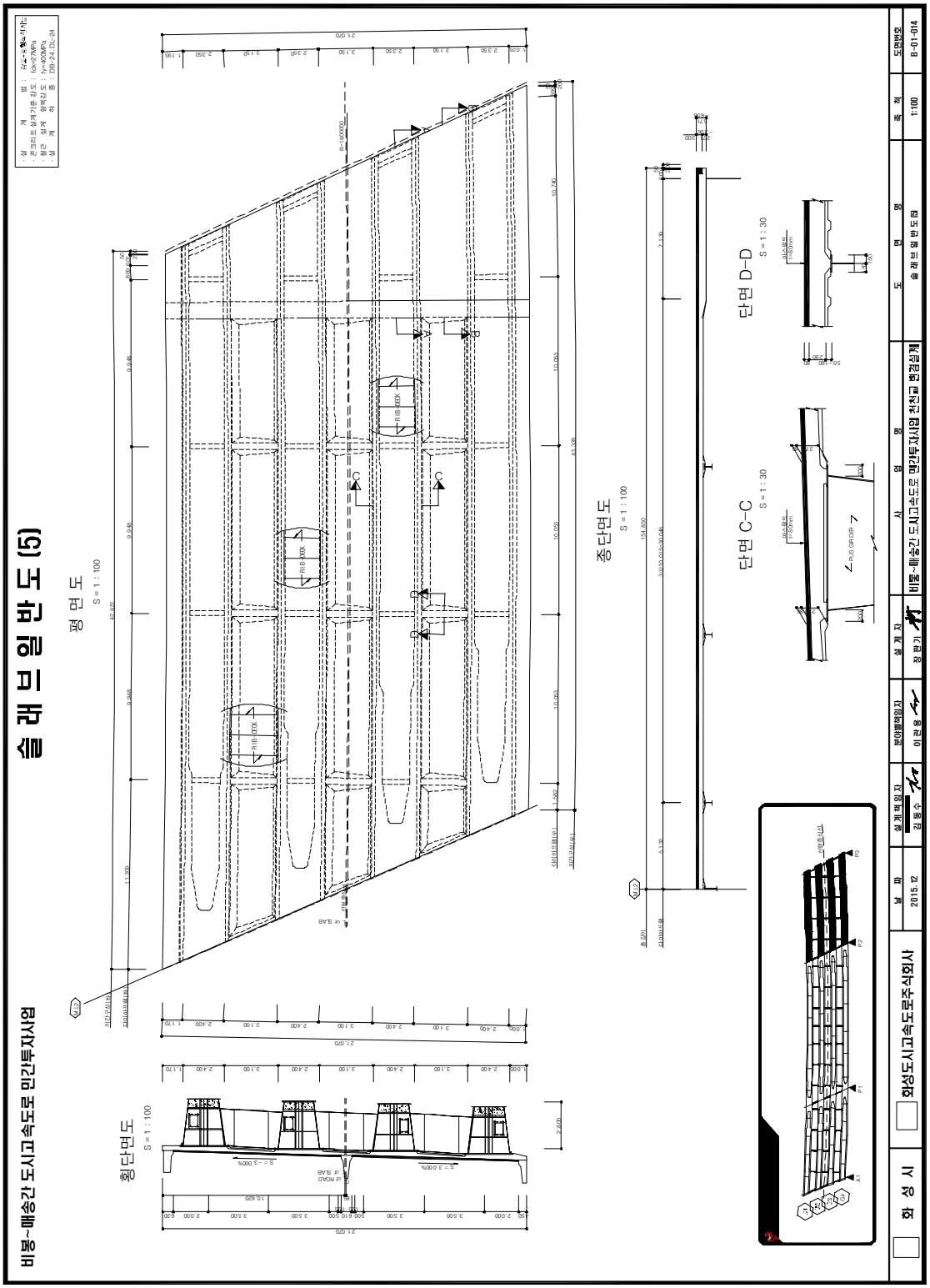
<그림 6.1.3> 슬래브 일반도(2)



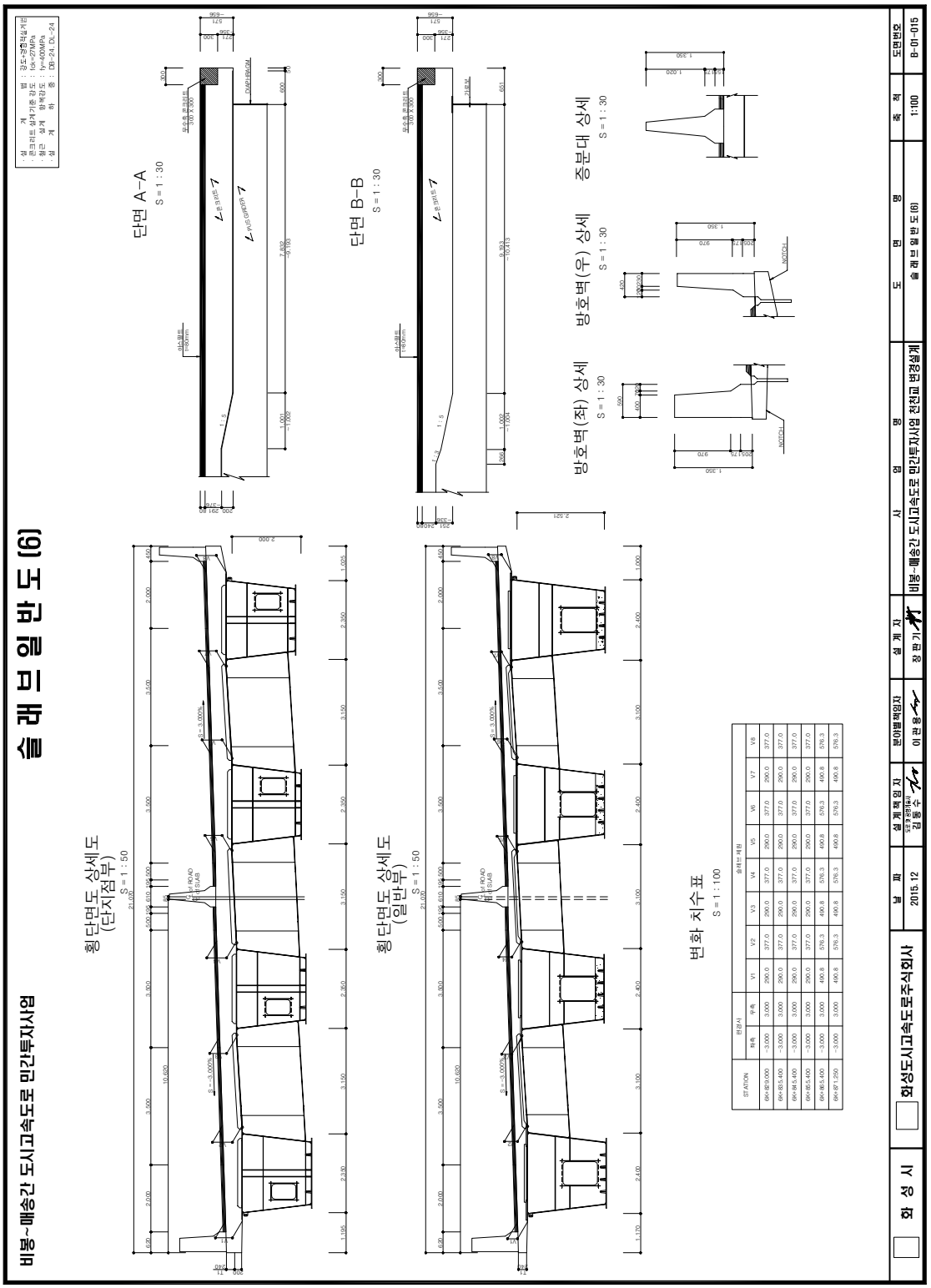
<그림 6.1.4> 슬래브 일반도(3)



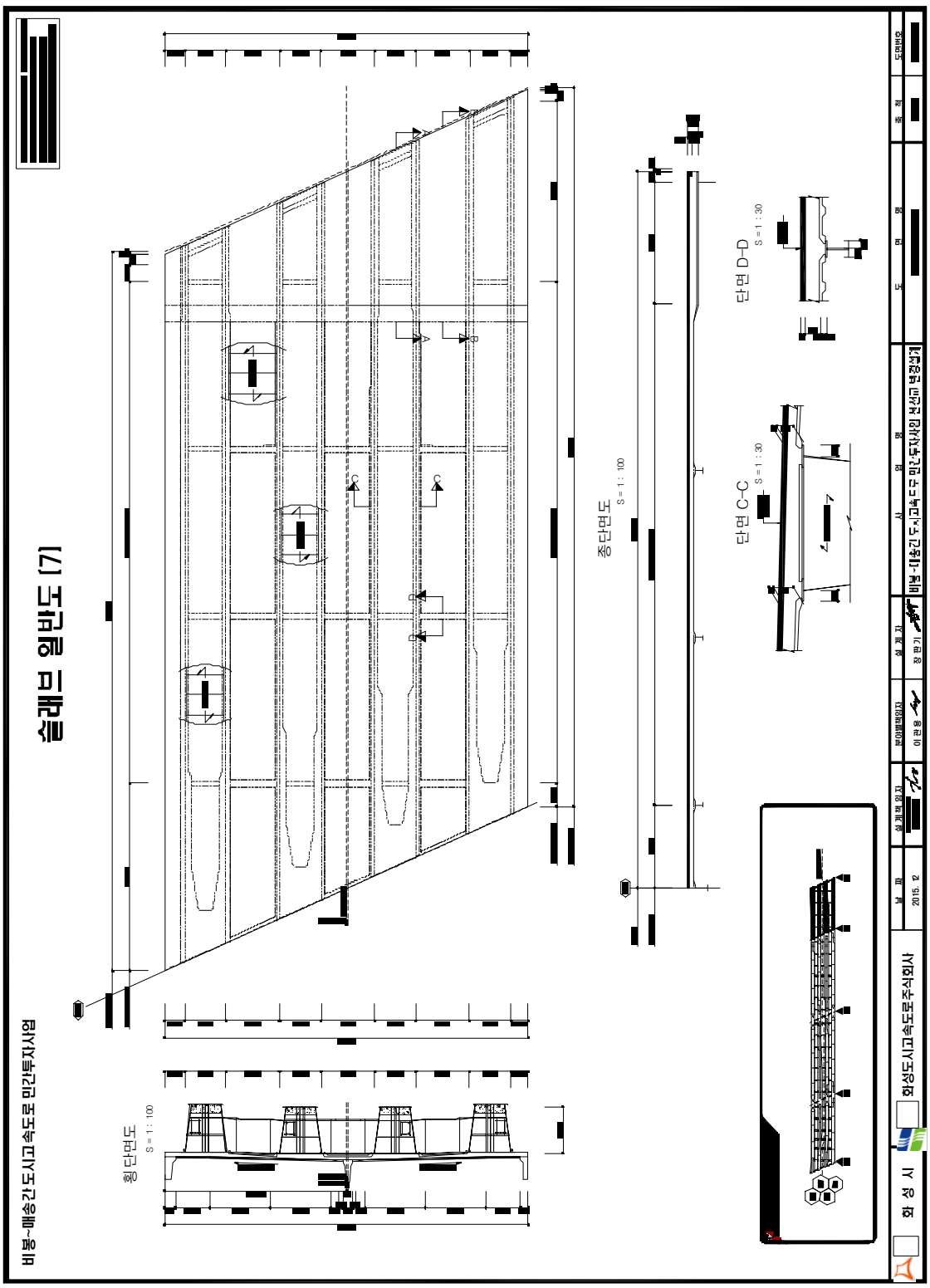
<그림 6.1.5> 슬래브 일반도(4)



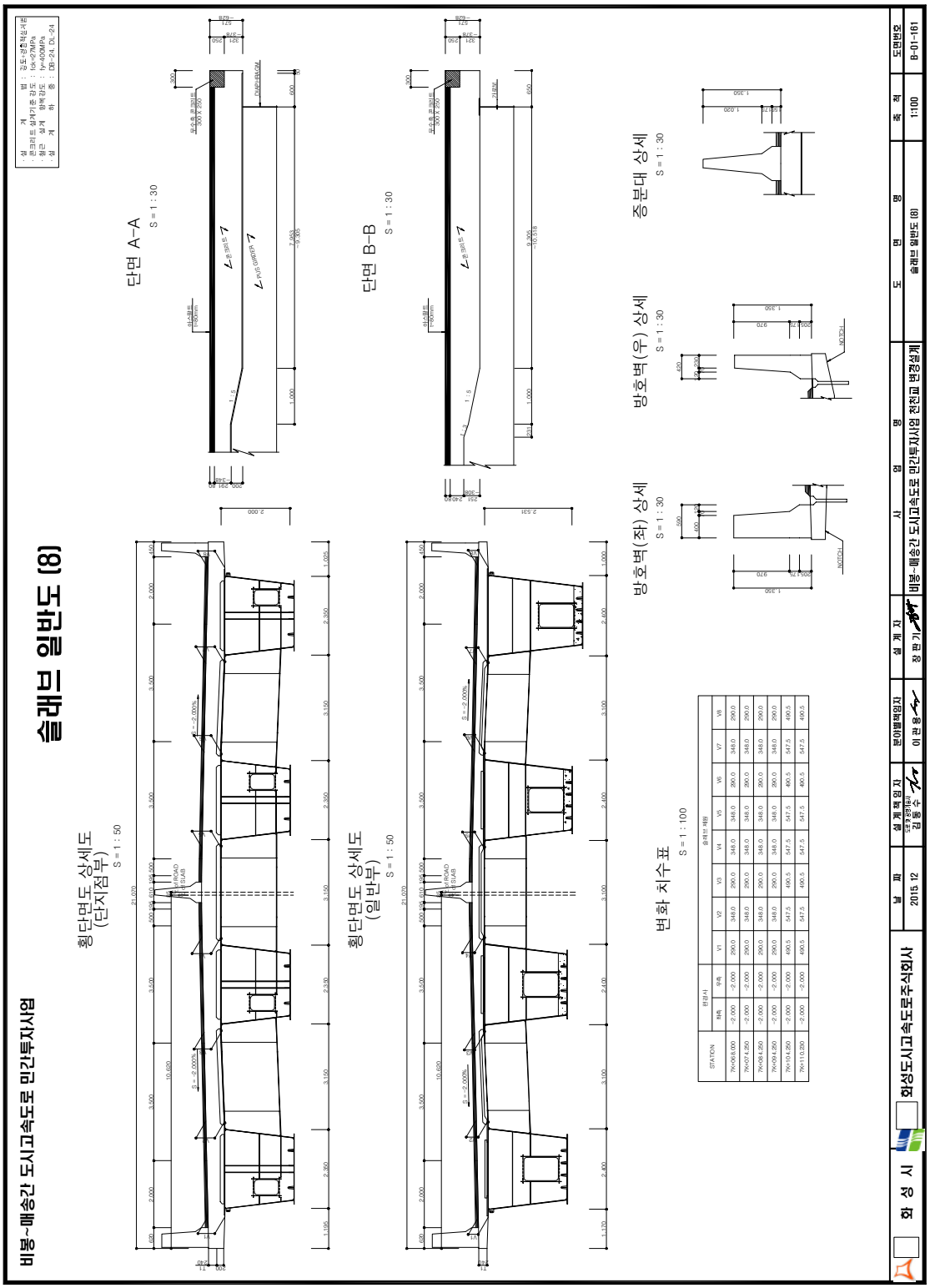
<그림 6.1.6> 슬래브 일반도(5)



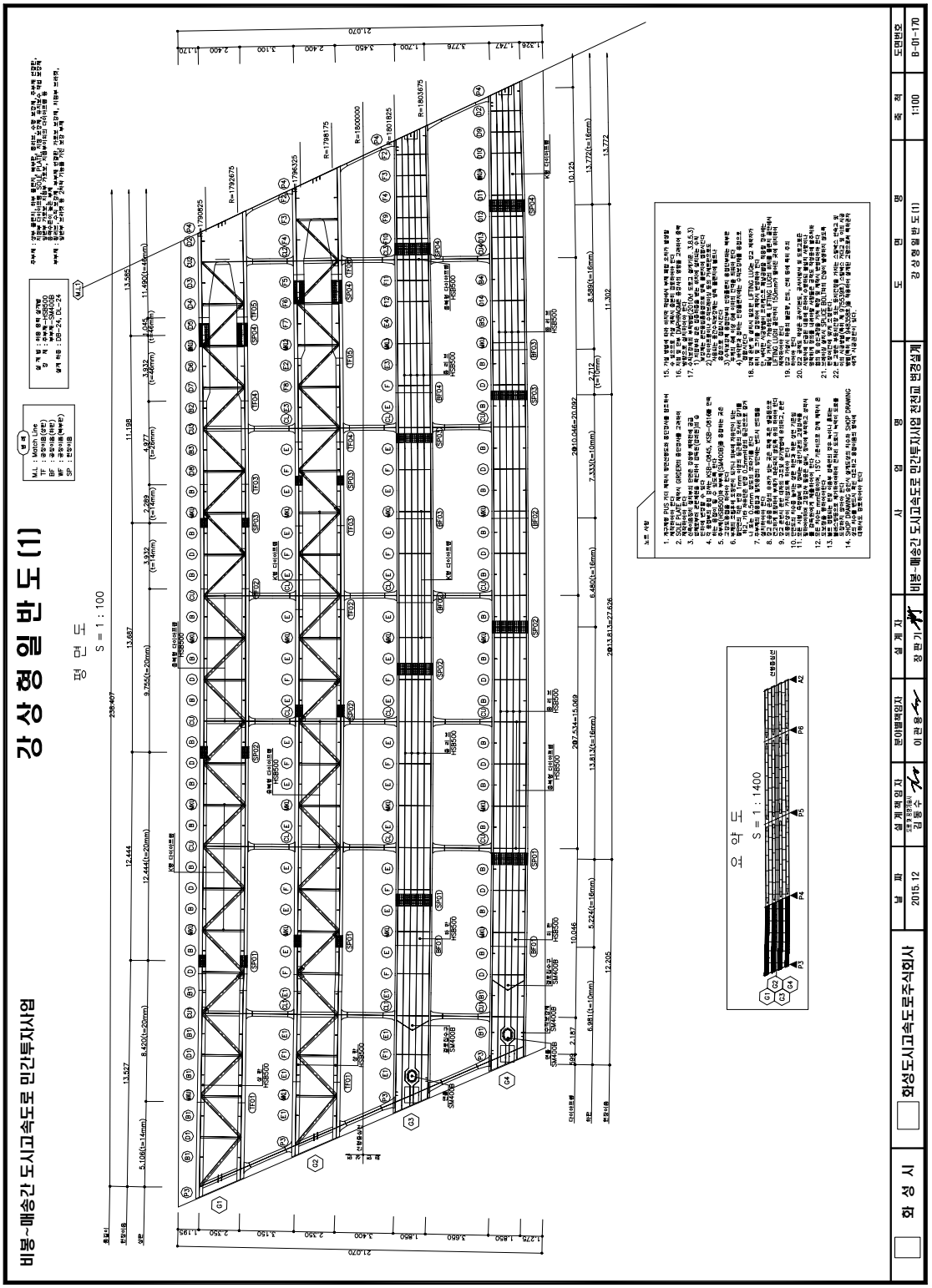
<그림 6.1.7> 슬래브 일반도(6)



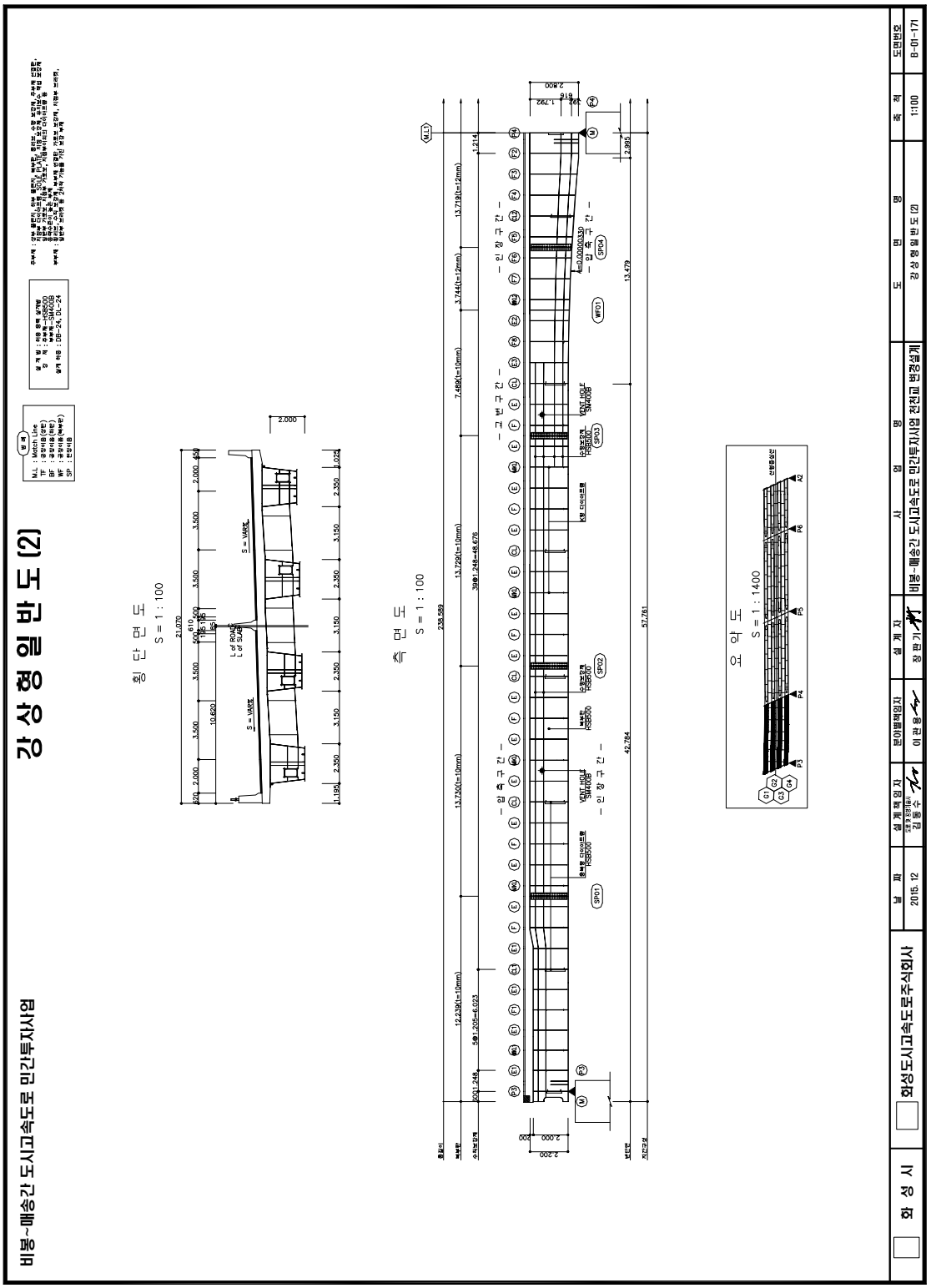
<그림 6.1.8> 슬래브 일반도(7)



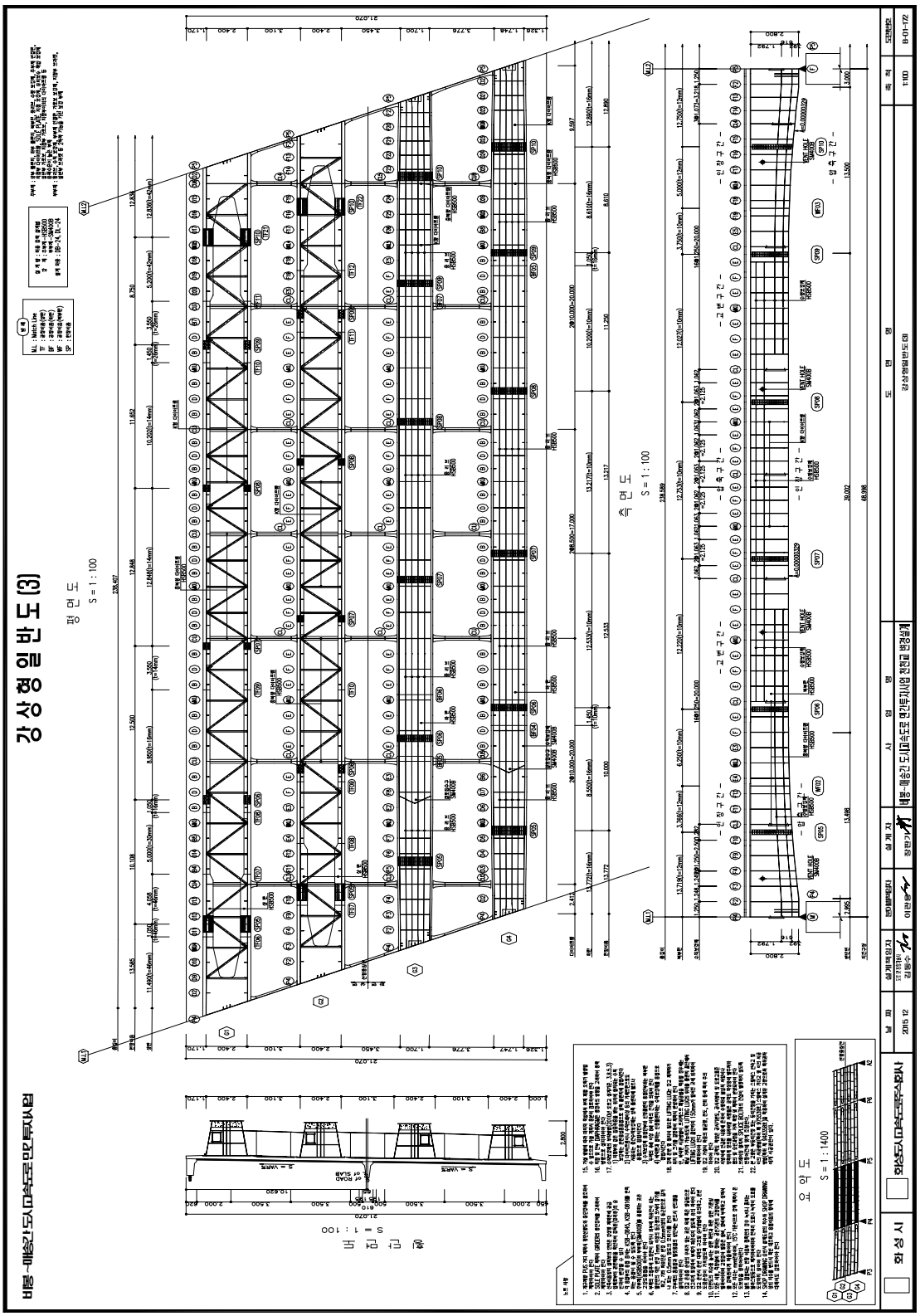
<그림 6.1.9> 슬래브 일반도(8)



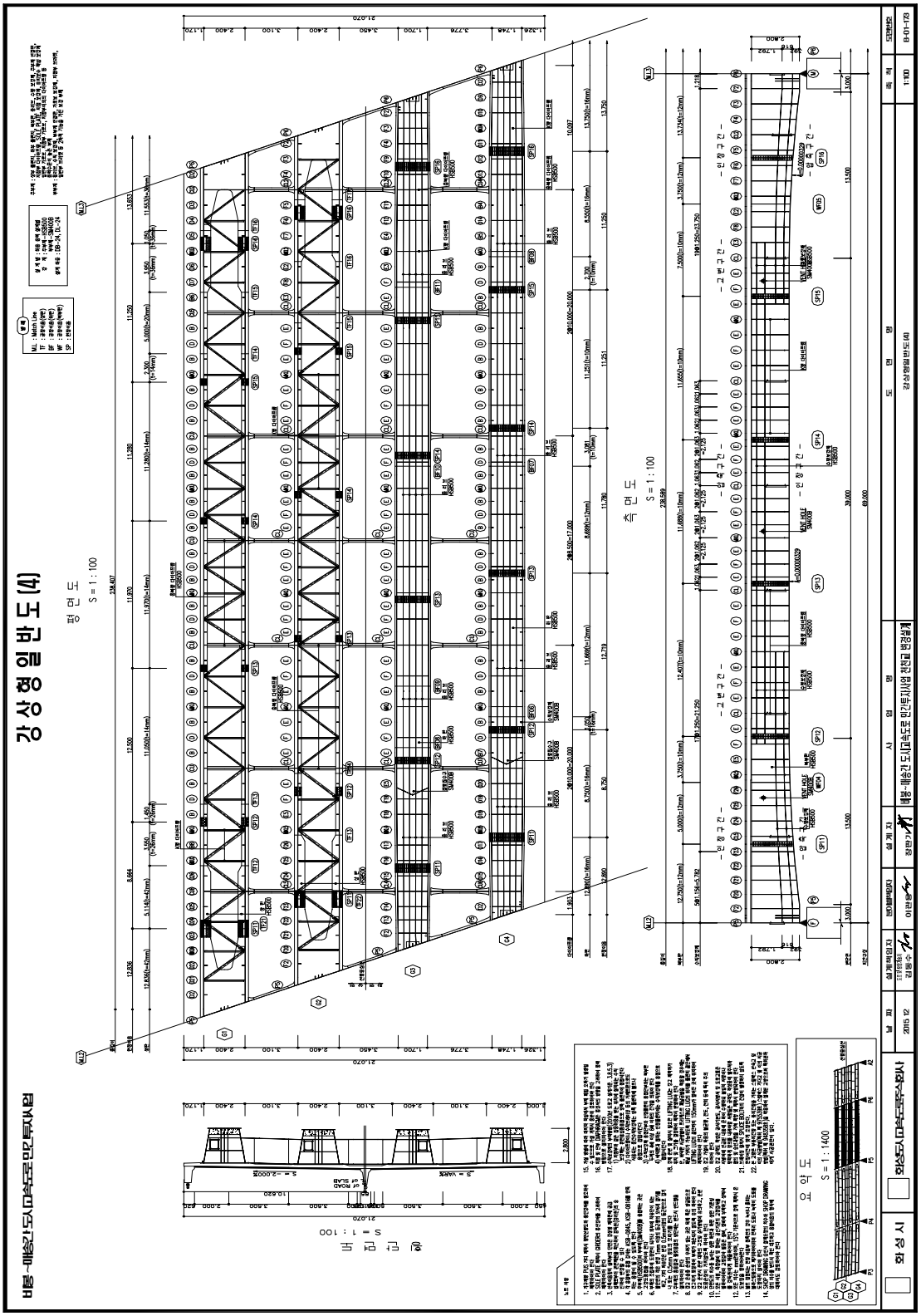
<그림 6.1.10> 강상형 일반도(1)



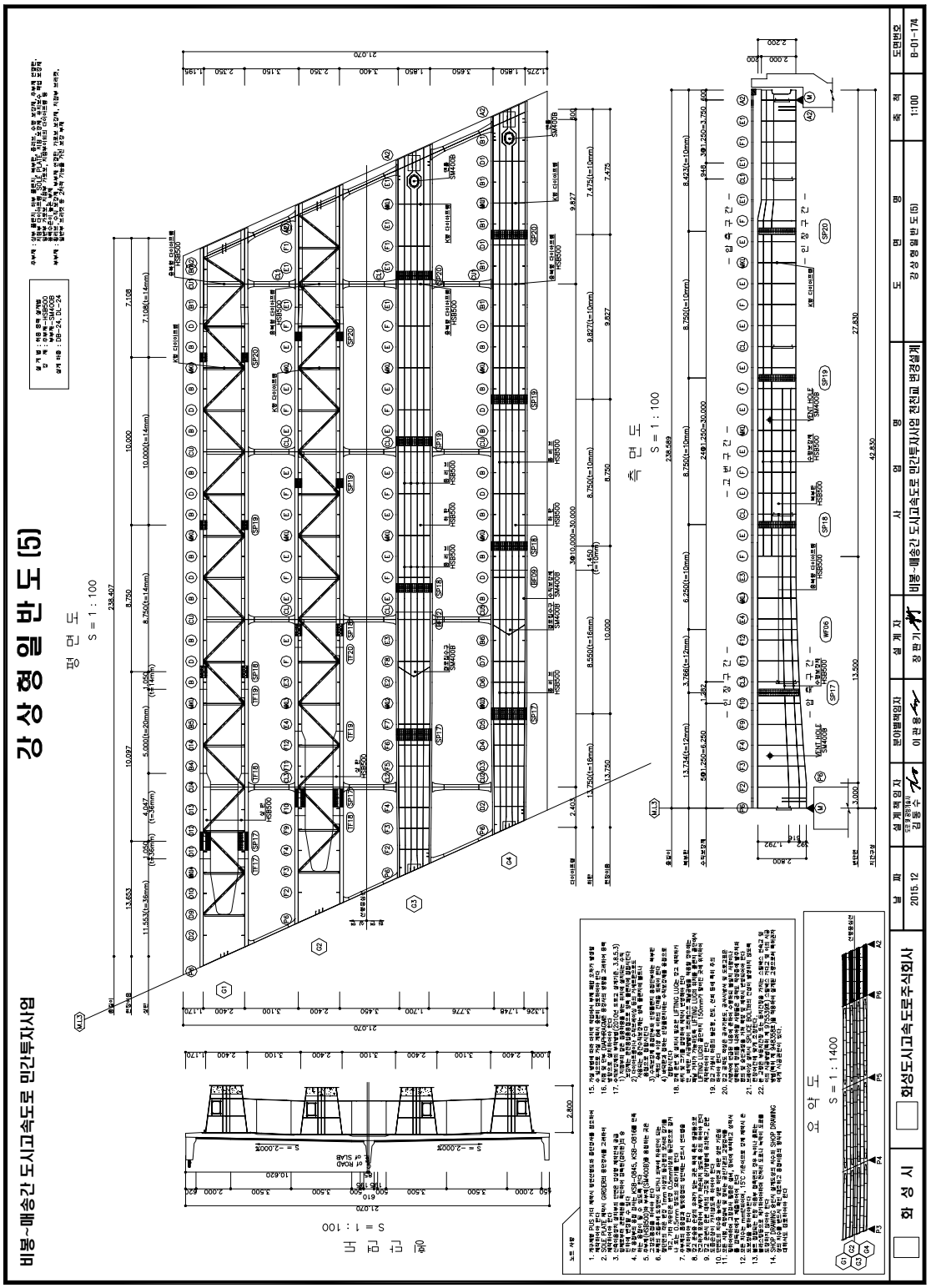
<그림 6.1.11> 강상형 일반도(2)



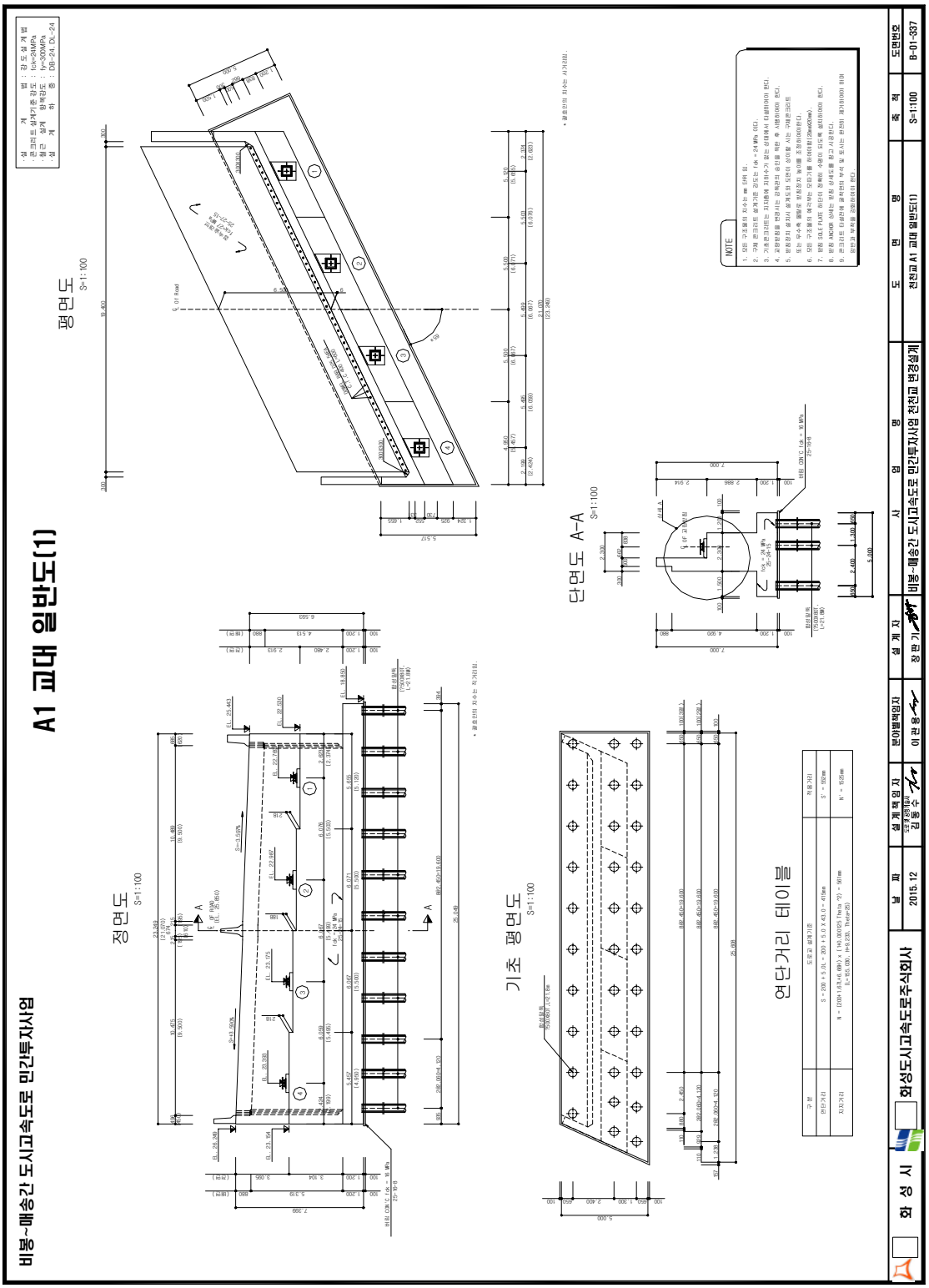
<그림 6.1.12> 강상형 일반도(3)



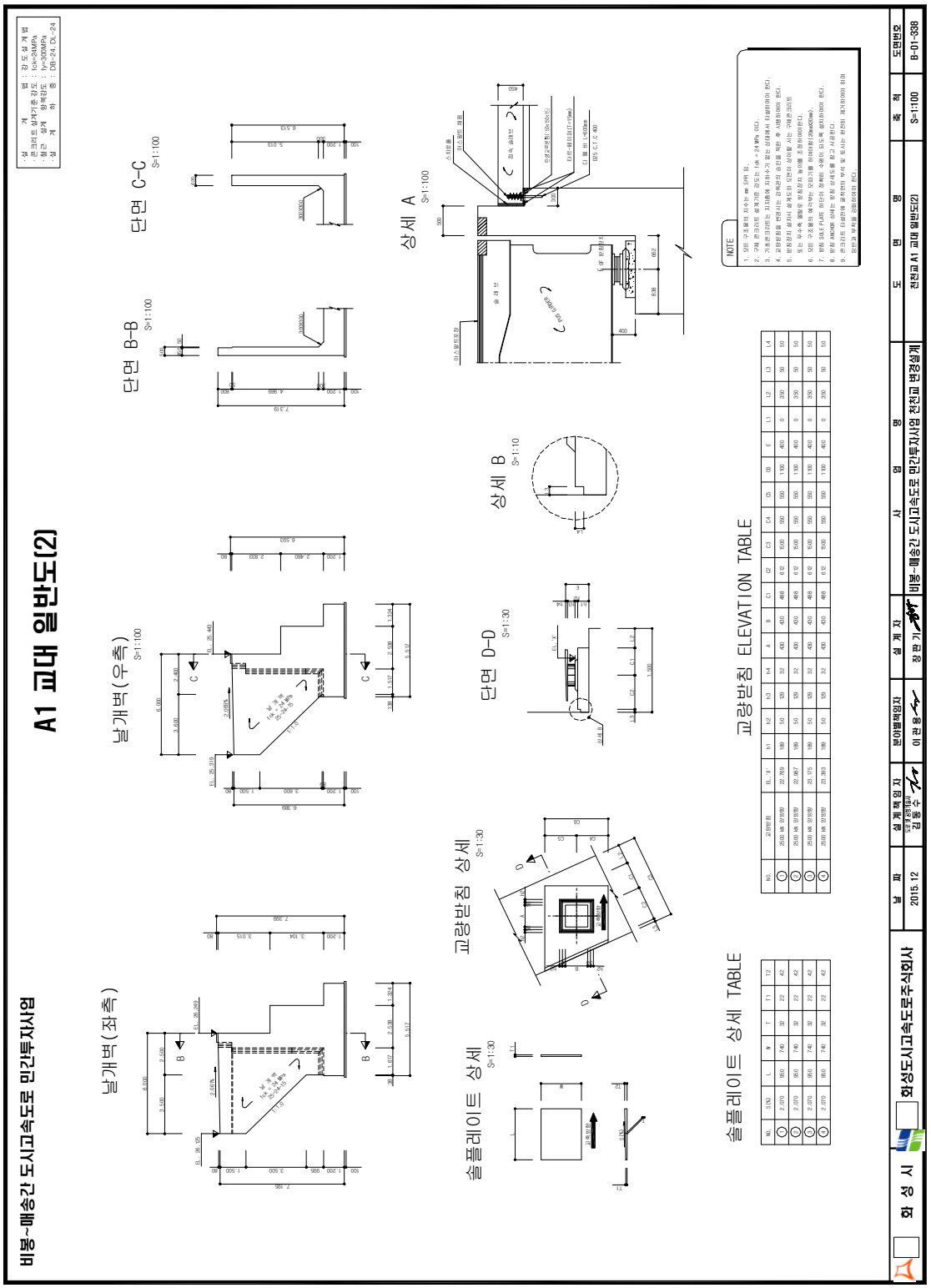
<그림 6.1.13> 강상형 일반도(4)



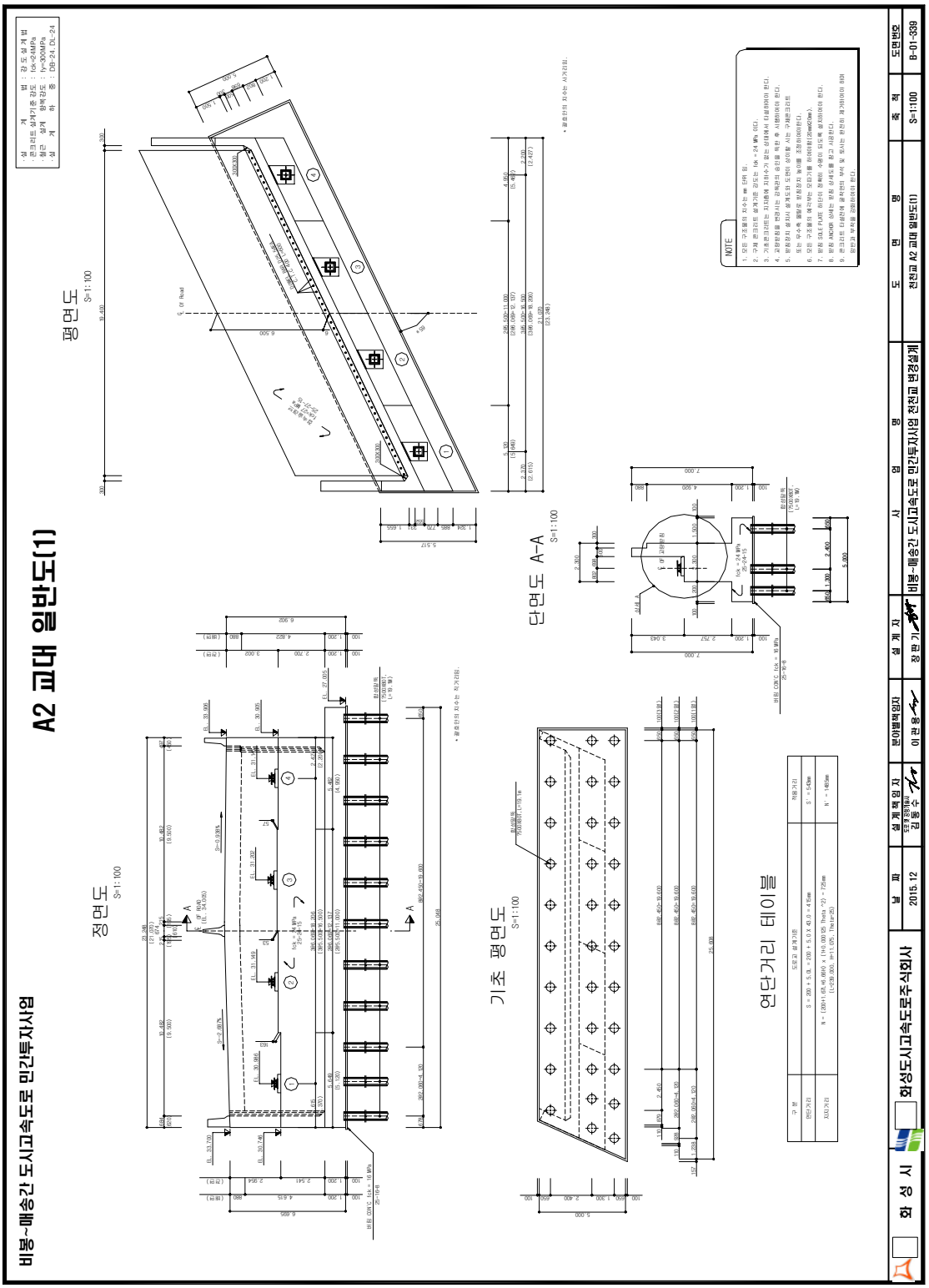
<그림 6.1.14> 강상형 일반도(5)



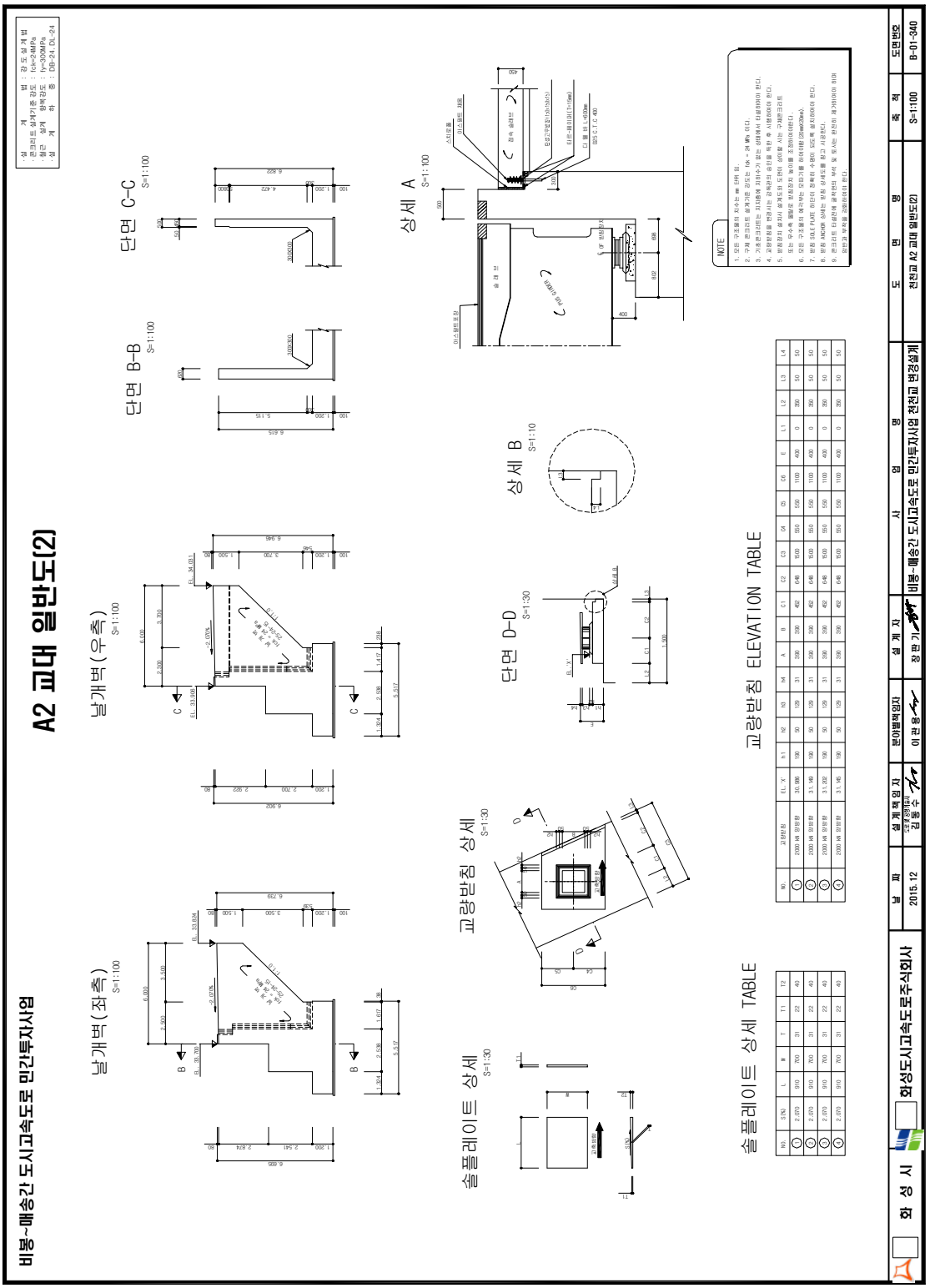
<그림 6.1.15> 천천교 A1 교대 일반도(1)



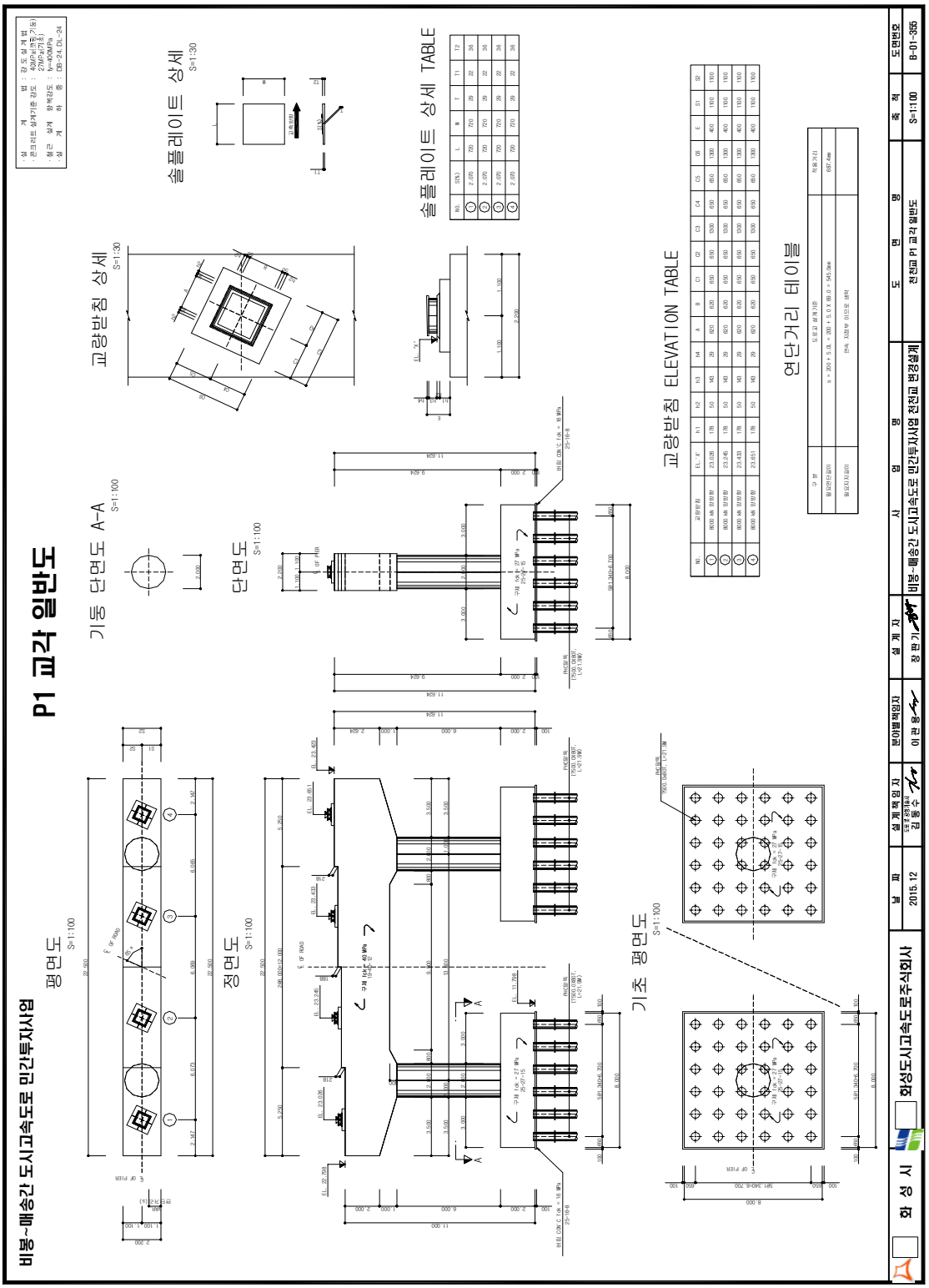
<그림 6.1.16> 천천교 A1 교대 일반도(2)



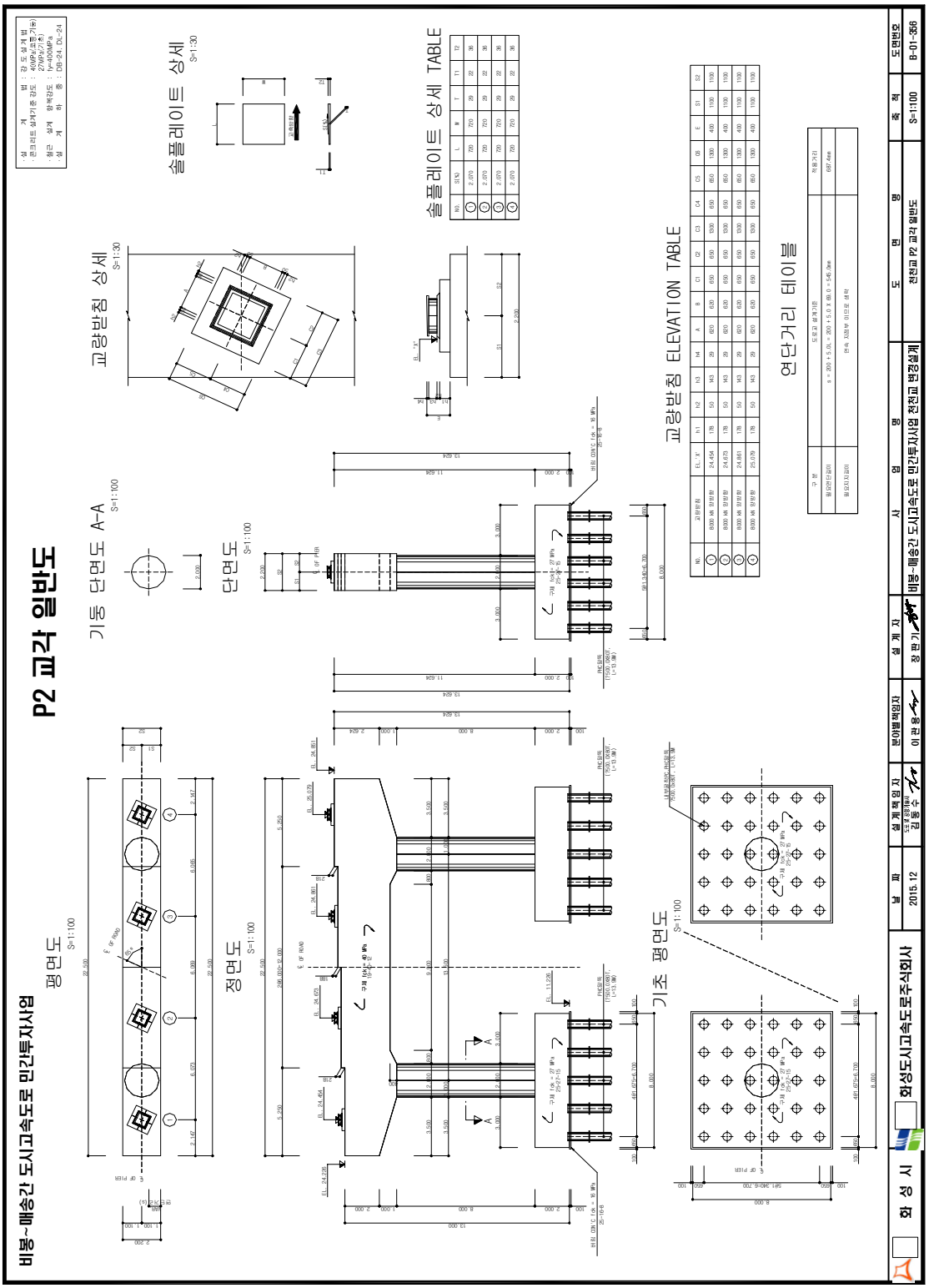
<그림 6.1.17> 천천교 A2 교대 일반도(1)



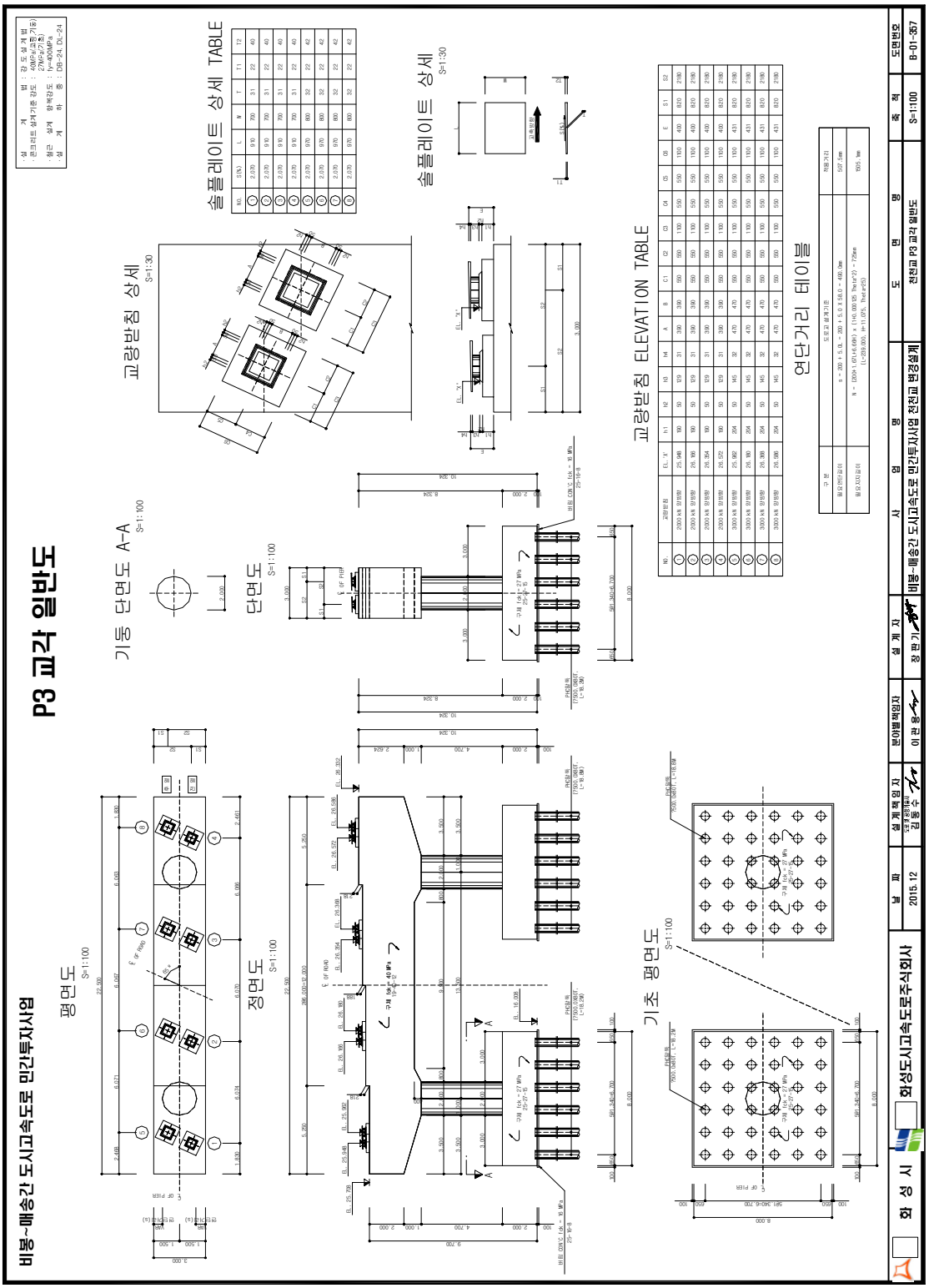
<그림 6.1.18> 천천교 A2 교대 일반도(2)



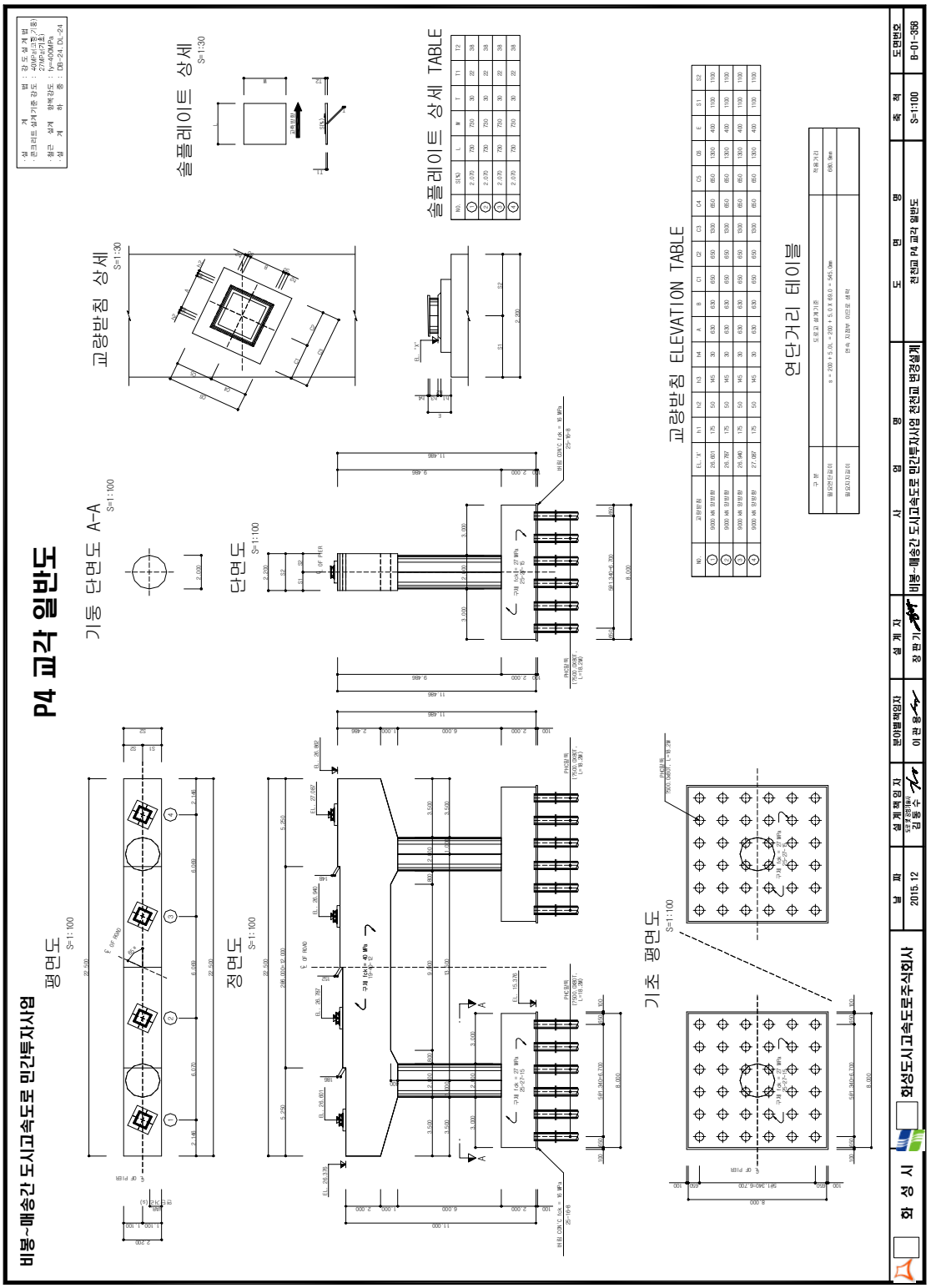
<그림 6.1.19> 천천교 P1 교각 일반도



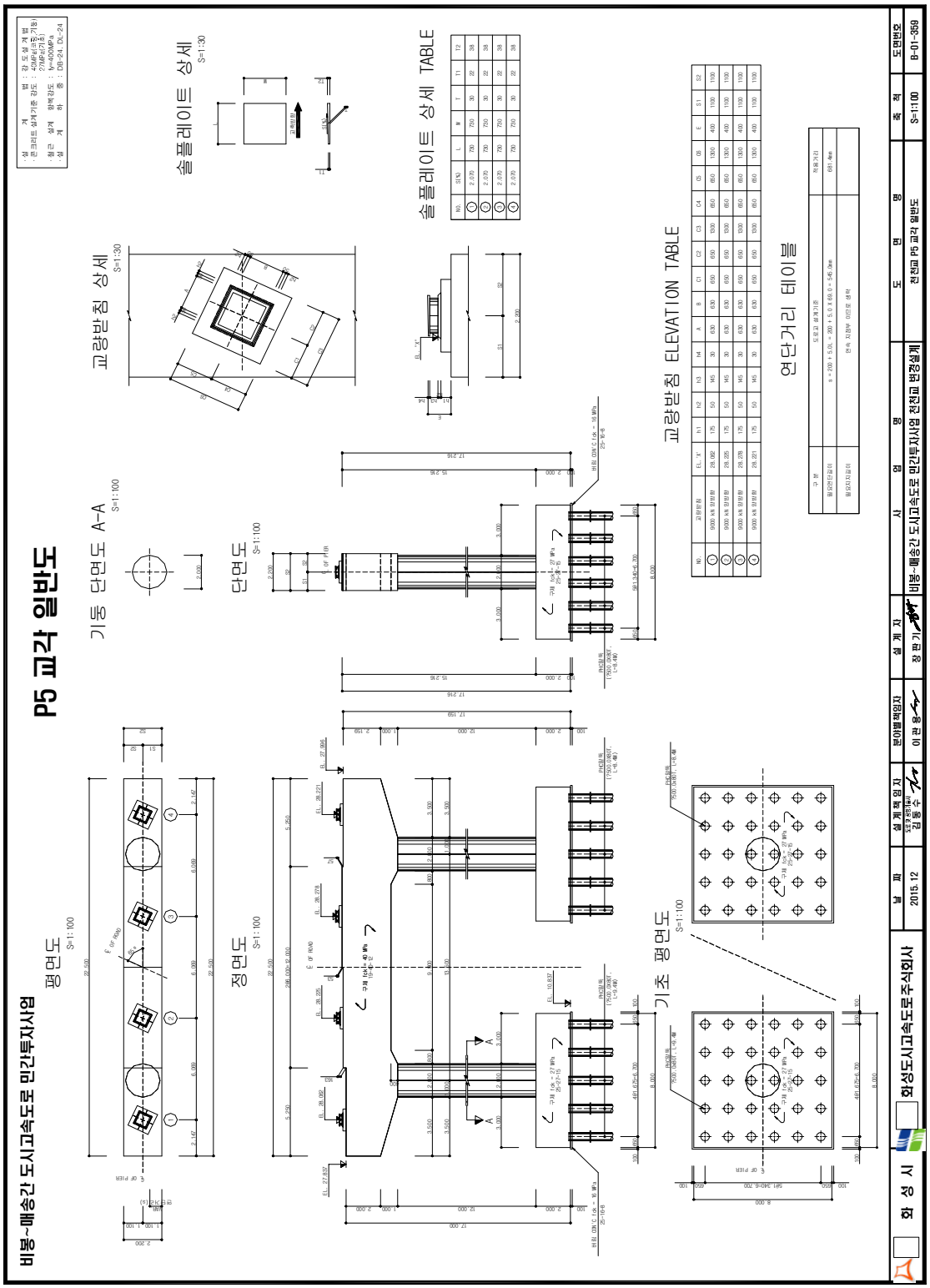
<그림 6.1.20> 천천교 P2 교각 일반도



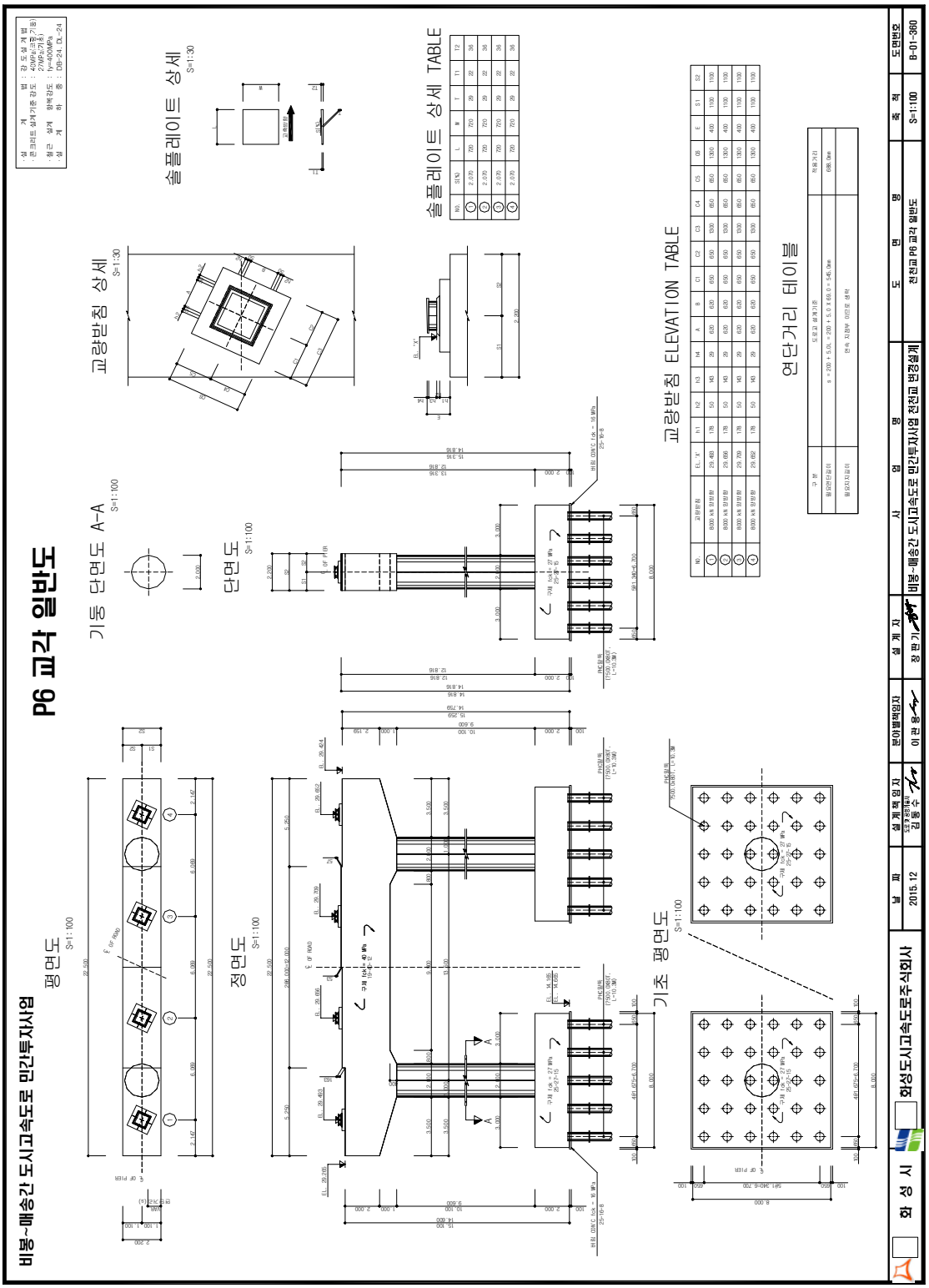
<그림 6.1.21> 천천교 P3 교각 일반도



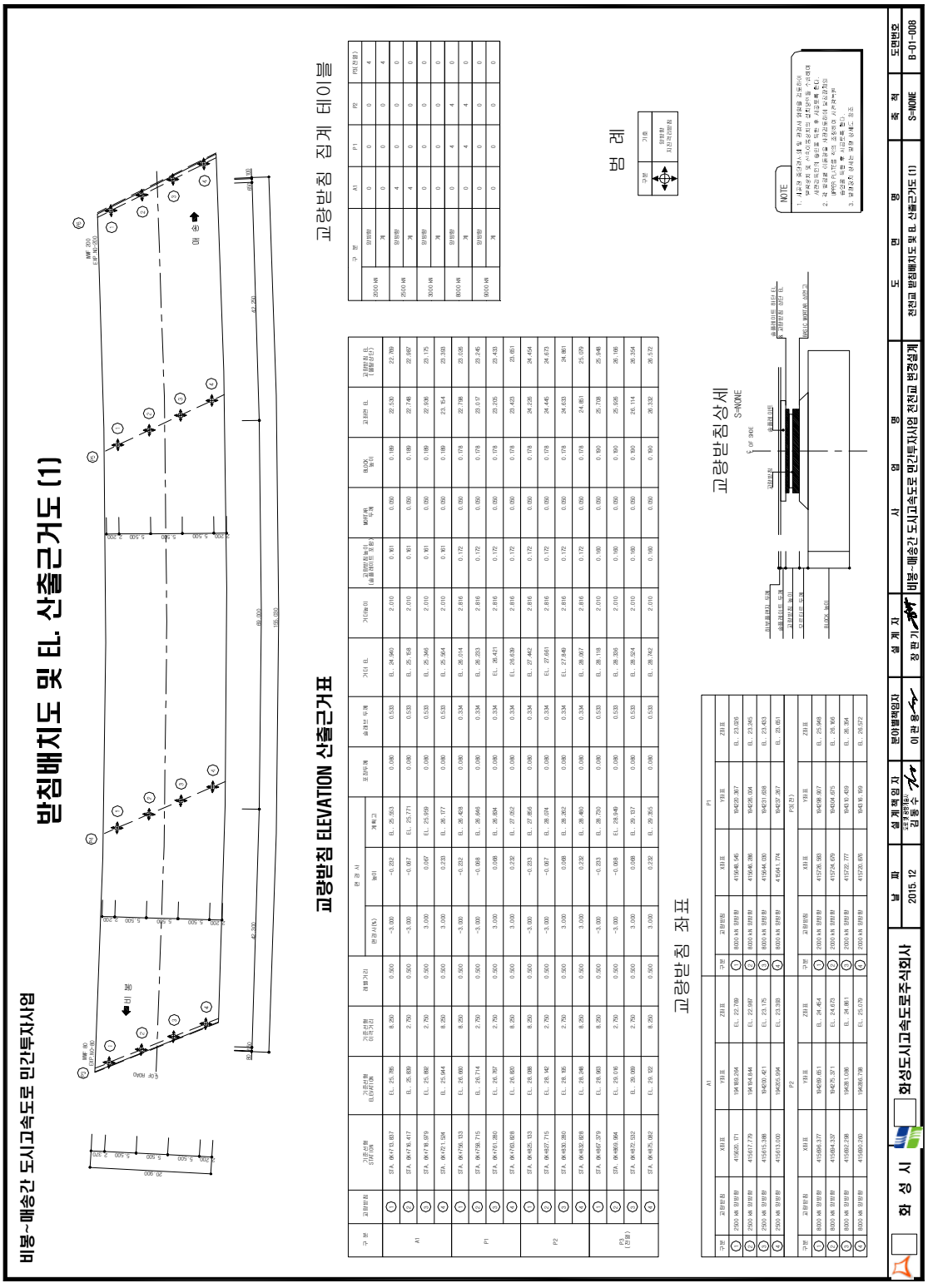
<그림 6.1.22> 천천교 P4 교각 일반도



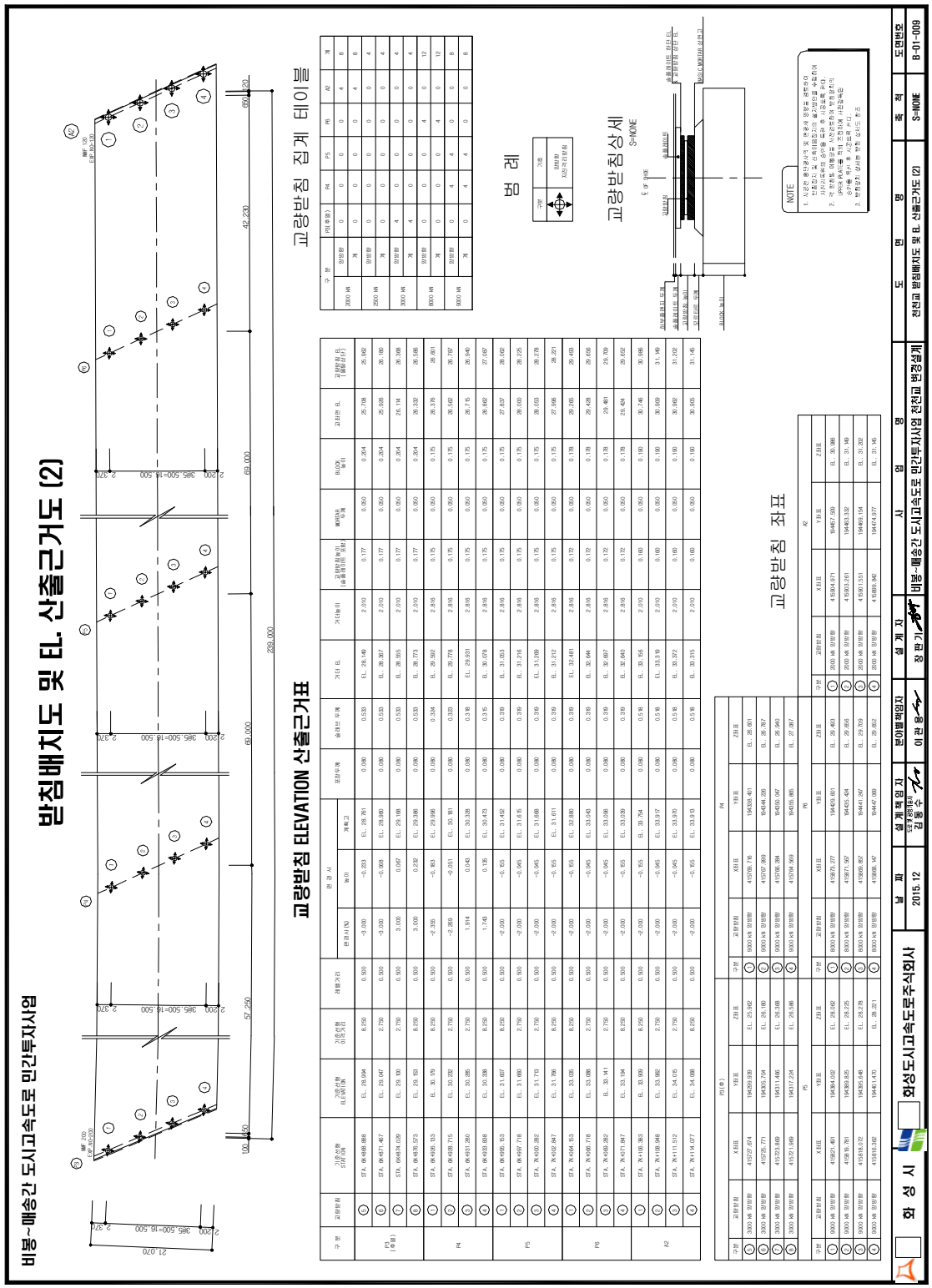
<그림 6.1.23> 천천교 P5 교각 일반도



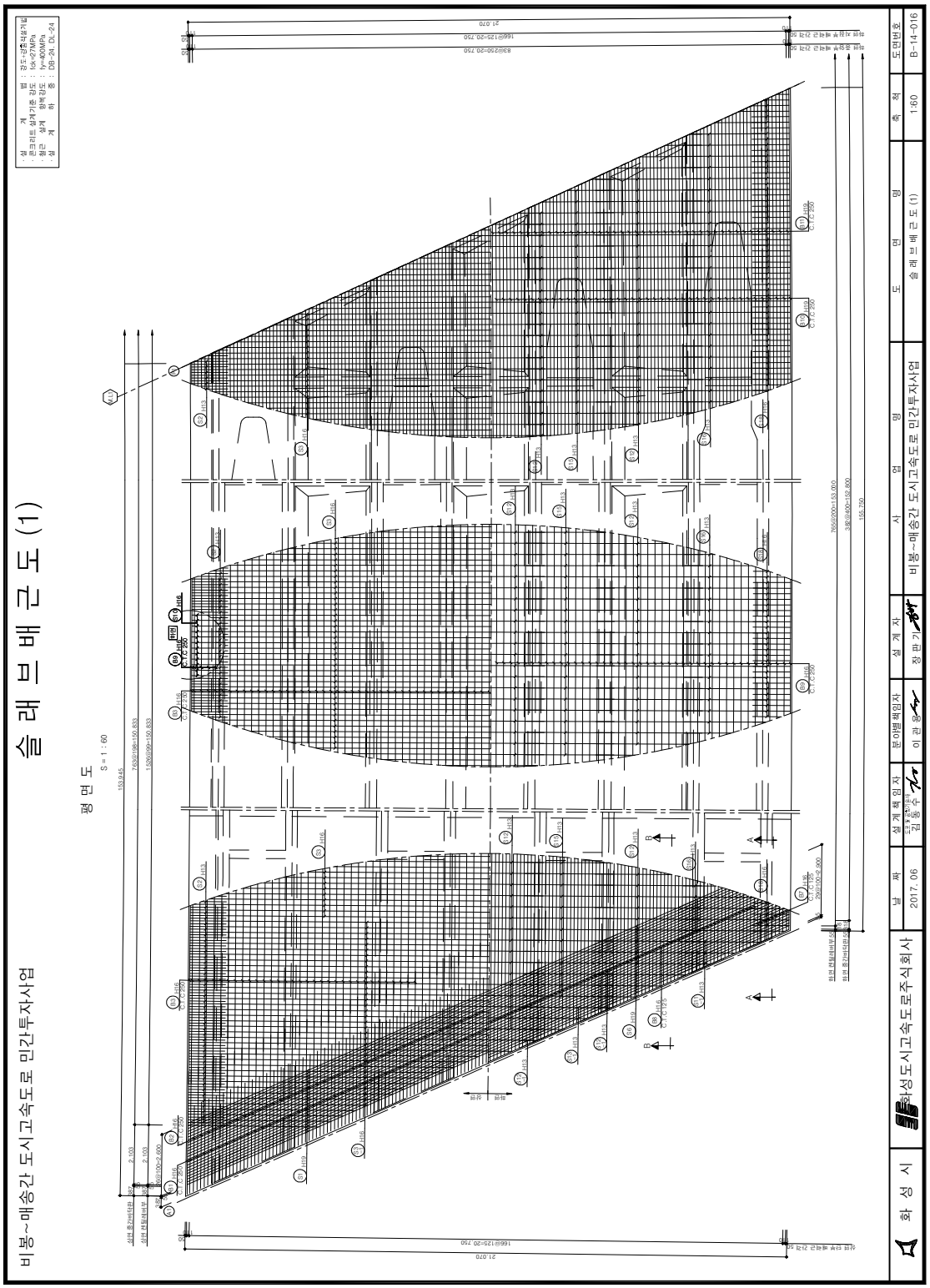
<그림 6.1.24> 천천교 P6 교각 일반도



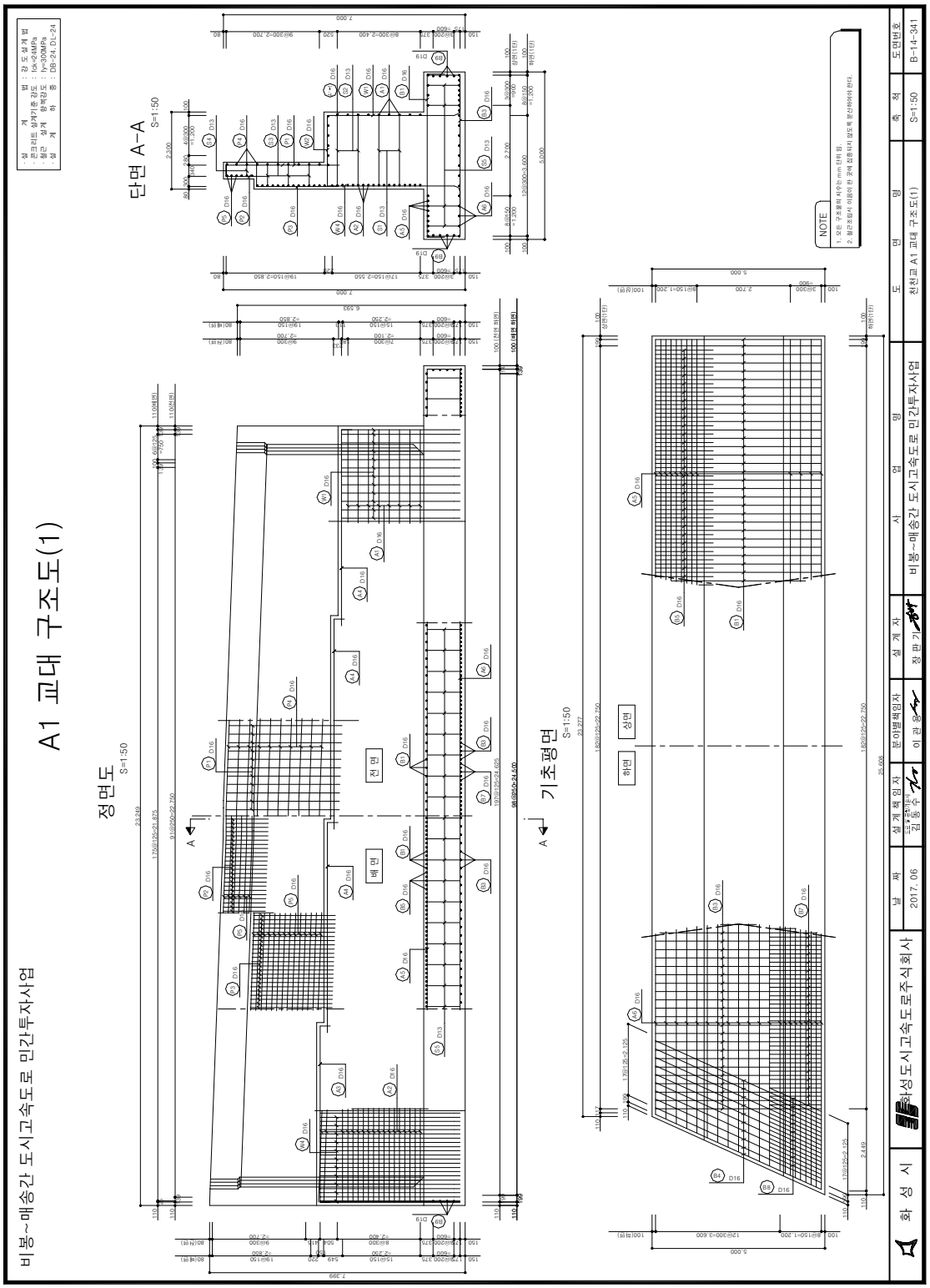
<그림 6.1.25> 천천교 교량받침 배치도(1)



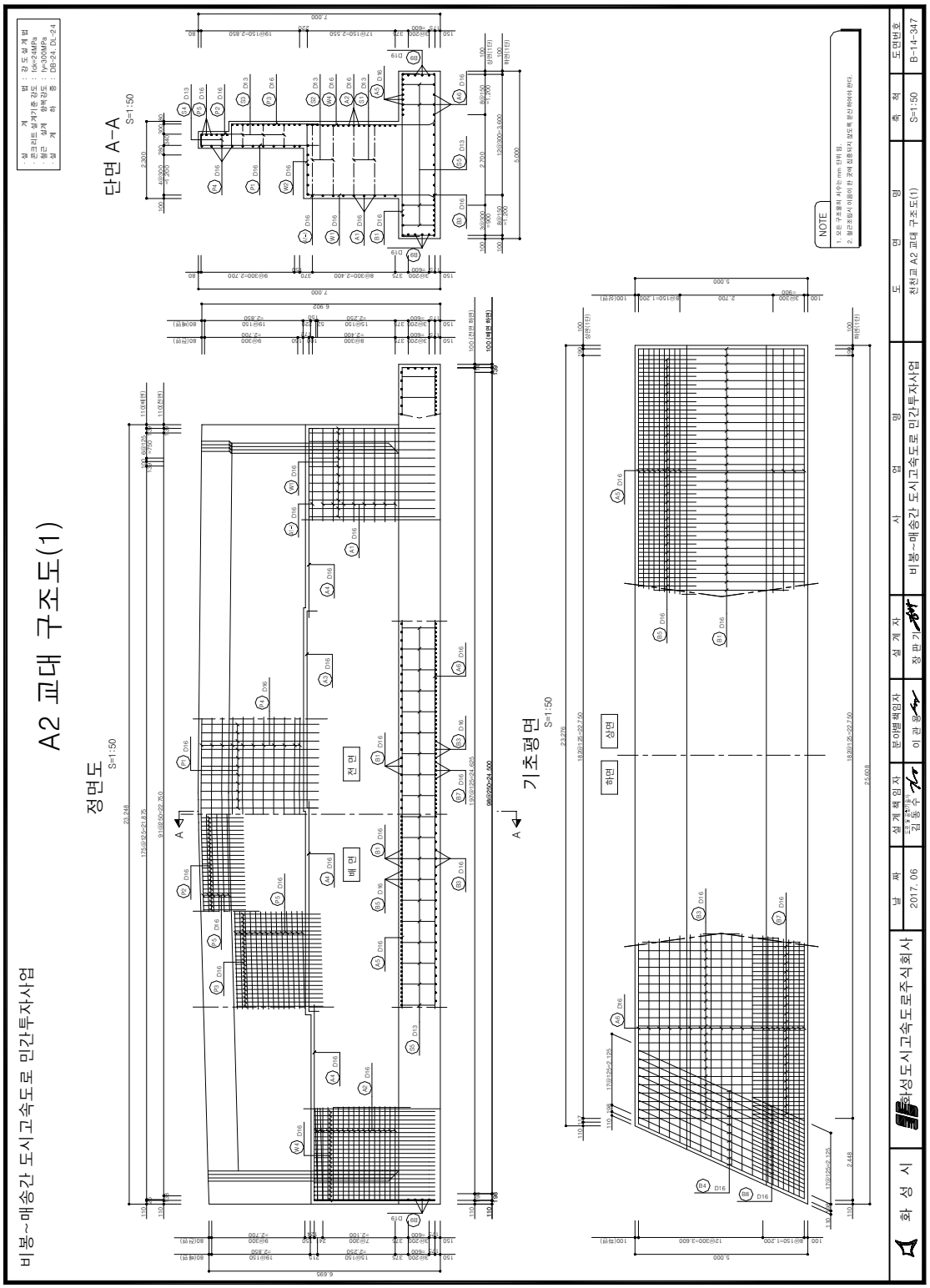
<그림 6.1.26> 천천교 교량받침 배치도(2)



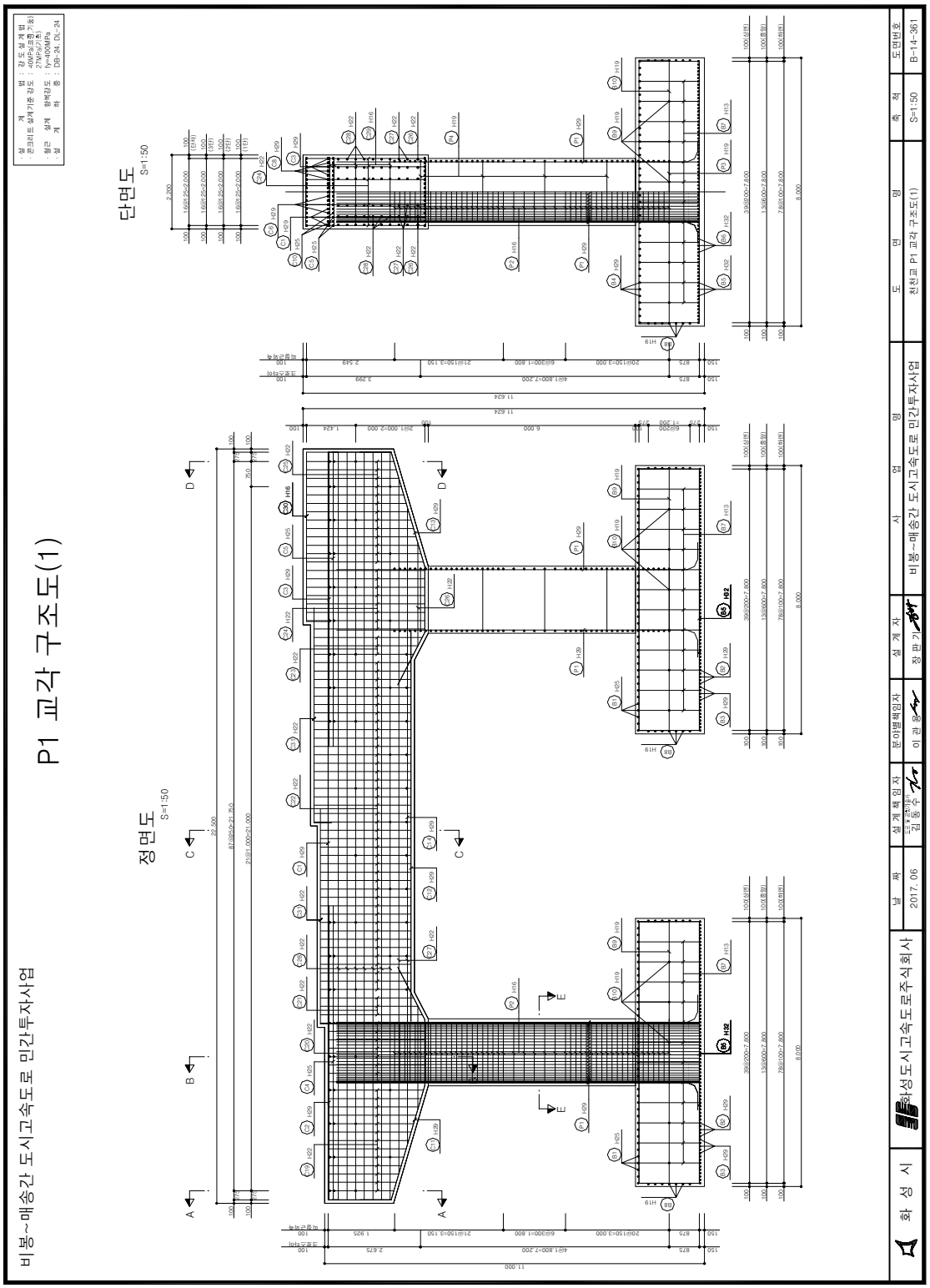
<그림 6.1.27> 천천교 슬래브 구조도



<그림 6.1.28> 천천교 A1 교대 구조도



<그림 6.1.29> 천천교 A2 교대 구조도



<그림 6.1.30> 천천교 P1 교각 구조도

6.1.3 자료수집 및 분석

본 과업에 대한 자료조사는 현장을 답사하여 각각의 구조특성을 파악하고, 과업의 추진방향과 세부수행계획을 수립하였으며, 대상 시설물의 건설과 보수·보강 등에 관련된 설계도서 및 관련서류 등의 자료를 요청 및 수집하였으며, 수집된 자료는 다음과 같다.

가. 자료수집 현황

<표 6.1.2> 자료수집 목록

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

- 대상 교량에 대한 자료수집을 통하여 본 과업 수행을 위해 기존 자료들을 참조하고 준공당시 설계도서(2017년)와 2020년 정밀안전점검 및 전차 과업인 2022년도 정밀안전점검 보고서를 중점 활용하였다.

나. 기존 점검 및 진단 실시결과

본 교량은 준공 이후 시설물안전법에 따라 정기적으로 안전점검을 수행하였으며, 현재까지 초기안전점검 1회, 정기안전점검 11회, 정밀안전점검 2회로 총 10회를 시행하였으며, FMS에 등록된 점검이력은 다음과 같다.

<표 6.1.3> 기존 점검·진단 이력

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
1	초기안전점검	(사)한국건설안전기술사회	10,000	상태양호	2017-12-01	승인완료
	2017-04-03 2017-07-31	이석영	A등급	없음	이영주	2017-12-01
2	정기안전점검	(사)한국건설안전기술사회	1,150	대체로 양호하나, 신축이음 하부 누수에 대해서는 장기적인 시설물 유지관리를 위해 유도배수관 설치가 필요하며, 흉벽부 균열에 대한 보수가 필요함.	2017-12-26	승인완료
	2017-11-27 2017-12-26	이석영	양호	없음	조정순	2017-12-26
3	정기안전점검	(사)한국건설안전기술사회	1,150	방호벽, 신축이음 후타재, 교각 등 일부 미세균열 발생	2018-06-27	승인완료
	2018-05-31 2018-06-27	이석영	양호	없음	조정순	2018-06-29
4	정기안전점검	자체수행	1,855	대체적으로 양호하며 신축이음후타재, 난간, 교태, 교각 등 콘크리트에 미세균열(0.1~0.3mm)이 발생되었으나 시급하 보수,보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단되며 교면포장은 0.1~0.5mm 균열이 조사됨.	2018-11-06	승인완료
	2018-10-02 2018-11-05	이영주	양호	교면포장 균열 중 0.3mm이상은 보수공법을 선정하여 보수를 요함.	이영주	2018-11-14

<표 6.1.3> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
5	정기안전점검	자체수행	1,855	2018년 하반기 점검시 발생한 신축이음 후타재, 난간, 교대, 교각등 콘크리트에 미세균열은 보수가 완료되어 전반적으로 양호하며 일부 신규/재균열이 발생하였으나 시급한 보수,보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단됨.	2019-06-15	승인완료
	2019-05-09 2019-06-14	이영주	양호	없음	이영주	2019-06-24
6	정기안전점검	자체수행	1,855	2019년 상반기 점검과 같이 전반적으로 양호하며, 교면포장 일부 구간(P3-4) 재균열 발생부는 시급한 보수,보강을 요하지 않으나 균열 확대 및 진전여부 등 관찰이 필요한 것으로 판단됨.	2019-11-18	승인완료
	2019-10-16 2019-11-15	이영주	양호	없음	이영주	2019-11-21
7	정밀안전점검	(주)케이에스알큰사람	7,678	- 교면포장: 포장균열, 포장파손, 차선도장박리 - 방호벽 : 균열, 균열부백태, 망상균열, 보수부재균열, 파손, 녹발생, 델리네이터 파손, 차수판 덮개 체결불량, 차수판 볼트 체결불량, 차수판 설치불량 - 배수시설: 배수구 막힘, 배수구 이물질퇴적 - 신축이음: 후타재균열, 후타재 망상균열, 후타재 표면불량, 후타재 단차, 신축이음 토사퇴적, 신축이음 이물질퇴적 - 바닥판: 균열, 백태, 망상균열 - 거더 및 가로보: 상태양호 - 교량받침: 무수축몰탈 균열, 무수축몰탈 파손, 받침콘크리트 잡철물 미제거, 받침콘크리트 재료분리, 받침콘크리트 파손 - 교대 및 교각: 균열, 망상균열, 파손, 백태, 누수, 누수흔적, 마감불량, 잡철물 미제거(녹발생), 차수판 볼트 체결불량, 폐콘크리트 퇴적, 녹발생, 재료분리, 폐기물 적치, 부착물 - 점검시설: 상태양호	2020-06-28	승인완료
	2020-01-09 2020-06-10	신달양	B등급	-	송승준	2020-06-29

<표 6.1.3> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
8	정기안전점검(하반기)	자체수행	1,855	2020년 정밀안전점검시 조사된 교면포장, 방호벽, 신축이음장치 후타재, 교태, 교각 등 콘크리트 균열, 파손, 재료분리, 백태 중 교면포장 및 신축이음후타재는 보수가 완료되고 다른 부재는 보수가 되지 않았으나 시급한 보수,보강을 요하는 손상이 없는 것으로 판단됨. 향후 구조물의 내구성 확보 및 손상과 열화가 증가할 수 있으므로 하자보수 계획을 수립하여 일괄적으로 보수를 요함.	2020-12-09	승인완료
	2020-11-02 2020-11-27	이영주	양호	0.3mm이상 균열 주입보수 및 녹발생 교좌장치 재도장	이영주	2020-12-10
9	정기안전점검(상반기)	자체수행	-	2020년 정밀안전점검 및 2020년 하반기 정기점검시 조사된 교면포장, 방호벽, 신축이음장치 후타재, 교태, 교각 등 콘크리트 균열, 파손, 재료분리, 백태 등 손상에 대하여 대부분 보수를 완료하여 전반적으로 양호함.	2021-06-25	승인완료
	2021-05-24 2021-06-23	이영주	양호	-	이영주	2021-06-28
10	정기안전점검(하반기)	자체수행	-	- 교각, 방호벽, 교면포장, 바닥판에 균열이 조사되었음. - 교면포장 보수부 재균열(8개소)는 균열 확대 및 진전 방지를 위하여 조속히 보수를 실시하고 - 나머지 손상은 시급한 보수,보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단됨. - 향후 구조물의 내구성 확보 및 손상과 열화가 증가할 수 있으므로 보수 계획을 수립하여 일괄적으로 보수를 요함.	2021-11-26	승인완료
	2021-10-25 2021-11-26	이영주	양호	- 교면포장 재균보수	이영주	2021-11-29

<표 6.1.3> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
11	정밀안전점검	(주)케이에스알큰사람	6,798	-외관조사의 주요 손상은 교면포장 균열, 파손, 방호벽 균열, 파손, 차수판 덮개 체결불량, 차수판 볼트 체결불량, 배수시설 이물질퇴적, 막힘, 신축이음 후타재 균열, 토사퇴적, 이물질퇴적, 바닥판 균열, 망상균열, 백태, 거더 녹발생, 교량받침 무수축몰탈 균열, 무수축몰탈 파손, 받침콘크리트 재료분리, 교각 균열, 녹발생, 재료분리, 폐기물적치, 체수 등의 손상이 조사되었다. -금회 확인된 손상들은 대부분 시공 당시 발생한 초기결함으로 교량의 안전성에 직접적인 영향을 미치는 중대결함의 발생은 없는 것으로 분석되었다. -상태평가를 실시한 결과, 현재 시설물의 상태는 양호한 상태인 『B』(0.158)등급으로 평가되었다. -본 시설물은 공용기간 증가에 의해 손상과 열화가 증가할 수 있으므로, 지속적인 유지관리가 필요하며, 발생된 손상(결함)에 대해서 내구성 확보와 기능유지를 위한 적절한 보수보강이 이루어진다면 시설물의 공용에는 지장이 없을 것으로 판단된다.	2022-06-29	승인완료
	2022-01-03 2022-06-10	신달양	B등급	-씰링보수, 단면보수, 표면처리, 주입보수, 재설치, 청소, 재도장, 물받이설치	김무열	2022-06-30
12	정기안전점검(하반기)	자체수행	-	- 교각, 방호벽, 교면포장, 바닥판에 균열이 조사되었음. - 교면포장 보수부 재균열(8개소)는 균열 확대 및 진전 방지를 위하여 조속히 보수를 실시하고 - 나머지 손상은 시급한 보수,보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단됨. - 향후 구조물의 내구성 확보 및 손상과 열화가 증가할 수 있으므로 보수 계획을 수립하여 일괄적으로 보수를 요함.	2022-11-30	승인완료
	2022-10-24 2022-11-25	이영주	양호	- 교면포장 재균보수	김동민	2022-12-05

<표 6.1.3> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
13	정기안전점검(상반기)	(주)이도	3,300	금회 정기안전점검 결과, 조사된 주요 손상으로 교면포장 균열/차선 도색부 박락, 배수시설 누수, 난간/연석 보수부 재균열, 신축이음 차수판 볼트 탈락/후타재 단차/누수, 교량받침 재료분리/플레이트 부식, 바닥판 균열/백태, 거더 외부 녹발생/부식, 교대/교각 마감불량/와이어미제거, 점검로 버럭콘크리트 미제거 등의 손상이 조사되었다. 교각 P3에 신축이음을 통해서 우수 유입, 배수시설에서 누수가 발생하여 거더 및 교량받침 플레이트에 부식이 발생하였다. 누수로 인하여 교량의 손상이 가속될 수 있으므로 신축이음 고무지수재 설치 및 배수시설 보수 등 적절한 유지보수를 시행할 필요가 있다. 금회 정기안전점검 결과, 구조적인 중대결함은 발생하지 않았으나, 조사된 결함에 대해서는 손상규모에 따라 적절히 보수를 실시하고, 지속적인 점검을 통한 효율적이고 체계적인 시설물의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.	2023 07-24	승인완료
	2023-06-01 2023-06-30	양영탁	양호	- 표면처리, 재도장, 볼트체결, 단차보수, 고무판 설치, 단면보수, 제거 후 단면보수	나영일	2023-08-02
14	정기안전점검(하반기)	(주)이도	3,300	금회 정기안전점검 결과, 조사된 주요 손상으로 교면포장 균열/차선도색부 박락, 배수시설 누수, 배수구 막힘, 난간/연석 보수부 재균열, 신축이음 차수판 볼트 탈락/후타재 단차/누수, 토사퇴적, 교량받침 재료분리/플레이트 부식, 바닥판 균열/백태, 거더 외부 녹발생/부식, 교대/교각 마감불량/와이어미제거, 보수재 박리, 점검로 버럭콘크리트 미제거 등의 손상이 조사됨. 금회 조사된 손상은 대부분 경미한 상태로 조사되었으나, 향후 구조물의 내구성 확보를 위하여 보수 계획을 수립하는 것이 바람직함.	2024-01-30	승인완료
	2023-12-01 2023-12-31	양영탁	양호	- 표면처리, 재도장, 볼트체결, 단차보수, 고무판 설치, 단면보수, 제거 후 단면보수	나영일	2024-01-31

<표 6.1.4> 2020년도 정밀안전점검 결과 요약

<table>
<tr><th colspan="3">구 분</th><th>점검내용</th></tr>
<tr><td colspan="3">용 역 명</td><td>· 2020년도 정밀안전점검</td></tr>
<tr><td colspan="3">용역기간</td><td>· 2020. 01. 09 ~ 2020. 06. 10</td></tr>
<tr><td colspan="3">용 역 사</td><td>· (주)케이에스알큰사람</td></tr>
<tr><td colspan="3">시설물명</td><td>· 천천교</td></tr>
<tr><td rowspan="10">외관조사</td><td rowspan="4">상부구조</td><td>포 장 면</td><td>· 포장균열, 포장파손, 차선 도장박리</td></tr>
<tr><td>바 닥 판</td><td>· 균열, 망상균열, 백태</td></tr>
<tr><td>거 더</td><td>· 양호</td></tr>
<tr><td>가 로 보</td><td>· 양호</td></tr>
<tr><td rowspan="2">하부구조</td><td>교 대</td><td>· 균열, 망상균열, 파손, 백태, 누수, 누수흔적, 마감불량, 잡철물 미제거, 차수판 볼트 체결불량, 폐콘크리트 퇴적</td></tr>
<tr><td>교 각</td><td>· 균열, 망상균열, 파손, 백태, 녹발생, 재료분리, 폐기물 적치, 부착물</td></tr>
<tr><td colspan="2">교량받침</td><td>· 무수축몰탈 균열, 무수축몰탈 파손, 받침콘크리트 잡철물미제거, 받침콘크리트 재료분리, 받침콘크리트 파손</td></tr>
<tr><td rowspan="4">기타부재</td><td>신축이음</td><td>· 후타재 균열, 후타재 망상균열, 후타재 표면불량, 후타재 단차, 신축이음 토사퇴적, 신축이음 이물질퇴적</td></tr>
<tr><td>방 호 벽</td><td>· 균열, 균열부 백태, 망상균열, 보수부 재균열, 파손, 녹발생, 델리네이터 파손, 차수판 덮개 체결불량, 차소판 볼트 체결불량</td></tr>
<tr><td>배수시설</td><td>· 양호</td></tr>
<tr><td>점검시설</td><td>· 양호</td></tr>
<tr><td rowspan="2">재료시험</td><td colspan="2" rowspan="2">콘크리트
강도시험</td><td>· 상부구조 : 바닥판하면(S1/캔틸레버) 32.8 MPa (설계강도 27.0 MPa)
바닥판하면(S2/캔틸레버) 34.3 MPa (설계강도 27.0 MPa)
바닥판하면(S3/캔틸레버) 34.5 MPa (설계강도 27.0 MPa)
바닥판하면(S4/캔틸레버) 33.3 MPa (설계강도 27.0 MPa)
바닥판하면(S5/캔틸레버) 34.2 MPa (설계강도 27.0 MPa)
바닥판하면(S6/캔틸레버) 34.6 MPa (설계강도 27.0 MPa)
바닥판하면(S7/캔틸레버) 34.2 MPa (설계강도 27.0 MPa)
바닥판하면(S7/캔틸레버) 34.0 MPa (설계강도 27.0 MPa)
· 하부구조 : 교대(A1흉벽) 25.4 MPa (설계강도 24.0 MPa)
교대(A1구체) 25.6 MPa (설계강도 24.0 MPa)
교대(A2흉벽) 25.8 MPa (설계강도 24.0 MPa)
교대(A2구체) 25.4 MPa (설계강도 24.0 MPa)
교각(P1비봉) 43.9 MPa (설계강도 40.0 MPa)
교각(P1매송) 42.9 MPa (설계강도 40.0 MPa)
교각(P2비봉) 40.1 MPa (설계강도 40.0 MPa)
교각(P2매송) 40.5 MPa (설계강도 40.0 MPa)
교각(P6매송) 41.9 MPa (설계강도 40.0 MPa)
교각(P6비봉) 43.4 MPa (설계강도 40.0 MPa)</td></tr>
<tr><td>평 가</td><td>각 부재별 설계기준강도 상회하고 있는 바, 콘크리트 강도는 설계강도 이상을 확보하고 있는 것으로 조사되었다..</td></tr>
<tr><td rowspan="2">재료시험</td><td colspan="2" rowspan="2">탄 산 화
시 험</td><td>· 상부 : 바닥판하면 S2 탄산화 깊이 0.2mm (탄산화잔여깊이 73.8mm)
바닥판하면 S4 탄산화 깊이 0.3mm (탄산화잔여깊이 38.7mm)
· 하부 : 교대 A1 흉벽 탄산화 깊이 0.2mm (탄산화잔여깊이 37.8mm)
교대 A1 구체 탄산화 깊이 0.2mm (탄산화잔여깊이 69.8mm)
교대 A2 구체 탄산화 깊이 0.2mm (탄산화잔여깊이 77.8mm)
교각 P1 비봉 탄산화 깊이 0.3mm (탄산화잔여깊이 54.7mm)
교각 P1 매송 탄산화 깊이 0.25mm (탄산화잔여깊이 56.75mm)
교각 P2 비봉 탄산화 깊이 0.1mm (탄산화잔여깊이 48.9mm)
교각 P2 매송 탄산화 깊이 0.1mm (탄산화잔여깊이 64.9mm)</td></tr>
<tr><td>평 가</td><td>탄산화 깊이 측정결과 전 개소에서 피복 잔여깊이가 30mm이상 확보가 되는 것으로 확인되어 탄산화로 인한 철근의 부식 위험은 없는 것으로 판단된다.</td></tr>
<tr><td colspan="3">상태평가/종합평가</td><td>· 0.194 ▷ 「B」(양호)</td></tr>
<tr><td colspan="3">종합의견</td><td>- 본 천천교에 대한 시설물평가는「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」에 제시된 시설물평가 기준을 토대로 실시하였으며, 상태평가 산정결과 일부 결함이 발생되었으나 안전 등급은 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태”인 B등급 으로 평가되었다. 향후 교량 공용시 현재의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.
- 종합평가 등급 : B</td></tr>
</table>

<표 6.1.4> 2022년도 정밀안전점검 결과 요약

구 분			점검내용	
용 역 명			· 2022년도 정밀안전점검	
용역기간			· 2022. 01. 03 ~ 2022. 06. 10	
용 역 사			· (주)케이에스알큰사람	
시설물명			· 천천교	
외관조사	상부구조	포 장 면	· 포장균열, 포장파손	
		바 닥 판	· 균열, 백태, 망상균열	
		거더 가로보	· 녹발생	
	하부구조	교대 교각	· 균열, 녹발생, 몰탈균열, 재료분리, 체수, 폐기물 적치	
	교량받침		· 무수축몰탈 균열, 무수축몰탈 파손, 받침콘크리트 재료분리	
	기타부재	신축이음	· 후타재균열, 토사퇴적, 이물질퇴적	
		방 호 벽	· 균열, 파손, 차수판 볼트 체결불량, 차수판 덮개 체결불량	
		배수시설	· 양호	
		점검시설	· 양호	
재료시험	콘크리트 강도시험		상부구조 : 24.7~28.2 바닥판 : 42.7~56.9 하부구조 : 교대 22.6~26.8 교각 45.6~54.3	
			평 가	설계기준강도 90% 이상 확보 (상부:27.0MPa, 바닥판: 40.0MPA) 교대:24.0MPa, 교각:40.0MPa)
재료시험	탄 산 화 시 험		상부구조(캔틸레버) : 82.0 하부구조(교대) : 64.5 하부구조(교각) : 93.3	
			평 가	탄산화 깊이 측정결과 전 개소에서 피복 잔여깊이가 30mm이상 확보가 되는 것으로 확인되어 탄산화로 인한 철근의 부식 위험은 없는 것으로 판단된다.
상태평가/종합평가			· 0.158 ▷ 「B」(양호)	
종합의견			- 본 천천교에 대한 시설물평가는「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」에 제시된 시설물평가 기준을 토대로 실시하였으며, 상태평가 산정결과 일부 결함이 발생되었으나 안전 등급은 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태”인 B등급 으로 평가되었다. 향후 교량 공용시 현재의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. - 종합평가 등급 : B	

다. 보수·보강 및 유지관리 관련자료

본 시설물에 대한 FMS에 등록된 보수·보강 이력은 없는 것으로 조사되었으며, 관리주체 확인결과 준공이후 중대결함에 대한 보수·보강은 없었으며, 주로 경미한 손상들에 대하여 일상적인 유지관리 활동이 이루어지고 있는 것으로 확인되었다.

또한, 준공이후 하중상태 등 변화 여부를 파악하기 위해 준공당시 설계도서 및 유지관리이력 등을 참조하여 검토한 결과, 준공이후 용도, 구조, 하중상태 변화는 없는 것으로 조사되었다.

<표 6.1.5> 보수·보강 이력

번호	공사명	공사 구분	보수보강부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	보수	자체 보수	방호벽 및 거더 외 보수	0	화성도시고속도로
	-		-		

향후 시설물 상태변화의 추적관찰을 위하여 일상 유지관리, 하자보수 등 모든 보수공사 내역에 대하여 지속적인 자료축적 및 이력관리가 필요한 것으로 판단된다.

라. 시설물 내진설계 여부 확인

관리주체에서 제공한 설계도서 및 FMS 확인결과, 본 시설물은 준공 당시 내진설계가 반영된 것으로 조사되었으며, 조사내용은 다음과 같다.

<표 6.1.6> 내진설계 여부 확인

구 분	내진설계 현황

설계 도서

제5장 실시설계

④ 천천교

❶ 교량제원 및 모델링

교 량 제 원	
• 교량형식 : DCB Girder교	• 가속도계수 : A = 0.154 (지진구역계수: 0.11, 위험도계수: 1.4)
• 교량연장 : 46.950+65.00+46.90+49.90+67.50+67.50+49.88= 394.0m	• 지반계수 : S = 1.5 (지반종류: II-지진격리교량)
• 교각형식 : π 형 (파일기초) 교각형식	• 받침형식 : 납면진받침(LRB)
• 내진등급 : 1등급	• 해석방법 : 시간이력 해석법

❷ 받침 검토

구 분		교축방향		교축직각방향		받침 용량		판 정
		전단력(kN)	변위(mm)	전단력(kN)	변위(mm)	허용수평력	허용변위	
A 1	1	286.3	46.6	235.4	34.9	434.3	95	O.K
	2	328.1	46.6	267.4	35.2	515.5	95	O.K
	3	289.1	47.0	236.4	35.2	434.3	95	O.K
P 1	4	743.9	30.0	743.0	32.9	1219.2	76	O.K
	5	828.4	30.0	836.1	33.4	1404.0	76	O.K
	6	748.8	30.2	752.2	33.4	1219.2	76	O.K
P 2	7	668.1	21.4	747.7	32.7	1219.2	76	O.K
	8	738.5	21.3	826.9	32.7	1404.0	76	O.K
	9	667.9	21.4	738.9	32.2	1219.2	76	O.K
P 3 (전 열)	10	279.3	41.6	242.2	34.2	434.3	95	O.K
	11	318.6	41.6	271.7	34.2	515.5	95	O.K
	12	280.5	41.9	240.8	33.7	434.3	95	O.K
P 3 (후 열)	13	261.1	60.9	225.9	33.8	481.8	152	O.K
	14	273.9	61.0	238.2	33.9	522.4	152	O.K
	15	260.1	60.9	226.7	34.2	481.8	152	O.K
P 4	16	853.7	43.8	800.9	36.7	1386.0	95	O.K
	17	931.2	43.5	891.6	37.4	1584.8	95	O.K
	18	843.2	43.3	814.7	37.6	1386.0	95	O.K
P 5	19	515.5	11.4	822.0	38.6	1386.0	95	O.K
	20	539.6	10.7	908.7	39.3	1584.8	95	O.K
	21	514.4	10.9	828.6	39.6	1386.0	95	O.K
P 6	22	560.4	14.8	793.3	36.4	1386.0	95	O.K
	23	593.8	13.7	857.5	35.5	1584.8	95	O.K
	24	564.8	14.1	779.0	34.3	1386.0	95	O.K
A 2	25	267.8	66.3	239.7	41.7	481.8	152	O.K
	26	280.8	66.1	251.9	41.6	522.4	152	O.K
	27	265.9	65.7	239.3	41.1	481.8	152	O.K

FMS

1. 기본현황

시설물번호	관리번호	시설물명	노선		시설물분류			
			구분	세부노선	시설물종류	시설물종별	시설물구분	SOC성능평가대상
BR2017-0000449		천천교	시도	비봉-매송간 도시고속도로	최대경간장 50M이상의 교량(한 경간 교량 제외)	1종	교량	무

주소 (시,도) (시,군,구) (읍,면,동) (리,번지 등 주소)				관리주체	관리주체구분			소유자	소유자구분			
					공공			민간		공공			민간
경기도	화성시	봉담읍 내리 11		화성도시고속도로(주)	중앙부처	지자체	(국가/지방)공기업	V	화성시	중앙부처	지자체	(국가/지방)공기업	

사업계획 승인일	준공 (사용승인)일	하자담보책임 만료일	2. 상세제원	3. 안전점검 및 정밀안전진단 이력	4. 보수·보강 이력	환기구 없게 (접근 가능한 환기구)	5. 첨부자료 목록
	2017년 06월 30일	2027년 06월 29일	유	유	무		dscf3773.jpg dscf3759.jpg

설계기간	설계자	공사기간	시공자	총공사비(백만원)
2010 ~ 2013-11-27	(주)동명기술공단종합건축사사무소	2014-03-31 ~ 2017-06-30	현대엔지니어링(주), 두산중공업(주)	11,578

내진정보	내진설계 대상 유무	내진설계 적용 유무	적용내진설계기준	내진성능평가 실시 유무	내진보강 유무
	불명	적용		불명	불명

영21조대상	감리기간	감리자(책임감리원)	사업주체(발주자)	공사명	공사감독·공사관리관
아니오	2014-03-31 ~ 2017-06-30	곽건	화성도시고속도로(주)	비봉-매송간 도시고속도로 민간투자사업	화성시

기타 기본현황

작성일	작성자	최종 수정일	최종 수정자
2017년 07월 16일	화성도시고속도로(주) (인)	2017년 12월 18일	이영주

비고	

마. 자료수집 및 분석결과

본 과업을 수행하기 위하여 수집한 자료는 설계도서, 시설물 관리대장, 시공관련자료, 기존 안전점검 자료 등이며, 상기 자료에 대한 관리주체의 보관상태는 대체로 양호하여 정밀안전진단 등 유지관리업무에 적절히 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

<표 6.1.7> 자료수집 및 분석 결과

구 분	수집자료	자료분석 결과	과업 진행방향
건설 관련 자료	-실시설계보고서 -도면 -시설물관리대장 -기타 시공자료	-대상 시설물의 위치, 제원 등이 설계도면과 시설물관리대장이 일치함. -대상 구간의 구조특성 및 적용공법 등 현황을 검토·분석하였음	-현장조사시 육안점검을 통하여 준공이후 용도, 구조, 하중상태 등의 변화여부를 조사하도록 함. -육안점검이 불가한 조건에 있는 경우 설계도서를 활용하여 보완하도록 함.
유지 관리 자료	-안전점검 이력	-2017년 준공도면, 2020년, 2022년 정밀안전점검 보고서를 토대로 최근 상태를 검토·분석하였음	-금회 정밀안전점검은 전차 점검과 상태변화를 비교하여 심각성, 진행성 유무 판단함. -포장, 교량받침, 신축이음 등 기존손상의 진전 및 확대 여부 -바닥판, 거더 신규손상 유무
	-보수·보강 이력	-주요손상에 대한 보수·보강은 없었고, 일상적인 유지관리활동이 시행되는 것으로 확인됨.	-기존손상 보수유무 조사 -보수부 보수상태 적정성 확인
	-법적점검 누락 여부	-이상없음	-이상없음

6.2 외관조사

본 과업대상 시설물인 천천교는 2017년 6월에 준공되어 공용년수 7년이 경과된 시설물로 화성시 봉담읍 내리에 위치한 교량이다. 교량제원은 연장 394m, 폭 21.07m(상·하행 총폭원)이며, 구조형식은 상부 PUS-거더, 하부는 교대 역T형이며, 기초는 A1 매입합성말뚝기초, A2 직접기초로 시공된 것으로 조사되었다.

외관조사는 사전에 중점점검사항 및 접근방법, 외관조사망도 등을 충분히 숙지한 후 손상내용 확인 및 신규 손상 발생여부에 중점을 두고 조사하였다. 특히, 교량의 안전성에 영향을 미치는 구조적인 결함의 발생유무를 중점적으로 확인하였으며, 점검대상 부위는 정밀한 조사가 가능하도록 고소작업차, 사다리 등의 접근장비를 이용한 근접조사를 원칙으로 시행하였으며, 균열확대경, 균열자를 사용한 균열폭 측정 및 점검망치를 이용한 타격조사를 실시하여 공동 및 박리, 층분리 발생여부를 확인하였다.



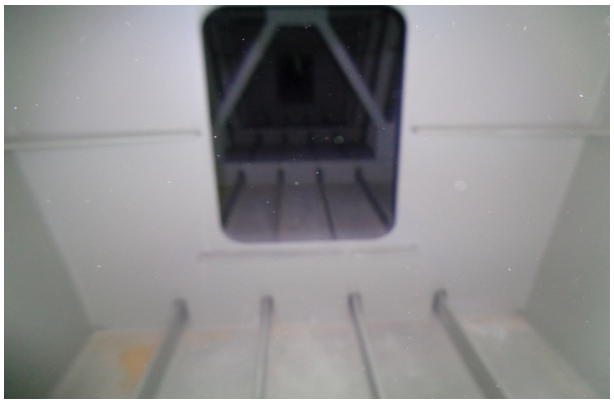
도보 현장조사 전경



고소차 현장조사 전경



점검로 현장조사 전경



거더(내부) 현장조사 전경

<사진 6.2.1> 외관조사 전경

6.2.1 교면포장

가. 일반사항

교면포장은 상·하행 각각 2차로로 B=21.07m의 S.M.A(80mm)으로 시공되어 있으며, 준공이후 치수, 재료 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 차량통행량이 많은 시간대를 피하여 갓길을 이용한 도보점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 중차량 통행차로, 신축이음 경계부, 배수구 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 균열, 박리, 파손, 단차, 물고임 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과, 기존손상인 균열, 파손이 발견되었고, 신규로 요철, 망상균열의 손상이 신규로 발견되었다. 기존손상은 수량증가 된 것으로 확인된다. 조사된 손상들은 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준으로 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



포장 전경



포장 전경



포장 균열 0.3mm / 2.0m (S2)



포장 망상균열 0.1mm / 5.0m x 2.0m (S5)

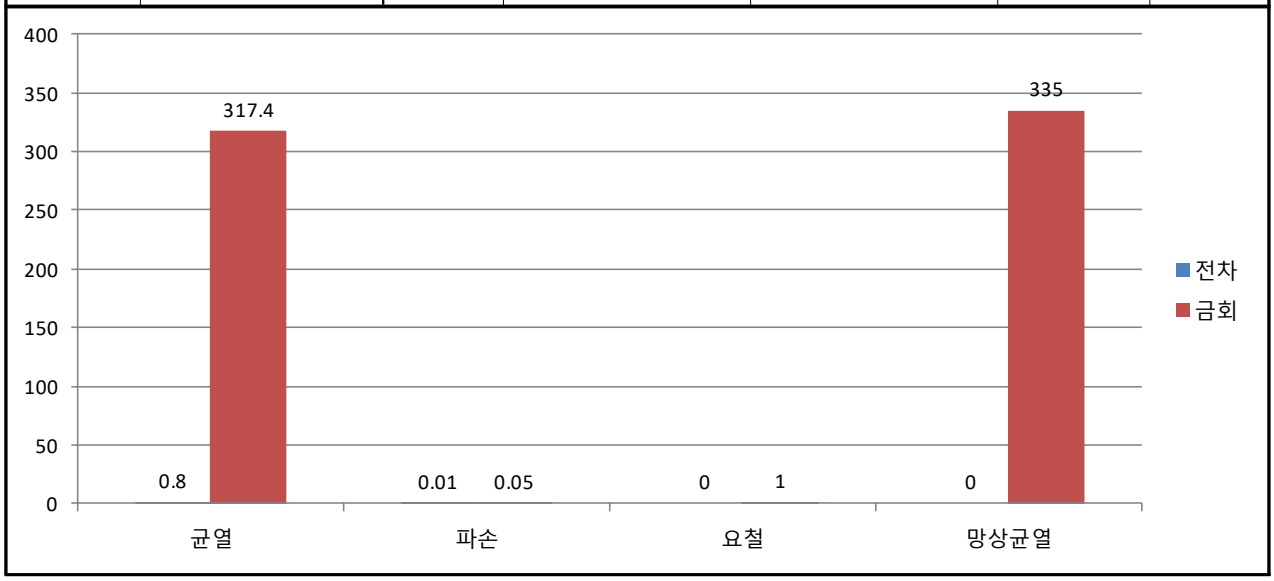
<사진 6.2.2> 교면포장 손상사진

<표 6.2.1> 교면포장 손상물량

구 분			S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	합계
교면포장	포장 균열	m/ea	47.6	74	95.2	19.0	72.6	2.0	7.0	317.4
	파손	㎡/ea	-	-	-	-	-	-	0.05	0.05
	요철	ea	-	-	-	-	1.0	-	-	1.0
	망상균열	㎡/ea	-	-	-	-	18.0	240.0	77.0	335.0

<표 6.2.2> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
교면포장	균열	m/ea	0.8	317.4	증가(▲316.6)	수량증가
	파손	㎡/ea	0.01	0.05	증가(▲0.04)	수량증가
	요철	㎡/ea	-	1.0	증가(▲1.0)	신규손상
	망상균열	㎡/ea	-	335.0	증가(▲335.0)	신규손상



라. 손상원인 및 대책방안

- 균열, 망상균열 : 공용초기 손상으로서 발생위치가 국부적이고, 손상정도가 경미한 수준임을 고려할 때, 시공 시 온도변화 및 건조수축에 의한 것으로 판단되며, 방치시 노면수의 침투가 활발해져 파손으로 진전할 수 있으므로 사용성 및 내구성 확보를 위한 덧씌우기 하는 것이 바람직하다.
- 파손 : 발생위치가 일부구간에 갓길부에 분포하고 손상크기가 작으며, 진행성은 거의 없는 점을 고려할 때, 공용 중 외부충격에 의한 것으로서 파손범위가 작아 주행차량에 미치는 영향은 거의 없는 수준이므로 중대결함은 아닌 것으로 판단되며, 방치 시 노면수의 침투가 활발해져 바닥판 열화를 가속화하고, 차륜의 반복적인 충격으로 손상의 확대에 따른 주행안정성 저하를 유발하므로 안전성 및 내구성 확보를 위한 팻칭보수하는 것이 바람직하다.

6.2.2 방호벽

가. 일반사항

방호벽은 좌·우측에 H=1.35m의 콘크리트로 시공되어 있으며, 준공이후 치수, 재료 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 차량통행량이 많은 시간대를 피하여 갓길을 이용한 도보점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 경간 중앙부, 방음벽 지주 접합부 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 선형불량, 부식, 파손, 균열 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과, 기존손상인 방호벽 균열, 파손, 차수판 볼트 불량이 조사되었고, 손상의 수량이 증가하였다. 이는 공용기간이 지남에 따라 생긴 손상으로 확인된다. 보수가 안 된 손상의 경우 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준으로 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



방호벽 균열 cw=0.3mm이상 (S2)



방호벽 균열 cw=0.3mm이상 (S4)



방호벽 파손 0.1m x 0.4m (S5)



방호벽 파손 0.1m x 0.5m (S6)

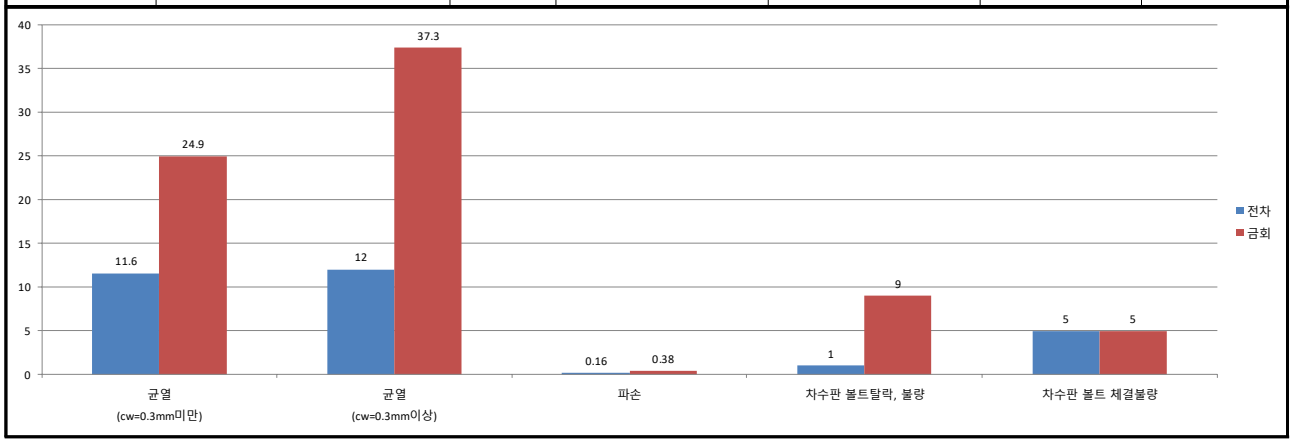
<사진 6.2.3> 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

<표 6.2.3> 방호벽 및 중앙분리대 손상물량

구 분			S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	합계
방호벽	균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	3.0/3	1.5/1	0.5/1	4.4/4	8.6/9	3.9/4	3.0/2	24.9
	균열 (cw=0.3mm이상)	m/ea	8.4/1	10.5/7	2.4/2	5.2/5	4.3/5	3.0/2	3.5/3	37.3
	차수판 볼트탈락, 볼트불량	ea	3.0	-	2.0	4.0	-	-	-	9.0
	차수판 볼트 체결불량	ea	-	-	1.0	1.0	-	-	3.0	5.0
	파손	㎡/ea	0.1/1	-	0.12/6	-	0.05/2	0.11/2	-	0.38

<표 6.2.4> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
방호벽	균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	11.6	24.9	증가(▲13.3)	수량증가
	균열 (cw=0.3mm이상)	m/ea	12.0	37.3	증가(▲25.3)	수량증가
	파손	㎡/ea	0.16	0.38	증가(▲0.22)	수량증가
	차수판 볼트탈락, 불량	ea	1.0	9.0	증가(▲8.0)	수량증가
	차수판 볼트 체결불량	ea	5.0	5.0	-	



라. 손상원인 및 대책방안

- 균열 : 진행성이 없는 점을 고려할 때, 시공시 온도변화 및 건조수축에 의한 것으로 판단되며, 방치시 동절기 염화칼슘 및 우천 시 수분 등의 침투 시 열화를 가속화하여 박락 등으로 진전될 수 있으므로 주기적인 점검을 통한 지속관찰을 하는 것이 바람직하다.
- 차수판 덮개 체결불량, 볼트체결불량, 파손 : 시공 시 품질미흡에 의한 초기결함이며, 경미한 손상으로 공용 년 수 경과에 따라 손상이 진전 및 확대가 될 수 있으므로 기능성 및 내구성 확보를 위한 일괄 보수가 필요하다.

6.2.3 배수시설

가. 일반사항

노면수 유도를 위한 본 교량의 종단경사는 2.0695%, 횡단경사는 시점 -3.0%~+3.0%, 종점 -2% 로 시공되어 있으며, 배수관은 육교형을 적용하였고, 배수구의 간격은 비봉방향 20.0m, 매송방향 5.0m 간격으로 설치되어 있다. 준공이후 치수, 재료 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 갓길과 교량하부를 이용한 도보점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 포장부 배수구와 바닥판 하면 배수관 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 설치불량, 막힘, 누수, 파손, 고정불량 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과, 기존손상인 배수구 이물질퇴적, 배수구 막힘이 조사되었다. 전차점검과 비교시 이물질퇴적은 일부 보수되었으나, 배수구 막힘은 신규로 조사되었다. 배수의 기능에 문제는 없으나 유지관리를 위해 청소의 보수가 필요하다.

다. 손상현황



배수관 전경



배수구 전경



배수구 이물질퇴적(S1)



배수구 퇴적(S2)

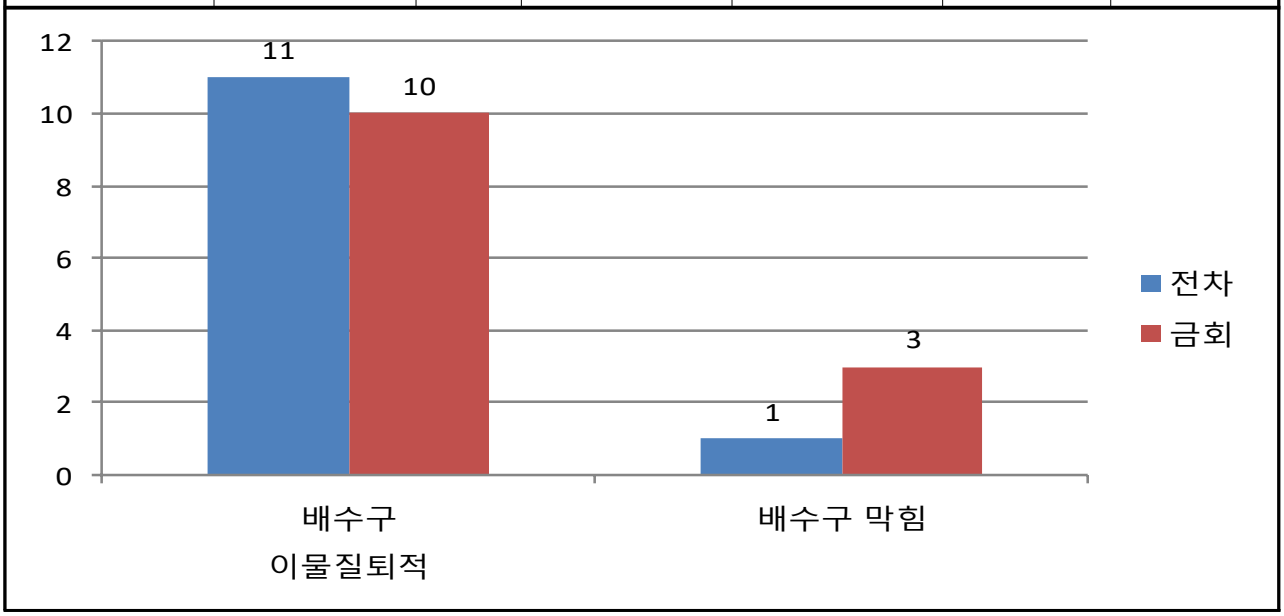
<사진 6.2.4> 배수시설 손상현황

<표 6.2.5> 배수시설 손상물량

구 분			S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	합계
배수시설	배수구 이물질퇴적	ea	1.0	2.0	1.0	3.0	3.0	-	-	10.0
	배수구 막힘	ea	2.0	-	-	-	-	1.0	-	3.0

<표 6.2.6> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
배수시설	배수구 이물질퇴적	ea	11.0	10.0	감소(▼1.0)	일부보수
	배수구 막힘	ea	1.0	3.0	증가(▲2.0)	신규손상



라. 손상원인 및 대책방안

- 배수구 막힘, 이물질퇴적은 우천 시 노면수의 배수불량 및 체수로 이어져 주행차량의 미끄러짐에 의한 안전사고 발생과 포장 층 침투수에 의한 바닥판 열화의 원인이 되므로 배수기능 및 주요부재의 내구성 확보를 위하여 주기적인 청소를 실시하며, 정기적인 점검을 통하여 기능성을 유지하도록 한다.

6.2.4 신축이음

가. 일반사항

신축이음장치는 모노셀 형식(A1)과 핑거조인트 형식(P3, A2)을 적용하여 설치하였으며, 갓길과 교량하부에서 사다리 및 고소점검차를 이용한 육안점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 주행차로부 본체와 구조물 경계부 후타재 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 충격음, 단차, 파손, 균열 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사결과

외관조사결과 기존손상인 후타재균열, 토사퇴적, 이물질퇴적이 조사되었으며 후타재균열은 수량증가 되었고, 토사퇴적은 일부 청소로 인해 수량이 감소하였다.. 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

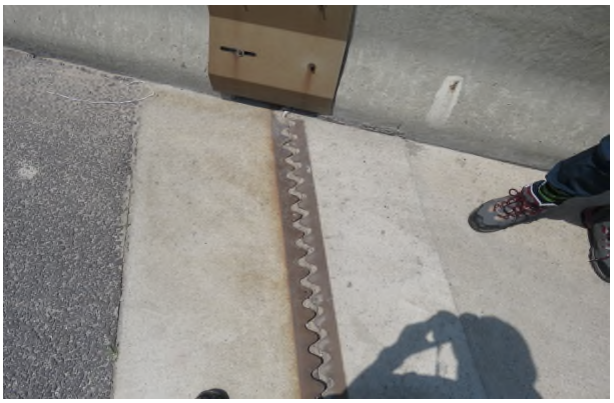
다. 손상현황



본체 토사퇴적 (A2)



후타재 균열 cw=0.3mm미만 (P3)



본체 토사퇴적 (P3)



후타재균열 cw=0.3mm미만 (A1)

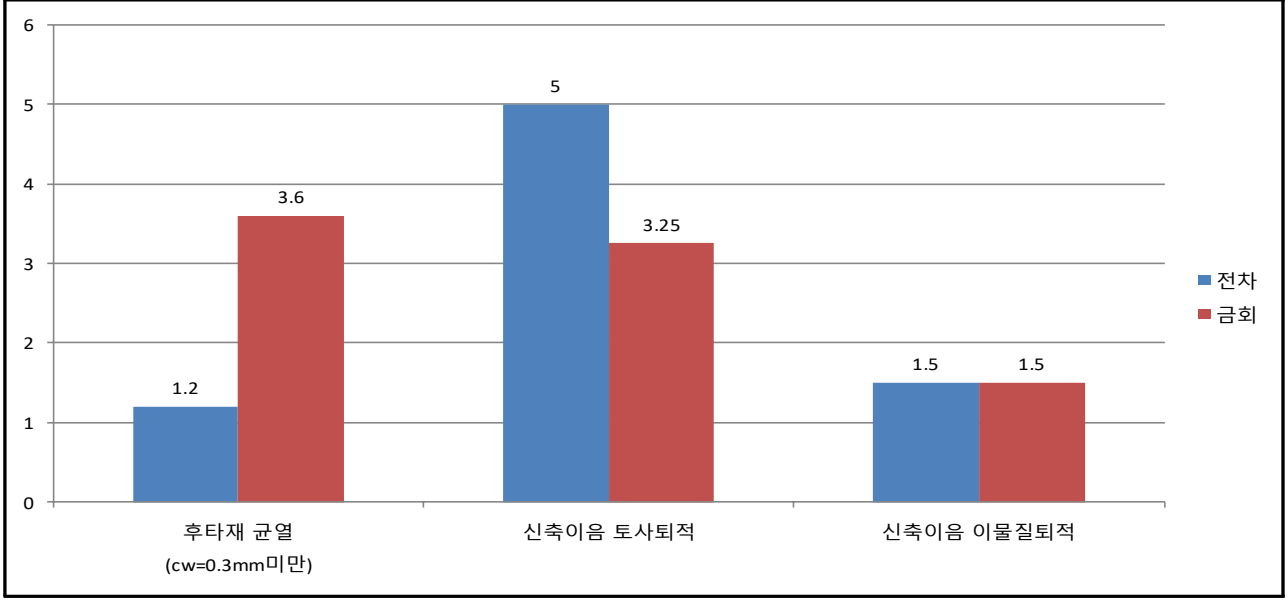
<사진 6.2.5> 신축이음 손상현황

<표 6.2.7> 신축이음 손상물량

구 분			A1	P3	A2	합계
신축이음	후타재 균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	2.4/7	1.2/4	-	3.6
	신축이음 토사퇴적	m/ea	-	0.2/1	3.05	3.25
	신축이음 이물질퇴적	m/ea	0.5	1.0/1	-	1.5

<표 6.2.8> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
신축이음	후타재 균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	1.2	3.6	증가(▲2.4)	수량증가
	신축이음 토사퇴적	m/ea	5.0	3.25	감소(▼1.75)	일부보수
	신축이음 이물질퇴적	m/ea	1.5	1.5	-	-



라. 손상원인 및 대책방안

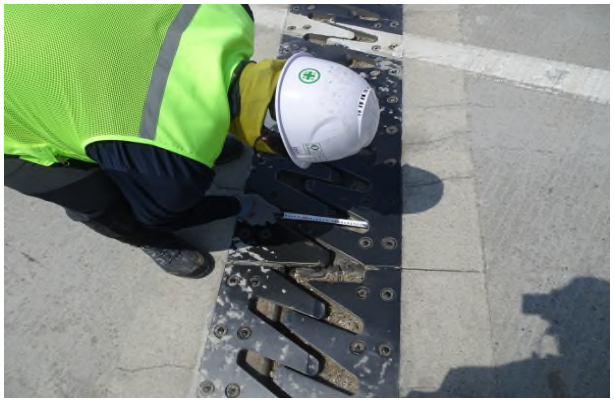
- 후타재 균열(cw=0.3mm미만) : 진행성이 없는 점을 고려할 때, 공용중 중차량의 지속적인 마찰 및 충격과 시공시 후타재 건조수축과 차량 윤하중에 의한 손상으로 판단되며, 방치시 노면수의 침투가 활발해져 파손으로 급진전할 수 있으므로 주기적인 점검을 통한 지속관찰을 하는 것이 바람직하다.
- 토사퇴적, 이물질퇴적 : 공용중 발생한 경미한 손상으로 공용년수 경과에 따라 손상이 진전 및 확대가 될 수 있으므로 사용성 및 내구성 확보를 위한 일괄 보수가 필요하다.

바. 신축이음 유간검토

각 지점별 신축이음의 이론신축량과 실측유간을 비교 검토한 결과 P3지점에서 동절기 수축여유량이 13.839mm가 부족한 것으로 조사되었으나, 교량받침이 면진받침으로 A1과 A2의 신축장으로 이어질 수 있고 두곳이 여유량이 충분히 있어 교량 신수축에는 크게 지장이 없을 것으로 보이나 계절별 점검을 통한 주의가 필요할 것으로 사료된다. 그 외 실측유간은 온도변화에 따른 신축여유량을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.



신축이음 유간측정



신축이음 유간측정

<사진 6.2.6> 신축이음 유간측정 전경

<표 6.2.9> 신축이음 유간검토 결과

구분		신축거더길이 (m)	계산가동량(mm)		실측유간 (mm) (C)	설계유간 (mm) (D)	가동여유량(mm)		평가
			동절기⊿l(A)	하절기⊿l(B)			동절기⊿l(D-A-C)	하절기⊿l(C-B)	
A1	New monosell NO.80	77.43	32.70	23.04	27	80.0	20.30	3.96	O.K
P3	Finger NO.200	197.52	83.43	58.78	100	200	16.57	41.22	N.G
A2	Finger NO.120	122.45	51.72	36.44	37	120	31.28	0.56	O.K

◎ 이동량 측정 날짜 및 일평균온도 : 2024.5.09.(측정시 기온 : 15.2°C)

◦검토온도 : -20℃～40℃(한랭지방, STB)

◎ 온도변화에 의한 이동량(△ℓt)

◦신축량 Δℓt(mm) = α × △T × L

◦최대 신장시(40℃-15.2℃) = 24.8℃

◦최대 수축시(-20℃-15.2℃) = -35.2℃

α = 선팽창계수(STB : 1.2×10^{-5})

L = 신축 거더 길이

◎ 본 교량의 A2지점에서 하절기 수축여유량이 있으나 계절별 점검을 통한 주의가 필요할 것으로 사료된다.

6.2.5 바닥판

가. 일반사항

캔틸레버부는 현장타설 공법을 적용하였다. 준공이후 치수, 재료 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 교량하부에서 사다리 및 고소작업차를 이용한 육안점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 경간 중앙부와 배수구 및 신축이음부 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 균열, 망상균열, 층분리, 누수, 백태, 철근부식 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과, 기존손상인 균열, 망상균열, 백태가 조사되었고, 전차점검과 비교시 전차손상의 수량이 증가되었다. 조사된 손상 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



바닥판 전경



바닥판 전경



망상균열 cw=0.3mm미만 (S2)



백태 0.1m x 0.1m (S5)

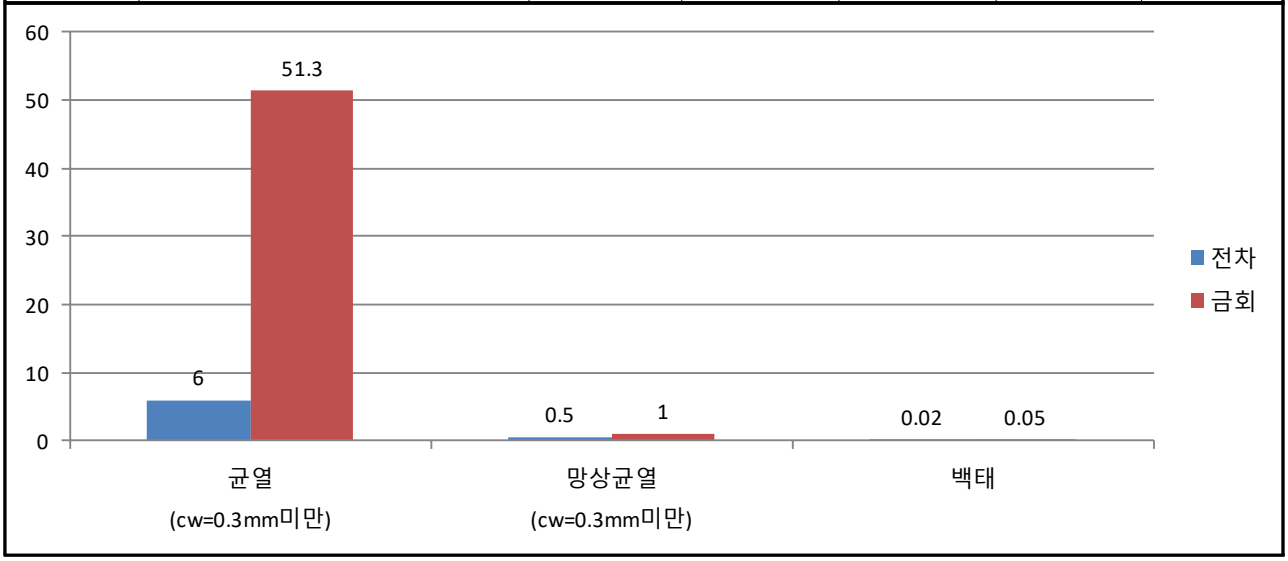
<사진 6.2.7> 바닥판 손상현황

<표 6.2.10> 바닥판 손상물량

구 분			S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	합계
바닥판	균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	4.3	19.6	12.6	-	4.2	8.6	2.0	51.3
	망상균열 (cw=0.3mm미만)	㎡/ea	-	1.0	-	-	-	-	-	1.0
	백태	㎡/ea	-	-	-	-	0.05	-	-	0.05

<표 6.2.11> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
바닥판	균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	6.0	51.3	증가(▲45.3)	수량증가
	망상균열 (cw=0.3mm미만)	㎡/ea	0.5	1.0	증가(▲0.5)	수량증가
	백태	㎡/ea	0.02	0.05	증가(▲0.03)	수량증가



라. 손상원인 및 대책방안

• 균열, 망상균열, 백태 : 시공 당시 발생한 경미한 결함으로 공용년수 경과에 따라 손상이 진전 및 확대가 될 수 있으므로 미관 및 내구성 확보를 위한 일괄 보수가 필요하다.

6.2.6 거더 및 가로보

가. 일반사항

본 교량은 이중합성 강박스 거더로 시공되어 있으며, 세로보 및 가로보가 설치되어 있다. 교량하부에서 도보 및 고소작업차를 이용한 육안점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 경간 중앙부와 받침부, 연결부 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 변형, 도장손상, 균열, 누수, 파손 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

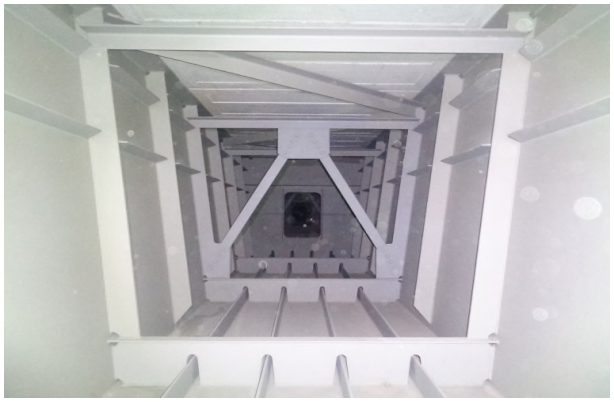
나. 외관조사 결과

외관조사결과, 거더는 복부판 국부좌굴, 주요부(받침부 복부판, 중앙부 플랜지) 부식, 다이아프램 및 연결부 균열, 볼트 Hole 확공 등 특이결함은 없는 것으로 관찰되었다. 기존손상의 녹발생은 보수는 이루어지지 않았으며, 신규손상으로 잡철물미제거, 부식, 폐기물적치의 신규손상이 조사되었다.조사된 손상들은 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



거더 전경(외부)



거더 전경(내부)



가로보 전경



가로보 전경



녹발생 S2-G2 0.3m x 0.6m



녹발생 S3-G1 0.1m x 0.3m



부식 S4-G1 0.3m x 0.6m



잡철물 미제거 S1-G3 4ea

<사진 6.2.8> 거더 및 가로보 손상현황

<표 6.2.12> 거더 및 가로보 손상물량

· 거더

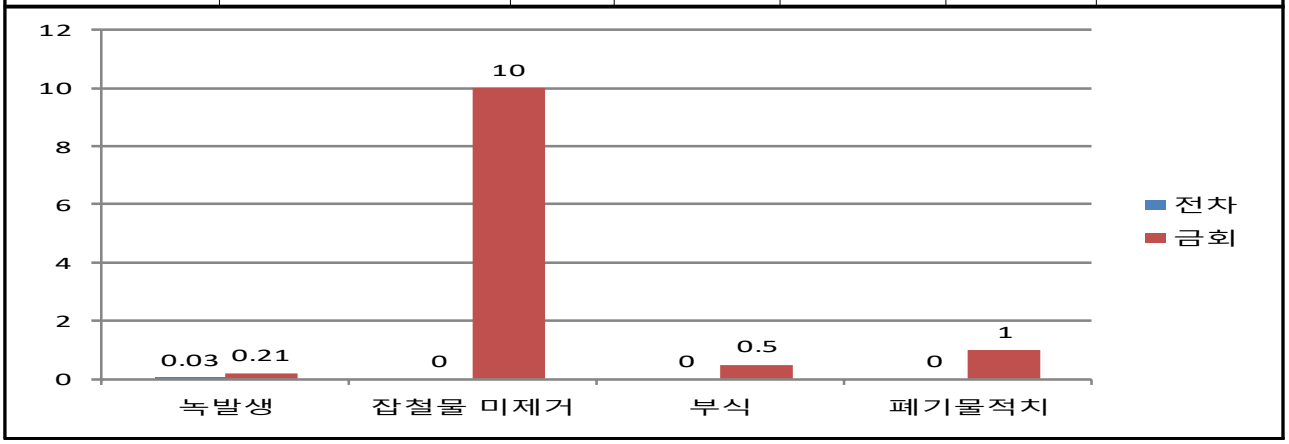
구 분			S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	합계
거더	녹발생	㎡/ea	-	0.18	0.03/1	-	-	-	-	0.21
	잡철물 미제거	ea	10.0	-	-	-	-	-	-	10.0
	부식	㎡/ea	-	-	-	0.5	-	-	-	0.5
	망상균열	㎡/ea	-	-	-	3.0	-	-	-	3.0
	폐기물적치	ea	-	-	-	-	1.0	-	-	1.0

· 가로보

구 분		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	합계
가로보	상태양호	-	-	-	-	-	-	-	-

<표 6.2.13> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
거더	녹발생	㎡/ea	0.03/1	0.21	증가(▲0.18)	수량증가
	잡철물 미제거	ea	-	10.0	증가(▲10.0)	신규손상
	부식	㎡/ea	-	0.5	증가(▲0.5)	신규손상
	폐기물적치	ea	-	1.0	증가(▲1.0)	신규손상



라. 손상원인

• 녹발생 : 경미한 결함으로 공용년수 경과에 따라 손상이 진전 및 확대가 될 수 있으므로 내구성 확보를 위한 일괄 보수가 필요하다.

• 부식 : 발생위치가 거더 하면으로서 교축방향으로 형성된 형태이며, 강재표면이 심하게 변색된 정도로 녹이 탈락된 상태는 아니며, 진행성은 거의 없는 것으로 볼 때, 시공시 장비접촉에 의한 도장불량인 것으로 판단되며, 상태변화를 지속관찰하여 진전여부에 따라 적절하게 조치하는 것이 바람직하다.

6.2.7 교량받침

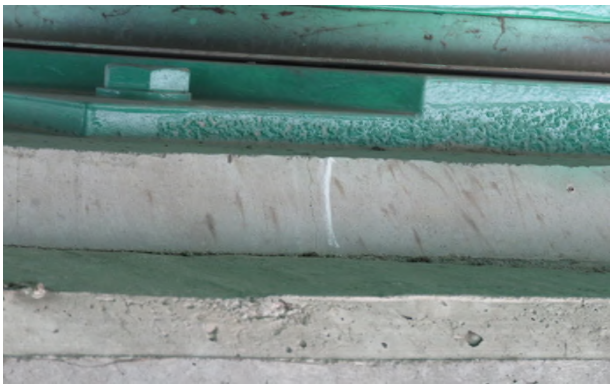
가. 일반사항

교량받침은 전 지점에 대하여 지진격리받침으로 시공되어 있다. 지진으로 인한 수평 하중 작용시 쐐기가 탈락되고 적층고무가 전단강성으로 상부구조물의 고유주기를 길게 하여 지진력이 감소하고 각 하부구조물에 지진력을 분산 전달하는 특징을 가지고 있다. 점검로를 통한 육안점검으로 전 구간 상세조사를 하였으며, 받침콘크리트 주변 부위를 중심으로 주요 성능저하 요인인 신축유간 부족, 가동장애, 고정불량, 부식, 파손, 균열, 물고임 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과, 무수축몰탈 균열, 무수축몰탈 파손, 받침콘크리트 재료분리가 조사되었으며, 받침콘리트열화, 플레이트 부식이 신규로 조사되었다. 전차점검과 비교시 무수축몰탈 균열, 재료분리의 손상이 수량증가하였다. 조사된 손상들은 공용년수 경과에 따른 손상으로 기능성 및 내구성 확보를 위한 일괄 보수가 필요하다.

다. 손상현황



무수축몰탈균열 0.1mm / 0.1m (3EA) P1



받침콘크리트 재료분리 0.1m x 0.1m P1



받침콘크리트 재료분리 0.3m x 0.6m P1



무수축몰탈균열 0.1mm / 0.1m P1

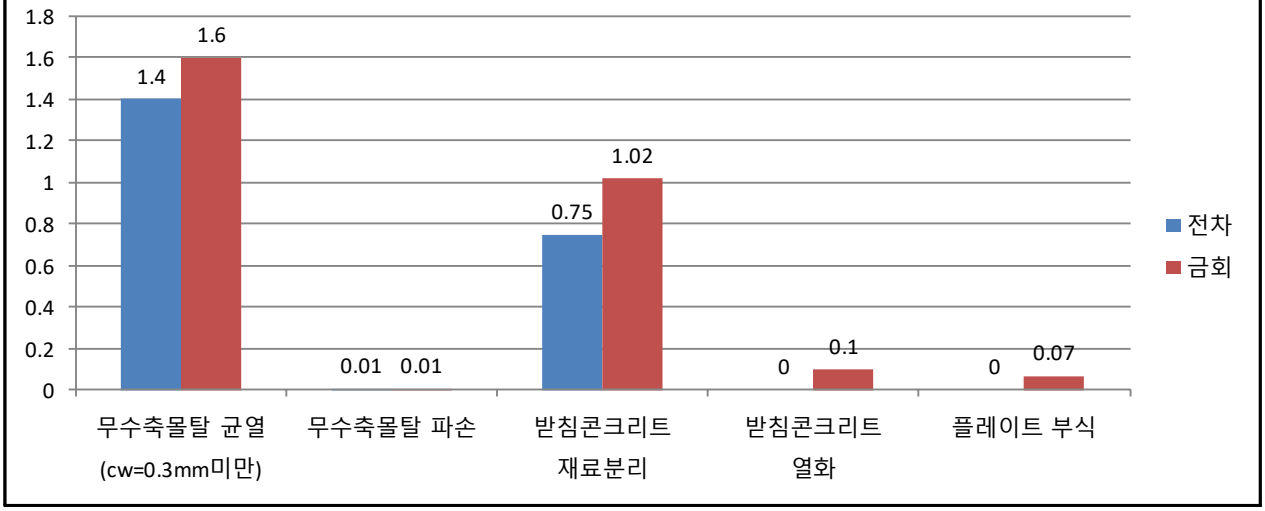
<사진 6.2.9> 교량받침 손상현황

<표 6.2.14> 교량받침 손상물량

구 분			P1	P2	P3	P4	P5	P6	A2	합계
교량받침	무수축몰탈 균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	0.5	-	0.1	0.7	-	0.3	-	1.6
	무수축몰탈 파손	㎡/ea	-	-	-	-	-	0.01	-	0.01
	받침콘크리트 재료분리	㎡/ea	0.01	-	-	0.46	0.46	0.07	0.02	1.02
	받침콘크리트 열화	㎡/ea	-	-	-	-	-	-	0.1	0.1
	플레이트 부식	㎡/ea	-	-	0.06	-	-	-	0.01	0.07

<표 6.2.15> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
교량받침	무수축몰탈 균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	1.4	1.6	증가(▲0.2)	수량증가
	무수축몰탈 파손	㎡/ea	0.01	0.01	-	-
	받침콘크리트 재료분리	㎡/ea	0.75	1.02	증가(▲0.27)	수량증가
	받침콘크리트 열화	㎡/ea	-	0.1	증가(▲0.1)	신규손상
	플레이트 부식	㎡/ea	-	0.07	증가(▲0.07)	신규손상



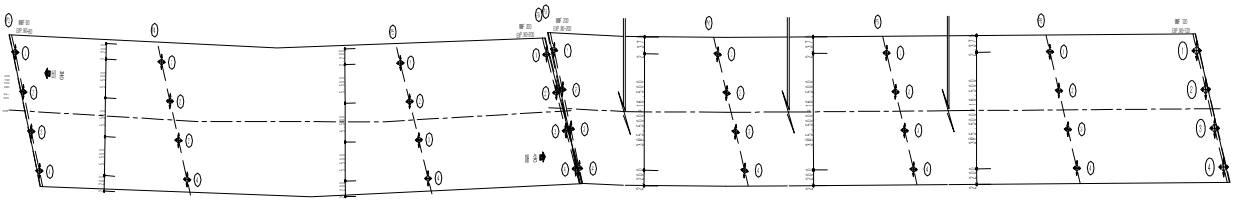
라. 손상원인 및 대책방안

• 무수축몰탈 균열 (cw=0.3mm미만) : 진행성이 없는 점을 고려할 때, 시공시 온도변화 및 건조수축에 의한 것으로 판단되며, 방치시 우수유입으로 열화를 가속화하여 박락 등으로 발전될 수 있으므로 주기적인 점검을 통한 지속관찰을 하는 것이 바람직하다.

• 무수축몰탈 파손, 재료분리, 열화 : 시공 당시 발생한 경미한 결함으로 공용년수 경과에 따라 손상이 진전 및 확대가 될 수 있으므로 주기적인 점검을 통한 지속관찰을 하는 것이 바람직하다.

• 플레이트 부식 : 공용초기 손상으로서 발생위치가 국부적이고, 손상정도가 경미한 수준임을 고려할 때, 시공 시 도장품질 및 방식처리 불량에 의한 것으로 판단되며, 상태변화를 지속관찰하여 진전여부에 따라 적절하게 조치하는 것이 바람직하다.

■ 교량받침 검토



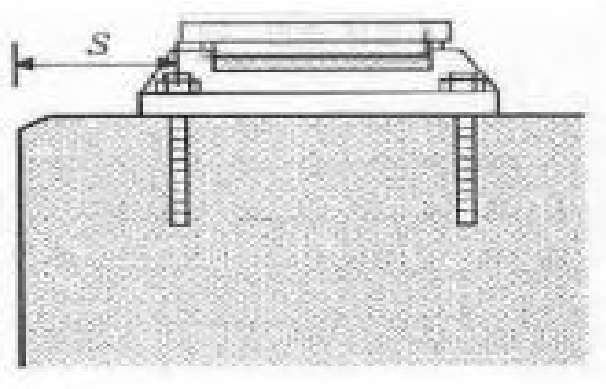
<사진 6.2.10> 받침장치 배치도

가. 최소 연단거리 산출방법

<표 6.2.16> 연단거리 산출방법

구 분	연단 거리 검토	비고
지간이 100m 이하인 경우	S1 = 20 + 0.5L	A1,A2=43.0m P1,P2,P4,P5,P6=69.0m P3=43.0m,58.0m
지간이 100m 이상인 경우	S1 = 30 + 0.4L	-

나. 연단거리 검토



연단거리 측정기준 <강재받침>



연단거리 측정

<사진 6.2.11> 연단 측정 현황

<표 6.2.17> 연단거리 검토결과

구분	지간장 (m)	설계기준 (㎜)	실측값(mm)				평가
			sh1	sh2	sh3	sh4	
A1	43.0	415	580	580	580	610	O.K
P1	69.0	545	750	750	760	770	O.K
P2	69.0	545	810	800	780	780	O.K
P3 (전방)	43.0	415	650	640	640	630	O.K
P3 (후방)	58.0	490	580	580	600	600	O.K
P4	69.0	545	780	780	760	760	O.K
P5	69.0	545	750	800	755	750	O.K
P6	69.0	545	760	760	760	750	O.K
A2	43.0	415	600	600	600	600	O.K

- 받침장치 연단거리 측정결과 필요 연단거리 이상을 확보하는 것으로 검토되었다.

다. 받침장치 이동량 검토



받침 이동량 측정



받침 이동량 측정

<사진 6.2.12>받침장치 이동량 측정

1) 온도에 의한 계산 이동량 측정

<표 6.2.18> 받침장치 이동량 측정결과

구분		온도변화(△T)		선팽창계수	신축거더 길이(L) (m)	온도에 의한 계산 이동량 (mm)		비고
		동절기 (℃)	하절기 (℃)			동절기	하절기	
A1		-35.2	24.8	1.2×10^{-5}	77.5	-27.28	19.22	
P1		-35.2	24.8	1.2×10^{-5}	34.5	-12.14	8.56	
P2		-35.2	24.8	1.2×10^{-5}	34.5	-12.14	8.56	
P3	시점측	-35.2	24.8	1.2×10^{-5}	77.5	-27.28	19.22	
	종점측	-35.2	24.8	1.2×10^{-5}	119.5	-42.06	29.64	
P4		-35.2	24.8	1.2×10^{-5}	61.5	-21.65	15.25	
P5		-35.2	24.8	1.2×10^{-5}	7.5	-2.64	1.86	
P6		-35.2	24.8	1.2×10^{-5}	76.5	-26.93	18.97	
A2		-35.2	24.8	1.2×10^{-5}	119.5	-42.06	29.64	

◎ 이동량 측정 날짜 및 일평균온도 : 2024.5.09.(측정시 기온 : 15.2°C)
◦ 검토온도 : -20℃～40℃(한랭지방, STB)

◎ 온도변화에 의한 이동량(△ℓt)
◦ 신축량 Δℓt(mm) = α × △T × L
◦ 최대 신장시(40℃-15.2℃) = 24.8℃
◦ 최대 수축시(-20℃-15.2℃) = -35.2℃
α = 선팽창계수(STB : 1.2×10^{-5})
L = 신축 거더 길이

2) 받침장치 이동량 측정

<표 6.2.19> 받침장치 이동량 측정결과

구분		허용 가동량 (mm)	실측값(mm)				최대 이동량(mm)						평가
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	동절기			하절기			
A1		±150	25	25	25	25	-52	~	-52	44	~	44	O.K
P1		±100	0	0	10	10	-22	~	-12	9	~	19	O.K
P2		±100	10	-10	-10	-10	-22	~	-2	-1	~	19	O.K
P3	시점측	±150	0	0	0	20	-47	~	-27	19	~	39	O.K
	종점측	±150	10	5	5	5	-52	~	-47	35	~	40	O.K
P4		±100	20	20	20	20	-42	~	-42	35	~	35	O.K
P5		±100	0	0	0	0	-3	~	-3	2	~	2	O.K
P6		±100	0	0	0	0	-27	~	-27	19	~	19	O.K
A2		±150	20	20	25	35	-77	~	-62	50	~	65	O.K

3) 받침장치 이동량 검토결과

받침장치의 가동상태는 대체로 양호하였으며, 이상가동은 없는 것으로 분석되었다.

6.2.8 교대 및 교각

가. 일반사항

교대(A1～A2) 모두 현장 타설 공법으로 시공되었다. 교량하부에서 도보 및 사다리, 고소점검차를 이용한 육안점검으로 전 구간 상세조사를 하였다. 교대 구체 및 흉벽부, 받침부, 날개벽 주변 부위, 받침부를 중심으로 주요 성능저하 요인인 기울음, 침하, 전도, 누수, 유간밀착, 균열, 파손, 철근노출 등의 발생유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과 기초는 원지반에 매입된 상태이며, 교대는 신규손상으로 콘크리트열화, 보수부재균열, 재료분리, 누수흔적이 조사되었다. 조사된 손상들은 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다. 교각은 기존손상인 균열이 수량증가하였고, 망상균열, 열화등 신규손상이 조사되었다. 조사된 손상들은 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



콘크리트 열화 0.5m x 1.0m (A1)



보수부재균열 cw=0.3mm이상(A1)



균열 cw=0.3mm미만 (P1)



망상균열(P4) cw=0.3mm미만

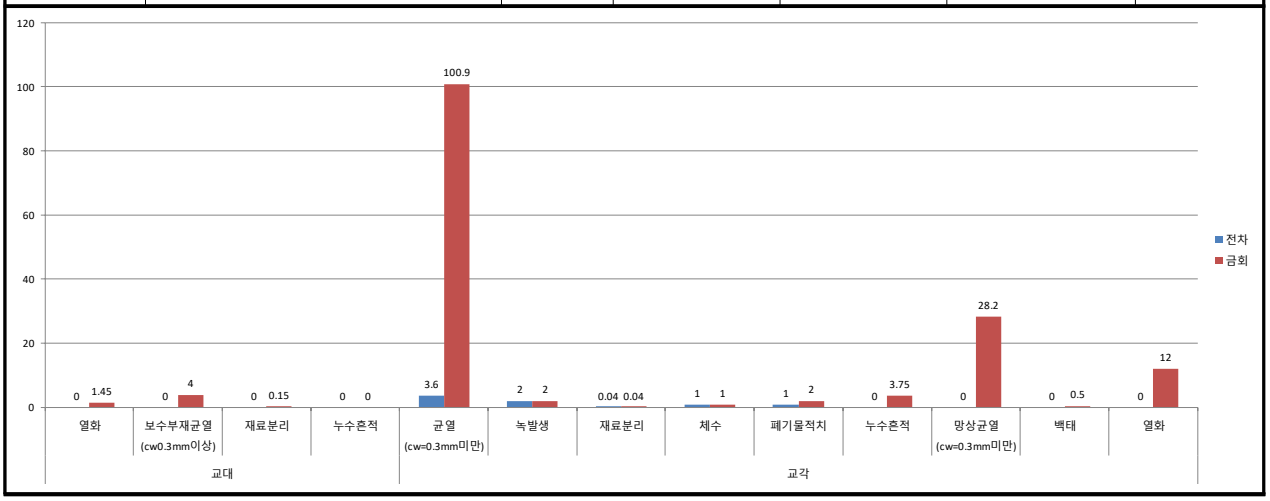
<사진 6.2.13> 교대 및 교각 손상현황

<표 6.2.20> 교대, 교각 손상물량

구 분			A1			A2			합계
교대	열화	㎡/ea	0.75			0.7			1.45
	보수부재균열 (cw0.3mm이상)	m/ea	-			4.0			4.0
	재료분리	㎡/ea	-			0.15			0.15
	누수흔적	㎡/ea	-			0.4/2			0.4/2
구 분			P1	P2	P3	P4	P5	P6	합계
교각	균열(cw=0.3mm미만)	m/ea	35.4	6.2	10.0	24.9	13.2	11.2	100.9
	녹발생	ea	-	-	2.0	-	-	-	2
	재료분리	㎡/ea	-	-	-	-	0.04	-	0.04
	체수	ea	-	-	1.0	-	-	-	1
	폐기물적치	ea	-	-	-	-	-	2.0	2
	누수흔적	㎡/ea	-	-	3.75	-	-	-	3.75
	망상균열 (cw=0.3mm미만)	㎡/ea	2.5	-	-	22.5	-	3.2	28.2
	백태	㎡/ea	-	0.5	-	-	-	-	0.5
	열화	㎡/ea	-	-	12.0	-	-	-	12

<표 6.2.21> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단 위	손상물량		증·감	비 고
			전차	금회		
교대	열화	㎡/ea	-	1.45	증가(▲1.45)	신규손상
	보수부재균열 (cw0.3mm이상)	m/ea	-	4.0	증가(▲4.0)	신규손상
	재료분리	㎡/ea	-	0.15	증가(▲0.15)	신규손상
	누수흔적	㎡/ea	-	0.4/2	증가(▲0.4)	신규손상
교각	균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	3.6	100.9	증가(▲97.3)	수량증가
	녹발생	ea	2	2	-	-
	재료분리	㎡/ea	0.04	0.04	-	-
	체수	ea	1	1	-	-
	폐기물적치	ea	1	2	증가(▲1.0)	신규손상
	누수흔적	㎡/ea	-	3.75	증가(▲3.75)	신규손상
	망상균열 (cw=0.3mm미만)	㎡/ea	-	28.2	증가(▲28.2)	신규손상
	백태	㎡/ea	-	0.5	증가(▲0.5)	신규손상
	열화	㎡/ea	-	12	증가(▲12)	신규손상



라. 손상원인 및 대책방안

• 균열, 망상균열(cw=0.3mm미만), 백태 : 진행성이 없는 점을 고려할 때, 시공시 온도변화 및 건조수축과 품질미흡에 의한 것으로 판단되며, 방치시 우수유입으로 열화를 가속화하여 박락 등으로 진전될 수 있으므로 주기적인 점검을 통한 지속관찰을 하는 것이 바람직하다.

• 재료분리, 녹발생, 체수, 폐기물적치 : 경미한 결함으로 공용년수 경과에 따라 손상이 진전 및 확대가 될 수 있으므로 내구성 확보를 위한 일괄 보수가 필요하다.

• 누수흔적, 녹발생 : 발생위치가 불규칙하고, 진행성이 없는 점을 고려할 때, 시공 시 품질확보 불량에 의한 초기결함 및 공용기간 경과로 인한 노후화에 따른 손상으로서 중대결함은 아닌 것으로 판단되며, 방치 시 교량하부의 콘크리트 열화를 가속화 하고, 교량받침의 부식의 원인이 될 수 있으므로 내구성 확보를 위하여 물받이를 설치하는 것이 바람직하다.

• 열화 : 공용초기 손상으로서 발생위치가 국부적이고, 손상정도가 경미한 수준임을 고려할 때, 시공시 품질확보 불량 및 공용년수 경과에 의한 외기접촉에 의한 비구조적인 손상으로서 중대결함은 아닌 것으로 판단되며, 방치시 지속적인 외부작용에 의해 추가박락으로 진전될 수 있으므로 내구성 확보를 위하여 단면보수 하는 것이 바람직하다.

6.2.9 하중상태 조사

가. 일반사항

본 교량의 공용중 하중 변화 여부를 파악하기 위해 기존 자료(준공도서, 기 점검보고서)를 참조하여 조사를 실시하였으며, 현재 부착시설물은 방음벽, 투석방지망, 점검로가 확인되었다.

나. 외관조사 결과

하중상태에 대한 외관조사결과, 기 초기안전점검 이후 용도, 구조의 변경 및 추가 설치된 시설물은 없는 상태이며, 구조부재의 규격, 사용재료 및 기 설치된 부착시설물의 하중도 변화가 없는 것으로 조사되었다. 따라서 본 교량은 준공 후 용도, 구조, 하중의 변화가 없는 상태이며, 향후 하중상태에 대한 변화가 있을 경우 구조검토 등을 실시하고 그에 따른 적절한 조치가 이루어진다면 시설물의 공용에는 문제가 없을 것으로 판단된다.



투석방지망 상태



가로등 상태

<사진 6.2.14> 하중상태 조사현황

<표 6.2.22> 하중상태 조사결과

위 치	하중상태 변화여부	위 치	하중상태 변화여부
S1	변화없음	S2	변화없음
S3	변화없음	S4	변화없음
S5	변화없음	S6	변화없음
S7	변화없음		

6.2.10 공중이 이용하는 부위

가. 일반사항

공중이 이용하는 부위는 추락방지시설, 도로포장, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개로 나누어져 있다. 도보를 이용한 육안점검으로 상세조사를 하였으며,. 결함 및 파손 고정부 및 연결부 파손, 도로포장 결함 및 파손 포트홀, 신축이음부 토사 이물질퇴적, 후타재균열, 신축유간, 덮개들의 결함 및 파손 등의 발생 유무를 중점적으로 조사하였다.

나. 외관조사 결과

외관조사결과 도로부 포장균열, 파손 및 후타재균열, 신축이음 토사, 이물질퇴적이 조사되었고, 그 이외 추락방지시설, 도로포장, 환기등의 덮개는 양호한 것으로 확인되었고, 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

다. 손상현황



도로부 신축이음 전경



점검로 전경

<그림 1.2.15> 공중이 이용하는 부위 조사현황

<표 6.2.23> 공중이 이용하는 부위 손상물량

구 분		손상현황	비고
공중이이용하는부위	추락방지시설	점검로 고정볼트 없음	-
	도로포장	포장 균열, 포장 파손	-
	도로부 신축이음부	후타재 균열, 신축이음 토사퇴적, 신축이음 이물질퇴적	-
	환기구 등의 덮개	차수판 덮개 체결불량, 볼트 체결불량	-

라. 손상원인 및 대책방안

- 후타재 균열, 포장부 균열 : 진행성이 없는 점을 고려할 때, 공용중 중차량의 지속적인 마찰 및 충격과 시공시 후타재 건조수축과 차량 윤하중에 의한 손상으로 판단되며, 방치시 노면수의 침투가 활발해져 파손으로 급진전할 수 있으므로 주기적인 점검을 통한 지속관찰을 하는 것이 바람직하다.

- 파손, 토사퇴적, 이물질퇴적 : 공용중 발생한 경미한 손상으로 공용년수 경과에 따라 손상이 진전 및 확대가 될 수 있으므로 사용성 및 내구성 확보를 위한 일괄 보수가 필요하다.

- 차수판 덮개 체결불량, 볼트 체결불량 : 시공 시 품질미흡에 의한 초기결함이며, 경미한 손상으로 공용 년 수 경과에 따라 손상이 진전 및 확대가 될 수 있으므로 기능성 및 내구성 확보를 위한 일괄 보수가 필요하다.

6.2.11 전차 점검결과와 비교 분석

전차 점검결과와 비교시 교면포장, 방호벽, 신축이음, 바닥판, 교량받침, 교대, 교각에 상당부분 보수가 이루어졌으며, 배수시설, 거더부분의 신규손상은 주로 점검자 편차와 공용년수 경과에 따른 것으로 판단되며, 대부분 경미한 결함으로 구조 안전성을 저해하는 구조적 결함이나 심각한 내구성 및 기능성 저하는 발생하지 않은 것으로 검토되었다.

<표 6.2.24> 전차 점검결과와 비교

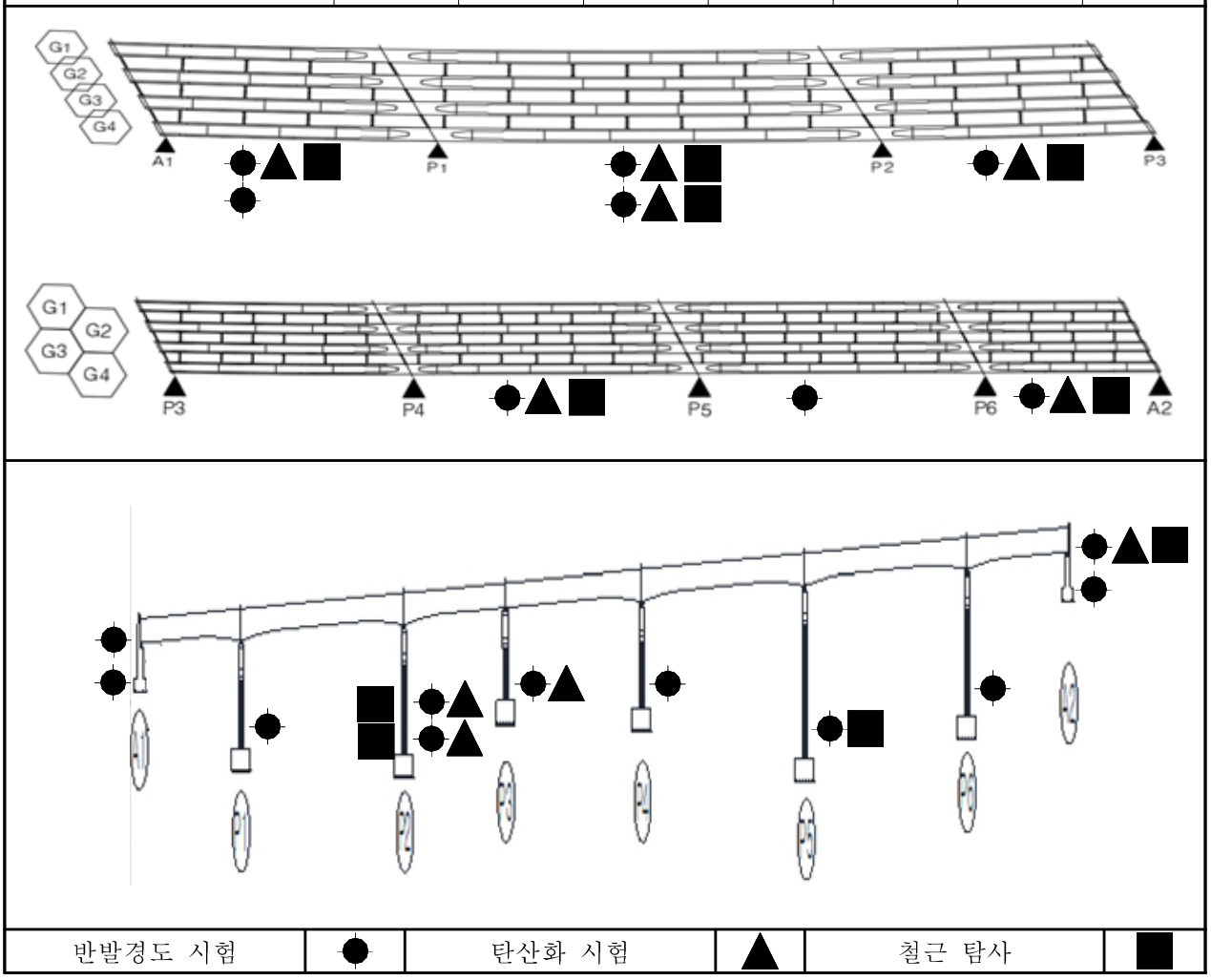
부재명	전차 정밀안전점검 결과	금회 정밀안전점검 결과	비고
교면포장	포장 균열, 포장 파손, 균열	포장 균열, 포장 파손, **요철, 망상균열**	수량증가 **신규손상**
방호벽	균열, 파손, 차수판 덮개 체결불량, 차수판 볼트 체결불량	**균열, 파손, 차수판 덮개 체결불량,** 차수판 볼트 체결불량	**수량증가**
배수시설	배수구 이물질 퇴적, 막힘	배수구 이물질 퇴적, **막힘**	일부보수 **신규손상**
신축이음	후타재 균열, 신축이음 토사퇴적, 신축이음 이물질퇴적	후타재 균열, ***신축이음 토사퇴적***, 신축이음 이물질퇴적	수량증가 *일부보수*
바 닥 판	균열, 망상균열, 백태	**균열, 망상균열, 백태**	**수량증가**
거더	녹발생	**녹발생,** 잡철물 미제거, 부식, 폐기물 적치	**수량증가** 신규손상
가로보	상태양호	상태양호	
교량받침	무수축몰탈 균열, 무수축몰탈 파손, 받침콘크리트 재료분리	**무수축몰탈 균열,** 무수축몰탈 파손, **받침콘크리트 재료분리**, 받침콘크리트 열화, 플레이트부식	**수량증가** 신규손상
교대	상태양호	**열화, 보수부재균열, 재료분리, 누수흔적**	**신규손상**
교각	균열, 녹발생, 재료분리, 폐기물 적치, 체수	균열, 녹발생, 재료분리, 폐기물 적치, 체수, **폐기물적치, 누수흔적, 망상균열, 백태, 열화**	수량증가 **신규손상**
공중이 이용하는 부위	포장 균열, 포장 파손, 차수판 덮개 체결불량, 차수판 볼트 체결불량, 균열, 후타재 균열, 신축이음 토사퇴적, 신축이음 이물질퇴적	포장 균열, 포장 파손, **요철, 망상균열,** 후타재 균열, ***신축이음 토사퇴적***, 신축이음 이물질퇴적	수량증가 **신규손상** *일부보수*

6.3 내구성조사

6.3.1 내구성조사 항목 및 수량

본 시설물 내구성조사의 시험항목 및 수량은 『시설물의 안전 및 유지관리 세부지침(국토교통부)』을 기준으로 하고, 현장여건을 반영하여 정밀안전점검에 대한 상태평가 및 구조물의 분석이 객관적이고 보편타당하게 이루어질 수 있도록 조사자료를 충분히 확보할 수 있는 수준으로 결정하였다.

부재 \ 시험종류	기준수량			적용수량			조정비
	반발경도	탄산화	철근탐사	반발경도	탄산화	철근탐사	
상부구조	8	2	2	8	6	6	100%
하부구조	8	4	4	11	4	4	100%
계	16	6	6	19	10	10	100%



<그림 6.3.1> 내구성조사 위치

6.3.2 콘크리트 비파괴강도조사 분석결과

반발경도 시험법에 의한 비파괴강도는 캔틸레버, 바닥판, 교대, 교각에 대하여 실시하였으며, 그 결과는 다음 표와 같다.

<표 6.3.1> 천천교 비파괴강도 측정결과(상부구조) [단위 : MPa]

구분	시험 위치	비파괴시험	추정압축강도			설계강도 (B)
		반발경도(Ro)	일본재료학회 ①	일본건축학회 ②	사용식	
상부 구조	S1캔틸레버 (비건전부)	40.6	21.1	24.5	②	27.0
	S1캔틸레버 (건전부)	41.0	21.5	24.7		
	S2캔틸레버 (건전부)	41.0	21.5	24.7		
	S2캔틸레버 (비건전부)	42.2	22.4	25.2		
	S3캔틸레버 (건전부)	40.8	21.3	24.6		
	S5캔틸레버 (건전부)	43.8	23.7	25.9		
	S6캔틸레버 (건전부)	43.6	23.5	25.8		
	S7캔틸레버 (건전부)	6.7	24.4	26.3		

<표 6.3.2> 천천교 비파괴강도 측정결과(하부구조) [단위 : MPa]

구분	시험 위치	비파괴시험	추정압축강도			설계강도 (B)
		반발경도(Ro)	일본재료학회 ①	일본건축학회 ②	사용식	
하부 구조	A1 (건전부)	36.0	17.5	22.4	②	24.0
	A1 (비건전부)	37.0	18.3	22.8		
	A2 (건전부)	39.0	19.9	23.8		
	A2 (비건전부)	35.6	17.1	22.2		

구분	시험 위치	비파괴시험	추정압축강도	설계강도
		반발경도(Ro)	KALIS추정식	
하부구조	P1 (건전부)	49.6	46.9	40.0
	P2 (건전부)	54.5	51.0	
	P2 (비건전부)	51.9	48.8	
	P3 (건전부)	46.6	44.3	
	P4 (건전부)	49.7	46.9	
	P5 (건전부)	54.9	51.3	
	P6 (건전부)	50.5	47.6	

<표 6.3.3> 천천교 비파괴강도 측정결과 [단위 : MPa]

부재 \ 종류		시험압축강도 (A)		설계기준강도 (B)	(A/B)×100 (%)	
		일본건축학회 ②	KALIS추정식		일본건축학회 ②	KALIS추정식
캔틸레버	건전부	24.6~26.3	-	27.0	91.1~97.4	-
	비건전부	24.5~25.2	-		90.7~93.3	-
교대	건전부	22.4~23.8	-	24.0	93.3~99.1	-
	비건전부	22.2~22.8	-		92.5~95	-
교각	건전부	-	44.3~51.3	40.0	-	110.8~128.3
	비건전부	-	48.8		-	122.0

콘크리트 비파괴 시험결과 상부구조 캔틸레버 건전부 추정 비파괴강도는 24.6~26.3MPa로 조사되었고, 캔틸레버 비건전부 추정 비파괴강도는 24.5~25.2MPa로 조사 되었다. 일본건축학회식 상부부재 건전부 91.1~97.4%이상, 비건전부 90.7~93.3%이상 확보하는 것으로 평가되었다. 설계기준 대비 90%이상으로 설계강도와 비교시 낮게 측정되었지만, 심각한 내구성 저하는 없는 것으로 판단된다.

콘크리트 비파괴 시험결과 하부구조 교대 추정 비파괴강도는 건전부 22.4~23.8MPa로 조사되었고, 비건전부 추정 비파괴강도는 22.2~22.8MPa로 조사 되었다. 일본건축학회식 하부부재 건전부 93.3~99.1%이상, 비건전부 92.5~95%이상 확보하는 것으로 평가되었다. 설계기준 대비 90%이상으로 설계강도와 비교시 낮게 측정되었지만, 심각한 내구성 저하는 없는 것으로 판단된다 .하부구조 교각 건전부 추정 비파괴강도는 44.3~51.3MPa, 설계강도 이상으로 조사 되었고, 비건전부 48.8MPA로 설계강도 이상으로 조사되었다. KALIS추정식을 이용한 하부부재 비건전부/건전부 모두 100%이상 확보하는 것으로 평가되어, 콘크리트의 강도 및 내구상태는 전반적으로 양호한 것으로 판단된다.



반발경도 시험 P1



반발경도 시험 A2 흉벽

<사진 6.3.2> 반발경도 시험 현황

6.3.3 철근배근탐사 결과

철근탐사장비(RC-RADAR)를 이용한 조사를 실시하였으며, 그 결과는 다음 표와 같다.

<표 6.3.4> 철근탐사 측정결과

구 분		철근	배근간격 (mm)		피복두께 (mm)		비고
			측정치	설계기준	측정치	설계기준	
상부구조	S1캔틸레버 (비건전부, 우)	주철근(H16)	210	200	76	48	
		배력철근(H16)	236	250	45	32	
	S2캔틸레버 (건전부)	주철근(H16)	213	200	110	48	
		배력철근(H16)	241	250	95	32	
	S2캔틸레버 (비건전부)	주철근(H16)	217	200	117	48	
		배력철근(H16)	251	250	117	32	
	S3캔틸레버 (건전부)	주철근(H16)	207	200	102	48	
		배력철근(H16)	240	250	114	32	
	S5캔틸레버 (건전부)	주철근(H16)	199	200	73	48	
		배력철근(H16)	237	250	86	32	
	S7캔틸레버 (건전부)	주철근(H16)	184	200	71	48	
		배력철근(H16)	235	250	110	32	
하부구조	A2 (건전부)	주철근(D16)	237	250	101	92	
		배력철근(D16)	304	300	67	76	
	P2 (건전부)	주철근(H29)	105	99	76	85.5	
		배력철근(H16)	304	300	61	69.5	
	P2 (비건전부)	주철근(H29)	111	99	115	85.5	
		배력철근(H16)	305	300	98	69.5	
	P5 (건전부)	주철근(H29)	112	99	141	85.5	
		배력철근(H16)	307	300	125	69.5	

철근탐사장비(RC-RADAR)를 이용한 조사결과 주철근 및 배력철근의 배근간격 및 피복 두께 상태는 대부분 양호하며, 일부 설계기준에 못 미치는 측정치가 나타난 것으로 보이나, 오차범위 근사치에 있기 때문에 양호한 것으로 평가할 수 있을 것이다.

RC-RADAR의 레이다파는 통과 매질의 유전상수6(콘크리트 유전상수 범위4~9)에 영향을 주기 때문에 건조함과 습함(물 유전상수81)에 따라 유전상수가 3 이하 12 이상으로 나타날 수 있다. 매질이 건조하여 유전상수가 낮아지면 레이다의 반사시간이 빨라져 낮은 피복두께로 나타나며, 반대로 매질이 습하여 유전상수가 높아지면 레이다의 반사시간 느려져 두꺼운 피복두께로 나타날 수 있다. 본 교량에서 RC-RADAR 탐사는 유전상수6을 사용하여 기존 설계치계산과 같게 하여 기준을 잡았으나 부재별-구간별 상이한 유전상수가 나타날 수 있어 매번 다른 유전상수를 적용할 수 없으므로 GPR탐사의 탐사오차를 감안하여 평가한다.



피복두께 측정 A1



피복두께 측정 S1

<사진 6.3.3> 피복두께 측정 현황

6.3.4 탄산화 깊이조사 분석결과

본 구조물에서는 측정위치에 타정공구 및 드릴을 이용하여 국부적으로 파손시킨 면에 페놀프탈레인 용액을 지시약으로 사용하는데, 이는 알카리성 콘크리트의 탄산화가 진행된 면에서는 무색으로 변화가 없는 무색의 깊이가 곧 탄산화 진행 깊이가 된다. 또한, 측정된 탄산화깊이를 이용하여 아래 식에 의해 잔존수명을 예측하였으며, 결과는 다음 <표 6.3.5>와 같다.

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

여기서, C : 탄산화깊이(mm) → 탄산화 잔여깊이

A : 탄산화 속도계수

t : 콘크리트 타설 후 경과된 시간(년)

<표 6.3.5> 탄산화 깊이의 측정결과

구 분		탄산화깊이 (mm)	측정피복 (mm)	잔여피복두께 (mm)	탄산화 속도계수(A)	잔존수명 예측(년)	평가 등급
상부 구조	S1캔틸레버(비건전부, 우)	2.0	45	43.05	0.77	100년이상	a
	S2캔틸레버(건전부)	2.2	95	92.80	0.84	100년이상	a
	S2캔틸레버(비건전부)	1.3	117	115.70	0.50	100년이상	a
	S3캔틸레버(건전부)	2.8	102	99.20	1.07	100년이상	a
	S5캔틸레버(건전부)	1.0	73	72.00	0.38	100년이상	a
	S7캔틸레버(건전부)	1.5	71	69.50	0.57	100년이상	a
하부 구조	A2(건전부)	2.5	67	64.50	0.96	100년이상	a
	P2(건전부)	1.0	61	60.00	0.38	100년이상	a
	P2(비건전부)	1.5	98	96.50	0.57	100년이상	a
	P3(건전부)	1.5	125	123.50	0.57	100년이상	a

※탄산화 속도계수(A) = 탄산화깊이 / $\sqrt{\text{재령(년)}}$
※수명예측(년) = (철근피복 / 탄산화속도 계수)2
※잔존수명 예측(년) = 수명예측년수 - 경과년수



탄산화깊이 측정 S1



탄산화깊이 측정 P1

<사진 7.3.4> 탄산화 시험 현황

본 과업 대상 구조물의 콘크리트 부재에 대하여 탄산화 시험을 수행한 결과 상부구조에서 최대 2.8㎜, 하부구조에서 최대 5.3㎜까지 탄산화가 진행된 것으로 측정되었으며 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침』 건전성 평가기준(탄산화 잔여깊이 30㎜이상 : a등급)을 전반적으로 만족하는 것으로 측정되었다.

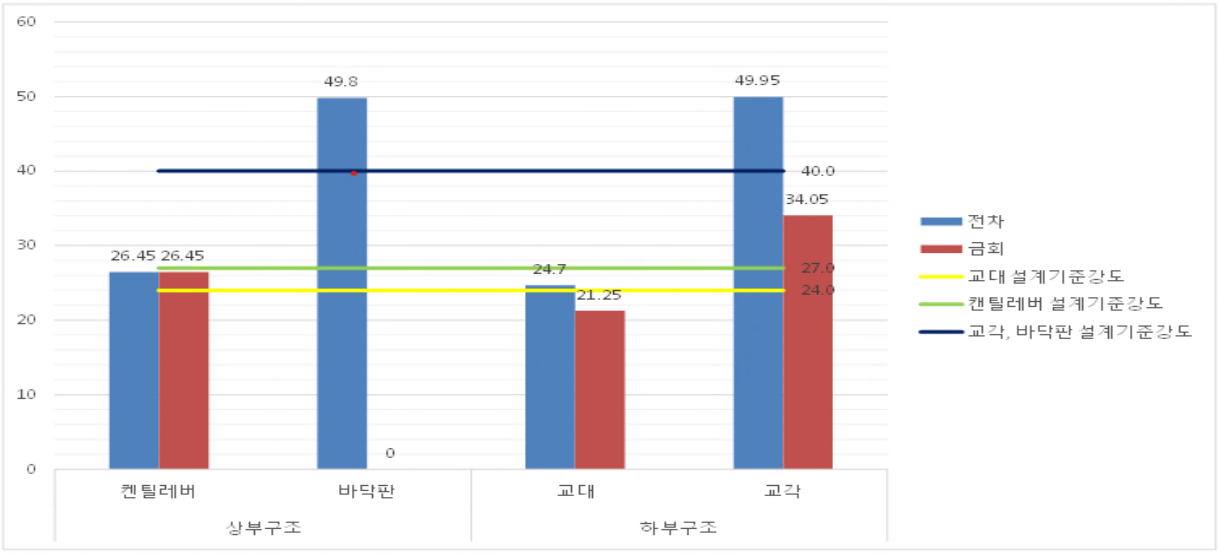
또한, 탄산화에 의한 수명 평가는 경과년수와 탄산화깊이와의 관계를 통해 탄산화 속도계수를 역추적하여 탄산화가 철근에 도달하는 시간을 계산하였다. 앞서 언급한 식 $C=A\sqrt{t}$ 에서 준공 후 현재까지의 경과년수 t는 설계도로부터 구할 수 있고 탄산화 깊이 C는 현장조사를 통하여 얻을 수 있으므로 탄산화 속도계수 A를 계산할 수 있다. 이에 따라 현재로부터 탄산화가 철근에 도달하는데 걸리는 시간을 추정한 결과 전반적으로 100년 이상으로 탄산화에 의한 철근부식은 없을 것으로 판단된다.

6.3.5 전차 점검결과와 비교 분석

가. 비파괴강도

<표 6.3.6> 전차 정밀결과와 비파괴강도 비교 [단위:MPa]

구 분		전차	금회	설계기준강도
상부구조	캔틸레버	24.7~28.2	24.5~26.3	27.0
	바닥판	42.7~56.9	-	40.0
하부구조	교대	22.6~26.8	22.2~23.8	24.0
	교각	45.6~54.3	44.3~51.3	40.0

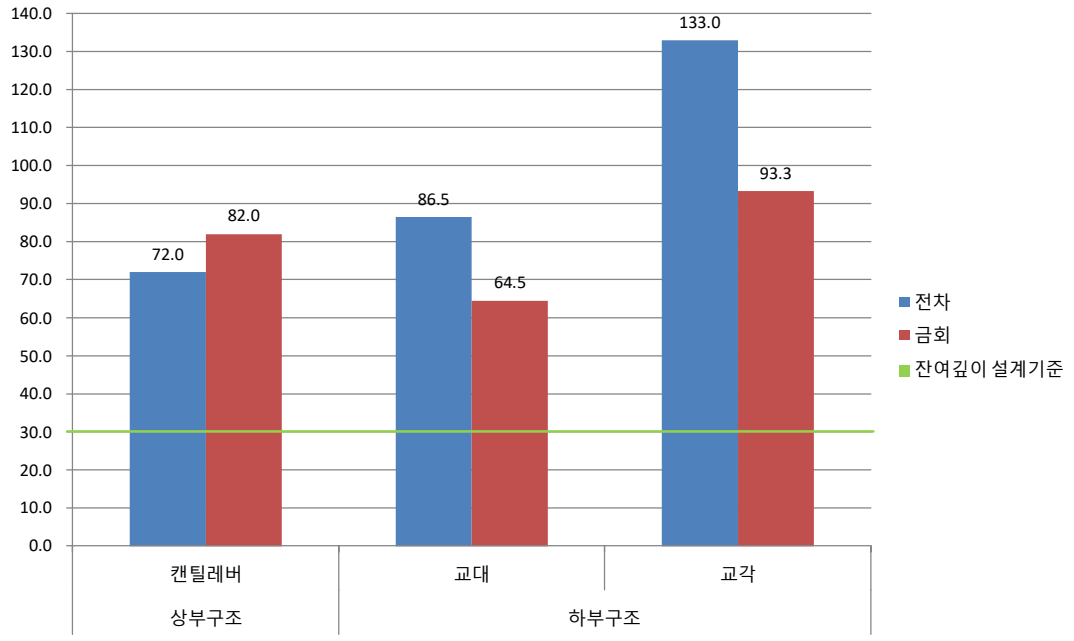


비파괴강도에 대한 비교결과 금회 과업시 측정한 강도의 미소한 차이는 있으나 이는 측정위치, 표면요철, 습윤 상태 등 여러요인에 의해 차이가 발생할 수 있으며 전 개소에서 설계강도 90%이상을 확보하고 있는 것으로 분석 되어 외관조사를 통한 손상상태 등을 종합적으로 고려했을 때 현재 콘크리트에 심각한 문제가 되지는 않으나 추후 차기 점검시 변화양에 대해 지켜볼 필요가 있다고 판단된다.

나. 탄산화깊이

<표 6.3.7> 전차 정밀결과와 탄산화 잔여깊이 비교 [단위:mm]

구 분		전차(잔여깊이mm)	금회(잔여깊이mm)	잔여깊이 설계기준
상부구조	캔틸레버	72.0	82.0	30mm이상
하부구조	교대	86.5	64.5	
	교각	133.0	93.3	



탄산화깊이에 대한 비교결과 일부 부재에서 탄산화 깊이가 약간 증가된 것으로 보이나 이는 측정위치 및 시험자의 숙련도에 따라 일부 편차가 발생한 것으로 판단되며, 전반적으로 잔여깊이가 30mm이상으로 철근의 부식 가능성은 없는 양호한 상태인 것으로 평가되어 공용기간 경과에 따른 탄산화의 급격한 진전은 없는 것으로 판단된다.

6.4 상태평가

6.4.1 상태평가

천천교는 PUS-GIRDER 형식으로 상태평가는 구조형식에 따른 부재별 가중치를 적용하여 환산결함도 점수를 산정하였으며, 기초에 할당된 가중치는 조사 불가로 하부 구조물 교대/교각의 가중치에 포함시켰다. 외관조사 및 내구성조사에 따른 상태평가 결과는 다음과 같다.

가. 부재별 상태평가 결과

부재명		평가적용 손상 및 사유	평가제외
바닥판		○균열폭 0.1㎜이상~0.3㎜미만 ○균열률 2%미만	백태
거더	ST BOX	○도장탈락 면적 10%미만 ○부식발생 면적 2%미만	잡철근 미제거
가로보 및 세로보		-	-
교면포장		○포장불량율 5%이상~10%미만 - 균열, 망상균열, 파손 ○차량주행성(요철, 탈락정도) - 요철	-
배수시설		○배수시설의 상태불량 - 배수구 막힘, 이물질퇴적	-
방호벽	콘크 리트	○0.3㎜이상 균열 ○박리, 파손, 철근노출 10% 미만 ○철근부식손상 길이 2% 미만 - 균열, 균열 및 백태, 망상균열, 망상균열 및 백태	-

부재명		평가적용 손상 및 사유	평가제외
신축이음	본체	○토사, 이물질 퇴적 - 이물질퇴적, 토사퇴적 ○누수, 열화 - 누수	-
	후타재	○미세균열 / 발생간격 - 균열	-
교량받침	강재받침	○외부 도장탈락 및 부식 - 플레이트 부식	-
	받침콘크리트	○부분적 박리, 탈락 등 손상 - 균열, 재료분리, 파손	-
교대		○균열폭 - cw=0.3mm이상 균열 ○표면 손상면적(날개벽 제외) - 표면열화, 콘크리트 열화,	-
교각		○균열폭 - 균열, 망상균열 ○표면손상 면적 - 재료분리, 열화, 녹발생	누수흔적
기초		-	-

나. 부재별 손상 및 상태평가 결과

1) 콘크리트 바닥판

<표 6.4.1> 천천교 콘크리트 바닥판

부재명	1방향 균열		2방향균열	열화 및 손상		부재면적
	균열폭 (㎜)	균열면적 (m^2)	균열폭 (㎜)	손상면적 (m^2)	부식면적 (m^2)	면적 (m^2)
S1	0.2	4.3	-	-	-	895.56
S2	0.2	5.9	-	-	-	1444.43
S3	0.2	3.15	-	-	-	894.50
S4	-	-	-	-	-	1210.55
S5	0.1	1.05	-	0.05	-	1444.43
S6	0.2	2.15	-	-	-	1444.43
S7	0.2	0.5	-	-	-	894.08

※ 부재면적에서 가로=바닥판폭-거더폭, 세로=바닥판 종방향 길이

<표 6.4.2> 천천교 콘크리트 바닥판 상태평가 결과

부재명	1방향 균열				2방향균열		열화 및 손상				평가 결과
	균열폭 (㎜)		균열율 (%)		균열폭 (㎜)		손상면적 (%)		부식면적 (%)		
S1	0.2	b	0.48	b	-	a	-	a	-	a	**a**
S2	0.2	b	0.41	b	-	a	-	a	-	a	**a**
S3	0.2	b	0.35	b	-	a	-	a	-	a	**a**
S4	-	a	-	a	-	a	-	a	-	a	**a**
S5	0.1	b	0.07	b	-	a	2%미만	b	-	a	**b**
S6	0.2	b	0.15	b	-	a	-	a	-	a	**a**
S7	0.2	b	0.06	b	-	a	-	a	-	a	**a**

2) ST BOX 거더

<표 6.4.3> 천천교 ST BOX 거더

부재명	모재 및 연결부 손상				열화 및 손상		부재면적	
	부재균열 (ea)	변형,파단 (ea)	연결볼트 이완,탈락 (ea)	용접연결부 결함 (ea)	도장탈락 (m^2)	부식발생 (m^2)	연장 (m)	면적 (m^2)
S1	-	-	-	-	-	-	42.95	2834.01
S2	-	-	-	-	-	0.18	69	4552.90
S3	-	-	-	-	-	0.03	42.9	2830.71
S4	-	-	-	-	-	0.5	57.9	3820.47
S5	-	-	-	-	-	-	69	4552.90
S6	-	-	-	-	-	-	69	4552.90
S7	-	-	-	-	-	-	42.88	2829.39

※ 부재면적에서 둘레=거더별 외부 및 내부길이의 합, 연장=거더별 종방향 길이

<표 6.4.4> 천천교 ST BOX 거더 상태평가 결과

부재명	모재 및 연결부 손상								열화 및 손상				평가 결과
	부재균열		변형,파단		연결볼트 이완,탈락		용접연결부 결함		도장탈락 (%)		부식발생 (%)		
S1	-	a	-	a	-	a	-	a	-	a	-	a	**a**
S2	-	a	-	a	-	a	-	a	0.00	b	-	a	**b**
S3	-	a	-	a	-	a	-	a	0.00	b	-	a	**b**
S4	-	a	-	a	-	a	-	a	0.01	b	-	a	**b**
S5	-	a	-	a	-	a	-	a	-	a	-	a	**a**
S6	-	a	-	a	-	a	-	a	-	a	-	a	**a**
S7	-	a	-	a	-	a	-	a	-	a	-	a	**a**

3) 가로보 및 세로보

<표 6.4.5> 천천교 가로보 및 세로보

부재명	모재 및 연결부 손상				열화 및 손상		부재면적		
	부재균열 (ea)	변형,파단 (ea)	연결볼트 이완,탈락 (ea)	용접연결부 결함 (ea)	도장탈락 (m^2)	부식발생 (m^2)	가로보A (m^2)	세로보A (m^2)	면적 (m^2)
S1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S7	-	-	-	-	-	-	-	-	-

※ 부재면적에서 가로보A=한 경간의 가로보 면적의 총합, 세로보A=한 경간의 세로보 면적의 총합

<표 6.4.6> 천천교 가로보 및 세로보 상태평가 결과

부재명	모재 및 연결부 손상								열화 및 손상				평가 결과
	부재균열		변형,파단		연결볼트 이완,탈락		용접연결부 결함		도장탈락 (%)		부식발생 (%)		
S1	-	a	-	a	-	a	-	a	-	a	-	a	**a**
S2	-	a	-	a	-	a	-	a	-	a	-	a	**a**
S3	-	a	-	a	-	a	-	a	-	a	-	a	**a**
S4	-	a	-	a	-	a	-	a	-	a	-	a	**a**
S5	-	a	-	a	-	a	-	a	-	a	-	a	**a**
S6	-	a	-	a	-	a	-	a	-	a	-	a	**a**
S7	-	a	-	a	-	a	-	a	-	a	-	a	**a**

4) 교면포장

<표 6.4.7> 천천교 교면포장

부재명	포장불량			배수	부재면적(m^2)
	불량면적(m^2)	차량 주행성		물고임(ea)	
		요철(㎜)	손상폭(cm)		
S1	11.9	-	-	-	796.98
S2	18.5	-	-	-	1280.36
S3	23.8	-	-	-	796.05
S4	4.75	-	-	-	1074.39
S5	36.15	-	-	-	1280.36
S6	240.5	-	-	-	1280.36
S7	78.8	-	-	-	795.68

※ 요철의정도가 미미하여 평가에서 제외한다.

<표 6.4.8> 천천교 교면포장 상태평가 결과

부재명	포장불량				배수		평가 결과
	불량면적 (%)		차량 주행성		물고임		
S1	1.49	b	-	a	-	a	**b**
S2	1.44	b	-	a	-	a	**b**
S3	2.99	b	-	a	-	a	**b**
S4	0.44	b	-	a	-	a	**b**
S5	2.82	b	영향없음	b	-	a	**b**
S6	18.78	d	-	a	-	a	**d**
S7	9.90	c	-	a	-	a	**c**

5) 배수시설

<표 6.4.9> 천천교 배수시설

부재명	배수구 막힘 (ea)	누수, 상태불량, 길이부족 (ea)	파손, 노후화 (ea)
S1/A1	3	-	-
S2/P1	2	-	-
S3/P2	1	-	-
S4/P3	3	-	-
S5/P4	3	-	-
S6/P5	1	-	-
S7/P6	-	-	-
A2	-	-	-

<표 6.4.10> 천천교 배수시설 상태평가 결과

부재명	상태평가	평가결과
S1/A1	다소의 퇴적물이 있으나 배수에는 이상없음	b
S2/P1	다소의 퇴적물이 있으나 배수에는 이상없음	b
S3/P2	다소의 퇴적물이 있으나 배수에는 이상없음	b
S4/P3	다소의 퇴적물이 있으나 배수에는 이상없음	b
S5/P4	다소의 퇴적물이 있으나 배수에는 이상없음	b
S6/P5	다소의 퇴적물이 있으나 배수에는 이상없음	b
S7/P6	다소의 퇴적물이 있으나 배수에는 이상없음	b
A2	-	a

6) 방호벽

<표 6.4.11> 천천교 방호벽

부재명	콘크리트				부재길이(m)
	균열폭(㎜)	경미한 손상 (ea)	박리, 파손, 철근노출(m)	철근부식(m)	
S1	0.3	-	-	-	42.95
S2	0.3	-	-	-	69
S3	0.3	-	0.1	-	42.9
S4	0.3	-	-	-	57.9
S5	0.3	-	0.2	-	69
S6	0.5	-	1.1	-	69
S7	0.3	-	-	-	42.88

※ 부재길이는 한 경간의 방호벽별 길이

<표 6.4.12> 천천교 방호벽 상태평가 결과

부재명	콘크리트								평가결과
	균열폭 (㎜)		경미한 손상		표면손상 (%)		철근부식 (%)		
S1	0.3이상	c	-	a	-	a	-	a	**c**
S2	0.3이상	c	-	a	-	a	-	a	**c**
S3	0.3이상	c	-	a	0.23	a	-	a	**c**
S4	0.3이상	c	-	a	-	a	-	a	**c**
S5	0.3이상	c	-	a	0.28	a	-	a	**c**
S6	0.3이상	c	-	a	1.59	a	-	a	**c**
S7	0.3이상	c	-	a	-	a	-	a	**c**

7) 신축이음

<표 6.4.13> 천천교 신축이음

부재명	신축이음 본체						후타재	
	이물질 퇴적 (ea)	볼트 열화 (ea)	볼트 탈락 (ea)	물받이파손 누수 (ea)	이상음 거동불량 (ea)	본체 탈락 본체 파손 (ea)	균열 (ea)	박리, 박락 파손 등 (ea)
A1	1	-	-	-	-	-	7	-
P3	2	-	-	-	-	-	4	-
A2	2	-	-	-	-	-	-	-

<표 6.4.14> 천천교 신축이음 상태평가 결과

부재명	본체		후타재				평가결과
			균열		박리, 박락, 파손 등		
A1	이물질퇴적	b	미세균열	b	-	a	**b**
P3	이물질퇴적	b	미세균열	b	-	a	**b**
A2	이물질퇴적	b	-	a	-	a	**b**

8) 교량받침

<표 6.4.15> 천천교 교량받침

부재명	받침 본체			받침 콘크리트	
	강재받침			균열폭 (㎜)	부분적 박리, 탈락, 파손 등 (ea)
	도장탈락, 부식 (ea)	부분적 변형 (ea)	본체파손, 거동장애 (ea)		
A1	-	-	-	-	-
P1	-	-	-	0.1	0.01
P2	2	-	-	0.1	0.47
P3	-	-	-	-	-
P4	-	-	-	-	0.46
P5	-	-	-	-	0.07
P6	-	-	-	0.1	0.01
A2	1	-	-	-	0.12

<표 6.4.16> 천천교 교량받침 상태평가 결과

부재명	받침 본체		받침 콘크리트				평가결과
	강재받침		균열폭 (㎜)		박리, 탈락, 파손 등		
A1	-	a	-	a	-	a	**a**
P1	-	a	0.3 미만	b	부분적	a	**b**
P2	도장탈락 및 부식	b	0.3 미만	b	부분적	a	**b**
P3	-	a	-	a	-	a	**a**
P4	-	a	-	a	부분적	a	**b**
P5	-	a	-	a	부분적	a	**a**
P6	-	a	0.3 미만	b	부분적	a	**b**
A2	도장탈락 및 부식	b	-	a	부분적	a	**b**

9) 교대 및 교각

<표 6.4.17> 천천교 교대 및 교각

부재명	균열, 변위		열화 및 손상		부재면적
	균열폭 (㎜)	변위	손상면적 (m^2)	부식면적 (m^2)	면적 (m^2)
A1	-	-	0.75	-	173.23
P1	0.2	-	-	-	221.70
P2	0.2	-	-	-	246.82
P3	0.2	-	12.0	-	235.71
P4	0.2	-	-	-	221.70
P5	0.2	-	0.04	-	297.06
P6	0.2	-	-	-	273.19
A2	0.3	-	0.85	-	168.62

※ 부재면적에서 교대 A는 전면부 흉벽,받침면,구체, B는 측면부, 교각 A는 코핑부, B는 기둥부 노출면적임.

<표 6.4.18> 천천교 교대 및 교각 상태평가 결과

부재명	균열, 변위				열화 및 손상				평가결과
	균열폭 (㎜)		변위		손상면적 (%)		부식면적 (%)		
A1	-	a	-	a	2%미만	b	-	a	**b**
P1	0.3미만	b	-	a	-	a	-	a	**b**
P2	0.3미만	b	-	a	-	a	-	a	**b**
P3	0.3미만	b	-	a	2%이상 10%미만	c	-	a	**c**
P4	0.3미만	b	-	a	-	a	-	a	**b**
P5	0.3미만	b	-	a	2%미만	b	-	a	**b**
P6	0.3미만	b	-	a	-	a	-	a	**b**
A2	0.3이상	c	-	a	2%미만	b	-	a	**c**

10) 기초

<표 6.4.19> 천천교 기초

부재명	기초 손상		지반 안전성	
	균열폭(㎜)	단면손상(ea)	세굴여부(ea)	부등침하(ea)
A1	-	-	-	-
P1	-	-	-	-
P2	-	-	-	-
P3	-	-	-	-
P4	-	-	-	-
P5	-	-	-	-
P6	-	-	-	-
A2	-	-	-	-

※ 교대, 교각의 기초는 매립되어있어 육안조사가 불가능 하며, 세굴, 부등침로 인한 기울음은 조사되지 않았음.

<표 6.4.20> 천천교 기초 상태평가 결과

부재명	기초 손상				지반 안전성				평가결과
	균열		단면손상		세굴여부		부등침하		
A1	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	**q**
P1	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	**q**
P2	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	**q**
P3	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	**q**
P4	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	**q**
P5	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	**q**
P6	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	**q**
A2	비노출	q	비노출	q	비노출	q	비노출	q	**q**

11) 탄산화

<표 6.4.21> 천천교 탄산화

부재명	상부구조	부재명	하부구조
	잔여깊이(㎜)		잔여깊이(㎜)
S1	43.05 비건전부	A1	-
S2	92.8 비건전부 115.7 건전부	P1	-
S3	99.2	P2	건전부 60.0 비건전부 96.5
S4	-	P3	123.5
S5	72.0	P4	-
S6	-	P5	-
S7	69.5	P6	-
		A2	64.5

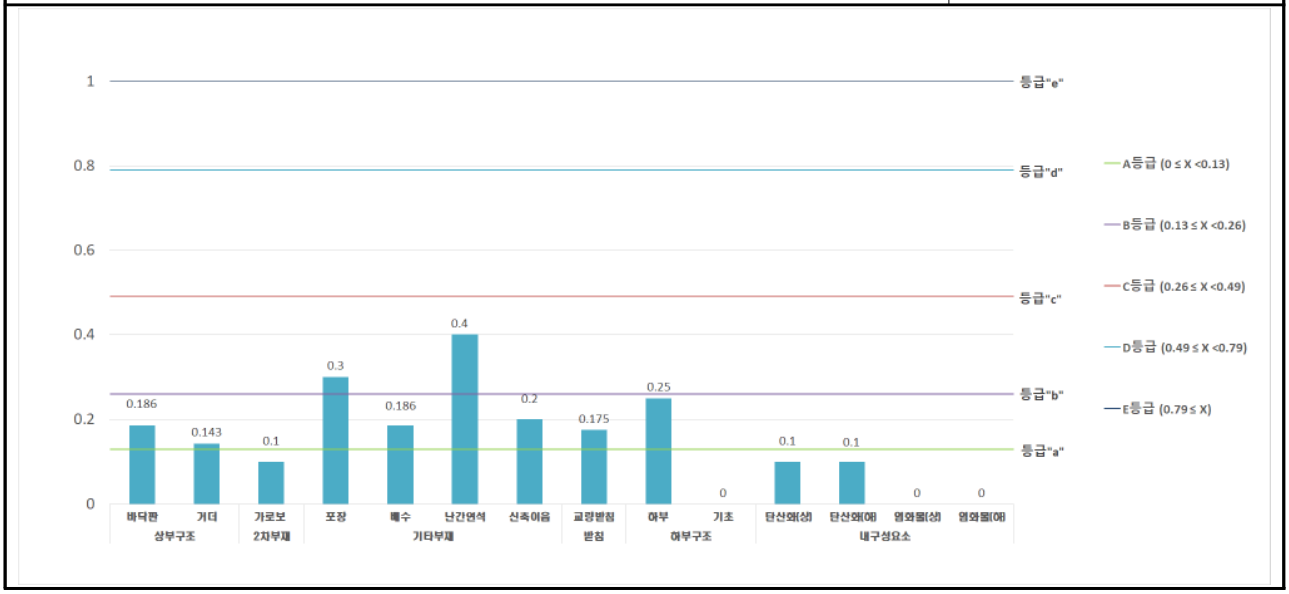
<표 6.4.22> 천천교 탄산화 상태평가 결과

부재명	상부구조	평가결과	부재명	하부구조	평가결과
	잔여깊이 (㎜)			잔여깊이 (㎜)	
S1	부식발생 우려 없음	**a**	A1	-	-
S2	부식발생 우려 없음	**a**	P1	-	-
S3	부식발생 우려 없음	**a**	P2	부식발생 우려 없음	**a**
S4	-	-	P3	부식발생 우려 없음	**a**
S5	부식발생 우려 없음	**a**	P4	-	-
S6	-	-	P5	-	-
S7	부식발생 우려 없음	**a**	P6	-	-
			A2	부식발생 우려 없음	**a**

다. 개별교량 상태평가 결과

<표 6.4.23> 상태평가 결과

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부 구조		내구성 요소			
번호	구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)	염화물 (상)	염화물 (하)
S1/A1	PUS	b	a	a	b	b	c	b	a	b	q	a	a	N/A	N/A
S2/P1	PUS	b	b	a	b	b	c	x	b	b	q	a	a	N/A	N/A
S3/P2	PUS	b	b	a	b	b	c	x	b	b	q	a	a	N/A	N/A
S4/P3	PUS	a	b	a	b	b	c	b	a	c	q	x	a	N/A	N/A
S5/P4	PUS	b	a	a	b	b	c	x	b	b	q	a	x	N/A	N/A
S6/P5	PUS	b	a	a	d	b	c	x	b	b	q	a	x	N/A	N/A
S7/P6	PUS	b	a	a	c	a	c	x	b	b	q	a	x	N/A	N/A
A2	PUS	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	b	b	c	q	x	a	N/A	N/A
평균		0.186	0.143	0.100	0.300	0.186	0.400	0.200	0.175	0.250	N/A	0.100	0.100	N/A	N/A
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	N/A	4	3	N/A	N/A
(평균X가중치) /가중치합		0.033	0.029	0.005	0.021	0.006	0.008	0.018	0.016	0.050	N/A	0.004	0.003	N/A	N/A
1. 환산결함도 점수 =												0.192			
2. 상태평가 결과 =												B			



<표 6.4.24> 천천교 개별교량 상태평가 결과

개별교량명	천천교					
구분	구조형식	환산 결함도점수	상태평가 결과	연장(m)	연장비	환산결함도점수 ×연장비
천천교	PUS GIRDER	0.192	B	394.0	1.0	0.192
합계(Σ)				394.0	1.0	0.192
1. 환산결함도 점수 =						0.192
2. 상태평가 결과 =						B

라. 전체교량 평가결과

<표 6.4.25> 천천교 전체교량 상태평가 결과

전체교량명	천천교						
구분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장(m)	차선	길이 ×차선	연장비	환산결함도점수 ×연장비
천천교	0.192	B	394.0	1	394.0	1	0.192
합계(Σ)			394.0	1	394.0	1	0.192
1. 평가지수 =							0.192
2.상태평가 결과 =							B등급

마. 상태평가 결과

본 천천교의 상태평가 결과 시공품질 불량, 공용 중 중차량 하중 및 외부환경 요인에 의해 발생된 것으로 판단되는 손상들에 의해 기타부재에서 c등급, 포장부에서 d등급으로 평가되어 전체 평가지수는 0.192로 상태평가 등급은 “B등급”으로 평가되었다.

바. 공중이 이용하는 부위 상태평가

1) 공중이 이용하는 부위 상태평가

<표 6.4.26> 천천교 추락방지시설

평가항목	평가사유		평가근거
	평가대상	조사결과	
추락방지시설	손상 및 결함 발생 여부, 기능상태	손상 및 결함이 없고, 기능상태 양호는 양호하나 점검로 고정볼트가 확인됨	<표 6.2.23>
도로포장	결함 및 파손 발생 여부, 차량주행상태	경미한 결함 및 파손 발생, 차량주행에는 문제없음	<표 6.2.2>
도로부 신축이음부	결함 및 파손 발생 여부, 차량주행상태	경미한 결함 및 파손 발생, 차량주행에는 문제없음	<표 6.2.8>
환기구 등의 덮개	결함 및 파손 발생 여부, 기능상태	해당 사항 없음	-

2) 공중이 이용하는 부위 상태평가 결과

<표 6.4.27> 천천교 공중이 이용하는 부위 상태평가 결과

구 분	상태평가	등급	중대결함 등
추락방지시설	○추락방지시설에 경미한 결함 및 파손이 발생하였으나, 기능에는 문제가 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 상태	b	해당없음
도로포장	○포장 결함 및 파손이 차량에 직접적인 파손을 유발할 정도는 아니나 차량 운전자에게 불쾌감을 유발할 수 있어 간단한 보수가 필요한 상태	c	해당없음
도로부 신축이음부	○신축이음 본체의 토사 및 이물질 퇴적, 고무판 노후, 후타재의 미세균열이 발생된 상태로 기능발휘에는 지장이 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태	b	해당없음
환기구 등의 덮개	○본 시설물에는 흡배기 및 환기와 같은 목적으로 이동로에 설치된 환기구 등의 덮개는 없는 것으로 조사되었다.	-	-

6.4.2 안전등급 지정

<표 6.4.28> 안전등급 지정

구 분	상태평가		안전성평가	
	평가지수	평가기준	평가지수	평가기준
평가결과	**0.192**	**B**	**미실시 (정밀안전진단 과업)**	
안전등급 지 정	상태평가 B		안전성평가 (미실시) -	
	안전등급 B			

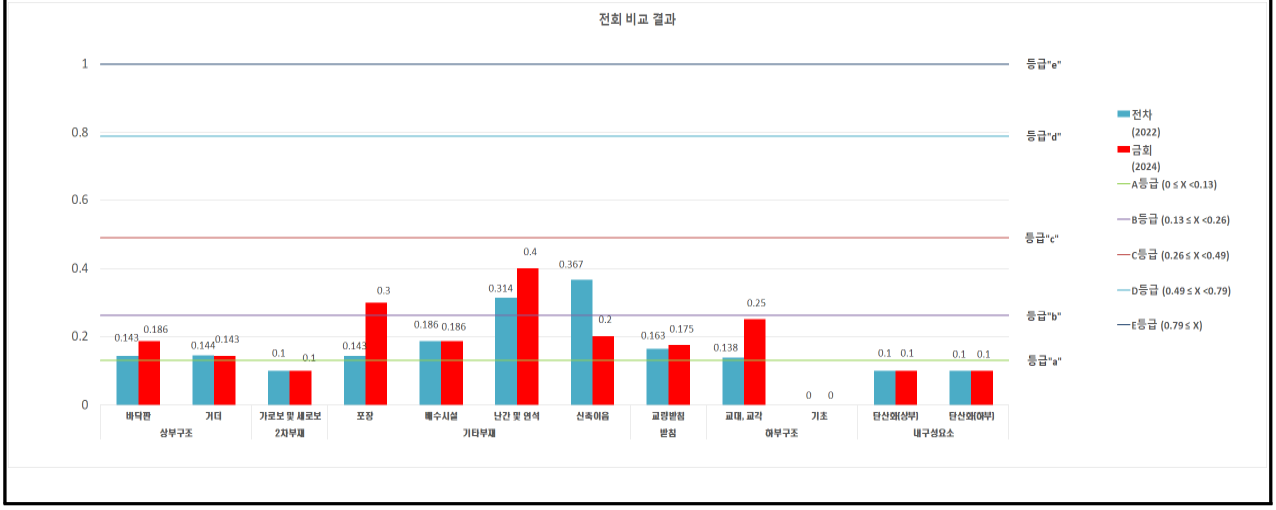
안전등급은 상태평가 결과와 안전성평가 결과 중 낮은 등급을 안전등급으로 지정하나 금회 실시한 정밀안전점검에서는 안전성평가(정밀안전진단 과업)를 실시하지 않아 안전등급은 『B등급』인 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태(양호)”로 평가되었다.

6.4.3 전차 점검결과와 비교

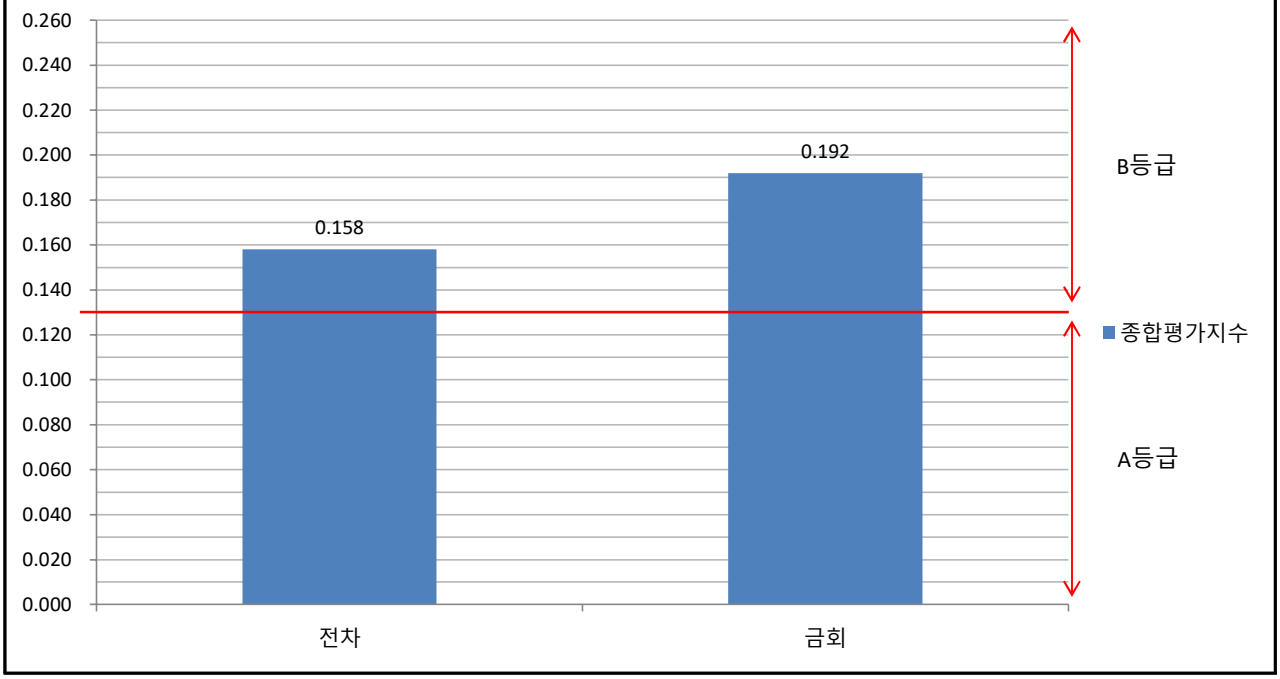
가. 전차 점검결과와 안전등급 비교

<표 6.4.29> 전차 점검결과와 안전등급 비교

구분		전차(2022)		금회(2024)		증·감	변동원인
		등급	평균	등급	평균		
상부구조	바닥판	b	0.143	b	0.186	▲	공용년수 경과에 의한 손상증가
	거더	a	0.144	b	0.143	▲	공용년수 경과에 의한 손상증가
2차부재	가로보 및 세로보	a	0.100	a	0.100	-	-
기타부재	포장	b	0.143	d	0.300	▲	공용년수 경과에 의한 손상증가
	배수	a	0.186	b	0.186	-	공용년수 경과에 의한 손상증가
	난간 및 연석	b	0.314	c	0.400	▲	-
	신축이음	c	0.367	b	0.200	▽	관리주체 유지관리에 의한 보수
받침	교량받침	b	0.163	b	0.175	▲	공용년수 경과에 의한 손상증가
하부구조	교대, 교각	b	0.138	c	0.250	▲	공용년수 경과에 의한 손상증가
	기초	-	-	q	-	-	-
내구성요소	탄산화(상부)	a	0.100	a	0.100	-	-
	탄산화(하부)	a	0.100	a	0.100	-	-



구 분	종합평가 지수	안전등급	비고
전차 정밀안전점검	0.158	"B"	
금회 정밀안전점검	0.192	"B"	변동없음



전차 정밀안전점검과 비교결과 금회 안전등급은 『B』(0.192)등급으로 전회차 상태평가 결과인 『B』(0.158)등급에서 등급변동은 없었으나, 공용년수 경과에 따른 손상증가가 발생하여 결함도 지수가 다소 증가된 것으로 분석되었다.

나. 공중이 이용하는 부위 전차 점검결과 비교

<표 6.4.30> 공중이 이용하는 부위 전차 점검결과 비교

구 분	전차 정밀안전점검 결과	금회 정밀안전점검 결과
추락방지시설	B	B
도로포장	B	C
도로부 신축이음부	B	B
환기구 등의 덮개	B	해당 없음

금회 공중이 이용하는 부위에 대한 상태평가는 세부지침 개정에 따른 분석 결과, 공중의 안전에 영향을 미칠만한 중대결함 등에 해당하는 심각한 결함은 없는 것으로 검토되었다.

6.5 보수·보강 및 유지관리 방안

6.5.1 보수·보강 우선순위 결정

각 시설물은 주부재와 보조부재로 이루어져 있으며, 이들 시설물에서 발생된 각종 손상(결함)에 대하여 보강을 보수보다, 주요부재를 보조부재보다 우선하여 보수·보강 순위를 정한다. 또한, 전체 시설물에서의 우선순위 결정은 각 시설물이 가지는 중요도, 발생한 결함의 심각성 등을 종합검토 후 다음 표와 같이 결정한다.

<표 6.5.1> 보수·보강 우선순위 결정 기준

구 분	순 위	내 용
단기대책	즉시	◦주요부재에 발생된 결함 및 손상이 커 내하력에 영향을 미치는 경우(철근이 노출되어 철근부식에 의한 내하력 저하 가능성이 있는 손상) ◦시설물의 안전관리에 관한 특별법 시행령 제12조, 시행규칙 제9조에서 정한 결함
	1순위	◦즉각적인 보수는 요구되지 않지만 내하력, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요한 경우 (철근부식 가능성이 있는 손상 또는, 기존 보수부 붕 손상이 발생되었으나 내부 상태를 관찰할 수 없는 경우) ◦교면 포장구간 차량 주행에 영향이 있는 경우
장기대책	2순위	◦기능발휘에는 지장이 없으나, 내구성 증진을 위해 연차보수가 필요한 경우 (방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성을 위해 보수가 필요한 경우)
	3순위	◦발생된 손상이 경미하여 유지관리를 통한 점검이 필요한 경우

6.5.2 보수·보강 방안 및 개략공사비

<표 6.5.2> 보수·보강 방안 및 개략공사비

구 분	손상내용	단위	보수물량	보수·보강 공법	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
교면포장	포장 균열	m/ea	317.4	씰링보수	16	5078.4	2
	파손	㎡/ea	0.05	덧씌우기	25	1.25	2
	요철	ea	1.0	덧씌우기	25	25	2
	망상균열	㎡/ea	335.0	덧씌우기	25	8375	2
방호벽	균열(cw=0.3mm미만)	m/ea	24.9	표면처리	43	1070.7	3
	균열(cw=0.3mm이상)	m/ea	37.3	주입보수	83	3095.9	2
	차수판 볼트탈락, 볼트불량	ea	9.0	재설치	60	540	3
	차수판 볼트 체결불량	ea	5.0	재설치	60	300	3
	파손	㎡/ea	0.38	단면보수	167	63.46	2
배수시설	배수구 이물질퇴적	ea	10.0	청소	69	690	3
	배수구 막힘	ea	3.0	청소	69	207	3
신축이음	후타재 균열(cw=0.3mm미만)	m/ea	3.6	표면처리	43	154.8	3
	신축이음 토사퇴적	m/ea	3.25	청소	69	224.25	3
	신축이음 이물질퇴적	m/ea	1.5	청소	69	103.5	3
바 닥 판	균열(cw=0.3mm미만)	m/ea	51.3	표면처리	43	2205.9	3
	망상균열(cw=0.3mm미만)	㎡/ea	1.0	표면처리	43	43	3
	백태	㎡/ea	0.05	표면처리	43	2.15	3
거더	녹발생	㎡/ea	0.21	표면처리	43	9.03	3
	잡철물 미제거	ea	10.0	주의관찰	0	0	3
	부식	㎡/ea	0.5	표면처리	43	21.5	3
	망상균열	㎡/ea	3.0	표면처리	43	129	3
	폐기물적치	ea	1.0	청소	69	69	3
교량받침	무수축몰탈 균열 (cw=0.3mm미만)	m/ea	1.6	표면처리	43	68.8	3
	무수축몰탈 파손	㎡/ea	0.01	단면보수	167	1.67	3
	받침콘크리트 재료분리	㎡/ea	1.02	단면보수	167	170.34	3
	받침콘크리트열화	㎡/ea	0.1	단면보수	167	16.7	3
	플레이트 부식	㎡/ea	0.07	도장	68	4.76	3

<표 6.5.2> 보수·보강 방안 및 개략공사비(계속)

구 분	손상내용	단위	보수물량	보수·보강 공법	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
교대	열화	㎡/ea	1.45	단면보수	167	242.15	2
	보수부재균열(cw0.3mm이상)	m/ea	4.0	주입보수	83	332	2
	재료분리	㎡/ea	0.15	단면보수	167	25.05	3
	누수흔적	㎡/ea	0.4/2	주의관찰	0	0	3
교각	균열(cw=0.3mm미만)	m/ea	0.04/1	표면처리	43	1.72	3
	녹발생	ea	100.9	표면처리	43	4338.7	3
	재료분리	㎡/ea	2	단면보수	167	334	3
	체수	ea	0.04	주의관찰	0	0	3
	폐기물적치	ea	1	청소	69	69	3
	누수흔적	㎡/ea	2	주의관찰	0	0	3
	망상균열(cw=0.3mm미만)	㎡/ea	3.75	표면처리	43	161.25	3
	백태	㎡/ea	28.2	표면처리	43	1212.6	3
	열화	㎡/ea	0.5	단면보수	167	83.5	3
순 공 사 비						29471	
제경비(순공사비×0.5)						14736	
총 공 사 비						44207	

※보수물량은 손상물량과 동일하게 적용하였으며, 보수시 현장여건에 따른 보수물량은 증가될 수 있음.
※대상구조물 대한 실시설계시에는 접근성 등을 감안한 부대공 및 가시설 비용이 추가될 수 있음.
※순공사비는 부대공(교통통제 및 고소장비 등)을 제외한 개략공사비 합산금액이며, 부대비용은 현장 여건에 따라 금액 산정이 필요함.
※일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경될 수 있음.

6.5.3 유지관리 방안

가. 유지관리의 목적 및 필요성

도로시설물의 유지관리란 기존에 건설된 시설물이 기능을 보존케 하고 이용차량의 편의와 안전을 도모하기 위하여 기존 시설을 점검하고 손상된 부분의 원상복귀와 추가시설을 보완하여 수명기간 동안 안전과 기능을 충분히 발휘하기 위한 일련의 과정을 말한다. 도로시설물 유지관리의 주요내용은 ① 시설물 안전점검, ② 이상발견, ③ 보수필요여부 판정, ④ 적정 보수공법 선정, ⑤ 보수공사 실시, ⑥보수효과 확인 등으로 구분된다.

나. 중점유지관리 사항

금회 정밀안전점검 결과, 시설물의 안전성에 직접적인 영향을 미치는 구조적인 손상은 없는 상태이나, 향후 공용기간 증가에 따라 사용성 및 내구성을 저하시킬 수 있는 손상 및 시설물의 유지관리에 필요한 항목들에 대해서는 중점유지관리 항목으로 선정하여 보다 효과적으로 유지관리를 할 수 있도록 제시하였다.

<표 6.5.3> 주요 부재별 중점 유지관리 항목

구 분	손상 내용		대상부위	유지관리 항목
교면포장	◦ 포장 균열 ◦ 포장 파손 ◦ 포장 망상균열		전구간	◦ 균열의 진전 및 확대여부 ◦ 손상의 진전 및 확대여부
방호벽	◦ 균열 ◦ 차수판 덮개불량, 볼트체결 불량 ◦ 파손		전구간	◦ 균열의 진전 및 확대여부 ◦ 손상의 진전 및 확대여부
배수시설	◦ 배수구 이물질퇴적 ◦ 배수구 막힘		S1,S2, S3,S4, S5,S6	◦ 청소상태 확인 ◦ 배수상태 확인

<표 6.5.3> 주요 부재별 중점 유지관리 항목(계속)

구 분	결함 내용		대상부위	유지관리 항목
신축이음	◦ 후타재 균열 ◦ 신축이음 토사퇴적, 이물질퇴적		A1 P3 A2	◦ 손상의 진전 및 확대여부 ◦ 균열의 진전 및 확대여부 ◦ 청소상태 확인 ◦ 신축이음부 누수 상태
바닥판	◦ 균열, 망상균열 ◦ 백태		전구간	◦ 균열의 진전 및 확대여부 ◦ 손상의 진전 및 확대여부
거더	◦ 녹발생		S3	◦ 신규손상 발생여부
교량받침	◦ 무수축몰탈 균열 ◦ 무수축몰탈 파손 ◦ 받침콘크리트 재료분리 ◦ 플레이트 부식		P1,P3,P4, P5,P6	◦ 손상의 진전 및 확대여부 ◦ 균열의 진전 및 확대여부
교대	◦ 열화 ◦ 보수부재균열		A1 A2	◦ 균열의 진전 및 확대여부 ◦ 손상의 진전 및 확대여부
교각	◦ 균열, 녹발생 ◦ 재료분리 ◦ 체수, 폐기물 적치		전구간	◦ 균열의 진전 및 확대여부 ◦ 손상의 진전 및 확대여부 ◦ 청소상태 확인

다. 부재별 점검요령

대상 교량의 부재별 주요점검 요령은 다음과 같다.

(1) 교면포장

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷공통</td><td>● 균열
● 파손
● 마모</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷신축이음 전후, 구조물 경계부</td><td>● 파손, 단차, 이격</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷배수구 주변</td><td>● 물고임</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2"> 
포장 균열 0.3mm / 2.0m (S2)
 
포장 망상균열 0.1mm / 5.0m x 2.0m (S5)</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
- 방호울타리측 양측 길어깨에서 도보점검
- 중차량 통행이 많은 차선, 곡선부 외측, 급정지 구간 주변의 손상 점검
- 신축이음 전후 및 경계부의 단차 점검
- 교면 위 물고임 점검(가급적 비온 직후 점검)

◦ 손상발생시 조치
- 손상이 확연한 부분은 위치, 규모에 대하여 점검야장에 경간별로 기록 후 사진촬영
- 종방향 단차가 30mm이상 발생하여 추가손상이 우려되거나 주행안전성에 지장을 초래할 경우 즉시 보고하여 대책을 수립

◦ 점검 시 유의사항
- 길어깨는 교통사고의 위험이 높으므로 2인1조로 하여 차량 진행방향과 반대방향으로 걸어 가면서 점검
- 상세조사를 실시할 경우 신호봉 등을 사용하여 차량 유도 후에 안전하게 점검 실시</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">● 사진기
● 5m자
● 균열자
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)
● 교통통제 기구(신호봉 또는 수기, 라바콘)</td></tr>
</table>

(2) 방호벽

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷난간
▷방호벽
▷중앙분리대</td><td>● 균열
● 백태
● 재료분리
● 긁힘, 파손, 부식, 변형
● 부속시설 파손, 부식, 변형</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2"> 
방호벽 균열 cw=0.3mm이상 (S2)
 
방호벽 파손 0.1m x 0.4m (S5)</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
- 교량 한쪽에서 눈을 방호벽 높이 정도로 낮추어 방호벽의 전체 선형에 급격한 변화 부분이 있는지 점검
- 녹물이 흘러내려 미관을 해치는 부분이 있는지 점검
- 연속 받침부 방호벽은 콘크리트의 경우 부모멘트에 의한 균열(0.3mm이상)을 점검

◦ 손상발생시 조치
- 방호벽의 전체 선형에 급격한 변화부분이 있는 경우 교량받침이나 하부 구조의 침하가 있을 수 있으므로 해당부재 점검 시 참고할 수 있도록 기록
- 차량 충돌 등 외부의 강한 하중에 의한 손상일 경우 바닥판에도 영향을 줄 수 있으므로 바닥판 점검시 고려

◦ 점검시 유의사항
- 방호벽의 큰 변형이나 파손된 부분으로 통행인 또는 차량의 추락 위험이 있을 시 즉시 연락하여 추락 방지시설 등의 응급조치 필요</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">● 사진기
● 점검용 망치
● 줄자
● 균열자
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)
● 교통통제 기구(신호봉 또는 수기, 라바콘)</td></tr>
</table>

(3) 배수시설

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td>▷배수구</td><td>- 격자판(grating)
- 유입구</td><td>● 파손, 누락, 변형
● 누수, 체수
● 막힘</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷배수관</td><td>● 부식, 파손, 탈락
● 배수관 길이 부족
● 유출구 위치 부적절</td></tr>
<tr><td>주
요
부
위</td><td colspan="2"> 
배수구 이물질퇴적(S1)
 
배수구 퇴적(S2)</td></tr>
<tr><td>점
검
요
령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
- 배수구는 길어깨측에서 도보로 점검하며, 배수구 설치간격, 유입구 누락, 그레이팅 파손 및 오물퇴적 확인
- 배수관은 교량하부 및 측면에서 육안 또는 망원경으로 점검하며 교량이 도로 위를 통과할 경우 배수관에서 유출된 물이 통행인이나 통행사량 바로 위로 떨어지지 않는지 점검
- 배수관의 물이 구조물의 부식을 유발할 수 있는 위치로 배수되는지 확인
- 배수관 지지장치 및 연결부 상태는 흔들어 보거나 망치로 두들겨서 점검

◦ 점검 시 유의사항
- 길어깨에서 점검 시 2인 1조로 하여 차량진행 방향과 반대방향으로 걸어가면서 점검하며 통행차량에 주의
- 접근장비 사용시 교통소통 및 안전에 유의</td></tr>
<tr><td>점
검
도
구</td><td colspan="2">● 사진기
● 드라이버(driver)
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)
● 교통통제 기구(신호봉 또는 수기, 라바콘)</td></tr>
</table>

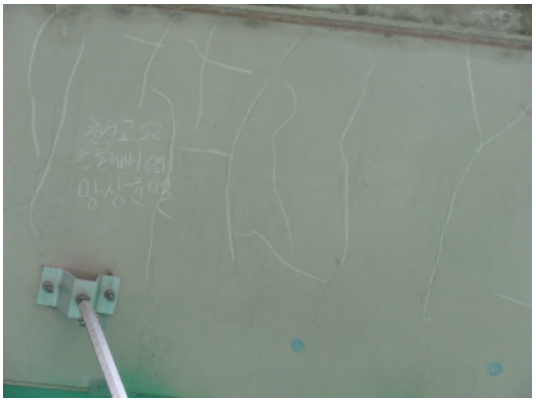
(4) 신축이음

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷본체</td><td>● 누수, 토사퇴적
● 유간 부족 및 과다
● 충격음
● 본체유동 및 파손, 부식</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷후타재</td><td>● 균열, 파손, 마모
● 단차, 이격(본체, 교면포장, 접속슬래브</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2"> 
본체 토사퇴적 (P3)
 
후타재균열 cw=0.3mm미만 (A1)</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
- 보도 혹은 방호벽측 길어깨부에서 점검
- 신축이음부의 유동, 단차, 파손으로 인한 충격음발생 여부 점검
- 고무재의 마모, 파손, 충진 씰재 노출로 차량통행 저해 및 방수기능 저하상태를 점검하며 교각, 교대위에서 신축이음 하부의 방수성 점검
- 방호벽측 신축이음의 방수기능 등 점검
- 신축유간 확보량이 확연히 의심스러운 경우 안전을 고려하여 길어깨 방호벽에서 약 50cm 떨어진 곳에 측정지점을 표시하여 하절기와 동절기에 동일위치에서 신축유간 점검

◦ 손상발생시 조치
- 신축이음 본체의 유동, 단차, 파손으로 주행안전성에 지장을 초래할 경우 즉시 보고하여 대책 수립

◦ 점검 시 유의사항
- 차량 진행방향과 반대방향으로 점검을 진행하며 2인1조로 점검수행
- 신축유간 점검시 통행차량에 유의
- 신축이음장치의 본체와 후타재의 일체거동 여부 확인</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">● 사진기
● 드라이버(driver)
● 줄자
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)
● 교통통제 기구(신호봉 또는 수기, 라바콘)</td></tr>
</table>

(5) 바닥판

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷공통</td><td>● 균열, 망상균열
● 박리, 박락, 층분리
● 긁힘, 파손
● 철근노출
● 재료분리
● 누수 및 백태</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2"> 
망상균열 cw=0.3mm미만 (S2)
 
백태 0.1m x 0.1m (S5)</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
- 교각이나 교대의 점검로에서 육안점검 혹은 교량하부에서 육안 또는 망원경으로 점검
- 주로 받침부나 중앙부 근처의 손상을 위주로 점검하며 접근이 어려운 원거리 점검은 손상이 의심스러운 경우에 망원경을 활용
- 도보접근이 불가능한 구간은 점검장비를 이용 근접 점검
- 균열의 진행 상황을 파악하기 위하여 균열의 시·종점을 표시해 두는 것이 필요하며, 정기적으로 진행여부 관찰
- 망상균열, 층분리, 누수나 백태흔적이 발견될 경우 점검용 망치를 두드려 나는 소리로서 내부결함의 존재여부를 추정(내부에 결함 존재시 외관상 건전한 부위에서도 펀칭전단파괴의 우려가 있음)

◦ 점검 시 유의사항
- 균열은 발생위치, 균열폭, 진전길이, 반복성(공통성) 등을 종합적으로 고려하여 발생원인을 규명하고 보수·보강 등 적절한 조치방법을 수립할 수 있도록 주의깊게 조사</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">● 사진기
● 망원경
● 균열자
● 점검용 망치
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)</td></tr>
</table>

(6) 거더 및 가로보

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷공통</td><td>● 변형, 파손, 이상처짐
● 도장 손상, 부식, 오염
● 피로균열</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷연결부</td><td>● 볼트 및 리벳이완, 파손
● 이상음 발생
● 맞대기 용접부 균열</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷가로보, 브레이싱</td><td>● 현장이음부 볼트손상, 누수
● 용접부 및 용접부 주변 균열
● 연결불량</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2"> 
녹발생 S3-G1 0.1m x 0.3m
 
부식 S4-G1 0.3m x 0.6m</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
- 도보접근이 불가능한 구간은 점검 장비를 이용하여 근접 점검
- 누수에 취약한 신축이음 하부, 배수구 주변 혹은 외측거더의 도장손상 및 녹 발생 조사
- 차량통과 시 삐걱거리는 소리 등 이상음이 들리면 소음발생 부위를 추정하여 기록 유지
- 다이아프램과 거더 연결부에 균열이 발생할 가능성이 높으므로 중점적으로 점검
- 가로보와 거더의 연결부는 용접 또는 볼트 연결이므로 볼트 풀림 및 용접부 균열을 점검

◦ 손상발생시 조치
- 눈에 띌 정도의 처짐이나 충돌에 의한 손상으로 추가손상이 우려되거나 주행안전성에 지장을 초래할 경우 즉시 보고하여 대책을 수립

◦ 점검 시 유의사항
- 강교는 가급적 콘크리트교에 비하여 가급적 밝은 날에 점검하는 것이 손상상태 확인이 쉬우며 망원경의 활용도 용이
- 균열은 경우에 따라 도장 표면에서 얇은 녹 흔적으로 나타나므로 주변 도장 제거 후 면밀하게 점검</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">● 사진기
● 균열자
● 망원경
● 확대경
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)</td></tr>
</table>

(7) 교량받침

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷본체</td><td>• 부식, 변형
• 균열, 파손
• 가동받침의 유간부족 및 가동 장애요소
• 받침과 거더의 밀착상태
• 앵커볼트 파손</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷받침대</td><td>• 균열, 파손, 재료분리, 박리</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2"> 
받침콘크리트 재료분리 0.3m x 0.6m P1
 
플레이트 부식</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
- 점검로가 설치된 부분은 근접하여 점검하고 도보접근이 불가능한 부분은 접근장비를 이용하여 근접점검
- 가동받침의 가동여부는 가동면의 윤활재가 밀린 흔적이나 먼지 부착정도로 확인 가능
- 곡선교 내측단부 혹은 사교의 예각부 단부에 부반력으로 인한 받침과 거더의 들뜸 상태 점검
- 받침하부에 공동이 의심되면 철사, 드라이버등으로 찔러서 확인하고, 침하흔적은 앵커볼트의 체결상태 및 인접받침의 상태를 참고하여 확인
- 받침부의 물고임 부분은 누수부위의 확인 및 물고임 원인분석

◦ 손상발생시 조치
- 받침하부 교각 두부에 0.3mm 이상의 균열이 단부까지 진행된 경우 즉시 보고하고 안전성 검토 및 대책수립 필요

◦ 점검 시 유의사항
- 교각 두부에서 사진 촬영 및 점검 시 점검자 자신의 안전에 주의</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">• 사진기
• 균열자
• 줄자(5m자)
• 드라이버(driver)
• 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)</td></tr>
</table>

(8) 교대

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th colspan="2">점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷공통</td><td colspan="2">● 균열, 박리, 박락, 재료분리, 백태
● 파손, 철근노출</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷두부</td><td colspan="2">● 두부 물고임
● 두부와 흉벽 경계부 균열
● 거더와 흉벽 신축유간 부족
● 받침부 균열 및 파손</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷벽체</td><td colspan="2">● 이동 또는 전도
● 수직균열 및 침하</td></tr>
<tr><td>주
요
부
위</td><td colspan="3"> 
콘크리트 열화 0.5m x 1.0m (A1)
 
보수부재균열 cw=0.3mm이상(A1)</td></tr>
<tr><td>점
검
요
령</td><td colspan="3">◦ 점검방법
- 점검로에서 육안점검 혹은 교량하부에서 점검
- 교대 입지조건이 성토부 혹은 연약지반에 위치한 경우 전후방으로 교대 벽체가 기울었는지 확인하고 의심스러울 경우 실을 경사계로 확인(날개벽, 옹벽 포함)
- 0.3mm이상의 눈에 쉽게 띄는 균열을 조심

◦ 점검 시 유의사항
- 벽체에 수직으로 발생하는 균열은 건조수축에 의한 비구조적 균열이므로 우려할 바는 아니지만 폭이 넓은 교대에서 균열폭이 1mm이상이면 교대기초의 부등침하도 의심하여야 함
- 신축이음 유간이 벌어져 충격음이 발생하거나 닫혀 있을 경우 거더 상·하부와 흉벽사이 간격이 서로 차이가 나는지 점검하고 교대 전도 여부도 확인
- 교대 뒷면과 날개벽 사이에 공동이 발생했거나 흙이 침하된 경우 날개벽의 전도를 의심하여 점검</td></tr>
<tr><td>점
검
도
구</td><td>● 사진기
● 균열자
● 줄자(5m자)
● 사다리</td><td colspan="2">● 점검용 망치
● 경사계
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)</td></tr>
</table>

(9) 교각

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷공통</td><td>● 균열, 박리, 박락, 재료분리, 백태
● 파손, 철근노출
● 교각 기울음 및 전도</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷코핑</td><td>● 두부 물고임
● 받침부 균열 및 파손</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷벽체</td><td>● 이동 또는 전도
● 시공이음부 균열</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2"> 
균열 cw=0.3mm미만 (P1)
 
망상균열(P4) cw=0.3mm미만</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">◦ 점검방법
- 점검로에서 육안점검 혹은 접근 장비에 의해 점검
- 신축이음의 유간이 비정상적이거나 방호벽선형이 불량한 경우에는 교각 침하가 의심스러우므로 교각의 전도여부를 확인하고 구체에 기준점을 표시하여 침하여부를 주기적으로 확인

◦ 손상발생시 조치
- 교각두부 받침하부에 0.3mm이상의 균열이 단부까지 진행된 경우에는 교량 안전과 직접적으로 관련이 있으므로 즉시 보고 및 대책수립
- 침하가 의심스러운 경우 기초 주변의 수축세굴 및 국부세굴의 조사가 필요하며 세굴이 발생하였다면 전문가로 하여금 구조물의 안전성 평가 필요

◦ 점검 시 유의사항
- 신축이음 유간이 크게 벌어지거나 닫힘, 방호벽 선형불량은 교각 침하의 징후로 볼 수 있으므로 교각 점검시 유의</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">● 사진기
● 균열자
● 줄자(5m자)
● 점검용 망치
● 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)</td></tr>
</table>

6.6 종합결론

6.6.1 외관조사

- 교면포장은 기존손상인 균열, 파손이 발견되었고, 신규로 요철, 망상균열의 손상이 신규로 발견되었다. 기존손상은 수량증가 된 것으로 확인된다. 조사된 손상들은 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준으로 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 방호벽 기존손상인 방호벽 균열, 파손, 차수판 볼트 불량이 조사되었고, 손상의 수량이 증가하였다. 이는 공용기간이 지남에 따라 생긴 손상으로 확인된다. 보수가 안 된 손상의 경우 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준으로 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 배수시설은 기존손상인 배수구 이물질퇴적, 배수구 막힘이 조사되었다. 전차점검과 비교시 이물질퇴적은 일부 보수되었으나, 배수구 막힘은 신규로 조사되었다. 배수의 기능에 문제는 없으나 유지관리를 위해 청소의 보수가 필요하다.
- 신축이음 기존손상인 후타재균열, 토사퇴적, 이물질퇴적이 조사되었으며 후타재균열은 수량증가 되었고, 토사퇴적은 일부 청소로 인해 수량이 감소하였다.. 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 바닥판은 외관조사결과, 기존손상인 균열, 망상균열, 백태가 조사되었고, 전차점검과 비교시 전차 손상의 수량이 증가되었다. 조사된 손상 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 거더는 복부판 국부좌굴, 주요부(받침부 복부판, 중앙부 플랜지) 부식, 다이아프램 및 연결부 균열, 볼트 Hole 확공 등 특이결함은 없는 것으로 관찰되었다. 기존손상의 녹발생은 보수는 이루어지지 않았으며, 신규손상으로 잡철물미제거, 부식, 폐기물적치의 신규손상이 조사되었다.조사된 손상들은 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 교량받침은 무수축몰탈 균열, 무수축몰탈 파손, 받침콘크리트 재료분리가 조사되었으며,

받침콘리트열화, 플레이트 부식이 신규로 조사되었다. 전차점검과 비교시 무수축몰탈균열, 재료분리의 손상이 수량증가하였다. 조사된 손상들은 공용년수 경과에 따른 손상으로 기능성 및 내구성 확보를 위한 일괄 보수가 필요하다.

- 교대는 신규손상으로 콘크리트열화, 보수부재균열, 재료분리, 누수흔적이 조사되었다. 조사된 손상들은 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다. 교각은 기존손상인 균열이 수량증가 하였고, 망상균열, 열화 등 신규손상이 조사되었다. 조사된 손상들은 대부분 기능발휘에는 지장이 없는 경미한 수준이며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.

6.6.2 내구성 조사

- 콘크리트에 대한 내구성조사 결과, 콘크리트 비파괴강도 전 개소에서 설계강도 기준 90% 이상으로 분석되었고, 탄산화 깊이 등은 관련기준을 만족하고 있고, 전차와 비교하여 대체로 내구성이 저하되지 않은 상태이므로 콘크리트의 내구성에 대한 문제점은 없는 것으로 분석되었다.

6.6.3 상태평가 결과

- 부재별 상태평가를 실시한 결과, 교면포장, 방호벽, 신축이음, 바닥판, 교량받침, 교대, 교각 부재에 보수가 이루어져 손상지수가 감소하였으며, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 **『B』 (0.192)**등급으로 전차 결과인 『B』(0.158)등급으로부터 등급유지된 것으로 분석되었다.

6.6.4 종합결론

- 본 천천교는 2017년에 준공되어 약 7년간 공용되고 있는 시설물로서 외관조사의 주요 손상은 교면포장 포장균열, 파손, 망상균열, 방호벽 균열, 파손, 배수시설 이물질퇴적, 막힘, 신축이음 토사퇴적, 바닥판 균열, 망상균열, 거더 녹발생, 부식, 교량받침 플레이트 부

식, 받침콘크리트 열화, 교대 열화, 보수부재균열, 재룝누리, 교각 균열, 재료분리, 망상균열, 열화 등의 손상이 조사되었다.

- 금회 확인된 손상들은 대부분 시공 당시 발생한 초기결함 및 공용년수에 따른 손상으로 교량의 안전성에 직접적인 영향을 미치는 중대결함의 발생은 없는 것으로 분석되었다.
- 조사된 손상들에 대해서는 사용성 및 내구성 확보차원에서 보수가 필요하며, 우선 보수대상은 주행차량의 주행안전성 및 주요부재의 내구성 확보를 위한 신축이음 교장포장 균열, 망상균열 등이다.
- 콘크리트에 대한 내구성조사 결과, 콘크리트 비파괴강도 전 개소에서 설계강도 기준 90% 이상으로 분석되어 내구성 저하는 없는 것으로 판단된다, 탄산화 깊이 등은 관련기준을 만족하고 있고, 전차와 비교하여 대체로 내구성이 저하되지 않은 상태이므로 콘크리트의 내구성에 대한 문제점은 없는 것으로 분석되었다.
- 상태평가를 실시한 결과, 현재 시설물의 상태는 양호한 상태인 『B』(0.192)등급으로 전차 결과인 『B』(0.158)등급으로부터 등급변동은 없었으나, 공용년수 경과에 따른 손상증가가 발생하여 결함도 지수가 다소 증가된 것으로 분석되었다.
- 본 시설물은 공용기간 증가에 의해 손상과 열화가 증가할 수 있으므로, 지속적인 유지관리가 필요하며, 발생된 손상(결함)에 대해서 내구성 확보와 기능유지를 위한 적절한 보수·보강이 이루어진다면 시설물의 공용에는 지장이 없을 것으로 판단된다.

6.6.5 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부

- 금회 정밀안전점검 결과, 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성은 필요하지 않은 것으로 조사되었다.

6.6.6 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 본 교량의 교면포장 손상 및 받침 거동의 변화는 정기안전점검시 특별한 주의관찰이 실시되어야 할 것으로 판단된다.

6.6.7 기타 필요한 사항

- 본 교량은 하부 하천과 매송고색로 수인선 철도 등 하부로 차량통행과 전철통행이 빈번하므로 거더 외부 점검시 접근하는데 어려움이 있다. 원활한 유지관리를 위하여 이에 대한 조치가 필요한 것으로 판단된다.