

금 강 교 및 장 암 교 정밀안전진단(내진성능평가)용역 중 합 보 고 서 - 장 암 교 -

2021. 09



공

주

시

(재) 한국 건설 품질 연구원

(주) 철도안전연구소

장 압 표 총 합 보 고 서
금강표 및 장압표 정밀안전진단(내진성능평가)용역

2021.09



공

주

시

제 출 문

충청남도 공주시장 귀하

공주시와 계약 체결한 “금강교 및 장암교 정밀안전진단(내진성능평가) 용역” 중 “장암교”에 대한 과업을 완료하고, 그 결과를 본 보고서에 수록하여 제출합니다.

2021년 09월 02일

서울특별시 강남구 논현로 134길 11

(재) 한국 건설 품질 연구원

이 사 장 김 인 식 (인)

충청남도 천안시 서북구 군서1길 61

(주) 철도안전연구소

대 표 자 이 방 우 (인)

장암교 정밀안전진단 결과표

1. 기본현황

가. 일반현황						
용역명	금강교 및 장암교 정밀안전진단(내진성능평가)		진단기간	2021. 6. 3 ~ 2021. 09. 02		
관리주체명	충청남도 공주시		대표자	김정섭		
공동수급	(재)한국건설품질연구원 (주)철도안전연구소		계약방법	총액계약		
시설물구분	교량		종류	도로교량	종별	1종
준공일	1995년 12월		진단금액 (천원)	110,889	안전등급	B
시설물위치	충청남도 공주시 석장리동		시설물규모	L = 280.0m B = 18.0m		
나. 진단 실시결과 현황						
중대결함	■정밀안전진단 결과 시설물의 중대결함은 없는 상태임					
진단주요결과	■바닥판 : 균열, 망상균열, 박락, 재료분리, 철근노출, Deck plate부식, 보호덮개 파손 등 ■강박스거더 : 부식, 도장박리/박락/들뜸, 실링재탈락, 용접부량, 강재변형, 조명파손, 볼트부식 등 ■가로보 및 세로보 : 부식, 변형 등 ■교대 및 교각 : 균열, 망상균열, 백태, 박리, 박락, 스토퍼 고무패드 탈락, 이물질퇴적 등 ■교량받침 : 부식, 균열, 망상균열, 파손, 먼지막이링 탈락 등 ■신축이음 : 후타재 균열, 접합부 이격, 유간토사 퇴적, 차수판 탈락 등 ■교면포장 : 균열, 망상균열, 패임/마모, 포트홀 등 ■배수시설 : 배수구막힘, 배수관 부식, 집수정 막힘 등 ■난간 및 연석 : 균열, 망상균열, 파손, 볼트 미체결, 교명주 파손 등					
주요보수·보강	■주요보수 : 표면보수, 단면보수, 철근방청 및 단면보수, 강재도장보수, 볼트 재체결 재용접 등 ■주요보강 : 없음					
다. 책임(참여)기술자 현황						
구분		성명	과업참여기간		기술등급	
사업 책임기술자		김 지 웅	2021. 06. 03. ~ 2021. 09. 02.		특급(기사)	
분야 책임기술자		민 경 주	2021. 06. 03. ~ 2021. 09. 02.		특급(기술사)	
라. 참고사항						
■ 주요 유지관리방안 수록 ■ 정밀안전진단 결과, 긴급안전진단 및 사용제한에 대한 필요성은 없는 것으로 조사됨						

※ 참여기술자명단 및 참여일은 별도 수록함.

2. 결과 요약

책임기술자 종합의견	
- 정밀안전진단 결과, 주부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 손상이 발생되어 보수가 필요한 상태이며, 기타 발생한 손상 에 대해서 주기적인 점검 등을 통한 주의관찰이 필요한 상태이다. - 시설물에 대한 평가결과, 상태평가 결과 “B”, 안전성평가 결과 “A” 로 평가되어 안전등급은 “B등급” 으로 지정하였 으며, 조사된 결함에 대해서 제안한 공법대로 보수를 실시하고, 보수부 및 중점유지관리가 필요한 부위에 대하여 주기적 인 점검 및 유지관리를 실시한다면 구조물의 안전성과 사용성 확보를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.	
책임기술자 : 김 지 웅 	

가. 정밀안전진단 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수·보강			상태평가 결과 : B
결함발생 부재	상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
상부 구조	바닥판	- 균열(Cw=0.3mm미만), 망상균열 - 박락, 철근노출 - Deck plate부식	- 표면처리보수 - 방청+단면보수 - 강재도장보수
	거더	- 부식, 도장박리 및 박락 - 볼트 체결불량 - 용접 및 용입 불량 - 부식, 도장박리 및 박락	- 녹제거+강재도장보수 - 볼트재체결 - 재용접 - 녹제거+강재도장보수
	가로보 및 세로보	- 부식 - 변형	- 녹제거+강재도장보수 - 주의관찰
하부 구조	교대 및 교각	- 균열(0.3mm미만), 망상균열, 균열부백태 - 이물질/폐콘크리트/토사 퇴적 - 박리, 박락, 들뜸	- 표면처리보수 - 콘크리트깨기 및 청소 - 단면보수
교량받침		- 균열(0.3mm이상) - 균열(0.3mm미만), 망상균열 - 부식 - 먼지막이링 탈락	- 주입보수 - 표면처리보수 - 녹제거+강재도장보수 - 재설치
기타 부재	신축이음	- 균열(0.3mm이상) - 균열(0.3mm미만) - 유간토사퇴적 - 차수판 부식/탈락	- 주입보수 - 표면처리보수 - 청소 - 재설치
	교면포장	포장균열, 망상, 패임, 마모, 포트홀	전면 재포장
	배수시설	- 배수구막힘 - 배수관 길이부족 - 그레이팅 망실	- 청소 - 배수관 연장(재설치) - 재설치
	난간 및 연석	- 균열(0.3mm이상) - 균열(0.3mm미만), 망상균열 - 파손/철근노출 - 교명주 파손 및 기초파손	- 주입보수 - 표면처리보수 - 방청 및 단면보수 - 단면보수

나. 안전성평가 결과

평가 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	평가 결과
STB구간	강도설계법	■검토부재 모두에서 안전율이 1.0이상으로 계산되어 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가됨	1.0이상	A
바닥판	강도설계법	■검토부재 모두에서 안전율이 1.0이상으로 계산되어 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가됨	1.0이상	A

다. 내진성능 검토 수행 여부

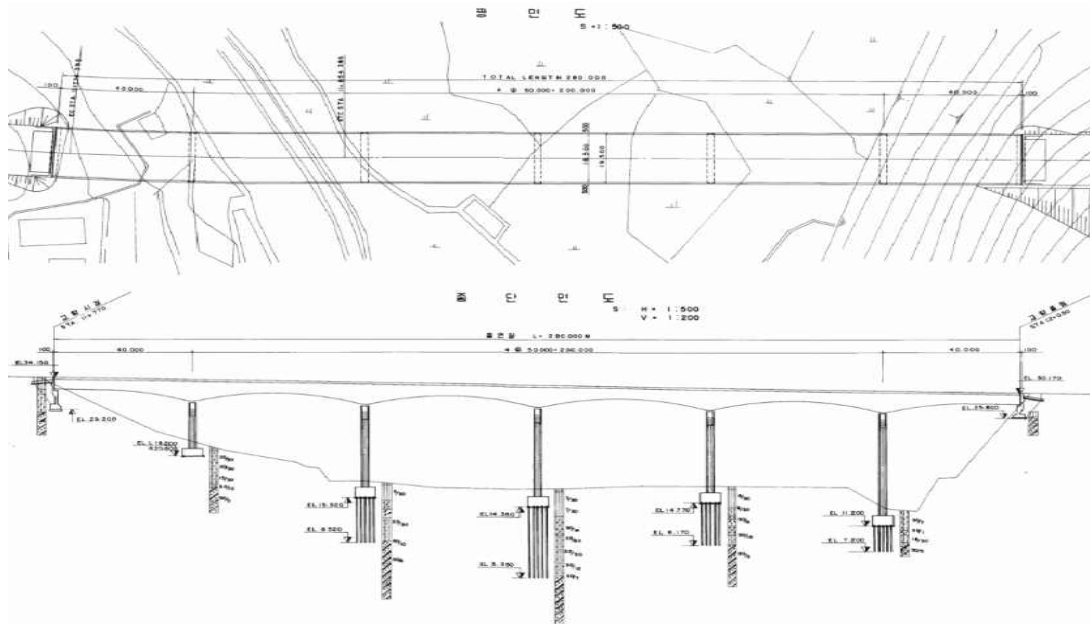
검토대상 부재	검토결과 요약
강박스거더	■설계도서 및 시설물관리대장 확인결과, 내진보강이 적용된 것으로 조사됨. ■2001년도에 교각 P3(고정단)에 전단키 7개소 및 고정강판 설치를 통한 내진보강 공사를 시행 ■2018년도 내진성능평가 결과 내진성능을 확보하지 못하는 것으로 평가되어 내진보강 방안이 제시됨.

라. 현장시험 (비파괴 및 추가시험)

시 험 명		시험결과	평 가
콘크리트 강도시험	비파괴 시험	■상부구조는 설계기준강도의 94.8%~108.5%, 하부구조는 설계추정 강도의 97.5%~106.7%정도로 측정값이 설계치와 유사하므로 손상으로 인한 내구성저하는 없는 것으로 판단된다.	대체로 양호
철근탐사시험		■철근 피복두께는 설계도면보다 다소 크게 조사되었으나, 배근간격은 설계도면과 큰 차이가 없는 것으로 조사되었다. 현재 해당 구간의 철근으로 인한 문제점 및 특이사항은 없는 것으로 조사됨.	대체로 양호
탄산화 깊이 측정		■탄산화 잔여깊이 42.0~113.0mm, 콘크리트 잔존수명 100년 이상으로 조사됨.	“a” 등급으로 양호한 상태
염화물함유량 시험		■철근 부근위치 전염화물량 : 0.300 ~ 2.344kg/m ³ (철근부식발생 우려가 없는 “a” 등급부터 향후 염화물에 의한 부식발생 가능성이 높은 “c” 등급까지 존재함)	바닥판 : “a” 등급 교대 : “c” 등급 교각 : “b” 등급
균열깊이 측정		■측정결과 철근피복까지는 아직 여유가 있음	Cw=0.3mm이상 균열 적절한 보수 필요
강재 비파괴 시험	강재초음파 탐상 시험	■측정결과 총 36개소 중 1개소에서 용입불량구간이 측정되었으며, 나머지 개소는 양호한 것으로 평가됨.	조사된 용입불량구간에 대해서는 수정 후 재검측 필요
	강재도막 두께 측정	■강재 도막두께 측정 결과 박스내부는 195~212 μ m로 강구조공사표준 시방서 기준범위를 모두 만족하는 것으로 측정되었으나, 강박스외부는 253~368 μ m로 측정되어 부분적으로 기준범위를 초과하였으나 기능상에 문제는 없다고 판단된다.	양호

장암교 현황표

구 분		내 용	
시설물명		장암교	시설물번호
BR1995-0000209		준공년월	1995년 12월 30일
관리번호		320-020	
시설물위치		충청남도 공주시 석장리동	
설계하중		DB-24 / DL-24	노선명(이정)
국도32호선			
제원	연장	$L = 40 + 4 @ 50 + 40 = 280.0\text{m}$ (6경간)	
	폭	$B = 18.0\text{m}$ (왕복 4차선)	
구조 형식	상부	강박스거더교(STB)	기초 형식
	하부	교대 : 역T형, 교각 : π 형	교대 교각
직접기초			
강관파일기초(P1~P4) 직접기초(P5)			
교량반침		포트반침	신축이음
A1 굴절조인트(Refraction Joint), A2 핑거조인트(Finger Type Joint)			
교차시설물		석장리길 횡단	형하고
-			
부착시설		통신관로	



참 여 기 술 자 명 단

용 역 명 : 금강교 및 장암교 정밀안전진단(내진성능평가) 용역(장암교)

용역기간 : 2021. 06. 03. ~ 2021. 09. 02. (92일)

분 야	성 명	소 속	자격사항	참여기간	과업참여내용	서 명
사업책임 기 술 자	김지웅	(재)한국건설품질연구원	토목기사	2021.06.03.~ 2021.09.02.	○ 과업총괄	김지웅
분야책임 기 술 자	민경주	(주)철도안전연구소	토목구조 기술사	2021.06.03.~ 2021.09.02.	○ 분석 및 평가분야 총괄 ○ 상태평가 및 안전성평가 ○ 보수·보강 범위 및 방안검토 ○ 유지관리방안 검토	민경주
참여 기술자	정기봉	(재)한국건설품질연구원	토목기사	2021.06.03.~ 2021.09.02.	○ 안전관리총괄 ○ 콘크리트 및 강재분야 외관조사 및 비파괴시험 ○ 현장재하시험 / 결과분석 ○ 상태평가 및 안전성평가	정기봉
	이상민	(재)한국건설품질연구원	토목기사	2021.06.03.~ 2021.09.02.	○ 상태평가 및 안전성평가 ○ 보수·보강 범위 및 방안검토	이상민
	김용주	(재)한국건설품질연구원	토목 공학사	2021.06.03.~ 2021.09.02.	○ 상태평가 및 안전성평가 ○ 보수·보강 범위 및 방안검토	김용주
	류봉현	(재)한국건설품질연구원	토목 산업기사	2021.06.03.~ 2021.09.02.	○ 상태평가 및 안전성평가 ○ 보수·보강 범위 및 방안검토	류봉현
	정진혁	(재)한국건설품질연구원	콘크리트 기사	2021.06.03.~ 2021.09.02.	○ 외관조사 및 비파괴시험 ○ 비파괴시험 결과분석 (시설물 상태, 내구성 조사평가)	정진혁
	박범종	(재)한국건설품질연구원	토질 및 기초 기술사	2021.06.03.~ 2021.09.02.	○ 상태평가 및 안전성평가 ○ 보수·보강 범위 및 방안검토 ○ 유지관리방안 검토	박범종
	이현규	(재)한국건설품질연구원	토목구조 기술사	2021.06.03.~ 2021.09.02.	○ 외관조사 및 비파괴시험 ○ 안전성평가	이현규
	안진호	(재)한국건설품질연구원	토목구조 기술사	2021.06.03.~ 2021.09.02.	○ 상태평가 및 안전성평가 ○ 보수·보강 범위 및 방안검토 ○ 유지관리방안 검토	안진호
	노인태	(재)한국건설품질연구원	토목기사	2021.06.03.~ 2021.09.02.	○ 상태평가 및 안전성평가 ○ 보수·보강 범위 및 방안검토 ○ 유지관리방안 검토	노인태
	박정근	(재)한국건설품질연구원	토목기사	2021.06.03.~ 2021.09.02.	○ 콘크리트 및 강재분야 외관조사 및 비파괴시험 ○ 현장재하시험 / 결과분석 ○ 상태평가 및 안전성평가	박정근

분 야	성 명	소 속	자격사항	참여기간	과업참여내용	서 명
참여 기술자	권종명	(재)한국건설품질연구원	콘크리트 기사	2021.06.03.~ 2021.09.02.	○ 콘크리트 및 강재분야 외관조사 및 비파괴시험 ○ 상태평가 및 안전성평가	권 종 명
	안영기	(재)한국건설품질연구원	토목시공 기술사	2021.06.03.~ 2021.09.02.	○ 상태평가 및 안전성평가 ○ 보수·보강 범위 및 방안검토 ○ 유지관리방안 검토	안영기
	이강득	(재)한국건설품질연구원	콘크리트 기사	2021.06.03.~ 2021.09.02.	○ 상태평가 및 안전성평가 ○ 보수·보강 범위 및 방안검토 ○ 유지관리방안 검토	이강득
	김신희	(재)한국건설품질연구원	토목기사	2021.06.03.~ 2021.09.02.	○ 콘크리트 및 강재분야 외관조사 및 비파괴시험 ○ 현장재하시험 / 결과분석 ○ 상태평가 및 안전성평가	김 신희
	박상위	(재)한국건설품질연구원	콘크리트 기사	2021.06.03.~ 2021.09.02.	○ 콘크리트 및 강재분야 외관조사 및 비파괴시험 ○ 상태평가 및 안전성평가	박상위
	박옥정	(주)철도안전연구소	토목공학 박사	2021.06.03.~ 2021.09.02.	○ 콘크리트 및 강재분야 외관조사 및 비파괴시험 ○ 현장재하시험 / 결과분석 ○ 상태평가 및 안전성평가	박옥정
	민지홍	(주)철도안전연구소	토목기사	2021.06.03.~ 2021.09.02.	○ 콘크리트 및 강재분야 외관조사 및 비파괴시험 ○ 현장재하시험 / 결과분석 ○ 상태평가 및 안전성평가	민지홍
	김진용	(주)철도안전연구소	토목 공학사	2021.06.03.~ 2021.09.02.	○ 콘크리트 및 강재분야 외관조사 및 비파괴시험 ○ 현장재하시험 / 결과분석 ○ 상태평가 및 안전성평가	김진용
	전재명	(주)철도안전연구소	토목공학 석사	2021.06.03.~ 2021.09.02.	○ 콘크리트 및 강재분야 외관조사 및 비파괴시험 ○ 현장재하시험 / 결과분석 ○ 상태평가 및 안전성평가	전재명

시설물 위치도

■ 시설물 위치 : 충청남도 공주시 석장리동



시설물 전경현황

상부 전경



측면 전경



교량별 전경현황



교량상부 전경



거더 전경



거더내부 전경



교대 전경



교각 전경



받침장치 전경

요 약 문

1. 과업의 목적

본 과업은 "시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법"(이하 "시설물안전법"이라 한다.)에 따른 정밀안전진단으로서 대상 시설물의 물리적·기능적 결함을 발견하고, 그에 대한 신속하고 적절한 조치를 하기 위하여 구조적 안전성과 결함의 원인 등을 조사·측정 및 결함상태를 점검하여 재해를 예방하고 시설물의 효용을 증진시켜 공공의 안전을 확보하는데 그 목적이 있다.

2. 과업의 범위 및 내용

2.1 과업의 범위

- (1) 자료수집 및 분석
- (2) 현장조사 및 시험, 재하시험
- (3) 내진성능평가
- (4) 상태평가, 안전성평가 및 종합평가
- (5) 보수·보강 및 유지관리 방안 제시
- (6) 보고서 작성
- (7) 안전점검 편람 재정비 및 주요결함 일상점검매뉴얼 작성
- (8) 기타 발주기관이 필요하다고 요구하는 사항

2.2 과업수행 기간

2021. 06. 03. ~ 2021. 09. 02. (착수일로부터 92일)

2.3 과업의 내용

과업항목	지침상 기본과업	금회 과업 내용
자료 수집 및 분석	■ 설계도서 ■ 시설물관리대장 ■ 시공관련자료 ■ 안전점검·정밀안전진단 실시결과 자료 ■ 보수·보강이력 검토·분석	■ 좌동
현장조사 및 시험	■ 전체부재의 외관조사 및 외관조사망도 작성 ■ 현장 재료시험 등 - 콘크리트 시험 - 비파괴강도(반발경도시험, 초음파전달 속도시험) - 철근탐사(배근상태, 피복두께) - 콘크리트 탄산화 깊이 측정 - 콘크리트 염화물 함유량 - 콘크리트 균열깊이 조사 - 강재초음파탐상 시험	■ 좌동
상태평가	■ 외관조사 결과분석 ■ 현장시험 및 재료시험 결과분석 ■ 콘크리트 및 강재 등의 내구성 평가 ■ 부재별 상태평가 및 시설물 전체의 상태평가 결과에 대한 소견	■ 좌동
안전성평가	■ 조사, 시험, 측정 결과의 분석 ■ 기존의 구조계산서 또는 안전성평가 자료 검토·분석 ■ 내하력 및 구조 안전성평가 ■ 시설물의 안전성평가 결과에 대한 소견	■ 좌동
종합평가	■ 시설물의 안전상태, 종합평가 결과에 대한 소견 ■ 안전등급 지정	■ 좌동
보수·보강 방안	■ 보수·보강 방법 제시	■ 좌동
보고서작성	■ CAD 도면 작성 등 보고서 작성	■ 좌동

주) 시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(국토교통부, 한국시설안전공단, 2019.09) 참조

3. 대상시설물 현황

구 분		내 용
시설물명		장암교
관리주체		충청남도 공주시
시설물 위치		충청남도 공주시 석장리동
준공년도		1995년 12월 30일
설계하중		DB-24 / DL-24
제원	연장	$L = 40+4@50+40 = 280.0m$
	경간수	6경간
구조 형식	상부	강박스거더교(STB)
	교각	역T형
	교대	π 형
받침장치		포트받침
교차시설물		석장리길 횡단
통과높이		-

4. 현장조사

4.1 현장조사 결과

가. 상부구조

1) 바닥판하면

균열 및 망상균열은 캔틸레버 하부에서 균열폭 0.2mm로 조사되었으며 균열의 형태, 손상규모를 고려할 때 비구조적인 균열로 건조수축 및 온도변화에 의한 균열로 판단된다. 구조물의 내구성에 미치는 영향은 적으나 구조물의 내구성 향상을 위해 표면처리보수가 필요할 것으로 판단된다.

보호재에 조사된 부식 및 파손은 장기공용에 따른 열화와 우수침투 등에 따른 결함으로 조사결과 비교적 경미한 상태이나 미관 및 내구성 향상을 위해 재도장을 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

캔틸레버부 외측 바닥판에서 박락, 재료분리, 철근노출이 조사되었으며, 이는 타설불량, 피복두께 부족 등이 원인이다. 손상 정도가 경미하고 수량도 각각 1개소 씩으로 내구성에 영향을 미칠 정도는 아니므로 주의관찰 하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

Deck Plate에 발생한 부식은 대부분 거더 또는 보와 인접한 부분에서 조사되고 있으며, 점부식 형태로서 손상 원인은 도장 미흡과 환경적 영향으로 판단된다. 손상의 정도는 경미하나 교량 전반에 걸쳐 나타나고 있으므로 재도장을 실시한다면 교량의 내구성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

2) 강박스 거더(거더, 가로보, 세로보)

강박스거더 외부의 전반적인 도장상태는 양호한 것으로 조사되었으나 부식, 탈색 등이 조사되었다. 이는 공용 중 노후화 및 환경적 영향 등이 원인으로 판단되며 구조물의 안전성에 직접적인 영향은 크지 않을 것으로 판단된다. 주의관찰을 통해 손상의 진전여부를 판단하여 보수하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

강박스거더의 부재 연결은 볼트로 체결된 상태로 공용년수가 증가함에 따라 통행차량에 의한 진동 및 충격하중이 작용하여 연결부가 헐거워지고, 우수 등의 유입으로 볼트부식이 발생하게 된다. 외관조사 결과 연결부 볼트체결 및 연결상태는 양호하였으나 다수의 볼트 부식이 조사되었다. 그러나 대부분 볼트 전체부식이 아닌 이음매 부분에 발생한 부식으로 주기적인 점검을 통해 풀림여부 등을 확인하는 것이 교량이 유지관리 및 안전성 확보 차원에서 바람직할 것으로 판단된다.

강박스거더에 국부적인 부재변형이 조사되었고, 이로인해 부식 및 도장박리가 발생했으나, 전반적인 부재의 외관상태는 양호한 것으로 조사되었다. 발생한 부재변형은 시공당시 충격, 공용중 충격 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 교량의 사용성 및 안전성에는 문제가 없을 것으로 판단되므로 주기적인 점검 및 관찰이 바람직 할 것으로 판단된다.

강박스거더(G1)에 연결된 배수관은 거더 복부판에 직접적으로 연결되어 있으며, 이 연결부에 대부분 녹이 발생한 상태이다. 부속 시설물의 추가설치로 인해 주요 부재인 박스 거더의 복부판에 추가적인 하중이 발생되어 복부판에 손상을 유발시킬 수 있으므로 연결 부위에 대해서는 지속적인 주의관찰이 필요한 것으로 판단된다.

강박스거더 내부의 전반적인 도장상태는 일부 보수가 시행되어 전반적으로 양호한 것으로 조사되었으나 도장박리, 들뜸, 부식 등이 조사되었다. 이는 도장불량, 공용 중 노후화 및 실링재 탈락에 의한 환경적 영향 등이 원인으로 판단되며 구조물의 안전성에 직접적인 영향은 크지 않을 것으로 판단된다. 주의관찰을 통해 손상의 진전여부를 판단하여 보수하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

강박스거더의 부재 연결은 볼트로 체결된 상태로 공용년수가 증가함에 따라 통행차량에

의한 진동 및 충격하중이 작용하여 연결부가 헐거워지고, 우수 등의 유입으로 볼트부식이 발생하게 된다. 외관조사 결과 연결부 볼트체결 및 연결상태는 양호하였으나 볼트부식이 조사되었고, 이음 및 너트 길이 부족이 조사되었다. 볼트부식은 전체부식이 아닌 이음매 부분에 발생한 부식이고, 너트 길이 부족은 시공불량으로 주기적인 점검을 통해 풀림여부 등을 확인하는 것이 교량이 유지관리 및 안전성 확보 차원에서 바람직할 것으로 판단된다.

거더내부 리브에 국부적인 부재변형이 조사되었고, 이로 인해 부식 및 도장박리가 발생한 부분도 있으나 이 부재변형은 비진행형 손상으로 판단되며 전반적인 부재의 외관상태는 양호한 것으로 조사되었다. 발생한 부재변형은 시공당시 충격, 공용중 충격, 재료불량 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 교량의 사용성 및 안전성에는 문제가 없을 것으로 판단되므로 주기적인 점검 및 관찰이 바람직 할 것으로 판단된다.

가로보 및 세로보의 전반적인 부재의 외관상태는 양호한 것으로 조사되었으나 가로보 4개소 및 세로보 1개소에서 부재변형이 조사되었다. 조사된 부재변형은 대부분 시공당시 외부충격 등 외력에 의해 발생된 것으로서 기 점검 및 진단 결과와 동일하게 나타났다. 손상정도는 경미한 상태이며, 교량의 사용성 및 안전성에는 문제가 없을 것으로 판단되므로 주기적인 점검 및 관찰을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

가로보 및 세로보의 전반적인 도장상태는 매우 양호한 것으로 조사되었으며 S6의 교대 하부 가로보 부식이 조사되었다. 이는 A2 신축하부 누수로 인한 것으로 판단되며 이 부식 손상 자체는 크게 문제가 되지 않으나 아래 그림과 같이 A2 하부가 파손된 상태로 지속된다면 진전될 가능성이 있으므로, 신축이음부 하면 접속부에 선보수 후 주의관찰을 통해 손상의 진전여부를 판단하여 보수하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

나. 하부구조

1) 교대 및 교각

교대 및 교각의 외관조사 결과 균열부 우수유입 등에 의한 균열부 백태, 백태가 조사되어 내구성 향상을 위해 표면처리보수가 필요하다.

기 점검 및 진단시 조사된 단면손상은 금회 미보수되어 대부분 재조사되었으며 교각 하부 재료분리가 신규 조사되었다. 조사된 손상은 열화부 우수침투(동절기 제설제 영향), 외부충격, 우수흐름, 다짐부족 등에 의해 발생된 것으로 구조물의 내구성 향상을 위해 단면보수가 필요할 것으로 판단된다.

A1, A2 교대상면 받침장치 배면에 폐콘크리트 및 토사퇴적이 조사되어 받침장치 및 거

더의 가동에 지장을 초래할 수 있으므로, 콘크리트 깨기 및 청소를 통한 보수가 필요할 것으로 판단된다.

교량하부 S5~6 주변에 인근주민의 개인 사물이 다량으로 적치되어 있으며, 이는 교량 점검에 방해될 뿐 아니라 미관 저해 및 배수로 막힘이 유발될 수 있다. 또한 S2~S4경간 하부에는 인근주민의 밭과 같은 용도로 작물을 심어 운용되고 있어 점검시 또는 유지관리 시 손쉬운 접근이 어려워 지장을 초래하고 있으므로 이에 대한 대책도 필요한 것으로 판단된다.

2) 기초

장암교의 기초부는 지중에 매립되어 있어 조사가 불가하였다.

다. 받침장치

받침몰탈에 온도변화 및 건조수축에 의한 균열 및 망상균열이 발생하였다. 폭 0.3mm 미만 균열 및 망상균열은 표면처리보수, 폭 0.3mm이상 균열은 주입보수가 필요하며, 시공시 다짐부족, 열화부 우수침투 등에 의해 받침몰탈 박리, 들뜸, 파손이 발생되어 단면보수가 필요하다.

받침본체에 대한 외관조사 결과 공용기간 증가, 우수유입에 의한 받침부식이 조사되어 녹제거 및 재도장이 필요할 것으로 판단된다. 또한 먼지막이링이 탈락 혹은 이탈된 곳은 재설치가 필요하다.

라. 신축이음

후타재의 균열, 박리는 공용 중 반복적인 건조수축 및 온도변화, 차량하중, 동절기 제설제 등 기타 환경적 요인에 의해 발생한 손상으로 후타재 균열은 손상확대 방지를 위해 표면처리보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단되며, 후타재 박리 및 이격은 손상정도가 경미하여 주의관찰 후 손상 진전시 단면보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

대부분의 차수판이 부식 또는 탈락, 설치불량 상태로, 이 구간을 통해 우수가 교량 하부로 유입되어 인접된 강박스 거더의 부식, 교대의 백태 및 콘크리트 열화, 받침장치 주변의 손상 등을 초래할 수 있으므로 정밀하게 재설치하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

외부에 노출된 환경적 영향 및 공용년수 증가에 따른 이물질의 유입으로 유간부 토사퇴적이 발생하고 있는 것으로 조사되었다. 장기간 방치시 신축거동의 저하 및 본체 부식, 지수재 열화 등의 원인이 되므로 주기적인 청소를 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직할

것으로 판단된다.

마. 교면포장

교면포장부에 대한 외관조사결과 기 점검 및 진단시 조사된 손상에 추가적인 아스콘균열이 조사되었으며, 손상물량이 다수이므로 부분적인 재포장 및 국부적 팻칭 등의 보수보다는 전면재포장 보수를 실시하는 것이 유지관리에 효율적이라고 판단된다.

아스콘 소성변형, 마모, 패임, 포트홀 등은 기 점검에서 조사된 손상이 대부분 조사되었으며, 포트홀이 추가적으로 조사되었다. 이는 기 점검 이후 발생한 것이 아닌 기 점검시 누락으로 판단되며, 동일간격 및 동일 모양으로 발생한 것을 보았을 때 아스팔트 보수공사시 발생한 것으로 판단된다. 마찬가지로 별도의 손상별 보수보다는 전면 재포장 보수가 유리할 것으로 판단된다.

바. 배수시설

배수구는 대부분 토사퇴적 및 식생의 자생으로 발생한 막힘으로 기 점검보다 6개소가 감소하였다. 교면수의 원활한 배수를 위하여 최소 분기당 1회 정도의 청소를 하는 것이 바람직하다.

대부분의 배수관의 상태가 양호한 것으로 조사되었으며, 교각에서 발생한 배수관 부식은 누수 및 공용년수 증가에 따라 발생한 것으로 판단되며, 녹제거 및 채도장 전에 설치(누수) 상태 확인이 필요하다. 거더 측면에 설치된 배수관의 부식은 도장불량 및 주변환경과 공용년수 증가에 따른 것으로 판단되며 이들 모두 경미한 손상으로 주기적인 관찰을 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

S3 P2 배면하부에 위치한 집수구에서 토사유입으로 인한 막힘이 조사되었으며, 상부 배수관과의 각도 어긋나 있다. 이는 주변의 토사로 인한 집수구 이동 또는 설치불량으로 판단되며 주변 토사 제거 및 집수구 연결부의 추가설치가 필요하다.

사. 난간 및 연석, 점검시설

1) 난간 및 연석

난간에 대한 외관조사 결과 난간의 전반적인 상태는 양호하였고, 고정불량 손상이 조사되었다. 조사결과 손상 정도는 4개의 지주볼트 중에 1개가 손상된 상태로 시급한 교체는 필요치 않으나 지주고정불량은 통행차량 및 통행인들의 안전을 위해 보수가 필요할 것으로 판단된다.

연석 균열은 기 점검 및 진단시 조사된 손상과 추가 손상이 금회 재조사되었다. 건조수축 및 온도변화, 균열부 우수침투 등 환경적 영향으로 발생한 것으로 시급한 보수를 요하지는 않으나 장기적인 구조물의 내구성 확보 차원의 표면처리보수가 필요하다. 특히 대전방향 연석에 발생한 종방향 균열은 향후 점검시 주의관찰이 필요하다.

차량충격, 동절기 제설제 영향 등으로 발생한 연석 박리, 파손, 재료분리 등 단면손상은 손상규모가 미미한 상태이나 S6 A2 신축이음 하부에 발생한 파손 및 철근노출은 손상정도가 큰 것으로 조사되었다. 신축 하부 교대부분에 이물질 퇴적도 이로 인한 것으로 판단되며 구조물의 내구성 향상을 위해 단면보수가 필요하다.

2) 점검시설

대상 교량 교각에 설치된 점검시설은 P2, P4에 설치된 점검사다리 및 점검통로로서, P1, P3, P5에는 점검시설이 설치되지 않아 상시 점검 시나 유지관리하기에 어려움이 있으며, 기 설치된 점검통로 또한 공주방향측 한면만 설치되어 있으므로 4면 모두를 조사할 수 있도록 연장설치하는 것이 향후 지속적인 유지관리를 위하여 반드시 필요한 것으로 판단된다.

4.2 손상물량 총괄표

부위	손상명	손상물량			조치방안	비 고
		개소	물량	단위		
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	4	22.30	m	표면처리보수	
	망상균열	2	6.00	m ²	표면처리보수	
	박락	1	0.01	m ²	단면보수	
	재료분리	1	0.06	m ²	단면보수	
	철근노출	1	0.02	m ²	방청 및 단면보수	
	데크플레이트 부식	22	0.35	m ²	녹제거+강재도장보수	
	보호덮개 파손	2	1.50	m ²	주의관찰	
거더	부식	51	14.80	m ²	녹제거+강재도장보수	
	도장박리/박락/들뜸	71	9.28	m ²	강재도장보수	
	실링재 탈락	46	46.00	EA	주의관찰	
	용접불량	24	24.00	EA	재용접	
	용입불량	1	1	EA	재용접+검측	
	강재변형	27	21.80	m	주의관찰	
	조명파손	17	17.00	EA	주의관찰	
	볼트부식	128	128.00	EA	강재도장보수	
	볼트체결 불량	1	1.00	EA	주의관찰	
	이물질 퇴적	4	32.25	m ²	청소	
	체수	3	5.50	m ²	주의관찰	
	탈색	1	50.00	m ²	강재도장보수	
가로보 및 세로보	가로보 부식	3	2.1	m ²	녹제거+강재도장보수	
	가로보/세로보 변형	6	2.1	m	주의관찰	
교대 및 교각	균열(0.3mm미만)	32	33.3	m	표면처리보수	
	균열/백태(0.3mm미만)	5	4.6	m	표면처리보수	
	망상균열	1	2	m ²	표면처리보수	
	재료분리/철근노출	2	0.14	m ²	방청 및 단면보수	
	박리, 박락, 콘크리트 굽힘	5	0.31	m ²	단면보수	
	백태	5	1.49	m ²	표면처리보수	
	누수흔적	5	11.25	m ²	유도배수로 설치	
	보수부 들뜸	3	2.51	m ²	단면보수	
	강판보강부 부식	4	41.4	m ²	녹제거+강재도장보수	
	이물질/폐콘크리트/토사퇴적	8	10.61	m ²	청소	
	스토퍼 고무패드 탈락	3	3	EA	주의관찰	

부위	손상명	손상물량			조치방안	비 고
		개소	물량	단위		
반침장치	반침장치 부식	15	15.00	EA	녹제거+강재도장보수	
	몰탈 균열(0.3mm미만)	18	3.00	m	표면처리보수	
	몰탈 균열(0.3mm이상)	1	0.10	m	주입보수	
	몰탈 망상균열	1	0.05	m ²	표면처리보수	
	몰탈파손	2	0.03	m ²	단면보수	
	먼지막이링 탈락	4	4	EA	주의관찰	
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	53	15.10	m	표면처리보수	
	후타재 균열(0.3mm이상)	1	0.30	m	주입보수	
	후타재 접합부 이격	1	18.50	m	주의관찰	
	유간토사 퇴적	6	7.50	m	청소	
	차수판 부식	2	2.00	EA	차수판 재설치	
	차수판 탈락	1	1.00	EA	차수판 재설치	
교면포장	아스팔트 균열	13	161.00	m	전면 재포장 (방수층 포함)	
	아스팔트 망상균열	10	582.90	m ²		
	아스팔트 패임/마모	2	12.53	m ²		
	아스팔트 포트홀	137	1.40	m ²		
배수시설	배수구막힘	9	9	EA	청소	
	배수관 부식	2	0.08	m ²	배수관 재설치	
	집수정 막힘/설치불량	1	1	EA	청소	
난간 및 연석	균열(0.3mm미만)	6	271.5	m	표면처리보수	
	균열(0.3mm이상)	4	9.9	m	주입보수	
	망상균열	7	25.1	m ²	표면처리보수	
	파손/철근노출	1	0.1	m ²	방청 및 단면보수	
	볼트 미체결/변형	4	4	EA	재체결	
	교명주 파손	1	0.20	m ²	단면보수	
	교명주 기초 파손	1	0.04	m ²	단면보수	
	델리네이트 파손	1	1	EA	주의관찰	

5. 현장시험

시 험 명		시험결과	평 가
콘크리트 강도시험	비파괴 시험	■ 상부구조는 설계기준강도의 94.8%~108.5%, 하부구조는 설계추정 강도의 97.5%~106.7%정도로 측정값이 설계치와 유사하므로 손상으로 인한 내구성저하는 없는 것으로 판단된다.	대체로 양호
철근탐사시험		■ 철근 피복두께는 설계도면보다 다소 크게 조사되었으나, 배근간격은 설계도면과 큰 차이가 없는 것으로 조사되었다. 현재 해당 구간의 철근으로 인한 문제점 및 특이사항은 없는 것으로 조사됨.	대체로 양호
탄산화 깊이 측정		■ 탄산화 잔여깊이 42.0~113.0mm, 콘크리트 잔존수명 100년 이상으로 조사됨.	“a” 등급으로 양호한 상태
염화물함유량 시험		■ 철근 부근위치 전염화물량 : 0.300 ~ 2.344kg/m ³ (철근부식발생 우려가 없는 “a” 등급부터 향후 염화물에 의한 부식발생 가능성이 높은 “c” 등급까지 존재함)	바닥판 : “a” 등급 교대 : “c” 등급 교각 : “b” 등급
균열깊이 측정		■ 측정결과 철근피복까지는 아직 여유가 있음	Cw=0.3mm이상 균열 적절한 보수 필요
강재 비파괴 시험	강재초음파 탐상 시험	■ 측정결과 총 36개소 중 1개소에서 용입불량구간이 측정되었으며, 나머지 개소는 양호한 것으로 평가됨.	조사된 용입불량구간에 대해서는 수정 후 재검측 필요
	강재도막 두께 측정	■ 강재 도막두께 측정 결과 박스내부는 195~212 μ m로 강구조공사표준 시방서 기준범위를 모두 만족하는 것으로 측정되었으나, 강박스외부는 253~368 μ m로 측정되어 부분적으로 기준범위를 초과하였으나 기능상에 문제는 없다고 판단됨.	양호

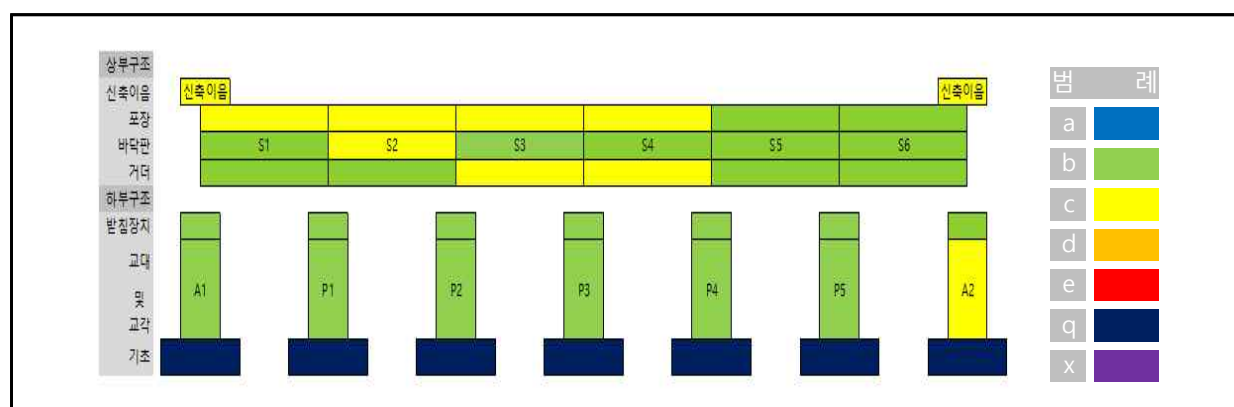
현장시험 결과, 콘크리트 강도, 철근배근상태, 탄산화 및 염화물 함유량시험, 강재도막두께 측정결과에는 큰 문제가 없는 상태이나, 강재초음파탐상 시험 결과 용입불량개소가 조사되어 이 부위는 수정 후 재검사를 실시하는 것이 바람직하다고 판단되며 특히 금회 강재초음파탐상시험은 전차용역에서 조사된 구간과 중복되지 않는 인접구간에 대해 조사된 것으로서 대상교량의 전반적인 맞대기 이음부의 용접상태를 파악하는 의미도 부여한 것으로서 다음 회차의 진단에서는 이러한 현황을 잘 파악하여 구간선정을 하여야 할 것으로 판단된다. 또한 균열깊이 측정결과 균열심도가 아직 여유는 있으나 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위해서는 균열에 대해서는 주입보수를 실시하고 Cw=0.3mm미만 균열에 대해서는 진전여부를 지속적으로 관찰하여 유지관리 하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

6. 상태평가

6.1 강박스거더교 구간

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		탄산화		염화물	
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간/ 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	상부	하부	상부	하부
A1/S1	STB	b	b	a	c	b	c	c	b	b	q	a	—	a	—
P1/S2	STB	c	b	b	c	b	c	—	b	b	q	—	a	—	—
P2/S3	STB	b	c	b	c	b	b	—	b	b	q	a	a	—	—
P3/S4	STB	b	c	b	c	b	c	—	b	b	q	a	a	—	—
P4/S5	STB	b	b	b	b	b	c	—	b	b	q	a	a	—	—
P5/S6	STB	b	b	b	b	b	c	—	b	b	q	a	a	—	b
A2	—	—	—	—	—	—	—	c	b	c	q	—	—		c
평균		0.233	0.267	0.183	0.333	0.200	0.367	0.400	0.200	0.229	N/A	0.100	0.100	0.100	0.300
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	N/A	2	2	2	1
(평균X가중치)/ 가중치 합		0.036	0.047	0.009	0.023	0.006	0.007	0.036	0.018	0.046	N/A	0.002	0.002	0.002	0.003
												결함도 환산점수		0.250	
												상태평가결과		B	

6.2 장암교 상태평가 현황도



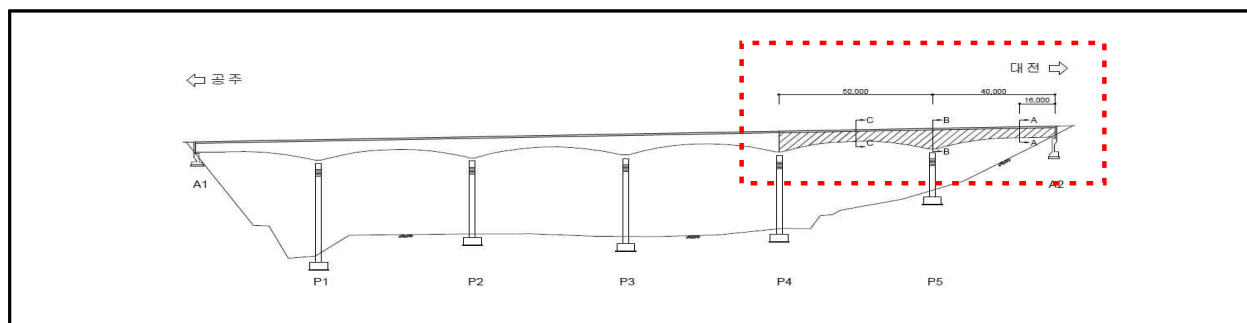
6.3 전체교량 상태평가 결과

구조물명	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장(m)	차선	길이×차선	연장비	환산결함도점수 ×연장비
장암교	0.250	B	280.0	4	1,120	1.000	0.250
합계(Σ)			280.0		1,120	1	0.250
평가지수							0.250
상태평가결과							B

7. 재하시험

7.1 재하시험 대상경간 선정

재하시험의 위치는 구조물의 심각한 손상부위가 발생된 경간 및 접근성 등을 종합적으로 고려하여 선정하여야 한다. 대상 교량인 장암교에 대한 재하시험 대상경간은 아래와 같이 과거 안전성평가 이력 및 경간특성 등을 고려하여 Steel Box Girder 구간의 S5경간 및 S6경간을 대상구간으로 선정하였다.



가. 과거 이력조사

- 2016년 정밀안전진단 : Steel Box Girder교 S5, S6

나. 경간선정 및 사유

- 1) 과거 정밀안전진단시 S5경간 및 S6경간에서 재하시험을 수행하였으며, 동일한 경간구성으로 되어 있는 경간의 거동특성 분석 및 내하력 확보 여부에 대한 검증이 필요하다고 판단됨.
- 2) 재하시험 실시를 위한 현장 접근성, 작업여건 등이 양호함.

7.2 재하시험 결과

구분		항목		2016년 정밀안전진단	2021년 정밀안전진단	비고
시험차량		총중량		546.80kN	559.80kN	
정적 재하	시험 결과	최대 처짐	S6 경간	-5.991mm	-6.073mm	
		최대 변형률	S6 중앙부	70.761 $\mu\epsilon$	80.628 $\mu\epsilon$	
			S5 중앙부	66.615 $\mu\epsilon$	69.683 $\mu\epsilon$	
	검토 결과	기 진단 결과 대비 금회 진단시 측정된 변위(처짐)은 유사하나, 변형률은 다소 크게 측정되었다. 이는 시험차량 하중의 차이, 센서의 부착위치 차이, 재하위치 및 측정오차 등에 의한 영향으로 판단되며, 향후 지속적인 관리를 통한 교량의 계측관리가 요구됨.				
동적 재하	시험 결과	최대 충격계수	STB 구간	0.163	0.094	
		고유진동수	STB 구간	3.223Hz	3.104~3.174Hz	
	검토 결과	- 충격계수 분석결과, 기 진단 및 금회 진단에서 실측된 최대 충격계수는 다소 편차가 있는 것으로 측정되었으며, 이는 시험차량의 중량차이, 교량 포장의 상태변화, 운전자의 운전습관 등에 따른 결과로 판단되며, 도로교 설계기준에서 제시하는 이론충격계수보다 작게 평가되어 이동하중에 대한 충격의 영향은 양호한 상태로 판단됨. - 고유진동수 분석결과, 기 진단 및 금회 진단에서 실측된 속도별 고유진동수는 소폭 감소하였으며, 이론고유진동수(3.6894Hz)에서 약 0.5Hz 정도 높은 수치를 보이는데 이는 해석모델에서 교량받침에 대한 경계조건의 구속조건과 실제거동에서의 차이로 인해 진동수가 다소 높게 나타난 것으로 판단된다. 따라서 기 정밀안전진단 이후 강성저하는 크게 없는 것으로 판단됨.				

8. 안전성평가

8.1 내하력평가 결과

가. Steel Box Girder

구분			내하율(RF)	응답보정계수(Ks)	공용내하력
외측경간	G1	상연	17.142	0.873	DB-24 이상
		하연	3.805	0.873	DB-24 이상
	G2	상연	24.189	0.873	DB-24 이상
		하연	4.276	0.873	DB-24 이상
	G3	상연	17.932	0.873	DB-24 이상
		하연	3.980	0.873	DB-24 이상
내측경간	G1	상연	19.170	0.873	DB-24 이상
		하연	4.323	0.873	DB-24 이상
	G2	상연	25.267	0.873	DB-24 이상
		하연	4.556	0.873	DB-24 이상
	G3	상연	19.595	0.873	DB-24 이상
		하연	4.419	0.873	DB-24 이상
지점부	G1	상연	4.431	0.873	DB-24 이상
		하연	2.779	0.873	DB-24 이상
	G2	상연	4.681	0.873	DB-24 이상
		하연	2.959	0.873	DB-24 이상
	G3	상연	4.113	0.873	DB-24 이상
		하연	2.782	0.873	DB-24 이상

나. 바닥판

구분		내하율(RF)	기본내하력
바닥판	캔틸레버부	3.021	DB-24 이상
	중앙부	1.436	DB-24 이상

8.2 안전성평가

가. Steel Box Girder

구분			안전율		등급
			휨응력	전단응력	
외측경간	G1	상연	2.377	5.285	A
		하연	1.908		A
	G2	상연	2.311	8.581	A
		하연	1.948		A
	G3	상연	2.385	11.936	A
		하연	1.937		A
내측경간	G1	상연	2.989	4.566	A
		하연	2.256		A
	G2	상연	2.881	6.563	A
		하연	2.262		A
	G3	상연	2.995	7.325	A
		하연	2.275		A
지점부	G1	상연	1.649	2.481	A
		하연	1.329		A
	G2	상연	1.578	3.137	A
		하연	1.243		A
	G3	상연	1.597	2.848	A
		하연	1.342		A

나. 바닥판

구분	안전율	등급
캔틸레버부	1.880	A
중앙부	1.401	A

9. 종합평가 및 안전등급 지정

구 분	상태평가		안전성평가	
	결함도 점수	평가기준	최소 안전율	평가기준
평가결과	0.250	B	1.0이상	A
안전등급 지정	▶ 장암교 안전등급은 양호의 상태인 B등급으로 지정함 상태평가 B 안전성평가 A 안전등급 B			

10. 보수·보강 및 유지관리 방안

10.1 보수·보강 방안 및 개략공사비

부재	손상명	보수·보강방안5	손상물량	보수물량 (할증50%)	단위	단가 (천원)	공사비 (천원)	우선 순위
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	표면처리	22.30	8.36	m	39	326	3순위
	망상균열	표면처리	6.00	9.00	m ²	39	351	3순위
	박락	단면보수	0.01	0.02	m ²	161	2	2순위
	재료분리	단면보수	0.06	0.09	m ²	161	14	2순위
	철근노출	방청 및 단면보수	0.02	0.03	m ²	217	7	1순위
	데크플레이트 부식	녹제거+재도장	0.35	0.53	m ²	136	71	1순위
	보호덮개 파손	주의관찰	1.50	2.25	m ²	0	0	3순위
거더	부식	녹제거+재도장	14.80	22.20	m ²	136	3019	1순위
	도장박리/박락/들뜸	재도장	9.18	13.77	m ²	62	854	2순위
	실링재 탈락	주의관찰	46.00	46.00	EA	0	0	3순위
	용접불량	재용접	24.00	24.00	EA	25	600	3순위
	용입불량(맞대기 이음부)	재용접+검측	1.00	1.00	EA	2000	2000	1순위
	강재변형	주의관찰	21.80	8.18	m	—	—	3순위
	조명파손	주의관찰	17.00	17.00	EA	—	—	3순위
	볼트부식	강재도장보수	128.00	128.00	EA	62	7936	2순위
	이물질 퇴적	청소	32.25	48.38	m ²	7	339	3순위
	체수	주의관찰	5.50	8.25	m ²	0	0	3순위
	탈색	강재도장보수	50.00	75.00	m ²	62	4650	2순위
가로보 및 세로보	가로보 부식	녹제거+강재도장보수	2.10	3.15	m ²	136	428	1순위
	가로보/세로보 변형	주의관찰	2.10	0.79	m	0	0	3순위
교대 및 교각	균열(0.3mm미만)	표면처리보수	33.30	12.49	m	39	487	3순위
	균열/백태(0.3mm미만)	표면처리보수	4.60	1.73	m	39	67	3순위
	망상균열	표면처리보수	2.00	2.00	EA	39	78	3순위
	재료분리/철근노출	방청 및 단면보수	0.14	0.21	m ²	217	46	1순위
	박리, 박락, 콘크리트 굽힘	단면보수	0.31	0.47	m ²	161	75	2순위
	백태	표면처리보수	1.49	2.24	m ²	39	87	3순위
	누수흔적	유도배수로 설치	11.25	43.00	m	70	3010	1순위
	보수부 들뜸	단면보수	2.51	3.77	m ²	161	606	2순위
	강판보강부 부식	녹제거+강재도장보수	41.40	62.10	m ²	136	8446	1순위
	이물질/폐콘크리트/토사퇴적	콘크리트 깨기 및 청소	10.61	15.92	m ²	30	477	1순위
	스토퍼 고무패드 탈락	주의관찰	3.00	3.00	EA	—	—	3순위

부재	손상명	보수 · 보강방안	손상물량	보수물량 (할증50%)	단위	단가 (천원)	공사비 (천원)	우선 순위
받침장치	받침장치 부식	녹제거+강재도장보수	15.00	15.00	EA	14	210	1순위
	몰탈 균열(0.3mm미만)	표면처리보수	3.00	1.13	m	39	44	3순위
	몰탈 균열(0.3mm이상)	주입보수	0.10	0.04	m	30	1	1순위
	몰탈 망상균열	표면처리보수	0.05	0.08	m ²	39	3	3순위
	몰탈파손	단면보수	0.03	0.05	m ²	161	7	2순위
	먼지막이링 탈락	주의관찰	4.00	4.00	EA	0	0	3순위
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	표면처리보수	15.10	5.66	m	39	221	3순위
	후타재 균열(0.3mm이상)	주입보수	0.30	0.11	m	30	3	1순위
	후타재 접합부 이격	주의관찰	18.50	6.94	m	0	0	3순위
	유간토사 퇴적	청소	7.50	2.81	m	7	20	3순위
	차수판 부식	차수판 재설치	2.00	2.00	EA	20	40	1순위
	차수판 탈락	차수판 재설치	1.00	1.00	EA	20	20	1순위
교면포장	아스팔트 균열	전면 재포장 (방수층포함)	161.00	5180.00	m ²	80	414400	2순위
	아스팔트 망상균열		582.90					
	아스팔트 패임/마모		12.53					
	아스팔트 포트홀		1.40					
배수시설	배수구막힘	청소	9.00	9.00	EA	7	63	3순위
	배수관 부식	배수관 재설치	0.08	0.12	m ²	200	400	3순위
	집수정 막힘/설치불량	청소	1.00	1.00	EA	7	7	3순위
난간 및 연석	균열(0.3mm미만)	표면처리보수	271.50	101.81	m	39	3971	3순위
	균열(0.3mm이상)	주입보수	9.90	3.71	m	30	111	1순위
	망상균열	표면처리보수	25.10	37.65	m ²	39	1468	3순위
	파손/철근노출	방청 및 단면보수	0.10	0.15	m ²	217	33	1순위
	볼트 미체결/변형	재체결	4.00	4.00	EA	5	20	3순위
	교명주 파손	단면보수	0.20	0.30	m ²	161	48	2순위
	교명주 기초 파손	단면보수	0.04	0.06	m ²	161	10	2순위
	델리네이트 파손	주의관찰	1.00	1.00	EA	-	-	3순위
점검로	점검통로 부분설치 및 미설치	점검통로 추가설치 3면x2EA +4면x3EA	172.0	172.0	m	1,095	188,461	3순위
	점검사다리 미설치	점검사다리(6m) 설치	3	3	EA	1,295	3,886	3순위

- 주) 1. 상기 개략공사비는 가시설비 등의 부대비용이 제외된 금액이며, 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장
여건상 변동될 수 있음
 2. 단가는 서울시 도로 및 시설물 유지보수공사 설계가이드를 참조하였음
 3. 보수물량 = 손상물량×1.5, 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영
 4. 전면 재 포장 면적 산정 → 18.5m(도로폭) × 280.0m(총 연장) = 5180.00m²
 5. 점검통로 길이 산정 : 4면 (19.0(코핑횡폭)+2.0(코핑종폭))×2×3(P1,P3,P5) = 126.0m
 3면 (19.0(코핑횡폭)+2.0(코핑종폭))×2×2(P2,P4) = 46.0m ∴총합 =172.0m

10.2 순위별 개략공사비 산정

순위	구 분	금액(천원)
1순위	순공사비 합계(천원)	17,923
	제경비(천원, 순공사비×50%)	8,961
	총 개략공사비(천원)	26,884
2순위	순공사비 합계(천원)	428,603
	제경비(천원, 순공사비×50%)	214,301
	총 개략공사비(천원)	642,904
3순위	순공사비 합계(천원)	83,659
	제경비(천원, 순공사비×50%)	41,829
	총 개략공사비(천원)	125,488
총공사비	순공사비 합계(천원)	530,184
	제경비(천원, 순공사비×50%)	265,092
	총 개략공사비(천원)	795,276

10.3 유지관리 방안

향후 공용년수 증가시 내구성 및 사용성을 저하시킬 수 있는 손상들에 대해서는 결함의 진전여부 및 재발생 여부를 주기적으로 관찰하는 등 중점유지관리 항목으로 선정하여 구조물의 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

구 분	손 상 내 용	유 지 관 리 항 목
거 더	•도장박리, 부식 •볼트부식 •볼트탈락, 볼트체결불량 •용접불량, 용접누락 •맞대기 이음부 용입불량	- 단면결손 발생 여부 - 부식 및 열화 여부 - 볼트의 진동풀림, 볼트파단 여부 - 보수 후 재손상 발생 여부 - 수정 후 재검측
가로보, 세로보	•도장박리, 부식 •강재변형	- 단면결손 발생 여부 - 손상진행 여부 주의관찰
바닥판	•균열, 망상균열 •철근노출, 파손, 재료분리, 박락	- 균열확대 진전 여부 - 철근의 부식발생, 내구성 저하 등 확인
신축이음	•후타재 균열 •차수판 부식, 탈락	- 균열확대 진전 여부 - 접속부 누수 및 토사유입 여부
하 부 구 조	•교대부 콘크리트적체 •균열, 균열부백태, 백태 •철근노출, 파손, 재료분리, 박락	- 보수후 적체상태 지속적 관찰 - 균열확대 및 콘크리트의 열화 진전 여부 - 철근의 부식발생, 내구성 저하 등 확인
교 량 받 침	•받침콘크리트 균열, 망상균열 •받침콘크리트 파손 •받침부식	- 균열확대 여부 - 철근의 부식발생, 내구성 저하 등 확인 - 단면결손 발생 여부
배 수 시 설	•집수정 이물질 적체 •배수관 부식	- 청소 및 추가적체 주의관찰 - 강재로의 누수 여부, 단면결손 발생 여부
난간 및 연석 점검시설	•균열, 망상균열 •점검로 부분설치 및 미설치 •교량 형하공간 인근 주민 점용 사용	- 균열확대 진전 여부 - 점검로 추가설치 - 교량조사에 지장초래여부 검토(주민 협조)

11. 종합결론

장암교의 강재부식, 신축이음부 덮개판 탈락부, $C_w=0.3\text{mm}$ 이상 균열 등 주요 손상에 대해서는 「제 8장 보수·보강 및 유지관리방안」에 별도로 수록하였으며, 수록된 내용을 참조하여 유지관리를 실시한다면 효율적인 구조물 관리를 실시할 수 있을 것으로 판단된다.

한편, ‘2018년 금강교 및 장암교 내진성능평가 용역’ 결과 장암교의 교각은 설계지진력 작용시 지진하중에 대한 내진성능을 확보하지 못한 것으로 평가되어 장기적인 측면에서 기존의 포트받침을 면진받침으로 교체하여 내진성능을 확보할 수 있도록 제시된 바 있으므로, 향후 구조물의 장기적인 유지관리 측면에서 다각적인 검토 및 관리가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

목 차

- 정밀안전진단 결과표, 현황표, 참여기술자, 위치도
- 요 약 문

제1장 정밀안전진단 개요

1.1 과업의 목적	3
1.2 과업의 범위	3
1.2.1 시설물 개요(공간적범위)	3
1.2.2 과업의 내용(내용적 범위)	4
1.2.3 과업기간(시간적 범위)	4
1.2.4 과업의 내용	4
1.3 과업수행 일정	6
1.3.1 과업수행절차	6
1.3.2 과업수행 일정	7
1.4 대상시설물의 현황	8
1.4.1 시설물 현황	8
1.4.2 시설물 상세 현황	9
1.5 사용장비 및 시험기기 현황	10
1.6 교량기호의 정의	11
1.7 참고문헌	12

제2장 자료수집 및 분석

2.1 자료수집	15
2.1.1 개 요	15
2.1.2 관련 도면	16
2.1.3 유지관리 이력	36
2.2 자료분석	44

2.2.1 설계/시공/유지관리 요약도	44
2.2.2 전차 안전점검 및 정밀안전진단 결과 요약	45
2.2.3 내진성능평가	47
2.2.4 자료분석 결과	50

제3장 외관조사

3.1 개요	53
3.2 외관조사 방법	55
3.2.1 조사항목	55
3.3 외관조사 결과	59
3.3.1 형하공간 이용현황 조사	59
3.3.2 바닥판하면	60
3.3.3 거더	63
3.3.4 교대 및 교각	73
3.3.5 받침장치	79
3.3.6 신축이음	87
3.3.7 교면포장	92
3.3.8 신축이음	94
3.3.9 난간 및 연석, 점검시설	96
3.3.10 손상물량 총괄표	101
3.4 기 진단 결과와 비교 · 분석	103
3.4.1 손상물량 증감원인 분석	105

제4장 내구성 조사

4.1 현장시험	109
4.1.1 개 요	109
4.1.2 콘크리트 압축강도 시험내용 및 평가기준	111
4.1.3 철근탐사시험	116
4.1.4 탄산화 깊이 측정 시험	119
4.1.5 염화물 함유량 시험	122
4.1.6 균열깊이 조사	124

4.1.7 강재비파괴 시험	126
4.1.8 현장시험 결과	133

제5장 시설물의 상태평가

5.1 상태평가 기준	137
5.1.1 부재별 상태평가 적용 범위	137
5.1.2 부재별 상태평가 기준	138
5.1.3 구조형식에 따른 부재별 가중치	143
5.2 상태평가 결과 산정 방법	144
5.2.1 경간(지점)별 부재 상태평가 산정	144
5.2.2 전체 시설물의 상태평가 결과 결정	144
5.2.3 상태평가 결과 산정 방법	144
5.3 상태평가 결과	145
5.3.1 구조물별 상태평가 결과	145
5.3.2 개별 교량 상태평가 결과 분석	146
5.3.3 전체 교량 상태평가 결과 분석	147

제6장 재하시험

6.1 개요	151
6.1.1 재하시험의 목적	151
6.1.2 재하시험 대상경간 선정	151
6.1.3 재하시험 실시	152
6.2 정적 재하시험 및 분석	155
6.3 동적 재하시험 및 분석	164
6.4 기 진단결과와의 비교	169

제7장 시설물의 안전성평가

7.1 개요	173
7.1.1 안전성평가	173

7.1.2 내하력평가	173
7.2 구조해석 및 안전성 검토	174
7.2.1 검토조건	174
7.2.2 바닥판 검토	175
7.2.3 Steel Box Girder	178
7.3 내하력평가	194
7.3.1 내하율 산정 방법	194
7.3.2 내하력평가	195
7.4 안전성평가	200
7.4.1 안전성평가 기준	200
7.4.2 안전성평가 결과	200
7.5 기 정밀안전진단 결과와의 비교	202
7.5.1 안전성평가 기준	202
7.5.2 분석결과	203

제8장 종합평가 및 안전등급 지정

8.1 종합평가	207
8.1.1 종합평가 기준	207
8.1.2 종합평가 결과	208
8.2 안전등급 지정	210
8.2.1 안전등급 기준	210
8.2.2 안전등급 지정	210

제9장 보수·보강 및 유지관리 방안

9.1 개 요	213
9.2 보수·보강 방안	213
9.2.1 보수·보강 방안 수립에 따른 검토사항	213
9.2.2 결함내용별 보수·보강 방안	218
9.2.3 주요결함 및 손상에 대한 보수·보강 방법	220
9.3 개략공사비	281

9.3.1 보수·보강 수량산정	281
9.3.2 보수·보강 개략공사비	282
9.4 유지관리 방안	285
9.4.2 진단결과에 따른 중점 유지관리 사항	294

제10장 종합결론

10.1 개 요	297
10.2 정밀안전진단 실시결과의 종합결론	297
10.2.1 현장조사 결과	297
10.2.2 현장시험 결과	303
10.2.3 상태평가 결과	303
10.2.4 재하시험	304
10.2.5 안전성평가	304
10.2.6 종합평가 및 안전등급 지정	304
10.3 종합결론	305
10.4 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 상황	305

표 목 차

제1장 정밀안전진단 개요

【표 1-1】 과업의 내용	4
【표 1-2】 선택과업의 내용	5
【표 1-3】 과업수행 공정표	7
【표 1-4】 장암교 현황	8
【표 1-5】 사용장비 및 시험기기	10
【표 1-6】 교량기호의 정의	11

제2장 자료수집 및 분석

【표 2-1】 자료수집 현황	15
【표 2-2】 안전점검 및 정밀안전진단 실시현황 및 결과1	36
【표 2-3】 안전점검 및 정밀안전진단 실시현황 및 결과2	36
【표 2-4】 안전점검 및 정밀안전진단 이력	36
【표 2-5】 보수·보강 이력	43
【표 2-6】 2020년 정밀안전점검 및 성능평가 결과	44
【표 2-7】 2016년 정밀안전진단 결과	40
【표 2-8】 내진성능평가 결과	48

제3장 외관조사

【표 3-1】 외관조사 기간	54
【표 3-2】 주요 조사항목	55
【표 3-3】 바닥판 외관조사 방법	55
【표 3-4】 교량받침 외관조사 방법	58
【표 3-5】 강박스거더 외관조사 방법	56
【표 3-6】 교각 외관조사 방법	57
【표 3-7】 신축이음 외관조사 방법	57
【표 3-8】 교면포장 외관조사 방법	57
【표 3-9】 난간 및 연석, 점검로 외관조사 방법	58
【표 3-10】 배수시설 외관조사 방법	58
【표 3-11】 장암교 본교 형하공간 이용현황	59
【표 3-12】 바닥판하면 손상발생 현황	61
【표 3-13】 강박스거더(외부) 손상발생 현황	64

【표 3-14】 강박스거더(내부) 손상발생 현황	67
【표 3-15】 가로보 손상발생 현황	71
【표 3-16】 교대 손상발생 현황	75
【표 3-17】 교각 손상발생 현황	75
【표 3-18】 받침장치 손상발생 현황	80
【표 3-19】 받침장치 가동량 산정시 온도변화 및 선폭창계수	83
【표 3-20】 설계이동량	83
【표 3-21】 장암교 받침장치 가동량 측정결과	83
【표 3-22】 연단거리 설계기준	84
【표 3-23】 연단거리 측정결과	84
【표 3-24】 거더 유간거리 측정시 온도변화 및 선폭창계수	85
【표 3-25】 최소필요유간	85
【표 3-26】 신축유간 측정 결과	86
【표 3-27】 신축이음 손상발생 현황	88
【표 3-28】 신축이음 유간거리 측정시 온도변화 및 선폭창계수	90
【표 3-29】 설계이동량	90
【표 3-30】 신축이음 가동여유량 측정결과	91
【표 3-31】 교면포장 손상발생 현황	92
【표 3-32】 배수시설 손상발생 현황	95
【표 3-33】 난간 및 연석, 점검로 손상발생 현황	97
【표 3-34】 손상물량 총괄표	101
【표 3-35】 손상물량비교표	103

제4장 내구성 조사

【표 4-1】 비파괴시험 실시 수량	109
【표 4-2】 콘크리트 비파괴 강도시험 결과	113
【표 4-3】 콘크리트 비파괴 강도시험 기 진단결과 비교표	114
【표 4-4】 철근탐사 결과	117
【표 4-5】 철근탐사 결과 기 진단결과 비교표	118
【표 4-6】 탄산화 깊이 측정 결과	120
【표 4-7】 탄산화 깊이 측정 기 진단결과 비교표	121
【표 4-8】 염화물 함유량 시험 측정결과	123
【표 4-9】 염화물 함유량 측정 기 진단결과 비교표	123
【표 4-10】 균열깊이 측정 결과	125
【표 4-11】 강재 초음파시험 결과	127
【표 4-12】 강재초음파탐상시험 기 기진단결과 비교표	129
【표 4-13】 도막두께 측정 결과	131
【표 4-14】 도막두께측정 기 진단결과 비교표	132

【표 4-15】 염화물 함유량 시험	133
---------------------------	-----

제5장 시설물의 상태평가

【표 5-1】 부재별 상태평가 적용 범위	137
【표 5-2】 콘크리트 바닥판 상태평가 기준	138
【표 5-3】 강 바닥판, 강 거더, 강 교각(강 주탑) 상태평가 기준	138
【표 5-4】 강 가로보와 세로포 상태평가 기준	139
【표 5-5】 교대 상태평가 기준	139
【표 5-6】 콘크리트 교각 상태평가 기준	140
【표 5-7】 기초 상태평가 기준	140
【표 5-8】 교량받침 상태평가 기준	140
【표 5-9】 신축이음 상태평가 기준	141
【표 5-10】 교면포장 상태평가 기준	141
【표 5-11】 배수시설 상태평가 기준	141
【표 5-12】 난간 및 연석(방호벽) 상태평가 기준	142
【표 5-13】 탄산화 상태평가 기준	142
【표 5-14】 염화물 상태평가 기준	142
【표 5-15】 구조형식에 따른 일반교량의 부재별 가중치	143
【표 5-16】 결함도 점수 범위에 따른 기준	144
【표 5-17】 장암교 구조물별 상태평가 결과	145
【표 5-18】 장암교 개별구간 상태평가 결과	145
【표 5-19】 장암교 상태평가 결과	146
【표 5-20】 강박스거더 구간 상태평가 결과분석	147
【표 5-21】 교량별 상태평가 현황도	148
【표 5-22】 기 진단시 상태등급 결과표	148

제6장 재하시험

【표 6-1】 센서 부착 현황	153
【표 6-2】 장암교 Steel Box Girder 정적재하시험 결과(LVDT-L.C 182)	156
【표 6-3】 장암교 Steel Box Girder 정적재하시험 결과(LVDT-L.C 384)	158
【표 6-4】 장암교 S5경간(Steel Box Girder) 정 · 동적재하시험 결과(ST)	160
【표 6-5】 장암교 S6경간(Steel Box Girder) 변형률 대칭성 분석	161
【표 6-6】 장암교 S5경간(Steel Box Girder) 변형률 대칭성 분석	161
【표 6-7】 장암교 S6경간(Steel Box Girder) 처짐 대칭성 분석	162
【표 6-8】 장암교 S5경간(Steel Box Girder) 처짐 대칭성 분석	162
【표 6-9】 장암교 S6경간(Steel Box Girder) 중립축 분석	163

【표 6-10】 장암교 S5경간(Steel Box Girder) 중립축 분석	163
【표 6-11】 동적재하시험의 재하경우	164
【표 6-12】 장암교 이론충격계수	165
【표 6-13】 충격계수 분석결과	165
【표 6-14】 속도별 실측 고유진동수 분석결과	168
【표 6-15】 기 진단 결과와의 비교	169

제7장 시설물의 안전성평가

【표 7-1】 검토 구간 재료특성	174
【표 7-2】 검토 구간 하중조건	175
【표 7-3】 고정하중에 의한 모멘트	176
【표 7-4】 중앙부 바닥판 검토 고정하중	177
【표 7-5】 바닥판 안전성검토 결과	178
【표 7-6】 플랜지 유효폭 산정 조건	178
【표 7-7】 플랜지 유효폭 산정 결과	179
【표 7-8】 바닥판 유효폭 산정 조건	179
【표 7-9】 바닥판 유효폭 산정 결과	179
【표 7-10】 바닥판 하중 산정	180
【표 7-11】 바닥판 하중 횡분배	180
【표 7-12】 2차 고정하중 산정	180
【표 7-13】 2차 고정하중 횡분배	181
【표 7-14】 G1 - 외측경간 단면제원	184
【표 7-15】 G1 - 외측경간 부재력 요약	184
【표 7-16】 G1 - 외측경간 조합응력 검토	184
【표 7-17】 G2 - 외측경간 단면제원	185
【표 7-18】 G2 - 외측경간 부재력 요약	185
【표 7-19】 G2 - 외측경간 조합응력 검토	185
【표 7-20】 G3 - 외측경간 단면제원	186
【표 7-21】 G3 - 외측경간 부재력 요약	186
【표 7-22】 G3 - 외측경간 조합응력 검토	186
【표 7-23】 G1 - 내측경간 단면제원	187
【표 7-24】 G1 - 내측경간 부재력 요약	187
【표 7-25】 G1 - 내측경간 조합응력 검토	187
【표 7-26】 G2 - 내측경간 단면제원	188
【표 7-27】 G2 - 내측경간 부재력 요약	188
【표 7-28】 G2 - 내측경간 조합응력 검토	188
【표 7-29】 G3 - 내측경간 단면제원	189
【표 7-30】 G3 - 내측경간 부재력 요약	189

【표 7-31】 G3 - 내측경간 조합응력 검토	189
【표 7-32】 G1 - 지점부 단면제원	190
【표 7-33】 G1 - 지점부 부재력 요약	190
【표 7-34】 G1 - 지점부 조합응력 검토	190
【표 7-35】 G2 - 지점부 단면제원	191
【표 7-36】 G2 - 지점부 부재력 요약	191
【표 7-37】 G2 - 지점부 조합응력 검토	191
【표 7-38】 G3 - 지점부 단면제원	192
【표 7-39】 G3 - 지점부 부재력 요약	192
【표 7-40】 G3 - 지점부 조합응력 검토	192
【표 7-41】 Steel Box Girder 단면검토 결과	193
【표 7-42】 Steel Box Girder 내하율 산정	195
【표 7-43】 바닥판 내하율 산정	195
【표 7-44】 구조해석 시험차량 재하도	196
【표 7-45】 재하시험 구조해석 결과	198
【표 7-46】 처짐에 대한 응답비 산정	198
【표 7-47】 변형률에 대한 응답비 산정	199
【표 7-48】 응답보정계수	199
【표 7-49】 Steel Box Girder 공용내하력 평가결과	199
【표 7-50】 바닥판 기본내하력 평가결과	200
【표 7-51】 안전성평가 기준	200
【표 7-52】 Steel Box Girder 안전성평가 결과	200
【표 7-53】 바닥판 안전성평가 결과	201
【표 7-54】 Steel Box Girder 기 정밀안전진단과 결과비교(휨응력)	202
【표 7-55】 바닥판 기 정밀안전진단과 결과비교	203

제8장 종합평가 및 안전등급 지정

【표 8-1】 장암교 종합평가 결과	209
【표 8-2】 안전등급 기준	210
【표 8-3】 안전등급 지정	210

제9장 보수·보강 및 유지관리 방안

【표 9-1】 보수·보강 방안 수립에 따른 검토사항	213
【표 9-2】 보수·보강 방안 및 우선순위 개요	216
【표 9-3】 결함내용별 보수·보강 방안 및 우선순위	218
【표 9-4】 콘크리트 단면보수 비교표	222

【표 9-5】 콘크리트 단면보수(철근방청) 비교표	224
【표 9-6】 보수공법 재료 선정시 유의사항(균열폭 0.3mm 이상의 경우)	226
【표 9-7】 보수공법 재료 선정시 유의사항(균열폭 0.3mm 미만의 경우)	226
【표 9-8】 균열보수 재료의 종류와 보수공법	227
【표 9-9】 수지주입 공법의 종류	229
【표 9-10】 저압·저속식 주입방법	230
【표 9-11】 균열폭에 알맞은 수지의 점성도	230
【표 9-12】 균열폭에 따른 주입파이프의 간격	230
【표 9-13】 수지계 주입재의 특징	232
【표 9-14】 주입보수 작업 종료 후의 검사 항목	235
【표 9-15】 주입보수 비교표	236
【표 9-16】 표면처리공법 보수목적과 재료	241
【표 9-17】 표면처리보수 비교표	242
【표 9-18】 재도장 시 고려사항	248
【표 9-19】 강재도장공법 비교표	255
【표 9-20】 강교 중방식도장 공법 비교표	257
【표 9-21】 보수용접 순서도	261
【표 9-22】 공장용접검사	268
【표 9-23】 현장용접검사	269
【표 9-24】 용접검사 판정기준	269
【표 9-25】 용접 정밀도 기준	270
【표 9-26】 가불임 용접 허용기준	270
【표 9-27】 용접기준	270
【표 9-28】 언더컷 깊이 허용오차	270
【표 9-29】 설계볼트장력 및 허용전단응력	274
【표 9-30】 설계볼트장력 및 표준볼트장력	275
【표 9-31】 토크계수치	275
【표 9-32】 표준볼트장력 및 설계볼트장력에 대한 볼트 세트의 토크값	276
【표 9-33】 배수관 재질에 따른 특성	280
【표 9-34】 주요 보수보강 수량 산정	281
【표 9-35】 전체 보수·보강 개략공사비	282
【표 9-36】 순위별 보수·보강 개략공사비	284
【표 9-37】 중점 유지관리 항목 일람표	286
【표 9-38】 점검 장비 종류	293
【표 9-39】 장암교 중점 유지관리 사항	294

그림 목 차

제1장 정밀안전진단 개요

【그림 1-1】 과업수행 흐름도	6
【그림 1-2】 장암교 상세현황	9

제2장 자료수집 및 분석

【그림 2-1】 종 · 평면도	16
【그림 2-2】 표준단면도	17
【그림 2-3】 슬래프 일반도 1	18
【그림 2-4】 슬래브 일반도 2	19
【그림 2-5】 슬래브 배근도 1	20
【그림 2-6】 슬래브 배근도 2	21
【그림 2-7】 강상형 일반도 1	22
【그림 2-8】 강상형 일반도 2	23
【그림 2-9】 강상형 상세도 1	24
【그림 2-10】 강상형 상세도 2	25
【그림 2-11】 강상형 상세도 3	26
【그림 2-12】 강상형 상세도 4	27
【그림 2-13】 강상형 상세도 5	28
【그림 2-14】 강상형 상세도 6	29
【그림 2-15】 교대[A1] 일반도	30
【그림 2-16】 교대[A2] 일반도	31
【그림 2-17】 교대[A2] 배근도	32
【그림 2-18】 교각 일반도	33
【그림 2-19】 교각[P1] 배근도	34
【그림 2-20】 교각[P2-P5] 배근도	35

제3장 외관조사

【그림 3-1】 외관조사 전경	54
【그림 3-2】 강박스거더 전경	63
【그림 3-3】 강박스거더 주요 점검사항	63
【그림 3-4】 교대 및 교각 주요 점검사항	74
【그림 3-5】 교량받침 배치도	79

【그림 3-6】 받침장치 점검사항	79
【그림 3-7】 신축이음 점검사항	87
【그림 3-8】 배수시설 설치 현황	94
【그림 3-9】 난간 및 연석 현황	97
【그림 3-10】 점검로 현황	97

제5장 시설물의 상태평가

【그림 5-1】 전체 교량의 상태평가 결과 산정 방법 예	144
---------------------------------------	-----

제6장 재하시험

【그림 6-1】 장암교 재하시험 대상경간	152
【그림 6-2】 시험차량의 제원 및 축중	152
【그림 6-3】 Steel Box Girder 구간 측정단면 및 계측 센서 부착위치	153
【그림 6-4】 Steel Box Girder 구간 게이지 설치 현황	154
【그림 6-5】 Steel Box Girder 구간 정적재하시험 하중 재하 경우	155
【그림 6-6】 동적재하시험 시 차량의 주행방향 및 위치	164
【그림 6-7】 주요 고유진동 모드	167
【그림 6-8】 장암교 가속도에 의한 FFT분석	168

제7장 시설물의 안전성평가

【그림 7-1】 검토 구간 단면도	175
【그림 7-2】 캔틸레버부 검토 단면(mm)	175
【그림 7-3】 활하중 재하도(좌측 편재하)	181
【그림 7-4】 활하중 재하도(우측 편재하)	181
【그림 7-5】 구조해석 모델링	182
【그림 7-6】 하중재하도	182
【그림 7-7】 단면력도	183

제8장 종합평가 및 안전등급 지정

【그림 8-1】 종합평가 결과 산정 흐름도	208
-------------------------------	-----

제9장 보수·보강 및 유지관리 방안

【그림 9-1】 보수·보강 범위의 결정	214
-----------------------------	-----

【그림 9-2】 보수·보강 우선순위 결정	217
【그림 9-3】 단면보수 시공순서 및 개요도	220
【그림 9-4】 표면처리보수 시공 흐름도	228
【그림 9-5】 균열부 표면처리보수 개요도	229
【그림 9-6】 주입파이프 설치도	230
【그림 9-7】 주입보수 시공상세도	231
【그림 9-8】 주입보수 시공 흐름도	231
【그림 9-9】 철근이 부식되지 않는 경우의 충전보수 및 시공흐름	233
【그림 9-10】 철근이 부식된 경우의 충전보수 및 시공흐름	234
【그림 9-11】 표면처리공법 시공순서도	238
【그림 9-12】 표면처리 공법 시공 흐름도	239
【그림 9-13】 표면처리공법 개요도	240
【그림 9-14】 강재의 부식과정 및 원리	244
【그림 9-15】 도막두께 부족으로 인한 부식발생	245
【그림 9-16】 탄소 아아크 가우징 장치도	261
【그림 9-17】 탄소 아아크 가우징 보수 상세도	261
【그림 9-18】 용접부 변형의 대표적인 예	264
【그림 9-19】 용접부 형상에 따른 변형 차이점	265
【그림 9-20】 미리 변형을 준 용접 이음부의 형상	266
【그림 9-21】 변형 방지 JIG를 사용한 용접부의 강제 구속	266
【그림 9-22】 용접부 변형 방지를 위한 용접 순서	267
【그림 9-23】 접착제 적용	279
【그림 9-24】 유지관리 흐름도	289
【그림 9-25】 상태평가 현황도 및 주요손상 위치도	294

제1장

정밀안전진단 개요

1.1 과업의 목적

1.2 과업의 범위

1.3 과업수행 일정

1.4 대상시설물 현황

1.5 사용장비 및 시험기기 현황

1.6 교량기호의 정의

1.7 참고문헌

제1장 정밀안전진단 개요

1.1 과업의 목적

본 과업은 "시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법"(이하 "시설물안전법"이라 한다.)에 따른 정밀안전진단으로서 대상 시설물의 물리적·기능적 결함을 발견하고, 그에 대한 신속하고 적절한 조치를 하기 위하여 구조적 안전성과 결함의 원인 등을 조사·측정 및 결함상태를 점검하여 재해를 예방하고 시설물의 효용을 증진시켜 공공의 안전을 확보하는데 그 목적이 있다.

1.2 과업의 범위

1.2.1 시설물 개요(공간적범위)

- 1) 시설물명 : 장암교
- 2) 위 치 : 충청남도 공주시 석장리동
- 3) 제 원

구 조 형 식	연 장	폭	설계하중	준공년도	비 고
강박스거더교 (STB)	L = 280.0m	18.0m	DB-24 / DL-24	1995	

- 4) 대상시설물의 범위

구 분	구 조 형 식		비 고
주요 부재	상부구조	바닥판, 강박스거더	○
	하부구조	교대 및 교각, 기초	○
	반 침	교량 반침	○
	기타부재	신축이음, 배수시설, 난간, 연석, 교면포장	○
보조부재	2차부재	가로보 및 세로보	○

1.2.2 과업의 내용(내용적 범위)

- 1) 자료수집 및 분석

- 2) 현장조사 및 시험, 재하시험
- 3) 상태평가, 안전성평가 및 종합평가
- 4) 보수·보강 및 유지관리 방안 제시
- 5) 보고서 작성
- 6) 안전점검 편람 재정비 및 주요결함 일상점검매뉴얼 작성
- 7) 기타 발주기관이 필요하다고 요구하는 사항

1.2.3 과업기간(시간적 범위)

2021. 06. 03. ~ 2021. 09. 02. (착수일로부터 92일)

1.2.4 과업의 내용

【표 1-1】 과업의 내용

과업항목	지침상 기본과업	금회 과업 내용
자료 수집 및 분석	■ 설계도서 ■ 시설물관리대장 ■ 시공관련자료 ■ 안전점검·정밀안전진단 실시결과 자료 ■ 보수·보강이력 검토·분석	■ 좌동
현장조사 및 시험	■ 전체부재의 외관조사 및 외관조사망도 작성 ■ 현장 재료시험 등 - 콘크리트 시험 - 비파괴강도(반발경도시험, 초음파전달 속도시험) - 철근탐사(배근상태, 피복두께) - 콘크리트 탄산화 깊이 측정 - 콘크리트 염화물 함유량 - 콘크리트 균열깊이 조사 - 강재 맞대기 이음부 초음파탐상시험	■ 좌동

【표 1-1】 과업의 내용(계속)

과업항목	지침상 기본과업	금회 과업 내용
상태평가	■ 외관조사 결과분석 ■ 현장시험 및 재료시험 결과분석 ■ 콘크리트 및 강재 등의 내구성 평가 ■ 부재별 및 시설물 전체의 상태평가 결과에 대한 소견	■ 좌동
안전성평가	■ 조사, 시험, 측정 결과의 분석 ■ 기존의 구조계산서 또는 안전성평가 자료 검토·분석 ■ 내하력 및 구조 안전성평가 ■ 시설물의 안전성평가 결과에 대한 소견	■ 좌동
종합평가	■ 시설물의 종합평가 결과에 대한 소견 ■ 안전등급 지정	■ 좌동
보수·보강방안	■ 보수·보강 방법 제시	■ 좌동
보고서작성	■ CAD 도면 작성 등 보고서 작성	■ 좌동

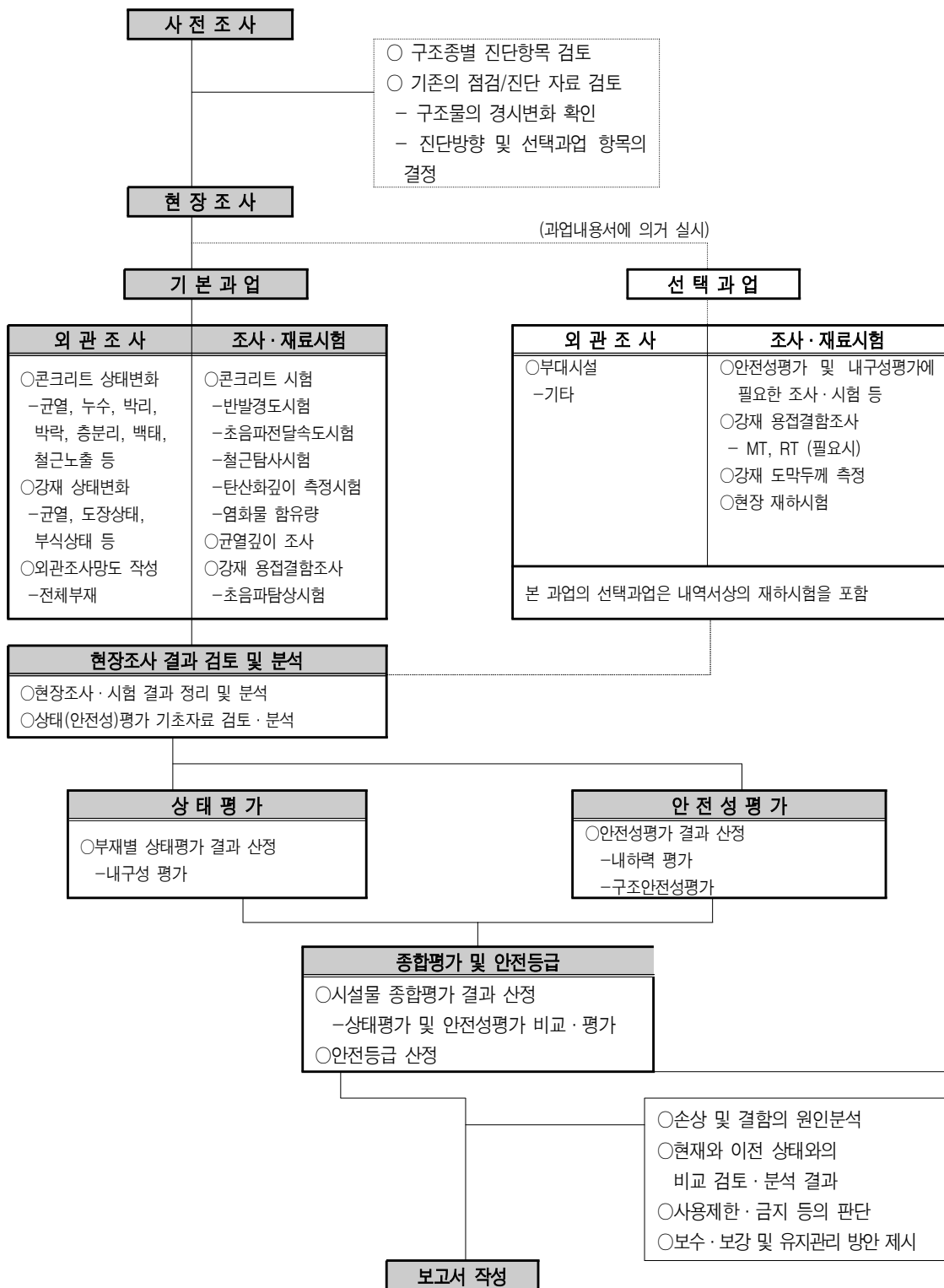
주) 시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침-안전점검·진단편 (2019.09, 국토교통부/한국시설안전공단)

【표 1-2】 선택과업의 내용

과업항목	지침상 기본과업	금회 과업 내용	검토 결과
자료 수집 및 분석	■ 구조·수리·수문 계산(계산서가 없는 경우) ■ 실측도면 작성(도면이 없는 경우)	■ 해당없음 ■ 해당없음	—
현장조사 및 시험	■ 시료채취 및 실내시험 ■ 지형, 지질, 지반조사 및 탐사, 토질조사 ■ 조사용 접근장비 운용 ■ 기본과업 범위를 초과하는 강재 비파괴시험 ■ 기타 관리주체의 추가 요구 및 안전성평가 등에 필요한 조사·시험	■ 발주기관과 협의 ■ 해당없음 ■ 조사용 접근장비 운용 ■ 해당없음 ■ 해당없음 ■ 재하시험 실시	재하시험, 접근장비 운용은 비용반영
안전성평가	■ 구조해석 ■ 구조안전성 평가 등 전문기술을 요하는 경우의 전문가 자문 ■ 내진성능 평가 및 사용성 평가 ■ 임시 고정하중에 대한 안전성 평가	■ 구조해석 실시 ■ 해당없음 ■ 해당없음 ■ 해당없음	구조해석 비용반영
보수·보강방안	■ 시설물 유지관리 방안 제시	좌동	상이사항 없음

1.3 과업수행 일정

1.3.1 과업수행절차



【그림 1-1】 과업수행 흐름도

1.3.2 과업수행 일정

과업의 세부수행 기간 및 공정표는 다음과 같다.

【표 1-3】 과업수행 공정표

공 종		2021년				비고
		6월	7월	8월	9월	
1. 사전조사						•착수 21.6.3
1) 자료수집 및 분석						
2) 현장답사						
3) 조사계획 수립						
2. 현장조사 및 시험						
1) 상세외관조사						
2) 내구성조사						
3. 조사자료 정리/분석						
4. 상태평가						
5. 안전성평가						
1) 구조해석						
2) 재하시험						
6. 내진성능평가						
7. 종합평가 및 안전등급 지정						
8. 보수보강 및 유지관리 방안 제시						
9. 최종보고서 작성 및 성과품 제출						
공정율 (%)	월 간	100.00				
	누 계	100.00				

1.4 대상시설물의 현황

1.4.1 시설물 현황

장암교는 공주시 석장리동에 위치한 국도32호선 교량이며 주요현황은 아래와 같다.

【표 1-4】 장암교 현황

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		장암교		시설물번호		BR1995-0000209	
준공년월일		1995년 12월 30일		관리번호		320-020	
시설물위치		충청남도 공주시 석장리동					
설계하중		DB-24 / DL-24		노선명(이정)		국도32호선	
제원	연장	L = 40+4@50+40 = 280.0m(6경간)					
	폭	B = 18.0m(왕복 4차선)					
구조 형식	상부	강박스거더교(STB)		기초 형식	교대	직접기초	
	하부	교대 : 역T형, 교각 : π 형			교각	강관파일기초(P1~P4) 직접기초(P5)	
교량받침		포트받침		신축이음		A1 굴절조인트(Refraction Joint), A2 핑거조인트(Finger Type Joint)	
교차시설물		석장리길 횡단		통과높이		-	
부착시설물		통신관로, 점검통로, 조명시설, 경관시설이 추가적으로 부착되어 있음					
							
상부전경				측면전경			

1.4.2 시설물 상세 현황

- 1) 장암교는 1995년 준공된 강박스거더교로 국도32호선 충청남도 공주시 석장리동에 위치해 있다. 경간장 280.00m의 6경간($40+4@50+40=280.0\text{m}$)으로 구성되어 있고, 하부구조는 역T형 교대(2기), π 형 교각(5기)으로 시공되어 있다.
- 2) 교량의 형하공간에 대한 사항으로 석장리길을 횡단하고 있다.



【그림 1-2】 장암교 상세현황

1.5 사용장비 및 시험기기 현황

본 과업 수행을 위해 사용된 측정 장비는 다음 표와 같다.

【표 1-5】 사용장비 및 시험기기

장 비 명	규 격	용 도	장비사진	비 고
균열 측정기	PEAK	■ 균열폭의 크기와 길이를 확대렌즈를 통해 육안으로 확인		성적서첨부
반발경도 측정기	NR식	■ 약 3cm 간격에 20회 정도 타격하여 그 값의 평균치를 구함		성적서첨부
철근 탐사기	NJJ-105	■ 한쪽방향으로 이동하여 철근의 위치를 액정화면을 통해 측정		성적서첨부
초음파속도 측정기	PUNDIT7	■ 송신자와 수신자를 통해 건전부와 불 건전부의 초음파 진행속도의 차이로 측정		성적서첨부
탄산화 시험기	-	■ 페놀프탈레인 용액 1%를 분사하여 대비되는 색깔로 pH양을 측정		
그라인더	DAG-100SP	■ 반발경도 시험 및 초음파 강도 시험을 실시하기 전 콘크리트 면처리		
내·외측캘리퍼 (버니어캘리퍼스)	HANDO	■ 탄산화깊이 측정시 정밀한 측정을 위해 사용		성적서첨부
해머드릴	GVH 36	■ 탄산화를 위한 드릴링 및 들뜸부 파취를 위해 조사		
피막두께측정기	elcometer	■ 도장두께 측정을 위해 사용		성적서첨부
초음파두께측정기	T-GAGEIV	■ 강재두께 측정을 위해 사용		성적서첨부

※ 그 외 LED랜턴, 망원경, 점검망치, 디지털거리측정기, 줄자 등 사용

1.6 교량기호의 정의

본 과업을 수행하기 위하여 사용한 구조부재의 종류 및 위치 등에 관련된 교량 기호 정의 및 표기방법은 <표 1.4>과 같다.

【표 1-6】 교량기호의 정의

구 조 구 분	사 용 기 호	비 고
경 간	S	Span
교 대	A	Abutment
교 각	P	Pier
받침장치	Sh	Shoe (Bearing)
신축이음장치	Exp.	Expansion Joint
시공조인트	CJ	Construction Joint
주형	G	GIRDER
가로보	CB	Cross Beam

* 거더, 받침장치의 우측은 시점에서 교량을 바라보았을 때 오른쪽 부분을 나타냄.

ex 1)

S4 G3~4 CB1~2

가로보 1번과 2번 사이

거더 3번과 4번 사이

시점에서 교량을 바라보았을 때
4번째 경간

A1 - Sh4

시점에서 종점을 바라보았을때 좌측에서 4번째 받침장치

시점에서 종점을 바라보았을때 첫 번째 교대



1.7 참고문헌

- 1) 시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법 (국토교통부, 2018. 08. 14)
- 2) 시설물의 안전 및 유지관리 실시 등에 관한 지침 (국토교통부 2019. 9)
- 3) 도로교설계기준 (국토교통부, 2010, 2012)
- 4) 콘크리트 표준시방서 (국토교통부, 2009)
- 5) 콘크리트 구조기준 (국토교통부, 2012)
- 6) 콘크리트 구조물의 균열, 누수 보수·보강 전문 시방서 (건설교통부, 1999. 12)
- 7) 콘크리트 내구성 평가절차 수립 (국토교통부, 1999. 12)
- 8) 콘크리트구조물의 비파괴검사에 의한 진단시험 기준연구 (한국시설안전공단, 1997. 12)
- 9) 강도로교 상세부 설계지침 (국토교통부, 2006)

제2장

자료수집 및 분석

2.1 자료수집

2.2 자료분석

제2장 자료수집 및 분석

2.1 자료수집

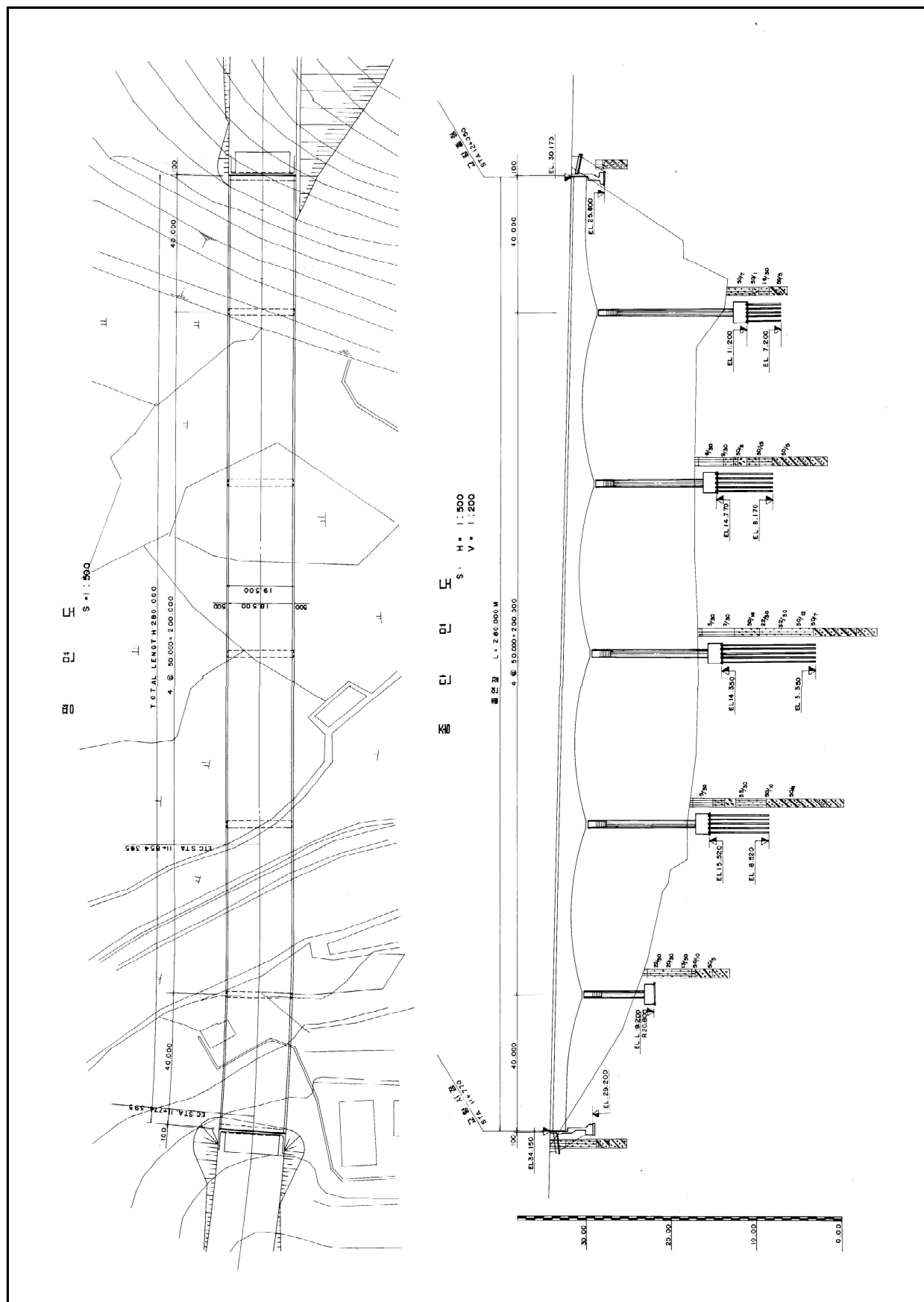
2.1.1 개 요

본 과업에 대한 자료조사는 시설물의 설계, 시공 및 유지관리 관련 자료 및 주변현황 자료로 구분되며 수집된 자료에 대한 분석을 통하여, 첫째로 과업수행의 전체적인 추진방향과 계획을 수립하고, 둘째로 구조물의 이력 확인, 결함 및 손상의 원인분석, 손상의 변화 및 진행성 여부, 보수·보강 대책 및 유지관리방안을 수립하기 위한 기초자료로 활용하였으며, 자료수집 현황은 다음과 같다.

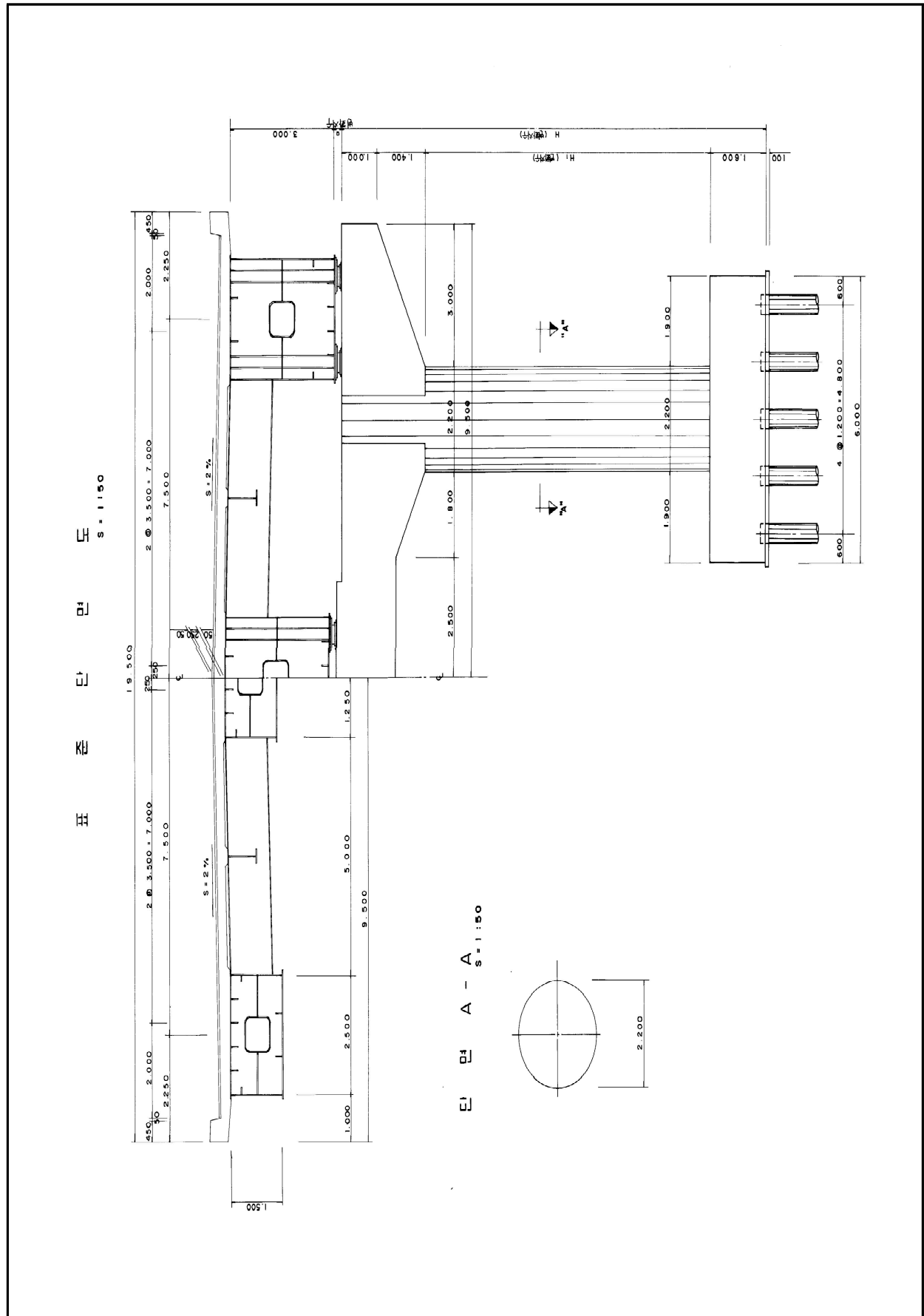
【표 2-1】 자료수집 현황

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비 고
설계도서	■ 공통 - 준공내역서 - 공사 및 특별시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	보유 보유 보유 보유 보유	FMS
	■ 설계도면 - 위치도, 평면도, 단면(종·횡), 상부·하부 구조물도, 거더상세도, 신축이음, 교량받침상세도	보유	FMS
시 설 물 관리대장	■ 기본현황 ■ 상세제원 ■ 유지관리 이력	보유 보유 보유	FMS
시공관련 자 료	■ 시공관련자료 ■ 품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험기록 - 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측자료 ■ 사고기록	보유 보유 보유 보유 보유	온통시스템
안전점검 및 정밀안전진단 자료		보유	FMS
보수·보강자료		보유	

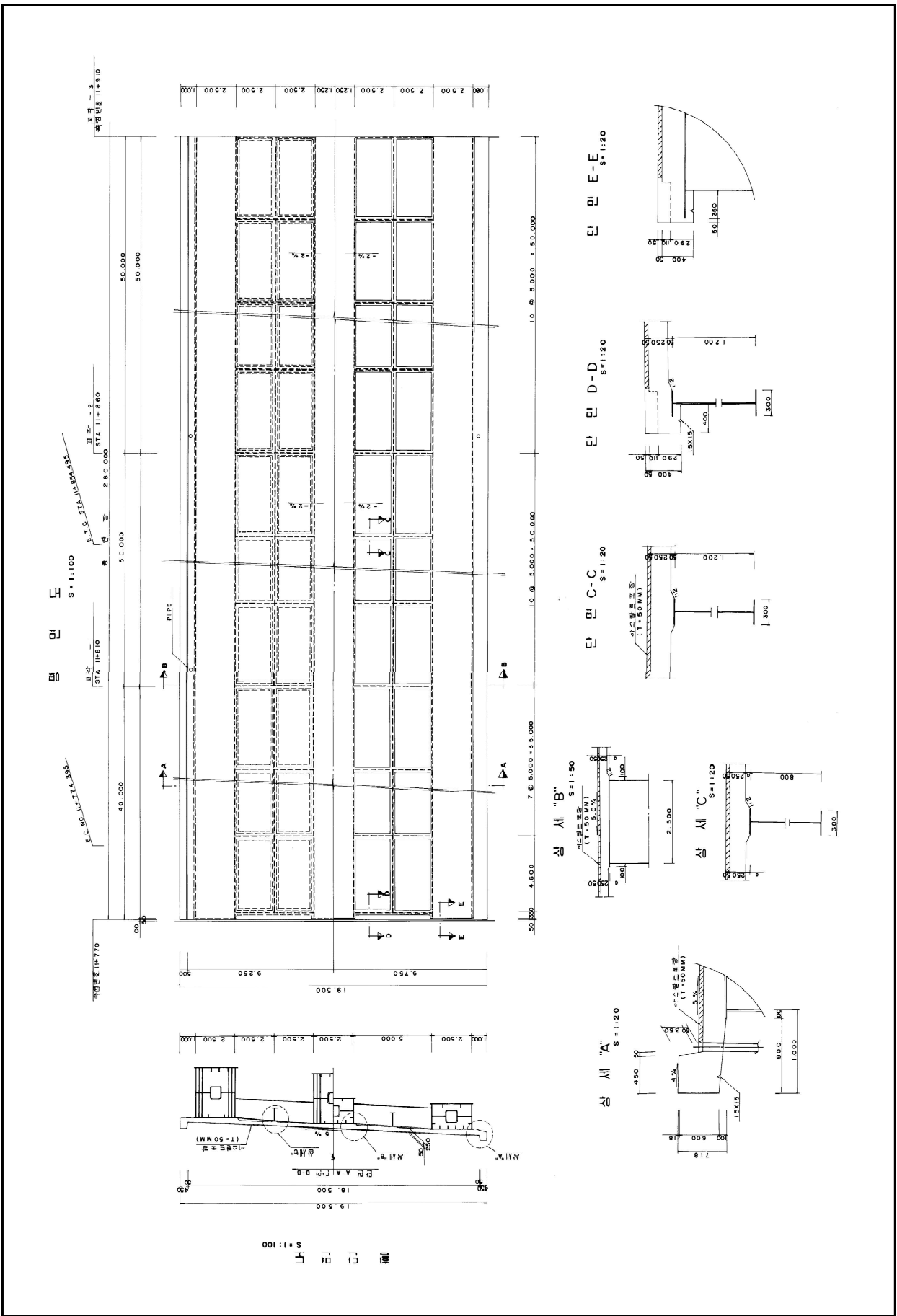
2.1.2 관련도면

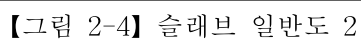


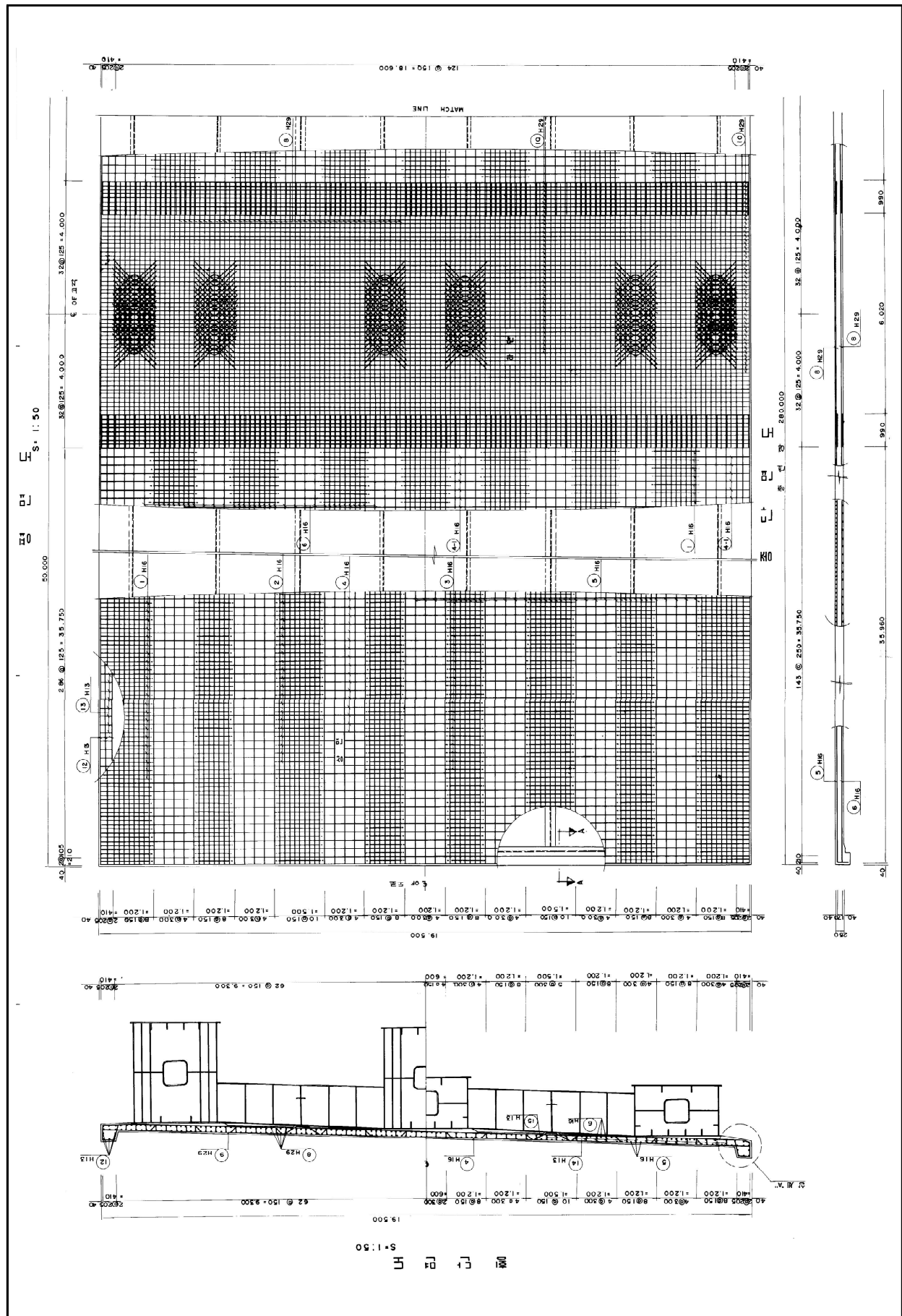
【그림 2-1】 중·평면도



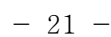
【그림 2-2】 표준단면도

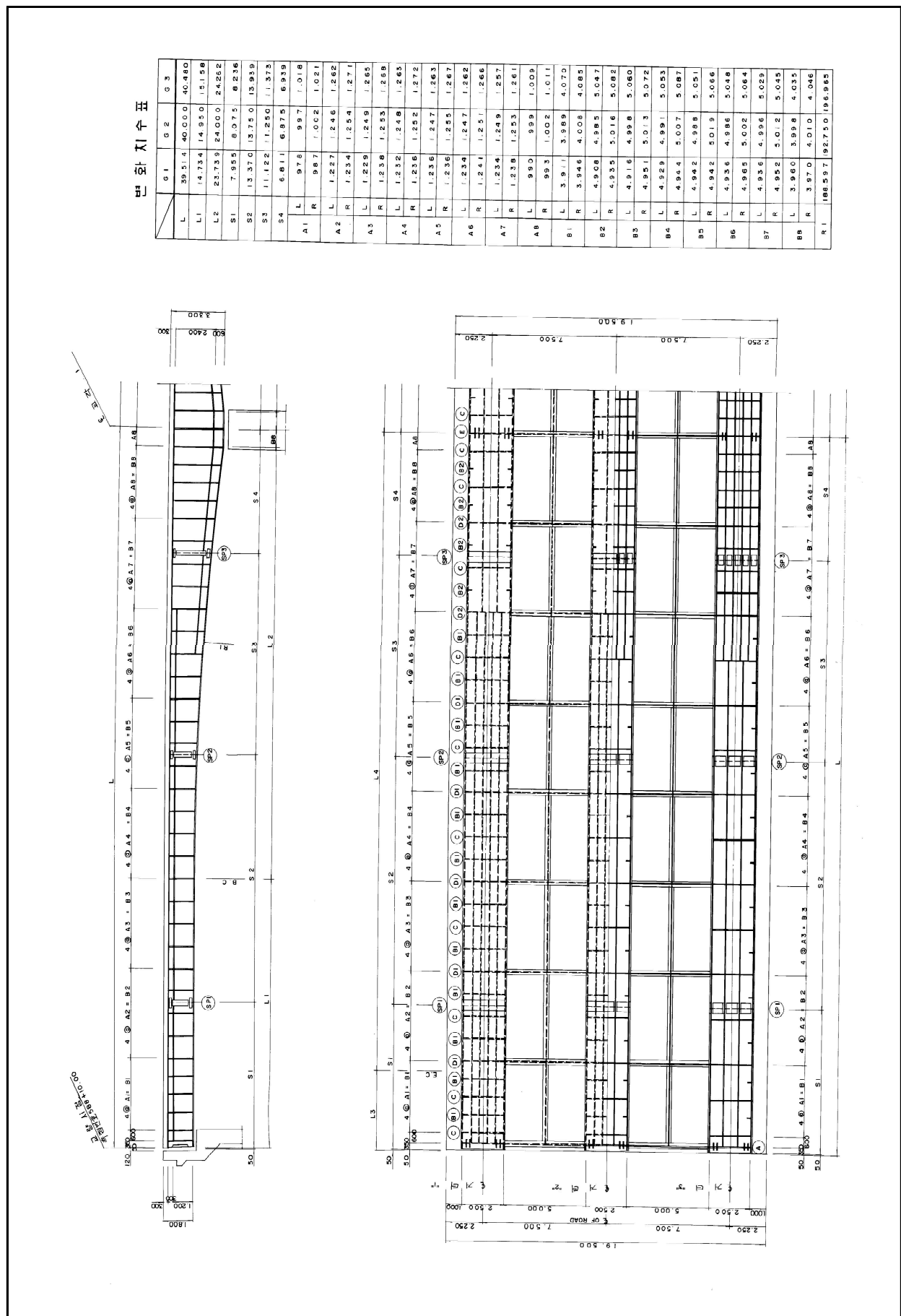






【그림 2-5】 슬래브 배근도 1

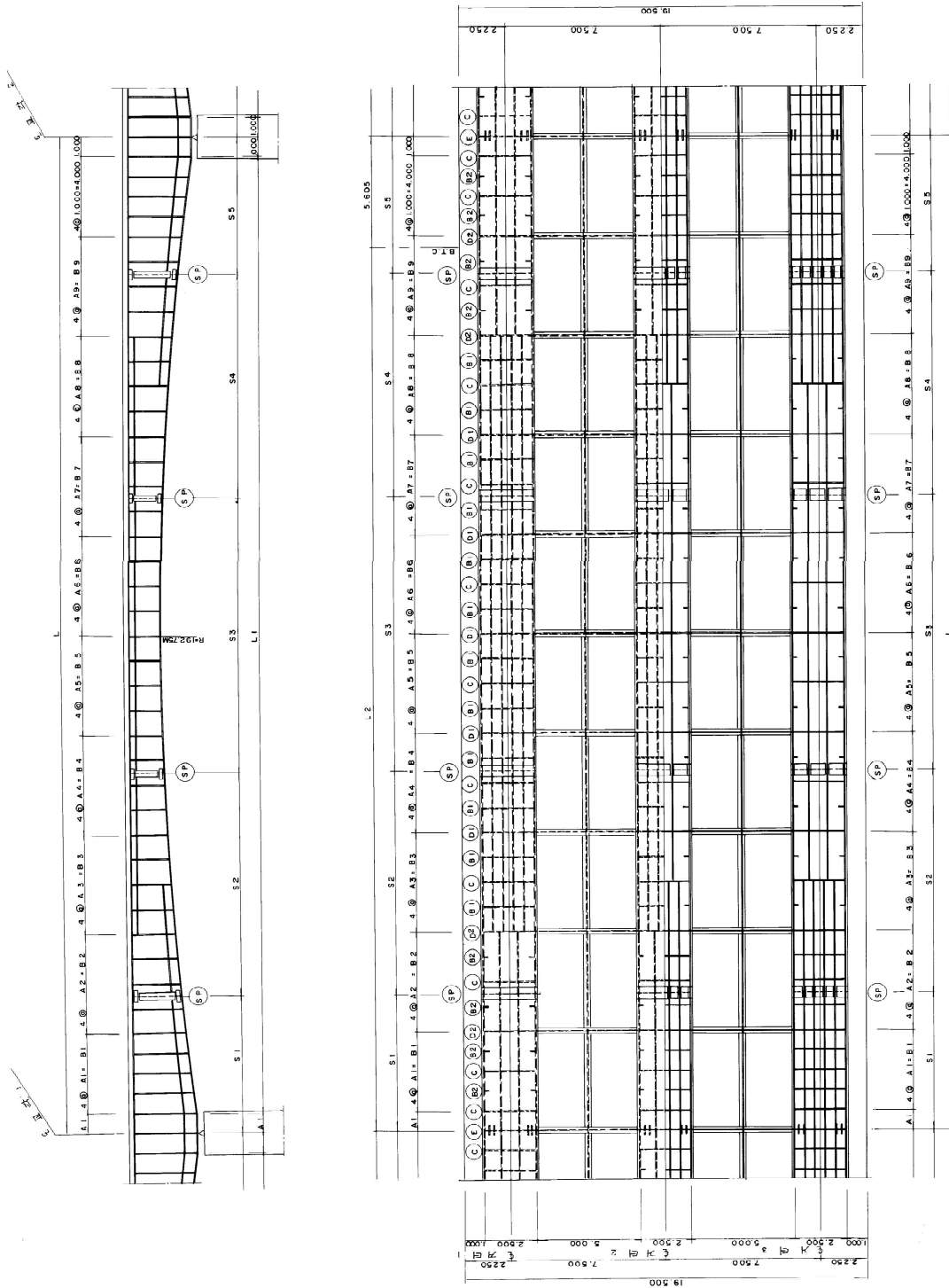




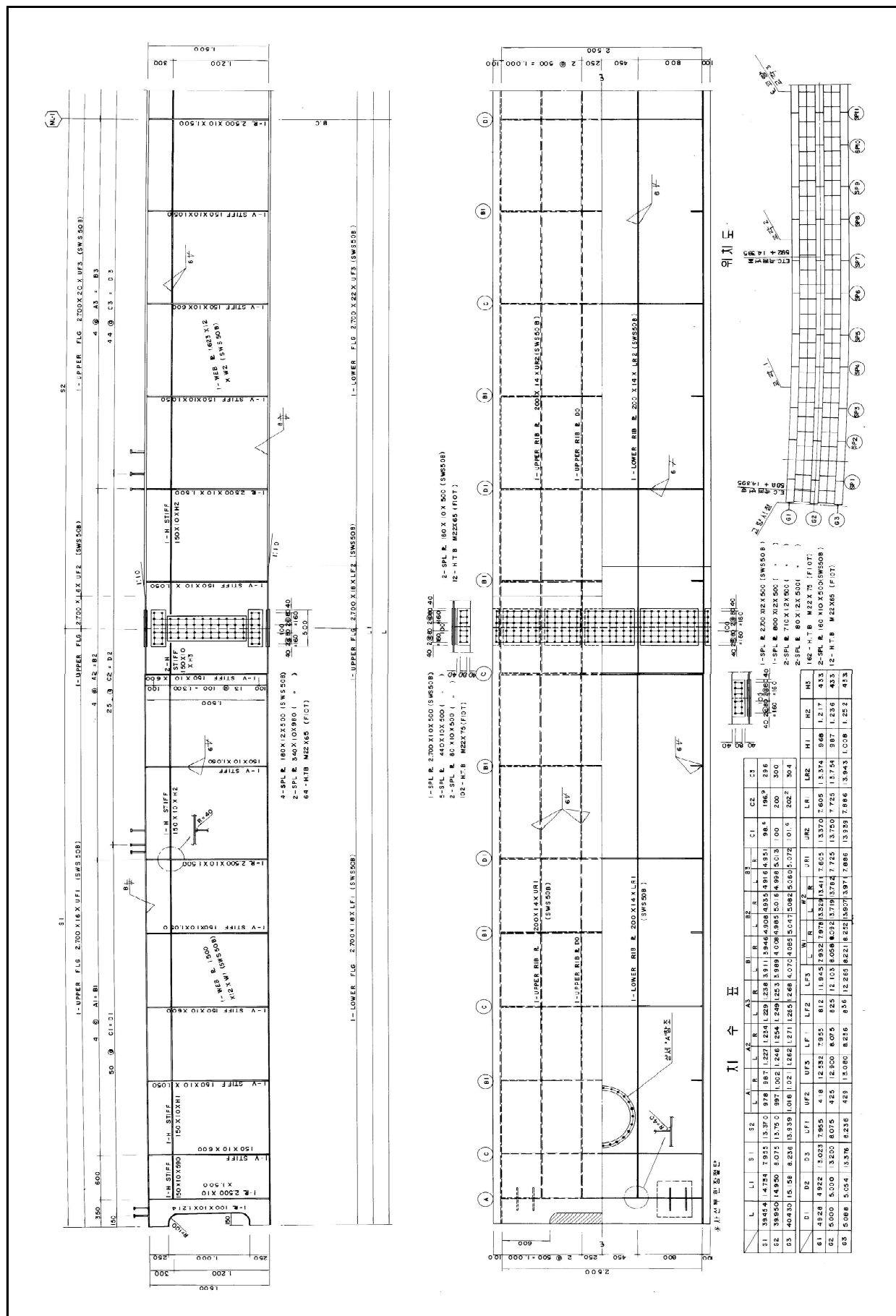
【그림 2-7】 강상형 일반도 1

변화지수표

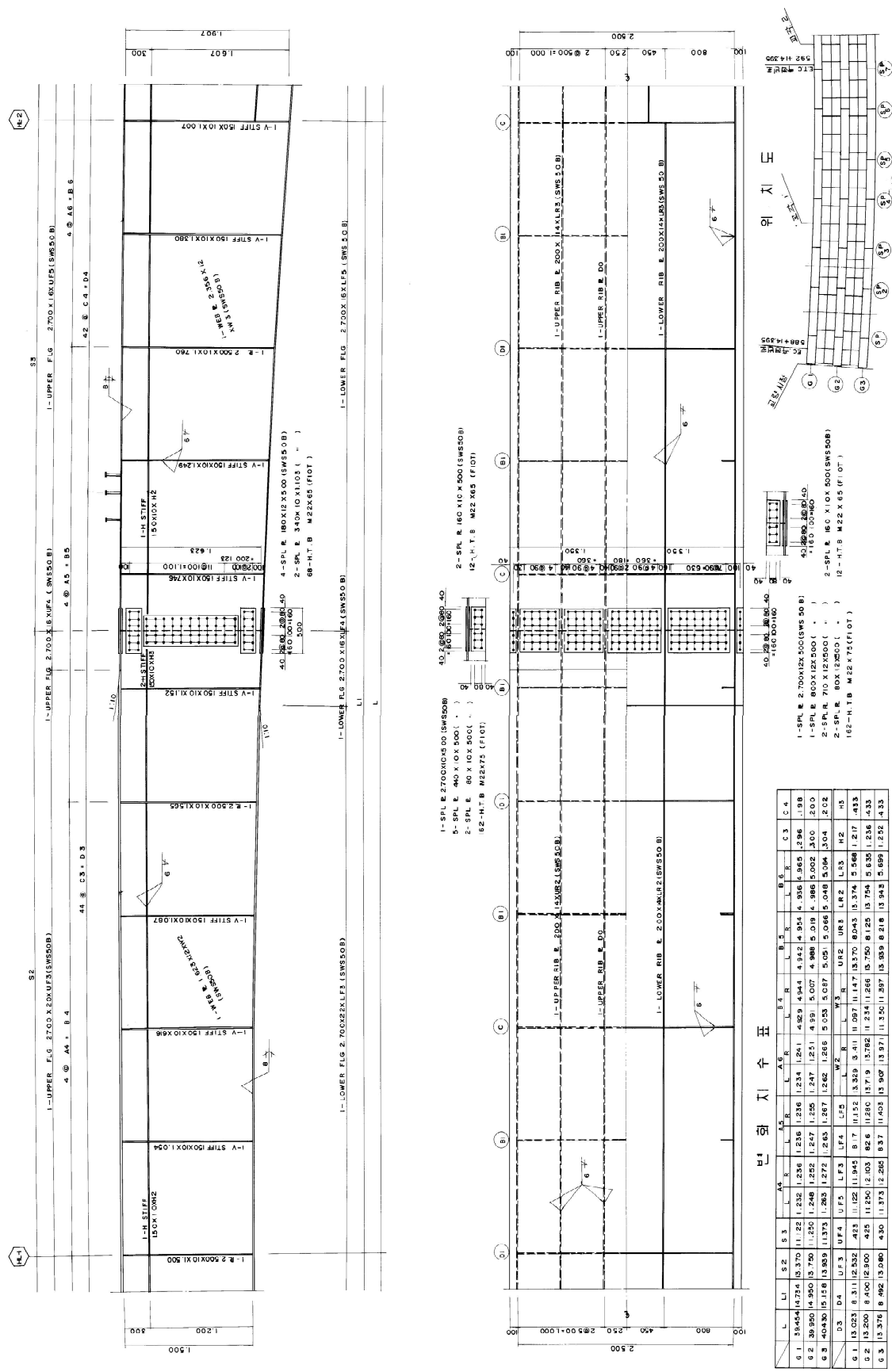
	61	62	63
L	48.519	50.000	50.598
L1	47.656	48.000	48.180
S1	6.830	6.875	6.927
S2	11.183	11.250	11.316
S3	13.705	13.750	13.794
S4	11.228	11.250	11.275
S5	6.875	6.875	6.875
A1	992	999	1.008
R	993	1.000	1.008
A2	1.241	1.248	1.256
R	1.244	1.252	1.260
A3	1.240	1.248	1.256
R	1.244	1.252	1.260
A4	1.244	1.248	1.255
R	1.244	1.252	1.255
A5	1.244	1.249	1.255
R	1.247	1.251	1.255
A6	1.244	1.248	1.251
R	1.248	1.251	1.255
A7	1.247	1.249	1.251
R	1.248	1.251	1.255
A8	1.248	1.249	1.251
R	1.248	1.251	1.255
A9	1.247	1.250	1.251
R	1.249	1.250	1.251
B1	3.969	3.995	4.031
R	3.971	4.002	4.033
B2	4.982	4.993	5.024
R	4.977	5.008	5.040
B3	4.959	4.981	5.024
R	4.975	5.007	5.039
B4	4.975	4.995	5.020
R	4.975	5.005	5.036
B5	4.974	4.995	5.022
R	4.989	5.001	5.022
B6	4.974	4.984	5.005
R	4.990	5.005	5.021
B7	4.989	4.996	5.004
R	4.990	5.004	5.020
B8	4.990	4.997	5.005
R	4.990	5.003	5.019
B9	4.988	4.999	5.002
R	4.994	5.001	5.003
R1	19.160	19.750	19.191



【그림 2-8】 강상형 일반도 2

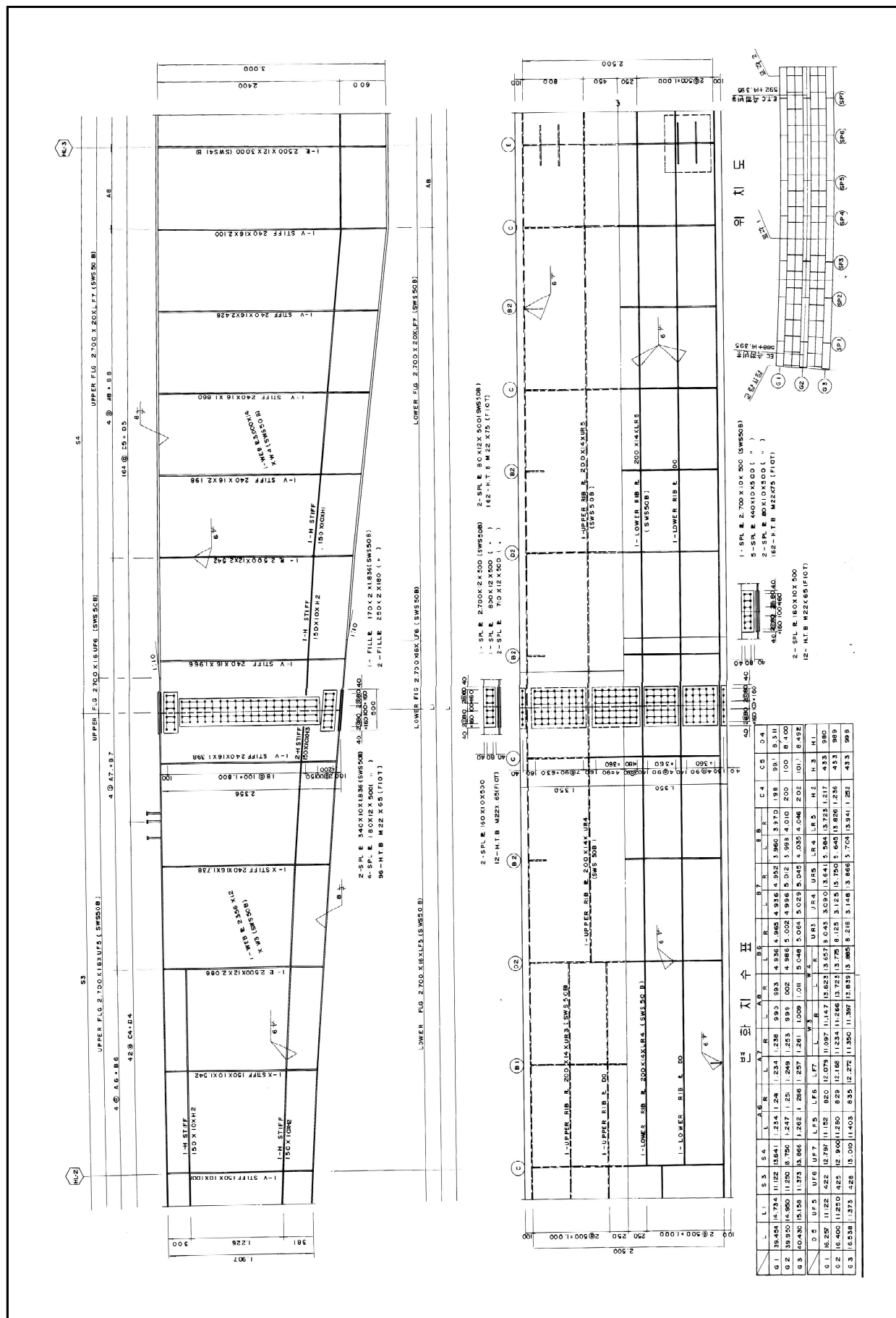


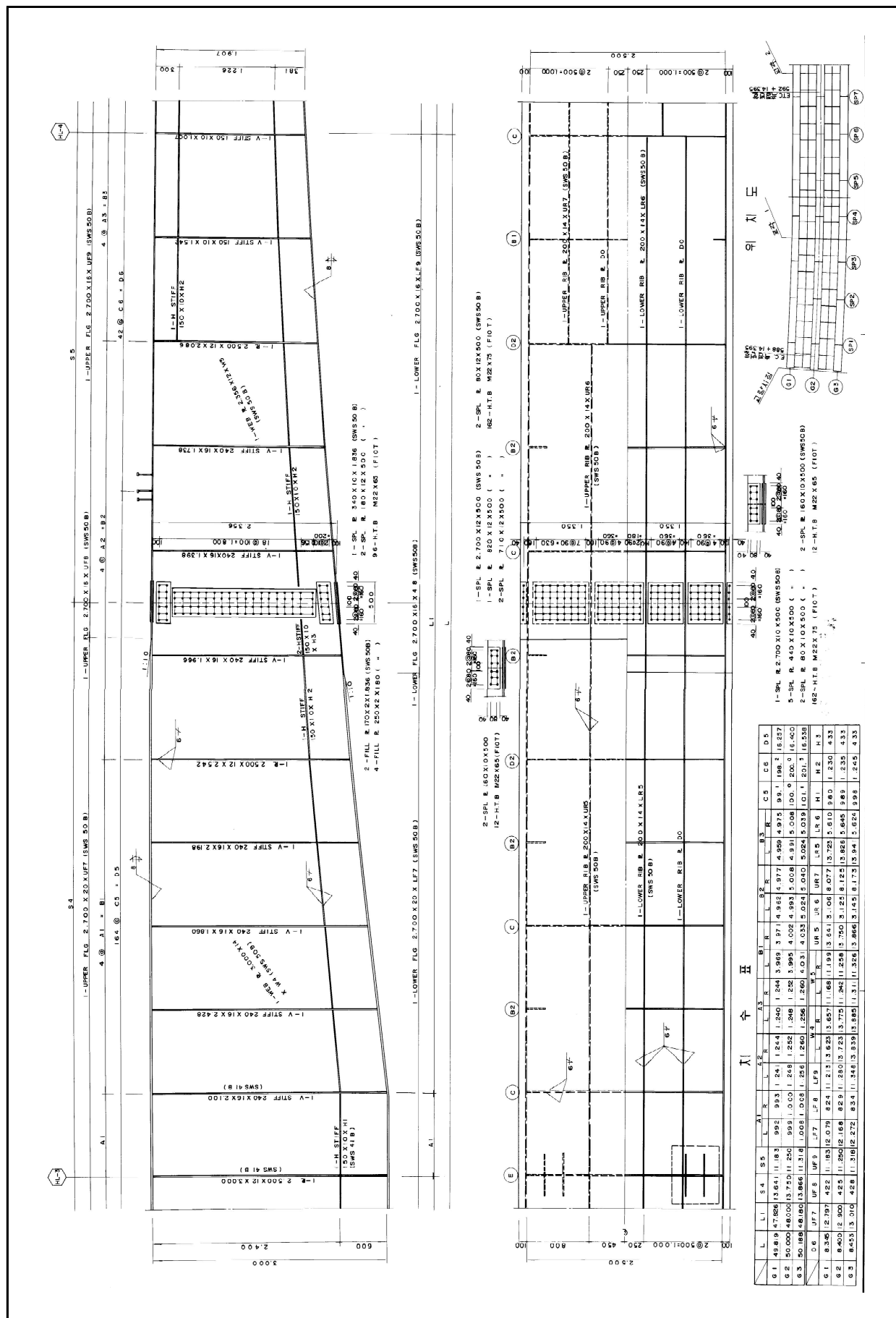
【그림 2-9】 강상형 상세도 1



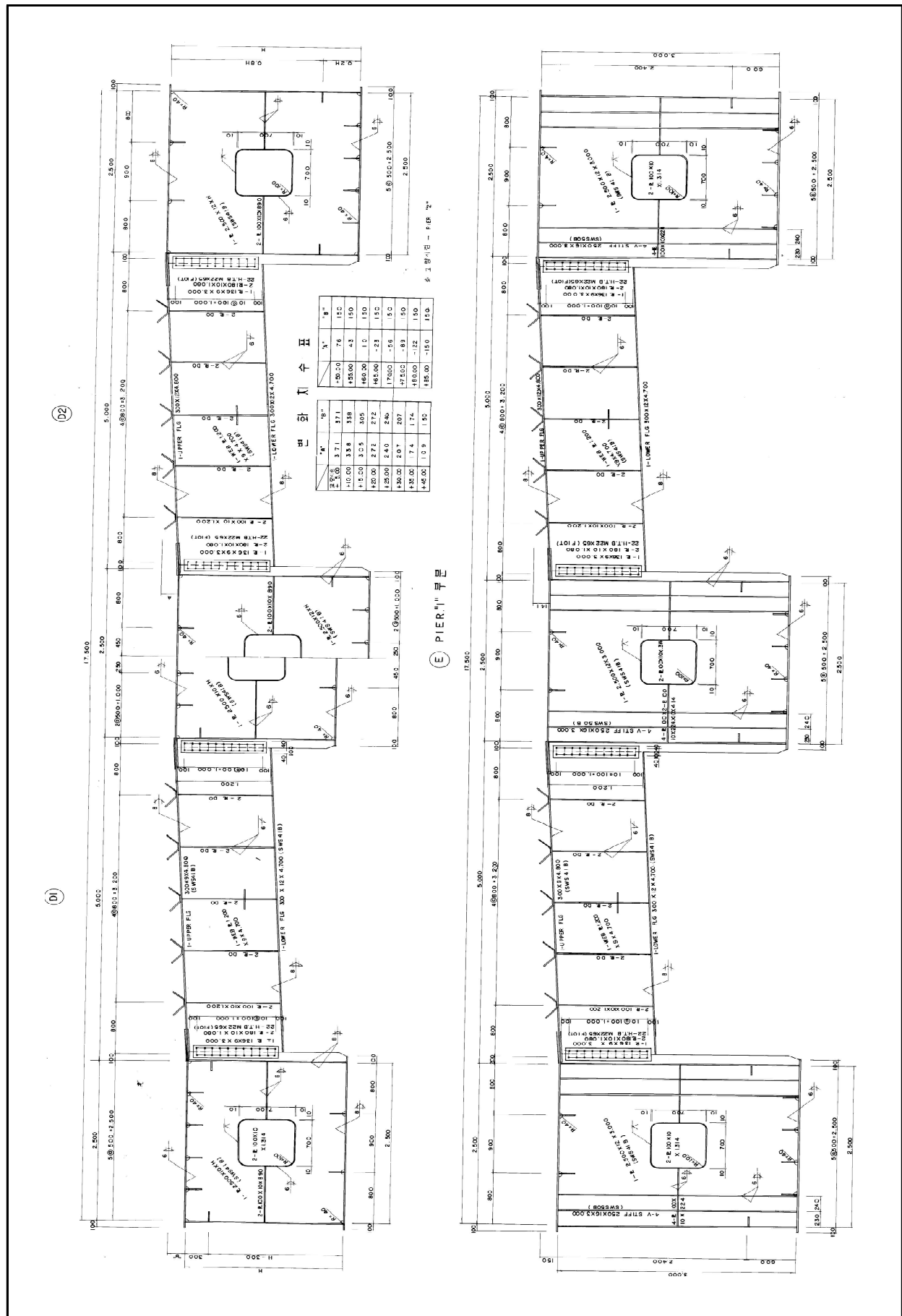
【그림 2-10】 강상형 상세도 2

【그림 2-11】 강상형 상세도 3



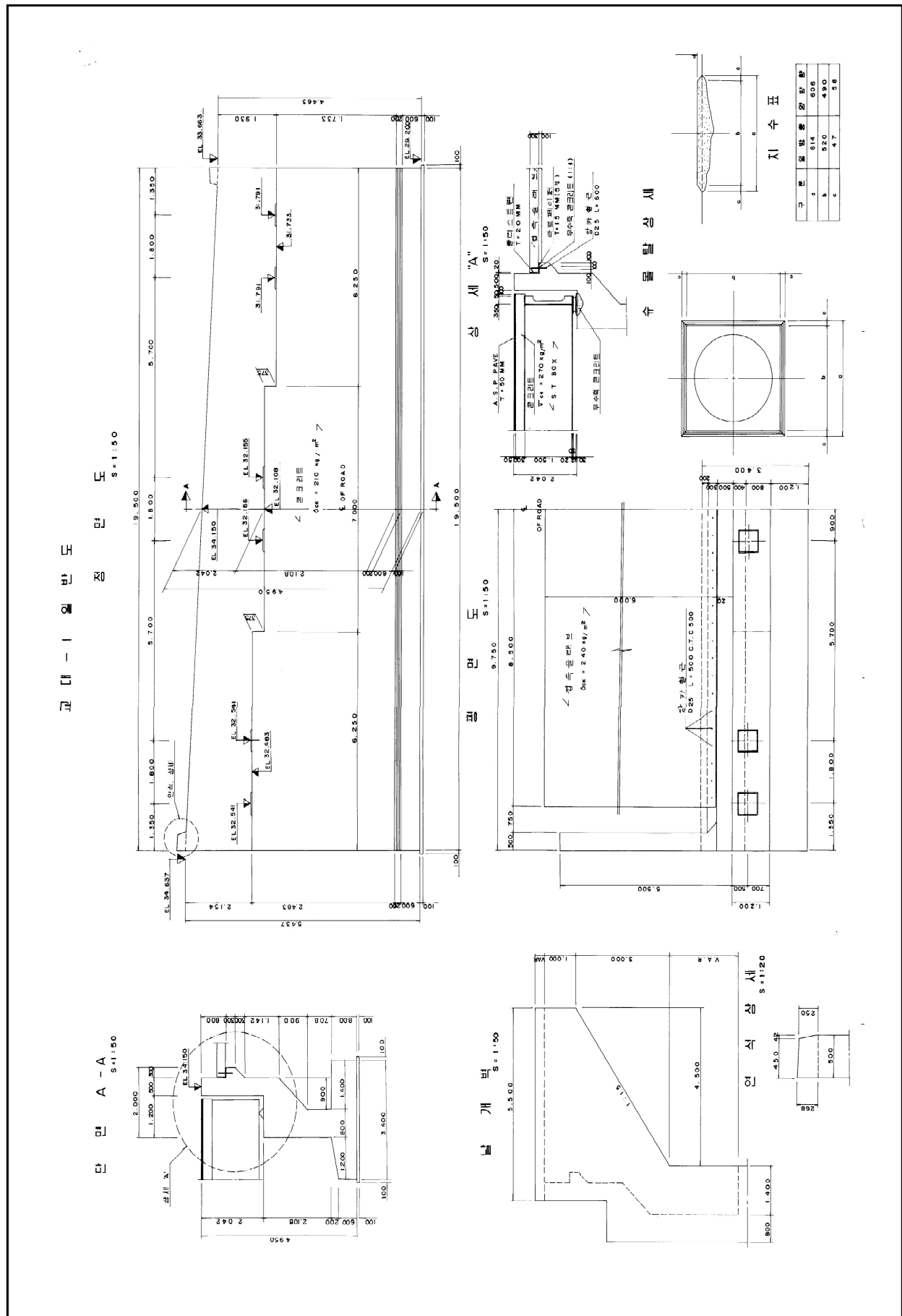


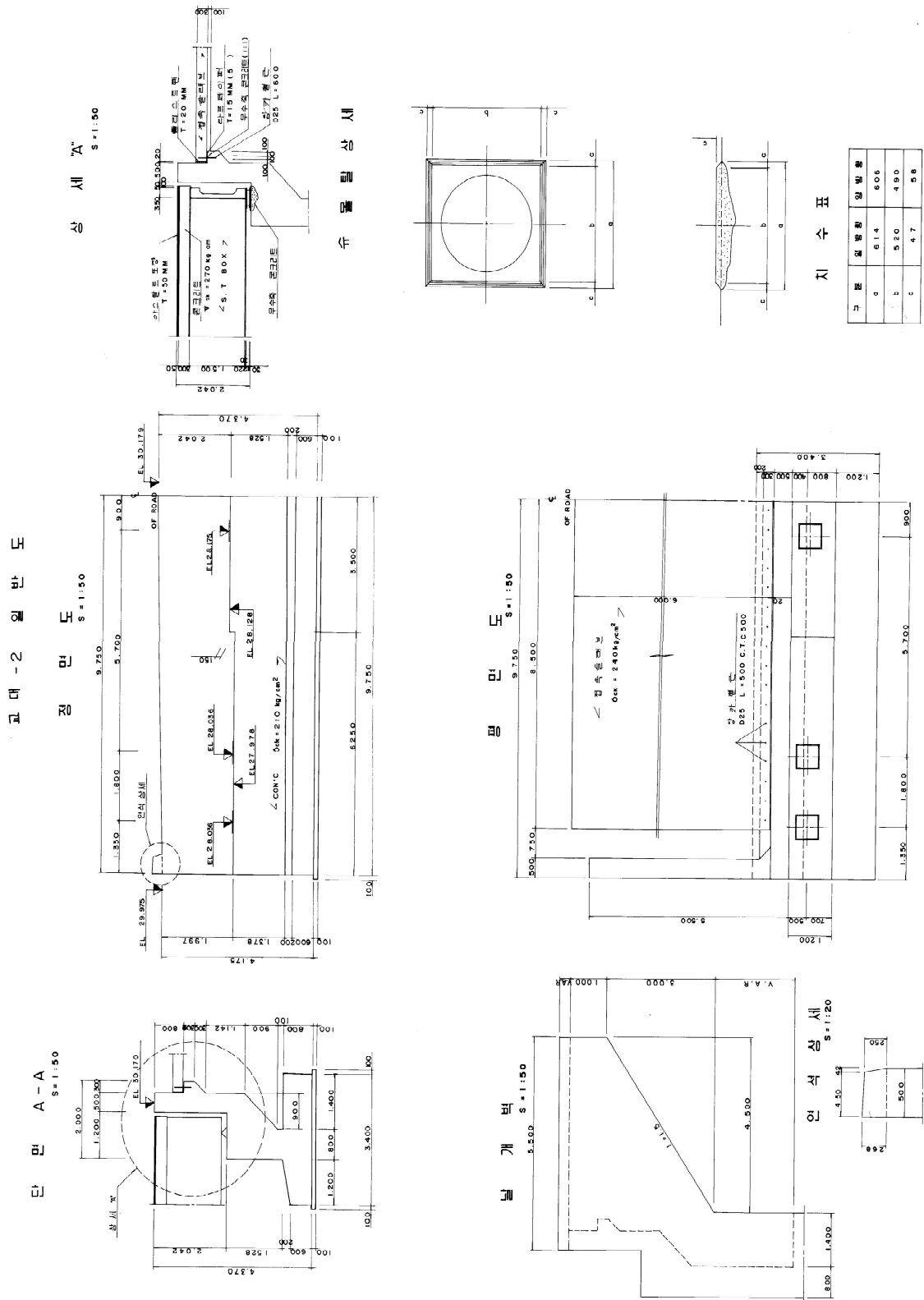
【그림 2-12】 강상형 상세도 4



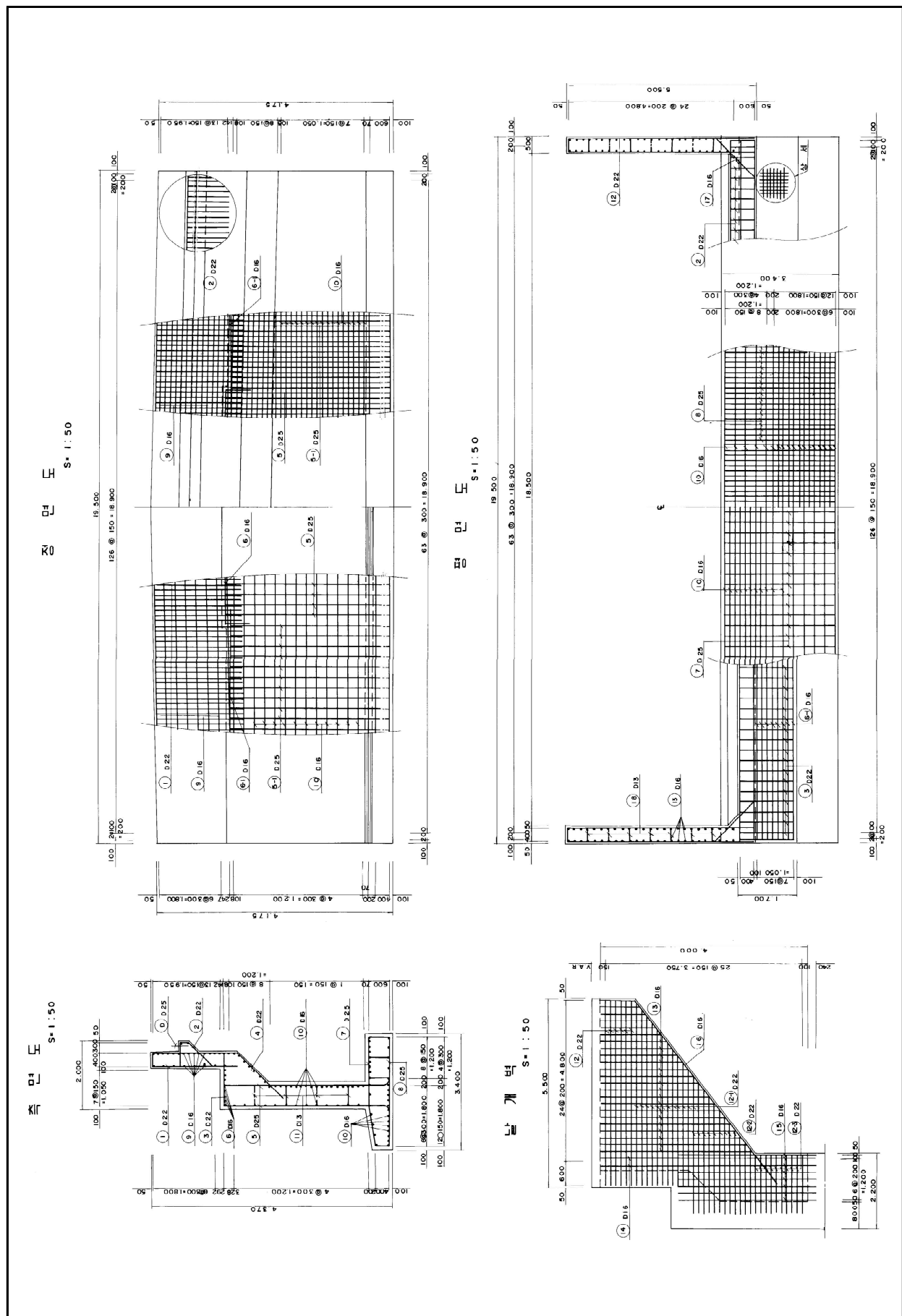


【그림 2-14】 강상형 상세도 6



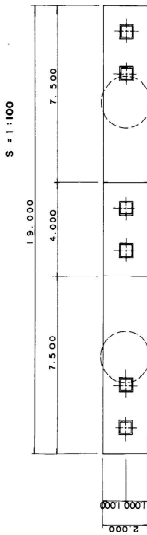


【그림 2-16】 교대(A2) 일반도



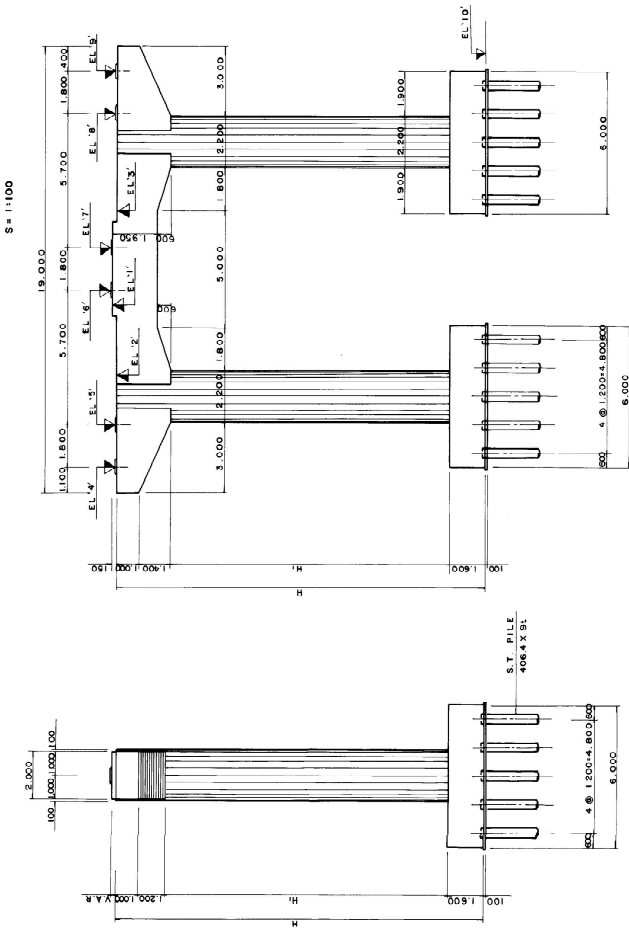
【그림 2-17】 교대(A2) 배근도

평면도 (P1-P5)

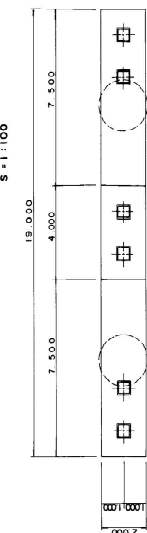


정면도

S=1:100

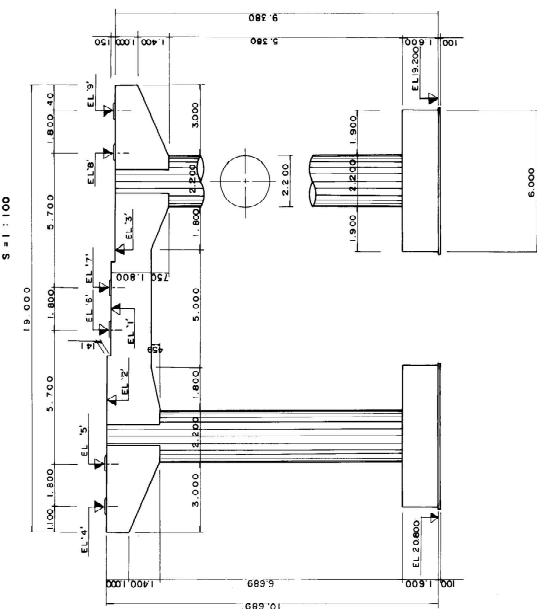


평면도 (P1)



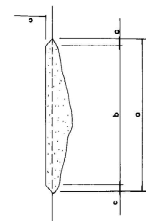
정면도

S=1:100



수. 불탈상세

S=1:10

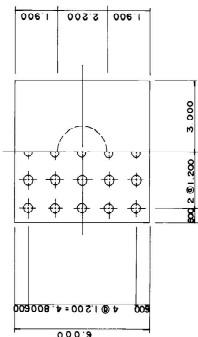


치수표

구분	외경	내경	높이	중심
a	7.4	7.5	6.82	
b	6.9	6.9	5.82	
c	2.7	3.0	5.1	

구조 평면도

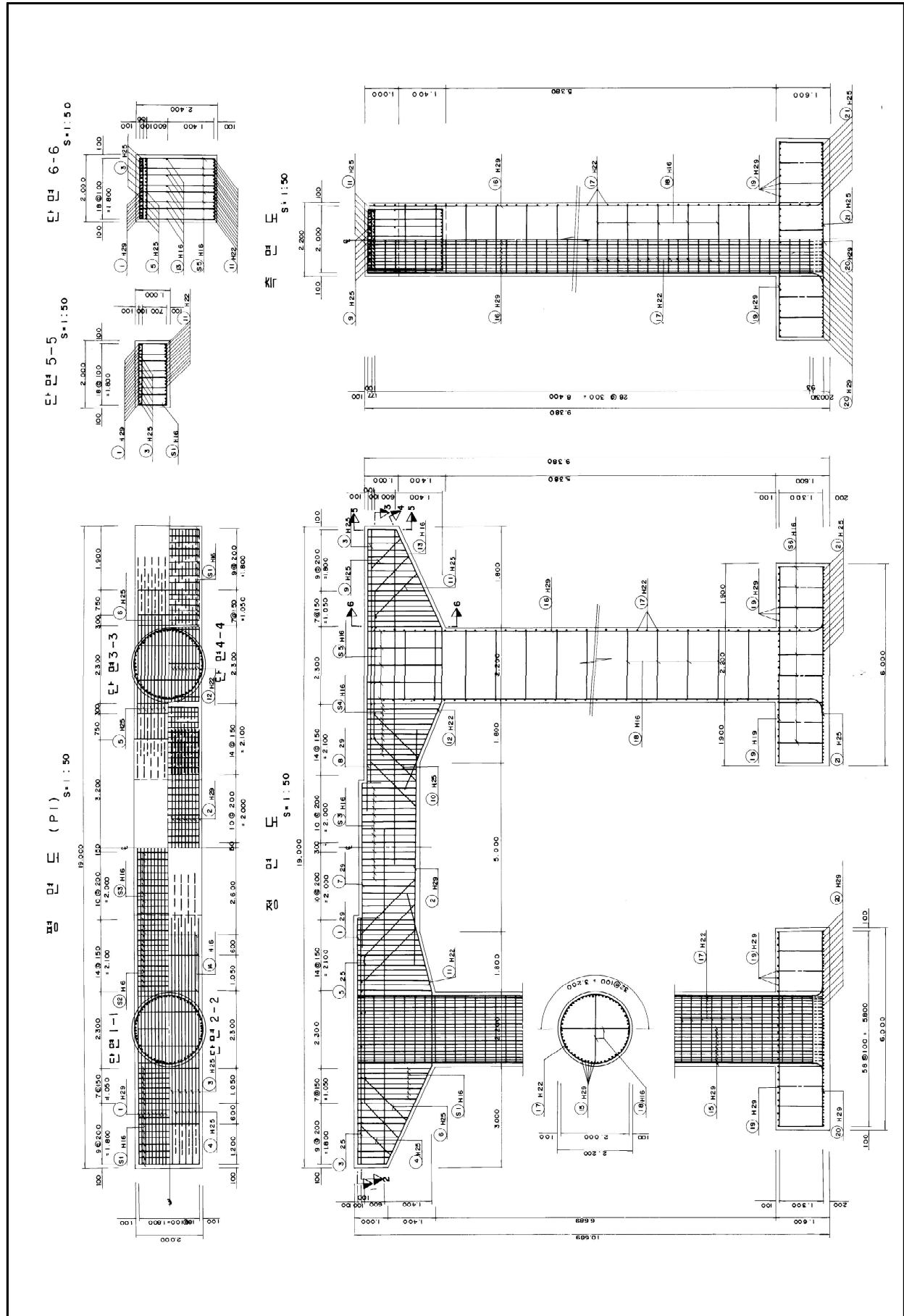
S=1:100



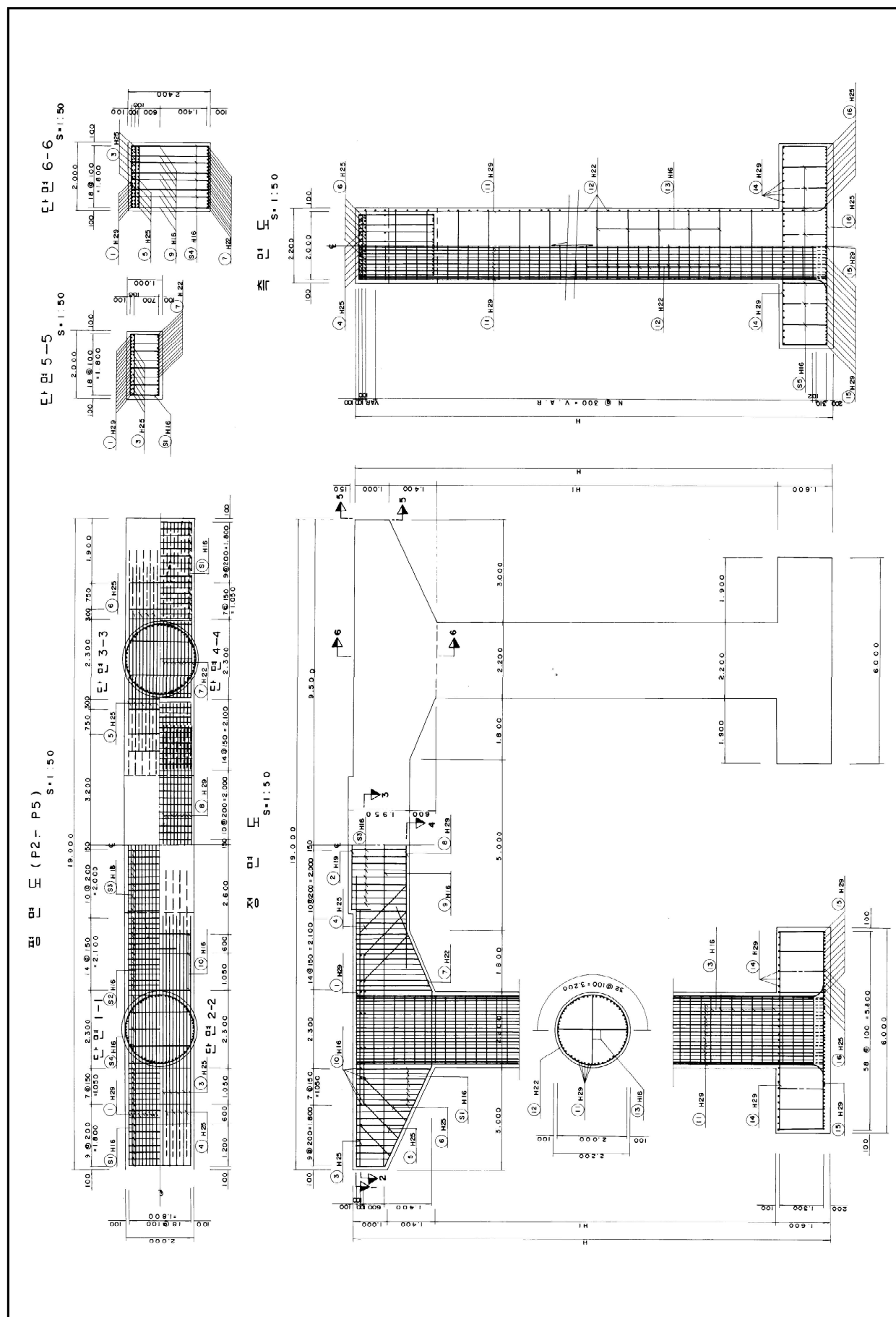
EL 및 변화치수표

구분	H	H1	EL1	EL2	EL3	EL4	EL5	EL6	EL7	EL8	EL9	EL10
P1	-	-	30.039	30.180	29.889	30.210	30.210	30.069	30.066	29.919	29.919	-
P2	13.659	9.659	29.329	29.179	29.179	29.209	29.209	29.359	29.359	29.209	29.209	15.520
P3	14.118	10.118	28.618	28.468	28.468	28.495	28.495	28.645	28.645	28.495	28.495	14.350
P4	12.987	8.987	27.907	27.757	27.757	27.787	27.787	27.937	27.937	27.787	27.787	14.770
P5	15.847	11.847	27.197	27.047	27.047	27.077	27.077	27.227	27.227	27.077	27.077	11.200

【그림 2-18】 교각 일반도



【그림 2-19】 교각(P1) 배근도



【그림 2-20】 교각(P2-P5) 배근도

2.1.3 유지관리 이력

본 교량에 대한 유지관리 이력은 시설물정보관리종합시스템(FMS)에 등재된 현황과 관리 주체에서 제공한 안전점검 및 정밀안전진단, 보수·보강공사의 이력을 참조하여 향후 유지관리 시 기초자료로 활용될 수 있도록 하였다.

가. 안전점검 및 정밀안전진단 이력

안전점검(정기안전점검, 정밀안전점검) 및 정밀안전진단 이력에 대한 정리는 시설물정보관리 종합시스템(FMS)에 등재된 이력을 기준으로 하였으며 실시현황 및 결과, 실시기관, 세부내용을 아래의 표에 정리하였다.

【표 2-2】 안전점검 및 정밀안전진단 실시현황 및 결과1

구분	실시년도 및 점검·진단결과(◎:양호, ○:보통, X:불량, 등급:A~E)											
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
정기안전점검	◎			◎ ◎	◎ ◎	◎ ◎	◎ ◎	◎ ◎	◎ ◎	◎ ◎	◎ ◎	◎ ◎
정밀안전점검		A		B		B			B			B
정밀안전진단							B					

【표 2-3】 안전점검 및 정밀안전진단 실시현황 및 결과2

구분	실시년도 및 점검·진단결과(◎:양호, ○:보통, X:불량, 등급:A~E)											
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
정기안전점검	◎	◎ ◎	◎ ◎	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	◎	○ ○	○ ◎	◎	
정밀안전점검			B		B			B		B		
정밀안전진단	B					B						

【표 2-4】 안전점검 및 정밀안전진단 이력

번호	점검기간	점검/진단기관	주요점검/진단결과	안전등급
	점검구분	책임기술자	주요 보수보강 방법	비용(천원)
1	2000.05.15 ~ 2001.05.24	논산국도유지 건설사무소	■ 상태양호	양호
	정기안전점검	정대남	—	
2	2001.03.26 ~ 2001.06.22	(주)평화엔지니어링	■ 불임참조	A
	정밀안전점검	고동준	■ 교각 보강5기	4.959
3	2003.03.17 ~ 2003.05.15	신영엔지니어링(주)	■ 콘크리트 압축강도 양호, 콘크리트 품질양호, 압축강도는 설계기준강도 상회, 전반적으로 설계도면과 일치	B
	정밀안전점검	임형호	■ 난간교체, 지주교체 및 볼트체결, 배수구청소, 표면처리공법, 방청처리+재도장	4.316
4	2003.05.12 ~ 2003.05.19	—	■ 주형도장 일부 박리 및 녹발생	양호
	정기안전점검	임연우	■ 지속적 관찰 및 보수예정	—

【표 2-4】 안전점검 및 정밀안전진단 이력(계속)

번호	점검기간	점검/진단기관	주요점검/진단결과	안전등급
	점검구분	책임기술자	주요 보수보강 방법	비용(천원)
5	2003.10.13 ~ 2003.10.22	-	■ 주형도장 일부 박리 및 녹발생	양호
	정기안전점검	임연우	■ 지속적 관찰 및 보수예정	-
6	2004.05.12 ~ 2004.05.19	-	■ 도장일부 박리	양호
	정기안전점검	김형환	■ 지속적인 관찰	-
7	2004.10.11 ~ 2004.10.21	-	■ 도장일부 박리	양호
	정기안전점검	김형환	■ 지속적인 관찰	-
8	2005.03.03 ~ 2005.04.30	케이에스엠기술(주)	■ 양호	B
	정밀안전점검	강동윤	■ 스플라이스 이격부 썰링처리	4,028
9	2005.03.03 ~ 2005.05.01	케이에스엠기술(주)	■ 균열, 파손, 난간 휨, 도장 탈락, 도장 들뜸, 볼트 부식, 플레이트 부식 등	B
	정밀안전점검	강동윤	■ 아스팔트썰링, 아스팔트 패칭, 난간교체, 재도장 등	3,974
10	2005.05.19	논산국도유지 건설사무소	■ 양호	양호
	정기안전점검	박인동	■ 스플라이스 이격부 썰링처리	-
11	2005.10.20	논산국도유지 건설사무소	■ 양호	양호
	정기안전점검	박인동	■ 해당사항 없음	-
12	2006.05.15	논산국도유지 건설사무소	■ 양호	양호
	정기안전점검	김민식	■ 해당사항 없음	-
13	2006.07.10 ~ 2005.11.06	(주)장맥엔지니어링	■ 주형내부 우수유입에 의한 바닥판 부식	B
	정밀안전진단	백진기	■ 강재도장, 배수홀 천공, 복부 S/P하단 틈 차단	71,572
14	2006.07.10 ~ 2005.11.06	논산국도유지 건설사무소	■ 강재 재도장	B
	긴급안전점검(특별)	김민식	■ 기능발휘에는 지장이 없으며 일부의 손상에 대한 보수 필요	-
15	2006.10.13	논산국도유지 건설사무소	■ 양호	양호
	정기안전점검	김민식	■ 해당사항 없음	-
16	2007.05.29	-	■ 양호	보통
	정기안전점검	김익수	■ 해당사항 없음	-
17	2007.10.17	-	■ 양호	양호
	정기안전점검	김익수	■ 해당사항 없음	-

【표 2-4】 안전점검 및 정밀안전진단 이력(계속)

번호	점검기간	점검/진단기관	주요점검/진단결과	안전등급
	점검구분	책임기술자	주요 보수보강 방법	비용(천원)
18	2008.04.17	논산국도유지 건설사무소	■양호	양호
	정기안전점검	유소영	■해당사항 없음	-
19	2008.10.23	논산국도유지 건설사무소	■양호	양호
	정기안전점검	유소영	■해당사항 없음	-
20	2008.05.30 ~ 2008.10.27	경인시설안전 기술단(주)	■배수구막힘, 강재주형 도장탈락 및 부식	B
	정밀안전점검	이길호	■청소, 재도장	2,480
21	2009.05.14	논산국도유지 건설사무소	■양호	양호
	정기안전점검	심한석	■해당사항 없음	-
22	2009.10.20	논산국도유지 건설사무소	■양호	양호
	정기안전점검	심한석	■난간 교체	-
23	2010.04.05 ~ 2010.08.25	(주)한길종합 엔지니어링	■접속부 아스콘 균열($cw \geq 0.3mm$), 배수시설 배수구 막힘, 난간 레일 변형, 신축이음 본체 유간 부족 및 이물질 퇴적, 강재부식, 강거더 및 가로보 도장탈락, 리브변형, 현장이음부 설치불량, 강재변형, 교량받침 편기, 무수축몰탈 균열($cw \geq 0.3mm$), 거푸집 미제거, 교대 및 교각 흥벽부 균열($cw \leq 0.2mm$), 백태, 구체 상단 이물질 퇴적, 재료분리 등	B
	정밀안전점검	박광영	■배수구 청소, 거더 도장보수 및 씰링재 도포, 신축이음 교체, 몰탈 균열부 보수, 하부구조 백태 및 파손부 보수 등	3,711
24	2010.05.11	논산국도유지 건설사무소	■양호	양호
	정기안전점검	김소라	■신축이음 교체, 강재거더 손상부 보수, 받침몰탈 보수, 교대 균열 및 백태 보수 필요	-
25	2010.10.18	논산국도유지 건설사무소	■양호	보통
	정기안전점검	김소라	■신축이음 교체, 강재거더 손상부 보수, 받침몰탈 보수, 교대 균열 및 백태 보수 필요	-
26	2011.04.26 ~ 2011.08.22	(주)장맥엔지니어링	■정밀안전진단 결과 안전등급은 B등급으로 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태.	B
	정밀안전진단	백진기	■포장보수, 강재 도장보수 등	82,544
27	2011.05.25	논산국도유지 건설사무소	■주(보조)부재 결함에 대해 내구성 증진을 위해 보수 필요	양호
	정기안전점검	김소라	■신축이음 교체, 강재거더 손상부 보수, 받침몰탈 보수, 교대 균열 및 백태 보수 필요	-
28	2012.05.24	자체수행	■주(보조)부재 결함에 대해 내구성 증진을 위해 보수 필요	양호
	정밀안전진단	김소라	■해당사항 없음	-

【표 2-4】 안전점검 및 정밀안전진단 이력(계속)

번호	점검기간	점검/진단기관	주요점검/진단결과	안전등급
	점검구분	책임기술자	주요 보수보강 방법	비용(천원)
29	2012.10.22 ~ 2012.10.31	자체수행	■ 주(보조)부재 결함에 대해 내구성 증진을 위해 보수 필요	양호
	정기안전점검	최승식	■ 해당사항 없음	—
30	2013.05.09 ~ 2013.06.27	(주)양지엔지니어링	■ 면포장부의 보수불량, 중앙분리대의 도장박리 및 표면박리, 캔틸레버부의 균열, 교대 교좌면의 토사유입 및 퇴적, 하부구조 콘크리트의 균열, 낙교방지 스토퍼의 도장박리 및 고무재 탈락 등으로 조사됨	B
	정밀안전점검	김정관	■ 교면 재포장 및 중앙분리대 재도장 등	11,604
31	2013.06.10	자체수행	■ 교면포장내 균열 및 박리, 포트홀 발생	양호
	정기안전점검	주민우	■ 소파보수 및 실링보강	—
32	2013.12.05	자체수행	■ 교면포장내 균열 및 박리, 포트홀 발생	양호
	정기안전점검	주민우	■ 소파보수 및 실링보강	—
33	2014.06.10	자체수행	■ 교면포장내 균열 및 박리, 포트홀 발생	보통
	정기안전점검	주민우	■ 소파보수 및 실링보강	—
34	2014.12.23	자체수행	■ 일부 교면포장 균열 및 포트홀	보통
	정기안전점검	주민우	■ 추후 교면포장 보수시행	—
35	2015.03.30 ~ 2015.05.08	(주)기산엔지니어링	■ Exp. J1, J2 신축이음 부분 누수로 인해 하부구조 균열부 백태 및 교량받침 부식 ■ 교각에 시공초기 건조수축 및 수화열과 같은 콘크리트 재료적인 특성에 의한 균열 ■ 교면포장 일부구간에 거북등균열 및 국부적인 포장파손 ■ 캔틸레버 하면에 비 구조적인 균열 및 측면 백태 발생 ■ 연석 균열 및 중앙분리대 도장열화 및 박리 발생	B
	정밀안전점검	이부형	■ 표면보수, 단면보수, 주입보수, 재도장, 교면 부분재포장, 신축이음 교체	16,250
36	2015.06.22	자체수행	■ 교면포장 포트홀, 콘크리트부재 경미한 균열 및 박리 발생	보통
	정기안전점검	윤승석	■ 교면포장, 보수, 단면보수, 균열보수	—
37	2015.12.15	자체수행	■ 하부구조 균열부 백태 및 교량받침 부식 ■ 교각부 균열 ■ 교면포장 일부구간에 거북등균열 및 국부적인 포장파손 ■ 캔틸레버 하면에 비 구조적인 균열 및 측면 백태 발생 ■ 연석 균열 및 중앙분리대 도장열화 및 박리 발생	보통
	정기안전점검	윤승석	■ 표면보수, 단면보수, 주입보수, 재도장, 교면 부분재포장, 신축이음 교체	—

【표 2-4】 안전점검 및 정밀안전진단 이력(계속)

번호	점검기간	점검/진단기관	주요점검/진단결과	안전등급
	점검구분	책임기술자	주요 보수보강 방법	비용(천원)
38	2016.03.07 ~ 2016.09.02	(주)중부구조 안전기술단	■ 구조부재인 거더, 바닥판, 교각 및 신축이음 등에서 비구조적 손상이 조사됨 ■ 신축이음 하부 누수에 따른 2차손상이 발생되고 있어 신축이음(A2) 교체보수가 요구됨	B
	정밀안전진단	최배형	-	
39	2016.06.16	자체수행	■ 교면포장 포트홀콘크리트부재 균열, 박리, 박락 발생 등	보통
	정기안전점검	-	■ 재포장, 신축이음 교체, 재도장, 볼트재체결, 청소, 표면처리, 단면복구	-
40	2016.12.07 ~ 2016.12.09	자체수행	■ 거더, 바닥판, 교각 및 신축이음 일부 손상 ■ 신축이음 하부 누수	보통
	정기안전점검	-	-	-
41	2017.06.01 ~ 2017.06.02	자체수행	■ 특이사항 없음	보통
	정기안전점검	-	-	-
42	2017.12.11 ~ 2017.12.12	자체수행	■ 특이사항 없음	보통
	정기안전점검	-	-	-
43	2018.06.18	자체수행	■ 보수보강사업 완료(2018년 6월) ■ 신축이음장치 교체, 강교 도장 표면 보수	양호
	정기안전점검	-	■ 해당사항 없음	-
44	2018.07.03 ~ 2018.08.21	(주)재성기술단	■ 바닥판 : 균열(0.3mm미만), 재료분리, 철근노출, 데크플레이트 부식 등 ■ 거더 : 부식, 도장박리, 볼트체결 불량, 용접불량 및 누락, 리브변형 등 ■ 교대 및 교각 : 균열(0.3mm미만), 망상균열, 철근노출, 박리, 백태 등 ■ 신축이음 : 후타재 균열, 접속부 이격, 유간내 토사퇴적, 덮개판 부식 ■ 교량받침 : 받침몰탈 균열 및 파손(경미), 전단키 고무재 탈락 등 ■ 교면포장 : 아스콘 균열 및 패임, 라벨링 등 ■ 기타손상 : 배수구 막힘, 연석 콘크리트 파손, 난간변형(파손) 등	B
	정밀안전점검	정인환	■ 콘크리트 : 표면보수 및 단면보수, 단면보수(방청) ■ 교면포장 : 전면 재포장 ■ 기타 : 배수구 청소 및 난간 재설치 등	49,729

【표 2-4】 안전점검 및 정밀안전진단 이력(계속)

번호	점검기간	점검/진단기관	주요점검/진단결과	안전등급
	점검구분	책임기술자	주요 보수보강 방법	비용(천원)
45	2019.06.18	자체수행	■바닥판 균열 및 데크부식	보통
	정기안전점검	—	■표면보수, 단면복구, 철근방청, 주입보수, 재도장, 신축이음 교체, 청소	—
46	2019.12.05 ~ 2019.12.26	(주)나루기술	■교면포장 : 균열(0.3mm이상), 이물질퇴적, 콘크리트 마모 ■난간 및 연석 : 박리, 파손, 박락, 재료분리, 난간파손, 난간탈락 ■배수시설 : 배수구 막힘, 배수관 길이부족 ■신축이음장치 : 후타재 균열, 후타재 파손, 유간토사퇴적 ■바닥판 하면 : 균열(0.3mm미만), 재료분리, 철근노출 ■교 대 : 파손, 재료분리 ■교 각 : 균열(0.3mm이상), 균열부백태, 박락, 박리, 재료분리, 파손	보통
	정기안전점검	이수형	■단면보수, 철근방청, 배수관길이 연장, 청소	4,995
47	2020.06.01 ~ 2020.06.30	자체수행	■교면포장 균열, 콘크리트 마모 ■난간 및 연석파손, 박락, 재료분리, 난간탈락 ■배수구 막힘, 길이부족 ■신축이음장치 후타재 균열, 파손 ■바닥판하면 재료분리, 균열, 철근노출 ■교대 파손, 재료분리 ■교각 균열, 박리 박락, 재료분리, 파손	보통
	정기안전점검	—	—	—
48	2020.09.04 ~ 2020.10.12	우리기술(주)	■바닥판 : 균열(0.3mm미만), 재료분리, 철근노출, 데크플레이트 부식 등 ■거더 : 부식, 도장박리, 볼트체결 불량, 용접불량 및 누락, 리브변형 등 ■교대 및 교각 : 균열(0.3mm미만), 망상균열, 철근노출, 박리, 백태, 강판보강부 부식 등 ■신축이음 : 후타재 균열, 접속부 이격, 유간내 토사퇴적, 덮개판 부식 ■교량받침 : 받침물탈 균열 및 파손(경미), 전단기 고무재 탈락 등 ■교면포장 : 아스팔트 균열 및 패임, 포트홀 등 ■기타손상 : 배수구 막힘, 연석 콘크리트 파손 등	점검:B 성능:C
	정밀안전점검 및 제2종 성능평가	정해욱	■아스팔트 재포장, 차수판 재설치, 균열보수, 단면(방청)보수, 표면보수, 이물질 청소, 재도장 등	29,590

【표 2-4】 안전점검 및 정밀안전진단 이력(계속)

번호	점검기간	점검/진단기관	주요점검/진단결과	안전등급
	점검구분	책임기술자	주요 보수보강 방법	비용(천원)
49	2020.11.18 ~ 2020.12.07	주식회사 덕윤	■바닥판하면 : 균열($C_w=0.3\text{mm}$미만 및 이상), 철근노출 및 파손 ■거더 및 가로보 : 도장박리, 볼트부식, 강재변형, 용접누락 ■교대 및 교각 : 균열($C_w=0.3\text{mm}$미만), 백태, 보강판 부식 ■교량받침 : 받침몰탈 파손, 균열 및 망상균열 ■교면포장 : 포장균열, 망상균열, 패임 ■신축이음 : 후타재균열 및 파손, 유간토사퇴적, 차수판 부식 ■배수시설 : 배수구 막힘(20개소) ■난간 및 연석 : 난간변형 및 파손, 균열(0.3mm미만), 망상균열 ■안전시설 : 상태양호	양호
	정기안전점검	유재훈	■표면보수, 단면복구, 철근방청, 주입보수, 재도장, 신축이음 교체, 청소	1,578
50	2021.04.01 ~ 2021.06.29	(주)수이앤씨	■바닥판 : 균열($C_w=0.3\text{mm}$미만), 파손 및 철근노출 ■거더 및 가로보 : 도장박리, 볼트부식, 강재변형, 용접누락 ■교량받침 : 받침몰탈 파손, 균열 및 망상균열, 받침 부식 ■교대 및 교각 : 균열($C_w=0.3\text{mm}$미만), 기둥 보강강판 부식 ■교면포장 : 아스콘 균열, 망상균열, 패임 ■신축이음 : 유간 토사퇴적, 차수덮개판 부식, 후타재 손상 ■배수시설 : 배수구 막힘 ■난간 및 연석 : 난간변형 및 파손, 연석균열($C_w=0.3\text{mm}$미만) ■안전시설 : 상태양호	양호
	정기안전점검	김인기	—	1,950

나. 보수·보강 이력

보수·보강 이력에 관한 사항은 FMS에 등재된 이력과 발주처 관련자료, 전차 정밀안전진단, 정밀안전점검 보고서에 기재된 사항을 수록하였으며, 세부내용을 아래의 표에 정리하였다.

【표 2-5】 보수·보강 이력

번호	공사 구분	공사명	보수보강부위	설계자	시공사
		공사기간	공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	보강	—	■ 내진보강	—	(주)대광건설
		2001.07.07 ~ 2001.10.04	■ 전단키 7개, 고정강판 1개	120,230	
2	보강	—	■ 내진보강	—	(주)콘크리닉
		2001.10.20 ~ 2001.11.08	■ 교각보강 5기(유리섬유:294m ²)	95,230	
3	보수	—	■ 중앙분리대	—	(주)거우건설
		2002.11	■ 설치	—	
4	보수	—	■ 난간	자체설계	도일산업(주)
		2003.06	■ 안전주 설치	—	
5	보수	—	■ 난간, 연석, 중앙분리대, 교량받침, 거더	—	정일산업개발(주)
		2007.11.05 ~ 2007.12.21	■ 도장 및 균열보수	8,000	
6	보수	—	■ 신축이음	—	진형건설(주)
		2011.	■ 교체(내진 Type Joint(JHR-160))	—	
7	보수	—	■ 신축이음	—	
		2018.	■ 교체(강핑거 Joint(No-160)) ■ 주입보수, 단면보수, 도장보수	—	—

2.2 자료분석

2.2.1 기존 정밀안전점검 결과 요약

【표 2-6】 2020년 정밀안전점검 및 성능평가 결과

구분	장암교 정밀안전점검 및 제2종 성능평가용역 보고서(2020년)
외관조사	• 교면포장 - 아스팔트 균열, 아스팔트 망상균열, 포트홀, 아스팔트 패임/마모 ⇒ 전면 재포장(방수층 포함) • 난간 및 연석 - 균열($C_w=0.3\text{mm}$이하 및 이상), 균열부 백태, 망상균열, 파손/철근노출, 난간지주볼트 체결 불량, 교명주 파손, 교명주 기초파손, 델리네이트 파손 ⇒ 균열보수(표면, 주입), 단면보수, 주의관찰 • 신축이음 - 후타재 균열 및 접합부 이격, 유간토사 퇴적, 차수판 부식, 신축하부누수, 차수판 탈락 ⇒ 주의관찰, 청소, 유도배수로 설치, 차수판 재 설치 • 배수시설 - 배수구 막힘 ⇒ 주의관찰 • 바닥판하면 - 균열($C_w=0.3\text{mm}$미만), 망상균열, 박락, 재료분리, 철근노출, 데크플레이트 부식, 보호덮개 파손 ⇒ 표면보수, 단면보수, 단면(방청)보수, 주의관찰 • 가로보 및 세로보 - 가로보 부식 및 변형, 세로보 변형 ⇒ 주의관찰 • 거더외부 - 부식, 점부식, 도장박리/박락, 볼트부식 ⇒ 주의관찰 • 거더내부 - 부식, 도장(박리, 박리/부식, 박락, 들뜸, 불량), 실링재 탈락, 용접부 부식, 용접 누락, 용접 불량, 리브변형, 조명파손, 조명덮개 탈락, 볼트부식, 볼트체결 불량 ⇒ 주의관찰 • 받침장치 - 받침부식, 상부플레이트 부식, 몰탈균열($C_w=0.3\text{mm}$미만), 몰탈망상균열, 몰탈파손, 먼지막이링 탈락 ⇒ 주의관찰 • 교대 - 균열($C_w=0.3\text{mm}$미만), 균열/백태($C_w=0.3\text{mm}$미만), 망상균열, 박리/박락, 백태, 철근노출, 누수흔적, 보수부 들뜸, 이물질/폐콘크리트/토사퇴적 ⇒ 균열표면보수, 단면보수, 균열보수, 주의관찰, 청소 • 교각 - 균열($C_w=0.3\text{mm}$미만), 재료분리, 보수재 들뜸, 강판보강부 부식, 코크리트 굽힘, 스토퍼 고무재 탈락 ⇒ 주의관찰
내구성 조사	• 강도시험 - 상부구조 : 27.1 ~ 31.4MPa(설계기준 27.0MPa) - 교 대 : 26.1 ~ 27.6MPa(설계기준 21.0MPa) - 교 각 : 27.0 ~ 31.3MPa(설계기준 24.0MPa) • 탄산화시험 - 탄산화 5.2~14.0mm 상하부 a등급 • 도장두께측정 - 거더외부 : 221.0~247.9μm (허용범위 초과) 거더내부 : 210.4~226.4μm (허용범위 초과)
상태평가 결과	• 장암교 안전성능평가 결함도점수 0.239(B등급) 내구성능평가 결함도점수 0.661(D등급) ⇒ 종합성능평가 0.323(C등급) 사용성능평가 결함도점수 0.204(B등급)
종합결론	대상시설물은 준공(1995.12.30) 후 약 25년이 경과한 6경간의 STB형교이다. 정밀 외관조사와 항목별 제반시험을 통한 성능평가 결과 - 구조적으로 문제가 될 만한 손상, 결함, 열화는 조사되지 않았으며 - 각 성능 별 결과는 안전성능: B, 내구성능: D, 사용성능: B 등급으로 평가되었고 - 시설물의 종합평가 결과 “일광범위한 부재에서 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었고 기능 또는 사용상의 편의에 일부 문제점이 있으나, 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 간단한 보수 또는 보강 및 개선이 필요한 성능 수준” 인 C등급으로 판정되었다. 이에 장암교는 성능목표인 B등급, 결함도 범위: $0.2 \leq X < 0.26$에 부합하지 않으나, 우선순위 산정결과에 따른 순차적인 보수를 시행한다면 성능목표에 도달 가능한 수준인 것으로 판단된다.

2.2.2 기존 정밀안전진단 결과 요약

【표 2-7】 2016년 정밀안전진단 결과

구분	장암교 정밀안전진단 보고서(2016년)
외관조사	• 교면포장 - 포장균열, 망상균열, 라벨링 ⇒ 실링 및 패칭 • 난간, 방호울타리, 중분대 - 균열($C_w=0.3\text{mm}$미만), 균열($C_w=0.3\text{mm}$이상), 망상균열, 난간 변형 및 파손, 난간볼트 미체결, 변형 ⇒ 표면처리, 주입보수, 난간교체, 볼트재체결 • 신축이음 - 유간이물질퇴적, 후타재 균열($C_w=0.3\text{mm}$미만), 차수판 부식, 베어링 탈락, 고무재 파손(하부누수), 접합부 이격(하부누수) ⇒ 청소(유지관리), 주의관찰, 차수판 교체, 신축이음교체, 실란트 실링 • 배수시설 - 배수구 막힘 ⇒ 청소(유지관리) • 바닥판 - 재료분리, 데크플레이트 부식, 균열($C_w=0.3\text{mm}$미만), 균열($C_w=0.3\text{mm}$이상), 철근노출 및 파손 ⇒ 유지관리, 표면처리, 주입보수, 방청 및 단면복구 • 거더 - 도장박리 및 불량, 부식, 강재변형, 용접 누락 및 불량, 볼트체결불량, 볼트부식, 체수 및 토사퇴적 ⇒ 재도장, 방청+재도장, 유지관리, 청소 • 가로보 - 강재변형, 부식 ⇒ 유지관리, 방청+재도장 • 교대 - 폐콘크리트 및 토사 퇴적, 체수, 누수흔적, 백태, 균열($C_w=0.3\text{mm}$미만), 망상균열, 층분리, 재료분리 및 철근노출 ⇒ 콘크리트 깨어내기+청소, 유지관리, 표면처리, 단면복구, 방청+단면복구 • 교각 - 균열($C_w=0.3\text{mm}$미만), 균열($C_w=0.3\text{mm}$이상), 재료분리 및 파손, 보수부 들뜸, 강판보강부 부식, 교각하부 자재 적치 ⇒ 표면처리, 주입보수, 단면복구, 방청+재도장, 정비 • 반침장치 - 반침몰탈 균열, 반침몰탈 망상균열, 반침몰탈 파손, 반침부식, 먼지막이링 탈락 ⇒ 표면처리, 단면복구, 재도장, 유지관찰 • 전단키 - 부식, 고무재 탈락 ⇒ 재도장, 정비 • 기타시설 - 델리네이터 파손, 차광막 파손, 케이블 보호덮개 파손 ⇒ 교체, 유지관찰
내구성조사	• 강도시험 - 바닥판 : 26.9 ~ 28.0MPa(설계기준 27.0MPa) - 교대 : 24.5MPa(설계기준 21.0MPa) - 교각 : 25.3 ~ 26.4MPa(설계기준 24.0MPa) • 철근탐사 - 배근상태 양호 • 탄산화깊이 - 바닥판 : 3.0~7.3mm, 교대, 교각 : 4.5~7.8mm ⇒ a등급 • 균열깊이 - 하부구조 : 측정피복두께에 근접 ⇒ 균열보수 필요 • 염화물 함유량 - 바닥판 : 0.35kg/m³ (b등급), 교대 및 교각 : 0.18~0.27kg/m³ (a등급) • 강재초음파시험(용접부) - 특이사항 없음(양호) • 강재 도막두께 측정 - 도로교 표준시방서 기준 상회(거더내부 175μm, 거더외부 215μm)
상태평가결과	• 장암교 결함점수 0.233(B등급)
안전성평가	• 대상교량의 재하시험과 내하력 평가 결과 공용내하력 DB-24 이상을 만족하고 있는 것으로 평가되며, 안전율은 강재거더는 1.466~2.390, 바닥판은 1.407~1.685로서 안전성 평가결과는 A등급이다.

【표 2-7】 2016년 정밀안전진단 결과(계속)

구분	장암교 정밀안전진단 보고서(2016년)
종합결론	- 장암교는 1995년 준공 후 약 21년이 경과한 연장 280.0m, 교폭 19.5m(4차선)의 6경간의 STB 연속교로서, 1종시설물 도로교이며, 설계하중 DB-24이다. - 외관조사 결과, 조사된 손상은 콘크리트 구조물에 발생할 수 있는 일반적인 손상이나 A2축 신축이음부 고무재 파손은 노면수가 하부로 유입되어 받침장치 부식, 하부구조 콘크리트 내구성 저하가 우려되므로, 단기적인 보수가 요구되며, 금번 점검시 신축장치 노후화로 인해 베어링 탈락이 발생한 것을 감안할 때 신축이음장치는 교체하는 것이 적정할 것으로 판단된다. 한편 A1 신축이음을 교체하면서 발생한 폐콘크리트는 온도에 따른 교량 가동에 영향을 미칠 수 있으므로 청소 및 정비가 요구된다. - 내구성조사 결과, 대부분 조사항목에서 기준치 이상의 양호한 상태로 평가되었으며, 일부 균열깊이는 측정피복두께에 근접하고 있어, 철근부식 등의 손상확대 방지를 위해 보수가 필요하다. - 구조안전성 검토와 재하시험을 통한 공용내하력 평가결과, 구조해석은 A등급으로, 재하시험을 통한 공용내하력은 DB-24이상으로 평가되어 교량의 구조적 안전성은 양호한 것으로 판단된다. - 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과, 환산결함도 점수는 0.233인 “B등급”으로 평가되었으며, 안전성검토 결과, 최소 안전율이 1.407로 “A등급”으로 평가되어 시설물의 안전등급은 『B등급』으로 평가되었다. 장암교의 종합평가에 의한 안전등급은 B등급으로 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』로서 사용성 및 안전성은 확보하고 있는 것으로 판단된다.

2.2.3 내진성능평가

가. 내진설계 여부 확인

본 구조물에 대한 설계도서 및 시설물정보종합시스템(FMS), 구조계산서, 시설물관리대장 등 관련자료 검토결과 2001년도에 교각 P3(고정단)에 전단키 7개소 및 고정강판 설치를 통한 내진보강 공사를 시행한 것으로 확인되었다.

나. 내진성능평가 결과 요약

장암교 내진성능 평가는 2018년 “금강교 및 장암교 내진성능평가 용역” 결과보고서(장암교편)를 참고하여 정리 요약하였으며 그 결과는 다음과 같다.

【표 2-8】 내진성능평가 결과

구분				공급역량	소요역량	평가	
P 1	교각부 연성도평가		교축(하단)	1.517	1.000	1.517	O.K
			교직(하단)	1.723	1.000	1.723	O.K
			교직(상단)	1.800	1.000	1.800	O.K
	직접 기초 안정성	허용 전도(e,m)	교축	29,325	9,623	3.047	O.K
			교직	29,325	22,245	1.318	O.K
		허용 활동(kN)	교축	29,325	9,623	3.047	O.K
			교직	29,325	22,245	1.318	O.K
		허용 지지력(kN)	교축	5,865	968	6.058	O.K
			교직	5,865	4,134	1.419	O.K
	확대기초 단면검토	휨(kNm)	교축	15,391	4,302	3.578	O.K
			교직	15,391	6,905	2.229	O.K
		전단(kN)	교축	6,872	2,786	2.467	O.K
			교직	6,872	4,479	1.534	O.K
	받침부	본체 (kN)	교축	700	포트받침 가동단이므로 작용력이 발생하지 않음.		
		앵커볼트 (kN)	교축	271			
		콘크리트 (kN)	교축	428			
		프라이아웃 (kN)	교축	233			

【표 2-8】 내진성능평가 결과(계속)

구분			공급역량	소요역량	평가		
P 3	교각부 연성도평가		교축(하단)	1.481	4.598	0.322	N.G
			교직(하단)	1.606	1.376	1.167	O.K
	말뚝 기초 안정성	허용지지력 (kN/EA)	교축	1,218.881	881.591	1.383	O.K
			교직	1,218.881	990.580	1.230	O.K
		허용인발력 (kN/EA)	교축	1,473.826	0.000	0.000	OK
			교직	1,473.826	204.268	7.215	OK
		휨 응력(MPa)	교축	210.000	101.956	2.060	O.K
			교직	210.000	154.522	1.359	O.K
		전단응력(MPa)	교축	210.000	101.956	2.060	O.K
			교직	210.000	154.522	1.359	O.K
		수평변위(mm)	교축	120.000	9.535	12.585	O.K
			교직	120.000	23.404	5.127	O.K
	확대기초 단면검토	휨평가(kNm)	교축	15,391	6,270	2.455	O.K
			교직	15,391	7,108	2.165	O.K
		전단평가(kN)	교축	9,897	7,124	1.389	O.K
			교직	9,897	7,942	1.246	O.K
	받침부	본체 (kN)	교축	700	2,076	0.337	N.G
		앵커볼트 (kN)	교축	271	2,076	0.131	N.G
		콘크리트 (kN)	교축	428	2,076	0.206	N.G
		프라이아웃 (kN)	교축	233	2,076	0.112	N.G
A1	지지길이(mm)		교축	1,100	741	1.485	O.K

1) 교축방향 교각 평가결과(내진성능평가구간 : P3)

교각은 평가지진력 작용시 발생하는 최대변위연성도가 교각이 보유하고 있는 공급변위 연성도에 미치지 못해 내진성능을 만족하지 못하는 것으로 평가되었다.

2) 교축직각방향 교각 평가결과(내진성능평가구간 : P3)

교각은 평가지진력 작용시 발생하는 최대변위연성도가 교각이 보유하고 있는 공급변위 연성도 이내에 있어 내진성능을 만족하고 있는 것으로 평가되었다.

3) 교축방향 받침부 평가결과(내진성능평가구간: P3, A1)

교각의 교량받침은 포트받침본체와 앵커볼트의 강재강도, $Con' c$ 파괴강도, 프라이아웃 강도검토 모두에서 수평력에 대해 소요안전율을 확보하고 있지 못하는 것으로 평가되었다.

교대의 교량받침은 모든 부분에서 수평력에 대해 소요안전율을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

4) 교축직각방향 받침부 평가결과(내진성능평가구간: P3, A1)

교각의 교량받침은 포트받침본체와 앵커볼트의 강재강도, Con' c파괴강도, 프라이아웃 강도검토 모두에서 수평력에 대해 소요안전율을 확보하고 있지 못하는 것으로 평가되었다.

교대의 교량받침은 모든 부분에서 수평력에 대해 소요안전율을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

5) 받침지지길이 평가(내진성능평가구간: A1, A2)

교량의 실제 확보된 받침지지길이는 1100mm로 평가지진력 작용시 요구되는 소요 받침지지길이인 741mm보다 커서 받침지지길이 부족에 의한 상부구조 낙교는 큰 피해를 발생하지 않을 것으로 예상된다.

6) 기초 평가(내진성능평가구간: P3)

기초에 대한 안정성, 휨성능 및 전단성능에 대하여 검토한 결과 전단성능을 제외한 안정성, 휨성능 평가에서 내진성능을 만족하지 못하는 것으로 평가되었다.

다. 내진성능평가 검토 결과

각 부재에 대한 내진성능평가 결과, 장암교의 교각은 설계 지진력 작용시 지진하중에 대한 내진성능을 확보하지 못하는 것으로 평가되었다. 또한, 교각 교량받침의 경우 내진성능평가 결과 포트받침 본체는 교축과 교축직각방향 모두에서 횡방향력에 대해 소요안전율을 확보하고 있지 못하는 것으로 평가되었고, 앵커볼트의 강재강도, Con`c파괴강도, 프라이아웃 강도검토에서도 내진성능을 확보하고 있지 못하는 것으로 평가되었다. 준공도서에 의한 기초부 내진성능평가 결과도 내진성능을 확보하고 있지 못하는 것으로 평가되었다.

본 구조물의 형식, 규모, 시설한계, 장기적인 유지관리 등을 고려하였을 때 내진성능을 만족 할 수 있도록 기존의 포트받침을 탄성받침으로 교체하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

2.2.4 자료분석 결과

금회 과업에 필요한 자료수집 분석 결과를 토대로 과업진행 방향을 설정하였으며, 그 내용은 다음과 같다.

구분	자료수집 현황	자료분석 결과	정밀안전진단 진행방향
설계도서 및 시공관련 자료	설계도면 및 각종 계산서	과업대상인 장암교는 1995년에 준공된 교량으로 준공도면, 각종 계산서 등의 설계도서를 보유하고 있는 것으로 확인됨	설계도면과 차이가 있는지 여부를 조사하여 치수가 상이할 경우 실측치에 대한 검토를 하여 구조 계산시 적용여부를 검토하고, 실측치와 동일한 경우는 설계도면을 기준으로 과업을 진행토록 함
시 설 물 관리대장	『시설물 통합정보관리시스템(FMS)』 시설물관리대장, 유지관리계획, 유지관리 실적 등	관리대장의 내용과 비교 검토한 결과, 상이한 내용은 없음	정밀한 현장조사를 실시하여 향후 유지관리를 위한 사항들을 보고서에 수록함
안전점검 및 정밀안전진단 자료	- FMS 유지관리 실적보고 - 관리주체에서 보관하고 있는 시설물의 안전점검에 관한 보고서	진단 및 점검이력을 검토한 결과, 시설물의 손상 및 상태 확인됨.	금회 정밀안전진단과 기존 정밀안전점검 및 정밀안전진단 결과를 비교, 검토하여 추가손상 확인, 보수 적정성 검토확인 후 대책방안을 검토함
보수·보강 자료	- FMS 유지관리 실적보고 - 관리주체에서 보관하고 있는 시설물의 보수·보강 내역	- 시설물의 용도변경사항은 없음 - 시설물에 대한 원활한 유지관리가 이루어지고 있는 것으로 검토됨	- 기 실시된 보수부의 상태를 확인하여, 재손상 발생 여부를 확인함. - 금회 정밀안전진단 결과를 토대로 보수·보강 필요 지점에 대해 방안 제시함

한편, 금회 장암교 정밀안전진단에서 내진성능평가는 과업범위가 아니므로, ‘2018년 금강교 및 장암교 내진성능평가 용역’ 결과를 분석하면 장암교의 교각은 설계지진력 작용시 지진하중에 대한 내진성능을 확보하지 못한 것으로 평가되어 장기적인 측면에서 기존의 포트받침을 면진받침으로 교체하여 내진성능을 확보할 수 있도록 제시된 바 있으므로, 향후 구조물의 장기적인 유지관리 측면에서 다각적인 검토 및 관리가 이루어져야 할 것으로 판단된다.