

제 출 문

수원국토관리사무소 귀중

귀 소와 2024년 03월 19일자로 계약 체결한 「2024년 국도45호선
철곡교(내진포함) 등 3개소 정밀안전점검 및 2종 성능평가용역」 中 내진성능평가
과업을 성실히 수행하고 그 결과를 본 종합보고서에 수록하여 부속자료와 함께
제출합니다.

2024년 09월

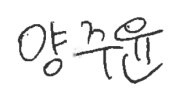
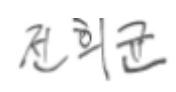
경기도 성남시 분당구 야탑로69번길 18

(주) 명 성 엔 지 니 어 링

대 표 이 사 : 김 선 무 (인)



참여기술진

구 분	성 명	자 격	세부수행내용	서 명
사업책임기술자	정 지 운	특급기술자	사업총괄	
분야책임기술자	서 동 진	특급기술자	분석 및 평가	
참여기술자	이 상 훈	특급기술자	조사 및 시험	
	양 주 윤	초급기술자	조사 및 시험	
	손 기 영	초급기술자	조사 및 시험	
	전 희 군	초급기술자	조사 및 시험	

시설물의 위치도



칠곡교

철곡교 내진성능평가 결과표

가. 일반현황

용역명	2024년 국도45호선 철곡교(내진포함) 등 3개소 정밀안전점검 및 2중 성능평가용역	점검기간	2024. 03. 21. ~ 2024. 09. 16		
관리주체명	수원국토관리사무소	대표자	수원국토관리사무소장		
시설물 구분	교량	종류	도로교량	종별	2중
준공일	2005년 05월 25일	점검금액	15,101	안전등급	-
시설물 위치	경기도 안성시 원곡면 철곡리	시설물규모	연장 270.0m, 폭 19.5m, 4차선		

나. 점검 실시결과 현황

종합의견	- 본 교량의 경우 상부는 P.S.C I Girder교, 하부는 π형 교각, 교좌장치로는 탄성받침이 적용되어 있다. 현재 시행 되고 있는 내진성능평가 요령에 따라 내진성능평가를 수행하였으며, 이에 따른 결과는 다음과 같다. - 내진성능검토 대상으로는 기둥부, 받침부, 기초부, 지지길이를 평가하였으며 평가결과, 교각 및 교대부에서 내진성능이 모두 만족한 것으로 검토된다. - 따라서 추후 보강방안은 필요하지 않을 것으로 판단된다.
주요 보수·보강	• 해당없음

다. 책임(참여)기술자 현황

구분	성명	과업 참여기간	기술등급
사업책임기술자	정지운	2023. 05. 03. ~ 2023. 08. 30	토목특급기술자
분야별책임기술자	서동진	2023. 05. 03. ~ 2023. 08. 30	토목특급기술자
참여기술자	이상훈	2023. 05. 03. ~ 2023. 08. 30	토목특급기술자
	양주운	2023. 05. 03. ~ 2023. 08. 30	토목초급기술자
	손기영	2023. 05. 03. ~ 2023. 08. 30	토목초급기술자
	전희균	2023. 05. 03. ~ 2023. 08. 30	토목초급기술자

라. 참고사항

• 해당없음

철곡교 내진성능평가 실시결과 요약표

책임기술자 종합의견	
본 교량의 경우 상부는 P.S.C I Girder교, 하부는 π형 교각, 교좌장치로는 탄성받침이 적용되어 있다. 현재 시행되고 있는 내진성능평가 요령에 따라 내진성능평가를 수행하였으며, 이에 따른 결과는 다음과 같다. 내진성능검토 대상으로는 기둥부, 받침부, 기초부, 지지길이를 평가하였으며 평가결과, 교각 및 교대부에서 내진성능이 모두 만족한 것으로 검토된다. 따라서 추후 보강방안은 필요하지 않을 것으로 판단된다.	
책임기술자 : 정 지 운 (서명)	

가. 안전성평가 결과

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성평가 결과
-	-	해당사항 없음	-	-

나. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
기둥부, 받침부 기초부, 지지길이	Y	교각 및 교대부에서 내진성능이 모두 만족한 것으로 검토	■ 기둥(P3): 교축(1.553), 교직(1.625) ■ 기초(P3): 교축(2.045), 교직(7.306) ■ 받침(P3): 교축(2.578), 교직(1.890) ■ 받침(A1): 교축(1.967), 교직(2.606)

다. 현장시험

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	26.5~29.9	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	39.3~49.9	35.0	
	하부구조	교대 및 교각	24.2~29.6	21.0	
철근탐사 시험 (%)	상부구조	주철근	90~175	44~86	■ 피복두께 및 배근간격은 대체로 설계치와 일치하나 일부구간 배근간격과 피복두께가 다소 부족한 것으로 조사됨
		배력철근	150~200	37~84	
	하부구조	수직철근	120~180	51~97	
		수평철근	125~350	44~102	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조	바닥판,거더	32.5~80.5	—	■ 평가결과 ‘a’ 로 평가됨.
	하부구조	교대	38.5	—	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 설계도면과 비교시 배근간격은 설계 배근간격과 유사한 상태이며, 실측 피복두께와 설계 피복두께도 설계도면과 유사한 상태로 분석				

칠곡교 현황표

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		칠곡교		시설물번호		BR2005-0000811	
시설물위치		경기도 안성시 원곡면 칠곡리		준공일자		2005년 05월 25일	
교량등급		1등급		노선명		일반국도45호선	
제원	연 장	270.0m (9@30.0=270.0m)					
	폭(순폭)	19.500m (4차로)					
구조 형식	상 부	PSCI Beam		기초 형식	교 대	직접기초	
	하 부	교대: 역T형 교각: 다주식			교 각	직접기초	
교량받침		탄성받침		신축이음		Finger Joint	
교차시설물		고속국도 40호선(서안성IC), 지방도 302호선		경간수		9	
부착시설내용		-		설계하중		DB-24/DL-24(1등교)	
시 공 자		대림산업(주) 외 14개		설 계 자		보람엔지니어링(주)	
감 리 자		보람엔지니어링(주)		관리주체		수원국토관리사무소	
기타		-					
기 타		평 면 및 승 단 면 도					

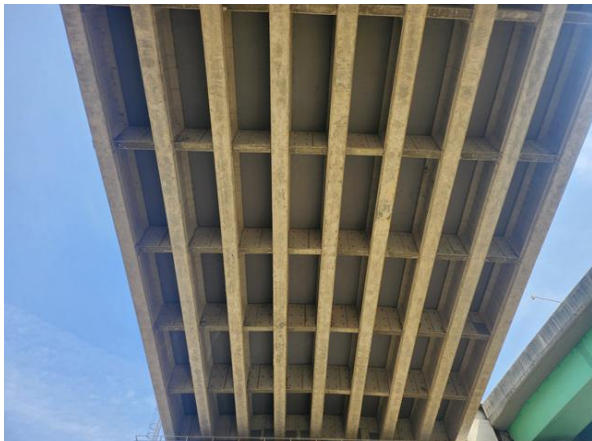
시설물의 전경 (칠곡교)



교량 측면 전경



교량 상부 전경



바닥판 하면 및 거더 전경



캔틀레버부 전경



교대 전경



교각 전경

내진성능평가 결과 요약문

1. 과업의 개요

가. 과업의 목적

본 과업은 ‘시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법’ 대상 시설물에 대한 내진성능평가 용역을 전문진단기관에 의뢰하여 지진으로부터의 피해를 최소화하고 재해 및 재난방지에 만전을 기하고자 「기존 시설물(교량) 내진성능 평가요령 (2019.10.)」에 따라 대상 시설물에 대해 내진성능 상세평가를 수행하여 내진성능 향상 및 보강방안을 마련하는데 그 목적이 있다.

나. 과업의 범위 및 기간

1) 과업의 범위

- (1) 자료수집 및 분석
- (2) 대상교량 현장 상세조사 실시
- (3) 내진성능평가 및 보강방안 제시
- (4) 보고서 작성

2) 과업기간

2024. 03. 21. ~ 2024. 09. 16.

3) 과업대상시설물

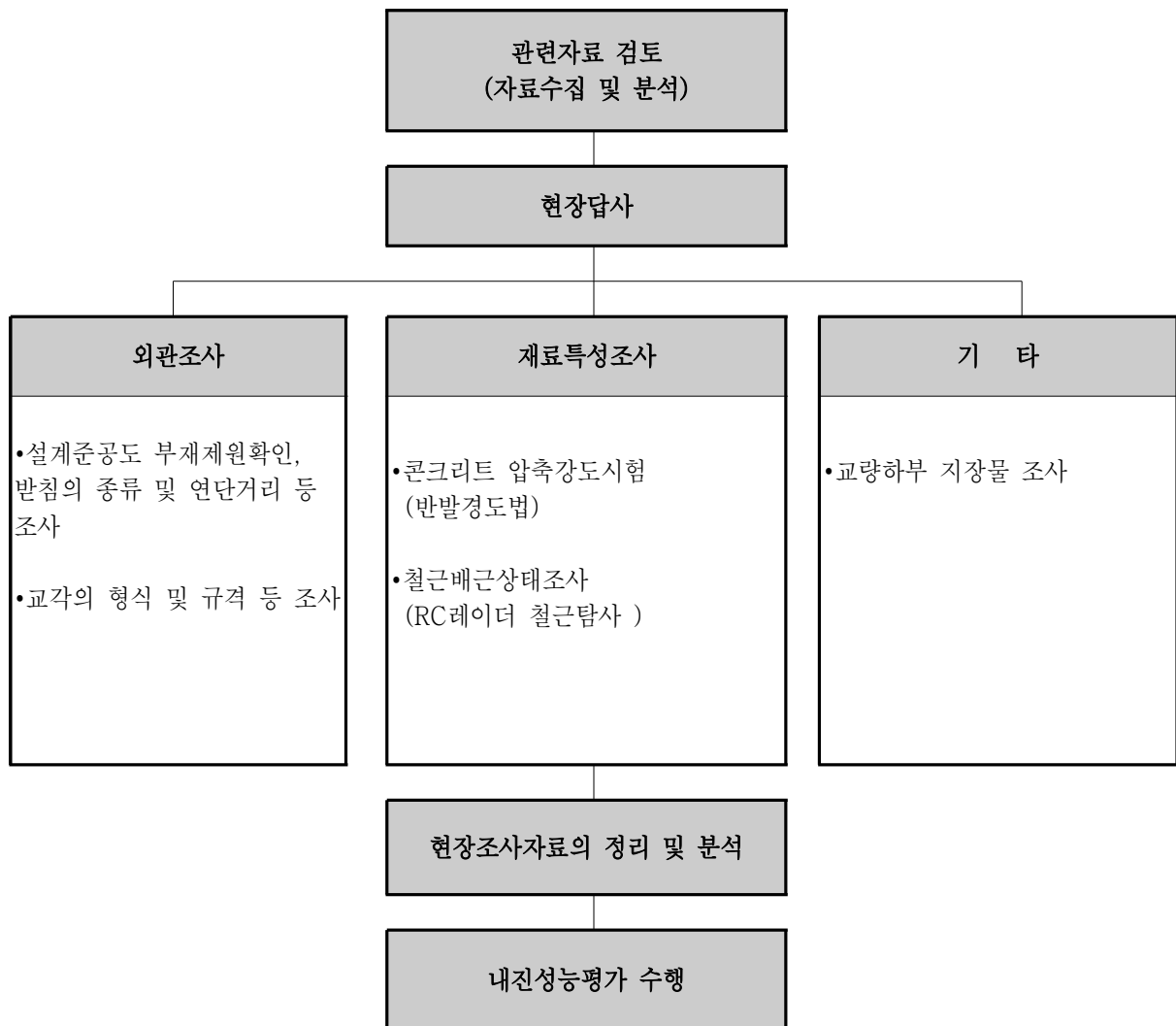
순번	노선	시설물명	위 치	구조	연장 (m)	차로 수	준공 년도	비고
1	45	철곡교	경기도 안성시 원곡면 철곡리 595-13	PC빔	270	4	2005	성능평가 (내진포함)
2	45	고덕교	경기도 평택시 고덕면 동고리 287-3	STB	50	4	2005	정밀안전점검+ 성능평가
3	45	도곡2교	경기도 안성시 양성면 이현리 270-7	PC빔	120	4	2005	성능평가

2. 현장조사

가. 개요

현장조사는 과업대상교량의 내진성능 관련 외관현황과 콘크리트압축강도 및 철근배근상태 등의 재료특성을 조사하여 교량의 현재 시공상태와 현황을 분석하고, 내진성능평가 및 성능향상을 위한 보강방안 수립에 필요한 기초자료를 확보하기 위하여 실시한다.

내진성능평가를 위한 현장조사의 수행흐름도는 다음과 같다.



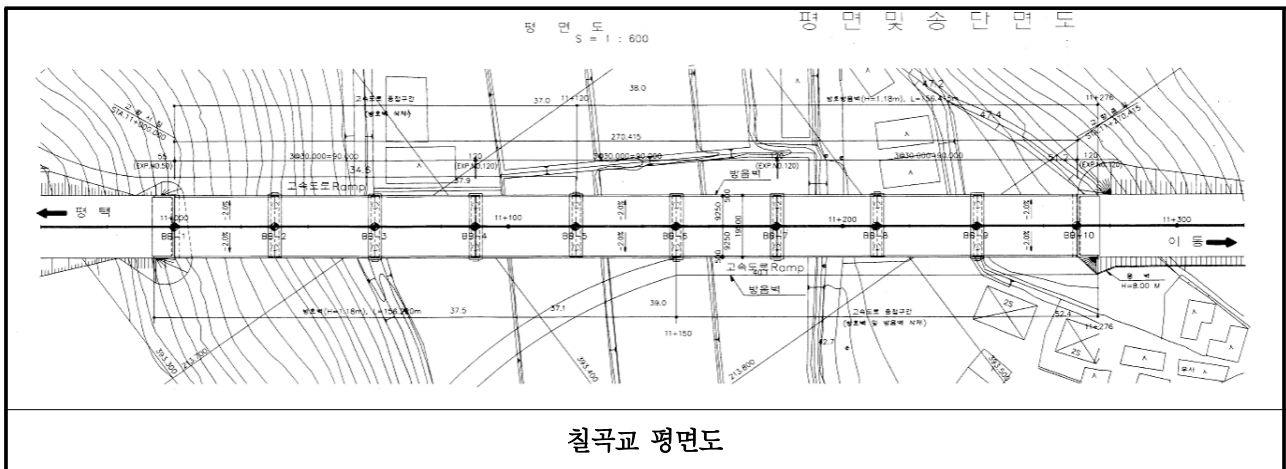
3. 칠곡교

1) 칠곡교 현황

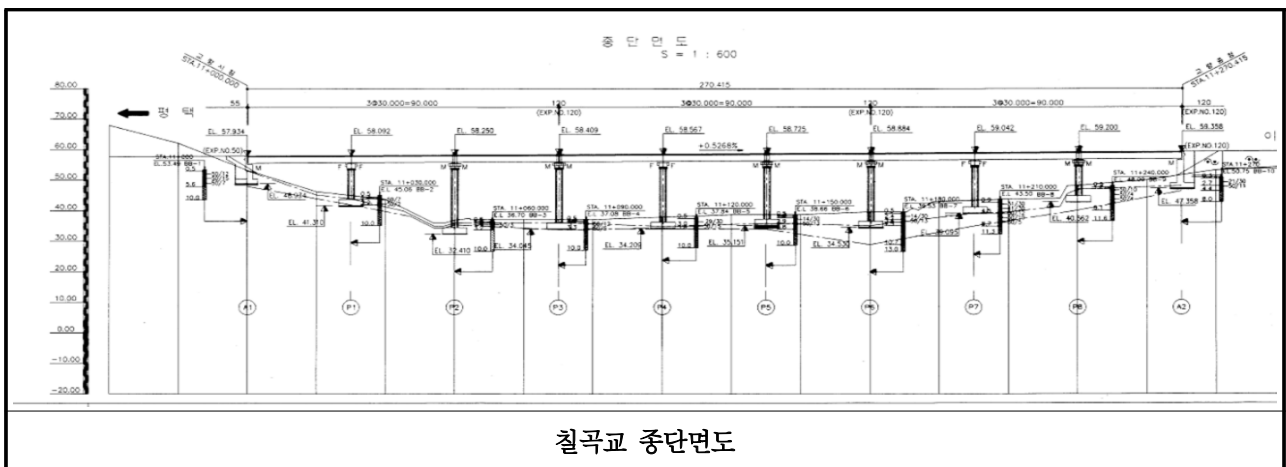
구분		내용		구분		내용	
교량명		칠곡교		시설물번호		BR2005-0000811	
시설물위치		경기도 안성시 원곡면 칠곡리		준공일자		2005년 05월 25일	
교량등급		1등급		노선명		일반국도45호선	
제원	연 장	L=270.0m (9@30.0m)					
	폭	B=19.5m, (차로수 : 4차로)					
구조 형식	상부	PSCI Beam		기초 형식	교 대	직접기초	
	하부	교대: 역T형 교각: 다주식			교 각	직접기초	
받침장치		탄성받침		신축이음		Finger Joint	
교차시설물		고속국도 40호선(서안성IC), 지방도 302호선		경간수		9	
부착시설내용		-		설계하중		DB-24/DL-24(1등교)	
시 공 자		대림산업(주) 외 14개		설 계 자		보람엔지니어링(주)	
감 리 자		보람엔지니어링(주)		관리주체		수원국토관리사무소	
							
상부 전경				하부 전경			

2) 칠곡교 주요도면

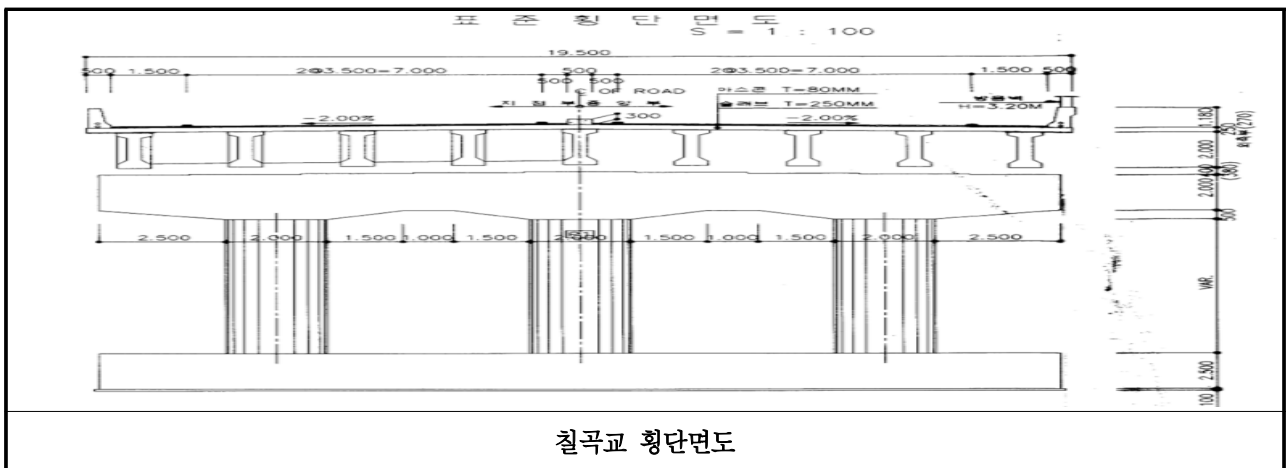
(1) 평면도



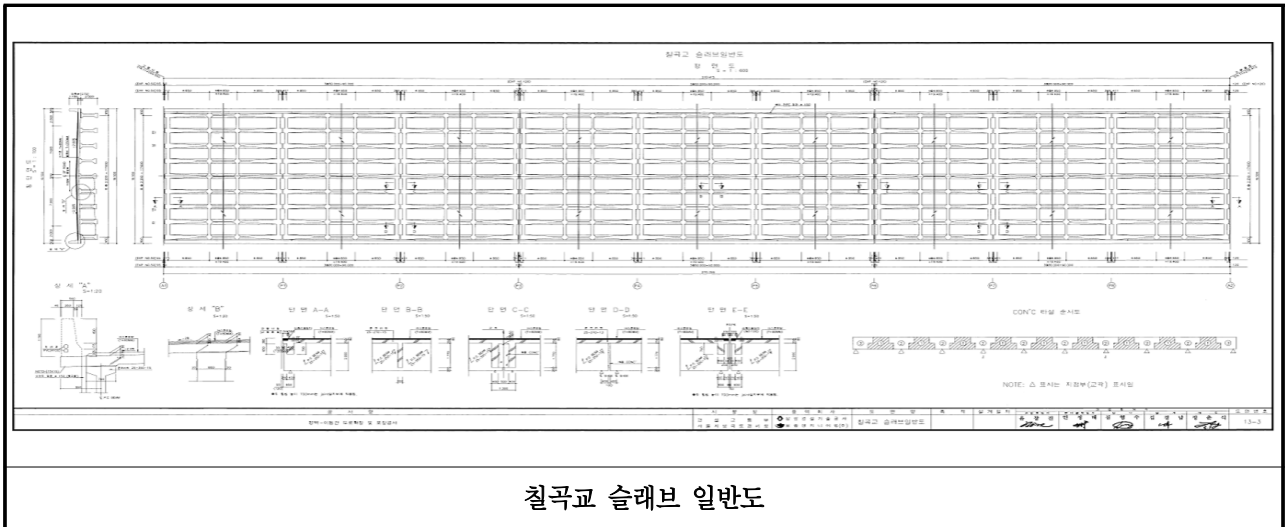
(2) 종단면도



(3) 횡단면도

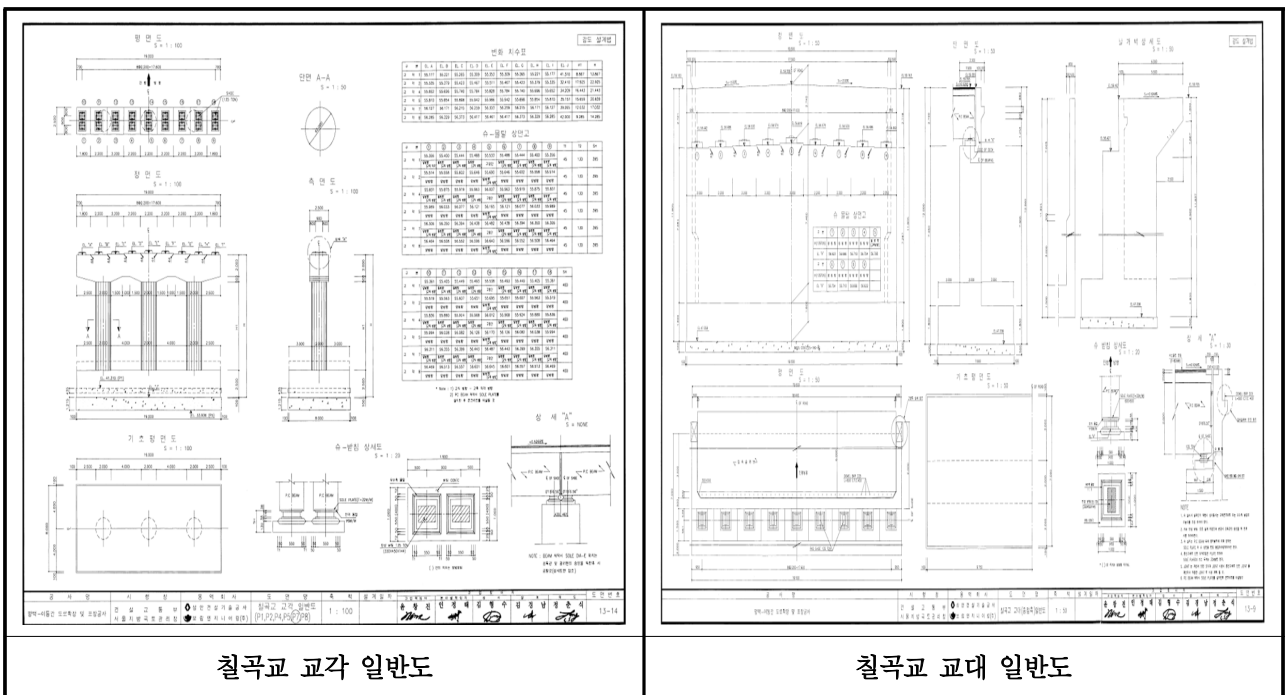


(4) 슬래브 일반도



철곡교 슬래브 일반도

(5) 교대 및 교각일반도



철곡교 교각 일반도

철곡교 교대 일반도

3) 철곡교 자료수집 및 분석

- (1) 준공 시 설계도면은 확보하고 있는 상태이다.
- (2) 준공도서 검토결과 설계당시 도로교표준시방서(1996)를 반영하여 내진설계가 된 것으로 검토되었다.
- (3) 유지관리자료의 경우 정기안전점검, 정밀안전점검 등의 자료 및 보수·보강이력 등 전반적으로 자료가 확보되어있고, 현재까지 시설물 유지관리 안전등급은 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 B등급으로 유지관리 되고 있는 것으로 검토되었다.
- (4) 따라서, 금회 내진성능평가 수행 시 기존자료 검토·분석과 현장조사 결과치를 종합적으로 반영하고 “시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법” 제12조에 근거해서 변경된 내진설계기준(2018. 내진설계 일반 : KDS 17 10 00→지진하중변경)을 적용하여 내진성능평가를 수행하였다.

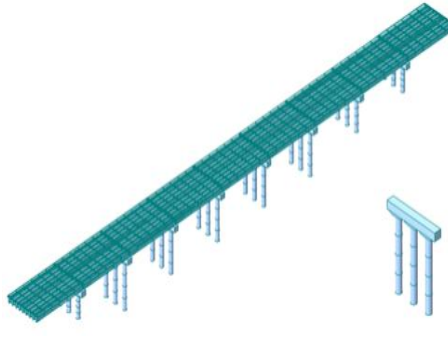
4) 철곡교 현장조사결과

금회 내진성능평가 수행 시 현장조사결과 다음과 같다.

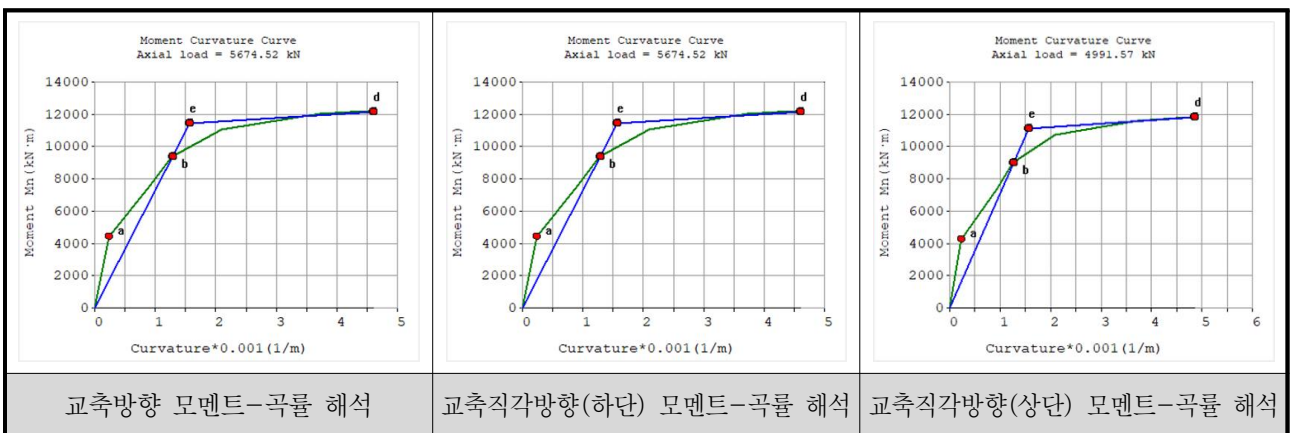
- (1) 설계준공도와 부재제원 확인을 위해 각각의 부재별로 현장 실측을 실시하고 이를 준공도면과 비교·검토 하여 주요 부재의 규격을 확인한 바 전반적으로 설계준공도와 일치하는 것으로 조사되었다.
- (2) 재료시험의 경우 반발경도법에 의한 평균 설계기준강도를 추정한 결과, 상부구조 및 하부구조 모두 설계기준강도를 상회하고 있는 것으로 측정되었으며, 철근탐사시험 결과 철근의 배근간격 및 피복두께는 설계도면과 대부분 유사한 것으로 조사되었고, 부대시설인 교량받침의 연단거리 및 거동상태, 신축이음 받침지지길이 및 유간 등은 설계도서에 준하여 시공되어 공용중이며, 기능발휘에 지장이 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- (3) 따라서, 금회 내진성능평가 수행 시 기존자료 검토·분석과 현장조사 결과치를 종합적으로 반영하고 “시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법” 제12조에 근거해서 변경된 내진설계기준(2018. 내진설계 일반 : KDS 17 10 00→지진하중변경)을 적용하여 내진성능평가를 수행하였다.

5) 시설물 내진성능평가 및 보강방안

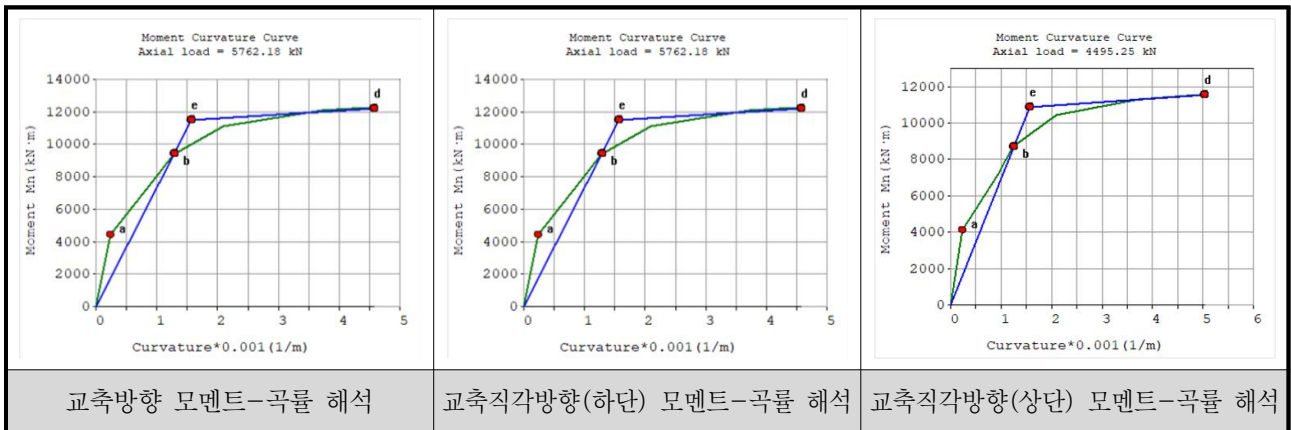
(가) 교량 내진성능평가(철곡교)

교량 개요		소재지 : 경기도 안성시 원곡면 철곡리		
		준공년도 : 2005년		
		교량등급 : 1등급, 설계하중 : DB-24		
		상부형식 : PSCI Beam(PSCI)		
		L=270.0m, B=19.5m		
		교각형식 : 다주식		
		기초형식 : 직접기초		
		내진등급 : 1등급 , 지반종류 : S2		
내진 성능 평가 결과	A1~A2 (PSC 거더(PSCI))			
	교각기둥	교축		O.K
		교직		O.K
	받침	교각	교축	O.K
			교직	O.K
		교대	교축	O.K
			교직	O.K
	기초	교축		O.K
		교직		O.K
	받침지지길이	-		O.K

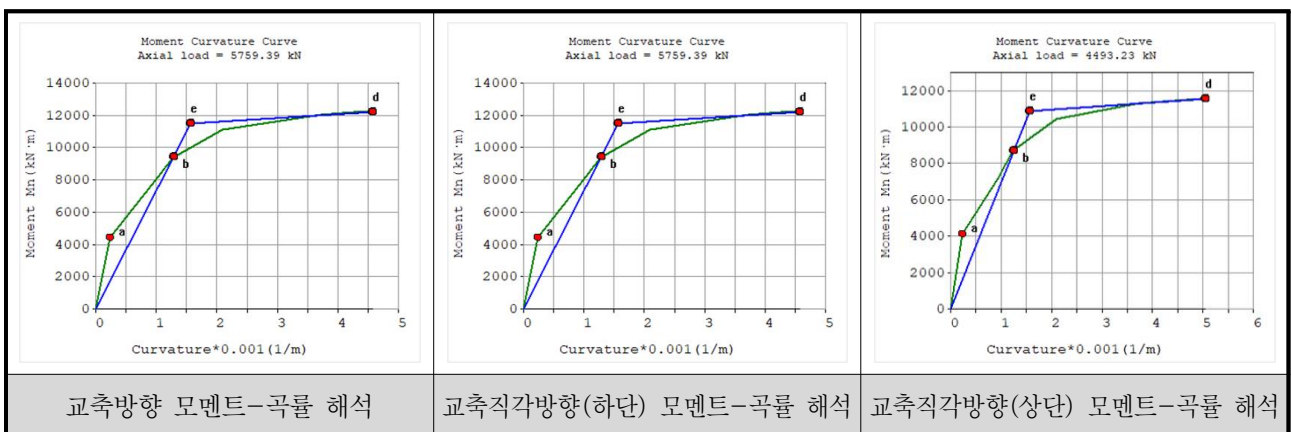
(나) 교각의 모멘트-곡률 해석(P1)



(다) 교각의 모멘트-곡률 해석(P3)

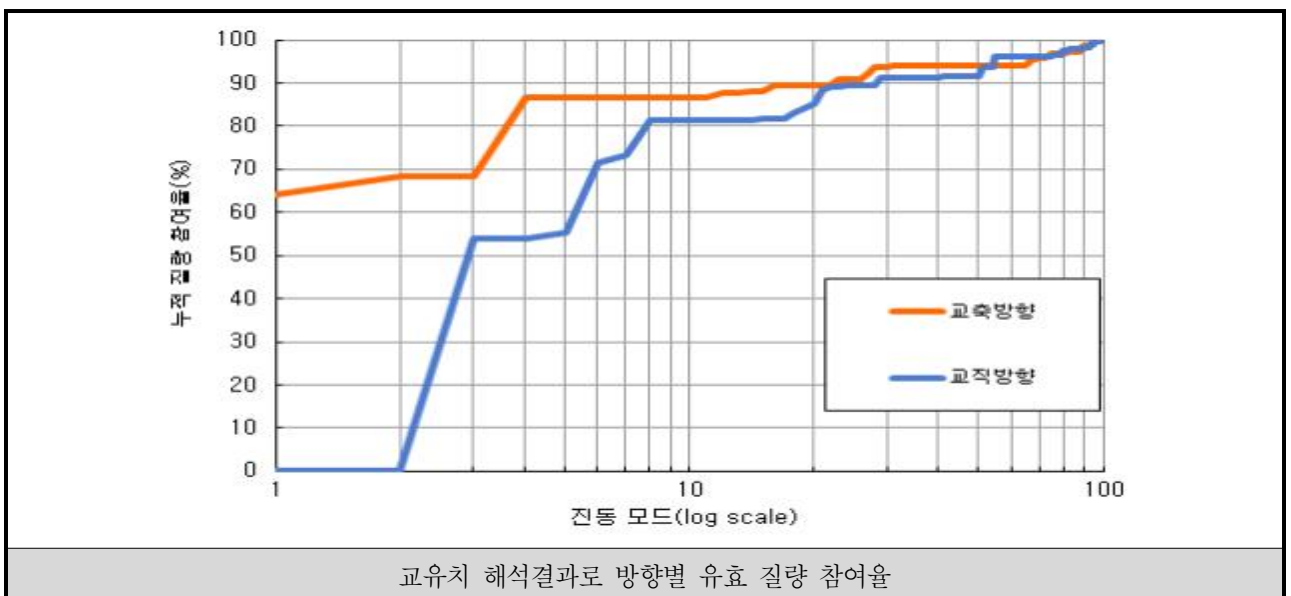


(라) 교각의 모멘트-곡률 해석(P6)

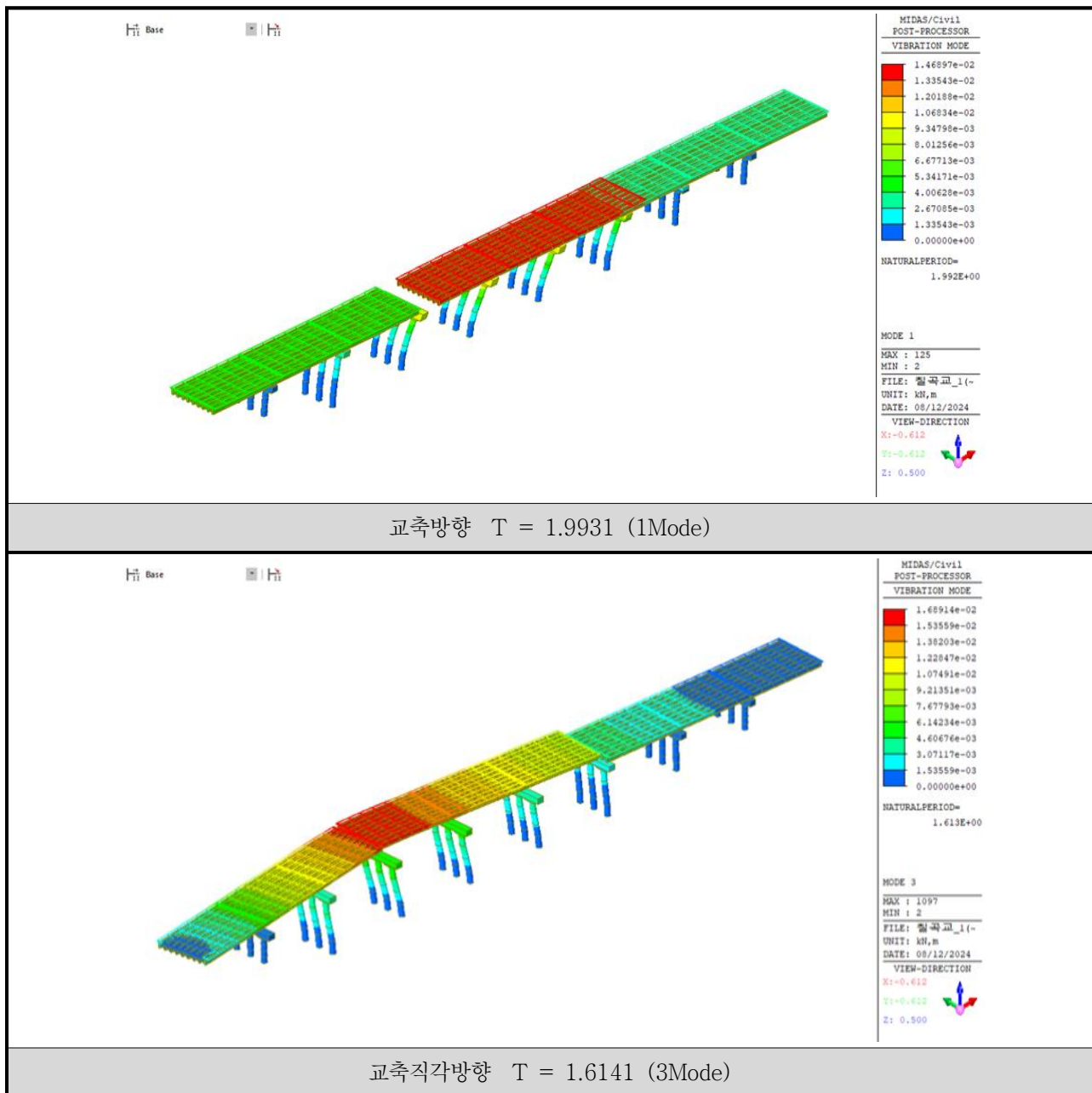


(마) 지진해석결과

－ 질량참여율



- 주요모드형상(Mode Shape)



(바) 내진보강공법제안

-해당사항 없음.

(사) 내진보강방안 개요도

-해당사항 없음.

(아) 개략공사비

-해당사항 없음.

나. 내진성능평가 결과요약

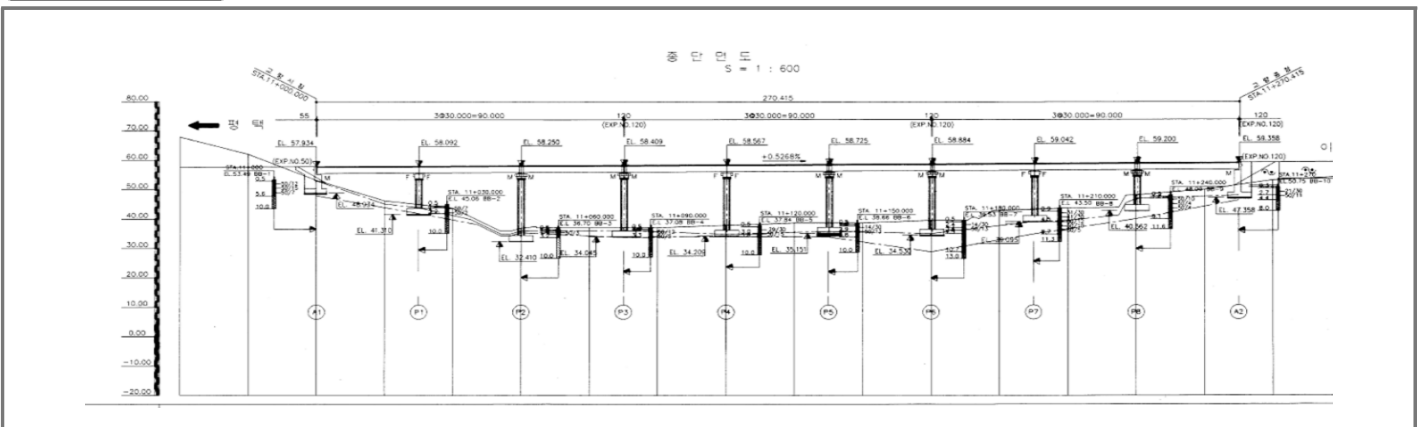
1) 철곡교

교량 현황

구분		교량현황
관리주체		수원국토관리사무소
이정		-
교량형식	선형/선형	직선 / -
	연장/폭원	L=270.0m / B=19.5m
	상부형식	PSCI Beam
	받침종류	탄성받침
	하부 구조	역T형 교대
형식	교각	다주식 교각
	기초	직접기초, 직접기초



중단면도



외관조사 결과

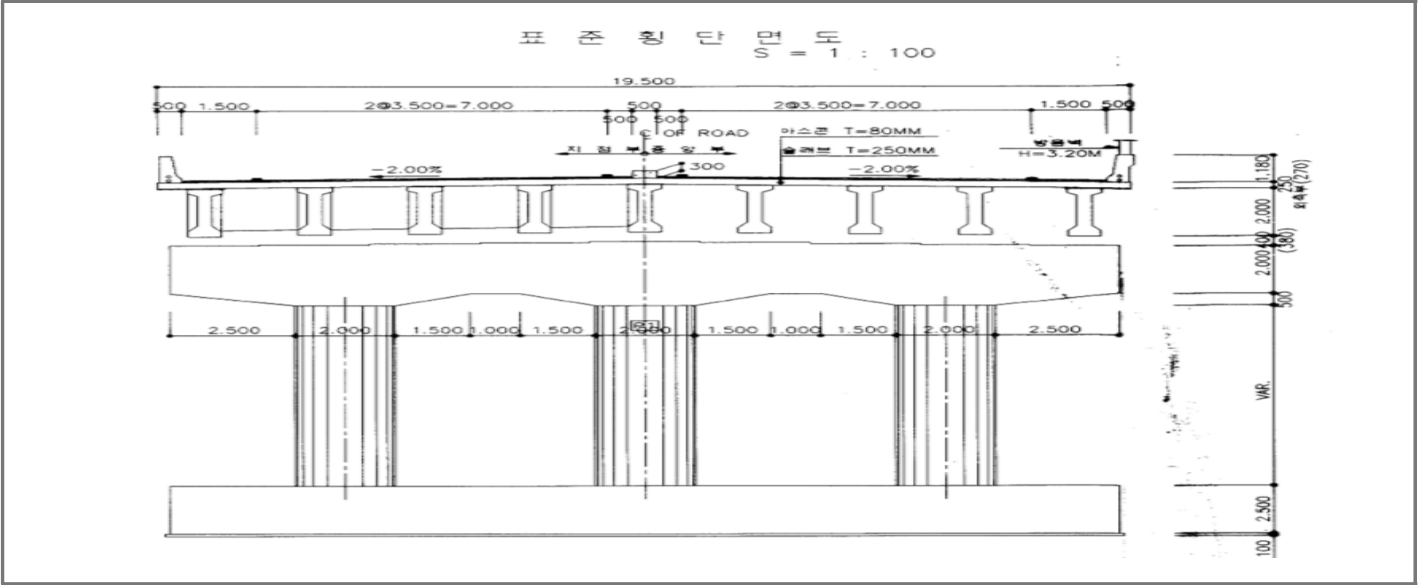
교각 망상균열

받침몰탈 균열

후타재 균열

구분	점검결과
하부 구조	교대 균열, 망상균열, 박리
교각	균열, 망상균열, 박리
신축이음	후타재 균열, 파손
받침상태	받침몰탈 균열, 망상균열 → 받침 상태 등급 : b~c등급

횡단면도



내진성능평가 분석

교량 모델링

준공년도	2005
지진구역계수	0.11
위험도계수	1.4
가속도계수	0.154

설계응답스펙트럼(기준)

설계응답스펙트럼(내진성능평가)

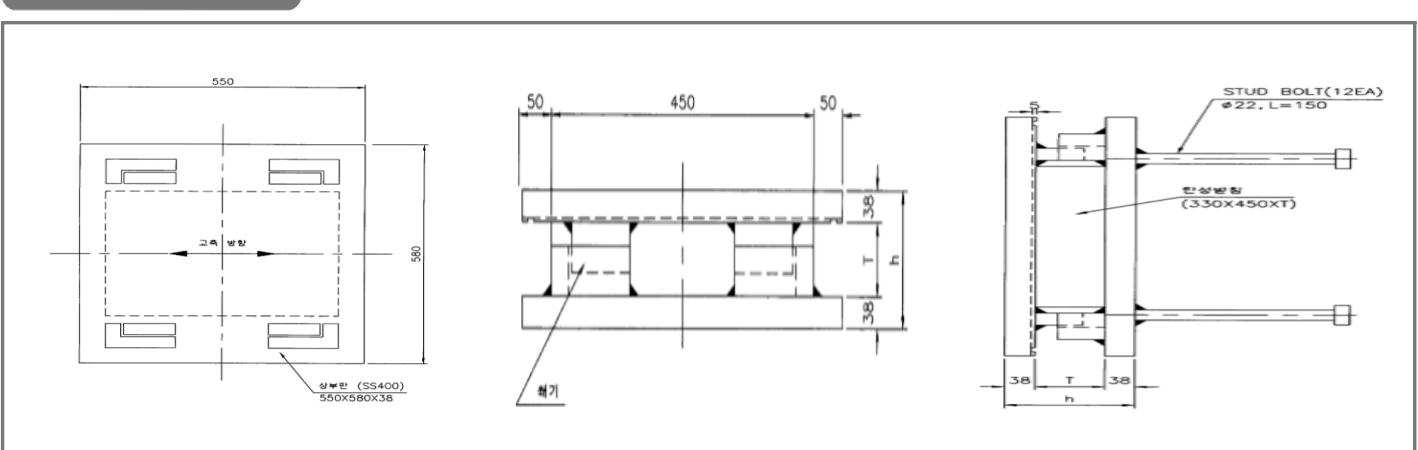
모멘트 곡률 해석(P3)

내진 성능평가 결과

구분	기둥(P3)	기초(P3)	받침(P3)	교대 받침(A1)
교축	O.K 1.553	O.K 2.045	O.K 2.578	O.K 1.967
교직	O.K 1.625	O.K 7.306	O.K 1.890	O.K 2.606

- 교각부 내진성능평가 결과 기둥부, 기초부, 받침부에서 모두 내진성능을 만족하는 것으로 판단.
- 교대부 내진성능평가 결과 기초부, 받침부에서 모두 내진성능을 만족하는 것으로 판단.

받침상세도



4. 종합결론

본 내진성능평가의 경우 “ 기존시설물(교량) 내진성능평가 요령·해설(2019.10. 국토교통부, 한국시설안전공단)” 및 “KDS 17 10 00 : 2018 (내진설계 일반)” 따라 수행하였으며, 금회 내진성능평가 수행 시 강화된 내진설계기준에 미달된 기존 공공시설물의 내진보강을 통한 주요 시설의 내진성능 확보로 지진발생시 피해를 저감하는 등 공공의 안전을 확보하고자 하는데 있으며, 내진성능평가 결과 다음과 같다.

철곡교의 경우 상부형식은 PSCI 거더, 하부형식은 다주식 형식의 콘크리트 교각으로 구성되어 있으며, 상부 구조와 하부 구조물의 연결구조의 경우 탄성받침 형태로 적용되어 있다. 내진성능평가 결과 교각기둥 및 받침부, 기초부 등 내진성능이 만족한 것으로 나타나 별도의 보강은 필요 없을 것으로 판단된다.

보고서 목차

◎제출문

◎위치도, 내진성능평가 결과표, 실시결과 요약표, 현황표, 전경

◎요약문

제 1 편 공통편

제1장 내진성능평가 개요3

1.1 개요3

1.2 과업수행 일정4

1.3 대상시설물 개요5

1.4 사용장비 및 시험기기의 현황5

제2장 내진성능평가 지침 분석6

2.1 지침 분석6

제3장 내진성능평가 절차7

3.1 절차7

제4장 지진해석방법9

4.1 지진해석방법9

제5장 지진력의 조합10

5.1 지진력의 조합10

제6장 콘크리트의 재료모델12

6.1 콘크리트의 재료모델12

제7장 철근재료모델	13
7.1 철근재료모델	13
제8장 소성힌지부의 축방향 철근 겹이음 적용	14
8.1 소성힌지부의 축방향 철근 겹이음 적용	14
제9장 지진구역 및 지진위험도	17
9.1 지진구역 및 지진위험도	17

제 2 편 시설물편

1. 철곡교	철곡교 - 3
1.1 시설물의 개요	철곡교 - 3
1.2 현장조사 및 시험	철곡교 - 7
1.3 콘크리트 내구성 조사	철곡교 - 12
1.4 구조해석 모델	철곡교 - 18
1.5 모멘트-곡률 해석	철곡교 - 18
1.6 지진해석결과	철곡교 - 22
1.7 교각 기둥부 내진성능평가	철곡교 - 27
1.8 받침부 내진성능평가	철곡교 - 30
1.9 기초부 내진성능평가	철곡교 - 35
1.10 받침 지지길이 평가 결과	철곡교 - 38
1.11 종합결론	철곡교 - 38

■ 부 록

1. 과업지시서
2. 측정, 시험 성과표
3. 내진성능평가
4. 시설물관리대장 - 사본
5. 사전조사자료 일체