

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

2020. 12. 07. ~ 2021. 06. 04. (실제준공일 2021. 02. 26)

3) 과업대상시설물

노선명		시설물명	종별	위 치			제원(m)		차로수		구조	설계하중(DB)	준공년도	경간수	비고
구분	호선			시	읍면	리	길이	폭	상행	하행					
국도	43	수기2교(상)	2중	화성	봉담	-	105	10	2	-	PF	24	2015	3	
국도	43	수기2교(하)	2중	화성	봉담	-	105	10	-	2	PF	24	2015	3	

다. 시설물의 개요

1) 수기2교(상) 시설물 현황

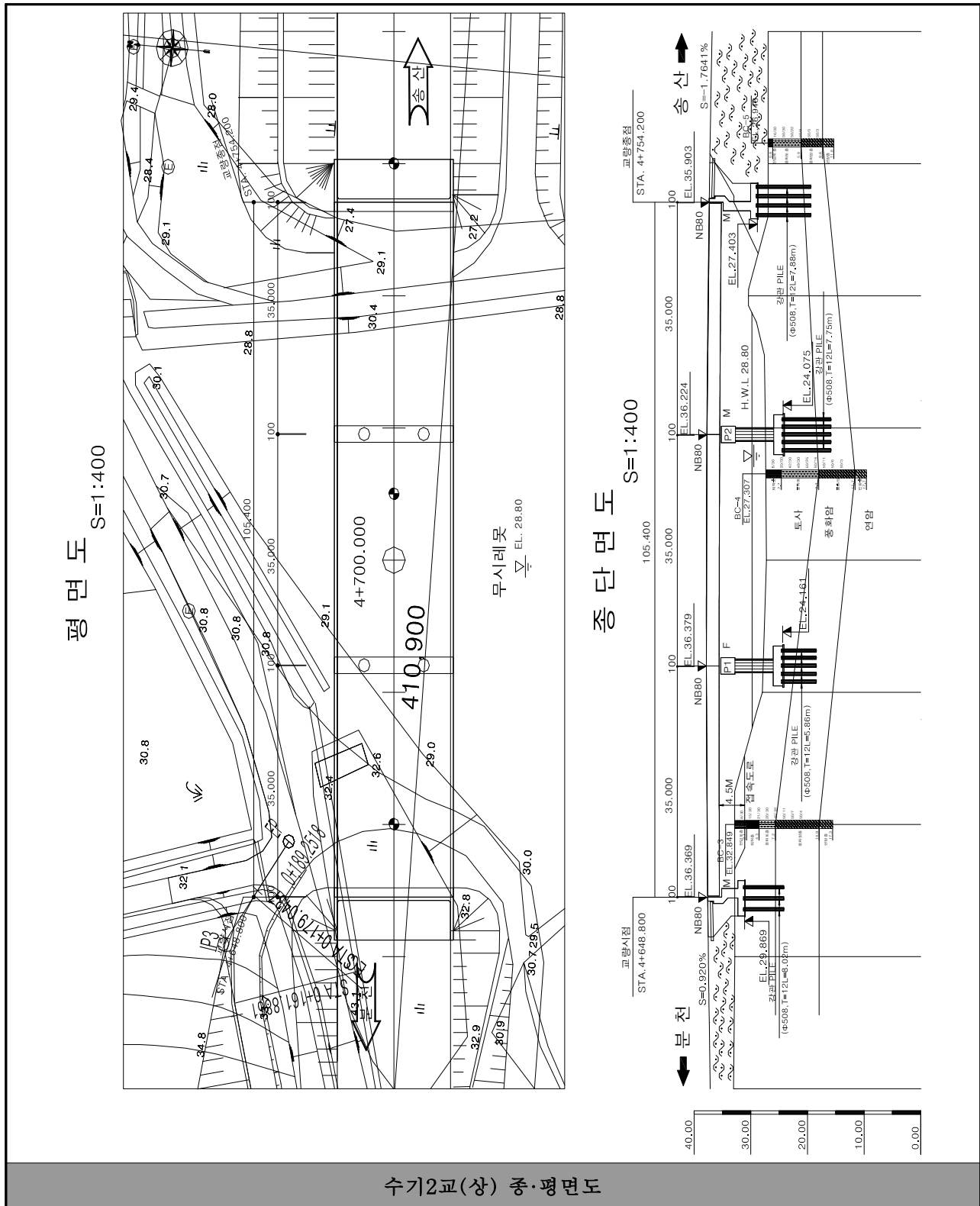
구분	내용	구분	내용
교 량 명	수기2교(상)	소 재 지	경기도 화성시 세자로 396번길 16
노 선 명	국도43호선	관리주체	수원국토관리사무소
설계하중	DB-24, DL-24	시 행 청	서울지방국토관리청
교량등급	1등급	설 계 사	(주)도화엔지니어링
준공일자	2015년 12월 31일	시 공 사	삼성중공업(주)
상부형식	프리플렉스빔(PF)	감 리 사	(주)도화엔지니어링
교 폭	B=10.5m(2차로)	교대 형식	본체 역T형
연 장	L=105.0m (3@35 = 105.0m)		기초 말뚝기초
경 사	0.920 ~ -1.7641%	교각 형식	본체 T형
경 간 수	3		기초 말뚝기초
교면포장	아스팔트 포장	신축이음	NB Joint
특 성	-	받침장치	탄성고무받침
교차시설물	무시레못		
			
상부 전경		측면 전경	

2) 수기2교(하) 시설물 현황

구분	내용	구분	내용	
교 량 명	수기2교(하)	소 재 지	경기도 화성시 세자로 396번길 16	
노 선 명	국도43호선	관리주체	수원국토관리사무소	
설계하중	DB-24, DL-24	시 행 청	서울지방국토관리청	
교량등급	1등급	설 계 사	(주)도화엔지니어링	
준공일자	2015년 12월 31일	시 공 사	삼성중공업(주)	
상부형식	프리플렉스빔(PF)	감 리 사	(주)도화엔지니어링	
교 폭	B=10.5m(2차로)	교대 형식	본체	역T형
연 장	L=105.0m (3@35 = 105.0m)		기초	말뚝기초
경 사	0.920 ~ -1.7641%	교각 형식	본체	T형
경 간 수	3		기초	말뚝기초
교면포장	아스팔트 포장	신축이음		NB Joint
특 성	—	받침장치		탄성고무받침
교차시설물	무시레못			
				
상부 전경		측면 전경		

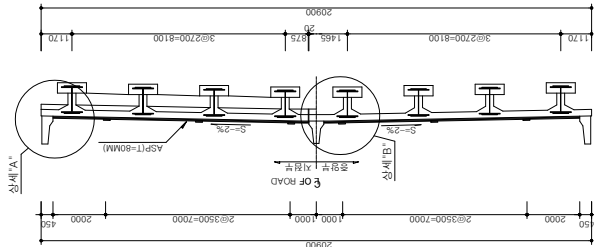
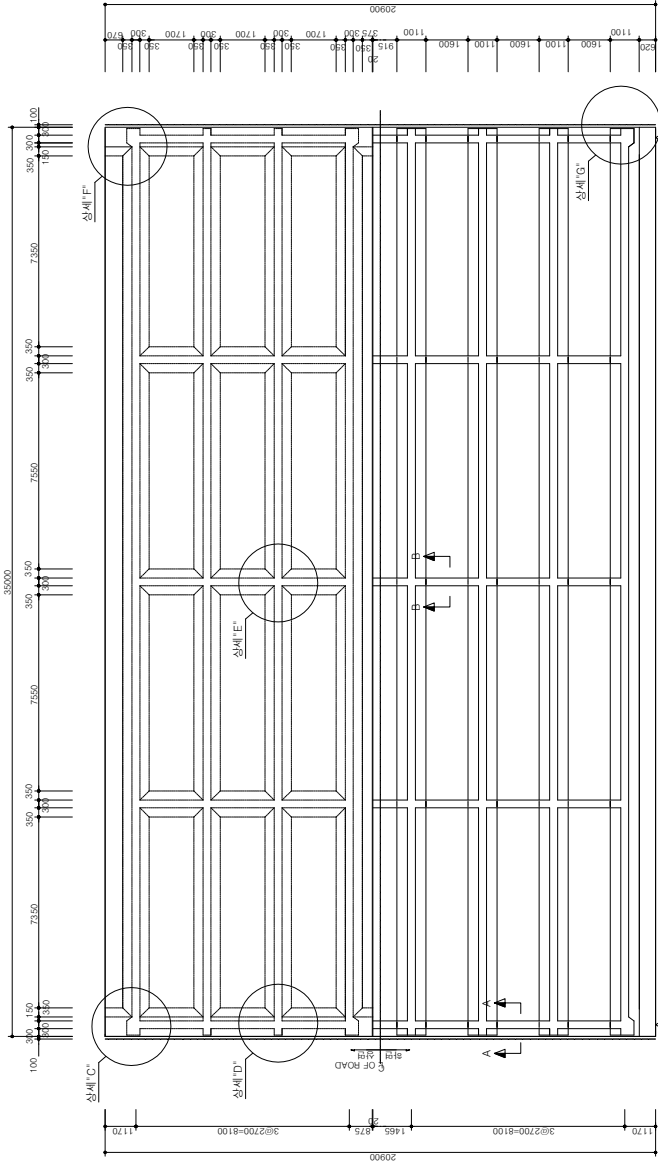
3) 수기2교(상) 주요도면

(1) 중·평면도



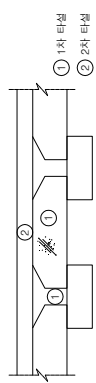
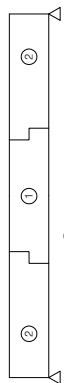
(2) 평면 및 횡단면도

평면도



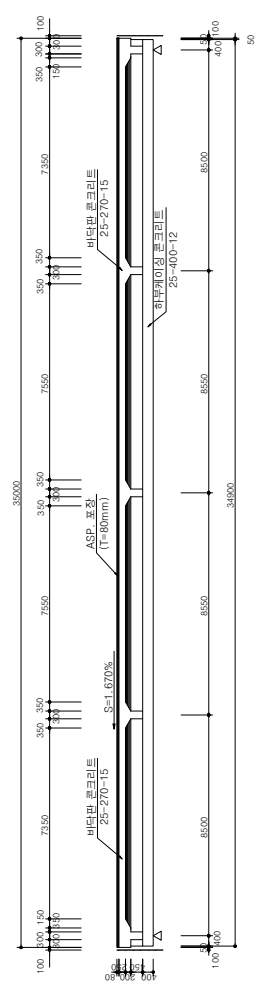
교단면도

콘크리트 타설순서도



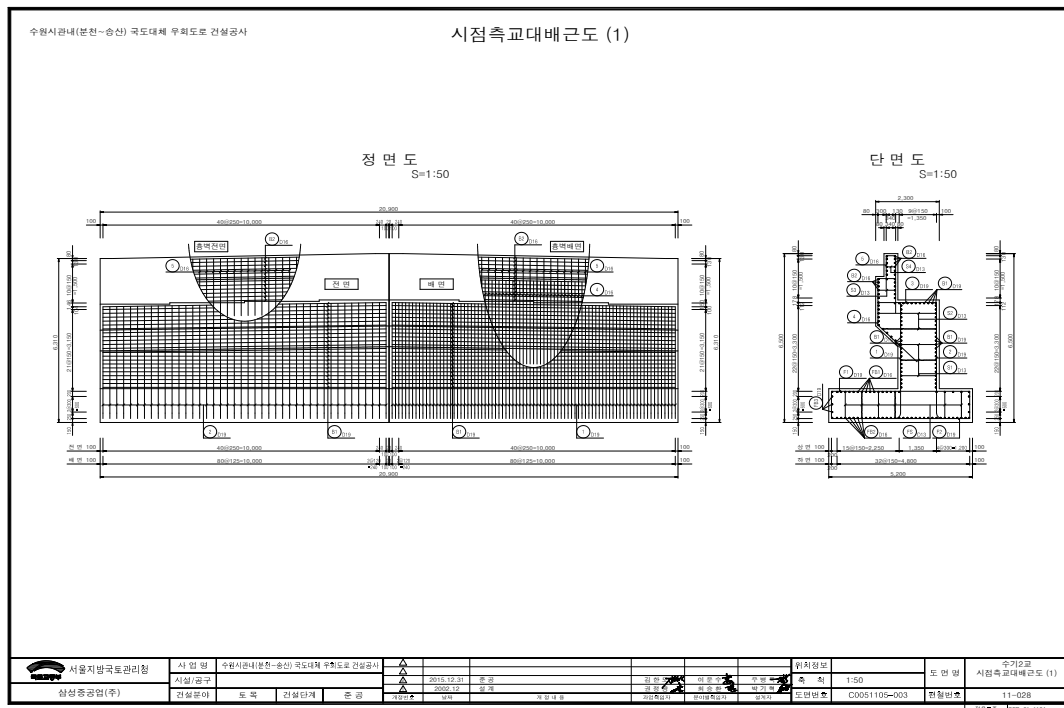
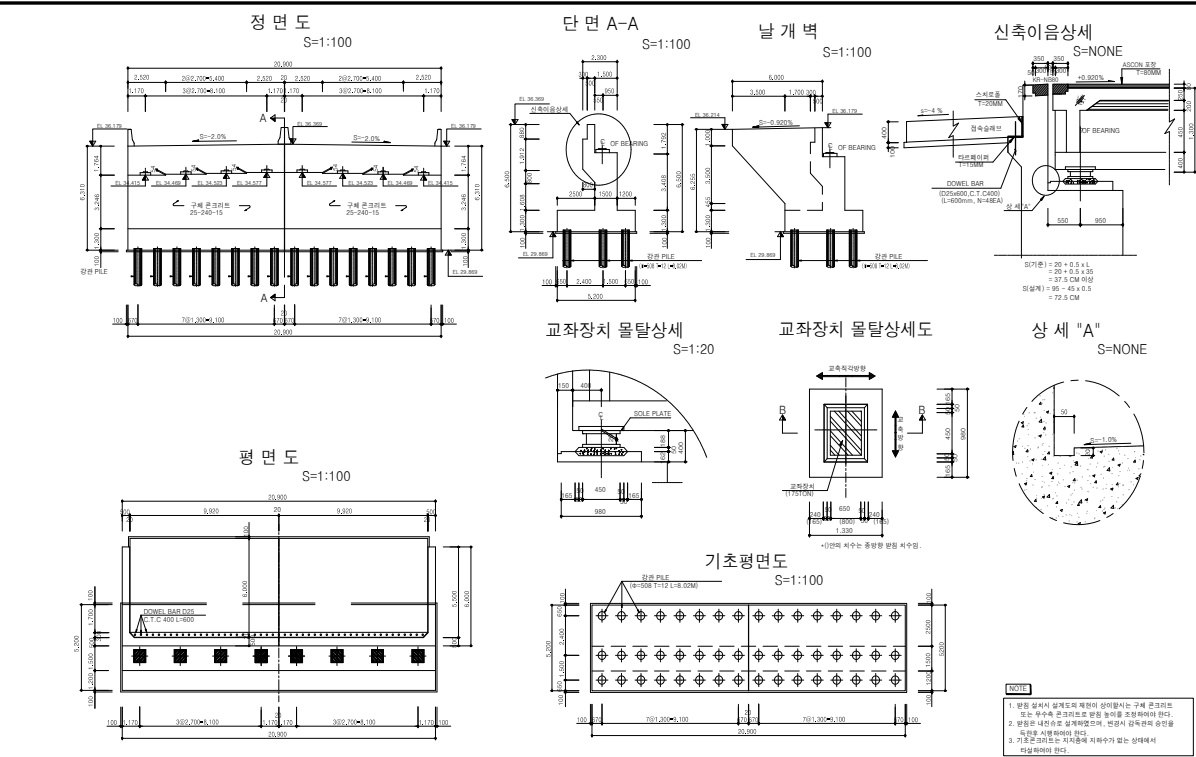
• NOTE :
상기 순서로 타설하여 복부 및 기로보 CON(C)의 충분한
충전 다짐후 SLAB 콘크리트를 타설한다.

종단면도



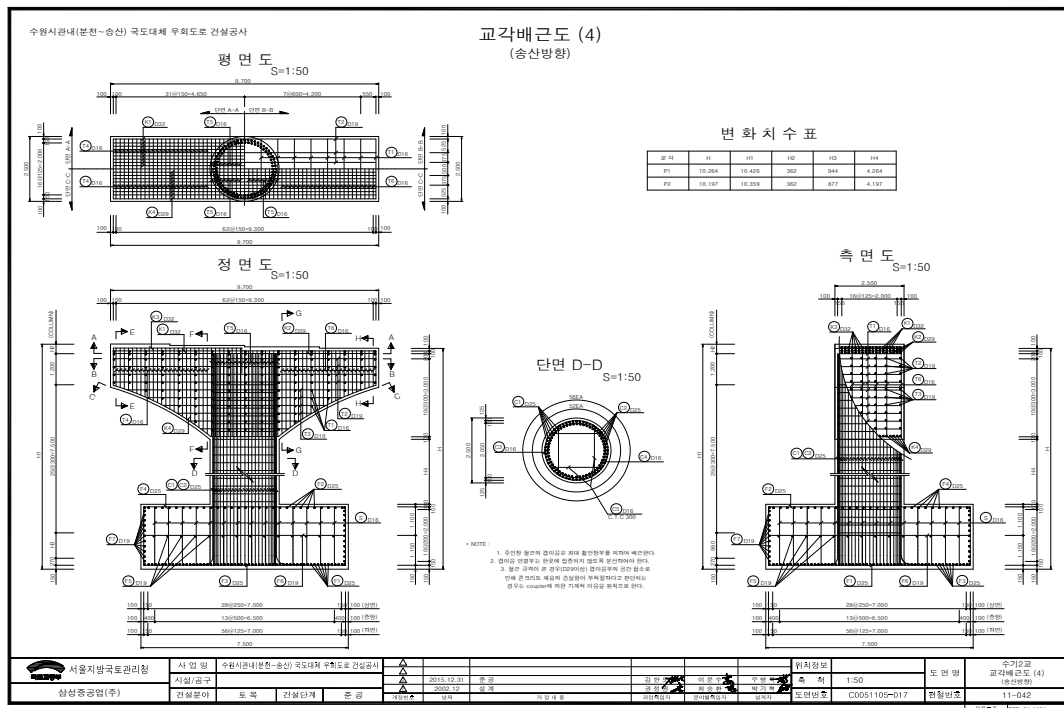
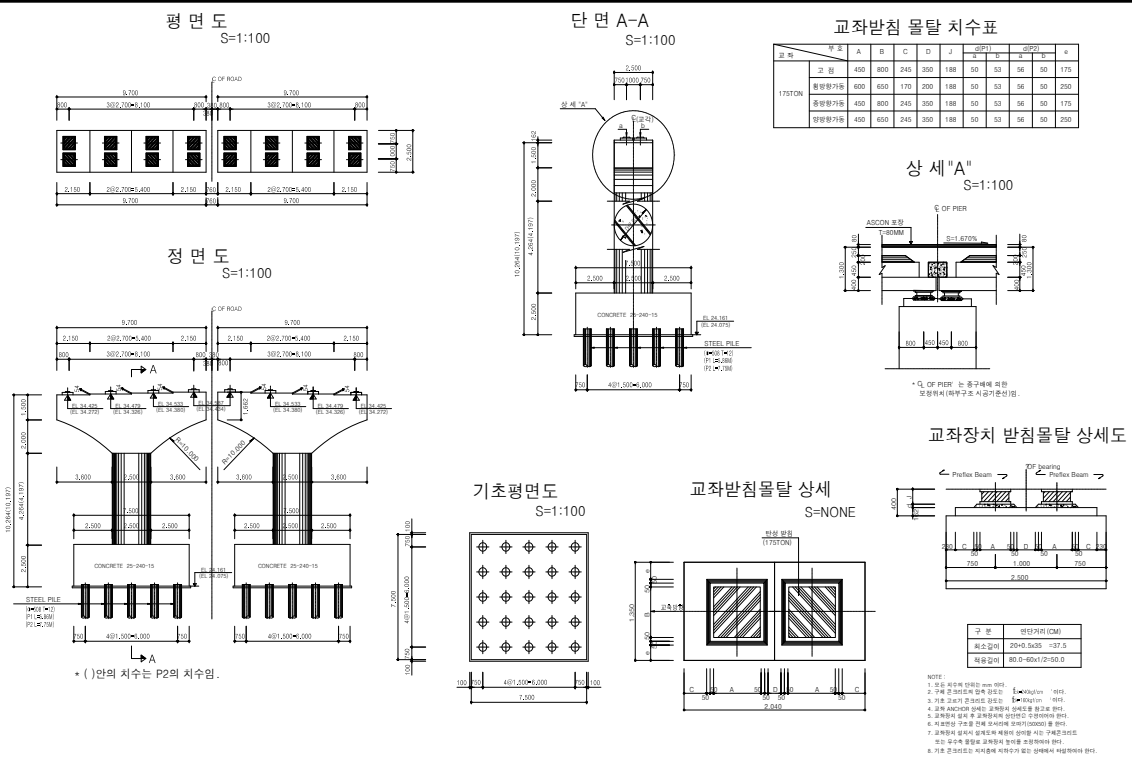
* 밑전장 : 34.900m, 밑지간 : 34.100m

수기2교(상) 평면 및 횡단면도



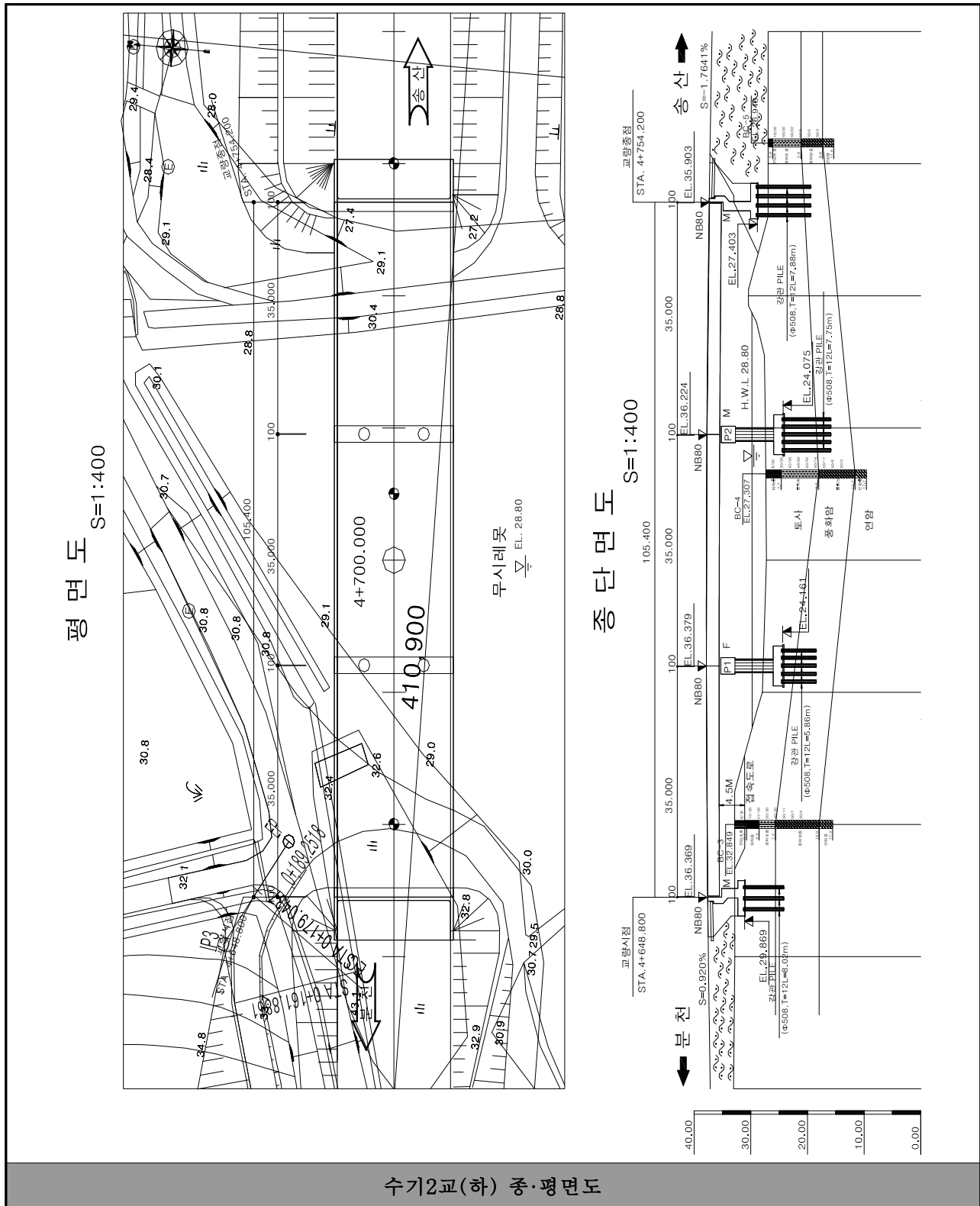
수기2교(상) 교대 일반도 및 배근도

(4) 교각 일반도 및 배근도

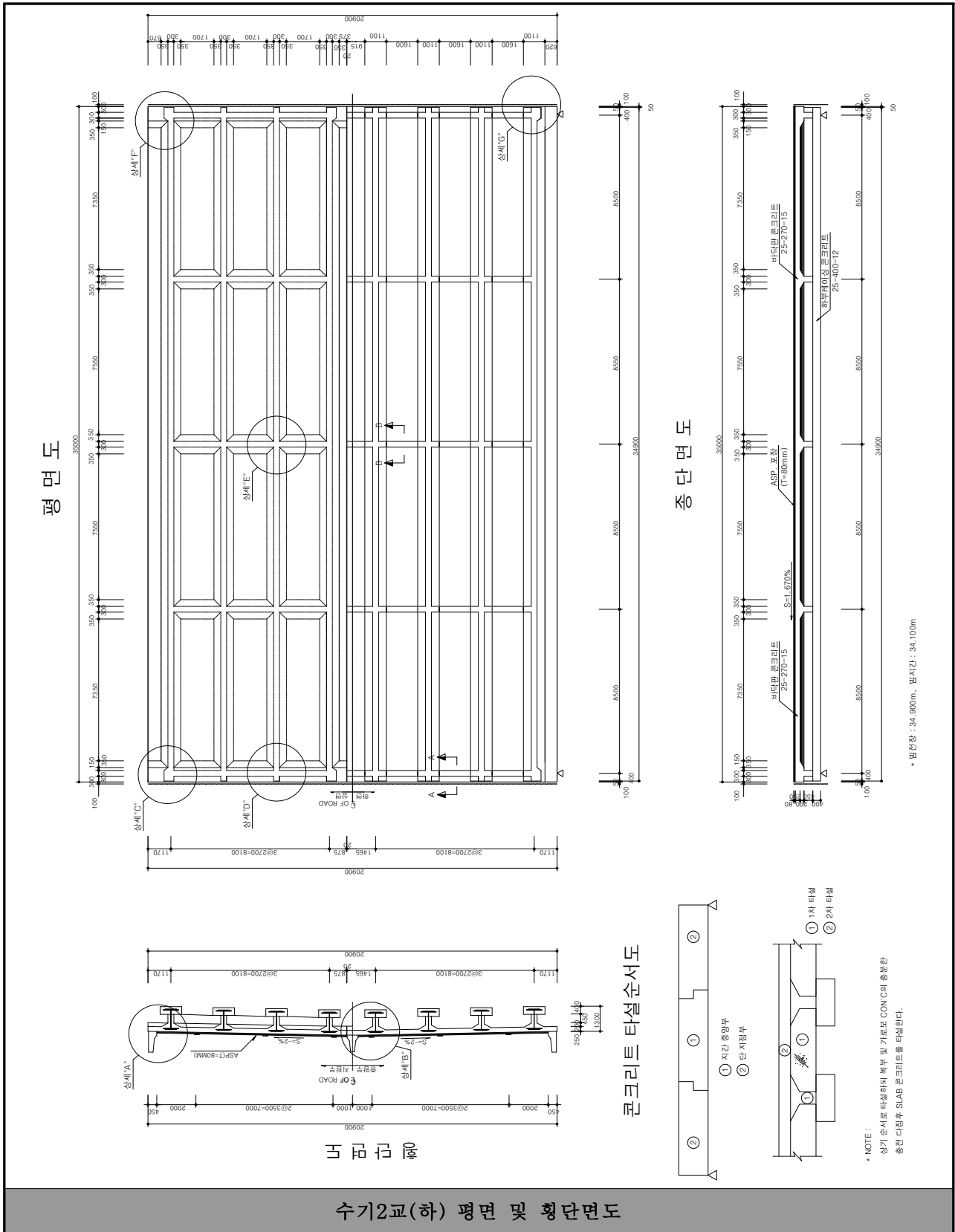


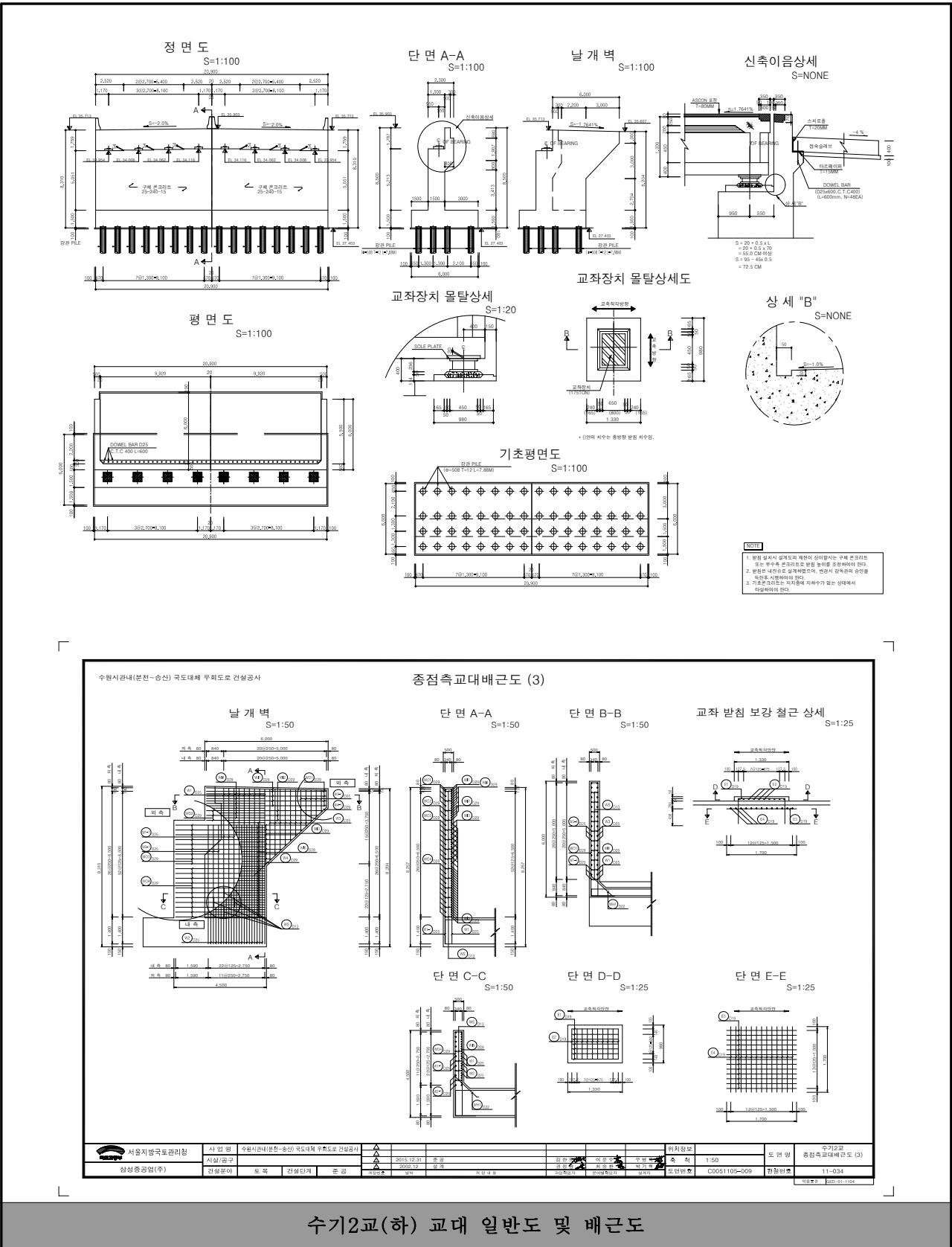
4) 수기2교(하) 주요도면

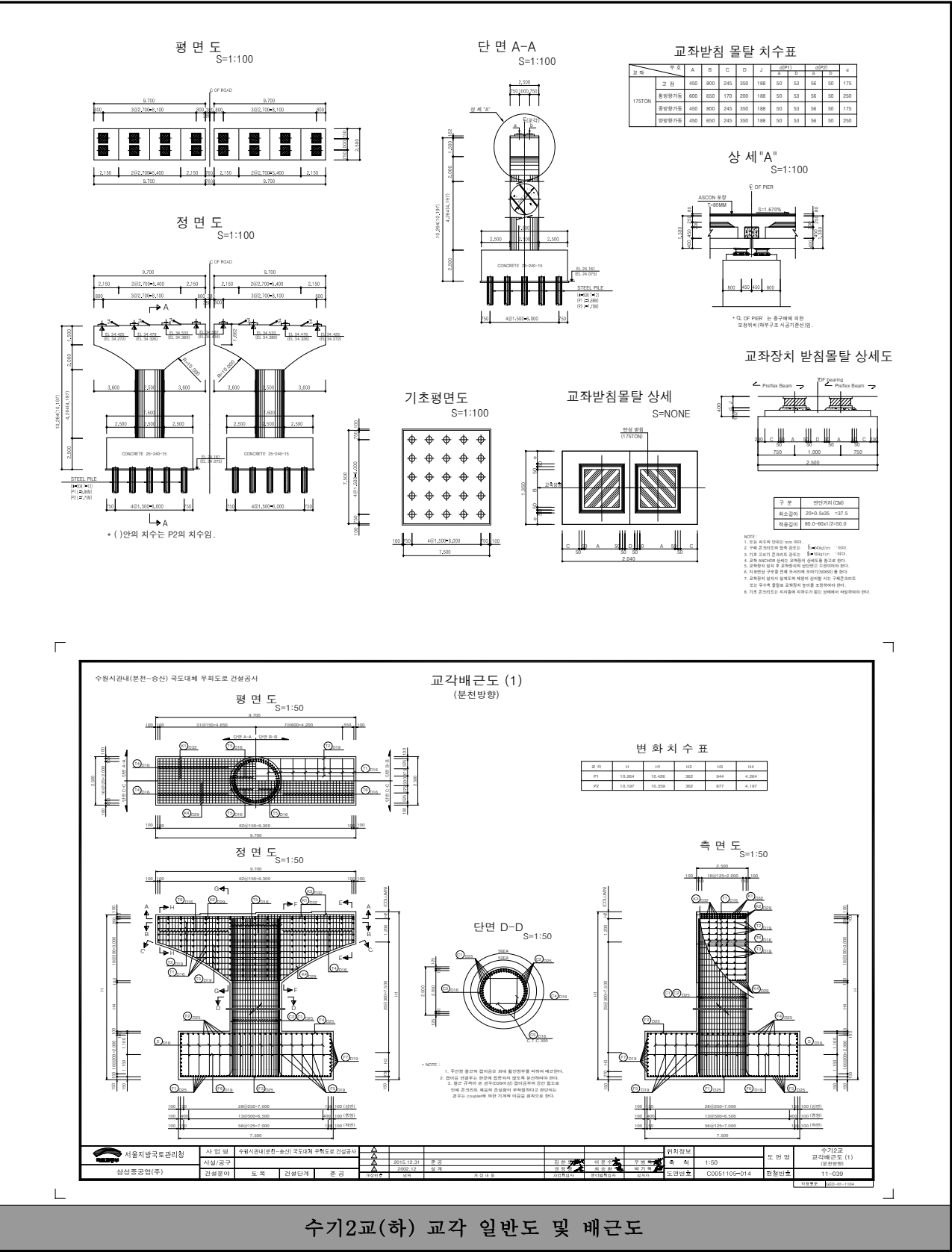
(1) 평면도



(2) 평면 및 횡단면도







2. 자료수집 및 분석

가) 수기2교(상)

- (1) 준공 시 설계도서(구조계산서, 설계도면 등)와 시공자료가 전반적으로 확보하고 있는 것으로 검토되었다.
- (2) 준공도서 검토결과 설계당시 도로교표준시방서(2000)를 반영하여 내진설계가 된 것으로 검토되었다.
- (3) 유지관리자료의 경우 정기안전점검, 정밀안전점검 등의 자료 및 보수·보강이력 등 전반적으로 자료가 확보되어있고, 현재까지 시설물 유지관리 안전등급은 상태가 양호한 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.

나) 수기2교(하)

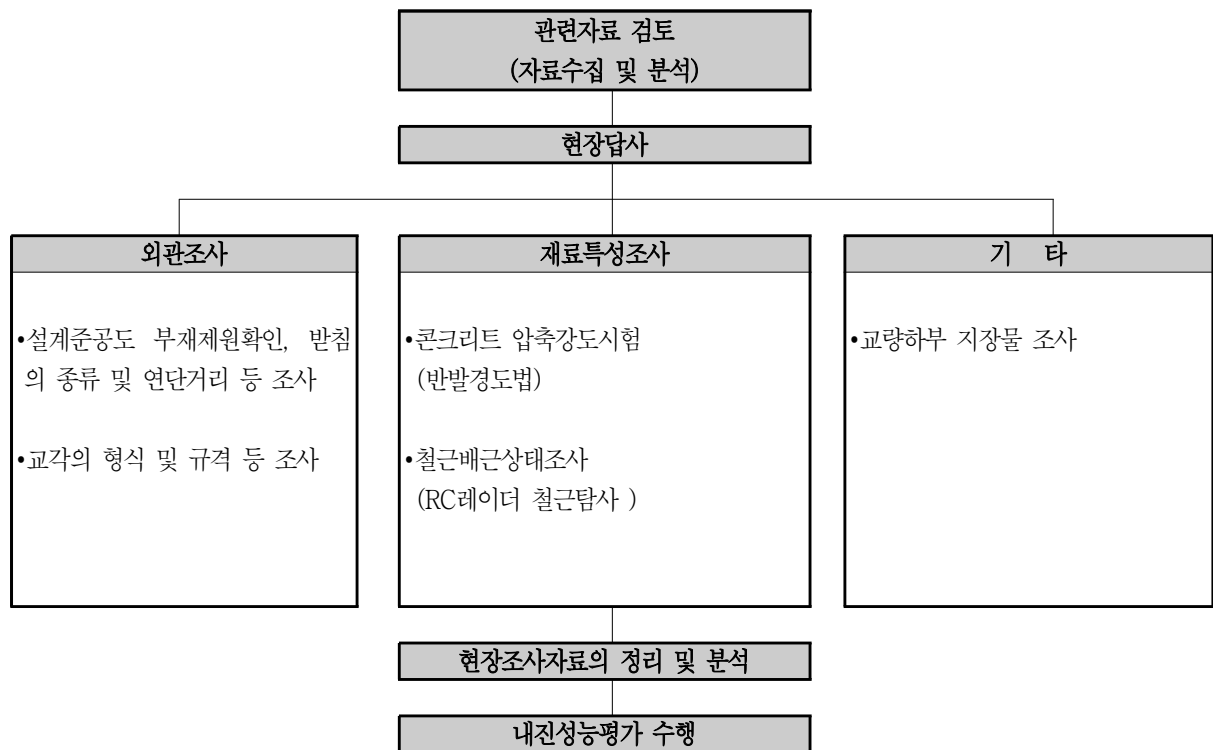
- (1) 준공 시 설계도서(구조계산서, 설계도면 등)와 시공자료가 전반적으로 확보하고 있는 것으로 검토되었다.
- (2) 준공도서 검토결과 설계당시 도로교표준시방서(2000)를 반영하여 내진설계가 된 것으로 검토되었다.
- (3) 유지관리자료의 경우 정기안전점검, 정밀안전점검 등의 자료 및 보수·보강이력 등 전반적으로 자료가 확보되어있고, 현재까지 시설물 유지관리 안전등급은 상태가 양호한 B등급으로 유지관리 되고 있는 것으로 검토되었다.
- (4) 따라서, 금회 내진성능평가 수행 시 기존자료 검토·분석과 현장조사 결과치를 종합적으로 반영하고 “시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법” 제12조에 근거해서 변경된 내진설계기준(2018. 내진설계 일반 : KDS 17 10 00→지진하중변경)을 적용하여 내진성능평가를 수행하였다.

3. 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.



<현장조사 수행 흐름도>

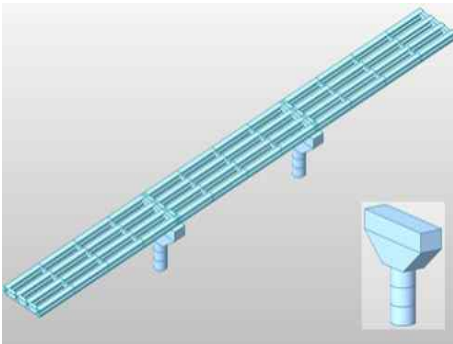
나. 현장조사결과

금회 내진성능평가 수행 시 현장조사결과 다음과 같다

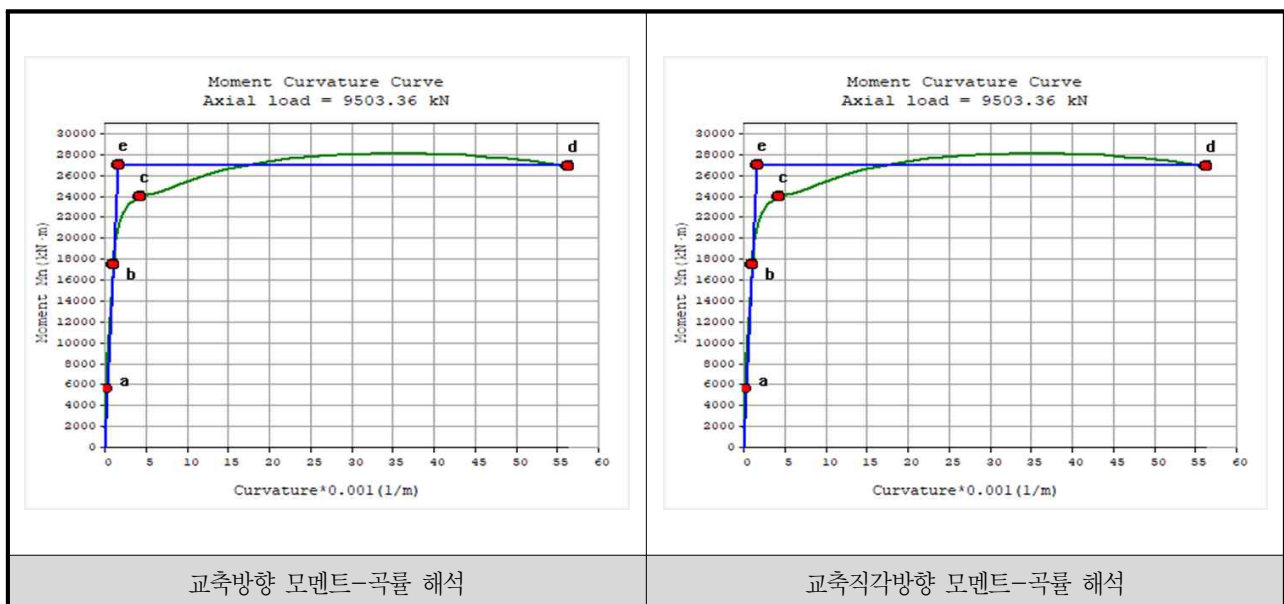
- (1) 설계준공도와 부재제원 확인을 위해 각각의 부재별로 현장 실측을 실시하고 이를 준공도면과 비교·검토 하여 주요 부재의 규격을 확인한 결과, 전반적으로 설계준공도와 일치하는 것으로 조사되었다.
- (2) 재료시험의 경우 반발경도법에 의한 평균 설계기준강도를 추정한 결과, 상부구조 및 하부구조 모두 설계기준강도를 상회하고 있는 것으로 측정되었으며, 철근탐사시험 결과 철근의 배근간격 및 피복두께는 설계도면과 대부분 유사한 것으로 조사되었고, 부대시설인 교량받침의 연단거리 및 거동상태, 신축이음 받침지지길이 및 유간 등은 설계도서에 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.

4. 시설물 내진성능평가

1) 내진성능평가(수기2교(상))

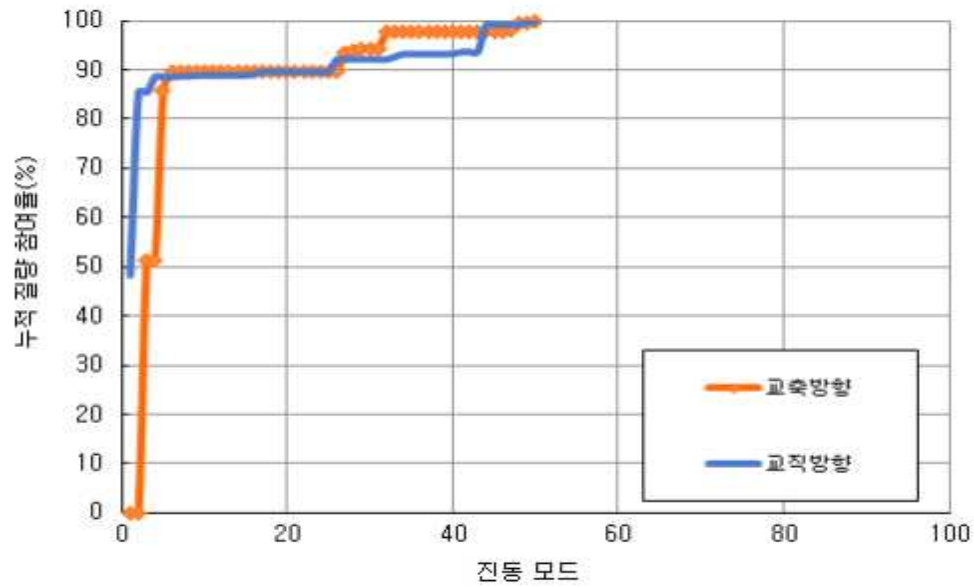
교량 개요		소재지 : 경기도 화성시 세자로 396번길 16		
		준공년도 : 2015년		
		교량등급 : 1등급, 설계하중 : DB-24		
		상부형식 : 프리플렉스빔(PF)교		
		L=105.0m, B=10.735m		
		교각형식 : T형		
		기초형식 : 말뚝기초		
		내진등급 : 1등급 , 지반종류 : S2		
내진 성능 평가 결과	A1~A2 (PF Beam)			
	교각	교축		O.K
		교직		O.K
	받침	교각	교축	O.K
			교직	O.K
		교대	교직	O.K
	기초	교축		O.K
		교직		O.K
	받침지지길이	-		O.K

(가) 교각의 모멘트-곡률 해석(P1)



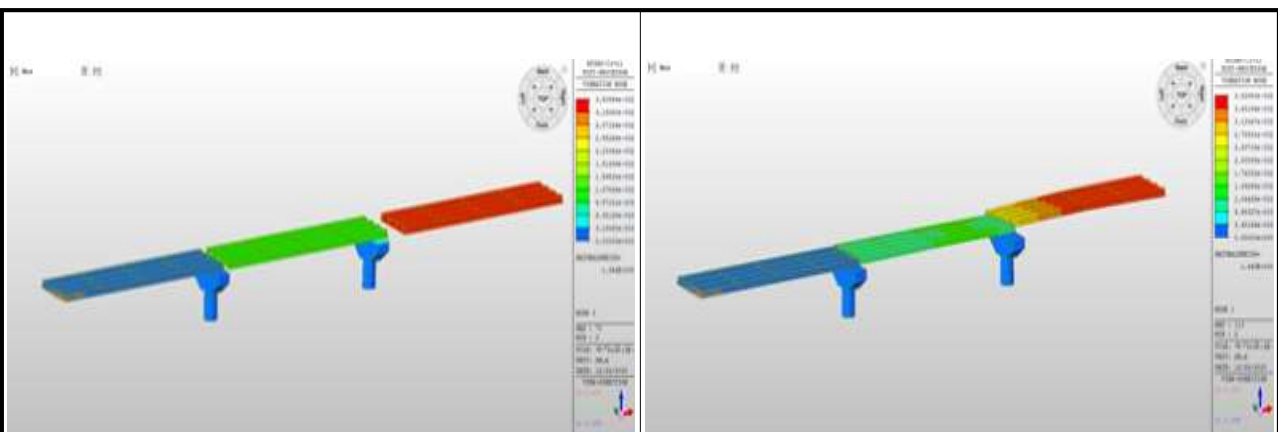
(나) 지진해석결과

- 질량참여율



교유치 해석결과로 방향별 유효 질량 참여율

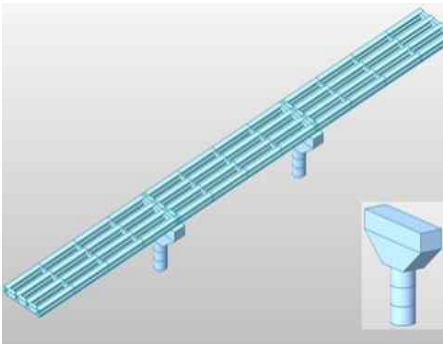
- 주요모드형상(Mode Shape)



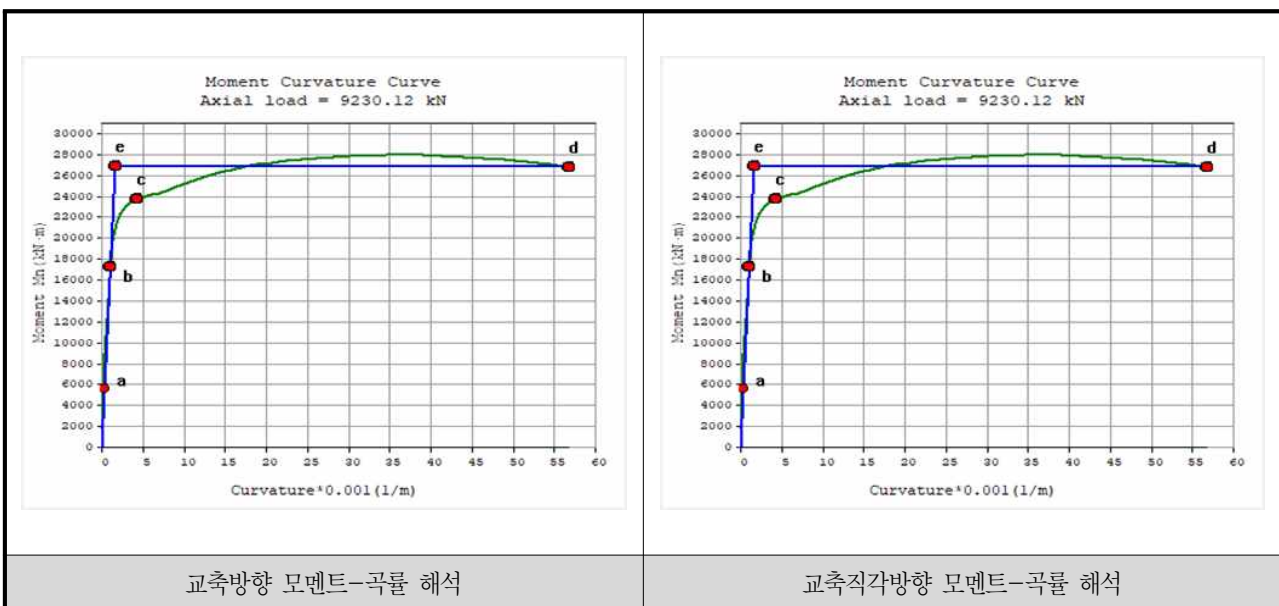
교축방향 T = 1.3438 (3Mode)

교축직각방향 T = 1.4402 (1Mode)

2) 내진성능평가(수기2교(하))

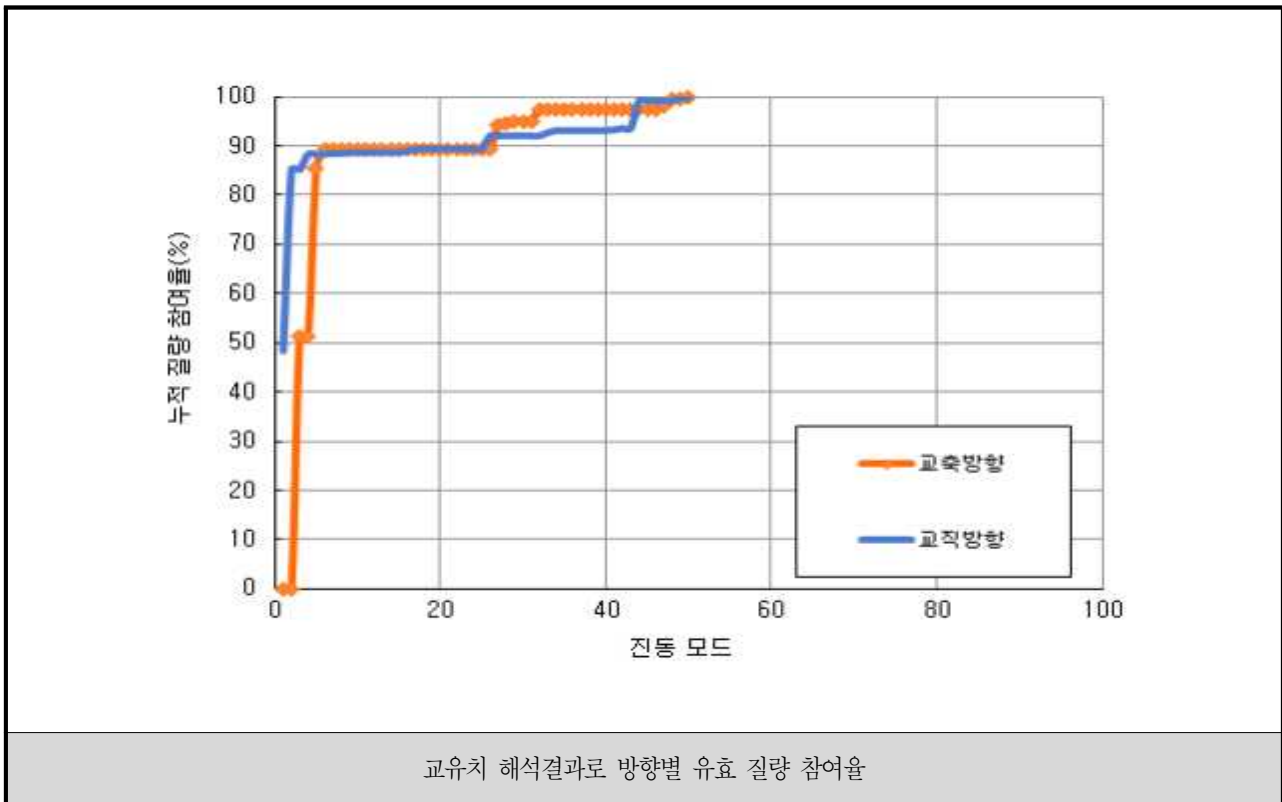
교량 개요			소재지 : 경기도 화성시 세자로 396번길 16	
			준공년도 : 2015년	
			교량등급 : 1등급, 설계하중 : DB-24	
			상부형식 : 프리플렉스빔(PF)교	
			L=105.0m, B=10.735m	
			교각형식 : T형	
			기초형식 : 말뚝기초	
			내진등급 : 1등급 , 지반종류 : S2	
내진 성능 평가 결과	A1~A2 (PF Beam)			
	교각	교축		O.K
		교직		O.K
	받침	교각	교축	O.K
			교직	O.K
		교대	교직	O.K
	기초	교축		O.K
		교직		O.K
	받침지지길이	-		O.K

(가) 교각의 모멘트-곡률 해석(P2)

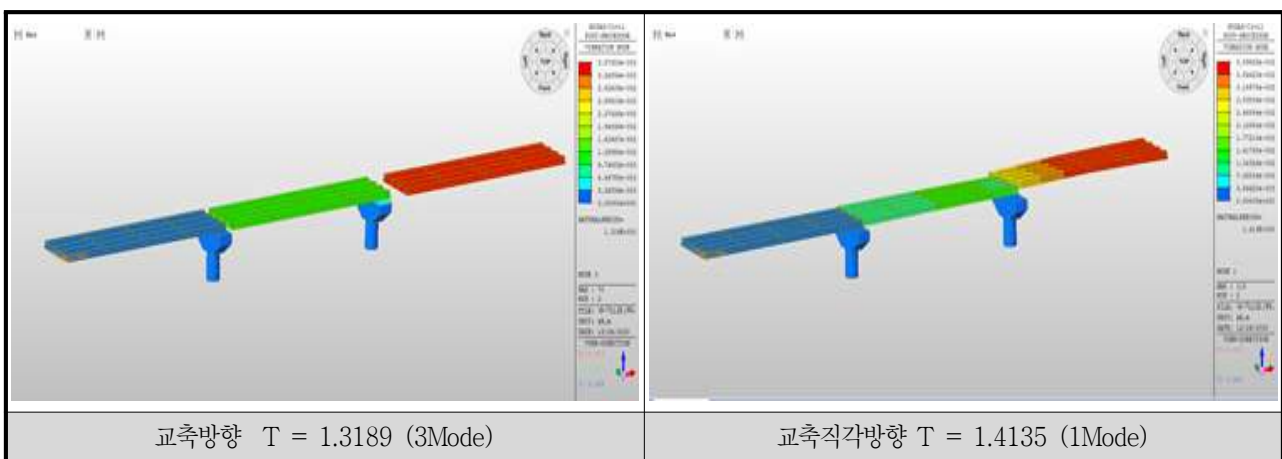


(나) 지진해석결과

- 질량참여율



- 주요모드형상(Mode Shape)



나. 내진성능평가 결과 요약

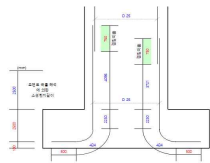
1) 수기2교(상)

교량 현황

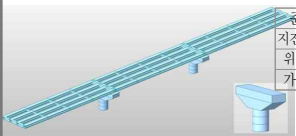
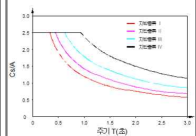
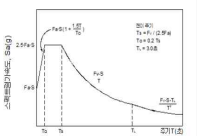
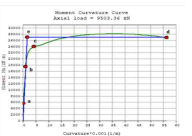
구분	교량현황	교량 형식
관리주체	수원국도관리사무소	
이정	국도43호선	
선형/선형	직선 / -	
연장/폭원	L=105.0m / B=10.735m	
상부형식	P.F BEAM	
받침종류	탄성받침	
하부	교대 역T형 교대	형식
교각	T형 교각	
기초	말뚝기초	



외관조사 결과

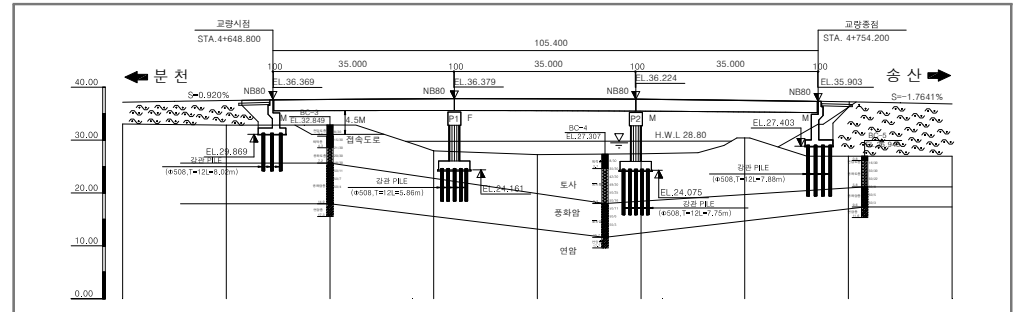
			<table> <tr> <th>구분</th> <th>점검결과</th> </tr> <tr> <td>하부</td> <td>교대 ● 균열</td> </tr> <tr> <td>구조</td> <td>교각 ● 균열, 백태</td> </tr> <tr> <td>신축이음</td> <td>● 후타재 균열</td> </tr> <tr> <td>받침조사</td> <td>● 양호</td> </tr> <tr> <td>받침상태</td> <td>● 손상 여부 없음 → 받침 상태 등급 : A</td> </tr> </table>	구분	점검결과	하부	교대 ● 균열	구조	교각 ● 균열, 백태	신축이음	● 후타재 균열	받침조사	● 양호	받침상태	● 손상 여부 없음 → 받침 상태 등급 : A
구분	점검결과														
하부	교대 ● 균열														
구조	교각 ● 균열, 백태														
신축이음	● 후타재 균열														
받침조사	● 양호														
받침상태	● 손상 여부 없음 → 받침 상태 등급 : A														
후타재 균열	받침 양호	소성힌지부 접이음 검토													

내진성능평가 분석

교량 모델링		설계응답스펙트럼(원설계)		설계응답스펙트럼(내진성능평가)		모멘트 곡률 해석(P1)									
<table><tr><td>준공년도</td><td>2005</td></tr><tr><td>지진구역계수</td><td>0.11</td></tr><tr><td>위험도계수</td><td>1.4</td></tr><tr><td>가속도계수</td><td>0.154</td></tr></table>		준공년도	2005	지진구역계수	0.11	위험도계수	1.4	가속도계수	0.154						
준공년도	2005														
지진구역계수	0.11														
위험도계수	1.4														
가속도계수	0.154														
●P.F Beam단면을 구현, 상부 총중량 질량으로 산정 ●기존 교량 받침 배치의 경계조건에 따른 방향성 적용 ●소성힌지부에 겹 이음 없는 것으로 모멘트 곡률 해석		내진 성능평가 결과													
		구분		기둥(P1)		기초(P1)		받침(P1)		교대 받침(A1)					
		교축		O.K	1.800	O.K	3.820	O.K	1.975	O.K	1.772				
교각		O.K	1.800	O.K	3.829	O.K	2.143	O.K	2.376						

- 교각(P1, P2)의 기둥, 받침부 내진성능 평가결과 내진성능 만족
- 교대(A1, A2)의 받침부, 받침지지길이 내진성능 평가결과 내진성능 만족
- 기초(P1, P2)의 내진성능 평가결과 내진성능 만족

종단면도



횡단면도

기초받침 배치도

총 받침수량	24개
고정단	3개
일방향	12개
양방향	9개
양방향가동	↕
교각방향가동	↑↓
교축방향가동	↔
고정	●

- xix -

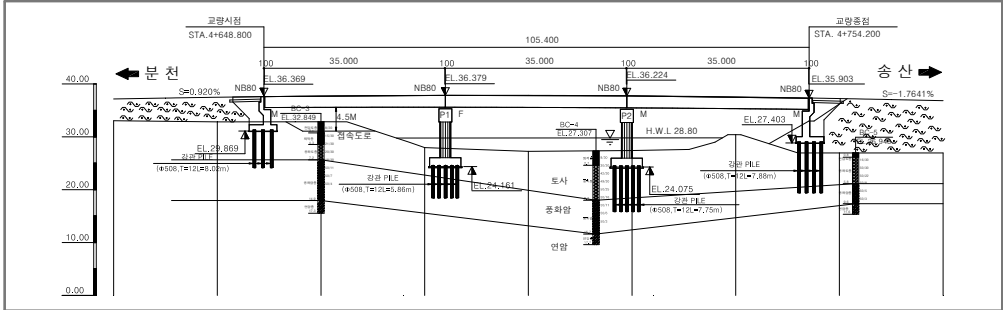
2) 수기2교(하)

교량 현황

교량 형식	구분	교량현황
	관리주체	수원국도관리사무소
	이정	국도43호선
	선형/선형	직선 / -
	연장/폭원	L=105.0m / B=10.145m
	상부형식	P.F BEAM
	반침종류	탄성반침
	하부 교대	역T형 교대
	형식	교각 T형 교각
	기초	말뚝기초



종단면도



외관조사 결과



구분	점검결과
하부 교대	● 균열, 박리
구조 교각	● 균열, 망상균열, 파손
신축이음	● 후타재 균열
반침조사	● 반침콘크리트 균열
반침상태	● 반침콘크리트 균열(0.3mm미만) → 반침 상태 등급 : B

내진성능평가 분석

교량 모델링

준공년도 2005
지진구역계수 0.11
위험도계수 1.4
가속도계수 0.154

● P.F Beam 단면을 구현, 상부 총중량 질량으로 산정
● 기존 교량 반침 배치의 경계조건에 따른 방향성 적용
● 소성힌지부에 겹 이음 없는 것으로 모멘트 곡률 해석

설계응답스펙트럼(원설계)

설계응답스펙트럼(내진성능평가)

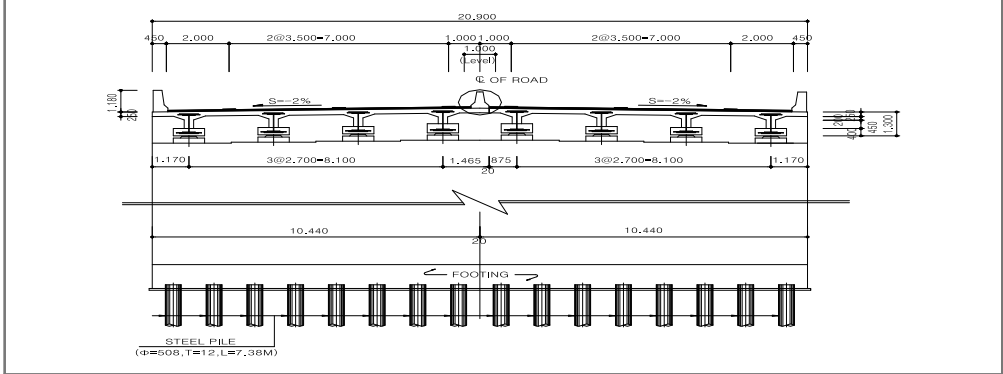
모멘트 곡률 해석(P1)

내진 성능평가 결과

구분	기둥(P1)	기초(P1)	반침(P1)	교대 반침(A1)
교축	O.K	1.800	O.K	3.883
교각	O.K	1.800	O.K	3.896

- 교각(P1, P2)의 기둥, 반침부 내진성능 평가결과 내진성능 만족
- 교대(A1, A2)의 반침부, 반침지지길이 내진성능 평가결과 내진성능 만족
- 기초(P1, P2)의 내진성능 평가결과 내진성능 만족

횡단면도



기초반침 배치도

총 반침수량	24개	
1,750kN	고정단	3개
	일방향	12개
	양방향	9개
양방향기둥	↕	
교각방향기둥	↑↓	
교축방향기둥	↔	
고정	●	

5. 종합결론

본 내진성능평가의 경우 “기존시설물(교량) 내진성능평가 요령(2019. 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.

수기2교(상,하)의 경우 상부형식은 P.F Beam, 하부형식은 T형 형식의 콘크리트 교각으로 구성되어 있으며, 상부 구조와 하부 구조물의 연결구조의 경우 탄성받침 형태로 적용되어 있다. 내진성능평가 결과 교각기둥 및 받침부 내진성능이 만족한 것으로 나타나 별도의 보강은 필요 없을 것으로 판단된다.