

◆ 목 차 ◆

0. 보강전(내진보강) 내진성능평가 결과 요약

1. 개요

2. 하중산정 및 모델링

3. 고정하중에 대한 해석

4. 설계 지진동

5. 고유치 해석

6. 지진 해석

7. 하중조합에 따른 단면력

8. 받침부 평가 (교대)

9. 기초부 평가

10. 지지길이평가

0. 보강전(내진보강) 내진성능평가 결과 요약

- 교대 2

A 2	구분			보유성능	소요성능	평가	
	받침부	본체 (kN)	교축	2,080	2,279	0.913	N.G
			교직	260	1,140	0.228	N.G
		앵커볼트 (kN)	교축	692	285	2.428	O.K
			교직	692	1,140	0.607	N.G
		콘크리트 (kN)	교축	5,518	2,279	2.421	O.K
			교직	508	1,140	0.446	N.G
		프라이아웃 (kN)	교축	486	285	1.706	O.K
			교직	486	1,140	0.426	N.G
	지지길이(mm)			교축	1,000	471	2.125

- 교대기초 2

A 2	구분			보유성능	소요성능	평가	
	기초부 (교축)	본체 (kN)		1,459	1,020	1.431	O.K
		인발 지지력 (kN)		421	0	∞	O.K
		수평변위 (mm)	고정	15.000	4.340	3.456	O.K
			힌지	15.000	8.670	1.730	O.K
		응력 검토 (Mpa)		210	191	1.098	O.K

1. 개요

1.1 교량현황

내진성능평가대상 교량현황			
교량명	행죽교	준공년도	1998 년
본부/지사	수원국토관리사무소	받침종류	POT
상부구조		하부구조	
형식	PSCI	교각형식	-
교량폭원	19.5m	기초형식	-
콘크리트	40Mpa	콘크리트	24Mpa
교량연장	1@25.0=25.000m		

1.2 내진설계

구분	적용
교량등급	1 등급교 (내진등급)
지진구역계수	0.11
위험도계수	1.40
지반종류	교축 : S3 , 교직 : S3
해석방법	다중모드스펙트럼해석법
고유치 해석	Ritz Vectors
MODE 조합	C.Q.C 방법

지반운동의 고려방향 결정 근거

- 내진설계에 수직방향 지진의 영향 미고려(수평방향만 고려)
- 교량받침에 부반력이 발생하지 않으며, 상부구조가 연직하중에 대체로 안전

지반분류 근거

- '기존 시설물(기초및지반) 내진성능 평가요령, 2020' 에 제시된 표준관입시험

N값과의 경험적 상관식 중 'Sun et al. 2013'의 식을 활용

for all soils,	$V_s = 65.54N^{0.407}$
for sand soils (풍화잔류토),	$V_s = 107.94N^{0.418}$
for sand soils (풍화암),	$V_s = 75.76N^{0.371}$
for sand and silt soils (충적토),	$V_s = 82.01N^{0.319}$
for Gravel (충적토),	$V_s = 78.63N^{0.361}$

1.3 사용프로그램 및 해석모델

구분		적용
탄성지진력산정	전체 모델링	프레임 모델링
	상부와 하부의 연결부 상세	ELASTIC LINK 스프링 모델
	기초와 지반의 연결부 상세	말뚝기초 스프링 강성 적용 / 직접기초 Fixed 적용
	질량산정	상부와 하부 고정하중은 단위질량으로 입력
	탄성지진력 산정 프로그램	MIDAS CIVIL

1.4 내진성능 평가방법 및 항목

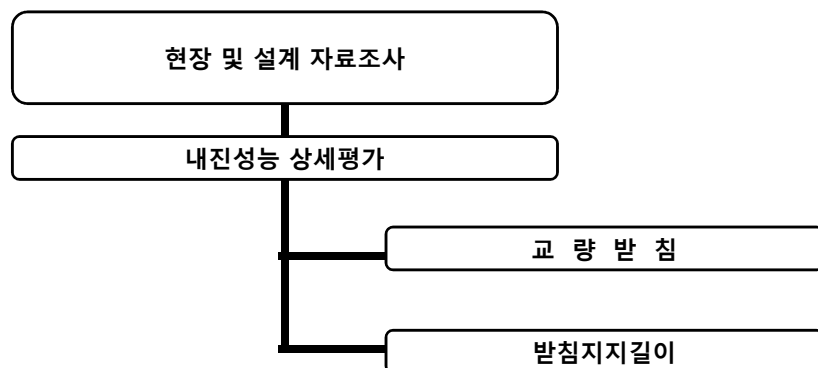
1) 내진성능상세평가 방법

내진성능 상세평가는 내진성능평가 지침에 의거하여 수행한다.

내진성능 상세평가는 교각을 비롯한 교량의 구성요소에 대하여 실시한다.

평가요령은 기존교량의 내진성능 평가 및 향상 요령'에 규정된 기준에 준한다.

2) 내진성능 평가항목



3) 참고문헌

교량내진설계기준(한계상태설계법)[KDS 24 17 11](국토교통부, 2021)

콘크리트구조 설계(강도설계법)[KDS 14 20 00](국토교통부, 2021)

내진설계 일반[KDS 17 10 00](국토교통부, 2018)

기존 시설물(교량) 내진성능 평가요령(국토교통부, 한국시설안전공단, 2019)

기존 시설물(기초및지반) 내진성능 평가요령(국토교통부, 한국시설안전공단, 2020)

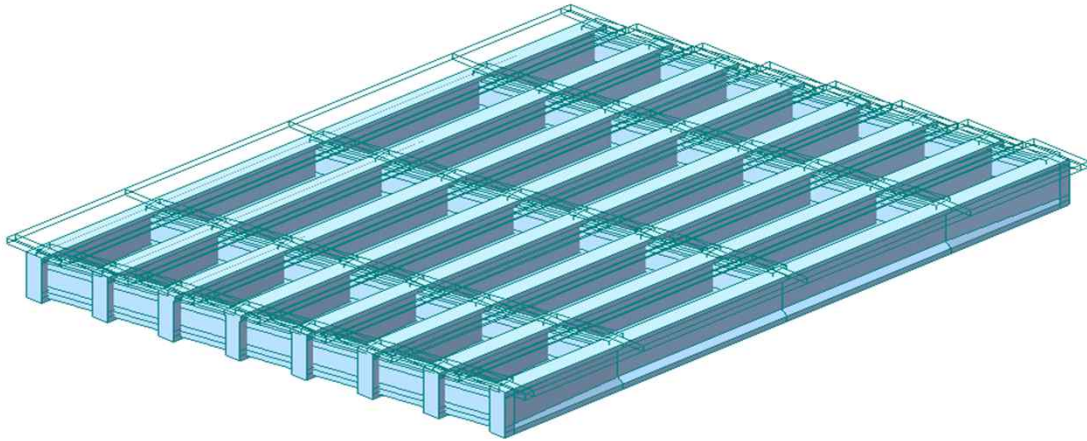
교량 내진성능평가 지침(한국도로공사, 2020)

기타 국토교통부 또는 "발주처"가 제정한 관련 지침 및 시방서

2. 하중산정 및 모델링

2.1 구조해석 모델

- 해석대상 교량 : PSCI
- 적용 받침 : POT



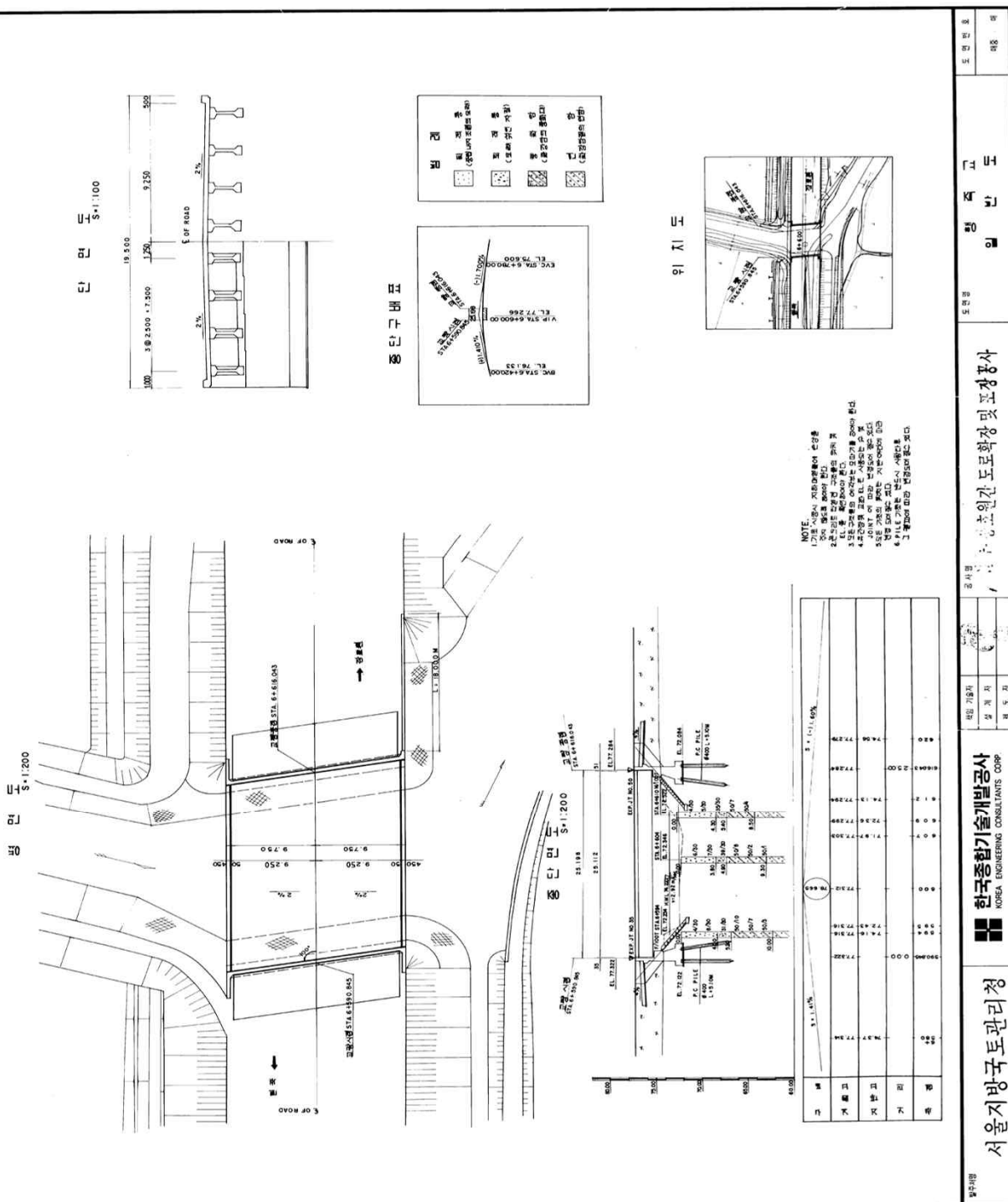
해석대상 구조물 모델링

2.2 하중산정 조건

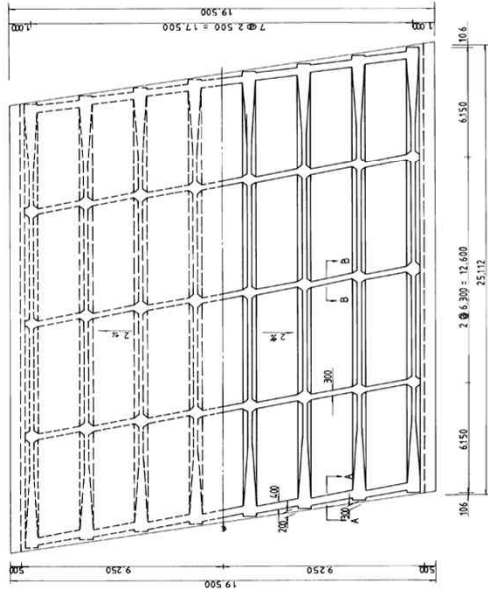
거더 Self Weight

슬래브	19.5	×	0.25	×	25.0	/	8.0	=	15.23 kN/m
포장	19	×	0.08	×	23.0	/	8.0	=	4.37 kN/m
연석	0.5	×	0.3	×	24.5			=	3.68 kN/m

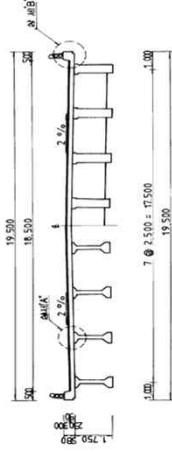
2.3 설계도면 자료



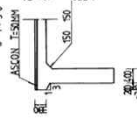
평면도
S=1:100



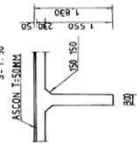
외단면도
S=1:100



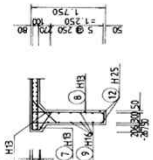
단면 A-A
S=1:50



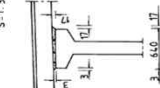
단면 B-B
S=1:50



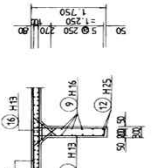
단면 A-A
S=1:50



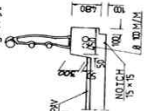
상세 A
S=1:30



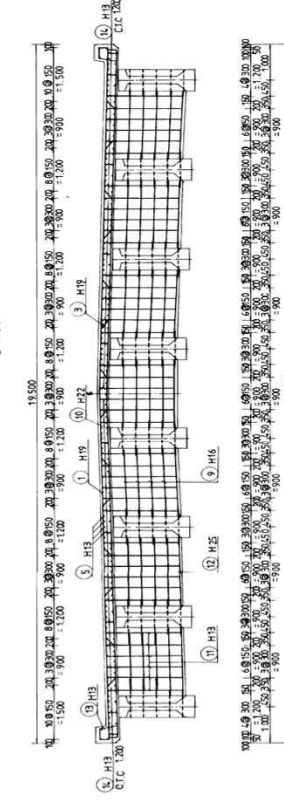
단면 B-B
S=1:50



상세 B
S=1:30



외단면도
S=1:50



서울지방국토관리청

인주~장호간간도화장및포장공사

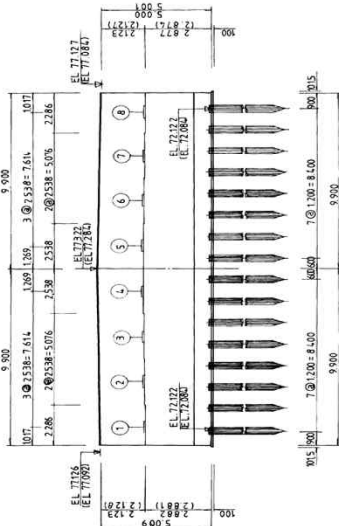
서울지방국토관리청

인주~장호간간도화장및포장공사

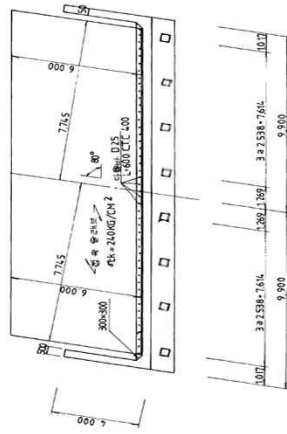
SHEET NO.54

상부일반도

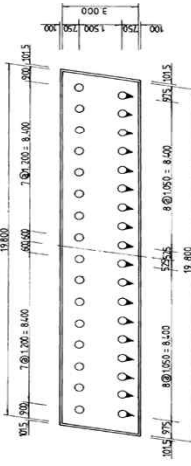
평면도 S=1:100



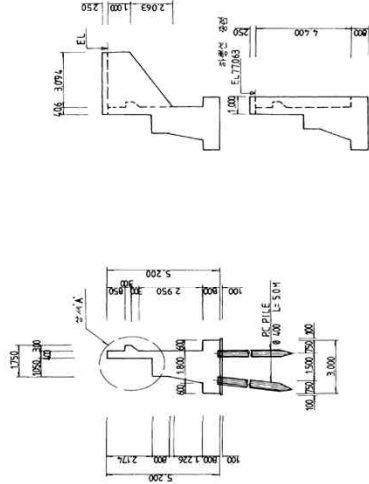
평면도 1:100



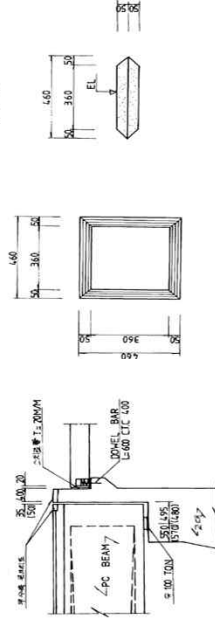
관망배치도



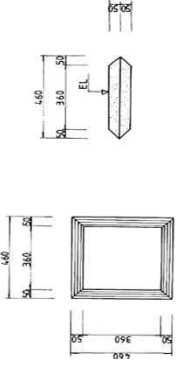
단면도 S=1:100



상세 "A" S=1:50



수몰상세 S=1:10



수계획고

구분	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
구리(상행)	75.024	75.074	75.124	75.174	75.185	75.185	75.185	75.185
구리(하행)	74.983	75.032	75.082	75.131	75.186	75.186	75.186	75.186

* 표() 안은 평면측 제수경

서울지방국도관리청

일주~장호원간도로확장및포장공사

도면명

영역

도면번호

SHEET NO.57

고대일반도

3. 고정하중에 대한 해석

3.1 받침 반력

구분	받침 번호	고정하중 (kN)	받침용량 (kN)	판정	수평용량 (kN)	전단 스프링계수 (kN/m)
A1	1	573.1	1000	O.K	-	-
	2	580.3	1000	O.K	-	-
	3	580.8	1000	O.K	-	-
	4	579.7	1000	O.K	-	-
	5	582.5	1000	O.K	260.0	-
	6	585.5	1000	O.K	-	-
	7	584.6	1000	O.K	-	-
	8	581.4	1000	O.K	-	-
A2	1	581.8	1000	O.K	260.0	-
	2	583.4	1000	O.K	260.0	-
	3	583.7	1000	O.K	260.0	-
	4	584.2	1000	O.K	260.0	-
	5	582.4	1000	O.K	260.0	-
	6	580.4	1000	O.K	260.0	-
	7	579.6	1000	O.K	260.0	-
	8	572.4	1000	O.K	260.0	-

4. 설계 지진동

4.1 지진구역 구분

지진구역	행정구역		계수(Z)
Ⅰ	시	서울특별시, 인천광역시, 대전광역시, 부산광역시, 대구광역시, 울산광역시, 광주광역시, 세종특별자치시	0.11g
	도	경기도, 강원도 남부, 충청북도, 충청남도, 경상북도, 경상남도, 전라북도, 전라남도	
Ⅱ	도	강원도 북부, 제주도	0.07g

4.2 위험도계수

재현주기 (년)	50	100	200	500	1000	2400	4800
위험도 계수(I)	0.40	0.57	0.73	1.00	1.40	2.00	2.60

4.3 지반분류

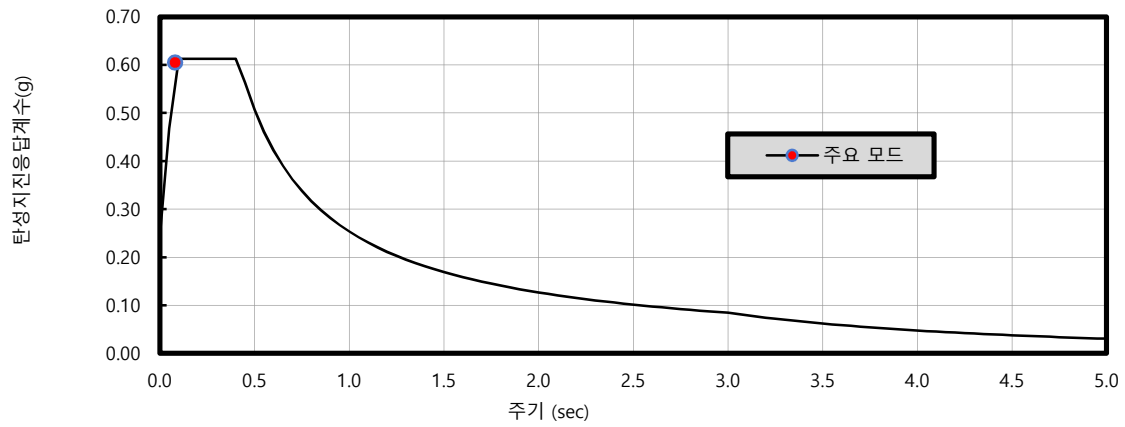
지반종류	지반종류의 호칭	분류기준	
		기반암 깊이, H(m)	토층평균전단파속도
S1	암반 지반	1 미만	-
S2	얕고 단단한 지반	1~20 이하	260 이상
S3	얕고 연약한 지반		260 미만
S4	깊고 단단한 지반	20 초과	180 이상
S5	깊고 연약한 지반		180 미만
S6	부지 고유의 특성평가 및 지반응답해석이 필요한 지반		

4.4 지반증폭계수(Fa, Fv)

지반종류	단주기지반증폭계수, Fa			장주기지반증폭계수, Fv		
	S ≤ 0.1	S = 0.2	S = 0.3	S ≤ 0.1	S = 0.2	S = 0.3
S2	1.4	1.4	1.3	1.5	1.4	1.3
S3	1.7	1.5	1.3	1.7	1.6	1.5
S4	1.6	1.4	1.2	2.2	2.0	1.8
S5	1.8	1.3	1.3	3.0	2.7	2.4

4.5 탄성지진 응답계수

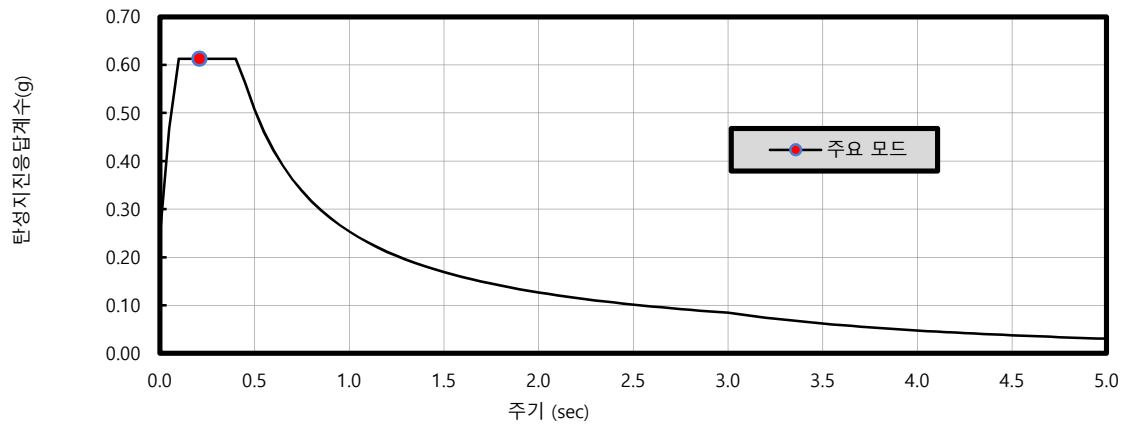
(교축방향 - 5% Damping, S3지반)



주기 (sec)	탄성지진 응답계수 (Cs)	주기 (sec)	탄성지진 응답계수 (Cs)
0.000	0.245	2.550	0.099
0.050	0.467	2.600	0.097
0.100	0.613	2.650	0.096
0.150	0.613	2.700	0.094
0.200	0.613	2.750	0.092
0.250	0.613	2.800	0.091
0.300	0.613	2.850	0.089
0.350	0.613	2.900	0.087
0.400	0.613	2.950	0.086
0.450	0.563	3.000	0.084
0.500	0.507	3.050	0.082
0.550	0.461	3.100	0.079
0.600	0.422	3.150	0.077
0.650	0.390	3.200	0.074
0.700	0.362	3.250	0.072
0.750	0.338	3.300	0.070
0.800	0.317	3.350	0.068
0.850	0.298	3.400	0.066
0.900	0.282	3.450	0.064
0.950	0.267	3.500	0.062
1.000	0.253	3.550	0.060
1.050	0.241	3.600	0.059
1.100	0.230	3.650	0.057
1.150	0.220	3.700	0.056
1.200	0.211	3.750	0.054
1.250	0.203	3.800	0.053
1.300	0.195	3.850	0.051
1.350	0.188	3.900	0.050
1.400	0.181	3.950	0.049
1.450	0.175	4.000	0.048
1.500	0.169	4.050	0.046
1.550	0.164	4.100	0.045
1.600	0.158	4.150	0.044
1.650	0.154	4.200	0.043
1.700	0.149	4.250	0.042
1.750	0.145	4.300	0.041
1.800	0.141	4.350	0.040
1.850	0.137	4.400	0.039
1.900	0.133	4.450	0.038
1.950	0.130	4.500	0.038
2.000	0.127	4.550	0.037
2.050	0.124	4.600	0.036
2.100	0.121	4.650	0.035
2.150	0.118	4.700	0.034
2.200	0.115	4.750	0.034
2.250	0.113	4.800	0.033
2.300	0.110	4.850	0.032
2.350	0.108	4.900	0.032
2.400	0.106	4.950	0.031
2.450	0.103	5.000	0.030
2.500	0.101	5.050	0.030

4.6 탄성지진 응답계수

(교직방향 - 5% Damping, S3지반)



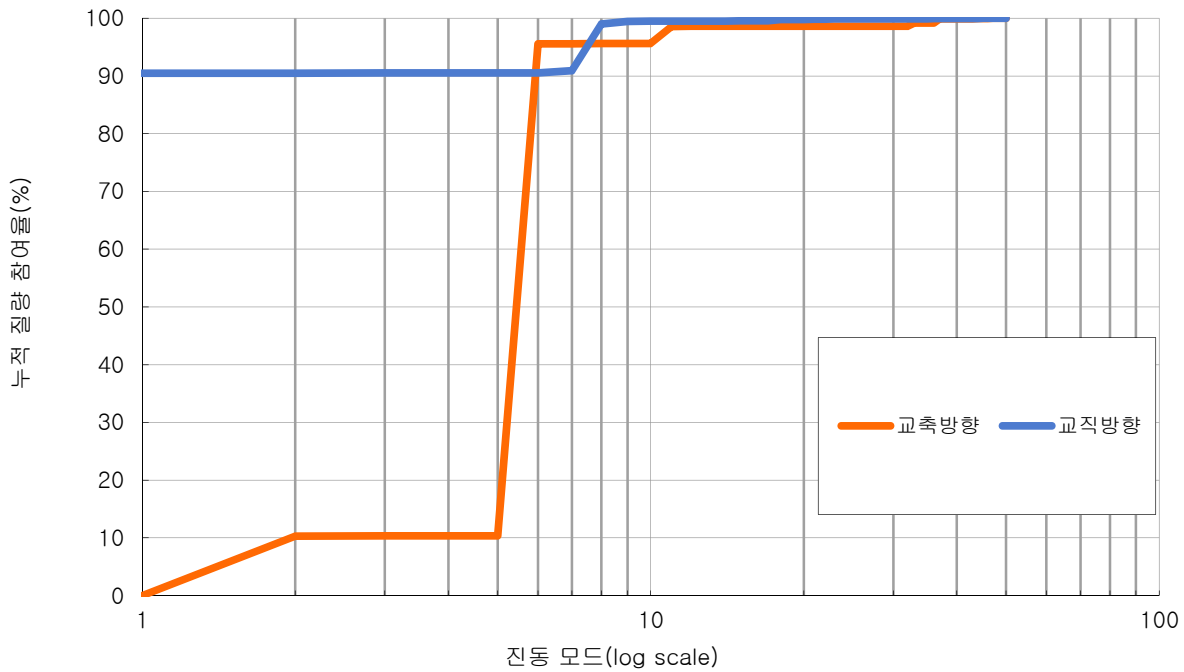
주기 (sec)	탄성지진 응답계수 (Cs)	주기 (sec)	탄성지진 응답계수 (Cs)
0.000	0.245	2.550	0.099
0.050	0.467	2.600	0.097
0.100	0.613	2.650	0.096
0.150	0.613	2.700	0.094
0.200	0.613	2.750	0.092
0.250	0.613	2.800	0.091
0.300	0.613	2.850	0.089
0.350	0.613	2.900	0.087
0.400	0.613	2.950	0.086
0.450	0.563	3.000	0.084
0.500	0.507	3.050	0.082
0.550	0.461	3.100	0.079
0.600	0.422	3.150	0.077
0.650	0.390	3.200	0.074
0.700	0.362	3.250	0.072
0.750	0.338	3.300	0.070
0.800	0.317	3.350	0.068
0.850	0.298	3.400	0.066
0.900	0.282	3.450	0.064
0.950	0.267	3.500	0.062
1.000	0.253	3.550	0.060
1.050	0.241	3.600	0.059
1.100	0.230	3.650	0.057
1.150	0.220	3.700	0.056
1.200	0.211	3.750	0.054
1.250	0.203	3.800	0.053
1.300	0.195	3.850	0.051
1.350	0.188	3.900	0.050
1.400	0.181	3.950	0.049
1.450	0.175	4.000	0.048
1.500	0.169	4.050	0.046
1.550	0.164	4.100	0.045
1.600	0.158	4.150	0.044
1.650	0.154	4.200	0.043
1.700	0.149	4.250	0.042
1.750	0.145	4.300	0.041
1.800	0.141	4.350	0.040
1.850	0.137	4.400	0.039
1.900	0.133	4.450	0.038
1.950	0.130	4.500	0.038
2.000	0.127	4.550	0.037
2.050	0.124	4.600	0.036
2.100	0.121	4.650	0.035
2.150	0.118	4.700	0.034
2.200	0.115	4.750	0.034
2.250	0.113	4.800	0.033
2.300	0.110	4.850	0.032
2.350	0.108	4.900	0.032
2.400	0.106	4.950	0.031
2.450	0.103	5.000	0.030
2.500	0.101	5.050	0.030

5. 고유치 해석

5.1 해석 결과

모드	주기	INDIVIDUAL MODE (%)			CUMULATIVE SUM (%)			비고
	(sec)	UX	UY	UZ	UX	UY	UZ	
1	0.21	0.00	90.47	0.00	0.00	90.47	0.00	
2	0.18	10.30	0.00	62.90	10.30	90.47	62.90	
3	0.17	0.03	0.09	0.22	10.33	90.56	63.12	
4	0.11	0.00	0.00	0.05	10.34	90.56	63.17	
5	0.10	0.01	0.00	0.01	10.35	90.57	63.18	
6	0.08	85.23	0.00	7.99	95.58	90.57	71.17	
7	0.08	0.01	0.39	0.00	95.59	90.96	71.17	
8	0.07	0.03	8.08	0.00	95.62	99.04	71.17	
9	0.06	0.00	0.44	0.00	95.62	99.49	71.17	
10	0.05	0.00	0.03	0.00	95.62	99.52	71.17	
11	0.05	2.98	0.00	0.26	98.60	99.52	71.43	
12	0.05	0.01	0.00	0.00	98.61	99.52	71.43	
13	0.05	0.00	0.01	0.00	98.61	99.53	71.43	
14	0.05	0.00	0.01	0.00	98.61	99.54	71.43	
15	0.04	0.00	0.01	0.00	98.61	99.55	71.43	
16	0.04	0.00	0.00	0.00	98.61	99.55	71.44	
17	0.04	0.00	0.00	0.00	98.61	99.55	71.44	
18	0.04	0.00	0.24	0.00	98.61	99.80	71.44	
19	0.03	0.00	0.00	0.00	98.61	99.80	71.44	
20	0.03	0.01	0.00	17.57	98.62	99.80	89.01	
21	0.03	0.00	0.06	0.01	98.62	99.86	89.01	
22	0.03	0.00	0.01	0.00	98.62	99.87	89.01	
23	0.03	0.00	0.01	0.11	98.62	99.88	89.12	
24	0.03	0.00	0.01	0.00	98.62	99.89	89.12	
25	0.03	0.00	0.00	0.00	98.62	99.89	89.12	
26	0.03	0.00	0.00	0.00	98.62	99.89	89.12	
27	0.03	0.00	0.00	0.00	98.62	99.89	89.12	
28	0.03	0.00	0.02	0.00	98.62	99.91	89.12	
29	0.03	0.00	0.00	0.00	98.62	99.91	89.12	
30	0.02	0.00	0.00	0.00	98.62	99.91	89.13	
31	0.02	0.02	0.00	1.66	98.64	99.91	90.78	
32	0.02	0.00	0.00	0.00	98.64	99.92	90.79	
33	0.02	0.53	0.00	8.62	99.17	99.92	99.41	
34	0.02	0.02	0.02	0.31	99.19	99.93	99.72	
35	0.02	0.01	0.00	0.15	99.20	99.93	99.87	
36	0.02	0.00	0.01	0.00	99.20	99.94	99.87	
37	0.02	0.72	0.00	0.08	99.91	99.94	99.95	
38	0.02	0.00	0.01	0.00	99.91	99.96	99.95	
39	0.02	0.00	0.00	0.00	99.91	99.96	99.95	
40	0.02	0.00	0.01	0.00	99.91	99.96	99.95	
41	0.01	0.00	0.00	0.00	99.91	99.96	99.95	
42	0.01	0.00	0.02	0.00	99.91	99.98	99.95	
43	0.01	0.00	0.01	0.00	99.91	99.99	99.95	
44	0.01	0.04	0.00	0.00	99.95	99.99	99.95	
45	0.01	0.00	0.00	0.00	99.95	100.00	99.95	
46	0.01	0.00	0.00	0.00	99.95	100.00	99.95	
47	0.01	0.05	0.00	0.00	100.00	100.00	99.95	
48	0.01	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	99.95	
49	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	99.95	
50	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	99.95	

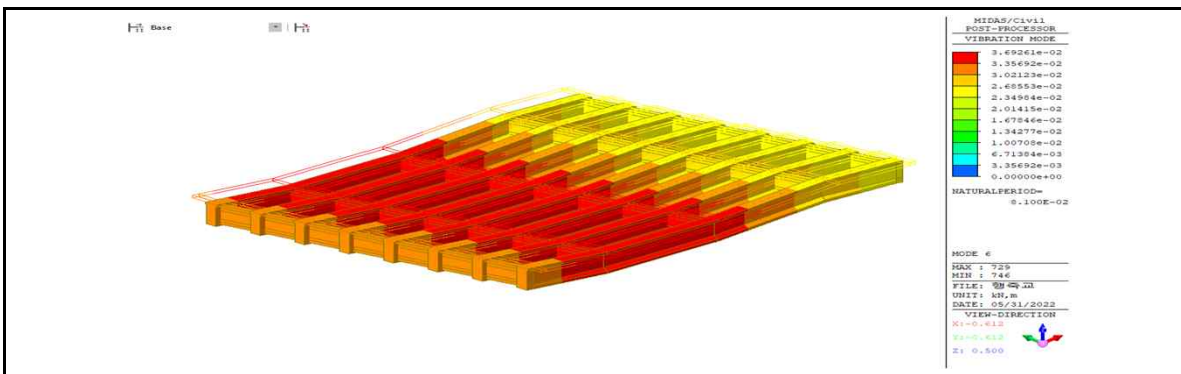
5.2 모드별 질량 참여율 그래프



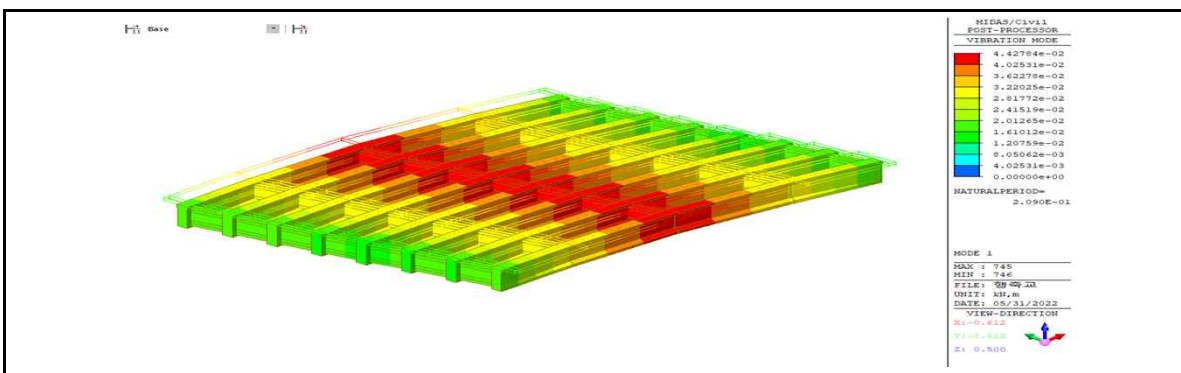
진동모드의 누적 질량 참여율 (%)

5.3 주요 모드 형상 (Mode Shape)

○ 교축방향 (T = 0.0810 sec) - 6 Mode (A = 0.6053 g)



○ 교축직각방향 (T = 0.2090 sec) - 1 Mode (A = 0.6129 g)



6. 지진 해석

- 산정된 유효강성을 구조해석 모델에 적용하여, 지진해석을 수행

6.1 교축방향 해석 (X방향)

구분	교축방향			교직방향		
	상부변위	교각하단	교각하단	상부변위	교각하단	교각하단
	(mm)	전단력(kN)	모멘트(kN·m)	(mm)	전단력(kN)	모멘트(kN·m)
A1	1.22	0	0	0.04	0	0
A2	0.61	0	0	0.03	0	0

구분	교축방향			교직방향		
	교각변위	교각상단	교각상단	교각변위	교각상단	교각상단
	(mm)	전단력(kN)	모멘트(kN·m)	(mm)	전단력(kN)	모멘트(kN·m)
A1	0.00	0	0	0.00	0	0
A2	0.00	0	0	0.00	0	0

6.2 교직방향 해석 (Y방향)

구분	교축방향			교직방향		
	상부변위	교각하단	교각하단	상부변위	교각하단	교각하단
	(mm)	전단력(kN)	모멘트(kN·m)	(mm)	전단력(kN)	모멘트(kN·m)
A1	0.49	0	0	3.54	0	0
A2	0.29	0	0	3.53	0	0

구분	교축방향			교직방향		
	교각변위	교각상단	교각상단	교각변위	교각상단	교각상단
	(mm)	전단력(kN)	모멘트(kN·m)	(mm)	전단력(kN)	모멘트(kN·m)
A1	0.00	0	0	0.00	0	0
A2	0.00	0	0	0.00	0	0

6.3 고정하중 해석

구분	상단 축력	교축방향		하단 축력	교축방향	
		교각하단	교각하단		교각하단	교각하단
	(kN)	전단력(kN)	모멘트(kN·m)	(kN)	전단력(kN)	모멘트(kN·m)
A1	0	0	0	0	0	0
A2	0.00	0	0	0	0	0

구분	교축방향			교직방향		
	교각변위	교각상단	교각상단	교각변위	교각상단	교각상단
	(mm)	전단력(kN)	모멘트(kN·m)	(mm)	전단력(kN)	모멘트(kN·m)
A1	0.00	0	0	0.00	0	0
A2	0.00	0	0	0.00	0	0

7. 하중조합에 따른 단면력

7.1 받침부 개당 부재력 집계 (30% 규정 적용) (단위kN)		
교각	교축력	교직력
A1	0	2624
A2	694	2620

7.2 받침부 전체 부재력 집계 (30% 규정 적용) (단위kN)		
교각	교축력	교직력
A1	0	2624
A2	5184	2620