

1. 내 진 해 석

(복현1교)

목 차

1. 설계대상 교량제원 및 설계상수

2. 단면특성

2.1 상부구조

2.2 하부구조

2.3 받침상수

2.4 항복유효 단면2차모멘트

3. 구조해석

3.1 모델링

3.2 전산 입력데이터

3.3 탄성지진 응답계수 산정

4. 고유치 해석결과

4.1 주기 및 진동수

4.2 질량참여율

4.3 모드형상

5. 내진해석 결과

5.1 받침부재력

5.2 받침 변위

5.3 기둥 부재력

6. 유간검토

1. 설계대상 교량제원 및 설계상수

1.1 교량형식 : 개량형 PSC BEAM교

1.2 해석 대상 교량 총연장 :

$$30.000 + 45.000 + 30.000 = 105.225 \text{ m}$$

1.3 교 폭 : 24.640 m

1.4 교각형식

π 교각

1.5 교각기초형식 : 직접기초 + 파일기초

1.6 내진설계상수

- (1) 내진등급 : 내진 1 등급교 (도로교 설계기준 p.456)
- (2) 지진구역계수 : 0.11 (도로교 설계기준 p.456)
- (3) 위험도계수 : $I = 1.4$ (도로교 설계기준 p.456)
- (2) 가속도계수 : $A = 0.154$ (도로교 설계기준 p.455)
- (3) 지반계수 : $S = 1.2$ (지반종류 2, 도로교 설계기준 p.457)
- (4) 응답수정계수 (도로교 설계기준 p.458)
- (5) 고유치 해석방법 : Ritz Vector
- (6) 받침형식 : 탄성받침

1.7 해석방법

- (1) 해석방법 선정
다중모드 스펙트럼 해석
- (2) 방향조합방법 : 100-30%방법

1.8 해석모델

- (1) 사용프로그램 : SAP2000
- (2) 모델링 : Frame요소사용
- (3) 질량산정 : 1,2차 고정하중 및 자중을 각 요소에
단위길이당 분포질량으로 입력

2. 단면특성

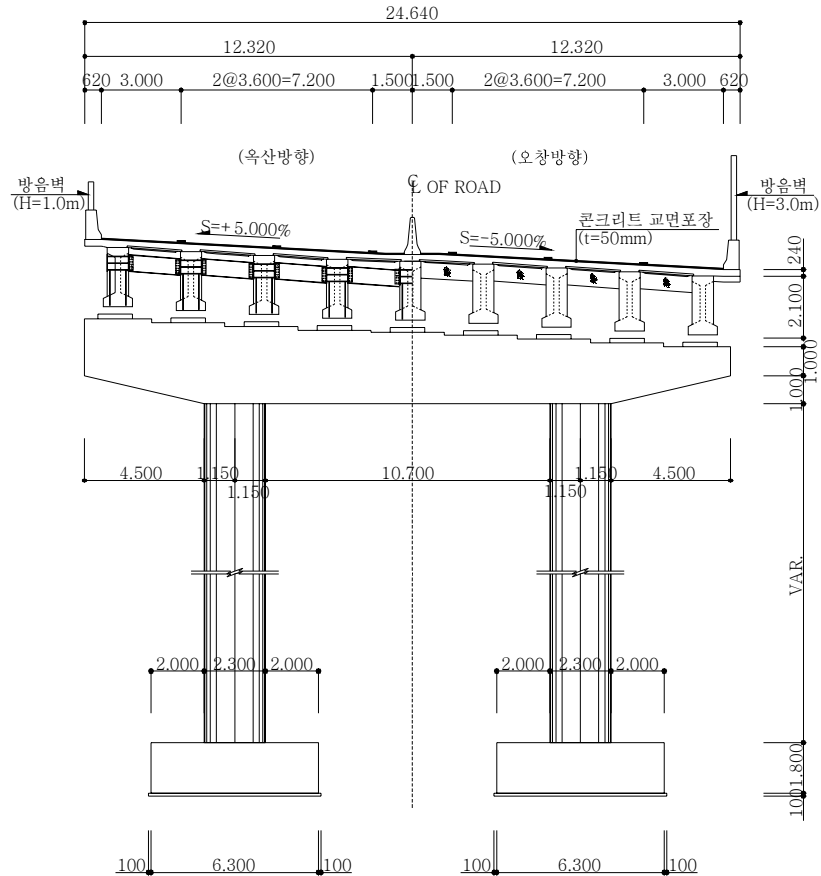
2.1 상부구조

: 상부구조는 개량형 PSC BEAM교로 이루어져 있으며 교폭은 24.640 m이다.

상부구조의 일반도는 아래와 같다.

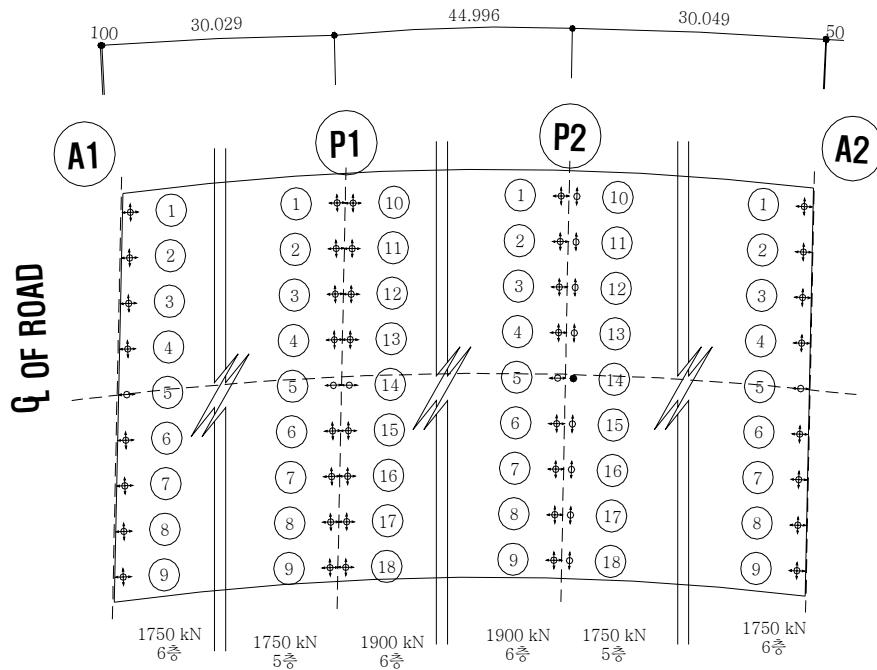
2.2 하부구조

: 하부구조는 다주형교각으로 구성되어 있으며 개략적인 제원은 다음과 같다.



2.3 적용 받침 특성

1) 받침배치



* SAP2000 NLLINK - PROPERTY

NLPROP

NAME=P175H5 TYPE=Gap

DOF=U1 KE=605000 CE=0

DOF=U2 KE=2875 CE=0

DOF=U3 KE=2875 CE=0

NAME=P175H6 TYPE=Gap

DOF=U1 KE=504200 CE=0

DOF=U2 KE=2396 CE=0

DOF=U3 KE=2396 CE=0

NAME=P190H6 TYPE=Gap

DOF=U1 KE=584300 CE=0

DOF=U2 KE=2516 CE=0

DOF=U3 KE=2516 CE=0

* SAP2000 NLLINK : 를 사용하여 각 받침 모델링

복현1교

2.4 항복유효 단면2차모멘트

■ 항복유효 단면2차모멘트 $I_{y,eff}$ 계산식

$$I_{y,eff} = \left(0.16 + 12\rho_l + 0.3\sqrt{\frac{P_u}{f_{ck}A_g}} \right) I_g$$

여기서,

A_g : 교각의 총단면적

f_{ck} : 콘크리트의 설계기준압축강도

I_g : 철근을 무시한 교각 전체 단면의 중심축에 대한 단면2차모멘트

P_u : 계수 축력

ρ_l : 교각의 축방향철근비

■ 항복유효 단면2차모멘트 산정

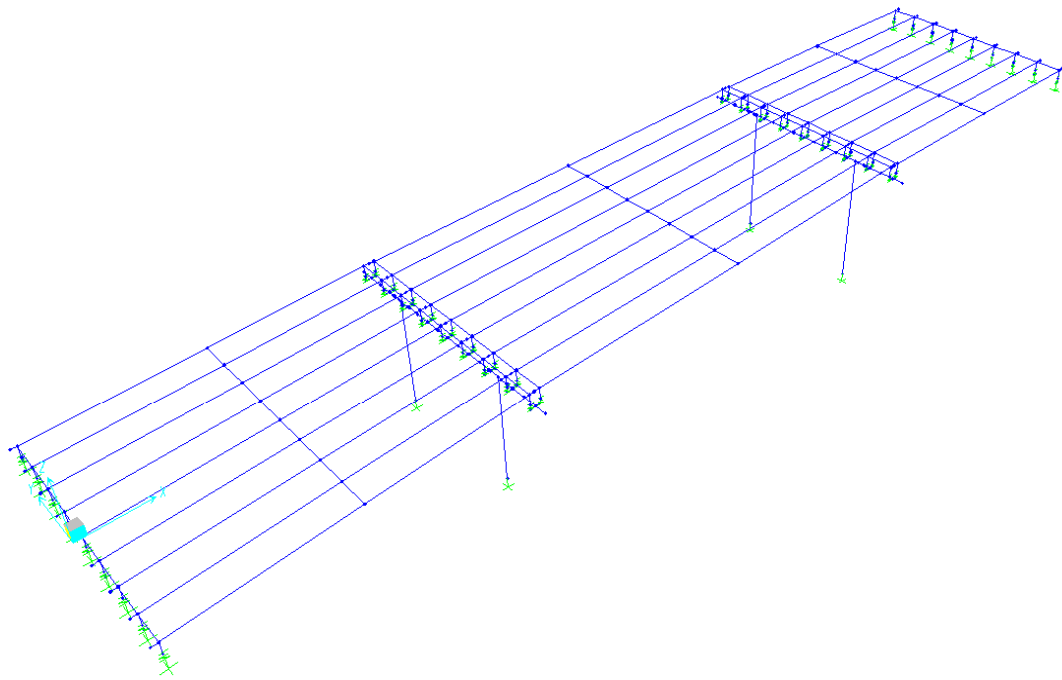
구 분	단위	P1L	P1R	P2L	P2R
기둥직경	mm	2300	2300	2300	2300
단면적 A_g	mm ²	4154756.28	4154756.28	4154756.28	4154756.28
단면2차모멘트 I_g	mm ⁴	1,373,666,296,521	1,373,666,296,521	1,373,666,296,521	1,373,666,296,521
콘크리트강도	MPa	27	27	27	27
계수축력	kN	12634.463	12144.758	12817.352	12543.822
사용철근량	mm ²	52696.8	52696.8	52696.8	52696.8
축방향철근비 ρ_l		0.01268	0.01268	0.01268	0.01268
항복유효 단면 2차모멘트 $I_{y,eff}$	mm ⁴	567,162,451,980	564,455,723,078	568,159,839,318	566,665,464,830
$I_{y,eff}/I_g$		0.413	0.411	0.414	0.413

3. 구조해석

3.1 MODELING

북현1교의 기본적인 모델링은 상부 및 하부구조물은 FRAME요소를 이용하였고, 하부구조와 상부구조를 연결하는 교량받침의 특성에 대해서 SAP2000에서 정의하는 NLLINK 라는 요소를 사용하였다.

1) 교량전체 모델



3.2 전산INPUT DATA

- 생략 -

3.3 탄성지진 응답계수 산정

(1) 탄성지진응답계수

1) 가속도계수

구분	적용 계수	비고
구역계수 (Z)	0.110	지진구역 Ⅰ
지진위험도계수 (I)	1.400	내진등급 1등급 (재현주기 1000년)
가속도계수 (A)	0.154	$A = Z \times I$

2) 지반계수

구분	적용 계수	비고
지반계수 (S)	1.200	지반종류 Ⅱ

3) 탄성지진응답계수(Cs) 산정

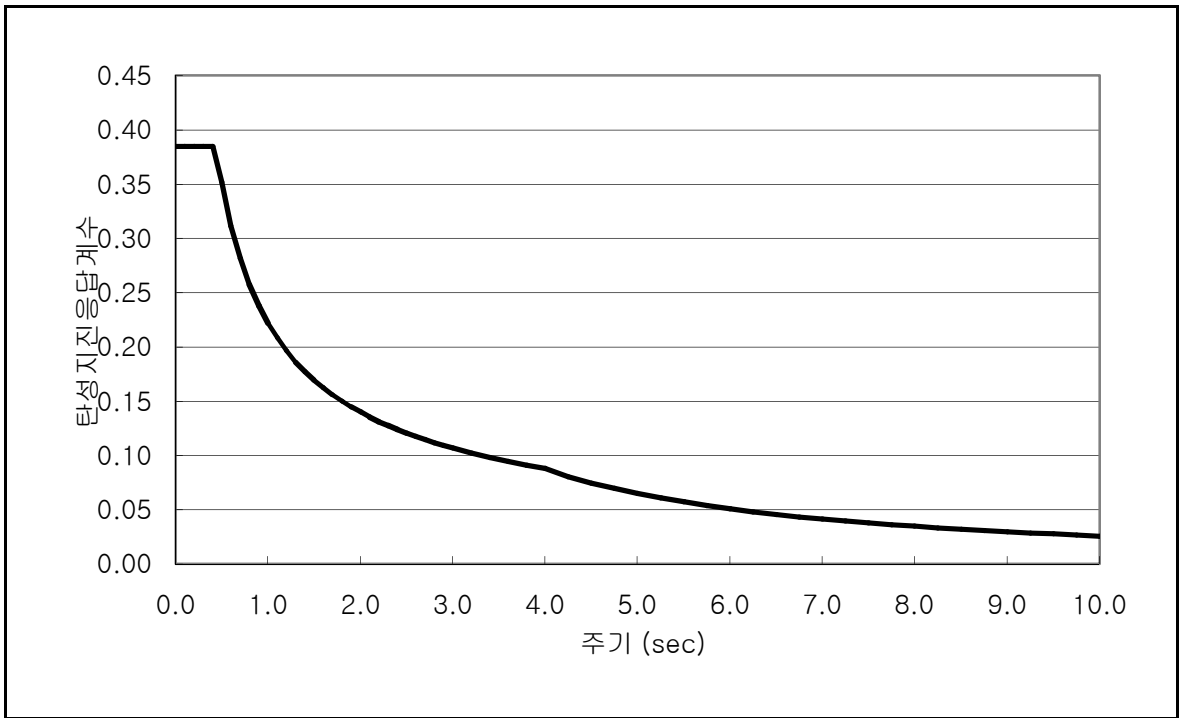
① $T \leq 4.0 \text{ sec}$

$$Cs = (1.2 \times A \times S) / T^{2/3} \leq 2.5 \times A$$

② $T > 4.0 \text{ sec}$

$$Cs = (3 \times A \times S) / T^{4/3}$$

여기서, T : 교량의 주기



4) 탄성지진응답계수

주기 (sec)	가속도 계수	지반 계수	탄성지진 응답계수	탄성지진 가속도 (m/sec ²)	비고
0.0000	0.1540	1.2000	0.3850	3.7769	
0.1000	0.1540	1.2000	0.3850	3.7769	
0.2000	0.1540	1.2000	0.3850	3.7769	
0.3000	0.1540	1.2000	0.3850	3.7769	
0.4000	0.1540	1.2000	0.3850	3.7769	
0.5000	0.1540	1.2000	0.3520	3.4533	
0.6000	0.1540	1.2000	0.3117	3.0581	
0.7000	0.1540	1.2000	0.2813	2.7594	
0.8000	0.1540	1.2000	0.2573	2.5244	
0.9000	0.1540	1.2000	0.2379	2.3338	
1.0000	0.1540	1.2000	0.2218	2.1755	
1.1000	0.1540	1.2000	0.2081	2.0415	
1.2000	0.1540	1.2000	0.1964	1.9265	
1.3000	0.1540	1.2000	0.1862	1.8264	
1.4000	0.1540	1.2000	0.1772	1.7383	
1.5000	0.1540	1.2000	0.1692	1.6602	
1.6000	0.1540	1.2000	0.1621	1.5903	
1.7000	0.1540	1.2000	0.1557	1.5273	
1.8000	0.1540	1.2000	0.1499	1.4702	
1.9000	0.1540	1.2000	0.1446	1.4181	
2.0000	0.1540	1.2000	0.1397	1.3705	
2.1000	0.1540	1.2000	0.1352	1.3266	
2.2000	0.1540	1.2000	0.1311	1.2861	
2.3000	0.1540	1.2000	0.1273	1.2485	
2.4000	0.1540	1.2000	0.1237	1.2136	
2.5000	0.1540	1.2000	0.1204	1.1810	
2.6000	0.1540	1.2000	0.1173	1.1505	
2.7000	0.1540	1.2000	0.1144	1.1220	
2.8000	0.1540	1.2000	0.1116	1.0951	
2.9000	0.1540	1.2000	0.1090	1.0698	
3.0000	0.1540	1.2000	0.1066	1.0459	
3.2000	0.1540	1.2000	0.1021	1.0018	
3.4000	0.1540	1.2000	0.0981	0.9621	
3.6000	0.1540	1.2000	0.0944	0.9262	
3.8000	0.1540	1.2000	0.0911	0.8934	
4.0000	0.1540	1.2000	0.0880	0.8633	
4.2500	0.1540	1.2000	0.0805	0.7900	
4.5000	0.1540	1.2000	0.0746	0.7321	

주기 (sec)	가속도 계수	지반 계수	탄성지진 응답계수	탄성지진 가속도 (m/sec ²)	비고
4.7500	0.1540	1.2000	0.0694	0.6811	
5.0000	0.1540	1.2000	0.0648	0.6361	
5.2500	0.1540	1.2000	0.0608	0.5960	
5.5000	0.1540	1.2000	0.0571	0.5602	
5.7500	0.1540	1.2000	0.0538	0.5280	
6.0000	0.1540	1.2000	0.0508	0.4988	
6.2500	0.1540	1.2000	0.0482	0.4724	
6.5000	0.1540	1.2000	0.0457	0.4483	
6.7500	0.1540	1.2000	0.0435	0.4263	
7.0000	0.1540	1.2000	0.0414	0.4062	
7.2500	0.1540	1.2000	0.0395	0.3876	
7.5000	0.1540	1.2000	0.0378	0.3705	
7.7500	0.1540	1.2000	0.0361	0.3546	
8.0000	0.1540	1.2000	0.0347	0.3399	
8.2500	0.1540	1.2000	0.0333	0.3263	
8.5000	0.1540	1.2000	0.0320	0.3135	
8.7500	0.1540	1.2000	0.0307	0.3016	
9.0000	0.1540	1.2000	0.0296	0.2905	
9.2500	0.1540	1.2000	0.0286	0.2801	
9.5000	0.1540	1.2000	0.0276	0.2703	
9.7500	0.1540	1.2000	0.0266	0.2611	
10.0000	0.1540	1.2000	0.0257	0.2524	
15.0000	0.1540	1.2000	0.0150	0.1470	
20.0000	0.1540	1.2000	0.0102	0.1002	

4. 고유치 해석결과

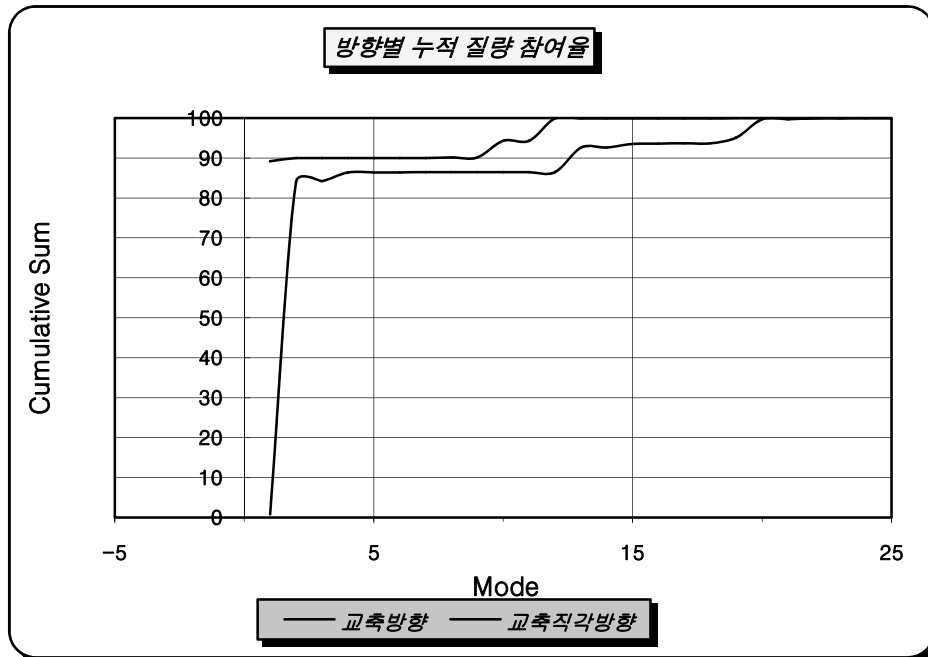
4.1 주기 및 진동수

< 모드별 주기 및 진동수 >

MODE	PERIOD	FREQUENCY		EIGENVALUE	비고
	(TIME)	(CYC/TIME)	(RAD/TIME)	(RAD/TIME)**2	
1	1.3269	0.7536	4.74	22.42	
2	1.3112	0.7627	4.79	22.96	
3	1.1469	0.8719	5.48	30.01	
4	0.7709	1.2971	8.15	66.42	
5	0.5909	1.6922	10.63	113.05	
6	0.4332	2.3082	14.50	210.32	
7	0.3657	2.7348	17.18	295.27	
8	0.3625	2.7586	17.33	300.43	
9	0.3581	2.7922	17.54	307.80	
10	0.3368	2.9693	18.66	348.07	
11	0.2726	3.6690	23.05	531.44	
12	0.2562	3.9037	24.53	601.60	
13	0.2313	4.3226	27.16	737.63	
14	0.2159	4.6318	29.10	846.94	
15	0.1937	5.1636	32.44	1052.60	
16	0.1809	5.5266	34.72	1205.81	
17	0.1790	5.5873	35.11	1232.44	
18	0.1738	5.7527	36.15	1306.50	
19	0.1676	5.9662	37.49	1405.26	
20	0.1640	6.0970	38.31	1467.52	
21	0.1162	8.6089	54.09	2925.87	
22	0.0848	11.7859	74.05	5483.85	
23	0.0770	12.9879	81.61	6659.46	
24	0.0736	13.5896	85.39	7290.79	
25	0.0480	20.8263	130.86	17123.13	

4.2 질량 참여율

고유치 해석결과 방향별 유효 질량 참여율의 합이 90%를 상회함을 확인하여 본 해석이 교량의 동적거동을 충분히 구현하고 있음을 확인하였다.

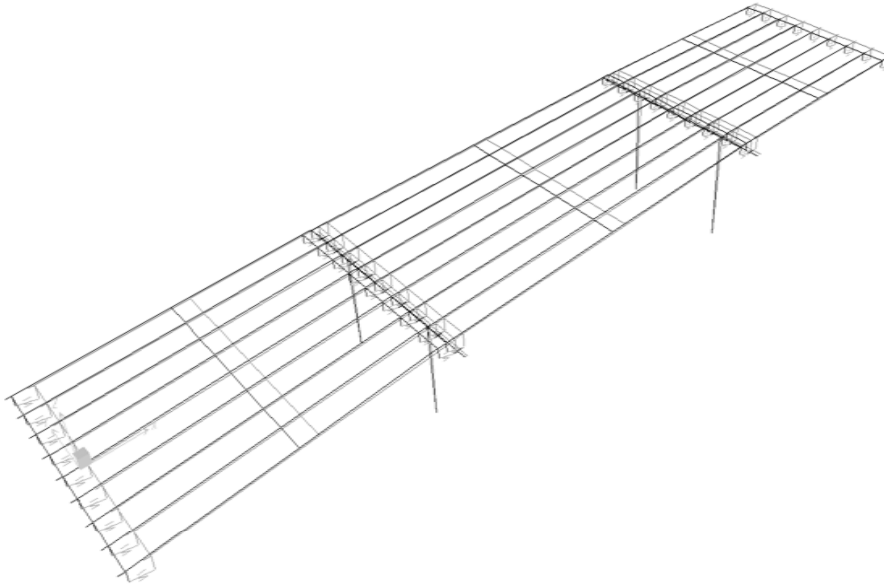


< 질량참여율 >

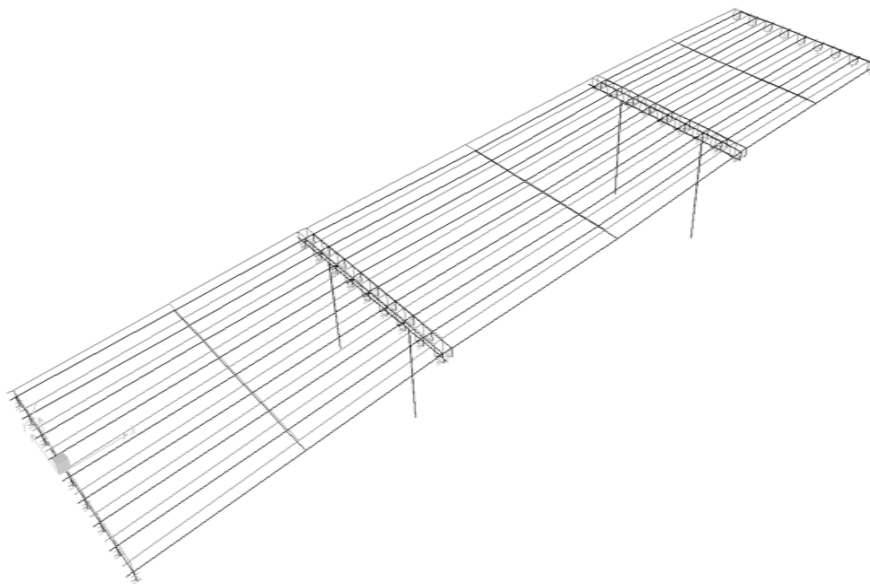
MODE	PERIOD (SEC)	INDIVIDUAL MODE (PERCENT)			CUMULATIVE SUM (PERCENT)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
1	1.327	89.183	0.761	0.000	89.183	0.761	0.000
2	1.311	0.805	83.214	0.000	89.987	83.975	0.000
3	1.147	0.001	0.228	0.000	89.989	84.203	0.000
4	0.771	0.000	2.162	0.000	89.989	86.364	0.000
5	0.591	0.000	0.000	0.000	89.989	86.365	0.000
6	0.433	0.001	0.002	0.000	89.989	86.366	0.000
7	0.366	0.001	0.100	0.000	89.990	86.467	0.000
8	0.362	0.134	0.000	7.324	90.124	86.467	7.324
9	0.358	0.006	0.002	0.262	90.130	86.469	7.586
10	0.337	4.206	0.002	0.589	94.336	86.471	8.175
11	0.273	0.000	0.001	0.003	94.336	86.472	8.178
12	0.256	5.573	0.003	0.103	99.910	86.474	8.281
13	0.231	0.003	6.129	0.005	99.912	92.604	8.286
14	0.216	0.025	0.006	0.001	99.937	92.609	8.287
15	0.194	0.000	0.947	0.022	99.937	93.557	8.309
16	0.181	0.009	0.050	27.391	99.946	93.606	35.701
17	0.179	0.029	0.093	20.617	99.975	93.699	56.318
18	0.174	0.003	0.002	2.078	99.978	93.701	58.396
19	0.168	0.012	1.440	0.002	99.990	95.141	58.398
20	0.164	0.010	4.588	0.014	100.000	99.729	58.411
21	0.116	0.000	0.007	0.150	100.000	99.736	58.562
22	0.085	0.000	0.215	0.109	100.000	99.950	58.670
23	0.077	0.000	0.016	18.471	100.000	99.966	77.141
24	0.074	0.000	0.023	9.133	100.000	99.989	86.275
25	0.048	0.000	0.000	11.706	100.000	99.989	97.980

4.3 모드형상(Mode Shape)

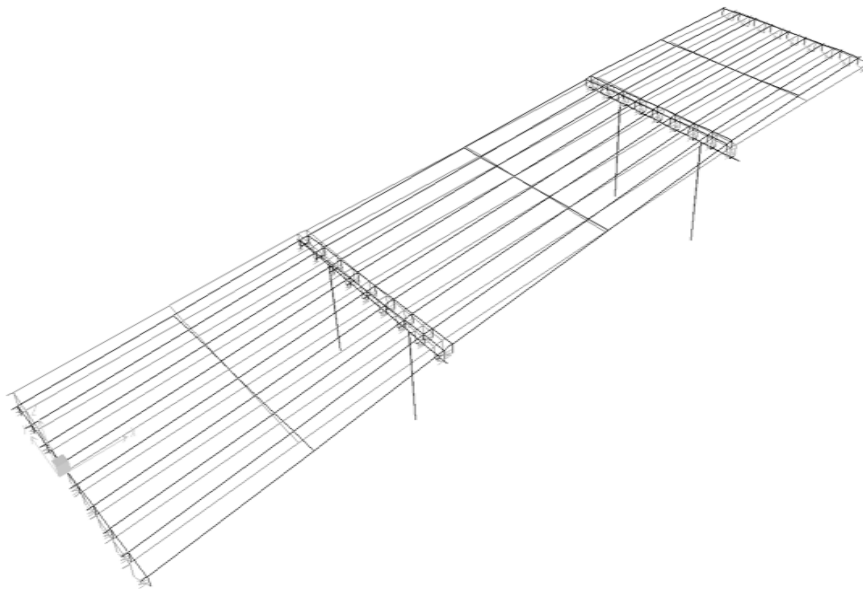
■ Mode 1 $T = 1.3269 \text{ sec}$



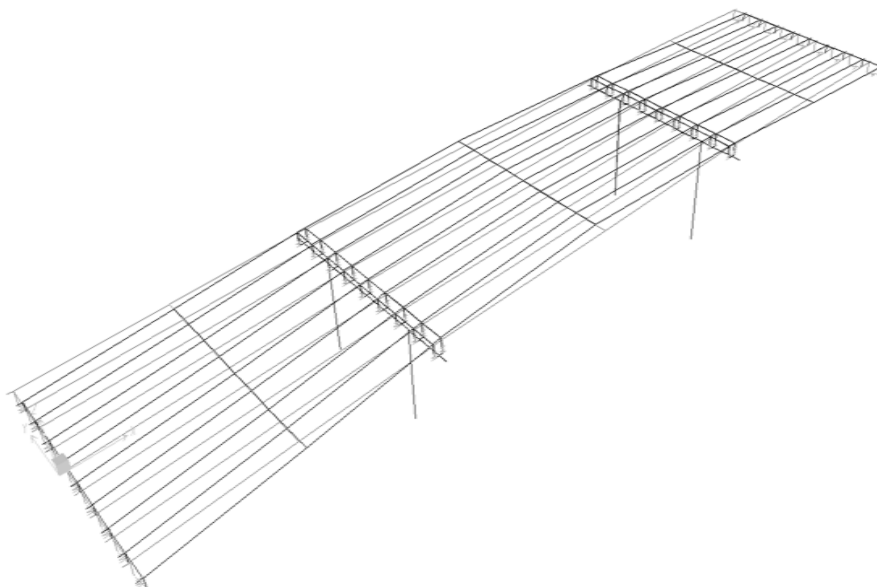
■ Mode 2 $T = 1.3112 \text{ sec}$



■ Mode 3 T = 1.1469 sec



■ Mode 4 T = 0.7709 sec



5. 내진해석결과

◎ 다중모드해석

하중경우 1 : $1.0 \times (\text{종방향축의 해석}) + 0.3 \times (\text{횡방향축의 해석})$

하중경우 2 : $1.0 \times (\text{횡방향축의 해석}) + 0.3 \times (\text{종방향축의 해석})$

1) 받침부재력 (kN)

PIER NO	부재	COM1		COM2		교량받침			검토	비고
		교축	교직	교축	교직	수직용량	구분	수평용량		
A1	1	200.64	41.75	64.13	131.56	1750	6층	258.8	O.K.	
	2	200.40	41.78	63.71	131.66	1750	6층	258.8	O.K.	
	3	200.22	41.80	63.46	131.72	1750	6층	258.8	O.K.	
	4	200.08	41.81	63.34	131.73	1750	6층	258.8	O.K.	
	5	199.98	41.81	63.39	131.73	1750	6층	258.8	O.K.	
	6	199.94	41.81	63.60	131.71	1750	6층	258.8	O.K.	
	7	199.95	41.80	63.96	131.68	1750	6층	258.8	O.K.	
	8	200.00	41.77	64.49	131.60	1750	6층	258.8	O.K.	
	9	200.26	41.74	65.71	131.46	1750	6층	258.8	O.K.	
P1	10	201.72	64.75	65.42	206.11	1750	5층	258.8	O.K.	
	11	201.64	64.85	64.47	206.44	1750	5층	258.8	O.K.	
	12	201.47	64.98	63.86	206.85	1750	5층	258.8	O.K.	
	13	201.08	65.09	63.34	207.21	1750	5층	258.8	O.K.	
	14	200.79	65.14	63.06	207.36	1750	5층	258.8	O.K.	
	15	200.72	65.08	63.09	207.18	1750	5층	258.8	O.K.	
	16	200.79	64.93	63.39	206.73	1750	5층	258.8	O.K.	
	17	200.59	64.77	63.84	206.20	1750	5층	258.8	O.K.	
	18	200.29	64.64	64.76	205.80	1750	5층	258.8	O.K.	
	19	176.50	57.39	57.21	182.62	1900	6층	271.8	O.K.	
	20	176.44	57.46	56.41	182.84	1900	6층	271.8	O.K.	
	21	176.30	57.56	55.88	183.18	1900	6층	271.8	O.K.	
	22	175.95	57.66	55.43	183.49	1900	6층	271.8	O.K.	
	23	175.70	57.70	55.18	183.63	1900	6층	271.8	O.K.	
	24	175.64	57.66	55.20	183.48	1900	6층	271.8	O.K.	
	25	175.69	57.53	55.46	183.09	1900	6층	271.8	O.K.	
	26	175.52	57.40	55.84	182.67	1900	6층	271.8	O.K.	
P2	27	175.24	57.31	56.61	182.40	1900	6층	271.8	O.K.	
	28	153.14	58.32	49.26	184.78	1900	6층	271.8	O.K.	
	29	153.17	58.41	48.90	185.05	1900	6층	271.8	O.K.	
	30	153.03	58.53	48.50	185.45	1900	6층	271.8	O.K.	
	31	152.72	58.65	48.14	185.83	1900	6층	271.8	O.K.	
	32	152.48	58.70	47.95	185.99	1900	6층	271.8	O.K.	
	33	152.41	58.63	47.99	185.80	1900	6층	271.8	O.K.	
	34	152.44	58.49	48.20	185.33	1900	6층	271.8	O.K.	
	35	152.24	58.33	48.43	184.85	1900	6층	271.8	O.K.	
	36	151.80	58.25	48.45	184.59	1900	6층	271.8	O.K.	
	37	175.01	66.07	56.29	209.18	1750	5층	258.8	O.K.	
	38	175.05	66.19	55.88	209.56	1750	5층	258.8	O.K.	
	39	174.89	66.34	55.42	210.04	1750	5층	258.8	O.K.	
	40	174.53	66.47	55.01	210.48	1750	5층	258.8	O.K.	
	41	174.26	66.53	54.79	210.67	1750	5층	258.8	O.K.	
	42	174.18	66.46	54.83	210.45	1750	5층	258.8	O.K.	
	43	174.21	66.29	55.07	209.91	1750	5층	258.8	O.K.	
	44	173.98	66.10	55.32	209.33	1750	5층	258.8	O.K.	
	45	173.46	65.97	55.33	208.93	1750	5층	258.8	O.K.	
A2	46	200.94	48.70	64.82	151.41	1750	6층	258.8	O.K.	
	47	200.82	48.74	64.77	151.56	1750	6층	258.8	O.K.	
	48	200.57	48.76	64.29	151.64	1750	6층	258.8	O.K.	
	49	200.32	48.77	63.81	151.66	1750	6층	258.8	O.K.	
	50	200.09	48.76	63.42	151.65	1750	6층	258.8	O.K.	
	51	199.91	48.76	63.16	151.64	1750	6층	258.8	O.K.	
	52	199.78	48.74	63.07	151.60	1750	6층	258.8	O.K.	
	53	199.70	48.72	63.16	151.51	1750	6층	258.8	O.K.	
	54	199.75	48.67	63.65	151.38	1750	6층	258.8	O.K.	

2) 받침변위 (mm)

PIER NO	부재	COM1		COM2		교량받침			검토	비고
		교축	교직	교축	교직	수직용량	구분	허용변위		
A1	1	92.19	17.41	30.30	53.80	1750	6층	108	O.K.	
	2	92.02	17.42	29.94	53.82	1750	6층	108	O.K.	
	3	91.89	17.42	29.74	53.84	1750	6층	108	O.K.	
	4	91.80	17.43	29.67	53.84	1750	6층	108	O.K.	
	5	91.76	17.42	29.74	53.84	1750	6층	108	O.K.	
	6	91.76	17.42	29.96	53.83	1750	6층	108	O.K.	
	7	91.79	17.42	30.28	53.82	1750	6층	108	O.K.	
	8	91.86	17.41	30.70	53.79	1750	6층	108	O.K.	
	9	92.01	17.40	31.44	53.75	1750	6층	108	O.K.	
P1	10	64.58	21.77	21.70	68.12	1750	5층	90	O.K.	
	11	64.56	21.79	21.23	68.20	1750	5층	90	O.K.	
	12	64.52	21.81	20.92	68.30	1750	5층	90	O.K.	
	13	64.41	21.84	20.68	68.39	1750	5층	90	O.K.	
	14	64.36	21.85	20.60	68.42	1750	5층	90	O.K.	
	15	64.41	21.84	20.69	68.37	1750	5층	90	O.K.	
	16	64.53	21.80	20.94	68.25	1750	5층	90	O.K.	
	17	64.57	21.74	21.27	68.11	1750	5층	90	O.K.	
	18	64.58	21.69	21.80	67.99	1750	5층	90	O.K.	
	19	64.58	22.05	21.69	69.15	1900	6층	108	O.K.	
	20	64.56	22.07	21.23	69.21	1900	6층	108	O.K.	
	21	64.52	22.12	20.92	69.31	1900	6층	108	O.K.	
	22	64.41	22.15	20.69	69.39	1900	6층	108	O.K.	
	23	64.36	22.16	20.60	69.42	1900	6층	108	O.K.	
	24	64.42	22.14	20.69	69.37	1900	6층	108	O.K.	
	25	64.53	22.11	20.94	69.26	1900	6층	108	O.K.	
	26	64.57	22.08	21.27	69.14	1900	6층	108	O.K.	
	27	64.58	22.06	21.77	69.07	1900	6층	108	O.K.	
P2	28	50.10	22.36	16.69	69.59	1900	6층	108	O.K.	
	29	50.16	22.38	16.48	69.67	1900	6층	108	O.K.	
	30	50.14	22.41	16.24	69.77	1900	6층	108	O.K.	
	31	50.08	22.44	16.05	69.88	1900	6층	108	O.K.	
	32	50.07	22.46	16.01	69.92	1900	6층	108	O.K.	
	33	50.15	22.44	16.12	69.86	1900	6층	108	O.K.	
	34	50.29	22.40	16.38	69.72	1900	6층	108	O.K.	
	35	50.36	22.34	16.69	69.57	1900	6층	108	O.K.	
	36	50.34	22.31	16.92	69.50	1900	6층	108	O.K.	
	37	50.10	22.09	16.69	68.88	1750	5층	90	O.K.	
	38	50.16	22.13	16.49	68.99	1750	5층	90	O.K.	
	39	50.14	22.18	16.24	69.11	1750	5층	90	O.K.	
	40	50.08	22.21	16.05	69.22	1750	5층	90	O.K.	
	41	50.07	22.22	16.00	69.26	1750	5층	90	O.K.	
	42	50.15	22.20	16.12	69.19	1750	5층	90	O.K.	
	43	50.29	22.16	16.38	69.05	1750	5층	90	O.K.	
	44	50.35	22.12	16.68	68.90	1750	5층	90	O.K.	
	45	50.33	22.09	16.90	68.79	1750	5층	90	O.K.	
A2	28	92.34	23.13	30.64	69.82	1750	6층	108	O.K.	
	29	92.22	23.14	30.42	69.86	1750	6층	108	O.K.	
	30	92.04	23.15	30.04	69.89	1750	6층	108	O.K.	
	31	91.87	23.15	29.71	69.89	1750	6층	108	O.K.	
	32	91.75	23.14	29.50	69.88	1750	6층	108	O.K.	
	33	91.66	23.14	29.44	69.87	1750	6층	108	O.K.	
	34	91.63	23.13	29.53	69.86	1750	6층	108	O.K.	
	35	91.63	23.12	29.75	69.82	1750	6층	108	O.K.	
	36	91.65	23.11	30.02	69.77	1750	6층	108	O.K.	

3) 기둥에 작용하는 탄성지진력

구분		Frame	LOAD	교축방향		변위(m)	교직방향		변위(m)
				전단력 (KN)	모멘트 (KN-)		전단력 (KN)	모멘트 (KN-)	
P1 (좌측)	상단	P1A	COMBO1	1919.64	3874.07	0.027	637.59	2097.55	0.004
		P1A	COMBO2	626.70	1273.03	0.009	1979.08	6499.58	0.012
	하단	P1B	COMBO1	1982.38	17290.22		657.13	3610.16	
		P1B	COMBO2	692.65	5668.81		2034.89	11208.36	
P1 (우측)	상단	P2C	COMBO1	1821.82	3990.28	0.027	598.29	1887.19	0.004
		P2C	COMBO2	594.94	1315.12	0.009	1854.16	5830.64	0.012
	하단	P2D	COMBO1	1864.81	16642.52		617.82	3474.56	
		P2D	COMBO2	637.13	5379.34		1910.11	10778.02	
P2 (좌측)	상단	P3E	COMBO1	1701.13	3845.84	0.042	646.04	2961.55	0.008
		P3E	COMBO2	571.25	1297.45	0.014	2006.84	9202.62	0.024
	하단	P3F	COMBO1	1756.22	18754.11		666.80	4517.83	
		P3F	COMBO2	579.80	6152.86		2072.10	14048.45	
P2 (우측)	상단	P4G	COMBO1	1621.73	3978.83	0.041	608.16	2692.02	0.008
		P4G	COMBO2	529.95	1349.90	0.013	1889.55	8368.25	0.024
	하단	P4H	COMBO1	1664.17	18135.14		628.72	4353.32	
		P4H	COMBO2	535.12	5828.04		1953.58	13538.84	

6. 상부구조의 여유간격 검토

지진시에 상부구조와 교대 혹은 인접하는 상부구조간의 충돌에 의한 주요 구조부재의 손상을 방지하고, 설계시 고려된 내진성능이 충분히 발휘할 수 있도록 하기 위하여 상부구조의 단부에는 여유간격을 설치하여야 한다. 상부구조의 여유간격은 다음식에 의한 값보다 작아서는 안된다.

$$\Delta l_i = d + \Delta l_s + \Delta l_c + 0.4\Delta l_t$$

여기서, Δl_i : 상부구조의 여유간격

d : 지반에 대한 상부구조의 총변위 ($d_i + d_{sub}$)

Δl_s : 콘크리트의 건조수축에 의한 이동량 (mm)

Δl_c : 콘크리트의 크리프에 의한 이동량 (mm)

Δl_t : 온도변화에 의한 이동량 (mm)

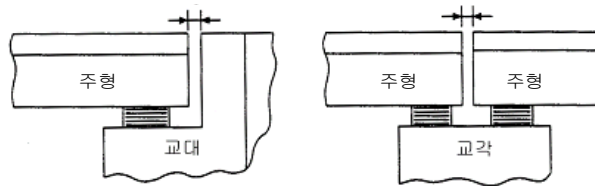
(Δl_s 와 Δl_c 는 수축량이므로 고려하지 않음)

- 상부구조의 여유간격 검토

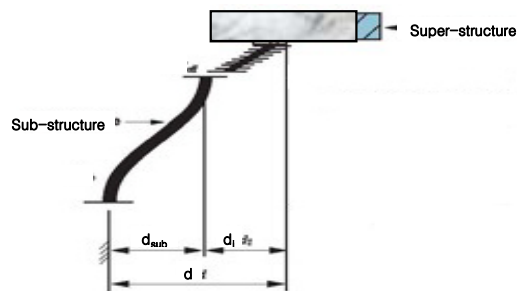
상부구조의 여유간격은 도로교설계기준 2.4.1.3 page.42에서 규정하는 여유량을 고려한 가동받침의 이동량보다 커야 하며, 또한 교축직각방향의 지진시 변위에 의한 인접상부구조 및 주요구조부재간의 충돌 가능성이 있을 때는 이를 방지하기 위한 여유간격을 설치한다.

(단위:mm)

구 분	상부구조의 총변위 (d)		상부변위 ($d_i + d_{sub}$)	온도변위 (Δl_t)	여유간격 (Δl_i)	설치유간	검토결과
	받침변위	교각변위					
	(d_i)	(d_{sub})					
A1	92.19	0.00	92.19	30.00	104.19	150	O.K
A2	92.34	0.00	92.34	12.00	97.14	100	O.K



<그림> 상부구조의 여유간격



<그림> 지반에 대한 상부구조의 총변위 ($d = d_i + d_{sub}$)