

3장 | 내구성 조사

3.1 내구성조사 현황

3.2 콘크리트 강도시험

3.3 철근배근 탐사

3.4 탄산화깊이 측정

제 3 장 내구성 조사

3.1 내구성조사 현황

구 분	기 준			실 시		비 고
	초기점검 지침	시트법 정밀점검 기준				
		상부	하부	상부	하부	
반발경도시험	시설물당 5개소 이상	50m마다	50m마다	5	5	상주 영천
철근배근탐사	시설물당 3개소 이상	해당없음	해당없음	1	2	상주 영천
탄산화 시험	해당없음	5경간 이내 : 2~3개소 (상부에서 1개소 이상) 5경간 이상 : 3~6개소 (상부에서 2개소 이상)		1	2	상주 영천

3.2 콘크리트 강도시험

3.2.1 상부구조 반발경도

가. 상주방면

위 치		기준경도 (Ro)	방 법		평균강도 (MPa)	재령보정 계수	추정강도 (MPa)	설계강도 (MPa)
			① 식	② 식				
바닥판	S1 켄틸레버 (1회)	39.3	31.91	37.92	34.92	0.86	30.0	27
	S1 켄틸레버 (2회)	38.4	30.77	37.27	34.02	0.86	29.3	
	S2 켄틸레버	38.9	31.40	37.63	34.52	0.86	29.7	
	S3 켄틸레버	38.4	30.77	37.27	34.02	0.86	29.3	
	S4 켄틸레버	38.0	30.26	36.99	33.63	0.86	28.9	

나. 영천방면

위 치		기준경도 (Ro)	방 법		평균강도 (MPa)	재령보정 계수	추정강도 (MPa)	설계강도 (MPa)
			① 식	② 식				
바닥판	S1 켄틸레버 (1회)	36.5	28.36	35.91	32.14	0.89	28.6	27
	S1 켄틸레버 (2회)	36.1	27.85	35.63	31.74	0.89	28.2	
	S2 켄틸레버	36.9	28.86	36.20	32.53	0.86	28.0	
	S3 켄틸레버	37.5	29.63	36.63	33.13	0.86	28.5	
	S4 켄틸레버	37.2	29.24	36.41	32.82	0.86	28.2	

3.2.2 하부구조 반발경도

가. 상주방면

위 치		기준경도 (Ro)	방 법		평균강도 (MPa)	재령보정 계수	추정강도 (MPa)	설계강도 (MPa)
			① 식	② 식				
교대	A1 흉벽	43.9	37.75	41.21	39.48	0.70	27.6	24
	A2 벽체	36.8	28.74	36.13	32.44	0.95	30.8	
교각	P1 기둥	45.1	39.28	42.06	40.67	0.70	28.5	27
	P2 기둥	45.3	39.53	42.21	40.87	0.70	28.6	
	P3 기둥	45.0	39.15	41.99	40.57	0.70	28.4	

나. 영천방면

위 치		기준경도 (Ro)	방 법		평균강도 (MPa)	재령보정 계수	추정강도 (MPa)	설계강도 (MPa)
			① 식	② 식				
교대	A1 흉벽	40.7	33.69	38.92	36.31	0.70	25.4	24
	A2 벽체	30.4	20.61	31.55	26.08	0.95	24.8	
교각	P1 기둥	44.5	38.52	41.64	40.08	0.70	28.1	27
	P2 기둥	45.1	39.28	42.06	40.67	0.70	28.5	
	P3 기둥	44.6	38.64	41.71	40.17	0.70	28.1	

3.2.3 콘크리트 강도시험 검토의견

검 토 의 견

- 각 부재별 콘크리트 강도 측정결과 반발경도법에 의한 강도는 설계기준강도 이상으로 측정되어 타설된 콘크리트는 재료역학적 건전성을 유지하고 있는 것으로 판단된다.



상부구조 반발경도조사



하부구조 반발경도조사

3.3 철근배근탐사

3.3.1 철근배근탐사

가. 상주방면

측 정 위 치		철근종류		설계값(mm)		실측값(mm)		비 고
				배근간격	피복두께	배근간격	피복두께	
상부	S4 켄틸레버	주 철 근	H22	100	29	100	89	
		배력철근	H22	125	51	125	86	
하부	A2 벽체	주 철 근	D32	250	84	250	82	
		배력철근	D16	125	68	125	65	
	P3 기둥	주 철 근	H32	125	109	125	131	
		배력철근	H22	300	87	300	101	

나. 영천방면

측 정 위 치		철근종류		설계값(mm)		실측값(mm)		비 고
				배근간격	피복두께	배근간격	피복두께	
상부	S1 켄틸레버	주 철 근	H22	100	29	100	65	
		배력철근	H22	125	51	125	35	
하부	A1 홍벽	주 철 근	D19	250	40	250	74	
		배력철근	D13	125	60	125	89	
	P3 기둥	주 철 근	H32	125	109	125	82	
		배력철근	H22	300	87	300	69	

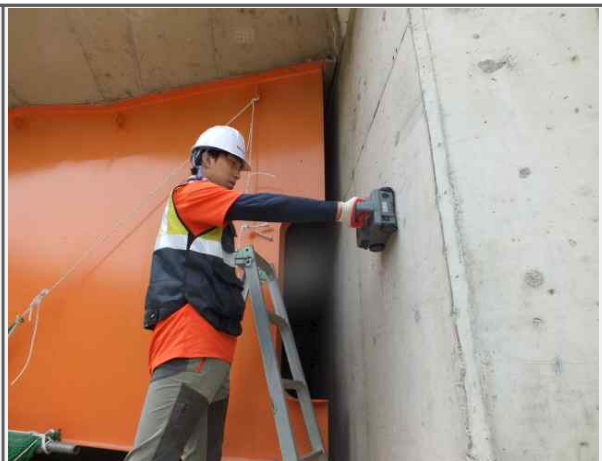
3.3.2 철근탐사 검토의견

검 토 의 견

- 각 부재의 배근간격은 설계도와 거의 일치하는 것으로 조사되었으며, 피복두께는 설계기준과 다소의 오차가 있으나 시방기준 이상의 최소피복을 확보하고 있는 것으로 확인되었다.



상부구조 철근배근탐사



하부구조 철근배근탐사

3.4 탄산화깊이 측정

3.4.1 측정 결과

가. 상주방면

구 분		탄산화깊이	탄산화 잔여깊이	순피복두께	상태등급	판정
상 부	S4 켄틸레버	0.0 mm	86.0 mm	86.0 mm	a등급	양호
하 부	A2 벽체	2.0 mm	63.0 mm	65.0 mm	a등급	양호
	P3 기둥	7.0 mm	94.0 mm	101.0 mm	a등급	양호

나. 영천방면

구 분		탄산화깊이	탄산화 잔여깊이	순피복두께	상태등급	판정
상 부	S1 켄틸레버	1.0 mm	34.0 mm	35.0 mm	a등급	양호
하 부	A1 홍벽	3.0 mm	71.0 mm	74.0 mm	a등급	양호
	P3 기둥	7.0 mm	62.0 mm	69.0 mm	a등급	양호

3.4.2 탄산화깊이 검토의견

검토
의견

- 탄산화깊이 측정결과 대부분 탄산화 잔여깊이는 30mm 이상으로 상태평가 등급상 『a』 등급으로 탄산화에 의한 철근부식 발생 우려는 없는 것으로 검토되었다.



상부구조 탄산화깊이 측정



하부구조 탄산화깊이 측정

4장 | 재 하 시 험

4.1 개 요

4.2 정적재하시험

4.3 동적재하시험

4.4 정·동적 재하시험 고찰

제 4 장 재 하 시 험

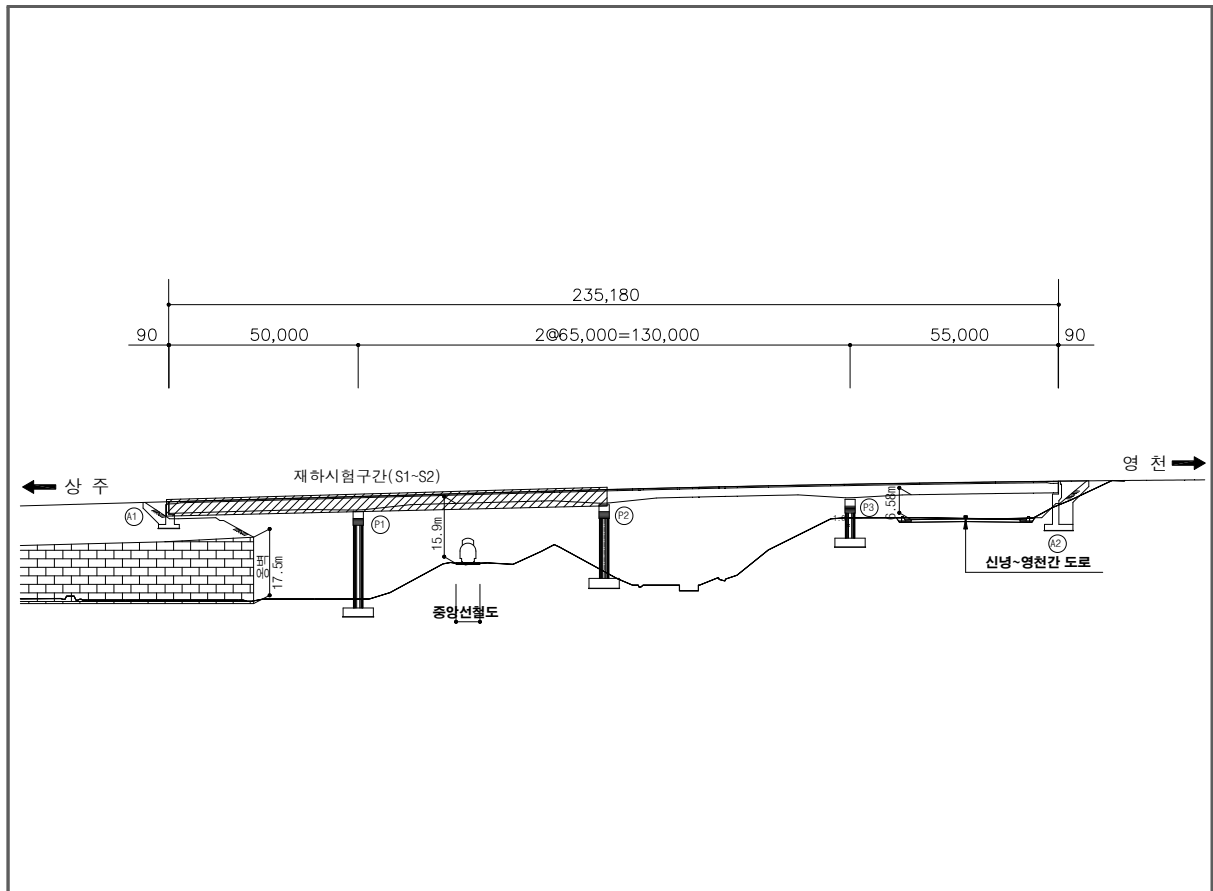
4.1 개 요

4.1.1 재하시험 개요

본 재하시험의 대상경간 선정은 차후의 정밀안전진단과 계측 값 상대비교를 고려하여 교량의 대표성 및 Gauge 부착과 측정 장비 설치의 용이성, 시험차량의 주행속도 및 제동거리 확보 등 현장여건을 종합적으로 고려하여 다음과 같이 선정하였다.

【시험 경간선정 및 선정사유】

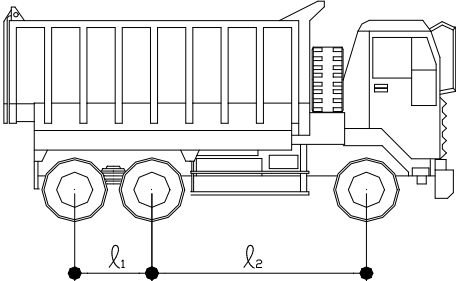
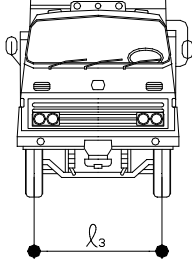
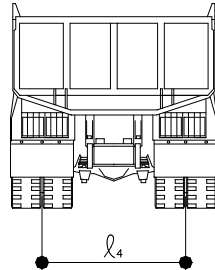
구분	시험경간/지점	지간장(L)	선 정 사 유	비 고
S.T Box Girder	S1(3/8L부)	50.0m	1경간 최대 정모멘트 작용구간	
	S2(0.5L부)	65.0m	2경간 최대 정모멘트 작용구간	



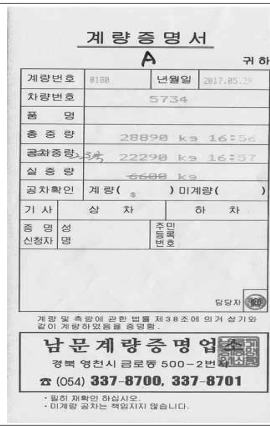
【재하시험 대상 경간】

4.1.2 시험차량

본 교량의 재하시험에 사용된 시험차량은 교량의 응답비를 크게 얻고자 15톤 덤프트럭 1대에 모래를 만재시켜 사용하였으며, 차량의 총중량은 약 29톤 수준을 유지하였다.





계량증명서 (ID 5734)

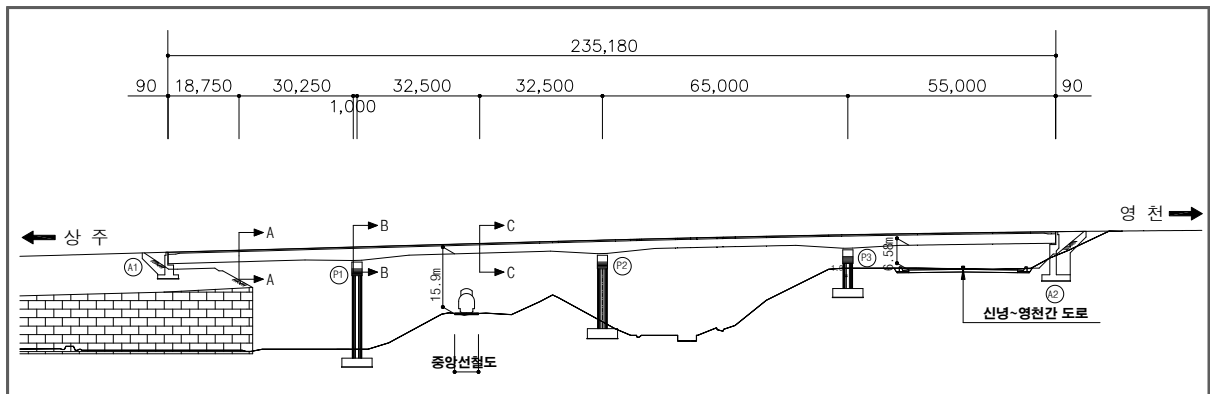
구 분 (차량번호)	차량제원(m)				차 료 별 축 중 (ton)			
	l_1	l_2	l_3	l_4	전 른	중 른	후 른	총 중 량
ID 5734	1.3	3.3	2.07	1.85	6.600	11.145	11.145	28.890

【시험차량의 제원 및 축중하중】

4.1.3 센서 설치위치 및 수량

측정항목별 센서는 대상구조물의 측정대상구간 중에서 하중재하에 따른 단면력이 최대인 단면을 선정하고, 처짐 및 변형률이 최대로 발생하는 부위에 부착한다.

본 교량에서는 1경간의 정모멘트부와 지점부(P1), 그리고 2경간 정모멘트부 등 총 3지점을 측정단면으로 선정하고 처짐계, 변형률계 및 진동가속도계를 설치하였으며, 처짐계의 경우 2경간 교량하부에 철도가 있는 관계로 1경간에 대해서만 설치하였다.



구 분	내 용
A-A 단면 (S1 3/8L지점)	
B-B 단면 (P1 지점부)	
C-C 단면 (S2 0.5L지점)	

【센서 설치 위치】

【센서 종류 및 기호】

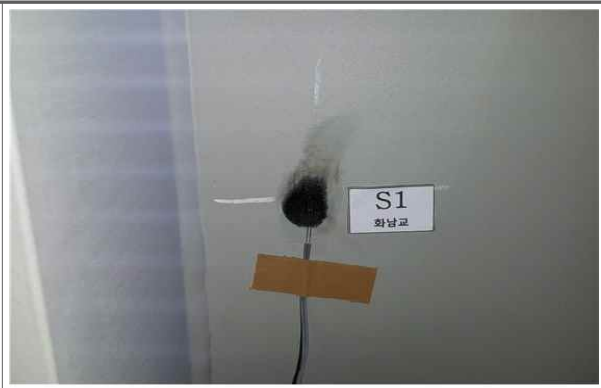
기 호	게이지 종류	용 도	비 고
Φ	Steel Strain Gauge	변형률 측정	힘
↑	처짐계(Displacement)	변위측정	처짐
@	가속도계(Accelerometer)	가속도 측정	고유진동수

【센서별 측정내용】

부착경간	구 분		부착위치	측정내용
S1 3/8L지점 (A-A단면)	변형률계	S1	Girder 1 상면	최대변형률
		S2	Girder 1 하면	"
		S3	Girder 2 상면	"
		S4	Girder 2 하면	"
	변 위 계	D1	Girder 1 하면	최대변위
		D2	Girder 2 하면	"
	가속도계	Acc	Girder 2 하면	진동가속도
P1 지점부 (B-B단면)	변형률계	S5	Girder 1 상면	최대변형률
		S6	Girder 2 상면	"
S2 0.5L지점 (C-C단면)	변형률계	S7	Girder 1 상면	최대변형률
		S8	Girder 1 하면	"
		S9	Girder 2 상면	"
		S10	Girder 2 하면	"



변형률게이지 설치(거더하면)



변형률게이지 설치(거더상면)



처짐계 설치



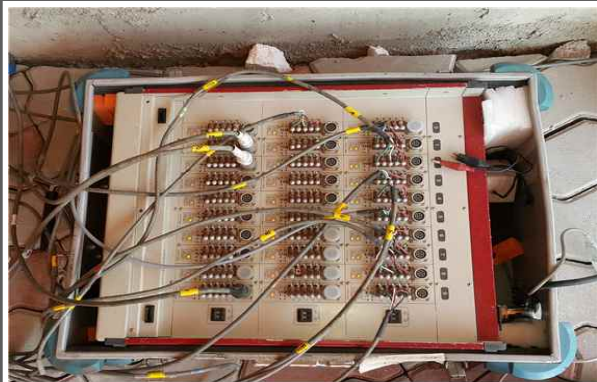
가속도계 설치



정적시험 차량 재하



동적시험 차량 주행



정, 동적 측정 장비 셋팅



정, 동적 데이터 수집

【재하시험 현황】

4.2 정적 재하시험

4.2.1 개 요

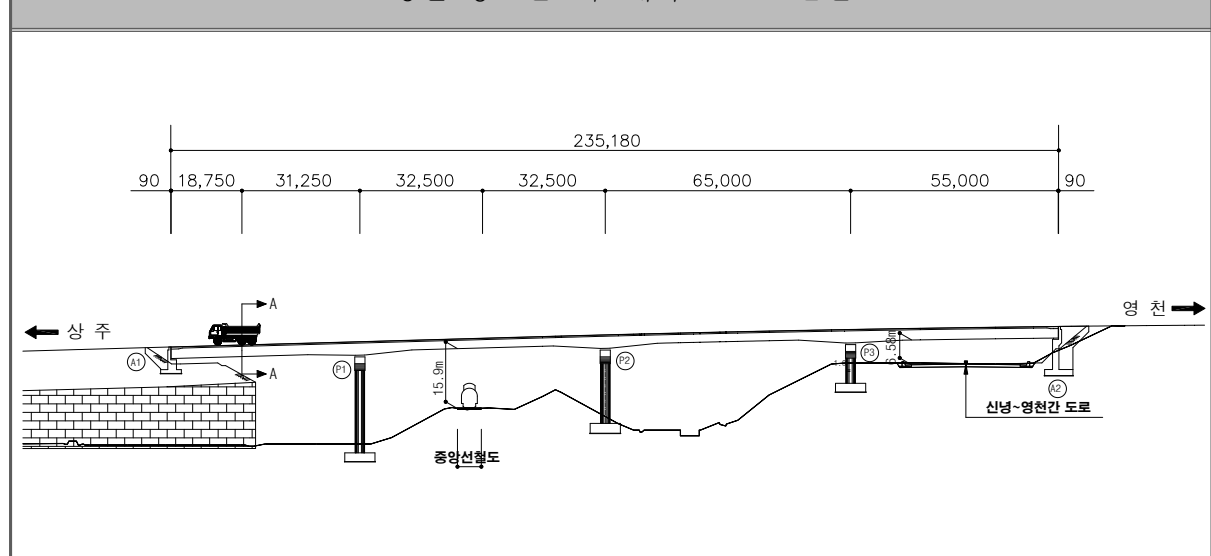
정적 재하시험의 경우 2대의 재하차량을 이용하여 영천(A2) → 상주(A1)로 진행하며 실시하였다.

L.C1~L.C6까지 총 6개의 하중조합으로 구성하였으며 각 정적재하시험의 재하 경우, 차량재하방향, Load Case별 시험차량 위치는 다음과 같다.

【정적재하시험의 LOAD CASE】

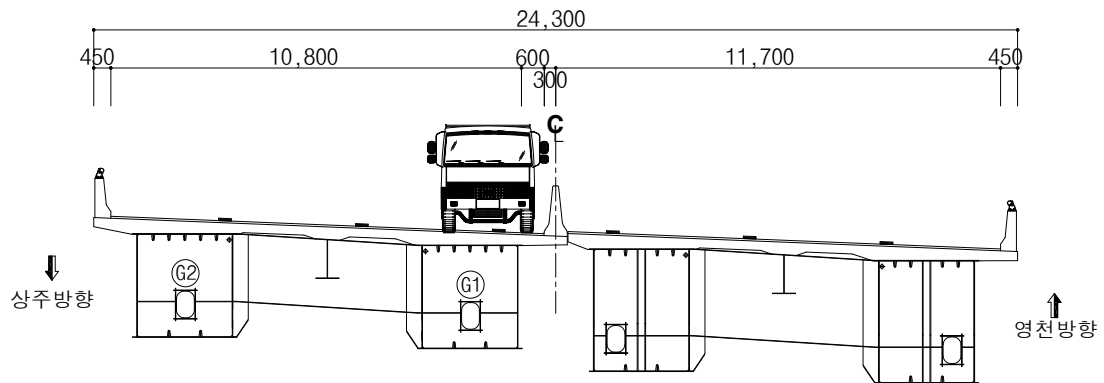
재하경우	재하위치		비 고
	단 면	위 치	
L.C 1	A-A	중분대에서 600mm이격하여 1대 재하	중분대측
L.C 2	A-A	중분대에서 4,775mm이격하여 1대 재하	교폭중앙
L.C 3	A-A	방호벽에서 600mm이격하여 1대 재하	방호벽측
L.C 4	C-C	중분대에서 600mm이격하여 1대 재하	중분대측
L.C 5	C-C	중분대에서 4,775mm이격하여 1대 재하	교폭중앙
L.C 6	C-C	방호벽에서 600mm이격하여 1대 재하	방호벽측

1경간 정모멘트부 재하 : A-A단면

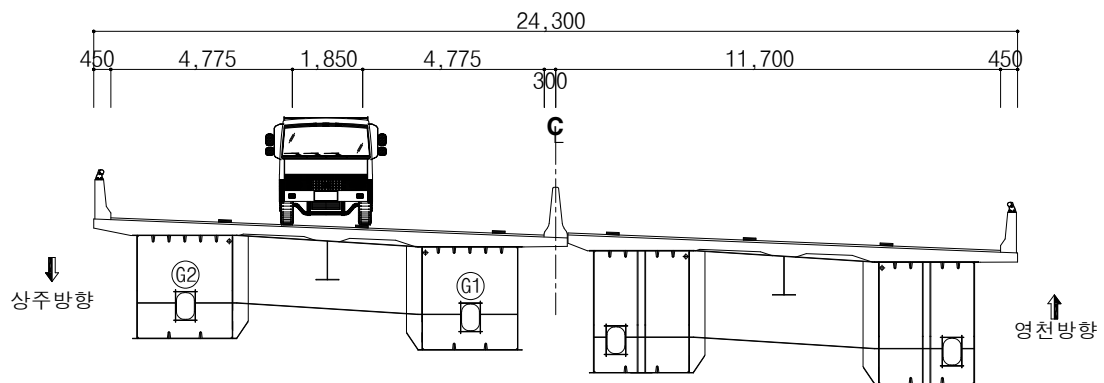


【S1경간 정적재하시험 차량재하방향】

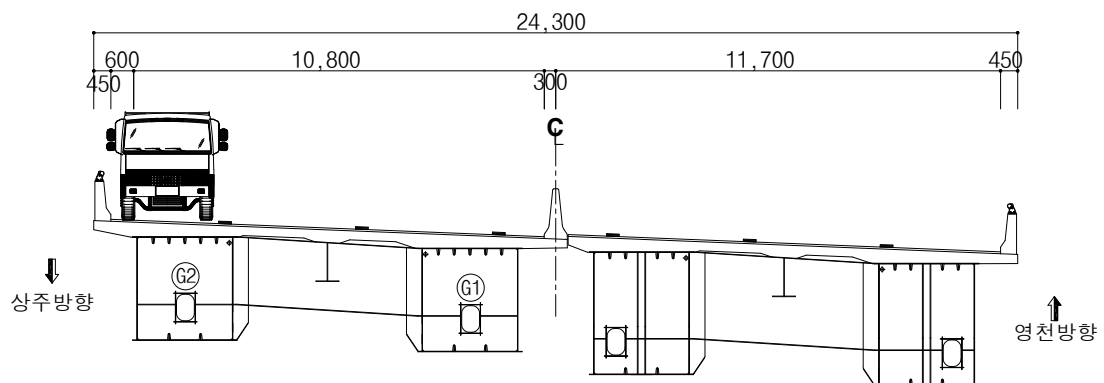
Load Case 1



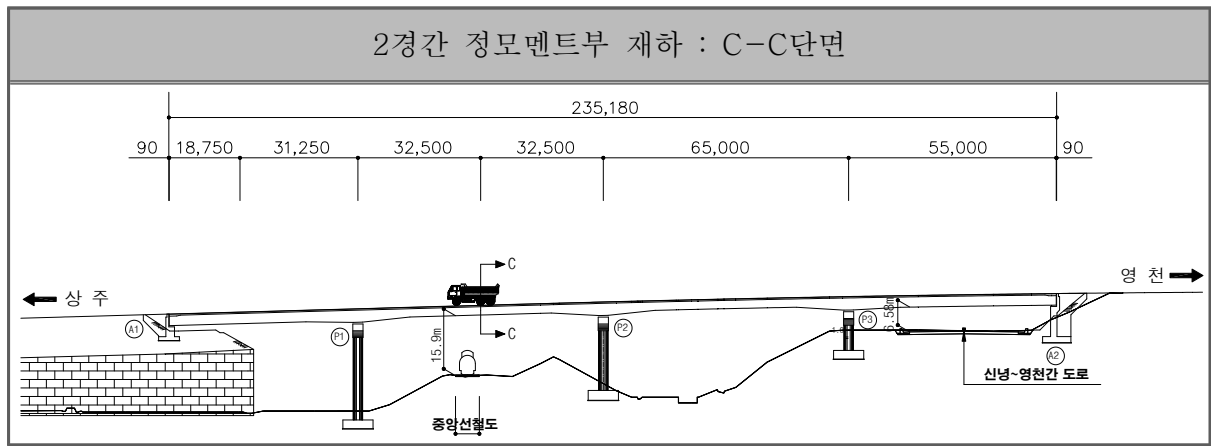
Load Case 2



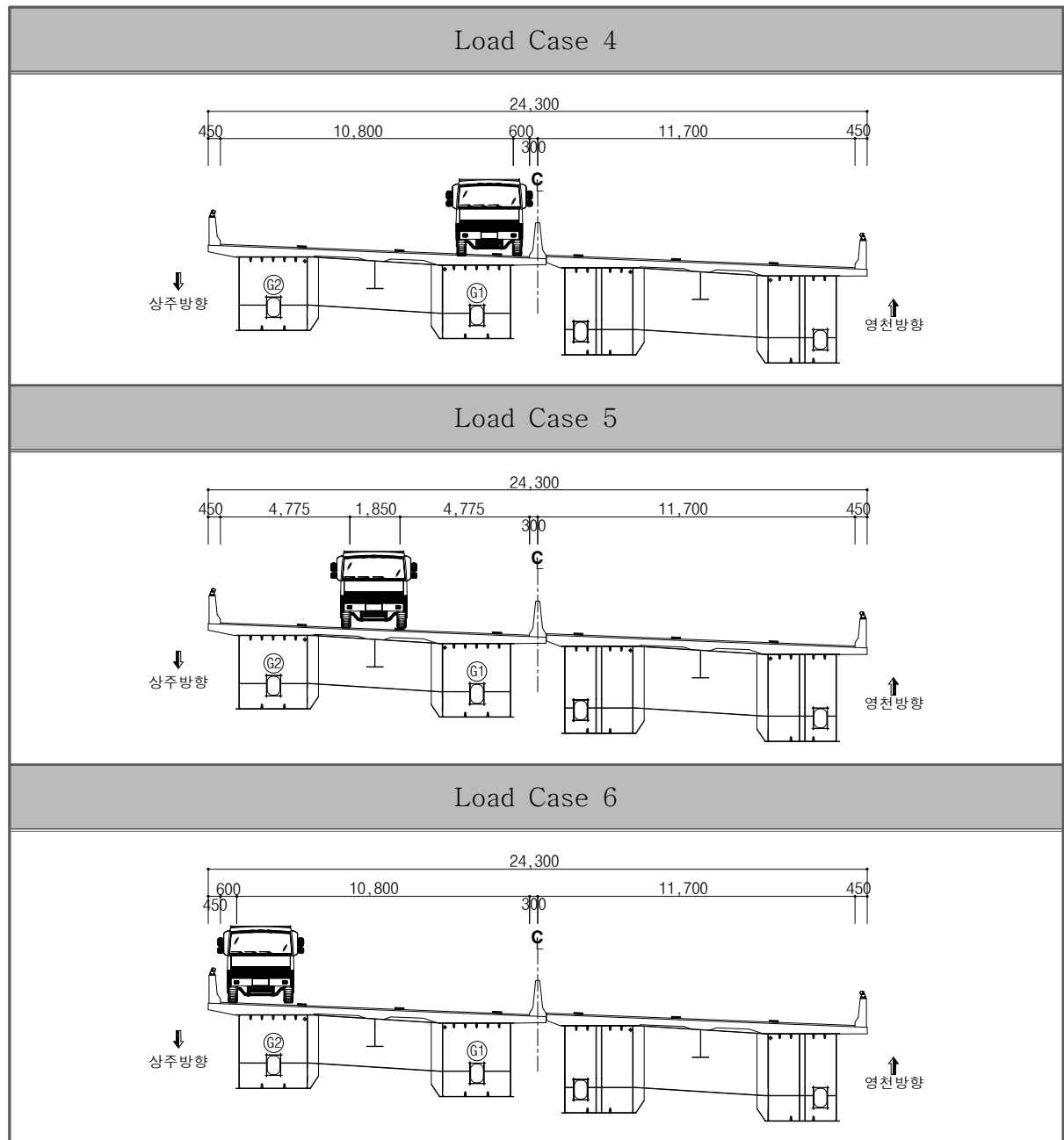
Load Case 3



【S1경간 Load Case별 위치 (L.C 1~3)】



【S2경간 정적재하시험 차량재하방향】



【S2경간 Load Case별 위치(L.C 4~6)】

4.2.2 정적 재하시험 결과 및 분석

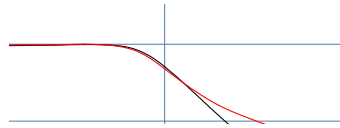
가. 처짐 및 변형률 측정 결과

본 절에서는 정적 재하 경우에 따른 각 단면별 게이지의 최고 응답치를 정리하여 나타내었으며 응답그래프의 일례를 도시하였다.

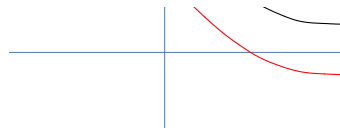
【정적재하시험 결과】

구 분	Gage No	L.C 1	L.C 2	L.C 3	비 고
S1 3/8L지점 (A-A단면)	S1	-1.88	-1.28	-1.98	$\mu\epsilon$
	S2	32.42	26.29	18.62	"
	S3	-1.28	-2.30	-3.87	"
	S4	14.51	31.22	47.60	"
	D1	-1.836	-1.666	-1.454	mm
	D2	-1.235	-2.320	-3.307	"
구 분	Gage No	L.C 4	L.C 5	L.C 6	비 고
P1 지점부 (B-B단면)	S5	2.55	1.60	2.09	$\mu\epsilon$
	S6	1.79	2.11	3.14	"
S2 0.5L지점 (C-C단면)	S7	-3.83	-0.96	-1.82	"
	S8	45.01	31.25	20.32	"
	S9	-2.84	-1.70	-1.17	"
	S10	21.23	34.85	42.89	"

※ 변위 : (-)부호는 하향처짐, 변형률 : (-)부호는 압축임.



Load Case1



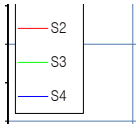
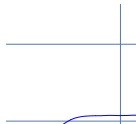
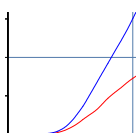
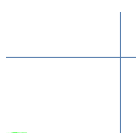
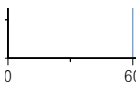
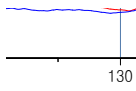
Load Case2



Load Case3

【변위-시간 GRAPH】

※ 각 Load Case별 최고 응답치를 나타내었으며 미기재 그래프는 부록편 참조.

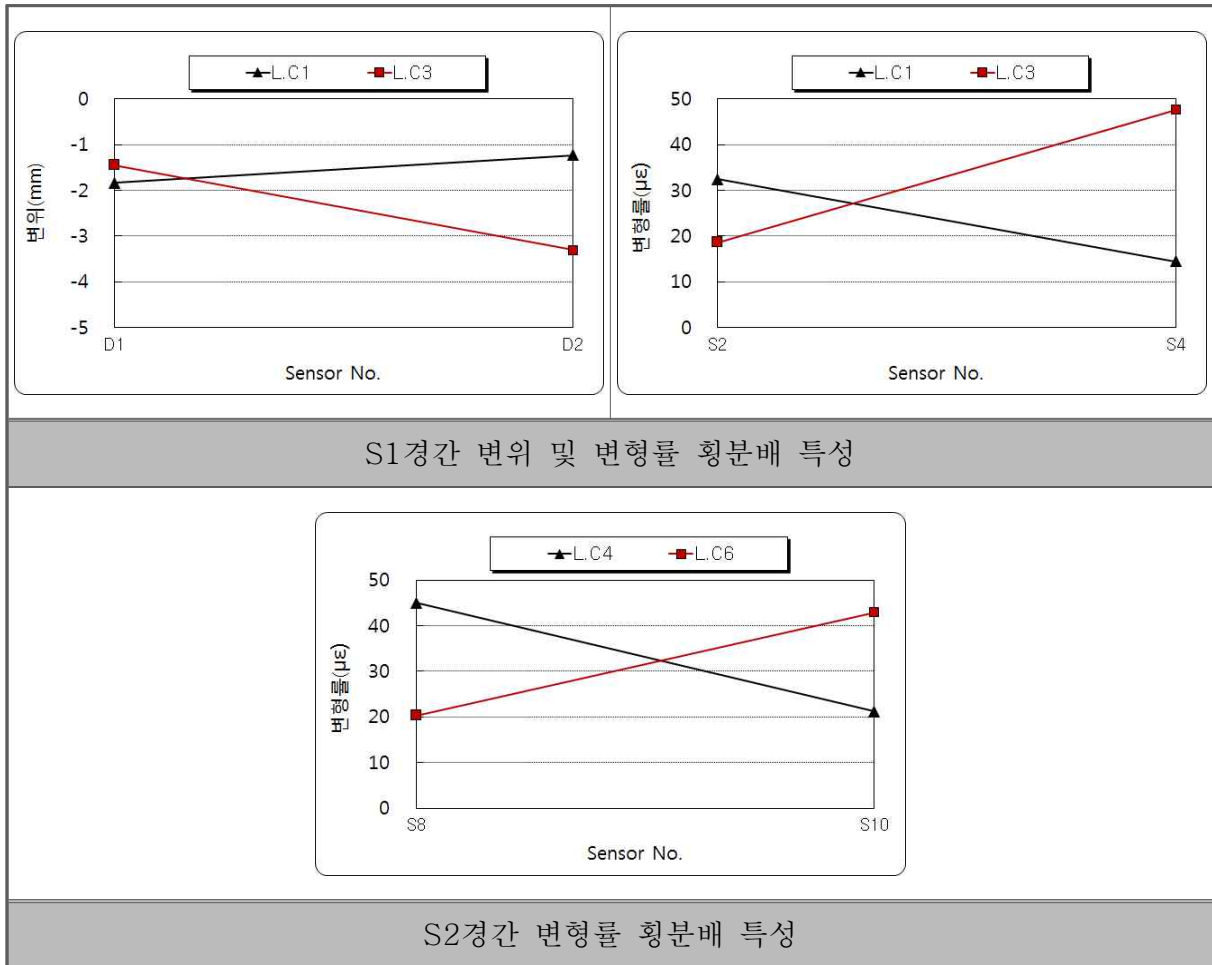
	
Load Case1	Load Case2
	
Load Case3	Load Case4
	
Load Case5	Load Case6

【변형률-시간 GRAPH】

※ 각 Load Case별 최고 응답치를 나타내었으며 미기재 그래프는 부록편 참조.

1) 횡방향 거동 특성

교량에 하중을 횡방향 중심선을 기준으로 대칭으로 재하 하여 측정결과의 거동특성을 분석하였다.



【대칭성 분석】

검토 의견

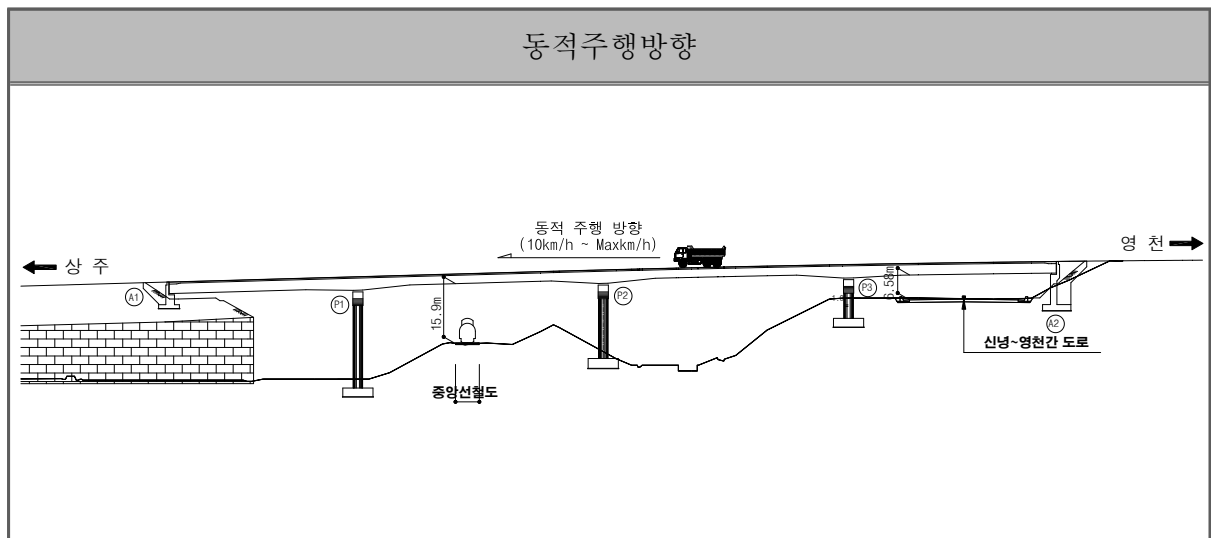
• 횡방향으로 대칭되는 하중 경우에 따른 시험경간의 측정값을 비교하여 대칭성을 통한 횡방향 거동특성을 분석하였다. 실측치 분석결과 측정경간에 대한 Load Case별 측정된 값을 도시하여 횡방향 거동을 비교해보면 대상 교량의 횡방향 거동은 상단의 그래프와 같이 중분대측이 방호벽측보다 상대적으로 적게 발생하는 것으로 나타났으나 이는 상·하행선이 분리교이기는 하나 중분대측 재하시 인접교량에 의한 간섭효과가 발생하여 나타난 결과로 판단되며, 각 하중 재하시 변위 및 변형률의 횡방향 거동이 일정한 양상을 보이는 것으로 보아 합리적으로 거동하는 것을 알 수 있다.

4.3 동적재하시험

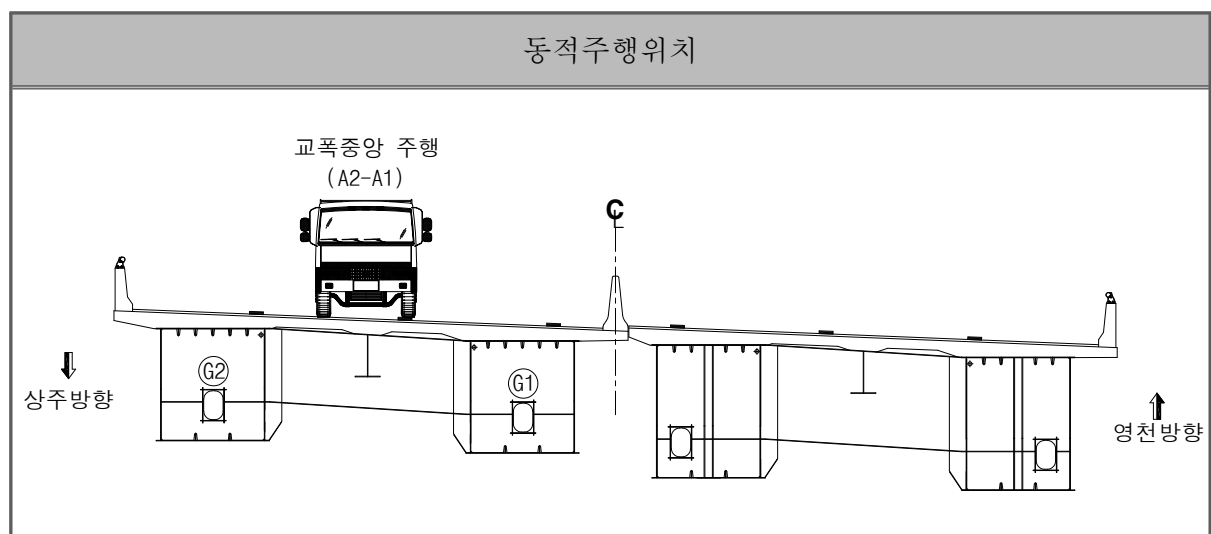
4.3.1 개 요

본 절은 구조물의 동적거동 특성을 조사하기 위하여 실 충격계수와 고유진동수를 계측하고 교량의 안전성을 검토한다. 실 충격계수는 차량속도를 10km/hr~최고속도까지 단계별로 속도를 증가시켜 응답치 변화량을 가지고 산출하며, 고유진동수는 진동계에서 측정된 주파수를 분석하여 산출한다.

동적재하시험은 정적재하시험시 이용된 덤프트럭을 사용하여 교폭중앙으로 주행을 하였으며, 주행방향은 영천(A2) → 상주(A1)으로 공용중 실제 주행방향을 택하여 주행 가능한 최대속도인 70km/h까지 주행을 실시하였다.



【동적재하시험 주행방향】



【동적재하시험 주행위치】

4.3.2 동적재하시험 결과 및 분석

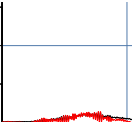
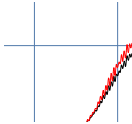
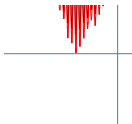
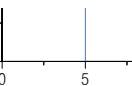
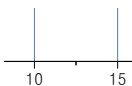
가. 동적처짐

동적 그래프는 차량이 주행한 구간에 대하여 표시하였고, 각 주행속도에 따른 동적 최대 처짐값은 다음과 같다.

【동적재하시험 결과】

차량속도 Sensor	S1경간		비고
	D1	D2	
10km/hr	-1.781	-2.552	mm
20km/hr	-1.885	-2.611	mm
30km/hr	-1.877	-2.517	mm
40km/hr	-1.952	-2.694	mm
50km/hr	-1.940	-2.780	mm
60km/hr	-1.765	-2.652	mm
70km/hr	-1.761	-2.700	mm

※ 변위 : (-)부호는 하향처짐임

	
10km/hr	20km/hr
	
30km/hr	40km/hr
	
60km/hr	70km/hr

【동적주행 변위-시간 GRAPH】

※ 미기재 그래프는 부록 참조.

나. 충격계수 분석결과

교량의 충격계수는 노면상태 및 노후도에 의하여 영향을 받으며, 차량 하중의 정적응답에 대한 동적응답의 비를 동적증폭률이라고 하는데, 구조물의 설계나 내하력평가시에는 이것이 충격계수가 된다.

따라서 동적재하시험을 통하여 충격계수를 산출하고 이 값을 설계하중효과에 곱함으로써 동적효과를 고려한 실제적인 내하력평가를 수행할 수 있다.

통상 저속주행(10km/h)시 발생하는 응답을 정적응답치로 간주하고, 이 값에 대한 속도별 최대응답치와의 비로써 충격계수를 산정하는 방법을 이용하였으나, 정적응답으로 간주하는 저속주행시의 응답에도 동적 효과가 포함되어 있으며, 정확하게 동일한 위치로 주행을 반복하는 것이 불가능하므로, 최근에는 동적측정결과를 Low Pass Filter를 하여 동적효과를 제거한 정적 응답결과에 대한 동적측정 결과와 비로써 각 속도별 충격계수를 구하는 방법을 사용하였다.

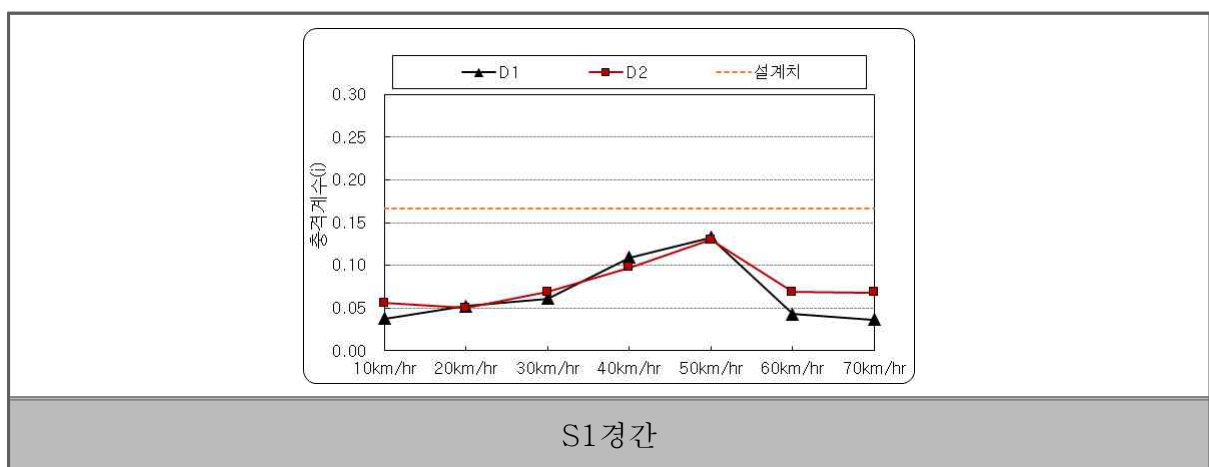
최대 동적 처짐 및 최대 정적 처짐에 의한 교량의 충격계수는 다음과 같다.

$$i = \frac{D_{dyn} - D_{sta}}{D_{sta}}$$

여기서, D_{dyn} : 동적최대처짐

D_{sta} : D_{dyn} 에서의 Low Pass Filtering한 최대처짐

동적재하시험에서 충격계수의 산정은 측정된 동적 DATA를 산정식에 따라 개별 충격계수를 구한 후 그 값 중 가장 큰 값을 대표값으로 선정하였으며 다음표에 나타내었다. 대표 실측충격계수는 시속 50km/hr의 속도일 때 S1경간 0.133(D1)으로 분석되어, 도로교 설계 기준에서 제시하는 계산 충격계수 0.167(S1)보다 작게 나타나 이동하중에 의한 충격의 영향은 양호한 것으로 판단된다.

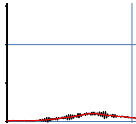
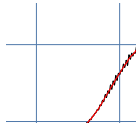
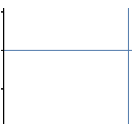
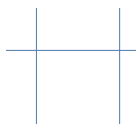
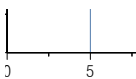
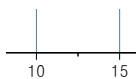


【속도별 충격계수 GRAPH】

【실측충격계수 결과표】

구 분		S1경간		비 고
		변위 (mm)		
		D1	D2	
L.C 1 10km/h	Ddyn	-1.781	-2.552	
	Dsta	-1.717	-2.417	
	충격계수 (i)	0.037	0.056	
L.C 2 20km/h	Ddyn	-1.885	-2.611	
	Dsta	-1.791	-2.487	
	충격계수 (i)	0.052	0.050	
L.C 3 30km/h	Ddyn	-1.877	-2.517	
	Dsta	-1.769	-2.355	
	충격계수 (i)	0.061	0.069	
L.C 4 40km/h	Ddyn	-1.952	-2.694	
	Dsta	-1.760	-2.455	
	충격계수 (i)	0.109	0.097	
L.C 5 50km/h	Ddyn	-1.940	-2.780	
	Dsta	-1.713	-2.461	
	충격계수 (i)	0.133	0.130	
L.C 6 60km/h	Ddyn	-1.765	-2.652	
	Dsta	-1.693	-2.481	
	충격계수 (i)	0.043	0.069	
L.C 7 70km/h	Ddyn	-1.761	-2.700	
	Dsta	-1.699	-2.528	
	충격계수 (i)	0.036	0.068	
실측충격계수		0.133		
이론충격계수		0.167		

※ 이론충격계수 산정식 : $i = \frac{15}{40 + L} \rightarrow i = \frac{15}{40 + 50} = 0.167$ (S1경간)

	
10km/hr, D1	20km/hr, D1
	
30km/hr, D1	50km/hr, D1
	
60km/hr, D1	70km/hr, D1

【동적주행결과의 필터링 전-후 비교 GRAPH】

※ 미 기재 그래프는 부록편 참조.

다. 고유 진동수 분석결과

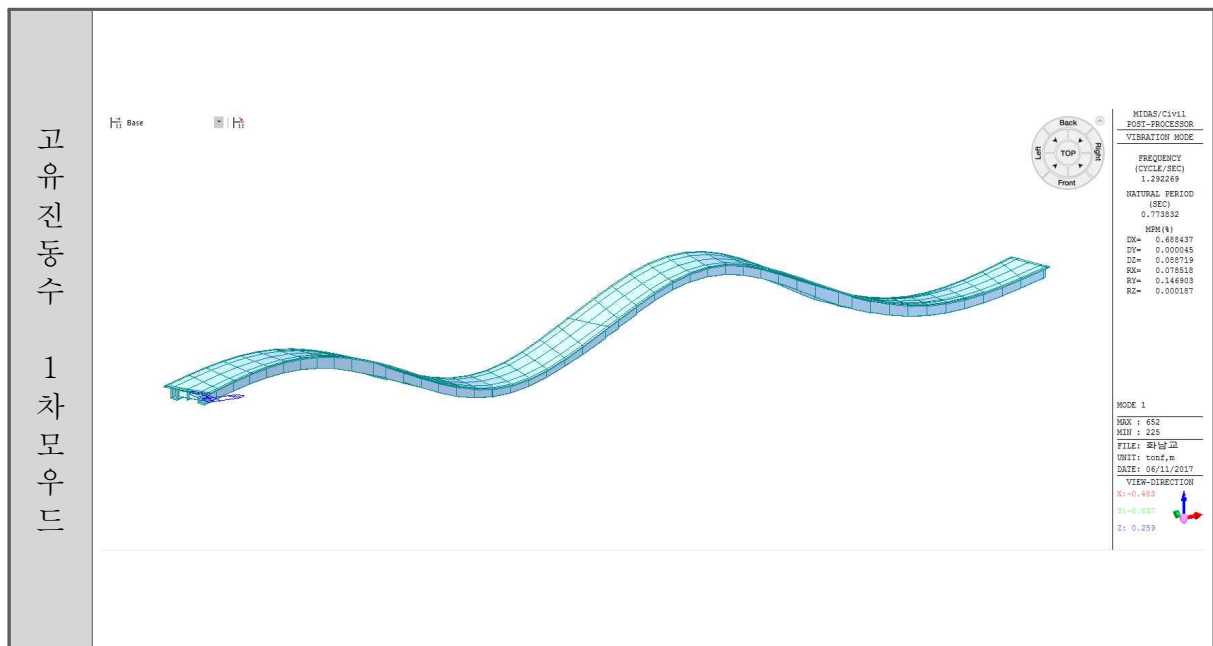
재하차량에 의한 교량 각 부재의 시간이력곡선으로부터 교량의 진동주기를 도출하였다. 차량이 교량 위를 통과할 때는 차량의 진동과 교량 자체의 진동과의 상호작용이 교량의 동적거동에 영향을 미치므로, 본 조사에서는 주행차량이 교량을 통과하고 난 후 여진상태에 구한 시간이력곡선으로부터 FFT(Fast Fourier Transform) 해석을 하여 교량의 고유진동수를 구하였다.

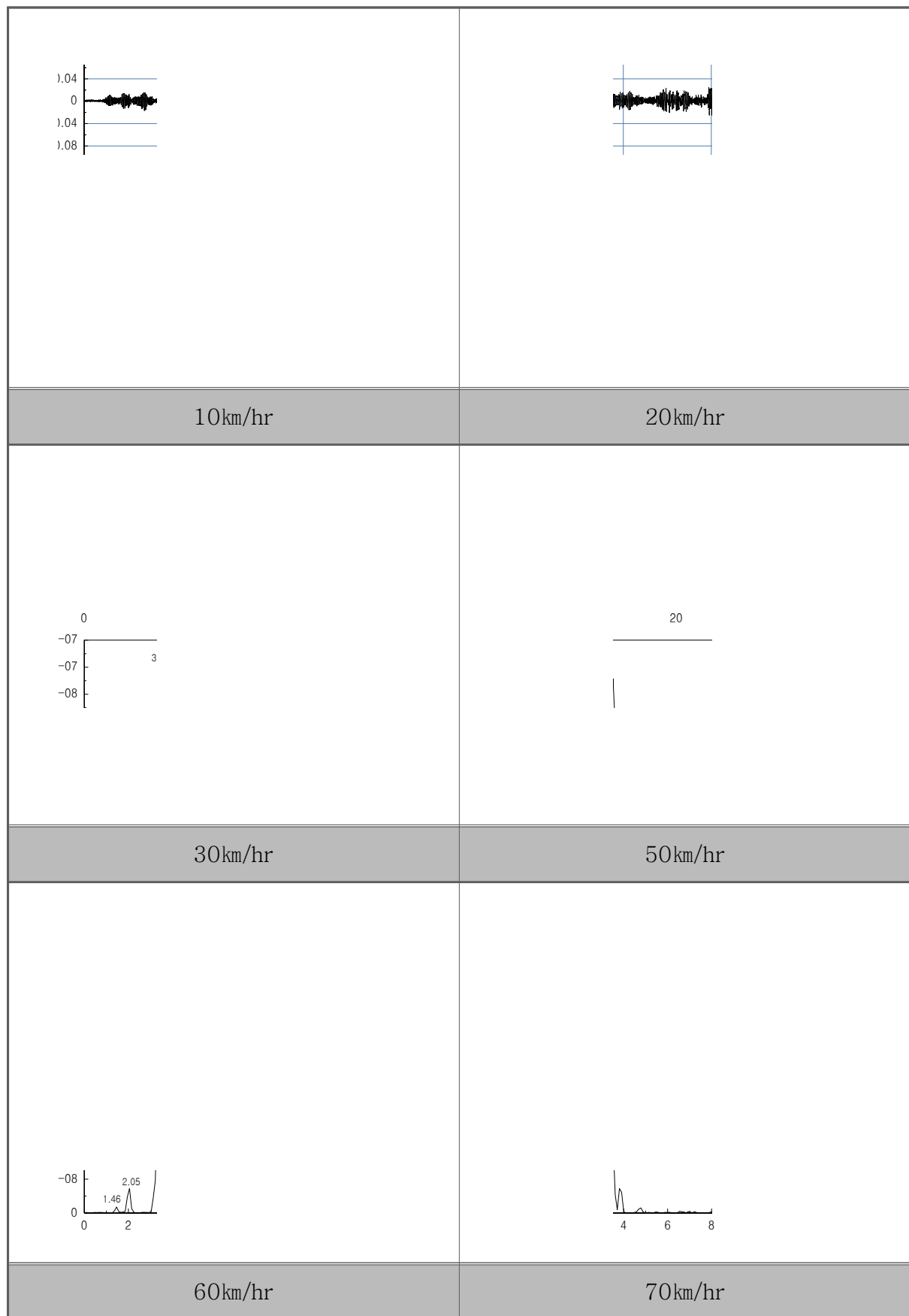
해석에 의한 대표 고유진동모드는 1모드에서 나타났으며 주행 속도에 따른 측정 고유진동수는 1모드에서 1.46Hz로 측정되어 이론고유진동수 1.29Hz보다 크게 나타났으며, 본 시험에서 측정된 고유진동수는 본 교량의 초기 고유진동수로서, 진동주파수와 강성과는 비례관계임을 볼 때 향후 가속도 측정에 의한 구조물의 강성저하 유무를 판단 할 수 있는 기초자료라 할 수 있다.

【속도별 실측고유진동수 값】

주행속도 (km/hr)	실측고유진동수 (Hz)	주행속도 (km/hr)	실측고유진동수 (Hz)
10	1.46	50	1.46
20	1.46	60	1.46
30	1.46	70	1.46
40	1.46		

【이론고유진동수】





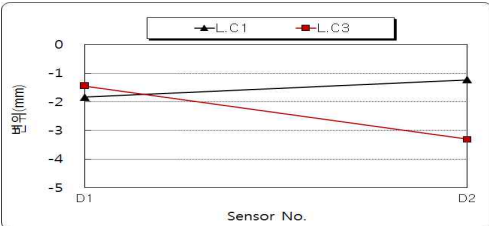
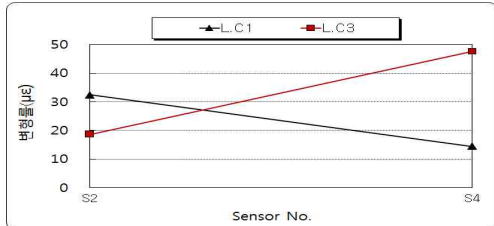
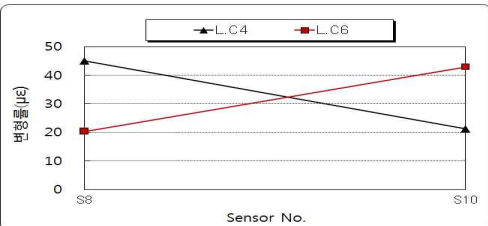
【FFT 분석 GRAPH】

※ 미 기재 그래프는 부록편 참조.

4.4 정·동적 재하시험 고찰

화남교에 대한 정·동적 재하시험을 시행한 결과 정적재하시험시 최대처짐 및 최대변형률은 1경간에서 -3.307mm (D2, L.C3), $47.60\ \mu\epsilon$ (S4, L.C3)이 발생되었으며, 2경간에서 $45.01\ \mu\epsilon$ (S8, L.C4)이 발생되었다. 또한, 고유진동수의 경우 1.46Hz 로 측정되었으며, 실측충격계수는 0.133 (S1경간)으로 분석되어, 계산충격계수 0.167 (S1경간)보다 작게 분석되었다.

【정·동적 재하시험 분석결과】

분석항목		분 석 결 과		
시험트럭		•재하하중 : 설계하중의 약 66.9% •총 중 량 : 28.890ton		
정적 재하 시험	최대 응답	•변형률 : $47.60\ \mu\epsilon$ •변 위 : -3.307mm	•변형률 : $3.14\ \mu\epsilon$	•변형률 : $45.01\ \mu\epsilon$
		S1경간 3/8L지점	P1 지점부	S2경간 0.5L지점
	횡방향 거동특성			
		S1경간 횡분배 특성		
				
		S2경간 횡분배 특성		
		•처짐 및 변형률에 의한 횡방향 거동특성 분석결과 하중 경우에 따른 계측 DATA가 합리적인 거동특성을 보이는 것으로 분석됨.		
동적 재하 시험	충격 계수	•충격계수 분석결과 실측충격계수의 최대값은 0.133 (S1)으로 이론 충격계수 0.167 (S1)보다 작게 나타나 이동하중에 대한 충격의 영향은 양호한 상태로 분석됨.		
	고유 진동수	•실측고유진동수(1.46Hz)가 이론 고유진동수(1.29Hz)보다 크게 나타나고 있어 교량의 강성은 양호한 것으로 판단됨.		

5장 | 구조안전성 및 내하력평가

5.1 개 요

5.2 구조해석

5.3 안정성평가

제 5 장 구조안전성 및 내하력평가

5.1 개 요

5.1.1 검토 조건

구조계산서상에 정리된 교량제원, 사용재료 및 허용응력, CASE별 설계하중에 따른 응력 비교 결과를 정리하면 다음과 같다.

가. 구조물 제원

교 량 명	화남교		
형 식	STEEL BOX GIRDER	교량등급	1등급
연 장	49.45+65.00+65.00+54.45 = 233.9 m	주형제원	H = 2.5 m ~ 3.2
교량폭원	B = 12.445 m		B = 2.500 m

나. 사용재료

1) 콘크리트 및 철근

콘크리트	fck = 27 MPa	철 근	fy = 400 MPa
	Ec = 2.50E+04 MPa		Es = 2.00E+05 MPa

2) 구조용 강재

① 부재별 사용강재

SM520B	SM400B
· 상, 하FLANGE · WEB, 상, 하부 종 RIB · 지점부 DIAPHRAGM · SOLE PLATE · 지점보강재, 수평보강재	· 수직보강재 · 지점부 외 DIAPHRAGM · 횡리브 · 세로보 · 가로보

② 탄성계수 Es = 2.10E + 05 MPa

③ 허용 인장 응력(MPa)

강 종	SS400 SM400 SMA400	SM490	SM490Y SM520 SMA490	SM570 SMA570
판두께(mm)				
40 이하	140	190	210	260
40초과 75이하	130	175 (190)	200 (210)	250 (260)
75초과 100이하			195 (210)	245 (260)

* TMC 강재의 경우 ()의 값을 적용함.

④ 허용 축방향 압축응력(MPa)

강 종 판두께 (mm)	SS400 SM400 SMA400	SM490	SM490Y SM520 SMA490	SM570 SMA570
40 이하	$140 : \ell/r \leq 20$ $140 - 0.84(\ell/r - 20) : 20 < \ell/r \leq 93$ $1,200,000 : 6,700 + (\ell/r)^2$ $93 < \ell/r$	$190 : \ell/r \leq 15$ $190 - 1.3(\ell/r - 15) : 15 < \ell/r \leq 80$ $1,200,000 : 5,000 + (\ell/r)^2$ $80 < \ell/r$	$210 : \ell/r \leq 14$ $210 - 1.5(\ell/r - 14) : 14 < \ell/r \leq 76$ $1,200,000 : 4,500 + (\ell/r)^2$ $76 < \ell/r$	$260 : \ell/r \leq 18$ $260 - 2.2(\ell/r - 18) : 18 < \ell/r \leq 67$ $1,200,000 : 3,500 + (\ell/r)^2$ $67 < \ell/r$
40초과 75이하	$130 : \ell/r \leq 20$ $130 - 0.75(\ell/r - 20) : 20 < \ell/r \leq 97$	$175 : \ell/r \leq 15$ $175 - 1.1(\ell/r - 15) : 15 < \ell/r \leq 83$	$200 : \ell/r \leq 14$ $200 - 1.4(\ell/r - 14) : 14 < \ell/r \leq 78$ $1,200,000 : 4,700 + (\ell/r)^2$ $78 < \ell/r$	$250 : \ell/r \leq 18$ $250 - 2.1(\ell/r - 18) : 18 < \ell/r \leq 69$ $1,200,000 : 3,600 + (\ell/r)^2$ $69 < \ell/r$
75초과 100이하	$1,200,000 : 7,300 + (\ell/r)^2$ $97 < \ell/r$	$1,200,000 : 5,300 + (\ell/r)^2$ $83 < \ell/r$	$95 : \ell/r \leq 14$ $195 - 1.3(\ell/r - 14) : 14 < \ell/r \leq 79$ $1,200,000 : 4,900 + (\ell/r)^2$ $79 < \ell/r$	$245 : \ell/r \leq 18$ $245 - 2.2(\ell/r - 18) : 18 < \ell/r \leq 69$ $1,200,000 : 3,700 + (\ell/r)^2$ $69 < \ell/r$

* TMC 강재는 판두께 상관없이 40mm이하의 값을 적용함.

여기서, ℓ ; 부재의 유효좌굴 길이 (mm), r ; 부재 종단면의 단면회전반경 (mm)

⑤ 허용 휨압축응력(MPa)

압축플랜지가 콘크리트상판 등에 직접 고정되어 있는 경우 및 상자형 단면, II형 단면과 같이 횡좌굴이 일어나기 어려운 경우

강 종 판두께(mm)	SS400 SM400 SMA400	SM490	SM490Y SM520 SMA490	SM570 SMA570
40 이하	140	190	210	260
40초과 75이하	130	175 (190)	200 (210)	250 (260)
75초과 100이하			195 (210)	245 (260)

* TMC 강재는 판두께 상관없이 40mm이하의 값을 적용함.

⑥ 허용 전단응력(MPa)

강 종 판두께(mm)	SS400 SM400 SMA400	SM490	SM490Y SM520 SMA490	SM570 SMA570
40 이하	80	110	120	150
40초과 75이하	75	100 (110)	115 (120)	145 (145)
75초과 100이하			110 (120)	145 (145)

* TMC 강재의 경우 ()의 값을 적용함.

⑦ 항복응력(MPa)

강 종 판두께(mm)	SS400 SM400 SMA400	SM490	SM490Y SM520 SMA490	SM570 SMA570
40 이하	240	320	360	460
40초과 75이하	220	300	340	440
75초과 100이하			330	430

3) 강재들보의 허용응력 증가율

하중의 조합			증가율(%)	
			정의 휨모멘트를 받는부분	부의 휨모멘트를 받는부분
1	크리프의 영향과 건조수축의 영향을 제외한 주하중		0	0
2	주 하 중	압축연	15	0
		인장연	0	0
3	주하중+바닥판 콘크리트와 강재주형과의 온도차	압축연	30	15
		인장연	15	15
4	가설시 하중	압축연	25	25
		인장연	25	25

4) 마찰이음용 고장력 볼트 허용력(kN) : 1볼트 1마찰면마다

나사호칭 볼트등급	F8T	F10T
M20	31	39
M22	39	48
M24	45	56

5.1.3 하중 산정

가. 고정하중

구 분	콘크리트	강 재	포장
단위중량(kN/m ³)	25.00	78.50	23.50

: STEEL-BOX 거더 자중은 프로그램내에서 자동으로 계산.

1) 합성전 바닥판 타설하중 (STEEL-BOX에 적용)

2) 합성후 고정하중(방호벽, 포장하중)

$$\textcircled{1} \text{ 방호벽} = (0.322 \times 25.00) / 0.42 = 19.167 \text{ kN/m}^2$$

$$\textcircled{2} \text{ 포장} = 0.050 \times 23.50 = 1.175 \text{ kN/m}^2$$

나. 활 하 중

1) 설계차로폭 및 차로수

$$\text{— 일반구간 : 연석간 교폭 : } W_c = 11.385 \text{ m}$$

$$\therefore \text{설계차로수, } N = 3$$

$$\text{설계차로폭 : } W = W_c / N = 11.385 / 2 = 3.795 > 3.600\text{m} \quad \therefore 3.600\text{m}$$

2) 하중강도와 충격계수

$$\textcircled{1} \text{ 차선하중 (DL-24) : } W_L = 12.7 \text{ kN/m}, P_m = 108 \text{ kN}, P_s = 156 \text{ kN}$$

$$\textcircled{2} \text{ 차륜하중 (DB-24) : 전륜하중, } P_f = 24.0\text{kN}, \text{ 후륜하중, } P_r = 96.0\text{kN}$$

③ 재하차량

④ 충격계수

구 분	지간장,L(m)	충격계수,15/(40+L)
1경간	50.000	0.167
2경간	65.000	0.143
4경간	55.000	0.158
제1 내부 지점부	57.500	0.154
제3 내부 지점부	60.000	0.150

다. 온도차하중

- 콘크리트 선팅창계수 $\alpha_c = 1.0 \times 10^{-5}$
- 강재 선팅창계수 $\alpha_s = 1.2 \times 10^{-5}$
- 상하연온도차 $\Delta T = \pm 5.0^\circ\text{C}$

라. Creep & Shrinkage 하중

1) 조 건

- 지속하중 재하시의 콘크리트 재령, $t' = 180\text{일}$
- 상대습도 : 70%
- 외기 또는 양생온도 : $T = 20^\circ\text{C}$

2) 콘크리트의 크리프 계수

$$\epsilon_{cs}(t,t') = f_c(t') \left[\frac{1}{E_{ci}(t')} + \frac{\phi(t,t')}{E_{ci}} \right]$$

$\epsilon_{cs}(t,t')$: t'일에서 $f_c(t')$ 의 응력이 가해졌을때

시간t일에서의 탄성변형률과 크리프를 포함한 전체 변형률

E_{ci} : 28일 재령 콘크리트의 초기 접선탄성계수

$$E_{ci} = 2.15 \times 10^4 \sqrt[3]{f_{cu}/10}$$

$\phi(t,t')$: 크리프 계수

t: 콘크리트의 재령(일)

t': 지속하중이 작용할 때의 콘크리트의 재령(일)

ϕ_o : 콘크리트의 개념 크리프 계수

ϕ_{RH} : $\phi_{RH}\beta(f_{cu})\beta_c(t')$

ϕ_{RH} : 외기의 상대습도와 부재두께의 의해 크리프에 미치는 영향

$$\phi_{RH} = 1 + \frac{1-0.01RH}{0.10*^3\sqrt{h}}$$

$\beta(f_{cu})$: 콘크리트 강도에 의해 크리프에 미치는 영향함수

$$\beta(t') = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cu}}}$$

$\beta(t')$: 계속하중이 가해지는 시간 t' 에 의해 크리프에 미치는 영향 함수

$$\beta(t') = \frac{1}{0.1+(t')^{0.2}}$$

$\beta_c(t-t')$: 재하기간에 따라 크리프에 미치는 영향함수

$$\beta_c(t') = \left[\frac{1}{\beta_H + (t-t')} \right]^{0.3}$$

β_H : 외기의 상대습도와 부재의 두께에 따른 계수

$\beta_H : 1.5[1+(0.012RH)18]h+250 \leq 1500$ 일

$h = 2Ac/u$: 개념적인 부재치수(mm)

Ac : 단면적(mm^2), u : 외기와 저촉하는 단면둘레(mm)

RH : 상대습도(%), f_{cu} : 콘크리트의 28일 평균 압축강도(MPa)

3) 콘크리트의 건조수축 변형률

$$\epsilon_{sh}(t,ts) = \epsilon_{sho}\beta_s(t-t')$$

$\epsilon_{sh}(t,ts)$: 외기 노출 재령 ts 인 콘크리트의 재령 t 에서의 전체 건조수축 변형률

ϵ_{sho} : 개념적인 건조수축계수

$$\epsilon_{sho} = \epsilon_s(f_{cu})\beta_{RH}$$

$\beta_s(t-t')$: 건조 기간에 따른 건조수축 변형률 함수

$$\beta_s(t-t') = \sqrt{\frac{(t-t')}{0.035h^2 + (t-t')}}}$$

ts : 수축이 시작될 때의 콘크리트의 재령(일)

$$\epsilon_s(f_{cu}) = [160+10\beta_{sc}(9 - f_{cu}/10)] \times 10^{-6}$$

β_{RH} : 외기습도에 따른 크리프와 건조수축에 미치는 영향계수

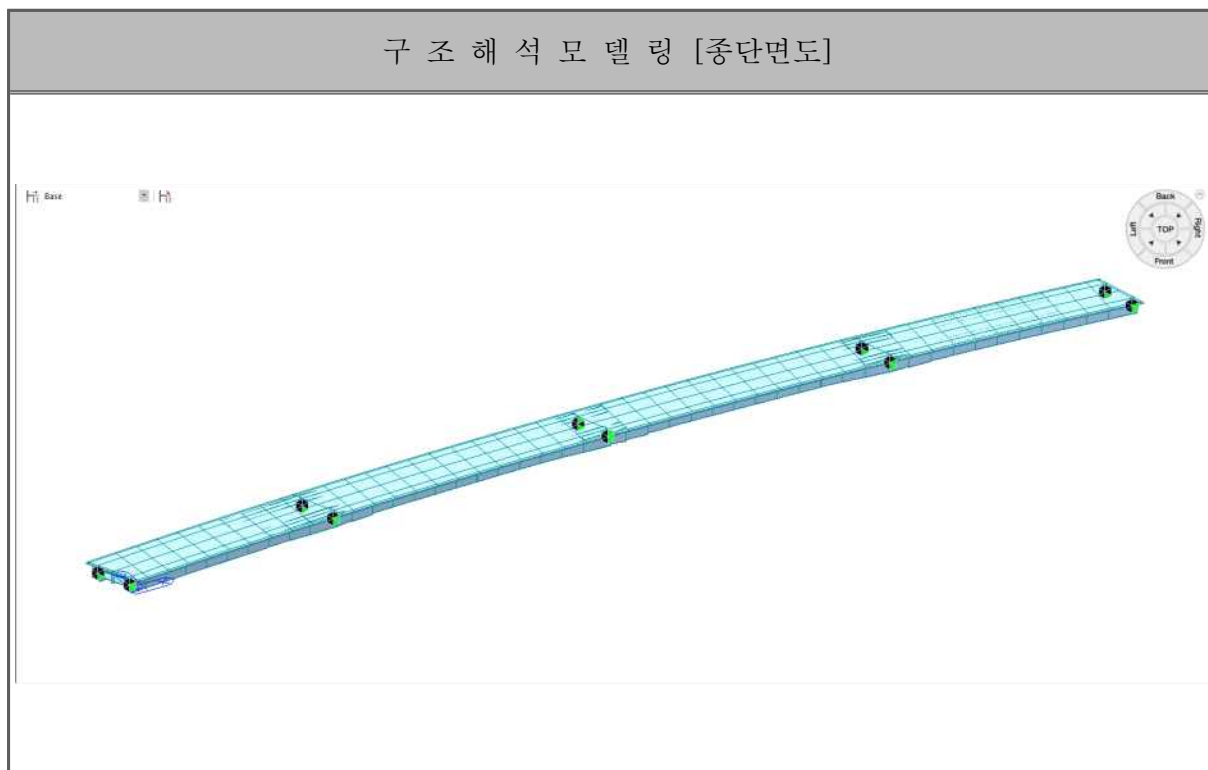
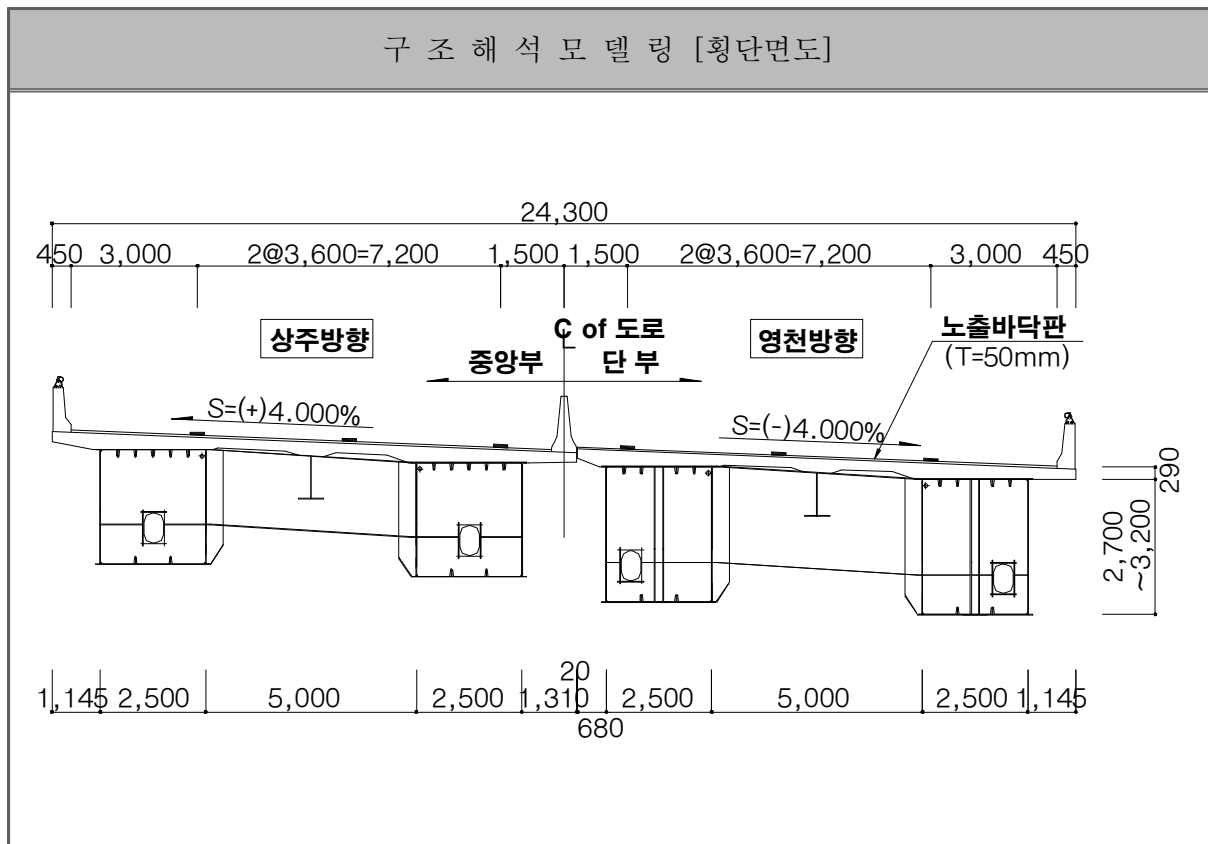
$$\beta_{RH} = \left\{ \begin{array}{ll} -1.55[1-(RH/100)^3] & (40\% \leq RH < 99\%) \\ 0.25 & (RH \geq 99\%) \end{array} \right\}$$

Ac : 단면적(mm^2), u : 외기와 접촉하는 단면둘레(mm)

RH : 상대습도(%), f_{cu} : 콘크리트의 28일 평균 압축강도(MPa)

5.2 구조해석

5.2.1 모 델 링



※ 사용 구조해석 프로그램명 : MIDAS CIVIL

5.2.2 응력검토

가. 허용응력 검토 결과(경간 S1 정모멘트부)

1) 단면제원

합 성 전				합 성 후			
A(cm ²)	Ix(cm ⁴)	Ysu(cm)	Ysl(cm)	A(cm ²)	Ix(cm ⁴)	Ysu(cm)	Ysl(cm)
1,335.00	16,195,274	129.98	142.02	3,417.11	33,963,483	40.24	231.76

2) 발생응력

구 분		응 력 (MPa)					
		1.합성전	2.합성후	3.활하중	4.크리이프	5.건조수축	6.온도차
바닥판	상 연	—	0.536	1.497	0.291	1.263	0.978
	하 연	—	0.335	0.935	0.105	1.333	1.107
거 더	상 연	55.014	2.437	6.804	3.644	24.446	16.911
	하 연	60.108	14.036	39.186	1.190	7.186	6.393

3) 조합응력검토

하중조합	CONCRETE				STEEL				비고
	작용응력 (MPa)		허용응력 (MPa)		작용응력 (MPa)		허용응력 (MPa)		
	상연	하연	상연	하연	상연	하연	상연	하연	
1			10.80	10.80	55.01	60.11	121.50	210.00	O.K
1+2+3	2.03	1.27	10.80	10.80	64.26	113.33	121.50	210.00	O.K
1+2+3+4	1.74	1.17	10.80	10.80	67.90	112.14	139.73	210.00	O.K
1+2+3+4+5	0.48	0.17	10.80	1.89	92.35	104.95	139.73	210.00	O.K
1+2+3+4+5+6	0.50	1.28	2.17	2.17	109.26	98.56	157.95	241.50	O.K
1+2+3+4+5-6	1.46	0.94	12.42	12.42	75.43	111.35	157.95	241.50	O.K

4) 합성응력

구 분	합 성 응 력	비 고
상 연	$(109.256 / 157.950)^2 + (15.789 / 120.000)^2 = 0.496 < 1.20$	O.K
하 연	$(113.329 / 210.000)^2 + (15.789 / 120.000)^2 = 0.309 < 1.20$	O.K

나. 허용응력 검토 결과(부모멘트)

1) 단면제원

합 성 전				합 성 후			
A(cm ²)	Ix(cm ⁴)	Ysu(cm)	Ysl(cm)	A(cm ²)	Ix(cm ⁴)	Ysu(cm)	Ysl(cm)
2,427.00	49,062,457	173.803	151.797	2,659.26	56,594,631	157.339	168.261

2) 발생응력

구 분		응 력 (MPa)					
		1.합성전	2.합성후	3.활하중	4.크리이프	5.건조수축	6.온도차
바닥판	상 연	—	19.161	26.263	3.418	8.042	12.748
	하 연	—	17.397	23.845	3.574	8.465	12.342
거 더	상 연	66.622	16.717	22.913	3.635	8.629	13.014
	하 연	58.187	17.878	24.504	-6.694	16.936	20.967

3) 조합응력검토

하중조합	RE-Bar			STEEL				비고
	작용응력 (MPa)		허용응력 (MPa)	작용응력 (MPa)		허용응력 (MPa)		
	상연	하연		상연	하연	상연	하연	
1	—	—	160.00	66.62	58.19	210.00	210.00	O.K
1+2+3	45.42	41.24	160.00	106.25	100.57	210.00	210.00	O.K
1+2+3+4	48.84	44.82	160.00	109.89	93.87	210.00	210.00	O.K
1+2+3+4+5	40.80	36.35	160.00	101.26	110.81	210.00	210.00	O.K
1+2+3+4+5+6	53.55	48.69	184.00	88.24	131.78	241.50	241.50	O.K
1+2+3+4+5-6	28.05	24.01	184.00	114.27	89.84	241.50	241.50	O.K

4) 합성응력

구 분	합 성 응 력	비 고
상 연	$(109.888 / 210.000)^2 + (30.941 / 120.000)^2 = 0.340 < 1.20$	O.K
하 연	$(131.778 / 241.500)^2 + (30.941 / 120.000)^2 = 0.364 < 1.20$	O.K

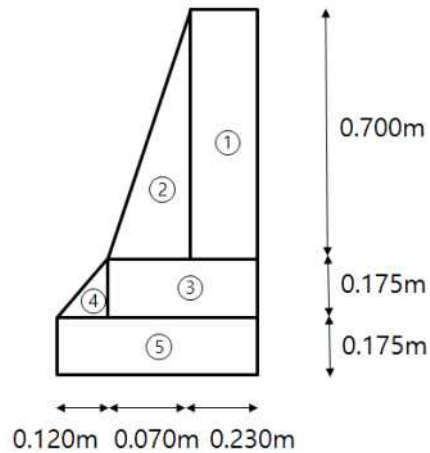
5.2.3 바닥판 부재검토

가. 캔틸레버부의 단면력 검토

1) 바닥판의 최소 두께 : 바닥판의 최소두께는 $220\text{mm} < 266\text{mm}$ (사용두께) O.K.

2) 하중의 산정

- 고정하중 산정



구 분		고정하중(kN)		거리(m)	모멘트(kN·m)
연석	①	$0.230 \times 0.700 \times 1.00 \times 25.0 =$	4.025	0.980	3.945
	②	$1/2 \times 0.070 \times 0.700 \times 1.00 \times 25.0 =$	0.613	0.842	0.516
	③	$0.300 \times 0.175 \times 1.0 \times 25.0 =$	1.312	0.945	1.240
	④	$1/2 \times 0.120 \times 0.175 \times 1.0 \times 25.0 =$	0.263	0.755	0.199
	⑤	$0.420 \times 0.175 \times 1.0 \times 25.0 =$	1.838	0.885	1.627
포장	⑥	$0.050 \times 0.645 \times 1.0 \times 23.50 =$	0.758	0.323	0.245
바닥판	⑦				41.688
방음벽	⑧				0.000
계					49.460

- 활하중 산정

$$\cdot X = 0.345$$

$$\cdot i = 15 / (0.345 + 40) = 0.372 > 0.3 \text{ 이므로 } i = 0.3$$

$$\cdot E = 0.8X + 1.14 = 1.416$$

$$\cdot M_1 = \frac{P}{E} X(1+i) = \frac{96}{1.416} \times 0.345 \times (1+0.3) = 30.407 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

나. 최대 계수 모멘트 계산 (켄틸레버부)

$$Mu1 = 1.3D + 2.15L = 129.669 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

- 단면검토

$$\begin{aligned} \phi M_n &= \phi \times A_s \times f_y \times (d - \frac{a}{2}) \\ &= 0.85 \times 1986 \times 400 \times (226.0 - \frac{34.614}{2}) \\ &= 140.918 \text{ kN} \cdot \text{m} > Mu = 129.669 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \therefore \text{O.K} \end{aligned}$$

다. 중앙부의 단면력 검토

- 고정하중에 의한 발생력 산정

- 지 간 : 2.4m
- 포 장 : $0.050 \times 23.5 = 1.175 \text{ kN/m}$
- 콘크리트 : $0.266 \times 25.0 = 6.65 \text{ kN/m}$
- 합 계 : 7.825 kN/m
- $M_d = \frac{W_d \ell^2}{10} = \frac{7.825 \times 2.4^2}{10} = 4.507 \text{ kN} \cdot \text{m}$

- 활하중 산정

- $i = 15 / (2.4 + 40) = 0.353 > 0.3$ 이므로 $i = 0.3$
- $M_{\ell+i} = \frac{L+0.6}{9.6} \times P_r (1+i) \times 0.8 = 39.000 \text{ kN} \cdot \text{m}$

라. 최대 계수 모멘트 계산 (중앙부)

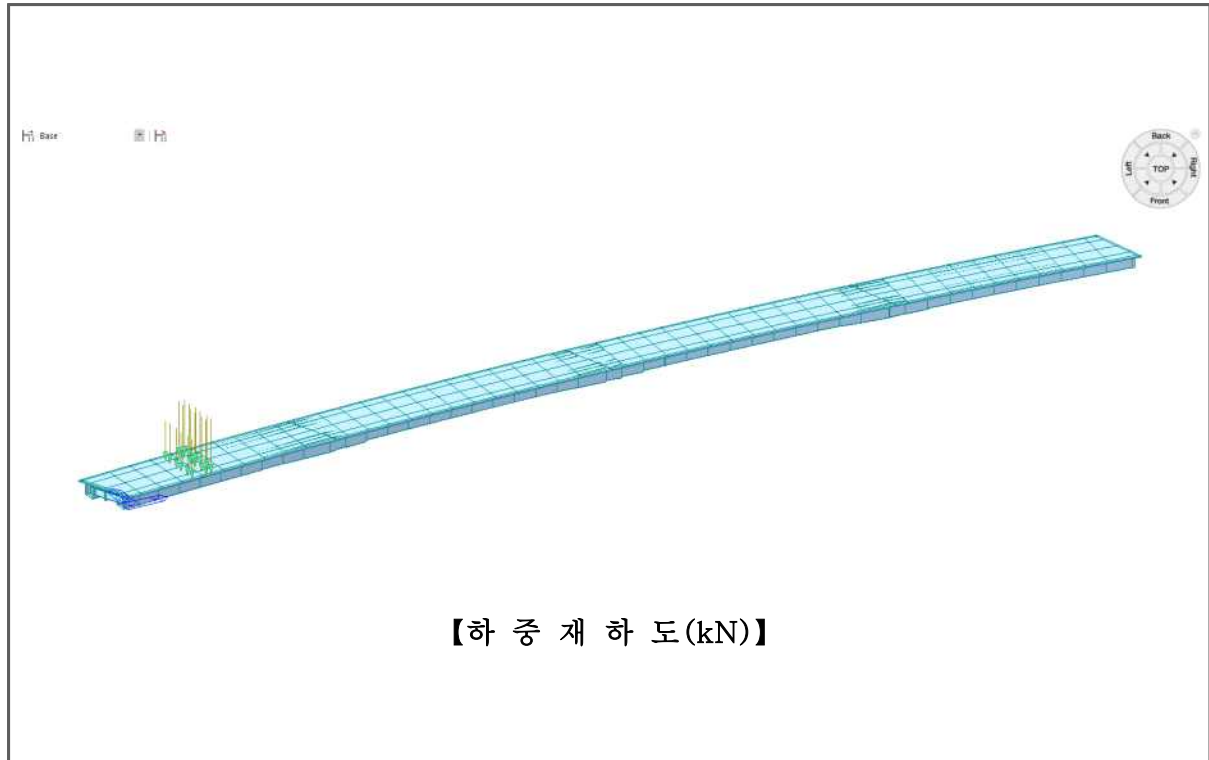
$$Mu1 = 1.3D + 2.15L = 89.709 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

- 단면검토

$$\begin{aligned} \phi M_n &= \phi \times A_s \times f_y \times (d - \frac{a}{2}) \\ &= 0.85 \times 1986 \times 400 \times (226 - \frac{34.614}{2}) \\ &= 140.918 \text{ kN} \cdot \text{m} > Mu = 89.709 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \therefore \text{O.K} \end{aligned}$$

5.2.4 재하시험에 의한 구조해석

실응답보정계수(K_s)를 산정하기 위해 재하시험과 동일한 위치에 차량 하중을 재하하여 Plate 요소를 이용한 3D 구조해석을 실시하였으며, 그 결과는 다음과 같다.



구 분	LC1	LC2	LC3
D1(mm)	-4.625	-3.658	-2.717
D2(mm)	-2.456	-3.636	-4.871

: 교량 좌, 우측은 교량 시점측(A1)에서 종점측(A2)을 바라봤을 경우에 해당함.

5.2.5 실측보정계수 산정

Load Case별 처짐량중 차량축하중이 직접적으로 재하되는 위치에서 계산처짐량과 실측처짐량에 충격계수를 고려하여 실측보정계수(Ks)를 다음과 같이 구하였다.

$$K_s = \frac{\varepsilon \text{ 계산}}{\varepsilon \text{ 실측}} \times \left(\frac{1+i \text{ 계산}}{1+i \text{ 실측}} \right) \quad \text{or} \quad \frac{\delta \text{ 계산}}{\delta \text{ 실측}} \times \left(\frac{1+i \text{ 계산}}{1+i \text{ 실측}} \right)$$

여기서, δ 계산 = 이론 처짐량 i 계산 = 이론 충격계수
 δ 실측 = 실측 처짐량 i 실측 = 실측 충격계수

【처짐량에 의한 실측보정계수】

구 분	재하 경우	변위계	계산처짐 (mm)	실측처짐 (mm)	$\frac{\delta \text{ 계산}}{\delta \text{ 실측}}$	$\frac{1+i \text{ 계산}}{1+i \text{ 실측}}$	실측보정계수 (Ks)
화남교	LC.1	Disp.1	-4.625	-1.836	2.519	1.03	2.595
		Disp.2	-2.456	-1.235	1.989		2.049
	LC.2	Disp.1	-3.658	-1.666	2.196		2.262
		Disp.2	-3.636	-2.320	1.567		1.614
	LC.3	Disp.1	-2.717	-1.454	1.869		1.925
		Disp.2	-4.871	-3.307	1.473		1.517

5.2.6 내 하 율 (R.F) 산 정

가. 허용응력법에 의한 내하율 산정

$$R.F = \frac{f_a - f_d}{f_l} = \frac{f_a - (f_t - f_l)}{f_l}$$

여기서, f_a : 실측 허용 능력 f_t : 총하중에 의한 단면 상, 하연에서의 휨응력 f_d : 실측 고정하중에 의한 응력 f_l : 활하중(충격계수포함)에 의한 단면 상, 하연에서의 휨응력

【허용응력설계법에 의한 내하율(R.F)】

구 분			허용응력 (MPa)	고정하중 (MPa)	활하중(1+i) (MPa)	R.F
화남교	정모멘트부	상연	210.000	51.451	7.938	19.973
		하연	210.000	74.143	45.717	2.972
	부모멘트부	상연	210.000	83.340	26.732	4.738
		하연	210.000	76.065	28.588	4.685

나. 강도설계법에 의한 내하율 산정

$$R.F = \frac{\Phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_l M_l (1+i)}$$

여기서, ΦM_n : 극한저항모멘트($\Phi=0.85$) M_u : 총하중에 의한 극한모멘트 $\gamma_d M$: 실측 고정하중모멘트(γ_d : 고정하중 계수 = 1.3) $\gamma_l M_l$: 활하중(충격계수포함)에 의한 휨모멘트(γ_l : 활하중 계수 = 2.15)

【강도설계법에 의한 내하율 (R.F)】

위 치	ΦM_n (kN · m)	M_d (kN · m)	M_{l+i} (kN · m)	$\gamma_d M_d$ (kN · m)	$\gamma_l M_l (1+i)$ (kN · m)	R.F
켄틸레버	140.918	49.457	30.407	64.294	65.375	1.172
중 양 부	140.918	4.507	39.000	5.859	83.850	1.611

5.2.7 공용내하력 산정

가. 기본내하력

$$P_o = R.F \times P_L$$

여기서, P_o : 기본내하력
 $R.F$: 내하율
 P_L : 설계활하중 (DB-24)

나. 공용내하력

$$P_o' = P_o \times K_s$$

여기서, P_o' : 공용내하력
 K_s : 실측보정계수 = $\frac{\delta \text{ 계산}}{\delta \text{ 실측}} \times \left(\frac{1 + i \text{ 계산}}{1 + i \text{ 실측}} \right)$

다. 공용내하력 산정 결과

구 분		R.F	기본내하력	Ks	공용내하력	비 고
화남교	거 더	2.972	DB- 71.328	1.517	DB- 108.205	DB-24 이상
	바닥판	1.172	DB- 28.128	-		DB-24 이상

5.3 안전성평가

【구조물의 안전성평가 기준】

등급	안전성평가 기준	비 고
A	$SF > 1.0$	◦허용응력설계법 $SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+1}}$ ◦강도설계법 $SF(\text{안전율}) = \frac{\text{설계강도}}{\text{소요강도}} = \frac{\phi Mn}{Mu}$
B	$0.9 \leq SF < 1.0$ 이나, 공용내하력이 설계하중보다 크게 평가된 경우	
C	$0.9 \leq SF < 1.0$	
D	$0.75 \leq SF < 0.9$	
E	$SF < 0.75$	

5.3.1 허용응력설계법

구 분			허용응력 (MPa)	고정하중 (MPa)	활하중(1+i) (MPa)	S.F
화남교	정모멘트부	상연	210.00	57.451	7.937	3.212
		하연	210.00	74.143	45.717	1.752
	부모멘트부	상연	210.00	83.340	26.732	1.908
		하연	210.00	76.065	28.588	2.007

5.3.2 강도설계법

구 분	ØMn (kN · m)	Mu (kN · m)	SF(안전율)	비 고
바 닥 판	140.918	129.669	1.087	SF = 1.0 이상
중 양 부	140.918	89.709	1.571	SF = 1.0 이상

5.3.3 구조안전성 및 내하력에 의한 평가

【화남교 구조안전성 및 내하력에 의한 평가】

부 재 명		최소안전율(SF)	내하율(R.F)	공용내하력	평가	비 고
바 닥 판		1.087	1.172	DB-24이상	A	강도설계법
거 더	정모멘트	1.752	2.972	DB-24이상	A	허용응력설계법
	부모멘트	1.908	4.685	DB-24이상	A	허용응력설계법
결과분석		●강도설계법에 의한 바닥판 검토결과 최소 안전율은 1.087로 평가되었으며, 허용응력에 의한 거더 검토결과 최소 안전율은 1.752로 평가되어 구조적 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가되었다. ●최소안전율 및 내하율에 의한 공용내하력 평가 결과 전구간에서 DB-24 이상을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.				

