

**범안대교 등 3개소 정밀안전진단 용역
보 고 자 료**

2022. 05

**대 구 광 역 시
대 구 동 부 순 환 도 로
(주) 명 성 엔 지 니 어 링**

위치도



전경

범안대교



상부 전경

가천교



상부 전경

연호고가교



상부 전경



하부 전경



하부 전경



하부 전경

과업의 개요

· 과업의 목적

본 용역은 「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」에 따른 정밀안전진단(내진성능평가 포함)으로서 대상 시설물의 물리적·기능적 결함을 조사하고, 구조적 안전성 및 손상상태를 점검하여 재난을 예방하고 시설물의 안전성 및 기능성을 보완·보전케 함으로써 시설물의 효용성을 증진시켜 **공공의 안전을 확보**하는데 그 목적이 있다.

· 과업의 기간

◎ 2022년 03월 11일 ~ 2022년 06월 09일 (착수 후 91일간)

· 과업의 범위

- | | |
|---------------------------|--------------|
| 1) 자료수집 및 분석 | 2) 현장조사 및 시험 |
| 3) 상태평가, 안전성평가 및 종합평가 | 4) 내진성능평가 |
| 5) 보수·보강 및 유지관리 방안 제시 | 6) 보고서 작성 |
| 7) 기타 발주기관이 필요하다고 요구하는 사항 | |

1.1 대상시설물 개요

범안대교

구 분	내 용
준공일	2002년 08월 24일
위치	대구광역시 수성구 가천동
연장	L=545.0m (30m+3@55m+4@50m+3@50m)
폭	B=28.9~52.0m, 왕복 6차선
상부형식	S1-Steel Plate Girder, S2~S11-Steel Box Girder
하부형식	교대 : 역T형식(RTA) 교각 : 다주식 라멘형
교량받침	포트받침
신축이음	A1, P1, A2 : Finger Joint P4, P8 : Rail Joint

가천교

구 분	내 용
준공일	2002년 08월 24일
위치	대구광역시 수성구 가천동
연장	L=290.0m (50m+2@60m+2@60m)
폭	B=28.9~51.9m, 왕복 6차선
상부형식	Steel Box Girder
하부형식	교대 : 역T형식(RTA) 교각 : 다주식 라멘형
교량받침	포트받침
신축이음	Rail Joint

연호고가교

구 분	내 용
준공일	2002년 08월 24일
위치	대구광역시 수성구 연호동
연장	L=410.0m (3@50m+60m+4@50m)
폭	B=28.9m, 왕복 6차선
상부형식	Steel Box Girder
하부형식	교대 : 역T형식(RTA) 교각 : 다주식 라멘형
교량받침	납면진받침(L.R.B)
신축이음	A1 : Finger Joint A2 : 저소음굴절형 Joint

1.2 과업 수행 현황



교량점검차를 이용한 하면 조사



교량점검차를 이용한 하면 조사



고소작업차를 이용한 하면 조사



상부 육안 점검



하부 육안 점검



비파괴 전 면정리



비파괴시험(반발경도)



비파괴시험(탄산화)



비파괴시험(철근탐사)



강재 내구성조사(초음파탐상)



도막두께 측정



제원 측정(하중조사)

2. 조사결과

2.1 외관조사 결과(1) - 범안대교

							
현 황	S7 복부 도장박리, 박락	현 황	S9-G1 이물질퇴적	현 황	S4 캔틸레버 균열(폭 0.2mm)	현 황	P5 코핑부 누수오염
원 인	도장 노후화	원 인	조류서식	원 인	초기 건조수축	원 인	배수관 위치불량
대 책	도장보수	대 책	청소후 잠금장치	대 책	표면처리	대 책	배수관 연장 후 표면처리
							
현 황	P7 코핑부 균열(폭 0.2mm)	현 황	교대 법면 밀림	현 황	P7 배수관 위치불량	현 황	S6 방호벽 균열(폭0.2mm)
원 인	초기 건조수축	원 인	법면 침하	원 인	시공미흡	원 인	초기 건조수축
대 책	표면처리	대 책	성토후 블록 교체	대 책	배수관 연장	대 책	표면처리

2.1 외관조사 결과(2) - 가천교

							
현 황	S3-G1 하부플랜지 굽힘	현 황	S3-G2 도장박리(부식)	현 황	S3 캔틸레버 균열(폭 0.2mm)	현 황	S1 캔틸레버 백태
원 인	외부 충격	원 인	도장 노후화	원 인	초기 건조수축	원 인	우수유입, 수분침투
대 책	도장보수	대 책	도장보수	대 책	표면처리	대 책	표면처리
							
현 황	P3 기둥부 파손	현 황	P3 기둥부 누수오염	현 황	S4(P3) 아스콘 파손	현 황	S4 방호벽 균열(폭0.2mm)
원 인	외부 충격	원 인	장기공용, 우수영향	원 인	차량 윤하중 및 충격	원 인	초기 건조수축
대 책	단면보수	대 책	표면처리	대 책	아스콘 패칭	대 책	표면처리

2.1 외관조사 결과(3) - 연호고가교

							
현 황	S5-G3 도장박리(안심)	현 황	S3-G3 SP 볼트부식(범물)	현 황	S1-G2 도장박락(범물)	현 황	S4-G2~3 이물질퇴적
원 인	공용기간 경과, 외기노출	원 인	공용기간 경과, 우수유입 등	원 인	시공미흡	원 인	조류서식
대 책	도장보수	대 책	도장보수(실링처리)	대 책	도장보수	대 책	정비 등
							
현 황	S4 백태(범물)	현 황	A1 균열 균열(폭0.2mm)	현 황	A2 균열 파손	현 황	A2 접속부 포장균열, 이격
원 인	우수유입, 수분침투	원 인	건조수축, 온도변화	원 인	시공미흡, 다짐불량 등	원 인	차량 윤하중, 다짐미흡 등
대 책	표면처리	대 책	표면처리	대 책	단면보수	대 책	주의관찰(일괄보수)

2.1 외관조사 결과(4)

범안대교(범물방향)

위치	손상내용	단위	손상 수량	개소	보수 · 보강방안
거더외부	도장긫힘	m ²	0.2	1	도장보수
	도장박리	m ²	3.5	1	도장보수
거더내부	도장부식	m ²	0.09	1	도장보수
	이물질퇴적	m ²	90.0	10	청소
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	22.6	23	표면처리
	백태	m ²	3.54	3	표면처리
하부구조	균열(0.3mm미만)	m	28.30	21	표면처리
	망상균열	m ²	42.50	9	표면처리
	표면열화	m ²	20.00	1	주의관찰
	이물질퇴적(조류서식)	m ²	6.20	3	청소
	누수오염, 체수흔적	m ²	14.00	3	주의관찰
	긫힘, 파손	m	3.00	1	단면보수
	법면보호블록 침하	m ²	1.30	1	주의관찰
교량 받침	받침콘크리트				
	본체				
신축 이음	후타재				
	본체				
교면포장	아스콘 균열	m	55.00	13	주의관찰
배수시설	배수구 막힘	EA	3	3	청소
	배수관 위치불량	EA	3	3	배수관 연장
	배수관 연결핀 탈락	EA	4	4	재설치
난간 및 연석	균열(0.3mm미만)	m	354.80	337	표면처리
	균열부백태	m	0.03	1	표면처리
	망상균열	m ²	73.2	8	표면처리
	긫힘	m ²	0.5	1	단면보수

범안대교(안심방향)

위치	손상내용	단위	손상 수량	개소	보수 · 보강방안
거더외부	도장긫힘	m ²	0.04	1	도장보수
	도장박리, 박락	m ²	16.66	12	도장보수
	볼트부식	EA	80	80	도장보수
거더내부	환풍구 도장미흡	EA	1	1	도장보수
	이물질퇴적	m ²	35.25	5	청소
가로보	부식 및 변형	m ²	0.02	1	주의관찰
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	32.00	32	표면처리
	백태	m ²	1.34	23	표면처리
하부구조	균열(0.3mm미만)	m	19.00	13	표면처리
	망상균열	m ²	389.49	26	표면처리
	표면열화	m ²	17.75	4	주의관찰
	이물질퇴적(조류서식)	m ²	15.0	1	청소
	누수오염, 누수흔적	m ²	16.0	3	주의관찰
	파손, 철근노출	m ²	1.14	5	단면보수
	법면 침하, 밀림	m ²	2.09	3	주의관찰
교량 받침	무수축 물탈				
	받침 콘크리트				
	본체				
신축 이음	후타재				
	본체				
포장	아스콘 균열	m	305.0	26	주의관찰
	아스콘 파손	m ²	1.5	1	주의관찰
난간 및 연석	균열(0.3mm미만)	m	234.0	255	표면처리

2.1 외관조사 결과(4)

가천교(범물방향)

위치		손상내용	단위	손상 수량	개소	보수 · 보강방안
거더외부		도장긫힘	m ²	0.01	1	도장보수
거더내부		도장박리	m ²	2.34	3	도장보수
		이물질퇴적	m ²	8.00	4	청소
		환기구볼트 미체결	개소	4.00	4	정비
바닥판하면		균열(0.3mm미만)	m	42.00	42	표면처리
		표면박리,오염	m ²	5.00	1	주의관찰
하부구조		균열(0.3mm미만)	m	28.30	21	표면처리
		망상균열	m ²	42.50	9	표면처리
		표면열화	m ²	20.00	1	주의관찰
		이물질퇴적(조류서식)	m ²	6.20	3	청소
		누수오염, 체수흔적	m ²	14.00	3	주의관찰
		실란트 파손	m	3.00	1	실란트충전
		교량 받침	무수축 몰탈	균열(0.3mm미만)	m	0.20
신축 이음	후타재	균열(0.3mm미만)	m	23.70	55	표면처리
		망상균열	m ²	2.70	2	표면처리
교면포장		아스콘 균열	m	15.00	2	주의관찰
		아스콘 패임, 파손	m ²	1.52	7	주의관찰
		소성변형	m ²	2.00	1	주의관찰
난간 및 연석		균열(0.3mm미만)	m	354.80	337	표면처리
		백태균열	m	3.60	3	표면처리

가천교(안심방향)

위치		손상내용	단위	손상 수량	개소	보수 · 보강방안
거더외부		강재변형	m	2.00	1	주의관찰
바닥판하면		균열(0.3mm미만)	m	20.50	34	표면처리
		백태	m ²	0.20	1	표면처리
		파손	m ²	0.04	1	단면보수
하부구조		균열(0.3mm미만)	m	31.80	17	표면처리
		망상균열	m ²	36.00	5	표면처리
		표면열화	m ²	25.00	2	주의관찰
		이물질퇴적(조류서식)	m ²	7.00	3	청소
		누수오염, 체수흔적	m ²	25.50	3	주의관찰
		파손	m ²	0.03	3	단면보수
교량 받침	무수축 몰탈	균열(0.3mm미만)	m	0.20	1	표면처리
	받침 콘크리트	균열(0.3mm미만)	m	0.60	2	표면처리
신축 이음	후타재	균열(0.3mm미만)	m	16.60	37	표면처리
	본체	차수커버 볼트탈락	ea	3.00	3	정비
포장		아스콘 균열	m	58.50	8	주의관찰
		아스콘 망상균열	m ²	34.00	2	주의관찰
		아스콘 파손	m ²	0.76	4	주의관찰
배수시설		배수구 막힘	개소	4.00	4	청소
		배수관 볼트탈락	개소	1.00	1	정비
		배수관 누수오염	개소	1.00	1	주의관찰
난간 및 연석		균열(0.3mm미만)	m	136.40	140	표면처리
		단차	m	1.50	1	주의관찰

2.1 외관조사 결과(4)

연호고가교

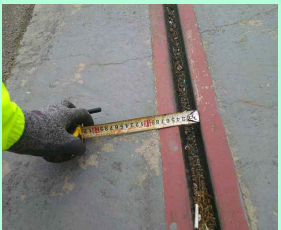
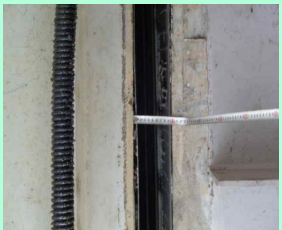
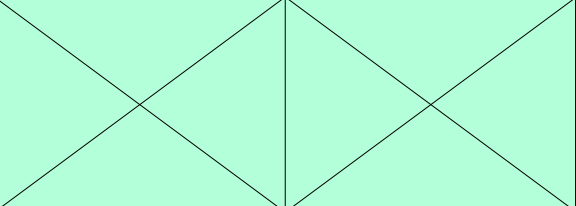
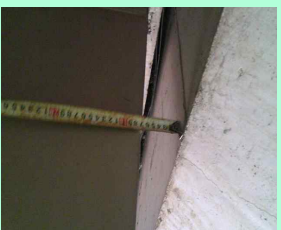
위치		손상내용	단위	손상 수량	개소	보수 · 보강방안
거더외부		도장박리	m ²	4.40	57	도장보수
거더내부		도장들뜸, 박락	m ²	2.78	7	도장보수
		표면오염	m ²	5.00	1	실란트충전
		볼트부식	개소	22	22	도장보수
		실링처리미흡	개소	2	2	실란트충전
		점검등덮개탈락, 파손	개소	17	17	정비
		기공	개소	1	1	주의관찰
가로보		이물질퇴적(조류서식)	개소	1	1	정비
바닥판하면		균열(0.3mm미만)	m	7.50	9	표면처리
		백태	m ²	1.66	11	표면처리
		박리	m ²	0.09	9	단면보수
		중조인트 누수	m	10.00	1	주의관찰
하부 구조	교대	균열(0.3mm미만)	m	4.90	4	표면처리
		백태	m ²	0.04	1	표면처리
		누수흔적	m ²	28.4	5	주의관찰
		파손	m ²	1.29	2	단면보수
	교각	균열(0.3mm미만)	m	56.10	47	표면처리
		망상균열	m ²	106.0	29	표면처리
		백태	m ²	0.24	12	표면처리
		표면오염(녹물)	m ²	5.00	1	주의관찰
교량 받침	받침 콘크리트	균열(0.3mm미만)	m	7.20	27	표면처리
	본체	도장박리	m ²	1.97	19	도장보수
신축 이음	후타재	균열(0.3mm미만)	m	21.5	67	주의관찰
		파손	m ²	0.02	2	주의관찰
	하부, 접속부	흙음재탈락	m	2.00	1	주의관찰
		접속부 포장균열, 이격	m	10.0	1	주의관찰
난간 및 연석		균열(0.3mm미만)	m	619.4	684	표면처리

2.2 현장조사 및 시험결과 (1) - 범안대교

구분	신축이음장치 유간(A)	바닥판 유간(B)	거더 유간(C)
A1			
P1			
P4			
P8			
A2			

받침이동량 현황			
A1			
	SH1	SH2	SH3
	SH4	SH5	SH6
P1			
	SH1	SH2	SH3
(A1)			
	SH4	SH5	SH6
P1			
	SH1	SH2	SH3
(A2)			
	SH4	SH5	SH6

2.2 현장조사 및 시험결과 (1) - 가천교

구분				받침이동량 현황			
신축이음장치 유간(A)		바닥판 유간(B)		거더 유간(C)			
A1				A1			
					SH1	SH2	SH3
P3				A1			
					SH4		
A2				A2			
					SH1	SH2	SH3

2.2 현장조사 및 시험결과 (1) - 연호고가교

구분		신축이음장치 유간(A)	바닥판 유간(B)	거더 유간(C)
표면 방향	A1			
	A2			
안심 방향	A1			
	A2			

받침이동량 현황			
A1			
	SH1	SH2	SH3
P1			
	SH1	SH2	SH3
P2			
	SH1	SH2	SH3
P7			
	SH1	SH2	SH3
A2			
	SH1	SH2	SH3

2.2 현장조사 및 시험결과 (2)

범안대교

시험명	시험부위			시험결과		검토 결과	
비파괴강도 (MPa)	상부구조			26.8~27.0		양호	
	하부구조			24.0~25.1		양호	
탄산화깊이 (mm)	상부구조	진행깊이		11.0~15.0		A~B 등급	
		잔여깊이		29.0~55.0			
	하부구조	진행깊이		13.0~19.0		A등급	
		잔여깊이		31.0~83.0			
철근탐사 (mm) (배근간격 /피복두께)	상부구조	주근		115~248	40~90	대 체 로 일 치	
		배력근		195~250	40~70		
	교대	주근		227	44		
		배력근		237	74		
	교각 기둥	주근		100~110	88~149		
		배력근		152~250	80~128		
	교각 코평	주근		150~300	60~77		
		배력근		258~265	84~110		
	염화물 함유량 시험 (kg/m ³)	상부구조			0.0385~0.0815		철근 부식 우려 없음
		하부구조			0.0475~0.1109		
균열깊이 측정 (mm)	상부구조	폭0.1mm		10.9		양호	
	하부구조	폭0.2mm		12.5		양호	
조옴파탐상시험	거더내부			114개소 양호		양호	
도막두께 측정 (μm)	거더내부			214~238		양호	
	거더외부			287~292		양호	

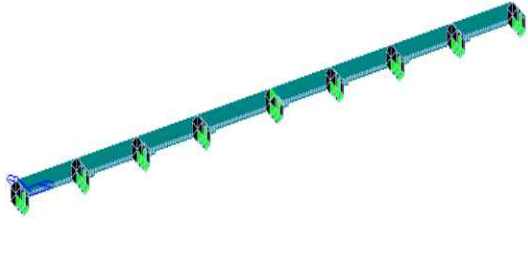
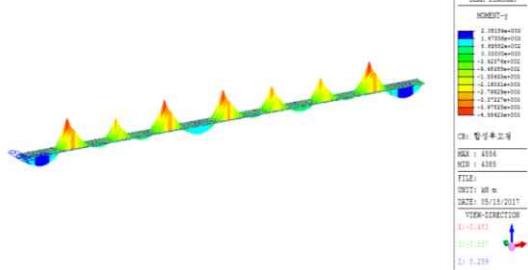
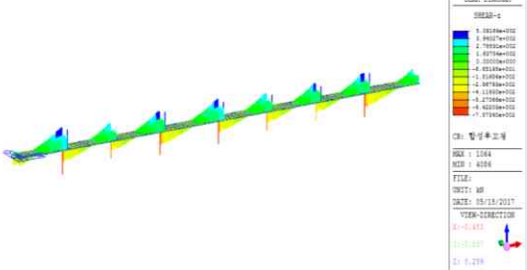
가천교

시험명	시험부위		시험결과		검토 결과
비파괴강도 (MPa)	상부구조		26.7~27.0		양호
	하부구조		23.5~25.9		양호
탄산화깊이 (mm)	상부구조	진행깊이	10.0~13.0		A~B 등급
		잔여깊이	22.0~36.0		
	하부구조	진행깊이	9.0~11.0		A등급
		잔여깊이	38.0~91.0		
철근탐사 (mm) (배근간격 /피복두께)	상부구조	주근	115~200	41~50	대 체 로 일 치
		배력근	180~240	40~50	
	교대	주근	125~150	50~60	
		배력근	200~205	48~50	
	교각 기둥	주근	120	95	
		배력근	190	80	
	교각 코평	주근	144~272	80~95	
		배력근	248~350	86~100	
염화물 함유량 시험 (kg/m³)	상부구조		0.0385~0.0928		철근 부식 우려 없음
	하부구조		0.0385~0.1109		
균열깊이 측정 (mm)	상부구조	폭0.1mm	7.9 / 45.0 (바닥판 폭 0.2mm)		양호
	하부구조	폭0.2mm	12.8 / 95.0 (교각 폭 0.2mm)		양호
조옴파탐상시험	거더내부		72개소 양호		양호
도막두께 측정 (μm)	거더내부		214~238		양호
	거더외부		287~292		양호

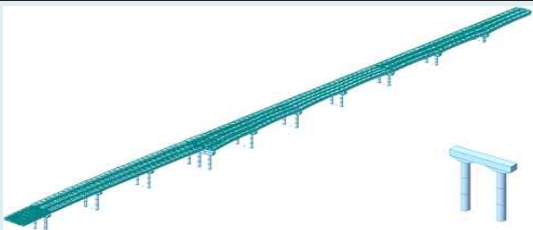
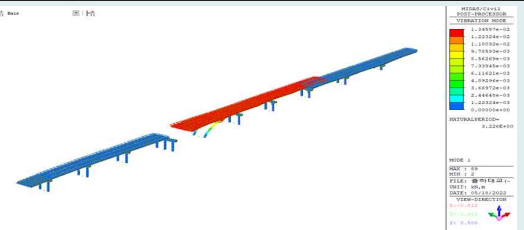
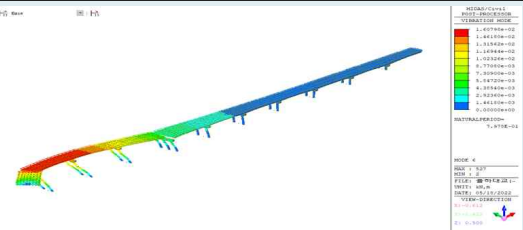
연호고가교

시험명	시험부위		시험결과		검토 결과
비파괴강도 (MPa)	상부구조		28.6~32.0		양호
	하부구조		27.5~29.3		양호
탄산화깊이 (mm)	상부구조	진행깊이	9.0~12.0		A등급
		잔여깊이	30.0~33.0		
	하부구조	진행깊이	10.0~12.0		A등급
		잔여깊이	75.0~84.5		
철근탐사 (mm) (배근간격 /피복두께)	상부구조	주근	117~259	41~52	대 체 로 일 치
		배력근	100~118	44~57	
	교대	주근	127~128	55~56	
		배력근	250	52~86	
	교각 기둥	주근	134~143	117~119	
		배력근	150~307	84~119	
	교각 코평	주근	182~217	86~101	
		배력근	243~300	89~100	
염화물 함유량 시험 (kg/m³)	상부구조		0.0226~0.0339		철근 부식 우려 없음
	하부구조		0.0339		
균열깊이 측정 (mm)	상부구조	폭0.1mm	14.1		양호
	하부구조	폭0.2mm	17.2		양호
조옴파탐상시험	거더내부		96개소 양호		양호
도막두께 측정 (μm)	거더내부		175~209		양호
	거더외부		194~303		양호

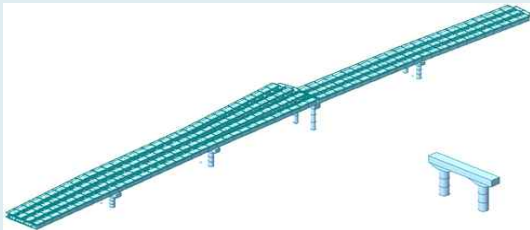
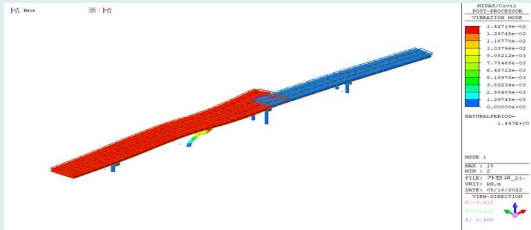
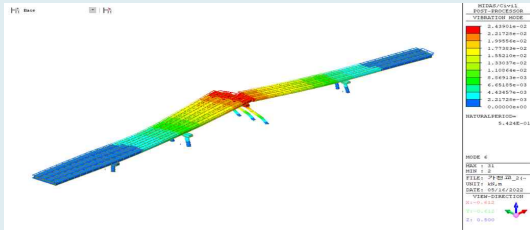
2.3 구조해석 검토결과

구 분	평가 결과																																										
■ 구조해석 모델링																																											
	모델링도	합성후 고정하중에 의한 휨모멘트도		합성후 고정하중에 의한 전단력도																																							
■ 범안대교	<table><tr><th rowspan="2">구 분</th><th colspan="4">검토결과 (MPa, kN · m)</th><th rowspan="2">안전율</th><th rowspan="2">기준값</th><th rowspan="2">공용내하력</th><th rowspan="2">평가등급</th><th rowspan="2">평가</th></tr><tr><th>f_a</th><th>f_(d+l)</th><th>φ Mn</th><th>Mu</th></tr><tr><td>강거더</td><td>131.067</td><td>122.211</td><td>—</td><td>—</td><td>1.106</td><td>≥ 1.0</td><td>DB-24 이상</td><td>A</td><td rowspan="2">공용내하력 평가 결과를 종합한 안전성평가등급은 A등급으로 평가되어 공용상 문제는 없을 것으로 판단됨</td></tr><tr><td>콘크리트 바닥판</td><td>—</td><td>—</td><td>122.08</td><td>106.16</td><td>1.150</td><td>≥ 1.0</td><td>DB-24 이상</td><td>A</td></tr></table>										구 분	검토결과 (MPa, kN · m)				안전율	기준값	공용내하력	평가등급	평가	f _a	f _(d+l)	φ Mn	Mu	강거더	131.067	122.211	—	—	1.106	≥ 1.0	DB-24 이상	A	공용내하력 평가 결과를 종합한 안전성평가등급은 A등급으로 평가되어 공용상 문제는 없을 것으로 판단됨	콘크리트 바닥판	—	—	122.08	106.16	1.150	≥ 1.0	DB-24 이상	A
	구 분	검토결과 (MPa, kN · m)				안전율	기준값	공용내하력	평가등급	평가																																	
		f _a	f _(d+l)	φ Mn	Mu																																						
	강거더	131.067	122.211	—	—	1.106	≥ 1.0	DB-24 이상	A	공용내하력 평가 결과를 종합한 안전성평가등급은 A등급으로 평가되어 공용상 문제는 없을 것으로 판단됨																																	
콘크리트 바닥판	—	—	122.08	106.16	1.150	≥ 1.0	DB-24 이상	A																																			
■ 가천교	<table><tr><th rowspan="2">구 분</th><th colspan="4">검토결과 (MPa, kN · m)</th><th rowspan="2">안전율</th><th rowspan="2">기준값</th><th rowspan="2">공용내하력</th><th rowspan="2">평가등급</th><th rowspan="2">평가</th></tr><tr><th>f_a</th><th>f_(d+l)</th><th>φ Mn</th><th>Mu</th></tr><tr><td>강거더</td><td>190.000</td><td>143.051</td><td>—</td><td>—</td><td>1.328</td><td>≥ 1.0</td><td>DB-24 이상</td><td>A</td><td rowspan="2">공용내하력 평가 결과를 종합한 안전성평가등급은 A등급으로 평가되어 공용상 문제는 없을 것으로 판단됨</td></tr><tr><td>콘크리트 바닥판</td><td>—</td><td>—</td><td>105.88</td><td>67.70</td><td>1.150</td><td>≥ 1.0</td><td>DB-24 이상</td><td>A</td></tr></table>										구 분	검토결과 (MPa, kN · m)				안전율	기준값	공용내하력	평가등급	평가	f _a	f _(d+l)	φ Mn	Mu	강거더	190.000	143.051	—	—	1.328	≥ 1.0	DB-24 이상	A	공용내하력 평가 결과를 종합한 안전성평가등급은 A등급으로 평가되어 공용상 문제는 없을 것으로 판단됨	콘크리트 바닥판	—	—	105.88	67.70	1.150	≥ 1.0	DB-24 이상	A
	구 분	검토결과 (MPa, kN · m)				안전율	기준값	공용내하력	평가등급	평가																																	
		f _a	f _(d+l)	φ Mn	Mu																																						
	강거더	190.000	143.051	—	—	1.328	≥ 1.0	DB-24 이상	A	공용내하력 평가 결과를 종합한 안전성평가등급은 A등급으로 평가되어 공용상 문제는 없을 것으로 판단됨																																	
콘크리트 바닥판	—	—	105.88	67.70	1.150	≥ 1.0	DB-24 이상	A																																			
■ 연호고가교	<table><tr><th rowspan="2">구 분</th><th colspan="4">검토결과 (MPa, kN·m)</th><th rowspan="2">안전율</th><th rowspan="2">기준값</th><th rowspan="2">공용내하력</th><th rowspan="2">평가등급</th><th rowspan="2">평가</th></tr><tr><th>f_a</th><th>f_(d+l)</th><th>φ Mn</th><th>Mu</th></tr><tr><td>강거더</td><td>155.829</td><td>127.836</td><td>—</td><td>—</td><td>1.219</td><td>≥ 1.0</td><td>DB-24 이상</td><td>A</td><td rowspan="2">공용내하력 평가 결과를 종합한 안전성평가등급은 A등급으로 평가되어 공용상 문제는 없을 것으로 판단됨</td></tr><tr><td>콘크리트 바닥판</td><td>—</td><td>—</td><td>105.88</td><td>78.66</td><td>1.346</td><td>≥ 1.0</td><td>DB-24 이상</td><td>A</td></tr></table>										구 분	검토결과 (MPa, kN·m)				안전율	기준값	공용내하력	평가등급	평가	f _a	f _(d+l)	φ Mn	Mu	강거더	155.829	127.836	—	—	1.219	≥ 1.0	DB-24 이상	A	공용내하력 평가 결과를 종합한 안전성평가등급은 A등급으로 평가되어 공용상 문제는 없을 것으로 판단됨	콘크리트 바닥판	—	—	105.88	78.66	1.346	≥ 1.0	DB-24 이상	A
	구 분	검토결과 (MPa, kN·m)				안전율	기준값	공용내하력	평가등급	평가																																	
		f _a	f _(d+l)	φ Mn	Mu																																						
	강거더	155.829	127.836	—	—	1.219	≥ 1.0	DB-24 이상	A	공용내하력 평가 결과를 종합한 안전성평가등급은 A등급으로 평가되어 공용상 문제는 없을 것으로 판단됨																																	
콘크리트 바닥판	—	—	105.88	78.66	1.346	≥ 1.0	DB-24 이상	A																																			

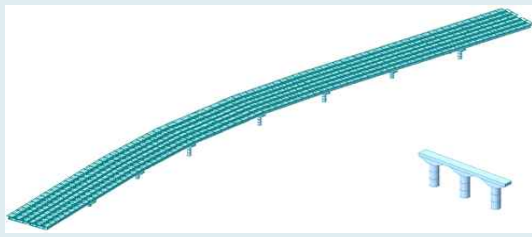
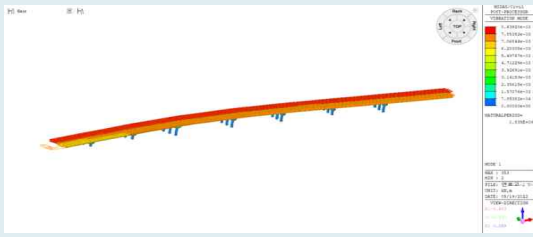
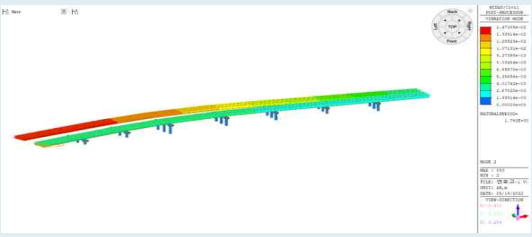
2.4 내진성능 평가(1) - 범안대교

구 분		평가 결과																
■ 구조해석 모델링																		
	모델링도				교축방향 지진해석				교축직각방향 지진해석									
■ 교각 기둥부 내진성능 평가	구 분		변위성능평가 결과				전단성능평가 결과				비고							
			공급역량(m)		소요역량(m)		공급역량(kN)		소요역량(kN)									
	P2	교축방향	2.018		1.046		7,509		1,561		O.K							
		교축직각방향	2.147		1.000		7,732		2,850		O.K							
	P8	교축방향	2.167		1.000		7,515		937		O.K							
교축직각방향		2.387		1.000		7,777		3,383		O.K								
■ 받침부 내진성능 평가	구 분	A1 교축직각방향				P2 교축직각방향				P8 교축직각방향				P9 교축직각방향				
		공급 역량	소요 역량	판정		공급 역량	소요 역량	판정		공급 역량	소요 역량	판정		공급 역량	소요 역량	판정		
		받침본체	310	1,185	0.262	N.G	4,000	4,182	0.956	N.G	3,000	5,817	0.516	N.G	4,130	4,278	0.965	N.G
		앵커볼트- 앵커강재파괴	1,081	1,185	0.912	N.G	11,066	4,182	2.646	O.K	4,766	2,909	1.639	O.K	11,066	4,278	2.587	O.K
		앵커볼트- 콘크리트파괴	786	1,185	0.663	N.G	2,138	4,182	0.511	N.G	1,902	5,817	0.327	N.G	2,137	4,278	0.500	N.G
		앵커볼트- 프라이아웃파괴	651	1,185	0.550	N.G	3,266	4,182	0.781	N.G	1,559	2,909	0.536	N.G	3,241	4,278	0.758	N.G
■ 기초부 내진성능 평가	구 분		안전율					평가										
			전도	지지력	활동	휨(kNm)	전단(kN)											
	P2	교축방향	1.492	3.083	5.610	1.733	2.679	전 개소에서 공급역량이 소요역량보다 높 게 평가되어 기초부에 대한 내진성능평가 결과 공용상 문제는 없을 것으로 판단됨										
		교축직각방향	4.113	12.607	3.073	1.284	1.704											
	P8	교축방향	2.919	7.281	7.552	3.296	5.204											
교축직각방향		3.404	12.195	2.092	1.407	2.340												
■ 받침 지지길이 평가	구 분		공급역량(mm)		소요역량(mm)		안전율		평가		비 고							
	A1		1,300		380		3,424		O.K									

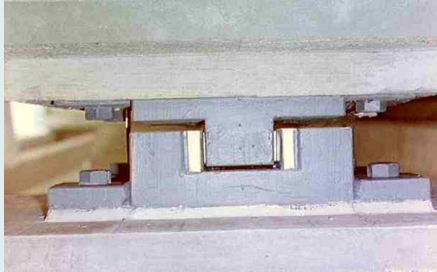
2.4 내진성능 평가(1) - 가천교

구 분		평가 결과												
■ 구조해석 모델링														
	모델링도				교축방향 지진해석				교축직각방향 지진해석					
■ 교각 기둥부 내진성능 평가	구 분		변위성능평가 결과				전단성능평가 결과				비고			
			공급역량(m)		소요역량(m)		공급역량(kN)		소요역량(kN)					
	P1	교축방향	2.154		1.000		7,750		953		O.K			
		교축직각방향	1.000		1.000		8,584		3,452		O.K			
	P2	교축방향	2.046		1.447		7,708		4,142		O.K			
교축직각방향		2.242		1.000		8,347		4,083		O.K				
■ 받침부 내진성능 평가	구 분	A1 교축직각방향				P1 교축직각방향				P2 교축직각방향				
		공급 역량	소요 역량	판정		공급 역량	소요 역량	판정		공급 역량	소요 역량	판정		
		받침본체	1,500	2,248	0.667	N.G	3,000	6,423	0.467	N.G	4,000	7,416	0.539	N.G
		앵커볼트- 앵커강재파괴	4,766	2,248	2.120	O.K	11,066	6,423	1.723	O.K	11,066	7,416	1.492	O.K
		앵커볼트- 콘크리트파괴	1,479	2,248	0.658	N.G	2,075	6,423	0.323	N.G	2,082	7,416	0.281	O.K
		앵커볼트- 프라이아웃파괴	1,679	2,248	0.747	N.G	3,123	6,423	0.486	N.G	3,287	7,416	0.443	O.K
■ 기초부 내진성능 평가	구 분		안전율					평가						
			전도	지지력	활동	휨(kNm)	전단(kN)							
	P1	교축방향	5.058	8.110	8.820	3.939	6.329	전 개소에서 공급역량이 소요역량보다 높 게 평가되어 기초부에 대한 내진성능평가 결과 공용상 문제는 없을 것으로 판단됨						
		교축직각방향	7.088	18.415	2.436	1.379	1.803							
	P2(말뚝)	교축방향	3.062	2.056	21.478	2.975	2.004							
교축직각방향		33.305	2.043	15.204	4.694	3.523								
■ 받침 지지길이 평가	구 분		공급역량(mm)		소요역량(mm)		안전율		평가		비 고			
	A1		1,250		549		2.280		O.K					

2.4 내진성능 평가(1) - 연호고가교

구 분		평가 결과												
■ 구조해석 모델링														
	모델링도				교축방향 지진해석				교축직각방향 지진해석					
■ 교각 기둥부 내진성능 평가	구 분		변위성능평가 결과				전단성능평가 결과				비고			
			공급역량(m)		소요역량(m)		공급역량(kN)		소요역량(kN)					
	P1	교축방향	3.526		1.000		9,357		1,751		O.K			
		교축직각방향	1.000		1.000		11,501		1,273		O.K			
	P4	교축방향	2.897		1.000		9,021		1,812		O.K			
교축직각방향		3.403		1.000		9,565		2,233		O.K				
■ 받침부 내진성능 평가	구 분		A1 교축직각방향				P1 교축직각방향				P2 교축직각방향			
			공급 역량	소요 역량	판정		공급 역량	소요 역량	판정		공급 역량	소요 역량	판정	
	받침본체		3,084	2,057	1.499	O.K	5,400	4,339	1.244	O.K	5,400	4,792	1.127	O.K
	앵커볼트- 앵커강재파괴		1,556	171	9.080	O.K	3,501	362	9.683	O.K	3,501	399	8.768	O.K
	앵커볼트- 콘크리트파괴		1,063	171	6.203	O.K	1,135	362	3.138	O.K	1,135	399	2.842	O.K
	앵커볼트- 프라이아웃파괴		1,001	171	5.841	O.K	1,386	362	3.832	O.K	1,386	399	3.470	O.K
■ 기초부 내진성능 평가	구 분		안전율					평가						
			전도	지지력	활동	휨(kNm)	전단(kN)							
	P1(말뚝)	교축방향	3.989	2.687	27.060	3.663	3.763	전 개소에서 공급역량이 소요역량보다 높 게 평가되어 기초부에 대한 내진성능평가 결과 공용상 문제는 없을 것으로 판단됨						
		교축직각방향	9.478	3.422	37.203	3.505	3.379							
	P4	교축방향	1.890	4.124	4.505	2.550	4.069							
교축직각방향		12.217	23.089	3.654	2.167	1.755								
■ 받침 지지길이 평가	구 분		공급역량(mm)		소요역량(mm)		안전율		평가		비 고			
	A1		1,485		315		4,715		O.K					

2.4 내진성능 평가(2)

구 분	1안 전단키 설치	2안 탄성받침 교체
■ 내진보강공법 제안		
■ 공법개요	● 주형과 하부구조 공간에 받침형 전단키를 설치하여 지진시 상하부 전단키의 접촉에 의한 수평력을 부담하는 공법으로 하부연단거리가 큰 Steel Box 또는 PSC BOX 거더교, PSC Beam교 등 형식에서 주형의 하면 또는 가로보 및 교량받침 사이에 설치	● 지진력의 분산이 가능한 탄성받침으로 교체하여 받침과 교각의 내진성능을 향상 ● 지진력의 저감효과가 작아 받침의 높이가 증가하며, 지진시 받침변위 증가
■ 장 · 단점	● 시공 후 정기적인 도장 등 유지관리 필요 ● 받침형 전단키로 형하공간이 확보되는 경우 작업 가능 ● 일방향 받침의 가이드 캡과 원형단면으로 교축 및 교축직각방향에 대해 받침과 동시제어 가능 ● RC 슬래브교 등에는 작업공간 협소로 시공성 저하/10	● 상부인상후 기존받침 철거, 교체받침 설치의 일반적인 보수공법 ● 상부인상에 따른 공정 복잡 및 상부 거더 보강공 등의 추가공정 및 비용발생 ● 고무판의 부식 및 과도한 전단변형에 대한 점검 필요 ● 공사비 보통

2.5 종합평가 및 안전등급 지정

구 분	시험 결과								
상태평가	구 분	구조형식	환산 결함도점수	상태평가 결과	연장 (m)	차선	연장비	$\Sigma(\text{환산 결함도점수} \times \text{연장비})$	기준
	범안대교(범물방향)	SPG+STB	0.152	B	545	3	0.5	0.154	B등급
	범안대교(안심방향)	SPG+STB	0.157	B	545	3	0.5		
	가천교(범물방향)	STB	0.175	B	290	3	0.5	0.173	B등급
	가천교(안심방향)	STB	0.170	B	290	3	0.5		
	연호고가교	STB	0.178	B	410.0	6	1	0.178	B등급
종합평가	구분	상태평가		안전성평가		종합평가 결과			
		평가지수	결과	안전율	결과				
	범안대교	0.154	B	1.106(거더) 1.150(바닥판)	A	B등급			
	가천교	0.173	B	1.328(거더) 1.150(바닥판)	A	B등급			
	연호고가교	0.178	B	1.219(거더) 1.346(바닥판)	A	B등급			
안전등급 지정	1. 종합평가 결과 = Min(상태평가 결과, 안전성평가 결과) 2. 시설물의 종합평가 등급은 상태평가 등급과 안전성 검토에 근거한 안전성 평가등급 중 낮은 등급을 시설물의 종합평가 등급으로 결정한다.								
	- B등급 - 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태								

종합의견

1.외관조사 결과

본 과업의 대상교량은 2002년 준공 후 지금까지 약 21년 동안 공용중인 구조물로서, 외관조사 결과, 교량의 안전성을 저해할 만한 바닥판 및 거더 등의 주요부재에 중대한 결함이 되는 손상은 없으며 전반적으로 경미한 표면손상이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 주요 손상으로는 각 부재의 전반적인 균열, 거더 도장손상, 부식, 교대 홍벽 파손, 백태, 교량받침 부식, 신축이음 후타재 파손, 포장 균열, 방호벽 단차 등이 있으며 내구성 저하방지를 위한 보수 및 정비가 필요한 상태이다. 신축이음 및 교량받침에 발생한 경미한 손상은 교량의 신축거동에 대한 기능성과 주행차량 영향 등의 사용성에 문제가 없는 상태이다.

2.내구성 조사 결과

콘크리트 비파괴시험 결과, 콘크리트 부재의 강도는 양호한 것으로 측정되었으며, 철근탐사 시험결과 피복두께 및 배근간격은 전반적으로 양호한 것으로 측정되었다. 탄산화는 진행속도가 양호하여 철근부식의 우려는 없는 것으로 분석되었으며, 염화물 함유량 시험결과 염분에 의한 철근부식 우려는 없는 것으로 검토되었다. 강재 비파괴시험 결과, 거더 내부의 맞대기 용접부는 내부결함이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 도막두께는 거더 내, 외부 모든 구간에서 기준을 만족한 것으로 확인되었다.

3. 정밀안전진단 종합평가 결과

구 분	상태평가		안전성 평가		종합평가
	평가지수	결과	안전율	결과	
범안대교	0.154	B	1.106(거더) 1.150(바닥판)	A	B등급
가천교	0.173	B	1.328(거더) 1.150(바닥판)	A	B등급
연호고가교	0.178	B	1.219(거더) 1.346(바닥판)	A	B등급

4. 내진성능평가

① 범안대교, 가천교 - 내진성능 상세평가 결과, 기둥, 지지길이는 내진성능을 확보하고 있으나, 교대 및 교각의 교량받침부 교축직각방향에서 내진성능이 부족한 것으로 나타났다. 내진성능 향상 방안으로는 전단키, 탄성받침 교체 안을 제시하였고, 추후 유지관리 및 구조물의 상태, 여건 등을 종합적으로 판단하며 공법을 선정 후 공용 중에 불편 없이 보강설계를 진행하는 것이 적절할 것으로 판단된다.

② 연호고가교 - 내진성능 상세평가 결과 교각기둥, 교량받침부, 교각기초부, 지지길이를 평가하였으며 평가 결과, 교각 및 교대의 받침부에서 내진성능이 모두 만족한 것으로 검토되었다. 따라서 추후 보강방안은 필요 없을 것으로 판단된다.

5. 종합결론

◎ 외관조사 및 내구성조사 결과를 기초한 상태평가의 B등급과 안전성평가 A등급으로 종합평가는 “본 시설물은 현재 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 안전등급 B 등급” 으로 손상에 대한 보수 및 유지관리가 지속된다면 시설물의 기능을 유지하는데 문제가 없을 것으로 판단된다. 내진성능평가 결과, 일부 구간의 받침부 교축직각방향에서 내진성능이 부족한 것으로 나타났다으며, 제시한 보강 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다. 활하중 작용 등 외력에 의한 구조적 결함이나 손상이 없는 상태로서 국부적으로 발생한 손상·결함부에 대해 보수를 시행한다면 사용재료의 건전성, 구조물의 기능성과 안전성을 더욱 확보할 수 있으므로 현재는 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한 등의 필요치 않은 상태이다.

이상 보고를 마칩니다.
경청해 주셔서 감사합니다.