

범안대교 요약보고서

1. 개 요

1.1 과업명

- 연호고가교외 2개소 정밀안전진단 용역

1.2 과업의 목적

본 용역은 『시설물의 안전관리에 관한 특별법』 규정에 의거 실시하는 정밀안전진단 용역으로 대상시설물의 물리적, 기능적 결함을 발견하고, 그에 대한 신속하고 적절한 조치를 하기 위하여 구조적 안전성 및 결함의 원인 등을 조사·측정·평가하여 손상등급을 판정하며, 판정등급에 따라 보수·보강 등의 방법 및 시설물의 보수범위 등을 정하여, 향후 유지관리 및 정기·정밀점검 등 필요한 자료를 제공하는데 그 목적이 있음.

1.3 과업의 범위 및 기간

1.3.1 과업의 범위

- 1) 관련자료 조사 및 분석
- 2) 시설물의 외관조사
- 3) 시설물의 내구성 및 내하력 조사
- 4) 시설물의 상태평가 및 안전성평가(내진안전성 포함)
- 5) 시설물의 보수·보강 방안제시
- 6) 효율적인 유지관리 방안제시
- 7) 보고서 작성

1.3.2 과업수행기간

본 과업의 기간은 2017. 03. 02 ~ 2017. 06. 09일(착수일로부터 100일간)

1.4 과업대상 구조물의 현황

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		범안대교		시설물번호		BR2003-0000510	
준공년월일		2002년 08월 24일		관리번호		동부교량-3	
시설물위치		대구광역시 수성구 가천동					
설 계 사		(주)도화종합기술공사 화성산업(주)		시 공 사		코오롱건설(주) 외 5개사	
설계하중		DB-24		노선명(이정)		범안로(대로1-19호선)	
제원	연장	L = 545m [30m + 3@55m + 4@50m + 3@50m]					
	폭	B = 28.9~52.0m, 왕복6차선					
구조 형식	상부	강판형교 (SPG-S1) & 강상자형교 (STB-S2~S11)		기초 형식	교대	Pile기초 (A1) 직접기초 (A2)	
	하부	교대 : 역T형 교대 교각 : 다주식 라멘형			교각	Pile기초 직접기초	
교량받침		포트받침		신축이음		Rail Joint	
교차노선		-		통과높이		-	
부착시설내용		콘크리트 방호벽 난간, 가로등		내진설계유무		유	
기타		금호강횡단					

2. 관련자료 검토결과

2.1 개요

본 과업에 대한 자료조사는 준공 시 건설관련 자료, 전회 점검 및 진단 자료, 보수·보강 이력 등을 수집하여 금회 정밀안전진단의 추진방향을 수립하였다.

또한, 본 과업 대상구조물의 진단시 관련 자료를 수집하여 정밀안전진단 및 유지관리시 필요한 자료를 정리 및 분석하였고, 구조물의 손상 원인, 적절한 보수·보강공법의 제시 및 유지관리방안을 수립하기 위한 기초자료로 활용하였다.

2.2 안전점검 및 정밀안전진단 결과 요약

번호	기간	구 분	비고
1	2011. 11. 01 ~ 2011. 11. 30	정기점검	-
2	2012. 03. 05 ~ 2012. 06. 30	정밀안전진단	-
3	2012. 11. 02 ~ 2012. 11. 25	정기점검	-
4	2013. 04. 12 ~ 2013. 04. 26	정기점검	-
5	2013. 08. 26 ~ 2013. 09. 08	정기점검	-
6	2014. 10. 10 ~ 2014. 10. 24	정밀점검	-
7	2015. 03. 11 ~ 2015. 03. 25	정기점검	-
8	2015. 09. 01 ~ 2015. 09. 19	정기점검	-
9	2016. 02. 19 ~ 2016. 04. 03	정밀점검	-

<표 2.1> 정밀점검 및 정밀안전진단 이력

수행기간	정밀점검 및 정밀안전진단 결과	수행기관
2012. 03 ~ 2012. 06	정밀안전진단 (B등급) - 주요 손상으로는 바닥판하면 균열, 주형내부 우수유입 및 내·외부 도장손상, 하부구조 균열, 신축장치 및 받침장치 균열 등이다. - 콘크리트 비파괴시험 결과, 콘크리트의 강도 및 탄산화, 철근 배근상태 등은 전반적으로 설계기준에 만족하는 것으로 평가되었다. - 강재 비파괴시험 결과, 주형의 맞대기 용접부는 내부결함이 없는 양호한 상태로 나타났다. - 대상교량의 상태평가 결과, 환산결함도 점수가 범물방향은 0.197, 안심방향은 0.203으로 전체 교량의 환산결함도 점수는 0.200 으로 산정되어 상태평가등급은 'B'로 평가되었다. - SPG구간 및 STB 구간에 대한 구조해석 및 재하시험 결과, 모든 부재에서 안전율이 1.0 이상으로 설계하중(DB(DL)-24)를 만족하고 있으며, 공용내하력 평가결과 설계하중을 상회하고 있는바, 대상교량의 안전성 평가 결과는 기준 'A'로 평가되었다. - 범안대교의 정밀안전진단 종합평가 결과, 상태평가등급은 'B'등급, 안전성평가등급은 'A'등급으로 전체 안전등급은 'B'등급으로 지정되었다.	(주)아워브레인

<표 2.1> 정밀점검 및 정밀안전진단 이력(계속)

수행기간	정밀점검 및 정밀안전진단 결과	수행기관
2013. 04 ~ 2013. 04	정기점검 주요 손상으로는 방호벽, 중분대, 신축장치 후타재 및 하부구조 균열로 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 향후 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상 부위에 대한 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단됨	(주)삼우기술
2014. 02 ~ 2014. 04	정밀안전진단 (B등급) 주요 손상으로는 신축장치 후타재 균열, 고무셀재 불량 및 교대, 교각의 콘크리트 파손, 미세균열 등으로 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 향후 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상 부위에 대한 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다	(주)삼우기술
2014. 10 ~ 2014. 10	정기점검 2014년 하반기 정기점검 결과, 전반적으로 양호한 상태. 주요 손상으로는 교면포장의 포장균열 및 신축이음장치 후타재 균열로 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되며 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.	(주)우림종합엔지니어링
2015. 09 ~ 2015. 09	정기점검 전회 정기점검 후 하자보수가 실시되어 전반적으로 양호한 상태이며, 주요 손상으로는 포장균열, 갓길측 망상균열, 경미한 아스콘 패임, 신축이음장치 후타재 균열 등이 조사되었으며, 시설물의 구조적 안전성과 차량의 주행성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 지속적인 주의관찰과 점검을 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.	(주)우림종합엔지니어링
2016. 02 ~ 2016. 04	정밀점검 (B등급) - 교면포장 : 망상균열, 보수부재균열, 이물질퇴적, 포장패임, 포장균열 - 방호벽 : 균열, 굽힘 - 배수시설 : 배수구막힘, 배수관설치불량 - 신축이음 : 균열, 망상균열, 토사퇴적 - 받침장치 : 이동지시선파손, 썰재탈락 - 거더내부 : 배설물퇴적, 실링불량 - 교대및교각 : 범면보호블럭침하, 누수오염, 누수흔적, 열화 - 범안대교의 현장조사(외관조사, 내구성조사)에 의한 상태평가 결과 『B등급(0.131)』으로 평가되었으며, 급회 조사된 결함 및 손상 부위에 대해서는 단기적인 보수와 중점유지관리 항목들에 대한 주기적인 점검이 시행된다면 내구성 및 사용성에는 문제가 없을 것으로 판단되며, 유지관리 하는에는 문제가 없을 것으로 판단된다.	(주)우림종합엔지니어링

2.3 보수·보강 이력

<표 2.2> 보수·보강 이력

공사기간	보수 및 보강 이력	시행기관
2010. 08	▶ 균열보수공사(27천원)	(주)일송테크
2010. 10	▶ 교면포장 재포장(오버레이 등, 113,700천원)	(주)협우건설
2011. 03	▶ 교면포장 재포장(오버레이 등, 114,200천원)	(주)협우건설
2013. 03	▶ 범안대교, 범안대교 방호벽 교체 및 추가설치(70,000천원)	한성안전
2014. 10	▶ 신추이음 교체공사((180,000천원)	(주)은마건설
2016. 04	▶ 교면포장 재포장(절삭후 재포장, 16,600천원)	대익건설(주)

3. 현장조사 및 시험

3.1 외관조사 결과

<표 3.1> 기 정밀점검(2016년)과의 비교

구 분	결함내용	정밀점검 (2016년)	금회진단 (2017년)	단위	개소 (구/신)	증,감 (▲,▽)
교면포장	▪ 아스콘 망상균열	331.4	520.5	m ²	26/32	▲(189.1)
	▪ 아스콘 균열	130.5	205.5	M	12/21	▲(75.0)
	▪ 아스콘 패임	1.08	0.27	m ²	6/6	▽(-0.81)
	▪ 토사퇴적	3.0	3.0	m ²	3/3	-
교량구간 방호벽	▪ 균열(0.3mm미만)	4.1	24.0	M	5/17	▲(19.9)
	▪ 콘크리트 긁힘	10.0	12.0	M	1/2	▲(2.0)
배수시설	▪ 배수구 막힘	9.0	9.0	EA	9/9	-
	▪ 배수관 위치불량	2.0	2.0	EA	2./2	-
신축이음	▪ 하부 고무지수재 변형	-	1.0	M	0/1	▲(1.0)
	▪ 후타재 균열	91.5	91.5	M	227/227	-
	▪ 유간사이 토사퇴적	3.0	3.0	EA	1/1	-
바닥관하면	▪ 균열(c/w=0.3mm미만)	-	31.5	M	0/45	▲(6.031.5)
외부	▪ 도장 들뜸, 박락	-	7.62	m ²	0/5	▲(7.62)
	▪ 화재그을음	-	6.0	m ²	0/1	▲(6.0)
	▪ 비둘기배설물 퇴적	-	30.0	m ²	0/3	▲(30.0)
내부	▪ 도장 들뜸, 박락	-	0.7	m ²	0/3	▲(0.7)
	▪ 강재 부식	-	0.18	m ²	0/3	▲(0.18)
	▪ 누수흔적	-	55.8	m ²	0/9	▲(55.8)
	▪ 실링처리미흡	2.0	113.0	EA	2/113	▲(111.0)
	▪ 비둘기배설물 퇴적	0.9	1.5	m ²	1/3	▲(0.6)

<표 3.1> 기 정밀점검(2016년)과의 비교(계속)

구 분	결함내용	정밀점검 (2016년)	금회진단 (2017년)	단위	개소 (구/신)	증,감 (▲,▽)
받침장치 (본체)	▪ 받침 도장들뜸	-	0.36	EA	0/1	▲(0.36)
	▪ 고무재 탈락	4.0	12.0	EA	4/12	▲(8.0)
	▪ 이동표시 파손	2.0	2.0	EA	2/2	-
받침 콘크리트	▪ 받침콘크리트 파손	-	0.01	m ²	0/1	▲(0.01)
	▪ 보수재 박리	-	0.16	m ²	0/8	▲(0.16)
교대	▪ 균열(c/w=0.3mm미만)	-	0.5	M	0/1	▲(0.5)
	▪ 균열부백태	-	0.2	M	0/1	▲(0.2)
	▪ 누수흔적	-	0.24	m ²	0/1	▲(0.24)
	▪ 법면 호안블럭 침하	6.0	6.0	m ²	1/1	-
교각	▪ 균열(c/w=0.3mm미만)	-	5.9	M	0/8	▲(5.9)
	▪ 누수오염	16.95	16.95	m ²	4/4	-
	▪ 콘크리트 파손	-	0.16	M	0/2	▲(0.16)
	▪ 망상균열	-	1.0	m ²	0/1	▲(1.0)
	▪ 보수부 박락	-	0.08	m ²	0/3	▲(0.08)

3.2 재료 시험 결과

3.2.1 재료시험결과표

가. 콘크리트 비파괴강도시험

[단위 :MPa]

구간			반발경도	초음파시험	비고
범안대교	상부 (범물)	바닥판하면	30.2	30.4	2012
			30.4	-	2016
			28.8	27.5	2017
	상부 (안심)	바닥판하면	30.4	30.2	2012
			31.8	-	2016
			29.4	27.4	2017
	하부 (범물)	교대	26.8	28.7	2012
			26.4	-	2016
			25.4	24.5	2017
		교각	25.6	28.0	2012
			24.7	-	2016
			25.4	24.6	2017
	하부 (안심)	교대	26.0	28.4	2012
			26.4	-	2016
			25.5	24.7	2017
		교각	25.2	28.2	2012
			24.3	-	2016
			25.7	24.6	2017

나. 코어압축강도 시험

[단위 :MPa]

구 분			시험압축강도 (A)	설계기준강도 (B)	(A/B)×100(%)	비고
범안 대교	상부	S1	35.2	27.0	130	2012년
		S11	41.9	27.0	155	
		S1	24.4	27.0	90	2017년
	하부	P10	33.2~39.2	24.0	138~163	2012년
		P2	21.7	24.0	90	2017년
		P3	23.1	24.0	96	

다. 철근탐사시험

[단위 : cm]

구분			철근배근 방향	피복두께		배근간격		비고
				범위	설계도면	범위	설계도면	
범안 대교	상부 구조	범물	주철근	54.0~76.0	40	105~263	125~250	
		안심	주철근	45.7~65.8	40	110~261	125~250	
	하부 구조	범물	주철근	57.3~109.8	50~100	136~310	150~300	
		안심	주철근	64.2~112.4	50~100	137~312	150~300	

라. 균열깊이

시험을 실시한 부위는 $c/w=0.3\text{mm}$ 미만의 균열이 발생되어있는 부위로써, 최소피복두께를 초과하지 않은 상태로 지속적인 유지관리를 통한 진전 여부를 주의깊게 확인하고, 향후 진전시 균열에 대한 주입보수를 통하여 유지관리토록 하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

측 정 위 치			초음파 전달시간 ($\times 10^{-6}\text{sec}$)		균열폭 (mm)	균열깊이 (mm)	실측 피복 두께 (mm)	피복 대비 (%)	비고
			건전부 T_o	균열부 T_c					
상부 구조	S2	1	44.5	52.3	0.2	46.3	57.1	81.0	
		2	45.6	53.6	0.2	46.3	57.1	81.0	
		3	44.1	55.1	0.2	56.2	57.1	98.0	
하부 구조	P2	1	54.6	62.3	0.2	41.2	82.3	50.0	
		2	52.4	63.0	0.2	50.1	82.3	61.0	
		3	51.0	61.5	0.2	50.5	82.3	61.0	

마. 탄산화시험

탄산화깊이 측정 결과 상부구조에서 최대 15.4mm, 하부구조가 최대 13.6mm까지 탄산화가 진행된 것으로 측정되었으며 탄산화 진행정도에 따른 탄산화 잔여깊이가 최소 “10mm이상~30mm미만”으로 탄산화 상태평가는 “b등급”으로 평가되어 향후 탄산화에 의한 철근부식 및 내구성저하가 발생할 가능성이 있는 상태로 평가되었다.

[단위 : mm]

구 분		2012년	2016년	2017년	비 고
		탄산화 깊이	탄산화 깊이	탄산화 깊이	
상부구조		5.0~13.0	2.0~17.5	6.5~13.7	
하부구조	교대	8.0 ~ 15.0	6.0~27.0	8.5~13.8	
	교각	6.0~19.0	1.5~22.5	5.5~17.5	

바. 염분함유량시험

경염해에 의한 구조물의 성능저하는 강재부식 등 구조물에 심각한 문제를 일으킬 수 있으므로 철근콘크리트 구조물의 염해에 대한 평가는 매우 중요하다. 염화물 함유량 분석은 철근 위치에서 평가하며, 평가개소는 시험개소별로 실시한다. 본 과업대상 구조물에서 채취한 코어시편에 대한 염분함유량 분석결과 다음과 같다.

구분	시료채취위치	전염화물 함유량		전염화물 이온량(kg/m ³)	상태평가 등급
		Cl ⁻ (%)	Cl ⁻ (kg/m ³)		
1	범안대교 상부	0.0102	0.2308	a : 염화물 ≤ 0.3 b : 0.3 < 염화물 < 1.2	a
2	범안대교 하부	0.0033	0.0747	c : 1.2 ≤ 염화물 < 2.5 d : 염화물 ≥ 2.5	a

사. 강제초음파탐상시험(UT)

강박스거더 하부플랜지 맞대기용접부 152개소에 대한 초음파탐상 실시 결과 'KS B 0896'의 판정 등급기준에 의거 판정되어 전체 불합격 결함은 조사되지 않은 양호한 것으로 판정되었다.(초음파탐상 검사보고서 부록 수록)

구분		하부플랜지		
		조사 개소	불합격 개소	결함종류 및 개소
범물방향	G1	22	0	-
	G2	22	0	-
	G3	22	0	-
	G4	2	0	-
	G5	2	0	-
	G6	2	0	-
안심방향	G1	22	0	-
	G2	22	0	-
	G3	22	0	-
	G4	10	0	-
	G5	2	0	-
	G6	2	0	-

아. 강재도장 도막두께 측정

도막두께 측정은 경간별, 거더별로 접근이 용이한 구간 및 점검차를 이용한 내·외부에 측정하였으며, 범물방향 거더 외부는 272~347 μ m, 내부는 226~335 μ m로 측정되었으며, 안심방향 거더 외부 239~347 μ m, 내부는 219~290 μ m으로 측정되어 일반환경용 중방식 도장계열 기준과 비교할 때 거더 내·외부 모두에서 기준 도막두께(외부 195 μ m, 내부 150 μ m) 이상의 두께를 확보하고 있는 상태이다.

3.2.2 재료시험 결과 분석

가. 콘크리트 비파괴시험

- 1) 콘크리트 비파괴시험 결과 반발경도, 초음파속도 및 코어압축강도를 조합하여 측정 한 비파괴 강도는 대체로 양호한 것으로 평가되었으며, 철근배근 측정 결과, 철근탐사 측정치가 위치별로 다소 차이가 있는 것으로 일부 확인되었으나, 콘크리트 타설시 철근배근 위치의 국부적인 이동 현상으로 추정된다.
- 2) 탄산화 시험결과 대체로 양호한 것으로 조사되어 피복부족으로 인한 철근부식의 우려는 적을 것으로 판단된다.
- 3) 또한, 상부구조 및 하부구조에 대한 염분함유량 시험 결과 염화물이 함유되어 있으나, 부식발생 가능성이 낮은 상태인 a등급으로 조사되었다.

나. 강재 비파괴시험

- 1) 본 교량에 대한 초음파탐상시험(UT) 결과 'KS B 0896'의 판정 등급기준에 의거 152 개소 모두 불합격 결함이 없는 양호한 것으로 판정되었다.
- 2) 도막두께 측정은 경간별, 거더별로 접근이 용이한 구간 및 점검차를 이용한 내·외부에 측정하였으며, 범물방향 거더 외부는 272~347 μ m, 내부는 226~335 μ m로 측정되었으며, 안심방향 거더 외부 239~347 μ m, 내부는 219~290m으로 측정되어 일반환경용 중방식 도장계열 기준과 비교할 때 거더 내·외부 모두에서 기준 도막두께(외부 195 μ m, 내부 150 μ m) 이상의 두께를 확보하고 있는 상태이다.

다. 결론

콘크리트 내구성 및 강재 비파괴 시험 결과, 설계기준에 준하여 품질상태가 양호하게 조사되었으며, 강재 또한, 불합격 결함이 없는 상태로 전반적으로 양호하게 조사되어 범안대교에 대한 품질상태는 지속적인 유지관리가 이루어진다면 내구성 및 사용성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

4. 구조 안전성 검토 및 내하력 평가

4.1 안전성평가 결과

<Steel Box Girder에 대한 안전성 평가>

구 분			허용응력설계법에 의한 안전성평가	안전성 평가등급
G1 (외측)	정모멘트부	상연	$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{131.067}{79.408 + 38.099} = 1.115$	A
		하연	$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{190}{86.810 + 41.651} = 1.479$	A
	부모멘트부	상연	$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{190.000}{90.531 + 30.127} = 1.575$	A
		하연	$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{190}{94.438 + 36.459} = 1.452$	A
G2 (내측)	정모멘트부	상연	$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{131.067}{79.016 + 43.195} = \mathbf{1.106}$	A
		하연	$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{190}{86.382 + 43.195} = 1.466$	A
	부모멘트부	상연	$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{190}{76.832 + 30.756} = 1.766$	A
		하연	$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{190}{77.651 + 32.977} = 1.717$	A

<바닥판에 대한 안전성 평가>

구분		바닥판	S.F(안전율)	안전성평가등급
바닥판 캔틸레버부	공칭강도 ϕM_n (kN · m)	122.08	1.150	A
	극한강도 M_u (kN · m)	106.16		
바닥판 중앙부	공칭강도 ϕM_n (kN · m)	105.88	1.423	A
	극한강도 M_u (kN · m)	74.37		

<안전성 평가 결과>

부 재	SF(안전율)	등 급
강합성 거더	1.106	A
콘크리트 바닥판	1.150	A

4.2 내하력평가 결과

<거더 기본내하력 산정>

구 분	G1(상연)		G1(하연)	
	중앙부(S1)	지점부(P3)	중앙부(S1)	지점부(P3)
허용응력 (f_a), MPa	131.067	190.000	190.000	190.000
고정하중응력 (f_d), MPa	79.408	90.531	86.810	94.438
활하중응력 (f_l), MPa	38.099	30.127	41.651	36.459
내하율(RF) = $\frac{f_a - f_d}{f_l (1 + i)}$	1.356	3.302	2.478	2.621
기본내하력 $P = K_s \times RF \times P_r$	DB 24이상	DB 24이상	DB 24이상	DB 24이상

구 분	G2(상연)		G2(하연)	
	중앙부(S1)	지점부(P3)	중앙부(S1)	지점부(P3)
허용응력 (f_a), MPa	131.067	190.000	190.000	190.000
고정하중응력 (f_d), MPa	79.016	76.832	86.382	77.651
활하중응력 (f_l), MPa	39.512	30.756	43.195	32.977
내하율(RF) = $\frac{f_a - f_d}{f_l (1 + i)}$	1.317	3.680	2.399	3.407
기본내하력 $P = K_s \times RF \times P_r$	DB 24이상	DB 24이상	DB 24이상	DB 24이상

5. 종합평가 및 안전등급

5.1 상태평가

구성교량명	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장(m)	차선	길이 ×차선	연장비	환산결함도점수 ×연장비
범안대교 (범물방향)	0.189	B	545	3	1,635	0.500	0.082
범안대교 (안심방향)	0.185	B	545	3	1,635	0.500	0.088
합계(Σ)			1,090		3,270	1	0.170
1. 평가지수 =							0.187
2. 상태평가 결과 =							B등급

등 급	A	B	C	D	E
결함도범위	$0 \leq x < 0.13$	$0.13 \leq x < 0.26$	$0.26 \leq x < 0.49$	$0.49 \leq x < 0.79$	$0.79 \leq x$
∴ 상태평가 등급 : B					

5.2 안전성평가

부재	SF(안전율)	등급	비고
강합성 거더	1.106	A	
콘크리트 바닥판	1.150	A	

5.3 종합평가

구 분	상태평가	안전성평가	종합평가	비 고
범안대교	B	A	B	

5.4 안전등급 지정

범안대교의 안전등급지정은 상태평가 및 안전성평가 등을 종합적으로 평가하여 「법」 제10조의2 및 「영」 제11조의5에 따라 **B등급**으로 지정하였다.

6. 보수 · 보강 방안

구 분		보수·보강 방법	보수물량	단위	단가(천원)	개략공사비 (천원)	순 위
교면포장		재포장	627.8	m ²	78	48,972	2
		아스콘 균열보수	205.5	M	32	6,576	2
		토사 청소	3.6	m ²	5	18	1
배수시설		토사 청소	9.0	EA	5	45	1
		배수관 길이연장	2.0	EA	200	400	1
신축이음		신축이음장치 교체 (No.100)	30.0	M	2,500	75,000	1
		청소	2.0	m ²	5	15	1
거더	외부	재도장(외부)	10.0	m ²	48	473	1
		배설물 청소	36.0	m ²	12	432	1
	내부	재도장(내부)	1.1	m ²	34	36	1
		실링보수	113.0	EA	5	565	1
		배설물 청소	1.8	m ²	12	22	1
받침장치(본체)		재도장(받침)	1.0	EA	45	45	1
		이동표시판 재설치	2.0	EA	30	60	2
받침콘크리트		단면보수	0.1	m ²	198	2	2
교대		표면보수	0.5	m ²	65	34	2
		호안블럭 정비	1.0	식	350	350	2
교각		표면보수	20.4	m ²	65	1,328	2
		단면보수	0.2	m ²	198	38	2
개략 공사비	1순위 순공사비				77,051		
	2순위 순공사비				57,361		
	순공사비 합계				134,412		
	제경비(순공사비×50%)				67,206		
	개략공사비				201,617(천원)		

* 손상물량의 20%할증 → 보수물량임.

* 균 균열<0.3 표면처리는 길이(m)×폭(0.25m)를 적용하여 m²으로 산정함.

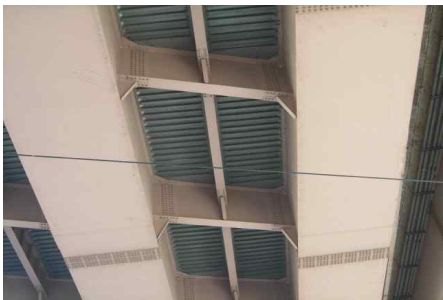
* 보수 수량은 손상 영향범위, 보수효과, 작업성 등을 고려, 별도의 실시설계 필요.

7. 유지관리 방안

7.1 부재별 중점유지관리 항목

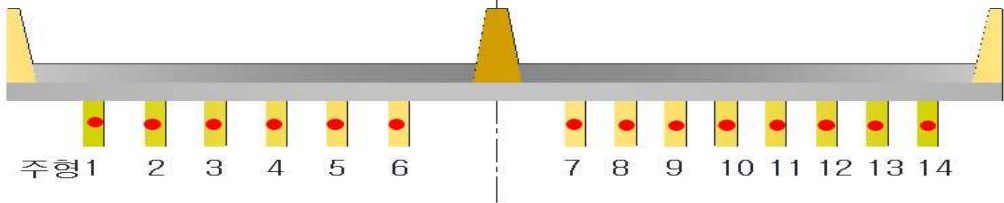
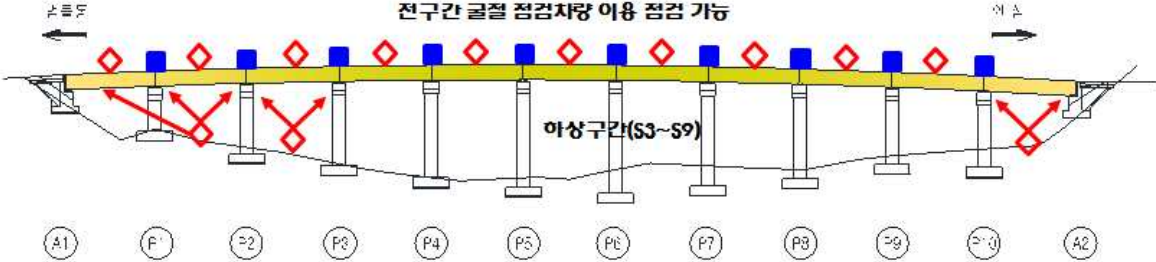
구분	중점 유지관리 항목	조치방안	비고
교면포장	★아스콘 망상균열 ★아스콘 균열, 패임	망상균열부 재포장 아스콘 균열보수	
콘크리트 방호난간	★재균열(c/w=0.3mm미만) ★콘크리트 긁힘	균열 진전여부 유지관찰	
배수시설	★배수관 위치불량	배수관 길이연장	
신축이음	★후타재균열 ★신축이음장치 하부 고무재변형(하부누수)	유지관찰 신축이음장치 교체	
바닥판하면	★균열(c/w=0.3mm미만)	유지관찰	
STB	★외부 강제 도장박락 ★화재그을음 ★내부 도장 박락, 실링처리미흡	재도장(외부) 재도장(외부) 재도장, 실링보수	
받침장치	★부분 도장들뜸 ★받침몰탈 파손	재도장(받침) 단면보수	
교대 및 교각	★균열(c/w=0.3mm미만) ★누수흔적, 오염	유지관찰 표면보수	

구분	중점관리사항	비고
교면 포장	- 지속적인 유지관찰을 통한 추후 보수 계획수립 - 접속부 아스콘 패임 발생여부 확인	
	<교면포장 망상균열> (S4, 안심방향)  <아스콘 패임> (S2, 안심방향) 	
방호벽	- 차량충돌 등 외적인 요인에 의한 콘크리트 파손 및 철근노출 발생여부 확인	
	<균열> (s2, 안심방향)  <콘크리트 굽힘> (중앙분리대) 	
신축이음 장치	- 본체 손상여부 확인(고무재 파손, 이동유간, 단차, 충격음 등) - 후타재 균열 및 망상균열 진전여부 확인 - 신축이음 본체 토사퇴적 및 이물질퇴적 확인 - 신축이음 하부 바닥판 콘크리트 손상 및 누수 발생여부 확인	
	<본체 하부 고무재 변형, 누수> (A2)  <후타재균열> (P4) 	

구분	중점관리사항		비고
바닥판	- 포장손상에 따른 바닥판 손상 발생여부 - 바닥판하면 균열부 손상 진전 여부 - 콘크리트 백태 등 손상의 진전여부 확인		
	<Deak Plate> 	<캔틸레버 균열> 	
STB	- 도장박리, 박락 발생 여부 확인 - 강재 부식에 대한 발생 여부 확인		
	<도장 QKRFR> 외부(S1, G4) 	<강재 부식> 내부(S4-G2) 	
교량받침	- 교량받침 가동여부 및 이동여유량 확보 여부 확인 - 우수유입에 따른 부식 및 거동여부 확인 - 편기 및 편의 발생여부 - 도장 박리, 박락에 대한 손상 유무 확인 - 2차부재 몰탈 균열, 파손 등 손상 유무 확인		
	<받침 도장박락> (P1 SH6) 	<무수축몰탈 파손> (P2 SH2) 	

구분	중점관리사항	비고
교대 및 교각	- 신축이음 하부 우수유입 여부, 우수유입에 따른 콘크리트 열화 진행 여부 확인 - 본체의 침하, 회전 및 수평이동 여부 - 교대 및 교각 균열진행 여부 확인 - 교각 기중하부 침식부 진전 여부	
	<교대 하부누수, A2>  <교각 누수흔적, 오염, P7> 	

7.2 점검 및 진단시 접근방법

범물동 방향 안심방향 		
전구간 굴절 점검차량 이용 점검 가능 		
구분	설치위치 및 접근방법	비고
BOX내부 진·출입로	시·종점부 지점 출입구를 통하여 점검	●
점검로 교량상부 (↓)	P1~P9(점검로 설치), P10(사다리 이용 점검 가능)	■
점검차 이용 점검 동선	- 상부 굴절차량 이용 점검(전경간 S1~S11) - 하부 고소작업차 이용 점검(S1, S2, S3, S11), S3~S9(하상구간)	◇

8. 종합결론

본 과업의 대상교량인 범안대교는 대구광역시 수성구 가천동에 위치하며, 금호강을 횡단 하는 교량으로 총 11경간의 연장 L=545.0m이며, 형식은 Steel Box Girder교로 시공되어 공용 중에 있다.

8.1 외관조사

◆ 교면포장

- 교면포장의 주요 손상으로 망상균열, 아스콘 패임이 조사되었으며, 교면방수에 대한 확인을 위한 코어채취(2017. 05) 결과 방수층이 없고 부분 구스 도막식 방수가 일부 검출되었으며, 부분 덧씌우기 구간 부스러짐이 일부 조사되어 추후 재포장시 충분한 절삭을 통하여 기존 포장층을 제거 한후 재포장이 필요하며, 전체적인 교면방수가 필요할 것으로 판단됨.

◆ 콘크리트 방호난간

- 콘크리트 방호난간에 대한 외관조사 결과, 균열(c/w=0.3mm미만)이 조사되었으며, 중앙분리대 차량 주행중 충격에 의한 굽힘이 조사되었으나 손상정도가 경미하므로 유지관찰을 통한 유지관리가 이루어진다면 사용성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

◆ 배수시설

- 배수시설은 토사퇴적에 의한 배수구 막힘, 배수관 위치불량으로 하부구조 누수오염이 발생하여 배수구 청소 및 배수관 길이연장을 통하여 2차 손상 발생이 없도록 유지관리가 필요하다.

◆ 신축이음

- 본 교량에는 총 5개(A1, P1, P4, P8, A2)의 신축이음(Finger Joint, Rail Joint)이 설치되어 있으며, 본체는 전반적으로 양호하나 A2 하부 고무지수재 변형에 의한 하부 누수가 발생하였으며, 후타재 균열, 유간 토사퇴적이 조사되었다.
- 따라서, 신축이음장치에 발생한 손상 중 하부 고무재 변형에 대한 신축이음장치(A2) 교체가 필요하며, 유간 사이 토사퇴적은 신축 거동에 문제를 야기시킬 우려가 있으므로 청소를 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

◆ 바닥판 하면

- 바닥판하면은 캔틸레버부 일부 미세균열을 제외하고는 전반적으로 양호한 상태이며, Deck Plate또한 특이한 손상이 나타나지 않은 양호한 것으로 조사되었다.

◆ Steel Box 거더 외부

- 거더 외부 도장박락, 부변 폐기물 소각에 따른 화재그을음(S10, G4)이 조사되어 재도장을 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

◆ Steel Box 거더 내부

- 도장들뜸, 우수유입에 의한 부식, 실링처리미흡 등의 손상이 조사되어 재도장 및 실링보수를 통한 사용성확보 및 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

◆ 교량받침

- 범안대교의 받침장치는 포트받침으로 전반적으로 양호하게 조사되었으며, 일부 고무재 탈락, 도장 부식, 무수축몰탈 파손 등이 조사되었으나 손상정도가 경미하고 일부 받침 재도장이 이루어진다면 사용성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

◆ 교대 및 교각

- 총 12기의 교대 및 교각에 대한 외관조사 결과, 교대 미세균열, 국부 콘크리트 백태, 누수흔적, 범면 호안블럭 침하가 발생하였으며, 교각은 망상균열, 보수부 박락, 배수관 위치불량에 의한 누수오염 등의 손상이 조사되어 하부구조에 발생된 손상에 대해서는 사용성확보 및 유지관리 차원의 보수가 이루어진다면 유지관리 하는 데는 문제가 없을 것으로 판단된다.

◆ 교각(P7) 수중촬영

- 본 범안대교는 금호강을 횡단하는 교량으로 하부구조인 교각 중 P4~P9 총 6개소가 하상구간에 시공되어져 있으며, 과업 기간내 금호강의 수심은 0.1M~0.4M로 조사되었다.
- 수중촬영 결과, P7 기둥 하부 및 일부 기초 부에 대한 촬영을 실시하여 나타난 특이한 손상은 발견하지 못하였으며, 기둥 하부 부직포로 감싸진 부분은 콘크리트 부분에 대한 촬영이 어려워 점검자의 손으로 전체 확인을 한 결과 특이한 손상은 없는 것으로 조사되었다.
- 따라서, 교각(P7) 수중위로 노출되지 않은 부분에 대한 점검 결과 전반적으로 양호하게 조사되어, 지속적인 유지관찰 및 추후 정밀안전진단 및 정밀점검시 금호강의 수심이 깊어진다면 수중촬영을 실시하여 정확한 검사가 필요할 것으로 판단된다.

8.2 내구성 조사

◆ 콘크리트 비파괴

현장 및 실내 시험을 통한 추정강도는 설계기준을 만족하고 있으며, 철근탐사를 통한 배근간격 및 피복두께는 측정부위에 따라 다소 편차는 있으나 전반적으로 설계 상태에 양호하게 조사 되었다. 탄산화 및 염화물함유량의 경우 a등급 이상을 유지하고 있는 양호한 상태로 평가 되었다.

◆ 강재 비파괴

맞대기 용접부 152개소에 대한 초음파탐상 실시 결과 'KS B 0896'의 판정 등급기준에 의거 판정되어 전체 불합격 결함은 조사되지 않은 양호한 것으로 판정되었다.

8.3 안전성 검토 및 내하력평가

- ◆ 본 교량의 안전성 검토를 통한 강박스 거더와 바닥판 슬래브의 기본내하력 및 공용내하력 평가 결과 내하율 1.0 이상으로 설계활하중 DL(DB)-24를 만족하는 것으로 평가되었다.

8.4. 종합 평가

- ◆ 뱀안대교의 외관조사에 의한 상태평가 결과는 『B』 등급이고, 구조안전성 평가 결과는 『A』 등급으로, 종합평가는 『B』 등급으로 평가되었으며, 금회 조사된 결함 및 손상 부위에 대하여는 보고서에 제시된 보수·보강과 중점유지관리 항목들에 대한 주기적인 점검이 시행된다면 안전성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.