

과업요약문

1. 개요

1.1 과업명

- 연호고가교외 2개소 정밀안전단 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		가천교		시설물번호		BR2003-0000504	
준공년월일		2002년 08월 24일		관리번호		동부교량-2	
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)	
제 원	연장	L = 290m [50m + 2@60m + 2@60m]					
	폭	B = 28.9~51.9m, 왕복6차선					
구조 형식	상부	강상자형교(STB)		기초 형식	교대	직접기초(A1) Pile기초(A2)	
	하부	교대 : 역T형 교대 교각 : 다주식 라멘형			교각	직접기초(P1,P3) Pile기초(P2,P4)	
교량받침		포트받침		신축이음		Rail Joint	
교차노선		경부선 철도		통과높이		-	
부착시설내용		콘크리트 방호벽 난간, 가로등 램프옹벽-L=155.823m(시점)		내진설계유무		유	
기타		S1 제설 자재 보관소					

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) ▶ 외관조사 결과, 주요 손상으로는 바닥판하면 균열, 주형내부 우수유입 및 도장손상, 하부구조 균열, 신축장치 후타재 균열 및 방호벽 균열 등이다. ▶ 콘크리트 비파괴시험 결과, 콘크리트의 강도 및 탄산화, 철근 배근상태 등은 전반적으로 설계기준이나 시방기준에 만족하는 것으로 평가되었다. ▶ 강재 비파괴시험 결과, 주형의 맞대기 용접부는 내부결함이 없는 양호한 상태로 나타났으며, 주형 내,외부에 대한 도막두께 또한 양호한 상태로 측정되었다. ▶ 대상교량의 상태평가 결과, 환산결함도 점수가 범물방향은 0.184, 안심방향은 0.181로 산정되어 상태평가등급은 'B'로 평가되었다. ▶ STB 구간에 대한 구조해석 및 재하시험 결과, 모든 부재에서 안전율이 1.0 이상으로 설계하중(DB(DL)-24)를 만족하고 있으며, 대상교량의 안전성 평가 결과는 기준 'A'로 평가되었다.	(주)아워브레인

<표 2.1> 정밀점검 및 정밀안전진단 이력(계속)

수행기간	정밀점검 및 정밀안전진단 결과	수행기관
2013. 04 ~ 2013. 04	정기점검 ▶ 하자보수 실시 후 전반적으로 양호한 상태이며, 외관조사결과 후타재 균열 및 방호벽 박리,박락이 발생한 상태	(주)삼우기술
2014. 02 ~ 2014. 04	정밀안전진단 (B등급) ▶ 주요 손상으로는 일부 포장면에서 아스콘 균열 및 거북등균열(망상균열). 신축이음장치의 후타재 균열 및 박락, 교대/교각에서 미세균열 및 백태등이 조사되었다. 조사된 손상에 대한 보수가 적절히 이루어진다면 제 기능을 지속적으로 발휘할 수 있을 것으로 판단된다	(주)삼우기술
2014. 10 ~ 2014. 10	정기점검 ▶ 2014년 하반기 정기점검 결과, 전회차 점검 이후 하자보수가 이루어졌으며, 주요 손상으로는 포장면 포장균열, 신축장치 후타재 균열, 교대 백태 등으로 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되며 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 사료된다.	(주)우림종합엔지니어링
2015. 09 ~ 2015. 09	정기점검 ▶ 전회 정기점검 후 하자보수(균열보수, 단면보수)로 전반적으로 양호한 상태이며, 주요 손상으로는 교면 포장균열, 갓길측 망상균열, 신축이음장치 후타재 균열, 교대 누수오염, 교각 누수오염, 백태 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, 포장균열 ▶ 방호벽 : 균열, 균열 및 백태, 교명판유실 ▶ 배수시설 : 배수관 길이부족 ▶ 신축이음 : 후타재균열, 차수관 볼트망실, 배수로파손 ▶ 거터외부 : 도장긁힘 ▶ 거터내부 : 박락및부식, 배설물오염, 실링불량, 점검등 없음, 체수 및 부식, 점검등 덮개파손 ▶ 교대 및 교각 : 누수오염, 누수흔적 ▶ 가천교의 현장조사(외관조사, 내구성조사)에 의한 상태평가 결과 『B등급(0.130)』으로 평가되었으며, 기존 손상들에 대한 보수가 이루어진 상태로서 결함점수가 상향되었다. 따라서, 가천교에 대한 유지관리가 원활히 이루어지고 있는 상태에서 금회 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
2001. 10	▶ 교면포장 재포장(오버레이 등, 61,060천원)	(주)협우건설
2011. 03	▶ 교면포장 재포장(오버레이 등, 73,700천원)	(주)협우건설
2013. 03	▶ 가천교, 범안대교 방호벽 교체 및 추가설치(70,000천원)	한성안전
2013. 03	▶ 부분 포장공사((70,000천원)	원진건설(주)
2016. 04	▶ 교면포장 재포장(절삭후 재포장, 16,700천원)	대익건설(주)

3. 현장조사 및 시험

3.1 외관조사 결과

<표 3.1> 기 정밀점검(2016년)과의 비교

구 분		결 함내 용	정 밀점 검 (2016년)	금 회진 단 (2017년)	단 위	개 소 (구/신)	증, 감 (▲, ▼)
교면 포장	교량 구간	▪ 아스콘 망상균열	230.5	230.5	m ²	11/11	-
		▪ 아스콘 균열	186.5	190.5	M	13/14	▲(14.0)
		▪ 아스콘 패임	-	0.3	m ²	0/1	▲(0.3)
	토공 구간	▪ 아스콘 균열	-	18.0	M	0/7	▲(18.0)
		▪ 아스콘 망상균열	-	42.0	m ²	0/1	▲(42.0)
교량구간 방호벽		▪ 균열(0.3mm미만)	44.0	64.6	M	37/55	▲(20.6)
		▪ 균열(0.3mm이상)	-	50.7	M	0/39	▲(50.7)
		▪ 균열, 백태(0.3mm미만)	0.5	1.4	M	5/8	▲(0.9)
		▪ 콘크리트 백태	-	0.86	m ²	0/10	▲(0.86)
옹벽구간 방호벽		▪ 균열(0.3mm이상)	-	56.0	M	0/28	▲(56.0)
옹벽		▪ 균열(0.3mm이상)	-	0.2	M	0/1	▲(0.2)
		▪ 콘크리트 파손	-	0.11	m ²	0/4	▲(0.11)
		▪ 철근노출	-	0.02	m ²	0/1	▲(0.29)
		▪ 누수흔적, 백태	-	1.04	m ²	0/2	▲(1.04)
배수시설		▪ 배수관길이부족	-	2.0	EA	0/2	▲(2.0)
신축이음		▪ 후타재 균열	17.7	60.5	M	38/105	▲(42.8)
		▪ 이물 질퇴적	-	3.5	M	0/2	▲(3.5)
		▪ 배수로파손	0.25	0.25	EA	1/1	-
바닥판하면		▪ 균열(c/w=0.3mm미만)	-	6.0	M	0/6	▲(6.0)
		▪ 백태, 누수흔적	-	52.0	m ²	0/6	▲(52.0)

<표 3.1> 기 정밀점검(2016년)과의 비교(계속)

구 분		결함내용	정밀점검 (2016년)	금회진단 (2017년)	단위	개소 (구/신)	증,감 (▲,▽)
거더	외부	▪ 도장 긁힘	3.75	7.5	m ²	1/2	▲(3.75)
		▪ 강재변형	-	1.0	m ²	0/1	▲(1.0)
	내부	▪ 도장박락, 부식	2.4	3.46	m ²	2/4	▲(1.06)
		▪ 실링처리미흡	8.0	8.0	EA	8/8	-
		▪ 비둘기배설물퇴적	2.2	9.4	m ²	1/4	▲(7.2)
받침장치 (본체)		▪ 받침 부식	-	2.0	EA	0/2	-
받침장치 (받침몰탈)		▪ 철근노출	-	0.01	m ²	0/1	-
교대		▪ 균열(c/w=0.3mm미만)	-	2.75	M	0/4	▲(2.75)
교각		▪ 균열(c/w=0.3mm미만)	-	29.7	M	0/21	▲(29.7)
		▪ 누수흔적, 오염	55.79	52.04	m ²	11/10	▽(-3.75)
		▪ 배설물 퇴적	-	10.25	m ²	0/3	▲(10.25)

3.2 재료 시험 결과

3.2.1 재료시험결과표

가. 콘크리트 비파괴강도시험

[단위 :MPa]

구간			반발경도	초음파속도	비고
가천교	상부 (범물)	바닥판하면	28.0	25.4	2012
			30.4	-	2016
			29.5	27.6	2017
	상부 (안심)	바닥판하면	29.4	26.4	2012
			30.0	-	2016
			30.1	27.4	2017
	하부 (범물)	교대	24.4	29.1	2012
			25.6	-	2016
			25.0	24.7	2017
		교각	25.4	27.5	2012
			27.9	-	2016
			25.1	25.5	2017
	하부 (안심)	교대	25.3	25.6	2012
			25.6	-	2016
			25.5	24.6	2017
		교각	26.2	27.2	2012
			25.4	-	2016
			25.7	24.6	2017

나. 코어압축강도 시험

[단위 :MPa]

구 분			시험압축강도 (A)	설계기준강도 (B)	(A/B)×100(%)	비고
가천교	상부	S1	40.2~51.1	27.0	149~189	2012년
		S5	30.5	27.0	113	2017년
	하부	P1	38.0~41.1	24.0	158~171	2012년
		P2	22.5	24.0	94	
		P3	21.8	24.0	91	2017년

다. 철근탐사시험

[단위 : cm]

구분			철근배근 방향	피복두께		배근간격		비고
				범위	설계도면	범위	설계도면	
가 천 교	상부 구조	범물	주철근	35.2~52.6	40	124~235	125~250	
		안심	주철근	50.6~56.4	40	115~253	125~250	
	하부 구조	범물	주철근	68.6~91.6	50~100	116~308	123~300	
		안심	주철근	55.3~94.3	50~100	135~309	123~300	

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)	균열 깊이 (mm)	실측 피복 두께 (mm)	피복 대비 (%)	비고
			진전부 T_o	균열부 T_c					
상부 구조	S2	1	53.5	59.4	0.2	36.2	52.6	69.0	
		2	52.6	62.4	0.2	47.9	52.6	91.0	
		3	45.0	51.5	0.2	41.7	52.6	79.0	
하부 구조	P2	1	52.6	61.7	0.2	46.0	82.0	56.0	
		2	54.3	62.4	0.2	42.5	82.0	52.0	
		3	48.9	53.6	0.2	33.7	82.0	41.0	

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		9.0~13.0	5.5~7.0	9.5~15.0	
하부구조	교대	9.0~11.0	6.0~16.0	9.0~11.5	
	교각	4.0~8.0	12.5~14.0	5.0~9.5	

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	가천교 상부	0.0056	0.1267	a : 염화물 ≤ 0.3 b : 0.3 < 염화물 < 1.2	a
2	가천교 하부	0.0037	0.0837	c : 1.2 ≤ 염화물 < 2.5 d : 염화물 ≥ 2.5	a

사. 강제초음파탐상시험(UT)

강박스거더 하부플랜지 맞대기용접부 72개소에 대한 초음파탐상 실시 결과 'KS B 0896'의 판정 등급기준에 의거 판정되어 전체 불합격 결함은 조사되지 않은 양호한 것으로 판정되었다.

구분		하부플랜지		
		조사 개소	불합격 개소	결함종류 및 개소
범물방향	G1	10	0	-
	G2	10	0	-
	G3	10	0	-
	G4	6	0	-
안심방향	G1	10	0	-
	G2	10	0	-
	G3	10	0	-
	G4	6	0	-

아. 강재도장 도막두께 측정

도막두께 측정은 경간별, 거더별로 접근이 용이한 구간 및 점검차를 이용한 내·외부에 측정하였으며, 범물방향 거더 외부는 274~339 μ m, 내부는 208~284 μ m로 측정되었으며, 안심방향 거더 외부 262~345 μ m, 내부는 245~292 μ m으로 측정되어 일반환경용 중방식 도장 계열 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 전 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 253~302 μ m, 내부는 230~285 μ m로 측정되었으며, 안심방향 거더 외부 262~314 μ m, 내부는 199~284 μ m로 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 가천교에 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	$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{190}{105.984 + 37.067} = 1.328$	A
		하연	$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{190}{92.175 + 32.238} = 1.527$	A
	부모멘트부	상연	$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{190}{83.567 + 21.874} = 1.802$	A
		하연	$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{190}{82.521 + 23.757} = 1.788$	A
G2 (내측)	정모멘트부	상연	$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{190}{104.478 + 36.696} = 1.346$	A
		하연	$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{190}{90.866 + 31.915} = 1.547$	A
	부모멘트부	상연	$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{190}{105.154 + 30.806} = 1.397$	A
		하연	$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{190}{101.462 + 31.258} = 1.432$	A

<바닥판에 대한 안전성 평가>

구분		바닥판	S.F(안전율)	안전성평가등급
바닥판 캔틸레버부	공칭강도 ØMn (kN · m)	122.08	1.150	A
	극한강도 Mu (kN · m)	106.16		
바닥판 중앙부	공칭강도 ØMn (kN · m)	105.88	1.563	A
	극한강도 Mu (kN · m)	67.70		

<안전성 평가 결과>

부 재	SF(안전율)	등 급
강합성 거더	1.328	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	190.000	190.000	190.000	190.000
고정하중응력 (f_d), MPa	105.984	83.567	92.175	82.521
활하중응력 (f_l), MPa	37.067	21.874	32.238	23.757
내하율(RF) = $\frac{f_a - f_d}{f_l (1 + i)}$	2.267	4.866	3.034	4.524
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	190.000	190.000	190.000	190.000
고정하중응력 (f_d), MPa	104.478	105.154	90.866	101.462
활하중응력 (f_l), MPa	36.696	30.806	31.915	31.258
내하율(RF) = $\frac{f_a - f_d}{f_l (1 + i)}$	2.331	2.754	3.106	2.833
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
가천교 (범물방향)	강상자형교	0.157	B	290	0.500	0.078	0.082
가천교 (안심방향)	강상자형교	0.164	B	290	0.500	0.082	0.088
합계(Σ)				580	1	0.160	0.170
1. 환산결함도 점수 =							0.160
2. 상태평가 결과 =							B

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					

6.2 안전성평가

부재	SF(안전율)	등급	비고
강합성 거더	1.328	A	
콘크리트 바닥판	1.150	A	

6.3 종합평가

구 분	상태평가	안전성평가	종합평가	비 고
가천교	B	A	B	

6.4 안전등급 지정

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

7. 보수·보강 방안

구 분		보수·보강 방법	보수물량	단위	단가(천원)	개략공사비 (천원)	순 위
교면 포장	교량구간	재포장	277.0	m ²	78	21,603	2
		아스콘균열보수	190.5	M	32	6,096	2
	토공구간	재포장	72.0	m ²	48	3,456	2
콘크리트 방호난간		주입보수	64.6	M	78	5,039	1
		표면보수	0.8	M	63	50	2
옹벽		주입보수	0.2	M	78	19	1
		단면보수	0.1	m ²	198	26	2
		방청+단면보수	0.0	m ²	230	6	1
		표면보수	1.2	m ²	63	79	2
배수시설		배수관길이연장	2.0	EA	200	400	1
신축이음		청소	4.2	M	5	21	1
		배수로 설치	90.5	M	300	27,150	1
바닥판하면		표면보수	62.4	m ²	63	3,931	2
거더	외부	재도장(외부)	9.0	m ²	48	432	1
	내부	재도장(내부)	4.2	m ²	34	141	1
		실링보수	8.0	EA	5	40	1
		청소	11.3	m ²	12	135	1
개략 공사비		1순위 순공사비			33,383		
		2순위 순공사비			35,241		
		순공사비 합계			68,624		
		제경비(순공사비×50%)			34,312		
		개략공사비			102,936(천원)		

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

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

8. 종합결론

본 과업의 대상교량인 가천교는 대구광역시 수성구 가천동에 위치하며, 경부선 철도를 횡단하는 도로교량으로 총 5경간의 연장 $L=290.0\text{m}$ 이며, 형식은 Steel Box Girder교로 시공되어 공용 중에 있다.

8.1 외관조사

◆ 교면포장

- 교면포장의 주요 손상으로 망상균열, 아스콘 패임, 시점 토공구간의 아스콘 망상균열, 아스콘 균열이 조사되었으며, 교면방수에 대한 확인을 위한 코어채취(2017. 05) 결과 방수층이 없고 부분 구스 도막식 방수가 일부 검출되었으나 추후 재포장시 전체적인 교면방수가 필요할 것으로 판단됨.

◆ 콘크리트 방호난간

- 콘크리트 방호난간에 대한 외관조사 결과, 균열($c/w=0.3\text{mm}$ 미만, 이상)이 다수 조사되었으며, 일부 콘크리트 백태 동반 손상이 조사되었다.
- 웅벽벽체는 균열, 파손, 철근노출이 부분 발생하였다.
- 따라서, 방호난간 및 웅벽에 발생한 손상에 대해서는 주입보수, 철근방청보수 등을 통한 유지관리 및 사용성 확보가 필요할 것으로 판단됨.

◆ 배수시설

- 배수시설배수관 길이부족에 의한 P3 기둥부 하단 콘크리트 열화가 발생되어 주의관찰 및 배수관 길이연장 보수 및 콘크리트 표면보수가 필요하다.

◆ 신축이음

- 본 교량에는 총 3개(A1, P3, A2)의 신축이음(Rail Joint)이 설치되어 있으며, 본체는 전반적으로 양호하며, 일부 유간 토사퇴적, 후타재 균열이 조사되었으며, 신축이음장치 우수유입을 방지하기 위한 배수로 파손, 이물질퇴적으로 배수로 설치가 필요할 것으로 판단된다.

◆ 바닥판 하면

- 바닥판하면은 종조인트부 우수유입에 의한 콘크리트 백태가 일부 발생 및 캔틸레버 건조수축균열이 조사되어 유지관찰이 필요하다.

◆ Steel Box 거더 외부

- 거더 외부 강재 굽힘, 강재 변형이 조사되어 과적차량에 의한 충격으로 발생한 것으로 주의관찰 및 재도장이 필요할 것으로 판단된다.

◆ Steel Box 거더 내부

- 내부의 상태는 일부 부식, 도장 박리, 박락, 실링처리 미흡이 발생하였으나 손상정도가 경미하며 일부 보수를 통한 유지관리가 이루어진다면 사용성에는 문제가 없을 것으로 판단됨.

◆ 교량받침

- 가천교의 받침장치는 포트받침으로 전반적으로 양호하게 조사되었으며, 국부 강재부식, 무수축물탈 철근노출이 국부적으로 조사되어 채도장 및 철근방청+단면보수가 필요하다.

◆ 교대 및 교각

- 총 5기의 교대 및 교각은 대체적으로 양호한 상태이며, 일부 균열, 기둥 하부 누수오염 등의 손상이 발생되어 내구성 저하 방지를 위한 적절한 보수가 필요할 것으로 판단됨.

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 72개소에 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 평가 되었다.

8.4. 종합 평가

- ◆ 가천교의 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.