

제 2장 자료수집 및 분석

2.1 자료수집 현황

2.2 건설 관련자료 검토결과 요약

2.3 기존 정기·정밀점검 실시결과 요약

2.4 보수·보강 이력 및 용도변경

2.5 시설물의 내진설계 여부 확인

2.6 자료분석 결과요약

제 2장 자료수집 및 분석

2.1 자료수집 현황

본 과업에 대한 자료조사는 주변현황 자료와 시설물의 설계, 시공 및 유지관리 관련자료로 대별되며, 자료 분석을 통하여 과업 수행의 추진방향과 세부계획을 수립하였다.

또한, 본 과업 대상구조물의 관련자료를 수집·분석하여 구조물의 이력 확인, 결함 및 손상의 원인 분석, 손상의 변화 및 진행성 여부, 보수·보강대책 및 유지관리방안을 수립하기 위한 기초자료로 활용하였다.

2.1.1 자료수집 현황

본 구조물에 관련된 자료는 주로 설계 및 시공과 관련된 건설당시 자료와 구조물 준공 이후의 유지관리와 관련된 자료 등이며, 관리주체의 유지관리자료 보유 현황은 다음과 같다.

【표 2.1.1】 자료수집 현황

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비 고
설계 도서	◇ 공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	○	◇ 대구~부산 고속도로 민간투자사업 건설공사 제5공구 - 구조계산서 - 구조물도 - 실시설계종합보고서 - 실시설계일반보고서 - 토질조사보고서
	◇ 설계도면 - 위치도, 평면도, 단면도(중·횡), 상·하부 구조물도, 빔 상세도, 신축이음·교량받침 상 세도	○	
시설물 관 리 대 장	◇ 기본현황 ◇ 상세제원 ◇ 유지관리 이력	○	◇ 교량관리대장
시공 관련 자료	◇ 시공관련 자료 ◇ 품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조부위에 대한 계측 관련자료 ◇ 사고기록	○	◇ 시공기록보고서
안전점검 및 정밀안전진단 자료		○	◇ 보수 및 점검이력
보수·보강 자료		○	

2.2 건설 관련자료 검토결과 요약

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “대구~부산 고속도로 민간투자 사업 건설공사 제5공구(경산~삼량진 구간)”의 구조계산서와 준공도면, 실시설계보고서, 토질 조사보고서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

2.2.1 설계기준 검토

가. 설계속도 : 120km/hr

나. 폭원 구성

1) 폭원

구 분		단 위	적 용	비 고
차선수		차 선	4	양방향
도로 폭원	총폭원	m	23.4	보호길어깨 제외
	차 선	m	14.4	4@3.6
	중앙분리대	m	3.0	
	길어깨	m	6.0	2@3.0
	측대	m	0.5	길어깨측
		m	0.5	중앙분리대측

2) 횡단구배

① 차도부

직선구간의 표준횡단구배는 2%로 하며, 곡선부의 최대 편구배는 6%를 적용함.

㉠ 편구배별 곡선반경 기준

편구배	본선곡선반경(m)_120km/hr 적용	비 고
6%	710 ~ 1,050	
5%	1,050 ~ 1,610	
4%	1,610 ~ 2,470	
3%	2,470 ~ 3,840	
2%	3,840 ~ 6,900	
표준구배	6,900 이상	

㉠ 접속 설치율 및 접속설치 길이

차도폭 (m)	설계속도 (km/hr)	접속 설치율	편구배별 접속설치 길이(m)					비 고
			2%	3%	4%	5%	6%	
8.2	120	200	66.0	82.0	98.0	115.0	131.0	

② 길어깨부

직선구간의 길어깨부 횡단구배는 4%로 하며, 곡선부에서는 길어깨부 편구배를 내측은 본선구배와 동일하게 하고 외측은 본선차도부와 구배차를 7%를 적용함.

• 곡선부 길어깨 횡단구배

본선 횡단 구배(%)	내측 길어깨	외측 길어깨	비 고
2	-4	-4	
3	-4	-4	
4	-4	-3	
5	-5	-2	
6	-6	-1	

다. 본선 기하구조기준 ⇨ 표준치 이상 적용

구 분		단 위	기 준 치	비 고
설계속도		km/hr	120	
최소 평면곡선반경		m	710	
최소 곡선장	교각 5° 이상	m	700/θ	
	교각 5° 미만	m	140	
최대 종단구배	평지부	%	3	
	신지부	%	4	
최소 종단곡선 변화비율	볼록형	m/%	190	
	오목형	m/%	70	
최소 종단곡선장		m	100	
최소 정지시거		m	280	
최소 완화곡선장		m	70	
완화곡선 파라미터		m	$R/3 \leq A \leq R$	

2.2.2 실시설계 보고서 검토

가. 개요

본 대구~부산간 고속도로 (제5공구)는 신설4차선 고속도로로서 교량형식 선정은 시공성, 경제성 주변환경과의 조화, 미관 등 제반여건을 고려하여 결정하였고 주변지형 및 선형조건 등을 감안하였는 바, 본 구간의 교량은 연장 100m이상의 장대교량 7개소와 소교량 4개소로 구성되었다.

교량형식은 교량가설 지점의 통과조건과 선정조건을 기본전제로 하여 경제성을 살릴 수 있는 교량형식이 되도록 고려하였다.

나. 교량 규모 및 현황

- 1) 교량 폭원 - 본선(1방향, 2차로) : 12.145m
- 2) 교면포장 - 아스팔트 콘크리트(두께 8cm)포장
- 3) 교량현황 및 규모

교량명	측 점	연 장 (m)	폭 원 (m)	사 각	교량형식			비 고
					상 부	하 부	기 초	
청도천4교 (월곡교)	STA. 대구방향:4+450~4+950 부산방향:4+470~4+970	500.0	12.145	90°	PSC Box	T형 역T형	우물통 파일	청도천 횡단

다. 설계기준

1) 적용기준

- ① 도로교 표준시방서(1996, 국토교통부)
- ② 콘크리트 표준시방서(1996, 국토교통부)
- ③ 철근콘크리트 설계편람(1990, 국토교통부)
- ④ 도로설계 요령(한국도로공사)
- ⑤ 기타 국토교통부에서 제정한 관련 시방서

2) 설계 방법 적용 기준

- ① W.S.D(허용응력설계법) : 강합성구조물, PC구조물(강도설계법으로 안전성 검토)
- ② U.S.D(강도설계법) : R.C구조물(RC슬래브, 교대, 교각)

3) 설계하중

① 사하중

사용재료의 단위중량은 다음표 기준, 실하중이 명백한 경우는 그 값을 사용할 수 있다.

• 재료의 단위 중량

재 료	단위중량(kgf/㎥)	비 고
철근(프리스트레스트)콘크리트	2,500	
무근콘크리트	2,350	
아스팔트포장	2,300	
교대성토뒷채움재	2,000 (1,900)	∅=35° (∅=30°)
강재, 주강, 단철	7,850	

② 활하중

- 1등급(DB24, DL24)

4) 주요재료 사용기준

① 콘크리트

종 류	기준강도(kg/㎠)	골재 최대치수(mm)	적용 구조물
P.C	$\sigma_{ck} = 400$	19	P.C 구조물, 후타콘크리트
1 종	$\sigma_{ck} = 270$	25	RC 슬래브
2 종	$\sigma_{ck} = 240$	32	교량 하부구조(교각, 교대)
3 종	$\sigma_{ck} = 210$	40	부대시설 기초
4 종	$\sigma_{ck} = 240$	19	중앙분리대 구체콘크리트
5 종	$\sigma_{ck} = 150$	50	레벨링, 속채움 콘크리트(강관 pile)

② 철근 : KSD 3504에 적합한 재료 기준

종 류	항복강도, 허용응력(kgf/㎠)	적용 콘크리트
SD 40	$\sigma_y = 4,000, \sigma_{sa} = 1,600$	1종 콘크리트
SD 30	$\sigma_y = 3,000, \sigma_{sa} = 1,500$	2종 콘크리트

③ PS강재 : KSD 7002에 적합한 재료 기준

㉠ SWPC 7B(2종) 항복강도 : $\sigma_{py}=160\text{kgf}/\text{mm}^2$

㉡ SWPC 7B(2종) 극한강도 : $\sigma_{pu}=190\text{kgf}/\text{mm}^2$

라. 교량 형식의 선정

1) 교량형식의 선정조건

교량형식의 선정은 선형, 지형 및 지질 그리고 주변여건과의 조화를 감안한 형식이 선정되어야 하는 바 이들 요소를 요약하면 다음과 같다.

- 구조의 안전성과 경제성
- 주행의 안전성과 쾌적성
- 시공성(가설방법, 공기, 시공관리)
- 구조물의 표준화 도모
- 유지보수
- 미관 및 환경조건

2) 교량 형식의 선정

① 상부구조

본 교량은 청도천을 사각으로 횡단하는 교량으로서 통과 기능성, 구조적 안전성, 미관 및 청도천의 원활한 유수 흐름 등에 주안점을 두고 교량을 계획하였다.

청도천의 유수 흐름에 저항이 작도록 양측행선의 시·종점을 이격시켜 교각의 위치가 유수의 흐름과 평행하도록 계획하였으며, P.C BOX(I.L.M)교, P.C BEAM교, ST.BOX교 등을 비교 검토한 결과 국도25호선에서의 직접적 조망, 연장 500m의 장대 교량으로서의 미적기능 등을 고려하여 P.C BOX교를 선정하였으며 청도천 하부의 지반 조건, 유수량 등의 시공여건을 감안하여 I.L.M 공법을 채택하였다.

구 분	제 1 안	제 2 안	제 3 안
상부형식	P.C BOX(I.L.M)	P.C BEAM	S.T BOX GIRDER
연장(m)	10@50=500	17@30=150	15+8@50+45=490
단 면			
장 단 점	• 동바리가 불필요하므로 하천부에서의 상부 시공성 양호 • 교각수가 적어 유수저항 최소화 • 작업장설치 및 압출 시공 등의 가설 복잡 • 공사기간 장기간 소요 • 미관 양호	• 하천부에서의 상부 시공성 양호 • 하천유수 흐름에 대한 저항 다소 불리 • 크레인에 의한 직접거치 방식이므로 가설이 단순 • 미관 보통 • 공사비 저렴	• 하천부에서의 상부시공성 양호 • 교각수가 적어 유수저항 최소화 • 크레인에 의한 직접거치 방식이므로 가설이 단순 • 미관 보통 • 공사비 고가
검토의견	• 본 교량은 청도천을 사각으로 횡단하는 연장 500m의 교량으로 장대교량으로서의 경간장을 고려하여 미관이 양호한 경간장 50m의 P.C BOX(I.L.M)교를 건의함.		
건 의 안	○		

② 하부구조

구 분	제 1 안	제 2 안
하부형식	T형	꺾불형
단 면		
장 단 점	•공사 시공성 양호 •통수 단면 유리 •미관 양호 •공사비 다소 저렴	•공사 시공성 다소 불리 •통수 단면 유리 •1안에 비해 미관 양호 •공사비 다소 고가
건의안	○	

마. 기초의 형식선정

기초의 형식은 일반적으로 직접기초, 말뚝기초, 우물통기초의 3가지 형식을 고려하였으며, 토질조사 결과를 참고하여 다음과 같이 결정하였다.

교량명	상부형식	교 대	교 각	비 고
청도천4교 (월곡교)	P.C BOX	강관 pile	우물통기초	

2.2.3 구조 및 수리계산서 검토

가. 구조검토 조건

【표 2.2.1】 청도천4교 구조검토 조건

구 분	주요 검토내용	
설계기준	- 도로교설계기준(2000) - 콘크리트구조설계기준(1999) - 콘트리트표준시방서(1999)	
사용재료	구 분	주요 검토내용
	설 계 강 도	- 콘크리트 : $\sigma_{ck}=400\text{kgf}/\text{cm}^2$(상부구조) , $240\text{kgf}/\text{cm}^2$(하부구조) - 철 근 : $\sigma_y=4,000\text{kgf}/\text{cm}^2$(상부, SD40), $3,000\text{kgf}/\text{cm}^2$(하부, SD30) - P.C Stand (SWPC 7B) - 항복강도 : $\sigma_{py}=160\text{kgf}/\text{mm}^2$ - 극한강도 : $\sigma_{pu}=190\text{kgf}/\text{mm}^2$
	탄 성 계 수	- 콘크리트 : $280,000\text{kgf}/\text{cm}^2$(상부구조) , $235,000\text{kgf}/\text{cm}^2$(하부구조) - 철근 : $2,040,000\text{kgf}/\text{cm}^2$ - 강선 : $2,000,000\text{kgf}/\text{cm}^2$
상부구조	적용하중	
	구 분	하중종류별 주요 고려사항
	사 하 중	- 철근콘크리트 $W_c = 2,500\text{kgf}/\text{m}^3$, 아스팔트포장 $W_a = 2,300\text{kgf}/\text{m}^3$ - P.C구조물 $W_c = 2,500\text{kgf}/\text{m}^3$ - 방호벽 제원 : $420\text{mm}(\text{B}) \times 1,080\text{mm}(\text{H})$ - 중분대 제원 : $280\text{mm}(\text{B}) \times 890\text{mm}(\text{H})$ - 포장두께 : 설계도면 및 현 상태 : 80mm(아스콘)
하부구조 (교대)	활 하 중	- DB-24, DL-24 - 충격계수 : $I = 15 / (40 + L)$
	구 분	하중종류별 주요 고려사항
	적용 하중	- 상부구조 반력 - 하부구조 사하중 - 받침마찰계수
단면 조건	벽체	- 상부구조에서 작용하는 사하중 및 활하중, 지진시 수평력 - 철근콘크리트 $W_c = 2,500\text{kgf}/\text{m}^3$ - 마찰계수 : 0.05 적용
	홍벽	- 단 위 폭 (B) : 100cm - 유효높이 (D) : 280cm - 피복두께 (Dz) : 10cm - 단 위 폭 (B) : 100cm - 유효높이 (D) : 92cm - 피복두께 (Dz) : 8cm

【표 2.2.1】 청도천4교 구조검토 조건(계속)

구 분	주요 검토내용		
하부구조 (교각)	구 분		하중종류별 주요 고려사항
	적용 하중	상부구조 반력	• 상부구조에서 작용하는 사하중 및 활하중, 지진시 수평력
		하부구조 사하중	• 철근콘크리트 $W_c = 2,500\text{kgf/m}^3$
		받침마찰계수	• 마찰계수 : 0.05 적용
		기타	• 풍하중, 유수압, 유목하중 등
	단면 조건	기둥	- 직 경 (D) : 350cm - 비지지 길이 (lu) : 1,100cm - 유효길이계수 : 2.0 - 철근설계갯개 : 10cm - 횡방향 철근 형태 : 띠철근
		코핑	- 부 재 폭 (B) : 250cm - 유효높이 (D) : 280cm - 피복두께 (인장) : 20cm, (압축) : 10cm

나. 구조검토 결과요약

1) 상부구조

【표 2.2.2】 청도천4교 상부구조 구조검토 결과요약

구 분		주요 검토내용				비 고
상부구조	종방향	구분	휨강도(tonf · m)		전단강도(tonf)	
			Ø M _n	M _u	Ø S _n	S _u
		정모멘트부	14,235	9,380	2,440	1,260
		부모멘트부	17,366	10,770		
	횡방향	구분	휨강도(tonf · m)		전단강도(tonf)	
			Ø M _n	M _u	Ø S _n	S _u
		CANTILEVER	51.84	47.46	33.92	30.72
		TOP SLAB MIDDLE	16.87	14.11	-	-
		WEB TOP	51.84	34.24	33.92	13.42
		WEB BOT	51.84	15.70	33.92	15.20
BOT SLAB EDGE	18.40	15.70	29.68	9.29		

2) 하부구조

【표 2.2.3】 청도천4교 하부구조 구조검토 결과요약

구 분	주요 검토내용					비 고	
교대	• A2 대구방향						
	구분	휨강도(tonf · m)		전단강도(tonf)			
		Ø M _n	M _u	Ø S _c	S _u		
	벽체	450.94	125.67	183.92	33.12		
	홍벽	65.67	25.65	60.43	11.35		
교각	• P4 대구방향 - 기둥						
	구분		축력(tonf)		휨강도(tonf · m)		
			Ø P _n	P _u	Ø M _n		M _u
	축력 최대시		12,578	2,998	-		-
	모멘트 최대시	교축	6,766	1,654	7,014		1,208
		교축직각	8,789	1,741	6,511		1,256
	지진시 (탄성설계)	교축	3,972	1,741	6,419		2,765
		교축직각	3,517	1,741	6,190		3,012
	• P4 대구방향 - 코핑						
	구분		휨강도(tonf · m)		전단강도(tonf)		
			Ø M _n	M _u	Ø S _n		S _u
	상시		2,931	1,352	1,499		1,434
	지진시		431	138	473		152
주) 기존 구조계산서 결과 요약시 기호 및 단위계는 원구조계산서와 동일하게 표기함.							

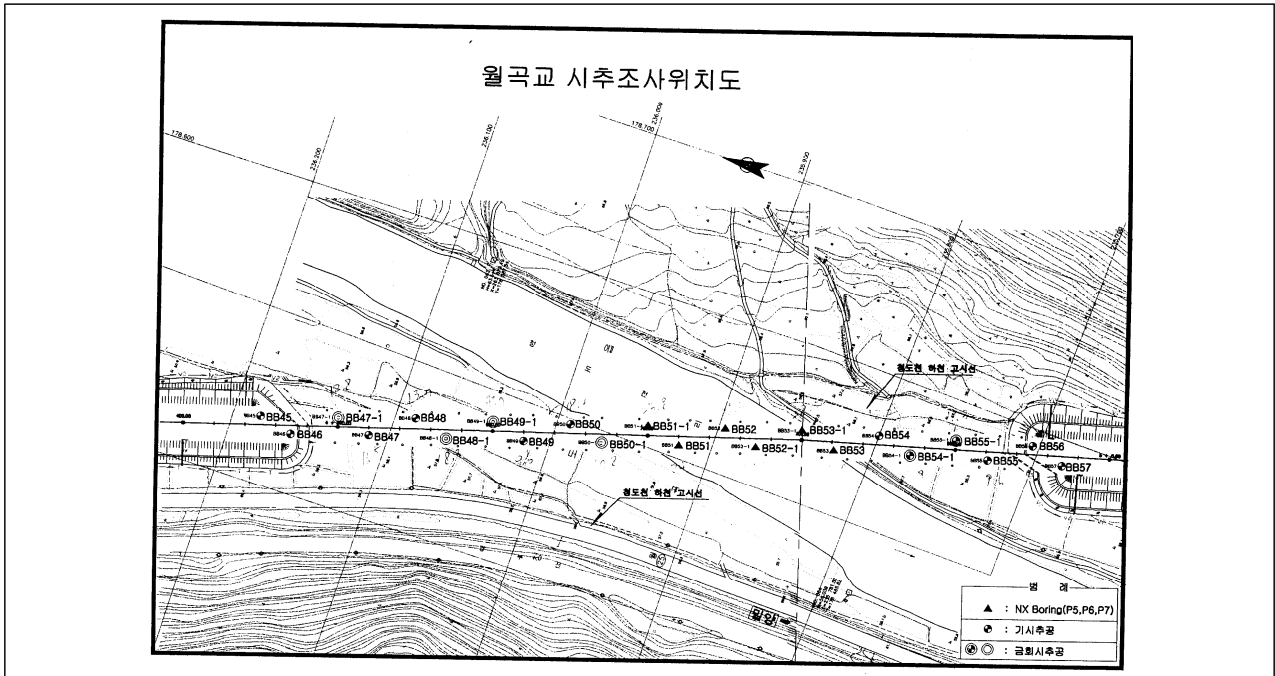
2.2.4 설계도면 검토

본 교량에 대한 제원 및 현황조사 결과와 설계도면을 비교한 결과, 준공이후 주요부재 제원, 포장종류 및 두께, 난간 및 연석, 받침장치 등의 주요현황은 변동이 없는 상태이다. 다만 현재 교량 시·종점 관리 체계가 준공당시와는 다르게 관리되고 있으므로 준공도면 활용시 주의하여야 하며, 점검보고서에서는 최초 작성된 초기점검(2006년) 보고서부터 변경된 시·종점 관리체계에 맞추어 도면을 편집하여 수록 중에 있음을 확인하였다.

2.2.5 토질 및 지반조사 자료검토

가. 개요

- 1) 현장조사 및 시험 : 2001년 2월 12일 ~ 2001년 3월15일
- 2) 성과분석 및 보고서 작성 : 2001년 3월 10일 ~ 2001년 3월 31일
- 3) 해당위치 교량명 : 청도천4교(조사시 구조물명 : 월곡교)



【그림 2.2.1】 청도천4교 토질조사 위치

나. 조사결과

실시설계 시 시추공들에 대한 지층분포는 표토층이 0.4~3.7m의 두께를 보이며, 자갈층은 5.6~7.9m, 풍화토는 0~2.7m, 풍화암은 0~6.3m의 두께를 나타내며, 연암은 GL(-)8.3~13.9하부에 분포한다. 절리 및 파쇄대의 발달로 암석내부까지 풍화가 진행중이며, 코아회수율은 매우 저조한 것으로 조사되었다.

금회 조사에서 표토층은 0~2.9m, 자갈층은 3.2~10.0m, 풍화토는 0~12.8m, 풍화암은 0~11.2m의 두께를 보이며, 연암은 GL(-)8.6~27.5m 하부에 분포한다. 코아회수율은 3~48%로 나타나 대체로 저조하나, BB-55-1호공은 56%로 양호한 상태를 보이며, NX구간인 BB-51, 51-1, 52, 52-1, 53, 53-1호공에서는 코아회수율이 45~100%를 보인다.

시추조사 결과 표토층 및 자갈층은 실시설계와 유사한 층후를 보이나, 풍화대층은 B-50, 50-1, 51, 51-1, 52, 52-1, 53, 53-1호공에서 두텁게 형성되어 있다.

【표 2.2.4】 청도천4교 지반조사 결과

실시설계					금회조사				비고
공번	표토층 (표토, 점토)	퇴적층 (모래, 자갈)	풍화토	풍화암	표토층 (표토, 점토)	퇴적층 (모래, 자갈)	풍화토	풍화암	
BB-45	3.7	6.3	-	-	2.8	8.0	-	0.6	
BB-46	3.4	6.7	-	0.4	2.9	5.8	-	1.8	
BB-47	3.1	7.3	-	0.8	2.5	6.2	-	1.7	
BB-47-1	-	-	-	-	2.8	6.2	1.3	1.5	
BB-48	1.0	7.3	-	4.6	2.6	7.8	-	2.3	
BB-48-1	-	-	-	-	2.4	7.1	-	7.8	
BB-49	0.5	7.9	0.6	2.5	1.2	5.2	-	2.2	
BB-49-1	-	-	-	-	1.3	6.6	-	2.8	
BB-50	2.0	5.6	-	6.3	1.7	4.5	-	11.2	
BB-50-1	-	-	-	-	2.4	3.2	-	11.2	
BB-51	-	-	-	-	-	5.4	12.2	5.5	
BB-51-1	-	-	-	-	-	5.1	12.8	4.9	
BB-52	-	-	-	-	-	7.7	10.8	5.8	
BB-52-1	-	-	-	-	-	7.6	10.9	6.0	
BB-53	-	-	-	-	-	7.2	10.2	9.3	
BB-53-1	-	-	-	-	-	6.9	12.5	8.1	
BB-54	0.7	7.3	2.7	-	1.9	9.3	-	-	
BB-54-1	-	-	-	-	0.9	10.0	-	-	
BB-55	0.4	7.1	0.8	-	1.2	7.4	-	-	
BB-55-1	-	-	-	-	0.7	9.6	-	-	
BB-56	1.3	6.9	1.8	-	0.8	9.1	-	-	
BB-57	0.5	7.8	-	0.3	0.9	8.0	-	-	

* BB-50~53-1호공은 지층 변화 심함

2.2.6 시공관련 자료검토

- 품질시험검사총괄표 및 시공기록보고서 상의 주요설계변경현황, 특기사항, 시공기록일지 등을 검토한 결과, 본 교량의 유지관리와 관련한 특기사항은 없는 것으로 나타났다.

2.3 기존 정기·정밀점검 실시결과 요약

본 교량은 1종 교량으로서 2006년 2월 준공되어 2006년 4월 초기점검을 실시하였으며, 2006년 12월 실시한 정기점검을 시작으로 2015년 6월 정기점검(상반기)까지 공용기간 중 초기점검 1회, 정밀점검 4회, 정기점검 15회를 실시하였으며, 금회 과업이 최초 정밀안전진단이다.

주요 점검이력은 다음과 같다.

2.3.1 정기·정밀점검 이력

【표 2.3.1】 청도천4교 정기·정밀점검 이력

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태
1	초기점검	'06.04.25	(주)아워브레인	안전성 및 사용성이 양호한 상태로 평가	A
2	정기점검	'06.12.31	(주)아워브레인	받침부식 및 교대 파손 보수완료, 일부 신규 조사	양호
3	정기점검	'07.06.30	(주)아워브레인	PSC BOX 거더 내부 종균열, 격벽 사균열 주의관찰	양호
4	정밀점검	'07.12.20	(주)아워브레인	본 시설물에 발생한 손상은 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제는 없을 것으로 판단되나, PSC BOX 거더 내부 종균열, 격벽 사균열 주의관찰	B
5	정기점검	'08.06.30	(주)아워브레인	PSC BOX 거더 내부 종횡균열, A2 보호블록 침하	양호
6	정기점검	'08.12.31	(주)아워브레인	포장면 패임, 교좌장치 부식, 교대 상부 체수 등의 손상 보수 및 주의관찰 필요	양호
7	정기점검	'09.06.30	(주)아워브레인	유도배수관 설치불량, 교대·교각 상부 체수 및 누수 흔적 등의 손상 보수 필요	양호
8	정밀점검	'09.12.31	(주)아워브레인	기존 점검 결과와 비교 시 추가적으로 발생된 현황의 경우 대부분 경미한 손상이며, 배수구 막힘 구간 청소, 난간에 설치된 텔리네이트 파손부위 교체 등의 일상적인 유지관리를 실시 필요	B
9	정기점검	'10.06.30	(주)아워브레인	배수구 막힘, 텔리네이트 파손, 유도배수관 길이부족, JOINT접속부 패임(A2)등 대부분 경미한 손상	양호
10	정기점검	'10.12.31	(주)아워브레인	교면포장 포트홀 및 패임, 유도배수관 길이부족, 설치불량은 적합한 보수 필요	양호
11	정기점검	'11.06.30	(주)아워브레인	주형 및 하부구조 균열, 교량받침 부식, 볼트이완, 고무재 들뜸, 포장 손상, 신축이음 부식 등 발생	양호
12	정밀점검	'11.12.31	(주)아워브레인	시설물의 내하력을 저하시킬 만한 손상이나 구조적 결함에 의한 손상의 확대 등은 없는 것으로 조사	B
13	정기점검	'12.06.30	(주)아워브레인	신축이음 고무베어링 탈락에 대한 적합한 보수필요	양호
14	정기점검	'12.12.31	(주)아워브레인	주형 및 교각 균열, 받침 고무재 들뜸, 볼트이완, 포장 손상, 신축이음 볼트 및 고무베어링 탈락 등	양호
15	정기점검	'13.06.30	(주)아워브레인	기존 손상내용과 유사	양호
16	정밀점검	'13.12.31	(주)아워브레인	신축이음하부 볼트 및 고무베어링 탈락은 주행차량의 윤하중으로 손상이 진전이 우려되므로 보수 필요. 교량받침 고무재 들뜸은 온도 신축거동으로 인한 손상으로 판단, 지속적인 주의관찰 필요	B
17	정기점검	'14.06.30	(주)아워브레인	기존 손상내용과 유사	양호
18	정기점검	'14.12.31	(주)아워브레인	기존 손상내용과 유사	양호
19	정기점검	'15.06.30	(주)아워브레인	기존 손상내용과 유사, 신축이음 주의관찰	양호

2.3.2 최근 정밀점검 실시결과(2013년 12월)

가. 대구방향

1) 외관조사

구 분			손 상 현 황		단 위	합 계	보수공법	비고
상 부 구 조	주형 외부 (P.S.C BOX)		균 열	0.3mm미만	m (개소)	5.0 (1)	표면처리공법	
				0.3mm이상	m (개소)	6.0 (2)	주입보수공법	
	주형 내부 (P.S.C BOX)		균 열	0.3mm미만	m (개소)	1237.4 (170)	표면처리공법	
			표면균열		m ² (개소)	2.25 (1)	표면처리공법	
하 부 구 조	교대 및 교각		균 열	0.3mm미만	m (개소)	50.6 (34)	표면처리공법	
				0.3mm이상	m (개소)	8.0 (5)	주입보수공법	
			파손		m ² (개소)	0.01 (1)	단면보수공법	
	교량받침			받침 고무재 들뜸		개소	4	정비
Plate 녹발생				개소	3	도장보수		
볼트 이완				개소	2	정비		
기 타 부 재	교면포장		패임		m ² (개소)	0.89 (13)	아스콘 팻칭	
			라벨링		m ² (개소)	18.0 (3)	아스콘 팻칭	
	신축 이음	본 체	이물질퇴적		m (개소)	2.0 (2)	정비	
			녹 발생		m (개소)	3.5 (2)	도장보수	
			베어링탈락		개소	1	정비	
			볼트탈락		개소	1	정비	
	콘크리트 난간		균 열	0.3mm미만	m (개소)	4.9 (5)	표면처리공법	
			백태		m ² (개소)	0.04 (1)	표면처리공법	
	부속시설			점검로 난간 파손		개소	1	정비

2) 비파괴시험

비 파 괴 시 험	콘크리트 강 도	주형	· 40.9~43.2MPa
		하부	· 25.1~26.1MPa
		평가	· 각 부재별 설계기준강도를 모두 상회하고 있는 바, 콘크리트 강도는 양호함
	콘크리트 탄 산 화	주형	· 6mm(피복54mm)
		하부	· 10mm(피복98mm)
		평가	· 탄산화에 의한 철근의 부식 가능성은 없는 것으로 판단됨.

3) 상태평가

부재의 분류		상부구조		기타부재				받침	하부구조		내구성 요소	
번호	구조형식	바닥판	거더	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)
PSC[1]	PSC Box교	c	b	a	a	a	b	c	a	Q	-	a
PSC[2]	PSC Box교	b	b	a	a	b	-	c	b	Q	a	a
PSC[3]	PSC Box교	b	a	b	a	a	-	c	c	Q	-	-
PSC[4]	PSC Box교	b	a	a	a	a	-	a	b	Q	-	-
PSC[5]	PSC Box교	b	a	b	a	b	-	a	b	Q	a	a
PSC[6]	PSC Box교	b	a	b	a	a	-	a	b	Q	-	-
PSC[7]	PSC Box교	b	a	b	a	a	-	b	b	Q	-	-
PSC[8]	PSC Box교	b	a	a	a	a	-	b	b	Q	-	a
PSC[9]	PSC Box교	b	a	b	a	a	-	a	b	Q	-	-
PSC[10]	PSC Box교	b	a	a	a	b	-	b	a	Q	-	-
PSC[11]	PSC Box교	-	-	-	-	-	b	c	b	Q	-	-
평균		0.220	0.120	0.150	0.100	0.130	0.200	0.236	0.200	-	0.100	0.100
가중치		23	20	7	3	2	9	9	20	-	4	3
(평균X가중치)/가중치합		0.051	0.024	0.011	0.003	0.003	0.018	0.021	0.040	-	0.004	0.003
1. 환산결합도 점수 =											0.177	
2. 상태평가 결과 =											B	

4) 종합평가 및 안전등급

- ① 상태평가 결과 = B
- ② 안전성평가 결과 = -
- ③ 종합평가 결과 = B

■ 안전등급 : B등급

5) 보수·보강 및 유지관리방안

① 보수·보강 방안

외관조사 결과표 상에 수록

② 유지관리 방안

구 분	결함 내용	유지관리 항목	비 고
교면포장	◦ 포장 패임, 포트홀	· 보수부의 추가적인 손상여부 · 차량주행성 저하 여부	육안조사
콘크리트 난간	◦ 방호벽 균열 및 백태	· 결함 발생 및 진전 여부 · 손상현황의 진전여부	육안조사
배수시설	◦ 상태양호	· 배수기능의 상태	육안조사
신축이음	◦ 유간 이물질퇴적 및 부식 ◦ 볼트 및 고무베어링 탈락	· 본체의 변형여부 · 지지대 파손 및 볼트 탈락	실측조사 육안조사
P.S.C 주형	◦ 내·외부 국부적인 균열	· 균열의 진행성 여부	육안조사
교량받침	◦ 고무재 들뜸, ◦ Plate 부식, 볼트이완	· 이동여유량 검토 · 부식 진전여부	실측조사 육안조사
교대 및 교각	◦ 균열 및 누수흔적	· 박락 및 박리의 진전여부 · 균열부의 손상진전 유무	육안조사
기타	◦ 점검로 난간대 파손	· 점검로 정비 여부	육안조사

6) 종합결론

청도천4교에 대한 정밀점검 결과, 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 "B" 등급의 양호한 상태로 평가되었다.

전회 점검시 조사되었던 손상중 일부는 보수를 실시하였으며, 손상의 진전이 없는 건전한 상태로 확인되었다. 주요 손상으로는 주형 내·외부 균열, 교각 균열, 교량받침 고무재 들뜸, Plate 녹발생 및 볼트이완, 신축이음 하부 볼트 및 고무베어링 탈락 등이 조사되었다.

특히, 신축이음하부 볼트 및 고무베어링 탈락은 주행차량의 윤하중으로 손상이 진전이 우려되므로 보수가 필요하다. 교량받침 고무재 들뜸의 경우, 온도변화에 따른 신축거동으로 발생된 손상으로 판단되며, 지속적인 점검을 통해 받침의 이동현황 및 가동여유량 등의 주의관찰이 필요하다.

조사된 손상들은 시설물의 내하력을 저하시킬 만한 손상이나 구조적인 결함에 의한 손상의 확대 등은 없는 것으로 조사되었으며, 손상별 적합한 보수 및 지속적인 주의관찰을 실시한다면 안전등급의 상향과 동시에 내구성 및 사용성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

나. 부산방향

1) 외관조사

구 분			손 상 현 황		단 위	합 계	보수공법	비고
상 부 구 조	주형외부		균 열	0.3mm미만	m (개소)	4.0 (4)	표면처리공법	
			균 열	0.3mm이상	m (개소)	12.0 (4)	주입보수공법	
	주형 내부 (P.S.C BOX)		균 열	0.3mm미만	m (개소)	684.3 (169)	표면처리공법	
			백태		m ² (개소)	0.04 (4)	표면처리공법	
			표면균열		m ² (개소)	1.5 (2)	표면처리공법	
하 부 구 조	교대 및 교각		균 열	0.3mm미만	m (개소)	74.1 (45)	표면처리공법	
				0.3mm이상	m (개소)	1.0 (2)	주입보수공법	
			파손		m ² (개소)	0.02 (2)	단면보수공법	
			표면균열		m ² (개소)	1.28 (2)	표면처리공법	
교량받침			고무재 들뜸		개소	1	정비	
			Plate 녹발생		개소	4	도장보수	
기 타 부 재	교면포장		패임		m ² (개소)	0.32 (6)	아스콘 팻칭	
			라벨링		m ² (개소)	10.0 (1)	아스콘 팻칭	
	신축이 음	본 체	이물질퇴적		m (개소)	4.0 (2)	정비	
			녹 발생		m (개소)	2.5 (1)	도장보수	
			베어링 탈락		개소	3	정비	
	콘크리트 난간		균 열	0.3mm미만	m (개소)	1.5 (2)	표면처리공법	
			백태		m ² (개소)	0.11 (2)	표면처리공법	
부속시설			텔레네이터 파손		개소	2	정비	

2) 비파괴시험

비 파 괴 시 험	콘크리트 강 도	주형	· 40.6~43.3MPa
		하부	· 24.7~26.3MPa
		평가	· 각 부재별 설계기준강도를 모두 상회하고 있는 바, 콘크리트 강도는 양호함
	콘크리트 탄 산 화	주형	· 7mm(피복54mm)
		하부	· 8mm(피복79mm)
		평가	· 탄산화에 의한 철근의 부식 가능성은 없는 것으로 판단됨.

3) 상태평가

부재의 분류		상부구조		기타부재				받침	하부구조		내구성 요소	
번호	구조형식	바닥판	거더	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)
PSC[1]	PSC Box교	c	b	a	a	a	b	b	a	Q	-	-
PSC[2]	PSC Box교	b	b	b	a	a	-	a	c	Q	-	a
PSC[3]	PSC Box교	b	b	b	a	b	-	a	b	Q	-	-
PSC[4]	PSC Box교	b	b	a	a	a	-	a	a	Q	a	-
PSC[5]	PSC Box교	b	a	a	a	a	-	a	b	Q	-	-
PSC[6]	PSC Box교	b	b	a	a	a	-	a	b	Q	-	-
PSC[7]	PSC Box교	b	b	a	a	b	-	b	b	Q	a	a
PSC[8]	PSC Box교	b	b	a	a	a	-	b	b	Q	-	-
PSC[9]	PSC Box교	b	b	b	a	a	-	b	b	Q	-	a
PSC[10]	PSC Box교	b	b	b	a	b	-	a	b	Q	-	-
PSC[11]	PSC Box교	-	-	-	-	-	b	a	a	Q	-	a
평균		0.220	0.190	0.140	0.100	0.130	0.200	0.136	0.173	-	0.100	0.100
가중치		23	20	7	3	2	9	9	20	-	4	3
(평균X가중치)/가중치합		0.051	0.038	0.010	0.003	0.003	0.018	0.012	0.035	-	0.004	0.003
1. 환산결합도 점수 =											0.176	
2. 상태평가 결과 =											B	

4) 종합평가 및 안전등급

- ① 상태평가 결과 = B
- ② 안전성평가 결과 = -
- ③ 종합평가 결과 = B

■ 안전등급 : B등급

5) 보수·보강 및 유지관리방안

① 보수·보강 방안

외관조사 결과표 상에 수록

② 유지관리 방안

구 분	결함 내용	유지관리 항목	비 고
교면포장	◦ 포장 패임, 포트홀	· 보수부의 추가적인 손상여부 · 차량주행성 저하 여부	육안조사
콘크리트 난간	◦ 방호벽 균열 및 백태	· 결함 발생 및 진전 여부 · 손상현황의 진전여부	육안조사
배수시설	◦ 상태양호	· 배수기능의 상태	육안조사
신축이음	◦ 유간 이물질퇴적 및 부식 ◦ 볼트 및 고무베어링 탈락	· 본체의 변형여부 · 지지대 파손 및 볼트 탈락	실측조사 육안조사
P.S.C 주형	◦ 내·외부 국부적인 균열	· 균열의 진행성 여부	육안조사
교량받침	◦ 고무재 들뜸, ◦ Plate 부식, 볼트이완	· 이동여유량 검토 · 부식 진전여부	실측조사 육안조사
교대 및 교각	◦ 균열 및 누수흔적	· 박락 및 박리의 진전여부 · 균열부의 손상진전 유무	육안조사
기타	◦ 점검로 난간대 파손	· 점검로 정비 여부	육안조사

6) 종합결론

청도천4교에 대한 정밀점검 결과, 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 "B" 등급의 양호한 상태로 평가되었다.

전회 점검시 조사되었던 손상중 일부는 보수를 실시하였으며, 손상의 진전이 없는 건전한 상태로 확인되었다. 주요 손상으로는 주형 내·외부 균열, 교각 균열, 교량받침 고무재 들뜸, Plate 녹발생 및 볼트이완, 신축이음 하부 볼트 및 고무베어링 탈락 등이 조사되었다.

특히, 신축이음하부 볼트 및 고무베어링 탈락은 주행차량의 윤하중으로 손상이 진전이 우려되므로 보수가 필요하다. 교량받침 고무재 들뜸의 경우, 온도변화에 따른 신축거동으로 발생한 손상으로 판단되며, 지속적인 점검을 통해 받침의 이동현황 및 가동여유량 등의 주의관찰이 필요하다.

조사된 손상들은 시설물의 내하력을 저하시킬 만한 손상이나 구조적인 결함에 의한 손상의 확대 등은 없는 것으로 조사되었으며, 손상별 적합한 보수 및 지속적인 주의관찰을 실시한다면 안전등급의 상향과 동시에 내구성 및 사용성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

2.4 보수·보강 이력 및 용도변경

2.4.1 보수·보강 이력

【표 2.4.1】 청도천4교 보수·보강 이력

구분	보수일자	보수내용	시공자	비고
보수	2007. 11.	교대, 교각, 주형외부, 받침 균열 및 파손 보수	현대산업개발(주)	
보수	2008. 3.	교대 및 교각 균열보수	현대산업개발(주)	
보수	2010. 6.	받침, 신축이음 후타재 균열보수	유니슨	
보수	2011. 1.	신축이음 볼트 탈락(A2 부산), 받침 들뜸 정비	유니슨	
보수	2011. 3.	교대 및 교각 균열보수	삼보건설	
보수	2011. 4.	주형 균열 보수	건창	
보수	2011. 7.	받침 균열, 파손 보수, 받침 녹제거 및 도장	유니슨	
보수	2011. 9.	신축이음 볼트 파손 정비(용접 6EA)	유니슨	
보수	2012. 4.	교대 및 교각부, 바닥판 백태 및 균열 보수	삼보건설	
보수	2013. 6.	교대 및 교각부, 바닥판 백태 및 균열 보수	삼보건설	
보수	2014. 9	재포장	현대산업개발(주)	

2.4.2 용도변경 여부 확인

건설 관련자료 및 기존 점검 결과의 검토 시 구조물의 구조 및 용도 변경 사항은 기록된 바가 없으며, 현장조사 결과, 해당사항 없음을 확인하였다.

2.5 시설물의 내진설계 여부 확인

2.5.1 설계조건

가. 교량형식

1) 상부구조

- ① 상부형식 : 10경간 연속 P.S.C BOX GIRDER교 ② 교량길이 : 10@50.0 = 500.0m
 ③ 곡선반경 : 직교 ④ 교 폭 : 12.145m

2) 하부구조

- ① 구조형식 : 원형 기둥 ② 기초형식 : 우물통 기초

나. 물성치

- 1) 사하중 ① 아스팔트 : 2.35tonf/m³ ② 철근콘트리트 : 2.50tonf/m³
 2) 질량 : 사하중 / G (G=9.81m/s²)

다. 지진 해석을 위한 제원

- ① 가속도 계수 : A=0.154G ② 내진등급 : 내진1등급교
 ③ 해석방법 : 시간이력 해석법 ④ 가설지역 : 경상도
 ⑤ 지반종류 : II(S=1.5) - 면진장치 사용시

라. 기본조건

- ① 해석범위 : 비선형 비탄성 해석 ② 사용프로그램 : SAP-2000 Nonlinear
 ③ 동적해석 : 시간이력 해석

2.5.2 납면진받침(LRB)장치에 의한 내진설계

구 분			공급역량	소요역량	판정	비고
기둥	휨평가 (단위:tonf · m)	교 축	소요역량 이상	1,253.0	O.K	P6
		교 직		993.9	O.K	P7
	전단평가 (단위:tonf)	교 축		140.0	O.K	P4
		교 직		102.7	O.K	P7
	판 정		O.K			
받침 변위	수평변위(단위:cm)		27.1	17.5	O.K	상시+지진시
	판 정		O.K			

2.6 자료분석 결과요약

본 과업의 효과적인 용역 수행을 위하여 건설관련 자료(대구~부산 고속도로 민간투자사업 건설공사 제5공구)와 유지관리 자료(기 정밀점검 결과, 보수이력 등) 등을 입수하였으며, 수집 자료를 검토한 결과 및 진단과업 진행방향은 다음과 같다.

【표 2.6.1】 자료분석 결과요약

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇ 준공도면 및 구조계산서 : 대구~부산 고속도로 민간투자 사업 건설공사 제5공구 - 구조계산서 - 구조물도 - 실시설계종합보고서 - 실시설계일반보고서 - 토질조사보고서	◇ 구조계산서 및 구조물도, 일 반보고서는 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇ 구조계산서 및 구조물도의 구조물 치수는 동일한 것으 로 확인됨 ◇ 주요 설계변경 내용 및 시 공시 문제점이 없는 것으로 파악됨 ◇ 시·종점 관리체계가 준공 당시와는 다르게 관리되고 있는 것으로 파악됨	◇ 현장조사 시 부재치수를 실 측하여 준공도면과 비교·검 토함 ⇒ 치수가 상이할 경우 도면 을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영 ⇒ 치수가 동일할 경우 준공 도면 기준으로 과업 진행 ◇ 시·종점 관리체계 변경 ⇒ 준공도서 활용 시 시·종 점 변경 내용 참조 ⇒ 본 보고서 본문의 도면 자료 수록시 시·종점을 변경 편집하여 수록
유 지 관 리 자 료	◇ 초기점검 보고서 (2006.4) ◇ 정밀점검 보고서 (2013.12) 등 ◇ 정기점검 보고서 (2015.6) 등 ◇ 보수·보강 이력	◇ 주요손상 이력 - PSC BOX 거더 균열 - 신축이음하부 볼트 및 고무 베어링 탈락 - 신축이음 부식 - 교량받침 고무재 들뜸 - 교량받침 부식 - 유도배수관 길이부족 등 ◇ 균열 및 파손 보수 ◇ 신축이음 볼트 탈락 ◇ 받침 들뜸 정비 ◇ 아스팔트 재포장(2014.09)	◇ 전회 점검결과와 금회 진단 결과를 비교·검토하여 손상 원인 분석 및 추가 손상 및 진전 여부를 확인하여 대책 방안 마련 ◇ 전회 점검결과와 비교·검 토하여 내구성저하여부 확인 ◇ 구조물의 제원변경확인 및 추가손상 발생에 대한 상세 구조해석을 실시하여 안전성 확보여부 확인 ◇ 보수부 상태 확인 ◇ 주요 부재에 대한 하자 발 생 여부 조사 및 관련 조사 내용 별도 정리·제출