

제 2장 자료수집 및 분석

2.1 자료수집 현황

2.2 건설 관련자료 검토결과 요약

2.3 기존 정기 및 정밀점검 실시결과 요약

2.4 보수·보강 이력

2.5 내진설계 및 보강 여부

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 다음 【표 2.1.1】과 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~부산간 고속도로 민간투자사업(제 4공구) - 구조계산서 - 구조물도 - 종합보고서 - 일반보고서 - 토질조사보고서
	◇ 설계도면 - 위치도, 평면도, 단면도(중·횡), 상·하부 구조물도, 빔 상세도, 신축이음교량받침 상세도	○	
시설물 관 리 대 장	◇ 기본현황 ◇ 상세제원 ◇ 유지관리 이력	○	◇ FMS 전산관리
시공 관 련 자 료	◇ 시공관련 자료 ◇ 품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조부위에 대한 계측 관련자료 ◇ 사고기록	○	◇ 품질시험검사성과총괄표 ◇ 시공기록보고서
정기 및 정밀점검 자료		○	◇ FMS 전산관리
보수보강 자료		○	

2.2 건설 관련자료 검토결과 요약

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “대구-부산간 고속도로 민간 투자사업 건설공사(제 4공구)(2006)”의 구조 및 수리계산서와 준공도면, 일반보고서, 토질조사 보고서 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	
	차 선	m	14.4	4@3.6
	중앙분리대	m	3.0	
	길어깨	m	6.0	2@3.0
	측 길어깨측	m	0.5	
	중앙분리대측	m	0.5	

2) 횡단구배

① 차도부

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

㉠ 곡선반경별 편구배 기준

편구배	본선곡선반경(m)_120km/hr 적용	비 고
6%	710 ~ 860	
5%	860 ~ 1,070	
4%	1,070 ~ 1,400	
3%	1,400 ~ 1,990	
2%	1,990 ~ 7,500	
표준구배	7,500 이상	

㉠ 접속설치율 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

내측차도	내측 길어깨	외측차도	외측 길어깨	비고
-2	-4	-2	-4	
-3	-4	+2	-4	
-4	-4	+3	-4	
-5	-5	+4	-3	
-6	-6	+5	-2	

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	$700/\theta$	
	교각 5° 미만	m	140	
종단구배	표 준	%	3	
	부득이한 경우	%	-	
최소 종단곡선 변화비율	블록형	m/%	190	
	오목형	m/%	70	
최소 종단곡선장		m	100	
최소 정지시거		m	280	
최소 완화곡선장		m	70	
표준횡단구배		%	2	
최대편구배		%	6	
완화곡선 파라미터		m	$R/3 \leq A \leq R$	

2.2.2 실시설계 보고서 검토

가. 개요

본 설계구간(4공구)은 경상북도 경산시 남천면 금곡리에서 경북 청도군 화양읍 송읍리를 연결하는 총 연장 11.705km의 4차로 고속도로로서 전반적인 선형 전개가 기존 국도 25호선과 약 1~3km이격하며 병행하고 있으며 주로 산악의 능선을 따라 계획되어 있다. 본 노선의 구조물은 지역의 특수성을 고려할 때 주변경관과의 조화 시공성 및 유지관리의 용이성을 고려하여 구조형식을 산정하였다.

나. 교량 규모 및 현황

1) 교량 폭원

- 본선(2방향 4차선) : 24.3m

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	
삼성1교	상행: 0K+113.0 ~ 0K+497.48 하행: 0K+098.0 ~ 0K+483.48	385.0	24.30	90°	STEEL BOX	교대역T형 교각:T형	말뚝기초 직접기초	국도25호선 남천, 농경지횡단

다. 설계기준

1) 적용기준

- ① 도로교 표준시방서 (1996, 건설교통부)
- ② 콘크리트 표준시방서(1996, 건설교통부)
- ③ 철근콘크리트 설계편람(1990, 건설교통부)
- ④ 터널 표준시방서 (건설교통부)
- ⑤ 도로설계요령(1992, 한국도로공사)
- ⑥ 기타 건설교통부에서 제정한 관련 시방서

2) 설계 방법 적용 기준

- ① W.S.D(허용응력설계법) : 강합성구조물
- ② U.S.D(강도설계법) : R.C구조물(슬래브, 교각)

3) 설계하중

① 사하중

사용재료의 단위중량은 다음표를 기준으로 하되 실하중이 명백한 경우는 그 값을 사용할 수 있다.

• 재료의 단위 중량

재 료	단위중량(kg/m ³)	재 료	단위중량(kg/m ³)
강재, 주강, 단철	7,850	목재	800
주철	7,250	역청재(방수용)	1,100
알미늄	2,800	아스팔트포장	2,300
철근콘크리트	2,500	흙(지하수위 이상)	1,800
프리스트레스트콘크리트	2,500	흙(지하수위 이하)	2,000
콘크리트	2,350	흙(뒷채움 $\theta=35^\circ$)	2,000
시멘트, 모르터	2,150	흙(뒷채움 $\theta=30^\circ$)	1,900

② 활하중

- 1등급(DB24, DL24)

4) 주요재료 사용기준

① 콘크리트

종 류	기준강도(kg/cm ²)	골재 최대치수(mm)	적용 구조물
P.C	$\sigma_{ck} = 400$	19	P.C 구조물, PREFLEX 아래 플랜지
1 종	$\sigma_{ck} = 270$	25	슬래브
2 종	$\sigma_{ck} = 240$	32	교량 하부구조(교각, 교대)
2종 수중	$\sigma_{ck} = 240$	32	수중 콘크리트
3 종	$\sigma_{ck} = 210$	40	속채움 콘크리트(강관 pile)
5 종	$\sigma_{ck} = 150$	50	레벨링 콘크리트
L형 측구용	$\sigma_{ck} = 210$	19	TYPE - 1
중분대용	$\sigma_{ck} = 240$	19	중분대 구제 콘크리트

② 철근 : KSD 3504에 적합한 재료 사용

종 류	허용응력(kg/cm ²)	적용 콘크리트
SD 40	$\sigma_y = 4,000$ $\sigma_{sa} = 1,800$	1종 콘크리트 -일반적인 부재, 라멘의 구체(상부 및 하부)
	$\sigma_y = 4,000$ $\sigma_{sa} = 1,600$	1종 콘크리트 -바닥판 및 지간 10m 이하의 슬래브교 -수중 혹은 지하수위 이하에 설치
SD 30	$\sigma_y = 3,000$ $\sigma_{sa} = 1,500$	2종 콘크리트

③ P.C강재: KSD7002에 적합한 재료를 기준으로 한다.

㉠ SW PC 7B 항복점 강도 $\sigma_{py} = 160\text{kg/mm}^2$

㉡ 인 장 강 도 $\sigma_{pu} = 190\text{kg/mm}^2$

④ 일반강재

㉠ 주부재 : SM 490

㉡ 부부재 : SM 400

5) 구조물 설계기준(강도설계법)

① 주요 하중조합의 하중계수

㉠ $U = 1.3D+2.15(L+I)+1.3CF+1.7H+1.3Q$

㉡ $U = 1.3D+1.7H+1.3Q+1.3W$

㉢ $U = 1.3D+1.3(L+I)+1.3CF+1.7H+1.3Q+1.3(0.5W+WL+BK)$

㉣ $U = 1.3D+1.3(L+I)+1.3CF+1.7H+1.3Q+1.3G$

㉤ $U = 1.25D+1.65H+1.25Q+1.25W+1.25G$

㉥ $U = 1.25D+1.25(L+I)+1.25CF+1.65H+1.25Q+1.25(0.5W+WL+BK)+1.25G$

㉦ $U = 1.3D+1.7H+1.3Q+1.3E$

㉧ $U = 1.3D+1.3(L+I)+1.3CF+1.7H+1.3Q+1.3CO$

㉨ $U = 1.2D+1.55H+1.2Q+1.2W+1.2CO$

여기서, D = 사하중

L = 활하중

I = 충격

H = 토압

W = 풍하중

WL = 차량활하중에 작용하는 풍하중

BK = 제동하중

E = 지진의 영향

CF = 원심하중

CO = 충돌하중

G = 부등침하, 크리프, 건조수축, 제작 또는 시공 시 치수의 착오, 습도변화
또는 온도변화 등으로 인한 팽창 또는 수축변형으로 유발되는 변형력
Q = 부력 또는 양압력, 수압, 파압

② 설계강도

- ㉠ 설계강도는 단면의 공칭강도에 강도감소계수 ϕ 를 곱한다.
㉡ 강도감소계수(ϕ)

부 재		강도감소계수
휨, 휨+축방향인장	보통 철근콘크리트	0.85
	프리스트레스트 콘크리트	0.85
축방향인장		0.85
축방향압축, 휨+축방향압축	나선철근으로 보강된 철근콘크리트	0.70
	그 이외의 철근콘크리트	0.65
전단, 비틀림		0.70
콘크리트 지압		0.60
압축부재의 안정		0.65
무근콘크리트		0.55

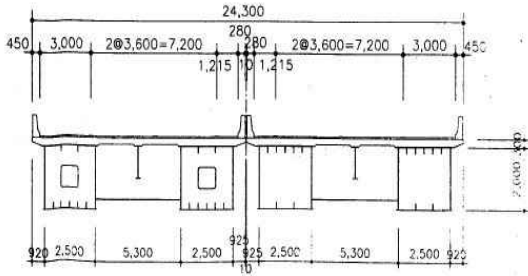
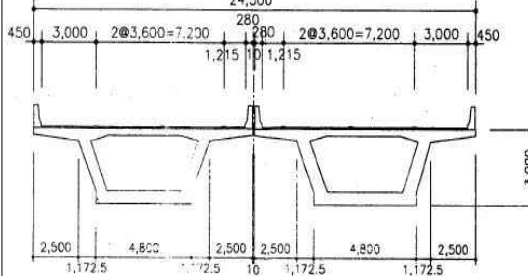
라. 교량 형식

1) 계획일반

삼성1교는 2006년에 준공된 교량연장 385m, 총폭 24.3m의 강박스 거더 교량으로 경북 경산시 남천면 삼성리에 위치하며, 최대 경간장 55m의 1종 시설물이다.

2) 교량 형식의 산정

① 상부구조

구 분	제 1 안	제 2 안
상부형식	강합성형(ST. BOX GR)	P.C BOX GIRDER(F.S.M)
지간구성(m)	385.0m	385.0m
단 면		
장 단 점	•동바리 불필요로 시공성 양호 •곡선부 처리시 정밀성 양호(공장제작) •공장제작으로 공사기간 단축 •미관 양호 •공사비 다소 고가 •정기적인 도색 등 유지관리 필요	•교통처리에 따른 동바리 설치로 시공성 불량 •곡선부 처리시 정밀성 다소 불량(현장타설) •공사기간 장기소요 •미관 양호 •공사비 다소 저렴 •유지관리 용이
제 안	○	

② 하부구조

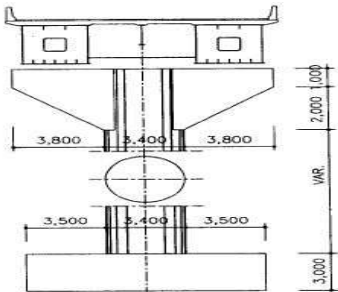
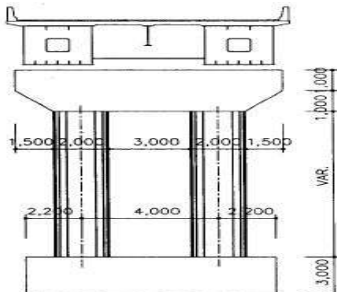
㉠ 교대

-본 과업구간의 교대형식은 역T형 교대로서 높이별, 기초형식별로 벽체 및 기초규격을 통일하여 구조적 안정성 및 시공성에 최대 주안점을 두고 설계하였다.

-기초위치는 본 과업특성상 토질조사를 실시하지 않았으므로 당초 토질조사 보고서를 근거로 하여 중·횡단을 고려하여 기초위치를 재조정하여 설계하였다.

㉡ 교각

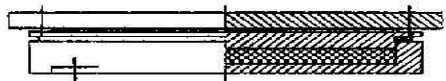
-하부구조 계획은 상부구조 계획과 서로 연관된 것으로 경제성, 시공의 안전성, 미관, 구조적 안정성, 기초구조와의 연관성 등을 고려하여 최적의 위치 및 형상을 선정토록 하였다.

구 분	제 1 안	제 2 안
하부형식	T형	π 형
단 면		
장 단 점	●하천점유량이 작아 시공성 양호 ●통수단면 유리 ●국도통과차량 시거확보 유리 ●공사비 다소 저렴 ●내진저항성 다소 불량 ●시각적 안정감 다소 불량	●하천점유량이 커 시공성 불량 ●통수단면 불리 ●국도통과차량 시거확보 불리 ●공사비 다소 고가 ●내진저항성 양호 ●시각적 안정감 다소 양호
제 안	○	

③ 교량받침

㉠ 선정기본 방향

- 온도변화, 하중, 처짐 등에 의한 신축 및 회전에 적응
- 고강도, 고경도, 내마모, 내식성 및 경제성이 우수한 재료
- 설치시공, 유지보수 및 관리가 용이한 구조
- 하중재하에 의한 보의 회전변위에 대응(회전량 및 회전방향)

구 분	POT BEARING
개요도	
구성	●몸체: 주철 또는 압연강재 ●지압판: 불소수지판(Ptfe)+Stainless
회전기구	전방향 회전 및 활동
특징	●큰 반력에 경제적 ●회전에 따른 하중편심이 작음 ●마찰계수가 작음 ●내구성 양호 ●전방향 신축가능 ●정밀시공이 요구됨

2.2.3 구조 및 수리계산서 검토

가. 설계기준 및 사용재료

【표 2.2.1】 설계기준 및 사용재료

구 분	주요 검토내용						
설계기준	- 도로교 표준시방서(1996) - 콘크리트 표준시방서, 구조물 기초설계 기준(1986) - 콘크리트 설계편람(1991)						
사용재료	<table> <tr> <th>구 분</th><th>주요 검토내용</th></tr> <tr> <td>설 계 강 도</td><td> - 콘크리트 : $\sigma_{ck}=270\text{kg/cm}^2$(바닥판) , 240kg/cm^2(하부구조) - 철 근 : $\sigma_y=4,000\text{kg/cm}^2$(바닥판, SD40), $3,000\text{kg/cm}^2$하부(하부구조, SD30) - 강 재 - 주부재(SWS 490) : $\sigma_y=3,200\text{kg/cm}^2$, $\sigma_{sa}=1,900\text{kg/cm}^2$, $\tau_a=1,100\text{kg/cm}^2$ - 부부재(SWS 400) : $\sigma_y=2,400\text{kg/cm}^2$, $\sigma_{sa}=1,400\text{kg/cm}^2$, $\tau_a=800\text{kg/cm}^2$ </td></tr> <tr> <td>단 위 중 량</td><td> - 콘크리트 : 2.5t/m^3 - 아스팔트 : 2.3t/m^3 - 강재 : 7.85t/m^3 </td></tr> </table>	구 분	주요 검토내용	설 계 강 도	- 콘크리트 : $\sigma_{ck}=270\text{kg/cm}^2$(바닥판) , 240kg/cm^2(하부구조) - 철 근 : $\sigma_y=4,000\text{kg/cm}^2$(바닥판, SD40), $3,000\text{kg/cm}^2$하부(하부구조, SD30) - 강 재 - 주부재(SWS 490) : $\sigma_y=3,200\text{kg/cm}^2$, $\sigma_{sa}=1,900\text{kg/cm}^2$, $\tau_a=1,100\text{kg/cm}^2$ - 부부재(SWS 400) : $\sigma_y=2,400\text{kg/cm}^2$, $\sigma_{sa}=1,400\text{kg/cm}^2$, $\tau_a=800\text{kg/cm}^2$	단 위 중 량	- 콘크리트 : 2.5t/m^3 - 아스팔트 : 2.3t/m^3 - 강재 : 7.85t/m^3
구 분	주요 검토내용						
설 계 강 도	- 콘크리트 : $\sigma_{ck}=270\text{kg/cm}^2$(바닥판) , 240kg/cm^2(하부구조) - 철 근 : $\sigma_y=4,000\text{kg/cm}^2$(바닥판, SD40), $3,000\text{kg/cm}^2$하부(하부구조, SD30) - 강 재 - 주부재(SWS 490) : $\sigma_y=3,200\text{kg/cm}^2$, $\sigma_{sa}=1,900\text{kg/cm}^2$, $\tau_a=1,100\text{kg/cm}^2$ - 부부재(SWS 400) : $\sigma_y=2,400\text{kg/cm}^2$, $\sigma_{sa}=1,400\text{kg/cm}^2$, $\tau_a=800\text{kg/cm}^2$						
단 위 중 량	- 콘크리트 : 2.5t/m^3 - 아스팔트 : 2.3t/m^3 - 강재 : 7.85t/m^3						

나. 상부구조 설계조건

【표 2.2.2】 상부구조 설계조건

구 분	내 용		
상부구조	• 적용하중		
	구 분	하중종류별 주요 고려사항	
	강박스 거 더	사 하 중	• 철근콘크리트 $\gamma_c = 2,500\text{kg/m}^3$, 아스팔트포장 $\gamma_a = 2,300\text{kg/m}^3$ 강재 $\gamma_s = 7,850\text{kg/m}^3$, 흙
		활 하 중	• DB-24, DL-24 • 충격계수 : $I = 15 / (40 + L)$ • 상부구조 전폭을 기준
		크 리 프	• 크리프 계수 : 2
		건조수축	• 건조수축에 의한 크리프 계수 : 4 , 최종수축율 : 18×10^{-5}
		온 도 차	• 온도차 : $\pm 10^\circ\text{C}$, 선팽창계수 : 12×10^{-6}
	바닥판	사 하 중	• 방호벽 제원 : $420\text{mm(B)} \times 1,080\text{mm(H)}$ • 중분대 제원 : $280\text{mm(B)} \times 890\text{mm(H)}$ • 포장두께 : 80mm(아스콘)
		활 하 중	• 유효폭 : $E = 0.8X + 1.14$ • 충격계수 산정식 : 강박스 거더와 동일
		충돌하중	• 설계속도 : $V = 120\text{km/hr}$ • 작용높이 : $H = 1.0\text{m}$ (방호벽측, 중분대측) • 충돌하중 : $(V/60)^2 + 0.750 + 0.250$
		풍 하 중	• 적용 풍하중 : 300kg/m^2

다. 하부구조 설계조건

【표 2.2.3】하부구조 설계조건

구 분	내 용	
하부구조	• 적용하중	
	구 분	하중종류별 주요 고려사항
	상부구조 반력	• 상부구조에 작용하는 사하중 및 활하중
	하부구조 사하중	• 철근콘크리트 $\gamma_c = 2,500\text{kg/m}^3$
	Shoe 마찰력(교축방향)	• 마찰계수 : 0.100
	풍 하 중	• 상부구조에 작용하는 풍하중 - 활하중 재하시 150kg/m^2 , 비재하시 300kg/m^2 • 하부구조에 작용하는 풍하중 - 활하중 재하시 150kg/m^2 , 비재하시 300kg/m^2
	지진하중	• “도로교 표준시방서(1992, 건설부)_제 V편 내진설계편 “ 또는 “2.2.1 설계기준 검토_내진설계 세목” 참조.

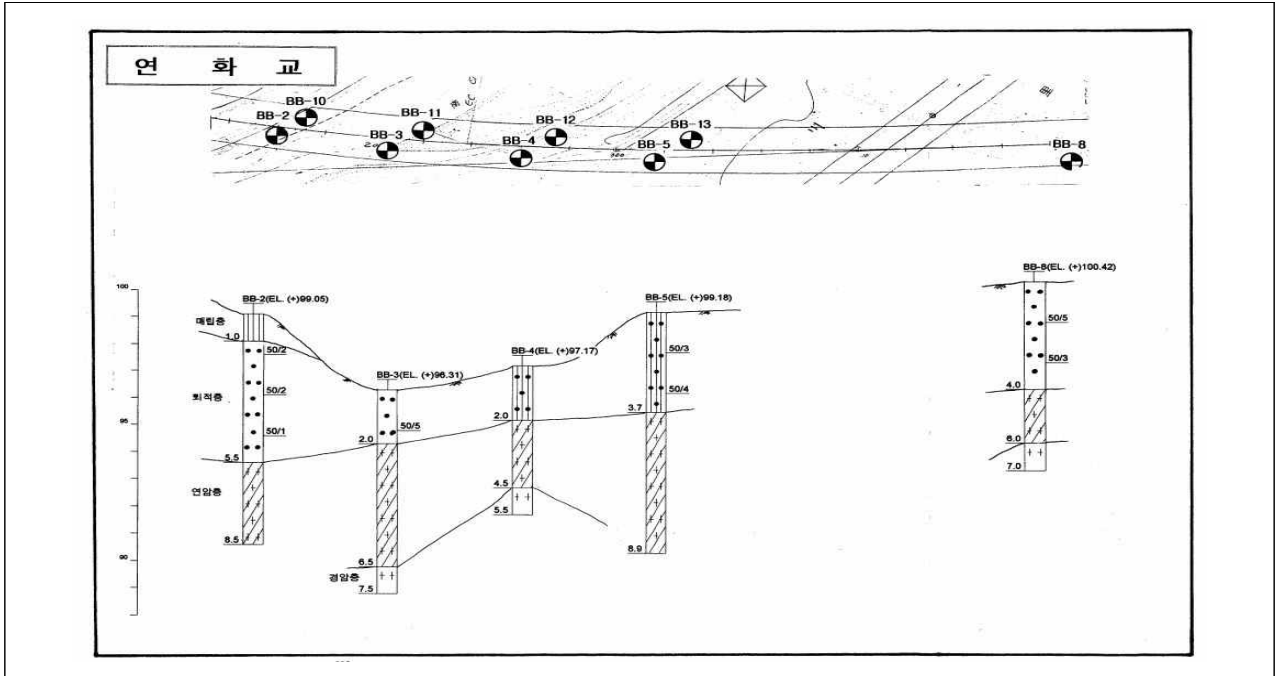
2.2.4 설계도면 검토

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. 강재상세도, 바닥판슬래브 구조도, 교대 및 교각 구조도 등의 주요도면은 향후 유지관리를 위해서 부록의 기타 참고자료 및 준공CD에 수록하였다.

2.2.5 토질 및 지반조사 자료검토

가. 개요

- 1) 현장조사 : 1996년 4월 ~ 1996년 9월
- 2) 실내시험 및 성과분석 : 1996년 4월 ~ 1996년 9월
- 3) 성과분석 및 보고서 작성 : 1996년 8월 ~ 1996년 9월
- 4) 위치 : STA. 0+112 ~ 0+497
- 5) 해당위치 교량명 : 삼성1교(조사시 구조물명 : 연화교)



【그림 2.2.1】 삼성1교 토질조사 위치

나. 조사결과

구조물 지역의 시추조사는 구조물 기초 설계를 위하여 교각 및 교대위치를 대상으로 연암 1.0m까지 조사하였으며, 실시된 조사결과는 다음과 같다.

【표 2.2.4】 삼성1교 지반조사 결과(토질조사보고서)

번호	점토	모래	자갈	호박돌	연암	경암	계	S.P.T	비고
BB-2	1.0	-	-	4.5	3.0	-	8.5	3	
BB-3	-	-	2.0	-	4.5	1.0	7.5	1	
BB-4	-	-	2.0	-	2.5	1.0	5.5	1	
BB-5	-	-	3.7	-	5.2	-	8.9	2	
BB-8	-	-	-	4.0	2.0	1.0	7.0	2	
BB-9	-	-	2.5	-	3.5	-	6.0	1	
BB-10	-	-	3.6	1.9	2.0	1.0	8.5	2	
BB-11	-	-	1.6	-	2.7	1.3	5.6	-	
BB-12	-	-	2.2	-	3.8	1.0	7.0	1	
BB-13	-	-	3.7	-	5.0	-	8.7	2	

1) 표토층 (매립층)

본 조사지역에서는 BB-2번 공에서 지층 최상부에 분포하는 토층으로 과거 부지정지 시 매립 성토되어 형성된 매립토층으로서 토층 구성 상태는 약간의 자갈 섞인 모래질 실트로 구성되어 있으며, 현 지표 하 1.0m까지 분포하고 있다.

2) 퇴적토층

본 조사지역에서 전 지역에 분포하고 있는 퇴적층은 과거 인근지역으로부터 퇴적물이 유입 공급되어 형성된 토층으로서 약간의 실트 섞인 모래자갈, 전석자갈 등으로 구성되어 있으며, 현 지표 하 1.6~5.5m까지 분포하고 있다.

표준관입시험에 의한 N치는 50/6~50/1회로 매우 조밀(Very Dense)한 상대밀도를 가진다.

3) 연암층

본 지층은 기반암인 안산암이 부분적으로 풍화되어 형성된 지층으로서 균열 및 절리가 발달되고 세편상내지 단주상의 코아로 채워졌으며, 현 지표면으로부터 1.5~5.5m의 심도에 분포하고 있다. 금번조사결과 연암의 풍화정도는 Highly Weathered된 상태이며, Core회수율(T.C.R)은 10~48%, 암질지수(R.Q.D)는 0~12%로 회수되었다.

4) 경암층

본 지층은 기반암인 안산암이 부분적으로 약간의 풍화를 받아 형성된 지층으로서 장주상 내지 단주상의 코아로 채워졌으며, 현 지표 하 4.3~7.5m의 심도부터 확인되었다. 상부 연암층과는 색상과 암질상태에서 상이한 양상을 보이는데, 금번 조사결과 풍화정도는 Moderately Weathered된 상태이며, Core회수율(T.C.R)은 50~88%이며, 암질지수(R.Q.D)는 31~62%로 회수되었다.

2.2.6 시공관련 자료검토

가. 시공기록일지

- 시공관련 자료를 검토한 결과 기존 설계방안으로 시공되었으며, 구조물은 문제가 없는 것으로 확인되었다.

2.3 기존 정기 및 정밀점검 실시결과 요약

본 교량은 2006년 4월 실시한 초기점검을 시작으로 2015년 6월 정기점검(상반기)까지 공용기간 중 초기점검 1회, 정밀점검 4회, 정기점검 14회를 실시하였으며, 주요 점검이력은 다음 【표 2.3.1】와 같다.

2.3.1 정기 및 정밀점검 이력

【표 2.3.1】 삼성1교 정기 및 정밀점검 이력

번호	구 분	정기/정밀 점검기간	정기/정밀 점검기관	주요 정기/정밀점검 결과	상태 등급
1	초기점검	'06.04.25	(주)아워브레인	- 교량의 안전성 및 사용성 양호	A등급
2	정기점검	'06.12.31	(주)아워브레인	- 기존 및 신규 손상은 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 판단됨 - 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 지속적인 점검을 통한 구조물의 유지관리 필요	양호
3	정기점검	'07.06.30	(주)아워브레인	- 전차 점검과 유사함	양호
4	정밀점검	'07.12.20	(주)아워브레인	- 바닥판 하면에 발생한 균열 및 백태 등의 손상이 조사된바 향후 지속적인 유지관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요	B등급
5	정기점검	'08.06.30	(주)아워브레인	- 하행선 지점부 배수관 망실 및 설치 불량의 경우 하부구조 손상을 유발 및 가속화할 수 있으므로 적합한 보수 및 주의관찰이 필요	양호
6	정기점검	'08.12.31	(주)아워브레인	- 포장면 패임, 하행선 시점부 교대 측에 설치된 배수관 망실은 하부부재의 오염 발생 및 추가 손상을 초래할 수 있으므로 손상에 적합한 보수 필요	양호
7	정기점검	'09.06.30	(주)아워브레인	- 전차 점검과 유사함	양호
8	정밀점검	'09.12.31	(주)아워브레인	- 교각에 발생된 폭 0.3mm 이상 균열, 유도배수관 설치 불량 및 배수구 막힘, 신축이음 유간 이물질퇴적, 교대 구간 체수 등은 향후 구조물의 내구성 저하에 따른 추가적인 손상을 유발할 수 있는 바, 적절한 보수 및 주의관찰 필요	B등급

【표 2.3.1】 삼성1교 정기 및 정밀점검 이력(계속)

번호	구 분	정기/정밀 점검기간	정기/정밀 점검기관	주요 정기/정밀점검 결과	상태 등급
9	정기점검	'10.06.30	(주)아워브레인	- 신축이음부 접속부 파손(상행선 A1) 유도배수관 길이부족에 따른 체수 등 이 중점적으로 정비해야 할 현황으로 조사된바 적절한 보수 및 주의관찰이 필요	양호
10	정기점검	'10.12.31	(주)아워브레인	- 교면포장 패임, 유도배수관 설치불량 및 길이부족에 따른 체수 등의 손상 은 하부구조 열화 및 차량사고 등을 초래할 우려가 있으므로 시설물의 원 활한 배수기능 및 차량의 주행성 확 보차원에서 손상에 적절한 보수를 통 한 유지관리 필요	양호
11	정기점검	'11.06.30	(주)아워브레인	- 전차 점검과 유사함	양호
12	정밀점검	'11.12.31	(주)아워브레인	- 전차 점검과 유사함 - 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 판단되나, 구조 물의 내구성 및 주행성 확보를 위해 손상부에 대한 적합한 보수 필요	B등급
13	정기점검	'12.06.30	(주)아워브레인	- 전차 점검과 유사함	양호
14	정기점검	'12.12.31	(주)아워브레인	- 전차 점검과 유사함	양호
15	정기점검	'13.06.30	(주)아워브레인	- 전차 점검과 유사함	양호
16	정밀점검	'13.12.31	(주)아워브레인	- 전차 점검과 유사함 - 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 판단되나, 구조 물의 내구성 및 주행성 확보를 위하 여 손상부에 대한 적합한 보수 필요	B등급
17	정기점검	'14.06.30	(주)아워브레인	- 전차 점검과 유사함 - 교면포장 아스콘 패임 및 라벨링, 후 타재 균열의 경우 차량의 지속적인 통행으로 인해 손상의 진전이 우려되 고, 법면 토사유실 보수부 재손상이 우려되므로 주의관찰이 필요	양호
18	정기점검	'14.12.31	(주)아워브레인	- 바닥판하면 균열부 백태, 거더 내·외 부 도장손상, 교면포장 아스콘 패임, 포트홀, 라벨링, 배수시설 유도배수관 길이부족, 배수관 고정고리 탈락, 신 축이음 본체 이물질퇴적 및 후타재 균열, 교량받침 무수축물탈 및 받침 콘크리트 균열, Plate 녹발생, 교대 및 교각 균열, 표면균열, 콘크리트 손 상, 누수흔적, 체수, 점검로 출입문 손잡이 탈락 및 난간 손상 등의 손상 이 조사됨 - 내구성 확보를 위한 보수 및 진전 유 무에 대한 지속적인 주의관찰 필요	양호
19	정기점검	'15.06.30	(주)아워브레인	- 전차 점검과 유사함	양호

2.3.2 기존 정밀점검 실시결과(2013 12월)

가. 대구방향

1) 외관조사

구 분			손 상 현 황		단 위	합 계	보수공법	비고
상부구조	바닥판 하면		균열부 백태		m ² (개소)	0.47 (3)	표면처리공법	
	가로보		도장손상		m ² (개소)	0.06 (2)	도장보수	
	거더 내부		도장손상		m ² (개소)	0.14 (11)	도장보수	
	거더 외부		도장손상		m ² (개소)	0.22 (13)	도장보수	
하부구조	교대 및 교각		균 열	0.3mm미만	m (개소)	46.3 (48)	표면처리공법	
				0.3mm이상	m (개소)	2.5 (4)	주입보수공법	
			누수흔적 및 체수		m ² (개소)	14.74 (5)	주의관찰	
교량받침		받침콘크리트 균열	0.3mm미만	m (개소)	0.8 (4)	표면처리공법		
기 타 부 재	교면포장		포트홀		m ² (개소)	1.88 (11)	아스콘 팻칭	
			패임		m ² (개소)	0.02 (2)	아스콘 팻칭	
			라벨링		m ² (개소)	29.25 (8)	아스콘 팻칭	
	신축이음	후타재	균 열	0.3mm미만	m (개소)	20.2 (33)	표면처리공법	
		본체	이물질퇴적		m (개소)	1.4 (2)	정비	
	콘크리트 난간		균 열	0.3mm미만	m (개소)	161.4 (259)	표면처리공법	
			균열부 백태		m ² (개소)	0.9 (9)	표면처리공법	
			파손		m ² (개소)	0.11 (2)	단면보수공법	
	배수시설		배수관 고정고리탈락		개소	3	정비	
			유도배수관 길이부족		개소	3	정비	
부속시설			텔리네이터 파손		개소	1	정비	
			차수판 볼트탈락		개소	7	정비	
			법면 측구수로 토사유실		m ² (개소)	1.5 (1)	정비	

2) 비파괴시험

구 분	위 치	시험결과	비 고	검 토
콘크리트 압축강도시험	바닥판	·반발경도법 : 27.6~28.7MPa	·설계강도 : 27.0MPa	양호
	교대	·반발경도법 : 24.8~26.0MPa	·설계강도 : 24.0MPa	
	교각	·반발경도법 : 24.4~26.2MPa	·설계강도 : 24.0MPa	
탄산화시험	바닥판	·탄산화깊이 : 5.0~6.0mm ·피복두께 : 43~45mm ·평가등급 : a	· a등급 : 탄산화 잔여깊이 30mm이상	양호
	교대	·탄산화깊이 : 9.0mm ·피복두께 : 116mm ·평가등급 : a		
	교각	·탄산화깊이 : 100mm ·피복두께 : 108.0~114mm ·평가등급 : a		

3) 상태평가

부재의 분류		상부구조			기타부재				받침	하부구조		내구성 요소	
경간	구조형식	바닥판	거더	2차 부재	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)
1	STEEL BOX	b	b	a	b	b	c	b	a	a	Q	a	a
2	STEEL BOX	b	b	a	b	a	b	-	b	b	Q	-	a
3	STEEL BOX	a	b	a	b	b	b	-	b	a	Q	-	a
4	STEEL BOX	a	b	a	b	b	b	-	a	b	Q	-	a
5	STEEL BOX	a	b	b	b	b	c	b	a	b	Q	-	-
6	STEEL BOX	a	b	a	b	a	b	-	a	b	Q	-	-
7	STEEL BOX	b	b	a	b	b	c	-	a	b	Q	a	-
8	STEEL BOX	-	-	-	-	-	-	b	a	b	Q	-	-
평균		0.143	0.200	0.114	0.200	0.171	0.286	0.200	0.125	0.175	-	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3
평균x가중치 /가중치합		0.026	0.040	0.006	0.014	0.005	0.006	0.018	0.011	0.035	-	0.004	0.003

결합도 점수	0.168
상태 등급	B

4) 종합평가 및 안전등급

안전성평가를 수행하지 않고 상태평가 만을 수행하였으므로 상태평가 결과(B)가 종합평가 결과(B)로 결정

■ 안전등급 : B등급

- ① 상태평가 결과 = B
- ② 종합평가 결과 = B
- ③ 안전등급 = B등급

5) 유지관리방안

구 분	결함 내용	유지관리 항목	비 고
교면포장	◦아스콘 패임 및 라벨링	· 보수부의 추가적인 손상여부 · 차량주행성 저하 안전 여부	육안조사
콘크리트 난간	◦균열 및 균열부백태 ◦콘크리트 파손	· 결함 발생 및 진전 여부	육안조사
배수시설	◦유도배수관 길이부족 ◦배수관 고정고리 탈락	· 체수 및 열화발생여부 · 장마철 관리 철저	육안조사
신축이음	◦본체 유간 이물질 퇴적 ◦후타재 균열	· 본체의 변형여부 및 유간측정 · 손상현황의 진전여부	육안조사
바닥판	◦균열부 백태	· 균열의 진행성 여부	육안조사
거더 및 가로보	◦내·외부 도장손상	· 부식 진전여부	육안조사
교량받침	◦몰탈, 받침 콘크리트 균열	· 균열 진전 여부 · 결함 발생 및 진전여부	육안, 실측
교대 및 교각	◦체수 및 누수흔적 ◦균열, 보수부위 재균열	· 배수시설 정비 여부 · 폭 및 길이 진전유무	육안조사
기타	◦법면 측구수로 토사유실	· 손상현황의 정비 여부	육안, 실측

6) 종합결론

삼성1교의 하반기 정밀점검 결과, 본 구조물은 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 양호한 상태로 평가되었다. 현재 삼성1교는 지속적인 보수를 실시하고 있는 상태이며 보수상태는 양호한 것으로 확인되었다. 또한, 손상의 진전은 미미한 것으로 조사되었으며, 조사된 손상은 공용중 일반적으로 발생하는 비구조적인 손상으로 판단된다.

주요 손상으로는 교면포장 아스콘 패임, 라벨링, 신축이음 유간 이물질퇴적, 후타재 균열, 거더 내·외부 도장손상, 유도배수관 길이부족 및 배수관 고정고리 탈락, 교대 및 교각 균열, 누수흔적 및 체수 등이 조사되었으며, 상기 손상은 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 판단되나, 구조물의 내구성 및 주행성 확보를 위하여 손상부에 대한 적합한 보수가 필요하다.

특히, 교면포장 아스콘 패임 및 라벨링, 후타재 균열의 경우 차량의 지속적인 통행으로 인해 손상의 진전이 우려되고, 유도배수관 길이부족은 하부시설물에 누수흔적 및 체수를 유발하므로 손상에 적합한 보수가 필요하다.

나. 부산방향

1) 외관조사

구분			손상현황		단위	합계	보수공법	비고
상부구조	바닥판 하면		균열부 백태		m ² (개소)	1.25 (8)	표면처리공법	
	가로보		도장손상		m ² (개소)	0.23 (7)	도장보수	
	거더 내부	도장손상		m ² (개소)	0.11 (13)	도장보수		
		환기구 볼트이완		개소	1	정비		
	거더 외부	도장손상		m ² (개소)	0.26 (16)	도장보수		
하부구조	교대 및 교각		균열	0.3mm미만	m (개소)	8.6 (10)	표면처리공법	
			균열	0.3mm이상	m (개소)	2.0 (1)	주입보수공법	
			누수혼적, 체수		m ² (개소)	2.65 (3)	정비	
			망상균열		m ² (개소)	15.0 (1)	표면처리공법	
			파손		m ² (개소)	0.08 (1)	단면보수공법	
			백태		m ² (개소)	0.01 (1)	표면처리공법	
교량받침			무수축물탈 균열	0.3mm미만	m (개소)	0.9 (5)	표면처리공법	
기타부재	교면포장		포트홀		m ² (개소)	0.58 (8)	아스콘 팻칭	
			패임		m ² (개소)	0.02 (2)	아스콘 팻칭	
			라벨링		m ² (개소)	11.2 (6)	아스콘 팻칭	
	신축이음	본체	이물질퇴적		m (개소)	4.5 (3)	정비	
		후타재	균열	0.3mm미만	m (개소)	39.2 (99)	표면처리공법	
	콘크리트 난간		균열	0.3mm미만	m (개소)	70.7 (71)	표면처리공법	
			균열부 백태		m ² (개소)	10.8 (204)	표면처리공법	
			파손		m ² (개소)	0.2 (1)	단면보수공법	
	배수 시설		유도배수관 길이부족		개소	2	정비	
			배수구 막힘		개소	1	정비	
부속시설			텔리네이터 파손	개소	3	정비		
부속시설		차수판 볼트 탈락		개소	4	정비		
		점검로 난간대 파손		개소	1	정비		

2) 비파괴시험

구 분	위 치	시험결과	비 고	검 토
콘크리트 압축강도시험	바닥판	·반발경도법 : 27.5~29.1MPa	·설계강도 : 27.0MPa	양호
	교대	·반발경도법 : 24.6~29.1MPa	·설계강도 : 24.0MPa	양호
	교각	·반발경도법 : 24.7~25.9MPa	·설계강도 : 24.0MPa	양호
탄산화시험	바닥판	·탄산화깊이 : 4.0~5.0mm ·피복두께 : 44~46mm ·평가등급 : a	· a등급 : 탄산화 잔여깊이 30mm이상	양호
	교대	·탄산화깊이 : 9.0mm ·피복두께 : 122mm ·평가등급 : a		
	교각	·탄산화깊이 : 8.0~9.0mm ·피복두께 : 119~120mm ·평가등급 : a		

3) 상태평가

부재의 분류		상부구조			기타부재				받침	하부구조		내구성 요소	
경간	구조형식	바닥판	거더	2차 부재	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)
1	STEEL BOX	b	b	a	b	b	b	b	a	b	Q	a	a
2	STEEL BOX	b	b	b	b	a	b	-	a	b	Q	-	a
3	STEEL BOX	b	b	b	b	a	b	-	b	b	Q	-	a
4	STEEL BOX	b	b	a	b	a	b	-	a	c	Q	-	a
5	STEEL BOX	a	b	a	b	a	b	b	a	b	Q	-	-
6	STEEL BOX	b	b	a	b	a	c	-	b	a	Q	-	-
7	STEEL BOX	a	b	b	b	b	b	-	b	b	Q	a	-
8	STEEL BOX	-	-	-	-	-	-	b	a	b	Q	-	-
평균		0.171	0.200	0.143	0.200	0.129	0.229	0.200	0.138	0.213	-	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3
평균x가중치 /가중치합		0.031	0.040	0.007	0.014	0.004	0.005	0.018	0.012	0.043	-	0.004	0.003

결합도 점수	0.180
상태 등급	B

4) 종합평가 및 안전등급

안전성평가를 수행하지 않고 상태평가 만을 수행하였으므로 상태평가 결과(B)가 종합평가 결과(B)로 결정

■ 안전등급 : B등급

- ① 상태평가 결과 = B
- ② 종합평가 결과 = B
- ③ 안전등급 = B등급

5) 유지관리방안

구 분	결함 내용	유지관리 항목	비 고
교면포장	◦아스콘 패임 및 라벨링	· 보수부의 추가적인 손상여부 · 차량주행성 저하 안전 여부	육안조사
콘크리트 난간	◦균열 및 균열부백태 ◦콘크리트 파손	· 결함 발생 및 진전 여부	육안조사
배수시설	◦유도배수관 길이부족 ◦배수관 고정고리 탈락	· 체수 및 열화발생여부 · 장마철 관리 철저	육안조사
신축이음	◦본체 유간 이물질 퇴적 ◦후타재 균열	· 본체의 변형여부 및 유간측정 · 손상현황의 진전여부	육안조사
바닥판	◦균열부 백태	· 균열의 진행성 여부	육안조사
거더 및 가로보	◦내·외부 도장손상	· 부식 진전여부	육안조사
교량받침	◦몰탈, 받침 콘크리트 균열	· 균열 진전 여부 · 결함 발생 및 진전여부	육안, 실측
교대 및 교각	◦체수 및 누수흔적 ◦균열, 보수부위 재균열	· 배수시설 정비 여부 · 폭 및 길이 진전유무	육안조사
기타	◦법면 측구수로 토사유실	· 손상현황의 정비 여부	육안, 실측

6) 종합결론

삼성1교의 하반기 정밀점검 결과, 본 구조물은 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 양호한 상태로 평가되었다. 현재 삼성1교는 지속적인 보수를 실시하고 있는 상태이며 보수상태는 양호한 것으로 확인되었다. 또한, 손상의 진전은 미미한 것으로 조사되었으며, 조사된 손상은 공용중 일반적으로 발생하는 비구조적인 손상으로 판단된다.

주요 손상으로는 교면포장 아스콘 패임, 라벨링, 신축이음 유간 이물질퇴적, 후타재 균열, 거더 내·외부 도장손상, 유도배수관 길이부족 및 배수관 고정고리 탈락, 교대 및 교각 균열, 누수흔적 및 체수 등이 조사되었으며, 상기 손상은 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 판단되나, 구조물의 내구성 및 주행성 확보를 위하여 손상부에 대한 적합한 보수가 필요하다.

특히, 교면포장 아스콘 패임 및 라벨링, 후타재 균열의 경우 차량의 지속적인 통행으로 인해 손상의 진전이 우려되고, 유도배수관 길이부족은 하부시설물에 누수흔적 및 체수를 유발하므로 손상에 적합한 보수가 필요하다.

2.4 보수·보강 이력

【표 2.4.1】 삼성1교 보수·보강 이력

구분	보수일자	보수·보강공법/내용	시공자	비고
보수	2007. 11.	- 교대 및 교각 균열보수, 단면보수	금호산업(주)	
보수	2007. 11.	- 교면포장 보수	금호산업(주)	
보수	2008. 7.	- 교면포장 보수	금호산업(주)	
보수	2008. 11.	- 교면포장 보수	금호산업(주)	
보수	2009. 7.	- 교면포장 보수	금호산업(주)	
보수	2010. 6.	- 거더(외부) 도장보수, 내부 환풍망 보수	금호산업(주), 동부(철구사업소)	
보수	2010. 6.	- 받침, 신축이음 후타재 균열보수	금호산업(주), 유니슨	
보수	2013. 6.	- 교대 및 교각 균열보수 및 단면복구	금호산업(주), 유한화건	
보수	2014. 9.	- 교면포장 보수(재포장)	금호산업(주)	

2.5 내진설계 및 보강 여부

2.5.1 내진설계

구 분	내 용
상부구조	형 식 : Steel Box Girder 경간장 : 3@55+4@55 = 385.0m
하부구조	교대 : 역T형, 교각 : T형
교량받침	Pot받침
설계조건	내진등급 : 1등급 지진구역계수 : 0.11 위험도계수 : 1.4 가속도계수 : 0.140 지반종류 : I 지반계수 : S=1.0
해석방법	복합 모드 스펙트럼 해석법

2.5.2 내진보강 여부

자료검토 결과, 삼성1교는 준공 이후 내진보강은 없는 상태로 확인되었다.

2.6 자료분석 결과요약

본 과업의 효과적인 용역 수행을 위하여 건설관련 자료(대구~부산간 고속도로(남천~송읍간) 건설공사(제 4공구))와 유지관리 자료(기 정밀점검 결과, 보수·보강자료 등) 등을 입수하였으며, 수집 자료를 검토한 결과 및 진단과업 진행방향은 다음 【표 2.6.1】과 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~부산간 고속도로 건설공사(제 4공구) - 구조계산서 - 구조물도 - 종합보고서 - 일반보고서 - 토질조사보고서 ◇ 대구~부산간 고속도로 건설공사(제 4공구) - 품질시험검사총괄표 - 시공기록보고서	◇ 구조계산서 및 구조물도, 일반보고서는 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇ 구조계산서 및 구조물도의 구조물 치수는 동일한 것으로 확인됨 ◇ 주요 설계변경 내용 및 시공시 문제점이 없는 것으로 파악됨.	◇ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교·검토함 ⇒ 치수가 상이할 경우 도면을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영 ⇒ 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업 진행
유 지 관 리 자 료	◇ 정밀점검 보고서(2007.10) ◇ 정밀점검 보고서(2009.12) ◇ 정밀점검 보고서(2011.12) ◇ 정밀점검 보고서(2013.12) ◇ 보수·보강 이력 ⇒ FMS 전산관리	◇ Steel Box 거더(내·외부) 도장손상 등 ◇ 바닥판하면 균열부백태 ◇ 내구성 조사결과, 설계기준 이상으로 양호한 상태임 ◇ 상태평가결과 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 양호한 상태임 ◇ 교대, 교각 바닥판 균열보수 ◇ 난간 보수 ◇ 신축이음 후타재 균열보수	◇ 전회 점검결과와 금회 진단결과를 비교·검토하여 추가손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련 ◇ 전회 점검결과와 비교·검토하여 내구성 저하 여부 확인 ◇ 구조물의 제원변경확인 및 추가손상 발생에 대한 상세구조해석을 실시하여 안정성 확보여부 확인 ◇ 보수부 상태 확인

