

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		보유현황	비 고
설계 도서	◇ 공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	○	◇ 대구-부산간 고속도로 민간투자사업 (제 1공구) - 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 관련 자료	◇ 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 건설 공사(제 1공구)(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	내측길어깨	외측차도	외측길어깨	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(1공구)은 행정구역상 대구광역시 동구 부동, 신평동 및 율하동과 수성구 가천동 일원에 속하며 경부고속도로 동대구I/C로부터 가천동까지의 4.54km구간이다. 본 고속도로 노선은 북쪽의 능천산(357m)과 남쪽의 대덕산(600m) 사이에 위치하며, 지반고 150m 이하의 저지대로서 북동방향의 산계를 형성하고 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 5차선) : 27.9m
- 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	
율하교	STA. 2+042.0 ~ STA. 2+177.0	135.0	상행: 12.150 하행: 15.750	50°	STEEL BOX	교대:역T형 교각: π 형, 3거더	강관PILE	부체도로 대구시4차 순환도로

다. 설계기준

- 1) 적용기준
 - ① 도로교 설계기준안 (1995, 건설교통부)
 - ② 도로교 표준시방서 (1996, 대한토목학회)
 - ③ 콘크리트 구조 설계기준 (1999, 대한토목학회)
 - ④ 철근콘크리트 설계편람(Ⅰ,Ⅱ) (1992, 건설교통부)
 - ⑤ 구조물 기초 설계기준(1997, 건설교통부)
 - ⑥ 강도로교 상세부 설계지침(1997, 건설교통부)
 - ⑦ 도로설계요령(1992, 한국도로공사)
 - ⑧ 하천시설기준 (1997, 건설교통부)
 - ⑨ 기타 건설교통부에서 제정한 관련 시방서

2) 설계 방법 적용 기준

- ① W.S.D(허용응력설계법) : P.C 구조물, 강합성구조물
- ② U.S.D(강도설계법) : R.C 구조물(슬래브, 라멘, 교각, 교대, 옹벽, BOX)

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 : SM490

㉡ 부부재 : SM400

5) 구조물 설계기준(강도설계법)

① 주요 하중조합의 하중계수

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

㉡ $U = 1.3D+1.7H+1.3Q+1.3W$

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

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

㉤ $U = 1.25D+1.65H+1.25Q+1.25W+1.25G$

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

㉦ $U = 1.0D+1.0H+1.0Q+1.0E$

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

㉨ $U = 1.2D+1.55H+1.2Q+1.2W+1.2CO$

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	0.75
	그 이외의 철근콘크리트	0.60
전단, 비틀림		0.80
콘크리트 지압		0.70
무근콘크리트		0.65

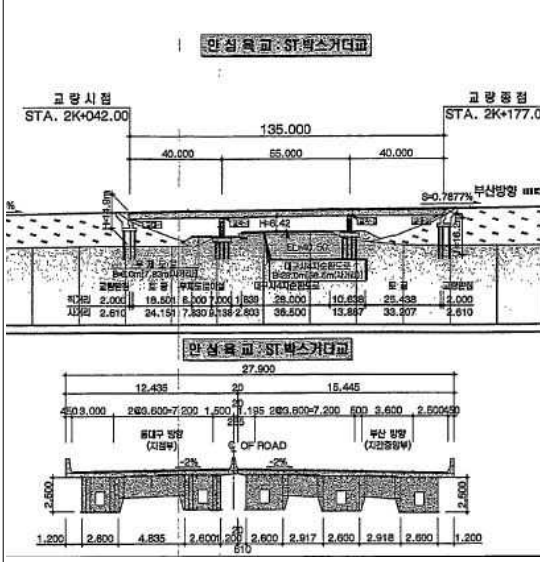
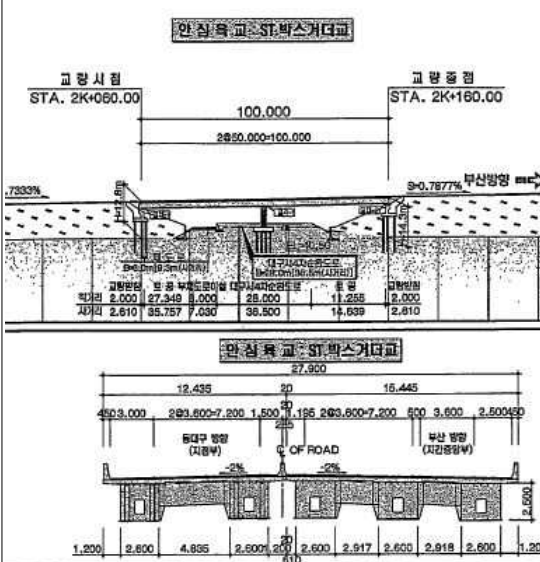
라. 교량 형식

1) 계획일반

울하교는 2006년에 준공된 교량연장 135m, 총폭 27.9m의 강박스 거더 교량으로 대구 동구 율하동에 위치하며, 최대경간장 55m의 1종 시설물이다.

2) 교량 형식의 산정

① 상부구조

구 분	제 1 안	제 2 안
상부형식	Steel Box Girder	Steel Box Girder
폭(m)	27.90	27.90
지간구성(m)	40+55+40=135.0	2@50=100.0
단 면		
장 단 점	•기능성 양호(하부도로 운전자의 주행안 전성 및 시거 확보) •구조 안정성 및 시공성 양호 •경제성 불리 및 미관 양호 •정기적인 도장 등 유지관리 필요 •순환도로내 교각 배제로 주행 안전성 확보	•기능성 불리(순환도로 중앙에 교각 설치) •구조 안정성 및 시공성 양호 •경제성 보통 및 미관 양호 •정기적인 도장 등에 유지관리 필요 •순환도로내 교각 설치로 위험요인 내재
제 안	○	

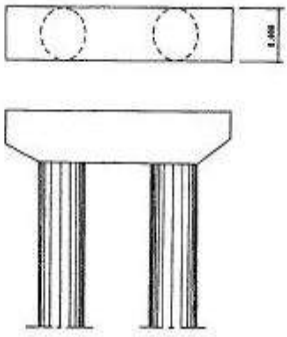
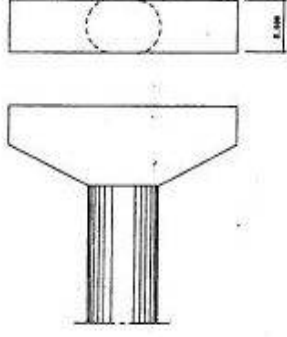
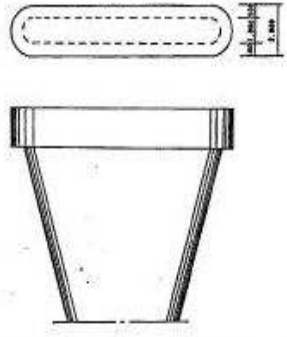
② 하부구조

㉠ 교대

- 본 과업구간의 교대형식은 역T형 교대로서 높이별, 기초형식별로 벽체 및 기초규격을 통일하여 구조적 안정성 및 시공성에 최대 주안점을 두고 설계
- 기초위치는 본 과업특성상 토질조사를 실시하지 않았으므로 당초 토질조사 보고서를 근거로 하여 중·횡단을 고려하여 기초위치를 재조정하여 설계하였다.

㉡ 교각

- 상부구조 형식(ST. BOX GIRDER), 가설위치의 지질조건, 시공조건 및 안정성 등을 고려하고 간단, 경제한 구조가 되도록 중력식 타원형, π 형 및 중력식(타원형) 등 3개안을 비교안으로 택하였다.

구 분	제 1 안	제 2 안	제 3 안
하부형식	π 형	T형	중력식(타원형)
단 면			
교각 높이	12~14m	12~14m	12~14m
장점	•유수저항이 적음 •미관이 양호	•유수저항이 적음 •공사비 저렴	•시공이 용이 •중후한 안정감
단점		•COPING 시공 난이	•공사비 고가
추천안	○		

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.

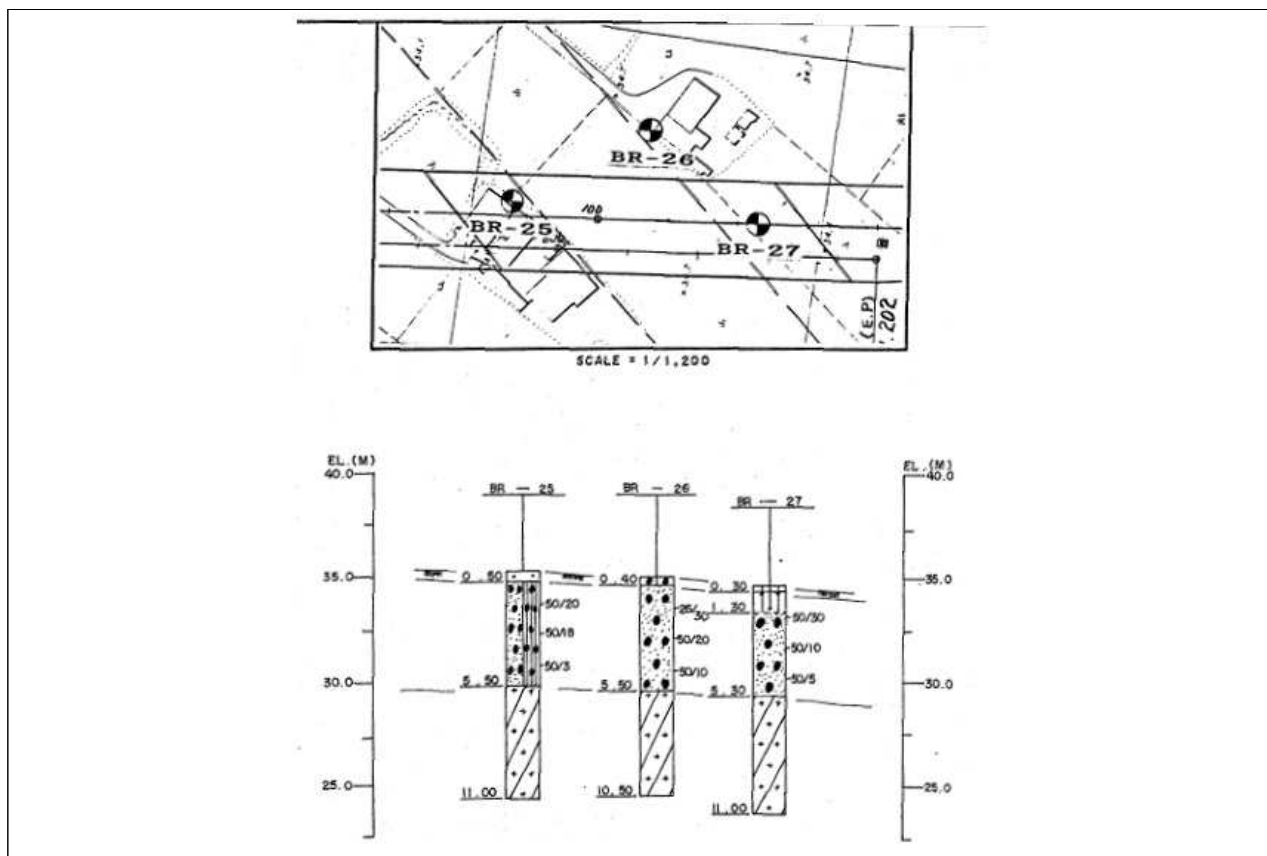
2.2.4 설계도면 검토

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. 강재 상세도, 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 : 1992년 12월 ~ 1993년 5월
- 2) 실내시험 및 성과분석 : 1992년 12월 ~ 1993년 3월
- 3) 성과분석 및 보고서 작성 : 1993년 2월 ~ 1993년 5월
- 4) 위치 : STA. 2+076 ~ 2+206
- 5) 해당위치 교량명 : 율하교(조사시 구조물명 : 안심육교)



【그림 2.2.1】울하교 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】울하교 지반조사 결과(토질조사보고서)

번호	점토	모래	자갈	연암	계	S.P.T	비고
BR-25	-	0.5	5.0	5.5	11.0	3	
BR-26	-	-	5.5	5.0	10.5	3	
BR-27	0.3	1.0	4.0	5.7	11.0	3	
BR-27-1	-	0.5	4.7	5.8	11.0	3	

1) 표토 및 전답토층 (Top & Paddy Soil)

지층의 최상부에 위치하여 현 지표층 피복 또는 전답으로 이용되고 있는 지층으로서 지표 상부에 0.3~0.5m 내외의 두께로 분포되어 있다.

본 지층은 실트, 모래, 자갈 등의 혼합토층으로 구성되어 통일분류법에 의한 토질분류가 ML, SM, SP, GM등으로 분류되며 느슨한 상태의 상대밀도를 나타낸다.

2) 충적토층

유수의 운반퇴적작용에 의하여 형성된 지층으로서 표토 및 전답토층 하부에 4.7~5.1m 내외의 두께로 분포하고 있다.

본 지층은 주로 세립 내지 조립의 모래 섞인 자갈로 구성되어 통일분류법에 의한 토질분류는 대체로 GP, GP-GM 등으로 분류되나 시추공 No. BR-27 위치의 상부층의 경우는 실트 섞인 세립 내지 중립의 모래로 구성되어 SM으로 분류된다.

또한, 표준관입시험 결과에 의한 N-치는 26~50회 이상으로서 중간정도 조밀 내지 매우 조밀한 상태의 상대밀도를 보여준다.

3) 연암층

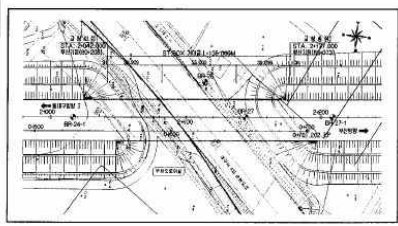
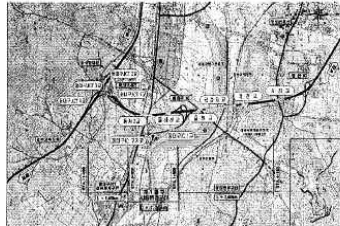
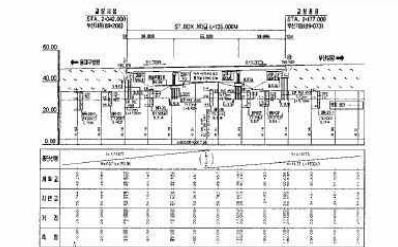
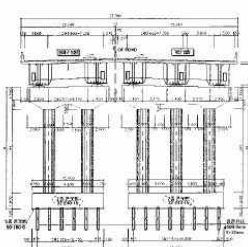
기반암인 셰일(Shale)이 풍화작용을 받아 형성된 층으로서 충적토층 하부 즉, 지표면으로부터 5.2~5.5m 내외의 심도에 분포하고 있다.

연암층은 그 풍화정도가 풍화암과 경암의 중간과정으로서 풍화가 진전 또는 진행 중에 있는 층이고 균열 및 층리가 발달하여 굴진작업 과정에서 채취된 코아(Core)는 암편 내지 단주상으로 회수되었는데 회수율은 7~40% 정도이며 암회색을 띠고 있다.

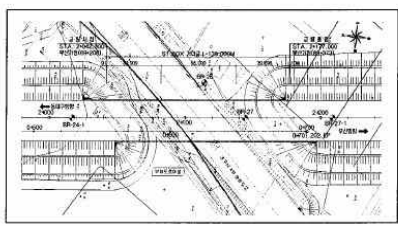
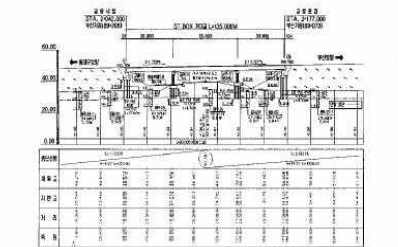
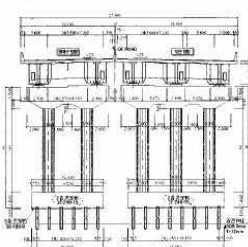
2.2.6 시공관련 자료검토

가. 시공기록일지

1)울하고 대구방향

교량명	울하교	위치 (행정구역)	대구시 동구 울하동	이칭	상행	B9K208 ~ B9K073	연장 (M)	135	폭원 (M)	11.37	선형	평면 측선	직선	
상부형식	STEEL BOX	하부형식	교대-역T형 교각-II형	기초공법	강관 파일	시공사 하도급사	연대우건설 공로산업(주) 대명산업(주) 수일건설(주)	설계사 감리사	남해강, 서양기술단 삼보기술단 KCM, (주)동일기술공사 (주)케이ENG	JOINT 모노셀, 모노샐	착공일 준공일	2003.08.02	2006.02.11	
평면도								위치도						
종단면도								단면도						

2)울하고 부산방향

교량명	울하교	위치 (행정구역)	대구시 동구 울하동	이칭	하행	89K208 ~ 89K073	연장 (M)	135		폭원 (M)	14.97	선형	평면	직선
								총단	-1.73%					
상부형식	STEEL BOX	하부형식	교대-역T형	기초공법	강관 파일	시공사	연대우건설 공로산업(주) 대명산업(주) 수일건설(주)	설계사	남해강, 서양기술단 삼보기술단 KCM, (주)동일기술공사 (주)케이ENG	JOINT	모노셀, 모노샐	착공일	2003.08.02	
			교각-II형			하도급사							감리사	발참
평면도							위치도							
종단면도							단면도							

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】울하교 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	- 방호벽 균열, 중분대 파손, JOINT 본체 이물질 퇴적, 교대 상면 체수 및 오염, 벽체부에 발생한 균열 등의 손상이 조사됨	양호
3	정기점검	'07.06.30	(주)아워브레인	- 전차 점검과 유사함 - 차량의 주기적 진동으로 인한 중분대 콘크리트 파손 및 후타재 균열, 교대 흙벽부의 누수흔적 및 오염 여부 등에 대해 주기적인 점검을 통한 유지관리 필요	양호
4	정밀점검	'07.12.20	(주)아워브레인	- 전차 점검과 유사함	B등급
5	정기점검	'08.06.30	(주)아워브레인	- 교면포장 라벨링, 거더외부 도장박락 등의 손상이 조사됨 - 내구성 및 사용성 확보차원에서 보수를 실시하고 유지관리 실시 요망	양호
6	정기점검	'08.12.31	(주)아워브레인	- 전반적으로 양호한 상태 - 내구성 및 사용성 확보차원에서 보수를 실시하고 유지관리 실시 요망	양호
7	정기점검	'09.06.30	(주)아워브레인	- 전차 점검과 유사함	양호
8	정밀점검	'09.12.31	(주)아워브레인	- 교좌장치 이동량이 부족한 것으로 계산되었으나 기존의 가동흔적으로 볼 때 온도변화에 따른 작동에는 큰 문제가 없는 것으로 보이므로 주의관찰이 필요	B등급
9	정기점검	'10.06.30	(주)아워브레인	- 바닥판하면의 철근노출 및 백태, 거더의 도장손상, 교대 및 교각의 균열, 받침콘크리트 파손 등이 조사됨 - 내구성 및 사용성 확보를 위하여 보수가 필요한 상태	양호
10	정기점검	'10.12.31	(주)아워브레인	- 전차 점검과 유사함 - 상행선 S2 배수관 집합부 누수에 의한 하부 가로등 제어장치의 누전 발생 부위에 대한 보수 및 정비가 필요한 것으로 판단됨	양호

【표 2.3.1】 율하교 정기 및 정밀점검 이력(계속)

번호	구 분	정기/정밀 점검기간	정기/정밀 점검기관	주요 정기/정밀점검 결과	상태 등급
11	정기점검	‘11.06.30	(주)아워브레인	- 거더 도장손상, 교대 및 교각 균열, 방호벽 균열, 몰탈 균열, 신축장치 스펀연결부 누수 등이 조사됨 - 발생한 손상에 대해서는 내구성 및 사용성 확보를 위하여 보수 필요	양호
12	정밀점검	‘11.12.31	(주)아워브레인	- 전차 점검과 유사함 - A1지점 받침장치의 경우 이동량 검토 시 여유량이 일부 부족한 것으로 평가되었으나, 현장조사 시 기존의 가동흔적으로 볼 때 온도변화에 따른 작동에는 큰 문제가 없으므로 보수는 필요치 않으며, 정기적인 점검을 통한 주의관찰 필요	B등급
13	정기점검	‘12.06.30	(주)아워브레인	- 기 발생한 손상에 대한 보수가 일부 실시된 상태 - 바닥판측면 백태, 거더 도장손상, 교대 및 교각의 균열 등은 내구성 확보 차원의 보수필요	양호
14	정기점검	‘12.12.31	(주)아워브레인	- 전차 점검과 유사함	양호
15	정기점검	‘13.06.30	(주)아워브레인	- 교면포장 포트홀, 교대 및 교각의 균열 등의 손상은 내구성 확보 차원의 보수가 필요 - 신축이음 스펀이음부에 발생한 누수는 하부 구조물 열화 원인이 되므로 보수 및 정비요망	양호
16	정밀점검	‘13.12.31	(주)아워브레인	- 바닥판 쉐일레버부 백태, 거더 도장손상, 교대 및 교각 균열, 교면포장 아스콘 균열 및 라벨링 등의 손상이 조사됨 - A1지점 받침장치의 경우 이동량 검토시 여유량이 일부 부족한 것으로 평가되었으나, 현장조사 시 기존의 가동흔적으로 볼 때 큰 문제가 없으므로 보수는 필요치 않으며, 정기적인 점검을 통한 주의관찰이 필요	B등급
17	정기점검	‘14.06.30	(주)아워브레인	- 전차 점검과 유사함	양호
18	정기점검	‘14.12.31	(주)아워브레인	- 내구성 및 사용성 확보차원에서 보수를 실시하고 유지관리 실시 요망	양호
19	정기점검	‘15.06.30	(주)아워브레인	- 전차 점검과 유사함	양호

2.3.2 기존 정밀점검 실시결과(2013년 12월)

가. 대구방향

1) 외관조사

구분			손상현황		단위	합계	보수공법	비고
상부 구조	바닥판 하면		백태		m ² (개소)	1.6 (5)	표면처리공법	
			누수흔적		m ² (개소)	1.6 (1)	정비	
하 부 구 조	교대 및 교각		균열	0.3mm미만	m (개소)	34.2 (23)	표면처리공법	
			망상균열		m ² (개소)	10.0 (4)	표면처리공법	
			실란트 파손		m (개소)	3.0 (1)	실란트 충전	
			누수흔적		m ² (개소)	8.3 (6)	정비	
			들뜸		m ² (개소)	0.5 (1)	단면보수공법	
			이물질적치		m ² (개소)	2.0 (2)	정비	
교량받침			무수축물탈 균열	0.3mm미만	m (개소)	0.6 (6)	표면처리공법	
기 타 부 재	교면포장		포트홀		m ² (개소)	0.03 (3)	아스콘 팻칭	
			라벨링		m (개소)	5.0 (1)	아스콘 팻칭	
			패임		m ² (개소)	0.02 (1)	아스콘 팻칭	
			균열		m (개소)	45.0 (1)	아스콘 팻칭	
	신축 이음	후타재	균열	0.3mm미만	m (개소)	16.5 (33)	표면처리공법	
		본체	이물질 퇴적		m (개소)	3.5 (2)	정비	
	콘크리트 난간		균열	0.3mm미만	m (개소)	29.6 (7)	표면처리공법	
			백태		m ² (개소)	0.87 (6)	표면처리공법	
			파손		m ² (개소)	0.15 (1)	단면보수공법	
부속시설			차수판 볼트 탈락		개소	8	정비	

2) 비파괴시험

구 분	위 치	시험결과	비 고	검 토
콘크리트 압축강도시험	바닥판	·반발경도법 : 27.2~28.0MPa	·설계강도 : 27.0MPa	양호
	교대	·반발경도법 : 24.1~24.2MPa	·설계강도 : 24.0MPa	
	교각	·반발경도법 : 24.5MPa	·설계강도 : 24.0MPa	
탄산화시험	바닥판	·탄산화깊이 : 6.0~7.0mm ·피복두께 : 40mm ·평가등급 : a	· a등급 : 탄산화 잔여깊이 30mm이상	양호
	교대	·탄산화깊이 : 5.0mm ·피복두께 : 100mm ·평가등급 : a		
	교각	·탄산화깊이 : 9.0~10mm ·피복두께 : 100mm ·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	a	a	a	b	a	c	b	a	b	Q	a	a
2	STEEL BOX	a	a	a	b	a	b	-	b	b	Q	-	-
3	STEEL BOX	b	a	a	b	a	c	-	b	b	Q	a	a
4	STEEL BOX	-	-	-	-	-	-	b	a	b	Q	-	a
평균		0.133	0.100	0.100	0.200	0.100	0.333	0.200	0.150	0.200	-	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3
평균x가중치 /가중치합		0.024	0.020	0.005	0.014	0.003	0.007	0.018	0.014	0.040	-	0.004	0.003

결함도 점수	0.151
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 균열, 라벨링	· 보수부의 추가적인 손상여부 · 차량주행성 저하 안전 여부	육안조사
콘크리트 난간	◦방호벽 균열 및 백태 ◦콘크리트 파손	· 결함 발생 및 진전 여부	육안조사
배수시설	◦배수구 막힘	· 체수 및 열화발생여부 · 장마철 관리 철저	육안조사
신축이음	◦유간 이물질 퇴적 ◦후타재 균열	· 본체의 변형여부 및 유간측정 · 손상현황의 진전여부	육안조사
바닥판	◦누수흔적 및 백태	· 균열의 진행성 여부	육안조사
거더 및 가로보	◦도장손상	· 부식 진전여부	육안조사
교량받침	◦이동량 부족 ◦무수축물탈 균열	· 균열 진전 여부 · 결함 발생 및 진전여부	육안, 실측
교대 및 교각	◦균열, 망상균열 ◦콘크리트 들뜸	· 배수시설 정비 여부 · 폭 및 길이 진전유무	육안조사
기타	◦차수판 볼트탈락 ◦안전철망 너트 탈락	· 손상현황의 정비 여부	육안, 실측

6) 종합결론

울하교에 대한 정밀점검 결과 주부재 및 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 양호한 상태로 평가되었다.

전회점검 이후 일부 손상에 대한 보수가 실시되었으며, 추가적인 손상은 미미한 상태로 교량의 안전성을 저해할 만한 손상은 없으므로, 발생한 손상에 대해서는 내구성 확보를 위한 보수와 지속적인 관찰 등을 통한 유지관리가 필요하다.

주요 손상으로는 바닥판 켄틸레버부 백태, 거더 도장손상, 교대 및 교각 균열, 배수구 막힘, 방호벽 균열 및 백태, 무수축물탈 균열, 신축이음 유간 이물질퇴적 및 녹발생, 교면포장 아스콘 균열 및 라벨링 등의 손상이 조사되었다.

특히, A1지점 받침장치의 경우 이동량 검토시 여유량이 일부 부족한 것으로 평가되었으나, 현장조사 시 기존의 가동흔적으로 볼 때 온도변화에 따른 작동에는 큰 문제가 없으며, 받침장치의 가동상태에 대해서는 정기적인 점검을 통한 주의관찰이 필요하다.

나. 부산방향

1) 외관조사

구분			손상현황		단위	합계	보수공법	비고
상부구조	바닥판 하면		누수 및 백태		m ² (개소)	5.82 (4)	표면처리공법	
			오염		m ² (개소)	8.0 (1)	정비	
	거더 내부		도장손상		m ² (개소)	0.12 (3)	도장보수	
하부구조	교대 및 교각		균열	0.3mm미만	m (개소)	45.3 (36)	표면처리공법	
			망상균열		m ² (개소)	24.3 (7)	표면처리공법	
			백태		m ² (개소)	0.02 (1)	표면처리공법	
			누수흔적		m ² (개소)	3.7 (4)	정비	
교량받침			무수축물탈 균열	0.3mm미만	m (개소)	0.8 (8)	표면처리공법	
기타부재	교면포장		라벨링		m ² (개소)	15.0 (1)	아스콘 팻칭	
	신축이음 본체	후타재	균열	0.3mm미만	m (개소)	7.5 (15)	표면처리공법	
			이물질 퇴적		m (개소)	3.0 (2)	정비	
			녹발생		m (개소)	2.0 (1)	도장보수	
			콘크리트 난간	균열	0.3mm미만	m (개소)	62.6 (43)	표면처리공법
				백태		m ² (개소)	2.15 (4)	표면처리공법
	배수시설		배수구 막힘		개소	1	정비	
	부속시설			텔레네이터 파손		개소	1	정비
안전철망 볼트 탈락				개소	1	정비		
차수판 볼트 탈락				개소	6	정비		

2) 비파괴시험

구 분	위 치	시험결과	비 고	검 토
콘크리트 압축강도시험	바닥판	·반발경도법 : 27.6~28.2MPa	·설계강도 : 27.0MPa	양호
	교대	·반발경도법 : 28.2~28.3MPa	·설계강도 : 24.0MPa	
	교각	·반발경도법 : 27.9MPa	·설계강도 : 24.0MPa	
탄산화시험	바닥판	·탄산화깊이 : 3.0~7.0mm ·피복두께 : 40mm ·평가등급 : a	· a등급 : 탄산화 잔여깊이 30mm이상	양호
	교대	·탄산화깊이 : 9.0~10mm ·피복두께 : 100mm ·평가등급 : a		
	교각	·탄산화깊이 : 6.0mm ·피복두께 : 100mm ·평가등급 : a		

3) 상태평가

부재의 분류		상부구조			기타부재				반침	하부구조		내구성 요소	
경간	구조형식	바닥판	거더	2차 부재	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 반침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)
1	STEEL BOX	b	b	a	b	a	b	b	b	b	Q	a	a
2	STEEL BOX	a	a	a	a	a	b	-	a	b	Q	-	-
3	STEEL BOX	b	a	a	a	b	b	-	b	b	Q	a	a
4	STEEL BOX	-	-	-	-	-	-	b	a	b	Q	-	a
평균		0.167	0.133	0.100	0.133	0.133	0.200	0.200	0.150	0.200	-	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3
평균x가중치 /가중치합		0.030	0.027	0.005	0.009	0.004	0.004	0.018	0.014	0.040	-	0.004	0.003

결합도 점수	0.158
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 균열, 라벨링	· 보수부의 추가적인 손상여부 · 차량주행성 저하 안전 여부	육안조사
콘크리트 난간	◦방호벽 균열 및 백태 ◦콘크리트 파손	· 결함 발생 및 진전 여부	육안조사
배수시설	◦배수구 막힘	· 체수 및 열화발생여부 · 장마철 관리 철저	육안조사
신축이음	◦유간 이물질 퇴적 ◦후타재 균열	· 본체의 변형여부 및 유간측정 · 손상현황의 진전여부	육안조사
바닥판	◦누수흔적 및 백태	· 균열의 진행성 여부	육안조사
거더 및 가로보	◦도장손상	· 부식 진전여부	육안조사
교량받침	◦이동량 부족 ◦무수축물탈 균열	· 균열 진전 여부 · 결함 발생 및 진전여부	육안, 실측
교대 및 교각	◦균열, 망상균열 ◦콘크리트 들뜸	· 배수시설 정비 여부 · 폭 및 길이 진전유무	육안조사
기타	◦차수판 볼트탈락 ◦안전철망 너트 탈락	· 손상현황의 정비 여부	육안, 실측

6) 종합결론

울하교에 대한 정밀점검 결과 주부재 및 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 양호한 상태로 평가되었다.

전회점검 이후 일부 손상에 대한 보수가 실시되었으며, 추가적인 손상은 미미한 상태로 교량의 안전성을 저해할 만한 손상은 없으므로, 발생한 손상에 대해서는 내구성 확보를 위한 보수와 지속적인 관찰 등을 통한 유지관리가 필요하다.

주요 손상으로는 바닥판 켄틸레버부 백태, 거더 도장손상, 교대 및 교각 균열, 배수구 막힘, 방호벽 균열 및 백태, 무수축물탈 균열, 신축이음 유간 이물질퇴적 및 녹발생, 교면포장 아스콘 균열 및 라벨링 등의 손상이 조사되었다.

특히, A1지점 받침장치의 경우 이동량 검토시 여유량이 일부 부족한 것으로 평가되었으나, 현장조사시 기존의 가동흔적으로 볼 때 온도변화에 따른 작동에는 큰 문제가 없으며, 받침장치의 가동상태에 대해서는 정기적인 점검을 통한 주의관찰이 필요하다.

2.4 보수·보강 이력

【표 2.4.1】 율하교 보수·보강 이력

구분	보수일자	보수보강공법/내용	시공자	비고
보수	2007.10.	- 교대, 교각 균열 및 표면균열 표면처리 보수 시행 - 콘크리트 파손 단면 보수 시행 - 교면포장 이물질 제거	대우건설(주)	
보수	2008.10.	- 교면포장 이물질 제거 - 방호벽 텔리네이터 파손 재설치	대우건설(주)	
보수	2009.10.	- 교면포장 포트홀 아스콘패칭 보수 시행 - 방호벽 텔리네이터 파손 재설치 - 교각 표면균열 표면처리 보수 시행	대우건설(주)	
보수	2010.06.	- 교량받침, 신축이음 후타재 균열 표면처리보수	대우건설(주), 유니슨	
보수	2010.07.	- 교대, 교각, 방호벽, 받침콘크리트 균열 표면처리 보수 시행 - 방호벽 텔리네이터 파손 재설치 - 교각 표면균열 표면처리 보수 시행	대우건설(주), 월드리페어	
보수	2011.01.	- 배수파이프 누수방지용 밴드 체결	대우건설(주), KR	
보수	2011.04.	- 강교 도장 하자보수	대우건설(주)	
보수	2011.07.	- 받침장치 균열 및 파손부 보수, 부식부 재도장	대우건설(주), 유니슨	
보수	2012.01.	- 배수파이프 누수방지용 밴드 체결	대우건설(주)	
보수	2012.05.	- 교대 및 교각, 바닥판하면 백태, 교량받침 보수, - 방호벽 누수부 보수	대우건설(주), 주영건설	
보수	2013.06.	- 교대 및 교각 균열보수, 단면복구, 바닥판 누수	대우건설(주), 주영건설	
보수	2014.06.	- 교대, 교각, 교량받침 균열보수	해솔건설	
보수	2015.02.	- 신축이음 녹발생부 보수	포스원	
보수	2015.10.	- 신축이음장치 부분교체 A2(부산) 1.8m	마게바코리아	

2.5 내진설계 및 보강 여부

2.5.1 내진설계

구 분	내 용
상부구조	형 식 : Steel Box Girder 경간장 : 40+55+40 = 135.0m
하부구조	교대 : 역T형, 교각 : II형
교량받침	Pot받침
설계조건	내진등급 : 1등급 지진구역계수 : 0.11 위험도계수 : 1.4 지반종류 : I 지반계수 : S=1.0 응답수정계수 : R=0.8(교대연결부), R=1.0(교각연결부)
해석방법	다중모드 해석법, 스펙트럼 해석법

2.5.2 내진보강 여부

자료검토 결과, 율하교는 준공 이후 내진보강은 없는 상태로 확인되었다.

2.6 자료분석 결과요약

본 과업의 효과적인 용역 수행을 위하여 건설관련 자료(대구~부산간 고속도로(동대구~가천간) 건설공사(제 1공구))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 1공구) - 구조계산서 - 구조물도 - 종합보고서 - 일반보고서 - 토질조사보고서 ◇ 대구~부산간 고속도로 건설공사(제 1공구) - 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 부분교체(2015년) ⇒ 부산방향 A2	◇ 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

