

제 출 문

신대구부산고속도로 주식회사 귀중

귀사에서 의뢰하신 『2015년 하반기 시설물 안전점검용역(1구간 정밀안전진단)』을 성실히 수행하고 율하교(대구, 부산)의 결과를 본 보고서에 수록하여 부속자료와 함께 제출합니다.

2015년 12월

주식회사 아워브레인

서울시 강남구 역삼로 542

대표이사 김정호 (인)



울하교(대구) 정밀안전진단 결과표

가. 일반현황					
용역명	2015년 하반기 시설물 안전점검용역(1구간 정밀안전진단)	진단기간	2015. 08. 05 ~ 2015. 12. 31		
관리주체명	신대구부산고속도로(주)	대표자	정 상 호		
공동수급	독자수행 100%	계약방법	일반경쟁		
시설물 구분	교 량	종 류	도로교량	종 별	1종
준공일	2006년 02월 10일	진단금액 (천원)	5,500	안전등급	B
시설물 위치	대구광역시 동구 율하동 (부산기점 89.1k)	시설물 규모	L=135.0m, B=12.14m(2차로)		
나. 진단 실시결과 현황					
중대결함	■ 없음				
진단 주요결과	■바닥판 하면 균열(cw=0.3mm미만, 이상) ■거더 도장손상 ■하부구조 균열(cw=0.3mm미만, 이상) ■무수축물탈 균열 및 파손 ■신축이음 고무재 손상, 이물질 퇴적, 후타재 균열(cw=0.3mm미만) ■교면포장 아스콘 균열, 패임, 라벨링, 포트홀 ■배수구 막힘, 배수관 용접부 누수 ■방호벽 균열(cw=0.3mm미만), 균열부 백태				
주요 보수·보강	■상하부 구조 콘크리트 균열 주입보수 ■거더 도장보수, 가로보 및 세로보, 신축이음 정비				
다. 책임(참여)기술자 현황					
구분	성명	과업 참여기간		기술등급	
사업책임	성 태 균	2015. 08. 05 ~ 2015. 12. 31		특급기술자	
분야별책임	인 승 철	2015. 08. 05 ~ 2015. 12. 31		특급기술자	
참여기술자	서영노외 5인	2015. 08. 05 ~ 2015. 12. 31		고급기술자	
라. 참고사항					

율하교(대구) 정밀안전진단 실시결과 요약표

책임기술자 종합의견	
■ 율하교(대구)는 재료적·시공적 특성에 의해 비구조적인 손상 및 결함이 일부 조사되었으나, 구조적 안전성을 저해할 만한 심각한 손상은 없었으며, 내구성 저하는 없는 상태로 조사됨. ■ 상태평가 결과 “B(0.190)”로 평가됨. ■ 안전성평가 결과, 최소 안전율은 1.0 이상으로 “A”로 평가되었으며, 기본내하력은 설계활하중을 상회하고 있음. ■ 안전등급은 B등급(양호)으로 평가되었으며, 제시된 바와 같이 보수를 실시하고 지속적인 유지관리가 수행된다면, 1등급로서의 기능을 유지할 수 있을 것으로 판단됨.	
책임기술자 : 성 태 군 	

가. 정밀안전진단 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수보강				상태평가 결과 : B
결함발생 부재		상태평가 결과	결함종류	보수보강(안)
상부구조	바닥판	c	- 균열(0.3mm미만) - 균열(0.3mm이상)	- 표면처리 - 주입보수
	강박스 거더	b	- 도장손상	- 도장보수
	가로보 및 세로보	a	- 양호	- 주의관찰
하부구조	교대	b	- 균열(0.3mm미만)	- 표면처리
	교각	c	- 균열(0.3mm미만) - 균열(0.3mm이상)	- 표면처리 - 주입보수
교량받침		a	- 균열(0.3mm미만) - 무수축물탈 파손	- 표면처리 - 단면복구
기타부재	신축이음장치	b	- 고무재손상, 이물질퇴적 - 균열(0.3mm미만)	- 정비 - 표면처리
	교면포장	b	- 아스콘균열 - 아스콘 패임, 라벨링, 포트홀	- 아스콘 팻칭
	배수시설	b	- 배수관 용접부 누수 - 배수구 막힘	- 정비
	난간 및 연석 (방호벽)	b	- 균열(0.3mm미만) - 균열부 백태	- 표면처리

나. 안전성평가 결과

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성평가 결과
바닥판	강도설계법	최소 안전율 1.47으로 양호	1.0이상	A
거더	허용응력법	최소 안전율 1.44으로 양호	1.0이상	
교각	강도설계법	최소 안전율 2.49으로 양호	1.0이상	

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	적용	-	-

라. 현장시험(비파괴 및 추가시험)

시 험 명	시험부위		시험 결과	비 고
비파괴 강도 (MPa)	상부 구조	반발경도	27.8~28.7	설계기준강도 대비 100%이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨
		초음파	28.2~29.3	
	하부 구조	반발경도	24.3~25.6	
		초음파	25.2~26.2	
철근탐사 (mm)	상부 구조	배근간격	120.0~125.0	전반적으로 철근간격 및 피복두께가 설계값과 근사함
		피복두께	43.0~45.0	
	교대 (구체부)	배근간격	155.0~255.0	
		피복두께	105.0	
	교각 (기둥부)	배근간격	110.0~155.0	
		피복두께	96.0~103.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		33.0~37.0	잔여깊이가 30mm이상 'a등급' 으로 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨
	하부구조		82.0~92.0	
염화물 함유량시험 (kg/m ³)	상부구조		0.140~0.172	염화물 함유량은 0.3kg/m³ 이하로 확인되어 철근의 부식환경은 없는 상태로 확인됨
	하부구조		0.120~0.174	
초음파 탐상시험 (개소)	거더 내부		1등급: 12개소	전 개소에서 균열, 기공, 슬래그, 용입부족 등의 내부결함이 없는 1등급(합격)으로 조사됨

울하교(대구) 현황표

작성일 : 2015년 12월 31일

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		울하교(대구)		시설물번호		BR2006-0001006	
준공년월		2006년 2월 10일		관리번호		dbw BR.52	
시설물위치		대구광역시 동구 울하동					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		고속국도55호선 (부산기점 89.1k)	
제원	연장	L = 135.0m (40+55+40 = 135.0m)					
	폭	B = 12.14m, 2차로					
구조 형식	상 부	강상자형교(STB)		기초 형식	교대	PILE 기초	
	하 부	교대 : 역T형(RTA) 교각 : π 형			교각	PILE 기초	
교량받침		Pot Bearing		신축이음		RAIL JOINT, MONOCELL	
교차시설물		동천횡단		통과높이		6.4m	
설 계 사		삼보기술단		시 공 사		(주)대우건설	
내진설계유무		유		관리주체		신대구부산고속도로(주)	
부착시설내용		-					
기 타		- 평면형상 : 사각이 있는 직선교 - 포장유형 : 아스팔트 포장 - 방호벽 및 중앙분리대 : 콘크리트					

울하교(부산) 정밀안전진단 결과표

가. 일반현황					
용역명	2015년 하반기 시설물 안전점검용역(1구간 정밀안전진단)	진단기간	2015. 08. 05 ~ 2015. 12. 31		
관리주체명	신대구부산고속도로(주)	대표자	정 상 호		
공동수급	독자수행 100%	계약방법	일반경쟁		
시설물 구분	교 량	종 류	도로교량	종 별	1종
준공일	2006년 02월 10일	진단금액 (천원)	5,500	안전등급	B
시설물 위치	대구광역시 동구 울하동 (부산기점 89.1k)	시설물 규모	L=135.0m, B=15.7m(3차로)		
나. 진단 실시결과 현황					
중대결함	■ 없음				
진단 주요결과	■ 바닥판 하면 균열(cw=0.3mm미만), 백태 ■ 거더 도장손상 ■ 하부구조 균열(cw=0.3mm미만) ■ 신축이음 이물질퇴적, 고무재 손상, 후타재 균열(cw=0.3mm미만) ■ 교면포장 아스콘 균열, 라벨링, 패임 ■ 방호벽 균열(cw=0.3mm미만), 균열부 백태				
주요 보수·보강	■ 거더 내외부 도장보수 ■ 신축이음 정비				
다. 책임(참여)기술자 현황					
구분	성명	과업 참여기간		기술등급	
사업책임	성 태 균	2015. 08. 05 ~ 2015. 12. 31		특급기술자	
분야별책임	인 승 철	2015. 08. 05 ~ 2015. 12. 31		특급기술자	
참여기술자	서영노외 5인	2015. 08. 05 ~ 2015. 12. 31		고급기술자	
라. 참고사항					

율하교(부산) 정밀안전진단 실시결과 요약표

책임기술자 종합의견	
■ 율하교(부산)은 재료적·시공적 특성에 의해 비구조적인 손상 및 결함이 일부 조사되었으나, 구조적 안전성을 저해할 만한 심각한 손상은 없었으며, 내구성 저하는 없는 상태로 조사됨. ■ 상태평가 결과 “B(0.153)”로 평가됨. ■ 안전성평가 결과, 최소 안전율은 1.0 이상으로 “A”로 평가되었으며, 기본내하력은 설계활하중을 상회하고 있음. ■ 안전등급은 B등급(양호)으로 평가되었으며, 제시된 바와 같이 보수를 실시하고 지속적인 유지관리가 수행된다면, 1등급로서의 기능을 유지할 수 있을 것으로 판단됨.	
책임기술자 : 성 태 군 	

가. 정밀안전진단 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수보강				상태평가 결과 : B
결함발생 부재		상태평가 결과	결함종류	보수보강(안)
상부구조	바닥판	b	- 균열(0.3mm미만) - 백태	- 표면처리
	강박스 거더	b	- 도장손상	- 도장보수
	가로보 및 세로보	a	- 양호	- 주의관찰
하부구조	교대	a	- 양호	- 주의관찰
	교각	b	- 균열(0.3mm미만)	- 표면처리
교량받침		a	- 양호	- 주의관찰
기타부재	신축이음장치	b	- 이물질 퇴적 및 고무재 손상 - 균열(0.3mm미만)	- 정비 - 표면처리
	교면포장	b	- 라벨링, 패임 - 아스콘 균열	- 아스콘 팻칭
	배수시설	a	- 양호	- 주의관찰
	난간 및 연석 (방호벽)	b	- 균열(0.3mm미만) - 균열부 백태	- 표면처리

나. 안전성평가 결과

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성평가 결과
바닥판	강도설계법	최소 안전율 2.12으로 양호	1.0이상	A
거더	허용응력법	최소 안전율 1.45로 양호	1.0이상	
교각	강도설계법	최소 안전율 3.07로 양호	1.0이상	

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	적용	-	-

라. 현장시험(비파괴 및 추가시험)

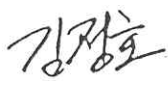
시 험 명	시험부위		시험 결과	비 고
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	반발경도	27.5~28.1	설계기준강도 대비 100%이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨
		초음파	27.1~27.2	
	하부구조	반발경도	25.4~26.8	
		초음파	25.1~26.9	
철근탐사 (mm)	상부구조	배근간격	120.0~130.0	전반적으로 철근간격 및 피복두께가 설계값과 근사함
		피복두께	44.0~45.0	
	교대 (구체부)	배근간격	143.0~260.0	
		피복두께	105.0	
	교각 (기둥부)	배근간격	103.0~155.0	
		피복두께	96.0~105.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		34.0~41.0	잔여깊이가 30mm이상 'a등급'으로 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨
	하부구조		88.0~94.0	
염화물 함유량시험 (kg/m³)	상부구조		0.127~0.154	염화물 함유량은 0.3kg/m³ 이하로 확인되어 철근의 부식환경은 없는 상태로 확인됨
	하부구조		0.127~0.161	
초음파 탐상시험 (개소)	거더 내부		1등급: 18개소	전 개소에서 균열, 기공, 슬래그, 용입부족 등의 내부결함이 없는 1등급(합격)으로 조사됨

울하교(부산) 현황표

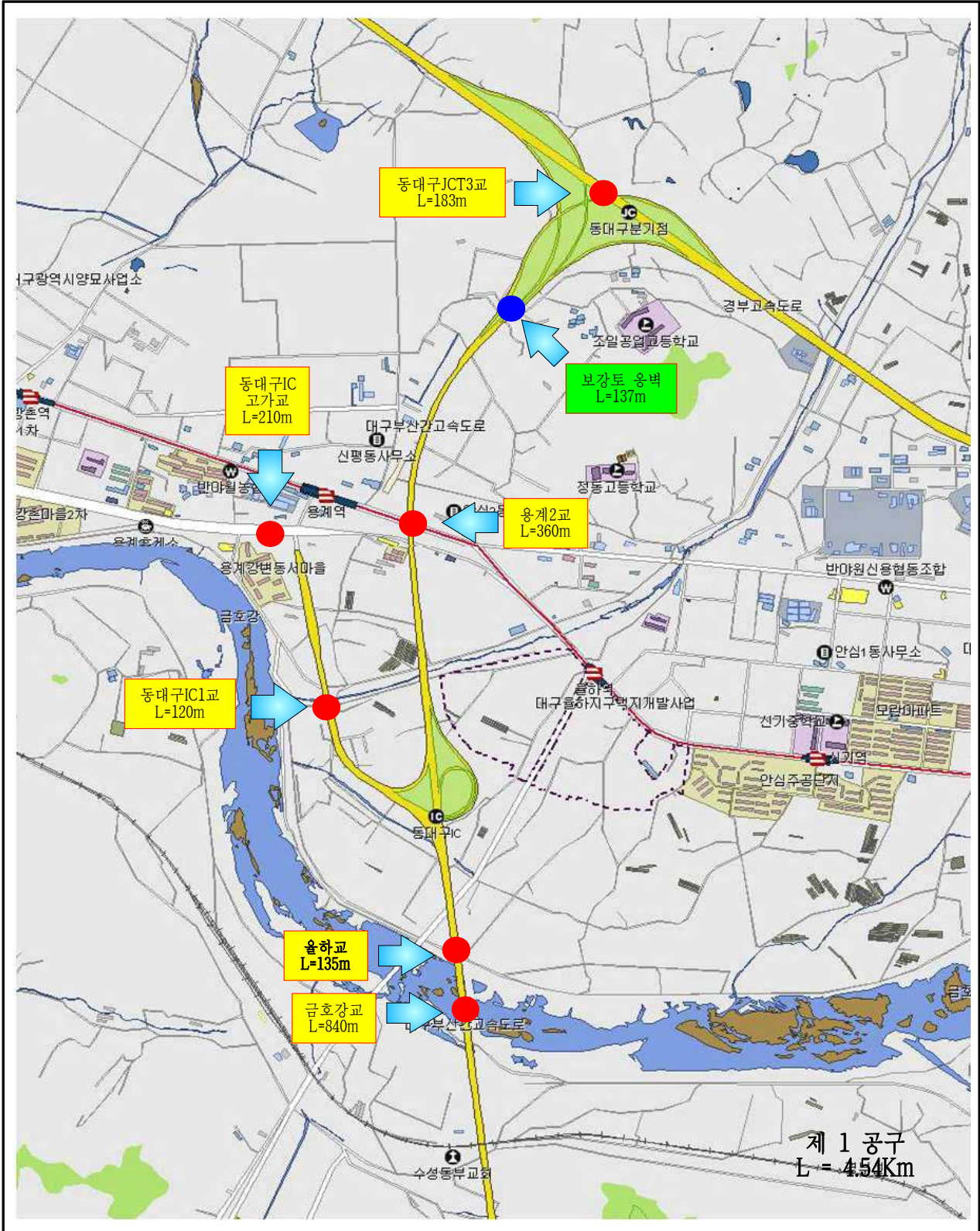
작성일 : 2015년 12월 31일

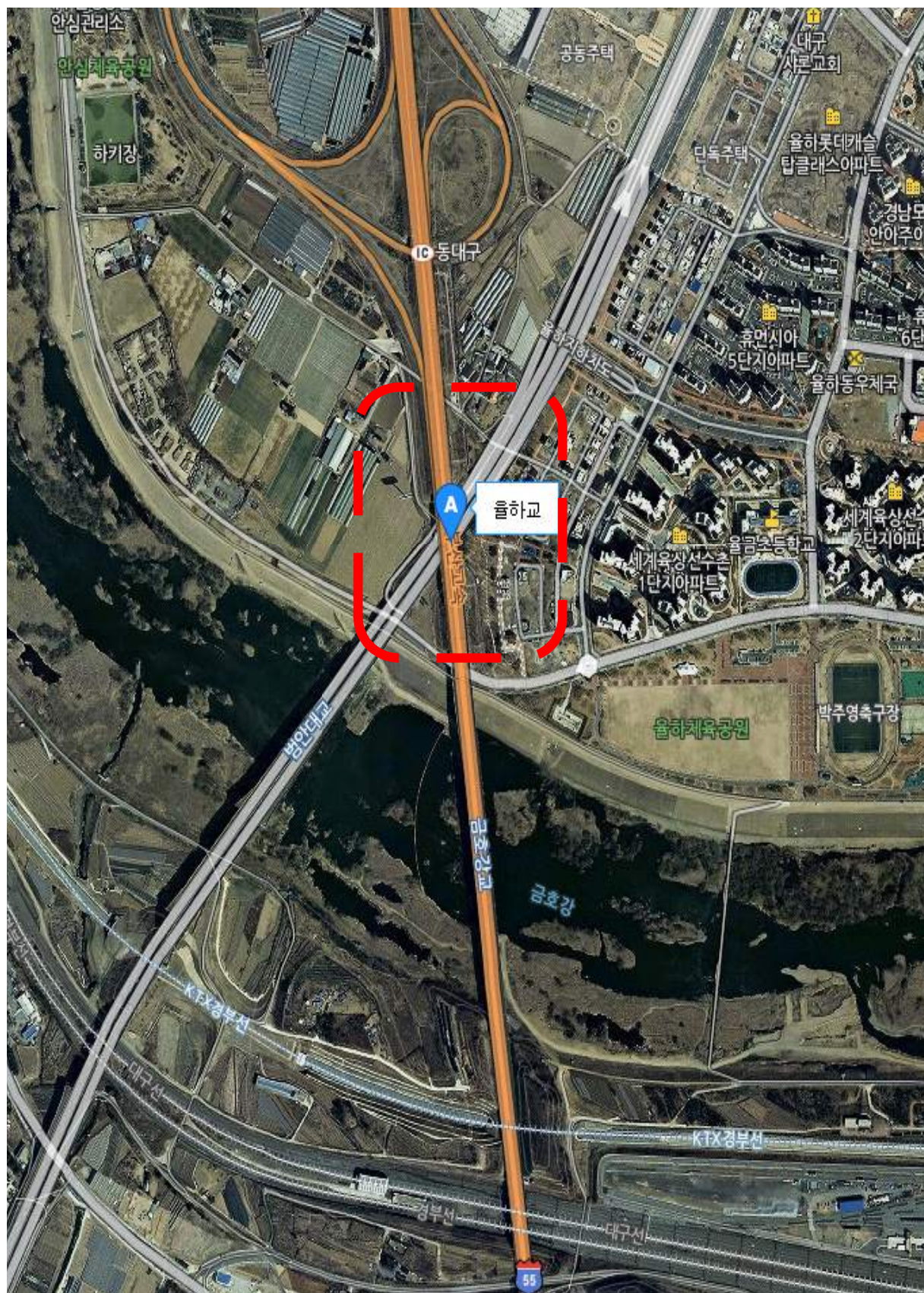
구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		울하교(부산)		시설물번호		BR2006-0001007	
준공년월		2006년 2월 10일		관리번호		dbw BR.52	
시설물위치		대구광역시 동구 울하동					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		고속국도55호선 (부산기점89.1k)	
제원	연장	L = 135.0m (40+55+40 = 135.0m)					
	폭	B = 15.7m, 3차로					
구조 형식	상 부	강상자형교(STB)		기초 형식	교대	PILE 기초	
	하 부	교각- π 형 교대-역T형(RTA)			교각	PILE 기초	
교량받침		Pot Bearing		신축이음		RAIL JOINT, MONOCELL	
교차시설물		동천횡단		통과높이		6.4 m	
설 계 사		삼보기술단		시 공 사		(주)대우건설	
내진설계유무		유		관리주체		신대구부산고속도로(주)	
부착시설내용		-					
기 타		- 평면형상 : 사각이 있는 직선교 - 포장유형 : 아스팔트 포장 - 방호벽 및 중앙분리대 : 콘크리트					

정밀안전진단 참여기술진

참여구분	소 속	직 위	성 명	참여기간	서 명
책임기술자	(주)아워브레인	이 사	성 태 균	8월05일~12월31일 (149일)	
분야별 책임기술자	"	부 장	인 승 철	8월05일~12월31일 (149일)	
참여기술자	"	이 사	김 정 호	8월05일~12월31일 (149일)	
	"	부 장	서 영 노	8월05일~12월31일 (149일)	
	"	과 장	곽 민 수	8월05일~12월31일 (149일)	
	"	과 장	정 지 윤	8월05일~12월31일 (149일)	
	"	과 장	유 정 완	8월05일~12월31일 (149일)	
	"	대 리	황 상 윤	8월05일~12월31일 (149일)	

시설물 위치도





시설물의 전경사진(1)



상부전경



측면전경

시설물의 전경사진(2)



바닥판하면 및 강박스 외부전경



강박스내부 전경

시설물의 전경사진(3)



교각 전경(P1)



교대 전경(A1)

시설물의 전경사진(4)



신축이음장치 전경(A1)



신축이음장치 전경(A2)

시설물의 전경사진(5)



중분대 전경

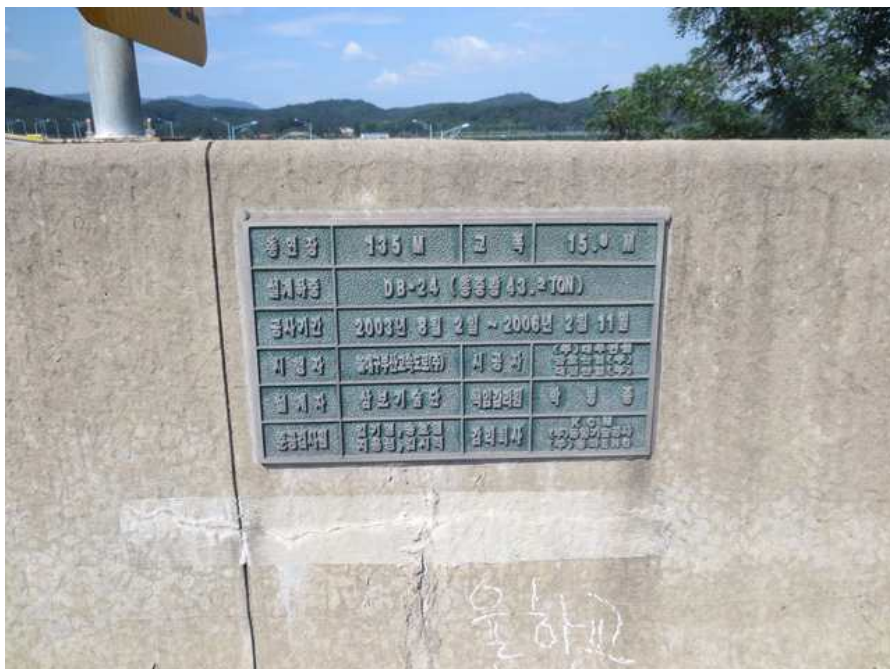


배수구 전경

시설물의 전경사진(6)



교 명 판



설 명 판

정밀안전진단 결과 요약문

1. 과업의 개요

1.1 과업의 목적

본 과업은 “시설물의 안전관리에 관한 특별법”(이하 “시특법”이라 한다.) 제7조 및 동법 시행령 제9조에 의한 정밀안전진단으로서 시설물의 물리적·기능적 결함과 손상을 조사·측정하고 원인을 분석하여 신속하고 적절한 조치를 취하며, 상태 및 구조적 안전성, 사용성을 종합적으로 검토·평가하여 적절한 보수·보강 방법 및 유지관리방안을 수립하여, 고속도로 시설물의 재난예방과 안전성 확보를 통해 공공의 안전을 확보하는데 그 목적이 있다.

1.2 과업의 범위

가. 정밀안전진단

- 1) 자료수집 및 분석
- 2) 현장조사 및 시험
- 3) 상태평가
- 4) 안전성평가
- 5) 종합평가 및 안전등급 지정
- 6) 보수보강방법 및 유지관리방안 제시
- 7) 보고서 작성
- 8) 신축이음장치 및 받침 점검(사진, 신축량 등)은 별도 시행방안에 따라 결과물 작성 및 제출
- 9) 교량 및 터널 하자보고서 작성

나. 과업기간

2015. 08. 05 ~ 2015. 12. 31(착수일로부터 149일간)

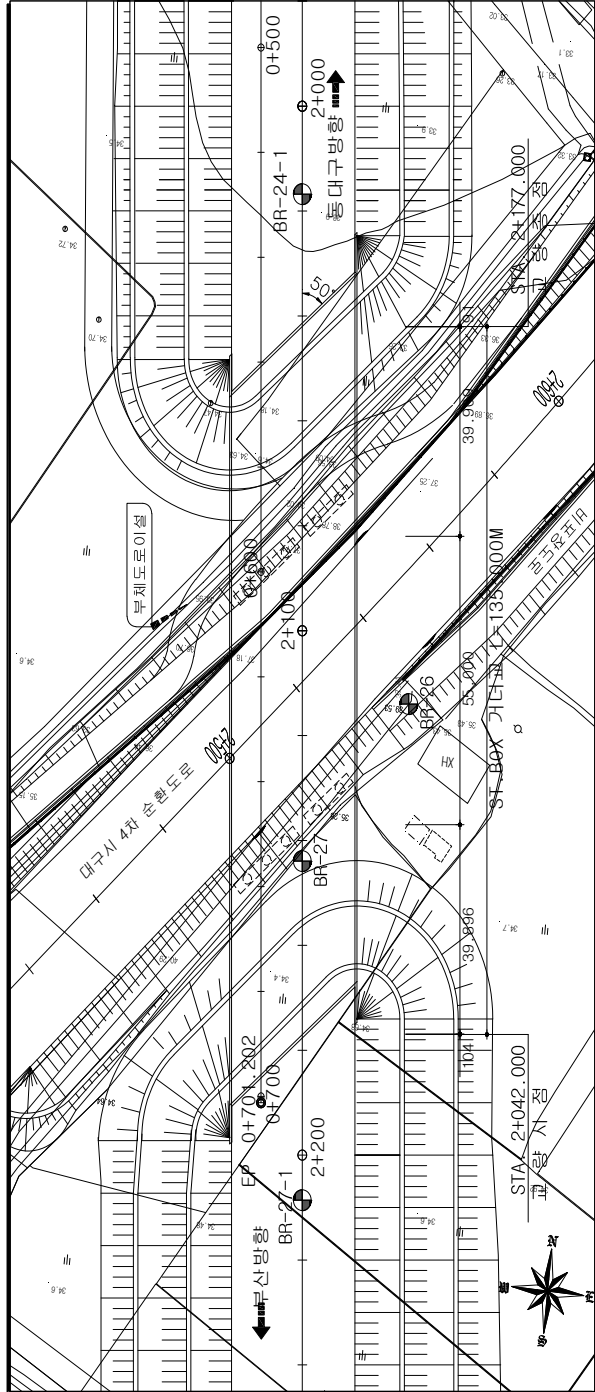
1.3 시설물의 개요

가. 대구방향

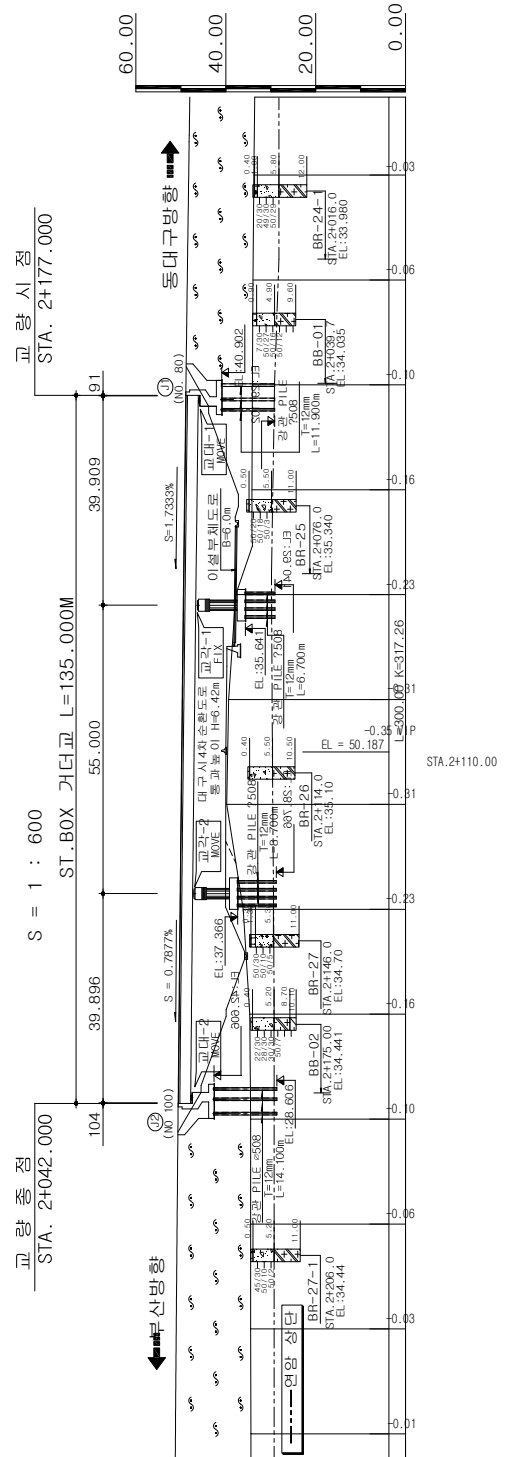
1) 시설물의 현황

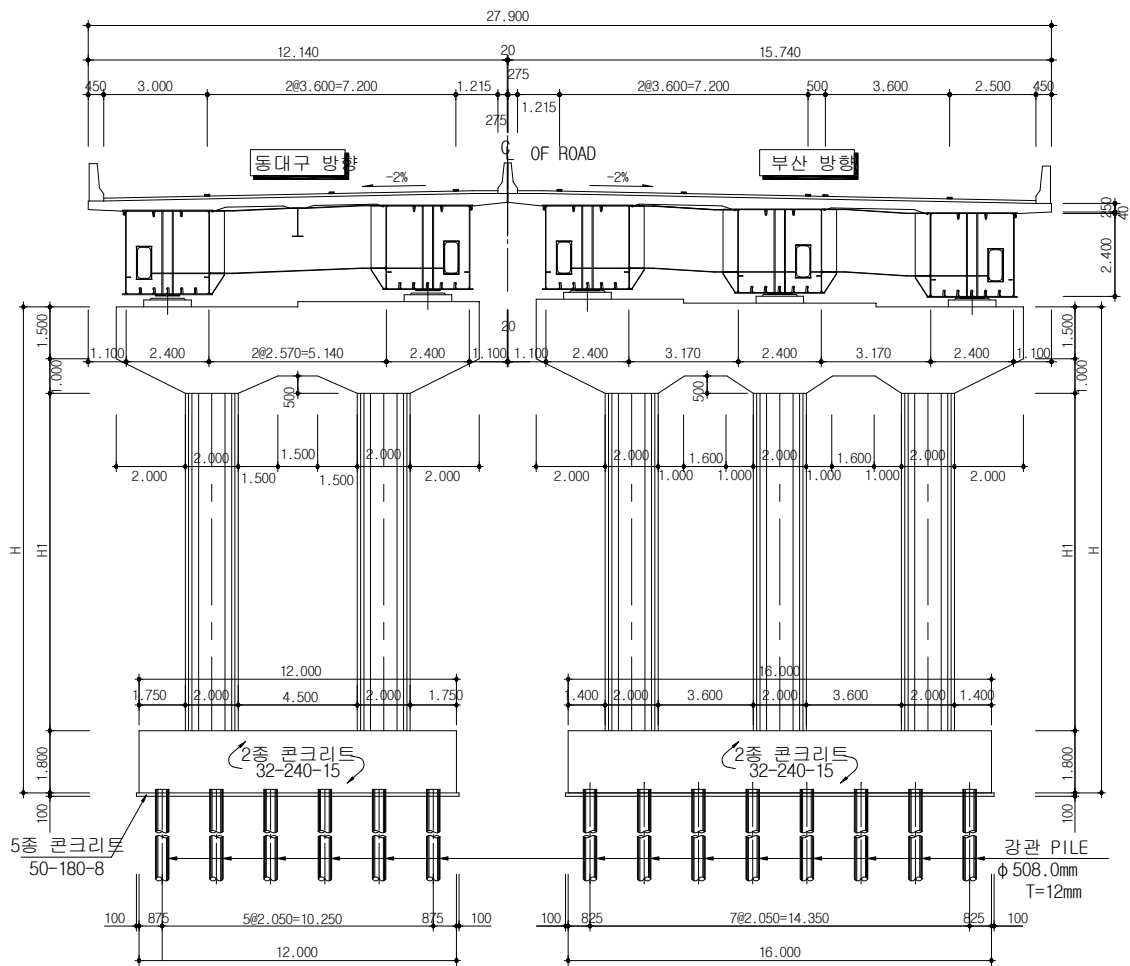
구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		을하교(대구)		시설물번호		BR2006-0001006	
준공년월		2006년 2월 10일		관리번호		dbw BR.52	
시설물위치		대구광역시 동구 을하동					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		고속국도55호선 (부산기점 89.1k)	
제원	연장	L = 135.0m (40+55+40 = 135.0m)					
	폭	B = 12.14m, 2차로					
구조 형식	상 부	강상자형교(STB)		기초 형식	교대	PILE 기초	
	하 부	교대 : 역T형(RTA) 교각 : π 형			교각	PILE 기초	
교량받침		Pot Bearing		신축이음		RAIL JOINT, MONOCELL	
교차시설물		동천횡단		통과높이		6.4m	
설 계 사		삼보기술단		시 공 사		(주)대우건설	
내진설계유무		유		관리주체		신대구부산고속도로(주)	
부착시설내용		-					
기 타		- 평면형상 : 사각이 있는 직선교 - 포장유형 : 아스팔트 포장 - 방호벽 및 중앙분리대 : 콘크리트					

2) 시설물의 주요도면

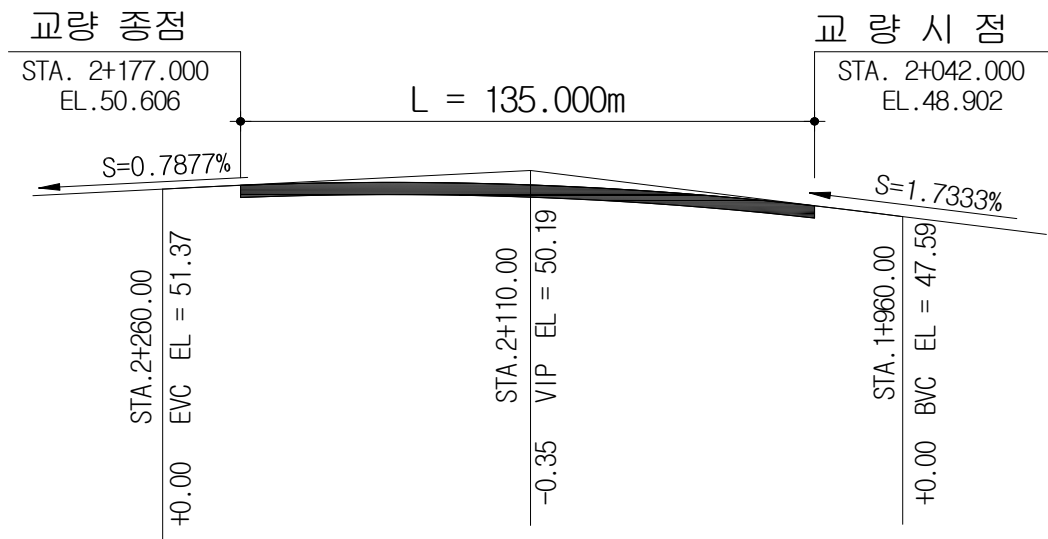


〈교량의 종평면도〉





<교량 횡단면도>



<중단구배>

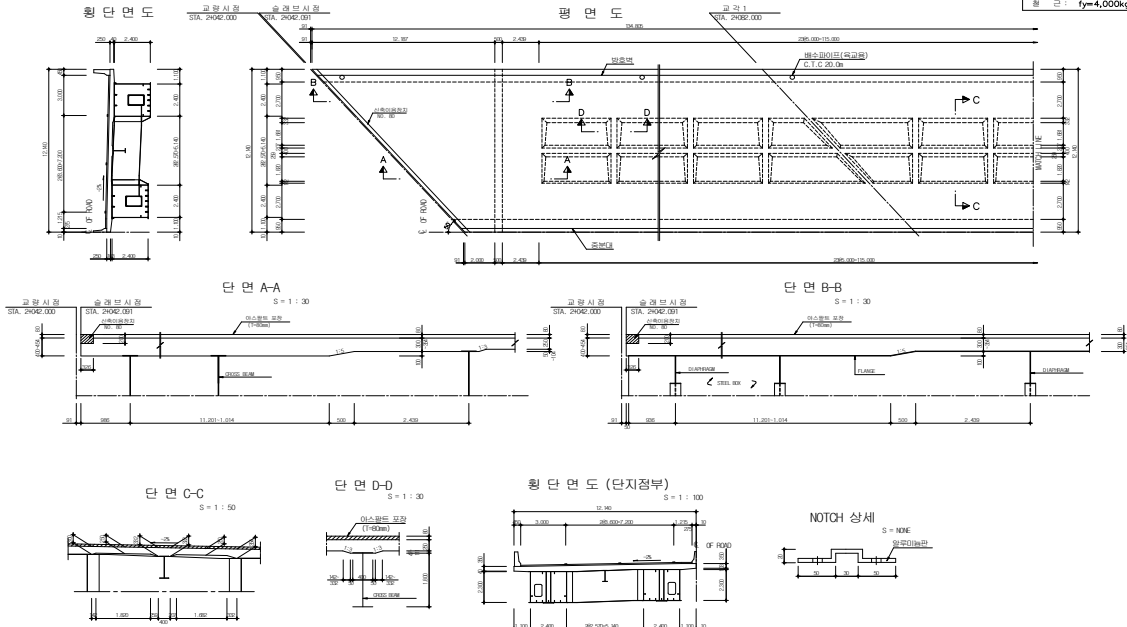
대구-부산간 고속도로 민간투자사업
제 1 공 구 : 동 대구 ~ 가천

슬래브 일반도 (1) (동대구방향)

S = 1 : 100

Scale 0 2.0 4.0 6.0 8.0 10.0

강도설계법	
용 계 조 건	
1) 상부구조 : ST, RC, GRC, GRC	
2) 설계기준 : DB-04.23-04	
3) 사용재료	
강 : f _{ck} =270kgf/cm ²	
철 : f _y =4,900kgf/cm ²	



도면명	슬래브 일반도 (1)	분야별책임자	정찬교	실무책임자	김진우	실무자	서은진	축척	1:100	도면번호	10-008
-----	-------------	--------	-----	-------	-----	-----	-----	----	-------	------	--------

<바닥판 일반도>

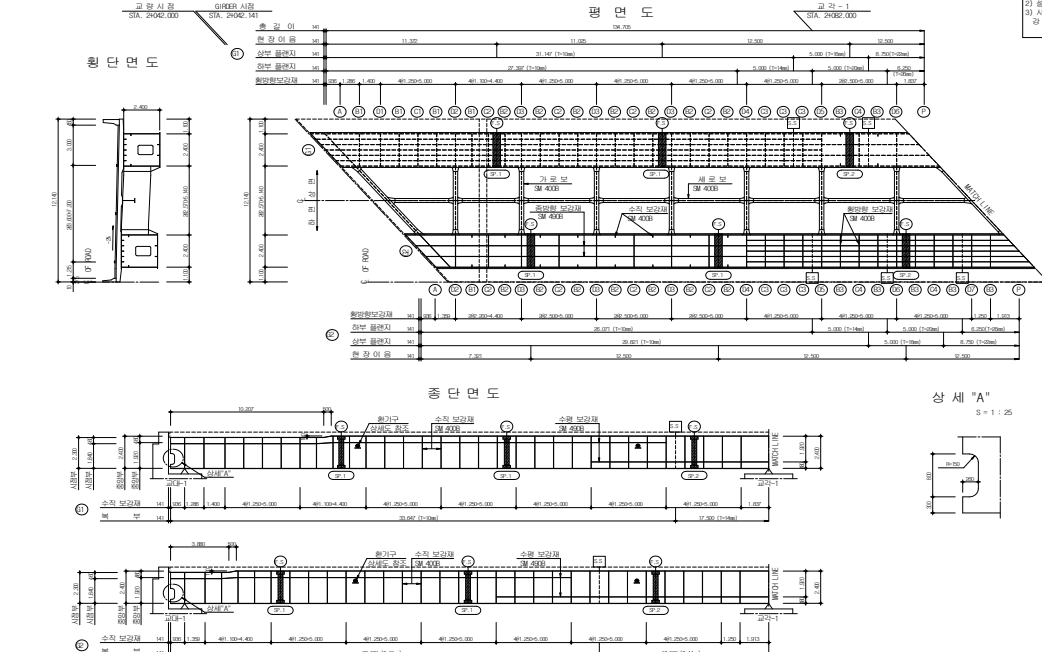
대구-부산간 고속도로 민간투자사업
제 1 공 구 : 동 대구 ~ 가천

강상형 일반도 (1) (동대구방향)

S = 1 : 100

Scale 0 2.0 4.0 6.0 8.0 10.0

허용응력설계법	
용 계 조 건	
1) 상부구조 : ST, RC, GRC, GRC	
2) 설계기준 : DB-04.23-04	
3) 사용재료	
강 : f _{ck} =270kgf/cm ²	
철 : f _y =4,900kgf/cm ²	



도면명	강상형 일반도 (1)	분야별책임자	정찬교	실무책임자	김진우	실무자	서은진	축척	1:100	도면번호	10-016
-----	-------------	--------	-----	-------	-----	-----	-----	----	-------	------	--------

<강상자형 일반도>

대구-부산간 고속도로 민간투자사업
제 1 공 구 : 동 대구 ~ 가 천

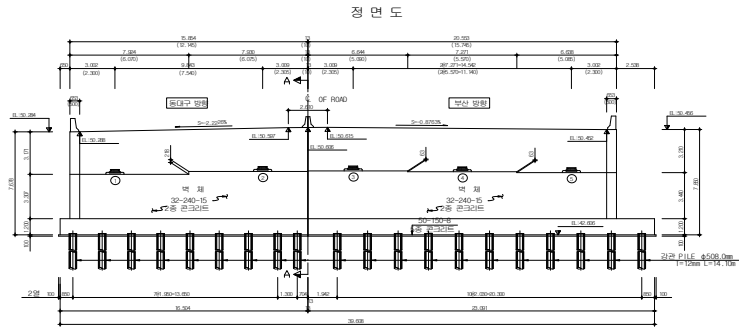
중정부 교대 일반도 (1)

S = 1 : 100

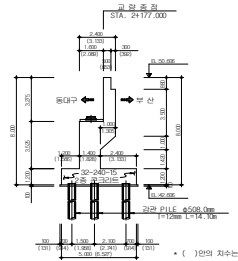
Scale 0 2.0 4.0 6.0 8.0 10.0

강도 설계법

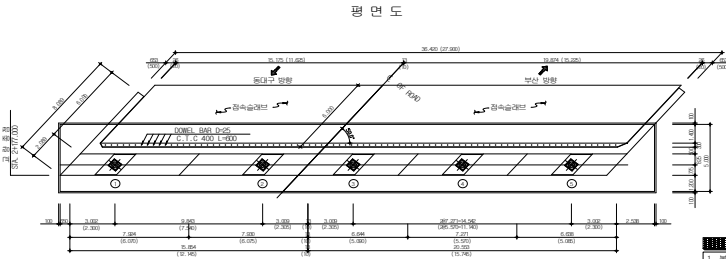
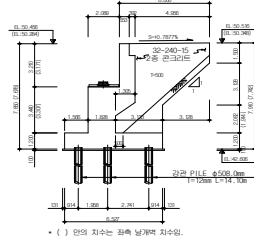
참 조 조 건
1) 하부구조 : 역 T형 교대
2) 설계기준 : DB-24, DB-24
3) 사용재료 : 콘크리트 : $f_{ck}=240\text{kgf/cm}^2$
철 강 : $f_y=3,000\text{kgf/cm}^2$



단면 A-A



날개 벽



대구-부산고속도로주식회사
Daegu-Busan Expressway Co., Ltd.

도면명

중정부 교대 일반도 (1)

분야별책임자

작성과

실무책임자

외장무

실무자

서문진

축척

1:100

도면번호

10-142

<교대 일반도>

대구-부산간 고속도로 민간투자사업
제 1 공 구 : 동 대구 ~ 가 천

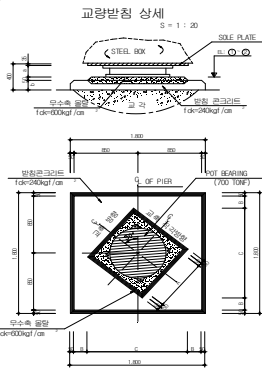
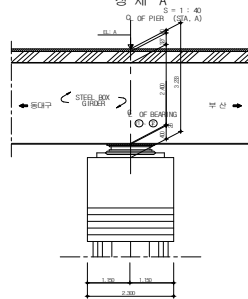
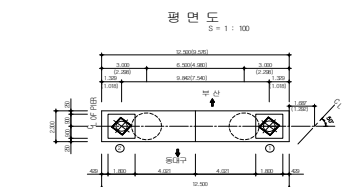
교각 일반도 (1)

(동대구 방향 : P1, P2)

Scale 0 2.0 4.0 6.0 8.0 10.0

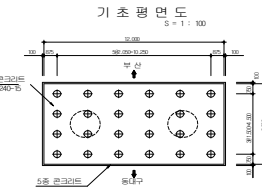
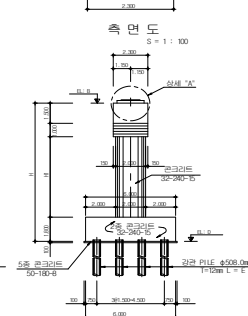
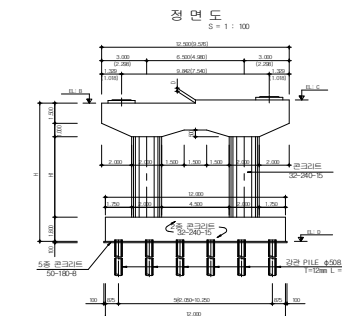
강도 설계법

참 조 조 건
1) 하부구조 : 역 T형 교대
2) 설계기준 : DB-24, DB-24
3) 사용재료 : 콘크리트 : $f_{ck}=240\text{kgf/cm}^2$
철 강 : $f_y=3,000\text{kgf/cm}^2$



교차방정 물타 및 치수표

구분	교각 - 1	교각 - 2
교각	45.37	45.37
교각	45.37	45.37
교각	45.37	45.37
교각	45.37	45.37
교각	45.37	45.37
교각	45.37	45.37
교각	45.37	45.37
교각	45.37	45.37
교각	45.37	45.37
교각	45.37	45.37



모따기 상세

S = NONE

* 모든 구조물의 제각각은 모따기를 하여 함.

교각 치수표

구분	STA. A	EL. A	EL. B	EL. C	EL. D	H	H1	D	E
교각 - 1	2095.16	45.42	45.38	45.32	35.91	53.34	6.04	20	5.75
교각 - 2	2197.35	55.11	45.33	45.29	37.38	52.29	4.29	25	5.59

대구-부산고속도로주식회사
Daegu-Busan Expressway Co., Ltd.

도면명

교각 일반도 (1)

분야별책임자

작성과

실무책임자

외장무

실무자

서문진

축척

1:100

도면번호

10-154

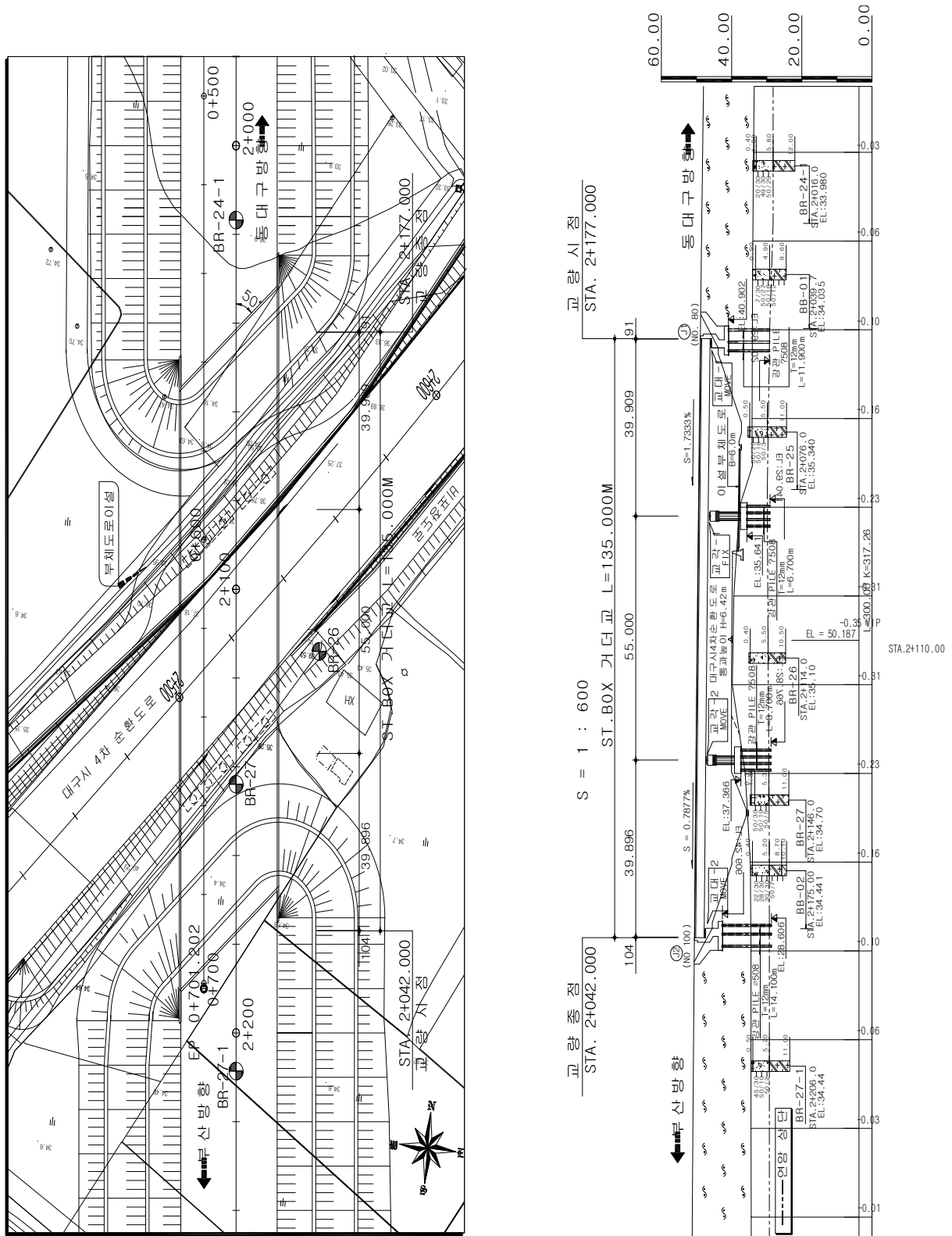
<교각 일반도>

나. 부산방향

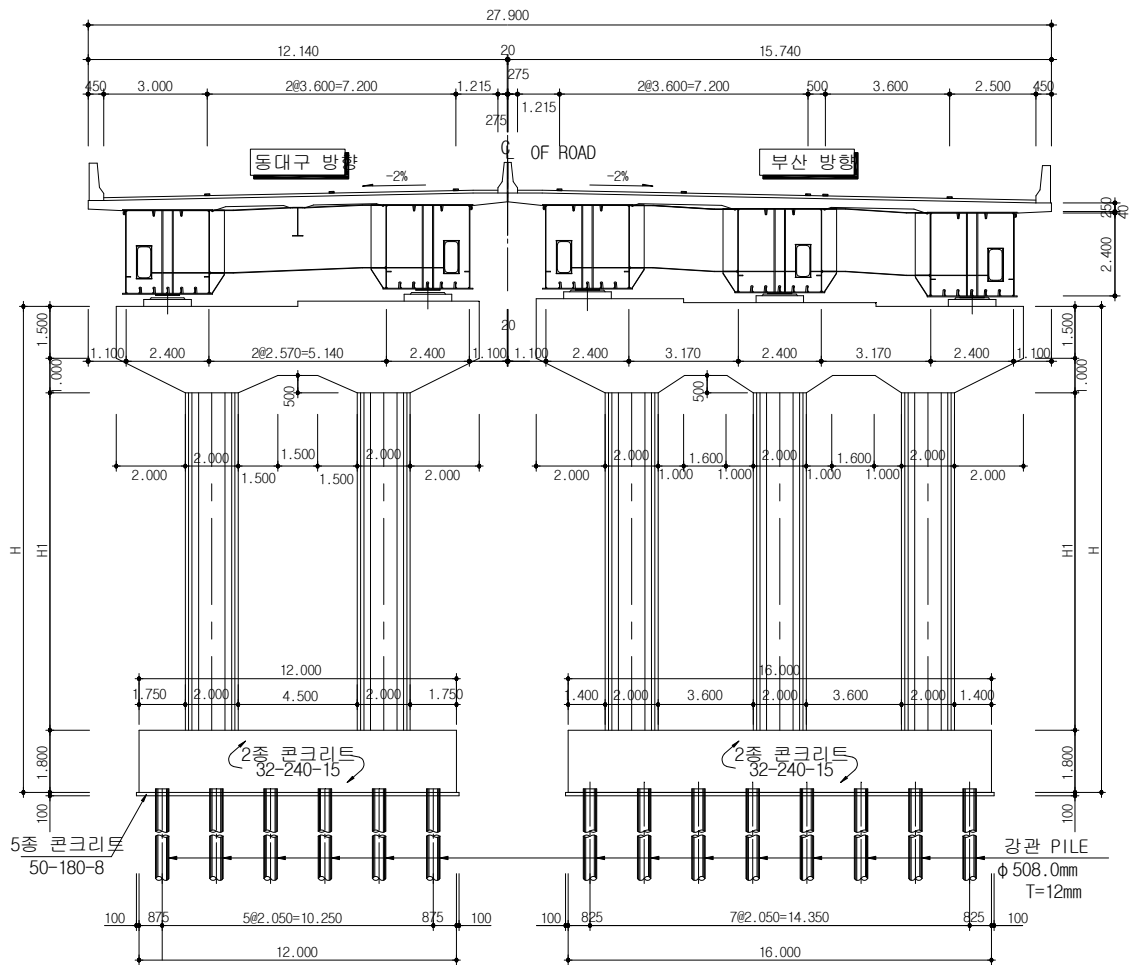
1) 시설물의 현황

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		울하교(부산)		시설물번호		BR2006-0001007	
준공년월일		2006년 2월 10일		관리번호		dbw BR.52	
시설물위치		대구광역시 동구 울하동					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		고속국도55호선 (부산기점 89.1k)	
제원	연장	L = 135.0m (40+55+40 = 135.0m)					
	폭	B = 15.7m, 3차로					
구조 형식	상부	강상자형교(STB)		기초 형식	교대	PILE 기초	
	하부	교대 : 역T형(RTA) 교각 : π 형			교각	PILE 기초	
교량받침		POT BEARING		신축이음		RAIL JOINT, MONOCELL	
교차시설물 (도로,철도,하천)		동천횡단		통과높이		6.4m	
설 계 사		삼보기술단		시 공 사		(주)대우건설	
내진설계유무		적용		관리주체		신대구부산고속도로(주)	
부착시설내용		-					
기 타		- 평면형상 : 사각이 있는 직선교 - 포장유형 : 아스팔트 포장 - 방호벽 및 중앙분리대 : 콘크리트					

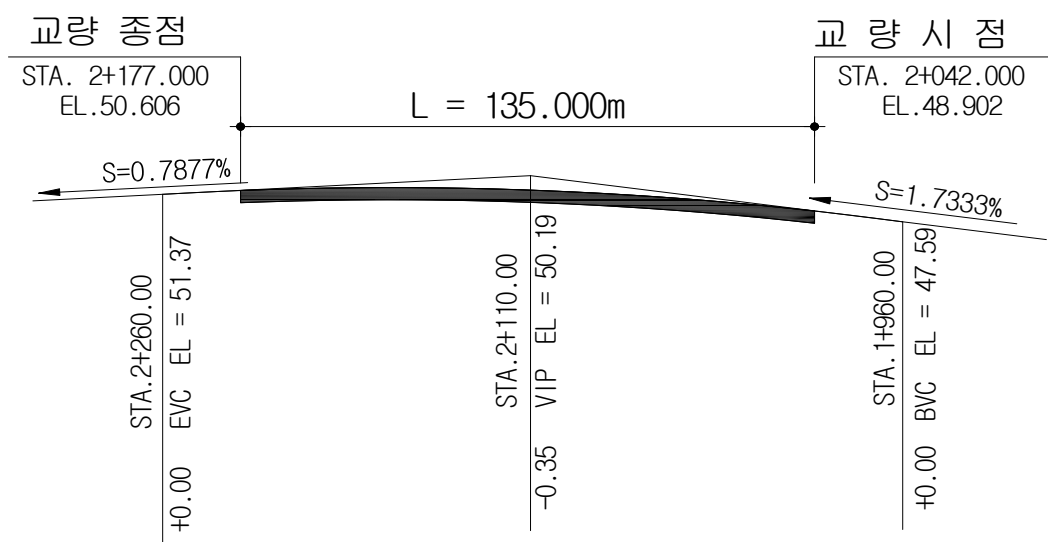
2) 시설물의 주요도면



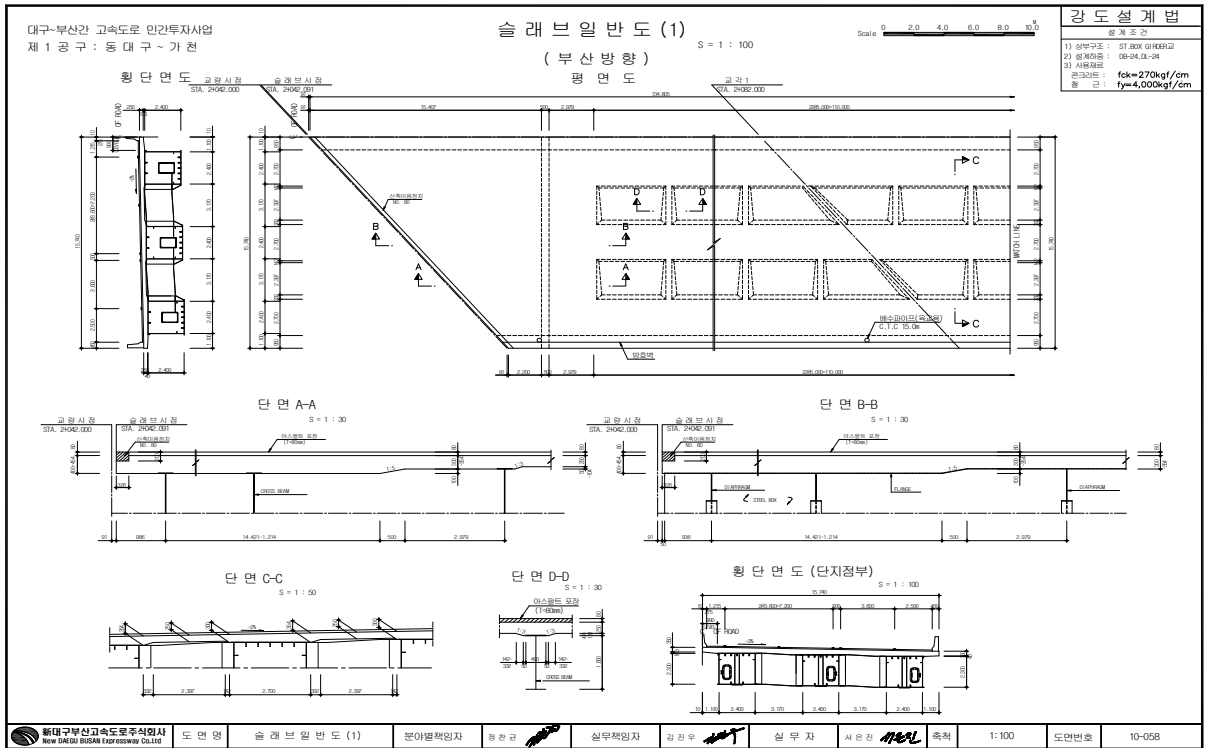
〈교량의 종.평면도〉



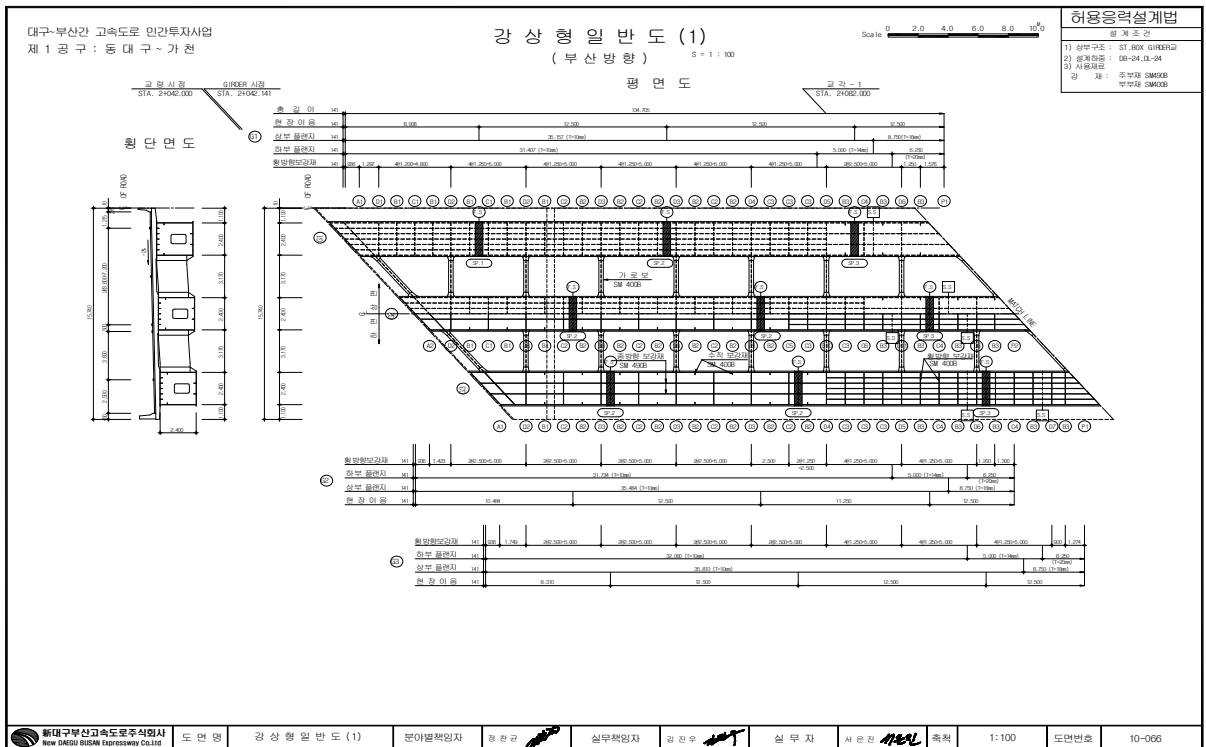
〈교량 횡단면도〉



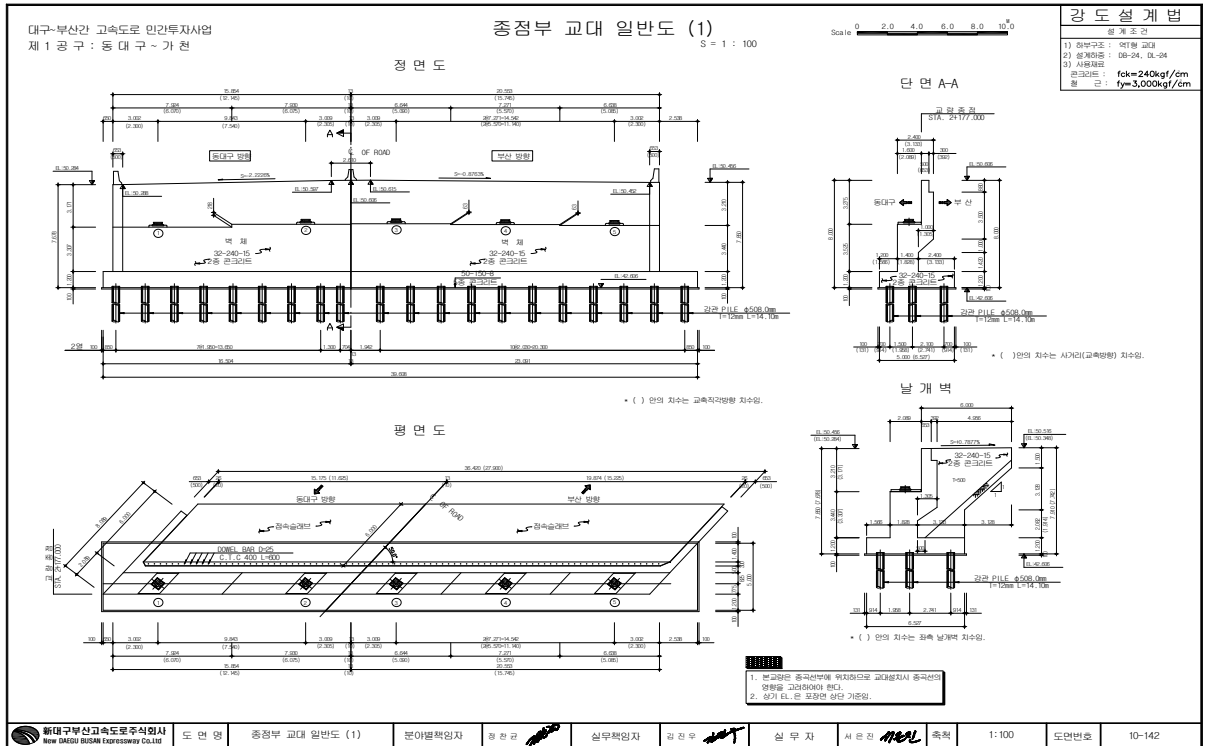
〈종단구배〉



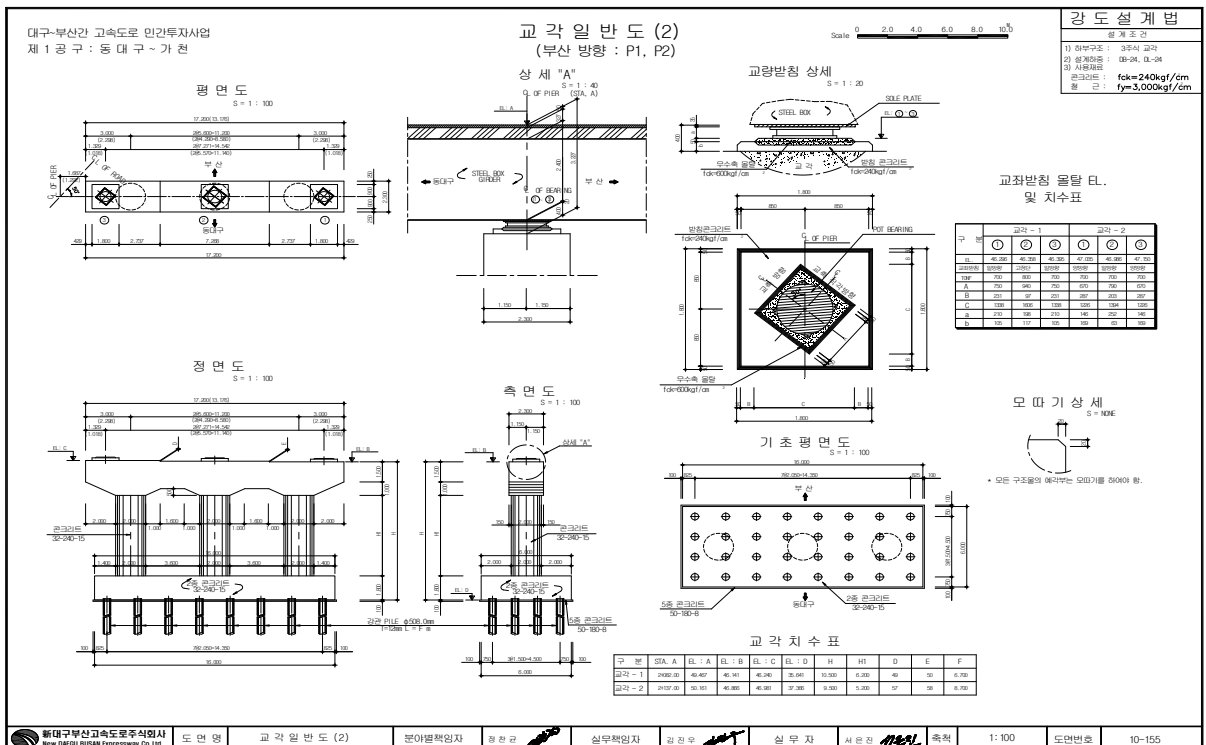
<바닥판 일반도>



<강상자형 일반도>



<교대 일반도>



<교각 일반도>

2. 자료수집 및 분석

2.1 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), 월드리퍼어	
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 도장보수	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	

2.2 자료수집 및 분석 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 (2013.12) ◇ 보수보강 이력 ⇒ FMS 전산관리	◇ Steel Box 거더(내·외부) 도장 손상 등 ◇ 바닥판하면 균열부백태 ◇ 내구성 조사결과, 설계기준 이상으로 양호한 상태임 ◇ 상태평가결과 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태임 ◇ 교대, 교각 바닥판 균열보수 ◇ 난간 보수 ◇ 신축이음 교체(2011년) ⇒ 부산방향 A1	◇ 전회 점검결과와 금회 진단결과를 비교·검토하여 추가 손상 및 진전 여부를 확인하여 대책 방안 마련 ◇ 전회 점검결과와 비교·검토하여 내구성 저하 여부 확인 ◇ 구조물의 제원변경확인 및 추가손상 발생에 대한 상세구조 해석을 실시하여 안정성확보여부 확인 ◇ 보수부 상태 확인

3. 현장조사 및 시험

3.1 대구방향

가. 외관조사 결과요약

1) 금회 진단 외관조사 결과요약

구 분		주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
바닥판		전반적으로 구조적으로 손상이 발생하지 않은 양호한 상태로 조사되었으나, 바닥판 하면 균열(폭 0.3mm미만)과 망상균열이 조사됨	대부분 미세균열(폭 0.3mm미만)로 깊이가 얕은 표면균열 형태를 띄고 있고, 균열의 형상, 방향성, 발생위치 등을 고려해 볼 때 구조적인 안전성에는 문제가 없으나 내구성 확보를 위한 보수 및 지속적인 주의관찰이 필요함
거더	내부	전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있음	-
	외부	전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있으나, 부분적으로 도장손상이 조사됨	주로 시공초기 또는 공용 중 부주의, 온도 및 습도, 도장두께의 불균일에 의한 것으로 방치 시 손상 진전 우려가 있으므로 도장보수에 의한 보수가 필요함
가로보 및 세로보		전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있으나, 부분적으로 이물질 퇴적이 조사됨	공용 중 조류 배설물에 의해 도장손상의 발생 및 진전의 우려가 있으므로 정비 필요함
교대		- 폭 0.3mm미만 균열, 실란트 파손 - 우수유입에 의한 체수 및 누수흔적	- 구조물의 안전성에는 문제가 없으나 내구성 확보 차원의 보수 필요함 - 주로 신축이음부를 통한 우수유입이 주원인으로 방치 시 콘크리트 열화 및 강재 부식을 유발하므로 신축이음부 유도배수관과 연계하여 보수 필요함
교각		- 폭 0.3mm이하 균열과 망상균열 - 교량하부 인화성 물질 적치	- 구조물의 안전성에는 문제가 없으나 내구성 확보차원의 보수 필요함 - 화재가 발생될 경우 교량에 심각한 손상을 초래할 수 있으므로 정비 필요함
교량받침		무수축물탈 균열(폭 0.3mm미만), 파손	공용연수 경과에 의한 노후화로 인해 발생된 손상으로서 내구성 확보를 위한 보수 필요함
신축이음		- 후타재 균열 발생 - 본체 유간 이물질퇴적 발생 - 본체 고무재 손상	- 후타재 손상은 시공초기 건조수축과 반복적인 윤하중에 의한 것으로 내구성 확보차원의 보수 필요함 - 원활한 신축거동을 위해 주기적인 정비 필요 - 누수에 의한 하부구조 체수 시 콘크리트 열화 및 강재 부식을 유발하므로 보수 필요함

1) 금회 진단 외관조사 결과요약(계속)

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
교면포장	아스콘 균열, 패임 및 포트홀, 라벨링 발생	통행차량의 주행성 저하를 유발하는 정도는 아니므로 진전여부에 대한 지속적인 주의관찰 후 장기적인 대책 수립 필요함
배수시설	배수구 막힘, 배수관 누수	배수시설의 기능에는 문제가 없으나 사용성 확보 차원에서 보수 필요함
난간 (방호벽)	- 폭 0.3mm이하의 균열, 백태 발생 - 방음벽 파손	- 교량의 안전성에 영향이 없는 부재이나 내구성 및 미관 확보를 위한 보수 필요함 - 방음벽 판넬 탈락 시 통행차량의 안전사고 위험이 있으므로 정비 필요함

2) 기 점검(2013년 정밀점검)결과와의 비교, 분석

구 분	2013년 점검결과	금회 진단결과	비 고
바닥판	균열에 대해 보수가 실시되었으며, 백태, 누수흔적이 조사됨	기 보수 부위의 상태는 양호하나 균열과 망상균열 등이 추가 조사됨	
거더, 가로보 및 세로보	전반적으로 보수가 실시되어 양호한 상태로 조사됨	기 점검 이후 거더 외부의 도장손상과 가로보 이물질 퇴적이 추가로 조사됨	
하부구조	폭 0.3mm미만 균열과 망상균열, 콘크리트 들뜸, 실란트 파손이 조사됨	균열에 대해 일부 보수가 실시되었으며 미 보수된 손상의 진전은 없는 상태이나 균열과 망상균열이 추가 확인되었고, 교량하부 인화성 물질이 추가로 조사됨	
교량받침	무수축물탈 균열이 일부 조사됨	무수축물탈 균열이 추가 조사되었고, 파손이 추가로 조사됨	
신축이음	- 본체 이물질 퇴적, 녹발생 - 후타재 균열 발생	기 발생한 손상에 대해 일부 보수가 실시되었으며 금회 진단 시 미 보수된 균열이 확인되었고, 고무재 파손이 추가로 조사됨	
교면포장	아스콘 균열, 패임 및 포트홀, 라벨링 등이 조사됨	기 발생한 손상의 진전은 없으나 패임 및 포트홀이 일부 추가 조사됨	
기타부재	- 배수시설 : 전반적으로 양호한 상태로 조사됨 - 방호벽 : 폭 0.3mm미만 균열, 백태, 파손 발생	- 배수시설 : 배수구 막힘, 배수관 누수 발생 - 방호벽 : 백태에 대해 일부 보수가 실시된 상태이나 추가 발생이 다수 확인되었고 방음벽 판넬 파손이 추가로 조사됨	
검토의견	- 기 점검(2013년)결과 발생한 손상 중 하부구조와 신축이음, 방호벽에 발생한 손상은 일부 보수가 이루어진 것으로 확인되었으나, 대부분의 손상은 미 보수된 상태이며 금회 상세조사를 통한 추가 손상이 확인됨 - 대부분의 부재에서 손상이 추가로 발생되어 증가된 상태로서 내구성 확보와 유지관리차원의 보수가 필요함		

나. 내구성 결과요약

1) 금회 진단 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과	비 고
비파괴 강도(MPa)	상부구조	반발경도	27.8~28.7	■ 설계기준강도 대비 100%이상 으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것 으로 판단됨
		초음파	28.2~29.3	
	하부구조	반발경도	24.3~25.6	
		초음파	25.2~26.2	
철근탐사 (mm)	상부구조	배근간격	120.0~125.0	■ 전반적으로 철근간격 및 피복 두께가 설계값과 근사함
		피복두께	43.0~45.0	
	교대 (구체부)	배근간격	155.0~255.0	
		피복두께	105.0	
	교각 (기둥부)	배근간격	110.0~155.0	
		피복두께	96.0~103.0	
탄산화 잔여깊이(mm)	상부구조		33.0~37.0	■ 잔여깊이가 30mm이상 ‘a등급’ 으 로 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨
	하부구조		82.0~92.0	
염화물함유량 시험(kg/m³)	상부구조		0.140~0.172	■ 염화물 함유량은 0.3kg/m³ 이 하로 확인되어 철근의 부식환 경은 없는 상태로 확인됨
	하부구조		0.120~0.174	
초음파탐상 시험(개소)	거더 내부		1등급: 12개소	■ 전 개소에서 균열, 기공, 슬래 그, 용입부족 등의 내부결함이 없는 1등급(합격)으로 조사됨
종합 평가	- 비파괴강도 측정결과, 측정값은 설계기준강도 대비 100%이상으로 조사되었으며, 공용년수 경 과에 따른 구조물의 강도저하는 없는 것으로 판단됨 - 탄산화 깊이 측정결과, 전 개소에서 상태평가 “a” 로 검토되어 현 상태에서는 탄산화에 의한 철근부식의 우려가 없는 상태로 판단됨 - 염화물함유량 시험결과, 철근의 부식환경은 없는 상태로 확인되어 염화물에 의한 철 근부식 영향은 없을 것으로 판단됨 - 초음파탐상 시험결과, 전 개소에서 맞대기이음부의 용접상태는 양호한 것으로 판단됨			

2) 기 점검(2013년 정밀점검) 결과와의 비교, 분석

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			'13년 정밀점검	금회 정밀안전진단	
비파괴 강도(MPa)	상부구조	반발경도	27.2~28.0	27.8~28.7	■ 설계기준강도 대비 100% 이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨
	하부구조	반발경도	24.1~24.5	24.3~25.6	
탄산화 잔여깊이(mm)	상부 구조		33.0~34.0	33.0~37.0	■ 잔여깊이가 30mm이상 'a 등급' 으로 탄산화로 인한 내구성 저하 기능성은 없는 것으로 검토됨
	하부 구조		90.0~95.0	82.0~92.0	
종합 평가	- 비파괴강도 측정결과, 측정값은 설계기준강도 대비 100%이상으로 조사되었으며, 기 점검과의 비교·분석 결과, 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가됨 - 탄산화 깊이 측정결과, 전 개소에서 상태평가 “a” 로 검토되어 현 상태에서는 탄산화에 의한 철근부식의 우려가 없는 상태로 판단됨 - 기 정밀점검 결과와 비교할 때 측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 콘크리트 내구성 저하는 거의 없는 상태이며, 탄산화에 의한 철근부식의 우려가 없는 상태로 판단됨				

3.2 부산방향

가. 외관조사 결과요약

1) 금회 진단 외관조사 결과요약

구 분		주요결합 및 외관조사 결과	검토의견
바닥판		- 바닥판하면에 균열(폭 0.3mm미만)과 망상균열이 조사됨 - 누수 및 백태가 조사됨	- 비구조적인 균열로 안전성에는 문제가 없으나, 내구성 확보를 위한 보수 및 지속적인 주의관찰이 필요함 - 신축이음부를 통한 누수에 의해 발생된 것으로 신축이음과 병행하여 보수 필요함
거더	내부	도장손상 발생	주로 시공초기 또는 공용 중 부주의, 온도 및 습도, 도장두께의 불균일에 의한 것으로 방치 시 손상 진전 우려가 있으므로 도장보수에 의한 보수가 필요함
	외부	전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있으나, 부분적으로 도장손상이 조사됨	주로 시공초기 또는 공용 중 부주의, 온도 및 습도, 도장두께의 불균일에 의한 것으로 방치 시 손상 진전 우려가 있으므로 도장보수에 의한 보수가 필요함
가로보 및 세로보		전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있음	-
교대		우수유입에 의한 체수 및 누수흔적	주로 신축이음부를 통한 우수유입이 주원인으로 방치 시 콘크리트 열화 및 강재 부식을 유발하므로 신축이음부와 연계하여 보수 필요함
교각		폭 0.3mm미만 균열, 망상균열	균열의 형상, 방향성, 발생 위치 등을 고려해 볼 때 콘크리트 재료적 특성인 시공초기 건조수축에 의해 발생된 균열로 안전성에는 문제가 없으나 내구성 확보차원의 보수 필요함
교량받침		전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있음	-
신축이음		- 후타재 균열 발생 - 본체 유간 이물질퇴적 발생 - 본체 고무재 손상	- 후타재 손상은 시공초기 건조수축과 반복적인 윤하중에 의한 것으로 내구성 확보차원의 보수 필요함 - 원활한 신축거동을 위해 주기적인 정비 필요함 - 누수에 의한 하부구조 체수시 콘크리트 열화 및 강재 부식을 유발하므로 보수 필요함
교면포장		아스콘 균열, 라벨링, 패임 발생	지속적인 주의관찰 후 장기적인 계획을 수립하여 보수 필요함
배수시설		전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있음	-
난간 (방호벽)		폭 0.3mm이하의 균열, 백태 발생	교량의 안전성에 영향이 없는 부재이나 내구성 및 미관 확보를 위한 보수 필요함

2) 기 점검(2013년 정밀점검)결과와의 비교, 분석

구 분	2013년 점검결과	금회 진단결과	비 고
바닥판	기 발생된 손상에 대해 일부 보수를 실시하였으며 누수 및 백태가 일부 조사됨	기존 보수부의 상태는 양호하나 금회 진단 시 균열 및 망상균열이 다수 추가로 조사됨	
거더, 가로보 및 세로보	거더 내부 국부적인 도장 손상이 조사됨	거더 내부에 기 발생된 손상의 진전이나 추가 발생된 손상은 없는 상태이나 거더 외부에 도장손상이 추가로 조사됨	
하부구조	- 폭 0.3mm미만 균열과 망상균열, 백태가 조사됨 - 국부적인 콘크리트 박리가 조사됨	기 점검 이후 손상에 대한 보수가 실시되었으며 교각에서 미 보수된 균열과 추가로 발생된 균열이 일부 조사됨	
교량받침	전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있음	기 점검 이후 추가 손상의 발생이나 보수부 재손상 등은 없는 상태임	
신축이음	본체 이물질 퇴적, 녹발생, 후타재 균열 발생	본체에 발생된 녹발생에 보수가 실시되었으며 후타재 균열은 추가 손상이 없는 상태이나 본체 고무재 손상이 추가로 조사됨	
교면포장	라벨링이 일부 조사됨	기 점검 이후 라벨링의 진전은 미미하나 아스콘 균열과 국부적인 패임이 추가로 조사됨	
기타부재	- 배수시설 : 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있음 - 방호벽 : 폭 0.3mm미만 균열, 백태 발생	- 배수시설 : 기 점검 이후 추가 손상의 발생이나 보수부 재손상 등은 없는 상태임 - 방호벽 : 기 발생된 손상의 진전은 미미하나 균열부 백태 등이 추가로 조사됨	
검토의견	- 기 점검(2013년)결과 발생된 손상 중 하부구조와 신축이음에 대해 일부 보수가 이루어진 것으로 확인되었으나, 대부분의 손상은 미 보수된 상태로 금회 상세조사를 통한 추가 손상이 확인됨 - 대부분의 부재에서 손상이 추가로 발생되어 증가된 상태로서 내구성 확보와 유지관리차원의 보수가 필요함		

나. 내구성 결과요약

1) 금회 진단 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과	비 고
비파괴 강도(MPa)	상부구조	반발경도	27.5~28.1	■ 설계기준강도 대비 100%이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨
		초음파	27.1~27.2	
	하부구조	반발경도	25.4~26.8	
		초음파	25.1~26.9	
철근탐사 (mm)	상부구조	배근간격	120.0~130.0	■ 전반적으로 철근간격 및 피복두께가 설계값과 근사함
		피복두께	44.0~45.0	
	교대 (구체부)	배근간격	143.0~260.0	
		피복두께	105.0	
	교각 (기둥부)	배근간격	103.0~155.0	
		피복두께	96.0~105.0	
탄산화 잔여깊이(mm)	상부구조		34.0~41.0	■ 잔여깊이가 30mm이상 'a등급' 으로 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨
	하부구조		88.0~94.0	
염화물함유량 시험(kg/m ³)	상부구조		0.127~0.154	■ 염화물 함유량은 0.3kg/m³ 이하로 확인되어 철근의 부식환경은 없는 상태로 확인됨
	하부구조		0.127~0.161	
초음파탐상 시험(개소)	거더 내부		1등급: 18개소	■ 전 개소에서 균열, 기공, 슬래그, 용입부족 등의 내부결함이 없는 1등급(합격)으로 조사됨
종합 평가	• 비파괴강도 측정결과, 측정값은 설계기준강도 대비 100%이상으로 조사되었으며, 공용년수 경과에 따른 구조물의 강도저하는 없는 것으로 판단됨 • 탄산화 깊이 측정결과, 전 개소에서 상태평가 “a” 로 검토되어 현 상태에서는 탄산화에 의한 철근부식의 우려가 없는 상태로 판단됨 • 염화물함유량 시험결과, 철근의 부식환경은 없는 상태로 확인되어 염화물에 의한 철근부식 영향은 없을 것으로 판단됨 • 초음파탐상 시험결과, 전 개소에서 맞대기이음부의 용접상태는 양호한 것으로 판단됨			

2) 기 점검(2013년 정밀점검)결과와의 비교, 분석

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			'13년 정밀점검	금회 정밀안전진단	
비파괴 강도(MPa)	상부구조	반발경도	27.6~28.2	27.5~28.1	■ 설계기준강도 대비 100% 이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨
	하부구조	반발경도	27.9~28.3	25.4~26.8	
탄산화 잔여깊이(mm)	상부 구조		33.0~37.0	34.0~41.0	■ 잔여깊이가 30mm이상 'a 등급' 으로 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨.
	하부 구조		90.0~94.0	88.0~94.0	
종합 평가	- 비파괴강도 측정결과, 측정값은 설계기준강도 대비 100%이상으로 조사되었으며, 기 점검과의 비교·분석 결과, 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가됨 - 탄산화 깊이 측정결과, 전 개소에서 상태평가 "a" 로 검토되어 현 상태에서는 탄산화에 의한 철근부식의 우려가 없는 상태로 판단됨 - 기 정밀점검 결과와 비교할 때 측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 콘크리트 내구성 저하는 거의 없는 상태이며, 탄산화에 의한 철근부식의 우려가 없는 상태로 판단됨				

4. 시설물의 상태평가

4.1 대구방향

가. 시설물 전체 상태평가 결과

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		탄산화		염화물	
번호	구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	상부	하부	상부	하부
1	STB	b	b	a	b	a	b	b	a	b	q	a	a	a	-
2	STB	b	a	a	b	a	b	-	a	b	q	a	a	-	-
3	STB	c	a	a	b	c	b	-	a	c	q	a	a	-	a
4	STB	-	-	-	-	-	-	b	b	b	q	-	a	-	a
평균		0.267	0.133	0.100	0.200	0.200	0.200	0.200	0.125	0.250	-	0.100	0.100	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	2	2	2	1
(평균X가중치) /가중치합		0.048	0.027	0.005	0.014	0.006	0.004	0.018	0.011	0.050	-	0.002	0.002	0.002	0.001
														0.190	
														B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도 지수}(0.190) < 0.260$

나. 기 점검(2013년 정밀점검)결과와의 비교, 분석

- 상태평가 결과, 상태기준은 “B”로 평가되었으며, 2013년 정밀점검 이후 국부적으로 보수를 실시하였으며, 공용기간 경과에 따른 일부 손상이 추가적으로 조사되었으나, 구조적인 손상의 발생은 없는 것으로 조사되었다.
- 공용기간 경과에 따른 일부 손상이 추가적으로 발생(바닥판, 거더, 배수시설, 하부구조)하여 환산결함도 점수가 0.151 ⇨ 0.190로 증가한 것으로 분석되었다.

【표 4.3.15】 기 점검 결과와의 상태평가 결함도 점수 비교(대구방향)

구 분		‘13 점검		금회 진단		가중치 변화요인
		결과	평균	결과	평균	
상부구조	바닥판	b	0.133	c	0.267	· 균열 증가
	거더	a	0.100	b	0.133	· 도장손상 발생
2차부재	가로보/세로보	a	0.100	a	0.100	· 변화 없음
기타부재	포장	b	0.200	b	0.200	· 변화 없음
	배수	a	0.100	b	0.200	· 배수구 막힘, 배수관 누수 발생
	난간, 연석	c	0.333	b	0.200	· 경미한 손상
	신축이음	b	0.200	b	0.200	· 변화 없음
받침	교량받침	b	0.150	a	0.125	· 보수 완료
하부구조	하부	b	0.200	b	0.250	· 균열 증가
	기초	-	-	-	-	-
내구성요소	탄산화(상부)	a	0.100	a	0.100	· 변화 없음
	탄산화(하부)	a	0.100	a	0.100	
	염화물(상부)	-	-	a	0.100	-
	염화물(하부)			a	0.100	
합 계		B	0.151	B	0.190	

4.2 부산방향

가. 시설물 전체 상태평가 결과

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		탄산화		염화물	
번호	구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	상부	하부	상부	하부
1	STB	b	b	a	c	a	b	a	a	a	q	a	a	a	-
2	STB	b	a	a	b	a	b	-	a	b	q	a	a	-	-
3	STB	b	a	a	b	a	b	-	a	b	q	a	a	-	a
4	STB	-	-	-	-	-	-	b	a	a	q	-	a	-	a
평균		0.200	0.133	0.100	0.267	0.100	0.200	0.150	0.100	0.150	-	0.100	0.100	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	2	2	2	1
(평균X가중치) /가중치합		0.036	0.027	0.005	0.019	0.003	0.004	0.014	0.009	0.030	-	0.002	0.002	0.002	0.001
														0.153	
														B	

- 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도 지수}(0.153) < 0.260$

나. 기 점검(2013년 정밀점검)결과와의 비교, 분석

- 상태평가 결과, 상태기준은 “B”로 평가되었으며, 2013년 정밀점검 이후 국부적으로 보수를 실시하였으며, 공용기간 경과에 따른 일부 손상이 추가적으로 조사되었으나, 구조적인 손상의 발생은 없는 것으로 조사되었다.
- 공용기간 경과에 따른 일부 손상이 추가적으로 발생(바닥판, 교면포장)하였으나, 전반적으로 보수 및 정비를 실시하여 환산결함도 점수가 0.158 ⇨ 0.153으로 감소한 것으로 분석되었다.

【표 4.3.30】 기 점검 결과와의 상태평가 결함도 점수 비교(부산)

구 분		‘13 점검		금회 진단		가중치 변화요인
		결과	평균	결과	평균	
상부구조	바닥판	b	0.167	b	0.200	· 균열 증가
	거더	b	0.133	b	0.133	· 변화 없음
2차부재	가로보/세로보	a	0.100	a	0.100	· 변화 없음
기타부재	포장	b	0.133	b	0.267	· 아스콘 균열, 패임 발생
	배수	b	0.133	a	0.100	· 정비 완료
	난간, 연석	b	0.200	b	0.200	· 변화 없음
	신축이음	b	0.200	b	0.150	· 보수 완료
받침	교량받침	b	0.150	a	0.100	· 보수 완료
하부구조	하부	b	0.200	b	0.150	· 보수 완료
	기초	-	-	-	-	-
내구성요소	탄산화(상부)	a	0.100	a	0.100	· 변화 없음
	탄산화(하부)	a	0.100	a	0.100	
	염화물(상부)	-	-	a	0.100	-
	염화물(하부)			a	0.100	
합 계		B	0.158	B	0.153	

5. 안전성평가

5.1 대구방향

가. 상부구조 안전성 평가

구 분			계산식	등급	비고
강박스거더	측경간 정모멘트부	상단	$\frac{f_a}{f} = \frac{190}{47.362} = 4.012$	A	MPa
		하단	$\frac{f_a}{f} = \frac{190}{72.274} = 2.629$	A	MPa
	중앙경간 정모멘트부	상단	$\frac{f_a}{f} = \frac{190}{83.218} = 2.283$	A	MPa
		하단	$\frac{f_a}{f} = \frac{190}{131.646} = 1.443$	A	MPa
	부모멘트부	상단	$\frac{f_a}{f} = \frac{190}{119.294} = 1.593$	A	MPa
		하단	$\frac{f_a}{f} = \frac{190}{119.000} = 1.597$	A	MPa
바닥판	캔틸레버부		$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{116.765}{74.060} = 1.577$	A	kN · m
	중앙부		$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{105.96}{72.316} = 1.465$	A	kN · m

안전성평가등급	A
---------	---

나. 하부구조 안전성 평가(단면-1)

구 분	P_u (kN)	ΦP_n (kN)	축력비	M_u (kN·m)	ΦM_n (kN·m)	안전율	비 고
LC1	9,424.654	23,432.122	2.486	5,603.343	13,962.857	2.492	O.K
LC2	7,332.409	32,438.283	4.424	2,756.431	12,125.002	4.399	O.K
LC3	8,773.746	27,071.319	3.085	4,317.126	13,443.607	3.114	O.K
LC4	8,207.293	22,423.086	2.732	5,091.102	14,021.057	2.754	O.K
LC5	8,491.725	22,421.240	2.640	5,278.952	14,019.994	2.656	O.K
LC6	6,913.647	28,836.765	4.171	3,112.882	13,062.036	4.196	O.K
LC7	7,187.140	28,837.502	4.012	3,273.389	13,062.203	3.990	O.K
LC8	8,299.548	25,750.654	3.103	4,427.938	13,680.403	3.090	O.K
LC9	8,573.041	25,446.854	2.968	4,605.656	13,727.405	2.981	O.K

나. 하부구조 안전성 평가(단면-2)

구 분	P_u (kN)	ΦP_n (kN)	축력비	M_u (kN·m)	ΦM_n (kN·m)	안전율	비 고
LC1	9,424.654	23,432.122	2.486	5,603.343	13,962.857	2.492	O.K
LC2	6,077.928	18,289.102	3.009	4,605.312	13,917.443	3.022	O.K
LC3	7,925.271	20,606.312	2.600	5,369.540	14,043.058	2.615	O.K
LC4	8,207.293	22,423.086	2.732	5,091.102	14,021.057	2.754	O.K
LC5	8,491.725	22,421.240	2.640	5,278.952	14,019.994	2.656	O.K
LC6	5,707.415	16,564.600	2.902	4,682.988	13,718.710	2.929	O.K
LC7	5,980.908	16,898.481	2.825	4,862.404	13,763.002	2.830	O.K
LC8	7,483.707	19,408.943	2.593	5,369.938	13,998.847	2.607	O.K
LC9	7,757.199	19,411.117	2.502	5,552.749	13,998.972	2.521	O.K

5.2 부산방향

가. 상부구조 안전성 평가

구 분			계산식	등급	비고
강박스거더	측경간 정모멘트부	상단	$\frac{f_a}{f} = \frac{190}{45.058} = 4.217$	A	MPa
		하단	$\frac{f_a}{f} = \frac{190}{72.839} = 2.608$	A	MPa
	중앙경간 정모멘트부	상단	$\frac{f_a}{f} = \frac{190}{74.556} = 2.548$	A	MPa
		하단	$\frac{f_a}{f} = \frac{190}{111.939} = 1.697$	A	MPa
	부모멘트부	상단	$\frac{f_a}{f} = \frac{190}{129.102} = 1.472$	A	MPa
		하단	$\frac{f_a}{f} = \frac{190}{129.765} = 1.464$	A	MPa
바닥판	캔틸레버부		$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{213.754}{74.060} = 2.886$	A	kN · m
	중앙부		$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{192.696}{90.968} = 2.118$	A	kN · m

안전성평가등급	A
---------	---

나. 하부구조 안전성 평가(단면-1)

구 분	P_u (kN)	ΦP_n (kN)	축력비	M_u (kN·m)	ΦM_n (kN·m)	안전율	비 고
LC1	8,961.913	29,526.556	3.295	3,900.730	12,813.831	3.285	O.K
LC2	6,593.783	36,401.091	5.521	1,931.636	10,713.440	5.546	O.K
LC3	8,132.499	32,475.864	3.993	3,030.344	12,028.586	3.969	O.K
LC4	7,454.189	29,327.579	3.934	3,269.630	12,861.621	3.934	O.K
LC5	8,293.833	29,330.171	3.536	3,665.983	12,862.511	3.509	O.K
LC6	5,936.500	35,269.323	5.941	1,870.962	11,127.407	5.947	O.K
LC7	6,743.851	34,421.266	5.104	2,228.524	11,416.230	5.123	O.K
LC8	7,416.035	31,871.836	4.298	2,850.278	12,201.897	4.281	O.K
LC9	8,223.386	31,489.948	3.829	3,228.569	12,309.883	3.813	O.K

나. 하부구조 안전성 평가(단면-2)

구 분	P_u (kN)	ΦP_n (kN)	축력비	M_u (kN·m)	ΦM_n (kN·m)	안전율	비 고
LC1	4,963.320	42,648.685	8.593	129.647	1,114.031	8.593	O.K
LC2	3,688.572	37,808.266	10.250	991.830	10,161.760	10.245	O.K
LC3	4,459.405	42,648.685	9.564	543.315	5,187.355	9.548	O.K
LC4	4,240.223	41,884.165	9.878	831.421	8,283.040	9.963	O.K
LC5	4,678.064	42,648.685	9.117	831.421	7,579.354	9.116	O.K
LC6	3,336.203	32,473.096	9.734	1,238.947	12,027.865	9.708	O.K
LC7	3,757.204	34,421.353	9.161	1,238.947	11,416.099	9.214	O.K
LC8	4,077.389	39,903.945	9.787	947.840	9,248.029	9.757	O.K
LC9	4,498.390	41,151.546	9.148	947.840	8,651.057	9.127	O.K

나. 하부구조 안전성 평가(단면-3)

구 분	P_u (kN)	ΦP_n (kN)	축력비	M_u (kN·m)	ΦM_n (kN·m)	안전율	비 고
LC1	9,731.005	29,924.095	3.075	4,146.428	12,717.144	3.067	O.K
LC2	6,471.577	26,670.971	4.121	3,287.603	13,436.013	4.087	O.K
LC3	8,335.516	28,085.083	3.369	3,898.958	13,143.429	3.371	O.K
LC4	8,174.442	29,925.840	3.661	3,491.459	12,717.740	3.643	O.K
LC5	9,014.087	29,530.767	3.276	3,889.484	12,815.216	3.295	O.K
LC6	5,818.995	25,714.929	4.419	3,086.941	13,599.558	4.406	O.K
LC7	6,626.346	26,014.400	3.926	3,467.564	13,550.845	3.908	O.K
LC8	7,611.243	27,735.683	3.644	3,655.039	13,219.365	3.617	O.K
LC9	8,418.594	27,737.794	3.295	4,039.558	13,220.179	3.273	O.K

6. 종합평가 및 안전등급의 지정

6.1 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
울하교(대구)	0.190	B	1.47(바닥판) 1.44(거더) 2.49(하부)	A	B
울하교(부산)	0.153	B	2.12(바닥판) 1.46(거더) 3.07(하부)	A	B
종합평가	• 울하교(대구)의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성확보를 위해 일부 보수가 필요한 “B”로 평가되었으며, 구조검토에 의한 안전성평가 결과는 최소 안전율 1.0이상으로 “A”로 평가됨 • 울하교(부산)의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성확보를 위해 일부 보수가 필요한 “B”로 평가되었으며, 안전성검토에 의한 안전성평가 결과는 최소 안전율 1.0이상으로 “A”로 평가됨 • 상태평가 및 안전성평가 결과를 통한 종합평가 결과, 울하교는 양방향 모두 "B"로 평가됨				

6.2 안전등급 지정

안전등급	구조물명	안전등급
	울하교(대구)	B등급(양호)
	울하교(부산)	B등급(양호)

7. 보수·보강 및 유지관리방안

7.1 보수·보강 및 개략공사비

가. 대구방향

구 분		손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위	비고
바닥판		균열(0.3mm미만)	지속관찰	4.0	0.6	m ²	49	29	-	표면처리
		균열(0.3mm이상)	주입보수	1.5	0.23	m ²	130	30	3	-
		망상균열	지속관찰	24.75	37.13	m ²	49	1,819	-	표면처리
거 더	외 부	도장손상	도장보수	0.03	0.05	m ²	4	1	3	-
가로보 및 세로보		이물질 퇴적	정비	1	1	개소	13	13	3	-
하 부 구 조	교 대	균열(0.3mm미만)	지속관찰	7.7	1.16	m ²	49	57	-	표면처리
		누수흔적	지속관찰	9.02	13.53	m ²	49	663	-	표면처리
		채수	지속관찰	2	2	개소	10	20	-	배수홈 설치
		실란트 파손	지속관찰	6.0	9.0	m	18	162	-	실란트 실링
	교 각	균열(0.3mm미만)	지속관찰	24.0	3.6	m ²	49	176	-	표면처리
		균열(0.3mm이상)	주입보수	1.5	0.23	m ²	130	30	3	-
		망상균열	지속관찰	12.0	18.0	m ²	49	882	-	표면처리
		인화성 물질 적치	지속관찰	10	10	개소	13	130	-	정비
교량 받침		물탈균열(0.3mm미만)	지속관찰	0.8	0.12	m ²	49	6	-	표면처리
		물탈파손	단면복구	0.05	0.08	m ²	121	10	3	-
신 축 이 음	본 체	이물질 퇴적	정비	1.0	1.5	m	13	20	3	-
		고무재 손상	지속관찰	3	12.14	m	38	461	-	물받이 설치
	후 타 재	균열(0.3mm미만)	지속관찰	16.5	2.48	m ²	49	122	-	표면처리
교면 포장		아스콘 균열	지속관찰	45.0	67.5	m	18	1,215	-	균열보수
		아스콘 패임	지속관찰	0.2	0.3	m ²	55	17	-	아스팔트 팻칭
		라벨링	지속관찰	5.0	7.5	m ²	55	413	-	아스팔트 팻칭
		포트홀	지속관찰	0.04	0.06	m ²	55	3	-	아스팔트 팻칭

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위	비고
난간	균열(0.3mm미만)	지속관찰	29.6	4.44	m ²	49	218	-	표면처리
	균열부 백태	지속관찰	1.65	2.48	m ²	49	122	-	표면처리
	백태	지속관찰	0.02	0.03	m ²	5	1	-	백태보수
	방음벽 파손	지속관찰	1	1	개소	600	600	-	정비
배수 시설	배수구 막힘	정비	1	1	개소	13	13	3	-
	배수관 용접부 누수	지속관찰	1	1	개소	123	123	-	재설치
부속 시설	차수판 볼트, 앵커 불량	재체결	8	8	개소	5	40	3	-
순공사비 합계(천원)							7,396		
제경비(순공사비×50%)							3,698		
순위별 공사비 (제경비 포함)		1순위					-		
		2순위					-		
		3순위					236		
		지속관찰					10,859		
유지보수 개략공사비 총계							11,094		

※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 50%를 할증하였음.

※ 철근노출 단면복구 → 30mm(잡철물 제외)

※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영.

※ 일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경.

※ 상기 개략공사비는 2015년 하반기 현장조사시 확인한 물량으로 산정하였으며, 이후의 실시설계시 공법선정, 단가 변동 및 현장여건상 부대공의 추가 등으로 변동될 수 있음.

나. 부산방향

구 분		손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위	비고
바닥판		균열(0.3mm미만)	지속관찰	15.0	2.25	m ²	49	110	-	표면처리
		망상균열	지속관찰	73.25	109.88	m ²	49	5,384	-	표면처리
		누수 및 백태	지속관찰	0.12	0.18	m ²	49	9	-	표면처리
거 더	내 부	도장손상	도장보수	0.12	0.18	m ²	5	1	3	-
	외 부	도장손상	도장보수	0.15	0.23	m ²	4	1	3	-
하 부 구 조	교 대	누수흔적	지속관찰	6.7	10.05	m ²	49	492	-	표면처리
	교 각	균열(0.3mm미만)	지속관찰	47.0	7.05	m ²	49	345	-	표면처리
		망상균열	지속관찰	4.0	6.0	m ²	49	294	-	표면처리
신 축 이 음	본 체	이물질 퇴적	정비	1.0	1.5	m	13	20	3	-
		고무재 손상	지속관찰	2.0	15.7	m	38	597	-	물받이 설치
	후 타 재	균열(0.3mm미만)	지속관찰	7.5	1.13	m ²	49	55	-	표면처리
교면 포장		라벨링	지속관찰	15.0	22.5	m ²	55	1,238	-	아스팔트 팻칭
		아스콘 균열	지속관찰	5.0	1.88	m ²	18	34	-	균열보수
		아스콘 패임	지속관찰	0.01	0.02	m ²	55	1	-	아스팔트 팻칭
난간		균열(0.3mm미만)	지속관찰	62.8	9.42	m ²	49	462	-	표면처리
		균열부 백태	지속관찰	5.25	7.88	m ²	49	386	-	표면처리
		백태	지속관찰	0.01	0.02	m ²	5	1	-	백태
부속 시설		안전철망 너트 누락	재체결	1	1	개소	5	5	3	-
		차수판 볼트, 앵커 탈락	재체결	6	6	개소	5	30	3	-
순공사비 합계(천원)								9,465		
제경비(순공사비×50%)								4,733		
순위별 공사비 (제경비 포함)			1순위					-		
			2순위					-		
			3순위					86		
			지속관찰					14,112		
유지보수 개략공사비 총계								14,198		

※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 50%를 할증하였음.

※ 철근노출 단면복구 → 30mm(잡철물 제외)

※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영.

※ 일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경.

※ 상기 개략공사비는 2015년 하반기 현장조사시 확인한 물량으로 산정하였으며, 이후의 실시설계시 공법선정, 단가 변동 및 현장여건상 부대공의 추가 등으로 변동될 수 있음.

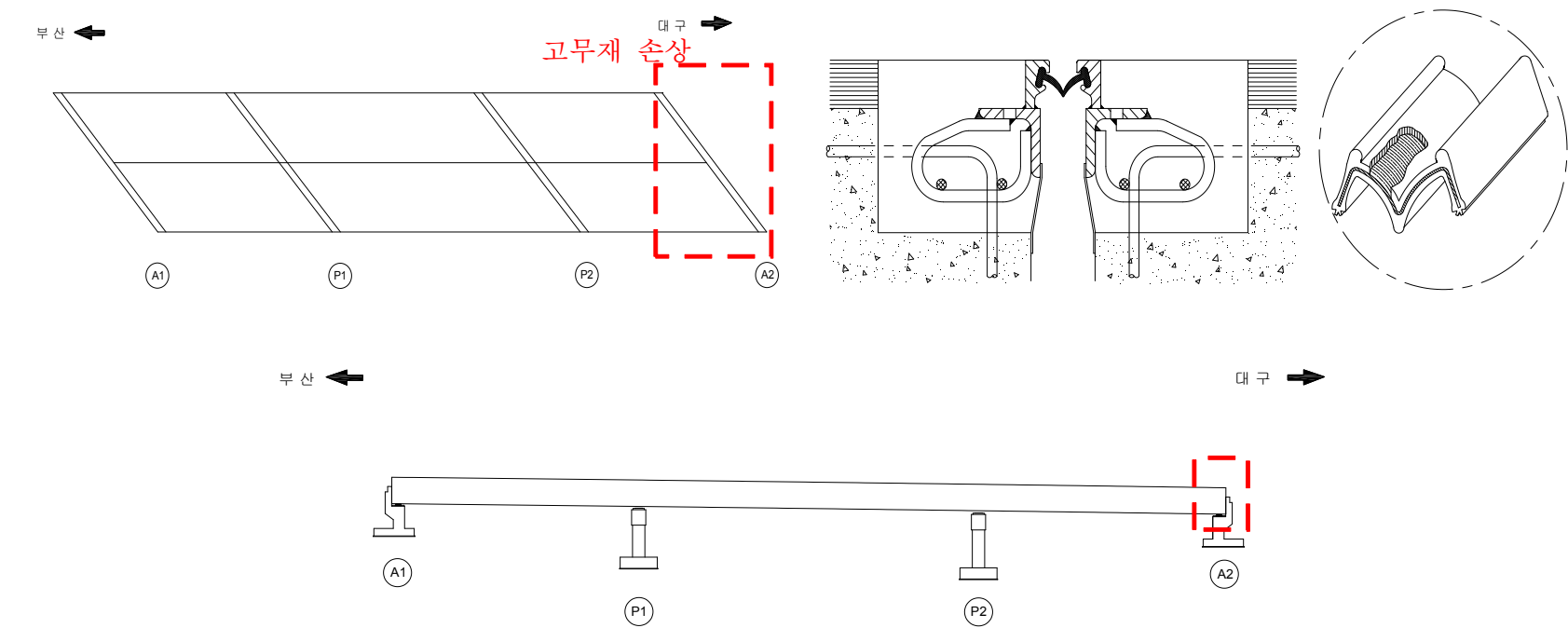
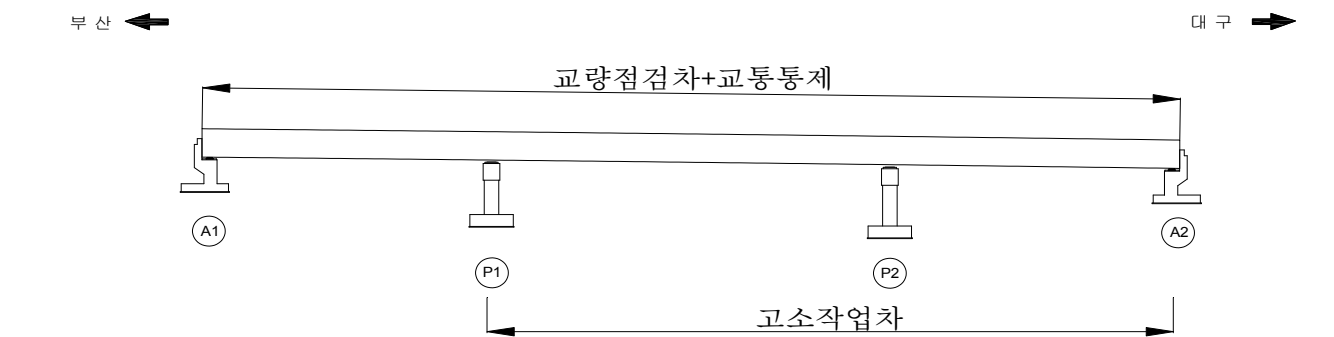
7.2 유지관리방안

가. 부재별 중점유지관리 사항

부재구분	중 점 점 검 내 용
교면포장	• 공용기간 경과에 따른 손상 진전여부(패임, 포트홀 등) • 신축이음장치 주변 손상
난간	• 0.3mm미만 균열(백태동반)
바닥판	• 폭 0.1~0.3mm 균열 - 균열 진전여부 점검 • 백태 - 누수 발생 및 백태 규모 진전 여부
강박스거더	• 도장손상 - 부식 및 녹발생(손상 진전여부 확인)
교량받침	• 0.3mm미만 균열 및 파손 - 손상 진전여부 점검
신축이음장치	• 고무재 손상 - 고무재 손상 진전 및 신축이음 거동 여부 점검 • 후타재 균열 진전여부 - 국부적으로 발생된 상태로 손상진전 여부 점검
하부구조	• 폭 0.1~0.3mm 균열 - 균열 진전여부 점검

나. 중점유지관리항목

울하교(대구, 부산) 중점유지관리사항, 점검방향

■ 중점유지관리 사항 ① 신축이음장치 고무재 손상 - A2 - 대구, 부산 - 공용년수 경과에 의한 노후화 - 반복적인 중차량 통행 및 충격 - 고무재 손상 진전 여부 ② 신축이음장치 하부 조사 - 누수 및 체수 여부 - 교량받침 부식 여부 - 교대 콘크리트 열화 여부	■ 점검방향 : ①신축이음 고무재 손상(A2-대구, 부산) ⇨ ②신축이음장치 하부 조사 <신축이음 고무재 손상 상세 위치>  고무재 손상(A2-대구)  고무재 손상(A2-부산)  교대 구체 상면 체수(A2-대구)												
■ 주변현황 전경 	■ 장비투입현황 	■ 장비투입 계획 <table><tr><th rowspan="2">구 분</th><th colspan="2">상부, 하부구조</th></tr><tr><th>교량점검차</th><th>고소작업차</th></tr><tr><td>조사방법</td><td>S1~S3</td><td>S2~S3</td></tr><tr><td>소요일수</td><td>1일</td><td>1일</td></tr></table>	구 분	상부, 하부구조		교량점검차	고소작업차	조사방법	S1~S3	S2~S3	소요일수	1일	1일
구 분	상부, 하부구조												
	교량점검차	고소작업차											
조사방법	S1~S3	S2~S3											
소요일수	1일	1일											

8. 종합결론

울하교는 대구부산고속도로 부산기점 89.2km지점에 위치하며 대구시 4차 순환도로를 횡단하는 3경간이 연속되어 시공된 Steel Box Girder 교량이다. 본 과업은 울하교의 준공 이후 최초로 시행하는 정밀안전진단이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사, 각종시험 및 구조안전성평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

8.1 대구방향

가. 현장조사, 시험 및 상태평가 결과

- 바닥판하면은 균열 및 망상균열이 조사되었으며 구조적인 안전성의 문제는 없는 것으로 판단되나 지속적인 윤하중 및 우수유입을 통한 동결융해 등의 작용에 의해 손상의 진전이 우려되므로 내구성 확보를 위한 보수 및 지속적인 주의관찰을 통한 유지관리가 필요하다.
- 거더내부 및 가로보는 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 거더외부는 경미한 도장 손상이 일부 조사되었다. 도장손상 부위에는 부식 및 녹발생이 없는 상태로 확인되었다.
- 하부구조의 경우 대체적으로 양호한 상태로서, 균열, 누수 및 체수, 실란트 파손이 조사되었다. 균열의 경우 비구조적인 건조수축균열로 판단되며 누수 및 체수는 방치할 경우 콘크리트 열화 및 교량받침의 부식과 같은 2차손상을 유발시킬 수 있으므로 보수조치가 필요하다.
- 교량받침은 온도변화에 따른 가동상태는 양호한 것으로 판단되며, 무수축물탈에 발생한 손상은 공용년수 경과에 의한 노후화로 인해 발생한 손상으로 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.
- 신축이음장치는 온도변화에 따른 수축 및 신장시 여유량을 확보하고 있으며, 본체 고무재 손상(A2)은 우수유입 및 하부 누수 등의 원인에 의해 하부구조의 콘크리트 열화 및 교량받침 부식 등의 2차 손상을 유발하므로 적절한 조치가 필요하다.
- 교면포장에 발생한 포장손상은 라벨링, 패임, 포트홀 등으로 주행차량에 영향은 미미하며 대체적으로 양호한 상태이므로, 지속적인 관찰이 필요하다.
- 배수시설은 공용중 이물질퇴적으로 인한 배수구 막힘 및 용접부 누수 등의 손상이 조사된 바, 주기적인 정비를 실시하는 것이 필요하다.
- 방호벽은 건조수축에 의한 수직균열 및 균열부 우수접촉에 의한 균열부백태, 국부적인 파손, 방음벽 파손이 조사되었다. 내구성 저하방지를 위해 단면보수, 표면처리를 실시하여 유지관리하는 것이 바람직하며, 방음벽 파손의 경우 손상이 진전되어 판넬 탈락 시 통행차량의 안전사고 위험이 있으므로 정비가 필요하다.

- 콘크리트 내구성조사결과, 콘크리트의 강도, 철근배근상태, 탄산화, 염화물함유량 등의 시험 항목에 대해서 제기준을 만족하는 양호한 품질을 유지하고 있는 상태로 평가되었다.
- 강재 내구성조사 결과, 주부재인 강박스 거더의 맞대기 용접부에 대한 초음파탐상시험 결과는 1급(양호)으로 확인되어 양호한 상태로 평가되었다.
- 상태평가결과, 공용 경과에 따른 손상이 일부 추가로 조사되었으나, 구조적인 손상의 발생은 없는 상태였으며, 내구성증진을 위한 보수 및 유지관리를 필요로 하는 “B(0.190)”의 상태로 평가되었다.

나. 안전성평가 결과

- 구조검토를 통한 안전성 검토결과, 바닥판 및 거더의 최소 안전율은 각각 1.47 및 1.44, 하부구조의 최소 안전율은 2.49로 평가되었으며, 기본내하력은 설계활하중인 DB(DL)-24를 상회하여 구조적 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

다. 결 언

- 율하교(대구)는 약 10년의 공용기간이 경과한 교량시설물로 외관조사 및 내구성조사를 이용한 상태평가 결과와 구조안전성검토를 이용한 안전성평가 결과를 토대로 안전등급을 산정한 결과, 『B등급(양호)』로 평가되었다. 내구성 및 사용성 확보차원에서 보수가 요구되는 손상이 일부 있으나, 구조물의 안전성에 영향을 미치지 않는 상태이며, 기타 결함 및 손상 부위에 대하여 금회 진단 보고서에 제시된 보수를 시행하고 중점유지관리가 필요한 구간에 대한 지속적인 유지관리가 수행된다면 1등급(DB-24, DL-24)로서의 기능을 유지 할 수 있을 것으로 판단된다.

8.2 부산방향

가. 현장조사, 시험 및 상태평가 결과

- 바닥판하면은 균열 및 망상균열이 조사되었으며 구조적인 안전성의 문제는 없는 것으로 판단되나 지속적인 윤하중 및 우수유입을 통한 동결융해 등의 작용에 의해 손상의 진전이 우려되므로 내구성 확보를 위한 보수 및 지속적인 주의관찰을 통한 유지관리가 필요하다.
- 거더는 경미한 도장손상이 일부 조사되었으며 도장손상 부위에는 부식 및 녹발생이 없는 상태로 확인되었다. 가로보는 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.
- 하부구조의 경우 대체적으로 양호한 상태로서, 균열 및 누수흔적이 조사되었다. 균열의 경우 외력에 의해 발생한 균열이 아닌 시공초기 건조수축 및 시공이음부 등의 원인에 의한 비구조적인 균열로 판단되며 누수 및 체수는 방지할 경우 콘크리트 열화 및 교량받침의 부식과 같은 2차손상을 유발시킬 수 있으므로 보수조치가 필요하다.
- 교량받침은 온도변화에 따른 가동상태 및 손상에 대하여 전반적으로 양호한 것으로 조사되었다.
- 신축이음장치는 온도변화에 따른 수축 및 신장시 여유량을 확보하고 있으며, 본체 고무재 손상(A2)은 우수유입 및 하부 누수 등의 원인에 의해 하부구조의 콘크리트 열화 및 교량받침 부식 등의 2차 손상을 유발하므로 적절한 조치가 필요하다.
- 교면포장에 발생한 포장손상은 라벨링, 패임, 균열 등으로 주행차량에 영향은 미미하며 대체적으로 양호한 상태이므로, 지속적인 관찰이 필요하다.
- 배수시설은 배수구 막힘, 배수관 지지대 탈락 등의 손상이 없는 전체적으로 양호한 상태로 조사되었다
- 방호벽은 건조수축에 의한 수직균열 및 균열부 우수접촉에 의한 균열부 백태는 미관성을 저하시키고 운전자에게 심적 부담감을 줄 수 있으므로 적정시기에 보수조치를 실시하는 것이 바람직하다.
- 콘크리트 내구성조사결과, 콘크리트의 강도, 철근배근상태, 탄산화, 염화물함유량 등의 시험 항목에 대해서 제기준을 만족하는 양호한 품질을 유지하고 있는 상태로 평가되었다.
- 강재 내구성조사 결과, 주부재인 강박스 거더의 맞대기 용접부에 대한 초음파탐상시험 결과는 1급(양호)으로 확인되어 양호한 상태로 평가되었다.
- 상태평가결과, 공용 경과에 따른 손상이 일부 추가로 조사되었으나, 구조적인 손상의 발생은 없는 상태였으며, 내구성증진을 위한 보수 및 유지관리를 필요로 하는 “B(0.153)”의 상태로 평가되었다.

나. 안전성평가 결과

- 구조검토를 통한 안전성 검토결과, 바닥판 및 거더의 최소 안전율은 각각 1.50 및 1.95, 하부구조의 최소 안전율은 3.50로 평가되었으며, 기본내하력은 설계활하중인 DB(DL)-24를 상회하여 구조적 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

다. 결 언

- 율하교(부산)는 약 10년의 공용기간이 경과한 교량시설물로 외관조사 및 내구성조사를 이용한 상태평가 결과와 구조안전성검토를 이용한 안전성평가 결과를 토대로 안전등급을 산정한 결과, 『B등급(양호)』로 평가되었다. 결함 및 손상 부위에 대하여 금회 진단 보고서에 제시된 보수를 시행하고 중점유지관리가 필요한 구간에 대한 지속적인 유지관리가 수행된다면 1등급(DB-24, DL-24)로서의 기능을 유지 할 수 있을 것으로 판단된다.

보고서 목차

●정밀안전진단 결과 요약문

제 1장 정밀안전진단 개요	3
1.1 과업의 목적	3
1.2 과업의 범위 및 내용	3
1.2.1 과업의 범위	3
1.2.2 과업수행기간	3
1.2.3 과업의 내용	4
1.3 과업수행 절차 및 일정	5
1.3.1 과업수행 절차	5
1.3.2 과업수행 일정	6
1.4 대상교량의 현황	7
1.4.1 현황	7
1.4.2 교량 주요도면	9
1.5 사용장비 및 시험기기의 현황	17
1.6 교량기호의 정의	18
 제 2장 자료수집 및 분석	23
2.1 자료수집 현황	23
2.1.1 자료수집 현황	23
2.2 건설 관련자료 검토결과 요약	24
2.2.1 설계기준 검토	24
2.2.2 실시설계 보고서 검토	26
2.2.3 구조 및 수리계산서 검토	32
2.2.4 설계도면 검토	33
2.2.5 토질 및 지반조사 자료검토	33
2.2.6 시공관련 자료검토	36

2.3 기존 정기 및 정밀점검 실시결과 요약	37
2.3.1 정기 및 정밀점검 이력	37
2.3.2 기존 정밀점검 실시결과(2013년 12월)	39
2.4 보수·보강 이력	45
2.5 내진설계 및 보강 여부	46
2.5.1 내진설계	46
2.5.2 내진보강 여부	46
2.6 자료분석 결과요약	47

제 3장 현장조사 및 시험51

3.1 외관조사 개요	51
3.2 외관조사(대구)	53
3.2.1 상부구조	53
3.2.2 하부구조	60
3.2.3 교량받침	66
3.2.4 신축이음장치	71
3.2.5 교면포장	75
3.2.6 기타부재	77
3.3 외관조사(부산)	82
3.3.1 상부구조	82
3.3.2 하부구조	89
3.3.3 교량받침	94
3.3.4 신축이음장치	98
3.3.5 교면포장	102
3.3.6 기타부재	104
3.4 콘크리트 내구성조사	108
3.4.1 개 요	108
3.4.2 시험내용 및 평가기준	112
3.4.3 시험결과 및 분석	125
3.5 강재 내구성조사	137
3.5.1 개 요	137

3.5.2 시험내용 및 평가기준	141
3.5.3 용접부에 발생하는 대표적인 결함	143
3.5.4 시험결과 및 분석	144
3.6 현장조사 및 시험 결과요약	146
3.6.1 외관조사 결과 요약	146
3.6.2 내구성조사 결과요약	150

제 4장 시설물의 상태평가157

4.1 개요	157
4.2 상태평가 항목 및 기준	157
4.2.1 부재별 상태평가 적용범위	157
4.2.2 구조형식에 따른 부재별 가중치	158
4.2.3 상태평가 결과 결정	159
4.3 상태평가 결과	160
4.3.1 대구방향	160
4.3.2 부산방향	168

제 5장 시설물의 안전성 평가179

5.1 개요	179
5.1.1 안전성검토	179
5.1.2 내하력평가	182
5.2 상부구조 안전성평가	183
5.2.1 대구방향	183
5.2.2 부산방향	217
5.3 내하력 평가	251
5.3.1 개 요	251
5.3.2 허용응력법	251
5.3.3 강도설계법	252
5.3.4 기본내하력 평가	253
5.3.5 안전성 평가등급	255
5.4 하부구조 안전성평가	257

5.4.1 대구방향	257
5.4.2 부산방향	284
5.5 안전성평가 결과요약	322
5.5.1 대구방향	322
5.5.2 부산방향	325
5.5.3 안전성평가 종합결론	328

제 6장 종합평가 및 안전등급의 지정331

6.1 종합평가	331
6.1.1 종합평가 결과 산정방법	331
6.1.2 종합평가 결과	332
6.2 안전등급	333
6.2.1 안전등급기준	333
6.2.2 안전등급 지정	333

제 7장 보수·보강 및 유지관리방안337

7.1 개요	337
7.2 보수·보강 방안	338
7.2.1 보수·보강 추진방향 및 우선순위의 선정	338
7.2.2 보수·보강 일람표	341
7.2.3 결함내용별 보수·보강방안	343
7.3 보수·보강 개략공사비	356
7.3.1 대구방향 보수·보강 개략공사비	356
7.3.2 부산방향 보수·보강 개략공사비	358
7.4 유지관리 방안	359
7.4.1 진단결과에 따른 중점유지관리 사항	359
7.4.2 유지관리시 점검요령	361

제 8장 종합결론379

8.1 개 요	379
8.2 대구방향	379
8.3 부산방향	381

● 부 록

1. 과업지시서
2. 구조해석 및 안전성평가 자료
3. 측정, 시험, 계측 성과표
4. 상태평가 결과자료
5. 현장조사 및 외관조사 사진첩
6. 시설물관리대장 사본
7. 사용장비 및 기기의 사진
8. 사전조사 자료 일체

● 부 록(별책)

1. 외관조사망도

표 목 차

【표 1.2.1】 과업의 내용	4
【표 1.3.1】 정밀안전진단 과업수행 일정	6
【표 1.4.1】 율하교(대구) 현황표	7
【표 1.4.2】 율하교(부산) 현황표	8
【표 1.5.1】 주요 사용장비 및 시험기기 일반사항	17
【표 1.6.1】 교량기호의 정의	18
【표 2.1.1】 자료수집 현황	23
【표 2.2.1】 설계기준 및 사용재료	32
【표 2.2.2】 상부구조 설계조건	32
【표 2.2.3】 하부구조 설계조건	33
【표 2.2.4】 율하교 지반조사 결과(토질조사보고서)	34
【표 2.3.1】 율하교 정기 및 정밀점검 이력	37
【표 2.4.1】 율하교 보수보강 이력	45
【표 2.6.1】 자료분석 결과요약	47
【표 3.1.1】 부재별 조사항목	52
【표 3.2.1】 바닥판 외관조사 결과(대구)	54
【표 3.2.2】 바닥판 하면 기 점검 결과 비교(대구)	55
【표 3.2.3】 강박스 거더 외부 외관조사 결과(대구)	57
【표 3.2.4】 강박스 거더 외부 기 점검 결과 비교(대구)	57
【표 3.2.5】 가로보 및 세로보 외관조사 결과(대구)	58
【표 3.2.6】 가로보 및 세로보 기 점검 결과 비교(대구)	59
【표 3.2.7】 교대 외관조사 결과(대구)	60
【표 3.2.8】 교대 기 점검 결과 비교(대구)	62
【표 3.2.9】 교각 외관조사 결과(대구)	63
【표 3.2.10】 교각 기 점검 결과 비교(대구)	65
【표 3.2.11】 교량받침 외관조사 결과(대구)	67
【표 3.2.12】 연단거리 측정 결과(대구)	68
【표 3.2.13】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정(대구)	69
【표 3.2.14】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(대구)	69
【표 3.2.15】 교량받침 기 점검 결과 비교(대구)	70
【표 3.2.16】 신축이음장치 외관조사 결과(대구)	71
【표 3.2.17】 신축이음 유간 측정결과(대구)	73
【표 3.2.18】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동상태 검토결과(대구)	73

【표 3.2.19】 신축이음 신축이동량 산정(대구)	73
【표 3.2.20】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과(대구)	73
【표 3.2.21】 신축이음장치 기 점검 결과 비교(대구)	74
【표 3.2.22】 교면포장 외관조사 결과(대구)	75
【표 3.2.23】 교면포장 기 점검 결과 비교(대구)	76
【표 3.2.24】 배수시설 외관조사 결과(대구)	77
【표 3.2.25】 배수시설 기 점검 결과 비교(대구)	78
【표 3.2.26】 난간 및 연석 외관조사 결과(대구)	79
【표 3.2.27】 난간 및 연석 기 점검 결과 비교(대구)	80
【표 3.3.1】 바닥판 외관조사 결과(부산)	82
【표 3.3.2】 바닥판 하면 기 점검 결과 비교(부산)	84
【표 3.3.3】 강박스 거더 내부 외관조사 결과(부산)	85
【표 3.3.4】 강박스 거더 내부 기 점검 결과 비교(부산)	86
【표 3.3.5】 강박스 거더 외부 외관조사 결과(부산)	87
【표 3.3.6】 강박스 거더 외부 기 점검 결과 비교(부산)	87
【표 3.3.7】 교대 외관조사 결과(부산)	89
【표 3.3.8】 교대 기 점검 결과 비교(부산)	90
【표 3.3.9】 교각 외관조사 결과(부산)	91
【표 3.3.10】 교각 기 점검 결과 비교(부산)	93
【표 3.3.11】 연단거리 측정 결과(부산)	96
【표 3.3.12】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정(부산)	96
【표 3.3.13】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(부산)	97
【표 3.3.14】 신축이음장치 외관조사 결과(부산)	98
【표 3.3.15】 신축이음 유간 측정결과(부산)	100
【표 3.3.16】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동상태 검토결과(부산)	100
【표 3.3.17】 신축이음 신축이동량 산정(부산)	100
【표 3.3.18】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과(부산)	100
【표 3.3.19】 신축이음장치 기 점검 결과 비교(부산)	101
【표 3.3.20】 교면포장 외관조사 결과(부산)	102
【표 3.3.21】 교면포장 기 점검 결과 비교(부산)	103
【표 3.3.22】 난간 및 연석 외관조사 결과(부산)	105
【표 3.3.23】 난간 및 연석 기 점검 결과 비교(부산)	107
【표 3.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황(대구)	108
【표 3.4.2】 콘크리트 비파괴시험 현황(부산)	109
【표 3.4.3】 보정반발경도(R_o)	113
【표 3.4.4】 기존의 비파괴강도 추정 제안식(반발경도시험)	113
【표 3.4.5】 재령계수 α 값	114
【표 3.4.6】 기존의 비파괴강도 추정 제안식(초음파전달속도시험)	116

【표 3.4.7】 탄산화 속도에 영향을 미치는 요인	120
【표 3.4.8】 탄산화 상태평가 기준	122
【표 3.4.9】 염화물 평가기준(콘크리트 구조설계기준(2007))	123
【표 3.4.10】 염화물 상태평가 기준(안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010.12))	123
【표 3.4.11】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(대구)	125
【표 3.4.12】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(대구)	126
【표 3.4.13】 비파괴강도 시험결과 분석(대구)	127
【표 3.4.14】 비파괴강도 기 정밀점검 결과와의 비교(대구)	127
【표 3.4.15】 철근탐사 시험결과(대구)	127
【표 3.4.16】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가(대구)	128
【표 3.4.17】 탄산화 깊이 기 정밀점검 결과와의 비교(대구)	129
【표 3.4.18】 염화물 함유량 시험결과 및 평가(대구)	130
【표 3.4.19】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(부산)	131
【표 3.4.20】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(부산)	132
【표 3.4.21】 비파괴강도 시험결과 분석(부산)	133
【표 3.4.22】 비파괴강도 기 정밀점검 결과와의 비교(부산)	133
【표 3.4.23】 철근탐사 시험결과(부산)	133
【표 3.4.24】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가(부산)	134
【표 3.4.25】 탄산화 깊이 기 정밀점검 결과와의 비교(부산)	135
【표 3.4.26】 염화물 함유량 시험결과 및 평가(부산)	136
【표 3.5.1】 강재 비파괴시험 현황	137
【표 3.5.2】 결함의 등급 분류	142
【표 3.5.3】 용접부 결함의 합·부 판정기준	142
【표 3.5.4】 용접부에 발생하는 대표적인 결함	143
【표 3.5.5】 초음파탐상(UT) 시험결과(대구)	144
【표 3.5.6】 초음파탐상(UT) 시험결과(부산)	145
【표 3.6.1】 금회 진단 외관조사 결과 요약(대구)	146
【표 3.6.2】 금회 진단 외관조사 결과 요약(부산)	148
【표 3.6.3】 금회 진단 내구성조사 결과요약(대구)	150
【표 3.6.4】 내구성조사 기 점검(2013년 정밀점검)결과 비교(대구)	151
【표 3.6.5】 금회 진단 내구성조사 결과요약(부산)	152
【표 3.6.6】 내구성조사 기 점검(2013년 정밀점검)결과 비교(부산)	153
【표 4.2.1】 부재별 상태평가 적용 범위	157
【표 4.2.2】 구조형식에 따른 일반교량의 부재별 가중치	158
【표 4.2.3】 결함도 점수 범위에 따른 기준	159
【표 4.3.1】 콘크리트 바닥판 상태평가 결과(대구)	160
【표 4.3.2】 거더 상태평가 결과(대구)	160
【표 4.3.3】 가로보 및 세로보 상태평가 결과(대구)	161

【표 4.3.4】 콘크리트 교대 상태평가 결과(대구)	161
【표 4.3.5】 콘크리트 교각 상태평가 결과(대구)	162
【표 4.3.6】 기초 상태평가 결과(대구)	162
【표 4.3.7】 교량받침 상태평가 결과(대구)	163
【표 4.3.8】 신축이음 상태평가 결과(대구)	163
【표 4.3.9】 교면포장 상태평가 결과(대구)	163
【표 4.3.10】 배수시설 상태평가 결과(대구)	164
【표 4.3.11】 난간 및 연석 상태평가 결과(대구)	164
【표 4.3.12】 탄산화 상태평가 결과(대구)	165
【표 4.3.13】 염화물 상태평가 결과(대구)	165
【표 4.3.14】 상태평가 결과표(대구)	166
【표 4.3.15】 기 점검 결과와의 상태평가 결함도 점수 비교(대구)	167
【표 4.3.16】 콘크리트 바닥판 상태평가 결과(부산)	168
【표 4.3.17】 거더 상태평가 결과(부산)	168
【표 4.3.18】 가로보 및 세로보 상태평가 결과(부산)	169
【표 4.3.19】 콘크리트 교대 상태평가 결과(부산)	169
【표 4.3.20】 콘크리트 교각 상태평가 결과(부산)	170
【표 4.3.21】 기초 상태평가 결과(부산)	170
【표 4.3.22】 교량받침 상태평가 결과(부산)	171
【표 4.3.23】 신축이음 상태평가 결과(부산)	171
【표 4.3.24】 교면포장 상태평가 결과(부산)	171
【표 4.3.25】 배수시설 상태평가 결과(부산)	172
【표 4.3.26】 난간 및 연석 상태평가 결과(부산)	172
【표 4.3.27】 탄산화 상태평가 결과(부산)	173
【표 4.3.28】 염화물 상태평가 결과(부산)	173
【표 4.3.29】 상태평가 결과표(부산)	174
【표 4.3.30】 기 점검 결과와의 상태평가 결함도 점수 비교(부산)	175
【표 5.1.1】 하부구조 검토단면 선정	179
【표 5.1.2】 설계 당시와 금회 정밀안전진단시 구조검토 조건비교	180
【표 5.1.3】 구조검토시 적용 물성치 및 하중조건	181
【표 5.2.1】 바닥판의 단면검토 결과(대구)	192
【표 5.2.2】 바닥판의 사용성(균열) 검토결과(대구)	192
【표 5.2.3】 등가경간장 및 적용식(대구)	195
【표 5.2.4】 G1 강거더 플랜지 및 바닥판 슬래브 실제폭 및 유효폭(대구)	197
【표 5.2.5】 G2 강거더 플랜지 및 바닥판 슬래브 실제폭 및 유효폭(대구)	197
【표 5.2.6】 단면 제정수(대구)	199
【표 5.2.7】 영향계수 $k_{\text{값}}$ 산출 결과(대구)	201
【표 5.2.8】 측경간 정모멘트부 단면력 산정결과(대구)	201

【표 5.2.9】 중앙경간 정모멘트부 단면력 산정결과(대구)	201
【표 5.2.10】 지점부 부모멘트부 단면력 산정결과(대구)	202
【표 5.2.11】 외측경간 정모멘트부 휨응력 검토결과(대구)	202
【표 5.2.12】 외측경간 정모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(대구)	203
【표 5.2.13】 중앙경간 정모멘트부 휨응력 검토결과(대구)	204
【표 5.2.14】 중앙경간 정모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(대구)	205
【표 5.2.15】 지점부 부모멘트부 휨응력 검토결과(대구)	205
【표 5.2.16】 지점부 부모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(대구)	206
【표 5.2.17】 반력 집계결과 (단위 : kN)(대구)	207
【표 5.2.18】 바닥판의 단면검토 결과(부산)	226
【표 5.2.19】 바닥판의 사용성(균열) 검토결과(부산)	226
【표 5.2.20】 등가경간장 및 적용식(부산)	229
【표 5.2.21】 G1 강거더 플랜지 및 바닥판 슬래브 실제폭 및 유효폭(부산)	231
【표 5.2.22】 G2 강거더 플랜지 및 바닥판 슬래브 실제폭 및 유효폭(부산)	231
【표 5.2.23】 단면 제정수(부산)	233
【표 5.2.24】 영향계수 k_{Δ} 산출 결과(부산)	235
【표 5.2.25】 측경간 정모멘트부 단면력 산정결과(부산)	235
【표 5.2.26】 중앙경간 정모멘트부 단면력 산정결과(부산)	236
【표 5.2.27】 지점부 부모멘트부 단면력 산정결과(부산)	236
【표 5.2.28】 외측경간 정모멘트부 휨응력 검토결과(부산)	237
【표 5.2.29】 외측경간 정모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(부산)	238
【표 5.2.30】 중앙경간 정모멘트부 휨응력 검토결과(부산)	238
【표 5.2.31】 중앙경간 정모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(부산)	239
【표 5.2.32】 지점부 부모멘트부 휨응력 검토결과(부산)	239
【표 5.2.33】 지점부 부모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(부산)	240
【표 5.2.34】 반력 집계결과 (단위 : kN)(부산)	241
【표 5.4.1】 부재력 산정결과(단면-1)(대구)	263
【표 5.4.2】 부재력 산정결과(단면-2)(대구)	264
【표 5.4.3】 기둥 단면검토 결과(단면-1)(대구)	265
【표 5.4.4】 기둥 단면검토 결과(단면-2)(대구)	265
【표 5.4.5】 부재력 산정결과(단면-1)(부산)	290
【표 5.4.6】 부재력 산정결과(단면-2)(부산)	291
【표 5.4.7】 부재력 산정결과(단면-3)(부산)	292
【표 5.4.8】 기둥 단면검토 결과(단면-1)(부산)	293
【표 5.4.9】 기둥 단면검토 결과(단면-2)(부산)	293
【표 5.4.10】 기둥 단면검토 결과(단면-3)(부산)	294
【표 5.5.1】 상부구조 안전성 평가결과(대구)	322
【표 5.5.2】 하부구조 안전성 평가결과(단면-1)(대구)	323

【표 5.5.3】 하부구조 안전성 평가결과(단면-2)(대구)	323
【표 5.5.4】 바닥판 기본내하력 산정(대구)	324
【표 5.5.5】 거더 기본내하력 산정(대구)	324
【표 5.5.6】 상부구조 안전성 평가결과(부산)	325
【표 5.5.7】 하부구조 안전성 평가결과(단면-1)(부산)	326
【표 5.5.8】 하부구조 안전성 평가결과(단면-2)(부산)	326
【표 5.5.9】 하부구조 안전성 평가결과(단면-3)(부산)	326
【표 5.5.10】 바닥판 기본내하력 산정(부산)	327
【표 5.5.11】 거더 기본내하력 산정(부산)	327
【표 6.1.1】 종합평가 결과	332
【표 6.2.1】 시설물의 안전등급	333
【표 7.1.1】 시설물의 보수·보강방안 수립에 따른 검토사항	337
【표 7.2.1】 보수·보강 우선순위 결정 기준	338
【표 7.2.2】 보수·보강 일람표(대구)	341
【표 7.2.3】 보수·보강 일람표(부산)	342
【표 7.2.4】 보수도장의 표면처리	343
【표 7.2.5】 수지주입공법의 종류	345
【표 7.2.6】 균열폭에 알맞은 수지의 점도	345
【표 7.2.7】 균열폭에 따른 주입파이프/패커의 간격	345
【표 7.2.8】 에폭시계 수지의 규격	346
【표 7.2.9】 주입공법 공법비교안	347
【표 7.2.10】 일반적인 단면 복구(보수)재의 분류	350
【표 7.2.11】 단면복구(보수) 공법비교안	351
【표 7.2.12】 후타보존형 신축이음장치 교체공법 특성	355
【표 7.3.1】 보수·보강 개략공사비(대구)	356
【표 7.3.2】 보수·보강 개략공사비(부산)	358
【표 7.4.1】 부재별 유지관리 중점사항	360

그림 목 차

【그림 1.3.1】 정밀안전진단 과업수행 흐름도	5
【그림 1.4.1】 율하교(대구) 중·평면도	9
【그림 1.4.2】 율하교(대구) 횡단면도 및 종단구배	10
【그림 1.4.3】 율하교(대구) 바닥판 및 강상자형 일반도	11
【그림 1.4.4】 율하교(대구) 교대 및 교각 일반도	12
【그림 1.4.5】 율하교(부산) 중·평면도	13
【그림 1.4.6】 율하교(부산) 횡단면도 및 종단구배	14
【그림 1.4.7】 율하교(부산) 바닥판 및 강상자형 일반도	15
【그림 1.4.8】 율하교(부산) 교대 및 교각 일반도	16
【그림 1.6.1】 교량기호의 정의	19
【그림 2.2.1】 율하교 토질조사 위치	34
【그림 3.2.1】 바닥판 하면 기 점검 결과 비교(대구)	55
【그림 3.2.2】 강박스 거더 외부 기 점검 결과 비교(대구)	57
【그림 3.2.3】 가로보 및 세로보 기 점검 결과 비교(대구)	59
【그림 3.2.4】 교대 기 점검 결과 비교(대구)	62
【그림 3.2.5】 교각 기 점검 결과 비교(대구)	65
【그림 3.2.6】 교량받침 배치도(대구)	66
【그림 3.2.7】 도로교설계기준 연단거리 산출방법	67
【그림 3.2.8】 교량받침 기 점검 결과 비교(대구)	70
【그림 3.2.9】 신축이음장치 기 점검 결과 비교(대구)	74
【그림 3.2.10】 교면포장 기 점검 결과 비교(대구)	76
【그림 3.2.11】 배수시설 기 점검 결과 비교(대구)	78
【그림 3.2.12】 난간 및 연석 기 점검 결과 비교(대구)	81
【그림 3.3.1】 바닥판 하면 기 점검 결과 비교(부산)	84
【그림 3.3.2】 강박스 거더 내부 기 점검 결과 비교(부산)	86
【그림 3.3.3】 강박스 거더 외부 기 점검 결과 비교(부산)	87
【그림 3.3.4】 교대 기 점검 결과 비교(부산)	90
【그림 3.3.5】 교각 기 점검 결과 비교(부산)	93
【그림 3.3.6】 교량받침 배치도(부산)	94
【그림 3.3.7】 도로교설계기준 연단거리 산출방법	95
【그림 3.3.8】 신축이음장치 기 점검 결과 비교(부산)	101

【그림 3.3.9】 교면포장 기 점검 결과 비교(부산)	103
【그림 3.3.10】 난간 및 연석 기 점검 결과 비교(부산)	107
【그림 3.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도(대구)	110
【그림 3.4.2】 콘크리트 내구성조사 위치도(부산)	111
【그림 3.4.3】 반발경도시험 및 측정기 점검 등의 절차	112
【그림 3.4.4】 초음파전달속도시험 및 측정기 점검 등의 절차	114
【그림 3.4.5】 초음파전달속도시험을 위한 탐촉자 배치방법	115
【그림 3.4.6】 표면법에 의한 초음파전달속도의 측정	116
【그림 3.4.7】 철근탐사 측정원리	117
【그림 3.4.8】 철근탐사시험 및 장비 점검 등의 절차	118
【그림 3.4.9】 탄산화에 의한 콘크리트 성능저하	120
【그림 3.4.10】 $T_c - T_0$ 법에 의한 탐촉자 배치 및 균열깊이 측정방법	124
【그림 3.4.11】 상부구조 평균압축강도 추정결과(대구)	125
【그림 3.4.12】 하부구조 평균압축강도 추정결과(대구)	126
【그림 3.4.13】 탄산화 깊이 측정결과(대구)	129
【그림 3.4.14】 염화물시험 측정결과(대구)	130
【그림 3.4.15】 상부구조 평균압축강도 추정결과(부산)	131
【그림 3.4.16】 하부구조 평균압축강도 추정결과(부산)	132
【그림 3.4.17】 탄산화 깊이 측정결과(부산)	135
【그림 3.4.18】 염화물시험 측정결과(부산)	136
【그림 3.5.1】 강재 내구성조사 위치도(대구)	139
【그림 3.5.2】 강재 내구성조사 위치도(부산)	140
【그림 3.5.3】 초음파탐상(사각법)시험 개요도	141
【그림 4.2.1】 전체 교량의 상태평가 결과 산정 방법	159
【그림 4.3.1】 기 점검 결과와의 부재별 상태평가 결과 비교(대구)	167
【그림 4.3.2】 기 점검 결과와의 부재별 상태평가 결과 비교(부산)	175
【그림 5.2.1】 해석단면(대구)	193
【그림 5.2.2】 2차고정 하중 재하(대구)	193
【그림 5.2.3】 플랜지의 유효폭(대구)	196
【그림 5.2.4】 바닥판의 유효폭(대구)	196
【그림 5.2.5】 해석모델링(대구)	198
【그림 5.2.6】 거더 단면위치	198
【그림 5.2.7】 휨모멘트도(대구)	199
【그림 5.2.8】 전단력도(대구)	200
【그림 5.2.9】 압축부 플랜지 이음(대구)	208
【그림 5.2.10】 인장부 플랜지 이음(대구)	210

【그림 5.2.11】 Web 이음(대구)	211
【그림 5.2.12】 피로조사 단면위치(대구)	214
【그림 5.2.13】 해석단면(부산)	227
【그림 5.2.14】 2차고정 하중 재하(부산)	227
【그림 5.2.15】 플랜지의 유효폭(부산)	230
【그림 5.2.16】 바닥판의 유효폭(부산)	230
【그림 5.2.17】 해석모델링(부산)	232
【그림 5.2.18】 거더 단면위치(부산)	232
【그림 5.2.19】 휨모멘트도(부산)	233
【그림 5.2.19】 휨모멘트도(부산,계속)	234
【그림 5.2.20】 전단력도(부산)	234
【그림 5.2.21】 압축부 플랜지 이음(부산)	242
【그림 5.2.22】 인장부 플랜지 이음(부산)	244
【그림 5.2.23】 Web 이음(부산)	245
【그림 5.2.24】 피로조사 단면위치(부산)	248
【그림 5.4.1】 해석단면(P2)(대구)	258
【그림 5.4.2】 해석모델링(P2)(대구)	260
【그림 5.4.3】 P-M 상관도(하중CASE : LC1)(대구)	266
【그림 5.4.4】 P-M 상관도(하중CASE : LC2)(대구)	267
【그림 5.4.5】 P-M 상관도(하중CASE : LC3)(대구)	268
【그림 5.4.6】 P-M 상관도(하중CASE : LC4)(대구)	269
【그림 5.4.7】 P-M 상관도(하중CASE : LC5)(대구)	270
【그림 5.4.8】 P-M 상관도(하중CASE : LC6)(대구)	271
【그림 5.4.9】 P-M 상관도(하중CASE : LC7)(대구)	272
【그림 5.4.10】 P-M 상관도(하중CASE : LC8)(대구)	273
【그림 5.4.11】 P-M 상관도(하중CASE : LC9)(대구)	274
【그림 5.4.12】 P-M 상관도(하중CASE : LC1)(대구)	275
【그림 5.4.13】 P-M 상관도(하중CASE : LC2)(대구)	276
【그림 5.4.14】 P-M 상관도(하중CASE : LC3)(대구)	277
【그림 5.4.15】 P-M 상관도(하중CASE : LC4)(대구)	278
【그림 5.4.16】 P-M 상관도(하중CASE : LC5)(대구)	279
【그림 5.4.17】 P-M 상관도(하중CASE : LC6)(대구)	280
【그림 5.4.18】 P-M 상관도(하중CASE : LC7)(대구)	281
【그림 5.4.19】 P-M 상관도(하중CASE : LC8)(대구)	282
【그림 5.4.20】 P-M 상관도(하중CASE : LC9)(대구)	283
【그림 5.4.21】 해석단면(P2)(부산)	285

【그림 5.4.22】 해석모델링(P2)(부산)	287
【그림 5.4.23】 P-M 상관도(하중CASE : LC1)(부산)	295
【그림 5.4.24】 P-M 상관도(하중CASE : LC2)(부산)	296
【그림 5.4.25】 P-M 상관도(하중CASE : LC3)(부산)	297
【그림 5.4.26】 P-M 상관도(하중CASE : LC4)(부산)	298
【그림 5.4.27】 P-M 상관도(하중CASE : LC5)(부산)	299
【그림 5.4.28】 P-M 상관도(하중CASE : LC6)(부산)	300
【그림 5.4.29】 P-M 상관도(하중CASE : LC7)(부산)	301
【그림 5.4.30】 P-M 상관도(하중CASE : LC8)(부산)	302
【그림 5.4.31】 P-M 상관도(하중CASE : LC9)(부산)	303
【그림 5.4.32】 P-M 상관도(하중CASE : LC1)(부산)	304
【그림 5.4.33】 P-M 상관도(하중CASE : LC2)(부산)	305
【그림 5.4.34】 P-M 상관도(하중CASE : LC3)(부산)	306
【그림 5.4.35】 P-M 상관도(하중CASE : LC4)(부산)	307
【그림 5.4.36】 P-M 상관도(하중CASE : LC5)(부산)	308
【그림 5.4.37】 P-M 상관도(하중CASE : LC6)(부산)	309
【그림 5.4.38】 P-M 상관도(하중CASE : LC7)(부산)	310
【그림 5.4.39】 P-M 상관도(하중CASE : LC8)(부산)	311
【그림 5.4.40】 P-M 상관도(하중CASE : LC9)(부산)	312
【그림 5.4.41】 P-M 상관도(하중CASE : LC1)(부산)	313
【그림 5.4.42】 P-M 상관도(하중CASE : LC2)(부산)	314
【그림 5.4.43】 P-M 상관도(하중CASE : LC3)(부산)	315
【그림 5.4.44】 P-M 상관도(하중CASE : LC4)(부산)	316
【그림 5.4.45】 P-M 상관도(하중CASE : LC5)(부산)	317
【그림 5.4.46】 P-M 상관도(하중CASE : LC6)(부산)	318
【그림 5.4.47】 P-M 상관도(하중CASE : LC7)(부산)	319
【그림 5.4.48】 P-M 상관도(하중CASE : LC8)(부산)	320
【그림 5.4.49】 P-M 상관도(하중CASE : LC9)(부산)	321
【그림 6.1.1】 종합평가 결과 산정절차	331
【그림 7.2.1】 보수·보강방안 추진방향(대구)	339
【그림 7.2.2】 보수·보강방안 추진방향(부산)	340
【그림 7.2.3】 콘크리트 표면처리 시공순서도	344
【그림 7.2.4】 균열 보수공법 개요도	346
【그림 7.2.5】 단면복구(보수) 상세도	349
【그림 7.2.6】 아스팔트 팻칭공법 시공 개요도	353
【그림 7.2.7】 아스팔트 균열보수공법 시공 흐름도	354
【그림 7.2.8】 후타보존형 신축이음장치 상세도	355

사 진 목 차

【사진 3.1.1】 근접 육안조사	52
【사진 3.2.1】 바닥판 전경(대구)	53
【사진 3.2.2】 바닥판 손상현황(대구)	54
【사진 3.2.3】 강박스 거더 전경(대구)	56
【사진 3.2.4】 강박스 거더 외부 손상현황(대구)	57
【사진 3.2.5】 가로보 및 세로보 전경(대구)	58
【사진 3.2.6】 가로보 및 세로보 손상현황(대구)	59
【사진 3.2.7】 교대 전경(대구)	60
【사진 3.2.8】 교대손상현황(대구)	61
【사진 3.2.9】 교각 전경(대구)	63
【사진 3.2.10】 교각 손상현황(대구)	64
【사진 3.2.11】 교량받침 전경(대구)	66
【사진 3.2.12】 교량받침 손상현황(대구)	67
【사진 3.2.13】 연단거리 측정 전경(대구)	68
【사진 3.2.14】 신축이음장치 전경(대구)	71
【사진 3.2.15】 신축이음장치 손상현황(대구)	72
【사진 3.2.16】 신축이음 유간 측정방법(대구)	72
【사진 3.2.17】 교면포장 전경(대구)	75
【사진 3.2.18】 교면포장 손상현황(대구)	76
【사진 3.2.19】 배수구 및 배수관 전경(대구)	77
【사진 3.2.20】 배수시설 손상현황(대구)	77
【사진 3.2.21】 난간 및 연석 전경(대구)	79
【사진 3.2.22】 난간 및 연석 손상현황(대구)	80
【사진 3.3.1】 바닥판 전경(부산)	82
【사진 3.3.2】 바닥판 손상현황(부산)	83
【사진 3.3.3】 강박스 거더 전경(부산)	85
【사진 3.3.4】 강박스 거더 내부 손상현황(부산)	86
【사진 3.3.5】 강박스 거더 외부 손상현황(부산)	87
【사진 3.3.6】 가로보 전경(부산)	88
【사진 3.3.7】 교대 전경(부산)	89
【사진 3.3.8】 교대손상현황(부산)	90

【사진 3.3.9】 교각 전경(부산)	91
【사진 3.3.10】 교각 손상현황(부산)	92
【사진 3.3.11】 교량받침 전경(부산)	94
【사진 3.3.12】 연단거리 측정 전경(부산)	95
【사진 3.3.13】 신축이음장치 전경(부산)	98
【사진 3.3.14】 신축이음장치 손상현황(부산)	99
【사진 3.3.15】 신축이음 유간 측정방법(부산)	99
【사진 3.3.16】 교면포장 전경(부산)	102
【사진 3.3.17】 교면포장 손상현황(부산)	103
【사진 3.3.18】 배수구 및 배수관 전경(부산)	104
【사진 3.3.19】 난간 및 연석 전경(부산)	105
【사진 3.3.20】 난간 및 연석 손상현황(부산)	106
【사진 3.4.1】 콘크리트 내구성조사 전경	109
【사진 3.5.1】 강재 내구성조사 전경	138