

제 출 문

신대구부산고속도로 주식회사 귀중

귀사에서 의뢰하신 『2015년 하반기 시설물 안전점검용역(1구간 정밀안전진단)』을
성실히 수행하고 용계2교(대구, 부산)의 결과를 본 보고서에 수록하여 부속자료와 함께
제출합니다.

2015년 12월

주식회사 아워브레인

서울시 강남구 역삼로 542

대표이사 김정호(인)



용계2교(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)	14,300	안전등급	B
시설물 위치	대구광역시 동구 용계동 (부산기점 90.4k)	시설물 규모	L=360.0m, B=12.145m(2차로)		
나. 진단 실시결과 현황					
중대결함	■ 없음				
진단 주요결과	■바닥판 하면 균열(cw=0.3mm미만), 백태, 재료분리 ■거더, 가로보·세로보 도장손상 ■하부구조 균열(cw=0.3mm미만), 백태, 콘크리트 박락 ■교량받침 균열(cw=0.3mm미만), 볼트이완, 편기 ■신축이음 이물질퇴적, 후타재 균열(cw=0.3mm미만) ■교면포장 아스콘 균열, 포트홀 ■배수구 막힘, 배수관 용접부 누수 ■방호벽 균열(cw=0.3mm미만), 백태, 콘크리트 파손				
주요 보수·보강	■바닥판 하면 단면복구, 거더 내·외부 도장보수 ■하부구조, 신축이음 후타재 단면복구				
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					

용계2교(대구) 정밀안전진단 실시결과 요약표

책임기술자 종합의견	
■ 용계2교(대구)는 재료적·시공적 특성에 의해 비구조적인 손상 및 결함이 일부 조사되었으나, 구조적 안전성을 저해할 만한 심각한 손상은 없었으며, 내구성 저하는 없는 상태로 조사됨. 교량받침 편기가 일부 조사되었으며 지속적인 점검 및 주의관찰이 요구됨. ■ 상태평가 결과 “B(0.176)”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, 1등급으로서의 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 - 재료분리	- 표면처리 - 단면복구
	강박스 거더	b	- 부식, 도장손상	- 도장보수
	가로보 및 세로보	a	- 양호	- 주의관찰
하부구조	교대	b	- 균열(0.3mm미만), 백태 - 콘크리트 박락	- 표면처리 - 단면복구
	교각	b	- 균열(0.3mm미만)	- 표면처리
교량받침		a	- 균열(0.3mm미만)	- 표면처리
기타부재	신축이음장치	b	- 이물질퇴적 - 균열(0.3mm미만)	- 정비 - 표면처리
	교면포장	b	- 아스콘균열, 포트홀	- 아스콘 패칭
	배수시설	c	- 배수관 용접부 누수 - 배수구 막힘	- 정비
	난간 및 연석(방호벽)	b	- 균열(0.3mm미만) - 백태, 콘크리트 파손	- 표면처리 - 단면복구

나. 안전성평가 결과

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성평가 결과
바닥판	강도설계법	최소 안전율 1.50으로 양호	1.0이상	A
거더	허용응력법	최소 안전율 1.95으로 양호	1.0이상	
교각	강도설계법	최소 안전율 3.66으로 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	27.5~28.2	■ 설계기준강도 대비 100%이상 으로 공용년수 경과에 따른 콘 크리트강도 저하는 없는 것으 로 판단됨
		초음파	28.7~30.0	
	하부 구조	반발경도	24.6~25.6	
		초음파	24.7~26.4	
철근탐사 (mm)	상부 구조	배근간격	100.0~155.0	■ 전반적으로 철근간격 및 피복 두께가 설계값과 근사함
		피복두께	41.0~45.0	
	교대 (구체부)	배근간격	140.0~260.0	
		피복두께	95.0~103.0	
	교각 (기둥부)	배근간격	140.0~257.0	
		피복두께	95.0~105.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		37.0~38.0	■ 잔여깊이가 30mm이상 ‘a등급’ 으로 탄산화로 인한 내구성 저 하 기능성은 없는 것으로 검토 됨
	하부구조		83.0~91.0	
염화물 함유량시험 (kg/m³)	상부구조		0.115~0.134	■ 염화물 함유량은 0.3kg/m³ 이하 로 확인되어 철근의 부식환경 은 없는 상태로 확인됨
	하부구조		0.109~0.138	
초음파 탐상시험 (개소)	거더 내부		1등급: 24개소	■ 전 개소에서 균열, 기공, 슬래그, 용입부족 등의 내부결함이 없는 1등급(합격)으로 조사됨

용계2교(대구) 현황표

작성일 : 2015년 12월 31일

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		용계2교(대구)		시설물번호		BR2006-0001008	
준공년월		2006년 2월 10일		관리번호		dbw BR.53	
시설물위치		대구광역시 동구 용계동					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		고속국도55호선 (부산기점 90.4km)	
제원	연장	L = 360.0 m (50 + 4 @ 65 + 50 = 360.0 m)					
	폭	B = 12.145 m, 2차로					
구조 형식	상 부	강상자형교(STB)		기초 형식	교대	강관 PILE	
	하 부	교각- π 형 교대-역T형(RTA)			교각	직접기초	
교량받침		Pot Bearing		신축이음		FINGER JOINT	
교차시설물		국도(4호선), 대구선철도횡단		통과높이		9.5 m	
설 계 사		서영기술단		시 공 사		(주)대우건설	
내진설계유무		유		관리주체		신대구부산고속도로(주)	
부착시설내용		- 교량 점검로(P1~P5)					
기 타		- 평면형상 : 사각이 없는 곡선교 - 포장유형 : 아스팔트 포장 - 방호벽 및 중앙분리대 : 콘크리트					

용계2교(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)	14,300	안전등급	B
시설물 위치	대구광역시 동구 용계동 (부산기점 90.4k)	시설물 규모	L=360.0m, B=12.145m(2차로)		
나. 진단 실시결과 현황					
중대결함	■ 없음				
진단 주요결과	■ 바닥판 하면 균열(cw=0.3mm미만), 균열부 백태 ■ 거더 부식, 도장손상 ■ 하부구조 균열(cw=0.3mm미만) ■ 신축이음 이물질퇴적, 후타재 균열(cw=0.3mm미만) ■ 교면포장 라벨링, 아스콘 균열, 포트홀, 패임, 펌핑 ■ 배수구 막힘, 배수관 이음부 누수 ■ 방호벽 균열(cw=0.3mm미만, 이상), 균열부 백태, 파손				
주요 보수·보강	■ 거더 내외부 도장보수, 볼트 재체결 ■ 신축이음 본체 정비				
다. 책임(참여)기술자 현황					
구분	성명	과업 참여기간		기술등급	
사업책임	성태균	2015. 08. 05 ~ 2015. 12. 31		특급기술자	
분야별책임	인승철	2015. 08. 05 ~ 2015. 12. 31		특급기술자	
참여기술자	서영노외 5인	2015. 08. 05 ~ 2015. 12. 31		고급기술자	
라. 참고사항					

용계2교(부산) 정밀안전진단 실시결과 요약표

책임기술자 종합의견	
■ 용계2교(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(0.185)”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, 1등교로서의 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) - 균열부 백태	- 표면처리
	강박스 거더	b	- 부식 및 도장손상 - 우수유입흔적	- 도장보수 - 정비
	가로보 및 세로보	a	- 양호	- 주의관찰
하부구조	교대	a	- 양호	- 주의관찰
	교각	b	- 균열(0.3mm미만)	- 표면처리
교량받침		a	- 양호	- 주의관찰
기타부재	신축이음장치	c	- 이물질 퇴적 - 균열(0.3mm미만)	- 정비 - 표면처리
	교면포장	b	- 포트홀, 패임, 펌핑 - 아스콘 균열	- 아스콘 패칭
	배수시설	b	- 배수구 막힘, 이음부 누수	- 정비
	난간 및 연석 (방호벽)	c	- 균열(0.3mm미만), 균열부 백태 - 균열(0.3mm이상) - 콘크리트 파손	- 표면처리 - 주입보수 - 단면복구

나. 안전성평가 결과

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성평가 결과
바닥판	강도설계법	최소 안전율 1.50으로 양호	1.0이상	A
거더	허용응력법	최소 안전율 1.95으로 양호	1.0이상	
교각	강도설계법	최소 안전율 3.50으로 양호	1.0이상	

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	적용	-	-

라. 현장시험(비파괴 및 추가시험)

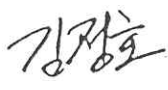
시 험 명	시험부위		시험 결과	비 고
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	반발경도	27.5~28.2	■설계기준강도 대비 100%이상 으로 공용년수 경과에 따른 콘 크리트강도 저하는 없는 것으 로 판단됨.
		초음파	27.7~29.8	
	하부구조	반발경도	24.6~25.8	
		초음파	24.8~25.9	
철근탐사 (mm)	상부구조	배근간격	103.0~155.0	■ 전반적으로 철근간격 및 피복 두께가 설계값과 근사함.
		피복두께	40.0~45.0	
	교대 (구체부)	배근간격	155.0~260.0	
		피복두께	95.0~105.0	
	교각 (기둥부)	배근간격	153.0~260.0	
		피복두께	95.0~105.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		31.0~39.0	■ 잔여깊이가 30mm이상 'a등급' 으 로 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨.
	하부구조		81.0~86.0	
염화물 함유량시험 (kg/m ³)	상부구조		0.120~0.143	■ 염화물 함유량은 0.3kg/m ³ 이 하로 확인되어 철근의 부식환 경은 없는 상태로 확인됨
	하부구조		0.109~0.134	
초음파 탐상시험 (개소)	거더 내부		1등급: 24개소	■ 전개소에서 균열, 기공, 슬래그 용입부족 등의 내부결함이 없 는 1~2등급(합계)으로 조사됨.

용계2교(부산) 현황표

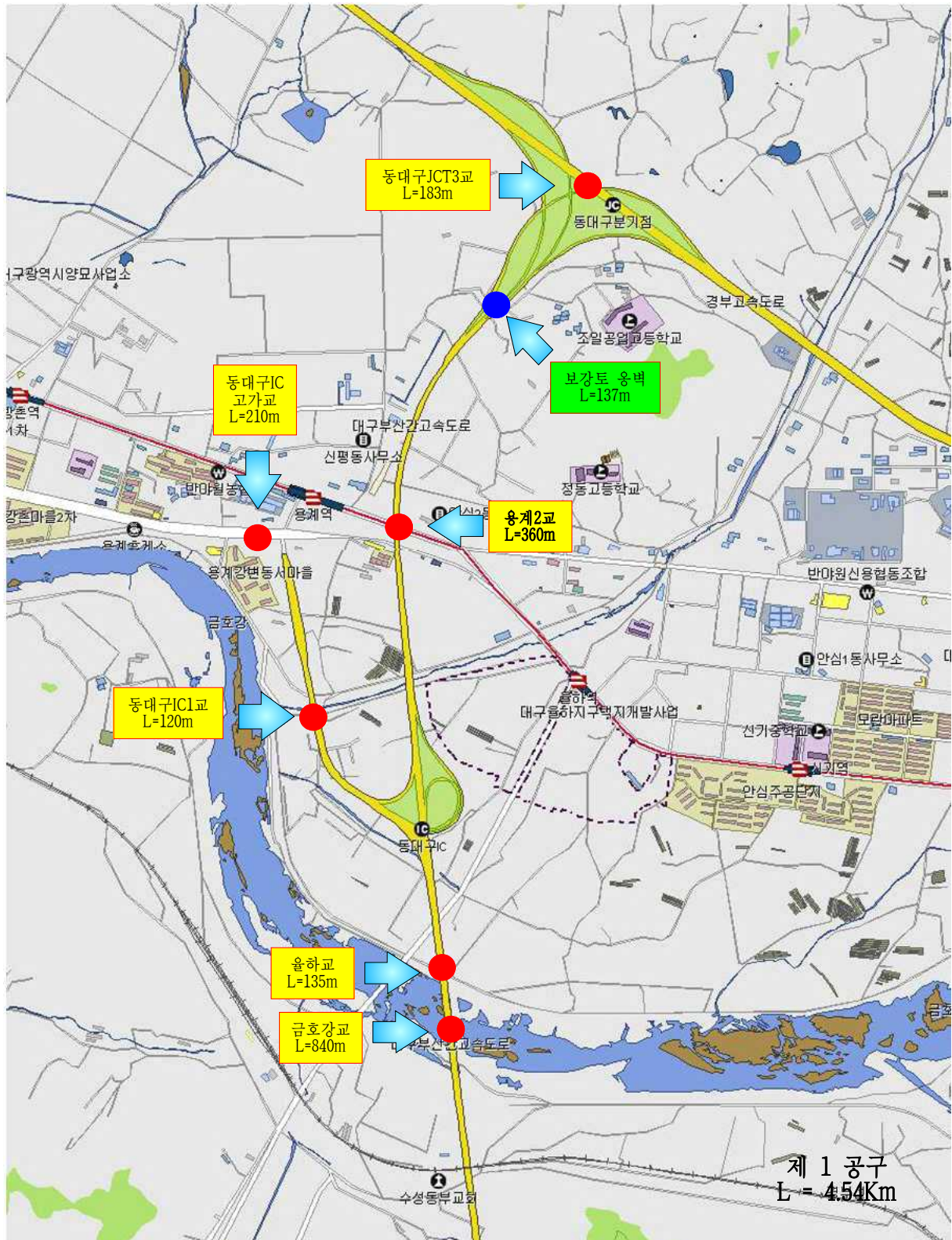
작성일 : 2015년 12월 31일

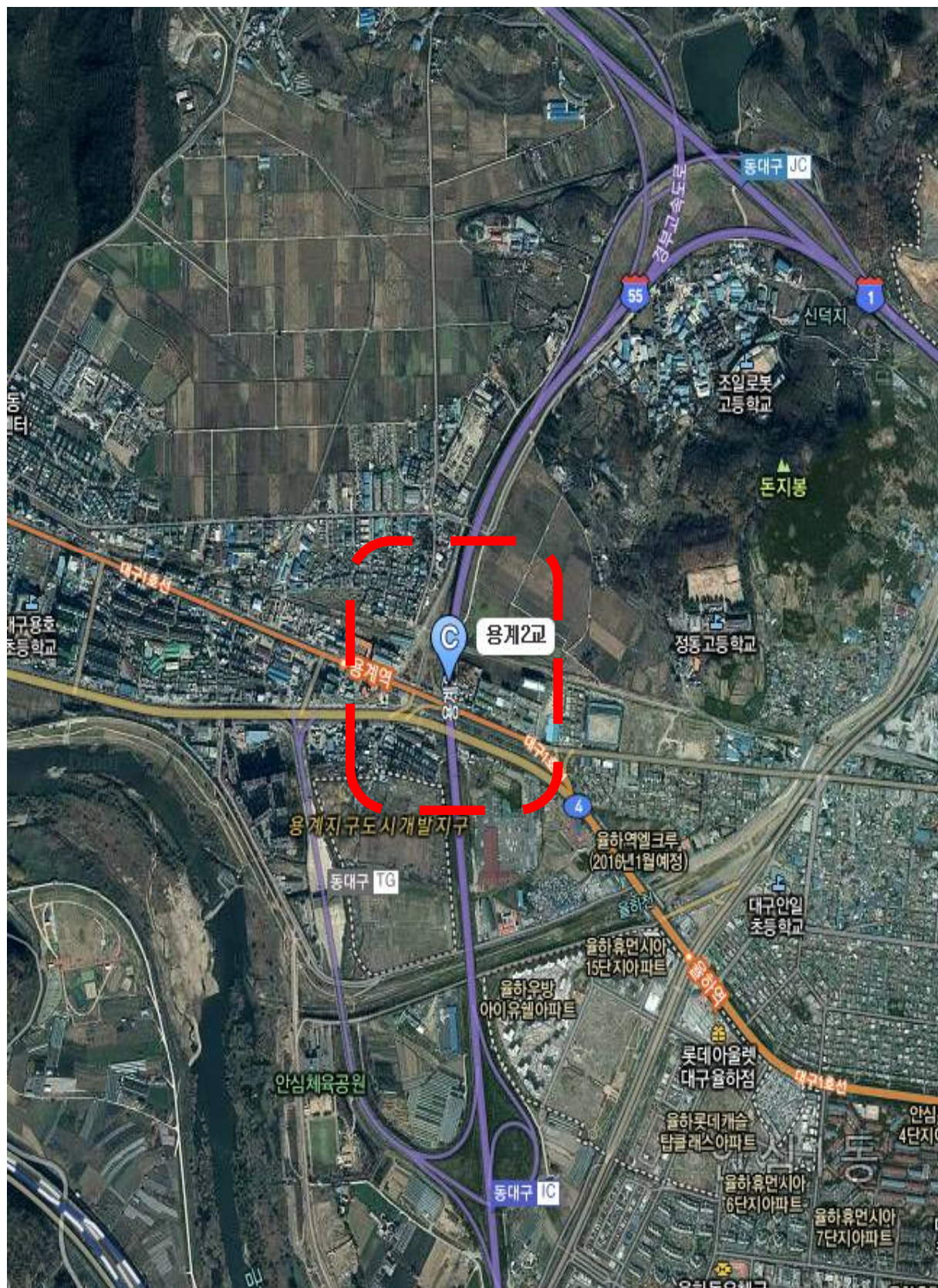
구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		용계2교(부산)		시설물번호		BR2006-0001009	
준공년월		2006년 2월 10일		관리번호		dbw BR.53	
시설물위치		대구광역시 동구 용계동					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		고속국도55호선 (부산기점90.4k)	
제원	연장	L = 360.0 m (50 + 4 @ 65 + 50 = 360.0 m)					
	폭	B = 12.145 m, 2차로					
구조 형식	상 부	강상자형교(STB)		기초 형식	교대	강관 PILE	
	하 부	교각- π 형 교대-역T형(RTA)			교각	직접기초	
교량받침		Pot Bearing		신축이음		RAIL JOINT, FINGER JOINT	
교차시설물		국도(4호선), 대구선철도횡단		통과높이		9.5 m	
설 계 사		서영기술단		시 공 사		(주)대우건설	
내진설계유무		유		관리주체		신대구부산고속도로(주)	
부착시설내용		- 교량 점검로(P1~P5)					
기 타		- 평면형상 : 사각이 없는 곡선교 - 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

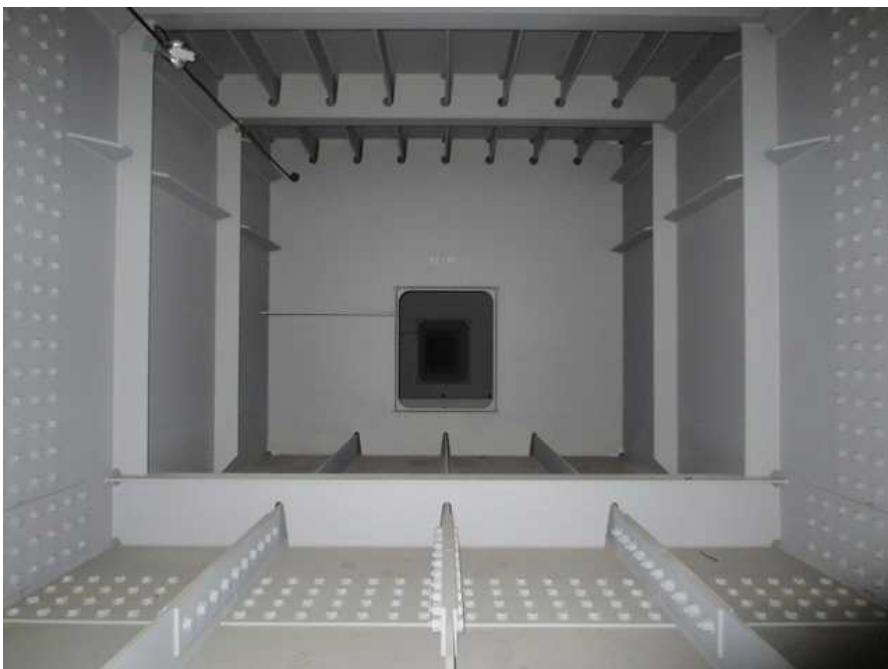


측면전경

시설물의 전경사진(2)



바닥판하면 및 강박스 외부전경



강박스내부 전경

시설물의 전경사진(3)



교각 전경(P5)



교대 전경(A2)

시설물의 전경사진(4)



신축이음장치 전경(A1)

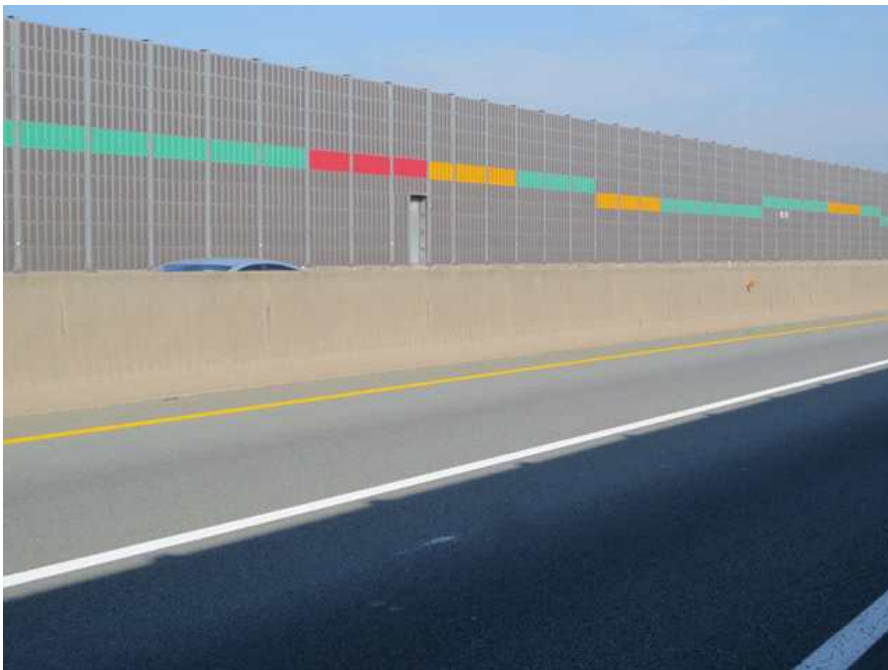


신축이음장치 전경(A2)

시설물의 전경사진(5)



방음벽 전경

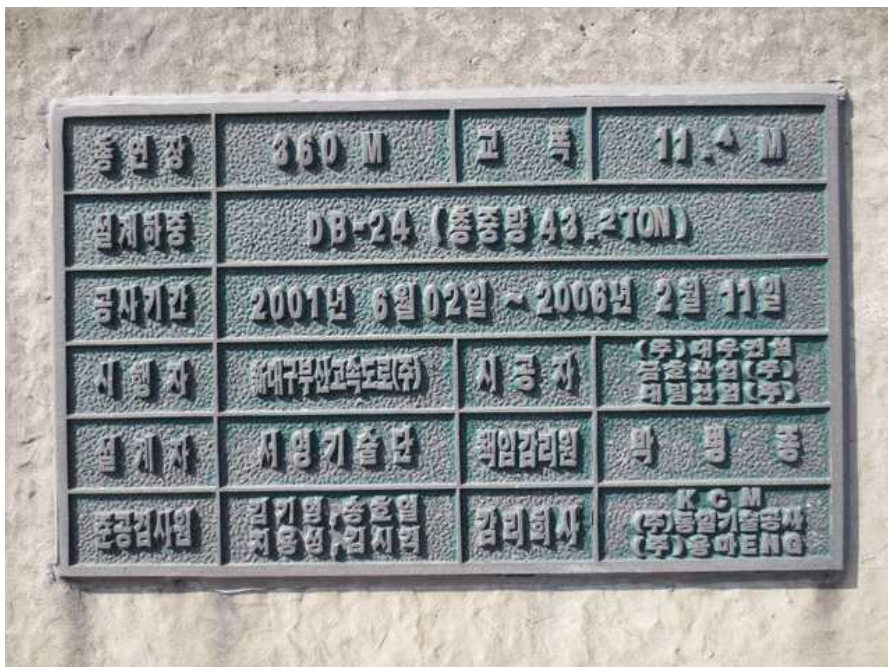


중분대 전경

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)

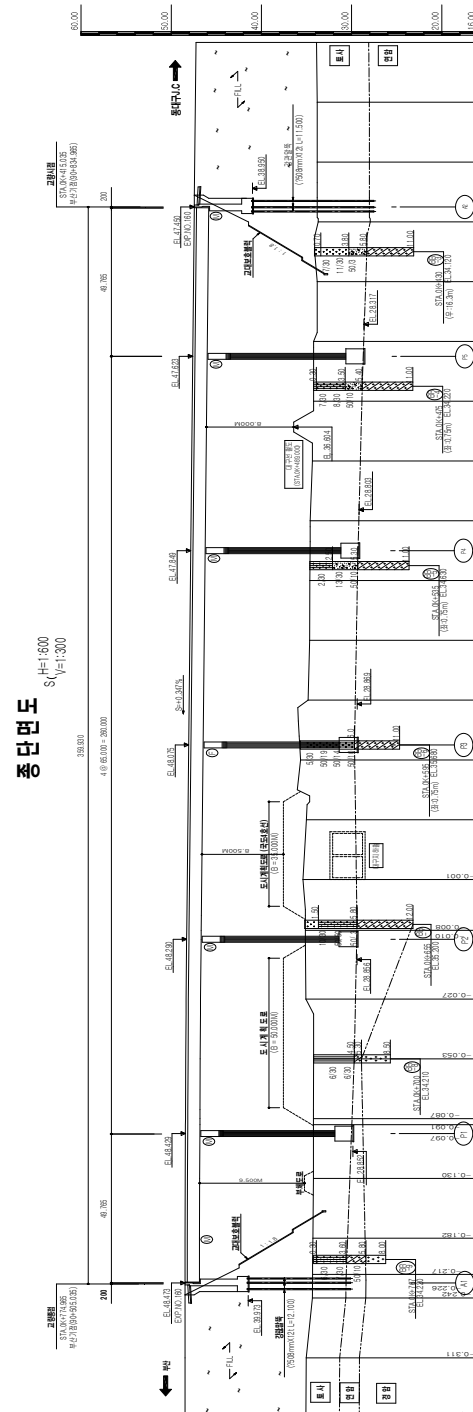
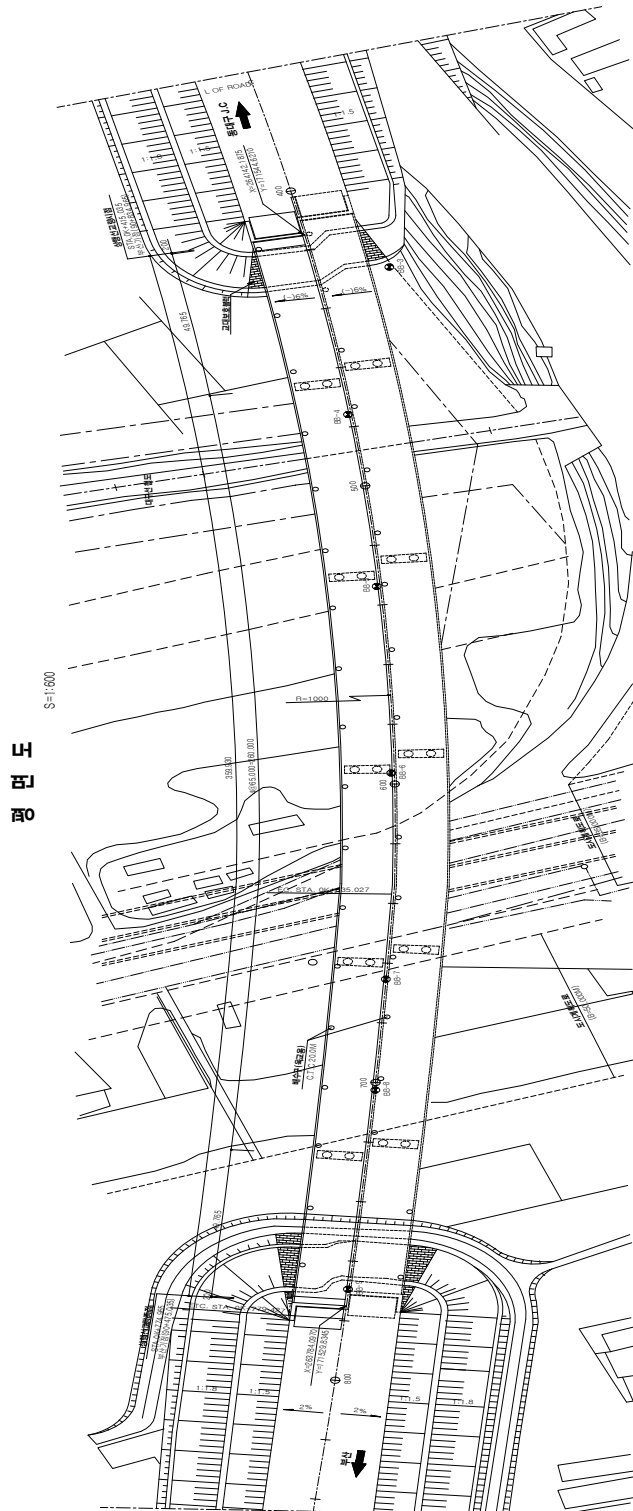
1.3 시설물의 개요

가. 대구방향

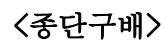
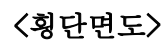
1) 시설물의 현황

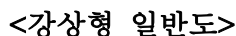
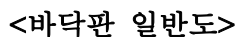
구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		용계2교(대구)		시설물번호		BR2006-0001008	
준공년월		2006년 2월 10일		관리번호		dbw BR.53	
시설물위치		대구광역시 동구 용계동					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		고속국도55호선 (부산기점 90.4k)	
제원	연장	L = 360.0 m (50 + 4 @ 65 + 50 = 360.0 m)					
	폭	B = 12.145 m, 2차로					
구조 형식	상 부	Steel Box Girder		기초 형식	교대	강관 PILE	
	하 부	교대 : 역T형 교각 : II형			교각	직접기초	
교량받침		Pot Bearing		신축이음		FINGER JOINT	
교차시설물		국도(4호선), 대구선철도횡단		통과높이		9.5 m	
설 계 사		서영기술단		시 공 사		(주)대우건설	
내진설계유무		유		관리주체		신대구부산고속도로(주)	
부착시설내용		- 교량 점검로(P1~P5)					
기 타		- 평면형상 : 사각이 없는 곡선교					

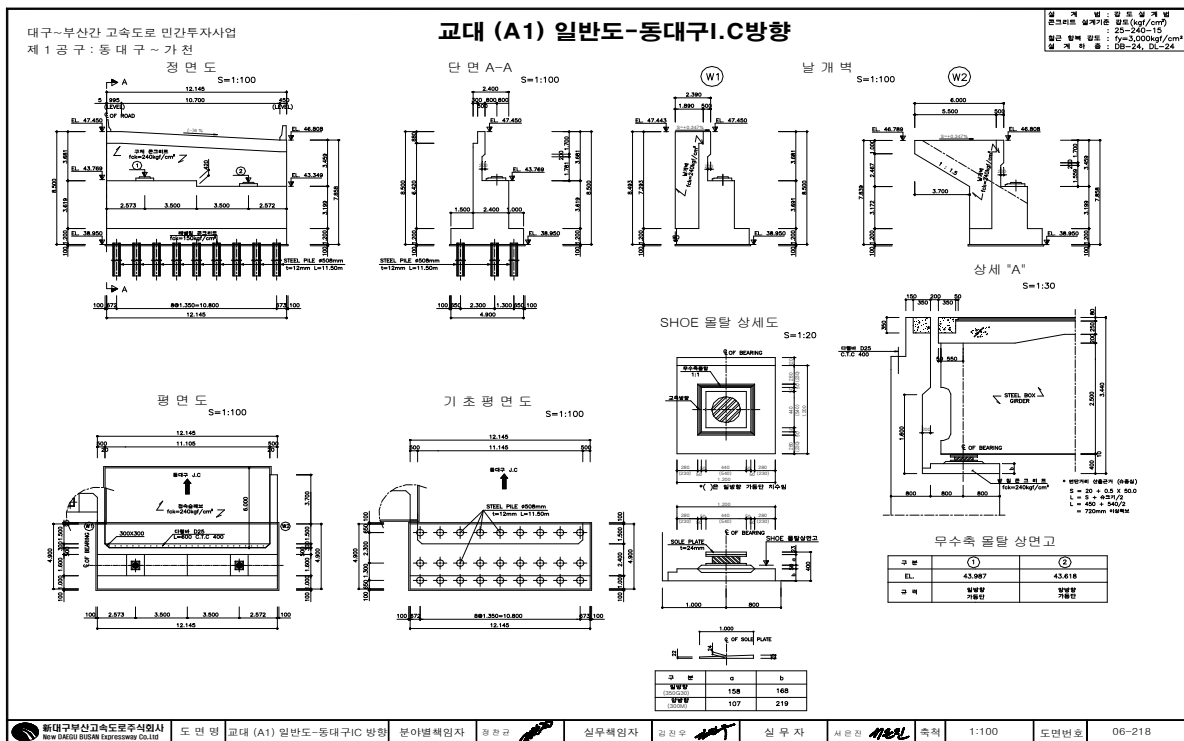
2) 시설물의 주요도면



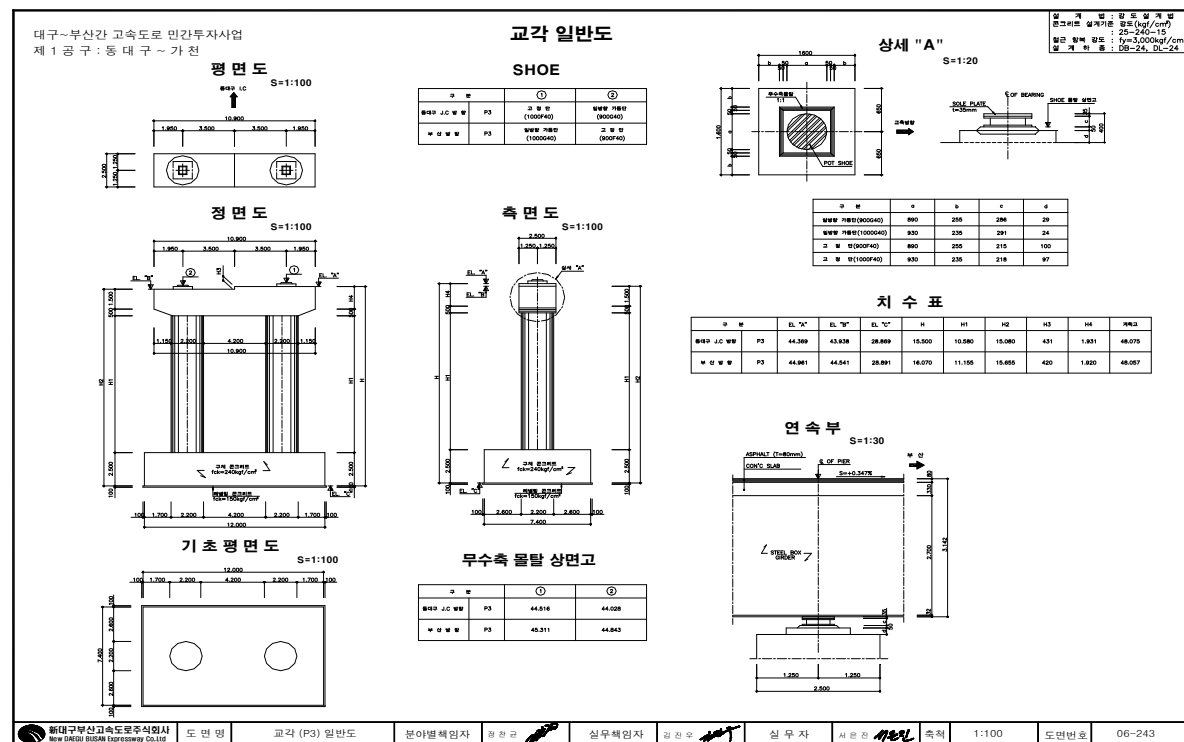
〈중 · 평면도〉







<교대 일반도>



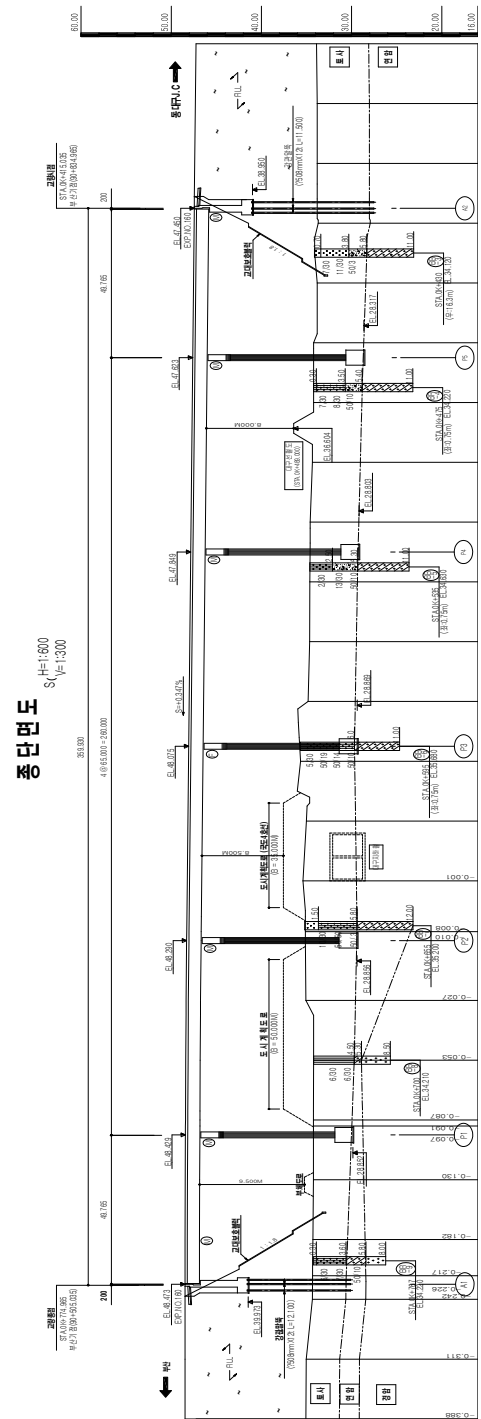
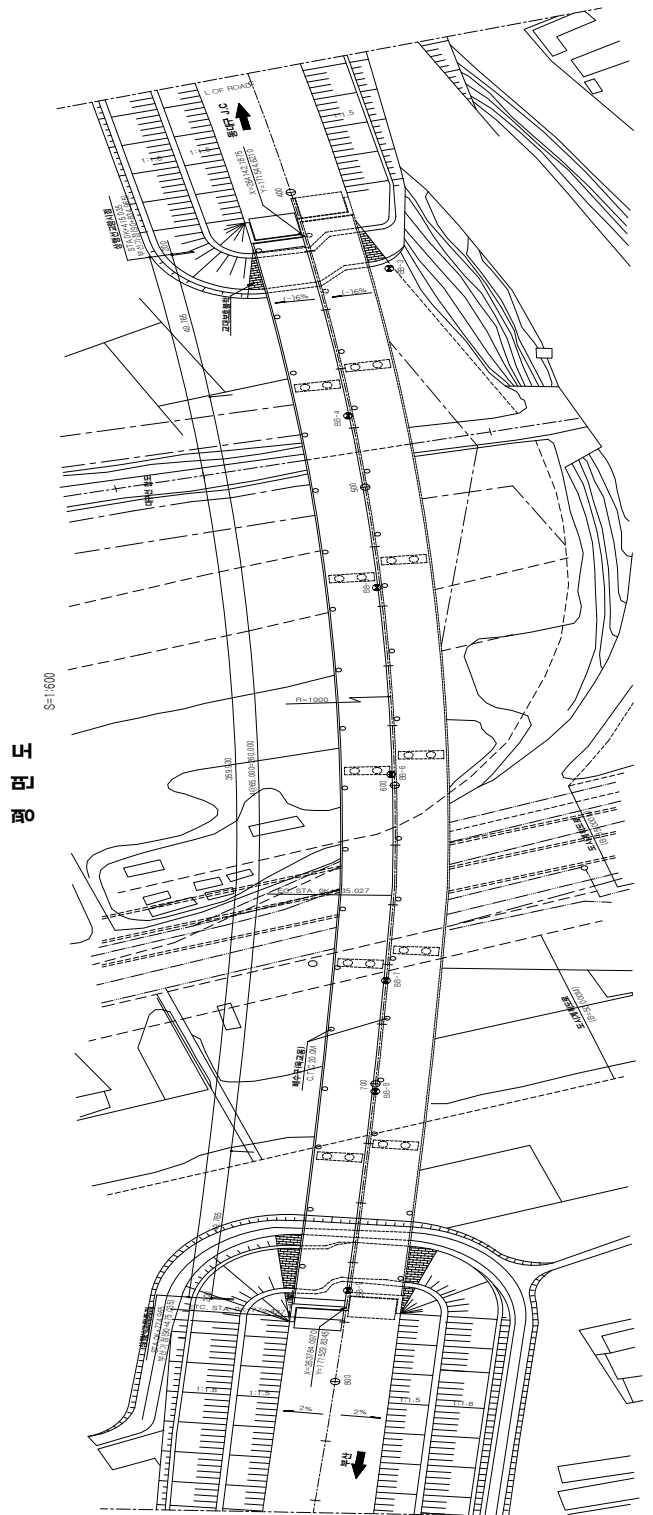
<교각 일반도>

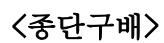
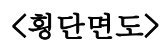
나. 부산방향

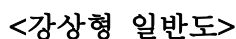
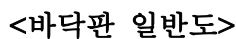
1) 시설물의 현황

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		용계2교		시설물번호		BR2006-0001009	
준공년월일		2006년 2월 10일		관리번호		dbw BR.53	
시설물위치		대구광역시 동구 용계동					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		고속국도55호선 (부산기점90.4k)	
제원	연장	L = 360.0 m (50 + 4 @ 65 + 50 = 360.0 m)					
	폭	B = 12.145 m, 2차로					
구조 형식	상부	강상자형교(STB)		기초 형식	교대	강관 PILE	
	하부	교각- π 형 교대-역T형(RTA)			교각	직접기초	
교량받침		POT BEARING		신축이음		RAIL JOINT, FINGER JOINT	
교차시설물 (도로,철도,하천)		국도(4호선), 대구선철도횡단		통과높이		9.5 m	
설 계 사		서영기술단		시 공 사		(주)대우건설	
내진설계유무		유		관리주체		신대구부산고속도로(주)	
부착시설내용		- 교량 점검로(P1~P5)					
기 타		- 평면형상 : 사각이 없는 곡선교 - 방호벽 및 중앙분리대 : 콘크리트 - 포장유형 : 아스팔트 포장					

2) 시설물의 주요도면



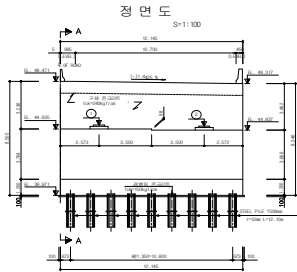




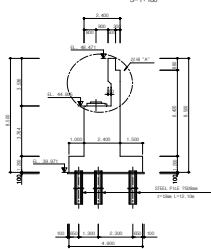
대구~부산간 고속도로 민간투자사업
제 1 공 구 : 동 대구 ~ 가 천

교대 일반도-부산방향

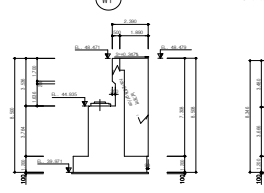
설 계 법 : 강 도 설계 법
콘크리트 설계기준 : KS5561-106
강관 설계 강도 : $f_y=240 \sim 25$
설 계 하 중 : $f_y=100kg/cm^2$
설 계 하 중 : BS-24, BS-24



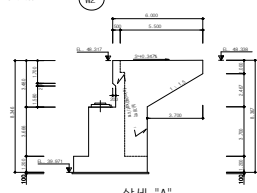
단면 A-A S=1:100



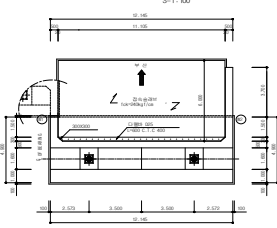
날개벽 S=1:100



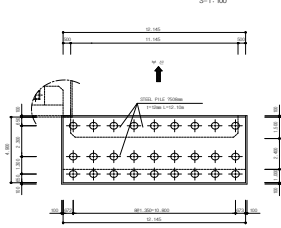
상세 "A" S=1:30



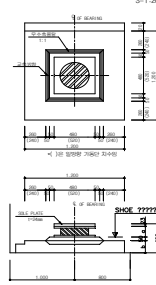
평면도 S=1:100



기초 평면도 S=1:100



SHOE 몰탈 상세도 S=1:20



무수축 몰탈 상세도

구분	1	2
구분	1	2
구분	1	2
구분	1	2

신대구부산고속도로주식회사
www.SBSCo.kr

도면명 교대 (A2) 일반도-부산방향

분야별책임자

정하균

실무책임자

김진우

실무자

서은진

축척

1:100

도면번호

06-230

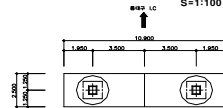
<교대 일반도>

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

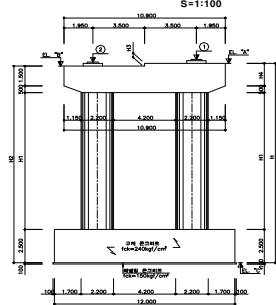
교각 일반도

설 계 법 : 강 도 설계 법
콘크리트 설계기준 : KS5561-106
강관 설계 강도 : $f_y=240 \sim 25$
설 계 하 중 : $f_y=100kg/cm^2$
설 계 하 중 : BS-24, BS-24

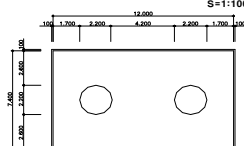
평면도 S=1:100



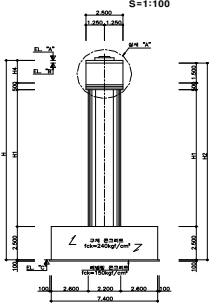
정면도 S=1:100



기초 평면도 S=1:100



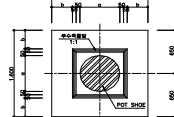
측면도 S=1:100



무수축 몰탈 상세도

구분	1	2
구분	1	2
구분	1	2
구분	1	2

상세 "A" S=1:20

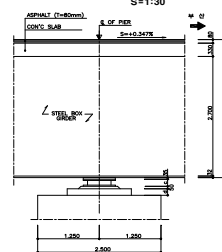


구분	1	2	3	4
구분	1	2	3	4
구분	1	2	3	4
구분	1	2	3	4

치수표

구분	1	2	3	4	5	6	7
구분	1	2	3	4	5	6	7
구분	1	2	3	4	5	6	7
구분	1	2	3	4	5	6	7

연속부 S=1:30



신대구부산고속도로주식회사
www.SBSCo.kr

도면명 교각 (P3) 일반도

분야별책임자

정하균

실무책임자

김진우

실무자

서은진

축척

1:100

도면번호

06-243

<교각 일반도>

2. 자료수집 및 분석

2.1 보수·보강 이력

구분	보수일자	보수보강공법/내용	시공자	비고
보수	2007.12.	- 교대, 교각 균열보수(표면처리보수) - 법면 블록탈락 정비	대우건설(주)	
보수	2008.03.	- 교대, 교각 균열보수(표면처리보수)	대우건설(주)	
보수	2008.05.	- 교면포장 포트홀 부위 아스콘패칭 - 방호벽 균열보수(표면처리보수)	대우건설(주)	
보수	2008.10.	- 방호벽 파손부위 단면보수	대우건설(주)	
보수	2009.10.	- 교대, 교각 균열 및 백태 표면처리보수	대우건설(주)	
보수	2010.07.	- 교대, 교각, 바닥판하면 균열보수(표면처리보수) - 받침, 난간 균열보수(표면처리보수)	대우건설(주), 월드리페어	
보수	2011.01.	- 교대, 교각 균열보수(표면처리보수)	대우건설(주)	
보수	2011.02.	- 신축장치 파손 부위 용접보수, 단차조정	대우건설(주), 협성, 바우테크	
보수	2011.04.	- 강재거더 강재도장(재도장) - 강재거더 볼트 미 체결부 볼트체결	대우건설(주)	
보수	2011.07.	- 받침장치 균열보수 - 받침장치 파손부위 단면보수 - 받침장치 부식 도장보수(재도장)	대우건설(주), 유니슨	
보수	2011.08.	- 신축이음(A1,부산방향) 파손(교체)	대우건설(주), 협성	
보수	2012.05.	- 교대, 교각, 바닥판하면, 받침 균열 및 파손 (균열보수, 콘크리트 보수)	대우건설(주), 주영건설	
보수	2012.11.	- 강재거더 강재도장(재도장)	대우건설(주), 대우에스티	
보수	2013.06.	- 교대, 교각, 바닥판하면 균열보수 - 교량받침 도장보수	대우건설(주), 주영건설	
보수	2014.06.	- 교대, 교각, 교량받침 균열보수 - 신축이음 유간부족(A2 교체)	해솔건설, 매크로드	
보수	2015.04.	- 신축이음 후타재 콘크리트 균열보수	포스원	

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 0.3mm 미만)과 망상균열이 조사됨 - 국부적인 재료분리 발생 - 캔틸레버 측면(방호벽 접합부)에 백태 발생	- 대부분 미세균열(폭 0.3mm 미만)로 깊이가 얇은 표면균열 형태를 띠고 있고, 균열의 형상, 방향성, 발생위치 등을 고려해 볼 때 구조적인 안전성에는 문제가 없으나 내구성 확보를 위한 보수 및 지속적인 주의관찰이 필요함 - 경미한 단면결함이나 보수하는 것이 바람직함 - 내부결함은 없으나 우수유입이 지속될 경우 손상의 진전이 우려되므로 보수 필요함
거더	내부	- 우수유입 및 이물질 퇴적, 점부식 - 도장손상	- 현장이음부를 통해 발생된 것으로 도장손상 및 강재 부식을 유발하므로 현장이음부 씰링이 필요함 - 시공초기 스티드 설치에 따른 용접열에 의한 것으로 안전성에는 문제가 없으나 내구성 확보를 위한 도장보수 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 있으나, 부분적으로 이물질 퇴적이 조사됨	공용 중 조류 배설물에 의해 도장손상의 발생 및 진전의 우려가 있으므로 정비 필요함
교대		- 폭 0.3mm 미만 균열, 백태 - 국부적인 콘크리트 박락 - 우수유입에 의한 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 0.3mm 미만 균열과 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

1) 금회 진단 외관조사 결과요약(계속)

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
교량받침	- 반침콘크리트 폭 0.3mm 미만의 균열 - 플레이트 볼트 이완, 편기	- 공용년수 경과에 의한 노후화로 인해 발생한 균열로서 내구성 확보를 위한 보수 필요함 - 받침 가동에는 문제가 없는 상태로 지속적인 주의관찰 후 장기적인 대책 수립 필요함
신축이음	- 후타재 균열과 망상균열, 파손 발생 - 유도배수시설 이음부 파손	- 후타재 손상은 시공초기 건조수축과 반복적인 윤하중에 의한 것으로 내구성 확보차원의 보수 필요함 - 누수에 의한 하부구조 체수 시 콘크리트 열화 및 강재 부식을 유발하므로 보수 필요함
교면포장	아스콘 균열 및 포트홀 발생	통행차량의 주행성 저하를 유발하는 정도는 아니므로 진전여부에 대한 지속적인 주의관찰 후 장기적인 대책 수립 필요함
배수시설	- 배수구 막힘, 배수관 누수 - 배수관 고정고리 탈락	배수시설의 기능에는 문제가 없으나 사용성 확보 차원에서 보수 필요함
난간 (방호벽)	- 폭 0.3mm이하의 균열, 균열부백태, 파손 발생 - 접속부 방호벽 단차	- 교량의 안전성에 영향이 없는 부재이나 내구성 및 미관 확보를 위한 보수 필요함 - 접속부 침하에 의한 것으로 진전여부 주의관찰 필요함

2) 기 점검(2013년 정밀점검)결과와의 비교, 분석

구 분	2013년 점검결과	금회 진단결과	비 고
바닥판	• 균열에 대해 보수가 실시되었으며, 재료 분리, 백태, 누수흔적이 조사됨	• 기 발생된 손상의 진전은 없으나 균열과 망상균열, 재료분리 등이 추가 조사됨	
거더, 가로보 및 세로보	• 국부적인 도장 손상이 조사됨	• 기 점검 이후 도장손상의 추가 발생과 점부식, 거더 내부 우수유입흔적이 추가로 조사됨	
하부구조	• 폭 0.3mm 미만 균열과 망상균열, 백태, 실란트 파손이 조사됨	• 균열에 대해 일부 보수가 실시되었으며 금회 조사된 균열은 미보수 및 추가 발생 균열이며 콘크리트 박락이 추가 조사됨	
교량받침	• 받침콘크리트 균열, 플레이트 부식, 볼트 이완, 편기 등이 일부 조사됨	• 받침콘크리트의 균열이 일부 추가 조사되었으며 기 발생된 손상의 진전은 없는 것으로 조사됨	
신축이음	• 본체 이물질 퇴적 • 후타재 파손, 균열, 접속부 이격 발생 • 유도배수시설 이음부 파손	• 후타재 균열과 파손, 접속부 이격, 이물질 퇴적에 대해 정비 및 보수가 실시되었으며 보수상태는 양호하나 후타재 망상균열이 추가 조사됨	
교면포장	• 아스콘 패임 및 포트홀, 접속부 소성변형 등이 조사됨	• 패임과 소성변형, 일부 포트홀은 보수된 상태 • 아스콘 균열이 추가 조사됨	
기타부재	• 배수시설 : 배수구 막힘 발생 • 방호벽 : 폭 0.3mm 미만 균열, 백태 발생	• 배수시설 : 배수구 막힘, 배수관 누수, 고정고리 탈락 발생 • 방호벽 : 균열과 백태에 대해 보수가 실시된 상태이나 추가 발생과 재손상이 다수 확인되었고 콘크리트 파손과 접속부 단차가 추가로 조사됨	
검토의견	• 기 점검(2013년)결과 발생된 손상 중 하부구조와 신축이음, 방호벽에 발생된 손상은 일부 보수가 이루어진 것으로 확인되었으나, 대부분의 손상은 미보수된 상태이며 금회 상세조사를 통한 추가적인 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	27.5~28.2	■ 설계기준강도 대비 100%이상 으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것 으로 판단됨
		초음파	28.7~30.0	
	하부구조	반발경도	24.6~25.6	
		초음파	24.7~26.4	
철근탐사 (mm)	상부구조	배근간격	100.0~155.0	■ 전반적으로 철근간격 및 피복 두께가 설계값과 근사함
		피복두께	41.0~45.0	
	교대 (구체부)	배근간격	140.0~260.0	
		피복두께	95.0~103.0	
	교각 (기둥부)	배근간격	140.0~257.0	
		피복두께	95.0~105.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		37.0~38.0	■ 잔여깊이가 30mm이상 'a등급' 으로 탄산화로 인한 내구성 저하 기능 성은 없는 것으로 검토됨
	하부구조		83.0~91.0	
염화물 함유량시험 (kg/m ³)	상부구조		0.115~0.134	■ 염화물 함유량은 0.3kg/m ³ 이 하로 확인되어 철근의 부식 환경은 없는 상태로 확인됨
	하부구조		0.109~0.138	
초음파 탐상시험 (개소)	거더 내부		1등급: 24개소	■ 전 개소에서 균열, 기공, 슬 래그, 용입부족 등의 내부 결함이 없는 1등급(합격)으 로 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 철 근부식의 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	27.2~28.3	27.5~28.2	■ 설계기준강도 대비 100% 이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨
	하부구조	반발경도	24.7~26.3	24.6~25.6	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부 구조		30.0~33.0	37.0~38.0	■ 잔여깊이가 30mm이상 'a 등급' 으로 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨
	하부 구조		96.0~98.0	83.0~91.0	
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 0.3mm 미만)과 망상 균열, 균열부 백태가 조사됨	비구조적인 균열로 안전성에는 문제가 없으나, 내구성 확보를 위한 보수 및 지속적인 주의관찰이 필요함
거더	내부	- 도장손상 및 부식발생 - 현장이음부 볼트 이완	- 현장이음부를 통해 발생한 것으로 도장손상 및 강재 부식을 유발하므로 현장이음부 썰링과 도장보수 등의 보수가 필요함 - 시공초기 체결불량에 의한 것으로 재체결 등의 유지관리를 실시하면 큰 문제는 없을 것으로 판단됨
	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 신축이음부 유도배수관과 연계하여 보수 필요함
교각		폭 0.3mm 미만 균열, 망상균열	균열의 형상, 방향성, 발생 위치 등을 고려해 볼 때 콘크리트 재료적 특성인 시공초기 건조수축에 의해 발생한 균열로 안전성에는 문제가 없으나 내구성 확보차원의 보수 필요함
교량받침		전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있음	-
신축이음		- 후타재 균열 발생 - 본체 이물질 퇴적 발생 - 접속부 이격 발생	- 후타재 손상은 시공초기 건조수축과 반복적인 윤하중에 의한 것으로 내구성 확보차원의 보수 필요함 - 원활한 기능유지를 위해 정기적인 정비 필요함 - 통행 차량의 주행성을 저해할 수준은 아니므로 지속적인 주의관찰 필요함
교면포장		- 라벨링 발생 - 아스콘 균열 발생 - 아스콘 패임 및 포트홀, 펌핑	- 지속적인 주의관찰 후 장기적인 계획을 수립하여 보수 필요함 - 방치 시 균열부 주변에 탈리현상이 발생하여 라벨링 또는 포트홀로 진전될 우려가 있으므로 보수 필요함 - 손상은 경미하나 제설 및 우수유입 등에 의해 손상규모의 확대가 우려되므로 보수 필요함
배수시설		배수구 막힘, 배수관 누수 발생	원활한 배수기능 유지를 위한 정비 필요함
난간 (방호벽)		- 폭 0.3mm이하의 균열, 백태 발생 - 접속부 단차 및 이격, 콘크리트 파손 발생	- 교량의 안전성에 영향이 없는 부재이나 내구성 및 미관 확보를 위한 보수 필요함 - 접속부 침하에 의한 것으로 진전여부 주의관찰, 파손은 내구성확보를 위해 보수 필요함

2) 기 점검(2013년 정밀점검)결과와의 비교, 분석

구 분	2013년 점검결과	금회 진단결과	비 고
바닥판	기 발생한 손상에 대해 전반적으로 보수를 실시하였으며 균열부 백태가 일부 조사됨	기존 보수부의 상태는 양호하나 금회 진단 시 균열 및 망상균열이 다수 추가 조사됨	
거더, 가로보 및 세로보	거더 내부 국부적인 도장 손상과 볼트 이완이 조사됨	기 점검 이후 도장손상의 추가 발생과 부식, 거더 내부 우수유입흔적이 추가로 조사됨	
하부구조	- 폭 0.3mm 미만 균열과 망상균열이 조사됨 - 국부적인 콘크리트 박리가 조사됨	기 점검 이후 손상에 대한 보수가 실시되었으며 교각에서 미보수된 균열과 추가 발생한 균열이 일부 조사됨	
교량받침	전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있음	기 점검 이후 추가 손상의 발생이나 보수부 재손상 등은 없는 상태임	
신축이음	본체 이물질 퇴적, 후타재 균열과 접속부 이격 발생	기 발생한 손상에 대해 보수가 일부 실시되었으나 후타재 균열이 일부 추가 조사됨	
교면포장	아스콘 균열, 패임 및 포트홀, 라벨링 등이 조사됨	일부 손상에 대해 보수를 실시하였으나 지속적인 운하중에 의해 아스콘 균열과 단차, 펴핑 등이 추가 조사됨	
기타부재	- 배수시설 : 배수구 막힘, 배수관 누수, 연결위치 불량 조사 - 방호벽 : 폭 0.3mm 미만 균열, 백태, 콘크리트 파손 발생	- 배수시설 : 배수관 연결위치 불량은 조치되었으나 배수관 누수가 추가 조사됨 - 방호벽 : 대부분의 손상이 추가 발생한 상태이며 폭 0.3mm 이상 균열과 접속부 단차 및 이격 등이 추가로 조사됨	
검토의견	- 기 점검(2013년)결과 발생한 손상 중 하부구조와 신축이음, 교면포장에 대해 일부 보수가 이루어진 것으로 확인되었으나, 대부분의 손상은 미보수된 상태로 금회 상세조사를 통한 추가적인 손상이 조사됨 - 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	27.5~28.2	■ 설계기준강도 대비 100%이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨
		초음파	27.7~29.8	
	하부구조	반발경도	24.6~25.8	
		초음파	24.8~25.9	
철근탐사 (mm)	상부구조	배근간격	103.0~155.0	■ 전반적으로 철근간격 및 피복두께가 설계값과 근사함
		피복두께	40.0~45.0	
	교대 (구체부)	배근간격	155.0~260.0	
		피복두께	95.0~105.0	
	교각 (기둥부)	배근간격	153.0~260.0	
		피복두께	95.0~105.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		31.0~39.0	■ 잔여깊이가 30mm이상 'a등급' 으로 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨
	하부구조		81.0~86.0	
염화물 함유량시험 (kg/m³)	상부구조		0.120~0.143	■ 염화물 함유량은 0.3kg/m³ 이하로 확인되어 철근의 부식환경은 없는 상태로 확인됨
	하부구조		0.109~0.134	
초음파 탐상시험 (개소)	거더 내부		1등급: 24개소	■ 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	27.4~28.2	27.5~28.2	■ 설계기준강도 대비 100% 이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨
	하부구조	반발경도	25.2~25.5	24.6~25.8	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부 구조		31.0~34.0	31.0~39.0	■ 잔여깊이가 30mm이상 'a 등급' 으로 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨
	하부 구조		95.0~97.0	81.0~86.0	
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	a	c	c	b	a	b	q	a	a	-	-
2	STB	a	b	a	a	c	b	-	a	b	q	-	a	-	a
3	STB	b	b	a	a	c	b	-	b	b	q	-	-	-	-
4	STB	b	b	a	b	a	b	-	a	b	q	a	a	-	-
5	STB	b	b	a	b	c	b	-	a	b	q	a	a	a	-
6	STB	a	b	a	a	c	b	-	a	b	q	-	-	-	a
7	STB	-	-	-	-	-	-	b	b	b	q	-	a	-	-
평균		0.167	0.200	0.100	0.133	0.350	0.233	0.200	0.129	0.200	-	0.100	0.100	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	2	2	2	1
(평균X가중치) /가중치합		0.030	0.040	0.005	0.009	0.011	0.005	0.018	0.012	0.040	-	0.002	0.002	0.002	0.001
														0.176	
														B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도 지수}(0.176) < 0.260$

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, 난간 및 연석, 하부구조)하여 환산결합도 점수가 0.157 ⇨ 0.176으로 증가한 것으로 분석되었다.

구 분		‘13 점검		금회 진단		가중치 변화요인
		결과	평균	결과	평균	
상부구조	바닥판	a	0.117	b	0.167	· 균열, 재료분리 증가
	거더	b	0.133	b	0.200	· 도장손상, 부식 증가
2차부재	가로보/세로보	a	0.100	a	0.100	· 변화 없음
기타부재	포장	b	0.167	b	0.133	· 경미한 손상
	배수	a	0.117	c	0.350	· 배수관 누수, 배수구 막힘 등 발생
	난간, 연석	b	0.200	b	0.233	· 균열, 백태, 파손 발생
	신축이음	c	0.300	b	0.200	· 보수 완료
받침	교량받침	b	0.157	a	0.129	· 보수 완료
하부구조	하부	b	0.186	b	0.200	· 박락 발생
	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	0.157	B	0.176	

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	b	c	c	c	a	a	q	a	a	-	-
2	STB	b	b	a	a	a	b	-	a	b	q	-	a	-	a
3	STB	b	b	a	b	a	b	-	a	b	q	-	-	-	-
4	STB	b	b	a	b	a	b	-	a	b	q	a	a	-	-
5	STB	c	b	a	b	a	b	-	a	b	q	a	a	-	-
6	STB	a	b	a	b	c	c	-	a	b	q	-	a	a	a
7	STB	-	-	-	-	-	-	b	a	a	q	-	a	-	-
평균		0.217	0.200	0.100	0.183	0.200	0.267	0.300	0.100	0.171	-	0.100	0.100	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	2	2	2	1
(평균X가중 치) /가중치합		0.039	0.040	0.005	0.013	0.006	0.005	0.027	0.009	0.034	-	0.002	0.002	0.002	0.001
														0.185	
														B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도 지수}(0.185) < 0.260$

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, 난간 및 연석, 신축이음)하여 환산결합도 점수가 0.154 ⇨ 0.185으로 증가한 것으로 분석되었다.

구 분		‘13 점검		금회 진단		가중치 변화요인
		결과	평균	결과	평균	
상부구조	바닥판	a	0.117	b	0.217	· 균열 발생
	거더	b	0.150	b	0.200	· 도장손상, 부식 증가
2차부재	가로보/세로보	a	0.100	a	0.100	· 변화 없음
기타부재	포장	b	0.183	b	0.183	· 변화 없음
	배수	b	0.133	b	0.200	· 배수관 용접부 누수 발생
	난간, 연석	b	0.233	c	0.267	· 균열 증가
	신축이음	b	0.200	c	0.300	· 하부 누수 발생
받침	교량받침	a	0.129	a	0.100	· 보수 완료
하부구조	하부	b	0.200	b	0.171	· 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	0.154	B	0.185	

5. 안전성평가

5.1 대구방향

가. 상부구조 안전성 평가

구 분			계산식	등급	비고
강박스거더	측경간 정모멘트부	상부플랜지	$\frac{f_a}{f} = \frac{190}{65.488} = 2.901$	A	MPa
		하부플랜지	$\frac{v_a}{v} = \frac{-190}{-97.391} = 1.951$	A	MPa
	중앙경간 정모멘트부	상부플랜지	$\frac{f_a}{f} = \frac{190}{64.309} = 2.954$	A	MPa
		하부플랜지	$\frac{v_a}{v} = \frac{-190}{-88.886} = 2.138$	A	MPa
	부모멘트부	상부플랜지	$\frac{f_a}{f} = \frac{-190}{-81.530} = 2.330$	A	MPa
		하부플랜지	$\frac{v_a}{v} = \frac{190}{77.386} = 2.455$	A	MPa
바닥판	캔틸레버부		$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{235.607}{75.715} = 3.112$	A	kN · m
	중앙부		$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{105.960}{70.489} = 1.503$	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	12,485.847	51,042.719	4.088	1,160.862	4,745.656	4.088	O.K
LC2	9,973.281	40,734.451	4.084	3,703.561	15,201.785	4.105	O.K
LC3	11,835.600	51,042.719	4.313	1,890.140	8,175.969	4.326	O.K
LC4	10,818.569	48,682.073	4.500	2,600.738	11,702.879	4.500	O.K
LC5	11,081.458	48,979.573	4.420	2,612.580	11,544.543	4.419	O.K
LC6	9,463.304	36,821.820	3.891	4,258.631	16,452.460	3.863	O.K
LC7	9,716.082	37,284.908	3.837	4,246.079	16,318.493	3.843	O.K
LC8	11,253.996	47,326.557	4.205	2,954.886	12,400.567	4.197	O.K
LC9	11,506.773	47,782.721	4.153	2,945.653	12,170.987	4.132	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	12,652.005	51,122.056	4.041	1,102.572	4,455.084	4.041	O.K
LC2	7,386.830	29,146.905	3.946	4,601.451	18,144.454	3.943	O.K
LC3	10,227.331	45,338.926	4.433	3,024.514	13,403.710	4.432	O.K
LC4	10,981.195	49,044.071	4.466	2,579.807	11,571.803	4.486	O.K
LC5	11,244.640	49,340.055	4.388	2,590.522	11,411.944	4.405	O.K
LC6	6,976.065	25,382.919	3.639	4,988.409	18,315.610	3.672	O.K
LC7	7,229.378	26,712.203	3.695	5,003.201	18,303.913	3.658	O.K
LC8	9,707.316	40,270.265	4.148	3,713.643	15,419.511	4.152	O.K
LC9	9,960.629	40,784.553	4.095	3,726.700	15,238.700	4.089	O.K

5.2 부산방향

가. 상부구조 안전성 평가

구 분			계산식	등급	비고
강박스거더	측경간 정모멘트부	상부플랜지	$\frac{f_a}{f} = \frac{190}{65.488} = 2.901$	A	MPa
		하부플랜지	$\frac{v_a}{v} = \frac{-190}{-97.391} = 1.951$	A	MPa
	중앙경간 정모멘트부	상부플랜지	$\frac{f_a}{f} = \frac{190}{64.309} = 2.954$	A	MPa
		하부플랜지	$\frac{v_a}{v} = \frac{-190}{-88.886} = 2.138$	A	MPa
	부모멘트부	상부플랜지	$\frac{f_a}{f} = \frac{-190}{-81.530} = 2.330$	A	MPa
		하부플랜지	$\frac{v_a}{v} = \frac{190}{77.386} = 2.455$	A	MPa
바닥판	캔틸레버부		$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{235.607}{75.715} = 3.112$	A	kN · m
	중앙부		$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{105.960}{70.489} = 1.503$	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	12,555.821	51,122.056	4.072	1,130.532	4,603.054	4.072	O.K
LC2	10,103.123	39,751.219	3.935	3,933.341	15,596.559	3.965	O.K
LC3	11,940.836	51,122.056	4.281	2,028.566	8,672.228	4.275	O.K
LC4	10,888.497	48,448.695	4.450	2,693.443	11,888.014	4.414	O.K
LC5	11,151.393	48,747.732	4.371	2,704.293	11,730.565	4.338	O.K
LC6	9,588.149	35,925.332	3.747	4,500.889	16,754.894	3.723	O.K
LC7	9,840.933	36,395.246	3.698	4,488.605	16,625.888	3.704	O.K
LC8	11,355.181	46,699.746	4.113	3,119.603	12,767.271	4.093	O.K
LC9	11,607.966	46,968.535	4.046	3,110.462	12,636.897	4.063	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	12,721.359	51,122.056	4.019	1,074.221	4,316.866	4.019	O.K
LC2	7,396.316	28,196.122	3.812	4,818.675	18,228.369	3.783	O.K
LC3	10,261.422	44,784.178	4.364	3,139.899	13,650.323	4.347	O.K
LC4	11,050.595	48,746.676	4.411	2,673.537	11,730.436	4.388	O.K
LC5	11,314.033	49,043.402	4.335	2,683.352	11,571.739	4.312	O.K
LC6	6,985.189	24,614.386	3.524	5,221.969	18,298.794	3.504	O.K
LC7	7,238.495	25,383.227	3.507	5,236.385	18,315.443	3.498	O.K
LC8	9,740.099	39,491.810	4.055	3,865.559	15,683.827	4.057	O.K
LC9	9,993.405	40,011.812	4.004	3,878.244	15,508.560	3.999	O.K

6. 종합평가 및 안전등급의 지정

6.1 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
용계2교(대구)	0.162	B	1.50(바닥판) 1.95(거더) 3.66(하부)	A	B
용계2교(부산)	0.179	B	1.50(바닥판) 1.95(거더) 3.50(하부)	A	B
종합평가	• 용계2교(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 • 용계2교(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, 용계2교는 양방향 모두 "B"로 평가됨				

6.2 안전등급 지정

안전등급	구조물명	안전등급
	용계2교(대구)	B등급(양호)
	용계2교(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	6.0	0.9	m ²	49	44	-	표면처리
		망상균열	지속관찰	54.9	82.35	m ²	49	4,035	-	표면처리
		재료분리	단면복구	0.21	0.32	m ²	121	39	3	-
		누수흔적	지속관찰	0.24	0.36	m ²	49	18	-	표면처리
		백태	지속관찰	0.04	0.06	m ²	5	1	-	백태보수
거 더	내 부	부식	도장보수	0.1	0.15	m ²	5	1	3	-
		도장손상	도장보수	0.11	0.17	m ²	5	1	3	-
		우수유입흔적	지속관찰	1.17	1.76	m ²	13	23	-	정비
	외 부	도장손상, 박리	도장보수	0.14	0.21	m ²	4	1	3	-
가로보		이물질 퇴적	정비	1	1	개소	13	13	3	-
하 부 구 조	교 대	균열(0.3mm미만)	지속관찰	2.0	0.3	m ²	49	15	-	표면처리
		백태	지속관찰	0.09	0.14	m ²	5	1	-	백태보수
		누수흔적	지속관찰	9.5	14.25	m ²	49	698	-	표면처리
		콘크리트 박락	단면복구	0.09	0.14	m ²	121	17	3	-
		계단하부 토사침하	지속관찰	1.0	1.5	m ²	-	-	-	-
		유도배수시설 이음부 파손	수성연질 폼 발포	1	1	개소	20	20	3	-
	교 각	균열(0.3mm미만)	지속관찰	18.0	2.7	m ²	49	132	-	표면처리
		망상균열	지속관찰	11.5	17.25	m ²	49	845	-	표면처리
교량 받침		균열(0.3mm미만)	지속관찰	1.0	0.15	m ²	49	7	-	표면처리
		볼트이완	재체결	2	2	개소	5	10	3	-
		편기	지속관찰	1	1	개소	-	-	-	-
신 축 이 음	본 체	이물질퇴적	정비	1.2	1.8	m	13	23	3	-
	후 타 재	망상균열	지속관찰	3.0	4.5	m ²	49	221	-	표면처리
		보수실링재 변형 (단차발생)	단면복구	0.75	1.13	m ²	121	137	3	-
교면 포장		아스콘 균열	지속관찰	3.0	4.5	m	18	81	-	균열보수
		포트홀	지속관찰	0.01	0.02	m ²	55	1	-	아스팔트 패칭

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위	비고
배수 시설	배수관 고정고리 탈락	지속관찰	1	1	개소	20	20	-	재설치
	배수관 용접부 누수	지속관찰	5	5	개소	123	615	-	재설치
	배수구 막힘	정비	8	8	개소	13	104	3	-
콘크리트 난간	균열(0.3mm미만)	지속관찰	39.1	5.87	m ²	49	288	-	표면처리
	균열부 백태	지속관찰	7.94	11.91	m ²	49	584	-	표면처리
	백태	지속관찰	0.04	0.06	m ²	5	1	-	백태보수
	콘크리트 파손	단면복구	0.04	0.06	m ²	121	7	3	-
	접속부 방호벽 단차	지속관찰	1	1	개소	-	-	-	-
부대 시설	점검로 페콘크리 트 퇴적	정비	1	1	개소	13	13	3	-
	점검통로 내 이 물질	정비	1	1	개소	13	13	3	-
	차수관 볼트, 앵 커 탈락	재체결	15	15	개소	5	75	3	-
	점검로 개폐 불가	재설치	1	1	개소	300	300	3	-
순공사비 합계(천원)							8,404		
제경비(순공사비×50%)							4,202		
순위별 공사비 (제경비 포함)		1순위					-		
		2순위					-		
		3순위					1,161		
		지속관찰					11,445		
유지보수 개략공사비 총계							12,606		

※ 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, 단가변동 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	19.0	2.85	m ²	49	140	-	표면처리
		망상균열	지속관찰	69.0	103.5	m ²	49	5,072	-	표면처리
		균열부 백태	지속관찰	0.1	0.15	m ²	49	7	-	표면처리
거 더	내 부	부식	도장보수	0.19	0.29	m ²	5	1	3	-
		도장손상	도장보수	0.31	0.47	m ²	5	2	3	-
		우수유입흔적	지속관찰	5.1	7.65	m ²	13	99	-	정비
		Splice 볼트이완	재체결	2	2	개소	5	10	3	-
	외 부	도장손상	도장보수	1.32	1.98	m ²	4	8	3	-
하 부 구 조	교 대	체수	지속관찰	2.0	3.0	m ²	10	30	-	배수홈 설치
		누수흔적	지속관찰	13.1	19.65	m ²	49	963	-	표면처리
	교 각	균열(0.3mm미만)	지속관찰	52.5	7.88	m ²	49	386	-	표면처리
		망상균열	지속관찰	2.5	3.75	m ²	49	184	-	표면처리
		누수흔적	지속관찰	1.0	1.5	m ²	49	74	-	표면처리
교량 받침		이동량 표시계 손상	지속관찰	1	1	개소	10	10	-	정비
신 축 이 음	본 체	이물질 퇴적	정비	3.0	4.5	m	13	59	3	-
		하부 누수	지속관찰	1	12.15	m	38	462	-	물받이 설치
	후 타 재	균열(0.3mm미만)	지속관찰	6.2	0.93	m ²	49	46	-	표면처리
		이격	지속관찰	2.0	3.0	m	-	-	-	-
교면 포장		포트홀, 패임	지속관찰	0.21	0.32	m ²	55	18	-	아스팔트 패칭
		라벨링	지속관찰	11.5	17.25	m ²	55	949	-	아스팔트 패칭
		아스콘 펌핑	지속관찰	0.48	0.72	m ²	55	40	-	아스팔트 패칭
		아스콘 균열	지속관찰	11.0	16.5	m	18	297	-	균열보수
		접속부 단차	지속관찰	12.0	18.0	m	-	-	-	-
		아스콘 보수부 재손상	지속관찰	0.09	0.14	m ²	55	8	-	아스팔트 패칭

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위	비고
배수 시설	배수구 막힘	정비	3	3	개소	13	39	3	-
	배수관 용접부, 이음부 누수	지속관찰	2	2	개소	123	246	-	재설치
콘크리트 난간	균열(0.3mm미만)	지속관찰	26.5	3.98	m ²	49	195	-	표면처리
	균열(0.3mm이상)	주입보수	1.4	0.21	m ²	13	3	3	-
	균열부 백태	지속관찰	8.9	13.35	m ²	49	654	-	표면처리
	백태	지속관찰	0.1	0.15	m ²	5	1	-	백태보수
	콘크리트 파손	단면복구	0.5	0.75	m ²	121	91	3	-
	접속부 방호벽 단차, 이격	지속관찰	2	2	개소	-	-	-	-
부대 시설	점검통로내 이물질	정비	1	1	개소	13	13	3	-
	차수판 볼트 앵커 탈락	정비	6	6	개소	5	30	3	-
순공사비 합계(천원)							10,137		
제경비(순공사비×50%)							5,069		
순위별 공사비 (제경비 포함)		1순위					-		
		2순위					-		
		3순위					384		
		지속관찰					14,822		
유지보수 개략공사비 총계							15,206		

※ 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	• 0.1mm~0.3mm균열(백태동반) • 국부적인 파손
바닥판	• 균열 폭 0.3mm미만 - 균열 진전여부 점검 • 백태 - 누수 발생 및 백태 규모 진전 여부 • 국부적인 재료분리
강박스거더	• 부식 및 도장손상 - 손상 진전여부 확인
교량받침	• 균열 폭 0.3mm미만 - 균열 진전여부 점검 • 편기 - 고정장치 파손 및 이완, 손상 진전 여부
신축이음장치	• 후타재 균열 진전여부 - 국부적으로 발생된 상태로 손상진전 여부 점검
하부구조	• 미세균열의 진전여부 • 국부적인 박락

나. 중점유지관리항목

용계2교(대구, 부산) 중점유지관리사항, 점검방향

■ 중점유지관리 사항 ① 교량받침 편기 · P2-SH2 - 대구 - 시공미흡으로 인한 손상 - 고정장치 파손 및 이완 여부 ② 교량받침 상세조사 및 가동량 점검 - 받침 가동 상태 및 여유량 점검 - 미끄럼판 상태 조사	■ 점검방향 : ①교량받침 편기(P2-SH2, 대구) ⇨ ②교량받침 상세조사 및 가동량 점검 <교량받침 편기 상세 위치 및 상세도>	교량받침 편기(P2-SH2, 대구) 받침높이 - 160mm(A1측) 받침높이 - 150mm(A2측)											
■ 주변현황 전경	■ 장비투입현황	■ 장비투입 계획 <table><thead><tr><th rowspan="2">구 분</th><th colspan="2">상부, 하부구조</th></tr><tr><th>교량점검차</th><th>고소작업차</th></tr></thead><tbody><tr><td>조사방법</td><td>S1~S6</td><td>S1~S5</td></tr><tr><td>소요일수</td><td>2일</td><td>2일</td></tr></tbody></table>	구 분	상부, 하부구조		교량점검차	고소작업차	조사방법	S1~S6	S1~S5	소요일수	2일	2일
구 분	상부, 하부구조												
	교량점검차	고소작업차											
조사방법	S1~S6	S1~S5											
소요일수	2일	2일											

8. 종합결론

용계2교는 대구부산고속도로 부산기점 90.5km지점에 위치하며 국도4호선 및 대구선철도를 횡단하는 6경간이 연속되어 시공된 Steel Box Girder 교량이다. 본 과업은 용계2교의 준공 이후 최초로 시행하는 정밀안전진단이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사, 각종시험 및 구조안전성 평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

8.1 대구방향

가. 현장조사, 시험 및 상태평가 결과

- 바닥판하면은 균열 및 망상균열이 다수 조사되었으며 윤하중 등에 의한 손상보다는 건조수축이 구속되어 발생한 비구조적인 손상으로 사료된다. 캔틸레버부에 발생한 재료분리는 시공초기 다짐불량 및 마감불량 등에 의한 손상으로 내구성 확보를 위한 보수가 필요하며, 캔틸레버부 측면에 발생한 백태의 경우 내부 결함은 없는 상태이나, 방호벽 접합부를 통한 우수유입이 지속될 경우 손상의 진전이 우려되므로 방호벽과 병행하여 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 거더내부는 현장이음부를 통한 우수유입 및 용접열 등의 원인에 의한 도장손상 및 점부식이 일부 발생한 것으로 조사되었으며 현장이음부 썰링과 병행하여 보수를 실시하는 것이 요구된다. 거더외부는 수직보강재에 도장손상이 조사되었으며 도장손상부위에서 부식 및 녹발생은 없는 상태로 확인되었다.
- 하부구조에 건조수축 및 공용년수 경과에 의한 노후화 등의 원인에 의한 미세균열이 일부 조사되었으며, 신축이음 시공시 마감불량에 의한 콘크리트 박락이 조사되었다. 기 점검 결과와 비교시 미보수된 손상의 진전은 없었으며, 기 발생한 손상은 구조물의 안전성에 문제는 없는 것으로 판단되나, 내구성 확보 차원에서 보수조치를 실시하는 것이 바람직하다.
- 교량받침 및 신축이음장치는 대부분 부재에 경미한 손상이 발생되었으나, 기능성에 영향을 미치지 않는 상태이며, 신축이음장치 하부에 설치된 유도배수시설 이음부 파손에 의한 누수의 경우 하부구조의 콘크리트 열화 및 교량받침 부식 등의 2차 손상을 유발하므로 적절한 조치가 필요하다.
- 교면포장에 발생된 포장손상은 주행차량에 미치는 영향은 미미하나, 현재와 같이 지속적인 유지보수 및 주의관찰이 필요하다.
- 배수시설은 전반적으로 양호한 상태였으며, 배수시설의 기능상태는 문제가 없는 것으로 확인되었다.
- 방호벽은 교량의 주요부재는 아니나 조사된 다수의 균열 및 백태는 미관성을 저하시키고

운전자에게 심적 부담감을 줄 수 있으므로 적정시기에 보수조치를 실시하는 것이 바람직하다.

- 콘크리트 내구성조사결과, 콘크리트의 강도, 철근배근상태, 탄산화, 염화물함유량 등의 시험항목에 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(0.176)”의 상태로 평가되었다.

나. 안전성평가 결과

- 구조검토를 통한 안전성 검토결과, 바닥판 및 거더의 최소 안전율은 각각 1.50 및 1.95, 하부구조의 최소 안전율은 3.66으로 평가되었으며, 기본내하력은 설계활하중인 DB(DL)-24를 상회하여 구조적 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

다. 결 언

- 용계2교(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 유지할 수 있을 것으로 판단된다.

8.2 부산방향

가. 현장조사, 시험 및 상태평가 결과

- 바닥판하면은 균열 및 망상균열이 다수 조사되었으며 구조적인 안전성의 문제는 없는 것으로 판단되나, 지속적인 윤하중 및 우수유입을 통한 동결융해 등의 작용에 의해 손상의 진전이 우려되는 바, 내구성 확보를 위한 보수 및 지속적인 주의관찰을 통한 유지관리가 필요하다. 균열부 백태는 시공초기 바닥판에 발생한 균열부위로 콘크리트 내부의 수분이 유출되어 발생한 것으로 사료되며, 전차 점검과 비교시 손상의 진전은 없었으며, 바닥판 하면은 누수흔적이 없는 상태로 확인되어 방수층의 기능성은 양호한 것으로 사료된다.
- 거더내부는 현장이음부를 통한 우수유입 및 용접열 등의 원인에 의한 도장손상 및 점부식이 일부 발생한 것으로 조사되었으며 현장이음부 씰링과 병행하여 보수를 실시하는 것이 요구된다. 거더외부는 도장손상이 조사되었으며 도장손상부위에서 부식 및 녹발생은 없는 상태로 확인되었다.
- 하부구조에 조사된 균열들은 균열의 패턴, 발생위치 등을 고려해 볼 때, 외력에 의해 발생된 균열이 아닌 시공초기 건조수축, 공용년수 경과에 의한 노후화 등에 의해 발생된 비구조적인 균열로 판단된다. 누수흔적 및 체수는 하부구조의 콘크리트 열화를 초래하는 정도의 손상은 아닌 것으로 판단되는 바, 지속적인 주의관찰 후 장기적인 대책을 수립하는 것이 바람직하다.
- 교량받침 및 신축이음장치는 부재에 경미한 손상이 발생되었으나, 기능성에 영향을 미치지 않는 상태이며, 점검당시 신축가동상태는 양호한 상태로 확인되었다.
- 교면포장에 발생한 포장손상은 주행차량에 미치는 영향은 미미하나, 현재와 같이 지속적인 유지보수 및 주의관찰이 필요하다.
- 배수시설은 공용중 이물질퇴적으로 인한 배수구 막힘 및 용접부 누수 등의 손상이 조사된 바, 주기적인 정비를 실시하는 것이 필요하다.
- 방호벽은 교량의 주요부재는 아니나 조사된 다수의 균열 및 백태는 미관성을 저하시키고 운전자에게 심적 부담감을 줄 수 있으므로 적정시기에 보수조치를 실시하는 것이 바람직하다.
- 콘크리트 내구성조사결과, 콘크리트의 강도, 철근배근상태, 탄산화, 염화물함유량 등의 시험항목에 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(0.185)”의 상태로 평가되었다.

나. 안전성평가 결과

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

다. 결 언

- 용계2교(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 대상 교량의 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	47
2.5 내진설계 및 보강 여부	48
2.5.1 내진설계	48
2.5.2 내진보강 여부	48
2.6 자료분석 결과요약	49

제 3장 현장조사 및 시험 53

3.1 외과조사 개요	53
3.2 외관조사(대구)	55
3.2.1 상부구조	55
3.2.2 하부구조	64
3.2.3 교량받침	70
3.2.4 신축이음장치	76
3.2.5 교면포장	80
3.2.6 기타부재	82
3.3 외관조사(부산)	87
3.3.1 상부구조	87
3.3.2 하부구조	96
3.3.3 교량받침	101
3.3.4 신축이음장치	105
3.3.5 교면포장	110
3.3.6 기타부재	113
3.4 콘크리트 내구성조사	118
3.4.1 개 요	118
3.4.2 시험내용 및 평가기준	122
3.4.3 시험결과 및 분석	135
3.5 강재 내구성조사	147
3.5.1 개 요	147

3.5.2 시험내용 및 평가기준	151
3.5.3 용접부에 발생하는 대표적인 결함	153
3.5.4 시험결과 및 분석	154
3.6 현장조사 및 시험 결과요약	156
3.6.1 외관조사 결과 요약	156
3.6.2 내구성조사 결과요약	161

제 4장 시설물의 상태평가 167

4.1 개요	167
4.2 상태평가 항목 및 기준	167
4.2.1 부재별 상태평가 적용범위	167
4.2.2 구조형식에 따른 부재별 가중치	168
4.2.3 상태평가 결과 결정	169
4.3 상태평가 결과	170
4.3.1 대구방향	170
4.3.2 부산방향	179

제 5장 시설물의 안전성 평가 191

5.1 개요	191
5.1.1 안전성검토	191
5.1.2 내하력평가	194
5.2 상부구조 안전성평가	195
5.2.1 대구방향	195
5.2.2 부산방향	229
5.3 내하력 평가	263
5.3.1 개 요	263
5.3.2 허용응력법	263
5.3.3 강도설계법	264
5.3.4 기본내하력 평가	265
5.3.5 안전성 평가등급	267
5.4 하부구조 안전성평가	269

5.4.1 대구방향	269
5.4.2 부산방향	296
5.5 안전성평가 결과요약	323
5.5.1 대구방향	323
5.5.2 부산방향	326
5.5.3 안전성평가 종합결론	329

제 6장 종합평가 및 안전등급의 지정 333

6.1 종합평가	333
6.1.1 종합평가 결과 산정방법	333
6.1.2 종합평가 결과	334
6.2 안전등급	335
6.2.1 안전등급기준	335
6.2.2 안전등급 지정	335

제 7장 보수·보강 및 유지관리방안 339

7.1 개요	339
7.2 보수·보강 방안	340
7.2.1 보수·보강 추진방향 및 우선순위의 선정	340
7.2.2 보수·보강 일람표	343
7.2.3 결함내용별 보수·보강방안	345
7.3 보수·보강 개략공사비	357
7.3.1 대구방향 보수·보강 개략공사비	357
7.3.2 부산방향 보수·보강 개략공사비	359
7.4 유지관리 방안	361
7.4.1 진단결과에 따른 중점유지관리 사항	361
7.4.2 유지관리시 점검요령	363
7.4.3 중점 유지관리사항 및 점검방향	377

제 8장 종합결론 381

8.1 개 요	381
---------------	-----

8.2 대구방향	381
8.3 부산방향	383

● 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】 용계2교(대구) 현황표	7
【표 1.4.2】 용계2교(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】 용계2교 지반조사 결과(토질조사보고서)	34
【표 2.3.1】 용계2교 정기 및 정밀점검 이력	37
【표 2.4.1】 용계2교 보수·보강 이력	47
【표 2.6.1】 자료분석 결과요약	49
【표 3.1.1】 부재별 조사항목	54
【표 3.2.1】 바닥판 외관조사 결과(대구)	56
【표 3.2.2】 바닥판 하면 기 점검 결과 비교(대구)	57
【표 3.2.3】 강박스 거더 내부 외관조사 결과(대구)	58
【표 3.2.4】 강박스 거더 내부 기 점검 결과 비교(대구)	59
【표 3.2.5】 강박스 거더 외부 외관조사 결과(대구)	60
【표 3.2.6】 강박스 거더 외부 기 점검 결과 비교(대구)	61
【표 3.2.7】 가로보 및 세로보 외관조사 결과(대구)	62
【표 3.2.8】 가로보 및 세로보 기 점검 결과 비교(대구)	63
【표 3.2.9】 교대 외관조사 결과(대구)	64
【표 3.2.10】 교대 기 점검 결과 비교(대구)	66
【표 3.2.11】 교각 외관조사 결과(대구)	67
【표 3.2.12】 교각 기 점검 결과 비교(대구)	69
【표 3.2.13】 교량받침 외관조사 결과(대구)	71
【표 3.2.14】 연단거리 측정 결과(대구)	73
【표 3.2.15】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정(대구)	74
【표 3.2.16】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(대구)	74
【표 3.2.17】 교량받침 기 점검 결과 비교(대구)	75
【표 3.2.18】 신축이음장치 외관조사 결과(대구)	76

【표 3.2.19】 신축이음 유간 측정결과(대구)	78
【표 3.2.20】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동상태 검토결과(대구)	78
【표 3.2.21】 신축이음 신축이동량 산정(대구)	78
【표 3.2.22】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과(대구)	78
【표 3.2.23】 신축이음장치 기 점검 결과 비교(대구)	79
【표 3.2.24】 교면포장 외관조사 결과(대구)	80
【표 3.2.25】 교면포장 기 점검 결과 비교(대구)	81
【표 3.2.26】 배수시설 외관조사 결과(대구)	82
【표 3.2.27】 배수시설 기 점검 결과 비교(대구)	83
【표 3.2.28】 난간 및 연석 외관조사 결과(대구)	84
【표 3.2.29】 난간 및 연석 기 점검 결과 비교(대구)	86
【표 3.3.1】 바닥판 외관조사 결과(부산)	88
【표 3.3.2】 바닥판 하면 기 점검 결과 비교(부산)	89
【표 3.3.3】 강박스 거더 내부 외관조사 결과(부산)	91
【표 3.3.4】 강박스 거더 내부 기 점검 결과 비교(부산)	92
【표 3.3.5】 강박스 거더 외부 외관조사 결과(부산)	93
【표 3.3.6】 강박스 거더 외부 기 점검 결과 비교(부산)	94
【표 3.3.7】 교대 외관조사 결과(부산)	96
【표 3.3.8】 교대 기 점검 결과 비교(부산)	97
【표 3.3.9】 교각 외관조사 결과(부산)	98
【표 3.3.10】 교각 기 점검 결과 비교(부산)	100
【표 3.3.11】 연단거리 측정 결과(부산)	103
【표 3.3.12】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정(부산)	104
【표 3.3.13】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(부산)	104
【표 3.3.14】 신축이음장치 외관조사 결과(부산)	106
【표 3.3.15】 신축이음 유간 측정결과(부산)	107
【표 3.3.16】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동상태 검토결과(부산)	108
【표 3.3.17】 신축이음 신축이동량 산정(부산)	108
【표 3.3.18】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과(부산)	108
【표 3.3.19】 신축이음장치 기 점검 결과 비교(부산)	109
【표 3.3.20】 교면포장 외관조사 결과(부산)	110
【표 3.3.21】 교면포장 기 점검 결과 비교(부산)	112
【표 3.3.22】 배수시설 외관조사 결과(부산)	113
【표 3.3.23】 배수시설 기 점검 결과 비교(부산)	114
【표 3.3.24】 난간 및 연석 외관조사 결과(부산)	115
【표 3.3.25】 난간 및 연석 기 점검 결과 비교(부산)	117
【표 3.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황(대구)	118
【표 3.4.2】 콘크리트 비파괴시험 현황(부산)	119

【표 3.4.3】 보정반발경도(R_o)	123
【표 3.4.4】 기존의 비파괴강도 추정 제안식(반발경도시험)	123
【표 3.4.5】 재령계수 α 값	124
【표 3.4.6】 기존의 비파괴강도 추정 제안식(초음파전달속도시험)	126
【표 3.4.7】 탄산화 속도에 영향을 미치는 요인	130
【표 3.4.8】 탄산화 상태평가 기준	132
【표 3.4.9】 염화물 평가기준(콘크리트 구조설계기준(2007))	133
【표 3.4.10】 염화물 상태평가 기준(안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010.12))	133
【표 3.4.11】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(대구)	135
【표 3.4.12】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(대구)	136
【표 3.4.13】 비파괴강도 시험결과 분석(대구)	137
【표 3.4.14】 비파괴강도 기 정밀점검 결과와의 비교(대구)	137
【표 3.4.15】 철근탐사 시험결과(대구)	137
【표 3.4.16】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가(대구)	139
【표 3.4.17】 탄산화 깊이 기 정밀점검 결과와의 비교(대구)	139
【표 3.4.18】 염화물 함유량 시험결과 및 평가(대구)	140
【표 3.4.19】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(부산)	141
【표 3.4.20】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(부산)	142
【표 3.4.21】 비파괴강도 시험결과 분석(부산)	143
【표 3.4.22】 비파괴강도 기 정밀점검 결과와의 비교(부산)	143
【표 3.4.23】 철근탐사 시험결과(부산)	143
【표 3.4.24】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가(부산)	145
【표 3.4.25】 탄산화 깊이 기 정밀점검 결과와의 비교(부산)	145
【표 3.4.26】 염화물 함유량 시험결과 및 평가(부산)	146
【표 3.5.1】 강재 비파괴시험 현황	147
【표 3.5.2】 결함의 등급 분류	152
【표 3.5.3】 용접부 결함의 합·부 판정기준	152
【표 3.5.4】 용접부에 발생하는 대표적인 결함	153
【표 3.5.5】 초음파탐상(UT) 시험결과(대구)	154
【표 3.5.6】 초음파탐상(UT) 시험결과(부산)	155
【표 3.6.1】 금회 진단 외관조사 결과 요약(대구)	156
【표 3.6.2】 금회 진단 외관조사 결과 요약(부산)	159
【표 3.6.3】 금회 진단 내구성조사 결과요약(대구)	161
【표 3.6.4】 내구성조사 기 점검(2013년 정밀점검) 결과 비교(대구)	162
【표 3.6.5】 금회 진단 내구성조사 결과요약(부산)	163
【표 3.6.6】 내구성조사 기 점검(2013년 정밀점검) 결과 비교(부산)	164
【표 4.2.1】 부재별 상태평가 적용 범위	167
【표 4.2.2】 구조형식에 따른 일반교량의 부재별 가중치	168

【표 4.2.3】 결함도 점수 범위에 따른 기준	169
【표 4.3.1】 콘크리트 바닥판 상태평가 결과(대구)	170
【표 4.3.2】 거더 상태평가 결과(대구)	171
【표 4.3.3】 가로보 및 세로보 상태평가 결과(대구)	171
【표 4.3.4】 콘크리트 교대 상태평가 결과(대구)	172
【표 4.3.5】 콘크리트 교각 상태평가 결과(대구)	172
【표 4.3.6】 기초 상태평가 결과(대구)	173
【표 4.3.7】 교량받침 상태평가 결과(대구)	173
【표 4.3.8】 신축이음 상태평가 결과(대구)	174
【표 4.3.9】 교면포장 상태평가 결과(대구)	174
【표 4.3.10】 배수시설 상태평가 결과(대구)	175
【표 4.3.11】 난간 및 연석 상태평가 결과(대구)	175
【표 4.3.12】 탄산화 상태평가 결과(대구)	176
【표 4.3.13】 염화물 상태평가 결과(대구)	176
【표 4.3.14】 상태평가 결과표(대구)	177
【표 4.3.15】 기 점검 결과와의 상태평가 결함도 점수 비교(대구)	178
【표 4.3.16】 콘크리트 바닥판 상태평가 결과(부산)	179
【표 4.3.17】 거더 상태평가 결과(부산)	180
【표 4.3.18】 가로보 및 세로보 상태평가 결과(부산)	180
【표 4.3.19】 콘크리트 교대 상태평가 결과(부산)	181
【표 4.3.20】 콘크리트 교각 상태평가 결과(부산)	181
【표 4.3.21】 기초 상태평가 결과(부산)	182
【표 4.3.22】 교량받침 상태평가 결과(부산)	182
【표 4.3.23】 신축이음 상태평가 결과(부산)	183
【표 4.3.24】 교면포장 상태평가 결과(부산)	183
【표 4.3.25】 배수시설 상태평가 결과(부산)	184
【표 4.3.26】 난간 및 연석 상태평가 결과(부산)	184
【표 4.3.27】 탄산화 상태평가 결과(부산)	185
【표 4.3.28】 염화물 상태평가 결과(부산)	185
【표 4.3.29】 상태평가 결과표(부산)	186
【표 4.3.30】 기 점검 결과와의 상태평가 결함도 점수 비교(부산)	187
【표 5.1.1】 하부구조 검토단면 선정	191
【표 5.1.2】 설계 당시와 금회 정밀안전진단시 구조검토 조건비교	192
【표 5.1.3】 구조검토시 적용 물성치 및 하중조건	193
【표 5.2.1】 바닥판의 단면검토 결과(대구)	204
【표 5.2.2】 바닥판의 사용성(균열) 검토결과(대구)	204
【표 5.2.3】 등가경간장 및 적용식(대구)	207
【표 5.2.4】 G1 강거더 플랜지 및 바닥판 슬래브 실제폭 및 유효폭(대구)	209

【표 5.2.5】 G2 강거더 플랜지 및 바닥판 슬래브 실제폭 및 유효폭(대구)	209
【표 5.2.6】 단면 제정수(대구)	211
【표 5.2.7】 영향계수 k 값 산출 결과(대구)	213
【표 5.2.8】 측경간 정모멘트부 단면력 산정결과(대구)	213
【표 5.2.9】 중앙경간 정모멘트부 단면력 산정결과(대구)	214
【표 5.2.10】 지점부 부모멘트부 단면력 산정결과(대구)	214
【표 5.2.11】 외측경간 정모멘트부 휨응력 검토결과(대구)	215
【표 5.2.12】 외측경간 정모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(대구)	216
【표 5.2.13】 중앙경간 정모멘트부 휨응력 검토결과(대구)	216
【표 5.2.14】 중앙경간 정모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(대구)	217
【표 5.2.15】 지점부 부모멘트부 휨응력 검토결과(대구)	217
【표 5.2.16】 지점부 부모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(대구)	218
【표 5.2.17】 반력 집계결과 (단위 : kN)(대구)	219
【표 5.2.18】 바닥판의 단면검토 결과(부산)	238
【표 5.2.19】 바닥판의 사용성(균열) 검토결과(부산)	238
【표 5.2.20】 등가경간장 및 적용식(부산)	241
【표 5.2.21】 G1 강거더 플랜지 및 바닥판 슬래브 실제폭 및 유효폭(부산)	243
【표 5.2.22】 G2 강거더 플랜지 및 바닥판 슬래브 실제폭 및 유효폭(부산)	243
【표 5.2.23】 단면 제정수(부산)	245
【표 5.2.24】 영향계수 값 산출 결과(부산)	247
【표 5.2.25】 측경간 정모멘트부 단면력 산정결과(부산)	247
【표 5.2.26】 중앙경간 정모멘트부 단면력 산정결과(부산)	248
【표 5.2.27】 지점부 부모멘트부 단면력 산정결과(부산)	248
【표 5.2.28】 외측경간 정모멘트부 휨응력 검토결과(부산)	249
【표 5.2.29】 외측경간 정모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(부산)	250
【표 5.2.30】 중앙경간 정모멘트부 휨응력 검토결과(부산)	250
【표 5.2.31】 중앙경간 정모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(부산)	251
【표 5.2.32】 지점부 부모멘트부 휨응력 검토결과(부산)	251
【표 5.2.33】 지점부 부모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(부산)	252
【표 5.2.34】 반력 집계결과 (단위 : kN)(부산)	253
【표 5.4.1】 부재력 산정결과(단면-1)(대구)	275
【표 5.4.2】 부재력 산정결과(단면-2)(대구)	276
【표 5.4.3】 기둥 단면검토 결과(단면-1)(대구)	277
【표 5.4.4】 기둥 단면검토 결과(단면-2)(대구)	277
【표 5.4.5】 부재력 산정결과(단면-1)(부산)	302
【표 5.4.6】 부재력 산정결과(단면-2)(부산)	303
【표 5.4.7】 기둥 단면검토 결과(단면-1)(부산)	304
【표 5.4.8】 기둥 단면검토 결과(단면-2)(부산)	304

【표 5.5.1】 상부구조 안전성 평가결과(대구)	323
【표 5.5.2】 하부구조 안전성 평가결과(단면-1)(대구)	324
【표 5.5.3】 하부구조 안전성 평가결과(단면-2)(대구)	324
【표 5.5.4】 바닥판 기본내하력 산정(대구)	325
【표 5.5.5】 거더 기본내하력 산정(대구)	325
【표 5.5.6】 상부구조 안전성 평가결과(부산)	326
【표 5.5.7】 하부구조 안전성 평가결과(단면-1)(부산)	327
【표 5.5.8】 하부구조 안전성 평가결과(단면-2)(부산)	327
【표 5.5.9】 바닥판 기본내하력 산정(부산)	328
【표 5.5.10】 거더 기본내하력 산정(부산)	328
【표 6.1.1】 종합평가 결과	334
【표 6.2.1】 시설물의 안전등급	335
【표 7.1.1】 시설물의 보수·보강방안 수립에 따른 검토사항	339
【표 7.2.1】 보수·보강 우선순위 결정 기준	340
【표 7.2.2】 보수·보강 일람표(대구)	343
【표 7.2.3】 보수·보강 일람표(부산)	344
【표 7.2.4】 보수도장의 표면처리	345
【표 7.2.5】 수지주입공법의 종류	347
【표 7.2.6】 균열폭에 알맞은 수지의 점도	347
【표 7.2.7】 균열폭에 따른 주입파이프/패커의 간격	347
【표 7.2.8】 에폭시계 수지의 규격	348
【표 7.2.9】 주입공법 공법비교안	349
【표 7.2.10】 일반적인 단면 복구(보수)재의 분류	352
【표 7.2.11】 단면복구(보수) 공법비교안	353
【표 7.3.1】 보수·보강 개략공사비(대구)	357
【표 7.3.2】 보수·보강 개략공사비(부산)	359
【표 7.4.1】 부재별 유지관리 중점사항	362

그림 목 차

【그림 1.3.1】 정밀안전진단 과업수행 흐름도	5
【그림 1.4.1】 용계2교(대구) 종 · 평면도	9
【그림 1.4.2】 용계2교(대구) 횡단면도 및 종단구배	10
【그림 1.4.3】 용계2교(대구) 바닥판 및 강상형 일반도	11
【그림 1.4.4】 용계2교(대구) 교대 · 교각 일반도	12
【그림 1.4.5】 용계2교(부산) 종 · 평면도	13
【그림 1.4.6】 용계2교(부산) 횡단면도 및 종단구배	14
【그림 1.4.7】 용계2교(부산) 바닥판 및 강상형 일반도	15
【그림 1.4.8】 용계2교(부산) 교대 · 교각 일반도	16
【그림 1.6.1】 교량기호의 정의	19
【그림 2.2.1】 용계2교 토질조사 위치	34
【그림 3.2.1】 바닥판 하면 기 점검 결과 비교(대구)	57
【그림 3.2.2】 강박스 거더 내부 기 점검 결과 비교(대구)	60
【그림 3.2.3】 강박스 거더 외부 기 점검 결과 비교(대구)	61
【그림 3.2.4】 가로보 및 세로보 기 점검 결과 비교(대구)	63
【그림 3.2.5】 교대 기 점검 결과 비교(대구)	66
【그림 3.2.6】 교각 기 점검 결과 비교(대구)	69
【그림 3.2.7】 교량받침 배치도(대구)	70
【그림 3.2.8】 도로교설계기준 연단거리 산출방법	72
【그림 3.2.9】 교량받침 기 점검 결과 비교(대구)	75
【그림 3.2.10】 신축이음장치 기 점검 결과 비교(대구)	79
【그림 3.2.11】 교면포장 기 점검 결과 비교(대구)	81
【그림 3.2.12】 배수시설 기 점검 결과 비교(대구)	83
【그림 3.2.13】 난간 및 연석 기 점검 결과 비교(대구)	86
【그림 3.3.1】 바닥판 하면 기 점검 결과 비교(부산)	89
【그림 3.3.2】 강박스 거더 내부 기 점검 결과 비교(부산)	92
【그림 3.3.3】 강박스 거더 외부 기 점검 결과 비교(부산)	94
【그림 3.3.4】 교대 기 점검 결과 비교(부산)	97
【그림 3.3.5】 교각 기 점검 결과 비교(부산)	100
【그림 3.3.6】 교량받침 배치도(부산)	101
【그림 3.3.7】 도로교설계기준 연단거리 산출방법	102

【그림 3.3.8】 신축이음장치 기 점검 결과 비교(부산)	109
【그림 3.3.9】 교면포장 기 점검 결과 비교(부산)	112
【그림 3.3.10】 배수시설 기 점검 결과 비교(부산)	114
【그림 3.3.11】 난간 및 연석 기 점검 결과 비교(부산)	117
【그림 3.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도(대구)	120
【그림 3.4.2】 콘크리트 내구성조사 위치도(부산)	121
【그림 3.4.3】 반발경도시험 및 측정기 점검 등의 절차	122
【그림 3.4.4】 초음파전달속도시험 및 측정기 점검 등의 절차	124
【그림 3.4.5】 초음파전달속도시험을 위한 탐촉자 배치방법	125
【그림 3.4.6】 표면법에 의한 초음파전달속도의 측정	126
【그림 3.4.7】 철근탐사 측정원리	127
【그림 3.4.8】 철근탐사시험 및 장비 점검 등의 절차	128
【그림 3.4.9】 탄산화에 의한 콘크리트 성능저하	130
【그림 3.4.10】 T_c-T_0 법에 의한 탐촉자 배치 및 균열깊이 측정방법	134
【그림 3.4.11】 상부구조 평균압축강도 추정결과(대구)	135
【그림 3.4.12】 하부구조 평균압축강도 추정결과(대구)	136
【그림 3.4.13】 탄산화 깊이 측정결과(대구)	139
【그림 3.4.14】 염화물시험 측정결과(대구)	140
【그림 3.4.15】 상부구조 평균압축강도 추정결과(부산)	141
【그림 3.4.16】 하부구조 평균압축강도 추정결과(부산)	142
【그림 3.4.17】 탄산화 깊이 측정결과(부산)	145
【그림 3.4.18】 염화물시험 측정결과(부산)	146
【그림 3.5.1】 강재 내구성조사 위치도(대구)	149
【그림 3.5.2】 강재 내구성조사 위치도(부산)	150
【그림 3.5.3】 초음파탐상(사각법)시험 개요도	151
【그림 4.2.1】 전체 교량의 상태평가 결과 산정 방법	169
【그림 4.3.1】 기 점검 결과와의 부재별 상태평가 결과 비교(대구)	178
【그림 4.3.2】 기 점검 결과와의 부재별 상태평가 결과 비교(부산)	187
【그림 5.2.1】 해석단면(대구)	205
【그림 5.2.2】 2차고정 하중 재하(대구)	205
【그림 5.2.3】 플랜지의 유효폭(대구)	208
【그림 5.2.4】 바닥판의 유효폭(대구)	208
【그림 5.2.5】 해석모델링(대구)	210
【그림 5.2.6】 거더 단면위치(대구)	210
【그림 5.2.7】 휨모멘트도(대구)	211
【그림 5.2.8】 전단력도(대구)	212

【그림 5.2.9】 압축부 플랜지 이음(대구)	220
【그림 5.2.10】 인장부 플랜지 이음(대구)	222
【그림 5.2.11】 Web 이음(대구)	223
【그림 5.2.12】 피로조사 단면위치(대구)	226
【그림 5.2.13】 해석단면(부산)	239
【그림 5.2.14】 2차고정 하중 재하(부산)	239
【그림 5.2.15】 플랜지의 유효폭(부산)	242
【그림 5.2.16】 바닥판의 유효폭(부산)	242
【그림 5.2.17】 해석모델링(부산)	244
【그림 5.2.18】 거더 단면위치(부산)	244
【그림 5.2.19】 휨모멘트도(부산)	245
【그림 5.2.20】 전단력도(부산)	246
【그림 5.2.21】 압축부 플랜지 이음(부산)	254
【그림 5.2.22】 인장부 플랜지 이음(부산)	256
【그림 5.2.23】 Web 이음(부산)	257
【그림 5.2.24】 피로조사 단면위치(부산)	260
【그림 5.4.1】 해석단면(P3)(대구)	270
【그림 5.4.2】 해석모델링(P3)(대구)	272
【그림 5.4.3】 P-M 상관도(하중CASE : LC1)(대구)	278
【그림 5.4.4】 P-M 상관도(하중CASE : LC2)(대구)	279
【그림 5.4.5】 P-M 상관도(하중CASE : LC3)(대구)	280
【그림 5.4.6】 P-M 상관도(하중CASE : LC4)(대구)	281
【그림 5.4.7】 P-M 상관도(하중CASE : LC5)(대구)	282
【그림 5.4.8】 P-M 상관도(하중CASE : LC6)(대구)	283
【그림 5.4.9】 P-M 상관도(하중CASE : LC7)(대구)	284
【그림 5.4.10】 P-M 상관도(하중CASE : LC8)(대구)	285
【그림 5.4.11】 P-M 상관도(하중CASE : LC9)(대구)	286
【그림 5.4.12】 P-M 상관도(하중CASE : LC1)(대구)	287
【그림 5.4.13】 P-M 상관도(하중CASE : LC2)(대구)	288
【그림 5.4.14】 P-M 상관도(하중CASE : LC3)(대구)	289
【그림 5.4.15】 P-M 상관도(하중CASE : LC4)(대구)	290
【그림 5.4.16】 P-M 상관도(하중CASE : LC5)(대구)	291
【그림 5.4.17】 P-M 상관도(하중CASE : LC6)(대구)	292
【그림 5.4.18】 P-M 상관도(하중CASE : LC7)(대구)	293
【그림 5.4.19】 P-M 상관도(하중CASE : LC8)(대구)	294
【그림 5.4.20】 P-M 상관도(하중CASE : LC9)(대구)	295

【그림 5.4.21】 해석단면(P3)(부산)	297
【그림 5.4.22】 해석모델링(P3)(부산)	299
【그림 5.4.23】 P-M 상관도(하중CASE : LC1)(부산)	305
【그림 5.4.24】 P-M 상관도(하중CASE : LC2)(부산)	306
【그림 5.4.25】 P-M 상관도(하중CASE : LC3)(부산)	307
【그림 5.4.26】 P-M 상관도(하중CASE : LC4)(부산)	308
【그림 5.4.27】 P-M 상관도(하중CASE : LC5)(부산)	309
【그림 5.4.28】 P-M 상관도(하중CASE : LC6)(부산)	310
【그림 5.4.29】 P-M 상관도(하중CASE : LC7)(부산)	311
【그림 5.4.30】 P-M 상관도(하중CASE : LC8)(부산)	312
【그림 5.4.31】 P-M 상관도(하중CASE : LC9)(부산)	313
【그림 5.4.32】 P-M 상관도(하중CASE : LC1)(부산)	314
【그림 5.4.33】 P-M 상관도(하중CASE : LC2)(부산)	315
【그림 5.4.34】 P-M 상관도(하중CASE : LC3)(부산)	316
【그림 5.4.35】 P-M 상관도(하중CASE : LC4)(부산)	317
【그림 5.4.36】 P-M 상관도(하중CASE : LC5)(부산)	318
【그림 5.4.37】 P-M 상관도(하중CASE : LC6)(부산)	319
【그림 5.4.38】 P-M 상관도(하중CASE : LC7)(부산)	320
【그림 5.4.39】 P-M 상관도(하중CASE : LC8)(부산)	321
【그림 5.4.40】 P-M 상관도(하중CASE : LC9)(부산)	322
【그림 6.1.1】 종합평가 결과 산정절차	333
【그림 7.2.1】 보수·보강방안 추진방향(대구)	341
【그림 7.2.2】 보수·보강방안 추진방향(부산)	342
【그림 7.2.3】 콘크리트 표면처리 시공순서도	346
【그림 7.2.4】 균열 보수공법 개요도	348
【그림 7.2.5】 단면복구(보수) 상세도	351
【그림 7.2.6】 아스팔트 패칭공법 시공 개요도	355
【그림 7.2.7】 아스팔트 균열보수공법 시공 흐름도	356

사 진 목 차

【사진 3.1.1】 근접 육안조사	54
【사진 3.2.1】 바닥판 전경(대구)	55
【사진 3.2.2】 바닥판 손상현황(대구)	56
【사진 3.2.3】 강박스 거더 전경(대구)	58
【사진 3.2.4】 강박스 거더 내부 손상현황(대구)	59
【사진 3.2.5】 강박스 거더 외부 손상현황(대구)	61
【사진 3.2.6】 가로보 및 세로보 전경(대구)	62
【사진 3.2.7】 가로보 및 세로보 손상현황(대구)	62
【사진 3.2.8】 교대 전경(대구)	64
【사진 3.2.9】 교대손상현황(대구)	65
【사진 3.2.10】 교각 전경(대구)	67
【사진 3.2.11】 교각 손상현황(대구)	68
【사진 3.2.12】 교량받침 전경(대구)	70
【사진 3.2.13】 교량받침 손상현황(대구)	71
【사진 3.2.14】 연단거리 측정 전경(대구)	72
【사진 3.2.15】 신축이음장치 전경(대구)	76
【사진 3.2.16】 신축이음장치 손상현황(대구)	77
【사진 3.2.17】 신축이음 유간 측정방법(대구)	77
【사진 3.2.18】 교면포장 전경(대구)	80
【사진 3.2.19】 교면포장 손상현황(대구)	80
【사진 3.2.20】 배수구 및 배수관 전경(대구)	82
【사진 3.2.21】 배수시설 손상현황(대구)	83
【사진 3.2.22】 난간 및 연석 전경(대구)	84
【사진 3.2.23】 난간 및 연석 손상현황(대구)	85
【사진 3.3.1】 바닥판 전경(부산)	87
【사진 3.3.2】 바닥판 손상현황(부산)	88
【사진 3.3.3】 강박스 거더 전경(부산)	90
【사진 3.3.4】 강박스 거더 내부 손상현황(부산)	91
【사진 3.3.5】 강박스 거더 외부 손상현황(부산)	93
【사진 3.3.6】 가로보 및 세로보 전경(부산)	95
【사진 3.3.7】 교대 전경(부산)	96

【사진 3.3.8】 교대손상현황(부산)	97
【사진 3.3.9】 교각 전경(부산)	98
【사진 3.3.10】 교각 손상현황(부산)	99
【사진 3.3.11】 교량받침 전경(부산)	101
【사진 3.3.12】 연단거리 측정 전경(부산)	102
【사진 3.3.13】 신축이음장치 전경(부산)	105
【사진 3.3.14】 신축이음장치 손상현황(부산)	106
【사진 3.3.15】 신축이음 유간 측정방법(부산)	107
【사진 3.3.16】 교면포장 전경(부산)	110
【사진 3.3.17】 교면포장 손상현황(부산)	111
【사진 3.3.18】 배수구 및 배수관 전경(부산)	113
【사진 3.3.19】 배수시설 손상현황(부산)	114
【사진 3.3.20】 난간 및 연석 전경(부산)	115
【사진 3.3.21】 난간 및 연석 손상현황(부산)	116
【사진 3.4.1】 콘크리트 내구성조사 전경	119
【사진 3.5.1】 강재 내구성조사 전경	148