

제 출 문

신대구부산고속도로 주식회사 귀중

귀사에서 의뢰하신 『2015년 하반기 시설물 안전점검용역(1구간 정밀안전진단)』을 성실히 수행하고 청도천1교(대구, 부산)의 결과를 본 보고서에 수록하여 부속자료와 함께 제출합니다.

2015년 12월

주식회사 아워브레인
서울시 강남구 역삼로 542
대표이사 김정호 (인)



청도천1교(대구) 정밀안전진단 결과표

가. 일반현황					
용역명	2015년 하반기 시설물 안전점검용역(1구간 정밀안전진단)	진단기간	2015. 08. 05 ~ 2015. 12. 31		
관리주체명	신대구부산고속도로(주)	대표자	정상호		
공동수급	독자수행 100%	계약방법	일반경쟁		
시설물 구분	교량	종류	도로교량	종별	1종
준공일	2006년 2월 10일	진단금액 (천원)	22,000	안전등급	B
시설물 위치	경상북도 청도군 청도읍 유포리 (부산기점 54.5k)	시설물 규모	L=58.0m, B=12.60m(2차로)		
나. 진단 실시결과 현황					
중대결합	· 없음				
진단 주요결과	· 바닥판 : 균열(0.3mm미만), 망상균열, 백태, 파손 · 거더 : 도장손상, 실런트미흡, 환기구볼트이완 · 가로보,세로보 : 도장손상 · 하부구조 : 균열(0.3mm미만), 망상균열, 백태, 파손, 들뜸, 굽힘 · 교량받침 : 받침부분부식, 볼트부식, 불소수지관노출, 먼지막이링손상, 몰탈균열(0.3mm미만), 받침콘크리트 균열·손상 · 신축이음 : 간격조절재파단, 신축이음하부볼트탈락, 부식, 후타재균열, 이물질퇴적 · 교면포장 : 경미한 손상 · 방호벽 : 균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm), 균열부백태, 백태, 파손, 차수관 볼트손상 · 배수 : 배수관 연결재 손상				
주요 보수·보강	· 바닥판 단면보수 · 하부구조 단면보수 · 신축이음 보수				
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					

청도천1교(대구) 정밀안전진단 실시결과 요약표

책임기술자 종합의견	
▪ 외관조사결과 구조적 안전성을 저해할 만한 심각한 손상은 없으며 시급한 보수·보강의 필요성은 없는 상태임. 다만, 타 교량에 비하여 진동 및 소음이 있으므로 신축이음 및 받침의 상태변화에 대하여 지속관찰 하며, 특히 P8 지점부의 상태에 대하여 주의관찰이 필요함 ▪ 상태평가 결과 “B”로 평가됨 ▪ 안전성평가 결과, 상부구조의 경우 안전성을 확보하고 있는 “A”로 평가되었고, 하부구조는 최소안전율이 1.0이상인 양호한 상태임 ▪ 발생한 손상을 보수하고 제시된 유지관리 내용에 따라 주기적인 점검을 실시하면 1등교로서 사용성 및 안전성에 문제가 없을 것으로 판단됨	
책임기술자 : 성 태 균 	

가. 정밀안전진단 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : B
결함발생 부재		상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
상부구조	바닥판	b	- 균열(0.3mm미만), 망상균열, 백태, 파손	- 단면보수
	거더, 가로보, 세로보	b	- 도장손상, 실런트미흡	- 지속관찰
하부구조		b	- 0균열(0.3mm미만), 망상균열, 백태, 파손, 들뜸, 굽힘	- 단면보수
교량받침		b	- 받침부분부식, 볼트부식, 불소수지판노출, 먼지막이링손상, 몰탈균열(0.3mm미만), 받침콘크리트 균열·손상	- 지속관찰
기타부재	신축이음장치	c	- 간격조절재파단, 신축이음하부 볼트탈락, 부식, 후타재균열, 이물질퇴적	- 신축이음 보수
	교면포장	b	- 경미한 손상	- 지속관찰
	난간 및 연석(방호벽)	c	- 균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm), 균열부백태, 백태, 파손, 차수판 볼트손상	- 주입보수, 차수판 보수

나. 안전성평가 결과

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성평가 결과
거더	허용응력법	최소 안전율 1.49 양호	1.0이상	A
교각	강도설계법	최소 안전율 2.54 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	27.5~30.3	설계기준강도 대비 100%이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨
		초음파	29.1~32.1	
	하부 구조	반발경도	25.2~29.9	
		초음파	25.0~28.7	
철근탐사 (mm)	바닥판하면	배근간격	110.0~127.0	전반적으로 철근간격 및 피복두께가 설계값과 근사함
		피복두께	36.0~57.0	
	교대 (홍벽)	배근간격	143.0~205.0	
		피복두께	36.0~70.0	
	교각 (기둥)	배근간격	130.0~310.0	
		피복두께	70.0~102.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		33.5~39.5	탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨
	하부구조		66.0~88.5	
염화물 함유량시험 (kg/m³)	상부구조		0.528	염화물에 의한 철근부식의 영향이 적거나, 부식발생 우려가 없는 것으로 판단됨
	하부구조		0.389~0.400	
초음파 탐상시험	거더 내부		1등급: 48개소	전 개소에서 내부결함이 없는 1등급(합격)으로 조사됨

청도천1교(대구) 현황표

작성일 : 2015년 12월 31일

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		청도천1교(대구)		시설물번호		BR2006-0000961	
준공년월일		2006년 2월 10일		관리번호		dbw BR. 24	
시설물위치		경상북도 청도군 청도읍 유흥리					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		고속국도55호선 (부산기점 54.5~55.1 km)	
제원	연장	L = 580.0 m (40 + 3 @ 50 + 4 @ 50 + 3 @ 50 + 40) = 580.0 m)					
	폭	B = 12.60 m, 2차로					
구조 형식	상부	강상자형교(STB)		기초 형식	교대	직접기초 파일기초	
	하부	교각-π형 교대-역T형(RTA)			교각	직접기초 파일기초 우물통기초	
교량받침		POT BEARING		신축이음		RAIL JOINT FINGER JOINT	
교차시설물		청도천, 국도(25호선) 횡단		통과높이		18.27 m	
설 계 사		내경 ENG		시 공 사		현대산업개발(주)	
내진설계유무		유		관리주체		신대구부산고속도로(주)	
부착시설내용		- 교량 점검로(P1~P11)					
기 타		- 평면형상 : 사각이 없는 곡선교 - 방호벽 및 중앙분리대 : 콘크리트 - 포장유형 : 아스팔트 포장					

청도천1교(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 2월 10일	진단금액 (천원)	22,000	안전등급	B
시설물 위치	경상북도 청도군 청도읍 유흥리 (부산기점 54.5k)	시설물 규모	L=58.0m, B=12.60m(2차로)		
나. 진단 실시결과 현황					
중대결합	▪ 없음				
진단 주요결과	• 바닥판 : 균열(0.3mm미만), 망상균열, 백태, 박락, 재료분리 • 거더 : 도장손상, 실런트미흡 • 가로보,세로보 : 도장손상 • 하부구조 : 균열(0.3mm미만), 망상균열, 백태, 들뜸, 파손, 굽힘, 표면열화, 누수흔적 • 교량받침 : 받침부식, 볼트부식, 먼지막이링손상, 몰탈균열, 받침콘크리트 균열·손상 • 신축이음 : 볼트탈락, 부식, 신축이음누수, 후타재균열, 이물질퇴적 • 교면포장 : 경미한 손상 • 방호벽 : 균열(0.3mm), 균열(0.3mm미만), 백태, 차수판볼트탈락, 파손 • 배수 : 배수관위치불량, 배수구 이물질퇴적				
주요 보수·보강	• 바닥판 단면보수(방청) • 하부구조 단면보수 • 받침 도장보수 • 신축이음 유도배수				
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					

청도천1교(부산) 정밀안전진단 실시결과 요약표

책임기술자 종합의견	
- 외관조사결과 구조적 안전성을 저해할 만한 심각한 손상은 없으며 시급한 보수·보강의 필요성은 없는 상태임. 다만, 타 교량에 비하여 진동 및 소음이 있으므로 신축이음 및 받침의 상태변화에 대하여 지속관찰 하며, 특히 P8 지점부의 상태에 대하여 주의관찰이 필요하고, 누수가 발생된 A1 신축이음은 보수 후 손상 진전 및 하부에 미치는 영향에 대하여 지속관찰이 필요함 - 상태평가 결과 "B"로 평가됨 - 안전성평가 결과, 상부구조의 경우 안전성을 확보하고 있는 "A"로 평가되었고, 하부구조는 최소안전율이 1.0이상인 양호한 상태임 - 발생된 손상을 보수하고 제시된 유지관리 내용에 따라 주기적인 점검을 실시하면 1등교로서 사용성 및 안전성에 문제가 없을 것으로 판단됨	
책임기술자 : 성 태 균 	

가. 정밀안전진단 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : B
결합발생 부재		상태평가 결과	결합종류	보수·보강(안)
상부구조	바닥판	b	- 균열(0.3mm미만), 망상균열, 백태, 박락, 재료분리	- 단면보수(방청)
	거더, 가로보, 세로보	b	- 도장손상, 실런트미흡	- 지속관찰
하부구조		b	- 균열(0.3mm미만), 망상균열, 백태, 들뜸, 파손, 굽힘, 표면열화, 누수흔적	- 단면보수
교량받침		b	- 받침부식, 볼트부식, 먼지막이 링손상, 몰탈균열, 받침콘크리트 균열·손상	- 받침도장보수
기타부재	신축이음장치	c	- 볼트탈락, 부식, 신축이음누수, 후타재균열, 이물질퇴적	- 신축이음 유도배수
	교면포장	b	- 경미한 손상	- 지속관찰
	난간 및 연석(방호벽)	c	- 균열(0.3mm), 균열(0.3mm미만), 백태, 차수판볼트탈락, 파손	- 주입보수, 차수판 보수

나. 안전성평가 결과

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성평가 결과
거더	허용응력법	최소 안전율 1.49 양호	1.0이상	A
교각	강도설계법	최소 안전율 2.54 양호	1.0이상	

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	적용	-	-

라. 현장시험(비파괴 및 추가시험)

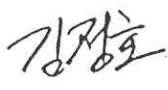
시 험 명	시험부위		시험 결과	비 고
비파괴 강도 (MPa)	상부 구조	반발경도	27.6~30.1	▪ 설계기준강도 대비 100%이 상으로 공용년수 경과에 따 른 콘크리트강도 저하는 없 는 것으로 판단됨
		초음파	29.0~32.2	
	하부 구조	반발경도	25.1~29.2	
		초음파	24.9~27.7	
철근탐사 (mm)	바닥판하면	배근간격	100.0~133.0	▪ 전반적으로 철근간격 및 피 복두께가 설계값과 근사함
		피복두께	34.0~58.0	
	교대 (홍벽,구체)	배근간격	110.0~187.0	
		피복두께	56.0~110.0	
	교각 (기둥)	배근간격	139.0~295.0	
		피복두께	66.0~102.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		36.5~41.0	▪ 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨
	하부구조		51.0~85.0	
염화물 함유량시험 (kg/m³)	상부구조		0.855	▪ 염화물에 의한 철근부식의 영향이 적거나, 부식발생 우 려가 없는 것으로 판단됨
	하부구조		0.390~0.448	
초음파 탐상시험	거더 내부		1등급: 48개소	▪ 전 개소에서 내부결함이 없 는 1등급(합격)으로 조사됨

청도천1교(부산) 현황표

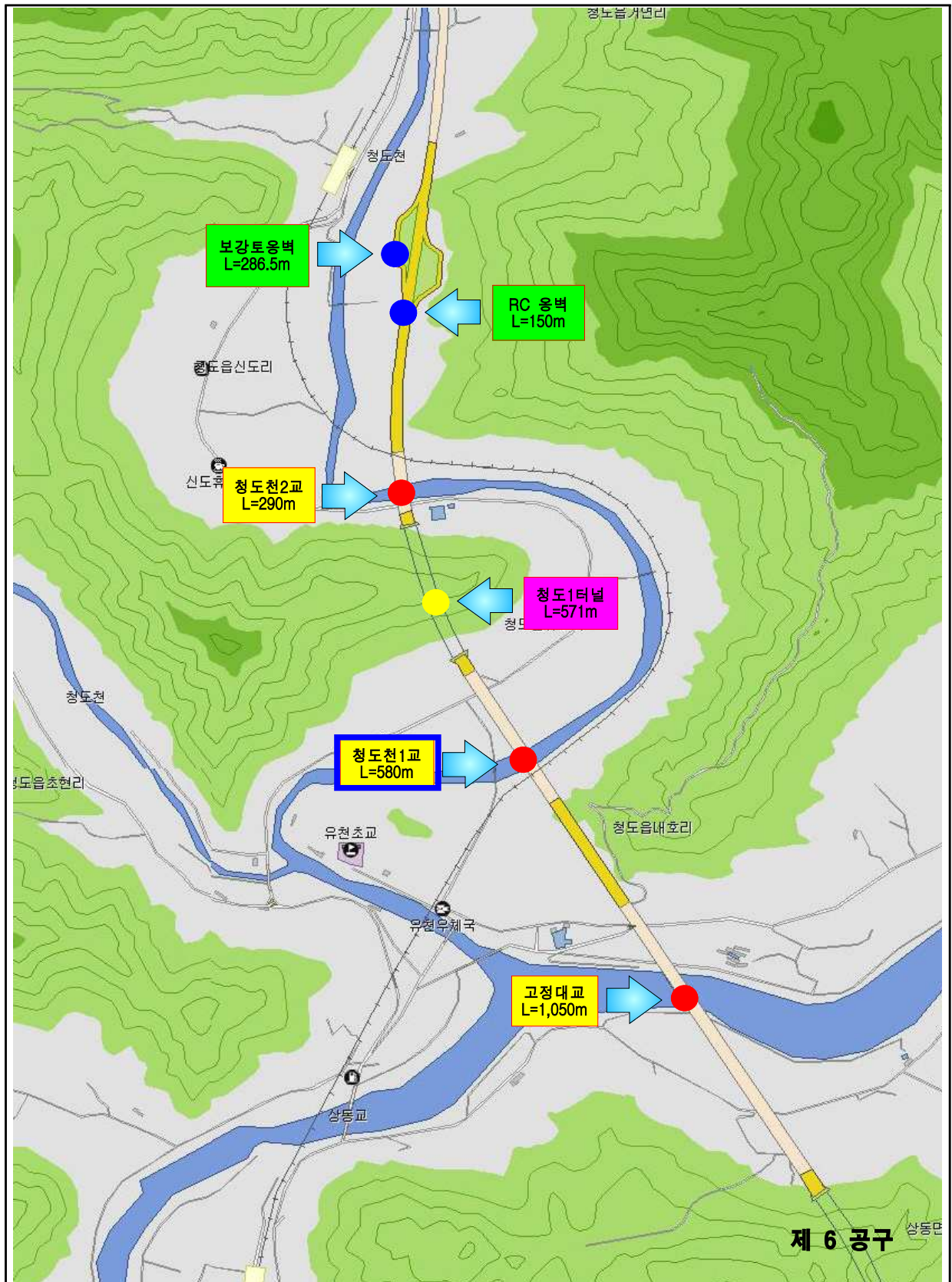
작성일 : 2015년 12월 31일

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		청도천1교(부산)		시설물번호		BR2006-0000962	
준공년월일		2006년 2월 10일		관리번호		dbw BR. 24	
시설물위치		경상북도 청도군 청도읍 유흥리					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		고속국도55호선 (부산기점 54.5~55.1 km)	
제원	연장	L = 580.0 m (40 + 3 @ 50 + 4 @ 50 + 3 @ 50 + 40) = 580.0 m)					
	폭	B = 12.60 m, 2차로					
구조 형식	상부	강상자형교(STB)		기초 형식	교대	직접기초 파일기초	
	하부	교각-π형 교대-역T형(RTA)			교각	직접기초 파일기초 우물통기초	
교량받침		POT BEARING		신축이음		RAIL JOINT FINGER JOINT	
교차시설물		청도천, 국도(25호선) 횡단		통과높이		18.27 m	
설 계 사		내경 ENG		시 공 사		현대산업개발(주)	
내진설계유무		유		관리주체		신대구부산고속도로(주)	
부착시설내용		- 교량 점검로(P1~P11)					
기 타		- 평면형상 : 사각이 없는 곡선교 - 방호벽 및 중앙분리대 : 콘크리트 - 포장유형 : 아스팔트 포장					

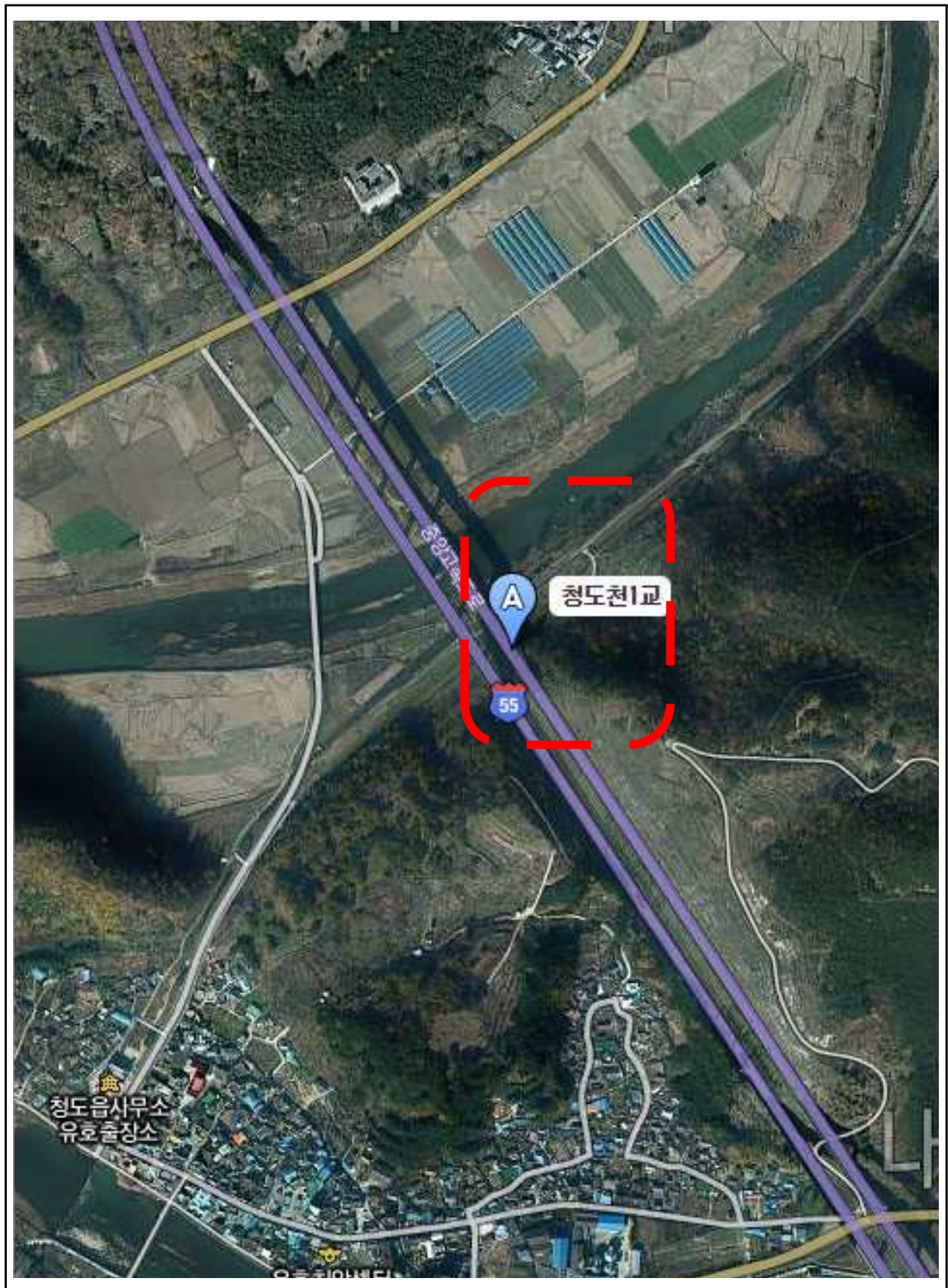
정밀안전진단 참여기술진

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-1



시설물 위치도-2



시설물의 전경사진(1)



상부전경



측면전경

시설물의 전경사진(2)



거더 외부 전경



거더 내부 전경

시설물의 전경사진(3)

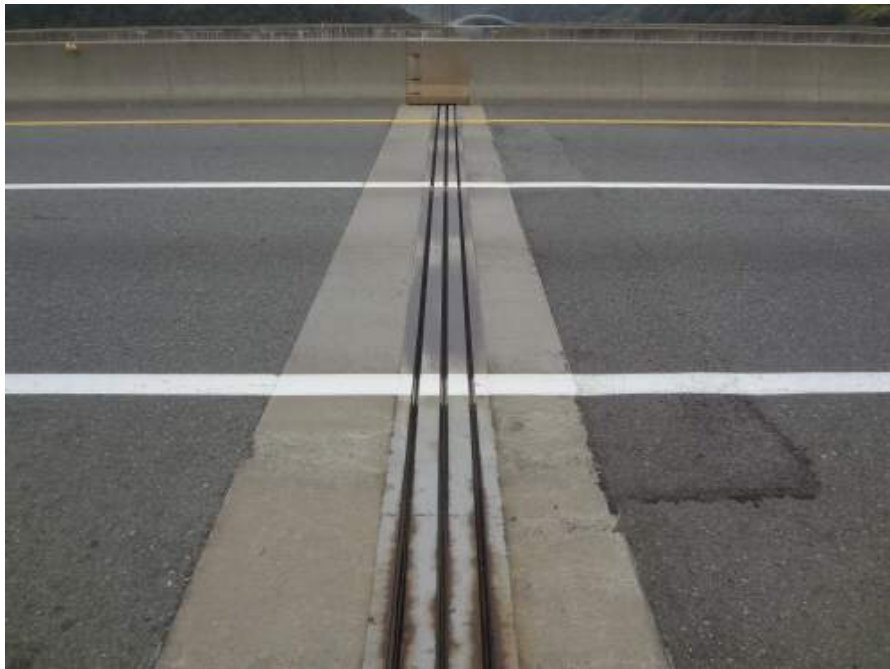


교각 전경(P3)



교대 전경(A1)

시설물의 전경사진(4)



신축이음장치 전경(P8, 대구)



신축이음장치 전경(P8, 부산)

시설물의 전경사진(5)



방호벽 전경



받침 전경(P9)

정밀안전진단 결과 요약문

1. 과업의 개요

1.1 과업의 목적

본 과업은 “시설물의 안전관리에 관한 특별법” 제 7조 및 동법 시행령 제 9조에 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·보강방법 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) 보수·보강방법 및 유지관리방안 제시
- 7) 보고서 작성
- 8) 신축이음장치 및 슈 점검(사진, 신축량 등)은 별도 시행방안에 따라 결과물 작성 및 제출
- 9) 교량 하자보고서 작성
- 10) 선택과업 : 구조해석, 수중조사, 재하시험

나. 과업기간

2015. 8. 5 ~ 2015. 12. 31

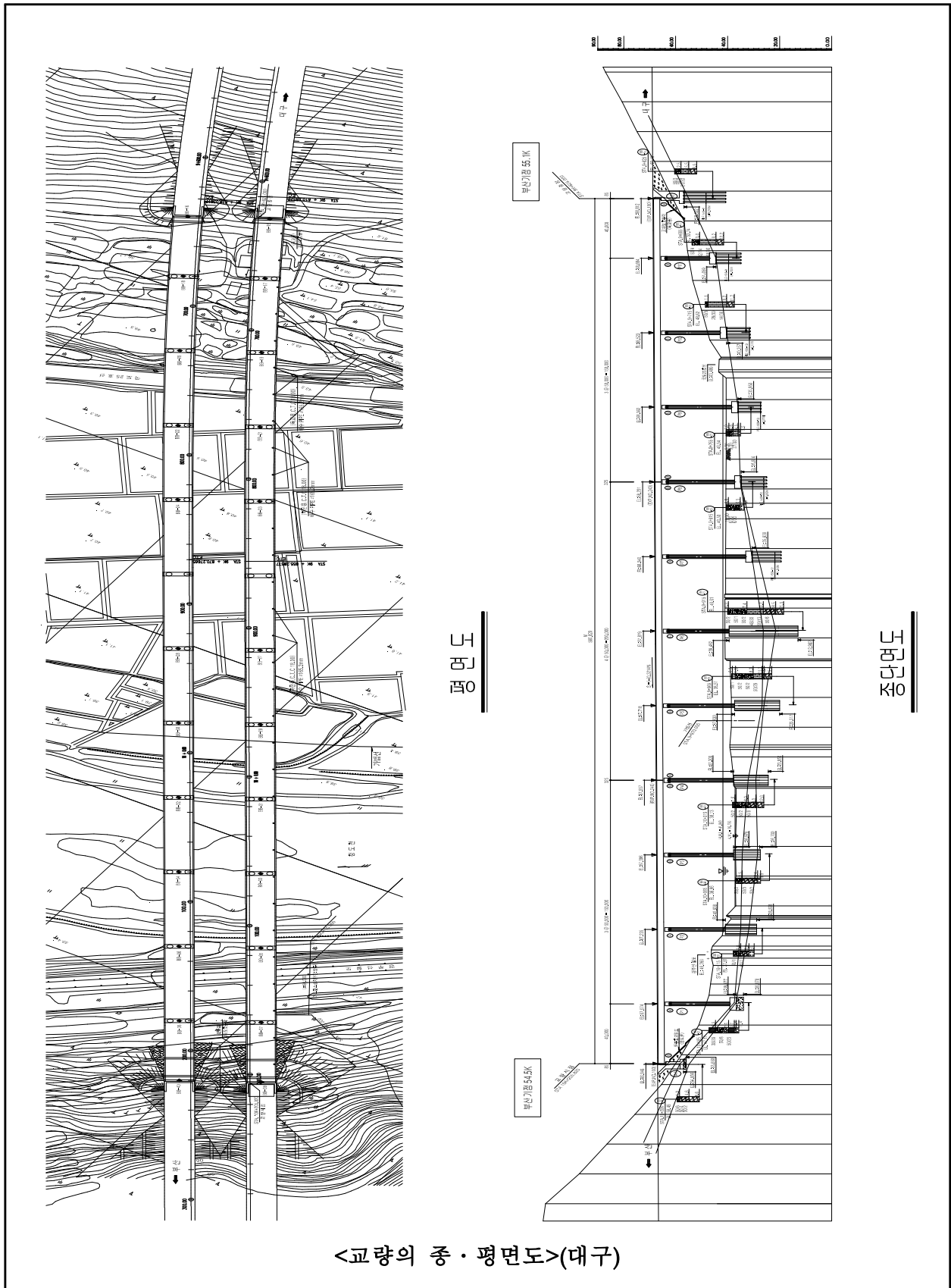
1.3 시설물의 개요

가. 대구방향

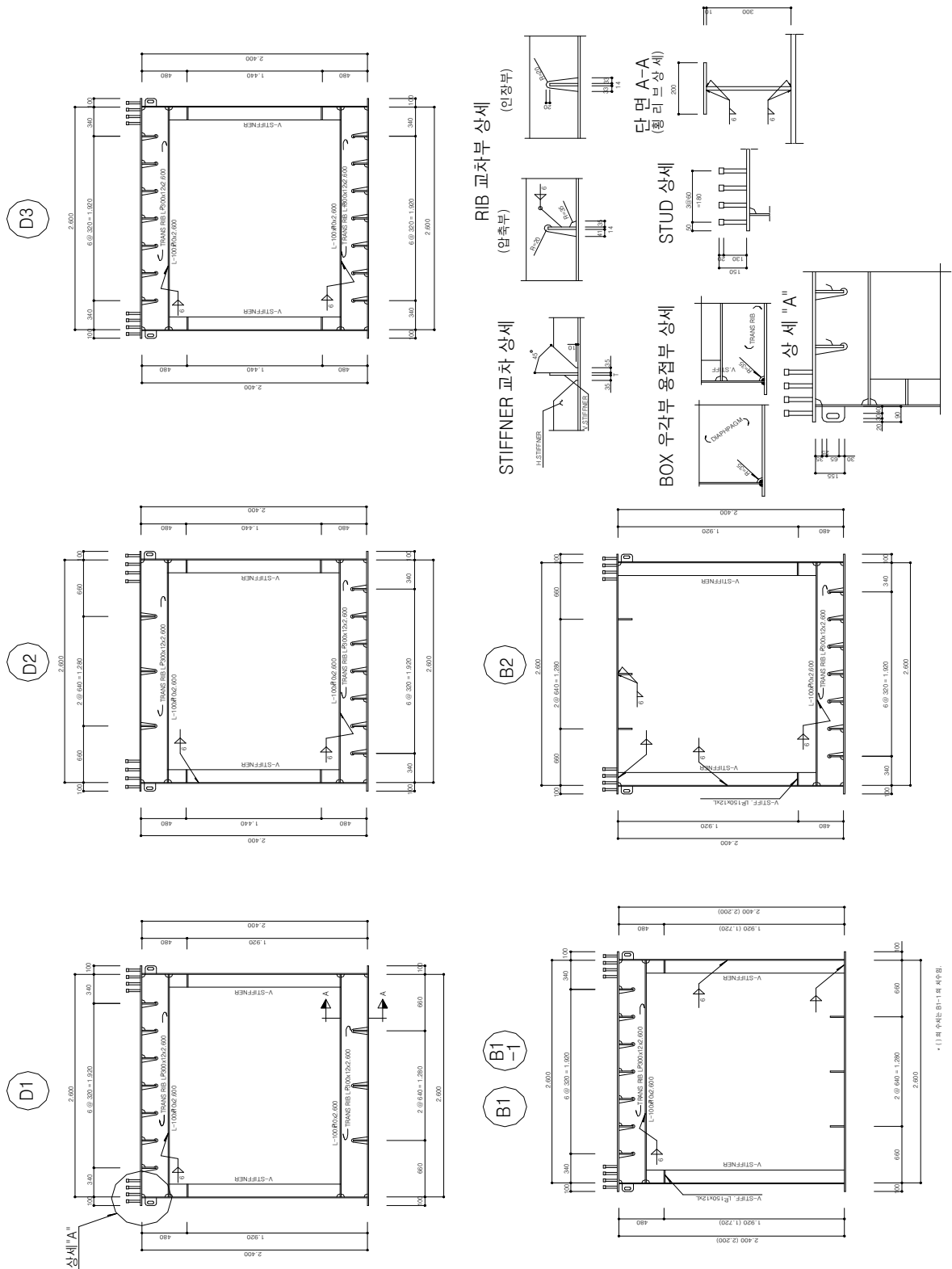
1) 시설물의 현황

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		청도천1교(대구)		시설물번호		BR2006-0000961	
준공년월일		2006년 2월 10일		관리번호		dbw BR. 24	
시설물위치		경상북도 청도군 청도읍 유흥리					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		고속국도55호선 (부산기점 54.5~55.1 km)	
제원	연장	L = 580.0 m (40 + 3 @ 50 + 4 @ 50 + 3 @ 50 + 40) = 580.0 m)					
	폭	B = 12.60 m, 2차로					
구조 형식	상부	강상자형교(STB)		기초 형식	교대	직접기초 파일기초	
	하부	교각- π 형 교대-역T형(RTA)			교각	직접기초 파일기초 우물통기초	
교량받침		POT BEARING		신축이음		RAIL JOINT FINGER JOINT	
교차시설물		청도천, 국도(25호선) 횡단		통과높이		18.27 m	
설 계 사		내경 ENG		시 공 사		현대산업개발(주)	
내진설계유무		유		관리주체		신대구부산고속도로(주)	
부착시설내용		- 교량 점검로(P1~P11)					
기 타		- 평면형상 : 사각이 없는 곡선교 - 방호벽 및 중앙분리대 : 콘크리트 - 포장유형 : 아스팔트 포장					

2) 시설물의 주요도면



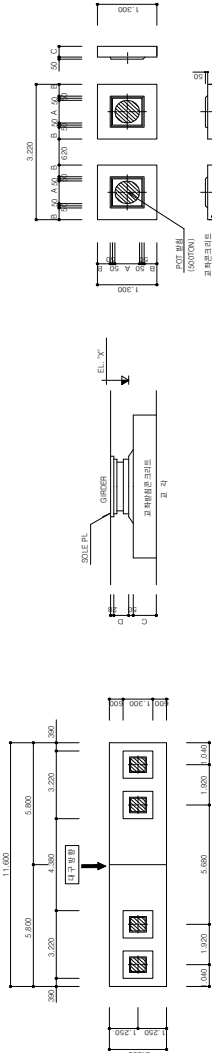
<교량 횡단면도>(대구)



교각2,3,5 일반도 - 대구방향

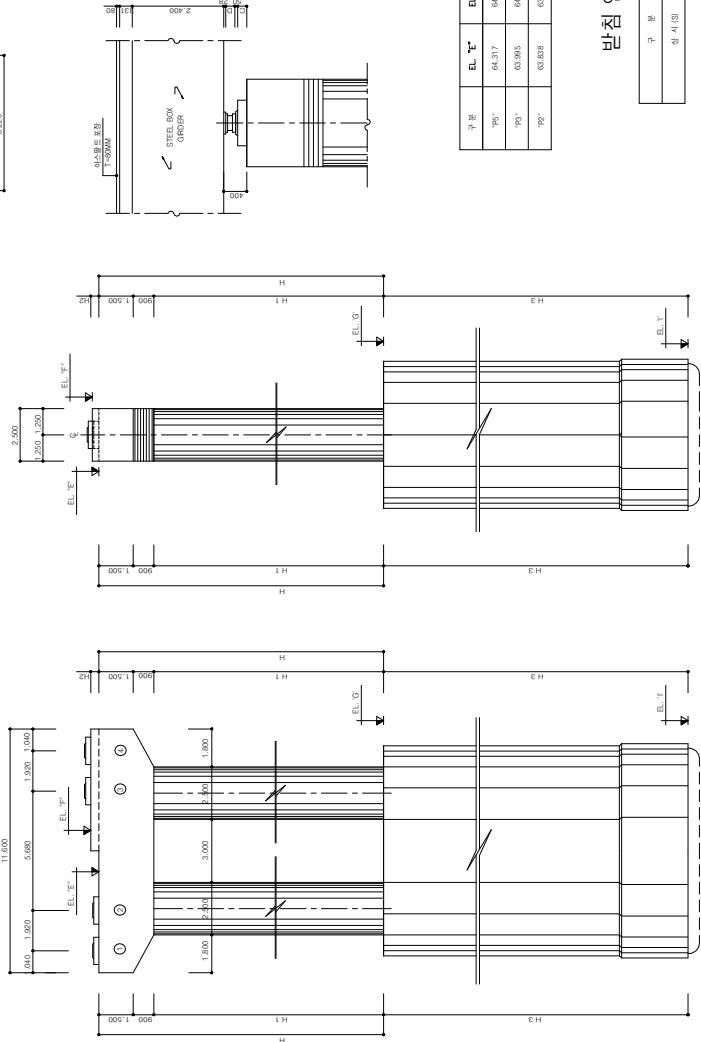
교 좌 받침 상세도
S = 1 : 50

평면도
S = 1 : 100



측면도
S = 1 : 100

정면도
S = 1 : 100



<교각 일반도>(대구)

받침 치수표

구분	받침	EL. 'x'	A	B	C	D	최소 폭	주철 폭	주철 길이	주철 폭
1	100	64,600	570	265	193	129	500	60	397,758	46,982
2	100	64,600	570	265	193	129	500	60	397,758	46,982
3	100	64,600	570	265	193	129	500	60	397,758	46,982
4	100	64,600	570	265	193	129	500	60	397,758	46,982

70"

구분	받침	EL. 'x'	A	B	C	D	최소 폭	주철 폭	주철 길이	주철 폭
1	100	64,600	570	265	193	129	500	60	397,758	46,982
2	100	64,600	570	265	193	129	500	60	397,758	46,982
3	100	64,600	570	265	193	129	500	60	397,758	46,982
4	100	64,600	570	265	193	129	500	60	397,758	46,982

70"

구분	받침	EL. 'x'	A	B	C	D	최소 폭	주철 폭	주철 길이	주철 폭
1	100	64,600	570	265	193	129	500	60	397,758	46,982
2	100	64,600	570	265	193	129	500	60	397,758	46,982
3	100	64,600	570	265	193	129	500	60	397,758	46,982
4	100	64,600	570	265	193	129	500	60	397,758	46,982

교각 치수표

구분	받침	EL. 'x'	EL. 'y'	EL. 'z'	H	H1	H2	H3
1	100	64,600	20,317	20,317	24,292	192	17,233	17,233
2	100	64,600	20,317	20,317	24,292	192	17,233	17,233
3	100	64,600	20,317	20,317	24,292	192	17,233	17,233
4	100	64,600	20,317	20,317	24,292	192	17,233	17,233

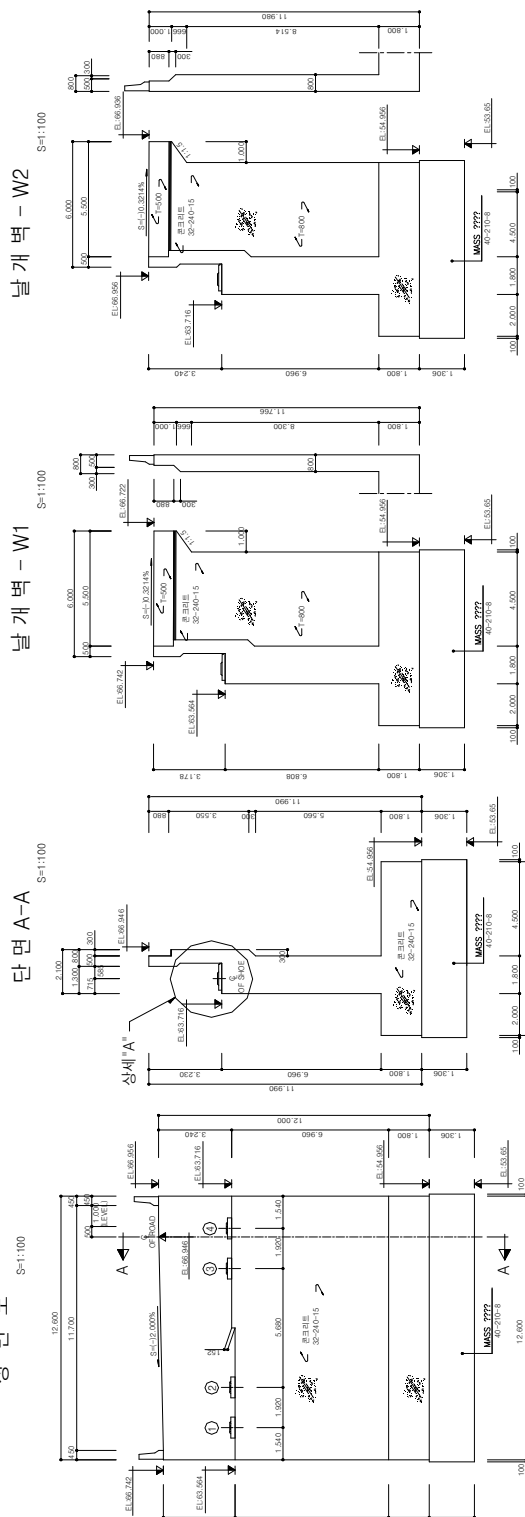
받침 연단거리 산출 근거표

구분	받침	EL. 'x'	EL. 'y'	EL. 'z'	H	H1	H2	H3
1	100	64,600	20,317	20,317	24,292	192	17,233	17,233
2	100	64,600	20,317	20,317	24,292	192	17,233	17,233
3	100	64,600	20,317	20,317	24,292	192	17,233	17,233
4	100	64,600	20,317	20,317	24,292	192	17,233	17,233

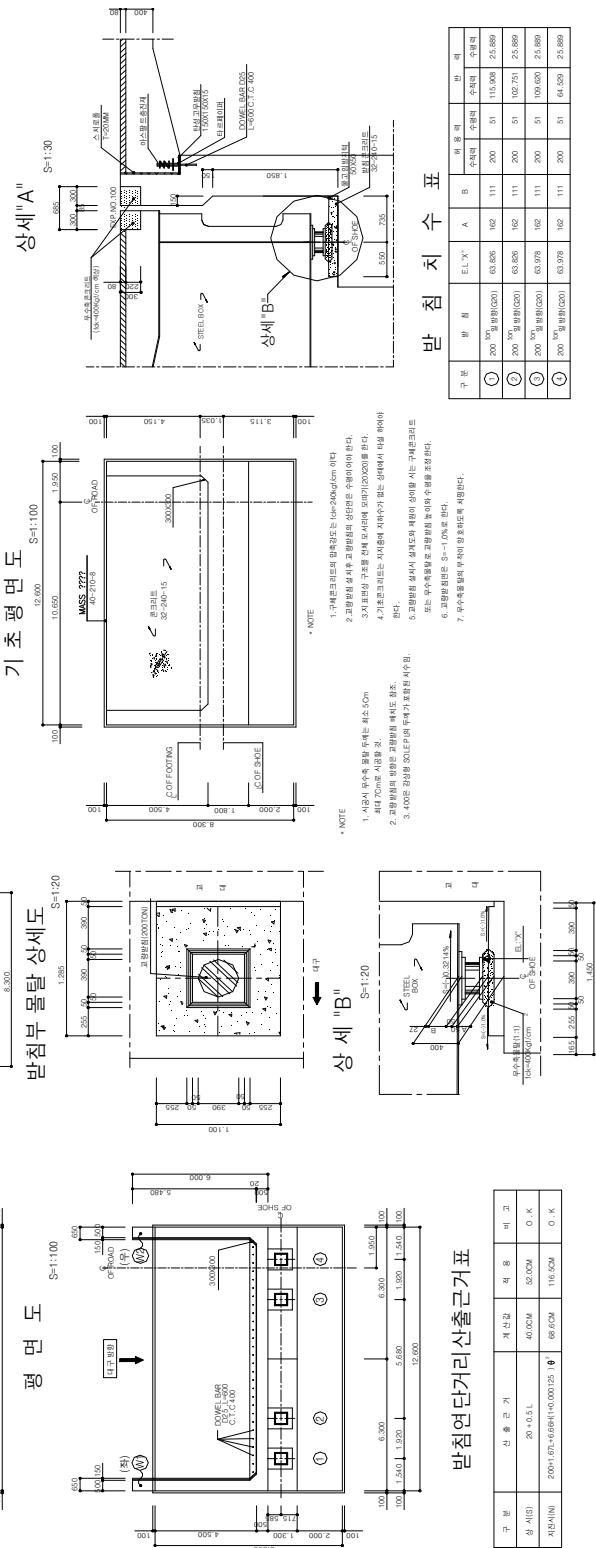
*NOTE

- ① 기둥 콘크리트는 시공에 따라 치수 차이가 있을 수 있음에 유의하여야 한다.
- ② 수 설계시 설계도면의 치수 및 단면적은 수 설계도면의 치수 및 단면적에 따라 달라질 수 있음에 유의하여야 한다.
- ③ 수 설계시 설계도면의 치수 및 단면적은 수 설계도면의 치수 및 단면적에 따라 달라질 수 있음에 유의하여야 한다.

너
부모
까지



<교대 일반도-A1>(대구)



표수치검

구분	발 원	E.L.X ^a	A		B		해 음 격		주 의 적	
			수치적	수치적	수치적	수치적	수치적	수치적		
①	200 ¹⁰⁰ 원/부(200)	63.826	102	111	200	51	115,900	25,689	50,000	25,689
②	200 ¹⁰⁰ 원/부(200)	63.826	102	111	200	51	102,751	25,689	50,000	25,689
③	200 ¹⁰⁰ 원/부(200)	63.978	102	111	200	51	100,620	25,689	50,000	25,689
④	200 ¹⁰⁰ 원/부(200)	63.978	102	111	200	51	64,509	25,689	50,000	25,689

반침여단거리산출근거표

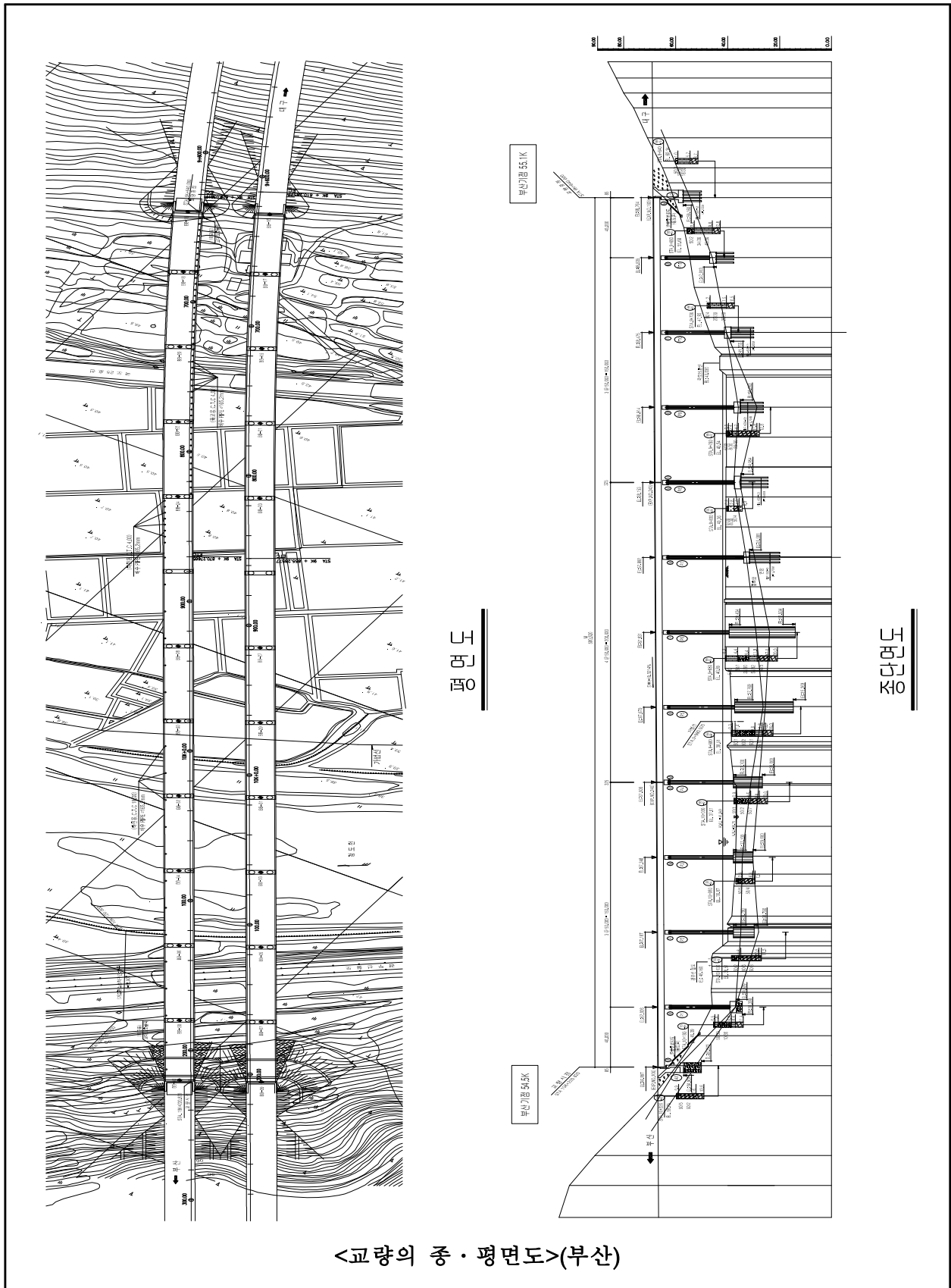
구분	산출 근거	저산값	착용	비고
상시(S)	20 + 0.5 L	40.00M	52.00M	O. K
저산(S/N)	200 + 67x + 6.69(10 ⁻⁴ × 125)	69.60M	116.52M	O. K

나. 부산방향

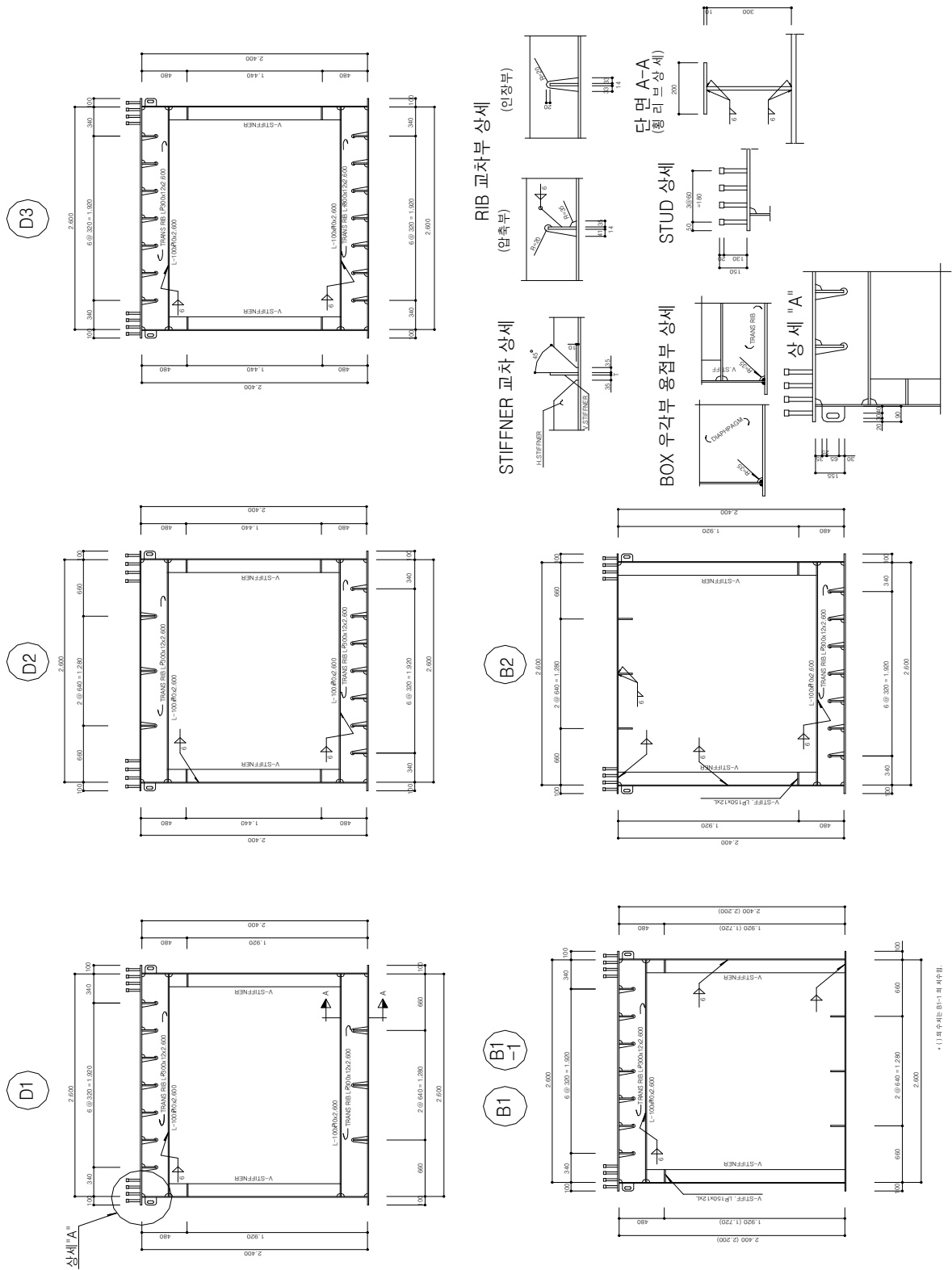
1) 시설물의 현황

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		청도천1교(부산)		시설물번호		BR2006-0000962	
준공년월일		2006년 2월 10일		관리번호		dbw BR. 24	
시설물위치		경상북도 청도군 청도읍 유흥리					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		고속국도55호선 (부산기점 54.5~55.1 km)	
제원	연장	L = 580.0 m (40 + 3 @ 50 + 4 @ 50 + 3 @ 50 + 40) = 580.0 m)					
	폭	B = 12.60 m, 2차로					
구조 형식	상부	강상자형교(STB)		기초 형식	교대	직접기초 파일기초	
	하부	교각-π형 교대-역T형(RTA)			교각	직접기초 파일기초 우물통기초	
교량받침		POT BEARING		신축이음		RAIL JOINT FINGER JOINT	
교차시설물		청도천, 국도(25호선) 횡단		통과높이		18.27 m	
설 계 사		내경 ENG		시 공 사		현대산업개발(주)	
내진설계유무		유		관리주체		신대구부산고속도로(주)	
부착시설내용		- 교량 점검로(P1~P11)					
기 타		- 평면형상 : 사각이 없는 곡선교 - 방호벽 및 중앙분리대 : 콘크리트 - 포장유형 : 아스팔트 포장					

2) 시설물의 주요도면



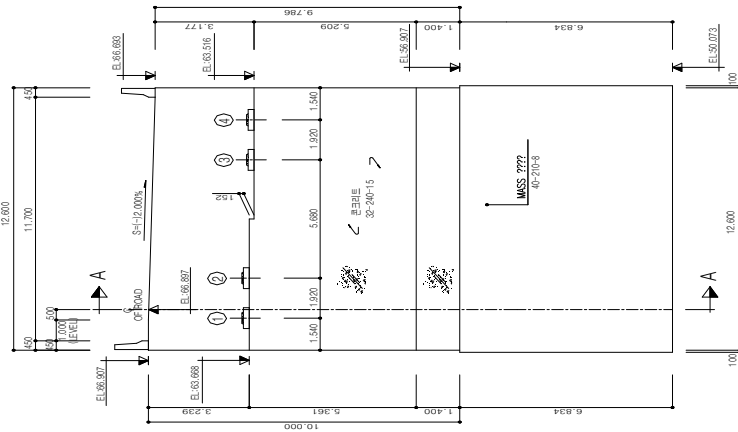
<교량 횡단면도>(부산)



교대1일반도 (부산방향)

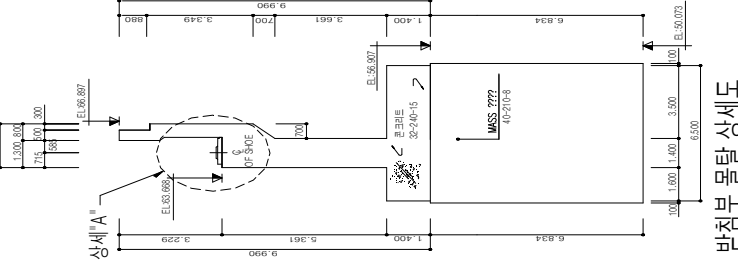
정면도

S=1:100



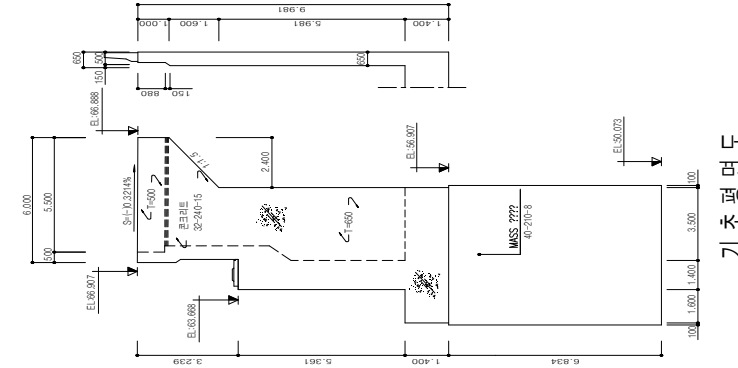
단면 A-A

S=1:100



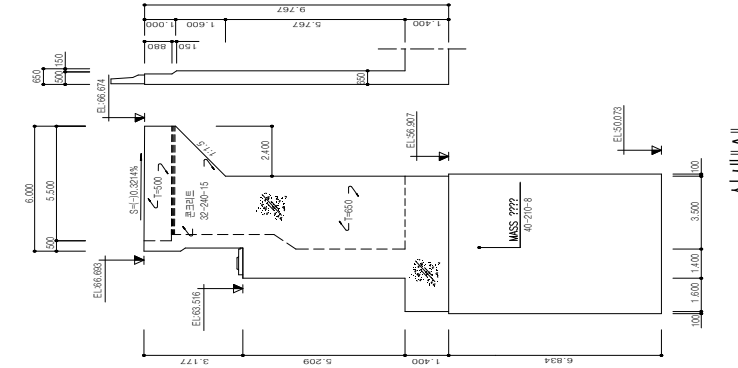
날개벽 - W1

S=1:100



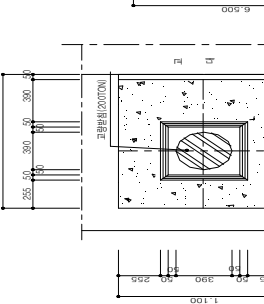
날개벽 - W2

S=1:100



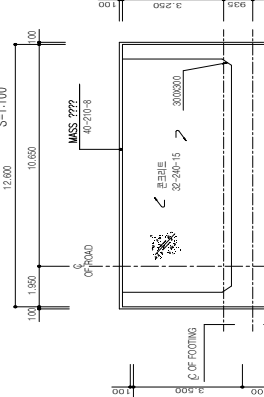
반침부 몰탈 상세도

S=1:20



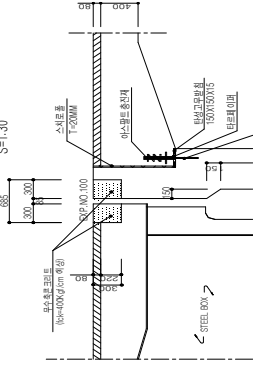
기초 평면도

S=1:100



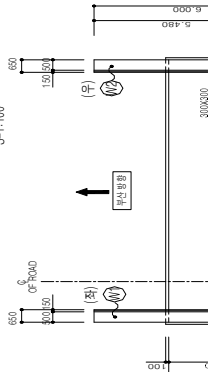
상세 II'

S=1:30



평면도

S=1:100



<교대 일반도-A1>(부산)

2. 자료수집 및 분석

2.1 보수·보강 이력

구분	보수일자	보수내용	시공자	비고
보수	2007.09	신축이음 볼트탈락(P8 부산) 정비	유니슨	
보수	2007.12	교대, 교각, 방호벽 표면처리, 단면보수, 차수판 정비	현대산업개발(주)	
보수	2008.03	교대, 교각, 방호벽 표면처리, 단면보수, 차수판 정비	현대산업개발(주)	
보수	2009.05	교각, 방호벽 단면보수, 차수판 정비	VSL코리아	
보수	2009.10	신축이음 볼트탈락(P11 부산) 용접	유니슨	
보수	2010.05	강교도장 하자보수, 환풍망 볼트체결	현대미포	
보수	2010.05	교대 및 교각부 균열보수, 콘크리트파손부 보수, 백태제거	효동건설, 건창	
보수	2010.06	교량받침부 균열보수, 신축이음후타콘크리트 균열보수	유니슨	
보수	2010.07	P8(부산) 신축이음장치 파손부 보수(볼트 체결부 용접)	유니슨	
보수	2010.11	P8(대구) 신축이음장치 볼트 탈락부 보수, 탄성고무 파손	유니슨	
보수	2010.12	P8(대구) 신축이음장치 파손부 교체	유니슨	
보수	2011.03	강교도장 하자보수	현대미포	
보수	2011.04	교량배수파이프 지지대 탈락부 36개소 보수	건창	
보수	2011.04	교대 및 교각부 균열보수, 중분대 및 갯길방호벽 균열보수	건창	
보수	2011.07	교량받침부 균열보수, 단면복구, 받침 녹제거 및 도장	유니슨	
보수	2011.10	강교도장 하자보수	현대미포	
보수	2012.04	J2,J3(양방향) 신축이음장치 파손부 부품교체공사	유니슨	
보수	2012.06	J3(부산방향) 신축이음장치 파손부 부품교체(하자공사)	유니슨	
보수	2013.04	P8(부산방향) 신축이음장치 부품교체	유니슨	
보수	2013.04	강교도장 하자보수	현대미포	
보수	2013.04	P8(부산) 신축이음장치 부품교체	협성	
보수	2014.02	P4(양방향),P8(양방향) 신축이음장치 부품교체,베어링 32EA	협성	
보수	2015.04	P8(부산방향) 신축이음장치 교체(NO.250 평거 11.7m)	대봉비애크	

2.2 자료수집 및 분석 결과요약

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇ 준공도면 및 구조계산서 : 대구~부산 고속도로 민간투자 사업 건설공사 제6공구 - 구조계산서 - 구조물도 - 실시설계종합보고서 - 실시설계일반보고서 - 토질조사보고서	◇ 구조계산서 및 구조물도, 일 반보고서는 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇ 구조계산서 및 구조물도의 구 조물 치수는 동일한 것으로 확 인됨 ◇ 주요 설계변경 내용 및 시공 시 문제점이 없는 것으로 파악 됨 ◇ 시·종점 관리체계가 준공당 시와는 다르게 관리되고 있는 것으로 파악됨	◇ 현장조사 시 부재치수를 실측 하여 준공도면과 비교·검토함 ⇒ 치수가 상이할 경우 도면을 재작성하며 실측치를 구조계 산에 반영 ⇒ 치수가 동일할 경우 준공도 면 기준으로 과업 진행 ◇ 시·종점 관리체계 변경 ⇒ 준공도서 활용 시 시·종점 변경 내용 참조 ⇒ 본 보고서 본문의 도면 자 료 수록시 시·종점을 변경 편집하여 수록
유 지 관 리 자 료	◇ 초기점검 보고서 (2006.4) ◇ 정밀점검 보고서 (2013.12) 등 ◇ 정기점검 보고서 (2015.6) 등 ◇ 보수·보강 이력	◇ 주요손상 이력 - 바닥판 균열, 백태 - 거더, 가로보 도장손상 - 하부구조 균열, 백태 - 받침 손상 - 포장 패임, 포트홀, 라벨링 - 신축이음 부식, 볼트탈락 - 난간 균열, 백태, 파손 - 배수관 연결재 탈락 - 교대 범면 이격, 침하 ◇ 콘크리트 균열보수 ◇ 신축이음장치 보수 ◇ 강교 도장보수 ◇ 배수관 지지대 탈락부 보수 ◇ 신축이음 교체(P8 부산)	◇ 전회 점검결과와 금회 진단결 과를 비교·검토하여 손상원인 분석 및 추가 손상 및 진전 여 부를 확인하여 대책방안 마련 ◇ 전회 점검결과와 비교·검토 하여 내구성저하여부 확인 ◇ 구조물의 제원변경확인 및 추 가손상 발생에 대한 상세구조 해석을 실시하여 안전성확보여 부 확인 ◇ 보수부 상태 확인 ◇ 주요 부재에 대한 하자 발생 여부 조사 및 관련 조사 내용 별도 정리·제출

3. 현장조사 및 시험

3.1 대구방향

가. 외관조사 결과요약

1) 금회 진단 외관조사 결과요약

구 분		주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
바닥판하면		• 균열, 백태, 균열부백태, 망상균열, 단부파손 등이 조사됨	• 거더 구속에 의한 건조수축 균열로서 손상정도는 경미함 • 국부적인 열화부 및 균열부 우수접촉에 의한 백태가 조사되며, 표면처리 실시가 바람직함
거더	내부	• 도장손상 및 우수유입흔적 등이 조사됨	• 현장이음부를 통해 우수가 유입된 흔적이 관찰되나, 현재 썰링처리가 실시된 상태로서 지속관찰이 바람직하며, 소규모 도장손상에 대해서는 내구성 확보 차원에서 재도장 실시가 적절함
	외부	• 도장손상	• 거더 하부플랜지 및 단부측에 발생한 국부적인 도장손상은 구조물의 안전성에 문제는 없는 것으로 판단되나, 내구성 확보 차원의 재도장 보수가 필요함
가로보 및 세로보		• 도장손상	• 가로보 및 세로보에 발생된 국부적인 도장손상은 구조물의 안전성에 문제는 없는 것으로 판단되나, 내구성 확보 차원의 보수가 필요함
교대		• 폭 0.3mm미만 균열, 보수부백태가 조사됨	• A2는 건조수축에 의한 균열 및 보수부 백태가 발생되었으나, 기 점검 대비 손상진전은 없는 상태로 지속관찰이 바람직함
교각		• 폭 0.3mm미만 균열, 망상균열, 파손, 굽힘 등이 조사됨	• 균열 및 망상균열의 경우 교각 코핑부의 단면 변화부 및 불규칙성 수직 수평균열들로서, 기 정밀점검 대비 일부 균열이 추가 조사되었으며, 폭 0.3mm미만의 건조수축 균열로 판단됨 • 수중조사 결과 수상부와 수중부, 기초저면 및 보호사석 등의 상태는 양호한 것으로 판단됨

구 분	주요결합 및 외관조사 결과	검토의견
교량받침	• 받침장치의 외관조사 결과, 몰탈균열 및 받침 콘크리트 균열, 받침부식, 먼지막이 링 손상 등이 조사됨	• 건조수축에 의한 미세몰탈균열로 판단됨 • 국부적인 받침부식은 손상정도가 경미하므로 지속관찰이 바람직함 • 먼지막이 링 손상의 경우, 손상정도는 경미하며 사용성 및 기능성에 영향을 주지 않는 상태로 판단됨 • 교량받침 이동량 검토 결과, 충분한 가동여유량을 확보하는 것으로 평가됨
신축이음	• 본체부식, 간격조절재 파단, 볼트탈락 조사됨 • 후타재균열, 이물질퇴적	• 후타재 균열은 시공초기 건조수축에 따른 것으로 지속관찰 필요 • 간격조절재 손상은 시공시 설치미흡에 따른 국부적인 손상부로서 보수 실시 시 개별개소에 대한 교체가 바람직함 • 신축이음 이동량 검토 결과, 충분한 여유량을 확보하는 것으로 평가됨
교면포장	• 대체적으로 양호하며 부분적인 라벨링, 패임, 포트홀이 조사됨	• 반복적인 중차량 통행 및 보수미흡에 의한 패임, 보수부패임 및 라벨링이 조사되었으며, 주행성 및 안전성에 영향을 주는 손상들은 없는 상태로 판단됨
배수시설	• 배수관 연결재 손상이 조사됨	• 배수관 연결재 손상은 시공미흡에 의해 발생된 것으로 판단되며, 내구성 확보를 위한 정비가 실시되는 것이 바람직함
난간 (방호벽)	• 폭 0.1~0.3mm의 균열, 균열부백태, 백태, 방호벽 단차 등의 손상이 조사됨	• 조사된 균열은 시공초기 건조수축 및 수화열에 의한 균열로서, 손상정도에 따라 적정 보수가 필요함 • 접속부 방호벽 단차가 관찰되며 현재 침하진전 및 주변 손상은 없는 상태로서 상태변화에 대한 지속관찰이 바람직함

2) 기 점검(2013년)결과와의 비교, 분석

구 분	2013년 점검결과	금회 진단결과	비 고
바닥판	구조적인 손상은 발생되지 않았으며, 폭 0.3mm미만 균열, 망상균열 등이 조사됨	바닥판 하면에서 발생한 균열 및 망상균열은 바닥판의 건조수축이 구속되어 발생한 비구조적인 손상으로서 일부 추가 조사됨	
거더	도장손상 및 거더내부 우수유입 흔적 등이 조사됨	현장이음부 쉐링처리가 실시된 상태이며, 국부적인 소규모 도장손상이 추가조사됨	
가로보 및 세로보	도장손상	정밀조사에 의해 일부 추가 도장손상이 조사됨	
하부구조	구조적인 손상은 발생되지 않았으며, 폭 0.3mm미만 균열, 누수흔적 등이 조사됨	기 점검과 유사한 상태이며, 일부 보수부 재손상이 조사됨	
교량받침	불소수지판 노출, 먼지막이링 손상, 몰탈 균열 등이 조사됨	- 건조수축에 따른 받침몰탈균열 및 받침콘크리트균열이 일부 추가조사됨 - 먼지막이링 및 불소수지판 노출은 기점검과 동일한 상태이며, 기능성 및 사용성에는 지장없음	
신축이음	유간 이물질퇴적, 본체부식, 하부볼트 및 접속부 단차 등이 조사됨	- 접속부 단차부는 진전은 없는 상태로서 현재 수렴한 것으로 판단됨 - 간격조절재 파단이 추가 관찰되며, 교체가 필요할 것으로 판단됨	
교면포장	대체적으로 양호하며 라벨링 및 패임 등이 조사됨	기 조사 된 손상과 대체적으로 유사하며, 차량 반복 통행에 의한 손상물량 일부 증가됨	
기타부재	- 배수시설 : 배수연결재 손상 - 방호벽 : 균열폭 0.3mm미만 수직균열, 백태 등	- 배수시설 : 일부 정밀조사에 의해 추가 조사됨 - 방호벽 : 대부분 기조사된 손상으로 일부 균열부 우수침투에 의한 균열부백태가 추가 조사되었으며, 소규모 단면손상이 국부적으로 조사됨	
검토의견	- 기 점검(2013년)결과 발생된 손상 중 교대 및 교각과 받침콘크리트 교면포장에서 발생된 손상은 금회 진단 조사 시 대부분 유사한 상태로 조사되었으나, 금회 상세조사를 통한 물량의 변화로 판단되며, 신축이음의 경우 간격조절 파단 등이 추가 조사됨 - 또한, 거더 도장손상, 방호벽의 미세균열 등 기 점검(2013년) 이후 다소 증가되었으나, 구조적인 손상은 관찰되지 않았으며, 대체적으로 양호한 상태로 조사됨		

나. 내구성 결과요약

1) 금회 진단 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과	비 고
비파괴 강도 (MPa)	상부 구조	반발경도	27.5~30.3	설계기준강도 대비 100%이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨
		초음파	29.1~32.1	
	하부 구조	반발경도	25.2~29.9	
		초음파	25.0~28.7	
철근탐사 (mm)	바닥판하면	배근간격	110.0~127.0	전반적으로 철근간격 및 피복두께가 설계값과 근사함
		피복두께	36.0~57.0	
	교대 (홍벽)	배근간격	143.0~205.0	
		피복두께	36.0~70.0	
	교각 (기둥)	배근간격	130.0~310.0	
		피복두께	70.0~102.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		33.5~39.5	탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨
	하부구조		66.0~88.5	
염화물 함유량시험 (kg/m ³)	상부구조		0.528	염화물에 의한 철근부식의 영향이 적은 것으로 판단됨
	하부구조		0.389~0.400	
초음파 탐상시험	거더 내부		1등급: 48개소	전 개소에서 내부결합이 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)결과와의 비교, 분석

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			'13년 정밀점검	금회 정밀안전진단	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	반발경도	27.4~29.5	27.5~30.3	▪ 설계기준강도 대비 100% 이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨
	하부구조	반발경도	24.7~26.9	25.2~29.9	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부 구조		37.0~39.0	33.5~39.5	▪ 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨
	하부 구조		92.0~96.0	66.0~88.5	
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 철근 부식의 우려가 없는 상태로 판단됨 • 기 정밀점검 결과와 비교할 때 측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 콘크리트 내구성저하는 거의 없는 상태이며, 탄산화에 의한 철근부식의 우려가 없는 상태로 판단됨				

3.2 부산방향

가. 외관조사 결과요약

1) 금회 진단 외관조사 결과요약

구 분		주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
바닥판하면		균열, 백태, 균열부백태, 망상균열, 단부 박락 등이 조사됨	- 거더 구속에 의한 건조수축 균열로서 손상정도는 경미함 - 국부적인 열화부 및 균열부 우수접촉에 의한 백태가 조사되며, 표면처리 실시가 바람직함
거더	내부	도장손상 및 우수유입흔적 등이 조사됨	현장이음부를 통해 우수가 유입된 흔적이 관찰되나, 현재 씰링처리가 실시된 상태로서 지속관찰이 바람직하며, 소규모 도장손상에 대해서는 내구성 확보 차원에서 재도장 실시가 적절함
	외부	도장손상	거더 하부플랜지 및 단부측에 발생한 국부적인 도장손상은 구조물의 안전성에 문제는 없는 것으로 판단되나, 내구성 확보 차원의 재도장 보수가 필요함
가로보 및 세로보		도장손상	가로보 및 세로보에 발생한 국부적인 도장손상은 구조물의 안전성에 문제는 없는 것으로 판단되나, 내구성 확보 차원의 보수가 필요함
교대		폭 0.3mm미만 균열, 보수부백태, 보호블럭 손상 등이 조사됨	- 건조수축에 의한 균열 및 보수부 백태가 발생되었으나, 기 점검 대비 손상진전은 없는상태로 지속관찰이 바람직함 - 보호블럭 침하 및 이격은 현재 안정화단계로서 지속관찰이 바람직함
교각		폭 0.3mm미만 균열, 그을음, 긁힘, 누수흔적 등이 조사됨	- 균열 및 망상균열의 경우 교각 코핑부의 단면변화부 및 불규칙성 수직 수평균열들로서, 기 정밀 점검 대비 일부 균열이 추가 조사되었으며, 폭 0.3mm미만의 건조수축 균열로 판단됨 - 수중조사 결과 수상부와 수중부, 기초저면 및 보호사석 등의 상태는 양호한 것으로 판단됨

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
교량받침	• 받침장치의 외관조사 결과, 몰탈균열 및 받침 콘크리트 균열, 받침부식, 먼지막이 링 손상 등이 조사됨	• 건조수축에 의한 미세몰탈균열로 판단됨 • 국부적인 받침부식은 손상정도가 경미하므로 지속관찰이 바람직함 • 먼지막이 링 손상의 경우, 손상정도는 경미하며 사용성 및 기능성에 영향을 주지 않는 상태로 판단됨 • 교량받침 이동량 검토 결과, 충분한 가동여유량을 확보하는 것으로 평가됨
신축이음	• 본체부식, 베어링 고무재 손상, 신축이음누수 등이 조사됨 • 후타재균열, 이물질퇴적	• 후타재 균열은 시공초기 건조수축에 따른 것으로 지속관찰 필요 • 베어링 고무재 손상은 시공중 설치미흡에 따른 국부적인 손상부로 판단되며 지속관찰을 통한 유지관리가 바람직함 • 신축이음 차수기능 미흡에 의한 하부 누수가 관찰되며 유도배수를 통한 내구성확보가 바람직함 • 신축이음 이동량 검토 결과, 충분한 여유량을 확보하는 것으로 평가됨
교면포장	• 대체적으로 양호하며 부분적인 라벨링, 패임, 포트홀이 조사됨	• 반복적인 중차량 통행 및 보수미흡에 의한 패임, 보수부패임 및 라벨링이 조사되었으며, 주행성 및 안전성에 영향을 주는 손상들은 없는 상태로 판단됨
배수시설	• 배수구 및 배수관 이물질퇴적, 접속부 누수, 위치불량 등이 조사됨	• 이물질퇴적 개소는 정비를 통한 조치가 바람직하며, 그 외 손상들에 대해서는 정도가 경미하므로 지속관찰을 통한 유지관리가 바람직함
난간 (방호벽)	• 폭 0.1~0.3mm의 균열, 균열부백태, 백태, 방호벽 단차 등의 손상이 조사됨	• 조사된 균열은 시공초기 건조수축 및 수화열에 의한 균열로서, 손상정도에 따라 적정 보수가 필요함 • 접속부 방호벽 단차가 관찰되며 현재 침하진전 및 주변 손상은 없는 상태로서 상태변화에 대한 지속관찰이 바람직함

2) 기 점검(2013년)결과와의 비교, 분석

구 분	2013년 점검결과	금회 진단결과	비 고
바닥판	• 구조적인 손상은 발생되지 않았으며, 폭 0.3mm미만 균열, 망상균열 등이 조사됨	• 바닥판 하면에서 발생한 균열 및 망상균열은 바닥판의 건조수축이 구속되어 발생한 비구조적인 손상으로서 일부 추가 조사됨	
거더	• 도장손상 및 거더내부 우수유입 흔적 등이 조사됨	• 현장이음부 썰링처리가 실시된 상태이며, 국부적인 소규모 도장손상이 추가조사됨	
가로보 및 세로보	• 도장손상	• 정밀조사에 의해 일부 추가 도장손상이 조사됨	
하부구조	• 구조적인 손상은 발생되지 않았으며, 폭 0.3mm미만 균열, 누수흔적 등이 조사됨	• 기 점검과 유사한 상태이며, 일부 보수부 재손상이 조사됨	
교량받침	• 먼지막이링 손상, 몰탈균열, 녹발생등이 조사됨	• 건조수축에 따른 받침몰탈균열 및 받침콘크리트균열이 일부 추가조사됨 • 먼지막이링 기점검과 동일한 상태이며, 기능성 및 사용성에는 지장없음 • 국부적인 받침부식개소에 대해서는 손상정도에 따라 적정보수가 실시되는 것이 바람직함	
신축이음	• 유간 이물질퇴적, 본체부식, 베어링 들뜸, 하부볼트 및 접속부 단차 등이 조사됨	• 접속부 단차부는 진전은 없는 상태로서 현재 수렴한 것으로 판단됨 • 신축이음 하부누수가 관찰되며, 유도배수를 실시하여 관리하는 것이 바람직함 • 베어링 손상개소는 진전은 없는 상태이며 주의 관찰이 필요함	
교면포장	• 대체적으로 양호하며 라벨링 및 패임 등이 조사됨	• 기 조사 된 손상과 대체적으로 유사하며, 차량 반복 통행에 의한 손상물량 일부 증가됨	
기타부재	• 배수시설 : 배수구막힘, 배수관 위치불량 • 방호벽 : 균열폭 0.3mm미만 수직균열, 백태 등	• 배수시설 : 막힘개소는 정비가 실시되어 물량은 감소한 상태이며, 위치불량개소는 현재 주변손상이 없으며 정도가 경미하므로 지속관찰이 바람직함 • 방호벽 : 대부분 기조사된 손상으로 일부 균열부 우수침투에 의한 균열부백태가 추가 조사되었으며, 소규모 단면손상이 국부적으로 조사됨	
검토의견	• 기 점검(2013.년)결과 발생된 손상 중 교대 및 교각과 받침콘크리트 교면포장에서 발생된 손상은 금회 진단 조사 시 대부분 유사한 상태로 조사되었으나, 금회 상세조사를 통한 물량의 변화로 판단되며, 신축이음의 경우 하부누수가 추가 조사됨 • 또한, 거더 도장손상, 방호벽의 미세균열 등 기 점검(2013년) 이후 다소 증가되었으나, 구조적인 손상은 관찰되지 않았으며, 대체적으로 양호한 상태로 조사됨		

나. 내구성 결과요약

1) 금회 진단 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과	비 고
비파괴 강도 (MPa)	상부 구조	반발경도	27.6~30.1	설계기준강도 대비 100%이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨
		초음파	29.0~32.2	
	하부 구조	반발경도	25.1~29.2	
		초음파	24.9~27.7	
철근탐사 (mm)	바닥판하면	배근간격	100.0~133.0	전반적으로 철근간격 및 피복두께가 설계값과 근사함
		피복두께	34.0~58.0	
	교대 (홍벽,구체)	배근간격	110.0~187.0	
		피복두께	56.0~110.0	
	교각 (기둥)	배근간격	139.0~295.0	
		피복두께	66.0~102.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		36.5~41.0	탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨
	하부구조		51.0~85.0	
염화물 함유량시험 (kg/m ³)	상부구조		0.855	염화물에 의한 철근부식의 영향이 적은 것으로 판단됨
	하부구조		0.390~0.448	
초음파 탐상시험	거더 내부		1등급: 48개소	전 개소에서 내부결합이 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)결과와의 비교, 분석

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			'13년 정밀점검	금회 정밀안전진단	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	반발경도	27.3~29.0	27.6~30.1	▪ 설계기준강도 대비 100% 이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨
	하부구조	반발경도	24.3~26.9	25.1~29.2	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부 구조		34.0~38.0	36.5~41.0	▪ 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨
	하부 구조		91.0~95.0	51.0~85.0	
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 철근 부식의 우려가 없는 상태로 판단됨 • 기 정밀점검 결과와 비교할 때 측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 콘크리트 내구성저하는 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	바닥 판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	상부	하부	상부	하부
1	STB	a	b	b	b	c	c	b	b	a	q	-	a	b	b
2	STB	b	b	b	a	a	c	-	a	a	q	-	a	-	-
3	STB	b	b	b	b	a	c	-	b	b	q	a	-	-	-
4	STB	b	b	b	b	a	c	-	b	b	q	a	-	-	-
5	STB	b	b	b	a	a	b	c	b	b	q	-	a	-	-
6	STB	b	b	b	b	c	c	-	a	b	q	-	-	-	-
7	STB	b	b	b	b	a	c	-	a	b	q	-	-	-	-
8	STB	b	b	b	b	c	b	-	a	b	q	a	-	-	-
9	STB	b	b	b	b	c	c	c	c	b	q	a	a	-	-
10	STB	a	b	b	b	a	c	-	b	b	q	-	-	-	-
11	STB		b	b	b	a	c	-	b	b	q	-	-	-	-
12	STB	a	b	b	b	a	c	-	b	b	q	-	-	-	-
								b	a	b	q		a		-
평균		0.167	0.200	0.200	0.183	0.200	0.367	0.300	0.177	0.192	-	0.100	0.100	0.200	0.200
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	2	2	2	1
(평균/가중치) /가중치합		0.030	0.040	0.010	0.013	0.006	0.007	0.027	0.016	0.038	-	0.002	0.002	0.004	0.002
														0.198	
														B	

- 결합도 범위 : $0.130 \leq \text{결합도 지수}(0.198) \leq 0.260$

나. 기 점검(2013년)결과와의 비교, 분석

- 최종 상태평가 결과, 상태기준은 “B”로 평가되었으며, 2013년 정밀점검 이후 구조적 영향을 미칠만한 손상에 진전은 없는 것으로 조사되었다.
- 상·하부구조의 공용 경과에 따른 손상이 증가되었으며, 일부 미보수된 손상 및 보수부 재손상이 발생되었다.
- 또한, 추가 손상이 조사되었으며, 공용기간 경과에 따른 손상증가 및 상세조사에 따른 물량변동으로 인하여 환산결함도 점수가 0.173 ⇨ 0.198으로 증가한 것으로 분석되었다.

구 분		‘13 점검		금회 진단		가중치 변화요인
		등급	평균	등급	평균	
상부구조	바닥판	a	0.125	b	0.167	· 균열 및 균열부 백태 추가 조사
	거더	b	0.192	b	0.200	· 거의 변화 없음
2차부재	가로보/세로보	b	0.150	b	0.200	· 도장손상 증가
기타부재	포장	b	0.200	b	0.183	· 라벨링 손상이 주행영향 및 배수 기능의 문제가 되지 않아 상향 평가
	배수	b	0.225	a	0.200	· 배수시설 정비에 따른 등급 상향 평가
	난간, 연석	b	0.250	c	0.367	· 균열부 백태, 백태, 파손 증가
	신축이음	c	0.300	c	0.300	· 거의 변화 없음
받침	교량받침	b	0.138	b	0.177	· 도장손상 및 받침 콘크리트 균열 증가, 불소수지수판 노출을 부분적 변형으로 판단하여 등급 하향평가
하부구조	하부	b	0.162	b	0.192	· 굽힘, 파손 증가
	기초	-	-	-	-	-
내구성요소	탄산화(상부)	a	0.100	a	0.100	· 거의 변화 없음
	탄산화(하부)	a	0.100	a	0.100	
	염화물(상부)	-	-	b	0.200	· 기존 정밀점검 염화물 시험 필 수 항목 제외
	염화물(하부)	-	-	b	0.200	
합 계		B	0.173	B	0.198	

4.2 부산방향

가. 시설물 전체 상태평가 결과

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		탄산화		염화물	
번호	구조 형식	바닥 판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	상부	하부	상부	하부
1	STB	b	b	b	b	c	c	c	b	b	q	-	a	b	b
2	STB	b	b	b	b	a	b	-	a	b	q	-	a	-	-
3	STB	b	b	b	b	a	c	-	b	b	q	-	-	-	-
4	STB	b	b	b	b	b	c	-	a	b	q	a	-	-	-
5	STB	b	b	b	b	a	b	b	b	b	q	a	a	-	-
6	STB	a	b	b	b	c	c	-	a	b	q	-	-	-	-
7	STB	b	b	a	b	a	c	-	b	b	q	-	-	-	-
8	STB	b	b	a	b	c	c	-	a	b	q	a	-	-	-
9	STB	b	b	b	b	b	c	c	b	b	q	a	a	-	-
10	STB	b	b	b	b	b	c	-	a	b	q	-	-	-	-
11	STB	b	b	b	b	b	c	-	b	b	q	-	-	-	-
12	STB	a	b	b	a	c	c	-	b	b	q	-	-	-	-
								c	b	b	q		a		-
평균		0.183	0.200	0.183	0.192	0.233	0.367	0.350	0.162	0.200	-	0.100	0.100	0.200	0.200
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	2	2	2	1
(평균X가중치) /가중치합		0.033	0.040	0.009	0.013	0.007	0.007	0.032	0.015	0.040	-	0.002	0.002	0.004	0.002
														0.206	
														B	

▪ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도 지수}(0.206) \leq 0.260$

나. 기 점검(2013년)결과와의 비교, 분석

- 최종 상태평가 결과, 상태기준은 “B”로 평가되었으며, 2013년 정밀점검 이후 구조적 영향을 미칠만한 손상에 진전은 없는 것으로 조사되었다.
- 상·하부구조의 공용 경과에 따른 손상이 증가되었으며, 일부 미보수된 손상 및 보수부 재손상이 발생되었다.
- 또한, 추가 손상이 조사되었으며, 공용기간 경과에 따른 손상증가 및 상세조사에 따른 물량변동으로 인하여 환산결함도 점수가 0.178 ⇨ 0.206으로 증가한 것으로 분석되었다.

구 분		‘13 점검		금회 진단		가중치 변화요인
		등급	평균	등급	평균	
상부구조	바닥판	b	0.142	b	0.183	· 균열 및 균열부 백태 추가 조사
	거더	b	0.200	b	0.200	· 거의 변화 없음
2차부재	가로보 및 세로보	b	0.167	b	0.183	· 도장손상 증가
기타부재	포장	b	0.192	b	0.191	· 거의 변화 없음
	배수	b	0.175	b	0.233	· 배수관 위치불량 및 퇴적물 증가
	난간, 연석	b	0.233	c	0.367	· 균열부 백태, 백태, 파손 증가
	신축이음	c	0.300	c	0.350	· 신축이음 누수 증가
받침	교량받침	b	0.138	b	0.162	· 도장손상 및 받침 콘크리트 균열 및 재료분리 증가
하부구조	하부	b	0.162	b	0.200	· 굽힘, 파손 증가
	기초	-	-	-	-	-
내구성요소	탄산화(상부)	a	0.100	a	0.100	· 거의 변화 없음
	탄산화(하부)	a	0.100	a	0.100	
	염화물(상부)	-	-	b	0.200	· 기존 정밀점검 염화물 시험 필 수 항목 제외
	염화물(하부)	-	-	b	0.200	
합 계		B	0.178	B	0.206	

5. 재하시험

5.1 정 · 동적 재하시험 결과

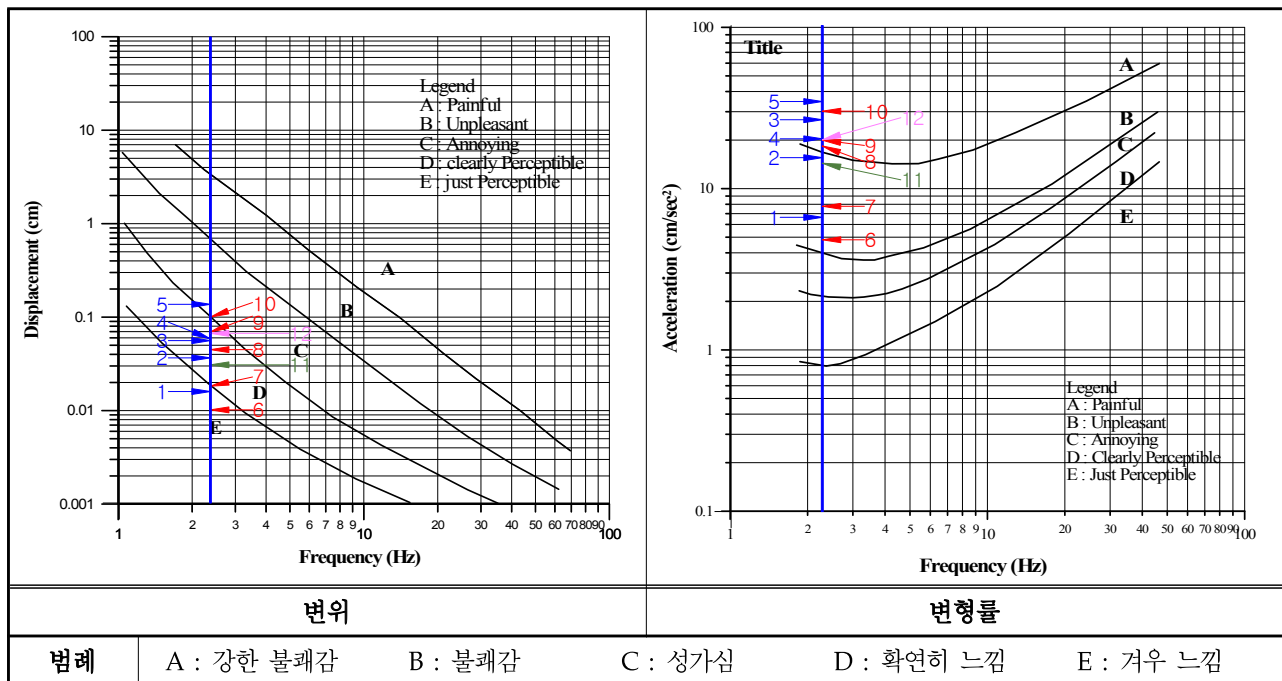
구 분	재하시험 결과					
하중 횡분배	· Load Case별 처짐 및 변형률이 대칭성을 띠고 있는 것으로 나타나 횡방향 분배상태는 양호한 것으로 판단됨					
중립축 검토	· 대체로 실측중립축의 값이 해석중립축보다 상단에 위치하는 것으로 나타나 바닥판과 거더의 합성거동이 이루어지고 있는 것으로 판단됨					
응답비	· 최소 응답비가 1.768로서 양호한 실제 처짐강성을 보이고 있음					
	Gauge No.	D1	D2	최대처짐 측정값	계산값	응답비
	LC1	2.569	1.506	2.569	4.782	1.861
	LC2	1.983	2.037	2.037	3.602	1.768
	LC3	1.501	2.649	2.649	4.789	1.808
충격계수	· 실측충격계수($i=0.674$) > 이론충격계수($i=0.167$) · 실측충격계수는 시험차량의 저속(40~50km/hr 이하) 시에는 이론충격계수보다 낮은 상태이나, 60~80km/hr 범위에서는 이론충격계수 수준을 다소 상회하며, 고속주행(100km/hr) 시에는 '도로교설계기준'값($i=0.3$) 이상으로 분석됨 · 다만 지점조건 및 상태, 노면상태 등에 대하여 면밀하게 검토한 결과, 충격계수에 영향을 미칠만한 특이 이상개소는 없는 것으로 검토됨					
고 유 진동수	· FFT 분석결과 : 2.148Hz · 구조해석 결과 : 1.799Hz · 해석모델링의 강성보다 실제 강성이 큰 것으로 판단됨					
재하시험 평가결과	· 재하시험 결과 충격계수를 제외한 기타 항목에 대하여 우수한 상태로 나타남 · 충격계수값은 속도가 증가함에 따라 커지며, 양방향 교량 특성이 유사하게 분석된 점 및 현장조사 결과를 종합하여 볼 때, 특정 부재나 부위의 결함 및 손상으로 인하여 발생하는 현상은 아닌 것으로 판단됨 · 다만 진동 사용성(인체 감지 정도)에 대한 평가 시 진동가속도값이 크게 산정되었으며, 실측처짐과 이론처짐의 비율인 응답비의 최소값이 1.7이상으로 양호하고, 실측 고유진동수가 계산값에 비하여 강성이 큰 상태로 분석된 상태에서 강성과 질량과의 관계 특성에 따라 교량의 질량에 비하여 상대적으로 큰 강성을 띠는 교량의 상태가 동적하중에 대한 진동가속도 및 고유진동수에 대하여 민감하게 반응하여 발생하는 현상으로 판단됨					

5.2 진동 영향 평가

가. 교량의 진동등급 산정 결과

구분		변위 등급		가속도 등급		구간별 최저등급	최종 등급
		시험 속도별 등급	최저등급	시험 속도별 등급	최저등급		
부산 방향	8경간	E, D, D, D, C	C	B, B, A, A, A	A	A	A
	9경간	E, E, D, D, D	D	B, B, A, A, A	A	A	
대구 방향	8경간	D	D	B	B	B	
	9경간	D	D	A	A	A	

나. Meister 등감각곡선



다. 도로교의 사용성 판정

본 교량의 진동·처짐에 대한 사용성 평가는 진동으로 인해 사용자가 강한 불쾌감을 느끼는 수준인 A급으로 나타났다.

다만 본 평가결과는 교량의 안전성과는 별개의 개념이며, 연구자료에 근거하여 분석된 기법으로서 현재 공식적인 평가기준이 정립되어 있는 않은 점을 감안하여야 하며, 향후 관련 기준이 마련되어 정량적인 평가가 수행될 수 있을 때까지 유지관리에 참조할 수 있는 자료로 활용함이 적절할 것으로 판단된다.

사. 사용성 판정에 따른 대책수립

교량의 진동·처짐에 대한 사용성평가는 교량을 통행하는 운전자나 보행자가 불쾌감을 느끼는 수준이나, 본 교량은 교량의 안전성과는 직접적인 연관이 없는 것으로 검토되었으므로 평가결과 불리한 등급으로 판정되었다 하더라도 즉각적인 보수·보강의 필요성은 없는 것으로 판단된다.

진동사용성이 불량하게 판정되는 사용중인 교량에서는 교량상부 및 하부구조의 형식적·구조적 보완이 어려운 점을 감안하면 교량의 포장 및 신축이음의 상태나 받침의 작동성능을 유지관리하여 1차적인 대책을 수립할 수도 있다.

6. 안전성평가

6.1 대구방향

가. 상부구조 안전성 평가

구 분			계산식	등급	비고
허용응력설계법 강박스거더	측경간 정모멘트부	상부플랜지	$\frac{f_a}{f} = \frac{190}{91.829} = 2.069$	A	MPa
		하부플랜지	$\frac{f_a}{f} = \frac{190}{127.643} = 1.489$	A	MPa
	중앙경간 정모멘트부	상부플랜지	$\frac{f_a}{f} = \frac{190}{48.231} = 3.939$	A	MPa
		하부플랜지	$\frac{f_a}{f} = \frac{190}{74.158} = 2.562$	A	MPa
	부모멘트부	상부플랜지	$\frac{f_a}{f} = \frac{123.419}{98.401} = 1.539$	A	MPa
		하부플랜지	$\frac{f_a}{f} = \frac{190}{122.546} = 1.550$	A	MPa
강도설계법 바닥판	캔틸레버부		$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{224.284}{127.6895} = 2.645$	A	kN · m
	중앙부		$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{192.696}{128.599} = 2.225$	A	kN · m

안전성평가등급	A
---------	---

나. 하부구조 안전성 평가

구 분			계산식	평가	비고
P6 단면1	기둥 검토	LC1	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{64,883.842}{10,646.321} = 6.09 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{11,566.453}{1,891.560} = 6.12 > 1$	O.K	kN kN · m
		LC2	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{37,781.704}{9,858.497} = 3.83 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{25,834.124}{6,700.576} = 3.86 > 1$	O.K	kN kN · m
		LC3	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{10,820.147}{58,011.025} = 5.36 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{19,069.087}{3,577.175} = 5.33 > 1$	O.K	kN kN · m
		LC4	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{49,959.856}{9,222.616} = 5.28 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{23,060.698}{4,401.629} = 5.24 > 1$	O.K	kN kN · m
		LC5	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{49,959.856}{9,792.812} = 5.10 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{22,620.026}{4,459.140} = 5.07 > 1$	O.K	kN kN · m
		LC6	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{31,686.744}{9,205.192} = 3.44 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{26,045.976}{7,593.331} = 3.43 > 1$	O.K	kN kN · m
		LC7	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{33,614.818}{9,753.457} = 3.45 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{26,084.749}{7,533.899} = 3.47 > 1$	O.K	kN kN · m
		LC8	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{45,807.056}{10,129.855} = 4.52 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{24,006.366}{5,270.329} = 4.56 > 1$	O.K	kN kN · m
		LC9	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{47,576.170}{10,678.120} = 4.46 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{23,451.888}{5,236.415} = 4.48 > 1$	O.K	kN kN · m

구 분			계산식	평가	비고
P6 단면2	기둥 검토	LC1	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{64,883.842}{10,646.321} = 6.09 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{11,566.453}{1,891.560} = 6.12 > 1$	O.K	kN kN · m
		LC2	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{16,826.962}{5,674.135} = 2.97 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{22,618.393}{7,564.858} = 3.00 > 1$	O.K	kN kN · m
		LC3	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{42,013.438}{8,195.282} = 5.13 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{25,046.813}{4,859.339} = 5.15 > 1$	O.K	kN kN · m
		LC4	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{48,722.695}{9,222.616} = 5.28 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{23,060.698}{4,401.629} = 5.24 > 1$	O.K	kN kN · m
		LC5	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{49,959.856}{9,792.812} = 5.10 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{22,620.026}{4,459.140} = 5.07 > 1$	O.K	kN kN · m
		LC6	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{13,181.552}{5,181.767} = 2.54 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{20,935.616}{8,233.158} = 2.54 > 1$	O.K	kN kN · m
		LC7	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{15,148.670}{5,730.032} = 2.64 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{21,883.842}{8,303.833} = 2.63 > 1$	O.K	kN kN · m
		LC8	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{32,649.054}{7,605.946} = 4.29 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{26,076.804}{6,091.167} = 4.28 > 1$	O.K	kN kN · m
		LC9	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{34,675.613}{8,154.422} = 4.25 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{26,065.026}{6,155.590} = 4.23 > 1$	O.K	kN kN · m

다. 기본내하력 평가결과

1) 허용응력법에 의한 기본 내하력 산정

구 분			합성전 고정하중	합성후 고정하중	설계 활하중	허용응력	내하율계산과정	내하율	내하력
주형	측경간 중양부	상부 플랜지	62.920	10.022	18.887	190	$\frac{190-(62.920+10.022)}{18.887(1+0.1667)}$	5.312	DB24 이상
		하부 플랜지	65.133	21.670	40.840	190	$\frac{190-(65.133+21.670)}{40.840(1+0.1667)}$	2.166	“
	지점부	상부 플랜지	72.985	20.433	30.001	190	$\frac{190-(72.985+20.433)}{30.001(1+0.1667)}$	2.759	“
		하부 플랜지	65.112	23.269	34.165	190	$\frac{190-(65.112+23.269)}{34.165(1+0.1667)}$	2.549	“
	중앙경간 중양부	상부 플랜지	28.414	4.273	15.544	190	$\frac{190-(28.414+4.273)}{15.544(1+0.1667)}$	8.675	“
		하부 플랜지	29.487	9.632	35.039	190	$\frac{190-(29.487+9.632)}{35.039(1+0.1667)}$	3.691	“

2) 강도설계법에 의한 기본내하력 산정

구 분	ϕM_n	M_d	M_l	M_u	내하력 계산과정	내하율	내하력
캔틸레버부	224.284	8.689	34.192	84.809	$\frac{224.284-1.3 \times 8.689}{2.15 \times 34.192}$	2.897	DB-24 이상
중양부	192.696	4.28	37.7	86.619	$\frac{192.696-1.3 \times 4.28}{2.15 \times 37.7}$	2.309	“

6.2 부산방향

가. 상부구조 안전성 평가

구 분			계산식	등급	비고
허용응력설계법 강박스거더	측경간 정모멘트부	상부플랜지	$\frac{f_a}{f} = \frac{190}{91.829} = 2.069$	A	MPa
		하부플랜지	$\frac{f_a}{f} = \frac{190}{127.643} = 1.489$	A	MPa
	중앙경간 정모멘트부	상부플랜지	$\frac{f_a}{f} = \frac{190}{48.231} = 3.939$	A	MPa
		하부플랜지	$\frac{f_a}{f} = \frac{190}{74.158} = 2.562$	A	MPa
	부모멘트부	상부플랜지	$\frac{f_a}{f} = \frac{123.419}{98.401} = 1.539$	A	MPa
		하부플랜지	$\frac{f_a}{f} = \frac{190}{122.546} = 1.550$	A	MPa
강도설계법 바닥판	캔틸레버부		$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{224.284}{127.6895} = 2.645$	A	kN · m
	중앙부		$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{192.696}{128.599} = 2.225$	A	kN · m

안전성평가등급

A

나. 하부구조 안전성 평가

구 분			계산식	평가	비고
P6 단면1	기둥 검토	LC1	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{64,883.842}{10,646.321} = 6.09 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{11,566.453}{1,891.560} = 6.12 > 1$	O.K	kN kN · m
		LC2	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{37,781.704}{9,858.497} = 3.83 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{25,834.124}{6,700.576} = 3.86 > 1$	O.K	kN kN · m
		LC3	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{10,820.147}{58,011.025} = 5.36 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{19,069.087}{3,577.175} = 5.33 > 1$	O.K	kN kN · m
		LC4	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{49,959.856}{9,222.616} = 5.28 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{23,060.698}{4,401.629} = 5.24 > 1$	O.K	kN kN · m
		LC5	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{49,959.856}{9,792.812} = 5.10 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{22,620.026}{4,459.140} = 5.07 > 1$	O.K	kN kN · m
		LC6	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{31,686.744}{9,205.192} = 3.44 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{26,045.976}{7,593.331} = 3.43 > 1$	O.K	kN kN · m
		LC7	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{33,614.818}{9,753.457} = 3.45 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{26,084.749}{7,533.899} = 3.47 > 1$	O.K	kN kN · m
		LC8	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{45,807.056}{10,129.855} = 4.52 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{24,006.366}{5,270.329} = 4.56 > 1$	O.K	kN kN · m
		LC9	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{47,576.170}{10,678.120} = 4.46 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{23,451.888}{5,236.415} = 4.48 > 1$	O.K	kN kN · m

구 분			계산식	평가	비고
P6 단면2	기둥 검토	LC1	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{64,883.842}{10,646.321} = 6.09 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{11,566.453}{1,891.560} = 6.12 > 1$	O.K	kN kN · m
		LC2	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{16,826.962}{5,674.135} = 2.97 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{22,618.393}{7,564.858} = 3.00 > 1$	O.K	kN kN · m
		LC3	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{42,013.438}{8,195.282} = 5.13 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{25,046.813}{4,859.339} = 5.15 > 1$	O.K	kN kN · m
		LC4	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{48,722.695}{9,222.616} = 5.28 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{23,060.698}{4,401.629} = 5.24 > 1$	O.K	kN kN · m
		LC5	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{49,959.856}{9,792.812} = 5.10 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{22,620.026}{4,459.140} = 5.07 > 1$	O.K	kN kN · m
		LC6	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{13,181.552}{5,181.767} = 2.54 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{20,935.616}{8,233.158} = 2.54 > 1$	O.K	kN kN · m
		LC7	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{15,148.670}{5,730.032} = 2.64 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{21,883.842}{8,303.833} = 2.63 > 1$	O.K	kN kN · m
		LC8	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{32,649.054}{7,605.946} = 4.29 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{26,076.804}{6,091.167} = 4.28 > 1$	O.K	kN kN · m
		LC9	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{34,675.613}{8,154.422} = 4.25 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{26,065.026}{6,155.590} = 4.23 > 1$	O.K	kN kN · m

다. 기본내하력 평가결과

1) 허용응력법에 의한 기본 내하력 산정

구 분			합성전 고정하중	합성후 고정하중	설계 활하중	허용응력	내하율계산과정	내하율	내하력
주형	측경간 중양부	상부 플랜지	62.920	10.022	18.887	190	$\frac{190-(62.920+10.022)}{18.887(1+0.1667)}$	5.312	DB24 이상
		하부 플랜지	65.133	21.670	40.840	190	$\frac{190-(65.133+21.670)}{40.840(1+0.1667)}$	2.166	“
	지점부	상부 플랜지	72.985	20.433	30.001	190	$\frac{190-(72.985+20.433)}{30.001(1+0.1667)}$	2.759	“
		하부 플랜지	65.112	23.269	34.165	190	$\frac{190-(65.112+23.269)}{34.165(1+0.1667)}$	2.549	“
	중앙경간 중양부	상부 플랜지	28.414	4.273	15.544	190	$\frac{190-(28.414+4.273)}{15.544(1+0.1667)}$	8.675	“
		하부 플랜지	29.487	9.632	35.039	190	$\frac{190-(29.487+9.632)}{35.039(1+0.1667)}$	3.691	“

2) 강도설계법에 의한 기본내하력 산정

구 분	ϕM_n	M_d	M_l	M_u	내하력 계산과정	내하율	내하력
캔틸레버부	224.284	8.689	34.192	84.809	$\frac{224.284-1.3 \times 8.689}{2.15 \times 34.192}$	2.897	DB-24 이상
중양부	192.696	4.28	37.7	86.619	$\frac{192.696-1.3 \times 4.28}{2.15 \times 37.7}$	2.309	“

7. 종합평가 및 안전등급의 지정

7.1 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
청도천4교(대구)	0.198	B	1.49(허용응력설계법) 2.23(강도설계법)	A	B
청도천4교(부산)	0.206	B	1.49(허용응력설계법) 2.23(강도설계법)	A	B
종합평가	• 청도천1교(대구, 부산)의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성확보를 위해 일부 보수가 필요한 “B”로 평가됨 • 안전성평가 결과 양방향 모두 최소 안전율 1.0이상으로 “A”로 평가됨 • 상태평가 및 안전성평가 결과를 통한 종합평가 결과 청도천1교(대구, 부산)는 “B”로 평가됨				

7.2 안전등급 지정

안전등급	구조물명	안전등급
	청도천1교(대구)	B등급(양호)
	청도천1교(부산)	B등급(양호)

8. 보수·보강 및 유지관리방안

8.1 보수·보강 및 개략공사비

가. 대구방향

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	공사비 (천원)	우선 순위	비고
바닥판	균열(0.3mm미만)	지속관찰	3.11	4.67	m ²	49	228	-	표면처리
	망상균열	지속관찰	13.00	19.50	m ²	49	955	-	표면처리
	백태	지속관찰	3.02	4.53	m ²	49	221	-	표면처리
	파손	단면보수	0.32	0.48	m ²	215	103	3	
	시건장치 철물 절단	지속관찰	1	1	개소	20	20	-	잡철물 제작
거더외부	도장손상	지속관찰	5.35	8.03	m ²	4	32	-	외부도장보수
거더내부	도장손상	지속관찰	0.14	0.21	m ²	5	1	-	내부도장보수
	실린트 미흡	지속관찰	14	14	개소	3	42	-	실린트 보수
	환기구 볼트 이완	정비	1	1	개소	5	5	3	
가로보	도장손상	지속관찰	10.56	15.84	m ²	4	63	-	외부도장보수
하부구조	균열(0.3mm미만)	지속관찰	5.18	7.77	m ²	49	380	-	표면처리
	망상균열	지속관찰	2.26	3.39	m ²	49	166	-	표면처리
	백태	지속관찰	0.20	0.30	m ²	49	14	-	표면처리
	파손, 들뜸	단면보수	0.13	0.20	m ²	215	41	3	
	긁힘	지속관찰	0.32	0.48	m ²	215	103	-	단면보수
받침	받침 부분부식	지속관찰	2	2	개소	39	78	-	받침도장보수
	볼트부식	지속관찰	2	2	개소	39	78	-	받침도장보수
	불소수지판 노출	지속관찰	1	1	개소	1,000	1,000	-	교체
	먼지막이링 손상	지속관찰	3	3	개소	1,000	3,000	-	교체
	물탈균열(0.3mm미만)	지속관찰	0.06	0.09	m ²	49	4	-	표면처리
	받/콘균열(0.3mm미만)	지속관찰	0.10	0.15	m ²	49	7	-	표면처리
	받/콘손상	지속관찰	0.19	0.29	m ²	215	61	-	단면보수
신축이음	간격조절재 파단	간격조절재 교체	1	1	개소	1,000	1,000	3	
	신축이음 볼트탈락	볼트설치	8	8	개소	20	160	3	
	부식	지속관찰	7.00	10.50	m ²	4	42	-	도장보수
	후타재균열	지속관찰	4.10	6.15	m ²	49	301	-	표면처리
	이물질퇴적	정비	1.2	1.80	m	5	9	3	

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	공사비 (천원)	우선 순위	비고
방호벽	균열(0.3mm미만)	지속관찰	8.66	12.99	m²	49	636	-	표면처리
	균열(0.3mm)	지속관찰	7.2	10.80	m	130	1,404	-	주입보수
	균열부백태	지속관찰	3.41	5.12	m²	49	250	-	표면처리
	백태	지속관찰	11.34	17.01	m²	49	833	-	표면처리
	파손	지속관찰	0.08	0.12	m²	215	25	-	단면보수
	차수판 볼트손상	지속관찰	24	24	개소	5	120	-	볼트체결
배수	배수관 연결재 손상	지속관찰	12	12	개소	20	240	-	연결재 보수
순공사비 합계(천원)							11,622		
제경비(순공사비x50%)							5,811		
순위별공사비 (제경비포함)		1순위					0		
		2순위					0		
		3순위					1,977		
		지속관찰					15,456		
유지보수 개략공사비 총계							17,433		

※ 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)	공사비 (천원)	우선 순위	비고
바닥판	균열(0.3mm미만)	지속관찰	1.73	2.60	m ²	49	127	-	표면처리
	망상균열	지속관찰	4.00	6.00	m ²	49	294	-	표면처리
	백태	지속관찰	1.57	2.36	m ²	49	115	-	표면처리
	박락	단면보수(방청)	0.16	0.24	m ²	232	55	2	
	재료분리	지속관찰	0.46	0.69	m ²	215	148	-	단면보수
거더외부	도장손상	지속관찰	8.35	12.53	m ²	4	50	-	외부도장보수
거더내부	도장손상	지속관찰	3.92	5.88	m ²	5	29	-	내부도장보수
	실런트 미흡	지속관찰	6	6	개소	3	18	-	실런트 보수
	전구손상	정비	2	2	개소	5	10	3	
	도장손상	지속관찰	2.37	3.56	m ²	4	14	-	도장보수

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	공사비 (천원)	우선 순위	비고
하부구조	균열(0.3mm미만)	지속관찰	3.20	4.80	m ²	49	235	-	표면처리
	망상균열	지속관찰	0.90	1.35	m ²	49	66	-	표면처리
	백태	지속관찰	0.12	0.18	m ²	49	8	-	표면처리
	들뜸,파손	단면보수	0.08	0.12	m ²	215	25	3	
	긁힘	지속관찰	0.20	0.30	m ²	215	64	-	단면보수
	표면열화	지속관찰	1.00	1.50	m ²	49	73	-	표면처리
	누수흔적	지속관찰	8.76	13.14	m ²	49	643	-	표면처리
받침	받침 부식	받침도장보수	4	4	개소	39	156	3	
	받침 부분부식	지속관찰	1	1	개소	39	39	-	받침도장보수
	볼트부식	지속관찰	7	7	개소	39	273	-	받침도장보수
	먼지막이링 손상	지속관찰	3	3	개소	1,000	3,000	-	교체
	몰탈균열(0.3mm미만)	지속관찰	0.11	0.17	m ²	49	8	-	표면처리
	받/콘균열(0.3mm미만)	지속관찰	0.04	0.06	m ²	49	2	-	표면처리
	받/콘 손상	지속관찰	0.24	0.36	m ²	215	77	-	단면보수
신축이음	볼트탈락	볼트설치	1	1	개소	20	20	3	
	부식	지속관찰	3.20	4.80	m ²	4	19	-	도장보수
	신축이음누수	유도배수	3.0	4.50	m	200	900	3	(A1)
	후타재균열	지속관찰	0.93	1.40	m ²	49	68	-	표면처리
	이물질퇴적	정비	6.0	9.00	m	5	45	3	
방호벽	균열(0.3mm)	지속관찰	14.0	21.00	m	130	2,730	-	주입보수
	균열(0.3mm미만)	지속관찰	8.49	12.74	m ²	49	624	-	표면처리
	백태	지속관찰	3.36	5.04	m ²	49	246	-	표면처리
	차수판 볼트탈락	지속관찰	22	22	개소	5	110	-	볼트체결
	파손	지속관찰	0.08	0.12	m ²	215	25	-	단면보수
배수	배수관 위치불량	지속관찰	5	5	개소	136	680	-	길이연장
	배수구 이물질퇴적	정비	3	3	개소	5	15	3	
순공사비 합계(천원)							11,011		
제경비(순공사비x50%)							5,506		
순위별공사비 (제경비포함)		1순위					0		
		2순위					83		
		3순위					1,757		
		지속관찰					14,678		
유지보수 개략공사비 총계							16,517		

※ 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.

8.2 유지관리방안

가. 부재별 중점유지관리 사항

부재구분	중 점 점 검 내 용
교면포장	• 패임, 라벨링, 포트홀 상태변화 • 부산방향 S1접속부 단차(h=9mm), 경미한상태로서 지속관찰 필요
난간	• 수직균열 및 균열부백태 • S1 접속부 단차(h=48mm), 경미한상태로서 지속관찰 필요
바닥판	• 건조수축에 의한 바닥판 및 캔틸레버 횡방향 균열, 균열부백태 • 신축이음 부근 단부측 파손 및 박락
거더내부	• 거더내부 우수유입흔적(단부 및 현자이음부 틈 우수유입) • 국부적인 도장손상
배수시설	• 배수관 연결재 탈락, 너트탈락, 연결고리 탈락 등 • 배수관, 배수구 이물질퇴적
교량받침	• 받침몰탈 폭 0.3mm미만의 균열 - 미세균열 진전여부 및 추가손상발생 여부
신축이음장치	• 신축이음장치 하부 손상 - 간격조절재 파단, 교체필요(교체 후 재손상여부 관찰) - 하부볼트탈락 - 베어링 고무재 파손(상태변화 지속관찰) • 후타재 균열 진전여부 - 국부적으로 발생된 상태로 손상진전 여부 점검 • 신축이음누수(부산방향) - 차수기능 미흡, 유도배수로 설치
하부구조	• 교각 코핑 및 기둥부 미세균열의 진전여부 • 부산방향 교대 보호블럭 이격

나. 중점유지관리항목

청도천1교(대구, 부산) 중점유지관리사항

중점유지관리 사항

①배수관 손상(대구방향)

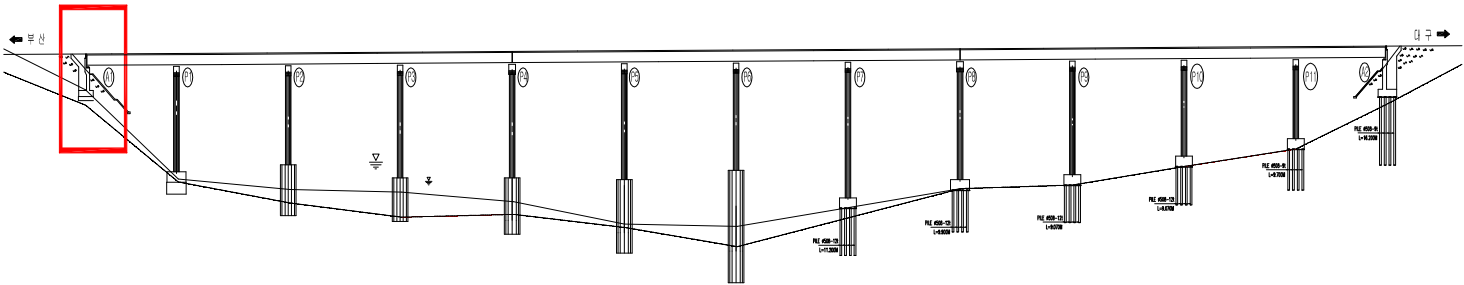
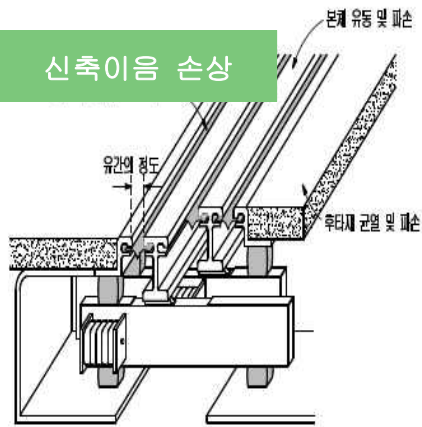
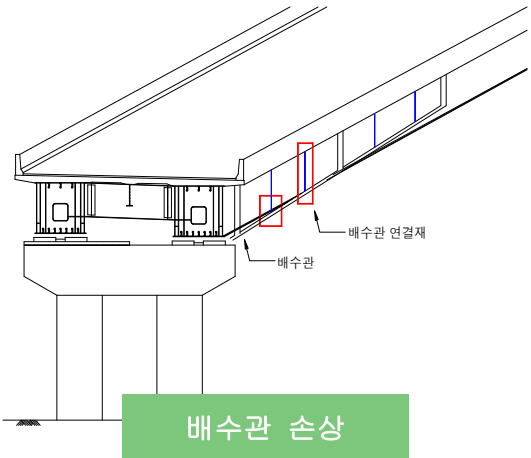
- 배수관 연결재 탈락
- 배수관 연결고리 탈락
- 배수관 연결너트 탈락

②신축이음 누수(부산방향)

- 신축이음 차수기능 미흡
 - 유도배수를 통한 차수기능 확보
- 시공미흡에 의한 간격조절재 파단
 - 파단부 교체

③ S1 접속부 단차

- 시공초기 지반 안정화 단계과정
- 상태변화 지속관찰
 - 방호벽단차 : h=48mm
 - 포장단차 : h=9mm



③ S6 배수관 연결재 탈락



② 신축이음누수(부산, A1)



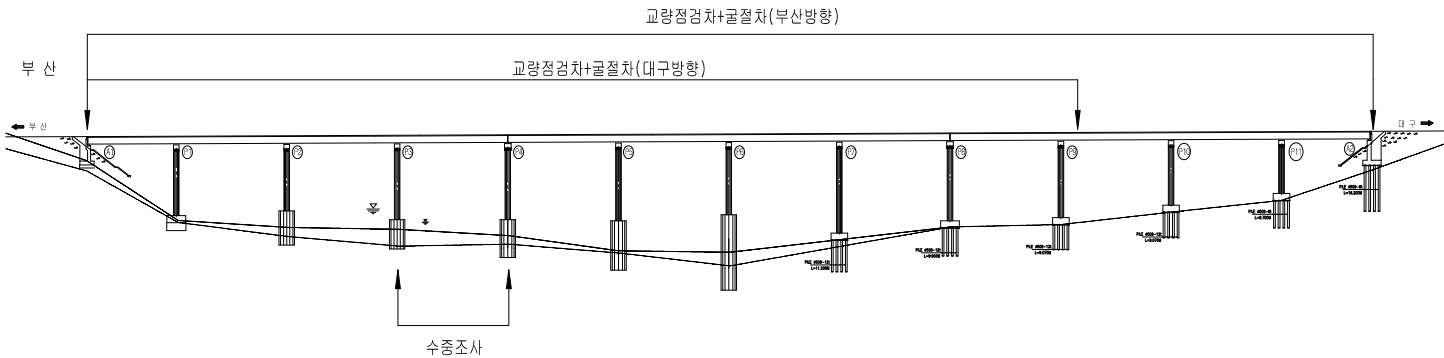
② 간격조절재 파단(부산, P8)



주변현황 전경



장비투입현황



장비투입 계획

구 분	상부, 하부구조	하부구조
	교량점검차	수중조사
조사 방법	S1~S12(부산), S1~S10(대구)	교각 : P3~P4
소요 일수	2일	-
현황	- P3~P4 수중조사 조사결과 보호사석 및 기초 양호	

9. 종합결론

청도천1교는 신대구부산고속도로(부산기점 54.5~55.1km)에 위치하며 청도천을 횡단하는 12경간 Steel Box 거더 교량구조물이다. 본 과업은 청도천1교의 준공 이후 최초로 시행하는 정밀안전진단이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사, 각종 시험 및 구조안전성평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

9.1 대구방향

가. 현장조사, 시험 및 상태평가 결과

- 외관조사 결과 바닥판하면에는 폭 0.3mm 미만의 횡방향균열, 균열부 백태와, 단부측 소규모파손, 캔틸레버부에서 백태, 균열, 균열부 백태 등이 일부 조사되었다. 균열은 건조수축으로 발생한 비구조적인 손상으로 판단되며, 손상의 진전은 없는 것으로 확인되었다. 단부와 손은 신축이음 시공 시 발생한 것으로 판단되며, 내구성 확보를 위한 적정보수가 바람직할 것으로 판단된다.
- 외관조사 결과 Steel Box 거더는 대체적으로 양호한 상태이며, 거더내부 우수유입 및 국부적인 도장손상 등이 조사되었다. 우수유입의 경우 현장이음부를 통해 발생한 상태로서 손상 정도는 경미하며 현재 썰링처리가 시공된 상태이고, 일부 소규모 도장손상은 재도장을 실시하여 유지관리하는 것이 바람직하다.
- 가로보 및 세로보는 대체적으로 양호한 상태이며, 국부적인 소규모 도장손상이 조사되었다. 도장손상은 경미한 상태이나, 내구성 확보를 위한 재도장실시가 바람직할 것으로 판단된다.
- 하부구조의 경우 대체적으로 양호한 상태로서, 교대는 시공초기 건조수축에 의한 폭 0.3mm 미만균열, 교각은 균열 및 망상균열, 국부적인 소규모파손, 굽힘 등이 조사되었다.
- 교량받침에 신축거동상태 및 설치상태는 양호한 것으로 조사되었으며, 받침콘크리트 및 받침물탈부에 폭 0.3mm미만의 미세균열, 불소수지판 노출, 먼지막이 링 손상 등이 조사되었다. 발생한 균열은 건조수축 균열로서 지속관찰이 필요하며, 불소수지판 및 먼지막이링 손상 등은 경미한 상태로서 사용성 및 기능성에 영향을 주는 상태는 아니므로 지속관찰이 바람직하다.
- 신축이음장치의 거동상태는 양호하며, 접속부 이격 및 단차, 후타재균열, 볼트탈락, 본체부식 등이 조사되었다. 부식의 경우 내구성 확보를 위한 적정 보수가 바람직하며, 볼트탈락은 시공미흡에 의해 발생한 상태로서 볼트부 제체결이 적절할 것으로 판단된다. 접속부 이격 및 단차는 기점검부터 유지관리 되었던 손상으로서 진전상태는 없으며, 상태가 경미하여 상태변화에 대한 지속관찰이 바람직하다.

- 교면포장에 발생한 포장손상은 라벨링, 패임으로 주행차량에 영향은 미미하며 대체적으로 양호한 상태이므로, 지속적인 관찰이 필요하다.
- 배수구 및 배수관 상태는 대체적으로 양호하며 배수관 연결재 손상이 다수 관찰되므로 배수관 내구성 향상을 위한 배수시설 정비가 바람직할 것으로 판단된다.
- 방호벽은 경미한 접촉부 단차, 건조수축에 의한 수직균열 및 균열부 우수접촉에 의한 균열 부백태가 조사되었으며, 일부 국부적인 백태 및 파손이 관찰되었다. 따라서 내구성 저하방지를 위한 주입보수, 표면처리 등을 실시하여 유지관리하는 것이 바람직하다
- 콘크리트의 내구성조사결과 콘크리트의 강도, 철근배근상태, 탄산화 등의 시험항목에 대해서 설계기준을 만족하는 양호한 품질을 유지하고 있는 상태로 평가되었다. 염화물함유량 시험결과 바닥판하면 및 교대에서 염화물에 의한 철근부식 가능성이 낮은 “b”로 평가되었으며, 대체적으로 기준치를 상회하는 양호한 상태로 조사되었다.
- 상태평가결과 일부 보수를 요하는 손상들이 발생되어 내구성증진을 위한 보수 및 유지관리를 필요로 하는 “B”[0.198]의 상태로 평가되었다.

나. 안전성평가 결과

- 구조검토를 통한 안전성 검토결과, 상부구조에 대하여 최소안전율이 1.0이상으로 나타나 안전성을 확보하고 있으며, 내하율도 1.0이상으로 설계하중 DB(DL)-24이상의 내하력을 보유하고 있는 상태로 평가되었다. 또한, 하부구조에서도 안전성에 문제가 없는 것으로 평가되었다.

다. 결 언

- 청도천1교는 약 10년의 공용기간이 경과한 교량시설물로 외관조사결과 대체로 양호한 상태이나 일부 보수를 요하는 비구조적인 손상이 조사된 상태로서 주요 부재에 대해서는 하자보수를 실시하고, 기타부재에 대하여 일부 내구성 저하방지를 위한 보수가 필요한 상태로 나타났다.
- 따라서, 본 교량의 상태평가 및 안전성평가 결과를 토대로 안전등급을 산정하면 『B등급(양호)』로 평가되었으며, 결함 및 손상 부위에 대하여 금회 진단 보고서에 제시된 보수를 시행하고 중점유지관리가 필요한 구간에 대한 지속적인 유지관리가 수행된다면 1등급(DB-24)로서의 기능을 유지하는 데에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

8.1.2 부산방향

가. 현장조사, 시험 및 상태평가 결과

- 외관조사 결과 바닥판하면에는 폭 0.3mm 미만의 횡방향균열, 균열부 백태와, 단부측 박락, 캔틸레버부에서 백태, 균열, 균열부 백태 등이 일부 조사되었다. 균열은 건조수축으로 발생한 비구조적인 손상으로 판단되며, 손상의 진전은 없는 것으로 확인되었다. 단부측 박락은 신축이음 누수 및 외부우수 접촉에 의해 발생한 것으로 판단되며, 단면보수 및 신축하부 유도배수설치가 바람직할 것으로 판단된다.
- 외관조사 결과 Steel Box 거더는 대체적으로 양호한 상태이며, 거더내부 우수유입 및 국부적인 도장손상 등이 조사되었다. 우수유입의 경우 현장이음부를 통해 발생한 상태로서 손상 정도는 경미하며, 일부 소규모 도장손상은 재도장을 실시하여 유지관리하는 것이 바람직하다.
- 가로보 및 세로보는 대체적으로 양호한 상태이며, 국부적인 소규모 도장손상이 조사되었다. 도장손상은 경미한 상태이나, 내구성 확보를 위한 재도장실시가 바람직할 것으로 판단된다.
- 하부구조의 경우 대체적으로 양호한 상태로서, 교대는 시공초기 건조수축에 의한 폭 0.3mm 미만균열, 시공초기 발생한 보호블럭 이격 및 침하 등이 발생하였으며, 교각은 균열 및 망상균열, 국부적인 소규모파손, 굽힘 등이 조사되었다. 보호블럭 이격 및 침하는 현재 진전은 없으며 안정화단계에 접어든 상태로서 지속관찰이 바람직하며, 그 외 손상들은 정도에 따라 적정보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 교량받침에 신축거동상태 및 설치상태는 양호한 것으로 조사되었으며, 받침콘크리트 및 받침몰탈부에 폭 0.3mm미만의 미세균열, 받침부식, 먼지막이 링 손상 등이 조사되었다. 발생한 균열은 건조수축 균열로서 지속관찰이 필요하며, 먼지막이링 손상 등은 경미한 상태에서 사용성 및 기능성에 영향을 주는 상태는 아니므로 지속관찰이 바람직하다. 받침부식은 신축이음 누수에 의해 발생되며, 내구성확보 차원에서 재도장을 실시하여 유지관리하는 것이 적절하다.
- 신축이음장치의 거동상태는 양호하며, 접속부 이격 및 단차, 후타재균열, 신축이음 하부 누수, 본체부식, 베어링 손상 등이 조사되었다. 부식의 경우 내구성 확보를 위한 적정 보수가 바람직하며, 신축이음 하부누수의 경우 차수기능 미흡에 의해 관찰되므로 유도배수 설치가 필요하다. 베어링 손상 및 접속부 이격 및 단차는 기점검부터 유지관리 되었던 손상으로서 진전상태는 없으며, 상태가 경미하여 상태변화에 대한 지속관찰이 바람직하다.
- 교면포장에 발생한 포장손상은 라벨링, 포장균열, 망상균열, 패임, 포트홀 등으로 주행차량에 영향은 미미하며 대체적으로 양호한 상태이며, 조사된 손상들에 대해서는 지속관찰을 통한 유지관리가 바람직하다.
- 배수관 및 배수구는 전반적으로 양호하며 위치불량 및 이물질퇴적 등이 조사되었다. 임물

질퇴적에 대해서는 원활한 배수효과를 위한 정비가 필요하며, 그 외 손상들에 대해서는 현재 지속관찰이 바람직하다.

- 방호벽은 경미한 접속부 단차, 건조수축에 의한 수직균열 및 균열부 우수접촉에 의한 균열 부백태가 조사되었으며, 일부 국부적인 백태 및 파손이 관찰되었다. 따라서 내구성 저하방지를 위한 주입보수, 표면처리 등을 실시하여 유지관리하는 것이 바람직하다
- 콘크리트의 내구성조사결과 콘크리트의 강도, 철근배근상태, 탄산화 등의 시험항목에 대해서 설계기준을 만족하는 양호한 품질을 유지하고 있는 상태로 평가되었다. 염화물함유량 시험결과 바닥판하면 및 교대에서 염화물에 의한 철근부식 가능성이 낮은 “b”로 평가되었으며, 대체적으로 기준치를 상회하는 양호한 상태로 조사되었다.
- 상태평가결과 일부 보수를 요하는 손상들이 발생되어 내구성증진을 위한 보수 및 유지관리를 필요로 하는 “B”[0.206]의 상태로 평가되었다.

나. 안전성평가 결과

- 구조검토를 통한 안전성 검토결과, 상부구조에 대하여 최소안전율이 1.0이상으로 나타나 안전성을 확보하고 있으며, 내하율도 1.0이상으로 설계하중 DB(DL)-24이상의 내하력을 보유하고 있는 상태로 평가되었다. 또한, 하부구조에서도 안전성에 문제가 없는 것으로 평가되었다.

다. 결 언

- 청도천1교는 약 10년의 공용기간이 경과한 교량시설물로 외관조사결과 대체로 양호한 상태이나 일부 보수를 요하는 비구조적인 손상이 조사된 상태로서 주요 부재에 대해서는 하자보수를 실시하고, 기타부재에 대하여 일부 내구성 저하방지를 위한 보수가 필요한 상태로 나타났다.
- 따라서, 본 교량의 상태평가 및 안전성평가 결과를 토대로 안전등급을 산정하면 『B등급(양호)』로 평가되었으며, 결함 및 손상 부위에 대하여 금회 진단 보고서에 제시된 보수를 시행하고 중점유지관리가 필요한 구간에 대한 지속적인 유지관리가 수행된다면 1등급(DB-24)로서의 기능을 유지하는 데에는 문제가 없을 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	21
1.6 교량기호의 정의	22
 제 2장 자료수집 및 분석	27
2.1 자료수집 현황	27
2.1.1 자료수집 현황	27
2.2 건설 관련자료 검토결과 요약	28
2.2.1 설계기준 검토	28
2.2.2 실시설계 보고서 검토	30
2.2.3 구조 및 수리계산서 검토	34
2.2.4 설계도면 검토	36
2.2.5 토질 및 지반조사 자료검토	37
2.2.6 시공관련 자료검토	38

2.3 기존 정기·정밀점검 실시결과 요약	39
2.3.1 정기·정밀점검 이력	39
2.3.2 최근 정밀점검 실시결과(2013년 12월)	40
2.4 보수·보강 이력 및 용도변경	48
2.4.1 보수·보강 이력	48
2.4.2 용도변경 여부 확인	48
2.5 시설물의 내진설계 여부 확인	49
2.5.1 설계조건	49
2.5.2 교량받침 검토	49
2.6 자료분석 결과요약	50

제 3장 현장조사 및 시험 53

3.1 개 요	53
3.2 외관조사 결과(대구)	55
3.2.1 상부구조	55
3.2.2 하부구조	65
3.2.3 교량받침	72
3.2.4 신축이음장치	80
3.2.5 교면포장	84
3.2.6 기타부재	87
3.3 외관조사 결과(부산)	93
3.3.1 상부구조	93
3.3.2 하부구조	103
3.3.3 교량받침	111
3.3.4 신축이음장치	119
3.3.5 교면포장	123
3.3.6 기타부재	126
3.4 콘크리트 내구성조사	132
3.4.1 개 요	132
3.4.2 시험내용 및 평가기준	136

3.4.3 시험결과 및 분석	150
3.5 강재 내구성조사	166
3.5.1 개 요	166
3.5.2 시험내용 및 평가기준	171
3.5.3 용접부에 발생하는 대표적인 결함	173
3.5.4 시험결과 및 분석	174
3.6 현장조사 및 시험 결과요약	178
3.6.1 외관조사 결과요약	178
3.6.2 내구성조사 결과요약	184

제 4장 시설물의 상태평가 191

4.1 개요	191
4.2 상태평가 항목 및 기준	191
4.2.1 부재별 상태평가 적용범위	191
4.2.2 구조형식에 따른 부재별 가중치	192
4.2.3 상태평가 결과 결정	193
4.3 상태평가 결과	194
4.3.1 대구방향	194
4.3.2 부산방향	204

제 5장 재하시험 217

5.1 개요	217
5.1.1 안전성검토	218
5.1.2 정적재하시험	218
5.1.3 동적재하시험	219
5.2 재하시험 계획	220
5.2.1 재하시험 장비	220
5.2.2 재하시험 차량	220
5.2.3 시험경간 선정	221

5.2.4	센서설치 위치 및 수량	222
5.2.5	재하시험 전경	225
5.3	정적재하시험	227
5.3.1	시험방법 및 결과	227
5.4	동적주행시험	232
5.4.1	시험방법 및 결과	232
5.5	재하시험 결과	238
5.6	진동 영향 평가	239
5.6.1	개요	239
5.6.2	Meister의 진동감각특성	239
5.6.3	진동평가 절차	240
4.5.4	진동평가 분석	242

제 6장 시설물의 안전성 평가 257

6.1	개요	257
6.1.1	안전성검토	257
6.1.2	내하력평가	260
6.2	상부구조 안전성평가	261
6.2.1	대구방향	261
6.2.2	부산방향	295
6.3	기본내하력 검토	329
6.3.1	개요	329
6.3.2	허용응력법	329
6.3.3	강도설계법	330
6.3.4	기본내하력 평가	331
6.3.5	안전성 평가등급	333
6.4	하부구조 안전성평가	335
6.4.1	대구방향	335
6.4.2	부산방향	362
6.5	안전성평가 결과요약	389
6.5.1	대구방향	389

6.5.2 부산방향	392
6.5.3 안전성평가 종합결론	395

제 7장 종합평가 및 안전등급의 지정 399

7.1 종합평가	399
7.1.1 종합평가 결과 산정방법	399
7.1.2 종합평가 결과	400
7.2 안전등급	401
7.2.1 안전등급기준	401
7.2.2 안전등급 지정	401

제 8장 보수·보강 및 유지관리방안 405

8.1 개요	405
8.2 보수·보강 방안	406
8.2.1 보수·보강 추진방향 및 우선순위의 선정	406
8.2.2 결함내용별 보수·보강방안	409
8.2.3 보수공법	413
8.3 보수·보강 개략공사비	425
8.3.1 대구방향 보수·보강 개략공사비	425
8.3.2 부산방향 보수·보강 개략공사비	426
8.4 유지관리 방안	428
8.4.1 진단결과에 따른 중점유지관리 사항	428
8.4.2 유지관리시 점검요령	430
8.4.3 중점 유지관리사항 및 점검방향	445

제 9장 종합결론 449

9.1 종합결론	449
9.1.1 대구방향	449
9.1.2 부산방향	451

◎ 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】 청도천1교(대구) 현황표	7
【표 1.4.2】 청도천1교(부산) 현황표	8
【표 1.5.1】 주요 사용장비 및 시험기기 일반사항	21
【표 1.6.1】 교량기호의 정의	22
【표 2.1.1】 자료수집 현황	27
【표 2.2.1】 청도천1교 구조검토 조건	34
【표 2.2.2】 청도천1교 상부구조 구조검토 결과요약	36
【표 2.2.3】 청도천1교 하부구조 구조검토 결과요약	36
【표 2.2.4】 청도천1교 지반조사 결과	38
【표 2.3.1】 청도천1교 정기·정밀점검 이력	39
【표 2.4.1】 청도천1교 보수·보강 이력	48
【표 2.6.1】 자료분석 결과요약	50
【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)	59
【표 3.2.4】 강박스 거더 내부 기 점검 결과 비교(대구)	60
【표 3.2.5】 강박스 거더 외부 외관조사 결과(대구)	61
【표 3.2.6】 강박스 거더 외부 기 점검 결과 비교(대구)	62
【표 3.2.7】 가로보 및 세로보 외관조사 결과(대구)	63
【표 3.2.8】 가로보 및 세로보 기 점검 결과 비교(대구)	64
【표 3.2.9】 교대 외관조사 결과(대구)	65
【표 3.2.10】 교대 기 점검 결과 비교(대구)	66
【표 3.2.11】 교각 외관조사 결과(대구)	68
【표 3.2.12】 교각 기 점검 결과 비교(대구)	71
【표 3.2.13】 교량받침 외관조사 결과(대구)	73
【표 3.2.14】 연단거리 측정 결과(대구)	76
【표 3.2.15】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정(대구)	77
【표 3.2.16】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(대구)	78
【표 3.2.17】 교량받침 기 점검 결과 비교(대구)	79

【표 3.2.18】 신축이음장치 외관조사 결과(대구)	80
【표 3.2.19】 신축이음 유간 측정결과(대구)	82
【표 3.2.20】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동상태 검토결과(대구)	82
【표 3.2.21】 신축이음 신축이동량 산정(대구)	83
【표 3.2.22】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과(대구)	83
【표 3.2.23】 신축이음장치 기 점검 결과 비교(대구)	83
【표 3.2.24】 교면포장 외관조사 결과(대구)	85
【표 3.2.25】 교면포장 기 점검 결과 비교(대구)	86
【표 3.2.26】 배수시설 외관조사 결과(대구)	88
【표 3.2.27】 배수시설 기 점검 결과 비교(대구)	89
【표 3.2.28】 난간 및 연석 외관조사 결과(대구)	90
【표 3.2.29】 난간 및 연석 기 점검 결과 비교(대구)	92
【표 3.3.1】 바닥판 외관조사 결과(부산)	94
【표 3.3.2】 바닥판 하면 기 점검 결과 비교(부산)	95
【표 3.3.3】 강박스 거더 내부 외관조사 결과(부산)	97
【표 3.3.4】 강박스 거더 내부 기 점검 결과 비교(부산)	98
【표 3.3.5】 강박스 거더 외부 외관조사 결과(부산)	99
【표 3.3.6】 강박스 거더 외부 기 점검 결과 비교(부산)	100
【표 3.3.7】 가로보 및 세로보 외관조사 결과(부산)	101
【표 3.3.8】 가로보 및 세로보 기 점검 결과 비교(부산)	102
【표 3.3.9】 교대 외관조사 결과(부산)	103
【표 3.3.10】 교대 기 점검 결과 비교(부산)	105
【표 3.3.11】 교각 외관조사 결과(부산)	106
【표 3.3.11】 교각 외관조사 결과(부산,계속)	107
【표 3.3.12】 교각 기 점검 결과 비교(부산)	110
【표 3.3.13】 교량받침 외관조사 결과(부산)	112
【표 3.3.14】 연단거리 측정 결과(부산)	115
【표 3.3.15】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정(부산)	116
【표 3.3.16】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(부산)	117
【표 3.3.17】 교량받침 기 점검 결과 비교(부산)	118
【표 3.3.18】 신축이음장치 외관조사 결과(부산)	119
【표 3.3.19】 신축이음 유간 측정결과(부산)	121
【표 3.3.20】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동상태 검토결과(부산)	121
【표 3.3.21】 신축이음 신축이동량 산정(부산)	122
【표 3.3.22】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과(부산)	122
【표 3.3.23】 신축이음장치 기 점검 결과 비교(부산)	122

【표 3.3.24】 교면포장 외관조사 결과(부산)	124
【표 3.3.25】 교면포장 기 점검 결과 비교(부산)	125
【표 3.3.26】 배수시설 외관조사 결과(부산)	127
【표 3.3.27】 배수시설 기 점검 결과 비교(부산)	128
【표 3.3.28】 난간 및 연석 외관조사 결과(부산)	129
【표 3.3.29】 난간 및 연석 기 점검 결과 비교(부산)	131
【표 3.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황(대구)	132
【표 3.4.2】 콘크리트 비파괴시험 현황(부산)	133
【표 3.4.3】 보정반발경도()	137
【표 3.4.4】 기존의 비파괴강도 추정 제안식(반발경도시험)	137
【표 3.4.5】 재령계수 α 값	138
【표 3.4.6】 기존의 비파괴강도 추정 제안식(초음파전달속도시험)	140
【표 3.4.7】 탄산화 속도에 영향을 미치는 요인	145
【표 3.4.7】 탄산화 속도에 영향을 미치는 요인(계속)	146
【표 3.4.8】 탄산화 상태평가 기준	147
【표 3.4.9】 염화물 평가기준(콘크리트 구조기준)	148
【표 3.4.10】 염화물 상태평가 기준(안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010.12))	148
【표 3.4.11】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(대구)	150
【표 3.4.12】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(대구)	151
【표 3.4.13】 비파괴강도 시험결과 분석(대구)	152
【표 3.4.14】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교(대구)	152
【표 3.4.15】 철근탐사 상부구조 시험결과(대구)	153
【표 3.4.16】 철근탐사 하부구조 시험결과(대구)	154
【표 3.4.17】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가(대구)	155
【표 3.4.18】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교(대구)	156
【표 3.4.19】 염화물 함유량 시험결과 및 평가(대구)	156
【표 3.4.20】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(부산)	158
【표 3.4.21】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(부산)	159
【표 3.4.22】 비파괴강도 시험결과 분석(부산)	160
【표 3.4.23】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교(부산)	160
【표 3.4.24】 철근탐사 상부구조 시험결과(부산)	161
【표 3.4.25】 철근탐사 하부구조 시험결과(부산)	162
【표 3.4.26】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가(부산)	163
【표 3.4.27】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교(부산)	164
【표 3.4.28】 염화물 함유량 시험결과 및 평가(부산)	164
【표 3.5.1】 강재 비파괴시험 현황	166

【표 3.5.2】 결함의 등급 분류	172
【표 3.5.3】 용접부 결함의 합·부 판정기준	172
【표 3.5.4】 용접부에 발생하는 대표적인 결함	173
【표 3.5.5】 초음파탐상(UT) 시험결과(대구)	174
【표 3.5.6】 초음파탐상(UT) 시험결과(부산)	176
【표 3.6.1】 금회 진단 외관조사 결과요약(대구)	178
【표 3.6.2】 금회 진단 외관조사 결과요약(부산)	181
【표 3.6.3】 금회진단 내구성조사 결과요약(대구)	184
【표 3.6.4】 내구성조사 기 점검(2013년)결과 비교(대구)	185
【표 3.6.5】 금회진단 내구성조사 결과요약(부산)	186
【표 3.6.6】 내구성조사 기 점검(2013년)결과 비교(부산)	187
【표 4.2.1】 부재별 상태평가 적용 범위	191
【표 4.2.2】 구조형식에 따른 일반교량의 부재별 가중치	192
【표 4.2.3】 결함도 점수 범위에 따른 기준	193
【표 4.3.1】 콘크리트 바닥판 상태평가 결과(대구)	194
【표 4.3.2】 거더 상태평가 결과(대구)	195
【표 4.3.3】 가로보 및 세로보 상태평가 결과(대구)	195
【표 4.3.4】 콘크리트 교대 상태평가 결과(대구)	196
【표 4.3.5】 콘크리트 교각 상태평가 결과(대구)	196
【표 4.3.6】 기초 상태평가 결과(대구)	197
【표 4.3.7】 교량받침 상태평가 결과(대구)	197
【표 4.3.8】 신축이음 상태평가 결과(대구)	198
【표 4.3.9】 교면포장 상태평가 결과(대구)	198
【표 4.3.10】 배수시설 상태평가 결과(대구)	199
【표 4.3.11】 방호벽 상태평가 결과(대구)	199
【표 4.3.12】 탄산화 상태평가 결과(대구)	200
【표 4.3.13】 염화물 상태평가 결과(대구)	200
【표 4.3.14】 상태평가 결과표(대구)	201
【표 4.3.15】 기 점검 결과와의 상태평가 결함도 점수 비교(대구)	202
【표 4.3.16】 콘크리트 바닥판 상태평가 결과(부산)	204
【표 4.3.17】 거더 상태평가 결과(부산)	205
【표 4.3.18】 가로보 및 세로보 상태평가 결과(부산)	205
【표 4.3.19】 콘크리트 교대 상태평가 결과(부산)	206
【표 4.3.20】 콘크리트 교각 상태평가 결과(부산)	206
【표 4.3.21】 기초 상태평가 결과(부산)	207
【표 4.3.22】 교량받침 상태평가 결과(부산)	207

【표 4.3.23】 신축이음 상태평가 결과(부산)	208
【표 4.3.24】 교면포장 상태평가 결과(부산)	208
【표 4.3.25】 배수시설 상태평가 결과(부산)	209
【표 4.3.26】 방호벽 상태평가 결과(부산)	209
【표 4.3.27】 탄산화 상태평가 결과(부산)	210
【표 4.3.28】 염화물 상태평가 결과(부산)	210
【표 4.3.29】 상태평가 결과표(부산)	211
【표 4.3.30】 기 점검 결과와의 상태평가 결함도 점수 비교(부산)	212
【표 5.2.1】 재하시험 측정기기	220
【표 5.2.2】 센서의 종류	220
【표 5.2.3】 시험차량의 제원 및 축중하중	220
【표 5.2.4】 센서 종류 및 수량	224
【표 5.2.5】 재하시험 구간 Gauge 번호, 부착위치 및 목적	224
【표 5.3.1】 정적재하시험 결과	228
【표 5.3.2】 횡방향 거동분포	229
【표 5.3.3】 응답비	231
【표 5.4.1】 동적 재하시험 주행속도별 차량 진행 방향	232
【표 5.4.2】 속도별 충격계수	234
【표 5.4.3】 고유진동수 해석치와 실측치 비교	236
【표 5.5.1】 재하시험 결과	238
【표 5.6.1】 진동변위 및 가속도 측정 데이터	247
【표 5.6.2】 교량의 진동등급	250
【표 5.6.3】 교량의 진동저감 공법 비교	252
【표 6.1.1】 하부구조 검토단면 선정	257
【표 6.1.2】 설계 당시와 금차 정밀안전진단시 구조검토 조건비교	258
【표 6.1.3】 구조검토시 적용 물성치 및 하중조건	259
【표 6.2.1】 바닥판의 단면검토 결과(대구)	270
【표 6.2.2】 바닥판의 사용성(균열) 검토결과(대구)	270
【표 6.2.3】 등가경간장 및 적용식(대구)	273
【표 6.2.4】 G1 강거더 플랜지 및 바닥판 슬래브 실제폭 및 유효폭(대구)	275
【표 6.2.5】 G2 강거더 플랜지 및 바닥판 슬래브 실제폭 및 유효폭(대구)	275
【표 6.2.6】 단면 제정수(실제폭 적용)(대구)	277
【표 6.2.7】 영향계수 값 산출 결과(대구)	279
【표 6.2.8】 측경간 정모멘트부 단면력 산정결과(대구)	279
【표 6.2.9】 중앙경간 정모멘트부 단면력 산정결과(대구)	280
【표 6.2.10】 지점부 부모멘트부 단면력 산정결과(대구)	280

【표 6.2.11】 외측경간 정모멘트부 휨응력 검토결과(대구)	281
【표 6.2.12】 외측경간 정모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(대구)	282
【표 6.2.13】 중앙경간 정모멘트부 휨응력 검토결과(대구)	282
【표 6.2.14】 중앙경간 정모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(대구)	283
【표 6.2.15】 지점부 부모멘트부 휨응력 검토결과(대구)	283
【표 6.2.16】 지점부 부모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(대구)	284
【표 6.2.17】 반력 집계결과 (단위 : kN)(대구)	285
【표 6.2.18】 바닥판의 단면검토 결과(부산)	304
【표 6.2.19】 바닥판의 사용성(균열) 검토결과(부산)	304
【표 6.2.20】 등가경간장 및 적용식(부산)	307
【표 6.2.21】 G1 강거더 플랜지 및 바닥판 슬래브 실제폭 및 유효폭(부산)	309
【표 6.2.22】 G2 강거더 플랜지 및 바닥판 슬래브 실제폭 및 유효폭(부산)	309
【표 6.2.23】 단면 제정수(실제폭 적용)(부산)	311
【표 6.2.24】 영향계수 값 산출 결과(부산)	313
【표 6.2.25】 측경간 정모멘트부 단면력 산정결과(부산)	313
【표 6.2.26】 중앙경간 정모멘트부 단면력 산정결과(부산)	314
【표 6.2.27】 지점부 부모멘트부 단면력 산정결과(부산)	314
【표 6.2.28】 외측경간 정모멘트부 휨응력 검토결과(부산)	315
【표 6.2.29】 외측경간 정모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(부산)	316
【표 6.2.30】 중앙경간 정모멘트부 휨응력 검토결과(부산)	316
【표 6.2.31】 중앙경간 정모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(부산)	317
【표 6.2.32】 지점부 부모멘트부 휨응력 검토결과(부산)	317
【표 6.2.33】 지점부 부모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(부산)	318
【표 6.2.34】 반력 집계결과 (단위 : kN)(부산)	319
【표 6.4.1】 부재력 산정결과(단면-1)(대구)	341
【표 6.4.2】 부재력 산정결과(단면-2)(대구)	342
【표 6.4.3】 기둥 단면검토 결과(P6)(단면-1)(대구)	343
【표 6.4.4】 기둥 단면검토 결과(P6)(단면-2)(대구)	343
【표 6.4.5】 부재력 산정결과(단면-1)(부산)	368
【표 6.4.6】 부재력 산정결과(단면-2)(부산)	369
【표 6.4.7】 기둥 단면검토 결과(P6)(단면-1)(부산)	370
【표 6.4.8】 기둥 단면검토 결과(P6)(단면-2)(부산)	370
【표 6.5.1】 상부구조 안전성 평가결과(대구)	389
【표 6.5.2】 하부구조 안전성 평가결과(대구)(단면-1)	390
【표 6.5.3】 하부구조 안전성 평가결과(대구)(단면-2)	390
【표 6.5.4】 허용응력법에 의한 기본내하력 산정(대구)	391

【표 6.5.5】 강도설계법에의한 기본내하력 산정(대구)	391
【표 6.5.6】 상부구조 안전성 평가결과(부산)	392
【표 6.5.7】 하부구조 안전성 평가결과(부산)(단면-1)	393
【표 6.5.8】 하부구조 안전성 평가결과(부산)(단면-2)	393
【표 6.5.9】 허용응력법에 의한 기본내하력 산정(부산)	394
【표 6.5.10】 강도설계법에의한 기본내하력 산정(부산)	394
【표 7.1.1】 종합평가 결과	400
【표 7.2.1】 시설물의 안전등급	401
【표 7.2.2】 보수·보강 일람표(대구)	379
【표 7.2.3】 보수·보강 일람표(부산)	381
【표 7.2.4】 보수도장의 표면처리	384
【표 7.2.5】 수지주입공법의 종류	387
【표 7.2.6】 균열폭에 알맞은 수지의 점도	387
【표 7.2.7】 균열폭에 따른 주입파이프/패커의 간격	387
【표 7.2.8】 에폭시계 수지의 규격	388
【표 7.2.9】 주입공법 공법비교안	389
【표 7.2.10】 일반적인 단면 복구(보수)재의 분류	393
【표 7.2.11】 단면보수 공법비교안	394
【표 7.3.1】 보수·보강 개략공사비(대구)	395
【표 7.3.2】 보수·보강 개략공사비(부산)	396
【표 7.4.1】 부재별 유지관리 중점사항	399
【표 8.1.1】 시설물의 보수·보강방안 수립에 따른 검토사항	405
【표 8.2.1】 보수·보강 우선순위 결정 기준	406
【표 8.2.2】 보수·보강 일람표(대구)	409
【표 8.2.3】 보수·보강 일람표(부산)	411
【표 8.2.4】 보수도장의 표면처리	414
【표 8.2.5】 수지주입공법의 종류	417
【표 8.2.6】 균열폭에 알맞은 수지의 점도	417
【표 8.2.7】 균열폭에 따른 주입파이프/패커의 간격	417
【표 8.2.8】 에폭시계 수지의 규격	418
【표 8.2.9】 주입공법 공법비교안	419
【표 8.2.10】 일반적인 단면 복구(보수)재의 분류	423
【표 8.2.11】 단면보수 공법비교안	424
【표 8.3.1】 보수·보강 개략공사비(대구)	425
【표 8.3.2】 보수·보강 개략공사비(부산)	426
【표 8.4.1】 부재별 유지관리 중점사항	429

그림 목 차

【그림 1.3.1】 정밀안전진단 과업수행 흐름도	5
【그림 1.4.1】 청도천1교(대구) 종·평면도	9
【그림 1.4.2】 청도천1교(대구) 강상형단면도	10
【그림 1.4.3】 청도천1교(대구) 교각일반도	11
【그림 1.4.4】 청도천1교(대구) 교대(A1)일반도	12
【그림 1.4.5】 청도천1교(대구) 교대(A2)일반도	13
【그림 1.4.6】 청도천1교(대구) 교대(A2)일반도(날개벽)	14
【그림 1.4.7】 청도천1교(부산) 종·평면도	15
【그림 1.4.8】 청도천1교(부산) 강상형단면도	16
【그림 1.4.9】 청도천1교(부산) 교각일반도	17
【그림 1.4.10】 청도천1교(부산) 교대(A1)일반도	18
【그림 1.4.11】 청도천1교(부산) 교대(A2)일반도	19
【그림 1.4.12】 청도천1교(부산) 교대(A2)일반도(날개벽)	20
【그림 1.6.1】 교량기호의 정의	23
【그림 2.2.1】 청도천1교 토질조사 위치	37
【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)	62
【그림 3.2.4】 가로보 및 세로보 기 점검 결과 비교(대구)	64
【그림 3.2.5】 교대 기 점검 결과 비교(대구)	67
【그림 3.2.6】 교각 수중부 조사 위치도(대구)	70
【그림 3.2.7】 교각 기 점검 결과 비교(대구)	71
【그림 3.2.8】 교량받침 배치도(대구)	72
【그림 3.2.9】 가동단 이동량 표기범례	72
【그림 3.2.10】 도로교설계기준 연단거리 산출방법	75
【그림 3.2.11】 교량받침 기 점검 결과 비교(대구)	79
【그림 3.2.12】 신축이음장치 전경 및 배치도(대구)	80
【그림 3.2.13】 신축이음장치 기 점검 결과 비교(대구)	84
【그림 3.2.14】 교면포장 기 점검 결과 비교(대구)	86
【그림 3.2.15】 배수시설 기 점검 결과 비교(대구)	89
【그림 3.2.16】 난간 및 연석 기 점검 결과 비교(대구)	92

【그림 3.3.1】 바닥판 하면 기 점검 결과 비교(부산)	95
【그림 3.3.2】 강박스 거더 내부 기 점검 결과 비교(부산)	98
【그림 3.3.3】 강박스 거더 외부 기 점검 결과 비교(부산)	100
【그림 3.3.4】 가로보 및 세로보 기 점검 결과 비교(부산)	102
【그림 3.3.5】 교대 기 점검 결과 비교(부산)	105
【그림 3.3.6】 교각 수중부 조사 위치도(부산)	109
【그림 3.3.7】 교각 기 점검 결과 비교(부산)	110
【그림 3.3.8】 교량받침 배치도(부산)	111
【그림 3.3.9】 가동단 이동량 표기범례	111
【그림 3.3.10】 도로교설계기준 연단거리 산출방법	114
【그림 3.3.11】 교량받침 기 점검 결과 비교(부산)	118
【그림 3.3.12】 신축이음장치 기 점검 결과 비교(부산)	123
【그림 3.3.13】 교면포장 기 점검 결과 비교(부산)	125
【그림 3.3.14】 배수시설 기 점검 결과 비교(부산)	128
【그림 3.3.15】 난간 및 연석 기 점검 결과 비교(부산)	131
【그림 3.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도(대구)	134
【그림 3.4.2】 콘크리트 내구성조사 위치도(부산)	135
【그림 3.4.3】 반발경도시험 및 측정기 점검 등의 절차	136
【그림 3.4.4】 초음파전달속도시험 및 측정기 점검 등의 절차	139
【그림 3.4.5】 초음파전달속도시험을 위한 탐촉자 배치방법	139
【그림 3.4.6】 표면법에 의한 초음파전달속도의 측정	140
【그림 3.4.7】 철근탐사 측정원리	142
【그림 3.4.8】 철근탐사시험 및 장비 점검 등의 절차	143
【그림 3.4.9】 탄산화에 의한 콘크리트 성능저하	145
【그림 3.4.10】 -법에 의한 탐촉자 배치 및 균열깊이 측정방법	149
【그림 3.4.11】 상부구조 평균압축강도 추정결과(대구)	150
【그림 3.4.12】 하부구조 평균압축강도 추정결과(대구)	151
【그림 3.4.13】 탄산화 깊이 측정결과(대구)	155
【그림 3.4.14】 염화물시험 측정결과(대구)	157
【그림 3.4.15】 상부구조 평균압축강도 추정결과(부산)	158
【그림 3.4.16】 하부구조 평균압축강도 추정결과(부산)	159
【그림 3.4.17】 탄산화 깊이 측정결과(부산)	163
【그림 3.4.18】 염화물시험 측정결과(부산)	165
【그림 3.5.1】 강재 내구성조사 위치도(대구)	169
【그림 3.5.2】 강재 내구성조사 위치도(부산)	170
【그림 3.5.3】 초음파탐상(사각법)시험 개요도	171

【그림 4.2.1】 전체 교량의 상태평가 결과 산정 방법	193
【그림 4.3.1】 기 점검 결과와의 부재별 상태평가 결과 비교(대구)	203
【그림 4.3.2】 기 점검 결과와의 부재별 상태평가 결과 비교(부산)	213
【그림 5.1.1】 정·동적 재하시험 측정체계	217
【그림 5.1.2】 정적 재하시험 절차	218
【그림 5.1.3】 동적 재하시험의 절차	219
【그림 5.2.1】 시험차량의 제원	220
【그림 5.2.2】 재하시험 시험경간 선정	221
【그림 5.2.3】 센서설치 위치(부산)	222
【그림 5.2.4】 센서설치 위치(대구)	223
【그림 5.3.1】 정적재하시험 하중재하 경우	227
【그림 5.3.2】 중립축 위치 검토	230
【그림 5.4.1】 동적 주행방법	232
【그림 5.4.2】 처짐 이력곡선	233
【그림 5.4.3】 충격계수 Graph	234
【그림 5.4.4】 충격계수 산정을 위한 필터링 전후 그래프 - 부산방향, 9경간	235
【그림 5.4.5】 구조해석 모델링에 의한 진동모드 및 진동수	236
【그림 5.4.6】 가속도 응답곡선에 대한 F.F.T 분석	237
【그림 5.6.1】 Meister의 진동등감각곡선	240
【그림 5.6.2】 최대진폭을 구하는 법	241
【그림 5.6.3】 진동변위 및 가속도 측정 데이터 추출(부산)	243
【그림 5.6.4】 진동변위 및 가속도 측정 데이터 추출(대구)	246
【그림 5.6.5】 Meister 등감각곡선(변위)	248
【그림 5.6.6】 Meister 등감각곡선(가속도)	249
【그림 6.2.1】 해석단면(대구)	271
【그림 6.2.2】 2차고정 하중 재하(대구)	271
【그림 6.2.3】 플랜지의 유효폭(대구)	274
【그림 6.2.4】 바닥판의 유효폭(대구)	274
【그림 6.2.5】 해석모델링(대구)	276
【그림 6.2.6】 거더 단면위치	276
【그림 6.2.7】 휨모멘트도(대구)	277
【그림 6.2.8】 전단력도(대구)	278
【그림 6.2.9】 압축부 플랜지 이음(대구)	286
【그림 6.2.10】 인장부 플랜지 이음(대구)	288
【그림 6.2.11】 Web 이음(대구)	289
【그림 6.2.12】 피로조사 단면위치(대구)	292

【그림 6.2.13】 해석단면(부산)	305
【그림 6.2.14】 2차고정 하중 재하(부산)	305
【그림 6.2.15】 플랜지의 유효폭(부산)	308
【그림 6.2.16】 바닥판의 유효폭(부산)	308
【그림 6.2.17】 해석모델링(부산)	310
【그림 6.2.18】 거더 단면위치	310
【그림 6.2.19】 휨모멘트도(부산)	311
【그림 6.2.20】 전단력도(부산)	312
【그림 6.2.21】 압축부 플랜지 이음(부산)	320
【그림 6.2.22】 인장부 플랜지 이음(부산)	322
【그림 6.2.23】 Web 이음(부산)	323
【그림 6.2.24】 피로조사 단면위치(부산)	326
【그림 6.4.1】 해석단면(P6)(대구)	336
【그림 6.4.2】 해석모델링(P6)(대구)	338
【그림 6.4.3】 P-M 상관도(하중CASE : LC1)(대구)	344
【그림 6.4.4】 P-M 상관도(하중CASE : LC2)(대구)	345
【그림 6.4.5】 P-M 상관도(하중CASE : LC3)(대구)	346
【그림 6.4.6】 P-M 상관도(하중CASE : LC4)(대구)	347
【그림 6.4.7】 P-M 상관도(하중CASE : LC5)(대구)	348
【그림 6.4.8】 P-M 상관도(하중CASE : LC6)(대구)	349
【그림 6.4.9】 P-M 상관도(하중CASE : LC7)(대구)	350
【그림 6.4.10】 P-M 상관도(하중CASE : LC8)(대구)	351
【그림 6.4.11】 P-M 상관도(하중CASE : LC9)(대구)	352
【그림 6.4.12】 P-M 상관도(하중CASE : LC1)(대구)	353
【그림 6.4.13】 P-M 상관도(하중CASE : LC2)(대구)	354
【그림 6.4.14】 P-M 상관도(하중CASE : LC3)(대구)	355
【그림 6.4.15】 P-M 상관도(하중CASE : LC4)(대구)	356
【그림 6.4.16】 P-M 상관도(하중CASE : LC5)(대구)	357
【그림 6.4.17】 P-M 상관도(하중CASE : LC6)(대구)	358
【그림 6.4.18】 P-M 상관도(하중CASE : LC7)(대구)	359
【그림 6.4.19】 P-M 상관도(하중CASE : LC8)(대구)	360
【그림 6.4.20】 P-M 상관도(하중CASE : LC9)(대구)	361
【그림 6.4.21】 해석단면(P6)(부산)	363
【그림 6.4.22】 해석모델링(P6)(부산)	365
【그림 6.4.23】 P-M 상관도(하중CASE : LC1)(부산)	371
【그림 6.4.24】 P-M 상관도(하중CASE : LC2)(부산)	372

【그림 6.4.25】 P-M 상관도(하중CASE : LC3)(부산)	373
【그림 6.4.26】 P-M 상관도(하중CASE : LC4)(부산)	374
【그림 6.4.27】 P-M 상관도(하중CASE : LC5)(부산)	375
【그림 6.4.28】 P-M 상관도(하중CASE : LC6)(부산)	376
【그림 6.4.29】 P-M 상관도(하중CASE : LC7)(부산)	377
【그림 6.4.30】 P-M 상관도(하중CASE : LC8)(부산)	378
【그림 6.4.31】 P-M 상관도(하중CASE : LC9)(부산)	379
【그림 6.4.32】 P-M 상관도(하중CASE : LC1)(부산)	380
【그림 6.4.33】 P-M 상관도(하중CASE : LC2)(부산)	381
【그림 6.4.34】 P-M 상관도(하중CASE : LC3)(부산)	382
【그림 6.4.35】 P-M 상관도(하중CASE : LC4)(부산)	383
【그림 6.4.36】 P-M 상관도(하중CASE : LC5)(부산)	384
【그림 6.4.37】 P-M 상관도(하중CASE : LC6)(부산)	385
【그림 6.4.38】 P-M 상관도(하중CASE : LC7)(부산)	386
【그림 6.4.39】 P-M 상관도(하중CASE : LC8)(부산)	387
【그림 6.4.40】 P-M 상관도(하중CASE : LC9)(부산)	388
【그림 7.1.1】 종합평가 결과 산정절차	399

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)	63
【사진 3.2.7】 가로보 및 세로보 손상현황(대구)	64
【사진 3.2.8】 교대 전경(대구)	65
【사진 3.2.9】 교대손상현황(대구)	66
【사진 3.2.10】 교각 전경(대구)	67
【사진 3.2.11】 교각 손상현황(대구)	68
【사진 3.2.12】 교각 수중부 조사 현황(대구)	70
【사진 3.2.13】 교량받침 전경(대구)	73
【사진 3.2.14】 교량받침 손상현황(대구)	74
【사진 3.2.15】 연단거리 측정 전경(대구)	75
【사진 3.2.16】 신축이음장치 손상현황(대구)	81
【사진 3.2.17】 신축이음 유간 측정방법(대구)	82
【사진 3.2.18】 교면포장 전경(대구)	84
【사진 3.2.19】 교면포장 손상현황(대구)	85
【사진 3.2.20】 배수구 및 배수관 전경(대구)	87
【사진 3.2.21】 배수시설 손상현황(대구)	88
【사진 3.2.22】 난간 및 연석 전경(대구)	90
【사진 3.2.23】 난간 및 연석 손상현황(대구)	91
【사진 3.3.1】 바닥판 전경(부산)	93
【사진 3.3.2】 바닥판 손상현황(부산)	94
【사진 3.3.3】 강박스 거더 전경(부산)	96
【사진 3.3.4】 강박스 거더 내부 손상현황(부산)	97
【사진 3.3.5】 강박스 거더 외부 손상현황(부산)	99
【사진 3.3.5】 강박스 거더 외부 손상현황(부산,계속)	100
【사진 3.3.6】 가로보 및 세로보 전경(부산)	101

【사진 3.3.7】 가로보 및 세로보 손상현황(부산)	102
【사진 3.3.8】 교대 전경(부산)	103
【사진 3.3.9】 교대손상현황(부산)	104
【사진 3.3.10】 교각 전경(부산)	106
【사진 3.3.11】 교각 손상현황(부산)	107
【사진 3.3.12】 교각 수중부 조사 현황(부산)	109
【사진 3.3.13】 교량받침 전경(부산)	112
【사진 3.3.14】 교량받침 손상현황(부산)	113
【사진 3.3.15】 연단거리 측정 전경(부산)	114
【사진 3.3.16】 신축이음장치 전경(부산)	119
【사진 3.3.17】 신축이음장치 손상현황(부산)	120
【사진 3.3.18】 신축이음 유간 측정방법(부산)	121
【사진 3.3.19】 교면포장 전경(부산)	123
【사진 3.3.20】 교면포장 손상현황(부산)	124
【사진 3.3.21】 배수관 전경(부산)	126
【사진 3.3.22】 배수시설 손상현황(부산)	127
【사진 3.3.23】 난간 및 연석 전경(부산)	129
【사진 3.3.24】 난간 및 연석 손상현황(부산)	130
【사진 3.4.1】 콘크리트 내구성조사 전경	133
【사진 3.5.1】 강재 내구성조사 전경	168
【사진 5.2.1】 재하시험 현황 사진	225
【사진 5.6.1】 교량의 진동저감 공법 시공사례	253