

제 출 문

신대구부산고속도로 주식회사 귀중

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

2015년 12월

주식회사 아워브레인
서울시 강남구 역삼로 542
대표이사 김정호 (인)



단산대교(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 2월 10일	진단금액 (천원)	40,700	안전등급	B
시설물 위치	경상북도 청도군 청도읍 거연리 (부산기점 57.3k)	시설물 규모	L=1050.0m, B=12.145m(2차로)		
나. 진단 실시결과 현황					
중대결합	· 없음				
진단 주요결과	· 거더 : 균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 망상균열, 백태, 박리, 파손, 철근노출, 물끊기홈 미설치 · 하부구조 : 균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 망상균열, 백태, 녹물흔적, 재료분리, 굽힘 · 교량받침 : PLATE녹발생, PLATE부분녹발생, 볼트부식, 몰탈균열(0.3mm미만), 몰탈들뜸 · 신축이음 : 부식, 후타재파손, 후타재균열, 이물질퇴적 · 교면포장 : 포트홀 · 방호벽 : 균열(0.3mm미만), 백태, 박리, 녹물유출 · 배수 : 유도배수관 길이부족				
주요 보수·보강	· 거더 단면보수(방청), 주입보수 · 하부구조 주입보수 · 받침 도장보수, 신축이음 보수				
다. 책임(참여)기술자 현황					
구분	성명	과업 참여기간		기술등급	
사업책임	성 태 군	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					

단산대교(대구) 정밀안전진단 실시결과 요약표

책임기술자 종합의견	
▪ 외관조사결과 구조적 안전성을 저해할 만한 심각한 손상은 없으며 시급한 보수·보강의 필요성은 없는 상태임. 다만, 거더 단부측 물끊기홈 미설치로 인하여 교량받침의 부식에 영향을 미치고 있으므로 보수가 필요하며, 거더·하부구조의 균열에 대한 보수 및 재산상 여부에 대한 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
결함발생 부재		상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
상부구조	P.S.C BOX 거더 및 바닥판	b	- 균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 망상균열, 백태, 박리, 파손, 철근노출, 물끊기홈 미설치	- 주입보수, 단면보수, 물끊기홈 설치
	2차부재 격벽			
하부구조		b	- 균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 망상균열, 백태, 녹물흔적, 재료분리, 굽힘	- 주입보수
교량받침		b	- PLATE녹발생, PLATE부분녹발생, 볼트부식, 몰탈균열(0.3mm미만), 몰탈들뜸	- 받침도장보수
기타부재	신축이음장치	b	- 부식, 후타재파손, 후타재균열, 이물질퇴적	- 신축이음 보수, 정비
	교면포장	b	- 포트홀	- 지속관찰
	난간 및 연석 (방호벽)	b	- 균열(0.3mm미만), 백태, 박리, 녹물유출	- 단면보수

나. 안전성평가 결과

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성평가 결과
거더	강도설계법	최소 안전율 1.30 양호	1.0이상	A
교각	강도설계법	최소 안전율 3.74 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	40.1~51.5	▪ 설계기준강도 대비 100%이 상으로 공용년수 경과에 따 른 콘크리트강도 저하는 없 는 것으로 판단됨
		초음파	40.4~42.9	
	하부 구조	반발경도	25.1~31.7	
		초음파	24.6~28.6	
철근탐사 (mm)	상부구조	배근간격	96.0~262.0	▪ 전반적으로 철근간격 및 피 복두께가 설계값과 근사함
		피복두께	35.0~66.0	
	교대 (구체)	배근간격	133.0~185.0	
		피복두께	96.0~106.0	
	교각 (기둥,코핑)	배근간격	100.0~310.0	
		피복두께	67.0~106.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		39.5~46.0	▪ 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨
	하부구조		62.0~93.5	
염화물 함유량시험 (kg/m³)	상부구조		0.428	▪ 염화물에 의한 철근부식의 영향이 적거나, 부식발생 우 려가 없는 것으로 판단됨
	하부구조		0.251~0.263	
균열깊이 (mm)	하부구조		90.0~151.0	▪ 균열심도가 피복두께를 초 과함

단산대교(대구) 현황표

작성일 : 2015년 12월 31일

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		단산대교(대구)		시설물번호		BR2006-0000207	
준공년월일		2006년 2월 10일		관리번호		dbw BR. 26	
시설물위치		경상북도 청도군 청도읍 거연리					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		고속국도55호선 (부산기점 57.3~58.4km)	
제원	연장	L = 1050.0 m (10 @ 10 + 11 @ 50 = 1050.0 m)					
	폭	B = 12.145 m, 2차로					
구조 형식	상부	PSC Box		기초 형식	교대	강관파일기초	
	하부	교각-T형 교대-역T형(RTA)			교각	직접기초 우물통기초 강관파일기초	
교량받침		납면진받침(L.R.B)		신축이음		RAIL JOINT	
교차시설물		청도천 횡단		통과높이		16.0 m	
설 계 사		서영기술단		시 공 사		현대산업개발(주)	
내진설계유무		유		관리주체		신대구부산고속도로(주)	
부착시설내용		- 교량 점검로(P1~P20)					
기 타		- 평면형상 : 사각이 없는 곡선교 - 방호벽 및 중앙분리대 : 콘크리트 - 포장유형 : 아스팔트 포장					

단산대교(부산) 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)	40,700	안전등급	B
시설물 위치	경상북도 청도군 청도읍 거연리 (부산기점 57.3k)	시설물 규모	L=1050.0m, B=12.145m(2차로)		
나. 진단 실시결과 현황					
중대결함	· 없음				
진단 주요결과	· 거더 : 균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 망상균열, 균열부백태, 들뜸, 물끊기홈 미설치 · 하부구조 : 균열, 망상균열, 백태, 누수흔적, 박리, 파손, 재료분리, 파손 및 철근노출 · 교량받침 : PLATE녹발생, 볼트탈락, 볼트부식, 몰탈균열, 몰탈망상균열, 몰탈들뜸, 박리 · 신축이음 : 부식, 볼트탈락, 신축이음누수, 후타재균열, 이물질퇴적 · 교면포장 : 포트홀 · 방호벽 : 균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 백태, 파손, 재료분리, 박락, 차수판 볼트체결불량 · 배수 : 배수관위치불량, 유도배수관길이부족, 이물질퇴적				
주요 보수·보강	· 거더 단면보수, 주입보수 · 하부구조 주입보수 · 받침 도장보수 · 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					

단산대교(부산) 정밀안전진단 실시결과 요약표

책임기술자 종합의견	
- 외관조사결과 구조적 안전성을 저해할 만한 심각한 손상은 없으며 시급한 보수·보강의 필요성은 없는 상태임. 다만, 거더 단부측 물끊기홈 미설치로 인하여 교량받침의 부식에 영향을 미치고 있으므로 보수가 필요하며, 거더·하부구조의 균열에 대한 보수 및 재손상 여부에 대한 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 1등급교로서 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	P.S.C BOX 거더 및 바닥판	b	- 균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 망상균열, 균열부백태, 들뜸, 물끊기홈 미설치	- 주입보수, 단면보수, 물끊기홈 설치
	2차부재 격벽			
하부구조		b	- 균열, 망상균열, 백태, 누수흔적, 박리, 파손, 재료분리, 파손 및 철근노출	- 주입보수, 단면보수(방청)
교량받침		b	- PLATE녹발생, 볼트탈락, 볼트부식, 몰탈균열, 몰탈망상균열, 몰탈들뜸, 박리	- 도장보수, 볼트체결
기타부재	신축이음장치	c	- 부식, 볼트탈락, 신축이음누수, 후타재균열, 이물질퇴적	- 신축이음 보수, 정비
	교면포장	b	- 포트홀	- 지속관찰
	난간 및 연석(방호벽)	c	- 균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 백태, 파손, 재료분리, 박락, 차수판 볼트체결불량	- 주입보수, 단면보수, 차수판 보수

나. 안전성평가 결과

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성평가 결과
거더	강도설계법	최소 안전율 1.30 양호	1.0이상	A
교각	강도설계법	최소 안전율 3.74 양호	1.0이상	

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	적용	-	-

라. 현장시험(비파괴 및 추가시험)

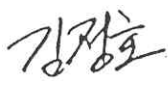
시 험 명	시험부위		시험 결과	비 고
비파괴 강도 (MPa)	상부 구조	반발경도	40.0~48.1	설계기준강도 대비 100%이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨
		초음파	40.2~45.4	
	하부 구조	반발경도	25.1~31.2	
		초음파	24.4~30.3	
철근탐사 (mm)	상부구조	배근간격	98.0~260.0	전반적으로 철근간격 및 피복두께가 설계값과 근사함
		피복두께	36.0~66.0	
	교대 (구체)	배근간격	140.0~190.0	
		피복두께	81.0~109.0	
	교각 (기둥,코핑)	배근간격	93.0~305.0	
		피복두께	58.0~109.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		35.0~44.0	탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨
	하부구조		53.0~84.0	
염화물 함유량시험 (kg/m³)	상부구조		0.459	염화물에 의한 철근부식의 영향이 적거나, 부식발생 우려가 없는 것으로 판단됨
	하부구조		0.293~0.452	
균열깊이 (mm)	상부구조		90.0~151.0	균열심도가 피복두께를 초과함

단산대교(부산) 현황표

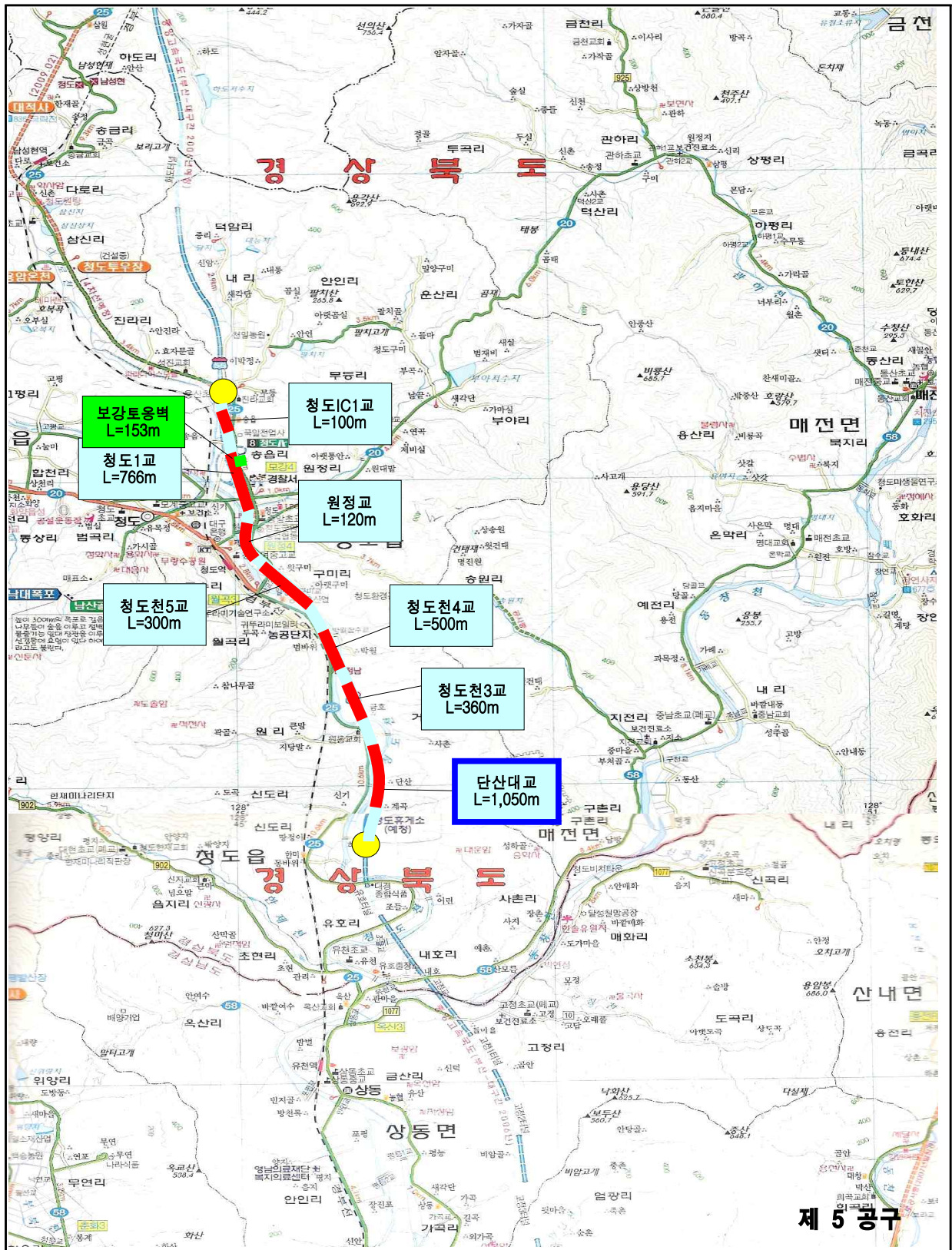
작성일 : 2015년 12월 31일

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		단산대교(부산)		시설물번호		BR2006-0000208	
준공년월일		2006년 2월 10일		관리번호		dbw BR. 26	
시설물위치		경상북도 청도군 청도읍 거연리					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		고속국도55호선 (부산기점 57.3~58.4km)	
제원	연장	L = 1050.0 m (10 @ 10 + 11 @ 50 = 1050.0 m)					
	폭	B = 12.145 m, 2차로					
구조 형식	상부	PSC Box		기초 형식	교대	강관파일기초	
	하부	교각-T형 교대-역T형(RTA)			교각	직접기초 우물통기초 강관파일기초	
교량받침		납면진받침(L.R.B)		신축이음		RAIL JOINT	
교차시설물		청도천 횡단		통과높이		16.0 m	
설 계 사		서영기술단		시 공 사		현대산업개발(주)	
내진설계유무		유		관리주체		신대구부산고속도로(주)	
부착시설내용		- 교량 점검로(P1~P20)					
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 운	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)

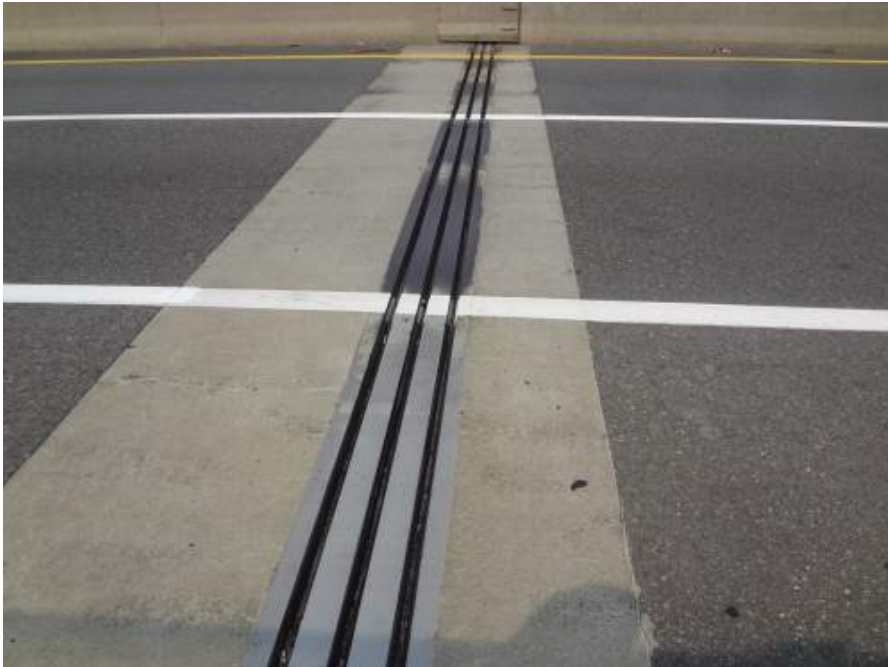


교각 전경(P18)



교대 전경(A2)

시설물의 전경사진(4)



신축이음장치 전경(A1)



신축이음장치 전경(P10)

시설물의 전경사진(5)



방호벽 전경



받침 전경(P1)

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

나. 과업기간

2015. 8. 5 ~ 2015. 12. 31

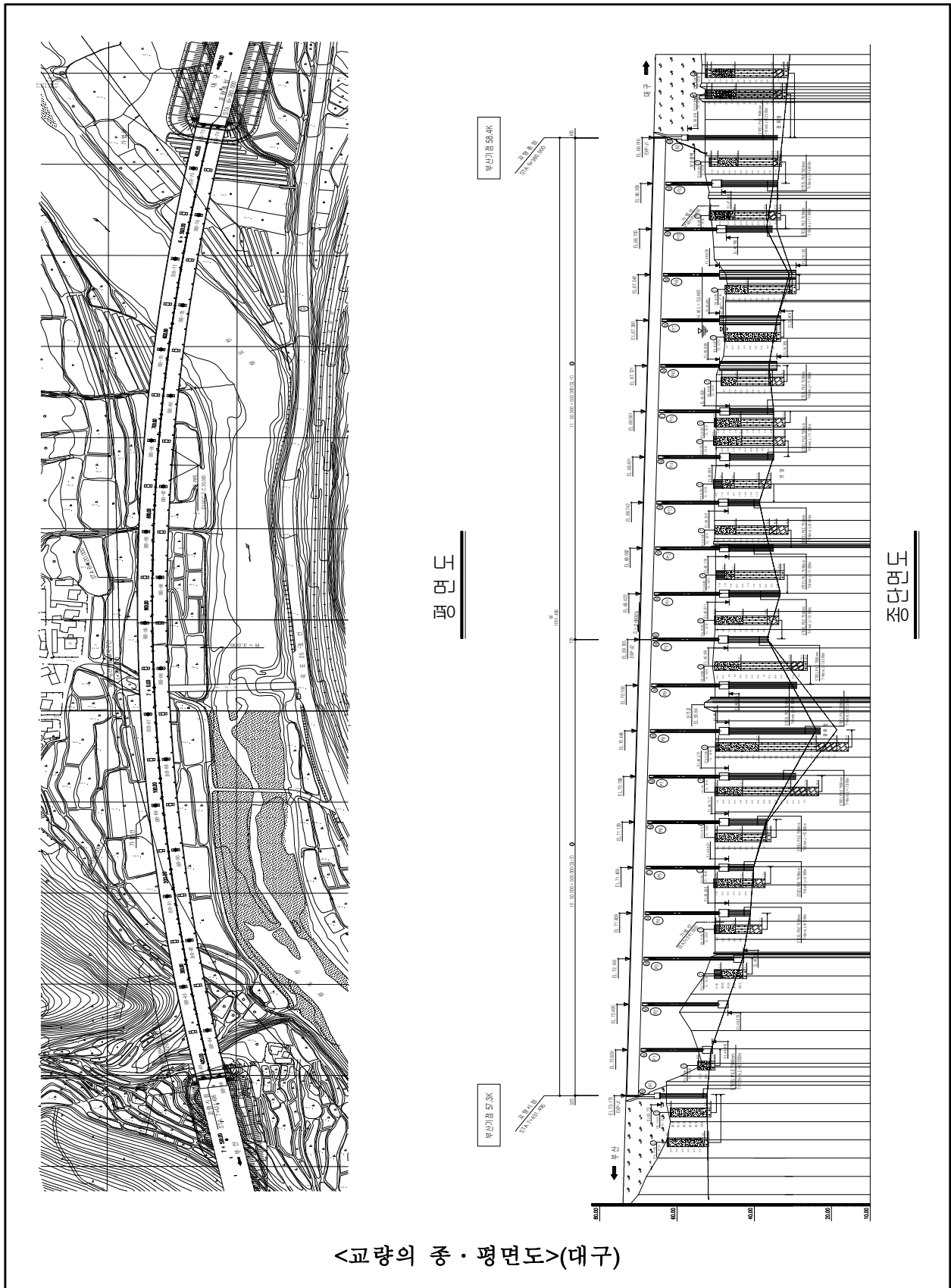
1.3 시설물의 개요

가. 대구방향

1) 시설물의 현황

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		단산대교(대구)		시설물번호		BR2006-0000207	
준공년월일		2006년 2월 10일		관리번호		dbw BR. 26	
시설물위치		경상북도 청도군 청도읍 거연리					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		고속국도55호선 (부산기점 57.3~58.4km)	
제원	연장	L = 1050.0 m (10 @ 10 + 11 @ 50 = 1050.0 m)					
	폭	B = 12.145 m, 2차로					
구조 형식	상부	PSC Box		기초 형식	교대	강관파일기초	
	하부	교각-T형 교대-역T형(RTA)			교각	직접기초 우물통기초 강관파일기초	
교량받침		납면진받침(L.R.B)		신축이음		RAIL JOINT	
교차시설물		청도천 횡단		통과높이		16.0 m	
설 계 사		서영기술단		시 공 사		현대산업개발(주)	
내진설계유무		유		관리주체		신대구부산고속도로(주)	
부착시설내용		- 교량 점검로(P1~P20)					
기 타		- 평면형상 : 사각이 없는 곡선교 - 포장유형 : 아스팔트 포장 - 방호벽 및 중앙분리대 : 콘크리트					

2) 시설물의 주요도면

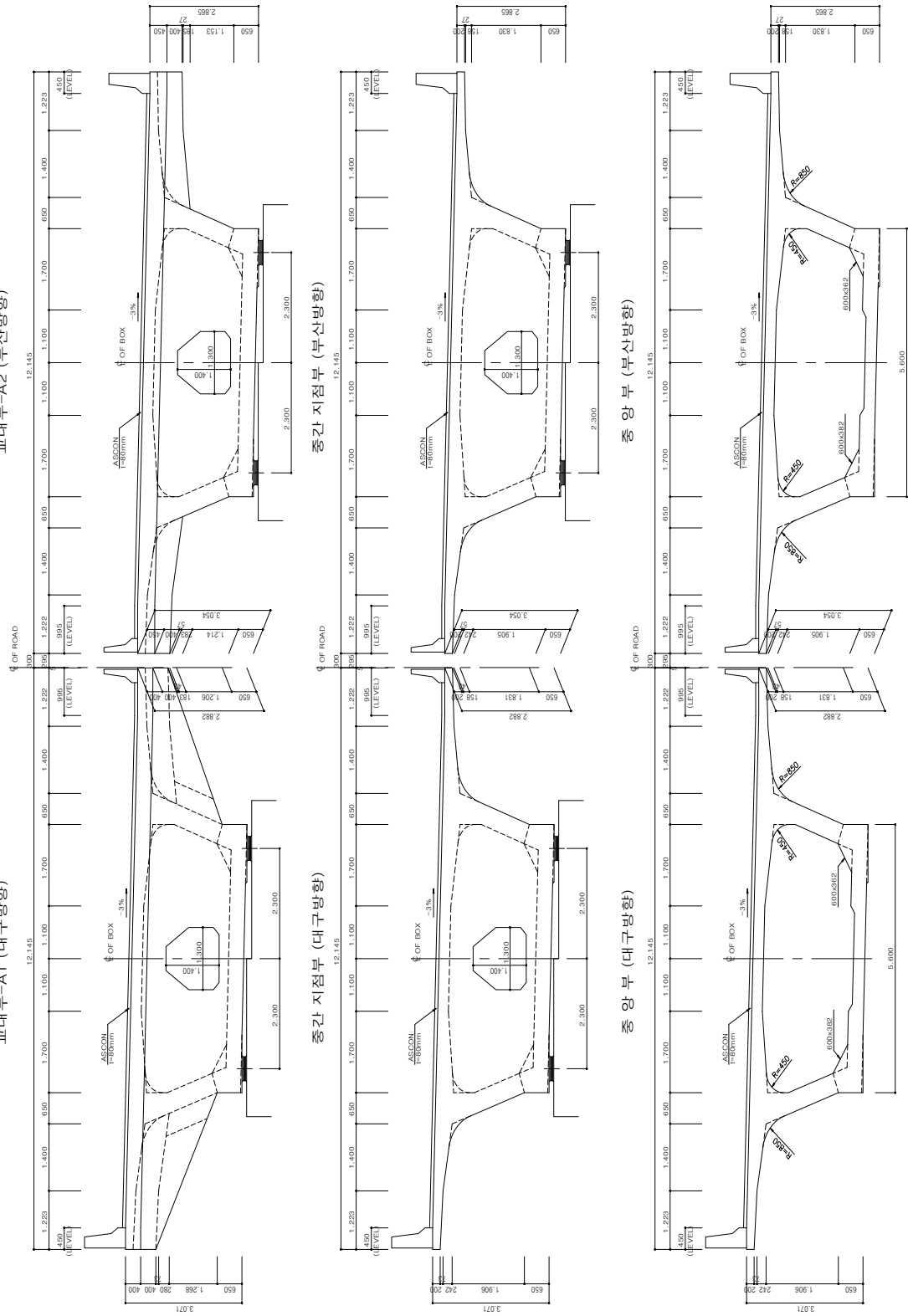


표준단면도 - 1

S = 1 : 50

교대부-A1 (대구방향)

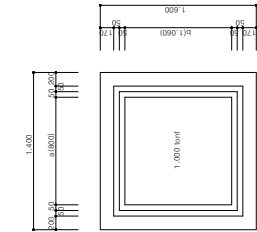
교대부-A2 (부산방향)



<교량 횡단면도>(대구)

슈물 탈상세도

S = 1 : 20

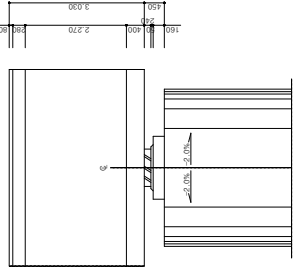


변화치수표

구분	P20	P16	P14	P13	P12
H	15.0	16.5	19.0	19.0	19.5
H1	9.50	11.00	13.50	13.50	14.00
H2	0.132	0.132	0.132	0.132	0.132
L'	14.00	11.00	11.50	8.00	11.00
가동분리장치	가동분리장치	고정분리장치	가동분리장치	가동분리장치	가동분리장치
a	800	800	800	800	800
b	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
가동분리장치	가동분리장치	고정분리장치	가동분리장치	가동분리장치	가동분리장치
a	800	800	800	800	800
b	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
구분	P9	P8	P7	P5	P4
H	20.5	20.5	21.0	22.0	22.0
H1	16.00	16.00	16.50	16.50	16.50
H2	0.132	0.132	0.132	0.132	0.132
L'	17.00	23.50	17.00	6.50	6.00
가동분리장치	가동분리장치	가동분리장치	고정분리장치	가동분리장치	
a	800	800	800	800	800
b	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
가동분리장치	가동분리장치	가동분리장치	고정분리장치	가동분리장치	
a	800	800	800	800	800
b	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

상세 'A'

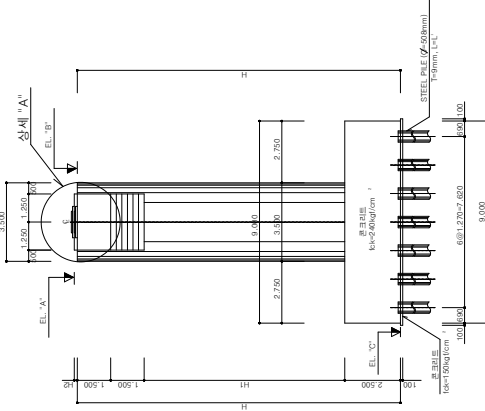
S = 1 : 50



* 평면상에서 산출크기 (수중치)
S = 20 + 0.5 X 80.0
L = 5 + 0.332 X 2
L = 4.05 + 0.662 X 2 = 805mm 이상 확보

측면도

S = 1 : 100

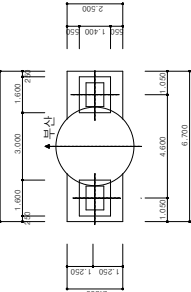


ELEVATION

구분	P20	P19	P15	P14	P13	P12
A	63.080	63.400	64.781	65.122	65.862	65.862
B	62.848	63.268	64.649	65.980	65.330	65.970
C	47.848	46.788	45.629	45.390	46.330	46.170
구분	P9	P8	P7	P5	P4	
A	66.828	67.168	67.509	68.189	68.320	
B	66.604	67.036	67.377	68.057	68.308	
C	46.196	46.536	46.877	46.057	46.308	

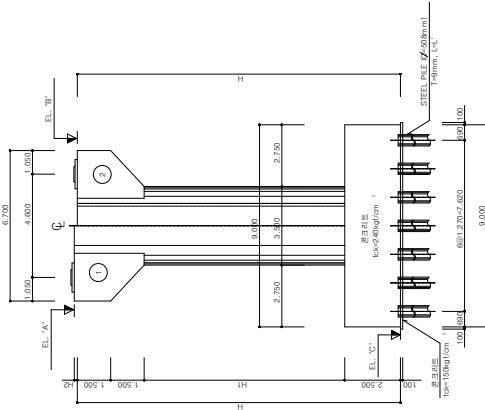
평면도

S = 1 : 100



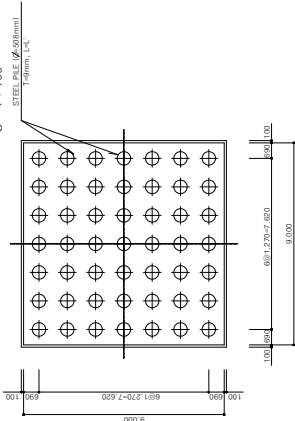
정면도

S = 1 : 100



기초 파일 평면도

S = 1 : 100



<교각 일반도>(대구)

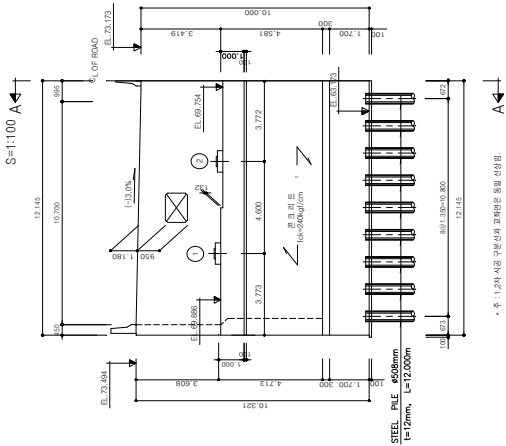
무수측 물탈 상면고

구분	P20	P19	P15	P14	P13	P12
①	63.390	63.630	64.901	65.332	65.672	66.012
②	63.159	63.498	64.859	65.200	65.540	65.880
구분	P9	P8	P7	P5	P4	
①	67.038	67.378	67.719	68.399	68.740	
②	66.806	67.246	67.587	68.267	68.608	

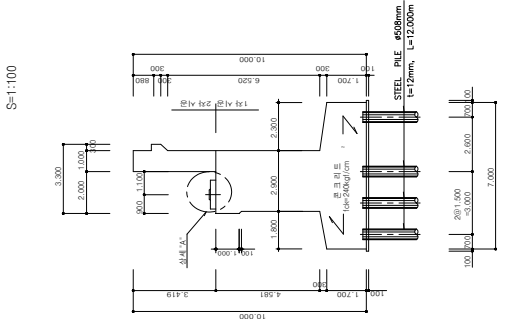
- NOTE :
1. 기둥콘크리트는 지지층이 없는 상태에서 설계하여야 한다.
 2. 수 설계서 설계도와 제형이 상이할 시는 구체적인도로 수 높이를 조정하여야 한다.
 3. 수는 기둥분리장치로 설계 하였으며 변형시 감독관의 승인을 득한 후 시행 하야 한다.

<교대 일반도-A1>(대구)

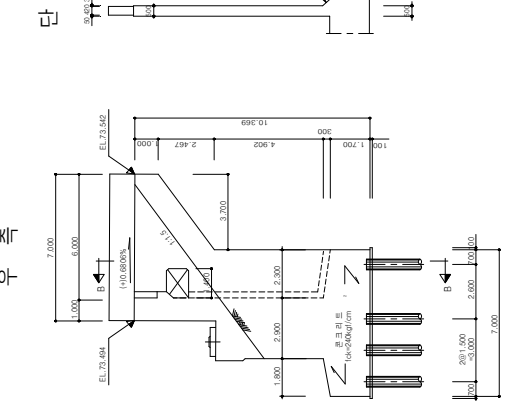
정 면 도



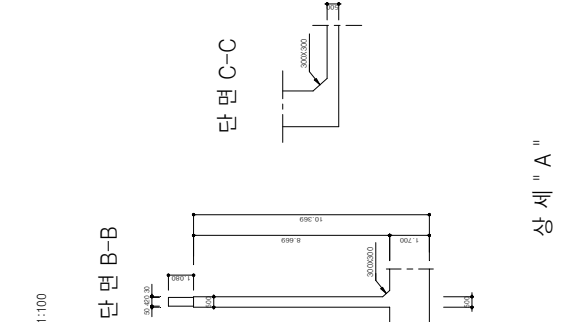
단면 A-A



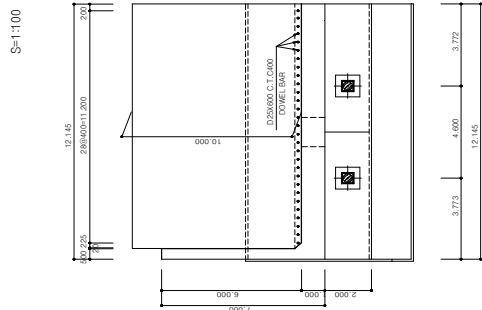
우 측



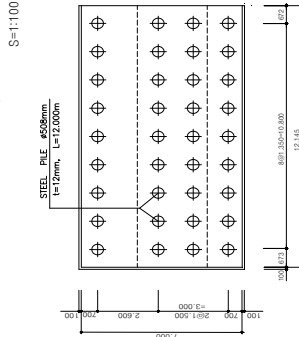
남 개 벽



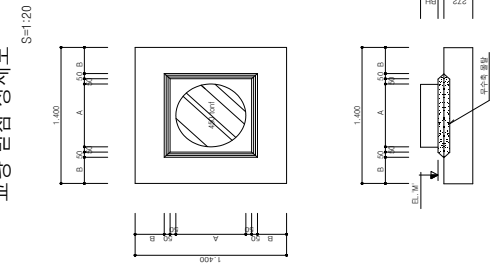
평 면 도



PILE 배치도



교량 받침 상세도



변화 치수표 및 표

구분	①	②
단면	70,200	70,000
T	50	50
BH	128	128
A	500	500
B	505	505

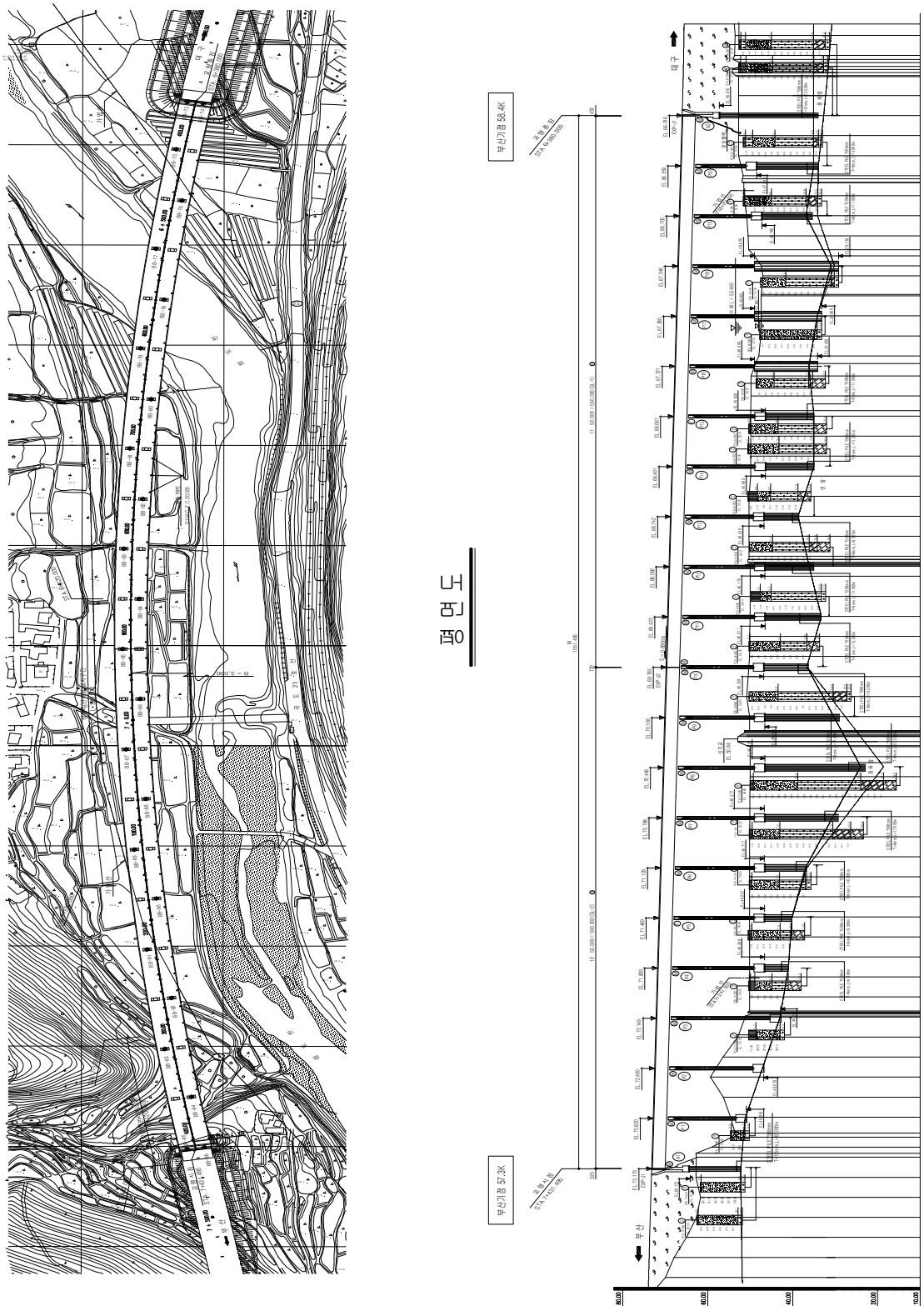
• #8@200mm (단면도)
S = 20 × 0.5 × 0.5
L = 5 × 0.375
L = 40 × 500 × 725mm 이상 확보

나. 부산방향

1) 시설물의 현황

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		단산대교(부산)		시설물번호		BR2006-0000208	
준공년월일		2006년 2월 10일		관리번호		dbw BR. 26	
시설물위치		경상북도 청도군 청도읍 거연리					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		고속국도55호선 (부산기점 57.3~58.4km)	
제원	연장	L = 1050.0 m (10 @ 10 + 11 @ 50 = 1050.0 m)					
	폭	B = 12.145 m, 2차로					
구조 형식	상부	PSC Box		기초 형식	교대	강관파일기초	
	하부	교각-T형 교대-역T형(RTA)			교각	직접기초 우물통기초 강관파일기초	
교량받침		납면진받침(L.R.B)		신축이음		RAIL JOINT	
교차시설물		청도천 횡단		통과높이		16.0 m	
설 계 사		서영기술단		시 공 사		현대산업개발(주)	
내진설계유무		유		관리주체		신대구부산고속도로(주)	
부착시설내용		- 교량 점검로(P1~P20)					
기 타		- 평면형상 : 사각이 없는 곡선교 - 포장유형 : 아스팔트 포장 - 방호벽 및 중앙분리대 : 콘크리트					

2) 시설물의 주요도면



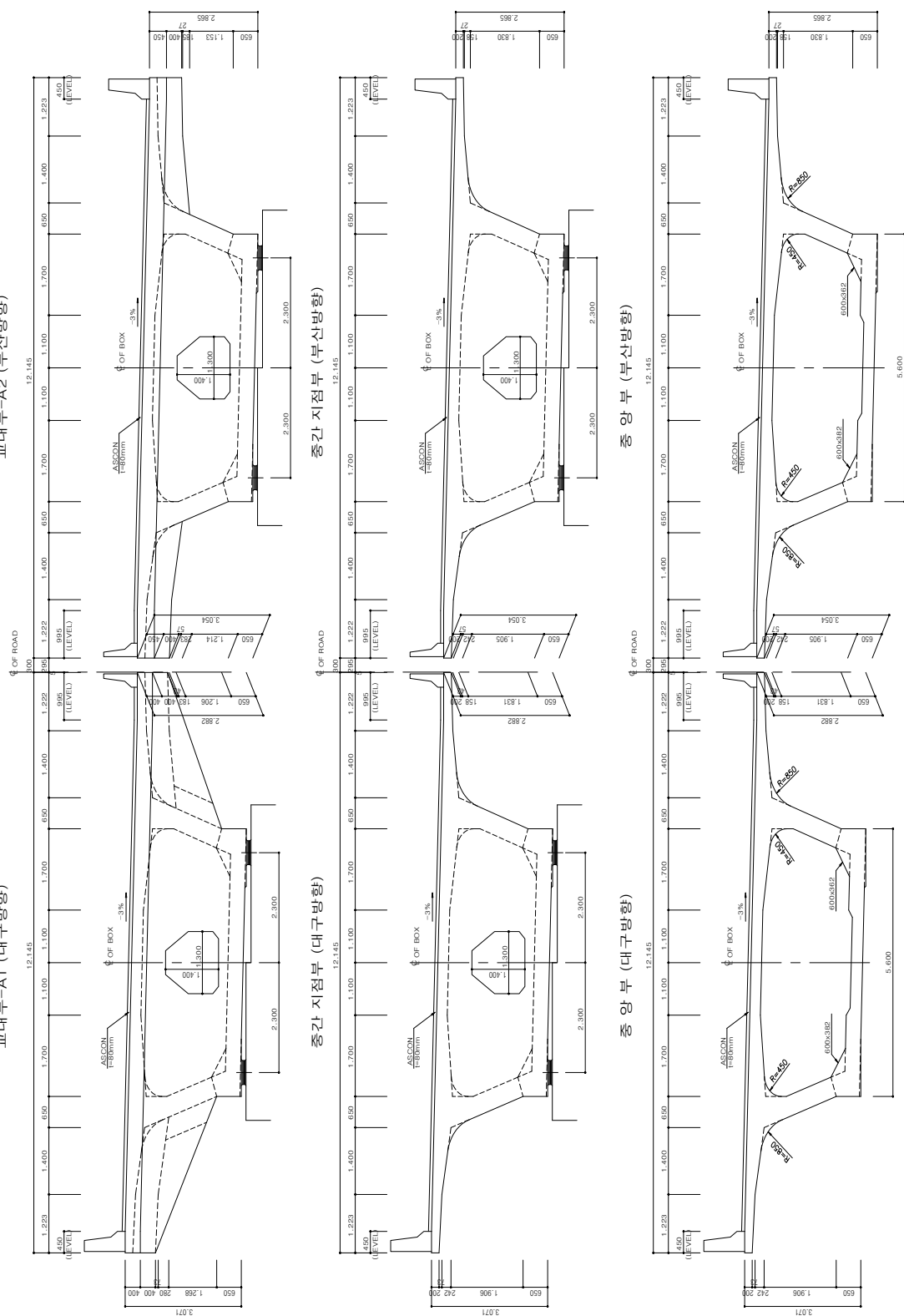
<교량의 종 · 평면도>(부산)

1
1
4
6
7
8

$$S = 1 : 50$$

교대부-A1 (대구방화)

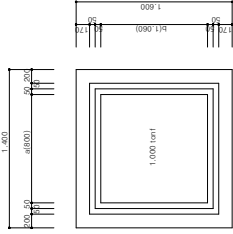
교대부-A2 (부산방화)



<교량 횡단면도>(부산)

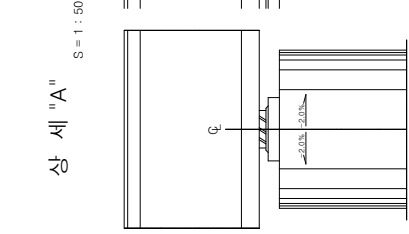
수몰탈상세도

S = 1 : 20



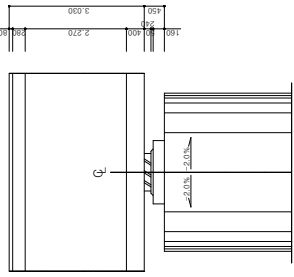
측면도

S = 1 : 100



상세 "A"

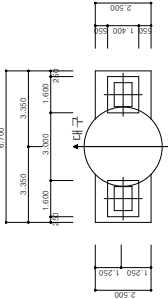
S = 1 : 50



* 방수콘크리트 사용단가 (유충비)
S = 20 + 0.3 X 50.0
L = S + 0.391/2
L = 4.64 + 0.012 = 4.65mm 이상 확보

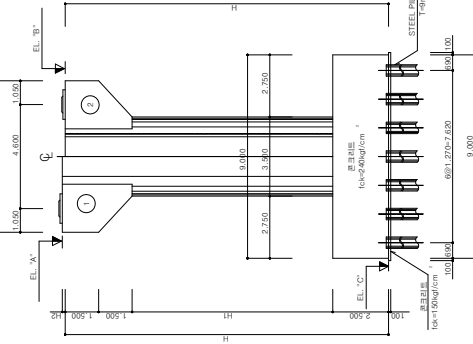
평면도

S = 1 : 100



정면도

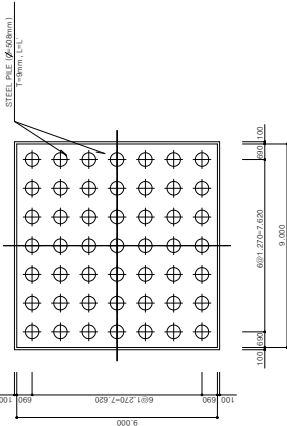
S = 1 : 100



<교각 일반도>(부산)

기초 파일 평면도

S = 1 : 100



ELEVATION

구분	P20	P19	P15	P14	P13	P12
A	62.776	63.116	64.477	64.818	65.159	65.498
B	62.844	62.984	64.345	64.686	65.026	65.366
C	47.644	46.484	45.345	45.686	46.026	45.866
구분	P9	P8	P7	P5	P4	
A	66.524	66.864	67.205	67.885	68.226	
B	66.302	66.732	67.073	67.753	68.094	
C	45.802	46.232	46.073	45.753	46.094	

무수축물탈상면고

구분	P20	P19	P15	P14	P13	P12
①	62.980	63.326	64.697	65.028	65.368	65.708
②	62.854	63.194	65.555	64.896	65.236	65.576
구분	P9	P8	P7	P4		
①	66.724	67.074	67.415	68.095	68.436	
②	66.602	66.942	67.283	67.963	68.304	

NOTE:

- 기초콘크리트는 지하층이 없는 상태에서 설계되어 있다.
- 수몰에서 설계도와 제형이 상이할시는 주재콘크리트로 수몰이물 포함하여야 한다.
- 수몰 기초콘크리트로 설계하였으나 방수성 강화콘크리트의 용인 후 시공하여야 한다.

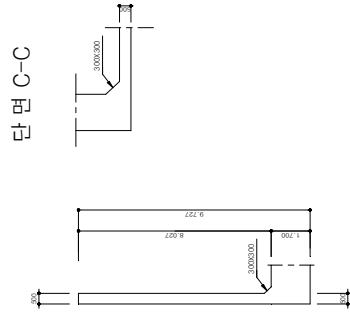
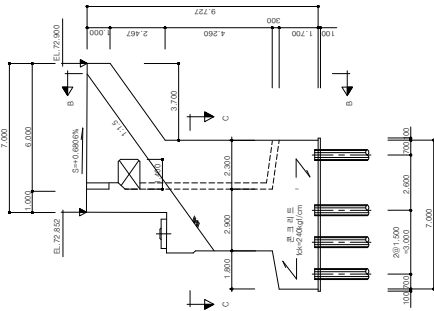
변화치수표

구분	P20	P19	P15	P14	P13	P12
H	15.0	16.5	19.0	19.0	19.0	19.5
H1	9.50	11.00	13.50	13.50	13.50	14.00
H2	0.132	0.132	0.132	0.132	0.132	0.132
L	14.00	11.00	11.50	11.50	8.00	11.00
기초콘크리트	기초콘크리트	기초콘크리트	기초콘크리트	기초콘크리트	기초콘크리트	기초콘크리트
a	800	800	800	800	800	800
b	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
기초콘크리트	기초콘크리트	기초콘크리트	기초콘크리트	기초콘크리트	기초콘크리트	기초콘크리트
a	800	800	800	800	800	800
b	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
구분	P9	P8	P7	P5	P4	
H	20.5	20.5	21.0	22.0	22.0	
H1	15.00	15.0	15.50	16.50	16.50	
H2	0.132	0.132	0.132	0.132	0.132	
L	17.00	23.50	17.00	6.50	6.00	
기초콘크리트	기초콘크리트	기초콘크리트	기초콘크리트	기초콘크리트	기초콘크리트	
a	800	800	800	800	800	
b	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
기초콘크리트	기초콘크리트	기초콘크리트	기초콘크리트	기초콘크리트	기초콘크리트	
a	800	800	800	800	800	
b	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	

高개항

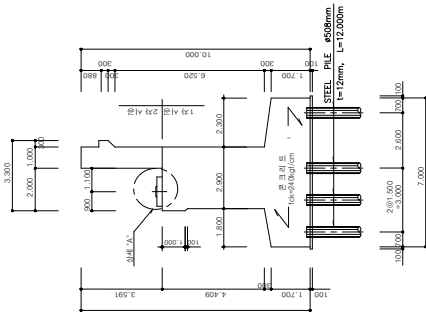
 $S=1:100$

புதுப்பணி

아
K|Γ

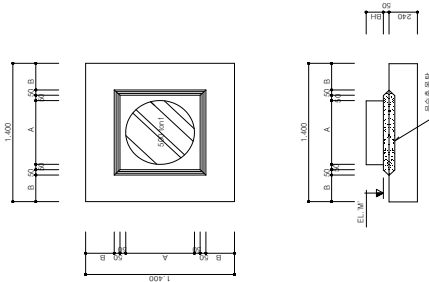
단면 A-A

$S=1:100$

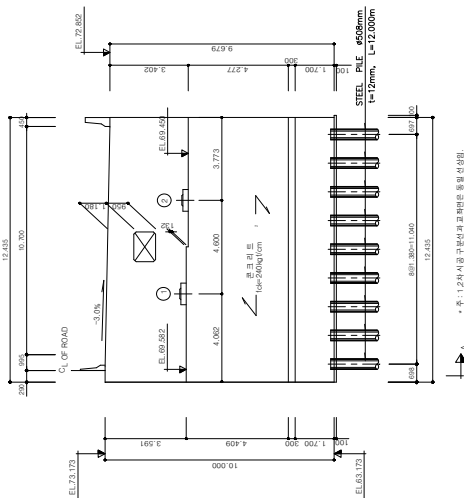


고양이 밤잠 상도

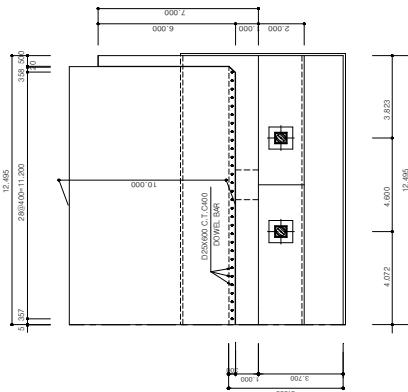
$S=1:20$



구분	① (진행중 이동장치)	② (진행중 이동장치)
ELM	69,872	69,740
T	50	50
BH	160	160
A	550	550
B	325	325

 $S=1:100$ 

* 주: 12차 시공 구분선과 고탁면은 동일 선상임.

 $S=1:100$ 

2. 자료수집 및 분석

2.1 보수·보강 이력

구분	보수일자	보수내용	시공자	비고
보수	2007.03	교량받침 도장보수	현대산업개발(주)	
보수	2008.03	교대 및 교각부 균열보수(에폭시 주입 및 표면처리)	일해토건	
보수	2008.09	포장 패칭, 거더 및 교대 표면처리	일해토건	
보수	2010.05	교대 및 교각부 균열보수, 콘크리트파손부 보수, 백태제거	일해토건	
보수	2010.06	교량받침부 균열보수, 신축이음후타콘크리트 균열보수	유니슨	
보수	2010.11	A2(대구방향) 신축이음장치 볼트탈락부 보수	유니슨	
보수	2011.03	교대 및 교각부 균열보수, 콘크리트파손부 보수, 백태제거	일해토건	
보수	2011.04	PSC BOX 상부슬라브 거더내부 균열보수	건창	
보수	2011.07	A2(대구방향) 신축이음장치 부품교체공사(베어링외)	유니슨	
보수	2011.07	교량받침부 균열보수, 단면복구, 받침 녹제거 및 도장	유니슨	
보수	2013.04	교량체류수 유도배수관 개선 A2(양방향)	주영건설	
보수	2014.08	배수파이프 개선 A2(부산)32m - 민원	주영건설	
보수	2014.08	교량받침 도장보수공사 35EA	해주건설	
보수	2014.09	교량받침 재도장, 교면포장 재포장	현대산업개발(주)	
보수	2014.11	교량받침 볼트 정비, 교면포장 재포장	현대산업개발(주)	

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 제5공구 - 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 - PSC BOX 거더 균열, 백태 - 하부구조 균열 - 받침 부식, 볼트이완, 들뜸 - 포장 패임, 포트홀, 라벨링 - 신축이음 부식, 볼트탈락 - 난간 균열, 백태, 파손 ◇ 받침 도장보수 ◇ 콘크리트 균열보수 ◇ 포장 패칭 ◇ 신축이음 볼트 보수	◇ 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 체원변경확인 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		주요결합 및 외관조사 결과	검토의견
거더	내부	대체적으로 양호하며 균열 및 보수부재균열, 백태 등이 조사됨	- 상부슬래브와 복부 타설을 위한 거푸집에 의해 횡방향으로 구속되어 종방향균열 발생 - 백태는 시공당시 개구부 마감처리 당시 발생한 흔적으로서 현재 진전양상 없음
	외부	- 미세균열이 조사되었으며, 일부 보수부재균열, 사균열 등이 관찰됨 - 백태, 보수부백태, 보수부들뜸, 물끊기흠 미설치, 소규모 단면손상 및 철근손상 등이 국부적으로 조사됨	- 균열은 시공초기 건조수축에 의해 발생한 미세균열로서, 사균열의 경우 ILM 시공 시 압출과정 중 복부측 사인장력에 의한 균열이며 현재 사용하중에 의한 구조적 문제는 없는 것으로 판단됨 - 물끊기흠 미설치는 하부부재 부식, 열화를 유발시키므로 보수가 필요함
격벽		균열(최대 폭 0.3mm), 망상균열, 보수부재균열이 조사됨	균열은 Massive한 콘크리트에서 높은 온도의 내부 수화열이 소산되며 발생하는 수축작용이 구속됨으로 인한 균열로 판단되며 일부 국부적인 폭 0.3mm균열이 관찰됨
교대		균열 및 녹물유출흔적이 조사됨	- 교대에서 조사된 수직균열은 균열의 형상, 방향성, 발생위치 등을 고려해 볼 때 시공초기 건조수축에 의해 발생한 것으로 판단되며, 손상정도는 경미함 - 신축이음 강재부 우수접촉에 의한 녹물흔적
교각		균열(최대 폭 0.3mm), 보수부재균열, 망상균열, 긁힘, 파손, 백태 등이 조사됨	- 균열 및 망상균열의 경우 교각 코핑부의 단면 굴곡부 및 불규칙성 수직 수평균열들로서, 기정밀점검 대비 일부 균열이 추가 조사되었으며, 국부적으로 폭 0.3mm 균열이 조사됨 - 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 들뜸, 볼트부식, 플레이트 녹발생, 고무재 들뜸, 볼트체결미흡 등이 조사됨	• 건조수축에 의한 미세몰탈균열 판단됨 • 물끓기흡 미설치 및 외부 우수접촉에 의한 플레이트 녹발생 • 고무재 들뜸의 경우 신축거동 시 발생한 초기손상으로 상태변화 지속관찰 • 교량받침 이동량 검토 결과, 충분한 가동여유량을 확보하는 것으로 평가됨
신축이음	• 후타재균열, 후타재파손, 이물질퇴적, 신축이음하부 부식 등이 조사됨	• 후타재 손상은 시공초기 건조수축에 따른 것으로 지속관찰 필요함 • 신축거동 이동량 검토 결과, 충분한 여유량을 확보하는 것으로 평가됨
교면포장	• 대체적으로 양호하며 부분적인 라벨링, 패임, 포트홀, 백태 및 망상균열 조사됨	• 반복적인 중차량 통행 및 보수미흡에 의한 패임, 망상균열, 라벨링이 조사되었으며, 주행성 및 안전성에 영향을 주는 손상들은 없는 상태로 판단됨
배수시설	• 전반적으로 배수시설은 양호한 상태로 조사됨	• 이물질퇴적 및 막힘에 대한 지속관찰
난간 (방호벽)	• 폭 0.3mm미만의 균열, 균열부백태, 박리, 녹물 유출 등의 손상이 조사됨	• 조사된 균열은 시공초기 건조수축 및 수화열에 의한 균열로서, 현재 보수보다는 상태변화에 대한 지속관찰이 바람직하며, 국부적인 피복부족에 의한 녹물유출로 판단됨

2) 기 점검(2013년)결과와의 비교, 분석

구 분	2013년 점검결과	금회 진단결과	비 고
거더	구조적인 손상은 발생되지 않았으며, 폭 0.1~0.3mm이하 균열, 망상균열 등이 조사됨	대부분 기 조사된 손상 유형과 유사하나 일부 물량이 증가됨	
격벽		- 대부분 기 조사된 손상으로 일부 추가개소 조사 및 국부적인 보수부 재손상이 조사됨 - 폭 0.3mm균열의 진전은 없는 것으로 관찰됨	
하부구조	구조적인 손상은 발생되지 않았으며, 폭 0.1~0.3mm미만 균열, 망상균열, 누수흔적이 조사됨	- 기존 보수부는 양호한 상태이며, 일부 보수미흡에 의한 보수부재균열이 추가 조사됨 - 국부적인 소규모 단면손상 및 건조수축에 의한 균열이 추가 조사됨	
교량받침	플레이트 녹발생 및 고무재 들뜸, 받침물 탈균열 등이 조사됨	- 건조수축에 따른 받침물탈균열이 일부 추가 조사됨 - 녹발생 및 고무재손상은 기 점검과 유사한 상태로서 지속관찰이 필요함	
신축이음	유간 이물질퇴적, 본체부식, 후타재균열이 조사됨	기 점검과 유사한 상태로서, 건조수축 및 중차량통행에 의한 후타재균열이 조사되었으며, 반복적인 차량하중에 의해 일부 후타재 파손 부가 조사됨	
교면포장	대체적으로 양호하며 라벨링 및 패임, 포트홀이 조사됨	- 기 조사 된 손상과 대체적으로 유사하며, 차량 반복 통행에 의한 손상물량 일부 증가 - 주행성 및 안전성에 영향을 주는 손상은 없는 것으로 조사됨	
기타부재	- 배수시설 : 손상없음 - 방호벽 : 균열폭 0.3mm미만 수직균열, 백태	- 배수시설 : 손상없음, 양호함 - 방호벽 : 대부분 기조사된 손상으로 일부 균열부 우수 침투에 의한 균열부백태가 추가 조사되었으며, 소규모 철근손상이 국부적으로 조사됨	
검토의견	- 기 점검(2013.년)결과 발생한 손상중 교대 및 교각과 받침콘크리트 교면포장에서 발생한 손상은 금회진단 조사 시 대부분 유사한 상태로 조사되었으나, 금회 상세조사를 통한 추가적인 손상이 조사됨 - 또한, 거더, 방호벽의 미세균열 등 기 점검(2013년) 이후 다소 증가하였으나, 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	40.1~51.5	설계기준강도 대비 100%이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨
		초음파	40.4~42.9	
	하부 구조	반발경도	25.1~31.7	
		초음파	24.6~28.6	
철근탐사 (mm)	상부구조	배근간격	96.0~262.0	전반적으로 철근간격 및 피복두께가 설계값과 근사함
		피복두께	35.0~66.0	
	교대 (구체)	배근간격	133.0~185.0	
		피복두께	96.0~106.0	
	교각 (기둥,코핑)	배근간격	100.0~310.0	
		피복두께	67.0~106.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		39.5~46.0	탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨
	하부구조		62.0~93.5	
염화물 함유량시험 (kg/m ³)	상부구조		0.428	염화물에 의한 철근부식의 영향이 적거나, 부식발생 우려가 없는 것으로 판단됨
	하부구조		0.251~0.263	
균열깊이 (mm)	하부구조		90.0~151.0	균열심도가 피복두께를 초과함
종합 평가	- 비파괴강도 측정결과, 측정값은 설계기준강도 대비 100%이상으로 조사되었으며, 공용년수 경과에 따른 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가됨 - 철근탐사 측정결과 전반적으로 도면의 피복두께 및 배근간격과 유사한 것으로 판단됨. - 탄산화 깊이 측정결과, 전 개소에서 상태평가 'a'로 검토되어 현 상태에서는 탄산화에 철근부식의 우려가 없는 상태로 판단됨 - 염화물함유량에 따른 상태평가는 'b'이상으로서 철근 부식의 가능성은 낮은 상태로 판단됨. - 균열깊이시험 측정 결과, 최소 피복두께를 초과한 것으로 분석되어, 주입보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단됨			

2) 기 점검(2013년)결과와의 비교, 분석

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			'13년 정밀점검	금회 정밀안전진단	
비파괴 강도 (MPa)	상부 구조	반발경도	41.0~44.0	40.1~51.5	▪ 설계기준강도 대비 100% 이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨
	하부 구조	반발경도	24.2~26.2	25.1~31.7	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부 구조		47.0	39.5~46.0	▪ 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨
	하부 구조		95.0~100.0	62.0~93.5	
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 철근부식의 우려가 없는 상태로 판단됨 • 기 점검 결과와 비교할 때 측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 콘크리트 내구성저하는 거의 없는 상태로 판단됨				

3.2 부산방향

가. 외관조사 결과요약

1) 금회 진단 외관조사 결과요약

구 분		주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
거더	내부	대체적으로 양호한 상태에서 상면 종방향 균열(폭 0.1mm), 망상균열, 백태, 균열부백태, 보수부들뜸이 조사됨	- 상부슬래브와 복부 타설을 위한 거푸집에 의해 횡방향으로 구속되어 종방향균열 발생 - S11구간 단부측 사방향균열은 시공당시(ILM공법) 최초 압출부위로서 지점부 인장응력에 의한 시공초기 균열로 판단됨 - 백태는 시공초기 열화부 우수 접촉 및 거더내부 습윤상태에서 발생한 것으로 판단되는 국부적인 손상으로, 진전은 없는 것으로 조사됨
	외부	대체적으로 양호한 상태를 유지 하고 있으나, 부분적으로 균열(폭 0.1~0.3mm), 들뜸, 물끓기흠 미설치 등의 손상이 조사됨	- 균열은 시공초기 건조수축에 의해 발생한 미세균열이며, 폭 0.3mm 균열의 경우, 캔틸레버 종방향 균열로서 건조수축에 의한 비구조적인 손상으로 판단됨 - 물끓기흠 미설치는 하부 부재의 부식, 열화를 유발시키므로 보수가 필요함
격벽		균열(폭 0.1~0.3mm), 백태, 보수부재균열이 조사됨	- 균열은 Massive한 콘크리트에서 높은 온도의 내부 수화열이 소산되며 발생하는 수축작용이 구속됨으로 인한 균열로 판단됨 - 시공초기 우수접촉에 따른 국부적인 백태로서 지속관찰이 바람직함
교대		대체적으로 양호한 상태이며 균열 및 보수부재균열(폭 0.3mm미만), 들뜸, 파손 및 철근노출 등이 조사됨	- 교대에서 조사된 균열은 균열의 형상, 방향성, 발생위치 등을 고려해 볼 때 시공초기 건조수축에 의해 발생한 것으로 판단되며, 손상정도는 경미함 - 파손은 교대 홍벽에서 관찰되며 신축이음 시 공과정 중 발생한 소규모 파손으로 판단됨
교각		균열(폭 0.1~0.3mm), 망상균열, 보수부재균열, 굽힘 등이 조사됨	- 균열 및 망상균열의 경우 교각 코핑부의 단면 변화부 및 불규칙성 수직 수평균열들로서, 기정밀점검 대비 일부 균열이 추가 조사되었으며, 일부 코핑 단면취약부 건조수축에 의한 0.3mm균열이 조사됨 - 소규모 단면손상의 경우 외부 충격에 의한 국부적인 손상으로 지속관찰이 바람직함 - 수중조사 결과 수상부와 수중부, 기초저면 및 보호사석 등의 상태는 양호한 것으로 조사됨

구 분	주요결합 및 외관조사 결과	검토의견
교량받침	• 받침장치의 외관조사 결과, 몰탈균열 및 들뜸, 볼트부식, 플레이트 녹발생, 고무재 들뜸 등이 조사됨	• 건조수축에 의한 미세몰탈균열로 판단됨 • 물끓기흙 미설치 및 외부 우수접촉에 의한 플레이트 녹발생 • 고무재 들뜸의 경우 신축거동 시 발생한 초기손상으로 상태변화 지속관찰이 필요함 • 교량받침 이동량 검토 결과, 충분한 가동여유량을 확보하는 것으로 평가됨
신축이음	• 본체부식, 하부누수, 고무재열화, 볼트탈락 • 후타재균열, 이물질퇴적	• 후타재 균열은 반복된 차량하중 및 시공초기 건조수축에 따른 것으로 지속관찰 필요함 • 신축이음 하부 강재와 고무재접합부 열화에 의한 국부적인 누수부가 조사되었으며, 시공미흡에 의한 볼트탈락이 관찰됨 • 신축이음 이동량 검토결과, 충분한 여유량을 확보하는 것으로 평가됨
교면포장	• 대체적으로 양호하며 부분적인 라벨링, 패임, 체수흔적 및 백태, 포트홀 등이 조사됨	• 반복적인 중차량 통행 및 보수미흡에 부분적인 라벨링, 패임 등이 조사되었으며, 교면내 우수가 단부측 구배에 의해 체수되며 국부적인 백태성향이 관찰되나 손상정도가 경미한 상태로서 지속적인 관찰이 필요함 • 주행성 및 안전성에 영향을 주는 손상들은 없는 상태로 조사됨
배수시설	• 배구관 위치불량 및 유도배수관 길이부족이 조사됨	• 배수불량에 의한 하부부재 손상발생 우려가 있으므로 배수시설 정비가 바람직함
난간 (방호벽)	• 폭 0.3mm미만의 균열, 균열부백태, 파손, 박락, 재료분리, 백태 등의 손상이 조사됨	• 균열은 시공초기 건조수축 및 수화열에 의한 균열로서, 현재 보수보다는 상태변화에 대한 지속관찰이 바람직하며, 열화부 우수접촉에 의한 백태 등이 조사됨 • 국부적인 소규모 단면손상이 조사되었으며 정도는 경미함

2) 기 점검(2013년)결과와의 비교, 분석

구 분	2013년 점검결과	금회 진단결과	비 고
거더	구조적인 손상은 발생되지 않았으며, 폭 0.1~0.3mm이하 균열, 망상균열, 백태 등이 조사됨	- 대부분 기 조사된 손상으로 일부 추가적으로 조사됨 - 폭 0.3mm균열의 진전은 없는 것으로 관찰됨 - 신축이음부 백태는 기존손상으로서, 누수에 의해 일부 콘크리트 들뜸이 조사됨 - 내부 S11사방향 균열은 시공 시 압축과정중 발생한 균열로서 현재 균열보수부 상태가 양호한 점을 미루어 구조적문제는 없는 것으로 판단됨	
격벽		대부분 기 조사된 손상으로 일부 추가개소 조사 및 국부적인 보수부 재손상이 조사됨	
하부구조	하부구조는 폭 0.3mm미만은 균열 및 망상균열, 누수흔적이 조사됨	- 건조수축에 의한 폭 0.3mm미만의 수직균열이 추가 조사됨 - 신축이음 시공당시 발생한 소규모 파손 및 철근노출이 조사됨 - P8 배수관 월류에 의한 누수흔적의 경우 기존 점검 대비 양호해진 상태로서 배수시설 재정비에 의한 것으로 판단됨	
교량받침	몰탈균열, 플레이트 녹발생 및 고무재 들뜸 등이 조사됨	- 건조수축에 따른 받침몰탈균열이 일부 추가 조사됨 - 녹발생 및 고무재손상은 기 점검과 유사한 상태로 지속관찰이 필요함	
신축이음	유간 이물질퇴적, 본체부식, 후타재균열이 조사됨	- 기 점검과 유사한 상태로 반복적인 외부우수접촉에 의한 본체부식 일부 조사됨 - 고무재 열화 및 신축이음 하부 강재와 고무재 접합부에 국부적인 누수가 조사됨	
교면포장	대체적으로 양호하며 라벨링 및 패임, 포트홀 등이 조사됨	기 조사된 손상과 대체적으로 유사하나, 횡방향 단부측 구배에 의해 일부 체수구간 및 경미한 백태흔적이 관찰됨	
기타부재	- 배수시설 : S9 배수관 이물질퇴적 - 방호벽 : 균열폭 0.3mm미만 수직균열, 백태, 균열부 백태	- 배수시설 : 기 점검 시 조사된 배수관이물질퇴적은 재정비가 실시된 것으로 관찰되며, 유배수관 길이 부족 및 배수관 위치불량이 추가조사됨 - 방호벽 : 대부분 기조사된 손상이나, 일부 균열부 우수침투에 의한 백태 및 폭 0.3mm균열이 추가 조사되었으며, 방호벽 외측 박락 등이 조사됨	
검토의견	- 기 점검(2013.년)결과 발생한 손상중 교대 및 교각과 받침콘크리트 교면포장에서 발생한 손상은 금회진단 조사 시 대부분 유사한 상태로 조사되었으나, 금회 상세조사를 통한 물량의 변화로 판단되며, 신축이음의 경우 강재와 고무재 접합부 열화에 의한 누수가 관찰됨 - 또한, 거더, 방호벽의 미세균열 등 기 점검(2013년) 이후 추가 조사되었으며. 거더내부 사방향균열이 관찰되나, 시공초 발생한 균열로서 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	40.0~48.1	▪ 설계기준강도 대비 100%이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨
		초음파	40.2~45.4	
	하부 구조	반발경도	25.1~31.2	
		초음파	24.4~30.3	
철근탐사 (mm)	상부구조	배근간격	98.0~260.0	▪ 전반적으로 철근간격 및 피복두께가 설계값과 근사함
		피복두께	36.0~66.0	
	교대 (구체)	배근간격	140.0~190.0	
		피복두께	81.0~109.0	
	교각 (기둥,코핑)	배근간격	93.0~305.0	
		피복두께	58.0~109.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		35.0~44.0	▪ 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨
	하부구조		53.0~84.0	
염화물 함유량시험 (kg/m³)	상부구조		0.459	▪ 염화물에 의한 철근부식 발생이 적을것으로 판단됨
	하부구조		0.293~0.452	
균열깊이 (mm)	상부구조		90.0~151.0	▪ 균열심도가 피복두께를 초과함
	하부구조		106.0~139.0	
종합 평가	• 비파괴강도 측정결과, 측정값은 설계기준강도 대비 100%이상으로 조사되었으며, 공용년수 경과에 따른 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가됨 • 철근탐사 측정결과 전반적으로 도면의 피복두께 및 배근간격과 유사한 것으로 판단됨 • 탄산화 깊이 측정결과, 전 개소에서 상태평가 'a'로 검토되어 현 상태에서는 탄산화에 철근부식의 우려가 없는 상태로 판단됨 • 염화물함유량에 따른 상태평가는 'b'이상으로서 철근 부식의 가능성은 낮은 상태로 판단됨. • 균열깊이시험 측정 결과, 최소 피복두께를 초과한 것으로 분석되어, 주입보수를 실시하는것이 바람직 할 것으로 판단됨			

2) 기 점검(2013년)결과와의 비교, 분석

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			'13년 정밀점검	금회 정밀안전진단	
비파괴 강도 (MPa)	상부 구조	반발경도	40.8~42.9	40.0~48.1	▪ 설계기준강도 대비 100% 이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨
	하부 구조	반발경도	24.6~26.5	25.1~31.2	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부 구조		48.0~50.0	35.0~44.0	▪ 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨.
	하부 구조		98.0~101.0	53.0~84.0	
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 철근부식의 우려가 없는 상태로 판단됨 • 기 점검 결과와 비교할 때 측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 콘크리트 내구성저하는 거의 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	가로 보	포장	배수	난간/연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	상부	하부	상부	하부
S1	PCS-Box	b	b	b	b	a	c	b	b	b	q	a	a	b	a
S2	PCS-Box	b	b	b	b	a	c	-	a	b	q	a	a	-	-
S3	PCS-Box	b	a	b	a	a	b	-	a	b	q	-	a	-	-
S4	PCS-Box	b	a	c	a	a	b	-	a	b	q	-	a	-	-
S5	PCS-Box	b	b	b	b	a	a	-	a	c	q	-	-	-	-
S6	PCS-Box	b	c	b	a	a	c	-	b	b	q	-	-	-	-
S7	PCS-Box	b	a	b	a	a	a	-	b	b	q	-	-	-	-
S8	PCS-Box	b	a	b	a	a	b	-	b	c	q	-	-	-	-
S9	PCS-Box	b	a	a	a	a	c	-	b	b	q	-	-	-	-
S10	PCS-Box	b	b	b	a	a	c	-	b	b	q	-	-	-	-
S11	PCS-Box	b	b	a	a	a	b	b	b	b	q	-	-	-	-
S12	PCS-Box	b	b	a	a	a	b	-	a	b	q	-	-	-	-
S13	PCS-Box	b	b	b	a	a	a	-	b	b	q	-	-	-	-
S14	PCS-Box	b	b	b	a	a	c	-	b	b	q	-	-	-	-
S15	PCS-Box	b	b	a	a	a	c	-	b	b	q	-	-	-	-
S16	PCS-Box	b	a	a	a	a	a	-	b	b	q	-	-	-	-
S17	PCS-Box	b	b	a	b	a	b	-	b	b	q	-	-	-	-
S18	PCS-Box	b	b	a	b	a	b	-	b	b	q	-	-	-	-
S19	PCS-Box	b	a	a	a	a	b	-	b	b	q	-	-	-	-
S20	PCS-Box	b	a	a	b	a	b	-	b	b	q	a	-	-	-
S21	PCS-Box	b	b	a	b	a	c	-	b	b	q	a	-	-	-
								b	b	b	q		a		-
평균		0.200	0.171	0.162	0.133	0.100	0.257	0.200	0.177	0.218	-	0.100	0.100	0.200	0.100
가중치		20	20	3	7	3	2	9	9	20	0	2	2	2	1
(평균X가중치)/가중치합		0.090	0.084	0.005	0.009	0.003	0.005	0.018	0.016	0.044	-	0.002	0.002	0.004	0.001
														0.183	
														B	

▪ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도 지수}(0.183) \leq 0.260$

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 0.175 ⇨ 0.183으로 증가한 것으로 분석되었다.

구 분		‘13 점검		금회 진단		가중치 변화요인
		등급	평균	등급	평균	
상부구조	바닥판	b	0.195	b	0.200	· 거의 변화 없음
	거더	a	0.171	b	0.171	· 거의 변화 없음
2차부재	격벽	b	0.162	b	0.162	· 거의 변화 없음
기타부재	포장	b	0.167	b	0.133	· 라벨링손상 상태 경미
	배수	a	0.100	a	0.100	· 거의 변화 없음
	난간, 연석	b	0.167	b	0.257	· 녹물유출 및 균열부백태 손상 발생
	신축이음	b	0.200	b	0.200	· 거의 변화 없음
받침	교량받침	b	0.173	b	0.177	· 거의 변화 없음
하부구조	하부	b	0.186	b	0.218	· 균열, 백태 굽힘 손상 추가
	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 필수 항목 제외
	염화물(하부)	-	-	a	0.100	
합 계		B	0.175	B	0.183	

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	신축이음	교량받침	하부	기초	상부	하부	상부	하부
S1	PCS-Box	b	a	b	a	a	b	b	b	b	q	a	a	b	a
S2	PCS-Box	b	b	b	b	a	b	-	b	b	q	a	a	-	-
S3	PCS-Box	b	a	a	a	a	b	-	b	c	q	-	a	-	-
S4	PCS-Box	b	a	b	a	a	a	-	b	c	q	-	a	-	-
S5	PCS-Box	b	b	a	a	a	a	-	b	b	q	-	-	-	-
S6	PCS-Box	b	b	b	a	a	c	-	b	b	q	-	-	-	-
S7	PCS-Box	b	a	b	b	a	c	-	b	b	q	-	-	-	-
S8	PCS-Box	b	a	a	a	a	a	-	b	b	q	-	-	-	-
S9	PCS-Box	b	b	b	a	a	b	-	b	b	q	-	-	-	-
S10	PCS-Box	b	b	a	b	a	c	-	b	b	q	-	-	-	-
S11	PCS-Box	c	b	a	a	a	c	c	b	b	q	-	-	-	-
S12	PCS-Box	b	b	b	a	a	c	-	b	b	q	-	-	-	-
S13	PCS-Box	b	b	c	a	a	c	-	b	b	q	-	-	-	-
S14	PCS-Box	b	b	b	a	a	c	-	b	b	q	-	-	-	-
S15	PCS-Box	b	a	b	a	a	c	-	b	b	q	-	-	-	-
S16	PCS-Box	b	a	b	b	a	c	-	b	b	q	-	-	-	-
S17	PCS-Box	b	a	a	b	a	c	-	b	b	q	-	-	-	-
S18	PCS-Box	b	b	b	a	a	b	-	b	b	q	-	-	-	-
S19	PCS-Box	b	a	b	a	a	a	-	b	b	q	-	-	-	-
S20	PCS-Box	b	a	b	a	a	b	-	b	b	q	a	-	-	-
S21	PCS-Box	b	b	b	b	a	c	-	b	b	q	a	-	-	-
									c	b	c	q	a		-
평균		0.210	0.152	0.181	0.129	0.100	0.286	0.333	0.200	0.227	-	0.100	0.100	0.200	0.100
가중치		20	20	3	7	3	2	9	9	20	0	2	2	2	1
(평균X가중치)/가중치합		0.042	0.030	0.005	0.009	0.003	0.006	0.030	0.018	0.045	-	0.002	0.002	0.004	0.001
														0.198	
														B	

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

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 0.177 ⇨ 0.198으로 증가한 것으로 분석되었다.

구 분		‘13 점검		금회 진단		가중치 변화요인
		등급	평균	등급	평균	
상부구조	바닥판	b	0.195	b	0.210	· S11, S21 0.3mm 균열 손상
	거더	b	0.167	b	0.152	· 기 점검시 격벽 손상 포함상태, 금회 격벽손상이 분류되어 손상 감소
2차부재	격벽	b	0.181	b	0.181	· 거의 변화 없음
기타부재	포장	b	0.167	b	0.129	· 라벨링손상 상태 경미
	배수	a	0.100	a	0.100	· 거의 변화 없음
	난간, 연석	b	0.167	c	0.286	· 박락 및 백태 손상 발생
	신축이음	b	0.200	c	0.333	· 신축이음하부 부식 발생
받침	교량받침	b	0.200	b	0.200	· 거의 변화 없음
하부구조	하부	b	0.190	b	0.227	· 파손, 균열, 보수부 들뜸 등 손상 증가
	기초	-	-	-	-	-
내구성요소	탄산화(상부)	a	0.100	a	0.100	· 변화 없음
	탄산화(하부)	a	0.100	a	0.100	
	염화물(상부)	-	-	b	0.200	· 기존 정밀점검 염화물 시험 필수 항목 제외
	염화물(하부)	-	-	a	0.100	
합 계		B	0.177	B	0.198	

5. 안전성평가

5.1 대구방향

가. 상부구조 안전성 평가

구 분			계산식	등급	비고
허용응력설계법	측경간 정모멘트부	상 부	$\frac{f_a}{f} = \frac{18.00}{10.97} = 1.64$	A	MPa
		하 부	$\frac{f_a}{f} = \frac{18.00}{6.07} = 2.97$	A	MPa
	측경간 부모멘트부	상 부	$\frac{f_a}{f} = \frac{18.00}{6.61} = 2.72$	A	MPa
		하 부	$\frac{f_a}{f} = \frac{18.00}{13.22} = 1.36$	A	MPa
강도설계법	측경간 정모멘트부		$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{155,150.00}{119,465.51} = 1.30$	A	MPa
	측경간 부모멘트부		$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{198,938.00}{53,793.40} = 3.70$	A	MPa

안전성평가등급	A
---------	---

나. 하부구조 안전성 평가

구 분			계산식	평가	비고
P6	기둥 검토	ULB01	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{65,020.827}{13,076.565} = 4.97 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{70,757.05}{14,137.94} = 5.00 > 1$	O.K	kN kN · m
		ULB02	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{21,090.83}{5,633.27} = 3.74 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{53,336.38}{14,180.41} = 3.76 > 1$	O.K	kN kN · m
		ULB03	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{47,258.60}{10,133.87} = 4.66 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{67,587.01}{14,358.24} = 4.71 > 1$	O.K	kN kN · m
		ULB04	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{48,212.54}{10,133.87} = 4.76 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{67,903.27}{14,137.94} = 4.80 > 1$	O.K	kN kN · m
		ULB05	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{21,429.67}{5,633.27} = 3.80 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{53,481.08}{14,137.94} = 3.78 > 1$	O.K	kN kN · m
		ULB06	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{21,090.83}{5,416.60} = 3.89 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{53,336.38}{13,635.01} = 3.91 > 1$	O.K	kN kN · m
		ULB07	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{21,090.83}{5,416.60} = 3.89 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{53,336.38}{13,635.01} = 3.91 > 1$	O.K	kN kN · m
		ULB08	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{20,905.33}{5,416.60} = 3.86 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{53,255.606}{13,822.582} = 3.85 > 1$	O.K	kN kN · m
		ULB09	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{47,258.596}{9,744.101} = 4.85 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{67,587.01}{13,806.00} = 4.90 > 1$	O.K	kN kN · m

다. 기본내하력 평가결과

1) 허용응력법에 의한 기본 내하력 산정

구 분		측경간 최대정모멘트 (S1)		측경간 최대부모멘트 (P9)	
		상연(MPa)	하연(MPa)	상연(MPa)	하연(MPa)
1·2차 고정하중 + P.S + C&S (1)		-9.40	-5.50	-6.41	-11.01
활 하 중 (2)	Max	0.42	2.39	1.51	0.31
	Min	-1.57	-0.57	-0.21	-2.21
허용응력		-18.00	-18.00	-18.00	-18.00
내하력		5.48	21.93	55.19	3.16
내하력 검토결과		DB-24, DL-24 이상의 내하력을 확보하고 있음			

2) 강도설계법에 의한 기본내하력 산정

구 분	측경간 최대 정모멘트(S1) (kN-m)	측경간 지점부 최대 부모멘트(P9) (kN-m)
1 · 2차 고정하중(D)	46,579.20	-48,291.42
PS-Secondary	-30,120.40	40,564.43
활하중(L(1+i))	13,232.60	-14,697.20
ϕM_n (kN · m)	155,150.00	198,938.00
내하력	4.01	5.59
내하력 검토결과	DB-24, DL-24 이상의 내하력을 확보하고 있음	

5.2 부산방향

가. 상부구조 안전성 평가

구 분			계산식	등급	비고
허용응력설계법	측경간 정모멘트부	상 부	$\frac{f_a}{f} = \frac{18.00}{10.97} = 1.64$	A	MPa
		하 부	$\frac{f_a}{f} = \frac{18.00}{6.07} = 2.97$	A	MPa
	측경간 부모멘트부	상 부	$\frac{f_a}{f} = \frac{18.00}{6.61} = 2.72$	A	MPa
		하 부	$\frac{f_a}{f} = \frac{18.00}{13.22} = 1.36$	A	MPa
강도설계법	측경간 정모멘트부		$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{155,150.00}{119,465.51} = 1.30$	A	MPa
	측경간 부모멘트부		$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{198,938.00}{53,793.40} = 3.70$	A	MPa

안전성평가등급

A

나. 하부구조 안전성 평가

구 분			계산식	평가	비고
P6	기둥 검토	ULB01	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{65,020.827}{13,076.565} = 4.97 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{70,757.05}{14,137.94} = 5.00 > 1$	O.K	kN kN · m
		ULB02	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{21,090.83}{5,633.27} = 3.74 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{53,336.38}{14,180.41} = 3.76 > 1$	O.K	kN kN · m
		ULB03	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{47,258.60}{10,133.87} = 4.66 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{67,587.01}{14,358.24} = 4.71 > 1$	O.K	kN kN · m
		ULB04	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{48,212.54}{10,133.87} = 4.76 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{67,903.27}{14,137.94} = 4.80 > 1$	O.K	kN kN · m
		ULB05	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{21,429.67}{5,633.27} = 3.80 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{53,481.08}{14,137.94} = 3.78 > 1$	O.K	kN kN · m
		ULB06	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{21,090.83}{5,416.60} = 3.89 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{53,336.38}{13,635.01} = 3.91 > 1$	O.K	kN kN · m
		ULB07	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{21,090.83}{5,416.60} = 3.89 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{53,336.38}{13,635.01} = 3.91 > 1$	O.K	kN kN · m
		ULB08	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{20,905.33}{5,416.60} = 3.86 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{53,255.606}{13,822.582} = 3.85 > 1$	O.K	kN kN · m
		ULB09	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{47,258.596}{9,744.101} = 4.85 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{67,587.01}{13,806.00} = 4.90 > 1$	O.K	kN kN · m

다. 기본내하력 평가결과

1) 허용응력법에 의한 기본 내하력 산정

구 분		측경간 최대정모멘트 (S1)		측경간 최대부모멘트 (P9)	
		상연(MPa)	하연(MPa)	상연(MPa)	하연(MPa)
1·2차 고정하중 + P.S + C&S (1)		-9.40	-5.50	-6.41	-11.01
활 하 중 (2)	Max	0.42	2.39	1.51	0.31
	Min	-1.57	-0.57	-0.21	-2.21
허용응력		-18.00	-18.00	-18.00	-18.00
내하력		5.48	21.93	55.19	3.16
내하력 검토결과		DB-24, DL-24 이상의 내하력을 확보하고 있음			

2) 강도설계법에 의한 기본내하력 산정

구 분	측경간 최대 정모멘트(S1) (kN-m)	측경간 지점부 최대 부모멘트(P9) (kN-m)
1 · 2차 고정하중(D)	46,579.20	-48,291.42
PS-Secondary	-30,120.40	40,564.43
활하중(L(1+i))	13,232.60	-14,697.20
ϕM_n (kN · m)	155,150.00	198,938.00
내하력	4.01	5.59
내하력 검토결과	DB-24, DL-24 이상의 내하력을 확보하고 있음	

6. 종합평가 및 안전등급의 지정

6.1 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결합도점수	기준	S·F	기준	
단산대교(대구)	0.183	B	1.36(허용응력설계법) 1.30(강도설계법)	A	B
단산대교(부산)	0.198	B	1.36(허용응력설계법) 1.30(강도설계법)	A	B
종합평가	- 단산대교(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 단산대교(대구, 부산)는 “B”로 평가됨				

6.2 안전등급 지정

안전등급	구조물명	안전등급
	단산대교(대구)	B등급(양호)
	단산대교(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)	공사비 (천원)	우선 순위	비고
거더	균열(0.3mm미만)	지속관찰	271.35	407.03	m ²	49	19,944	-	표면처리
	균열(0.3mm이상)	주입보수	1.2	1.80	m	130	234	2	
	망상균열	지속관찰	12.30	18.45	m ²	49	904	-	표면처리
	백태	지속관찰	2.63	3.95	m ²	49	193	-	표면처리
	박리,파손	단면보수	0.64	0.96	m ²	215	206	3	
	철근노출	단면보수(방청)	0.04	0.06	m ²	232	13	2	
	물끊기홈 미설치	물끊기홈 설치	7.2	10.80	m	15	162	3	
하부구조	균열(0.3mm미만)	지속관찰	17.20	25.80	m ²	49	1,264	-	표면처리
	균열(0.3mm이상)	주입보수	11.0	16.50	m	130	2,145	3	
	망상균열	지속관찰	129.00	193.50	m ²	49	9,481	-	표면처리
	백태, 녹물흔적	지속관찰	0.71	1.07	m ²	49	52	-	표면처리
	재료분리, 굽힘	지속관찰	3.20	4.80	m ²	215	1,032	-	단면보수
받침	PLATE 녹발생	받침도장보수	1	1	개소	39	39	3	
	PLATE 부분 녹발생	지속관찰	13	13	개소	39	507	-	받침도장보수
	볼트부식	지속관찰	2	2	개소	39	78	-	받침도장보수
	몰탈균열(0.3mm미만)	지속관찰	0.75	1.13	m ²	49	55	-	표면처리
	몰탈들뜸	지속관찰	0.64	0.96	m ²	215	206	-	단면보수
신축이음	부식	지속관찰	0.40	0.60	m ²	4	2	-	도장보수
	후타재 파손	단면보수	0.23	0.35	m ²	215	74	3	
	후타재균열	지속관찰	1.50	2.25	m ²	49	110	-	표면처리
	이물질퇴적	정비	4.7	7.05	m	5	35	3	
교면포장	포트홀	지속관찰	0.18	0.27	m ²	55	14	-	패칭보수

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	공사비 (천원)	우선 순위	비고
방호벽	균열(0.3mm미만)	지속관찰	8.12	12.18	m²	49	596	-	표면처리
	백태	지속관찰	1.55	2.33	m²	49	113	-	표면처리
	박리	지속관찰	0.04	0.06	m²	215	12	-	단면보수
	녹물유출	지속관찰	0.01	0.02	m²	232	3	-	단면보수(방청)
배수	유도배수관길이부족	지속관찰	1	1	개소	68	68	-	길이연장(유도)
순공사비 합계(천원)							37,542		
제경비(순공사비x50%)							18,771		
순위별공사비 (제경비포함)		1순위					0		
		2순위					371		
		3순위					3,992		
		지속관찰					51,951		
유지보수 개략공사비 총계							56,313		

※ 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
거더	균열(0.3mm미만)	지속관찰	362.05	543.08	m ²	49	26,610	-	표면처리
	균열(0.3mm이상)	주입보수	5.6	8.40	m	130	1,092	2	
	망상균열	지속관찰	4.25	6.38	m ²	49	312	-	표면처리
	균열부백태	지속관찰	0.63	0.95	m ²	49	46	-	표면처리
	들뜸	단면보수	0.63	0.95	m ²	215	203	3	
	물끊기흙 미설치	물끊기흙 설치	7.2	10.80	m	15	162	3	
하부구조	균열(0.3mm미만)	지속관찰	13.96	20.94	m ²	49	1,026	-	표면처리
	균열(0.3mm이상)	주입보수	6.4	9.60	m	130	1,248	3	
	망상균열	지속관찰	122.80	184.20	m ²	49	9,025	-	표면처리
	백태, 누수흔적	지속관찰	6.07	9.11	m ²	49	446	-	표면처리
	박리, 파손, 재료분리	단면보수	2.97	4.46	m ²	215	957	3	
	파손 및 철근노출	단면보수(방청)	0.14	0.21	m ²	232	48	3	

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	공사비 (천원)	우선 순위	비고
받침	PLATE 녹발생	받침도장보수	1	1	개소	39	39	3	
	PLATE 부분 녹발생	지속관찰	17	17	개소	39	663	-	받침도장보수
	볼트탈락	볼트설치	1	1	개소	20	20	3	
	볼트부식	지속관찰	1	1	개소	39	39	-	받침도장보수
	몰탈균열(0.3mm미만)	지속관찰	0.83	1.25	m ²	49	61	-	표면처리
	몰탈망상균열	지속관찰	0.22	0.33	m ²	49	16	-	표면처리
	몰탈들뜸,박리	지속관찰	3.43	5.15	m ²	215	1,106	-	단면보수
신축이음	부식	지속관찰	4.08	6.12	m ²	4	24	-	도장보수
	볼트탈락	볼트설치	4	4	개소	20	80	3	
	신축이음 누수	셀링보수	0.4	0.60	m	20	12	3	
	후타재균열	지속관찰	0.50	0.75	m ²	49	36	-	표면처리
	이물질퇴적	정비	4.0	6.00	m	5	30	3	
교면포장	포트홀	지속관찰	0.17	0.26	m ²	55	14	-	패칭보수
방호벽	균열(0.3mm미만)	지속관찰	6.26	9.39	m ²	49	460	-	표면처리
	균열(0.3mm이상)	지속관찰	3.0	4.50	m	130	585	-	주입보수
	백태	지속관찰	23.18	34.77	m ²	49	1,703	-	표면처리
	파손,재료분리,박락	지속관찰	16.54	24.81	m ²	215	5,334	-	단면보수
	차수판볼트체결불량	지속관찰	10	10	개소	5	50	-	볼트 체결
배수	배수관 위치불량	지속관찰	2	2	개소	136	272	-	길이연장(배수)
	유도배수관길이부족	지속관찰	1	1	개소	68	68	-	길이연장(유도)
	이물질퇴적	정비	1	1	개소	5	5	3	
순공사비 합계(천원)							51,792		
제경비(순공사비x50%)							25,896		
순위별공사비 (제경비포함)		1순위					0		
		2순위					1,638		
		3순위					4,206		
		지속관찰					71,844		
유지보수 개략공사비 총계							77,688		

※ 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.

7.2 유지관리방안

가. 부재별 중점유지관리 사항

부재구분	중 점 점 검 내 용
교면포장	• 단부측 체수 및 백태흔적 상태변화 • 패임, 라벨링, 포트홀 상태변화
난간	• 균열 상태변화 • 균열부백태, 녹물유출, 소규모 철근 및 단면손상
거더외부	• P10 신축이음부근 단부측 물끊기홈 미설치 - 우수 내측 유입 상태 관찰 • 부산방향 캔틸레버 종방향 균열 폭 0.3mm 보수 필요
거더내부	• 거더 내,외부 S11 경간 사방향균열 - 상태변화 주의관찰 • 거더 상면 종방향균열 - 상태변화 주의관찰
교량받침	• 고무재들뜸, PLATE 녹발생, 볼트부식 등 - 손상 진전 여부 • 받침몰탈 폭 0.3mm미만의 균열 - 미세균열 진전여부 및 추가손상발생 여부
신축이음장치	• 신축이음장치 - 부산방향 P10 신축이음 하부누수 • 후타재 균열 진전여부 - 국부적으로 발생된 상태로 손상진전 여부 점검 • 본체 부식 상태 지속관찰
배수시설	• 부산방향 배수시설 위치불량 및 P10유도배수관 길이부족 - 재정비 후 지속관찰
하부구조	• 교각 코핑 및 기둥부 미세균열의 진전여부

나. 중점유지관리항목

단산대교(대구,부산) 중점유지관리사항

중점유지관리 사항

①S11 거더내,외부 사방향균열(대구, 부산)

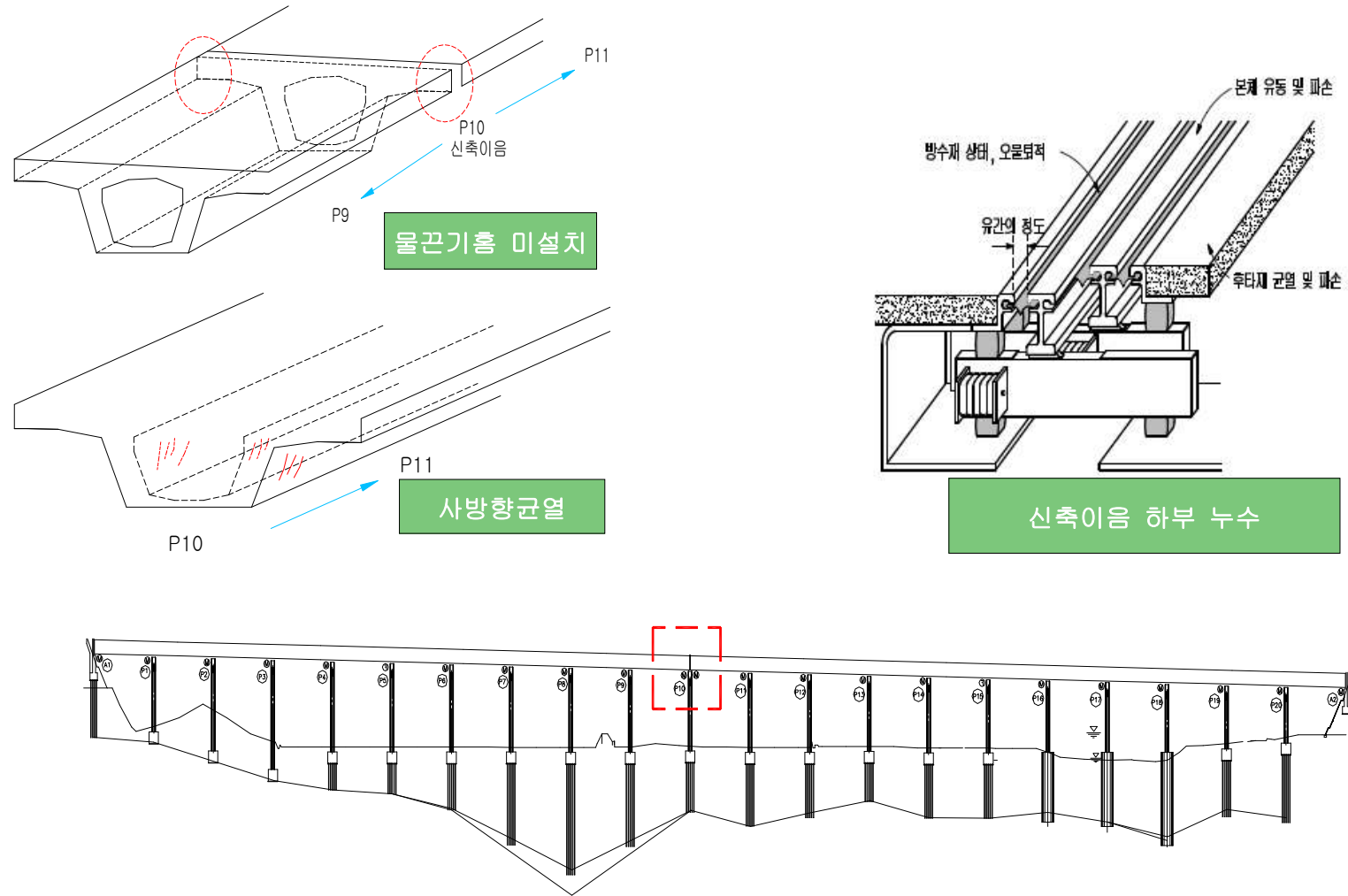
- ILM공법 특성에 의한 지점구간
- 지점부 사인장응력 발생, 시공초 건조 수축균열
- 손상상태변화 지속관찰

②신축이음 하부 누수(부산,P10)

- 강재와 고무재 접합부 차수기능 미흡
- 보수 후 재손상 여부 관찰

③P10 부근 단부측 물끊기흠 미설치

- 물끊기흠 미흡에 의한 하부 부재 손상
- 지속관찰



③ S11 사방향균열



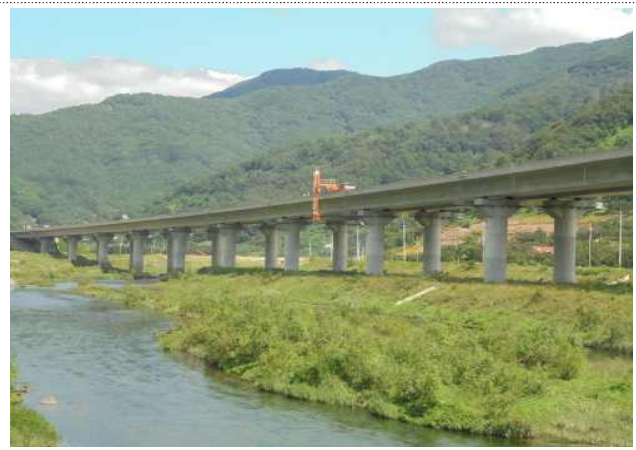
② 신축이음 하부누수 (부산, P10)



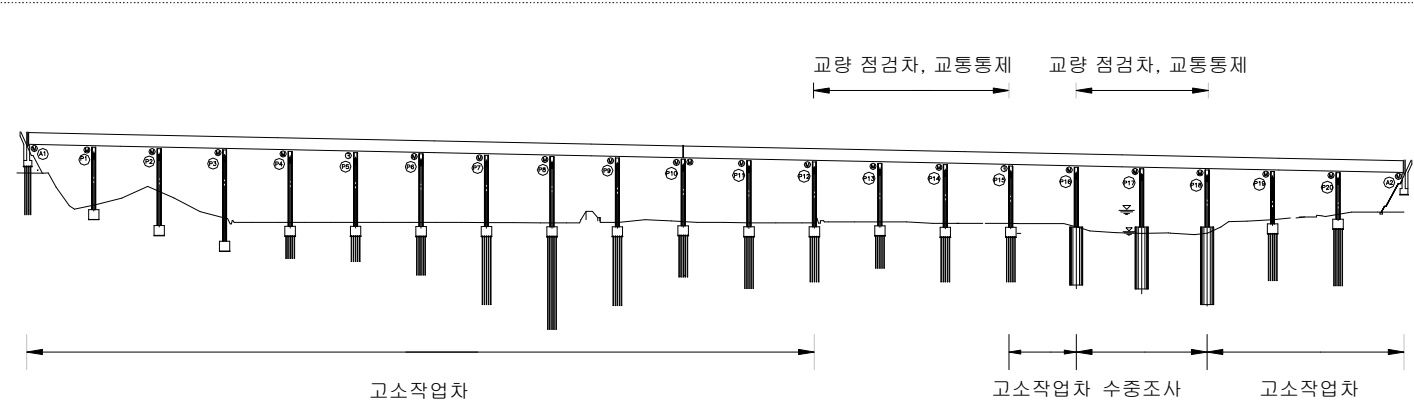
②물끊기흠 미설치



주변현황 전경



장비투입현황



장비투입 계획

구 분	상부, 하부구조		하부구조
	교량점검차	고소작업차	수중조사
조사 방법	S12~S15, S16~S18	S1~S12, S16, S19~S21	교각 : P16~18
소요 일수	2일	2일	-
현황	- P16~P18 수중조사 조사결과 보호사석 및 기초 양호		

8. 종합결론

단산대교는 신대구부산고속도로(부산기점 57.3~58.4km)에 위치하며 청도천을 횡단하는 21경간 P.S.C Box 거더 교량구조물이다. 본 과업은 단산대교의 준공 이후 최초로 시행하는 정밀안전진단이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사, 각종 시험 및 구조안전성평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

8.1 대구방향

가. 현장조사, 시험 및 상태평가 결과

- 외관조사 결과 상부구조인 P.S.C Box 거더에는 종방향균열, S10, 11 경간 거더내부 국부적인 사방향균열, 백태, 균열부백태, 물끊기흠 미흠 등의 손상이 조사되었으나, 균열은 비구조적인 손상으로서 거더는 대체적으로 양호한 상태이다. 다만, 백태 및 0.3mm 균열의 경우 주입보수, 표면처리를 실시하고 물끊기흠 보수를 통하여 인접부재의 내구성 저하 방지 조치가 필요하다.
- 하부구조의 경우 대체적으로 양호한 상태로서, 교대는 시공초기 발생한 건조수축 균열이 조사되었으며 규모나 상태가 경미한 상태이다. 교각은 균열(0.1~0.3mm) 및 망상균열, 백태, 재료분리 등이 조사되었으며, 균열의 경우 비구조적인 건조수축균열로 판단된다. 다만 내구성 저하 방지를 위해 폭 0.3mm균열에 대해서는 주입보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. P16~P18구간에 대해서 수중조사 실시 결과 파손이나 기초 세굴 등이 없는 양호한 상태로 조사되었다.
- 교량받침에 신축거동상태 및 설치상태는 양호한 것으로 조사되었으며, 받침콘크리트에 0.3mm미만의 미세균열, PLATE 부식, 고무재들뜸 등이 조사되었다. 발생한 균열은 건조수축 균열로서 지속관찰이 필요하며, 부식은 손상정도에 따라 재도장을 실시하는 것이 바람직하다. 고무재들뜸은 신축거동에 의해 발생한 초기 손상으로서, 현재 진전은 없는 경미한 상태로서 판단되며, 주의관찰이 필요하다.
- 신축이음장치의 거동상태는 양호하며, 손상은 후타재균열, 이물질퇴적, 신축이음 본체 부식 등이 조사되었다. 후타재균열은 건조수축에 의해 발생되며, 지속관찰이 필요한 상태이고, 이물질퇴적에 대해서는 주기적인 관찰을 통한 정비가 바람직할 것으로 판단된다.
- 교면포장에 발생한 포장손상은 라벨링, 패임, 포트홀로 주행차량에 영향은 미미하며 일부 백태흔적이 관찰되므로 손상변화에 대한 지속적인 관찰이 필요하다.
- 배수시설은 전반적으로 양호하며 배수구 및 배수관 막힘이 관찰되지 않은 상태로서, 이물질퇴적 등 지속적인 관찰이 필요하다.

- 방호벽은 건조수축에 의한 수직균열 및 균열부 우수접촉에 의한 균열부백태가 조사되었으며, 일부 국부적인 피복부족에 의한 철근부식이 관찰되었다. 따라서 내구성 저하방지를 위한 단면보수(방청), 표면처리를 실시하여 유지관리하는 것이 바람직하며, 0.3mm미만 균열의 경우 손상 진전상태에 대한 지속관찰이 필요하다.
- 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”[0.183]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

- 단산대교는 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.

8.2 부산방향

가. 현장조사, 시험 및 상태평가 결과

- 외관조사 결과 상부구조인 P.S.C Box 거더에는 종방향균열, S11경간 거더내부 국부적인 사방향균열, 백태, 균열부백태, 콘크리트들뜸, 물끓기흠 미흠 등의 손상이 조사되었으나, 균열은 비구조적인 손상으로서 거더는 대체적으로 양호한 상태이다. 다만, 백태 및 0.3mm 균열의 경우 주입보수 및 표면처리를 실시하고 물끓기흠 단부측 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 하부구조의 경우 대체적으로 양호한 상태로서, 교대는 시공초기 발생한 건조수축 균열이 조사되었으며 규모나 상태가 경미한 상태이며, 일부 신축이음 시공당시 발생한 소규모 파단면손상이 조사되었다. 교각은 균열(0.1~0.3mm) 및 망상균열, 소규모 단면손상 등이 조사되었으며, 균열의 경우 비구조적인 건조수축균열로서, 손상정도에 따라 하자보수 후 지속관찰이 바람직하다. P16~P18구간에 대해서 수중조사 실시 결과 파손이나 기초 세굴 등이 없는 양호한 상태로 조사되었다.
- 교량받침에 신축거동상태 및 설치상태는 양호한 것으로 조사되었으며, 받침콘크리트에 0.3mm미만의 미세균열, PLATE 녹발생, 고무재들뜸 등이 조사되었다. 발생한 균열은 건조수축 균열로서 지속관찰이 필요하며, 부식은 손상정도에 따라 재도장을 실시하는 것이 바람직하다. 고무재들뜸은 신축거동에 의해 발생한 초기 손상으로서, 현재 진전은 없는 경미한 상태로 판단되며, 주의 관찰이 필요하다.
- 신축이음장치의 거동상태는 양호하며, 고무재열화, 이물질퇴적, 본체부식, 신축이음하부 누수 등이 조사되었다. 신축이음 하부누수는 강재와 고무재 접합부 수밀성 부족에 의해 국부적인 누수가 발생한 상태이며, 실링처리를 통한 유지관리가 바람직하다.
- 교면포장에 발생한 포장손상은 라벨링, 패임, 포트홀, 체수흔적 및 백태 등으로 주행차량에 영향은 미미하며 대체적으로 양호한 상태이나, 횡방향 구배에 의한 단부측 국부적인 체수 및 경미한 백태가 관찰되므로 손상상태변화에 대한 지속관찰이 필요하다.
- 배수시설은 대체적으로 양호하며 S6 배수관위치불량과 P10 유도배수관 길이부족이 조사되었으며, 따라서 원활한 배수를 위한 배수시설 재정비가 바람직할 것으로 판단된다.
- 방호벽은 건조수축에 의한 수직균열(0.1~0.3mm) 및 열화부 우수접촉에 의한 백태, 국부적인 단면손상, 외측 박락 등이 조사되었으며. 방호벽 외측 박락의 경우 열화부 우수침투에 의한 녹물이 관찰되므로 내구성 저하방지를 위한 단면보수(방청)가 바람직하며 균열에 대해서는 정도에 따라 주입보수를 실시하여 유지관리하는 것이 적절할 것으로 판단된다.
- 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

- 단산대교는 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	19
1.6 교량기호의 정의	20
 제 2장 자료수집 및 분석	25
2.1 자료수집 현황	25
2.1.1 자료수집 현황	25
2.2 건설 관련자료 검토결과 요약	26
2.2.1 설계기준 검토	26
2.2.2 실시설계 보고서 검토	28
2.2.3 구조 및 수리계산서 검토	32
2.2.4 설계도면 검토	34
2.2.5 토질 및 지반조사 자료검토	35

2.3 기존 정기·정밀점검 실시결과 요약	37
2.3.1 정기·정밀점검 이력	37
2.3.2 최근 정밀점검 실시결과(2013년 12월)	38
2.4 보수·보강 이력 및 용도변경	46
2.4.1 보수·보강 이력	46
2.4.2 용도변경 여부 확인	46
2.5 시설물의 내진설계 여부 확인	47
2.5.1 설계조건	47
2.5.2 납면진받침(LRB)장치에 의한 내진설계	47
2.6 자료분석 결과요약	48

제 3장 현장조사 및 시험 51

3.1 개 요	51
3.2 외관조사 결과(대구)	53
3.2.1 상부구조	53
3.2.2 하부구조	62
3.2.3 교량받침	70
3.2.4 신축이음장치	80
3.2.5 교면포장	85
3.2.6 기타부재	87
3.3 외관조사 결과(부산)	92
3.3.1 상부구조	92
3.3.2 하부구조	102
3.3.3 교량받침	110
3.3.4 신축이음장치	120
3.3.5 교면포장	125
3.3.6 기타부재	127
3.4 콘크리트 내구성조사	133
3.4.1 개 요	133
3.4.2 시험내용 및 평가기준	137
3.4.3 시험결과 및 분석	151

3.5 현장조사 및 시험 결과요약	177
3.5.1 외관조사 결과요약	177
3.5.2 내구성조사 결과요약	183
제 4장 시설물의 상태평가	189
4.1 개요	189
4.2 상태평가 항목 및 기준	189
4.2.1 부재별 상태평가 적용범위	189
4.2.2 구조형식에 따른 부재별 가중치	190
4.2.3 상태평가 결과 결정	191
4.3 상태평가 결과	192
4.3.1 대구방향	192
4.3.2 부산방향	205
제 5장 시설물의 안전성 평가	221
5.1 개요	221
5.1.1 안전성검토	221
5.1.2 내하력평가	224
5.2 상부구조 안전성평가	225
5.2.1 대구방향	225
5.2 상부구조 안전성평가	286
5.2.2 부산방향	286
5.3 내하력 평가	347
5.3.1 개 요	347
5.3.2 허용응력법	347
5.3.3 강도설계법	348
5.3.4 기본내하력 평가	349
5.3.5 안전성 평가등급	351
5.4 하부구조 안전성평가	353
5.4.1 대구방향	353
5.4.2 대구방향	371
5.5 안전성평가 결과요약	389

5.5.1 대구방향	389
5.5.2 부산방향	392
5.5.3 안전성평가 종합결론	395

제 6장 종합평가 및 안전등급의 지정 399

6.1 종합평가	399
6.1.1 종합평가 결과 산정방법	399
6.1.2 종합평가 결과	400
6.2 안전등급	401
6.2.1 안전등급기준	401
6.2.2 안전등급 지정	401

제 7장 보수·보강 및 유지관리방안 405

7.1 개요	405
7.2 보수·보강 방안	406
7.2.1 보수·보강 추진방향 및 우선순위의 선정	406
7.2.2 결함내용별 보수·보강방안	409
7.2.3 보수공법	413
7.3 보수·보강 개략공사비	425
7.3.1 대구방향 보수·보강 개략공사비	425
7.3.2 부산방향 보수·보강 개략공사비	426
7.4 유지관리 방안	428
7.4.1 진단결과에 따른 중점유지관리 사항	428
7.4.2 유지관리시 점검요령	430
7.4.3 중점 유지관리사항 및 점검방향	445

제 8장 종합결론 449

8.1 종합결론	449
8.1.1 대구방향	449
8.1.2 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】 단산대교(대구) 현황표	7
【표 1.4.2】 단산대교(부산) 현황표	8
【표 1.5.1】 주요 사용장비 및 시험기기 일반사항	19
【표 1.6.1】 교량기호의 정의	20
【표 2.1.1】 자료수집 현황	25
【표 2.2.1】 단산대교 구조검토 조건	32
【표 2.2.2】 단산대교 상부구조 구조검토 결과요약	33
【표 2.2.3】 단산대교 하부구조 구조검토 결과요약	34
【표 2.2.4】 단산대교 지반조사 결과	36
【표 2.3.1】 단산대교 정기·정밀점검 이력	37
【표 2.4.1】 단산대교 보수·보강 이력	46
【표 2.6.1】 자료분석 결과요약	48
【표 3.1.1】 부재별 조사항목	52
【표 3.2.1】 거더외부 외관조사 결과(대구)	54
【표 3.2.2】 거더외부 기 점검 결과 비교(대구)	56
【표 3.2.3】 거더 내부 외관조사 결과(대구)	57
【표 3.2.4】 거더 내부 기 점검 결과 비교(대구)	59
【표 3.2.5】 격벽 외관조사 결과(대구)	60
【표 3.2.6】 교대 외관조사 결과(대구)	63
【표 3.2.7】 교대 기 점검 결과 비교(대구)	63
【표 3.2.8】 교각 외관조사 결과(대구)	65
【표 3.2.9】 교각 기 점검 결과 비교(대구)	69
【표 3.2.10】 교량받침 외관조사 결과(대구)	72
【표 3.2.11】 연단거리 측정 결과(대구)	75
【표 3.2.12】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정(대구)	76
【표 3.2.13】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(대구)	77
【표 3.2.14】 교량받침 기 점검 결과 비교(대구)	79
【표 3.2.15】 신축이음장치 외관조사 결과(대구)	80
【표 3.2.16】 신축이음 유간 측정결과(대구)	82

【표 3.2.17】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동상태 검토결과(대구)	83
【표 3.2.18】 신축이음 신축이동량 산정(대구)	83
【표 3.2.19】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과(대구)	84
【표 3.2.20】 신축이음장치 기 점검 결과 비교(대구)	84
【표 3.2.21】 교면포장 외관조사 결과(대구)	85
【표 3.2.22】 포장 기 점검 결과 비교(대구)	87
【표 3.2.23】 방호벽 외관조사 결과(대구)	89
【표 3.2.24】 방호벽 기 점검 결과 비교(대구)	90
【표 3.3.1】 거더외부 외관조사 결과(부산)	93
【표 3.3.2】 거더외부 기 점검 결과 비교(부산)	94
【표 3.3.3】 강박스 거더 내부 외관조사 결과(부산)	96
【표 3.3.4】 거더 내부 기 점검 결과 비교(부산)	98
【표 3.3.5】 격벽 외관조사 결과(부산)	100
【표 3.3.6】 교대 외관조사 결과(부산)	102
【표 3.3.7】 교대 기 점검 결과 비교(부산)	103
【표 3.3.8】 교각 외관조사 결과(부산)	105
【표 3.3.9】 교각 기 점검 결과 비교(부산)	109
【표 3.3.10】 교량받침 외관조사 결과(부산)	111
【표 3.3.11】 연단거리 측정 결과(부산)	115
【표 3.3.12】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정(부산)	116
【표 3.3.13】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(부산)	117
【표 3.3.14】 교량받침 기 점검 결과 비교(부산)	119
【표 3.3.15】 신축이음장치 외관조사 결과(부산)	120
【표 3.3.16】 신축이음 유간 측정결과(부산)	122
【표 3.3.17】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동상태 검토결과(부산)	123
【표 3.3.18】 신축이음 신축이동량 산정(부산)	123
【표 3.3.19】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과(부산)	124
【표 3.3.20】 신축이음장치 기 점검 결과 비교(부산)	124
【표 3.3.21】 교면포장 외관조사 결과(부산)	125
【표 3.3.22】 포장 기 점검 결과 비교(부산)	127
【표 3.3.23】 배수시설 외관조사 결과(부산)	128
【표 3.3.24】 방호벽 외관조사 결과(부산)	130
【표 3.3.25】 방호벽 기 점검 결과 비교(부산)	132
【표 3.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황(대구)	133
【표 3.4.2】 콘크리트 비파괴시험 현황(부산)	134
【표 3.4.3】 보정반발경도()	138

【표 3.4.4】 기존의 비파괴강도 추정 제안식(반발경도시험)	139
【표 3.4.5】 재령계수 α 값	139
【표 3.4.6】 기존의 비파괴강도 추정 제안식(초음파전달속도시험)	142
【표 3.4.7】 탄산화 속도에 영향을 미치는 요인	146
【표 3.4.8】 탄산화 상태평가 기준	148
【표 3.4.9】 염화물 평가기준(콘크리트 구조기준)	149
【표 3.4.10】 염화물 상태평가 기준(안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010.12))	149
【표 3.4.11】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(대구)	151
【표 3.4.12】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(대구)	154
【표 3.4.13】 비파괴강도 시험결과 분석(대구)	156
【표 3.4.14】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교(대구)	156
【표 3.4.15】 철근탐사 상부구조 시험결과(대구)	157
【표 3.4.16】 철근탐사 하부구조 시험결과(대구)	160
【표 3.4.17】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가(대구)	161
【표 3.4.18】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교(대구)	162
【표 3.4.19】 염화물 함유량 시험결과 및 평가(대구)	162
【표 3.4.20】 균열깊이 조사결과(대구)	163
【표 3.4.21】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(부산)	164
【표 3.4.22】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(부산)	167
【표 3.4.23】 비파괴강도 시험결과 분석(부산)	169
【표 3.4.24】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교(부산)	169
【표 3.4.25】 철근탐사 상부구조 시험결과(부산)	170
【표 3.4.26】 철근탐사 하부구조 시험결과(부산)	173
【표 3.4.27】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가(부산)	174
【표 3.4.28】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교(부산)	175
【표 3.4.29】 염화물 함유량 시험결과 및 평가(부산)	175
【표 3.4.30】 균열깊이 조사결과(부산)	176
【표 3.5.1】 금회 진단 외관조사 결과요약(대구)	177
【표 3.5.2】 금회 진단 외관조사 결과요약(부산)	180
【표 3.5.3】 금회진단 내구성조사 결과요약(대구)	183
【표 3.5.4】 내구성조사 기 점검(2013년)결과 비교(대구)	184
【표 3.5.5】 금회진단 내구성조사 결과요약(부산)	185
【표 3.5.6】 내구성조사 기 점검(2013년)결과 비교(부산)	186
【표 4.2.1】 부재별 상태평가 적용 범위	189
【표 4.2.2】 구조형식에 따른 일반교량의 부재별 가중치	190
【표 4.2.3】 결함도 점수 범위에 따른 기준	191

【표 4.3.1】 콘크리트 바닥판 상태평가 결과(대구)	192
【표 4.3.2】 거더 상태평가 결과(대구)	193
【표 4.3.3】 격벽 상태평가 결과(대구)	194
【표 4.3.4】 콘크리트 교대 상태평가 결과(대구)	195
【표 4.3.5】 콘크리트 교각 상태평가 결과(대구)	195
【표 4.3.6】 기초 상태평가 결과(대구)	196
【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)	200
【표 4.3.12】 탄산화 상태평가 결과(대구)	201
【표 4.3.13】 염화물 상태평가 결과(대구)	201
【표 4.3.14】 상태평가 결과표(대구)	202
【표 4.3.15】 기 점검 결과와의 상태평가 결함도 점수 비교(대구)	203
【표 4.3.16】 콘크리트 바닥판 상태평가 결과(부산)	205
【표 4.3.17】 거더 상태평가 결과(부산)	206
【표 4.3.18】 격벽 상태평가 결과(부산)	207
【표 4.3.19】 콘크리트 교대 상태평가 결과(부산)	208
【표 4.3.20】 콘크리트 교각 상태평가 결과(부산)	208
【표 4.3.21】 기초 상태평가 결과(부산)	209
【표 4.3.22】 교량받침 상태평가 결과(부산)	210
【표 4.3.23】 신축이음 상태평가 결과(부산)	211
【표 4.3.24】 교면포장 상태평가 결과(부산)	211
【표 4.3.25】 배수시설 상태평가 결과(부산)	212
【표 4.3.26】 방호벽 상태평가 결과(부산)	213
【표 4.3.27】 탄산화 상태평가 결과(부산)	214
【표 4.3.28】 염화물 상태평가 결과(부산)	214
【표 4.3.29】 상태평가 결과표(부산)	215
【표 4.3.30】 기 점검 결과와의 상태평가 결함도 점수 비교(부산)	216
【표 5.1.1】 하부구조 검토단면 선정	221
【표 5.1.2】 설계 당시와 금차 정밀안전진단시 구조검토 조건비교	222
【표 5.1.3】 구조검토시 적용 물성치 및 하중조건	223
【표 5.2.1】 설계하중 작용시 하중조합에 따른 주요단면의 응력검토(MPa)(대구)	248
【표 5.2.2】 설계하중 작용시 최대단면력(kN · m / kN)(대구)	254
【표 5.2.3】 반력 집계결과 (kN)(대구)	264

【표 5.2.4】 처짐 검토결과(대구)	265
【표 5.2.5】 설계하중 작용시 하중조합에 따른 주요단면의 응력검토(MPa)(부산)	309
【표 5.2.6】 설계하중 작용시 최대단면력(kN · m / kN)(부산)	315
【표 5.2.7】 반력 집계결과 (kN)(부산)	325
【표 5.2.8】 처짐 검토결과(부산)	326
【표 5.4.1】 부재력 산정결과(대구)	360
【표 5.4.2】 기둥 단면검토 결과(P6)(대구)	361
【표 5.4.3】 부재력 산정결과(부산)	378
【표 5.4.4】 기둥 단면검토 결과(P6)(부산)	379
【표 5.5.1】 상부구조 안전성 평가결과(대구)	389
【표 5.5.2】 하부구조 안전성 평가결과(대구)	390
【표 5.5.3】 허용응력법에 의한 기본내하력 산정(대구)	391
【표 5.5.4】 강도설계법에 의한 기본내하력 산정(대구)	391
【표 5.5.5】 상부구조 안전성 평가결과(부산)	392
【표 5.5.6】 하부구조 안전성 평가결과(부산)	393
【표 5.5.7】 허용응력법에 의한 기본내하력 산정(부산)	394
【표 5.5.8】 강도설계법에 의한 기본내하력 산정(부산)	394
【표 6.1.1】 종합평가 결과	400
【표 6.2.1】 시설물의 안전등급	401
【표 7.1.1】 시설물의 보수·보강방안 수립에 따른 검토사항	405
【표 7.2.1】 보수·보강 우선순위 결정 기준	406
【표 7.2.2】 보수·보강 일람표(대구)	409
【표 7.2.3】 보수·보강 일람표(부산)	411
【표 7.2.4】 보수도장의 표면처리	414
【표 7.2.5】 수지주입공법의 종류	417
【표 7.2.6】 균열폭에 알맞은 수지의 점도	417
【표 7.2.7】 균열폭에 따른 주입파이프/패커의 간격	417
【표 7.2.8】 에폭시계 수지의 규격	418
【표 7.2.9】 주입공법 공법비교안	419
【표 7.2.10】 일반적인 단면 복구(보수)재의 분류	423
【표 7.2.11】 단면보수 공법비교안	424
【표 7.3.1】 보수·보강 개략공사비(대구)	425
【표 7.3.2】 보수·보강 개략공사비(부산)	426
【표 7.4.1】 부재별 유지관리 중점사항	429

그림 목 차

【그림 1.3.1】 정밀안전진단 과업수행 흐름도	5
【그림 1.4.1】 단산대교(대구) 종·평면도	9
【그림 1.4.2】 단산대교(대구) 횡단면도	10
【그림 1.4.3】 단산대교(대구) 교각일반도	11
【그림 1.4.4】 단산대교(대구) 교대(A1)일반도	12
【그림 1.4.5】 단산대교(대구) 교대(A2)일반도	13
【그림 1.4.6】 단산대교(부산) 종·평면도	14
【그림 1.4.7】 단산대교(부산) 횡단면도	15
【그림 1.4.8】 단산대교(부산) 교각일반도	16
【그림 1.4.9】 단산대교(부산) 교대(A1)일반도	17
【그림 1.4.10】 단산대교(부산) 교대(A2)일반도	18
【그림 1.6.1】 교량기호의 정의	21
【그림 2.2.1】 단산대교 토질조사 위치	35
【그림 3.2.1】 거터외부 기 점검결과 비교(대구)	56
【그림 3.2.2】 거터내부 기 점검 결과 비교(대구)	59
【그림 3.2.3】 교대 기 점검결과 비교(대구)	64
【그림 3.2.4】 교각 수중부 조사 위치도(대구)	68
【그림 3.2.5】 교각 기 점검결과 비교(대구)	69
【그림 3.2.6】 교량받침 배치도(대구)	70
【그림 3.2.7】 가동단 이동량 표기범례	71
【그림 3.2.8】 도로교설계기준 연단거리 산출방법	74
【그림 3.2.9】 교량받침 기 점검결과 비교	79
【그림 3.2.10】 신축이음장치 전경 및 배치도(대구)	80
【그림 3.2.11】 신축이음장치 기 점검결과 비교(대구)	84
【그림 3.2.12】 포장 기 점검결과 비교	87
【그림 3.2.13】 방호벽 기 점검결과 비교	91
【그림 3.3.1】 거터외부 기 점검결과 비교(부산)	95
【그림 3.3.2】 거터내부 기 점검 결과 비교(부산)	98
【그림 3.3.3】 교대 기 점검결과 비교(부산)	104
【그림 3.3.4】 교각 수중부 조사 위치도(부산)	108
【그림 3.3.5】 교각 기 점검결과 비교(부산)	109

【그림 3.3.6】 교량받침 배치도(부산)	110
【그림 3.3.7】 가동단 이동량 표기법례	110
【그림 3.3.8】 도로교설계기준 연단거리 산출방법	114
【그림 3.3.9】 교량받침 기 점검결과 비교	119
【그림 3.3.10】 신축이음장치 전경 및 배치도(부산)	120
【그림 3.3.11】 포장 기 점검결과 비교(부산)	127
【그림 3.3.12】 방호벽 기 점검결과 비교(부산)	132
【그림 3.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도(대구)	135
【그림 3.4.2】 콘크리트 내구성조사 위치도(부산)	136
【그림 3.4.3】 반발경도시험 및 측정기 점검 등의 절차	137
【그림 3.4.4】 초음파전달속도시험 및 측정기 점검 등의 절차	140
【그림 3.4.5】 초음파전달속도시험을 위한 탐촉자 배치방법	141
【그림 3.4.6】 표면법에 의한 초음파전달속도의 측정	141
【그림 3.4.7】 철근탐사 측정원리	143
【그림 3.4.8】 철근탐사시험 및 장비 점검 등의 절차	144
【그림 3.4.9】 탄산화에 의한 콘크리트 성능저하	146
【그림 3.4.10】 To-Tc법에 의한 탐촉자 배치 및 균열깊이 측정방법	150
【그림 3.4.11】 상부구조 평균압축강도 추정결과(대구)	154
【그림 3.4.12】 하부구조 평균압축강도 추정결과(대구)	155
【그림 3.4.13】 탄산화 깊이 측정결과(대구)	161
【그림 3.4.14】 염화물시험 측정결과(대구)	163
【그림 3.4.15】 상부구조 평균압축강도 추정결과(부산)	167
【그림 3.4.16】 하부구조 평균압축강도 추정결과(부산)	168
【그림 3.4.17】 탄산화 깊이 측정결과(부산)	174
【그림 3.4.18】 염화물시험 측정결과(부산)	176
【그림 4.2.1】 전체 교량의 상태평가 결과 산정 방법	191
【그림 4.3.1】 기 점검 결과와의 부재별 상태평가 결과 비교(대구)	204
【그림 4.3.2】 기 점검 결과와의 부재별 상태평가 결과 비교(부산)	217
【그림 5.2.1】 받침배치현황(대구)	226
【그림 5.2.2】 모델링도(대구)	227
【그림 5.2.3】 Tendon 배치도(대구)	227
【그림 5.2.4】 압출노즈 모델링도(CS1)(대구)	228
【그림 5.2.5】 구조해석 단면제원(대구)	228
【그림 5.2.6】 구조해석 단면제원강선 배치도(대구)	229
【그림 5.2.7】 압출 진행도(대구)	234
【그림 5.2.8】 고정하중, PS, 크리프, 건조수축 및 2차 고정하중에 의한 부재력(대구)	249

【그림 5.2.9】 활하중에 의한 부재력(대구)	250
【그림 5.2.10】 지점침하에 의한 부재력(대구)	251
【그림 5.2.11】 온도 하중에 의한 부재력(대구)	252
【그림 5.2.12】 풍하중에 의한 부재력(대구)	253
【그림 5.2.13】 배근도, TYPE 1, TYPE 2(대구)	280
【그림 5.2.14】 받침배치현황(부산)	287
【그림 5.2.15】 모델링도(부산)	288
【그림 5.2.16】 Tendon 배치도(부산)	288
【그림 5.2.17】 압축노즈 모델링도(CS1)(부산)	289
【그림 5.2.18】 구조해석 단면제원(부산)	289
【그림 5.2.19】 구조해석 단면제원강선 배치도(부산)	290
【그림 5.2.20】 압출 진행도(부산)	295
【그림 5.2.21】 고정하중, PS, 크리프, 건조수축 및 2차 고정하중에 의한 부재력(부산)	310
【그림 5.2.22】 활하중에 의한 부재력(부산)	311
【그림 5.2.23】 지점침하에 의한 부재력(부산)	312
【그림 5.2.24】 온도 하중에 의한 부재력(부산)	313
【그림 5.2.25】 풍하중에 의한 부재력(부산)	314
【그림 5.2.26】 배근도, TYPE 1, TYPE 2(부산)	341
【그림 5.4.1】 해석단면(P6)(대구)	354
【그림 5.4.2】 해석모델링(P6)(대구)	357
【그림 5.4.3】 P-M 상관도(하중CASE : ULB01)(대구)	362
【그림 5.4.4】 P-M 상관도(하중CASE : ULB02)(대구)	363
【그림 5.4.5】 P-M 상관도(하중CASE : ULB03)(대구)	364
【그림 5.4.6】 P-M 상관도(하중CASE : ULB04)(대구)	365
【그림 5.4.7】 P-M 상관도(하중CASE : ULB05)(대구)	366
【그림 5.4.8】 P-M 상관도(하중CASE : ULB06)(대구)	367
【그림 5.4.9】 P-M 상관도(하중CASE : ULB07)(대구)	368
【그림 5.4.10】 P-M 상관도(하중CASE : ULB08)(대구)	369
【그림 5.4.11】 P-M 상관도(하중CASE : ULB09)(대구)	370
【그림 5.4.12】 해석단면(P6)(부산)	372
【그림 5.4.13】 해석모델링(P6)(부산)	375
【그림 5.4.14】 P-M 상관도(하중CASE : ULB01)(부산)	380
【그림 5.4.15】 P-M 상관도(하중CASE : ULB02)(부산)	381
【그림 5.4.16】 P-M 상관도(하중CASE : ULB03)(부산)	382
【그림 5.4.17】 P-M 상관도(하중CASE : ULB04)(부산)	383
【그림 5.4.18】 P-M 상관도(하중CASE : ULB05)(부산)	384

【그림 5.4.19】 P-M 상관도(하중CASE : ULB06)(부산)	385
【그림 5.4.20】 P-M 상관도(하중CASE : ULB07)(부산)	386
【그림 5.4.21】 P-M 상관도(하중CASE : ULB08)(부산)	387
【그림 5.4.22】 P-M 상관도(하중CASE : ULB09)(부산)	388
【그림 6.1.1】 종합평가 결과 산정절차	399
【그림 7.2.1】 보수·보강방안 추진방향(대구)	407
【그림 7.2.2】 보수·보강방안 추진방향(부산)	408
【그림 7.2.3】 콘크리트 표면처리 시공순서도	416
【그림 7.2.4】 균열 보수공법 개요도	418
【그림 7.2.5】 단면보수 상세도	422
【그림 7.4.1】 단산대교 중점유지관리 사항 모식도	428

사 진 목 차

【사진 3.1.1】 교량점검차 이용한 근접 육안조사	52
【사진 3.2.1】 거더외부 전경(대구)	53
【사진 3.2.2】 거더외부 손상현황(대구)	55
【사진 3.2.3】 거더내부 전경(대구)	57
【사진 3.2.4】 거더 내부 손상현황(대구)	58
【사진 3.2.5】 격벽 전경(대구)	60
【사진 3.2.6】 격벽 손상현황(대구)	61
【사진 3.2.7】 교대 전경(대구)	62
【사진 3.2.8】 교대손상현황(대구)	63
【사진 3.2.9】 교각 전경(대구)	64
【사진 3.2.10】 교각 손상현황(대구)	66
【사진 3.2.11】 교각 수중부 조사 현황(대구)	68
【사진 3.2.12】 교량받침 전경(대구)	71
【사진 3.2.13】 교량받침 손상현황(대구)	73
【사진 3.2.14】 연단거리 측정 전경(대구)	74
【사진 3.2.15】 신축이음장치 손상현황(대구)	81
【사진 3.2.16】 신축이음 유간 측정방법(대구)	82
【사진 3.2.17】 교면포장 전경(대구)	85
【사진 3.2.18】 교면포장 손상현황(대구)	86
【사진 3.2.19】 배수구 및 배수관 전경	88
【사진 3.2.20】 방호벽 전경(대구)	88
【사진 3.2.21】 난간 및 연석 손상현황(대구)	90
【사진 3.3.1】 거더외부 전경(부산)	92
【사진 3.3.2】 거더외부 손상현황(부산)	93
【사진 3.3.3】 거더내부 전경(부산)	96
【사진 3.3.4】 거더 내부 손상현황(부산)	97
【사진 3.3.5】 격벽 전경(부산)	99
【사진 3.3.6】 격벽 손상현황(부산)	101
【사진 3.3.7】 교대 전경(부산)	102
【사진 3.3.8】 교대 손상현황(부산)	103
【사진 3.3.9】 교각 전경(부산)	104

【사진 3.3.10】 교각 손상현황(부산)	106
【사진 3.3.11】 교각 수중부 조사 현황(부산)	108
【사진 3.3.12】 교량받침 전경(부산)	110
【사진 3.3.13】 교량받침 손상현황(부산)	112
【사진 3.3.14】 연단거리 측정 전경	114
【사진 3.3.15】 신축이음장치 손상현황(부산)	121
【사진 3.3.16】 신축이음 유간 측정방법(부산)	122
【사진 3.3.17】 교면포장 전경(부산)	125
【사진 3.3.18】 교면포장 손상현황(부산)	126
【사진 3.3.19】 배수관 전경	128
【사진 3.3.20】 교면포장 손상현황(부산)	129
【사진 3.3.21】 난간 및 연석 전경(부산)	129
【사진 3.3.22】 난간 및 연석 손상현황(부산)	131
【사진 3.4.1】 콘크리트 내구성조사 전경	134