

제 출 문

한국도로공사 강원본부장 귀하

귀 본부와 2016년 06월 17일자로 계약을 체결한 “2016년도 여주JCT1교 등 14개소 정밀안전진단 용역”을 성실히 수행하고 감곡IC교(마산, 양평)의 결과를 본 보고서에 수록하여 부속자료와 함께 제출합니다.

2016년 12월 26일

인천광역시 부평구 안남로 447-1(청천동)

(주) 장 민 이 엔 씨

대표이사 한 영 필 (인)

경기도 성남시 중원구 사기막골로 124 비즈-616

(상대원동, SK[®]테크노파크)

(주) 다 음 기 술 단

대표이사 박 철 (인)

경기도 안양시 동안구 학의로 268, 711호

(관양동, 메가밸리)

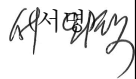
(주) 동 우 기 술 단

대표이사 고 중 호 (인)

감곡IC교(마산) 정밀안전진단 결과표

가. 일반현황					
용역명	2016년도 여주JCT1교 등 14개소 정밀안전진단 용역	진단기간	2016. 06. 20. ~ 2016. 12. 26.		
관리주체명	한국도로공사 강원본부 충주시사	대표자	지사장 장 후 복		
공동수급	(주)장민이엔씨/(주)다음기술단/(주)동우기술단	계약방법	일반경쟁		
시설물구분	교량	종류	도로교량	종별	1종
준공일	2002년 12월 20일	진단금액(천원)	13,773	안전등급	B
시설물위치	경기도 음성군 감곡면 상우리	시설물규모	L=110.0m, B=11.0m(2차로)		
나. 진단 실시결과 현황					
중대결함	■ 정밀안전진단 결과 시설물의 중대결함은 없는 상태임				
진단주요결과	■ 바닥판 : 균열, 백태, 단부 박락, 박락/녹발생 ■ Steel Box Girder : 용접불량, 도장박리, 부식(볼트부식), 모재변형, 실링누락, 인분 ■ 가로보 및 세로보 : 손상이 없는 양호한 상태 ■ 교대 : 균열, 망상균열, 누수흔적, 백태, 박리 ■ 교각 : 균열, 망상균열 ■ 교량받침 : 받침부식, 볼트부식, 몰탈/콘크리트 균열, 콘크리트 파손 ■ 신축이음 : 본체 부식, 후타재 균열, 덮개 볼트탈락, 유간협착 ■ 교면포장 : 소성변형, 포트홀 ■ 배수시설 : 손상이 없는 양호한 상태 ■ 방호벽, 중앙분리대 : 균열, 망상균열, 박락, 재료분리, 철근노출, 파손, 녹발생 ■ 점검시설 : 점검시설 시건장치 누락				
주요보수·보강	■ 주요보수 : 표면처리보수, 주입보수, 단면보수(방청), 교량받침 도장보수, 청소 ■ 주요보강 : 보강부 없음				
다. 책임(참여)기술자 현황					
구분	성명	과업 참여기간		기술등급	
사업책임	서 외 택	2016. 06. 20 ~ 2016. 12. 26		특급기술자(기술사)	
분야별책임(재료시험)	김 영 환	2016. 06. 20 ~ 2016. 12. 26		특급기술자(기술사)	
분야별책임(자료분석)	이 영 수	2016. 06. 20 ~ 2016. 12. 26		특급기술자(기술사)	
분야별참여(재료시험)	조 병 준	2016. 06. 20 ~ 2016. 12. 26		특급기술자	
분야별참여(자료분석)	문 정 상	2016. 06. 20 ~ 2016. 12. 26		특급기술자	
참여기술자	설범수 외 15인	2016. 06. 20 ~ 2016. 12. 26		특급기술자 등	
라. 참고사항					

감곡IC교(마산) 정밀안전진단 실시결과 요약표

책임기술자 종합의견	
■ 정밀안전진단 결과, 구조적 안전성을 저해할 만한 심각한 결함이나 손상 및 열화는 발생하지 않았으나, 바닥판과 하부구조에 균열 및 망상균열, Steel Box Girder 도장박리 및 부식, 받침콘크리트 균열, 철근노출, 재료분리 등의 손상이 조사되어 부분적인 보수가 필요한 상태이다. ■ 시설물에 대한 평가결과, 상태평가 결과 “B” , 안전성평가 결과 “A” 로 평가되어 안전등급은 “B(양호)” 로 지정하였다. ■ 긴급을 요하는 문제점은 없는 상태로서, 발생한 손상에 대한 내구성 확보차원의 보수 및 지속적인 관찰을 수행하면 구조물의 안전성과 사용성 확보를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.	
책임기술자 : 서 외 택 	

가. 정밀안전진단 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수·보강			상태평가 결과 : B
결함발생 부재	상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
상부구조	바닥판	■ 균열 (Cw=0.3mm미만) ■ 백태 ■ 박락(바닥판하면) ■ 박락(일반) ■ 녹발생	■ 지속관찰 ■ 표면처리보수 ■ 단면복구(1안), 영구앵커공법, 신축이음장치교체+바닥판하면절취) ■ 단면복구 ■ 방청 후 단면복구
	강박스 거더	■ Pit ■ 비드불량 ■ 변형 ■ 도장박리 ■ 부식 ■ 실링누락 ■ 인분배설 ■ 오염	■ 지속관찰 ■ 지속관찰 ■ 지속관찰 ■ 재도장 ■ 녹제거 후 재도장 ■ 실링재 시공 ■ 청소 ■ 재도장
	가로보 세로보	■ 상태양호	■ 상태양호
하부구조	교대 및 교각	■ 균열 (Cw=0.3mm미만) ■ 누수흔적 ■ 백태 ■ 박리	■ 지속관찰 ■ 표면처리보수 ■ 표면처리보수 ■ 표면처리보수

<계속>

상태평가 결과 및 보수·보강			상태평가 결과 : B
결함발생 부재	상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
교량받침	a~c	■ 볼트부식 ■ 도장박리 ■ 균열 (Cw=0.3mm미만) ■ 균열 (Cw=0.3mm이상) ■ 파손	■ 녹제거 후 재도장 ■ 재도장 ■ 지속관찰 ■ 주입보수 ■ 방청 후 단면복구
신축이음장치	d	■ 부식 ■ 균열 (Cw=0.3mm미만) ■ 덮개볼트 탈락	■ 지속관찰 ■ 표면처리보수 ■ 볼트 재체결
교면포장	c~d	■ 소성변형 ■ 포트홀	■ 지속관찰 ■ 지속관찰
기 타 부 재	배수시설	a	■ 상태양호
	방호벽, 중앙분리대	c	■ 균열 (Cw=0.3mm미만) ■ 균열 (Cw=0.3mm이상) ■ 망상균열 (Cw=0.3mm미만) ■ 박락 ■ 재료분리 ■ 철근노출 ■ 파손 ■ 녹발생
			■ 표면처리보수 ■ 주입보수 ■ 표면처리보수 ■ 단면복구 ■ 단면복구 ■ 방청 후 단면복구 ■ 단면복구 ■ 방청 후 단면복구

나. 안전성평가 결과

평가 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	평가 결과
강박스 거더 (STB)	허용응력설계법 강도설계법	■ 시설물의 구조적 안전성을 평가한 결과 검토부재 모두에서 안전율이 1.0 이상으로 계산되어 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가됨	1.0이상	A
교 각	강도설계법		1.0이상	
교 대	강도설계법		1.0이상	

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상 부재	설계적용 여부	결 과	검토결과 요약
하부구조	Y	-	■ 설계도서 및 시설물관리대장 확인결과, 내진설계가 적용된 것으로 조사됨

※ 중부내륙 고속도로 충주~여주간 건설공사(제1공구) - 구조 및 수리계산서 참고.

라. 현장시험 (비파괴 및 추가시험)

시 험 명		시험부위	시험 결과	비 고
			2016년 금회진단	
콘 크 리 트	비파괴 강도시험 (MPa)	상부구조	28.3~30.6	• 설계기준강도(27MPa)를 상회함.
		하부구조	27.0~32.1	• 설계기준강도(24MPa)를 상회함.
	철근탐사 시험	상 · 하부구조	—	• 전반적으로 철근배근간격 및 피복두께는 준공도면과 거의 일치함.
	품질시험 (km/s)	상부구조	4.007~4.305	• 콘크리트 품질이 양호한 상태인 것으로 판단됨.
		하부구조	3.892~4.677	
	탄산화 깊이 (mm)	상부 구조	4.7~7.8	• 상태평가 a (잔여깊이 30mm 이상)
		하부 구조	5.0~8.4	
	염화물 함유량 시험 (kg/m ³)	상부 구조	0.158	• 상태평가 a
		하부 구조	0.258~0.780	• 상태평가 a~b
강 재	초음파 탐상(UT)	거더 내부 (맞대기 용접부)	시험 8개소 (8개소 합격)	• 1급
	도막두께 (μ m)	거더 내부	351	• 도막두께(170 μ m) 상회
		거더 외부	316~411	• 도막두께(215 μ m) 상회
	강재두께 (mm)	거더	14.5~16.1 (+0.1~0.6)	• 설계두께의 ± 0.80

감곡IC교(마산) 현황표

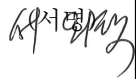
작성일 : 2016년 12월 26일

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		감곡IC교(마산)		시설물번호		BR2003-0000245	
준공년월		2002년 12월 20일		관리번호		0450B2788201(7)	
시설물위치		충청북도 음성군 감곡면 상우리					
설계하중		DB-24 / DL-24		노선명(이정)		중부내륙선(251.02km)	
제원	연장	L = 2@55.0 = 110.0m					
	폭	B = 11.00m (2차로)					
구조 형식	상부	강박스 거더교(STB)		기초 형식	교대	강관 말뚝기초(2기)	
	하부	교대 : 역T형(2기) 교각 : π 형식(1기)			교각	강관 말뚝기초(1기)	
교량받침		포트받침		신축이음		강평거조인트 모노셀조인트	
교차시설물		-		통과높이		-	
설 계 사		(주)다산건설턴트		시 공 사		진흥기업(주), 금강중건(주)	
내진설계유무		유		관리주체		한국도로공사 강원본부 충주시사	
부착시설내용		교각 점검로					
기 타		• 설계도서 및 구조계산서 유무 : 유 • 보수보강여부 : 교량받침(도장) 신축이음장치(후타콘크리트, 모노셀, 강평거 조인트) 하부구조					

감곡IC교(양평) 정밀안전진단 결과표

가. 일반현황					
용역명	2016년도 여주JCT1교 등 14개소 정밀안전진단 용역		진단기간	2016. 06. 20. ~ 2016. 12. 26.	
관리주체명	한국도로공사 강원본부 충주시사		대표자	지사장 장 후 복	
공동수급	(주)장민이엔씨/(주)다음기술단/(주)동우기술단		계약방법	일반경쟁	
시설물구분	교량		종류	도로교량	중 별 1중
준공일	2002년 12월 20일		진단금액(천원)	13,773	안전등급 B
시설물위치	경기도 음성군 감곡면 상우리		시설물규모	L=110.0m, B=28.0m(3차로)	
나. 진단 실시결과 현황					
중대결함	■ 정밀안전진단 결과 시설물의 중대결함은 없는 상태임				
진단주요결과	■ 바닥판 : 균열, 망상균열, 백태, 재료분리, 단부 박락, 박락/녹발생 ■ Steel Box Girder : 용접불량, 도장박리, 부식, 실링누락, 오염 ■ 가로보 및 세로보 : 브라켓 일부 국부 부식 ■ 교대 : 균열, 망상균열, 누수흔적, 백태, 박리, 박락, 재료분리, 파손, 이물질퇴적, 실링재 열화 ■ 교각 : 균열, 망상균열, 녹발생 ■ 교량받침 : 받침부식, 도장박락, 몰탈/콘크리트 균열, 콘크리트 박락, 받침이동량 초과 ■ 신축이음 : 단차, 후타재 균열 및 파손, 덮개 볼트탈락, 유간부족 ■ 교면포장 : 균열, 망상균열, 포트홀 ■ 배수시설 : 손상이 없는 양호한 상태 ■ 방호벽, 중앙분리대 : 균열, 망상균열, 철근노출, 파손, 단차 ■ 점검시설 : 점검시설 시건장치 누락				
주요보수·보강	■ 주요보수 : 표면처리보수, 주입보수, 단면보수(방청), 교량받침 도장보수, 청소 ■ 주요보강 : 보강부 없음				
다. 책임(참여)기술자 현황					
구분		성명	과업 참여기간		기술등급
사업책임		서 외 택	2016. 06. 20 ~ 2016. 12. 26		특급기술자(기술사)
분야별책임(재료시험)		김 영 환	2016. 06. 20 ~ 2016. 12. 26		특급기술자(기술사)
분야별책임(자료분석)		이 영 수	2016. 06. 20 ~ 2016. 12. 26		특급기술자(기술사)
분야별참여(재료시험)		조 병 준	2016. 06. 20 ~ 2016. 12. 26		특급기술자
분야별참여(자료분석)		문 정 상	2016. 06. 20 ~ 2016. 12. 26		특급기술자
참여기술자		설범수 외 15인	2016. 06. 20 ~ 2016. 12. 26		특급기술자 등
라. 참고사항					

감곡IC교(양평) 정밀안전진단 실시결과 요약표

책임기술자 종합의견	
■ 정밀안전진단 결과, 구조적 안전성을 저해할 만한 심각한 결함이나 손상 및 열화는 발생하지 않았으나, 바닥판과 하부구조에 균열 및 망상균열, Steel Box Girder 도장박리 및 부식, 받침콘크리트 균열, 철근노출, 재료분리 등의 손상이 조사되어 부분적인 보수가 필요한 상태이다. ■ 시설물에 대한 평가결과, 상태평가 결과 “B”, 안전성평가 결과 “A” 로 평가되어 안전등급은 “B(양호)” 로 지정하였다. ■ 긴급을 요하는 문제점은 없는 상태로서, 발생한 손상에 대한 내구성 확보차원의 보수 및 지속적인 관찰을 수행하면 구조물의 안전성과 사용성 확보를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.	
책임기술자 : 서 외 택 	

가. 정밀안전진단 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수·보강			상태평가 결과 : B
결함발생 부재	상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
상부구조	바닥판	■ 균열 (Cw=0.3mm미만) ■ 망상균열 (Cw=0.3mm미만) ■ 백태 ■ 박락(바닥판하면) ■ 박락/녹발생 ■ 재료분리	■ 지속관찰 ■ 지속관찰 ■ 표면처리보수 ■ 단면복구(1안), 영구앵커공법, 신축이음장치교체+바닥판하면절취) ■ 단면복구 ■ 단면복구
	강박스 거더	■ Pit ■ 도장박리 ■ 부식 ■ 실링누락 ■ 소변배설 ■ 오염	■ 지속관찰 ■ 재도장 ■ 녹제거 후 재도장 ■ 실링재 시공 ■ 청소 ■ 재도장
	가로보 세로보	■ 부식	■ 녹제거 후 재도장
하부구조	교대 및 교각	■ 균열 (Cw=0.3mm미만) ■ 망상균열 (Cw=0.3mm미만) ■ 누수흔적 ■ 백태 ■ 박리 ■ 재료분리 ■ 녹발생 ■ 파손 ■ 채수흔적 ■ 이물질퇴적 ■ 실링재열화	■ 지속관찰 ■ 지속관찰 ■ 표면처리보수 ■ 표면처리보수 ■ 표면처리보수 ■ 단면복구 ■ 방청 후 단면복구 ■ 단면복구 ■ 지속관찰 ■ 청소 ■ 실링재 시공

<계속>

상태평가 결과 및 보수·보강			상태평가 결과 : B
결함발생 부재	상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
교량받침	b	■ 부식 ■ 도장박리 ■ 균열 (Cw=0.3mm미만) ■ 박락	■ 녹제거 후 재도장 ■ 재도장 ■ 지속관찰 ■ 방청 후 단면복구
신축이음장치	d	■ 단차 ■ 들림 ■ 균열 (Cw=0.3mm미만) ■ 파손 ■ 덮개볼트 탈락	■ 지속관찰 ■ 지속관찰 ■ 표면처리보수 ■ 단면복구 ■ 볼트 재체결
교면포장	b	■ 균열 ■ 망상균열 ■ 포트홀	■ 지속관찰 ■ 지속관찰 ■ 지속관찰
기 타 부 재	배수시설	a	■ 상태양호
	방호벽, 중앙분리대	c	■ 균열 (Cw=0.3mm미만) ■ 균열 (Cw=0.3mm이상) ■ 망상균열 (Cw=0.3mm미만) ■ 철근노출 ■ 파손 ■ 단차

나. 안전성평가 결과

평가 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	평가 결과
강박스 거더 (STB)	허용응력법 강도설계법	■ 시설물의 구조적 안전성을 평가한 결과 검토부재 모두에서 안전율이 1.0 이상으로 계산되어 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가됨	1.0이상	A
교 각	강도설계법		1.0이상	
교 대	강도설계법		1.0이상	

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상 부재	설계적용 여부	결 과	검토결과 요약
하부구조	Y	—	■ 설계도서 및 시설물관리대장 확인결과, 내진설계가 적용된 것으로 조사됨

※ 중부내륙 고속도로 충주~여주간 건설공사(제4공구) - 구조 및 수리계산서 참고.

라. 현장시험(비파괴 및 추가시험)

시 험 명		시험부위	시험 결과	비 고
콘 크 리 트	비파괴 강도시험 (MPa)	상부구조	28.6~31.2	• 설계기준강도(27MPa)를 상회함.
		하부구조	28.2~32.2	• 설계기준강도(24MPa)를 상회함.
	철근탐사 시험	상 · 하부구조	—	• 전반적으로 철근배근간격 및 피복두께는 준공도면과 거의 일치함.
	품질시험 (km/s)	상부구조	3.715~4.646	• 콘크리트 품질이 양호한 상태인 것으로 판단됨.
		하부구조	4.284~4.650	
	탄산화 깊이 (mm)	상부 구조	3.2~6.4	• 상태평가 a (잔여깊이 30mm 이상)
		하부 구조	3.5~4.8	
	염화물 함유량 시험 (kg/m ³)	상부 구조	0.177~0.468	• 상태평가 a
		하부 구조	0.153~0.219	• 상태평가 a~b
강 재	초음파 탐상(UT)	거더 내부 (맞대기 용접부)	시험 8개소 (8개소 합격)	• 1급
	도막두께 (μ m)	거더 외부	371~417	• 도막두께(215 μ m) 상회
	강재두께 (mm)	거더	12.6~14.6 (+0.5~0.6)	• 설계두께의 ± 0.80

감곡IC교(양평) 현황표

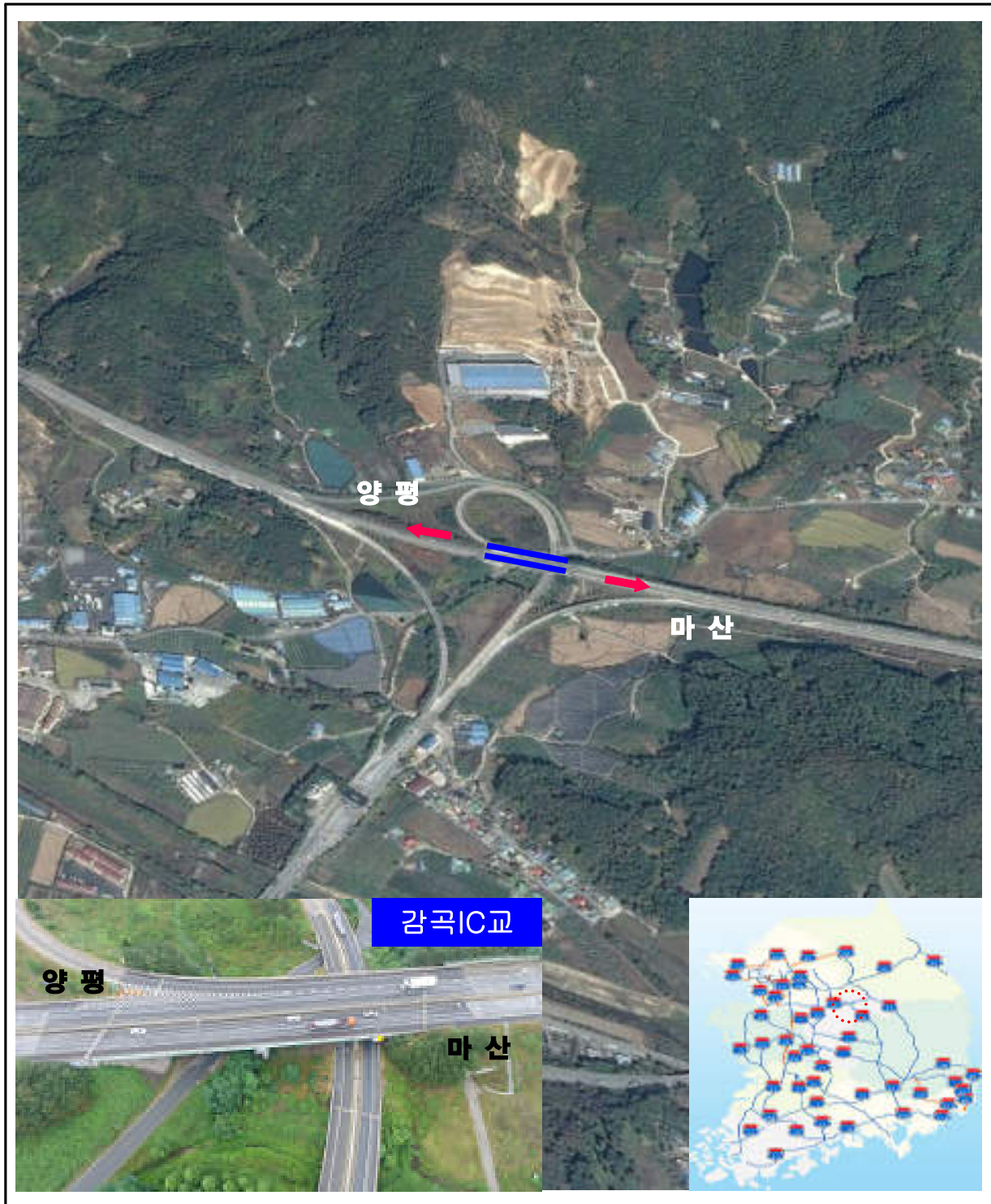
작성일 : 2016년 12월 26일

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		감곡IC교(양평)		시설물번호		BR2003-0000270	
준공년월		2002년 12월 20일		관리번호		0450B2788101(8)	
시설물위치		충청북도 음성군 감곡면 상우리					
설계하중		DB-24 / DL-24		노선명(이정)		중부내륙선(251.02km)	
제원	연장	L = 2@55.0 = 110.0m					
	폭	B = 28.0m (3차로)					
구조 형식	상부	강박스 거더교(STB)		기초 형식	교대	강관 말뚝기초(2기)	
	하부	교대 : 역T형(2기) 교각 : π 형식(1기)			교각	강관 말뚝기초(1기)	
교량받침		포트받침		신축이음		레일조인트 모노셀조인트	
교차시설물		-		통과높이		-	
설 계 사		(주)다산컨설턴트		시 공 사		진흥기업(주), 금강중건(주)	
내진설계유무		유		관리주체		한국도로공사 강원본부 충주시사	
부착시설내용		교각 점검로					
기 타		• 설계도서 및 구조계산서 유무 : 유 • 보수보강여부 : 신축이음장치(모노셀, 후타콘크리트) 하부구조					

정밀안전진단 참여기술진

참여구분	참여분야	소 속	직 위	성 명	참여기간	서 명
계				21명	1,024 일	
책임기술자	사업책임	(주)장민이엔씨	원 장	서외택	2016.06.20.~12.26. (152일)	서 외택
분야별 책임기술자	재료시험	(주)동우기술단	부사장	김영환	2016.06.20.~12.26. (152일)	김영환
	자료분석	(주)다음기술단	이 사	이영수	2016.06.20.~12.26. (152일)	이영수
분야별 참여기술자	재료시험	(주)장민이엔씨	부사장	조병준	2016.06.20.~12.26. (95일)	조병준
	자료분석	(주)다음기술단	부사장	문정상	2016.06.20.~12.26. (95일)	문 정 상
기타 참여기술자	재료시험	(주)장민이엔씨	부사장	설범수	2016.06.20.~12.26. (26일)	설범수
		"	대표이사	한영필	2016.06.20.~12.26. (26일)	한영필
		"	상 무	박동욱	2016.06.20.~12.26. (26일)	박동욱
		"	부 장	김태근	2016.10.01.~12.26. (21일)	김태근
		"	차 장	이승현	2016.06.20.~12.26. (26일)	이승현
		"	과 장	현재웅	2016.06.20.~12.26. (25일)	현재웅
		"	대 리	장용환	2016.06.20.~12.26. (25일)	장용환
		"	주 임	최윤석	2016.06.20.~12.26. (25일)	최윤석
	자료분석	(주)다음기술단	이 사	이종현	2016.06.20.~12.26. (24일)	이종현
		"	차 장	주병철	2016.06.20.~12.26. (22일)	주병철
		"	과 장	최경식	2016.06.20.~12.26. (22일)	최경식
		"	대 리	박세훈	2016.06.20.~12.26. (20일)	박세훈
		"	과 장	김영석	2016.06.20.~12.26. (20일)	김영석
		"	대 리	임현민	2016.06.20.~12.26. (20일)	임현민
		(주)동우기술단	차 장	유재웅	2016.06.20.~12.26. (25일)	유재웅
		"	과 장	호 근	2016.06.20.~12.26. (25일)	호 근

시설물의 위치도



○ 시설물 위치 : 충청북도 음성군 감곡면 상우리 (중부내륙선 251.02km)

시설물의 전경사진(1)



상부 전경

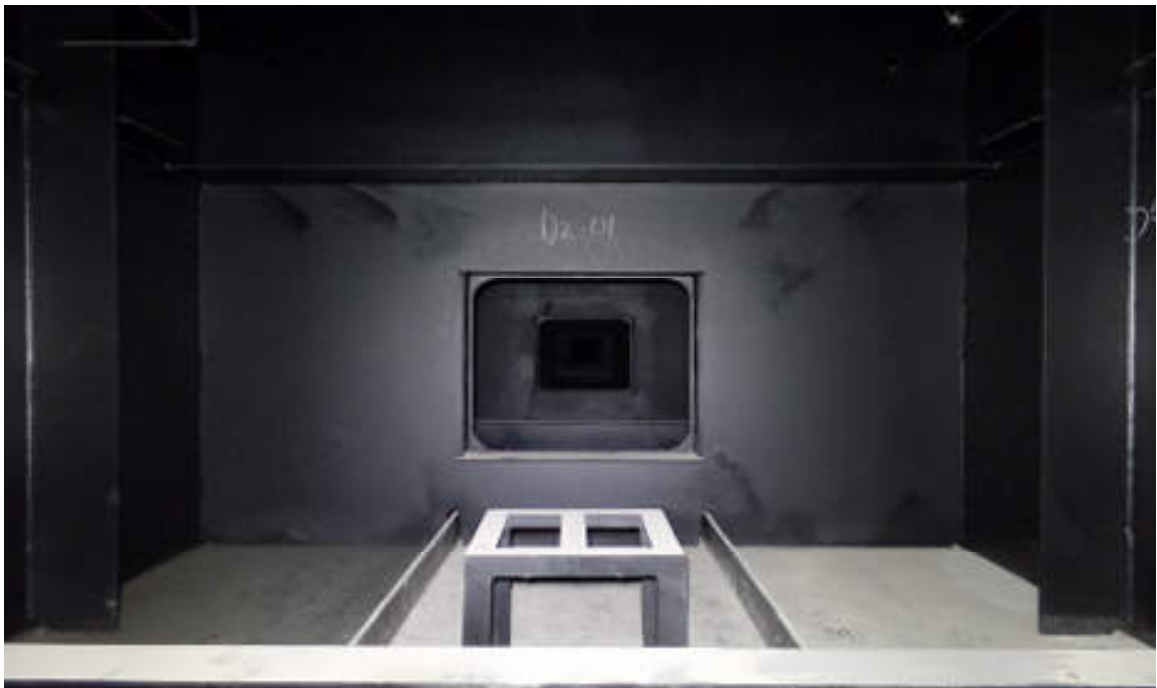


측면 전경

시설물의 전경사진 (2)



강박스 외부 전경



강박스 내부 전경

시설물의 전경사진 (3)



교대 전경



교각 전경

시설물의 전경사진(4)



받침 전경(마산)



받침 전경(마산)



신축이음 전경(마산)



신축이음 전경(마산)



방호벽 전경(마산)



배수시설 전경(마산)

시설물의 전경사진 (5)



반침 전경 (양평)



반침 전경 (양평)



신축이음 전경 (양평)



신축이음 전경 (양평)



방호벽 전경 (양평)



배수시설 전경 (양평)

정밀안전진단 결과 요약문

1. 과업의 목적

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

2. 과업의 범위 및 내용

2.1 과업의 범위

현장조사시 필요한 경우 교통통제 및 안전조치를 취하여야 하며, 시설물 근접조사를 위한 접근장비 등을 투입하여야 한다. 정밀안전진단에서는 시설물의 결함 정도에 따라 필요한 조사·측정·시험, 구조계산, 수치해석 등을 실시하고 분석·검토하여 안전성평가 결과를 결정하고, 보수·보강이 필요한 경우에는 보수 및 보강방법을 제시한다.

- 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 및 점검결과 전산입력

2.2 과업기간

2016. 06. 20. ~ 2016. 12. 26. (착수일로부터 190일간)

3. 시설물의 개요

3.1 시설물 현황

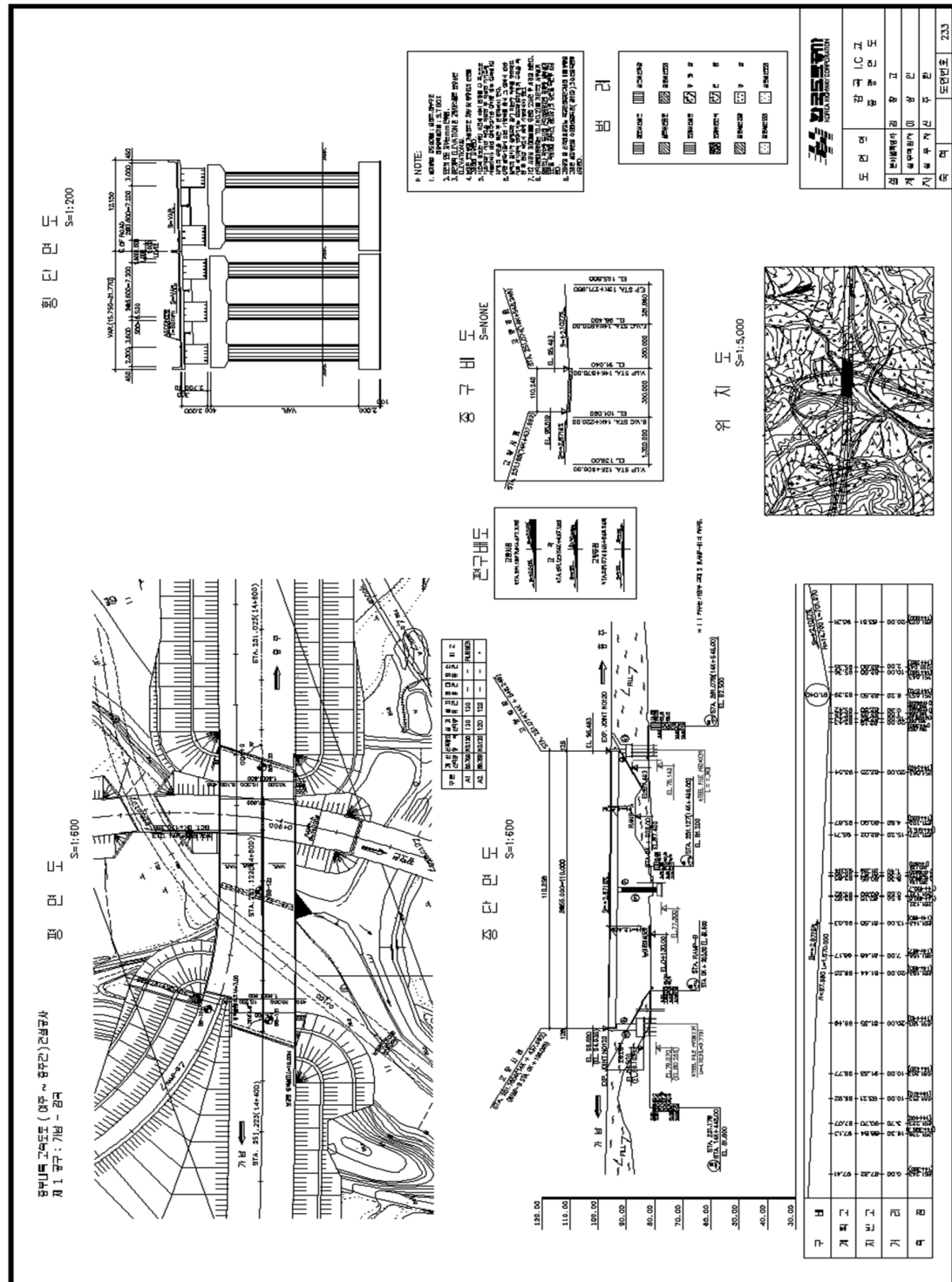
가. 마산방향

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		감곡IC교(마산)		시설물번호		BR2003-0000245	
준공년월		2002년 12월 20일		관리번호		0450B2788201	
시설물위치		충청북도 음성군 감곡면 상우리					
설계하중		DB-24 / DL-24		노선명(이정)		중부내륙선(251.02km)	
제원	연장	L = 2@55.0 = 110.0m					
	폭	B = 11.0m (2차로)					
구조 형식	상부	강박스 거더교(STB)		기초 형식	교대	강관 말뚝기초(2기)	
	하부	교대 : 역T형(2기) 교각 : π 형식(1기)			교각	강관 말뚝기초(1기)	
교량받침		포트받침		신축이음		강평거조인트 모노셸조인트	
교차시설물		-		통과높이		-	
설 계 사		(주)다산컨설턴트		시 공 사		진흥기업(주), 금강중건(주)	
내진설계유무		유		관리주체		한국도로공사 강원본부 충주지사	
부착시설내용		교각 점검로					
기 타		• 설계도서 및 구조계산서 유무 : 유 • 보수보강여부 : 교량받침(도장) 신축이음장치(후타콘크리트, 모노셸, 강평거 조인트) 하부구조					

나. 양평방향

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		감곡IC교(양평)		시설물번호		BR2003-0000270	
준공년월		2002년 12월 20일		관리번호		0450B2788101	
시설물위치		충청북도 음성군 감곡면 상우리					
설계하중		DB-24 / DL-24		노선명(이정)		중부내륙선(251.02km)	
제원	연장	L = 2@55.0 = 110.0m					
	폭	B = 28.0m (3차로)					
구조 형식	상부	강박스 거더교(STB)		기초 형식	교대	강관 말뚝기초(2기)	
	하부	교대 : 역T형(2기) 교각 : π 형식(1기)			교각	강관 말뚝기초(1기)	
교량받침		포트받침		신축이음		레일조인트 모노셀조인트	
교차시설물		-		통과높이		-	
설 계 사		(주)다산건설턴트		시 공 사		진흥기업(주), 금강중건(주)	
내진설계유무		유		관리주체		한국도로공사 강원본부 충주지사	
부착시설내용		교각 점검로					
기 타		• 설계도서 및 구조계산서 유무 : 유 • 보수보강여부 : 신축이음장치(모노셀, 후타콘크리트) 하부구조					

3.2 시설물 주요도면



4. 자료수집 및 분석

4.1 점검 및 진단 이력

가. 마산방향

구분	점 검 기 간	점 검 자	상태등급	점검결과 및 보수보강(안)
정기	■ 2003.03.21.	자체수행	양호	- 구조물 전반, 교좌장치, 슬라브, 주형, 교면포장, 교대, 교각, 신축이음장치, 교대A1 슈블릭 콘크리트 파손, 강교 시건장치 미설치 - 균열 주의관찰, 추후 하자통보, 하자보수 시행, 시건장치 설치
정기	■ 2003.09.25.	자체수행	양호	구조물 전반
정기	■ 2004.04.12.	자체수행	양호	교면포장등 전반적 점검결과 양호
정밀	■ 2004.12.08.	자체수행	A등급	교좌장치, 주형등 전반적으로 양호
정기	■ 2005.05.09.	자체수행	양호	양호
정기	■ 2005.10.10.	자체수행	양호	- A2 거푸집 철선 미제거 녹발생 - 녹제거 필요
정기	■ 2006.04.07.	자체수행	양호	양호
정밀	■ 2006.10.04.	자체수행	A등급	양호
정기	■ 2007.06.11.	자체수행	양호	양호
정기	■ 2007.11.19.	자체수행	양호	양호
정밀	■ 2008.04.10.	자체수행	A등급	- P1(1개소) 받침콘크리트파손 - 면 보수
정기	■ 2008.08.20.	자체수행	양호	양호
정기	■ 2009.05.12.	자체수행	양호	양호
정기	■ 2009.09.15.	자체수행	양호	양호
정밀	■ 2010.07.06.	자체수행	A등급	양호
정기	■ 2010.09.01.	자체수행	양호	양호
정기	■ 2011.05.30.	자체수행	양호	양호
정기	■ 2011.11.30.	자체수행	양호	양호
정기	■ 2012.05.25.	자체수행	양호	양호
정기	■ 2012.08.16.	자체수행	보통	- 교대 보호블럭 파손, 후타콘크리트 파손, 신축이음장치 파손 - 교대보호블럭 보수, 후타콘크리트 보수, 신축이음장치 교체

구분	점 검 기 간	점 검 자	상태등급	점검결과 및 보수보강(안)
정밀 안전 진단	■ 2012.12.21.	(재)한국건설품질 연구원	B등급	- 바닥판// 하면 균열(cw=0.3mm미만), 누수흔적 및 백태(녹물포함), 단부파손 등 - STB 거더// 도장박리 및 부식, 모재변형, 용접결함, 실링누락, 인분배설 등 - 교대/교각// 균열손상, 누수흔적/체수, 파손, 재료분리, 실링재 탈락, 표면오염, 압성토 손상 등 - 교량받침// 소울플레이트 도장박리 및 부식, 몰탈/콘크리트 균열, 파손, 들뜸 등 - 신축이음장치// 후타재 균열(cw=0.3mm미만), 파손, 유간부족(교대이동) 등 - 배수구// 이물질 퇴적, 유도배수관 설치필요, 배수파이프 길이부족, 곡관이탈 등
정밀	■ 2013.06.28.	자체수행	B등급	- A1 신축이음 본체 단차 - A1 신축이음 교체
정밀	■ 2013.10.31.	자체수행	A등급	- 교량받침// 무수축몰탈 파손 1개소, 하부구조 // 구체상면 열화 1개소, 신축이음// 본체 단차 발생 1개소 - 교량받침// 단면보수 1개소, 하부구조// 주의 관찰, 신축이음// 신축이음 교체
정기	■ 2014.06.23.	자체수행	양호	- 거더부식 : S1(G1,G2) (A1), S2G2(A2) 단부 (0.11m²,3개소) / 바닥판균열 : S2A2(중분대측) 단부(0.2mm/0.5m, 1개소) / 받침도장박리 : A1-sh1 (0.001m², 1개소), 부식 : A1-sh6 (0.1m², 1개소) / 신축이음 .누수 : A1, A2 .협착 : A1,A2 .후타재파손 : A1(1,2차로) (3.9m², 1개소) .후타재 균열 : A2(전차로) (0.2mm/다수) - 거더 채도장 : S1(G1, G2) (A1), S2 G2(A2) 단부 (0.11m², 3개소) / 받침 채도장 : A1-sh6(0.1m², 1개소) / 신축이음단면보수 : A1(1, 2차로) (3.9m², 1개소)

구분	점 검 기 간	점 검 자	상태등급	점검결과 및 보수보강(안)
정기	■ 2014.09.11.	자체수행	양호	◦ 거더// 부식 : S1G1, S1G2, S2G2(0.11㎡, 3개소) ◦ 바닥판// 균열(0.3mm미만) : S2(0.2mm, 0.5m, 1개소) ◦ 교량받침// 부식 : A2.sh6(0.1㎡, 2개소) ◦ 하부구조// 열화 : A1(1㎡, 1개소) ◦ 신축이음// 누수 및 협착 : A1, A2, .후타재 파손 : A1(3.9㎡, 1개소)
정기	■ 2015.04.13.	자체수행	양호	◦ 거더// 재도장 : S1G1, S1G2, S2G2(0.11㎡, 3개소) ◦ 교량받침// 재도장 : A2.sh6(0.1㎡, 2개소) ◦ 신축이음// 단면보수 : A1(3.9㎡, 1개소)
정기	■ 2015.04.13.	자체수행	양호	◦ 거더// 거더외부 부식 ◦ 바닥판// 단부측 균열
정기	■ 2015.04.13.	자체수행	양호	◦ 거더// 거더외부 부식 : 재도장 ◦ 바닥판// 단부측 균열 : 주입보수
정기	■ 2015.09.03.	자체수행	양호	◦ 거더// 도장부식 ◦ 바닥판// 파손 ◦ 교량받침// 슈부식, 균열 ◦ 신축이음// 균열, 하부 협착 ◦ 난간/중분대// 균열
정기	■ 2015.09.03.	자체수행	양호	◦ 거더// 도장부식 : 재도장 ◦ 바닥판// 파손 : 단면보수 ◦ 교량받침// 슈부식 : 재도장, 균열 : 표면보수 ◦ 신축이음// 균열 : 표면보수, 하부협착 : 주의관찰 ◦ 난간/중분대// 균열 : 표면보수
정기	■ 2016.05.23.	자체수행	양호	◦ 거더 : 부식 ◦ 바닥판 : 협착, 파손, 백태 ◦ 교량받침 : 강재부식 ◦ 신축이음 : 누수
정기	■ 2016.05.23.	자체수행	양호	◦ 거더 : 재도장 ◦ 바닥판 : 단면보수, 표면처리 ◦ 교량받침 : 재도장 ◦ 신축이음 : 누수방지 시설설치

나. 양평방향

구분	점 검 기 간	점 검 자	상태등급	점검결과 및 보수보강(안)
정기	■ 2003.03.21.	자체수행	양호	- 구조물 전반, 교좌장치, 슬라브, 주형, 교면포장, 교대, 교각, 신축이음장치, A1측 교면배수구 2개 미설치, 강교 시건장치 미설치 - 균열주의관찰, 추후하자통보, 하자보수시행, 시건 장치설치
정기	■ 2003.09.25.	자체수행	양호	구조물 전반
정기	■ 2004.04.12.	자체수행	양호	교면 포장등 전반적 점검결과 양호
정밀	■ 2004.12.08.	자체수행	A등급	- A2교대 코핑부 물고임으로 인한 열화발생 - 열화발생부위 보수 및 침투수 배수관 연장
정기	■ 2005.05.09.	자체수행	양호	양호
정기	■ 2005.10.10.	자체수행	양호	- A2 교대코핑부 물고임, 백태, 거푸집철선 미제거로 녹발생 - A2 물고임부 구배 조정, 백태 표면처리, 녹제거
정기	■ 2006.04.07.	자체수행	양호	양호
정밀	■ 2006.10.04.	자체수행	A등급	양호
정기	■ 2007.06.11.	자체수행	양호	양호
정기	■ 2007.11.19.	자체수행	양호	양호
정밀	■ 2008.04.10.	자체수행	A등급	- A1 교대상면 물고임 - 물고임제거후 유도배수
정기	■ 2008.08.20.	자체수행	양호	양호
정기	■ 2009.05.12.	자체수행	양호	양호
정기	■ 2009.09.15.	자체수행	양호	양호
정밀	■ 2010.07.23.	자체수행	A등급	- 도수로 파손, 교대 실린트 파손 - 도수로 파손보수, 교대 실린트 파손 보수
정기	■ 2010.09.01.	자체수행	양호	양호
정기	■ 2011.05.30.	자체수행	양호	양호
정기	■ 2011.11.30.	자체수행	양호	양호
정기	■ 2012.05.25.	자체수행	양호	양호
정기	■ 2012.08.16.	자체수행	양호	- 후타콘크리트 균열, 신축이음장치 파손 - 후타콘크리트 보수, 신축이음장치 교체

구분	점 검 기 간	점 검 자	상태등급	점검결과 및 보수보강(안)
정밀 안전 진단	■ 2012.12.21.	(재)한국건설품질 연구원	B등급	◦ 바닥판// 하면 균열, 망상균열, 균열 및 백태, 박락, 녹발생, 단부 파손 등 ◦ STB 거더// 도장박리 및 부식, 오염, 볼트부식, 용접결함, 실링누락, 소변배설, 모재굽힘 등 ◦ 교대/교각// 균열손상, 누수흔적, 체수, 철근노출 및 녹발생, 점검로 부식 및 백태 등 ◦ 교량받침// 소울플레이트 도장박리 및 부식, 몰탈/콘크리트 균열, 파손, 박락 등 ◦ 신축이음장치// 본체 이물질퇴적, 후타재 균열 및 파손, 유간부족(교대 이동) 등 ◦ 배수구 이물질퇴적, 배수관 탈락, 배수파이프 길이부족 등
정밀	■ 2013.06.28.	자체수행	B등급	◦ 신축이음 : 협착 및 열화파손 ◦ 신축이음 : 신축이음 교체
정밀	■ 2013.10.31.	자체수행	A등급	◦ 교량받침 : 슈부식 1개소, 하부구조 : 열화 1개소, 신축이음 : 협착 및 열화파손 ◦ 교량받침 : 재도장 1개소, 하부구조 : 단면보수 1개소, 신축이음 : 신축이음 교체
정기	■ 2014.06.23.	자체수행	양호	◦ 거더부식 : S1(G2.G3), S2G3(0.15m², 3개소) ◦ 바닥판/ 백태 : S1(G1.G2) 지점부(A1)(0.8m², 2개소), 열화 : S1(G2.G3) 지점부(A1)(0.1m², 1개소) ◦ 받침/ 부식: A1.sh2, sh5, sh6, A2.sh1, sh3(0.27m², 5개소) ◦ 하부구조// 부분 점 녹 : P1(0.05m², 1개소) ◦ 신축이음// 누수 : A1, A2, 협착 및 유간 부족 : A1, A2, 후타재 파손 : A1, A2(0.49m², 8개소) ◦ 후타재 균열 : A1, A2(0.1mm/다수) ◦ 거더 재도장 : S1(G2.G3), S2G3(0.15m², 3개소) ◦ 바닥판 단면보수 : S1(G2.G3) 지점부(A1)(0.1m², 1개소) ◦ 받침 재도장 : A1.sh2, sh5, sh6, A2.sh1, sh3(0.27m², 5개소) ◦ 신축이음 단면보수 : A1, A2(0.49m², 8개소)

구분	점 검 기 간	점 검 자	상태등급	점검결과 및 보수보강(안)
정기	■ 2014.09.11.	자체수행	양호	- 거더// 부식 : S1G2, S1G3, S2G3(0.15㎡, 3개소) - 바닥판// 열화 : S1(0.1㎡, 1개소) - 교량받침// 부식 : A1.sh2, 4, 5, P1.sh6, A2.sh1, 3(0.37㎡, 6개소) - 신축이음// 누수 및 협착 : A1, A2, 후타재 파손 : A1, A2(0.49㎡, 8개소)
정기	■ 2015.04.13.	자체수행	양호	- 거더// 재도장 : S1G2, S1G3, S2G3(0.15㎡, 3개소) - 바닥판// 단면보수 : S1(0.1㎡, 1개소) - 교량받침// 부식 : A1.sh2, 4, 5, P1.sh6, A2.sh1, 3(0.37㎡, 6개소) - 신축이음// 단면보수 : A1, A2(0.49㎡, 8개소)
정기	■ 2015.09.03.	자체수행	양호	- 신축이음// A1 신축이음(램프측) 협착, 후타재 파손, 후타재 균열, 누수, A2 신축이음 협착, A2 후타재 균열, 누수 - 신축이음// A1 신축이음(램프측) 협착 : 주의관찰, 후타재 파손 : 단면보수, 후타재 균열 : 주의관찰, 누수 : 주의관찰, A2 신축이음 협착 : 주의관찰, A2 후타재 균열 : 주의관찰, 누수 : 주의관찰
정기	■ 2015.09.03.	자체수행	양호	- 거더// 외부 부식 .바닥판// 파손, 백태 .교량받침// 슈부식 .하부구조// 균열, 백태, 보호블럭 세굴 .신축이음// 후타재 파손, 후타재 균열 .난간/중분대// 균열 - 거더// 외부 부식 : 재도장 .바닥판// 파손 : 단면보수, 백태 : 표면보수 .교량받침// 슈부식 : 재도장 .하부구조// 균열 : 표면보수, 백태 : 표면보수, 보호블럭 세굴 : 단면보수 .신축이음// 후타재 파손 : 단면보수, 후타재 균열 : 주입보수 .난간/중분대// 균열 : 표면보수
정기	■ 2016.05.23.	자체수행	양호	- 거더 : 부식 .바닥판 : 백태, 균열, 협착 및 파손 .교량받침 : 부식 .하부구조 : 세굴, 백태 .신축이음 : 균열, 파손, 누수 .난간/중분대 : 균열 .배수시설 : 집수구 막힘 - 거더 : 재도장 .바닥판 : 표면처리, 주입보수, 지속관찰 .교량받침 : 재도장 .하부구조 : 단면보수, 표면처리 .신축이음 : 주입보수, 단면보수 .난간/중분대 : 표면처리 .배수시설 : 청소

4.2 보수·보강 이력

4.2.1 마산방향

구 분	공사기간	설계자	시공자	공사구간	보수·보강 공법	공사금액 (천원)	비고
보수	2010.12.31.	—	—	교량받침(P1)	도장	—	
	2010.12.31.	—	—	신축이음장치(A1)	후타콘크리트	397	
	2012.12.31.	—	—	신축이음장치(A2)	모노셀 교체	15,430	
	2013.05.31	장세민	진흥기업	바닥판 외 3종	균열보수공법 외 3종	—	FMS
	2014.12.31.	—	—	하부구조(A1)	—	540	
	2015.03.18.	—	—	신축이음장치(A1)	후타콘크리트	1,550	
	2015.09.18.	—	—	신축이음장치(A1)	강평거 조인트	48,000	

※ 비고란의 FMS표기된 부분 외의 이력사항은 지사에서 별도 관리하는 이력임.

4.2.2 양평방향

구 분	공사기간	설계자	시공자	공사구간	보수·보강 공법	공사금액 (천원)	비고
보수	2010.12.31.	—	—	하부구조(A1, A2)	기타	1,000	
	2012.12.31.	—	—	신축이음장치(A1)	모노셀	16,778	
	2013.05.31	장세민	진흥기업	바닥판 외 3종	균열보수공법 외 3종	—	FMS
	2014.05.30.	—	—	신축이음장치, 배수시설	청소	—	
	2015.03.18.	—	—	신축이음장치	후타콘크리트	1,200	
	2015.09.18.	—	—	신축이음장치(A1)	모노셀	17,000	

※ 비고란의 FMS표기된 부분 외의 이력사항은 지사에서 별도 관리하는 이력임.

4.3 자료분석 결과요약

구 분	수집 자료	자료 분석 결과	정밀안전진단 과업진행 방향
건설 관련 자료	◦ 일반보고서 ◦ 구조 및 수리계산서 ◦ 준공도면 ◦ 시공기록보고서	◦ 일반보고서 및 준공도면은 설계 당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨. ◦ 일반보고서, 준공도면, 구조계산서의 구조물 치수는 동일한 것으로 확인됨.	◦ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교, 검토 후 치수가 상이할 경우 안전측으로 구조계산토록 하고 도면을 재작성하며, 실측치와 동일할 경우는 준공도면을 기준으로 과업을 진행토록 함. ◦ 신축이음장치의 형식을 확인하여 관리대장상과 일치하는지 확인하도록 함. ◦ 현 설계기준을 적용하여 구조검토를 실시함.
	◦ 시공 중 안전점검	◦ 시공 중 구조물에 대한 문제점은 없는 것으로 확인됨.	◦ 구조물에 대한 문제점은 없는 상태였으나, 사용 중 손상이 발생되거나 조사가 누락된 면이 있을 수 있으니 상세외관조사 시 면밀히 조사함.
유지 관리 자료	◦ 점검 및 진단 이력	◦ 점검 및 진단 이력을 검토한 결과, 자체수행을 통하여 교대상면 물고임으로 인한 열화, 백태, 거푸집 철선 미제거로 인한 녹발생, 경미한 누수, 슈 녹발생, 배수파이프 연결부족, 교대 도수로 및 실린트 파손, 배수구 세굴 등이 조사됨.	◦ 점검 시 조사된 손상에 대한 사항을 상세외관조사 시 면밀히 조사하고, 추가 손상 확인, 보수여부 및 대책방안 마련. ◦ 금회 정밀안전진단이 초기자료이므로, 차후 비교, 검토 자료로 활용하여 안전성 변화 여부 확인.
	◦ 보수·보강 이력	◦ 보수·보강 이력을 검토한 결과, 배수시설 및 하부구조 보수 등이 수행되어, 본 교량은 지속적인 유지관리가 진행된 것으로 평가됨.	◦ 보수·보강 이력사항에는 보수부에 대한 위치가 제시되어 있지 않으므로 보수된 손상명에 대한 사항을 상세외관조사 시 면밀히 조사함.
	◦ 기술과제 자료	◦ 자체 점검은 점검계획에 따라 적정하게 시행된 것으로 확인되며, 구조적 결함은 없는 것으로 확인되었고, 일부 경미한 결함에 대한 지속적인 관리 및 하자보수가 시행된 것으로 판단됨.	◦ 기술자문 검토서를 참고자료로 활용하여 상세외관조사 시 면밀히 조사하고, 추가 손상확인, 보수여부 및 대책방안 마련.

5. 현장조사 및 시험

5.1 마산방향

가. 외관조사 결과요약(마산)

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
바닥판 하면	• 균열 (Cw=0.3mm미만), 백태 • 단부 박락, 녹발생	• 시공초기 콘크리트 내·외부의 온도차이로 인한 부등건조수축 등이 주원인으로 일부균열은 균열부를 통한 내부수 유출이 발생하였으며, 0.3mm미만 균열은 지속관찰 후 균열 진전시 보수를 실시하고, 백태 발생부는 내구성확보를 위하여 표면처리보수가 필요. • 바닥판 단부면과 홍벽의 협착이 주원인이며, 단면보수1안), 영구앵커공법2안), 신축이음장치교체 및 바닥판하면 절취3안) 병행 시공이 필요함.
Steel Box Girder 내부	• 용접결함(Pit, 비드불량) • 모재변형 • 도장박리, 부식 • 실링누락 • 인분배설	• 용접시공시 용접전류 및 용접속도 불량, 용접작업실수 등이 원인으로 판단되며, 지속관찰이 적절할 것으로 판단됨. • 시공 중 인위적 충격이 원인이며, 지속관찰이 필요 • 도장 전처리 불량과 Splice부를 통한 우수유입이 주원인으로 판단되며, 재도장이 필요. • 시공미흡이 원인으로 발생하였으며, 실링재 시공이 필요. • 위생 및 외관을 위하여 청소가 필요
Steel Box Girder 격벽	• 용접결함(Pit, 비드불량) • 도장박리	• 용접시공시 용접전류 및 용접속도 불량, 용접작업실수 등이 원인으로 판단되며, 지속관찰이 적절할 것으로 판단됨(거더내부와 동일함). • 시공미흡 및 경년증가에 따른 노후화가 주원인으로 판단되며, 재도장이 필요.
Steel Box Girder 외부	• 도장박리, 부식 및 볼트부식 • 오염	• 공용기간 증대로 인한 교량의 노후화 및 태양광에 의한 열화, 도장전 바탕처리불량이 원인으로 판단되며, 재도장이 필요. • 바닥판하면 캔틸레버부의 유공관으로 떨어지는 우수로 인하여 발생된 것으로 오염부 재도장이 필요.
강 가로보 및 세로보	• 구조적 손상이 없는 양호한 상태	• 도장손상이나, 부식, 각종변형 및 균열, 이상음 발생 등의 손상이 없는 상태임.

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
교대	- 균열 (Cw=0.3mm미만) - 누수흔적, 백태 및 박리	- 시공초기 콘크리트 내·외부의 온도차이로 인한 부등건조수축 등이 주원인으로 현시점의 보수보다는 지속관찰 후 균열 진전시 보수 필요 - 상부 신축이음부에서 유입된 우수로 인하여 발생하였으며, 표면처리보수가 필요.
교각	균열 (Cw=0.3mm미만) 및 망상균열	시공초기 콘크리트 내·외부의 온도차이로 인한 부등건조수축 등이 주원인으로 현시점의 보수보다는 지속관찰 후 균열 진전시 보수 필요
교량받침	- 받침장치 본체 부식, 볼트부식 - 받침 몰탈/콘크리트 균열 - 받침 콘크리트 파손	- 외측면을 통한 우수유입이 주원인이며, 녹 제거후 재도장이 필요. - 건조수축 및 양생불량 등에 의한 비구조적인 손상으로 손상정도는 경미하여, 지속관찰 후 균열 진전시 보수 필요. - 외부 우수유입에 따른 동결융해로 인해 내부 철근부식 등이 원인으로 판단되며, 내부 철근 방청 후 단면보수가 필요.
신축이음장치	- 신축이음장치 본체 부식(갓길) - 후타재 균열 (Cw=0.3mm미만) - 신축이음덮개(A1) 볼트탈락 - A1, A2 신축이음장치 유간 협착	- 공용 중 우수에 의한 부식이 주원인이며, 손상정도가 미미하고 주행성에 영향을 미치지 않으므로 지속관찰이 필요. - 시공시 건조수축 및 공용 중 중차량 통행 등의 요인이 원인이며, 후타재 균열부를 통한 우수 유입으로 인한 신축이음 하부 누수 등 추가적인 손상의 우려가 있으므로 표면처리보수를 실시하며, 후타재 파손은 단면보수가 필요. - 볼트 재체결 - 신장시 신축이음장치 협착이 발생하였으나, 지속관찰을 통하여 바닥판 단부 박락 등의 2차 손상이 증가시, 바닥판 유간확보를 위한 보수·보강 필요
교면포장	소성변형, 포트홀	시공불량, 혼합물 품질불량, 대형차량 통행 등이 원인이며, 손상에 의한 차량 주행성 저하는 미미하므로 지속관찰을 통하여 향후 손상 증가시 부분보수가 필요.
배수시설	손상이 없는 양호한 상태	배수시설 상태가 양호함
방호벽 및 중앙분리대	- 균열(폭 0.3mm미만/0.3mm이상), 망상균열 - 박락, 재료분리, 철근노출, 파손, 녹발생	- 구조물에 미치는 영향이 미미하나 균열부 우수침투로 인한 백태발생 등의 우려가 있으므로 0.3mm미만은 표면처리를 실시하며 0.3mm이상은 주입보수 필요. - 단면보수 및 단면보수(방청) 필요함
점검시설	점검시설 시건장치 누락	시건장치 재설치

나. 기 진단결과 비교(마산)

구 분	손상내용	단위	2012년 전차진단		2016년 금회진단		증·감
			개소	수량	개소	수량	
바닥판	•균열 (Cw=0.3mm미만)	m	350	687.50	13	18.90	▽
	•백태	m ²	8	0.83	2	0.05	▽
	•녹발생	m ²	—	—	2	0.40	△
	•박락	m ²	3	0.10	7	1.64	△
Steel Box Girder 내부	•Pit	개소	361	361	46	46	▽
	•비드불량	m	22	2.61	4	0.50	▽
	•변형	m	1	0.20	1	0.20	—
	•도장박리, 부식	m ²	111	1.00	26	1.55	△
	•실링누락	개소	32	32	7	7	▽
	•인분배설	개소	1	0.25	1	1	△
Steel Box Girder 외부	•도장박리, 부식	m ²	14	0.12	13	0.30	△
	•오염	m ²	—	—	2	0.72	△
교대	•균열 (Cw=0.3mm미만)	m	96	53.80	1	1.40	▽
	•망상균열(Cw=0.3mm미만)	m ²	3	1.18	—	—	▽
	•누수흔적	m ²	9	13.68	8	4.64	▽
	•백태	m ²	—	—	3	0.68	△
	•박리	m ²	—	—	2	1.28	△
	•파손, 재료분리	m ²	2	0.24	—	—	▽
	•실링재탈락	m	1	1.10	—	—	▽
	•압성토 공동, 블럭이격	m ²	2	1.18	—	—	▽
교각	•균열 (Cw=0.3mm미만)	m	104	53.60	10	8.60	▽
	•망상균열(Cw=0.3mm미만)	m ²	31	26.21	8	32.75	△
	•이음부 이물질미제거	m	1	1.60	—	—	▽
	•표면오염	m ²	1	0.40	—	—	▽

주) △는 손상의 증가를 ▽는 손상의 감소를 나타냄

구 분	손상내용	단위	2012년 전차진단		2016년 금회진단		증·감
			개소	수량	개소	수량	
교량받침	•볼트부식	개소	—	—	1	1	△
	•도장박리	개소	4	0.07	1	1	△
	•균열 (Cw=0.3mm미만)	m	25	6.00	3	0.70	▽
	•균열 (Cw=0.3mm이상)	m	—	—	1	0.30	△
	•망상균열(Cw=0.3mm미만)	m ²	2	0.21	—	—	▽
	•파손	m ²	1	0.01	1	0.20	△
	•들뜸	m	1	0.08	—	—	▽
신축이음	•부식	m	—	—	1	2.00	△
	•균열 (Cw=0.3mm미만)	m	19	7.70	21	8.20	△
	•후타재 파손	m ²	1	0.05	—	—	▽
	•덮개볼트 탈락	개소	4	4	4	4	—
교면포장	•소성변형	m ²	4	171.0	4	157.50	▽
	•포트홀	m ²	6	0.19	4	0.13	▽
배수시설	•배수구 이물질 퇴적	개소	2	2	—	—	▽
	•유도배수관 설치(유공관)	개소	2	2	—	—	▽
	•배수파이프 길이부족	개소	1	1	—	—	▽
	•곡관이탈	개소	1	1	—	—	▽
방호벽	•균열 (Cw=0.3mm미만)	m	56	55.15	83	79.00	△
	•균열 (Cw=0.3mm이상)	m	35	51.30	37	54.70	△
	•망상균열(Cw=0.3mm미만)	m ²	1	5.00	1	6.94	△
	•박락	m ²	—	—	2	0.08	△
	•재료분리	m ²	1	0.06	1	0.06	—
	•철근노출, 녹발생	m ²	8	0.04	16	1.12	△
	•파손	m ²	2	0.02	3	0.03	△
기타	•유간협착	m ²	—	—	2	0.23	△
검토의견	■ 보수이력 및 현장조사 결과, 기 진단 이후 바닥판 하면 균열보수, 하부구조 균열보수 및 단면보수, 받침콘크리트 균열보수, 신축이음장치 보수 등이 실시된 것으로 확인됨. ■ 전차진단(2012년)에서 조사된 상·하부구조의 손상은 대부분 보수된 상태이며, 금회 조사된 신규손상 및 기존손상의 증가는 공용년수 증가에 따른 노후화(거더 내부 도장박리 및 부식, 교량받침 도장박리, 신축이음 부식 등), 조사장비(교량점검차, 고소점검차)를 운용한 근접조사 실시(거더외부 도장박리 및 부식 등), 기 용역 시 누락된 손상 추가조사 등에 따른 것으로 판단됨.						

주) △는 손상의 증가를 ▽는 손상의 감소를 나타냄

다. 내구성조사 결과요약(마산)

시 험 명		시험부위	시험 결과		비 고
			2012년 전차진단	2016년 금회진단	
콘 크 리 트	비파괴 강도시험 (MPa)	상부구조	27.5~29.5	28.3~30.6	• 설계기준강도(27MPa)를 상회함.
		하부구조	26.5~32.0	27.0~32.1	• 설계기준강도(24MPa)를 상회함.
	철근탐사 시험	상·하부구조	-		• 전반적으로 철근배근간 격 및 피복두께는 준공 도면과 거의 일치함.
	품질시험 (km/s)	상부구조	-	4.007~4.305	• 콘크리트 품질이 양호한 상태인 것으로 판단됨.
		하부구조	-	3.892~4.677	
	탄산화 깊이 (mm)	상부구조	2.8~7.5	4.7~7.8	• 상태평가 a (잔여깊이 30mm이상)
		하부구조	2.4~5.0	5.0~8.4	
	염화물 함유량 시험 (kg/m ³)	상부구조	0.05	0.158	• 상태평가 a (염화물 ≤ 0.3kg/m ³)
		하부구조	0.539~4.085	0.258~0.780	• 상태평가 a~b (염화물 < 1.2kg/m ³)
강 재	초음파 탐상 (UT)	거더 내부 (맞대기 용접부)	합 격	시험 8개소 (8개소 합격)	• 1급
	도막두께 (μm)	거더 내부	-	351	• 기준두께(170μm) 상회
		거더 외부	-	316~411	• 기준두께(215μm) 상회
	강재두께 (mm)	거더	-	14.5~16.1 (+0.1~0.6)	• 설계두께의 ±0.80
평 중 가 합	■ 비파괴강도 측정결과, 전 개소에서 설계기준 강도를 상회하는 것으로 조사되었으며, 기 진단과의 비교·분석 결과, 부재별로 측정 위치가 달라 다소 차이가 있지만, 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가됨. ■ 콘크리트 품질시험결과, 양호한 상태인 것으로 평가됨. ■ 탄산화 깊이측정결과, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되어 상태등급 “a” 로 판정되며 기진단과의 비교·분석 결과, 탄산화 깊이가 다소 진행되었으나, 철근부식에 영향이 없는 것으로 평가됨. ■ 염화물 함유량 시험결과 “a~b” 로 평가되며, 철근부식에 영향이 없는 것으로 평가됨. ■ 금회 진단결과, 비파괴 강도, 철근배근상태, 콘크리트 품질, 탄산화 깊이 시험결과, 대부분 양호한 수준으로 측정됨. ■ 강재에 대한 내구성 조사결과 전 개소에서 합격 판정된 것으로 나타나며, 도막두께 및 강재두께 측정치도 측정개소 모두 기준치를 상회하는 양호한 상태인 것으로 측정됨.				

5.2 양평방향

가. 외관조사 결과요약(양평)

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
바닥판 하면	• 균열 (Cw=0.3mm이하), 망상균열, 백태 • 재료분리 • 단부 박락, 박락/녹발생	• 시공초기 콘크리트 내·외부의 온도차 이로 인한 부등건조수축 등이 주원인으로 일부균열은 균열부를 통한 내부수 유출이 발생하였으며, 0.3mm미만 균열은 지속관찰 후 균열 진전시 보수를 실시하고, 백태 발생부는 내구성확보를 위하여 표면처리보수가 필요. • 시공시 다짐미흡이 주원인으로 단면보수가 필요 • 바닥판 단부면이 홍벽과의 협착이 주원인이며, 단면보수 및 방청후 단면보수가 필요.
Steel Box Girder 내부	• 용접결함(Pit) • 도장박리, 부식 • 실링누락 • 소변배설	• 용접시공시 용접전류 및 용접속도 불량, 용접작업실수 등이 원인으로 판단되며, 지속관찰이 적절할 것으로 판단됨. • 도장 전처리 불량과 Splice부를 통한 우수유입이 주원인으로 판단되며, 재도장이 필요. • 시공미흡이 원인으로 발생하였으며, 실링재 시공이 필요. • 위생 및 외관을 위하여 청소가 필요
Steel Box Girder 격벽	• 용접결함(Pit) • 도장박리, 부식	• 용접시공시 용접전류 및 용접속도 불량, 용접작업실수 등이 원인으로 판단되며, 지속관찰이 적절할 것으로 판단됨(거더내부와 동일함). • 도장 전처리 불량과 Splice부를 통한 우수유입이 주원인으로 판단되며, 재도장이 필요.
Steel Box Girder 외부	• 도장박리, 부식 • 오염	• 공용기간 증대로 인한 교량의 노후화 및 태양광에 의한 열화, 도장전 바탕처리불량이 원인으로 판단되며, 재도장이 필요. • 바닥판하면 캔틸레버부의 유공관으로 떨어지는 우수로 인하여 발생된 것으로 오염부 재도장이 필요.
강 가로보 및 세로보, 브라켓	• 브라켓 일부 국부 부식	• 재도장

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
교대	• 균열 (Cw=0.3mm미만) 및 망상균열 • 누수흔적, 백태, 박리 • 박락, 재료분리, 파손 • 이물질퇴적, 실링재열화	• 시공초기 콘크리트 내·외부의 온도차이로 인한 부등건조수축 등이 주원인으로 현시점의 보수보다는 지속관찰 후 균열 진전시 보수 필요. • 상부 신축이음부에서 유입된 우수로 인하여 발생하였으며, 표면처리보수가 필요. • 외부충격, 시공 다짐미흡 등이 원인이며 단면보수가 필요. • 이물질 청소 및 실링재 재시공 필요
교각	• 균열 (Cw=0.3mm이하) 및 망상균열 • 녹발생	• 시공초기 콘크리트 내·외부의 온도차이로 인한 부등건조수축 등이 주원인으로 현시점의 보수보다는 지속관찰 후 균열 진전시 보수 필요 • 상부구조 유공관에서 떨어지는 우수와 코핑부 잡철근 미제거로인해 발생된 것으로 방청후 단면복구가 필요.
교량받침	• 받침장치 본체 부식, 도장박리 • 받침 몰탈/콘크리트 균열 • 받침 콘크리트 박락 • 받침이동량 초과(A1-Sh1)	• 외측면을 통한 우수유입이 주원인이며, 부식은 녹 제거후 재도장, 도장박리는 재도장이 필요. • 건조수축 및 양생불량 등에 의한 비구조적인 손상으로 손상정도는 경미하여, 지속관찰 후 균열 진전시 보수 필요. • 외부 우수유입에 따른 동결융해가 원인으로 판단되며, 내부 방청후 단면보수가 필요. • 프리셋팅 오류로 판단되며, 기능상에 문제가 없으므로, 지속관찰을 통한 중점유지관리가 필요.
신축이음장치	• 신축이음장치 본체 단차(A2), 들림(A1) • 후타재 균열 (Cw=0.3mm미만) 및 파손 • A1 신축이음장치 덮개 볼트탈락 • A1(J1) 바닥판유간부족, A2(J2) 신축유간부족	• A2 신축이음장치 단차는 유간협착으로 인한 2차손상이며, A1 들림은 신축이음장치 교체 시공시 발생한 것으로 판단되며, 지속관찰을 통하여 향후 손상증가시 적절한 보수·보강이 필요함. • 시공시 건조수축 및 공용 중 중차량 통행 등의 요인이 원인이며, 후타재 균열부를 통한 우수 유입으로 인한 신축이음하부 누수 등 추가적인 손상의 우려가 있으므로 표면처리보수를 실시하며, 후타재 파손은 단면보수가 필요. • 볼트 재체결 • 2차 손상(단부박락 등)이 일부조사되었으나, 중점유지관찰을 통하여 향후 손상증대시 적절한 보수·보강이 필요함.

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
교면포장	• 종방향 균열 및 망상균열 • 포트홀(S1) • 교면포장 코어분석	• 건조수축, 온도변화 및 시공초기 다짐 미흡(온도관리, 다짐초기 균열 등의 복합적인 원인에 의한 것으로 부분적으로 발생하고 차량 주행성 저하에 미치는 영향이 미미함으로 지속관찰 후 향후 부분 보수가 필요. • 시공불량, 중차량 통행 등에 의해 발생한 것으로 판단되나, 손상정도가 경미하여 보수의 필요성은 없을 것으로 판단되어 지속관찰이 필요 • 설계치보다 실제코어포장두께가 작아 구조해석시 적용
배수시설	• 손상이 없는 양호한 상태	• 배수시설 상태가 양호함
방호벽 및 중앙분리대	• 균열(폭 0.3mm미만/0.3mm이상), 망상균열 • 철근노출, 파손 • 방호벽단차(A2)	• 구조물에 미치는 영향이 미미하므로 0.3mm미만은 표면처리를 실시하며 0.3mm이상은 주입보수 필요. • 단면보수 및 단면보수(방청) 필요함 • 접속슬래브측 지반침하가 원인으로 지속관찰이 필요
점검시설	• 점검시설 시건장치 누락	• 시건장치 재설치

나. 기 진단결과 비교(양평)

구 분	손상내용	단위	2012년 전차진단		2016년 금회진단		증·감
			개소	수량	개소	수량	
바닥판	•균열 (Cw=0.3mm미만)	m	525	858.40	3	4.90	▽
	•망상균열(Cw=0.3mm미만)	m ²	1	10.00	3	10.12	△
	•백태	m ²	6	2.10	1	0.10	▽
	•박락/녹발생	m ²	4	0.83	12	3.34	△
	•재료분리	m ²	—	—	1	0.08	△
	•배수관 탈락	개소	2	2	—	—	▽
Steel Box Girder 내부	•Pit	개소	492	492	56	56	▽
	•비드면 불량	m	57	8.01	—	—	▽
	•도장박리, 부식	m ²	207	3.33	20	0.42	▽
	•실링누락	개소	45	45	4	4	▽
	•소변배설	개소	1	1	1	1	—
	•모재굽힘	m ²	2	0.03	—	—	▽
Steel Box Girder 외부	•도장박리, 부식	m ²	42	0.37	28	1.63	△
	•오염	m ²	2	2.00	6	16.50	△
가로보 및 세로보	•부식	m ²	2	0.06	1	0.01	▽
교대	•균열 (Cw=0.3mm미만)	m	79	37.94	2	1.80	▽
	•망상균열(Cw=0.3mm미만)	m ²	2	0.92	1	0.40	▽
	•누수흔적, 백태, 체수흔적	m ²	15	14.67	18	15.08	△
	•박리, 재료분리, 파손	m ²	14	7.53	6	5.76	▽
	•녹발생	m ²	54	1.00	13	0.47	▽
	•이물질퇴적	m ²	—	—	1	2.52	△
	•실링재열화	m	3	2.15	1	0.25	▽
교각	•균열 (Cw=0.3mm미만)	m	78	59.40	11	9.20	▽
	•균열 (Cw=0.3mm이상)	m	2	2.40	—	—	▽
	•망상균열(Cw=0.3mm미만)	m ²	16	56.06	11	28.76	▽
	•파손, 재료분리	m ²	8	0.76	—	—	▽
	•부식 및 백태	m ²	1	0.20	—	—	▽
	•볼트부식	개소	18	18	—	—	▽
	•오염	m ²	1	0.70	—	—	▽
	•녹발생	m ²	28	1.02	11	0.11	▽

구 분	손상내용	단위	2012년 전차진단		2016년 금회진단		증·감
			개소	수량	개소	수량	
교량받침	•부식	m ²	6	0.18	8	3.22	△
	•도장박리	m ²	2	0.08	2	0.12	△
	•균열 (Cw=0.3mm미만)	m	48	11.1	8	1.40	▽
	•균열 (Cw=0.3mm이상)	m	1	0.30	—	—	▽
	•망상균열(Cw=0.3mm미만)	m ²	1	0.18	—	—	▽
	•박락	m ²	1	0.08	1	0.06	▽
신축이음	•이물질 퇴적	m	1	2.00	—	—	▽
	•단차	mm	—	—	2	8.00	△
	•들림	개소	—	—	1	1	△
	•균열 (Cw=0.3mm미만)	m	21	8.52	16	6.32	▽
	•파손	m ²	19	1.28	8	4.50	△
	•덮개볼트 탈락	개소	—	—	3	3	△
교면포장	•균열	m	7	94.20	8	100.30	△
	•망상균열	m	3	4.29	1	2.10	△
	•포트홀	m ²	2	0.10	1	0.01	▽
	•식생	m ²	1	3.50	—	—	▽
배수시설	•배수구 이물질 퇴적	개소	1	1	—	—	▽
	•유도배수관 설치	개소	1	1	—	—	▽
	•배수파이프 길이부족	개소	1	1	—	—	▽
방호벽	•균열 (Cw=0.3mm미만)	m	47	20.25	69	43.70	△
	•균열 (Cw=0.3mm이상)	m	37	44.40	38	78.80	△
	•망상균열(Cw=0.3mm미만)	m ²	2	2.72	5	4.06	△
	•철근노출	m ²	—	—	1	0.01	△
	•파손	m ²	11	0.41	4	0.24	▽
	•단차	m	—	—	1	0.06	△
	•실링재 탈락, 표면오염	m ²	2	0.92	—	—	▽
기타	•유간협착	m ²	—	—	2	0.56	△
검토의견	■ 보수이력 및 현장조사 결과, 기 진단 이후 바닥판 하면 균열보수, 하부구조 균열보수 및 단면보수, 받침콘크리트 균열보수, 신축이음장치 보수 등이 실시된 것으로 확인됨. ■ 전차진단(2012년)에서 조사된 상·하부구조의 손상은 대부분 보수된 상태이며, 금회 조사된 신규손상 및 기존손상의 증가는 공용년수 증가에 따른 노후화(거더 외부 도장박리 및 부식, 교량받침 도장박리 등), 조사장비(교량점검차, 고소점검차)를 운용한 근접조사 실시(바닥판 망상균열(Cw=0.3mm미만), 거더외부 도장박리 및 부식 등), 기 용역 시 누락된 손상 추가조사 등에 따른 것으로 판단됨.						

다. 내구성조사 결과요약(양평)

시 험 명		시험부위	시험 결과		비 고
			2012년 전차진단	2016년 금회진단	
콘 크 리 트	비파괴 강도시험 (MPa)	상부구조	26.0~28.5	28.6~31.2	• 설계기준강도(27MPa)를 상회함.
		하부구조	26.5~30.0	28.2~32.2	• 설계기준강도(24MPa)를 상회함.
	철근탐사 시험	상·하부구조	-		• 전반적으로 철근배근간 격 및 피복두께는 준공 도면과 거의 일치함.
	품질시험 (km/s)	상부구조	-	3.715~4.646	• 콘크리트 품질이 양호한 상태인 것으로 판단됨.
		하부구조	-	4.284~4.650	
	탄산화 깊이 (mm)	상부구조	3.8~10.0	3.2~6.4	• 상태평가 a (잔여깊이 30mm이상)
		하부구조	1.3~11.0	3.5~4.8	
	염화물 함유량 시험 (kg/m ³)	상부구조	0.152	0.177~0.468	• 상태평가 a (염화물 ≤ 0.3kg/m ³)
		하부구조	0.050~0.312	0.153~0.219	• 상태평가 a~b (염화물 < 1.2kg/m ³)
강 재	초음파 탐상 (UT)	거더 내부 (맞대기 용접부)	합 격	시험 8개소 (8개소 합격)	• 1급
	도막두께 (μm)	거더 외부	-	371~417	• 기준두께(215μm) 상회
	강재두께 (mm)	거더	-	12.6~14.6 (+0.5~0.6)	• 설계두께의 ±0.80
총 합 평 가		■ 비파괴강도 측정결과, 전 개소에서 설계기준 강도를 상회하는 것으로 조사되었으며, 기 진단과의 비교·분석 결과, 부재별로 측정 위치가 달라 다소 차이가 있지만, 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가됨. ■ 콘크리트 품질시험결과, 양호한 상태인 것으로 평가됨. ■ 탄산화 깊이측정결과, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되어 상태등급 “a” 로 판정되며 기진단과의 비교·분석 결과, 탄산화 깊이가 다소 진행되었으나, 철근부식에 영향이 없는 것으로 평가됨. ■ 염화물 함유량 시험결과 “a~b” 로 평가되며, 철근부식에 영향이 없는 것으로 평가되며 기진단과의 비교·분석 결과, 염화물 함유량이 다소 증가 하였으나, 철근부식에 영향이 없는 것으로 평가됨. ■ 금회 진단결과, 비파괴 강도, 철근배근상태, 콘크리트 품질, 탄산화 깊이 시험결과, 대부분 양호한 수준으로 측정됨. ■ 강재에 대한 내구성 조사결과 전 개소에서 합격 판정된 것으로 나타나며, 도막두께 및 강재두께 측정치도 측정개소 모두 기준치를 상회하는 양호한 상태인 것으로 측정됨.			

6. 시설물의 상태평가

6.1 마산방향

부재의 분류		상부구조			하부구조		받침	기타부재				탄산화		염화물	
번호	형식	바닥판	거더	가로보/세로보	교대 교각	기초	교량 받침	신축 이음	교면 포장	배수 시설	난간	상부	하부	상부	하부
1	강박스	b	b	a	a	q	b	d	c	a	c	a	a	a	c
2	강박스	b	b	a	b	q	a	—	d	a	c	a	a	—	—
					b	q	c	d		a			a		a
평균		0.20	0.20	0.10	0.17	0.00	0.23	0.70	0.55	0.10	0.40	0.10	0.10	0.10	0.25
가중치		18	20	5	20	0	9	9	7	3	2	2	2	2	1
(평균X가중치/가중치합)		0.036	0.040	0.005	0.034	0.000	0.021	0.063	0.039	0.003	0.008	0.002	0.002	0.002	0.003
											결함도 환산점수		0.257		
											상태평가 결과		B		

6.2 양평방향

부재의 분류		상부구조			하부구조		받침	기타부재				탄산화		염화물	
번호	형식	바닥판	거더	가로보/세로보	교대 교각	기초	교량 받침	신축 이음	교면 포장	배수 시설	난간	상부	하부	상부	하부
1	강박스	b	b	a	c	q	b	d	b	a	c	a	a	b	a
2	강박스	b	b	a	b	q	b	—	b	a	c	a	a	—	—
					b	q	b	d		a			a		a
평균		0.20	0.20	0.10	0.27	0.00	0.20	0.70	0.20	0.10	0.40	0.10	0.10	0.20	0.10
가중치		18	20	5	20	0	9	9	7	3	2	2	2	2	1
(평균X가중치/가중치합)		0.036	0.040	0.005	0.054	0.000	0.018	0.063	0.014	0.003	0.008	0.002	0.002	0.004	0.001
											결함도 환산점수		0.250		
											상태평가 결과		B		

7. 시설물의 안전성평가

7.1 안전성평가 결과

가. 상부구조

1) 바닥판

① 마산방향

구 분	M_u (kN · m)	ΦM_n (kN · m)	안전율 ($\Phi M_n/M_u$)	검토결과
캔틸레버부(방호벽측)	80.049	122.167	1.526	O.K
캔틸레버부(중분대측)	91.090	122.167	1.341	O.K
중앙부	63.436	105.961	1.670	O.K

② 양평방향

구 분	M_u (kN · m)	ΦM_n (kN · m)	안전율 ($\Phi M_n/M_u$)	검토결과
캔틸레버부(방호벽측)	80.049	122.167	1.526	O.K
캔틸레버부(중분대측)	91.165	121.568	1.333	O.K
중앙부	63.436	105.961	1.670	O.K

강도설계법에 의한 바닥판의 단면검토 결과, 휨강도에 대한 계수모멘트의 최소 안전율이 1.333로 산정되어 바닥판은 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

2) 강박스 거더

① 마산방향

구 분		휨 응 력				안전율		검토결과
		작용응력(MPa)		허용응력(MPa)				
		상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연	
정모멘트부	S1-G2	115.699	-124.127	247.00	-190.00	2.135	1.531	O.K
	S2-G2	115.473	-124.753	247.00	-190.00	2.139	1.523	O.K
부모멘트부	P1	-166.304	170.305	190.00	190.00	1.142	1.116	O.K

주) 압축응력을 정(+), 인장응력을 부(-)로 하였음.

구 분		전 단 응 력		안전율	검토결과
		작용응력(MPa)	허용응력(MPa)		
정모멘트부	S1-G2	6.542	110.000	16.814	O.K
	S2-G2	7.013	110.000	15.685	O.K
부모멘트부	P1	24.895	110.000	4.419	O.K

② 양평방향

구 분		휨 응 력				안전율		검토결과
		작용응력(MPa)		허용응력(MPa)				
		상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연	
정모멘트부	S1-G1	116.652	-118.613	247.00	-190.00	2.117	1.602	O.K
	S2-G1	115.869	-116.512	247.00	-190.00	2.132	1.631	O.K
부모멘트부	P1	-165.255	168.817	190.00	190.00	1.150	1.125	O.K

주) 압축응력을 정(+), 인장응력을 부(-)로 하였음.

구 분		전 단 응 력		안전율	검토결과
		작용응력(MPa)	허용응력(MPa)		
정모멘트부	S1-G2	5.686	110.000	19.346	O.K
	S2-G2	7.131	110.000	15.426	O.K
부모멘트부	P1	22.961	110.000	4.791	O.K

허용응력법에 의한 강박스 거더의 응력 검토결과, 거더 상·하연에 발생하는 최대응력은 허용응력 이내(휨응력 : 1.116, 전단응력 : 4.419)로 검토되어 구조 안전성을 확보하고 있는 것으로 판단된다.

3) 교량받침용량 검토

① 마산방향

구 분			합성전고정하중(kN)		합성후 고정하중 (kN)	활하중(kN)	합 계(kN)	받침용량 (kN)	검토 결과
			Steel	Concrete					
A1	G1	Sh01	253.531	431.102	173.390	482.585	1340.608	2500	O.K
		Sh02	252.366	396.305	180.269	445.410	1274.350	2500	O.K
	G2	Sh03	205.477	349.608	200.716	395.309	1151.110	2500	O.K
		Sh04	178.214	334.233	209.358	365.187	1086.992	2500	O.K
P1	G1	Sh01	962.929	1274.044	569.296	999.149	3805.418	6000	O.K
		Sh02	977.978	1294.852	582.079	985.392	3840.301	6000	O.K
	G2	Sh03	981.006	1400.683	772.138	965.224	4119.051	6000	O.K
		Sh04	966.519	1385.473	770.933	967.158	4090.083	6000	O.K

구 분			합성전고정하중 (kN)		합성후 고정하중 (kN)	활하중 (kN)	합 계 (kN)	받침용량 (kN)	검토 결과
			Steel	Concrete					
A2	G1	Sh01	177.079	285.525	141.956	369.925	974.485	2500	O.K
		Sh02	207.991	334.489	155.496	420.016	1117.992	2500	O.K
	G2	Sh03	258.193	427.823	223.234	461.979	1371.229	2500	O.K
		Sh04	257.985	460.713	247.360	447.466	1413.524	2500	O.K

② 양평방향

구 분			합성전고정하중 (kN)		합성후 고정하중 (kN)	활하중 (kN)	합 계 (kN)	받침용량 (kN)	검토 결과
			Steel	Concrete					
A1	G1	Sh01	42.005	184.502	162.254	379.220	767.981	2500	O.K
		Sh02	449.339	967.020	172.488	418.645	2007.492	2500	O.K
	G2	Sh03	98.779	217.478	164.125	422.799	903.181	2500	O.K
		Sh04	259.678	536.436	97.963	280.061	1174.138	2500	O.K
	G3	Sh05	235.732	489.882	287.687	683.314	1696.615	2500	O.K
		Sh06	198.736	368.638	165.629	438.326	1171.329	2500	O.K
P1	G1	Sh01	826.200	1222.536	568.347	959.191	3576.274	6000	O.K
		Sh02	850.478	1260.488	565.168	946.614	3622.748	6000	O.K
	G2	Sh03	982.390	1477.856	475.849	780.638	3716.733	6000	O.K
		Sh04	988.535	1491.797	477.382	774.345	3732.059	6000	O.K
	G3	Sh05	1010.923	1629.888	629.650	667.653	3938.114	6000	O.K
		Sh06	994.498	1610.279	635.291	669.465	3909.533	6000	O.K
A2	G1	Sh01	156.324	273.135	181.262	492.856	1103.577	2500	O.K
		Sh02	231.307	395.403	135.938	332.932	1095.58	2500	O.K
	G2	Sh03	227.536	376.990	127.429	378.084	1110.039	2500	O.K
		Sh04	258.472	473.535	132.035	351.928	1215.97	2500	O.K
	G3	Sh05	216.399	393.421	148.486	300.838	1059.144	2500	O.K
		Sh06	274.456	517.308	209.098	193.386	1194.248	2500	O.K

나. 하부구조

1) 교대 단면검토

① 마산방향

구 분		d(mm)	사용철근량(mm ²)	M _u (kN · m)	ΦM _n (kN · m)	ΦM _n / M _u
A1	연직벽체	1780	D32-10EA=7942.0	1611.884	3489.078	O.K.(2.165)
	홍벽	420	D22-10EA=3871.0	208.174	388.888	O.K.(1.868)
	압굽	2100	D29-10EA=6424.8	1424.570	3361.999	O.K.(2.360)
	뒷굽	2100	D29-10EA=6424.8	835.752	3361.689	O.K.(4.022)
A2	연직벽체	1780	D22-8EA=3096.8	567.251	1400.990	O.K.(2.470)
	홍벽	420	D22-8EA=3096.8	208.174	320.216	O.K.(1.538)
	압굽	1200	D22-8EA=3096.8	427.215	942.976	O.K.(2.207)
	뒷굽	1200	D22-8EA=3096.8	271.472	946.538	O.K.(3.487)

※ $f_{ck} = 24\text{MPa}$, $f_y = 300\text{MPa}$, $k_l = 0.85$, $\Phi_f = 0.85$, $\Phi_v = 0.75$

※ 자세한 계산과정은 부록. 참조

각 부재별 단면검토 결과 최소안전율 1.868(A1), 1.538(A2)로 나와 구조적인 안전성을 확보한 것으로 판단된다.

② 양평방향

구 분		d(mm)	사용철근량(mm ²)	M _u (kN · m)	ΦM _n (kN · m)	ΦM _n / M _u
A1	연직벽체	1780	D32-10EA=7942.0	1510.790	3489.078	O.K.(2.309)
	홍벽	420	D22-10EA=3871.0	208.174	388.888	O.K.(1.868)
	압굽	2100	D29-10EA=6424.8	1325.876	3361.999	O.K.(2.536)
	뒷굽	2100	D29-10EA=6424.8	852.374	3361.689	O.K.(3.944)
A2	연직벽체	1780	D22-8EA=3096.8	512.433	1400.990	O.K.(2.734)
	홍벽	420	D22-8EA=3096.8	208.174	320.216	O.K.(1.538)
	압굽	1200	D22-8EA=3096.8	434.551	942.976	O.K.(2.170)
	뒷굽	1200	D22-8EA=3096.8	266.082	946.538	O.K.(3.557)

※ $f_{ck} = 24\text{MPa}$, $f_y = 300\text{MPa}$, $k_l = 0.85$, $\Phi_f = 0.85$, $\Phi_v = 0.75$

※ 자세한 계산과정은 부록. 참조

각 부재별 단면검토 결과 최소안전율 1.868(A1), 1.538(A2)로 나와 구조적인 안전성을 확보한 것으로 판단된다.

2) 교각(P1) 단면검토

① 마산방향

㉠ 기둥해석 결과

구 분	사 용 철 근	조립도
1 단	D32× 56EA	
2 단	D32× 50EA	
계	84185.20mm ² - 2.680%	
유효단면적 $A_{eff}=1570796.33$ mm ²	$A_{eff}=P_u/\{\varphi \cdot 0.80 \cdot (0.85f_{ck}+0.01f_y)\}$ (단, $A_{eff}>1/2 \cdot A_g$)	
$P_u=14979.589\text{kN} \leq \varphi P_n=41317.540\text{kN} \quad \cdots \cdots \text{O.K (S.F. 2.758)}$ $\delta M_{ux}=0.000\text{kN} \cdot \text{m} \leq \varphi M_{nx}=0.000\text{kN} \cdot \text{m} \quad \cdots \cdots \text{O.K}$ $\delta M_{uy}=5542.469\text{kN} \cdot \text{m} \leq \varphi M_{ny}=15275.719\text{kN} \cdot \text{m} \quad \cdots \cdots \text{O.K (S.F. 2.756)}$ $\delta M_u=5542.469\text{kN} \cdot \text{m} \leq \varphi M_n=15275.719\text{kN} \cdot \text{m} \quad \cdots \cdots \text{O.K (S.F. 2.756)}$		

㉡ 코핑단면 검토

구 분	d(mm)	사용철근량(mm ²)	$M_u(\text{kN} \cdot \text{m})$	$\phi M_n(\text{kN} \cdot \text{m})$	안전율
깊은 보 휨 검토	1650	D32-10EA=19060.8 D32-10EA=19060.8 = 38121.6	8978.840	15167.830	O.K.(1.689)

교각 구조물에 대한 안정성 검토 결과 최소 안전율 1.0이상으로 나와 구조적인 안전성을 확보한 것으로 판단된다.

② 양평방향

㉠ 기둥해석 결과

구 분	사 용 철 근	조립도
1 단	D32× 56EA	
2 단	D32× 50EA	
계	84185.20mm ² - 2.680%	
유효단면적 $A_{eff}=1570796.33$ mm ²	$A_{eff}=P_u/\{\varphi \cdot 0.80 \cdot (0.85f_{ck}+0.01f_y)\}$ (단, $A_{eff}>1/2 \cdot A_g$)	
$P_u=15230.506\text{kN} \leq \varphi P_n=41896.503\text{kN} \quad \cdots \cdots \text{O.K (S.F. 2.751)}$		
$\delta M_{ux}=0.000\text{kN} \cdot \text{m} \leq \varphi M_{nx}=0.000\text{kN} \cdot \text{m} \quad \cdots \cdots \text{O.K}$		
$\delta M_{uy}=4663.695\text{kN} \cdot \text{m} \leq \varphi M_{ny}=13731.359\text{kN} \cdot \text{m} \quad \cdots \cdots \text{O.K (S.F. 2.994)}$		
$\delta M_u=4663.695\text{kN} \cdot \text{m} \leq \varphi M_n=13731.359\text{kN} \cdot \text{m} \quad \cdots \cdots \text{O.K (S.F. 2.994)}$		

㉡ 코핑단면 검토

구 분	d(mm)	사용철근량(mm')	$M_u(\text{kN} \cdot \text{m})$	$\phi M_n(\text{kN} \cdot \text{m})$	안전율
깊은 보 휨 검토	1650	D32-10EA=19060.8 D32-10EA=19060.8 = 38121.6	8378.202	15122.269	O.K.(1.805)

교각 구조물에 대한 안정성 검토 결과 최소 안전율 1.0이상으로 나와 구조적인 안전성을 확보한 것으로 판단된다.

7.2 내하력 평가결과

가. 강박스 거더

1) 마산방향

구 분		응력(MPa)			기본내하율 (RF)	기본내하력
		고정하중	활하중	허용응력		
S1- G2 정모멘트 최대	상연	66.225	11.166	190.000	11.085	DB-24이상
	하연	-82.518	-41.609	-190.000	2.583	"
S2-G2 정모멘트 최대	상연	66.714	10.781	190.000	11.435	"
	하연	-83.213	-41.540	-190.000	2.571	"
S1-G2 부모멘트 최대	상연	-121.551	-42.180	-190.000	1.623	"
	하연	118.315	43.894	190.000	1.633	"

2) 양평방향

구 분		응력(MPa)			기본내하율 (RF)	기본내하력
		고정하중	활하중	허용응력		
S1- G2 정모멘트 최대	상연	70.501	8.847	190.000	13.507	DB-24이상
	하연	-86.118	-32.495	-190.000	3.197	"
S2-G2 정모멘트 최대	상연	71.173	8.921	190.000	13.319	"
	하연	-85.418	-31.095	-190.000	3.363	"
S1-G2 부모멘트 최대	상연	-127.946	-34.957	-190.000	1.775	"
	하연	124.150	36.260	190.000	1.816	"

나. 바닥판

1) 마산방향

구 분	설계강도 (kN · m)	고정하중 계수	고정하중 모멘트 (kN · m)	활하중 계수	활하중모멘트 (충격포함) (kN · m)	기본내하율 (RF)	기본내하력 (P)
캔틸레버부	122.167	1.3	10.674	2.15	25.235	1.996	DB-24 이상
캔틸레버부	122.167	1.3	7.598	2.15	36.804	1.419	"
중앙부 바닥판	105.961	1.3	2.357	2.15	28.080	1.704	"

2) 양평방향

구 분	설계강도 (kN · m)	고정하중 계수	고정하중 모멘트 (kN · m)	활하중 계수	활하중모멘트 (충격포함) (kN · m)	기본내하 율(RF)	기본내하력 (P)
캔틸레버부	121.568	1.3	10.674	2.15	25.235	1.985	DB-24 이상
캔틸레버부	121.568	1.3	7.656	2.15	36.804	1.411	"
중앙부 바닥판	105.363	1.3	2.357	2.15	28.080	1.694	"

강박스거더와 바닥판 내하력평가 결과 기본내하력(P)는 DB-24이상을 확보하였다.

8. 종합평가

8.1 종합평가 결과

가. 마산방향

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가결과
	환산결함도점수	기준	S · F	기준	
감곡IC교 (마산)	0.257	B	1.116(거더) 1.341(바닥판)	A	B
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성확보를 위해 일부 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •안전성 평가결과 최소 안전율 1.0이상으로 “A” 로 평가됨 •상태평가 및 안전성 평가결과를 통한 종합평가 결과 감곡IC교(마산)은 “C” 로 평가됨				

나. 양평방향

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S · F	기준	
감곡IC교 (양평)	0.250	B	1.125(거더) 1.333(바닥판)	A	B
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성확보를 위해 일부 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •안전성 평가결과 최소 안전율 1.0이상으로 “A” 로 평가됨 •상태평가 및 안전성 평가결과를 통한 종합평가 결과 감곡IC교(양평)은 “B” 로 평가됨				

8.2 안전등급 지정

가. 마산방향

감곡IC교(마산)에 대한 외관조사 및 구조안전성평가결과 시설물의 상태는 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』로 안전등급은 B등급으로 평가되었다.

안전등급	구조물명	안전등급
	감곡IC교(마산)	B등급(양호)

나. 양평방향

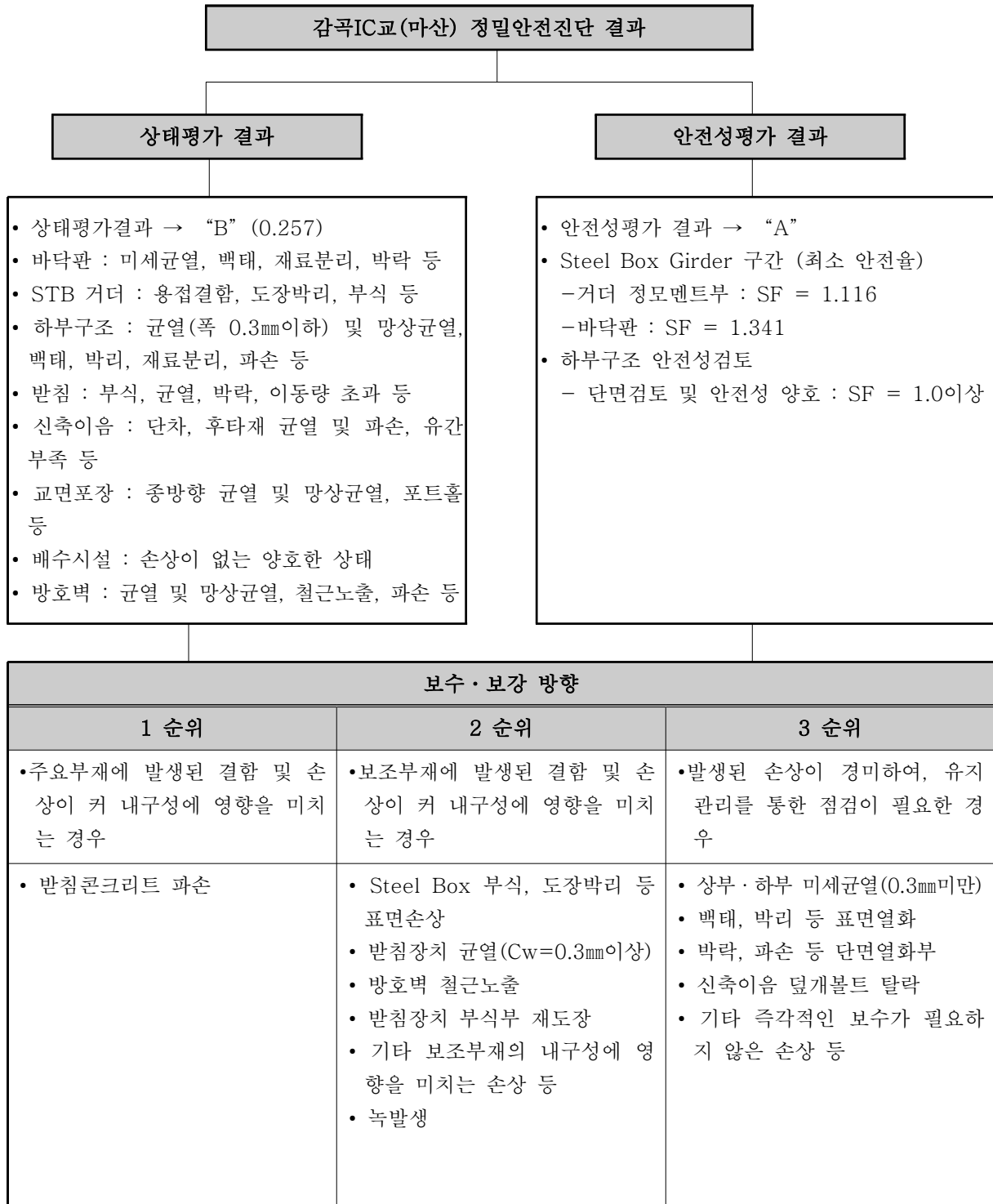
감곡IC교(양평)에 대한 외관조사 및 구조안전성평가결과 시설물의 상태는 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』로 안전등급은 B등급으로 평가되었다.

안전등급	구조물명	안전등급
	감곡IC교(양평)	B등급(양호)

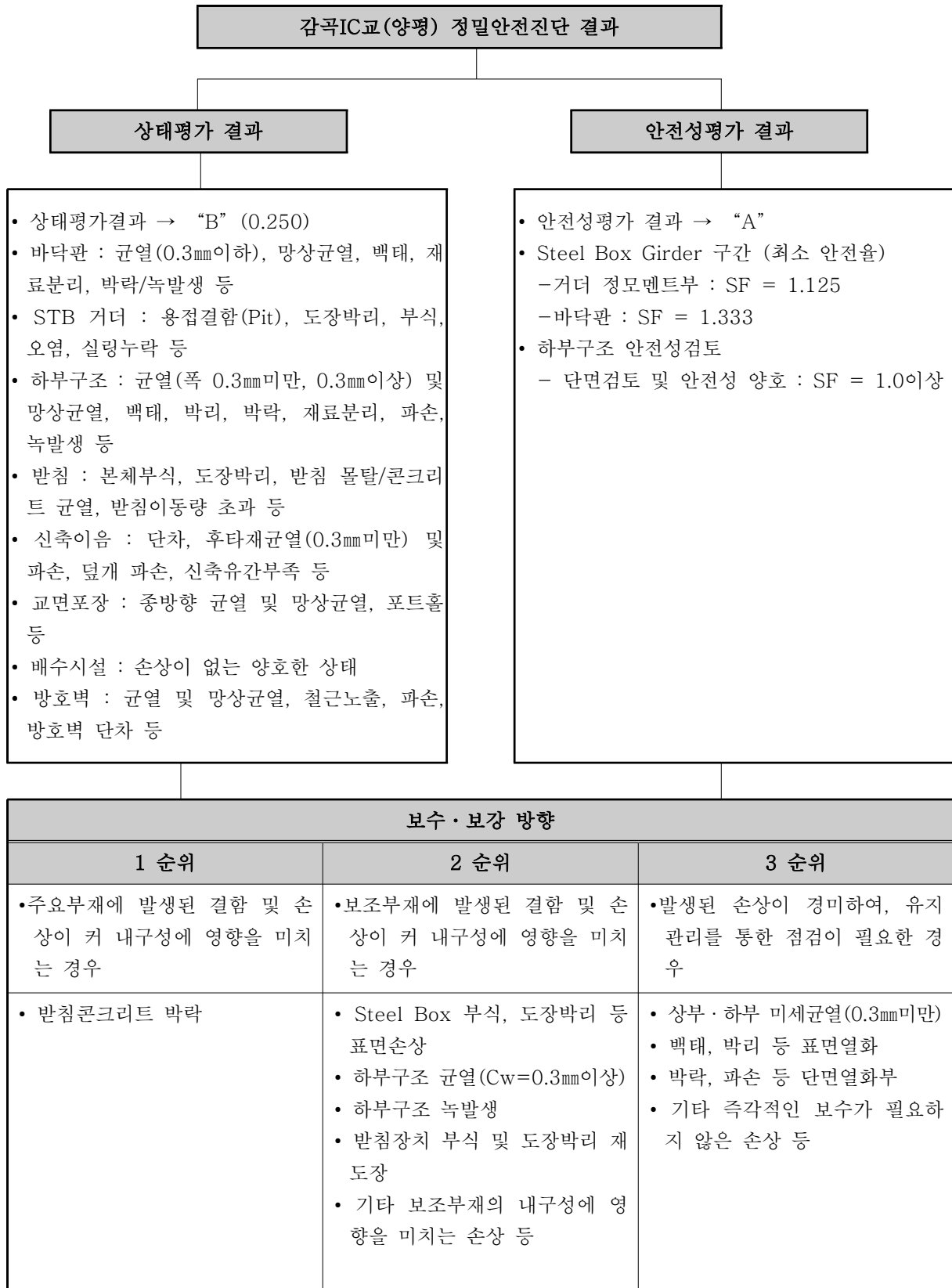
9. 보수·보강 및 유지관리방안

9.1 보수·보강 추진방향

가. 마산방향



나. 양평방향



9.2 보수·보강방안 및 개략공사비

가. 마산방향

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단 위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
바닥판	•백태	표면처리보수	0.05	0.08	m ²	33	3	3
	•박락	단면복구 1안)	1.64	2.46	m ²	212	522	3
	•녹발생	방청 후 단면복구	0.40	0.60	m ²	241	145	2
Steel Box Girder 내부	•도장박리	재도장	1.06	1.59	m ²	32	52	2
	•부식	녹제거 후 재도장	0.29	0.44	m ²	32	15	2
	•실링누락	실링재 시공	7.00	7.00	EA	4	28	3
	•인분배설	청소	1.00	1.00	EA	13	14	3
격벽	•도장박리	재도장	0.20	0.30	m ²	32	10	2
Steel Box Girder 외부	•도장박리	재도장	0.02	0.03	m ²	32	1	2
	•부식	녹제거 후 재도장	0.28	0.42	m ²	32	14	2
	•오염	재도장	0.72	1.08	m ²	32	35	2
교대	•누수흔적	표면처리보수	4.64	6.96	m ²	33	233	3
	•백태	표면처리보수	0.68	1.02	m ²	33	35	3
	•박리	표면처리보수	1.58	2.37	m ²	33	80	3
교량 받침	•볼트부식	녹제거 후 재도장	1.00	1.00	EA	57	58	2
	•도장박리	재도장	1.00	1.00	EA	57	58	2
	•균열(Cw=0.3mm이상)	주입보수	0.30	0.45	m	70	32	2
	•파손	방청 후 단면복구	0.20	0.30	m ²	241	73	1

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단 위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
신축이음	•덮개볼트 탈락	볼트 재체결	0.04	0.04	EA	6	1	3
	•균열(Cw=0.3㎜미만)	표면처리보수	8.20	3.08	m	33	103	3
방호벽	•균열(Cw=0.3㎜미만)	표면처리보수	79.00	29.63	m	33	959	3
	•균열(Cw=0.3㎜이상)	주입보수	54.70	82.05	m	70	5,739	2
	•망상균열 (Cw=0.3㎜미만)	표면처리보수	6.94	10.41	m ²	33	348	3
	•박락	단면복구	0.08	0.12	m ²	212	26	3
	•재료분리	단면복구	0.06	0.09	m ²	212	20	3
	•철근노출	방청 후 단면복구	1.01	1.52	m ²	241	365	2
	•파손	단면복구	0.03	0.05	m ²	212	10	3
	•녹발생	방청 후 단면복구	0.11	0.17	m ²	241	40	2
순공사비 합계(천원)							9,049	
제경비(순공사비×50%)							4,525	
순위별 공사비 (제경비 포함)		1순위					110	
		2순위					9,846	
		3순위					3,618	
개략공사비(천원)							13,574	

※ 손상물량의 할증(50%)은 보수공사 및 재료에 대한 손실과 『토목표준품셈 제1장 적용기준 중 “1-16 품의 할증 - 14.기타할증(작업능력 저하가 현저할 때-위험, 소음, 협소)』을 적용하였음.

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

(용접부부식 : 폭 0.1m 고려, m→m², 볼트부식 : 1EA당 0.1m², EA→m² 등)

※ 상기 개략공사비는 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 부대공의 추가 등으로 변동될 수 있음.

1) 교대제어 보수보강 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)
바닥판	•협착 및 파손	영구앵커공법	11	11	공	4000	44000
		신축이음장치 +바닥판하면 절취	22.0	m	m	2300	50600
			2	2	식	1500	3000

주) 지반 보강 그라우팅은 보수보강 공사시 별도 공사비 적용하여 산출함.

나. 양평방향

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단 위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
바닥판	•백태	표면처리보수	0.10	0.15	m ²	33	6	3
	•박락	단면복구 1안)	3.19	4.79	m ²	212	1,015	3
	•박락/녹발생	단면복구	0.15	0.23	m ²	241	55	2
	•재료분리	단면복구	0.08	0.12	m ²	212	26	3
Steel Box Girder 내부	•도장박리	재도장	0.01	0.02	m ²	32	1	2
	•부식	녹제거 후 재도장	0.32	0.48	m ²	241	116	2
	•실링누락	실링재 시공	4.00	4.00	EA	4	16	3
	•소변배설	청소	1.00	1.00	EA	13	14	3
격벽	•도장박리	재도장	0.08	0.12	m ²	32	4	2
	•부식	녹제거 후 재도장	0.01	0.02	m ²	32	1	2
Steel Box Girder 외부	•도장박리	재도장	1.01	1.52	m ²	32	49	2
	•부식	녹제거 후 재도장	0.62	0.93	m ²	32	31	2
	•오염	재도장	16.50	24.75	m ²	32	801	2
가로보 및 세로보	•부식	녹제거 후 재도장	0.01	0.02	m ²	32	1	2
교대	•누수흔적	표면처리보수	3.44	5.16	m ²	33	173	3
	•백태	표면처리보수	0.84	1.26	m ²	33	43	3
	•박리	표면처리보수	5.22	7.83	m ²	33	262	3
	•재료분리	단면복구	0.52	0.78	m ²	212	166	3
	•녹발생	방청 후 단면복구	0.47	0.71	m ²	241	170	2
	•파손	단면복구	0.02	0.03	m ²	212	7	3
	•이물질퇴적	청소	2.52	3.78	m ²	13	51	3
	•실링재열화	실링재 시공	0.25	0.38	m	4	2	3

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
교각	•녹발생	방청 후 단면복구	0.11	0.17	m²	241	40	2
교량받침	•부식	녹제거 후 채도장	3.22	4.83	m²	57	276	2
	•도장박리	채도장	0.12	0.18	m²	57	11	2
	•박락	방청 후 단면복구	0.06	0.09	m²	241	22	1
신축이음	•균열(Cw=0.3mm미만)	표면처리보수	6.32	2.37	m/m²	33	80	3
	•파손	단면복구	4.50	6.75	m²	212	1,432	3
	•덮개볼트 탈락	볼트 재체결	3.00	3.00	EA	6	18	3
방호벽	•균열(Cw=0.3mm미만)	표면처리보수	43.70	16.39	m/m²	33	547	3
	•균열(Cw=0.3mm이상)	주입보수	78.80	118.20	m	70	8,267	2
	•망상균열(Cw=0.3mm미만)	표면처리보수	4.06	6.09	m²	33	204	3
	•철근노출	방청 후 단면복구	0.01	0.02	m²	241	4	2
	•파손	단면복구	0.24	0.36	m²	212	77	3
순공사비 합계(천원)							13,988	
제경비(순공사비×50%)							6,994	
순위별 공사비 (제경비 포함)		1순위					33	
		2순위					14,741	
		3순위					6,209	
개략공사비(천원)							20,982	

※ 손상물량의 할증(50%)은 보수공사 및 재료에 대한 손실과 『토목표준품셈 제1장 적용기준 중 “1-16 품의 할증 - 14.기타할증(작업능력 저하가 현저할 때-위험, 소음, 협소)』을 적용하였음.

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

(용접부부식 : 폭 0.1m 고려, m→m², 볼트부식 : 1EA당 0.1m², EA→m² 등)

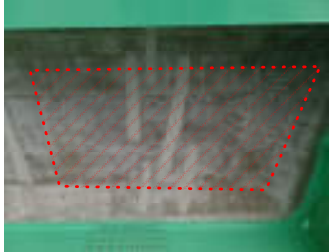
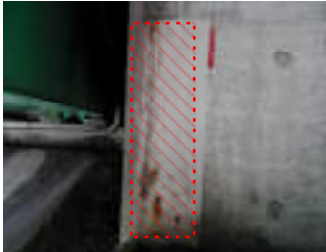
※ 상기 개략공사비는 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 부대공의 추가 등으로 변동될 수 있음.

1) 교대 제어 보수보강 개략공사비

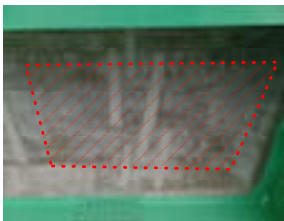
구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)
바닥판	•협착 및 파손	영구앵커공법	47	47	공	4000	188000
		신축이음장치 +바닥판하면 절취	30	m	m	2300	69000
			2	2	식	1500	3000

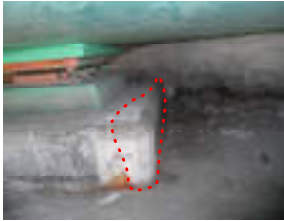
9.3 유지관리 방안

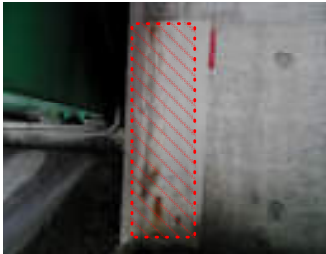
가. 진단결과에 따른 중점유지관리 사항

구 분	중 점 점 검 내 용
상부구조	• 균열발생부의 손상진전 여부 • 캔틸레버부측 누수여부(배수구 주변, 신축이음부) • 바닥판(상부플랜지) 하면 콘크리트 열화(파손 및 철근노출 등) 발생여부  <마산방향-S1 균열(0.2mm)>  <양평방향-S2 망상균열>
하부구조	• 교대의 수직균열 • 수직균열의 진전여부 • 점검계단의 침하진전 여부  <교대(A1) 홍벽 망상균열(0.1mm)>  <양평방향-교각(P1) 교각부 균열>
신축이음	• 방수기능저하로 인한 누수 • 신축이음 표면마모, 부식 • 유간부족 및 과다, 파손, 단차, 볼트탈락으로 인한 충격음 발생 및 본체 유동 • 유간부족 및 과다로 인한 본체 및 기타부재 파손 • 구조물 경계부 포장침하로 인한 단차 • 콘크리트 품질불량, 열화에 의한 균열, 파손  <마산방향-A1 신축이음장치 부식>  <양평방향-A2 후타재 파손>

나. 유지관리를 위한 부재별 중점유지관리 사항

부재구분	중 점 점 검 내 용
교면포장	◦주요점검 대상 · 균열 및 마모발생 여부 확인 · 포트홀 및 포장파손 진전여부 · 접속부 단차로 인한 2차손상여부   <마산방향-교면포장 소성변형> <양평방향-교면포장 균열>
배수시설	◦주요점검 대상 · 배수관 막힘   <배수구 이물질 퇴적> <배수측구 파손>
방호벽	◦주요점검 대상 · 콘크리트 파손/박락, 철근노출 · 방호벽 균열 손상진전여부   <방호벽 박락> <방호벽 균열>
바닥판	◦주요점검 대상 · 균열발생부의 손상진전 여부 · 캔틸레버부측 누수여부(배수구 주변, 신축이음부) · 바닥판(상부플랜지) 하면 콘크리트 열화(파손 및 철근노출 등) 발생여부   <양평방향-S2 망상균열> <양평방향-S1 박락>

부재구분	중 점 점 검 내 용
강박스 거더	◦ 도장박리 및 부식부의 추가손상 및 심화여부 ◦ 용접부 및 볼트부식부 손상 심화여부 ◦ 도장박리 추가손상 및 심화여부 ◦ 현장이음부 갭으로 우수유입 및 우수유입에 의한 강제거더 부식여부  <마산방향 S1-G1(내부) 부식>  <양평방향 S1-G3(내부) 도장박리>
교량받침	◦ 신축이음부 누수여부(받침 도장박리, 부식, 몰탈/콘크리트 열화) ◦ 받침 몰탈/콘크리트 균열의 발생과 진전여부 ◦ 가동받침의 이동량 점검  <받침콘크리트 파손>  <받침 부식>
신축이음 장치	◦ 주요점검 대상 · 방수기능저하로 인한 누수 · 신축이음 표면마모, 부식 · 유간부족 및 과다, 파손, 단차, 볼트탈락으로 인한 충격음 발생 및 본체 유동 · 유간부족 및 과다로 인한 본체 및 기타부재 파손 · 구조물 경계부 포장침하로 인한 단차 · 콘크리트 품질불량, 열화에 의한 균열, 파손  <후타재 균열>  <후타재 파손>

부재구분	중 점 점 검 내 용
하부구조	◦ 교대의 수직균열 · 수직균열의 진전여부 ◦ 점검계단의 침하진전 여부 ◦ 흙벽 백태, 철근노출 ◦ 단면손상(철근노출, 박리, 파손)의 진전여부 ◦ 보수부 재손상 발생여부  <교대 망상균열>  <교각 녹발생>

10. 종합결론

감곡IC교(마산, 양평)는 2002년 12월 준공되어 2016년 현재 공용년수가 14년 정도 경과한 교량으로, 설계하중은 DB-24로 1등급교량에 해당하고, 상부구조의 주형식은 Steel Box Girder로써, 경간 구성은 2경간[STB : 55.0m + 55.0m]으로 이루어져 있다. 본 과업은 준공(2002년) 이후 2회차로 시행하는 정밀안전진단으로, 시공자료 분석을 포함하여, 현장조사, 각종시험 및 구조안전성평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

10.1 마산방향

가. 외관조사 결과

- 각 부재별 외관조사 결과, 주요 손상으로는 바닥판하면의 미세균열(0.2mm이하, 횡방향 균열), 균열부 백태, 강박스 거더의 내·외부 도장박리 및 부식, Splice 볼트부식, 하부구조의 미세균열, 받침장치의 이동량 초과, 표면부식, 받침몰탈 및 콘크리트 균열, 파손, 신축이음장치의 본체부식 및 후타재 균열, 유간협착, 교면포장의 소성변형 및 포트홀, 방호벽의 균열 및 박락, 철근노출 등이 조사되었다.
- 바닥판하면의 미세균열은 구조적 균열이 아닌 시공상 또는 콘크리트의 재료적인 특성상 발생한 균열(콘크리트 부등건조수축 및 콘크리트 내·외부 온도차 등)로 판단된다. 전차진단 시 조사된 균열은 대부분 보수가 완료된 상태로서, 금회 조사시 조사된 균열은 대부분 신규손상이며 내구성확보를 위하여 표면처리보수가 필요하다.

- Steel Box Girder 내·외부, 격벽에서 조사된 용접결함 및 표면열화 손상은 시공미흡 및 경년증가에 따른 노후화로 인한 손상으로 판단되며, 용접결함은 지속 관찰하는 것이 적절하며, 표면열화 손상은 내구성 확보를 위해 재도장이 필요하다.
- 하부구조에서 조사된 0.3mm미만의 균열은 대부분 Massive한 기둥부에서 시공초기 수화열에 의한 내외부 온도차 및 건조수축균열로 판단되며, 내구성 확보를 위해 표면처리보수가 필요하다.
- 신축이음장치(A1, A2)은 신장시 A1(J1), A2(J2)의 바닥판 유간이 부족한 것으로 측정되었으며, 외관조사 결과 바닥판 단부 박락 등이 일부 조사되었다. 바닥판 하면 단부에서 발생된 박락은 보수보강 및 유지관리방안편에 보수보강 공법을 비교하여 수록하였다.
- 신축이음장치 본체 부식, 후타재 균열 및 파손, 포장의 균열 및 소성변형 등의 손상은 공용년수의 증가, 중차량 통행 등이 원인으로 지속적인 관찰을 통하여 손상진전여부검토가 필요하다.
- 기타, 소규모로 발생된 단면손상 및 표면손상은 외부충격 및 다짐부족, 피복부족 등에 의한 손상으로써, 시설물의 내구성 확보를 위해 단면보수가 필요하다.

나. 내구성조사 결과

- 비파괴시험을 통한 콘크리트 강도시험 결과, 콘크리트 강도는 설계기준 강도를 만족하고 있으며, 철근배근 상태는 준공도면과 거의 일치하는 것으로 측정되었다.
- 탄산화 깊이측정결과, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되어 상태등급 “a”로 판정되었고, 염화물 함유량 시험결과 상부구조는 “a”, 하부구조는 “a~b”로 평가되었다.
- 강재초음파 탐사 결과는 전 개소에서 합격으로 판정되어, 맞대기 용접부의 이상결함은 없는 것으로 확인되었다.

다. 상태평가 결과

- 외관조사 및 내구성 시험에 의한 상태평가결과, 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으며, 전반적으로 양호한 상태인 “B” (결함지수 $X=0.257$)로 평가되었다.

라. 안전성평가 결과

- 구조검토를 통한 안전성 검토결과, 상부구조인 Steel Box Girder의 최소안전율이 1.0 이상으로 나타나 안전성을 확보하고 있고, 강박스 거더 및 바닥판 또한 최소안전율이 1.0이상으로 나타나 안전성을 확보하고 있으며, 기본내하율도 1.0이상 설계하중 DB(DL)-24이상의 내하력을 보유하고 있는 상태로 평가되었다. 또한, 하부구조의 안전성 검토결과, 구조안전성을 확보(교대 벽체 및 홍벽, 기둥의 최소안전율이 1.0이상)하고 있는 것으로 평가되었다.

마. 종합평가 및 안전등급 지정

- 상태평가 및 안전성 평가결과를 통한 종합평가 결과, 감곡IC교(마산방향)는 “B” 로 평가되었고, 안전등급은 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 B등급으로 평가되었다.

바. 결론

- 감곡IC교(마산방향)는 DB-24의 1등급교로서 정밀안전진단 결과, 상태평가(B)와 안전성 평가(A)에 의거 안전등급은 『B등급』으로 평가되었으며, 기본내하력은 설계내하력 (DB-24 / DL-24) 이상으로 평가되었다.
- 본 교량은 2002년 준공되어 약14년 정도 경과한 교량으로, 전차점검 및 진단결과에 따른 주요손상에 대해 유지보수가 지속적으로 실시되고 있는 것으로 확인되었으며, 공용년수(14년)가 증가함에 따라 손상의 급격한 진전은 없는 상태이며, 상부구조 및 하부구조 안전성 검토 결과는 구조적인 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.
- 그밖에 조사된 일부부재에 발생한 손상(바닥판하면의 미세균열(0.2mm이하, 횡방향 균열), 균열부 백태, 강박스 거더의 내·외부 도장박리 및 부식, Splice 볼트부식, 하부구조의 미세균열, 받침장치의 이동량 초과, 표면부식, 받침물탈 및 콘크리트 균열, 파손, 신축이음장치의 본체부식 및 후타재 균열, 유간협착, 교면포장의 소성변형 및 포트홀, 방호벽의 균열 및 박락, 철근노출 등)에 대해서는 보고서에서 제시한 “보수·보강 및 유지관리 방안”에 따라 보수를 실시하고, 진단결과에 따른 중점유지관리방안에서 제시한대로 보수부 및 중점유지관리가 필요한 부위에 대하여 효율적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 안전성과 사용성 확보를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

10.2 양평방향

가. 외관조사 결과

- 각 부재별 외관조사 결과, 주요 손상으로는 바닥판하면의 미세균열(0.2mm이하, 횡방향 균열), 균열부 백태, 강박스 거더의 내·외부 도장박리 및 부식, Splice 볼트부식, 하부 구조의 미세균열, 받침장치의 이동량 초과, 표면부식, 받침물탈 및 콘크리트 균열, 박락, 신축이음장치의 본체단차 및 들림(A1), 후타재 균열 및 파손, 바닥판 및 신축이음 유간 협착(A2), 교면포장의 아스콘 균열 및 포트홀, 방호벽의 균열 및 단차 등이 조사되었다.
- 바닥판하면의 미세균열은 구조적 균열이 아닌 시공상 또는 콘크리트의 재료적인 특성상 발생한 균열(콘크리트 부등건조수축 및 콘크리트 내·외부 온도차 등)로 판단된다. 전 차진단 시 조사된 균열은 대부분 보수가 완료된 상태로서, 금회 조사시 조사된 균열은 대부분 신규손상이며 내구성확보를 위하여 표면처리보수가 필요하다.
- Steel Box Girder 내·외부, 격벽에서 조사된 용접결함 및 표면열화 손상은 시공미흡 및 경년증가에 따른 노후화로 인한 손상으로 판단되며, 용접결함은 지속 관찰하는 것이 적절하며, 표면열화 손상은 내구성 확보를 위해 재도장이 필요하다.
- 하부구조에서 조사된 0.3mm미만의 균열은 대부분 Massive한 기둥부에서 시공초기 수화 열에 의한 내외부 온도차 및 건조수축균열로 판되며, 내구성 확보를 위해 표면처리보수가 필요하다.
- 받침이동량 초과 구간은 받침주변에 이상변위가 없는 상태이고, 기능상에 문제가 없는 상태로 보수의 필요성은 적은 상태이나, 향후 점검시 받침장치의 이상거동 상태 등에 대해서 중점관리가 필요하다.
- 신축이음장치(A2) 본체에서 발생한 단차는 유간 협착으로 인해 주원인으로 판단되며 중점유지관찰을 통하여 손상 발생유무를 파악하고 향후 손상 진행시 신축이음장치 교체 및 바닥판하면 단부 절취 보수와 같이 진행되어야 할 것이며, 보수보강·방안은 「제7장 보수·보강 및 유지관리방안」에 수록하였다.
- 신축이음장치의 본체단차 및 들림, 후타재 균열 및 파손, 포장의 균열 및 포트홀 등의 손상은 공용년수의 증가, 중차량 통행 등이 원인으로 지속적인 관찰을 통하여 손상진전 여부검토가 필요하다.
- 기타, 소규모로 발생된 단면손상 및 표면손상은 외부충격 및 다짐부족, 피복부족 등에 의한 손상으로써, 시설물의 내구성 확보를 위해 단면보수가 필요하다.

나. 내구성조사 결과

- 비파괴시험을 통한 콘크리트 강도시험 결과, 콘크리트 강도는 설계기준 강도를 만족하고 있으며, 철근배근 상태는 준공도면과 거의 일치하는 것으로 측정되었다.
- 탄산화 깊이측정결과, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되어 상태등급 “a”로 판정되었고, 염화물 함유량 시험결과 상부구조는 “a”, 하부구조는 “a~b”로 평가되었다.
- 강재초음파 탐사 결과는 전 개소에서 합격으로 판정되어, 맞대기 용접부의 이상결함은 없는 것으로 확인되었다.

다. 상태평가 결과

- 외관조사 및 내구성 시험에 의한 상태평가결과, 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으며, 전반적으로 양호한 상태인 “B” (결합지수 $X=0.250$)로 평가되었다.

라. 안전성평가 결과

- 구조검토를 통한 안전성 검토결과, 상부구조인 Steel Box Girder의 최소안전율이 1.0 이상으로 나타나 안전성을 확보하고 있고, 강박스 거더 및 바닥판 또한 최소안전율이 1.0이상으로 나타나 안전성을 확보하고 있으며, 기본내하율도 1.0이상 설계하중 DB(DL)-24이상의 내하력을 보유하고 있는 상태로 평가되었다. 또한, 하부구조의 안전성 검토결과, 구조안전성을 확보(교대 벽체 및 홍벽, 기둥의 최소안전율이 1.0이상)하고 있는 것으로 평가되었다.

마. 종합평가 및 안전등급 지정

- 상태평가 및 안전성 평가결과를 통한 종합평가 결과, 감곡IC교(양평방향)는 “B”로 평가되었고, 안전등급은 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 B등급으로 평가되었다.

바. 결론

- 감곡IC교(양평방향)는 DB-24의 1등급교로서 정밀안전진단 결과, 상태평가(B)와 안전성평가(A)에 의거 안전등급은 『B등급』으로 평가되었으며, 기본내하력은 설계내하력(DB-24 / DL-24) 이상으로 평가되었다.

- 본 교량은 2002년 준공되어 약14년 정도 경과한 교량으로, 전차점검 및 진단결과에 따른 주요손상에 대해 유지보수가 지속적으로 실시되고 있는 것으로 확인되었으며, 공용년수(14년)가 증가함에 따라 손상의 급격한 진전은 없는 상태이며, 상부구조 및 하부구조 안전성 검토 결과는 구조적인 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.
- 그밖에 조사된 일부부재에 발생한 손상(바닥판하면의 미세균열(0.2mm이하, 횡방향 균열), 균열부 백태, 강박스 거더의 내·외부 도장박리 및 부식, Splice 볼트부식, 하부구조의 미세균열, 받침장치의 이동량 초과, 표면부식, 받침몰탈 및 콘크리트 균열, 박락, 신축이음장치의 본체단차 및 들림, 후타재 균열 및 파손, 바닥판 및 신축이음 유간협착, 교면포장의 아스콘 균열 및 포트홀, 방호벽의 균열 및 단차 등)에 대해서는 보고서에서 제시한 “보수·보강 및 유지관리 방안”에 따라 보수를 실시하고, 진단결과에 따른 중점유지관리방안에서 제시한대로 보수부 및 중점유지관리가 필요한 부위에 대하여 효율적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 안전성과 사용성 확보를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

보고서 목차

◎ 정밀안전진단 결과표

◎ 정밀안전진단 요약문

제1장 정밀안전진단 개요	3
1.1 과업의 목적	3
1.2 과업의 범위 및 내용	3
1.2.1 과업의 범위	3
1.2.2 과업수행 기간	3
1.2.3 과업의 내용	4
1.3 과업수행 절차 및 일정	5
1.3.1 과업수행 절차	5
1.3.2 과업수행 일정	6
1.4 대상 교량의 현황	7
1.4.1 교량 현황	7
1.4.2 교량의 주요도면	10
1.5 사용장비 및 시험기기의 현황	26
1.6 교량 기호의 정의	27
제2장 자료수집 및 분석	31
2.1 자료수집 현황	31
2.2 건설 관련자료 검토결과 요약	33
2.2.1 구조 및 수리계산서 검토	33
2.2.2 설계도면 검토	40
2.2.3 토질 및 지반조사 자료검토	41
2.3 기존 점검 및 진단 실시결과 요약	43
2.3.1 점검 및 진단이력	44
2.3.2 기존 진단 실시결과	50
2.4 보수·보강 이력	56
2.5 시설물의 내진설계 여부	56
2.5.1 내진설계 조건 및 검토	57
2.6 자료분석 결과	59

제3장 현장조사 및 시험	63
3.1 개 요	63
3.2 외관조사(마산방향)	66
3.2.1 상부구조	66
3.2.2 하부구조	78
3.2.3 교대 기울기 측정	90
3.2.4 신축이음장치	96
3.2.5 교면포장	101
3.2.6 기타부재	104
3.3 외관조사(양평방향)	110
3.3.1 상부구조	110
3.3.2 하부구조	123
3.3.3 교대 기울기 측정	136
3.3.4 신축이음장치	142
3.3.5 교면포장	148
3.3.6 기타부재	151
3.4 콘크리트 내구성조사	157
3.4.1 개 요	157
3.4.2 시험내용 및 평가기준	161
3.4.3 시험결과 및 분석(마산방향)	172
3.4.4 시험결과 및 분석(양평방향)	179
3.5 강재 내구성조사	185
3.5.1 개 요	185
3.5.2 시험내용 및 평가기준	190
3.5.3 시험결과 및 분석(마산방향)	195
3.5.4 시험결과 및 분석(양평방향)	197
3.6 현장조사 결과요약	200
3.6.1 외관조사 결과요약	200
3.6.2 내구성조사 결과요약	209

제4장 시설물의 상태평가 213

4.1 상태평가 기준	213
4.1.1 부재별 상태평가 적용 범위	213
4.1.2 부재별 상태평가 기준	214
4.1.3 구조형식에 따른 부재별 가중치	219
4.2 상태평가 결과 산정방법	220
4.2.1 경간(지점)별 부재 상태평가 산정	220
4.2.2 전체 시설물의 상태평가 결과 결정	220
4.2.3 상태평가 결과 산정 방법	220
4.3 상태평가 결과	221
4.3.1 마산방향	221
4.3.2 양평방향	227

제5장 시설물의 안전성평가 233

5.1 개 요	235
5.2 상부구조 안전성평가	235
5.2.1 S1 ~ S2 경간	235
5.3 내하력평가	282
5.3.1 개 요	282
5.4 하부구조 안전성평가	288
5.4.1 감곡IC교-마산방향	288
5.4.2 감곡IC교-양평방향	337
5.5 안전성평가 결과요약	401
5.5.1 상부구조	401
5.5.2 하부구조	402

제6장 종합평가 및 안전등급의 지정 405

6.1 종합평가	405
6.1.1 종합평가 결과 산정방법	405
6.1.2 종합평가 결과	406
6.2 안전등급	407
6.2.1 안전등급 기준	407
6.2.2 안전등급 지정	407

제7장 보수·보강 및 유지관리방안	411
7.1 개 요	411
7.2 보수·보강 방안	412
7.2.1 보수·보강 추진방향 및 우선순위의 선정	412
7.2.2 결함내용별 보수·보강방안	413
7.2.3 주요결함 및 손상에 대한 보수·보강 방법	417
7.3 보수·보강 개략공사비	445
7.4 유지관리 방안	449
7.4.1 진단결과에 따른 중점유지관리 사항	449
7.4.2 유지관리시 점검요령	453
7.4.3 붕괴유발부재 현황 및 관리요령	466
제8장 종합결론	471
8.1 마산방향	471
8.2 양평방향	474

표 목차

제1장 정밀안전진단 개요	3
【표 1-1】 과업의 내용	4
【표 1-2】 과업수행 공정표	6
【표 1-3】 마산방향 - 시설물현황	7
【표 1-4】 양평방향 - 시설물현황	8
【표 1-5】 사용장비 및 시험기기	26
【표 1-6】 교량 기호 정의	27
제2장 자료수집 및 분석	31
【표 2-1】 자료수집 현황	31
【표 2-2】 시설물 설계시 적용한 물성치 및 하중조건	33
【표 2-3】 설계도면 검토 결과	40
【표 2-4】 지층구성 상태	43
【표 2-5】 마산방향 - 점검 이력 사항	44
【표 2-6】 양평방향 - 점검 이력 사항	47
【표 2-7】 마산방향 - 전차 정밀안전진단 결과분석	50
【표 2-8】 양평방향 - 전차 정밀안전진단 결과분석	52
【표 2-9】 적용 물성치	55
【표 2-10】 마산방향 - 보수·보강 이력사항	56
【표 2-11】 양평방향 - 보수·보강 이력사항	56
【표 2-12】 내진설계 조건	57
【표 2-13】 자료분석 결과	59
제3장 현장조사 및 시험	63
【표 3-1】 부재별 조사항목	64
【표 3-2】 현장조사 기간	64
【표 3-3】 감곡IC교(마산, 양평)의 일반현황, 하부 주변현황 및 접근장비	65
【표 3-4】 마산방향 - 바닥판하면 외관조사 결과	66
【표 3-5】 마산방향-바닥판 기 진단결과 비교	68
【표 3-6】 마산방향 - Steel Box Girder 내부 외관조사 결과	70
【표 3-7】 마산방향-Steel Box Girder 내부 기 진단결과 비교	72
【표 3-8】 마산방향 - Steel Box Girder 격벽 외관조사 결과	74

【표 3-9】 마산방향 - Steel Box Girder 외부 외관조사 결과	75
【표 3-10】 마산방향-Steel Box Girder 외부 기 진단결과 비교	76
【표 3-11】 마산방향 - 교대 외관조사 결과	78
【표 3-12】 마산방향-교대 기 진단결과 비교	80
【표 3-13】 마산방향 - 교각 외관조사 결과	81
【표 3-14】 마산방향-교각 기 진단결과 비교	82
【표 3-15】 마산방향 - 교량받침 외관조사 결과	83
【표 3-16】 마산방향-교량받침 기 진단결과 비교	85
【표 3-17】 마산방향 - 연단거리 측정결과	86
【표 3-18】 교량받침 가동량 산정	87
【표 3-19】 마산방향 - 교량받침 이동량 산정	88
【표 3-20】 마산방향 - 교량받침 가동여유량 검토결과	88
【표 3-21】 마산방향 - 교량받침 가동상태 검토결과	89
【표 3-22】 마산방향 - 광파기를 이용한 측량 결과	91
【표 3-23】 마산방향 - 다림추를 이용한 기울기 결과	92
【표 3-24】 마산방향 - 경사계를 이용한 기울기 결과	93
【표 3-25】 사면활동에 대한 기준안전율	94
【표 3-26】 설계지진 가속도	94
【표 3-27】 적용 물성치	95
【표 3-28】 마산방향 - 신축이음장치 외관조사 결과	96
【표 3-29】 마산방향-신축이음장치 기 진단결과 비교	97
【표 3-30】 계산 신축량 산정	98
【표 3-31】 마산방향 - 신축이음 유간 측정결과	99
【표 3-32】 마산방향 - 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동상태 검토결과	99
【표 3-33】 마산방향 - 신축이음 신축이동량 산정	100
【표 3-34】 마산방향 - 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과	100
【표 3-35】 마산방향 - 교면포장 외관조사 결과	101
【표 3-36】 마산방향-교면포장 기 진단결과 비교	102
【표 3-37】 마산방향-배수시설 기 진단결과 비교	105
【표 3-38】 마산방향 - 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과	106
【표 3-39】 마산방향-방호벽 및 중앙분리대 기 진단결과 비교	108
【표 3-40】 양평방향 - 바닥판하면 외관조사 결과	110
【표 3-41】 양평방향 - 바닥판 기 진단결과 비교	112
【표 3-42】 양평방향 - Steel Box Girder 내부 외관조사 결과	114
【표 3-43】 양평방향 - Steel Box Girder 내부 기 진단결과 비교	116
【표 3-44】 양평방향 - Steel Box Girder 격벽 외관조사 결과	118
【표 3-45】 양평방향 - Steel Box Girder 외부 외관조사 결과	120
【표 3-46】 양평방향 - Steel Box Girder 외부 기 진단결과 비교	121

【표 3-47】 양평방향 - 강 가로보 및 세로보, 브라켓 외관조사 결과	122
【표 3-48】 양평방향 - 강 가로보 및 세로보, 브라켓 기 진단결과 비교	122
【표 3-49】 양평방향 - 교대 외관조사 결과	123
【표 3-50】 양평방향-교대 기 진단결과 비교	126
【표 3-51】 양평방향 - 교각 외관조사 결과	127
【표 3-52】 양평방향 - 교각 기 진단결과 비교	128
【표 3-53】 양평방향 - 교량받침 외관조사 결과	130
【표 3-54】 양평방향 - 교량받침 기 진단결과 비교	131
【표 3-55】 양평방향 - 연단거리 측정결과	132
【표 3-56】 교량받침 가동량 산정	133
【표 3-57】 양평방향 - 교량받침 이동량 산정	134
【표 3-58】 양평방향 - 교량받침 가동여유량 검토결과	134
【표 3-59】 양평방향 - 교량받침 가동상태 검토결과	135
【표 3-60】 양평방향 - 광파기를 이용한 측량 결과	137
【표 3-61】 양평방향 - 다림추를 이용한 기울기 결과	138
【표 3-62】 양평방향 - 경사계를 이용한 기울기 결과	139
【표 3-63】 사면활동에 대한 기준안전율	140
【표 3-64】 설계지진 가속도	140
【표 3-65】 적용 물성치	141
【표 3-66】 양평방향 - 신축이음장치 외관조사 결과	142
【표 3-67】 양평방향-신축이음장치 기 진단결과 비교	144
【표 3-68】 계산 신축량 산정	145
【표 3-69】 양평방향 - 신축이음 유간 측정결과	146
【표 3-70】 양평방향 - 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동상태 검토결과	146
【표 3-71】 양평방향 - 신축이음 신축이동량 산정	147
【표 3-72】 양평방향 - 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과	147
【표 3-73】 양평방향 - 교면포장 외관조사 결과	148
【표 3-74】 양평방향 - 교면포장 기 진단결과 비교	149
【표 3-75】 양평방향 - 배수시설 기 진단결과 비교	152
【표 3-76】 양평방향 - 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과	153
【표 3-77】 양평방향 - 방호벽 및 중앙분리대 기 진단결과 비교	155
【표 3-78】 현장시험 항목	157
【표 3-79】 마산방향 - 비파괴시험 실시 수량	158
【표 3-80】 양평방향 - 비파괴시험 실시 수량	158
【표 3-81】 보정반발경도(R0)	162
【표 3-82】 기존의 비파괴강도 추정 제안식(반발경도시험)	163
【표 3-83】 재령계수 α 값	163
【표 3-84】 탄산화 속도에 영향을 미치는 요인	168

【표 3-85】 탄산화 상태평가 기준	170
【표 3-86】 염화물 평가기준(콘크리트구조기준, 2012)	171
【표 3-87】 염화물 상태평가 기준(안전진단 및 정밀안전진단 세부지침, 2010.12)	171
【표 3-88】 마산방향 - 콘크리트 비파괴 강도시험 결과	172
【표 3-89】 마산방향 - 기진단 결과와 비교	173
【표 3-90】 마산방향 - 철근탐사 결과	174
【표 3-91】 마산방향 - 보정계수를 적용한 초음파 속도	175
【표 3-92】 마산방향 - 탄산화 깊이 측정결과 및 평가	176
【표 3-93】 마산방향 - 기진단 결과와 비교(탄산화 깊이 측정 결과, 단위 : mm)	176
【표 3-94】 마산방향 - 염화물 함유량 시험결과	177
【표 3-95】 마산방향 - 기진단 결과와 비교(염화물 함유량, 단위 : kg/m ³)	178
【표 3-96】 양평방향 - 콘크리트 비파괴 강도시험 결과	179
【표 3-97】 양평방향 - 기진단 결과와 비교	180
【표 3-98】 양평방향 - 철근탐사 결과	181
【표 3-99】 양평방향 - 보정계수를 적용한 초음파 속도	182
【표 3-100】 양평방향 - 탄산화 깊이 측정결과 및 평가	183
【표 3-101】 양평방향 - 기진단 결과와 비교(탄산화 깊이 측정 결과, 단위 : mm)	183
【표 3-102】 양평방향 - 염화물 함유량과 시험결과	184
【표 3-103】 양평방향 - 기진단 결과와 비교(염화물 함유량, 단위 : kg/m ³)	185
【표 3-104】 마산방향 - 강재 비파괴시험 현황	186
【표 3-105】 양평방향 - 강재 비파괴시험 현황	186
【표 3-106】 결함의 등급 분류	191
【표 3-107】 용접부 결함의 합·부 판정기준	191
【표 3-108】 일반환경용 중방식 도장(도로교표준시방서(1999, 한국도로교통협회))	193
【표 3-109】 강재두께의 허용오차	195
【표 3-110】 마산방향 - 초음파탐상(UT) 시험결과	195
【표 3-111】 마산방향 - 도막두께 측정결과	196
【표 3-112】 마산방향 - 강재두께 측정결과	196
【표 3-113】 양평방향 - 초음파탐상(UT) 시험결과	197
【표 3-114】 양평방향 - 도막두께 측정결과	198
【표 3-115】 양평방향 - 강재두께 측정결과	199
【표 3-116】 마산방향 - 금회 진단 외관조사 결과요약	200
【표 3-117】 양평방향 - 금회 진단 외관조사 결과요약	202
【표 3-118】 마산방향-기 진단결과 비교표	205
【표 3-119】 양평방향-기 진단결과 비교표	207
【표 3-120】 마산방향 - 내구성조사 결과 요약	209
【표 3-121】 양평방향 - 내구성조사 결과 요약	210

제4장 시설물의 상태평가 213

【표 4-1】 부재별 상태평가 적용 범위	213
【표 4-2】 콘크리트 바닥판 상태평가 기준	214
【표 4-3】 강 거더 상태평가 기준	214
【표 4-4】 강 가로보와 세로보의 상태평가 기준	215
【표 4-5】 교대 상태평가 기준	215
【표 4-6】 콘크리트 교각 상태평가 기준	216
【표 4-7】 기초 상태평가 기준	216
【표 4-8】 교량받침 상태평가 기준	217
【표 4-9】 신축이음 상태평가 기준	217
【표 4-10】 교면포장 상태평가 기준	218
【표 4-11】 배수시설 상태평가 기준	218
【표 4-12】 방호벽 및 중앙분리대 상태평가 기준	218
【표 4-13】 탄산화 상태평가 기준	219
【표 4-14】 염화물 상태평가 기준	219
【표 4-15】 구조형식에 따른 일반교량의 부재별 가중치	219
【표 4-16】 결함도 점수 범위에 따른 기준	220
【표 4-17】 콘크리트 바닥판 평가결과	221
【표 4-18】 강 거더 평가결과	221
【표 4-19】 강 가로보와 세로보 평가결과	221
【표 4-20】 하부구조 평가결과	222
【표 4-21】 기초 평가결과	222
【표 4-22】 교량받침 평가결과	222
【표 4-23】 신축이음 평가결과	222
【표 4-24】 교면포장 평가결과	223
【표 4-25】 배수시설 평가결과	223
【표 4-26】 방호벽 및 중앙분리대 평가결과	223
【표 4-27】 탄산화 평가결과	223
【표 4-28】 염화물 평가결과	224
【표 4-29】 각 부재별 상태평가 결과 분석	224
【표 4-30】 마산방향 - 상태평가 결과	225
【표 4-31】 마산방향 - 상태평가 결과 분석	226
【표 4-32】 콘크리트 바닥판 평가결과	227
【표 4-33】 강 거더 평가결과	227
【표 4-34】 강 가로보와 세로보 평가결과	227

【표 4-35】 하부구조 평가결과	228
【표 4-36】 기초 평가결과	228
【표 4-37】 교량받침 평가결과	228
【표 4-38】 신축이음 평가결과	228
【표 4-39】 교면포장 평가결과	229
【표 4-40】 배수시설 평가결과	229
【표 4-41】 방호벽 및 중앙분리대 평가결과	229
【표 4-42】 탄산화 평가결과	229
【표 4-43】 염화물 평가결과	230
【표 4-44】 각 부재별 상태평가 결과 분석	230
【표 4-45】 양평방향 - 상태평가 결과	231
【표 4-46】 양평방향 - 상태평가 결과 분석	232

제5장 시설물의 안전성평가 233

【표 5-1】 바닥판의 단면검토결과	254
【표 5-2】 바닥판의 사용성(균열) 검토결과	254
【표 5-3】 플랜지의 유효폭 산정	265
【표 5-4】 바닥판의 유효폭 산정(마산방향)	265
【표 5-5】 바닥판의 유효폭 산정(양평방향)	266
【표 5-6】 경간(S1~S2) 정모멘트부 단면력 산정결과(마산방향)	272
【표 5-7】 지점부(P1) 부모멘트부 단면력 산정결과	272
【표 5-8】 경간(S1~S2) 정모멘트부 단면력 산정결과(마산방향)	272
【표 5-9】 지점부(P1) 부모멘트부 단면력 산정결과	273
【표 5-10】 경간(S1) 정모멘트부 휨응력 검토결과	273
【표 5-11】 경간(S2) 정모멘트부 휨응력 검토결과	274
【표 5-12】 지점(P1) 부모멘트부 휨응력 검토결과	275
【표 5-13】 경간(S1) 정모멘트부 휨응력 검토결과	276
【표 5-14】 경간(S2) 정모멘트부 휨응력 검토결과	277
【표 5-15】 지점(P1) 부모멘트부 휨응력 검토결과	278
【표 5-16】 강박스 거더의 휨응력 검토결과	279
【표 5-17】 강박스 거더의 휨응력 검토결과	279
【표 5-18】 강박스 거더의 전단응력 검토결과	279
【표 5-19】 강박스 거더의 전단응력 검토결과	279
【표 5-20】 교량받침용량 검토(마산방향)	280
【표 5-21】 교량받침용량 검토(양평방향)	281
【표 5-22】 허용응력법에 의한 강박스 거더의 내하력평가 결과	283

【표 5-23】 강도설계법에 의한 바닥판 내하력평가 결과	283
【표 5-24】 허용응력법에 의한 강박스 거더의 내하력평가 결과	283
【표 5-25】 강도설계법에 의한 바닥판 내하력평가 결과	284
【표 5-26】 2012년 강박스 거더의 내하력평가 결과	284
【표 5-27】 금회 강박스 거더의 내하력평가 결과	285
【표 5-28】 2012년 바닥판 내하력평가 결과	285
【표 5-29】 금회 바닥판 내하력평가 결과	285
【표 5-30】 2012년 강박스 거더의 내하력평가 결과	286
【표 5-31】 금회 강박스 거더의 내하력평가 결과	286
【표 5-32】 2012년 바닥판 내하력평가 결과	287
【표 5-33】 금회 바닥판 내하력평가 결과	287

제6장 종합평가 및 안전등급의 지정 405

【표 6-1】 마산방향 - 종합평가 결과	406
【표 6-2】 양평방향 - 종합평가 결과	406
【표 6-3】 시설물의 안전등급	407

제7장 보수·보강 및 유지관리방안 411

【표 7-1】 시설물의 보수·보강방안 수립에 따른 검토사항	411
【표 7-2】 보수·보강 우선순위 결정 기준	412
【표 7-3】 마산방향 - 보수·보강 일람표	413
【표 7-4】 양평방향 - 보수·보강 일람표	415
【표 7-5】 수지주입공법의 종류	417
【표 7-6】 균열폭에 알맞은 수지의 점도	418
【표 7-7】 균열폭에 따른 주입파이프/패커의 간격	418
【표 7-8】 에폭시계 수지의 규격	418
【표 7-9】 주입공법 공법비교안	420
【표 7-10】 일반적인 단면 복구재의 분류	423
【표 7-11】 단면보수 공법비교안	424
【표 7-12】 강재부식부의 일반적인 도장보수 방법	425
【표 7-13】 강재 도장시 고려사항	426
【표 7-14】 전면 재도장시 부식환경에서 사용도료 및 건조도막두께	427
【표 7-15】 부분 재도장시 사용도료 및 건조도막두께	428
【표 7-16】 강재 거더 및 받침장치 발청부 도장보수 공법비교안	428
【표 7-17】 교량상부 교면방수공법 비교	433
【표 7-18】 유간확보를 위한 바닥판 하면 절취 비교표	440
【표 7-19】 신축이음장치 시공 순서도	441
【표 7-20】 신축이음장치 비교표	442

【표 7-21】 마산방향 - 보수·보강 개략공사비	445
【표 7-22】 양평방향 - 보수·보강 개략공사비	447
【표 7-23】 마산방향-주요 손상별 중점 유지관리 사항	449
【표 7-24】 양평방향-주요 손상별 중점 유지관리 사항	450
【표 7-25】 부재별 유지관리 중점사항	452

제8장 종합결론	471
----------------	-----

그림 목차

제1장 정밀안전진단 개요	3
【그림 1-1】 과업수행 흐름도	5
【그림 1-2】 시설물사진	9
【그림 1-3】 마산방향 - 종·평면도	10
【그림 1-4】 마산방향 - 교대 일반도	11
【그림 1-5】 마산방향 - 교각 일반도	12
【그림 1-6】 마산방향 - 슬래브 일반도(1)	13
【그림 1-7】 마산방향 - 슬래브 일반도(2)	14
【그림 1-8】 마산방향 - 강상형 일반도(1)	15
【그림 1-9】 마산방향 - 강상형 일반도(2)	16
【그림 1-10】 양평방향 - 종·평면도	17
【그림 1-11】 양평방향 - 교대 일반도	18
【그림 1-12】 양평방향 - 교각 일반도	19
【그림 1-13】 양평방향 - 받침장치 배치도	20
【그림 1-14】 양평방향 - 슬래브 일반도(1)	21
【그림 1-15】 양평방향 - 슬래브 일반도(2)	22
【그림 1-16】 양평방향 - 강상형 일반도(1)	23
【그림 1-17】 양평방향 - 강상형 일반도(2)	24
【그림 1-18】 양평방향 - 강상형 일반도(3)	25
제2장 자료수집 및 분석	31
【그림 2-1】 자료수집 및 분석 흐름도	32
【그림 2-2】 한계평형법에 의한 측방유동의 안정성(A1, A2 교대)	55
제3장 현장조사 및 시험	63
【그림 3-1】 구간별 근접장비 활용방법	65
【그림 3-2】 마산방향 - 교량받침 배치도	83
【그림 3-3】 마산방향 - 연단거리 측정방법	86
【그림 3-4】 대표단면 선정	94
【그림 3-5】 원호활동에 의한 방법(A1 교대)	95
【그림 3-6】 원호활동에 의한 방법(A2 교대)	95
【그림 3-7】 마산방향 - 신축이음 배치도	96

【그림 3-8】 마산방향 - 신축이음 유간 측정방법	98
【그림 3-9】 마산방향 - 교면포장 전경	101
【그림 3-10】 마산방향 - 배수시설 현황	104
【그림 3-11】 마산방향 - 배수시설 전경	104
【그림 3-12】 양평방향 - 교량받침 배치도	129
【그림 3-13】 양평방향 - 연단거리 측정방법	132
【그림 3-14】 대표단면 선정	140
【그림 3-15】 원호활동에 의한 방법(A1 교대)	141
【그림 3-16】 원호활동에 의한 방법(A2 교대)	141
【그림 3-17】 양평방향 - 신축이음 배치도	142
【그림 3-18】 양평방향 - 신축이음 유간 측정방법	145
【그림 3-19】 양평방향 - 배수시설 현황	151
【그림 3-20】 양평방향 - 배수시설 전경	152
【그림 3-21】 양평방향 - 방호벽 및 중앙분리대 전경 및 단면도	153
【그림 3-22】 마산방향 - 콘크리트 내구성조사 위치도	159
【그림 3-23】 양평방향 - 콘크리트 내구성조사 위치도	159
【그림 3-24】 반발경도시험 및 측정기 진단 등의 절차	161
【그림 3-25】 철근탐사 측정원리	164
【그림 3-26】 철근탐사시험 및 장비 진단 등의 절차	165
【그림 3-27】 탄산화에 의한 콘크리트 성능저하	168
【그림 3-28】 마산방향 - 측정강도와 설계기준강도 비교	173
【그림 3-29】 마산방향 - 초음파 전달속도를 이용한 콘크리트 품질측정	175
【그림 3-30】 마산방향 - 탄산화 깊이 측정결과	176
【그림 3-31】 마산방향 - 염화물 함유량 시험결과	178
【그림 3-32】 양평방향 - 측정강도와 설계기준강도 비교	180
【그림 3-33】 양평방향 - 초음파 전달속도를 이용한 콘크리트 품질측정	182
【그림 3-34】 양평방향 - 탄산화 깊이 측정결과	183
【그림 3-35】 양평방향 - 염화물 함유량 시험결과	184
【그림 3-36】 마산방향 - 초음파탐상시험 위치도	188
【그림 3-37】 양평방향 - 초음파탐상시험 위치도	189
【그림 3-38】 초음파탐상(사각법)시험 개요도	190
【그림 3-39】 Gauge 영점조정	192
【그림 3-40】 Gauge 초기화(Calibration)	192
【그림 3-41】 초음파를 이용한 강재 두께의 측정방법	194
【그림 3-42】 마산방향 - 도막두께 측정결과	196
【그림 3-43】 마산방향 - 강재두께 측정결과	197
【그림 3-44】 양평방향 - 도막두께 측정결과	198
【그림 3-45】 양평방향 - 강재두께 측정결과	199

제4장 시설물의 상태평가 213

【그림 4-1】 전체 교량의 상태평가 결과 산정 방법 예	220
【그림 4-2】 마산방향 - 전체시설물 상태평가 결과	225
【그림 4-3】 양평방향 - 전체시설물 상태평가 결과	231

제5장 시설물의 안전성평가 235

【그림 5-1】 해석단면	254
【그림 5-2】 합성전 바닥판 자중 재하도	255
【그림 5-3】 합성후 고정하중 재하도	256
【그림 5-4】 합성전 바닥판 자중 재하도(단면A-A)	257
【그림 5-5】 합성전 바닥판 자중 재하도(단면B-B)	258
【그림 5-6】 합성전 바닥판 자중 재하도(단면C-C)	258
【그림 5-7】 합성전 바닥판 자중 재하도(단면D-D)	259
【그림 5-8】 합성전 바닥판 자중 재하도(단면E-E)	260
【그림 5-9】 합성후 고정하중 재하도(단면A-A)	260
【그림 5-10】 합성후 고정하중 재하도(단면B-B)	261
【그림 5-11】 합성후 고정하중 재하도(단면C-C)	262
【그림 5-12】 합성후 고정하중 재하도(단면D-D)	262
【그림 5-13】 합성후 고정하중 재하도(단면E-E)	263
【그림 5-14】 해석모델링(마산방향)	266
【그림 5-15】 해석모델링(양평방향)	267
【그림 5-16】 휨모멘트(마산방향)	268
【그림 5-17】 전단력(마산방향)	269
【그림 5-18】 휨모멘트(양평방향)	270
【그림 5-19】 전단력(양평방향)	271
【그림 5-20】 2차 부정정력에 대한 영향 검토(마산방향)	271
【그림 5-21】 2차 부정정력에 대한 영향 검토(양평방향)	271
【그림 5-22】 해석단면(A1)	289
【그림 5-23】 해석단면(A2)	298
【그림 5-24】 해석단면(P1)	307
【그림 5-25】 해석단면(A2)	339
【그림 5-26】 해석단면(A2)	348
【그림 5-27】 해석단면(P1)	358

제6장 종합평가 및 안전등급의 지정	405
---------------------------	-----

【그림 6-1】 종합평가 결과 산정절차	405
-----------------------------	-----

제7장 보수·보강 및 유지관리방안	411
--------------------------	-----

【그림 7-1】 균열 보수공법 개요도	419
----------------------------	-----

【그림 7-2】 단면복구 상세도	422
-------------------------	-----

【그림 7-3】 상판열화부 보수 순서	430
----------------------------	-----

【그림 7-4】 상면 교면방수 및 재포장	430
------------------------------	-----

【그림 7-5】 상면 교면방수 및 재포장 순서	431
---------------------------------	-----

【그림 7-6】 유도배수로 설치 개요도	443
-----------------------------	-----

【그림 7-7】 스포라이스 틈새 실런트 주입	444
--------------------------------	-----

제8장 종합결론	471
----------------	-----

◎ 부 록

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