안양교외 4개소 정밀점검 용역

안 양 교 보 고 서

2010. 7.

서울특별시 강서도로교통사업소

제　　출　　문

서울특별시 강서도로교통사업소장 귀하

귀 소와 계약체결한 **『안양교 정밀점검 용역』**에 대한 과업을 완료하고 그 결과를 본 보고서로 제출합니다.

2010 년　7 월

(주) 엠 디 비 산 업
대표이사　김 애 경

안양교 정밀점검 결과표

1. 기본 현황

가. 일반현황

용 역 명	안양교외 4개소 정밀점검 용역 (안양교)	점검기간	2010. 3. 29 ~ 2010. 7. 23		
관리주체명	서울특별시 강서도로교통사업소	대 표 자	-		
공동수급	-	계약방법	경쟁입찰		
시설물 구분	교 량	종 류	도로교	종 별	2종
준 공 일	1998년 2월 5일	점검금액(천원)	82,910	**안전등급**	C
시설물 위치	서울특별시 구로구 구로동 ~ 광명시 철산동 산 1번지	시설물 규모	L=265.7m, B=22.5m		

나. 점검 실시결과 현황

중대결함	-
점검 주요결과	금번 조사된 손상·결함부는 구조물의 안전성에 직접적인 영향을 미치지는 않을 것으로 판단되나 건전성 및 사용성 증진을 위해 일부 보수가 필요한 상태이며, 내구성평가 결과는 건전한 상태를 유지하고 있는 것으로 평가됨. 안양교의 전체 상태등급은 **C등급**으로 평가되었음.
주요 보수·보강	· 교면포장부 노후화 - 교면방수 + 재 포장 · 바닥판 하면 망상균열 및 백태 - 단면(백태)보수공법 · PSC 주형 누수 및 백태, 오염 - 표면처리공법 · 교대 균열(0.3mm이상) - 균열부 주입공법

다. 책임(참여)기술자 현황

구 분	성 명	과업 참여기간	기 술 등 급
책임기술자	이 종 승	2010. 3. 29 ~ 7. 23	특 급
참여기술자	최 권 회	2010. 3. 29 ~ 7. 23	중 급
참여기술자	이 범 석	2010. 3. 29 ~ 7. 23	중 급
참여기술자	진 정 석	2010. 3. 29 ~ 7. 23	중 급
참여기술자	김 천 명	2010. 3. 29 ~ 7. 23	초 급

라. 참고사항

안양교의 정밀점검 결과 상태등급은 C등급으로 정밀안전진단은 필요치 않으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태로서 차기 점검 시 중점 점검사항은 포장부 ASP균열, 패임 등의 손상발생여부, 배수시설의 배수기능, 바닥판 하면 및 교대 벽체면 균열 폭의 성장, 길이 진전여부 등의 추가적 손상발생 사항에 대하여 중점적으로 점검이 필요함.

2. 결과 요약

책임기술자 종합의견
1) 안양교(1977년 준공)는 준공 후 약 33년이 경과된 설계하중 DB-18의 PSC Beam교량으로서 금번 정밀점검 결과 교량의 안전성에 직접적으로 영향을 미치는 구조적으로 문제가 되는 결함이나 손상 등은 발생하지 않았으나 공용기간 경과에 따른 노후화 및 공용 중 방수층 파손에 따른 노면수 유입 등으로 상부구조인 바닥판 하면과 PSC Beam주형의 내구성 및 내하성능이 상당히 저하된 상태이며, 또한 대상교량은 이전(2007년) 실시된 정밀안전진단(코렘건설)에서도 상부구조를 철거 후 확장시공(현 DB-18에서 1등교 수준인 DB-24이상)하는 결과가 제시된 상태이므로 대상교량은 시설물의 장기적인 안전성 및 사용성, 경제성 등을 고려할 때 중장기적으로 상부구조를 보수, 보강보다는 철거 후 확장시공이 이루어져야 할 것으로 판단되며, 다만 상부구조의 철거 및 확장시공이 늦춰질 경우에는 금번 정밀점검 결과 나타난 각 구성부재별 손상· 결함부위에 대해 적절한 보수·보강(본 보고서 3장 보수·보강 방안편에서 제시된 각 부재별 보수·보강공법 참조)을 실시하여 추가적 내구성 및 내하력의 저하를 방지하여야 할 것으로 판단됨. 책임기술자 : 이 종 승 (서명)

가. 정밀점검 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : C
결함발생 부재		상태 평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
교면포장	S1~S11	c	• 포장부 노후화 • 포장부 망상균열 및 파손, 함몰	- 교면방수 + 재 포장 - 절삭 후 오버레이
난간, 연석, 중앙분리대	S1~S11	c	• 중앙분리대 도장들뜸 및 탈락	- 표면처리공법
바닥판 하면	S1~S11	c	• 내구성 및 내하성능 저하	- 철거 후 상판 확장시공
PSC 주형	S1~S11	c	• 내구성 및 내하성능 저하 • 누수 및 백태, 오염	- 철거 후 상판 확장시공 - 표면처리공법
교량받침	A1~A2	b	• 상, 하 Plate 부식	- 녹 제거 후 재 도장
신축이음	A1~A2	c	• 신축이음 본체 및 후타재 단차	- 신축이음 교체설치
교대	A1~A2	c	• 균열 (c/w:0.3mm이상) • 콘크리트파손 및 철근노출	- 균열부 주입공법 - 단면(방청)복구공법

나. 안전성평가 결과

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과요약	안전율	안전성평가 결과
-	-	-	-	미실시

다. 내진성능 검토 수행 여부

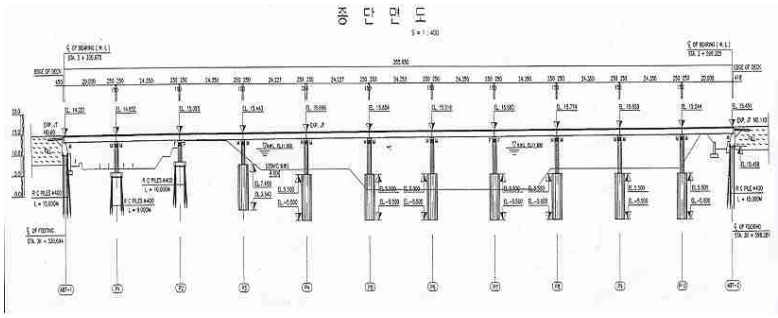
검토대상 부재	설계적용 여부	결과	검토결과 요약
교량받침	N	-	-

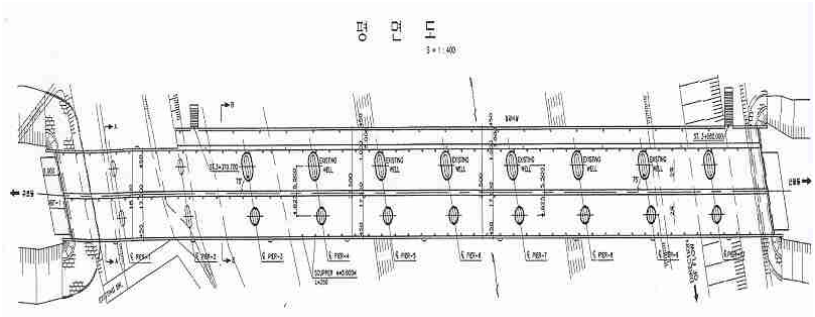
라. 현장시험(비파괴 및 추가시험)

구 분	시험명	시험 결과	책임기술자 의견
안양교	비파괴 강도시험	반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도를 측정한 결과 바닥판 하면 28.9MPa, PSC 거더 38.2MPa, 교대 (상행선 25.7MPa, 하행선 28.3MPa), 교각 (상행선 28.0MPa, 하행선 27.6MPa)로서 설계기준강도(fck = 24.0MPa, 27.0MPa, 35.0MPa)를 상회하고 있어 콘크리트 강도상의 문제가 없는 건전한 상태로 평가되었다.	콘크리트 비파괴 시험 결과 구조물의 내구성 상태는 건전한 것으로 분석 되었다.
	탄산화 시험	페놀프탈레인용액을 이용하여 탄산화 시험을 실시한 결과 측정된 각 부재별 탄산화 깊이는 2.0~17.0mm로 측정되었으며, 설계 및 측정 철근피복두께 대비 탄산화 잔여깊이가 30mm이상으로서 대상교량은 “탄산화에 의한 부식발생 우려가 없는” **a 등급**의 상태로 평가되었다.	

안양교 현황표

작성일:2010년 7월

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td colspan="2">시설물명</td><td>안양교</td><td colspan="2">시설물번호</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">준공년월일</td><td>1977년</td><td colspan="2">관리번호</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">시설물위치</td><td colspan="4">서울특별시 구로구 구로동 ~ 광명시 철산동 산 1번지</td></tr>
<tr><td colspan="2">설계하중</td><td>DB-18</td><td colspan="2">노선명</td><td>남부순환로</td></tr>
<tr><td rowspan="2">제원</td><td>연장</td><td colspan="4">L = 265.7m</td></tr>
<tr><td>폭</td><td colspan="4">B = 22.5m</td></tr>
<tr><td rowspan="2">구조
형식</td><td>상부</td><td>PSC BEAM</td><td rowspan="2">기초
형식</td><td>교대</td><td>파일기초</td></tr>
<tr><td>하부</td><td>교대 : 벽식
교각 : T형</td><td>교각</td><td>파일기초</td></tr>
<tr><td colspan="2">교량받침</td><td>탄성고무받침</td><td colspan="2">신축이음</td><td>강 Finger Joint</td></tr>
<tr><td colspan="2">교차시설물</td><td>도로, 하천</td><td colspan="2">통과높이</td><td>A1 = 4.2m, A2 = 4.3m</td></tr>
<tr><td colspan="2">부착시설내용</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">기 타</td><td colspan="4"> 


</td></tr>
</table>

분야별 참여기술자 명단

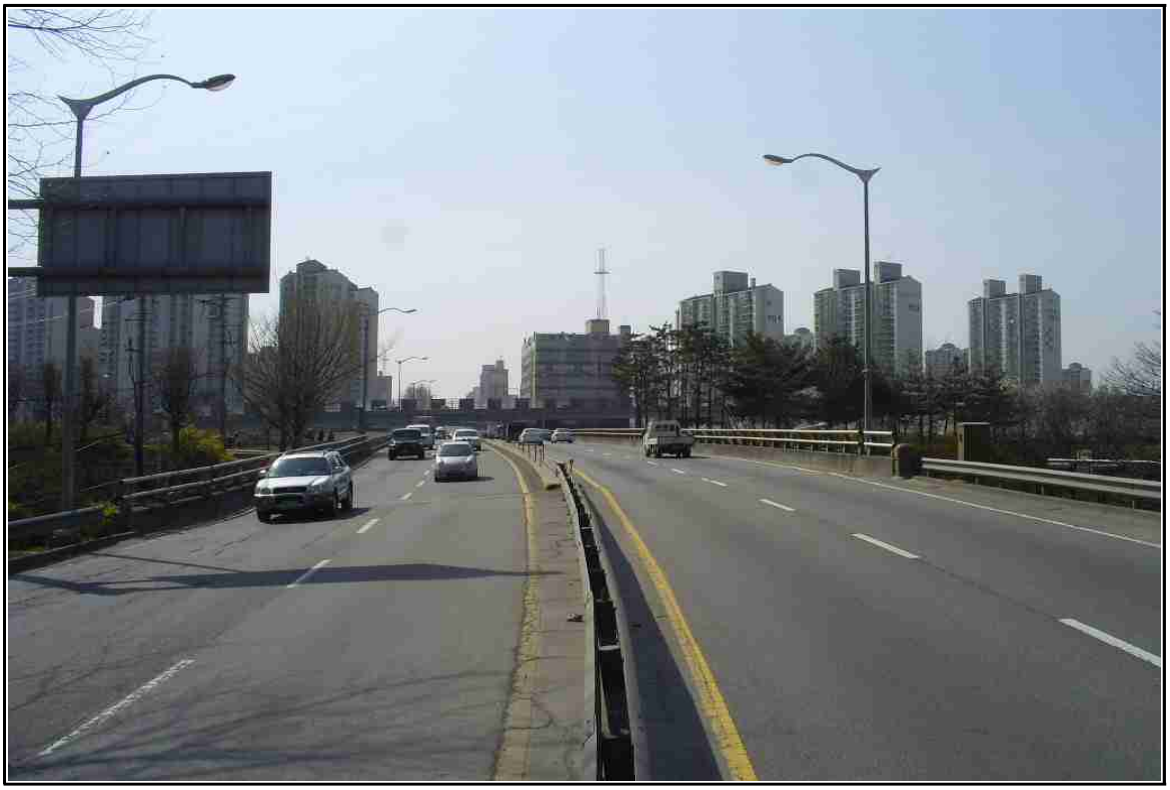
과 업 명 : 안양교외 4개소 정밀점검 용역(안양교)

구 분	자 격 사 항	성 명	세부수행내용	서 명
과업책임 기술자	고급기술자	이 종 승	업무총괄 현장조사 및 분석	
참 여 자 명 단	중급기술자	최 권 회	보수·보강 방안검토	
	중급기술자	이 범 석	현장조사 및 비파괴 시험	
	중급기술자	진 정 석	현장조사 및 비파괴 시험	
	초급기술자	김 천 명	현장조사 및 보고서 작성	

위 치 도

안양교
양천구청역
도림천역
신도림역
계남근린공원
서울시립
고척도서관
구로기계
공구상가단지
구로역
구로성심병원
오류
구로성모병원
구일역
오류동역
개봉역
구로구청
고려대의료원
구로병원
대림역
한국철도공사
구로차량기지
남구로역
천왕역
개봉공원
가산디지털단지역
시흥
광명사거리역
광명시청
철산역
광명연세병원
광명성애병원
도덕산
구로세관

전 경 사 진



안양교 상부 및 측면전경

- 요 약 문 -

1. 과업의 목적

본 용역은 「시설물의 안전관리에 관한 특별법」규정에 따른 정밀점검 용역으로서 서부도로교통사업소에서 유지관리하고 있는 2종 시설물인 안양교에 대해 시설물의 손상과, 물리적, 화학적, 기능적, 구조적 결함을 정밀조사 및 측정 평가하여 시설물의 구조적 안전성 및 결함원인을 진단하고, 그에 대한 신속하고 적정한 조치 방안(보수·보강 대상 범위 및 방법 등)을 제시함으로써 재해 및 재난을 사전 예방하고 시설물의 효용증진과 공공의 안전을 확보 하는데 그 목적이 있다.

2. 과업대상 교량

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td colspan="2">시설물명</td><td>안양교</td><td colspan="2">시설물번호</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">준공년도</td><td>1977년</td><td colspan="2">관리번호</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">위 치</td><td colspan="4">서울시 구로구 구로동 ~ 광명시 철산동 산 1번지</td></tr>
<tr><td colspan="2">설계하중</td><td>DB-18</td><td colspan="2">노선명(이정)</td><td>남부순환로</td></tr>
<tr><td rowspan="2">제원</td><td>연장</td><td colspan="4">L = 265.7m</td></tr>
<tr><td>폭</td><td colspan="4">B = 22.5m</td></tr>
<tr><td rowspan="2">구조
형식</td><td>상부</td><td>PSC BEAM</td><td rowspan="2">기초
형식</td><td>교대</td><td>파일기초</td></tr>
<tr><td>하부</td><td>교대 : 벽식
교각 : T형</td><td>교각</td><td>파일기초</td></tr>
<tr><td colspan="2">교량받침</td><td>탄성고무받침</td><td colspan="2">신축이음</td><td>강 Finger Joint</td></tr>
<tr><td colspan="2">교차시설물
(도로, 철도, 하천)</td><td>도로, 하천</td><td colspan="2">통과 높이</td><td>A1측 4.2m
A2측 4.3m</td></tr>
<tr><td colspan="2">기 타</td><td colspan="4">※난간형식 : 알루미늄
※평면형상 : 사각이 있는 직선교
※설계도서 : 준공도면 유</td></tr>
</table>

3. 과업의 범위 및 내용

3.1 과업의 개요

가. 용역명 : 안양교외 4개소 정밀점검 용역(안양교)

나. 용역기간 : 2010. 3. 29 ~ 2010. 7. 23

다. 용역 수행사 : (주)엠디비산업

3.2 과업의 범위

가. 현황조사 및 조사자료 분석

나. 외관조사(변형, 균열, 구조적 결함 등) 및 비파괴 현장시험

다. 시설물의 상태평가

라. 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부판단

마. 주요한 결함의 발생원인 분석 및 대책방안 제시

바. 시설물의 보수·보강 대상 및 공법 제시

사. 시설물의 기능유지를 위한 유지관리방안 제시

아. 종합평가 및 보고서 작성

3.3 과업의 내용

가. 현황조사 및 조사자료 분석

대상시설물의 상태를 파악하기 위하여 구조도면, 보수이력카드 등의 기초자료를 입수·검토하고 관련자료가 미흡한 교량은 현장답사를 통하여 교량의 특성 등을 면밀히 분석하였다.

나. 외관조사

1) 시설물의 현황조사 및 이력조사

2) 노면 및 배수시설의 상태조사

3) 난간 및 연석부 상태조사

4) 신축이음(본체, 후타재) 및 교량받침의 상태 및 기능조사

5) 콘크리트 구조물의 균열, 콘크리트탈락, 박리, 철근부식 등의 조사

6) 콘크리트 구조물의 표면열화 등 조사

7) 교대 및 교각 기초(세굴) 조사

다. 비파괴시험

1) 콘크리트 강도 측정(반발경도법, 초음파법)

2) 콘크리트 탄산화 시험(페놀프탈레인 용액)

라. 시설물의 상태(안전성)평가

1) 외관조사 결과를 각 평가기준과 비교하여 A, B, C, D, E의 5단계로 상태등급 표시

2) 손상상태 평가는 손상부위별로 작성하고, 전체부재의 조사 결과를 분석하여 교량별로 종합평가 실시 후 정밀안전진단 여부를 판단하고 손상부위에 대한 외관조사망도 작성

마. 보수·보강공법의 제시 및 개략공사비 산출

1) 손상상태 평가 결과에 따라 보수·보강을 요하는 C, D, E 등급에 해당하는 사항은 부재별, 경간별 총괄표 작성 및 개략공사비 산정

2) 시설물의 상태평가 결과에 따라 보수대상 및 보수우선 순위 등 보수범위를 결정

바. 유지관리 방안의 제안

시설물의 기능유지 및 교량 특성에 맞는 중점 유지관리 항목 및 향후 효율적인 유지관리 방안 제시

사. 종합평가 및 보고서 작성

4. 과업수행 일정

▣ 과업수행기간 : 2010년 3월 29일 ~ 2010년 7월 23일

5. 과업 참여기술자 분야별 업무수행 내용

구 분	자 격 사 항	성 명	세부수행내용	비 고
과업책임 기술자	고급기술자	이 종 승	업무총괄 현장조사 및 자료분석	
분야별 참여기술자	중급기술자	최 권 회	보수·보강 및 유지관리방안 검토	
	중급기술자	이 범 석	현장조사 및 비파괴 시험	
	중급기술자	진 정 석	현장조사 및 비파괴 시험	
	초급기술자	김 천 명	현장조사 및 보고서 작성	

6. 시설물 상태평가 결과

6.1 외관조사에 의한 상태평가 결과

구 분		손상원인	대책	등급
교면포장	포장부 균열	• 온도변화차	• 실링보수	c
	포장부 망상균열	• 빈번한 중차량 통행	• 절삭 후 오버레이	
	포장부 함몰, 파손	• 빈번한 중차량 통행	• 절삭 후 오버레이	
	포장부 요철, 소성변형	• 빈번한 중차량 통행	• 지속관찰	
	포장부 아스콘 마모	• 빈번한 중차량 통행	• 지속관찰	
	포장부 보수불량	• 시공불량	• 절삭 후 오버레이	
	포장부 노후화, 바닥판 하면 누수,백태 다수 발생	• 공용년수 증가에 따른 반복적 윤하중	• 교면방수 + 재 포장	
난간, 연석, 중앙분리대	연석부 균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 지속관찰	c
	연석부 균열 (c/w:0.3mm이상)	• 건조수축	• 균열부 주입공법	
	철근노출 및 콘크리트 파손	• 공용 중 손상	• 단면(방청)복구공법	
	콘크리트 파손 및 들뜸	• 공용 중 손상	• 단면복구공법	
	연석부 골재분리	• 시공불량	• 지속관찰	
	중앙분리대 도장들뜸 및 탈락	• 공용 중 손상	• 표면처리공법	
배수시설	배수구 막힘	• 공용 중 토사유입	• 주기적 청소	c
	배수관 탈락 및 길이부족	• 공용 중 손상 + 시공불량	• 배수관 연장설치	
	배수관 부착불량 및 위치불량	• 시공불량	• 배수관 재설치	
신축이음	신축이음 본체 및 후타재 파손, 단차 (앵커철근 노출)	• 공용 중 손상	• 신축이음 교체	c
	신축이음 본체 및 후타재 단차	• 공용 중 손상	• 지속관찰	
	후타재 마모 및 골재노출	• 공용 중 손상	• 지속관찰	
	후타재파손	• 공용 중 손상	• 지속관찰	
	연석부 신축이음 덮개 미설치	• 시공불량	• 신축이음 덮개 설치	
	유간부 토사퇴적	• 공+용 중 손상	• 주기적 청소	

6.1 외관조사에 의한 상태평가 결과 - 계속

구 분		손상원인	대책	등급
바닥판 하면	균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 표면처리공법	c
	균열부백태 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 표면처리공법	
	누수 및 백태	• 누수	• 단면(백태)보수공법	
	망상균열 및 백태	• 건조수축 + 누수	• 단면(백태)보수공법	
	철근노출 및 콘크리트 파손, 들뜸	• 공용 중 손상	• 단면(방청)복구공법	
	콘크리트 파손 및 들뜸, 탈락	• 공용 중 손상	• 단면복구공법	
	표면열화 및 오염	• 공용 중 손상	• 표면처리공법	
	재료분리	• 시공불량	• 단면복구공법	
	마감불량	• 시공불량	• 지속관찰	
	종 죠인트부 각목 미 제거	• 시공불량	• 각목 제거	
	바닥판 하면 내구성 및 내하성능 저하	• 공용기간 경과에 따른 노후화, 설계내하력 부족 (DB-18)	• 철거 후 상판 확장시공	
PSC 주형	균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 지속관찰	c
	망상균열	• 공용 중 손상	• 표면처리공법	
	표면열화 및 박리	• 공용 중 손상	• 표면처리공법	
	누수 및 백태, 오염	• 누수	• 표면처리공법	
	강판보강부 및 콘크리트 파손, 쉬스관 노출	• 통행차량 충돌	• 강판보강 + 단면복구공법	
	콘크리트 파손 및 들뜸, 탈락	• 공용 중 손상	• 단면복구공법	
	철근노출, 피복부족에 의한 철근 엿보임	• 시공불량	• 지속관찰	
	재료분리	• 시공불량	• 단면복구공법	
	강판보강부 부식	• 누수	• 재 도장	
	긁힘	• 공용+ 중 손상	• 지속관찰	
	가로보 재료분리	• 시공불량	• 단면복구공법	
	가로보 철근노출	• 공용 중 손상	• 단면(방청)복구공법	

6.1 외관조사에 의한 상태평가 결과 - 계속

구 분		손상원인	대책	등급
PSC 주형	가로보 박리	• 공용 중 손상	• 단면복구공법	c
	가로보 백태	• 누수	• 표면처리공법	
	주형거더 내구성 및 내하성능 저하	• 공용기간 경과에 따른 노후화, 설계내하력 부족 (DB-18)	• 철거 후 상판 확장시공	
교량받침	받침몰탈 균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 지속관찰	b
	받침몰탈 균열 (c/w:0.3mm이상)	• 건조수축	• 균열부 주입공법	
	교량받침 상,하부 Plate 부식	• 누수	• 재 도장	
교대, 교각	균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 지속관찰	c
	균열 (c/w:0.3mm이상)	• 건조수축	• 균열부 주입공법	
	망상균열	• 공용 중 손상	• 지속관찰	
	누수 및 백태	• 누수	• 표면처리공법	
	철근노출 및 콘크리트파손, 들뜸	• 공용 중 손상	• 단면(방청)복구공법	
	콘크리트파손 및 들뜸 (박리, 박락)	• 공용 중 손상	• 단면복구공법	
	골재노출 및 분리	• 공용 중 손상	• 단면복구공법	
	재료분리	• 시공불량	• 단면복구공법	
	시공이음부 이격	• 공용 중 손상	• 지속관찰	
	비둘기 배설물 퇴적	• 공용 중 손상	• 지속관찰	

6.2 내구성 조사

시 험 항 목	결 과 분 석	판정결과
비파괴 강도시험 (조합법)	• 조합법에 의한 콘크리트 압축강도를 측정한 결과 바닥판 하면 28.9MPa, PSC거더 38.2MPa, 교대 (상행선 25.7MPa, 하행선 28.3MPa), 교각 (상행선 28.0MPa, 하행선 27.6MPa)로서 설계기준강도(fck = 24.0MPa, 27.0MPa, 35.0MPa)를 상회하고 있어 콘크리트 강도상의 문제가 없는 건전한 상태로 평가됨.	I (건 전)
탄산화 시험	• 페놀프탈레인용액을 이용하여 탄산화 시험을 실시한 결과 측정된 각 부재별 탄산화 깊이는 2.0~17.0mm+로 측정되었으며, 철근 피복두께 대비 탄산화 잔여깊이가 30mm이상으로서 대상시설물은 "탄산화에 의한 부식발생 우려가 없는" **a등급**의 상태로 평가됨.	a등급

6.3 상태평가 결과종합

안양교												
부재의 분류	상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소	
번호	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화	염화물
Span-1	c	c	b	b	c	b	c	b	b	q	a	x
Span-2	c	c	b	b	c	b	x	a	b	q	a	x
Span-3	b	c	b	c	a	a	x	a	b	q	x	x
Span-4	b	c	b	c	a	b	x	a	b	q	x	x
Span-5	b	c	b	c	a	b	c	b	b	q	a	x
Span-6	b	c	b	b	b	b	x	b	b	q	x	x
Span-7	b	c	b	b	b	b	x	b	b	q	a	x
Span-8	b	c	b	b	b	b	x	b	b	q	a	x
Span-9	b	c	b	b	b	b	x	b	b	q	x	x
Span-10	b	c	b	b	b	b	x	b	b	q	x	x
Span-11	b	b	b	b	b	b	x	a	b	q	a	x
	x	x	x	x	x	x	d	c	b	q	a	x
평균	0.236	0.382	0.200	0.255	0.209	0.191	0.500	0.183	0.200	-	0.100	-
가중치	18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	7	-
(평균×가중치) /가중치합	0.043	0.076	0.010	0.018	0.006	0.004	0.045	0.017	0.040	-	0.007	-
									상태평가점수			0.265
									상태평가등급			C

안양교의 전체 상태평가 결과 "주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한" **C등급**의 상태로 평가되었음.

7. 보수·보강 및 개략공사비

7.1 부재별 보수·보강 방안

구 분		손상원인	보수·보강방안	손상 물량
교면포장	포장부 균열	• 온도변화차	• 실링보수	40.2m
	포장부 망상균열	• 빈번한 중차량 통행	• 절삭 후 오버레이	77.8㎡
	포장부 함몰, 파손	• 빈번한 중차량 통행	• 절삭 후 오버레이	68.9㎡
	포장부 요철, 소성변형	• 빈번한 중차량 통행	• 지속관찰	24.86㎡
	포장부 아스콘 마모	• 빈번한 중차량 통행	• 지속관찰	0.3㎡
	포장부 보수불량	• 시공불량	• 절삭 후 오버레이	1.52㎡
	포장부 노후화, 바닥판 하면 누수,백태 다수 발생	• 공용년수 증가에 따른 반복적 윤하중	• 교면방수 + 재 포장	3,657.0㎡
난간, 연석, 중앙분리대	연석부 균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 지속관찰	42.5m
	연석부 균열 (c/w:0.3mm이상)	• 건조수축	• 균열부 주입공법	5.8m
	철근노출 및 콘크리트 파손	• 공용 중 손상	• 단면(방청)복구공법	0.82㎡
	콘크리트 파손 및 들뜸	• 공용 중 손상	• 단면복구공법	1.08㎡
	연석부 골재분리	• 시공불량	• 지속관찰	263.2㎡
	중앙분리대 도장들뜸 및 탈락	• 공용 중 손상	• 표면처리공법	244.4㎡
배수시설	배수구 막힘	• 공용 중 토사유입	• 주기적 청소	23개소
	배수관 탈락 및 길이부족	• 공용 중 손상 + 시공불량	• 배수관 연장설치	45개소
	배수관 부착불량 및 위치불량	• 시공불량	• 배수관 재설치	2개소
신축이음	신축이음 본체 및 후타재 파손, 단차 (앵커철근 노출)	• 공용 중 손상	• 신축이음 교체	6.9m
	신축이음 본체 및 후타재 단차	• 공용 중 손상	• 지속관찰	11.0m
	후타재 마모 및 골재노출	• 공용 중 손상	• 지속관찰	27.7㎡
	후타재파손	• 공용 중 손상	• 지속관찰	0.49㎡
	연석부 신축이음 덮개 미설치	• 시공불량	• 신축이음 덮개 설치	4개소
	유간부 토사퇴적	• 공용 중 손상	• 주기적 청소	16.0m

7.1 부재별 보수·보강 방안 - 계속

구 분		손상원인	보수·보강방안	손상 물량
바닥판 하면	균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 표면처리공법	10.5m
	균열부백태 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 표면처리공법	4.0m
	누수 및 백태	• 누수	• 단면(백태)보수공법	35.88㎡
	망상균열 및 백태	• 건조수축 + 누수	• 단면(백태)보수공법	351.49㎡
	철근노출 및 콘크리트 파손, 들뜸	• 시공불량	• 단면(방청)복구공법	6.09㎡
	콘크리트 파손 및 들뜸, 탈락	• 시공불량	• 단면복구공법	1.94㎡
	표면열화 및 오염	• 공용 중 손상	• 표면처리공법	64.76㎡
	재료분리	• 콘크리트 타설불량	• 단면복구공법	1.2㎡
	마감불량	• 시공불량	• 지속관찰	0.3㎡
	종 죠인트부 각목 미 제거	• 시공불량	• 각목 제거	56m
	바닥판 하면 내구성 및 내하성능 저하	• 공용기간 경과에 따른 노후화, 설계내하력 부족 (DB-18)	• 철거 후 상판 확장시공	1식
PSC 주형	균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 지속관찰	6.7m
	망상균열	• 건조수축	• 표면처리공법	2.84㎡
	표면열화 및 박리	• 공용 중 손상	• 표면처리공법	20.0㎡
	누수 및 백태, 오염	• 누수	• 표면처리공법	104.01㎡
	강판보강부 및 콘크리트 파손, 쉬스관 노출	• 통행차량 충돌	• 강판보강+단면복구공법	1.05㎡
	콘크리트 파손 및 들뜸, 탈락	• 시공불량	• 단면복구공법	4.72㎡
	철근노출, 피복부족에 의한 철근 엿보임	• 시공불량	• 지속관찰	734.7㎡
	재료분리	• 시공불량	• 단면복구공법	2.26㎡

7.1 부재별 보수·보강 방안 - 계속

구 분		손상원인	보수·보강방안	손상 물량
PSC 주형	강판보강부 부식	• 누수	• 재 도장	26.08㎡
	긁힘	• 공용 중 손상	• 지속관찰	0.3㎡
	가로보 재료분리	• 시공불량	• 단면복구공법	1.20㎡
	가로보 철근노출	• 시공불량	• 단면(방청)복구공법	1.97㎡
	가로보 박리	• 시공불량	• 단면복구공법	0.04㎡
	가로보 백태	• 누수	• 표면처리공법	1.2㎡
	주형거더 내구성 및 내하성능 저하	• 공용기간 경과에 따른 노후화, 설계내하력 부족 (DB-18)	• 철거 후 상판 확장시공	1식
교량받침	받침몰탈 균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 지속관찰	3.8m
	받침몰탈 균열 (c/w:0.3mm이상)	• 건조수축	• 균열부 주입공법	0.3m
	교량받침 상,하부 Plate 부식	• 누수	• 재 도장	25개소
교대, 교각	균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 지속관찰	270.0m
	균열 (c/w:0.3mm이상)	• 건조수축	• 균열부 주입공법	55.1m
	망상균열	• 건조수축	• 지속관찰	0.04㎡
	누수 및 백태	• 누수	• 표면처리공법	1.35㎡
	철근노출 및 콘크리트 파손, 들뜸	• 시공불량	• 단면(방청)복구공법	5.96㎡
	콘크리트 파손 및 들뜸 (박리, 박락)	• 시공불량	• 단면복구공법	8.81㎡
	골재노출 및 분리	• 콘크리트 타설불량	• 단면복구공법	15.6㎡
	재료분리	• 콘크리트 타설불량	• 단면복구공법	0.47㎡
	시공이음부 이격	• 시공불량	• 지속관찰	12.0㎡
	비둘기 배설물 퇴적	• 공용 중 손상	• 지속관찰	6.9㎡

7.2 보수·보강 개략공사비(부분적 보수, 보강공사 시)

구 분		수량	단위	단가	금액	보수·보강대책	비고
교면포장	포장부 균열	40.2	m	12,000	482,400	• 실링보수	단기
	포장부 망상균열	77.8	㎡	45,000	3,501,000	• 절삭 후 오버레이	단기
	포장부 함몰, 파손	68.9	㎡	45,000	3,100,500	• 절삭 후 오버레이	단기
	포장부 보수불량	1.52	㎡	45,000	68,400	• 절삭 후 오버레이	단기
	포장부 노후화, 바닥판 하면 누수,백태 다수 발생	3,657.0	㎡	130,000	-	• 교면 재 포장+ 교면방수	중장기
난간, 연석, 중앙분리대	연석부 균열 (c/w:0.3mm이상)	5.8	m	90,000	522,000	• 균열부 주입공법	단기
	철근노출 및 콘크리트 파손	0.82	㎡	250,000	205,000	• 단면(방청)복구공법	단기
	콘크리트 파손 및 들뜸	1.08	㎡	220,000	237,600	• 단면복구공법	단기
	중앙분리대 도장들뜸 및 탈락	244.4	㎡	45,000	10,998,000	• 표면처리공법	단기
배수시설	배수구 막힘	23	개소	5,000	115,000	• 주기적 청소	단기
	배수관 탈락 및 길이부족	45	개소	200,000	9,000,000	• 배수관 연장설치	단기
	배수관 부착불량 및 위치불량	2	개소	200,000	400,000	• 배수관 재설치	단기
신축이음	신축이음 본체 및 후타재 파손, 단차 (앵커철근 노출)	11.0	m	800,000	8,800,000	• 신축이음 교체	단기
	연석부 신축이음 덮개 미설치	4	개소	30,000	120,000	• 신축이음 덮개 설치	단기
	유간부 토사퇴적	16.0	m	5,000	80,000	• 주기적 청소	단기

7.2 보수·보강 개략공사비(부분적 보수, 보강공사 시) - 계속

구 분		수량	단위	단가	금액	보수·보강대책	비고
바닥판 하면	균열 (c/w:0.2mm이하)	2.63	㎡	45,000	118,350	• 표면처리공법	단기
	균열부백태 (c/w:0.2mm이하)	1.0	㎡	45,000	45,000	• 표면처리공법	단기
	누수 및 백태	35.88	㎡	45,000	1,614,600	• 단면(백태)보수공법	단기
	망상균열 및 백태	351.49	㎡	45,000	15,817,050	• 단면(백태)보수공법	단기
	철근노출 및 콘크리트 파손, 들뜸	6.09	㎡	250,000	1,522,500	• 단면(방청)복구공법	단기
	콘크리트 파손 및 들뜸, 탈락	1.94	㎡	220,000	426,800	• 단면복구공법	단기
	표면열화 및 오염	64.76	㎡	45,000	2,914,200	• 표면처리공법	단기
	재료분리	1.2	㎡	220,000	264,000	• 단면복구공법	단기
	종 죠인트부 각목 미 제거	56	m	5,000	280,000	• 각목 제거	단기
	바닥판 하면 내구성 및 내하성능 저하	1	식	1,300,000	-	- 철거 후 상판 확장 시공	중장기
PSC 주형	망상균열	2.84	㎡	45,000	127,800	• 표면처리공법	단기
	표면열화 및 박리	20.0	㎡	45,000	900,000	• 표면처리공법	단기
	누수 및 백태, 오염	104.01	㎡	45,000	4,680,450	• 표면처리공법	단기
	강판보강부 및 콘크리트 파손, 쉬스관 노출	1.05	㎡	220,000	231,000	• 강판보강+ 단면복구공법	단기
	콘크리트 파손 및 들뜸, 탈락	4.72	㎡	220,000	1,038,400	• 단면복구공법	단기
	재료분리	2.26	㎡	220,000	497,200	• 단면복구공법	단기

7.2 보수·보강 개략공사비(부분적 보수, 보강공사 시) - 계속

구 분		수량	단위	단가	금액	보수·보강대책	비고
PSC 주형	강판보강부 부식	26.08	㎡	50,000	1,304,000	• 재 도장	단기
	가로보 재료분리	1.20	㎡	220,000	264,000	• 단면복구공법	단기
	가로보 철근노출	1.97	㎡	250,000	492,500	• 단면(방청)복구공법	단기
	가로보 박리	0.04	㎡	220,000	8,800	• 단면복구공법	단기
	가로보 백태	1.2	㎡	45,000	54,000	• 표면처리공법	단기
	주형거더 내구성 및 내하성능 저하	1	식	2,200,000,000	-	• 철거 후 상판 확장시공	중장기
교량받침	받침몰탈 균열 (c/w:0.3mm이상)	0.3	m	90,000	27,000	• 균열부 주입공법	단기
	교량받침 상,하부 Plate 부식	25	개소	50,000	1,250,000	• 재 도장	단기
교대, 교각	균열 (c/w:0.3mm이상)	55.1	m	90,000	4,959,000	• 균열부 주입공법	단기
	누수 및 백태	1.35	㎡	45,000	60,750	• 표면처리공법	단기
	철근노출 및 콘크리트파손, 들뜸	5.96	㎡	250,000	1,490,000	• 단면(방청)복구공법	단기
	콘크리트파손 및 들뜸 (박리, 박락)	8.81	㎡	220,000	1,938,200	• 단면복구공법	단기
	골재노출 및 분리	15.6	㎡	220,000	3,432,000	• 단면복구공법	단기
	재료분리	0.47	㎡	220,000	103,400	• 단면복구공법	단기
순 공 사 비						단기 : 83,490,000	
제 경 비 (순공사비의 50% 적용)						단기 : 41,745,000	
총 공 사 비(부분적 보수 공사시)						**단기 : 125,235,000**	

7.3 보수·보강 개략공사비(상판 철거 후 확장공사 시) - 계속

공 종	내 용	단 위	수 량	단 가	합 계
포장 공사	포장면 철거	m^3	245.78	74,713	18,362,961
	아스팔트 시공	m^2	4,915.5	119,887	589,304,549
상판 공사	슬래브 철거	m^3	1,035	125,827	130,230,945
	슬래브 시공	m^2	5,751.4	203,258	1,169,018,061
거더 공사	거더 철거	m^3	1,943	125,827	244,481,861
	거더 시공	본	106	18,100,000	1,918,600,000
방호벽 공사	신설-NRB 202(SB5)	m	751.65	2,037,127	1,531,206,510
교면방수	신설	m^2	4,915.5	28,699	141,069,935
신축이음장치	신설	m	112.5	1,262,448	142,025,400
배수시설	신설	m	510	69,000	35,190,000
폐기물 처리	운반 및 처리	식	1	50,000,000	50,000,000
기타 부대시설	신설	식	1	100,000,000	100,000,000
순 공사비					**6,069,490,222**
부 대 공	순 공사비의 10%				**606,949,022**
제 경 비	순 공사비의 50%				**3,034,745,111**
부 가 세	공급가액의 10%				**971,118,436**
공급가액	-	-	-	-	**10,682,302,791**

※ 비고 : 상판 철거 후 확장시공시 공사비는 2007년 4월안양교 정밀안전진단 용역(코렘건설) 교체시공시 개략공사비편 반영하였슴.

8. 정밀안전진단 및 사용제한 필요성

정밀점검 대상 시설물인 안양교는 준공 후 약 33년이 경과된 설계하중 DB-18(2등교)의 노후교량으로서 공용기간 경과에 따른 노후화 및 교면방수층 파손으로 인한 노면수 유입 등으로 상부구조인 바닥판 하면과 PSC Beam주형의 내구성 및 내하성능이 상당히 저하된 상태이나 교량시설물의 안전에 직접적 영향을 미치는 활하중 작용 등 외력에 의한 구조적 결함이나 손상이 없는 상태이므로 현재는 **정밀안전진단 및 시설물의 사용제한 등의 필요성**은 없는 상태로 판단되며 향후 “시설물의 안전관리에 관한 특별법”에 의한 정기점검, 정밀점검 등의 시행과 동절기와 해빙기를 전·후하여 특별점검 시행 등 지속적인 유지관리가 요구됨.

9. 종합결론

안양교(1977년 준공)는 준공 후 약 33년이 경과된 설계하중 DB-18의 PSC Beam교량으로서 금번 정밀점검 결과 교량의 안전성에 직접적으로 영향을 미치는 구조적으로 문제가 되는 결함이나 손상 등은 발생하지 않았으나 공용기간 경과에 따른 노후화 및 공용 중 방수층 파손에 따른 노면수 유입 등으로 상부구조인 바닥판 하면과 PSC Beam주형의 내구성 및 내하성능이 상당히 저하된 상태이며, 또한 대상교량은 이전(2007년) 실시된 정밀안전진단(코렘건설)에서도 상부구조를 철거 후 확장시공(현 DB-18에서 1등교 수준인 DB-24이상)하는 결과가 제시된 상태이므로 대상 교량은 시설물의 장기적인 안전성 및 사용성, 경제성 등을 고려할 때 중장기적으로 상부구조를 보수, 보강보다는 철거 후 확장시공이 이루어져야 할 것으로 판단되며, 다만 상부구조의 철거 및 확장시공이 늦춰질 경우에는 금번 정밀점검 결과 나타난 각 구성부재별 손상· 결함부위에 대해 적절한 보수·보강(본 보고서 3장 보수·보강 방안편에서 제시된 각 부재별 보수·보강공법 참조)을 실시하여 추가적 내구성 및 내하력의 저하를 방지하여야 할 것으로 판단됨.

목 차

제1장 서 언 ····· 1

1.1 과업의 목적 ····· 2

1.2 과업의 범위 및 내용 ····· 2

1.3 과업수행 흐름도 ····· 5

1.4 과업수행 투입장비 ····· 6

1.5 과업수행 일정 ····· 6

1.6 과업 참여기술자 분야별 업무수행 내용 ····· 6

1.7 대상교량의 일반현황 ····· 7

1.8 시설물 관련도면 ····· 9

제2장 시설물의 상태평가 ····· 12

2.1 일반사항 및 상태평가 기준 ····· 13

2.2 외관조사 ····· 14

2.3 내구성 조사 ····· 37

2.4 상태평가 결과종합 ····· 45

제3장 보수·보강 및 유지관리방안 ····· 46

3.1 개 요 ····· 47

3.2 보수·보강 및 개략공사비 ····· 47

3.3 손상에 따른 보수·보강 공법 ····· 54

3.4 보수공법 비교안 ····· 61

3.5 유지관리방안 ····· 66

제4장 종합결론 ····· 68

4.1 상태평가 결과 ····· 69

4.2 정밀안전진단 및 사용제한 필요성 ····· 73

4.3 보수·보강 개략공사비 ····· 73

4.4 종합결론 ····· 77

부 록

1. 외관조사망도 및 손상현황표
2. 콘크리트 비파괴 DATA
3. 콘크리트 탄산화 DATA
4. 자문의견 조치결과

표 목 차

【표 1.2.1】 과업 세부 내용 ····· 4
【표 1.4.1】 콘크리트 비파괴시험 및 외관조사 장비목록 ····· 6
【표 1.6.1】 참여기술자 분야별 업무수행 내용 ····· 6
【표 1.7.1】 교량 일반사항 ····· 7
【표 1.7.2】 보수·보강 이력사항 ····· 8
【표 2.1.1】 상태평가등급 기준 ····· 13
【표 2.2.1】 외관조사 세부수행 내용 ····· 14
【표 2.2.2】 교면포장부 외관조사 현황 ····· 16
【표 2.2.3】 교면포장부 외관조사 결과 ····· 17
【표 2.2.4】 난간, 연석, 중앙분리대 외관조사 현황 ····· 18
【표 2.2.5】 난간, 연석, 중앙분리대 외관조사 결과 ····· 19
【표 2.2.6】 배수시설 외관조사 현황 ····· 20
【표 2.2.7】 배수시설 외관조사 결과 ····· 20
【표 2.2.8】 신축이음 외관조사 현황 ····· 21
【표 2.2.9】 신축이음 외관조사 결과 ····· 22
【표 2.2.10】 바닥판 하면 외관조사 현황 ····· 23
【표 2.2.11】 바닥판 하면 외관조사 결과 ····· 23
【표 2.2.12】 PSC Beam 주형 외관조사 현황 ····· 25
【표 2.2.13】 PSC Beam 주형 외관조사 결과 ····· 26
【표 2.2.14】 교량받침 외관조사 현황 ····· 28
【표 2.2.15】 교량받침 외관조사 결과 ····· 28
【표 2.2.16】 교대, 교각 외관조사 현황 ····· 29
【표 2.2.17】 교대, 교각 외관조사 결과 ····· 30
【표 2.2.18】 기타시설물(부착 시설물 등) ····· 31
【표 2.2.19】 외관조사에 의한 상태평가 결과 ····· 34
【표 2.3.1】 비파괴시험 세부수행 내용 ····· 37
【표 2.3.2】 비파괴 시험항목 및 시험위치 ····· 38

【표 2.3.3】 콘크리트 비파괴 강도 측정결과표 ····· 42
【표 2.3.4】탄산화 깊이 측정결과 ····· 44
【표 2.3.5】내구성조사에 의한 상태평가 결과 ····· 44
【표 2.4.1】외관조사 및 내구성 평가결과에 의한 상태평가 결과표 ····· 45
【표 3.2.1】부재별 보수·보강 방안 ····· 47
【표 3.2.2】보수·보강 개략공사비(부분적 보수, 보강공사 시) ····· 51
【표 3.2.3】보수·보강 개략공사비(상판 철거 후 확장공사 시) ····· 53
【표 3.5.1】유지관리 점검항목 ····· 67

그림목차

【그림 1.3.1】 정밀점검 과업수행 흐름도 ····· 5
【그림 1.8.1】 안양교 평면도 ····· 9
【그림 1.8.2】 안양교 종단면도 ····· 10
【그림 1.8.3】 안양교 횡단면도 ····· 11
【그림 2.2.1】 외관조사 범례 ····· 15
【그림 3.3.1】 표면처리공법 ····· 54
【그림 3.3.2】 수지 주입 공법 ····· 55
【그림 3.3.3】 충진공법 ····· 55
【그림 3.3.4】 누수 및 백화부위 보수공법 ····· 60

제1장 서 언

1.1 과업의 목적

1.2 과업의 범위 및 내용

1.3 과업수행 흐름도

1.4 과업수행 투입장비

1.5 과업수행 일정

1.6 과업 참여기술자 분야별 업무수행 내용

1.7 대상교량의 일반현황

1.8 시설물 관련도면

제1장 서 언

1.1 과업의 목적

본 용역은 「시설물의 안전관리에 관한 특별법」규정에 따른 정밀점검 용역으로서 강서도로교통사업소에서 유지관리하고 있는 2종 시설물인 안양교에 대해 시설물의 손상과, 물리적, 화학적, 기능적 구조적 결함을 정밀조사 및 측정 평가하여 시설물의 구조적 안전성 및 결함원인을 진단하고, 그에 대한 신속하고 적정한 조치 방안(보수·보강 대상 범위 및 방법 등)을 제시함으로써 재해 및 재난을 사전 예방하고 시설물의 효용증진과 공공의 안전을 확보 하는데 그 목적이 있다.

1.2 과업의 범위 및 내용

1.2.1 과업의 개요

가. 용역명 : 안양교외 4개소 정밀점검 용역(안양교)

나. 용역기간 : 2010. 3. 29 ~ 2010. 7. 23

다. 용역 수행사 : (주)엠디비산업

1.2.2 과업의 범위

가. 현황조사 및 조사자료 분석

나. 외관조사(변형, 균열, 구조적 결함 등) 및 비파괴 현장시험

다. 시설물의 상태평가

라. 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부판단

마. 주요한 결함의 발생원인 분석 및 대책방안 제시

바. 시설물의 보수·보강 대상 및 공법 제시

사. 시설물의 기능유지를 위한 유지관리방안 제시

아. 종합평가 및 보고서 작성

1.2.3 과업의 내용

가. 현황조사 및 조사자료 분석

대상시설물의 상태를 파악하기 위하여 구조도면, 보수이력카드 등의 기초자료를 입수·검토하고 관련자료가 미흡한 교량은 현장답사를 통하여 교량의 특성 등을 면밀히 분석하였다.

나. 외관조사

1) 시설물의 현황조사 및 이력조사
2) 노면 및 배수시설의 상태조사
3) 난간 및 연석부 상태조사
4) 신축이음(본체, 후타재) 및 교량받침의 상태 및 기능조사
5) 콘크리트 구조물의 균열, 콘크리트탈락, 박리, 철근부식 등의 조사
6) 콘크리트 구조물의 표면열화 등 조사
7) 교대 및 교각 기초(세굴) 조사

다. 비파괴시험

1) 콘크리트 강도 측정(반발경도법, 초음파법)
2) 콘크리트 탄산화 시험(페놀프탈레인 용액)

라. 시설물의 상태(안전성)평가

1) 외관조사 결과를 각 평가기준과 비교하여 A, B, C, D, E의 5단계로 상태등급 표시
2) 손상상태 평가는 손상부위별로 작성하고, 전체부재의 조사 결과를 분석하여 교량별로 종합평가 실시 후 정밀안전진단 여부를 판단하고 손상부위에 대한 외관조사망도 작성

마. 보수·보강공법의 제시 및 개략공사비 산출

1) 손상상태 평가 결과에 따라 보수·보강을 요하는 C, D, E 등급에 해당하는 사항은 부재별, 경간별 총괄표 작성 및 개략공사비 산정
2) 시설물의 상태평가 결과에 따라 보수대상 및 보수우선 순위 등 보수범위를 결정

바. 유지관리 방안의 제안

시설물의 기능유지 및 교량 특성에 맞는 중점 유지관리 항목 및 향후 효율적인 유지관리 방안 제시

사. 종합평가 및 보고서 작성

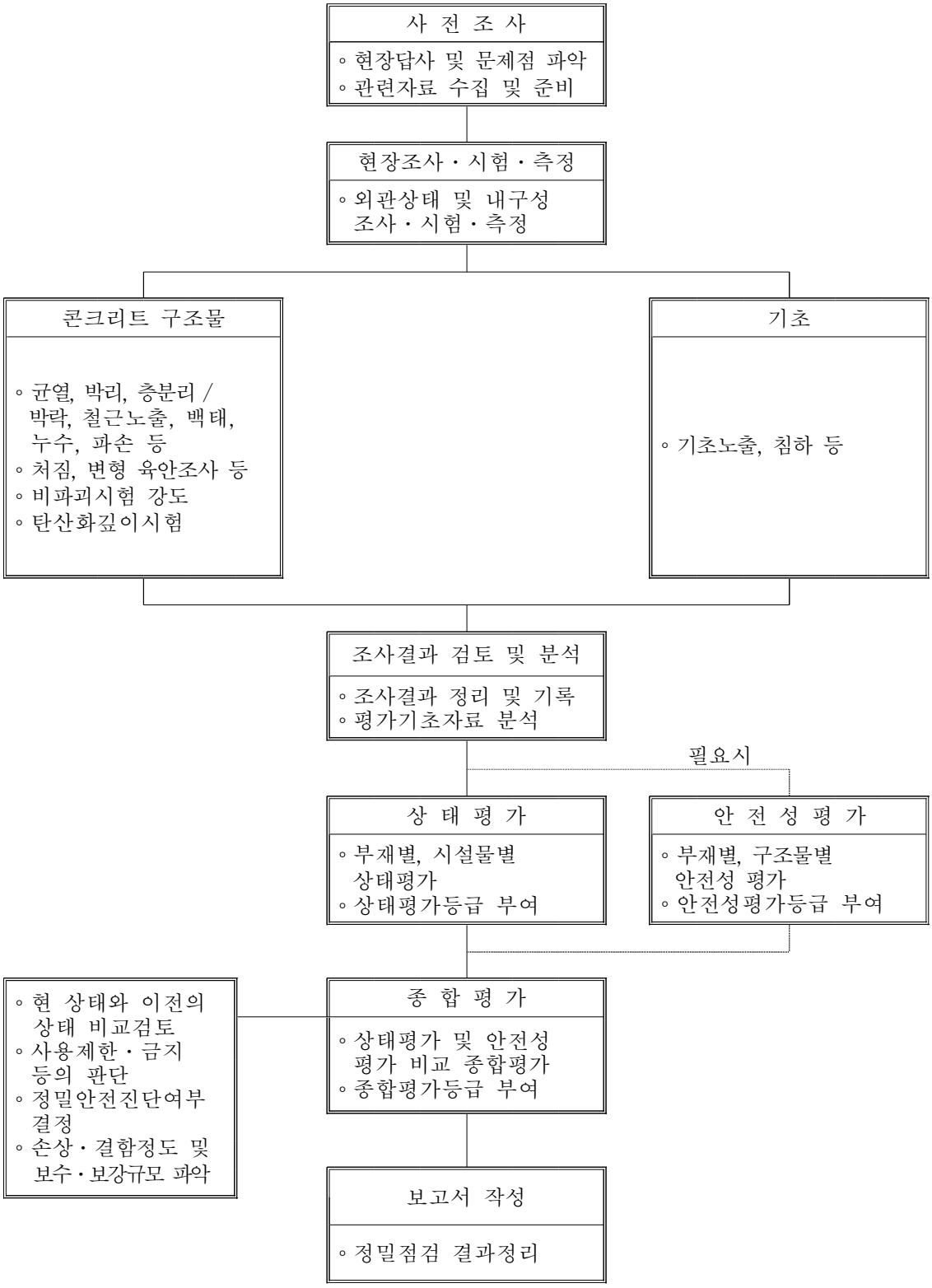
【표 1.2.1】 과업 세부 내용

과업의 범위	과업 세부 내용
현황조사, 점검・진단 자료수집 분석 및 평가	▣ 본 과업을 위해 관련자료(안전점검 자료, 보수.보강 이력사항, 기타 정밀점검에 필요한 설계도서, 시방서 등)를 검토하여 외관조사, 내구성검사를 위한 사전조사를 수행하였으며, 시설물의 제원조사를 위해 교대, 교각, 바닥판, 교량받침, 신축이음장치 등 시설물 전 구간을 조사하여 설계도서와 비교・검토하였다.
시설물의 외관조사 / 내구성시험	▣ 시설물의 전반적인 외관상태에 대한 면밀한 현장조사 ① 균열조사 ② 박리, 탈락조사 ③ 철근노출조사 ④ 노면상태조사 ⑤ 부대시설조사 ⑥ 육안변형조사 ⑦ 받침부 상태조사 ▣ 보수・보강부위에 대한 정밀한 외관상태 조사 ▣ 시설물 부위별 손상상태에 대한 상세 외관조사망도 작성 ▣ 콘크리트 내구성시험 ① 강도 측정 (반발경도법, 초음파법) ② 탄산화시험
시설물의 상태(안전성)평가	▣ 외관조사에 의한 결과를 각 손상별로 평가 기준과 비교하여 a, b, c, d, e의 5단계로 상태등급을 표시 ▣ 결함의 범위 및 정도에 따라 점검 구간을 대상으로 종합적으로 판단하여 A, B, C, D, E의 5단계로 상태등급을 표시
시설물의 보수・보강공법 제시	▣ 손상 및 결함이 있는 부재에 대하여 적용할 보수・보강 공법 결정 및 보수시기 등 보완대책수립 ▣ 시설물의 상태평가 결과에 따라 보수대상 및 시기, 보수우선순위 등 보수범위를 결정
유지관리방안 제시	▣ 시설물의 기능을 유지할 수 있도록 교량 특성에 맞는 중점 유지관리 항목 및 향후 효율적인 유지관리 방안 제시
종합보고서 작성	▣ 상기 사항들을 토대로 종합보고서 작성

1.3 과업수행 흐름도

대상 시설물의 정밀점검을 위한 과업수행 흐름은 다음【그림 1.3.1】과 같다.

【그림 1.3.1】정밀점검 과업수행 흐름도



1.4 과업수행 투입장비

본 과업 수행을 위하여 투입된 장비는 다음【표 1.4.1】와 같다.

【표 1.4.1】 콘크리트 비파괴시험 및 외관조사 장비목록

구 분	기 기 명	제 조 국	비 고(규격)
반발경도 측정	Schmidt Hammer	스위스	NR Type, 자동기록식
초음파 시험	Pulse Velocity Tester	한 국	TR-300
탄산화 시험	콘크리트 코아드릴(Φ22), 페놀프탈레인 용액	한 국	
균열폭 조사	Crack Meter	한 국	
사진 촬영	휴대용 디지털 카메라	한 국	Zoom형
기 타	사다리, 후레쉬. 줄자, 점검망치		

1.5 과업 수행일정

과업수행기간 : 2010년 3월 29일 ~ 2010년 7월 23일

1.6 과업 참여기술자 분야별 업무수행 내용

본 정밀점검 용역을 위해 과업에 투입된 각 참여기술자의 분야별 업무수행 내용은 다음【표 1.6.1】과 같다.

【표 1.6.1】 참여기술자 분야별 업무수행 내용

구 분	자 격 사 항	성 명	세부수행내용	비 고
과업책임 기술자	고급기술자	이 종 승	업무총괄 현장조사 및 자료분석	
분야별 참여기술자	중급기술자	최 권 회	보수·보강 및 유지관리방안 검토	
	중급기술자	이 범 석	현장조사 및 비파괴 시험	
	중급기술자	진 정 석	현장조사 및 비파괴 시험	
	초급기술자	김 천 명	현장조사 및 보고서 작성	

1.7 대상교량의 일반현황

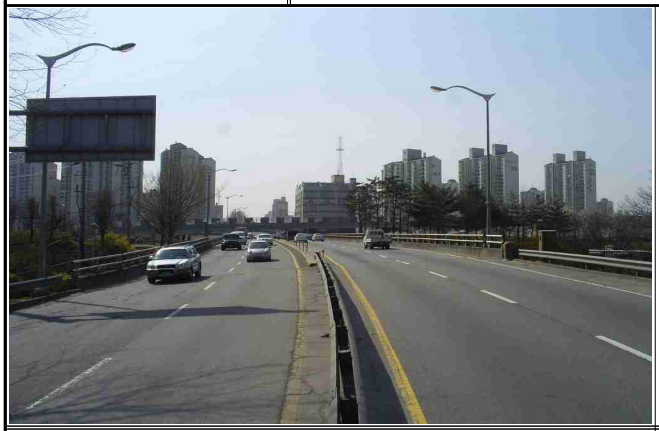
1.7.1 개요

안양교는 1977년 준공된 서울시 구로구 구로동과 광명시 철산동을 연결하는 상·하행 총 11경간의 PSC Beam형식의 교량으로서 하부구조는 벽식 교대 2기, T형 교각 10기로 시공되어진 상태이다.

1.7.2 교량 일반사항

【표 1.7.1】 교량 일반사항

구 분		내 용	구 분		내 용
시설물명		안양교	시설물번호		-
준공년도		1977년	관리번호		-
위 치		서울시 구로구 구로동 ~ 광명시 철산동 산 1번지			
설계하중		DB-18	노선명(이정)		남부순환로
제원	연장	L = 265.7m			
	폭	B = 22.5m			
구조형식	상부	PSC BEAM	기초형식	교대	파일기초
	하부	교대 : 벽식 교각 : T형		교각	파일기초
교량받침		탄성고무받침	신축이음		강 Finger Joint
교차시설물 (도로, 철도, 하천)		도로, 하천	통과 높이		A1측 4.2m A2측 4.3m
기 타		※난간형식 : 알루미늄 ※평면형상 : 사각이 있는 직선교 ※설계도서 : 준공도면 유			



상부 전경

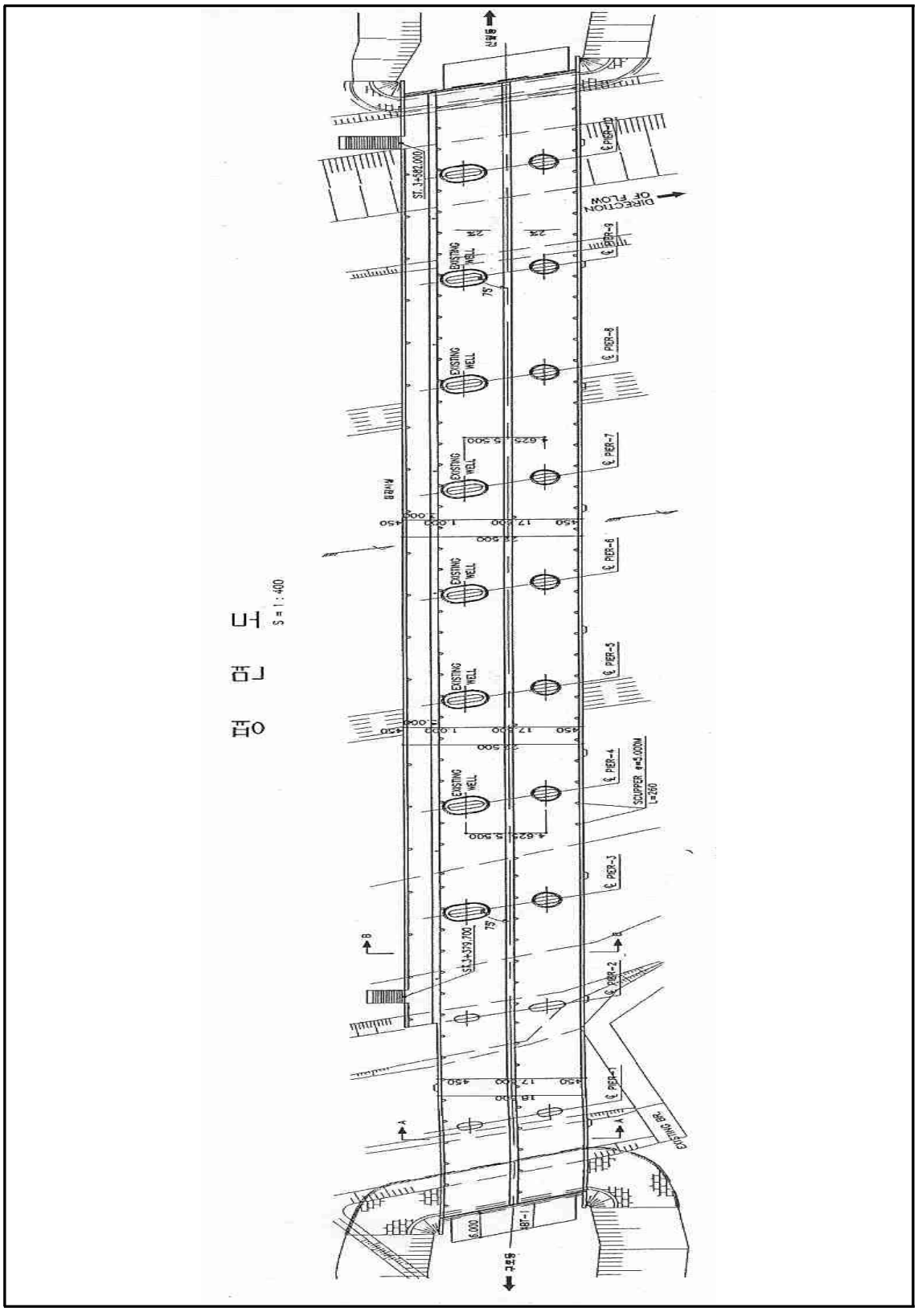
측면 전경

1.7.3 보수·보강 이력사항

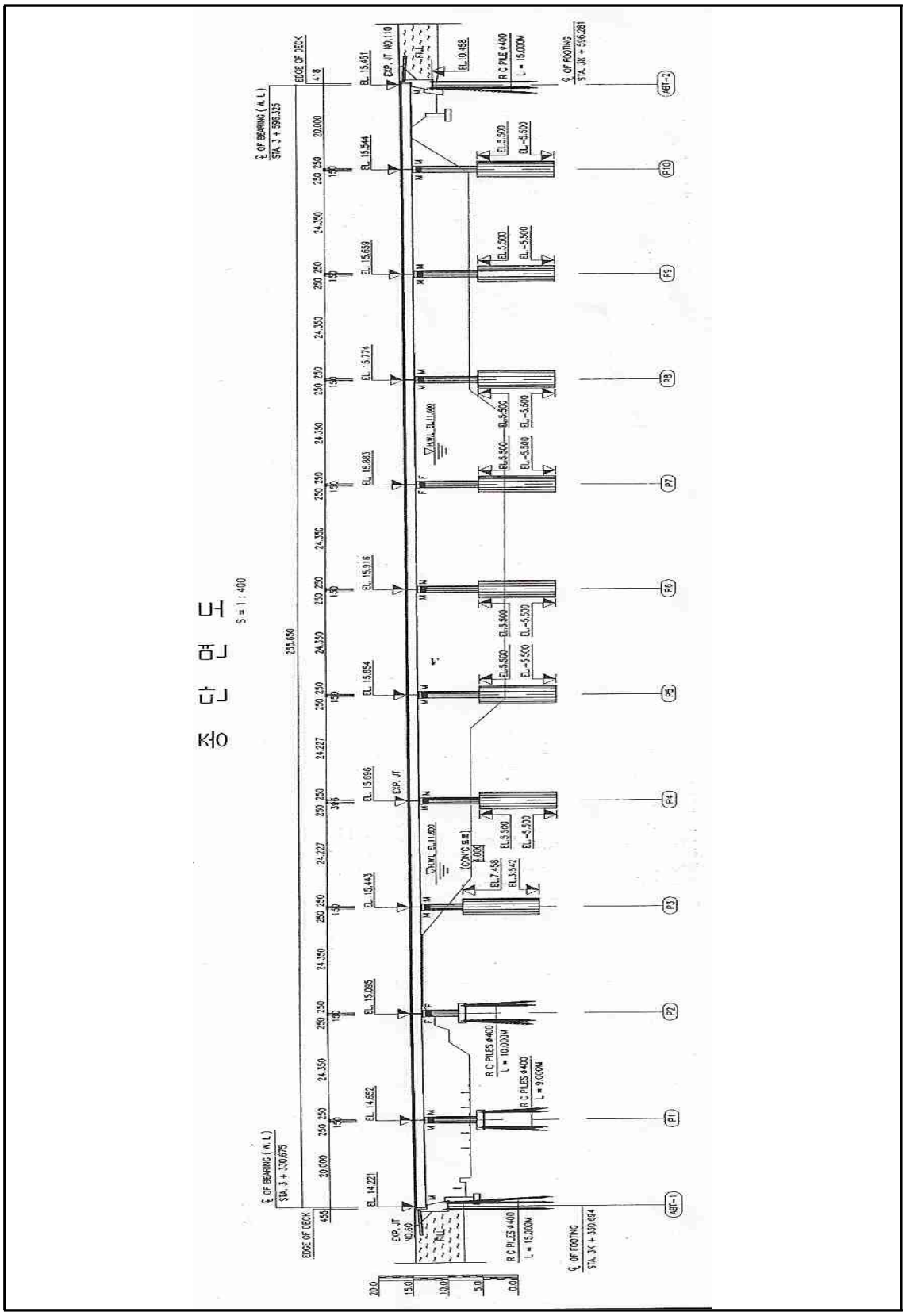
【표 1.7.2】 보수·보강 이력사항

번호	기 간	보수·보강내용	공사금액 (천원)	시 공 자	비 고
1	1998. 12. 23 ~ 1999. 12. 09	▶ 주형보수 : 5본 ▶ 신축이음장치 교체 : 23.8 m ▶ 방호책 재 설치 : 200 m ▶ 난간 교체 : 200 m ▶ 상판보수 : 54.5 m	-	성석건설	
2	1999. 11. 29 ~ 1999. 12. 27	▶ 신축이음장치 보수 : 43.4 m ▶ 차도용 난간 보수 : 310 m ▶ 아스팔트 보수 : 196.61 m ▶ 점검통로 설치 : 272 m ▶ 사다리 설치 : 5개소	-	성석건설	
3	2000. 07. 18 ~ 2000. 10. 24	▶ 콘크리트 균열보수 : 10 m ▶ 철판부착 보강 : 3.0 m^2 ▶ 상판 보수 ▶ 콘크리트 면 보수 : 1.0 m^2	-	한국쇼본드건설(주)	
4	2001. 10. 11 ~ 2001. 12. 09	▶ 거더 중성화방지 보수	-	WH건설(주)	
5	2002. 04. 01 ~ 2002. 12. 27	▶A1~P1(S1) G3, G4 주형 보강	-	오성공영(주)	재 손상
6	2005. 02	▶ 교대/교각 균열보수 : 16.0 m ▶ 자전거도로 상부 배수홈통보수	-	-	

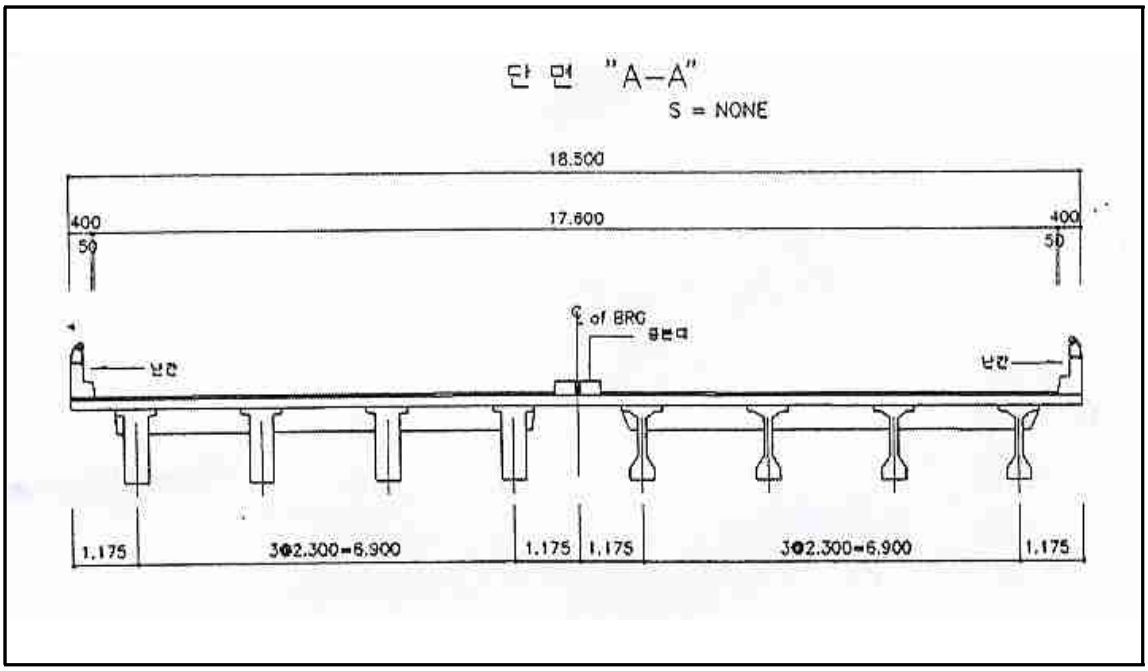
1.8 시설물 관련도면

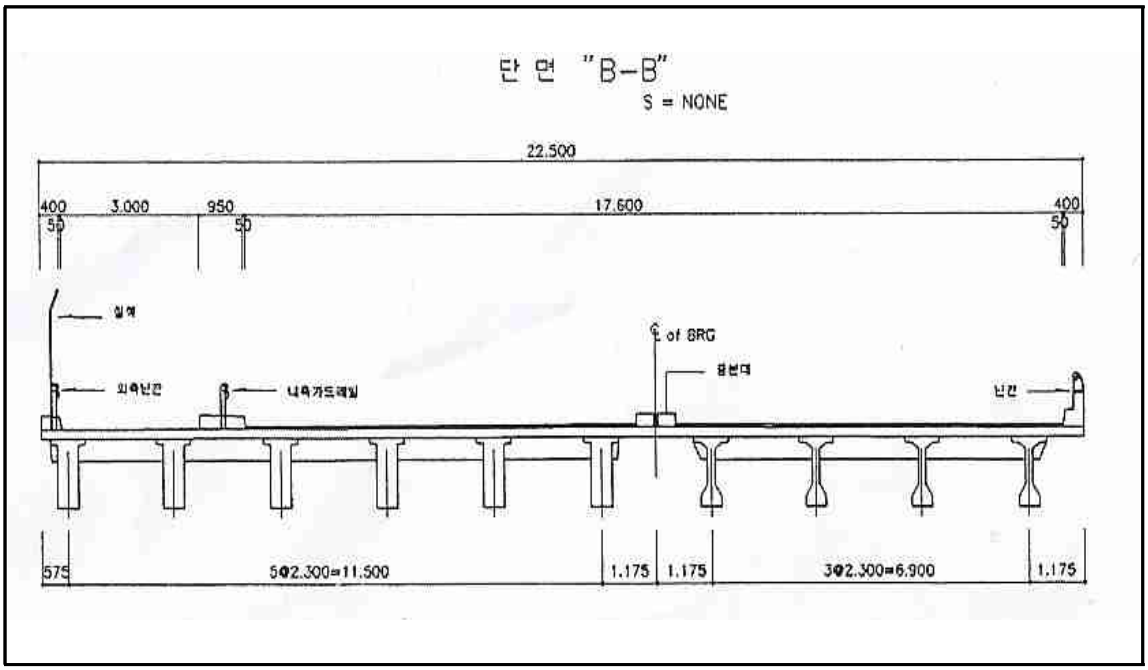


【그림 1.8.1】 안양교 평면도



【그림 1.8.2】 안양교 종단면도





【그림 1.8.3】 안양교 횡단면도

제2장 시설물의 상태평가

2.1 일반사항 및 상태평가 기준

2.2 외관조사

2.3 내구성조사

2.4 상태평가 결과종합

제2장 시설물의 상태평가

2.1 일반사항 및 상태평가 기준

2.1.1 일반사항

상태평가란 시설물의 외관을 조사하여 결함의 정도를 포함한 시설물에 대한 상태를 평가하는 행위로서 정확한 상태평가를 하기 위해서는 평가부위의 노후화 및 파손의 정도뿐만 아니라 그 발생원인과 평가부위 주위의 전반적인 상태를 고려하여 시설물 전체에 미치는 영향을 평가하여야 한다. 외관조사 상태에 대한 판정기준은 국토해양부 및 한국시설안전기술공단에서 제시한 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2009. 03.)서에 준하여 적용하였으며, 시설물의 육안조사에 의한 외관상태 항목과 함께 내구성요소인 탄산화 및 염화물 항목도 상태평가기준의 요소로 포함되어 있다.

2.1.2 상태평가등급 기준

【표 2.1.1】 상태평가등급 기준

상태평가등급	상태 및 안전성	비고
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태	
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태	
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태	
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태	
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태	

2.2 외관조사

2.2.1 개요

외관조사는 시설물의 상태평가를 위하여 손상, 결함부에 대해 육안조사에 의한 외관상태를 평가하는 행위로서 부재별로 점검하여 평가기준에 의해 각각의 상태등급을 판정한다.

2.2.2 외관조사 기간

본 안양교의 외관조사기간은 총 6일로 세부일정은 5월 17일～5월 22일에 걸쳐 수행되었으며, 세부수행내용은 다음 【표 2.2.1】과 같다.

【표 2.2.1】 외관조사 세부수행 내용

일 정	조 사 구 간	조 사 방 법
5. 17～ 5. 18	교면포장, 난간, 연석, 배수구, 신축이음, 외관조사	육안조사 (고소작업차, 사다리, 점검통로 이용)
5. 19～ 5. 22	Psc Beam주형, 바닥판 하면, 교대, 교각, 교량받침 외관조사	육안조사 (고소작업차, 사다리, 점검통로 이용)

2.2.3 외관조사 수행자 ☞ (주)엠디비산업

1) 상부구조 ⇒ 이종승, 진정석, 최권회 [총3인 투입]
2) 하부구조 ⇒ 이종승, 이범석, 진정석, 김천명 [총4인 투입]

2.2.4 조사방법

1) 상부구조(교면포장, 난간 및 연석, 배수구)와 하부구조(Psc Beam주형, 바닥판 하면, 교대, 교각, 기타 시설물)로 각각 나누어 조사를 실시함.
2) 점검자는 사전에 주요점검부위 및 접근방법, 외관조사망도 등을 충분히 숙지한 후 현장에서 점검이 가능하도록 교육을 실시함.
3) 직접 근접이 어려운 콘크리트 주형, 바닥판 하면, 교량받침, 교대 및 교각 상부는 고소작업차 및 사다리, 점검통로를 이용하여 모든 부재에 접근이 가능하도록 하였으며, 특히 주부재인 슬래브 하면, 교대, 교각의 균열 및 단면파손, 누수 발생여부

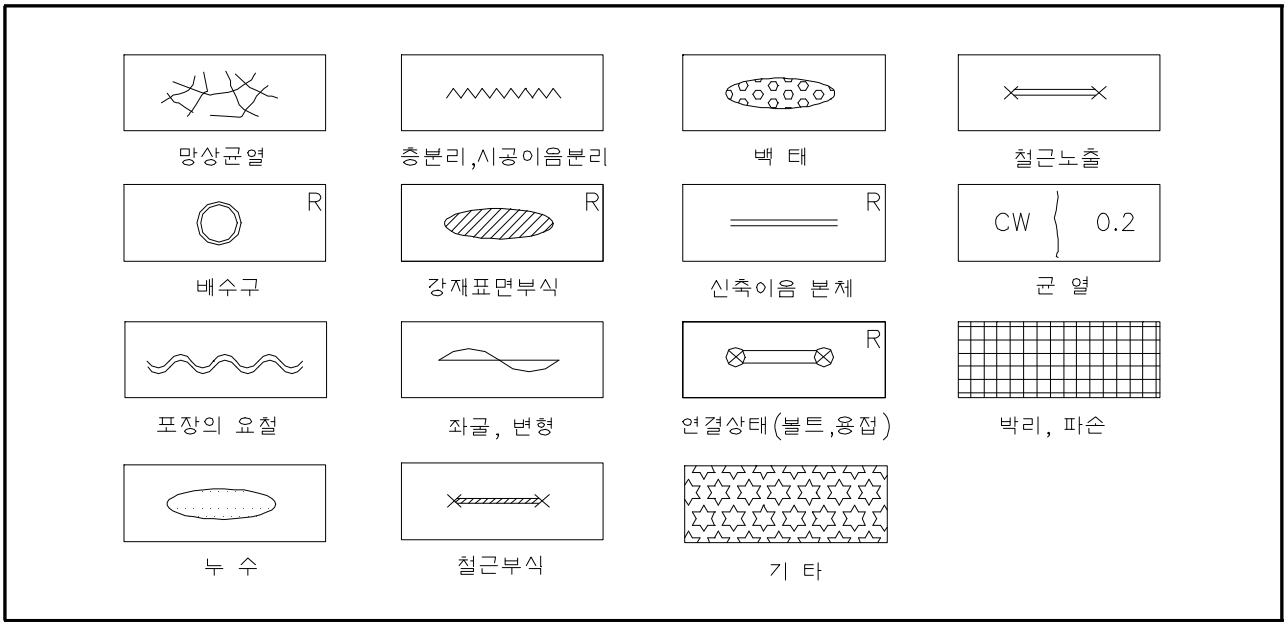
에 주안점을 두고 조사를 실시함.

4) 점검대상 부위는 육안관찰을 기본으로 하여 필요한 경우 망원경, 균열자, 균열경, 줄자, 점검망치 등을 이용하였고 디지털 카메라를 이용하여 손상발생부를 근접 촬영함.

5) 외관조사 결과에 따른 교량의 상태평가는 “교량 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2009. 03, 국토해양부, 시설안전관리공단)에 준하여 실시함.

2.2.5 외관조사 결과의 표기

현장조사시 나타난 손상, 결함부에 대한 외관조사망도 작성시 다음 【그림 2.2.1】의 범례를 기준으로 작성하였다.



【그림 2.2.1】 외관조사 범례

2.2.6 부재별 외관조사 결과

가. 교면포장부

1) 교면포장은 아스팔트 포장(T=50cm)형식으로서 왕복 4차선으로 시공되어졌으며 시,종점측 접속 포장부를 포함하여 교면포장부에 균열, 망상균열, 파손 및 함몰, 요철, 소성변형 등의 손상이 발생된 상태로서 통행차량의 주행성 및 교량시설물의 건전성 확보를 위하여 보수가 요구됨.

2) 교면 방수상태는 외관상으로 파악하기는 어려우나 바닥판 하면에 단면보수부위를 포함하여 누수, 백태 등의 손상이 발생되어 콘크리트 표면을 열화시키고 있으며, 특히 보도부측 연석 이음부 틈새를 통해 누수가 발생되어 거더 외측부에 누수, 백태 등 손상발생이 상대적으로 심한 상태로서 대상교량은 공용기간 경과에 따른 노후화 및 반복된 윤하중 작용 등으로 교면방수층이 파손되었을 것으로 판단되므로 교량의 장기적인 건전성 확보차원에서 교면방수를 포함한 재 포장이 고려되어져야 할 것으로 판단됨.

3) 이전(2007년) 정밀안전진단 결과와 비교·검토 : 이전 정밀안전진단 결과 균열, 망상균열, 요철, 보수불량 등이 국부적으로 발생된 상태로서 보수는 미 시행된 상태이며, 이전 점검 시행 후 공용년수 증가로 인해 균열, 망상균열 등 손상발생 범위가 증가된 상태로서 보수조치가 요구됨.

【표 2.2.2】 교면포장부 외관조사 현황

<table>
<tr><th colspan="2">위 치</th><th>손상 및 결함내용</th></tr>
<tr><td colspan="2">▶ 교면포장</td><td>· 포장부 균열, 망상균열, 패임, 함몰, 파손, 요철, 소성변형 등</td></tr>
<tr><td>관련
사진</td><td>- 교면포장부 망상균열
- 교면포장부
보수부 함몰</td><td colspan="2"> </td></tr>
<tr><td>원인</td><td colspan="2">▶ 교면 포장부의 균열, 망상균열, 패임, 함몰, 파손 등의 손상은 공용년수 증가에 따른 반복적인 윤하중 작용 및 온도변화차에 따른 건조수축 등이 원인으로 판단된다.</td></tr>
<tr><td>대책</td><td colspan="2">▶ 교면포장부 균열손상부는 실링보수, 망상균열, 패임, 함몰, 파손, 보수불량 등의 손상부는 절삭 후 오버레이 공법, 요철 및 소성변형 등은 지속관찰이 요구됨.
▶ 바닥판 하면에 누수, 백태 등의 손상이 다수 발생됨을 감안할 때 교면방수층이 파손되었을 것으로 판단되므로 교량 시설물의 장기적인 건전성 확보를 위해서는 교면방수를 포함한 재 포장이 고려되어져야 할 것으로 판단됨.</td></tr>
</table>

【표 2.2.3】 교면포장부 외관조사 결과

구 분		손상원인	손상범위	비 고
교면포장	포장부 균열	• 온도변화차	• S1 : 3개소, L=5.5m • S2 : 1개소, L=1.0m • S3 : 3개소, L=5.0m • S4 : 14개소, L=16.2m • S7 : 5개소, L=5.0m • S8 : 4개소, L=2.2m • S9 : 2개소, L=1.7m • S10 : 3개소, L=3.6m	
	포장부 망상균열	• 빈번한 중차량 통행	• S2 : 1개소, A=0.25㎡ • S5 : 2개소, A=38.25㎡ • S6 : 1개소, A=22.5㎡ • S7 : 1개소, A=9.0㎡ • S10 : 1개소, A=0.3㎡ • S11 : 2개소, A=7.5㎡	
	포장부 함몰, 파손	• 빈번한 중차량 통행	• S1 : 2개소, A=3.7㎡ • S3 : 2개소, A=3.0㎡ • S4 : 1개소, A=1.0㎡ • S5 : 2개소, A=4.15㎡ • S6 : 2개소, A=16.0㎡ • S8 : 1개소, A=15.0㎡ • S9 : 1개소, A=0.04㎡ • S11 : 3개소, A=26.0㎡	
	포장부 요철, 소성변형	• 빈번한 중차량 통행	• S1 : 1개소, A=10.0㎡ • S2 : 1개소, A=2.0㎡ • S3 : 3개소, A=2.86㎡ • S4 : 2개소, A=6.0㎡ • S6 : 1개소, A=1.0㎡ • S7 : 1개소, A=3.0㎡	
	포장부 아스콘 마모	• 빈번한 중차량 통행	• S9 : 1개소, A=0.3㎡	
	포장부 보수불량	• 시공불량	• S3 : 1개소, A=0.72㎡ • S5 : 1개소, A=0.8㎡	
	포장부 노후화, 바닥판 하면 누수,백태 다수 발생	• 공용년수 증가에 따른 반복적 윤하중	• S1~S11 : A=3,657㎡	

나. 난간, 연석, 중앙분리대

1) 교량 좌, 우측에 설치되어진 알루미늄 난간(설치높이 및 설치등급 설계기준 확보됨) 및 보도부측에 설치되어진 가드레일은 변형이나 파손 등의 손상없이 전반적으로 양호한 상태임.

2) 교량 좌, 우측 및 보차도 경계부에 설치되어진 콘크리트 연석은 건조수축에 의한 폭 0.2~0.3mm의 균열, 피복두께 부족 및 공용 중 외적충격 등으로 인한 철근노출 및 콘크리트 들뜸, 파손 등이 국부적으로 발생된 상태로서 교량시설물의 건전성 확보를 위하여 보수가 요구됨.

3) 교량 중앙부에 설치되어진 콘크리트 중앙분리대는 공용기간 경과에 따른 노후화 및 우수노출 등으로 인해 도장부 표면이 박리 및 열화된 상태로서 교량시설물의 사용성 확보차원에서 표면처리공법에 의한 보수조치가 요구됨.

4) 이전(2007년) 정밀안전진단 결과와 비교·검토 : 이전 정밀안전진단시 강재난간은 양호한 상태였으며, 콘크리트 연석은 열화된 상태로 조사되었으며, 중앙분리대 표면열화 및 도장박리는 이전 점검 시행 후 공용기간 중 더욱 진전된 상태로서 교량시설물의 사용성 및 콘크리트의 내구성 확보를 위하여 표면처리보수가 요구됨.

【표 2.2.4】 난간, 연석, 중앙분리대 외관조사 현황

<table>
<tr><th colspan="2">위 치</th><th>손상 및 결함내용</th></tr>
<tr><td colspan="2">▶ 난간
▶ 연석
▶ 중앙분리대</td><td>· 상태양호
· 균열(폭 0.2~0.3mm),철근노출, 콘크리트 탈락 및 들뜸.
· 표면도장부 박리, 들뜸</td></tr>
<tr><td>관련
사진</td><td>- 연석부 철근노출
- 중앙분리대
도장부 박리, 들뜸</td><td> </td></tr>
<tr><td>원인</td><td colspan="2">▶ 콘크리트 연석의 균열은 온도변화차에 따른 건조수축이 원인으로 판단되며, 연석부 철근노출, 콘크리트 탈락 및 들뜸 등의 손상은 피복두께 부족 및 공용 중 외적 충격영향이 원인으로 판단됨.
▶ 중앙분리대의 도장박리 및 들뜸 손상은 공용기간 경과에 따른 노후화 및 우수노출 등이 원인으로 판단됨.</td></tr>
<tr><td>대책</td><td colspan="2">▶ 콘크리트 연석의 균열은 손상정도가 경미하므로 지속관찰이 요구되며, 철근노출 및 콘크리트 탈락, 들뜸 손상부는 단면복구공법에 의한 보수가 요구됨.
▶ 중앙분리대의 표면 도장박리 및 들뜸 손상은 사용성 확보를 위하여 표면처리 보수가 요구됨.</td></tr>
</table>

【표 2.2.5】 난간, 연석, 중앙분리대 외관조사 결과

구 분		손상원인	손상범위	비 고
난간, 연석, 중앙분리대	연석부 균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• S1 : 5개소, L=4.7m • S2 : 2개소, L=2.0m • S4 : 3개소, L=2.3m • S5 : 6개소, L=3.6m • S6 : 5개소, L=4.3m • S7 : 6개소, L=4.2m • S8 : 6개소, L=9.6m • S9 : 9개소, L=5.0m • S10 : 8개소, L=5.3m • S11 : 2개소, L=1.5m	
	연석부 균열 (c/w:0.3mm이상)	• 건조수축	• S4 : 1개소, L=0.4m • S6 : 2개소, L=1.4m • S8 : 2개소, L=2.0m • S9 : 2개소, L=1.7m • S11 : 1개소, L=0.3m	
	철근노출 및 콘크리트 파손	• 공용 중 손상	• S2 : 10개소, A=0.2㎡ • S4 : 1개소, A=0.02㎡ • S5 : 2개소, A=0.05㎡ • S6 : 1개소, A=0.01㎡ • S8 : 1개소, A=0.01㎡ • S9 : 1개소, A=0.01㎡ • S10 : 1개소, A=0.04㎡ • S11 : 1개소, A=0.5㎡	
	콘크리트 파손 및 들뜸	• 공용 중 손상	• S2 : 3개소, A=0.08㎡ • S5 : 3개소, A=0.36㎡ • S6 : 1개소, A=0.42㎡ • S11 : 3개소, A=0.22㎡	
	연석부 골재분리	• 시공불량	• S3 : 1개소, A=33.6㎡ • S4 : 1개소, A=33.6㎡ • S5 : 1개소, A=33.6㎡ • S6 : 1개소, A=33.6㎡ • S7 : 1개소, A=33.6㎡ • S8 : 1개소, A=33.6㎡ • S10 : 1개소, A=33.6㎡ • S11 : 1개소, A=28.0㎡	
	중앙분리대 도장들뜸 및 탈락	• 공용 중 손상	• S4 : 1개소, A=31.2㎡ • S5 : 1개소, A=31.2㎡ • S6 : 1개소, A=31.2㎡ • S7 : 1개소, A=31.2㎡ • S8 : 1개소, A=31.2㎡ • S9 : 1개소, A=31.2㎡ • S10 : 1개소, A=31.2㎡ • S11 : 1개소, A=26.0㎡	

다. 배수시설

1) 배수시설에 대한 외관조사 결과 이전 점검 시행 후 배수관 교체 및 연장설치 등 부분적으로 보수가 기 시행된 상태로서 보수시행부는 양호한 상태였으나 보수 미 시행 부위에서 배수관 탈락 및 길이부족, 배수관 위치 부적절 및 부착상태 불량 등이 조사되어 추가적 보수조치가 필요하며, 교면측 배수구중 일부개소는 배수구 입구가 토사 등으로 막혀있어 주기적 청소가 요구됨.

2) 이전(2007년) 정밀안전진단 결과와 비교·검토 : 이전 정밀안전진단 결과 교면측 배수구 입구 막힘(8개소), 배수관 탈락, 길이부족, 부착상태 불량(102개소) 등이 발생된 상태였으며, 이

전 점검 시행 후 교량하부측에 보행로가 설치된 경간에 대해서는 배수관 교체 및 연장설치가 시행되어져 양호하였으나 보수 미 시행부위의 배수관 손상은 인접 거더 및 바닥판 하면의 열화손상을 초래하는 원인이 되므로 추가적 보수조치가 요구됨.

【표 2.2.6】 배수시설 외관조사 현황

위 치		손상 및 결함내용
▶ 배수시설		· 배수구 입구 막힘 , 배수관 탈락, 길이부족, 부착상태 불량
관련 사진	- 배수구 입구 막힘, - 배수관 미 연장	
원인	▶ 배수관 길이부족, 탈락, 부착상태 불량 등은 시공불량 및 공용 중 외적영향으로 발생된 손상이며, 배수구 입구 막힘은 공용 중 토사 등 이물질 유입이 원인으로서 우천시 교면상 체수 발생 등을 초래하는 원인이 되고 있슴.	
대책	▶ 배수구 입구 막힘 부위는 원활한 배수기능 확보를 위하여 주기적 청소가 필요하며, 배수관 탈락, 길이부족, 부착불량 등의 손상부위는 배수관 연장설치가 요구됨.	

【표 2.2.7】 배수시설 외관조사 결과

구 분		손상원인	손상범위	비 고
배수시설	배수구 막힘	• 공용 중 토사유입	• S2 : 3개소 • S4 : 1개소 • S5 : 6개소 • S6 : 2개소 • S7 : 3개소 • S8 : 2개소 • S9 : 3개소 • S10 : 2개소 • S11 : 1개소	
	배수관 탈락 및 길이부족	• 공용 중 손상 + 시공불량	• S1 : 6개소 • S2 : 8개소 • S3 : 1개소 • S4 : 2개소 • S5 : 3개소 • S6 : 2개소 • S7 : 7개소 • S8 : 2개소 • S9 : 4개소 • S10 : 2개소 • S11 : 8개소	
	배수관 부착불량 및 위치불량	• 시공불량	• S3 : 1개소 • S8 : 1개소	

라. 신축이음

1) 대상교량의 신축이음은 A1, P4, A2위치에 강 Finger Joint가 설치되어진 상태로서 외관조사 결과 A2측 신축이음은 본체 및 후타재가 파손되어 앵커철근이 노출되어진 상태로서 교체설치가 필요하며, A1측 신축이음은 일부위치에 단차가 발생된 상태로서 추가적 손상발생 여부에 대한 지속관찰이 요구됨.

2) 신축이음 전 개소는 공용년 수 증가에 따른 반복적인 윤하중 작용으로 본체 및 후타재 콘크리트에 노후화가 상당히 진행된 상태로서 교량시설물의 장기적인 건전성 확보를 위하여 순차적인 교체설치가 고려되어져야 할 것으로 판단됨.

3) 이전(2007년) 정밀안전진단 결과와 비교·검토 : 이전 정밀안전진단 결과 신축이음 본체 및 후타재 노후화, 단차, 후타재 콘크리트 파손 등이 발생된 상태였으며, 이전 점검 시행 후 본체 및 후타재 콘크리트에 파손발생 정도가 더욱 확대된 상태로서 순차적인 교체설치가 요구됨.

【표 2.2.8】 신축이음 외관조사 현황

<table>
<tr><th colspan="2">위 치</th><th>손상 및 결함내용</th></tr>
<tr><td colspan="2">▶ 신축이음 본체
▶ 신축이음 후타재</td><td>· 본체파손, 단차, 노후화 등
· 후타대 콘크리트 파손, 앵커철근 노출, 단차, 골재분리 등</td></tr>
<tr><td>관련
사진</td><td>- 신축이음 본체 및 후타재 파손, 단차
- 신축이음 및 후타재 노후화</td><td> </td></tr>
<tr><td>원인</td><td colspan="2">▶ 신축이음 본체 및 후타재 파손, 단차, 노후화 등은 공용년수 증가에 따른 반복적인 윤하중 작용이 원인으로 판단됨.</td></tr>
<tr><td>대책</td><td colspan="2">▶ 신축이음의 제 기능 확보 및 통행차량의 주행성 확보를 위하여 순차적인 교체설치가 요구됨.</td></tr>
</table>

【표 2.2.9】 신축이음 외관조사 결과

구 분		손상원인	손상범위	비 고
신축이음	신축이음 본체 및 후타재 파손, 단차 (앵커철근 노출)	• 공용 중 손상	• A2 : 1개소, L=6.9m	
	신축이음 본체 및 후타재 단차	• 공용 중 손상	• A1 : 2개소, L=11.0m	
	후타재 마모 및 골재노출	• 공용 중 손상	• A1 : 1개소, A=14.08㎡ • P4 : 1개소, A=13.6㎡	
	후타재파손	• 공용 중 손상	• A1 : 2개소, A=0.12㎡ • P4 : 3개소, A=0.28㎡ • A2 : 2개소, A=0.09㎡	
	연석부 신축이음 덮개 미설치	• 시공불량	• A1 : 2개소 • A2 : 2개소	
	유간부 토사퇴적	• 공용 중 손상	• P4 : 1개소, L=13.0m • A2 : 1개소, L=3.0m	

마. 바닥판 하면

1) 바닥판 하면은 공용기간 경과에 따른 노후화 및 상부 교면방수층 파손에 따른 누수 등의 요인으로 기 보수부위를 포함하여 균열, 망상균열, 누수, 백태, 표면열화 및 오염, 철근노출, 콘크리트 탈락 및 들뜸 등의 손상이 다수 발생된 상태로서 교량의 건전성이 상당히 저하된 상태로 판단됨.

2) 이전(2007년) 정밀안전진단 결과와 비교·검토 : 이전 정밀안전진단 결과 바닥판 하면은 내구성 및 내하성능이 상당히 저하된 상태였으며, 내하력 평가결과 또한 2등교 수준인 DB-18 범위로서 전면 철거 후 확장 재 시공이 제시된 상태였으며, 이전 점검 시행 후 누수, 백태, 망상균열, 콘크리트 탈락 및 들뜸 등 콘크리트의 내구성 저하에 직접적인 영향을 미치는 손상 들이 더욱 증가된 상태로서 부분적 보수시행 보다는 경제성 및 안전성을 고려한 장기적인 대책수립(이전 정밀안전진단 결과에서 제시된 철거 후 확장 재 시공 방안-대상 교량은 설계하중이 DB-18로서 현재의 1등교 수준인 DB-24이상을 확보할 수 있는 상판의 교체설치가 요구됨)이 요구됨.

【표 2.2.10】 바닥판 하면 외관조사 현황

위 치		손상 및 결함내용
▶ 바닥판 하면		· 균열, 망상균열, 누수, 백태, 표면열화, 오염, 철근노출, 콘크리트 탈락 및 들뜸 등
관련 사진	- 바닥판 하면 망상균열 - 바닥판 측면 균열부 백태	
원인	▶ 바닥판 하면의 균열, 망상균열, 누수, 백태, 표면열화, 오염, 콘크리트 탈락 및 들뜸 등의 손상은 오랜 공용기간 경과에 따른 노후화 및 교면방수층 파손에 따른 노면수 유입 등이 원인으로 판단됨.	
대책	▶ 바닥판 하면에 발생된 단면손상부는 부분적 보수시 추가적 손상발생이 예상되므로 이전 정밀안전진단에서 제시된 결과를 반영하여 상판 철거 후 상위등급(현 DB-18에서 DB-24 이상)의 교량으로 확장 재 시공하는 것이 장기적으로 사용성 및 안전성을 더욱 확보할 수 있는 방안으로 판단됨.	

【표 2.2.11】 바닥판 하면 외관조사 결과

구 분		손상원인	손상범위	비 고
바닥판 하면	균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• S3 : 2개소, L=2.1m • S4 : 6개소, L=8.4m	
	균열부백태 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• S6 : 1개소, L=0.8m • S7 : 2개소, L=1.6m • S8 : 1개소, L=0.8m • S9 : 1개소, L=0.8m	
	누수 및 백태	• 누수	• S1 : 6개소, A=16.1㎡ • S2 : 2개소, A=11.5㎡ • S4 : 1개소, A=0.8㎡ • S5 : 6개소, A=3.6㎡ • S6 : 1개소, A=0.3㎡ • S8 : 4개소, A=2.1㎡ • S9 : 1개소, A=0.36㎡ • S11 : 2개소, A=1.12㎡	
	망상균열 및 백태	• 건조수축 + 누수	• S1 : 3개소, A=72.6㎡ • S2 : 3개소, A=87.4㎡ • S3 : 3개소, A=21.6㎡ • S4 : 4개소, A=60.0㎡ • S5 : 10개소, A=28.65㎡ • S6 : 6개소, A=20.84㎡ • S7 : 3개소, A=14.0㎡ • S8 : 3개소, A=12.8㎡ • S9 : 4개소, A=14.0㎡ • S10 : 6개소, A=17.5㎡ • S11 : 1개소, A=2.1㎡	

【표 2.2.11】 바닥판 하면 외관조사 결과 - 계속

구 분		손상원인	손상범위	비 고
바닥판 하면	철근노출 및 콘크리트 파손, 들뜸	• 시공불량	• S1 : 3개소, A=0.18㎡ • S3 : 30개소, A=1.47㎡ • S5 : 5개소, A=0.17㎡ • S6 : 6개소, A=2.84㎡ • S7 : 4개소, A=0.44㎡ • S8 : 2개소, A=0.18㎡ • S9 : 17개소, A=0.49㎡ • S10 : 29개소, A=0.32㎡	
	콘크리트 파손 및 들뜸, 탈락	• 시공불량	• S3 : 1개소, A=0.08㎡ • S4 : 1개소, A=0.24㎡ • S6 : 2개소, A=0.73㎡ • S8 : 1개소, A=0.36㎡ • S9 : 1개소, A=0.09㎡ • S10 : 1개소, A=0.16㎡ • S11 : 2개소, A=0.28㎡	
	표면열화 및 오염	• 공용 중 손상	• S1 : 1개소, A=16.0㎡ • S5 : 1개소, A=0.18㎡ • S6 : 3개소, A=1.5㎡ • S7 : 5개소, A=1.68㎡ • S8 : 1개소, A=0.6㎡ • S9 : 2개소, A=30.8㎡ • S10 : 1개소, A=14.0㎡	
	재료분리	• 콘크리트 타설불량	• S3 : 3개소, A=0.7㎡ • S5 : 1개소, A=0.25㎡ • S8 : 1개소, A=0.25㎡	
	마감불량	• 시공불량	• S10 : 1개소, A=0.3㎡	
	종 죠인트부 각목 미 제거	• 시공불량	• S8 : 1개소, L=7.0m • S9 : 1개소, L=24.0m • S10 : 1개소, L=24.0m	
	바닥판 하면 내구성 및 내하성능 저하	• 공용기간 경과에 따른 노후화, 설계내하력 부족 (DB-18)	• S1~S11 : 전 경간	

바. PSC Beam 주형

1) 대상 교량의 상부구조는 PSC Beam,형식으로 시공되어진 상태로서 콘크리트 주형에 대한 외관조사 결과 균열, 균열부 백태, 철근노출, 콘크리트 탈락 및 들뜸, 강판보강부 부식, 강판보강부 탈락 및 콘크리트 파손 등의 손상이 다수 발생된 상태로서 교량의 내구성 및 내하성능이 상당히 저하된 상태로 판단됨.

2) 서부간선도로상에 위치한 S1경간의 외측거더(G3)는 이전 정밀안전진단시에도 차량충돌로 강판보강부위가 파손되어 보수가 기 시행되어진 상태였으나 금번 정밀점검 기간중에도 차량충돌로 파손이 발생된 상태로서 단면복구공법 및 강판접착에 보수조치가 요구됨.

3) 이전(2007년) 정밀안전진단 결과와 비교·검토 : 이전 정밀안전진단 결과 콘크리트 주형거더는 내구성 및 내하성능이 상당히 저하된 상태였으며, 내하력 평가결과 또한 2등교 수준인 DB-18범위로서 전면 철거 후 확장 재 시공이 제시된 상태였으며, 이전 점검 시행 후 누수, 백태, 철근노출, 콘크리트 탈락 및 들뜸, 지점부 강판보강부 부식 등 콘크리트의 내구성 저하에 직접적인 영향을 미치는 손상 들이 더욱 증가된 상태로서 부분적 보수시행 보다는 경제성 및 안전성을 고려한 장기적인 대책수립(이전 정밀안전진단 결과에서 제시된 철거 후 확장 재 시공 방안-대상 교량은 설계하중이 DB-18로서 현재의 1등교 수준인 DB-24이상을 확보할 수 있는 상판의 교체설치가 요구됨)이 요구됨.

【표 2.2.12】 PSC Beam 주형 외관조사 현황

<table>
<tr><th colspan="2">위 치</th><th>손상 및 결함내용</th></tr>
<tr><td colspan="2">▶ PSC Beam 주형</td><td>· 균열, 누수, 백태, 표면열화, 오염, 철근노출, 콘크리트 들뜸, 탈락 강판보강부 부식, 강판보강부 및 콘크리트 파손(쉬스관노출) 등</td></tr>
<tr><td>관련 사진</td><td>- 콘크리트 주형 접착강판 및 콘크리트 파손
- 콘크리트 주형 지점부 강판보강부 부식</td><td> </td></tr>
<tr><td>원인</td><td colspan="2">▶ PSC Beam 주형의 균열, 누수, 백태, 표면열화, 오염, 철근노출, 콘크리트 탈락 및 들뜸, 강판보강부 부식 등의 손상은 오랜 공용기간 경과에 따른 노후화 및 교면방수층 파손에 따른 노면수 유입 등이 원인으로 판단됨.
▶ S1경간 외측거더의 강판보강부 파손은 통행차량의 충돌이 원인임.</td></tr>
<tr><td>대책</td><td colspan="2">▶ PSC Beam 주형에 발생된 단면손상부는 부분적 보수시 추가적 손상발생이 예상되므로 이전 정밀안전진단에서 제시된 결과를 반영하여 상판 철거 후 상위등급(현 DB-18에서 DB-24이상)의 교량으로 확장 재 시공하는 것이 장기적으로 사용성 및 안전성을 더욱 확보할 수 있는 방안으로 판단됨.
▶ 서부간선도로상에 위치하여 통행차량의 충돌로 파손된 S1경간 외측거더는 단면복구후 강판접착에 의한 보수 및 교량 전방에 높이제한 틀 설치 등이 필요할 것을 판단됨.</td></tr>
</table>

【표 2.2.13】 PSC Beam 주형 외관조사 결과

구 분		손상원인	손상범위	비 고
PSC 주형	균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• S1 : 6개소, L=2.7m • S4 : 2개소, L=4.0m	
	망상균열	• 건조수축	• S1 : 2개소, A=2.84㎡	
	표면열화 및 박리	• 공용 중 손상	• S1 : 1개소, A=7.5㎡ • S2 : 1개소, A=12.0㎡ • S9 : 1개소, A=0.5㎡	
	누수 및 백태, 오염	• 누수	• S1 : 8개소, A=2.76㎡ • S2 : 5개소, A=15.67㎡ • S3 : 5개소, A=8.71㎡ • S4 : 26개소, A=38.59㎡ • S5 : 4개소, A=4.68㎡ • S6 : 10개소, A=6.65㎡ • S7 : 7개소, A=2.79㎡ • S8 : 6개소, A=1.57㎡ • S9 : 13개소, A=7.65㎡ • S10 : 14개소, A=9.46㎡ • S11 : 12개소, A=5.48㎡	
	강판보강부 및 콘크리트 파손, 쉬스관 노출	• 통행차량 충돌	• S1 : 1개소, A=1.05㎡	
	콘크리트 파손 및 들뜸, 탈락	• 시공불량	• S1 : 8개소, A=0.7㎡ • S2 : 4개소, A=0.84㎡ • S3 : 8개소, A=0.92㎡ • S4 : 2개소, A=0.14㎡ • S5 : 2개소, A=0.28㎡ • S6 : 5개소, A=0.11㎡ • S7 : 1개소, A=0.06㎡ • S9 : 1개소, A=0.1㎡ • S10 : 1개소, A=0.21㎡ • S11 : 5개소, A=1.36㎡	
	철근노출, 피복부족에 의한 철근 엿보임	• 시공불량	• S1 : 9개소, A=1.61㎡ • S2 : 1개소, A=0.02㎡ • S3 : 1개소, A=0.12㎡ • S4 : 39개소, A=135.88㎡ • S5 : 15개소, A=97.75㎡ • S6 : 6개소, A=64.8㎡ • S7 : 8개소, A=86.4㎡ • S8 : 14개소, A=108.2㎡ • S9 : 14개소, A=108.35㎡ • S10 : 13개소, A=99.56㎡ • S11 : 9개소, A=0.32㎡	
	재료분리	• 시공불량	• S3 : 1개소, A=0.24㎡ • S4 : 1개소, A=0.1㎡ • S6 : 4개소, A=0.66㎡ • S7 : 2개소, A=0.7㎡ • S8 : 2개소, A=0.34㎡ • S9 : 2개소, A=0.22㎡	

【표 2.2.13】 PSC Beam 주형 외관조사 결과 - 계속

구 분		손상원인	손상범위	비 고
PSC 주형	강판보강부 부식	• 누수	• S1 : 7개소, A=1.3㎡ • S2 : 3개소, A=0.54㎡145 • S3 : 11개소, A=1.98㎡ • S4 : 25개소, A=4.5㎡ • S5 : 20개소, A=3.54㎡ • S6 : 5개소, A=0.9㎡ • S7 : 23개소, A=4.14㎡ • S8 : 19개소, A=3.42㎡ • S9 : 1개소, A=0.18㎡ • S10 : 7개소, A=1.26㎡ • S11 : 24개소, A=4.32㎡	
	긁힘	• 공용 중 손상	• S11 : 1개소, A=0.3㎡	
	가로보 재료분리	• 시공불량	• S3 : 3개소, A=0.46㎡ • S5 : 1개소, A=0.05㎡ • S7 : 3개소, A=0.37㎡ • S8 : 3개소, A=0.16㎡ • S9 : 2개소, A=0.16㎡	
	가로보 철근노출	• 시공불량	• S3 : 6개소, A=1.52㎡ • S5 : 1개소, A=0.06㎡ • S9 : 2개소, A=0.26㎡ • S10 : 2개소, A=0.03㎡ • S11 : 1개소, A=0.1㎡	
	가로보 박리	• 시공불량	• S9 : 1개소, A=0.04㎡	
	가로보 백태	• 누수	• S4 : 2개소, A=1.2㎡	
	주형거더 내구성 및 내하성능 저하	• 공용기간 경과에 따른 노후화, 설계내하력 부족 (DB-18)	• S1~S11 : 전 경간	

사. 교량받침

1999년도에 전면 교체한 상태로써, 특별한 결함이나 손상은 조사되지 않은 양호한 상태이며, 받침몰탈 또한 특별한 결함이 발생하지 않은 상태이며, 교량의 거동이나 상판의 이탈, 가동량의 유간 등이 양호한 것으로 조사되었다.

1) 교량받침은 탄성고무받침 형식으로서 1999년도에 전면 교체시공된 이력이 있으며 외관조사 결과 가동기능 및 수평거치 상태 등 대체로 양호한 상태였으며, 일부위치의 교량받침은 상, 하부 Plate에 부식이 발생된 상태로서 교량받침의 내구성 확보를 위하여 녹 제거 후 재 도장이 요구됨.

2) 받침몰탈 중 일부는 온도변화차에 따른 건조수축으로 인해 균열이 발생된 상태로서 콘크리트의 내구성 확보를 위하여 선별적 보수(폭 0.3mm이상:주입공법)조치가 요구됨.

3) 이전(2007년) 정밀안전진단 결과와 비교·검토 : 이전 정밀안전진단 결과 대체로 양호한 상태였으며, 금번 점검시 조사된 교량받침의 상,하부 Plate 부식, 받침몰탈 균열은 누락손상으로 판단되며, 이전 점검 시행 후 부식손상은 진행중인 상태로 판단되므로 재 도장 보수가 요구됨.

【표 2.2.14】 교량받침 외관조사 현황

위 치		손상 및 결함내용
▶ 교량받침		· 상,하부 Plate 부식, 받침몰탈 균열 등
관련 사진	- 교량받침 상, 하부 Plate 부식 - 받침몰탈 균열	
원인	▶ 교량받침의 상,하부 Plate 부식은 공용년수 증가에 따른 대기 화학적 작용 등이 원인으로 판단됨. ▶ 받침몰탈에 발생된 균열은 온도변화차에 따른 건조수축이 원인으로 판단됨.	
대책	▶ 교량받침의 상,하부 Plate 부식 손상부는 녹 제거 후 재 도장 보수가 필요함. ▶ 받침몰탈에 발생된 균열은 콘크리트의 내구성 확보를 위하여 선별적 보수(폭 0.3mm이상 : 주입공법0조치가 요구됨.	

【표 2.2.15】 교량받침 외관조사 결과

구 분		손상원인	손상범위	비 고
교량받침	받침몰탈 균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• A2(상행선) : 3개소, L=0.3m • P5(상행선) : 6개소, L=0.6m • P6(상행선) : 2개소, L=0.2m • P8(상행선) : 4개소, L=0.8m • P9(상행선) : 2개소, L=0.8m • P6(하행선) : 3개소, L=0.8m • P10(하행선) : 3개소, L=0.3m	
	받침몰탈 균열 (c/w:0.3mm이상)	• 건조수축	• P9(하행선) : 1개소, L=0.3m	
	교량받침 상,하부 Plate 부식	• 누수	• A1(상행선) : 7개소 • P4(상행선) : 8개소 • P4(하행선) : 2개소 • P7(상행선) : 1개소 • P3(하행선) : 2개소 • P4(하행선) : 5개소	

아. 교대, 교각

1) 양측 교대는 온도변화차에 따른 건조수축으로 인한 폭 0.2~0.3mm의 균열, 신축유간부 누수 등으로 인한 누수, 백태, 콘크리트 탈락 및 들뜸, 철근노출 등의 손상이 국부적으로 발생된 상태로서 교량시설물의 건전성 확보를 위하여 적절한 보수조치가 요구됨.

2) 교각은 코핑부 보강 단면확대 부분에 건조수축 및 상재하중 작용으로 인한 다수의 균열 발생 및 콘크리트 들뜸, 피복두께 부족 및 외적충적에 의한 철근노출, 콘크리트 탈락 및 들뜸 . 등이 발생된 상태로서 보수조치가 요구됨.

3) 이전(2007년) 정밀안전진단 결과와 비교·검토 : 이전 정밀안전진단 결과 코핑부 균열, 철근노출, 콘크리트 탈락 및 들뜸 등의 손상이 조사되었으며, 이전 점검 시행 후 균열, 철근노출, 콘크리트 탈락 및 들뜸 등의 손상부위가 다소 증가되었으나 교량시설물의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 발생되지 않은 상태임.

【표 2.2.16】 교대, 교각 외관조사 현황

<table>
<tr><th colspan="2">위 치</th><th>손상 및 결함내용</th></tr>
<tr><td colspan="2">▶ 교대
▶ 교각</td><td>· 균열(폭 0.2~0.3mm), 누수, 백태, 철근노출, 콘크리트 탈락,들뜸 등
· 균열(폭 0.2~0.3mm), 철근노출, 콘크리트 탈락 및 들뜸 등</td></tr>
<tr><td>관련
사진</td><td>- 교대벽체면 상단부
콘크리트 들뜸
- 교각 코핑부
수직균열</td><td colspan="2"> </td></tr>
<tr><td>원인</td><td colspan="2">▶ 교대 및 교각 벽체면 균열은 온도변화차에 따른 건조수축, 누수, 백태는 신축유간부 누수가 원인으로 판단되며, 철근노출, 콘크리트 탈락 및 들뜸 등의 손상은 피복두께 부족 및 공용 중 외적충적 작용이 등이 원인으로 판단됨.</td></tr>
<tr><td>대책</td><td colspan="2">▶ 균열손상부는 건조수축에 의한 비 구조적 균열이나 콘크리트의 내구성 확보를 위하여 선별적(폭 0.3mm이상: 주입보수)보수조치가 요구되며, 교대 벽체면 누수, 백태는 신축이음 교체 후 표면처리, 콘크리트 탈락 및 들뜸부는 단면복구공법에 의한 보수가 요구됨.</td></tr>
</table>

【표 2.2.17】 교대, 교각 외관조사 결과

구 분		손상원인	손상범위	비 고
교대, 교각	균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• A1(상행선) : 17개소, L=10.0m • A2(상행선) : 1개소, L=0.5m • P1(상행선) : 7개소, L=10.0m • P2(상행선) : 16개소, L=10.7m • P3(상행선) : 29개소, L=25.6m • P4(상행선) : 19개소, L=13.3m • P5(상행선) : 25개소, L=20.0m • P6(상행선) : 24개소, L=21.1m • P7(상행선) : 24개소, L=19.3m • P8(상행선) : 23개소, L=19.0m • P9(상행선) : 17개소, L=11.0m • P10(상행선) : 21개소, L=15.3m • P1(하행선) : 7개소, L=5.9m • P2(하행선) : 17개소, L=11.5m • P3(하행선) : 8개소, L=6.3m • P4(하행선) : 10개소, L=7.0m • P5(하행선) : 18개소, L=14.3m • P6(하행선) : 7개소, L=6.6m • P7(하행선) : 11개소, L=6.7m • P8(하행선) : 19개소, L=13.6m • P9(하행선) : 13개소, L=9.0m • P10(하행선) : 10개소, L=8.8m	
	균열 (c/w:0.3mm이상)	• 건조수축	• A2(상행선) : 4개소, L=4.0m • P1(상행선) : 5개소, L=5.0m • P2(상행선) : 1개소, L=0.6m • P3(상행선) : 10개소, L=8.6m • P4(상행선) : 2개소, L=1.4m • P5(상행선) : 3개소, L=3.2m • P6(상행선) : 2개소, L=1.1m • P7(상행선) : 8개소, L=5.8m • P8(상행선) : 3개소, L=2.3m • P9(상행선) : 3개소, L=1.7m • P1(하행선) : 7개소, L=5.6m • P2(하행선) : 3개소, L=1.5m • P3(하행선) : 7개소, L=6.9m • P4(하행선) : 2개소, L=0.8m • P5(하행선) : 1개소, L=0.6m • P6(하행선) : 3개소, L=0.7m • P7(하행선) : 7개소, L=3.7m • P8(하행선) : 1개소, L=0.2m • P9(하행선) : 2개소, L=2.0m	
	철근노출 및 콘크리트파손, 들뜸	• 시공불량	• A1(상행선) : 1개소, A=0.4㎡ • A2(상행선) : 2개소, A=1.68㎡ • P3(상행선) : 1개소, A=0.28㎡ • P4(상행선) : 8개소, A=0.76㎡ • P6(상행선) : 1개소, A=0.06㎡ • P9(상행선) : 1개소, A=0.28㎡ • P10(상행선) : 1개소, A=2.4㎡ • P1(하행선) : 1개소, A=0.02㎡ • P3(하행선) : 1개소, A=0.02㎡ • P4(하행선) : 1개소, A=0.01㎡ • P6(하행선) : 1개소, A=0.05㎡	
	망상균열	• 건조수축	• P7(하행선) : 1개소, A=0.04㎡	
	누수 및 백태	• 누수	• A1(상행선) : 1개소, A=0.1㎡ • P8(상행선) : 1개소, A=1.25㎡	

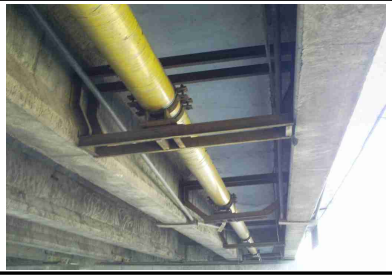
【표 2.2.17】 교대, 교각 외관조사 결과 - 계속

구 분		손상원인	손상범위	비 고
교대, 교각	콘크리트파손 및 들뜸 (박리, 박락)	• 시공불량	• A1(상행선) : 5개소, A=2.15㎡ • A2(상행선) : 2개소, A=0.1㎡ • P1(상행선) : 3개소, A=0.18㎡ • P4(상행선) : 7개소, A=3.56㎡ • P5(상행선) : 4개소, A=0.24㎡ • P6(상행선) : 4개소, A=0.18㎡ • P7(상행선) : 1개소, A=0.21㎡ • P9(상행선) : 3개소, A=0.66㎡ • P10(상행선) : 2개소, A=0.29㎡ • P1(하행선) : 3개소, A=0.09㎡ • P3(하행선) : 1개소, A=0.16㎡ • P6(하행선) : 2개소, A=0.73㎡ • P8(하행선) : 2개소, A=0.17㎡ • P9(하행선) : 2개소, A=0.09㎡	
	골재노출 및 분리	• 시공불량	• P5(상행선) : 1개소, A=0.25㎡ • P6(상행선) : 6개소, A=2.12㎡ • P7(상행선) : 11개소, A=7.36㎡ • P8(상행선) : 2개소, A=1.06㎡ • P10(상행선) : 1개소, A=0.01㎡ • P4(하행선) : 5개소, A=1.87㎡ • P6(하행선) : 6개소, A=2.27㎡ • P7(하행선) : 3개소, A=0.66㎡	
	재료분리	• 시공불량	• P6(하행선) : 2개소, A=0.43㎡ • P6(상행선) : 1개소, A=0.04㎡	
	시공이음부 이격	• 시공불량	• A2(상행선) : 1개소, A=12.0㎡	
	비둘기 배설물 퇴적	• 공용 중 손상	• P1(하행선) : 1개소, A=1.5㎡ • P6(하행선) : 2개소, A=1.65㎡ • P8(하행선) : 1개소, A=0.75㎡ • P9(하행선) : 1개소, A=3.0㎡	

자. 기타시설물(부착 시설물 등)

1) 안양교 하부에는 도시가스관(G9~G10) 및 통신관(G1외측부) 등이 부착 설치되어 통과하고 있는 상태로서 외관조사 결과 부착시설물로 인해 교량시설물의 건전성에 영향을 미치는 요소는 없는 것으로 판단됨.

【표 2.2.18】 기타시설물(부착 시설물 등)

위 치		손상 및 결함내용
▶ 기타 시설물		· 상태양호
관련 사진	- 도시가스관 부착전경 - 통신관 부착전경	

2.2.7 외관조사 결과 요약(이전 정밀점검 결과와 비교, 검토)

부재명	2007년도 정밀안전진단(전회)	2010년도 정밀점검(금회)	주요손상사진
교면 포장	• 포장부 균열(L=8.41m) • 포장부 함몰, 요철, 마모 (A=29.9㎡)	• 포장부 균열(35개소, L=40.2m) • 포장부 망상균열(총8개소, A=77.8㎡) • 포장부 패임, 함몰, 파손 등 (총14개소, A=68.9㎡)	
난간 · 연석	• 난간 상태양호 • 연석부 균열(L=3.3m) • 연석부 철근노출, 파손, 들뜸 (A=0.04㎡) • 중앙분리대 도장박리, 들뜸 (총8개소, A=244.4㎡)	• 난간 상태양호 • 연석부 균열(60개소, L=48.3m) • 연석부 철근노출, 콘크리트 파손, 들뜸 (총28개소, A=1.90㎡) • 중앙분리대 도장박리, 들뜸 (총8개소, A=244.4㎡)	
배수 시설	• 배수관 막힘 (8개소) 배수관 탈락, 길이부족 (전 개소)	• 배수구 막힘(23개소) 배수관 탈락, 길이부족(45개소) 배수관 부착불량, 위치 부적절(2개소)	
신축 이음	• 신축이음 노후화, 후타재 파손, (3개소)	• 신축이음 본체 및 후타재 파손, 단차 (총1개소, L=6.9m) • 신축이음 본체 및 후타재 단차 (총2개소, L=11.0m) • 연석부 신축이음구 미 설치(4개소)	
바닥판 하면	• 폭 0.2mm이하 균열(L=2.53m) • 망상균열, 표면열화, 오염 (A=40.9㎡) • 철근노출, 콘크리트 파손, 들뜸 (A=4.83㎡)	• 폭 0.2mm이하 균열(총8개소, L=10.5m) • 균열부 백태(총5개소, L=4.0m) • 누수, 백태(총23개소, A=35.88㎡) • 표면열화, 오염(총14개소, A=64.8㎡) • 망상균열, 백태(총46개소, A=351.5㎡) • 철근노출, 콘크리트 파손, 들뜸 (총105개소, A=8.03㎡)	
PSC Beam	• 폭 0.2mm이하 균열(0.62m) • 누수, 백태, 표면열화 (A=179.9㎡) • 철근노출, 콘크리트 파손, 들뜸 (A=148.2㎡) • 강판보강부 부식(A=3.77㎡)	• 폭 0.2mm이하 균열(총8개소, L=6.7m) • 망상균열(총2개소, A=2.84㎡) • 표면열화, 박리(총3개소, A=21.0㎡) • 누수,백태, 오염(총110개소, A=104.01㎡) • 철근노출, 콘크리트 파손, 들뜸 (총166개소, A=739.42㎡) • 강판보강부 부식(145개소,A=26.08㎡)	

2.2.7 외관조사 결과 요약(이전 정밀점검 결과와 비교, 검토) - 계속

부재명	2008년도 정밀점검(전회)	2010년도 정밀점검(금회)	주요손상사진
교량 받침	• 상,하부 Plate 부식	• 상,하부 Plate부식(25개소) • 받침몰탈 폭 0.2mm이하 균열 (총23개소, L=3.8m) • 받침몰탈 폭 0.3mm이상 균열 (총1개소, L=0.3m)	
교대 · 교각	• 폭 0.2mm이하 균열(L=45.65) • 폭 0.3mm이상 균열(L=26.75m) • 망상균열, 누수, 백태(A=0.08㎡) • 콘크리트 들뜸, 탈락(A=18.6㎡)	• 폭 0.2mm균열(총326개소, L=270.0m) • 폭 0.3mm이상 균열(총74개소, L=55.1m) • 망상균열, 누수, 백태(총3개소, A=1.39㎡) • 철근노출, 콘크리트 파손, 들뜸 (총60개소, A=14.77㎡) • 재료분리(총76개소, A=16.07㎡)	
대표등급		C등급	

2.2.8 외관조사에 의한 상태평가 결과

【표 2.2.19】 외관조사에 의한 상태평가 결과

구 분		손상원인	대책	등급
교면포장	포장부 균열	• 온도변화차	• 실링보수	c
	포장부 망상균열	• 빈번한 중차량 통행	• 절삭 후 오버레이	
	포장부 함몰, 파손	• 빈번한 중차량 통행	• 절삭 후 오버레이	
	포장부 요철, 소성변형	• 빈번한 중차량 통행	• 지속관찰	
	포장부 아스콘 마모	• 빈번한 중차량 통행	• 지속관찰	
	포장부 보수불량	• 시공불량	• 절삭 후 오버레이	
	포장부 노후화, 바닥판 하면 누수,백태 다수 발생	• 공용년수 증가에 따른 반복적 윤하중	• 교면방수 + 재 포장	
난간, 연석, 중앙분리대	연석부 균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 지속관찰	c
	연석부 균열 (c/w:0.3mm이상)	• 건조수축	• 균열부 주입공법	
	철근노출 및 콘크리트 파손	• 시공불량	• 단면(방청)복구공법	
	콘크리트 파손 및 들뜸	• 공용 중 손상	• 단면복구공법	
	연석부 골재분리	• 시공불량	• 지속관찰	
	중앙분리대 도장들뜸 및 탈락	• 공용 중 손상	• 표면처리공법	
배수시설	배수구 막힘	• 공용 중 토사유입	• 주기적 청소	c
	배수관 탈락 및 길이부족	• 공용 중 손상 + 시공불량	• 배수관 연장설치	
	배수관 부착불량 및 위치불량	• 시공불량	• 배수관 재설치	
신축이음	신축이음 본체 및 후타재 파손, 단차 (앵커철근 노출)	• 공용 중 손상	• 신축이음 교체	c
	신축이음 본체 및 후타재 단차	• 공용 중 손상	• 지속관찰	
	후타재 마모 및 골재노출	• 공용 중 손상	• 지속관찰	
	후타재파손	• 공용 중 손상	• 지속관찰	
	연석부 신축이음 덮개 미설치	• 시공불량	• 신축이음 덮개 설치	
	유간부 토사퇴적	• 공용 중 손상	• 주기적 청소	

【표 2.2.19】 외관조사에 의한 상태평가 결과 - 계속

구 분		손상원인	대책	등급
바닥판 하면	균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 표면처리공법	c
	균열부백태 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 표면처리공법	
	누수 및 백태	• 누수	• 단면(백태)보수공법	
	망상균열 및 백태	• 건조수축 + 누수	• 단면(백태)보수공법	
	철근노출 및 콘크리트 파손, 들뜸	• 시공불량	• 단면(방청)복구공법	
	콘크리트 파손 및 들뜸, 탈락	• 시공불량	• 단면복구공법	
	표면열화 및 오염	• 공용 중 손상	• 표면처리공법	
	재료분리	• 시공불량	• 단면복구공법	
	마감불량	• 시공불량	• 지속관찰	
	종 죠인트부 각목 미 제거	• 시공불량	• 각목 제거	
	바닥판 하면 내구성 및 내하성능 저하	• 공용기간 경과에 따른 노후화, 설계내하력 부족 (DB-18)	• 철거 후 상판 확장시공	
PSC 주형	균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 지속관찰	c
	망상균열	• 건조수축	• 표면처리공법	
	표면열화 및 박리	• 공용 중 손상	• 표면처리공법	
	누수 및 백태, 오염	• 누수	• 표면처리공법	
	강판보강부 및 콘크리트 파손, 쉬스관 노출	• 통행차량 충돌	• 강판보강 + 단면복구공법	
	콘크리트 파손 및 들뜸, 탈락	• 시공불량	• 단면복구공법	
	철근노출, 피복부족에 의한 철근 엿보임	• 시공불량	• 지속관찰	
	재료분리	• 시공불량	• 단면복구공법	

【표 2.2.19】 외관조사에 의한 상태평가 결과 - 계속

구 분		손상원인	대책	등급
PSC 주형	강판보강부 부식	• 누수	• 재 도장	c
	긁힘	• 공용 중 손상	• 지속관찰	
	가로보 재료분리	• 시공불량	• 단면복구공법	
	가로보 철근노출	• 시공불량	• 단면(방청)복구공법	
	가로보 박리	• 시공불량	• 단면복구공법	
	가로보 백태	• 누수	• 표면처리공법	
	주형거더 내구성 및 내하성능 저하	• 공용기간 경과에 따른 노후화, 설계내하력 부족 (DB-18)	• 철거 후 상판 확장시공	
교량받침	받침몰탈 균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 지속관찰	b
	받침몰탈 균열 (c/w:0.3mm이상)	• 건조수축	• 균열부 주입공법	
	교량받침 상,하부 Plate 부식	• 누수	• 재 도장	
교대, 교각	균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 지속관찰	c
	균열 (c/w:0.3mm이상)	• 건조수축	• 균열부 주입공법	
	망상균열	• 건조수축	• 지속관찰	
	누수 및 백태	• 누수	• 표면처리공법	
	철근노출 및 콘크리트파손, 들뜸	• 시공불량	• 단면(방청)복구공법	
	콘크리트파손 및 들뜸 (박리, 박락)	• 시공불량	• 단면복구공법	
	골재노출 및 분리	• 시공불량	• 단면복구공법	
	재료분리	• 시공불량	• 단면복구공법	
	시공이음부 이격	• 시공불량	• 지속관찰	
	비둘기 배설물 퇴적	• 공용 중 손상	• 지속관찰	

2.3 내구성 조사

2.3.1 목적

내구성 조사목적은 부재별로 선정된 시험부위에 대하여 콘크리트 비파괴 강도 및 탄산화 시험 등을 실시하여 콘크리트 품질상태를 파악하기위하여 시행한다.

○ 내구성 조사 대상으로 하는 구조물은 강·콘크리트 구조물에 한한다.

○ 내구성 조사는 구조구체를 중심으로 수행한다.

2.3.2 비파괴시험 기간

본 안양교의 비파괴시험 수행기간은 총 2일로 세부 수행내용은 다음【표 2.3.1】과 같다.

【표 2.3.1】비파괴시험 세부수행 내용

일 정	비파괴 시험내용		사 용 장 비
	부재	측정항목	
5. 17	바닥판 하면, PSC Beam 주형	비파괴 강도조사 (반발경도, 초음파법) 탄산화 시험	슈미트 햄머 초음파 측정기(Pundit) 페놀프탈레인용액
5. 19	교대 및 교각	비파괴 강도조사 (반발경도, 초음파법) 탄산화 시험	슈미트 햄머 초음파 측정기(Pundit) 페놀프탈레인용액

2.3.3 비파괴시험 수행자 ☞ (주)엠디비산업

▶ 비파괴 강도측정, 탄산화 시험 ⇒ 이종승, 이범석 [총2인 투입]

2.3.4 비파괴시험 실시현황

본 안양교의 비파괴시험은 강도조사, 탄산화시험 등을 실시하였으며 세부내용 및 시험위치는 다음【표 2.3.2】와 같다.

【표 2.3.2 】 비파괴 시험항목 및 시험위치

비파괴시험 항목	시 험 위 치	시험 개소수
1) 압축강도 측정 조사 (반발경도, 초음파법)	- 바닥판 하면 : S2, S4, S6, S8, S10 (5개소) - PSC거더 : S2G5, S4G4, S5G4, S8G2, S10G4 (5개소) - 상행선(교대) : A1, A2 (2개소) - 상행선(교각) : P2, P4, P6, P8, P10 (5개소) - 하행선(교대) : A1, A2 (2개소) - 하행선(교각) : P2, P4, P6, P8, P10 (5개소)	24
2) 탄산화깊이 측정 조사	- 바닥판 하면 : S3, S8 (2개소) - 상행선(교대) : A1 (1개소) - 상행선(교각) : P2, P5, P8 (3개소) - 하행선(교대) : A1 (1개소) - 하행선(교각) : P2, P5, P8 (3개소)	10

2.3.5 콘크리트 압축강도 시험

1) 반발경도 시험

(1) 시험개요

· 시험 목적: 반발경도시험은 콘크리트의 품질과 특성을 보여주는 지표이기 때문에 콘크리트 면의 반발경도를 이용하여 구조물의 표면 압축강도를 측정하는데 목적이 있다.

(2) 시험장비(Schmidt hammer)

반발 경도 시험 전경

반발경도 측정장비

(3) 시험방법

- Schmidt hammer법은 타격점간의 간격 2~3cm를 표준으로 종으로 5열, 횡으로 4열의 선을 그어 직교되는 20점을 타격한다.
- 반발경도 값의 산술 평균값(Rm)을 구한다.
- 산술평균값 Rm에 대해서 RILEM Recommendation에 따라 각 반발경도의 값이 Rm±15%의 범위를 벗어나는 값들은 제외시키고 나머지 값들을 다시 산술평균하여 반발경도 R을 결정한다. 제외된 반발치가 4개 이상일 때는 측정지점의 반발경도값(R)은 버린다. 여기서 측정된 반발치의 값들이 많은 편차를 보이고 있으면 보편적으로 콘크리트의 품질이 불균질하게 평가될 수 있을 것이다.

(4) 반발경도에 의한 콘크리트 압축강도 추정

Schmidt hammer에 의한 반발경도를 측정한 후 콘크리트의 압축강도를 추정하는 방법은 다음과 같다.

① 보정반발경도(Ro)

보정반발경도 Ro은 측정경도 R에 보정값 ΔR1, ΔR2, ΔR3을 더한 값으로 한다.

$Ro = R + \Delta R1 + \Delta R2 + \Delta R3$ 여기서, ΔR :측정반발경도

ΔR1 : 타격방향에 따른 보정값

ΔR2 : 압축부재의 사하중 응력에 따른 보정값

ΔR3 : 콘크리트의 습윤상태에 따른 보정값

<타격각도에 대한 보정치>

리바운드 수치 Ra	경사각도 α의 수정			
	상단		하단	
	+90도	+45도	-90도	-45도
10			+2.4	+3.2
20	-5.4	-3.5	+2.5	+3.4
30	-4.7	-3.1	+2.3	+3.1
40	-3.9	-2.6	+2.0	+2.7
50	-3.1	-2.1	+1.6	+2.2
60	-2.3	-1.6	+1.3	+1.7

② 압축강도의 추정

보정반발경도 Ro로부터 압축강도(fck)의 상관관계를 도출한 제안식들은 다음과 같으며, 본 과업에서는 일반적으로 널리 사용되는 아래와 같은 식으로 압축강도를 추정하였다.

fck = 13Ro -184 (kgf/㎠) ・일본재료학회(보통콘크리트)

fck = 10Ro -110 (kgf/㎠) ・동경재료학회(보통콘크리트)

fck = 7.3Ro +110 (kgf/㎠) ・일본건축학회(보통콘크리트)

fck = 13Ro -184 (kgf/㎠) ・동경재료학회(고강도콘크리트)

fck = 13.3Ro -124 (kgf/㎠) ・고속철도공단(고강도콘크리트)

fck = 15.2Ro -128 (kgf/㎠) ・에너지자원신기술연구소(고강도콘크리트)

③ 재령보정

수년이 경과한 콘크리트 구조물은 표면경도가 높기 때문에 재령28일 강도로 환산한 압축강도로 수정하여 콘크리트의 설계압축강도로 추정한다. 콘크리트의 재령에 따른 압축강도 보정계수 α는 아래와 같으며, 3000일 이상의 재령에 대해서는 0.63을 적용한다.

<재령에 의한 보정계수(α, n)>

재 령 (일)	10	100	125	150	175	200	250	300	400	500	750	1000	2000	3000
보정치	1.55	0.78	0.76	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70	0.68	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63

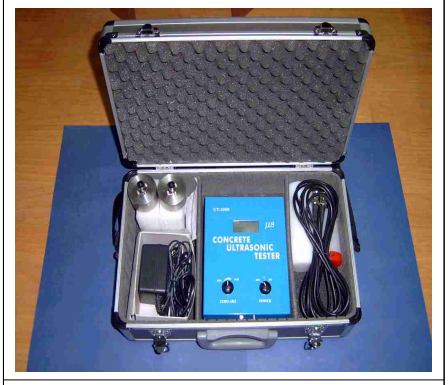
2) 초음파탐사법

(1) 시험개요

・ 시험 목적: 초음파 탐사법은 콘크리트의 품질과 특성을 보여주는 지표이기 때문에 초음파를 이용하여 구조물의 표면강도를 측정하는데 목적이 있다.

(2) 시험장비(Pundit)

초음파 시험 전경



초음파 시험 장비

(3) 초음파법에 의한 압축강도의 추정

① 전파속도 V의 추정

초음파 전달속도를 결정하기 위해서는 재료에서 초음파가 전달되는 거리를 미리 측정하고 장비상에 나타난 초음파 전달시간을 측정한 후에 전달속도 식에 의해서 구한다.

초음파속도는 전달거리와 전달시간으로 구하며 직접법과 간접법 및 반직접법이 있다.

$$V = \frac{Path\ length}{Transit\ time}$$

직접법에 의하여 초음파속도를 측정하는 것이 바람직하나 간접법을 사용할 경우에는 다음 식과 같이 보정하여야 한다.

Vd ≒ 1.05 Vi 여기서, Vd : 직접법에 의한 초음파 속도

Vi : 간접법에 의한 초음파 속도

간접법은 일정거리를 등 간격으로 떨어진 5점 이상의 측점을 정하고 초음파의 전달 그 기울기를 전달속도 Vi로 한다.

회귀직선의 적정성 여부를 판단하기 위해서 회귀직선의 유의성 검정에 사용되는 결정계수를 계산한다.

② 비파괴강도의 추정

본 과업에서는 3점 이상의 회귀직선식에서 r^2값이 99%이상이 되는 회귀직선식만을 사용하여 전달속도Vi를 계산하였다. 전달속도에 따른 콘크리트 압축강도의 추정을 위하여 초음파 속도와 압축강도의 상관관계를 도출한 다음 식을 사용하였다.

fck′ = 215 Vp - 620 (kgf/㎠) (일본건축학회)

여기서, fck′: 콘크리트 강도(kgf/㎠) , Vp: Vp=Vd 로서 Vp≈1.05Vi

반발경도법과 초음파탐사법을 이용한 조합식은

Fck = 0.85Fck′

$\log_{10}$Fck′ = 0.01149R + 0.3794Vp + 0.4332

으로 R은 보정반발경도 Vp는 초음파 속도를 나타낸다.

3) 비파괴 압축강도 시험결과

안양교의 주요부재인 바닥판 하면, PSC거더, 교대, 교각에 대해 반발경도법, 초음파법에 의해 실시한 콘크리트 압축강도 측정결과는 다음 【표 2.3.3】과 같다.

【표 2.3.3】 콘크리트 비파괴 강도 측정결과표

측정위치		보정반발경도(Ro)	비파괴 시험방법(MPa)			평균 MPa	설계기준강도 MPa
			반발경도	초음파법	조합법		
바닥판 하면	S2G5~G6	48	27.7	27.5	29.1	28.9	27.0
	S4G4~G5	47	26.7	25.8	27.5		
	S6G2~G3	49	28.4	27.8	29.4		
	S8(켄틸레버하면)	50	29.2	28.7	29.9		
	S10G3~G4	47	27.2	26.7	28.5		
PSC 거더 (측면)	S2G5	60	37.5	36.5	38.5	38.2	35.0
	S4G4	59	36.9	35.8	37.0		
	S6G4	61	38.3	37.0	39.5		
	S8G2	62	39.0	37.1	38.7		
	S10G4	58	36.3	35.5	37.4		
상행선 교대	A1	44	24.1	27.5	26.7	25.7	24.0
	A2	43	23.4	26.8	24.6		
상행선 교각	P2	47	27.1	28.2	29.3	28.0	24.0
	P4	45	25.5	26.5	27.0		
	P6	44	24.3	28.2	26.7		
	P8	48	27.7	27.5	29.7		
	P10	45	25.3	26.6	27.4		
하행선 교대	A1	48	28.0	25.8	28.1	28.3	24.0
	A2	47	26.6	27.0	28.5		
하행선 교각	P2	45	25.3	26.9	27.6	27.6	24.0
	P4	48	27.7	28.1	29.0		
	P6	47	26.9	25.7	27.2		
	P8	44	24.3	25.9	26.6		
	P10	46	25.7	29.6	27.7		

안양교의 주요 부재에 대하여 조합법에 의한 콘크리트 압축강도를 측정한 결과 바닥판 하면 28.9MPa, PSC거더 38.2MPa, 교대 (상행선 25.7MPa, 하행선 28.3MPa), 교각 (상행선 28.0MPa, 하행선 27.6MPa)로서 설계기준강도(f_{ck} = 24.0MPa, 27.0MPa, 35.0MPa)를 상회하고 있어 콘크리트 강도상의 문제가 없는 건전한 상태로 평가되었다.

2.3.6 탄산화 시험

1) 시험개요

· 시험 목적: 탄산화시험의 목적은 콘크리트가 알카리성의 소실 및 탄산화의 깊이정도를 파악하여 본 구조물의 내구성을 파악하는 것이 목적이다.

2) 시험장비(페놀프탈렌 용액)

탄산화 시험 전경

탄산화 측정장비

· 용 도 : 콘크리트 파취면에 페놀프탈렌 용액을 분사하여 색의 변화에 따라 탄산화의 깊이를 측정

3) 콘크리트 탄산화 등급판정

<탄산화에 의한 콘크리트 상태평가 기준>

등급	탄산화 잔여 깊이	철근부식의 가능성
a	· 30mm이상	탄산화에 의한 부식발생 우려 없음
b	· 10mm이상~30mm미만	향후 탄산화에 의한 부식발생 가능성 있음
c	· 0mm이상~10mm미만	탄산화에 의한 부식발생 가능성 높음
d	· 0mm미만	철근부식 발생
e	-	-

※ 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2009.03)

4) 탄산화 시험 측정결과

안양교의 주요부재인 바닥판 하면, 교대, 교각에 대해 페놀프탈레인용액을 이용하여 측정한 탄산화 깊이는 다음【표 2.3.4】와 같다.

【표 2.3.4】 탄산화 깊이 측정결과

(단위 : mm)

부 재		측정결과 (A)	설계 피복두께(B)	측정 피복두께(C)	상태평가 기준 탄산화 잔여깊이 (C-A)	상태 등급	비고
바닥판 하면	S3G5~G6	3.0	40.0	35.0	32.0	a	· 탄산화 잔여깊이 (30mm이상)
	S8 (켄틸레버하면)	10.0	40.0	43.0	33.0	a	· 탄산화 잔여깊이 (30mm이상)
상행선 교대	A1벽체면	5.0	80.0	68.0	63.0	a	· 탄산화 잔여깊이 (30mm이상)
상행선 교각	P2벽체면	2.0	80.0	72.0	70.0	a	· 탄산화 잔여깊이 (30mm이상)
	P5벽체면	5.0	80.0	86.0	81.0	a	· 탄산화 잔여깊이 (30mm이상)
	P8벽체면	13.0	80.0	76.0	63.0	a	· 탄산화 잔여깊이 (30mm이상)
하행선 교대	A1벽체면	11.5	80.0	84.0	72.5	a	· 탄산화 잔여깊이 (30mm이상)
하행선 교각	P2벽체면	8.0	80.0	69.0	61.0	a	· 탄산화 잔여깊이 (30mm이상)
	P5벽체면	14.0	80.0	88.0	74.0	a	· 탄산화 잔여깊이 (30mm이상)
	P8벽체면	17.0	80.0	75.0	58.0	a	· 탄산화 잔여깊이 (30mm이상)

안양교의 주요 부재에 대해 페놀프탈레인용액을 이용하여 탄산화 시험을 실시한 결과 측정된 각 부재별 탄산화 깊이는 2.0~17.0mm로 측정되었으며, 설계 및 측정 철근 피복두께 대비 탄산화 잔여깊이가 30mm이상으로서 대상시설물은 "탄산화에 의한 부식발생 우려가 없는" **a등급**의 상태로 평가됨.

2.3.7 내구성조사에 의한 상태평가 결과

【표 2.3.5】 내구성조사에 의한 상태평가 결과

시 험 항 목	결 과 분 석	판정결과
비파괴 강도시험 (조합법)	• 조합법에 의한 콘크리트 압축강도를 측정한 결과 바닥판 하면 28.9MPa, PSC거더 38.2MPa, 교대 (상행선 25.7MPa, 하행선 28.3MPa), 교각 (상행선 28.0MPa, 하행선 27.6MPa)로서 설계기준강도(fck = 24.0MPa, 27.0MPa, 35.0MPa)를 상회하고 있어 콘크리트 강도상의 문제가 없는 건전한 상태로 평가됨.	I (건전)
탄산화 시험	• 페놀프탈레인용액을 이용하여 탄산화 시험을 실시한 결과 측정된 각 부재별 탄산화 깊이는 2.0~17.0mm로 측정되었으며, 설계 및 측정 철근 피복두께 대비 탄산화 잔여깊이가 30mm이상으로서 대상시설물은 "탄산화에 의한 부식발생 우려가 없는" **a등급**의 상태로 평가됨.	a등급

2.4 상태평가 결과종합

현장 외관조사 결과와 내구성 시험결과에 의해 교량「안전점검 및 정밀안전진단 지침(2009.03)」에 의거 상태평가 등급을 산정 하였다.

【표 2.4.1】 외관조사 및 내구성 평가결과에 의한 상태평가 결과표

안양교												
부재의 분류	상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소	
번호	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화	염화물
Span-1	c	c	b	b	c	b	c	b	b	q	a	x
Span-2	c	c	b	b	c	b	x	a	b	q	a	x
Span-3	b	c	b	c	a	a	x	a	b	q	x	x
Span-4	b	c	b	c	a	b	x	a	b	q	x	x
Span-5	b	c	b	c	a	b	c	b	b	q	a	x
Span-6	b	c	b	b	b	b	x	b	b	q	x	x
Span-7	b	c	b	b	b	b	x	b	b	q	a	x
Span-8	b	c	b	b	b	b	x	b	b	q	a	x
Span-9	b	c	b	b	b	b	x	b	b	q	x	x
Span-10	b	c	b	b	b	b	x	b	b	q	x	x
Span-11	b	b	b	b	b	b	x	a	b	q	a	x
	x	x	x	x	x	x	d	c	b	q	a	x
평균	0.236	0.382	0.200	0.255	0.209	0.191	0.500	0.183	0.200	-	0.100	-
가중치	18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	7	-
(평균×가중치) /가중치합	0.043	0.076	0.010	0.018	0.006	0.004	0.045	0.017	0.040	-	0.007	-
									상태평가점수			0.265
									상태평가등급			C

안양교의 전체 상태평가 결과 "주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한" **C등급**의 상태로 평가되었음.

제3장 보수·보강 및 유지관리 방안

3.1 개 요
3.2 보수·보강 및 개략공사비
3.3 손상에 따른 보수·보강공법
3.4 유지관리 방안

제3장 보수·보강 및 유지관리방안

3.1 개 요

본 장에서는 외관상태평가에서 확인된 결함과 손상상태를 토대로 교량의 안전성과 건전성을 유지하기 위한 보수·보강 방법의 제안 및 각 부재별 손상상태에 따른 부재별 개선방향 및 범위를 제시하여 시설물의 효율적인 보수·보강이 행해질 수 있도록 하였으며, 보수·보강방법의 기본방향은 장기적으로 설계 내하력을 유지시키고 내구성 저하를 방지하는데 그 목적을 두었으며, 주요손상 및 결함에 따른 보수·보강방법을 일람표를 작성하여 요약하였고, 이에 따른 보수·보강방법을 상세히 기술하였다.

또한, 유지관리는 시설물과 부대시설의 기능을 보존하고 이용자의 편익과 안전을 도모하기 위하여 수시점검, 일상점검, 정기점검 등을 통하여 시설물의 상태를 조사하고 손상부에 대한 조치를 취하는 일련의 행위로서 본 장에서는 대상 시설물의 제반 특성 등을 고려한 유지관리 방안을 제시함으로서 향후 효율적 유지관리가 행해질 수 있도록 하였다.

3.2 보수·보강 및 개략공사비

3.2.1 부재별 보수·보강 방안

안양교의 손상·결함부에 대한 보수·보강방안은 다음【표 3.2.1】과 같다.

【표 3.2.1】부재별 보수·보강 방안

구 분		손상원인	보수·보강방안	손상 물량
교면포장	포장부 균열	• 온도변화차	• 실링보수	40.2m
	포장부 망상균열	• 빈번한 중차량 통행	• 절삭 후 오버레이	77.8㎡
	포장부 함몰, 파손	• 빈번한 중차량 통행	• 절삭 후 오버레이	68.9㎡
	포장부 요철, 소성변형	• 빈번한 중차량 통행	• 지속관찰	24.86㎡
	포장부 아스콘 마모	• 빈번한 중차량 통행	• 지속관찰	0.3㎡
	포장부 보수불량	• 시공불량	• 절삭 후 오버레이	1.52㎡
	포장부 노후화, 바닥판 하면 누수,백태 다수 발생	• 공용년수 증가에 따른 반복적 윤하중	• 교면방수 + 재 포장	3,657.0㎡

【표 3.2.1】 부재별 보수·보강 방안 - 계속

구 분		손상원인	보수·보강방안	손상 물량
난간, 연석, 중앙분리대	연석부 균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 지속관찰	42.5m
	연석부 균열 (c/w:0.3mm이상)	• 건조수축	• 균열부 주입공법	5.8m
	철근노출 및 콘크리트 파손	• 시공불량	• 단면(방청)복구공법	0.82㎡
	콘크리트 파손 및 들뜸	• 공용 중 손상	• 단면복구공법	1.08㎡
	연석부 골재분리	• 시공불량	• 지속관찰	263.2㎡
	중앙분리대 도장들뜸 및 탈락	• 공용 중 손상	• 표면처리공법	244.4㎡
배수시설	배수구 막힘	• 공용 중 토사유입	• 주기적 청소	23개소
	배수관 탈락 및 길이부족	• 공용 중 손상 + 시공불량	• 배수관 연장설치	45개소
	배수관 부착불량 및 위치불량	• 시공불량	• 배수관 재설치	2개소
신축이음	신축이음 본체 및 후타재 파손, 단차 (앵커철근 노출)	• 공용 중 손상	• 신축이음 교체	11.0m
	신축이음 본체 및 후타재 단차	• 공용 중 손상	• 지속관찰	11.0m
	후타재 마모 및 골재노출	• 공용 중 손상	• 지속관찰	27.7㎡
	후타재파손	• 공용 중 손상	• 지속관찰	0.49㎡
	연석부 신축이음 덮개 미설치	• 시공불량	• 신축이음 덮개 설치	4개소
	유간부 토사퇴적	• 공용 중 손상	• 주기적 청소	16.0m

【표 3.2.1】 부재별 보수·보강 방안 - 계속

구 분		손상원인	보수·보강방안	손상 물량
바닥판 하면	균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 표면처리공법	10.5m
	균열부백태 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 표면처리공법	4.0m
	누수 및 백태	• 누수	• 단면(백태)보수공법	35.88㎡
	망상균열 및 백태	• 건조수축 + 누수	• 단면(백태)보수공법	351.49㎡
	철근노출 및 콘크리트 파손, 들뜸	• 공용 중 손상	• 단면(방청)복구공법	6.09㎡
	콘크리트 파손 및 들뜸, 탈락	• 공용 중 손상	• 단면복구공법	1.94㎡
	표면열화 및 오염	• 공용 중 손상	• 표면처리공법	64.76㎡
	재료분리	• 시공불량	• 단면복구공법	1.2㎡
	마감불량	• 시공불량	• 지속관찰	0.3㎡
	종 죠인트부 각목 미 제거	• 시공불량	• 각목 제거	56m
	바닥판 하면 내구성 및 내하성능 저하	• 공용기간 경과에 따른 노후화, 설계내하력 부족 (DB-18)	• 철거 후 상판 확장시공	1식
PSC 주형	균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 지속관찰	6.7m
	망상균열	• 건조수축	• 표면처리공법	2.84㎡
	표면열화 및 박리	• 공용 중 손상	• 표면처리공법	20.0㎡
	누수 및 백태, 오염	• 누수	• 표면처리공법	104.01㎡
	강판보강부 및 콘크리트 파손, 쉬스관 노출	• 통행차량 충돌	• 강판보강+단면복구공법	1.05㎡
	콘크리트 파손 및 들뜸, 탈락	• 시공불량	• 단면복구공법	4.72㎡
	철근노출, 피복부족에 의한 철근 엿보임	• 시공불량	• 지속관찰	734.7㎡
	재료분리	• 시공불량	• 단면복구공법	2.26㎡

【표 3.2.1】 부재별 보수·보강 방안 - 계속

구 분		손상원인	보수·보강방안	손상 물량
PSC 주형	강판보강부 부식	• 누수	• 재 도장	26.08㎡
	긁힘	• 공용 중 손상	• 지속관찰	0.3㎡
	가로보 재료분리	• 시공불량	• 단면복구공법	1.20㎡
	가로보 철근노출	• 시공불량	• 단면(방청)복구공법	1.97㎡
	가로보 박리	• 시공불량	• 단면복구공법	0.04㎡
	가로보 백태	• 누수	• 표면처리공법	1.2㎡
	주형거더 내구성 및 내하성능 저하	• 공용기간 경과에 따른 노후화, 설계내하력 부족 (DB-18)	• 철거 후 상판 확장시공	1식
교량받침	받침몰탈 균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 지속관찰	3.8m
	받침몰탈 균열 (c/w:0.3mm이상)	• 건조수축	• 균열부 주입공법	0.3m
	교량받침 상,하부 Plate 부식	• 누수	• 재 도장	25개소
교대, 교각	균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 지속관찰	270.0m
	균열 (c/w:0.3mm이상)	• 건조수축	• 균열부 주입공법	55.1m
	망상균열	• 건조수축	• 지속관찰	0.04㎡
	누수 및 백태	• 누수	• 표면처리공법	1.35㎡
	철근노출 및 콘크리트파손, 들뜸	• 시공불량	• 단면(방청)복구공법	5.96㎡
	콘크리트파손 및 들뜸 (박리, 박락)	• 시공불량	• 단면복구공법	8.81㎡
	골재노출 및 분리	• 시공불량	• 단면복구공법	15.6㎡
	재료분리	• 시공불량	• 단면복구공법	0.47㎡
	시공이음부 이격	• 시공불량	• 지속관찰	12.0㎡
	비둘기 배설물 퇴적	• 공용 중 손상	• 지속관찰	6.9㎡

3.2.2 보수·보강 개략공사비

【표 3.2.2】 보수·보강 개략공사비(부분적 보수, 보강공사 시)

구 분		수량	단위	단가	금액	보수·보강대책	비고
교면포장	포장부 균열	40.2	m	12,000	482,400	• 실링보수	단기
	포장부 망상균열	77.8	㎡	45,000	3,501,000	• 절삭 후 오버레이	단기
	포장부 함몰, 파손	68.9	㎡	45,000	3,100,500	• 절삭 후 오버레이	단기
	포장부 보수불량	1.52	㎡	45,000	68,400	• 절삭 후 오버레이	단기
	포장부 노후화, 바닥판 하면 누수,백태 다수 발생	3,657.0	㎡	130,000	-	• 교면 재 포장+ 교면방수	중장기
난간, 연석, 중앙 분리대	연석부 균열 (c/w:0.3mm이상)	5.8	m	90,000	522,000	• 균열부 주입공법	단기
	철근노출 및 콘크리트 파손	0.82	㎡	250,000	205,000	• 단면(방청)복구공법	단기
	콘크리트 파손 및 들뜸	1.08	㎡	220,000	237,600	• 단면복구공법	단기
	중앙분리대 도장들뜸 및 탈락	244.4	㎡	45,000	10,998,000	• 표면처리공법	단기
배수시설	배수구 막힘	23	개소	5,000	115,000	• 주기적 청소	단기
	배수관 탈락 및 길이부족	45	개소	200,000	9,000,000	• 배수관 연장설치	단기
	배수관 부착불량 및 위치불량	2	개소	200,000	400,000	• 배수관 재설치	단기
신축이음	신축이음 본체 및 후타재 파손, 단차 (앵커철근 노출)	11.0	m	800,000	8,800,000	• 신축이음 교체	단기
	연석부 신축이음 덮개 미설치	4	개소	30,000	120,000	• 신축이음 덮개 설치	단기
	유간부 토사퇴적	16.0	m	5,000	80,000	• 주기적 청소	단기
바닥판 하면	균열 (c/w:0.2mm이하)	2.63	㎡	45,000	118,350	• 표면처리공법	단기
	균열부백태 (c/w:0.2mm이하)	1.0	㎡	45,000	45,000	• 표면처리공법	단기
	누수 및 백태	35.88	㎡	45,000	1,614,600	• 단면(백태)보수공법	단기
	망상균열 및 백태	351.49	㎡	45,000	15,817,050	• 단면(백태)보수공법	단기
	철근노출 및 콘크리트 파손, 들뜸	6.09	㎡	250,000	1,522,500	• 단면(방청)복구공법	단기
	콘크리트 파손 및 들뜸, 탈락	1.94	㎡	220,000	426,800	• 단면복구공법	단기
	표면열화 및 오염	64.76	㎡	45,000	2,914,200	• 표면처리공법	단기
	재료분리	1.2	㎡	220,000	264,000	• 단면복구공법	단기
	종 죠인트부 각목 미 제거	56	m	5,000	280,000	• 각목 제거	단기
	바닥판 하면 내구성 및 내하성능 저하	1	식	1,300,000,000	-	- 철거 후 상판 확장 시공	중장기

【표 3.2.2】 보수·보강 개략공사비(부분적 보수, 보강공사 시) - 계속

구 분		수량	단위	단가	금액	보수·보강대책	비고
PSC 주형	망상균열	2.84	㎡	45,000	127,800	• 표면처리공법	단기
	표면열화 및 박리	20.0	㎡	45,000	900,000	• 표면처리공법	단기
	누수 및 백태, 오염	104.01	㎡	45,000	4,680,450	• 표면처리공법	단기
	강판보강부 및 콘크리트 파손, 쉬스관 노출	1.05	㎡	220,000	231,000	• 강판보강+단면복구공법	단기
	콘크리트 파손 및 들뜸, 탈락	4.72	㎡	220,000	1,038,400	• 단면복구공법	단기
	재료분리	2.26	㎡	220,000	497,200	• 단면복구공법	단기
	강판보강부 부식	26.08	㎡	50,000	1,304,000	• 재 도장	단기
	가로보 재료분리	1.20	㎡	220,000	264,000	• 단면복구공법	단기
	가로보 철근노출	1.97	㎡	250,000	492,500	• 단면(방청)복구공법	단기
	가로보 박리	0.04	㎡	220,000	8,800	• 단면복구공법	단기
	가로보 백태	1.2	㎡	45,000	54,000	• 표면처리공법	단기
	주형거더 내구성 및 내하성능 저하	1	식	2,200,000,000	-	• 철거 후 상판 확장시공	중장기
교량받침	받침몰탈 균열 (c/w:0.3mm이상)	0.3	m	90,000	27,000	• 균열부 주입공법	단기
	교량받침 상,하부 Plate 부식	25	개소	50,000	1,250,000	• 재 도장	단기
교대, 교각	균열 (c/w:0.3mm이상)	55.1	m	90,000	4,959,000	• 균열부 주입공법	단기
	누수 및 백태	1.35	㎡	45,000	60,750	• 표면처리공법	단기
	철근노출 및 콘크리트파손, 들뜸	5.96	㎡	250,000	1,490,000	• 단면(방청)복구공법	단기
	콘크리트파손 및 들뜸 (박리, 박락)	8.81	㎡	220,000	1,938,200	• 단면복구공법	단기
	골재노출 및 분리	15.6	㎡	220,000	3,432,000	• 단면복구공법	단기
	재료분리	0.47	㎡	220,000	103,400	• 단면복구공법	단기
순 공 사 비						단기 : 83,490,000	
제 경 비 (순공사비의 50% 적용)						단기 : 41,745,000	
총 공 사 비(부분적 보수 공사시)						**단기 : 125,235,000**	

【표 3.2.3】 보수·보강 개략공사비(상판 철거 후 확장공사 시)

공 종	내 용	단 위	수 량	단 가	합 계
포장 공사	포장면 철거	m^3	245.78	74,713	18,362,961
	아스팔트 시공	m^2	4,915.5	119,887	589,304,549
상판 공사	슬래브 철거	m^3	1,035	125,827	130,230,945
	슬래브 시공	m^2	5,751.4	203,258	1,169,018,061
거더 공사	거더 철거	m^3	1,943	125,827	244,481,861
	거더 시공	본	106	18,100,000	1,918,600,000
방호벽 공사	신설-NRB 202(SB5)	m	751.65	2,037,127	1,531,206,510
교면방수	신설	m^2	4,915.5	28,699	141,069,935
신축이음장치	신설	m	112.5	1,262,448	142,025,400
배수시설	신설	m	510	69,000	35,190,000
폐기물 처리	운반 및 처리	식	1	50,000,000	50,000,000
기타 부대시설	신설	식	1	100,000,000	100,000,000
순 공사비					**6,069,490,222**
부 대 공	순 공사비의 10%				**606,949,022**
제 경 비	순 공사비의 50%				**3,034,745,111**
부 가 세	공급가액의 10%				**971,118,436**
공급가액	-	-	-	-	**10,682,302,791**

※ 비고 : 상판(바닥판, 주형거더) 철거 후 확장시공시 공사비는 2007년 4월안양교 정밀안전진단 용역(코렘건설) 교체시공시 개략공사비편 반영하였슴.

3.3 손상에 따른 보수·보강 공법

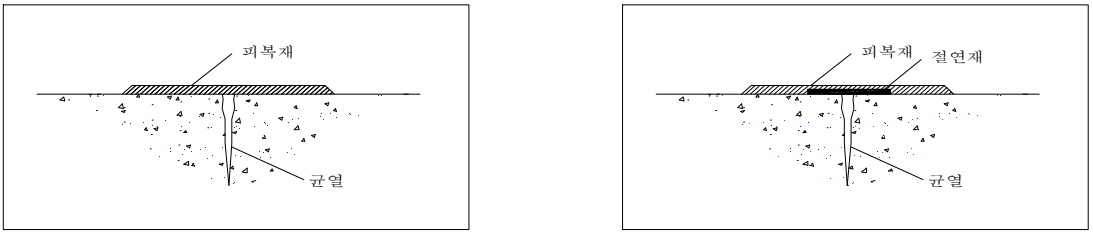
과업대상 구조물에 대한 부재별 손상에 따른 보수·보강 대상 부재는 각 부재별 외관조사에 의한 상태등급이 C등급 이하인 부재로 선정하고 각 부재별 손상에 대한 보수·보강 방법은 다음과 같다.

3.3.1 콘크리트 균열보수 공법

가. 표면처리공법

1) 적용범위 : 미세한 균열(폭 0.2mm 미만) 부위에 방수성, 내구성을 향상 시키기 위해 실시

2) 개 요 도



- 일반적인 표면 처리 공법 - 균열폭의 변동이 큰 표면처리공법

【그림 3.3.1】 표면처리공법

3) 시공순서

㉠ 균열이 생긴 콘크리트 표면을 와이어 브러시 등으로 문질러 거칠게 처리

㉡ 표면의 부착물은 물 세척에 의한 청소 후 충분한 건조 처리

㉢ 적절한 피복제(수지계, 시멘트계)로 균열 부분 피복 처리

4) 공법의 특징

㉠ 시공간편

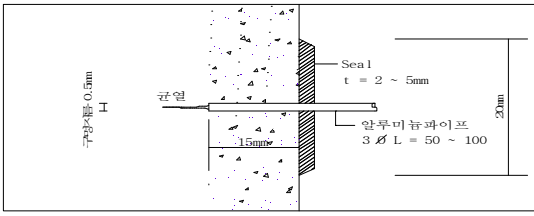
㉡ 균열이 활성화 경우 적응성 부족

㉢ 피복제 종류에 따른 접착력 부족 우려

나. 주입공법

1) 적용범위: 균열폭이 비교적 크고(폭 0.2mm 이상) 균열 내부에 수지 혹은 시멘트계의 재료를 주입시켜 방수성, 내구성을 향상시키기 위해서 실시

2) 개 요 도



균열폭 (mm)	파이프간격 (mm)
0.3 이하	50 ~ 100
0.3 ~ 0.5	100 ~ 200
0.5 ~ 1.0	150 ~ 250
1.0 이상	200 ~ 300

【그림 3.3.2】 수지 주입 공법

3) 시공순서

㉠ 균열 부위 청소

㉡ 균열면 Sealing

㉢ 주입 파이프 철거

㉣ Sealing재 철거

㉤ 면 갈기

4) 공법의 특징

㉠ 주입 재료에 따른 주입시기 엄수

㉡ 에폭시 수지에 의한 주입의 경우 접착력 저하 주의

㉢ 저압 주입의 경우 주입 깊이와 주입량 점검의 용이하나 재료 손실 과다

㉣ 고압 주입의 경우 기존 균열의 확대 우려

다. 충진공법

1) 적용범위 : 균열폭이 비교적 큰(폭 0.5mm 이상) 부위의 보수에 적당한 공법으로 균열을 따라 콘크리트를 절단하고 그 부위에 보수재를 충진하는 공법

2) 개 요 도

【그림 3.3.3】 충진공법

3) 시공순서

㉠ 균열면 “U” 또는 ”V”형으로 절단 처리

㉡ 절단면 Primer 도포

㉢ Back-up제 삽입

㉣ 충진제(수지계, 시멘트계) 충진

㉤ 양생 및 면 처리

4) 공법의 특징

㉠ 충진제의 박리, 박락 주의(특히 V-Cut 경우)

㉡ 철근이 부식된 콘크리트 면 보수의 경우 철근 녹 제거 철거

㉢ 충진제와 콘크리트 면의 접착을 위해 Primer 도포 철거

3.3.2 침투성 폴리머 모르터 공법

가. 공법의 용도

열화된 콘크리트 구조물의 보수용으로 개발된 침투성 폴리머 모르터는 열화된 콘크리트 구조물의 박리, 들뜸, 탄산화 부위 등 단면 수복을 비롯해 미세 균열 부위에 대한 표면처리용으로 광범위하게 적용된다.

나. 특 징

1) 강도의 발현성이 높아 조기 강도가 우수하다.

2) 침투성이 있어 프라이머를 사용하지 않고도 접착성이 우수하다.

3) 이산화탄소의 투과성이 적어 콘크리트 탄산화에 대한 저항성이 우수하다.

4) 염화물의 침투 저항성이 우수하여 철근 부식을 방지한다.

5) 유독성이 없어 인체에 무해하다.

다. 적용 범위

1) 미세균열의 표면 처리

2) 박리·박락 손상 부재

3) 누수·백태 손상 부재

4) 철근 방청처리 후의 단면 보수 부재

5) 골재분리 및 노출

6) 구체 및 기초의 세굴

3.3.3 철근방청 공법

가. 공법의 용도

노출 철근은 외기의 작용으로 부식 및 강성 저하를 나타낼 수 있으며, 부식에 따른 팽창으로 2차적 손상을 유발할 수 있다. 따라서 철근의 녹 제거, 방청처리 등을 시행하여 적절한 내구성을 유지하는 공법이다.

나. 시공 방법

1) 콘크리트 결손부 주위를 건전한 부분까지 마킹한 후 콘크리트 커터로깊이 3~5mm 정도로 눈금을 넣는다.
2) 에처칩퍼나 절삭정 등으로 눈금을 넣은 부분의 내측 콘크리트를 건전한 부분이 나올 때까지 깎아낸다.
3) 철근의 녹을 외이어 브러시, 진공 브라스트 등을 사용하여 완전히 제거한다.
4) 붓이나 스프레이를 사용하여 방청제를 도포하고 건조시간을 확인하여건조후 단면 보수를 시행한다.

다. 사용재료

1) 녹 전환형 방청제(인산, 유기간, 킬레이트제)
2) 수지계 방청제(에폭시수지, 아크릴 수지)
3) 폴리머시멘트계 방청제(SBR계, PAE계)
4) 변성에폭시수지계 방청제(에폭시수지, 녹 전환형 방청제의 복합형)

순서	점 검 내 용	공 정	시 공 순 서	기 자 재
①	철근부 손상 주의	절 삭 공	철근의 주위를 양호한 콘크리트 가 나올 때까지 절삭	해머드릴
②		녹제거 및 청소	블라스트로 녹제거	진공 블라스트 그라인더
③	단면보수를 복합공법으로 하는 경우는 패칭재의 프라이머적 역할을 공용할 수 있는 방청제도 있음	방청처리	방청한 부분과 양호한 부분에 방청재를 도포하고 스프레이로 도포	붓, 스프레이
④		종 료		

3.3.4 단면보수 공법(몰탈패칭 공법)

가. 공법의 개요

단면이 비교적 적은 경우의 보수에 사용되는 방법으로 단면보수의 하자처리 후에 보수에 적합한 강도로 혼합한 부수재를 주걱이나 손으로 눌러 붙여서 단면 보수하는 공법이나 시공부위. 진동, 자중 등으로 보수재료가 떨어지는 경우도 있으므로 보수재료의 선정을 잘 검토해야 하며, 두껍게 발랐을 때의 수축 균열도 주의해야 한다.

나. 보수방법

1) 공종도

개시 → 결손부의 청소 → 프라이머 도포 → 패칭① → 패칭② → 양생 →종료

순서	점 검 내 용	공 정	시 공 순 서	기 자 재
①		결함부 청소		와이어브러시 버큠블라스트
②		프라이머도포나 침폭제	패칭재의 종류에 따라 프라이머 도포나 침투제	붓, 스프레이
③	1회 도포량 30mm까지	패칭①	손 또는 흙손으로 패칭재 충전	붓, 스프레이
④	단면깊이가 30mm이상인 경우	패칭②	1회 패칭후 2회 패칭시에는 L형 앵커를 타입하고 여기에 피아노선을 감아서 보강한후에 2회 패칭실시	흙손,스프레이
⑤	저온시 경화속도 주의	양생		흙손,스프레이
⑥		종료		

2) 시공순서

㉠ 폴리머 시멘트 모르타르나 무수축 시멘트 모르타르 등의 단면수수재료를 전체가 균일하게 되도록 충분히 교반한다.

㉡ 이 단면보수재를 주걱으로 조심스럽게 바르고 평활하게 마무리 한다.

3) 사용재료

㉠ SBG계 폴리머시멘트 콘크리트(모르타르)

㉡ 아크릴계 폴리머시멘트 콘크리트(모르타르)

㉢ 에폭시수지 모르타르(보통, 경량)

㉣ 무수축시멘트 콘크리트(모르타르)

3.3.5 단면보수 (백태)공법

가. 공법의 개요

백화는 콘크리트의 품질을 더욱 열화시키는데 촉매적인 역할을 하므로 이에 대해서는 필히 보수하여야 하고, 이에 따른 더 이상의 열화를 방지하기 위한 공법이다.

나. 시공방법

1) 기존 콘크리트의 백태 부분을 그라인더를 이용하여 콘크리트 표면을 처리한다

※ 콘크리트 표면처리시 파편 및 분진이 발생되므로 보호안경 착용 후 작업을 한다

2) 콘크리트 단면철거 후 고압 살수기를 이용하여 표면을 고압세척 한다

※ 고압세척은 압력은 TIP에서 300SI(21kg/cm^2)의 압력으로 한다.

3) 기존 콘크리트의 구체 및 표면강화를 위하여 H.E-256(침투성 접착 강화재)+급결시멘트로 표면을 맛사지 한다.

※ 5℃이하에서는 작업을 중지해야 한다.

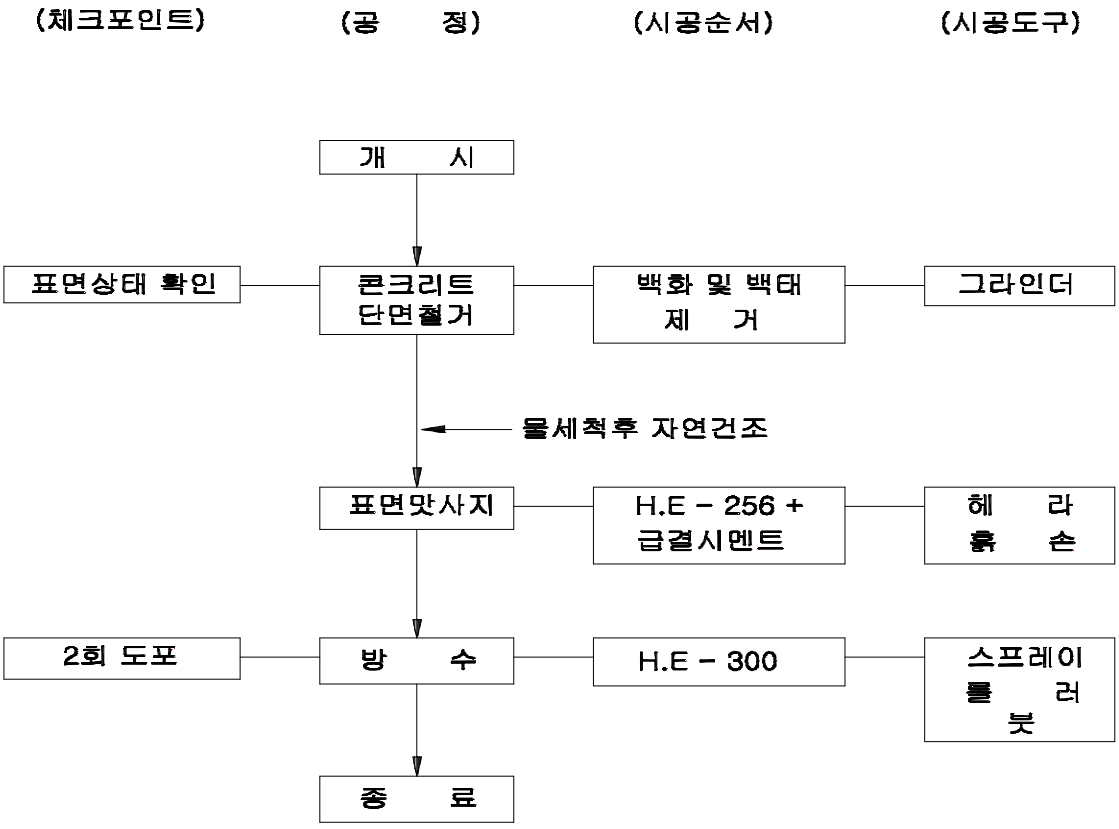
4) 콘크리트의 탄산화 방지 및 방수를 위하여 H.E-300(탄산화 방지 및 방수재)을 2회 도포한다.

※ 5℃이하에서는 작업을 중지해야 한다.

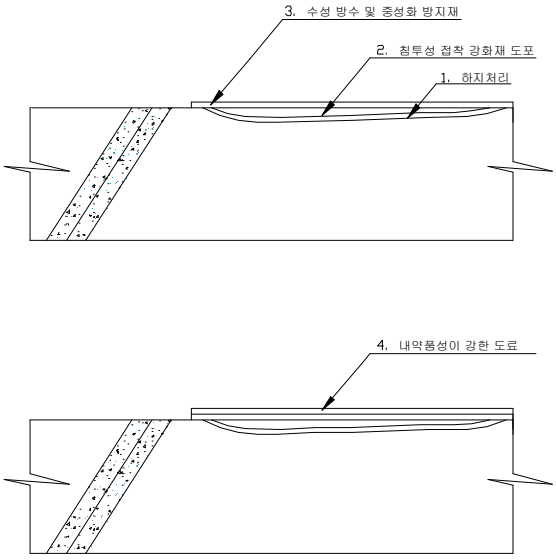
※ 1회 도포 후 상온(30℃ 이하)에서 2시간 건조시킨 후 2차 도포 한다.

5) 작업장 주위를 깨끗하게 한다.

다. 시공순서



라. 개요도



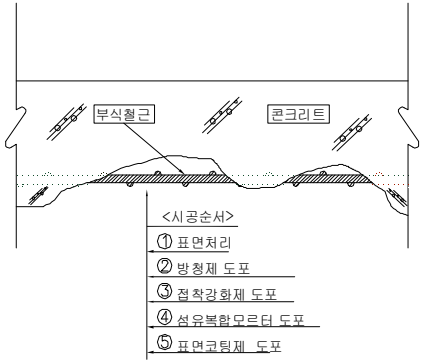
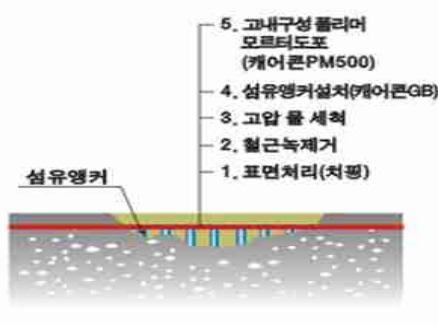
【그림 3.3.4】 누수 및 백화부위 보수공법

3.4 보수공법 비교안

3.4.1 균열보수공법

공종 / 보수공법		균열보수		
		1안	2안	3안
공법		VOC삭감형 수성에폭시 주입공법 (리폼시스템)-특허 제0220562호	SBR계 폴리머 시멘트 슬러리 주입공법 (쌍용)	마이크로 시멘트 슬러리 주입
내용		유기계	유, 무기계	무기계
습윤면 시공성		친수성 유기계 재료로서 습윤면 시공가능	유.무기계 복합재료로서 습윤면 시공 가능	무기계 재료로서 습윤면 시공불가
재료적 유사성		유기계 재료이지만 열팽창계수 및 탄성계수가 콘크리트와 유사	유.무기계 재료로서 온도에 따른 열팽창계수 및 탄성계수가 콘크리트와 유사	초미립 무기계 재료로서 열팽창계수 가 콘크리트와 유사
수축성		유기계 재료이지만 휘발성 화합물 등을 섞지 않으므로 **경화에 따른 수축성 없음**	SBR계 혼화재로 모르터를 구성하므로 수축성 없음	물과 혼합한 모르터로 다소 수축성 있
침투성		균열폭 0.02mm 까지 가능	균열폭 0.02mm 까지 가능	균열폭 0.02mm 까지 가능
부착강도		40kg/㎠	20kg/㎠	10kg/㎠
특징	장점	· **시공성, 접착성 및 주입성 우수** · 균열부 콘크리트내 철근의 방청기능 있음 · **미세균열에의 침투성이 우수** · 습윤부 및 수중부 시공가능 · 시공실적 다수	· 내약품성 우수 · 균열부 콘크리트내 철근의 방청기능 있음	· 내중성화 기능 · 물성·특성이 콘크리트와 유사
	단점			

3.4.2 단면보수공법

구 분	FCSM 공법 (신기술 522호)	리노 SYSTEM (신기술 363호, 2003년 2월, 8년)	ARS 공법 (신기술 430호, 2004년 10월, 3년)
명 칭	고인성 PVA섬유의 3차원적 가교작용에 의해 몰탈에 강력한 균열저항성과 연성이이 향상된 섬유복합몰탈을 이용한 콘크리트 구조물의 보수공법	알콕시 실란계 무기질 폴리머가 혼합된 표면처리제(세라탑)와 표면개질처리된 섬유 및 3원계 폴리머가 함유된 난용성 충전용 모르터(리노몰탈)를 이용한 콘크리트 보수공법	유리섬유 앵커와 알루미노 실리게이트계의 결합재 조절제를 첨가한 고내구성 폴리며 모르타르를 이용 리트 구조물의 보수공법
개 발 자	원화종합건설(주)	(주)세라켐, 티엔알비(주)	케어콘(주), 엠티마스타(주)
개 요 도			
기술개요	고인성 PVA섬유의 3차원적 가교작용에 의해 몰탈에 강력한 균열저항성과 연성이이 향상된 섬유복합몰탈을 이용한 콘크리트 구조물의 보수공법	알콕시 실란계의 무기질 폴리머를 이용한 코팅재를 계면 및 표면에 도포하고, 표면 개질 처리된 섬유와 3원계 난용성 폴리머가 함유된 충전용모르터 및 몰리브데이트제 방청제를 첨가한 철근방청용 페이스트를 사용하여 보수하는 공법	부착력이 부족한 콘크리트 구조물 단면에 가리트와 보수모르타르의 계면에서 발생하는 및 위치를 정확히 예측하고 이에 대응하는 확보하기 위해서 유리섬유로 만든 앵커와 실리케이트계의 고내구성 폴리머 모르타르를 여 계면에서 부착력을 확보하고, 보수단면의 증진시키는 공법으로 공정이 단순하고, 시공성 한 공법
장 점	· PVA 섬유의 3차원 가교작용으로 균열억제 · 우수한 휨 강성과 연성으로 보강성능 발휘 · 건조수축 및 진동에 의한 균열에 강력한 저항성 · 내마모성, 내충격성, 부착성이 우수 · 구체와 역학적 거동이 동일하여 박리-박락 없음 · 내구성 5배 이상 우수, 구조물 Life Cycle을 연장 · 중성화저항성, 내화학성, 내화성이 우수 · 스프레이시 리바운드가 1% 이내로 적다	• 콘크리트 표면강도회복성 우수 • 무기계 재료로서 기존 콘크리트와 물리적 성질이유사하여 시공후 균열, 탈락 등 재손상 발생 가능성 적음	• 앵커를 이용하여 계면의 부착력 확보 • 이산화탄소 및 염화물에 대한 저항성이 우수 • 동결융해에 대한 저항성이 우수 • 중성화 억제성능 및 철근 방청 성능

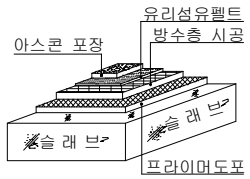
3.4.3 표면처리공법

구 분		제 1안 레미가드공법	제 2안 리폼시스템	제 3안 크로스공법	제 4안 리플래시공법	
공법개요		아질산계 하이드로탈사이트를 혼입한 단면복구모르타르 및 밀폐형 건·습식 복합 분체 · 이송압송장치에 의한 RC 구조물 보수공법	구상형 용융슬래그 골재를 이용한 보수용 모르타르, 개량형 연속믹서와 압송펌프를 이용한 콘크리트 구조물의 단면보수 기술	방청복합 알칼리 회복제와 아질산계 분말방청제가 혼입된 폴리머 모르타르를 이용한 손상된 RC구조물의 보수공법	무기질 단면피복재(RH방식 피복재) 및 항균성 개질재(RH프라임)와 복합하여 시공. 화학적 부식에 대한 RC 구조물의 방식, 보수공법	수화응 otector 를 이 이중처
시공순서	표면처리 공법	바탕처리 → 고압물청소 → 표면강화제 도포 → 바탕조정재 도포 → 표면보호제 도포	바탕처리 → 고압물청소 → 표면강화 및 발청억제제도포 → 기능성방식제 도포	바탕처리 → 고압물청소 → 수성표면강화제 도포 → 방청표면 피복제 시공	바탕처리 → 고압물청소 → RH프라임도포 → RH방식피복재도포 → RH TOP COAT 도포	바탕처 Mol 도 → H.B
	단면복구 공법	바탕처리 → 고압물청소 → 프라이머 도포 → 폴리머몰탈 뿜칠 → 표면강화제 도포→ 표면보호제 도포	바탕처리 → 고압물청소 → 표면강화 및 발청억제제도포 → 접착강화제 도포 → 충전모르터 뿜칠 및 미장→ 기능성방식제 도포	바탕면처리 → 고압물청소 → 알칼리회복제 도포 → 수성표면강화제 도포 → 방청모르타르 시공 → 방청표면 피복제 시공 → 마감코팅제 도포	바탕처리 → 고압물청소 → RH프라임도포 → RH모르타르 충진 → RH방식피복처리 → RH-TOP COAT 도포	바탕처 B. Pr H.B. C C 도포
모르터 시공법		기계화시공(습식, 뿜칠공법) (신기술 지정 및 시험시공)	기계화시공(습식, 뿜칠공법) (신기술 지정 및 시험시공)	인력시공(손미장) (신기술 지정 및 시험시공)	인력시공(손미장) (신기술 지정 및 시험시공)	(신
폴리머종류		무기질 아크릴계(분말)	수성아크릴계	무기질 시멘트계	무기질 시멘트계	무
압축강도		52.1MPa	44.1MPa	51.6MPa	52.1MPa	
휨강도		10.7MPa	8.8MPa	7.4MPa	12.1MPa	
부착강도		2.29MPa	1.96MPa	1.96MPa	2.26MPa	
리바운드율		벽체:3%이하, 슬래브:5%이하	벽체:3%이하, 슬래브:5%이하	-	-	
장 점		· 내구성 우수 · 내화학성 우수 · 완전자동화 및 기계화 시공으로 대규모 공사시 인건비 및 공기절감 효과 우수	· 내구성 우수 · 내화학성 우수 · 폴리머조막을 형성하여 건조수축균열의 생성을 억제함 · 제강슬래그의 자원 재활용으로 환경	· 내구성 우수 · 내화학성 우수 · 아크릴계 폴리머 몰탈에 비해 악취가 적음 · 섬유가 혼입된 몰탈을 사용하여 내균	· 내구성 우수 · 내약품성 및 내화학성 우수 인체에 무해함 · 세균의 발생억제 및 향균기능 · 습윤면에 대한 부착강도 우수	· 내구성 · 내화학 · 코팅재 내산 · 낮은

3.4.4 교면 재 포장공법

아스팔트 종류		일반 AP (AP-5)				SBS P
포 장 공 법		밀입도 #67, #78 (기존 포장)	CRM 아스팔트	에코팔트	SMA (Stone Mastic Asphalt)	PMA (밀입도 #67,#78)
포장 개념		- 가장 일반적인 포장공법 - 최근 AP-3 → AP-5로 AP규격 변경 (소성변형 방지차원) - 굵은골재 : 잔골재 = 50 : 50(밀입도)	-CRM: 폐타이어 재생고무분말 -고온으로 가열한 아스팔트에 폐타이어 분말(CRM)을 혼합(10~25%)하고 교반/ 양생하여 고무분말의 팽창을 유도하여 물리적 성질을 개질	-개립도 입도와 개질재(DAMA)를 혼합한 배수성 포장공법 -굵은골재:잔골재= 80:20(개립도) -공극률 20% 유지를 위해 DAMA 현장투입 -도로의 기능향상으로 인한 친환경 공법	- 굵은골재의 맞물림 효과에 의한 내유동 강화와 Mastic(AP+채움재)에 의한 골재 간극 충진 - AP 흐름방지를 위해 섬유보강재 현장 투입 - 굵은골재 : 잔골재= 75 : 25 (개립도)	-일반AP와 열가소성 폴리인 SBS를 분자결합시켜 성 회복력과 박리저항성 대폭 향상된 고성능 고분 改質아스팔트 - 굵은골재: 잔골재 = 50 : 50(밀입도)
적용 단면		표층 및 중간층	표 층	표 층	표층	표층 및 중간층, 기층
혼합물 생산	최대골재	19mm ~ 13mm	19 ~ 13mm	19mm ~ 13mm	13mm ~ 10mm	19mm ~ 13mm
	AP함량	5~6%	8~10 %	5.0% 내외	6.5 ~ 7.5%	5~6%
	생산온도	140~150℃	160 ~ 190 ℃	160 ~ 180℃	160 ~ 185℃	160~185℃
	개질재	개질재 첨가 없음.	- CRM 15~25% 혼합 - Plant Mixing	- DAMA 투입 - Plant Mixing-	- 개질재 첨가 없음 - Via-Top투입(3Kg/톤)	- SBS를 정유공장에서 혼합(Pre-mix 형태)
시 공	다짐장비/순서	머케덤→ 타이어→ 텐뎀	진동 텐뎀→ 머케덤→ 머케덤	머케덤→ 텐뎀→ 타이어→텐뎀	머케덤→ 머케덤→ 텐뎀	머케덤→ 타이어→ 텐뎀
	시공특징	온도관리 및 다짐 용이	온도 및 AP점도 관리 주의	온도 및 다짐관리 주의		온도 및 다짐관
특 징	포장수명	국도 평균 5년	기존 포장의 2배 주장	기존 포장대비 양호	기존포장대비 2배 이상	기존포장
	소성변형저항성	보통	우수	우수	양호	우수
	(동적안정도)	(300~700회)	(4,000~6,000회)	(4,000회 내외)	(2,000~3,000회)	(5,000~6,000회)
	피로균열저항성	보통	양호	보통	양호	우수
	(1축인장재하)	(23,000회)			(67,500회)	(511,500회)
	소음감소	보통	양호(-2dB)	우수(-3dB)	양호(-2dB)	보통
	미끄럼 저항	보통(52.2BPN)	양호	양호	양호	보통
장 점		- 시공이 용이하고 실적이 많다. - 유지보수가 용이하다 - 아스콘 단가가 저렴	- 소성변형, 균열 저항성 양호 -환경친화적 (폐타이어2천개/1km) - 미끄럼 저항성우수 - 투수성 포장 가능(개립도) - 탄성복원력 우수	- 저소음/ 배수성 포장 - 도로의 기능증대 - 빗길 미끄럼 저항증대 - 폐자원재활용	- 소성변형 저항성 우수 - 균열 및 탈리현상 방지 - 소음감소 효과 있음 - 미끄럼 저항성 증가	- 소성변형/ 균열저항성 우 - Pre mixing으로 품질관 용이 - 기존 아스콘과 생산 및 공 방법 동일 - 교면포장시 균열저항성 우수
		- 소성변형에 취약하다.	-혼합후 양생기간 필요 (5시간)	- 균열에 상대적 취약	- 아스콘 생산 및	- 슈퍼팔트 저장용 전용탱

3.4.5 교면 재 방수공법

구 분	도막식			침투방수	쉬트식
	아스팔트계	CR 합성고무계	슈프림 테크로트 M6		
개 요	· 폴리머 변형 아스팔트계를 COOKER에 고운(220℃)으로 녹여 교면에 포설	· 고무를 톨루엔등의 용액에 녹인 액체를 교면에 포설	· 유리섬유펠트를 콘크리트 슬래브에 접착 방수층 형성	· 콘크리트 스라브 표면의 미세공극에 방수재를 침투시켜 방수막 형성	· 부직포등에 가열용 해안고무혼합 아스팡틀를 함침시킨 쉬트를 교면에 접착시킴
개 요 도					
공 정	청소→primer→도막방수제(고무아스팔트)→ Felt	청소→1차primer→ 2차primer→도막방수제(크로로프렌)	청소→프라이머 도포→ 방수막 시공→유리섬유펠트시공	레이턴스 제거후 →Spray	청소→primer→ sheet부착
특 성	· 교량의 구배에 의한 방수재의 흘러내림이나 밀림현상이 없음 · 연성재료로 진동에 대한 내구성이 커 강교 또는 연속교 특히 채택됨. · 재활성이 강하며 아스콘포장시 택코팅을 하지 않아 공사비 절감 · 도포 후 양생기간이 필요없어 아스콘포장이 바로 가능하여 공기감소	· 콘크리트층과의 접착력 우수 · 내한,내산,내열성 우수	· 저온 유연성이 우수 · 방수층 파손 및 균열에 대한 추종성 우수 · 포설시 방수층과 일체화 · 방수층에 대한 별도의 양생기간이 없이 포장가능 · 방수재의 안정적인 품질확보 · 별도의 텍코팅이 필요없음	· 동결융해에 대한 내구성이 양호함. · 노출된 콘크리트면의 구조물에 특히 유리하다. · 가격이 저렴 · 시공이 간단하다	· 시공이 용이하며 방수가 균일 · 연성으로 균열,진동에 강함 · 지체접착성과 보수성이 있음 · 아스콘의 박리가 없음

3.5 유지관리방안

가. 유지관리의 목적 및 필요성

도로시설물의 유지관리란 기존에 건설된 시설물이 기능을 보존케하고 이용차량의 편의와 안전을 도모하기 위하여 기존 시설을 점검하고 손상된 부분의 원상복귀와 추가시설을 보완하여 수명기간 동안 안전과 기능을 충분히 발휘하게 하기 위한 일련의 과정을 말한다. 도로시설물 유지관리의 주요내용은 ① 시설물 안전점검, ② 이상발견, ③ 보수필요여부 판정, ④ 적정 보수공법 선정, ⑤ 보수공사 실시, ⑥보수효과 확인 등으로 구분된다.

나. 안양교의 중점유지관리 사항

1) 대상교량의 교면 방수상태는 외관상으로 파악하기는 어려우나 바닥판 하면에 단면보수부위를 포함하여 누수, 백태 등의 손상이 발생되어 콘크리트 표면을 열화시키고 있으며, 특히 보도부측 연석이음부 틈새를 통해 누수가 발생되어 거더 외측부에 누수, 백태 등 손상발생이 상대적으로 심한 상태로서 대상교량은 공용기간 경과에 따른 노후화 및 반복된 윤하중 작용 등으로 교면방수층이 파손되었을 것으로 판단되므로 교량의 장기적인 건전성 확보차원에서 교면방수를 포함한 재 포장이 고려되어져야 할 것으로 판단됨.
2) 바닥판 하면 및 PSC Beam 주형은 이전 정밀안전진단 결과 내구성 및 내하성능이 상당히 저하된 상태였으며, 내하력 평가결과 또한 2등교 수준인 DB-18범위로서 전면 철거 후 확장 재 시공이 제시된 상태였으며, 이전 점검 시행 후 누수, 백태, 망상균열, 철근노출, 콘크리트 탈락 및 들뜸 등 콘크리트의 내구성 저하에 직접적인 영향을 미치는 손상 들이 더욱 증가된 상태로서 부분적 보수시행 보다는 경제성 및 안전성을 고려한 장기적인 대책수립(이전 정밀안전진단 결과에서 제시된 철거 후 확장 재 시공 방안-대상 교량은 설계하중이 DB-18로서 현재의 1등교 수준인 DB-24이상을 확보할 수 있는 상판의 교체설치가 요구됨)이 필요하며, 대상교량은 금번 정밀점검 결과 상태평가결과 C등급으로 판정된 상태로서, 대상교량은 설계하중이 DB-18이고 준공 후 오랜 공용년수 등을 감안할 때 상부구조의 재 시공전까지는 C등급으로 유지관리되어져야 할 것으로 판단됨.
3) 서부간선도로상에 위치한 S1경간의 외측거더(G3)는 강판보강 부위가 차량충돌로 파손이 발생된 상태로서 단면복구후 강판접착에 의한 보수 및 교량 전방에 높이제한 틀 설치 등이 필요할 것을 판단됨.

다. 효율적인 유지관리를 위한 제안사항

앞으로 교량의 합리적이고 효율적인 유지관리를 위하여 다음과 같은 사항이 추진되는 것이 바람직하다.

1) 도로시설물의 효율적인 유지관리를 위해서는 해당 시설물들에 대한 설계도서, 구조물 대장, 보수 및 보강 이력, 기타 유지관리 자료의 구비가 필수적이며, 이들을 점차 전산화하여 신속한 처리가 가능하도록 유지관리 시스템을 구축하는 것이 바람직하다.
2) 방대한 도로시설물을 체계적이며 효율적으로 관리하기 위해서는 도로시설물의 유지관리 업무를 전문적으로 수행할 수 있는 진단업체를 개발하여 활용하는 것이 바람직한 것으로 사료된다.
3) 유지관리 예산이 현재 외국에 비해 상대적 비율이 아주 적으므로 유지관리 예산의 적정 확보가 필요하며, 효율적 유지관리를 위한 유지관리 장비를 완비하는 것이 필요하다.

라. 구조부재별 점검항목

외관조사결과 결함이 발견된 부재 또는 보수·보강을 실시한 부재에서 결함의 진전여부와 발생유무를 주기적으로 관찰하여야할 점검사항이다.

【표 3.5.1】 유지관리 점검항목

구 분		점 검 항 목	비 고
상판 슬래브	단기	▶ 중차량 통행 및 상재하중에 의한 구조결함 발생여부 점검	
	중기 장기	▶ 확장 실시설계에 의한 전면 철거 후 교체시공	
P.S.C 거더	단기	▶ 중차량 통행 및 상재하중에 의한 구조결함 발생여부 점검	
	중기 장기	▶ 확장 실시설계에 의한 전면 철거 후 교체시공	
교대 교각	단기	▶ 현재 발생한 결함에 대한 전면적인 보수 실시	
	중기	▶ 코핑 단면확대 보수부위의 재 균열 및 신규균열의 발생 유무 점검	
	장기	▶ 코핑 단면 확대부의 결함에 대해 진행의 양상 및 신규균열 발생시 세밀한 검토 요망	
신축이음장치	단기	▶ 교대 A2 광명시측 포장면 손상에 의한 이음장치 손상우려 지속적인 점검 요망	
	중기 장기	▶ 확장 실시설계에 의한 전면 철거 후 교체시공	

제4장 종합결론

4.1 상태평가 결과

4.2 정밀안전진단 및 사용제한 필요성

4.3 보수・보강 개략공사비

4.4 종합결론

제4장 종합결론

4.1 상태평가 결과

4.1.1 외관조사

구 분		손상원인	대책	등급
교면포장	포장부 균열	• 온도변화차	• 실링보수	c
	포장부 망상균열	• 빈번한 중차량 통행	• 절삭 후 오버레이	
	포장부 함몰, 파손	• 빈번한 중차량 통행	• 절삭 후 오버레이	
	포장부 요철, 소성변형	• 빈번한 중차량 통행	• 지속관찰	
	포장부 아스콘 마모	• 빈번한 중차량 통행	• 지속관찰	
	포장부 보수불량	• 시공불량	• 절삭 후 오버레이	
	포장부 노후화, 바닥판 하면 누수,백태 다수 발생	• 공용년수 증가에 따른 반복적 윤하중	• 교면방수 + 재 포장	
난간, 연석, 중앙분리대	연석부 균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 지속관찰	c
	연석부 균열 (c/w:0.3mm이상)	• 건조수축	• 균열부 주입공법	
	철근노출 및 콘크리트 파손	• 공용 중 손상	• 단면(방청)복구공법	
	콘크리트 파손 및 들뜸	• 공용 중 손상	• 단면복구공법	
	연석부 골재분리	• 시공불량	• 지속관찰	
	중앙분리대 도장들뜸 및 탈락	• 공용 중 손상	• 표면처리공법	
배수시설	배수구 막힘	• 공용 중 토사유입	• 주기적 청소	c
	배수관 탈락 및 길이부족	• 공용 중 손상 + 시공불량	• 배수관 연장설치	
	배수관 부착불량 및 위치불량	• 시공불량	• 배수관 재설치	
신축이음	신축이음 본체 및 후타재 파손, 단차 (앵커철근 노출)	• 공용 중 손상	• 신축이음 교체	c
	신축이음 본체 및 후타재 단차	• 공용 중 손상	• 지속관찰	
	후타재 마모 및 골재노출	• 공용 중 손상	• 지속관찰	
	후타재파손	• 공용 중 손상	• 지속관찰	
	연석부 신축이음 덮개 미설치	• 시공불량	• 신축이음 덮개 설치	
	유간부 토사퇴적	• 공용 중 손상	• 주기적 청소	

4.1.1 외관조사 - 계속

구 분		손상원인	대책	등급
바닥판 하면	균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 표면처리공법	c
	균열부백태 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 표면처리공법	
	누수 및 백태	• 누수	• 단면(백태)보수공법	
	망상균열 및 백태	• 건조수축 + 누수	• 단면(백태)보수공법	
	철근노출 및 콘크리트 파손, 들뜸	• 시공불량	• 단면(방청)복구공법	
	콘크리트 파손 및 들뜸, 탈락	• 시공불량	• 단면복구공법	
	표면열화 및 오염	• 공용 중 손상	• 표면처리공법	
	재료분리	• 시공불량	• 단면복구공법	
	마감불량	• 시공불량	• 지속관찰	
	종 죠인트부 각목 미 제거	• 시공불량	• 각목 제거	
	바닥판 하면 내구성 및 내하성능 저하	• 공용기간 경과에 따른 노후화, 설계내하력 부족 (DB-18)	• 철거 후 상판 확장시공	
PSC 주형	균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 지속관찰	c
	망상균열	• 공용 중 손상	• 표면처리공법	
	표면열화 및 박리	• 공용 중 손상	• 표면처리공법	
	누수 및 백태, 오염	• 누수	• 표면처리공법	
	강판보강부 및 콘크리트 파손, 쉬스관 노출	• 통행차량 충돌	• 강판보강 + 단면복구공법	
	콘크리트 파손 및 들뜸, 탈락	• 시공불량	• 단면복구공법	
	철근노출, 피복부족에 의한 철근 엿보임	• 시공불량	• 지속관찰	
	재료분리	• 시공불량	• 단면복구공법	
	강판보강부 부식	• 누수	• 재 도장	
	긁힘	• 공용 중 손상	• 지속관찰	
	가로보 재료분리	• 시공불량	• 단면복구공법	
	가로보 철근노출	• 시공불량	• 단면(방청)복구공법	

4.1.1 외관조사 - 계속

구 분		손상원인	대책	등급
PSC 주형	가로보 박리	• 시공불량	• 단면복구공법	c
	가로보 백태	• 누수	• 표면처리공법	
	주형거더 내구성 및 내하성능 저하	• 공용기간 경과에 따른 노후화, 설계내하력 부족 (DB-18)	• 철거 후 상판 확장시공	
교량받침	받침몰탈 균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 지속관찰	b
	받침몰탈 균열 (c/w:0.3mm이상)	• 건조수축	• 균열부 주입공법	
	교량받침 상,하부 Plate 부식	• 누수	• 재 도장	
교대, 교각	균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 지속관찰	c
	균열 (c/w:0.3mm이상)	• 건조수축	• 균열부 주입공법	
	망상균열	• 건조수축	• 지속관찰	
	누수 및 백태	• 누수	• 표면처리공법	
	철근노출 및 콘크리트파손, 들뜸	• 시공불량	• 단면(방청)복구공법	
	콘크리트파손 및 들뜸 (박리, 박락)	• 시공불량	• 단면복구공법	
	골재노출 및 분리	• 시공불량	• 단면복구공법	
	재료분리	• 시공불량	• 단면복구공법	
	시공이음부 이격	• 시공불량	• 지속관찰	
	비둘기 배설물 퇴적	• 공용 중 손상	• 지속관찰	

4.1.2 내구성 조사

시 험 항 목	결 과 분 석	판정결과
비파괴 강도시험 (조합법)	• 조합법에 의한 콘크리트 압축강도를 측정한 결과 바닥판 하면 28.9MPa, PSC거더 38.2MPa, 교대 (상행선 25.7MPa, 하행선 28.3MPa), 교각 (상행선 28.0MPa, 하행선 27.6MPa)로서 설계기준강도(fck = 24.0MPa, 27.0MPa, 35.0MPa)를 상회하고 있어 콘크리트 강도상의 문제가 없는 건전한 상태로 평가됨.	I (건전)
탄산화 시험	• 페놀프탈레인용액을 이용하여 탄산화 시험을 실시한 결과 측정된 각 부재별 탄산화 깊이는 2.0~17.0mm로 측정되었으며, 철근 피복두께 대비 탄산화 잔여깊이가 30mm이상으로서 대상시설물은 “탄산화에 의한 부식발생 우려가 없는” **a등급**의 상태로 평가됨.	a등급

4.1.3 상태평가 결과종합

안양교												
부재의 분류	상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소	
번호	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화	염화물
Span-1	c	c	b	b	c	b	c	b	b	q	a	x
Span-2	c	c	b	b	c	b	x	a	b	q	a	x
Span-3	b	c	b	c	a	a	x	a	b	q	x	x
Span-4	b	c	b	c	a	b	x	a	b	q	x	x
Span-5	b	c	b	c	a	b	c	b	b	q	a	x
Span-6	b	c	b	b	b	b	x	b	b	q	x	x
Span-7	b	c	b	b	b	b	x	b	b	q	a	x
Span-8	b	c	b	b	b	b	x	b	b	q	a	x
Span-9	b	c	b	b	b	b	x	b	b	q	x	x
Span-10	b	c	b	b	b	b	x	b	b	q	x	x
Span-11	b	b	b	b	b	b	x	a	b	q	a	x
	x	x	x	x	x	x	d	c	b	q	a	x
평균	0.236	0.382	0.200	0.255	0.209	0.191	0.500	0.183	0.200	-	0.100	-
가중치	18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	7	-
(평균×가중치) /가중치합	0.043	0.076	0.010	0.018	0.006	0.004	0.045	0.017	0.040	-	0.007	-
									상태평가점수			0.265
									상태평가등급			C

안양교의 전체 상태평가 결과 "주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한" **C등급**의 상태로 평가되었음.

4.2 정밀안전진단 및 사용제한 필요성

정밀점검 대상 시설물인 안양교는 준공 후 약 33년이 경과된 설계하중 DB-18(2등교)의 노후교량으로서 공용기간 경과에 따른 노후화 및 교면방수층 파손으로 인한 노면수 유입 등으로 상부구조인 바닥판 하면과 PSC Beam주형의 내구성 및 내하성능이 상당히 저하된 상태이나 교량시설물의 안전에 직접적 영향을 미치는 활하중 작용 등 외력에 의한 구조적 결함이나 손상이 없는 상태이므로 현재는 **정밀안전진단 및 시설물의 사용제한 등의 필요성**은 없는 상태로 판단되며 향후 “시설물의 안전관리에 관한 특별법”에 의한 정기점검, 정밀점검 등의 시행과 동절기와 해빙기를 전·후하여 특별점검 시행 등 지속적인 유지관리가 요구됨.

4.3 보수·보강 개략공사비

4.3.1 보수·보강 개략공사비(부분적 보수, 보강공사 시)

구 분		수량	단위	단가	금액	보수·보강대책	비고
교면포장	포장부 균열	40.2	m	12,000	482,400	• 실링보수	단기
	포장부 망상균열	77.8	㎡	45,000	3,501,000	• 절삭 후 오버레이	단기
	포장부 함몰, 파손	68.9	㎡	45,000	3,100,500	• 절삭 후 오버레이	단기
	포장부 보수불량	1.52	㎡	45,000	68,400	• 절삭 후 오버레이	단기
	포장부 노후화, 바닥판 하면 누수,백태 다수 발생	3,657.0	㎡	130,000	-	• 교면 재 포장+ 교면방수	중장기
난간, 연석, 중앙 분리대	연석부 균열 (c/w:0.3mm이상)	5.8	m	90,000	522,000	• 균열부 주입공법	단기
	철근노출 및 콘크리트 파손	0.82	㎡	250,000	205,000	• 단면(방청)복구공법	단기
	콘크리트 파손 및 들뜸	1.08	㎡	220,000	237,600	• 단면복구공법	단기
	중앙분리대 도장들뜸 및 탈락	244.4	㎡	45,000	10,998,000	• 표면처리공법	단기

4.3.1 보수·보강 개략공사비(부분적 보수, 보강공사 시) - 계속

구 분		수량	단위	단가	금액	보수·보강대책	비고
배수시설	배수구 막힘	23	개소	5,000	115,000	• 주기적 청소	단기
	배수관 탈락 및 길이부족	45	개소	200,000	9,000,000	• 배수관 연장설치	단기
	배수관 부착불량 및 위치불량	2	개소	200,000	400,000	• 배수관 재설치	단기
신축이음	신축이음 본체 및 후타재 파손, 단차 (앵커철근 노출)	11.0	m	800,000	8,800,000	• 신축이음 교체	단기
	연석부 신축이음 덮개 미설치	4	개소	30,000	120,000	• 신축이음 덮개 설치	단기
	유간부 토사퇴적	16.0	m	5,000	80,000	• 주기적 청소	단기
바닥판 하면	균열 (c/w:0.2mm이하)	2.63	㎡	45,000	118,350	• 표면처리공법	단기
	균열부백태 (c/w:0.2mm이하)	1.0	㎡	45,000	45,000	• 표면처리공법	단기
	누수 및 백태	35.88	㎡	45,000	1,614,600	• 단면(백태)보수공법	단기
	망상균열 및 백태	351.49	㎡	45,000	15,817,050	• 단면(백태)보수공법	단기
	철근노출 및 콘크리트 파손, 들뜸	6.09	㎡	250,000	1,522,500	• 단면(방청)복구공법	단기
	콘크리트 파손 및 들뜸, 탈락	1.94	㎡	220,000	426,800	• 단면복구공법	단기
	표면열화 및 오염	64.76	㎡	45,000	2,914,200	• 표면처리공법	단기
	재료분리	1.2	㎡	220,000	264,000	• 단면복구공법	단기
	종 죠인트부 각목 미 제거	56	m	5,000	280,000	• 각목 제거	단기
	바닥판 하면 내구성 및 내하성능 저하	1	식	1,300,000	-	- 철거 후 상판 확장 시공	중장기
PSC 주형	망상균열	2.84	㎡	45,000	127,800	• 표면처리공법	단기
	표면열화 및 박리	20.0	㎡	45,000	900,000	• 표면처리공법	단기
	누수 및 백태, 오염	104.01	㎡	45,000	4,680,450	• 표면처리공법	단기
	강판보강부 및 콘크리트 파손, 쉬스관 노출	1.05	㎡	220,000	231,000	• 강판보강+단면복구 공법	단기
	콘크리트 파손 및 들뜸, 탈락	4.72	㎡	220,000	1,038,400	• 단면복구공법	단기
	재료분리	2.26	㎡	220,000	497,200	• 단면복구공법	단기

4.3.1 보수·보강 개략공사비(부분적 보수, 보강공사 시) - 계속

구 분		수량	단위	단가	금액	보수·보강대책	비고
PSC 주형	강판보강부 부식	26.08	㎡	50,000	1,304,000	• 재 도장	단기
	가로보 재료분리	1.20	㎡	220,000	264,000	• 단면복구공법	단기
	가로보 철근노출	1.97	㎡	250,000	492,500	• 단면(방청)복구공법	단기
	가로보 박리	0.04	㎡	220,000	8,800	• 단면복구공법	단기
	가로보 백태	1.2	㎡	45,000	54,000	• 표면처리공법	단기
	주형거더 내구성 및 내하성능 저하	1	식	2,200,000,000	-	• 철거 후 상판 확장 시공	중장기
교량받침	받침몰탈 균열 (c/w:0.3mm이상)	0.3	m	90,000	27,000	• 균열부 주입공법	단기
	교량받침 상,하부 Plate 부식	25	개소	50,000	1,250,000	• 재 도장	단기
교대, 교각	균열 (c/w:0.3mm이상)	55.1	m	90,000	4,959,000	• 균열부 주입공법	단기
	누수 및 백태	1.35	㎡	45,000	60,750	• 표면처리공법	단기
	철근노출 및 콘크리트파손, 들뜸	5.96	㎡	250,000	1,490,000	• 단면(방청)복구공법	단기
	콘크리트파손 및 들뜸 (박리, 박락)	8.81	㎡	220,000	1,938,200	• 단면복구공법	단기
	골재노출 및 분리	15.6	㎡	220,000	3,432,000	• 단면복구공법	단기
	재료분리	0.47	㎡	220,000	103,400	• 단면복구공법	단기
순 공 사 비						단기 : 83,490,000	
제 경 비 (순공사비의 50% 적용)						단기 : 41,745,000	
총 공 사 비(부분적 보수 공사시)						**단기 : 125,235,000**	

4.3.2 보수·보강 개략공사비(상판 철거 후 확장공사 시)

공 종	내 용	단 위	수 량	단 가	합 계
포장 공사	포장면 철거	m^3	245.78	74,713	18,362,961
	아스팔트 시공	m^2	4,915.5	119,887	589,304,549
상판 공사	슬래브 철거	m^3	1,035	125,827	130,230,945
	슬래브 시공	m^2	5,751.4	203,258	1,169,018,061
거더 공사	거더 철거	m^3	1,943	125,827	244,481,861
	거더 시공	본	106	18,100,000	1,918,600,000
방호벽 공사	신설-NRB 202(SB5)	m	751.65	2,037,127	1,531,206,510
교면방수	신설	m^2	4,915.5	28,699	141,069,935
신축이음장치	신설	m	112.5	1,262,448	142,025,400
배수시설	신설	m	510	69,000	35,190,000
폐기물 처리	운반 및 처리	식	1	50,000,000	50,000,000
기타 부대시설	신설	식	1	100,000,000	100,000,000
순 공사비					**6,069,490,222**
부 대 공	순 공사비의 10%				**606,949,022**
제 경 비	순 공사비의 50%				**3,034,745,111**
부 가 세	공급가액의 10%				**971,118,436**
공급가액	-	-	-	-	**10,682,302,791**

※ 비고 : 상판 철거 후 확장시공시 공사비는 2007년 4월안양교 정밀안전진단 용역(코렘건설) 교체시공시 개략공사비편 반영하였슴.

4.4 종합결론

안양교(1977년 준공)는 준공 후 약 33년이 경과된 설계하중 DB-18의 PSC Beam교량으로서 금번 정밀점검 결과 교량의 안전성에 직접적으로 영향을 미치는 구조적으로 문제가 되는 결함이나 손상 등은 발생하지 않았으나 공용기간 경과에 따른 노후화 및 공용 중 방수충 파손에 따른 노면수 유입 등으로 상부구조인 바닥판 하면과 PSC Beam주형의 내구성 및 내하성능이 상당히 저하된 상태이며, 또한 대상교량은 이전(2007년) 실시된 정밀안전진단(코렘건설)에서도 상부구조를 철거 후 확장시공(현 DB-18에서 1등교 수준인 DB-24이상)하는 결과가 제시된 상태이므로 대상 교량은 시설물의 장기적인 안전성 및 사용성, 경제성 등을 고려할 때 중장기적으로 상부구조를 보수, 보강보다는 철거 후 확장시공이 이루어져야 할 것으로 판단되며, 다만 상부구조의 철거 및 확장시공이 늦춰질 경우에는 금번 정밀점검 결과 나타난 각 구성부재별 손상· 결함부위에 대해 적절한 보수·보강(본 보고서 3장 보수·보강 방안편에서 제시된 각 부재별 보수·보강공법 참조)을 실시하여 추가적 내구성 및 내하력의 저하를 방지하여야 할 것으로 판단됨.