
염창교외 7개소 정밀점검용역
보 고 서

【도림교】



2004. 9.

서울특별시 강서도로관리사업소

점검기관 : 경동산업(주)

제 출 문

서울특별시 강서도로관리사업소 귀하

용역명 : 영창교외 7개소 정밀점검 【도림교】 용역

귀 소와 계약에 의하여 본 경동산업(주)에서 수행한 “영창교외 7개소 정밀점검 【도림교】” 용역의 과업을 완료하고, 그 결과를 본 보고서로 작성 제출합니다.

2004년 9월 일

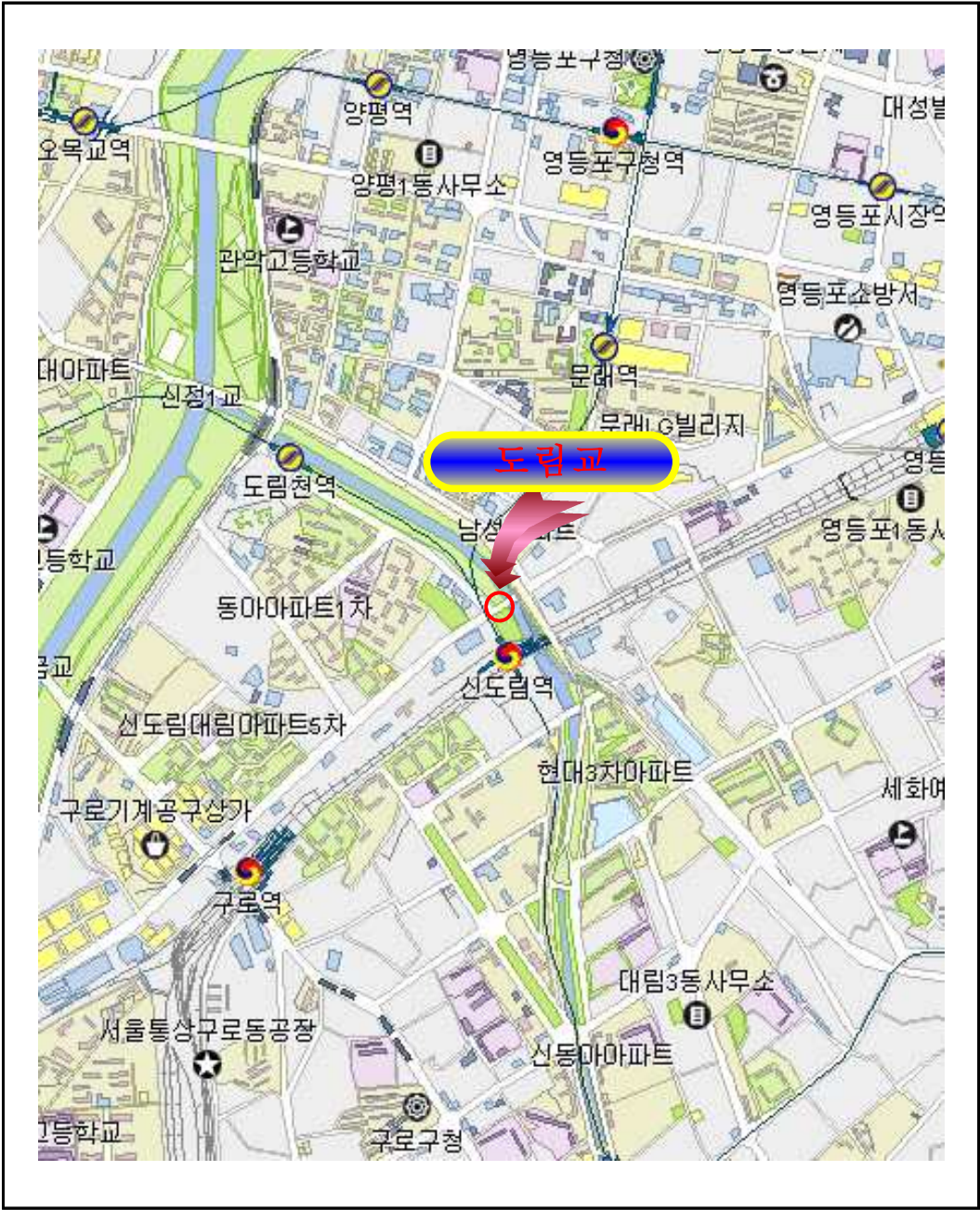
서울특별시 강남구 논현동 12-1
경 동 산 업 (주)
대 표 이 사 한 상 무

과업 참여 기술자

과업명 : 염창교외 7개소 정밀점검용역

번호	성명	주민등록번호	담당업무	자격	등록번호	비고
1	이두성		책임기술자	토목특급기술자 토목기사		
2	이재갑		구조 분야	토목특급기술자	학경력자	
3	최창환		시공 분야	토목중급기술자 토목기사		
4	조용섭		설계 분야	토목초급기술자 토목산업기사		
5	심재영		구조 분야	토목고급기술자 건설안전기사		
6	조용걸		설계 분야	토목중급기술자	공학사	
7	한영필		시공 분야	토목초급기술자 토목기사		
8	이지원		구조 분야	토목초급기술자	공학사	

위 치 도



목 차

제 1 장 서 언

1.1 과업의 목적	1
1.2 과업범위 및 내용	1
1.3 측정장비	5
1.4 참여기술자 분야별 업무분담	6
1.5 과업 수행 일정	7

제 2 장 대상구조물의 개요

2.1 대상 교량 제원	9
2.2 교량 일반도	10
2.3 보수 이력 사항	11

제 3 장 구조물의 외관조사

3.1 개요	14
3.2 부재별 외관조사 상태평가 및 점검요령	16
3.3 외관조사 결과	30
3.4 외관조사 요약	44
3.5 외관조사 물량표	45
3.6 상태평가등급 산정의 세부절차	47

제 4 장 내구성조사

4.1 개 요	51
4.2 비파괴 위치도 및 시험개소	51
4.3 콘크리트 강도 조사	52
4.4 초음파 탐사법에 의한 강도추정	57
4.5 철근배근 조사	61

4.6 증성화 조사	65
4.7 고 찰	70

제 5 장 보수·보강 방안

5.1 개 요	72
5.2 주요손상의 보수·보강 방안	73
5.3 구조물별 보수 수량 및 개략 공사비	75
5.4 보수대책	76
5.5 구조물의 보수·보강 흐름도	76
5.6 보수·보강 공법	77

제 6 장 유지관리방안

6.1 개 요	101
6.2 유지관리방안	101

제 7 장 종합결론

7.1 외관조사 결과	103
7.2 콘크리트 내구성조사 결과	104
7.3 종합결론	104

부 록

1. 외관조사현황도
2. 비파괴 조사결과
 - I . Schmidt Hammer 측정결과
 - II . 초음파에 의한 강도조사 결과
 - III . 조합법 결과
 - IV . 철근 배근 탐사 결과
3. 자문회의 조치 결과

제 1 장 서 론

- 1.1 과업의 목적
- 1.2 과업 범위 및 내용
- 1.3 측정장비
- 1.4 참여기술자 분야별 업무분담
- 1.5 과업 수행 일정

제 1 장 서 론

1.1 과업의 목적

본 과업은 “시설물의 안전관리에 관한 특별법” 및 “안전점검 및 정밀안전진단지침”에 의하여 영창교외 7개 교량을 대상으로 정밀점검을 실시하여 시설물에 내재되어 있는 위험요인을 조사하여 보수 필요시 보수·보강 방법을 검토하고, 시설물의 안전도를 평가하여 정밀안전진단 실시 여부 및 대상교량을 선정 제시하고 기능적, 구조적 결함에 대한 적절한 조치 및 시설물의 효율적인 유지 관리 방안을 제시하는데 그 목적이 있다.

1.2 과업범위 및 내용

1.2.1 과업의 범위

- 가) 관련자료의 수집 및 검토(설계도서, 점검, 계측 및 보수 자료 등)
- 나) 구조물의 외관 및 손상상태 조사
- 다) 구조물의 비파괴시험
- 라) 시설물의 상태평가
- 마) 보수·보강대책 수립
- 바) 보수·보강대책에 따른 물량산출 및 보수비 산출
- 사) 유지관리 지침서 작성

1.2.2 과업의 내용

본 과업내용은 시설물의 안전관리에 관한 특별법 제13조 및 같은법 시행령 제13조의 규정에 의하여 제정한 안전점검 및 정밀안전진단 지침(건설교통부 고시 1999-409호, 99.12.27)의 세부지침에 의하여 본 안양교의 정밀점검에 대한 세부과업 내용은 다음과 【표1.1】 과 같다.

【표 1.1】 과업 세부 내용

과업의 범위	과업 세부 내용
현황조사, 점검·진단 자료수집 분석 및 평가	<ul style="list-style-type: none"> ■ 본 과업을 위해 관련자료(안전점검 자료, 보수·보강 이력사항, 기타 정밀점검에 필요한 설계도서, 시방서 등)를 검토하여 외관조사, 비파괴검사를 위한 사전조사를 수행하였으며, 시설물의 제원조사를 위해 교대, 교각, 슬래브, 교좌장치 등 시설물 전구간을 조사하여 설계도서와 비교·검토하였다.
시설물의 외관조사 / 내구성시험	<ul style="list-style-type: none"> ■ 시설물의 전반적인 외관상태에 대한 면밀한 현장조사 <ul style="list-style-type: none"> 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 비파괴시험 <ul style="list-style-type: none"> ① 강도 측정 (반발경도법) ② 철근배근 및 피복두께 측정 (레이다법) ③ 중성화시험
시설물의 상태(안전성)평가	<ul style="list-style-type: none"> ■ 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	<ul style="list-style-type: none"> ■ 손상 및 결함이 있는 부재에 대하여 적용할 보수·보강 공법 결정 및 보수시기등 보완대책수립 ■ 시설물의 상태평가 결과에 따라 보수대상 및 시기, 보수우선순위 등 보수범위를 결정
유지관리방안 제시	<ul style="list-style-type: none"> ■ 시설물의 기능을 유지할 수 있도록 교량 특성에 맞는 중점 유지관리 항목 및 향후 효율적인 유지관리 방안 제시
종합보고서 작성	<ul style="list-style-type: none"> ■ 상기사항들을 토대로 종합보고서 작성

1.2.3 과업 수행 방법

가) 현지답사

- 예비답사
- 시설물의 결함상태 육안점검
- 중점 정밀점검 사항 착안
- 시설물의 주요 제원 파악

나) 관련자료의 수집 및 검토

- 설계도면 및 관련기준 검토
- 시공당시 및 현행시방서
- 보수, 보강에 기술자료의 수집 및 분석
- 대상 구조물의 이력조사

다) 구조물의 외관 및 손상상태 조사

- 부재의 제원 확인
- 균열 및 손상조사
- 콘크리트 탈락, 박리조사
- 강재부식, 변형조사
- 강재도장 상태조사
- 육안 처짐조사
- 노면 상태조사
- 부대시설 상태조사
- 부재별 결함 및 손상원인 조사
- 전반적인 부재별 외관상태조사
- 부재별 외관조사망도 작성
- 부재별 손상 및 결함 상태등급 판정

라) 콘크리트 비파괴시험

- 비파괴 강도조사(SCHMIDT HAMMER TEST)
- 비파괴 철근배근 상태조사(RC-RADAR)
- 중성화 시험

마) 시설물의 상태평가

- 외관조사 결과분석
- 측정결과 분석
- 주요부재별 상태평가

바) 보수·보강 및 유지관리 지침서 작성

- 점검결과에 따른 보수, 보강방안 제안
- 보수, 보강대책에 따른 보수공법 제시 및 물량산출
- 보수 단가산출
- 유지관리시 특별히 관리가 요구되는 유지관리 지침서 작성

사) 성과품 작성

- 종합 보고서
- 요약 보고서
- 주요현황 사진첨
- 기타 필요 사항

1.3 측정장비

본 정밀점검을 위해 사용한 측정장비 목록은 다음 【표 1.2】 과 같다.

【표 1.2】 측정장비

구 분	장 비 명	MODEL 및 규격	용 도	비 고
제 원 조 사	줄 자	50m줄자	성능저하부조사	
	마이크로 미터	Mitutoyo (측정범위/정밀도) 0 ~ 25mm/0.01mm		
	버니어 캘리퍼스	Mitutoyo (측정범위/정밀도) 0 ~ 150mm/0.01mm		
외 관 조 사	균 열 경	Proceq, 1/10 mm	성능저하부조사	
	카 메 라	Samsung		
배 근 조 사	RC-Radar	JEJ-60B	배근 상태조사	
균 열 조 사	초음파탐지기	PUNDIT	균열조사	
압 축 강 도 조 사	Grinder	단상 교류 220 V 2.8 A, 11,000 rpm	현 상태에 대한 비파괴 압축강도 산정	
	수평자	-		
	Rebound Hammer	Proceq, NR-Type		
콘크리트 중성화시험	중성화	1% 페놀프탈레인	시약분무법	

1.4 참여기술자 분야별 업무분담

본 정밀점검을 위해 투입된 각 참여기술자의 분야별 업무내용은 다음 【표 1.3】 과 같다.

【표 1.3】 참여기술자 분야별 업무분담

과업참여분야	성 명	자격사항	업무분담내용
총괄책임기술자	이 두 성	토목특급기술자 토목기사	<input checked="" type="checkbox"/> 과업총괄(현장조사, 내업)
기술자문	서 수 원	토목구조기술사	<input checked="" type="checkbox"/> 기술자문(상태평가, 보수·보강)
참여기술자	이 재 갑	토목특급기술자	<input checked="" type="checkbox"/> 현장조사 / 기술분석 <input checked="" type="checkbox"/> 보수·보강 방법 검토
	최 창 환	토목중급기술자 토목기사	<input checked="" type="checkbox"/> 현장조사 / 보고서 작성
	조 용 섭	토목초급기술자 토목산업기사	<input checked="" type="checkbox"/> 비파괴시험 / 분석 <input checked="" type="checkbox"/> 고소작업차 사용시(신호유도)
	심 재 영	토목고급기술자 건설안전기사	<input checked="" type="checkbox"/> 현장조사 / 보고서 작성
	조 용 곁	토목중급기술자	<input checked="" type="checkbox"/> 현장조사 / 보고서 작성
	한 영 필	토목초급기술자 토목기사	<input checked="" type="checkbox"/> 비파괴시험 / 분석 <input checked="" type="checkbox"/> 고소작업차 사용시(신호유도)
	이 지 원	토목초급기술자	<input checked="" type="checkbox"/> 외관조사망도 작성(CAD)

1.5 과업수행 일정

1) 과업수행기간

2004년 4월 12일 ~ 2004년 9월 08일 <150일간>

2) 상세외관조사

【표 1.4】 상세외관조사 일정

일 정	조 사 구 간	조 사 방 법
7.19~7.20	교면포장, 난간, 보도부, 신축이음장치 상태 조사	육안조사
7.21~7.24	교대 및 교각, 교좌장치 외관조사	육안조사 (사다리, 고소차 이용)
7.21~7.24	바닥판 하면, 주형 외관조사	육안조사 (고소차 이용)

2) 비파괴시험

◀표 1.6▶ 비파괴시험 일정

일 정	비 파 괴 시 험		사 용 장 비
7.21~7.24	슬래브	비파괴강도조사 철근/피복상태조사 중성화시험	슈미트햄머 철근탐사기 중성화시험기 (굴절차 이용)
7.21~7.24	교대 및 교각	비파괴강도조사 철근/피복상태조사 중성화시험	슈미트햄머 철근탐사기 중성화시험기

제 2 장 대상구조물 개요

2.1 대상교량 제원

2.2 교량 일반도

2.3 보수 이력 사항

제 2 장 대상구조물 개요

2.1 대상 교량 제원

본 과업 대상교량인 도림교는 서울특별시 영등포구 문래2가동 30~영등포구 신도림동 330을 연결하는 교량으로 1974년 준공되었으며, 총연장 60m, 교폭 30.0m의 왕복6차선 교량이며, 상부 구조형식은 강판형교(Steel Plate Girder Bridge), 하부구조형식은 교대/교각 역T형/아치형 라멘으로 구성되어 있다. 준공 초기에는 2차로 교량이었으나 교통량의 증가 등으로 인해 양 측면으로 각각 2차로 씩 증설되어 현재는 왕복 6차로의 교량으로 사용되어지고 있다.

【그림 2.1】 과업대상 전경

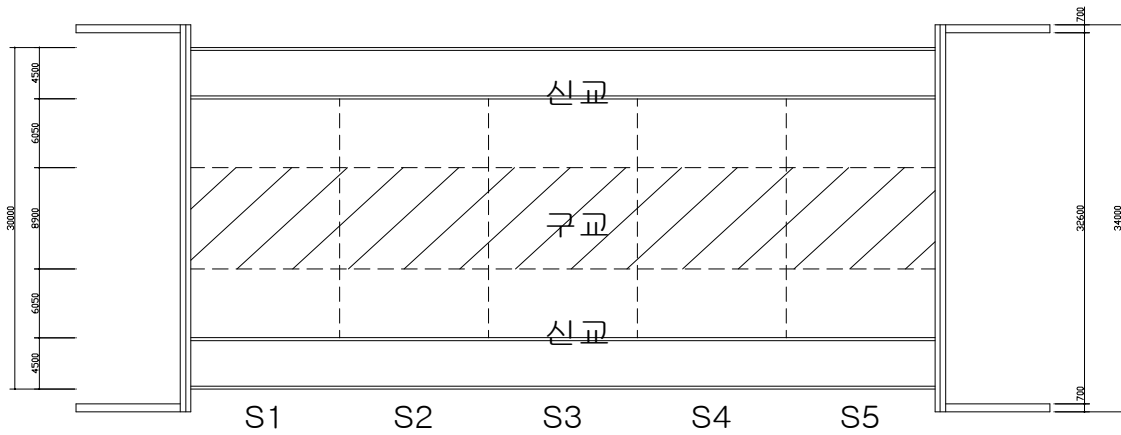


【표2.1】 과업대상 구조물 제원

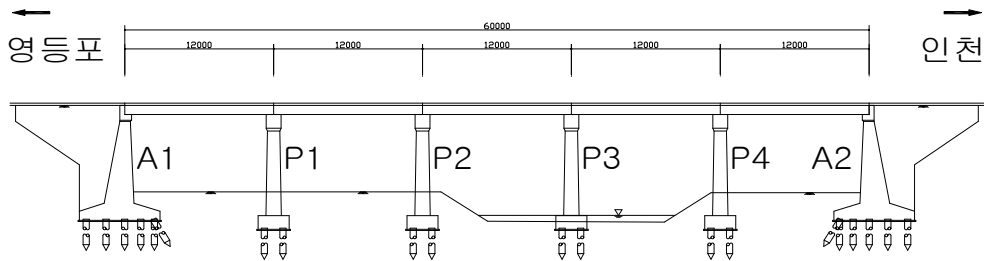
구분	내용		구분	내용
교량명	도림교		노선번호	-
관리주체	서울특별시 강서도로관리사업소		준공년도	1974년
소재지	영등포구 문래2가동 30~ 영등포구 신도림동 330		시공사	남양진흥기업(주)
시행청	서울지방국토관리청		설계사	동성기술공단
상부구조	형식	Steel Plate Girder	교장	60.0m(5경간)
	교량폭	30.0 m	신축이음장치	Mono Cell Joint
	차선수	6 차 선	교좌장치	평면받침
하부구조	교각	아치형 라멘	교대	역T형
적용시방서	도로교표준시방서		설계도서유무	有
교량등급	2 등 교		설계하중	DB - 18

2.2 교량 일반도

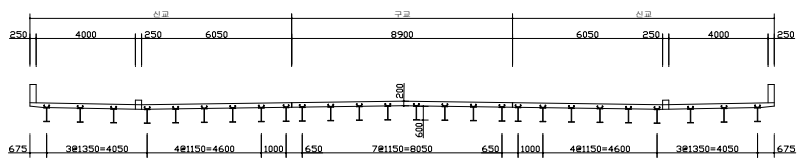
평면도



종단면도



횡단면도



【그림 2.2】 일반도

2.3 보수 이력 사항

관리주체가 보유하고 있는 유지보수관리대장을 토대로 작성된 본 교량의 유지보수 및 정비 현황을 정리하면 다음 【표 2.2】 과 같다.

【표 2.2】 시설물 보수이력

공사일정	보수및 정비 현황	시공자
1993-06-02 ~ 1993-07-03	·상판 초속경 몰탈보수 230 212.5m ²	
1993-06-02 ~ 1993-07-03	·빗물받이보수 12개소	
1993-07-08 ~ 1993-08-14	·상판 초속경 230 129.9m ²	
1993-07-08 ~ 1993-08-14	·신축이음장치 T.F.J NO45 43.6m	
1993-07-08 ~ 1993-08-14	·포장 307m ²	
1993-09-01 ~ 1993-09-24	·신축이음장치 O.J 60.3m	
1993-09-01 ~ 1993-09-24	·보차도경계석 124m	
1993-10-12 ~ 1993-12-02	·보도 포장(레진할트T=10mm) 312m ²	
1993-10-12 ~ 1993-12-02	·상판 초속경 250 451.8m ²	
1993-10-12 ~ 1993-12-02	·상판 보수(K.H) 40.8m ²	
1993-10-12 ~ 1993-12-02	·빗물받이설치 20개소	
1993-10-12 ~ 1993-12-02	·신축이음장치 O.J 60.3m	

【표 2.2】 시설물 보수이력(계속)

공사일정	보수및 정비 현황	시공자
1993-12-01 ~ 1993-12-31	·상판 보수(K.H) 40.8m ²	
1993-12-31 ~ 1994-02-28	·가로등 설치 2개소	
1994-11-22 ~ 1994-12-21	·교대, 교각 청소 216m ²	
1995-11-29 ~ 1995-12-18	·신축이음 보수(모노셀2G) 84m	
1996-04-01 ~ 1996-11-26	·신축이음 보수(모노셀2G) 172m ·상판 보수(F.R.P) 1053m ² ·교각 보수(강판접착) 403m	
1998-10-20 ~ 1998-11-26	·신축이음 보수(모노셀4G) 14.0m	
1999-04-10 ~ 1999-05-31	·신축이음 보수(모노셀2G) 17.4m	
1999-04-10 ~ 1999-05-31	·콘크리트단면보수(폴리머10) 100m ³	
1999-06-07 ~ 1999-07-12	·신축이음장치보수(모노셀 2G) 19.2m	
1999-06-07 ~ 1999-07-12	·보도 콘크리트단면보수(폴리머 T=10mm) 193m ³	
1999-06-07 ~ 1999-07-12	·교좌장치 청소(steel shot blasting) 40개소	
1999-10-06 ~ 1999-11-17	·관리표지판 수정 2개	
1999-10-06 ~ 1999-11-17	·주형 위치표지판(거더) 설치 52개	
1999-10-06 ~ 1999-11-17	·콘크리트 깨기 0.27m ³	
2002-06-07 ~ 2002-12-30	·보도몰탈 콘크리트 제거후 재타설 실시	
2002-06-07 ~ 2002-12-30	·기둥 12개소 강재 재도장	

제 3 장 외관조사

3.1 개 요

3.2 부재별 외관조사 상태평가 및 점검요령

3.3 외관조사 결과

3.4 외관조사 요약

3.5 외관조사 물량표

3.6 상태평가등급 산정의 세부절차

제 3 장 외관조사

3.1 개요

3.1.1 외관조사 개요

외관조사는 공용중 구조물에 악영향을 미치는 과도한 외력이나 열악한 사용 환경 조건하에서 나타나는 열화손상상태를 육안 또는 간단한 기구를 사용하여 조사하는 초기점검 의 초기단계로서 점검에 대한 기본자료 및 안전성, 사용성 평가에 있어 필수적인 중요한 자료를 제공한다.

따라서 시설물에 관한 특별법 제13조 및 같은법 시행령 제13조에 따라 고시된 안전 점검 및 정밀안전진단 지침의 교량에 관한 세부지침(건설교통부, 시설안전기술공단 1996.3)에서는 외관 조사의 결과로부터 주요 구조 부재별 열화 손상정도에 따라 항목별 평가기준을 책정하여 노후도에 따른 구조물의 평가를 체계화하였으며 건전도 평가 및 구조물의 보수·보강범위 그리고 방법 결정의 기본자료로 활용하고 있다.

본 과업에서는 외관조사시 정밀하고 체계적인 조사 및 분석을 위하여 조사요령, 양식 및 평가 기준을 상기 「안전점검 및 정밀안전진단지침(교량편)」에 준하여 실시하였으며 그 결과를 주요 구조 부재 및 경간별로 요약·정리하였다.

3.1.2 외관조사 기간

본 도림교의 외관조사기간은 총 6일로 세부 일정 및 세부내용은 다음 【표3.1】과 같다.

【표3.1】 외관조사 기간

일 정	조 사 구 간	투 입 장 비
7.19~7.20	교면포장, 난간, 보도부, 신축이음장치, 배수구	균열자, 점검망치, 50m줄자, 카메라
7.21~7.24	교대 (A1, A2), 교대, 교좌장치	균열자, 점검망치, 스틸자, 50m줄자, 카메라, 사다리
7.21~7.24	슬래브 하면, 주형, 가로보	균열자, 점검망치, 스틸자, 50m줄자, 카메라, 사다리

3.1.3 외관조사자 ⇒ 경동산업(주)

- ▶ 상부구조 ⇒ 심재영, 조용걸, 한영필, 이지원 (총 4명 투입)
- ▶ 하부구조 ⇒ 심재영, 조용걸, 한영필, 이지원 (총 4명 투입)

3.1.4 외관조사결과 표기

현장조사에서 나타난 구조부재별 손상상태에 대한 외관조사망도의 작성은 【그림3.1】의 범례를 기준으로 작성하였다.

	균열		망상균열
	표면 HONEYCOMB (재료분리)		편칭 또는 공동
	박리, 파손		시공이음 분리, 층분리
	누수, 습윤부		백화
	철근 노출		철근부식
	콘크리트 변색, 녹물, 오염		철판보강부
	포장의 요철		기초의 세굴
	좌굴, 변형, 단차		이물질
	보수, 보강		기타손상
	연결상태(볼트, 용접)		강재표면 부식
	받침		배수구
	신축이음 본체		배수구 막힘

【그림2.1】 외관조사 범례

3.2 부재별 외관조사 상태평가 및 점검요령

3.2.1 외관상태 평가기준

본 과업의 대상구조물인 교량 구조물의 외관조사 결과 상태평가는 건설교통부에서 제시한 ‘안전점검 및 안전진단 세부지침’에 따라 상태등급을 산정하였으며 안전진단의 종합적인 상태 평가기준 및 세부평가 방법은 아래와 같다.

【표3.2】 상태평가 기준

부 호	상 태
A	문제점이 없는 최상의 상태
B	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C	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	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태
주 기	<ul style="list-style-type: none"> ● A,B,C,D,E : 점검부재의 손상정도에 따라 상태가 양호한 경우 A등급에서 손상이 심할 경우 E로 손상의 정도에 따라 5등급으로 구분한다. 이에 대한 자세한 평가기준은 점검 부재별로 세분한다. ● Q : 점검 부재에 대한 접근이 불가능한 경우 등급Q를 사용하여 점검되지 않은 부재임을 표시하고, 반드시 향후 실시하는 점검시에 접근장비를 동원하여 점검한다. ● X : 점검대상 구조물에 해당 점검부위가 없을 경우 등급X를 사용하여 점검 필요성이 없음을 표시한다

3.2 부재별 외관조사 상태평가 및 점검요령

3.2.1 외관상태 평가기준

본 과업의 대상구조물인 교량 구조물의 외관조사 결과 상태평가는 건설교통부에서 제시한 ‘안전점검 및 안전진단 세부지침’에 따라 상태등급을 산정하였으며 안전진단의 종합적인 상태 평가기준 및 세부평가 방법은 아래와 같다.

【표3.2】 상태평가 기준

부 호	상 태
A	문제점이 없는 최상의 상태
B	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C	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	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태
주 기	<ul style="list-style-type: none"> ● A,B,C,D,E : 점검부재의 손상정도에 따라 상태가 양호한 경우 A등급에서 손상이 심할 경우 E로 손상의 정도에 따라 5등급으로 구분한다. 이에 대한 자세한 평가기준은 점검 부재별로 세분한다. ● Q : 점검 부재에 대한 접근이 불가능한 경우 등급Q를 사용하여 점검되지 않은 부재임을 표시하고, 반드시 향후 실시하는 점검시에 접근장비를 동원하여 점검한다. ● X : 점검대상 구조물에 해당 점검부위가 없을 경우 등급X를 사용하여 점검 필요성이 없음을 표시한다

3.2.2 상부구조

1) 교면포장

【표3.3】 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위	손 상 종 류
▷ 아스팔트	·균열, 함몰, 단차 및 요철, 블리딩, 마모
▷ 콘크리트	·균열, 마모, 박리, 파손
▷ 신축이음 전후, 구조물 경계부	·단차, 파손
▷ 곡선부, 중차량 통행차로	·마모, 바퀴자국
▷ 배수구 주변	·물고임

【표3.4】 상태평가기준

등 급	포장불량(균열,보수흔적등 총계) 배수성	요철, 단차, 함몰, 박리, 파손
A	·없음, 미세균열	·없음
B	·포장불량 2% 미만 ·물고임 없음	·단차가 미미하여 주행에 영향 없음
C	·포장불량 2~ 10% ·배수구배 불량으로 부분적 물고임	·단차가 국부적으로 발생하였으나 주행에 영향 있음 ·부분적으로 박리 발생
D	·포장불량 10~ 20% ·배수구배 불량으로 주행성 저하	·단차 30mm 이상으로 주행성 저하 ·박리심화, 골재마모 혹은 부분적인 표면손상
E	·포장불량 20% 이상	·단차로 인하여 심한 충격발생 혹은 교면의 전반적 인 함몰, 탈락 ·전반적인 표면파손

2) 배수시설

【표3.5】 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위	손 상 종 류
▷ 배수구(유입구) - 뚜껑(그레이팅)	·뚜껑파손 및 주변파손, 누락 ·오물퇴적, 막힘 ·배수구의 설치높이가 높음 ·배수구 설치위치 불량 ·배수구 설치간격 넓음
▷ 배수관	·관의 연결부 어긋남, 파손 ·이물질에 의한 막힘 ·지지철물의 이완 및 파손 ·배수관 길이 부족(짧음) ·유출구 위치 부적절(도로구간)

【표3.6】 상태평가기준

등 급	상태등급 설명
a	·양호
b	·다소의 퇴적물이 있으나 배수에는 이상 없음
c	·배수시설의 상태불량 ·퇴적물로 인하여 일시적인 체수 ·바닥판 하면 누수흔적, 부식
d	·배수시설의 일부파손, 길이부족 ·많은 퇴적물, 누수 ·누수로 인하여 구조물 부식 초기
e	·배수시설의 파손 ·심한 누수와 체수 ·누수로 구조물의 전반적인 부식 ·배수관 유출구 위치가 부적절하여 하부통행에 따른 위험 초래

3) 난간·연석

【표3.7】 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위	손 상 종 류
▷ 난간, 연석	·강재의 경우 도장 손상 및 부식 ·난간과 상판연결부의 결함, 파손 ·전체적인 처짐 및 선형불량
	·균열, 박리, 파손 ·철근노출 및 부식 ·전체적인 처짐 및 선형불량

【표3.8】 상태평가기준

등급	손상 및 열화	
a	·양호	·양호
b	·점검길이의 2%미만	·사소한 손상
c	·점검길이의 2 ~ 10%	·국부적 파손
d	·점검길이의 10 ~ 20%	·단면 결손으로 차량이나 사용자에게 위험가능성
e	·점검길이의 20%이상	·전반적인 파손으로 교체가 필요한 경우

등급	강재	콘크리트
a	·양호	·양호
b	·국부적 도장 변색 및 손상	·사소한 박리, 미세 균열
c	·고정장치 및 연결재의 이완 국부적 발생 ·도장 변색 및 손상 점검길이의 2 ~ 10%	·0.3 ~ 0.5mm의 균열 ·국부적인 박리 및 파손 발생
d	·연결부 이완으로 부분적으로 흔들림 ·도장손상 및 녹발생 점검길이의 10 ~ 20%	·0.5mm 이상의 균열 ·전반적 박리 혹은 국부적인 파손 발생 ·철근노출 부위 5% 미만
e	·난간/연석 파손 및 탈락 ·도장손상 및 녹발생 점검길이의 20% 이상	·난간/연석 파손 및 탈락 ·철근노출 부위 5% 이상

4) 바닥판

☞ 철근콘크리트 바닥판

【표3.9】 점검부위 및 손상종류

점검부위		손상종류
▷ 공통		·균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출 ·재료분리(공동, 공극) ·누수 및 백태(유리석회)
▷ 거더교		·종방향 균열, 망상균열
▷ 슬래브, 라멘상부	- 받침부(단부)	·부스러짐 ·사인장균열
	- 중앙부	·횡균열
▷ 라멘하부	- 측벽	·균열(수직, 수평)

【표3.10】 상태평가기준

등급	균열		열화 및 손상, 철근노출
	1방향균열	2방향균열	
a	·없음 ·0.1mm 미만 균열	·없음	·없음
b	·0.2mm 이하 균열	·없음	·박락 및 층분리, 재료분리, 백태 등 표면손상 면적이 2% 미만
c	·0.3~0.4mm의 균열 ·균열을 10%미만	·균열율2%이상	·박락 및 층분리, 재료분리, 백태 등 표면손상 면적이 10% 미만 ·균열사이로 물 비침
d	·0.4~0.5mm의 균열 ·균열을 10~20%	·균열율2~10%	·박락 및 층분리, 재료분리, 백태 등 표면손상 면적이 10% 이상 ·철근노출 면적을 5% 미만 ·균열주변으로 누수 악화, 콘크리트 표면부식
e	·0.5mm 이상의 균열 ·균열을 20%이상	·균열을 10%이상	·반침부 주변의 콘크리트가 파손으로 탈락 ·철근노출 면적을 5% 이상 ·노출된 철근의 단면감소로 안전성 저하 우려 ·균열 사이로 녹물이나 니토 발생 혹은 부식에 의한 콘크리트 탈락

☞ 강 바닥판(강상판)

【표3.11】 점검부위 및 손상종류

점검부위	손상종류
▷ 공통	·도장 손상 및 부식 ·스플라이스부 볼트손상, 누수 ·신축이음부 하면, 배수구 주변, 난간하면 누수, 부식
▷ 피로강도등급 낮은 용접상세부(D, E급) - 바닥강판 용접교차부(가로·세로방향) - 가로리브와 세로리브 용접교차부 (Scallop)	·피로균열

▶ 상태평가 기준

- 경간단위로 평가하며, 강바닥판(강상판)을 대상으로 한다.
- 강재바닥판의 상태평가기준은 강재거더의 상태평가 기준을 따라 평가한다. 최근 많이 가설되는 데크플레이트를 이용한 바닥판은 시공성을 향상하기 위하여 거푸집 대신에 파형강관을 이용한 것으로 강상판이 아닌 콘크리트 바닥판으로 평가하여야 한다.

5) 신축이음

【표3.12】 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위		손 상 종 류
▷ 본체	- 공통	·충격음, 본체유동 및 파손 ·누수 ·유간부족 및 유간과다 ·유간 오물퇴적
	- 고무재	·고무판 마모, 강판노출 및 부식
	- 강재	·강재 연결부 이완 및 파손
▷ 후타재		·단차(본체, 교면포장, 접속슬래브) ·균열 및 파손

【표3.13】 상태평가기준

등급	본체	후타재
	누수 , 기능 및 손상	균열, 탈락, 파손 등
a	·이상 없음	·양호
b	·누수흔적 없음, 토사 등의 오염 ·정상동작, 고무판 노화	·미세균열이 발생하였으나 양호함
c	·물받이 미설치 또는 파손으로 부분적으로 누수 ·유간사이 이물질로 기능 불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등의 열화	·균열이 50cm 이하의 간격으로 발생
d	·누수로 인하여 신축이음 하부 구조물 부식 발생 ·강판유동으로 이상음 발생, 유간이 폐쇄 혹은 비정상적으로 넓음 ·고무판 균열, 볼트 또는 너트의 부분 탈락	·균열이 30cm 이하의 간격으로 발생 ·국부적인 파손 ·단차로 인하여 충격발생
e	·신축이음 하부 구조물의 부식심화, 신축이음 하부 전체적 부식, 국부적 변형 ·유간이 폐쇄 혹은 비정상적으로 넓음 ·신축이음 본체 탈락, 본체 유동, 작동 불능	·파손 범위가 후타재 폭 이상으로 큼 ·차량 통행시 심한 충격 발생으로 운전에 위험을 초래함

6) 교좌장치

【표3.14】 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위		손 상 종 류
▷ 본체	- 공통	·가동받침의 신축유간 부족 ·가동받침 전·후방의 가동장애 요소 ·받침과 주형의 밀착상태 ·수직보강재와 받침 편기상태 ·받침 물고임 및 부식
	- 강재받침	·가동면 부식 ·부속물 파손(부상방지장치 및 이동제한장치)
	- 고무받침	·고무재 부풀음 및 갈라짐 ·고무판의 과도한 변형
▷ 받침대		·앵커볼트 파손, 절단 ·콘크리트 파손, 하부공동 및 침하 ·교각두부 균열

【표3.15】 상태평가기준

등급	받침본체	받침대 콘크리트
a	·양호	·양호
b	·도장탈색, 먼지 쌓임	·미세균열
c	·받침이 국부적으로 밀착이 안되고 틈 ·정상변위를 초과하여 작동에 지장 또는 가동기능을 위한 유지보수 필요	·구조적 영향이 없는 박리, 탈락 등의 손상 ·토사 등의 퇴적 ·연단부 콘크리트에 0.3mm 미만의 균열
d	·받침이 밀착이 안되고 떠 있는 부분이 전 체면적의 1/2 미만 ·과대한 편기, 가동이 구속됨	·박리, 탈락 등의 손상으로 지지단면 감소, 기능상 장애 ·연단부 콘크리트에 0.3mm 이상의 균열
e	·받침이 밀착이 안되고 떠 있는 부분이 전 체면적의 1/2 이상 ·작동불능 상태	·받침대 파손으로 받침의 급격한 처짐(침하) 우려시

등급	받침본체 재질	
	고무재	강재
a	·양호	·양호
b	·측면에 미세 균열, 갈라짐 등 경미한 열화	·사소한 녹
c	·균열 확대, 측면 부풀음 ·받침두께의 0.3배 미만 수평변형	·부식 발생, 고정장치 이완
d	·고무재 기능상실, 균열 심화 ·받침두께의 0.3-0.5배 미만 수평변형	·부식 심화 및 부분적 변형, 균열, 볼트탈락
e	·고무재 파손, 단차 발생 ·받침두께의 0.5배 이상 수평변형	·받침본체의 부분적인 파손

7) 철근콘크리트 주형

【표3.16】 점검부위 및 손상종류

점검부위	손상종류
▷ 공통	·박리, 박락, 층분리, 파손, 철근노출, 백태(유리석회)
▷ 받침부	·부스러짐 ·복부 사인장 균열
▷ 중앙부	·횡방향 균열
▷ 가로보	·박락(파손), 철근노출 ·경사균열(거더의 상대처짐 의심)

구조형식	점검부위	비고
단순보		① 지간중앙부 ② 지간 1/4부 ③ 받침부
연속보 게르버보		① 지간중앙부 ② 변곡점부 (약 지간의 1/4부) ③ 교각상부 ④ 받침부
라멘보		① 지간중앙부 ② 우각부 ③ 교각부

【표3.17】 상태평가기준

등급	균열		표면상태, 철근노출
	중앙부(횡)균열	받침부(사인장)균열	
a	·0.1mm미만 미세균열	·없음	·없음
b	·0.1-0.3mm 균열	·0.2mm 미만 균열	·박리, 박락 및 층분리, 재료분리, 백태 등 표면손상 면적이 2% 미만
c	·0.3-0.4mm 균열	·0.2-0.3mm 균열	·박리, 박락 및 층분리, 재료분리, 백태 등 표면손상 면적이 10% 미만 ·철근노출 면적을 2% 미만
d	·0.4-0.5mm 균열	·0.3-0.4mm 균열	·박리, 박락 및 층분리, 재료분리, 백태 등 표면손상 면적이 10% 이상 ·철근노출 면적을 5% 미만
e	·0.5mm 이상 균열	·0.4mm이상 균열	·받침부 콘크리트 파손 심화 ·철근노출 면적이 5%이상 혹은 철근의 단면감소로 인하여 안전성 저하가 우려되는 경우

8) 프리스트레스트 콘크리트 주형

【표3.18】 점검부위 및 손상종류

점검부위	손상종류
▷ 공통	·박리, 박락(파손), 철근노출, 백태(유리석회)
▷ 받침부	·부스러짐 ·복부 사인장균열 ·연속교 상단 횡균열 ·격벽 개구부 모서리 균열
▷ 중앙부	·횡균열, 거더처짐 ·쉬스관 노출 및 파손 ·박스내부 플랜지 및 복부의 강선방향 균열 ·시공이음부 균열 및 누수
▷ 강선정착부	·정착부 균열 및 파손
▷ 누수노출부 - 신축이음 하부, 배수구 주변, 난간하부	·누수, 물고임, 백태

【표3.19】 상태평가기준

등급	균열		표면상태, 철근(강선)노출
	중앙부(휨)균열	받침부(사인장)균열 정착부균열, 기타 균열	
a	·없음	·없음	·없음
b	·0.2mm 미만 균열	·0.2mm미만 균열	·박리, 박락 및 층분리, 재료분리, 백태 등 표면손상 국부적 발생
c	·0.2-0.3mm 균열	·0.2-0.3mm 균열	·박리, 박락 및 층분리, 재료분리, 백태 등 표면손상 면적이 2% 미만 ·철근노출 면적을 2% 미만
d	·0.3-0.4mm 균열	·0.3-0.4mm 균열	·박리, 박락 및 층분리, 재료분리, 백태 등 표면손상 면적이 10% 미만 ·철근노출 면적을 5% 미만, 쉬스관 노출
e	·0.4mm 이상 균열	·0.4mm이상 균열	·받침부 콘크리트 파손 심화, 정착부 파손 ·철근노출 면적을 5%이상 혹은 쉬스관 파손 및 강선노출로 인하여 부재의 안전성 저하가 우려되는 경우

9) 강재주형

【표3.20】 점검부위 및 손상종류

점검부위	손상종류
▷ 공통	·도장 손상 ·스플라이스 볼트 탈락 ·이상음 발생
▷ 받침부	·복부판 부식 및 국부좌굴 ·거더와 받침연결부 부식 ·게르베교의 경우 핀 연결부 부식 ·지점보강재 하단 용접부 균열 ·박스내부 출입구 방치 ·박스내부 바닥 물고임 및 부식
▷ 중앙부	·플랜지 부식 ·플랜지 변형 및 처짐 ·맞대기 용접부, 덮개판 덧댐부 끝부분 균열
▷ 2차부재	·가로보, 세로보, 브레킷 및 브레이싱 변형 ·하중 집중점(가로보, 브레이싱 설치부), 가로보와 세로부 교차부 균열 ·거세트판 용접부 끝부분 균열
▷ 보수부위	·용접부 및 용접부 주변 균열

【표3.21】 상태평가기준

항목	손상			표면상태
	균열	변형, 파단	연결부위 이완, 탈락	도장(보호층)의 결함 및 열화 손상,
a	·없음	·없음	·없음	·도장 변색, 표면양호
b	·없음	·처짐이 초기점검치의 100% 이내	·보조부재 2% 미만	·도장탈락 및 녹발생면적 2% 미만
c	·보조부재의 균열	·국부적 변형 ·처짐이 초기점검치의 120% 이내	·주부재 2% 미만 ·보조부재 2~10%	·도장탈락 및 녹발생면적 2~10% ·누수 취약부에 국부적부식
d	·주부재의 균열	·변형이 크게 발생 ·최대허용처짐 이내	·주부재 2~10% ·보조부재 10~20%	·도장탈락 및 녹발생면적 10~20% ·배수구, 신축이음 주변에 심한 부식 발생
e	·균열이 단면의 20% 이상 진전	·변형의 과대 발생 ·처짐의 과대 발생	·주부재 10% 이상 ·보조부재 20%이상	·도장탈락 및 녹발생면적 20%이상 ·부식깊이가 단면의 20%이상 진행

3.2.3 하부구조

1) 교대

【표3.22】 점검부위 및 손상종류

점검부위	손상종류
▷ 공통	·교대 회전(기울음), 침하(연직이동) ·균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 백태(유리석회)
▷ 두부(Coping)	·두부 물고임 ·받침부 균열 및 파손 ·두부와 흥벽 경계부 균열 ·거더와 흥벽 신축유간 부족
▷ 벽체	·수직균열 및 침하 ·구체와 날개벽 분리 ·구체부 배수구 막힘 ·수면접촉부 침식
▷ 날개벽(옹벽 포함)	·날개벽 이동, 전도 ·석축이 있는 경우 사면붕괴

【표3.23】 상태평가기준

등급	균열, 변위	열화 및 손상, 철근노출
a	·0.1mm미만 미세균열	·없음
b	·0.1-0.3mm의 균열	·박리, 박락 및 층분리, 재료분리, 백태 등 표면 손상면적이 2% 미만
c	·0.3-0.4mm의 균열 ·시공이음부와 단면변화부에 횡방향 균열 ·교대와 날개벽 사이에 부분적 균열	·박리, 박락 및 층분리, 재료분리, 백태 등 표면 손상면적이 10% 미만 ·철근노출 면적을 2% 미만
d	·0.4-0.7mm의 균열 ·날개벽이 벌어지고 미세하게 기울음	·박리, 박락 및 층분리, 재료분리, 백태 등 표면 손상면적이 10% 이상 ·철근노출 면적을 5% 미만
e	·0.7mm이상 균열 ·축방유동, 전도 등으로 구체가 기울음 ·날개벽이 벌어지고 기울음	·받침 연단부 파손으로 거더 탈락이 우려되는 경우 ·철근노출 면적을 5% 이상

2) 교각

【표3.24】 점검부위 및 손상종류

점검부위	손상종류
▷ 공통	·균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 재료분리, 백태
▷ 두부(Coping)	·두부 물고임 ·받침부 하부 균열 및 파손
▷ 구체	·시공이음부 균열 ·이동 또는 기울음 ·수면접촉부 침식

【표3.25】 상태평가기준

등급	균열	열화 및 손상, 철근노출
a	·0.1mm미만 미세균열	·없음
b	·0.1-0.3mm의 비구조적 균열	·박리, 박락 및 층분리, 재료분리, 백태 등 표면 손상면적이 2% 미만
c	·0.3-0.4mm의 균열	·박리, 박락 및 층분리, 재료분리, 백태 등 표면 손상면적이 10% 미만 ·철근노출 면적율 2% 미만
d	·0.4-0.5mm 균열	·박리, 박락 및 층분리, 재료분리, 백태 등 표면 손상면적이 10% 이상 ·철근노출 면적율 5% 미만
e	·0.5mm 이상 균열	·받침 연단부 파손으로 거더 탈락이 우려되는 경우 ·철근노출 면적율 5% 이상

3.3 외관조사 결과

본 도림교는 현재 보수·보강 실시 설계용역중에 있으며 본 용역은 2002년 정밀안전진단의 손상에 대한 진행여부 판단에 중점을 두어 점검 하였으며, 현장에서 실시한 외관조사의 평가 방법은 주로 육안 관찰 및 간단한 점검 기구에 의하여 손상위치, 내용, 규모, 수량 등을 측정하여 정량적으로 평가하였다.

3.3.1 교면포장

1) 교면포장은 주행성과 평탄성을 확보하고 노면수의 콘크리트 내부 침투를 방지하여야 하는 것으로서, 본 교량은 아스팔트포장으로 설치되어 있다.

- ① 점 검 자 : 조용걸, 한영필, 이지원
- ② 점검 일시 : 2004. 7. 19~2004. 7. 20
- ③ 점검 구간 : S1~S5 (L=60.0m B=30.0m)
- ④ 조사 방법 : 2인이 도보로 교면의 양측을 조사한후 중앙부를 육안조사
- ⑤ 사용 장비 : 점검망치, 카메라, 50m줄자
- ⑥ 주요 내용 : 【표3.30】 참조

【표3.30】 교면포장 일반사항

구분	주요 내용	구분	주요 내용
교면전경		평면도	
시공상태	아스팔트 포장		
포장면적	21.0m × 60.0m=1,260㎡ 9.0m × 60.0m=540㎡	보수이력	보도콘크리트 재타설(02년)

【표3.31】 교면포장 외관조사 결과

구 분	위 치	결함 및 손상내용	등 급	발생 원인 추정
교면포장	S1~S5 (차도부)	아스콘 균열, 소성 변형, 포트홀, 망상 균열	C	공용기간중 중차량의 빈번한 통행, 교면포장 노후화
	S1~S5 (인도부)	망상균열, 파손	B	재포장부 시공불량, 공용년수 증가



2) 점검 결과

본 교량의 교면포장은 차도부(아스팔트포장) 인도부로 되어 있으며, 차도부는 공용기간중 중차량의 빈번한 통행, 교면포장 노후화에 의한 아스콘 균열, 소성변형, 포트홀, 망상균열이 조사되어 있으며, 유지관리 측면에서 전면 재포장이 필요한 상태이다. 인도부는 2002년 재포장을 실시하였으나, 일부 망상균열, 파손이 조사되었으며 손상형태로 볼 때 보수가 필요하지 않는 경미한 손상으로 조사되었다.

구 분	포장면적	손상면적	손상율(%)
교면포장	1,260㎡ (차도부)	69.47㎡	5.51%
	540㎡ (인도부)	40.6㎡	7.51%

3.3.2 난간 및 연석

1) 난간은 차량의 통행유도 및 교량 밑으로 추락하는 사고등을 최소화 하기 위한 방호 울타리로서 본 교량은 강재난간으로 설치되어 있다.

① 점 검 자 : 조용걸, 한영필, 이지원

② 점검 일시 : 2004. 7. 19~2004. 7. 20

③ 점검 구간 : 난간 및 연석 (L=120.0m)

④ 조사 방법 : 2인이 도보로 난간 및 연석 고정상태 및 파손 유무를 근접 육안조사 실시하였으며, 방호울타리는 좌우측으로 흔들어 봐서 고정의 견고함을 확인하였다.

⑤ 사용 장비 : 점검망치, 카메라

⑥ 주요 내용 : 【표3.32】 참조

【표3.32】 난간 및 연석 일반사항

구분	주요 내용	구분	주요 내용
난간 및 연석 전경		시공상태	강재 난간+콘크리트 연석
		보수이력	-
길이 (L)	120.0m		

【표3.33】 난간 및 연석 외관조사 결과

구분	위 치	결함 및 손상내용	등 급	발생 원인 추정
난간	S1~S5 (난간)	도장 박리, 강재 부식	C	공용년수의 경과로 인한 노후화
연석	(S1~S5) 연석	균열, 콘크리트 열화, 탈락	C	공용년수의 경과로 인한 노후화, 콘크리트 열화



2) 점검 결과

본 교량의 난간은 강재로 설치되어 있으며 2002년에 발생된 손상에 대해서 보수이력이 없으며 난간부는 공용년수 증가에 따른 노후화로 인한 도장박리, 강재 부식이 조사되었으며, 사용성 확보를 위하여 보수가 필요한 상태이다. 연석부는 공용년수의 경과로 인한 노후화, 콘크리트 열화로 인한 연석균열, 콘크리트 탈락, 열화 등이 발생되어 있으며, 내구성 확보를 위하여 조속한 보수가 필요한 상태이다.

구 분	난간·연석 길이	손상길이	손상율(%)
난 간	120.0m	120.0m	100%
연 석	120.0m	1.3m	1.08%

3.3.3 배수시설

1) 배수시설은 배수구와 배수관으로 구분하여 현장조사를 실시하였으며, 배수구는 코어드릴로 상판을 천공하여 설치하였고, 배수관은 STEEL로 일직선으로 시공되어 있다.

- ① 점 검 자 : 조용걸, 한영필, 이지원
- ② 점검 일시 : 2004. 7. 19~2004. 7. 20
- ③ 점검 구간 : S1~S5 (L=60.0m B=30.0m)
- ④ 조사 방법 : 2인이 표장면에서 슬래브 하면에 걸쳐서 설치되어 있는 배수시설을 육안으로 배수구 상태 및 그레이팅 고정상태, 배수관 길이 등을 세밀히 조사하였다.
- ⑤ 사용 장비 : 스틸자, 카메라
- ⑥ 주요 내용 : 【표3.34】 참조

【표3.34】 배수시설 일반사항

구 분	주요 내용	구 분	주요 내용
배수구 현황		단면도	
시공상태	배수시설		
개소	20개소	보수이력	-

【표3-35】 배수시설 외관조사 결과

구 분	위 치	결함 및 손상내용	등 급	발생 원인 추정
배수구	S1,S3	배수구 막힘	C	이물질 퇴적
	S3	배수구 그레이팅 망실	C	공용년수 증가로 인한 그레이팅 망실



2) 점검 결과

본 교량의 배수구는 STEEL로 시공되어 있고, 외관조사 결과 배수구 유입구 막힘과 배수구 그레이팅 망실이 조사되었으며, 사용성 확보를 위하여 조속한 보수가 필요한 상태이다.

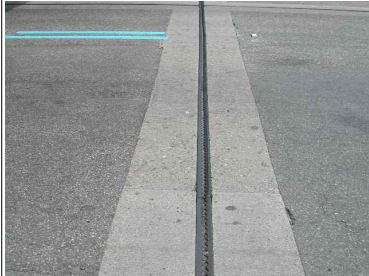
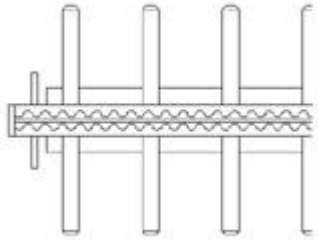
구 분	배수시설 개소	손상개소	손상율(%)
배수시설-	20개소	3개소	15%

3.3.4 신축이음장치

1) 신축이음장치는 대기의 온도 변화에 의한 교량 상부 구조의 수축과 팽창, 통과하중 및 충격에 의한 단부의 변위에 대해 신축량을 충분히 흡수해야 하는 중요한 구조로 현재 Mono Cell Joint 로 구성되어 있으며, 총7개소 설치되어 있다.

- ① 점 검 자 : 조용걸, 한영필, 이지원
- ② 점검 일시 : 2004. 7. 19~2004. 7. 20
- ③ 점검 구간 : A1, A2 S1~S5(7개소)
- ④ 조사 방법 : 2인이 포장면에서 도보로 걸으면서 신축이음장치를 육안으로 근접해서 조사 하였다.
- ⑤ 사용 장비 : 50m줄자, 스틸자, 카메라
- ⑥ 주요 내용 : 【표3.36】 참조

【표3.36】 신축이음장치 일반사항

구분	주요 내용	구분	주요 내용
신축이음장치 현황		단면도	
시공상태	Mono Cell Joint		
개소	A1, A2 S1~S(7개소)	보수이력	신축이음장치 보수(95년, 98년, 99년)

【표3.37】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	위치	결함 및 손상내용	등급	발생 원인 추정
후타재	A1, A2	균열, 파손	C	공용년수 증가에 의한 손상 중차량 통행



2) 점검 결과

본 교량의 신축이음장치는 1995년, 1998년, 1999년에 보수를 실시하였으며, 외관조사 결과 본체는 양호한 상태로 조사되었으나, 신·구교 신축이음부 본체를 통한 교량하부로 누수가 진행되고 있다. 후타재는 공용년수 증가와 빈번한 차량통행에 의하여 국부적인 균열과 파손이 조사되었으며, 우수시 교량 하부로의 누수로 인한 하부 부재의 내구성 저하를 초래할 것으로 판단되며, 추가적인 열화방지를 위해 교체가 필요한 것으로 판단된다.


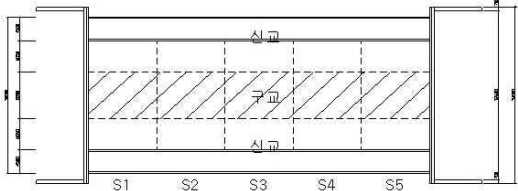
구분		신축이음장치 개소	손상개소	손상율(%)
신축이음장치	본체	7개소	-	0%
	후타설재	7개소	2개소	28.6%

3.3.5 슬래브 하면

1) 슬래브는 차량의 윤회중이 직접 작용하는 부재로서 교량의 구성부재중 손상이 가장 많이 발생하는 교량부재이다. 본 교량은 교장이 60.0m, 교폭이 30.0m로 이루어진 5경간 교량으로 이루어져 있다.

- ① 점 검 자 : 심재영, 조용걸, 한영필, 이지원
- ② 점검 일시 : 2004. 7. 21~2004. 7. 24
- ③ 점검 구간 : S1~S5 (5경간)
- ④ 조사 방법 : 4인이 고소차를 이용하여 육안으로 근접해서 조사하였다.
- ⑤ 사용 장비 : 슈미트햄머, RC-RADAR, 중성화시험기, 스틸자, 카메라, 점검망치, 사다리
- ⑥ 주요 내용 : 【표3.38】 참조

【표3.38】 슬래브 하면 일반사항

구분	주요 내용	구분	주요 내용
슬래브 하면 현황		단면도	
구조형식	Steel Plate Girder	보수이력	FRP보강(96년), 콘크리트 면보수(99년)
연장	60.0m		

【표3.39】 슬래브 하면 외관조사 결과

구분	위 치	결함 및 손상내용	등 급	발생 원인 추정
슬래브하면	S1~S5	백태/누수	C	교량 상부 신축이음부, 쉐일레버부로의 노면수 유입
		균열	C	건조수축
		철근노출	C	시공 불량
		거푸집 미제거	C	시공시 미제거
		FRP 보강부 탈락	C	공용년수 증가로 인한 보강부 탈락



2) 점검 결과

본 교량의 슬래브 하면은 FRP보강및 단면보수를 실시한 상태이며, 외관조사 결과 백태, 누수, 철근노출, 균열 등이 다수 발생, 1~2경간 단부측에 거푸집미제거가 조사되었으며, FRP 보강부의 경우 점검망치를 이용하여 타격시험을 실시한 결과 보강부 들뜸, 탈락부위가 증가된 것으로 조사되어 있으며, 현재 손상을 전년도와 비교해 볼 때 진행되고 있는 상태인바, 교량의 내구성확보를 위하여 조속한 보수 및 보강이 필요한 상태이다.


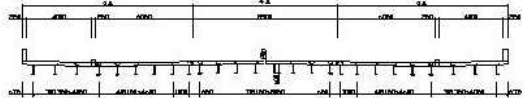
구 분	슬래브 하면 면적	손상면적	손상율(%)
슬래브 하면	1441.5㎡	327.35㎡	22.7%

3.3.6 주형 및 가로보

1) 주형은 교량 상부구조의 대표적 구조로서 교량상에 작용하는 모든 하중을 교량의 지점부에 전달해 주고, 가로보는 바닥판에 작용하는 하중을 주형으로 전달해 주는 역할을 한다. 본 교량은 Steel Plate Girder 형식으로 되어 있는 상태이다.

- ① 점 검 자 : 심재영, 조용걸, 한영필, 이지원
- ② 점검 일시 : 2004. 7. 21~2004. 7. 24
- ③ 점검 구간 : S1~S5, G1~G26
- ④ 조사 방법 : 4인이 고소차를 이용하여 육안으로 근접해서 조사하였다.
- ⑤ 사용 장비 : 슈미트햄머, RC-RADAR, 스틸자, 카메라, 점검망치, 사다리
- ⑥ 주요 내용 : 【표3.40】 참조

【표3.40】 주형 일반사항

구 분	주요 내용	구 분	주요 내용
주형		단 면 도	
주형 개소	130개소	보수이력	-

【표3.41】 주형 외관조사 결과

구 분	위 치	결함 및 손상내용	등 급	발생 원인 추정
주 형	S1~S5 G1~G26	강재 주형 부식	B	신축이음부 하부로의 누수로 인한 부식
		불용홀	B	각종배관 매달기 변경으로 인한 불용홀



2) 점검 결과


본 교량의 주형은 전반적으로 양호한 상태를 나타내고 있으나, 일부 신축이음부 누수로 인한 강재주형 부식, 각종배관 매달기 변경으로 인한 불용홀이 조사되었으나, 현재 보수가 시급한 상태는 아닌 것으로 판단되나, 장기적인 내구성확보를 위하여 보수함이 필요하다.

3.3.7 교좌장치

1) 교좌장치는 상·하부구조 접촉부에 있는 교량의 부속시설물로서 교량의 구조중 기계적 요소가 가장 강하며, 응력의 전달과 완충의 기능을 갖고 있어 응력 전달기능을 견고하게 연결되어야 하는 부속물로서, 본 교량은 총 260개소의 평면받침으로 되어있다.

- ① 점 검 자 : 심재영, 조용걸, 한영필, 이지원
- ② 점검 일시 : 2004. 7. 21~2004. 7. 24
- ③ 점검 구간 : A1, A2 P1~P4(총 260개소)
- ④ 조사 방법 : 2인이 고소차를 이용하여 육안으로 근접해서 조사하였다.
- ⑤ 사용 장비 : 스틸자, 카메라
- ⑥ 주요 내용 : 【표3.42】 참조

【표3.42】 교좌장치 일반사항

구 분	주 요 내 용	구 분	주 요 내 용
교좌장치 현황		보수이력	슈청소 40개소(99년)
형식	평면받침		
개소	260개소		

【표3.43】 교좌장치 외관조사 결과

구 분	위 치	결함 및 손상내용	등 급	발생 원인 추정
교좌장치	전경간	부식	C	신축이음부 누수



2) 점검 결과

본 교량의 교좌장치는 총 260개가 설치되어 있으며 신축이음부 누수에 의한 교좌장치 부식이 전경간에 발생되었으며, 교좌장치의 기능이 상실되어 있는 것으로 조사되어, 교좌장치의 기능발휘를 위하여 전면교체가 필요하다.


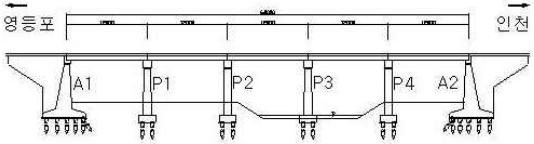
구 분		교좌장치 개소	손상개소	손상율(%)
교좌장치	본체	260개소	260개소	100%

3.3.8 교대, 교각

1) 교대는 교량 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며 교량 전체 구조의 안전성을 위해 아주 중요한 역할을 하는 구조부재로서 본 교대는 역T형, 교각은 아치형 라멘으로 구성되어 있다.

- ① 점 검 자 : 심재영, 조용걸, 한영필, 이지원
- ② 점검 일시 : 2004. 7. 21~2004. 7. 24
- ③ 점검 구간 : A1, A2, P1~P4(6기)
- ④ 조사 방법 : 2인이 사다리를 이용하여 육안으로 근접해서 조사하였다.
- ⑤ 사용 장비 : 슈미트햄머, RC-RADAR, 중성화시험기, 스틸자, 카메라, 점검망치, 사다리
- ⑥ 주요 내용 : 【표3.44】 참조

【표3.44】 교대, 교각 일반사항

구분	주요 내용	구분	주요 내용
교대, 교각 현황		단면도	
구조형식	교대:역T형, 교각:아치형라멘		
준공년도	1974	보수이력	교각기둥 12개소 강제 보강부 도장(02년)

【표3.45】 교대, 교각 외관조사 결과

구분	위 치	결함 및 손상내용	등 급	발생 원인 추정
교 대	A1,A2	백화	C	교량 상면 노면수 유입
	A1,A2	콘크리트 파손	C	공용년수 증가로 인한 파손
	A2	누수	C	교량 상면 노면수 유입
교 각	P1~P3	균 열	C	건조수축
	P4	백 화	C	균열부 백화
	P4	콘크리트 파손	C	공용년수 증가로 인한 파손
	P7	보강부 들뜸	C	시공불량



<p>교각 균열, 백화</p>	<p>교각 콘크리트 탈락</p>

2) 점검 결과

본 교량의 교대는 표면보수가 되어 있는상태이나, 일부 백화, 누수, 콘크리트 파손이 조사되었으며, 교각은 코핑부에 강판으로 보강된 상태이나, 타격시험결과 들뜸이 발생되어 있는 상태로 조사되었으며, 균열, 백화, 콘크리트 파손이 조사되어 있으며, 교대/교각의 손상은 구체의 내구성확보를 위하여 보수가 필요하다.

3.4 외관조사 요약

【표3.47】 외관조사 결과표

부재	전년도 외관조사 결과	손상현황	손상원인	대표 등급
교면포장	<ul style="list-style-type: none"> 교면포장 아스콘 함몰, 균열 인도부 망상균열, 포장체 탈락 	<ul style="list-style-type: none"> 균열, 소성변형, 포트홀, 망상균열 	<ul style="list-style-type: none"> 공용기간중 중차량의 빈번한 통행, 교면포장 노후화 재포장부 시공불량, 공용년수 증가 	C
난간 및 연석	<ul style="list-style-type: none"> 난간부 도장 박리 강재 부식 연석부 균열 및 콘크리트 열화 탈락 	<ul style="list-style-type: none"> 난간 도장 박리, 강재 부식 연석부 균열, 콘크리트 열화, 탈락 발생 	<ul style="list-style-type: none"> 공용년수의 경과로 인한 노후화, 콘크리트 열화 	C
배수시설	<ul style="list-style-type: none"> 배수구 막힘 	<ul style="list-style-type: none"> 배수구 그레이팅 망실 	<ul style="list-style-type: none"> 이물질 퇴적 공용년수 증가로 인한 그레이팅 망실 	C
신축이음장치	<ul style="list-style-type: none"> 거푸집미제거, 균열 백태, 누수, FRP 보강부 탈락 	<ul style="list-style-type: none"> 후타재 균열, 파손 	<ul style="list-style-type: none"> 공용년수 증가에 의한 손상 중차량 통행 	C
슬래브 하면	<ul style="list-style-type: none"> 강재 주형 부식, 불용홀 발생 용접부 균열 	<ul style="list-style-type: none"> 백태/누수 균열 철근노출 거푸집 미제거 FRP 보강부 탈락 	<ul style="list-style-type: none"> 교량 상부 신축이음부, 켄틸레버부로의 노면수 유입 건조수축 시공불량 시공시 미제거 공용년수 증가로 인한 보강부 탈락 	C
주형 및 가로보	<ul style="list-style-type: none"> 후타재 균열, 파손 	<ul style="list-style-type: none"> 강재 주형 부식 불용홀 	<ul style="list-style-type: none"> 신축이음부 하부로의 누수로 인한 부식 각종배관 매달기 변경으로 인한 불용홀 	B
교좌장치	<ul style="list-style-type: none"> 교좌장치 부식, 기능상실 	<ul style="list-style-type: none"> 부식 	<ul style="list-style-type: none"> 신축이음부 누수 	C
교대, 교각	<ul style="list-style-type: none"> 교대 콘크리트 탈락, 이물질퇴적 교각 철판보강부 들뜸, 도장박리부식 	<ul style="list-style-type: none"> 수직균열 발생 백태/누수 콘크리트 파손 보강부 들뜸 	<ul style="list-style-type: none"> 건조수축에 의한 손상 균열부를 통한 백태, 노면수 유입 공용년수 증가 시공불량 	C

3.5 외관조사 물량표

3.5.1 외관조사 총괄표

【표3-68】 상부구조 외관조사 총괄표 (도림교)

구 분	외관상태내용	총물량		등급별 분포					대표 등급		
		손상물량	단 위		A	B	C	D		E	
교면포장	포 트 홀/ 패임/파손	0.22	m ²	수 량	-	0.22	-	-	-	B	
				백분율	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0		
	소성변형/ 요 절	5.4	m ²	수 량	-	5.4	-	-	-	B	
				백분율	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0		
	균 열	70.2	m	수 량	-	-	70.2	-	-	C	
				백분율	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0		
	망상균열	34.25	m ²	수 량	-	34.25	-	-	-	B	
				백분율	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0		
난 간	난간변형	-	m	수 량	-	-	-	-	-	A	
				백분율	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
연 석	균 열	2.43	m	수 량	-	-	2.43	-	-	C	
				백분율	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0		
	파 손	-	m ²	수 량	-	-	-	-	-	A	
				백분율	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
배수시설	배수구길이부족	-	EA	수 량	-	-	-	-	-	A	
				백분율	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
	배수구설치불량	2	EA	수 량	-	2	-	-	-	B	
				백분율	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0		
신축 이음 장치	본체	이물질퇴적	-	m	수 량	-	-	-	-	A	
					백분율	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0
	후타설재	파 손	0.1	m	수 량	-	0.1	-	-	B	
					백분율	0.0	100.0	0.0	0.0		0.0
슬래브 하 면	균열	균 열	7.8	m	수 량	-	2.6	5.2	-	-	B
					백분율	0.0	0.33	0.67	0.0	0.0	
	망상균열	망상균열	-	m ²	수 량	-	-	-	-	-	A
					백분율	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	누수 및 백태	누수/백태	35.98	m ²	수 량	-	35.98	-	-	-	B
					백분율	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	
	박리, 박락	박리, 박락	51.16	m ²	수 량	-	51.16	-	-	-	B
					백분율	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	
	재료분리	재료분리	-	m ²	수 량	-	-	-	-	-	A
					백분율	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	철근노출	철근노출	6.21	m ²	수 량	-	6.21	-	-	-	B
					백분율	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	
주 형	부 식	-	-	m ²	수 량	-	-	-	-	A	
					백분율	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0
	불 용 흙	36	-	EA	수 량	-	36	-	-	B	
					백분율	0.0	100.0	0.0	0.0		0.0
	도장탈락	-	-	m ²	수 량	-	-	-	-	-	A
					백분율	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

【표3-68】 상부구조 외관조사 총괄표 (도림교)

구 분	외관상태내용	총물량		등급별 분포						대표 등급	
		손상물량	단 위		A	B	C	D	E		
교대 및 교 각	균열	균 열	56.5	m	수 량	-	56.5	-	-	-	B
					백분율	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	
	누수백화	누수백화	11.3	㎡	수 량	-	11.3	-	-	-	B
					백분율	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	
	교좌장치	부 식	-	EA	수 량	-	-	-	-	-	A
					백분율	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		몰탈균열	-	EA	수 량	-	-	-	-	-	A
					백분율	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	망상균열	망상균열	-	㎡	수 량	-	-	-	-	-	A
					백분율	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	이물질퇴적	이물질퇴적	-	㎡	수 량	-	-	-	-	-	A
					백분율	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	파 손	파 손	2.88	㎡	수 량	-	2.88	-	-	-	B
					백분율	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	

3.6 상태평가등급 산정의 세부절차

3.6.1 개별부재의 등급

개별부재에서 발견된 결함 및 손상에 대한 부재의 상태평가등급 산정방안을 말한다. 예를 들면 철근콘크리트 거더 부재에 「균열」과 「철근노출」의 2가지 결함이 있을 때 결함별로 각각 상태평가등급을 평가한 후 각 등급을 평균하여 부재등급을 결정한다.

3.6.2 결함도 지수 및 등급별 범위

결함도 지수와 등급별 범위는 각 부재의 등급을 계산하는 과정에서 등급을 점수로 환산하거나 점수를 등급으로 환산하기 위한 하나의 수단이다. 아래 표와 같이 각 등급 별로 결함도 지수와 등급범위를 정하였으며, 등급범위는 기존의 등급산정 개념과 유사하게 보수적인 관점에서 하위 등급에 비중을 두어 산정하였다.

3.6.3 경간/지점별 부재등급

경간(지점)내의 전체 개별부재의 등급을 평균하여 경간/지점 단위로 부재의 등급을 구한다. 복개구조물은 바닥판의 신축이음부를 경계로 경간을 구분하는 것이 바람직하다. 경간별 부재등급은 한 경간 내에 부재가 여러 개일 경우 각 부재등급을 전체적으로 산술평균하여 구한다.

3.6.4 평균 부재등급

경간(지점)별 부재등급을 구하는 것과 마찬가지로 각 경간별 부재등급을 단순 산술평균하여 교량전체의 평균부재등급을 구할 수 있다.

3.6.5 부재별 가중치

시설물(교량, 복개구조물) 전체의 상태평가등급을 산정하기 위한 부재별 가중치는 전체 100점을 기준으로 아래 표와 같이 구조형식별로 부재별 중요도를 달리하여 배분하였으며, 외관상태와는 별도로 내구성 요소인 중성화 및 염화물 항목도 개별부재로 취급하여 가중치를 적용하였다.

단 정밀점검에서는 부재별 가중치 적용기준은 염화물조사가 필수 조사항목이 아니므로 염화물 항목은 0점, 중성화항목은 7점으로 가중치를 조정 배분하였다.

【표3.52】 구조형식에 따른 부재별 가중치

() : 정밀점검시 적용가중치

결함도 평가항목	슬래브 교량	일반 라멘교 복개구조물	거더가 있는 라멘교	일반 거더교		강상판 교량
				2차부재가 없는 경우	2차부재가 있는 경우	
바닥판	34	34	20	18	18	13
거더	0	0	21	25	20	24
2차부재(가로보)	0	0	5	0	5	0
교면포장	7	7	7	7	7	7
배수시설	3	3	3	3	3	3
난간연석	2	2	2	2	2	2
하부구조	20	34	22	13	13	19
기초	7	7	7	7	7	7
교량받침	10	3	3	9	9	9
신축이음	10	3	3	9	9	9
중성화	4(7)	4(7)	4(7)	4(7)	4(7)	4(7)
영화물	3(0)	3(0)	3(0)	3(0)	3(0)	3(0)

한편 점검부위가 없을 때(X) 또는 점검불능·접근불가능(Q)일 경우에 기초의 경우 하부구조에 배점을 추가하고, 가로보의 경우 거더에 배점에 추가하도록 한다. 철도교와 같이 일반적으로 신축이음, 배수시설, 난간, 바닥판(무도상), 받침 등의 부재들이 X, Q 일 경우 부재의 가중치는 우선 0으로 설정하고 점수계산에서 제외하도록 한다.

3.6.6 상태평가등급의 산정

경간별로 평가된 부재의 평균등급(결함도 지수)에 부재별 가중치를 곱하여 경간별로 결함도점수를 구한 뒤 이 점수를 해당 경간별 가중치의 합으로 나누어 환산 결함도점수를 구한다. 환산 결함도점수를 평균한 값이 시설물 전체의 상태평가등급을 산정하기 위한 기준값이 된다.

평균 환산 결함도점수에 따른 상태평가등급의 부여는 “나” 항의 결함도 지수 및 등급별 사용방안과 동일한 개념으로 아래 【표3.53】와 같이 등급범위를 산정한다.

【표3.53】 결함도 점수 범위에 따른 등급

등급	A	B	C	D	E
결함도범위	$0 \leq x < 0.13$	$0.13 \leq x < 0.26$	$0.26 \leq x < 0.49$	$0.49 \leq x < 0.79$	$0.79 \leq x$

3.6.7 교량의 상태평가등급 산정결과

【표3-54】 상태평가등급 산정결과(도림교)

경간 번호	형식	바 닥 판	거 더	가 로 보	포 장	배 수	난 간	지 점 번호	신 축	받 침	하 부	기 초	결 함 도	환 산 결 함 도
1	강거더	b	b	X	c	a	e	A1	b	c	b	X	23.1	0.248
2	강거더	c	b	X	c	a	e	P1	b	c	c	X	30.7	0.33
3	강거더	b	b	X	b	b	e	P2	b	c	b	X	22	0.237
4	강거더	b	b	X	b	a	e	P3	b	c	b	X	21.7	0.233
5	강거더	c	b	X	b	b	e	P4	b	c	b	X	25.6	0.275
								A2	b	c	b	X	25.6	0.275
													상태평가점 수	0.266
													상태평가등 급	C

제 4 장 내구성 조사

4.1 개요

4.2 비파괴 위치도 및 시험개소

4.3 콘크리트 강도 조사

4.4 초음파 탐사법에 의한 강도추정

4.5 철근배근 조사

4.6 중성화 조사

4.7 고찰

제 4 장 내구성 조사

4.1 개요

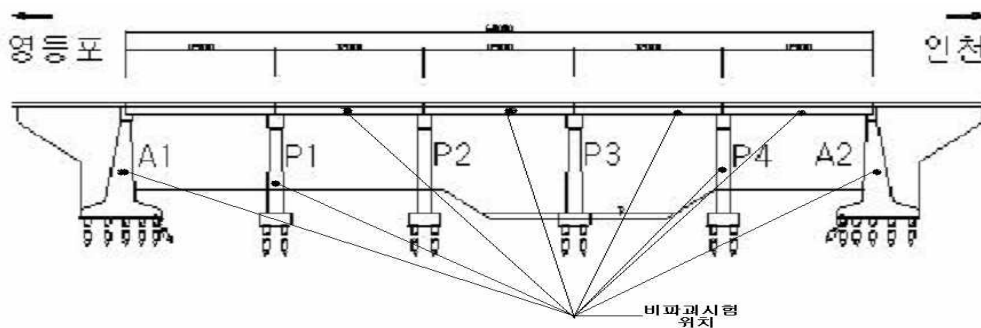
내구성조사는 구조물의 기능이나 내하력을 훼손하지 않고 강도나 열화손상의 상태를 평가하는 것은 물론 구조물의 안전성평가를 위한 기본 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

본 장에서는 콘크리트 내구성 조사등을 실시하여 3장에서 기술한 외관조사 내용과 함께 구조물의 내구성, 사용성을 검토하고 상태평가, 보수·보강 공법 및 유지관리 방안 제시의 기초자료로 활용할 수 있도록 하였다.

4.2 비파괴 위치도 및 시험 개소

주요 내구성조사 및 현장조사 내용 및 주요조사 위치는 다음과 같다.

【그림4.1】 비파괴 시험 위치도



【표4.1】 조사 및 시험내용

시 험 항 목		부 위 (개소)	비 고
압축강도시험	반발경도법	8	-
	초음파속도법	8	-
철근배근상태조사		8	-
중성화시험		4	-
합 계		28	-

4.3 콘크리트 강도조사

4.3.1 시험개요

본 시험법은 콘크리트의 표면강도를 측정하는 시험으로 보편적으로 가장 손쉽게 시험할 수 있는 장점을 가지고 있다. 그러나 표면의 상태에 따라 오차를 가져올 수 있으며 콘크리트 재령이나 타격각도, 화학작용 즉 수화반응, 탄산화반응 등에 의하여 +, - 요인이 생겨나므로 반드시 이러한 요인에 대한 정확한 보정을 하여야 한다.

4.3.2 비파괴 시험 일반

반발경도의 원리는 슈미트햄머로 경화 콘크리트를 타격시 반발경도(R)과 콘크리트 압축강도(f_{ck})와의 사이에 특정관계가 있다는 실험적 경험을 기초로 한다. 슈미트 햄머는 대상물의 표면에서 직접 측정한 반발경도(R)에 타격각도에 따른 보정값(ΔR)을 고려하여 수정반발경도 (R_o)를 구하고, 이 값으로부터 재령에 대한 영향을 보정한 후 제안되고 있는 여러 산출식을 적용하여 콘크리트 강도를 산출한다. 일반적으로 타격시의 반발경도는 타격에너지 및 타격체의 형상, 크기, 재료의 물리적 특성과 관계되는 물리량에 따라 다르다. 즉 반드시 재료의 강도와 일률적인 관계가 성립되는 것은 아니며 특히, 콘크리트와 같은 불균질한 재료에서는 슈미트햄머로 표면에서 국부적 타격을 하는 경우에 반발경도는 타격면에서 존재하는 골재의 유무, 습윤상태, 콘크리트의 재령 등에 따라 차이가 있으므로 콘크리트 구조체 내부의 강도를 명확히 측정하기는 곤란하다. 따라서 코아채취에 의한 직접강도 시험치와 비교 검토한 결과에 의해 판정하는 것이 필요하다.

4.3.3 장비 종류의 선정 및 검정

보통 콘크리트의 경우는 N형과 NR형이 일반적으로 사용되며, 반발경도를 직접 읽는 N형이 있으며, NP형은 반발경도를 숫자로 기록하므로 측정치의 기록과 처리가 정확하며 간단하다. ND형은 실제의 반발경도를 직접 읽을 수 있으므로 개인의 측정오차가 없으며 간단, 정확, 신속하게 구조체 시험을 실시할 수 있다. MTC형은 반발경도(R)의 20타점 평점치와 타격각도에 따른 보정치(ΔR)로부터 직접 추정하여 콘크리트의 압축강도를 직접 기록하는 기종이다.

초기강도 등을 추정하는 경우는 저항도용 P형이 사용되며, L형은 경량콘크리트용, M형은 매스콘크리트용으로 사용되고 있다.

슈미트 햄머법은 그 목적에 대응하는 적절한 기종을 사용할 필요가 있으며, 또한 각기종의 강

도측정범위가 <표 3-1>에 나타나 있으므로 이를 이용하여야 한다. 따라서, 본 점검에 사용한 슈미트 햄머는 N형(보통콘크리트용)을 이용하여 측정하였다.

【표4.2】 슈미트 햄머의 종류

기종	충격에너지 (kg·m)	강도측정범위 (kg/cm ²)	자중 (kg)	비고
N형(보통콘크리트)	0.225	150 ~ 600	1.0	반발경도R을 직접 읽음
NR형(동상)	0.225	150 ~ 600	1.4	반발경도R을 자동 기록
NP형(동상)	0.225	150 ~ 600	1.6	반발경도R을 자동 기록
ND형(동상)	0.225	150 ~ 600	1.6	반발경도RdI 디지털 표시기에 나타남
MTC형(동상)	0.225	150 ~ 1,000	1.6	콘크리트 압축강도기록
P형(저강도콘크리트용)	0.09	50 ~ 150	2.7	전자식 초기강도 추정
L(R)형(경량콘크리트용)	0.075	100 ~ 600	1.2	자동기록
M형(매스콘크리트용)	3.0	600 ~ 1,000	12.0	댐이나 활주로 등의 매스콘크리트용

슈미트 햄머를 사용하는 경우 사전에 테스트엔빌(TEST ANVIL)에 의한 정밀점검을 해하여야 한다.

4.3.4 측정방법

1) 적용방법

- 측정개소의 측정

- 두께 10cm 이하의 판재, 1변이 15cm 이하인 단면의 기둥·보 등 작은 치수의 부재는 피한다.
- 측정면은 균질하고, 평활한 평면부를 고른다.

2) 반발경도 측정방법

Schmidt Hammer법에 의한 압축강도 시험은 외관조사 결과에 의해서 결정된 측정개소에 대해서 타격점간의 간격 3cm를 표준으로 종으로 5열, 횡으로 5열의 선을 그어 직교되는 25점을 타격하여 반발경도 값의 산술 평균값(Rm)을 구한다.

산술평균값 Rm에 대해서 Recommendation에 따라 각 반발경도의 값이 $Rm \pm 15\%$ 범위를 벗어나는 값들은 제외시키고 나머지 값들을 다시 산술 평균하여 반발경도 R을 구한다. 타격방향은 측정면에서 직각이 되게 하였으며, 측정값에 현격한 차이가 있는 곳은 그 옆에서 다시 타

격하는 방법을 사용하였다.

【그림4.2】 슈미트 햄머 측정전경



3) 타격방법

타격방향은 수평방향이 일반적이거나, 수평 이외의 타격시에는 반발경도(R)가 중력에 의해 변화하는 것을 보정하기 위하여 타격각도에 따른 보정치를 보정하여야 한다.

【표4.3】 타격방향에 따른 반발경도 보정

Rebound value R_{α}	Correction for inclination angle				타격 방향
	Upwards		Downwards		
	+90°	+45°	-45°	-90°	
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	

4.3.5 콘크리트 강도의 환산

1) 콘크리트 재령에 따른 콘크리트 압축강도의 보정

장기재령의 콘크리트 강도추정에 있어 일반적으로 적용되는 관계식이나 도표에서 재령에 따른 보정계수를 적용할 필요성이 있다.

콘크리트 구조물의 해당 개소에서 바발경도를 측정하고, 반발경도와 압축강도와의 관계로부터 압축강도를 추정하였다.

일반적으로 수년이 경과한 콘크리트 구조물은 표면강도가 높기 때문에 재령 28일 강도 추정식으로 구한 압축강도로 수정하여야 하며, 수정계수는 다음의 【표 4.4】 과 같다.

【표4.4】 재령보정계수 α 의 값

재령	4일	5일	6일	7일	8일	9일	10일	11일	12일	13일
α	1.90	1.84	1.75	1.72	1.67	1.61	1.55	1.49	1.45	1.40
재령	14일	15일	16일	17일	18일	19일	20일	21일	22일	23일
α	1.36	1.32	1.28	1.25	1.22	1.18	1.15	1.12	1.10	1.08
재령	24일	25일	26일	27일	28일	29일	30일	32일	34일	36일
α	1.06	1.04	1.02	1.01	1.00	0.99	0.99	0.98	0.96	0.95
재령	38일	40일	42일	44일	46일	48일	50일	52일	54일	56일
α	0.94	0.93	0.92	0.91	0.90	0.89	0.87	0.87	0.87	0.86
재령	58일	60일	62일	64일	66일	68일	70일	72일	74일	76일
α	0.86	0.86	0.85	0.85	0.85	0.84	0.84	0.84	0.83	0.83
재령	78일	80일	82일	84일	86일	88일	90일	100일	125일	150일
α	0.82	0.82	0.82	0.81	0.81	0.80	0.80	0.78	0.76	0.74
재령	175일	200일	250일	300일	400일	500일	750일	1000일	2000일	3000일
α	0.73	0.72	0.71	0.70	0.68	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63

2) 강도의 환산

Schmidt Hammer 에 의해 반발경도를 측정된 후 콘크리트의 압축강도를 추정하는 방법은 다음과 같다.

(가) 보정반발경도(R_o)

보정반발경도 R_o 은 다음 식 (4.1)과 같이 측정경도 R 에 보정값 $\Delta R_1, \Delta R_2$,을 더한 값으로 한다.

$$R_o = R + \Delta R_1 + \Delta R_2 \quad (4.1)$$

여기서, R : 측정 반발경도

ΔR_1 : 타격 방향에 따른 보정값

ΔR_2 : 콘크리트의 습윤성에 따른 보정값

한편 보정치 ΔR 은 다음과 같은 방법으로 구한다.

(나) 압축강도 추정

보정 반발경도 R_o 로부터 압축강도 F_c 를 추정하는 식은 여러 가지가 제안되어 있으나 일반적으로 가장 널리 사용되고 있는 아래와 같은 식으로 압축강도를 추정하였다.

$$F_c = 13R_o - 184 \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (\text{일본재료학회}) \quad (4.2)$$

$$F_c = \text{테스트 햄머에 표시된 반발경도곡선에 의한 방법} \quad (4.3)$$

(다) 28일 강도의 추정

시공 후 건조상태로 수년이 경과한 콘크리트 구조물은 표면강도가 높기 때문에 식 (4.4)와 같이 시간경과 계수(α)를 압축강도 F_c 에 곱해 재령 28일 강도 (F'_{28})로 환산한 압축강도로 수정하여 콘크리트의 설계 압축강도로 추정한다.

$$F'_{28} = \alpha \cdot F_c \quad (4.4)$$

(라) 고강도 콘크리트 대한 제안식

$$F_c = (15.2 R_o - 122.8) \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (\text{서울대학원신기술연구소}) \quad (4.5)$$

$$F_c = (13.8R_o - 44) \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (\text{구조물진단학회}) \quad (4.6)$$

$$F_c = (17.2R_o - 214) \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (\text{시설안전기술공단 - 일반양}) \quad (4.7)$$

$$F_c = (13.3R_o - 124) \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (\text{시설안전기술공단 - 증기양}) \quad (4.8)$$

$$F_c = \text{테스트 햄머에 표시된 반발경도곡선에 의한 방법} \quad (4.9)$$

4.3.6 콘크리트 압축강도 측정결과

☞ 상형

콘크리트 압축강도는 반발경도법을 이용하여 조사한 결과 평균강도는 바닥판하면 212~258 kgf/cm², 교대·교각 200~225kgf/cm²인 것으로 보아 설계기준강도 바닥판하면 210kgf/cm², 교대·교각 180kgf/cm²을 상회하는 양호한 상태인 것으로 측정되었다.

그 결과는 다음과 같다.

【표4.5】 강도결과

부위	반발경도(R_o)	반발경도법(kg/cm ²)			평가	
		재료학회	Graph	평균강도		
상부 구조	SLAB 2	39.9	334.7	336	212	0.K
	SLAB 3	41.1	350.3	367	226	0.K
	SLAB 4	42	362	383	235	0.K
	SLAB 5	44.9	399.7	415	258	0.K
하부 구조	ABUT 1	40.82	346.7	352	220	0.K
	ABUT 2	39.24	326.1	321	205	0.K
	PIER 1	38.26	313.4	321	200	0.K
	PIER 4	41.5	355.5	368	225	0.K

4.4 초음파 탐사법에 의한 강도추정

4.4.1 시험개요

일반적으로 초음파 속도는 재료의 밀도와 탄성에 따라 다르기 때문에 대상물의 탄성과 특성을 추정할 수 있다.

$$V = \sqrt{\frac{E}{\rho} \cdot \frac{(1-\nu)}{(1+\nu)(1-2\nu)}} \quad (4.10)$$

여기서, V : 탄성파 속도 E : 동탄성 계수

ρ : 밀도 ν : 포아송비

초음파 속도법은 콘크리트의 상대적 균질성을 평가하는데 적합한 방법 중에 하나로서 본 절에서는 초음파 속도법을 이용하여 콘크리트의 상대적인 품질 평가를 기술한다.

4.4.2 시험장비

- 모델명 : Pundit • 제작사 : Proceq (스위스)
- 용 도 : 초음파를 이용 굳은 콘크리트의 비파괴 강도시험에 사용

【그림4.3】 초음파탐사 측정전경



초음파탐사에 의해 전파시간(T)를 측정한 후 압축강도를 추정하는 식은 다음과 같다.

4.4.3 초음파 탐사법에 의한 콘크리트 품질판정

1) 전파전달속도 V의 추정

음파 전달속도는 초음파가 전달하는 거리를 미리 측정하고 장비상에 나타난 초음파 전달시간을 측정한 후 식(4.6)에 의해서 구한다.

$$\text{전달속도 } V_{(mm/\mu \text{ sec})} = \frac{\text{전파거리}(L : mm)}{\text{전파시간}(T : \mu \text{ sec})} \tag{4.11}$$

초음파 탐사시 탐촉자의 배열은 직접법, 반직접법 및 간접법이 있으며, 일반적으로 직접법에 의해 재료의 초음파 전달속도를 구하는 것이 바람직한 것으로 알려져 있다. 그러나 실제 현장에서는 여건상 주로 간접법이 많이 적용되고 있으며 따라서 이 경우에는 일정거리상의 4점 이상의 측정을 정하고 초음파의 전달거리(Xi)에 따른 전달시간 Ti를 측정하여 회귀직선식에 의하여 분석된 R2의 값이 99%이상인 것을 전달속도(Vi)로 구한다.(콘크리트학회지 제10권 1998.

4.) 이때 간접법과 직접법의 초음파 전달속도는 근사적으로 식(4.12)과 같은 관계가 있다.

$$V_d \approx 1.05 V_i \tag{4.12}$$

여기서 , V_d = 직접법(Direct method)에 의한 초음파 속도

V_i = 간접법(Indirect method)에 의한 초음파 속도

2) 콘크리트의 품질 판정

콘크리트는 물리적 성질이 매우 다른 이질성 재료로 구성되어 있으므로 파의 분산정도가 심하여 통상 20~200KHz 정도의 주파수가 이용된다. 초음파 탐사시험은 대상물의 형상에 관계없이 내부의 상황변화 등을 파악할 수 있는 반면, 투과파 높이가 작을 때에는 측정정도가 떨어진다. 콘크리트 구조물에 대한 상대적인 품질평가를 위해 일반적인 초음파 평가치의 기준으로 콘크리트 비파괴 검사기술 개발(한국에너지연구소)의 다음의 표를 적용하였다.

【표 4.6】 초음파 속도에 의한 콘크리트 품질 등급표(표면법)

초음파속도(m/s)	등 급	품 질	평 가	비 고
4,501 이상	Ⓐ	대단히 좋다	-	
3,501 ~ 4,500	Ⓑ	좋 다	정기적인 관찰	
3,001 ~ 3,500	Ⓒ	검사를 요한다.	지속적인 관찰	
2,000 ~ 3,000	Ⓓ	나쁘다	보강 또는 보수	부분적 내부결함
2,000 미만	Ⓔ	대단히 나쁘다	교체 또는 보강	부식, 내부결함 다수

본 현장의 초음파 탐사결과 모든 구간 B등급이상으로 콘크리트 품질이 양호한 것으로 나타났다.

초음파 탐사결과와 반발경도값을 이용하여 조합법으로 압축강도를 평가한 결과 모든 구간에서

설계기준강도를 상회하는 것으로 나타났다.

【표4.7】 초음파 시험결과

초음파속도(m/s)	등 급	품 질	평 가	개 소	비 고
4,501 이상	Ⓐ	대단히 좋다	-		
3,501 ~ 4,500	Ⓑ	좋 다	정기적인 관찰	15	
3,001 ~ 3,500	Ⓒ	검사를 요한다.	지속적인 관찰		
2,000 ~ 3,000	Ⓓ	나쁘다	보강 또는 보수		부분적 내부결함
2,000 미만	Ⓔ	대단히 나쁘다	교체 또는 보강		부식, 내부결함 다수

【표4.8】 초음파 시험결과

구분	위치	V_i (mm/μs)	V_d (mm/μs)	추정압축강도 (kg/cm ²)	비고
상부 구조	SLAB 2	3.8241	402	243	
	SLAB 3	3.7981	3.99	237	
	SLAB 4	3.8266	4.02	244	
	SLAB 5	3.8178	4.01	242	
하부 구조	ABUT 1	3.6031	3.78	193	
	ABUT 2	3.6342	3.82	200	
	PIER 1	3.6657	3.85	208	
	PIER 4	3.6335	3.82	200	

4.4.4 조합법에 의한 콘크리트 강도추정

조합법은 비파괴 시험으로 신뢰도가 큰 콘크리트의 실강도를 추정하기 위해 제안된 방법으로 반발경도법에서 얻은 반발경도와 초음파속도법에서 얻은 전파속도를 조합하여 강도를 추정하는 방법이다. 본조합법에 의해 제안된 강도 추정식은 다음과 같다.

1)릴렘식(Lilem)식

$$\log_{10} F'_c = 0.3794 V_p + 0.01149R + 0.4332 \quad F'_c = 0.85 F'_c \quad (4.13)$$

2)일본건축학회식

$$F'_c = 8.2R + 269 V_p - 1094 \text{ (보통콘크리트)} \quad (4.14)$$

$$F'_c = 4.1R + 344 V_p - 1022 \text{ (경량콘크리트)} \quad (4.15)$$

F'_c : 콘크리트강도

R : 슈미터 해머에 의한 보정반발경도

V_p : 초음파전파속도

【표4.9】 조합법에 의한 콘크리트 압축강도 추정결과(상행)

부 위	초음파속도 (V_p)	보정 반발경도(R)	추정압축강도		적용 압축강도 (kg/cm^2)	비고	
			릴렘 (Lilem)식	일본 건축학회식			
상부 구조	SLAB 2	4.02	39.90	222.0	314.6	222	
	SLAB 3	3.99	41.41	223.2	316.3	223	
	SLAB 4	4.02	42.00	234.6	331.8	235	
	SLAB 5	4.01	44.90	251.1	352.9	251	
하부 구조	ABUT 1	3.78	40.82	184.4	257.5	184	
	ABUT 2	3.82	39.24	183.1	255.3	183	
	PIER 1	3.85	38.26	183.2	255.4	183	
	PIER 4	3.82	41.50	194.4	273.9	194	

4.5 철근배근조사

4.5.1 시험개요

철근콘크리트 구조물의 내구성 및 안전성은 콘크리트의 균열 및 강도와 더불어 철근의 배근 상태에 따라 크게 달라진다. 콘크리트의 강도조사에 대해서는 앞 절에서 언급하였으며, 본 절에서는 철근의 배근 상태에 대해서 다루고자 한다. 철근의 배근 상태가 설계도면 보다 적은 개수로 넓은 간격으로 배근된 경우 구조물의 내력이 감소하게되어 구조물의 내구성 및 안전성에 치명적인 약점을 가져올 수 있으며, 설계도면보다 과도하게 많은 개수로 좁은 간격으로 배근된 경우에도 구조물의 내력은 충분히 만족하지만, 예기치 못한 갑작스런 붕괴를 초래할 수도 있는 약점이 있다. 따라서, 철근콘크리트 구조물에서 철근의 배근 상태를 조사하는 것은 구조물의 내구성 및 안전성을 확인하기 위해서 중요한 부분이다.

4.5.2 시험장비

JEJ-60B의 표준구성품은 【표4.10】 과 같다.

【표4.10】 표준구성품

품 명		형 식	수 량	비 고
본체표시기		NJJ-53B	1	-
안 테 나		NJJ-43A	1	송·수신안테나 내장
부	신호케이블	CFQ-2861	1	5m
	전원케이블	-	1	변환아답터 첨부
속	퓨 즈	-	2	-
	취급설명서	-	1	-
품	부속품수납상자	-	1	안테나 보관기능

JEJ-60B의 Option품목은 【표4.11】 와 같다.

【표4.11】 Option 품목

품 명	형 식	비 고
프 린 터	NKG-51	계조부착 감열식 라인프린터
Battery pack	NBB-229	연속사용시간 : 약 2시간
충 전 기	NBB-230A	충전시간 : 약 1시간
데이터레코더	PC-204A	-
데이터레코더용 접속케이블	CFQ-3154	2개
신호케이블	CFQ-2861-1	10m

□ 주요성능

【표4.12】 JEJ-60B의 주요성능

측정방식	레이더 방식(화면모니터방식)
측 정 물	철근, 염화비닐관, 공동
피복두께(측정심도)	0.5 ~ 20cm(철근직경 6mm이상)
심도스케일	cm정보표시(특허 제2028226호) 및 기산(ns)표시
피치(수직수평분해능)	60mm이상 수평면, 수직면 단, 직경이 6mm의 철근이 깊이 60mm에 있는 경우
측정거리	최대 5m
디스플레이	256 × 128 DOT, 5 × 10화면(1화면은 50cm로 10화면분)
화상처리	2조 흑백, 백라이트 부착
제어기능	표면파처리(특허 제2096816호), 피크처리 안테나로 측정 ON/OFF, 커서로 X·Y좌표 표시
메모리용량	10화면의 데이터보관, 판독가능
안 테 나	0.4m/sec이하, 속도알람기능
조건설정	감 도 : 자동 및 수동 4단전환 천·심 : 천·심 2단전환 날짜설정 : 날짜, 시간, 데이터번호를 설정
외부메모리	데이터레코더 접속가능
기 타	시계내장, 배터리 알람, 안테나속도
전 원	AC100V ± 10%, 50/60Hz 또는 DC12V 전환가능 AC100V : 38VA, DC12V : 1.5A
치수·중량	본 체 : 225(폭) × 173(높이) × 300(길이)mm, 6.7kg 안테나 : 125(폭) × 130(높이) × 200(길이)mm, 1.1kg

【그림4.4】 철근탐사 측정전경



4.5.3 철근배근상태 측정방법

전자파를 콘크리트 내부에 방사해 그 전자파가 콘크리트와 전기적 성질이 다른 물질(철근, 공동 등)의 반사물체와의 경계면에서 반사되어, 다시 콘크리트 표면의 수신안테나까지의 도달시간으로 반사물체까지의 거리를 알 수 있다.

콘크리트의 얇은 부분을 높은 분해력으로 탐사하는 것으로 목적으로 하기 때문에 pulse폭이 극히 짧은 약 1ns(1/10억)의 pulse를 사용한다.

콘크리트 중의 전자파의 속도(V)는 식 (4.16)과 같다

$$V = \frac{C}{\sqrt{\epsilon\gamma}} \text{ (m/s)} \dots\dots\dots (4.16)$$

여기서, C : 전자파의 속도(3×10⁸m/s)
 εγ: 콘크리트의 비유전율

【표 4.13】 비유전율

재 질 명	비 유 전 율	재 질 명	비 유 전 율
공 기	1	화 강 암	7
해 수	81	점 토	2.4
모 래	2.6	석 회 석	8
현 무 암	8	콘크리트	9

반사물체까지의 거리(D)는 식 (4.17)과 같다.

$$D = \frac{1}{2} VT \text{ (m)} \dots\dots\dots (4.17)$$

여기서, V : 전자파의 속도(m/s)
 T : 반사파의 송수신 시간차

4.5.4 측정결과

철근배근조사 결과 배근간격은 일반적인 자료와 비교시 배근간격 및 피복두께에서 양호하나 일부 구간에서는 공용년수의 경과로 인한 피복두께의 부족이 다소 조사되었다.

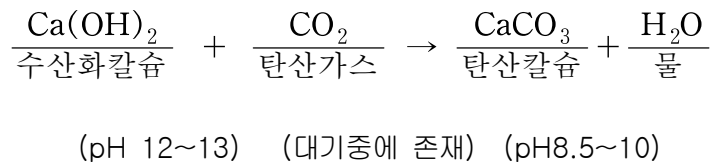
【표4.14】 철근 탐사 결과

구 분		측정결과(mm)			설계치(mm)		
		주철근	배력근	피복두께	주철근	배력근	피복두께
상부 구조	SLAB 2	150	200	28/33	150	200	23.5/36.5
	SLAB 3	160	180	32/40	150	200	23.5/36.5
	SLAB 4	165	205	25/45	150	200	23.5/36.5
	SLAB 5	155	220	22/30	150	200	23.5/36.5
하부 구조	ABUT 1	135	280	75/60	125	250	65.5/52.5
	ABUT 2	120	260	65/50	125	250	65.5/52.5
	PIER 1	140	420	98/88	150	450	92/79
	PIER 4	155	450	85/75	150	450	92/79

4.6 콘크리트의 중성화

4.6.1 개 요

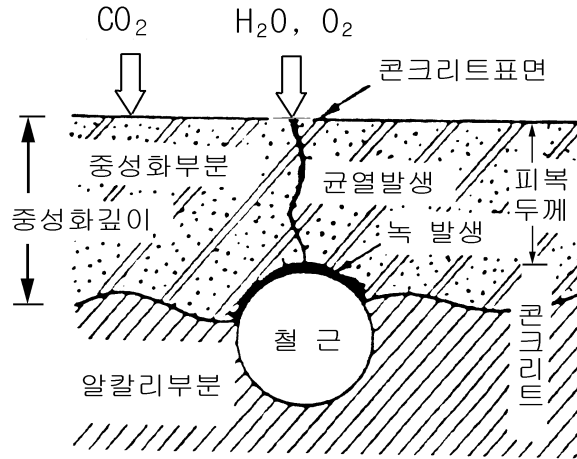
중성화란 콘크리트가 강알칼리성(pH 12~13)에서 대기의 CO₂와 접촉하여 중성화되어 가는 현상이다. 콘크리트 구조물의 성능저하의 요인으로 동해, 염해, 알칼리 골재반응 등을 들 수 있으나 이러한 것들은 대체적으로 각각의 지역적인 요인과 재료적인 요인에 기인하고 있다. 그러나 콘크리트의 중성화는 일반 환경하에서도 확실하게 진행되기 때문에 철근 부식에 따른 가장 기본적인 중요한 문제이다. 중성화가 일어나는 메카니즘을 보면 시멘트의 수화 반응에서 생성되는 수산화칼슘 [Ca(OH)₂]은 pH 12~13정도의 강알칼리성을 나타내지만 대기중에 포함되어 있는 약산성의 탄산가스(약 0.03%)와 접촉하면 탄산칼슘과 물로 변화하고 탄산칼슘으로 변화한 부분의 pH가 8.5~10정도로 낮아지게 된다.



4.6.2 중성화에 의한 성능저하 특성 및 기준

중성화는 콘크리트 표면에서 내부를 향하여 진행하며 콘크리트는 탄산가스와 반응한 중량만큼 무거워지고 치밀해 진다. 따라서 중성화에 의해서는 물리적 성능저하보다는 콘크리트 내부의 철근부식이 문제가 된다. 콘크리트 내부의 pH가 11이상에서 철근은 표면에 1×10⁻⁶mm 두께의 수산화물(γ-Fe₂O₃·nH₂O) 부동태막을 형성하므로 산소의 침입을 막아 철근의 부식을 방지하지만 중성화에 의하여 pH가 11보다 낮아지면 부동태막이 파괴되면서 철근에 녹이 발생하게 된다. 이러한 녹은 원래부피의 약 2.5배에서 최대 7배까지 체적이 팽창하게 녹의 팽창압력에 의하여 콘크리트 내부에는 균열이 발생하게되며 철근의 부착강도 저하, 피복 콘크리트의 탈락, 철근 단면적의 감소등 구조물의 내구성저하를 초래하게 된다. [그림4-5]는 중성화에 의한 철근의 녹 발생을 나타내고 있다. 중성화가 진행되는 속도는 시멘트의 종류, 콘크리트의 품질, 환경조건에 따라 다르다.

【그림4.5】 중성화에 따른 철근의 녹 발생 현황



岸谷의 실험에 의하면 물-시멘트비 W/C, 기간 t년에 대한 중성화 깊이 x(cm)의 관계는 다음과 같다.

$$W/C \geq 0.6 \text{ 일 때, } t = \frac{0.3(1.15 + 3W/C)}{R^2 (W/C - 0.25)^2} x^2 \quad (4.19)$$

$$W/C \leq 0.6 \text{ 일 때, } t = \frac{7.2}{R^2 (4.6W/C - 1.76)^2} x^2 \quad (4.20)$$

여기서, y = 중성화깊이 C까지 도달하는데 소요되는 년수

X = 물 시멘트비 (강도 상의 물 시멘트비)

C = 중성화 깊이 (cm)

R = 중성화 비율

(골재, 화학 혼화제, 시멘트의 종류 등에 의해 정해지는 정수)

【표4.15】 콘크리트의 종류별 중성화 비율 (R)

골재의 종류 혼화제 종류 시멘트의 종류	강모래·강자갈			강모래·화산자갈			화산자갈		
	Plain	AE제	AE 감수제	Plain	AE제	AE 감수제	Plain	AE제	AE 감수제
보통포틀랜드 시멘트	1.0	0.6	0.4	1.2	0.8	0.5	2.9	1.8	1.1
조강포틀랜드 시멘트	0.6	0.4	0.2	0.7	0.4	0.3	1.8	1.0	0.7
고로 슬래그 시멘트 (slag 30~40%)	1.4	0.8	0.6	1.7	1.0	0.7	4.1	2.4	1.6
고로 슬래그 시멘트 (slag 60% 전후)	2.2	1.3	0.9	2.6	1.6	1.1	6.4	3.8	2.6
silica 시멘트	1.7	1.0	0.7	2.0	1.2	0.8	4.9	3.0	2.0
fly-ash 시멘트 (fly-ash 20%)	1.9	1.1	0.8	2.3	1.4	0.9	5.5	3.3	2.2

▣ 경량 콘크리트(1종 및 2종)의 R은 강모래·강자갈 콘크리트와 강모래·화산자갈 콘크리트의 중간정도임

【표4.16】 중성화 깊이에 의한 측정값의 구분

측정값의 구분	구분의 기준 (중성화 깊이)	비 고
A1	측정값 < 0.5 D	D : 철근피복 두께의 최소값
A2	0.5 D ≤ 측정값 < D	
A3	D ≤ 측정값	

【표4.17】 중성화 속도에 의한 구분

중성화속도의 구분	구분의 기준 (중성화 깊이)	비 고
B1	측정값 < 0.5× 계산값	계산값 : 공식이용
B2	0.5× 계산값 ≤ 측정값 < 1.5× 계산값	
B3	1.5× 계산값 ≤ 측정값	

【표4-18】 중성화에 의한 기능저하의 구분

기능저하의 구분	구분의 기준 (중성화 깊이)	비 고
I	A1+B1, A1+B2, A2+B1	경미 : 예방 조치
II	A1+B3, A2+B2	보통 : 부위의 부분적 보수
III	A2+B3, A3+B1, A3+B2, A3+B3	과대 : 전면적 보수

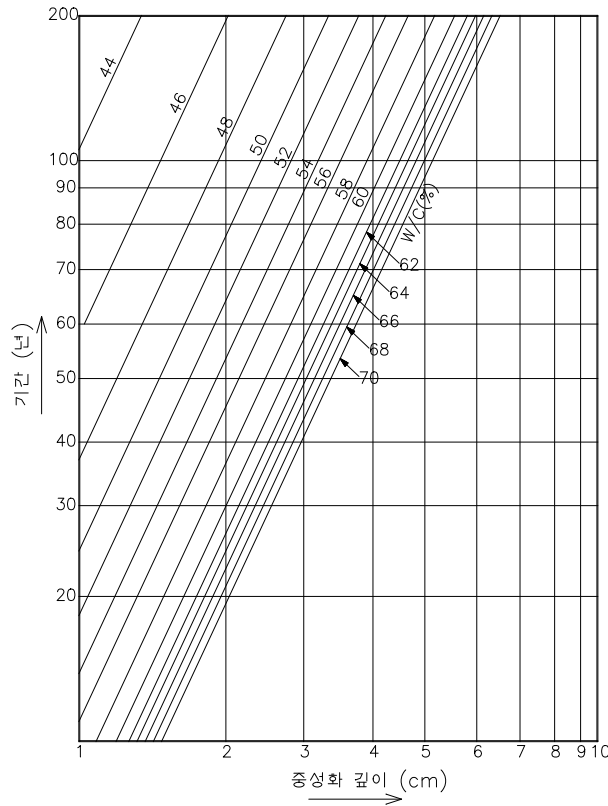
앞의 식에서 R은 시멘트의 종류, 골재의 종류, 표면활성제의 사용 등에 의해 따른 정수이고, 강모래·강자갈 콘크리트에 표면활성제를 사용하지 않을 때에는,

보통 포틀랜드 시멘트 사용시 R = 1.0

조강 포틀랜드 시멘트 사용시 R = 0.6

혼합 시멘트(고로·실리카·플리아애쉬 시멘트 등) R = 1.7~2.2 이고, 조강 포틀랜드 사용시에는 현저하게 중성화가 늦어진다. 또한 AE제·분산제 등의 표면활성제를 이용하면 중성화깊이는 사용하지 않을 때의 1/2이하로 되고, 위의 R값은 0.4~0.6배 정도가 된다. 천연경량골재 사용 콘크리트는 중성화가 빠르고, 물-시멘트비에 대해서는 위의 식에서 알 수 있듯이 물-시멘트비가 작은 콘크리트일수록 중성화가 늦다. 【그림4.6】은 R=1일 경우에 대한 식을 도표화한 것으로, 이 상황을 잘 알 수 있다.

【그림4-6】 물-시멘트비 중성화 깊이 기간과의 관계



4.6.3 등급 판정

중성화에 의한 콘크리트 성능저하 등급은 아래 【표4-19】에 의하고 이표에서 등급 A, B, C, E에서 D이하인 경우는 보수가 필요하다. 등급 E의 경우는 철근의 부식도를 검토하여야 하며, 필요한 경우에는 보수·보강을 하여야 한다.

【표4-19】 중성화에 의한 성능저하 등급

등급	중 성 화 깊 이	조 치 사 항
A	표면으로부터 0.5cm 이하	중성화속도 추정
B	표면으로부터 피복두께의 1/30이하	중성화속도 추정, 도장등 보호필요
C	표면으로부터 피복두께의 1/20이하	중성화속도 추정, 도장등 보호필요
D	표면으로부터 피복두께이하	중성화속도 추정, 염화물함량과 철근부식도 검토, 보수필요
E	표면으로부터 철근위치 이상	철근 부식도 검토, 보수·보강 필요

4.6.4 조사 방법

콘크리트 부재의 부식정도를 측정하는 방법으로는 페놀프탈레인법이 가장 일반적으로 사용되고 있다. 페놀프탈레인은 ph 지시약의 일종으로서, 99% 에틸알콜에 증류수 및 1%의 페놀프탈레인 분말을 혼합하여 만들어지며, 이 지시약을 대상 부재에 분사하면 원 콘크리트의 특성을 보유한 ph 8.2~10.0 이상의 알카리성 콘크리트에서는 붉은색으로 발색되고, 콘크리트가 부식되어 중성화가 진행된 면에서는 무색으로 변화가 없다.

측정부위의 선정 및 절취는 측정의 오차를 최소화하기 위하여 상태가 비교적 양호한 단면을 선정하여 코아, 보링 또는 다이아몬드 CUTTER로 천공 및 절단하여 성형한다. 대상구조물에 대한 콘크리트 부식측정은 대상 부재의 단면 결손을 최소화하기 위하여 DRILL로 측정부위를 천공하였고, 천공된 부위를 증류수로 충분히 세척한 후 페놀프탈레인 용액을 분무하여 콘크리트의 원 표면으로부터 발색면까지의 수직깊이를 측정함으로써, 콘크리트의 중성화깊이를 측정하였다.

【그림4-7】 중성화시험 측정전경



4.6.5 조사 결과

☞ 도림교

측정위치	이론적 중성화깊이 (mm)	측정 중성화깊이 (mm)	피복두께 (mm)	A/B×100(%)	중성화깊이 등급	중성화기능 저하구분
ABUT 1	19.73	15.1	52.5	77	B	I
ABUT 2	19.73	15.5	52.5	79	B	I
PIER 1	19.73	14.2	79	72	B	I
PIER 4	19.73	15.2	79	77	B	I

4.7 고찰

☞ 콘크리트 압축강도는 반발경도법을 이용하여 조사한 결과 평균강도는 바닥판하면 212~258 kgf/cm², 교대·교각 200~225kgf/cm²인 것으로 보아 설계기준강도 바닥판하면 210kgf/cm², 교대·교각 180kgf/cm²을 상회하는 양호한 상태인 것으로 측정되었다.

☞ 초음파 탐사결과 모든 구간에서 B등급 이상으로 콘크리트의 품질이 양호한 것으로 측정되었다.

또한, 초음파 탐사결과와 반발경도값을 이용하여 조합법으로 압축강도를 평가한 결과 설계 기준강도를 상회하는 양호한 상태인 것으로 나타났다.

☞ 철근배근조사 결과 배근간격은 일반적인 자료와 비교시 배근간격 및 피복두께에서 양호한 상태로 조사되었다.

☞ 대상구조물의 슬래브에 대한 중성화 조사결과 본 측정구간에서는 이론적 중성화 깊이를 초과하지 않은 양호한 상태인 것으로 나타났다.

제 5 장 보수·보강 방안

5.1 개요

5.2 주요손상의 보수보강방안

5.3 구조물별 보수수량 개략공사비

5.4 보수대책

5.5 구조물의 보수·보강 흐름도

5.6 보수·보강 공법

제5장 보수·보강 방안

5.1 개요

노후 되었거나 기능이 저하된 철근콘크리트 구조물의 보수·보강 방법은 다양하게 이루어지고 있으나 구조물의 종류, 형태, 환경상태, 성능에 따라 적절한 공법이 채택되어야 한다. 그러나 철근콘크리트 구조물에 있어서는 어떤 원인에 의해서든 한번 보수·보강이 행해 졌다면 원래의 기능을 회복하여 유지하기는 어려운 실정이다. 더군다나 도로나 도로교 및 공장 건축물등 계속 반복되는 외력이나 하중을 받는 구조체는 보수·보강이 이루어 졌다고 해도 그 내구성이 현저하게 적어지므로 근본적인 대책이 될 수는 없다.

보수·보강이 요구되는 구조물의 기능저하 원인으로는 첫째 당초 설계상의 오류, 둘째 시공의 미흡, 셋째로 유지관리에서 오는 문제점 등이 그 주요 원인이며, 최근에는 도로교의 경우 지역 사회의 급격한 변화 등으로 인하여 당초 설계하중을 초과하는 중차량들의 빈번한 통행이 근본적인 원인으로 과하중에 의해 내구성과 내하력이 저하되어 구조물이 파손되거나 그 기능을 상실하게 된다.

외국에서도 구조물에 대한 보수·보강 사례들이 많이 있지만 국내에서 대표적인 사례로 경부 고속도로상의 일부 교량들과 최근에 와서 각 국도상 교량들에 대한 강판점착보강공법이 실시 되었으나 실패 하였거나 제기능을 발휘하지 못하여 재설치되고 있는 실정이다.

따라서 구조물에 대한 보수·보강은 제기능을 유지하고 있으면서 부분적으로 열화현상에 의한 결함이 발생된 구조물의 기능 저하 원인을 제거하고 보편적으로 그 성능을 원만히 유지하기 위해 실시하는 것이다.

5.2 주요 손상의 보수·보강 방안

본 도림교는 현재 보수·보강 실시 설계용역중에 있으며 본 용역은 2002년 정밀안전진단의 손상에 대한 진행여부 판단에 중점을 두어 점검 하였으며, 주요 손상은 상부구조와 하부구조로 구분하여 볼 때 다음과 같은 손상이 조사되어 이에 대한 보수가 요망되는 상태이다.

【표 5.1】 도림교 주요 손상 내용

부 재 명		손 상 내 용	보수 필요도
상부 구조	교면포장	1) 균열, 소성변형, 포트홀, 망상균열	필 요
	난간및 연석	1) 난간 도장 박리, 강재 부식 2) 연석부 균열, 콘크리트 열화, 탈락 발생	필 요
	신축이음장치	1) 본체 누수 2) 후타재 균열, 파손	필 요
	바닥판하면	1) 백태/누수,균열, 2) 철근노출, 거푸집 미제거,FRP 보강부 탈락	필 요
	주 형	1)강재 주형 부식, 불용홀	필 요
	교좌장치	1) 부식	필 요
하부구조	교 대 및 교 각	1) 수직균열 발생,백태/누수 2) 콘크리트 파손 3) 보강부 들뜸	필 요

【표 5.2】 주요 손상의 보수·보강 방안

구 분	손상현황	보수·보강 방안	보수공법	보수 시기
교면포장	▪균열, 소성변형, 포트홀, 망상균열	▪ 공용년수의 경과에 의한 포장부 열화로 현재까지 국부적인 보수만 이루어진 상태로 포장면 전체적으로 노후화가 진행되어 있어 전면 재포장을 실시하는 것이 유지관리 측면에서 바람직함.	전면재포장	단기
난간 및 연석	▪난간 부식, 도장박리	▪ 난간은 공용기간 증가로 전체적으로 노후와 되어 있으며, 교량의 사용성 확보를 위하여 재도장이 필요하며 장기적으로는 난간교체가 필요한 상태임	난간재도장	단기
	▪연석 균열, 파손	▪ 교량의 내구성 확보를 위하여 균열보수, 단면보수가 필요함.	수지주입공법 단면보수공법	중기
신축이음장치	▪후타재 균열, 파손 ▪신·구교 신축이음부 누수	▪ 본체의 상태는 양호하나, 공용기간 증가로 인한 후타재 균열, 파손이 조사되어 보수가 필요한 상태이며, 신·구교 신축이음부의 누수로 교량하부 교좌장치 및 강재주형의 부식이 진행중인 바, 향후 진행여부 판단 후 보수함이 바람직함.	신축이음부 교체	장기
바닥판 하면	▪백태, 누수 ▪철근노출, 파손 ▪FRP 보강부 탈락	▪ 바닥판 하면에 발생한 손상은 공용기간 증가와 시공불량 등으로 인하여 발생한 것이며, FRP보강부 탈락부위 등의 증가로, 단기적으로 손상들에 대한 보수 및 보강이 시급한 상태이나, 장기적으로는 교량 슬래브하면의 내구성 저하로 슬래브의 교체가 바람직함.	슬래브 교체 (장기)	장기
주형	▪강재주형 부식(신교)	▪ 신축이음부에 의한 노면수 유입으로 발생되었으며, 강재도장을 실시하여야 함.	강재도장	중기
	▪강재주형 불용홀 발생	▪ 지장물매달기 위치 변경으로 발생한 것으로 현재는 구조물의 내구성 확보가 되어 있는 상태로 추정되나 장기적인 측면에서 주형 교체 등 보수보강이 바람직함	강재주형 교체	장기
교좌장치	▪교좌장치 부식, 기능 상실	▪ 신축이음부 누수에 의한 손상으로 부식이 진행되고 있으며, 대부분 기능이 상실된 상태로, 향후 교좌장치의 기능확보를 위하여 교체함이 바람직함	교좌장치 교체	중기
교대, 교각	▪철판보강부 들뜸	▪ 시공불량으로 인하여 발생한 것으로 향후 구조물의 내구성 확보를 위하여 보수함이 바람직함	철 판 보 강 부 교체	중기
	▪콘크리트 탈락, 박리	▪ 공용기간증가와 충격등으로 인한 손상으로 단면보수함이 바람직함	단면보수공법	중기

5.3 구조물별 보수 수량 및 개략공사비

구 분	손상상태	단위	보수수량	보수공법	단 가	개략공사비	비고
교면포장 난간, 연석 배수시설	포트홀	m ²	75.82	아스팔트패칭공법	131,214	9,948,645	
	배수길이부족	개소	2	배수관신설공법	20,000	40,000	
상부구조	균열	m	5.2	수지주입공법	119,887	623,412	
	누수, 백태	m ²	35.98	백태표면처리공법	61,680	2,219,246	
	철근노출	m ²	6.21	철근방청공법	176,432	1,095,643	
	박리박락, 재료분리	m ²	51.16	단면복구공법	173,965	8,900,049	
하부구조	균열	m	55	표면처리공법	119,887	6,593,785	
	누수, 백태	m ²	11.3	백태표면처리공법	61,680	696,984	
	파손	m ²	2.88	단면복구공법	173,965	501,019	
순 공 사 비	계					30,618,783	
부 대 공	순공사비 × 10%					3,061,878	
제 경 비	순공사비 × 50%					15,309,392	
공 급 가 액	순공사비 + 부대공 + 제경비					48,990,053	
부 가 세	공급가액 × 10%					4,899,005	
총 공 사 비	공급가액 + 부가세					64,299,445	

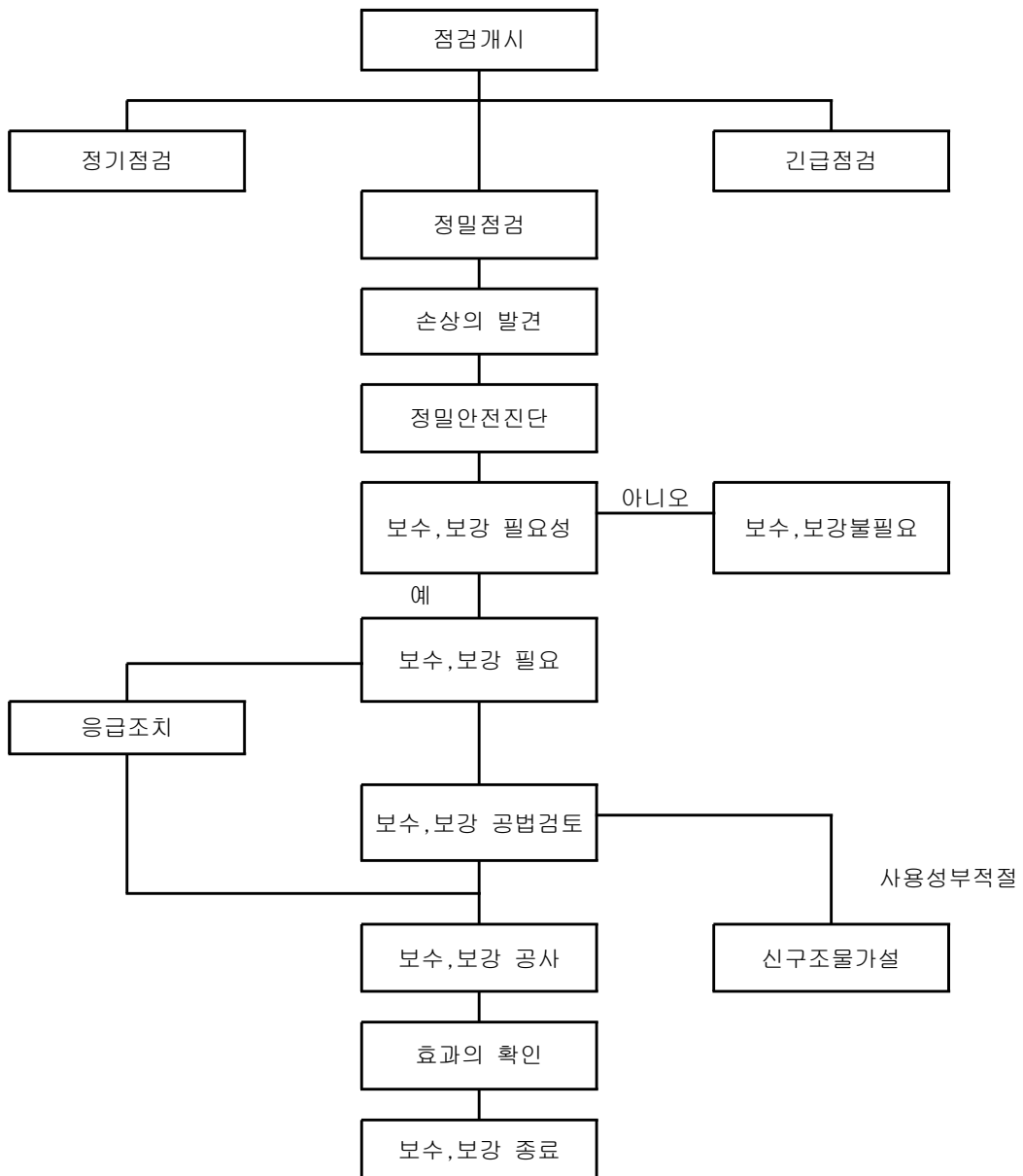
5.4 보수 대책

대상교량에 대한 정밀점검 과업수행시 실시한 외관 상태조사 결과를 분석하여 지속적인 교량의 사용성과 안전성의 확보를 위해서는 현상태에 대한 보수가 필요할 것으로 판단된다.

보수구간은 외관조사에 의한 상태평가 결과 부재의 열화 및 손상이 발생된 구간에 대하여 시행하기로 한다.

5.5 구조물의 보수·보강 흐름도

【 그림5-1】 구조물의 보수·보강 흐름도



5.6 보수·보강 공법

5.6.1 상부구조 보수공법

1) 아스팔트 포장의 팻칭공법

① 보수목적

팻칭이란 포트홀, 단차, 부분적인 균열 등 적은 면적의 손상된 곳을 직접 채우는 임시적인 방법과 불량 부분을 약간 크게 절취하여 수리하는 방법으로 구분할 수 있다.

전자는 특히 긴급성을 필요로 하는 경우에 쓰인다. 사용하는 재료는 기존 포장과 같은 재료를 사용하는 것이 바람직하나 긴급히 대응하여야 하는 것과 기설 포장과 같은 재료를 얻기 어려울 때에는 쉽게 구할 수 있는 재료를 사용해도 좋다. 팻칭 재료는 일반적으로 가열 아스팔트 혼합물이 사용되며, 긴급을 요할 때는 상온 아스팔트 혼합물도 사용된다.

- 가열 혼합식 방법
- 상온 혼합식 방법
- 구스아스팔트

② 시공방법

-, 가열 혼합식 공법

<용도 및 목적>

가열 혼합식 공법에 의한 혼합물로 기존 포장과 부착이 좋고 내구성과 안정성이 우수하며 시공직후 안정되어 대형차 교통량이 많은 도로에 적합하다. 반면에 혼합물의 온도관리를 엄중히 하지 않아 온도가 떨어진 혼합물로 포설한 부분은 충분한 밀도가 얻어지지 않고 기존 포장과의 부착도 기대할 수 없게 된다. 따라서 혼합물의 운반에 있어 천막포 등으로 덮어 보온에 특히 주의하여 온도강하를 방지해야 한다.

<시공순서>

- ① 파손부 주위의 불량부분을 브레이커나 콘크리트 커트 등으로 장방형이나 수직으로 절취한다.
- ② 내측과 주위에 있는 먼지와 부스러기를 깨끗이 청소한다.
- ③ 젖어있는 경우는 버너 등을 사용하여 가열 건조시킨다.
- ④ 택코우트를 실시한다.
- ⑤ 가열 혼합물을 투입하여 고르게 편다.

⑥ 전압기계를 사용하여 다진다.

⑦ 표면온도가 손으로 댈 수 있을 정도가 되면 석분이나 가는 모래를 얇게 살포하고 교통을 개방한다.

<유의사항>

① 파손부 주위의 불량부 절취 최소면적은 1m×1m로 한다.

② 포장의 절취는 상판면까지 행하여 상판에 손상이 가지 않도록 주의한다.

③ 택 코우트는 상판면 뿐만아니라 측면까지 구석구석 잘 도포한다. 택 코우트에는 아스팔트 유제(PA-4, PK-4, 스트레이트, 아스팔트(100~200))를 사용한다.

④ 골재의 최대입경은 5~10mm로 한다.

⑤ 마무리 면은 주변의 포장표면과 같이 되도록 시공한다. 포설시의 성토 여유높이는 다짐시의 혼합물 온도가 적당할 경우 두께 3cm에 대하여 1cm의 비율로 포설하면 좋다.

⑥ 포트홀의 깊이가 7cm 이상이면 2층으로 시공한다. 압밀침하를 고려해서 깊이 5cm당 2~5mm 높게 마무리 한다.

-, 상온 혼합식 공법

<용도 및 목적>

상온 혼합식 공법에 사용하는 혼합물은 상온에서 취급하는 것이 특징이므로 운반과 포설에 편리하다. 상온 혼합물에 의한 포설에서도 가열 혼합식과 거의 같은 순서, 방법으로 시행하면 된다. 혼합물은 어느 기간 동안 저장할 수 있으나 가열 혼합물과 비교할 때 안정성, 내구성이 떨어지므로 대형차 교통량이 많은 도로에서는 긴급을 요하는 장소 이외에는 사용하지 않는 것이 좋다.

<시공순서>

① 파손부 주위의 불량부분을 브레이커나 콘크리트 커트 등으로 장방형이나 수직으로 절취한다.

② 내측과 주위에 있는 먼지와 부스러기를 깨끗이 청소한다.

③ 젖어있는 경우는 버너 등을 사용하여 가열 건조시킨다.

④ 택코우트를 실시한다.

⑤ 상온 혼합물을 투입하여 고르게 편다. 이때 상온 혼합물의 보존기간은 일반적으로 2~3개월간 저장이 가능하다.

⑥ 전압기계를 사용하여 다진다. 이 때 상온 혼합물이 안정되기 위해서는 수분의 증발, 용제의 휘발이 필요하며, 이들의 작용을 촉진하기 위해서는 혼합물을 포설한 후에 공기에 노출시킨

다든지 다짐작업에 충분한 시간을 주도록 하는 것이 좋다.

- ⑦ 표면에 석분 또는 모래를 살포한다.

<유의사항>

- ① 마무리 면은 주위의 포장표면과 같은 높이가 되도록 시공한다.
- ② 전압 전에 버너로 약간 가열하는 것이 좋다.
- ③ 압밀침하를 고려해서 여유있게 성토하도록 한다.
- ④ 가열 혼합물에 비해 안정성, 내구성이 떨어진다.

-, 구스아스팔트

<시공순서>

가열 혼합식 공법과 거의 동일.

<유의사항>

- ① 혼합물의 가열온도는 240 ~ 250 ℃로 제한된다.
- ② 평탄성을 얻기 위해 각재 등으로 표면 마무리를 한다.
- ③ 스파이크 롤러로 미끄럼 저항성을 높인다.

2) 교면방수공법

① 보수목적

콘크리트의 열화나 중성화, 철근부식 등의 콘크리트의 노화현상을 극소화 시키는 방법으로 가장 일반적으로 널리 쓰이는 공법으로써 상당히 효과가 있다는 것이 입증되었다.

바닥판 콘크리트 상면에 방수를 함으로써 콘크리트 노화방지, 철근부식방지등을 기대할 수 있으나 시공시에는 어느 정도의 교통통제가 따른다.

<방수공법별 비교>

콘크리트 표면에 대한 방수공법으로는 도막방수, 혼합방수, 침투방수 등이 있으며 이의 비교는 【표5-1】와 같다.

【표5-1】 방수처리 분야별 비교

분야	특성 및 분석	제품	시공실적	경제성
도막방수	1)표면의 도막 형서 2)시공용이, 간편 3)내성(열, 충격등)결여 4)신축성 결여 5)표면의 미끄럼 6)단기성 방수제	포리마,우레탄, 에폭시계로 제품 이 다양.	각종 건물옥상,교량의 신축이 음부분 등의 구조물에 시공	포리머계 : 低 우레탄계 : 高 에폭시계 : 高
혼합방수	1)수용성으로 시공용이 2)내구성이 양호 3)방수효과 양호 4)대기온도 변화에 영향 적은 5)5-7년 정도에 내부의 화학 변화로 내성손실	오레민,안세등 여러종류가 있음	지하실, 옥상, 지하시설물 등 의 국부적인 구조물에 이용.	두께 : 3cm 가격 : 低
침투방수	1)수용,유용성으로 방수효과 양호 2)내구성 양호 3)표면의 강도 증가 4)시공이 양호 5)유지관리 용이	Xypex(캐나다) Rain Stopper (미국) Span Guard (일본) P.P.Proofer (국내)	·워싱턴의 2개 고속도로 ·캘리포니아의 19개 교량 ·국내종합운동장 등의 시설물	가격 : 低

이와 같이 콘크리트 표면의 방수공법은 여러 가지가 있지만 기존 콘크리트의 조기노화 현상을 극소화 하기 위해서는 콘크리트 표면에 침투제를 소요깊이까지 침투시켜 침투 콘크리로 만드는 것이 효과적이라는 것이 문헌조사를 통해 알려져 있으며 현재 교면방수 공법으로 많이 시공되어 있는 침투 공법이 상당히 효과적이라고 판단된다.

그리고 침투공법은 다음과 같은 관점에서 효과가 있다는 것이 확인되었다.

- 콘크리트 조기 노화 방지
- 동결융해 및 화학작용에 대한 내구성 증대
- 내마모성 및 강도 증대
- 침투 부위의 물성 변화가 없으며 신축계수 및 물성이 콘크리트와 동일하여 표면의 파손 및 박리현상이 일어나지 않는다.

② 시공방법

<시공순서>

본 공법의 일반적인 공정은 다음과 같다.

- 레이턴스 제거

- 콘크리트 표면에 물을 충분히 흡수시킨 후 브러쉬 등으로 레이턴스를 제거하고 물로 씻어낸다.
- . 청소
 - 표면을 깨끗이 청소한다.
- . 살포
 - 표면이 건조된 상태에서 저압용 분무기로 규정된 양을 균일하게 살포한다.
- . 확인
 - 우천시의 확인이 가장 효과적으로 우천시의 표면이 건조시의 콘크리트색을 유지하여야 한다.
- . 보완
 - 시공 완료후의 상태를 확인하여 필요 부분에 추가로 재살포 하여야 한다.

3) 배수시설 보수공법

① 보수목적

배수시설이 불량하여 교면상에 물이 고이면 주행하는 자동차에 큰 지장을 줄뿐만 아니라 겨울철에 빙판을 이루어 자동차 사공의 원인이 될 수 있다. 또한 교량 아래로 도로가 지나가는 경우에는 교량아래로 흙탕물이 튀어서 다른 주행하는 차량에 피해를 주기도 한다. 또한 신축장치의 손상부를 통하거나 배수구의 시공 잘못에 의하여 받침이나 강거더 등에 물이 침투하여 부식의 원인이 되기도 하며 특히 겨울철에 눈을 녹이는 제설재의 침투에 의해 부식은 더욱 심해지게 된다. 이와같이 슬래브 배수 문제는 교량유지에 있어서 상당히 중요한 문제로서 주기적인 점검을 통하여 청소와 보수를 해야한다.

② 시공방법

<배수구>

강도가 부족하여 파손되는 경우는 드물고 대개는 배수구의 면적이 적거나 흙이나 먼지, 이물질 등이 쌓임에 따라 배수구가 막히는 경우가 많다. 배수구를 주기적으로 청소하여 막히는 것을 방지하거나 배수구를 큰 것으로 교체시켜 배수구가 막히는 것을 방지해야 한다. 이때 기존 배수구를 철거할 때에는 기존 슬래브에 손상이 가지 않게 주의하여 시공해야 하며 배수구 주위의 콘크리트와의 사이에 균열이 생겨 누수가 되는 경우에는 접착재나 피복재 등으로 주위를 보수하여야 한다.

<배수관>

배수관이 흙으로 막히는 빈도가 많은 경우에는 관을 큰 것으로 바꾸든가 수평에 가까운 것은

구배를 세우고 굴곡부는 가능하면 큰 원호로 하여 유수의 저항이 작게 하는 것이 좋다. 교량의 진동과 이음구조의 불량, 배수관을 고정시키는 지지재의 불량등으로 인하여 관이 이탈하거나 용접부위의 균열이 생겨 누수되는 경우가 있으므로 이때에는 배수관의 보수에 그치지 말고 원인을 조사하여 이음부의 개량이나 지지재의 보강을 해주는 것이 좋다.

교량의 배수시설 중 많은 것들이 슬래브 하단과 배수관의 하단이 동일 위치에 있는 경우나 배수관이 탈락되어 있는 경우가 많은데 이때에는 유출된 물이 슬래브 하단을 따라 거더로 침투하여 부식의 원인이 되므로 배수관을 길게하거나 보수하여 부식을 방지해야 한다.

<유의사항>

- ① 배수구와 포장면과의 사이에 단차가 있어 배수기능이 불충분한 경우는 주변 포장면의 경사를 손보도록 한다.
- ② 배수구 주변에는 누수가 있는 경우는 시일재로 주변을 보수한다.
- ③ 덮개, 배수구 자체의 파손이 있는 경우는 교체
- ④ 배수관의 파손으로 균열, 휨, 포트홀 등이 생긴 경우, 파손상황에 따라의 교체, 용접, 부품보충 등의 보수를 한다.
- ⑤ 진동, 바람등에 의해 관이 흔들리고, 고정도가 나빠 낙하할 위험이 있는 경우는 강성이 있는 지지장치 등으로 보강한다.
- ⑥ 고형물의 침입, 진흙에 의한 막힘 등이 현저해서 배수능력이 없는 부분은 청소를 해서 처리하거나 또는 진흙으로 단단히 막혀 있는 관은 전체를 교체하는 등의 처리가 필요하다.
- ⑦ 배수관이 신축장치의 가까이에 위치해 있는 경우는 배수관의 부식, 누수에 의해 신축장치에 침투하게 되므로, 가능한 한 조속히 응급처리를 하고, 신축장치의 부식원인이 되지 않도록 주의해야 한다.

4) 신축이음장치의 청소

① 보수목적

신축장치에 토사나 이물질이 들어가 퇴적되면, 신축기능이나 배수기능이 저하되어 경우에 따라서는 신축이음의 취약부가 파손되는 사태가 발생한다. 이러한 파손을 방지하고 내구성을 연장시키기 위해서는 일상적인 이물질을 제거하여야 하는데, 대개 1년에 1회씩 신축이음부의 유간부 및 배수구의 청소를 하게된다. 여기에 사용되는 장비는 살수차, 제트크리너, 인력 등으로 하게 된다.

대체로 조인트부에 토사가 쌓인 것은 청소가 쉽지만, 배수기능이 이미 상실된 경우에는 작업공간이 협소하여 청소하기가 쉽지 않다.

5) 부분도장

교량 점검결과 부분도장이 필요하다고 판단된 부위에 대해 실시한다. 부분도장을 실시하기 이전에 부식 부위 결정, 부식의 정도, 기존 도장의 접착력, 사용하려는 도장재와 기존 도장재와의 부착력 등을 결정하기 위해 기존 도장재의 상태를 평가한다. 일반적인 실시지침은 다음과 같다.

- ① 표면처리를 실시하여 도장을 모두 벗겨서 표면이 드러나도록 한다.
- ② 필요할 경우 주변의 먼지를 제거한다.
- ③ 주변 구조물에 도장이 묻지 않도록 덮개를 씌운다
- ④ 주변의 온도와 습도가 도장에 적당한가를 점검한다. 특히 도장을 실시하는 표면의 온도와 습도가 중요하다.
- ⑤ 붓이나 롤러, 스프레이를 사용하여 깨끗하게 칠한다.
- ⑥ 모든 갈라진 틈을 주의하여 도장한다.
- ⑦ 이전에 칠하여진 도장면이 마르기 이전에 다음 도장을 실시하지 않는다.
- ⑧ 도장 두께를 테스트한다.

5.5.2 기타 보수공법 개요도

1) 표면처리공법

① 보수목적

콘크리트의 염해, 알칼리 골재반응, 화학작용, 동결융해작용을 완화 또는 정지시키기 위해서 콘크리트 표면에 표면코팅이 행하여진다. 콘크리트 표면코팅의 역사는 대단히 짧기 때문에 재료의 내구성 및 유지방법 등 충분히 밝혀져 있지 않은 점이 많으나, 표면코팅 방법을 대체할 수 있는 방법이 아직 없기 때문에 앞으로 표면코팅의 사용은 증가할 것이다.

콘크리트 표면코팅에 요구되는 기능으로서는

- 콘크리트의 충분한 접착력(예를들면, 기포콘크리트의 인장강도 이상)을 갖는것
- 콘크리트 균열의 추종성이 좋은 것
- 목적으로 하는 환경작용의 정지 또는 완화성능이 있는 것(습기, 염소이온, 산소, 탄산가스 등에 대해서)
- 내후성이 좋은 것
- 필요에 따라서 난연성인 것 등이 중요하다.

② 사 용 재 료

-, 폴리머 수지

주 재료인 아크릴계의 고분자 정밀 화학수지에 규사(골재)와 혼합함으로써 콘크리트 및 금속류 등에 접착력이 강해지고 내약품성이 우수하며 종래 MORTAR의 결함인 충격과 수축에 의한 균열이 방지되며, 특히 아크릴계 수지가 갖고 있는 강인한 방수막은 CONCRETE의 공극을 막아준다. 또한 점도가 낮아 골재와의 혼합성이 용이하므로 작업능률을 향상시킬 수 있다.

-, SILICA SAND

점토분이 없으며 완전 건조되고 정확한 입도를 나타내는 규사는 수지와 접착성 및 강도를 높여 준다.

-, RESIN MORTAR

항 목	시 험 값	시 험 방 법
압 축 강 도	500 ~ 800 kg/cm ²	KS L5201
휨 강 도	100 ~ 250 kg/cm ²	KS L 5201
압축 탄성계수	1.35 × 10 ⁵ kg/cm ²	신장계이지
접 착 강 도	강재 : 80 kg/cm ²	KS M 3734
	콘크리트 : 콘크리트 파괴	압 축 전 단
열 전 도 율	0.9 Kcal / m. h.℃	비정상열선법
흡 수 율	0.3 무게 %	
열팽창 계수	2.25 × 10 ⁻⁵ / ℃	다이얼계이지
경화 수축율	0.1% 이하	
비 중	2.08	

-, RESIN CONCRETE

항 목	시 험 값	시 험 방 법
압 축 강 도	500 ~ 1000 kg/cm ²	JIS - 1183
휨 강 도	100 ~ 250 kg/cm ²	JIS - A 1184
탄 성 계 수	2.5 × 10 ⁵ kg/cm ²	신장계이지
내 마 모 성	3.9mm	스파이크 타이어 주행식 회전
		마모시험기 10만회
접 착 강 도	58.8 kg/cm ²	동근강봉 인장시험
열팽창 계수	1.30 × 10 ⁻⁵ / ℃	마이크로미터로 실측(-20~20℃)
열 전 도 율	0.5 Kcal / m. h.℃	비정상선열선법
흡 수 율	0.3%	상온24시간 (침전후 중량변화)
경화 수축율	0.1% 이하	
비 중	2.35	

③ 시 공 순 서

- , 콘크리트면 청소

- 사용장비는 동력식 철술 및 그라인더 등을 사용한다.
- 콘크리트면에 상기 장비를 이용하여 콘크리트 표면을 약 1mm정도로 정교하게 갈아낸다.
- 연마시 콘크리트 피복에 손상이 생기지 않도록 연마하여야 하며 연마로 인하여 구조상 문제가 발생할 정도로 깊게 갈아서는 안된다.
- 콘크리트 면청소시 주변에 박리, 박락 및 열화된 부분은 치핑을 하고 신규콘크리트 접착제를 바른후 무수축물탈로 채운다.
- 연마시 분진이 발생하여 주변환경을 더럽히지 않도록 스프레이 등을 이용하여 적당량의 물을 뿌려준다.
- 표면에 수분을 함유하고 있으면 부착성이 불량함으로 건조시켜야 한다.

- , PRIMER 도포

모체 침식 방지 및 접착을 원활히 하기 위하여 먼저 하지처리된 표면에 주재료인 아크릴계 수지에 경화제를 중량비에 맞추어 첨가 경화제가 주재료에 완전히 용해되도록 3~4분간 잘 저은후에 시공면에 붓 및 페인트 로라로 골고루 도포한다. PRIMER를 1차 도포후 10~20분 후 표면 흡수가 심해 PRIMER액에 부족한 부분에는 추가로 도포하여 모체에 수지가 침식되지 않도록 하여야 한다.

(1회 도포량 : 0.3 ~ 0.5 kg/cm², 주제 : 경화제 = 95 : 5)

- , MORTAR 및 CONCRETE 시공

- PRIMER 도포가 완료되면 PRIMER가 경화되는 동안 준비된 골재를 계량하여 RESIN MORTAR 및 CONCRETE를 준비한다.
- PRIMER 도포 완료후 20 ~ 30분 지난후에 몰탈 바르기를 해야 한다.
- 소량의 혼합에는 몰탈 비빔용기(대야)를 사용해도 무방하다.
- 먼저 골재를 용기에 투입, 혼합 한후 계속해서 수지액(투입 2~3분전에 경화제를 넣어 충분히 혼합)을 투입하여 충분히 혼합한다.
- 시공시 기온 및 경화제의 첨가량에 의하여 경화 가사 시간이 변함으로 완전히 혼합하여 즉시 계속해서 바름 작업을 해야한다.
- 지정된 배합 비율로 비벼진 몰탈을 쇠 흙손으로 소정의 두께로 타설하여 상부를 수지액이 부 상하도록 다져주면서 미장을 하되 너무 강력히 눌러 미장하지 말도록 해야하며 미장 방

향을 일정하게 해야한다. 특히 아크릴계 수지는 점도가 낮아 작업성이 좋은 반면 가사 시간이 짧아 신속하게 블록 단위로 미장해 나가야 한다. 작업은 배합후 20 ~ 30분 이내에 완료해야 하며 부정기 방향의 미장 작업은 평탄성 및 균열 발생의 원인이 된다.

- . 마감조정 (TOP COATING)

특히 내약품성이 요구되는 경우에는 (동절기 영화칼슘 살포 등) Resin Mortar이 양성된 후에 아크릴계 수지에 경화제를 용해시켜 Mortar 표면에 도포한다. (도포량은 0.3 kg/cm²)

④ 특 기 사 항

- , PRIMER 도포시 하지의 불량 부위나 좀더 높은 강도 및 접착성을 주기 위해 SILICA SAND #6 호를 RESIN 중량비 40%정도 추가 배합 할 수 있다.
- , 마감 조정시는 NON-SLIP을 주기위해 SILICA SAND #6호을 적당량 (RESIN이 경화 되기전) 살포한다.
- , RESIN CONCRETE는 RESIN MORTAR와 시공법은 동일하나 교반기가 없을 경우에는 일반 CONCRETE 인력 비빔식으로 하되 바닥에는 반드시 철판을 깔아 RESIN의 흘러내림을 방지하기 위해 2 ~ 3회에 걸쳐 혼합 골재에 충분히 혼합 되도록 해야 한다.

2) 주입공법(0.3mm 이상)

① 보수목적

기존의 파손 사례의 범위내에서 상판의 압축측 콘크리트의 압괴나 철근의 인장파단에 의해 상판이 파괴된 경우는 거의 없고, 콘크리트의 인장면에 생긴 균열이 시간과 함께 차차 발달하고, 이른바 거북 모양의 균열망이 형성되어 부분적으로 콘크리트가 함몰되거나 누락하는 경우가 대부분이다. 이처럼 철근콘크리트 상판의 파손은 콘크리트에 생긴 균열이 큰 역할을 하는 것으로 판단된다.

이처럼 중요한 콘크리트의 균열에 대한 보수 방법으로 수지 주입이 자주 행해지고 있으며, 수지재의 탄성계수는 콘크리트의 그것과 비교하여 일반적으로 상당히 적으므로 수지주입을 행하는 것만으로 상판의 직접적인 내력보강을 기대하기는 어렵지만, 콘크리트 균열부분을 수지로 보충하는 것에 의해 상판의 수밀성을 증가시키고, 콘크리트 및 철근의 열화를 막는 효과가 있다.

콘크리트의 균열이나 모르타르의 들뜸에 에폭시수지를 주입하여 보수하는 공사에 사람의 손으로 주입하는 방법을 주로 사용해 왔다. 이 방법은 시공하는 기술자의 경험이나 숙련도나 균열폭에 따라서 비교적 저압력으로 자동주입하는 공법인 자동식 저압수지주입공법으로 균열 보수 공사를 하게 되면 위의 문제를 해결할 뿐만 아니라 종래의 주입이 어려웠던 미세한 균열에도 충분히 주입 할 수 있다.

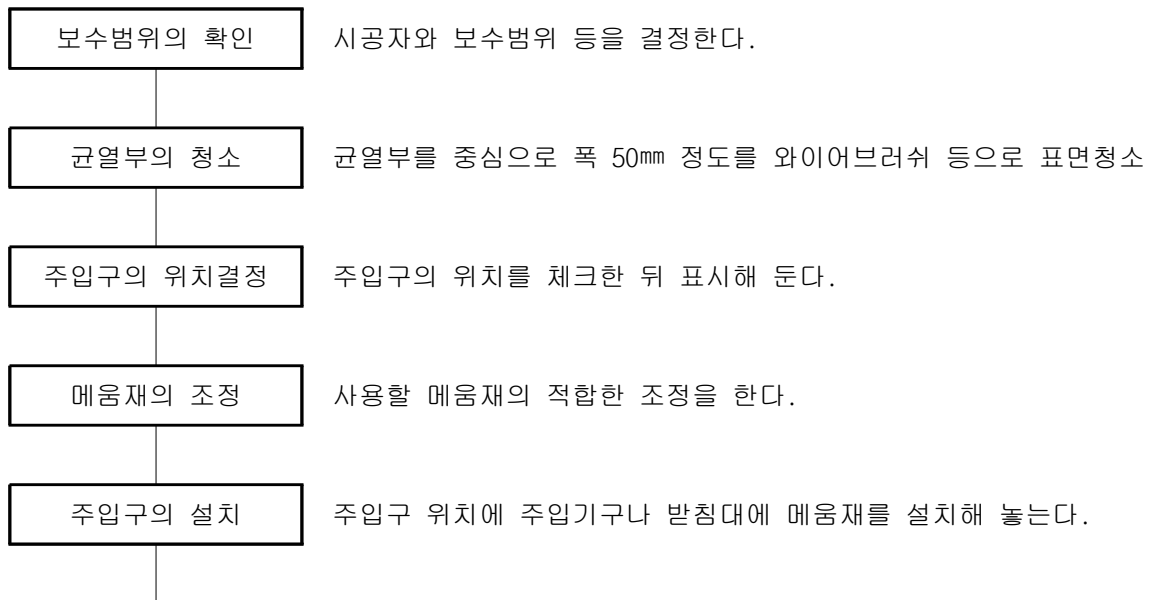
자동식 저압수지주입공법의 기본원리는 고무압, 스프링압 또는 압축공기 등으로 가압 가능한 합력용기를 균열 1m당 3~4개 장소에 설치, 낮은 압력으로 오랜 시간동안 에폭시수지를 주입하는 것이다. 자동식 저압수지주입공법과 종래의 주입공법을 비교하면 【표5-2】 과 같으며, 이공법의 시공순서는 【그림5-2】 과 같고 상세는 <도면 : 균열보수공법>과 같다.

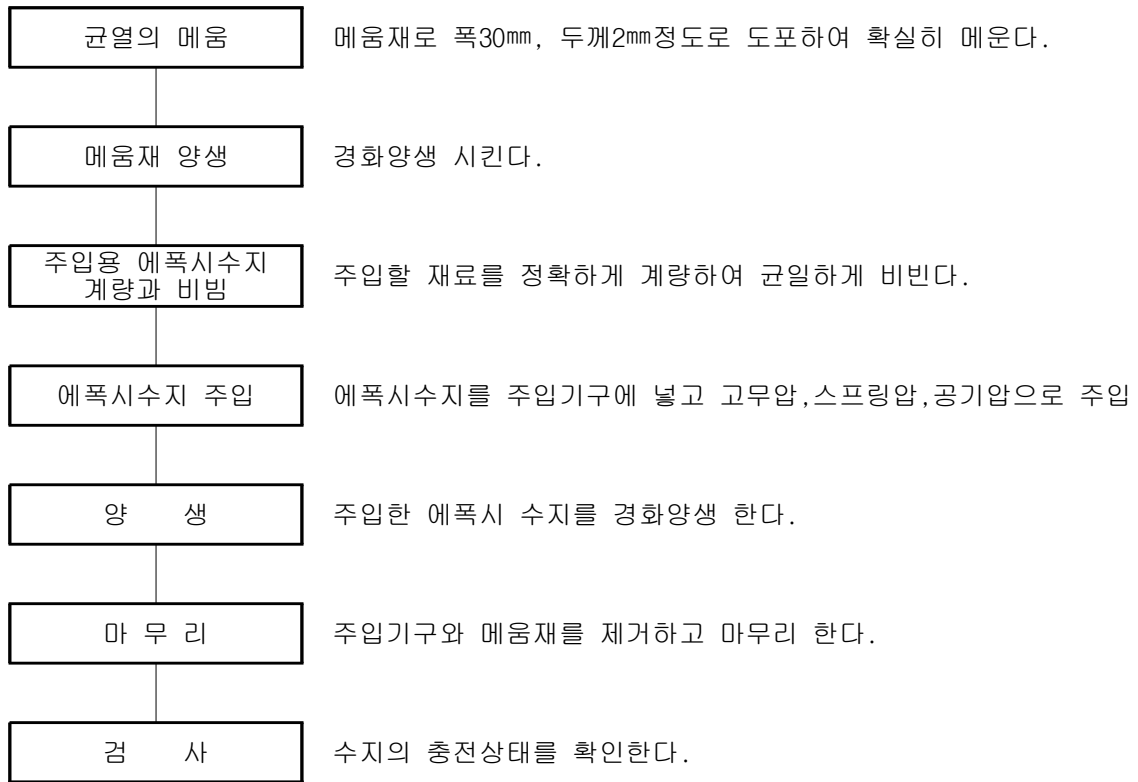
본 교량에서는 0.3mm 이상의 균열에 대해서는 자동식 저압수지 주입공법, 0.3mm미만의 균열은 콘크리트 표면처리공법을 적용하였다.

【표5-2】 자동식 저압수지공법과 종래주입공법의 비교

구분	적용균열폭(mm)	주입용구	주입압력	특 징	결 점
종래공법	주로 1mm이상의 균열폭에 적용되며, 1mm이하에서는 시간이 걸려 실용적이지 못함.	압력펌프를 사용하여 직접균열 부위에 주입	조작에 의해 자유롭게 조정할 수 있으나, 일반적으로 10kg/cm ² 의 압력으로 주입	펌프를 사용해 저항없이 주입되는 커다란 균열(1mm 이상)에는 경제적이고 작업능률도 높고 간편하다.	주입된 수지가 콘크리트에 침투하여 완전하게 매워지지 않을 수 있음. 1mm이하의 균열은 1개소에 오랜 시간을 필요로 하므로 시공이 곤란
저압공법	주로 1.5mm이하의 균열폭에 적용되며, 특히 1mm이하의 미세한 균열에도 완전 충전이 가능.	고무의 복원력, 스프링의 복원력, 공기압 등이 항상 작용하는 캡슐을 고정하여 지속적인 주입이 가능.	4kg/cm ² 이하로 오랜시간 동안 주입할 수 있고, 모세관 현상도 활용.	0.1mm이하의 미세한 균열에도 주입할수 있다. 주입량의 관리가 쉽다. 작업원의 기술차가 나타나지 않음.	특수한 기구를 필요로 하므로 간단하게 시공할 수 있는 곳에는 적합 하지 않음. 공사는 최저 2일이 필요함.

【그림5-2】 자동식 저압수지 주입공법 공정도





주입위치 조사시에는 균열스케일을 사용하여 균열의 상태, 범위를 확인하고 다음표에 기초하여 주입위치를 결정한다.

균 열 폭(mm)	주입용 플러그의 간격(mm)
0.3 이하	50 ~ 100
0.3 ~ 0.5	100 ~ 200
0.5 ~ 1.0	150 ~ 250
1.0 이상	200 ~ 300

3) 단면복구공법

① 퍼티공법의 개요 및 사용재료

콘크리트 표면에 박리 및 열화 등의 결함이 생긴 경우에 그 결함부 주변을 내부의 건전한 콘크리트와 같은 정도의 강도를 얻어지는 부분까지 깨어내고 퍼티용 에폭시계 수지를 채워 내부 콘크리트를 방호하고 철근의 부식을 방지할 목적으로 실시하는 보수공법으로 그 개요는 <도면 : 단면보수공법> 참조.

이 공법은 주입공법과 같이 에폭시계 수지의 강도는 높아도 탄성계수가 낮기 때문에 완전히 구조물의 일체화를 도모하기 어렵고 인장응력이 작용하는 부분의 보수에는 피하는 것이 좋다.

이 공법은 표면처리만으로는 불충분한 경우에 이용되는 공법으로 균열면 주위의 콘크리트를 V 또는 U자형으로 커트하여 충전시키는 충전공법의 일종이라 할 수 있다. 통상 0.5mm이상의 비교적 큰균열에 적용하며 철근이 부식되지 않은 경우와 철근이 부식된 경우로 나누어 시공한다.

사용재료는 결함부의 크기, 깊이, 면적 등에 따라 퍼티 형태의 에폭시수지나 레진콘크리트, 시멘트 모르타르, 콘크리트 등이 사용된다.

-, 레진콘크리트 (Resin Concrete)

결함재로서 시멘트 대신에 합성수지를 쓰는 콘크리트가 레진콘크리트로서 장점으로는 부착성, 내약품성, 내동결 용해성 등이 우수하고 경화시간을 폭넓게 조절할 수가 있고 단기간에 소요강도를 얻을 수 있으나 단점으로는 내화성, 내열성이 약하고 고가이다. 이런 특징을 충분히 살려 활용하면 유력한 보수재료가 될 수 있다

현재 사용되는 레진콘크리트에는 에폭시 수지나 폴리에스테르 수지가 사용되는데 이것이 미립의 충전재 (중탄산 칼슘, 미립 실리카)나 세굴재, 조골재등을 첨가하여 사용하고 경화시간을 조절할 수 있도록 경화제 및 그의 혼합율을 적절히 조절하여 사용할 수 있다.

-, 콘크리트용 혼화재료

시멘트 그라우트, 모르타르, 콘크리트 등에 사용되는 AE제, 감수제, 경화촉진제, 급결제 등을 사용하는 것은 일반공사와 보수 즉 비수축성이 중요한 부분에는 각종 수축 감소제와 팽창성 혼화제가 주로 사용되고 있다. 또한 제조시 미리 첨가된 시멘트계 등도 유용하게 사용될 수 있다.

-, 골 재

일반 공사용 콘크리트 골재와 별로 틀린 것은 없으며 때때로 인공경량 골재가 쓰이는 경우가 있다. 또한 상기에서 언급한 레진콘크리트용의 골재는 자갈, 모래, 규사, 안산암, 석회암의 쇠

석등이 쓰이며 입경은 20mm 이하, 잔골재인 경우는 5mm 이하가 일반적으로 사용되고 있다.

레진콘크리트용 골재로써 요구되는 성질은 다음과 같다.

- 강도가 클 것
- 수분이 거의 없을 것
- 수지의 경화반응을 저해하는 불순물을 함유하지 말 것
- 공극율이 적도록 입자의 크기가 알맞고 입도분포가 좋은 것을 사용할 것

② 철근이 부식되지 않은 경우의 퍼티공법

순서	점 검 내 용	공 정	시 공 순 서	기 자 재
①	마 킹	균열조사	균열을 스케일로 확인	균열스케일, 초크
②	폭, 깊이, 확인	U 및 V 커트	전동커터로 실시	전동커터
③		청 소	커트 주변청소	와이어브러쉬 등
④		프라이머 도포	솔 등으로 프라이머를 도포	솔
⑤	필 요 시	백업재 삽입		
⑥		충전재 충전	시일 작업	주입펌프
⑦	평탄성 확인	양 생		
⑧		종 료		

③ 철근이 부식된 경우의 퍼티공법

순서	점 검 내 용	공 정	시 공 순 서	기 자 재
①	철근의 녹확인	균열조사	균열 크기 확인	균열스케일, 초크
②	철근의 노출	콘크리트 절삭	균열면의 철근 녹슨 부위까지 절삭	허머드릴, 전동커터
③		철근의 녹제거	철근의 녹을 제거함	진동블라스트 그라인더
④		철근에 방청재 도포	솔 등으로 방청재 도포	솔
⑤	가능한 철근의 배면까지 도포	콘크리트면에 프라이머 도포	절삭된 콘크리트면에 프라이머 도포	솔
⑥	프라이머 건조확인	충전재 충전	충전 시킴	주입펌프
⑦	평탄성 확인	양 생		
⑧		종 료		

④ 철근방청 공법

콘크리트가 파괴되어 철근이 노출되어 있으면 철근방청공법에 의한 처리가 필요하다. 노출이 오래도록 방지되면 파괴면 및 철근에 염분, 탄산화물, 부착저해물등이 부착되어 이것을 제거하는 데에는 브ラスト 처리가 가장 적당하다. 시공방법은 아래와 같다.

- 콘크리트 결손부 주위의 건전한 부분까지 마킹한 곳을 콘크리트 커터로 심도 3 ~ 5mm 정도로 눈금을 넣는다.
- 에어칩퍼나 절삭정 등으로 눈금을 넣은 부분의 내측 콘크리트를 건전한 부분이 나올때까지 깎아낸다.
- 철근의 녹을 와이어브러쉬, 진동 블라스트 등을 사용하여 완전히 녹을 제거한다.
- 붓이나 스프레이를 사용하여 방청제를 도포하고 건조시간을 확인하여 건조후 단면보수를 한다.

☞ 사용재료로는 다음과 같은 것들이 있다.

- 녹전환형 방청제 (인산, 유기산, 킬제리트제)
- 수지계 방청제 (에폭시수지, 아크릴수지)
- 폴리머시멘트계 방청제 (SBR계, PAE계)
- 변성 에폭시수지계 방청제 (에폭시수지, 녹전환형 방청제의 복합형)

4) 단면보수공법

① 보수목적

- 단면 결손부위에 철근노출이 있어 철근방청 공정작업을 반드시 거쳐야하는 경우의 보수에 사용되는 공법.
- 단면보수의 하자처리 후에 보수에 적합한 강도로 혼합한 보수재를 주걱이나 손으로 눌러 붙여서 단면을 보수하는 공법.

② 시공방법

- 콘크리트의 파손된 면 및 타설불량에 의한 골재노출 부분을 정 과 망치로 영성한 부분을 띄어 낸다(30mm 기준)
- 철근이 녹슨 부분에 대한 방청작업을 청소한다.
- 와이어브러쉬로 보수할 면을 깨끗이 청소한다.
- 보수한 면이 두면 이상일 경우에는 거푸집을 견고히 설치한다.
- 보수할 면에 물을 살포하여 습윤상태를 유지시킨다.
- 보수에 사용할 신구접착제 및 고강도 몰탈을 추천된 배합에 의해 배합한다.
- 흙손을 이용하여 보수부위에 몰탈을 조금씩 입혀 기존 콘크리트면과 동일하게 되게끔 발라 준다.
- 작업이 완료된 후 양생시킨다.

③ 주의사항

시공부위, 진동, 자중 등으로 보수재료가 떨어지는 경우도 있으므로 보수재료의 선정을 잘 검토해야 하며, 두텁게 발랐을 때의 수축균열도 주의해야 한다.

④ 사용재료

- 침투성 폴리머 모르타르

5) Steel Box Girder 구조의 보수·보강 공법

① 언더 컷(Under Cut)

상태	<p>언더컷은 용접작업시 자주 발생하는 불연속의 하나로 용접기법중 용접전류에 의한 영향(용접전류값 과다)과 용접속도의 부적합(용접속도가 빠름)으로 Notch 현상이며, 모재의 단면적이 감소되고 언더컷부위에 응력집중이 발생하여 변형과 하중에 의해 피로균열의 발생원인이 될 수 있다.</p>
보수방안	<ul style="list-style-type: none"> ① Power Grinder 또는 Wire Brush로 도포된 페인트, 녹 및 기름을 완전 제거 후 5~8mg/cm²의 Air Compressor로 청소한다. ② Power Grinder로 불합리한 Bead를 제거하고, 약간의 V-Type Groove로 가공한 후 Air로 청소한다. ③ 예열온도 70~90℃로 간접 가열한다. 토오치 화염(불꽃)이 용접 금속(Bead)에 닿지 않게 하여야 하며, Bead 주위의 모재부를 가열하여야 한다. 만약, 화염이 Bead에 닿으면 급열에 의한 균열이 발생하므로 주의요한다. ④ 금속피복 아아크 용접봉으로 수동 용접한다. Bead Height는 2~3mm로 한다. Co₂ 가스용접은 허용하지 않으며, 사용 용접봉은 저수소계(E-4316)로 하고, 용접봉은 300℃~350℃에서 0.5~1시간 건조 후 사용한다. ⑤ 급냉(急冷)을 방지하기 위하여 3mm 두께의 석면포로 즉시 덮어 서서히 냉각한다. ⑥ 각장 측정기(Welding Gage)로 검사 후 종료한다. ⑦ 도장은 당초 사용했던 동일 페인트를 하도(Primer) 2회, 상도 2회 붓으로 도포한다.

② 강교 재도장 공법

1) 일반사항

① 적용범위

본 지침은 강재의 중방식 보수도장 공사에 적용한다. 단, 난간이나 방호책, 배수설비등 교량 부대설비는 제외된다.

② 용어의 정의

“중방식 도장(Heavy Duty Coating)”이라함은 교량, 해상 구조물등 심한 부식 환경에 놓여있는 철구조물을 장기간에 걸쳐 부식으로 보호하기 위하여 제조한 도료로 시공하는 방식도장을 말한다.

③ 재도장의 시기

강교에 대한 재도장의 시기는 다음의 기준을 원칙으로 한다.

- ESR(Euro-코드)에 의한 녹발생 등급이 Re 3(녹발생 비율 1%)이상인 경우
- 도장의 균열이나 벗겨짐, 들뜸 발생율이 5% 이상인 경우(일본도료협회 제정 『도막의 평가 기준』 열화도 2등급)
- 기타의 필요에 의하여 별도의 방침을 득한 경우

④ 시방규정의 준수

공사 감독자는 본 지침은 물론 도로교 표준시방서 및 강교 보수도장공사 시방서 규정을 준수하여야 한다.

2) 사용도료 및 건조도막 두께

① 전면 재도장시

- 일반적인 부식환경

【표5-3】 전면 재도장(일반적인 부식환경)

도장부위		바탕처리 정도	도장 총 별	도료 종류	건조도막 두께(μm)
강교부위		거의완전한 브라스트 (Sa 2 1/2)	하 도	무기질징크계	50
			중 도	염화 고무계	60
			상 도	염화 고무계	60
강교 내부	1안	거의완전한 브라스트 (Sa 2 1/2)	하 도	무기질징크계	75
			상 도	역청질계	75
	2안		하 도	무기질징크계	75
		상 도	타르에폭시계	75	
	3안	거의완전한 브라스트 (Sa 2 1/2)	하 도	무기질징크계	75
			상 도	에폭시계	75

【표5-4】 전면 재도장(가혹한 부식환경)

도장부위		바탕처리 정 도	도 장 총 별	도 료 종 류	건조도막 두께(μm)
외 부	1안	거의완전한 브라스트 (Sa 2 1/2)	하 도 중 도 상 도	무기질징크계 에폭시계 우레탄계	75 100 80
	2안	거의완전한 브라스트 (Sa 2 1/2)	하 도 중 도 상 도	에폭시계(알미늄) 에폭시계 우레탄계	100 100 80
내 부	1안	거의완전한 브라스트 (Sa 2 1/2)	하 도 상 도	무기질계징크계 타르에폭시계	75 100
	2안	거의완전한 브라스트 (Sa 2 1/2)	하 도 상 도	무기질계징크계 에폭시계	75 100
	3안	거의완전한 브라스트 (Sa 2 1/2)	하 도 상 도	에폭시계(알미늄) 에폭시계	100 100

【표5-5】 부분 재도장시

도장부위		바탕처리 정 도	도 장 총 별	도 료 종 류	건조도막 두께(μm)
외 부	염화고무계, 알키드 조합페인트	거의완전한 브라스트 (Sa 2 1/2)	T/U 하 도 상 도	에폭시계(알미늄) 에폭시계(마스틱) 우레탄계	(80) 100 50
	우레탄계		T/U 하 도 상 도	에폭시계(알미늄) 에폭시계(마스틱) 우레탄계	(80) 80 50
내 부	역청질계	동력공구시공 (St3)	T/U 상 도	에폭시계(알미늄) 역청질계	(80) 75
	광명단페인트		T/U 상 도	에폭시계(알미늄) 에폭시계(마스틱)	(80) 100

※ 주) T/U(touch-up) : 국부적인 보수도장을 말하며 터치업 면적이 큰 경우는 블라스팅을 하고 전면재도장 기준을 적용한다.

③ 적용요령

- 전면보수시의 환경은 대기오염 및 염화칼슘의 영향 등을 고려하여 가급적 가혹한 부식환경을 적용한다.
- 도료의 종류와 건조도막두께는 공사 및 도료의 특성에 따라 변경될 수도 있다.
- 무기질 징크위에 도장전에는 반드시 미스트 코트를 실시한다.
- 강교내부의 상도는 유지관리상 가급적 밝은색(회색)으로 도장한다.
- 전면 재도장은 도장면적 전체를 바탕처리하는 경우를 말하며 부분 재도장은 녹발생 등으로 도장이 손상된 부분만을 바탕처리하여 터치업 도장후 하도, 상도는 필요 면적만을 도장하거나 또는 전면적을 도장 하는 것이다.

3) 바탕처리의 정도

보수도장시의 바탕처리 등급은 다음을 원칙으로 한다.

- ① 전면 재도장시 : SIS(스웨덴 규격협회)규정에 의한 Sa 2 1/2
- ② 부분 재도장시 : SIS규정에 의한 Sa 2 1/2, 또는 St 3

4) 특수부위의 도장

- ① 모재와 연결판 접촉면은 후막형 무기징크리치 페인트로 도장한다.
- ② 강상판, 강재료와 콘크리트의 접촉면, 방수층면은 브라스팅 처리를하여 녹·흑피등을 제거한후 무기징크리치 페인트로 도장한다.
- ③ 받침장치·앵커볼트부위는 특별히 규정한 경우를 제외하고는 제청작업을 한후 무기질 징크리치 도료나 에폭시계 (알미늄 또는 마스틱)도료로 도장한다.

5) 검 사

- ① 검사항목

【표5-6】 도장 검사항목

검사시기	검사항목	검사방법
도장전	·도료 ·피로체 바탕처리 상태	·시험성적표심사 ·시료채취시험실시(KSM5000) ·시방서 기준
도장후	·도료사용량 ·외관조사 ·도막두께 ·도막부착시험	·전수조사 ·육안조사 ·측정기에 의한 ·테이프 테스트

- ② 도료의 품질검사

- 제조업체 시험성적표
- 제조업체가 제출한 시험성적표가 규격에 적합한지 확인하여야 한다.
- 시험성적표는 도료의 종류별·도료 룯트별로 확인 검사를 해야한다.
- 용기의 규격번호 및 명칭이 표시되었는지 확인하여야 한다.
- 도료의 수량은 설계 소요량이 반입되었는지 확인하여야 한다.
- 현장시료 채취시험은 반드시 공인된 시험기간에 의뢰검사를 실시하여야 한다. 도장후 도막의 부착성 시험도 필요시에는 의뢰검사를 실시할 수 있다.
- 불합격 도료의 처리
- 시험에 불합격한 도료는 즉시 현장외로 반출하고 반출을 증빙할 수 있도록 반품과정의 사진을 촬영하여 반출송장과 함께 제출한다.
- 시험에 불합격하여 도료를 반출하고 재반입하는 경우는 도료 제조업체를 변경한다.

③ 도장후 검사

- 외관의 육안조사
도막의 변·퇴색이나, 광택의 감퇴, 백영화, 오손, 균열, 벗겨짐, 부풀음 및 녹 등의 이상 유무 및 발생정도를 판정한다.
- 총별도장이 건조된후 도막측정기에 의하여 도막 두께를 측정한다.
- 도막의 부착성 실험
칼로 X-cut 한 후 테이프 테스트를 실시하여 3A등급 이상 (ASTM D 3359 기준)이어야 한다.

제 6 장 유지관리방안

6.1 개요

6.2 유지관리 방안

제6장 유지관리방안

6.1 개 요

본 도림교에 대한 정밀점검을 통하여 시설물의 구조적·기능적 결함을 발견하고, 그에 대한 적절한 조치를 취하기 위하여 외관조사 및 결함의 원인 등을 조사·측정·평가하고, 보수·보강 등의 방법을 제시함으로써 재해 및 재난을 예방하고 시설물의 효용증진과 공공의 안전을 확보해야한다. 금번 실시한 점검에서 이상이 발견된 개소에 대하여는 향후 반드시 보수·보강을 실시하여야 하고 다음에 제시하는 유지관리방안 및 중점점검방안에 따라 정기점검 ◀분기별 1회 이상▶이 이루어져야 한다.

6.2 유지관리방안

본 정밀점검의 유지관리 방안은 현재 진행중인 실시설계용역의 결과에 근거하여 구조물의 전체적인 안전성, 기능성, 내구성 등을 향상 및 유지하기 위한 유지관리방안을 제시함이 바람직한 것으로 사료된다.

제 7 장 종합결론

7.1 외관조사 결과

7.2 콘크리트 내구성 조사 결과

7.3 종합 결론

제 7장 종합 결론

본 정밀점검 대상 구조물인 도림교는 현재 보수·보강 실시 설계용역중에 있으며, 본 용역은 2002년 정밀안전진단의 손상에 대한 진행여부 판단에 중점을 두어 점검 하였으며 외관조사, 내구성조사를 통한 구조물의 안전성 및 사용성을 종합적으로 평가한 결과는 다음과 같다.

7.1 외관조사 결과

부재	전년도 외관조사 결과	손상현황	손상원인	대표 등급
교면포장	<ul style="list-style-type: none"> 교면포장 아스콘 함몰, 균열 인도부 망상균열, 포장체 탈락 	<ul style="list-style-type: none"> 균열, 소성변형, 포트홀, 망상균열 	<ul style="list-style-type: none"> 공용기간중 중차량의 빈번한 통행, 교면포장 노후화 재포장부 시공불량, 공용년수 증가 	C
난간 및 연석	<ul style="list-style-type: none"> 난간부 도장 박리 강재 부식 연석부 균열 및 콘크리트 열화 탈락 	<ul style="list-style-type: none"> 난간 도장 박리, 강재 부식 연석부 균열, 콘크리트 열화, 탈락 발생 	<ul style="list-style-type: none"> 공용년수의 경과로 인한 노후화, 콘크리트 열화 	C
배수시설	<ul style="list-style-type: none"> 배수구 막힘 	<ul style="list-style-type: none"> 배수구 그레이팅 망실 	<ul style="list-style-type: none"> 이물질 퇴적 공용년수 증가로 인한 그레이팅 망실 	C
신축이음장치	<ul style="list-style-type: none"> 거푸집미제거, 균열 백태, 누수, FRP 보강부 탈락 	<ul style="list-style-type: none"> 후타재 균열, 파손 	<ul style="list-style-type: none"> 공용년수 증가에 의한 손상 중차량 통행 	C
슬래브 하면	<ul style="list-style-type: none"> 강재 주형 부식, 불용홀 발생 용접부 균열 	<ul style="list-style-type: none"> 백태/누수 균열 철근노출 거푸집 미제거 FRP 보강부 탈락 	<ul style="list-style-type: none"> 교량 상부 신축이음부, 쉐일 레버부로의 노면수 유입 건조수축 시공불량 시공시 미제거 공용년수 증가로 인한 보강부 탈락 	C
주형 및 가로보	<ul style="list-style-type: none"> 후타재 균열, 파손 	<ul style="list-style-type: none"> 강재 주형 부식 불용홀 	<ul style="list-style-type: none"> 신축이음부 하부로의 누수로 인한 부식 각종배관 매달기 변경으로 인한 불용홀 	B
교좌장치	<ul style="list-style-type: none"> 교좌장치 부식, 기능상실 	<ul style="list-style-type: none"> 부식 	<ul style="list-style-type: none"> 신축이음부 누수 	C
교대, 교각	<ul style="list-style-type: none"> 교대 콘크리트 탈락, 이물질퇴적 교각 철판보강부 들뜸, 도장박리부식 	<ul style="list-style-type: none"> 수직균열 발생 백태/누수 콘크리트 파손 보강부 들뜸 	<ul style="list-style-type: none"> 건조수축에 의한 손상 균열부를 통한 백태, 노면수 유입 공용년수 증가 시공불량 	C

7.2 콘크리트 내구성조사 결과

☞ 콘크리트 압축강도는 반발경도법을 이용하여 조사한 결과 평균강도는 바닥판하면 212~258 kgf/cm², 교대·교각 200~225kgf/cm²인 것으로 보아 설계기준강도 바닥판하면 210kgf/cm², 교대·교각 180kgf/cm²을 상회하는 양호한 상태인 것으로 측정되었다.

☞ 초음파 탐사결과 모든 구간에서 B등급 이상으로 콘크리트의 품질이 양호한 것으로 측정되었다.

또한, 초음파 탐사결과와 반발경도값을 이용하여 조합법으로 압축강도를 평가한 결과 설계 기준강도를 상회하는 양호한 상태인 것으로 나타났다.

☞ 철근배근조사 결과 배근간격은 일반적인 자료와 비교시 배근간격 및 피복두께에서 양호한 상태로 조사되었다.

☞ 대상구조물의 슬래브에 대한 중성화 조사결과 본 측정구간에서는 이론적 중성화 깊이를 초과하지 않은 양호한 상태인 것으로 나타났다.

7.3 종합 결론

금번 정밀점검 결과 전반적인 사항을 고려하여 볼 때 도림교의 전체적인 상태평가등급은 모두 교량의 사용성 및 안전성은 확보를 위해서 보수가 필요한 상태인 C등급으로 판단된다. 그러나 일부구간에 발생한 국부적인 손상에 대하여는 내구성 및 사용성 확보차원에서 보수를 시행하고 정기적인 점검과 유지관리를 실시한다면 교량의 안전성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

부 록

1. 외관조사현황도
2. 비파괴시험 결과

1. 외관조사현황도

2. 비파괴조사 결과

I . Schmidt Hammer 측정 결과

II . 초음파에 의한 강도조사결과

III . 조합법 결과

IV . 철근 배근 탐사 결과

1 . Schumidt Hammer 측정 결과

II . 초음파에 의한 강도조사결과

Ⅲ. 조합법 결과

IV. 철근배근 탐사 결과