

중부내륙선 김천JCT교(내서) 등 11개교
정밀안전진단 용역

제 7장 보수 · 보강 및 유지관리방안

- 7.1 개 요
- 7.2 보수 · 보강 방안
- 7.3 보수 · 보강 개략공사비
- 7.4 유지관리방안

제 7장 보수·보강 및 유지관리방안

7.1 개요

본 과업대상 시설물중 가장 장대교인 옥성대교(내서, 여주)는 경상북도 구미시 옥성면 대원리(중부내륙선 130.8km 지점)에 위치하여 인근의 산악지대를 통과하게 시공된 양방향분리교량구조물이다. 본 교량은 2001년도에 준공하여 약 15여년의 공용기간이 경과하였으며, 교량의 제원을 보면 총연장 690.6m, 교폭은 12.6m로 양방향 동일하게 시공되어 있다. 구조형식은 상부구조의 경우 15경간연속의 PSC Box Girder이며, 하부구조 중 교대는 역T형, 교각은 중공형 구주식으로 구성되어 있다.

교량의 보수이력을 확인한 결과 준공 이후 양방향 신축이음교체, 받침 재도장, 교면절삭 덧씌우기(여주), 준공 후 하자보수 등 주기적인 유지관리보수가 시행되고 있는 상태이다.

본 과업의 현장조사결과, 주부재인 PSC BOX 및 하부구조는 전반적으로 초기건전성을 확보하고 있는 양호한 상태로 확인되었으며, 일부 바닥판 및 PSC Box Girder에 폭 0.1mm이하의 비구조적 미세균열, 방호벽 측면 우수유입에 따른 철근부식 및 박락 등이 경미하게 발생하였다. 격벽 및 하부구조는 일부 폭 0.3mm균열이 발생하여 보수가 요구되며, 받침플레이트의 부식 및 일부 경미한 콘크리트 단면손상도 확인되었다. 교량 구조안전성평가에 대해서는 과업지시서에 의거 금회과업이 재진단에 해당하고 재평가가 요구되는 고정하중의 변화, 강도저하 등이 발생하지 않아 전차진단 보고서의 안전성평가 결과를 활용하였다. 기 진단(2012년) 구조안전성평가 결과는 상부구조 전 구간에서 1등급(DB-24)로의 내하력을 충분히 확보하고 있으며, 하부구조 또한 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

본 장에서는 본 교량의 정밀안전진단 결과에 의한 결함 및 손상에 대한 원인을 검토하고 그 결과를 토대로 교량의 안전성과 건전성을 유지하기 위한 보수·보강방법을 제안하고자 한다. 이러한 보수·보강방법의 기본방향은 장기적으로 설계 내하력을 유지시키고 내구성 저하를 방지하는데 그 목적이 있다. 옥성대교(내서, 여주)의 보수·보강방안에 대한 검토사항은 기존자료의 검토를 통한 보수·보강 이력을 조사하고 진단 결과에 따른 보수·보강 범위를 선정하며, 이에 따른 공법선정, 재료의 선정 등을 검토하여 보수·보강 긴급우선순위에 따른 보수시기를 결정하여야 한다. 【표 7.1】은 시설물의 보수·보강방안 수립에 따른 일반적인 검토사항을 언급하였다.

【표 7.1】 시설물의 보수·보강방안 수립에 따른 검토사항

검 토 순 서	내 용
기존자료분석	기존 점검 및 진단자료 분석, 설계도서 조사
보수보강 이력검토	사용기간중 시설물의 보수보강이력검토
보수보강의 범위 선정	손상규모에 따른 보수여부 결정 구조물의 사용년한을 고려한 보수보강 범위 산정
공법의 선정	구조물의 기능에 따른 공법선정 구조물의 주변환경 및 형식을 고려하여 공법선정 공법의 시공성 및 경제성 고려하여 결정
보수재료의 선정	기존의 재료와 물성이 같은 보수재 선택 구조물의 종류 및 환경조건 고려 구조물의 사용년한을 고려한 보수재 선택
보수시기 결정	구조적인 안전성, 내구성, 사용성, 결함, 열화의 중요도에 따라 우선순위 부여

7.2 보수·보강 방안

7.2.1 보수·보강 추진방향 및 우선순위의 선정

옥성대교(내서, 여주)에 대한 정밀안전진단을 수행한 결과, 본 구조물은 시공시 시공 정밀도의 저하로 인하여 발생된 구조물의 결함(Defect)과 공용중 시간의 경과와 주변의 환경인자에 의한 재료의 열화에 의한 손상(Damage)이 발생하여 있는 것으로 조사되었다.

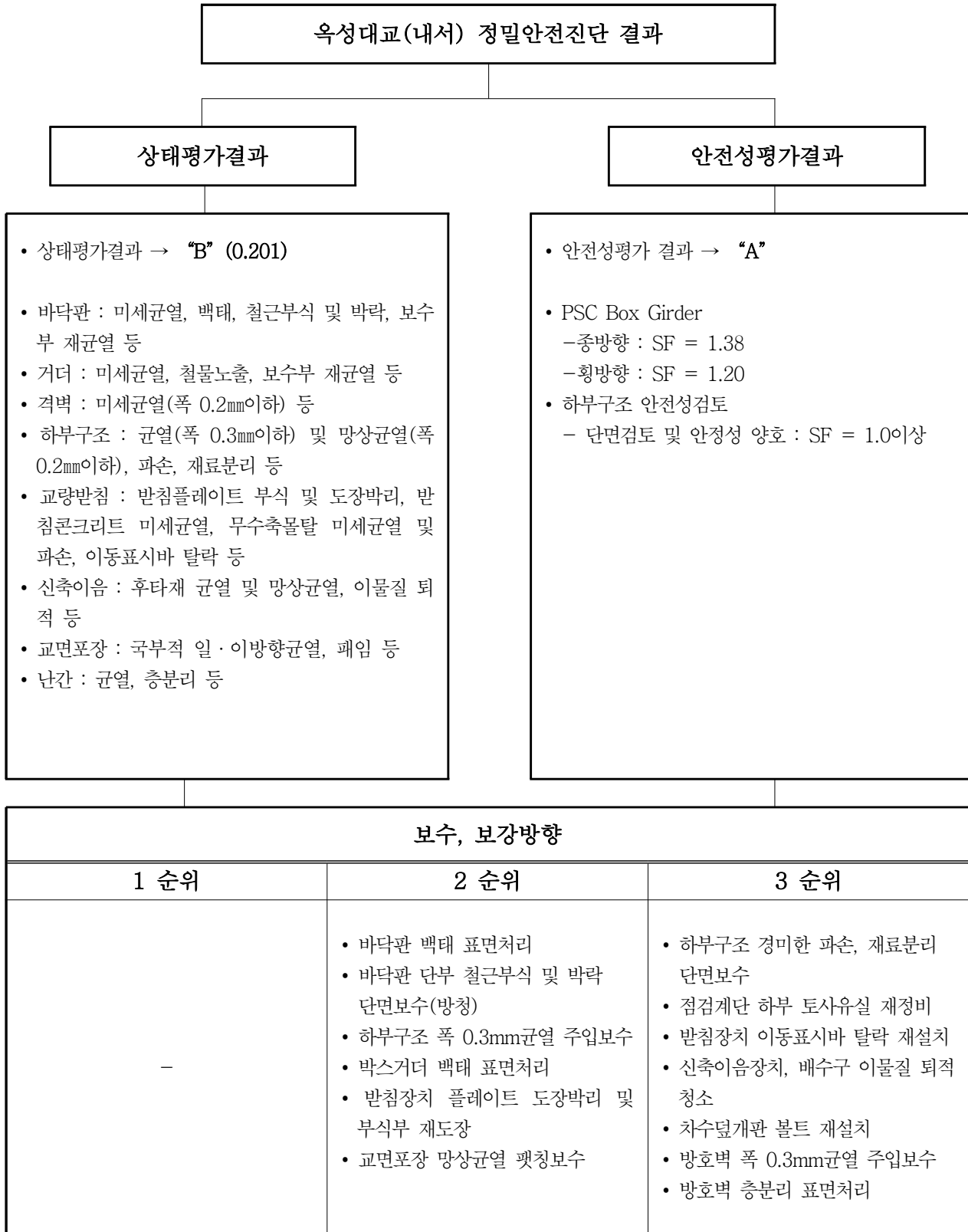
손상 및 결함에 대해서는 가능한 한 조속한 보수·보강을 실시하는 것이 원칙이나, 경제적이고 효율적인 보수·보강 작업을 위해 손상 및 결함이 구조물의 안전성에 미치는 영향을 고려하여 다음과 같이 우선순위를 부여하였다.

【표 7.2】 보수·보강 우선순위 결정 기준

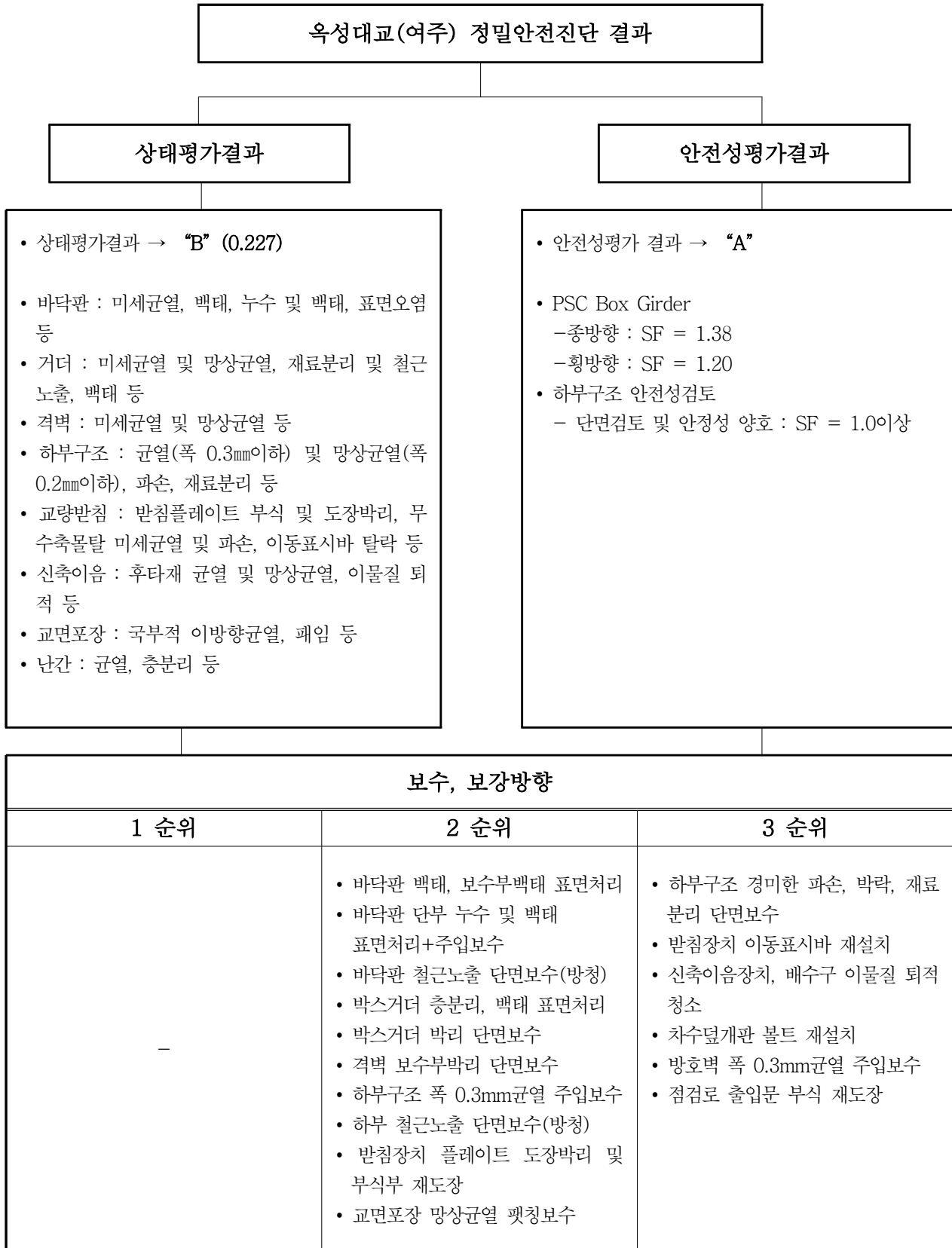
구분	순위	내 용
단기	1순위	• 『시설물의 안전관리에 관한 특별법』 제12조(중대한 결함)의 “대통령이 정하는 중대한 결함”에 포함되는 손상 - 철근콘크리트 시설물의 염해 또는 중성화에 따른 내력손실 • 주요부재에 발생한 결함 및 손상이 커 내구성에 영향을 미치는 경우
중기	2순위	• 보조부재에 발생한 결함 및 손상이 커 내구성에 영향을 미치는 경우 • 철근부식에 의한 내하력 저하가 우려되거나 철근부식 가능성이 있는 손상 • 상부 차량 통행에 지장을 줄 수 있는 손상
장기	3순위	• 즉각적인 보수는 요구되지 않지만 내구성, 기능성, 사용성 저하방지를 위한 보수가 필요한 경우 • 발생한 손상이 경미하여, 유지관리를 통한 점검이 필요한 경우

※ 보수 우선순위에서의 제외 손상(유지관리 및 주의관찰 대상)

- 콘크리트의 폭 0.2mm이하의 비구조적 미세균열(단, 균열집중구간은 제외)
- 경미한 강재의 용접결함
- 후타재 등의 보조부재에서의 주행에 지장을 주지 않는 균열 등의 손상(빈번한 차량통행으로 인한 보수효과가 없으며, 향후 교체가 시행될 부재 등)
- 기타 경미한 손상으로서 내구성 및 사용성에 지장을 주지 않은 경우(제3장 현장조사 및 시험편 참조)



【그림 7.1】 보수·보강방안 추진방향(내서)



【그림 7.2】 보수·보강방안 추진방향(여주)

7.2.2 결함내용별 보수·보강방안

【표 7.3】 보수·보강 일람표(내서)

구 분	손상내용	손상물량	보수방안	우선순위
바닥판	• 균열(0.2mm이하)	1.5m/3EA	주의관찰	—
	• 균열부 백태	0.30m/1EA	주입보수	2
	• 백태	2.15m ² /4EA	표면처리	2
	• 보수부 박락	0.3m ² /1EA	단면보수	2
	• 철근부식 및 백태	0.6m ² /1EA	단면보수(방청)	2
	• 철물노출	0.01m ² /1EA	주의관찰	—
BOX거더	• 균열(0.2mm이하)	83.1m/166EA	주의관찰	—
	• 잡철물 노출	0.08m ² /3EA	주의관찰	—
	• 보수부 재균열(0.2mm이하)	1.00m/1EA	주의관찰	—
	• 백태	0.05m ² /1EA	표면처리	2
격벽	• 균열(0.2mm이하)	5.0m/19EA	주의관찰	—
하부구조	• 균열(0.2mm이하)	79.8m/144EA	주의관찰	—
	• 균열(0.3mm이상)	2.3m/3EA	주입보수	2
	• 망상균열(0.2mm이하)	1.37m ² /9EA	주의관찰	—
	• 파손	0.21m ² /4EA	단면보수	3
	• 재료분리	2.32m ² /4EA	단면보수	3
	• 표면오염	3.9m ² /3EA	주의관찰	—
	• 점검계단 하부 토사유실	1EA	재정비	3
	• 균열부 백태	0.4m/2EA	주입보수	3
	• 보수부 재균열(0.3mm이상)	4.9m/2EA	주입보수	3
	• 보수부 재균열(0.2mm이하)	0.5m/1EA	주의관찰	—
교량받침	• 도장박리	0.43m ² /9EA	바탕처리 및 재도장	2
	• 부식	4.46m ² /9EA	바탕처리 및 재도장	2
	• 이동표시바 탈락	3EA	재설치	3
	• 무수축물탈 균열(0.2mm이하)	0.8m/8EA	주의관찰	—
	• 무수축물탈 파손	0.01m ² /1EA	주의관찰	—
신축이음장치	• 부식	1.84m ² /4EA	주의관찰	—
	• 이물질 퇴적	3.00m ² /2EA	청소	3
	• 후타재 균열(0.2mm이하)	0.5m/1EA	주의관찰	—
	• 후타재 균열(0.3mm이상)	26m/31EA	주의관찰	—
	• 후타재 망상균열(0.2mm이하)	7.47m ² /3EA	주의관찰	—
	• 후타재 망상균열(0.3mm이상)	0.35m ² /1EA	주의관찰	—
	• 차수덮개판 볼트 탈락	17EA	재설치	3
	• 후타재 표면열화	3.5m ² /2EA	주의관찰	—
	• 후타재 보수부 재균열(0.2mm이하)	10.4m/80EA	주의관찰	—
	• 박리	0.3m ² /1EA	주의관찰	—

【표 7.3】 보수·보강 일람표(내서) (계속)

구 분	손상내용	손상물량	보수방안	우선순위
교면포장	• 균열	59m/46EA	주의관찰	—
	• 망상균열	61m ² /10EA	팻칭보수	2
	• 골재분리	0.65m ² /2EA	주의관찰	—
	• 패임	0.63m ² /5EA	주의관찰	—
배수시설	• 배수구 막힘	20EA	청소	3
방호벽	• 균열(0.2mm이하)	2.8m/3EA	주의관찰	—
	• 균열(0.3mm이상)	0.6m/1EA	주입보수	3
	• 점검로 진입발판 파손	3EA	재설치	3
	• 박리	0.03m ² /3EA	주의관찰	—
	• 층분리	1380m/30EA	표면처리	3

【표 7.4】 보수·보강 일람표(여주)

구 분	손상내용	손상물량	보수방안	우선순위
바닥판	• 균열(0.2mm이하)	13.4m/5EA	주의관찰	—
	• 백태	44.75m ² /13EA	표면처리	2
	• 보수부 백태	0.5m ² /1EA	표면처리	2
	• 박리	0.2m ² /1EA	단면보수	2
	• 철근노출	0.09m ² /3EA	단면보수(방청)	2
	• 누수 및 백태	0.68m ² /2EA	표면보수+주입보수	2
	• 균열부 백태	1.5m/1EA	주입보수	2
	• 표면오염	2.40m ² /2EA	주의관찰	—
	• 철물노출	0.04m ² /3EA	주의관찰	—
BOX거더	• 균열(0.2mm이하)	137.2m/190EA	주의관찰	—
	• 망상균열(0.2mm이하)	2.18m ² /5EA	주의관찰	—
	• 보수부 재균열(0.2mm이하)	4.3m/7EA	주의관찰	—
	• 층분리	5.6m/17EA	표면처리	2
	• 박리	0.12m ² /2EA	단면보수	2
	• 재료분리	0.36m ² /3EA	단면보수	2
	• 재료분리 및 철근노출	0.6m ² /1EA	단면보수(방청)	2
	• 백태	1.0m ² /8EA	표면처리	2
	• 철물노출	0.04m ² /1EA	주의관찰	—

【표 7.4】 보수·보강 일람표(여주) (계속)

구 분	손상내용	손상물량	보수방안	우선순위
격벽	• 균열(0.2mm이하)	4.9m/14EA	주의관찰	—
	• 균열(0.3mm이상)	1.1m/4EA	주입보수	2
	• 망상균열(0.2mm이하)	0.72m ² /3EA	주의관찰	—
	• 보수부 재균열(0.2mm이하)	14.4m/12EA	주의관찰	—
	• 보수부 재균열(0.3mm이상)	0.5m/2EA	주입보수	2
	• 보수부 박리	0.05m ² /1EA	단면보수	2
하부구조	• 균열(0.2mm이하)	149.9m/287EA	주의관찰	—
	• 균열(0.3mm이상)	2.10m/4EA	주입보수	2
	• 망상균열(0.2mm이하)	19.67m ² /26EA	주의관찰	—
	• 파손	0.1m ² /3EA	단면보수	3
	• 철근노출	0.01m ² /1EA	단면보수(방청)	2
	• 표면오염	10.9m ² /5EA	주의관찰	—
	• 식생	300.0m ² /1EA	제거	3
	• 체수	4.0m ² /2EA	주의관찰	—
	• 잡철물 노출	0.02m ² /2EA	주의관찰	—
	• 법면보호공침하	1.5m ² /1EA	주의관찰	—
	• 마감처리미흡	3.3m ² /1EA	주의관찰	—
	• 박락	0.02m ² /1EA	단면보수	3
	• 재료분리	3.45m ² /3EA	단면보수	3
	• 토사유실	1EA	재정비	3
	• 보수부 재균열(0.2mm이하)	1.6m/5EA	주의관찰	—
	• 보수부 재균열(0.3mm이상)	1.2m/1EA	주입보수	2
	• 교각번호판탈락	1EA	재설치	3
교량받침	• 도장박리 및 부식	1.74m ² /6EA	바탕처리 및 재도장	2
	• 이동표시바 탈락	2EA	재설치	3
	• 무수축물탈 균열(0.2mm이하)	8.0m/78EA	주의관찰	—
	• 무수축물탈 보수부 재균열(0.2mm이하)	0.10m/1EA	주의관찰	—
	• 무수축물탈 파손	0.03m ² /3EA	주의관찰	—
신축이음장치	• 강판부식	0.72m ² /2EA	주의관찰	—
	• 이물질 퇴적	0.45m ² /1EA	청소	3
	• 후타재 균열(0.2mm이하)	15.9m/25EA	주의관찰	—
	• 후타재 균열(0.3mm이상)	7.8m/16EA	주의관찰	—
	• 후타재 망상균열(0.2mm이하)	3.07m ² /2EA	주의관찰	—
	• 후타재 망상균열(0.3mm이상)	6.3m ² /1EA	주의관찰	—
	• 파손	0.06m ² /4EA	주의관찰	—
	• 후타재 박리	0.02m ² /1EA	주의관찰	—
	• 차수덮개판 볼트 탈락	14EA	재설치	3

【표 7.4】 보수·보강 일람표(여주) (계속)

구 분	손상내용	손상물량	보수방안	우선순위
교면포장	• 아스콘 패임	0.45m ² /2EA	주의관찰	—
	• 철물노출	0.04m ² /1EA	주의관찰	—
	• 망상균열	49.5m ² /3EA	패칭보수	2
	• 균열	14.7m/14EA	주의관찰	—
	• 포트홀	0.09m ² /5EA	주의관찰	—
	• 박리	0.01m ² /1EA	주의관찰	—
배수시설	• 그레이팅 망실	1EA	재설치	3
	• 배수홈통 이물질 퇴적	1EA	청소	3
	• 배수구 고정철물 탈락	4EA	재설치	3
방호벽	• 균열(0.2mm이하)	20.4m/29EA	주의관찰	—
	• 균열(0.3mm이상)	32.3m/16EA	주입보수	3
	• 긁힘 및 박리	0.64m ² /1EA	주의관찰	—
	• 균열부 백태	1.90m/4EA	주의관찰	—
	• 박리	0.24m ² /4EA	주의관찰	—
	• 방음벽 파손	0.03m ² /1EA	주의관찰	—
	• 점검로 출입문 부식	1.57m ² /6EA	바탕처리 및 재도장	3
	• 파손	0.01m ² /1EA	주의관찰	—
	• 철물노출	0.02m ² /2EA	주의관찰	—
	• 층분리	1381.1m/32EA	표면처리	3

7.2.3 주요결함 및 손상에 대한 보수·보강 방법

가. 콘크리트 균열보수 방안

1) 진단 현황

본 교량 상·하부 구조에 발생된 균열은 바닥판 및 거더 내·외부 하부구조 등에서 다수 발생하였으나 대부분 폭 0.1mm이하의 미세균열로 현시점에서 보수를 필요치 않으나 지속적인 관찰을 통해 균열폭 진전여부에 대한 점검 실시가 요구된다. 그러나, 일부 하부구조 및 격벽 등에 폭 0.3mm의 비구조적인 균열이 일부 발생되어 내구성 확보 차원에서 주입보수가 필요하다.

구 분		손상내용	손상물량	보수방안	우선순위
내서방향	바닥판	• 균열(0.2mm이하)	1.5m/3EA	주의관찰	—
		• 균열부 백테	0.30m/1EA	주입보수	2
	BOX거더	• 균열(0.2mm이하)	83.1m/166EA	주의관찰	—
		• 보수부 재균열(0.2mm이하)	1.00m/1EA	주의관찰	—
	격벽	• 균열(0.2mm이하)	5.0m/19EA	주의관찰	—
	하부구조	• 균열(0.2mm이하)	79.8m/144EA	주의관찰	—
		• 균열(0.3mm이상)	2.3m/3EA	주입보수	2
		• 균열부 백테	0.4m/2EA	주입보수	3
		• 보수부 재균열(0.3mm이상)	4.9m/2EA	주입보수	2
		• 보수부 재균열(0.2mm이하)	0.5m/1EA	주의관찰	—
		• 망상균열(0.2mm이하)	1.37㎡/9EA	주의관찰	—
	교량받침	• 무수축물탈 균열(0.2mm이하)	0.8m/8EA	주의관찰	—
	신축이음	• 후타재 균열(0.2mm이하)	0.5m/1EA	주의관찰	—
		• 후타재 균열(0.3mm이상)	26m/31EA	주의관찰	—
		• 후타재 보수부 재균열(0.2mm이하)	10.4m/80EA	주의관찰	—
		• 후타재 망상균열(0.2mm이하)	7.47㎡/3EA	주의관찰	—
		• 후타재 망상균열(0.3mm이상)	0.35㎡/1EA	주의관찰	—
	방호벽	• 균열(0.2mm이하)	2.8m/3EA	주의관찰	—
		• 균열(0.3mm이상)	0.6m/1EA	주입보수	3

구 분		손상내용	손상물량	보수방안	우선순위
여주방향	바닥판	• 균열(0.2mm이하)	13.4m/5EA	주의관찰	—
		• 균열부 백테	1.5m/1EA	주입보수	2
	BOX거더	• 균열(0.2mm이하)	137.2m/190EA	주의관찰	—
		• 보수부 재균열(0.2mm이하)	4.3m/7EA	주의관찰	—
		• 망상균열(0.2mm이하)	2.18m/5EA	주의관찰	—
	격벽	• 균열(0.2mm이하)	4.9m/14EA	주의관찰	—
		• 균열(0.3mm이상)	1.1m/4EA	주입보수	2
		• 보수부 재균열(0.2mm이하)	14.4m/12EA	주의관찰	—
		• 보수부 재균열(0.3mm이상)	0.5m/2EA	주입보수	2
		• 망상균열(0.2mm이하)	0.72m/3EA	주의관찰	—
	하부구조	• 균열(0.2mm이하)	149.9m/287EA	주의관찰	—
		• 균열(0.3mm이상)	2.10m/4EA	주입보수	2
		• 보수부 재균열(0.2mm이하)	1.6m/5EA	주의관찰	—
		• 보수부 재균열(0.3mm이상)	1.2m/1EA	주입보수	2
		• 망상균열(0.2mm이하)	19.67m/26EA	주의관찰	—
	교량받침	• 무수축물탈 균열(0.2mm이하)	8.0m/78EA	주의관찰	—
		• 무수축물탈 보수부 재균열(0.2mm이하)	0.10m/1EA	주의관찰	—
	신축이음	• 후타재 균열(0.2mm이하)	15.9m/25EA	주의관찰	—
		• 후타재 균열(0.3mm이상)	7.8m/16EA	주의관찰	—
		• 후타재 망상균열(0.2mm이하)	3.07m/2EA	주의관찰	—
		• 후타재 망상균열(0.3mm이상)	6.3m/1EA	주의관찰	—
	방호벽	• 균열(0.2mm이하)	20.4m/29EA	주의관찰	—
		• 균열(0.3mm이상)	32.3m/16EA	주입보수	3
		• 균열부 백테	1.90m/4EA	주의관찰	—

2) 주입보수 개요

균열(폭 0.3mm이상)부에 수지를 주입하면 콘크리트와 일체를 이루어 콘크리트의 방수성을 향상시켜서 내부 철근의 부식방지 및 콘크리트의 열화방지에 효과적이다.

균열보수는 균열폭 및 균열깊이, 균열의 형태, 구조적 안전성 여부 등을 종합적으로 판단하여 보수 목적에 따라 가장 유리한 보수 대책을 선정하여야 한다. 또한, 균열보수는 균열폭과 균열깊이를 고려하여 이에 적합한 주입속도, 점도 및 양생 속도를 갖는 수지재료를 사용하여야 한다.

3) 수지주입공법의 종류

균열 주입공법에는 압입식과 흡입식이 있다. 압입식 주입공법에는 수동식, 기계식, 저압·저속식 주입 및 자동주입식 기계주입공법이 있으며, 이 중 저압·저속식 주입은 주입량 파악이 쉽고 균열 구석까지 주입할 수 있는 특징이 있어 유리하다.

【표 7.5】 수지주입공법의 종류

압입식 공법	흡입식 공법
· 수동식 주입 : 인력 · 기계식 주입 : 공기압식, 유압식, 기어식 · 저압·저속식 주입 : 고무, 용수철, 공기 등의 압력 · 자동주입식 기계주입 : 자동주입기	· 균열의 양단에 흡기구와 충전재 주입구를 설치하여, 흡입펌프로 충전재를 흡입주입

【표 7.6】 균열폭에 알맞은 수지의 점도

형 상		점도(20℃, cp)	주입 가능한 균열 폭
액 상	저점도	500±200	0.1mm 전후
	고점도	1,500±500	0.2mm 전후
Gel 상태		6,000±1,000	0.5~5.0mm 전후

【표 7.7】 균열폭에 따른 주입파이프/패커의 간격

균열 폭(mm)	주입파이프/패커간격(mm)	비고
0.3이하	50~100	
0.3~0.5	100~200	
0.5~1.0	150~250	
1.0이상	200~300	

【표 7.8】 에폭시계 수지의 규격

시험항목	시험방법	시험조건	실링 및 퍼티용 규격치	주입용 규격치
비 중	KS M 3015	20℃ 7일간	1.7±0.2	1.2±0.2
사용가능시간	온도상승법	20℃	60이상	30이상
점 도	JIS K 6838	"	—	5,000이하
압축항복강도	KS M 3015	20℃ 7일간	6.0이상	6.0이상
휨강도	"	"	3.5이상	4.0이상
인장강도	"	"	2.0이상	2.0이상
압축탄성계수	ASTM D 695	"	0.1~0.6	0.1~0.6
인장전단강도	KS M 3722	"	100이상	100이상
충격강도	KS M 3015	"	0.15이상	0.3이상
경 도	ASTM D 2240	"	80이상	80이상

4) 시공방법

● STEP 1

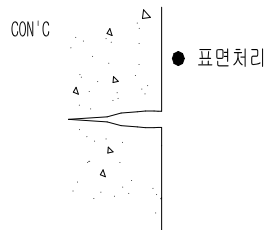
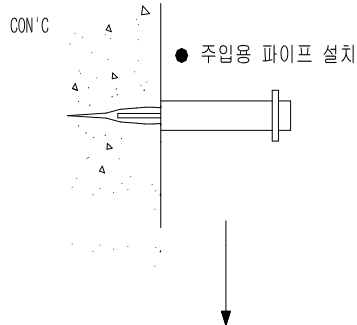


표 면 처 리

균열부를 중심으로 폭 5.0mm 정도를 와이어브러시 등으로 표면의 이물질 등을 제거한다.

● STEP 2



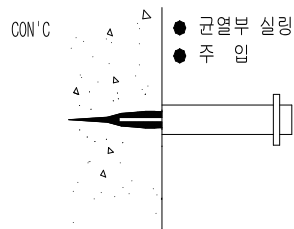
주입용 파이프 설치

주입공에 주입용 파이프를 삽입하고 설치한다.

균열부 실링

균열부를 폭 30mm, 두께 2mm 정도로 균열실링재를 사용하여 실링한다.

● STEP 3



무기계 슬러리 주입 (유기계 에폭시 주입)

주입장비를 사용하여 무기계 슬러리 유기계 에폭시를 주입한다.

양 생

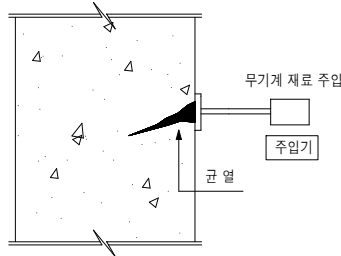
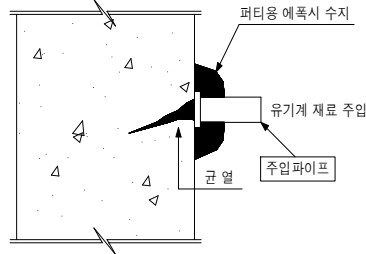
작업종료 후 양생한다.

【그림 7.3】 균열 보수공법 개요도

5) 시공시 주의사항

- ① 대기온도가 10~30℃일 때 시공 가능하며, 우천시는 중지한다.
- ② 에폭시계 수지는 사용에 앞서 현장에서 시공시의 기온에 대응하는 경화시간을 설정하여 균열 주입 효과를 높이도록 한다.
- ③ 사용하는 에폭시계 수지는 적당한 루트마다 시험을 실시하여 품질을 확보한다.
- ④ 썰링 및 표면 마감면은 주입압에 견디도록 충분히 양생한다.
- ⑤ 주입된 에폭시계 수지가 경화한 후에는 주입 파이프를 절단하고 썰링재와 함께 그라인더로 갈아 평탄하게 표면처리 한다.

【표 7.9】 주입공법 공법비교안

구 분	폴리머 슬러시멘트 주입공법	에폭시 주입공법
개요도		
공법 개요	균열부위를 컷팅하고 균열부를 썰링한 후에 무기계재료인 폴리머 슬러시멘트를 주입기를 통하여 주입하는 공법	균열부위를 컷팅하고 균열부를 썰링한 후에 유기계 재료인 에폭시를 주입기를 통하여 주입하는 공법
시공 방법	표면처리→U.V컷팅→주입기설치→균열부 썰링→폴리머슬러시멘트주입→단면복구	표면처리→U.V컷팅→주입기설치→균열부 썰링→에폭시주입→단면복구
특징	- 품질관리가 용이하고 재균열 발생우려 없음 - 균열보수의 일괄적인 공정에 대한 재료 및 시방확보 - 콘크리트 모체와 동등한 탄성계수, 열팽창 계수, 투수성 확보 - 수용성인 무기계 재료의 사용으로 습윤지역 시공이 가능함 - 보통형식의 것은 경화시간이 낮고 공기가 길어짐 - 공정이 다소 복잡하여 시공전문가필요 - 유기계에 비해 접착강도 떨어짐	- 인장, 휨강도가 우수함 - 건조한 환경에 유리함 - 경화시간이 빠름 - 시공실적 다수 - 습기가 있는 부분에서는 접착력이 떨어지며 품질관리가 어려움 - 주입압력이 크면 균열이 확대되므로 주의 - 탄성계수, 열팽창계수가 콘크리트와 다름

나. 콘크리트 단면보수 방안

1) 진단 현황

본 교량의 단면손상은 바닥판 단부측(신축이음부) 철근부식 및 박락, 기타 상부구조에 단면보수가 필요로 하는 파손, 철근노출 및 재료분리 등이 국부적으로 조사되었으며, 하부구조에서 일부 단면결손부가 확인되었다.

조사된 손상은 우선순위에 따라 보수가 필요하며, 하부구조에 국부적으로 발생한 경미한 단면손상은 현 상태에서 보수 보다는 지속적인 손상진전에 대한 주의관찰이 필요한 것으로 판단된다.

구 분		손상내용	손상물량	보수방안	우선순위
내서방향	바닥판	• 보수부 박락	0.3m ² /1EA	단면보수	2
		• 철근부식 및 백태	0.6m ² /1EA	단면보수(방청)	2
		• 철물노출	0.01m ² /1EA	주의관찰	—
	BOX거더	• 잡철물 노출	0.08m ² /3EA	주의관찰	—
	하부구조	• 파손	0.21m ² /4EA	단면보수	3
		• 재료분리	2.32m ² /4EA	단면보수	3
여주방향	바닥판	• 철근노출	0.09m ² /3EA	단면보수(방청)	2
		• 누수 및 백태	0.68m ² /2EA	표면보수+주입보수	2
		• 철물노출	0.04m ² /3EA	주의관찰	—
	BOX거더	• 재료분리	0.36m ² /3EA	단면보수	2
		• 재료분리 및 철근노출	0.6m ² /1EA	단면보수(방청)	2
		• 철물노출	0.04m ² /1EA	주의관찰	—
	격벽	• 보수부박리	0.05m ² /1EA	단면보수	2
	하부구조	• 파손	0.1m ² /3EA	단면보수	3
		• 철근노출	0.01m ² /1EA	단면보수(방청)	2
		• 잡철물 노출	0.02m ² /2EA	주의관찰	—
		• 박락	0.02m ² /1EA	단면보수	3
		• 재료분리	3.45m ² /3EA	단면보수	3
	신축이음	• 파손	0.06m ² /4EA	주의관찰	—
	방호벽	• 파손	0.01m ² /1EA	주의관찰	—
		• 철물노출	0.02m ² /2EA	주의관찰	—

2) 단면보수공법 개요

콘크리트 단면 결손부중 박락(파손) 및 철근 노출부는 내구성 저하방지를 위하여 단면보수공법을 사용하여 보수를 실시하는데, 콘크리트 표면을 피복하여 철근부식 등의 내구성 저하의 원인이 되는 물질의 침투를 억제함으로써 구조물의 내구성 저하를 방지하는 공법으로서 침투막제, 접착제, 단면 보수재, 철근방청제의 조합에 의한 공법으로 본 교량에서는 상기한 결함 중 콘크리트 파손부 및 철근노출, 부식부에 대한 보수방법으로 사용한다.

3) 단면복구시 털어내기 작업

단면복구시 털어내기 작업은 콘크리트 표면의 상황을 봐서 판단하는 것이 아니고 다음의 항목 및 【그림 7.4】을 참고하여 털어내기 범위나 형상을 결정하는 것이 좋다.

가) 열화부분을 고려한 털어내기 범위

보수 개소의 콘크리트를 털어낼 때에 탄산화 등에 의한 취약한 부분을 남기면, 기설 콘크리트와 복구재료와의 충분한 부착강도를 얻을 수 없을 뿐 아니라, 균열이나 철근부식 재발의 원인이 된다. 따라서, 부재 내력에 영향을 미칠 수 없는 범위에서 열화부분을 모두 제거할 필요가 있다. 열화부분을 효과적으로 확인하기 위해서는 탄산화깊이나 알칼리 반응성 생성물의 측정 등 열화요인과 관련된 시험을 실시하는 것이 바람직하다.

나) 철근의 녹을 고려한 털어내기 범위

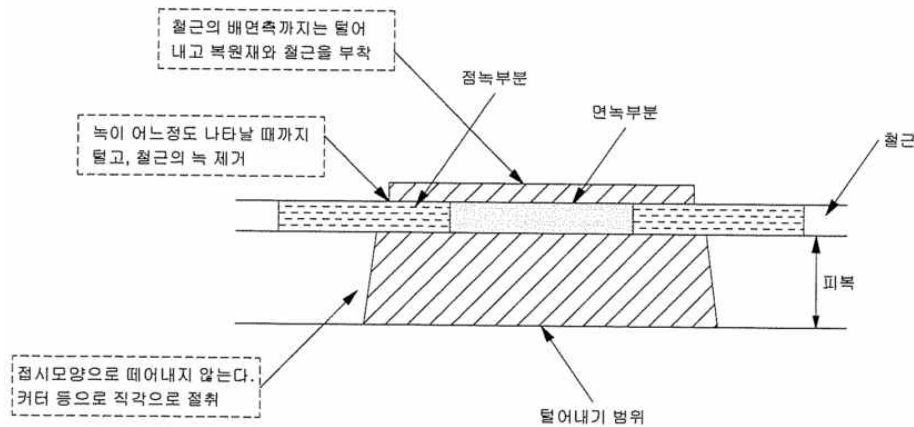
콘크리트의 열화부분을 충분하게 제거하여도 철근의 부식범위는 이 부위보다 넓은 경우가 대부분이다. 이 경우는 박락되어 노출된 부분의 철근 청소를 실시하여도 그 전후는 녹이 잔존한 채 남아있게 된다. 이 상태에서 단면복구(보수)를 실시하면 보수된 범위는 마이너스(-), 그 전후는 플러스(+)의 macro cell 부식이 생겨서 철근부식이 주위로 확산되어 보수 효과가 적어지는 결과를 나타내는 경우가 많다.

따라서, 녹제거를 확실하게 할 수 있도록 철근표면의 전면에 녹이 나오고 있는 부분(면 녹의 부분)뿐만 아니라, 이것과 인접하면서 녹이 점상으로 나타나는 비교적 건전한 부분(점 녹의 부분)이 드러나는 범위까지 털어낼 필요가 있다. 한편, 털어내기 전에 면 녹의 범위를 파악하기 위해서는 자연전위 보정법에 근거하고 보정자연전위에서 -350mV 보다 낮은 전위를 가리키는 부분이 이것에 해당한다.

또한 같은 이유로 녹의 제거는 철근의 전 주변에 대하여 실시하여야 하고, 철근은 박락된 부분(면)에서부터 뒷부분까지 파취할 필요가 있다. 이것은 단면복구(보수)재가 철근을 둘러싸는 것에 의한 부착성 향상에도 유효하다.

다) 털어내기 형상

콘크리트와 단면복구재와는 일반적으로 열팽창율이 다르기 때문에 복구재의 단부가 접시형상으로 되어 있으면, 온도신축에 의해 그 부분으로부터 박리현상을 보이는 우려가 있다. 이것을 방지하기 위해 털어내기시 단부가 접시형상으로 되는 것을 피하고, 될 수 있는 한 수직에 가까운 각도로 깊이 털어내는 것이 중요하다.



【그림 7.4】 단면복구(보수) 상세도

4) 철근의 방청 처리

떨어내기 위해 노출된 철근의 녹 제거는 특히 정성껏 실시할 필요가 있다. 일반적으로 와이어 브러시를 이용할 수 있는 것이 많지만, 보다 확실한 녹제거 방법은 샌드 블라스트, 워트제트 등을 쓰는 것이 좋다.

녹을 제거한 후는 철근에 방청재를 도포한다. 방청재에는 녹방지 도료, 아질산염계 방청재, 염분흡착제를 사용한 시멘트계 방청형 보수재가 있다. 일반적으로 철근부식의 억제에는 철근부식효과가 있는 아질산염 이온이 함유된 것이 효과적이다.

액산의 아질산칼륨이나 아질산리튬을 철근이나 박락면에 직접 도포하여 아질산염이온을 같이 배합한 아질산염계 방청재가 있다. 염화물에 의한 부식의 경우 유효한 도포량은 아질산 이온량과 염화물량의 비율을 관리하여야 하며 많은 양의 충전이 필요한 경우 Paste나 모르터 등을 혼합하여 사용하는 등의 검토가 필요하다. 또한 최근 개발된 염분흡착재를 이용한 방청재는 해수성분을 함유한 수분이 있는 개소의 철근부식에 대응하여 아질산 이온을 도입 또는 함유한 염화물량의 저감효과가 있다.

염분흡착재는 콘크리트 체체중의 유해한 염화물이 흡착되어 저감되어지는 동시에 염분흡착제 자신이 기다리고 있는 아질산 이온을 방출하는 것에 의해 높은 방청재 효과를 얻을 수 있다.

5) 단면복구 재료

복구재의 선정은 열화의 요인, 손상 상황, 누수 상황 등을 감안하고, 시설의 철근이나 콘크리트와의 부착성, 시공성, 재료특성 등을 평가하고 시공개소에 적합한 것을 채용할 필요가 있다. 특히 사용실적이나 적절한 시험방법 등에 의해 품질, 성능을 확인할 수 있는 복구재를 사용하는 것이 바람직하다. 단면복구(보수)재는 저수축성이 요구되며, 복구재 충전 후 경화전에 우려할만한 차량진동을 받는 부위는 조강형을 사용하고, 아치부나 슬래브 하

면 등 시공성을 증시할 경우는 경량형을 사용하고, 거푸집을 설치해서 충전할 경우는 고유 동형을 사용하는 방안을 검토하여야 한다.

일반적으로 단면복구(보수)재를 충전하기 전에 프라이머를 도포하는 경우가 많다. 프라이머는 기설 콘크리트와 복구재의 부착성 향상을 목적으로 한 에폭시 수지계, 복구재의 수분이 기설 콘크리트에 흡수되어 경화에 필요한 수분이 결핍하는 「드라이 아웃」방지를 목적으로 한 수성 에멀션을 주재료 하는 재료 등이 있다.

【표 7.10】 일반적인 단면 복구재의 분류

분 류		개 요
유기계	수지모르터 (에폭시수지 등)	에폭시 등의 수지와 잔골재를 이용한 모르터로 고강도, 수밀, 경량, 접착성이 뛰어나고 쉬어쓰기 용이하나 고가임
무기계	폴리머 시멘트 모르터	시멘트에 SBR, 포키시 등의 수지를 첨가한 모르터로 고강도, 수밀성 양호
	무수축 모르터	팽창재가 함유된 건조수축을 보상하는 것에 의해 억제하는 모르터

6) 단면복구(보수)시 유의 사항

- 가) Lath 철망이나 Wire Mesh를 끼울 경우는 박리현상이 발생되지 않게 충분히 고정된 뒤 단면복구(보수)재를 충전한다.
- 나) 철근방청재, 프라이머, 단면복구재는 동일 제작사의 제품을 사용하거나 서로 양호한 조합의 물건을 이용한다.
- 다) 보수 깊이가 깊은 개소의 충전은 여러층으로 시공할 경우 경계부위가 부착상의 약점이 되기 쉬우므로 정확한 작업이 요구된다.
- 라) 보수한 단면복구재가 낙하할 가능성이 있는 부위는 중점적으로 검사 및 점검을 실시한다. 또한, 재료의 선택에 따라 신구콘크리트접착재의 도포가 필요할 경우에는 도포 후 단면복구를 실시한다.
- 마) 털어내기 작업시 콘크리트 분진으로 인한 대기오염을 방지하기 위해 집진시설이나 물분사 등을 실시하여 도로주변의 환경오염에 주의하여야 한다.

【표 7.11】 단면보수 공법비교안

구 분	폴리머시멘트 모르터 공법	에폭시수지 모르터 공법
개 요 도		
공법개요	콘크리트 손상부위 및 철근의 부식을 제거하고 콘크리트 보호재를 도포한 후 철근을 방청하고 무기계인 폴리머시멘트 모르터로 단면을 복구한 후 무기계 마감재로 마감하는 공법	콘크리트 손상부위 및 철근의 부식을 제거하고 접착제를 도포한 후 철근을 방청하고 유기계인 에폭시수지 모르터로 단면을 복구한 후 유기계 마감재로 마감하는 공법
시공방법	치핑/고압수 세척 → 철근 부식제거 → 콘크리트 보호재(침투성) 도포 → 철근 방청제 도포 → 폴리머시멘트 모르터로 단면복구 → 마감재(무기계) 도포	치핑/고압수 세척 → 철근 부식제거 → 프라이머(접착제) 도포 → 에폭시수지 모르터로 단면복구 → 마감재(유기계) 도포
특 징	- 철근의 방청효과가 우수하고 재부식 확률이 없음 - 철근 노출부 보수의 일괄적인 공정에 대한 재료 및 시방확보 - 폴리머시멘트의 사용으로 콘크리트 중성화 방지 효과가 우수함 - 수용성인 무기계 재료의 사용으로 습윤지역 시공이 가능함 - 일반적으로 한번의 시공두께가 얇기 때문에 목표두께가 두꺼울 경우 공정이 증가함 - 보통 형식의 것은 경화시간의 늦고 공기가 길어짐	- 인장, 휨강도가 콘크리트보다 우수함 - 재료 자체의 접착성 및 내마모성이 우수함 - 재료비가 폴리머 시멘트에 비해 저렴 - 경화시간이 빠름 - 방청효과가 확실하지 않음 - 유기계 재료로서 통기성이 없으므로 재부식 발생 우려 - 습기가 있는 부분에서는 접착력이 떨어지며 품질관리가 어려움

다. 강재도장 보수 방안

1) 진단 현황

본 교량은 PSC BOX교로서 주부재에는 강재가 없으나, 받침 플레이트 등에서 공용중 발생한 도장부식 등의 손상에 대해 도장보수가 필요한 손상이 조사되었으며, 본 손상은 부재의 기능성 및 거동을 영향을 미치지 않은 경미한 손상이나, 내구성 및 미관확보차원에서 도장보수가 필요한 것으로 판단된다.

구 분		손상내용	손상물량	보수방안	우선순위
내서방향	교량받침	• 도장박리	0.43㎡/9EA	바탕처리 및 채도장	2
		• 부식	4.46㎡/9EA	바탕처리 및 채도장	2
	신축이음	• 부식	1.84㎡/4EA	주의관찰	—
여주방향	교량받침	• 도장박리 및 부식	1.74㎡/6EA	바탕처리 및 채도장	2
	신축이음	• 강판부식	0.72㎡/2EA	주의관찰	—
	난간	• 점검로 출입문 부식	1.57㎡/6EA	바탕처리 및 채도장	3

2) 도장보수 개요

강교에 대한 도장은 보수범위 선정의 정확도가 부족하며 부분적인 재 도장으로 인한 도막두께의 불균형이 발생하므로 기존도장이 비교적 양호한 부분을 제외하며 채도장부와의 Final Color를 고려하여 점착력이 우수한 도료로 채도장 할 것을 건의한다.

3) 시공과정

① 도장을 위한 표면처리

- 보수도장을 위한 손상부위의 처리는 손상부위가 녹발생이 되었을 시는 Power Tool Cleaning으로 손상부위 및 근처의 녹, 먼지, 오염물, 유기물질 등을 완전히 제거하고, 도장공정을 진행한다.
- Power Tool Cleaning으로 표면처리에 사용하는 컵브러쉬(환형브러쉬) 는 항상 유기물질 및 구리스 등에 오염되지 않은 깨끗한 것을 사용한다.
- 표면처리가 완료되면 빠른 시간(2시간 정도)내에 보수도장을 수행한다. 표면처리 2시간 이내에 보수도장을 수행하지 못한 부분은 재처리후 도장한다.
- Power Tool Cleaning직후 표면처리 상태 및 보수도장 공정별(표면처리, 하도 Touch-up, 상도)로 전문검사원에게 검사를 받아야 한다.

【표 7.12】 보수도장의 표면처리

도막손상도	표면처리방법	표면처리의 개요
손상도 1	·파워툴 처리 (또는 블라스트 처리)	·파워툴 처리를 원칙으로 하나, 공장보수시에 무기질징크페인트의 보수가 필요한 경우는 블라스트처리로 표면처리를 실시한다.
손상도 2	·파워툴 처리	·손상부 주변 도막과의 부착성 향상을 도모하기 위함과 기존 도막과의 단차를 없애기 위해 주변부를 페이퍼 처리 한다.
손상도 3	·페이퍼 처리	·도막손상이 큰 면적에 걸쳐 발생한 경우는 파워툴처리를 실시한다.

② 도장작업

- Power Tool Cleaning후 강재표면과 하도페인트의 부착력이 저하될 수 있으므로 하도페인트는 부착력이 뛰어난 도료를 선택하여 하도도료로 사용한다.
- 현장도장은 Airless 스프레이로 시행하며, 스프레이가 불가능한 부분은 붓(단, 나일론 계통)으로 도장한다.
- 현장도장은 시방서의 도막두께 합계에 준하여 도장한다.
- 받침도장시 상부플레이트 하면의 미끄럼판에 대한 도장이 되지 않도록 하여야 한다.

라. 캔틸레버부 누수로 인한 손상부 보수 방안

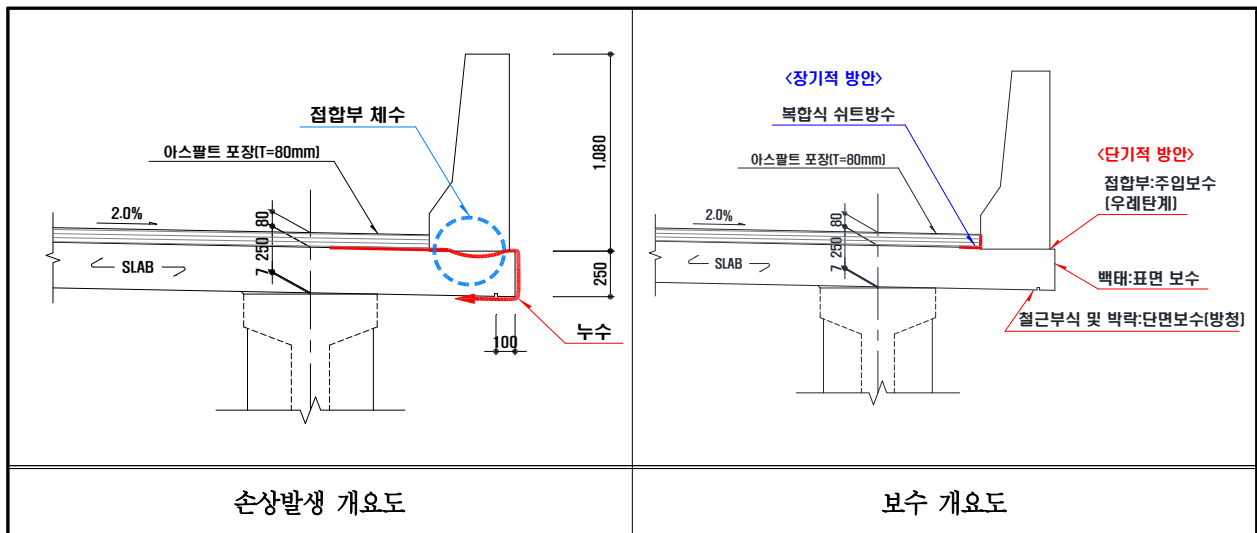
1) 진단 현황

본 교량의 방호벽과 바닥판의 접합면의 시공이음부로 노면수 유입에 의해 캔틸레버부에 백태, 철근부식 및 박락 등의 손상이 발생되었다.

구 분		손상내용	손상물량	보수방안	우선순위
내서방향	바닥판	• 철근부식 및 백태	0.6m ² /1EA	단면보수(방청)	2
여주방향	바닥판	• 누수 및 백태	0.68m ² /2EA	표면보수+주입보수	2

2) 보수방법

철근부식 및 박락은 단면보수(방청), 백태는 표면보수가 필요하다. 상기 손상부에 노면수 유입의 차단을 위하여 방호벽과 바닥판의 접합부에 주입보수(발포성 우레탄)도 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단된다. 또한, 장기적인 유지관리 측면에서 추후 재포장시 방호벽 시공이음부측에 복합식 쉬트 방수를 설치하여 노면수 차단을 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.



3) 유의사항

보수 부위의 슬래브와 방호벽 기초 접합면에서의 누수가 있는지 지속 관찰하고, 기존 누수 부위 보수시 다른 곳에서 누수가 될 수 있으므로 관찰 후 보수가 요구된다.

7.3 보수·보강 개략공사비

【표 7.13】 보수·보강 개략공사비(내서)

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단 위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위	비고
바닥판	균열부백태	주입보수	0.30	0.45	m²	70	32	2	
	백태	표면처리	2.15	3.23	m²	58	187	2	
	보수부박락	단면보수	0.30	0.45	m²	138	62	2	
	철근부식및백태	단면보수(방청)	0.60	0.90	m²	240	216	2	
BOX거더	백태	표면처리	0.05	0.08	m²	58	4	2	
하부구조	균열(0.3mm이상)	주입보수	2.30	3.45	m	70	242	2	
	파손	단면보수	0.21	0.32	m²	138	43	3	
	재료분리	단면보수	2.32	3.48	m²	138	480	3	
	점검계단하부토사유실	재정비	1	1	EA	500	500	3	
	균열부백태	주입보수	0.40	0.60	m	70	42	3	
	보수부재균열(0.3mm이상)	주입보수	4.90	7.35	m	70	515	2	
받침장치	도장박리	바탕처리및재도장	0.43	0.65	m²	55	35	2	
	부식	바탕처리및재도장	4.46	6.69	m²	55	368	2	
	이동표지바탈락	재설치	1	1	EA	20	20	3	
신축이음	이물질퇴적	청소	3.00	4.50	m²	40	180	3	
	차수덮개판볼트탈락	재설치	17	17	EA	10	170	3	
교면포장	망상균열	팻칭보수	61.00	91.50	m²	68	6,222	2	
배수시설	배수구막힘	청소	20	20	EA	5	100	3	
방호벽	균열(0.3mm이상)	주입보수	0.6	0.90	m	70	63	3	
	점검로진입발판파손	재설치	3	3	EA	20	60	3	
	충분리	표면처리	345.00	517.50	m	58	30,015	3	
부대공(교통통제 및 고소장비 등)		교통통제			일	2,000			
		교량점검차			일	1,700			
		고소차			일	50			
순공사비 합계(천원)							39,556		
제경비(순공사비×50%)							19,778		
순위별 공사비 (제경비 포함)		1순위					-		
		2순위					11,824		
		3순위					47,511		
개략공사비(천원)							59,334		

※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 50%를 할증하였음.

※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영.

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

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

【표 7.14】 보수·보강 개략공사비(여주)

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단 위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위	비고
바닥판	백태	표면처리	44.75	67.13	m ²	58	3,893	2	
	보수부백태	표면처리	0.50	0.75	m ²	58	44	2	
	박리	단면보수	0.20	0.30	m ²	138	41	2	
	철근노출	단면보수(방청)	0.09	0.14	m ²	240	32	2	
	누수및백태	표면처리	0.68	1.02	m ²	58	59	2	
		주입보수	2.20	3.30	m	70	231		
	균열부백태	주입보수	1.50	2.25	m	70	158	2	
BOX거더	충분리	표면처리	1.40	2.10	m ²	58	122	2	
	박리	단면보수	0.12	0.18	m ²	138	25	2	
	재료분리	단면보수	0.36	0.54	m ²	138	75	2	
	철근노출	단면보수(방청)	0.60	0.90	m ²	240	216	2	
	백태	표면처리	1.00	1.50	m ²	58	87	2	
격벽	균열(0.3mm이상)	주입보수	1.10	1.65	m	70	116	2	
	보수부재균열(0.3mm이상)	주입보수	0.5	0.75	m	70	53	2	
	보수부박리	단면보수	0.05	0.075	m ²	138	10	2	
하부구조	균열(0.3mm이상)	주입보수	2.10	3.15	m	70	221	2	
	파손	단면보수	0.10	0.15	m ²	138	21	3	
	철근노출	단면보수(방청)	0.01	0.02	m ²	240	4	2	
	식생	제거	1	1	식	300	300	3	
	박락	단면보수	0.02	0.03	m ²	138	138	3	
	재료분리	단면보수	3.45	5.18	m ²	138	714	3	
	토사유실	채정비	1	1	EA	500	500	3	
	보수부재균열(0.3mm이상)	주입보수	1.20	1.80	m	70	126	2	
	교각번호판탈락	재설치	1	1	EA	30	30	3	
받침장치	도장박리및부식	바탕처리및재도장	1.74	2.61	m ²	55	144	2	
	이동표시바탈락	재설치	1	1	EA	20	20	3	
신축이음	이물질퇴적	청소	0.45	0.68	m ²	40	27	3	
	차수덮개판볼트탈락	재설치	14	14	EA	10	140	3	

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단 위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위	비고
교면포장	망상균열	팻칭보수	49.50	74.25	m ²	68	5,049	2	
배수시설	그레이팅망실	재설치	1	1	EA	122	122	3	
	이물질퇴적	청소	1	1	식	20	20	3	
	배수구고정철물탈락	재설치	4	4	EA	50	50	3	
방호벽	균열(0.3mm이상)	주입보수	32.3	48.45	m	70	3,392	3	
	점검로출입문부식	바탕처리및재도장	1.57	2.36	m ²	55	130	3	
	충분리	표면처리	345.00	517.50	m	58	30,015	3	
부대공(교통통제 및 고소장비 등)		교통통제			일	2,000			
		교량점검차			일	1,700			
		고소차			일	50			
순공사비 합계(천원)							46,321		
제경비(순공사비×50%)							23,161		
순위별 공사비 (제경비 포함)		1순위					—		
		2순위					16,055		
		3순위					53,427		
개략공사비(천원)							69,482		

※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 50%를 할증하였음.

※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영.

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

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

7.4 유지관리 방안

교량 유지관리는 교량의 공용수명 동안 교량의 안전성과 기능성을 유지하기 위하여 행하는 행위로서 손상발생의 징후 또는 그 원인을 사전에 발견해 조치를 취하는 예방 유지관리와 손상발생 후 조치를 취하는 사후 유지관리로 나눌 수 있으나 유지관리의 주안점은 구조적 특성이나 손상유형을 고려하여 사전에 각 부위별로 발생 가능한 손상에 대하여 주의 깊게 점검하며 그 원인을 미리 해소하는 예방 활동에 목표를 두어야 한다.

7.4.1 진단결과에 따른 중점유지관리 사항

가. 중점유지관리 개요

금회 정밀안전진단 결과, 본 교량의 구조물의 안전성을 저해할만한 손상은 발생하지 않은 전반적으로 건전한 상태로 조사되었으며, 상부구조(바닥판 및 거더)에 발생한 균열은 대부분 폭 0.1mm이하 미세균열이나 향후 지속적인 중점관리를 통한 균열폭 진전여부 등에 대해 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

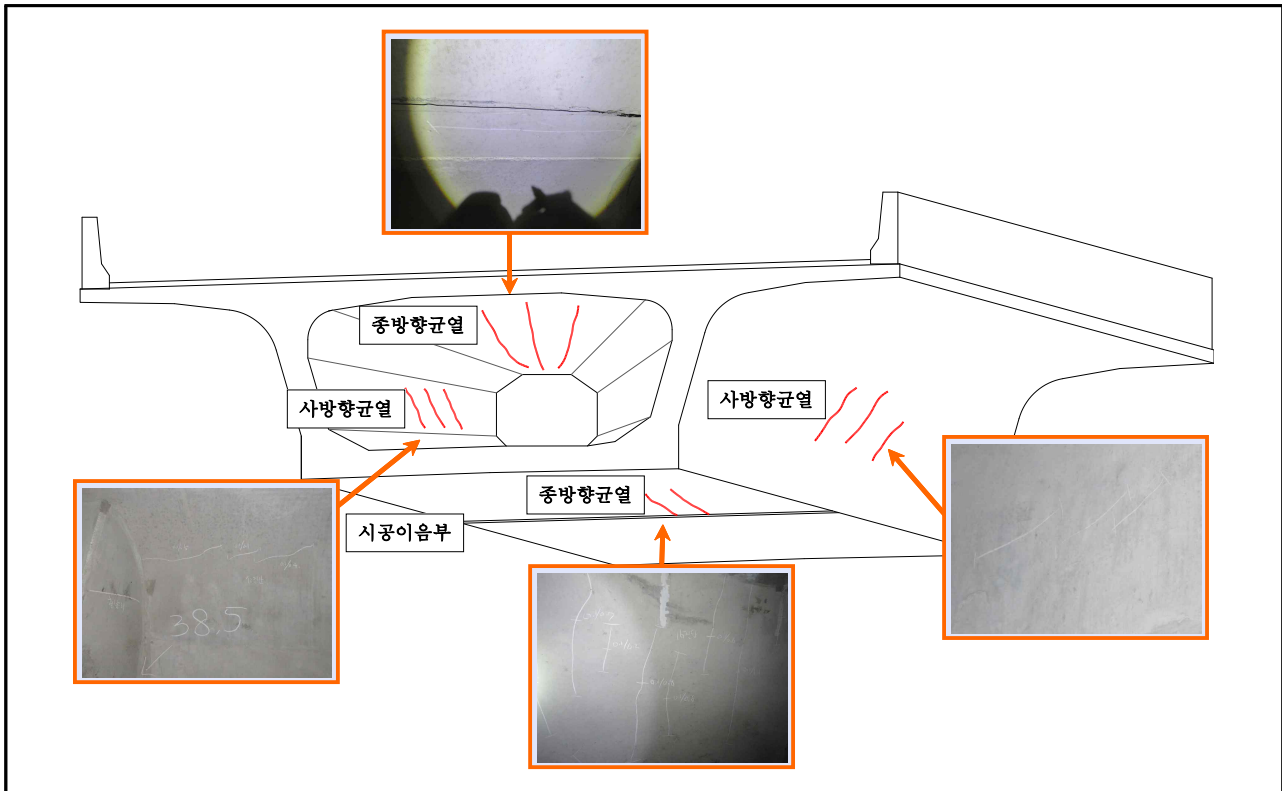
나. 상부구조 미세균열(폭0.2mm이하)진전 여부 확인

1) 선정사유

상부구조인 바닥판 및 PSC Box 거더 내·외부에 폭 0.1mm이하 균열이 조사되었다. 전반적으로 비구조적인 미세균열로 현시점에서 보수를 필요로 하지 않으나 교량 주부재에 나타난 것으로 지속관찰이 필요한 것으로 판단된다.

2) 현장조사결과

바닥판 상부플랜지 하면에는 폭 0.1mm이하 종방향 균열은 불규칙한 연속성이 없는 형태를 나타내고 있으며, PSC Box 내·외부의 복부에 주로 발생한 사방향의 미세균열은 복부 정착단 주변, 지점부와 복부 정착단 사이에 발생하였다. 또한, 박스 외부 하부플랜지 종방향 균열은 시공이음부에 집중되어 있으나, 미세균열로 비구조적인 균열로 판단된다.



【그림 7.5】 상부구조 주요 손상(균열) 개요도

3) 향후관리방안

대부분 폭 0.2mm이하의 시공초기 발생된 시공초기 균열로서 구조검토결과, 구조적인 안전성을 확보하고 있는 것으로 검토 되었으며, 균열 폭 및 손상규모도 경미하고 현재까지 추가적인 진전은 없는 상태이다. 특히, 거더 내외부의 복부 정착단 주변에 발생한 사방향 균열에 대해서는 지속적인 중점관찰을 통한 손상진전여부에 대해 주의관찰이 필요한 것으로 판단된다.

다. 부재별 중점유지관리 사항

본 교량에 대한 부재별 유지관리 중점사항은 다음과 같다.

【표 7.15】 부재별 유지관리 중점사항

부재구분	중 점 점 검 내 용
교면포장	• 균열 및 망상균열, 소성변형, 패임 등의 손상 진전여부
난간	• 0.2mm이하 미세균열 진전여부 및 추가발생 여부 • 0.3mm이상 균열 보수 후 진전여부
바닥판	• 0.1mm미세균열(종균열) 진전여부 및 추가발생 여부 • 바닥판과 방호벽 이음부 노면수 유입 – 바닥판 철근부식 및 백태 진전여부 및 추가발생 여부
거더	• 0.1mm미세균열(복부 사방향균열, 수평균열 등) 진전여부 및 추가발생 여부
교량받침	• 무수축물탈, 받침콘크리트 미세균열 – 미세균열 진전여부 및 추가손상발생 여부
신축이음장치	• 후타재 균열(0.3mm이상) 및 망상균열 – 중차량 통행으로 인한 균열부 심화로 파손 및 박락 발생여부
하부구조	• 0.2mm이하의 미세균열 및 0.3mm균열의 진전여부 및 추가손상발생 여부(보수 후 상태확인) • 교대 신축이음 누수로 인한 하부구조 열화 진전여부 – 여주방향 • 법면보호공 미설치로 인한 우기시 토사유실 여부 → 토사유실 발생시 법면보호공 설치 검토 필요

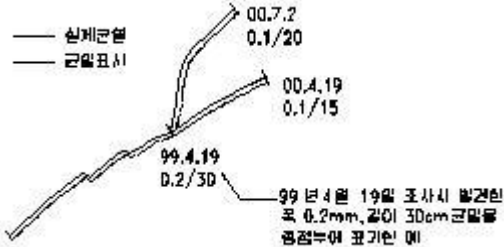
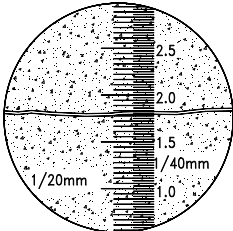
※ 본 교량은 프리스트레스가 적용된 PSC Box교로 서울시 내부순환도로 정릉천교가의 tendon 파단에 대한 결과를 바탕으로 향후 점검방안에 대하여 검토하였다.

정릉천교가는 노출 tendon으로 외관조사, 청음조사 등을 통한 노출부의 기본점검이 가능하나 PSC Box 콘크리트 내 매입 tendon의 경우 단층촬영장비 등을 이용한 점검이 필요한 것으로 판단되며, 현재 연구중인 초음파, x-ray, 자기장 등을 활용한 유지관리체계가 확립된다면 보다 실용적이고 경제적인 방안을 선정해야 할것으로 판단된다.

7.4.2 유지관리시 점검요령

교량의 안전성과 기능성, 사용성 및 노후화 정도 등을 파악하여 재해를 사전에 예방하기 위해서 주기적이고 체계적인 정기점검, 정밀점검, 정밀안전진단 등을 통한 유지관리가 무엇보다도 중요하다. 따라서, 정밀안전진단 결과를 바탕으로 부재별 결함부위에 대한 원인분석과 사전에 예방하자는 유지관리차원에서 중점적으로 점검해야 하는 사항을 제시하고 필요한 점검항목 및 점검요령을 기술하였다.

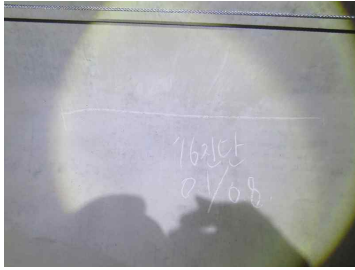
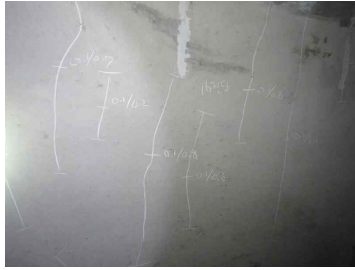
가. 바닥판

점 검 부 위		점 검 항 목
▷ 공통		• 박리, 박락, 층분리, 철근노출(피복두께 부족), 파손 • 백태(유리석회), 오염 • 재료분리
▷ 거더교		• 균열(거더사이, 현치부 종방향 균열) • 망상균열
▷ 슬래브, 라멘교 상부	- 단부	• 부스러짐 • 사인장균열
	- 중앙부	• 휨균열
주요 부 위	  <바닥판(내부)> <바닥판(외부)>	
점 검 요 령	○ 점검방법 - 도보접근이 불가능한 구간은 점검장비를 이용 근접 점검 - 균열의 진행상황을 파악하기 위하여 균열의 시·종점을 표시해 두는 것이 필요하며, 정기적으로 진행여부를 관찰  (a) 균열표시 예  (b) 균열경 조사 예	

점 검 요 령	- 부모멘트가 발생하는 연속 받침부는 상부에서 하부로, 정모멘트가 발생하는 중앙부 구간은 하부에서 상부 순서로 점검을 진행 - 균열로부터 녹물 유출 여부 조사(철근 부식) - 망상균열, 층분리, 누수나 백태흔적이 발견될 경우 점검용 망치를 두드려 나는 소리로서 내부결함의 존재여부를 추정한다. 내부에 결함 존재 시 외관상 건전한 부위에서도 편칭 전단파괴의 우려가 있다. ◦점검시 유의사항 - 공통적인 손상은 대부분 구조적인 결함이므로 발생원인을 규명하고 보수·보강 등 적절한 조치방법을 수립할 수 있도록 주의 깊게 조사 - 큰 균열일지라도 상당히 오래전에 발생하여 안정된 것이 있는 반면에 미세균열일지라도 하중의 반복재하에 의해 점차 커지는 균열이 있으므로 점검 시 특별히 큰 균열에만 주목하지 말고 미세한 균열에도 주의 - 환경적 요인에 의하여 열화가 심한 부분은 철근의 부식환경을 확인하기 위하여 중성화시험을 실시	
주 요 손 상	 <상부플랜지(외부) 철근부식 및 박락>  <상부플랜지(외부) 보수부 박락 >	
원인	◦ 시공초기 건조수축 및 강선 긴장시 응력에 의한 미세균열 ◦ 신축이음부 배수물받이 연결부 불량에 따른 보수부 박락	
중 점 점 검 사 항	◦ 상부플랜지(외부) 균열 - 철근부식 및 박락, 보수부 박락 등 - 보수후 보수재 탈락 및 추가손상 발생 여부	
점 검 도 구	◦ 사진기 ◦ 균열자 ◦ 점검용 망치 ◦ 확대경	◦ 줄자 ◦ 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필) ◦ 점검야장 ◦ 필요시 반발경도 및 탄산화 시험기기

나. PSC Box 거더

점 검 부 위		점 검 항 목
▷ 공통		• 균열, 박리, 박락, 층분리, 파손 • 철근노출(피복두께 부족) • 재료분리, 누수 및 백태 • PS강재 또는 쉬스관 노출, 부식, 파단
▷ 받침부		• 부스러짐 • 복부 사인장균열 • 연속교 상단 휨균열 • 격벽 개구부 모서리 균열
▷ 중앙부		• 휨균열, 거더치짐 • 쉬스관 노출 및 파손 • 시공이음부 균열 및 누수
▷ 상선정착부		• 정착구간 균열 및 파손
주요 부 위	 <PSC Box(내부)>	 <PSC Box(외부)>
점 검 요 령	○ 점검방법 - 접근장비를 이용하여 박스외부를 점검하고 박스내부는 도보에 의해 점검하며, 복부 높이가 높은 곳에서 가벼운 이동식 사다리로 점검 - 복부에 배치된 강선하부는 콘크리트 다짐불량 및 침하로 인하여 복부에 강성 방향으로 침하균열이 흔히 발견됨. - 강성정착부는 정착부 자체 및 정착부 후방의 복부 및 플랜지에 발생한 횡방향 균열을 주로 점검 - 기 보강부위 : 정착단 앵커부 균열 및 강선의 선형 점검 ○ 손상발생시 조치 - 박스내부의 상부플랜지에 강성방향의 균열이 폭 0.3mm 이상이고, 상부플랜지에 횡방향강성이 배치되지 않았을 경우, 횡단면은 RC구조로 안전성 평가.	

주 요 손 상	 <복부(외부) 균열>  <하부플랜지(외부) 균열>
원 인	◦ 프리스트레스 도입초기 긴장력에 의한 균열 ◦ 시공이음부 선타설 콘크리트 구속 균열
중 점 점 검 사 항	◦ 거더 내·외부 미세균열 – 균열의 진전여부
점 검 도 구	• 사진기(망원렌즈) • 줄자(5m자) • 점검야장 • 점검용 망치 • 손전등(박스내부) • 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)

다. 교대

점 검 부 위		점 검 항 목
▷ 공통		• 균열(시공이음부 횡방향 균열) • 박리, 박락, 층분리, 백태(유리석회), 파손, 철근노출 • 교대 회전(기울음), 침하(연직이동)
▷ 두부		• 두부 물고임 • 두부와 홍벽 경계부 균열(후면으로 기울음) • 거더와 홍벽 신축유간 부족
▷ 벽체		• 균열(수직균열) • 벽체와 날개벽 분리(이동)
▷ 날개벽		• 날개벽 이동, 전도
주 요 부 위	 <교 대 A1>  <교 대 A2>	

점 검 요 령	◦ 점검방법 - 접근 장비에 의해 근접 육안점검 - 교대 입지조건이 성토부 혹은 연약지반에 위치한 경우 전후방으로 교대 벽체가 기울었는지 확인하고 의심스러운 경우 실을 매단 점검추를 늘어뜨리거나 측량기로 확인(날개벽, 옹벽 포함) - 신축이음 하면에 위치하므로 누수 및 화학물질 등에 대한 열화 취약부위이므로 탄산화 시험에 의한 탄산화 깊이 확인 ◦ 점검시 유의사항 - 신축이음 유간이 벌어져 충격음이 발생하거나 닫혀 있을 경우 거더 상·하부와 홍벽 사이 간격이 서로 차이가 나는지 점검하고 교대 전도 여부도 확인 - 연약지반상의 교대는 뒷채움부의 침하로 인하여 접속슬래브 하부에 공동이 발생하여 홍벽이 교대 뒤쪽으로 전도되어 균열이 발생하기도 함 - 교대 뒷면과 날개벽 사이에 공동이 발생했거나 흙이 침하된 경우 날개벽의 전도를 의심하여 점검 - 벽체에 수직으로 발생하는 균열은 건조수축에 의한 비구조적 균열이므로 우려할 바는 아니지만 폭이 넓은 교대에서 균열폭이 1mm 이상이면 교대기초의 부등침하도 의심하여야 함	
주 요 손 상	 <교대 표면오염>	 <교대 A2 점검계단 토사유실(여주방향)>
원인	◦ 신축이음부 누수로 인한 콘크리트 표면오염 ◦ 점검계단 토사유실	
중 점 점 검 사 항	◦ 교대 표면오염 - 노면수 유입으로 인한 표면오염 및 체수 등의 콘크리트 열화 진전여부 - 신축이음 씰링 보수 후 누수 유입 확인여부 ◦ 교대 A2 점검계단 토사유실 - 여주방향 - 우기시 손상범위 확대여부	
점 검 도 구	•사진기 •균열자 •줄자(5m자) •점검용 망치	•점검추 - 기울음 측정 •중성화 시험기 •펼기도구(소형 보드판, 매직, 분필) •점검야장

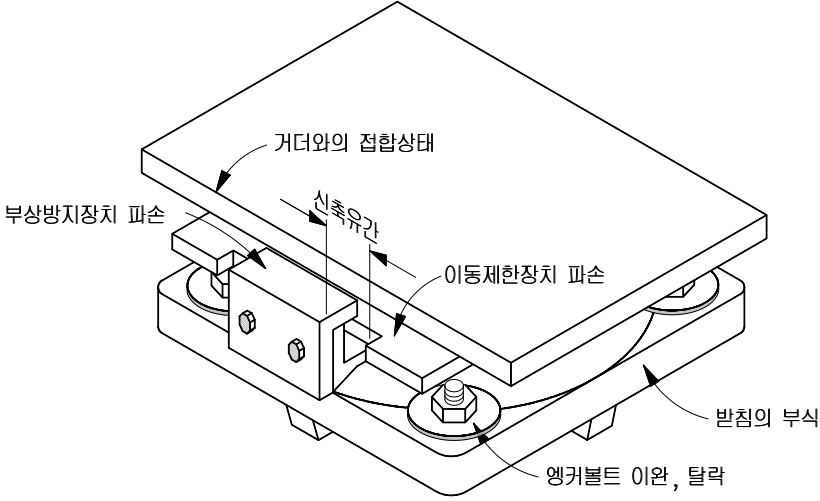
라. 교각

점 검 부 위		점 검 항 목	
▷공통		•균열, 박리, 철근노출, 파손 •침하	
▷두부		•두부 물고임 •받침 하부 균열 및 파손(박리, 박락)	
▷구체		•수직균열 •이동 또는 기울음	
▷수면접촉부		•수중구간의 경우 침식	
주 요 부 위			
	<교 각 P6>		<교 각 P11>
점 검 요 령	○ 점검방법 - 접근장비 및 점검로에서 점검 - 신축이음의 유간이 비정상적(크게 벌어짐 또는 닫힘)이거나 방호울타리선형이 불량한 경우에는 교각 침하가 의심스러우므로 교각 구체 상부와 하부를 측량기기로 측정하여 교각의 전도 여부를 확인하고 구체에 기준점을 표시하여 침하여부를 주기적으로 확인 ○ 손상발생시 조치 - 교각두부 받침하부에 폭 0.3mm이상 균열이 단부까지 진행된 경우에는 교량 안전과 직접적으로 관련이 있으므로 즉시 보고 및 대책수립 ○ 점검시 유의사항 - 신축이음 유간이 크게 벌어지거나 닫힘, 방호울타리 선형불량은 교각 침하의 징후로 볼 수 있으므로 교각 점검 시 참고해야 할 항목임		

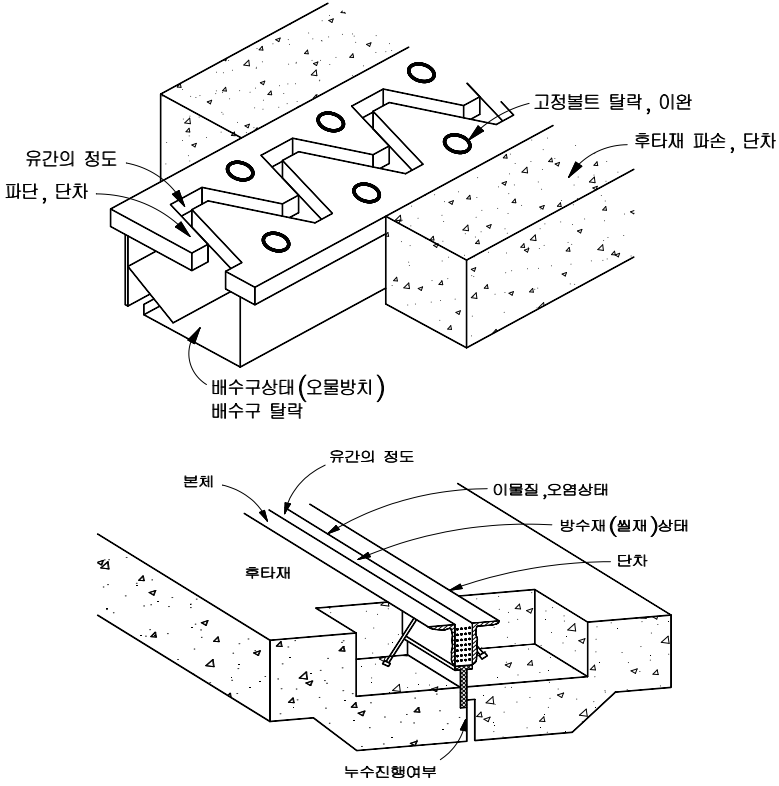
주요 손상	 <교각 기둥부 균열>
원인	◦ 시공초기 건조수축 및 콘크리트 내·외부 온도차에 의한 균열
중점 점검 사항	◦ 교각 기둥부 균열 - 균열의 진전여부
점검 도구	• 사진기 • 균열자 • 줄자(5m자) • 점검용 망치 • 점검추 - 기울음 측정 • 중성화 시험기 • 필기 도구(소형 보드판, 매직, 분필) • 점검야장

마. 교량받침

점 검 부 위		점 검 항 목
▷ 본체	- 공통	• 부식(오물퇴적), 변형 • 균열, 파손(균열발생으로 파손진행) • 가동받침의 유간부족 및 가동 장애요소 • 받침과 거더의 밀착상태(분리) • 앵커볼트 파손(절단) • 가동방향 오류, 편기설치
	- 강재받침	• 가동면 부식 • 부속물 파손
	- 고무받침	• 고무재 부풀음 및 갈라짐 • 고무판의 과도한 변형
▷ 받침대		• 균열, 파손(하부공동) • 부분 침하
▷ 이동제한장치		• 용접부 균열 • 파손

주요부위	 <교대 A1 면진받침>  <교각 P8 면진받침>
주요내용	
점검요령	○ 점검방법 - 도보접근이 불가능한 부분은 접근장비를 이용하여 근접점검 - 가동받침의 가동여부는 가동면의 윤활재가 밀린 흔적이나 먼지 부착정도로 확인 가능함 - 눈금자가 설치되지 않은 받침은 측면을 깨끗한 형궤으로 잘 닦고 유성펜으로 상부 받침과 이동제한장치 끝부분에 수직으로 선을 그어 놓으면 다음 점검시 온도차에 따른 가동량을 측정할 수 있음 - 곡선교 내측 단부 혹은 사교의 예각부 단부의 부반력으로 인한 받침과 거더의 들뜸 상태 점검 - 경사교에서 받침 경사설치로 인한 상부가동받침과 하부받침 접촉 및 받침 부속품과의 접촉으로 인한 가동장애요소 점검 - 수직보강재와 받침이 10cm 이상 편기시 하부플랜지의 국부변형이나 거더 복부판의 좌굴 여부 확인 - 받침하부에 공동이 의심되면 긴드라이버 혹은 철사로 찔러서 확인하고, 침하 흔적은 앵커볼트의 체결상태 및 인접받침의 상태를 참고하여 확인 - 받침부의 물고임 부분은 누수부위의 확인 및 물고임 원인분석 ○ 손상발생시 조치 - 받침하부 교각 두부에 0.3mm 이상의 균열이 단부까지 진행된 경우 즉시 보고하고, 안전성 검토 및 대책 수립 필요

바. 신축이음장치

점 검 부 위		점 검 항 목
▷ 본체	- 공통	•누수, 오염(배수시설 누락, 유간의 오물퇴적) •유간(부족 및 과다) •이상진동(충격음) •본체 유동 및 파손(충격음, 흔들림)
	- 고무재	•고무판 마모, 강판노출 및 부식
	- 강재	•방수재(씰링재) 파손 - 노면수 유입
▷ 후타재		•균열, 파손(패임 및 요철)
주요 부 위	 <신축이음장치 A1>  <신축이음장치 A2>	
주요 내 용		

점 검 요 령	○ 점검방법 - 보도에서 점검 - 신축이음 본체의 유동, 단차, 파손으로 인한 충격음 발생 여부 점검 - 고무재의 마모, 파손, 충전 썰링재 노출로 차량운행 저해 및 방수기능 저하상태를 점검하며 교각, 교대 위에서 신축이음 하부의 방수성 및 단부보강 슬래브상태 점검 - 방호울타리부 신축이음의 방수기능 점검 - 점검기간 내 온도차이가 큰 아침과 한낮에 신축 이동량을 조사하고 적정유간을 확보하고 있는지 확인 점검 ○ 손상발생시 조치 - 신축이음 본체의 유동, 단차, 파손으로 인한 충격으로 타부재에 추가손상이 우려되거나 주행안전성에 지장을 초래할 경우 즉시 보고하여 대책을 수립 ○ 점검시 유의사항 - 차량 진행방향과 반대방향으로 점검을 진행하며 2인 1조로 점검수행 - 신축유간 점검시 차량에 유의
주 요 손 상	 <A1 후타재 균열>
원 인	○ 잦은 중차량 통행 및 공용기간 증가에 따른 노후화
중 점 점 검 사 항	○ 후타재 균열 - 중차량 통행에 의한 손상 심화시 파손 및 박락 발생 여부
점 검 도 구	•사진기 •줄자 •점검용 망치 •드라이버(driver) - 유간오물 확인 •필기도구(소형 보드판, 매직, 분필) •점검야장

사. 교면포장

점 검 부 위		점 검 항 목
▷ 공통		•균열, 요철, 단차, 포트홀, 소성변형
▷ 신축이음 전후, 구조물 경계부		•단차, 침하
▷ 배수구 주변		•물고임, 이물질 퇴적
주 요 부 위	 <교면포장(내서방향)>  <교면포장(여주방향)>	
점 검 요 령	◦점검방법 - 방호벽측 갓길에서 도보점검 - 중차량 통행이 많은 차선, 곡선부 외측, 급정지 구간 주변의 손상 점검 - 신축이음 전후 및 경계부의 단차 점검 - 교면위 물고임 및 포트홀 점검(가급적 비온 직후 점검) - 포장의 노후화에 따른 종방향균열의 진전여부, 망상균열의 진전여부 ◦손상발생시 조치 - 손상이 확인한 부분은 위치, 규모에 대하여 기록 후 사진 촬영 - 포트홀의 직경이 20cm이상 혹은 종방향 단차가 30mm이상 발생하여 추가손상이 우려되거나 주행안전성에 지장을 초래할 경우 즉시 보고하여 대책을 수립 ◦점검시 유의사항 - 갓길은 교통사고의 위험이 높으므로 2인 1조로 하여 차량 진행방향과 반대방향으로 걸어가면서 점검	
점 검 도 구	•사진기 •줄자(5m) •펼기도구(소형 보드판, 매직, 분필) 및 점검야장	

아. 배수시설

점 검 부 위		점 검 항 목
▷ 배수관		•파손(연결 고정부 탈락) •배수관 길이 부족(거더에 물 떨어짐) •유출구 위치 부적절 (도로상이나 구조물 위에 위치)
주 요 부 위	 <배수구>  <배수관>	
점 검 요 령	○ 점검방법 - 배수관 ① 갓길 측에서 점검하며 접근이 어려운 부분은 접근장비를 이용 ② 교량이 도로 위를 통과할 경우 배수관에서 유출된 물이 통행인이나 통행차량 위로 떨어지지 않는지 점검 ③ 배수관의 물이 구조물의 부식을 유발할 수 있는 위치로 배수되는지 점검 ④ 경사가 완만한 배수관은 점검용 망치로 두들겨 내부에 쓰레기로 막혀있는지 점검 ⑤ 배수관 지지장치 및 연결부 상태는 흔들어 보거나 망치로 두들겨서 점검 ○ 손상발생시 조치 - 배수구에 휴지나 나뭇잎 등으로 막혀있는 경우는 드라이버를 사용하여 제거 ○ 점검시 유의사항 - 2인 1조로 하여 차량진행 방향과 반대방향으로 걸어가면서 점검하며 차량운행에 주의 - 접근장비 사용시 차량운행 및 안전에 유의	
점 검 도 구	•사진기 •드라이버(driver) •점검용 망치	•줄자 •필기도구(소형 보드판, 매직, 분필) •점검야장

자. 난간

점 검 부 위		점 검 항 목
▷ 난간, 방음벽	- 강재, 알루미늄	•변형 •파손
▷ 보도		•신축이음 접촉부 부스러짐(파손) •표면 부스러짐(동결융해)
▷ 연석	- 철근콘크리트	•박리, 박락, 부스러짐, 파손
주 요 부 위	 <방호벽(내서방향)>  <방음벽(여주방향)>	
점 검 요 령	○ 점검방법 - 교량 한쪽에서 눈을 난간높이 정도로 낮추어 난간의 전체 선형에 급격한 변화 부분이 있는지 점검 - 안전난간 및 방음벽의 경우 안전난간 및 방음벽의 기둥과 바닥판 접촉면의 부식 혹은 볼트 손상에 의해 전도 우려가 있는지 힘을 주어 밀거나 당겨서 흔들림 정도를 확인 - 연속 받침부 연석 및 자갈막이는 콘크리트의 경우 부모멘트에 의한 균열(일반적으로 폭 0.3mm이상)을 점검 ○ 손상발생시 조치 - 난간의 전체 선형에 급격한 변화부분이 있는 경우 받침이나 하부구조의 침하가 있을 수 있으므로 해당부재 점검시 참고할 수 있도록 기록 유지 - 외부의 강한 하중에 의한 손상일 경우 바닥판에도 영향을 줄 수 있으므로 바닥판 점검시 고려 ○ 점검시 유의사항 - 난간의 큰 변형이나 파손된 부분으로 통행인 추락 위험이 있을 시 즉시 연락하여 추락 방지시설 등의 응급조치 필요	
점 검 도 구	•사진기 •솔(브러쉬) •강재 부식부위 등 상세확인 •줄자 •필기도구(소형 보드판, 매직, 분필) •점검야장	