

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

경상북도 상주시 낙동면 내곡리(중부내륙선 140.66km 지점)에 위치하고 있는 장천교(여주)는 2001년에 준공되어 약 15여년의 공용기간을 가지고 있는 고속도로 교량이다.

교량의 제원을 설명하면 총연장은 512.08m, 교폭은 12.15m로 평행하게 시공된 장천교(내서)보다 연장이 길게 시공되어 있다. 구조형식은 상부구조의 경우 PSCI 거더이며, 하부구조는 역 T형 교대 및 T형 교각으로 구성되어 있다.

본 교량은 준공 이후 신축이음 교체 및 후타재 보수, 교량받침 재도장 등의 공용중 발생한 손상에 대한 지속적인 유지관리가 시행되고 있는 시설물이다.

외관조사결과, 교면포장에 차량 주행에 영향을 미칠만한 손상은 발생하지 않았으나, 전 경간 마모 및 망상균열 등의 손상이 조사되었으며, 과거 코어 채취를 통한 바닥판 상면 및 방수층에 대한 확인결과도 다소 불량한 것으로 확인된 상태이다.

또한, 일부구간의 신축이음장치 열화 및 누수 등이 발생하여 지속관찰 후 손상 심화시 교체가 요구되며, 누수가 다소 발생하여 받침부식 및 하부구조에 일부 열화가 발생되고 있어 이에 대한 보수조치가 요구된다.

그 외에 바닥판 및 하부구조에서도 비구조적인 폭 0.3mm이하의 균열 및 일부 파손 및 박락 등의 확인되어 보수가 필요한 상태이다.

본 장에서는 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. 장천교(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

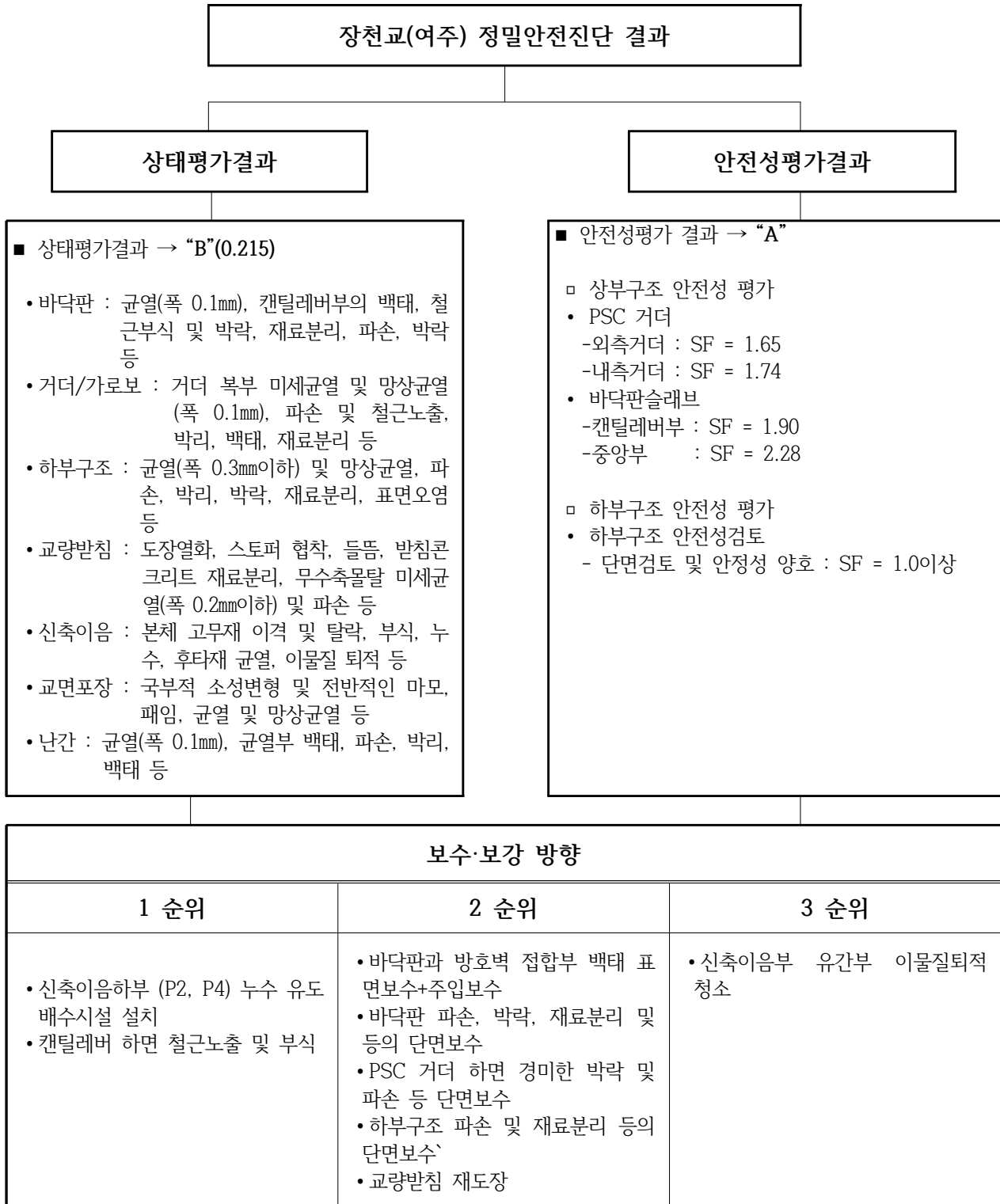
검 토 순 서	내 용
기존자료분석	기존 점검 및 진단자료 분석, 설계도서 조사
보수·보강 이력검토	사용기간중 시설물의 보수·보강이력검토
보수·보강의 범위 선정	손상규모에 따른 보수여부 결정 구조물의 사용년한을 고려한 보수·보강 범위 산정
공법의 선정	구조물의 기능에 따른 공법선정 구조물의 주변환경 및 형식을 고려하여 공법선정 공법의 시공성 및 경제성 고려하여 결정
보수재료의 선정	기존의 재료와 물성이 같은 보수재 선택 구조물의 종류, 환경조건 고려, 구조물의 사용년한을 고려한 보수재 선택
보수시기 결정	구조적인 안전성, 내구성, 사용성,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

7.2 보수·보강 방안

7.2.1 보수·보강 추진방향 및 우선순위의 선정

【표 7.2】 보수·보강 우선순위 결정 기준

구분	순위	내 용
단 기	1순위	『시설물의 안전관리에 관한 특별법』제12조(중대한 결함)의 “대통령이 정하는 중대한 결함”에 포함되는 손상 - 철근콘크리트 시설물의 염해 또는 중성화에 따른 내력손실 주요부재에 발생된 결함 및 손상이 커 상태평가 기준 “d”이하인 경우 - 철근부식에 의한 내하력 저하가 우려되거나, 부식가능성이 큰 경우
	2순위	보조부재에 발생된 결함 및 손상이 커 내구성에 영향을 미치는 경우 - 상부 차량 통행에 지장을 줄 수 있는 손상 - 즉각적인 보수는 요구되지 않지만 내구성, 기능성, 사용성 저하방지를 위한 보수가 필요한 경우
중 장 기	3순위	기능발휘에는 지장이 없으나, 방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성 증진을 위해 보수가 필요한 손상
지속관찰		1~3순위를 제외한 손상으로서 지속적인 관찰을 통해 향후 발전상태에 따라 보수·보강 여부를 판단할 수 있는 정도의 손상 - 콘크리트의 0.2mm이하의 비구조적 미세균열(단, 균열집중구간은 제외) - 경미한 강재의 용접결함 - 후타재 등의 보조부재에서의 주행에 지장을 주지 않는 균열 등의 손상(빈번한 차량통행으로 인한 보수효과가 없는 경우, 향후 교체가 시행될 부재 등) - 기타 경미한 손상으로서 내구성 및 사용성에 지장을 주지 않은 경우



【그림 7.1】 보수·보강방안 추진방향

7.2.2 결함내용별 보수·보강방안

【표 7.3】 보수·보강 일람표

구 분	손상내용	손상물량	보수방안	우선순위
바닥판	• 균열(0.3mm미만)	49.3m/30	주의관찰	-
	• 균열부백태	2.5m/2	주의관찰	-
	• 백태	47.03m ² /16	표면보수	2
	• 시공이음부 누수	127.3m/14	주입보수(우레탄)	2
	• 박리/박락/파손/들뜸	5.15m ² /30	주의관찰	-
	• 재료분리	14.18m ² /23	주의관찰	-
	• 철근노출	5.38m ² /8	단면보수(방청)	1
	• 철근부식 및 박락	1.05m ² /2	단면보수(방청)	1
	• 물끓기흙 설치불량	6.0m/2	주의관찰	-
	• 잡철물	2EA	주의관찰	-
	• 누수흔적/오염	0.75m ² /2	주의관찰	-
	• 배수관주변 누수	1.0m ² /1	누수보수	2
	• 배수관주변 백태	0.36m ² /1	표면보수	2
PSC거더	• 균열(0.2mm미만)	35.2m/48	주의관찰	-
	• 망상균열	2.3m ² /3	주의관찰	-
	• 박리/박락	1.41m ² /25	단면보수	2
	• 파손	1.99m ² /58	단면보수	2
	• 재료분리	1.13m ² /6	주의관찰	-
	• 철근노출	0.2m ² /1	단면보수(방청)	1
가로보	• 백태	1.2m ² /6	주의관찰	-
	• 재료분리	1.21m ² /6	주의관찰	-
	• 들뜸	0.16m ² /1	단면보수(방청)	3
	• 박락 및 철근노출	0.13m ² /2	단면보수(방청)	2
교대및교각	• 균열(0.3mm미만)	205.6m/366	주의관찰	-
	• 균열(0.3mm이상)	4.7m/3	주입보수	1
	• 망상균열	17.06m ² /16	주의관찰	-
	• 백태	0.83m ² /2	주의관찰	-
	• 박리/박락/들뜸/파손	27.73m ² /38	단면보수	2
	• 침식	3.36m ² /1	주의관찰	-
	• 재료분리	4.99m ² /10	주의관찰	-
	• 철근노출	1.24m ² /3	단면보수(방청)	1
	• 잡철물	9EA	주의관찰	-
	• 잡철물 부식 및 박락	0.06m ² /3	주의관찰	-
	• 표면보수부 박리/들뜸	6.99m ² /6	주의관찰	-
	• 누수흔적/오염	23.04m ² /13	주의관찰	-
	• 체수	3.02m ² /5	주의관찰	-
	• 녹물유출(내부철근부식)	0.02m ² /1	주의관찰	-

【표 7.3】 보수·보강 일람표 (계속)

구 분	손상내용	손상물량	보수방안	우선순위
받침장치	• 플레이트부식	8.64m ² /58	슈도장	2
	• 도장 박리	0.04m ² /1	주의관찰	-
	• 편기	1EA	주의관찰	-
	• 고무 들뜸	7EA	주의관찰	-
	• 스톱퍼 협착	4EA	주의관찰	-
	• 이동표지바 탈락	9EA	주의관찰	-
	• 무수축물탈 균열	15.5m/147	주의관찰	-
	• 무수축물탈 박락/파손	0.32m ² /6	단면보수	2
	• 무수축물탈들뜸	6EA	주의관찰	-
	• 받침con'c 균열	1.6m/4	주의관찰	-
	• 받침con'c 망상균열	0.2m ² /1	주의관찰	-
	• 받침con'c 들뜸	0.06m ² /1	주의관찰	-
	• 받침con'c 파손	0.01m ² /1	주의관찰	-
	• 받침con'c 재료분리	0.12m ² /2	주의관찰	-
	• 잡철물	110EA	주의관찰	-
신축이음	• 부식	7.2m ² /16	주의관찰	-
	• 이물질 퇴적	5.4m ² /12	청소	3
	• 본체 고무재 이격 및 탈락	5.0m/2	주의관찰	-
	• 신축이음 누수	31.0m/11	유도배수시설 설치	1
	• 후타재 균열	79.07m/216	주의관찰	-
	• 후타재 파손	0.26m ² /5	주의관찰	-
포장	• 포장균열	131.7m/36	주의관찰	-
	• 마모	326.7m ² /28	주의관찰	-
	• 망상균열 및 마모	191.8m ² /11	주의관찰	-
	• 소성변형 및 마모	2.5m ² /1	주의관찰	-
	• 패임	2.15m ² /12	주의관찰	-
방호벽	• 균열(0.3mm미만)	21.5m/33	주의관찰	-
	• 균열(0.3mm이상)	4.0m/3	주입보수	3
	• 망상균열	7.65m ² /11	주의관찰	-
	• 균열부백태	82.3m/34	주의관찰	-
	• 백태	0.93m ² /7	주의관찰	-
	• 파손/박리	3.48m ² /10	주의관찰	-
	• 배전판덮개 망실	0.04m ² /1	주의관찰	-
	• 교각표지판 탈락	2EA	주의관찰	-
배수시설	• 배수구막힘	4EA	청소	3

7.2.3 주요결함 및 손상에 대한 보수·보강 방법

가. 콘크리트 균열보수 방안

1) 진단 현황

본 교량에 상·하부 구조에 발생한 균열은 대부분 폭 0.2mm이하의 미세균열로 보수 보다는 지속적인 주의관찰이 필요한 것으로 판단되나, 일부 교각 코핑부 및 난간에 발생한 폭0.3mm이상 균열은 주입보수가 필요한 것으로 판단된다.

구 분	손상내용	손상물량(단위/개소)	보수방안	우선순위
바닥판	• 균열(0.3mm미만)	49.3m/30	주의관찰	-
	• 균열부백태	2.5m/2	주의관찰	-
PSC거더	• 균열(0.2mm미만)	35.2m/48	주의관찰	-
	• 망상균열	2.3m ² /3	주의관찰	-
교대및교각	• 균열(0.3mm미만)	205.6m/366	주의관찰	-
	• 균열(0.3mm이상)	4.7m/3	주입보수	1
	• 망상균열	17.06m ² /16	주의관찰	-
받침장치	• 무수축몰탈 균열	15.5m/147	주의관찰	-
	• 받침con'c 균열	1.6m/4	주의관찰	-
	• 받침con'c 망상균열	0.2m ² /1	주의관찰	-
신축이음	• 후타재 균열	79.07m/216	주의관찰	-
방호벽	• 균열(0.3mm미만)	21.5m/33	주의관찰	-
	• 균열(0.3mm이상)	4.0m/3	주입보수	3
	• 망상균열	7.65m ² /11	주의관찰	-
	• 균열부백태	82.3m/34	주의관찰	-

2) 주입보수 개요

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

균열보수는 균열 폭 및 균열깊이, 균열의 형태, 구조적 안전성 여부 등을 종합적으로 판단하여 보수 목적에 따라 가장 유리한 보수 대책을 선정하여야 한다. 또한, 균열보수는 균열 폭과 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 7.4】 수지주입공법의 종류

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

【표 7.5】 균열폭에 알맞은 수지의 점도

형 상		점도(20°C, 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 7.6】 균열폭에 따른 주입파이프/패커의 간격

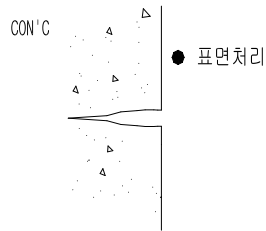
균열 폭(mm)	주입파이프/패커간격(mm)	비고
0.3이하	50~100	
0.3~0.5	100~200	
0.5~1.0	150~250	
1.0이상	200~300	

【표 7.7】 에폭시계 수지의 규격

시험항목	시험방법	시험조건	실링 및 퍼티용 규격치	주입용 규격치
비 중	KS M 3015	20°C 7일간	1.7±0.2	1.2±0.2
사용가능시간	온도상승법	20°C	60이상	30이상
점 도	JIS K 6838	"	-	5,000이하
압축항복강도	KS M 3015	20°C 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

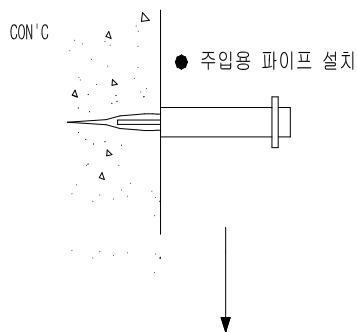
● STEP 1



표면처리

균열부를 중심으로 폭3.0mm 정도를 와이어브러시 등으로 표면의 이물질 등을 제거한다

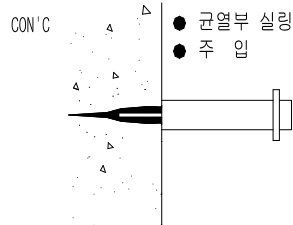
● STEP 2



주입용 파이프 설치

주입공에 주입용 파이프를 삽입하고 설치한다.

● STEP 3



균열부 실링

균열부를 폭30mm, 두께 2mm 정도로 균열실링재를 사용하여 실링한다

무기계 슬러리 주입
(유기계 에폭시 주입)

주입장비를 사용하여 무기계 슬러리 유기계 에폭시를 주입한다

양생

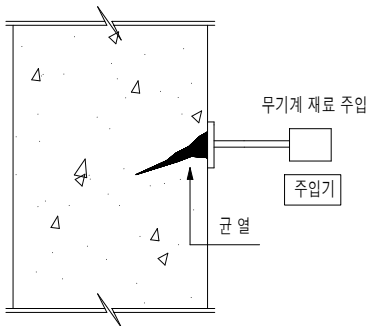
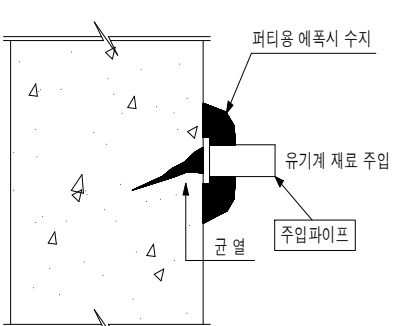
작업종료 후 양생한다

【그림 7.2】 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 찢림 및 표면 마감면은 주입압에 견디도록 충분히 양생한다.
- ⑤ 주입된 에폭시계 수지가 경화한 후에는 주입 파이프를 절단하고 찢림재와 함께 그라인더로 갈아 평탄하게 표면처리 한다.

【표 7.8】 주입공법 공법비교안

구 분	폴리머 슬러리시멘트 주입공법	에폭시 주입공법
개요도		
공법 개요	균열부위를 컷팅하고 균열부를 찢린 후에 무기계재료인 폴리머 슬러리시멘트를 주입기를 통하여 주입하는 공법	균열부위를 컷팅하고 균열부를 찢린 후에 유기계 재료인 에폭시를 주입기를 통하여 주입하는 공법
시공 방법	표면처리→U.V컷팅→주입기설치→균열부 찢림→폴리머슬러리시멘트주입→단면복구	표면처리→U.V컷팅→주입기설치→균열부 찢림→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 단면복구(보수) 방안

1) 진단 현황

본 교량의 단면손상은 바닥판 캔틸레버부의 철근부식 및 박락, 파손 등이 있으며, PSC거더의 경미한 박리, 파손 등이 조사되었다. 또한, 하부구조의 경미한 파손 및 박리, 박락 등이 발생된 것으로 확인되었다.

조사된 손상은 우선순위에 따라 보수가 필요하며, 국부적으로 발생한 경미한 단면손상은 현 상태에서 보수의 필요성은 없는 상태이며, 향후 주기적인 점검이 필요하다.

구 분	손상내용	손상물량(단위/개소)	보수방안	우선순위
바닥판	• 박리/박락/파손/들뜸	5.15m ² /30	주의관찰	-
	• 재료분리	14.18m ² /23	주의관찰	-
	• 철근노출	5.38m ² /8	단면보수(방청)	1
PSC거더	• 박리/박락	1.41m ² /25	단면보수	2
	• 파손	1.99m ² /58	주의관찰	-
	• 재료분리	1.13m ² /6	주의관찰	-
	• 철근노출	0.2m ² /1	단면보수(방청)	1
가로보	• 재료분리	1.21m ² /6	주의관찰	-
	• 들뜸	0.16m ² /1	단면보수(방청)	2
	• 박락 및 철근노출	0.13m ² /2	단면보수(방청)	3
교대및교각	• 박리/박락/들뜸/파손	27.73m ² /38	단면보수	2
	• 재료분리	4.99m ² /10	주의관찰	-
	• 철근노출	1.24m ² /3	단면보수(방청)	1
	• 표면보수부 박리/들뜸	6.99m ² /6	주의관찰	-
받침장치	• 무수축물탈 박락/파손	0.32m ² /6	단면보수	2
	• 무수축물탈들뜸	6EA	주의관찰	-
	• 받침con'c 들뜸	0.06m ² /1	주의관찰	-
	• 받침con'c 파손	0.01m ² /1	주의관찰	-
	• 받침con'c 재료분리	0.12m ² /2	주의관찰	-
신축이음	• 후타재 파손	0.26m ² /5	주의관찰	-
방호벽	• 파손/박리	3.48m ² /10	주의관찰	-

2) 단면복구(보수)공법 개요

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

3) 단면복구(보수)시 털어내기 작업

단면복구시 털어내기 작업은 콘크리트 표면의 상황을 봐서 판단하는 것이 아니고 다음의 항목 및 【그림 7.3】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

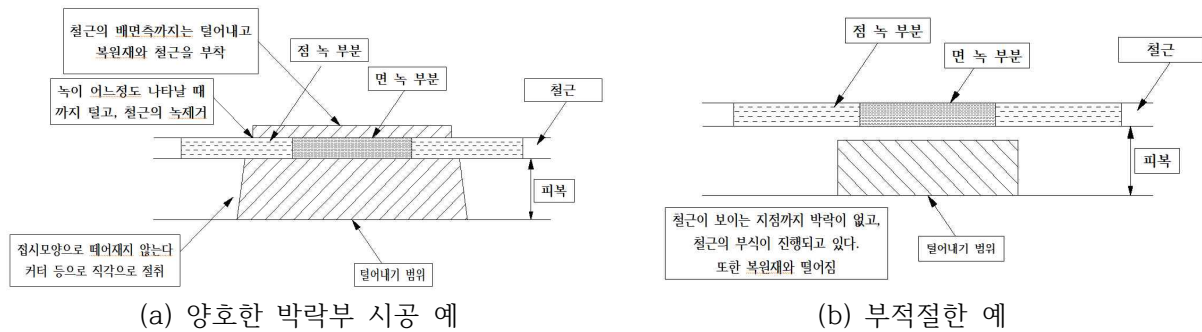
콘크리트의 열화부분을 충분하게 제거하여도 철근의 부식범위는 이 부위보다 넓은 경우가 대부분이다. 이 경우는 박락되어 노출된 부분의 철근 청소를 실시하여도 그 전후는 녹이 잔존한 채 남아있게 된다. 이 상태에서 단면복구를 실시하면 보수된 범위는 마이너스(-), 그 전후는 플러스(+)의 macro cell 부식이 생겨서 철근부식이 주위로 확산되어 보수효과가 적어지는 결과를 나타내는 경우가 많다.

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 -350mV보다 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 단면복구재가 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 7.3】 단면복구 상세도

4) 철근의 방청 처리

털어내기에 의해 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 억제는 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 모르타 등을 혼합하여 사용하는 등의 검토가 필요하다. 또한 최근 개발된 염분흡착제를 이용한 방청재는 해수성분을 함유한 수분이 있는 개소의 철근부식에 대응하여 아질산 이온을 도입 또는 함유한 염화물량의 저감효과가 있다.

염분흡착제는 콘크리트 제체중의 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. 단면복구재는 저수축성이 요구되며, 복구재 충전 후 경화전에 우려할만한 차량진동을 받는 부위는 조강형을 사용하고, 아치부나 슬래브 하면 등 시공성을 중시할 경우는 경량형을 사용하고, 거푸집을 설치해서 충전할 경우는 고유동형을 사용하는 방안을 검토하여야 한다.

일반적으로 단면복구재를 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 주재로 하는 재료 등이 있다.

【표 7.9】 일반적인 단면 복구재의 분류

분 류		개 요
유기계	수지모르터 (에폭시수지 등)	에폭시 등의 수지와 잔골재를 이용한 모르터로 고강도, 수밀, 경량, 접착성이 뛰어나고 섞어쓰기 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) 단면복구시 유의 사항

- 가) Lath 철망이나 Wire Mesh를 끼울 경우는 박리현상이 발생되지 않게 충분히 고정된 뒤 단면복구재를 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.
- 마) 털어내기 작업시 콘크리트 분진으로 인한 대기오염을 방지하기 위해 집진시설이나 물분사 등을 실시하여 도로주변의 환경오염에 주의하여야 한다.

【표 7.10】 단면복구(보수) 공법비교안

구 분	폴리머시멘트 모르터 공법	에폭시수지 모르터 공법
개 요 도		
공법개요	콘크리트 손상부위 및 철근의 부식을 제거하고 콘크리트 보호제를 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 저가임 - 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

교량받침 열화 및 신축이음부 누수에 의해 받침플레이트 부식이 다수 조사되어 부식부 제거 후 도장보수가 요구된다.

구 분		손상내용	손상물량(단위/개소)	보수방안	우선순위
여주 방향	받침장치	• 플레이트부식	8.64㎡/58	슈도장	2
		• 도장 박리	0.04㎡/1	단면보수	2
	신축이음	• 부식	7.2㎡/16	주의관찰	-

2) 도장보수 개요

교량받침에 대한 도장은 보수범위 선정의 정확도가 부족하며 부분적인 재도장으로 인한 도막두께의 불균형이 발생하므로 기존도장이 비교적 양호한 부분을 제외하며 재도장부와의 Final Color를 고려하여 점착력이 우수한 도료로 재도장 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 표면처리시에 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 7.11】 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 위해 기존 도막과의 단차를 없애기 위해 주변부를 페이퍼 처리 한다.
손상도 3	.페이퍼 처리	.도막손상이 큰면적에 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

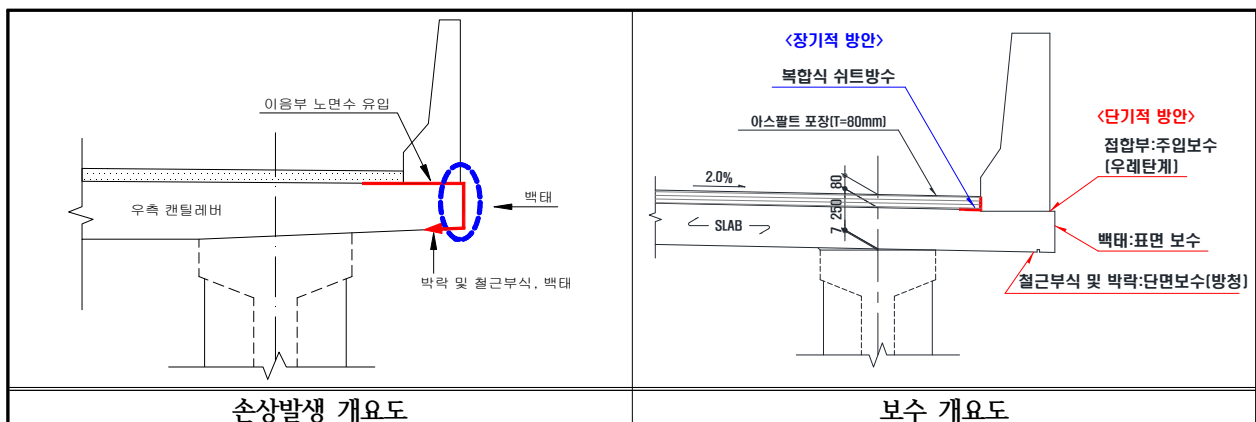
1) 진단 현황

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

구 분		손상내용	손상물량	보수방안	우선순위
여주 방향	바닥판	• 백태	48.03m ² /20EA	표면보수	2
		• 철근부식	0.3m ² /1	단면보수(방청)	1
		• 시공이음부 누수	127.3m/14	주입보수(우레탄)	2
		• 배수관주변누수	1EA	누수보수	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.

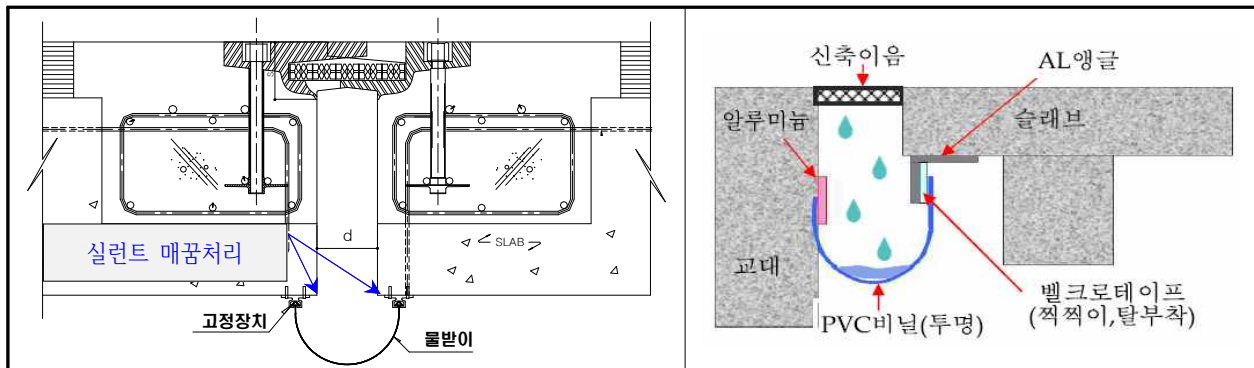
마. 신축이음부 하부 유도배수관 설치

1) 진단현황

본 교량의 신축이음장치의 노후화와 차량의 반복하중 및 충격 등에 의해 신축이음부 누수가 발생하였다. P2, P4 지점은 누수량이 다소 발생하여 교량 하부구조물의 열화(체수 및 받침부식 등)가 발생된 것으로 조사되어 보조부재인 신축이음장치의 교체를 통한 누수차단 방법이 있으나, 시공성 및 경제성을 고려해 국부적인 보수방법인 유도배수관 설치를 통한 보수방법을 제안하였다.

2) 설치 개념

향후 유지관리 및 경제성을 고려하여 바닥판 단부측에 고정장치를 설치하여 물받이를 탈부착식으로 투명재질(상태관찰 용이)로 설치하는 방안을 제시한다. 또한, 고정장치는 차후 유지관리상 설치 및 철거가 가능하도록 설치가 요구된다.



설치 개념도



설치 예

7.3 보수·보강 개략공사비

【표 7.12】 보수·보강 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단 위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위	비고
바닥판	• 백태	표면보수	47.03	70.55	m ²	58	4,092	2	보수
	• 시공이음부 누수	주입보수(우레탄)	127.3	190.95	m	70	13,367	2	보수
	• 단면결함(철근부식)	단면보수(방청)	11.58	17.37	m ²	163	2,831	1	보수
	• 배수관주변 백태	표면보수	0.36	0.54	m ²	58	31	2	보수
	• 배수관주변 누수	누수보수	1.0	1.50	m ²	130	195	2	보수
PSC거더	• 철근노출	단면보수(방청)	0.2	0.30	m ²	163	49	1	보수
	• 파손/박리/박락	단면보수	3.4	5.10	m ²	89	454	2	보수
가로보	• 들뜸	단면보수(방청)	0.16	0.24	m ²	163	39	3	보수
	• 박락 및 철근노출	단면보수(방청)	0.13	0.20	m ²	163	32	2	보수
하부 구조	• 균열(0.3mm이상)	주입보수	4.7	7.05	m	70	494	1	보수
	• 철근노출	단면보수(방청)	1.24	1.86	m ²	163	303	1	보수
	• 단면결함	단면보수	27.73	41.60	m ²	89	3,702	2	보수
교량받침	• 몰탈 파손/박락	단면보수	0.32	0.48	m ²	89	43	2	보수
	• 플레이트 부식	슈도장	8.64	12.96	m ²	55	713	2	보수
신축이음 장치	• 이물질퇴적	청소	5.4	8.10	m ²	5	41	3	보수
	• 신축이음 누수	유도배수시설설치	31	46.50	m	39	1,814	1	보수
배수시설	• 배수구 막힘	청소	4	4	EA	5	20	3	보수
방호벽	• 균열(0.3mm이상)	주입보수	4	6	m	70	420	3	보수
부대공(교통통제 및 고소장비 등)		교통통제		1	일	2,000	2,000	-	
		교량점검차		1	일	1,700	1,700	-	
		고소차		2	일	50	100	-	
순공사비 합계(천원)							28,638		
제경비(순공사비×50%)							14,319		
순위별 공사비 (제경비 포함)		1순위					8,236		
		2순위					33,941		
		3순위					779		
부대공(교통통제 및 고소장비 등)							3,800		
개략공사비(천원)							46,756		

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

※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영.

※ 상기 개략공사비는 2016년 9월 2차 현장조사 시 확인한 물량으로 산정하였으며, 이후의 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 부대공의 추가 등으로 변동될 수 있음.

7.4 유지관리 방안

7.4.1 개요

효과적인 교량 유지관리는 결함, 손상 및 열화를 초래할 수 있는 요인들을 미리 발견하여 예방적 조치를 취함으로써 손상단계로의 진전을 미연에 방지하고 이미 결함, 손상 및 열화가 발생한 경우에는 초기에 대책을 강구함으로써 대규모의 보수·보강에까지 이르지 않도록 경제적인 유지관리를 행하여 교량의 공용수명을 연장하는 것이다. 이를 위해서는 설계 및 시공 단계에서부터 유지관리를 염두에 둔 계획이 이루어져야 하며 관련자료의 보존, 점검 및 진단, 일상적 예방유지관리 계획수립과 시행결과에 따른 조치개책 수립 등의 일련의 과정이 적절히 수행되어야 한다.

가. 점검계획

교량점검을 안전하고 효율적으로 수행하기 위해서는 철저한 사전계획과 준비가 필요하다. 점검계획은 대상 교량의 규모 및 중요도에 따라 적절하게 수립해야 하며, 수심이 깊은 기초부, 붕괴유발부재의 피로취약부 등은 점검시 세심한 주의를 기울일 수 있도록 계획을 수립해야함.

점검 계획을 수립할 때 다음과 같은 사항들이 고려되어야 한다.

- ① 점검의 종류, 범위, 항목, 방법, 장비, 시간, 소요인원, 점검자의 자격
- ② 과거의 점검, 진단 및 보수 이력
- ③ 대상 교량의 설계 및 시공자료
- ④ 대상 교량의 구조적 특성 및 붕괴 유발 부재의 유무
- ⑤ 교량의 규모 및 점검의 난이도
- ⑥ 하부구조 조사시 교통통제에 따른 영향
- ⑦ 점검장비의 접근성, 점검시의 기상상태
- ⑧ 대상교량의 주변 환경, 타 기관 또는 필요한 경우 사용자와의 협조 및 공지사항
- ⑨ 기타 관련사항

나. 관리자료 보존

시설물의 관리자료는 안전점검 및 정밀안전진단의 점검내용과 방향을 정하는데 필요하며, 특히 유지관리시 단계별로 매우 유용하게 이용되므로 다음에 명시된 관리자료를 적절히 정리하고 보관하여야 한다.

다. 설계 및 시공관련 자료

1) 설계도서

- ① 시공도서: 시공도면, 보수·보강도면, 구조계산서, 수리·수문 계산서
- ② 제작 및 작업도면: 붕괴유발부재를 포함한 시설물의 부재별 상세도면
- ③ 준공도면: 최종도면
- ④ 시방서: 공사 시방서

2) 사진

- ① 정면도 및 측면, 주요결함 부위, 주요 시공사진

3) 품질관리 관련자료

- ① 재료증명서: 시공재료의 종류, 등급, 품질을 기록한 공장재료 증명서
- ② 품질시험기록, 재하시험 자료, 계측자료

4) 시설물 관리대장

5) 보수·보강 이력

- ① 보수기간, 보수위치 및 손상종류, 보수업체, 공사비, 참여기술자

6) 사고기록

- ① 사고일시, 경위, 부재의 손상 및 보수·보강현황, 인명이나 장비 등 손상정도

라. 점검 및 진단자료

시설물의 점검 및 진단자료는 다음 점검사항을 포함시켜야 한다.

- 1) 기존 안전점검 및 정밀안전진단 실시결과
- 2) 사용제한 사항, 부대시설물, 환경조건, 보수·보강이력, 기타(최고수위 등)

마. 상태 및 안전성평가 자료

시설물의 상태와 내하력 평가자료를 기본으로 한다.

- 1) 상태평가 자료
- 2) 내하력평가 기록

바. 변화된 상태에 따른 내하력 재평가

유지보수나 개량작업으로 인한 부재의 강도나 고정하중의 변화 등으로 구조물의 상태 또는 내하력의 변화가 예상되는 경우에는 내하력을 다시 평가하여 그 결과를 보존한다.

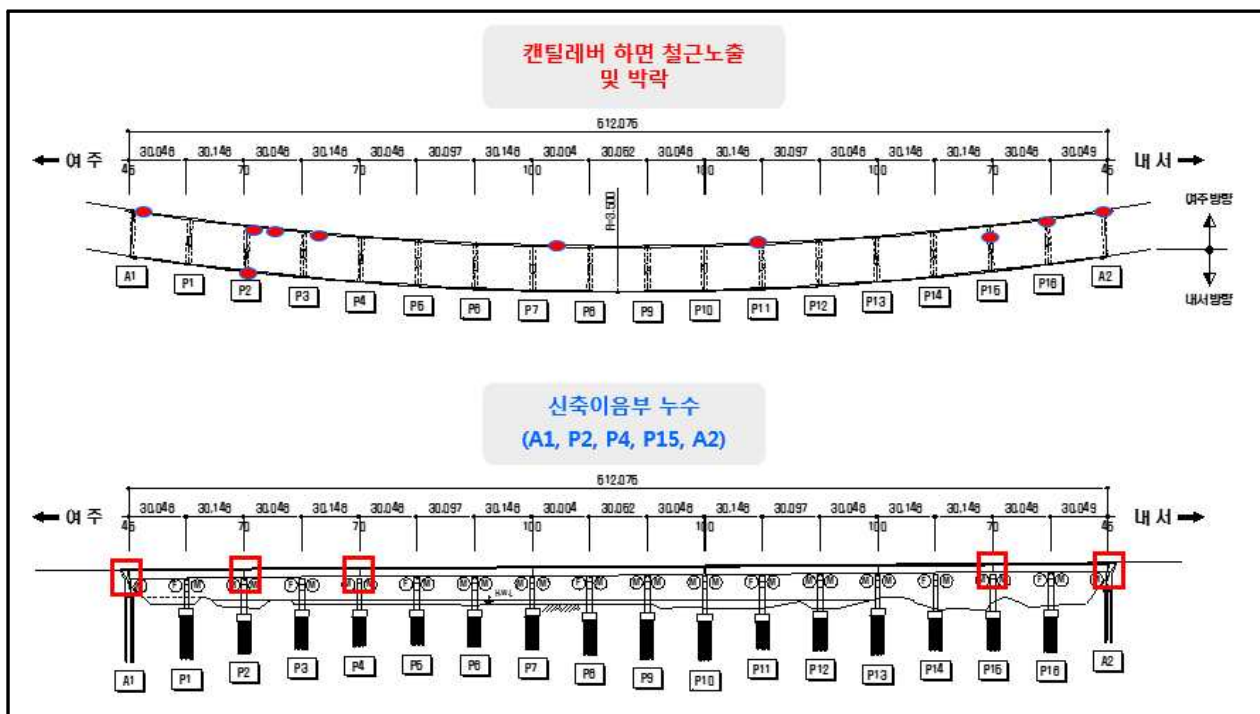
7.4.1 진단결과에 따른 중점유지관리 사항

가. 중점유지관리 개요

바닥판에 대한 외관조사 결과, 구조적인 균열 등의 손상은 없는 상태이나, 주요 손상으로 폭 0.2mm이하 균열, 균열부백태, 백태, 박리/박락/파손/들뜸, 재료분리, 철근노출, 철근부식 및 박락 등이 조사되었다. 박리/박락/파손/들뜸, 철근노출 등은 신축이음 단부와 캔틸레버부에서 조사되었으며, 백태는 대부분 방호벽과 바닥판 시공이음부에서 발생되었다.

캔틸레버부 측면 및 하면에 발생한 백태, 철근부식 및 박락, 박락은 공용 중 우수, 바닥판과 방호벽 시공이음부로의 노면수 유입에 의해 발생한 것으로 판단된다. 상기 손상에 대해서는 내구성 저하 방지를 위해 철근부식 및 박락(단면보수(방청)), 박락 및 파손(단면보수), 백태(표면보수)를 실시하며, 누수에 의해 발생한 손상부에 대해서는 접합부에 주입보수(발포성 우레탄)를 통한 누수방지 대책이 병행되어야 한다.

신축이음 단부에서 발생한 박리, 박락, 철근노출 등은 A1, P2, P4, P15 지점에서 발생하였는데, 상기 지점은 기 점검 및 진단 시부터 신축이음누수로 인한 2차손상이 발생되고 있는 것으로 확인되었으며, 금회 진단 시 다소 손상의 진전이 된 것으로 판단된다. 상기 손상은 제설염수의 유입으로 인한 열화이며, 현재 손상이 진행되고 있는 상태로, 내구성 확보를 위해 신축이음장치의 차수방안과 연계하여 단면보수(방청)을 실시하는 것이 바람직하다.



【그림 7.4】 중점유지관리 사항 모식도

가. 캔틸레버 하면 철근부식 및 박락

1) 선정사유

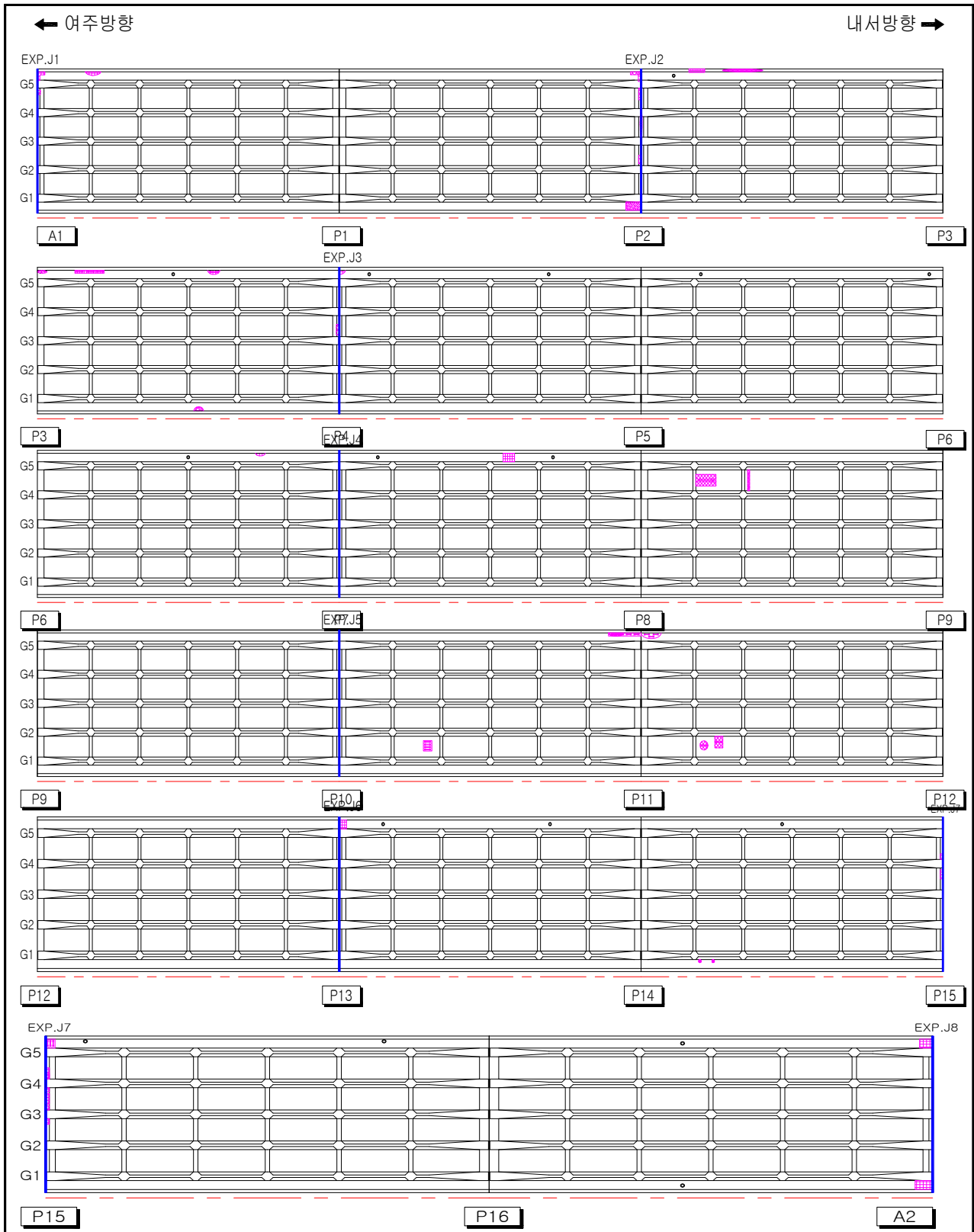
- ① 캔틸레버 하면 철근부식에 의한 콘크리트 박락이 발생되어 내구성 저하가 우려됨
- ② 공용년수 증가시 콘크리트 내부 철근부식이 발생됨
- ③ 보수순위를 1순위로 지정하여 우선보수를 실시하고 정기적인 관찰이 필요함
- ④ 방호벽 하단 이음부에서 노면수가 유입되어 발생한 손상으로 보수가 요구됨

2) 현장조사결과

- ① 바닥판에 대한 외관조사 결과, 구조적인 균열 등의 손상은 없는 상태이나, 주요 손상으로 폭 0.2mm이하 균열, 균열부백태, 백태, 박리/박락/파손/들뜸, 재료분리, 철근노출, 철근부식 및 박락 등이 조사되었다.
- ② 바닥판 및 방호벽 접합부 누수는 캔틸레버부 측면 및 하면 백태, 철근부식 및 박락, 파손 등의 손상을 유발시키고 있다. 이는 공용 중 우수, 바닥판과 방호벽 시공이음부로의 노면수 유입에 의해 발생한 것으로 판단된다.
- ③ 상기 손상에 대해서는 내구성 저하 방지를 위해 단면보수(방청), 백태보수를 실시하며, 누수에 의해 발생한 손상부에 대해서는 접합부에 주입보수를 통한 누수방지 대책이 필요할 것으로 판단된다.



④ 바닥판 하면 단면결함 현황



3) 향후관리방안

- ① 캔틸레버 하면 철근부식에 의한 콘크리트 박락이 발생되어 내구성 저하가 우려되므로 우선적으로 보수가 필요한 상태임
- ② 발생원인이 상부의 방호벽 하단 이음부에서 노면수가 유입되어 발생한 상태로 정기 및 정밀점검시 범위확대 및 철근부식 증대, 신규 손상 발생에 대해 지속적인 유지관리가 필요할 것으로 판단됨.
- ③ 이음부 누수에 대한 보수범위는 현재 발생한 부위에 국한하지 말고 전연장에 대해 주입 보수하는 방안이 적극적인 보수대책일 것으로 사료됨.

라. 부재별 중점유지관리 사항

본 교량에 대한 부재별 유지관리 중점사항은 다음과 같다.

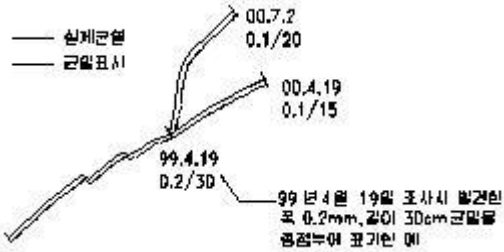
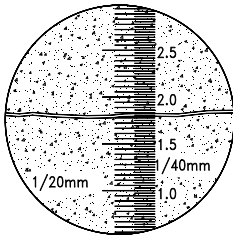
【표 7.13】 부재별 유지관리 중점사항

부재구분	중 점 점 검 내 용
교면포장	• 균열 및 망상균열, 소성변형, 패임, 마모 등의 손상 진전여부
난간	• 폭 0.2mm이하 균열 진전여부
바닥판	• 폭 0.2mm미세균열 진전여부 -방호벽과 바닥판 접합부 누수로 인한 캔틸레버부 백태, 철근부식 및 박락 진전여부 및 추가손상발생 여부
PSC 거더	• 거더 복부측 폭 0.1mm이하 미세균열 진전여부 • Soffit Plate 주변 복부 하단부 파손/박락 진전여부
교량받침	• 받침본체 부식(신축이음부 누수) • 들뜸, 편기, 스톱퍼 협착 등의 2차손상 발생 및 거동상태 확인 • 무수축몰탈 미세균열 진전여부 및 추가손상발생 여부
신축이음장치	• 후타재 균열(폭 0.3mm이하) 및 파손 등 • 고무재 이격 및 탈락 등으로 인한 신축이음부 누수 - 손상심화에 따른 추후 교체여부 확인
하부구조	• 폭 0.2mm이하의 미세균열 진전여부 및 추가손상발생 여부 • 신축이음장치 누수로 인한 하부구조 열화 진전여부

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>	 <캔틸레버부>
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	 <캔틸레버부 철근부식 및 박락>  <캔틸레버부 백태>	
원인	◦ 바닥판과 방호벽 시공이음부 노면수 유입에 의한 철근부식 및 박락, 백태	
중 점 점 검 사 항	◦ 캔틸레버측 철근부식 및 박락, 백태 등 - 노면수 유입심화에 의한 손상 진전여부 - 손상 진전시 박락에 의한 교량하부의 안전사고발생 - 캔틸레버부 콘크리트 백태(열화)의 손상진전 여부	
점 검 도 구	◦ 사진기 ◦ 균열자 ◦ 점검용 망치 ◦ 확대경	◦ 줄자 ◦ 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필) ◦ 점검야장 ◦ 필요시 반발경도 및 탄산화 시험기기

나. PSC 거더

점 검 부 위		점 검 항 목
▷ 공통		• 균열, 박리, 박락, 층분리, 파손 • 철근노출(피복두께 부족) • 재료분리, 누수 및 백태
▷ 받침부		• 부스러짐 • 복부 사인장균열 • 연속교 상단 힘균열 • 격벽 개구부 모서리 균열
▷ 중앙부		• 힘균열, 거더처짐 • 쉬스판 노출 및 파손 • 시공이음부 균열 및 누수
▷ 2차부재(가로보)		• 거더와의 연결부 균열
▷ 콘크리트바닥판		• 균열 및 파손
주 요 부 위	 <거더 하면>  <거더 측면>	
점 검 요 령	○ 점검방법 - 교량점검차로 육안점검 혹은 교량하부에서 육안 또는 망원경으로 점검 - 중앙부 처짐은 교량점검차를 이용하여 하부플랜지 정도로 눈높이를 낮추어 점검하거나 교대 옆 혹은 교량에서 조금 떨어진 거리에서 하부플랜지의 전체적인 선형점검 - 누수에 취약한 신축이음 하부, 배수구 주변 백태 조사	

주요 손상	 <거더 하면 박리>  <거더 측면 균열>
원인	◦ Soffit Plate 주변 콘크리트 변형차의 따른 구속응력 및 용접열에 의한 강재 팽창 ◦ 시공초기 건조수축에 의한 균열
중점 점검 사항	◦ 거더 하면 - Soffit Plate 주변으로 박리/파손 추가손상 발생 및 진전여부 - 전반적으로 다수 발생한 상태 ◦ 거더 측면 - 거더 복부 폭 0.1mm이하의 미세균열 및 망상균열 진전여부
점검 도구	• 사진기(망원렌즈) • 줄자(5m자) • 점검야장 • 점검용 망치 • 손전등(박스내부) • 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)

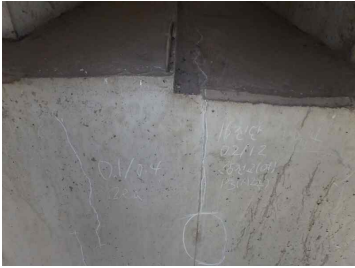
다. 교대

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 흥벽 경계부 균열(후면으로 기울음) • 거더와 흥벽 신축유간 부족
▷ 벽체	• 균열(수직균열) • 벽체와 날개벽 분리(이동)
▷ 날개벽	• 날개벽 이동, 전도

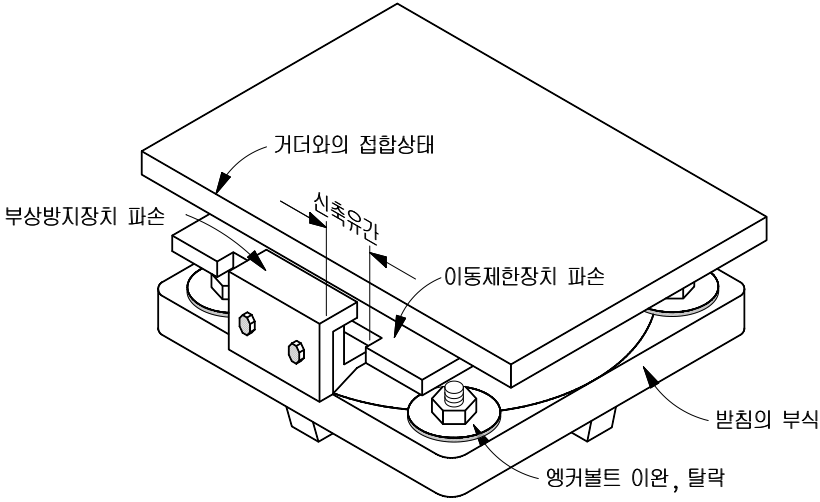
주 요 부 위	 <교 대 A1>  <교 대 A2>	
점 검 요 령	○ 점검방법 - 접근 장비에 의해 근접 육안점검 - 교대 입지조건이 성토부 혹은 연약지반에 위치한 경우 전후방으로 교대 벽체가 기울었는지 확인하고 의심스러운 경우 실을 매단 점검추를 늘어뜨리거나 측량기로 확인(날개벽, 옹벽 포함) - 신축이음 하면에 위치하므로 누수 및 화학물질 등에 대한 열화 취약부위이므로 탄산화 시험에 의한 탄산화 깊이 확인 ○ 점검시 유의사항 - 신축이음 유간이 벌어져 충격음이 발생하거나 닫혀 있을 경우 거더 상.하부와 흙벽 사이 간격이 서로 차이가 나는지 점검하고 교대 전도 여부도 확인 - 연약지반상의 교대는 뒷채움부의 침하로 인하여 접속슬래브 하부에 공동이 발생하여 흙벽이 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	
점 검 도 구	• 사진기 • 균열자 • 줄자(5m자) • 점검용 망치	• 점검추 - 기울음 측정 • 중성화 시험기 • 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필) • 점검야장

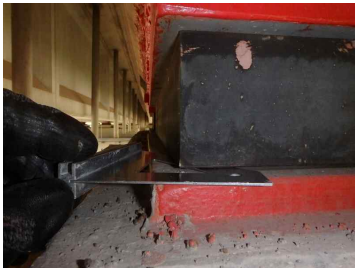
라. 교각

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	
주요 부 위	 <교 각 P1>	 <교 각 P13>	
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		

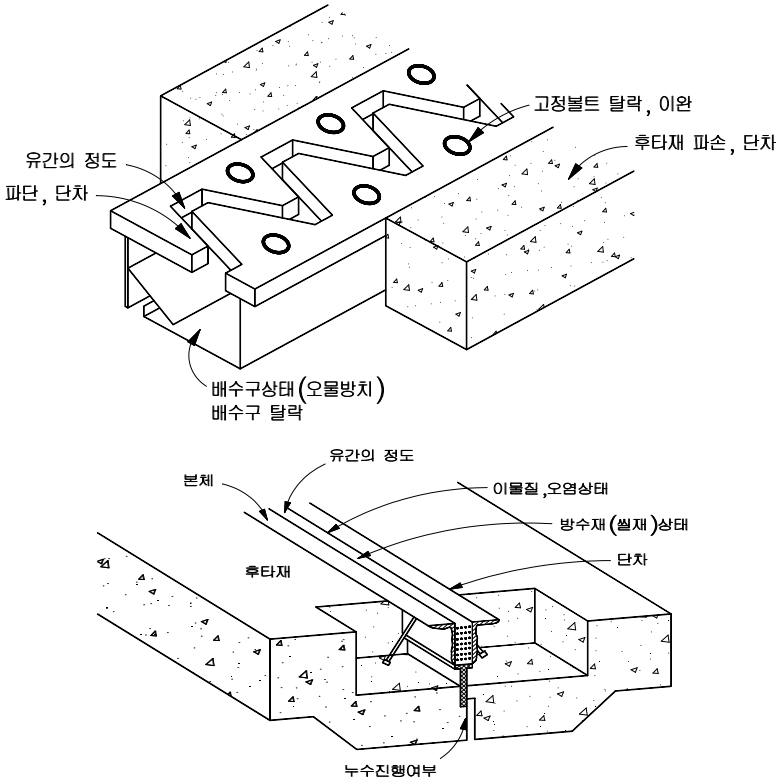
주 요 손 상	 <교각 코핑부 균열>	 <교각 기둥부 균열>
원인	◦ 시공초기 건조수축 및 수화열에 의한 폭 0.3mm이상의 균열	
중 점 점 검 사 항	◦ 교각부 폭 0.3mm이상의 균열 - 주입보수 후 보수상태 및 재균열 발생여부	
점 검 도 구	• 사진기 • 균열자 • 줄자(5m자) • 점검용 망치 • 점검추 - 기울음 측정 • 중성화 시험기 • 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필) • 점검야장	

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	 <받침장치(고정단)>  <받침장치(양방향)>	
주요내용		

점 검 요 령	◦ 점검방법 - 도보접근이 불가능한 부분은 접근장비를 이용하여 근접점검 - 가동받침의 가동여부는 가동면의 윤활재가 밀린 흔적이나 먼지 부착정도로 확인 가능함 - 눈금자가 설치되지 않은 받침은 측면을 깨끗한 형겅으로 잘 닦고 유성펜으로 상부받침과 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, 침하흔적은 앵커볼트의 체결상태 및 인접받침의 상태를 참고하여 확인 - 받침부의 물고임 부분은 누수부위의 확인 및 물고임 원인분석 ◦ 손상발생시 조치 - 받침하부 교각 두부에 폭 0.3mm 이상의 균열이 단부까지 진행된 경우 즉시 보고하고, 안전성 검토 및 대책 수립 필요
주 요 손 상	  <스토퍼 협착> <고무패드 들뜸>
원인	◦ 시공시 설치오류로 인한 스토퍼 협착, 편기 발생
중 점 점 검 사 항	◦ 경미한 고무패드 들뜸 및 편기 - 손상 심화에 따른 고무패드 이탈 및 편경사 발생 여부 ◦ 스토퍼 협착 - 스토퍼 파손 및 가동상태 확인, 무수축물탈 및 받침콘리트 파손 등의 2차손상 발생 여부
점 검 도 구	• 사진기 • 줄자 • 균열자 • 온도계 • 유성펜(매직) 및 청소용 걸레 • 점검용 망치 • 드라이버(driver) • 필기 도구(소형 보드판, 매직, 분필) • 점검야장

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 P10>	
주요 내 용		

점 검 요 령	◦ 점검방법 - 보도에서 점검 - 신축이음 본체의 유동, 단차, 파손으로 인한 충격음 발생 여부 점검 - 고무재의 마모, 파손, 충전 찰링재 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 고무재 이격 및 탈락 >  <신축이음부 누수>
원 인	◦ 잦은 중차량 통행 및 공용기간 증가에 따른 노후화
중 점 점 검 사 항	◦ 신축이음 고무재 이격 및 탈락 - 하부구조로의 누수 심화에 의한 열화 발생 상태 - 손상 추가 및 진전에 따른 신축이음 교체여부 점검 ◦ 후타재 파손 - 중차량 통행에 의한 손상 심화시 파손부 탈락발생 여부
점 검 도 구	• 사진기 • 줄자 • 점검용 망치 • 드라이버(driver) - 유간오물 확인 • 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필) • 점검야장

사. 교면포장

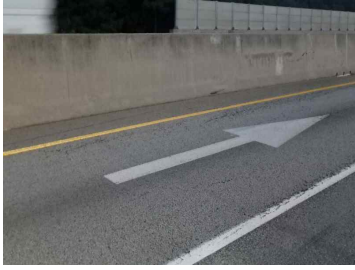
점 검 부 위		점 검 항 목
▷ 공통		• 균열, 요철, 단차, 포트홀, 소성변형
▷ 신축이음 전후, 구조물 경계부		• 단차, 침하
▷ 배수구 주변		• 물고임, 이물질 퇴적
주 요 부 위	 <교면포장>	
점 검 요 령	◦ 점검방법 - 방호벽측 갓길에서 도보점검 - 중차량 통행이 많은 차선, 곡선부 외측, 급정지 구간 주변의 손상 점검 - 신축이음 전후 및 경계부의 단차 점검 - 교면위 물고임 및 포트홀 점검(가급적 비온 직후 점검) - 포장의 노후화에 따른 종방향균열의 진전여부, 망상균열의 진전여부 ◦ 손상발생시 조치 - 손상이 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	
주 요 손 상	 <마모>  <파임>	
원 인	◦ 공용기간의 경과에 의한 노후화 ◦ 반복 주행차량에 의한 마모	

중 점 점 검 사 항 목	◦ 주요점검 항목 - 공용기간 증가 및 잦은 중차량 통행으로 인한 마모 및 패임 심화여부 - 손상진전시 재포장 실시여부
점 검 도 구	• 사진기 • 줄자(5m) • 필기도구(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>  <중앙분리대>	
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

차. 기타 제안사항

1) 교량 점검로 추가설치

본 교량은 일부 교각에 점검로가 설치되어 있으며 기 설치된 구간에 대해서는 점검 및 보수가 원만할 것으로 판단되나 점검로 미설치 교각에 대해서는 추가 설치로 유지관리 도움이 되고자 설치계획을 검토하였음.

① 점검로 설치 현황

위치	장천교(여주)	설치 여부	비고
A1	미설치	도보점검 가능	-
P1	미설치	<u>사다리 이용 점검가능</u>	-
P2	설치됨	점검로 이용 조사가능	-
P3	미설치	<u>사다리 이용 점검가능</u>	국도 교차구간
P4	설치됨	점검로 이용 조사가능	-
P5	미설치	<u>점검로 설치가 필요함</u>	고소작업차 점검 가능
P6	미설치	<u>점검로 설치가 필요함</u>	
P7	설치됨	점검로 이용 조사가능	-
P8	미설치	<u>점검로 설치가 필요함</u>	고소작업차 점검 가능
P9	설치됨	점검로 이용 조사가능	-
P10	설치됨	점검로 이용 조사가능	-
P11	설치됨	점검로 이용 조사가능	-
P12	설치됨	점검로 이용 조사가능	-
P13	설치됨	점검로 이용 조사가능	-
P14	미설치	<u>점검로 설치가 필요함</u>	고소작업차 점검 가능
P15	미설치	<u>점검로 설치가 필요함</u>	고소작업차 점검 가능
P16	미설치	<u>점검로 설치가 필요함</u>	고소작업차 점검 가능
P17	미설치	<u>점검로 설치가 필요함</u>	고소작업차 점검 가능
A2	미설치	도보점검가능	-

	
교대(A1), 도보 점검 가능	교각(P2), 사다리 이용 조사가능
	
교각(P2), 점검로 이용 조사가능	교각(P5), 점검로 미설치
	
교각(P5), 점검로 미설치	교각(P8), 점검로 미설치

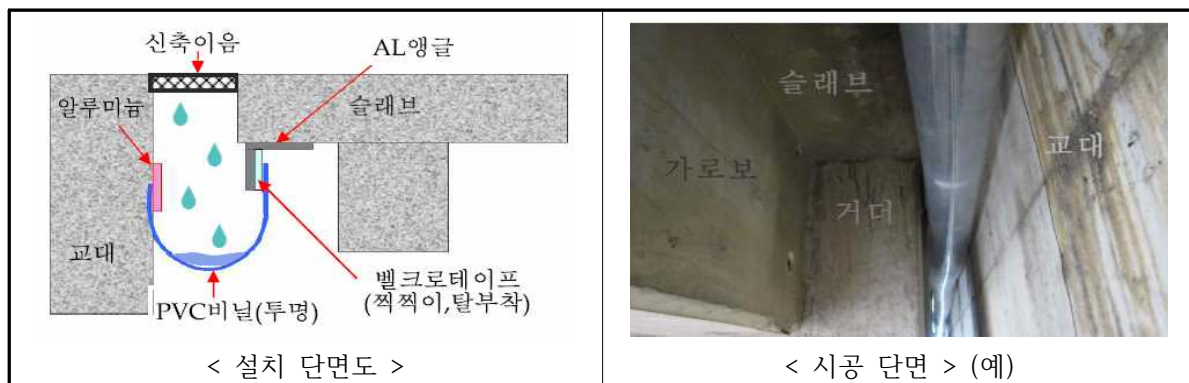
2) 제안사항

본 교량 교각에 점검로가 미설치되어 있어 일상점검 및 보수시 시간적 제약이 있으므로 교각 코핑부(전면, 배면)에 점검로 설치를 하여 유지관리 도움이 되고자 제안하였음.

2) 신축이음장치 누수억제에 의한 하부구조 열화방지

① 탈·부착식 투명 배수시설

신축이음 하부에 탈·부착식의 투명의 PVC비닐을 설치하여 침투수를 차단하는 방식임. 설치방법은 교대에는 알루미늄판으로 연결 PVC비닐(3mm)을 부착하여 알루미늄재로 고정하고 슬래브 하단은 벨크로테이프를 부착한 AL앵글(30mm)을 설치하여 벨크로테이프를 부착한 투명 연결 PVC 비닐과 부착함.



탈부착식 투명 배수시설의 주요 특징은 투명 재질로 내부 오염물질 적체 확인이 용이하여 적기 보수가 가능한 점과 탈부착 방식으로 적기 청소가 가능하고 보수가 용이함.

□ 탈 부착식 투명 배수시설의 특징

- 투명 재질로 내부 오염물질 적체 확인이 용이하여 적기 보수가 가능함
- 탈 부착 방식으로 청소, 보수 용이
- 설치가 간편하고, 기존 방법 대비 공사비 저렴(10천원/m)
- 실생활에서 쉽게 구입할수 있는 재료를 이용해 설치가 간편하고 내구성 우수
- 신축이음 형식에 상관없이 누수부위에 설치가 가능
- 연질의 PVC 재질로 다양한 형상 제작 가능



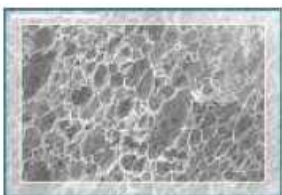
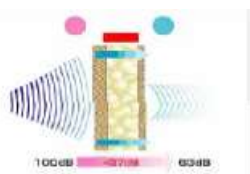
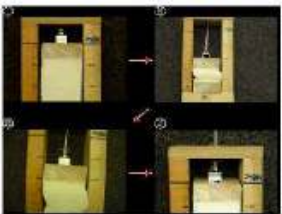
② 방수형 수성연질품

슬래브 하단에 배수시설을 설치할 공간이 없는 교량은 신축이음장치 내부로 수성연질품을 주입하여 침투수를 차단하는 방식으로 모노셀 뿐 만 아니라 모든 교량에 설치 가능함.



수성연질품은 레진과 이소시아네이트의 2가지 액체를 혼합시켜 생긴 탄산가스에 의해 100배로 발포되는 이액형 변성폴리머단열재로 내구성이 뛰어나고 방수성 재질이며 신축성 이 우수함.

□ 수성연질품의 재료 특성

구 분	특 징
	레진과 이소시아네이트의 2가지 액체를 혼합시켜 물과 의 반응에서 생긴 탄산가스에 의해 100배로 발포되는 이액형 변성폴리머단열재
	수성발포연질품의 내부는, 무수한 기포의 집합으로 구성되어 있다. 그 99%가 움직임이 없는 공기층이므로, 소재 그 자체로 높은 흡음성을 발휘한다. 소음 감소율 37%
	수성연질품에 강제적인 압력을 가하면 그 부분은 수축하지만, 다시 초기상태로 강제적으로 복원시키면, 박리 하거나 찢어지지 않고 목재에 밀착되어있다. 그림에서 보는 바와 같이 초기 상태가 그대로 유지되고 박리현상 등 뒤틀림이 발생하지 않음.