

제 6 장 보수·보강 및 유지관리방안

6.1 개 요

6.2 보수·보강 방안

6.3 보수·보강 개략공사비

6.4 유지관리방안

제 6 장 보수·보강 및 유지관리방안

6.1 개요

본 과업 대상교량인 속사천4교는 강원도 평창군 용평면 이목정리(영동선 인천기점 187.87km 지점)에 위치하고 있으며, 1999년도에 준공되어 약 20년 정도의 공용기간이 경과한 상태이며, 왕복 4차로(인천방향 편도 2차로, 강릉방향 편도 2차로) 교량이다.

본 교량의 제원은 총연장 150.0m(3@50.0m), 폭 인천방향 10.2m, 강릉방향 10.2m인 교량이며, 상부구조는 3경간 연속 Steel Box Girder 형식으로서, 하부구조의 교대는 역T형(2기), 교각은 T형(인천방향 2기, 강릉방향 2기) 구조이고 기초는 교대 및 교각은 직접기초로 시공되어 있다.

본 과업은 “시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법”(이하 “시설물안전법”이라 한다.) 제11조 및 동법 시행령 제8조에 의한 정밀안전점검(시설물의 물리적·기능적 결함과 손상을 조사·측정하고 원인을 분석하여 신속하고 적절한 보수·보강방법 제시) 및 동법 제40조 및 동법 시행령 제28조에 의한 성능평가(시설물에 내재되어 있는 위험요인이나 시설물 기능 및 성능저하, 상태 등을 신속·정확하게 조사·평가하고, 그에 대한 적절한 성능확보를 취하여 재해 및 재난을 예방하며, 시설물의 안전성능 및 내구성능, 사용성능을 보완·보전케 함으로써 시설물의 효용성을 증진)의 시행을 통한 공공의 안전을 확보하는데 그 목적이 있다.

본 장에서는 현장조사 결과 확인된 결함과 손상 상태에 대하여 교량의 구성 부재별로 사진을 첨부하여 설명하고 발생 원인을 분석하여 보수·보강 및 유지관리 방안을 마련하는 데 참고할 수 있도록 하였으며, 전체 부재에 대한 외관조사망도를 작성하여 향후 교량의 점검 및 유지관리 시 효율적으로 활용할 수 있도록 하였다.

현장조사 및 시험에서는 무엇보다 각 부재의 접근방법이 중요하며, 본 교량에서는 다음과 같은 방법으로 전 부재에 대한 근접조사를 수행하였다.

【표 6.1】 시설물의 보수·보강방안 수립에 따른 검토사항

검 토 순 서	내 용
기존자료분석	기존 점검 및 점검자료 분석, 설계도서 조사
보수·보강 이력검토	사용기간 중 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 및 환경조건 고려 구조물의 사용년한을 고려한 보수재 선택
보수시기 결정	구조적인 안전성, 내구성, 사용성, 결함, 열화의 중요도에 따라 우선순위 부여

6.2 보수·보강 방안

6.2.1 보수·보강 추진방향 및 우선순위의 선정

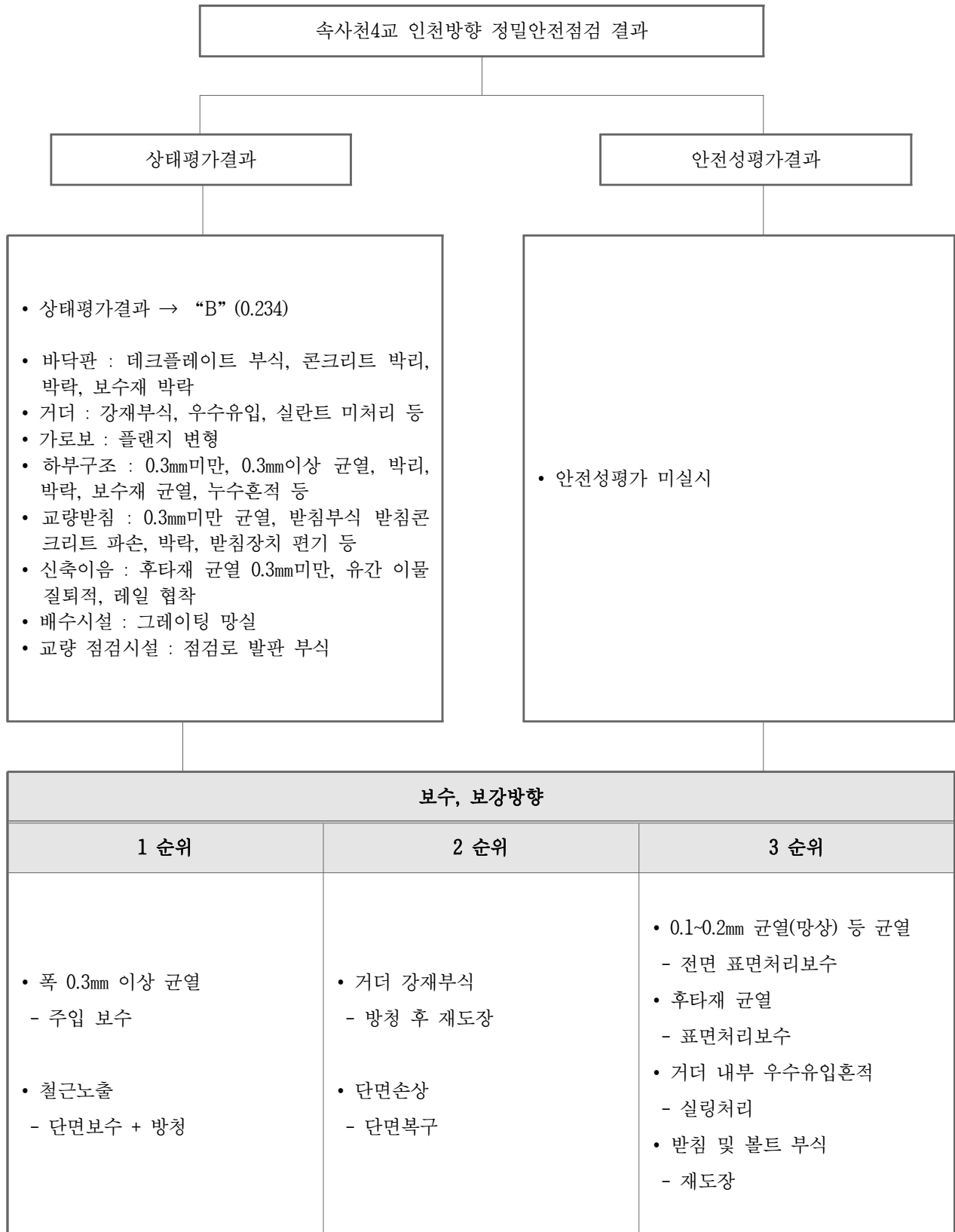
속사천4교에 대한 정밀안전점검을 수행한 결과, 본 구조물은 시공 시 시공 정밀도의 저하로 인하여 발생된 구조물의 결함(Defect)과 공용 중 시간의 경과와 주변의 환경인자에 의한 재료의 열화에 의한 손상(Damage)이 발생하여 있는 것으로 조사되었다.

점검 시 조사된 신축이음의 공용 중 손상, 콘크리트의 균열, 박리, 박락 등의 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.

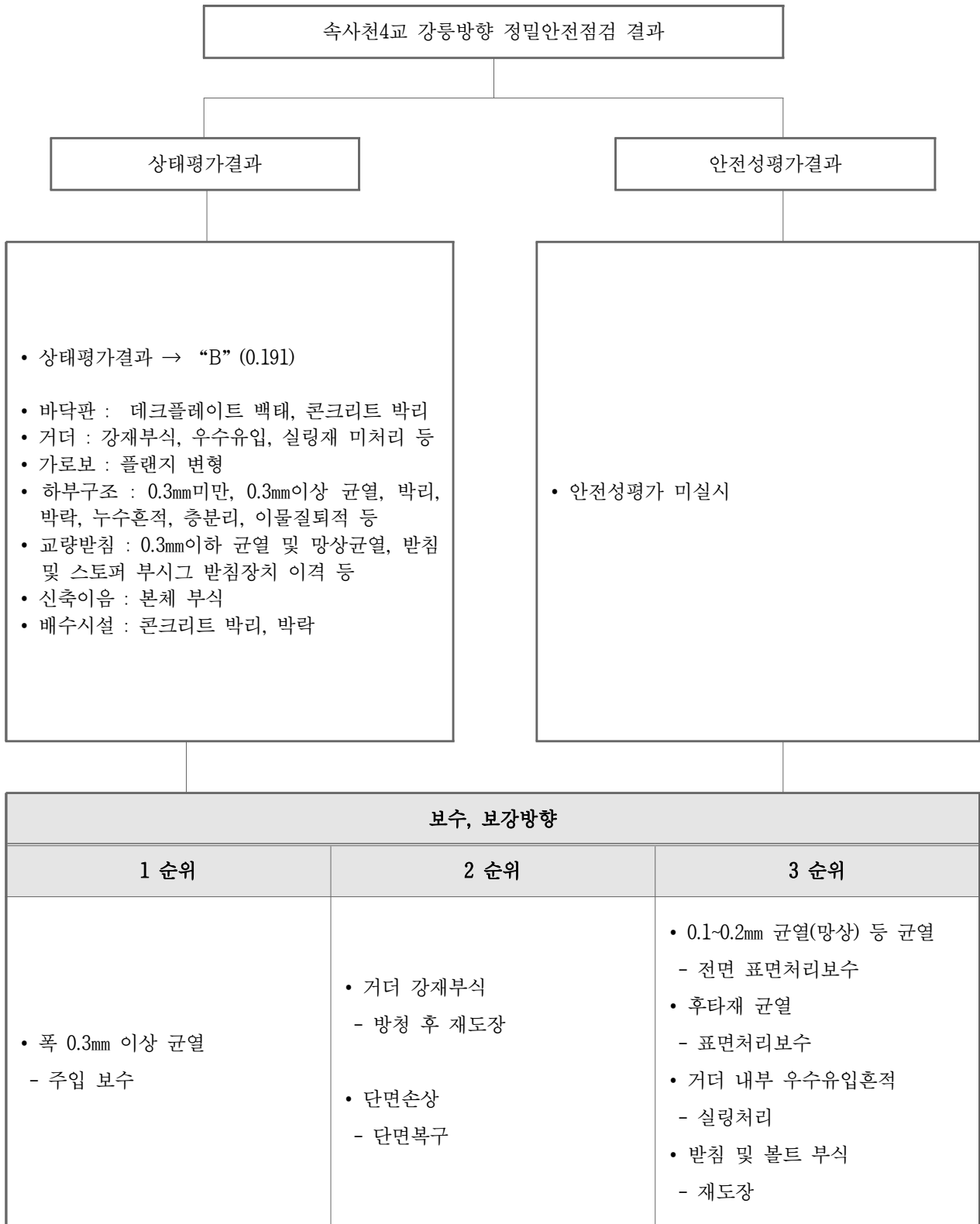
【표 6.2】 보수·보강 우선순위 결정 기준

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 탄산화에 따른 내력손실 등 - 주요부재에 발생된 결함 및 손상이 커 상태평가 기준 “d” 이하인 경우 - 철근부식에 의한 내하력 저하가 우려되거나, 부식가능성이 큰 경우
중장기	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
	3순위	기능발휘에는 지장이 없으나, 방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성 증진을 위해 보수가 필요한 손상
유지관리		1~3순위를 제외한 손상으로서 유지관리를 통해 향후 발전상태에 따라 보수보강 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

주) 단, 최초진단인 경우 “유지관리”에 해당하더라도 하자에 해당하는 경우 하자처리절차에 따라 보수토록 조치함



【그림 6.1】 보수·보강방안 추진방향



【그림 6.2】 보수·보강방안 추진방향

6.2.2 결함내용별 보수·보강방안

가. 인천방향

【표 6.3】 보수·보강 일람표

구분		손상 내용	보수방안	물량	단위	우선순위
바닥판 하면		데크플레이트 부식	재도장	1.50	m ²	2순위
		첸틸레버 박리, 박락	단면보수	0.81	m ²	2순위
		보수재 박락	표면보수	6.00	m ²	3순위
거더	거더 외부	플랜지 변형	주의관찰	2.00	EA	3순위
		볼트부식	재도장	5.00	EA	2순위
	거더 내부	강재부식, 볼트부식	재도장	11.92	m ²	2순위
		우수유입	주의관찰	12.00	EA	3순위
		실링재 미처리	실링	48.00	EA	3순위
		이물질퇴적	정비	0.06	m ²	3순위
가로보 및 세로보		플랜지 변형	주의관찰	2.00	EA	3순위
교대		균열(0.3mm미만)	표면보수	1.15	m	3순위
		균열(0.3mm이상)	주입보수	3.00	m	1순위
		박리, 박락	단면보수	0.99	m ²	2순위
		콘크리트 표면불량	표면보수	3.60	m ²	2순위
		백태	표면보수	36.80	m ²	2순위
		보수재 균열	표면보수	1.30	m	2순위
		보수재 박리	표면보수	5.71	m ²	2순위
		신축이음 하면 누수	주의관찰	3.50	m	3순위
		녹오염	재도장	2.08	m ²	2순위
		누수흔적	표면보수	0.75	m ²	3순위
교각		균열(0.3mm미만)	표면보수	24.68	m	3순위
		균열(0.3mm이상)	주입보수	2.00	m	1순위
		보수재 균열	표면보수	16.00	m	3순위
		콘크리트 박리, 박락	단면보수	0.30	m ²	2순위
		표면열화(표층박리)	단면보수	6.46	m ²	2순위
		표면침식	단면보수	1.41	m ²	2순위
		백태	표면보수	0.01	m ²	2순위
		철근노출	단면보수+방청	0.13	m ²	1순위
교량받침		몰탈균열 (0.3mm미만)	표면보수	0.60	m	3순위
		받침콘크리트균열 (0.3mm미만)	표면보수	2.85	m	3순위
		받침몰탈 망상균열	표면보수	0.08	m ²	2순위
		받침 부식	재도장	1.51	m ²	2순위
		받침콘크리트 파손, 박락	단면보수	0.17	m ²	2순위
		스토퍼 부식	재도장	0.32	m ²	2순위
		받침장치 편기	주의관찰	1.00	m ²	3순위
신축이음		후타재 균열	표면보수	32.40	m	3순위
		유간부 이물질퇴적	정비	1.35	m ²	3순위
		레일 협착	주의관찰	12.00	m	3순위
배수시설		그레이팅 망실	정비	1.00	EA	3순위
교량 점검시설		점검로 발판 부식	정비	0.25	m ²	3순위

나. 강릉방향

【표 6.4】 보수·보강 일람표

구분	손상 내용	보수방안	물량	단위	비고
바닥판 하면	데크플레이트 백태	주의관찰	7.80	m ²	3순위
	켄틸레버 박리	단면보수	0.14	m ²	2순위
거더내부	강재부식, 백태오염	재도장	5.99	m ²	2순위
	우수유입	주의관찰	15.00	EA	3순위
	실링재 미처리	실링	96.00	EA	3순위
	이물질퇴적	정비	0.72	m ²	3순위
	플랜지 변형	주의관찰	1.00	EA	3순위
가로보 및 세로보	플랜지 변형	주의관찰	1.00	EA	3순위
교대	균열(0.3mm미만)	표면보수	11.95	m	3순위
	균열(0.3mm이상)	주입보수	2.90	m	1순위
	박리, 박락	단면보수	0.44	m ²	2순위
	표면불량, 표면열화	표면보수	24.80	m ²	2순위
	누수흔적	표면보수	2.40	m ²	2순위
	백태	표면보수	43.60	m ²	2순위
	보수재 균열	표면보수	0.60	m	2순위
	층분리	단면보수	0.09	m ²	2순위
	이물질퇴적, 체수	정비	2.76	m ²	3순위
	점검계단 파손	정비	0.36	m ²	3순위
	교대시면 블록이격	주의관찰	4.20	m	3순위
	교대시면 블록이격	주의관찰	4.20	m	3순위
교각	균열(0.3mm미만)	표면보수	61.25	m	3순위
	재료분리	단면보수	0.15	m ²	2순위
	보수재 균열	표면보수	15.80	m	3순위
	보수재 박리	표면보수	2.12	m ²	3순위
	균열, 박락	단면보수	0.15	m ²	2순위
	표면열화(표층박리)	단면보수	2.90	m ²	2순위
	철근노출	단면보수+방청	0.03	m ²	1순위
교량받침	받침 몰탈, 받침콘크리트 균열 (0.3mm미만)	표면보수	3.10	m	3순위
	받침 몰탈, 받침콘크리트 균열 (0.3mm이상)	주입보수	0.90	m	1순위
	받침몰탈 망상균열	표면보수	0.13	m ²	2순위
	받침, 스토퍼 부식	재도장	3.00	m ²	2순위
	받침 몰탈, 받침콘크리트 파손, 박락	단면보수	1.83	m ²	2순위
	받침장치 이격	주의관찰	0.50	m	3순위
	받침 고정볼트 탈락	정비	1.00	EA	3순위
신축이음	본체 부식	주의관찰	6.0	m ²	3순위
방호벽	콘크리트 박리, 박락	단면보수	0.20	m ²	2순위

다. 콘크리트 균열보수 방안

1) 점검 현황

본 교량에 상·하부 구조에 발생된 균열은 대부분 $C_w=0.2\text{mm}$ 이하의 미세균열로 표면처리 보수 및 주의관찰이 필요하며, $C_w=0.3\text{mm}$ 이상 균열은 주입보수가 필요한 것으로 판단된다.

① 인천방향 손상발생 현황

구 분	손상내용	손상물량	단위	보수방안	우선순위
바닥판하면	균열(0.3mm 미만)	1.15	m	표면보수	3순위
	균열(0.3mm 이상)	3.00	m	주입보수	1순위
교각	균열(0.3mm 미만)	24.68	m	표면보수	3순위
	균열(0.3mm 이상)	2.00	m	주입보수	1순위
교량받침	몰탈균열 (0.3mm 미만)	0.60	m	표면보수	3순위
	받침콘크리트균열(0.3mm 미만)	2.85	m	표면보수	3순위
신축이음	후타재 균열(0.3mm 미만)	32.40	m	표면보수	3순위

② 강릉방향 손상발생 현황

구 분	손상내용	손상물량	단위	보수방안	우선순위
바닥판하면	균열(0.3mm 미만)	11.95	m	표면보수	3순위
	균열(0.3mm 이상)	2.90	m	주입보수	1순위
교각	균열(0.3mm 미만)	61.25	m	표면보수	3순위
교량받침	받침 몰탈, 받침콘크리트 균열 (0.3mm 미만)	3.10	m	표면보수	3순위
	받침 몰탈, 받침콘크리트 균열 (0.3mm 이상)	0.90	m	주입보수	1순위
	받침몰탈 망상균열	0.13	m^2	표면보수	2순위
신축이음	후타재 균열(0.3mm 미만)	32.40	m	표면보수	3순위

2) 콘크리트 표면처리공법(c/w=0.3mm미만)

① 공법 개요

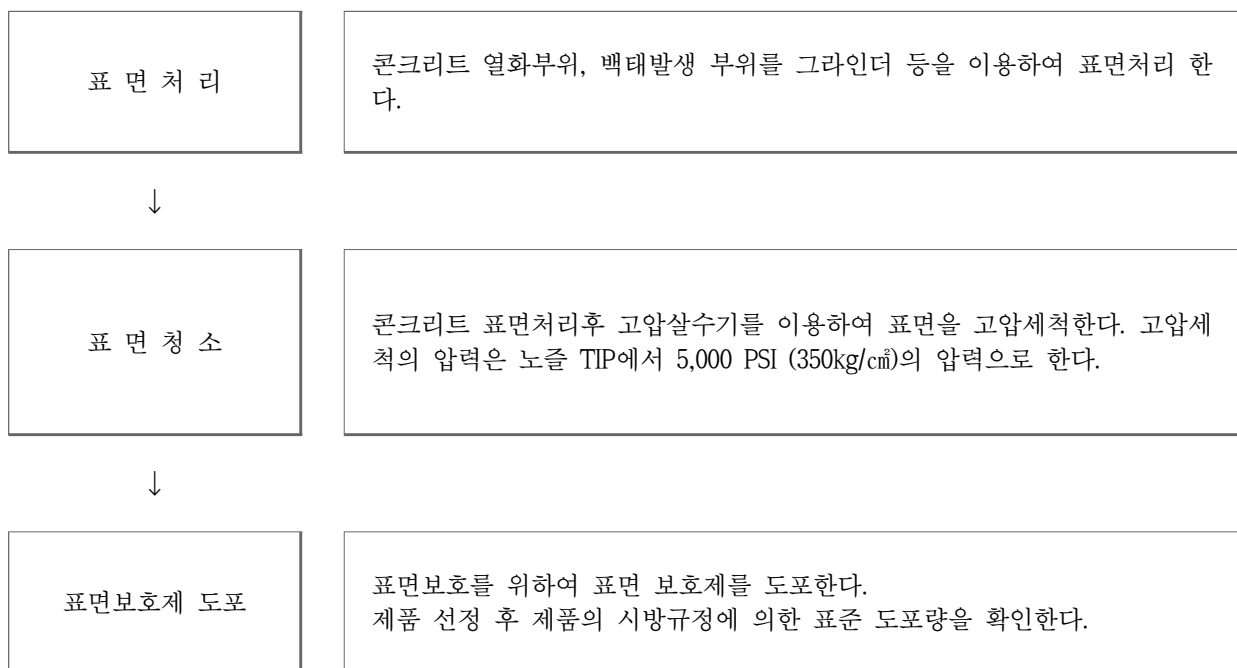
콘크리트 표면이 노후 및 열화된 부위에 대해서 그라인더를 이용하여 열화부위를 제거하고 표면보호제를 도포하여 보수하는 방법이며 표면백태, 0.2mm 이하의 미세균열의 발생 부위에 적용한다. 또한, 보수 효과는 콘크리트 표면의 보수에 그치므로 본 공법 적용시 균열 등의 결함발생 여부에 대한 주기적인 관찰이 요구된다.

② 시공방법 및 유의사항

균열의 성장이 정지된 상태에서는 균열선 및 백태를 따라 폭 50~100mm를 와이어 브러쉬로 닦아 내거나 심한 경우 치핑을 실시한 후 폴리머 시멘트 페이스트나 모르타르로 균일하게 도포한다.

균열폭의 변동이 큰 경우에는 경화후의 재질이 단단한 폴리머 시멘트 페이스트나 모르타르로 보수할 경우 보수부위에 다시 균열이 발생하므로 균열면을 와이어 브러쉬로 완전히 청소한 후 균열선을 중심으로 폭 10~15mm 절연재를 부착하고, 절연재를 중심으로 폭 30~50mm, 두께 2~4mm의 변형성 및 신장성이 큰 쥘링재를 도포하여 바닥의 변형을 이 테이프사이에서 흡수할 수 있도록 한다.

<시공순서도>



【그림 6.3】 콘크리트 표면처리 시공순서도

3) 균열주입보수(c/w=0.3mm이상)

① 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.

② 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 6.5】 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 6.6】 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 6.7】 균열폭에 따른 주입파이프/패커의 간격

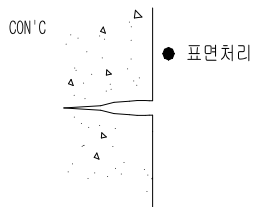
균열 폭(mm)	주입파이프/패커간격(mm)	비고
0.3이하	50~100	
0.3~0.5	100~200	
0.5~1.0	150~250	
1.0이상	200~300	

【표 6.8】 에폭시계 수지의 규격

시험항목	시험방법	시험조건	셀링 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

③ 시공방법

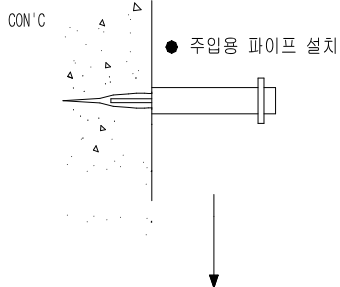
● STEP 1



표면처리

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

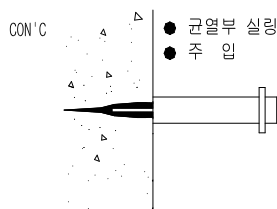
● STEP 2



주입용 파이프 설치

주입공에 주입용 파이프를 삽입하고 설치한다.

● STEP 3



균열부 실링

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

무기계 슬러리 주입
(유기계 에폭시 주입)

주입장비를 사용하여 무기계 슬러리 및 유기계 에폭시를 주입한다.

양생

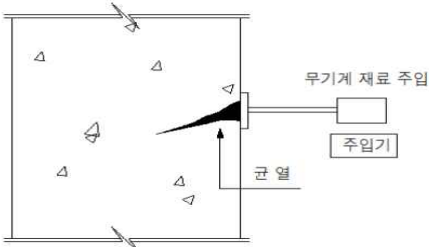
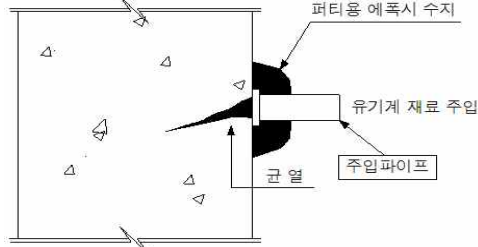
작업종료 후 양생한다.

【그림 6.4】 균열 보수공법 개요도

④ 시공시 주의사항

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

【표 6.9】 주입공법 공법비교안

구 분	폴리머 슬러리시멘트 주입공법	에폭시 주입공법
개요도		
공법 개요	균열부위를 컷팅하고 균열부를 썰링한 후에 무기계재료인 폴리머 슬러리시멘트를 주입기를 통하여 주입하는 공법	균열부위를 컷팅하고 균열부를 썰링한 후에 유기계 재료인 에폭시를 주입기를 통하여 주입하는 공법
시공 방법	표면처리→U.V컷팅→주입기설치→균열부 썰링→폴리머슬러리시멘트주입→단면복구	표면처리→U.V컷팅→주입기설치→균열부 썰링→에폭시주입→단면복구
특징	- 품질관리가 용이, 재균열 발생우려 없음 - 균열보수의 일괄적인 공정에 대한 재료 및 시방확보 - 콘크리트 모체와 동등한 탄성계수, 열팽창계수, 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) 점검 현황

본 교량의 단면손상은 박리, 박락, 재료분리, 파손, 철근노출 등이 조사되었다.

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

① 인천방향 손상발생 현황

구 분	손상내용	손상물량	단위	보수방안	우선순위
바닥판 하면	재료분리, 박락 및 파손	17.24	m ²	단면보수	2순위
	철근노출	0.36	m ²	단면보수+방청	1순위
교대	박락	1.333	m ²	단면보수	2순위
교각	박리	0.32	m ²	단면보수	2순위
교량받침	받침 모르타르 박리 받침 콘크리트 재료분리	2.63	m ²	단면보수	2순위

② 강릉방향 손상발생 현황

구 분	손상내용	손상물량	단위	보수방안	우선순위
바닥판 하면	재료분리, 박락 및 파손	17.24	m ²	단면보수	2순위
	철근노출	0.36	m ²	단면보수+방청	1순위
교대	박락	1.333	m ²	단면보수	2순위
교각	박리	0.32	m ²	단면보수	2순위
교량받침	받침 모르타르 박리 받침 콘크리트 재료분리	2.63	m ²	단면보수	2순위

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 보수재, 철근방청제의 조합에 의한 공법으로 본 교량에서는 상기한 결함 중 콘크리트 파손부 및 철근노출, 부식부에 대한 보수방법으로 사용한다.

3) 단면복구(보수)시 털어내기 작업

단면복구(보수)시 털어내기 작업은 콘크리트 표면의 상황을 봐서 판단하는 것이 아니고 다음의 항목 및 【그림 6.5】를 참고하여 털어내기 범위나 형상을 결정하는 것이 좋다.

① 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 제거 할 필요가 있다. 열화부분을 효과적으로 확인하기 위해서는 탄산화깊이나 알칼리 반응성 생성물의 측정 등 열화요인과 관련된 시험을 실시하는 것이 바람직하다.

② 철근의 녹을 고려한 털어내기 범위

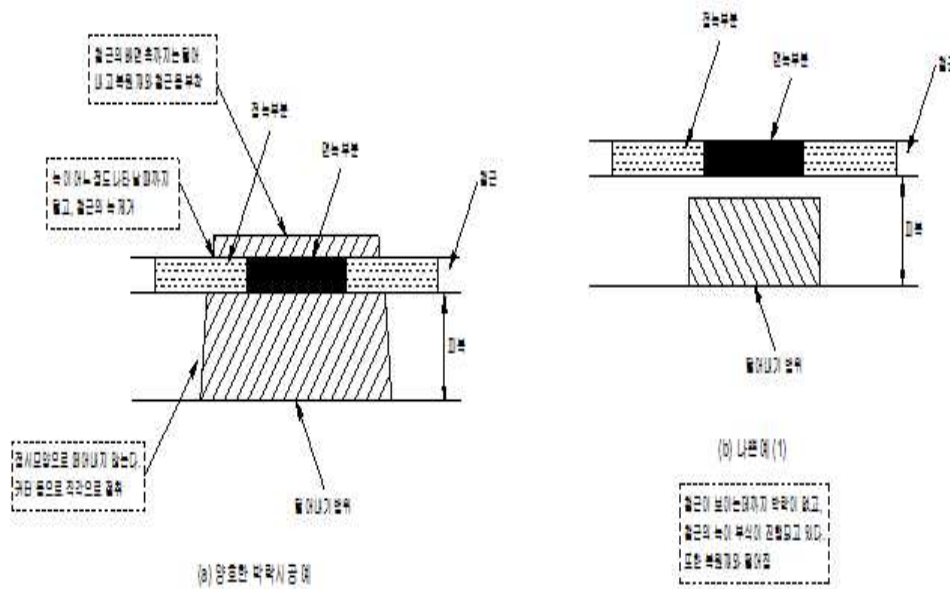
콘크리트의 열화부분을 충분하게 제거하여도 철근의 부식범위는 이 부위보다 넓은 경우가 대부분이다. 이 경우는 박락되어 노출된 부분의 철근 청소를 실시하여도 그 전후는 녹이 잔존한 채 남아있게 된다. 이 상태에서 단면복구(보수)를 실시하면 보수된 범위는 마이너스(-), 그 전후는 플러스(+)의 macro cell 부식이 생겨서 철근부식이 주위로 확산되어 보수효과가 적어지는 결과를 나타내는 경우가 많다.

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 단면복구(보수)재가 철근을 둘러싸는 것에 의한 부착성 향상에도 유효하다.

③ 털어내기 형상

콘크리트와 단면복구(보수)재와는 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 6.5】 단면복구(보수) 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 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 제체중의 유해한 염화물이 흡착되어 저감되어지는 동시에 염분흡

착제 자신이 기다리고 있는 아질산 이온을 방출하는 것에 의해 높은 방식재 효과를 얻을 수 있다.

5) 단면복구(보수) 재료

복구재의 선정은 열화의 요인, 손상 상황, 누수 상황 등을 감안하고, 기설의 철근이나 콘크리트와의 부착성, 시공성, 재료특성 등을 평가하고 시공개소에 적합한 것을 채용 할 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 하면 등 시공성을 중시할 경우는 경량형을 사용하고, 거푸집을 설치해서 충전할 경우는 고유동형을 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 주재로 하는 재료 등이 있다.

【표 6.10】 일반적인 단면 복구(보수)재의 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) 단면복구(보수)시 유의 사항

- ① Lath 철망이나 Wire Mesh를 끼울 경우는 박리현상이 발생되지 않게 충분히 고정된 뒤 단면복구(보수)재를 충전한다.
- ② 철근방청재, 프라이머, 단면복구(보수)재는 동일 제작사의 제품을 사용하거나 서로 양호한 조합의 물건을 이용한다.
- ③ 보수 깊이가 깊은 개소의 충전은 여러층으로 시공할 경우 경계부위가 부착상의 약점이 되기 쉬우므로 정확한 작업이 요구된다.
- ④ 보수한 단면복구(보수)재가 낙하할 가능성이 있는 부위는 중점적으로 검사 및 점검을 실시한다. 또한, 재료의 선택에 따라 신구콘크리트접착재의 도포가 필요할 경우에는 도포

후 단면복구(보수)를 실시한다.

- ⑤ 떨어내기 작업시 콘크리트 분진으로 인한 대기오염을 방지하기 위해 집진시설이나 물분사 등을 실시하여 도로주변의 환경오염에 주의하여야 한다.

【표 6.11】 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

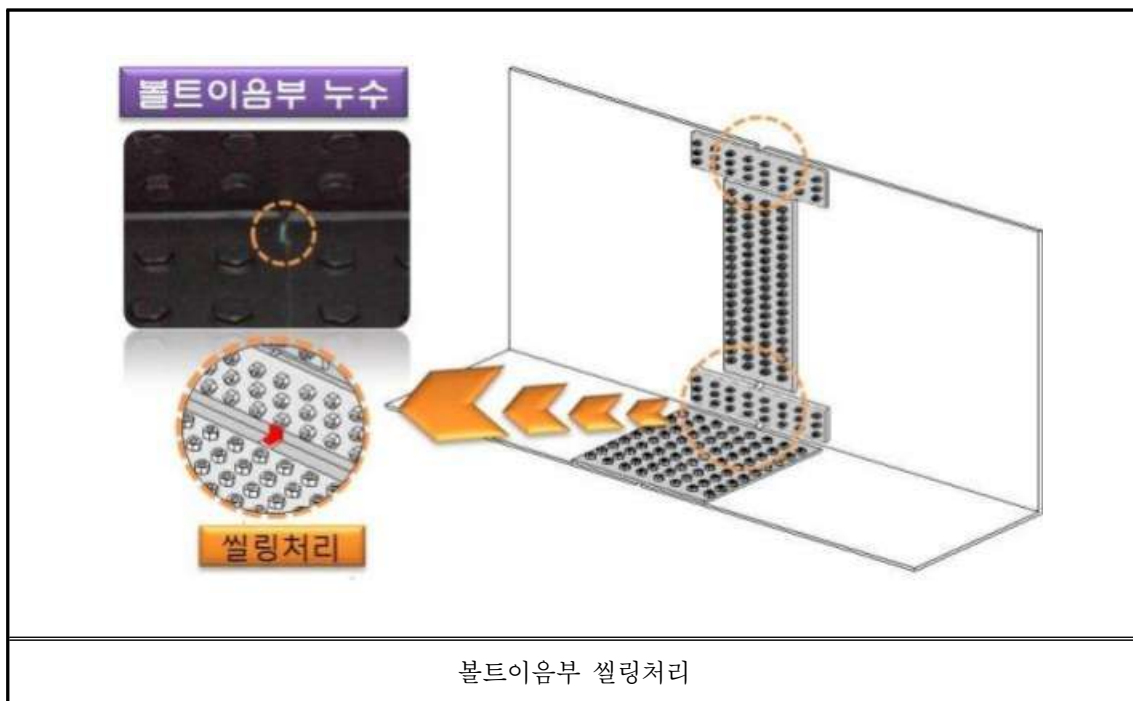
다. 거더 볼트이음부 실리콘 충전

1) 개요

주형내부 볼트이음부 틈에 대해 충진이 미 실시 되면 우수가 유입되어 거더 내부에 표면 부식이 발생될 수 있으므로 장기적인 유지관리 및 내구성 확보 차원에서 실리콘 충진을 하여야 한다.

2) 보수 개요도

거더 내부 볼트이음부와 다이아프램에는 연결틈새와 스캐럽이 발생되며, 이 부분을 통한 우수 등 수분이 유입되어 내부에 물이 고일 수 있으므로 이를 차단하기 위하여 충전재 작업을 다음과 같이 실시한다.



【그림 6.6】 씰링처리 방안

3) 충전방법

- ① 바탕면에 묻은 이물질 등은 신나로 깨끗이 닦아내고, 건조시킨다.
- ② 두께가 균일하고, 평활하도록 충전재를 시공하며, 교량의 도장계열과 상용성이 가장 좋은 재료로서 현장에서 시공이 용이한 1액형 우레탄 실런트를 사용한다.
- ③ 색상은 강교의 마감 색상을 고려하여 동일한 계열을 선택하는 것이 바람직하다.

라. 강재도장 보수 방안

1) 점검 현황

거더 내·외부에 경미한 도장박리 및 부식이 국부적으로 조사되었으며, 교량받침 및 플레이트 도장박리, 부식이 조사되어 바탕처리 및 재도장이 요구된다.

① 인천방향 손상발생 현황

구 분		손상내용	손상물량	단위	보수방안	우선순위
거더	외부	볼트부식	5.00	EA	재도장	2순위
	내부	강재부식, 볼트부식	11.92	m ²	재도장	2순위
바닥판하면		데크플레이트 부식	1.50	m ²	재도장	2순위
교량 받침	본체	받침 부식	1.51	m ²	재도장	2순위
		스토퍼 부식	0.32	m ²	재도장	2순위

② 강릉방향 손상발생 현황

구 분		손상내용	손상물량	단위	보수방안	우선순위
거더	내부	강재부식, 백태오염	5.99	m ²	재도장	2순위
교량 받침	본체	받침, 스토퍼 부식	3.00	m ²	재도장	2순위

2) 도장보수 개요

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 표면처리에 사용하는 컵브러쉬(환형브러쉬)는 항상 유기 물질 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 6.12】 보수도장의 표면처리

도막손상도	표면처리방법	표면처리의 개요
손상도 1	• 파워툴 처리 (또는 블라스트 처리)	• 파워툴 처리를 원칙으로 하나, 공장보수시에 무기질페인트의 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 큰면적에 걸쳐 발생한 경우는 파워툴처리를 실시 한다.

② 도장작업

- Power Tool Cleaning후 강재표면과 하도페인트의 부착력이 저하될 수 있으므로 하도 페인트는 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.

6.3 보수·보강 개략공사비

6.3.1 보수·보강 개략공사비

가. 인천방향

【표 6.13】 보수·보강 개략공사비

구분		손상 내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면		데크플레이트 부식	재도장	1.50	2.25	m ²	20	45	2순위
		켄틸레버 박리, 박락	단면보수	0.81	1.22	m ²	138	168	2순위
		보수재 박락	표면보수	6.00	9.00	m ²	58	522	3순위
거 더	외 부	플랜지 변형	주의관찰	2.00	2.00	EA	-	-	3순위
		볼트부식	재도장	5.00	7.50	EA	20	150	2순위
	내 부	강재부식, 볼트부식	재도장	11.92	17.88	m ²	20	358	2순위
		우수유입	주의관찰	12.00	12.00	EA	-	-	3순위
		실링재 미처리	실링	48.00	48.00	EA	10	480	3순위
		이물질퇴적	정비	0.06	0.09	m ²	10	1	3순위
가로보		플랜지 변형	주의관찰	2.00	3.00	EA	-	-	3순위
교대		균열(0.3mm미만)	표면보수	0.29	0.43	m ²	58	25	3순위
		균열(0.3mm이상)	주입보수	3.00	4.50	m	70	315	1순위
		박리,박락	단면보수	0.99	1.49	m ²	138	206	2순위
		콘크리트 표면불량	표면보수	3.60	5.40	m ²	58	313	2순위
		백태	표면보수	36.80	55.20	m ²	58	3,202	2순위
		보수재 균열	표면보수	1.30	1.95	m	58	113	2순위
		보수재 박리	표면보수	5.71	8.57	m ²	58	497	2순위
		신축이음 하면 누수	주의관찰	3.50	5.25	m	-	-	3순위
		녹오염	재도장	2.08	3.12	m ²	20	62	2순위
		누수흔적	표면보수	0.75	1.13	m ²	58	66	3순위
교각		균열(0.3mm미만)	표면보수	6.17	9.25	m ²	58	537	3순위
		균열(0.3mm이상)	주입보수	2.00	3.00	m	70	210	1순위
		보수재 균열	표면보수	4.0	6.00	m ²	58	348	3순위
		콘크리트 박리, 박락	단면보수	0.30	0.45	m ²	138	62	2순위
		표면열화(표층박리)	단면보수	6.46	9.69	m ²	138	1,337	2순위
		표면침식	단면보수	1.41	2.11	m ²	138	291	2순위
		백태	표면보수	0.01	0.02	m ²	58	1	2순위
		철근노출	단면보수+방청	0.13	0.20	m ²	148	30	1순위

【표 6.13】 보수·보강 개략공사비(계속)

구분	손상 내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
교량받침	몰탈균열 (0.3mm미만)	표면보수	0.15	0.22	m ²	58	13	3순위
	받침콘크리트균열 (0.3mm미만)	표면보수	0.71	1.07	m ²	58	62	3순위
	받침몰탈 망상균열	표면보수	0.08	0.12	m ²	58	7	2순위
	받침 부식	재도장	1.51	2.27	m ²	20	45	2순위
	받침콘크리트 파손, 박락	단면보수	0.17	0.26	m ²	138	36	2순위
	스토퍼 부식	재도장	0.32	0.48	m ²	20	10	2순위
	받침장치 편기	주의관찰	1.00	1.50	m ²	-	-	3순위
신축이음	후타재 균열	표면보수	8.1	12.15	m ²	58	705	3순위
	유간부 이물질퇴적	정비	1.35	2.03	m ²	10	20	3순위
	레일 협착	주의관찰	12.00	18.00	m	-	-	3순위
배수시설	그레이팅 망실	정비	1.00	1.00	EA	1	1	3순위
점검시설	점검로 발판 부식	정비	0.25	0.38	m ²	010	4	3순위
개략공사 비	구분		1순위		2순위		3순위	
	순공사비		555		6,903		2,784	
	제경비(순공사비×50%)		278		3,452		1,392	
	합계		833		10,355		4,176	
유지보수 개략공사비 총계			15,363					

주1)보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음(정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영).

주2)동일부재에서 보수방안을 중심으로 합산하여 개략공사비를 산출하였음.

나. 강릉방향

【표 6.14】 보수·보강 개략공사비

구분	손상 내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	데크플레이트 백태	주의관찰	7.80	11.70	m ²	-	-	3순위
	켄틸레버 박리	단면보수	0.14	0.21	m ²	138	29	2순위
거더내부	강재부식, 백태오염	재도장	5.99	8.99	m ²	20	180	2순위
	우수유입	주의관찰	15.00	15.00	EA	-	-	3순위
	실링재 미처리	실링	96.00	96.00	EA	10	960	3순위
	이물질퇴적	정비	0.72	1.08	m ²	10	11	3순위
가로보	플랜지 변형	주의관찰	1.00	1.50	EA	-	-	3순위
교대	균열(0.3mm미만)	표면보수	2.99	4.49	m ²	58	260	3순위
	균열(0.3mm이상)	주입보수	2.90	4.35	m	70	305	1순위
	박리, 박락	단면qh수	0.44	0.66	m ²	138	91	2순위
	표면불량, 표면열화	표면보수	24.80	37.20	m ²	58	2,158	2순위
	누수흔적	표면보수	2.40	3.60	m ²	58	209	2순위
	백태	표면보수	43.60	65.40	m ²	58	3,793	2순위
	보수재 균열	표면보수	0.15	0.22	m ²	58	13	2순위
	층분리	단면보수	0.09	0.14	m ²	58	8	2순위
	이물질퇴적, 체수	정비	2.76	4.14	m ²	10	41	3순위
	점검계단 파손	정비	0.36	0.54	m ²	10	5	3순위
	교대시면 블록이격	주의관찰	4.20	6.30	m	-	-	3순위
	균열(0.3mm미만)	표면보수	15.31	22.97	m ²	58	1,332	3순위
교각	재료분리	단면보수	0.15	0.22	m ²	138	30	2순위
	보수재 균열	표면보수	3.95	5.93	m ²	58	344	3순위
	보수재 박리	표면보수	2.12	3.18	m ²	58	184	3순위
	긁힘, 박락	단면보수	0.15	0.22	m ²	138	30	2순위
	표면열화(표층박리)	단면보수	2.90	4.35	m ²	138	600	2순위
	철근노출	단면보수+방청	0.03	0.05	m ²	148	7	1순위

【표 6.14】 보수·보강 개략공사비(계속)

구분	손상 내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
교량받침	받침 몰탈, 받침콘크리트 균열 (0.3mm미만)	표면보수	0.78	1.17	m ²	58	68	3순위
	받침 몰탈, 받침콘크리트 균열 (0.3mm이상)	주입보수	0.90	1.35	m	70	95	1순위
	받침몰탈 망상균열	표면보수	0.13	0.20	m ²	58	12	2순위
	받침, 스토퍼 부식	재도장	3.00	4.50	m ²	20	90	2순위
	받침 몰탈, 받침콘크리트 파손, 박락	단면보수	1.83	2.75	m ²	138	380	2순위
	받침장치 이격	주의관찰	0.50	0.75	m	-	-	3순위
	받침 고정볼트 탈락	정비	1.00	1.00	EA	10	10	3순위
신축이음	본체 부식	주의관찰	6.0	9.00	m ²	-	-	3순위
방호벽	콘크리트 박리, 박락	단면보수	0.20	0.30	m ²	138	41	2순위
개략 공사비	구분		1순위		2순위		3순위	
	순공사비		407		7,664		3,215	
	제경비(순공사비×50%)		204		3,832		1,608	
	합계		611		11,496		4,823	
유지보수 개략공사비 총계			16,929					

주1)보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음(정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영).

주2)동일부재에서 보수방안을 중심으로 합산하여 개략공사비를 산출하였음.

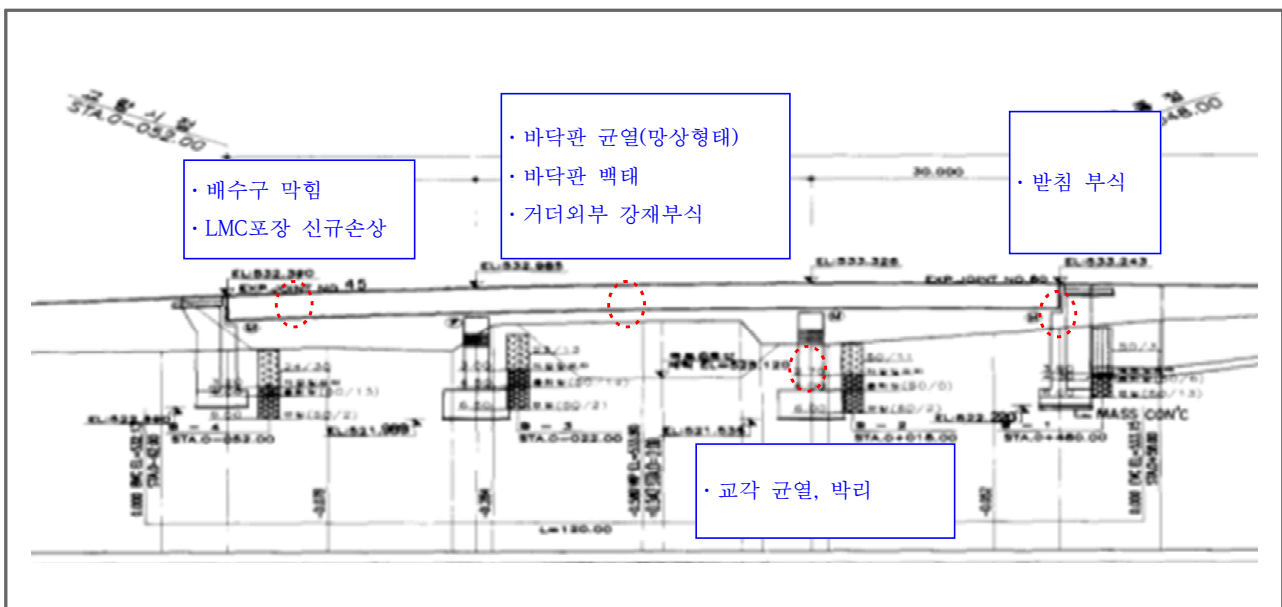
6.4 유지관리 방안

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.

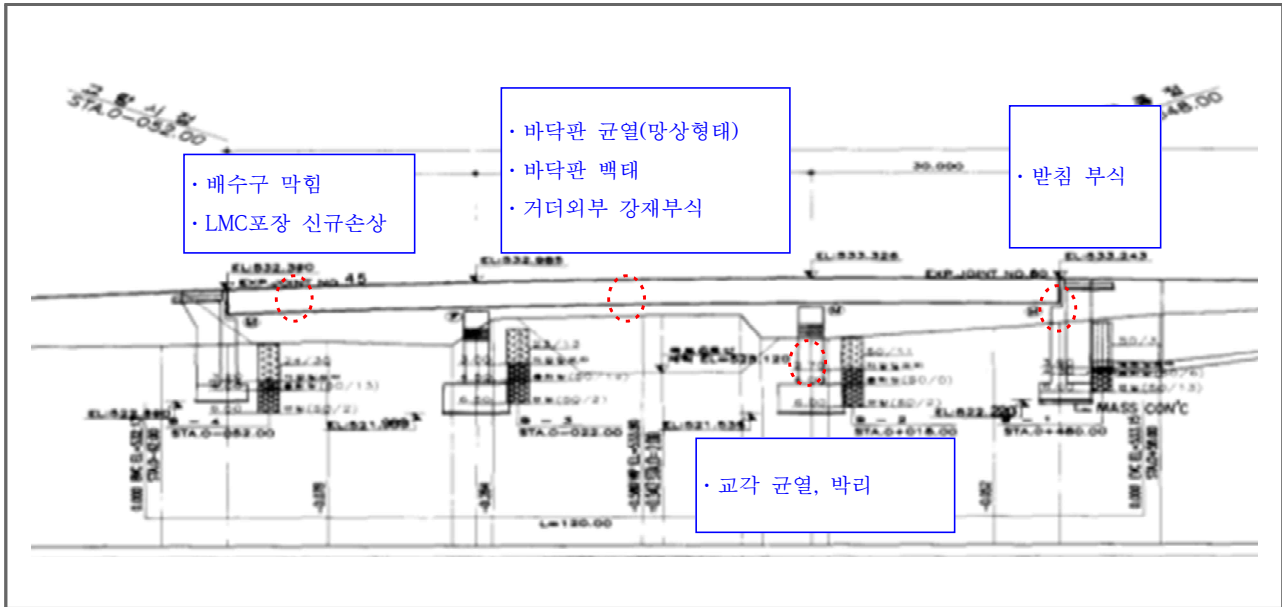
6.4.1 점검결과에 따른 중점유지관리 사항

가. 중점유지관리 개요

금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 속사천4교에 발생한 바닥판의 폭 0.1~0.2mm의 균열 및 국부적으로 발생한 폭 0.3mm이상 균열, 가로보에 도장박리 및 부식 교대 및 교각에 폭 0.1~0.2mm의 균열, 망상균열, 균열부백태, 도장박리, 박리, 파손 등과 신축이음의 본체 부식, 토사퇴적, 하부누수발생 등이 조사된 상태이며, 손상진전을 방지하고 구조물의 내구성 확보를 위해 관리가 요구된다.



【그림 6.7】 속사천4교 인천방향 중점유지관리 사항 모식도



【그림 6.8】 속사천4교 강릉방향 중점유지관리 사항 모식도

나. 부재별 중점유지관리 사항

본 교량에 대한 부재별 유지관리 중점사항은 다음과 같다.

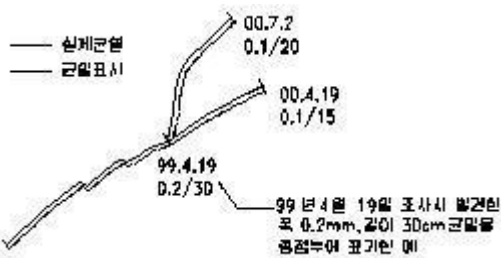
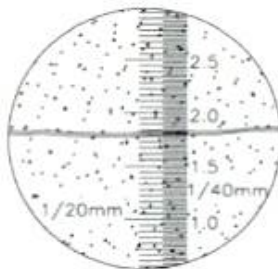
【표 6.15】 부재별 유지관리 중점사항

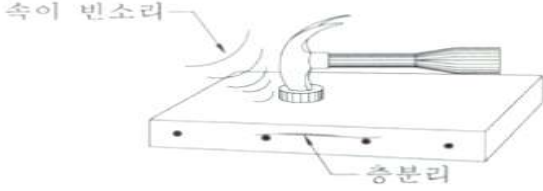
부재구분	중 점 사 항
교면포장	- 포장 손상여부 점검(주행성 중심) - 인접 콘크리트 포장구간 수축줄눈 일치여부 주기적 점검
방호벽	방호벽 신규손상 발생여부 확인
배수시설	배수관 부식 진전여부 확인
바닥판	- 데크플레이트 부식 등 - 켄틸레버 박리, 파손, 박락 등
거더 및 가로보	- 거더외부 강재부식, 도장들뜸 - 거더내부 실링재 누락, 거더 내부 우수유입
교량받침	- 강재부식(진전여부 점검) - 받침콘크리트 균열(진전여부 점검) - 이동 여유량 지속적 관리
신축이음장치	- 후타재 균열, 파손 진전여부 - 국부적으로 발생된 상태로 손상진전 여부 점검
하부구조	- 폭 0.1~0.3mm의 균열, 망상균열, 두부 박리 - 보수후 재손상 발생여부 주기적 점검 - 교각 균열 발생부 추가 및 손상진전 여부 주기적 점검 - 보수후 재손상 발생여부 주기적 점검

6.4.2 유지관리시 점검요령

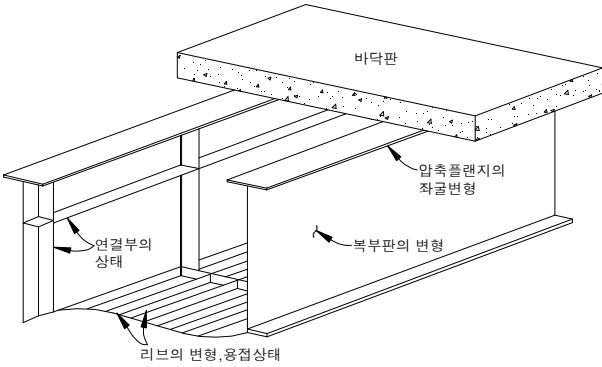
교량의 안전성과 기능성, 사용성 및 노후화 정도 등을 파악하여 재해를 사전에 예방하기 위해서 주기적이고 체계적인 정기점검, 정밀점검, 정밀안전진단 등을 통한 유지관리가 무엇보다도 중요하다. 따라서, 정밀안전점검 결과를 바탕으로 부재별 결함부위에 대한 원인분석과 사전에 예방하자는 유지관리차원에서 중점적으로 점검해야 하는 사항을 제시하고 필요한 점검항목 및 점검요령을 기술하였다.

가. 바닥판

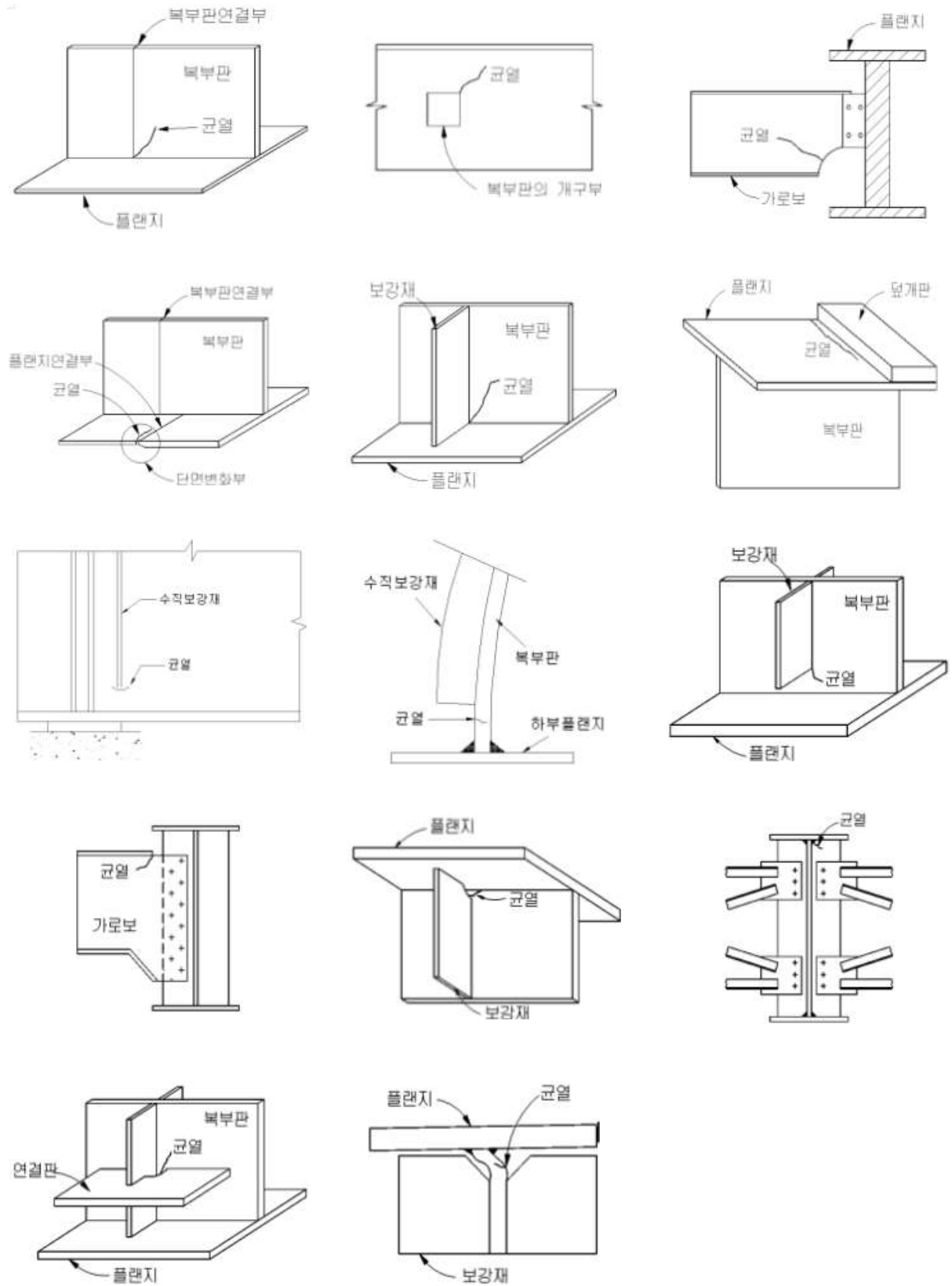
점 검 부 위		점 검 항 목
▷ 공통		• 박리, 박락, 층분리, 철근노출(피복두께 부족), 파손 • 백태(유리석회), 오염 • 재료분리
▷ 거더교		• 균열(거더사이, 힌치부 종방향 균열) • 망상균열
▷ 슬래브, 라멘교 상부	- 단부	• 부스러짐 • 사인장균열
	- 중앙부	• 휨균열
주요 손상		〈균열(cw=0.3mm미만)〉
		〈망상균열(cw=0.3mm미만)〉
		〈박리〉
점 검 요 령	○ 점검방법 - 도보접근이 불가능한 구간은 점검장비를 이용 근접 점검 - 균열의 진행상황을 파악하기 위하여 균열의 시·종점을 표시해 두는 것이 필요하며, 정기적으로 진행 여부를 관찰  (a) 균열표시 예  (b) 균열경 조사 예	

점 검 요 령	- 균열로부터 녹물 유출 여부 조사(철근 부식) - 망상균열, 층분리, 누수나 백태흔적이 발견될 경우 점검용 망치를 두드려 나는 소리로서 내부결합의 존재여부를 추정한다. 내부에 결합 존재 시 외관상 건전한 부위에서도 펀칭 전단파괴의 우려가 있다. ※ 점검용 망치 : 내부의 공동이나 층분리 여부를 소리로 판단. 즉, 건전한 부분을 두들기면 “핑” 하는 맑은 소리가 나지만 내부결합이 있는 부분은 “퍽” 하는 소리가 난다.   ※ 펀칭전단파괴(Punching Shear Failure) : 국부적으로 바닥판에 구멍이 뚫리는 현상 ◦ 점검시 유의사항 - 공통적인 손상은 대부분 구조적인 결함이므로 발생원인을 규명하고 보수보강 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  - 누수 및 백태가 발견된 부위는 교면포장 상태가 비교적 양호할 경우 포장하부의 콘크리트 상태불량, 방수층의 파손이 원인일 수 있으므로 포장을 제거하여 조사하는 등의 원인분석 행위가 필요 - 환경적 요인에 의하여 열화가 심한 부분은 철근의 부식환경을 확인하기 위하여 탄산화시험을 실시 ※ 탄산화 시험 : 철근콘크리트의 부식, 내구성, 잔존수명을 파악하기 위하여 콘크리트 절단면 또는 절취된 콘크리트의 코어에 페놀프탈레인 용액을 사용하여 탄산화의 깊이 측정
원 인	◦ 초기 건조수축 및 온도변화
중 점 점 검 사 항	◦ 횡균열 - 균열폭의 확대와 길이 진전 여부 ◦ 단부 박락 및 철근노출 - 보수 후 재손상 발생 여부
점 검 도 구	◦ 사진기 ◦ 균열자 ◦ 점검용 망치 ◦ 확대경 ◦ 줄자 ◦ 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필) ◦ 점검야장 ◦ 필요시 반발경도 및 탄산화 시험기기

나. 강박스 거더

점 검 부 위		점 검 항 목
▷공통		•변형, 균열, 파손 •표면(도장)상태 오염, 부식 •이상처짐 •연결부 볼트 이완, 파손, 이상음
▷받침부		•복부판 부식 및 국부좌굴 •박스내부 출입구 계폐 •거더와 받침연결부 부식
▷중앙부		•맞대기 용접부 균열 •플랜지 변형 및 처짐 •다이아프램 연결부 균열
▷2차부재		•거더와의 연결부 균열
▷보수부위		•용접부 및 용접부 주변 균열
주 요 손 상		〈거더 외부 강제부식〉
		〈거더 외부 강제부식〉
		〈거더 내부 실링재 미처리〉
점 검 요 령		
	○ 점검방법 - 접근장비 및 도보로 근접 육안점검 혹은 교량하부에서 육안 또는 망원경으로 점검 - 중앙부 처짐은 점검로에서 하부플랜지 정도로 눈높이를 낮추어 점검하거나 교대 옆 혹은 교량에서 조금 떨어진 거리에서 하부플랜지의 전체적인 선형 점검 - 누수에 취약한 신축이음 하부, 배수구 주변 혹은 외측거더의 도장손상 및 녹발생 개략조사 - 차량통과시 삐걱거리는 소리 등 이상음이 들리면 소음발생 부위를 추정하여 기록 유지 - 복부판의 국부좌굴이 의심스러운 경우는 복부에 수직으로 막대기를 밀착시킨 후 막대기와 복부판의 떨어진 거리 측정 - 부식된 부분은 부식정도를 파악하기 위하여 브러쉬 등을 표면을 긁어낸 후 단면결손 정도를 확인(받침부 : 복부판, 중앙부 : 플랜지)	

점 검 요 령	- 강교의 균열은 눈에 잘 띄지 않으므로 가로보의 거더와의 연결 용접부 등 취약부에는 분명한 균열이 있을 것으로 생각해야 발견할 수 있으며, 특히 용접부의 도장 부풀음, 쇠파루 부착, 이상음 발생 등의 징후가 있는 부분을 중점점검(브러쉬, 깨끗한 형짚으로 닦기) - 박스내부 점검시 연속교의 경우 어느 부분까지 점검했는지 혹은 인장부위가 어느 부분인지 구분이 어려울 때, 복부에 붙어있는 수평보강재의 위치가 위에 있는지 혹은 아래위에 동시에 있는지, 아래에만 있는지를 확인하여 자신의 위치를 알 수 있다. 왜냐하면 보강재는 좌굴방지용으로 압축측에 설치하기 때문이다. 예를 들어 ①구역은 수평보강재가 위에 있으므로 상부플랜지는 압축, 하부플랜지는 인장구역으로 정모멘트 구간임을 알 수 있다. - 곡선교의 경우 다이아프램이 주부재이므로 다이아프램과 거더 연결부에 피로균열이 발생할 가능성이 높음으로 점검 필요 ○ 손상발생시 조치 - 눈에 떨 정도의 처짐이나 충돌에 의한 손상으로 추가손상이 우려되거나 주행안전성에 지장을 초래할 경우 즉시 보고하여 대책을 수립 ○ 점검시 유의사항 - 균열은 경우에 따라 도장 표면에서 얇은 녹 흔적으로 나타나므로 주변 도장을 조심스럽게 제거한 후 확대경을 사용하여 면밀하게 점검하고 특히 균열이 미세할 경우 불결하게 문질러 지워지지 않도록 하여야 하며 점검 후에도 균열 상황을 재검토하기 위하여 균열부위는 청결한 상태를 유지 - 균열은 밝은 날 낮 추운 날씨에 더 잘 보이며, 균열을 발견하면 이와 유사한 조건의 다른 부위(교량의 전후좌우가 대부분 대칭임)에도 균열이 발생한 것으로 간주하고 점검에 임해야 함 - 박스내부 출입구 잠금장치가 망가져 있는 경우 부랑인들이 거주하고 있는 경우가 있으므로 2인 이상이 1조가 되어 내부점검 - 박스내부에 환기부족으로 유해가스가 있을 수 있으므로 환기를 시킨 후 점검하고 인화성 물질을 휴대하지 않도록 하며 특히 흡연은 삼가하여야 함		
점 검 도 구	<table border="0"> <tr> <td> •사진기(망원렌즈) •줄자(5m자) •점검야장 </td><td> •점검용 망치 •손전등(박스내부) •펼기도구(소형 보드판, 매직, 분필) </td></tr> </table>	•사진기(망원렌즈) •줄자(5m자) •점검야장	•점검용 망치 •손전등(박스내부) •펼기도구(소형 보드판, 매직, 분필)
•사진기(망원렌즈) •줄자(5m자) •점검야장	•점검용 망치 •손전등(박스내부) •펼기도구(소형 보드판, 매직, 분필)		



【피로균열이 발생하기 쉬운 구조상세】

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(옹벽 포함)		•날개벽 이동, 전도
주 요 손 상	   <교대 측면 균열> <교대 상면 박리> <교대 콘크리트 박락>	
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 단혀 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	
점 검 도 구	•사진기 •균열자 •줄자(5m자) •점검용 망치 •점검추 - 기울음 측정 •중성화 시험기 •필기도구(소형 보드판, 매직, 분필) •점검야장	

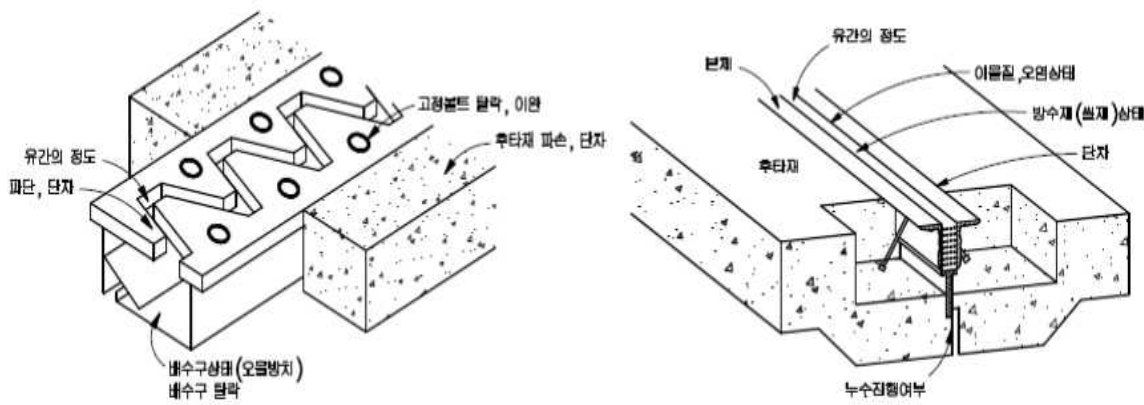
라. 교각

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
주 요 손 상	  	〈교각 코핑부 균열〉 〈교각 코핑부 균열〉 〈교각 코핑부 박리〉
점 검 요 령	○ 점검방법 - 점검장비 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 - 해안가에 위치한 교량의 경우 수면접촉부 등에 철근노출이나 녹물흐름이 발생한 경우 콘크리트 염해 측정이나 탄산화 시험 실시 ○ 손상발생시 조치 - 교각두부 받침하부에 폭 0.3mm이상 균열이 단부까지 진행된 경우에는 교량 안전과 직접적으로 관련이 있으므로 즉시 보고 및 대책수립 - 침하가 의심스러운 경우 기초 주변의 수축세굴 및 국부세굴의 조사가 필요하며 세굴이 발생하였다면 전문가로 하여금 구조물의 안전성평가 필요 ※ 수축세굴(Contraction Scour) : 원래 수로단면이 축소되었을 때 평균유속 및 하상 전단 응력의 증가에 의해 하상물질이 제거되는 현상 ※ 국부세굴(Local Scour) : 와류(Vortices)의 형성으로 교대 및 교각의 주위가 침식되는 현상으로 하상이 어느 정도 안정된 경우 대부분 국부세굴이 문제가 됨 ○ 점검시 유의사항 - 신축이음 유간이 크게 벌어지거나 닫힘, 방호울타리 선형불량은 교각 침하의 징후로 볼 수 있으므로 교각 점검 시 참고해야 할 항목임	
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	
주요 손상			
	〈받침장치 부식〉 〈받침 콘크리트 균열〉 〈받침장치 부식〉		
점 검 요령	○ 점검방법 - 도보점검이 불가능한 부분은 접근장비를 이용하여 근접점검 - 가동받침의 가동여부는 가동면의 윤활재가 밀린 흔적이나 먼지 부착정도로 확인 가능함 - 편(고정)받침을 도장 보수를 시행한 경우 편 연결부 회전유간 틈에 고화된 도장재가 손상 없이 고드름 형태로 남아있는 경우 편 회전 불량으로 간주 - 눈금자가 설치되지 않은 받침은 측면을 깨끗한 형궤으로 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 반반력으로 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		
점 검 도 구	•사진기 •줄자 •균열자 •온도계 •유성펜(매직) 및 청소용 걸레 •점검용 망치 •드라이버(driver) •펼기도구(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(셀링재) 파손 - 노면수 유입
▷ 후타재		• 균열, 파손(패임 및 요철)
주요 손상	 〈후타재 균열〉 〈후타재 마모〉 〈후타재 마모〉	
주요 내용	 ○ 점검방법 - 보도에서 점검 - 신축이음 본체의 유동, 단차, 파손으로 인한 충격음 발생 여부 점검 (단차관리기준 예: 자동차전용도로 10mm, 교통량이 많은 일반도로 15~20mm, 교통량이 적은 일반도로 : 20~30mm) - 고무재의 마모, 파손, 충전 셀링재 노출로 차량운행 저해 및 방수기능 저하상태를 점검하며 교각, 교대 위에서 신축이음 하부의 방수성 및 단부보강 슬래브상태 점검 - 방호울타리부 신축이음의 방수기능 점검 - 레일식 하면의 경우 점검로에서 점검이 어려운 경우 장비를 사용하여 거더를 점검할 때 근접 점검 - 점검기간 내 온도차이가 큰 아침과 한낮에 신축 이동량을 조사하고 적정유간을 확보하고 있는지 확인 점검	
점검 도구	• 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(미세, 선상, 격자형) • 소성변형(요철, 바퀴자국, 단차) • 포트홀(패임) • 노면잡물(구배불량)
▷ 신축이음 전후, 구조물 경계부		• 단차, 침하
▷ 배수구 주변		• 물고임, 이물질 퇴적
주요 부위	 〈LMC 포장 균열〉	 〈LMC 포장 균열〉
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 주행 안전성에 지장을 초래할 경우 즉시 보고하여 대책을 수립 ◦점검시 유의사항 - 갓길은 교통사고의 위험이 높으므로 2인 1조로 하여 차량 진행방향과 반대방향으로 걸어가면서 점검 - 상세조사를 실시할 경우 신호봉 등을 사용하여 차량 유도후 안전하게 점검	
점 검 도 구	• 사진기 • 줄자(5m) • 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필) 및 점검야장 • 신호봉 또는 수기	

아. 배수시설

점 검 부 위		점 검 항 목
▷ 배수관	격자판(Grating) 유입구	•파손, 누락 •누수, 체수(막힘) •오염(오물퇴적)
▷ 배수관		•파손(연결 고정부 탈락) •배수관 길이 부족(거더에 물 떨어짐) •유출구 위치 부적절 (도로상이나 구조물 위에 위치)
주 요 손 상	 <배수관 전경>  <배수관 전경>  <배수관 부식>	
점 검 요 령	○ 점검방법 - 배수구 : 보도부 혹은 노면에서 도보로 점검하며, 배수구 설치간격, 유입구 누락여부, 그레이팅 파손 및 오물퇴적 확인 - 배수관 ① 교량하부 및 측면에서 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 •줄자 •점검용 망치	•드라이버(driver) - 유간오물 확인 •펼기도구(소형 보드판, 매직, 분필) •점검야장

자. 방호벽 및 중앙분리대

점 검 부 위		점 검 항 목
▷ 난간, 방음벽	- 강재, 알루미늄	• 변형 • 파손
	- 철근콘크리트	• 균열(부모멘트부 균열, 침하균열) • 박리, 박락, 철근노출, 파손(충돌)
▷ 갓길		• 신축이음 접촉부 부스러짐(파손) • 표면 부스러짐(동결융해)
▷ 연석	- 강재	• 도장 손상, 부식 • 파손 • 균열(부모멘트부 균열)
	- 철근콘크리트	• 박리, 박락, 부스러짐, 파손
주요 부위	  <방호벽 전경> <중분대 전경>	
점 검 요 령	○ 점검방법 - 교량 한쪽에서 눈을 난간(방호울타리)높이 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 - 방호울타리의 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

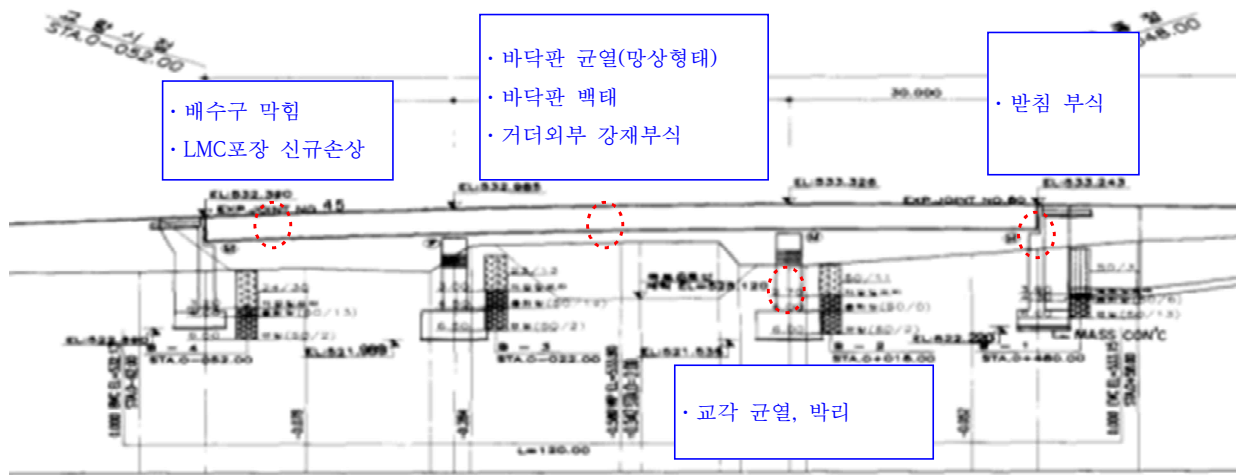
6.4.3 중점 유지관리사항 및 점검방향

가. 인천방향

속사천4교 인천방향 중점유지관리사항, 점검방향

■ 중점유지관리 사항

- ① 바닥판 하면 균열 및 백태
 - 균열(망상형태)부 백태 동반 여부 등
 - 진전 및 추가손상 발생 여부 확인
- ② 거더 외부 강재부식
 - 진전 및 추가손상 발생 여부 확인
- ③ 교대 균열, 균열, 박리
 - 균열(망상형태)부 백태 동반 여부 등
 - 진전 및 추가손상 발생 여부 확인



■ 장비투입현황 및 계획



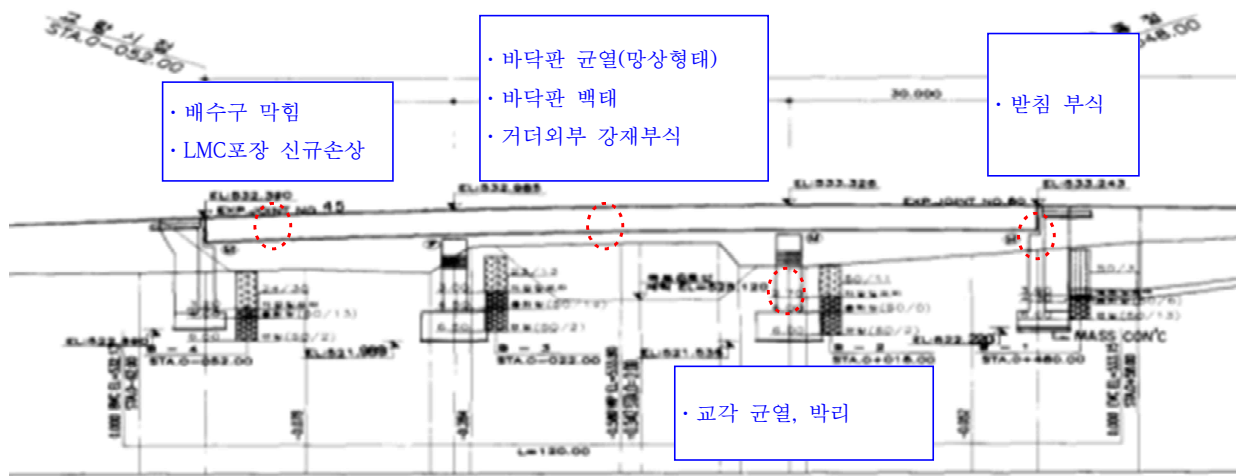
구분	상부구조	하부구조
	고소점검차	도보
구간	S1~S3	P1~P2
소요 기간	1일(하부 통제필요)	1일
현황	- 하부 국도 통과	

나. 강릉방향

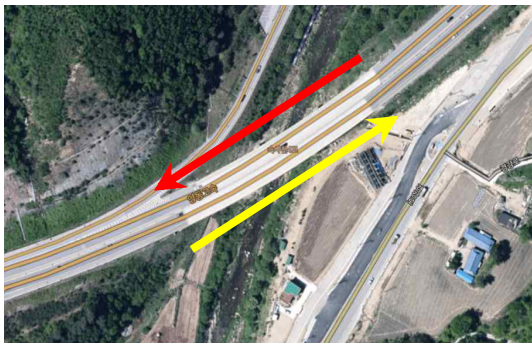
속사천4교 강릉방향 중점유지관리사항, 점검방향

■ 중점유지관리 사항

- ① 바닥판 하면 균열 및 백태
 - 균열(망상형태)부 백태 동반 여부 등
진전 및 추가손상 발생 여부 확인
- ② 거더 외부 강재부식
 - 진전 및 추가손상 발생 여부 확인
- ③ 교대 균열, 균열, 박리
 - 균열(망상형태)부 백태 동반 여부 등
진전 및 추가손상 발생 여부 확인



■ 장비투입현황 및 계획



구분	상부구조	하부구조
	점검차	도보
구간	S1~S3	P1~P2
소요 기간	1일(통제필요)	1일
현황	- 하부 하천 통과	

