

제 7 장 유지관리 전략 제안

7.1 개요

7.2 유지관리 전략 제안 시 고려사항

7.3 유지관리 전략 활용 방안

7.4 유지관리 전략 제안 절차

7.5 보수·보강 방안

7.6 유지관리 전략 제안

제 7 장 유지관리 전략 제안

7.1 개요

현재 시설물의 예산 배정 방식은 대부분 시설물 손상 및 결함만으로 결정되며, 관리 주체의 주관적 요소가 지배적 결정 요인으로 작용되는 경우가 많다. 또한, 시설물 관리 부서의 보수보강예산은 한정되어 있기 때문에 모든 결함을 적기에 보수하기에는 충분치 못한 실정이다. 이와 같이 유지관리 전략 제안에 포함된 모든 조치를 시행하기가 현실적으로 어려울 경우 가용 자원 규모 내에서 가장 효과적인 유지관리 방안을 우선적으로 선정해야 한다. 유지관리 전략 제안의 목적은 모든 보수·보강 후보를 대상으로 성능 평가지표인 상태안전성능, 구조안전성능, 내구성능, 사용성능에 근거하여 경제적 측면, 환경적 측면, 사회적 영향 등을 고려하여 우선적으로 조치하여야 할 대상을 선정하는데 있다.

7.2 유지관리 전략 제안 시 고려사항

일반적인 유지관리 단계의 우선순위 산정 시에는 유지보수 시 발생하는 편익을 개별로 추정하기가 어렵기 때문에 신설 투자 시 적용하는 서비스수준(LOS : Level of Service), 위험도(Risk), 생애주기비용(LCC : Life Cycle Cost) 방법 등을 적용하기는 쉽지 않다. 이는 시설물 관리주체가 유지보수 대상을 선정할 경우 수십~수백개 이상의 시설물을 대상으로 계획을 수립하기 때문에 각 시설물 및 공법별로 정량화하여 분석하는데 많은 시간과 비용이 발생되기 때문이다. 시설물의 보수·보강 공법, 단가 등의 자료를 통해 보수·보강 물량을 산출하고 부재 및 성능간 가중치를 적용하여 유지관리 전략을 제안한다.

7.3 유지관리 전략 활용 방안

유지관리 전략 산정결과는 안전성능, 내구성능, 사용성능 등을 고려한 종합적인 평가를 통해 보수·보강 유형별 중요도를 파악하고 다양한 요소를 반영하여 보다 명확하고 객관적 자료 제공할 수 있으며, 이를 통해 의사결정과정의 투명성을 확보할 수 있다.

7.4 유지관리 전략 제언 절차

유지관리 전략은 총 5단계로 구성되며, 조치별 비용대비 성능향상 기준으로 대상을 선정하는 방법을 선정한다.

<표 7.4.1> 유지관리 전략제안을 위한 우선순위 절차

구 분	분석 내용
<단계 I>대상선정 단계	관리주체의 목표 및 방향에 기반하여 성능평가 대상을 도출
<단계 II>자료수집 단계	시설물별로 성능평가 절차에 의한 평가 결과와 추가 자료를 수집
<단계 III>시설물 평가단계	성능목표·영향도에 따라 후보 조치별 평가 우선순위 선정을 위한 지표도출
<단계 IV>순위선정단계	평가결과를 활용하여 비용효과가 높은 조치를 선정하고 우선순위를 결정
<단계 V> 예산제약고려단계	우선순위 선정 후 예산제약을 감안한 조치 선택

7.4.1 대상선정

관리주체의 목표 및 방향에 기반을 두어 성능평가 대상을 도출한다. 시설물별로 성능평가 절차에 의한 평가 결과와 추가 자료를 수집한다.

7.4.2 자료수집

시설물별로 성능평가 절차에 의한 평가 결과와 추가 자료를 수집한다.

7.4.3 시설물 평가

성능목표·영향도에 따라 후보 조치별 평가를 수행한다. 우선순위 선정을 위한 지표를 도출한다. 각 보수조치별로 비용을 산출한 후 안전성능, 내구성능, 사용성능에 대한 영향도(가중치)를 반영하여 효과지수(Efficiency Index)를 결정한다. 기본적으로 관리주체는 각 조치별로 평가지표를 분석할 수 있는 정보(영향도, 가중치 등)와 개략적인 비용을 산출하여야 한다.

- 부재별 손상별 보수물량 산출
- 표준 단가(건설공사 표준품셈, 건설공사 일위대가 등)를 통해 부재별 비용 산출
- 각 성능항목별 부재별 가중치와 성능간 가중치를 통해 효과지수 산정

7.4.4 우선순위 수준 선정

우선순위 수준은 위험도, 경제성 등을 고려하여 다음 각 호의 경우 중에서 결정한다.

- 현상유지(진행억제)
- 실용상 지장이 없는 성능까지 회복
- 초기 수준 이상으로 개선
- 개축

7.4.5 우선순위 선정

성능평가 가중치 및 기타 외부적 요소에 따라 조치별로 평가하여 비용대비 효과가 높은 조치를 선정하고 우선순위를 결정한다. 관리자의 판단에 따라 우선순위지수 (PI : Priority Index)는 낮지만 보수가 필요하다고 판단되는 경우 우선순위를 조정할 경우 소견을 작성하여 시설물의 안전 및 유지관리 계획에 수록하여야 한다.

부재별 손상내역 및 공사비에 가중치를 적용하여 우선순위지수를 산정한다. 각 시설물에 따른 성능간 가중치 및 부재 가중치는 [부록]을 참조하여 선정한다.

$$\text{우선순위지수} = D_n \times M_n \times P_n \times G_n$$

여기서, D_n : 손상별 가중치

M_n : 부재별 가중치

P_n : 성능간 가중치

G_n : 등급별 가중치

<표 7.4.2> 우선순위지수 산정방법 예시

구분	손상 물량 (m³)	보수 물량 (m³)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI)	순위
					손상 내용	부재 위치	성능	등급	손상	부재	성능	등급		
조치1	100	150	10	1,500	균열	바닥 판	안전 성능	c	1.00	0.44	0.68	0.18	0.048	2
조치2	10	15	20	300	균열	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.007	5
조치3	50	75	30	2,250	열화	교대	안전 성능	c	1.00	0.13	0.68	0.18	0.014	3
조치4	60	90	40	3,600	탄산화	바닥판	내구 성능	b	1.00	0.50	0.21	0.09	0.008	4
조치5	70	105	20	2,100	강도	바닥판	내구 성능	d	1.00	0.33	0.21	0.30	0.049	1

* 구조안전성능등급이 상태안전성능등급보다 낮거나 안전 상 구조부재의 보수·보강 조치가 필요한 경우 항목 추가

** 시설물 특성 및 주변현황을 고려하여 책임기술자 판단에 따라 우선순위지수와 관계 없이 보수·보강이 필요한 조치에 대해서는 그 순위를 조정하고 반드시 관련 의견 작성

7.4.6 유지관리 전략 제언

우선순위지수를 통해 산정된 보수·보강 우선순위를 통해 유지관리 전략을 제언한다.

* 안전성능, 내구성능, 사용성능에 심각한 영향을 미치는 중대한 결함의 경우는 본 우선순위 기준과 상관 없이 즉각적으로 보수·보강하는 것으로 한다.

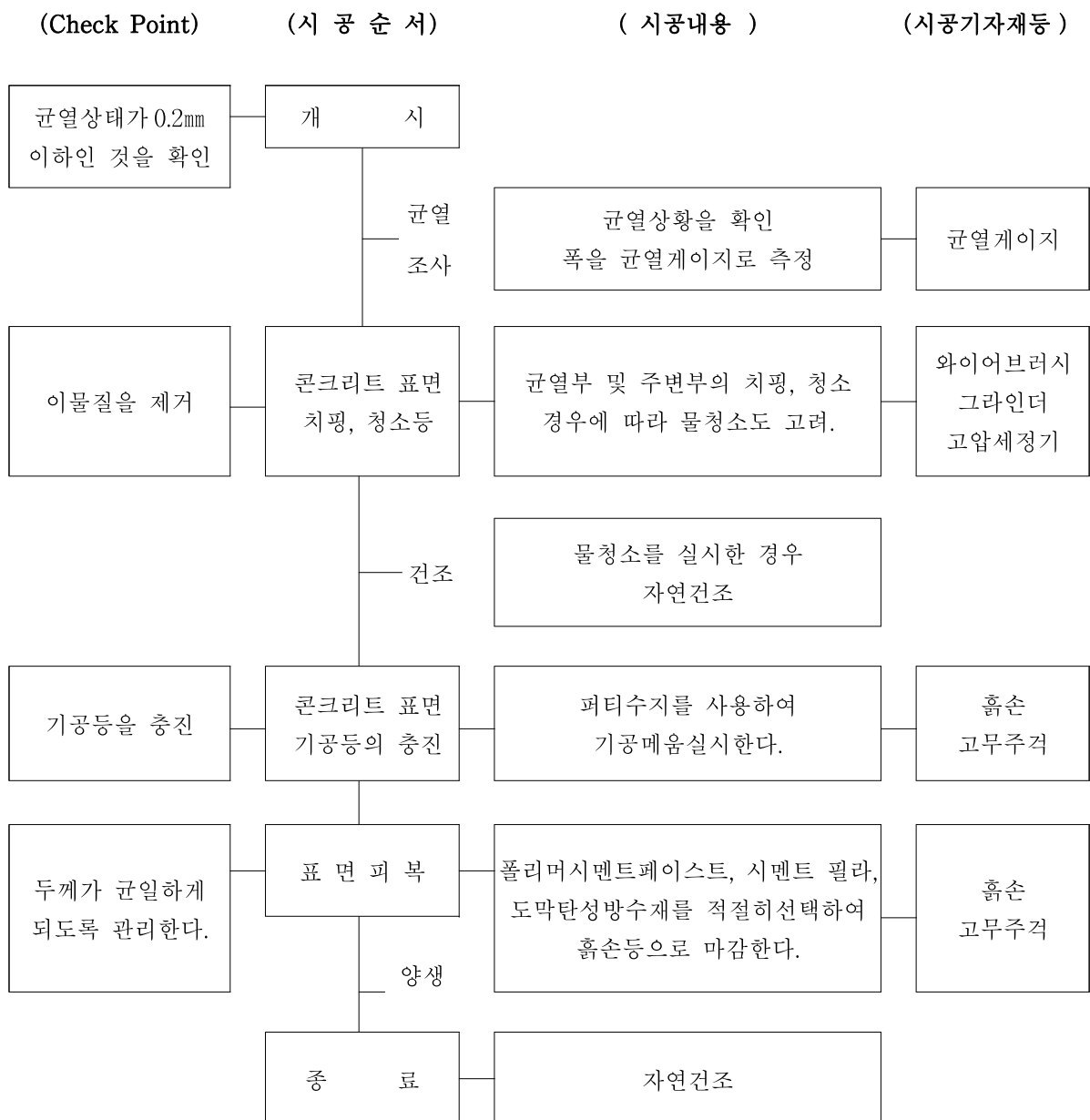
7.5 보수 · 보강 방안

7.5.1 결함 내용별 보수 · 보강방법

가. 단면보수 방법

1) 균열표면처리 보수

본 과업에서의 균열폭 0.3mm미만의 균열 및 망상균열이 발생한 구간은 향후 균열표면처리 보수시 본 공법을 적용하여 보수를 실시하며, 결함발생 여부에 대한 주기적인 관찰이 요구된다. 균열표면처리공법의 흐름도 및 공법 개요도는 다음과 같다.



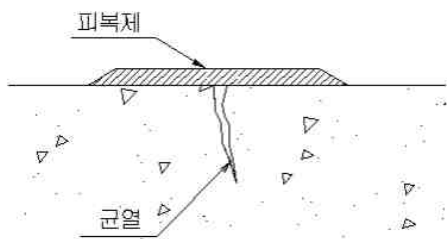
<그림 7.5.1> 표면처리 공법 시공 흐름도

균열의 성장이 정지된 상태에서는 <그림 7.5.2>의 좌측과 같이 균열선 및 백태를 따라 폭 50~100 mm를 와이어 브러쉬로 닦아내거나 심한 경우 치핑을 실시한 후 폴리머 시멘트 페이스트나 모르터로 균일하게 도포한다. 콘크리트 표면에 0.3mm이하의 미세한 균열이 많이 분포해 있는 경우도 같은 방법으로 도포할 수 있으며, 재료를 기계로 분무하여 도포할 수도 있다.

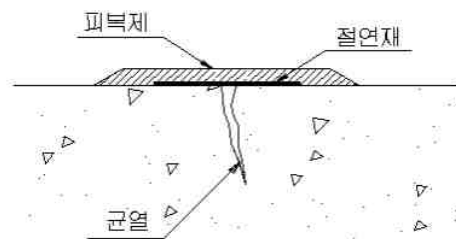
균열 폭의 변동이 큰 경우 경화후의 재질이 단단한 폴리머 시멘트 페이스트나 모르터로 보수할 경우 보수부위에 다시 균열이 발생하므로 <그림 4.2.2> 우측과 같이 균열 면을 와이어 브러쉬로 완전히 청소한 후 균열선을 중심으로 폭 10~15mm 절연재를 부착하고, 절연재를 중심으로 폭 30~50mm, 두께 2~4mm의 변형성 및 신장성이 큰 실링재를 도포하여 바닥의 변형을 이 테이프 사이에서 흡수할 수 있도록 한다.

[사용재료]

- | | |
|---------------------|---------------------|
| ① 폴리머시멘트 페이스트 | ② 시멘트 필라 |
| ③ 도막탄성방수재 (아크릴 수지계) | ④ 도막탄성방수재 (우레탄 수지계) |



(표면처리공법)



(균열폭의 변동이 큰 경우의 표면처리공법 일례)

<그림 7.5.2> 균열부 표면처리 공법 개요도

2) 콘크리트 단면보수

단면보수 공법은 콘크리트의 손상 중 균열부에 누수 및 백태가 발생하는 경우, 기 표면 보수부의 박리나 결함 재발생 부위 등에 적용하는 것으로 하며 외관조사에 따른 손상 정도는 심각하지는 않으나 방치할 경우 Con'c 열화가 진전되어 철근부식 및 내구성에 영향을 미칠 수 있는 부위에 실시하는 것으로 한다.

콘크리트 표면에 발생된 Con'c 열화 및 보수부 박리 등은 바탕면의 청소 및 열화된 Con'c 제거가 잘되어야 보수 후 신·구 콘크리트의 접착이 양호하므로 충분한 사전작업을 하여야 하며 결함부위에 대해서 다음과 같은 요령으로 보수한다.



<그림 7.5.3> 단면보수 순서도

※ 보수요령

- ① 결함부 절삭: 콘크리트의 균열, 박리부분 및 콘크리트 표면에 결함이 있는 곳을 절삭한다.
- ② 바탕면 청소: 콘크리트 표면의 레이턴스, 부착 유지류 등 접착에 악영향을 미치는 오염원을 제거한다.
- ③ 방청처리(필요시): 철근이 노출되어 있을 경우 방청재를 도포한다.
- ④ 단면보수: 단면손실 부분은 복원재를 이용하여 충분히 도포한다.
- ⑤ 바닥면 고르기: 단면보수를 실시하지 않은 부위라도 연장하여 단면 조정재로 도포한다.

※ 사용재료

- ① 방청재: 우레탄수지 또는 알키드수지 사용
- ② 단면보수재: 라텍스혼합시멘트 모르터, 에폭시수지 모르터, 우레탄수지 혼입시멘트 모르터 등이 사용 가능함.

나. 주입보수

주입보수는 외관조사에 조사된 균열 중 폭이 0.3mm를 초과하는 경우에 활용하는 것으로 하며 표면 및 단면보수 부위라도 균열 폭이 큰 경우 적용하여야 한다. 균열부에 수지를 주입하면 콘크리트와 일체를 이루어 콘크리트의 방수성을 향상시켜서 내부 철근의 부식방지 및 콘크리트의 열화방지에 효과적이다.

균열보수는 균열 폭 및 균열깊이, 균열의 형태, 구조적 안정성 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 사용한다.

<표 7.5.1> 수지주입 공법의 종류

압 입 식
· 수동식 주입 : 인력 · 기계식 주입 : 공기압식, 유압식, 기어식 · 저압·저속식 주입 : 고무, 용수철, 공기 등의 압력
흡 입 식
· 균열의 양단에 흡기구와 충전재 주입구를 설치하여 흡입펌프로 충전재를 흡입주입

1) 수지주입 공법의 선정

균열 주입공법에는 압입식과 흡입식이 있다. 압입식 주입공법에는 수동식, 기계식 및 저압·저속식 주입 방법이 있으며 <표 7.5.1>은 주입공법의 종류이다.

종래에는 수동식 기계주입 방법이 많이 이용되고 있으나, 이 방법은 주입량을 정확하게 파악할 수 없으며, 관통하지 않은 균열은 구석까지 보수재료를 주입하기가 곤란하다. 또한 주입압력이 너무 높으면 균열을 넓혀 주는 등의 문제점이 있다. 따라서, <표 7.5.2>의 저압·저속 주입의 압입식 공법이 주요하며, 저압·저속의 주입공법은 주입량 파악이 쉬우며, 균열 구석까지 주입할 수 있는 특징이 있다.

<표 7.5.2> 저압·저속식 주입방법

압 입 방 식	용기의 형태
압축용기에서의 압축공기로 주입	플라스틱제의 실린더
압력탱크내의 압축된 압력으로 주입	플라스틱제의 압력탱크
고무시트의 복원력으로 주입	플라스틱제 틀에 고무시트를 고정
고무밴드의 복원력으로 주입	플라스틱제 실린더와 피스톤
캡슐내의 용수철로 주입	플라스틱제 캡슐 탱크

2) 압입식 수지주입 공법 선정

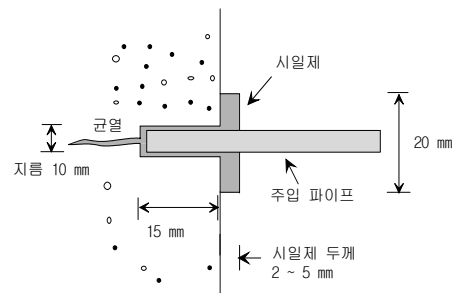
이 공법은 균열 위에 주입수지가 들어 있는 용기를 설치하여 고무, 용수철, 공기압 등으로 서서히 수지를 주입하는 방식으로 압입방식은 <표 7.5.2>와 같다.

<표 7.5.3> 균열폭에 알맞은 수지의 점성도

형 상		점성도 (20℃, cp)	주입 가능한 균열폭
액 상	저점성도	500±200	0.1mm 전후
	고점성도	1,500±500	0.2mm 전후
겔 상태		6,000±1,000	0.5~5mm 전후

<표 7.5.4> 균열폭에 따른 주입파이프의 간격

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



<그림 7.5.4> 주입파이프 설치도

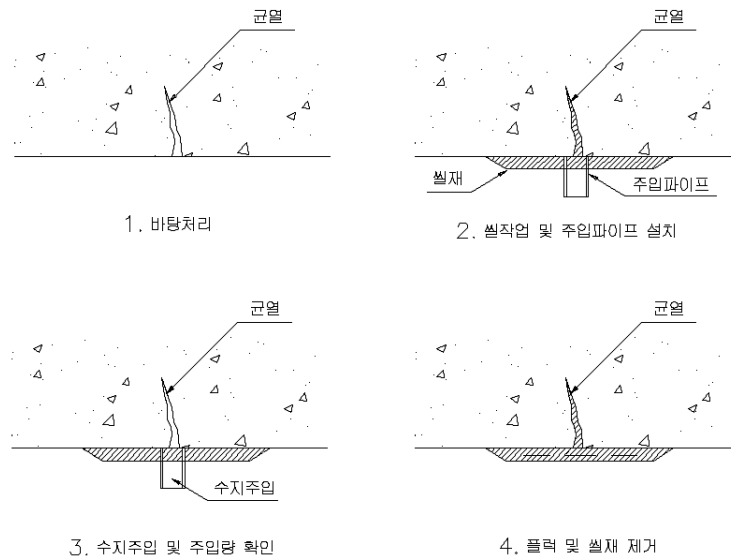
이 공법을 적용함에 있어서는 시공위치, 시공시기에 맞는 작업시간 및 균열폭에 대응한 점도의 재료를 선정하는 것이 중요하고, 균열폭에 알맞은 수지의 점성도는 <표 7.5.3>과 같으며, 일반적인 주입 파이프의 간격과 설치 개요는 <표 7.5.4>, <그림 7.5.4>와 같다.

3) 압입식 수지주입 공법 특징

수지가 들어 있는 용기를 균열 위에 설치하므로 사람의 손을 필요로 하지 않고, 용기 높이의 저압력에 의해 자동으로 주입되므로 압력에 의한 실링부의 파손도 적어 시공관리가 용이하다. 그리고, 주입되는 수지의 거동은 동심원상으로 확대되므로 주입압력에 의한 균열이나 들뜸이 발생되지 않는다.

주입압력은 4kgf/cm² 이하로 규정되어 있으나 실제로는 1kgf/cm² 전후가 사용된다. 주입제는 에폭시수지 이외에도 무기질계의 슬러리도 사용할 수 있으며, 무기질계 슬러리는 습윤 환경하에서도 사용이 가능하다. 반면에 주입기에 여분의 주입재료가 남아 재료의 손실이 큰 단점이 있다.

수지주입공법의 흐름도 및 공법개요도는 <그림 7.5.5>, <그림 7.5.6>과 같고, 수지계 주입재의 특징은 <표 7.5.5>과 같다.



<그림 7.5.5> 균열 수지주입 공법 개요도

(Check Point)	(시 공 순 서)	(시 공 내 용)	(시공기자재등)
균열폭 측정 및 표식	균열 조사	균열상황 확인 폭을 균열게이지로 측정	균열게이지
주입구가 청소에 의해 메워지지 않도록 주의	균열부 표면청소	주입구 주변 청소	와이어브러시 그라인더 드릴
	주입파이프 고정	주입파이프 간격 확인(100~200 mm), 주입파이프 접착 밀도 확인	스케일 등
찌재의 접착을 견고하게 양생(가장 중요)	비주입부위 균열의 찌링		흙손 등
진행성 균열의 경우는 가소성 에폭시수지의 사용을 검토	전용 펌프로 천천히 주입		주입용 펌프
	주입량 확인 양 생		
시공전의 상태에 근 접하게 제거	주입파이프 찌재 제거 작업종료		망치, 끌, 정 드라이버 등

<그림 7.5.6> 수지주입 공법 시공 흐름도

<표 7.5.5> 수지계 주입재의 특징

재료명	주요 성분	특징 · 용도
에폭시 수지계 균열주입재	에폭시수지	· 균열, 추종성이 양호 · 적용가능 균열 폭은 0.2~2.0mm
	유연형 에폭시수지	· 경화물의 유연성이 풍부하여 진행성 균열에 적합 · 균열 및 알칼리골재반응의 성능저하 보수에 적합
	자기유화형 에폭시수지	· 수중경화, 콘크리트 중의 수분과 반응 · 강도특성이 뛰어남 · 균열 폭 0.15mm 이상에 적용
	에폭시수지, 포틀랜드 시멘트	· 수중경화형 에폭시수지와 시멘트의 반응으로 발포 · 적용 균열 폭 1mm~10mm
실린트계 충전재	우레탄수지	· 단일성분으로 작업성이 뛰어남 · 탄성계수가 작아 균열 추종성이 양호 · 구조물의 신축 줄눈부에 사용
폴리머 시멘트계 주입재	에폭시수지계 에밀전 미분말충전재 조강시멘트	· 균열폭 5.0mm 이상에 적용 · 습윤면에 대하여 접착성이 우수 · 알칼리골재반응에 의한 성능저하의 보수에 적합

<표 7.5.6> 수지주입공법의 비교

구 분	제 1 안	제 2 안	제 3 안
	에폭시 수지계 (일반)	폴리머 모르터	수성 에폭시콘크리트
개요도			
공법 개요	콘크리트 균열부위에 유기계 재료인 에폭시를 주입기를 통하여 주입하는 공법	콘크리트 균열부위에 무기계 재료인 RF슬러리를 주입기를 통하여 주입하는 공법	콘크리트 균열 부위에 유기계+무기계 재료인 수성 에폭시를 주입기를 통하여 주입하는 공법
시공 방법	표면처리 → V컷팅 → 주입기설치 → 균열부 썰링 → 에폭시주입 → 단면복구	표면처리 → V컷팅 → 주입기설치 → 균열부 썰링 → RF슬러리주입 → 단면복구	표면처리 → V컷팅 → 주입기설치 → 균열부 썰링 → 수성에폭시주입 → 단면복구
특 정	- 습윤면 시공 가능 - 시공성이 좋다 - 경화속도가 빠르다. - 주입량 점검이 용이하고, 균열 속 깊이까지 주입할 수 있다 - 가장 일반적으로 쓰이는 공법으로 실적이 많다	- 모체와 탄성계수, 열팽창계수가 동일하여 재균열 발생 가능성 적음 - 모체와 일체화 가능 - 기존의 콘크리트 구조와 동일한 구조거동을 하며, 재탈락의 현상 없음 - 습윤면 시공 불가능 - 저점도이므로 균열폭이 작으면 주입이 되지 않는다.	- 미세 균열주위 콘크리트 강도 증가 - 내지하수, 내해수, 내약품성, 화학적 침식성 우수 - 경화속도가 무기계에 비해 빠르다 - 물성치가 콘크리트와 상이함으로 온도 및 하중변화에 의한 재균열 발생 우려

4) 시공시 주의사항

(1) 대기온도가 10~30℃일 때 시공 가능하며, 우천시는 중지한다.

보수부 콘크리트의 표면 온도는 10℃이상을 표준으로 하고 있으므로 기온차가 심한 경우에는 기온의 변화에 대응하는 에폭시계 수지의 성상을 조사하여 두고 겨울철 부득이 시공하는 경우에는 가열양생 등의 조치를 생각할 필요가 있다.

<표 7.5.6> 수지주입공법의 비교-계속

구 분	제 4 안	제 5 안	제 6 안
	그라우트 (에폭시수지계)	습식 에폭시수지계	무색 에폭시수지계
개요도			
공법 개요	콘크리트 균열부위에 초미립자 무기계 슬러리를 주입기를 통하여 주입하는 공법	내부 균열까지 침투성이 큰 저점도 Epoxy수지를 가압 주입하여 방수성, 내구성을 향상시키는 에폭시 주입공법	1차로 주입기의 압력에 의해 고압으로 주입되고 2차로 에폭시 탱크의 잔류량이 보일의 법칙에 의해 저압으로 주입되므로 세밀한 균열보강액 주입 가능한 공법
시공 방법	표면처리→V컷팅→주입좌대고정→균열부실링→초미립자 무기계 슬러리주입→단면복구	표면처리→주입구선정→균열부위 실링→고정판설치→에폭시 주입→표면정리	균열부위 면처리→에어컨 먼지 제거 → 균열부실링→고정재 부착→실린더 고정판에 부착→슈퍼인젝터를 실린더에 부착후 주입→고정대 제거 후 마감.
특 징	- 무기계 재료로서 기존 콘크리트와 물리적 성질이 유사하여 시공 후 온도, 하중변화에 의한 재균열 발생가능성이 없음 - 습윤면 시공불가능 - 균열부 콘크리트 방청, 중성화 및 염해방지 기능이 있음 - 공정이 다소 복잡하여 시공 전문가 필요	- 주입량 점검이 용이하고, 균열 속 깊이까지 주입할 수 있음. - 건식, 습식, 수중 시공이 가능. - 균열의 표면뿐만 아니라, 내부균열 깊숙이 주입이 가능. - 압력조절에 주의가 요망되며, 압력 이 클 경우 균열이 확대되어 버림.	- 각각의 시공 부위에 따라 슈퍼인젝터의 각도를 조절하면 완벽한 주입가능. - 자체의 압력조절이 가능하여 상황에 따라 적당한 압력으로 주입 가능. - 약품이 역류되지 않아 시공면이 오염되지 않음. - 시공이 매우 용이하여 시공비가 저렴하다. - 사용년수 증가시 접착력이 떨어질 수 있다.

(2) 에폭시계 수지는 사용에 앞서 현장에서 시공시의 기온에 대응하는 경화시간을 설정하여 균열 주입 효과를 높이도록 한다.

일반적으로 에폭시계 수지의 경화시간이란 접착제를 혼합해서 충분한 접착강도가 보증되는 작업 가능시까지의 시간을 말하나 기온, 혼합량의 대소 등에 따라서도 다르므로 주의해야 한다.

(3) 사용하는 에폭시계 수지는 적당한 롯트마다 시험을 실시하여 품질의 확인이 필요하다.

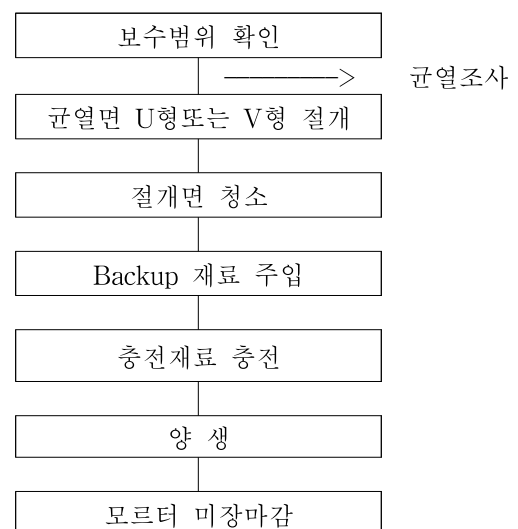
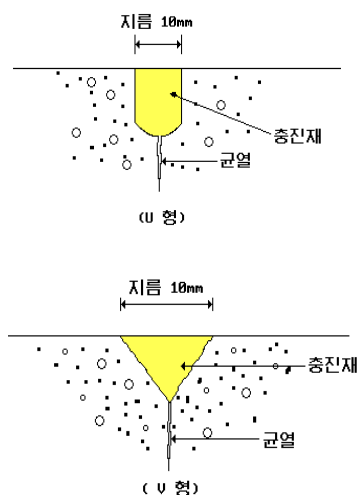
(4) 썰링 및 표면 마감면은 주입압에 견디도록 충분히 양생한다.

(5) 주입된 에폭시계 수지가 경화한 후에는 주입 파이프를 절단하고 썰링재와 함께 그라인더로 갈아 평탄하게 마무리한다.

5) 충전공법

충전공법은 균열의 폭이 0.5 mm 이상으로 비교적 큰 경우의 보수에 적합한 공법으로, 균열을 따라 모르터 마감 또는 콘크리트를 절단하여, 그 부분에 보수재를 충전하는 방법이다. 이 공법은 철근이 부식되어 있는 경우와 부식되지 않은 경우에 따라 보수방법이 다르다. 충전공법에는 철근이 부식되지 않은 경우, 철근이 부식되어 있는 경우, U커트 실링재 충전공법, 결함부위 에폭시수지 모르터 충전공법 그리고 결함부위 폴리머 시멘트 모르터 충전공법 등이 있다.

◆철근이 부식되지 않은 경우



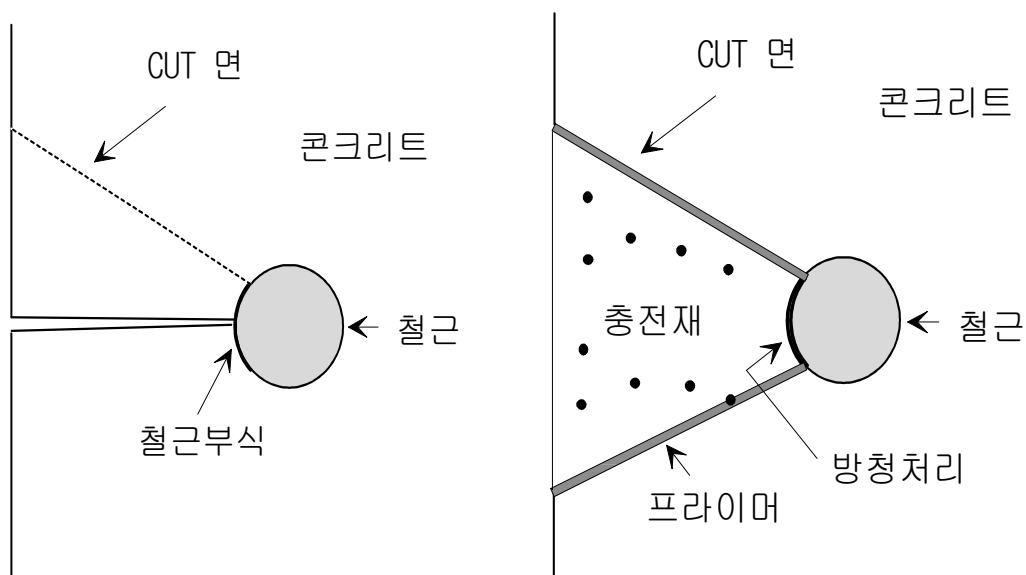
<그림 7.5.7> 철근이 부식하지 않는 경우의 충전공법 및 시공흐름

철근이 부식되지 않은 경우는 <그림 7.5.7>과 같이 균열을 따라 약 10mm 폭으로 콘크리트를 U형 또는 V형으로 절개한 후, 이 부위에 실링재·유연성 에폭시수지 또는 폴리머 시멘트 모르타 등을 충전하여 보수한다. V형으로 절개하는 방법은 간편하지만 폴리머 시멘트 모르타를 충전하는 경우 충전한 모르타의 박리가 발생하기 쉽기 때문에 U형으로 절개하는 방법이 보다 효과적이다.

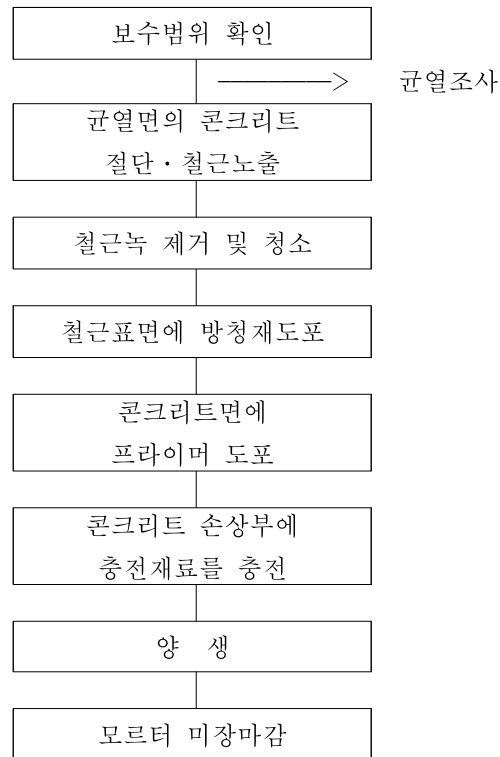
◆철근이 부식된 경우

철근이 부식된 경우의 충전공법은 <그림 7.5.8>과 같이 부식된 철근부위까지 콘크리트를 깨내고 철근의 녹을 완전히 제거한다. 철근에 대한 방청처리와 콘크리트면에 대한 프라이머 도포후 폴리머 시멘트 모르타나 에폭시수지 모르타 등의 재료로 충전하는 순서로 시공하며 보수 순서는 <그림 7.5.9>와 같다.

이 방법은 철근이 부식된 경우 철근콘크리트 구조물의 내구성 회복을 목표로 하는 균열보수의 주된 방법으로 환경조건에 따라 여러 가지의 재료 및 공법이 사용될 수 있다. 철근이 부식된 경우의 충전공법은 크게 보수재료에 의해 물리적으로 부식을 방지하는 방법, 콘크리트에 알칼리성을 부가하여 화학적으로 부식을 방지하는 방법 및 이 두 가지의 혼용방법 등 3가지로 분류될 수 있다.



<그림 7.5.8> 철근이 부식된 경우의 충전공법



<그림 7.5.9> 철근이 부식된 경우의 충전공법의 흐름도

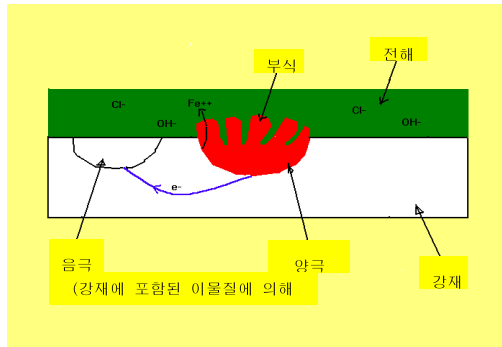
철근이 부식된 경우의 보수에는 다음 사항을 고려해야 한다. 첫째, 부식된 철근의 녹을 완전히 제거하는 것을 원칙으로 한다. 둘째, 균열이 발생되지 않은 부분의 철근도 부식하는 경우가 많기 때문에 그 부분을 포함하여 보수한다. 셋째, 균열이 진행성이면 균열폭이 증가되는 경우가 많이 있기 때문에 변형에 대한 유연성이 큰 보수재료를 사용한다. 이상에서 언급한 공법에 사용하는 재료로서는 일반적으로 콘크리트는 타설 후 수년이 지나도 수분을 함유하는 재료이므로 균열면은 항상 습윤 상태로 있는 것이 많다. 이 같은 경우는 습윤 균열 전용으로 개발된 에폭시 수지계 보수재료를 이용하는 것이 바람직하다. 시멘트계 보수재료는 현재 주입성능이 합성수지계에 비해 떨어지나 수경성이므로 습윤면의 시공에 적합하고 내구성, 내화성이 우수하여 화재 발생시 등에 유리하다.

다. 도장보수

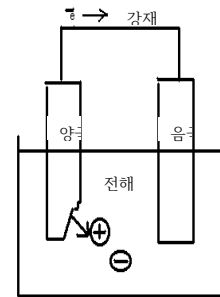
1) 부식발생의 매카니즘

일반적으로 강교에서 부식문제는 상당한 부분을 차지하므로 부식에 대한 이해를 돕기 위하여 부식의 발생 매카니즘을 제시하고자 한다. 부식 및 발청의 원인은 <그림 7.5.10>과 같이 부식 환경하에서 강재표면에 부착된 수분과 이물질 등이 전해질 용액이 되고, 강재의 제작시 포함된 이물질이 양극이 되며, 강재가 음극과 도체의 역할을 함으로써 전해

질액, 이물질, 강재를 잇는 전류의 흐름이 형성된다. 여기서 양극의 철입자(Fe^{++})가 전해 질액 속으로 녹아 들어감으로써 부식이 진행되며, 대부분의 부식방지법은 이러한 전류의 흐름을 차단하는데 주안점을 두고 있다.



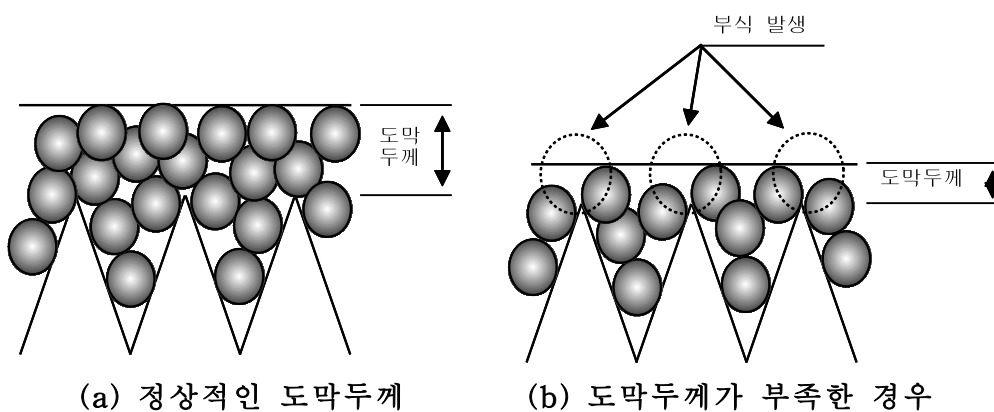
(a) 강재의 부식과정



(b) 부식원리

<그림 7.5.10> 강재의 부식과정 및 원리

상시 부식 환경이 조성된 경우에는 지속적인 입자의 손실로 인하여 도막두께가 감소하는 결과를 초래할 수도 있으며, 모서리부는 입자의 부착이 어려우므로 부식이 다른 부위보다 먼저 발생할 수도 있다. 이러한 도막두께 부족에 따른 부식은 <그림 7.5.11>과 같이 도막이 부족한 경우에 부식이 우선적으로 발생하고 그 범위가 점차 전체 구조물로 확대되는 것이다.



<그림 7.5.11> 도막두께 부족으로 인한 부식발생

2) 강재부식 및 도장박리 보수방안

(1) 일반사항

하천을 횡단하는 교량의 특수성과 통행차량의 매연 및 산악지대의 지리적 특성상 안개 등 습기의 반복적인 노출의 영향을 받고 있는 것을 감안하면 박스 내·외부의 도장은 가혹한 부식 환경으로 보고 특수 환경용 중방식 도장을 채용하는 것이 효과적이라 판단된다. ‘중방식 도장(Heavy Duty Coating)’이라함은 교량, 해상 구조물 등 심한 부식 환경에 놓여있는 철구조물을 장기간에 걸쳐 부식으로 보호하기 위하여 제조한 도료로 시공하는 방식도장을 말한다.

특히, 부식이 심하게 발생된 부위의 재도장은 기존 부식에 의한 단면 감소가 발생하지 않도록 표면처리(블라스팅)를 충분히 실시하는 것이 중요하므로 이를 숙지하여야 한다.

(2) 사용도료 및 건조도막 두께

① 부분 재도장시

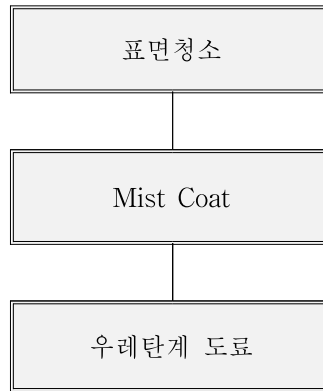
- 도장은 수용성 무기징크의 하도와 타르에폭시계의 상도가 시공되어져 있다.
- 수용성 무기징크는 건조 후 탄산칼륨이 잔존하며, 탄산칼륨이 물과 반응하여 수소가스 및 탄산가스가 발생되어 도막층간 부착력 불량하여 수용성 무기징크 위에는 후속 도장을 실시하지 않는다.
- 일반적으로 보수 도장시에는 표면처리 후 Epoxy mastic중도 도장과 우레탄상도를 추천하고 있으나 수용성 무기징크의 반응 Mechanism을 볼때 추천불가능하나 각 도료 회사의 제품특성이 있으므로 보수도장 전에 추천한 도료회사와 협의 후 보수도장 사양서를 결정하는 것이 바람직하다.

② 적용 요령

- 도료의 종류와 건조도막두께는 공사 및 도료의 특성에 따라 변경될 수도 있다.
- 무기질 징크 위에 도장 전에는 반드시 미스트 코트를 실시한다.
- 내부의 상도는 유지관리상 가급적 밝은색(회색)으로 도장한다.

▷ 덧칠하는 경우(Steel Box Girder 내부)

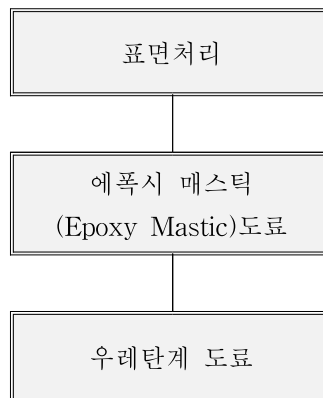
- 기존 도료가 무기질이므로 덧칠할 경우에는 Mist Coat 하여 표면의 편탄성을 향상시켜야 한다.
- 와이어 브러시(Wire Brush)나 그라인더로 표면을 청소하여야 한다.



<그림 7.5.12> 보수도장 방법 개요도(덧칠하는 경우)

▷ 재도장하는 경우(Steel Box Girder 내부)

- 점부식이 심하거나 아연염이 묻질러 손에 묻어나는 경우 표면처리하여야 한다.



<그림 7.5.13> 보수도장 방법 개요도(재도장하는 경우)

(3) 특수부위의 도장

- 모재와 연결판 접촉면은 후막형 무기징크리치 페인트로 도장한다.
- 강상판, 강재료와 콘크리트의 접촉면, 방수층면은 브라스팅 처리를하여 녹·흑피 등을 제거한 후 무기징크리치 페인트로 도장한다.
- 받침장치·앵커볼트부위는 특별히 규정한 경우를 제외하고는 제청작업을 한 후 무기질 징크리치 도료나 에폭시계 (알미늄 또는 마스틱)도료로 도장한다.

(4) 도장시 고려사항

강재의 부식에는 재도장을 하여 부식을 방지하는 것이 원칙이며, 본 교량의 경우에도 기존의 발청부위의 부식을 제거하고, 재도장으로 방식처리를 하는 것이 필요하다.

재도장시에는 아래의 사항을 고려하여 시행하는 것이 바람직하다.

◦ 도장면 물청소	현재 도장면에는 공기중의 염분이 고형화하여 부착되어 있다. 재도장을 위한 표면처리시 이러한 염분을 제거하지 않으면 블라스팅시 염분이 강재에 부착되어 부식의 원인이 되므로 먼저 기존의 도장면을 깨끗이 청소한다.
◦ 가벼운 블라스팅	발청부위를 가볍게 블라스팅한다. 화이트 블라스팅은 비용증가 및 환경오염을 가중시킬 우려가 있으므로, 기존의 발청부위를 가볍게 블라스팅하여 녹을 제거한다. 블라스팅 대상부위에는 보강형 하면, 주탑가로보 하면 및 모서리, 주케이בל 하면 등이 있다.
◦ 도장	기존의 무기질 아연 도장면 위에 재도장을 실시하며, 도장재료는 이러한 특성을 고려하여 선택하도록 한다. 도장작업시 주의해야 할 사항을 아래에 정리하였다.
-도막두께 불량 (Thickness)	얇은 도막은 점녹의 발생원인이 될 수가 있고, 도막이 두꺼우면 내부 용융상태에서 표면이 경화함으로 인해 균열이 발생할 수 있다.
-핀홀 (Pinholes)	기존 도장면의 핀홀위에 스프레이 도장을 할 경우에는 도장후 핀홀내부의 공기가 빠져나오면서 구멍이 발생한다(gassing 효과). 따라서, 도장작업시 핀홀이 발생하면 이를 먼저 제거하는 것이 바람직하다.
-건조스프레이 (Dry spray)	건조스프레이는 용제의 빠른 증발로 인하여 페인트 입자가 건조한 상태로 분사되는 것을 말하며, 이러한 현상이 발견되면 즉시 제거한 후 재도장한다.
-불연속	부분적으로 도장이 누락되거나, 오버랩이 되지 않아 도막두께가 얇은 것을 불연속(discontinuities) 또는 휴일(holiday)이라고 한다.
-분화구 (Cratering)	도장후에 부분적으로 분화구 모양의 구멍이 형성되는 경우가 있는데, 이를 분화구(Cratering) 또는 어안(Fisheyes)라고 한다. 이것은 도장면 또는 페인트 분무공기에 함유되어 있던 기름에 의한 것으로, 이러한 현상이 발생하면 표면을 거칠게 한 후 브러쉬로 재도장한다.
-점토상 균열 (Mud Cracking)	점토상 균열은 두터운 도장면(특히 아연이 많은 도장)에서 발생하며, 두터운 수용성 도장면에서 용제나 수분이 빠르게 증발할 때 발생한다. 따라서, 빠른 건조가 예상되는 곳에서는 고비율 수용성 도장재료의 적용을 가능하면 피하는 것이 바람직하다.
-점녹 (Pin Point Rusting)	점녹은 도막두께가 적절하지 않거나 아연함량이 적은 아연도장에서 방식효과가 감소함으로써 발생한다. 이러한 결함을 방지하기 위해서는 적절한 함량의 아연도장재료를 사용하고, 도막두께가 충분해야 한다.

(5) 표면처리 순서

① 발청부위

a. 기 도장된 표면에 부착된 염분량을 측정하여 염분부착량이 150 mg/m² 이상인 경우에는 강재 표면의 염분과 이물질들을 깨끗한 물로 씻어낸다. 이때 분사압력은 2 MPa로 하며, 강재면과의 거리는 30~45cm 정도 유지한다.

b. 강재표면이 건조해질 때까지 기다린 후, 동력공구세정방법(power tool cleaning)을 선정하여 강재표면의 녹을 제거한다. 이때 기존의 도장을 완전히 제거할 필요는 없다.

- c. 블라스팅시 표면조도가 15~35 μ m가 되도록 한다. 기존의 도장면 위에 재도장을 실시한다.
- d. 블라스팅과 하부도장은 같은 날 실시한다. 블라스팅후 재도장까지 1일 이상 지체 되면 밤에 응결된 수분에 의해 발청이 될 수도 있다.
- e. 하부도장을 실시한 후 상부도장까지는 7일이 경과하지 않도록 한다. 만약 7일 이상 경과하면, 상부도장 이전에 깨끗한 물로 세척한 후 도장하도록 한다.

② 발청이 없는 부위

- a. 기 도장된 표면에 부착된 염분량을 측정하여 염분부착량이 150 mg/m² 이상인 경우에는 강재 표면의 염분과 이물질을 깨끗한 물로 씻어낸다. 강재 표면의 염분과 이물질을 깨끗한 물로 씻어낸다. 이때 분사압력은 2MPa로 하며, 강재면과의 거리는 30~45cm 정도 유지한다.
- b. 강재표면이 건조해질 때까지 기다린 후, 샌드페이퍼링(sand papering) 으로 강재표면의 표면조도가 15 μ m 정도가 되도록 한 후 분진을 강력에어로 철저히 청소한다. 이때 기존의 도장을 완전히 제거할 필요는 없으며, 기존의 도장면 위에 재도장을 실시한다.
- c. 블라스팅과 하부도장은 같은 날 실시한다. 블라스팅 후 재도장까지 1일 이상 지체 되면 밤에 응결된 수분에 의해 발청이 될 수도 있다.
- d. 하부도장을 실시한 후 상부도장까지는 7일이 경과하지 않도록 한다. 만약 7일 이상 경과하면, 상부도장 이전에 깨끗한 물로 세척한 후 도장하도록 한다.

(6) 검 사

① 검사항목

<표 7.5.8> 도장 검사항목 및 검사방법

검사시기	검사항목	검사방법
도장전	· 도 료 · 피로체 바탕처리 상태	· 시험성적표심사 · 시료채취시험실시(KSM5000) · 지방서 기준
도장후	· 도료사용량 · 외관조사 · 도막두께 · 도막부착시험	· 전수조사 · 육안조사 · 측정기에 의함 · 테이프 테스트

② 도료의 품질검사

a. 제조업체 시험성적표

- 제조업체가 제출한 시험성적표가 규격에 적합한지 확인하여야 한다.
- 시험성적표는 도료의 종류별·도료 롯트별로 확인 검사를 해야한다.
- 용기의 규격번호 및 명칭이 표시되었는지 확인하여야 한다.
- 도료의 수량은 설계 소요량이 반입되었는지 확인하여야 한다.
- 현장시료 채취시험은 반드시 공인된 시험기간에 의뢰검사를 실시하여야 한다. 도장후 도막의 부착성 시험도 필요시에는 의뢰검사를 실시할 수 있다.

b. 불합격 도료의 처리

- 시험에 불합격한 도료는 즉시 현장외로 반출하고 반출을 증빙할 수 있도록 반품과정의 사진을 촬영하여 반출송장과 함께 보관한다.
- 시험에 불합격하여 도료를 반출하고 재반입하는 경우는 도료 제조업체를 변경한다.

③ 도장후 검사

a. 외관의 육안조사

도막의 변·퇴색이나, 광택의 감퇴, 백염화, 오손, 균열, 벗겨짐, 부풀음 및 녹 등의 이상유무 및 발생정도를 판정한다.

- 층별도장이 건조된 후 도막측정기에 의하여 도막 두께를 측정한다.
- 도막의 부착성 실험

b. 칼로 X-컷한후 테이프 테스트를 실시하여 3A등급 이상 (ASTM D 3359 기준)이어야 한다.

라. 단면복구 공법

본 공법은 철근노출 및 단면파손이 발생된 부분에 대하여 실시하며 보통의 표면처리나 단면보수만으로는 내구성 및 안전성을 확보하기 어렵고 향후 결함의 발생이 점차 가속화 될 수 있으므로 열화된 Con'c 부위를 치핑으로 제거한 후 콘크리트 표면을 피복하여 철근부식 등의 내구성 저하의 원인이 되는 물질의 침투를 억제하여 구조물의 내구성 저하 방지 및 안전성 확보를 위한 공법으로 침투막제, 접착제, 단면 보수제, 철근방청제의 조합에 의한 공법을 제시하고자 한다.

아래는 바닥판 하면 결함발생 부위에 대하여 치핑으로 열화된 Con'c 제거 후 단면을

복구하는 공법의 개요와 시공순서 및 공법비교를 제시한 것이다.

① 표면처리

기존콘크리트 열화부위, 중성화 부분을 브레이커 등을 이용하여 콘크리트 표면을 깎아낸다. 이때 손상부 깊이가 철근까지 확대되었을 때는 철근 뒷면 20 mm이상을 깎아낸다.

② 표면청소

콘크리트 표면철거 후 고압 살수기를 이용하여 표면을 고압세척 한다.

※ 고압세척의 압력은 노즐 TIP에서 5,000 psi(35Mpa)의 압력으로 한다.

③ 철근부식방지

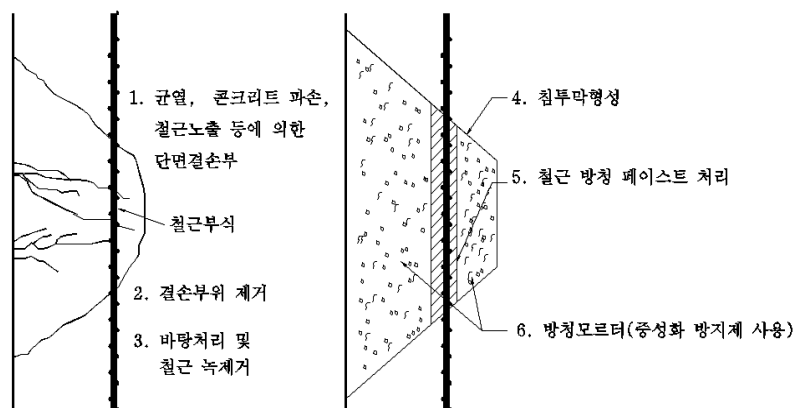
철근부식 방지를 위해 방청제를 도포하며 철근의 방식성, 단면보수재 및 철근과의 부착성이 좋은 재료를 사용하여야 한다.

④ 접착력 강화

신·구 재료의 접착력 강화를 위하여 붓이나 에어 스프레이 건을 사용하여 접착제를 균일하게 도포 한다. 콘크리트면과 밀착성이 뛰어나고 탄성계수, 열팽창계수, PH 등이 비슷한 규산염계, 폴리머 계통 접착제 등 사용한다.

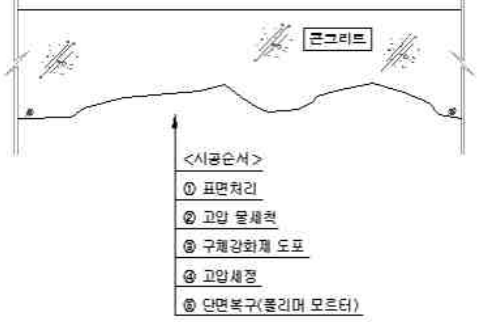
⑤ 단면 보수재

기존 콘크리트 탈락부위에 특수 조강 무수축 모르터를 바른다.

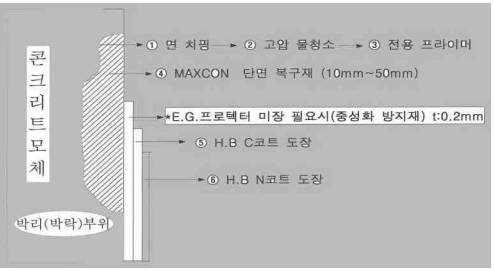


<그림 7.5.14> 단면복구 공법 개요도

<표 7.5.9> 단면복구공법 비교안

구 분	리코시스템 (특허 0926526호)	CAM SYSTEM (특허 0807761호)
신기술 명칭	◦ 시멘트 모르타르의 성능 최적화 및 균열 제어를 위한 보강 섬유의 균등분산용 특수 분사장치를 사용하는 열화 콘크리트 보수공법	◦ 알파형 반수석고를 이용한 시멘트 조성물 및 이를 이용한 시공방법
개요도	 1. 표면처리 2. 고압물 세척 3. 철근 녹제거 4. 방청제 도포(Recoh-Strong) 5. 폴리머 몰탈(Recoh-Mortar) 6. 표면보호재 도포(Recoh-Seal, 선택시) 콘크리트 구체	 콘크리트 <시공순서> ① 표면처리 ② 고압 물세척 ③ 구체강화재 도포 ④ 고압세정 ⑤ 단면복구(폴리머 모르타)
공법 개요	◦ 칼슘실리케이트 수화물 형성으로 조직을 치밀화하여, 내구성 및 강도를 증진시키고 구조물 표면에 물리, 화학적 성능이 우수한 방호막을 형성하여, 구조물의 내구성(탄산화, 염해, 방수, 방식)증진 및 오염방지 기능이 우수한 수용성 친환경 보수공법	◦ 콘크리트의 열화 또는 중성화, 철근의 부식을 화학적 방법을 통하여 철근의 부식을 중지시키고 열화, 균열 및 오염된 콘크리트를 새 콘크리트로 환원하여 콘크리트의 내구성을 향상시키는 공법
장 점	◦ 시공 공정이 간단(수용성, 속건형, 일액형 타입) ◦ 염해, 탄산화 방지및강재 방식성능 우수 ◦ 오염방지 기능으로 미관개선 효과 우수 ◦ 내굴곡성과 균열 추종 기능이 우수하며, 미세균열 자가치유 ◦ 동절기에도 유연성과 탄성을 보유함으로서 장기 내구성 유지 ◦ 부착강도 우수	◦ 무기계 재료로서 습윤면 시공 가능 ◦ 폴리머 모르타르로 건조수축균열 억제 ◦ 구체강화제를 도포하여 열화 콘크리트의 알칼리화, 표면강도증가 및 중성화 억제 가능 ◦ PVA섬유 혼입으로 인성 및 휨강도 증대
단 점	◦ 무기질 세라믹 필러 함량이 높아 충분히 교반을 하여야 함 ◦ 시공에 대한 기초 지식이 필요함	◦ 다단계 시공으로 단계별 품질관리가 필요 ◦ 시공 전문가 필요

<표 7.5.9> 단면복구공법 비교안(계속)

구 분	CROS 공법 건설신기술 288호	E.G프로텍트 공법 (특허 10-0675603)
신기술 명칭	◦ 방청복합알칼리회복제 및 아질산계분말방청제가 혼입된 폴리머시멘트모르타르를 이용한 손상된 RC구조물의 보수공법	◦ 마이크로 세라믹 파우더와 재분산성수용성 폴리머등 첨가제가 함유된 무기계로서 시멘트의 강성과 재분산성 수용성 폴리머의 신축성을 함께 가지는 공법
개요도		
공법 개요	◦ 방청복합 알칼리회복제와 아질산계 분말방청제 혼입 폴리머 시멘트 모르타르를 병용사용하여 중성화 및 염해 등에 의해 손상된 RC구조물을 보수하는 공법	◦ 열화된 단면을 전용프라이머 도포후 염선된 규사, fiber, 특수첨가제가 들어간 MAXCON 700 모르타르로 단면복구 후 마이크로 세라믹 파우더와 재분산성 수용성 폴리머등 첨가제가 함유된 무기(시멘트)계인 E.G프로텍터로 코팅위에 H.B 코트로 마감하여 열화된 구조물의 단면복구 및 중성화를 방지하는 공법
장 점	◦ 부식철근 아질산 방청성분에 의한 철근부동태 재생, 방청 ◦ 콘크리트 표면 강화 ◦ 환경친화적인 수성제품	◦ 점성, 방수성, 내구성이 우수 ◦ 염화물이 포함되어 있지 않음 ◦ 열팽창계수가 콘크리트와 비슷하여 층간 박리가 없음 ◦ 플라스틱 단섬유를 포함하고 있어 두꺼운 부위도 한번에 시공가능
단 점	◦ 시공실적 적음 ◦ 습윤면의 부착이 다소 어려움 ◦ 공정이 복잡함 ◦ 손미장에 의한 천장부위 품질확보 난이	◦ 5℃이하에서는 작업이 곤란 ◦ 재료특성상 전문시공 필요

마. 교면포장 아스팔트 균열보수

1) 아스팔트 균열개요

아스팔트 포장도로는 지형, 기후 그리고 교통량에 따라 엄격하게 설계되지만 차량 운하중의 반복작용과 온도변화에 의한 수축·팽창 작용 및 기층의 변화상태에 의해 설계에 관계없이 점차 노화하기 시작하며 특히 아스팔트에 포함된 가소성분, 아스팔트 성분은 산화작용으로 경화되며 교통량에 따른 중압과 온도변화로 탄성력이 작아져 균열이 진행된다.

2) 교면포장 아스팔트 균열접합보수

(1) 일반사항

단순균열 부분에 적합하여 시공속도가 빠르고 경제적이며 균열의 폭이 좁고 깊이가 상대적으로 낮아 이물질이 적게 침투되어 있는 균열에 적합.

발달된 균열의 진행방향에 따라 홈파기작업을 하여 침투되어 있는 이물질을 제거하며, 시공면 접착부의 접착 강도를 증진시킬 수 있어 균열의 폭이 크고 깊이가 깊은 균열에 적합.

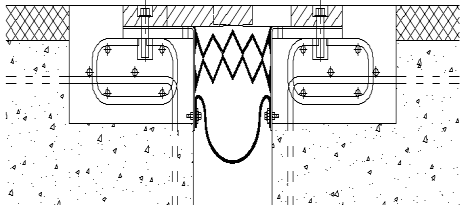
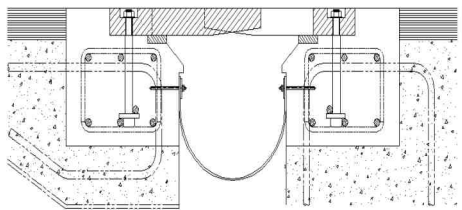
(2) 보수순서



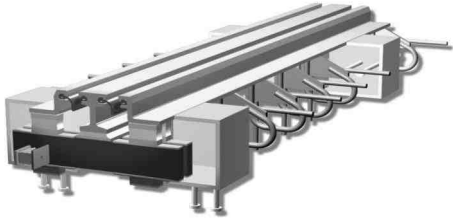
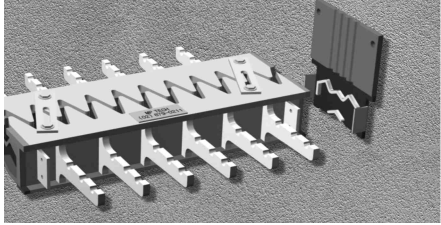
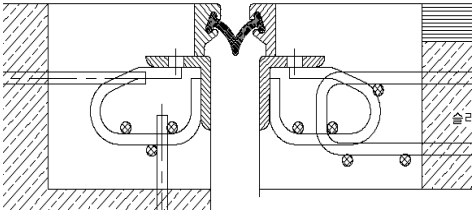
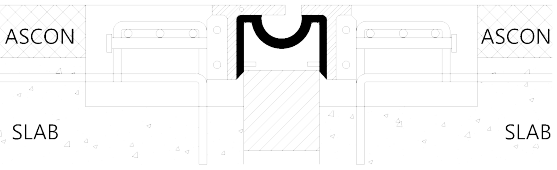
<그림 7.5.14> 교면포장 아스팔트 균열보수

바. 신축이음 교체 공법비교

<표 7.5.10> 신축이음 공법비교표

종류 항목	New Finger Joint - X Type	Finger Joint
이미지		
단면도		
신축량	120~600mm	50~600mm
특징	▪ 주름형 고무재는 핑거쪽으로 올려진 형상으로 제작되어 이물질들을 밀어내는 기능이 있음. ▪ 앵커후프형으로 보수공사시 시간 단축이 가능함. ▪ 고무재의 교체가 매우 간편한 구조로 유지보수가 용이함. ▪ 구조물의 유간을 완전히 밀폐함으로써 방수성이 높음. ▪ 고무재는 최대신축크기로 생산되어 내구성이 좋음. ▪ 부분보수가 가능하므로 유지 보수가 경제적. ▪ 우수홈통을 설치하여야 함.	▪ 방수판은 일체형으로 제작되므로 방수성이 좋음. ▪ 프리스트레스 타이볼트로 인장되므로 견고함. ▪ 이물질 적체시 주기적인 청소를 하여야 함. ▪ 별도의 우수홈통을 설치하여야함. ▪ 보수공사시 콘크리트가 소정의 강도를 발현하고 볼트를 인장하여야 하므로 시간이 많이 걸림. ▪ 방수판의 일부 파손으로도 핑거를 모두 분리하여 시공하여야 하므로 유지보수시 불필요한 비용이 투입됨. ▪ 방수판을 설치하기 위하여 연결볼트를 사용하므로, 부식 및 파손으로 인하여 유지보수가 곤란함.
적용성	▪ 곡교나 사교에도 핑거의 형상을 달리하여 적용가능하며, 이물질 청소를 정기적으로 하기 힘든 구간에 유리.	▪ 이물질 청소를 정기적으로 할 수 있는 구간에 고려.
사용성	양 호	양 호

<표 7.5.10> 신축이음 공법비교표(계속)

종류 항목	Rail Joint	New Wave Finger Joint
이미지		
단면도		
신축량	80~800mm	50~550mm
특징	▪ 상판이 강재로 되어 있어 고무재의 제품에 비해 수명이 길다. ▪ 신축량이 커서 장대교량에 많이 사용된다. ▪ 곡교에 사용이 가능하다. ▪ 제품이 고가이며, 높이가 300mm이상이므로 Block-Out 깊이가 깊어 P.C 교량에 적용이 불가하다. ▪ 제품의 상판이 Rail형의 강재로 불연속 되어 있어 차량의 주행소음 및 진동이 매우 크다.(민원발생요인) ▪ 절단시 절단이 매우 어려우며, 제품의 길이가 매우 길므로 교량의 횡단구배면을 맞추기가 어려워 종종 강제로 수평을 맞추므로 제품에 무리가 생긴다.	▪ 보호 강판과 하부지지 강판, 내부 스티프너의 보강 등 특수 배합 설계된 고무를 상판 하부에 접착하는 구조로 내구성이 우수함 ▪ S자형으로 평탄성을 확보하고 주행시 충격가중치를 극소화시켜 차량의 충격 및 소음이 적음 ▪ 방수 사이드캡을 설치하여 누수를 방지하고, 이물질 침입 방지하여 배수성이 탁월함. ▪ 앵커의 톱니 홈에 철근을 연결시켜 안전성을 높이고 시공이 간편하여 신속한 설치 가능 ▪ 하자 발생을 낮춤(저소음 평탄성 확보)
적용성	▪ 신축량이 100mm이상의 소음 민원이 예상되는 구간에는 적합하지 않음.	-
사용성	양 호	양 호

사. 교량받침 교체

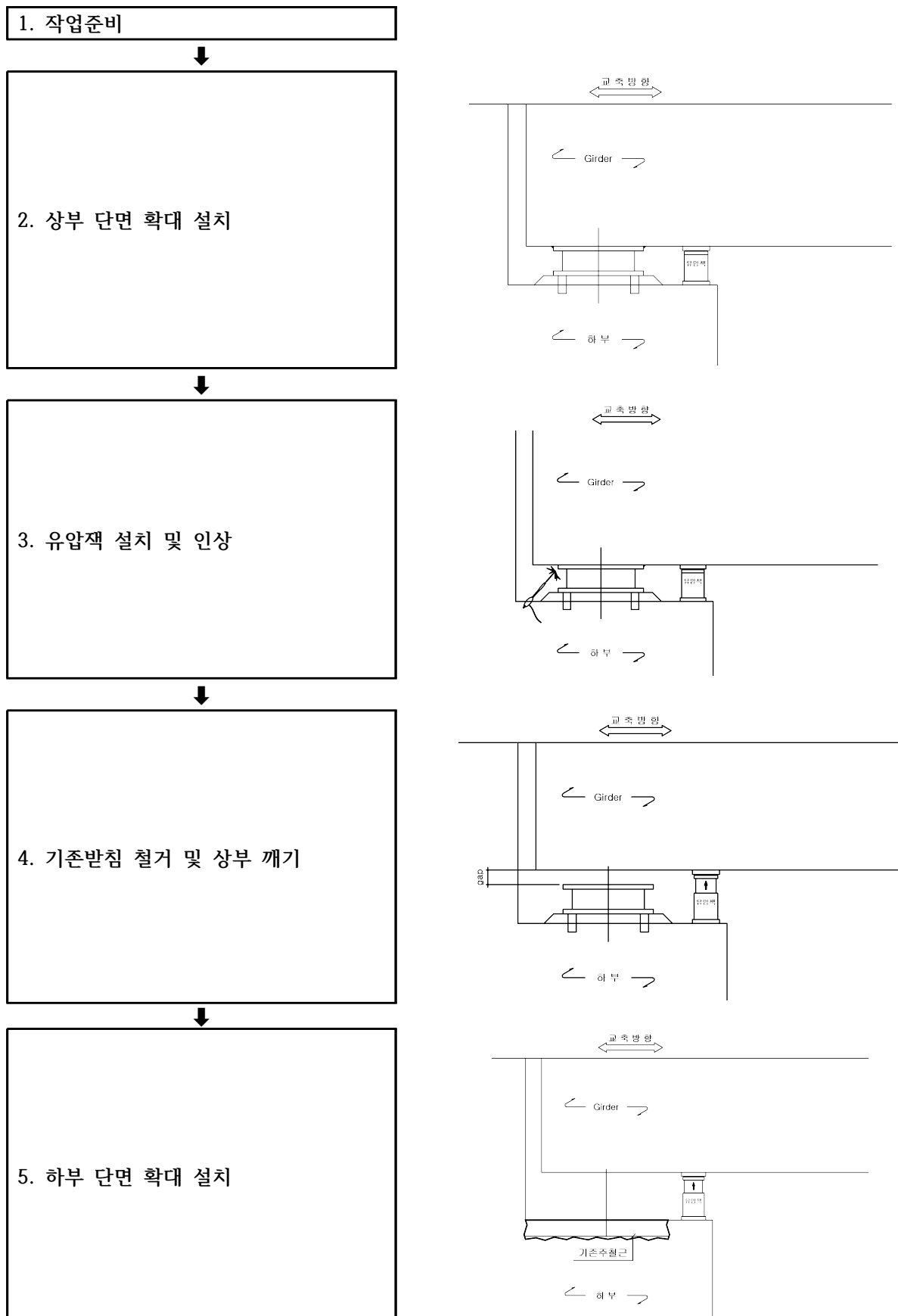
1) 일반사항

- ① 교량 받침은 KSF 4420 및 관련규정에 따라 공인기관의 시험을 실시한 제품이어야 한다.
- ② 교량받침은 공급원 승인을 득한 교량받침을 사용하여야 한다.
- ③ 설계도상에 명기된 연직하중 및 고정단의 수평하중에 대하여 충분히 안전한 성능을 갖는 규격제품임을 확인하여야 한다.
- ④ 교량받침을 설치하는 부분의 받침면은 반드시 무수축 모르타르로 보강하여야 하며 그 강도는 $f_{ck}=60\text{MPa}$ 이상이 되어야 한다.
- ⑤ 교량받침의 Elevation은 설계 도면을 준수하여야 하나, 적용하기 전에 우선적으로 각 높이 및 위치 등을 확인한 후 조정하여 시공토록 하여야 한다.
- ⑥ 받침교체 완료후 가동 방향별 도장을 구분하여 시행하여야 한다.
- ⑦ 받침교체로 인한 받침 블록아웃부는 우수에 의한 체수가 되지 않도록 물끊기 홈 또는 우수 유입 방지턱을 설치하여야 한다.
- ⑧ 받침의 크기가 매립판보다 큰 경우 받침 설치 후 미관 불량에 예상되니 예폭시 몰탈 마감으로 미관을 개선하여야 한다.
- ⑨ 교좌면 형하고가 불리한 경우 4면 치핑 불가시 편측치핑으로 시공하여야 한다.
- ⑩ 받침부 형하고가 불리하여 교체받침이 코핑면 아래로 설치되는 경우 받침하판까지 묻임길이로 산정하여 시공하며 블록아웃부는 코핑면과 동일한 레벨로 마감 시공하여야 한다.

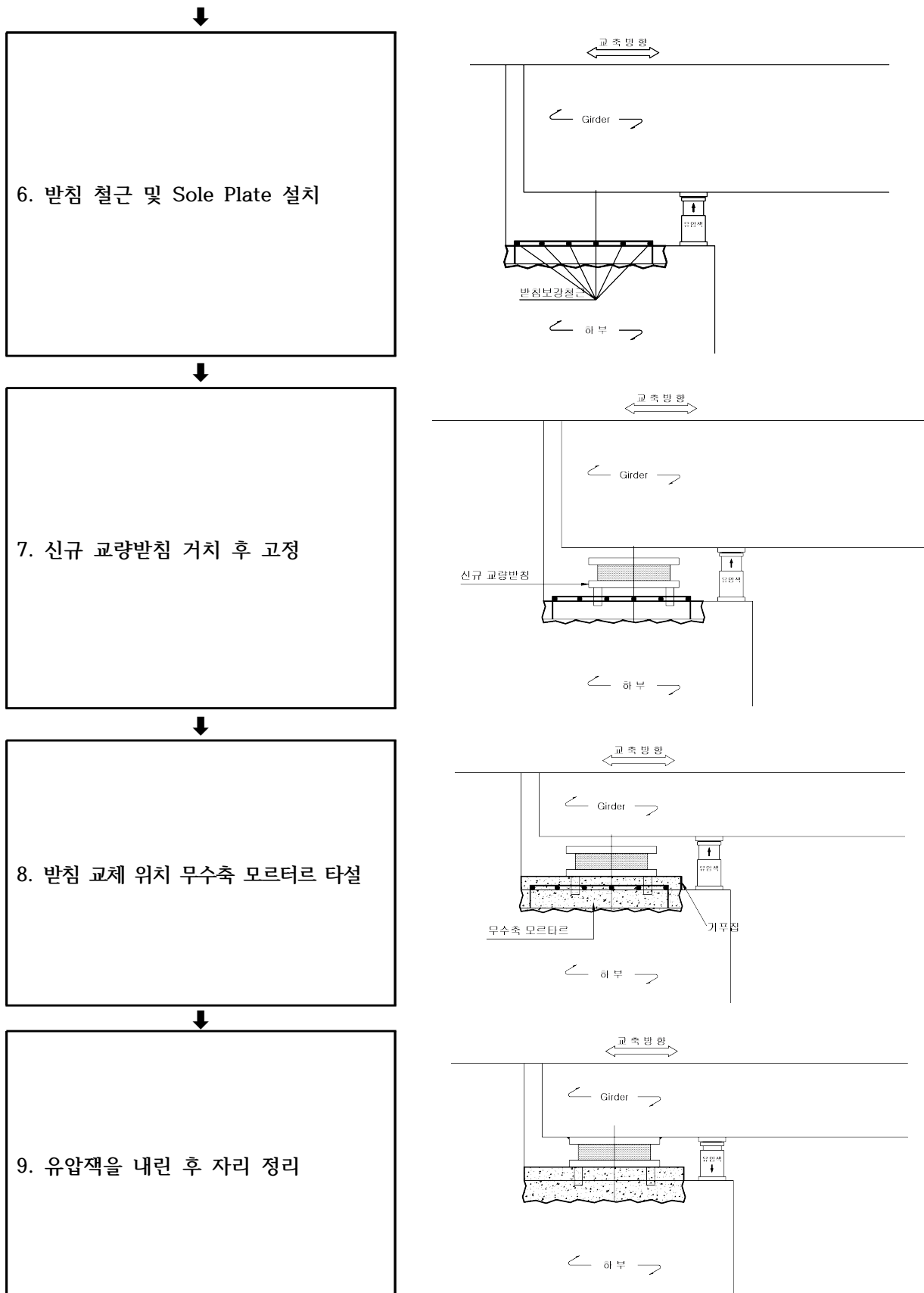
2) 교량받침 교체 시공순서도



<그림 7.5.16> 교량받침 시공 순서도



<그림 7.5.16> 교량받침 시공 순서도(계속)



<그림 7.5.16> 교량받침 시공 순서도(계속)

7.6 유지관리 전략제안

유지관리 전략은 총 5단계로 구성되며, 조치별 비용대비 성능향상 기준으로 대상을 선정하는 방법을 선정한다.

<표 7.6.1> 유지관리 전략제안을 위한 우선순위 절차

구 분	분석 내용
<단계 I>대상선정 단계	관리주체의 목표 및 방향에 기반하여 성능평가 대상을 도출
<단계 II>자료수집 단계	시설물별로 성능평가 절차에 의한 평가 결과와 추가 자료를 수집
<단계 III>시설물 평가단계	성능목표·영향도에 따라 후보 조치별 평가 우선순위 선정을 위한 지표도출
<단계 IV>순위선정단계	평가결과를 활용하여 비용효과가 높은 조치를 선정하고 우선순위를 결정
<단계 V> 예산제약고려단계	우선순위 선정 후 예산제약을 감안한 조치 선택

7.6.1 우선순위지수 산정

<표 7.6.2> 우선순위지수 산정

구분	손상 물량 (㎡)	보수 물량 (㎡)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI)	순위
					손상 내용	부재 위치	성능	등급	손상	부재	성능	등급		
조치1	0.70	1.00	65	65	균열	바닥판	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	2
조치2	1.00	1.50	65	98	균열	거더	안전 성능	b	1.00	0.25	0.68	0.09	0.01530	1
조치3	3.60	1.00	65	65	균열	가로보	안전 성능	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	6
조치5	0.15	1.00	240	240	박락	난간 연석	안전 성능	c	1.00	0.02	0.68	0.18	0.00245	6
조치6	126.60	126.60	20	2,532	토사 퇴적	신축 이음	안전 성능	c	1.00	0.07	0.68	0.18	0.00857	4
조치7	9	9	60	540	부식	교량 받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.009	0.00092	9
조치13	-	-	-	-	-	포장 상태	사용 성능	c	0.247	1.00	0.13	0.18	0.00578	5
조치15	-	-	-	-	-	진동 사용성	사용 성능	e	0.202	1.00	0.13	0.38	0.00998	3
조치16	-	-	-	-	-	점검 시설	사용 성능	b	0.206	1.00	0.13	0.09	0.00241	8

각 보수방안에 대한 안전성능, 내구성능, 사용성능 및 비용효과를 고려한 우선순위 산정결과 거더 표면처리가 1순위로 지정되었다.

7.6.2 유지관리 전략 제언

우선 안전성능, 내구성능, 사용성능에 심각한 영향을 미치는 중대한 결함의 경우 우선 순위 기준과 상관없이 즉각 보수·보강을 실시하여야 하나 본 교량은 이에 대한 중대한 결함·손상은 조사되지 않았다.

상기 각 보수방안에 대한 안전성능, 내구성능, 사용성능 및 비용효과를 고려한 우선순위 산정결과 <표 7.6.3>에 나타난 순으로 산정되었다.

이와 같이 우선순위를 고려한 보수를 실시한다면 결함도범위 $0.2 \leq X < 0.26$ 구간의 성능 목표 “B(양호)”등급을 지속적으로 유지할 수 있을 것으로 판단된다.

<표 7.6.3> 보수·보강 우선순위

구분	손상내용	부재위치	성능	등급	손상 물량 (m ²)	보수 물량 (m ²)	보수 방법	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	우선 순위 지수 (PI)	순위
조치2	균열	거더	안전성능	b	1.00	1.50	표면처리	65	98	0.01530	1
조치1	균열	바닥판	안전성능	b	0.70	1.00	표면처리	65	65	0.00918	2
조치15	-	진동 사용성	사용성능	e	-	-	주의관찰	-	-	0.00998	3
조치6	토사퇴적	신축이음	안전성능	c	126.60	126.60	청소	20	2,532	0.00857	4
조치13	-	포장상태	사용성능	c	-	-	주의관찰	-	-	0.00578	5
조치3	균열	가로보	안전성능	b	3.60	1.00	표면처리	65	65	0.00245	6
조치5	박락	난간연석	안전성능	c	0.15	1.00	단면보수	240	240	0.00245	6
조치16	-	점검시설	사용성능	b	-	-	주의관찰	-	-	0.00241	8
조치7	부식	교량받침	안전성능	b	9	9	채도장	60	540	0.00092	9
순 공 사 비									3,540		
제 경 비(50%)									1,770		
총 공 사 비									5,310		

* 사용성능평가에서 평가에 대한 항목별 보수 필요성은 현재는 적은 것으로 판단되며, 현재 사용성에 지장은 없는 것으로 판단되므로 주기적인 점검을 통한 주의관찰을 실시하고 향후 일괄적으로 보수를 시행하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.