

제 5 장 보수 · 보강 방안

5.1 개요

5.2 보수 · 보강 방안

5.3 보수 · 보강 개략공사비

5.4 유지관리 방안

제 5 장 보수·보강 방안

5.1 개요

모든 구조물은 시간이 경과함에 따라 여러가지 원인에 의해 손상이나 결함이 발생하게 되고, 작은 결함이라도 그대로 방치해 두면 점진적으로 발전하여 대형사고의 원인이 될 수도 있다. 따라서 구조물에 대한 보수·보강은 구조물의 기능성 및 안전성을 유지하고 필요에 따라 그 기능의 강화를 도모하기 위해 실시하여야 한다.

5.1.1 보수·보강 방안 수립에 따른 검토사항

외관조사, 내구성조사, 상태평가 결과 등을 종합적으로 검토하고 시공성, 경제성 등을 고려하여 적합한 재료와 보수·보강공법을 선정하였으며, 그에 따라 보수보강의 우선순위는 결함, 손상, 열화의 상태에 따라서 구조적 안전성, 사용성 및 내구성 등을 종합적으로 고려하여 결정하였다.

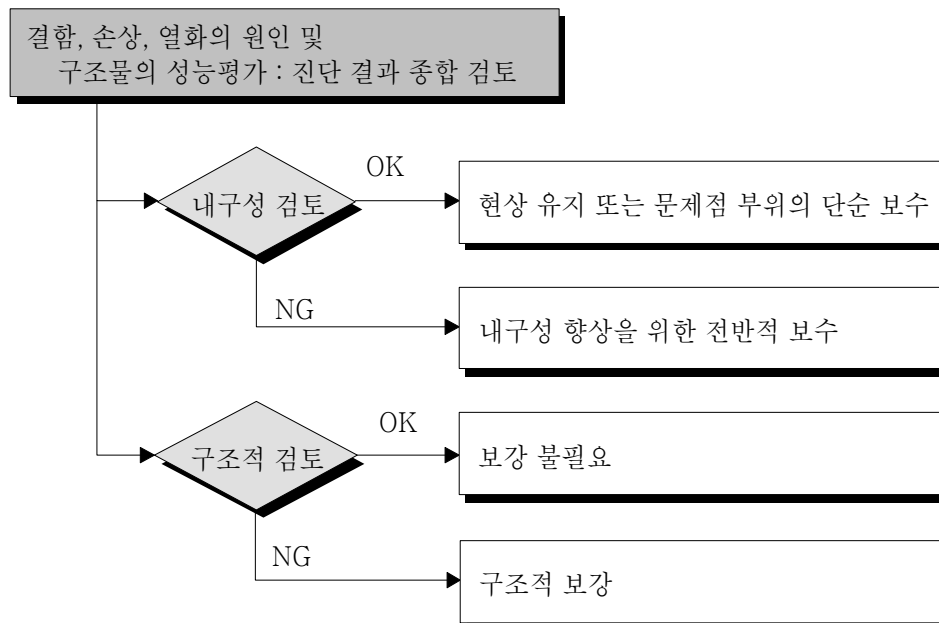
<표 5.1.1> 보수·보강 방안 수립에 따른 검토사항

검 토 항 목	검 토 내 용
보수·보강 필요성 판단	- 외관조사, 내구성조사, 상태평가 ⇒ 안전점검 결과 종합 분석 후 보수·보강 여부 판단
보수·보강 공법의 선정	- 구조물의 기능 및 중요도 - 구조물의 형식과 환경조건 - 보수 후의 요구 내용년수 - 공법의 시공성과 경제성
보수·보강 수준 결정	- 국부적인 보수 또는 전반적 보수여부 결정 - 구조물 수명과 장·단기 대책을 고려한 보수·보강 범위 산정
보수·보강 재료의 선정	- 용도 및 목적에 적합한 품질을 가진 재료 선정 - 품질과 성능이 확인된 것을 사용 ⇒ 적절한 시험방법, 사용 실적 또는 신뢰할 만한 자료 근거
보수·보강 우선순위 결정	- 결함, 손상, 열화의 중요도 - 구조적 안전성, 사용성, 내구성

가. 보수·보강 필요성 판단

보수의 필요성은 발생한 손상(균열 등)이 어느 정도까지 허용되는가의 판단에 의하여야 하며, 이를 위해 정밀안전진단 세부지침 및 각종 기준(표준시방서 등)을 참조한다.

보강의 경우는 부재안전율을 각종 기준에서 정하는 수치이상으로 하기 위하여 어느 정도까지 부재단면 등을 증가하여야 하는지를 판단하여야 한다.



<그림 5.1.1> 보수·보강 범위의 결정

나. 보수·보강 공법 선정 및 수준 결정

1) 보수·보강 공법의 선정

우수한 성능의 보수·보강 공법도 적용구조물의 형식과 환경조건에 따라서 그 성능이 충분히 발휘되지 않는 경우가 있다. 따라서 보수·보강 공법 선정시에는 구조물의 중요도, 형식, 기능, 환경조건 혹은 보수 후의 내용년수 등을 고려하고 공법이 그 성능을 충분히 발휘할 수 있는지 확인하여야 한다.

2) 보수·보강의 수준 결정

조사 및 시험을 통하여 얻은 결과를 기초자료로 종합적인 평가를 실시한 후 보수·보강의 수준을 결정하게 된다. 손상 및 열화에 대하여 분포면적, 분포유형, 시설물의 안전성, 현 상태의 내구성능, 보수 후의 회복목표수준 등을 고려하여 보수·보강 여부 및 수준을 아래의 경우 중에서 결정한다.

- 현상유지(진행억제) ▪ 실용상 지장이 없는 성능까지 회복
- 초기 수준이상으로 개선 ▪ 개축

본 구조물은 내구성 확보를 위한 일부 보수가 필요한 상태로 실용상 지장이 없는 성능까지 회복 수준으로 결정한다.

다. 보수·보강 재료의 선정

보수재료는 보수공법의 사용목적에 부합하고 시공하기에 적절한 기본적인 성능을 만족하여야 한다.

1) 보수재료의 기본 특성 설정

보수재료의 선정을 위한 기본은 구조물의 종류 및 기능, 보수재료의 종류 및 성능 규격치, 환경조건, 시공조건 및 보수부위의 내용년수 등을 설정한다.

2) 보수재료의 요구 성능 설정

보수재료의 요구 성능은 보호성능, 내구성능, 시공성능 및 기본적인 성능을 고려하여 설정한다. 일반적으로 보수재료에 요구되는 성능으로는 시공성과 내구성능이다. 보수재료는 재료 자체의 특성을 충분하게 발휘할 수 있도록 시공되어야 한다. 즉, 시공환경에서 간단하면서도 균일하게 시공이 되는 것이 중요하다. 내구성능은 보수재료의 원래의 목적이 되는 성능이지만 보수 후의 공용기간 중 소정의 수준을 만족시키는 것을 나타내는 성능이다. 재료 자체의 열화에 대한 저항성과 밀접한 관계가 있다. 부착성과 수축성 등은 보수재료가 구조물과 일체화해서 거동하는 것에 기본이 되는 성능이고, 이것이 불충분한 경우에 이들 재료는 그 본래의 목적을 달성할 수 없다.

3) 적용 가능한 보수재료의 선정

구체적인 요구 성능 및 그 요구수준이 결정되면 그것을 만족시키는 재료의 후보를 선정한다. 단, 재료를 새로 설계하는 것이 곤란한 경우에는 시판 재료 중에서 요구 성능을 만족시키는 것으로 생각되는 것을 선택하거나, 혹은 요구 성능을 만족하도록 복수의 시판 재료를 조합한 재료시스템을 구축해도 좋다. 재료를 조합해서 사용하는 경우에는 고려방법과 조합의 가능성, 문제점 등에 관해서 명확히 해둘 필요가 있다.

4) 보수재료의 성능조사

보수재료가 요구 성능을 만족하고 있는가를 적당한 방법을 통해서 조사해야 한다. 이

조사는 설계된 재료의 성능 평가값이 요구 성능의 수준 이상인 것을 확인하는 것으로 성능조사의 구체적인 방법은 다음과 같다.

첫 번째 방법으로는 재료의 다양한 특성 값을 사용해서 요구 성능을 직접 평가하고 그 결과를 요구수준과 비교하는 것이다.

또 다른 방법으로는 공공기관이 정한 규격시험을 통해 얻어진 재료시험 결과를 공공기관이 설정한 규격치와 비교하는 것이다.

라. 보수·보강 우선순위 결정

본 구조물에 필요한 보수·보강의 우선순위는 손상 및 결함의 종류, 성상, 원인, 구조적 안전성 등을 고려하여 보수의 완급성을 판단하여 다음과 같이 정하였다.

<표 5.1.2> 보수·보강방안 및 우선순위 개요

구 분	순 위	내 용
단 기	1순위	·‘시설물의 안전관리에 관한 특별법’ 제11조 ①항, 동법 시행령 제12조에서는 “대통령령이 정하는 중대한 결함” ·주요부재에 발생된 결함 및 손상이 상태평가 기준 “d”이하인 경우 ·철근부식에 의한 내하력 저하가 우려되거나, 부식가능성이 큰 경우
	2순위	·보조부재에 발생된 결함 및 손상이 커 내구성에 영향을 미치는 경우 ·내구성, 기능성, 사용성 저하방지를 위한 보수가 필요한 경우 ·상부 차량 통행에 지장을 줄 수 있는 손상
	3순위	·기능발휘에는 지장이 없으나, 내구성 증진을 위해 보수가 필요한 경우 (방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성을 위해 보수가 필요한 경우) ·현상유지(진행억제)를 위해 필요로 하는 대책
장 기	주의관찰	·발생된 손상이 경미하여, 유지관리를 통한 점검이 필요한 경우

1) 중대결함의 유무

‘시설물의 안전관리에 관한 특별법’ 제11조 ①항, 동법 시행령 제12조에서는 “대통령령이 정하는 중대한 결함”을 다음 [표 5.1.1]과 같이 명시하고 있다. 이들 결함(손상·열화 포함)들은 단순히 존재여부만으로 중대결함으로 분류하기에는 무리가 있으며 구조물의 안전성과 사용성에 미치는 영향, 발생원인 및 시기, 진행성과 비진행성 등이 고려되어야 한다.

현장조사 결과 본 구조물은 조사결과 시특법 시행령에 명시된 주요결함은 없는 것으로 조사되었다. 따라서, 시급한 보수와 함께 결함의 진행유무를 관찰하여 적극적인 보수 또는 개선을 필요로 할 만한 손상은 없는 것으로 판단된다.

<표 5.1.3> 시특법 시행령 제12조에 의한 “대통령령이 정하는 중대한 결함”유무(교량)

구 분	대통령령이 정하는 중대한 결함	해당유무
결함의 종류	1. 시설물기초의 세굴	없음.
	2. 교량교각의 부등침하	없음.
	3. 교량 받침장치의 파손	없음.
	4. 시설물의 철근콘크리트의 염해 또는 탄산화에 따른 내력손실	내력손실없음
	5. 시설물의 구조안전에 영향을 주는 결함으로서 국토교통부령으로 정하는 결함 - 주요 구조부위 철근량 부족 - 거더의 균열 심화 - 철근콘크리트 부재의 심한 재료분리 - 철강재 용접부의 불량용접 - 교대·교각의 균열발생	없음.

5.2 보수·보강 방안

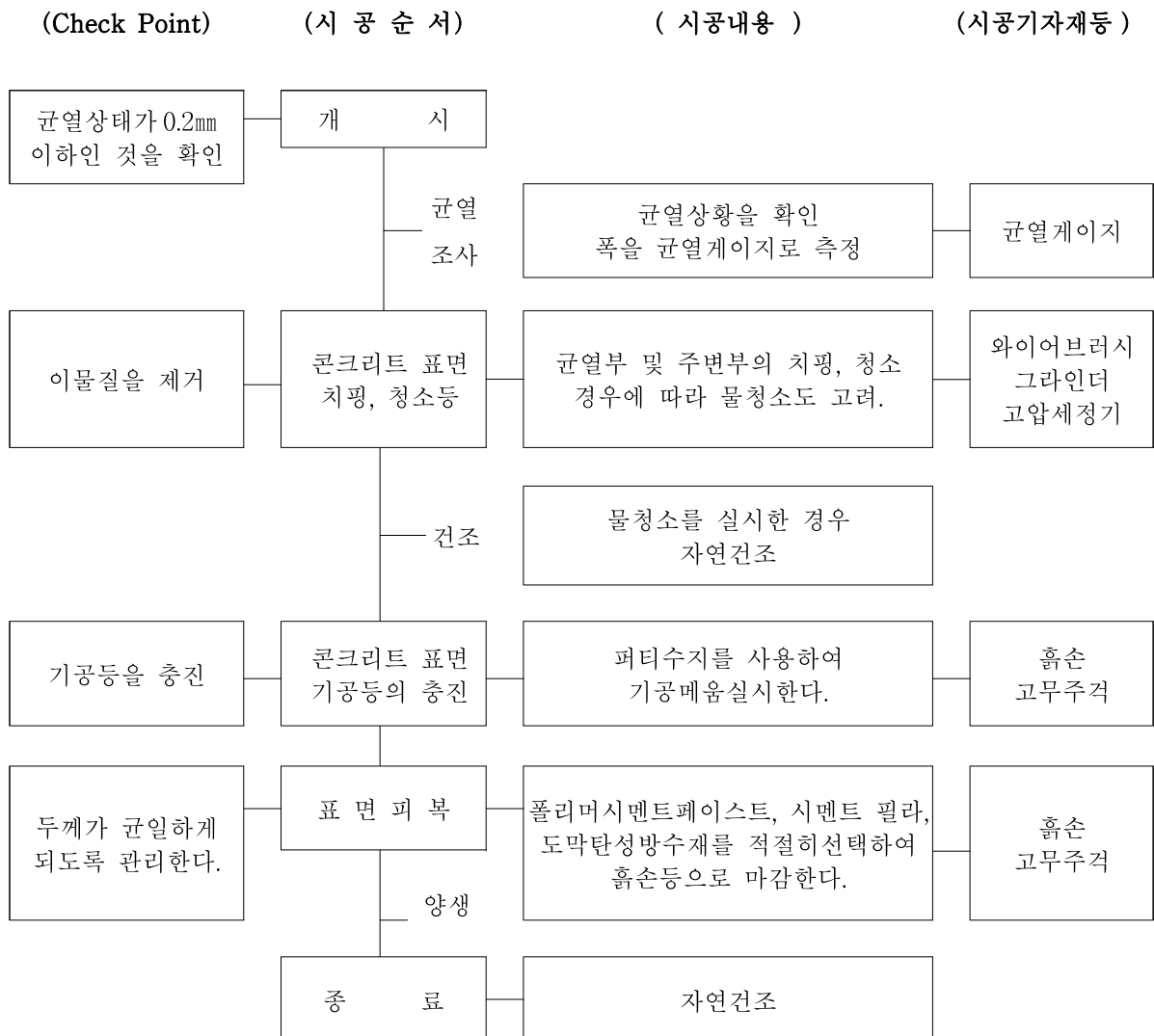
본 장은 시설물에 발생 된 결함에 대한 보수·보강 일람표를 제시하여 실무담당자 및 유지관리 책임자가 쉽게 이해하도록 제시하였다.

5.2.1 주요결함 및 손상에 대한 보수·보강방법

가. 균열보수방안

1) 표면처리 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.



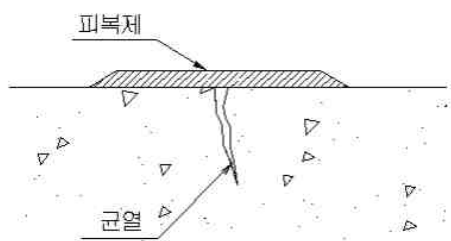
<그림 5.2.1> 표면처리 공법 시공 흐름도

균열의 성장이 정지된 상태에서는 <그림 5.2.2>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.

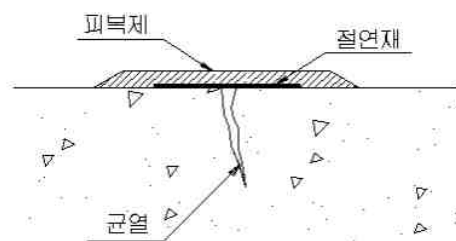
균열 폭의 변동이 큰 경우 경화후의 재질이 단단한 폴리머 시멘트 페이스트나 모르터로 보수할 경우 보수부위에 다시 균열이 발생하므로 <그림 5.2.2> 우측과 같이 균열 면을 와이어 브러쉬로 완전히 청소한 후 균열선을 중심으로 폭 10~15mm 절연재를 부착하고, 절연재를 중심으로 폭 30~50mm, 두께 2~4mm의 변형성 및 신장성이 큰 실링재를 도포하여 바닥의 변형을 이 테이프 사이에서 흡수할 수 있도록 한다.

[사용재료]

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



(표면처리공법)



(균열폭의 변동이 큰 경우의 표면처리공법 일례)

<그림 5.2.2> 균열부 표면처리 공법 개요도

2) 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 부식 방지 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 수지 재료를 사용한다.

<표 5.2.1> 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 5.2.1>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 5.2.2>의 저압 · 저속 주입의 압입식 공법이 주요하며, 저압 · 저속의 주입공법은 주입량 파악이 쉬우며, 균열 구석까지 주입할 수 있는 특징이 있다.

<표 5.2.2> 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

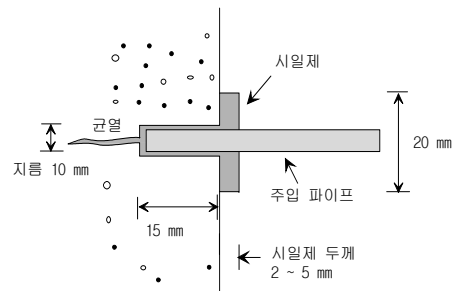
이 공법은 균열 위에 주입수지가 들어 있는 용기를 설치하여 고무, 용수철, 공기압 등으로 서서히 수지를 주입하는 방식으로 압입방식은 <표 5.2.2>와 같다.

<표 5.2.3> 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 5.2.4> 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 5.2.3> 주입파이프 설치도

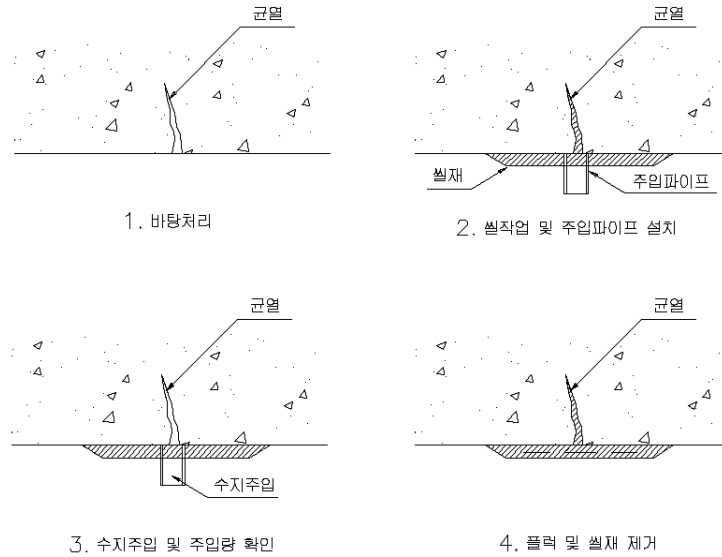
이 공법을 적용함에 있어서는 시공위치, 시공시기에 맞는 작업시간 및 균열폭에 대응한 점도의 재료를 선정하는 것이 중요하고, 균열폭에 알맞은 수지의 점성도는 <표 5.2.3>과 같으며, 일반적인 주입 파이프의 간격과 설치 개요는 <표 5.2.4>, <그림 5.2.3>와 같다.

(3) 압입식 수지주입 공법 특징

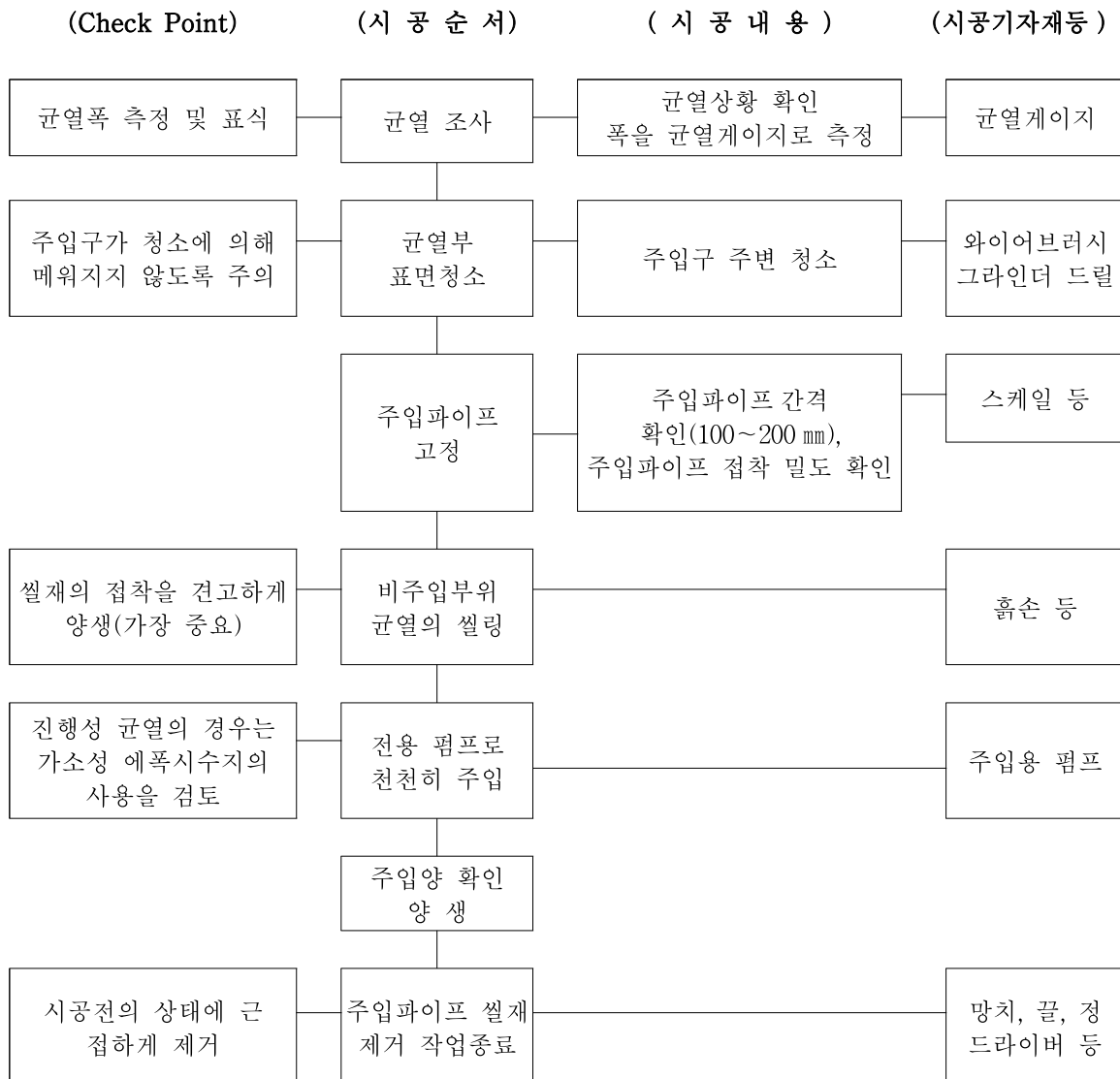
수지가 들어 있는 용기를 균열 위에 설치하므로 사람의 손을 필요로 하지 않고, 용기 높이의 저압력에 의해 자동으로 주입되므로 압력에 의한 실링부의 파손도 적어 시공관리가 용이하다. 그리고, 주입되는 수지의 거동은 동심원상으로 확대되므로 주입압력에 의한 균열이나 들뜸이 발생되지 않는다.

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 5.2.4>, <그림 5.2.5>과 같고, 수지계 주입재의 특징은 <표 5.2.5>과 같다.



<그림 5.2.4> 균열 수지주입 공법 개요도



<그림 5.2.5> 수지주입 공법 시공 흐름도

<표 5.2.5> 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
실런트계 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 5.2.6> 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 → 주입기 설치 → 균열부 썰링 → 에폭시주입 → 단면복구	표면처리 → V컷팅 → 주입기 설치 → 균열부 썰링 → RF슬러리 주입 → 단면복구	표면처리 → V컷팅 → 주입기 설치 → 균열부 썰링 → 수성 에폭시주입 → 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 구체와 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 5.2.6> 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→초미립무기계→슬러리주입→단면복구	표면처리→주입구선정→균열부위 실링→고정판설치→에폭시주입→표면정리	균열부위 면처리→에어컨 먼지 제거→균열부실링→고정제 부착→실린더 고정판에 부착→슈퍼인젝터를 실린더에 부착후 주입→고정대 제거 후 마감.
특 정	- 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.

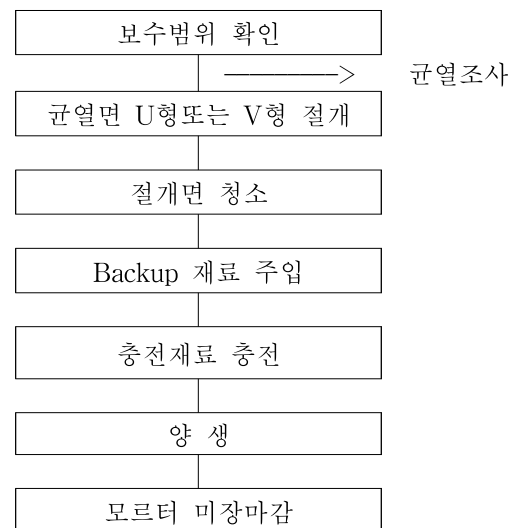
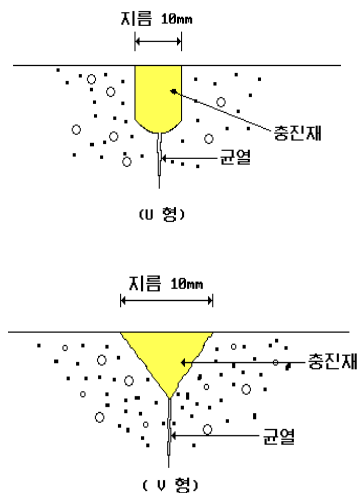
④ 썰링 및 표면 마감면은 주입압에 견디도록 충분히 양생한다.

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

3) 충전공법

충전공법은 균열의 폭이 0.5mm 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, 결합부위 에폭시수지 모르터 충전공법 그리고 결합부위 폴리머 시멘트 모르터 충전공법 등이 있다.

◆ 철근이 부식되지 않은 경우



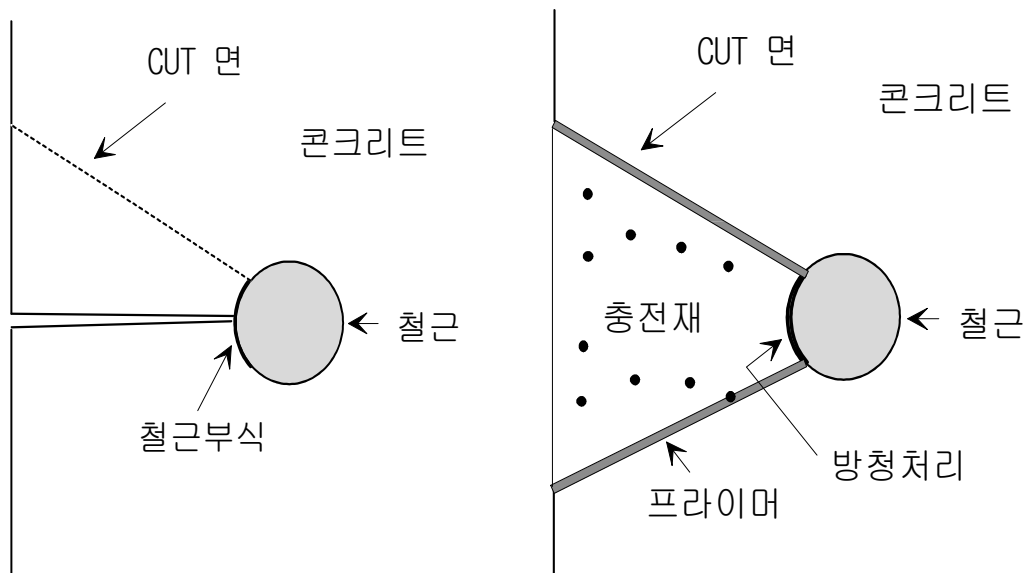
<그림 5.2.6> 철근이 부식하지 않는 경우의 충전공법 및 시공흐름

철근이 부식되지 않은 경우는 <그림 5.2.6>과 같이 균열을 따라 약 10 mm 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.

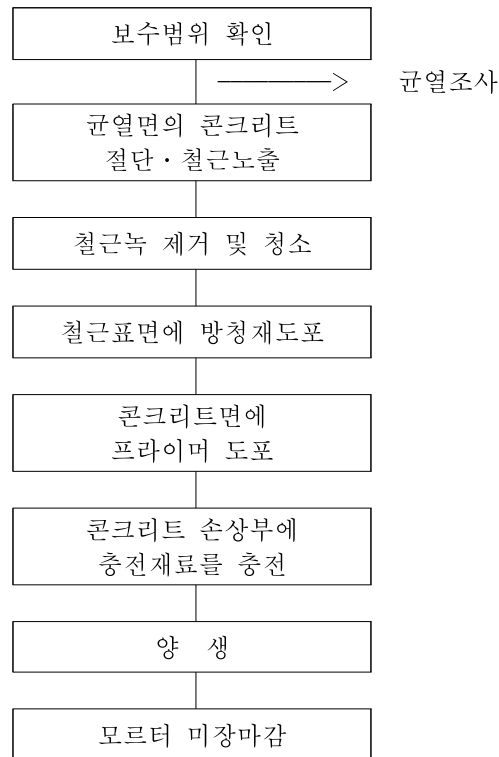
◆철근이 부식된 경우

철근이 부식된 경우의 충전공법은 <그림 5.2.7>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 5.2.8>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 5.2.7> 철근이 부식된 경우의 충전공법



<그림 5.2.8> 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. 이같은 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.

나. 단면복구 공법

1) 개요

단면복구공법은 콘크리트 구체에 발생된 재료분리, 철근노출, 박리·박락, 표면 열화 등의 손상부위를 제거하고, 철근의 부식이 진행된 경우에는 방청처리를 실시한 후 적절한 보수재료를 통하여 제거된 단면을 원래대로 복원하는 공법이다.

보수 전 조사항목은 열화·손상의 깊이, 내부 철근의 부식여부 및 부식정도, 콘크리트

의 탄산화상태, 염화물 함유량, 균열의 발생 및 진전 상태 등이며, 본 교량에서는 상기한 결함 중 콘크리트 파손부, 철근노출 등에 대한 보수방법으로 사용한다.

2) 단면보수 시공순서 및 개요도

① 표면처리

콘크리트 표면에 탈락되려고 하거나 심한 균열로 약간의 물리적 충격으로도 탈락이 예상되는 부분은 모두 철거해야 한다.

철근이 노출되어 있는 경우에는 철근 후면 약 2~3cm까지 콘크리트를 제거하여 완전 노출시키며 와이어 브러쉬(Wire Brush) 또는 전기 브러쉬 등으로 녹을 완전히 제거한다.

② 표면청소

콘크리트 표면처리 후 고압 살수기를 이용하여 표면을 고압 세척한다.

(고압세척의 압력은 노즐 TIP에서 5,000 psi(350kgf/cm²)의 압력으로 한다.)

③ 철근부식방지

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

㉠ 노출된 철근은 가능한 건조상태에 붓을 사용하여 도포한다.

㉡ 도포 시 철근 표면에 과다하게 칠하지 말아야한다.

㉢ 철근방청제 도포는 2~3회 시공한다.

④ 접착력 강화

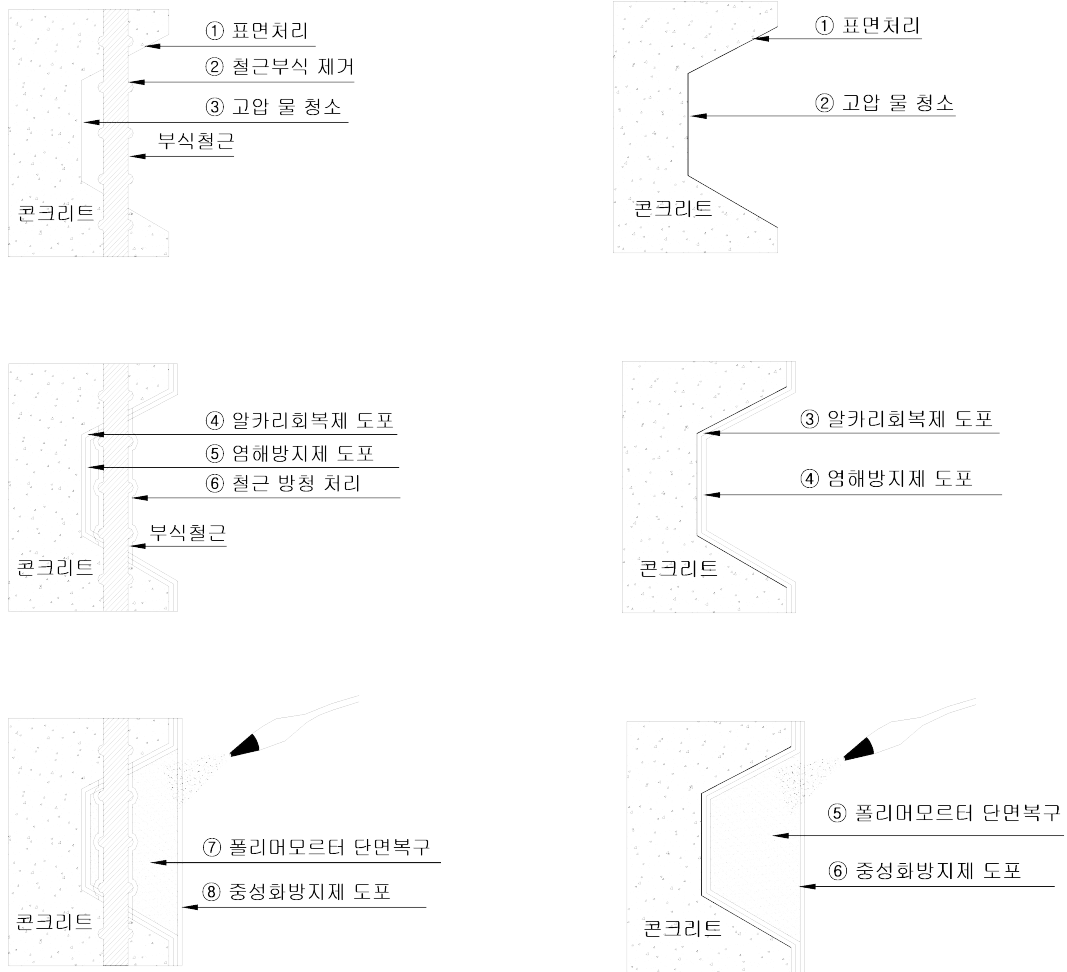
신·구 재료의 접착력 강화를 위하여 붓이나 에어 스프레이 건을 사용하여 접착제를 균일하게 도포 한다. 콘크리트면과 밀착성이 뛰어나고 탄성계수, 열팽창계수, PH 등이 비슷한 규산염계, 폴리머 계통 접착제 등 사용한다.

⑤ 단면 보수재

깨끗한 담수를 사용해서 폴리머 시멘트 모르타르를 혼합한다.

시공 전에 콘크리트 표면을 물로 약간 적신 후 폴리머 시멘트 모르타르를 타설한다.

타설은 흙손이나 스프레이로 가능하다



<그림 5.2.9> 단면보수 순서도

<표 5.2.7> 단면복구공법 비교안

구 분	제 1 안 폴리머시멘트 모르터 공법	제 2 안 에폭시수지 모르터 공법
개요도		
공법 개요	콘크리트 손상부위 및 철근 부식부를 제거하고 콘크리트 보호제를 도포한 후 철근을 방청하고 무기계인 폴리머시멘트 모르터로 단면을 복구한 후 유기계 마감재로 마감하는 공법	콘크리트 손상부위 및 철근의 부식을 제거하고 접착제를 도포한 후 철근을 방청하고 유기계인 에폭시수지 모르터로 단면을 복구한 후 유기계 마감재로 마감하는 공법
시공 방법	치핑/고압수 세척 → 철근의 부식제거 → 콘크리트 보호제(침투성) 도포 → 철근 방청제 도포 → 폴리머시멘트 모르터로 단면복구 → 마감재(무기계) 도포	치핑/고압수 세척 → 철근의 부식제거 → 프라이머(접착제) 도포 → 에폭시수지 모르터로 단면복구 → 마감재(유기계) 도포
장점	- 철근의 방청효과가 우수하고 재부식 확률이 없음 - 철근 노출부 보수의 일괄적인 공정에 대한 재료 및 시방확보 - 폴리머시멘트의 사용으로 콘크리트 탄산화 방지 효과가 우수 - 수용성인 무기계 재료의 사용으로 습윤지역 시공이 가능	- 인장, 휨강도가 콘크리트보다 우수 - 재료 자체의 접착성 및 내마모성이 우수 - 경화시간이 빠름
단점	- 일반적으로 한번의 시공두께가 얇기 때문에 목표두께가 두꺼울 경우 공정이 증가함 - 보통 형식의 것은 경화시간이 늦고 공기가 길어짐	- 방청효과가 확실하지 않음 - 유기계 재료로서 통기성이 없으므로 재부식 발생 우려 - 습기가 있는 부분에서는 접착력이 떨어지며 품질관리가 어려움

<표 5.2.7> 단면복구공법 비교안(계속)

구 분	리코시스템	CAM SYSTEM
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		
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 방지 및 강재 방식 성능 우수 ◦ 오염방지 기능으로 미관개선 효과 우수 ◦ 내굴곡성과 균열 추종 기능이 우수하며, 미세 균열 자가치유 ◦ 동절기에도 유연성과 탄성을 보유함으로써 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

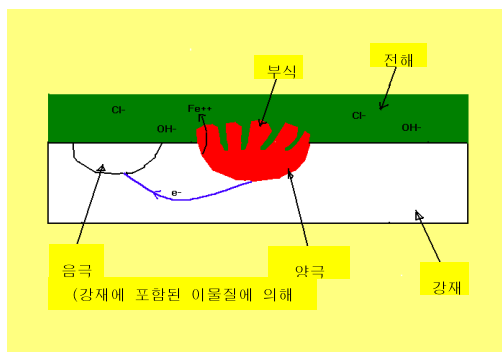
<표 5.2.7> 단면복구공법 비교안(계속)

구 분	CROS 공법	E.G프로텍트 공법
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 방청성분으로 인한 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

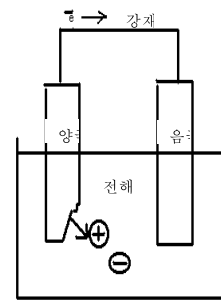
다. 도장보수

1) 부식발생의 매카니즘

일반적으로 강교에서 부식문제는 상당한 부분을 차지하므로 부식에 대한 이해를 돕기 위하여 부식의 발생 매카니즘을 제시하고자 한다. 부식 및 발청의 원인은 <그림 5.2.10>과 같이 부식 환경하에서 강재표면에 부착된 수분과 이물질 등이 전해질 용액이 되고, 강재의 제작시 포함된 이물질이 양극이 되며, 강재가 음극과 도체의 역할을 함으로써 전해질액, 이물질, 강재를 잇는 전류의 흐름이 형성된다. 여기서 양극의 철입자(Fe^{++})가 전해질액 속으로 녹아 들어감으로써 부식이 진행되며, 대부분의 부식방지법은 이러한 전류의 흐름을 차단하는데 주안점을 두고 있다.



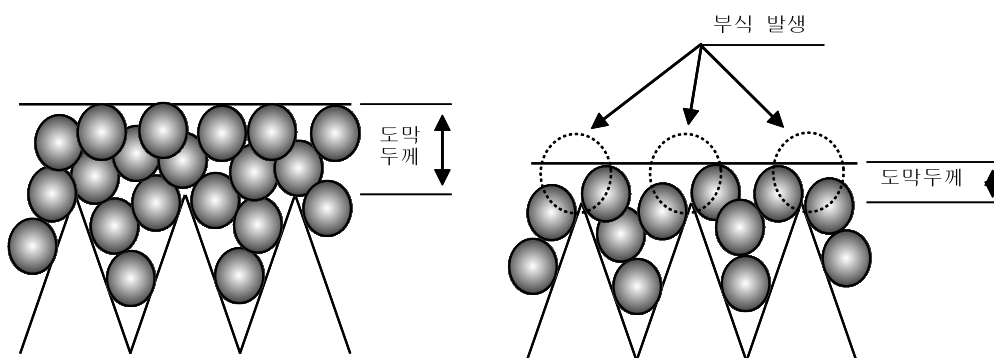
(a) 강재의 부식과정



(b) 부식원리

<그림 5.2.10> 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 5.2.11>과 같이 도막이 부족한 경우에 부식이 우선적으로 발생하고 그 범위가 점차 전체 구조물로 확대되는 것이다.



(a) 정상적인 도막두께

(b) 도막두께가 부족한 경우

<그림 5.2.11> 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

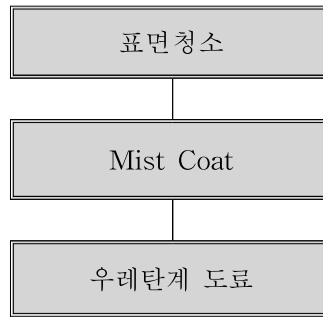
- 도장은 수용성 무기징크의 하도와 타르에폭시계의 상도가 시공되어져 있다.
- 수용성 무기징크는 건조 후 탄산칼륨이 잔존하며, 탄산칼륨이 물과 반응하여 수소가스 및 탄산가스가 발생되어 도막층간 부착력 불량하여 수용성 무기징크 위에는 후속 도장을 실시하지 않는다.
- 일반적으로 보수 도장시에는 표면처리 후 Epoxy mastic중도 도장과 우레탄상도를 추천하고 있으나 수용성 무기징크의 반응 Mechanism을 볼때 추천불가능하나 각 도료 회사의 제품특성이 있으므로 보수도장 전에 추천한 도료회사와 협의 후 보수도장 사양서를 결정하는 것이 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 5.2.12> 보수도장 방법 개요도(덧칠하는 경우)

▷ 재도장하는 경우(Steel Box Girder 내부)

- 점부식이 심하거나 아연염이 문질러 손에 묻어나는 경우 표면처리하여야 한다.



<그림 5.2.13> 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

강재 부식은 표면처리 후 재도장을 실시하여 부식을 방지하는 것이 원칙이므로 기존의 발청 부위의 부식을 완전히 제거하고 재도장으로 방식처리를 하는 것이 필요하다. 따라서 재도장시 부식부위 표면에 그대로 재도장을 실시하는 것은 의미가 없음을 인식하여야 하며 다음에 제시된 사항을 숙지하고 작업에 임해야 한다.

◦ 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 이물질을 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 15~35μm가 되도록 한다. 기존의 도장면 위에 재도장을 실시한다.
- d. 블라스팅과 하부도장은 같은 날 실시한다. 블라스팅후 재도장까지 1일 이상 지체되면 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 15μm 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 지체되면 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 5.2.8> 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

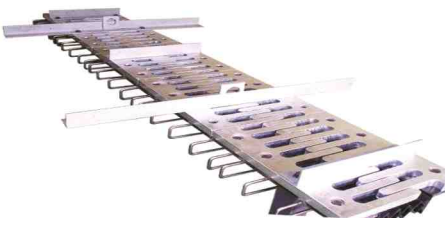
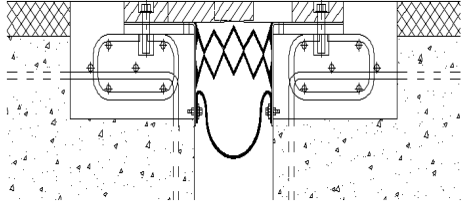
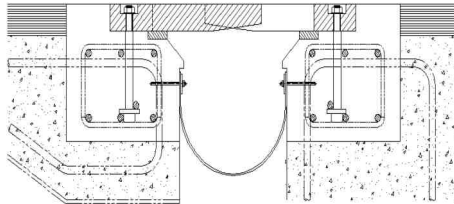
a. 외관의 육안조사

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

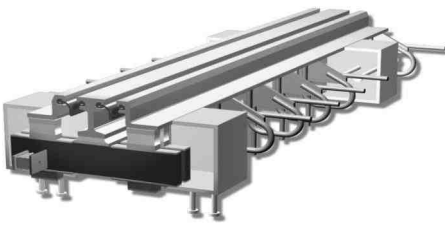
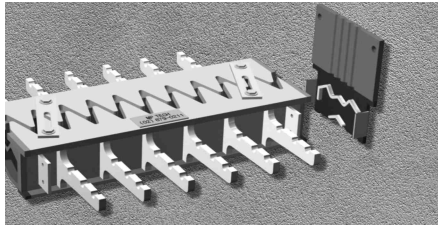
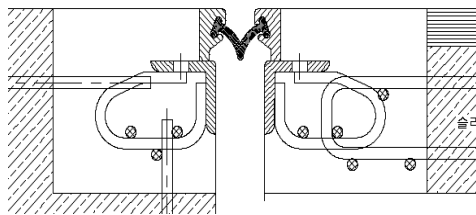
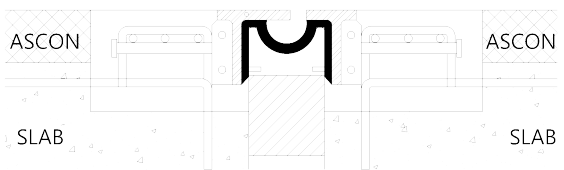
- 층별도장이 건조된 후 도막측정기에 의하여 도막 두께를 측정한다.
- 도막의 부착성 실험

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

<표 5.2.9> 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 이물질질을 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. ▪ 우수흡통을 설치하여야 함.	▪ 방수판은 일체형으로 제작되므로 방수성이 좋음. ▪ 프리스트레스 타이볼트로 인장되므로 견고함. ▪ 이물질 적체시 주기적인 청소를 하여야 함. ▪ 별도의 우수흡통을 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 5.2.9> 신축이음 공법비교표(계속)

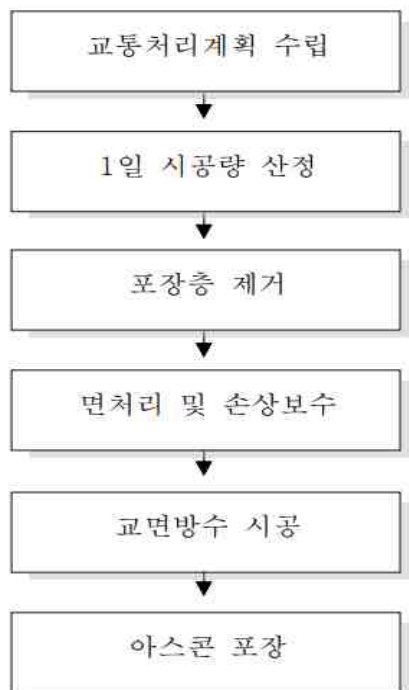
종류 항목	Rail Joint	New Wave Finger Joint
이미지		
단면도		
신축량	80~800mm	50~550mm
특징	▪ 상판이 강재로 되어 있어 고무재의 제품에 비해 수명이 길다. ▪ 신축량이 커서 장대교량에 많이 사용된다. ▪ 곡교에 사용이 가능하다. ▪ 제품이 고가이며, 높이가 300mm이상이므로 Block-Out 깊이가 깊어 P.C 교량에 적용이 불가하다. ▪ 제품의 상판이 Rail형의 강재로 불연속 되어 있어 차량의 주행소음 및 진동이 매우 크다.(민원발생요인) ▪ 절단시 절단이 매우 어려우며, 제품의 길이가 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

마. 교면포장 보수방안

1) 개요

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.

① 시공순서



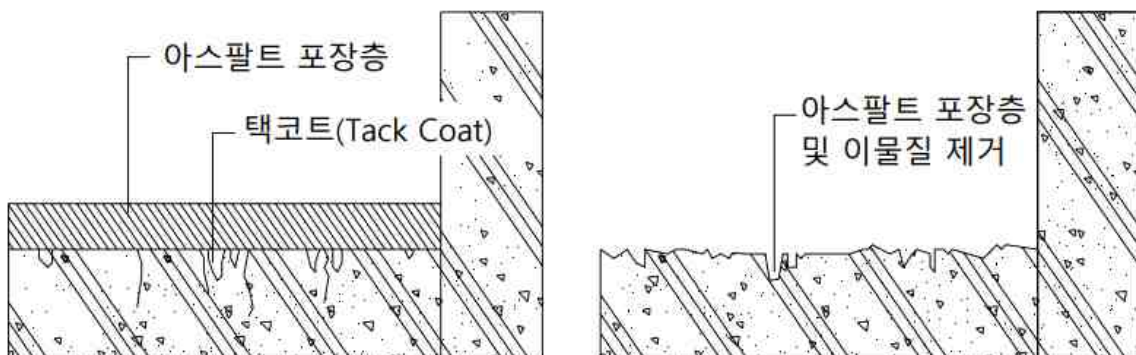
a. 기존의 아스팔트콘크리트 제거 시 1일 시공량을 선정 미리 포장층을 제거하고 하면의 요철부는, 면처리로 평탄성 확보

b. 바닥판 상면의 균열 등의 손상부는 단면보수를 실시(균열부 주입보수)

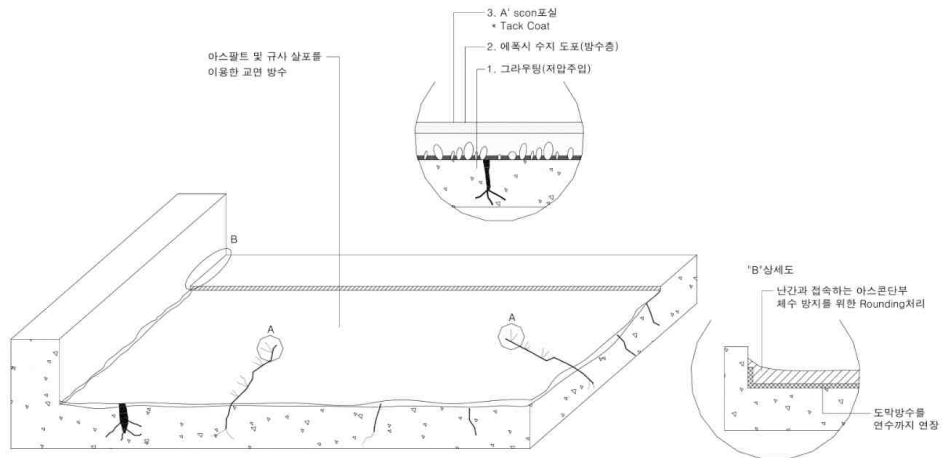
c. 교면방수 시공시 방수재료에 따라 표면콘크리트의 함수비(10%이하) 조건을 충족시켜야 하며, 교면의 횡방향으로 방수재 단부와 연석이 만나는 접속부는 연석측까지 연장 시공함

d. 아스팔트콘크리트 포장실시

② 시공개요도



<그림 5.2.15> 기존 포장층 제거와 교압수에 의한 이물질 제거



<그림 5.2.16> 교면방수 및 아스콘 재포장

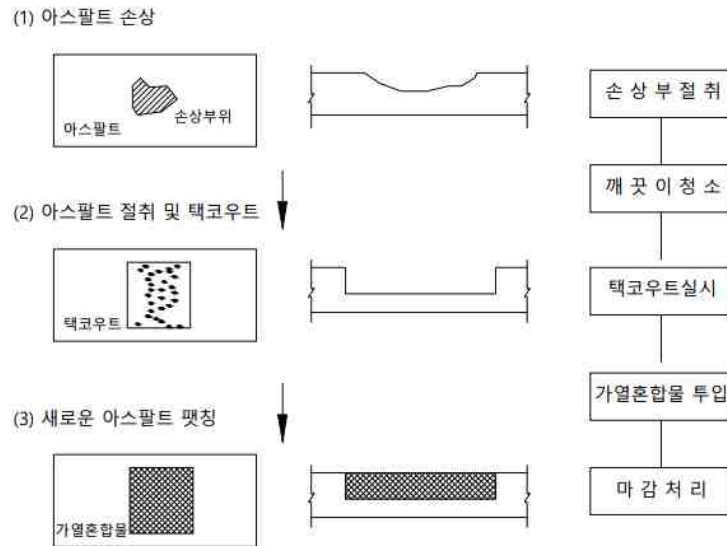
③ 교면방수 공법별 비교

<표 5.2.10> 교면방수공법 비교

구분	침투식	시트식	도막식
공법 개요	· 콘크리트 슬래브 표면의 미세공극에 방수제의 침투로 방수막 형성	· 부직포등에 가열 용해한 Sheet를 Slab표면에 부착하여 방수층 형성(4mm)	· 고분자 개질 아스팔트로 제조된 방수재를 간접 가열 용융방식을 이용하여 고온으로 녹여 Slab 표면에 도포함으로써 방수막을 형성하고 보호보드로 방수층 보호
구조			
장단점	· 시공성 우수 · 아스팔트 접착성 우수 · 공사비 저렴 · 물과 장기접촉 및 슬래브 균열 발생시 방수효과 발휘 곤란 · 고강도 콘크리트에서 방수액의 침투가 어렵고 방수층의 일정 두께 유지 곤란	· 내열성 우수 · 균열에 대처성 양호 · 동절기 시트의 경화로 인한 파손 및 박리우려 · 기포발생시 보수곤란 · 배수구, 신축이음 등의 마감 처리 곤란 · 요철부 시공 곤란	· 방수성 우수 · 균열에 대처성 양호 · 콘크리트 강도에 무관 · 전단저항성 양호 · 높은 접착성으로 밀림현상 없음 · 연결부 없는 연속 시공이 가능 · 바닥판 형상과 무관하게 설치가능 · 방수층 보호보드 내구성 우수 · 시공 장비 소요 · 공사비 다소 고가
적용 기준	· 바닥판의 설계 기준 강도가 350kg/cm ² 이하로 공용중 추가 균열 발생 우려가 적은 교량	· PC 및 강상판형 교량 · 공용중 진동으로 슬래브에 미세균열 발생이 우려되는 Girder교 · 적설지역에 염해물에 의한 상부슬래브의 피해가 우려되는 교량	

2) 아스팔트콘크리트 패칭 보수공법

아스팔트콘크리트 패칭 보수공법은 국부적인 포트홀 부분적인 균열 등에 적용하는 공법으로서 손상된 교면포장을 국부적으로 재시공하는 방법이다. 이러한 소규모 패칭 공사 시 기존 아스팔트콘크리트와 접착불량에 주의하여야 재 손상을 방지할 수 있다. 전면 재포장 공사 이전 포트홀 등 발생시 긴급공사 개념으로 적용이 바람직하다.



<그림 5.2.17> 아스팔트콘크리트 패칭공법의 시공 개요도

3) 아스팔트콘크리트 균열부 실링처리공법

중횡방향 균열 및 시공이음부와 같이 갈라진 부위에 적용하는 공법으로 아스팔트 재료를 균열부 틈새에 실링 처리하여 균열부로의 우수유입을 차단하는 방법이다. 크게는 커팅 후 실링하는 방안과 커팅을 하지 않고 아스팔트 유제 등을 주입하는 방법이 있다.

<표 5.2.11> 아스팔트 실링처리공법 비교

구분	Injection Type(Filling, NO Cutting)	T Type(Sealing, Cutting)
공법개요	커팅작업 없이 시공하므로 시공속도가 빠르고 경제적이며 균열의 폭이 좁고 깊이가 낮아 상대적으로 이물질이 적게 침투되어 있는 균열이나 초기균열보수에 적합	발달된 균열의 진행방향에 따라 커팅 작업을 하여 침투되어 있는 이물질을 완전히 제거할 수 있어 균열과 시공면 접착부의 접착강도가 증진된 균열의 폭이 크고 깊이가 깊은 곳에 적합
시공규격	균열폭 : 1.0cm 이하 깊이 : 1.0~2.0cm 이하	균열폭 : 1.0~4.0cm 깊이 : 2.0~3.0cm
개요도		

4) 교면 재포장 방안 비교

<표 5.2.11> 교면포장 공법비교표

구 분		SBS PMA	밀입도 #67, #78 (기존 포장)	LMC (Latex Modified Concrete)
공법 개요		- 일반 AP와 열가소성 폴리머인 SBS를분자 결합시켜 탄성회복력과 박리저항성이 대폭 향상된 고성능고분자 개질아스팔트 - 굵은골재:잔골재 = 50:50(밀입도)	- 가장 일반적인 포장공법 - 최근 AP-3 → AP-5 로 AP 규격 변경(소성변형 방지차원) - 굵은골재:잔골재 = 50:50(밀입도)	스티렌과 부타디엔 성분의 폴리머와 라텍스를 혼입한 개질 콘크리트 (LMC, Latex Modified Concrete)
적용 단면		표층 및 중간층, 기층	표층 및 중간층	방수층, 포장층
혼합물 생산	최대골재	19mm ~ 13mm	19mm ~ 13mm	13mm
	AP함량	5 ~ 6%	5 ~ 6%	-
	생산온도	160 ~ 185℃	140 ~ 150℃	-
	개질재	SBS를 정유공장에서 혼합 (Pre-mix 형태)	개질재 첨가 없음.	라텍스 혼입
시공	다짐장비/순서	머케덤 → 타이어 → 탄뎀	머케덤 → 타이어 → 탄뎀	-
	시공특징	온도 및 다짐관리 철저, 시공 대기시간 엄수	온도관리 및 다짐 용이	모빌밀러로 생산된 LMC를 롤러페이퍼로 마무리
특징	포장수명	기존포장 대비 2~3배 이상	국도 평균 5년	기존포장 대비 3~5배 이상
	소성변형저항성 (동적안정도)	우수 (5,000~6,000회)	보통 (300~700회)	-
	피로균열저항성 (1축인장재하)	우수 (511,500회)	보통 (23,000회)	-
	소음감소	보통	보통	불량
	미끄럼 저항	보통	보통(52.2BPN)	보통
장점		- 소성변형 / 균열저항성 우수 - Premixing으로 품질관리 용이 - 기존 아스콘과 생산 및 시공방법 동일 - 교면포장 적용시 균열저항성 우수	- 시공이 용이하고 실적이 많음 - 유지보수가 용이 - 아스콘 단가가 저렴	- 콘크리트 재질 특성으로 소성변형 없음 - 내유동성 및 부착력 증가 - 유지관리비 저렴 - LCC 측면 우수 - 별도 교면방수 불필요
단점		- 아스팔트 저장용 전용탱크가 필요(기존탱크 활용) - 강상판에 적용시 휨추종성이 부족하여 균열발생 우려	- 소성변형에 취약 - 균열 및 박리저항성이 취약 - 보수주기가 짧아 민원 발생	- 중, 횡단 급구배구간 및 곡선구간 적용 곤란함 - 테크피니셔 사용, LMC양생 등 시공성 다소 불리

5.3 보수·보강 개략공사비

가. 부재별 손상현황 및 보수방안

달천교(하)에 발생된 부재별 손상현황 및 보수방안은 다음 표와 같다.

<표 5.3.1> 부재별 보수·보강 일람표

구 분	결함 및 손상 내용	손상물량	보수물량	단위	보수·보강 방안	우선 순위	비고
방호벽	균열(0.3mm미만)	0.50	1.00	m/m ²	표면처리	3	
	접속부 박락	0.25	1.00	m ²	단면보수	2	
방음벽	지주볼트길이 부족	7	-	EA	주의관찰	-	
	마감재 변형	4.00	-	m	주의관찰	-	
신축이음	후타재 파손	0.15	1.00	m ²	단면보수	2	
	본체 부식	126.60	-	m	주의관찰	-	
	유간토사퇴적	126.60	126.60	m	청소	1	
바닥판	균열(0.3mm미만)	0.70	1.00	m/m ²	표면처리	3	
	보수부 박락	0.04	1.00	m ²	단면보수	2	
거더	망상균열	1.00	1.50	m ²	표면처리	3	
가로보	균열(0.3mm미만)	3.60	1.00	m/m ²	표면처리	3	
교량받침	플레이트 부식	3	3	EA	재도장	2	
	앵커볼트 부식	6	6	EA	재도장	2	
	받침콘크리트 재료분리	0.10	1.00	m ²	단면보수	2	
점검시설	앵커볼트 매입길이부족	112	-	EA	주의관찰	-	
	앵커볼트 노출길이부족	3	-	EA	주의관찰	-	
	앵커볼트 절단흔적	2	-	EA	주의관찰	-	
	난간 지주 마감캡 미설치	12	-	EA	주의관찰	-	

※ 면적환산 = 균열보수(0.3mm미만) : L(길이) × 0.25m(폭)

※ 각 손상물량별로 추가보수 등 여유수량을 감안하여 할증을 적용하였으며, 명확하게 수량산출이 가능한 손상은 할증 적용을 제외하였음. (보수물량 = 손상물량 × 1.5(할증))

※ 보수 최소 물량은 시공성을 고려하여 1.0으로 산출하였다.

※ 보수·보강 우선순위 3순위 : 발생된 손상이 경미하여 현 상태의 보수보다는 손상 진행상황에 대한 점검을 통하여 보수여부 판단.

나. 보수·보강 개략공사비

부재별 보수·보강 개략공사비는 다음 표와 같다.

<표 5.3.2> 부재별 보수·보강 개략공사비

점검부위	결함 및 손상내용	손상물량	보수물량	단위	보수·보강(안) 공법	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위	비고
방호벽	균열(0.3mm미만)	0.50	1.00	m/m ²	표면처리	65	65	3	
	접속부 박락	0.25	1.00	m ²	단면보수	240	240	2	
신축이음	후타재 파손	0.15	1.00	m ²	단면보수	240	240	2	
	유간토사퇴적	126.60	126.60	m	청소	20	2,532	1	
바닥판	균열(0.3mm미만)	0.70	1.00	m/m ²	표면처리	65	65	3	하자
	보수부 박락	0.04	1.00	m ²	단면보수	240	240	2	하자
거더	망상균열	1.00	1.50	m ²	표면처리	65	98	3	하자
가로보	균열(0.3mm미만)	3.60	1.00	m/m ²	표면처리	65	65	3	하자
교량받침	플레이트 부식	3	3	EA	채도장	80	240	2	
	앵커볼트 부식	6	6	EA	채도장	80	480	2	
	받침콘크리트 재료분리	0.10	1.00	m ²	단면보수	240	240	2	
순 공 사 비							4,505		
제경비(순공사비×0.5)							2,253		
총 공 사 비							6,758		

※ 상기 개략공사비는 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건 상 변동될 수 있음.

<표 5.3.3> 부재별 보수·보강 하자 개략공사비

점검부위	결함 및 손상내용	손상물량	보수물량	단위	보수·보강(안) 공법	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위	비고
바닥판	균열(0.3mm미만)	0.70	1.00	m/m ²	표면처리	65	65	3	하자
	보수부 박락	0.04	1.00	m ²	단면보수	240	240	2	하자
거더	망상균열	1.00	1.50	m ²	표면처리	65	98	3	하자
가로보	균열(0.3mm미만)	3.60	1.00	m/m ²	표면처리	65	65	3	하자
순 공 사 비							468		
제경비(순공사비×0.5)							234		
총 공 사 비							702		

※ 상기 개략공사비는 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건 상 변동될 수 있음.

다. 우선순위 개략공사비

우선순위에 의한 보수·보강 개략공사비는 다음 표와 같다.

<표 5.3.4> 우선순위 보수·보강 개략공사비

구 분	순공사비 (천원)	제경비 (순공사비 × 0.5)	개략공사비 (천원)
1순위	2,532	1,266	3,798
2순위	1,680	840	2,520
3순위	293	147	440
개략공사비 총계	6,758		

5.4 유지관리방안

5.4.1 개요

본 유지관리방안은 "시설물의 안전관리에 관한 특별법"규정에 따라 고시된 안전점검 및 정밀안전진단지침과 관련하여 본 교량에 관한 상세한 유지관리지침을 제시하여 과학적이고 체계적인 유지관리를 도모함에 있다. 교량의 유지관리는 시설물의 기능성과 안전성을 유지하기 위하여 일상점검 및 정기점검을 통하여 구조물의 손상여부를 확인할 수 있고 특히, 결함발생 초기에 발견하여 손상 정도에 따라 적절한 보수공법의 선정, 보수시기 등을 판단하여 신속한 보수가 실시되어야 한다. 결함발생 초기에서 보수시기를 놓치면 장기에는 보수하기 어려울 뿐만 아니라 많은 보수비와 보수기간의 장기화로 통행차량의 불편과 동시에 물류비 증액의 원인이 된다.

따라서, 유지관리를 통하여 손상된 부분을 원상복구하며, 경과시간에 따라 시설물의 개량, 보수·보강에 필요한 활동을 하는 것으로 교량의 각 부위별로 발생 가능한 손상에 대하여 주의깊게 점검하여 그 원인을 미리 해소하는 예방활동에 목표를 두어야 한다.

또한, 교량의 유지관리는 교량의 기능과 사용재료의 성능저하 등을 신속 정확히 조사, 측정, 평가하여 이에 대한 적절한 조치를 취함으로써 사용자의 안전과 원활한 교통흐름을 확보함과 동시에 향후, 유지관리에 필요한 자료를 얻는 것이 목적이며, 세부목적은 다음과 같다.

- 교량 안전성을 확보하고, 설계목적에 부합되도록 한다.
- 교량 상태를 체계적이고 주기적으로 기록한다.
- 손상을 조기에 발견하고, 향후 발생될 손상을 예측한다.
- 보수, 보강, 개축 등 의사결정에 필요한 자료를 제공한다.
- 점검결과의 전산관리 등을 통해 합리적인 유지관리 계획을 수립하여, 예산의 최적분배가 가능하게 한다.
- 축적된 점검결과 분석을 통해 향후 설계, 시공될 교량의 개선을 기대한다.

위와 같은 목적에서 금번 정밀점검에서 조사되고 분석된 손상 및 결함을 근거로 하여 <표 5.4.1>에 중점유지관리 항목을 제시하였고 그에 따른 유지관리업무를 기술하였다.

5.4.2 유지관리 점검

<표 5.4.1> 유지관리 점검표

구조부재	점 검 부 위		점 검 항 목
교면 포장	▷공통		• 균열 (미세, 선상, 격자형) • 소성변형 (요철, 바퀴자국, 단차) • 함몰 (패임) • 노면잡물 (구배불량)
	▷신축이음 전후 ▷구조물 경계부		• 단차, 침하
	▷배수구 주변		• 물고임 (배수구 간격, 유출구 위치)
신축이음	▷본체	- 공통	• 누수, 오염 (배수시설 누락, 유간의 오물퇴적) • 유간 (부족 및 과다) • 이상진동 (충격음) • 본체 유동 및 파손 (충격음, 흔들림)
	▷후타재		• 균열, 파손 (패임 및 요철) • 전 · 후의 단차 (교면포장과의 단차)
배수시설	▷배수구	- 격자판 (grating) - 유입구	• 파손, 누락 • 누수, 체수 (막힘) • 오염 (오물퇴적)
	▷배수관		• 파손 (연결 고정부 탈락) • 배수관 길이 부족 (하부구조에 물 떨어짐) • 유출구 위치 부적절 (도로상이나 구조물 위에 위치)
교량 받침	▷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
	▷받침대		• 균열, 파손 (하부공동) • 부분 침하
강거더	▷공통		• 도장손상 및 부식 • 현장이음부 볼트손상, 누수 • 신축이음 하면, 배수구 주변, 난간하면 누수,부식 • 이상음 발생
	▷받침부		• 복부판 부식 및 국부좌굴 • 거더와 받침연결부 부식 • 게르버교의 경우 핀 연결부 부식 • 지점보강재 하단 용접부 균열 • 박스내부 출입구 방치 • 박스내부 바닥 물고임 및 부식
	▷중앙부		• 부식 • 플랜지 변형 및 처짐 • 맞대기 용접부 , 덮개판 덧댐부 끝부분 균열
	▷보수부위		• 용접부 및 용접부 주변 균열

<표 5.4.1> 유지관리 점검표 (계속)

구조부재	점 검 부 위	점 검 항 목
케이블	▷케이블 부재	• 도장손상 및 부식 • 부식으로 인한 케이블 단면 손상 • 케이블 변형 및 꺾임 • 외부 및 내부 소선 단선
	▷보호관	• 보호관의 파손
	▷정착구	• 강재 정착구의 도장손상 및 부식 • 콘크리트 정착구의 파손, 누수 및 체수 • 정착구 댐퍼 파손
	▷행어밴드, 새들	• 도장 열화 및 부식 • 고정볼트 이완, 탈락 • 변형 및 파손
교대	▷공통	• 균열 (시공이음부 횡방향 균열) • 박리, 백태, 파손, 철근노출 • 교대 회전 (기울음) • 교대 침하 (연직이동)
	▷두부(Coping)	• 두부 물고임 • 두부와 홍벽 경계부 균열 (홍벽 후면으로 기울음) • 거더와 홍벽 신축유간 부족
	▷구체	• 균열 (수직균열) • 구체와 날개벽 분리 (이동)
	▷날개벽	• 날개벽 이동, 전도
교각 및 기초	▷공통	• 균열, 박리, 철근노출, 파손, 침하
	▷두부	• 두부 물고임 • 받침 하부 균열 및 파손 (박리, 박락)
	▷구체	• 수직균열 • 이동 또는 기울음
	▷기초	• 수중구간의 경우 침식, 세굴 • JACKET 기초 부식
부속시설	▷점검로	• 점검로 설치용 앵커부 파손 • 지지부재 손상
	▷조명시설	• 지주 기초 연결볼트 이완 • 거더 내부 점검등 고장
	▷표지판	• 청소불량 및 노후화 • 파손

5.4.3 중점 유지관리 방안

가. 신축이음 후타재 파손, 유간토사퇴적, 본체 부식

주요부위 및 손상		
	신축이음 A1 유간토사퇴적	신축이음 A2 본체부식
		
	신축이음 S1 종방향 후타재 파손	신축이음 S1 종방향 유간토사퇴적
금회 정밀안전점검 검토의견	◦ 신축이음 후타재에 발생한 균열의 경우 발생 간격, 형태, 균열폭 등을 감안할 때 후타재의 시공초기 온도변화·환경적요인 및 재료적 특성에 의한 균열로 판단되며, 손상정도는 경미하나, 우수유입으로 인한 하부누수 및 추가손상 발생을 방지하기 위해 단기적인 보수를 통해 유지관리하는 것이 바람직할 것으로 판단된다 ◦ 본체 부식은 공용기간 증가에 따른 도장재의 품질이 저하된 부분으로 외기의 영향(우수, 염화칼슘 등)으로 발생한 것으로 현 상태의 보수보다는 주기적인 점검을 통한 보수 여부를 판단하는 것이 효율적일 것으로 판단된다. ◦ 유간부 토사퇴적은 환경적요인에 의해 유간부에 토사가 퇴적되는 현상으로 향후 원활한 신축거동을 위한 관리주체의 주기적인 청소가 요구된다.	
중점점검사항	◦ 차량 윤회중 및 진동, 충격하중 등에 의한 후타재 추가손상 발생유무 ◦ 지속적인 우수접촉에 의한 본체 부식 심화 및 하부누수 발생 유무 ◦ 지속적인 이물질 퇴적으로 인한 신축거동 장애 발생 여부	

5.4.4 유지관리업무

가. 일반

효과적인 교량관리를 위하여 설계도서를 포함한 필요한 자료를 보관하여야 한다.

1) 설계도

- 시공도서 : 시공도면, 보수·보강도면, 준공내역서, 구조계산서
- 제작 및 작업도면 : 붕괴유발부재를 포함한 교량부재의 상세도면
- 준공도면 : 최종도면

2) 시방서

- 표준시방서 및 전문시방서(보수·보강공사 포함)

3) 사 진

- 전경, 정면, 측면, 주요 결합부, 주요 공정사진

4) 재료시험

- 시공재료 종류, 등급, 품질을 기록한 공장 재료증명서
- 품질관리(선정 및 관리시험)기록
- 비파괴 시험자료(재료의 강도 등)

5) 보수이력

- 보수기간, 보수위치·공법·물량 및 손상종류, 시공회사, 공사비, 참여기술자

6) 사고기록

- 사고일시, 경위, 부재의 손상 및 보수·보강현황, 인명이나 장비등 손상정도

7) 교량관리대장

- 교량에 관한 손상과 보수·보강을 포함한 연도별 점검기록이 포함된 교량관리기록으로서 관리항목에는 다음과 관련된 사항이 포함된다.

- 교량구분

교량명, 교량일련번호, 관리주체, 위치, 이징, 교차코드, 확장구분

- 교량형식 및 사용재료

경간수, 상부구조 형식, 하부구조 형식, 부착시설 형식, 중앙·차보도 분리대 형식 및 높이, 난간·조명 형식

- 연령 및 공용성

착·준공 년월일, 상·하행 차선수, 우회로 연장·경로, 일평균 교통량 등 교통관련기록

- 교량제원

교장, 총폭원, 유효폭원, 최대경간장, 교고, 통과높이, 곡선반경, 보도폭, 접속도로 폭·곡선반경

- 교량분류, 내하력 및 통행제한

교량등급, 설계하중, 내하력 평가방법 및 계산기록, 기본내하력, 공용하중, 교량안전도, 허용통과하중 및 통행제한여부, 붕괴유발부재 표시도면, 재하시험 수행시 고유진동수, 충격계수

- 교량상태 평가

바닥판, 상부구조, 하부구조, 수로에 관한 관찰 상태, 유지관리활동 또는 제한사항 등을 포함한 교량상태 점검결과

- 기 타

교각보호시설여부, 세굴위험여부, 통행제한사항(하중,속도), 부대시설물, 기타 구조물에 피해를 주는 환경조건

· 교량관리대장의 변경 작성

- 확폭이나 확장의 경우

유지보수나 개량작업으로 부재의 강도나 사하중의 변화가 구조물의 상태 또는 내하력을 변화시키는 경우 그에 따른 내하력 계산을 한다.

- 사고일시, 경위(원인 및 대책포함), 부재의 손상 및 보수·보강현황

- 부착시설 현황(상수도관, 가스관, 통신케이블 등)

- 전면 개수시는 기존교량 대장은 보존하고 재작성

나. 점검 및 진단 자료

1) 점검 및 진단 이력

· 점검종류 및 일시, 점검자, 관리주체, 점검결과 등 모든 점검/진단활동 관련사항

2) 점검시 필요조치사항

· 현장점검을 원활히 수행하기 위한 각 교량의 특성과 부위, 특수장비 목록, 접근방법

· 점검자나 공공 안전확보를 위한 점검시 교통운용계획을 포함한 특별한 사항

· 기 실시한 점검 및 진단보고서

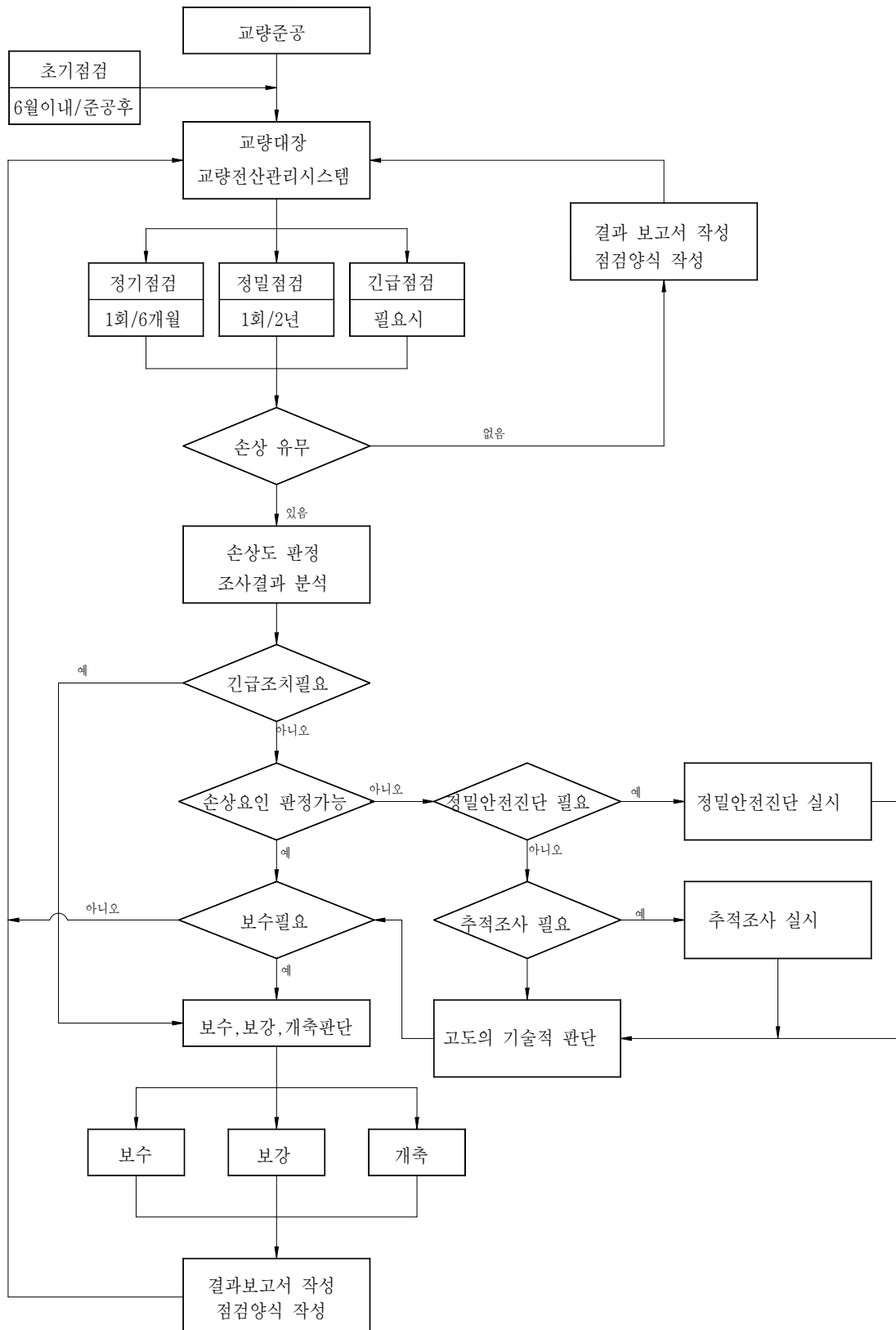
· 준공도면 등 건설 관련 기록

· 보수·보강 기록이나 사고이력

3) 점검자료의 갱신

· 교량관리대장에는 현장조사일시를 명시하며 최종 점검 이후 교량에서 수행된 주요작업에 대하여 기록한다.

· 유지관리와 개량작업으로 인하여 구조물의 규격이 변경된 경우에도 변경된 치수를 기록한다.



<그림 5.4.1> 유지관리 흐름도

다. 상태 및 안전성 평가 자료

1) 내하력 평가기록

관리주체는 내하력 평가방법과 종류 및 해석결과, 사용된 계수 등 내하력 결정에 관련된 제반기록을 보관한다.

2) 계측기록

계측이 필요하다고 판단되는 구간에는 중요한 구조부위를 선정하여 정기적으로 계측을 시행하고 그 기록을 보존한다. 계측을 실시한 경우에는 시설물에 계측지점을 표시·보존함으로써 연계성 있는 계측을 할 수 있도록 도상(圖上)과 계측지점을 일치시켜 기록·보존한다.

라. 유지관리업무 종류와 방법

안전점검은 정기점검, 정밀안전점검, 초기점검, 긴급점검이 있다.

1) 정기점검

손상을 미리 발견하기 위하여 반기별 1회이상 실시하는 순찰과 유사한 성격의 점검으로 도보로 접근이 가능한 부재에 대하여 전반적인 외관상태를 관찰하는 수준으로 실시한다.

2) 정밀안전점검

시설물의 수명을 연장하기 위하여 2년에 1회 이상 정기적으로 실시하는 점검으로 도보 접근이 가능한 부재를 육안이나 간단한 점검장비를 이용하여 실시하되 전반적인 외관상태를 대상으로 한다.

점검은 육안검사와 정기점검에 사용되는 보조기구 외에 카메라, 반발경도 측정기, 균열자, 줄자 등의 간단한 측정기구를 사용하여 영구작업대, 점검통로 또는 점검차를 사용하여 거더 및 바닥판 하부 등 정기점검시 접근이 불가능한 부위까지 점검한다. 손상상태평가는 경간별 지점별로 행하되 문제부위에 대하여는 외관조사망도를 구성하여 등급을 매기는 것으로 한다. 구조 혹은 하중상태가 변화된 경우에는 구조계산을 통한 내하력평가를 시행한다.

3) 초기점검

공용개시 전에 교량전체에 대한 육안검사와 콘크리트 강도조사, 철근 배근상태조사, 재

료시험 등의 현장시험을 실시하여 시공상태를 평가하고, 구조물에 손상을 주지 않는 범위 내에서 재하시험을 시행, 처짐과 공용내하력의 초기치를 설정하여 향후 교량의 점검 및 진단 시에 기초자료로 활용하도록 하기 위한 점검으로서 정밀안전진단 수준으로 실시한다.

구조형태가 변화되었을 때에도 초기치를 결정하기 위하여 초기점검을 실시하고 비파괴 현장시험 및 재료시험의 종류는 기존자료 및 교량상태를 고려하여 선정한다. 육안검사시 결함이 있는 경우에는 도면으로 기록하며, 교량전체 부재에 대한 안전성 조사 및 상태 평가, 현장시험 등 각종점검자료를 보존토록 한다.

4) 긴급점검

(1) 손상점검

재해가 발생한 경우나 발생우려가 있는 경우, 일상점검에서 이상이 발견된 경우 시설물 안전성을 확보하기 위하여 실시한다.

점검의 범위는 긴급한 사용제한이나 사용금지의 필요성이 있는지의 판단과 보수를 수행하는 데 있어 필요한 작업량의 정도를 결정할 수 있어야 한다. 손상점검은 정밀안전점검의 보완수단으로 손상의 정도와 보수의 긴급성 그리고 보수작업의 규모를 파악할 수 있어야 하며 시험장비에 의한 현장측정 및 사용제한기간에 대한 판단이 필요하다.

(2) 특별점검

관리주체가 판단하여 행하는 정밀안전점검 수준의 점검으로 기초의 침하 또는 세굴, 부재변형 등 결함이 의심되는 경우나, 하중제한중인 시설물의 지속적인 사용여부를 판단하기 위한 점검이다.

마. 정밀안전진단

점검으로는 발견할 수 없는 결함부위를 찾기 위하여 행하여지는 정밀한 육안검사 및 장비에 의한 근접점검이다. 필요한 경우 점검차, 비계, 작업선 등의 특수장비와 잠수부와 같은 특수기술자가 필요하며 결함의 존재 및 범위를 파악하기 위한 내구성측면의 비파괴 현장시험 및 기타 재료시험을 병행한다.

손상상태평가는 전체경간, 전체지점에 대하여 외관조사망도를 구성하여 손상표기 범례에 따라 상세히 작성하고 수중부분은 잠수부를 동원하여 정밀한 점검을 행한다. 외관상태 평가시의 착안사항은 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침에 따른다.

교량의 안전성 평가는 대상교량의 활하중 지지능력을 평가하는 것으로서 교량 구조부재

의 저항능력을 정확히 산정하는 것이 중요하다. 진단은 교량에 대한 안전성 평가를 포함하며 내하력 평가시 필요할 경우 재하시험을 실시한다.

교량부재의 저항능력은 정밀 육안검사 및 비파괴시험을 통해 파악된 부재의 상태와 교량의 현상환을 고려한 구조해석 결과와 필요시 재하시험을 실시하여 산정하며, 제반기준은 현행 도로교표준시방서 및 철도건설공사표준시방서의 기준에 의하여 산정한다. 정밀안전진단 결과 보수, 보강이 필요할 경우에는 그 방법을 제시한다.

바. 일상순찰

일반적으로 작업차로 교량을 순찰할 때 발견되는 교량의 바닥판 상면의 노면잡물, 집수구 주변의 오물 퇴적, 연석이나 표지판의 불결함 등 사용자들에게 줄 수 있는 위협감이나 불쾌감을 해소하기 위하여 일반 작업원들이 실시하는 작업을 말한다.

1) 바닥판 및 집수구 관리

- 바닥판, 보도부, 표지판 청소, 집수구 청소

2) 신축이음장치 관리

- 차량 통과시 이상음, 승차감의 이상, 단차 발견시 기술자에게 위치 및 손상보고

사. 교체

난간, 보차도 경계석, 중앙분리대, 조명시설, 교통표지판, 게시물 등 구조부재를 제외한 교량의 부대장치나 시설 중에서 교량전체의 사용연한보다 연한이 짧은 것에 대하여 교체, 치환 또는 복원하는 작업을 말한다. 이는 각 대상별로 정해진 주기에 따라 실시하거나 관리책임자의 판단에 따라 필요한 경우 실시한다. 작업중 안전성, 내구성, 사용성에 미치는 영향에 대하여 해당 기술자의 검토가 선행되어야 한다.

아. 보수

교량의 구조에 영향을 주는 부재(교량받침, 신축이음부, 포장, 콘크리트부재, 강재부재, 교각, 교대 등)가 손상되어 안전성, 내구성, 사용성에 장애가 있다고 판단되고 단순한 기능 환원공사에 의하여 그 장애가 제거될 수 있는 경우에 실시한다. 보수는 보강과는 달리 기능 및 강도의 강화를 꾀하는 것은 아니며 손상전의 상태로 복원하는 것을 의미한다. 모든 보수공정은 전문기술자가 교량 전체의 안전성, 내구성, 사용성의 영향을 검토하여 계획을 수립하여야 한다.

자. 보강

손상의 정도가 심각하여 보수의 효과가 의심스럽거나 사회, 정책적인 필요에 의해 강도 증진 또는 기능강화가 필요한 경우 실시한다. 이는 원 설계자가 의도한 구조의 변경을 의미하므로 일부부재의 보강이 다른 구조요소에 미치는 영향을 반드시 검토하여야 하며 보강의 효과를 보증할 수 있는 방법으로 설계/시공되어야 한다.

차. 폐쇄

교량의 손상이 극도로 심화되고 교량의 내구연한에 달하여 보수나 보강의 효과가 극히 의심스럽거나 비경제적인 경우, 또는 사회, 정책적인 필요에 의해 더 이상의 교량 사용요구가 없을 경우 실시한다. 폐쇄는 보수, 보강비용과 폐쇄 후 파급비용을 대비하여 비용-이득 간 분석(cost-benefit analysis)을 행한 후 결정하는 것이 바람직하다. 폐쇄 후 신설을 고려해야 할 경우에는 보수, 보강기술의 발전속도를 고려하여 성급히 결정하기보다는 교량의 등급을 하향 조정하여 사용제한 하거나 시한부 폐쇄 후 가능한 보강방법을 모색할 수도 있다.

카. 점검장비 운용

점검에 사용하는 점검장비는 일상적 휴대장비, 접근장비, 비파괴 점검장비로 구분되며 다음 표와 같이 분류한다. 각 점검장비에 대한 상세한 사용법은 해당 장비의 사용설명서 등 관련문헌을 참조하여 장비특성 및 시험법을 숙지하여야 한다.

1) 정기점검

일상적 휴대장비, 간단한 접근장비

2) 초기점검

일상적 휴대장비, 근접 접근장비, 간단한 비파괴 점검장비, 재하시험장비

3) 정밀안전점검

일상적 휴대장비, 근접 접근장비, 간단한 비파괴 점검장비

4) 긴급점검

정밀안전점검과 동일한 수준으로 점검목적에 따라 선별, 시험장비에 의한 현장측정

5) 정밀안전진단

일상적 휴대장비, 근접 접근장비, 비파괴 점검장비, 정·동적 재하시험장비 등

<표 5.4.3> 점검장비 종류

구 분		점 검 장 비
콘크리트 탐사장비	콘크리트 강도측정	·슈미트해머, 테스트 엔빌, 초음파탐사기, 탄성파탐사기
	콘크리트 균열 및 결함탐사	·초음파탐사기, 탄성파탐사기(AE법), 레이저탐사기, 적외선카메라, 스틸카메라, 레이더 탐사기
	철근탐지	·페코미터, 방사선투과기
	철근부식탐지	·레이다탐사기, 부식측정기
	콘크리트열화도 탐사	·탄산화시험, 알칼리 골재반응시험
	염해 탐사	·재료시편에 대한 염해시험

<표 5.4.3> 점검장비 종류(계속)

구 분		점 검 장 비
휴대장비		·망원경, 확대경, 손전등, 카메라, 필기도구 (흑판, 분필,매직펜), 줄자, 균열경, 교통규제 기구 등
접근장비		·사다리, 점검차(고소작업차, 굴절차), 점검보트
강재 탐사장비	표면균열탐지	·자기입자탐사기, 초음파탐사기, 염료침투법, 와동전류법
	내부결함탐지	·초음파탐사기, AE장비, 방사선투과기
	용접부 결함	·방사선 투과기, 초음파탐사기
	피로균열탐사	·자기입자탐사기, 초음파탐사기, 염료침투법
	응력부식탐사	·자기입자탐사기, 염료침투법
	두께검사	·초음파탐사기, 방사선 탐사기

타. 점검인원의 구성

정기점검은 교량 담당요원이 수행하는 것으로 보고, 정밀안전점검은 정기점검팀 혹은 별도의 점검팀을 구성하여 실시하는 것으로 한다. 정기점검은 정기점검 자격을 갖춘 책임기술자 1인을 포함하여 총 2인이 한 조가 되어 도보로 접근 가능한 전체부위를 정해 놓은 일정에 따라서 점검한다.

정밀안전점검은 정기점검시 근접점검이 어려운 부위를 위주로 시행하며 정밀안전점검 자격을 갖춘 책임기술자 1인을 포함하여 별도의 점검팀을 구성하여야 한다.

5.4.5 부위별 점검요령

가. 교면포장

1) 교면포장의 정의

바닥판 상면에 위치하여 차량으로부터 진동을 흡수·분산시키고 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 한다. 또한 교면포장은 직접 윤하중과 접촉하는 상태이므로 결함발생 빈도가 높으며 국부적인 포장의 결함이 많이 나타난다.

2) 교면포장의 형식 및 기본 구성

콘크리트 포장은 시멘트·골재·물을 혼합하여 시멘트의 수경성(水硬性)을 이용하는 포장으로, 포장 바닥판(slab:판)이 강성(剛性)을 갖도록 설계되어 강성포장이라고도 한다. 콘크리트 포장은 표층에 해당하는 콘크리트 바닥판과 중간층, 보조기층으로 구성되어 있다. 콘크리트 바닥판은 직접 교통에 공용되어 그 하중을 지지하는 가장 중요한 층으로, 온도 변화 및 함수량 변화 등에 의한 응력(應力)을 줄이기 위해 줄눈(joint)을 적당 한 간격으로 설치하는 등 단면을 두껍게 한다. 보조기층은 콘크리트 바닥판을 지지하며 바닥판으로부터 전달되는 교통하중을 분산하여 노상에 전달하는 층으로, 내구성이 좋고 충분한 지지력을 가진 재료가 사용된다. 이밖에 보조기층의 내수성 및 내구성을 개선하기 위해 보조기층 최상부에 아스팔트 중간층을 설치하기도 한다.

3) 일반적 손상 유형

- 균열 • 마모
- 박리 • 파손

4) 교면포장의 점검 요령

- 급제동 구간이나 커브 구간에서의 포장의 균열, 마모손상 점검
- 중차량 통행이 많은 구간의 균열, 파손등의 결함 점검
- 신축이음부 전후방 : 후타 콘크리트재 파손과 병행하여 포장의 균열 및 파손점검
- 물고임구간 : 포장 배수경사가 불량한 구간에 대하여 비온 직후 물고임구간을 점검

나. 배수시설

1) 배수시설의 정의

교면의 물고임에 따른 차량 사고방지 및 물유입에 따른 부식방지를 위해 일정한 곳으로 물을 배출하기 위한 시설로 일반적으로 노면측에 배치한다. 배수시설이 불량하여 교면에 물이 고여 있을 경우 주행차량에 큰 지장을 주고 겨울철에는 빙판을 이루어 교통사고의 원인이 될 수 있다.

2) 배수시설의 기본구성

그레이팅(Grating), 배수구, 배수관, 홈통 또는 물받이

3) 일반적인 손상 유형

- 배수구 그레이팅 파손 및 누락
- 배수구 막힘
- 집수구 설치위치가 포장면 보다 높음
- 배수구 길이 주거더높이 보다 짧게 설치
- 배수관 고정상태 불량
- 집수구 주변 배수경사 불량으로 인한 물고임
- 배수관 유출구 위치확인(도로부)

4) 배수시설의 점검 요령

- 배수관
 - 신축이음부 하부에 있는 배수홈통 내부에 오물퇴적 여부 점검
 - 배수관 길이가 주거더높이보다 길이가 짧아 주거더에 물이 튀길 염려가 있는지 조사
 - 배수관 유출구의 위치가 교각상에 있거나 도로상에 있어 차량통행에 지장 초래여부 조사
 - 배수관을 지지하는 고정장치 등이 흔들리는지 여부 점검

다. 방호벽

1) 방호벽의 정의

- 방호벽 : 주행중 정상적인 주행경로를 벗어난 차량이 길밖, 대향차로 또는 보도 등으로 이탈하는 것을 방지하는 동시에 탑승자의 상해 및 차량파손을 최소한도로 줄이고 차량을 정상 진행방향으로 복귀시키는 것을 목적으로 하며 부수적으로 운전자의 시선을 유도하고 보행자의 무단횡단을 억제한다.

2) 일반적인 손상 유형

- 방호벽의 균열, 파손 및 박리
- 방호벽의 철근노출

3) 방호벽의 점검 요령

- 방호벽의 종단선형이 급격하게 변화하는 부분이 있는지 확인이 필요하고 이러한 부분이 있다면 처짐을 의심하여야 함
- 연석은 주로 차량의 충격에 의한 국부파손, 균열 등의 손상에 대하여 점검
- 신축이음부에서 교량의 신축작용에 의한 손상여부 확인
 - 콘크리트 균열 및 박리, 철근노출
 - 방호책 파손
 - 방호책 정착부 이완

라. 신축이음

1) 신축이음의 정의

바닥판의 연결부에 설치되며 교량의 온도변화로 인한 신축, 콘크리트의 재령에 따른 크리프와 건조수축, 활하중에 의한 처짐 등 상부구조의 이동과 회전을 원활하게 수용하고 단부의 변위에 대해 주행성에 지장이 없도록 설치한 장치이며, 교면 우수 및 오물의 교량 하부 유입방지 기능도 한다.

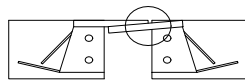
2) 유지관리 주요 Point 및 유의사항

- ① 이음장치 유간 및 정상작동 여부
- ② 이음장치 고무재의 마모 및 파손 여부
- ③ 후타재의 균열 및 파손 여부
- ④ 이음장치의 누수

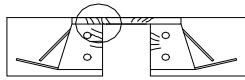
3) 손상발생 가능공종

- ① 방수기능 저하로 하부 구조물(받침장치 등) 부식 유발
- ② 이물질로 인해 신축기능 마비
- ③ 후타재의 균열과 박리로 주행성 저하
- ④ 상판 콘크리트 바닥판 하면의 콘크리트 열화

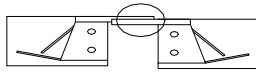
■ 본체



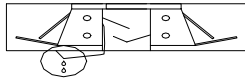
강재의 변형



강재의 균열



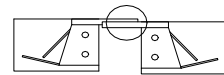
강재의 이탈 및 파손



누수(타부재의 손상원인 제공)

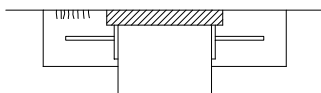


신축유간 부적절 및 유간사이의 이물질, 폐쇄

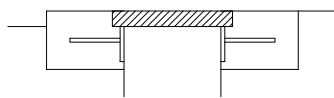


유간의 단차로 평탄성 불량

■ 후타재



콘크리트 후타재 균열 및 파손

콘크리트 후타재와 포장 또는 접속바닥판과의 단차
(차량하중으로 인한 충격유발)

4) 신축이음의 점검 요령

신축이음은 교량 상부구조의 신축을 수용하여야 하므로 점검자는 신축이음이 제대로 작동하는지를 면밀히 점검·기록하여야 한다. 신축이음의 손상은 구조물의 다른 부분에 이상이 발생한 것을 나타내는 경우도 있기 때문에 철저하게 점검하는 것이 바람직하다.

신축이음의 점검시기는 일반적으로 신축유간이 많이 벌어져 이물질 유입, 충격 등으로 결함이 많이 발견되는 동절기와 이와 반대로 신축유간이 좁게 되어 신축이음의 충전재 등이 부풀어 오르는 하절기에 점검하는 것이 바람직하다.

- 외관 및 청소상태
 - 유간의 틈사이에 오물 등의 퇴적여부 점검
- 평탄성 확보 및 소음발생여부
 - 차량통과시 소음발생 및 단차(10mm 이상)발생 여부 육안점검
- 방수성 확보
 - 교각, 교대 위에서 점검이 가능하며, 또한 교량 상부에서 충전재 노출 및 탈락한 부분이 있는지 점검
- 정착볼트 파손에 따른 신축이음 유동 여부
 - 차량통과시 충격음 발생, 신축이음의 움직임 등을 관찰
- 후타콘크리트 및 접속부 포장상태
 - 콘크리트 균열, 박락 징후 등을 점검하여 접속부 포장에 균열이 다수 발견될 경우에는 교면포장 내부의 콘크리트 상태가 불량할 경우가 많으므로 포장제거 후 점검
- 고무재 표면마모
 - 고무재 신축이음 제품에서 고무마모로 인하여 강재노출 및 볼트머리 노출 등의 점검
- 난간부 신축이음은 방호벽과 이음부 처리 점검
 - 방호벽과 신축이음 틈 사이에 노면수가 유입되지 않도록 마감 썰재 등의 접속부 손상여부 확인
- 설치유간
 - 교량 받침의 신축유간장 계산과 동일하며 점검당시 온도와 유간장을 측정

마. 주거더(Steel Box)

1) 주거더의 정의

바닥판과 바닥틀(가로보 및 세로보)로부터 전달되는 하중을 지지하고 받침부를 통하여 교대나 교각으로 하중을 전달하는 역할을 하며 하중전달 방법에 따라 라멘교, 거더교, 트러스교, 아치교, 케이블교로 구분된다.

2) 거더의 일반적인 손상유형

- 변형 및 이상처짐
 - 복부판 국부 좌굴(면외 변형)
- 균열, 파손

- 표면(도장)상태 오염, 부식
- 연결부 볼트이완, 파손, 이상음
- 누수 및 백태

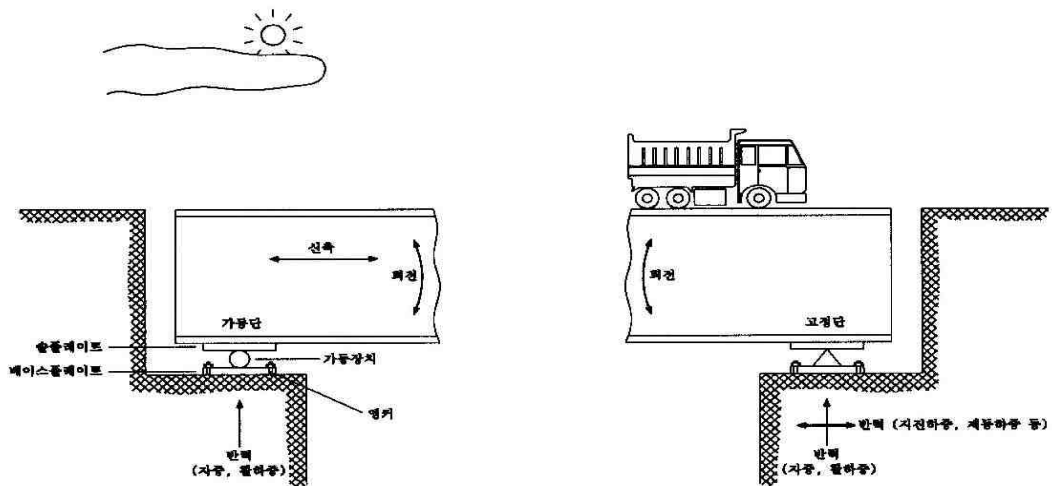
바. 교량받침

1) 받침의 정의

상부구조에 작용하는 하중을 하부구조에 전달하기 위해 교량의 상·하부구조의 접점에 설치하는 구조부재

2) 받침의 기본구성

- 구성요소
 - 소울 플레이트(Sole Plate)
 - 가동장치
 - 베이스 플레이트(Base Plate)
 - 앵커(Anchor)



<그림 5.4.2> 받침의 구성요소

- 받침의 기능
 - 가동단
 - 상부구조의 하중을 하부구조에 전달
 - 온도신축에 의한 상부구조의 종방향 이동
 - 상부구조의 처짐 등에 따른 회전
 - 고정단
 - 상부구조의 하중 전달
 - 상부구조의 처짐 등에 따른 회전
 - 상부구조의 종방향 이동 방지

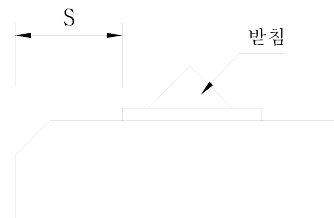
3) 일반적 손상 유형

- 받침과 격벽의 편기
- 수평이동 여유량 부족
- 받침 연단거리 부족 및 연단부 콘크리트 파손 유무

연단거리 S(cm)

- 지간거리 100m이하 : $S = 20 + 0.5L$
- 지간거리 100m이상 : $S = 30 + 0.4L$

여기서, L : 지간거리(m)

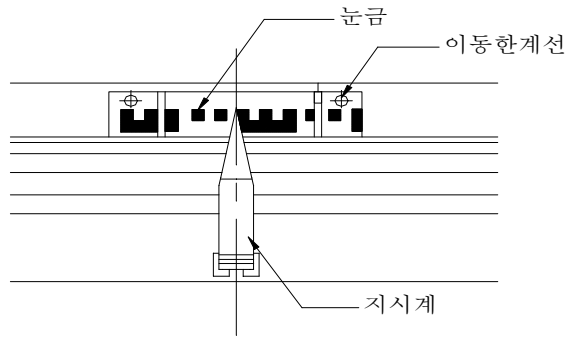


- 받침의 침하
 - ☞ 특히, 연속교에서 받침의 침하는 불균등 모멘트의 발생으로 인하여 인접지간이나 지점부에 취약부분이 발생함.
- 앵커볼트 변형 및 상부받침의 볼트설치 상태불량
- 가동면의 이물질 부착 및 부속품과 받침본체 접촉으로 인한 작동장애
- 받침 몰탈의 높이부족, 받침하부 공극 및 파손
- 받침 설치면인 교각 두부의 체수 및 받침부식

4) 받침의 점검 요령

- 신축작용 적정여부
 - 받침상부에 측정용 게이지가 부착된 경우는 초기점검당시 온도와 지시계의 위치를 확인하여 기록하여야 하며 측정게이지가 부착되지 않은 경우에는 점검시 기준선을 상·하부 받침에 일직선으로 표시한후 대기온도를 기록한다. 이후 점검은 초기점검과 비교하여 온도차가 크게 날 때 시행하는 것이 바람직하며 보통은 10℃ 이상 차이가 있을 때

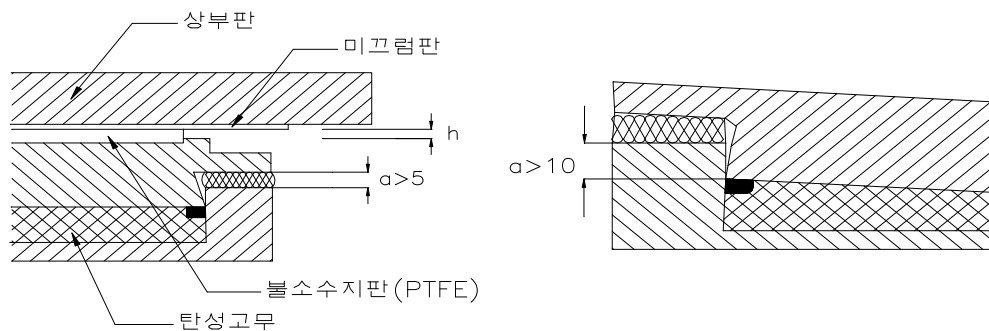
이동량을 확인하여 실측치와 계산치의 이동량을 비교한다.



- 신축유간장 확보여부

· 받침상부에 측정용 게이지가 부착된 경우는 전후방의 붉은색 한계선의 남은거리를 확인한후 여유가 없을 경우에는 점검시 온도와 최고(저) 온도와의 차이에 의한 이동 가동량을 계산하여 여유장과 비교하여야 한다. 측정게이지가 부착되지 않은 경우에는 상부에 붙은 스테인레스 판의 끝단부와 받침판의 남은 거리로서 확인한다.

- 받침의 건전성 확인



- 간격 a 는 5mm 이상인지 확인할 것
- 불소수지판(PTFE)과 미끄럼판(sliding sheet) 사이의 간격 h 가 직접 육안으로 확인 가능한지 여부
- 지시계(indicator)가 이동측정 게이지 위에 표시된 붉은색 한계선을 초과 확인

- 부식

· PTFE 판과 고무를 제외한 나머지 부재들은 부식이 발생할 수 있으며 특히 신축이음 하부에 위치한 받침은 주의하여 점검할 것

- 변형과 마모

· PTFE 재료는 비금속재료인 불소수지로 이루어져 있어 타 재료에 비하여 압축강도가 작고 온도변형이 크므로 점검시 마모($h=10\text{mm}$ 이하), 압착 특히 압출(밖으로 밀려나오는

현상)을 점검하여야 한다.

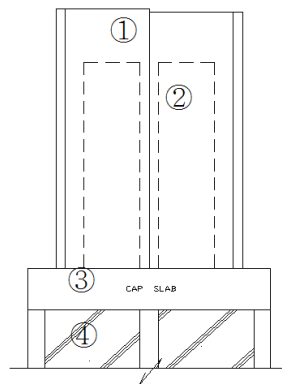
- 고무는 하부판(Pot) 내부에 있어 육안점검이 불가하나 간혹 노출되므로 갈라지거나 빠져나온 부분이 없는지 확인할 것
- 황동으로 제작되어 하부의 고무에 이물질이 유입되는 것을 차단하는 역할을 하는 황동링은 과대한 회전변위나 설치오차로 인하여 탈락되거나 변형된 부분이 없는지 확인할 것

사. 교각 및 기초

1) 교각의 정의

교량의 시·종점 교대사이에 위치하여 상부구조물을 지지하는 하부구조이다.

2) 교각의 기본구성



- ① 교각두부
- ② 교각구체
- ③ 기초
- ④ 파일 또는 우물통

3) 일반적인 손상 유형

• 기초세굴

- 세굴의 정의 : 세굴은 유수의 침식작용에 따라 하상이나 성토부의 재료를 제거하는 작용임

- 세굴의 형태

- 일반세굴(General Scour)

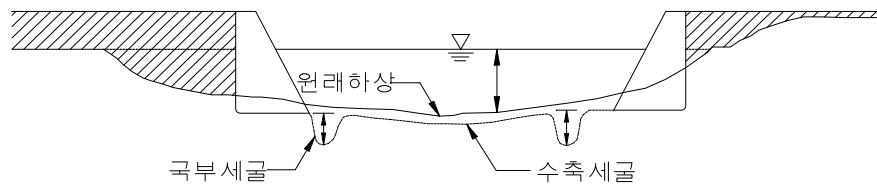
하상이 장기적으로 어느 일정한 길이에 걸쳐 침식되는 현상

- 수축세굴(Contraction Scour)

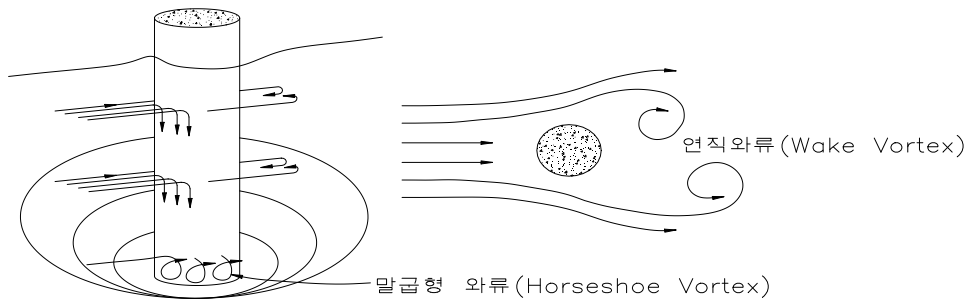
원래 수로단면이 축소되었을 때 평균유속 및 하상 전단응력의 증가에 의해 하상물질이 제거되는 현상

- 국부세굴(Local Scour)

와류(Vortices)의 형성으로 교대 및 교각의 주위가 침식되는 현상으로 하상이 어느 정도 안정된 경우 대부분 국부세굴이 문제가 된다.



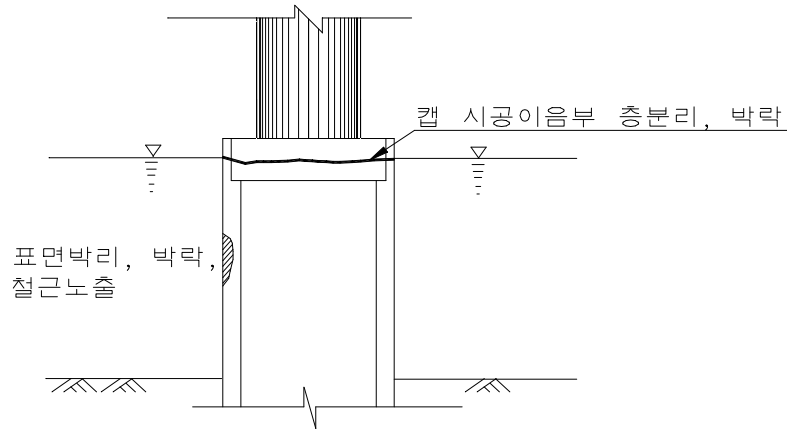
(a) 수축세굴과 국부세굴



(b) 원형기초의 국부세굴

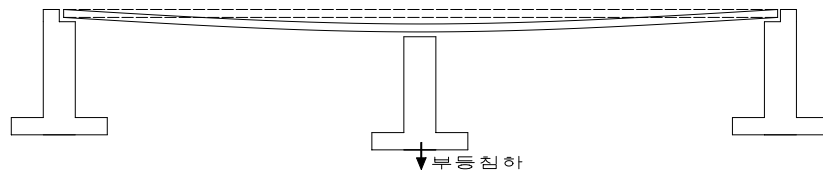
- 교각콘크리트의 침식

부유물의 충돌, 동결융해, 유수에 의한 장기적인 콘크리트의 마모 등으로 인하여 우물통 캡콘크리트 시공이음부에 박락의 결함이 발견된다. 수중에서는 콘크리트 표면의 박리 및 박락의 결함이 발생하며 이에 따른 철근노출의 결함도 발생한다.



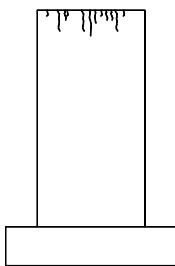
• 교각의 침하

교각이 부등침하할 경우에는 심각한 문제들이 발생한다. 이러한 현상이 발생하게 되면 신축이음부가 심하게 벌어지거나 완전히 닫혀버리는 현상이 발생하게 된다. 한편 부분적으로 콘크리트가 떨어져 나가는 현상도 발생하게 된다. 즉, 콘크리트의 박락, 균열, 또는 부재의 좌굴도 발생하게 된다. 이러한 현상은 지반의 지지력 감소, 압밀, 기초세굴, 기초재료의 파손 등에 의해서 발생한다.

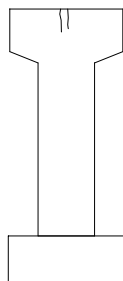


• 콘크리트 균열

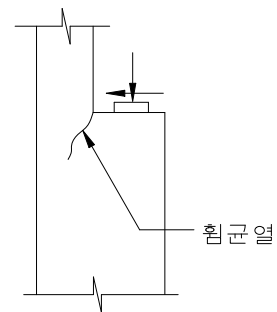
- 휨균열 : 최대모멘트 작용위치에서 일반적으로 부재 높이의 1/2이내 구간까지, 연단부에서 최대, 중립축에서 최소폭의 크기로 발생



(a) 벽식

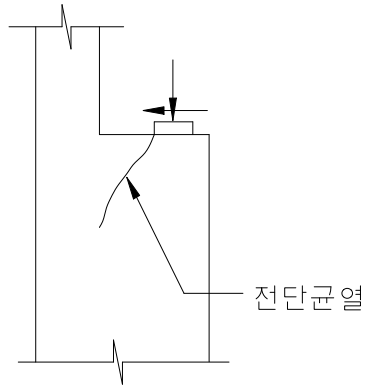


(b) T 형식



(c) 내민식

- 전단균열 : 최대 전단력 위치에서 45°방향으로 발생하며, 전단철근이 부족하게 배치된 경우에 발견됨



- 할렬균열 : 교량받침 하부의 보강철근이 부족할 경우 주로 발견되며 받침에서 떨어진 위치에서 인장응력에 의해 발생함

5) 교각의 점검 요령

• 교각구체 및 기초

· 교각의 침하

- 신축이음 양측이 비정상적으로 크게 벌어지거나 또는 붙어있는 경우 점검
- 침하의 징후가 되는 균열발생여부 점검
- 상부 구조물의 바닥판 혹은 난간 등의 선형점검 - 필요한 경우 측량기 이용
- 우물통 기초 주변의 하상세굴 점검

· 회전 및 수평이동

- 추를 이용하여 수직선형을 점검.
- 빔과 빔사이의 간격을 점검.
- 교량받침이 과도하게 이동한 흔적이 있는지 점검

· 콘크리트 손상

- 주철근 배근위치의 휨균열(콘크리트 손상유형 참조)
- 교각 받침부 주변의 휨 및 전단균열을 점검