

제6장

보수 · 보강 및 유지관리 방안

6.1 개요

6.2 보수 · 보강 방안

6.3 유지관리 방안

제6장 보수·보강 및 유지관리 방안

6.1 개 요

구조물에 대한 보수·보강방안은 구조물의 손상 정도, 시설물의 중요도 및 안전성에 미치는 영향 등을 고려하여 결정하며, 보수·보강수준도 시설물이 갖는 중요도와 기능 등을 고려하여 손상의 진행을 억제하기 위한 현상유지, 실용상 지장이 없는 성능까지의 상태회복 및 현지 여건 등을 고려한 유지관리의 용이성 등을 고려하여 결정한다.

본 장에서는 현장조사와 내구성조사 및 상태평가 결과 등을 기초로 하여 보수·보강 방법을 제시하고자 하였으며, 향후 효율적인 유지관리를 위하여 필요한 방안들을 제시하였다. 단, 본 장에서 제시된 보수·보강방안 보다 현장여건에 보다 효과적인 방안이 있는 경우 이를 사용토록 하며, 기 제시된 공법들의 현장 적용성에 대한 시험 시공 후 공법을 확정한다.

따라서, 본 장에서는 결함 및 손상에 대한 원인을 검토하고, 그 결과를 토대로 시설물의 안전성과 건전성을 유지하기 위한 보수·보강방법을 제안하고자 한다. 이러한 보수·보강 방법의 기본방향은 장기적으로 설계 내하력을 유지시키고 내구성 저하를 방지하는데 그 목적이 있으며, ① 결함 및 손상에 대한 내하력 확보차원의 보수·보강공법, ② 콘크리트 및 철근의 내구성 확보차원의 보수, ③ 외관상태의 결함에 대한 보수, ④ 구조물의 유지 관리 차원의 보수에 대한 방법을 제시하는데 있다.

6.2 보수·보강 방안

6.2.1 보수·보강 공법 선정

구조물 결함에 따른 보수·보강은 보수재료와 공법 선정시 공법의 적용성, 구조적 안전성, 경제성 등을 검토하여 결정한다.

가. 검토요소

1) 기본사항

- ① 대상의 명확화 : 손상의 종류, 정도, 원인
- ② 구조물의 요구조건 : 기능, 성능, 잔존수명
- ③ 회복 목표등급 : 보수효과의 목표

2) 재료·공법의 비교 검토

- ① 기본 성능 : 재료 물성(경도, 강도, 접착성, 신장률, 내수, 방수, 염분 및 가스 차단성 등)
- ② 효과와 지속성(내구성) : 보수성능, 재료수명(자료, 시험)
- ③ 경제성 : 재료·시공단가, 라이프 사이클 단가
- ④ 외관 : 질감, 색, 모양, 내오염성 등

나. 대상의 명확화

보수방침의 검토 및 공법 선택시에는 점검 결과에 따라 보수대상과 원인, 발생 정도와 범위, 발생원인과 요인 등을 정확하게 파악할 필요가 있다. 눈에 보이는 증상이 같더라도 발생원인에 따라 보수방법은 다를 수 있으므로 원인과 요인의 인식을 잘못하면 증상의 재발이나 확대를 일으키게 된다. 일반적으로 보수가 필요하게 되는 원인은 내적 요인과 외적 요인으로 나뉘어진다. 내적 요인으로는 콘크리트의 품질 불량, 내재 염화물, 반응성 골재, 시공불량, 구조적 결함 등이 있고, 외적 요인으로는 물, 염화물, 탄산가스, 화학물질, 저온, 고온, 과하중 등을 들 수 있다.

다. 목표등급의 명확화

목표등급은 보수공사에 의해 얻어지는 기대효과의 정도이다. 다양한 조건을 고려하여 목표등급을 설정하고 목표를 달성하기 위해서는 적절한 보수공법을 선정해야 한다. 증상의 발생원인이 분명한 것으로서 규모가 작고, 손상 부위의 보수에 의해 주위로 확대되거나 재발될 위험이 없는 경우 공법의 선정은 단순하지만, 원인이 불명확한 경우나 증상의 진행 정도가 심한 경우에는 일시적인 처치만으로 되지 않는 경우가 많으므로 어디까지 보수할 것인지를 정하는 목표등급의 명확화가 필요하다. 더욱이 대상구조물의 기대 잔존수명이나 라이프사이클, 보수공사비, 보수 후의 유지관리 방법과 빈도 등도 고려하여 목표등급을 정해야 한다.

6.2.2 보수·보강의 수준 결정

보수·보강 수준은 위험도, 경제성 등을 고려하여 아래의 경우 중에서 선택한다.

- 1) 현장유지(진행억제)
- 2) 실용상 지장이 없는 성능까지 회복
- 3) 초기 수준이상으로 개선
- 4) 개축
- 5) 시설물 사용 폐쇄

6.2.3 보수·보강 선정 기준

각 시설물은 주요부재와 보조부재로 이루어져 있으며, 이들 시설물에서 발생한 각종 결함에 대하여, 보수보다 보강을, 보조부재보다 주요부재를 우선하여 보수·보강 우선순위를 결정한다.

또한 단계별 평가에서 시설물에 대한 종합평가는 부재 및 시설물에 발생한 결함 및 손상의 심각성과 부재 및 시설물의 중요도가 반영되어 있다. 따라서 보수·보강의 우선순위는 평가단계의 역순으로 추적하여 평가등급이 낮고, 중요도가 큰 부재 및 시설물 순서로 우선순위를 결정할 수 있다.

[표 6.1] 보수·보강 수준 및 우선순위

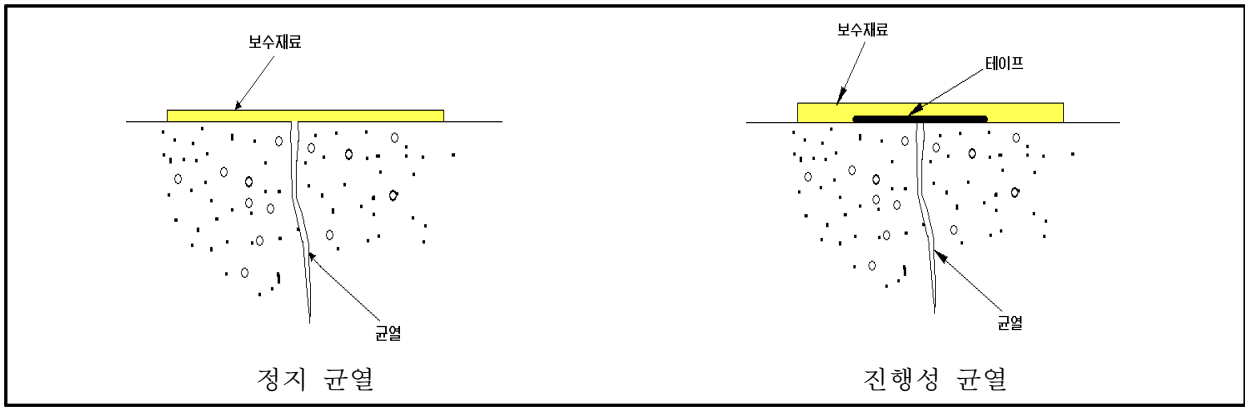
구 분	순 위	내 용
단기	1순위	- 주요부재에 발생한 결함 및 손상이 커 내하력에 영향을 미치는 경우 (철근이 노출되어 철근부식에 의한 내하력 저하 가능성이 있는 손상) - 시설물의 안전관리에 관한 특별법 시행령 제12조, 시행규칙 9조에서 정한 결함
중기	2순위	즉각적인 보수는 요구되지 않지만 내하력, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요한 경우(철근부식 가능성이 있는 손상 또는 기존 보수부 중 손상이 발생되었으나 내부 상태를 관찰할 수 없는 경우)
장기	3순위	기능발휘에는 지장이 없으나, 내구성 증진을 위해 연차보수가 필요한 경우 (방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성을 위해 보수가 필요한 경우)
	지속 관찰	1~3순위를 제외한 손상으로서 지속적인 관찰을 통해 향후 발전 상태에 따라 보수·보강 여부를 판단할 수 있는 정도의 손상 - 콘크리트 부재 0.2mm 이하의 비구조적인 미세균열(단, 균열집중 구간은 제외) - 후타재 등의 보조부재에서의 주행에 지장을 주지 않는 균열 등의 손상 - 기타 경미한 손상으로서 내구성 및 사용성에 지장을 주지 않는 경우

6.2.4 보수·보강 공법

가. 표면처리보수

1) 개 요

폭 0.2mm 이하의 미세한 균열에 대해 직접 그 균열의 표면을 피복하여 방수성, 내수성을 지니도록 하는 것으로 그 효과는 균열표면의 보수에 그치므로 본 공법 적용시 균열의 진행여부에 대한 주기적인 관찰이 요구된다.



[그림 6.1] 균열부 표면처리공법 개요도

<사용재료>

- 폴리머시멘트 페이스트
- 도막 탄성방수재 (아크릴 수지계)
- 시멘트 필러
- 도막 탄성방수재 (우레탄 수지계)

2) 시공시 주의사항

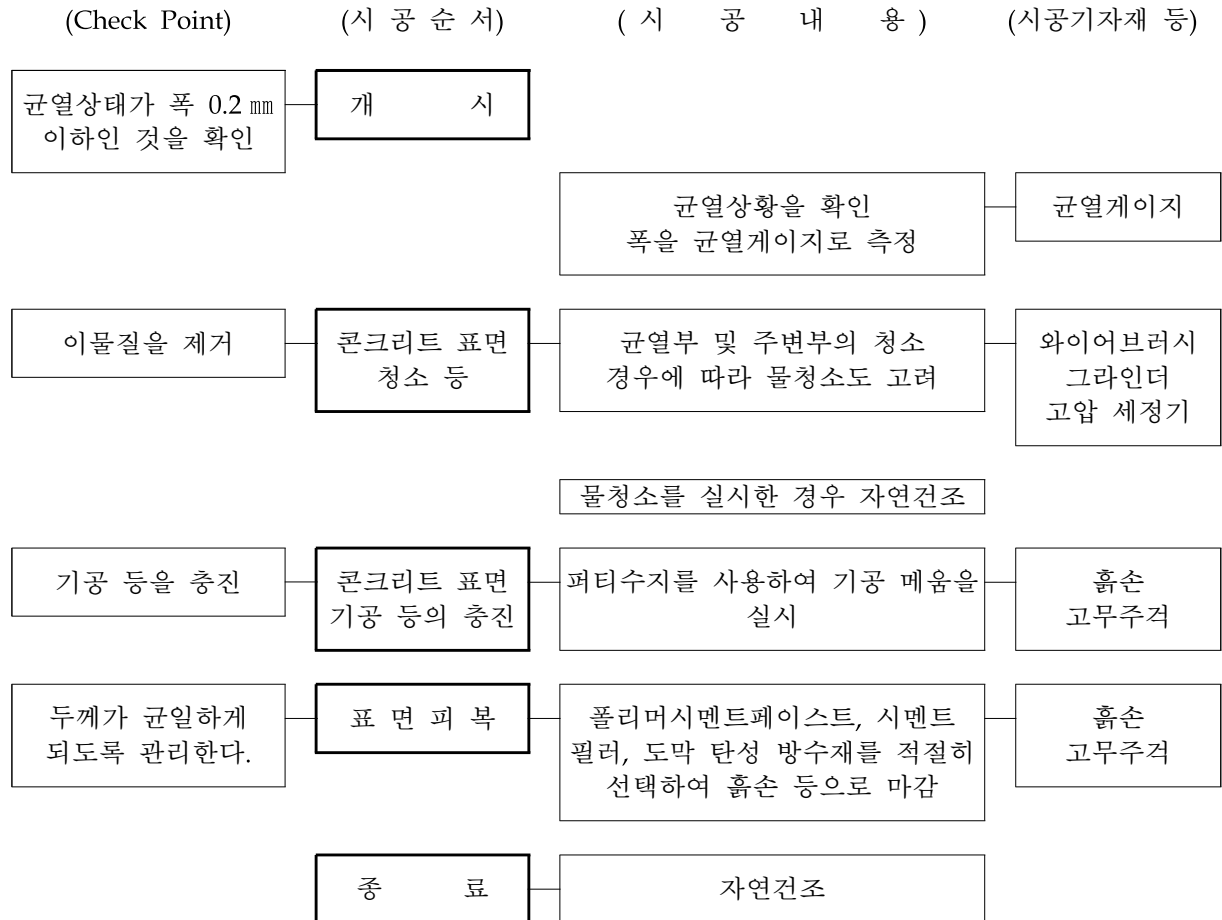
- ① 기존의 도막 및 이물질을 수공구 또는 샌더 등의 전동공구를 사용하여 제거한다.
- ② 도막을 완전히 제거한 후 고압수세정기(10~15 MPa)를 사용하여 표면위에 남아있는 이물질을 완전히 제거한다.(물을 사용할 수 없는 경우에는 압축공기나 진공청소기를 사용한다.
- ③ 세정순서는 위쪽에서 아래쪽으로 하고 오염된 물이 아래쪽 벽면에 부착되지 않도록 주의하여 세정한다.
- ④ 유지 등으로 더러워진 부분은 용제나 전용세제를 사용하여 세정한다.
- ⑤ 충분히 건조한 후 담당자의 확인을 받아야 한다.
- ⑥ 제품 선정 후 제품 시방규정에 의한 표준 도포량을 확인한다.
- ⑦ 직사광선, 바람 등이 현저한 장소에서 시공할 때는 급격한 건조를 방지하기 위한 조치를 취하여야 한다.
- ⑧ 동절기 시공시에는 따뜻한 날을 선택하여 시공하여야 한다.
- ⑨ 혼화제는 사용전에 수회 흔들어야 한다.
- ⑩ 시공 완료후 충분히 건조한 후 담당자의 확인을 받아야 한다.

3) 표면보수의 문제점 및 대책

0.2 mm이하의 표면균열은 시공초기 건조수축에 의한 비구조적 균열로서 콘크리트의 허용균열폭 이내의 표면균열이므로 표면보수(퍼티재 사용) 시공 후 재균열의 원인은 콘크리트는 외부의 온도에 의하여 신장 및 수축을 반복적으로 작용하므로 표면에 시공된 퍼티재에 재 균열을 발생시킨다. 따라서, 콘크리트 표면에 발생된 미세균열(0.2 mm

이하)은 퍼티재 시공보다는 표면 그라인딩, 0.3 mm이상은 에폭시 균열주입을 시행하여 재 균열을 예방할 수 있을 것으로 판단된다.

4) 시공방법



[그림 6.2] 균열부 표면처리공법 시공요령 흐름도

나. 주입보수

1) 개요

균열부에 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) 수지주입 공법의 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 6.2] 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 6.3] 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

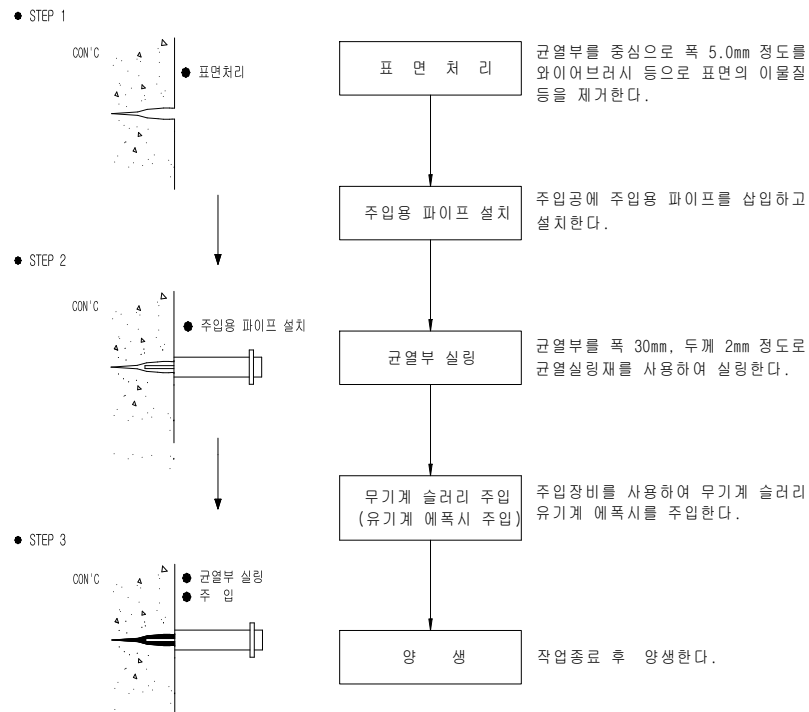
[표 6.4] 균열폭에 따른 주입파이프/뿔커의 간격

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

[표 6.5] 에폭시계 수지의 규격

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

3) 시공방법



[그림 6.3] 균열 보수공법 개요도

4) 시공시 주의사항

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

다. 단면보수

1) 개요

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

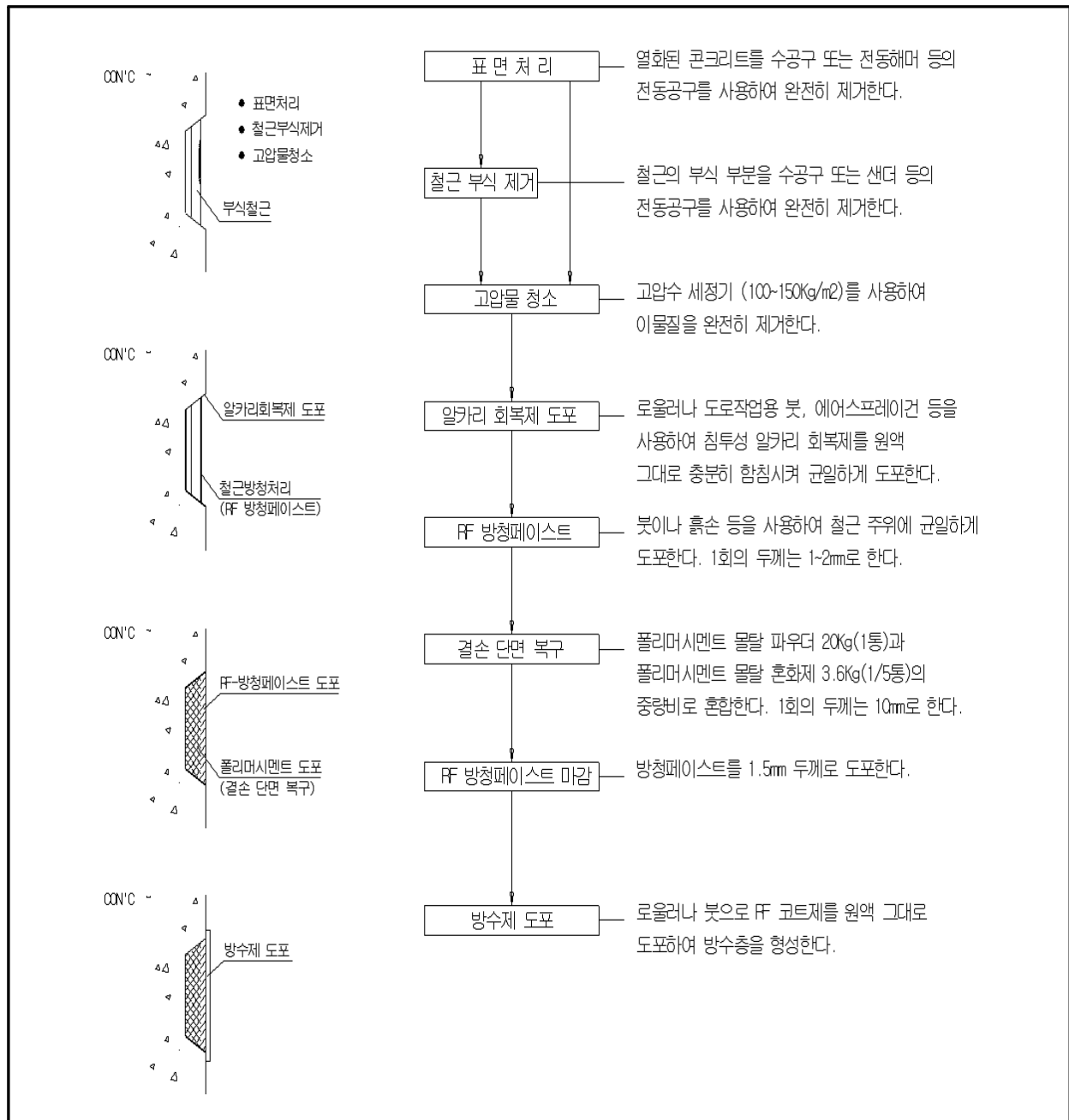
2) 시공방법

결함부위는 콘크리트의 열화 깊이를 고려하여 콘크리트를 직각으로 3 cm 더 깊게 절취하고 철근노출부위는 노출된 철근길이 만큼 콘크리트를 절취한다. 만약 절취전 또는 절취후 노출된 철근에 대해서는 철근의 녹을 깨끗이 제거한 후 방청제로 코팅하여 방청 처리하는 것을 기본으로 한다. 시공방법은 다음과 같은 순서에 의하여 이루어지며, 사용 재료의 특성은 다음과 같아야 한다.

- ① 철근방청제 : 철근의 방식성, 단면보수재 및 철근과의 부착성이 요구되는 방청 페이스트 사용.
- ② 바탕처리재(접착제) : 콘크리트면과 밀착성이 뛰어나고 탄성계수, 열팽창계수, pH 등이 비슷한 규산염계, 폴리머 계통 접착제 등 사용.
- ③ 단면보수재 : 콘크리트와의 일체성, 부착성이 요구되며 폴리머시멘트, 방청 모르터 및 수지 모르터 등 사용.

3) 시공시 주의사항

- ① 표면의 열화된 부분을 완전히 제거하되 내부에 추가 열화된 콘크리트는 수공구 또는 전동햄머 등의 전동공구를 사용하여 완전히 제거한다.
- ② 철근의 부식 부분을 수공구 또는 샌더 등의 전동공구를 사용하여 완전히 제거한다.
- ③ 열화된 콘크리트와 철근의 부식을 제거한 후 고압수세정기를 사용하여 표면위에 남아있는 이물질을 완전히 제거한다.(물을 사용할 수 없는 경우에는 압축공기나 진공 청소기를 사용한다.)
- ④ 세정순서는 위쪽에서 아래쪽으로 하고 오염된 물이 아래쪽 벽면에 부착되지 않도록 주의하여 세정하며, 겨울철에는 동결에 유의한다.
- ⑤ 세정시 물을 사용한 경우에는 충분히 건조하여야 한다.
- ⑥ 방청제 및 접착제 도포시 제품 특성에 따른 표준 도포량 확인하여야 하며 도포방법은 로울러나 도료작업용 붓, 에어스프레이건 등을 사용하여 충분히 함침이 되도록 균열하게 도포한다.
- ⑦ 단면보수용 모르타르는 콘크리트 표준시방서에 준하며, 재료의 혼합, 취급 및 주의사항은 별도의 제품 시방규정에 의한다.



[그림 6.4] 콘크리트 단면보수공법 개요도

6.3 유지관리 방안

효과적인 유지관리는 결함, 손상 및 열화를 초래할 수 있는 요인들을 미리 발견하여 예방적 조치를 취함으로써 손상단계로의 진전을 미연에 방지하고 이미 결함, 손상 및 열화가 발생한 경우에는 초기에 대책을 강구함으로써 대규모의 보수·보강에 까지 이르지 않도록 경제적인 유지관리를 행하여 시설물의 공용수명을 연장하는 것이다. 이를 위해서는 관련자료의 보존, 점검 및 진단, 일상적 예방 유지관리 계획수립과 시행결과에 따른 조치 대책 수립 등의 일련의 과정이 적절히 수행되어야 한다.

[표 6.6] 유지관리의 기본개념

구 분			내 용
유 지 관 리	점검 · 검사		◦ 정기안전점검, 이상시 점검을 주체로 하며 이에 동반되는 관리업무
	평 가		◦ 점검 결과에 따라 시설의 건전도를 평가하여, 보수의 필요성을 판단하는 것
	유 지 보 수	유지	◦ 시설물의 물리적 노후도의 진행이나 기능저하를 허용한계 이내로 멈추게 하기 위한 행위
		보수	◦ 물리적 · 기능적으로 노후화된 시설물을 부분적으로 수리하여 원래의 기능과 구조로 회복시키는 행위
		보강	◦ 외력에 의하여 파손된 시설물을 부분적으로 보수하여 원래의 기능과 구조로 회복시키는 행위
갱신 · 교체			◦ 물리적 · 기능적으로 노후화된 시설물이나 이상한 외력에 의하여 파손된 시설물을 전면적으로 수리하여 원래의 기능과 구조물로 회복시키는 행위
개 량			◦ 당초 계획했던 기능을 능가하는 기능을 갖출 수 있는 구조로 개량하는 행위

6.3.1 유지관리 일반

가. 개 요

시설물의 유지관 건설된 시설물이 제 기능을 유지하기 위하여 정기안전점검, 정밀안전점검, 긴급점검 및 정밀안전진단을 통하여 사전에 유해요인을 제거하고, 손상된 부분을 원상 복구하여 당초 건설된 상태를 유지함과 동시에 경과시간에 따라 요구되는 시설물의 개량과 시설을 추가함으로써 이용자의 편의와 안정을 도모하기 위한 목적으로 시행하는 것이다. 시설물 유지관리는 사후유지관리와 예방 유지관리로 분류할 수 있다. 사후 유지관리는 문제가 발생된 후 보수 또는 보강하는 방식이고, 예방 유지관리는 문제발생의 징후 또는 그 원인을 사전에 발견해 적절한 조치를 취함으로써 문제발생을 예방하는 방식이다. 과거에는 보통 사후 유지관리가 대부분이었으나, 오늘날은 기술 및 장비의 발달로 예방 유지관리를 지향하고 있으며, 이를 통한 시설물의 안전성 및 사용성 확보에 그 목적이 있다.

6.3.2 유지관리 업무 및 흐름

유지관리를 효율적으로 하기 위해서는 아래의 항목에 대해 아래 그림에 따라서 수행하는 것이 바람직하다.

가. 자료관리

자료관리는 대상구조물이 처해있는 상황을 문서를 통하여 객관적으로 확인할 수 있도록 하기 위한 자료를 관리하는 업무를 말하며, 일반적으로 설계도서, 구조물대장, 보수·보강대장, 사고이력 등의 자료를 정리·관리하는 일을 말한다. 자료는 구조물의 점검, 보수·보강시마다 계속 증가하므로 수정이 편리하도록 작성되어야 하며, 이런 점에서 볼 때 관련 내용을 전산화하여 관리하면 효율적이다.

일반적으로 구조물의 유지관리 시 필요한 관련 자료를 열거하면 다음과 같다.

- 1) 설계도서(시공 및 보수 도면, 구조계산서 등)
- 2) 공사내역서 및 시방서
- 3) 사진 및 시험결과
- 4) 보수·보강이력
- 5) 시설물관리대장
- 6) 사고기록, 점검 및 진단이력
- 7) 상태 및 안전성 평가기록

나. 일상관리

일상관리는 구조물의 내구적인 손상을 예방하는 차원에서 수행하는 작업을 말하는 것으로서 청소가 대표적인 경우이다. 또한 소모성 물품의 교환, 부착물의 정비 등 간단한 작업이 여기에 포함된다.

다. 점검 및 진단(예방 유지관리)

점검은 구조물의 현상을 파악하여 이상 및 손상을 조기에 발견함으로써 안전하고 원활한 기능을 확보하고 합리적인 유지관리 자료를 획득하기 위하여 실시한다. 또한 유지관리상 필요한 손상과 이상의 정도를 계속적으로 파악하기 위하여도 점검이 필요하다.

점검은 일상안전점검, 정기안전점검(초기안전점검 포함) 및 긴급안전점검으로 나누며, 점검결과 이상의 정도가 심하거나 보수·보강에 대한 필요성이 있는 경우에는 상세조사를 실시한다.

또한 위의 조사를 통하여 유지관리 담당자가 대상구조물에 대한 전문적인 조사가 필요하다고 판단될 때에는 전문가에 의한 안전진단을 실시한다.

6.3.3 점검주기 및 주요 조사항목

본 시설물의 공용기간 중에는 다음의 점검주기 및 주요 조사항목에 대한 지속적인 점검을 실시하여 시설물의 안전성과 내구성을 유지하여야 할 것으로 판단된다.

[표 6.7] 점검주기 및 주요조사항목

점검종류	점검주기	주요 조사항목
정기안전점검	반기 1회	◦ 박리, 균열, 박락, 사용하중, 누수 등에 관하여 전회 점검 이후 변형, 변위 발달상태 ◦ 손상의 지속유무 확인(누수, 균열, 변형 등)
정밀안전점검	안전등급에 따라 차등실시	◦ 설계도서 검토 ◦ 형상검사(규격, 변위, 변형, 침하 등) ◦ 상태검사(파열, 손상, 부식, 균열, 누수, 열화 등) ◦ 현장시험·측정(강도, 철근, 피복, 철근부식, 중성화 등) ◦ 전회의 정기안전점검 및 정밀안전점검 시와 비교하여 손상의 진행여부 판단 ◦ 보수, 보강시공 상태의 확인(필요시)
긴급점검	필요시	◦ 손상의 정도, 보수의 긴급성, 보수작업의 규모, 주요보조부재의 내하력, 사용제한 여부 등
정밀안전진단	안전등급에 따라 차등실시	◦ 구조물의 노후화, 손상정도, 초기 및 점검 상태로부터의 변화 확인 ◦ 구조해석 및 안정성 평가 ◦ 정기안전점검 및 정밀안전점검 결과 분석

[표 6.8] 안전등급별 시설물의 점검 및 진단주기

안전등급	정밀안전점검		정밀안전진단
	건축물	그 외 시설물	
A등급	4년에 1회 이상	3년에 1회 이상	6년에 1회 이상
B, C등급	3년에 1회 이상	2년에 1회 이상	5년에 1회 이상
D, E등급	2년에 1회 이상	1년에 1회 이상	4년에 1회 이상

- 주) 1. 건축물에는 그 건축물의 부대시설인 용벽과 절토사면을 포함하며, 항만시설물 중 썰물시 바닷물에 항상 잠겨있는 부분은 4년에 1회 이상 정밀안전점검을 하여야 한다.
2. 최초로 실시하는 정밀안전점검은 시설물의 준공일 또는 사용승인일(임시 사용승인 포함)을 기준으로 3년 이내(건축물은 4년 이내)에 실시하여야 한다.
3. 정밀안전점검 또는 정밀안전진단을 받은 경우 그 날(완료일)을 기준으로 정밀안전점검의 실시주기를 정한다. 또한 정밀안전진단 실시 기간과 중복되는 경우에는 생략할 수 있다.

