# 제6장 보수·보강 및 유지관리방안

6.1 개 요
6.2 보수·보강 방안
6.3 유지관리방안

# 제6장 보수·보강 및 유지관리방안

## 6.1 개 요

### 6.1.1 일반사항

시설물은 건설 후 각종 자연환경 및 인위적인 사용 환경의 영향을 받아 시간경과와 함께 물리적, 화학적으로 열화 되어 사용성 및 안전성이 저하된다. 유지관리란 이렇게 열화, 손상되어가는 시설물의 기능을 항상 양호한 상태로 유지하고 통행의 편의와 안전을 확보함은 물론 교통흐름에 지장을 주는 요소를 사전에 발견, 제거하며, 점검을 통하여 이상이 발견된 개소에 대하여는 보수·보강을 실시하는 작업을 말한다.

### 6.1.2 용어의 정의

○ 유지관리

: 시설물 건설당시의 성능 및 기능을 유지하기 위해 행하는 모든 행위

○ 예방 유지관리

: 손상발생의 징후 또는 그 원인을 사전에 발견해 조치를 취하는 행위

○ 사후 유지관리

: 손상발생 후 조치를 취하는 경우

○ 점 검

: 시설물 전체 또는 부재의 상태를 파악하기 위해 조사하는 행위

○ 일상조치

: 손상에 관계없이 주기적으로 행하는 조치

○ 보 수

: 손상을 회복시키거나 더 이상 진전되지 않도록 조치하는 행위

○ 보 강

: 시설물 변형과 내력을 개량하기 위하여 조치하는 행위

○ 교 체

: 성능 및 기능이 저하된 부재, 부위의 전부 또는 부분을 교체하는 것

# 6.2 보수·보강 방안

## 6.2.1 개 요

### 가. 보수·보강 일반

공용중 시설물에 발생된 손상에 대한 보수·보강은 손상 시설물의 영향정도, 시설물의 중요도, 환경조건 및 경제성 등에 의해서 보수·보강공법 및 보수·보강의 수준을 정한다.

통상 보수는 시설물에 작용한 위해요인에 의해 발생된 시설물의 손상을 치유하는 것을 말하며, 보강이란 설계하중이상의 하중 등 위해요인에 시설물이 안전하도록 하기 위해서 시설물의 내하력을 확보하는 것을 말한다. 따라서 보수·보강을 위해서는 상태평가 결과와 안전성 평가결과 등을 정밀검토한 후에 보수·보강의 필요성, 공법 및 그 수준을 정한다.

### 나. 보수·보강 계획

1) 필요성 판단

보수의 필요성은 발생된 손상(균열 등)이 어느 정도까지 허용되는가의 판단에 의하며, 이를 위해 각종 기준(콘크리트 표준시방서 등)을 참조한다.

또한, 보강의 경우는 안전율을 기준 이상으로 회복시키기 위하여, 부재 단면의 확대 정도 등을 판단한다.

2) 공법 선정

시설물 결함에 따른 보수·보강은 보수재료와 공법 선정시 내하력, 내구성, 기능 및 미관 등을 검토하여 결정한다. 이때, 중요한 것은 시설물의 결함 발생원인에 대한 정확한 추정이며, 이를 통해 적절한 공법을 선정할 수 있고, 또한 적절한 보수재료를 선택할 수 있다. 따라서, 시설물 관련 제반자료, 진단시 수행한 각종 상태평가 및 안전성 평가결과를 기초로 하여, 결함의 발생 원인에 대한 정확한 분석 후 결함부위 또는 부재에 가장 적합한 보수·보강공법을 선택하여야 한다.

3) 보수·보강의 수준 결정

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

| | |
|---|---|
| • 현상 유지 (진행억제) | • 실용상 지장이 없는 성능까지 회복 |
| • 초기수준 이상으로 개선 | • 개 축 |

4) 우선순위 결정

각 시설물은 주요부재와 보조부재로 이루어져 있으며, 이들 시설물에서 발생된 각종 결함에 대하여, 보강을 보수보다, 주요부재를 보조부재보다 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.

5) 선정시 고려사항

[보수·보강 방안 선정의 요건]

[보수·보강 재료 및 공법 선정시 고려사항]

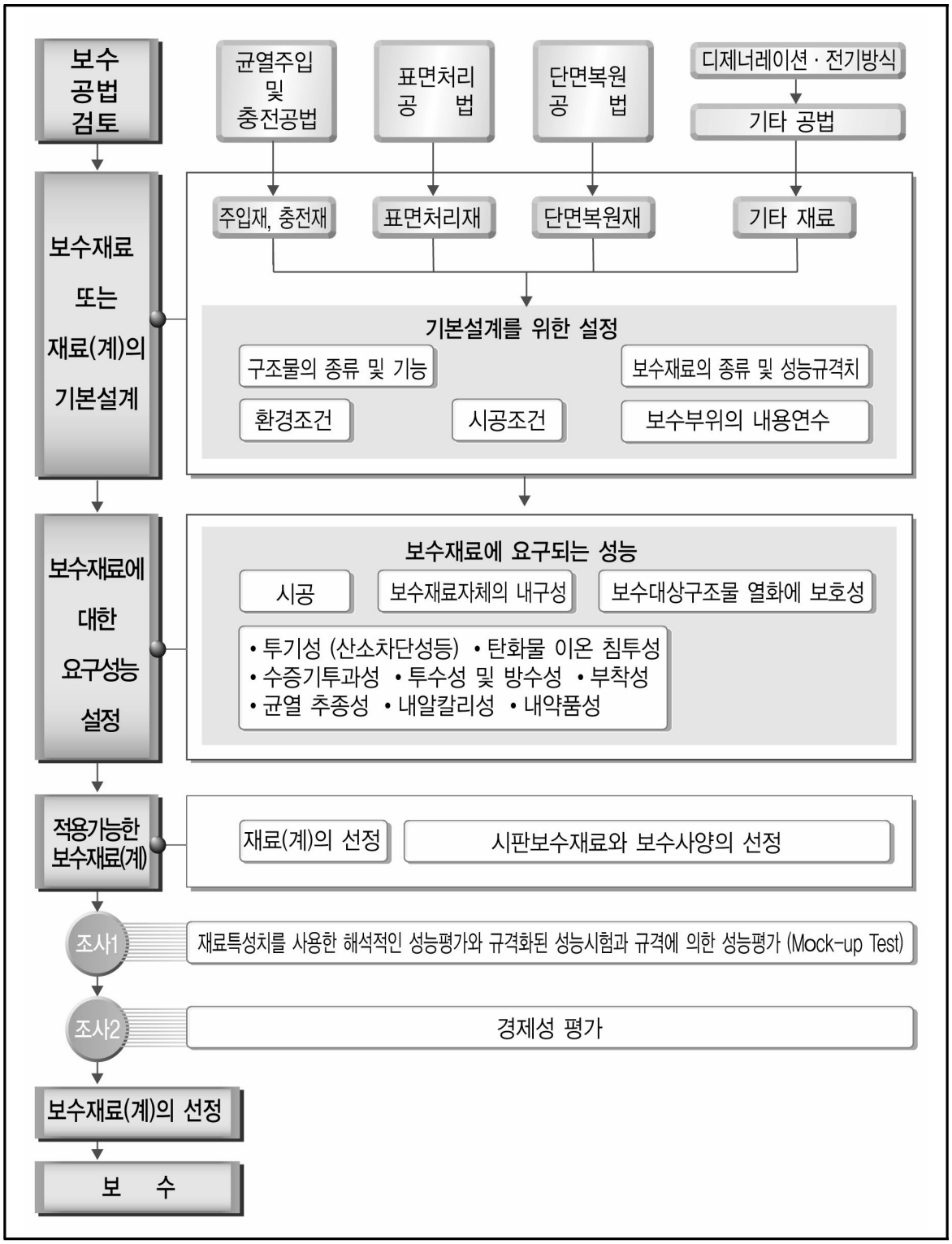
| 구 분 | 공법 선정시 고려사항 | 비 고 |
|---|---|---|
| 내구성 | • 충분한 내구성 확보가 가능한 보수 방안 | |
| 내하성 | • 충분한 내하력 확보가 가능한 보강 방안 | |
| 환경 친화 | • 유해환경요소를 발생시키지 않는 방안<br>• 재해의 피해를 최소화할 수 있는 방안<br>• 미관이 양호한 방안 | |
| 시공성 | • 시공성의 제약을 최소화 할 수 있는 방안<br>• 시공이 간단한 방안<br>• 보수 · 보강 품질이 확실한 방안 | |
| 경제성 | • 경제적으로 유리한 방안<br>• 공기를 단축시킬 수 있는 방안<br>• 주변 민원발생을 최소화 할 수 있는 방안 | |

## 6.2.2 보수·보강 방안

### 가. 보수재료의 선정

1) 개 요

① 보수재료의 선정흐름




[보수재료 선정 흐름도]

② 보수재료의 요건

- 보수재료의 선택은 시공후의 성능과 내구성을 좌우하는 중요한 선택
- 재료의 선택은 물리적, 화학적 특성과 설계자가 요구하는 성능을 만족하는지, 주위의 환경에 적당한지 등의 사항을 고려

[보수재료의 요건]

2) 보수재료의 종류

① 균열 보수재료

[균열 보수재료]

| 구 분 | 보수재료의 종류 | 표면처리공법 | 주입공법 | 충전공법 |
|---|---|---|---|---|
| 수지계 재료 | 폴리머 모르터 | | | ○ |
| | 에폭시 수지 | | ○ | ○ |
| | 가소성 에폭시 수지 | | ○ | ○ |
| | 탄성 실링재 | ○ | | ○ |
| | 도막 탄성 방수재 | ○ | | |
| 시멘트계 재료 | 폴리머 시멘트 슬러리 | | ○ | |
| | 폴리머 시멘트 페이스트 | ○ | | |
| | 폴리머 시멘트 모르터 | | | ○ |
| | 시멘트 충전재 | ○ | | |
| | 팽창 시멘트 주입재 | | ○ | |

| 무기질계 재료 | 수지계 재료 |
|---|---|
| • 폴리머 시멘트 슬러리, 페이스트, 모르터<br>• 시멘트 충전재<br>• 팽창 시멘트 주입재 | • 에폭시계<br>• 폴리 에스테르계<br>• 폴리 우레탄계, 고무, 아스팔트계 |

② 콘크리트 구체 처리재

방수성을 개선시키거나 취약한 콘크리트의 표면을 강화시키며, 철근의 부식환경을 개선하는 등의 목적으로 콘크리트 표면에 도포하고 함침시키는 재료

[구체 처리재의 종류]

| 구 분 | 내 용 | 비 고 |
|---|---|---|
| 침투성 흡수 방지재 | 콘크리트 표면에 도포 함침하는 것에 의해 콘크리트 표층부에 흡수방지층을 형성하여 외부로부터의 물과 염화물 이온의 침투를 억제하는 재료 | |
| 침투성 고화재 | 취약한 콘크리트의 표면층을 강화함과 동시에 마감재의 부착성을 개선할 수 있는 재료 사용시 취약층을 완전하게 강화할 필요가 있음 | |
| 무기질 침투성 방수재 | 콘크리트 표층부에 도포하는 것에 의해 재료중의 활성성분이 함침하고, 콘크리트 내부의 물에 용출하고 있는 칼슘이온과 반응해석, 표층부에 치밀한 방수층 형성 | |
| 침투성 알카리 부여재 | 탄산화된 콘크리트에 알카리성을 부여하여 철근을 보호하는 것으로, 콘크리트 표면에 도포하여 그 함침부분의 철근부식을 방지 | |
| 도포형 방청재 | 염화물을 함유한 콘크리트의 철근부식환경을 개선하는 것으로, 콘크리트 혼화용의 방청재가 전기화학적 효과에 의해 철근의 부식을 억제 | |
| 폴리머 함침재 | 폴리머계 함침재를 콘크리트에 함침시킨 후 중합조작을 거쳐 경화시키고, 콘크리트의 기공을 충전, 콘크리트 조직을 치밀하게 함과 동시에 내하력 개선효과가 우수 | |

③ 단면복원재

- 단면복원재는 보수부위의 불건전부를 잘라낸 콘크리트 손상부를 메우기 위해서 사용되는 것으로 바탕콘크리트에 대한 접착성, 열화인자 침입의 억제효과가 기대
- 국부적인 열화로서 심도가 깊은 경우 부착성능이 우수하며, 콘크리트와 역학적인 성질이 유사한 단면복원재를 선택하여야 함
- 단면복원재는 열화 심도, 손상 범위 등에 따라 단순 단면복원방식과 시설물 성능개량 및 잔존수명 연장에 따라 보수와 보강의 효과가 기대되는 자재의 선정이 필요함.
- 콘크리트 열화가 전반적으로 발생되어 보수단면이 큰 경우와 구조적 측면의 보수를 하는 경우에는 열악한 환경적 요인과 구조적인 성질이 우수한 재료를 선택하여야 함

[단면복구재의 종류]

| 구 분 | 내 용 | 비 고 |
|---|---|---|
| 폴리머 시멘트 모르터 | SBR계, EVA계, PAE계 등의 폴리머시멘트모르터(방청제첨가제를 포함) 등이 있음 | |
| 폴리머 모르터 | 폴리에스테르 수지계, 에폭시 수지계, 아크릴 수지계 등의 폴리머모르터(레진 모르터)등이 있으며, 경량골재를 사용한 것이 많음 | |
| 시멘트 모르터 | 보통 포틀랜드 시멘트, 조강 포틀랜드시멘트, 초속경 포틀랜드시멘트, 골재, 혼화제 등을 배합한 보통 시멘트 모르터 또는 콘크리트가 사용됨 | |
| 복합 재료 | 서로 다른 두가지이상의 소재(매트릭스와 강화재)를 조합하여 탁월한 기능을 갖는 재료를 의미하며, 주로 섬유강화에 의한 복합재료로서 FREP, 섬유부착 등이 사용됨 | |

④ 철근방청 처리재

- 철근방청 처리재는 녹 제거작업이 되어있는 철근에 도포해서 사용되는 것으로 에폭시수지계, 타르 에폭시수지계 등의 방청도료 또는 방청제를 함유한 폴리머시멘트페이스트 및 모르터 등이 사용됨
- 일본의 경우 시스템화된 보수공법으로 최근에는 폴리머의 시멘트계의 비율이 증가하는 추세임

[철근 방청 처리재의 종류]

| 폴리머시멘트계 | 합성수지계 |
|---|---|
| • SBR계와 PAE계가 많이 시판<br>• SBR계는 방수성, 중성화 저항성 우수<br>• PAE계는 초기접착성, 시공성 우수 | • 에폭시수지도료, 아크릴수지, 우레탄수지<br>• 경화가 빠르고, 도장작업 간단 → 공기단축<br>• 에폭시수지 → 철근부식 발생우려 |

[철근 방청 처리재의 특성]

| 항 목 | 폴리머시멘트계 방청처리재 | 에폭시수지계 방청처리재 |
|---|---|---|
| 방청성 | 도장방법 등에 주의가 필요함 | 경화제의 종류에 따라서 역효과 가능함 |
| 부착성, 방수성 | 첨가되는 폴리머의 효과에 의한 것으로 그 종류 및 혼화량에 따라 상이함 | 수지의 효과에 의한 것으로 폴리머 시멘트계에 비해 성능이 우수함 |
| 내화성, 내열성 | 콘크리트와 같은 정도이나 폴리머의 혼화량이 많으면 내화성이 저하됨 | 온도가 높게 될수록 변형되기 쉬움 |

⑤ 바탕 조정 보호재

- 바탕 조정재는 열화된 표면을 깨어내고, 피복의 부족을 보완하는 것을 주목적으로 사용하였으나, 바탕조정을 겸하여 보호층을 형성시키기 위하여 사용되고 있는 것이 많으며, 단면복원과 상관없이 보호피복이 필요한 곳에도 사용됨
- 바탕 조정재의 종류는 단면 복원재와 마찬가지로 폴리머 시멘트계와 합성 수지계가 있으며, 바탕 조정재는 단면복원재의 기본성능 중 특히 피복으로써의 성능이 중요시 되어 중성화방지효과, 차염성, 접착 내구성 등이 중요함

3) 보수·보강재료의 선정

① 선정시 고려사항

[보수재료 선정시 고려사항]

| | |
|---|---|
| 재료특성 | 강도, 탄성계수, 연신율, 부착강도 등 |
| 재료성질 | 내구성, 내화성, 내화학성, 차수성, 내염성 등 |
| 기 타 | 경제성, 시공성, 미관, 시공실적 등 |

② 보수·보강재료 선정

[각 항목별 우수 보수재료 선정]

| 구 분 | | 내구성 | | 사용성 | | 유지관리 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 보수효과 | 내구수명 | 친환경성 | 경관조화 | 유지관리 | 유사실적 |
| 균열 보수재 | | 수지계 재료 | 수지계 재료 | 수지계 재료 | 시멘트계 재료 | 시멘트계 재료 | 수지계 재료 |
| 구체 처리재 | | 폴리머 함침재 | 폴리머 함침재 | 침투성알카리부여재 | 도포형 방청재 | 폴리머 함침재 | 폴리머 함침재 |
| 단 면 복원재 | 국부적 | 폴리머 모르터 | 폴리머 모르터 | 폴리머 모르터 | 폴리머 시멘트모르터 | 폴리머 시멘트모르터 | 폴리머 모르터 |
| | 전반적 | 복합재료 | 복합재료 | 복합재료 | 복합재료 | 복합재료 | 복합재료 |
| 바탕 조정 보호재 | | 중성화 방지재 | 염해 방지재 | 중성화 방지재 | 도막재 | 중성화 방지재 | 중성화 방지재 |

## 나. 보수·보강공법 선정

1) 단면복구 공법

① 개 요

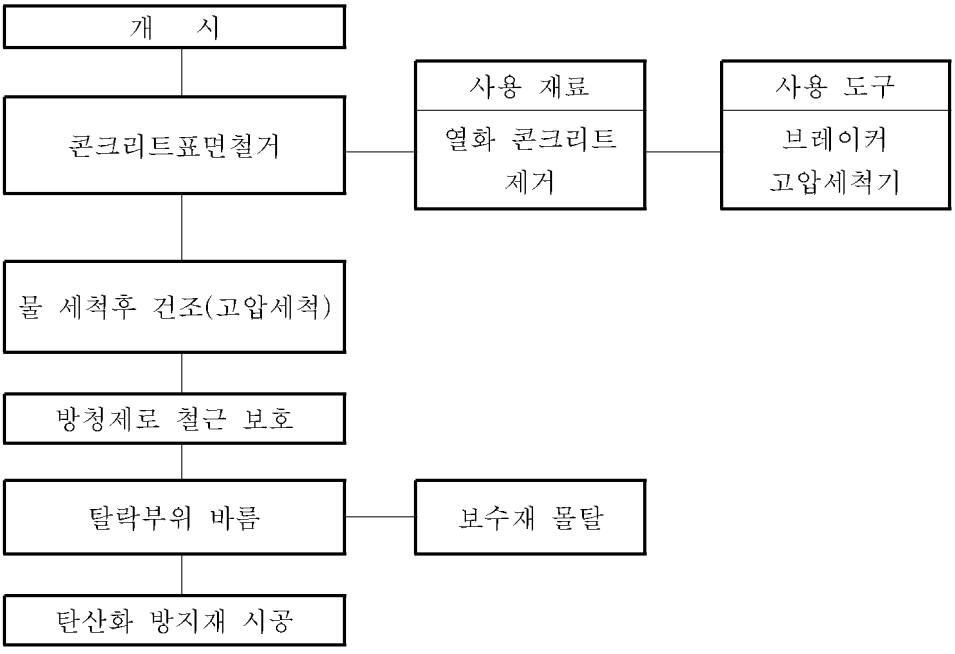
콘크리트의 표면에 박리 및 탈락 등의 결함이 생긴 경우에 그 결함 주변을 내부의 건전한 콘크리트나 좋은 정도의 강도가 얻어지는 부분까지 깨어내고 보수 몰탈과 폴리머수지와 면처리 재료를 채워 내부 콘크리트를 방호할 목적으로 실시하는 보수공법이다.

② 사용재료 및 품질규격

- 방청제 : 녹제거 및 철근방청보호
- 보수재, 신구 접착제 : 방청용 혼화제 첨가
- 수성 폴리머수지와 면 처리재

③ 시공 순서

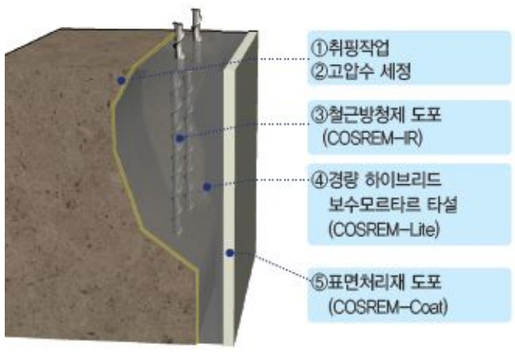
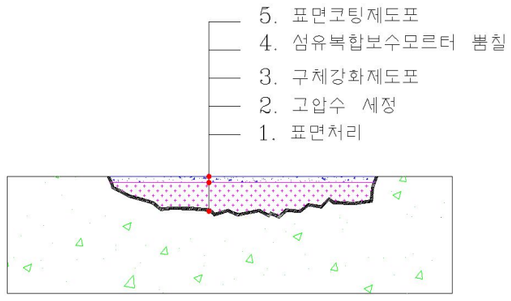
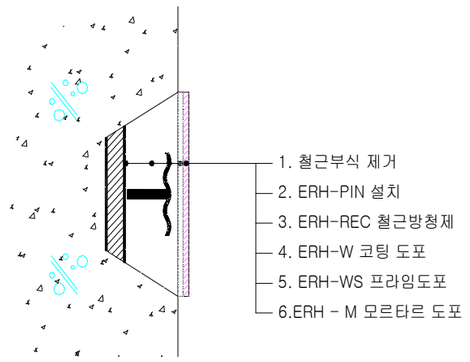
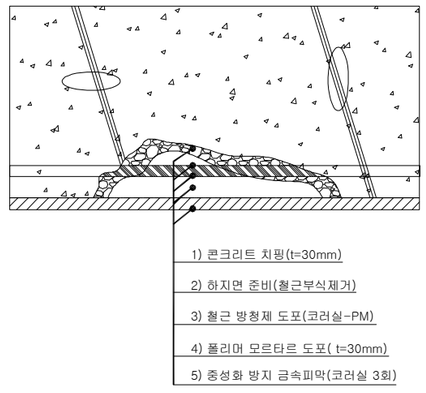
- 기존 콘크리트의 열화부위, 탄산화 부분을 브레이커등을 이용하여 콘크리트 표면을 철거한다.
- 콘크리트 표면 철거후 고압세척기를 이용하여 표면을 고압세척 한다.
- 물세척(고압세척)후 건조시키고 방청제를 도포한다.
- 방청된 철근보호 및 탄산화 방지를 위하여 수성 폴리머수지와 면 처리재를 솔 처리한다
- 기존 콘크리트 탈락 부위에 보수재 몰탈을 바른다.
- 단면복구 시공후 탄산화 방지를 위하여 면처리재 시공을 한다.




[단면복구공법 시공순서도]

▣ 아래표는 단면복구공법의 일부를 예시한 것이며, 각 현장여건별로 적합한 공법을 선정하여 시공하여야 한다.

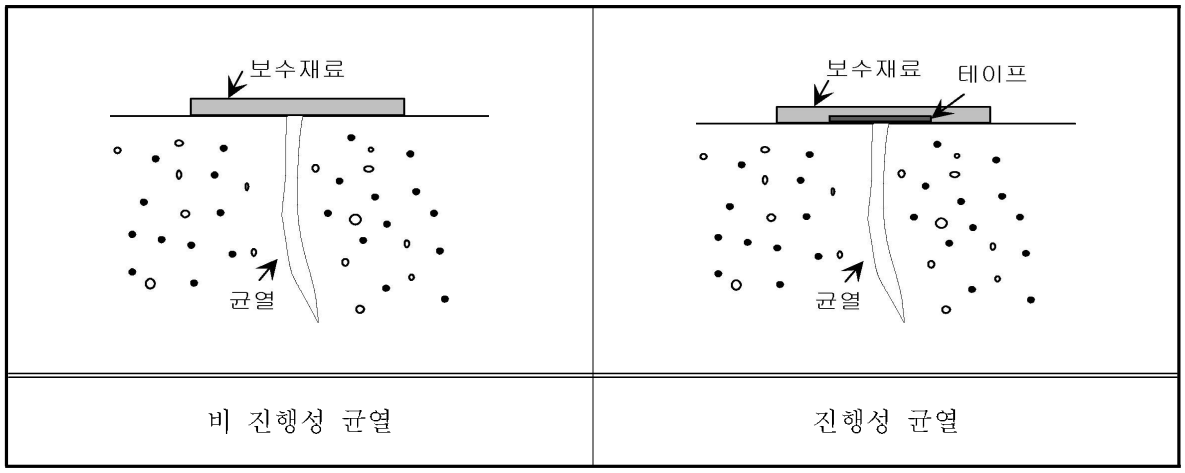
[단면 복구 비교표]

| 구 분 | COSREM 공법<br>(신기술 제 596호, 2009년 12월, 3년) | FCSM 공법<br>(신기술 제 522호, 2007년 2월, 8년) | 에코플래시 공법<br>(신기술 577호,2009년 5월, 3년) | CORUSEAL 공법<br>(신기술 345호,2002년 10월, 8년) |
|---|---|---|---|---|
| 기술개요 | 폐라이트계 경량골재, 나일론 보강 단섬유, 첨가제 등으로 구성된 경량 보수모르타르를 사용하여 보수함으로써 보수 모르타르의 기준 성능을 만족하고, 기존 보수 모르타르 대비 단위 중량을 30~35% 경량화하여 자중감소 및 첨가제 사용으로 시설물에 미세 진동 등이 존재하여도 초기 및 장기 부착성능을 유지하여 장기 내구성능을 향상시킨 콘크리트 보수공법 | PVA(Polyvinyl alcohol)단섬유와 구형의 경량비드, CSA(Calcium Sulpho Aluminate)팽창재 등을 첨가하여 제조된 보수모르타르와 이를 시공 할 수 있는 섬유투입장치, 배합수 공급장치, 교반속도 조절장치를 포함한 전용믹서와 이중추진방식의 스프레이건을 사용하여 시설물을 보수공법 | 삽입핀과 사각의 메쉬형 접착보강시설물이 결합된 접착보강핀을 콘크리트 표면에 설치하고,미세분말 플라이애시 및 삼산화규산칼슘 섬유가 혼입된 모르타르를 노즐에서 압축공기와 물이 공급되는 회전돌기형 믹싱샤프트건으로 건식 분사하여 타설하는 콘크리트 단면보수공법 | 철재 부식방지, 콘크리트 염해, 콘크리트 중성화 방지를 위한 금속혼합물 피막 접착공법으로 연성과 내마모성, 내식성이 좋은 산화알미늄과 고강도 마이크로 혼합물을 특수 접착제와 복합화하여 철재, 콘크리트 표면에 개발된 혼합물을 분사하여 시설물의 표면을 보호하고 열화 외적인 요인을 차단시켜 시설물의 미관을 유지하고 내구성을 향상시키는 공법 |
| 개 요 도 |  |  |  |  |
| 장 점 | - 단위중량을 30%이상 줄여 자중에 의한 처짐 감소<br>- 초.장기 뛰어난 부착성능으로 진동을 받는 시설물에 적용 가능<br>- 부착력 및 내구성, 내약품성 우수<br>- 전용장비 없이 기존 장비를 이용하여 시공 가능<br>- 콘크리트와 유사한 열팽창계수로 장기 내구성실현 | - PVA 섬유의 3차원 가교작용으로 균열억제<br>- 건조수축 및 진동에 의한 균열저항성 이 우수<br>- 동결융해 저항성 우수<br>- 내염해성, 내산성, 내중성화, 내구성 탁월<br>- 시설물의 Life Cycle을 연장 | - 보수콘크리트의 균열, 들뜸 억제<br>- 건식 압송장치로 모르타르 재료를 이송하고 노즐에서 압축공기와 물이 공급되는 회전 돌기형 믹싱샤프건으로 분사함으로써 이송거리를 증대시키고 재료분리 현상을 저감시킨 콘크리트단면 보수 공법 | - 방청성, 방수성, 내화학성이 우수하다.<br>- 무기계 재료로서 기존 콘크리트와 물리적성질이 유사하여 시공후 균열,탈락 등 재손상 발생가능성 적음<br>- 무용제형으로 환경친화적 소재이다. |
| 단 점 | - 최신 기술 적용 공법으로 정밀시공 요함. | - 섬유를 별도로 혼입하므로 작업이 번거롭다.<br>- 숙련공에 의한 교반이 필요하다.<br>- 섬유가 뭉치므로 고른 압축강도 확보 미흡<br>- 습윤면의 부착이 어려움 | - 최근 개발된 제품으로 시공실적이 상대적으로 적다.<br>- 시공시 별도의 특수 및 대형 장비가 필요<br>- 시공 공정이 번거롭다. | - 시공시 경험 및 기술을 필요로 한다.<br>- 시공비가 고가이다. |

2) 균열 보수공법

① 표면처리공법

표면처리공법은 미세한 균열(폭 0.2mm이하)위에 도막을 형성하여, 방수성, 내구성을 향상시킬 목적으로 사용하며, 균열부분만을 피복하는 방법과 전면을 피복하는 방법이 있다.

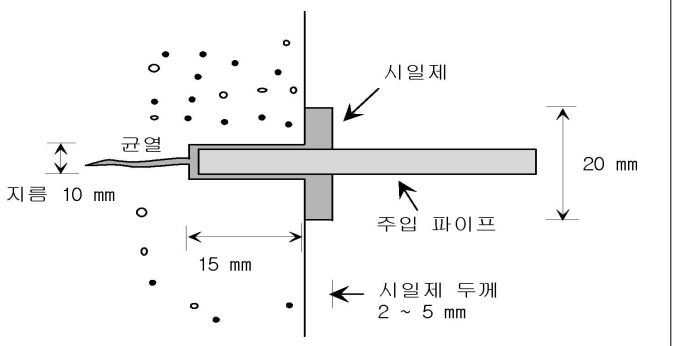



[균열 보수(표면처리) 보수개념도]

[균열보수 (표면처리) 시공 순서도]

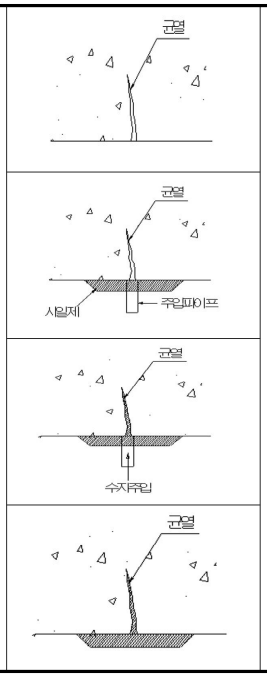
② 주입 공법

주입공법은 균열에 수지계 또는 시멘트계의 재료를 주입하여 방수성, 내구성을 향상시키는 공법으로, 마감재가 콘크리트 모체로부터 들떠 있는 경우에도 적용할 수 있다.




| 균열 폭 | 주입 파이프간격 |
|---|---|
| 0.3이하 | 50~100mm |
| 0.3~0.5 | 100~200mm |
| 0.5~1.0 | 150~250mm |
| 1.0~이상 | 200~300mm |

[균열 보수(주입공법) 개념도]




- 바탕처리 : 균열면에 유리석회 및 먼지 제거
- 주입파이프설치 및 씰링 : 주입파이프 사이의 균열부분에 씰링후 1~2일 양생
- 수지주입 : 수동식, 유압식, 자동식 주입법
- 주입파이프 철거 및 표면 마무리

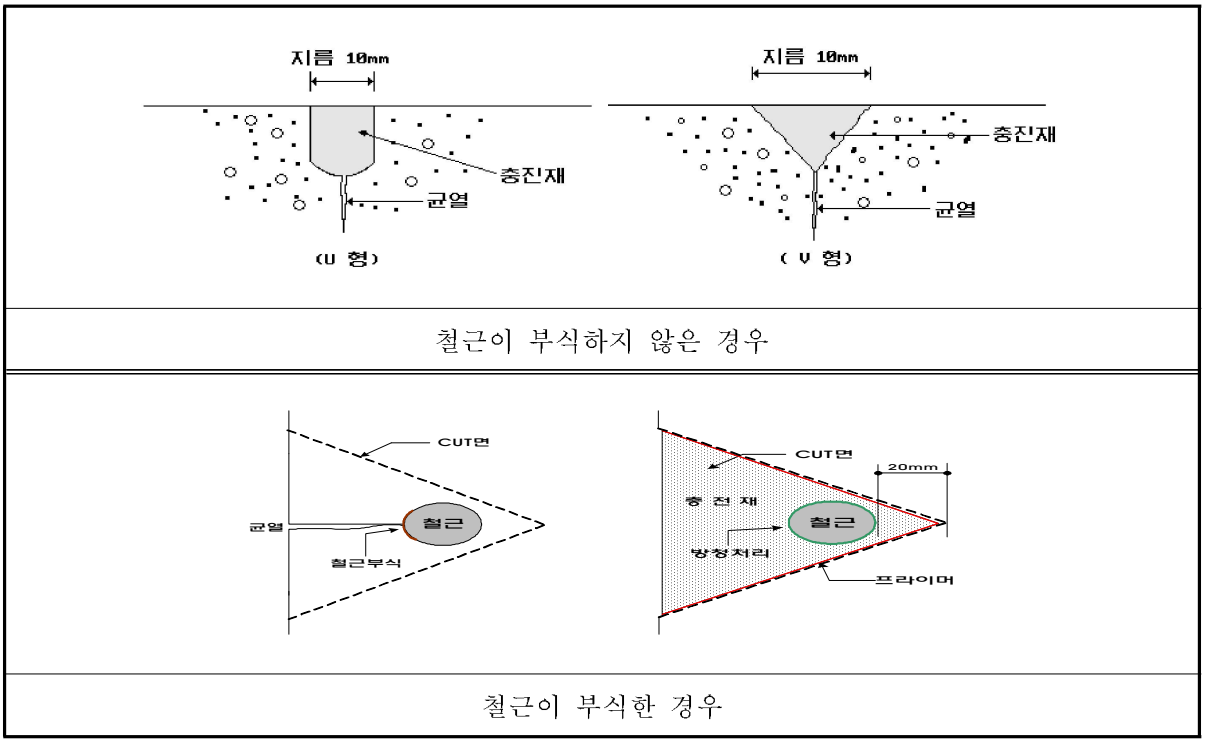
[균열 보수(주입공법) 시공 순서도 및 상세도]

[균열 보수(주입공법) 종류]

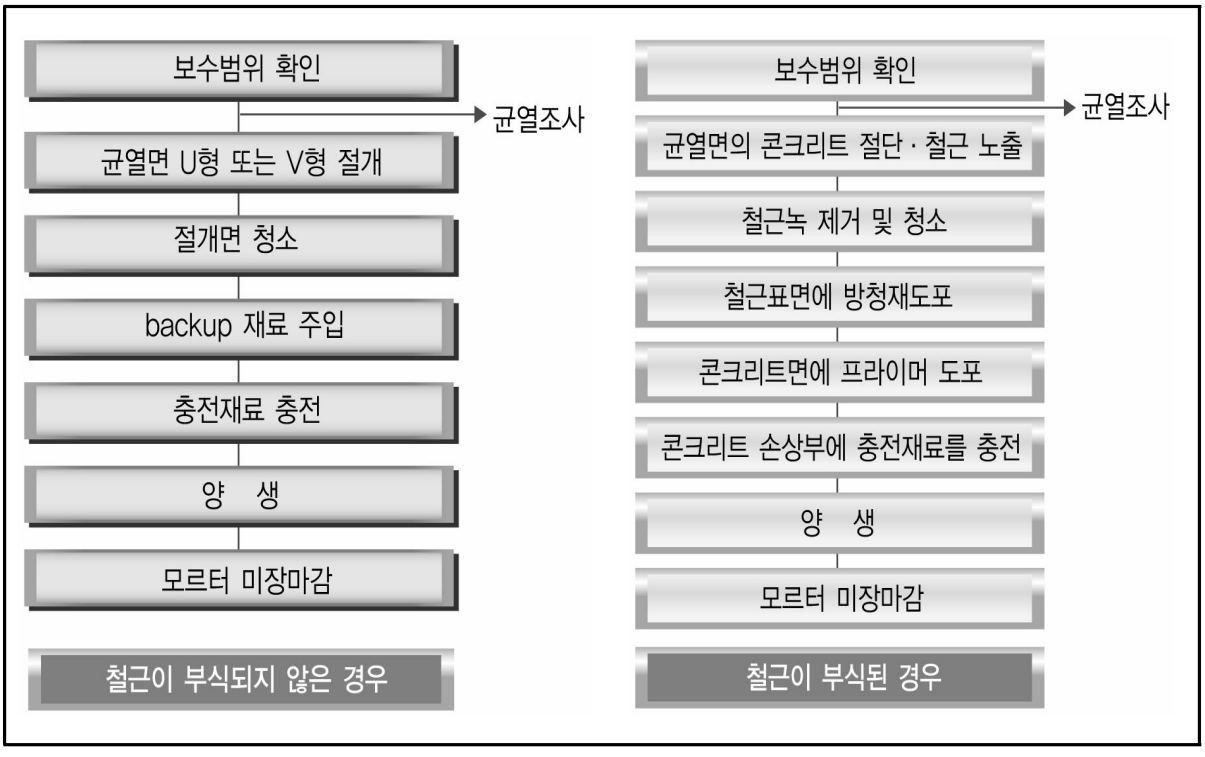
| | |
|---|---|
| 압 입 식 | • 수동식 주입 : 인력<br>• 기계식 주입 : 공기압식, 유압식, 기어식<br>• 저압/저속식 주입 : 고무, 용수철, 공기 등의 입력 |
| 흡 입 식 | • 균열의 양단에 흡기구와 충전재 설치해 흡입펌프로 충전재를 흡입주입 |

③ 충전 공법

충전공법은 균열의 폭이 0.5㎜ 이상으로 비교적 큰 경우의 보수에 적합한 공법으로, 균열을 따라 모르터 마감 또는 콘크리트를 절단하여, 그 부분에 보수재를 충전하는 방법



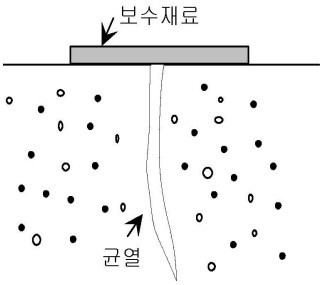
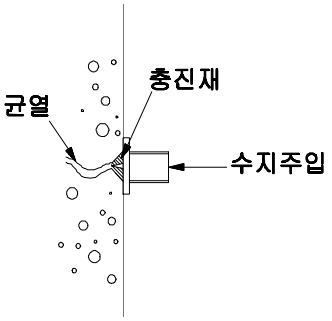
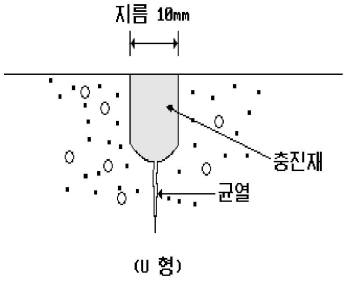

[균열 보수(충전공법) 개념도]



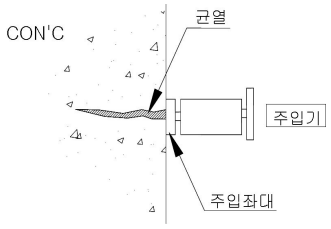
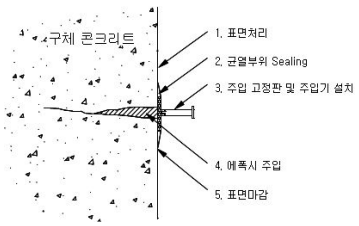
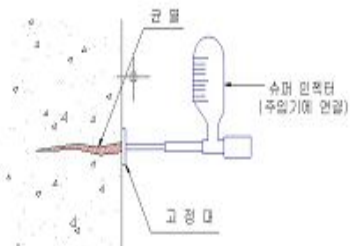

[균열 보수(충전공법) 시공 순서도]

④ 균열 보수공법 비교

[균열 보수공법 비교안]

| 구 분 | 표면처리공법 | 주입공법 | 충전공법 |
|---|---|---|---|
| 공법 개요 | • 미세균열(폭 0.2mm 이하) 위에 도막을 구성하여 방수성, 내구성을 향상 시키는 공법 | • 폭 0.2mm 이상의 균열에 보수재를 주입하여 방수성, 내구성 향상시키는 공법 | • 폭 0.5mm 이상의 균열 보수에 적당한 공법으로 균열 부위의 콘크리트를 cut 하고 그 부분에 보수재를 충전하는 공법 |
| 재료 | • 도막 탄성 방수제, 시멘트 필러, 폴리머 시멘트 페이스트 | • 에폭시 수지 | • 시일재, 가소성 에폭시 수지, 폴리머 시멘트 몰탈 |
| 공법 개요도 |  |  |  |
| 시공 순서 | ① 균열부위 청소<br>② 균열면 충전<br>③ 균열보수재 피복 | ① 균열부위 청소<br>② 주입용 파이프 세트<br>③ 균열면 채우기<br>④ 보수재 주입<br>⑤ 파이프· 시일재 철거 | ① 콘크리트 깎아내기<br>② 철근의 녹제거와 청소<br>③ 방청재 도포<br>④ 프라이머 도포<br>⑤ 충전재 충전<br>⑥ 양 생 |
| 특징 | • 미세균열에 일반적으로 많이 적용, 시공 실적 다수<br>• 표면만 보수하므로 재균열 발생 가능<br>• 내구년수가 짧음<br>• 시공이 간편 | • 일반적인 주입공법, 시공실적 다수<br>• 경화 후 재료 수축 현상이 거의 없음<br>• 기존 콘크리트와 물리적 성질 상이하여 재균열 발생 가능 | • 시공이 간편<br>• 공사비가 다소 고가<br>• 유기질계로 시간에 따라 주입재의 변형이 생김<br>• 균열 폭에 상관없이 시공 가능 |

[주입공법 비교안]

| 구분 | 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 균열의 보강액 주입 가능한 공법 |
| 시공 방법 | • 표면처리 → V컷팅 → 주입좌대 고정 → 균열부 실링→ 초미립자 무기계 슬러리 주입 → 단면복구 | •표면처리 → 주입구 선정 → 균열부 씰링 → 고정판설치 → 에폭시주입 → 표면정리 | •균열부위 면처리 → 에어건으로 먼지제거 → 균열부 실링 → 고정제 부착 → 실린더 고정판에 부착 → 슈퍼인젝터를 실린더에 부착후 주입 → 고정대 제거 후 마감 |
| 특징 | •무기계 재료로서 기존 콘크리트와 물리적 성질이 유사하여 시공 후 온도/하중 변화에 의한 재 균열 발생 가능성이 없음<br>•습윤면 시공 불가능<br>•균열부 콘크리트 방청, 중성화 및 염해 방지 기능이 있음<br>•공정이 다소 복잡하여 시공 전문가 필요 | •주입량 점검이 용이하고, 균열 속 깊이까지 주입<br>•건식, 습식, 수중 시공이 가능<br>•균열의 표면뿐만 아니라, 내부균열 깊숙이 주입이 가능<br>•압력조절에 주의가 요망되며, 압력이 클 경우 균열이 확대 되어 버릴 수 있음 | •각각의 시공 부위에 따라 슈퍼인 젝터의 각도를 조절하면 완벽한 주입 가능<br>•자체의 압력조절이 가능하여 상황에 따라 적당한 압력으로 주입 가능<br>•약품이 역류되지 않아 시공면이 오염되지 않음<br>•시공이 매우 용이하여 시공비가 저렴<br>•사용년수 증가시 접착력이 떨어질 수 있음 |

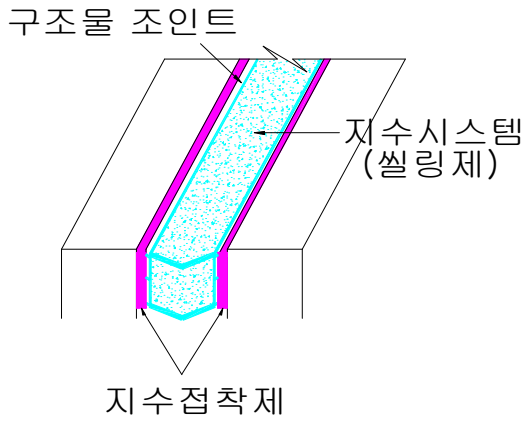
3) 신축이음 방수 공법

① 개 요

신축이음재 탈락에 의한 누수로 인해 신축이음 주변 콘크리트 백태, 열화, 박리, 박락 및 철근부식등의 손상이 가속화 되어 시설물의 내하력을 저하시킬 수 있기 때문에 미리 방지하여 시설물의 내구년한을 유지하여야 한다. 이를 위해 신축이음부에 지수 조인트를 설치하여 신축이음 주변 콘크리트 열화를 방지하며 손상의 진행성 여부를 확인할 목적으로 시공한다.

② 시공 방법

| | | |
|---|---|---|
| 조인트면 이물질 제거 | ⇦ | - 조인트면을 따라 레이턴스 등 이물질 제거<br>- 먼지 및 기름부착 제거 |
| ⬇ | | |
| 지수접착제 도포 | ⇦ | - 에폭시를 조인트 측면에 도포 |
| ⬇ | | |
| 지수조인트 실링시스템 설치 | ⇦ | - 조인트에 지수시스템 설치 |
| ⬇ | | |
| 공기주입 | ⇦ | - 지수시스템에 공기를 주입하여 접착력 증대<br>- 공기 주입 24시간 후 공기 제거 |
| ⬇ | | |
| 작업종료 | | |



③ 시공방법 및 주의사항

ㄱ. 표면 청소

조인트부위를 따라 레이턴스 혹은 도장 면등을 와이어브러쉬 및 핸드그라인더로 충분히 제거한다.

조인트부위에 유지분이 베어있거나 스며 나오면 수지와의 접착이 불가능하므로 탈지세제로 충분히 세척 후 제거시킨다.

수상부의 이끼, 물기를 제거하기 위하여 필요에 따라 토치램프로 균열부위에 열을 가하여 제거한다.

ㄴ. 프라이머 도포

접착제는 매우 강력한 접착력을 갖고 있어 작업이 가능 시간은 약 30분 정도이므로 모든 작업 준비 및 점검이 끝난 후에 주제와 경화제를 배합하여야 한다.

에폭시를 Joint 측면에 도포한다.

ㄷ. 지수 시스템설치

지수 조인트 씰링 시스템의 양 끝을 막고, 공기 주입 밸브를 붙이고, 지수 시스템의 옆면에 접착제를 바른다.

조인트 홈에 지수 시스템을 설치한다. 시스템의 폭은 조인트 폭과 같아야 한다.(깊이도 같아야 한다)

지수 시스템에 공기를 주입하여 접착력을 높인다.

접착제가 굳은 후(약 24시간), 공기주입 밸브를 제거하고, 자유로운  신축을 위하여 공기를 뺀다.

콘크리트가 수축하면 씰링 시스템은 팽창한다.

콘크리트가 팽창하면 씰링 시스템은 수축한다.

수직, 수평 변이에도 신축적으로 움직인다.

ㄹ. 마 감

지수 시스템 설치 후 조인트 모서리와 시스템의 상부에 묻어 있는 에폭시 및 이물질을 완전히 제거하고 주변 청소를 깨끗이 한다.

### 6.2.3 보수 우선순위 선정

본 매산 공공하수처리시설 내 각종 시설물에 대한 보수를 실시함에 있어 조사된 손상들에 적합한 보수방안을 제시하고 그 우선순위를 제시하였다.

우선순위는 매산 공공하수처리 시설물의 유지관리 및 수명연장을 위해 보수 시점에 기준을 두어 1순위에서 3순위까지 세등급으로 나누었다.

시설물에 대한 보수·보강은 시설물의 손상정도, 시설물의 중요도, 주변 환경여건등을 고려하여 결정하여야 한다. 또한 그 수준도 부재의 중요도와 기능 등을 고려하여 진행성을 억제하기 위한 현상유지, 실용상 지장이 없는 성능까지 회복, 초기수준 이상으로 개선 또는 개축 등의 방법을 선택하여야 한다.

본 과업대상 시설물에 발생된 손상은 방치할 경우 2차적인 손상을 초래할 수 있으므로 적절한 보수대책이 필요한 상태이다.

따라서, 본 정밀안전점검에서는 현장 시설물에 대한 상태평가를 토대로 다음과 같은 시설물별 손상별 우선순위를 다음과 같은 기준으로 선정하였다.

[보수·보강 우선순위 선정 기준]

| 구 분 | 순 위 | 내 용 |
|---|---|---|
| 단 기 대 책 | 1순위 | • 『시설물의 안전관리에 관한 특별법』 제12조(중대한 결함)의 “대통령이 정하는 중대한 결함”에 포함되는 손상 - 철근콘크리트 시설물의 염해 또는 탄산화에 따른 내력손실 등<br>• 주요부재에 발생된 결함 및 손상이 커 상태평가 기준 “d” 이하인 경우<br>• 철근부식에 의한 내하력 저하가 우려되거나, 부식가능성이 큰 경우 |
| | 2순위 | • 보조부재에 발생된 결함 및 손상이 커 내구성에 영향을 미치는 경우<br>• 즉각적인 보수는 요구되지 않지만 내구성, 기능성, 사용성 저하방지를 위한 보수가 필요한 경우 |
| 중 기 대 책 | 3순위 | • 기능발휘에는 지장이 없으나, 방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성 증진을 위해 보수가 필요한 손상 |
| 장 기 대 책 | 지속적 관찰 | • 1~3순위를 제외한 손상으로서 지속적인 관찰을 통해 향후 발전상태에 따라 보수·보강 여부를 판단할 수 있는 정도의 손상 |

## 6.2.4 손상별 보수·보강방안 및 우선순위 선정

[보수·보강방안 및 우선순위 선정(토목시설물)]

| NO | 시설물명 | 손상내용 | 손상물량 | 단위 | 보수방안 | 우선순위 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 중계 펌프장 | 균열(0.3㎜미만) | 0.5 | m | 표면처리공법 | 3 |
| | | 파 손 | 0.34 | ㎡ | 단면보수공법 | 2 |
| 2 | 침사지 및 유입펌프장 | 균열(0.3㎜미만) | 4.0 | m | 표면처리공법 | 3 |
| | | 균열(0.3㎜이상) | 1.5 | m | 주입보수공법 | 2 |
| | | 박리/박락 | 4.45 | ㎡ | 단면보수공법 | 2 |
| | | 도장 박리 | 15.0 | ㎡ | 재도장 | 3 |
| 3 | 유량조정조 및 최초침전지 | 균열(0.3㎜미만) | 0.5 | m | 표면처리공법 | 3 |
| | | 망상 균열 | 6.0 | ㎡ | 표면처리공법 | 3 |
| | | 도장 박리 | 22.5 | ㎡ | 재도장 | 3 |
| | | 재료 분리 | 0.5 | ㎡ | 표면처리공법 | 3 |
| | | 지반 침하 | 4.0 | ㎡ | 주의관찰 | - |
| 4 | 포기조 | 망상 균열 | 48.0 | ㎡ | 표면처리공법 | 3 |
| | | 박리/박락 | 0.05 | ㎡ | 단면보수공법 | 2 |
| | | 도장 박리 | 48.25 | ㎡ | 재도장 | 3 |
| | | 지반 공동 | 10.0 | ㎡ | 주의관찰 | - |
| 5 | 최종침전지 | 균열/백태 | 1.0 | ㎡ | 표면처리공법 | 3 |
| | | 도장 박리 | 18.0 | ㎡ | 재도장 | 3 |
| | | 계단부 이격 | 1.0 | ㎡ | 주의관찰 | - |
| | | 지반 침하 | 0.3 | ㎡ | 주의관찰 | - |
| 6 | UV 소독조 | 박리/박락 | 10.0 | ㎡ | 단면보수공법 | 2 |
| 7 | 세정수조 | 균열(0.3㎜미만) | 1.0 | m | 표면처리공법 | 3 |
| | | 박리/박락 | 0.26 | ㎡ | 단면보수공법 | 2 |
| 8 | 농축조 | 도장 박리 | 1.0 | ㎡ | 재도장 | 3 |
| | | 박리/박락 | 0.05 | ㎡ | 단면보수공법 | 2 |
| | | 침 하 | 5.5 | ㎡ | 주의관찰 | - |

[보수·보강방안 및 우선순위 선정(건축시설물)]

| NO | 시설물명 | 손상내용 | 손상물량 | 단위 | 보수방안 | 우선순위 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 여과지실 | 박리/박락 | 2.0 | ㎡ | 단면보수공법 | 2 |
| 2 | 총인처리시설 | 균열(0.3㎜미만) | 7.0 | m | 표면처리공법 | 3 |
| | | 망상 균열 | 5.0 | ㎡ | 표면처리공법 | 3 |
| | | 누수흔적/백태 | 0.1 | ㎡ | 표면처리공법 | 3 |
| | | 체 수 | 9.0 | ㎡ | 주의관찰 | - |
| | | 설비 누수 | 1.0 | 개소 | 정비 | 3 |
| 3 | 발전기실 | 균열(0.3㎜미만) | 10.0 | m | 표면처리공법 | 3 |
| | | 균열(0.3㎜이상) | 7.0 | m | 주입보수공법 | 2 |
| | | 망상 균열 | 4.0 | ㎡ | 표면처리공법 | 3 |
| | | 박리/박락 | 2.0 | ㎡ | 단면보수공법 | 2 |
| | | 도장 박리 | 5.0 | ㎡ | 재도장 | 3 |
| | | 배수관 탈락 | 1.0 | 개소 | 정비 | 3 |
| 4 | 관리동 및 탈수기동 | 균열(0.3㎜미만) | 30.0 | m | 표면처리공법 | 3 |
| | | 균열(0.3㎜이상) | 55.0 | m | 주입보수공법 | 2 |
| | | 망상 균열 | 1.0 | ㎡ | 표면처리공법 | 3 |
| | | 박리/박락 | 0.27 | ㎡ | 단면보수공법 | 2 |
| | | 누수흔적/백태 | 6.01 | ㎡ | 표면처리공법 | 3 |
| | | 강재 부식 | 10.0 | ㎡ | 재도장 | 3 |
| | | 도장 박리 | 12.3 | ㎡ | 재도장 | 3 |
| | | 텍스 손상 | 46.5 | ㎡ | 교체 | 3 |
| | | 계단 침하 | 0.25 | ㎡ | 주의관찰 | - |
| | | 철근 노출 | 1.05 | ㎡ | 단면보수공법 | 2 |

## 6.2.5 개략공사비

[2순위 개략공사비]

| 시설물 | 손상 내용 | 보수 방안 | 손상 물량 | 보수 물량 | 단위 | 단가 (천원) | 개략공사비 (천원) | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 토목 | 균열(0.3㎜이상) | 주입보수공법 | 1.5 | 2.0 | m | 35 | 70 | |
| | 박리/박락, 손상 | 단면보수공법 | 15.15 | 19.7 | ㎡ | 195 | 3,842 | |
| 건축 | 균열(0.3㎜이상) | 주입보수공법 | 6.2 | 8.1 | m | 35 | 284 | |
| | 박리/박락, 손상 | 단면보수공법 | 5.32 | 6.9 | ㎡ | 195 | 1,346 | |
| 순공사비 | | | | | | | 5,542 | |
| 제경비(순공사비×50%) | | | | | | | 2,771 | |
| 총공사비 (순공사비+제경비) | | | | | | | 8,313 | |

※ 보수물량은 손상물량의 30%를 할증하였음
※ 철근노출 단면복구 → 30㎜(잡철물 제외)
※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영
※ 일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경
※ 개략공사비 단가는 서울시 도로사업소 일위대가(2015)를 참고 하였음
※ 상기 개략공사비는 2016년 하반기 현장조사시 확인한 물량으로 산정하였으며, 이후의 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 부대공의 추가 등으로 변동될 수 있음

[3순위 개략공사비]

| 시설물 | 손상 내용 | 보수 방안 | 손상 물량 | 보수 물량 | 단위 | 단가 (천원) | 개략공사비 (천원) | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 토목 | 균열(0.3㎜미만) | 표면처리공법 | 6.0 | 2.0 | ㎡ | 26 | 52 | |
| | 망상균열, 백태 등 | 표면처리공법 | 55.5 | 72.2 | ㎡ | 26 | 1,877 | |
| | 도장박리, 부식 등 | 재도장 | 104.75 | 136.2 | ㎡ | 43 | 5,857 | |
| 건축 | 균열(0.3㎜미만) | 표면처리공법 | 47 | 15.3 | ㎡ | 26 | 398 | |
| | 망상균열, 백태 등 | 표면처리공법 | 16.11 | 20.9 | ㎡ | 26 | 543 | |
| | 도장박리, 부식 등 | 재도장 | 27.3 | 35.5 | ㎡ | 43 | 1,527 | |
| | 설비누수 | 정비 | 1.0 | 1.0 | 개소 | 100 | 100 | |
| | 배수관 탈락 | 정비 | 1.0 | 1.0 | 개소 | 100 | 100 | |
| | 텍스손상 | 교체 | 46.5 | 60.5 | ㎡ | 26 | 1,573 | |
| 순공사비 | | | | | | | 12,027 | |
| 제경비(순공사비×50%) | | | | | | | 6,014 | |
| 총공사비 (순공사비+제경비) | | | | | | | 18,041 | |

※ 보수물량은 손상물량의 30%를 할증하였음
※ 철근노출 단면복구 → 30㎜(잡철물 제외)
※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영
※ 일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경
※ 개략공사비 단가는 서울시 도로사업소 일위대가(2015)를 참고 하였음
※ 균열보수의 표면처리공법은 m → ㎡으로 환산하였음(손상물량의 0.25배)
※ 상기 개략공사비는 2016년 하반기 현장조사시 확인한 물량으로 산정하였으며, 이후의 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 부대공의 추가 등으로 변동될 수 있음

[개략공사비 합계]

| 구 분 | 1순위 | 2순위 | 3순위 | 합 계 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|
| 공사비(원) | - | 8,313,000 | 18,041,000 | **26,354,000** | |

# 6.3 유지관리 방안

## 6.3.1 유지관리 업무

유지관리 업무는 아래의 항목에 대하여 대상시설물을 관리하는 것으로 요약할 수 있다.

### 가. 유지관리 업무

1) 자료의 관리

관리주체는 효과적인 관리체계를 위하여 대상 시설물에 대하여 보수 이력 등 정확한 기록 및 자료를 반드시 보관하여야 한다.

① 시설물에 필요한 자료

관리주체는 준공도면, 구조계산서, 특별시방서 등을 포함하여 아래에 명시한 시설물 관리에 필요한 자료를 보관하여야 한다.

[유지관리상 자료의 관리]

| 구 분 | 내 용 |
|---|---|
| 설계도 | - 시공 보수도면, 구조계산서<br>- 제작 및 작업도면, 붕괴유발부재를 포함한 각부재의 상세도면<br>- 최종 준공도면<br>- 설계 시공회사, 시공관할기관, 감독관 |
| 시방서 | - 특별시방서 |
| 사진 | - 정면 및 측면, 주요 결함부, 주요 시공사진 |
| 재료시험 | - 시공재료의 종류, 등급, 품질을 기록한 공장 재료증명서<br>- 관리 및 선정시험 기록<br>- 비파괴시험 자료 (재료의 강도, 염해도 등) |
| 보수이력 | - 날짜, 보수위치 및 공법, 물량 및 손상종류, 시공회사, 공사비, 계약번호 |
| 사고기록 | - 날짜, 경위, 부재의 손상 및 보수현황 |
| 점검이력 | - 날짜, 점검자, 관리주체, 점검의 종류 등 모든 점검활동 관련사항 |
| 시설물 관리대장 | - 연도별 점검기록이 포함된 시설물 관리기록 |
| 내하력 평가 기록 | - 내하력 평가방법의 종류 및 해석결과, 사용된 계수 등 제반기록 보관 |
| 계측 기록 | - 계측 필요시 중요부재를 정하고 주기적인 계측을 시행하고 기록 보존 |

② 시설물 관리항목

시설물 관리대장의 관리항목에는 다음의 사항이 포함되어야 한다.

[유지관리상 시설물 관리항목]

| 구 분 | 내 용 |
|---|---|
| 시설물 구분 | - 시설물명, 일련번호, 관리주체, 위치(행정구역), 이정, 교차코드 등 |
| 시설물 형식 및 사용재료 | - 구조 형식, 형식, 높이 등 |
| 연령 및 공용성 | - 착·준공 연월일 등 |
| 시설물 제원 | - 연장, 폭, 높이 등 |
| 시설물분류, 내하력 및 통행제한 | - 시설물 등급, 내하력 평가방법 및 계산기록 |
| 시설물 상태 평가 | - 벽체, 슬래브, 기둥, 유지관리활동 또한 제한사항 등을 포함한 시설물 상태에 대한 점검결과 |

2) 일상관리

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

3) 점검 및 진단

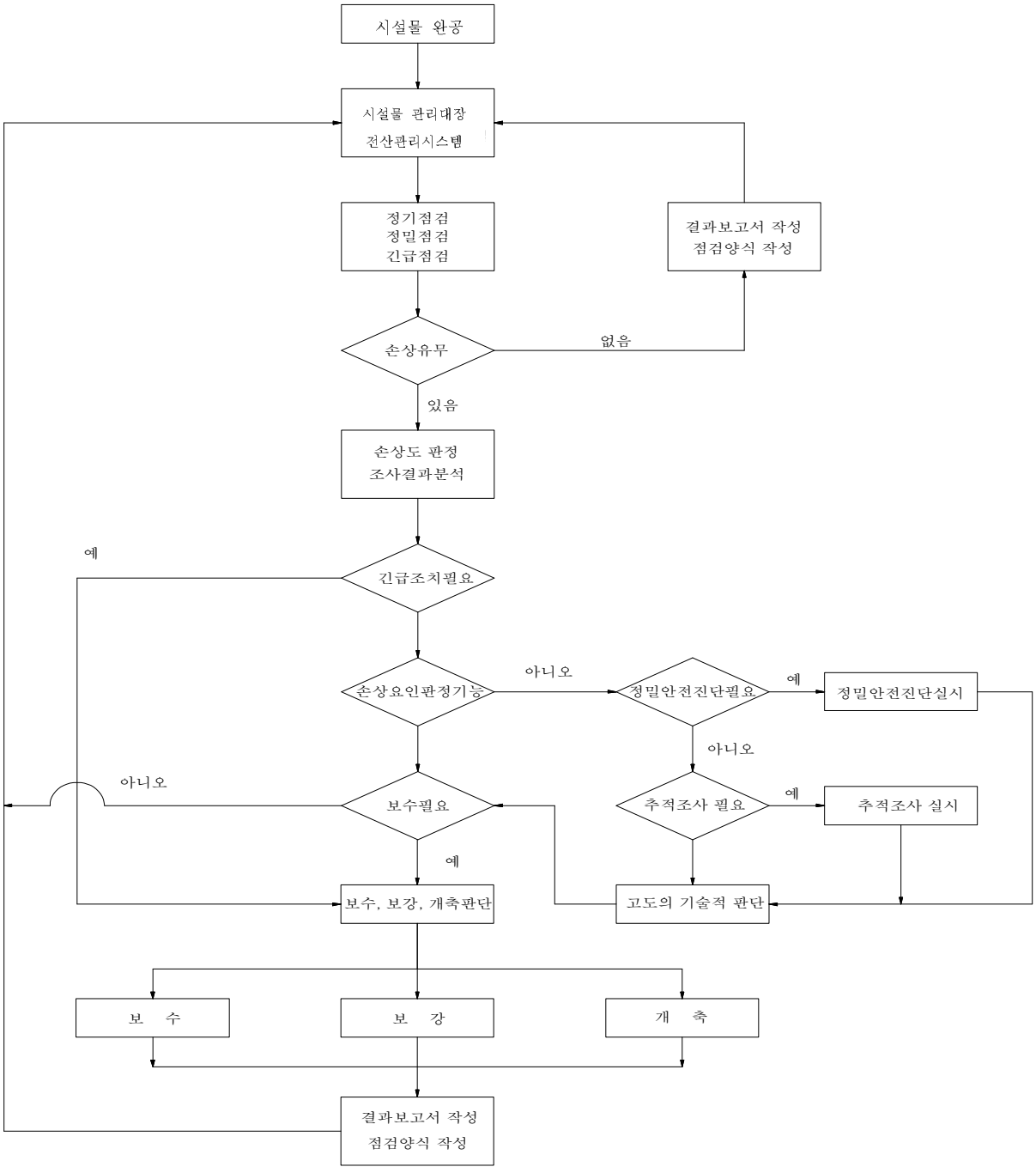
점검은 시설물의 현상을 파악하여 이상 및 손상을 조기에 발견함으로서 안전하고 원활한 운용성을 확보하고 합리적인 유지관리 자료를 획득하기 위하여 실시한다. 또한 유지관리상 필요한 손상과 이상의 정도를 계속적으로 파악하기 위하여 점검이 필요하다.

점검은 일상점검, 정기점검, 정밀점검, 긴급점검으로 나누며, 점검의 결과 이상의 정도가 심하거나 보수·보강에 대한 필요성이 있는 경우에는 추적조사나 상세조사를 실시한다. 또한 위의 조사를 통하여 유지관리 담당자가 시설물에 대한 전문적인 조사가 필요하다고 판단될 때에는 전문가에 의한 안전진단을 실시한다.

4) 보수 및 보강

점검이나 진단을 통하여 손상을 발견하였을 때는 손상의 원인을 정확히 파악하여 보수·보강 또는 신설이나 교체를 시행하여야 한다. 보수란 손상된 부위를 고쳐서 원래의 기능을 회복시키는 작업을 의미하며, 보강은 현 상태의 손상방지는 물론 구조적 내하력 및 지지력을 현 상태 이상으로 향상시키는 것을 목적으로 실시하는 작업을 말한다.

## 나. 유지관리 업무의 흐름




[유지관리 흐름도]

## 6.3.2 점검 주기 및 주요 조사내용

[점검 주기 및 주요 조사내용]

| 종류 | 점검 주기 | 주요 조사항목 | 범위 |
|---|---|---|---|
| 정기 점검 | 반기 1회 | · 세심한 육안검사 수준의 점검<br>· 중대한 결함의 가능성 발견 | 테스트 해머 분필 등 |
| 정밀 점검 | 등급별 차등 실시 | · 육안검사와 간단한 측정, 시험장비를 이용하여 이전에 기록된 상태로부터의 변화를 확인하고 사용요건 만족 여부 판단<br>· 상태평가등급결정 및 안전등급 지정 | 점검 및 주변현지 답사 |
| 긴급 점검 | 필요시 | · 손상점검과 특별점검으로 구분하여 재해나 사고에 의해 비롯된 구조적 손상을 긴급하게 점검함 | 점검이 필요한 구간 |

### 가. 안전등급 결과에 따른 점검 실시시기

해당 시설물의 안전등급에 따라 다음 표의 실시주기에 의해서 정기적으로 정밀점검 및 진단을 실시 완료하여야 한다.

최초로 실시하는 정밀점검은 시설물의 준공일 또는 사용승인일(임시 사용승인 포함)을 기준으로 3년 이내(건축물은 4년 이내)에 실시하여야 하며, 정밀점검 또는 정밀안전진단을 받은 경우 그 날(완료일)을 기준으로 정밀점검의 실시주기를 정한다. 또한 정밀안전진단 실시기간과 중복되는 경우에는 생략할 수 있다.

### 나. 안전등급 결과에 따른 진단 실시시기

준공일 또는 사용승인일(임시사용 포함)을 기준으로 산정하여 10년이 지난 때부터 1년이내에 실시 완료하여야 하며, 차회의 정밀안전진단은 전회의 정밀안전진단 완료일을 기준으로 해당 시설물의 안전등급에 따라 실시주기에 의해서 정기적으로 정밀안전진단을 실시 완료하여야 한다. 아래는 안전등급 결과에 따른 점검(진단) 실시시기를 나타내었다.

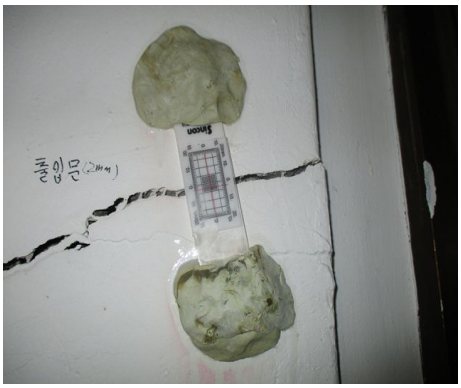
[안전등급결과에 따른 점검 및 진단 실시시기]

| 안전등급 | 정밀점검 | | 정밀안전진단 |
|---|---|---|---|
| | 건축물 | 그 외 시설물 | |
| A 등급 | 4년에 1회 이상 | 3년에 1회 이상 | 6년에 1회 이상 |
| B·C 등급 | 3년에 1회 이상 | 2년에 1회 이상 | 5년에 1회 이상 |
| D·E 등급 | 2년에 1회 이상 | 1년에 1회 이상 | 4년에 1회 이상 |

### 6.3.3 중점 유지관리 방안

매산 공공하수처리시설에 대한 정밀점검결과, 조사된 손상부에 대해서는 향후 사용성, 내구성 확보를 위해서는 적절한 보수가 필요한 것으로 판단된다. 주요 손상부위에 대해서는 전절에서 제안한 방법에 의해 보수를 실시한 후 공용기간 동안 지속적인 유지관리를 실시하여야 할 것으로 판단된다.

[중점 유지관리 방안]

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>중점 유지관리 방안</th></tr>
<tr><td rowspan="2">토목<br>시설물</td><td rowspan="2">관리동</td><td> <br>  <br> </td></tr>
<tr><td>- 내부 벽체 균열, 상단부 수평변위, 침하 진전 여부 확인</td></tr>
</table>