

# 콘크리트 누수균열의 유지관리를 위한 누수보수용 주입형 실링재 시공방법 연구

## A Study on the Construction Methods of Sealer of Injection Type for Leakage Maintenance for Water Leakage and Cracks in Concrete

권 시 원\*  
Kwon, Shi-Won

오 미 현\*\*  
Oh, Mi-Hyun

곽 규 성\*\*\*  
Kwak, Kyu-Sung

오 상 근\*\*\*\*  
Oh, Sang-Keun

### Abstract

Since water leakage and cracks are not the source of serious problems such as long-term lowering of performance and durability of a structure, including damages to operating facilities of a structure, damages to internal finishing materials, exhibition, and goods, and pollution of residential environment, they might have led to development of positive coping skills; however, an instant loss of lives or property due to earthquake, explosion, typhoon, or a fire was indeed neglected. In these days, repair materials for leakage cannot help but being taken in temporary way without any noticeable countermeasure. This kind of repair is socially criticized many times that is defective construction even if this costs a lot. It was not arrange the standard for construction methods of sealer of injection type for leakage maintenance, even it has been used various type of construction methods for leakage part.

In conclusion, we suggest that the construction methods of sealer of injection type for leakage maintenance for leakage to establish the leakage repairing technology as increase of structure demand. Therefore, it would be possible to provide a stage-by-stage solution by developing systematic research activities among the industry, schools, and research institutes to spread maintenance management techniques globally through technical solution to water leakage and cracks, acquisition of structural safety with prolonged durability for life cycle, reduction of water leakage repair expenses, and so on.

키워드 : 누수보수, 주입형 실링재, 주입 시공, 품질관리

Keywords : Leakage Repair, Injection Sealer, Injection, Quality Maintenance

## 1. 서 론

### 1.1 연구배경 및 목적

콘크리트 구조물은 완전한 수밀성을 갖고 있지 않은 난(難) 투수성(透水性) 재료로서 이음매(연결부)가 없는 구조물이라면 어느 정도의 물을 차단할 수 있다. 그러나, 주로 지하에 건설되는 콘크리트 구조물은 시공 시 신축이음 조인트나 시공 조인트 등과 같은 다양한 형태의 조인트와 시공 후 또는 사용 기간 동안에 수축 및 팽창, 진동, 과다하중, 성능저하 등에 의한 균열발생은 물이 흐를 수 있는 다양한 통로를 유발하고 있다. 이러한 누수는 콘크리트 구조물의 안전성을 저해하고, 사용 환경을 악화시키며, 보수를 위한 유지관리비는 계속적으로 증가되고 있다. 따라서 콘크리트 구조물을 대체할 만한 경제적 재료가 발명되기까지는 상기의 여러 가지 요인으로 인한 누수를

현실적으로 인식하고 적극적으로 해결할 수 있는 방안을 찾아야 한다.

지금까지는 콘크리트 구조물 안전의 유지관리 목적으로 상당한 비용을 들여 보수공사를 실시하여 왔으나, 콘크리트 구조물의 재료적 특성과 구조물의 거동에 따른 방수층의 손상, 들뜸 현상, 온도 변화에 대한 유동성 부재 등의 문제로 방수층 및 보수층이 제 역할을 못하고 있는 실정이다.

이에 본 연구에서는 기존에 설치된 방수층의 복원과 구조물의 거동에 신축적으로 대응하여 지하 콘크리트 구조물의 누수를 지수(止水)할 목적으로 사용되는 각종 주입형 보수제에 대한 현장 시공성 및 안전성 확보차원의 시공방법 및 품질관리에 대한 방안을 제안하고자 한다.

### 1.2 연구의 범위

본 연구에서는 기존에 멤브레인 방수층이 있으나 누수가 심한 콘크리트 구조물을 대상으로 하며, 방수층을 재형성하고 그 방수 성능을 복원하는 목적에 사용하도록 누수보수용 주입형 실링재의 시공방법으로 범위를 한정하였다.

\* 서울산업대학교 산업대학원 석사과정, 정회원

\*\* 서울산업대학교 주택대학원 석사과정, 정회원

\*\*\* BK방수기술연구소 소장, 정회원

\*\*\*\* 서울산업대학교 건축공학부 교수, 공학박사, 정회원

## 2. 누수보수용 주입형 실링재의 주입 시공 준비

### 2.1 바탕콘크리트의 상태 확인

누수 부위를 파악하여 주입구 천공 위치를 선정할 후, 천공 충격, 주입 압력 등과 같은 주입 시공 작업에 의해 구조체가 파손되거나, 새로운 균열이 발생할 우려가 있는지를 검사하고, 정상적 주입효과가 발휘될 수 있도록 일정한 표면강도를 갖는 건전한 표층부임을 확인한다.

### 2.2 주입구 주변 바탕의 처리

주입구 설치에 지장을 주는 콘크리트 표면의 돌기물, 단차 등은 제거하고, 균열이나 누수부위가 균일하게 노출되도록 콘크리트 면을 정리한다.

### 2.3 주변 균열 및 구조물 연결부 처리

누수 보수 대상 구조체의 천정 슬래브 및 외벽에 1mm 이상 폭의 균열은 균열 입구 부위를 V 또는 U 컷팅한 후 시멘트 모르타르로 충전하고, 익스팬션 조인트 등과 같은 구조물 연결부의 경우는 조인트부 사이의 이물질 및 기존의 백업재를 깨끗이 제거하고, 열화된 부위를 두께 10mm로 파취한 후 백업재를 삽입하여 입구를 메운다. 이는 주입 작업시 주입 압력에 의해 실링재가 확산 될 때 실내로 흘러내리지 않도록 하기위한 방안으로서 주입시공 전에 처리 유무를 반드시 확인하여 한다.

## 3. 주입구 및 확인구 설치 시공 방법

### 3.1 위치 표시

주입구 및 확인구는 천공 작업 전에 그 위치를 표시한 후 확인한다. 구조물의 크기(두께, 넓이 등)에 따라 주입구 및 확인구의 설치 개수, 위치, 간격을 사전에 조사하여 결정한다.

### 3.2 시범 주입 시공 후 천공

방수층 및 누름 보호층의 종류, 상태에 따라 주입압력, 주입량, 퍼짐성을 조정할 경우에는 시범 주입 및 역류 확인 후 본 구조물에 적합한 주입 구간의 적정 거리를 산정하여 적합한 위치에 주입구 및 확인구를 천공한다. 일반적으로 옥상 등 지붕 슬래브의 경우는 그림 1과 같이 파라펫 위치에서 안쪽으로 1m 간격, 지하실 상부 슬래브는 벽체 또는 보에서 안쪽으로 1m 간격, 외벽의 경우는 아래에서 위쪽으로 1m 간격으로 주입구 및 확인구를 설정한다. 천공은 전용 강재 드릴을 사용하고, 드릴의 직경은 바탕 콘크리트의 두께에 따라 10~15mm 범위의 것을 사용한다.

### 3.3 주입관의 크기 및 삽입 공법

주입구 및 확인구에 삽입하는 관의 직경 및 길이, 재질 등은 구조물의 크기(두께, 넓이 등)에 따라 사전 조사를 통해 결정한다. 설치 간격은 3.1에 따라 정하고, 천공한 구멍의 크기에 맞는 주입관을 사용하여 가벼운 망치 등을 이용하여 구멍에 삽

입한다. 이때 주입관은 실링재의 주입 압력에 흔들리지 않도록 하기 위하여 최소 50mm 전후의 깊이까지 삽입한다.

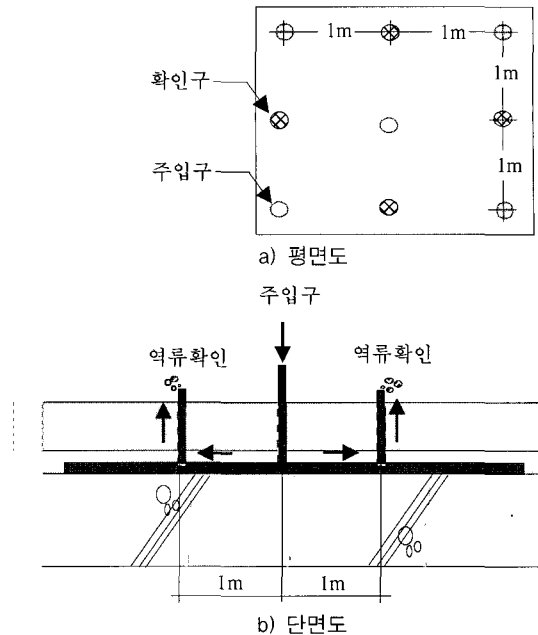


그림 1. 주입구 및 확인구 설치 간격 및 위치도

## 4. 주입 시공 방법

### 4.1 시범 주입 시공

현장에서는 시범 주입 시공(Mock-Up 시공)을 통하여 요구되는 실링재의 주입 압력 및 주입량이 공사기간 중에 원활히 시행될 수 있는지를 미리 확인한다. 또한 누수보수 시공 품질을 확보하기 위해 기능공의 숙련도, 사용공구 및 장비의 적합성, 주변 환경의 조절 대책, 시공 및 품질 관리 방법의 확인 등 일련의 과정을 시범적으로 사전에 확인한다. 시범 주입 시공은 주입구를 통해 방수층을 완전히 채운 실링재가 확인구를 통해 역류되는 현상과 누수가 멈추는 현상을 반드시 확인한다.

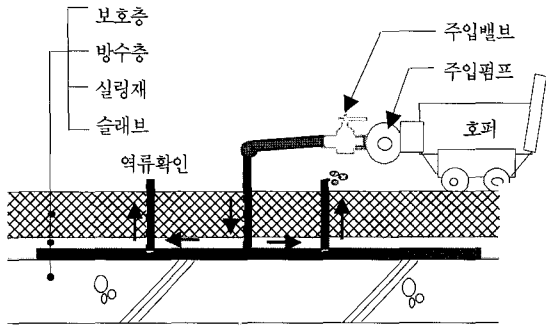
### 4.2 실링재 주입 본시공

#### 4.2.1 실링재의 주입

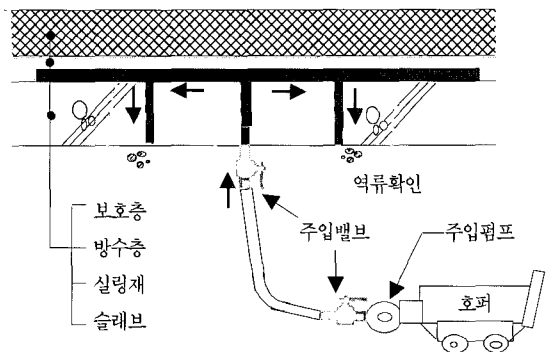
실링재의 주입은 주입을 시작한 후 주변 확인구에서 실링재가 역류할 때까지 계속 실시하며, 역류가 확인되면 주입구의 캡(Cap)을 닫고, 다시 옆에 있는 주입구에 주입호스를 연결한 뒤 동일한 방법으로 계속 주입하여 보수를 완료한다.

#### 4.2.2 수평부 누수보수 주입

그림 2의 시공방법에 따라 주변 확인구에서 실링재가 역류할 때까지 계속 실시하며, 역류가 확인되면 주입구의 캡(Cap)을 닫고, 옆에 있는 주입구(혹은 확인구)에 주입호스를 연결한 뒤 동일한 방법으로 계속 주입하여 보수를 완료한다.



a) 지붕 및 바닥 슬래브 주입 시공방법



b) 지하주차장 상부 슬래브 시공방법

그림 2 수평부 주입 시공방법

### 4.2.3 수직부의 누수 보수 주입

그림 3의 시공방법에 따라 최하단 주입구부터 시작하고, 주변 확인구에서 실링제가 역류할 때까지 계속 실시하며, 역류가 확인되면 주입구의 캡을 닫고, 옆에 있는 주입구에 주입호스를 연결한 뒤 동일한 방법으로 계속 주입하여 보수를 완료한다.

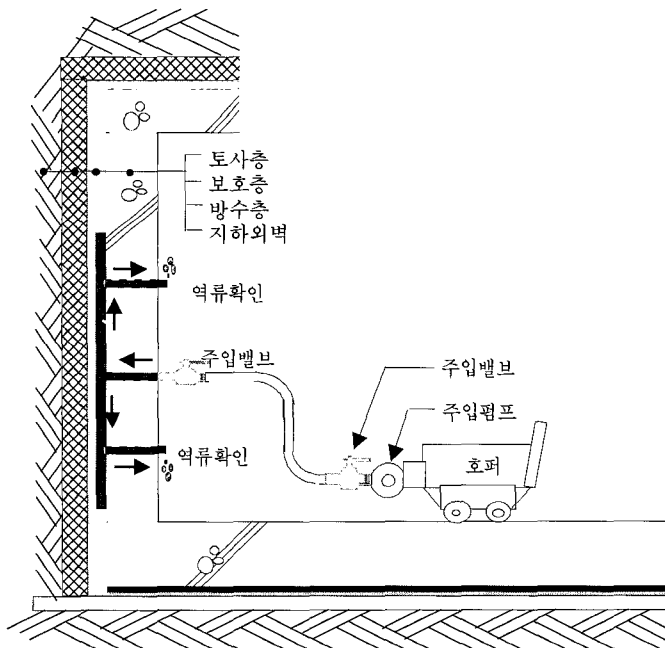


그림 3 수직부(지하 외벽 등) 주입 시공방법

### 4.2.4 구조물 연결부 누수 보수 주입

#### 1) 주입 전처리 작업

구조물 조인트부에 실링제를 주입하기 전에 먼저 조인트 사이의 이물질 및 기존의 백업제를 깨끗이 제거하고, 조인트 끝단부의 콘크리트가 열화된 경우에는 10mm 두께 정도까지 파취하고, 열화된 콘크리트 부위의 제거 면적이 클 경우 폴리머 시멘트계 모르타르로 단면을 수복한다. 또한 2mm이상의 돌출물이 있을 경우는 그라인더 등을 이용하여 제거한 뒤 매움처리를 한다.

#### 2) 백업(Back Up)재 설치 및 주입

- ① 기존의 조인트 채움재를 100mm 깊이로 제거하고, 조인트 안쪽으로 콘크리트 구조체 두께의 중앙부까지 경화형 탄성 보조재를 밀실하게 채워 넣는다.
- ② 보조 방수재가 경화한 후 백업재와 콘크리트가 닿는 면에 접착제를 바르고 백업재를 조인트 내에 설치한다. 이때 백업재는 조인트 폭보다 5mm이상 두꺼워야 한다.
- ③ 주입구 설치를 위해 콘크리트 두께를 확인하고 기존 방수층까지 천공한다. 천공 기준간격은 1m로 한다. 이때 현장 상황에 따라 0.5m~1.5m내에서 변경할 수 있다.
- ④ 주입구 및 확인구에 관을 삽입한 후 저압, 저속으로 주입을 시작하고, 주변 확인구에서 실링제가 역류할 때까지 계속 실시한다. 역류가 확인되면 주입구의 캡을 닫고, 다시 옆에 있는 주입구에 주입호스를 연결한 뒤 동일한 방법으로 계속 주입하여 보수를 완료한다.
- ⑤ 주입 완료 후, 주입파이프를 제거하고 천공구를 부직포와 폴리머 시멘트계 모르타르로 충전하여 마감하고, 작업장 주변을 깨끗이 정리한다.

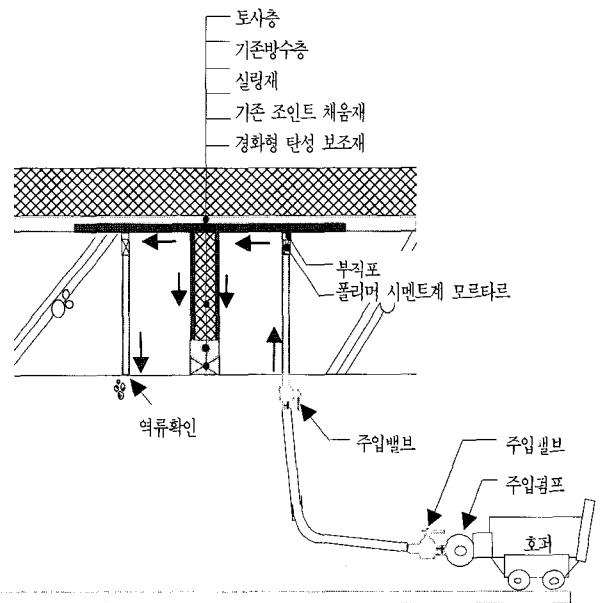


그림 4 익스팬션 조인트의 직접 주입 시공방법

### 4.2.5 시공조인트 및 균열 부위 주입

- ① 시공조인트 및 균열 표층부의 열화된 주변 부분을 폭 100mm 전후로 제거하고, 고압 세척기를 이용하여 청소한다.

- ② 시공조인트 및 균열선을 중심에서 폭 및 깊이를 50mm 전후로 하여 V 또는 U 형으로 파취한다.
- ③ 시공조인트 및 균열부의 V 혹은 U형 홈을 구멍을 뚫어 실링재를 주입(1차 누수 차단)한다. 주입완료 후, 고정도의 실링재를 V 혹은 U 홈에 채워 넣어, 방수시트재로 덮은 후 고정형 패널을 설치(2차 누수 차단)하고, 그 위를 폴리머 시멘트계 모르타르로 도포하여 시공조인트 및 균열 표면을 마감한다.

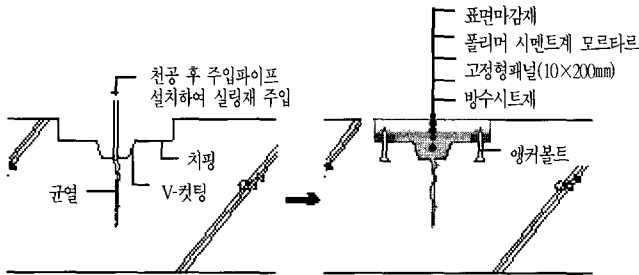


그림 5. 시공 조인트 및 균열부위 보수 시공방법

## 5. 품질관리

### 5.1 실링재의 품질관리

- ① 실링재의 품질은 보수 시공 전에 반드시 KS F 4935에서 규정하는 품질기준 이상임을 확인하여야 한다.
- ② 누수보수 현장에 사용되는 실링재는 사용 전, 사용 중에 반드시 KS F 4935에서 규정하는 품질시험을 1회 이상 실시하며, 필요에 따라 감독원의 지시에 따라 품질시험을 실시한다.
- ③ 사용하는 실링재의 종류, 시공현장의 계절적 조건에 따라 건조수축 변형 유무를 반드시 확인하여야 한다.

### 5.2 주입시공의 품질관리

#### 5.2.1 현장 시범(Mock-Up) 시험

- ① 보수가 필요한 누수균열을 대상으로 감독원이 지정하는 개소에서 1회 이상 현장 시범 시험을 한 후, 그 누수 보수 효과를 확인하고 본 시공에 들어간다.
- ② 현장 시범 시험 후 보수 부위가 수압에 의한 실링재의 누출, 구조체 거동에 의한 실링재의 파손, 온도 및 수분 영향에 의한 실링재의 건조수축 발생 등을 최종 확인하기 위하여 1주일 이상 경과한 후 성능을 최종 확인한다.

#### 5.2.2 주입관리

실링재가 방수층을 재형성을 위해 완벽하게 주입되었는지 확인하고, 향후 재누수 발생시의 대체방안 수립 등을 위해 표 1에 의한 주입공사시 현장관리가 가능하다.

##### 1) 주입압력의 관리

주입압력의 상한은 사용 재료, 구조물의 내압상태에 의하므로 일률적으로 설정하기 어렵다. 따라서 주입압력은 토출량(시

공성)에도 관계되지만 방수층 및 조인트 공극을 충분히 충전할 수 있는 범위 내에서 구조물의 균열이 있는 경우 주입압력은 사용재료의 시방서에 따라 조정한다.

##### 2) 주입 토출량 관리

주입 토출량은 사용재료의 시방서에 따르지만, 초기압이 높을 경우 토출량을 적게하여 주입압력이 낮아지는 시점에서 토출량을 조절하여 주입한다. 구조체내 공극이 많고 주입압력이 거의 올라가지 않는 경우에는 사용량을 특별히 관리하여 주입할 수 있다.

#### 5.2.3 시공품질의 보증

누수 보수용 주입재 재료 및 시공법에 대해 품질보증은 관련 법 규정에 따라 보증기간을 확인하고, 해당 시공사가 그것에 대한 지속적인 유지관리 시스템을 보유하고 있는지를 확인한다.

표 1. 주입 평가 및 공사 관리

관리 항목	세부관리항목	관리요령
(1) 재료관리	-실링재 반입	-재료 반입 기록
	-실링재 사용량	-재료 개봉 및 용기의 개봉사진 기록
	-남은 재료의 반입기록	-
(2) 업무관리	-작업원 관리	-작업원명
	-주입위치관리	-당일 작업기록, 익일 작업예정기록
(3) 작업내용 관리	-조사	-주입 환경 기록
	-사전준비	-사용공구 및 장비 기록
	-천공작업	-주입압, 점도관리
	-주입작업시간	-주입면적 및 예상주입량 기록
	-후 처리작업, 청소 정리	-
(4) 주입관리	-투입재료량, 예비비범시간	-
	-주입시간	-주입밸브 동작기록
	-주입속도	-점도 조절 기록
	-주입위치	-주입펌프 운전기록
	-주입예상량	-주입량관리(주입압 고려)
	-실주입량	-잔여재료량
	-	-
(5) 주입시공 기록	-사전조사 사진기록대상	-
	-지수(누수보수) 작업일지	-
	-배면주입 관리표	-
	-직접주입 관리표	-
	-주입수량관리 집계표	-
	-시공상태 관리표	-
(6) 품질관리	-시공상태 기록사진 관리표	-
	-주입구 마감처리	-
	-재료 유출 여부 확인	-주입구, 균열부, 조인트부 부위별 기록
	-누수 부위 발생 확인	-보수된 부위의 누수여부 확인
	-방수성 저해요소 확인	-

## 6. 결 론

본 연구는 구조체 거동에 의한 물리적 한계성 등과 같이 다양한 원인에 의해 주입보수재의 완전한 보수성과를 얻지 못하고 있어 콘크리트 구조물의 누수균열의 기술적 해결 및 내구수명 연장에 따른 구조적 안전성 확보와 관련하여 누수보수에 대한 단계적/해결방안의 하나로서 누수보수용 주입형 실링재의 시공방법을 제안하였다.

지금까지 콘크리트 구조물의 보수 성능확보를 위한 시공 방법 및 품질에 관한 기준이 마련되지 않아 품질관리가 어려웠던 건설현장의 누수보수 시공성 확보와 환경조건에 맞는 공법의 적용을 위하여 본 연구를 통해 제안한 누수보수용 주입형 실링재의 정성적 시공기준의 정립할 수 있으며, 건설현장의 시공 및 품질관리가 용이해질 것으로 기대된다.

## 참 고 문 헌

1. 오상근, 콘크리트 구조물의 방수 및 누수 보수 기술의 새로운 접근, 구조물진단학회지, 제3권 제2호, 1994
2. 오상근, 콘크리트 방수의 현황과 대책, 콘크리트학회지, 제6권 2호, 1994.4
3. 대한건축학회, 건축공사표준시방서, 1999
4. 한국산업규격, 누수보수용 주입형 실링재. KS F 4935, 2003