

콘크리트 구조물의 누수방지를 위한 점착·팽창성 유연형 도막방수재의 개발 및 적용에 관한 연구

A Study on Development and Application of Waterproofing and repair material mixed
Ruberic Asphalt Component With Adhesive and Swelling Performance

오 상 근* 곽 규 성** 이 성 일*** 강 혜 정***
Oh, Sang Keun Kwak, Kyu Sung Lee, Sung Il Kang, Hye Joung

Abstract

This study of concrete movement confronting a scope inspects the problems about the waterproofing method and leakage/repairment at present and research the mechanism with the variety of applying examples introducing adhesion and inflation using the flexible type of waterproofing and repairment and the substitution method developed with polymer resin composite. The polymer resin transmited into adhesion or inflation materials under wet environment absorbs adjoining moisture, wraps impurities of concrete surface, get the waterproofing layer and concrete surface adhere toughly, reorganizes the impaired waterproofing layer and get over the detachment of it from concrete surface.

키워드 : 콘크리트의 거동, 유연형 방수재, 폴리머수지, 점착, 보수

Keywords : concrete movement, flexible type of waterproofing, polymer resin composite, adhesion, repairment

1. 서 론

누수는 구조물의 이상 조짐을 가장 먼저 알려주는 신호임과 동시에 구조물의 철근부식·콘크리트의 성능저하·주거생활 및 시설물의 사용에 있어서 불편함을 주는 요인이기도 하다. 더불어 이러한 누수현상을 먼저 치유하지 않으면 후속적인 보수·보강 조치가 어려울 뿐만 아니라 그 효과도 현저히 감소되는 것이다. 또한 콘크리트 구조물은 대형화 될수록 대기의 환경, 즉, 온도, 비, 바람 등의 변화에 따른 콘크리트의 거동으로 인하여 수축 및 팽창작용 폭이 크게 되어 그 만큼 균열발생률이 높아지고, 이로 인한 방수층 또는 보수층의 찢김, 파단, 균열, 들뜸 등과 같은 누수와 관련된 치명적인 하자가 발생한다. 이와 같은 상황하에서 본 연구에서는 콘크리트 거동에 대해 한계에 직면해 있는 기존의 방수공법 및 누수보수에 대한 문제점을 짚어보고 그 보완공법으로 개발된 고분자수지로 조성된 점착·팽창성 유연형 방수·보수재의 사용과 다양한 적용사례를 통하여 그 메카니즘을 검토해보고자 한다.

2. 기존 방수공법 및 누수보수 메카니즘의 한계

2.1 기존 누수보수재의 지수원리

현재 누수 보수를 위해 우레탄계 발포 주입재, 에폭시수지계 주입재, 시멘트계 그라우팅재 등이 많이 사용되어

왔다. 이러한 재료들의 선정시에는 사용되어질 현장의 환경조건에서 충분한 성능을 발휘할 수 있는지를 반드시 검토하여야 한다.

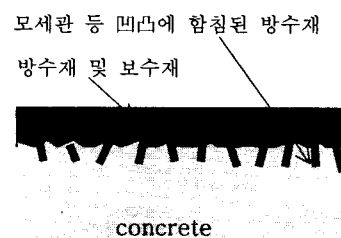


그림1. 방수·보수재 부착원리

2.2 방수 및 누수보수에 대한 근본적 대안의 필요성

구조물의 누수에 대한 보수방법은 실내환경의 쾌적성 뿐만 아니라 구조물의 안전성 및 내구성 확보차원에 있어서도 그 근본적인 해결책을 찾아야 한다. 또한 구조물에서 발생할 수 있는 다양한 문제에 대응할 수 있는 방수 및 누수보수에 대한 공법상의 보완 및 재료적인 접근방법을 지금까지와는 전혀 다른 새로운 측면으로의 검토가 필요할 것이다.

* 서울산업대학교 건축설계학과 부교수

** B&K방수기술연구소 소장

*** 서울산업대학교 대학원 석사과정

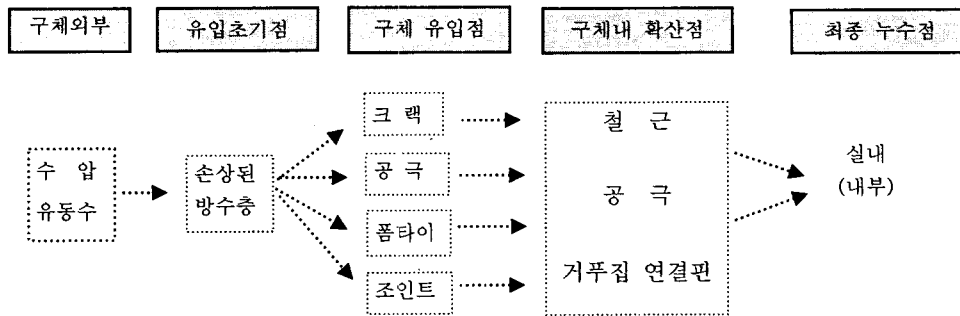


그림3. 누수경로 모형도

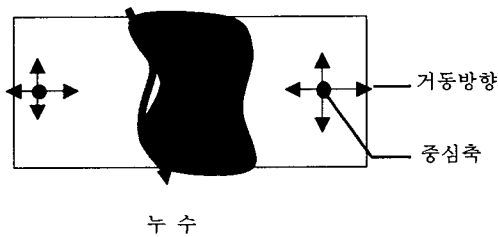


그림2. 거동에 의한 보수재의 계면탈락

3. 점착-팽창성 유연형 방수 및 누수보수재의 원리

3.1 부착특성

방수재의 고분자 수지는 누수 부위의 방수층 형성 과정에서 백화, 토사, 수막 등과 누수보수에 실패한 기존의 주입 보수재가 존재하더라도 그러한 이물질들을 감싸면서 양호한 부착성을 유지하기 때문에 안정된 방수층을 형성할 수 있다.

3.2 재료의 불(不) 분리성

기존의 보수재료는 시공한 다음 일정시간이 경과한 후 재시공을 하면 콘크리트와 같이 신·구 재료가 일체화되지 않기 때문에 어려움을 겪고 있다. 그러나 고분자수지는 시간이 경과하여도 후 시공된 재료간의 부착이 완벽히 이루어지므로 시공기간에 관계없이 보충의 개념으로 주입해주면 연속된 방수층을 형성할 수 있어 접착 계면에 의한 누수 발생이 없다.

3.3 구조체의 거동 추종성 및 자가치유기능

(Self-Sealing)

보수 이후 재 누수가 발생하는 직접적인 원인은 구조체의 거동 및 진동에 의한 방수층의 손상 및 들뜸이다. 누수 보수된 보수재의 최종 형상이 고체상(비탄성의 재료)의 물질이면 거동 및 진동에 의해 직접적인 영향을 받게 된다. 그러나 고분자수지는 겔(Gel) 상의 물질로 유동성을 지니므로 구조체의 거동에 대한 대응성이 뛰어나고 진동을 흡수하므로 손상 및 들뜸의 가능성은 희박하다. 특히 손상이 된다 하더라도 유입된 물과 반응하여 점착 및 팽창성능을 발휘해 손상부위를 스스로 치유하므로 연속된 방수층을 재형성하여 누수를 효과적으로 차단한다.

4. 점착-팽창성 유연형 방수재의 방수-보수성 평가

4.1 투수성능 평가

1) 시험방법

시험방법 1~3은 KS F 2451에 준한 Out-Put 시험방식을 이용하며, 방수재는 일정시간이 지나면 물과 반응하여 강한 점착과 팽창력을 지닌 물질로 전환되므로 방법상 24시간을 물에 침적시킨 후 시험하였다. 약 1kgf/cm²의 수압을 1시간 단위로 6시간동안 시험체를 통과한 투수량을 계량하여 투수량 및 투수비를 측정한다.

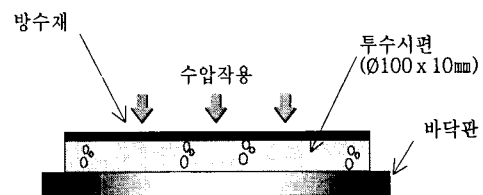


그림4. 투수시험방법-1

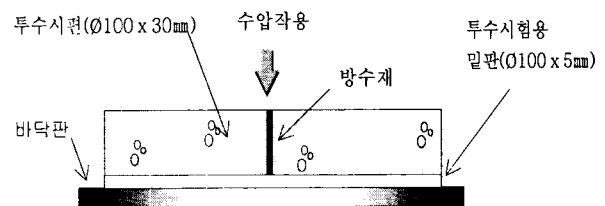
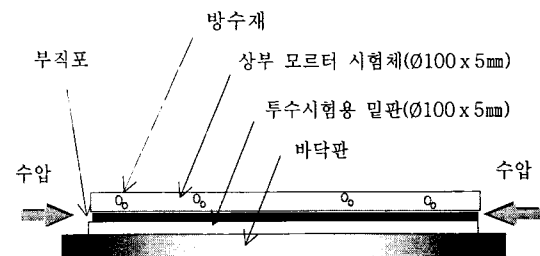


그림5. 투수시험방법-2



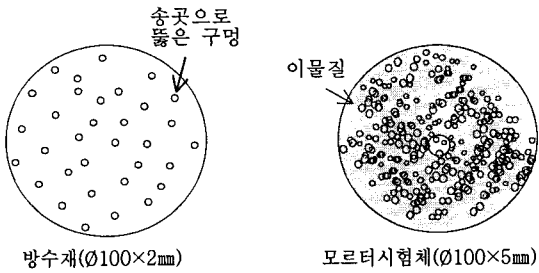


그림6. 투수시험방법-3

2) 시험결과

투수성능 시험에서 무도포 시험체의 투수량은 12.15g으로 나타나고 있으며, 방수재의 투수량은 0g이다. 이러한 투수비는 콘크리트 구조물의 구체에 직접적으로 가하여질 수압에 대해 충분히 저항할 수 있으며, 방수 및 누수보수재료써의 적용에 문제가 없을것으로 판단된다.

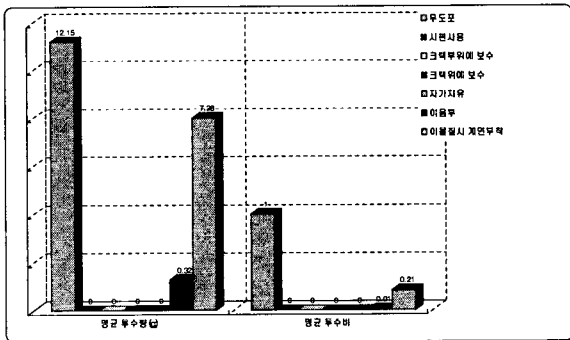


그림7. 투수시험 결과(평균값 적용)

4.2 팽창성능 평가

1) 시험방법

방수재를 24시간 수중에 침적시킨 후 버니어 캘리퍼스를 이용하여 길이변화 및 두께의 증감을 측정한다. 시험형은 5×5cm의 사각형으로 절단한 뒤 수중에 침적시켜 충분히 물을 흡수시킨 상태에서 측정한다.

2) 시험결과

방수재는 수분을 흡수하면서 점착 성분인 젤 상태의 물질로 변환되어 누수된 부분에 시공시 부피팽창에 따른 팽창압 발생원리에 의해 누수를 스스로 치유할 수 있을 것으로 판단된다.

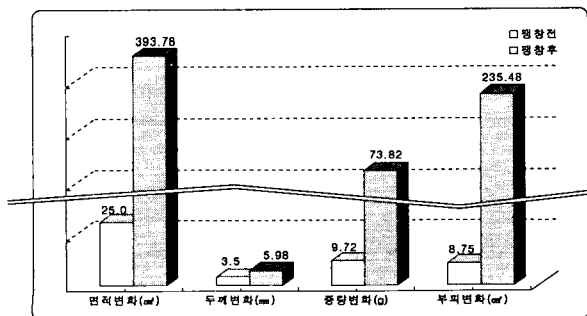


그림8. 팽창성 시험결과(평균값 적용)

4.3 동결융해 평가

1) 시험방법

시트를 가로×세로(5×5cm)로 절단하여 24시간 침적시켜서 충분히 수분을 흡수시킨 다음 시트에서 나오는 겔 상태의 물질을 닦아내고 표면에 있는 물기를 제거한 다음 항온습습기에서 20℃에서 4시간, -20℃에서 2시간, 20℃에서 1시간, 70℃에서 2시간, 20℃에서 17시간을 1cycle로 하여 4cycle을 실행시킨 후 버니어 캘리퍼스와 저울을 이용하여 변화상태를 조사하고 육안 관찰을 통하여 표면상태를 본다.

2) 시험결과

전체부피변화율은 평균 약 2234.69% 감소했으며 시험 전 흡수한 물은 거의 증발되었고 면적, 두께도 물을 흡수하기 전인 상태로 되돌아가는 것을 볼수 있었다. 재료가 신장률이 크므로 건조수축에 대하여 저항성을 가지고 있어서 표면육안 관찰에서도 시험 전 상태와 비교하여 큰 차이가 보이지는 않았다.

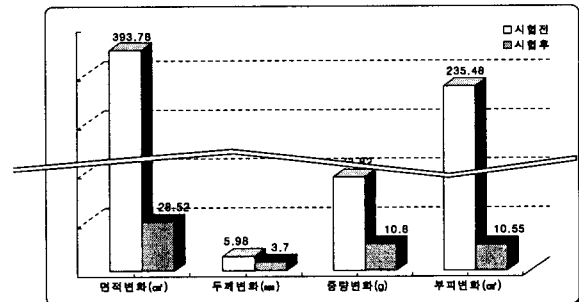


그림9. 동결융해 시험 결과(평균값 적용)

5. 구조물별 적용

5.1 터널 및 합벽 라이닝

1) 시공방법

shotcrete-부직포-방수층-콘크리트 순으로 구성된 터널 또는 토류벽-부직포-방수층-외벽 순으로 구성된 콘크리트 구조물로 구체에서 방수층까지 천공주입하여 손상된 방수층을 치유한다.

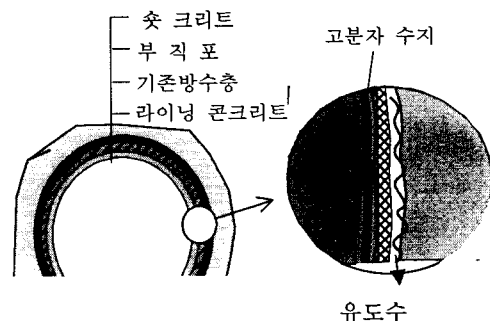


그림10. 지하터널 구조물 시공도

2) 적용특성

주입과정에서 고분자수지는 기 설치된 방수시트의 손상부위를 통과하여 방수시트와 부직포 사이에 충전되고,

부직포에 의해 고분자수지가 그 이상 확산하는 것을 막게 되므로 유도배수의 본래 기능은 그대로 유지하면서 방수층을 재형성할 수 있게 된다.

5.2 지하 개착 구조물

(지하철, 지하 터널, 공동구, 통신구 등)

1) 시공방법

구조체-방수층-보호벽돌 순으로 구성된 경우는 구체와 보호벽돌 사이공간에 방수층을 형성시키며, 구조체-방수층-프로텍션 보드 순으로 구성된 구조물에 있어서는 구조체와 방수층 사이에 방수층을 형성시킨다.

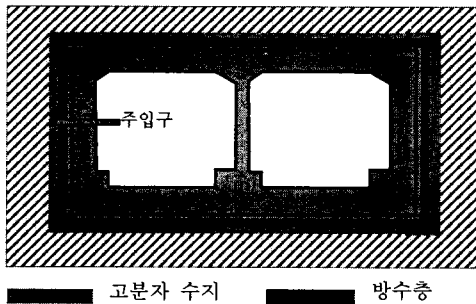


그림10. 지하 개착 구조물 시공도

2) 적용 특성

기존 보수재는 누수 부위에 주입·충전시켜 누수를 차단해 왔으나, 구조체의 진동 및 거동에 적절히 대응하지 못하여 빈번히 재 누수를 발생시키게 되는 것이다. 이러한 단점을 보완한 고분자수지는 구조체의 거동 및 진동에 유동적으로 대응하고, 주변 방수층의 추가적인 손상에 자가 치유에 의한 누수차단 효과를 발휘하므로 장기적 내구성을 확보할 수 있다.

5.3 지하주차장 슬래브 및 외벽

1) 시공방법

슬래브 하단에서 기 설치된 방수층 전후까지 천공한 뒤 방수재를 충전하여 방수층을 재형성한다.

2) 적용 특성

구조물의 배면에는 대부분 방수재와 구조체의 접촉을 방해하는 습기, 토사 등의 이물질이 상존 하고 있어 누름층 또는 외벽면과 완전한 접착이 이루어진 방수층을 형성하기가 어렵다. 따라서 이물질의 영향을 받지 않고 접착성능 및 방수성능을 유지할 수 있는 특징을 가지고 있는 고분자 수지를 슬래브의 크랙 및 공극 부위에 주입하여 안정된 방수층을 재형성할 수 있다.

5.4 옥상슬래브

1) 시공방법

옥상 상부에서 누름층(단열층) 및 방수층까지 아래로 천공한 후 고분자 수지를 주입하여 기존 방수층을 치유 또는 재형성한다.

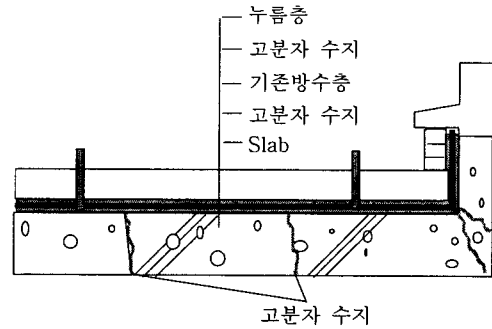


그림11. 옥상 슬래브 시공도

2) 적용 특성

누름층 상부 및 보호 벽돌 표면을 천공한 후 고분자 수지를 주입하면 기존에 시공되었던 우레탄 방수재, 도막 방수재, 시트 방수재, 시멘트 액체 방수재 등의 무·유기 방수재료와 구조체 사이에 고분자 수지가 채워지게 되며, 동시에 균열이 발생한 부위를 충전하게 된다. 또한 누름층을 제거하지 않고 그 하부에서 안정적인 방수층을 형성하므로 태양열 및 온도, 비바람, 동결융해 등의 피해로 인한 보수 방수층의 성능저하를 줄일 수 있고, 누름 콘크리트의 거동에 따른 방수층 파단의 염려가 적다.

6. 결 론

본 누수보수재 및 공법은 누수 발생시 천공·주입하는 간편한 시공방법으로 손상부위 및 배면에 직접적으로 방수층을 형성하여 누구나 간단히 누수부위를 치유할 수 있도록 하였고, 주입보수 완료 후 환경적인 영향 또는 인위적인 영향에 의해 보수층의 손상이 발생할 경우 해당 부위만 재충전하면 다시 일체화된 보수층을 형성할 수 있어서 기존의 보수공법에 비해 유지관리가 간편하도록 개발되었다.

본 재료는 현재 일부 시공현장에서 실제 적용되고 있으며, 방수 및 누수보수효과에 대한 지속적인 관찰과 보완을 통하여 그 성능을 계속적으로 향상시킬 것이다. 또한 향후에는 본 재료에 대한 계속적인 실험적 고찰을 통하여 그 성능을 객관적으로 평가해 보고자 한다.

참 고 문 헌

1. 오상근, 서울산업대학교 건설재해예방연구소, 상수도시설 콘크리트 구조물 내부 방수/방식재료 시험평가 및 적정시공방법 비교연구, 서울시 상수도 사업본부, 1997
2. 오상근, 서울산업대학교 건설재해예방연구소, 방수재표준화연구, 국립기술품질원, 1997
3. 콘크리트 구조물의 보수·보강지침, 한국콘크리트학회, 1997
4. 오상근, 방수공사 핸드북, 대한전문건설협회, 미장방수공사협회, 1997
5. ケイ酸質微粉末混合 セメント系塗布防水材料の濕潤環境下のコンクリートおよびモルタルにする水密性改善効果に関する研究, 吳祥根, 1992