

고성장 유기결정체의 성장 특성을 이용한 콘크리트 표층부의 수밀성 개선에 관한 연구

An Experimental Study on Improving Water Tightness of Concrete Surface Applied High Growth Organic Crystalization Material

송 제 영*
Song, Je-Young

강 효 진**
Kang, Hyo-Jin

오 상 근***
Oh, Sang-Keun

ABSTRACT

Our country was much developments in change of construction environment along with fast economy development.

But, various problems that must think in problem of safety and quality were appeared. Constructions which build through rapid economy development are getting many social criticisms to problem of crack and water leakage at use process. Is situation that huge repair expense to cure this is engaged.

Safety problem of construction is indicated socially through various media mediums again.

키워드 : 침투성, 방수재, 유기 결정체, 동결융해, 수밀성

Keywords : Penetrating Property, Waterproofing Material, Organic Crystal, Freezing and Thawing, Water Tightness

1. 서 론

1.1 연구의 배경

우리나라는 급속한 경제발전과 더불어 건설 환경에서도 많은 발전이 있었던 반면, 안전과 품질의 문제에선 많은 문제점들이 나타나게 되었다. 빠른 경제 발전을 통해 세워진 구조물들이 사용과정에서 균열과 누수의 문제로 많은 사회적인 비난을 받아오고 있으며 이를 치유하기 위한 막대한 보수비용이 투입되고 있는 상황에서 건설구조물의 안전성 문제가 또다시 각종 미디어 매체를 통하여 사회적으로 지적되고 있다. 그 동안 콘크리트 표층부의 수밀성 개선을 위해 사용되어온 방수재는 대체로 시멘트 페이스트와 규사, 활성분말로 혼합된 무기계 침투성 분말 방수재를 사용하였고, 이들 방수재의 방수 매커니즘은 대체로 무기 결정체(규산칼슘수화물)의 생성을 바탕으로 그 효과를 기대하였다. 그러나 무기 결정체는 콘크리트 균열 거동에 파손되고, 복원이 불가능하므로 지속적 효과를 기대할 수 없는 문제점을 가지고 있는 실정이다.

1.2 연구의 목적

콘크리트 구조물의 경우 누수문제로 인한 보수 및 보강의 기술이 다양하게 소개되면서 이에 대한 근본적 해결책을 찾기 위해 많은 건설 기술자들이 많은 노력을 기울이고 있는 지금, 콘크리트 구조물 누수 대책의 일환으로 토목 및 건축 분야에서 콘크리트의 수밀성을 강화시키고 물의 침입을 방지 할 수 있는 목적을 갖는 방수재료 및 공법을 찾아왔으나 이에 적절한 성공사례가 많지 않다.

* 정회원 서울산업대학교 주택대학원 석사과정

** 정회원 서울산업대학교 주택대학원 석사과정

*** 정회원 서울산업대학교 건축공학부교수, 방수기술연구소 센터장

이에 본 연구에서는 (유기+무기) 결정체의 침투성 방수재의 물리적, 화학적 특성을 각각 검토하여 건설현장에 적용함으로써 콘크리트 구조물의 내구성을 좀더 향상시키고 유기+무기결정체 혼합 방수재에 대한 건설시장에서의 효과적인 활용방안을 제시하고자 한다.

2. 누수 균열 보수 공법의 종류 및 보수 실패 요인

콘크리트의 균열 발생요인이 되는 건조수축, 온도수축·진동거동 등에 의한 균열은 가장 일반적인 누수의 경로가 되고 시공 상태의 환경조건에 따라 누수 되는 사례가 빈번하며, 그에 따른 실패요인과 문제점은 다음의 사진 1, 2 및 표 1과 같다.

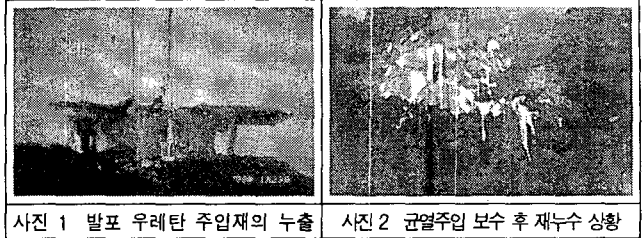


사진 1 발포 우레탄 주입재의 누출

사진 2 균열주입 보수 후 재누수 상황

표 1 콘크리트 구조체의 누수균열 보수공법의 분류

보수공법의 종류	보수공법의 문제점
표면 도포공법	구조체의 거동으로 재 누수 발생시 소재가 갖는 특성상 재활성 기능을 발휘하지 못함
주 입 공 법	균열부의 완전 접촉 불가능, 재 누수 발생시 완전 치유가 불가능
충 전 공 법	균열이 확장되면 재료의 균열 추종성의 부족으로 재 누수가 발생함

3. 사용 방수재의 유기결정형 매커니즘

본 실험에 사용한 고성장 유기 결정체(유기+무기)를 이용한 방수재의 매커니즘은 다음과 같다.

(1) 무기 결정체의 생성효과

방수성 물질(SiO₂)의 재료가 칼슘이온과 반응하면 칼슘실리케이트수화물 (사진 3 참고) 결정이 생성되고, 그 결정은 콘크리트속에 침투하여 시간의 경과에 따라 침투 깊이 증대된다. 무기 결정체 생성의 화학적 매커니즘은 다음과 같다.

- ▶ SiO₂ (방수재성분) + CaO (미수화성분) + H₂O → CaO · SiO₂ · H₂O (칼슘 실리케이트 수화물)
- ▶ SiO₂ (방수재성분) + Ca(OH)₂ + H₂O → CaO · SiO₂ · 2H₂O (칼슘 실리케이트 수화물)

(2) 유기 결정체의 생성효과

균열부에 시공되어진 유기 결정형 방수재는 유기 결정체(Poly-Krystol) (그림 1 참고)가 물과 반응, 균열부에 집중·성장하여 균열부를 폐쇄시켜 누수균열 보수 후 추가적인 균열 발생이나, 거동 확장시에도 계속 성장하여 균열 치유성능이 지속적으로 발현된다.

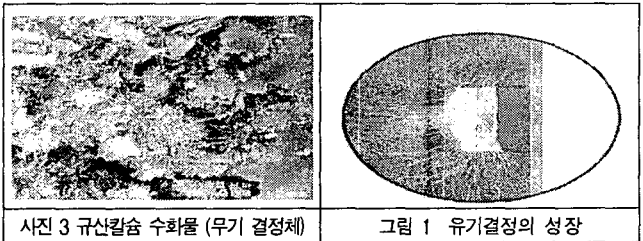


사진 3 규산칼슘 수화물 (무기 결정체)

그림 1 유기결정의 성장

4. 방수성능 시험평가 항목

유기·무기결정형 방수재의 성능항목별 시험조건은 다음의 표 2와 같다.

표 2 성능평가 조건

시험항목	조 건
자가치유 시험	22×30×20 시험체에 균열을 인위적으로 만든 후 투수여부 관찰
부착력 시험	재령 7,14,28일에 U.T.M을 사용하여 측정
흡수성 시험	KS F 2451에 의거 24시간 침적
투수성 시험	∅10×3 원형 시험체에 1kgf/cm ² 수압을 가한 후 측정 (out put)
압축강도 시험	7,14,28 일에 압축강도 시험기를 사용하여 측정
내마모성 시험	KS F 2812에 의거 마모환경에서 어느 정도의 내마모성을 가지는지 평가

5. 실험결과 및 고찰

5.1 자가 치유 성능 시험

시험결과 재령 7일부터 유기물이 형성 재령 14일에는 누수가 되지 않는 것으로 나타났다. 이는 무기결정체 및 유기결정체의 생성효과에 따라 미세 균열부 폐쇄(사진4.참조)에 따른 자가치유 성능 발현으로 볼 수 있다.

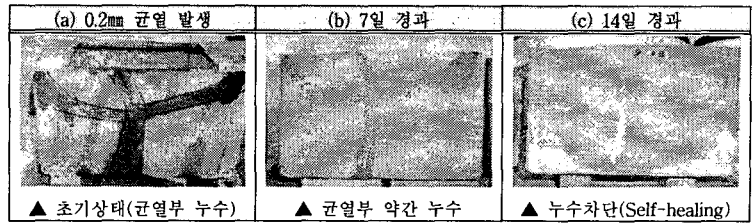


사진 4 자가 치유 성능 시험

5.2 부착성능 시험

유기결정형 방수재 I의 부착강도는 기건:(13.3kgf/cm²), 습윤:(15.2kgf/cm²)이고, 방수재 II의 부착강도는 기건:(14.5kgf/cm²), 습윤:(16.2kgf/cm²)로 나타났고, 일반 공시체(PLAIN)의 부착강도는 기건:(10.3kgf/cm²), 습윤:(11.4kgf/cm²)와 비교하여 약20~30%정도 강도비가 높은 것으로 나타났다.

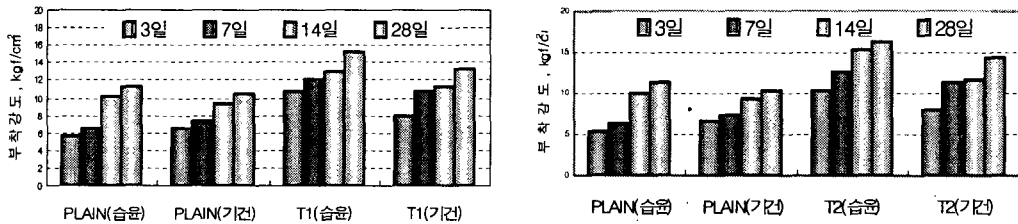


그림 2 부착강 시험결과

5.3 흡수시험

유기결정형 침투 방수재의 흡수비는 일반(Plain) 시험체 1을 기준으로 약 0.27~0.29를 나타내고 있다. 따라서 침투성 도포 방수재로 시공한 시험체는 비교 일반 시험체의 흡수성보다 내흡수성이 우수한 것으로 나타나고 있다.

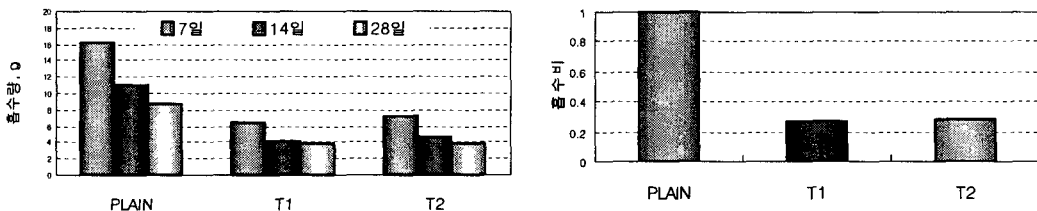


그림 3 흡수성 시험결과

5.4 투수시험

투수량은 일반 시험체의 경우 8.62g, 유기결정형 방수재 I시험체의 경우 3.7g, 방수재 II시험체 경우 3.8g으로 투수비는 약0.43~0.44로서, 양호한 투수 저항성(방수성)을 보이고 있다.

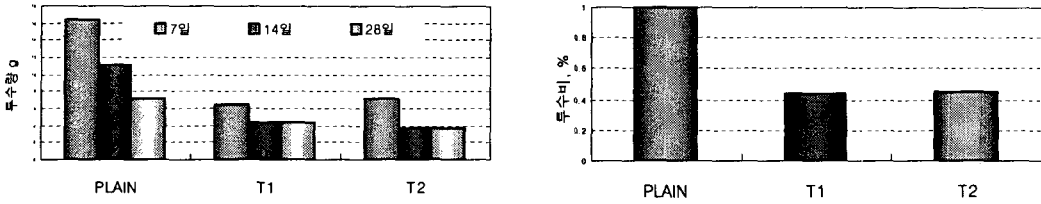


그림 4 투수성 시험결과

5.5 압축강도 시험

본 압축강도 시험결과 재령 28일,을 기준으로 유기 결정형 방수재 I은 147kgf/cm², 방수재 II는 160kgf/cm²로 도포 방수재 I보다 침투성 도포 방수재 II의 물리적 강도가 큰 것으로 나타났다.

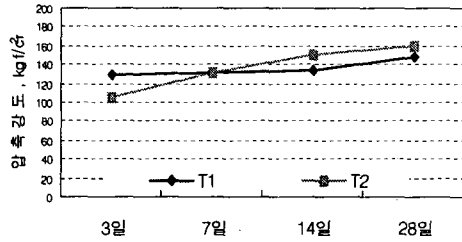


그림 5 압축강도 시험결과

5.6 내마모성 시험

각각의 마모비는 유기결정형 방수재 I이 0.77, 방수재 II가 0.64로 I보다 양호한 내마모성을 보이고 있다.

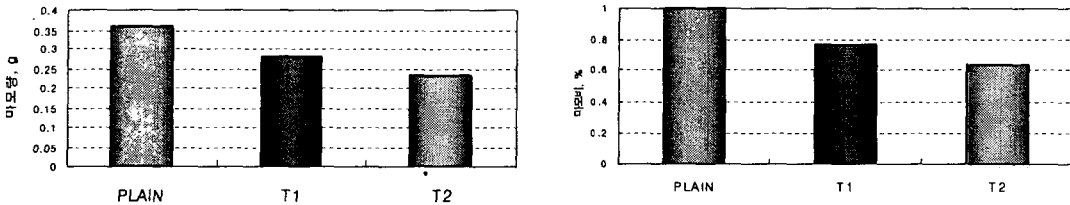


그림 6 내마모성 시험결과

6. 결론

본 연구대상의 유기결정형 방수재를 도포하였을 때 유기·무기 복합물로 구성된 재료로 수밀한 방수층을 형성하며 고압수에도 방수성을 발휘한다. 또한 양이온성 물질에 의해 모체에 강력히 침투되어 수밀성을 강화시키며 시간의 경과에 따라 유기 결정체가 성장하여 바탕체 내부 및 외부의 균열을 막아주어 방수층이 확대된다. 이에 구조물 거동에 따른 진동 및 균열 등에 구조체 자체가 스스로 대처하고 침투 깊이에 따른 구조체의 내구성 증진, 유지 보수비용의 절감효과에 크게 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

[참고 문헌]

1. 한국 건설기술연구원, 건설기술 정보센터, 방수시공 종합정보집
2. 오상근 외, 방수공사 핸드북, 대한미장협회, 1997
3. 오상근 외(주) 청우미디어, 건축 방수시스템의 설계와 시공
4. 오상근 외, 실무자를 위한 방수공사 매뉴얼, 도서출판 건설도서
5. Michael T.Kubal, 「Waterproofing : the Building Envelope」