

# 점착형 도막·시트 일체형 방수재를 이용한 비노출용 복합 방수공법에 관한 실험적 연구

## An Experimental Study on the Non-Exposure Composite Waterproofing Method used Adhesion Liquid and Sheet Integrate Waterproofing Material

김진성\*  
Kim, Jin-Sung

선윤숙\*\*  
Seon, Yun-Suk

박진상\*\*\*  
Park, Jin-Sang

오상근\*\*\*\*  
Oh, Sang-Keun

### Abstract

The problem of water leakage due to damaging waterproof in concrete structure, causes the impediment in a long term and shortened the life span of durability. There are a lot of techniques for repair and reinforcement to improve using environment.

However, the improper construction which is unconsidered various environmental conditions, could effect to increase the maintenance expenses. Therefore, this study will be compared and estimated the adhesion liquid and sheet integrate waterproofing material, as analyzing the existing problem. For those result, we would like to arrange the alterative plan for the long durability and user needs of concrete structure.

키워드 : 점착형 도막재, 자가치유, 습윤면, 구조물 거동 대응성

Keywords : Adhesion Liquid Material, Self Healing, Moisture Surface, Responsiveness to the Substrate Movement

### 1. 서론

2000년도 이후 건설 경기 활성화에 힘입어 국내 건설산업은 발전하였고, 건설기술 또한 세계수준에 도달했다고 해도 과언이 아닐 정도로 발전을 거듭해 왔다. 이러한 건설 경기의 회복과 기술의 발전으로 구조물 또한 고층화 및 대형화됨에 따라 옥상 공간의 다양한 활용과 지하심도가 깊은 구조물이 증가되고 있다. 이에 따른 구조물의 안전성 및 내구성 향상을 위하여 방수공사의 중요성은 증가하고 있으며, 사용자의 안전을 위해 더 나은 품질의 방수재료 및 공법이 요구되고 있다. 이에 최근에는 관련 기술자들의 노력으로 방수재료의 품질향상 또한 눈부신 발전을 거듭하였고, 기존의 단일방수공법의 단점을 보완한 복합방수공법의 건설신기술이 많이 출현하여 기존의 문제점이었던 부풀음 발생, 조인트 불량, 내구성 감소 등을 개선시켰으며, 콘크리트 구조물의 장기적인 내구성을 확보하는데 많은 기여를 하였다. 하지만 이러한 개선과 노력에도 불구하고 건설현장에서의 열악한 시공환경에 대한 전문적인 검사가 미비하여 이로 인한 많은 하자사례가 발생하고 있다. 특히 방수층 시공 시 바탕면에 대한 전처리 작업은 전적으로 수작업에 의하여 진행되기 때문에 콘크리트 바탕면의 레이턴스, 습기,

이물질 등을 완전히 제거하지 못한 채 시공되어 방수층의 들뜸 등으로 인한 장기적인 누수 안전성을 확보하지 못하고 있다. 또한 지하 환경이나 우천 시에 따른 습윤 환경하에 있는 구조물은 방수 바탕면을 건조 시킨 후 시공해야 하는 어려움으로 공기가 지연되거나 공사비의 증가로 이어지고, 구조물의 거동과 부동침하에 대해 유연하게 대응하지 못하여 방수층이 파손되어 구조물에 치명적인 영향을 주고 있다.

이에 본 연구에서는 이러한 문제점을 보완할 수 있는 새로운 방수개념을 도입한 점착형 도막·시트 일체형 방수재(이하 '점착시트라' 칭한다)를 이용한 비노출용 복합방수공법의 특성을 분석하고, 성능평가를 실시하여 구조물의 내구성과 사용자의 안전성을 향상시키는데 기여하고자 한다.



사진 1. 방수층의 부풀음 (Air Pocket)

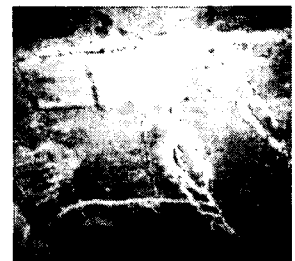


사진 2. 구조물 거동으로 인한 누수발생

\* 서울산업대학교 주택대학원 석사과정, 정회원

\*\* 서울산업대학교 주택대학원 석사과정, 정회원

\*\*\* 서울산업대학교 주택대학원 석사과정, 정회원

\*\*\*\* 서울산업대학교 건축학부 교수, 정회원

## 2. 기술의 특성

본 기술은 <그림 1>과 같이 점착형 아스팔트겔과 고밀도 폴리에틸렌(HDPE)로 코팅된 개량아스팔트 시트를 공장에서 일체화 생산한다.



그림 1. 점착시트의 구성도

일체화 생산된 점착시트는 지하구조물과 같이 습한 환경에서도 상시 시공이 가능하며, 구조물 거동에 따른 균열에 대하여 점착형 아스팔트겔의 유동성에 따라 적절한 대응을 함으로써 방수층의 파손에 의한 누수를 최소화할 수 있도록 계획하였다. 또한 복합방수공법에도 불구하고 재료의 일체화 시공에 따른 공법의 단일화와 기존 아스팔트 방수공법의 시공방법인 토치나 열공법을 사용하지 않고 자착식 방수공법처럼 시공되기 때문에 작업자의 안전성 확보 및 공기단축 효과를 기대할 수 있도록 계획하였다.

## 3. 시험 항목 및 결과

점착시트의 시험 평가 항목은 다음 <표 1>과 같다.

표 1. 시험 항목 및 목적

시험 항목	시험 목적	
기본 물성 평가	인장·인열 성능	점착시트의 파단 및 찢김에 대한 저항 성능을 평가.
	내음폭페임	비노출 방수층을 보호하기 위한 누름 콘크리트나 각종 중량물 설치 등에 따른 지속적인 하중에 관한 방수층의 저항 성능을 평가.
	내충격 시험	외부에서 작용하는 힘에 대하여 점착시트 표층의 손상정도를 관찰하고, 물리적 저항성이 있는지를 평가.
내피로 성능	구조물의 거동 및 진동으로부터 방수층의 찢김 손상 혹은 들뜸이 발생하는가의 여부를 평가.	
자가 치유성	투수압	지하·육상 구조물에서 발생할 수 있는 예기치 못한 상황들로 인한 시트의 파손 시 점착형 아스팔트겔의 자가치유성을 평가.
	정수압	
부착 성능	지하 방수공사를 고려하여 건조상태와 습윤상태에 대한 점착시트의 부착성을 비교 평가.	

### 3.1 인장·인열 성능

인장 시험은 KS F 4917에 준하여 온도  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ , 습도  $65 \pm 20\%$ 의 환경 하에 길이방향  $200 \times 50\text{mm}$ , 나비방향  $50 \times 200\text{mm}$ 의 인장시험체를 U.T.M 시험기기를 이용하여 몰림간 거리  $100\text{mm}$ 로 하고 인장 속도  $100\text{mm/min}$ 로 시험 한다.

인열시험 또한 길이방향  $100 \times 50\text{mm}$ , 나비방향  $50 \times 100\text{mm}$ 의 시험체를 몰림간격  $50\text{mm}$ 로 하여 인장속도  $100\text{mm/min}$ 로 U.T.M 시험기기를 이용하여 시험 한다.

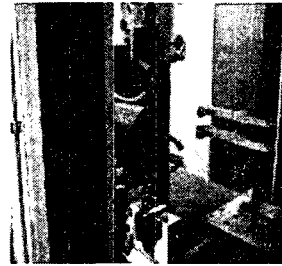


사진 3. 인장 시험 현황



사진 4. 인열 시험 현황

본 시험 결과 인장강도는 길이방향  $106.84\text{N/cm}$ , 신장률  $69.72\%$ , 나비방향  $154.8\text{N/cm}$ , 신장률  $53.59\%$ 로 <그림 2>와 같이 양방향 모두 성능기준( $50\text{N/cm} \cdot 15\%$  이상)을 만족하였다. 인열강도 또한 <그림 3>과 같이 길이방향  $28.4\text{N}$ , 나비방향  $33.6\text{N}$ 으로 양방향 모두 성능 기준( $20\text{N}$  이상)을 만족하였으므로 현장적용 시 방수층 파단 및 찢김에 대한 저항 성능을 충분히 발휘할 것으로 판단된다.

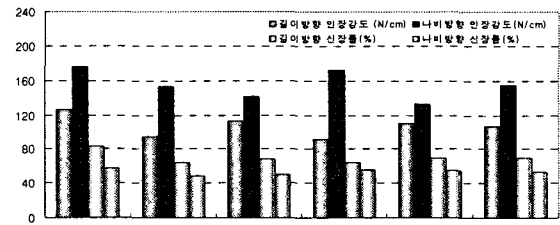


그림 2. 인장강도 및 신장률 시험 결과

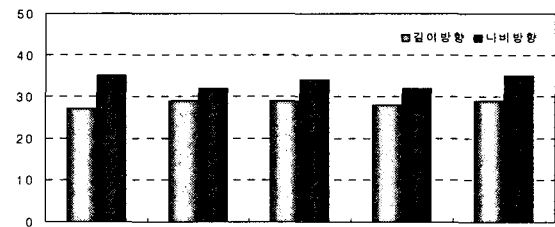


그림 3. 인열 시험 결과

### 3.2 내음폭페임

본 시험은 KS F 4917에 준하여 점착시트를 콘크리트 평판의 평활면 위에 놓고  $\varnothing 11.3\text{mm}$ 의 강제 원기둥이 설치된 질량  $9\text{kg}$ 의 강제 원판 내음폭페임 시험기구를 <사진 5>와 같이 24시간 정지한 후, 시험 기구를 제거하고 관통한 구멍의 유무를 관찰 한다.



사진 5. 내충격 시험 현황

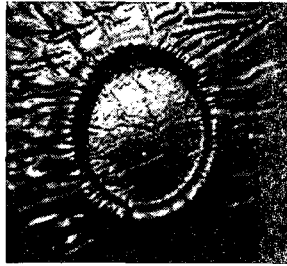


사진 6. 시험 후 표면 상태

본 시험결과 지속적인 하중에 의해서 점착시트의 바탕면이 움푹 들어가는 현상은 발생되었으나, 광학현미경을 통해 관찰한 결과 직접적으로 뚫리는 현상은 발생되지 않았으므로 보호 콘크리트나 중량물 설치에 따른 국부하중에 대하여 적절한 저항 성능을 발휘할 것으로 판단된다.

### 3.3 내충격 시험

본 시험 방법은 콘크리트 평판의 평활면 위에 점착시트를 시공한 후 온도  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 에서 시험체를 1시간 이상 정지한 후, KS F 4935의 시험 방법에 준하여 모래 위 전면 지지 방법으로 수평하게 유지한 시험체 표면에 구형추 W2-1000(기호)을 <사진 7>과 같은 방법으로 높이 50cm에서 떨어뜨려 방수재의 구멍 뚫림, 균열, 잔갈림, 떨어져나감 유무를 육안으로 관찰한다. 이 시험은 1개의 시험체에 대하여 방수재 표면 위의 5cm 이상 떨어진 3곳에서 한다.

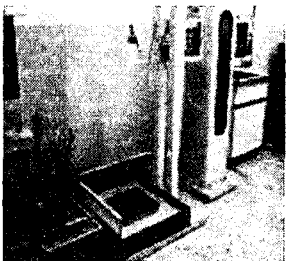


사진 7. 내충격 시험 현황

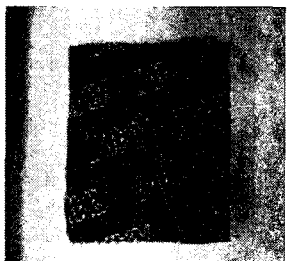


사진 8. 시험 후 표면 상태

본 시험 결과 <사진 8>에서 보여 지는 바와 같이 방수재의 표면에 구멍 뚫림, 균열, 잔갈림, 떨어져나감 등은 관찰되지 않았다. 이는 방수층의 시공 중 장비의 낙하와 같은 외부의 충격에도 어느 정도의 물리적 대응성을 발휘하여 방수층의 내구성을 향상시킬 것으로 판단된다.

### 3.4 내피로 성능

본 시험은 KS F 4917에 준하여 두께 8mm의 C.R.C(섬유강화판)판을 나비 120mm, 길이 400mm로 절단하고 그 뒷면을 중앙부에서 나비 방향으로 깊이 약 4mm 정도 홈을 판 것을 사용한다. 완성된 시험판 위에 점착시트를 시공한 후 온도  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 에서 0.5~2.5mm의 확대 축소를 2분에 1회의 비율로 200회 반복시킨 후 바탕판의 균열나비가 0.5mm가 되도록 한 다음 양생조 온도  $0 \pm 2^\circ\text{C}$ 로 설정하여 3시간 동안 방치한 후 같은 방법으로 400회 확대 축소를 실시한다.

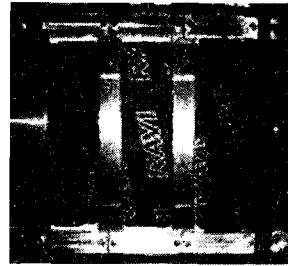


사진 9. 내피로 시험 현황

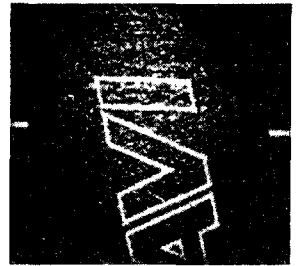


사진 10. 시험 후 상태

본 시험결과 <사진 10>과 같이 점착시트 바탕면에 잔갈림, 찢김 현상 등이 발생되지 않았으므로 현장적용 시 온도변화에 따른 수축·팽창 거동이나 균열 등에 대한 피로에 적절히 대응할 것으로 판단된다.

### 3.5 구조물 거동 대응성

본 시험은 <그림 4>와 같은 원형 시험체에 점착시트를 시공하고 <사진 11>과 같이 U.T.M 시험기에 설치한 후 챔버에 물을 채우고 상온( $20 \pm 3^\circ\text{C}$ )에서 거동폭을 5.0mm, 거동 속도 50 mm/min로 100회 반복 시험한 후 물을 빼내고 저온( $-10^\circ\text{C}$ )에서 같은 방법으로 시험한다. 그 후 시험체의 누수여부를 확인한 후 다시 물을 챔버 안에 채운 후 상온( $20 \pm 3^\circ\text{C}$ )상태에서 같은 방법으로 거동을 가한 후 시험체를 절단하여 누수 여부를 확인한다.

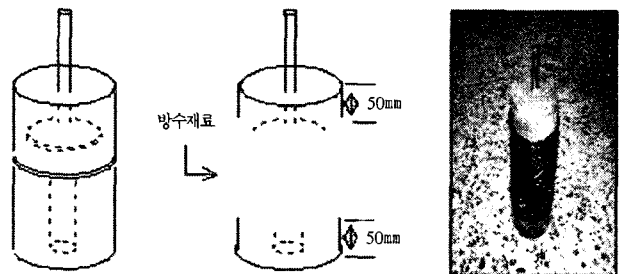


그림 4. 거동 시험편

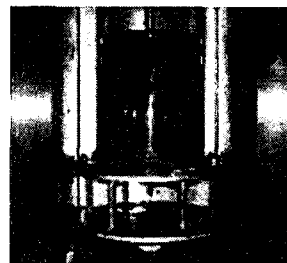


사진 11. 구조물 거동 시험 현황

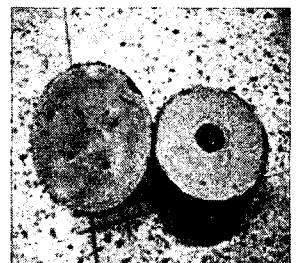


사진 12. 시험체 관찰

본 시험결과 <사진 12>와 같이 각 환경조건에서 거동 후 시험편을 절단하여 관찰한 결과 누수를 확인할 수 없었으므로 구조물의 거동에 의한 대응성을 충분히 발휘할 것으로 판단된다.

### 3.6 자가치유성

#### 3.6.1 투수압 조건

본 시험은 지하구조물 환경을 고려하여 계획하였으며 모르

타르 시험편 중앙부를  $\varnothing 4\text{mm}$ 로 1개소를 뚫은 다음, 8개소가 관통된 접착시트(1mm, 2mm, 3mm, 4mm, 5mm)를 각각 투수시험용 밀판에 실리콘으로 고정한 후 24시간 동안 물속에 침지 시킨다.

그 후 투수 시험 장치(Out-put)에 설치하여 0.3N/mm<sup>2</sup>의 수압으로 1시간 동안 가한 후 투수여부를 관찰하여 자가치유 성능을 확인한다.



사진 13. 투수 시험편

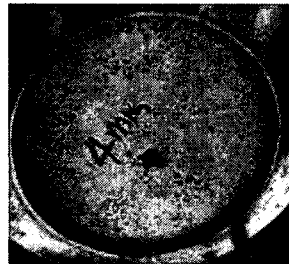


사진 14. 투수압 시험 현황

본 시험결과 <사진 14>와 같이 각 구경별 시험체에서 모두 투수되지 않음을 확인할 수 있었으므로 지하공사시 되메우기나 방수층의 충격 등으로 인한 접착 시트 층의 손상시 점착형 아스팔트 겔은 자가치유 성능을 적절히 발휘할 것으로 판단된다.

### 3.6.2 정수압 조건

본 시험은 옥상구조물 환경을 고려하여 <사진 16>과 같은 유리관으로 제작한 시험기기에  $\varnothing 100\text{mm}$  접착시트를 고정한 후 물을 1m 높이까지 채운다. 그 후 <사진 15>와 같이 시험편의 중앙부를 커터칼로 완전히 관통하도록 자르고, 물이 새어나오는지 확인한다.

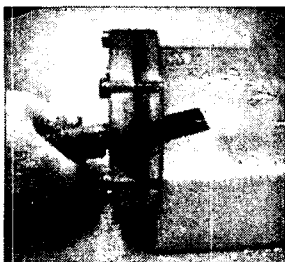


사진 15. 시험체 절단

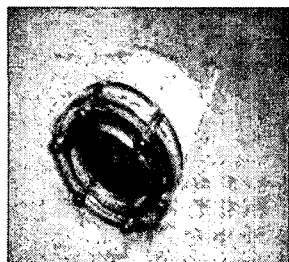


사진 16. 자가치유 시험 현황

본 시험결과 접착시트 절단 후 물방울이 새어나오다가 곧 멈추는 것을 확인할 수 있었으므로 투수압 상태와 마찬가지로 점착형 아스팔트 겔의 자가치유 능력을 확인할 수 있었다.

### 3.7 부착 성능

본 시험의 건조면 시험체는 70×70×20mm의 모르타르판을 사용하며, 시험체 건조바탕면에 접착시트를 부착시킨 후 168시간 상온 보관한다. 반면, 습윤면 시험체는 70×70×20mm의 모르타르판을 물에 침수 시켜 100%의 습윤상태를 만든 후 접착시트를 부착시키기 전에 물에서 꺼내어 모르타르판의 물기를 헹궈 등으로 제거하고 접착시트를 부착시킨다. 그 후 얇게 간 모래 위에 시험체의 아랫부분이 10mm 정도 물에 잠긴 상태로 168시간 동안 시험체를 수중 보관한다. 168시간 후 건조면 시

험체와 습윤면 시험체의 부착된 접착시트 위에 에폭시 본드를 사용하여 40×40mm의 강제 어태치먼트를 접착하고, 1시간 동안 표준 상태에 정지한 후 U.T.M 시험기기를 사용하여 10mm/min의 속도로 인장하여 부착 성능을 비교 평가한다.

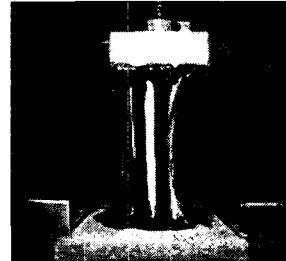


사진 17. 건조면 시험 현황

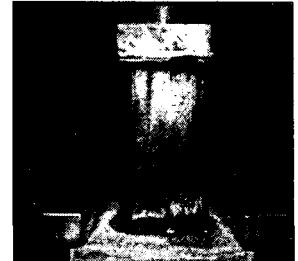


사진 18. 습윤면 시험 현황

본 시험결과 건조·습윤 환경 모두에서 비슷한 부착의 양상을 관찰할 수 있었으므로 현장적용 시 습윤환경에서도 충분한 부착성능을 발휘할 것으로 판단된다.

## 4. 결 론

본 연구는 점착형 도막·시트 일체형 방수재를 이용한 비노출용 복합방수공법을 시험 평가하여 검토하였는데, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째로, 기본 물성평가를 한 결과 비노출 방수시공 시 발생할 수 있는 여러 가지 물리적 상황으로 인한 찢김 등에 대하여 적절히 대응할 수 있을 것으로 판단된다.

둘째로, 콘크리트 바탕면의 합습량에 영향을 받지 않고 상시 시공이 가능하기 때문에 지하 구조물과 같은 습한 환경에서도 시공이 자유로울 것으로 판단된다.

셋째로, 자가치유 시험을 통한 접착시트의 성능을 평가한 결과 구조물 거동 시 시트층의 파손에 따른 누수를 점착형 아스팔트겔이 물과 반응하여 팽창함으로써 자가치유가 가능할 것으로 판단되며, 이에 2차적 보수비용 절감효과에 따른 경제적 파급효과도 예상된다.

## 참 고 문 헌

1. 한국 건설기술연구원, 건설기술 정보센터 방수 시공 종합 정보집
2. 오상근 외, 방수공사 핸드북, 대한미장협회
3. 오상근 외(주) 청우미디어, 건축 방수시스템의 설계와 시공.
4. 오상근 외, 실무자를 위한 방수공사 매뉴얼 도서출판 건설도서
5. 오상근, 지하콘크리트 구조물의 적정 방수공법 선정에 관한 평가 시스템 제안에 관한 연구
6. 이민석, 실무자를 위한 건설신기술 방수공법, 보성각