

# 건식방수공법의 현장적용 사례 연구

## A Study of the field application on fully Dry-process Waterproofing system

**윤 광 필\***  
Yoon, Kwang-Pil

**문 소 현\*\***  
Moon, So-Hyun

**장 진 호\*\*\***  
Jang, Jin-Ho

**장 성 주\*\*\*\***  
Jang, Sung-Ju

### Abstract

This study started to confirm and prove for the applicability of the dry-process waterproofing system to cover the defects of the wet-process waterproofing system according to weather circumstance, foundation condition and maintenance, etc.

This process has triple combined waterproofing system using asphalt sheet, metal sheet, engineering plastic film.

It is not influenced by the concrete's crack as the foundation of the roof according to the movement of the building because the waterproofing system is designed for maintaining good quality by absorbing the stress of contraction and expansion that is occurred by the variation of temperature.

All components used in this process can be recycled environmentally.

The superiority of this process proved and reconfirmed through with the investigation of about 130 fields, around 30,000㎡ for two years.

키 워 드 : 건식방수공법, 내풍압성, 경질 금속시트, 고분자 필름

Keywords : Dry-process Waterproofing system, Wind Load-Resisting, Rigid metal sheet, High molecular film

## 1. 서 론

1990년대 이후 우리나라의 경제발전과 더불어 세워진 많은 구조물이 아직 그 진가를 발휘하기도 전에 균열과 누수의 문제로 막대한 보수보강 비용이 투입되고, 건설구조물의 안전성 문제가 또다시 사회적으로 지적되고 있다.

이에 정부 차원에서는 건설구조물의 안전과 유지관리를 위한 관련 법규 제정 및 기관설립을 통하여, 구조물의 붕괴를 사전에 예방하기 위한 차원에서 시설물에 대한 안전 점검 및 보수보강 공사를 활발하게 시행하고 있다.

이와 같은 시설물의 보수보강의 문제점은 장기적 내구 수명 유지와 사용상의 안전성 확보 차원에서 이루어지는 것보다 건설 도중 또는 준공 후 불과 1~2년 사이에 아직 내구년수가 끝나지 않은 하자 보수 입장에서 이루어지고 있다는 점이다.

이러한 보수보강은 대부분 누수 균열에 대한 조치이며, 누수는 구조물의 이상 조짐을 가장 먼저 알려 주는 신호임과 동시에, 구조물의 철근 부식·콘크리트 성능저하, 주거 생활 및 시설물 사용상의 불편함을 주는 주범이기도 하다. 더구나 누수 하자에 따른 보수비용은 초기 시공비의 2~3배가 투입되면서도 완전한 보수가 어렵고 시간이 경과하면 재누수가 됨

으로서 또 다시 보수해야하는 반복적 시행착오가 발생되며, 이에 따른 사용 비용의 막대한 손실이 발생하고 있다.

방수공법은 대부분 단일재료를 사용한 방수공법의 기본적 메카니즘의 한계성 및 환경적인 영향으로 여타의 방수하자 요인들에 대해서 충분히 대응하는 방수재료 및 공법이 없었고, 특히 많은 방수하자 요인을 발생시키는 바탕 및 누름콘크리트의 거동에 대해 자유로운 공법의 개발이 요구되었다.

## 2. 기존 방수공법의 문제점

### 2.1 방수의 하자요인

콘크리트 구조물의 옥상은 외부 환경에 직접 노출되어 있는 가장 열악한 환경 조건으로 다양한 방수재료가 존재함에도 불구하고 실제 적용되는 것은 일부분에 국한되어 있다.

방수층 역시 최외피층으로써의 역할로 인하여 내구성 및 방수 품질의 지속성에 어려움을 가지고 있으며, 방수재료의 특성 뿐 만 아니라 바탕층 상태 및 외부환경요인에 따라 방수재의 성능이 결정된다. 여기에 바탕면의 함수율이 높으면 방수재가 바탕층에 부착되어 재료의 성능을 발휘하는 데 나쁜 영향을 끼쳐, 시공 후 기화되는 수증기 압력에 에어포켓(Air Pocket)이 생겨 사람들의 보행시 방수층의 찢김, 파단 등 다양한 문제가 발생한다.

또한 비노출공법에 의한 옥상방수는 누름층(보호층)이 외부환경에서 오는 외기온, 자외선, 산성비, 충격 등으로부터 방

\* (주)스페이스 기술연구소, 연구원

\*\* (주)스페이스 기술연구소장, 공학박사

\*\*\* (주)스페이스 기술이사, 공학박사

\*\*\*\* (주)스페이스 대표이사, 공학박사

수재를 보호해 주지만, 시간경과에 따라 누름층의 거동에 의한 방수층의 파단 사고, 추후 보수시 누름층을 철거해야 하는 어려움, 구배가 일정하게 잡히지 않으면 방수층이 항상 칩수된 상태 등 오히려 방수 성능저하의 요인이 되고 있다.

여기에 시공자가 방수공사의 중요성을 인식하지 못해서 일어나는 부실 공사의 우려가 높고 시간이 진행되면서 동결 및 팽창으로 인해 방수층의 바탕면 거동에 대한 대응력이 떨어짐으로써 방수하자가 발생한다.

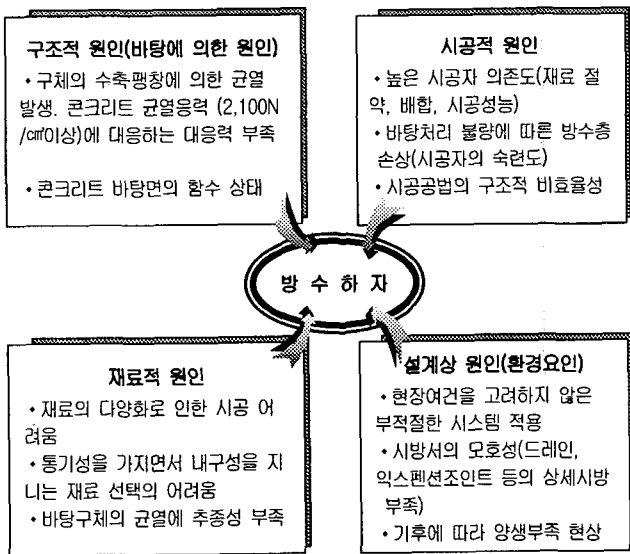


그림 1. 방수재의 하자요인

## 2.2 습식공법의 문제점

습식방수는 용제, 용매, 물과 같은 액체를 사용하는 공법을 말한다. 경화 후 완벽한 물성을 갖는 방수재료라도 습식공법은 다음과 같은 문제를 갖는다.

- 1) 기상조건의 영향 : 방수공사 시공 시 또는 경화 중에 눈, 비가 오면 방수층에 치명적인 영향을 미친다.
- 2) 경화시간의 오류 : 도막방수의 경우 충분한 경화시간을 부여하지 않고 후속공정이 진행되면 부풀림 등의 문제가 발생한다.
- 3) 바탕처리의 불량 : 청소와 결합부의 보수 없이 방수층이 시공되면 들뜸의 문제가 발생한다.
- 4) 배합비의 오류 : 습식방수재는 현장에서 배합을 하여 반응 또는 결합에 의해 경화가 되므로 정확한 배합비가 요구되나 재료혼합 시 침적에 의해 상층부와 하층부의 물성이 균일하기 어려우며, 실제로 국내뿐 아니라 선진국의 작업현장에서조차 저울을 이용한 중량의 확인이 드물다. 이러한 배합부주의로 인하여 반응 또는 결합하지 못한 잉여재료가 도포된 방수층의 부위는 내구성 저하, 양생의 불량과 같은 문제가 발생한다.

- 5) 불균일한 도막두께 : 숙련도가 높은 방수공의 경우에도 균일한 도막두께를 형성하기는 어렵다. 국부적으로 평탄치 못하여 패이거나 돌출된 부위의 품질이 저하되는 것은 분명한 사실이다.
- 6) 바탕면의 함수 : 바탕면이 수분을 함유한 상태에서 방수층이 형성된 경우 수분이 증기압에 의해 방수층이 부풀려지는 Air Pocket이 발생한다.
- 7) 구체의 균열발생 : 콘크리트, 데크플레이트, 폴리우레탄보드, 금속판넬 등의 구체가 수축, 팽창에 의한 균열발생으로 도막층이 파단된다.
- 8) 통기성의 부족 : 도막층은 내투수성뿐만 아니라 통기성이 없기 때문에 부풀림이 발생한다.
- 9) 동결기 시공 불가 : 습식방수재는 거의 물이나 용제, 용매가 함유되어 있기 때문에 5℃이하의 기온에서는 양생이 어렵고 정상적인 경화반응에 영향을 미치게 된다. 이 기준에 의하면 서울의 경우 11월~3월까지 약 5개월과 장마철 1개월을 합쳐 일년 중 약 6개월 동안은 방수공사를 할 수 없게 되며 시공 시 하자의 소지를 가진다.

## 2.3 절연형 시트공법의 문제점

바탕면과 절연을 시키는 시트공법은 연질재료를 사용하므로 다음과 같은 문제를 갖는다.

- 1) 접합부(joint) 파괴 : 시트공법의 가장 취약한 점이 접합부가 생기는 점이다. 온도 변화에 의한 수축 팽창과 구체의 거동으로 시트이음부에 하중이 집중되고 재료의 다양화로 재질 상호간의 열팽창계수가 다르기 때문에 접합부의 파단 및 손상이 발생한다.
- 2) 내풍압성의 부족 : 대개의 시트공법은 바탕면의 거동과 별도로 움직이는 절연형이므로 습식공법과 같은 밀착형에 비해서 풍하중에 취약하다. 적절한 내풍압성을 고려한 공법의 설계가 필수적이다.
- 3) 방수층의 손상 : 연질재료의 시트는 여름과 겨울을 지나면서 온도의 변화에 따른 팽창수축의 반복과 열, 자외선, 산 등의 인자에 의해서 열화된다. 또한, 열화로 인해 탄성을 잃은 시트가 팽창 후 원상태로의 수축이 이뤄지지 않고 늘어나서 주름이 지는 현상이 발생한다.
- 4) 유지·보수의 어려움 : 시트공법은 조인트 및 기타부위의 하자발생 시 부분적인 보수가 용이하지 않다. 1차적으로 사용자에 의한 유지관리(maintenance)가 쉬워야 하고, 보수가 간단해야 한다.

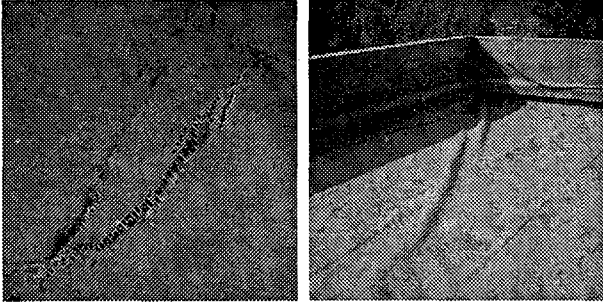


그림 2. 연질시트의 하자발생

### 3. 건식방수공법

앞에서 서술한 바와 같이 현재까지의 방수공법의 문제점을 보완하여 내구성이 우수한 방수공법을 개발하고자 하였다.

#### 3.1 공법의 특성

- 1) 조립식의 건식공법으로 양생, 경화시간이 필요없다.
- 2) 바탕층의 상태, 날씨의 영향 등에 물성이 좌우되는 현상이 발생되지 않는다.(동절기 시공 가능)
- 3) 콘크리트의 거동과 상관없는 절연공법이며, 조인트부분이 수축, 팽창에 의한 하중의 흡수하도록 설계되었다.
- 4) 전문인력(방수공)이 불필요하다.
- 5) 공장생산물제 품이므로 재료의 품질 차이가 없다.
- 6) 사용재료의 리사이클이 가능한 친환경 공법이다.
- 7) 시공에 소음, 분진, 냄새 등의 발생이 없고, 폐기물발생이 거의 없다.

#### 3.2 재료의 특성

공법적인 특성을 나타내기 위해 내구성이 우수하고 현장에서의 조립이 가능한 건식재료를 사용하였다.

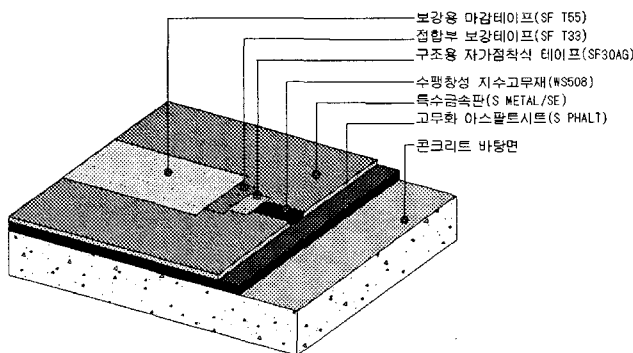


그림 3. 건식공법의 모식도

#### 1) 바탕처리용 시트

기존의 방수층 제거, 바탕층 정리 등의 방수층 설치 전 작업을 모두 생략(균열 보수나 기존 방수층 철거 작업 없음)하고 단순히 구배처리한 후 단면 접착 고무화 아스팔트시트를 특수금속판 하부에 접착시켜 바탕용 시트로 사용하였다.

#### 2) 고분자필름을 적층한 경질금속시트

구조물의 최종 마감 재료로 사용되는 방수재는 환경에 대한 내후성을 포함한 내구성 뿐 만 아니라 선진국에서는 내화성능/방화성능을 엄격하게 요구하기 때문에 외장재료로 사용되는 제품 중 건축물의 내외장재료가 갖춰야 할 물성을 모두 만족시키는 폴리에스터계 필름을 이용하여 방수층 뿐 만 아니라 보호층까지 공장생산을 시도하게 되었다. 본 연구실 및 외부 공인 시험기관에서 진행된 폴리에스터계 필름의 물성 시험결과 산성비, 자외선 등의 외부환경적인 영향에 대한 내후성, 내식성, 내약품성 그리고 내화성능이 우수하였다.

고분자 필름을 라미네이트한 특수금속판을 이용하여 완벽한 방수 성능 및 방식성능을 가질 수 있도록 설계되었다. 특수 금속판의 부식방지를 위해, 금속판 위에 아연도금, 에폭시 코팅, 그리고 고분자 필름을 라미네이트 하여 부식에 대한 문제를 해결하였으며, 경질시트 접합부만 현장에서 조립함으로써 지금까지의 피할 수 없었던 무기 도막이나 유기 도막에 따른 습식재료의 시공하자 발생 가능성 자체를 차단하였다.

#### 3) 접합부

특수금속판의 접합은 구조체 및 방수층의 열팽창성에 대응하는 접합부를 만들기 위한 연구를 중점적으로 하였다. 특수 금속판의 열팽창에 대한 거동을 흡수하기 위해 특수 금속판과 특수 금속판사이에 누수 및 외부충격에 대응하기 위하여 수팽창성지수고무재를 끼워 넣고 아크릴, 폴리에틸렌 등의 소재로 만든 두께가 있는 구조용 폼테이프를 접착 이음하여 특수 금속판의 신축팽창시 움직임을 흡수하도록 설계하였다.

수팽창성지수고무는 외부충격에 대해 접합부의 형태 안정성 및 충격보호, 특수금속판의 팽창에 대한 충격 완화재 역할을 할 뿐 아니라 외부충격에 의한 필름파손으로 인한 누수시 물과 만나면 팽창하는 성질을 이용하여 누수를 흡수하여 누수를 차단하도록 설계하였다.

유연한 특성을 갖는 구조용 폼테이프는 아크릴을 기재로 하여 고강도인 특수금속판과 특수금속판을 시켜 수축팽창을 제어할 뿐 아니라 보호하는 역할과, 외부 충격에 대해 두께가 있는 폼테이프의 특수한 자체 복원력으로 공극을 메워 누수를 차단하는 효과를 갖도록 하였다.

이들 재료의 성능은 온도 반복시험기에 의하여 성능을 평가하였으며, 접합부는 구조용 폼테이프, 경질시트 라미네이트 재료인 폴리에스터 필름 양면테이프, 폴리에스터 필름 (단면) 테이프로 3중 처리하였다. 이러한 접합의 다중 처리방법은 물의 침입 경로를 길게 함으로써 누수 차단의 효과를 높였다.

#### 3.3 접합부 문제점의 해결

고분자 필름은 인장강도 18,000~24,000N/cm<sup>2</sup>로 금속과 유사한 인장강도를 갖는 엔지니어링 플라스틱(engineering plastic) 필름으로 열팽창성능 또한 일반 콘크리트 구조물, 경질금속판과 유사한 열팽창 특성을 보이고 있어 재료적인 측면과 구조적인 측면 모두 안정적이다.

재료들이 가지는 열팽창 특성은 콘크리트 구조물에 사용되는 일반 콘크리트를 비롯하여 경량콘크리트의 경우까지 모두

온도변화에 따라 1~2mm/3m의 변화를 보이고 있으며, 스틸(steel, 강재)의 경우도 유사한 열팽창률을 보이고 있다. 하지만 다른 공법에 사용되고 있는 폴리우레탄, EVA 시트, 폴리에틸렌, 폴리아미드, 아스팔트 시트 등을 비교하여 보면 열팽창율이 9~13mm/3m 정도로 콘크리트나 스틸(steel)보다 약 9~13배의 큰 팽창율을 보이고 있어 온도변화에 따른 구조적 안정성 확보가 대단히 어려운 것을 알 수 있다.<sup>2)</sup>

| Material                      | Change in length(mm/3m)                                                                                                                                           |   |   |    |    |    |                          |    |    |    |    |  |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----|----|----|--------------------------|----|----|----|----|--|
|                               | Temperature (30% change)                                                                                                                                          |   |   |    |    |    | Moisture (dry-saturated) |    |    |    |    |  |
|                               | 1                                                                                                                                                                 | 5 | 9 | 13 | 17 | 21 | 25                       | 29 | 33 | 37 | 41 |  |
| Metals                        | Aluminum and alloys                                                                                                                                               |   |   |    |    |    |                          |    |    |    |    |  |
|                               | Brass                                                                                                                                                             |   |   |    |    |    |                          |    |    |    |    |  |
|                               | Copper                                                                                                                                                            |   |   |    |    |    |                          |    |    |    |    |  |
|                               | Steel - mild<br>- stainless                                                                                                                                       |   |   |    |    |    |                          |    |    |    |    |  |
| Stone<br>Insulated            | Granite                                                                                                                                                           |   |   |    |    |    |                          |    |    |    |    |  |
|                               | Limestone                                                                                                                                                         |   |   |    |    |    |                          |    |    |    |    |  |
|                               | Sandstone                                                                                                                                                         |   |   |    |    |    |                          |    |    |    |    |  |
|                               | Common stone                                                                                                                                                      |   |   |    |    |    |                          |    |    |    |    |  |
| Brickwork<br>and<br>blockwork | Concrete<br>- dense aggregate<br>- lightweight                                                                                                                    |   |   |    |    |    |                          |    |    |    |    |  |
|                               | Clay and shale                                                                                                                                                    |   |   |    |    |    |                          |    |    |    |    |  |
|                               | Asbestos cement<br>concrete blocks - reinforced<br>concrete blocks - dense aggregate<br>concrete blocks - dense aggregate<br>- lightweight<br>- extra lightweight |   |   |    |    |    |                          |    |    |    |    |  |
|                               | Glass reinforced concrete<br>- reinforced<br>- extra lightweight                                                                                                  |   |   |    |    |    |                          |    |    |    |    |  |
| Composites                    | Mortar and fine concrete                                                                                                                                          |   |   |    |    |    |                          |    |    |    |    |  |
|                               | Plaster - masonry<br>- sanded                                                                                                                                     |   |   |    |    |    |                          |    |    |    |    |  |
|                               | Fiberglass - woven<br>- glass<br>- fiber                                                                                                                          |   |   |    |    |    |                          |    |    |    |    |  |
|                               | Plan, lined and organic<br>foamed cellular                                                                                                                        |   |   |    |    |    |                          |    |    |    |    |  |
| Glass                         | Asphalt                                                                                                                                                           |   |   |    |    |    |                          |    |    |    |    |  |
|                               | Asphalt                                                                                                                                                           |   |   |    |    |    |                          |    |    |    |    |  |
|                               | Fiberglass                                                                                                                                                        |   |   |    |    |    |                          |    |    |    |    |  |
|                               | Thermoplastics - PVCs                                                                                                                                             |   |   |    |    |    |                          |    |    |    |    |  |
| Rubber and<br>elastics        | Phenolic - wood<br>- laminated<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood  |   |   |    |    |    |                          |    |    |    |    |  |
|                               | Phenolic - wood<br>- laminated<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood               |   |   |    |    |    |                          |    |    |    |    |  |
|                               | Phenolic - wood<br>- laminated<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood               |   |   |    |    |    |                          |    |    |    |    |  |
|                               | Phenolic - wood<br>- laminated<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood               |   |   |    |    |    |                          |    |    |    |    |  |
|                               | Phenolic - wood<br>- laminated<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood               |   |   |    |    |    |                          |    |    |    |    |  |
|                               | Phenolic - wood<br>- laminated<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood               |   |   |    |    |    |                          |    |    |    |    |  |
|                               | Phenolic - wood<br>- laminated<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood               |   |   |    |    |    |                          |    |    |    |    |  |
|                               | Phenolic - wood<br>- laminated<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood               |   |   |    |    |    |                          |    |    |    |    |  |
|                               | Phenolic - wood<br>- laminated<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood               |   |   |    |    |    |                          |    |    |    |    |  |
|                               | Phenolic - wood<br>- laminated<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood               |   |   |    |    |    |                          |    |    |    |    |  |
|                               | Phenolic - wood<br>- laminated<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood               |   |   |    |    |    |                          |    |    |    |    |  |
|                               | Phenolic - wood<br>- laminated<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood<br>- plywood               |   |   |    |    |    |                          |    |    |    |    |  |
| Wood and wood<br>laminates    | Softwoods - with grain<br>- across grain<br>- tangential<br>- radial                                                                                              |   |   |    |    |    |                          |    |    |    |    |  |
|                               | Hardwoods - with grain<br>- across grain<br>- tangential<br>- radial                                                                                              |   |   |    |    |    |                          |    |    |    |    |  |
|                               | Plywoods - with grain<br>- across grain<br>- tangential<br>- radial                                                                                               |   |   |    |    |    |                          |    |    |    |    |  |
|                               | Laminates - with grain<br>- across grain                                                                                                                          |   |   |    |    |    |                          |    |    |    |    |  |

그림 4. 재료의 열팽창계수

이러한 온도에 대한 변화는 1일 최대 20℃정도이나 연간최대 100℃로 보고 1회 1일의 온도변화로 산정하여 피로반복시험을 하고자 하였다. 따라서 인조피혁 등의 반복시험기를 모델링하여, 온도에 의한 변위발생 하중과 최대 변위량을 고정 가능한 피로 반복시험 기기를 제작 하였다.

피로 반복시험기는 접합부가 파괴되지는 않지만 계속적인 반복 하중에 의해 팽창하고 이에 따라 전체적인 방수층의 코너 부위 밀림 현상 등을 미리 파악할 수 있다. 왕복 4mm의 변위치를 고정하여 반복 피로 시험한 결과 무기도막을 이용한 여타 방수층의 경우 1,000회 반복응력에 대하여 접합부의 이음부분의 무기도막재료가 파손되거나 본 공법의 경우 4,000회까지의 시험결과 고분자 필름의 파손 현상은 발견할 수 없었다.

실험은 기존 공법과 같이 금속시트에 무기질계 도막을 적용한 것과 특수금속판을 이용하여 5×30cm 크기로 시험편을 제작하였다. 재령 28일 후 반복 피로 시험을 하였으며, 보다 빠른 촉진시험 방법으로 저온 챔버를 이용하여 -30~80℃(110℃차이)로 저온과 고온 반복(50cycle) 후, 대기 중에 24시간 방치 후 피로 반복시험을 하였다

반복 피로시험 결과 본 공법의 경우 온도에 의한 내구성능 저하를 강제한 후 시험시편에서도 물성의 변화가 거의 없었으며, 시험 후 시편을 방치해 두면 초기 시편과 동일하게 원형회복을 하였다.

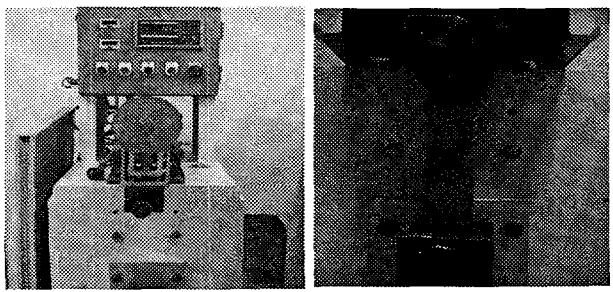


그림 6. 반복 피로시험기

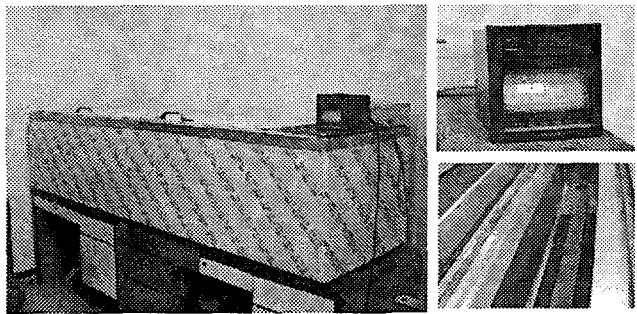


그림 5. 냉온반복시험기

냉온 반복을 통한 온도 변화에 대해 안정적인 내구성을 갖기 위해 방수층이 갖추어야 할 내력 기준인 1,500~1,700N의 하중을 받을 때 변위를 인장 시험기를 통하여 측정하였다. 시험결과 시험편의 재료의 종류에 따라 약간씩 다른 변위 차이를 보이고 있으나 평균 1.1mm의 변위차이를 보이고 있었다.

표 1. 마감에 따른 반복 피로 시험결과(cycle)

| 재령조건           | 시편종류 | 건식방수공법   | 무기도막층을 시공한 복합방수 공법 |
|----------------|------|----------|--------------------|
| 재령 28일         |      | 4000회 양호 | 1025회 파단           |
| 재령 35일         |      | 4000회 양호 | 980회 파단            |
| 온도피로 50cycle 후 |      | 4000회 양호 | 980회 파단            |
| 피로 후 투수시험      |      | 투수안됨     | 투수됨                |

<표1>에서 알 수 있듯이 반복피로 시험결과 본 건식공법 기존 복합공법보다 4배 이상 반복하중에 대한 저항성을 보여 주고 있다. 기존공법의 경우 전체적인 접합부의 파괴보다는 접합부 보호층 끝단의 무기도막재 균열에 의한 파괴를 보였으며 본 공법의 경우 접합부 테이프가 밀리는 변형발생은 발생하였지만 피로 후 투수시험결과 투수발생이 전혀 없었다.

### 3.4 내풍압성의 확보

절연공법은 풍하중에 대한 설계가 필수적으로 검토되어야 한다.

바탕면과 일체화 되어있지 않은 상태에서 여름철 발생하는 태풍과 같은 강풍에 방수층이 손상되거나 그 탈락방수층으로 인한 인명, 재산의 피해를 사전에 제거해야한다.

다음은 본 공법에 적용된 풍하중에 대한 설계이다.(단, 파라펫이 없는 경우).

외장재 설계용 풍하중( $W_c$ )은 다음 식에 따른다.(4)

$$W_c = p_c \cdot A$$

여기서,  $p_c$  : 외장재 설계용 설계풍압(kgf/m<sup>2</sup>)

$A$  : 유효수압면적(m<sup>2</sup>)

외장재 설계 풍압은 다음 각각의 구분에 따라 산정한다.

- a. 지붕면의 평균높이 20m 이상 건축물의 정압인 외벽

$$p_c = q_z(GC_{pe} - GC_{pi})$$

- b. 지붕면의 평균높이 20m 이상 건축물의 부압인 외벽 및 지붕면

$$p_c = q_h(GC_{pe} - GC_{pi})$$

- c. 지붕면의 평균높이 20m 미만인 건축물 외벽 및 지붕면( $q_h$ 는 노풍도C의 설계속도압)

$$p_c = q_h(GC_{pe} - GC_{pi})$$

여기서,  $q_h$  : 지붕면의 평균높이 h에 대한 설계속도압 (kgf/m<sup>2</sup>)

$q_z$  : 지표면에서 임의높이 Z에 대한 설계속도압 (kgf/m<sup>2</sup>)

$GC_{pe}$  : 외장재 설계용 가스트 외압계수

$GC_{pi}$  : 외장재 설계용 가스트 내압계수

건축물 하중기준 제7조에 의해 지역별 기본풍속을 국내최대 45m/sec로 설정하여 설계속도압을 산출하면,

표 2. 기본풍속에 따른 설계속도압

| 건축물<br>높이(m) | 기본풍속(m/s) 및 노풍도 (kgf/m <sup>2</sup> ) |      |      |      |      |
|--------------|---------------------------------------|------|------|------|------|
|              | 35/A                                  | 35/B | 35/C | 40/C | 45/C |
| 0            | 0                                     | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 10           | 31                                    | 60   | 96   | 126  | 159  |
| 20           | 50                                    | 82   | 117  | 153  | 194  |
| 30           | 65                                    | 98   | 132  | 172  | 218  |
| 40           | 79                                    | 112  | 143  | 187  | 237  |
| 50           | 91                                    | 123  | 153  | 199  | 252  |
| 60           | 103                                   | 134  | 161  | 210  | 266  |
| 70           | 114                                   | 143  | 168  | 219  | 278  |
| 80           | 125                                   | 152  | 174  | 228  | 288  |
| 90           | 135                                   | 160  | 180  | 236  | 298  |
| 100          | 145                                   | 168  | 186  | 243  | 307  |
| 150          | 190                                   | 201  | 209  | 273  | 345  |
| 200          | 230                                   | 228  | 227  | 296  | 375  |

※ 노풍도(가스트영향계수)

지표면과 구조물의 위치에 따라서 A, B, C, D로 구분됨.

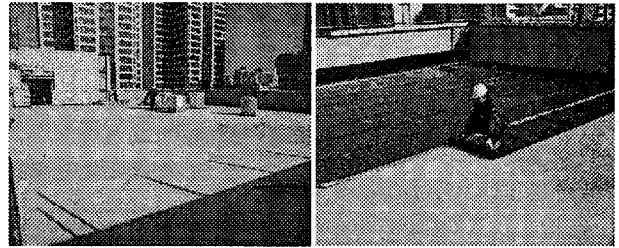
<표2>와 같이 고도에 따른 방수층의 설계하중에 의해서 해당 설치해야하는 고정못의 개수를 산출할 수 있다.

본 공법에 사용되는 고정못의 인발강도는 평균 92.6kgf이므로 기본풍속 45m/s의 지역에서 높이 20m의 파라펫이 없는 옥상에 방수층이 시공된다면 최소 2.72ea/m<sup>2</sup>의 고정못을 사용해야 한다.

## 4. 건식방수공법의 현장적용

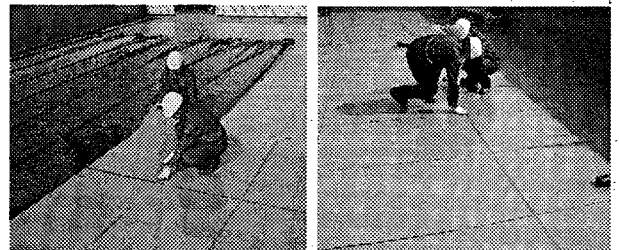
### 4.1 현장시공

본 공법은 조립식으로 공장의 정형화된 생산제품을 현장에서 설치할 하므로 초보자도 쉽게 시공을 할 수 있고, 배합과 도포에서 오는 불균일한 품질에서 발생하는 하자의 발생이 없으며, 시공 시 조인트의 불량률이 육안으로 확인되는 시스템으로 시공 후 하자의 발생을 최소화하였다.



1. 재료 적치 및 바탕 정리

2. 방식특수시트 시공



3. 특수금속판 시공

4. 수팽창성 지수고무 시공



5. 조인트접착 테이프 시공

6. 시공 완료

그림 7. 건식공법의 시공

### 4.2 현장시공 후 점검결과

2003년 4월부터 현재까지 약 2년간 시공된 약130개의 현장(과천정부종합청사外)에 대한 점검결과 누수의 발생 및 고된 사례는 없다.

표 3. 현장조사 결과(130개현장)

| 하자종류   | 발생(개소) | 비고                      |
|--------|--------|-------------------------|
| 누수     | 없음     |                         |
| 조인트 파손 | 3      | 중량물 이동으로 조인트파손          |
| 방수층 파손 | 2      | 중량물 이동흔적, 찍힘 및 균열 발생    |
| 부식     | 없음     |                         |
| 마감불량   | 5      | 조인트 테이프 시공불량 및 드레인 처리불량 |
| 기타     | 6      | 조인트테이프 내 이물질            |

※ 조사기간 : 2005년2월-3월

현장조사 결과 누수의 발생은 전혀 없고, 방수층과 조인트의 파손된 개소는 발생하였으나 표면적인 균열과 찍힘 흔적으로 파악되어 방수층은 이상없었다. 이러한 원인은 방수공사 후 에어컨 실외기설치 등의 작업 시 중량물의 강제 이동에 의한 파손으로 확인되었으며, 조인트테이프의 간단한 시공으로 보수되었다.

또한 시공 시 조인트테이프와 드레인의 처리불량이 조사되었으며 조인트테이프 시공 시 이물질의 유입이 조사되었다. 이러한 요소는 방수의 품질에 영향을 미치지 않지만 외관불량이므로 보수처리 하였다.

## 5. 결 론

본 연구는 세계 최초로 개발된 건식방수공법의 설계와 시공사례, 현장점검을 통해 건축물의 장기적인 수명유지 및 연장에 중요한 분야로 대두되고 있는 방수산업의 발전방향을 모색하고 향후 대체 공법의 개발에 비전을 제시하였다.

- 1) 습식방수공법은 시공 시 비, 눈, 콘크리트의 함수, 양생조건, 온도 등 다양한 환경에 의한 영향이 방수층 품질을 좌우하지만, 건식방수공법은 균일한 품질의 정형화된 재료를 현장조립식으로 시공하므로 환경에 의한 방수층의 불량발생이 없다.
- 2) 본 공법에 사용된 재료와 폐기물은 모두 리사이클이 가능하고 습식공법에서 발생하는 배합폐기물의 발생이 전혀 없는 친환경방수공법이다.
- 3) 구조물의 거동과 재료의 수축팽창에 대한 조인트 및 방수층의 안정성을 반복 피로시험과 110℃의 온도편차로 50cycle 반복하여 내구성을 시험한 결과 우수한 결과를 나타냈으며, 이러한 피로에도 방수의 성능은 이상없었다.
- 4) 2003년 4월부터 현재까지 약 2년간 130여개의 현장에 대한 누수 및 하자점검 결과 누수의 발생, 내구성의 문제 발생은 없었다.

- 5) 본 공법은 건축구조물의 수명연장과 더불어 하자의 발생 없이 방수층의 수명을 향상시킬 수 있으며, 장기적인 내구성을 갖는 고효율의 공법이다.

## 참 고 문 헌

1. 장성주, 「경질금속시트를 이용한 복합방수공법의 개발 및 적용에 관한 연구」, 2002
2. Lyall Addleson, Lolin Rice 「Performance of Materials in Buildings: A Study of the Principles and Agencies of Change」, 1994
3. 건설교통부, 「건축공사 표준시방서」, 2001
4. 대한건축학회, 「건축물 하중기준 및 해설」, 2000
5. ANSI/ASCE(American Society of Civil Engineers, 「Minimum Design Loads for Buildings for other Structures」, 1996