

# 아스팔트 방수공법의 시공성 및 작업안전성 개선을 위한 열순환 방식의 고압 분사장치 적용에 관한 실험적 연구

## An Experimental Study on the Application for High Pressure Spray by Heat Cycle Type Equipment to Improve Work Safety and Workability of Asphalt Water Proofing method.

정창표\* 송제영\*\* 이선규\*\*\* 오상근\*\*\*\*  
Chung, Chang Pyo Song, Je Young Lee, Sun Kyu Oh, Sang-Keun

### Abstract

Asphalt waterproofing method has a long history over 80years since introduce to domestic market. This method has a good point as high water proofing not permeable to water by material performance of bitumen. In spite of high waterproofing, the application has become decreased. This asphalt method has some problem such as work safety, low workability by complicated work process, environmental problem in job site, it should be solve by complementary measures.

Therefore, in this paper, suggest the principle of high pressure spray by heat cycle type equipment by analysis of exist problem and materials investigation. And, study and examine the spray type degeneration rubberized asphalt membrane materials to adopt job site. Moreover, suggest the evidence by inspection about waterproofing performance by Korean Industrial Standard through the performance test of the spray type degeneration rubberized asphalt membrane materials.

키 워 드 : 역청질, 열순환 방식, 고압 분사장치, 변성 고무 아스팔트 도막방수재  
Keywords : Bitumen, Heat cycle type, High pressure spray, Degeneration rubberized asphalt membrane materials.

### 1. 연구배경 및 목적

아스팔트 방수는 국내로 도입 된지 80년이 넘는 긴 역사를 가지고 있는 방수공법으로 물이 스며들지 않게 하는 역청질의 재료적 특성으로 방수성이 우수한 장점을 갖고 있다.

그러나 이러한 우수한 방수성능에 반하여, 방수공사 현장 시공에 있어 많은 문제점이 제기되고 있다.

첫째, 작업자의 안전성에 대한 문제점으로 아스팔트 방수제는 약 220℃의 고열을 이용하여 용융가마에서 액상상태로 끓여 용융된 아스팔트를 용기에 담아 일일이 시공자가 작은 국자로 방수구획에 따라 시공하는 재래식 시공방법이 사용되기 때문에 작업자의 안전(화상)에 대한 위험과 인화성 물질이 많은 현장 여건(기름탱크, 신너, 톨루엔 등)으로 화재가 발생하여 자칫 대형사고로까지 이어 질 수 있는 가능성을 항시 내포

하고 있다.

둘째, 복잡한 공정으로 인한 시공적 문제점으로 기존 아스팔트 열공법의 경우 루핑과 펠트를 번갈아가면 적층 되는 시공 과정을 거쳐야 한다.

이러한 시공과정은 많은 공사기간이 소요될 뿐만 아니라 모든 과정이 수작업으로 진행되기 때문에 많은 시공 인원이 소요된다.

셋째, 공사현장의 환경적 문제점으로 아스팔트가 용융하면서 발생하는 다량의 이산화탄소의 생성에 의한 작업자의 중독성 문제, 시공 작업이 종료되었을 때 남아 있는 아스팔트 잔존물로 인한 폐기물 발생, 아스팔트의 특유의 냄새 및 연기로 인한 작업자 및 인근 주민의 민원 문제 등 다양한 환경적 문제가 발생되고 있다.

이에 본 연구에서는 작업안전성, 시공적, 환경적 문제점에 대하여 분석하고, 이에 대한 보완 및 해결 방안을 제시하고자 한다. 또한, 물리적 성능을 KS 기준에 따라 시험평가하여 재료적 성능 부분에 대하여 검증하고자 한다.

\* 정희원, 서울산업대학교 산업대학원  
\*\* 정희원, 비케이방수기술연구소 연구원  
\*\*\* 정희원, 서울산업대학교 산업대학원  
\*\*\*\* 정희원, 서울산업대학교 건축학부 교수, 공학박사

## 2. 아스팔트 방수공사의 기초 자료조사

아스팔트 방수공사는 용융된 아스팔트를 접착제로 하여 아스팔트 펠트 및 루핑 등의 방수시트를 적층하여 연속적인 방수층을 형성하는 것을 말한다. 아스팔트 방수공사의 종류에는 바탕면과 방수층의 관계에 따라 밀착 공법과 절연 공법으로 구분되어지고, 방수층의 형성 방법에 따라 열공법, 상온공법, 토치공법으로 나누어진다.

일반적으로 아스팔트 방수공사라 함은 열공법을 말하며, 주로 옥상방수공사에 시공되는 사례가 많다.

### ① 아스팔트 열공법

아스팔트 열공법은 고체 상태의 아스팔트를 용융 가마솥에서 가열 용융시켜 액체 상태로 만들어 바탕 콘크리트 및 방수시트면에 바르거나, 흘러 부어 아스팔트 펠트 및 루핑시트를 2~4장 적층하여 연속적인 방수층을 형성하는 공법을 말한다.

방수공사에 사용되는 공법 중 역사가 가장 오래된 공법으로 사용실적이 많으며 적층식이므로 신뢰성이 매우 높다. 이와같이 방수성이 검증되어진 아스팔트 방수는 아스팔트 및 아스팔트 루핑의 공법적 변화에 따라 개량되어 오늘날 다양해진 공법 및 재료가 현장에서 시공되어지고 있다.

### ② 토치공법(개량 아스팔트 공법)

두께 4mm 정도의 개량 아스팔트 뒷면의 아스팔트 층을 가스버너로 용해시키면서 바탕 콘크리트에 부착하는 공법이다. 시트는 대부분 롤의 형식으로 공장에서 성형되어 시공 현장으로 반입되기 때문에 재료 자체의 중량이 무겁고, 벽체 시공이 어려울 뿐만 아니라 두꺼운 시트의 두께로 인한 접합부의 하자 발생률이 매우 높은 단점이 있다.

### ③ 아스팔트 상온공법

아스팔트 열공법의 단점(안전성, 환경성, 시공성 등)을 보완한 공법으로 상온의 액체 상태의 아스팔트 방수재를 사용하여 바탕 콘크리트에 부착하는 공법이다.

## 3. 기존 아스팔트 방수공사의 중 열을 이용한 공법(열공법, 토치공법)의 문제점 분석

기존 아스팔트 방수공사 중 열을 이용하여 시공되어지는 열공법과 토치공법에 대한 문제점을 작업안전성, 시공적, 환경적 측면으로 구분하여 조사분석한다.

### ① 작업안전성 측면

기존 아스팔트 방수공사 중 열을 이용한 공법에 대하여 가장 우선적으로 고려되어야 할 부분이 작업 안전성에 대한 문제이다. 특히, 아스팔트 열공법의 경우는 아스팔트를 가마솥을 이용하여 높은 고열(약 220℃~270℃)로 용융 사용하기 때문에 작업자의 안전에 대한 심각한 문제가 발생할 수 있다.

또한, 토치 공법의 경우도 약 180℃~240℃의 화염을 이용하여 개량아스팔트 시트를 녹여 사용되기 때문에 열공법과 같이 화상에 문제점과 가스에 대한 화재의 위험성이 매우 높다 할 수 있다.



사진. 4 시공현장의 화재의 위험성

### ② 시공적 측면

시공적 측면에서의 문제점을 살펴보면, 아스팔트 열공법의 경우 곡면(오목모서리, 볼록모서리, 드레이 주변 등), 수직면(치켜올림부, 판통형 배관 등)의 시공이 매우 난해한 문제와 루핑과 펠트를 번갈아가며 적층해 가는 공정의 복잡화로 많은 공사기간이 소요된다.

### ③ 환경적 측면

방수시공 현장에서는 아스팔트 열공법이 적용 될 경우 시공기간 동안 일정한 온도 유지를 위하여 아스팔트가 용융된다. 이 과정에서 용융된 아스팔트에서 다량의 이산화탄소가 포함된 유해성분(가스, 석유, 등유, 경유, 고무성분, 벤젠, 페놀 등)이 발생한다. 이렇게 생성되는 유해성분들이 방수공사 시공기간 동안 지속적으로 발생되면, 작업자 증독에 대한 위험한 상황이 발생할 수 있다.

또한, 아스팔트 시공이 끝난 후에 남아 있는 용융된 아스팔트는 인체에 유해한 많은 성분을 함유하고 있기 때문에 폐기물로 처리 되지 못하고, 일반 쓰레기와 같이 방치된다면 여러 가지 환경적 문제점이 발생할 수 있다.

용융된 아스팔트에서는 특유의 냄새와 연기가 발생한다. 이러한 특유의 냄새로 인하여 시공 작업자 뿐만아니라, 인근 주민들로부터 많은 민원이 제기 되고 있는 실정이다.

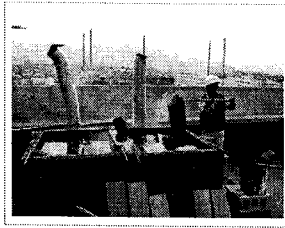


사진. 5 열공법 시공 문제



사진. 6 토치공법 시공 문제

#### 4. “열순환 방식의 고압 분사장치” 원리 제안

아스팔트 방수공사에 있어 열을 이용하여 시공되는 아스팔트 열공법과 아스팔트 토치공법의 작업안전성, 시공성, 환경적 문제점을 분석을 통하여 이를 개선 할 수 있는 안정적이고, 과학적인 방안에 대한 필요성이 요구된다.

이에 본 장에서는 이러한 문제점을 보완 및 해결하기 위한 방안으로 “열순환 방식의 고압 분사장치” 원리에 대하여 제안 검토하고자 한다.

##### ① 아스팔트의 파쇄 및 용융 원리 제안

아스팔트의 파쇄는 파쇄봉이 장착된 일정한 규격(시공 현장 면적에 따른)의 용융 박스(Box)를 제작하여 고형의 아스팔트 투입시 자동으로 파쇄 되는 파쇄봉을 장착하여 사용 할 수 있는 “자동 파쇄봉”을 제안한다.

파쇄봉을 용융 Box에 장착하였을 경우 고형의 아스팔트를 손쉽게 파쇄 할 수 있을 뿐만아니라, 재래식 방법을 사용하였을 때 발생하는 파쇄에 필요한 인력과 시간을 절감 할 수 있을 것으로 사료된다.

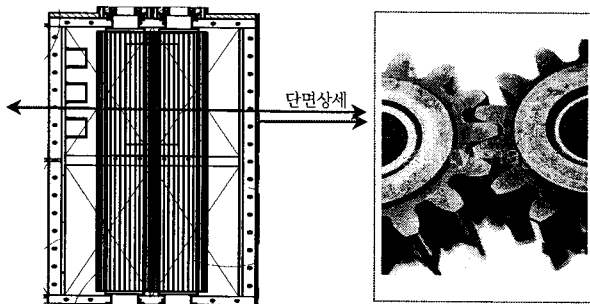


그림 1. 아스팔트 자동 파쇄 원리 적용 모식도

아스팔트의 용융은 일정한 크기(시공면적 당)의 메탈 박스(Box)에 앞에서 제안된 파쇄봉을 장착 한 후 일정한 거리를 이격시킨 곳에 재래식 용융 가마와 같은 원리의 용융 박스를 설치하여 파쇄된 아스팔트가 저장되어 용융 될 수 있도록 설

계한다.

저장 박스가 설치된 용융 박스(Box) 아래에 열선 코일을 설치하고, 설치된 열선 코일은 재래식 방법에서 사용되어지는 열의 전달 방식이 아닌 자가 발전 시스템을 갖춘 전기 발전기에 의하여 열이 제공되는 방식으로 설계한다.

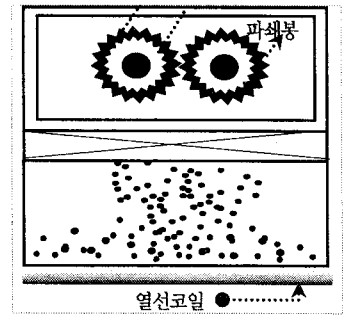


그림 2. 용융메탈박스 장착 모식도

##### ② 아스팔트 방수재의 열순환식 호스관 제안

호스관을 이용한 용융된 아스팔트의 순환 방식에 대한 개념적 접근은 앞에서 제안된 파쇄봉과 용융 메탈 박스로부터 일정한 굵기(액상화된 아스팔트가 순환 가능한 굵기)로 된 호스를 연결하여 이를 뿜칠 건으로 바탕면에 도달하기까지의 과정에서 아스팔트의 일정한 온도 유지가 가능하도록 설계 되어야 한다.

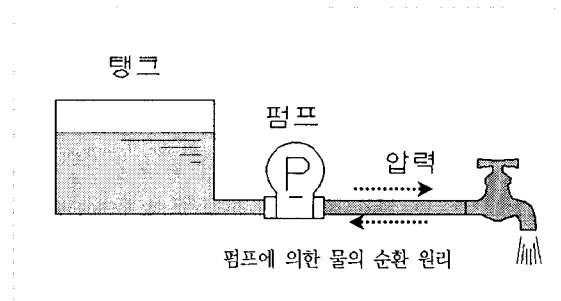


그림 3. 수압에 의한 물의 순환 원리 개념도

또한, 호스관 안에서의 용융된 아스팔트 도막재의 순환 개념의 원리는 일반 가정에서 사용하는 수도물이 순환되는 수압 원리와 같은 방식으로 호스관에 일정한 유압을 가하게 되면 이 압력에 의하여 호스관 속에 담겨 있는 용융된 아스팔트가 지속적으로 순환하게 되는 원리이다.

이와 같은 방법에 의하여 제안된 호스관의 모식도는 다음 Fig. 4와 같이 구리 호스관 상부에 열선을 장착하여 일정한 온도가 유지되도록 하였으며, 그 상부에 가죽 보호대를 감싸 시공 현장에서 열선이 끊어지는 현상 뿐만아니라, 작업자의 화상 위험을 줄일 수 있도록 설계한다.



그림 4. 열순환식 호스관 제안 모식도

③ 아스팔트 방수재의 고압 분사 원리 제안

기존 아스팔트 열공법에서 사용되어지는 시공방법은 용융 가마에서 용융된 아스팔트를 일일이 국자로 떠서 방수구획에 따라 시공되는 재래식 시공방법이 사용되어져 왔다.

이러한 시공방법은 작업자의 화상 뿐만아니라 장시간의 공사기간이 소요되고, 넓은 면적의 시공에는 많은 인력이 필요하다.

이러한 문제점에 대한 해결 방안으로, 본 연구에서는 뿔칠건을 이용한 스프레이 방식을 제안하고자 한다.

뿔칠 장비는 보통 공기압이 높으면 분무 미립자의 크기가 작아 뿔칠 시공에 따른 도로의 비산량이 많아져 도로의 손실이 많고, 반대로 공기 압력이 지나치게 낮으면 분무되는 입자가 거칠어져 뿔흙 및 실날뒹 현상과 같은 도장된 면에 결함이 생기는 원인으로 작용된다.

이에 본 연구에서는 고압에 의한 뿔칠로 바탕면에 닿는 순간 방수층이 형성되는 고점도의 방수재료를 사용하여 이에 따른 문제점의 대처 방안으로 제시하고자 한다.

고점도의 재료가 사용될 경우 뿔칠 시공 시 비산되는 현상이 적어 재료의 손실량을 줄일 수 있을 뿐만아니라, 보다 안정적인 방수층이 형성될 수 있을 것으로 사료된다.

이에 본 연구에서는 앞에서 연구검토되어진 다양한 원리를 적용 할 수 있는 도막 방수재료(뿔칠형 아스팔트 도막 방수재)에 대한 연구가 요구되어 변성 고무 아스팔트 도막재를 제안하고자 한다.

변성 고무 아스팔트 도막재의 주요 성분은 아스팔트와 페타이어를 주성분으로 구성되어진다.

페타이어 성분 중 합성고무(대부분 SBR)부분을 개질제로 추출하여 아스팔트와 화학 결합을 이루게 하고, 아스팔트에 고무성질인 점탄성을 부여하며 산화되기 쉬운 아스팔트에 타이어의 성분중 하나인 산화방지제가 그 산화를 지연시키는 역할을 한다.

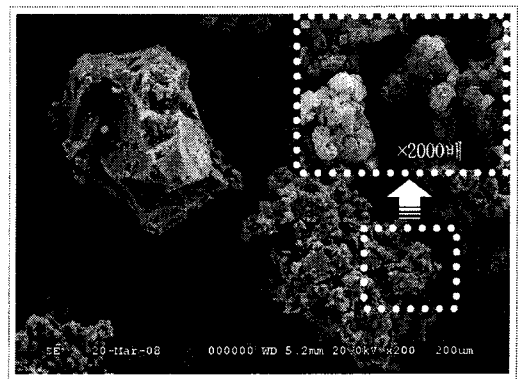


사진 7. 파쇄된 페타이어 미분말

또한, 카본블랙은 타이어의 구성 성분 중 많은 부분을 차지하고 있으며 이는 방수시트 등의 보강재로 많이 사용되고 있다.

변성 고무 아스팔트 도막재의 재료적 특성으로는 비경화형의 도막재로 바탕면에 닿는 순간 고점착 성분에 의하여 완전 밀착되기 때문에 수직면, 급경사면, 곡면 등과 같은 시공조건이 까다로운 조건을 포함한 모든 방수 시공면에 방수층 형성이 가능한 특성을 갖고 있다.

이와 같은 점착 성분의 부착은 콘크리트 바탕면 뿐만아니라 목재 혹은 유리와 같은 면에서도 높은 부착력이 발휘되는 장점이 있다.

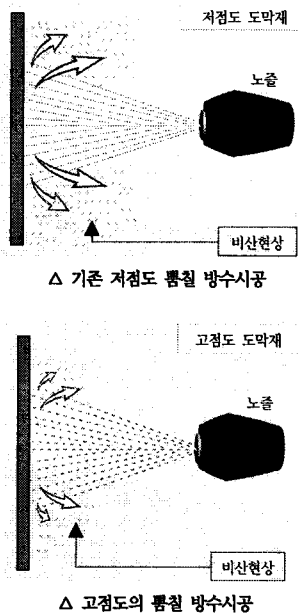


그림 5 아스팔트 방수재의 점도에 따른 안정성 비교 모식도

④ 변성 고무 아스팔트 도막 방수재의 적용 원리

앞 장에서 제안된 시공성 및 작업안전성 개선을 위한 보완 및 해결 방안으로 다양한 원리(파쇄봉을 이용한 자동 파쇄 및 메탈 용융 박스를 이용한 아스팔트 용융, 구리 호스관 및 열선을 이용한 열순환 방식, 뿔칠건을 이용한 고압분사)에 대하여 제안 및 연구검토하였다.

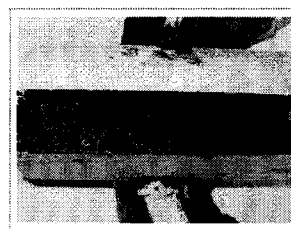


사진 8 목재와의 부착성



사진 9 유리와의 부착성

#### 4. “열순환 방식의 고압 분사 장치” 를 적용한 뿔칠형 변성 고무 아스팔트 도막 방수재의 성능 분석

본 장에서는 앞에서 제안·검토되어진 “열순환 방식의 고압 분사 장치” 원리가 적용된 뿔칠형 변성 고무 아스팔트 도막 방수재에 대한 성능을 검증 하고자 한다.

성능은 KS 규격에 의거하여 총 11가지 시험 항목(pH, 공형분축정, 온도별흘러내림 저항성능, 저온굽힘 저항성능, 수중 유실 저항성능, 내화학성능, 부착성능, 내후성능, 투수저항선응, 온도의존성능, 인장성능)을 각각의 규정에 따라 시험 평가하였다.

단, 본 논문에서는 Table. 1과 같이 5개 항목(온도별흘러내림 저항성능, 저온굽힘 저항성능, 수중 유실 저항성능, 부착성능, 온도의존성능)에 대하여 기술하였다.

표. 1 성능 평가 항목 및 관련 규격

시험항목	내 용	관련규격
온도별 흘러내림 저항성능	온도 40℃, 60℃, 80℃ 24시간 정치 후 흘러내림 여부 관찰	KS F 3211
저온 굽힘 저항성능	-20℃에 24시간 정치 후 180° 도 구부림	의뢰자 제시
수중 유실 저항성능	-20m/sec의 유속으로 48시간 정치 후 측정	KS F 4935
부착성능	Ø10×3cm 시험체의 부착여부 측정	
온도 의존성능	-20℃, 60℃의 온도에서 총 20cycle시험 후 투수저항성능 시험	KS F 3211

##### ① 온도별 흘러내림 저항성능

온도별 흘러내림 저항성능 시험방법은 KS F 3211「건설용 도막 방수재」 규정에 따라 시험·평가하였다.

시험결과, 온도 40℃, 60℃, 80℃에서는 아무런 이상이 없었으며, 90℃에서 20시간 정치 시 도막재 표면에 미세한 주름과 부풀음이 발생되었고, 110℃에서 22시간 정치 시 도막 방수재의 아스팔트 성분인 유분이 흘러내려왔다.

그러나 110℃에서 아스팔트 유분이 흘러내려왔지만 KS F 4935기준인 60℃의 온도를 만족하였고, 현장의 용융 온도가 열공법의 경우 약 220℃~270℃이고, 토차공법은 약 180℃~240℃인 점이 감안하였을 때 KS 규격에 만족 할 수 있



사진 10. 110℃ 흘러내림 시험

다고 판단하였다.

표. 2 온도별 흘러내림 저항성능 시험결과

구 분	순 서	상태변화	성능기준	비 고
40℃	1	이상없음	KS F 3211 “지붕용 도막 방수재”  흘러내림 3mm 이하 일것	
	2	이상없음		
	3	이상없음		
60℃	1	이상없음		
	2	이상없음		
	3	이상없음		
80℃	1	이상없음		
	2	이상없음		
	3	이상없음		

##### ② 저온 굽힘 저항성능 시험

저온 굽힘 저항성능 시험은 본 연구의 필요에 의하여 실험자 임의적으로 제시된 시험으로 120mm×400mm, 6mm 두께의 플렉시블판을 중앙부에서 약 4mm로 절단한 것을 사용하며, 시료를 도포한 후 양생이 끝날 때까지 기



사진. 11 180° 회전 시험

다린 후 바탕판의 홈을 조겐 시험체를 양생조의 온도가 20±2℃인 피로 시험기에 고정시켜 1시간 방치한다. 정치 후에는 -20℃의 저온 챔버에 24시간 정치시킨 후 꺼내어 10분 안에 시험체를 180°굽혀 저온에서의 찢김, 파단 등의 표면 상태의 유무를 알아본다.

시험 결과, Photo. 11과 같이 -20℃ 환경 하에서도 뿔칠형 도막 방수재는 찢김, 파단 등의 파손이 발생되지 않았다. 그러므로 동절기 현장 적용 시 가해질 수 있는 외력에 의해서 찢김 또는 파단 등이 발생할 가능성이 매우 적을 것으로 사료된다.

##### ③ 수중 유실 저항성능 시험

수중 유실 저항 시험은 KS F4935(누수보수용 주입형 실링재)에 의거하여 시험·평가하였다.

시험결과, 유속에 의해 시편에서 탈락되는 도막재는 거의 없었다. 이와같은 시험결과를 유추해 볼 때 본 재료는 물과의 반응을 하면서도 시편에 점착성, 재료의 점도를 유지하고 있었기 때문에 지하구조물의 외벽에 지하수가 흐르더라도 재료가 유실되지 않고 구체에 양호하게 점착(점착)되어 장기적으로 방수기능을 보유할 수 있을 것으로 판단된다.

표. 3. 수중 유실 저항성능 시험 결과

순서	시험 전	시험 후	질량 차	중량변화율(%)
1	82.056	82.076	0.020	0.024
2	70.870	70.892	0.022	0.031
3	77.163	77.188	0.025	0.032
4	88.668	88.686	0.018	0.020
5	84.836	84.852	0.016	0.019
6	80.579	80.601	0.022	0.027
평균	80.543	80.564	0.021	0.026

※ 유실 저항성 성능기준 : 중량 변화율이 -0.1% 이내 일 것  
 ※ 중량변화율이 증가한 것은 실링재의 특성이므로 KS F 4935에서 규정하는 규격에 합격한 것임.

④ 부착성능 시험

부착성능 시험은 KS F 4935 『누수보수용 주입형 실링재』 시험 규격에 의거하여 시험 평가하였다.



사진 12. 부착성능 시험

시험결과, KS F 4935에서 규정하는 기준(60초이상)에 합격함으로서 현장 적용에 있어서 그 부착성이 적절할 것으로 판단된다.

⑤ 온도의존성 시험

온도 의존성 시험은 KS F 3211 『건설용 도막 방수재』 규정에 따라 시험 평가하였다.

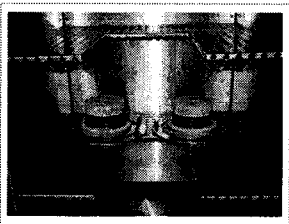


사진 13. 온도의존성 시험

시험결과, 시험체 모두 -20±1℃ 및 60±1℃의 반복 되는 환경하에서 투수가 되지 않았다.

이러한 결과는 도막재가 저온 및 고온에 대한 안정성을 가지며, 시험 시 공기압에 의해 유입수가 도막재를 바탕면에 강하게 부착하고, 재료 상호간에 점착력이 발생하여 시간이 지나면서 상호간에 강한 밀착으로 인해 투수가 되는 것을 방지하는 원리에 기인한다고 판단된다.

또한, 재료 자체의 점성이 있어서 별도의 프라이머나 부착제를 사용하지 않아도 타 재료에 밀착되고 압력에 의하여 일체화가 될 수 있는 특성이 확인되었다.

5. 결 론

아스팔트 방수는 우리나라로 도입 된지 80년이 넘는 긴 역사를 가지고 있는 방수공법으로 물이 스며들지 않게 하는 역

청질의 재료적 특성으로 방수성이 우수한 장점을 갖고 있다.

이러한 우수한 방수성능에도 불구하고, 그 사용이 점점 줄어들고 있는 이유는 아스팔트 방수공법의 현장 적용에 있어 발생하는 다양한 문제점(높은 고열을 이용한 작업자의 안전상 문제점, 공정의 복잡화로 인한 시공성 저하, 공사 현장의 환경적 문제점 등)을 보완 및 해결 할 수 있는 대처 방안의 부족으로 판단되어진다.

이에 본 연구에서는 기존 아스팔트 방수공사의 기초 자료조사와 문제점(작업안전성, 시공적, 환경적) 분석을 통하여 다음과 같은 “열순환 방식의 고압 분사장치” 원리를 제안하였다.

- ① 일정한 규격의 용융 메탈 박스(Metal Box) 제안
- ② 자동 파쇄봉 제안
- ③ 용융 메탈 박스 내부에 열선 코일을 장착한 용융 가마 제안
- ④ 열선이 장착된 열순환식 호스관 제안
- ⑤ 아스팔트 도막재의 고압 분사 원리 제안
- ⑥ 뿔칠형 변성 고무 아스팔트 도막 방수재 제안

또한, 제안된 다양한 원리를 적용 할 수 있는 “뿔칠형 변성 고무 아스팔트 도막 방수재”에 대하여 시험 평가한 결과 “열순환 방식의 고압 분사장치를 이용한 뿔칠형 변성 고무 아스팔트 도막 방수공법”의 적용에 있어 기존의 아스팔트 방수공사(열공법, 토치공법)의 우수한 방수성능은 유지되고, 다양하게 발생하는 문제점에 대한 공법적, 재료적 보완 및 해결을 통하여 보다 안정되고, 과학적인 대처 할 수 있는 가능성을 확인할 수 있었다.

참 고 문 헌

1. 김정현 외 5명, 최신 건축시공학, 기문당, 2003
2. 김정일, 최신 건축시공학, 도서출판 서우, 2004
3. 신현식 외 6명, 건축시공학, 문운당 1998
4. (사)대한건축학회, 건축재료, 기문당, 2003
5. 오상근, 콘크리트 구조물의 누수와 대처 방안에 대한 견해, 한국콘크리트학회지 제 14권 6호 2002. 11
6. 오상근 외 2명, 방수공사핸드북, 대한전문건설협회 미장방수 공사협회, 1997
7. 이찬식 외 8명, 건축재료학, 기문당, 2002
8. 이찬식, 건축시공학, 한솔아카데미, 2005
9. 오상근 역, 건축기술핸드북시리즈 방수공사, 기문당, 2008
10. 정상진 외 16명, 건축시공 신기술공법, 기문당, 2002
11. 정현수 외 3명, 건축재료학, 세진사, 2002
12. 포스코건설, 건축시공기술표준서, 2002
13. 현대건설기술연구소, 실무자를 위한 방수공사 매뉴얼, 건설도서, 2003
14. Waterproofing-the Building Envelope-(Michael T Kubal, McGraw Hill, 1993)
15. Waterproofing Concrete Foundations(The Aberdeen

Group, 1999)

16. U.S. EPA, Summary of drinking Water Regulations Since SDWA Amendments of 1986, 1991
17. U.S. EPA, Technologies for Upgrading Existing or Designing New Drinking Water Treatment Facilities, 1990
18. Donald C. Ellison, W.C. Huntington, Robert E. Mickadeit, Building Construction Materials and Types of Construction, John Wiley & Sons. INC., 1987
19. 日本建築學會, 建築材料用 教材, 1987
20. 建築工事標準仕様書 同解説 JASS 8 防水工事 日本建築學會, 2002
21. 建築デザインの雨 仕舞と防水, 建築技術, 1992.4
22. 日本水道協會, 高度淨水施設導入ガイドライン, 1998
23. KS F 3211 『건설용 도막 방수재』
24. KS F 4935 『누수보수용 주입형 실링재』