

도막·시트 일체형 방수재를 이용한 옥상용 복합방수 공법에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on the Roof Composite Waterproofing Method for Membrane & Sheet Integrated Waterproofing Material

○ 오 미 현*
Oh, Mi-Hyun

박 진 상**
Park, Jin-Sang

최 성 민***
Choi Sung-Min

박 영 태****
Park, Young-Tea

오 상 근*****
Oh, Sang-Keun

Abstract

In this study on the applicable Asphalt sheet of monolithic and inorganic matter waterproofing material using of field because of problem of complex waterproofing sheet.

Before this cement polymer modified waterproof coating and applicable asphalt sheet of monolithic whether have stability by method of construction about all style waterproofing that evaluate to new method of construction development naturally big emphasis put and try to approach.

Did performance test item first at, as a result, drew by suitable thing in all KS items. This is considered to have more effective spot construction work because if means that have stability by material as well as method of construction.

키 워 드 : 일체형 방수재, 조인트 열풍융착, 자동화, 시공성 향상, 다중접합

Keywords : Prefab Type Waterproofing Material, Joint Welding Adhesion, Automatic System, Improve Construction, Multitude Joining

1. 서 론

우리나라 방수는 1910년대부터 아스팔트 방수가 적용된 것을 시작으로 현재는 많은 방수공법 및 재료의 비약적인 발전이 이루어졌지만 여전히 적정 공법 및 재료의 개발에 있어서는 많은 과제가 남아 있다. 많은 건설 구조물에 다양한 방수재가 개발되어 적용되었지만, 하자사례는 줄어들지 않고 있으며, 그로 인한 많은 누수하자는 시공 후의 보수보강에 따른 경제적 손실과 생활의 불편, 콘크리트 구조물의 열화 문제를 야기하고 있다. 그 결과 재료적으로 서로의 단점을 보완한 복합 방수재료가 개발되었고, 이는 단일 공법보다도 외부적인 환경 요소에 대해서 적절히 대응할 뿐만 아니라 전체적인 품질향상, 노동력의 절감, 공사기간의 단축, 환경문제 등에 있어 크게 대응할 수 있게 되었다. 하지만 이 또한 균일한 도막 두께를 확보하기가 어려워 시트 공법과 마찬가지로 서로 다른 이질 재료를 인위적인 본드 접착을 통하여 접합부를 형성하기 때문에 들뜸, 박리현상 등이 발생되어 누수경로를 제공하게 된다.

따라서 보다 좋은 품질향상을 도모하고 접합부에 대한 안정성을 확보하기 위해서는 도막 방수재와 시트 방수재의 공장생

산에 의한 일체화를 통해 균일한 도막 두께를 확보하고, 접합부에 대한 처리 방법에 있어서도 조인트를 완전 일체화시킬 수 있는 복합 방수 시트가 필요한 시점이다. 이에 따라 본 연구에서는 도막 및 시트를 이용한 일체형 방수공법의 기본적 메카니즘과 성능을 분석하고, 그에 따른 개선점을 파악하여 보다 진보된 복합방수공법으로의 발전을 위하여, 기본적인 방수공법의 목적을 만족시키면서 기존 도막 및 시트를 이용한 옥상용 방수공법의 문제점을 최소화 할 수 있도록 고안된 일체형 옥상용 방수공법에 대한 실험적 연구를 통하여 성능평가를 실시하고, 그 적용성을 고찰해보고자 한다.

2. 일체형 옥상용 방수공법에 대한 이론적 고찰

2.1 옥상용 방수공법의 결함원인과 요구성능

건축물의 방수층에 발생하는 일반적인 결함과 발생원인별 해당되는 요구성능을 조사하여 정리하면 표 1과 같다. 이와 같이 옥상용 방수공법으로 적용에 있어 방수층에 가해지는 외부 환경조건과 다양한 구조물의 영향인자로부터 하자발생을 최소화 하기 위해 요구되는 성능에 대해서 반드시 파악해야 하고, 그에 따른 적절한 대응책을 가질 수 있는 재료 및 공법적 측면에서의 접근이 필요하다.

* 서울산업대학교 주택대학원, 정회원

** 서울산업대학교 주택대학원, 정회원

*** BK 방수기술연구소 기술이사, 정회원

**** (주)한양 N.T. 대표이사, 정회원

***** 서울산업대학교 건축공학부 교수, 공학박사, 정회원

표 1. 결합발생 항목에 따른 요구성능

결합발생 항목	원인	요구성능
피막자체의 결합	- 바탕균열, 조인트 부위 거동에 의한 방수층 파단 - 시공, 사용 중 충격에 의한 방수층 파손 - 국부하중에 의한 방수층 파손 - 기타, 화학적, 생물학적 요인에 의한 파손	- 접착성, 절연성, 피로에 대한 저항성
접합부의 결합	- 시공 시 과도한 인장 및 과소한 인장 - 기온의 변동에 따른 온도응력차에 의한 연속성 미확보	- 조인트 부위 방수층의 연속성 유지
바탕과의 접착성	- 치켜올림 부위에서의 방수층의 처짐, 흘러내림 - 코너부에서의 방수층 들뜸 - 강풍으로 지붕면 부압에 의한 방수층 유실 - 바탕과의 접착면에서의 수증기압에 의한 방수층 부풀음	- 치켜올림 부위 단말에서의 처짐 또는 흘러내림 저항 - 코너부에서의 안정성 - 부압에 대한 저항성 - 압력에 대한 부풀음 저항
기타결합	- 결합 발생에 직결되는 사항은 아니나 상기한 결합들을 촉진시키는 역할	- 내외외선성 - 내알칼리성 - 내수성

2.2 일체형 방수재의 공법적 특성

2.2.1 일체형 복합 방수재

공장 생산되는 시트 방수재 개념을 도막방수층으로 확장하여 시트와 도막을 일체화 처리하는 제조공정을 적용함으로써 도막방수층의 품질 균일성을 확보하고, 현장 도막시공 공정을 단축하여 보다 신속한 시공조건을 제공한다.

표 2. 공법구성과 기술 원리

구 성	보강 날개 구조
기술원리	<p>시멘트 혼입 폴리머계 석상형 도막 방수재 + 강섬유 보강재 + 연질 적층재</p>
개 념 도	<p>일체구조 방수층 도막층 합침보강재 적층재</p>
현장적용	<p>일체형방수층 설치 일체형방수층 설치 후</p>

2.2.2 절연형 모서리

방수층의 끝단부 및 모서리 처리를 절연층을 가지는 모서리 보강재를 이용하여 방수층을 고정 및 형성하고, 구조체의 열수축팽창에 의한 방수하자를 방지할 수 있다.

표 3. 절연형 모서리

구 성	보강 날개 구조
기술원리	<p>수직벽, 절연형 모서리 보강재, 필연재, 구조체</p>
개 념 도	<p>수직벽, 절연재, 보강재, 필연재, 일체형 복합방수, 접착제, 구조체</p>
조인트 처리 (다중접합)	<p>조인트 겹침 처리 전 조인트 겹침 처리 후</p>

2.2.3 조인트 열풍융착

조인트 시공방법 중 가장 시공성이 우수한 간접열풍융착방식을 점착식 연질재료인 아스팔트 시트에 적용 가능하게 함으로서 조인트 처리방식을 융착에 의한 일체화 구조로 방수성능과 안정성을 확보하고 있다.

표 4. 조인트 처리 개념도

구 성	보강 날개 구조
기술원리	<p>간접열풍융착기 내부삽입형 열풍노즐 일체형 복합방수2 일체형 복합방수1</p>
개 념 도	<p>간접열풍기열 표면용융혼합 용융점착</p>
현장적용	<p>융착 노즐 위치 조인트 융착 작업</p>

3. 일체형 방수재의 시공 특성 평가 방법

3.1 조인트부 인장 성능 평가(무처리)

본 시험 방법은 KS F 4917 A종 1류의 시험 방법에 준하여 온도 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$, 습도 $65\pm 5\%$ 의 상온에서 $20\times 5\text{cm}$ 시험편을 제작한 다음 $100\text{mm}/\text{min}$ 의 일정한 속도로 인장 성능 시험을 실시한다.

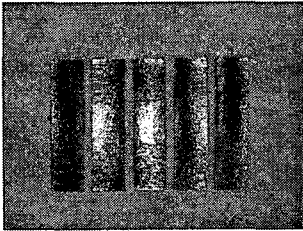


사진 1. 인장 시험체

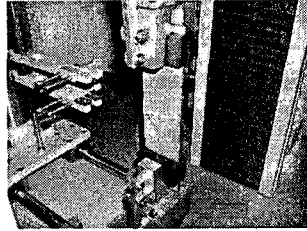


사진 2. 인장 성능 시험

3.2 온도 의존 성능 평가

본 시험은 KS F 3211 「지붕용 도막 방수재」의 온도 조건과 KS F 4917 A종 1류의 시험 방법을 준용하여 온도 $-20\pm 2^{\circ}\text{C}$, $60\pm 2^{\circ}\text{C}$ 의 환경 하에 $20\times 5\text{cm}$ 의 시험편을 1시간 동안 방치 한 후 일정 속도($100\text{mm}/\text{min}$)로 시험할 수 있는 만능인장시험기를 이용하여 시험을 실시한다.

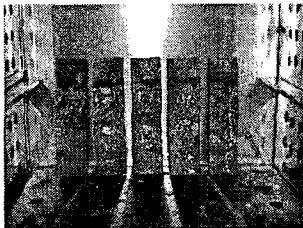


사진 3. 온도의존성 시험체



사진 4. 온도의존성 시험

3.3 조인트부 투수 성능 평가

본 시험은 상온 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$, 습도 $60\pm 20\%$ 에서 $\varnothing 12\text{cm}$ 의 시험편을 일정한 크기로 자른 후 $1\text{kgf}/\text{cm}^2$, $2\text{kgf}/\text{cm}^2$, $3\text{kgf}/\text{cm}^2$ 의 수압을 줄 수 있는 OUT-PUT 방식을 이용하여 각 수압 마다 1시간씩 방치하여 투수될 때 까지 수압을 증가시킨다. 단, 최고 수압은 $3\text{kgf}/\text{cm}^2$ 까지 제한하며, $3\text{kgf}/\text{cm}^2$ 에서도 투수가 되지 않을 경우에는 시험을 중단한다.

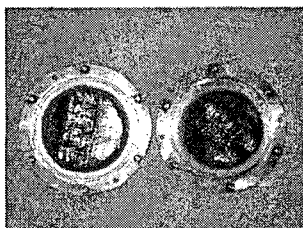


사진 5. 투수 시험체

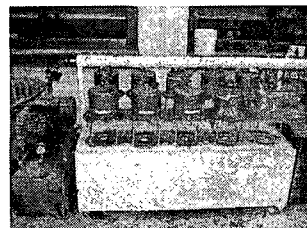


사진 6. 투수 성능 시험

3.4 처짐 저항 성능 평가

본 시험 방법은 KS F 2622 「멤브레인 방수층 성능 평가 시험 방법」에 준하여 8mm 두께의 플렉시블판을 A종 600×450

mm, B종 $300\times 450\text{mm}$ 로 자른 후 방수재료를 10mm 안쪽으로 시공을 실시한다. 그 후 각각 $60\pm 2^{\circ}\text{C}$ 에서 168시간을 정지한 후 처짐 현상이 발생되었는지를 파악한다.

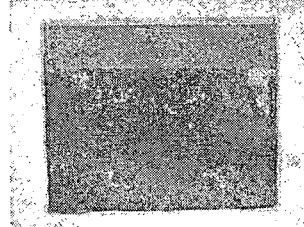


사진 7. 내피로 시험체

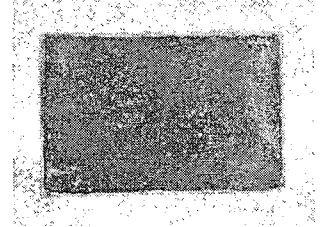


사진 8. 내피로 성능 시험

3.5 풍압 저항 성능 평가

본 시험 방법은 KS F 2622 「멤브레인 방수층 성능 평가 시험 방법」에 준하여 가로 $1000\text{mm}\times$ 세로 $1000\text{mm}\times$ 두께 100mm 의 바탕재 위에 설계서 또는 시방서에 따라 가로 $1000\text{mm}\times$ 세로 1000mm 의 방수층을 시공한다. 바탕재 위에 방수층을 시공할 때 중앙부에 바탕재와 방수층이 절연되는 직경 100mm 의 절연 부위를 설치하고, 방수층의 종류에 따라 필요한 양생기간이 경과할 때까지 양생한다. 양생 후 방수층 표면 위에 감압조 내부의 온도를 측정할 수 있는 온도센서를 부착하고, 투명아크릴판으로 만든 감압조를 설치한다. 시험체의 방수층 위에 감압조를 덮어씌운 후, 방수층과 감압조 사이에 실리콘으로 실링 처리하여 실리콘이 경화할 때까지 방치한다. 방수층의 온도를 $40\pm 2^{\circ}\text{C}$ 로 유지하여 3시간 경과한 후에 감압조 내의 압력을 -2.0kPa 으로 감압하여 30분간 유지한다. 그 후 온도 $40\pm 2^{\circ}\text{C}$ 에서 압력을 유지한 상태로 방수층의 팽창, 박리가 진행하지 않는 경우에는 순차적으로 -5.0kPa 에 30분간, -10.0kPa 에 30분간 감압하여 방수층의 이상 유무를 검사한다.

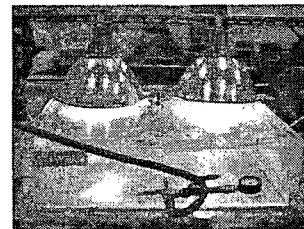


사진 9. 풍압 저항성 시험체-1

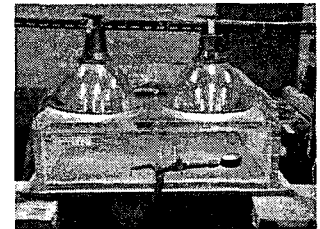


사진 10. 풍압 저항성 시험체-2

4. 연구 결과 및 고찰

4.1 조인트부 인장 성능 평가(무처리)

표 5. 인장 성능 결과

구 분	순 번	일반부	접합부	비 고
인장강도 (N/cm)	①	106.29	112.56	-
	②	107.41	115.17	
	③	109.50	114.86	
	평균	107.73	114.20	

본 시험 결과는 표 5, 그림 1과 같이 일반부 인장강도 평균은 107.73 N/cm 로 나타났으며, 접합부 인장강도 평균은 114.20 N/cm 로 나타났다. 이는 접합부의 인장강도가 일반부의 인장강

도보다 상대적으로 높게 나타남으로 열풍 응축에 따른 일체성을 갖는 것으로 판단된다.

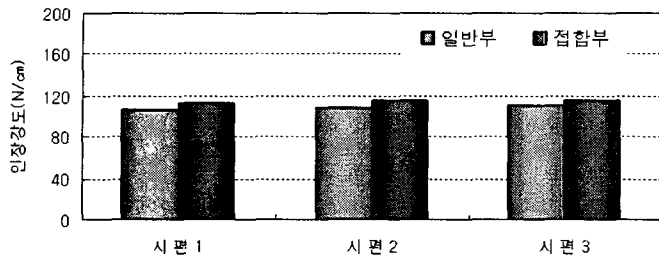


그림 1. 인장 성능 결과

4.2 온도 의존 성능 평가

본 시험 결과는 표 6, 그림 2와 같이 무처리를 기준으로 하였을 때 온도 -20℃에서는 112.23%, 온도 60℃에서는 52.51%를 나타냈다. 이는 아스팔트가 저온에서는 인장강도가 높게 나타나고(低温脆化), 고온에서는 인장강도가 낮게(高温軟化) 나타나는 특징으로 판단된다.

표 6. 온도의존성 후 인장 성능 결과

구분	순번	무처리	온도 -20℃	온도 60℃	비고
인장강도 (N/cm)	①	112.56	125.52	60.64	
	②	115.17	128.12	59.78	
	③	114.86	130.88	59.50	
	평균	114.20	128.17	59.97	

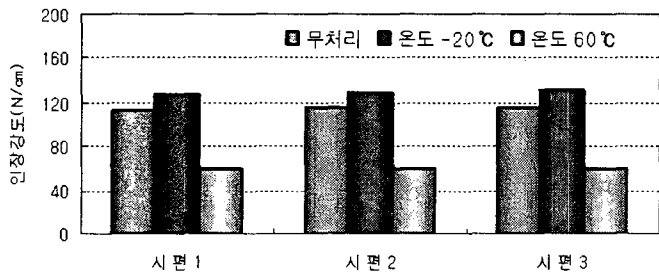


그림 2. 온도의존성 후 인장 성능 결과

4.3 조인트부 투수 성능 평가

본 시험 결과는 표 7과 같이 1kgf/cm², 2kgf/cm², 3kgf/cm²에서 1시간 씩 투수 시험 한 결과 모든 시험체가 투수 되지 않았음을 알 수 있다.

이는 방수재료의 수밀성을 갖는 것으로 확인되었으며, 이러한 결과로 볼 때 열풍에 의한 시트간의 융착처리 방법이 시트간의 조인트 부위를 완전히 일체화 시키는 것으로 판단된다.

표 7. 투수 성능 결과

구분	투수 여부			비고
	1kgf/cm ²	2kgf/cm ²	3kgf/cm ²	
성능 평가 결과	이상 없음	이상 없음	이상 없음	-

4.4 처짐 저항 성능 평가

본 시험결과 표 8과 같이 A종, B종 모두 고온 환경에 따른 처짐 현상이 발생되지 않았다. 이는 다양한 경사 또는 치켜올림부에 대해서 처짐 현상이 발생되지 않아 현장 적용에 있어 안정된 방수층을 유지할 수 있을 것으로 판단된다.

표 8. 처짐 저항 성능 결과

구분	표면 상태		비고
	시험 전 상태	시험 후 상태	
성능 평가 결과	이상 없음	이상 없음	-

4.5 풍압 저항 성능 평가

풍압 저항 성능 시험 결과 표 9에서 보는 것과 같이 -2.0kPa, -5.0kPa에서 각각 30분간 감압하였으나 팽창 또는 박리가 전혀 발생하지 않았다. 이는 통기성 슬래브 지붕의 일반부에서 약 122m/s 정도의 풍속에 의한 부압을 충분히 견딜 수 있음을 나타내는 것으로서, 바람이 많은 해안가 현장 시공 시에도 그 적용성이 뛰어날 것으로 판단된다.

표 9. 풍압 저항 성능 결과

구분	압력변화에 따른 표면 변화		비고
	-2kPa	-5kPa	
성능 평가 결과	이상 없음	이상 없음	-

5. 결 론

본 연구에서는 일체형 옥상방수공법에 대하여 조인트 인장 성능평가, 온도 의존 성능 평가, 조인트부 투수 성능 평가, 처짐 저항 성능 평가, 풍압 저항 성능 평가 등을 통하여 그 성능을 평가하였고, 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- 1) 조인트부 인장성능, 투수성능에서 일반 일체형 시트면과 비교했을 때 비교적 높거나 동등한 성능을 나타내고 있으므로 완전 일체화를 이루고 있다고 판단된다.
- 2) 처짐저항 성능평가 결과 고온 환경에서 모두 처짐이 발생되지 않아 돌출 구조가 많은 현장 적용에 있어서도 안정된 방수층을 유지할 수 있을 것으로 판단된다.
- 3) 내풍압성능 시험결과 조인트부를 포함한 모든 부위에서 약 122m/s 정도의 풍속에 의한 부압 저항이 가능한 것으로 나타났다.

본 연구 결과 조인트 접합에 의한 성능이 저하되는 일반적인 시트방수공법에 있어서 가장 문제시 되었던 접합부가 간접 열풍 응축 및 다중접합방식을 통해 재료적으로 일체화되는 것을 확인 하였으므로 관련 현장 적용에 있어서 들뜸, 박리 또는 수밀성의 차단에 매우 효과적인 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 실무자를 위한 방수공사매뉴얼, 건설도서, 2003.4
2. 오상근 외, 문운당, 건축재료학, 1995.
3. 오상근 외, 방수공사 핸드북, 대한미장협회, 1997.
4. 오상근 외, 형설출판사, "건축시공학" 2001.
5. 오상근 외, (주) 청우미디어, 건축 방수시스템의 설계와 시공.
6. 한국 건설기술원, 건설기술 정보센터, 방수시공 조합정보집 1998.