

스프레이식 고점착 변성 고무 아스팔트 도막 방수재의 재료 및 공법에 관한 실험적 연구

A Study on the field application analysis for high adhesive spray type of
degenerated and rubberized asphalt membrane material.

오 상 근*
Oh, Sang-Keun

송 제 영**
Song Je Young

김 진 성***
Kim Jim Seong

이 남 규****
Lee Nam Kyoo

Abstract

Urethane, epoxy, acrylic have common property to adhere on the concrete dried surface in the waterproofing materials at present. In the wet condition, however, the materials such as urethane, epoxy, acrylic need a long hardening time and it become a reason of water leakage as the materials breaking down. it is one of the problem to adhere to the substrate.

Therefore, in this thesis, I focused to assure the structural safety and durability and quality for waterproofing and safe of construction cost by cut down the cost of labor and reduce the term of works as searching the application of field condition for high adhesive spray type of degenerated and rubberized asphalt membrane material.

키 워 드 : 스프레이식, 고점착, 변성 고무 아스팔트 도막방수재, 수증유실저항성능, 저온 굽힘 저항성능

Keywords : Spray type, High adhesive, Rubberized asphalt membrane material, Washed out Resistance Water, Bending Resistance
in Low Temperature

1. 서 론

지금까지의 콘크리트 구조물의 지하 방수에 있어서 주로 사용된 방수공법으로는, 아스팔트계, 가황고무계, 점착형시트재, 벤토나이트계 매트 등 시트계 방수재를 이용한 외 방수공법과 시멘트 액상형 방수재 및 규산질계 분말형 도포 방수재를 사용하는 내 방수공법이 있다.

그러나 이와같은 방수재료의 문제점은 시공과정에서 시트 방수공법은 조인트 부분에 대한 시공품질확보와 누수발생시 하자발생에 따른 치유가 어려우며, 시멘트계 방수재의 경우 콘크리트 균열 발생시 방수층이 함께 파단 되는 등 구조물의 거동에 취약하다는 점, 시공 후 경화 또는 건조공정이 요구되어져 공기가 길어진다는 등의 문제점이 나타나고 있다.

특히 부착성능 확보를 위한 시공관리의 부족으로 탈락, 박리 등의 결함이 빈번하게 발생되고 있다.

이에 본 연구에서는 기존의 방수공법의 문제점인 시트재의 조인트 부분의 품질확보 및 시멘트계의 구조물 거동에 의한 방수층 파단, 고무 아스팔트계 도막 방수재의 공사기간 단축과 용제 사용에 따른 시공성 개선을 위해 고성능 뿔칠형 도막방수재

의 실험적 연구를 통하여 현장 적용성 여부를 평가하고자 한다.

2. 기존 지하 방수공법의 문제점 분석

기존의 대규모 지하 콘크리트 구조체 방수시공 작업시 로울러 또는 흡손 등으로 시공이 이루어지기 때문에 방수층의 일정한 도막두께 확보(품질확보)가 어렵고, 공사기간의 단축이라는 요구에 대응하지 못하고 있어 공사기간이 길어진다는 문제점을 안고 있다. 또한 기존의 고무아스팔트 도막방수재는 신너와 같은 용제의 사용으로 인하여 지하의 밀폐된 공간에서의 시공이 어려운 문제점을 안고 있다.

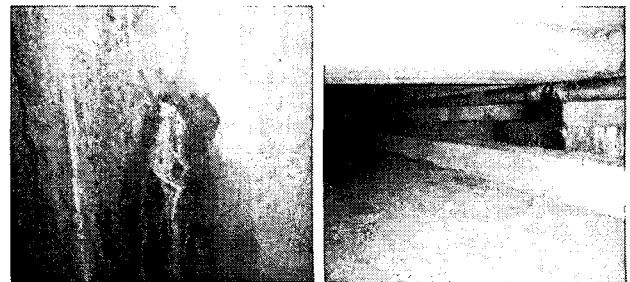


사진 1. 지하구조물의 누수현황

* 정희원, 서울산업대학교 건축학부 교수, 공학박사

** 정희원, 비계방수기술연구소 연구원

*** 정희원, 서울산업대학교 주택대학원

**** 정희원, 서울산업대학교 산업대학원

3. 스프레이식 고점착 변성 고무 아스팔트계 도막 방수재의 시공적 원리분석

스프레이식 고점착 변성 고무 아스팔트계 도막 방수재는 그림 1과 같이 아스팔트 + 페타이어 + 점도조정제 + 유제 + 개질제 등을 분산하여 제조된 도막 방수재로 간편한 가열방식에 의한 스프레이식 방수재료이다.



그림 1. 방수층 구성 성분 분석

3.1 방수층 형성 과정

본 연구의 스프레이식 고점착 변성 고무 아스팔트계 도막 방수재는 개질 아스팔트를 용융하여 그림 2와 같이 고온, 고압의 스프레이 장비를 이용해서 뿜칠 시공되며, 바탕면에 닿는 순간 경화하여 도막을 형성하게 된다.

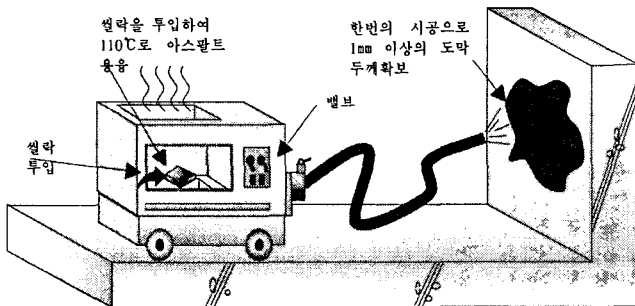


그림 2. 스프레이식 도막 방수재 시공 개념도

3.2 바탕면 부착 메카니즘 분석

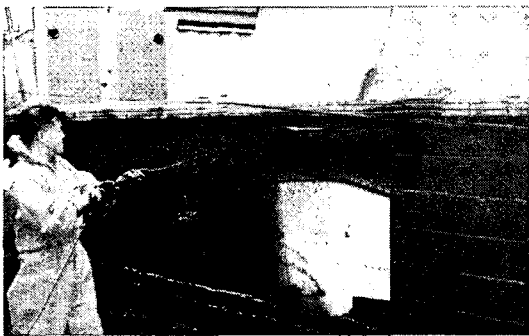


사진 2. 방수재료 스프레이 장면

스프레이식 고점착 변성 고무 아스팔트계 도막 방수재는 사진 2와 같이 수직면 및 급경사면, 곡면, 습윤면 등에 시공이 가능하다는 장점과 1회의 시공으로도 1mm이상의 도막층이 형성되어, 뿜칠직 후 경화가 진행되는 속경화성으로 인하여 벽면이나 천장부의 시공시 흘러내리는 현상이나 도막재의 두께 변화 현상이 발생하지 않아 도막방수층의 품질을 균일하게 확보할 수 있다.

또한 고온, 고압에 의한 스프레이 공법은 기존의 롤러나 붓에 의한 시공법에 비하여 그림 3, 4와 같이 바탕면과의 부착성이 한층 더 개선될 것으로 사료된다.

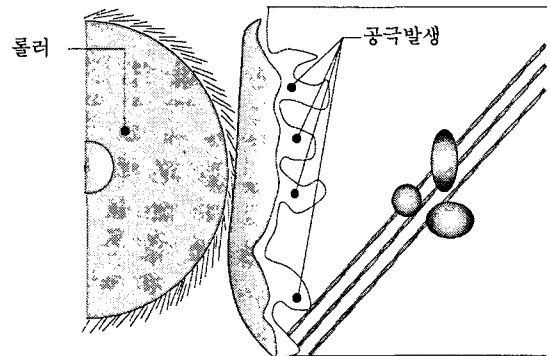


그림 3. 기존 방수공법(롤러사용)

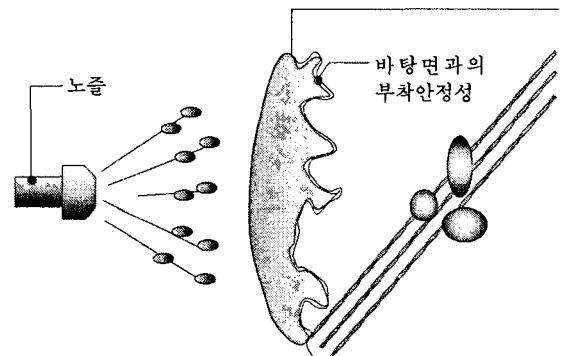


그림 4. 스프레이 시공에 의한 바탕면과의 부착성

4. 스프레이식 고점착 변성 고무 아스팔트계 도막방수재의 성능평가

본 장에서는 스프레이식 고점착 변성 고무 아스팔트계 도막 방수재에 관한 성능평가로서, 총 7가지 시험항목에 따라 시험 평가하여 방수성능을 검토하였다.

4.1 개요

스프레이식 고점착 변성 고무 아스팔트계 도막 방수재의 성능 평가 항목은 표 1.과 같이 고형분 측정, 온도별 흘러내림 저항성능, 저온굽힘저항성능, 수중유실저항성능, 내화확성능, 부착성능, 투수저항성능에 대하여 평가하였으며, 관련규격은 KS 3211, 4935에 의하여 시험하였다.

표 1. 성능시험 항목

구분	시험항목	내용	관련규격
변성 고점착 고무아 스팔트 계 도막 방수재	고형분 측정	105℃~110℃ 건조기에 3시간 정치 후 측정	KS F 3211
	온도별 흘러내림 저항성능	온도 40℃, 60℃, 80℃ 24시간 정치 후 흘러내림 여부 관찰	
	저온 굽힘 저항성능	-20℃에 24시간 정치 후 180° 도 구부림	의뢰자 제시
	수중유실 저항성능	-20m/sec의 유속으로 48시간 정치후 측정	KS F 4935
	내화학성 능	황산, 질산, 염산, 알칼리, 염화나트륨에 168시간 침적 후 중량변화 측정	
	부착성능	∅10×3cm 시험체의 부착여부 측정	
	투수저항 성능	∅10×30mm 원형 시험체에 3kgf/cm ² 수압을 1시간 가한 후 관찰	KS F 4935

4.2 고형분 측정

고형분 측정 시험은 사진 3과 같이 KS F 3211의 시험방법에서와 같이 눈금병 60mm에 시료를 밀실하게 채운 후 온도 105℃~110℃로 유지한 열풍 건조기에 넣어 3시간 가열한 다음 데시케이터(실리카겔 또는 염화칼슘을 넣은 것)속에서 실온까지 냉각한 후 다시 질량을 측정하여 눈금병 속의 잔량을 구해 시험전의 중량과 시험후의 중량을 비교하여 산출한다.

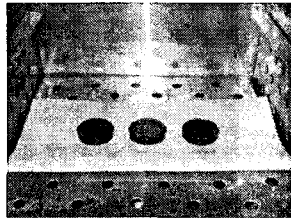


사진 3. 고형분 시험장면

고형분 측정 시험결과 표 2와 같이 타 재료 및 공법과는 다르게 뿔칠형 이라는 공법특성상 99.9%라는 높은 고형분을 나타내어 현장에서의 방수층 시공시 한번의 시공으로 방수층의 도막두께 확보가 가능하며, 이에 따른 공기단축 및 공사비 절감으로 이어질 것으로 판단된다.

표 2. 고형분 시험 결과

순서	시험 전	시험 후	고형분(%)	비고
1	42.051	42.041	99.9	
2	41.224	41.215	99.9	
3	42.143	42.131	99.9	
평균	41.806	41.796	99.9	

4.3 온도별 흘러내림 저항성능 시험

두께 5mm의 플렉시블판을 길이 400mm, 너비 200mm로 절단 그위 길이 340mm, 너비 180mm로 시료를 도포하며, 재료 도포시 형태의 구석까지 재료가 퍼질수 있도록 밀실하게 도포한다. 1시간 정치 후 형틀을 제거하고 시험체를 수직으로 유지하여 사진 4와 같이 시험온도 40℃, 60℃, 80℃에서 시험체를 90°로 세워 24시간 정치한다. 시험결과는 시료의 흘러내림 길이를 길이 측정기를 사용하여 측정하고 도막의 주름 발생 유무를 관찰한다.

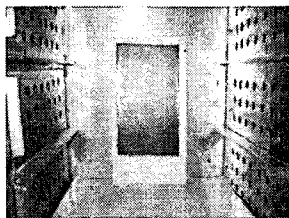


사진 4. 온도별 흘러내림 저항성능 시험장면

시험결과 온도 40℃, 60℃, 80℃에서는 아무런 이상이 없었

으며, 90℃에서 20시간 정치시 도막재 표면에 미세한 주름과 부풀음이 발생되며, 110℃에서 22시간 정치시 도막 방수재의 아스팔트 유분이 흘러내려왔다. 110℃에서 아스팔트 유분이 흘러내려왔지만 KS F 4935기준인 60℃의 온도를 만족하였기에 이상 없다고 판단되며, 공법상 뿔칠형에도 불구하고 고형분이 높아 재료들간의 응집력 있는 것으로 판단된다.

4.4 저온 굽힘 저항성능 시험

시험방법은 사진 5와 같이 120mm×400mm; 6mm 두께의 플렉시블판을 중앙부에서 약 4mm로 절단한 것을 사용하며, 시료 도포 후 양생이 끝날 때까지 기다린 후 바탕판의 홈을 조건 시험체를 양생조의 온도가 20±2℃인 피로 시험기에 고정시켜 1시간 방치한다. 정치 후에는 -20℃의 저온 챔버에 24시간 정치시킨 후 꺼내어 10분안에 시험체를 180° 굽혀 저온에서의 찢김, 파단 등의 표면 상태의 유무를 알아본다.

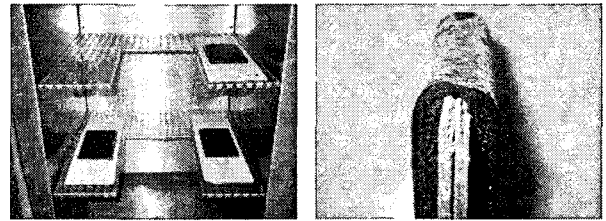


사진 5. 저온 굽힘 저항성능 시험장면

시험결과 -20℃에서의 환경하에서도 뿔칠형 도막 방수재는 찢김, 파단 등의 파손이 발생되지 않았다. 그러므로 동절기 현장 적용시 가해질 수 있는 외력에 의해서 찢김 또는 파단 등이 발생될 가능성이 매우 적을 것으로 사료된다.

4.5 수중유실저항성능 시험

시험체는 그림 5와 같이 대기중에서 직경 100mm×높이 10mm의 플라스틱 샤알레에 방수셀을 주입한 것으로 한다. 시험이 준비되면 유속 시험에 가능한 시험기를 이용하여 0.2m/s의 유속으로 48시간 동안 유지한 후 유실정도를 체크한다.

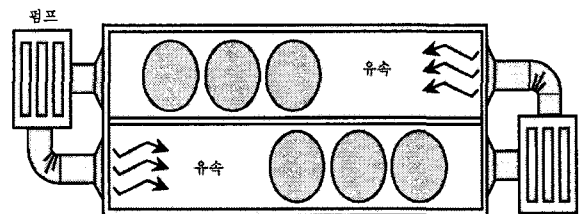


그림 5. 수중유실저항성능 모식도

단, 방수셀 주입시 샤알레 윗면까지 평평하고 샤알레 내부에 완전하게 충전되도록 하며, 시험체 개수는 총 6개로 한다.

수중 유실 저항성능 시험결과 표 3과 같이 유속에 의해 시편에서 탈락되는 방수셀의 양은 거의 없었다. 이러한 평가로부터 본 재료는 물과의 반응을 하면서도 시편의 점착성, 재료의 점도를 유지하고 있었기 때문에 지하구조물의 외벽에 지하수가 흐르더라도 재료가 유실되지 않고 구체에 양호하게 점착(접

착)되어 장기적으로 방수기능을 보유할 수 있을 것으로 판단된다.

표 3. 수중 유실 저항 성능 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.

4.6 내화학성능 시험

본 시험 방법은 KS F 4935 (누수보수용 주입형 실링재)에 의거하여 $\phi 65 \times 10\text{mm}$ 의 샤알레에 실링재를 주입하여 온도 $20 \pm 3^\circ\text{C}$, 상대습도 $65 \pm 5\%$ 의 상태에서 3일간 정치한다. 각각 성형된 시험체는 황산(2%), 염산(2%), 질산(2%), 수산화나트륨(0.1%) 후 수산화칼슘(포화상태), 염화나트륨(10%) 용액속에 168시간 침적시켜 중량변화를 체크하고 그 상태를 확인한다.

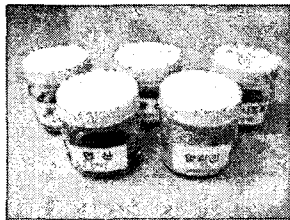


사진 6. 내화학성능 시험 장면

표 4. 내화학성능 시험결과

구분	순서	시험 전	시험 후	중량 변화율(%)	비고	
산처리	황산	1	34.231	34.237	0.017	
		2	35.645	35.650	0.014	
		3	35.239	35.245	0.017	
		평균	35.038	35.044	0.017	
	염산	1	38.946	38.955	0.023	
		2	31.580	31.588	0.024	
		3	32.124	32.132	0.025	
		평균	34.217	34.225	0.024	
	질산	1	39.452	39.466	0.035	
		2	35.014	35.026	0.034	
		3	35.126	35.138	0.034	
		평균	36.531	36.543	0.034	
염화나트륨처리	1	33.845	33.853	0.024		
	2	36.943	36.950	0.019		
	3	34.658	34.667	0.026		
	평균	35.149	35.157	0.023		
알칼리처리	1	34.869	34.892	0.066		
	2	34.785	34.805	0.057		
	3	39.254	39.373	0.030		
	평균	36.303	36.357	0.051		

내화학성 시험 결과 황산(평균: 0.017%), 염산(평균:

0.024%), 질산(평균: 0.034%), 염화나트륨(평균: 0.023%), 알칼리(평균: 0.051%)로서 이는 KS F 4935 "누수보수용 주입형 실링재"에서 규정하고 있는 -0.1%이내를 만족하고 있다. 내화학성능 시험에 따른 중량 측정시 모든 시험체의 중량이 증가한 것은 실링재의 특성이므로 KS기준에 합격한 것이며, 지하구조물에 적용됨에 있어 주변의 토양과 지하수에 혼입되어있는 산, 알칼리, 염수 등의 화학적 물질과 콘크리트에서 용출되는 수산화칼슘 등에 의해서 화학적 침식시 우수한 성능을 발휘해 현장 적용에 있어 내구성을 가지고 있다고 판단된다.

4.7 부착성능 시험

본 시험은 KS F 4935(누수보수용 주입형 실링재)에 의거하여 본시험의 상판 및 하판의 시험체는 $\phi 100 \times 30\text{mm}$ 의 모르타르 시편을 사용하며, 시험체 밀판 위의 3개소에 직경 5mm×높이 10mm의 강재 간격재를 에폭시본드로 부착한다.

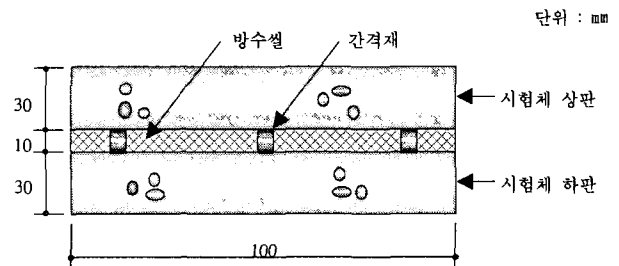


그림 6. 수중유실저항성능 모식도

단 간격재를 부착한 시험체 밀판의 무게가 $600 \pm 5\text{g}$ 이 되도록 측정하며 온도 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 의 상태에서 방수셀을 주입하여 24시간 대기중에서 정치한 후 시험체 상판을 들고 그 순간부터 1/100초까지 측정 가능한 초시계로 시험체 밀판이 탈락할 때까지의 시간을 측정한다.

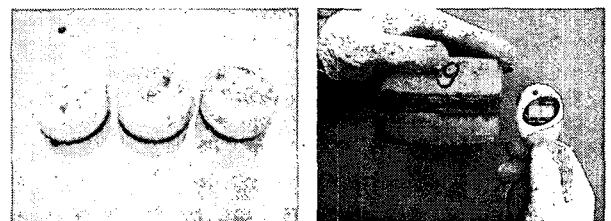


사진 7. 부착성능 시험 장면

본 방수셀재에 대한 부착력을 평가한 결과 시험기준인 KS F 4935에서 규정하는 기준(60초이상)에 합격함으로서 현장 적용에 있어서 그 부착성이 적정할 것으로 판단된다.

4.8 투수저항성능 시험

양생이 끝난 시험체 하부에 지름 3mm 구멍을 9개 뚫고, 하부 투수시험편 위에 구멍이 뚫리지 않은 $\phi 100 \times 30\text{mm}$ 의 모르타르 판(상부 투수 시험편)을 올려 놓을 수 있도록 $15 \times 10\text{mm}$ 의 강재 간격재를 에폭시 수지 접착제를 사용하여 3개소에 설치한다.

온도 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 의 대기중에서 투수 시험편에 실링재를 주입하여 24시간 후 KS F 4919에서 규정하는 투수 시험장치를 이용

한 시험을 할 수 있도록 수조를 띄워 0.3N/mm²의 수압을 1시간 동안 가한 후 투수 시험을 하여 재료에 대한 투수 유무를 확인한다.

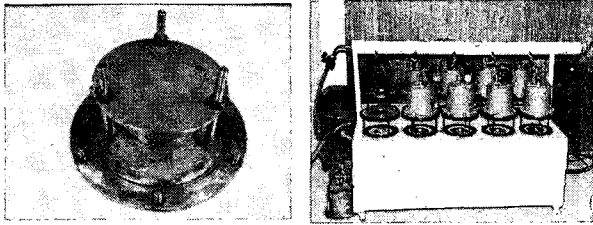


사진 8. 투수저항 성능 시험 장면

시험체 모두 투수가 되지 않았다. 이러한 결과는 시험시 공기압에 의해 유입수가 도막재를 바탕면에 강하게 부착시키며, 재료 상호간에 점착력이 발생하여 시간이 지나면서 상호간에 강한 밀착으로 인해 투수가 되는 것을 방지하는 원리에 기인한다고 판단된다. 또한 재료 자체의 점성이 있어서 별도의 프라이머나 부착재를 사용하지 않아도 타 재료에 밀착되고 압력에 의하여 일체화가 되는 특성이 확인되었다.

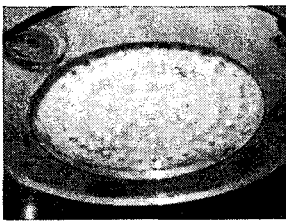


사진 9. 투수 시험 전 형상

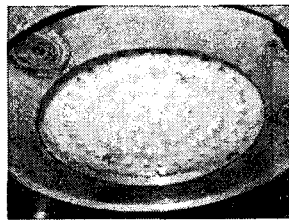


사진 10. 투수 시험 후 형상

5. 결 론

방수가 필요한 각종 콘크리트 구조체와 기존 방수층은 항상 물이나 습기에 영향을 받는 습윤환경으로 이루어져 있으며, 특히 콘크리트 바탕면은 물과 함께 각종 이물질(미립토사, 이끼, 알칼리 유출물) 등이 고착되어 있다.

그러나 현재 사용되고 있는 방수재료 중 우레탄계, 에폭시계, 시트계는 대부분, 앞에서 전술한 습윤 환경 조건하에서의 콘크리트 표면에 부착되어 경화 하는 형식으로 접착이 되는 특성을 공통적으로 가지고 있지만, 재료적 특성상 습윤 조건일 경우는 접착이 이루어지지 않기 때문에 바탕 표면이 완전히 건조될 때까지의 시간이 요구되고, 어느 정도 건조 후 방수재가 시공 되었다 하더라도 완전부착이 되지 않아 시간이 경과됨에 따라 박리되어 누수가 발생하게 되는 원인이 되고 있다.

따라서 본 연구에서 스프레이식 방수재료는 기존 방수재료 및 공법에서 가지고 있지 않는 뽀칠 시공성, 열경화성은 물론 점착성, 유연성 등의 우수한 특성으로 인하여 방수 바탕면의 요철 및 습기에 관계없이 방수층의 형성이 가능하다는 특성을 가지고 있다.

이러한 특성으로 인하여 방수공사에 있어서 공정의 단축, 인력절감에 의한 공사비용의 절약은 물론, 방수층의 품질, 안정

성 및 내구성을 확보할 수 있어 그 활용가능성이 크게 기대된다고 판단된다.

참 고 문 헌

1. 콘크리트 구조물의 누수와 대처 방안에 대한 견해 오상근, 한국콘크리트학회지 제 14권 6호 2002. 11
2. 콘크리트 구조물의 방수 및 누수 보수 기술의 새로운 접근, 장혁수, 오상근 한국구조물 진단학회 제3권 제2호, 1999. 4
4. 실무자를 위한 방수공사 매뉴얼, 현대건설 기술연구소, 건설도서, 2003
5. Waterproofing-the Building Envelope-(Michael T Kubal, McGraw Hill, 1993)
6. Waterproofing Concrete Foundations(The Aberdeen Group, 1999)
7. 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)
8. 地下防水の決め手—地下防水の設計と施工-(建築技術, (株)建築技術, 1992. 9)
9. 地下水處理孔の事例(鈴木音彦, 東洋書店, 1994. 7)