

자착식 고무화 아스팔트 방수시트의 접착특성에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on the Adhesion Property of Self Adhesive Rubberized Asphalt Waterproofing Sheet

정 현 상*
Jeoung, Hyoun-Sang

강 효 진**
Kang, Hyo-Jin

송 제 영***
Song, Je-Young

오 상 근****
Oh, Sang-Keun

Abstract

This study is to examine adhesion the characteristics of self adhesive asphalt to minimize of the construction periods and the environmental problems through the performance estimation of materials to reduce waterproof problem and the long durability maintenance of building structures.

This study tested the estimation items of self rubberized adhesive asphalt to examine the sheet discovered the most important problem in the construction site and the connection stability in the sheet joint. Besides, this study examined the material characteristics such as tension property, tear property, temperature dependence, heat resistance, adhesion stability and so on.

Test results of the separative items satisfied in the reference figure of connection stability and adhesion stability which could confirm adhesion performances and other items also satisfied in the reference.

키워드 : 접착, 시트, 아스팔트, 내구성, 비가열형
Keywords : Adhesion, Sheet, Asphalt, Durability, Non-Heating Type

1. 서론

방수공사는 비 또는 지하수로부터 생활공간으로 유입되는 물을 차단하는 기능뿐만 아니라, 구조체의 내구연한을 증가시키는 의미가 점차 커져가고 있어, 공법 및 재료의 개발은 꾸준한 연구를 통해 날로 발전하고 있다. 우리나라도 1910년대부터 아스팔트 방수가 적용된 것을 시작으로 현재는 많은 방수 공법 및 재료의 비약적인 발전을 하였지만 여전히 적정 공법 및 재료의 개발에 있어서는 많은 과제가 남아 있으며 건설 구조물에 다양한 방수재가 개발되어 적용되었지만 하자 사례는 줄어들지 않으며 그로 인한 많은 누수 하자는 시공 후의 보수보강에 따른 경제적 손실과 생활의 불편, 콘크리트 구조물의 열화 문제를 야기하고 있다.

또한 아스팔트 방수공법 중 방수공사의 품질향상, 노동력의 절감 등 공사여건의 변화로 상온공법의 용착형 가열형의 아스팔트 방수시트재가 개발되었으나 이는 열공법, 토치공법으로 인한 부분적인 들뜸과, 복잡한 작업 공정 및 작업이 어려운 단점으로 인해 건설현장에 사용되어지는 아스팔트 방수재에 대한 방수하자 및 보수가 늘어나는 실정이다.

이와 같이 건설 구조물에서의 방수 품질에 관련한 문제 발생이 빈번함에 따라 방수가 건설 구조물의 안전성과 내구수

명의 장기 확보에 대해 중요한 역할을 제공한다는 인식이 고조되면서 현장의 품질관리뿐만 아니라 방수자재에 대한 품질관리의 중요성이 크게 강조되었다.

이에 본 연구에서는 건설 구조물의 장기적인 내구성 확보 및 방수하자의 감소를 위해 재료의 성능 및 시공성 평가를 통하여 공사기간의 단축, 환경문제, 시공여건에 따른 문제점들을 최소화 할 수 있는 자착식 아스팔트의 접착 특성에 대해 이해하고자 한다.

2. 사용재료 및 시험조건

본 연구에 사용하는 재료로서 자착식 고무화 아스팔트는 스트레이트 아스팔트에 SBR, SBS, APP 등을 첨가한 개량 아스팔트로 감온성이나 점탄성적 성질이 개량하고, 특히 비용착형, 비가열공법으로의 적용을 위해 접착성을 크게 부여한 고무화 아스팔트에 보호보강재인 섬유질 시트, 폴리에틸렌 필름 등과 조합하고 하부는 이형필름 등의 박리지로 일정한 두께의 롤상으로 구성되는 방수시트로서 한 면이 접착처리가 되어있어 열이나 토치가 필요 없이 작업이 가능한 비용착형의 자착식 고무화 아스팔트 방수시트이다.

시험평가 항목 및 시험조건은 다음 표 1. 과 같다.

* 서울산업대학교 산업대학원 석사과정, 정회원
** 서울산업대학교 주택대학원 석사과정, 정회원
*** 서울산업대학교 주택대학원 석사과정, 정회원
**** 서울산업대학교 건축공학부 부교수, 정회원

표 1. 시험항목 및 시험조건

구분	시험항목	시험조건
자착식 아스팔트	인장·인열성능	KS F 4934(아령형3호 사용)
	온도의존성능	KS F 4934(온도챔버사용[-20/60℃])
	굴곡저항성능	KS F 4934(굴곡시험기 사용)
	내열성능	KS F 4934(60℃조절 가능한 챔버 사용)
	접합부의 내정수압성능	KS F 4934(Out-Put 방식의 투수장치)
	접합부의 벗김저항성능	KS F 4934(만능인장시험기(UTM)사용)
	모체부착성능	KS F 4934(Peel out 방식으로 시험)
	내음폭패임성능	KS F 4934(무게의 추로 24시간 가압)
	내피로성능	KS F 4934(거동이 가능한 피로시험기)

3. 실험방법

3.1 인장·인열성능

크로스 헤드를 장착하고 이동속도가 일정하며 하중 및 변위의 자동 기록장치를 구비하고 있으며, 일정온도(20± 2℃)에서 500mm/min의 인장속도로, 시험체의 표선간 거리의 8배 이상으로 인장되는 인장시험기를 사용하여 실험하였고, KS F 6518에서 규정하는 아령형 3호에 대한 인장성능을 측정하였다.

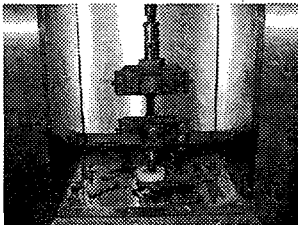


사진 1. 인장성능 측정

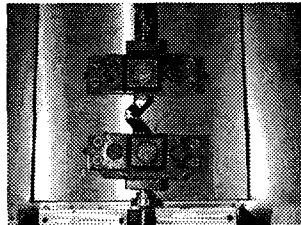


사진 2. 인열성능 측정

3.2 온도의존성능

크로스 헤드를 장착하고 하중 및 변위의 자동 기록장치와 일정온도(-20± 2℃, 60± 2℃)를 조절할 수 있는 항온조를 구비한 인장시험기를 이용하여 크로스헤드의 이동속도를 500mm/min으로 하여 시험하였다.

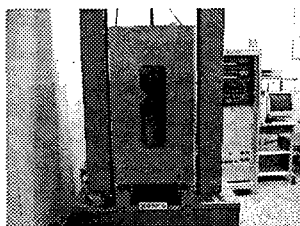


사진 3. 온도조절 가능한 챔버

3.3 굴곡 저항성능

접착면을 탄산칼슘 등으로 처리하여 접착성을 없애고 27.5

mm의 두께의 지지롤러 사이에 50× 100mm로 절단한 시험편을 설치한다. -20℃로 조절된 항온조내의 에탄올 50% 수용액 속에 30분간 정치하고, 300mm/min의 속도로 맨드릴을 두께의 지지롤러 사이로 이동시켜 방수시트를 180° 굽혀 바깥면의 잔금 발생 유무 및 보호보강재와의 박리현상을 관찰하였다.

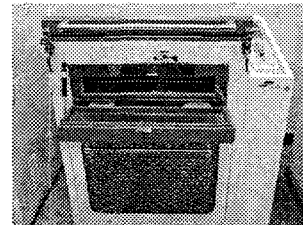


사진 4. 굴곡저항 시험기

3.4 내열성능

60± 2℃로 조절된 항온조 내에 3개의 200× 200mm의 방수시트를 열에 의해 변형이 없는 목판에 고정편으로 고정시킨 후 수직으로 세워 6시간동안 정치한 후 고무 아스팔트의 롤러내림 길이를 1개 시험편당 3개소를 측정하여 최대치로 기록하고 발포상태를 육안 관찰하였다.

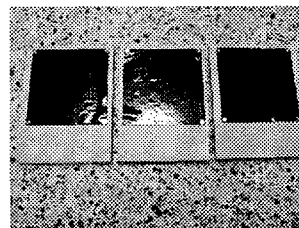


사진 5. 내열성능 시험



사진 6. 내열성능 시험

3.5 접합부의 내정수압성능

20± 2℃, 상대습도 65± 5%의 표준상태에서 8일 이상 건조시킨 모르타르 시험체 위에 방수시트를 3cm 겹침 이음하여 3kg의 원형 롤러를 사용해서 압착하여 부착시킨다. 모르타르 시험체의 측면을 실링처리하고 경화 후 초기 중량을 체크한 다음 Out-Put 방식의 투수시험장치를 사용해 방수 시트면에 0.3N/mm²의 수압을 24시간동안 가한다. 투수 시험장치로부터 시험체를 분리하여 표면의 물기를 제거하고 초기 중량 대비 중량의 변화를 기록하고 모르타르 시험체를 할렬하여 투수 여부를 다시 한 번 육안으로 관찰한다.

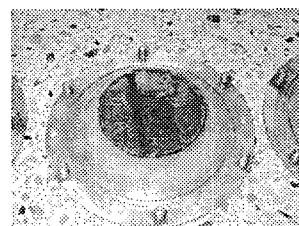


사진 7. 내정수압 시험체

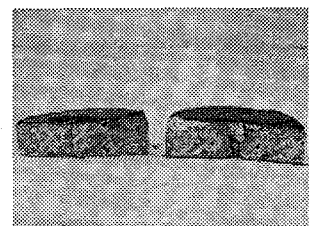


사진 8. 가수압 후 시험체

3.6 접합부의 벗김저항성능

100×50mm의 방수시트의 절반을 현장에서의 시공방법과 유사하게 자착면과 보호필름층을 부착시키고 3kg의 롤러로 3회 압착하고 부착되지 않은 절반의 양끝단을 만능인장시험기를 사용하여 표준상태에서 200mm/min의 인장속도로 인장하중을 측정하여 다음 식에 의해 계산하며 평균치로 나타낸다.

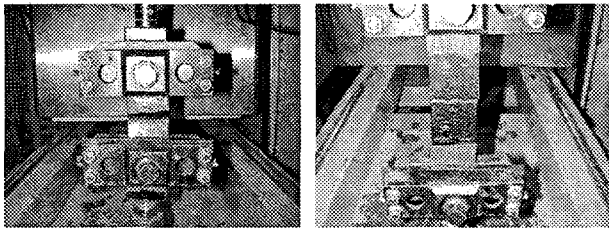


사진 9. 접합부 벗김 저항성 측정

3.7 모체부착성능

모르타르 시험체 위에 아스팔트 프라이머를 도포하고 2시간동안 건조시킨 후 방수시트를 3.0kg의 롤러로 3회 왕복하여 압착한다. 여기서 방수시트 시험편의 크기는 Peel Out 테스트의 경우 100×50mm의 시험편을 긴변의 절반만 바탕시험체에 부착시키며, Pull Up 테스트의 경우 바탕시험체 전면 크기로 한다.

방수시트가 부착된 시험체를 다시 2시간동안 표준상태에 정치한다. Peel Out 테스트는 만능인장시험기를 사용해 200mm/min의 인장속도로 측정하며 Pull Up 테스트는 방수시트가 부착된 시험체를 2시간동안 표준상태에 정치하고 무용제형의 에폭시 수지 접착제를 사용해 40×40mm의 강제 어태치먼트를 부착시키고 1시간동안 표준상태에서 경화시킨다. 양생 및 에폭시 본드의 경화가 끝난 시험체의 어태치먼트 주변을 바탕시험체에 닿을 정도로 힘을 파고 만능인장시험기를 사용해 10mm/min의 인장속도로 부착강도를 측정한다.

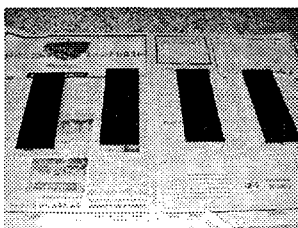


사진 10. 프라이머 도포

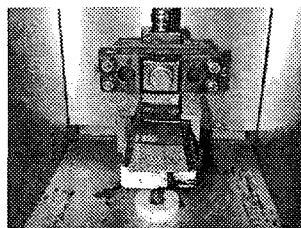


사진 11. 선상 부착강도 시험

3.8 내음폭패임성능

300×300mm의 콘크리트 평판 위에 방수시트를 평탄하게 설치하고 9kg의 음폭패임 시험기구를 사용해 표준상태에서 24시간동안 가압한다. 3곳의 눌러진 부분의 두께 변화를 마이크로미터로 측정한다. 시험체는 3개로 하며 변화된 두께의 기록은 각 시험체의 평균치로 하였다.

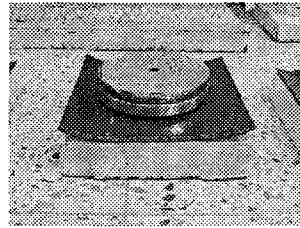


사진 12. 증량(추) 재하

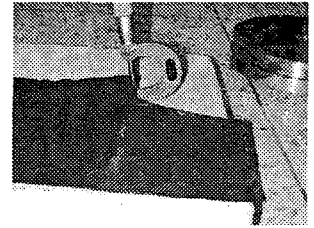


사진 13. 재하 후 두께변화 측정

3.9 내피로성능

150×100mm의 시멘트판 두개를 긴방향으로 마주대고 아스팔트 프라이머를 도포한 후 2시간 동안 건조시킨 다음 시멘트판 중간에 150×50mm의 방수시트 시험편을 부착시킨다. 24시간 동안 표준상태에 정치한 다음 거동폭 2mm, 거동 속도 1회/10min로 -20℃ 및 20℃의 온도에서 1000회의 거동을 준 다음 시험체를 육안 관찰하였다.

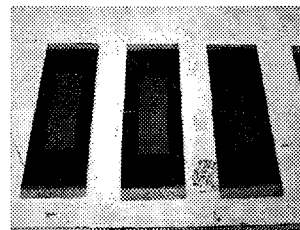


사진 14. 시험체 제작

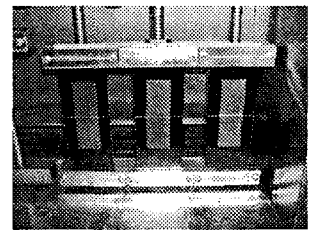


사진 15. 내피로성능 시험

4. 실험결과 및 고찰

4.1 인장·인열성능

본 자착식 방수 시트의 인장 및 인열강도를 길이방향과 나비방향의 두 가지 경우로 나누어 평가한 결과 <표 2>, <표 3>와 같이 길이방향의 인장강도는 46.35N/cm, 신장률은 404%로 측정되었으며 나비방향의 인장강도는 63.05N/cm, 신장률은 274%로 측정되었다. 또한 인열강도는 길이방향에서 44.20N, 나비방향에서 44.88N으로 측정되었으며, 이는 보호·보강층의 기계적 강도의 발현에 의한 것으로 0.1mm의 보호·보강 필름이 우수한 기계적 강도를 보유한 것으로 평가되었다.

표 2. 인장강도 시험결과

측정방향	인장강도(N/cm)	신장률(%)
길이방향	46.35	404
나비방향	63.05	274

표 3. 인열강도 시험결과

측정방향	인열강도(N/cm)
길이방향	44.20
나비방향	44.88

4.2 온도의존성능

고온 및 저온 환경에 따른 방수시트의 인장성능의 변화를 측정 한 결과 고온환경에서는 인장강도 대비 신장률의 증가현상 및 저온환경하에서는 인장강도의 증가 및 신장률이 저하되는 양상을 나타냈다.

본 방수시트의 온도의존성능을 평가한 결과는 <표 4>과 같다.

표 4. 온도별에 따른 시험결과

시험온도	측정방향	인장강도(N/cm)	신장률(%)
-20 ℃	길이방향	90.39	368
	나비방향	115.15	266
20 ℃	길이방향	46.35	404
	나비방향	63.05	274
60 ℃	길이방향	28.62	792
	나비방향	33.12	727

4.3 굴곡 저항성능

낮은 온도 환경하에서의 방수시트의 굽힘에 대해 방수시트의 파손 없이 유동적으로 변형 가능한 정도를 평가한 결과 저온 -20℃에서 180° 굽힘에 대하여 잔금 및 보호보강재의 박리 현상이 발생하지 않았다.

4.4 내열성능

유연성이 부여된 고무화 아스팔트가 고온 환경 하에서 유연화 됨에 따라 시트 상간 접착부에서의 접착력 평가를 위해 고무화 아스팔트 층의 열 환경에 대한 흘러내림 저항성으로 평가한 결과 60±2℃의 온도에서 수직으로 세워 6시간 정지한 후 고무 아스팔트의 흘러내림 길이는 0.5mm 이하로 측정되었으며, 온도 변화에 따른 발포현상은 발견되지 않았다.

4.5 접합부의 내정수압성능

접합부의 내정수압 시험에 대한 결과는 다음 <표 5>과 같이 수압의 작용에 의한 방수 시트 표면 기공의 잔여 수분에 의한 미세한 중량 변화만 있는 것으로 측정되었다.

표 5. 내정수압 시험결과

구 분	초기중량(g)	가수압 후의 중량(g)	흡수량(g)
자착식 시트	1,885.45	1,885.49	0.03

4.6 접합부의 벗김저항성능

접착 및 접착에 의한 시트 상간 접합부의 선상 접합 강도인 내벗김성 측정을 통해 시트 상간 자착부의 접합 강도를 평가한 결과 23.83N/cm로 측정되었다.

4.7 모체부착성능

자착식 방수시트의 바탕과의 부착성능에 대한 평가로 선상 부착성능(PEEL OUT)과 면상 부착성능(PULL UP)을 평가한

결과 선상 부착성능(PEEL OUT)은 17.05N/cm로 측정되었으며 면상 부착성능(PULL UP)은 19.80N/cm로 측정되었다.

표 6. 모체부착강도 시험결과

구 분	Peel Out(N/cm)	Pull Up(N/cm)
자착식 시트	17.05	19.80

4.8 내움푹패임성능

국부적인 하중에 대한 방수 시트의 내 패임성능을 평가하는 것으로 9kg의 시험추를 올려 놓고 24시간 경과 후의 두께 변화를 측정 한 결과 최초 1.5mm의 방수시트가 57% 감소된 0.64mm로 측정되었다.

표 7. 내움푹패임 성능 시험 결과

구 분	가압전의 두께(mm)	가압후의 두께(mm)	두께 유지율(%)
자착식 시트	1.5	0.64	43

4.9 내피로성능

경화된 바탕의 불연속부에서 생기는 거동에 대한 방수시트의 피로 저항성을 검토함으로써 장기적인 조인트 및 크랙의 거동 추종 안정성을 평가하기 위해 완전 접착된 방수시트를 2mm 거동폭으로 1000회의 반복 거동시킨 결과 균열 및 파단 현상은 없는 것으로 측정되었다.

5. 결 론

본 연구에서 자착식 고무화 아스팔트의 시험한 결과 모든 성능이 양호한 것으로 나타났으며, 접착성능과 밀접한 관련이 있는 접합부의 벗김 저항성능과 모체부착성능이 기준에 비해 다소 높게 나왔으며, 그 외 항목들도 기준에 만족하였다.

본 자착식 시트는 비유착, 비가열형으로써 현장에서의 발생하는 들뜸현상이나 아스팔트 시공시 가열할 때 발생하는 냄새나 환경물질들을 최소화하여 시공이 간소화되어 현장 품질관리 및 시공이 있어 하자를 줄일 수 있을 것으로 사료가 된다.

참 고 문 헌

1. 건설기술연구원수 방수기술지원센터, 콘크리트 구조물의 유지관리를 위한 보수보강재료의 성능 평가 및 현장 시공기술 적용에 관한 연구(II), 2000.
2. 오상근, 구조물진단학회지, 제3권 제2호, 콘크리트 구조물의 방수 및 누수 보수 기술의 새로운 접근, p 4-16. 1994.
3. 오상근 외, (주) 청우미디어, 건축 방수시스템의 설계와 시공.
4. 오상근 외, 형설출판사, "건축시공학." 2001.
5. 오상근외, 문운당, 건축재료학. 1995.
6. 오상근 외, 방수공사 핸드북, 대한미장협회, 1997.
7. 한국 건설기술원, 건설기술 정보센터, 방수시공 종합정보집 1998.