

자착식 부틸고무시트에 다발형 유리섬유직포를 적용한 비노출방수공법에 관한 연구

An Study on the Non-Exposure Waterproofing Method Laminated Twist Glass Fiber Mesh on Self Adhesion Butyl Rubber Sheet

방 명 진*
Bang, Myung-Jin

박 진 상**
Park, Jin-Sang

강 효 진***
Kang, Hyo-Jin

오 상 근****
Oh, Sang-Keun

Abstract

It has been applied the self adhesion waterproofing sheet which is developed from exist asphalt waterproofing sheet by heat and torch in domestic construction field. However, the problem of waterproofing have constantly happened due to air pocket condition and defect of joint part in waterproofing construction.

Therefore, in this study, we would like to analyze the field application as testing in side of materials and construction method of self adhesion butyl rubber sheet and study of the materials performance.

키워드 : 비노출방수공법, 자착식 부틸고무시트, 다발형 유리섬유직포

Keywords : Non-Exposure Waterproofing Method, Self Adhesion Butyl Rubber Sheet, Twist Glass Fiber Mesh

1. 서 론

자착식 방수시트는 1990년도 중반부터 본격적으로 외국에서 수입되어 국내 건설구조물(공동주택, 지하철, 교량, 공동구 등)에 적용되기 시작하였다. 이 기술은 기존 아스팔트 방수의 열공법과 토오치 공법의 단점인 화재 위험성과 시공자의 안전성을 개선한 기술이다. 이러한 특징은 자착식 방수 시장이 점차 확대되는데 중요한 역할을 하였으며, 이때부터 국내 방수회사에서도 이 기술에 대한 관심과 기술개발이 본격화 되었다고 할 수 있다. 그러나, 시장이 확대된 것에 비해 기존기술은 기술적으로 큰 진전이 없어, 시공과정에서 부풀음 현상이나, 조인트 처리 불량 등의 하자가 빈번하게 발생되고 있다. 이에 이러한 문제를 해결하기 위한 방안으로 최근에는 내구성인 우수한 부틸고무에 다발형 유리섬유직포를 적용한 수증기 분산형 자착식 부틸고무시트가 개발되었다.

이에 본 연구에서는 최근 개발된 수증기 분산형 자착식 부틸고무시트에 관한 특징을 검토하고, 시험 평가를 실시하여 재료 및 공법적 측면에서 현장 적용성을 검토하고자 한다.

2. 연구의 범위 및 관련 규격 적용

본 연구의 범위는 주차장 상부슬래브등 옥상 비노출 공법에 적용되는 자착식 방수시트의 공법적 특징과 물리·화학적 분석을 통해 그 적요성을 확인하고자 한다. 본 자착식 방수시트는 한국산업 규격 KS F 4934 : 2005 『자착식 고무화 아스팔트 방수 시트』의 시험방법과 성능기준에 따른다.

3. 기존 기술의 문제점

지금까지 사용되고 있는 일반 도막 방수재 또는 시트 방수재는 재료적, 공법적, 환경적인 요인에 따라 다음 표 1과 같은 사용상의 문제가 발생되고 있어, 내구성 감소의 주요원인이 되고 있다.

표 1. 기존 기술의 문제점

재료적 측면	공법적 측면	환경적 측면
- 편롤 및 부풀음 발생	- 복잡한 공정(공기증가)	- 저온환경(방수층 파손)
- 접합부 시공 불량	- 열기구 사용(안전성 결여)	- 유기화합물(안전성 결여)
- 구조물 거동(방수층 파손)	- 열기구 사용(내구성 감소)	- 화학적 환경(산, 알칼리에 취약)

* 서울산업대학교 산업대학원, 석사과정, 정회원

** 서울산업대학교 주택대학원, 석사과정, 정회원

*** BK방수기술연구소, 연구원, 정회원

**** 서울산업대학교 건축학부, 교수, 정회원

4. 적용기술의 구성 및 특징

본 연구에 사용된 소재는 그림 1과 같이 다발형 유리섬유직포와 부틸고무 시트로 구성되어 있다. 공법의 특징으로는, 다발형 유리섬유직포를 사용하여 바탕 콘크리트의 수증기 분산과 강도를 증진 시키며, 부틸고무시트를 사용하여 저온에서의 시공성 향상과 접합부 일체화를 도모한 공법이다.

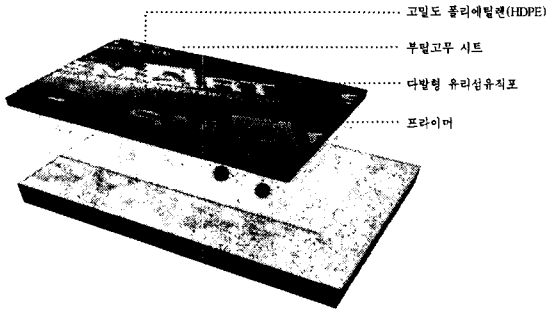


그림 1. 적용기술의 구성도

4.1 수증기 분산 효과 및 물리적 강도 보강

자착식 부틸고무시트 하단에 다발형 유리섬유직포를 적층하여, 다발형 유리섬유직포 사이로 콘크리트 내부에서 올라오는 수증기를 분산시켜 자착식 부틸고무시트의 기포발생 및 수증기압에 의한 부풀음을 감소 시킬 수 있다. 또한, 10×10mm간격으로 다발형 유리섬유직포가 자착식 부틸고무에 적층되어 온도상승에 의한 시트의 변형 및 물리적 강도를 보강해 주는 효과가 있다.

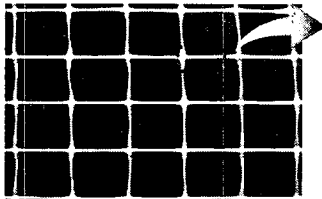


그림 2. 부틸고무시트에 적용된 다발형 유리섬유직포

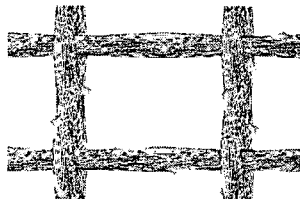


사진 1. 다발형 유리섬유직포

4.2 저온 품질 안전성

기존의 시트방수공법(열공법, 토오치공법, 본드 접착공법)은 5℃이하의 저온환경에서 부착성을 상실하여 콘크리트 바탕면과 부착이 이루어지지 않는다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 소재는 폴리부텐을 혼입하여 내한성을 향상시키고, 저온에서도 고점착성을 유지할 수 있도록 하였다.

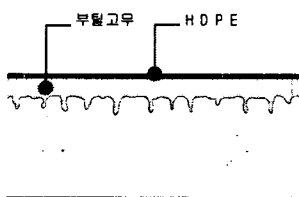


그림 3. 부착 개념도



사진 2. 부착 개념도(SEM 50배)

4.3 접합부 일체화 효과

기존의 시트 방수공법은 접합부를 열융착으로 시공하기 때문에 부분적으로 부착되어 장기적인 부착 안전성이 부족하였으나, 본 소재는 시트 접합부의 겹침부위 폴리에틸렌 필름층을 제거하여 상호접착하고, 시트간의 부분부착에 따른 불량 및 셀(Seal)처리 부족의 문제점을 크게 개선하였다.

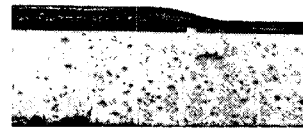


사진 3. 기존 자착식시트의 접합부

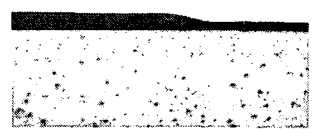


사진 4. 자착식 부틸고무시트의 접합부

5. 시험 방법

5.1 부풀음 성능

부풀음 시험은 수조에 물을 담은 후 600×600×80mm 시험체를 수조에 설치한다. 물은 시험체의 하단에서 약 20mm정도 침지될 수 있도록 물의 높이를 조절한다. 시험체가 고정되면 시트 표면으로부터 열기구를 수직으로 약 350mm정도 간격을 유지하여 가열한다. 시험체의 표면온도가 약 70℃로 상승할 때까지 가열한 후 다발형 유리섬유직포가 적층되지 않은 시험체와 다발형 유리섬유직포가 적층된 시험체를 비교하여 부풀음 발생 유무를 확인한다.

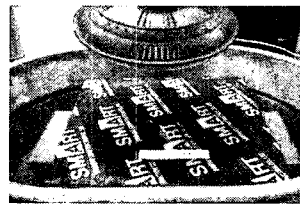


사진 5. 부풀음 발생 시험 현황



사진 6. 표면 온도 측정

5.2 인장 성능(물리적 강도 보강)

본 인장성능 시험은 KS F 4934에 따라 시험편(아령형 3호)을 표준 상태에서 1시간 이상 정치한 후, 인장 시험기에 시험편을 물림 간 거리 60mm로 하여 설치하고, 500mm/min의 인장 속도로 시험편이 파단될 때까지 인장한다. 단, 다발형 유리섬유직포가 적층된 것과 적층되지 않은 것을 구분하여 시험한다.



사진 7. 아령형 3호

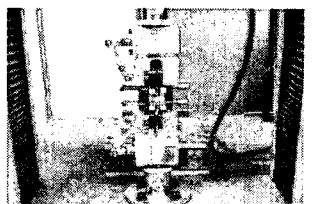


사진 8. 인장 시험 현황

5.3 저온 부착 안전성

저온 부착 안전성 시험은 KS F 4934를 준용하여, 저온환경(0℃, -10℃)에서 1kgf/cm²의 하중으로 가압하고, 1시간 동안 정지한다. 가압이 끝난 시험체는 부착지그(Peel Out)에 고정된 후 시험용 밀판과 접촉되지 않은 한쪽 끝단을 만능인장시험기에 설치하여 200mm/min의 인장속도로 가압한다. 단, 측정값은 3개의 시험체를 대상으로 각각 측정된 후 그 평균값을 결과로 한다.



사진 9. 부착 시험체

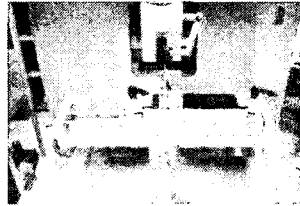


사진 10. 부착 시험 현황

5.4 내피로 성능(20℃, -20℃)

본 시험은 KS F 4934에 따라 두께 8mm의 C.R.C 보드를 나비 120mm, 길이 400mm로 절단하고 그 뒷면을 중앙부에서 나비 방향으로 깊이 약 6mm 정도 홈을 판 것을 사용한다. 완성된 시험판 위에 방수재를 시공한 후 온도 20±2℃에서 2.0mm의 확대축소를 10분에 1회의 비율로 1,000회 반복시킨 후 바탕판의 균열나비가 2.0mm가 되도록 한다. 또한 양생조 온도 -20±2℃로 설정하여 3시간 동안 방치한 후 같은 방법으로 1,000회 확대축소를 실시한다.

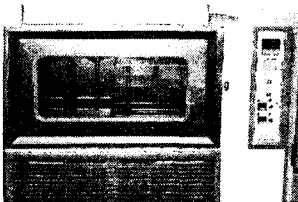


사진 11. 내피로 시험기



사진 12. 내피로 시험 현황

5.5 저온 굴곡 성능

저온 굴곡성능 시험은 KS F 4934에 따라, 점착면을 탄산칼슘 등으로 처리하여 점착성을 없애고, 27.5mm의 2개의 지지롤러 사이에 50×100mm로 절단한 시험편을 설치한다. -20℃로 조절된 항온조내의 에탄올 50% 수용액 속에 30분간 정지하고, 300mm/min의 속도로 맨드릴을 2개의 지지롤러 사이로 이동시켜 방수시트를 180° 굽혀 바깥면의 잔금발생 유무 및 보호보강재와의 박리현상을 관찰한다.

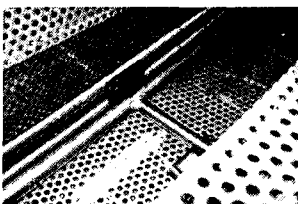


사진 13. 저온 굴곡 시험 현황



사진 14. 굴곡 시험 현황

5.6 접합부 내정수압성

온도 20±2℃, 상대습도 65±5%의 표준상태에서 8일 이상 건조시킨 모르타르 시험체 위에 방수재를 3cm접침 이음하고, 3kg의 원형 롤러로 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, 모르타르 시험체를 2분할하여 투수여부를 육안으로 관찰한다.

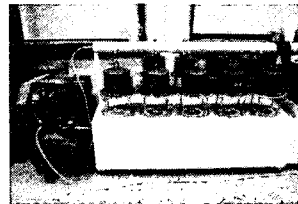


사진 15. 투수 시험 기기



사진 16. 투수 시험편 절단

5.7 접합부 인장 성능

접합부 인장 성능 시험은 KS F 4934에서 제시하는 시험편을 채취한 후 시트의 접합부를 롤러(3kg)로 3회 압착한다. 그 후 부착되지 않은 절반의 양끝단을 만능인장시험기에 고정하여 200mm/min의 인장속도로 가압한다. 단, 시험편은 20℃와 -20℃에서 각각 제작한 것을 대상으로 한다.

6. 시험 결과

6.1 부풀음 성능

본 시험결과 다발형 유리섬유직포가 설치되지 않은 시험체(사진 17)는 36시간 후에 부풀음 현상이 발생되었으나, 다발형 유리섬유직포가 포함된 시험체(사진 18)는 부풀음 현상이 전혀 나타나지 않았다.



사진 17. 36시간 후(부풀음 발생)

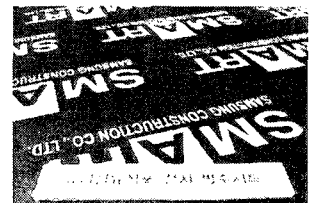


사진 18. 36시간 후(이상없음)

6.2 인장 성능(물리적 강도 보강)

인장성능 시험결과 표 2와 같이 유리섬유직포가 적용될 경우(길이방향 82.3N/cm, 나비방향 64.4N/cm)가 적용되지 않았을 경우(길이방향 65.2N/cm, 나비방향 64.1N/cm)에 비해 다소 높은 것으로 나타났다. 또한 KS F 4934에서 준하는 30N/cm를 만족하는 것으로 나타났다.

표 2. 인장강도 시험결과

구 분	시험 결과		KS F 4934 (품질 기준)
	유리섬유직포 미적층	유리섬유직포 적층	
인장강도 (N/cm)	길이방향	65.2	30 이상
	나비방향	64.1	

6.3 저온 부착 안전성

본 시험결과 폴리부텐을 혼입한 자착식 부틸고무 시트는 표 3과 같이 기존 자착식 아스팔트시트와 기존 개량 아스팔트시트에 비해 전체적으로 부착강도가 높은 것으로 나타났다. 또한 KS F 4934에서 제시하는 10N/cm에 만족하는 것으로 나타났다.

표 3. 저온 부착 안전성 시험결과

구 분	자착식 부틸고무시트	기존 개량 아스팔트시트	기존 자착식 아스팔트시트
부착강도 (N/cm)	0℃	14.4	7.2
	-10℃	10.1	3.2

6.4 내피로 성능(20℃, -20℃)

본 시험결과는 표 4와 같이 육안과 광학현미경으로 관찰하였으며, KS F 4934에서 준하는 표면 잔갈림이 발생되지 않아 성능기준에 만족하는 것으로 판단된다.

표 4. 내피로 시험결과

구 분	육안관찰	광학현미경 관찰	KS F 4934 (품질기준)
온도조건	20℃	이상 없음	이상 없음
	-20℃	이상 없음	

6.5 저온 굴곡 성능

본 시험결과는 표 5와 같이 육안과 광학현미경으로 관찰하였으며, KS F 4934에서 준하는 표면 잔갈림이 발생되지 않아 성능기준에 만족하는 것으로 판단된다.

표 5. 저온 굴곡 시험결과

구 분	육안관찰	광학현미경 관찰	KS F 4934 (품질기준)
온도조건	-20℃	이상 없음	이상 없음

6.6 접합부 내정수압성

본 시험결과 표 6과 같이 0.3N/mm²의 수압에서 물이 침투되지 않았으며, KS F 4934에서 준하는 성능기준에 만족하는 것으로 나타났다.

표 6. 접합부 내정수압 시험결과

구 분	시험 결과	KS F 4934 (품질기준)
0.3N/mm ² 에서 24시간	이상 없음	이상 없음

6.7 접합부 인장 성능

본 시험결과 표 7과 같이 20℃에서는 평균 17.3N/cm, -20℃에서는 16.8N/cm로 나타나, KS F 4934에서 준하는 15N/cm의

품질기준에 만족하는 것으로 나타났다.

표 7. 접합부 인장 성능 시험결과

구 분	측정치	평 균	KS F 4934 (품질 기준)		
인장 강도 (N/cm)	20℃	①	16.5	17.3	15 이상
		②	17.4		
		③	17.9		
	-20℃	①	16.5	16.8	
		②	17.1		
		③	16.8		

7. 결 론

자착식 부틸고무시트에 다발형 유리섬유직포를 적층한 비노출방수공법의 기술적 특성을 검토하고, 연구한 결과 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- 1) 다발형 유리섬유직포를 적층한 자착식 부틸고무시트는 일반 도막 방수재 또는 시트 방수재의 단점으로 콘크리트 내부의 수증기 증발에 따른 부풀음 발생을 억제하는 것으로 판단된다. 또한 다발형 유리섬유직포를 통해 인장강도와 같이 내구성이 증진되는 것으로 판단된다.
- 2) 자착식 부틸고무시트는 폴리부텐의 혼입에 따라 저온 부착성이 향상되고, 내피로성, 저온 굴곡성이 동일하게 향상되는 것으로 판단된다. 따라서, 저온 환경에서도 상시 시공이 가능하고, 본 성능을 발휘하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.
- 3) 기존 기술은 열융착을 통해 접합부를 형성하였으나, 본 소재는 일반상온에서 기술 자체적으로 접착되어, 접합부 내 정수압성, 인장성을 모두 만족하는 것으로 판단된다. 따라서 열기구에 의해 발생하는 화재의 위험, 재료의 물성변화를 해결하고, 공기단축에 있어 효과적일 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 오상근 외, 방수공사 핸드북, 대한미장협회, 1997
2. 오상근 외, 실무자를 위한 방수 공사 매뉴얼, 건설도서, 2003
3. 우종훈, 방수공사, 건축시대, 2006
4. 미장방수 하자사례집, 대한전문건설협회, 1994
5. 김수련 외, 돌기 시스템을 이용한 입체보강형시트의 옥상노출복합방수공법 적용에 관한 재료 및 공법적 연구, 2006
6. 오미현, 도막시트 일체형 방수재를 이용한 옥상용 복합방수 공법에 관한 실험적 연구, 서울산업대학교 석사학위논문, 2006