

PVC 및 알루미늄을 진공 접착한 방근시트와 E.P시트 및 도막방수층을 부분 절연한 방수/방근 복합공법의 옥상녹화 적용성 평가에 관한 실험적 연구

Test and Field Application Analysis for Root Barrier using Aluminum Film Adhered to PVC and Waterproofing using E-P Sheet with Asphalt Membrane for Green Roof System.

오 상 근*
 Oh, Sang-Keun

권 시 원**
 Kwon Si Won

박 진 상**
 Park Jin Sang

박 상 찬****
 Park Sang Chan

Abstract

The introduction of materials and methods of construction which are appropriated to property of green roofs could be a decisive factor in a long-range durability and economical maintenance cost, moreover, it support to variety construction system and organization.

In this paper I focused to assure the basic system for waterproofing materials and root barrier apply to green roof as searching the application of field condition. And I suggest proper waterproofing and root barrier as considering the mutual connection and plant growth, and it can be a standard model to adopt to domestic green roof system.

키 워 드 : 옥상녹화, 방근시트, PVC 알루미늄시트, 도막방수층, 복합공법

Keywords : Green Roof System, Root barrier, PVC Aluminum Sheet, Membrane, Complex Construction Method.

1. 서 론

최근 서울시를 비롯한 대도시에서 친환경 사업의 일환으로 건축물 옥상녹화 사업이 활성화되고 있다.

그러나 옥상녹화 기반구축에 필요한 방수/방근 기술을 위한 뚜렷한 방안이 제시되지 못하고 있어 국내 옥상녹화 산업분야의 발전이 저해되고 있는 실정이다. 이에 정부기관, 연구기관 등에서도 기반기술개발을 시급히 촉구하고 있다.

이러한 관점에서 본 연구에서는 옥상녹화 기술 선진국을 벤치마킹함으로써 국내에 적용 가능한 국내 방수/방근 기술의 표준적 모델의 옥상녹화 현장적용성 평가에 대한 실험적 연구를 통하여 옥상녹화의 방수/방근 기술의 기초적인 토대를 마련하고자 한다.

또한 본 연구를 통해서 적정 성능을 갖춘 방수/방근시트를 제안하여, 방수시트와의 상호 시공연계성 및 식재시공까지 고려한 종합적인 옥상녹화 기반시스템을 위한 기술개발 방향을 제시하고자 한다.

2. 옥상녹화 방수/방근 복합공법 개요

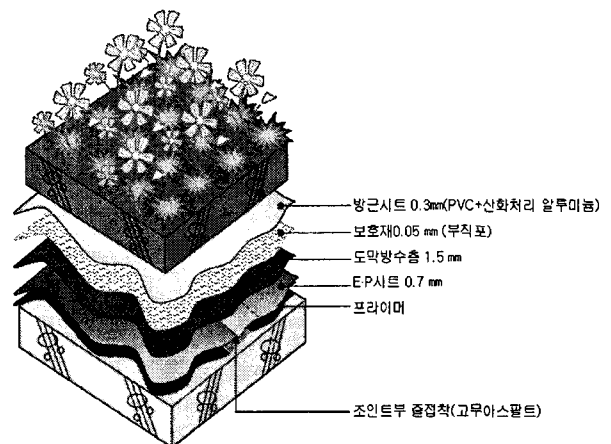


그림 1. 옥상녹화 방수/방근 복합공법의 전개도

옥상녹화 방수/방근 복합공법은 E.P시트(THK 0.7mm)와 도막방수층(THK 1.5mm)를 활용하여 방수성능을 확보하고, 그 상부에는 산화처리된 알루미늄과 진공접착된 PVC 방근시트(THK 0.05mm)를 적용한 옥상녹화용 방수/방근 복합화 기술이다. 기존

* 정희원, 서울산업대학교 건축학부 교수, 공학박사

** 정희원, 비계방수기술연구소 연구원

*** 정희원, 서울산업대학교 주택대학원

**** 정희원, 서울산업대학교 산업대학원 건축공학과

의 옥상녹화 방수시공시 미비하였던 장기적 누수안전성, 식물 뿌리와의 상관성, 옥상녹화의 지속적 유지, 구조물의 장기적 내구성 등을 파악하여 옥상녹화에 적합한 재료를 선정하고 복합화하여 그림 1.과 같은 공법으로 나타내었다.

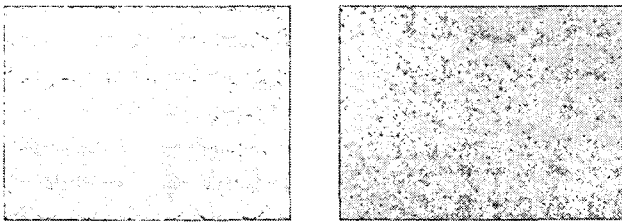
옥상녹화 방수/방근 복합공법은 건물의 옥상, 포장된 주차장, 교량상판, 전철역의 플랫폼, 지하주차장 상부의 공간 등에 시공함으로써 구조물의 장기적인 내구성 및 식물성장에 따른 안정된 방근성을 확보 할 수 있다.

3. 옥상녹화 방수/방근 복합공법의 구성 재료

본 장에서는 옥상녹화 방수/방근 복합공법에 대한 구성 재료의 구조를 알아보려고 한다.

3.1 방수 시트

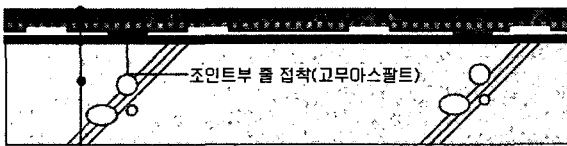
방수/방근 복합공법의 방수시트는 엠보싱 폴리비닐 시트로 사진 1.과 같이 방수/방근층에 내구성을 부여한 폴리비닐(0.7mm)로 시트 밑면의 규칙적인 요철(凹凸)의 홈이 바탕면에 밀착되는 것을 방지하여 공기나 습기를 분산하는 구조로 되어있다.



엠보싱 폴리 비닐시트(하부) 엠보싱 폴리 비닐시트(상부)

사진 1. 엠보싱 폴리 비닐시트

엠보싱 폴리비닐 방수시트의 시공도는 그림 2.와 같이 바탕면에 프라이머, E.P시트(엠보싱폴리비닐), 도막방수층 으로 구성된다.



- 도막방수층 1.5mm
- E.P시트 0.7mm
- 프라이머
- 콘크리트 슬래브

그림 2. 옥상녹화용 방수시트 시공도

3.2 방근 시트

옥상녹화를 안정적이며 지속적으로 유지하고, 구조물의 장기적 내구성을 확보하기 위해서는 방근시트의 선택 및 시공이 매우 중요하다. 40여개의 KS규격, 20여개의 신기술이 개발되어 널리 현장에 적용되고 있으나, 이와 같은 다양한 방수시트 및 방수기술 모두 옥상녹화 시스템에 적용될 수 있는 것은 아니다. 옥상녹화의 환경은 식재의 뿌리라는 방근층 손상환경이 새

롭게 조성됨으로서 모든 방수층이 이에 대한 대비책을 강구하여 한다.

이에 본 연구의 방근시트는 사진 2와 같이 합성고분자계 PVC와 금속계 알루미늄 막(1)을 진공접착한 일체화된 시트재를 적용하였다.

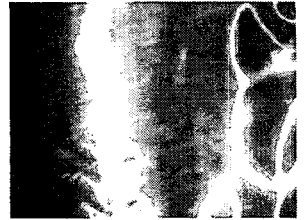


사진 2. 알루미늄 막 방근시트

또한 시트재의 공장 성형형태로 생산되므로 재료의 품질, 치수가 적절히 관리되어지고, 바탕 균열 추종성 및 내구성이 좋은 반면, 시트 접합부가 취약하다는 단점이 있다. 이러한 단점을 극복하기 위해 열가소성의 PVC시트 접합부를 그림 3.과 같이 열융착 시공하여 열에 의해 각각의 시트가 소성변형을 되어 일체화되고, 접착 열이 냉각되면서 단단한 피막을 형성하는 방법으로 처리하였다.

시트접합부를 PVC 열가소성을 이용하여

열융착 일체화 시공

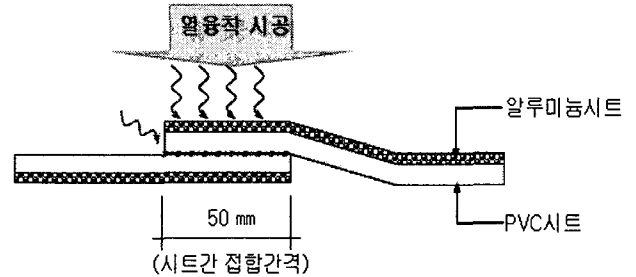


그림 3. 방근시트 열융착 시공 개념도

3.3 방수/방근 복합화

상기에서 전술한 방수시트와 방근시트의 기능향상 및 내구성, 상호보완성 등을 갖을 수 있도록 보호재 및 접착제 등을 사용하여 방수/방근 복합 시공한다.

본 복합시트 시공은 엠보싱 폴리비닐 방수시트를 이용한 도막방수공법으로 바탕면을 균질하게 방수층을 형성하고, 상부에 식물 성장으로부터 안전한 방근성을 확보한 합성고분자계의 산화처리 알루미늄이 진공 접착된 PVC시트를 두어 다음 공정과정에서 발생 가능한 기계적 손상 및 충격 등으로부터 보호할 수 있도록 복합화 하였다.

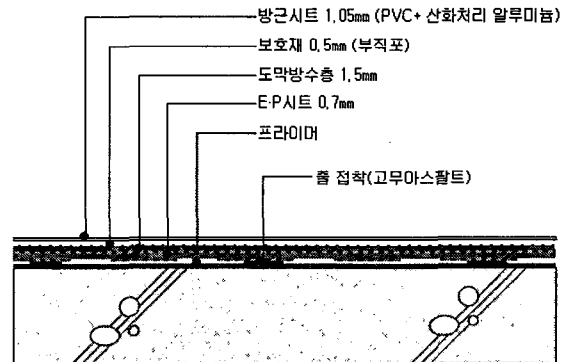


그림 4. 방수/방근 시트의 복합화 개념도

1) 일본 AIJ와 서울산업대학교 건설기술연구소 방수기술연구센터 공동연구결과

4. 옥상녹화 방수/방근 시트의 성능평가

본 장에서는 방수시트와 방근시트의 성능평가를 실시하여 표 1. 과 같이 성능 기준(KS 규정)의 적합성 여부를 확인하고, 엠보싱 폴리비닐 방수시트와 PVC에 금속제 알루미늄 막으로 형성된 방근시트에 대한 옥상녹화 복합공법의 방수/방근 성능을 평가하기 위함이다.

표 1. 시험항목별 적용 규격

재료	시험항목	성능기준	적용규격	
방수 재	인장강도 N/cm	100	KS F 4911 합성고분자계 방수시트 중 일반복합형	
	신장률 %	150		
	인열강도 N	50		
	접합 성상	무처리	기준선으로부터 어긋남 및 박리의 길이가 5mm이하이며, 해로운 어긋남 등 이상한 곳이 없을 것.	방근성능 시험방법(SPT)
		가열처리		
		알칼리처리		
방근성	뿌리 침입여부	4년동안 뿌리 침입이 없을 것	방근성능 시험방법(SPT)	
방근 시트	인장강도 N/cm	100	KS F 4911 합성고분자계 방수시트 중 일반복합형	
	신장률 %	150		
	인열강도 N	50		
	접합 성상	무처리	기준선으로부터 어긋남 및 박리의 길이가 5mm이하이며, 해로운 어긋남 등 이상한 곳이 없을 것.	방근성능 시험방법(SPT)
		가열처리		
		알칼리처리		
방근성	뿌리 침입여부	4년동안 뿌리 침입이 없을 것	방근성능 시험방법(SPT)	

4.1 인장 및 인열 성능 평가

본 시험은 KS F 4911 「합성 고분자 방수 시트」 시험 방법에 준하여 온도 20±2℃, 습도 65±20%의 환경 하에 인장 시험은 KS M 6518 5.에 규정하는 아령형 3호로, 인열 시험은 KS M 6518 10.에 규정하는 아령형 3호로 제작한 시험편을 200mm/min로 시험할 수 있는 만능인장시험기를 이용하여 비교 평가한다.

방수시트의 인장성능 시험결과 인장강도는 길이방향 145.9N/cm, 나비(폭) 방향 270N/cm로 나타났으며, 신장률은 길이방향 329.3%, 나비(폭) 방향 322.6%로 나타나 KS F 4911 규격 기준(인장강도 100N/cm, 신장률 150%)을 충분히 만족하는 결과를 나타내었다.

인열강도는 찢으려는 성질이나 뜯어짐에 대한 저항성으로서 대체적으로 인장강도와 비슷한 수치의 결과를 나타내었으며, KS 기준(인열강도 50N 이상)에 모두 만족하는 것으로 나타났다.

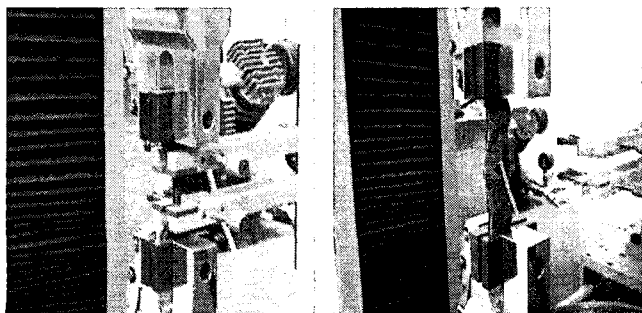


사진 3. 방수시트 인장 시험



사진 4. 방수시트 인열 시험

표 2. 방수시트 인장·인열 시험결과

순 번	인장강도(N/cm)		신장률(%)		인열강도(N)		비고
	길이	나비	길이	나비	길이	나비	
①	144.0	98.0	247.5	377.6	164.8	154.0	-
②	139.6	96.8	362.8	402.8	171.6	142.6	
③	154.2	102.0	377.7	187.3	182.0	146.4	
평 균	145.9	98.9	329.3	322.6	172.8	147.6	

방근시트의 인장성능 시험 결과 인장강도는 길이방향 88.53N/cm, 나비(폭) 방향 80.6N/cm로 나타나 KS 기준(인장강도 100N/cm)에 약 20% 정도 품질개선이 요구되며, 신장률은 길이방향 248.2%, 나비(폭) 방향 310.3%로 나타나 KS 기준(신장률 150%)에 충분히 만족하는 결과를 나타내었다.

인열강도는 찢으려는 성질이나 뜯어짐에 대한 저항성으로서 대체적으로 인장강도에 비해 50% 정도 낮은 수치를 나타내 찢김에 대한 보강이 필요할 것으로 판단되며, KS 기준(인열강도 50N 이상)을 만족하기 위해 약 10%이상의 품질개선이 요구된다.

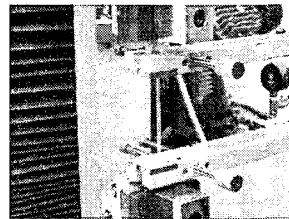


사진 5. 방근시트 인장 시험

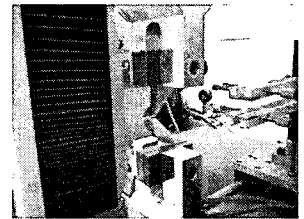


사진 6. 방근시트 인열 시험

표 3. 방근시트 인장·인열 시험결과

순 번	인장강도(N/cm)		신장률(%)		인열강도(N)		비고
	길이	나비	길이	나비	길이	나비	
①	84.0	79.2	235.4	305.2	38.4	36.0	-
②	88.0	82.8	234.3	360.3	45.2	41.2	
③	93.6	80.0	275.1	265.5	46.4	42.8	
평 균	88.53	80.6	248.2	310.3	43.3	40.0	

4.2 접합성상 성능 평가

시험체 유지구에 눈금간이 물림간격으로 되도록 시험체를 부착하고 접침길이 100mm인 본 시험체에 대하여는 눈금간 140mm가 될 때까지 신장하여 24시간 표준 상태에 놓아둔다. 다음에 시험편을 떼어내고 표준 상태에 4시간 정지한 후 기준선으로부터의 어긋남 및 박리된 길이를 측정하고 해로운 어긋남, 박리 등 이상한 위치의 유무를 조사한다.

방수시트의 접합 성상 시험 결과, 무처리 시험체와 가열처리 및 알칼리처리 후의 모든 시험체에서 기준선으로부터 어긋남 및 박리가 발생되지 않았으며, 해로운 어긋남 등 이상한 곳이 확인되지 않아 모든 시험체에서 KS 기준을 만족하는 것으로 나타났다.



사진 7. 가열처리 시험



사진 8. 알칼리처리 시험

방근시트의 접합 성상 시험 결과에서도 무처리 시험체와 가열처리 및 알칼리처리 후의 모든 시험체에서 기준선으로부터 어긋남 및 박리가 발생되지 않았으며, 해로운 어긋남 등 이상한 곳이 확인되지 않아 모든 시험체에서 KS 기준을 만족하는 것으로 나타났다.

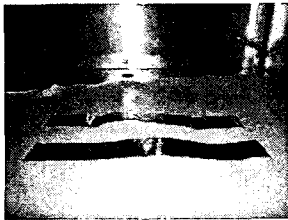


사진 9. 가열처리 시험



사진 10. 알칼리처리 시험

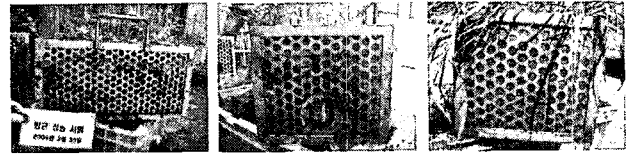
4.3 방근 성능 평가

본 시험은 독일의 FLL에 근거한 실험결과이다. 내근성능 실험순서는 사진 11.과 같이 (1)~(6)순으로 진행되며, 보조적으로 플라스틱 박스를 구비하여 사진(2)와 같이 방수층이 시공된 편칭메탈 박스 내에서 식물의 뿌리 관통을 유도할 수 있도록 플라스틱 박스에 넣어 가장자리 공간에 습윤한 토양층을 채운다. 식물의 뿌리가 방수층을 관통해도 박스사이의 습윤한 토양층을 만나기 때문에 뿌리가 썩지 않고 지속적인 관찰할 수 있다.

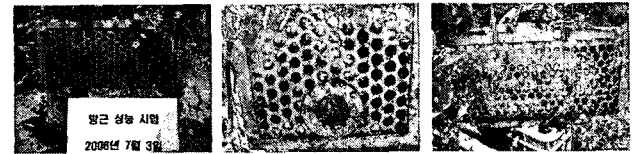


(1) 시험장치 준비 (2) 방수층 시공 (3) 식재 박스 안착
(4) 2중 식재 (5) 습윤토양 채움 (6) 결과확인(3개월)
사진 11. 내근성능 시험체 제작 및 식재 장면

본 방근성능 시험은 식재이후 3개월이 경과한 2006년 3월 30일에 관찰 확인 결과, 당시까지 방수시트와 방근시트 각각 일반부, 드레인부, 모서리부, 접합부 모든 부분에서 뿌리관통 흔적이 발견되지 않았으며, 이는 재료 물성 및 시공 안전성 측면에서 뿌리 관통에 대한 안전성을 갖고 있는 것으로 판단된다.



(1) 방수시트 일반부 (2) 방수시트 드레인부 (3) 방수시트 측면부
사진 12. 방수시트의 방근성 시험 결과



(1) 방근시트 측면부 (2) 방수시트 드레인부 (3) 방근시트 일반부
사진 13. 방근시트의 방근성 시험 결과

5. 결 론

“PVC 및 알루미늄을 진공접착한 방근시트와 E/P 시트 및 도막방수층을 부분절연한 방수/방근 복합공법의 옥상녹화 적용성 평가”에 대한 본 연구를 통하여 방근시트와 방수시트의 접목을 통한 성능 향상을 통해서 새로운 국내 순수기술로서의 현장적용성을 갖춘 새로운 옥상녹화 기반시스템 기술로 평가 될 수 있을 것이라 판단된다.

참 고 문 헌

1. 오상근 외, 건축물 옥상녹화를 위한 방수기술 개발의 필요성에 관한 검토, 대한건축학회 추계학술발표대회 2003.10
2. 한남동 15호 신축공사 옥상녹화 배수방근의 재료 및 공법의 제안을 위한 연구 보고서, BK방수기술연구소, 2004.9
3. Green Rooftops for Sustainable communities, portaland, 2004.6
4. 조경시공 LAC, No.08, 일본의 가든형 옥상녹화 사례, 2004.5/6
5. ことよしやっき, 日本の屋上緑化技術-防水及び耐根保護に関する技術, たじまる-フィンク, 한일옥상녹화국제세미나, 한국인공지반녹화협회 2004.8
6. (財)都市緑化技術開發機構 特殊緑化共同研究会, 屋上緑化의 Q&A, 鹿島出版会, 2003.12
7. 第2回 防水シンポジウム資料集, 日本建築學會 2003.8
8. 實例に學ぶ屋上緑化-設計-施工-メンテナンスNの勘所-, 経アーキテクチュア, 2003
9. Theodore Osmundson, Roof Gardens, 基文堂, 2000.6