

옥상녹화시스템의 방수재료 및 공법개발에 관한 필요성 분석

The Necessity Analysis of Development Waterproofing Materials and Methods of Construction Technologies for Green Roofs

○ 권시원*
Kwon, Shi-Won

○ 조일규**
Jo, Il-Gyu

배기선***
Bae, Kee-Sun

오상근****
Oh, Sang-Keun

Abstract

The need for this study must be considerable, as being activate of green roofs research that the organization and construction obtain access to more development technologies. Nevertheless, the green roofs system has begun to apply since 1980's, the green roofs technology was restricted to develop without verification of technologies such as a load or water leakage. There is a limit as urethane waterproofing to almost domestic waterproofing materials and methods of construction for general green roofs.

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.

This present paper describes a necessity of waterproofing and root barrier system is one of the sub-organization based on green roofs construction, which have enormously large impact on the durability.

키워드 : 옥상녹화시스템, 방수층, 방근층, 요구성능

Keywords : Green Roofs System, Waterproofing layer, Root barrier layer, demand performance

1. 서론

1.1 연구의 필요성 및 목적

최근들어 도심지의 사막화, 열대화, 생태 공간의 파괴로 인한 도시 환경 문제가 크게 대두되면서 이를 위한 개선책, 환경 기술 개발의 일환으로 도심지 건축물 옥상 녹화 사업이 활발히 전개되고 있다. 옥상녹화는 도시의 생태적인 문제해결과 에너지 절약을 동시에 만족시킬 수 있는 대안으로, 녹지공간이 부족한 도심에 버려져 있는 옥상공간을 활용하는데 그 목적이 있다. 그러나 기존의 옥상 공간을 이용하는 경우에 새로운 식재 조정 시설이 옥상 지붕에 설치됨으로서 구조적 안전성 문제가 우려되고 있다. 그 중 가장 심각히 대두되고 있는 사항이 누수문제의 근본적 해결이다.

현재까지 녹화시스템은 다양한 옥상녹화의 요구사항을 체계적으로 뒷받침할 만한 기술적 검증과정(하중-누수)의 부재(不在)로 큰 성과를 거두지 못하였다. 이로 인해 국내 건축물의 옥상녹화를 위한 방수재료-공법의 범위는 매우 한정되어 있었다.

국내에서는 옥상녹화사업의 정부지원체계가 마련되어 있음에도 불구하고 옥상녹화시스템의 각 요소별 기술지원미비로 인해 옥상녹화사업의 활성화가 다소 지연되고 있는 실정이다. 특히 옥상녹화시스템에 있어 방수는 기본적으로 갖추어야 할 사항으로 지적되고 있으나, 건축주나 관련업체에서 안일하게 취급되고 있는 불성실함이 큰 문제로 지적되고 있다. 또한 일반적으로 적용되고 있는 옥상방수공법 중에서 우수하다고 판단되는 방수공법을 그대로 적용하고 있으나, 이는 옥상녹화라는 특별한 환경요소가 적용되는데 있어서 적합하지 않은 사례이며, 반드시 실험적 검증과정을 거쳐 향후 발생된 문제점을 미연에 방지해야하는 커다란 과제를 안고 있다.

이와같이 지금까지의 옥상녹화를 위한 방수공사는 중요한 공사로 인식되지 못한 탓에 학계 및 업계에서도 기술개발을 위한 연구투자나, 개선하고자 하는 노력이 비교적 적어 시공기술의 낙후, 품질 및 공사관리의 후진성을 여전히 탈피하지 못하고 있는 실정이다. 그러나 옥상녹화에 있어서 방수는 단순히 물을 막아내는 기술이 아닌 건축물의 내구성까지도 책임을 질 수 있는 방수설계 및 시공법 개선이 절실히 요구되어지고 있다.

따라서 옥상녹화의 특성에 맞는 재료 및 공법이 도입되었을 때만이 다양한 옥상녹화시스템의 지원을 확대시킬 수 있다는 점을 감안하여, 이는 건물의 장기적인 내구성 확보와 유지관리를 통해 경제적인 가치를 극대화하는데 있어서 중요한 조건이 될 것이다.

* 정회원, B&K방수기술연구소, 연구원

** 정회원, (주)리뉴시스템 기술연구소, 과장

*** 정회원, (주)리폼시스템, 기술영업본부장, 공학박사

**** 정회원, 서울산업대학교 건설대학 건축학부 교수, 공학박사

따라서 본 연구에서는 옥상녹화 조성에 있어서 기반이 되는 녹화시스템 중, 방수 및 방근층에 대한 기술개발의 필요성을 제시하고자 한다.

1.2 연구의 내용

다양한 옥상녹화²⁾를 위하여 기존에 적용된 방수방근 기술이 해결할 수 없었던 현상이나, 다양한 옥상녹화유형을 지원할 수 있는 적정 시공법의 선택을 위한 방수기술개발의 필요성을 다음과 같은 순서에 의해 입증한다.

- (1) 옥상녹화개발과 방수기술개발의 연관성
- (2) 국내·외 옥상녹화 방수기술의 사례
- (3) 국내의 기존 옥상녹화 방수기술에 대한 문제점과 관리 방안
- (4) 옥상녹화를 위한 방수기술의 요구성능
- (5) 옥상녹화방수의 요구성능에 따른 적정 방수공법

2. 옥상녹화개발과 방수기술개발의 연관성

2.1 옥상녹화의 개발

옥상녹화는 도시의 생태적인 문제 해결과 에너지 절약을 동시에 만족시킬 수 있는 대안으로 주목받고 있으며, 건축으로 인해 파괴된 토양 생태계를 옥상에 복원하는데 의미가 있다. 이는 대지의 부족 및 높은 지가 등으로 녹지공간을 따로 확보하기 힘든 도시내에서 쓸모없이 버려져 있는 옥상을 녹지로 활용하는 이른바 공간창출의 측면에서도 중요한 의미를 지닌다.<서울특별시 2002>

이러한 관점에서 5년 전부터 국내에서는 옥상공간을 녹지공원화하여 도심의 환경을 복원하는데 일조하고 있으며, 2002년부터는 「서울특별시 녹지보전 및 녹화추진에 관한 조례 제3954호」를 제정함으로써 2001년에 분당 신도시에 위치한 경동보일러 사옥 옥상층에 하늘동산21의 옥상자연생태공원을 필두로 옥상녹화의 정부차원의 장려책을 확대하는 한편, 옥상녹화의 전국적 체계망을 적극 계획하고 있다.

2.2 방수기술개발의 중요성

옥상녹화의 개발 및 활성화에 따라 옥상녹화시스템의 기술 지원 문제가 중요하게 부각되고 있으며, 특히 방수기술의 다양화는 옥상녹화를 발전시키는데 중요한 요소가 될 것이다.

옥상녹화시스템은 식재, 토양, 배수, 방수방근, 단열 등의 구성요소로 세분화된다. 그에 따른 방수방근층은 옥상녹화시스템의 구성비중에 있어 그림 1과 같이 5%정도에서 경우에 딸 최대 20%정도에 불과하다. 그러나 장기적인 내구성 확보와 경제적인 유지관리비용을 고려했을 때 건물에 미치는 영향은 그림 2와 같이 70~80%이상의 비중을 차지하게 된다. 이는 방

1) 본 연구에서 기술은 재료와 공법을 통칭한다.
2) 옥상녹화는 건축물 옥상에 녹화를 하는 것뿐만 아니라 지하주차장의 상부공간, 교량의 상판, 공동주택의 테크 등 생물이 서식할 수 없는 인공지반을 녹화하는 개념을 통칭한다.

수방근층이 식재층과 건물을 연계하는 구성요소로서 문제 발생시 내구성과 직결되며, 특히 건축물과 가장 근접하게 위치하여 일체화되어야 하는 방수방근층에 대한 기술개발은 옥상녹화개발을 위한 가장 중요한 기반시스템이라 사료된다.

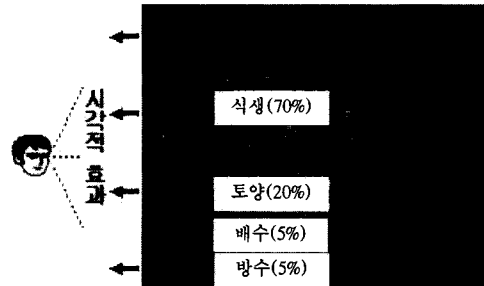


그림 1. 옥상녹화시스템의 시각적 중요성 이해도

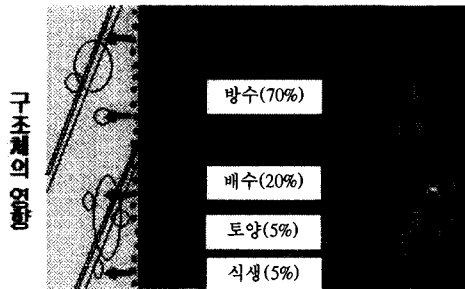


그림 2. 옥상녹화시스템의 구조적 중요성 이해도

2.3 기존 옥상방수와 차별성

1) 유지관리측면

녹화가 조성된 옥상의 방수기술은 일반 옥상과 마찬가지로 외부로부터 침입된 물을 막는 능력이 주된 요구사항이지만, 옥상녹화용 기구와 수리기구 및 식물뿌리의 침투로부터 기계적인 손상을 받지 않는 능력은 일반 옥상방수와는 차별화된 요구사항이다. 또한 물이 항상 체류하는 녹화공간과 식재층의 수목의 뿌리는 구조체 내구성에 가장 큰 영향을 미치는 요인이 되며, 방수층은 구조체와 가장 가까운 곳에 위치한 옥상녹화시스템 중 하나로서 구조체의 직접적인 손상요인을 해결할 수 있어야 한다. 이에 따라 건축물 거동에 의한 방수층의 손상뿐만 아니라 뿌리의 침입방지 및 체류수에 의한 화학적 열화가 없는 재료와 시공법의 선정이 중요한 선결과제라 할 수 있다.

2) 기술적 측면

옥상녹화는 궁극적으로 내구성뿐만 아니라 지속가능한 옥상녹화시스템을 갖추어야 하며, 건축물의 수명이 다함에 따라 함께 교체될 수 있어야 한다. 이를 뒷받침하기 위한 방수기술의 선택은 여러 종류의 제품과 공법의 특징을 이해함으로써 보다 질 높은 옥상녹화시스템 조건을 갖추어야 할 것이다.

방수층 시공시 유의해야할 점으로서 뿌리는 매우 작은 틈

새에도 파고들려고 하는 강한 성장력을 갖고 있으므로 바탕체와 완벽하게 접촉시키는 것이 매우 중요하다. 방수층 파손 후에는 물이 새는 정확한 위치를 찾기가 난이한 점을 고려하여 누수보수가 용이한 공법의 선택이 옥상녹화 방수기술에 있어 중심과제가 될 것이다.

2.4 옥상녹화시스템의 구성

그림 3, 4에 나타난 것과 같이 신축의 경우는 기존 옥상녹화와는 달리 단열층과 구배를 포함한 모든 옥상녹화시스템을 연계하여 건축물에 요구되는 방수소재 및 공법의 설계가 용이하나, 기존 건축물에서는 기 시공된 방수층의 진단을 통해 구배가 충분치 못한 경우 이를 조정하여 누수문제를 최소화 하도록 하며, 식재의 유형과 토심과의 상관관계를 고려하여 새로운 방수방근층을 형성시켜야 한다.

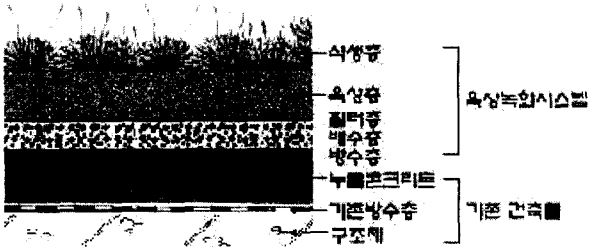


그림 3. 기존 건축물 옥상녹화 하부시스템 구성

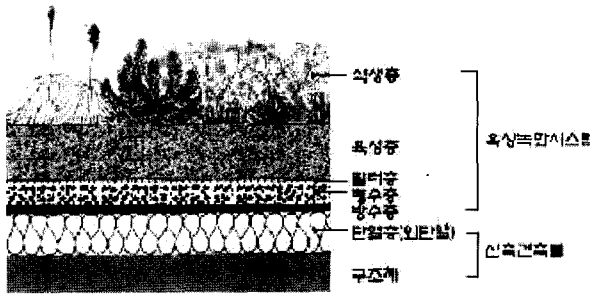


그림 4. 신축건축물 옥상녹화 하부시스템 구성

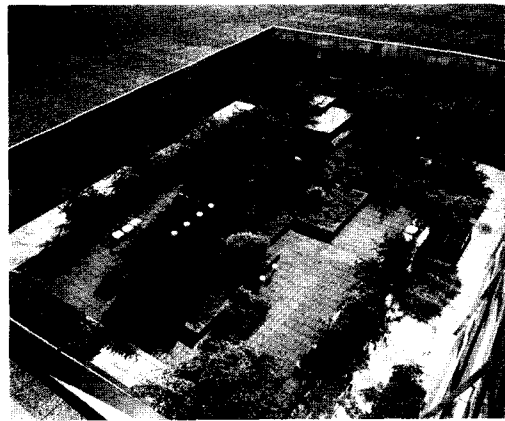


사진 1. 옥상녹화 전경, 독일

표 1. 독일 방수기술의 사례

구분	방수방수층의 소재	
단면도		
	1차 방수층 (t-4mm)	기능: 습기차단막 및 시공 중 일시적인 방수제 역할 구성: 탄성력 있는 알루미늄 필름바탕 + 개량아스팔트
공법의 구성	2차 방수층 (t-5mm)	기능: 방근역할 및 물의 침투방지 등 2중방수방근 구성: 탄력성 있는 폴리에스터 + 얇은구리판+개량아스팔트

3. 옥상녹화의 조성사례

3.1 국외 옥상녹화에 사용되는 방수기술

국외에는 발코니, 배수망, 터널 상부공간 등 녹화 공간의 특수성 및 면적의 증가로 인해 다양한 옥상녹화가 구축되고 있어 그에 따른 여러가지 옥상녹화시스템이 개발되었다. 그 중 방수방근소재가 많이 개발되어있으며, 방수공법에 대한 연구는 현재에도 계속 진행 중에 있다. 사진 1과 2는 국외의 대표적인 옥상녹화 전경이며, 표 1과 표 2는 방수기술에 대한 사례를 나타낸 것이다.



사진 2. 옥상녹화 전경, 일본

표 2. 일본의 방수기술의 사례

구분	방근 및 방수소재	
방근 소재	방근루핑	식물의 뿌리를 물리적으로 막음
	방근필름	0.3mm이상의 폴리에틸렌필름로서 뿌리를 필름 표면에서 근절함
	특수방근 시트	화학섬유를 밀실하게 조직하여 미세한 뿌리도 통과하지 못함
	베리어 시트	화학물질이 뿌리의 성장을 억제
방수 소재	방수용 필름	
	방수·보수·통기성이 우수 복합기능시스템	
	특수 폴리우레탄방수	

표 3. 국내기술의 사례

건물	적용공법	구 성 사 항
방근 소재	PE필름	국내의 방근소재는 매우 한정적임.
방수 공법	우레탄 도막방수	연질형 재료의 특성상 방근층 시공이 필수적 요구사항
	우레탄 도막방수	
	점착·팽창성 셀재 주입공법	구조체 거동 및 상부하중에 안정성을 갖는 공법, 누수대비 보수방안 요망
	시트+도막복합방수	누수에 대한 안정성이 뛰어난, 누수보수방안 요망

3.2 국내 옥상녹화의 사례

국내에서는 「녹지보전 및 녹화촉진에 관한 조례」를 제정 추진하고 있으며, 옥상녹화에 관한 인센티브 및 녹화지구 사업 등을 계획하고 있다. 한편, 구조안전진단과 방수, 옥상녹화 시스템 등의 경비지원을 통하여 기술지원을 확대 시행하고 있다. 이에 따른 신소재 및 공법이 국내에서도 개발되고 있으나, 주로 토양이나 배수와 관련된 것이 대부분이며 방수·방근층에 관한 기술개발은 극히 미비한 실정이다. 사진 3과 사진 4는 현재 서울의 기존 건축물에 구축된 대표적인 옥상녹화이며, 표 3은 국내 옥상녹화에 적용된 방수·방근 공법의 사례, 사진 5는 방수층과 보호층의 시공사례를 나타낸 것이다.



사진 5. 방수층위 보호층의 시공사례

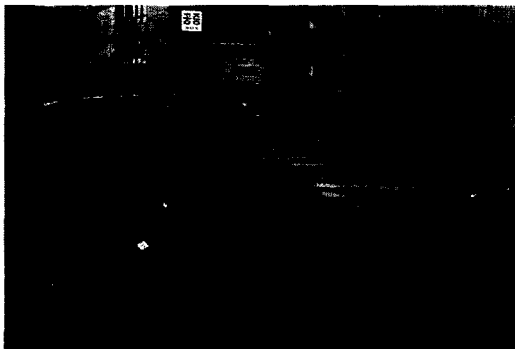


사진 3. 건축물 옥상녹화사례 1

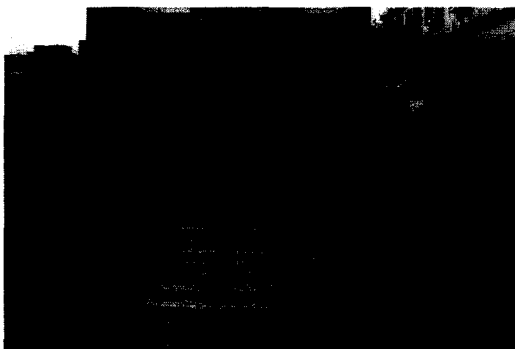


사진 4. 건축물 옥상녹화사례 2

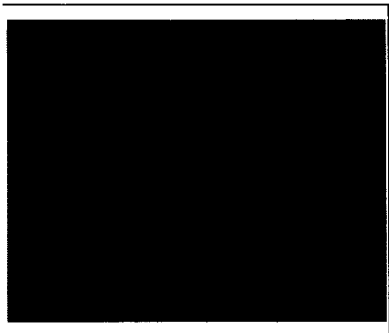
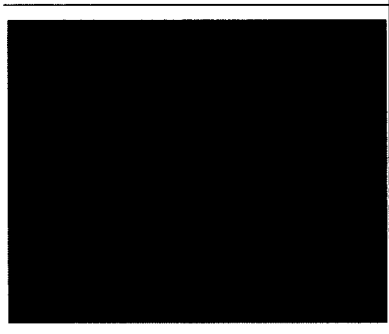
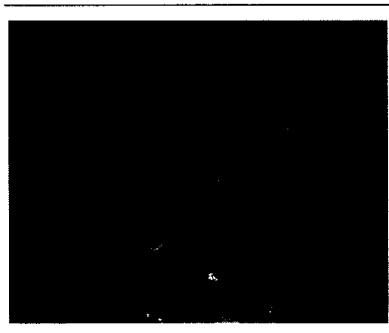
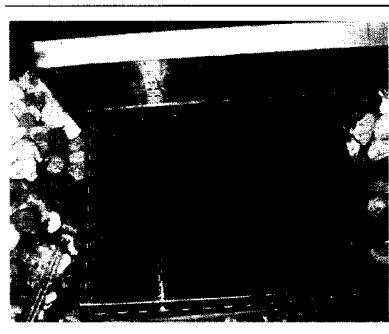

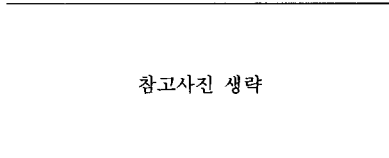
4. 국내의 기존 옥상녹화 방수기술에 대한 문제점과 관리방안

4.1 시공현황(사례)

다음 표 4는 최근 서울시에 시공된 옥상녹화 방수·방근 및 배수 부분에 대하여 지적되고 있는 문제점을 도식화시킨 것이다.

표 4. 국내 건축물의 옥상녹화 시스템 점검 사례

참고사진	평가항목
	평가결과
	재료·공법에 의한 녹화방수 적정성 여부
	한정된 공법의 적용

	<p>녹화시스템 주변 공간의 누수 및 결로 상태</p>
	<p>장마시 옥상녹화 진입로인 계단실의 누수발생이 있었습</p>
	<p>드레인 및 기타 설치물 주위 방수불량</p> <p>계단간부의 균열이 약 5mm 정도가 발생하였으며, 현재 임시방편으로 실링 처리하였으나, 이는 치명적인 누수의 원인이 됨</p>
	<p>식물의 뿌리·기타 부주위에 따른 방근층 파손</p> <p>누수 및 결로현상은 없으나 방수층 위 배수판을 직접 시공하여 방수층의 보호 및 방근대책이 미흡함</p>
	<p>배수구의 물의 흐름</p> <p>건물이 증축됨에 따라 배수구가 막혀 물이 많이 고여있습</p>
	<p>배수구의 직경 적정성</p> <p>약 5cm 정도의 배수구로서 적정치수 10cm에 미치지 못하고 있음</p>
<p>참고사진 생략</p>	<p>설치 위치 및 개수</p> <p>배수구가 토양층 밑에 묻히는 사례가 종종 있음</p>

4.2 항목별 관리방안

1) 방수공법의 확인

옥상녹화를 위해 현재 적용되는 방수공법에는 우레탄 도막 방수공법, 도막+시트복합 방수공법 등이 있으며, 이 중 우레탄 도막방수가 가장 많이 사용되었다. 이는 식물 뿌리에 대한 대응력이 우수하여 녹화시스템의 안정성 측면에서 충분한 공법이다. 그러나 우레탄 도막방수의 경우 재료적인 특성상 장기간 외기에 노출될 경우에는 들뜸 및 균열이, 습윤상태에 놓일 경우에는 표면의 분해현상이 발생할 수 있으며, 일부 현장에서 부분적 들뜸 현상이 나타나고 있다.

검토단계의 평가로서 방수공법의 적정성 여부를 판단하기는 힘들으나, 옥상녹화의 환경을 고려하였을 때, 다음과 같은 사항을 고려한 방수공법을 적용하여야 할 것이다.

- ① 조정 수목의 뿌리에 의한 방수층의 파손 방지(방근대책)
 - i) 방수재의 종류 및 재질 선정
 - 아스팔트시트계 보다는 합성고분자계 사용
 - ii) 방근층의 설치(방수층 보호)
 - 플라스틱계의 시트 및 필름 또는 성형판
- ② 배수층 설치를 통한 체류수의 원활한 흐름
 - i) 방수층위에 플라스틱계 배수판 설치
- ③ 체류수에 의한 방수층의 화학적 열화 방지
 - i) 방수재의 종류 및 재질 선정
 - 아스팔트계 보다는 합성고분자계 사용
 - ii) 방수재 위에 수밀 코팅 처리
 - 비용 증가 및 시공 공정 증가
- ④ 바탕체의 거동에 의한 방수층의 파손 방지
 - i) 콘크리트 등 바탕체가 온도 및 진동에 의한 거동시 방수층 파손이 없을 것
 - ii) 합성고분자계 재료 사용
 - iii) 거동 흡수 절연층의 구성
- ⑤ 유지관리 대책을 고려한 방수시스템 적용
 - i) 만일의 누수시 보수가 간편한 공법(시스템)의 선정
 - ii) 만일의 누수시 보수대책(녹화층 철거 유무) 고려

2) 누수 및 결로

옥상녹화가 기존건물에 적용되었을 때 시공성 문제나 하자 발생이 많은 곳이 대부분이다. 특히 난간부 등과 같이 노후화에 의해 균열이 발생된 곳의 보수 시공 및 기타 시설물의 접합부, 녹화 관련 시설물 등 누수 및 결로에 대비한 장기적인 유지관리가 행해져야 할 것이다. 또한 옥상녹화시스템에 있어 가장 중요한 배수부문의 설치 및 관리를 최상의 조건으로 유지해야한다. 이는 건축물의 방수 측면에서 뿐 아니라 식생층에서도 중요한 요소이다.

3) 시설물의 누수

대부분의 옥상녹화공간에서 각종 설치물의 접합부가 방수층을 바로 뚫거나, 조인트부의 들뜸 및 드레인 주변의 방수층 시공이 미비하여 간접적인 누수의 요인이 되거나 방수층을 파단시키는 요인이 발생될 수 있다. 따라서 방수층 시공 완료 후에도 시설물 설치시 방수층을 보호할 수 있도록 유의해야하며, 시공이 어려운 부분에 특히 세심한 방수처리가 요구된다.

4) 방근층의 파손상태

방수층 위 시스템은 디자인 요소에 따라 그 다양한 시설물과 토심, 수공간, 이용자 등에 따라 장기하중 및 순간적 하중(충격)이 달리 나타난다. 이때 방수층은 충분히 보호받을 수 있는 상태이어야 하며, 보호층을 방수층 위에 설치하여 배수판이 시공되어야 한다. 그러나 지금까지 시공현장을 파악해본 바에 의하면, 시공이 번거롭다거나 보호층의 기능을 대수롭지 않게 여기고, 방수층을 과신하는 시공노무자들의 잘못된 마인드가 보호층 시공생략으로까지 이어지기도 한다는 것이다. 시공 후 얼마간은 아무문제가 발생하지 않으나 몇 년이 경과한 후에는 반드시 문제발생이 있는 부분이므로 확실한 방근층의 시공이 이루어져 할 것이다. 또한 방근층의 기술개발이 미흡한 국내 실정을 고려하여 생산 및 시공의 장애가 되지 않도록 업계의 빠른 제품개발이 이루어져야 할 것이다.

5) 배수상태

배수의 상태는 방수와도 밀접한 관계가 있다. 옥상녹화 시공을 하게 되면 보통 시각적인 효과(식물)만을 고려하는 반면, 기본적인 설비시스템은 소홀히 하는 경우가 종종 발생된다. 계획의 미비성으로 배수시스템의 경로가 불분명해지는 경우가 있는데, 이는 누수발생의 근원이 되므로 각별히 유의해야 하며, 경사를 주어 배수가 잘되게 하는 등 기본적인 사항을 지켜야 할 것이다.

6) 배수구의 환경 및 루프드레인의 설치 상태

배수구와 루프드레인은 녹화되지 않은 옥상보다 더욱 심화된 형태이어야 하며, 특히 점검구를 두어 항상 유지관리할 수 있도록 설치되어 있어야 한다. 이때 점검구는 토양층에 묻혀져서는 안되며, 적정수준의 직경을 배수구가 최소 옥상층 모서리마다 있어야 한다. 일반적으로 옥상녹화에서 가장 빈번히 발생하는 문제점이 배수구가 낙엽이나 기타 물질에 막혀 생기는 오버플로어(overflow)이다. 옥상은 식물을 담는 화분의 기능을 하는 것이므로 배수의 역할이 가장 중요하며 이는 방수와 직결되는 항목이라 할 수 있다.

5. 옥상녹화를 위한 방수재료·공법의 요구성능

5.1 기후변화에 따른 방수기술

옥상녹화 선진국이라 불리는 유럽과는 달리 국내의 기후는 4계절이 뚜렷하고, 최근에 발생하는 이상기온 현상을 고려하여 최고 40℃에서 최저 -32.6℃³⁾를 기준으로 충분히 견딜 수 있는 성능을 갖춘 재료의 선택이 중요하다.

옥상공간은 기후의 영향을 가장 크게 받는 공간으로서 방수층은 다음 표 5와 같은 요소에 따라 다양한 범위에서 영향⁴⁾을 받게 된다.

표 5. 기후인자와 방수기술의 요구성능

요소	미치는 영향
여름철 햇빛	장시간 강한 햇빛에 노출된 식재층과 토양층은 쉽게 건조되고, 일정량 이상이 되면 건물로 열을 전달하게 된다. 방수층은 상황적 대안을 감안하여 고온에 견디어 재료의 균열 및 들뜸현상이 없어야 한다.
강한 바람	여름철 태풍과 같은 강풍에 식재층은 미동을 하게 되거나 혹은 뿌리째 뽑히게 되어 시스템의 탈락현상까지 보일 수 있으므로, 이러한 경우 방수층은 구조체에 완전 밀착되는 성능을 유지하여 건물에 영향이 없도록 해야 한다.
겨울철 추위	겨울철에는 건물 내·외부에서 생기는 온도차로 인하여 결로 발생이 쉬우며, 토양층이 얼고 녹는 온도의 순환에 잘 견딜 수 있는 성능을 갖추어야 한다.

5.2 옥상녹화시스템에 방수기술

방수·방근층은 옥상녹화와 건물의 내구성에 가장 중요한 구성요소이다. 항상 습기가 있고, 화학비료나 방제 등의 식재 관리가 이루어지므로 미생물이나 화학물질에 영향을 받지 않은 옥상녹화 특유의 안전한 방수층과 식재플랜의 특성을 고려하여 식물뿌리로부터 방수층 및 건물을 보호하는 방근층의 소재 및 공법이 요구된다.

사진 6과 같이 식물의 뿌리는 방수·방근층을 파고들어 건물에 치명적인 손상을 입혀 누수의 주된 원인이 되므로 내근성 확보를 위한 소재개발이 절실히 요구되며, 토양층에 대한 내알칼리성·내박테리아성 또한 옥상녹화 특성상 필수적으로 갖추어야 할 요구성능 중 하나이다.

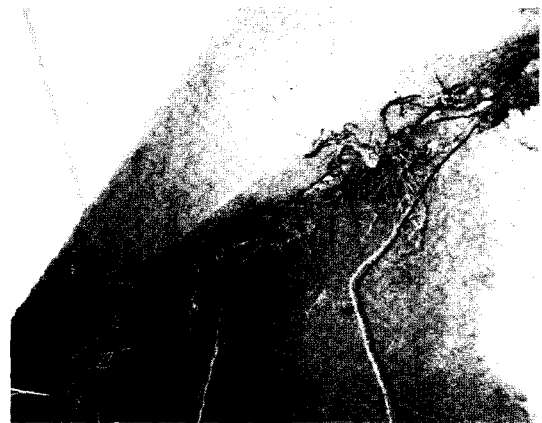


사진 6. 뿌리가 파고든 난간부

한편, 이용자의 다양한 요구는 조각목조명·그늘막 등의 시설물의 설치, 수공간의 다양화, 미적이며 편리한 포장 및 보도의 바닥 등의 매력적인 공간설계로 이어지며 더 나아가 이를 뒷받침할 수 있는 시공기술이 요구됨과 동시에 방수층에 대한 기술 개발도 광범위한 설계를 위해 필수적으로 요구되는 분야라 할 수 있다. 부분적으로 노출될 수 있는 방수층의 경우에는 고무칩, 성형품, PC블록, 기타 설치물로 방수층을 보호하여 마모 및 균열발생 정도가 적은 것, 난간의 코너부에

3) 최고기온 40.0℃ (1942. 8. 1, 대구), 최저기온 -32.6℃ (1981. 1. 5, 양평) : 기상청 기후자료 발췌

4) 옥상녹화시스템의 특성상 토심 10cm내외의 경량형 토양을 범주로 한다.

토양층이나 식물, 물고임 등에 취약하여 쉽게 균열·파괴되는 부분이므로 그림 5와 같이 취약부에 2중 방수층 시공을 하거나, 플라스틱계 시트필름 또는 성형판 등 보강재를 덧붙여 방수성을 더욱 확보해야 한다.

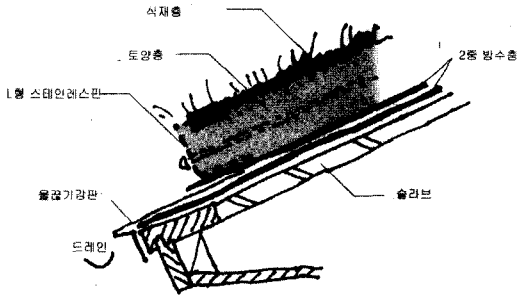


그림 5. 경사지붕 끝단부의 방수처리

6. 옥상녹화방수 요구성능에 따른 적정 방수공법

6.1 옥상녹화방수재료의 요구성능

옥상녹화의 특성을 고려하여 재료에 미치는 관계적 성능평가를 표 6과 같이 분류할 수 있다.

표 6. 옥상녹화 방수재료의 요구성능

요구성능	성능기준	성능시험
수밀성	체류수에 의한 들뜸현상이 없을 것	구조체와의 들뜸시험
내근성	식물의 뿌리에 견딜것	미세조직원찰시험
내약품성	화학비료나 방제 등에 강할것	내화학성시험
내부식성	토양층의 박테리아 등에 의한 부식이 없을것	내박테리아성시험
내압성	상부의 자중 및 시공하중에 견딜것	내충격성시험
내후성	국내기후(온도·습도) 변화에 견딜것	축진노출시험
수질성	습윤환경하에 있는 재료는 유해한 요소의 용출물질이 없을 것	음용수 용출시험
방수성	습윤환경하에 있으므로 일반 옥상방수재료보다 더 방수성을 요함	투수시험

6.2 적용가능한 방수공법

표 7은 옥상방수에 적용되는 공법을 계열별로 분류하여 옥상녹화시스템을 위한 선택적 사항에 적합성 유무를 나타낸 것이며, 표 8은 재료적 요구성능을 갖춘 것으로 현장조건에

따라 합리적으로 방수공법 선택이 이루어질 수 있도록 시공성 측면에서 고려된 공법이다.

표 7. 계열에 따른 방수공법의 특성

계열	특성	고려사항
아스팔트계 시트방수	방근성이 적음	장기간 침수시 아스팔트의 유화현상
도막방수재	방근성이 보통	장기간 침수시 분해현상 발생(수경성, 무기질탄성계)
합성고분자계 시트방수	수밀성 및 방근성이 좋음	조인트처리의 개선 (일자형, I형, 복합형)
시멘트계 방수재	내균열성이 없어 사용불가	

표 8. 국내 적용가능한 방수공법

계열	종류	성능평가
아스팔트 방수	개량아스팔트 시트방수공법	· 시공공정 간단 · 비노출형에 적합
도막방수 공법	논타트 우레탄 도막 방수공법	· 누수하자 발생시 부분보수성 용이 · 비노출형에 적합 · 방근층 필요
	FRP/우레탄 방수공법	· 노출방수공법 적용 · 라이닝공법으로 복잡한 시공가능 · FRP층이 방근층 역할
시트방수 공법	염화비닐계 시트방수공법	· 노출방수공법 적용 · 접합부 시공 용이 · 방수층이 방근층 역할
복합방수 공법	시트도막 복합방수공법	· 조인트부 시공용이 · 바탕면 균열 추중성 우수 · 방수층의 경량화

7. 결론

본 연구는 국내 옥상녹화시스템의 중요한 기술 중, 방수방근 기술 개발의 필요성에 대해 검토하였으며, 다음과 같은 결론에 도달하였다.

- 1) 현재 국내의 옥상녹화시스템에 적용되고 있는 방수방근 재료 및 공법이 다양한 현장과 녹화유형에 적절하게 적용될 수 있도록 기술개발이 요구된다.
- 2) 보다 발전적인 방수방근 재료와 공법을 개발함으로써 현재 보급과정에 있는 국내 옥상녹화시스템의 활성화에 기여하고, 건축물의 내구성 확보와 효율적 유지관리를 위한 점진적 방수방근 재료의 연구가 진행되어야 할 것이다.
- 3) 주관적 녹화영향에 대하여 실험적 검증과정을 통한 체계적 연구로서 방수재료의 객관화된 성능평가 장치와 방법이 요구된다.

참 고 문 헌

1. 김현수 외, 옥상녹화시스템의 설계와 시공, 대한건축학회 논문집, 1998,p 63~68
2. 양병이 외, 인공지반 아카데미 교재, (사)한국인공지반녹화협회, 2002,10
3. 최일홍, 일본의 옥상녹화 제도 및 시공사례, 인공지반녹화협회, 2000,10
4. 건축물 옥상녹화 구조진단 및 모니터링에 따른 관리 및 조성방안, (사)한국인공지반녹화협회, 2003
5. Ferrante, The Influence of water, green and selected pasive thechniques on the rehabilitation of historical indusrial buildings in urban areas. Solar Energy, Greece Vol. 70, No 3. pp. 245~253, 2001
6. 방수공사핸드북, 대한전문건설협회·미장방수공사협회, 1997,12
7. Theodore Osmundson, Roof Gardens, 기문당, 2000,6
8. 日経アーキテクチュア, 実例に学ぶ 屋上緑化 `2003
9. 防水シンポジウム資料集, 日本建築學會, 2003.8