

인공지반녹화용 멤브레인 방수 및 방근재료의 방근성능 평가 방법 제안 연구

A Standard Test Methods of Resistance to Root Penetration for Waterproofing and Rootproofing Membrane Using Green Roof System

이 정 훈* 선 윤 숙** kwak 규 성*** 오 상 근****
Lee, Jung-Hoon Seon, Yun-Suk Kwak, Kyu Sung Oh, Sang-Keu

Abstract

The purpose of this paper is to propose a standard test methods of resistance to root penetration for waterproofing and rootproofing membrane using green roof system. Green roof system is considered to be an important subject in construction industry for green growth project. At the same time, we have to consider the counterplan for protection the damage of waterproofing layer and concrete substrate from the penetration of plant root. But many kinds of materials for protection from root penetration are using in construction field. But the performance of those materials is not clear, and there is not test methods for the evaluation of performance.

So in this paper, based on the research results of 4 institutes during four years and foreign cases, we made a standard test methods of resistance to root penetration for waterproofing and rootproofing membrane using green roof system. This test method deals with about environmental condition of laboratory, experimental facilities, kinds of plant, specimen of test, management methods, evaluation duration and documents, etc.

키 워 드 : 인공지반녹화, 멤브레인 방수, 방근재료, 방근성, 방근시험방법
Keywords : Green roof system, Membrane waterproofing, Root proofing materials, Resistance to root penetration, Test method for resistance to root penetration

1. 서 론

전 세계적으로 점점 온난화 되어가는 지구의 환경보전을 위한 노력은 다양한 분야에서 전반적으로 일어나고 있다. 우리나라에서도 이와 발맞추어 정책적으로 모든 산업분야에서 저탄소 녹색 성장을 위한 프로젝트를 추진하고 있다. 이에 건설 분야에서도 건축 및 토목 사업에 있어서 그린 환경을 추구하기 위한 새로운 제도 및 기술 도입의 일환으로 콘크리트로 만든 인공지반(건축물의 지붕 슬래브, 지하주차장 상부슬래브, 실내공간 등) 위에 조경 식재를 하여 도시 및 단지 공간의 환경을 개선하는 프로젝트를 활발히 도입하고 있다. 특히 건축공사의 경우 그 형태와 규모가 대형화 되면서, 대규모 타운(Town)을 형성하고, 그 부지 전체를 지하 공간화함으로써, 그 지하공간 상부(콘크리트 기반)에 친환경의 대규모 녹화 공사를 시행하고 있다. 그러나 이러한 녹화 공사 후 조경용의

각종 식물의 뿌리가 성장하면서 건축물에 미치는 영향으로 구조물(콘크리트기반)의 안전성이나, 사용상 유지관리의 문제점에 대해 많은 시사점을 던지고 있다.

유럽에서는 2007년에 BS EN13948을 통해, 일본에서는 2008년 JASS 8(防水工事標準仕様書)를 통해 녹화용 인공지반에 뿌리 침투의 영향을 방지하기 위해 보호용 방근재료(이하 방근재라 함)를 사용토록하고, 그 방근재의 성능을 평가할 수 있는 시험 방법을 표준화함으로써, 인공지반 녹화의 보급과 구조물의 안전성을 동시에 확보할 수 있는 기반 기술과 사용 재료에 대한 신뢰성을 확보할 수 있는 제도를 만들었다.

이에 우리나라에서도 이와 관련한 기술 기반의 확보가 필요하게 되었고, 우리나라의 자연 환경 및 식물의 특성, 관련 건축 설계 등을 분석하여 인공지반 녹화에 사용하는 방수 및 방근재를 대상으로 한 뿌리 침입 영향에 대한 저항 성능(이하 방근성능 이라 함)을 평가하는 시험방법을 국내 실정에 맞도록 만들게 되었다.

본 논문에서 지난 2007년부터 2008년까지 2년간의 실험 연구를 통하여 얻은 결과를 바탕으로 인공지반 녹화용 방수 및 방근재의 방근성능 평가 시험 방법을 제안하는 것을 목적으로 한다.

* 서울산업대학교 산업대학원 석사과정, 정희원
** 비케이방수기술연구소, 정희원
*** 비케이방수기술연구소, 정희원
**** 서울산업대학교 공과대학 건축학부 교수, 정희원

2. 국내·외 방근 성능 시험 기술 현황

2.1 국내의 현황

2.1.1 기술 현황

2002년도부터 추진된 서울특별시의 옥상녹화 사업을 시점으로 국내에서의 인공지반 녹화용 방수방근 기술의 검토 및 도입이 전개 되었다. 그림 1~2는 2002년부터 2008년까지 서울특별시의 옥상녹화 사업에 적용된 방수 및 방근 기술의 시공사례(총 131개소)를 조사한 것이다.

그림 1은 2002년부터 2007년까지는 옥상녹화에 도막방수 공법, 합성고분자계 시트 방수공법, 시트도막 복합 공법이 주로 사용되었음을 보여주고 있다. 그러나 2008년도에는 도막방수의 사용이 크게 감소하고, 시트방수 공법이 다른 공법보다 크게 증가하였음을 알 수 있다. 이는 일반적으로 도막방수재(주로 우레탄계)보다 시트방수재(주로 합성고분자 시트계)가 방근성능이 크기 때문에 뿌리침입 안전성 확보차원에서 사용이 증가한 것이다.

그림 2는 2002년부터 옥상 녹화에 사용된 방근기술의 현황을 조사한 결과이다. 2005년까지는 옥상 녹화에 특별한 방근 기술이 적용되지 않고, 방수층 자체에 방근성을 요구한 상태였으나, 2006년부터 본격적으로 방근기술이 적용되면서 2008년에는 대부분의 녹화 공사에 방근 기술을 적용하고 있음을 알 수 있다.

2.1.2 연구의 현황

방근 성능 평가를 위한 기초 실험은 사진 1과 같이 플라스틱 용기, 편칭된 스테인레스 금속 용기, 방수재 또는 방근재(12종)을 시험체로 만들고, 그 속에 토양(경량인공토50%, 입도 1.7~5.0mm의 펄라이트25%, 피트모스 25%를 배합)과 퇴비를 7:3으로 섞어 넣고, 초본류(사사조릿대)를 심어 4월~10월에는 실외에서, 11월~3월까지는 실내에서 6개월~2년간 생육시켜, 뿌리침투 유무를 관찰하였다. 기초실험 결과는 표 1과 같다.



사진 1. 방수·방근성능 평가 기초 실험 현황

표 1은 방수 및 방근재료의 종류별 시간의 경과(뿌리의 성장)에 따라 뿌리가 침투하는 현황을 보여 주고 있다. 우레탄계, 아스팔트계는 뿌리의 침입에 저항성이 없고, FRP, PVC, HDPE 등은 방근성능이 있음을 보여 주고 있다.

표 1. 방근시험 기초실험 관측 결과

순번	방수 및 방근재료	시험결과(12개월)																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	ABS수지계 패널	종료/이상없음																							
2	우레탄계 실란트	종료/1개월 경과 후 뚫림																							
3	시멘트 혼입 폴리머계 도막재+ 아스팔트계 자착식 시트	종료/1개월 경과 후 뚫림																							
4	PVC 시트+우레탄	종료/6개월 경과 후 뚫림																							
5	방수:E-P시트+아스팔트도막재 방근:PVC시트+알루미늄	종료/6개월 경과 후 뚫림 종료/이상없음																							
6	구리 시트+점착유연형 싼재	종료/이상없음																							
7	FRP	종료/이상없음																							
8	PVC+우레탄	종료/이상없음																							
9	PET/PVC 옥상녹화 방근	종료/이상없음																							
10	HDPE	종료/이상없음																							
11	재활용 PP수지계 패널	종료/이상없음																							
12	PVC	종료/이상없음																							

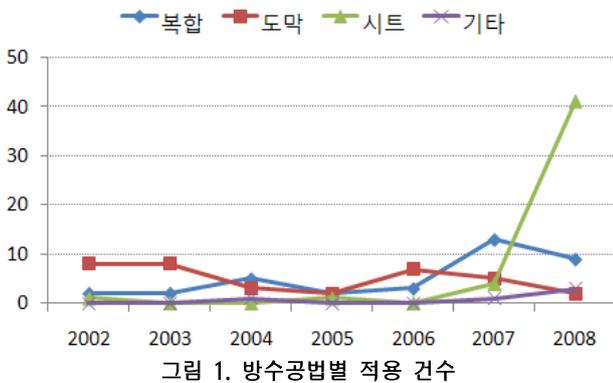




사진 2. 방수층에 뿌리가 침투한 모양



사진 3. 방근 기술을 사용한 방수층의 상태

이러한 기초실험의 결과를 볼 때 방수층만으로는 성장하는 뿌리로부터 방수층을 보호할 수 없음을 알 수 있다. 따라서 방근층이 필요하며, 그 재료에 따라 뿌리 침입으로부터 방근성을 확보 할 수 있는지에 대한 성능 여부를 필히 검증해야 하며, 이에 필요한 우리나라의 환경 및 사용 조건에 적합한 시험방법의 개발이 요구되고 있다.

2.2 국외의 현황

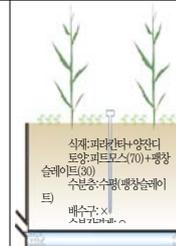
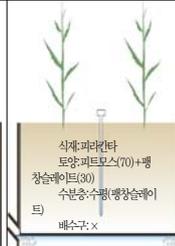
독일, 일본, 유럽 등의 선진국에서는 옥상 녹화를 목적으로 사용되는 방수 및 방근재에 대한 성능 시험 방법을 마련하여 품질을 관리하고 있다. 위의 3개국에서 현재 시행하고 있는 시험방법은 표 2와 같다.

2.3 방근성능 시험 방법 개발의 필요성

현재 우리나라에서는 아직 인공지반녹화용 방수 및 방근재에 대한 방근성능 평가를 위한 표준적 시험 방법이 없기 때문에 옥상녹화로 인한 지붕의 안전성, 장기적 내구성, 유지관리 등에 대한 신뢰성 확보가 어려워, 인공지반에서의 녹화 기술 보급이 늦어지고 있는 상태이다.

따라서 그동안 우리나라도 여러 기관에서 이에 대한 실험과 연구가 추진되어 왔으므로 이들 연구 자료의 분석 및 현장 실험 결과를 바탕으로 인공지반 녹화용 방수 방근재의 성능 평가 시험방법을 개발할 필요가 있다.

표 2. 국외 옥상녹화 방근성능 시험방법 비교

구분	독일	유럽(유럽 공통)	일본	
규격명	Process for examining the root resistance of membranes and coatings for root greening	EN 13948-07 flexible sheets for waterproofing-Bitumen, plastic and rubber sheets for roof waterproofing-Determination of resistance to root penetration	JASS 8 T-401 옥상녹화용 멤브레인 방수공법의 내근성 시험방법	
제정(시행) 기관	FLL	CEN	일본건축학회	
제정형태	시설협회인증	EN 시험표준	건축공사표준시방서	
시험체 구성	시험 용기	800×800×250 8EA (시험군 8 + 대조군 3)	800×800×250 8EA (시험군 6 + 대조군 2)	초본 들잔디 4, 조리대 4 (대조군 동일) / 목본 4EA (대조군 4EA) 540×240×200 편칭메탈 + 620×350×260 800×800×350 편칭메탈 +1000×1000×450 편칭메탈
	수분층	팽창슬레이트 or 팽창점토	팽창슬레이트 or 팽창점토	흑요석펄라이트
	방근재 보호용 부직포	200g/m ² 이상 부직포	170g/m ² 이상 부직포	60g/m ² 이상의 장섬유부직포(합성섬유)
	평가 재료	시트재, 코팅재	시트재	시트재, 도막재
	식재 토양	Peat moss 70% 팽창슬레이트(점토) 30% pH 5.5-6.5	Peat moss 70% 팽창슬레이트(점토) 30% pH 6.2±0.8, 전기전도도 N, P, K 함량	목본 : 화력견조토50% (중립+소립), 송지암펄라이트25%, 피트모스25% 초본 : 화력견조토50%, 송지암펄라이트25%, 피트모스25%
비료	기본복합 NPKM 15:10:15:2, 고히형 NPK 15:10:15 30g/셋	기본비료 NPK 고히형비료 NPK 15:7:15	NPK 16:5:10	
수분측정장치	O (Tensiometer)	O (Tensiometer)	주3회 순회관리	
평가 식물	4년 : Alnus incana-gray alder + Agropyron repens-couch grass seed / 2년 : Pyracantha coccinea "orange charmer" + Agropyron repens-couch grass seed	Pyracantha coccinea "orange charmer"	초본 : 들잔디, 사사조리대 목본 : 후박나무+사방오리나무	
시험기간	2년, 4년	2년	2년	
시험환경	2년 시험시 온실 내 평가 16~18℃, 최대 35℃	16~18℃, 최대 35℃	30℃ 이상시 한냉막 설치, 측량은 12월중순~3월초순 달음	
평가 방법	시험중	6개월 마다 외부 관찰	6개월 마다 외부 관찰	6개월 마다 관찰
	최종 평가	토양 제거 후 뚫림 유무 관찰, 생장비교	토양 제거 후 뚫림 유무 관찰, 생장비교	토양 제거 후 뚫림 유무 관찰, 생장비교
시험형태				
주요 차이점	root+rhizome 동시평가(초본+목본) 무배수 구조, 수량관리 수분장력계 2년(climate controlled) / 4년 평가 바닥부에 대한 평가 위주 수분장력계로 관수 관리	root 평가 무배수 구조, 수량관리 수분장력계 바닥부에 대한 평가 위주 수분장력계로 관수 관리	root, rhizome 별도평가 초본, 목본 별도의 시험체 구성 드레인설치(양분 배출가능성 내재) 대조군 아스팔트 3중시트 바닥부+수직부에 대한 평가	

3. 방근 성능 평가 시험 방법

3.1 시험 목적의 정의

본 시험 방법은 인공지반 녹화에 사용되는 방수 및 방근재의 방근 성능을 표준적으로 평가하기 위하여 규정한 실험실 안에서의 환경 조건과 규정되어진 재질과 크기의 용기 및 토양을 사용하여, 식물 뿌리와 접한 방수 및 방근재가 관통되었는지의 유무를 확인하기 위함을 목적으로 한다.

3.2 방근 성능 시험실 및 용기 조건

3.2.1 시험환경(온실)

식재 후 시험체에 다른 식물의 번식 방지와 지속적인 성장을 위한 동일 환경의 유지를 위하여 온실에서 시험을 한다. 온실은 온도와 환기를 조절할 수 있어야 하며, 온도는 주간 (18 ± 2) $^{\circ}\text{C}$, 야간 (16 ± 2) $^{\circ}\text{C}$ 이상 유지가 가능하도록 한다. 단, 여름철 온도는 35°C 를 초과하지 않도록 한다. 온실의 면적은, 시험체 1개의 크기가 $800\times 800\text{mm}$ 인 용기 배치를 위해서는 약 2m^2 의 면적이 필요하므로, 이를 전체 시험체 개수로 계산하여 전체면적을 확보한다.

3.2.2 시험체 구성

1) 용기

시험에 사용되는 용기는 크게 시험용 용기와 비교용(대조용) 용기로 구분한다.

① 시험용 용기

시험용 용기의 치수 및 모양은 그림 3과 같고, 그 형태의 개요는 사진 4와 같으며, 내부 용기와 측면부 개폐가 가능한 외부 용기로 구성한다. 시험용 용기는 장기간의 내구성을 갖고, 습기에 부식되지 않는 스테인리스 금속계 재질로 만들고, 식물의 뿌리 침투를 장기적으로 관찰, 탐지할 수 있도록 일정 간격 및 일정 크기의 구멍이 뚫린 상자 형태로 한다. 또한 용기 측면에 배수구를 설치하고, 운반 및 관찰이 가능하도록 손잡이가 달린 것으로 한다.

가. 내부 용기는 $800\times 800\times 220\text{mm}$ 크기로, 5면 모두 스테인리스 편칭 메탈(두께:2mm, 구멍의 개수 및 간격: $\phi 30\times 40\text{P}$)로 하고 측면에 배수구를 설치한다.

나. 외부 용기는 $860\times 860\times 280\text{mm}$ 크기로, 내측 용기보다 사방 60mm 이상 커야 한다. 또한 외부 용기 밀면은 투명한 판으로 설치하여 뿌리의 관통 유무 및 관통 후의 성장을 관찰할 수 있도록 한다. 재질은 내식성을 가진 구멍이 없는 재료로 하고, 코너 부에 수분층 급수관을 설치한다.

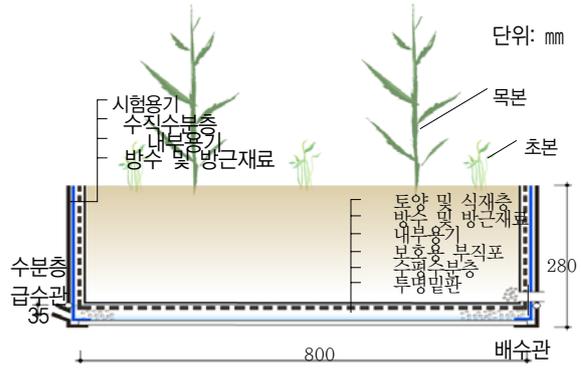
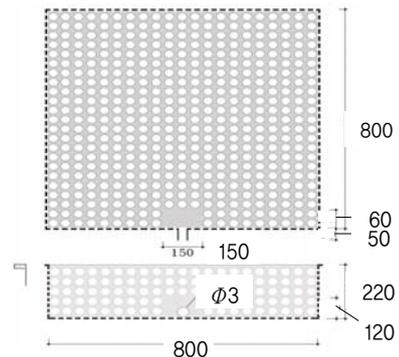
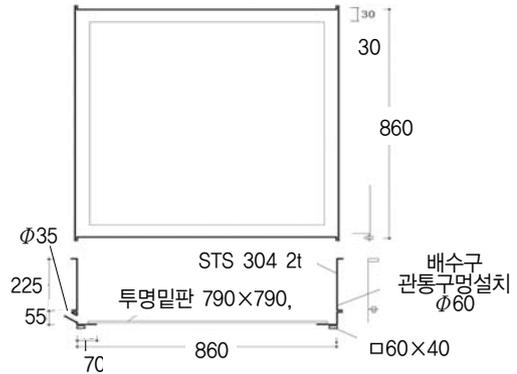


그림 3. 시험용기의 개요



a) 내측 용기의 형태



b) 외측 용기의 형태

그림 4. 시험용 용기(내측, 외측)의 크기와 형태



사진 4. 시험용 내부용기(좌)와 외부용기(우)의 형태

② 비교용 용기

비교용 용기는 내식성을 가진 구멍이 없는 재료로 하고, 크기는 $800\times 800\times 270\text{mm}$ 로 하며, 배수구를 설치한다. 용기 밀면의 투명한 판은 뿌리의 관통 유무 및 관통 후의 성장을 관찰할 수 있고,

용기 내에 시공하는 식재로 인하여 파손이 생기지 않는 두께와 재질로 한다.

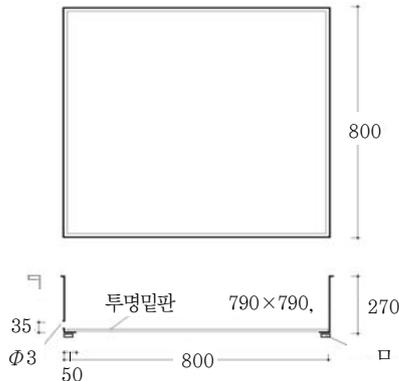


그림 5. 비교용 용기의 크기와 형태

③ 용기의 개수

용기의 개수는 한 종류의 재료를 시험하기 위해 시험용 용기 6개와 비교용 용기 2개를 준비한다.

2) 보습층

보습층은 내측 용기와 외측 용기 사이를 메우는 재료로서, 수직 수분층과 수평 수분층으로 구분한다.

① 수직 수분층

수직 수분층은 물을 오래도록 보유할 수 있는 고흡수 부직포를 사용하여 시험체를 뚫고 나오는 식물 뿌리가 고사하지 않고 생장할 수 있도록 보호하며, 탄성이 좋은 부직포를 사용하여 고흡수 부직포를 내부 용기에 밀착시켜 흘러내림 없이 고정시켜 주도록 한다(표 3. 참고). 시험 시 고흡수 부직포와 고탄성 부직포는 그 재질에 있어서 특별히 규정하지는 않으나, 단 고흡수 부직포는 시험체 안에 설치 할 부직포의 높이방향으로 모세관현상에 의해 75% 가량 물을 끌어올릴 수 있는 재질이면 가능하고, 고탄성 부직포의 경우 흡수율은 없어도 상관없다.

② 수평 수분층

수평 수분층은 입도 3~10mm의 경량자갈(난석)로 구성되며, 수직 수분층이 오래도록 보습상태를 유지할 수 있도록 물을 담아 유지하는 기능과 시험편 하부를 뚫고 나온 식물 뿌리가 고사하지 않고 성장할 수 있는 보습층이다.

수평 수분층에 사용되어지는 보호용 부직포는 60g/m² 중량 정도의 합성섬유를 사용한다.

3) 토양층

토양층은 표 3.과 같이 pH가 4.0±1.0인 피트모스 70%, 입경 1.7~5.0mm의 펄라이트 30%를 부피비로 배합한 혼합물로 구성한다.

표 3. 토양 표준배합표(주요재료)

	종별	재료별	형상·크기	배합비
초본, 목본 혼합 시험용	토양	펄라이트	입도 1.7~5.0mm	30%
		피트모스	단섬식물(지피류)	70%
	수평 수분층	보호용 부직포	60g/m ² 이상의 합성섬유	높이5cm
		경량자갈층(난석)	입도 3~10mm	
수직 수분층	고흡수 부직포	900g/m ²	-	
	고탄성 부직포	300g/m ²	-	
비교용	토양	펄라이트	입도 1.7~5.0mm	30%
		피트모스	단섬식물(지피류)	70%
	수평 수분층	보호용 부직포	60g/m ² 이상의 합성섬유	높이5cm
		경량자갈층(난석)	입도 3~10mm	

토양의 pH 값은 탄산칼슘(CaCO₃) 등을 첨가하여 pH (6.2±0.8)로 조절하고, 기본 비료를 포함하여 균질하게 혼합된 토양의 특성은 아래의 기준을 만족하도록 한다.

- a) pH (6.5 ± 0.8)
- b) 전기전도도 30 mS/m 미만
- c) 질소(N) (100 ± 50 mg/l)
- d) 인(P) (40 ± 20) mg/l
- e) 칼륨(K) (100 ± 50) mg/l

4) 비료

최초 시비는 식재 후 3개월째에 실시한다. 관리 시비는 6개월 간격으로 실시하고, N(16±5)%, P(5±3)%, K(10±5)%를 함유하며, 800mm×800mm의 시험용기 1개당 시비량은 6개월마다 300g±30g이 적당하다.

3.2.3 평가 식물

평가 식물은 국내에서 뿌리의 활착력이 크고, 생육이 활발하며 햇빛이나 바람 등 환경변화에 강한 피라칸타(*Pyracantha coccinea*, 높이 70±10cm)와 사사조릿대(*Plioblastus pygmeus*, 높이 17±3cm)를 사용한다.

3.2.4 시험의 절차

1) 시험편(방수 및 방근제)의 준비

시험용 제품(방수 및 방근제) 명확하게 식별할 수 있도록 시험 시작 전에 표 4의 내용을 확인하고, 보관용 기준 시료를 채취하여, 시험을 실시하는 장소(예: 시험소) 중 어둡고 건조한 공간에서 약 15±10℃ 온도로 보관한다. 방근 시험용 채취 시료의 크기는 시험체 용기의 크기에 맞도록 하고, 시료 접합부가 1개소 이상 만들어질 수 있는 면적이 나오도록 한다. 또한 채취시료를 그림 5와 같이 접합부가 나오도록 재단하여 시험편을 만든다.

표 4. 시험제품의 정보사항

a) 제품의 이름	b) 사용 용도
c) 재료의 종류	
d) 두께(플라스틱과 고무 시트의 유효 두께)	
e) 제품 설계/구조	f) 제조년도
g) 시험장에서의 설치 방법(겹침, 접합방법, 접착제, 조인트 실의 유형, 접합 테이프, 특수 모서리, 각 이음)	
h) 살균제 성분의 첨가유무 (예: 뿌리 성장지연제)	

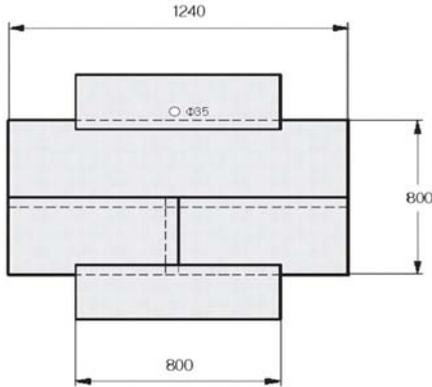


그림 6. 방수 및 방근재의 시험편 제작 방법

2) 시험 용기의 설치 및 식재

시험 용기의 설치는 외부용기 바닥에 수분층(50mm 두께)을 깔고, 그 위에 보호용 부직포(60g/m²)를 깔 후, 내부용기를 올려놓는다. 이때 내부용기 안쪽에는 배수용 드레인을 설치하고, 드레인부 주변부 100cm는 토양이 배출되지 않도록 부직포 등으로 필터층을 구성하고 배수가 원활하도록 굽은 입도의 펄라이트 등으로 주변 처리를 한다. 다음은 내부 용기 안쪽에 시험편을 깔고, 그 위에 혼합토양을 골고루 뿌리면서 평가 식물을 심는다.

이때 평가 식물의 배치는 그림 6~8과 같이 초본용, 목본용, 혼합용의 구분에 따라 고르게 분포하도록 심는다. 용기가 큰 경우에는 필요하다면 밀도가 동일하도록 평가 식물의 수를 증가시킨다. 식재가 끝난 후 식물은 온실이나 비닐하우스 등의 시설에서 육성하며, 용기 배치는 4개의 용기를 1블록으로 하며, 초본류 용기는 블록 당 약 40cm, 개별 용기 당 10cm 정도의 간격을 유지하고, 목본류 용기는 블록당 약 60cm, 개별 용기 당 약 40cm 정도의 간격을 유지한다. 식재가 끝난 후 용기 주위는 최소 0.4m의 이격거리를 유지하고, 시험 용기와 비교 용기를 상호 비교할 수 있도록 배열한다.

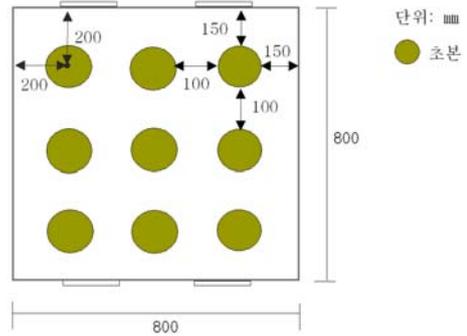


그림 7. 초본용 시험 식물의 배치

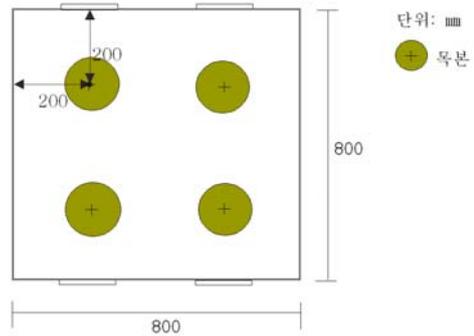


그림 8. 목본용 시험 식물의 배치

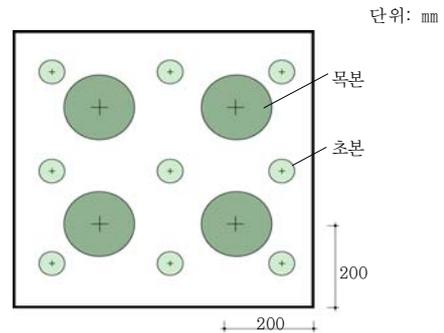


그림 9. 초본 및 목본 혼합용 시험 식물의 배치

3) 비교 용기의 준비와 설치

식재 시에는 별도의 방수층이나 방근층을 두지 않으며, 밑면에 50mm 수분층을 두고, 토심 200mm를 담되, 시험용 용기에 담는 토양과 동일한 토양을 사용한다.

4) 식물의 관리

각 시험용기 및 비교용기마다 식물의 높이, 줄기지름을 기록한다. 식물 손상(성장 변형, 잎 변색 등)은 개별적으로 기록하여야 한다. 식물관리에 있어서는 다음 사항을 기본으로 수행한다.

① 수분관리

온실 내 시험 중인 용기 토양의 수분함량을 측정하여 시험식물이 흡수하는 수량, 온실내로 확산되어 증발되는 수량, 용기 외부로 배출되는 수량 등의 경험적인 데이터를 확보하여 관리한다. 토양의 수분은 윗면에서부터 급수하고, 수분은 수분측정계를 사용하여 검증하며, 수분량이 전토양의 25% 이하로 떨어지면 물을 준다. 수

분층은 항상 수분을 함유한 상태로 유지한다.

② 비료관리

비료는 6개월 간격으로 주고, 첫 비료는 평가 식물을 심은 후 3개월 후에 준다.

③ 식물 교체

용기 내에 이입 식물과 죽은 평가식물은 제거하며, 시험 기간 첫 3개월 중에 죽은 평가식물은 교체하여야 한다. 또한 해충 및 식물병에 대한 보호 조치를 취한다.

4) 시험 용기 관리

시험용기는 1주에 3회 이상 순화하여 토양의 영양분, pH, 습도, 관수 상태 등을 점검한다.

5) 뿌리의 침입 혹은 관통의 관찰

방근재의 일부분, 드레인부, 모서리부 등을 대상으로 용기 주변 5면 모두를 외부에서 육안으로 관찰한다. 시험종료 시에는 용기 주변 5면을 10배 이상 확대가 가능한 확대경으로 관찰한다. 관찰을 통하여 뿌리가 방수 및 방근층에 침입하였거나, 관통하였는지의 유무를 기록한다.

4. 방근 성능의 평가 방법

4.1 시험 중 결과 확인

6개월마다 6개 시험 용기에 있는 투명 밀판을 통해 수분층을 관찰하여 뿌리 침투가 발생하였는지 확인한다. 용기에서 뿌리 침투가 관찰되면 시험 신청자에게 통보하고, 시험을 중단한다. 필요시 재평가를 위한 시험체를 다시 제작한다.

4.2 시험 종료 시의 결과 확인

시험기간 동안 시험용기에 있는 식물이 비교(대조)용기에 있는 식물의 평균 성장(높이, 줄기 지름)과 비교해 적어도 80%의 성장하였음을 확인한다. 시험이 끝난 후 시험 용기 어디에서도 뿌리 침투가 발생하지 않았다면 방근성능(내근성능)이 있는 것으로 평가한다. 최종 검사에서는 모든 시험 용기마다 시험편(시트재 등)의 평평한 부분과 접합부(겹침부)에 대해서 뿌리 침투 유무, 시트재의 뚫림 및 개소(틈)에 대한 사항을 사진으로 촬영하여, 보고서에 기록한다. 또한 시험 평가 대상 재료의 결과 보존을 위하여 뿌리의 침투 및 뚫림 상태를 확인할 수 있는 시료를 채취하여 보관한다.

4.3 특수 조건의 평가 방법

일반적 방수방근층의 평가와 함께 특수 조건이 부여된 방수방근층에 대한 평가는 아래와 같다.

① 뿌리성장지연제 혼입 시트

뿌리 성장지연제 성분이 함유된 시트는 표면이나 접합부 안쪽으로 5mm 이하 침투한 뿌리는 확인, 기록한다. 이에 대한 평가를 용

이하에 하기 위해서 시험 시작 시에 의뢰자는 "성장지연제" 사용 여부를 명확히 제시하고, 그 평가 방법을 설명한다.

② 복층형(복합형) 방수 및 방근 시트재

몇 개의 층으로 이루어진 제품의 경우(예: 구리박막이 적층된 역청시트 또는 폴리에스테르 부직포가 적층된 PVC 시트) 방근재료 전체가 뚫리지 않았더라도 표층부 안으로 성장한 뿌리는 확인, 기록한다.

③ 조인트의 안쪽으로 성장한 뿌리는 그 침입 형태를 확인, 기록한다.

4.4 보고서의 기재사항

방근 시험의 최종 결과의 평가는 시험용 용기 내부에 설치한 방수 및 방근층에 뿌리의 침입 혹은 관통유무를 관찰하여 그 결과를 보고서에 기록하며 그내용은 아래와 같다.

- ① 방수/방근공법, 방근시트의 종류, 시방서, 양생조건 등
- ② 식물(초본, 목본)의 종류
- ③ 시험용 용기의 형상 및 종류
- ④ 시험개시 시기(계절, 월)
- ⑤ 시험기간
- ⑥ 식재관리(토양 상태, 온실 조건, 온도 등)
- ⑦ 중간관찰(시기, 결과)
- ⑧ 결과의 평가(뿌리의 관통 유무)
- ⑨ 결과의 상세 기록(비교 시험용 시험체의 결과와 비교, 평면부, 코너부, 접합부 등에서의 결과)
- ⑩ 시험기관(담당자 등) 명칭

5. 결 론

본 연구에서는 국내에서도 최근 인공지반녹화 및 옥상녹화의 양적 증대와 방근기술의 적용에 따른 기술의 신뢰성 확보 및 안정적인 기술구축이 필요하여 국내 환경 조건 및 식재 조건 등의 실정에 맞는 평가기준을 2년간의 기술적 검증과정을 토대로 개발하였고, 관련하여 본 제안에서는 시험체의 제작방법, 식물의 종류 및 생장 관리, 시험환경, 시험 중 관찰과 시험 종결 후의 관찰, 보고서의 작성 등 각각의 세부항목을 확립함으로써 표준적 시험평가 방법을 제시하였다. 향후 본 시험 방법은 국내의 옥상 녹화 분야의 방근재료 및 공법 개발, 현장 시공 및 품질 관리를 위한 가이드라인이 될 수 있을 것으로 기대하며, 옥상녹화 방근 기술 시장의 발전을 위한 지속적인 기술 및 제도개선을 지원하는 표준적 평가 방법으로 발전시키기 위한 노력을 해야 한다.

참 고 문 헌

1. 김현수, 장대희, 최수경, 옥상녹화용 방근층 구성재료의 방근성능에 관한 실험적 연구, 한국건축시공학회 논문집 제8권 제.6호, pp.125~127, 2008
2. 오상근 외, 옥상 및 인공지반녹화용 방근재의 성능기준 설정을 위한 방근성 시험방법에 관한 연구, 한국건축시공학회지 논문집 제7권 제1호, pp.79~84, 2007,3
3. 오상근, 김영근 외, 콘크리트 구조물 기반 녹화 공사에 있어서 콘크리트의 내구안전성 확보를 위한 방수 및 방근 기술의 제고, 한국콘크리트학회 학술발표대회 논문집 특집, 2008.9
4. BS EB 13948:2007, Flexible sheets for waterproofing-Bitumen, plastic and rubber sheets for roof waterproofing-Determination of resistance to root penetration
5. JASS8T-401 屋上緑化用メンブレン防水工法の耐根性能試験方法(案)