

옥상녹화용 방근층의 방근성 시험조건 설정 및 주요 방근소재에 대한 3개월간의 중간관찰 결과

Examination Conditions of Root Barrier for Green Roof System and Result of Intermediate Observation of Three Months against Representative Root Barrier

신 윤 호* 장 대 희** 김 현 수*** 최 수 경****
Shin, Yun-Ho Jang, Dae-Hee Kim, Hyun-Soo Choi, Soo-Kyung

Abstract

The purpose of this study is to test performances of 14 types of root barrier materials by applying testing plants and soils suitable for weather and natural features of Korea. For testing plants, *Plioblastus pygmaed* Mitford A. and *Pyracantha angustifolia* have been selected. For testing soil, mixture of perlite and peat moss in 3:1 ratio(volume). Testing container has been fabricated with duplicated structure having inner and outer containers. And the outer container has 2 hinges on its side wall to allow opening and closing. Wet rock wool with 50mm in thickness has been inserted between inner and outer containers to allow root to penetrate through root barrier material and continue to grow. We planted 12 *Plioblastus pygmaed* Mitford A. and 4 *Pyracantha angustifolia* per one testing container. Three testing samples have been made for 1 type of root barrier material, which become a total 42 specimens. Planted testing samples have been installed within the greenhouse, which will be observed regularly for 2 years from now on. We started test from July 11, 2008 and had performed intermediate observations every month for initial 3 months. From the 3rd intermediate observation on Sept. 18, we confirmed that 6 types of root barrier materials have penetrated roots. Even though two types of them(EDPM Sheet, Polyethylene Sheet) have been generally used as root barrier materials for roof planting system, all of three testing samples have a lot of penetrated roots. This result proves that it is not reasonable to introduce testing methods of root barrier from Europe or Japan.

키워드 : 옥상녹화시스템, 인공지반, 방수층, 방근층, 방근성능

Keywords : Green roof system, Artificial ground, Waterproofing, Root barrier, Resistance to root penetration

1. 서 론

최근 도심지 녹지 재생의 일환으로 옥상녹화시스템의 도입이 적극적으로 추진되고 있으며, 이러한 정부나 지방자치단체 등의 전폭적인 지원에 힘입어 옥상녹화 관련시장의 규모가 급속히 팽창됨에 따라 현재 다종다양한 재료·공법이 개발되거나 수입되어 시중에 유통되고 있다.

옥상녹화시스템은 크게 구조부와 식재 기반으로 나뉜다. 구조부의 경우는 이미 오래 전부터 다방면에서 연구가 진행되어 지금은 각 구성층의 성능을 비교적 객관적으로 평가할 수 있는 체계가 갖춰진 단계라고 할 수 있다. 식재 기반의 경우는

지금까지 주로 조경분야에서 연구개발이 이루어진 관계로 주된 관심분야가 아무래도 식물이나 토양 등의 식생 환경에 치우친 경향이 있다.

이처럼 각기 다른 분야에서 옥상녹화시스템의 요소기술을 분담해 온 결과 그 경계부분이라 할 수 있는 방근층에 관한 검토가 다소 소홀하게 다루어졌고, 옥상녹화 초기에는 크게 문제가 되지 않았던 식물의 뿌리에 의한 구조부의 피해가 날이 갈수록 점차 가시화되었으며 특히 방수층의 파괴로 인한 누수가 심각한 문제로 대두되고 있다.

식재 기반에서 기본적으로 방근층을 설치함에도 불구하고 식물 뿌리로 인한 구조부의 파손이 빈번하게 발생하는 원인에는 여러 가지가 있겠지만, 무엇보다도 방근층 구성재료에 대한 방근성능을 확실히 검증할 수 있는 시험방법이 아직 명확하게 정립되어 있지 않다는 것이 가장 큰 원인으로 판단된다.

따라서 본 연구에서는 방근성 시험방법에서 가장 중요한 시

* 한서대학교 건축공학과 박사과정, 공학석사

** 한국건설기술연구원 연구원, 공학석사

*** 한국건설기술연구원 책임연구원, 공학박사

**** 한서대학교 건축공학과 부교수, 공학박사

협조건이라고 판단되는 식물 및 식재 토양 등을 국내의 기후·풍토에 맞게 설정하고, 이 시험조건에 따라 수 종류의 방근소재에 대한 2년간의 추적 관찰을 실시함으로써 방근성 시험조건으로서의 유용성을 검증하여 향후 국내 실정에 부합하는 타당성 있는 방근성 시험방법을 개발하기 위한 기초적 자료로서 제시하기로 하였다.

본 논문은 시험체를 설치한 후 3개월간의 중간관찰 결과를 정리한 것이다.

2. 방근성 시험방법

2.1 방근소재

방근성 시험을 위해 선정한 14종류의 대표적인 방근소재 및 대조군의 현황을 표 1에 나타낸다.

시험체의 구성은 식재 기반에 이용되는 방근소재만으로 한정하였으므로 방근/방수성능을 겸비한 재료에 대한 방수성능의 검증은 실시하지 않는 것으로 하였다.

표 1. 방근소재의 종류 및 특징

No.	재질의 종류 및 특징
A	방수/저수/배수기능 일체형 PE/PVC 요철패널, 높이 50mm
B	연질 FRP 도막방수
C	염화비닐/폴리에스터직물 복합시트, 두께 1.5mm
D	알루미늄/아스팔트 복합시트 두께 7.5mm
E	PE개량 EVA 시트, 두께 1.6~1.8mm
F	보강 PET 필름/고점착 고무 복합시트, 두께 1.0mm
G	PET 필름 시트, 두께 1.0mm
H	알루미늄필름/HDPE 보강섬유 복합시트, 두께 2.5mm
I	FRP/폴리에스테르수지/유리섬유 복합시트
J	PVC 시트/PET 필름 복합시트, 두께 1.0mm
K	폴리머도막/EVA 복합시트, 두께 2.0mm
L	구리시트/알루미늄박판/유리섬유 복합시트, 두께 2.3mm
M	EDPM 시트, 두께 1.5mm
N	폴리에틸렌시트, 두께 0.4mm
대조군	아스팔트시트, 두께 1.7mm

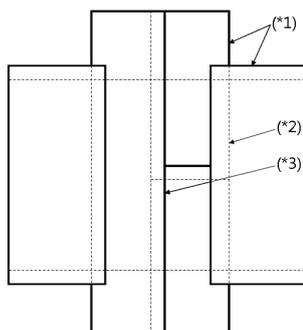


그림 1. 방근소재 설치방법

방근소재의 설치시 실제 현장의 시공상태를 감안하여, 시트계 재료는 그림 1과 같이 4부분의 가장자리벽 접합부(*1), 2개의 바닥가장자리 접합부(*2) 및 1개의 중간에 위치한 T형 접합부(*3)를 포함한 형태로 겹침 시공하고, 도막계의 액상재료는 시험체 중앙부에 작업 중단 접합부를 만들어 24시간 이상의 간격을 두고 제작하였다.

시험체의 수는 식재 상황에 따라 식물 뿌리의 발육이 크게 달라질 수 있다는 점을 감안하여 동일한 방근소재에 대해 각각 3개씩(대조군은 2개) 제작하기로 하였다.

2.2 시험용기

방근성 시험을 위한 시험용기는 그림 2와 같이 내측 용기와 외측 용기의 이중구조로 하여, 내측 용기는 편칭메탈로 만들고 외측 용기는 직각으로 만나는 측벽 2개소에 경첩을 달아 굳이 내측 용기를 꺼내지 않고도 측벽을 개방하여 외부에서 뿌리 관통여부를 관찰할 수 있게 제작하였다.

내부 용기와 외부 용기 사이에는 두께 50mm의 압면을 삽입하고 그 부위는 항상 물기를 머금게 하여 뿌리가 방근층을 관통할 경우 말라서 생장을 멈추는 일이 없도록 조치하였다.

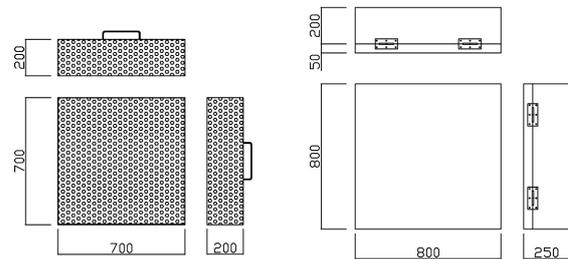


그림 2. 방근성 시험용기

2.3 시험용 식물 및 토양

시험용 식물은 옥상녹화 전문기관인 H사와 공동으로 국내 식재 환경을 조사한 결과를 바탕으로 초본용 식물은 사사조릿대(*Plioblastus pygmaed* Mitford A.), 목본용 식물은 피라칸타(*Pyracantha angustifolia*)를 각각 선정하였다.

또한 초본(사사조릿대)의 경우 주로 수평으로, 목본(피라칸타)의 경우 주로 수직으로 뿌리가 성장해가는 특성을 지니고 있다는 점으로부터, 그림 3과 같이 서로 생육을 방해하지 않는 범위 내에서 동일한 시험용기에 초본 12그루와 목본 4그루를 함께 식재하여 뿌리의 관통 여부를 전 방위에서 주기적으로 관측할 수 있도록 하였다.

시험용 토양은 실제 옥상녹화시스템의 식재 기반에 보편적으로 적용되고 있는 진주암 펄라이트와 피트모스를 3:1(부피비)로 혼합한 것을 사용하였다.

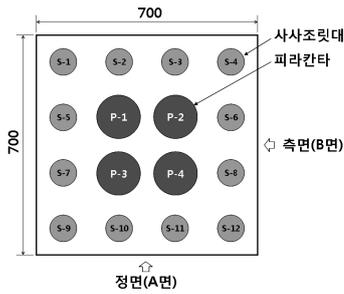


그림 3. 시험용 식물의 식재

2.4 시험체 설치 및 관리

식재가 끝난 방근성 시험체는 경기도 일산에 위치한 선인장 연구소의 온실에 설치하였다. 온실 내의 온도-습도는 15분 간격으로 계측하기로 했으며, 온실 내의 일중 평균기온은 그림 4와 같다. 하절기에는 고온이 되지 않도록 중간에 온실 벽을 개방하므로 외기온과 크게 차이가 나지 않지만, 9월 중순 이후부터는 외기온에 비해 약 5℃ 정도 높은 온도를 유지하고 있다는 것을 알 수 있다. 온실 내의 온도는 기본적으로 20℃ 전후를 유지하여 시험용 식물의 생육에 지장을 초래하지 않게 하고자 한다.

생육기간 동안의 시험체 관리는 1주일에 3회 이상 순회 점검을 실시하면서 일조 및 온도-습도 확인, 물주기(수분계 확인), 병충해 방제, 제초 등의 작업을 적절하게 수행하는 것으로 하였다.

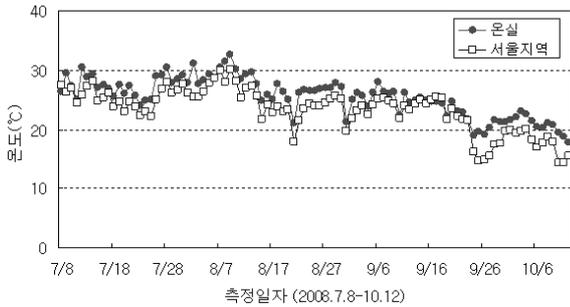


그림 4. 온실 내의 온도이력

2.5 중간관찰 방법

온실 내에서의 시험체 위치에 따라 식물의 육성상태에 차이가 클 것으로 판단되어 시험용 식물이 뿌리를 내리는 시기인 최초 3개월 동안은 매일, 이후 3개월마다 그림 5와 같이 시험체의 배치 열을 순환시키는 것으로 하였다.

시험기간은 2008년 6월 11일부터 2010년 6월 10일까지 부터 총 2년간으로 설정하였다. 중간관찰은 최초 3개월간은 매일 실시하고 그 이후부터는 3개월(2008년 12월) 및 6개월(2009년 6월/12월, 2010년 10월) 간격으로 실시하기로 하였다.

뿌리의 관통여부를 관찰하는 방법은 중간관찰에서는 내측

시험용기 외부로부터 육안관찰하고, 시험이 끝난 시점에서는 필요에 따라 확대경을 사용하여 접합부를 중심으로 면밀히 검사하는 것으로 하였다.

중간관찰에서 뿌리가 관통된 것이 확인될 경우에는 더 이상 시험할 의미가 없으므로 해당 시험체를 온실 밖으로 반출하는 것이 원칙이지만, 본 연구에서는 방근소재의 재질에 따른 관통 성상을 보다 명확히 조사 분석하기 위하여 3개 시험체 모두가 관통되지 않았을 경우는 6개월 정도까지 일단 시험을 진행하기로 하였다.

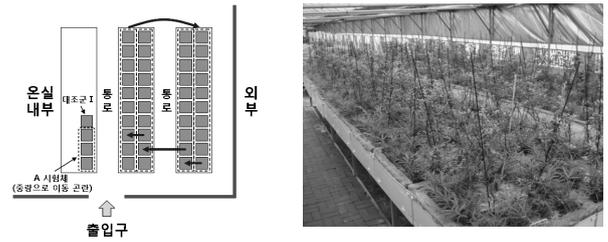


그림 5. 시험체 배치계획

3. 방근성 시험 중간관찰 결과

2008년 6월 11일에 총 42개(14종류×3개)의 시험체를 제작하여 온실에 설치한 이후 1개월이 경과한 7월 11일에 제1차 중간관찰, 8월 12일에 제2차 중간관찰, 9월 18일에 제3차 중간관찰을 실시하였다.

시험개시 후 3개월간의 중간관찰 결과를 정리하여 표 2에 나타낸다. 여기서, 대조군은 비교용 시험체로서 기존 연구에서 방근성능이 전혀 없는 것으로 알려진 아스팔트시트를 이용하여 만든 것이다.

제1차 및 제2차 중간관찰에서는 외측 용기의 정면과 측면의 측벽을 개방하고 내측 용기와와의 사이에 있는 암면을 제거한 다음에 정면과 측면에 뿌리가 관통되어 나왔는지를 육안으로 관찰하였다. 제3차 중간관찰에서는 내측 용기를 들어내어 시험체의 측면 4개소와 밑면까지 관찰하였다.

제1차 중간관찰에서는 모든 시험체에서 뿌리가 관통되지 않았다는 것을 확인할 수 있었으나, 제2차 중간관찰에서는 시험체 M 및 대조군의 시험체 모두에서 측면에 뿌리가 관통된 것을 확인할 수 있었다.

제3차 중간관찰에서는 시험체 M, N 및 대조군의 모든 시험체 측면과 밑면에서 뿌리의 관통이 발생하였다. 시험체 M과 N은 옥상녹화시스템에 광범위하게 적용되고 있는 방근소재이지만, 식재 후 3개월이 경과한 시점에서 시험체 3개 모두 뿌리가 사방으로 길게 뚫고 나와 방근성능을 보유하고 있지 않다

표 2. 방근성능 중간관찰 결과

시험체 No.	관찰 부위	관찰일자			시험체 No.	관찰 부위	관찰일자				
		2008.07.11.	2008.08.12.	2008.09.18.			2008.07.11.	2008.08.12.	2008.09.18.		
A	I	측면	O	O	O	H	I	측면	O	O	O
		밑면	-	-	O			밑면	-	-	O
	II	측면	O	O	O		II	측면	O	O	O
		밑면	-	-	O			밑면	-	-	X
	III	측면	O	O	O		III	측면	O	O	O
		밑면	-	-	O			밑면	-	-	O
B	I	측면	O	O	O	I	I	측면	O	O	O
		밑면	-	-	O			밑면	-	-	O
	II	측면	O	O	O		II	측면	O	O	O
		밑면	-	-	O			밑면	-	-	O
	III	측면	O	O	O		III	측면	O	O	O
		밑면	-	-	O			밑면	-	-	O
C	I	측면	O	O	O	J	I	측면	O	O	O
		밑면	-	-	O			밑면	-	-	O
	II	측면	O	O	O		II	측면	O	O	O
		밑면	-	-	O			밑면	-	-	O
	III	측면	O	O	O		III	측면	O	O	O
		밑면	-	-	O			밑면	-	-	O
D	I	측면	O	O	O	K	I	측면	O	O	O
		밑면	-	-	O			밑면	-	-	O
	II	측면	O	O	O		II	측면	O	O	O
		밑면	-	-	O			밑면	-	-	O
	III	측면	O	O	O		III	측면	O	O	O
		밑면	-	-	O			밑면	-	-	O
E	I	측면	O	O	O	L	I	측면	O	O	O
		밑면	-	-	O			밑면	-	-	O
	II	측면	O	O	O		II	측면	O	O	O
		밑면	-	-	O			밑면	-	-	X
	III	측면	O	O	O		III	측면	O	O	O
		밑면	-	-	O			밑면	-	-	O
F	I	측면	O	O	O	M	I	측면	O	X	X
		밑면	-	-	O			밑면	-	-	X
	II	측면	O	O	X		II	측면	O	X	X
		밑면	-	-	O			밑면	-	-	X
	III	측면	O	O	O		III	측면	O	X	X
		밑면	-	-	X			밑면	-	-	X
G	I	측면	O	O	O	N	I	측면	O	O	X
		밑면	-	-	O			밑면	-	-	X
	II	측면	O	O	X		II	측면	O	X	X
		밑면	-	-	O			밑면	-	-	X
	III	측면	O	O	O		III	측면	O	O	X
		밑면	-	-	O			밑면	-	-	X
대조군	I	측면	-	X	X	대조군	II	측면	-	X	X
		밑면	-	-	X			밑면	-	-	X

는 사실이 명백해졌으므로 이들 시험체에 대해서는 더 이상 시험을 진행하지 않기로 하였다.

시험체 F, G, H, L의 경우는 각각 1개의 시험체가 측면 또는 밑면에서 뿌리가 관통되었다. 이들 시험체에 대해서는 아직 관통된 뿌리가 시트의 접합부로부터 나온 것인지 본체를 뚫고 나온 것인지 명확히 파악할 수 없어 제4차 중간관찰 때까지 시험을 계속 진행하기로 하였다.

4. 결 론

국내의 기후·풍토를 적합한 방근성 시험조건을 설정하여 14 종류의 방근소재에 대한 방근성 시험을 실시하였다.

시험개시 후 3개월이 경과한 현재 6종류의 시험체에서 뿌리의 관통이 관찰되었다. 이 중 2종류는 시험체 3개 모두에서 상

당히 많은 양의 뿌리가 관통되었으며, 나머지 4종류는 1개의 시험체에서 뿌리의 관통이 관찰되었다.

본 연구에서는 시험개시 후 2년째가 되는 2010년 10월까지 주기적으로 중간관찰을 실시하면서 그 결과를 수시로 정리하여 보고하고자 한다.

참 고 문 헌

1. 오상근 외, 옥상 및 인공지반녹화용 방근재의 성능기준 설정을 위한 방근성 시험방법에 관한 연구, 한국건축시공학회 논문집 제7권 1호, pp.79-84, 2007. 3
2. 오상근 외, 옥상녹화에 적용되는 방수층의 내근성능평가 연구, 대한건축학회논문집 구조계 제21권 7호, 2005. 7
3. 清水市郎 他, 屋上緑化用防水システムの耐根性能評価方法の検討(その4 耐根性能評価の経過結果), 日本建築学会大会学術梗概集(関東), pp.857-858, 2006. 9
4. 永妻勝義, シート防水層の耐根性評価試験, 日本建築学会大会学術梗概集(東海), pp.1269-1270, 1994. 9