

옥상녹화 및 인공지반녹화용 구리시트 방근재의 성능평가에 관한 연구

A Study on the Performance Appraisal for Copper Sheet as Root Barrier Material Applying to Green Roof System

조 일 규*
Cho Il Kyu

권 시 원*
Kwon, Shi Won

곽 규 성**
Kwak, Kyu Sung

오 상 근***
Oh, Sang Keun

Abstract

Selection of proper root barrier as destination part of greening is very important in Root penetration resistance plan. To select proper root barrier, it need to understand composition of greening part, size, kind of plant, connection with waterproofing layer. In this point of view, we have establish greening on the roof or concrete structure, not been understand the structural mechanism. It means that we misunderstood about purpose of greening and using it. So, chosen materials and construction method was not proper for greening, it caused water leakage and decrease performance of concrete structure.

Therefore, we examine the practical use of copper sheet considering environmental condition for green roof. Watertightness by water of greening part, root penetration resistance test by root penetration, bacteria resistance by must or bacteria in soil, chemical resistance by rain and chemical agent of fertilizer, and load resistance by soil depth, size of plant. These suggested test methods could be referred as guideline to test in green roof system because of not exist any performance appraisal guideline or standard. Consequently, it should be analysis as technical and institutional subdividing test methods and it need to study constantly as varied angles

키워드 : 구리시트, 수밀성, 방근성, 내박테리아성, 내약품성, 내하중성

Keywords : Copper Sheet, Watertightness, Root Penetration Resistance, Bacterial Resistance, Chemical Resistance, Load Resistance

1. 서론

옥상녹화 및 인공지반의 사회적 수요 및 환경적 수요가 늘어나고 있는 현실에서 구조물에 안정적인 설계를 하기 위해서는 다양한 기술적 검토가 필요하다. 옥상녹화의 구조적 안전성을 확보하기 위한 기반시스템의 층별구조는 구조물 옥상부에 기본적으로 설치되는 방수층과 식생의 뿌리에 대한 저항성을 갖는 방근층, 토양에 함습되어 있는 물을 적절히 처리하기 위한 배수층으로 크게 나눌 수 있다. 방수층 및 배수층의 설계는 재료의 선택, 식재계획에 따른 시공방법 등 시공에 대한 경험, 다양한 재료의 적용 및 결과에 따른 기술축적이 형성되어 있으나, 방근층 설계는 그 중요도 및 인식이 부족하여 옥상녹화 설계 시 등한시 해오던 기술 중 하나이다.

이는 뿌리가 성장하면서 설치된 방수층을 손상시키는 사례가 많으며, 이는 직접적인 누수원인이 되어 구조물의 안정성과 옥상녹화시설의 불신으로 이어져 옥상녹화의 수요에 대해 원할한 공급을 기대할 수 없기 때문에 반드시 옥상녹화의 실효성 및 유지관리 차원에서 중요하게 다루어야 할 것이다.

이에 본 연구에서는 옥상녹화 및 인공지반녹화의 방근재 시험방법에 따라 구리시트가 방근재로서의 기능을 충족할 수 있는지를 평가하여 방근설계에 있어서 하나의 대안으로 제시하고자 함이다.

2. 구리시트 방근성 시험 방법

옥상녹화 및 각종 인공지반에 적용되는 녹화에는 반드시 뿌리에 대한 보호막 즉 방근층을 설치하여야 하며, 방근재로서의 구리시트를 다음의 4개 시험항목을 통해 옥상녹화환경에 적합한 방근성능을 발휘하는지 평가한다.

2.1 수밀성

2.1.1 시험체 제작 및 양생 방법

Ø 100×30 mm 시험용 모르타르 밀판 위에 시트를 3 cm 겹쳐 KS A 1107 9.2.3에서 규정하는 압착장치(수동식 압착장치-원형로올러)를 사용해 3회 압착한다.

* 서울산업대학교 산업대학원, 석사과정, 정희원

** BK방수기술연구소 소장, 정희원

*** 서울산업대학교 건축학부, 교수, 정희원

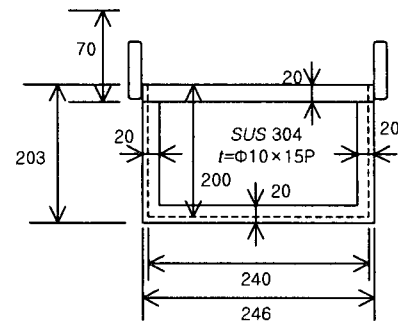
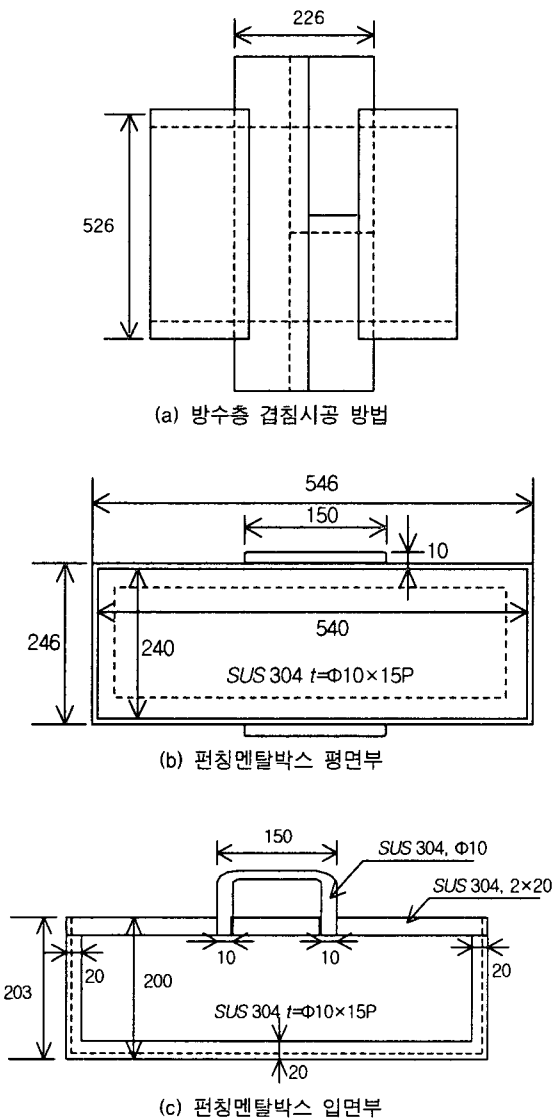
2.1.2 시험 및 평가 방법

시험편 3개를 대상으로 $20 \pm 2^\circ\text{C}$, 상대습도 $65 \pm 5\%$ 의 표준상태에서 항량이 될 때까지 최소 8일간 건조시킨 시험체 측면을 파라핀으로 방수 처리한다. 그리고 방수 처리재가 완전히 경화한 상태에서 시험체를 out-put 방식의 투수 시험 장치를 사용하여 $0.3\text{N}/\text{mm}^2$ 수압을 24시간 가한다. 그리고 수압을 가한 시험체를 투수 시험 장치에서 꺼내어 표면의 물기를 제거한 후 바탕 시험체를 할렬하여 바탕 시험체에의 물의 침투를 여부를 확인한다. 시험체는 접합부가 있는 부분과 없는 부분으로 구분하여 구성하고 접합부는 별도의 실링처리를 한다.

2.2 방근성

2.2.1 시험장치 및 방수층 시공 상세 계획

본 방근성 시험을 실시하는데 있어서 가장 효과적인 시험결과를 도출하기 위하여 새로운 장치가 요구되었으며, 그 결과 다음 도면 1과 같이 스테인레스(SUS) 재질의 펀칭메탈박스를 제작하고, (a)와 같이 방수층을 접합 시공하였다. 이는 뿌리가 방수층을 관통하였을 때, 외부에서 관찰할 수 있도록 유도 계획한 것이다.



(d) 펀칭메탈박스 측면부

도면 1. 펀칭메탈박스 설계 상세(non-scale)

2.2.2 옥상녹화 방수층의 방근성능 시험방법

방근성능 시험순서는 사진 1과 같이 (a)~(h)순으로 진행된다. 보조적으로 플라스틱 박스를 구비하여 사진(g)와 같이 방수층이 시공된 펀칭메탈 박스 내에서 식물의 뿌리 관통을 유도할 수 있도록 플라스틱 박스에 넣어 가장자리 공간에 습윤한 토양층을 채워 뿌리가 썩지 않고 지속적인 관찰할 수 있도록 한다.



사진 1. 방근성능 시험체(장치+방수층) 제작 및 식재현황

2.3 내약품성

2.3.1 시험체의 제작 및 준비

시험체는 50mm×50mm의 크기로 준비하여 중량을 측정하고, 화학적 처리에 의해 부식 및 변색에 대한 평가한다.

2.3.2 시험방법

a) 산처리는 온도 20±2℃인 KS M 8102, 8103, 8104에서 규정하고 있는 염산, 황산, 질산 특급품 2% 용액속에 시험체 3개를 168시간 담가 둔다. 침지 후 시험체는 흐르는 물로 충분히 씻어 상온에서 최소 24시간 정치하여 건조시킨 후, 시험체의 중량을 측정한다.

b) 알칼리 처리는 온도 20±2℃인 KS M 8116에서 규정하는 수산화나트륨 특급품의 0.1% 수용액 속에 수산화칼슘 1급품을 포화시킨 용액 속에 시험체 3개를 168시간 담가둔다. 침지 후 시험체는 흐르는 물로 충분히 씻어 상온에서 최소 24시간 정치하여 건조시킨 후, 시험체의 중량을 측정한다.

c) 염화나트륨 처리는 온도 20±2℃인 KS M 8115에서 규정하는 염화나트륨 특급품 10% 수용액 속에 시험체 3개를 168시간 담가둔다. 침지 후 시험체는 흐르는 물로 충분히 씻어 상온에서 최소 24시간 정치하여 건조시킨 후, 시험체의 중량을 측정한다.



사진 2. 내약품 시험 과정

2.4 내하중성

2.4.1 보조시험체의 준비

시험용 밀판(300mm×300mm×30mm의 콘크리트판), 배수판(300mm×300mm×30mm, 압축최대하중 1000kg 이상), 보호재(배수판 1모듈과 같은 크기의 것, 180g/m 정도), 적재하중용 추(배수판 모듈과 동일한 것, 10kg)을 준비한다.

2.4.2 시험편의 채취 및 제작

시트 모서리는 약 50mm를 잘라낸 것으로, 시트의 겉에 평행 혹은 직각이 되도록 시험편을 잘라낸다. 이때 시험편은 배수판 1모듈에 맞는 300mm×300mm로 제작한다.

2.4.3 시험편의 두께 측정

두께측정기는 0.01mm의 눈금을 가진 평활하고 지름 5 mm의 원형 가압편이 있는 것이어야 한다. 두께 측정기의 가압하중은 7.85kg을 원칙으로 하고, 측정범위 안에서 ±15 %이상 변화하지 않아야 한다. 두께의 측정은 시험편의 평행부분의 여러 곳에서 하고, 측정값의 최저값을 그 시험편의 두께로 한다. 다만, 두께 측정기의 가압면 중심이 시험편의 모서리에서 외부로 나온 그대로 측정하여서는 안 된다.

2.4.4 시험방법

시험용 밀판에 시험체를 평평하게 올려두고, 보호재로 시험체를 덮는다. 그 상부에는 배수판을 해당 하중 50kg을 168시간 동안 적재시킨다. 168시간 이후에는 시험체를 우선 육안 관찰하여 요철에 의한 손상 및 찌김 등이 없는지 평가하고, 시험체의 두께를 측정하여 두께 변화율을 측정한다.

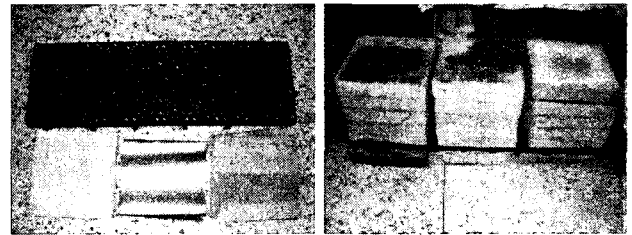


사진 3. 내하중 시험준비 및 과정

3. 구리시트 방근성 시험 결과

3.1 수밀성 평가

재료의 기본 물성으로서 녹화를 실시하는 경우에 토양이 항상 습윤상태에 있기 때문에 방수층의 장기적인 수명을 유지하기 위해서는 1차적으로 방근재도 적당한 멤브레인성능을 보유하여야 한다. 구리시트에 대한 수밀성 시험은 아래 표 1과 같으며, 시험전후의 중량차에 대한 변화는 실링이 물을 흡수하는 과정에서 나타나는 것이며, 시험 후 시편의 절단 결과 평면부, 접합부에 모두 투수 안되는 것을 확인하였다.

표 1. 구리시트 수밀성 평가 결과 표

구분	시험전(g)	시험후(g)	중량차(g)	결 과
평면부	1990.19	1990.07	0.12	투수안됨
	1989.65	1989.54	0.11	투수안됨
	2013.16	2013.04	0.08	투수안됨
접합부	1986.78	1986.88	0.1	투수안됨
	1938.18	1938.32	0.14	투수안됨
	2022.29	2022.53	0.24	투수안됨

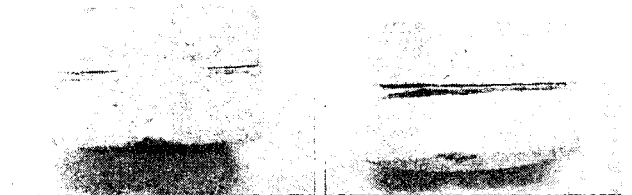


사진 4. 구리시트 수밀성 시험

3.2 방근성 평가

식물의 뿌리는 방수층에 직접 접촉되지 않지만, 방근층의 접합부 및 취약부등을 통해 뿌리가 침투하여 방수층에 손상을 입혀 누수의 원인을 제공하기 때문에 적절한 방근층은 반드시 필요하다. 펀칭메탈을 이용한 구리시트의 방근성 시험 평가 결

과, 1개월 이내에 대나무과에 속하는 사사 조릿대 뿌리에 의해 뚫리지 않았으며, 이는 구리시트가 내근성을 보유하고 있는 것으로 판단된다. 본 시험은 향후 2년간 지속 관찰하여 평가될 것이다.

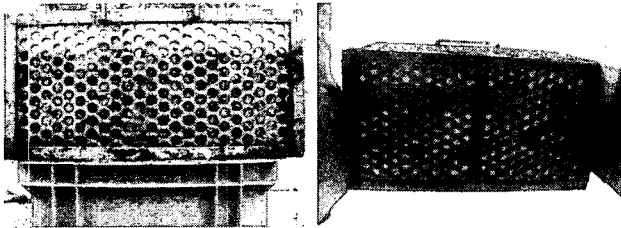


사진 5. 구리시트 방근성 시험 결과

3.3 내약품성 평가

식재관리를 위해 주기적으로 비료나 영양 등을 사용하게 되며, 이들의 성분에 방근제가 침식되지 않아야 한다.

구리시트의 내약품성 평가 결과는 아래의 표 2과 같으며, 화학적 처리에 의해 구리시트가 부식 또는 변색현상은 발생하지 않았으며, 이는 옥상녹화 시공되는 비료 또는 내화학적 성분에 의해 방근성을 상실하지 않는 것으로 파악된다.

표 2. 구리시트 내약품성 평가 결과 표

구분	시험전(g)	시험후(g)	증량차(g)	결 과	
산	1산	1.10	1.11	0.01	변색없음
		1.11	1.16	0.05	변색없음
		1.13	1.15	0.02	변색없음
	황산	1.11	1.12	0.01	변색없음
		1.09	1.14	0.05	변색없음
		1.09	1.16	0.07	변색없음
	질산	1.04	1.06	0.02	변색없음
		1.12	1.08	-0.04	변색없음
		1.05	1.07	0.02	변색없음
염화나트륨	1.14	1.18	0.04	변색없음	
	1.08	1.12	0.04	변색없음	
	1.10	1.17	0.07	변색없음	
수산화나트륨0.1 + 수산화 칼슘포화	1.11	1.12	0.01	변색없음	
	1.09	1.10	0.01	변색없음	
	1.04	1.03	0.01	변색없음	

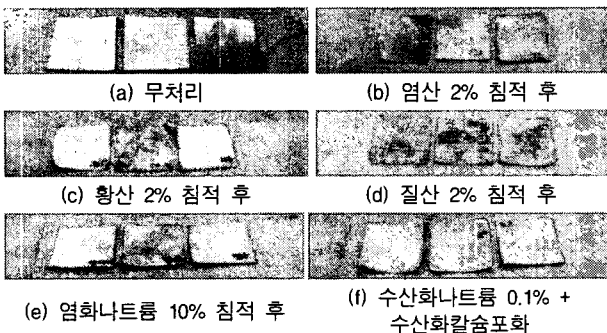


사진 6. 구리시트 내하중성 평가 후 수밀성 시험

3.4 내하중성 평가

옥상녹화에는 토양이나 수목이 적재되므로 중량에 대한 충분한 내력을 지녀야 하며, 적재하중에 대한 내손상도를 평가하여야 한다.

구리시트의 내하중성에 대한 평가 결과는 아래 표 3과 표 4와 같으며, 하중에 의한 변형 및 손상이 없고 수밀성 시험결과도 만족하고 있다.

표 3. 구리시트 내하중성 평가 후 수밀성 시험 결과

구분	시험전(g)	시험후(g)	증량차(g)	결 과
구리시트	1963.05	1963.19	0.14	투수안됨
	2024.91	2025.08	0.17	투수안됨
	1991.03	1991.34	0.31	투수안됨

표 4. 구리시트 내하중성 평가 후 두께 변화 결과

구분	시험전(mm)	시험후(mm)	두께차(mm)	결 과
구리시트	0.28	0.28	0	변화없음
	0.27	0.27	0	변화없음
	0.28	0.28	0	변화없음

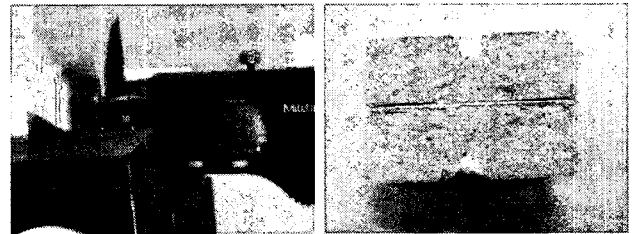


사진 7. 구리시트 내하중성 평가

4. 결론

본 연구에서 제안하는 구리시트가 상기의 성능평가를 통하여 방근재로서의 성능을 만족하는 것으로 예상되며, 특히 구리로 코팅된 표면에 대해 내식성 및 내하중성에 대한 안정적 성능을 발휘하는 것으로 평가되었다.

한편, 구조물 안전성 및 옥상녹화의 확대보급 차원에서 방근재에 대해 새로운 인식이 필요한 시점에서 본 구리시트는 옥상녹화의 환경조건 및 사용조건에 따른 시험방법을 통해서 그 사용 적합성이 평가된 것으로 기존의 방근재와의 차별화를 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. Procedure of investigating resistance to root penetrations at green roof site, 1999 edition, with editorial changes dated, jan. 2002
2. 건축공사표준시방서, 11070 옥상녹화 방수공사
3. ことよしやつき, 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, 한국인공지반녹화협회, 2004.8
4. (財)都市緑化技術開発機構 特殊緑化共同研究会, 屋上緑化の Q&A, 2003.12
5. 오상근 외, 인공지반 기반 콘크리트 구조체의 안전성 확보를 위한 옥상녹화 방수층의 내근성 평가, 한국콘크리트학회 추계학술발표대회, 2006.
6. 오상근 외, 옥상 및 인공지반용 방근재의 성능기준 설정을 위한 방근성 시험방법에 관한 연구. 2007.