

경량식생블럭을 이용한 옥상녹화 공법의 토심계획에 관한 실험적연구

Experimental Study on Planning Soil Depth of Green Roof System using Light-Weight Greening Block

오 재 훈* 안 혜 련** 김 경 욱*** 안 영 철**** 문 종 욱*****
Oh, Jae-Hun Ahn, Hye-Ryeon Kim, Kyoung-Uk Ahn, Young-Chull Moon, Jong-Wook

Abstract

Green roof system is classified as intensive greening, extensive greening or mix of intensive-extensive greening. Recently, light-weight green roof has been performed actively, because buildings have been considered loads, design and maintenance. This study was conducted to design soil depth for light-vegetation block with using bottom-ash. As a result, it was found that growth of plant had no direct effect on soil depth even it was less than 10cm. Soil depth having under 5cm could be integration of plant roots and vegetation blocks. It was also possible to grow organic vegetables through the experiment of planting. According to this experiment, as light-vegetation block with bottom-ash was used for planting, it makes design shallow soil depth. The results will help install green roof system conveniently not only new buildings but also used buildings.

키워드 : 바텀애쉬, 옥상녹화, 경량식생블럭, 식재, 토심

Key words : Bottom Ash, Green Roof, Light-weight Greening Block, Planting, Soil Depth

1. 서 론

기후변화협약 및 교토 의정서 발효로 선진국을 중심으로 온실가스 배출 및 에너지 소비 감소를 위한 합리적인 기준이 강화되기 시작하였다. 2012년에 끝나기로 한 교토의 정서의 효력을 2020년 까지 연장키로 합의됨에 따라 우리나라도 지속적인 온실효과 저감 대책이 필요한 실정이다.

직접적인 온실가스저감 대책으로 다양한 연구개발이 이루어지고 있으며, 여러 산업분야에서의 규제와 자동차산업에서의 배기가스 저감, 건축물에서 에너지소비량 감소를 위해 단열재 및 친환경, 신재생에너지 사용 등의 직접적인 온실가스저감 대책이 활발히 연구되고 있다.

특히, 도시의 열섬현상 및 건축물의 에너지소비 감소를 위해 정부는 옥상녹화 시공을 의무화 하거나 장려하고 있어 많은 건물에 옥상녹화가 이루어지고 있는 실정이다. 또한, 지상에 조경면적을 확보하는 것보다 옥상에 조경을 설치하는 것이 건물주의 입장에서 공간을 활용하는 최선의 방법이므로 옥상녹화에 대한 관심과 시공이 갈수록 늘어나

고 있다. 하지만 대부분의 옥상녹화는 건물의 특성을 제대로 고려하지 않은 채 형식적으로만 시공되어 건물의 안전성, 유지관리 등에 많은 문제를 초래하고 있다. 옥상녹화가 시공된 후 관리부실 및 옥상층 누수, 하중증가로 인한 건물의 균열 등으로 인해 재시공 또는 해체로 이어지고 있다. 따라서 옥상녹화는 건물의 특성과 구조, 기대효과, 유지관리적인 측면 등이 모두 고려된 공법을 채택하여 시공 되어야 한다.

즉, 신규 건축물뿐만 아니라 기존건축물에 옥상녹화를 유도하기 위해서는 하중에 미치는 영향과 옥상녹화 시공에 드는 경제적인 측면을 모두 만족하는 새로운 개념의 옥상녹화가 필요하다.

본 연구에서는 저관리·경량형 옥상녹화의 장점을 극대화하기 위하여 시공이 편리하고 유지관리가 용이한 B.A (Bottom Ash)를 이용한 경량식생블럭을 사용하여 하였다. 저관리·경량형 옥상녹화에 적합한 식물을 식재함에 있어 이에 필요한 적정 토심설계를 제안하고자 한다.

2. 옥상녹화공법에 관한 이론 연구

2.1 옥상녹화의 유형

옥상녹화는 크게 저관리·경량형, 관리·중량형, 혼합형으로 구분되며, 표 1에서 보는바와 같이 각 유형에 따라 다른

* 주저자, 부산대학교 대학원 박사과정(hoony14@nate.com)

** 부산대학교 대학원 석사과정(withyou2329@nate.com)

*** 부산대학교 대학원 박사과정(arch-uk@hanmail.net)

**** 부산대학교 건축공학과 교수(ycahn@pusan.ac.kr)

***** 교신저자, 한국국제대학교 소방방재학과 교수
(mc8126@naver.com)

특성이 있으며 각각의 특성에 맞게 건축물에 시공되어지고 있다.¹⁾

표 1. 옥상녹화의 유형

저관리·경량형	
특성	지피식물을 주로 식재 생태적 녹화시스템으로 관수, 예초, 시비 등 관리요구도를 최소화 한 것임 주로 인공경량토양 사용 구조적 제약 있는 곳, 유지관리가 어려운 기존 건축물의 옥상이나 지붕에 주로 활용
사례	
관리·중량형	
특성	이용과 관리가 전제가 되는 녹화시스템 지피식물, 관목, 교목을 활용한 다층구조의 식재가 바람직한 관수, 시비, 전정 등 이용요구에 부합되는 관리가 필수적임 구조적 문제가 없는 곳에 적용 가능 → 주로 신축건축물에 적용가능
사례	
혼합형	
특성	이용요구는 높으나 관리·중량형 시스템 도입이 어려운 공간에 적합 토심은 10~30cm 내외 지피식물과 키가 작은 관목위주로 식재함 저관리를 지향하는 것이 바람직함
사례	

관리·중량형과 혼합형 옥상녹화공법은 주로 중·대형건물에서 관리인에 의해 유지관리가 이루어지므로 제대로 된 효과를 거두고 있지만, 일반 중·소형 건물의 경우 유지관리에 힘든 점이 많아 제대로 된 옥상녹화의 유지관리를 기대하기 힘들다. 그 대책으로 저관리·경량형 옥상녹화 공법이 시공되고는 있으나 중량형, 혼합형과 비교했을 때 토양두께의 감소에 따른 하중감소의 장점이 있으나 유지관리 효과가 뛰어나다고 보기는 힘들다.

또한 옥상녹화의 유형에 따라 유지관리의 형태, 적용방식, 적용대상 건물, 토심 등의 시공내용이 다르다.<표 2>¹⁾ 저관리·경량형의 경우 경사형 지붕을 포함한 모든 건물에 적용이 가능하고 토양의 두께감소로 인해 하중이 크게 증가하지 않는 장점이 있어 기존 건축물에도 많이 적용되고 있다.

표 2. 옥상녹화의 유형구분

(범례 : ● : 적용 가능, ○ : 경우에 따라 적용가능)

구분	내용	저관리·경량형	혼합형	관리·중량형
유지관리	저관리	●	○	
	관리		●	●
적용방식	전면 녹화	●	●	●
	부분 녹화	○	○	○
적용대상 건물	신축 건물	●	●	●
	기존 건물	●	○	○
건물 경사유무	평탄형	●	●	●
	경사형	●		
단열위치	내단열			
	외단열	●	●	●
	동적단열	●		
토양의 하중	경량	●	○	
	중량		●	●
토심	20cm 이하	●		
	20cm 이상		●	●
식생의 종류	잔디		○	●
	세덤류	●	●	●
	지피식물	●	●	●
	관목·저목		●	●
	교목		○	●

2.2 국내 옥상녹화에 사용되는 식물의 종류

옥상녹화에는 목적에 따라 다양한 식물을 식재할 수 있다. 휴식공간으로 이용하기 위해서는 그늘을 제공해 줄 수 있는 수고(樹高)가 큰 종류가 필요하기도 하고, 여건상 중량이 큰 식물을 이용하지 못할 때는 지피식물 위주의 가벼운 식물을 식재하여 그 효과를 누린다.

국내 옥상녹화에 사용되어지는 식물을 종류별로 구분하면 다음과 같다.

(1) 화목류 : 남천, 황매화, 산철쭉, 조팝나무, 영산홍, 수국, 백목련, 옥매화, 넝쿨장미, 라일락, 쯤조팝나무 등

(2) 조경수 : 소나무, 주목, 배롱나무, 석류나무, 공작단풍, 사사, 홍단풍, 수수꽃다리, 매화나무, 구상나무, 반송, 회양목, 눈향나무, 사철나무, 홍가시나무, 황금측백, 조릿대 등

(3) 자생식물 및 야생화 : 붓꽃, 패랭이, 한라구절초, 비비추, 은방울꽃, 작약, 벌개미취, 꽃창포, 수선화, 팔손이, 백량금, 산호수, 자금우, 원추리, 돌단풍, 백리향, 기린초, 섬기린초, 평의비름, 매발톱, 등글레, 할미꽃, 털머위, 바위솔류, 양지꽃, 금낭화, 도라지, 바위취 등

(4) 지피식물 : 잔디, 맥문동, 세덤류, 담쟁이덩굴, 꽃잔디, 바위솔류, 아이비, 돌나물 등

(5) 돌나물과 식물 : 흰꽃세덤, 리플렉섬, 파랑세덤, 분홍세덤, 단풍세덤, 송엽국, 돌나물, 땅채송화, 바위채송화, 큰평의비름, 기린초, 가는잎기린초 등

2.3 옥상녹화용 식물 종류별 적정 토심

옥상녹화를 위해 중요하게 고려해야 하는 사항은 건물에 미치는 하중과 식물의 생육이라 할 수 있다. 옥상에 많은 토양과 배수층 및 방근층 등의 시공이 이루어질 경우 그 하중은 무시할 수 없는 수준이며, 특히 토양이 물을 흡수할 경우의 하중까지 고려한다면 매우 신중한 시공이 요구된다.

1) 서울특별시.건축물 옥상녹화 시스템 유형결정과 관리 매뉴얼 .2007

표 3. 식재종류별 적정 토심

분 류	소분류	종 류	적정 토심
조 경 수	수고 3m 이상	소나무, 배롱나무, 단풍나무류, 매화나무, 주목 등	30cm 이상
	수고 3m 이하	석류나무, 구상나무, 반송, 회양목, 눈향나무, 사철나무, 홍가시나무, 황금측백, 조릿대,	20~30cm
화 목 류	수고 3m 이상	백목련, 자목련, 벚나무,	30cm 이상
	수고 3m 이하	산철쭉, 영산홍, 조팝나무, 라일락, 좁조팝나무, 황매화, 개나리, 진달래	20~30cm
자 생 식 물	목본성	팔손이, 백량금, 자금우, 산호수,	15~25cm
	초본성	구절초, 비비추, 은방울꽃, 벌개미취, 원추리, 금낭화, 비비추, 옥잠화, 은방울꽃, 기린초, 큰평의비름 등	10~20cm
		붓꽃, 꽃창포, 수선화, 나리류, 매발톱꽃, 둥글레, 할미꽃, 도라지, 섬기린초, 송엽국 등	10~15cm
	지피류	맥문동, 꽃잔디, 바위솔류, 돌나물, 돌단풍, 백리향, 털머위, 양지꽃, 바위취, 세덕류 등	10cm

토양의 경우 자연지반과 단절되어 있기 때문에 지하로부터 모관수의 상승이 없고, 구조물의 열전도율이 높기 때문에 기온에 대한 변동의 폭이 크며, 그 외의 환경조건에 매우 민감하여 식물의 생육에 피해를 주지 않는 적절한 토양의 선택과 토심계획이 매우 중요하다.

식물종류별로 필요한 토심은 배양토와 관수 정도에 따라 달라지기 마련이나, 식물의 특성에 대체적으로 <표 3>과 같다.²⁾ 식재의 종류에 따라 요구되는 적정 토심은 다양하며, 저관리·경량형의 경우 적정토심이 10~20cm인 자생식물이 얇은 토심으로 인한 하중감소 효과가 있기 때문에 주로 식재되고 있다.

2.4 토양의 종류에 따른 특징

옥상녹화 등의 구성에 사용되는 토양은 자연토양, 인공토양, 개량토양으로 구분할 수 있다.<표 4> 각 토양은 비중이나 식생을 위한 최소 필요두께, 관수장치의 필요 유무, 시공성 등 그 특성이 다르기 때문에 대상지 조건에 부합되는 적절한 토양 재료를 선택해야 한다.²⁾

자연토양은 인공토양이나 개량토양에 비해 하중이 크기 때문에 저관리·경량형 녹화 보다는 관리·중량형이나 혼합형 옥상녹화에 주로 사용된다. 자연토양은 수분보유 능력이 낮아 원활한 수분공급이 어렵고 용적밀도가 높아 옥상녹화에 사용하기에는 한계가 있다.

인공토양은 많은 종류가 있으나 공통적인 특징은 자연토양에 비해 하중이 작고 보수성과 통기성이 높다. 일반적으로 옥상녹화시에 자연토양(육성토)을 사용하기 전에 적절한 두께로 사용한다. 하지만 인공토양은 해외에서 수입하는 경우가 많아 상당히 고가인 단점이 있다.

개량토양은 자연토양과 인공토양의 장점을 혼합한 것으로 인공토양과 유기질계 토양을 혼합하여 매우 낮은 토심이 요구될 때 사용된다. 인공토양과 마찬가지로 비용이 많

이 드는 단점이 있으나 낮은 두께로 인해 전체적인 비용을 고려하면 감소되는 부분이 있다.

표 4. 토양의 종류별 특징

구 분	자연토양	인공토양	개량토양
특징	·화산재토양, 마사토 등 주로 사용 ·일부토양은 영양분과 투수성, 보수성 등 개량 필요 ·60년 이상의 사용 실적	·자연토양에 토양개량재를 섞어 경량화를 도모하면서 보수성과 통기성을 높이고 인공지반에 적합하도록 만든 토양 ·펠라이트나 버미큘라이트, 피트모스 등 혼입 ·20년 정도의 실적	·특수공간에서의 녹화를 위해 개발된 토양으로 매우 가볍고 낮은 토심 ·무기질계 인공토양과 유기질을 혼합한 인공토양, 유기질계 인공토양 등 각종 인공경량토양 개발 ·10년 정도의 실적
습윤성 비중	1.6~1.8	1.1~1.3	0.6~0.8
식재수목과 필요토양압	·잔디: 1.5cm ·관목: 30cm ·종목(약 2m): 45cm ·관목(약 4m): 60cm	·잔디: 15cm ·관목: 30cm ·종목(약 2m): 45cm ·관목(약 4m): 60cm	·잔디: 8cm ·관목: 15cm ·종목(약 2m): 25cm ·관목(약 4m): 40cm
배수층	필요	필요	불필요한 경우도 있음
관수 설비	일반적으로 필요 (토양두께 및 식물의 종류에 따라 필요 없는 경우도 있음)	일반적으로 필요 (토양두께 및 식물의 종류에 따라 필요 없는 경우도 있음)	일반적으로 필요 (토양두께 및 식물의 종류에 따라 필요 없는 경우도 있음)
유지 관리	뿌리막힘, 고결방지 관리 필요	뿌리막힘, 고결 비교적 적음	관리할 필요가 없는 것도 있지만 장기설적이 적은 편
시공성	·무거워서 운반 곤란 ·시공시 비산이 적음	·일반적으로 현장에서 혼합하기 때문에 운반 이외에 혼합 인력 필요	·가벼워서 운반 용이 ·시공시 비산문제 발생
조성비	·자재 단가는 저렴한 반면 시공비용이 큼 ·최근 개량토 확보가 어렵고 가격이 올라가는 추세	·자연토양보다 개량제의 비용과 혼합비용이 더 많이 필요	·자재단가는 비싸지만 경량화 등에 의한 전체비용 감소 효과

3. B.A 경량식생블럭의 적정토심설계

3.1 Bottom Ash를 이용한 경량식생블럭

본 연구에서 사용된 경량식생블럭은 재활용 소재인 B.A (Bottom Ash)를 주 골재로 하고 시멘트, 물, 혼화제를 믹싱하여 만든 경량식생블럭으로서 물리적·역학적 특성은 다음과 같다.

표 5. Bottom Ash블럭의 물리적·역학적 특성

No.	단위 용적질량 (kg/m ³)	기건 비중	흡수율 (%)	함수율 (%)	연속 공극률 (%)	전 공극률 (%)	압축강도 (Mpa)	
							7일	28일
BWC25	1,144	1.14	22.3	10.5	35.4	39.9	1.666	3.038
BWC30	1,112	1.11	21.9	10.7	40.5	43.9	0.784	1.666

B.A 경량식생블럭은 주 재료인 B.A의 입자 크기에 따라 차이는 있지만 단위중량이 1.58~1.65로 기존 공법보다 약 40% 감소하여 기존 건물에도 적용이 가능하며, 공극율이 약 27%로서 복사열에 의한 열 차단 및 수분저장 효과가 있으며, 내구성 지표인 압축강도가 67~75Mpa 옥상녹화용 식생블럭으로서 매우 뛰어난 성능을 가지고 있다.

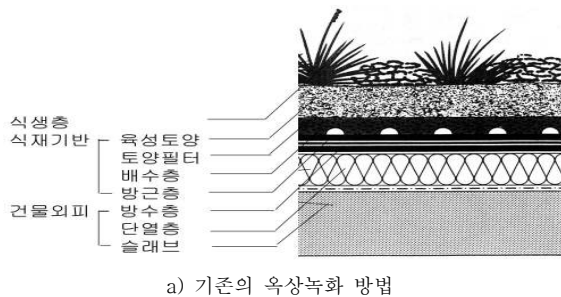
2) 국토교통부, 건축물 녹화 설계기준. 2012



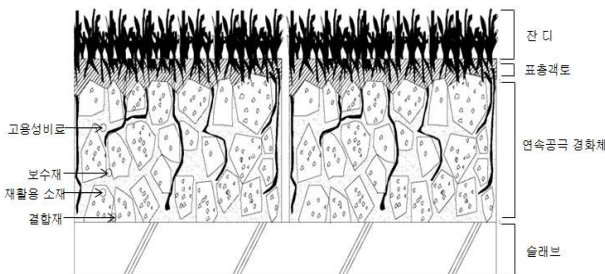
그림 1. B.A를 골재로한 경량식생블럭

B.A식생블럭은 인공토양의 기능도 일부분 가지고 있어 저관리·경량형 옥상녹화에 효과적인 공법의 새로운 공법 제안이 가능하였다. 특히, 제조된 경량식생블럭은 B.A의 특성상 배수가 원활하며 토양의 유실이 거의 없어 조립화와 이동가능한 단순화를 꾀하고자 하였다.

B.A를 이용한 경량식생블럭은 공법의 단순화를 통해 잔디류, 세덤류 등의 식물 뿌리를 블럭에 직접 활착시켜 식물과 블럭을 일체화시켜 시공이 가능하다는 점에서 기존 공법과 차이가 있으며, 또한 식물고사 및 하자발생시 이동이 가능하도록 설계하였다.



a) 기존의 옥상녹화 방법



b) 경량식생블럭을 이용한 옥상녹화 기법(Unit별 적용)

그림 2. 기존옥상녹화 공법과 경량식생블럭 옥상녹화 공법 비교

3.2 적정토심 측정실험

국토해양부의 '조경설계기준'에 따르면 '옥상녹화 및 인공지반의 식재토심'에 관한 기준은 아래 <표 6>과 같다. 잔디·초본류에 필요한 최소 두께는 인공토양과 사용시 10cm이상, 자연토양일 경우 15cm이상으로 규정하고 있다.³⁾ 이는 식물생육에 필요한 최소 조건이며, 토양의 종류에 따라 약간의 두께차이가 있을 것으로 판단된다.

본 연구에서 토양은 주위에서 흔히 구할 수 있는 자연토양으로 진행하였으며, 비료나 인공토양은 섞지 않았다. 텃밭의 경우에는 토양의 두께를 10~15cm로 적용을 하였다.

표 6. 옥상녹화 및 인공지반의 식재토심

(배수구배 : 1.5~2.0%)

형태상 분류	자연토양 사용시(cm 이상)	인공토양 사용시(cm이상)
잔디·초본류	15	10
소관목	30	20
대관목	45	30
교목	70	60

또한, 본 연구에서는 경량식생블럭의 공극을 활용하여 토양의 두께를 최소화 하는데 목적이 있고, 경량식생블럭이 인공토양의 기능을 대체하므로 토양의 두께를 1, 3, 5cm로 최소화 하여 기존 공법에서 토양의 두께를 현저히 감소시키고자 하였다.



a) 1cm b) 3cm c) 5cm

그림 3. 토양두께별 적용 실험(1~5cm)

경량식생블럭에 사용된 B.A골재의 크기에 따른 뿌리내림 정도를 파악하기 위해 3가지 Type(4.75mm, 2.36mm, 1.18mm)의 블럭을 대상으로 실험을 진행하였다. 기온은 20℃, 습도는 60%를 최대한 유지하고 겨울철에 실험이 진행되어 햇빛이 잘 들고 외기가 적절히 통하는 실내에서 실시하였다. 식물의 뿌리내림 정도는 한쪽 면을 들어서 육안으로 관찰을 하였으며, 1일 1회 관찰을 실시하였다.

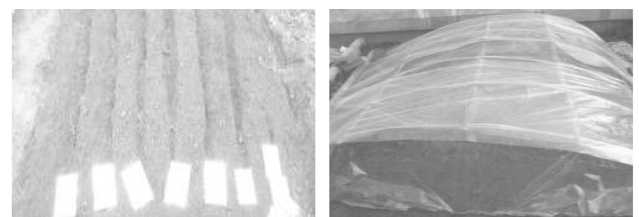


a) 4.75mm 이상 b) 2.36mm 이상 c) 1.18mm 이상

그림 4. B.A입자별 적용 실험

3.3 저관리·경량형 식재 선택

저관리·경량형 옥상녹화에 B.A 경량식생블럭으로 시공을 할 경우 적정토심을 측정하기 위해 <표 6>과 같이 목본류, 세덤류, 잔디류 세가지 종류의 5개 식재(잔디, 상록패랭이, 황금주목, 세덤, 솔세덤)를 선정하였다.

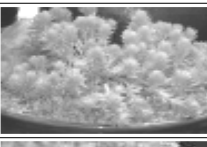


a) 텃밭형태로 제작된 옥상녹화 b) 겨울철 적용시험

그림 5. 텃밭적용 실험 사진

3) 국토교통부고시, 조경기준 제 15조(식재토심). 2009

표 7. 실험에 사용된 식재의 종류 및 특성

구분	사진	특징
잔디		난지형 잔디로 관리가 쉬우며 공해에도 잘 견디므로 다양한곳에 많이 사용된다. 높이가 거의 20cm이하로 유지된다.
상록패랭이		속근성 다년초로서 양지바른 곳을 좋아하며, 토질은 가리지 않으나 유기질이 많은 사양토 또는 양토가 좋다. 배수가 잘되는 사질토 양에서 잘 자란다. 크기는 30cm까지 자란다.
황금주목나무		원예종으로 새로 돋는 잎이 황금색을 띄는 매력적인 고급수종으로, 최소의 면적에 알맞은 최적의 조경소재이며 생장이 매우 느리다.
솔세덤		다년초 들나물과, 상록 다년초로서 크기가 10~15cm정도 자란다. 건조 지역에서도 매우 강하며 강사지에서도 많이 이용 된다.
세덤		

이와 함께 최근 도심옥상텃밭사업도 활발히 이루어짐에 따라, 시금치, 돌산갓, 상추, 부추, 중엽썩갓, 월동춘채 등을 텃밭형태로 식재하여 적용가능성을 실험하였다.

3.4 실험결과

본 실험에 사용된 경량식생블럭의 경우 블럭의 공극에 식물뿌리의 활착여부가 가장 중요하다고 할 수 있다. 또한 얇은 토심에서도 식물의 생육이 가능한지를 확인하는데 주된 목적이 있었다. 실험관찰은 약 6개월(10~4월:실험실 내부 온실)동안 실시하였다. 대조군으로 펄라이트블럭을 사용하여 잔디식재를 실시하였다.



a) 바텀에쉬블럭의 잔디뿌리 내림



b) 펄라이트블럭의 잔디뿌리 내림

그림 6. 바텀에쉬블럭과 펄라이트블럭의 잔디뿌리 내림 비교

3개(A,B,C)의 실험체를 대상으로 토심별 뿌리 활착정도(뿌리가 블럭의 공극에 1cm이상 활착 유무)를 관찰한 결과, 두께 1cm의 경우는 얇은 토심으로 인해 뿌리내림이 평균 5일 정도에 이루어 졌으며, 3cm일 경우 약 8일 5cm일 경우 약 12일 정도에 이루어 졌다. 이는 토심이 깊을수록 경량식생블럭의 공극에 뿌리내리는 소요시간이 길어졌다는 것을 알 수 있다. 또한, 작은 입자보다 굵은 입자의 B.A를 사용한 경량식생블럭에서 뿌리내림이 보다 활발함을 알 수 있었다. 이는 공극이 클수록 뿌리내림의 속도가 더 빠르다는 것을 설명한다. 또한, 펄라이트블럭과 비교하였을 경우 펄라이트 블럭의 경우 공극이 거의없어 뿌리내림이 이루어지지 않는다는 것을 알 수 있다.

표 8. 토심의 두께에 따른 뿌리내림 결과

구분	1cm	3cm	5cm
A	5일	8일	13일
B	4일	8일	12일
C	6일	7일	12일

텃밭 적용 실험의 경우에도 얇은 토심에도 불구하고 일반상황과 큰 차이 없는 식재의 성장속도를 보여 주었다.



a) 식재 후 b) 10일 경과 c) 20일 경과

그림 7. 텃밭적용 실험 결과

이러한 토심설계를 바탕으로 하여 건물 옥상에 B.A를 주 골재로한 경량식생블럭을 설치하였다. 식생의 생육을 관찰하기 위해 설치 후 6개월의 경과를 지켜봤으며, 배수, 유지관리, 생육, 식물고사 등의 다양한 육안 관찰을 통해 얇은 토심에도 불구하고 잔디류, 세덤류 등의 식물들이 잘 자라는 것을 확인할 수 있었다.

이는 기존 저관리·경량형의 지피식물 토심 10cm에 비해 약 1/2 수준으로서 식물성장이 토심을 최소화 한 경우에도 식생이 가능함을 입증하는 결과이며, 토양의 일부가 경량식생블럭에 투입되어 일체화된 결과물이라 판단할 수 있다.



그림 8. 경량식생블럭을 이용한 옥상녹화

4. 결 론

도시의 열섬현상 해결을 위해 건축법과 각 지자체에서 건축물에 조경면적을 일정이상 확보하도록 규정을 두고 있다. 지상에 조경을 확보할 경우 건축주의 입장에서는 건축물의 면적감소로 인해 경제성에 문제가 발생하므로 대부분 옥상에 조경을 설치하고 있는 것이 현실이다. 이로 인해 설계부터 조경으로 인한 하중을 고려하여 시공이 되고 있다.

하지만 신규건축물에 옥상녹화가 활발히 이루어지고 있는 반면 기존건물의 경우 옥상녹화를 하기엔 많은 문제점이 있다. 방수 및 배수, 하중 등 건물의 설계과정에서 고려되지 않은 문제로 인하여 옥상녹화가 힘든 것이 사실이다. 따라서 모든 건축물에 옥상녹화가 이루어지기 위해선 하중이 작고 유지관리가 용이한 저관리·경량형 옥상녹화가 이루어져야 할 것이다.

이를 위해 본 연구에서는 블록화된 공법으로 복잡한 옥상녹화 시공단계를 간소화 할 수 있는 B.A를 주 골재로한 경량식생블럭을 옥상녹화에 적용하여 적정토심설계 연구한 결과 다음과 같은 결과를 얻게 되었다.

식물생육에 필요한 옥성토양의 두께 또한 최소화 할 수 있다는 것이 실험으로 증명하였으며, 지나친 두께는 식물이 블럭의 공극에 침투하여 일체화 되는데 오랜 시간이 걸려 식물의 초기 활착에 악영향을 미치며, 이로 인한 유지관리 비용 증대를 초래하는 것으로 분석되었다.

최근 유행하는 도심옥상텃밭사업에서의 적용가능성을 실험한 결과 일반토양과 동일한 식물의 성장속도를 나타내었는데 이는 구근류 채소보다는 상추, 부추, 샷갓류가 적당하였으며, 이러한 채소의 성장을 위한 토심은 10cm 정도인 것으로 나타났다.

B.A 경량식생블럭에 복토를 하여 토양의 영양분 유실정도를 관찰한 결과 첫 주수 후 흙탕물이 발견되지 않았으며, 식물 생육에도 이상변화가 없었는데, 이는 B.A 경량블럭내 공극기공 부위에 미세입자인 토양성분이 충전되어 블럭과 토양이 일체화 되었기에 가능한 결과물이라 판단되었다.

바탕애쉬를 주 골재로한 경량식생블럭을 사용할 경우의 장점은 시공의 간편화뿐만 아니라 얇은 토심으로 인한 하중의 감소, 식물의 생육, 하자보수의 편의성까지 꾀할 수 있다는 것이다. 따라서 저관리·경량형 옥상녹화가 신규건축물 뿐만 아니라 기존의 건물에도 보다 쉽게 적용이 가능할 것으로 판단된다.

향후 4계절 적용실험을 통해 보다 오랜 기간 동안 식물의 생육상태를 관찰하여 얇은 토심으로 인한 영양분 부족이 식물에 미치는 영향에 대해서는 추가 연구가 필요할 것이며, 향후 지속적인 연구결과물을 축적하여 새로운 저관리·경량형 신공법을 제안하고 한다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 첨단도시개발 연구개발사업의 연구비지원(11첨단도시C12)에 의해 수행 되었습니다.

참고문헌

1. 건축물 녹화 설계기준, 국토해양부, 2012.04
2. 건축물 옥상녹화 시스템 유형결정과 관리 매뉴얼. 서울특별시, 2007
3. 6시그마 기법을 적용한 식생경량블록 개발에 관한 연구, 안혜련; 오재훈; 문종욱; 허영기 - 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집, 2012.11
4. 옥상녹화용 경량유닛의 블록제조 공법 및 공정연구, 문종욱; 오중근; 이태구 - 한국생태환경건축학회 논문집, v.12 n.3(통권 55호), 2012.06
5. Bottom Ash를 식생블록으로 활용하기 위한 배합비 연구, 문종욱; 오중근; 이태구 - 한국생태환경건축학회 논문집, v.12 n.2(통권 54호), 2012.04
6. 회처리장 매립지를 이용한 옥상용 식생블럭 개발에 관한 연구, 박혜진 ; 문종욱 - 대한건축학회지회연합회 학술발표대회논문집, n.2008 v.01, 2008.12
7. 정상화 외, 저희의 성토재료 활용성에 대한 실험적 연구, 한국건설순환자원학회지 제5권 제4호, 2010. 12 pp.89-98.
8. 재활용 재료를 사용한 친환경 식생블럭의 기초특성에 관한 연구, 한국건설순환자원학회 학술발표 논문집, v.10 n.1, 2010-05, pp93~96.
9. 건축물 옥상녹화의 건축계획 특성 및 개선방안에 관한 연구, 정미숙; 오덕성 - 대한건축학회지회연합회 학술발표대회논문집 : n.2005 v.01, 2005. 11
10. 한국과 중국의 옥상녹화 제도 비교연구, 조홍하(Zhao, Hong-Xia); 강태호 - 한국조경학회, 2011. 08
11. 공동주택의 옥상텃밭을 적용한 옥상녹화 활성화 방안에 관한 연구, 이정민; 한동훈; 함제범; 신경호; 김창덕 - 전국 대학생 학술발표대회 논문집, 2011. 11
12. 경량형 옥상 녹화 유형 정의와 적용 현황, 김현수, 한국생태환경건축학회 논문집, v.12 n.5(통권 57호), 2012.10
13. (사)한국인공지반녹화협회, 건축물 옥상녹화 시스템 유형결정과 관리 매뉴얼. 2005.10
14. 옥상녹화의 녹화유형별 기온저감효과 및 시민의식 분석, 이춘우; 김수봉; 문혜식; 전은정, 한국주거학회 학술발표대회 논문집, v.1(춘계), 2009.04

투고(접수)일자: 2013년 4월 11일

수정일자: (1차) 2013년 6월 5일

(2차) 2013년 6월 26일

게재확정일자: 2013년 6월 26일