

옥상녹화용 경량유닛의 블록제조 공법 및 공정 연구

A Study on Manufacturing and Processes of the Lightweight Block Unit for Roof Greening with Bottom ash

문종욱* 오중근** 이태구***
Moon, Jong-Wook Oh, Jung-Keun Lee, Tae-Goo

Abstract

Thermal phenomena has caused abnormal weather phenomena due to the lack of urban green spaces
To solve these problems, the country of recorded a city business is actively evolving trends. but in all the land, most built-up city's green buildings unless the demolition of the composition is an impossible situation, green space in urban areas, with emphasis on composition.
In this study, thermal power plants that occurred in the evolution of vegetation by utilizing Bottom Ash was tried to develop a lightweight block.
Bottom Ash block to take advantage of vegetation is focused create green space in urban areas
Vegetation in the block was carried out manufacturing lightweight, porous, lightweight water ratio suitable for three types of blocks selected according to its kind study on the manufacturing and process.
Bottom Ash from this study at the time of disposal of coal ash generated by recycling the landfill shortages, loss of landfill costs, environmental pollution and are trying to solve the same problem at the same time.

키워드 : 경량유닛, 바텀애쉬, 제조공정, 옥상녹화
Keywords : Lightweight Unit, Bottom Ash, Manufacturing Processes, Rooftop Greening

1. 서론

1.1 연구의 목적

현대 도시는 환경오염으로 인한 이상기온현상이 발생하고 있으며 실 예로 도시지역에 나타나는 이상기온 현상 중에서 도시지역의 온도가 타 지역에 비하여 높게 나타나는 열섬현상을 대표적으로 들 수 있다.

최근 이러한 문제점을 해결 하기위해 도시녹화사업을 적극적으로 전개하고 있는 추세로 도시지역의 녹지 공간 조성에 역점을 두고 있으나 도시지역의 경우 녹화가 가능한 토지를 확보하기가 어려운 실정이며 도심부 경우는 더욱 심각하다 할 수 있는데 그 이유는 대부분의 모든 토지에 건물이 들어서 있어 건물을 철거하지 않으면 녹지의 조성이 거의 불가능하기 때문이다.

도시지역의 녹지조성이 가능한 장소를 분석하여 보면 건물부지내의 옥외주차장 정도로 극히 부족하다 할 수 있으며 이용 가능한 토지가 존재한다고 하여도 고가의 토지 비용으

로 녹지조성을 위한 토지확보가 어려운 실정이다. 이러한 상황에서 도시지역의 녹지조성을 위해 건물 상부의 옥상 녹화가 주목을 받고 있는데 옥상녹화의 개념은 일반적인 관점에서 협의적으로 건축물의 옥상에만 녹화 조성을 하는 것으로 볼 수 있으나 본 연구에서는 도시지역의 효율적인 녹지조성을 위해 녹화의 범위를 옥상뿐만 아니라 주차장과 건물 벽면 등 광범위한 개념으로 인공지반을 녹화하고자 한다.1)

인공지반은 자연지반과는 공간적으로 분리된 상태에서 인위적으로 조성된 인공구조물로 별도의 조치가 없이는 생명이 서식할 수 없는 공간을 말하는데, 예를 들어 건물의 옥상이나 포장된 주차장, 교량상판, 전철역의 플랫폼 홈, 지하주차장 상부의 공간, 하천복개도로, 하수처리장 복개부위, 지하시설물 등의 공간을 의미한다.2)

따라서 대상지에 적용할 녹화의 정의로 인공적인 구조물 위에 인위적인 지형, 지질의 토양층을 새롭게 형성하고 식물등을 주로 이용하여 식재를 하거나 수용공간을 만들어서 녹지공간을 조성하는 것을 말하며 대표적으로 인공지반인 건축물의 옥상에 녹화조성을 하는 것은 도심지역의 부족한 녹지공간을 확보하기 위한 인공대지의 활용이라는 측면과 도

* 주저자, 한국국제대학교 소방방재학과 교수, 공학박사, (mc8126@naver.com)
** 교신저자, 건국대학교 건축대학 건축학부 교수, 공학박사, (jkoh@konkuk.ac.kr)
*** 세명대학교 건축공학과 교수, 공학박사, (tg_lee@semyung.ac.kr)

1) 재활용재료를 사용한 친환경 식생블럭 기초특성에 관한 연구, 이건설, 한국건설순환자원학회 논문집 : v.10 n.1 2010. 05
2) 정상화 외, 저희의 성토재료 활용성에 대한 연구, 한국건설순환자원학회지 제5권 제4호 (2010.12) pp.89-98.

시환경에 자연적인 요소를 도입함으로써 생물이 서식할 수 있는 공간을 마련해 주며, 도시미관을 증진시키고 여가공간을 확보해 주며 자원의 재활용을 통하여 다양하게 적용 가능한 식생유닛을 제작함으로써 자원고갈 문제와 이상기온 현상을 다소나마 해결할 수 있는 Bottom Ash를 활용한 식생 경량 유닛 제조 연구를 목표로 한다.

2. 이론연구

2.1 연구 배경 및 연구동향

1) 연구 배경

본 연구에서는 도시지역의 이상기온 현상의 해결 방안으로 부각되고 있는 도시지역의 녹화조성에 있어 산업폐기물을 재활용함으로써 자원고갈 문제를 동시에 해결할 수 있는 방안을 모색하는 것으로 도시지역의 녹화조성시 건축물과 인공지반 등에 적용할 수 있는 식생유닛의 제조 재료로 석탄화력 발전소의 산업 폐기물인 석탄회중 재활용성이 낮은 Bottom Ash를 활용하여 식생유닛을 제작하고자 한다.

Bottom Ash를 활용하여 식생유닛을 건축물 및 인공지반 등에 다양하게 적용하기 위해 우선 Bottom Ash의 발생량과 특성 분석을 통하여 식생유닛의 제조를 위한 자재가 원활하게 공급 가능한지와 Bottom Ash의 특성상 식생 유닛으로서의 제작 가능성과 다양한 형상의 식생유닛의 제작에 대하여 연구 대상으로 한다.

2) 연구의 동향

선행된 연구의 동향을 살펴보면 이주영의 연구인 “석탄바닥재 처리가 골프장 잔디식재 사질토양의 이화학성에 미치는 영향(2010)”에서는 Bottom Ash가 다양한 무기질을 함유하고 있고 식물의 생육에 도움이 될 것으로 분석하였고 사질토양의 보수·보비력 및 산성토양을 효과적으로 개량한다는 것을 확인하여 토양개량재료로서의 가능성을 보여주었다.

정상화의 연구인 “저희의 성토재료 활용성에 대한 실험적 연구(2010)”에서는 Bottom Ash가 성토재 뿐만 아니라 매립재로도 적용이 가능하다고 평가하였으며 이 외에도 많은 도로의 기층재, 도로 미끄럼방지, 블록 등으로 활용하는 방안 등에 대해 연구가 진행되었다.

이건철의 연구인 “재활용 재료를 사용한 친환경 식생블록의 기초특성에 관한 연구(2010)”에서는 재생골재 및 펠라이트를 사용하여 식생용 호안블록을 제작하여 기초물성과 함께 수질정화 기능이 있다는 결과를 나타내었다는 연구 결과가 보고되었는데 재활용 골재의 특성에 따라 다양한 효과를 나타낼 수 있다는 결과로 분석 된다.

식재용 식생블록에 관한 연구들은 경사지나 하천에 적용되는 호안블록의 개발 연구가 대부분이며 건축물의 옥상에 적용 가능한 옥상용 식생블록에 대한 연구와 벽면 및 인공지반에 적용 가능한 연구는 미흡한 실정이며 옥상 녹화조성에 관한 연구는 주로 블록의 형태개발이나 설치에 따른 방·난방 에너지 절감효과에 관한 연구가 있으나 아직 개발 초기단계로 이후에도 많은 연구가 수반되어야 할 것으로 판단 된다.

2.2 옥상녹화 공법의 유형

일반적인 옥상녹화공법의 유형을 살펴보면 표 1과 같이 분류 할 수 있는데 유지관리 형태에 따라 분류 할 수 도 있고 적용방식, 적용대상건물, 건물의 경사 유·무, 단열재의 위치, 토양의 하중, 토심, 식생의 종류 등 다양한 조성요인에 따라 녹화 공법을 정하게 된다.

하지만 건축물의 구조에 따라 옥상녹화 조성 공법을 결정하기 보다는 관리방법에 따른 옥상녹화 조성 공법의 적용이 바람직하다 판단되는데 그 이유는 건축물의 구조에 따라 옥상녹화 조성 공법을 정하게 되면 환경적 요인에 의해서 식물의 성장이 이루어지지 않을 수도 있고 유지관리에 있어 많은 비용이 소모된다는 문제점이 발생 할 수도 있기 때문이다.

표 1. 옥상녹화의 유형구분 특성 비교
(범례 : ■ : 적용 가능, □ : 경우에 따라 적용가능)

구분	내용	저관리 경량형	혼합형	관리 중량형
유지관리	저관리	■	□	
	관리		■	■
적용방식	전면 녹화	■	■	■
	부분 녹화	□	□	□
적용대상건물	신축 건물	■	■	■
	기존 건물	■	□	□
건물 경사유무	평탄형	■	■	■
	경사형	■		
단열위치	내단열			
	외단열	■	■	■
	동적단열(D.I.S.)	■		
토양의 하중	경량	■	□	
	중량		■	■
토심	20cm 이하	■		
	20cm 이상		■	■
식생의 종류	잔디		□	■
	세덤류	■	■	■
	지피식물	■	■	■
	관목·저목		■	■
	교목		□	■

1) 옥상녹화 공법 종류별 특성 분석

옥상녹화 공법의 종류를 관리 형태로 분류하게 되면 저관리·경량형, 관리·중량형, 혼합형 3가지로 분류 할 수 있는데 그 내용을 살펴보면 다음과 같다.

① 저관리·경량형

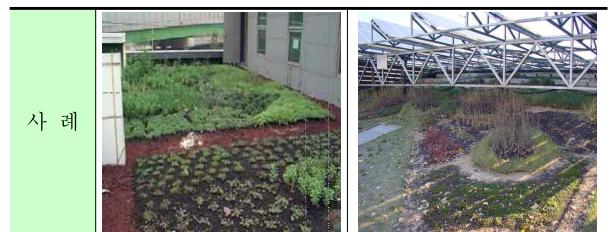


그림 1. 저관리·경량형 공법

그림 1의 저관리·경량형의 경우는 토심 20cm 이하 녹화시스템에 적용하게 되며 특성으로는 지피식물을 주로 식재하며 생태적 녹화시스템으로 관수, 예초, 시비 등 관리 요구도를 최소화 할 수 있는 특성을 가지고 있으며 주로 인공경량 토양을 사용하며 구조적 제약이 있는 장소와 유지관리가 어려운 기존 건축물의 옥상이나 지붕에 주로 활용할 수 있다.

② 관리·중량형



그림 2. 관리·중량형 공법

그림 2의 관리·중량형은 토심 20cm 이상 녹화시스템에 적용이 가능한 공법으로 특성을 살펴보면 이용 및 관리가 진척이 되는 녹화시스템으로 지피식물, 관목, 교목을 활용한 다층 구조의 식재가 사용 가능 하며 관수, 시비, 전정 등 이용 요구에 부합되는 관리가 필수적이다.

적용대상으로는 구조적 문제가 없는 곳에 적용이 가능하데 주로 신축건축물에 적용하여 건축물의 설계시 옥상녹화 조성을 반영하여 시공하게 된다.

③ 혼합형



그림 3. 혼합형 공법

그림 3은 혼합형 공법으로 저관리·경량형과 관리·중량형의 녹화시스템을 혼합 및 응용이 가능하며 특성으로는 이용 요구도는 높으나 관리·중량형 시스템의 도입이 어려운 공간에 적합하고 토심은 10~30cm 내외가 적합하다.

지피식물과 키가 작은 관목위주로 식재가 가능하고 저관리를 지향하는 것이 바람직하다.

2) 옥상녹화 유형에 따른 토양층의 분류

그림 4번과 그림 5번은 옥상녹화시 대표적인 토양층의 구조로 두 가지로 분류 할 수 있는데 그림 4번의 토양층 구성은 최상부에 초화류, 그 다음 멀장층, 펠라이트 옥성토양, 토양세립필터, 저배수관, 방수층, 누름콘크리트, 기존방수층, 구조체로 구성되어 있고 그림 5번은 최상부에 초화류, 화산석

육성토양, 토양세립필터, 저배수관, 방수층, 누름콘크리트, 기존방수층, 구조체 순으로 구성 되게 된다.

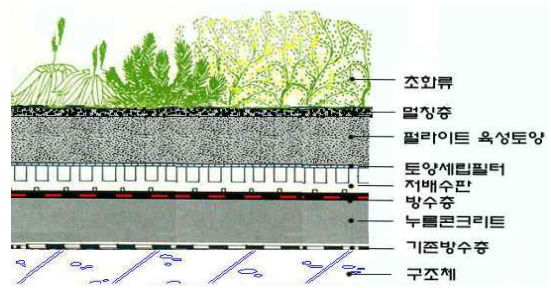


그림 4. 토양층 1번 구조

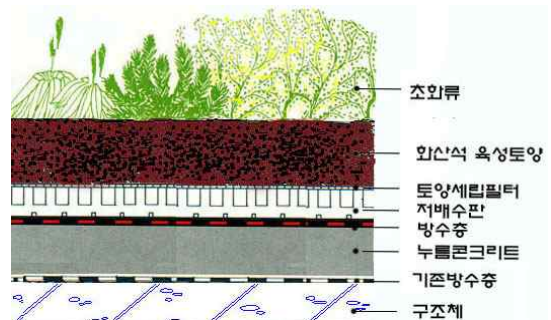


그림 5. 토양층 2번 구조

두 가지 토양층의 단면 구성이 차이가 나는 이유는 육성토양의 종류에 따라 차이가 나는데 그림 4번의 경우 육성토양을 펠라이트를 사용하고 그림 5번의 경우 화산석을 사용하여서이다.

옥상녹화 시공시 공법의 유형에 맞게 시공하는 것도 중요하지만 옥상녹화 구조에 의한 무게를 건축물이 얼마나 견딜 수 있는가를 고려하여서 결정하여야한다는 점이 가장 중요하다 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 자원의 재활용 측면과 건물의 하중 부담을 최소화 하기위해 화력발전소의 산업 폐기물인 Bottom Ash를 선정하여 식생 경량유닛 연구를 진행하게 되었다.

2.3 Bottom Ash 식생용 경량유닛 제조 연구

도시지역의 인공지반과 및 시설에 녹지공간을 효율적으로 조성하기 위해 식생유닛은 다양한 적용성을 가져야 할 것으로 판단되며 이를 위해 Bottom Ash를 활용한 식생 유닛 제조를 위해서 Bottom Ash의 특성을 분석하고 식생유닛의 유형별 제작을 통하여 적용성을 분석하고자 한다.

1) Bottom Ash의 발생량 및 재활용율

표 2. 석탄회 발생 및 재활용 현황

(단위 : 천톤)					
구분	1999년	2000년	2001년	2006년	2010년
Fly Ash	3,162	3,549	3,931	4,481	5,600
Bottom Ash	790	887	983	1,232	1,400
석탄회 재활용량	1,678	2,420	3,109	4,020	5,000
재활용 비율(%)	42.5	54.6	63.2	70.4	75

※ 한국건설자재시험연구원, 2010

표 2는 발전소에서 발생하는 석탄회 Fly Ash 발생 약 80%와 Bottom Ash 발생 약 20%이므로, 상기의 전망치는 80:20을 적용하여 산출 하였다.

석탄회의 발생량은 석탄의 사용과 비례하는데 현재 국내의 석탄사용량과 향후 석탄사용량을 예측하면, 석탄회 발생량과 예상 발생량을 추정할 수 있으며 국내의 경우 화력발전의 전력 생산이 국내의 전력 공급을 일정비율로 지속적으로 담당하고 있으며, 전력사용량은 경제 발전에 따라 자연히 증가하고 있기 때문에 향후 석탄의 사용량 또한 계속적으로 증가할 것으로 예상되고 그에 따른 석탄회의 발생량 역시 계속 증가할 것으로 예상된다.

국내 석탄회 재활용은 1990년 15.1%로 매우 저조하였는데 1995년까지도 재활용률이 20%를 밑도는 수준이었고, 1997년부터 재활용률이 증가하기 시작하여 2000년에는 54.6%에 이르러 거의 선진국 수준에 이르게 되었다.

이는 정부에서 산업부산물의 재활용을 촉진하고자 1993년부터 "철강슬래그 및 석탄재 배출사업자의 재활용지침"을 제정하고 용도별 규격에 따른 재활용법 및 재활용계획의 수립, 재활용 목표율을 규정하여 매년 재활용 목표율을 설정·운영하면서 Fly Ash 재활용에 앞장서고 있기 때문이다.

하지만 석탄회의 부산물인 Bottom Ash는 Fly Ash와 달리 재활용률이 미흡한 실정인데 수요자의 부정적인 인식과 활용기반을 위한 기초연구의 필요성이 제대로 인식되어 있지 않아 관련기술자료 및 기술적 노하우가 전무한 상태이고 관련법규 등의 제재 등으로 인해 석탄회의 활용에는 한계가 있다는 문제점을 들 수 있다.

석탄회의 재활용을 증대시키기 위해서는 매립지의 현황 파악을 통해 보다 체계적이고 실증적인 자료의 확보와 기술 개발 및 관련법규의 제·개정 등을 통해 수요자의 신뢰를 도모하고 분야별 전문가들의 협의체계를 구성하여 지속적이고 종합적인 관리시스템이 필요할 것으로 판단된다.

2) Bottom Ash의 성분 및 특성

표 3은 화력발전소의 연소과정에 바닥에 떨어지는 Bottom Ash의 화학적 성분을 분석한 것으로 주요성분은 SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO로 구성되어있으며, LOI가 7.2% 수준으로 높게 나타나는데 이것은 미연카본으로 예상된다.

표 3. 국내 Bottom Ash의 화학적 조성성분

성분	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	기타
함량 (%)	22.09	7.02	5.19	43.70	1.51	4.87	2.97	1.88	10.77

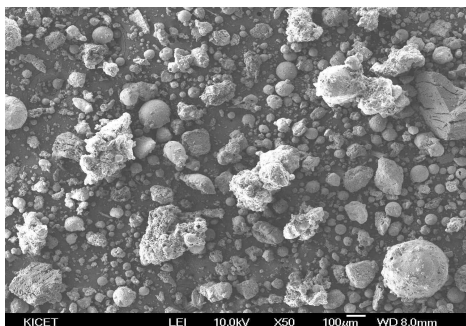


그림 6. Bottom ash SEM 측정(×50)

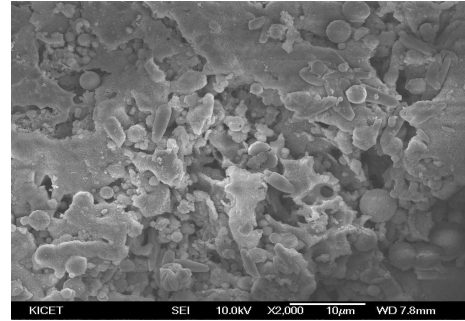


그림 7. Botom ash SEM 측정(×2,000)

그림 6과 그림7은 입수한 시료의 입자 형상을 관찰해보고자 SEM 분석을 실시하였는데 SEM 측정결과를 SEM 사진을 보면 수 μm에서 수백 μm의 조대한 입자에 불규칙적으로 분포되어 있으며, 입자 표면에 공극이 다수 포함된 다공성 형상임을 알 수 있었다.

공극구조에 따른 장·단점으로는 연속공극의 경우, 수분이 일시에 빠져 나가 자체 포습력이 떨어지고 동절기에 동파의 우려도 매우 크다할 수 있지만 Bottom ash와 같은 불규칙적인 공극구조는 수분의 함습량이 매우 높아 직접적인 열표출이 어려운 것으로 보고되고 있고 식생유닛 제조에 적합할 것으로 분석 된다.

표 4. 포졸란 활성도 분석결과

시료명	7일 강도 (kgf/cm ²)	28일 강도 (kgf/cm ²)	KS 기준치
Bottom ash	45.0	45.0	7일, 28일 강도 공히 40 이상일 것
Fly Ash	52.7	63.3	

표 4는 포졸란 활성도를 분석한 자료로 석탄회에서 발생한 Bottom Ash와 Fly Ash를 분석한 것으로 Bottom Ash의 포졸란 활성도를 분석하여보면 Bottom ash의 포졸란 활성도 값은 7일강도의 경우, 45kgf/cm² 수준이며 발전소 플라이 애쉬의 52.7kgf/cm² 보다는 작지만 일정수준의 포졸란 활성도를 보유하고 있음을 판단할 수 있었다.

2.4 Bottom Ash 식생 경량유닛 제조 및 분석 연구

Bottom Ash를 활용하여 입자 5~10mm의 입자로 식생유닛을 화분형, 단순형, 표면강화형 3가지의 형상으로 제조 및 식물을 식재하여 분석하였다. 유닛의 형상 결정시 건축물의 옥상 그리고 외벽, 주차장 등에 다양하게 적용할 수 있는 형상을 고려하여 선정 하였다.

1) Bottom Ash 화분형 경량유닛 제조 및 분석



그림 8. 화분형 경량유닛

그림 8은 화분형 경량 유닛으로 Bottom Ash 5~10mm의 입자를 선별하였으며 높이 30cm의 벌집모양으로 제작하여 잔디 및 세덤 종류와 같은 식물이 식재 가능하게 하였고 뿌리 활착 깊이가 20cm 이하인 지피식물과 영산홍과 같은 관엽 식물까지 식재가 가능하게 유닛을 제작 하였다.

화분형 경량 유닛은 이동이 쉬우며 관리가 쉽다는 점과 기존의 건축물에 쉽게 적용 할 수 있다는 점과 일반 관상용 및 옥상녹화용으로 두루 사용할 수 있는 장점이 있을 것으로 판단된다.

2) Bottom Ash 단순형 경량 유닛 제조 및 분석



그림 9. 단순형 경량유닛

그림 9는 단순형 경량유닛으로 Bottom Ash 10mm 이하인 입자를 사용하여 유닛을 제조하고 이 후 중화처리를 통해 식생활착이 가능하도록 pH 7~8로 맞췄으며 유닛의 두께는 10cm 전후로 결정하였다.

이는 지피식물과 같은 식물뿌리 활착깊이가 크게 요구되지 않는 저관리형 건축물의 옥상에 적용하여 하중부담을 줄이기 위해서이며 식재 가능한 식물은 주로 한국형 야생화를 선택하여 생명력 강화를 고려하였다.

단점으로는 표면약화 또는 노화로 인해 내구성이 떨어지며, 동결융해에 대한 저항성이 약하다는 단점이 있어 옥상녹화 및 벽면녹화 등의 시스템 설계시 이를 고려한 배치계획이 중요하다고 볼 수 있다.

3) Bottom Ash 표면 강화형 경량유닛

Bottom Ash의 단점은 여러 가지 장점에 비해서 내마모성이 떨어지고 흡수율이 높다는 점과 입형이 불규칙하여 골재로 사용할 경우 경도가 떨어진다는 점을 들 수 있고 이러한 단점으로 인해 현재 콘크리트용 골재로는 사용 실적이 전무한 실정이다.



그림 10. 표면 강화형 경량유닛

따라서 본 연구에서는 그림 10의 표면 강화형 식생 경량 유닛처럼 식생 경량유닛의 표면을 강화하는 이중 표피형 유

닛을 고안하게 되었는데 즉, 두께 1cm 정도를 시멘트 모르타르로 표피를 구성하고 내부에 알루미늄 망을 삽입하여 바텀에쉬 5~10cm 입자로 충전하여 제조하였다.

단위 유닛의 중량이 다소 증가하는 약점이 있으나 지피식물을 식재하기 위한 최소한의 토양층 도포가 가능하며, 표면이 강화되어 동결융해의 저항성을 높였다.

식생 경량유닛의 두께는 20cm전후가 적당하다고 판단되었으며 철망은 부식방지를 위해 알루미늄 소재로 제작하였고 첨가한 색소의 색깔에 따라 유닛의 다양한 색상의 유닛 제작이 가능하며, 측면의 시멘트 모르타르 보강, 하단의 알루미늄 망 보강으로 기존 단순형 경량유닛의 단점을 개선시켰다.

2.5 경량유닛 제조 공정 및 방법

본 연구에서 제조한 경량유닛의 대상은 각 조성물질의 특성 차이가 크기 때문에 조성비에 따라 물성치가 급격히 변화하였다.

특히, 화분형 경량유닛은 유동성을 증가시켰으며 단위 시멘트량을 높여 제조하고 내구성이 뛰어난 반면에 단순형 경량유닛은 Bottom Ash 골재의 첨가량에 따른 물성변화를 측정하기 위해 첨가재료를 가급적 배제하여 역학적 성능이 다소 떨어지는 결과를 얻었다.

표면 강화형 경량유닛의 경우 제조공정을 외피와 내피로 구분하여 배합을 달리하였으며, 외피 양생을 응결경화 단계인 12시간을 기준으로 결정하였고 내피와의 부착성능을 증대시키기 위해 알루미늄 망을 삽입하여 일체성 유닛으로 제조하였다.

1) 화분형 식생 경량유닛의 제조 공정

그림 11은 화분형 경량 유닛의 제조공정 순서를 나타낸 것으로 먼저 Bottom Ash를 입자별 선별 작업을 진행 한 다음 결합재를 선정하게 된다.

이 후 배합비를 결정 하게 되며 유닛의 형상을 설계 하고 금형을 제작하여 재료를 투입하고 혼화제를 투입한다.

믹싱 과정을 진행 후 습윤양생 1일이 경과한 후 탈형을 하게 되며 그 이후 28일 동안 기건 양생 과정 완료 후 유닛을 완성하게 된다.

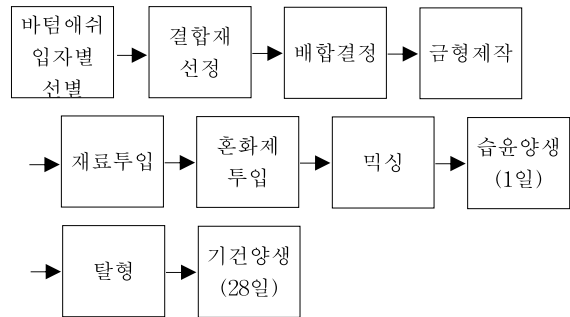


그림 11. 화분형 식생 경량유닛의 제조 공정 순서

2) 단순형 식생 경량유닛 제조 공정

그림 11은 단순형 경량 유닛의 제조 공정으로 먼저 바

Bottom Ash의 입자별 선별 작업 후 배합비를 결정하게 되며 믹싱 작업과 색소를 혼입하게 되며 1일 건조 후 탈형하게 된다. 그 후 28일간 습윤양생 과정이 완료되면 식생유닛이 완료되게 된다.

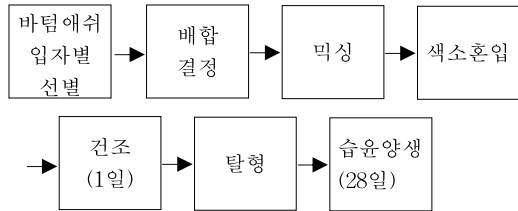


그림 12. 단순형 식생 경량유닛의 제조 공정 순서

3) 표면 강화형 식생 경량유닛 제조 공정

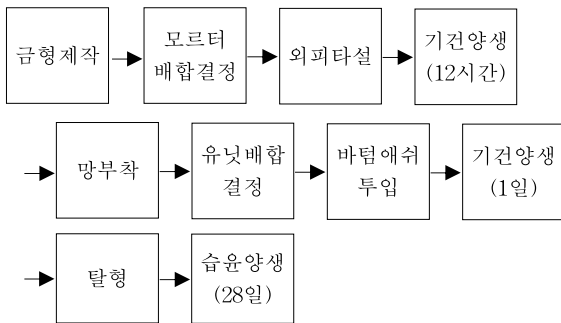


그림 13. 표면 강화형 식생 경량유닛의 제조 공정 순서

그림 13은 표면강화형 이중 경량유닛의 제조 공정으로 먼저 유닛의 금형을 제작하게 되며 모르터 배합을 결정하여 외피타설 후 12시간의 기건양생 과정 후 부착강도를 높이기 위해 망을 부착하게 되며 유닛 배합 결정 후 바텀애쉬를 투입한다. 1일간의 기건 양생 과정 후 탈형 하게 되며 마지막으로 28일간 습윤 양생 과정을 진행 하게 된다.

3. 결론

Bottom Ash를 입자별로 분류한 후 식생유닛의 적용 대상에 따른 형상으로 제작하고 그 특성을 분석한 결과 다음과 같다.

(1) Bottom Ash 화분형 식생 경량유닛의 경우 식물의 뿌리 활착 깊이가 20cm 이하인 식물에 적용 가능하며 이동이 쉬고 관리가 쉽다는 점과 기존의 건축물에 쉽게 적용할 수 있고 관상용과 옥상녹화용을 두루 사용이 가능하나 유닛의 형상의 특성상 파손의 우려가 높다고 판단된다.

(2) 단순형 경량유닛의 경우 중화치리를 통해 식생활착이 가능하도록 pH 7~8로 맞췄으며 두께는 10cm 전후로 제작하여 식물뿌리 활착깊이가 크게 요구되지 않는 저관리형 건축물의 옥상에 적용하여 하중부담을 줄일 수 있다는 장점이 있으나 표면약화 및 노화로 인해 내구성이 떨어지며, 동결융해에 대한 저항성이 약하다는 단점이 있다.

(3) 표면 강화형 경량유닛은 단순형 경량유닛의 단점을 보완하여 제조한 것으로 두께 1cm 정도의 시멘트 모르타르

로 표피를 구성하여 제조 되는데 동결융해의 저항성을 높였으나 중량이 증가한다는 단점이 있는 것으로 분석되었다.

종합적으로 분석하여보면 Bottom Ash는 식생유닛 제조에 있어 경량성, 다공성, 함수성 등으로 인해 적합하다고 판단되며 향후 진행될 연구에서는 3 가지의 유닛 유형의 장점을 모두 갖추고 단점을 보완한 식생유닛을 제조함으로써 건축물의 온상과 외부벽면 주차장 바닥 등에 다양하게 적용할 수 있는 식생유닛의 개발 연구를 진행할 계획이다.

감사의 글

이 논문은 2011년도 첨단도시개발사업의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. 이주영 외, 석탄바닥재 처리가 골프장 잔디식재 사질토양의 이화학성에 미치는 영향, 한국잔디학회지 제24권 제2호, 2010, pp.199~204.
2. 정상화 외, 저희의 성토재료 활용성에 대한 연구, 한국건설순환자원학회지 제5권 제4호 (2010.12) pp.89-98.
3. 재활용 재료를 사용한 친환경 식생블럭의 기초특성에 관한 연구 이건철 ; 노상균 ; 박상균 ; 이장목 ; 문봉기 ; 김영근 - 한국건설순환자원학회 학술발표 논문집 : v.10 n.1 2010. 05
4. 회처리장 매립회를 이용한 옥상용 식생블럭 개발에 관한 연구, 박혜진 ; 문종욱 - 대한건축학회지회연합회 학술발표대회논문집 : n.2008 v.01 2008. 12

투고(접수)일자: 2012년 4월 4일
수정일자: 2012년 6월 5일
게재확정일자: 2012년 6월 8일