

# 벽면·옥상·녹화용 토양 기능을 갖는 스폰지 토양 개발

최성근\* · 박우민\* · 최정훈\* · 김석우\*\*  
\*한국산업기술대학교 전자공학과 · \*\* (주)에코시티

## I. 서론

최근 우리나라는 소득 증가에 따른 삶의 질 향상으로 물질적인 풍요보다 정신적 풍요에 대한 관심이 증가하고 있으며, 어느 때보다 아름다운 경관에 대한 사회의 요구와 관심이 증가하고 있는 실정이다(권오성 등, 2013). 특히 녹색 환경에 대한 관심이 점점 증가하면서 점차 화훼 및 조경 산업이 커지고 있으며, 꽃과 관련한 박람회나 축제가 전 세계적으로 많이 열리고 있다(최성근 등, 2013). 축제에 사용되는 꽃 조형물은 과거에는 주로 행사의 홍보용이나 테마 공원, 특히 축제나 어린이 대공원 등 행사가 있을 경우 이를 위해 행사장 주변에 전시되어 왔으나, 박람회나 축제의 주인공이 되면서 과거보다 훨씬 다양하고 아름다운 형태로 꾸며지고 있다. 꽃과 관련한 박람회나 축제에는 꽃탑, 꽃 조각, 꽃 벽 및 모자이크컬처 등 다양한 식물 조형물들이 전시되고 있다.

식물 조형물 구성을 위한 제작 공정에는 상토(배합토양), 이끼, 야자수 껍질 등을 사용하여 시공을 하고 있다. 현재의 시공 방법으로는 많은 인력이 필요하고, 시공 시간이 크게 발생하는 문제점이 있다. 또한 토양을 충전하여 시공하므로 유지관리의 어려운 문제점이 발생한다.

따라서 본 연구에서는 토양의 무게를 초경량화하여 시공 공정을 향상하고, 설치 인건비를 최소화하며, 강한 친수성(Hydrophilic Property)을 갖도록 하여 수분 함유 성능을 최대화하며, 식물의 뿌리내림이 용이하고 공기 함유의 우수성을 유지하기 위해 완전 연속기공의 다공질체(Interconnected Porus Structure) 구조를 갖고, 우수한 탄력성과 먼지의 발생이 없는 친환경적인 스폰지 인공토양을 연구하는데 있다.

## II. 연구의 필요성 및 시장현황

### 1. 연구의 필요성

현재 식물 조형물의 제작 공정은 프레임 구조물을 구성한 후 그 내부에 토양을 충전하고 그물망을 설치하여, 수 작업에 의하

여 식물을 식재하여 벽면 녹화와 조경 녹화를 하고 있다. 이러한 시공 방법으로는 많은 인력이 필요하고, 시공 시간이 크게 발생하게 된다. 또한 토양을 사용함에 따라 수분 유지의 어려움, 토양의 외부 유출, 식물 종류에 따른 적합한 토양 성분 배합의 어려움 및 토양의 오염(부패, 잡초)이 발생하게 된다.

### 2. 국·내외 시장현황

#### 1) 국내 시장 현황

옥상녹화시장 부문의 경우, 서울시 기준 건축물로 한정할 경우에도 약 200km<sup>2</sup>의 옥상녹화 가능면적이 존재하며, 이를 시장 규모로 환산하면 30~60조 원의 잠재력을 가지고 있어 기존 건축물 옥상을 매년 1%씩 녹화할 경우의 시장규모는 3,000~6,000억 원에 달하는 것으로 예상되어 시장성은 매우 넓고, 2005년 국내 시장 규모는 20~30억 원 규모로 추정할 수 있으며, 매년 100% 이상 증가될 것으로 추측된다.

이러한 국내시장을 바탕으로 옥상녹화 관련 기업은 점차 증가하고 있으며, 관련 기업체는 소비자의 수요에 따라 옥상녹화 공법을 개발하거나, 수입하여 시공하고 있으나, 적절한 기준이 없는 실정으로, 공법이나 재료의 기준 제정은 옥상녹화의 활성화에 기틀이 될 것으로 판단된다.

#### 2) 국외 시장 현황

일본의 도쿄에서는 2001년 4월부터 일정규모 이상의 건물을 건축할 경우, 옥상 녹화 의무화하여 민간기업 1,000m<sup>2</sup>, 공공단체 250m<sup>2</sup> 이상의 부지에 신축하는 건물에는 옥상면적의 20% 이상 녹화를 의무화하고 있다. 또한 건설부에서 “환경 공생 주택 모델 사업”이라고 인정할 경우 보조금을 지원하고 있다(<http://www.kkj.or.jp/>).

표 1. 국내외 시장규모 (단위: 억 달러)

구분	현재 시장규모(2013년)	예상 시장규모(2014년)
세계 시장규모	4,000	6,000
국내 시장규모	3,000	5,000
산출 근거	건설산업연구원기술보고서(2010. 1)	

본 연구는 문화체육관광부 및 한국콘텐츠진흥원의 2013년도 콘텐츠 산업기술지원사업의 연구결과로 수행되었음.

독일의 경우에는 지자체 주도의 인센티브제도로 옥상녹화 공사비의 최대 80%까지 지원 또는 용자하고, “옥상녹화를 위한 특별프로그램”을 만들어 비용지원-독일 도시의 43%가 옥상녹화의 경제적 인센티브를 주고 있다(이세현, 2005).

### III. 연구 내용 및 방법

기존의 토양을 대체할 수 있는 스폰지 형태의 인공토양에 대한 기초 연구를 통하여 인공 토양에 필요한 성분 에 대한 기술력을 확보하고, 토양 기능을 갖는 스폰지 토양을 위하여 인공 토양에 필요한 성분 에 대한 기초 실험과 시제품 테스트를 통하여 토양 대체의 가능성을 확인하였다.

본 연구를 수행하는데 있어 스폰지 토양을 개발하는 제작 과정은 크게 분쇄공정, Mixing 공정, Composition 공정 등 3단계로 구분된다(그림 1 참조).

첫째, 분쇄공정은 토양의 성분으로 요구되는 것들에 대한 기초 연구를 통하여 수분흡수제 등을 함께 분쇄하는 공정이다. 이를 위하여 분쇄기의 설계와 제어 모듈, 장치를 개발하였다.

둘째, Mixing 공정은 분쇄공정을 통하여 재료의 성분 에 따라 크기가 다르게 분쇄된 재료들을 적절한 배합비로 혼합하는 공정이다.

셋째, Composition 공정은 Mixing 공정을 통하여 적절한 배합비로 혼합된 재료를 용융과 압착으로 토양 스폰지를 최종적으로 생성하는 공정이다. 혼합된 재료의 용융 및 압착은 고온 스팀을 통하여 압착시켜준다. 압착된 결과물은 스팀 압력과 압축 시간에 따라 상이한 결과물이 나오게 된다.

위의 3가지의 단계를 거쳐 토양 기능을 갖는 스폰지 토양을 완성하게 된다.

### IV. 결론

본 연구에서는 완전연속기공의 다공질체, 강한 친수성, 습윤시 우수한 탄력성 및 우수한 친환경성 및 먼지의 발생을 최소화



그림 2. 인공토양 결과물

표 2. 인공토양 스폰지 소재의 성능지표

주요 성능지표	달성치	목표치
1. 수분흡수율(%)	780% 이상	750%(산토리, 일본)
2. 크기 오차(mm)	±1.5	±2(산토리, 일본)
3. 무게 오차(g)	±4	±5(산토리, 일본)
4. 분쇄크기범위(m)	최고 : 10 <sup>-3</sup> 최저 : 10 <sup>-6</sup>	최고 : 10 <sup>-3</sup> 최저 : 10 <sup>-6</sup> (산토리, 일본)

하는 스폰지 토양을 개발하였다. 이러한 스폰지 토양은 토양의 흘러내림(유실) 현상을 방지할 수 있으며, 기존 토양에 대비하여 무게의 초 경량화에 성공하여 시공 설치 공정이 향상될 것이며, 설치 인건비 또한 최소화 될 것이다.

또한 완전 연속기공의 다공질체로써 식물의 뿌리 내림이 용이하고, 공기 함유의 유지를 하는데 있어 우수성이 있으며, 토양의 사용보다 비용 절감 및 재활용이 가능하다.

표 2는 인공토양 스폰지 소재의 성능지표이다.

본 연구에서 개발한 스폰지 토양을 식물 조형물에 사용을 하게 되면 첫째, 무게의 초 경량화를 통해 시공 설치 공정 향상 및 설치 인건비를 최소화 할 수 있으며, 둘째, 강한 친수성을 가져 수분 함유 성능을 유지할 수 있다. 셋째, 착탈식 스폰지 구조로써 식물의 유지 보수 및 교체 관리에 유용하다.

이러한 장점들을 확대하여 기존의 공정과정에서 스폰지 토양을 사용하는 형태로 변경하게 되면 조경 산업 발전에 있어 큰 이바지를 할 수 있을 것이다.

향후, 화초의 특성별로 수분 함유율과 적합한 탄성 구조의 다양한 스폰지 토양을 개발할 계획이다.

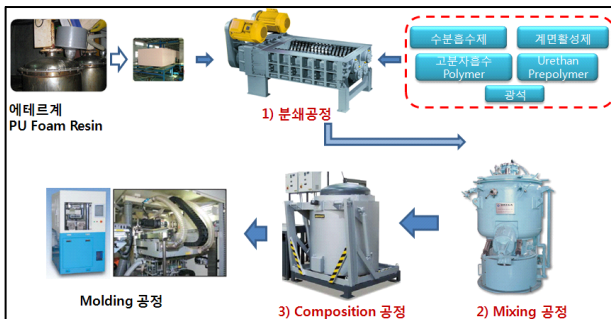


그림 1. 스폰지 제조과정

### 참고문헌

1. 권오성, 나정화, 사공정희, 구지나, 김진호(2013) 경관단위분류 기반의 미·시각적 경관계획, 한국조경학회 2013 춘계학술대회.
2. 이세현(2005) 건설안전 및 친환경 건축재료표준화 기반구축 표준화 로드맵 및 국제표준화 Action Plan.
3. 최성근, 최정훈(2013) 스마트 자동 관수 시스템 연구, 한국통신학회 2013 동계학술대회.
4. <http://www.kkj.or.jp/>