

고밀도 EPS를 이용한 돔 구조 안전성에 대한 고찰

Dome Structure using High-Density EPS Review of Safety

장 석 준*

Jang, Suk-Jun

이 동 운**

Lee, Dong-Un

Abstract

Dome structure to form a space-efficient, applied a lot of beautiful buildings with structural systems, as well as a large space structure in the form of new residential lots have been applied. And domestic demand for housing in the dome with increasing dome house using various materials, are becoming commonplace. But now the Dome House is mainly used in construction steel, wood, stone, FRP construction and building materials per unit area and the high cost, long construction time, energy efficiency, has some disadvantages such as degradation. And structural strength of the structure is weak, the natural ingredients used come from natural damage is so big. In addition, demolition of buildings in trouble when handling the environmental problems has emerged. Recently expanded polystyrene to improve these problems by using the various approaches and research is being attempted and there.

키 워 드 : 섬유 강화 플라스틱, 발포 폴리스티렌, 돔 구조

Keywords : Fiber Reinforced Plastics, Expanded Polystyrene, Dome Structure

1. 서 론

1.1 연구의 목적

돔 구조는 공간효율성이 높고 형태가 아름다워 건축물에 많이 적용되는 구조시스템으로 대형공간구조 뿐만 아니라 새로운 주거의 형태로 많이 적용되고 있다. 그리고 국내에서도 돔형 주거에 대한 수요가 증가함에 따라 다양한 자재를 이용되고 있다. 하지만 현재 돔 구조물 시공 시 주로 적용되고 있는 철골, 목재, 석재, FRP 등의 건축자재들은 단위면적당 시공단가가 높고, 시공시간이 길며, 에너지 효율성이 저하되는 등의 단점이 있다. 그리고 구조물의 구조적 강도가 약하고, 건축물의 해체 시 처리가 곤란하여 환경적인 문제점이 부각되고 있다.

최근 이러한 문제점들을 개선하기 위하여 발포 폴리스티렌을 이용하여 다양한 접근과 연구가 시도되고 있으나, 충분한강도 및 구조적 안정성을 확보하지 못했기 때문에 돔 구조물에 적용하는데 한계가 있다. 이에 기존의 발포 폴리스티렌의 발포배율을 1/3로 줄여 압축강도, 굴곡강도, 연소성을 확보 할 수 있게 되었다.

따라서 본 논문에서는 기존의 발포 폴리스티렌과 고밀도 EPS의 압축강도, 굴곡강도, 연소성 시험결과를 비교분석을 하였고, 고밀도EPS를 이용한 돔 구조물의 구조해석을 통하여 안전성에

미치는 영향을 검토하였다.

2. 이론적 고찰

2.1 고밀도EPS에 관한 개론

발포 폴리스티렌(Expanded Poly-Styrene, 이하EPS)은 폴리스티렌 수지에 발포제를 주입시킨 후 이를 증기로 부풀린 다공질의 기포플라스틱(form plastic)으로 체적의 98%가 공기이고 나머지 2%가 수지인 자원절약형 소재이다. 주성분은 수소와 탄소로 소각 시 다이옥신이 발생하지 않고, 환경공해 없이 쉽게 재활용이 가능하여 재활용률이 70%가 넘는 친환경 소재이다.

3. 고밀도 EPS 돔 구조의 특성

3.1 압축강도

압축강도는 EPS 성형제품의 기계적 물성 중 가장 중요한 항목 중의 하나이며 압축강도를 좌우하는 가장 큰 요소는 밀도이다. 압축강도시험은 그림 1.과 같이 KS M 3808에 규정한 표준 규격에 준해서 실시되었다.

* 동서대학교 건축공학과 석사과정

** 동서대학교 건축공학과 조교수, 공학박사

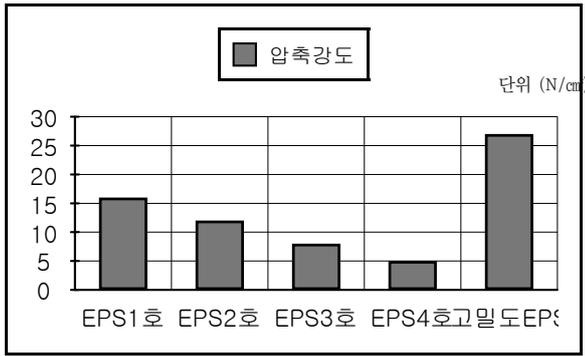


그림 1. 압축강도 시험 결과

3.2 굴곡강도

굴곡강도의 특성은 물질이 영구적 변형 및 파괴되지 않고 얼마나 휘 수 있는가를 나타내는 척도이다. 굴곡강도시험은 그림 2.와 같이 KS M 3808에 규정한 표준 규격에 준해서 실시되었다.

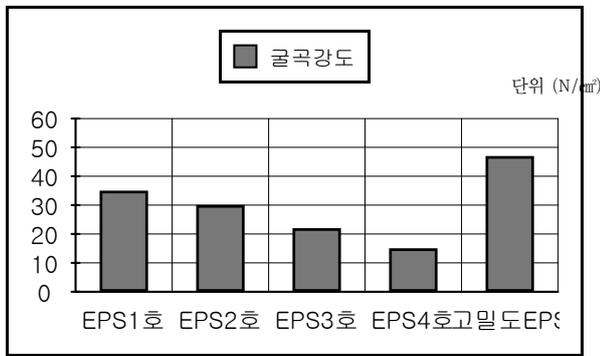


그림 2. 굴곡강도 시험 결과

3.3 연소성능

시험방법은 KS F ISO 5660-1에 규정된 콘칼로미터법에 의한 연소성능시험을 적용하였으며 결과는 다음 표 1.과 같다.

표 1. 콘칼로미터법에 의한 연소성능시험 결과

시험항목	시험체 번호 1	2	3	기준	판정
총열방출률(MJ/m²)	0.8	1.0	0.8	8MJ/m²이하	적합
열방출률이 200Kw/m²를 초과한 시간 (초)	0	0	0	10초 이하	적합
심재의 전부 응용, 관통하는 균열 및 구멍 등의 변화	해당 사항 없음	해당 사항 없음	해당 사항 없음	심재의 균열, 구멍 및 용융이 없을 것	적합

3.4 구조해석 검토

고밀도 EPS를 이용한 돔 구조물의 안전성 검토를 위하여 건축 분야 범용 구조해석 및 최적설계 시스템으로 한국전산구조공학회에서 검증한 소프트웨어인 MIDAS- GENw를 사용하였다. EPS

판넬의 구조설계법은 아직 정립되지 않았으므로 유한요소법에 의한 3차원 동적해석을 수행한 후 허용응력 설계법을 적용하여 부재를 설계하였고, 구조해석을 위한 모델링 형상도는 그림 3.과 같다.

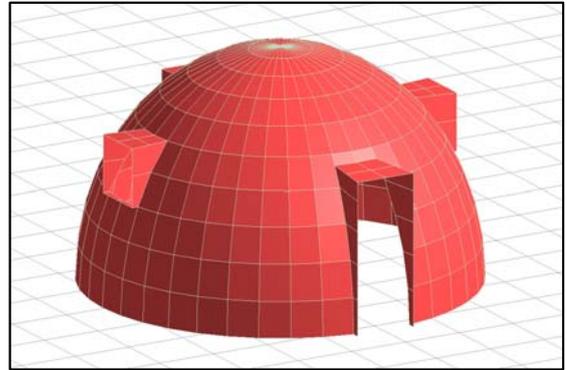


그림 3. 구조해석을 위한 모델링 형상도

각각의 조합하중에 대한 최종 응력 해석결과는 표 2.와 같고, 상기 결과를 보면 고정하중, 적설하중, 풍하중, 지진하중 등에 대하여 각각의 조합응력 값은 장기 허용응력범위 이내이므로 고밀도EPS 돔 구조물은 구조적으로 안전하다는 것을 확인 할 수 있었다.

표 2. 응력해석 최종결과

구분	D,L+S,L	D,L+W,L	D,L+E,L	장기허용 응력
응력	0.016	0.036	0.016	0.06

4. 결 론

본 연구에서는 기존의 돔 구조물 시공 시 사용되는 건축자재를 대체 할 수 있는 고밀도EPS에 대해서 알아보았고, 압축강도, 굴곡강도, 연소성능, 구조해석 시험을 통하여 고밀도EPS를 이용한 돔 구조물은 구조적으로 안전하다는 결과를 얻었다.

참 고 문 헌

1. (사)한국발포스티렌재활용협회, <http://www.eps.or.kr>
2. 강승원의, 식물공장, 2008
3. 손정의, 도시농업에 적합한 식물공장의 탄산가스 이용모델, 한국원예학회지, 제5권 제16호, pp.66, 1996.5
4. 신성우, 친환경건축기술, 2007
5. 엘지화학, <http://www.chemwide.co.kr>
6. 이문섭, 새로운 주거의 형태, 기문당, pp.6, 2007
7. 이상진, 재생기법을 도입한 유전알고리즘을 이용한 돔 구조물의 크기 최적화, 대한건축학회논문집, 제25권 제4호, pp.85, 2009