

건설재료로서 고밀도 폴리에틸렌(HDPE)의 역학적 특성평가

Evaluation of Mechanical Properties of High Density Polyethylene as Construction Materials

남 경 용*
Nam, Kyung-Yong

이 재 옥**
Lee, Jae-Uk

최 석***
Choi, Suk

양 근 혁****
Yang, Keun-Hyeok

Abstract

The strengths and elastic modulus of high-density polyethylene in compression and tension met the minimum requirements of precast concrete products.

키 워 드 : 고밀도 폴리에틸렌, 압축, 인장.

Keywords : high-density polyethylene, compression, tension.

1. 서 론

플라스틱은 내식성, 내수성이 우수해 부패 및 부식이 쉽게 일어나지 않는 재료적 장점을 지닌다. 더불어 밀도가 $0.093 \sim 0.96 \text{ g/cm}^3$ 수준의 경량 재료로서 성형 및 운반 등이 용이한 특징을 갖는다. 이러한 이유로 인하여 플라스틱은 다양한 건축재의 대체재로 사용되며, 그 시장 규모 또한 증가하는 추세이다.¹⁾ 특히 최근에는 시공성 및 경제성을 고려하여 유로폼을 대체할 수 있는 플라스틱 거푸집의 적용성에 대한 연구가 수행되고 있다. 이 연구에서는 플라스틱 거푸집의 활용 가능성 평가의 기초 연구로서, 고밀도 폴리에틸렌(high density polyethylene, HDPE)의 압축 및 인장 특성을 평가하였다.

2. 사용재료 및 시험방법

고밀도 폴리에틸렌(HDPE)의 압축 및 인장 특성 평가는 미국재료학회 규격시험법(american society for testing and materials, ASTM) D 695 및 D 638에 따라 실시하였다. 압축 시험은 그림 1과 같이 폭 25mm×너비 25mm×높이 50mm의 입방형 시험편을 제작하였으며, 변위제어 방법으로 분당 1.3mm의 속도로 가력 하여 하중을 측정하였다. 변형율은 스트레인 게이지(strain gauge)를 부착하여 측정하였다. 인장 시험은 그림 2와 같이 폭 19mm×너비 29mm×길이 246mm 시험편을 제작하였으며, 인장 시험기 지그에 고정된 단부를 분당 5mm의 속도로 당김으로써 하중을 측정하고 변위는 신율계로 측정하였다.

3. 시험결과 및 분석

고밀도 폴리에틸렌(HDPE)의 역학적 성능 시험 결과는 표 1에 나타내었다. 압축시험 결과 압축강도는 약 34.64MPa이고, 압축 탄성계수는 687 MPa으로 측정 되었다. 프리캐스트 2차 제품은 일반적으로 요구되는 압축강도가 21~35MPa 수준인데, 시험 결과 그 수준에 있었다.²⁾ 반면 HDPE의 압축 탄성계수는 콘크리트의 일반적인 탄성계수 값의 약 2% 수준으로 현저히 낮았다. HDPE의 인장강도는 약 17.88 MPa 이었으며 프리캐스트 2차 제품에서 요구하는 인장강도보다 약 7배 높은 수준이었다. HDPE의 인장 탄성계수는 1,286 MPa으로 콘크리트의 일반적인 탄성계수 값의 약 5% 수준이었다.

그림 3에는 압축 응력-변형률 곡선을 나타내었는데, 응력이 일정하게 증가되다 약 17MPa에서 최대 응력인 34.6MPa까지 완만히 증가하였다. 그림 4에는 인장 응력-변형률 곡선을 나타내었다. 인장 응력-변형률 곡선에서 인장 응력은 약 18 MPa인 항복점까지 급격히 증가하였고 항복점에서 변형률은 0.049이었다. 항복점 이후에서 인장 응력-변형률 곡선은 서서히 감소하는 경향을 보였다.

* 유탑엔지니어링 건축사사무소 책임연구원, 공학박사

** 경기대학교 건축공학과 석사과정

*** 유탑엔지니어링 건축사사무소 연구소장, 공학박사

**** 경기대학교 건축공학과 교수, 공학박사, 교신저자(yangkh@kgu.ac.kr)

표 1. HDPE의 압축, 인장 시험에 대한 결과

분류	시험체명	강도 (MPa)	탄성계수 (MPa)
압축	C-1	35.67	538
	C-2	34.05	733
	C-3	34.20	791
	평균	34.64	687
인장	T-1	17.96	901
	T-2	17.78	1,503
	T-3	17.90	1,455
	평균	17.88	1,286



그림 1. 압축 시험편 및 상세



그림 2. 인장 시험편 및 상세

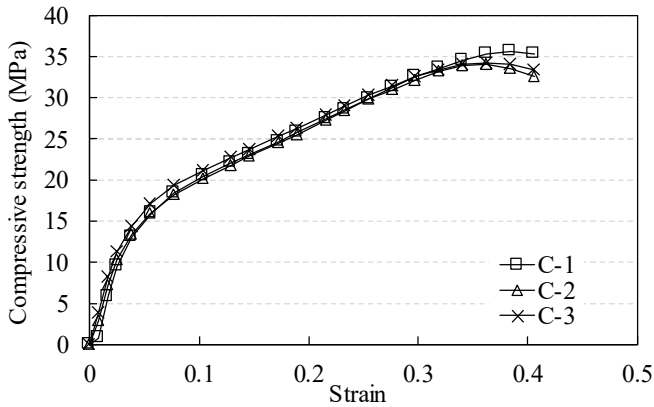


그림 3. 압축 응력-변형률 곡선

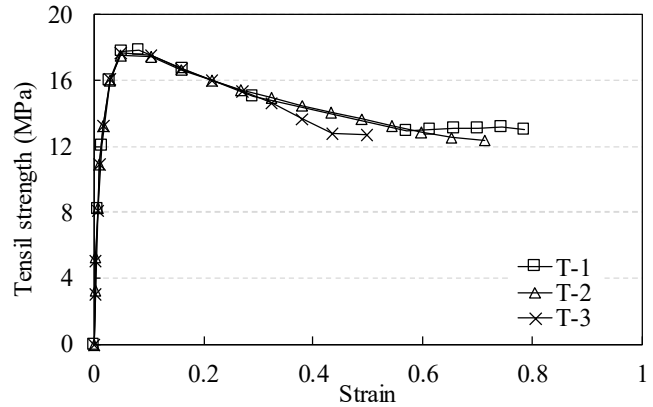


그림 4. 인장 응력-변형률 곡선

4. 결론

1) HDPE의 압축강도는 약 34.64 MPa, 압축 탄성계수는 687 MPa, 인장강도는 17.88 MPa, 인장 탄성계수는 1,286 MPa 수준에 있었다. 이들 값은 프리캐스트 콘크리트 2차 제품에서 요구하는 성능을 만족하였다.

Acknowledgement

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 20181110200070)

참고 문헌

1. 이종신, 김성준, 자외선을 처리한 목재 플라스틱 복합재의 물리 및 역학적 성질 평가, 한국가공학회지, 제26권 제4호, pp.428~434, 2015.10
2. 권성준, 임희섭, 양근혁, 윤현섭, 폐필름 포장재 재활용 성형재료의 역학적 특성 평가, 한국건설순환자원학회 논문집, 제6권 제4호, pp.342~348, 2018.12