

폐필름 포장재 재활용 성형재료의 역학적 특성 평가

Evaluation of Mechanical Properties of Molding Materials Recycled Using Film Packaging Wastes

권성준¹ · 임희섭² · 양근혁³ · 윤현섭^{4*}

Seung-Jun Kwon¹ · Hee-Seob Lim² · Keun-Hyeok Yang³ · Hyun-Sub Yoon^{4*}

(Received November 13, 2018 / Revised December 20, 2018 / Accepted December 20, 2018)

The present study examined the various strength and deformation performances of molding materials recycled using film packaging wastes to ascertain the their applicability to secondary products in construction industries. The stress-strain relationships of molding materials were measured under compression, tension, and flexure in accordance with the ASTM procedure. The measured mechanical properties of recycled molding materials were comparable to typical ranges observed in low-density polyethylene and/or high-density polyethylene. However, to stabilize the properties of the molding materials, further management systems are required as follows: 1) evaluation of mechanical properties of materials with respect to various mixing proportions of waste ingredients; 2) estimation of the effect of foreign substance and moisture contents on the mechanical properties; and 3) establishment of comprehensive database including various sources such as manufacture process including applied pressure to produce the molding materials, and collection region and time of wastes.

키워드 : 폐필름 포장재, 재활용, 성형재료, 역학적 특성

Keywords : Film packaging wastes, Recycling, Molding materials, Mechanical properties

1. 서론

국내 포장재의 회수 및 재활용에 대한 정책적 제도의 활성화는 2003년 도입된 '지속가능한 자원순환을 위한 생산자 책임 재활용 제도(extended producer responsibility, EPR)'부터 본격적으로 시작되었으며, 관련된 통계 역시 2003년부터 구축되기 시작하였다. EPR제도 내에서 플라스틱 포장재는 합성수지 재질의 포장재로 명명하고 있다(EPR 2018). 따라서 EPR제도 내에 적용되는 플라스틱 포장재는 음식료품류, 농수축산물, 세제류, 화장품류, 의약품, 부탄가스제품, 살충살균제, 의복류, 종이 제품류, 고무장갑제품 포장재, 부동액 브레이크액 및 윤활유에 사용되는 합성수지 재질의 포장재를 의미한다. 2011년 이후 폐필름류 경우 배출량 대비 수거량은 55% 수준에 머물고 있는데, 분리 배출 및 재활용이 용이

해 재활용률이 높은 단일 재질 플라스틱 용기류 포장재와는 달리 복합재질로 이루어진 필름류 포장재의 경우, 발생량이 지속적으로 증가하고 있는 추세임에도 불구하고 경제성이 떨어지고 분리 배출 및 수거, 선별과정에서 어려움이 존재하여 매립 및 소각되는 비율이 높아지고 있는 상황이다(Seo et al. 2016).

국내 재활용되는 폐필름류 포장재의 경우, 2014년 기준으로 에너지 회수를 통한 고행연료로서의 재활용이 70.6%로 대부분이며, 물질 재활용을 통한 재활용 비율은 22.6% 매우 낮은 실정이다(Yang and Kwon 2018). 더불어, 물질재활용 된 22.6%의 필름류 포장재 중 부가가치가 높은 성형제품 제조의 비율은 단 4%로 매우 낮은 실정이다. 특히, 폐필름류 포장재의 고행연료 재활용은 그 처리과정에서 발생하는 유해물질 등의 환경부하로 인해 사회적 갈등문제로 대두되고 있는 상황이다. 이러한 문제점 해결을 위하

* Corresponding author E-mail: lonsohs@naver.com

¹한남대학교 토목환경공학과 부교수 (Department of Civil and Environmental Engineering, Hannam University, Daejeon, 34430, Korea)

²한남대학교 토목환경공학과 박사 후 연구원 (Department of Civil and Environmental Engineering, Hannam University, Daejeon, 34430, Korea)

³경기대학교 건축공학과 정교수 (Department of Architectural Engineering, Kyonggi University, Kyonggi-do, 16227, Korea)

⁴경기대학교 일반대학원 건축공학과 박사과정 (Department of Architectural Engineering, Graduate School, Kyonggi University, Kyonggi-do, 16227, Korea)

여 열적 회수 재활용에 치중되어 있는 현재 필름류 재활용 구조를 벗어나 상대적으로 고부가가치 창출이 가능한 필름류 물질재활용 시장 활성화의 필요성이 점차 증가하고 있지만 아직도 재활용 성형재료의 품질관리 및 경제성 확보 측면에서 어려움이 있어 실용적 재활용은 매우 초보적 단계이다.

2010년대 이후 국내에서는 페필름 포장재 재활용 성형재의 고부가가치 활용처로서 토류판, 강화배수로 및 옹벽블록 등의 건설 2차 제품으로 시도되고 있다. 하지만 페필름 포장재는 재활용 성형을 위한 반입 시 이물질과 수분함량이 높고 폴리아미드(polyamide, PA), 폴리프로필렌(polypropylene, PP), 폴리에틸렌(polyethylene, PE) 및 폴리스티렌(polystyrene, PS) 등의 재질별 선별이 어렵다. 더불어, 페필름 포장재류의 수거지역과 시기에 따라 재활용 성형재의 구성성분이 달라지며, 이는 성형재의 압축강도 및 인장강도 등의 역학적 특성에 중요한 영향을 미친다. 하지만 현장에서는 페필름 포장재 재활용 성형재의 역학적 특성에 대한 중요성을 아직도 인지하지 못하고 있으며, 그 관리도 적절하게 이루어지지 않고 있다. 이는 페필름 포장재 재활용 성형재의 건설 자재로의 재활용 시 부재 설계 등에 중요한 장애요인이 되고 있다.

이 연구의 목적은 페필름 포장재 재활용 성형재의 압축, 인장 및 휨 강도와 변형 특성을 생산 공장에 따라 측정하여 재료의 품질 변동을 평가하는 것이다. 측정된 재활용 성형재의 압축, 인장 및 휨 강도는 열가소성 플라스틱 재료로서 플라스틱 관 등에 사용되는 저밀도 폴리에틸렌(low-density polyethylene, LDPE) 및 고밀도 폴리에틸렌(high-density polyethylene, HDPE)의 일반적 값 그리고 프리캐스트 콘크리트(압축강도 21~35MPa)의 일반적 성능과 비교하였다.

2. 실험

2.1 재료

페필름 포장재의 재활용 성형재 제조 과정을 Fig. 1에 요약하였다. PE, PP, PS 및 PA 등의 페필름 포장재는 각 재료별 선별없이 수거 후 1차 파쇄와 2차 고입자 분쇄과정을 거쳐 성형을 위한 탱크에 저장된다. 1차 파쇄 전 선별과정에서 이물질 및 수분 등이 1차 제거되지만 이들이 완벽하게 처리되지는 않는다. 더불어 성형 탱크에 저장되는 고입자들은 PE, PP, PS 및 PA 등의 혼합비율에 대한 관리체계가 없기 때문에 이들의 혼합비율에 대한 정확한 정보의 데이터베이스는 현실적으로 어려운 상태이다. 이는 이들 페필름 포장재들의 수거지역과 시기에 따라 그리고 수거되는 재료들의 상태에 따라 성형을 위한 고입자들의 성분이 매우 다를 수 있음을



Fig. 1. Typical process for producing molding materials recycled using film packaging wastes

의미한다. 탱크에 저장된 고입자는 자력을 통하여 금속류의 이물질들을 분리하고 고온 용융과정을 거쳐 일정 형상과 크기의 몰드를 이용하여 성형한다. 이 과정에서는 프레스를 이용한 압출성형의 방법이 이용된다. 성형제품은 기건상태에서 냉각하여 제품의 출하 준비를 마치게 된다.

위와 같은 공정에서 생산된 성형재료에서 압축, 인장 및 휨 실험을 위한 시험체들은 플라스틱 재료에 대한 규격인 ASTM D638, ASTM D695, ASTM D790(2012)에 따라 절단 하였다. 성형제품의 생산 공장 및 생산 시기에 따른 재료의 역학적 특성 변화를 파악하기 위하여 경기도 포천에 위치한 A사 그리고 충북 충주에 위치한 B사 및 C사에서 시험체를 채취하였다. C사의 경우 시험체 채취는 2018년도 6월과 8월에 생산된 성형제품에서 하였다. 따라서 Table 1에 나타난 재료 시험체는 성형제품 제조사 및 생산된 월로 구별하였다. 즉 A-4 시험체에서 A는 성형제품의 제조사, 4는 생산된 월을 의미한다.

2.2 측정

성형제품으로부터 채취된 시험체들은 ASTM D638, ASTM D695, ASTM D790(2012)에 따라 압축, 인장 및 휨 실험을 수행하였다. 압축과 인장 실험은 실험구간에서 2mm/min의 속도로 변위 제어 가력하였다. 휨 실험은 최대 모멘트 지점에서 1mm/min의 속

도로 가력하였다. 시험체의 압축 및 인장 변형은 실험구간에서 전 기저항식 변형률 게이지를 이용하여 측정하였다. 휨 시험체의 변형은 최대 모멘트 지점에서 최대 압축연단과 인장연단에서 전기저항식 변형률 게이지를 이용하여 측정하였다. 측정된 응력과 변형률 관계로부터 압축, 인장 및 휨 탄성계수를 산정하였는데, 변형률 0.05%의 응력점과 0.25%의 응력점을 연결하는 직선의 기울기로 계산하였다.

3. 실험결과 및 분석

폐필름 포장재의 재활용 성형제품들의 재료 역학적 특성인 압축, 인장 및 휨 실험 결과 요약은 각각 Table 2, 3, 4에 나타내었다. Table 1에 나타난 시험체들은 성형제품으로부터 채취하는 것이므로 정확한 시험체 얻기가 쉽지 않다. 따라서 실험 결과 요약에서는 정확한 시험체에서 편심의 영향이 없는 실험결과들을 나타내었다. C-6 시험체의 경우 휨 시험체를 채취하지 못하였다. 폐필름 포장재 재활용 성형재로부터 측정된 압축, 인장 및 휨 특성은 LDPE와 HDPE의 일반적인 값(Table 5)과 비교하였다(LG Chem 2018). 재활용 성형재의 건설 2차제품 적용을 위하여 측정된 특성들은 강화 배수로, 웅벽블록 및 투류판에서 이용되는 압축강도 21~35MPa를 갖는 프리캐스트 콘크리트(Pre-cast concrete, PC)의 일반적 역학

Table 1. Test specimen

Notation	Composition of film packaging wastes(wt.%)			
	PE	PP	PS	PA
A-4	66.6	31.9	1%	0.5
B-4	64.8	34.4	0.6	0.2
C-6	65.7	28.4	3.1	2.8
C-8	Not available			
Dimension of specimens				
Compression	Tension		Flexure	

Table 2. Test results in compression

Notation	No.	Strength (MPa)		Elastic modulus (MPa)		Strain at peak stress	
A-4	1	25.8	23.5	1,192	1,158	0.135	0.126
	2	22.6		1,044		0.134	
	3	21.9		1,239		0.110	
B-4	1	15.2	15.2	714	714	0.192	0.192
	2	-		-		-	
	3	-		-		-	
C-6	1	16.9	16.9	689	693	0.163	0.172
	2	16.9		697		0.180	
	3	-		-		-	
C-8	1	17.2	17.9	1,130	1,393	0.024	0.027
	2	18.7		1,655		0.029	
	3	-		-		-	

Table 3. Test results in tension

Notation	No.	Strength (MPa)		Elastic modulus (MPa)		Strain at peak stress	
A-4	1	20.5	20.1	2,000	2,000	0.310	0.415
	2	19.6		-		0.340	
B-4	1	8.8	8.8	1,470	1,470	0.009	0.008
	2	8.8		-		0.008	
C-6	1	15.7	15.9	-	1,491	0.280	0.310
	2	16.1		1,491		0.290	
C-8	1	13	14.5	980	1,042	0.029	0.034
	2	15.6		940		0.049	
	3	14.8		1,205		0.024	

Table 4. Test results in flexure

Notation	No.	Strength (MPa)		Elastic modulus (MPa)	
A-4	1	20.1	19.2	1,633	1,634
	2	19.6		1,635	
	3	17.9		1,635	
B-4	1	24.5	27.5	1,635	1,900
	2	30.5		2,160	
	3	27.7		1,905	
C-8	1	19.8	19.6	1,792	1,815
	2	18.0		1,844	
	3	20.9		1,811	

Table 5. Typical mechanical properties(in MPa) of LDPE, HDPE and pre-cast concrete(PC)

Type	Compression		Tension		Flexure	
	Strength	Elastic modulus	Strength	Elastic modulus	Strength	Elastic modulus
LDPE	12~18	250~300	4~16	120~550	18~27	150~220
HDPE	25~33	450~720	21~38	900~1,500	30~40	970~1,380
PC	21~35	24,000~28,000	2.5~3.3	24,000~28,000	2.9~5.9	-

적 특성값도 비교하였다. Table 5에 나타난 PC의 탄성계수, 인장 강도 및 휨 강도는 콘크리트 설계기준(KCI 2012)의 설계식을 이용하여 목표 압축강도에 대해 산정하였다.

3.1 압축 성능

폐필름 포장재 재활용 성형재의 압축강도는 제조사 및 제조일에 따라 차이를 보였다. 가장 높은 압축강도(약 23.5MPa)를 나타내는 시험체는 A-4이었으며, 시험체 B-4은 가장 낮은 압축강도(약 15.2MPa)를 보였다(Table 2). 즉, 포장재 재활용 성형재는 제조사에 따라 압축강도 차이가 약 9MPa 이상 나타났다. 재활용 성형재의 압축 탄성계수도 제조사에 따라 영향을 받았으나, 콘크리트와는 달리 압축강도의 영향은 없었다. 즉, 압축 탄성계수는 가장 높은 압축강도를 보인 시험체 A-4가 약 1,158MPa인 반면 17.9MPa 압축강도를 보인 C-8 시험체가 약 1,655MPa로서 가장 높은 값을 보였다.

재활용 성형재의 압축 응력-변형률 관계 특성도 재료의 압축강도 보다는 제조사에 따라 영향을 받았다(Fig. 2). 시험체 A-4와 C-8은 콘크리트에서와 같이 포물선형의 응력-변형률 관계 특성을 보인 반면, 시험체 B-4와 C-8은 최대 압축응력 시점에서 변형도 경화현상을 보이면서 변형의 증가와 함께 응력도 다소 증가하는 경향을 보였다. 이에 따라 시험체 B-4와 C-8은 최대 압축 응력 시 변형률이 약 40% 이상으로 매우 큰 값을 보였다. 더불어 포물선형의 응력-변형률 관계를 보이는 시험체 A-4와 C-8도 최대 응력 시 변형률이 약 10% 이상으로서 콘크리트의 경우에 비해 현저히 큰 값을 보였다.

3.2 인장 성능

폐필름 포장재 재활용 성형재의 인장강도도 압축강도와 같이 제조사에 따라 차이를 보였다. 가장 높은 인장강도(약 20.1MPa)를 나타내는 시험체는 A-4이었으며, 시험체 B-4는 가장 낮은 인장강도(약 8.8MPa)를 보였다(Table 3). 제조사에 따라 인장강도의 차이는 약 10MPa 이상이었다. 한편 재활용 성형재의 인장강도는 압축강도와 다소 상관관계를 보였다. 즉, 압축강도가 가장 높은 시험체 A-4에서 가장 높은 인장강도를 보였으며, 비슷한 수준의 압축강도를 보이는 다른 시험체들의 인장강도도 비슷한 값을 보였다. 다만 B-4 시험체의 경우에는 압축강도에 비해 다소 낮은 인장강도를 보였다. 재활용 성형재의 인장 탄성계수는 인장강도와 다소 상관성이 있었는데, 인장강도가 높을수록 인장 탄성계수도 높은 경향을 보였다. 가장 높은 인장강도를 갖는 시험체 A-4의 인장

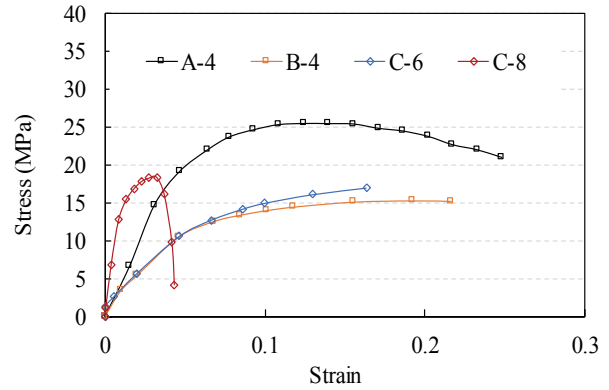


Fig. 2. Typical stress-strain curve in compression

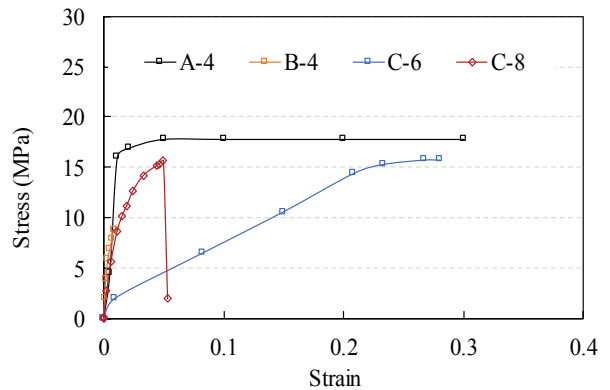


Fig. 3. Typical stress-strain curve in tension

탄성계수는 약 2,000MPa로서 가장 높았으며, 비슷한 수준의 인장강도를 갖는 C-6 및 C-8 시험체의 인장 탄성계수는 비슷하였다. 다소 낮은 인장강도를 보인 B-4 시험체의 탄성계수는 1,470MPa로 비교적 높은 결과를 보였다.

재활용 성형재의 인장 응력-변형률 관계는 제조사에 따라 현저히 다른 특성을 보였다(Fig. 3). 시험체 A-4는 강재와 같이 명확한 항복점과 소성흐름 현상을 보였다. 하지만 다른 시험체(B-4, C-6, C-8)들은 최대 인장응력 시까지 다소 비선형 거동을 보이면서 최대 인장응력 이후 급격히 내력이 감소하는 경향을 보였다. 이에 따라 시험체 B-4와 C-8은 최대 인장응력 시 변형률은 0.8%~3.4%로서 강재에 비해 다소 낮은 값을 보였다.

3.3 휨 성능

폐필름 포장재 재활용 성형재의 휨강도도 제조사에 따라 차이를 보였다. 가장 높은 휨강도(약 27.5MPa)를 나타내는 시험체는 B-40이

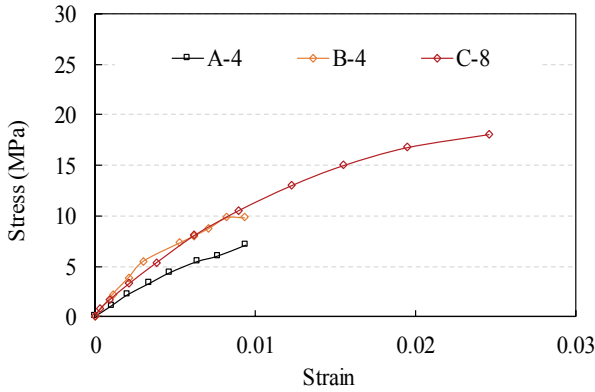


Fig. 4. Typical stress-strain curve in flexure

였으며, 시험체 A-4와 C-8은 비슷한 수준의 휨강도(약 19MPa)를 보였다(Fig. 4). 재활용 성형재의 휨 탄성계수는 휨 강도가 높은 시험체 B-4에서 가장 높은 값을 보였다. 재활용 성형재의 휨 탄성계수는 인장 탄성계수와 비슷한 수준으로 평가되었다.

재활용 성형재의 휨 실험 시 인장 측에서 게이지의 조기 탈락이 발생하였으며 이로 인해 시험체 A-4와 B-4에서는 휨 응력-변형률 관계 평가가 어려웠으며, 시험체 C-8의 경우에는 최대 휨 응력 이후 변형률도 평가가 어려웠다. 재활용 성형재의 휨 응력-변형률 거동은 최대 응력 시까지 비선형 거동을 보였다. 최대 휨 응력 시점에서 변형률은 약 2.5%에 도달하였다.

3.4 플라스틱 제품 및 콘크리트 성능과의 비교

3.4.1 압축강도 및 압축 탄성계수

폐필름 포장재 재활용 성형재의 압축강도는 LDPE의 일반적 값(12~18MPa)보다는 높았으며, HDPE의 일반적 값보다는 시험체 A-4를 제외하고는 낮았다(Fig. 5). 프리캐스트 콘크리트 2차 제품에서 요구되는 일반적인 압축강도는 약 21~35MPa 수준인데, 시험체 A-4 시험체는 이들 범위에 있는 반면 시험체 B-4, C-7 및 C-8은 이들 범위보다 낮았다.

구조재료로서 중요한 성능 중의 하나가 탄성계수인데, 이는 부재의 변형 및 진동의 크기에 영향을 미치는 중요한 요소이기 때문이다. 폐필름 포장재 재활용 성형재의 압축 탄성계수는 콘크리트의 일반적 값에 비해 약 1/40~1/100의 수준으로 현저히 낮았다(Fig. 6). 반면 재활용 성형재의 압축 탄성계수는 LDPE의 일반적 값보다는 높으며 HDPE의 일반적 값에 비슷하였다. 특히 시험체 C-8에서 측정된 압축 탄성계수는 시험체 B-4 및 C-6 비해 약 2배 이상 높았다. 결과적으로 폐필름 포장재 재활용 성형재의 압축

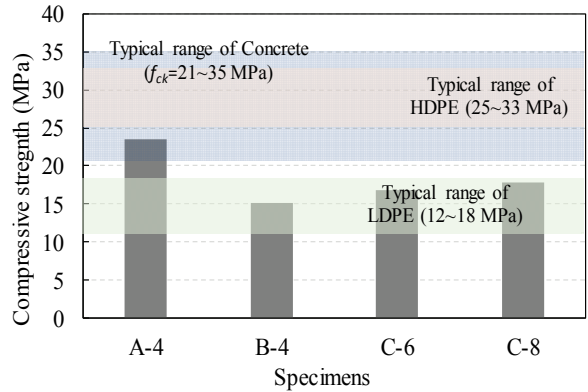


Fig. 5. Comparison of compressive strength between the present tests and LDPE, HDPE, and precast concrete

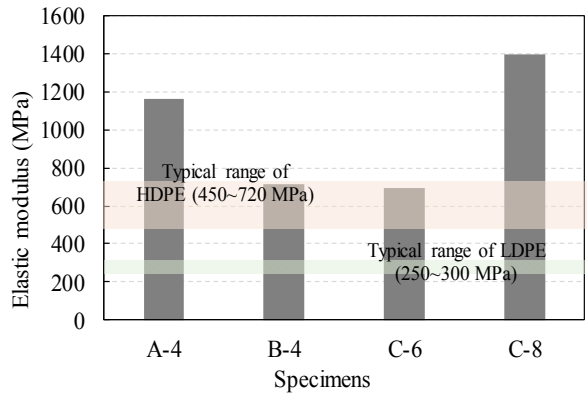


Fig. 6. Comparison of modulus of elasticity in compression between the present tests and LDPE, HDPE, and precast concrete

탄성계수는 재료의 압축강도보다는 재활용 시 구성재료 비율과 수분의 함유량 등에 의해 영향을 받으며, 이는 제조 단계에서 관리가 이루어질 필요가 있다.

3.4.2 인장강도 및 인장 탄성계수

폐필름 포장재 재활용 성형재의 인장강도는 LDPE의 일반적 값(4~16MPa)과 비슷하였으며, HDPE의 일반적 값보다는 낮았다(Fig. 7). 프리캐스트 콘크리트 2차 제품에서 요구되는 일반적인 압축강도로부터 산정된 인장강도와 비교하면 재활용 성형재는 약 2.5~8배 높은 인장강도를 보였다.

재활용 성형재의 인장 탄성계수는 LDPE의 일반적 값보다는 현저히 높았으며, HDPE의 일반적 값과 비슷하였다(Fig. 8). 시험체 A-4의 인장강도는 HDPE의 값보다는 낮지만 탄성계수는 HDPE의 최대 값보다 높았다. 이는 재활용 성형재의 인장 탄성계수는 동일 인장강도를 갖는 플라스틱 제품에 비해 높게 있을 수 있음을 의미

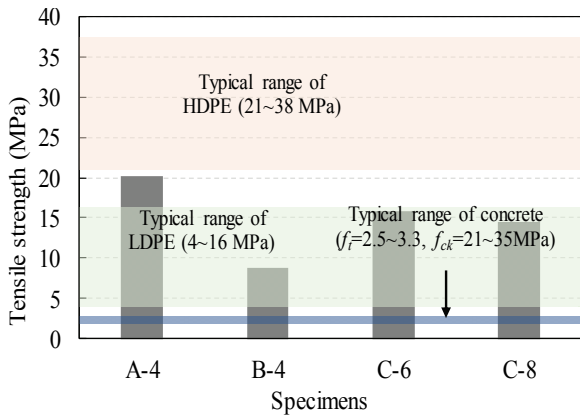


Fig. 7. Comparison of tensile strength between the present tests and LDPE, HDPE, and precast concrete

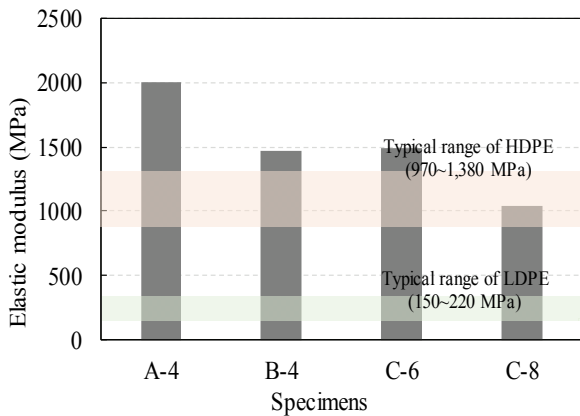


Fig. 8. Comparison of modulus of elasticity in tension between the present tests and LDPE, HDPE, and precast concrete

한다. 콘크리트 및 강재의 탄성계수는 일반적으로 압축과 인장응력 하에서 동일하게 있다. 하지만 플라스틱 제품들은 압축과 인장응력 하에서 탄성계수 값이 다르며, 폐필름 포장재 재활용 성형재도 이와 동일한 특성을 보였다. 재활용 성형재의 인장 탄성계수는 압축 탄성계수보다 약 1~2배 높은 값을 보였다.

3.4.3 휨강도 및 휨 탄성계수

폐필름 포장재 재활용 성형재의 휨강도는 LDPE의 일반적 값(18~27MPa)과 비슷하였으며, HDPE의 일반적 값보다는 낮았다(Fig. 9). 프리캐스트 콘크리트 2차 제품에서 요구되는 일반적인 압축강도로부터 산정된 휨강도와 비교하면 재활용 성형재는 약 7~10배 높은 휨강도를 보였다. 재활용 성형재의 휨 탄성계수는 LDPE의 일반적 값(120~550MPa)보다는 약 5~6배 높았으며, HDPE의 일반적 값(900~1,500MPa)에 해당되었다(Fig. 10).

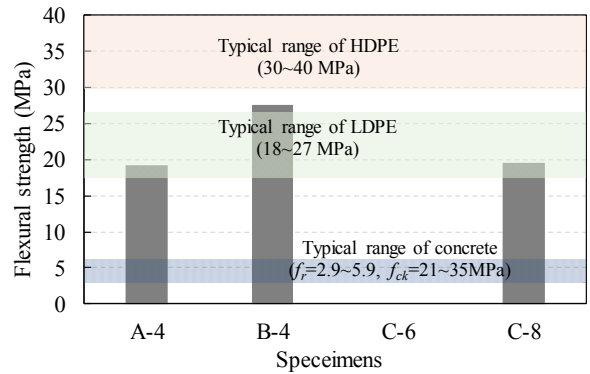


Fig. 9. Comparison of flexural strength between the present tests and LDPE, HDPE, and precast concrete

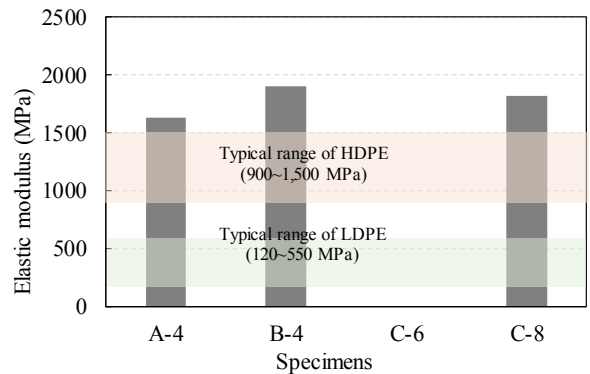


Fig. 10. Comparison of modulus of elasticity in flexure between the present tests and LDPE, HDPE, and precast concrete

4. 향후 연구방향

제조사 및 제조일이 다르다는 것은 재활용 성형재 제조를 위한 폐필름 포장재들의 구성재료들(PE, PP, PS 및 PA 등)의 혼합비율, 이물질 함유량 및 수분 함유량이 다르다는 것을 의미한다. 더불어 제조사가 다르다는 것은 성형 시 가하는 압력의 크기가 다르다는 것을 의미한다. 하지만 현재 폐필름 포장재를 활용한 재활용 성형재의 제조 시 각 제조사들은 위의 정보들을 관리하지 않고 있으며, 이에 따라 압축강도의 확인만으로 제품의 적용 가능성만을 평가하고 있는 실정이다. 향후 폐필름 포장재 재활용 성형재의 건설재료 적용을 위해서는 제조 시 위의 정보들에 대한 관리 및 그에 따른 재료의 역학적 성능들에 대한 평가와 데이터베이스 체계가 반드시 요구된다. 특히 폐필름 포장재 재활용 성형재들의 역학적 성능에 대한 편차의 제어 그리고 탄성계수 향상을 위한 대안 연구들도 지속적으로 필요하다고 사료된다. 폐필름 포장재 재활용 성형재의 역학적 성능은 LDPE 또는 HDPE 신재 수준으로 있지만 향후 건설

분야 적용을 위한 재료적 관점에서의 연구방향은 다음과 같이 요약될 수 있다.

- 1) 구성재료들의 혼합비율에 따른 재료 성능 평가;
- 2) 이물질 및 수분 함유량에 따른 재료성능 평가;
- 3) 다양한 제조 조건(제조공정, 가력 압력 및 폐필름 수거지역과 시기 등)에 대한 재료성능의 데이터베이스 관리;
- 4) 압축강도와 타 성능(압축 탄성계수, 인장강도, 인장탄성계수 및 휨 강도 등)과의 상관관계 모델링

5. 결론

이 연구는 폐필름 포장재 재활용 성형재의 건설 2차 제품으로 적용 타당성을 평가하기 위한 기초자료 평가로서 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 재활용 성형재의 압축강도는 LDPE의 일반적 값(12~18MPa) 보다는 높은 반면, HDPE(25~33MPa) 및 프리캐스트 콘크리트 2차 제품(21~35MPa)에서 요구되는 일반적인 압축강도 보다는 낮은 경향을 보였다.
- 2) 재활용 성형재의 압축 탄성계수는 콘크리트의 일반적 값에 비해 약 1/40~1/100의 수준으로 현저히 낮은 반면 HDPE의 일반적 값(450~720MPa)과 비슷하였다.
- 3) 재활용 성형재의 인장 탄성계수는 압축 탄성계수보다 약 1~2배 높은 값을 보였으며, 동일 인장강도를 갖는 LDPE 및 HDPE 제품에 비해 높게 평가되었다.
- 4) 재활용 성형재의 휨강도는 LDPE의 일반적 값(18~27MPa)과 비슷하였으며, 휨 탄성계수는 LDPE의 일반적 값(150~220MPa) 보다는 약 5~6배 높았다.

- 5) 재활용 성형재의 역학적 성능은 LDPE 또는 HDPE 신재 수준으로 있지만 성능의 편차를 줄이고 품질의 안정화를 위해서는 1) 구성재료들의 혼합비율에 따른 재료 성능 평가; 2) 이물질 및 수분 함유량에 따른 재료성능 평가; 3) 다양한 제조 조건(제조공정, 가력 압력 및 폐필름 수거지역과 시기 등)에 대한 재료성능의 데이터베이스 관리 등의 현장 관리 체계 마련이 요구되었다.

감사의 글

본 연구는 한국순환자원유통지원센터의 지원에 의해 수행되었습니다.

References

ASTM D638, D695, D790. (2012). Annual Book of ASTM Standards: V. 4.02, ASTM International, West Conshohocken, Pennsylvania, USA

EPR. (2018). Extended Producer Responsibility, <http://www.iepr.or.kr/epr/irdt/eprPrdcOrRspnRyclSstm5.do>

KCI. (2012). KCI Concrete Design Code, Korea Concrete Institute, Korea.

LG Chem. (2018). <http://www.lgchem.com/kr/ncc-po/hdpe-high-density-polyethylene/product-detail-PDBBB000>

Seo, D.S., Kang, C.Y., Park, Y.K., Choi, J.Y. (2016). A Study on Efficient Recycling of Agricultural and Livestock Wastes as Resources, Research Report by KREI, Korea.

Yang, K.H., Kwon, S.J. (2018). Film Packaging Wastes Recycling Molding Product Demonstration Business, Research Report by Korean Recycled Construction Resources Institute, Korea.

폐필름 포장재 재활용 성형재료의 역학적 특성 평가

이 연구의 목적은 폐필름 포장재 재활용 성형재의 압축, 인장 및 휨 강도와 변형 특성을 생산 공장에 따라 측정하여 건설 2차제품의 적용 타당성을 평가하는 것이다. 재활용 성형재의 역학적 성능은 저밀도 폴리에틸렌 및 고밀도 폴리에틸렌의 일반적 값 수준으로 있지만 성능의 편차를 줄이고 품질의 안정화를 위해서는 1) 구성재료들의 혼합비율에 따른 재료 성능 평가; 2) 이물질 및 수분 함유량에 따른 재료성능 평가; 3) 다양한 제조 조건(제조공정, 가력 압력 및 폐필름 수거지역과 시기)에 대한 재료성능의 데이터베이스 관리 등의 현장 관리 체계마련이 요구되었다.