

재생 PET 섬유가 혼입된 섬유 보강 콘크리트의 강도 및 균열저항 특성

Strength and Crack Resistance Properties of Fiber Reinforced Concrete Mixed with Recycled PET Fiber

김 성 배¹⁾ 김 현 영²⁾ 이 나 현³⁾ 김 장 호^{4)*}
Kim, Sung Bae Kim, Hyun Young Yi, Na Hyun Kim, Jang-Ho Jay

Abstract

The main objective of this study was to evaluate the effect of recycled PET (RPET) fiber made from waste PET bottles to examine application on concrete member. To evaluate the reinforcement effect of RPET fiber in concrete member, experimental tests were performed, such as mechanical property tests (compressive strength, modulus of elasticity and splitting tensile strength) and drying shrinkage test. In mechanical property tests, compressive strength and modulus of elasticity in concrete mixed with RPET fiber gradually decreased, but splitting tensile strength gradually increased as volume fraction of fiber increased. In drying shrinkage test, free drying shrinkage increased. In restrained case, in contrast, crack occurrence was delayed because of tensile resistance increase by RPET fiber. The comparison of RPET and PP fiber added concrete specimen's properties showed that two materials had similar properties. In conclusion, RPET fiber is an alternative material of PP fiber, even finer for its excellence in eco-friendliness due to the recycling of waste PET bottles and its possible contribution to the pollution declination.

Keywords : Eco-friendly, recycled PET fiber, PP fiber, drying shrinkage, crack resistance

1. 서 론

국내 혼합폐기물 발생량은 2002년의 경우 약 87만 톤이 발생하였으며, 그 중 30%가량만이 재활용되고 나머지는 약 50~60만 톤은 매립이나 소각 처리되어 유해가스 발생 및 매립층 내 폐기물 잔류 등의 2차 환경오염의 원인이 되고 있다(한국자원리사이클링학회, 2008). 특히 국내 PET(Polyethylene Terephthalate) 병 사용량은 매년 지속적으로 증가하고 있으며, 2007년에는 13만 톤이 넘는 생산량을 보여, 버려지는 폐 PET 병의 양도 증가하고 있는 추세이다(한국 PET 용기협회, 2008). 최근 일각에서 이러한 산업 폐기물을 콘크리트에 적용하여 재활용 기술의 한계성을 극복하고 대량소비 및 고부가가치성 산업으로의 전환을 시도하려는 노력을 보이고 있다.

일반적으로 콘크리트는 높은 압축강도, 마모저항성, 내구성 등의 특성을 갖고 있어 건설 산업에서 가장 많이 사용되고 있는 재료이다. 그러나, 낮은 인장강도와 에너지 흡수력 그리고 취성적인 성질로 인하여 균열과 같은 손상을

을 발생시킨다. 최근 이러한 콘크리트의 취성적인 성질을 개선하기 위하여 연성이 큰 보강섬유를 콘크리트에 혼입하여 콘크리트의 연성을 증가시키려는 연구가 진행되고 있다(Altun et al., 2007; Banthia. and Sheng, 1993; Bayasi and Zeng, 1997; Rebeiz, 1995). 보강섬유는 결합재 사이의 인장강도를 증가시켜 콘크리트 부재의 미세균열의 진전을 제어하는 효과가 큰 것으로 알려져 있으며, 강섬유, 폴리프로필렌 섬유, 폴리에틸렌 섬유, 천연 섬유 등이 보강섬유로 사용되고 있다(Cengiz and Turanli, 2004; Mu et al., 2000; Zollo, 1997). 최근 이러한 보강섬유 분야에서도 환경문제를 의식하여 재활용 섬유에 대한 관심이 증가하고 있어 많은 연구가 진행 중에 있다(원종필 등, 2007a; 원종필, 2007b; 원종필 등, 2007c; 원종필 등, 2006). 그 중에서도 PET은 내식성, 가공의 용이성 및 경제성 등의 장점을 갖고 있어 콘크리트의 보강재로 사용하려는 연구가 활발히 진행되고 있다(Silva et al., 2005). 현재 폐 PET 병을 콘크리트에 적용하기 위한 연구는 폴리머 수지 또는 경량골재로 제조하여 경량

1) 정회원, 연세대학교 토목공학과 박사과정
2) 정회원, 연세대학교 토목공학과 석사과정
3) 정회원, 연세대학교 토목공학과 박사과정
4) 정회원, 연세대학교 사회환경시스템공학부 부교수

* Corresponding author : jjhkim@yonsei.ac.kr 02-2123-5802

• 본 논문에 대한 토의를 2010년 2월 28일까지 학회로 보내주시면 2010년 5월호에 토론결과를 게재하겠습니다.

콘크리트에 적용하는 것이 대부분이다(Choi et al., 2005; Jo et al., 2008; Jo et al., 2007; Rebeiz, 1995; Rebeiz et al., 1993a). 그러나 폴리머 콘크리트 및 경량콘크리트의 적용분야는 매우 작은 분야로 한정되어 있어 다량으로 재활용하기에는 한계가 있다. 따라서 폐 PET 병을 콘크리트 분야에 적용하기 위해서는 활용분야가 넓으면서도 경제적으로 재활용할 수 있는 분야가 요구되고 있다. 현재 이와 같은 분야로는 콘크리트의 취성을 개선하고 균열제어 성능을 향상시킬 수 있는 재료인 콘크리트의 보강섬유로의 재활용이 가장 적합하다고 할 수 있다. 버려지는 PET 병을 재활용하여 만든 PET보강섬유를 콘크리트 부재의 균열제어용 섬유로 사용하는 방법은 콘크리트의 균열 발생을 억제하여 구조물의 성능 향상이 가능도록 하는 동시에 폐 PET병의 재활용 측면에서도 효과적인 방법이라 할 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 기존 콘크리트 보강섬유의 문제점을 개선하고자 친환경 재생 PET섬유를 혼입한 섬유보강콘크리트의 기초물성 실험과 균열에 대한 저항성을 평가하여 기존 합성섬유의 대체 재료로서의 적합성을 평가하고자 한다.

2. 재료특성 및 배합

2.1 시멘트와 골재

콘크리트의 배합에 사용된 시멘트는 1종 보통 포틀랜드시멘트로 밀도는 3.15g/cm^3 이고 분말도는 $3,488\text{cm}^2/\text{g}$ 이다. 또한, 시멘트계 혼화재료로 사용된 플라이 애쉬의 밀도는 2.10g/cm^3 이고 분말도는 $4,350\text{cm}^2/\text{g}$ 이다. 굵은 골재는 최대 입경 25mm인 쇄석을 사용하였으며, 잔골재는 청주인교의 강모래를 사용하였다. 본 연구에서는 단위수량을 줄이기 위해 AE 감수제를 사용하였다.

2.2 재생 PET 섬유

본 연구에서는 재생 PET(RPET) 쉬트로부터 표면 형상을 주어 생산된 재생 PET 섬유의 특성을 확인하기 위해 기존 구조용 섬유로 사용되는 PP 섬유와 기초물성 및 균열저항성에 대하여 비교하였다. 실험에 사용된 합성섬유의 기본물성은 Table 1에 나타내었으며, Fig. 1에는 합성섬유의 형상을 나타내었다.

2.3 배합설계

콘크리트의 배합은 W/C=0.41과 공기량 $4.5 \pm 1.5\%$, S/a=43.8%를 갖는 것으로서, 합성섬유의 혼입량을 콘크리트 체적의 0%, 0.5%, 0.75%, 1.0%로 변화시키며 수행하였다. 실험에 사용된 배합표는 Table 2와 같다.

Table 1 합성섬유의 재료특성

섬유 종류	섬유 형상	치수 (mm)	길이 (mm)	밀도 (g/cm^3)	탄성계수 (MPa)	인장강도 (MPa)	극한 신장률 (%)
RPET	Embossed	0.2×1.3	50	1.38	10,175.4	420.7	11.2
PP	Crimped	0.38×0.9	50	0.91	6,000.0	550.0	15.0

Table 2 콘크리트 배합표

시험체	W/C	S/a (%)	단위중량 (kg/m^3)						섬유 혼입률 (%)	
			C	FA	W	S	G	AE	RPET	PP
OPC	0.41	43.8	355	40	161	775	994	2.37	-	-
RPET 0.5	0.41	43.8	355	40	161	775	994	2.37	0.5	-
RPET 0.75	0.41	43.8	355	40	161	775	994	2.37	0.75	-
RPET 1.0	0.41	43.8	355	40	161	775	994	2.37	1.0	-
PP 0.5	0.41	43.8	355	40	161	775	994	2.37	-	0.5
PP 0.75	0.41	43.8	355	40	161	775	994	2.37	-	0.75
PP 1.0	0.41	43.8	355	40	161	775	994	2.37	-	1.0

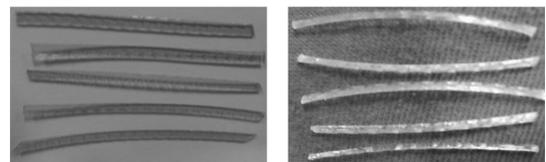


Fig. 1 재생 PET 섬유와 PP 섬유의 형상

3. 실험방법

3.1 기초물성 실험

RPET 섬유의 혼입률에 따른 콘크리트의 물성변화를 확인하기 위하여 압축강도, 쪼갬인장강도, 탄성계수를 측정하였다. 콘크리트의 기초물성 실험에 사용된 시편은 $\phi 100 \times 200$ 의 원주형 공시체가 사용되었으며, 모든 실험은 재령 28일에 수행되었다.

압축강도와 쪼갬인장강도, 정적탄성계수는 KS F 2405와 KS F 2423, KS F 2438에 의해 각각 수행되었으며, 탄성계수는 식(1)에 의해 계산되었다.

$$E_c = \frac{S_2 - S_1}{\epsilon_1 - 0.00005} \quad (1)$$

여기서, E_c 는 콘크리트의 정적탄성계수(GPa), S_1 은 세로 변형 0.00005에 대한 응력(MPa), S_2 는 최대응력의 40%에 해당하는 응력, 그리고 ϵ_1 은 응력 S_2 에 의해 생긴 세로 변형이다.

3.2 건조수축균열실험

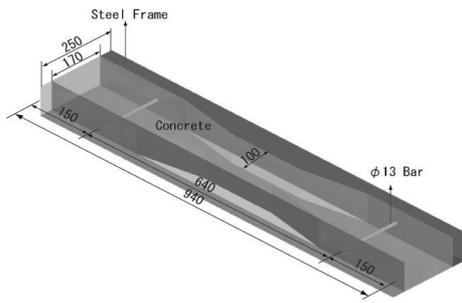


Fig. 2 구속건조수축 몰드(Unit: mm)

재생 PET섬유가 콘크리트의 건조수축균열에 미치는 영향을 분석하기 위하여 KS F 2595 「콘크리트의 건조수축균열 시험방법」에 따라 자유건조수축 실험과 구속건조수축균열 실험을 수행하였다. 자유건조수축 실험체의 치수는 KS F 2424 「모르타르 및 콘크리트의 길이변화시험방법」에서 명시한 바와 같이 100×100×400mm로 제작하였으며, 구속건조수축균열 실험체의 단면 치수는 Fig. 2와 같다. 공시체는 각 배합별로 자유 및 구속건조수축 시험체를 제작하였으며 콘크리트 타설 후 습윤 양생을 실시하였다. 본 연구에서는 자기수축에 의한 영향을 배제한 건조수축에 의한 균열저항성만을 평가하기 위하여 공시체의 거푸집 탈형은 재령 7일에 실시하였으며, 탈형 후 구속건조수축변형률 측정을 위하여 공시체의 상하면 중앙부에 변형률 게이지를 부착하여 콘크리트의 변형률을 측정하였으며, 구속관 변형률 측정을 위하여 구속관의 중앙부에 변형률 게이지를 부착하였다. 균열발생 확인은 매일 1회 육안으로 실시하였으며 균열발생 위치와 균열 발생일수를 기록하였다. 공시체는 거푸집 탈형 후 온도 23℃, 습도 60%의 항온·항습실에 세워서 건조하였다.

4. 실험결과 및 분석

4.1 기초물성 실험

4.1.1 응력-변형률 관계

섬유를 혼입한 콘크리트의 응력-변형률 곡선을 Fig. 3

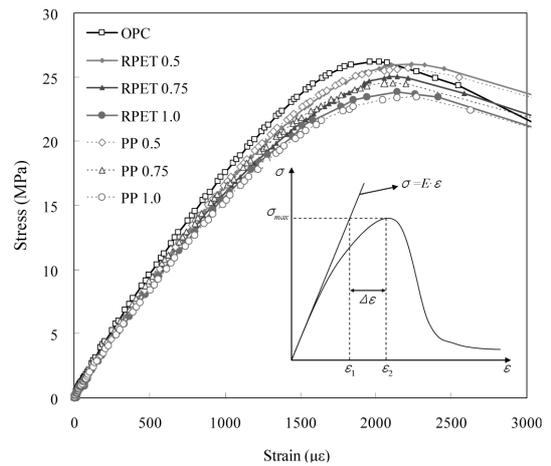


Fig. 3 섬유 혼입률에 따른 응력-변형률 곡선

에 나타내었으며, 기초물성 실험 결과를 Table 3에 나타내었다. 실험결과로부터, 합성 섬유의 혼입률이 증가할수록 변형률 곡선의 기울기가 감소하였다. 또한, 최대하중까지의 소성변형($\Delta\epsilon$)을 비교한 결과 섬유의 혼입으로 33~45%의 소성변형 증가를 보이는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 재생 PET 섬유가 콘크리트에 혼입되면 콘크리트의 마이크로 크랙의 생성과 연성거동을 유도하는데 효과적이라는 것을 확인할 수 있다.

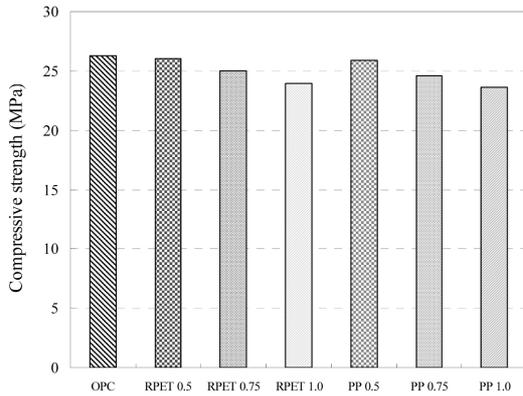
4.1.2 압축강도와 탄성계수 및 쪼갬인장강도

섬유 혼입률에 따른 압축강도와 탄성계수 실험결과를 Figs. 4(a)와 (b)에 각각 나타내었다. 실험결과로부터 합성섬유를 혼입한 RPET 시편과 PP 시편은 섬유가 혼입되지 않은 OPC 시편에 비해 각각 1~9%, 1~10% 정도의 압축강도 감소율을 보여 상대적으로 낮은 압축강도를 나타내었다. 이러한 강도의 저하는 재생 PET섬유가 콘크리트 내부에서 압축력에 저항하지 못하고 콘크리트 내부 공극으로 존재하여 콘크리트의 유효 단면적을 감소시켜 압축강도가 저하된 것으로 판단된다. 그러나, RPET 섬유와 PP 섬유를 비교했을 때 RPET 섬유의 압축강도 감소 경향은 크지 않음을 알 수 있으며, 구조물에 적용하기 위한 강도는 배합비를 통하여 충분히 확보가 가능할 것으로 판단된다.

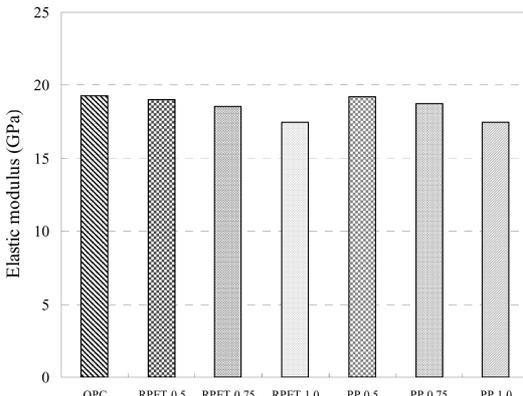
Table 3 콘크리트의 기초물성 실험결과

시편	압축강도 (MPa)	압축 강도 감소율 (%)	쪼갬인장강도 (MPa)	쪼갬인장강도 증가율 (%)	탄성계수 (GPa)	탄성계수 감소율 (%)	소성변형 ($\mu\epsilon$)	소성변형 증가율 (%)
OPC	26.28	-	2.61	-	19.28	-	0.60	-
RPET 0.5	26.01	1.03	2.65	1.53	19.01	1.4	0.87	45.0
RPET 0.75	25.02	4.79	2.70	3.45	18.53	3.89	0.79	32.6
RPET 1.0	23.90	9.06	2.83	8.43	17.47	9.39	0.77	28.3
PP 0.5	25.90	1.44	2.63	0.77	19.19	0.47	0.87	45.0
PP 0.75	24.60	6.39	2.75	5.36	18.76	2.70	0.80	33.3
PP 1.0	23.60	10.19	2.77	6.13	17.48	9.34	0.80	33.3

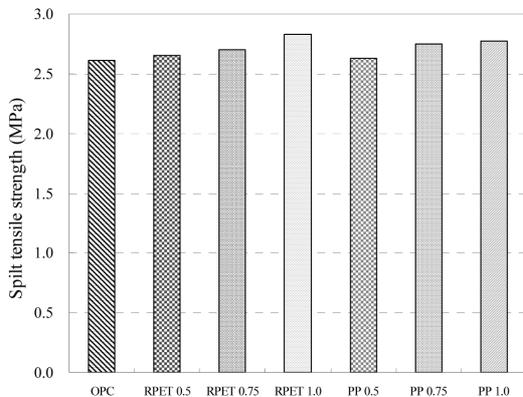
탄성계수 실험결과, RRET과 PP 섬유를 혼입한 시편이 기준 시편체인 OPC 시편에 비해 약 1~9% 정도의 감소율을 보였다. 이는 합성섬유를 사용한 RRET과 PP 시편의 변형률이 크기 때문이다. 섬유를 혼입한 콘크리트는 압축강도와 탄성계수의 감소율이 매우 유사한 것을 확인할 수 있는데 이는 RPET 섬유의 탄성계수와 압축강도 사이의 상관관계를 나타내는 것이다.



(a) 압축강도



(b) 탄성계수



(c) 쪼갬인장강도

Fig. 4 압축강도와 탄성계수 및 쪼갬인장강도 결과

Fig. 4(c)에 나타난 것과 같이 RPET 섬유를 혼입한 시편의 쪼갬인장강도는 압축강도와 탄성계수에서와 다르게 약 1~8%의 강도가 증가율을 보이고 있다. 이러한 경향은 PP 섬유를 혼입한 콘크리트에서도 유사하게 나타났으며, 섬유의 혼입량이 증가할수록 쪼갬인장강도의 증가율도 커져, 콘크리트의 단점인 취성적인 성질이 개선되는 것을 알 수 있다. 그러나, 합성 섬유의 혼입률에 따른 콘크리트의 특성 변화가 다양하므로 RPET 섬유를 콘크리트 보강재로 사용하기 위해서는 혼입률 등의 여러 가지 영향 인자를 고려하여 사용하여야 할 것이다.

4.2 구속수축균열실험

4.2.1 자유건조수축

콘크리트는 공학적으로 적용하는 경우 수축이 구속되는 것이 대부분이다. 이와 같은 구속효과가 콘크리트에 인장응력을 발생시켜, 이 응력도가 콘크리트의 인장강도를 초과하면 균열이 발생한다. 보통조건하에서는 콘크리트의 건조를 피할 수 없으며 건조가 일어나면 수축이 생기므로 대부분의 콘크리트 응용분야에서는 실제로 이와 같은 균열의 발생을 고려하지 않으면 안된다.

Fig. 5는 자유수축에 대한 콘크리트의 변형률과 예측모델의 결과이다. 자유수축 변형의 실험결과를 살펴보면, OPC 시편의 변형이 가장 작은 것으로 나타났다. 섬유를 혼입한 시편은 OPC 시편에 비해 8~25% 범위로 증가하였다. 즉, 합성 섬유가 혼입되면 콘크리트 부재의 자유수축변형이 커진다. 이는 합성섬유의 혼입으로 압축강도와 탄성계수가 감소함에 따라 수축이 증가한 것이다(Reichard, 1964). Rebeiz et. al(1993a)에 따르면 많은 양의 합성 섬유가 콘크리트에 혼입되면 공극이 많아져 건조수축변형률이 커진다고 하였다.

4.2.2 해석값과의 비교

건조수축을 예측하기 위하여 ACI 209, KCI-03 및

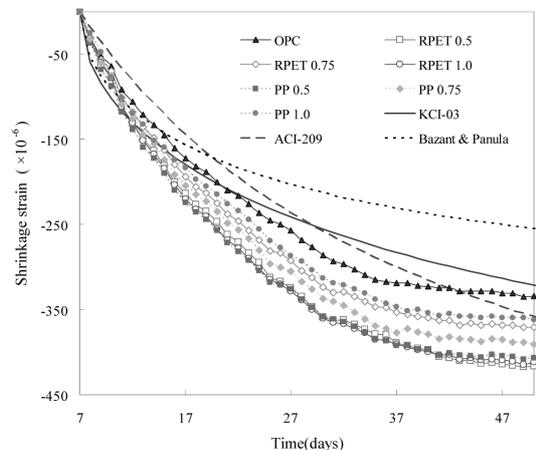
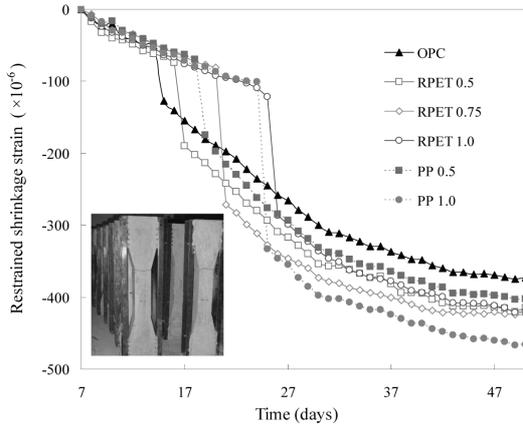


Fig. 5 자유건조수축 결과와 예측 모델 비교

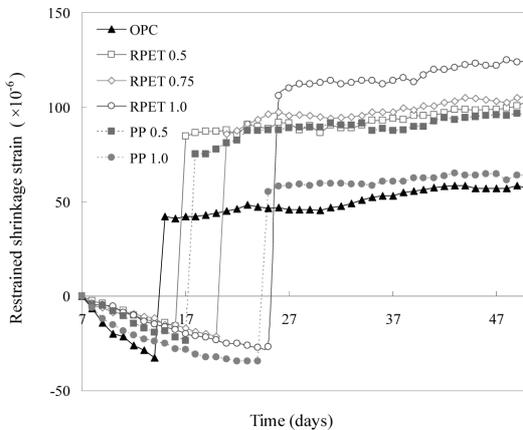
Bazant & Panula 등의 예측모델과 비교하여 보았다. 모든 예측값들은 실험값에 비해 과소평가 되는 경향을 보이고 있다. OPC를 대상으로 예측을 하였을 경우, KCI model이 가장 유사한 거동을 보이고 있으며, Baznat & Panula model은 실험값과 가장 큰 차이를 보이고 있다. 그러나 합성섬유에 대한 영향인자를 고려하지 않아서 재생 PET 섬유나 PP 섬유를 혼입한 콘크리트는 크게 과소평가되는 경향을 보이고 있다. 추후 연구에서는 합성섬유를 고려한 예측모델이 필요할 것으로 판단된다.

4.2.3 구속건조수축균열

구속건조수축균열 실험의 결과는 Fig. 6에 나타내었으며, 시험체별 균열발생일수는 Table 4와 같다. 관통균열 발생일수는 OPC 시험체가 14일로 가장 빨리 발생하였고, RPET 1.0 시험체가 25일로 가장 늦게 발생하였다. 또한, 섬유의 혼입률이 증가함에 따라 균열은 2~11일의 균열 발생을 지연시켰다. 이러한 결과는 혼입된 재생 PET 섬유가 콘크리트의 인장저항력을 증가시켜 건조수축에 의한 균열 발생을 지연시킨 것으로 판단된다. 따라서, 재생 PET섬유는 건조수축에 의해 발생하는 균열을



(a) 구속된 콘크리트의 변형률



(b) 강재 구속판의 변형률

Fig. 6 구속 건조수축 변형률

Table 4 균열발생일과 위치

시험체	균열발생일 (일)	균열 위치
OPC	14	
RPET 0.5	16	
RPET 0.75	20	
RPET 1.0	25	
PP 0.5	19	
PP 1.0	24	

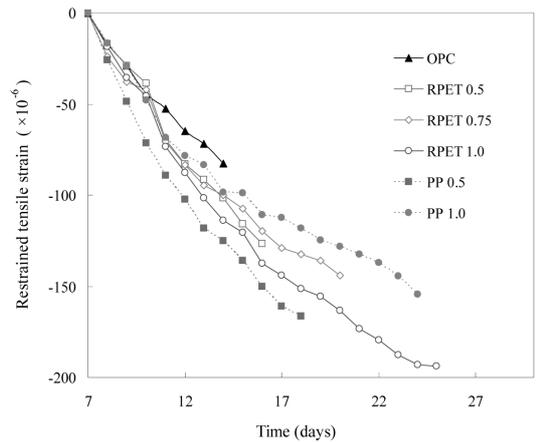


Fig. 7 구속 인장변형률

제어하는데 효과가 있는 것으로 분석되었다. 또한, 균열은 모두 인장저항력이 가장 약한 부분에서 발생하였다.

4.2.4 구속인장 변형률

Fig. 7에 실험요인에 따라 정리한 구속 인장 변형의 이력을 나타내었다. 구속 인장 변형은 구속판의 구속에 의해 콘크리트에 작용하고 있는 인장력에 의하여 생긴 변형으로 구속인장 변형은 자유수축변형과 구속수축변형의 차로 나타내어진다. 일반적으로 구속인장 변형이 클수록 관통균열은 일찍 발생한다(Ohno and Uomoto, 2000). 그러나, 본 연구에서는 합성섬유의 혼입으로 Fig. 7과 같이 구속인장변형이 가장 작은 OPC 시험에서 가장 먼저 균열이 발생하였다. 본 연구에 사용된 합성섬유의 경우에는 섬유의 혼입으로 탄성계수와 압축강도가 낮아지고 내부에 공극이 많아져서 건조수축변형이 크게 발생하였다.

반면, 콘크리트가 구속되었을 경우에는 반대로 합성섬유가 콘크리트의 인장저항력을 증가시켜 균열 발생을 지연시킨다. 따라서, 합성섬유의 경우 일반적인 콘크리트의 균열저항성을 평가하는 구속인장변형으로 균열저항성을 평가하는 것은 어렵다고 판단된다.

5. 결론

1) 재생 PET 섬유를 혼입한 콘크리트의 기초물성 실험에서 압축강도와 탄성계수는 OPC 콘크리트에 비해 약 1~9% 정도의 감소율을 보였으며 섬유의 혼입량 증가에 따라 점차적으로 감소하였다. 이러한 강도의 저하는 재생 PET 섬유가 콘크리트 내부에서 압축력에 저항하지 못하고 콘크리트 내부 공극으로 존재하여 콘크리트의 유효 단면적을 감소시켜 압축강도가 저하된 것으로 판단된다. 그러나, RPET 섬유를 혼입한 콘크리트의 압축강도와 탄성계수는 기존 보강용 섬유인 PP 섬유를 혼입한 콘크리트와 거의 유사하게 나타나, 기존 보강섬유의 대체 재료로 사용이 가능하다. 또한, 쪼갬인장강도는 재생 섬유의 혼입률이 증가할수록 약 1~8% 정도의 강도가 증가하는 경향을 보여 콘크리트의 취성적인 성질을 개선할 수 있는 보강섬유로 충분히 활용가능 할 것이다.

2) 콘크리트의 균열저항성을 평가하기 위해 자유수축 실험과 구속된 건조수축균열 실험을 수행하였다. 실험결과, 재생 PET 섬유가 혼입되면 자유수축변형은 약 8~25% 증가하였으나, 구속된 경우에는 콘크리트의 인장저항력을 증가시켜 균열 발생을 지연시켰다. 따라서, 콘크리트의 구속인장력에 의해 발생하는 균열을 저감시킬 목적으로 사용할 경우 큰 효과를 발휘할 것으로 예상된다.

3) 콘크리트의 균열저항성은 일반적으로 구속인장변형률에 의해 평가하였다. 하지만 섬유를 혼입한 콘크리트는 자유수축시 변형은 증가하나 구속시에는 인장저항력을 증가시키기 때문에 균열저항성을 기존의 구속인장변형으로 평가하기에는 다소 맞지 않는 것 같다.

이상과 같은 결론으로부터 재생 PET 섬유는 콘크리트 부재의 성능을 개선하여 균열제어 성능이 우수하며, 부재의 급작스런 취성과파괴를 방지하고 연성과파괴를 유도하는데 효과적인 것으로 나타났다. 그러나, 섬유의 혼입률에 따른 특성 변화가 다양하므로 이를 고려하여 사용하여야 하며, 이러한 인자를 고려하여 사용하면 구조물의 성능개선 및 친환경 측면에서 매우 유용한 재료이다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단(R01-2008-000-1117601)과 국토해양부 건설핵심기술연구개발사업(콘크리트코리아 연구단)의 재정적 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

1. 원종필, 박찬기, 김윤정, 박경훈, “화학적 친수성 처리율에 따른 재생 PET 섬유와 시멘트 복합재료와의 계면 인발 특성”, 한국콘크리트학회 논문집, Vol. 19, No. 3, 2007a, pp. 333-339.
2. 원종필, 박찬기, 김황희, 이상우, “재생 PET 섬유의 형상 및 길이가 시멘트 복합 재료의 소성 수축 균열에 미치는 영향”, 한국콘크리트학회 논문집, Vol. 19, No. 2, 2007b, pp. 233-239.
3. 원종필, 박찬기, 김황희, 이상우, “재생 PET 섬유의 친수성표면처리에 따른 시멘트 복합재료의 소성수축균열제어 효과”, 대한도목학회논문집, 제27권 3A호, 2007c, pp. 413-419.
4. 원종필, 박찬기, 이수진, 김정훈, 김황희, 이재영, “폐 PET 병을 이용한 콘크리트 보강 섬유의 부착특성”, 한국콘크리트학회 논문집, Vol. 18, No. 1, 2006, pp. 373-376.
5. 한국자원리사이클링학회, 리사이클링백서, 청문각, 2008.
6. 한국 PET 용기협회, 2008, (<http://www.kpcaa.or.kr>)
7. Altun, F., Haktanir, T. and Ari, K., “Effects of steel fiber addition on mechanical properties of concrete and RC beams”, Construction and Building Materials, Vol. 21, No. 3, 2007, pp. 654-661.
8. Banthia, N. and Sheng, J., “Fracture toughness of micro-fiber reinforced cement composites”, Cement and Concrete Composites, Vol. 18, No. 4, 1996, pp. 251-269.
9. Bayasi, M.Z. and Zeng, J., “Composite slab construction utilizing carbon fiber reinforced mortar”, ACI Structural Journal, Vol. 94, No. 4, 1997, pp. 442-446.
10. Cengiz, O. and Turanlı, L., “Comparative evaluation of steel mesh, steel fibre and high-performance polypropylene fibre reinforced shotcrete in panel test”, Cement and Concrete Research, Vol. 34, No. 8, 2004, pp. 1357-1364.
11. Choi, Y.W., Moon, D.J., Chung, J.S. and Cho, S.K., “Effects of waste PET bottles aggregate on the properties of concrete”, Cement and Concrete Research, Vol. 35, No. 4, 2004, pp. 776-781.
12. Jo, B.W., Park, S.K. and Park, J.C., “Mechanical properties of polymer concrete made with recycled PET and recycled concrete aggregates”, Construction and Building Materials, Vol. 22, No. 12, 2008, pp. 2281-2291.
13. Jo, B.W., Tae, G.H. and Kim, C.H., “Uniaxial creep behavior and prediction of recycled-PET polymer concrete”, Construction and Building Materials, Vol. 21, No. 7, 2007, pp. 1552-1559.
14. Mu, B., Li, Z. and Peng, J., “Short fiber-reinforced cementitious extruded plates with high percentage of slag and different fibers”, Cement and Concrete Research, Vol. 30, No. 8, 2000, pp. 1277-1282.
15. Ohno T. and Uomoto T., “Prediction of occurrence of cracks due to autogeneous shrinkage and drying shrinkage”, Japan society of civil engineers, Vol. 49, 2000, pp. 29-44.
16. Ravindrarajah, R.S. and Tam, C.T., “Flexural strength of steel fibre reinforced concrete beams”, International Journal of Cement Composites and Lightweight Concrete, Vol. 6, No. 4, 1984, pp. 273-278.
17. Rebeiz, K.S., “Time-temperature properties of polymer concrete using recycled PET”, Cement and Concrete Composites, Vol. 17, No. 2, 1995, pp. 119-124.

-
18. Rebeiz, K.S. and Fowler, D.W., "Flexural strength of reinforced polymer concrete made with recycled plastic waste", *ACI Structural Journal*, Vol. 93, No. 5, 1996, pp. 524-530.
19. Rebeiz, K.S., Serhal, S. and Fowler, D.W., "Shear behavior of steel reinforced polymer concrete using recycled plastic", *ACI Structural Journal*. Vol. 90, No. 6, 1993b, pp. 675-682.
20. Reichard T.W., "Creep and Drying Shrinkage of Lightweight and Normal Weight Concrete", Monograph No. 74, National Bureau of Standards, Washington, 1964.
21. Silva, D.A., Betioli, A.M., Gleize, P.J.P., "Degradation of recycled PET fibers in Portland cement-based materials", *Cement and Concrete Research*, Vol. 35, No. 9, 2005, pp. 1741-1746.
22. Zollo, R.F., "Fiber-reinforced concrete: an overview after 30 years of development", *Cement and Concrete Composites*, Vol. 19, No. 2, 1997, pp. 107-122.
- (접수일자 : 2009년 7월 23일)
 (1차수정일자 : 2009년 11월 25일)
 (심사완료일자 : 2009년 12월 4일)

요 지

본 연구의 목적은 폐 PET병을 재활용하여 만든 섬유(RPET)를 콘크리트 부재에 적용시키기 위한 성능 평가에 있다. RPET 섬유 보강 효과를 평가하기 위해서 압축강도, 탄성계수, 쪼갬인장강도와 같은 기초물성실험과 건조수축균열실험을 수행하였다. 기초물성실험에서 RPET의 혼입률이 증가할수록 RPET 보강 콘크리트의 압축강도와 탄성계수는 감소하였고, 쪼갬인장강도는 증가하였다. 건조수축 실험에서 자유건조수축은 증가하였다. 반면에 구속건조수축의 경우 RPET 섬유에 의한 인장 저항성의 증가로 인해 균열 발생을 지연시켰다. RPET 섬유와 PP 섬유를 혼입한 콘크리트 시편의 특성을 비교해보면 두 섬유가 유사하다는 것을 알 수 있다. 따라서 RPET 섬유는 PP 섬유의 대체 재료로서 충분할 뿐만 아니라 폐 PET병을 재활용하고 환경오염을 저감시킨다는 측면에서 친환경적으로 더 뛰어난 것을 알 수 있다.

핵심 용어 : 친환경, 재생 PET 섬유, PP 섬유, 건조수축, 균열 저항성
