

화학적 환경하에서 재생 PET섬유보강 콘크리트의 성능

Effect of Recycled PET Fiber Reinforced Concrete on Chemical Environment

장 창 일* 이 상 우* 최 민 정** 김 준 모** 원 종 필*** 김 완 영****
Jang, Chang Il Lee, Sang Woo Choi, Min Jung Kim, Joon Mo Won, Jong Pil Kim, Wan Young

Abstract

This study evaluated a mechanical performance of recycled polyethylene terephthalate(PET) fiber reinforced concrete on chemical environment. This study applied to three types of environmental condition including alkaline, salt, CaCl₂ in water solution and measured a reduction of mechanical performance of recycled PET fiber reinforced concrete for 30, 60, 90 days under chemical solutions. The mechanical performance of recycled PET fiber reinforced concrete evaluated to carried out a compressive strength test. As the result of test, it was found that the mechanical performance decreased as the exposure time to alkaline environment and indicated a excellence performance under salt, CaCl₂ environment conditions.

요 약

본 연구에서는 재생 PET섬유 보강 콘크리트의 화학적 환경하에서의 성능평가를 실시하였다. 화학적 환경으로는 알칼리, 염해 및 용빙제 환경을 고려하였으며 각각의 화학적 환경에서 30, 60, 90일간 침지한 후 재생 PET섬유 보강 콘크리트의 압축강도를 측정하였다. 시험결과 PET섬유 보강 콘크리트는 알칼리 환경에서 성능저하가 발생했으며 염해 및 용빙제 환경에서는 우수한 성능을 나타내었다.

*정회원 · 건국대학교 대학원 박사과정

**정회원 · 건국대학교 대학원 석사과정

***정회원 · 건국대학교 사회환경시스템공학과 교수 · E-mail:jpwon@konkuk.ac.kr

****정회원 · 한국수자원공사 수자원연구원 책임연구원

1. 서 론

일반적으로 음료수 용기등에 사용되는 플라스틱으로 알려진 Polyethylene Terephthalate(PET) 재료는 산업화에 따라 사용량이 증가하는 추세이다. 그러나 생산된 대부분의 PET 제품은 사용 후 폐기물로 처리되어 심각한 환경오염을 발생시키고 있는 실정이며 폐기처리로 인한 자원 낭비가 발생하는 문제점을 가지고 있다.⁽³⁾ 이러한 문제점을 극복하기 위하여 재활용된 PET 제품을 건설재료로 사용하기 위한 연구들이 다양하게 진행되고 있다.⁽¹⁾⁽²⁾ 그 중 폐 PET를 재활용하여 섬유화시켜 시멘트 복합재료에 사용하기 위한 연구결과가 발표되었다. 이들 연구에서는 재활용된 PET섬유가 시멘트 복합체내에서 균열저항성이 우수한 것으로 평가하였다.⁽¹⁾⁽²⁾ 그러나 상기 연구들에서는 열화환경하에서의 내구성에 대해서는 실질적인 연구가 진행되지 못했다. 이에 본 연구에서는 재생 PET섬유 보강 콘크리트의 화학적 환경하에서의 성능평가를 실시하였다. 화학적 환경은 알칼리, 염해 및 용빙제 환경을 고려하였으며 재생 PET섬유 보강 콘크리트의 역학적 성능저하를 측정하였다.

2. 실험계획 및 방법

2.1. 실험 계획

본 연구에서는 화학적 환경하에서의 재생 PET섬유 보강 콘크리트의 성능평가를 실시하였으며 화학적 환경은 알칼리, 염해 및 용빙제 환경을 고려하였다. 본 연구에서 사용한 재생 PET섬유는 embossed 형상으로 재료의 물성은 Table 1과 같으며 사용한 배합비는 Table 2와 같다. 또한 본 논문에서 고려한 알칼리 환경은 0.16%Ca(OH)₂+1%Na(OH)+1.4%K(OH) 알칼리 용액을 제조하여 알칼리 환경을 모형화 하였으며 3%의 NaCl 및 4%의 CaCl₂ 용액을 제조하여 염해 및 용빙제 환경을 모형화 하였다.⁽⁴⁾ Table 3은 재생 PET섬유보강 콘크리트의 성능평가 내용이다.

Table 1 Mechanical and physical properties of PET fiber

Fiber type	Fiber length (mm)	Specific gravity (kg/m ³)	Elastic modulus (MPa)	Tensile strength (MPa)	Ultimate elongation (%)
Embossed type	50	1.38	10,175.4	420.7	11.2

Table 2 Mix proportion

G _{max} (mm)	Air (%)	W/C (%)	S/A (%)	W (kg/m ³)	C (kg/m ³)	S (kg/m ³)	G (kg/m ³)	Fiber volume fraction (%)
25	4.5±1.5	50	45	175	350	794	989	1.0

Table 3 Aging conditons for recycled PET fiber reinforced concrete

Exposure	Aging (days)	Test method	Temperature (°C)
Control	-	Compressive strength	22±2
Alkaline	30		
Salt	60		
CaCl ₂	90		

2.2. 시험 장치 및 방법

2.2.1. 압축강도

본 연구에서는 화학적 환경에 노출된 재생 PET섬유보강 콘크리트의 성능 평가를 알아보기 위하여 KS F 2405 「콘크리트 압축강도 시험방법」에 의하여 시험을 실시하였다. $\Phi 100 \times 200 \text{mm}$ 의 실린더형 공시체를 각각 3개씩 제작하여 압축강도를 측정하였다. 공시체는 $20 \pm 3^\circ \text{C}$ 의 항온조건으로 28일간 수중 양생을 실시한 후 알칼리, 염해 및 용빙제 용액에 30일, 60일, 90일간 침지하였다.

3. 실험 결과

3.1. 알칼리 환경

알칼리 환경에 노출된 재생 PET섬유보강 콘크리트의 경우 침지일이 증가할수록 성능저하가 발생하였으며 그 결과는 Fig. 1과 같다. 30일간 침지후 약 28MPa의 압축강도를 나타내었으며 60일후에는 약 26MPa의 압축강도를 나타냈다. 최종 90일의 침지일에서는 약 25MPa의 압축강도를 나타내어 기준시편에 비해 약 11%의 강도저하가 발생하였다. 알칼리에 취약한 PET섬유의 단점이 복합적으로 작용하여 나타난 결과로 판단되며 재생 PET섬유보강 콘크리트는 알칼리 환경에 노출될 경우 성능저하가 다소 발생할 것으로 판단된다.

3.2. 염해 환경

염해 환경을 모사한 용액에 침지한 재생 PET섬유보강 콘크리트는 침지일의 증가에 따른 압축강도 저하가 발생하지 않았다. 기준시편에 대하여 강도저하가 뚜렷하게 나타나지 않았으며 침지 30일과 60일의 침지기간에는 기준시편보다 조금 높은 압축강도 결과를 나타냈다. 침지 90일의 경우 기준시편에 대해 1MPa 이내의 강도저하를 보여 성능저하가 발생하지 않은 것으로 판단된다. 따라서 재생 PET섬유보강 콘크리트는 염해 환경에 노출되었을 경우에도 성능저하가 발생하지 않을 것으로 판단된다. 염해 환경에 노출된 재생 PET섬유보강 콘크리트의 압축강도 결과는 Fig. 1과 같다.

3.3. 용빙제 환경

용빙제 환경에 노출된 재생 PET섬유보강 콘크리트는 침지일에 따른 압축강도 저하가 발생하지 않았다. 침지 30일, 60일, 90일 모두에서 기준시편에 대하여 뚜렷한 강도저하가 발생하지 않았으며 침지일의 증가에 따른 강도저하 경향이 일정하지 않았다. 모든 침지일에서 기준시편에 비해 $\pm 1 \text{MPa}$ 의 강도값을 나타내어 성능저하가 발생하지 않은 것으로 판단된다. 따라서 재생 PET섬유보강 콘크리트는 용빙제 환경에 노출되었을 경우에도 성능저하가 발생하지 않을 것으로 판단된다. 용빙제 환경에 노출된 재생 PET섬유보강 콘크리트의 압축강도 결과는 Fig. 1과 같다.

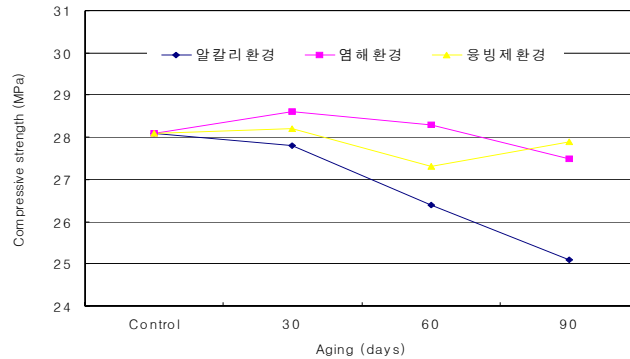


Fig. 1 Compressive strength of recycled PET fiber reinforced concrete on chemical environment

4. 요약 및 결론

화학적 환경에 노출된 재생 PET섬유보강 콘크리트의 성능평가 결과는 다음과 같다.

- 알칼리 용액에 침지한 재생 PET섬유보강 콘크리트는 침지 90일에서 기준시편에 비해 약 11%의 강도저하를 나타냈으며 재생 PET섬유보강 콘크리트가 알칼리 환경에 노출될 경우 성능저하가 다소 발생할 것으로 판단된다.
- 염해 및 응빙제 용액에 침지한 재생 PET섬유보강 콘크리트의 경우 침지일의 증가에 따른 강도저하가 크게 발생하지 않았다. 따라서 재생 PET섬유보강 콘크리트가 염해 및 응빙제 환경에 노출될 경우에도 성능저하가 거의 발생하지 않을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부 특정기초연구사업(R01-2005-107940)의 연구지원에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 원종필, 박찬기, 김황희, 이상우, “재생 PET 섬유의 형상 및 길이가 시멘트 복합재료의 소성수축 균열에 미치는 영향”, 한국콘크리트학회논문집, Vol. 19, No. 2, 2007, pp. 233-239.
2. 원종필, 박찬기, 김황희, 이상우, “재생 PET 섬유의 친수성표면처리에 따른 시멘트 복합재료의 소성수축균열제어 효과”, 대한토목학회논문집, 제 27권, 제 3A호, 2007, pp. 413-419.
3. Choi, Y.W., Moon, D.J., Chung, J.S. and Chod, S.K. “Effects of waste PET bottles aggregate on the properties of concrete”, Cement and Concrete Research, No. 35, 2005, pp. 776-781.
4. Litherland, K.L., Oakley, D.R., Protor, B.A. “The Use of Accelerated Aging Procedures to Predict the Long Term Strength of GRC Composites”, Cement and Composite Research, Vol. 11, 1981, pp 455-466.