

폐 PET병을 이용한 콘크리트 보강 섬유의 부착특성

Bond Performance of Recycled PET Bottle Fiber Reinforced Concrete

원종필* 박찬기** 이수진*** 김정훈*** 김황희*** 이재영***
Won, Jong-Pil Park, Chan-Gi Lee, Su-Jin Kim, Jung-Hoon Kim, Hwang-Hee Lee, Jae-Young

ABSTRACT

The purpose of this study was manufactured and evaluated the bond performance of recycled polyethylene terephthalate(PET) bottle fiber reinforced concrete. Four deformed recycled PET bottle fibers were manufactured and pullout test was conducted in accordance with the JCI-SF 8. Test parameters included four different type of fiber geometry and two types of mortar specimens.

According to bond test results, it was found that embossing type recycled PET bottle fiber was significant improving the pullout load and interface toughness.

Keywords: Bond performance, Bond load, Interface toughness, Recycled PET bottle fiber

1. 서론

폐 Polyethylene Terephthalate(PET)병은 음료수 용기 등 다양한 제품으로 활용되고 있으며 현재 사용하고 버려지는 양이 매우 많은 재료로 환경적 측면에서 큰 문제점으로 대두되고 있다. 특히 PET 병을 재활용하여 식료품의 용기로 재활용하는 데는 많은 비용이 소비되므로 저 비용으로 많은 양을 재활용 할 수 있는 방안 마련이 요구된다. 이와 같은 방법 중 PET병을 콘크리트의 균열제어형 보강 섬유로 사용하는 방법은 콘크리트의 단점인 균열 발생을 억제하고 이를 통한 성능 향상을 확보하는 동시에 재활용 측면에서 다량의 PET병을 소비할 수 있다는 측면에서 매우 유용한 재활용 방법이다.²⁾

현재 폐 PET병은 폴리머 콘크리트의 수지 또는 경량 콘크리트를 위한 경량골재의 생산에 널리 사용되고 있다. 그러나 이와 같은 콘크리트의 적용은 적용구조물이 한정되어 있어 대량으로 재활용하는 데는 문제가 있다.²⁾ 본 논문에서는 폐 PET병을 이용하여 콘크리트에서 발생하는 균열을 제어 할 수 있는 보강섬유로 개발하고자 한다. 이와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 연구에서는 폐 PET병을 이용하여 콘크리트용 보강섬유를 제조하는 기술을 개발하였고, 제조된 보강섬유의 부착성능을 향상시키기 위하여 섬유표면형상을 변화시켰다. 또한 표면형상변화에 따른 부착시험을 실시하여 콘크리트의 균열제어에 가장 적합한 보강섬유의 표면형상을 결정하였다.

* 정희원, 건국대학교 사회환경시스템공학과 부교수

** 정희원, 건국대학교 전임연구원

*** 정희원, 건국대학교 대학원 석사과정

2. 폐 PET병을 이용한 균열제어형 보강섬유 제조과정 및 형상

본 연구는 폐 PET병을 이용하여 균열제어용 섬유보강재를 제조하기 위한 생산시스템을 개발하였다. 폐 PET병을 이용한 균열제어형 보강섬유의 제조과정은 그림 1과 같다. 폐 PET병을 이용한 보강섬유의 제조과정은 첫 번째로 폐 PET병을 수집하여 재생 PET쉬트롤을 생산하고 두 번째 공정으로 생산된 폐 PET쉬트롤의 슬릿팅공정, 세 번째 공정은 슬릿팅된 straight PET 섬유의 표면형상결정 공정, 마지막 공정으로 섬유를 적정한 길이로 절단하였다. 이와 같은 공정으로 제조된 균열제어형 재생 PET병 섬유의 형상은 그림 2와 같다.

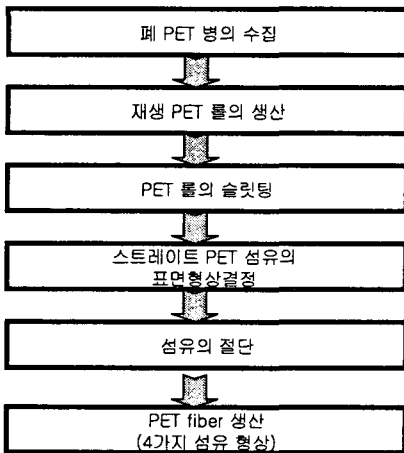


그림 1 폐 PET병을 이용한 균열제어형 보강섬유의 제조 과정

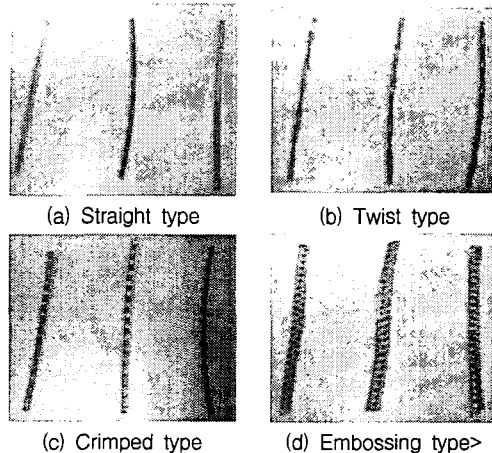


그림 2 폐 PET병을 이용한 균열제어형 보강섬유의 제조 과정

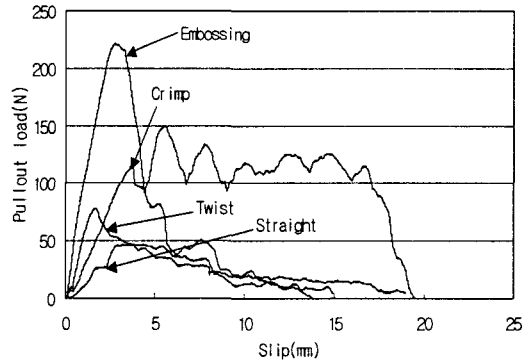
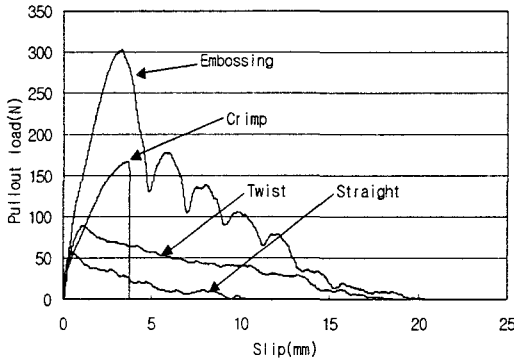
3. 부착성능 평가

본 연구에서는 섬유형상에 따른 인발강도 및 에너지(계면인성)를 결정하기 위하여 JCI SF-8의 "METHOD OF TEST FOR BOND OF FIBERS"에 규정된 기준 모르타르의 배합을 실시하여 압축강도를 측정하였다.¹⁾ 압축강도 1 배합은 40 MPa 이상의 고강도를 보여주었으며, 배합 2는 25 MPa의 보통 강도를 보여주었다. 부착성능은 JCI SF 8에 규정된 기준 모르타르의 배합에 의해 시험시편을 제작하여 부착시험을 실시하였다. 시험은 시편제작 후 28일 후에 변위제어방식의 Instron (model No. 3369)를 사용하여 0.5mm/min의 하중재하속도로 시험을 실시하여 변위 2.5mm까지의 load-slippage의 곡선을 얻어 최대인발하중과 곡선의 면적에 의한 인발에너지(계면인성)를 구하였다.

3.1 단섬유 시험결과 및 분석

4가지 섬유 형상에 따른 인발하중과 slip과의 관계는 그림 3과 같다. 시험결과에서 볼 수 있듯이 Embossing type의 섬유가 다른 형상의 섬유와 비교하여 인발하중도 크고 Slip 역시 크게 나타남을 알 수 있다. 이와 같은 경향은 모르타르의 강도에 상관없이 나타나고 있다. 고강도의 경우 보통강도와 비교하여 강도는 높게 나타나고 있지만 slip 거동이 작게 나타나고 있음을 알 수 있다. 최대 인발하중과 계면인성 시험결과는 그림 4와 같다. 시험결과 모르타르의 강도에 관계없이 인발하중 및 계면인성은 embossing type이 가장 크게 나타났으며, 두 번째로는 crimped type, 세 번째로는 twist type, 마지막

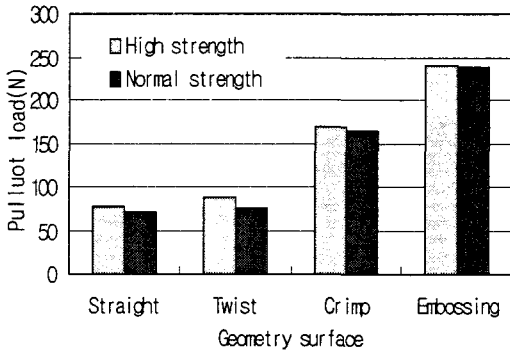
으로 straight type으로 나타났다. 배합종류에 따른 영향을 살펴보면 인발강도의 경우 고강도 배합에서 약간 크게 나타났으며, 계면인성의 경우 보통강도 콘크리트에서 더 크게 나타났다. 이는 고강도 배합의 경우 섬유인발 보다는 섬유의 파단에 더 큰 영향을 받았고, 보통강도의 경우 섬유인발이 파단보다는 크게 영향을 미쳤기 때문이다.



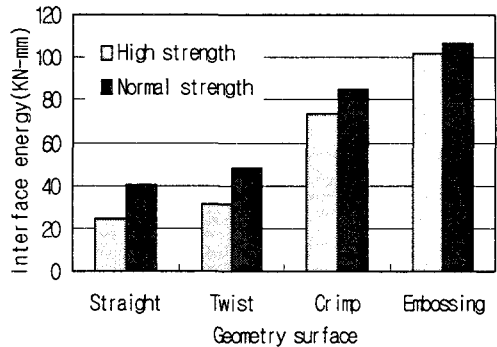
(a) 고강도 모르타르

(b) 보통강도 모르타르

그림 3 단섬유의 인발하중-슬립 거동



(a) 인발하중

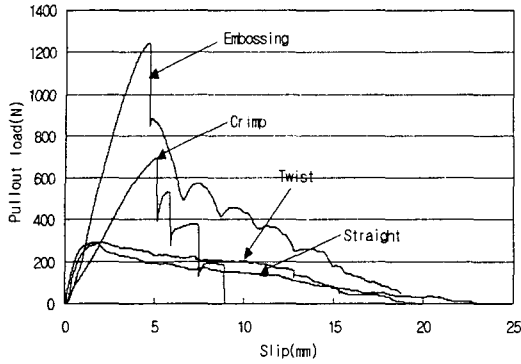


(b) 계면인성

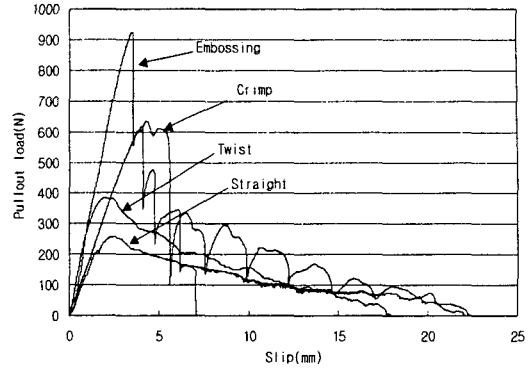
그림 4 단섬유의 인발성능

3.2 다섬유 시험결과 및 분석

다섬유를 사용하였을 때 인발하중과 slip 과의 관계는 그림 5와 같다. 다섬유를 사용하였을 경우 단섬유를 사용하였을 때와 비교하여 인발하중과 slip이 증가하였다는 결과를 제외하고는 단섬유를 사용하였을 때와 거의 동일한 결과를 보여주었다. 다만 고강도의 경우 straight type과 twist type의 인발거동이 거의 차이가 발생하지 않는다는 것을 알 수 있다. 또한 embossing type 섬유의 경우 섬유들이 하나씩 인발되면서 발생하는 그래프의 전형적인 형상이 나타나고 있다. 즉, 섬유가 인발되면서 하중이 증가하다가 감소하는 부분이 여러번 나타나고 있다. 다섬유의 인발강도 및 계면인성 결과는 그림 6에 나타내었다. 시험결과 단섬유와 마찬가지로 embossing type의 섬유가 인발강도 및 계면인성이 모두 가장 우수하게 나타내었다. 그다음으로는 crimped type이며 twist type과 straight type은 큰 차이가 발생하지 않는 것으로 보아 twist type은 형상을 변화시켰어도 부착성능에는 큰 영향을 미치지 않는다는 것을 알 수 있다.

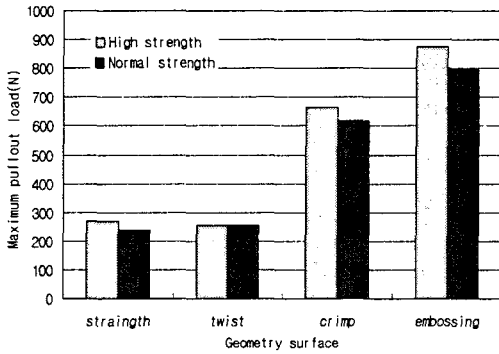


(a) 고강도 모르타르

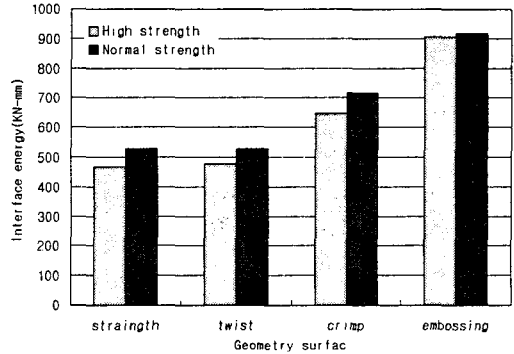


(b) 보통강도 모르타르

그림 5 다섬유의 인발하중-슬립 거동



(a) 인발하중



(b) 계면인성

그림 6 다섬유의 인발성능

4. 결론

본 연구에서는 폐 PET병을 이용하여 균열제어형 보강섬유를 제조하기 위한 시스템을 개발하였고 이를 이용하여 4가지 형상을 가진 재생 PET 섬유를 생산하여 부착시험을 실시하였다. 시험결과 embossing type의 섬유가 인발강도 및 계면인성에서 가장 우수한 성능을 보여주었다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부 특정기초연구사업(R01-2005-000-10794-0(2005))의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. 원종필, 임동휘, 박찬기, 한일영, 김방래(2002), 구조용 합성섬유의 최적형상함수 결정", 원종필, 임동휘, 박찬기, 한일영, 김방래, 콘크리트학회 논문집 Vol. 14, No. 4, pp. 474-482
2. G. R. Marcus Jr.(1997), The effect of recycled polyethylene terephthalate(PET) strips and scales on the tensile and compressive properties of concrete, ME thesis, The Copper Union for the advancement of science and art albert nerken school of engineering.