

섬유혼입 조건에 따른 콘크리트의 균열제어 성능 평가

Evaluation of Crack Control Performance of the Concrete with Fiber Combination

박재용* 이명호* 강병희* 김경훈* 한민철** 한천구***
 Park, Jae-Yong Lee, Myoung-Ho Kang, Byung-Hoi Kim, Kyoung-Hoon Han, Min-Cheol Han, Cheon-Goo

Abstract

Nowadays, the fiber which mixed with concrete matrix always has low adhesion with cement paste. It's difficult to use fiber to reinforce the structure. For more adding fiber in concrete would cause some problems as the low flowability and surface polishing. Further study is needed in fiber using. In this research, further study in fiber reinforced concrete has been invested. Various fibers with different properties have been used to prevent cracking. Fiber reinforced concrete's fundamental properties as slump, air content, compressive strength and tensile strength have been tested. Optimum type of the fiber and optimum addition ratio of fiber has been invested to increase the utility of the fiber which used in concrete

키워드 : 섬유, 균열저항성
 Keywords : Fiber, prevent cracking

1. 서론

일반적으로 콘크리트는 균열에 민감한 재료로서 균열을 방지하기 위한 다양한 시도가 있어왔다. 이러한 균열 방지와 관련하여 폴리프로필렌, 나일론 및 셀룰로스 섬유 등으로 대별되는 유기섬유는 기존의 메탈라스 사용에 비해 시공성 및 경제성 측면에서 우수한 것으로 알려져 왔다. 그러나, 이들 섬유는 콘크리트 매트릭스 내에서 시멘트 페이스트와의 부착력이 부족하여 섬유보강재의 구조적 역할을 감당하지 못하고, 섬유 뭉침 현상으로 인한 유동성 저하 및 표면 마감 시 헤어 노출로 인한 마감성능저하 등 여러 가지 해결해야 할 문제점이 남아 지속적인 연구와 개발이 필요한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 균열방지용으로 사용되는 기존 섬유의 단점을 개선하고자 각종 유기섬유에 분말상의 폴리머를 함유시키는 방법으로 접근하고자 하는데, 폴리머함유 섬유의 종류 및 혼입량 변화에 따른 콘크리트의 균열 특성을 분석하고, 이들이 콘크리트에 미치는 영향을 고찰하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 먼저, 설계기준강도 21 MPa의 1수준에 대해, 섬유를 혼입하지 않은 Plain의 목표 슬럼프를 180±20 mm로 계획하였다. 실험 변수로 Plain 1수준과 섬유 종류로서 길이 6 mm로 고정한 폴리에스테르(이하 PET) 및 나일론(이하 NY)섬유의 3종류를 선정하였고, 여기에 폴리머 분말(이하 PM)을 섬유질량의 1/2만큼 혼입한 후 이들 폴리머 함유 섬유의 혼입률을 150, 300, 600 g으로 변화시켜 혼입하였다.

실험사항으로는 균열 면적, 균열 총길이, 최대 균열너비를 측정하였는데, 균열발생여부의 측정에는 Nemkumar Banthia과 Fernando Pelisser의 논문을 인용하여 너비와 길이를 산정하였다. 500x500x50mm크기의 시편을 제작한후 Ø200 mm PVC링을 설치하였고, 열악한 환경조건을 모사하기 위하여 2013년 8월16일부터 28일간 외부에 노출시켜 육안관

표 1. 실험계획

실험요인		실험수준	
배합 변수	목표강도(MPa)	1	21
	목표슬럼프 (mm)	1	180±20
	목표 공기량(%)	1	4.5±1.5
실험 변수	섬유 혼입 조건	종류 ¹⁾	3 Plain, PM ²⁾ -NY(Poly-Mix), PM-PET
		PM 및 섬유혼입량 (g)	3 75(PM)-150(Fiber), 150(PM)-300(Fiber), 300(PM)-600(Fiber)
균열 특성		3	• 균열 면적 • 균열 총길이 • 최대 균열너비

1) 섬유 길이, 6mm
 2) 폴리머 분말

* 청주대학교 건축공학과 석사과정
 ** 청주대학교 건축공학과 부교수
 *** 청주대학교 건축공학과 교수

찰 및 디지털 카메라를 이용하여 균열발생 여부를 측정하였다.

3. 실험 결과 및 분석

그림 1은 공시체에 타설 후 시간별 실외온도를 나타낸 그래프이다. 이 기간 동안 일최고온도는 42°C, 최저온도는 15.9°C 상대습도 72.9 %정도이다.

그림 2 및 사진 1은 섬유 종류 및 혼입률에 따른 균열길이를 나타낸 그래프이다. 전반적으로 플레인의 경우 타설 후 외기온도가 35°C를 상회함에 따라 3시간부터 미세한 균열이 발생하기 시작하였는데, 섬유가 혼입될수록 균열발생시점은 늦어지는 것으로 나타났다. 또한, 플레인에 비해 섬유가 혼입됨에 따라 섬유 조합에 관계없이 균열길이는 감소하는 경향을 보이고 있었다. 이는 섬유의 올 방향이 수평방향으로 보강되어 균열을 억제하였고, 섬유와 시멘트 페이스트의 부착으로 인한 것으로 사료된다.

그림 3은 섬유 종류 및 혼입률에 따른 최대 균열너비를 나타낸 그래프이다. PM-NY1.5를 제외한 모든 섬유혼입 변수에서 플레인보다 낮은 균열너비를 나타내었다. PM-PET와 플레인을 비교시 모든 변수에서 2배이상의 너비 차이를 보여주었다.

그림 4는 섬유 종류 및 혼입률에 따른 균열 총면적을 나타낸 것으로써, 균열의 길이와 균열의 너비 곱으로 구하였다. 모든 변수에서 플레인보다 균열 총면적이 적게 나왔으며 PM-NY보다 PM-PET가 약 2배정도 균열 저항성이 우수하였다.

4. 결 론

본 연구의 결과로써 요약하면 다음과 같다.

- 1) 섬유의 혼입량에 증가에 따라 시멘트 페이스트와의 부착력이 증대하여 균열 길이가 감소였는데, PM-PET의 경우가 가장 양호한 균열저항성능을 갖는 것으로 나타났다.
- 2) 플레인과 비교시, 균열 너비는 PM-NY 약 20%, PM-PET 약 50% 감소하였고, 섬유의 유효직경과 길이, 표면의 거친정도에 따라 균열에 대한 저항성이 증대될 것으로 판단된다.

사진 1. 균열모습

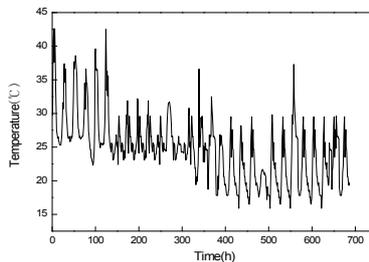
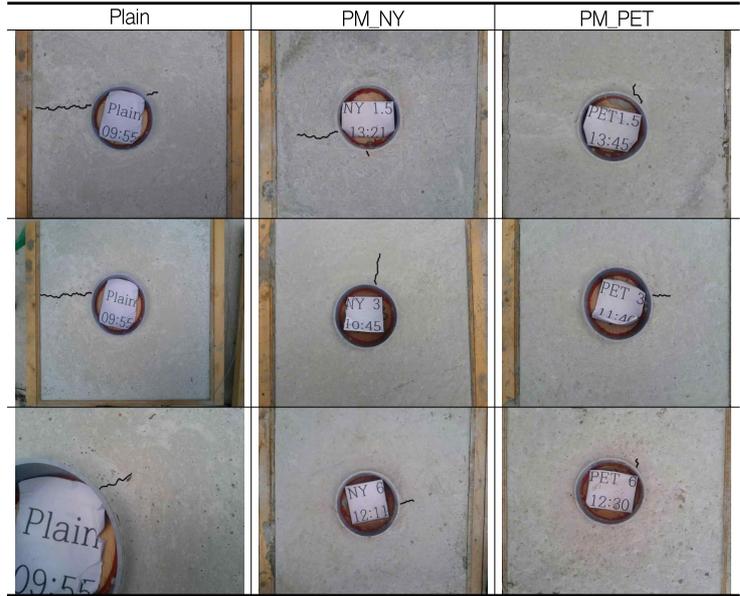


그림 1. 타설 후 시간별 실외온도

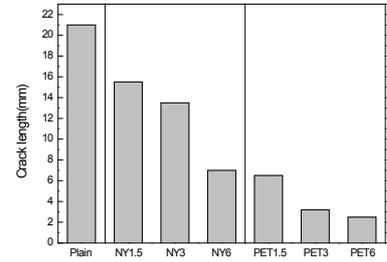


그림 2. 섬유 종류 및 혼입률에 따른 균열길이

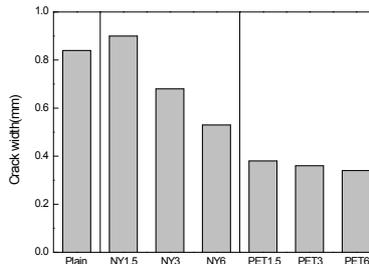


그림 3. 섬유 종류 및 혼입률에 따른 최대 균열너비

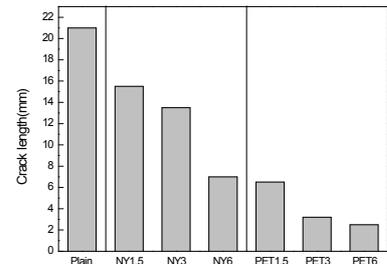


그림 4. 섬유 종류 및 혼입률에 따른 총 균열면적

감사의 글

본 연구는 2013년 롯데케미칼의 지원을 받아 수행되었으며, 이에 감사드립니다.