섬유보강재 혼입비율 및 길이에 따른 콘크리트 균열제어에 관한 연구

Study about cracking reducing of the concrete by utilizing fiber-reinforced admixture[1)]

김 대 건* 최 상 환* 문 경 식** 조 만 기*** 한 민 철**** 한 천 구*****
Kim, Dae-Geon Choi, Sang-Hwan Moon, Gyeong-Sik Jo, Man-Ki Han, Min-Cheol Han, Cheon-Goo

Abstract

Nowadays, as to increased the workability of the press concrete and decrease the cracking, the fiber-reinforced admixture has been widely used. As the low adhesion force between the paste and fiber-reinforced admixture, it was considered as could not be used in the structure. Even more, as the loss of flowability and the exposure of the fiber, further study is needed. In this study, as the different environment and position of the building, the dosages of the fiber-reinforced admixture has also been changed. The fundamental properties and cracking of fiber-reinforced concrete have been tested.

키 워 드 : 섬유보강재, 소성수축, 인장강도
Keywords : fiber-reinforced admixture, plastic shrinkage, flexural strength

1. 서 론

최근 누름콘크리트의 시공성능 및 균열저감 성능을 향상시키기 위한 섬유보강재 사용이 증가하고 있다. 이러한 섬유보강재는 콘크리트 매트릭스 내에서 시멘트 페이스트와의 부착력이 부족하여 섬유보강재의 구조적 역할을 감당하지 못하고, 섬유 뭉침 현상으로 인한 유동성 저하와 헤어 노출로 인한 마감성능저하 등 여러 가지 해결해야 할 문제점이 남아 지속적인 연구와 개발이 필요한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 구조물의 환경 및 부위별 성능향상을 위한 섬유보강재의 투입비율과 길이변화에 따른 섬유보강콘크리트의 기초적 특성 및 균열특성을 검토하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다.

먼저, W/B 55 % 1수준에 대하여 결합재는 OPC에 대한 질량비로 고로슬래그 미분말(이하 BS)과 플라이애시(이하 FA)를 각각 20 %, 5 % 치환한 배합을 Plain으로 하였고, 실험변수로 섬유는 PP, NY, PVA의 3종류를 사용하였으며, 각각의 길이조합 별 총 3수준으로 계획하였다. 실험사항으로 굳지 않은 콘크리트에서는 슬럼프, 공기량 및 단위용적질량을 측정하는 것으로 계획하였고, 경화 콘크리트에서는 재령 별 압축강도 및 소성수축균열을 측정하였다.

표 1. 실험계획

실험요인		실험수준	
배합 사항	W/B(%)	1	· 55
	결합재		· OPC+BS+FA = 75+20+5
	목표슬럼프(mm)		· 180±25
	목표공기량(%)		· 4.5±1.5
	섬유종류	3	· PP+NY(6mm+12mm)[1)] · NY+PVA(12+30mm)[2)] · PP+PVA(6mm+30mm)[3)]
	섬유혼입량 (Vol/%)	3	· 0[4)], 0.6, 1.2
실험 사항	굳지 않은 콘크리트	2	· 슬럼프 · 공기량
	경화 콘크리트	2	· 소성수축 · 압축강도(3, 7, 28 일)[1)]

1) PP : 폴리프로필렌 2) PVA : 폴리비닐알코올 3) NY : 나일론
4) Plain 배합

3. 실험결과 및 분석

3.1 굳지 않은 콘크리트의 특성

그림 1은 섬유 종류 및 혼입율 변화에 따른 슬럼프를 나타낸 것이다.

* 삼성에버랜드 건축 ENG그룹, 책임연구원, 교신저자(dg2013.kim@samsung.com)
** 삼성에버랜드 건축 ENG그룹, 연구소장
*** 청주대학교 건축공학과, 박사과정
**** 청주대학교 건축공학과, 부교수
***** 청주대학교 건축공학과, 교수

전반적으로 섬유 종류에 상관없이 섬유 사용 및 혼입의 증가함에 따라 슬럼프가 감소하는 것으로 나타났는데, 이는 단위체적당 차지하는 섬유수가 증가하여 시멘트 매트릭스와 접하는 표면적이 증가하고, 섬유의 가교(Bridging)작용으로 시료 서로간의 네트워크 형성이 치밀해짐 현상에 의해 나타난 것과 섬유 자체의 흡수율로 인해 콘크리트 배합시 내부 구속수의 수분을 흡수함으로써 저하하는 것으로 판단된다. 특히, NY섬유가 사용된 배합의 경우 친수성을 갖는 특성으로 콘크리트 내부에 균등하게 분포됨에 따라 슬럼프 저하가 감소되었으며, PVA 섬유는 섬유자체의 높은 흡수율로 인해 슬럼프 저하가 크게 나타났다.

그림 2는 섬유 종류 및 혼입율 변화에 따른 공기량을 나타낸 것이다. 전반적으로 섬유를 혼입함에 따라 공기량이 저하하는 것으로 나타났는데, 이는 섬유의 경우 물리적 특성상 친수성을 가지고 있어, 콘크리트 내부의 연행공기와 흡착이 발생됨에 따라 공기량이 감소 것으로 판단되며, Micro의 섬유를 사용함에 있어 시멘트 매트릭스 내의 섬유 상호간에 미세공극이 감소하여 공기량이 저하된 것으로 사료된다.

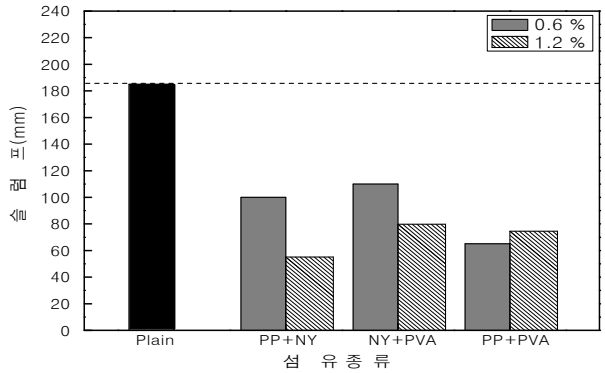

그림 1. 섬유 종류 및 혼입율 변화에 따른 슬럼프

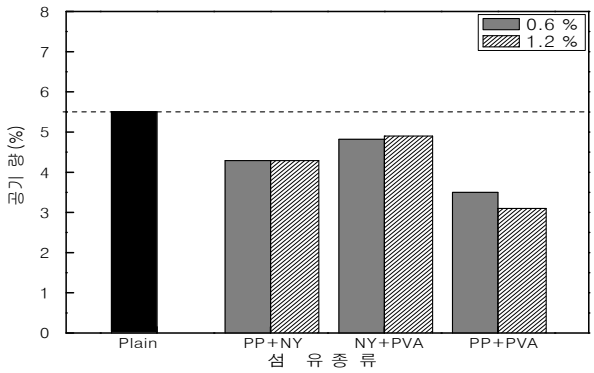

그림 2. 섬유 종류 및 혼입율 변화에 따른 공기량

3.2 경화 콘크리트의 특성

그림 3은 섬유 종류 및 혼입율 변화에 따른 재령 별 압축강도를 나타낸 것이다. 전반적으로 PVA섬유 배합의 경우 타 섬유를 혼입한 배합에 비해 높은 압축강도 발현율을 나타내었는데, 이는 PVA섬유의 특성 중 높은 흡수율에 기인하여 시멘트 매트릭스와 결합력이 높아짐에 따라 강도가 증진된 것으로 사료되고, 또한, 섬유 사용에 따른 콘크리트 내부 구속수의 흡수에 따라 W/C 저하에 기인하여 강도가 증진된 것으로 판단된다. 그림 4는 소성수축균 열결과를 나타낸 것이다. 전반적으로 섬유를 혼입한 콘크리트의 경우 소성수축균열 발생이 저하하는 것으로 나타났다. PVA 섬유를 혼입한 배합의 경우 표면마감에서도 헤어 노출이 없고, 혼입율이 적은 1.2 %에서 콘크리트의 소성수축균열이 발생되지 않는 것으로 나타났는데, 이는 PVA섬유의 경우 친수성 성분과 Micro의 부착력을 지니고 있으며, 콘크리트 내부의 결합력 증대로 인하여 소성수축균열 발생이 억제된 것으로 판단된다.

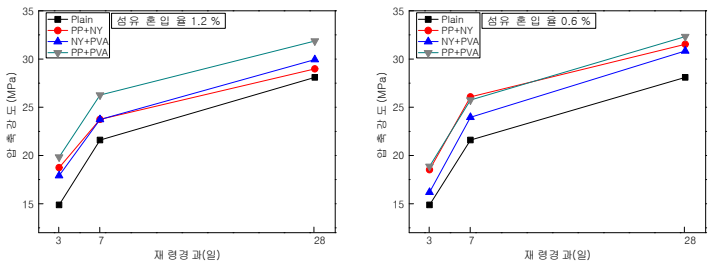

그림 3. 혼화제사 종류 별 슬럼프 및 공기량

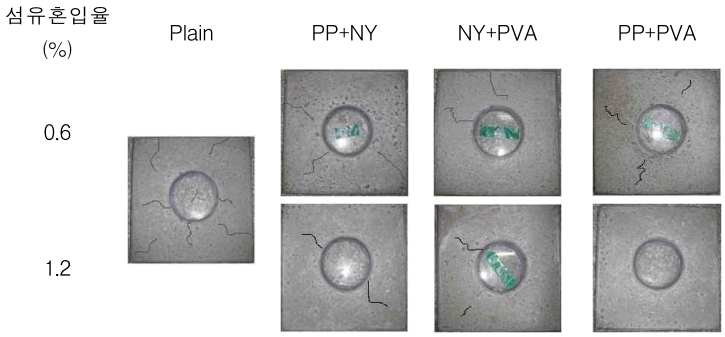

그림 4. 섬유 종류 및 혼입율 변화에 따른 소성수축특성

4. 결 론

본 연구는 구조물의 환경 및 부위별 성능향상을 위한 섬유보강재의 투입비율과 길이변화에 따른 섬유보강콘크리트의 기초적 특성 및 균열특성을 검토하고자 하였는데, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 섬유를 혼입함에 따라 유동성 및 공기량이 저하는 것으로 나타났으며, 압축강도의 경우 시멘트 매트릭스와 결합력증대로 인해 강도가 증진되는 것으로 나타났다. 소성수축균열의 경우 PP+PVA조합의 배합이 균열저감성능이 우수한 것으로 나타났다.