

# 강섬유 첨가량에 따른 콘크리트 충전강관용 고성능 콘크리트 특성에 관한 실험적 연구

## An Experimental Study on the Property of High Performance Concrete for Concrete Filled Tube with Addition Content of Steel Fiber

<b>서 일*</b>	<b>홍 석 범**</b>	<b>유 조 형***</b>	<b>박 희 곤****</b>	<b>김 우 재*****</b>	<b>이 재 삼*****</b>
Seo, Il	Hong, Seok-Beom	Yoo, Jo-Hyeong	Park, Hee-Gon	Kim, Woo-Jae	Lee, Jae-Sam

### Abstract

This paper presents basic study to develop high performance concrete for concrete filled tube with addition content of steel fiber. In this study, all mixtures was added to nylon fiber (1.5 kg/m<sup>3</sup>) and steel fiber was mixed by 0, 20 and 40 kg/m<sup>3</sup> respectively. To evaluate the property of high performance concrete was used to various test methods which were slump flow, air content, U-box test, O-lot test and L-flow(to 300 mm, 500 mm). Also, compressive strength test was measured by ages.

키워드 : 강섬유, 콘크리트 충전강관, 고성능 콘크리트  
Keywords : steel fiber, concrete filled tube(CFT), high performance concrete

### 1. 서 론

최근 건축물이 고층화 대형화 되면서 구조물의 시공에 있어 경제성, 안전성, 시공성 및 공간 효율성을 극대화 할 수 있는 기술 개발의 필요성이 대두되고 있는 실정이다. 초고층 구조물의 건설에서 경제성과 더불어 내구성을 동시에 만족하는 것이 중요한 문제로 부각되어 하나의 구조 재료를 적용하는 기존 틀에서 벗어나 구조부재의 거동 특성에 부합하여 각각의 재료를 합성하는 합성 및 복합구조의 적용 시도가 활발히 추진되고 있는 실정이다. 이런 요건을 만족하는 구조형식으로는 원형 혹은 각형 강관에 콘크리트를 충전한 콘크리트 충전강관(Concrete Filled Tube, 이하 CFT, )구조가 있다. 이런 CFT 기둥은 강관에 충전된 콘크리트의 축열효과로 인하여 일정부분 내화 성능을 확보할 수 있다.<sup>1)</sup> 하지만, CFT 기둥 자체만으로는 내화 성능 확보에 한계가 있기 때문에 최근에는 다양한 섬유를 이용하여 CFT의 내화 성능을 증대 시키는 연구가 진행되고 있다.

콘크리트에 강섬유를 첨가하면 콘크리트의 활동을 구속시키면서 일반 콘크리트를 사용한 구조물 보다 내화 성능을 증대할 수 있다.<sup>2)</sup>

따라서 본 연구에서는 콘크리트 충전용 강관 구조에 사용되는 내화 성능을 확보한 고성능 콘크리트를 개발하기 위한 기초 연구 단계로써 강섬유 첨가량에 따른 굳지 않은 콘크리트 및 경화 콘크리트 특성에 관하여 실내 실험을 통하여 분석하였다.

### 2. 실험개요

콘크리트 목표 강도를 100 MPa로 설정하고 내화 성능을 보강하는 방법으로 나일론 섬유 1.5 kg/m<sup>3</sup>을 강섬유와 함께 사용했으며 강 섬유의 첨가량은 0 kg/m<sup>3</sup>, 20 kg/m<sup>3</sup>, 40 kg/m<sup>3</sup> 수준으로 설정하여 실험을 실시하였다.

#### 2.1 실험 배합 및 사용재료

콘크리트 배합에서는 물-결합재비는 약 18 % 로 설정하였고, 잔골재율은 36 %로 조정하였다. 결합재 양은 926 kg/m<sup>3</sup> 로 하였다. 실험에 사용 된 시멘트는 국내 H사의 프리믹스 형태의 시멘트를 사용하였다. 굵은 골재는 최대 크기가 13 mm를 사용했고 고 성능 감수제는 폴리카르보산계를 이용하였다.

#### 2.2 실험 방법

콘크리트의 혼합은 원재료를 믹서에 투입하고 30초간 건비빔을 실시한 후 혼합수와 고성능 감수제를 동시에 투입하고 나서 최대 120초를 넘지 않는 범위에서 콘크리트의 물성을 확인 후에 배

\* (주)렉스콘 기술연구소, 연구원  
 \*\* 포스코건설 R&D CENTER, 대리  
 \*\*\* 포스코건설 R&D CENTER, 과장, 공학박사  
 \*\*\*\* (주)렉스콘 기술연구소, 전임연구원, 공학박사, 교신저자 (heegon.park@doosan.com)  
 \*\*\*\*\* 포스코건설 R&D CENTER, 차장, 공학박사  
 \*\*\*\*\* (주)렉스콘, 기술연구소, 소장, 공학박사

출하였다. 실험 항목은 굳지 않은 콘크리트의 유동특성을 살펴보기 위하여 슬럼프 플로 시험을 실시 했다. 시험은 KS F 2594에 따라서 진행했으며 목표 슬럼프 플로는 (700 ± 50)mm로 설정 하였다. 공기량 시험은 KS F 2421, U-box 시험은 JSCE-F 511, O-lot 시험은 JSCE-F 512 및 L-Flow 시험은 JSCE-F 514에 의거하여 실험 하였다. 콘크리트 압축강도 시험 KS F 2405에 따라 실시하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

강섬유 첨가량에 따른 실험결과는 표 1과 같다

표1. 강섬유 첨가량에 따른 실험결과

구분	나일론 (1.5 kg/m³)	나일론 (1.5 kg/m³)+ 강섬유 (20 kg/m³)	나일론 (1.5 kg/m³)+ 강섬유 (40 kg/m³)	
명칭	N	N+S20	N+S40	
슬럼프 플로	745 mm	685 mm	710 mm	
공기량	0.8 %	1.4 %	1.8 %	
U-Box	0 mm	0.5 mm	0.5 mm	
O-lot	27.7초	36.3초	46.3초	
L-flow	300 mm	3.50초	3.96초	4.38초
	500 mm	11.25초	9.50초	11.41초
압축강도	재령 3일	77.1 MPa	76.8 MPa	79.9 MPa
	재령 7일	87.9 MPa	87.0 MPa	89.9 MPa
	재령 28일	117.5 MPa	117.0 MPa	116.5 MPa

슬럼프 플로는 평균 710 mm로 나타나서 목표했던 (700 ± 50)mm 이내로 나타났다. 그림 1에서 보는 것과 같이 슬럼프 플로는 나일론 섬유만을 첨가한 배합과 강섬유를 사용한 배합을 비교하면 강섬유를 첨가량이 증가할수록 약 10 % 이내에서 슬럼프 플로우가 감소하였다. U-box 시험결과를 비교해 보면 모든 배합에서 단차이가 0.5 mm 이하로 나타났다. U-box 시험결과와 슬럼프 플로 결과는 비교해 보면 굳지 않은 콘크리트에서 일정한 유동성을 확보하게 되면 섬유를 사용함으로써 나타날 수 있는 섬유 뭉침 현상(Fiber ball)의 영향은 크게 감소하는 것으로 보인다. 따라서 CFT용 콘크리트의 개발에 있어 중요한 일정 수준의 충전성 확보에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

O-lot 시험결과 강섬유의 사용량이 증가할수록 콘크리트의 유하 시간은 증가함으로써 유하 속도는 감소하는 경향을 나타냈다. L-flow 시험결과를 보면 300 mm 도착시간은 약 4초 정도 나타났으며 500 mm 도달 시간은 약 11 초 정도 수준으로 나타났다.

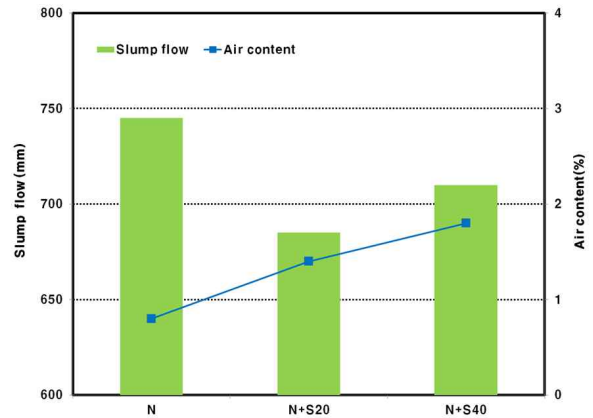


그림1. 슬럼프 플로 및 공기량 실험결과

경화 콘크리트의 특성을 살펴보기 위하여 재령에 따른 압축강도 시험을 실시하였다. 실험결과 재령 3일에서 목표 강도 수준의 70 %를 상회했으며 재령 28일에는 평균 약 117 MPa로 목표 강도를 만족하였다. 재령 28일 강도를 비교했을 때 강섬유의 첨가량이 증가함에 따라서 압축강도에는 큰 변화가 없는 것을 알 수 있었다.

### 4. 결론

콘크리트 충전용 고성능 콘크리트를 개발하기 위해 실험결과 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다.

- 1) 굳지 않은 콘크리트 특성에서 강섬유의 첨가량이 증가함에 따라서 슬럼프 플로는 감소하는 경향을 나타내지만 일정 수준 이상의 슬럼프 플로 되면 콘크리트의 유동성 및 충전성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.
- 2) 경화 콘크리트의 특성 중에서 압축강도를 비교했을 때 강섬유의 첨가량이 증가함에 따라서 압축강도에는 큰 변화가 없는 것으로 나타남으로써 강섬유 첨가량과 압축강도의 상관성은 없는 것으로 사료된다.

### 참 고 문 헌

1. 신관수, 고강도 콘크리트를 사용한 CFT기둥의 내화성능 평가에 관한 실험적 연구, 충남대학교 석사학위논문, 2008
2. Lie TT, Fire resistance of circular steel columns filled with bar-reinforced concrete, Journal of Structural Engineering, ASCE 1994