

강섬유 혼입율에 따른 고강도 콘크리트의 휨 거동 특성

Characteristics of Flexural Behavior of high Strength Concrete According to the Mixture Rate of Steel Fiber

최 중 구* 이 건 철** 이 건 영* 박 동 천***
Chio, Jung-Gu Lee, Gun-Cheol Lee, Gun-Young Park, Dong-Cheon

Abstract

Recently, the research on steel fiber reinforced concrete has been actively conducted to compensate the defect of brittle fracture of concrete and to enhance toughness. Therefore, the effect of the mixture rate of straight steel fiber on flexural behavior of high strength steel fiber reinforced concrete was evaluated in this research. As a result, when 2% of steel fiber was mixed with concrete volume ratio, it showed the best flexural capacity.

키 워 드 : 강섬유 보강 콘크리트, 휨 거동, 강섬유 혼입율
Keywords : steel fiber reinforced concrete, flexural behavior, mix rate of steel fiber

1. 서 론

일반적으로 건설구조물에서 사용되는 콘크리트는 압축강도에 비해 휨에 대한 저항성이 매우 낮고 고강도화 될수록 취성적인 파괴거동이 크게 나타나고 있다. 이에 건설 분야에서는 콘크리트의 단점을 보완하기 위해 고강도 콘크리트에 다양한 섬유를 혼입한 섬유보강 시멘트 복합재료에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 대표적으로 강섬유를 혼입한 강섬유 보강 콘크리트가 있다. 강섬유 보강 콘크리트는 기존의 보통 콘크리트에 비해 인장 및 휨강도가 크게 개선되며, 콘크리트의 취성적 파괴 및 균열에 대한 저항성 등의 역학적 특성이 향상된다고 많은 연구를 통해 알려져 있다. 한편, 강섬유 보강 콘크리트는 강섬유의 혼입율, 종류, 길이 및 형상 등에 따라 역학적 특성이 다양하게 나타나 현장에서 요구하는 성능을 만족시키기 위한 연구가 지속적으로 이루어지고 있다.

따라서 본 연구에서는 120MPa 급 고강도 강섬유 보강 콘크리트의 휨성능을 향상시키기 위한 일환으로서 직선형 강섬유의 혼입율에 따른 강섬유 보강 콘크리트의 휨거동 특성에 대해 분석하고자 한다.

2. 실험개요

2.1 사용재료

본 연구에 사용된 재료는 보통 포틀랜드 시멘트, 광물질 혼화재, 충전재 및 기타 성능 개선 재료로 구성된 프리믹싱 결합재와 평균입径이 0.5mm 이하의 잔골재, 폴리카르보산계의 고성능 감수제 및 공기량 조절제 등을 사용하였다. 강섬유는 인장강도 2,000MPa 이상으로 직경이 0.2mm 이고 길이는 20mm인 직선형 강섬유를 사용하였다.

2.2 실험 방법

강섬유의 혼입율은 콘크리트 체적비로 1, 1.3, 1.5, 2%로 하여 고강도 콘크리트 배합에 혼입한 뒤 휨 시험체(100×100×400mm)를 각 배합당 3개씩 제작하여 2일 동안 습윤양생 후 2일간 90℃ 고온양생을 실시하였다. 휨 측정은 양생을 거친 시험체를 300 kN 용량의 만능재료시험기를 사용하였으며, 0.4mm/min 속도의 변위제어방식으로 가력하였다. 또한, 시험체의 변형량을 측정하기 위해서 10mm 용량의 LVDT를 사용하였다.



그림 1. 휨강도

* 한국교통대학교 건축공학과 석사과정
** 한국교통대학교 건축공학과 부교수, 교신저자(gcleee@ut.ac.kr)
*** 한국해양대학교 해양공간건축학과 부교수

3. 실험결과 및 분석

그림 1은 강섬유 혼입율에 따른 휨강도 및 등가휨강도 시험결과를 나타낸 것이다. 전반적으로 강섬유의 혼입율이 증가할수록 휨강도 및 등가휨강도가 증가하는 것으로 나타내어, 강섬유 혼입율이 1%인 경우에 비해 2%일 때 최대 휨강도가 1.8배 증가하여 37.5MPa와 등가휨강도는 약 1.7배 증가한 9.4MPa의 높은 강도증진을 나타내었다. 이처럼 강섬유를 혼입율이 증가할수록 휨성능이 향상되는 것은 혼입률이 증가함에 따라 단위면적당 강섬유의 수가 증가하여 균열 발생 후 균열 사이에서 섬유의 가교작용에 의한 힘을 전달시켜 균열 확산이 제어되어 휨강도 및 연성이 증가한 것으로 판단된다.

그림 3은 휨강도시험을 통해 도출된 배합별 휨강도-변위 곡선을 나타낸 것이다. 혼입율이 증가할수록 최대 휨강도가 발생하는 변형률도 증가하는 경향을 나타내었으며, 초기균열이 발생한 이후에 변형률 증가와 함께 강도가 증가하는 변형률 경화 현상이 0~1mm 범위의 변형률 구간에서 나타났으며, 이 후 소성영역에 들어가면서 비선형거동을 보이며 콘크리트의 변형률이 증가하였다. 또한 휨강도 시험 후 시험체 중간 단면에 다수의 균열보다 하나의 큰 균열이 크게 형성되는 것으로 나타났는데 이는 초기균열 이후 섬유를 통한 응력의 재분포가 제대로 일어나지 못한 것으로 사료된다.

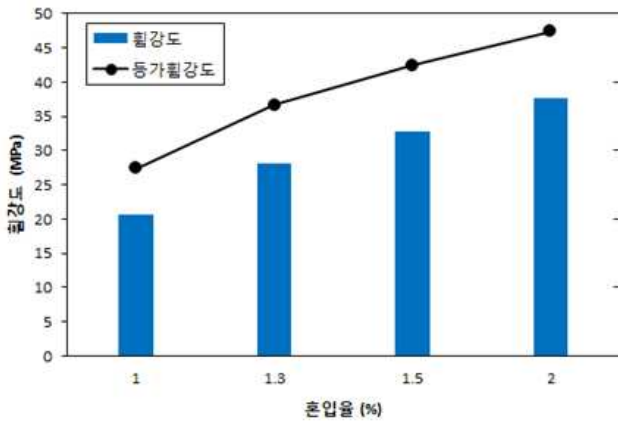


그림 2. 휨강도 및 등가휨강도

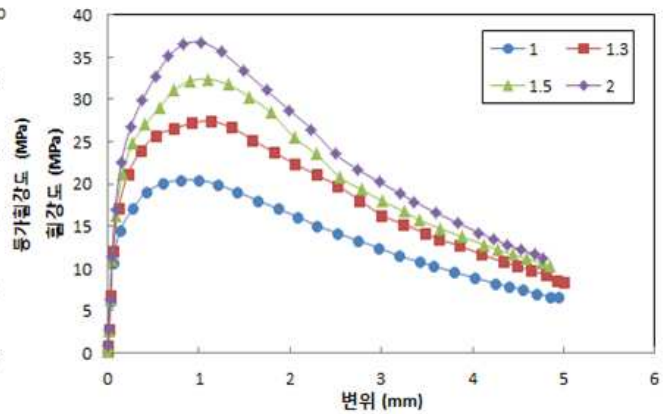


그림 3. 휨강도-변위 곡선

4. 결 론

본 연구에서는 고강도 강섬유 보강 콘크리트의 혼입율에 따른 휨거동을 검토한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 강섬유 혼입율이 증가할수록 휨성능이 향상되었고, 콘크리트의 취성파괴 및 역학적 성질을 고려해볼 때 강섬유 보강콘크리트에서 적합한 적정 섬유 혼입율은 2%임을 확인하였다.
- 2) 초기 균열 발생 이후 변형률과 강도가 함께 증가하는 변형률 구간이 나타나고 이후 비선형 거동을 나타내며 변형률이 증가하는 것으로 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원 건설기술연구사업의 연구비지원(13건설연구A02)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 박승훈, 하이브리드 강섬유 사용 초고성능 콘크리트의 역학적 특성 평가, 세종대학교, 석사학위논문, 2012
2. 류금성, 박정준, 강수태, 고경택, 김성욱, 초고강도 강섬유 보강 콘크리트의 휨특성에 관한 연구, 한국콘크리트학회 봄학술발표대회 논문집, pp.333~6, 2005
3. 이양근, 강섬유보강 고강도 콘크리트의 역학적 성능과 보-기둥 접합부 지역의 적용을 위한 실험, 가톨릭관동대학교, 박사학위논문, 2008