인장강화 효과를 고려한 초고강도 강섬유보강 철근콘크리트 보 부재 수치해석

Nonlinear Analysis of UHSFRC Beam considering Tension-Stiffening Effect

곽 효 경* 나 채 국**

Kwak, Hyo-Gyoung Na, Chaekuk

ABSTRACT

Recently, research is focused on the behavior of ultra high strength fiber reinforced concrete from the high rise building to the long span bridge. To verify the characteristics of the behavior of UHSFRC beam, the tension-stiffening model of UHSFRC is adopted as nonlinear analysis.

요 약

본 연구는 최근 활발히 진행되고 있는 초고강도 강섬유보강 철근콘크리트의 인장강화 모델을 제시하고 이를 비선형해석에 적용하여 초고강도 강섬유보강 철근콘크리트(Ultra High Strngth Fiber Reinforced Concrete, UHSFRC) 보의 거동특성을 알아보는데 그 목적을 두었다.

1. 서 론

일반콘크리트에 비해 강도가 크게 증가하는 초고강도 콘크리트는 연성도가 현저하게 감소하기 때문에 강섬유 등을 첨가하여 연성도를 증가시키게 된다. 이에 따른 연성도 증가는 일반 철근콘크리트와는 다른 인장강화 특성으로 나타나기 때문에, 정확한 거동특성을 살펴보기 위하여 초고강도 강섬유보강 철근콘크리트(UHSFRC)의 인장강화 모델을 제시할 필요가 있다.

2. 인장강화 모델

그림 1과 같은 구조계에서 인장력 T는 내부의 강섬유를 포함한 콘크리트 저항력과 철근 저항력의 합($T=F_c+F_s$)으로 나타난다. 또한, 미소요소에서 콘크리트와 철근 힘의 증분량(dF)은 부착응력(f_b)으로 표현되는데, 이때 부착응력은 선형 부착관계($f_b=E_b\Delta$)와 일정한 부착관계($f_b=\tau_b$)로 가정할 수 있다. 그림 2와 같이 콘크리트와 철근의 저항력은 포물선 형태를 갖는 것으로 가정하고, 강섬유가 포함된 경우 균열면에서 강섬유에 의한 저항력이 존재하기 때문에 균열면($z=a$)에서 콘크리트 저항력이 존재하는 것($F_c\neq 0$)으로 가정하면, 그림 3과 같은 무차원의 인장강화 모델을 제시할 수 있다.

* 정회원, KAIST, 구조설계연구실, 교수
** 정회원, KAIST, 구조설계연구실, 박사과정

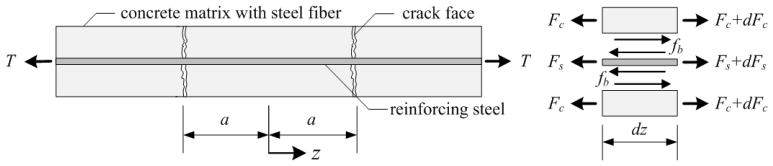

그림 1. 초고강도 강섬유보강 철근콘크리트 인장부재

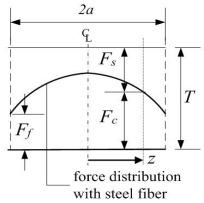

그림 2. 저항력 분포도

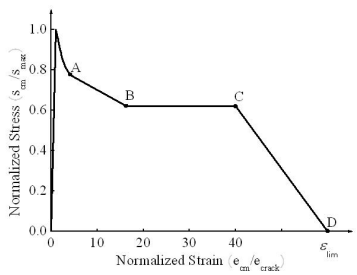

그림 3. 인장강화 모델

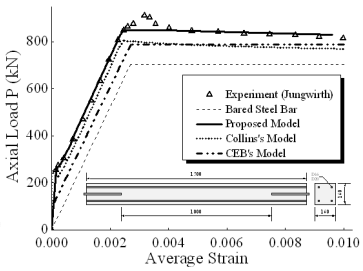

그림 4. 인장강화효과 검증모델

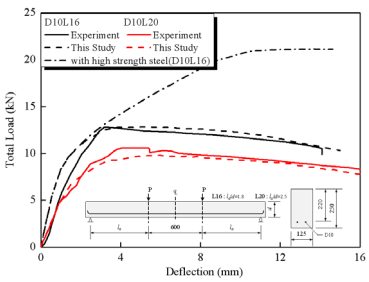

그림 5. 수치해석 결과

3. 수치해석

3.1 인장강화모델 검증

Jungwirth 등(2004)의 UHSFRC 인장부재의 거동 실험과 제안된 모델을 비교한 결과, 기존의 제안된 식은 강섬유로 인한 연성도 증가를 나타내지 않기 때문에 상당히 과소평가함을 알 수 있었다.

3.2 실험결과와 비교

한국건설기술연구원(2005)에서 실험한 UHSFRC 보 부재의 실험결과와 수치해석 후 비교한 결과. 제안된 인장강화 모델을 이용한 수치해석은 전체거동을 효과적으로 모사하고 있음을 알 수 있었다.

4. 결 론

제안된 인장강화 모델을 이용하여 UHSFRC의 수치해석을 통해 다음 내용을 파악할 수 있었다. 1) 단면 크기의 제한 때문에, UHSFRC 부재에는 일반강재가 아닌 고강도 철근을 배근하여야 한다. 2) 연성도가 크게 증가하는 UHSFRC에 적용 가능한 인장강화 모델을 제안하였다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시개발사업의 연구비지원(07첨단도시 A01)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. 한국건설기술연구원, 초고성능 시멘트 복합재료를 활용한 교량 거더 개발, 건설핵심 기술연구개발사업 최종보고서, 한국건설교통기술평가원, 2005
2. Bischoff, PH, Tension Stiffening and Cracking of Steel Fiber-Reinforced Concretem Journal of Material in Civil Engineering, ASCE, Vol.15, No.2, 2003, pp.174-182