

고인성 시멘트 복합체 패널의 비선형 전단모델

Nonlinear Shear Model of Fiber-Reinforced Cementitious Composite Panels

조 창 근* 김 윤 용** 김 정 섭*

Cho, Chang-Geun Kim, Yun Yong Kim, Jeong Sup

ABSTRACT

In current study, a nonlinear model for the shear behavior of Fiber-Reinforced Cementitious Composite (FRCC) panels has been introduced. The model is dealing with the multiple micro-cracking mechanism of FRCC materials which induce the high-ductile tensile characteristic, the compressive strain-softening, and the shear transfer mechanism in the cracked FRCC.

요 약

본 연구는 섬유혼입 고인성 시멘트 복합체 패널에 대한 비선형 전단거동 예측에 관한 해석 모델을 제시하였다. ECC 패널의 다중미세균열 현상에 의해 나타나는 고인성 인장 거동, 압축 연화 거동, 및 고인성 시멘트 복합체 균열면에서의 균열 전단전달 거동 특성 등을 반영한 2차원 면내전단 거동 모델을 시도하였다.

1. 서 론

최근 국내외에서 첨단섬유 기술의 발전과 더불어 첨단 콘크리트 기술로서 고인성 시멘트 복합체의 개발 및 이를 적용한 콘크리트 건축 구조물에 관한 다양한 적용이 성황을 이루고 있다. 본 연구에서는 첨단 섬유를 혼입한 고인성 시멘트 복합체 패널에 대한 비선형 전단거동 예측에 관한 해석 모델을 제시하였다.

2. 다중미세균열을 고려한 고인성 시멘트 복합체 구성관계

고인성 시멘트 복합체는 인장응력이 증가하면 균열 면에 위치한 섬유의 브리지 작용에 의해 균열 폭이 국부적으로 증가되지 않고 미세균열이 넓게 확산되는 다중미세균열 거동을 나타낸다. 다중미세균열 거동에 의해 인장 거동 특성은 일반 및 섬유보강 콘크리트에 비해 인장 균열 발생 이후 높은 인성을 발휘하고, 섬유재료 및 배합상태에 따라서 2% 내외의 높은 인장변형률에 도달할 때까지 인장응력이 감소되지 않고 발휘할 수 있게 된다. 이와 같은 인장 측에서의 고인성 구성관계를 고려하였다.

* 정회원, 조선대학교, 건축학부 건축공학전공, 교수

** 정회원, 충남대학교, 토목공학과, 교수

그림1과 같이 고인성 시멘트 복합체 역시 압축연화거동을 나타내지만 콘크리트와는 크게 차이가 있다. 기존 콘크리트에 비해 고인성 시멘트 복합체의 압축연화효과는 Vecchio 등(1986)이 제시한 콘크리트 압축연화효과와는 크게 다른 양상을 보였다. 고인성 시멘트 복합체의 압축연화효과는 일반 콘크리트에 비해 인장변형률 증가에 따른 압축강도 감소효과가 현저하게 낮게 나타나는 것으로 파악되었으며, 이에 대한 실험 결과로부터 압축연화계수에 관한 식을 새롭게 제시하였다.

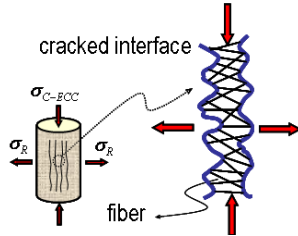


그림 1. 인장연화거동

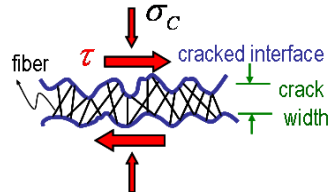


그림 2. 균열면의 전단전달거동

콘크리트의 균열 면에서는 어느 정도의 전단전달능력이 있으며, 압축응력을 받는 콘크리트의 균열 표면에서도 골재 맞물림 등에 의하여 전단응력의 일부를 전달할 수 있는 것으로 밝혀졌다. 일반 콘크리트의 경우 압축응력과 균열면의 전단응력의 관계는 골재 맞물림 등과 같이 골재의 영향이 주된 요인인 것으로 판명되었다. 하지만, 그림2와 같이, 고인성 시멘트 복합체의 경우, 균열면의 전단전달능력이 균열면에 위치한 골재의 영향 보다 오히려 혼입된 섬유 역할이 주된 요인이 된다. 고인성 시멘트 복합체의 균열면에서의 전단전달능력을 고려하기 위하여 균열면에 수직으로 작용하는 압축응력에 대한 함수로서 골재맞물림 효과 및 섬유의 분포특성을 반영한 균열면의 전단전달에 관한 실험 매개변수를 고려하여 압축응력 하에서의 전단전달에 관한 정식화를 제시하였다.

3. 실험과의 비교결과 및 고찰

제시된 고인성 시멘트 복합체의 면내 전단거동 예측모델을 이용 면내전단거동 실험결과와 비교·분석하였다. 1축압축강도가 각각 20.2MPa, 39.3MPa, 그리고 44.4MPa 인 철근이 보강되지 않은 순수전단 패널 206mm×206mm×100mm 시험체를 대상으로 한 면내 순수전단 실험으로 부터 해석 결과를 비교하였다. 제안 모델은 최대전단응력의 예측에서 실험결과와 비교적 잘 일치하였으며, 최대전단응력 이후 전단변형률이 증가함에 따른 전단응력 및 전단변형률 관계에 관한 실험값을 잘 예측하였다.

4. 결론

향후 면내전단거동의 실험 데이터 확보를 통해 섬유의 종류 및 특성에 따른 효과, 반복하중 등에 관한 다양한 실험 및 검토를 통한 개발 모델의 개선이 필요하다.

감사의 글

이 논문은 2010년 교육과학기술부 지역거점연구단육성사업/바이오하우징연구사업단의 지원을 받아 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Vecchio, F.J., Collins, M.P. The Modified Compression-Field Theory for Reinforced Concrete Elements Subjected to Shear, ACI Journal, 83(2), 1986, pp. 219-231.