

철근콘크리트 부재의 사용성능 검증을 위한 부착응력-미끄럼 모델

Bond Stress-Slip Model for Serviceability Verification on Structural Concrete Members

이 기 열* 양 준 호** 정원용*** 노삼영**** 김대중***** 김우*****

Lee, Gi Yeol Yang, Jun Ho Chung, Won Yong Rho, Sam Young Kim, Dae Joong Kim, Woo

ABSTRACT

This research defined slip function using cracking behavior, bond characteristics and numerical analysis of cracking stabilized reinforced concrete member, and proposed a bond stress-slip model.

요 약

본 연구에서는 균열이 안정화된 철근콘크리트 부재의 거동 특성과 수치해석을 이용하여 미끄럼 함수를 제안하고, 이로부터 부착응력-미끄럼 관계 모델을 정의하였다.

1. 서 론

사용하중 구간에 해당하는 균열안정화단계에서 콘크리트 구조 부재의 균열폭, 처짐과 같은 사용성능의 검증을 위해서는 철근콘크리트 합성구조계 해석의 기반이론이 되는 부착응력-미끄럼 관계의 정확한 모델 설정이 필요하다.

2. 수치해석

그림 1에 보인 안정화된 평균균열간격 s_{rm} 의 1/2로 정의한 균열요소 내의 응력 전달과정을 Step-by-Step Method에 의해 수치모델링을 하였다. 균열면에서 발생하는 미끄럼량 s_0 를 가정하여 부착전달 길이 l_t 방향으로 단계적 적분을 수행하면서 부재 중앙단면($s_{rm}/2$)에서 미끄럼이 0이 될 때까지 반복 계산하여 균열면에서의 미끄럼값을 얻는다. 그림 2에 보인 수치해석 단계를 모델링하고, 반복계산은 Regular Falsi Method를 사용하였다. 해석의 가장 중요한 요소인 철근과 콘크리트 경계면에서의 부착 특성은 CEB-FIP Model Code 1990에서 제시하는 그림 3과 같은 부착응력-미끄럼 관계를 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

수치해석 결과 비교를 위해 Jiang *et al.*이 수행한 A2, A4 시험체를 대상으로 실험과 해석 결과를 비교하여 그림 4에 정리하였다. 이 그림을 살펴보면 사용하중에 해당하는 $0.6f_y (=200 \text{ N/mm}^2)$ 이상에서 미끄럼 분포가 선형으로 예측되었으며, 실험결과와도 비교적 일치함을 알 수 있다. 이에 본 연구에서는 균열안정화단계에서의 미끄럼 분포를 식 (1)의 좌변항과 같은 선형함수로 가정하고, 이 때의 기울기 ds/dx 는 균열안정화 특성을 이용하여 우변과 같이 결정하였다. 제안 미끄럼 함수로부터 부착응력-미끄럼 모델을 완성하고, 이로부터 철근응력 분포를 실험결과와 비교하여 검증하고 그림 5에 비교하였

* 정회원, (주)삼안, 연구개발원, 과장

*** 정회원, (주)삼안, 연구개발원, 전무이사

***** 정회원, 전남도립대학, 토목환경과, 부교수

** 정회원, 전남대학교, 토목공학과, 박사과정

**** 정회원, 한양대학교, 건축학부, 교수

***** 정회원, 전남대학교, 토목공학과, 교수

다. 이 그림을 살펴보면 제안 모델은 철근 응력을 비교적 정확하게 예측하고 있음을 확인할 수 있다.

$$s_x = \left(\frac{ds}{dx} \right)_{x=0} \cdot x = \left[\frac{N_o}{nA_s E_c} - 0.75 \frac{(1+n\rho)f_{ct}}{n\rho E_c} \right] \cdot x \quad (1)$$

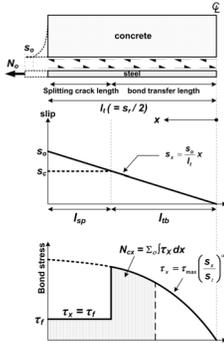


그림 1. 균열안정화단계 부착특성

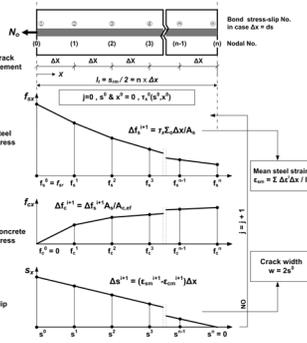


그림 2. 수치해석 모델링

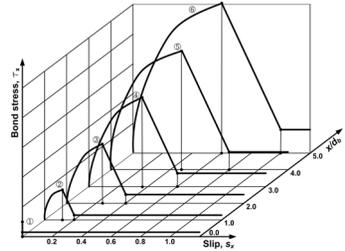


그림 3. 부착응력-미끄럼 관계

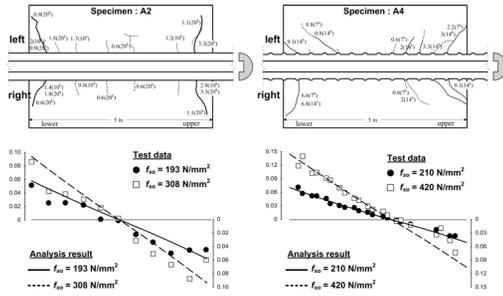


그림 4. 미끄럼 해석결과 및 비교

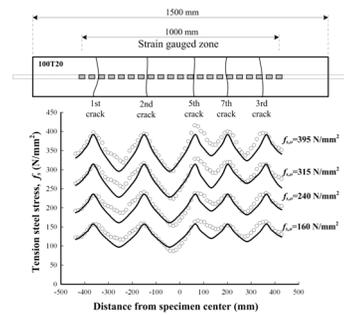


그림 5. 제안 모델을 이용한 철근응력

4. 결론

균열안정화단계에서의 미끄럼 함수를 수치해석 모델을 통하여 제안하고, 균열안정화 특성과 평형 조건 및 적합조건을 이용하여 철근콘크리트 구조 부재의 사용성능 검증의 기반이론이 되는 부착응력-미끄럼 관계 모델을 완성하였다. 제안 모델을 이용하면 사용하중 단계에서의 철근응력 분포를 비교적 정확하게 예측할 수 있으며, 균열폭 및 처짐에 대해서 일원적 방법에 의한 사용성능 검증이 가능하다.

감사의 글

이 논문은 국토해양부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁 시행한 2004년도 건설핵심기술연구개발사업(과제번호:04핵심기술C02-02) 및 교육과학기술부 우수연구센터육성사업(과제번호:R11-2005-056-04004-0)의 연구비 지원에 의하여 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. CEB-FIP, CEB-FIP Model Code 1990, Comite Euro-International Du Beton, Paris, 1991.
2. Jiang, D. H., Shah, S. P., and Andonian, A. T., "Study of the Transfer of Tensile Force by Bond", ACI Journal, Vol.81, No. 3, 1984, pp. 251~259.