

철근콘크리트용 봉강의 역학적 성질의 통계적 특성

Statistical Characteristics of Mechanical Properties of Reinforcing Bars

김 지 상* 신 정 호** 문 재 흠*** 김 주 형****
Kim Jee-Sang Shin Jeong-Ho Moon Jae-Heum Kim Joo-Hyung

ABSTRACT

The flexural strength of reinforced concrete members is strongly governed by mechanical properties of reinforcing bars, especially by yield strength, which have many uncertainties. The correct choice of probabilistic models for yield strength of reinforcement is an essential step to assure the safety and reliability of members. In this paper, a probabilistic model of yield strength of reinforcing bars is proposed based on literature and own experimental data.

요 약

힘을 받는 철근콘크리트 부재의 저항특성은 철근의 인장강도에 크게 영향을 받으므로 저항강도의 불확실성을 고려하고 신뢰성을 확보하기 위해 철근의 역학적 특성에 내재된 불확실성에 대한 정확한 평가가 필요하다. 이 논문에서는 재료기본특성의 불확실성 평가연구의 하나로 진행된 철근의 역학적 특성에 대한 확률 모델도출과정을 정리하고 그 결과를 분석하였다.

1. 서 론

성능기반 설계기준을 작성하는 경우 신뢰도이론을 기반으로 하고, 이를 검증하기 위해 기본 변수들의 통계적 특성에 대한 연구가 선행되어야 한다. 이를 위해 철근의 품질에 대한 신뢰성을 확보하기 위하여 재료의 역학적 성질의 통계적 특성을 고려할 필요가 있다. 이 연구에서는 국내의 문헌 자료 및 추가적인 실험자료를 이용하여 철근 항복강도의 확률분포모델을 제안하였다.

2. 연구범위 및 방법

이 연구에서는 국내 문헌 및 직접실험을 통하여 얻은 철근의 항복강도 시험 자료를 이용하여 300, 400 및 500MPa의 공칭항복강도 철근에 대하여 각각 1580, 1409, 123개의 자료를 사용하였고, 공칭항복강도의 영향을 배제하기 위하여 공칭항복강도와 실제항복강도의 비(f_{yu}/f_y)를 확률변수로 사용하였다.

* 정회원, 서경대학교 토목공학과 교수
** 정회원, 서경대학교 도시환경시스템공학과 석사과정
*** 정회원, 한국건자재시험연구원 선임연구원
**** 정회원, 한국건자재시험연구원 연구원

3. 철근 항복강도의 확률분포모델

외국의 연구결과¹⁾에 따르면 철근 항복강도의 확률분포모델은 베타분포가 적합한 것으로 보고되었으며, 이 연구에서도 그와 유사한 결과를 나타내었다. 아래 그림 1, 2, 3은 철근 시험자료를 공칭항복강도(300MPa, 400MPa, 500MPa)에 따라 분류하여 히스토그램과 확률밀도함수(PDF)를 나타낸 것이고 그 자료의 누적분포함수(CDF)를 베타분포 확률지에 도시한 것이 그림 4이다.

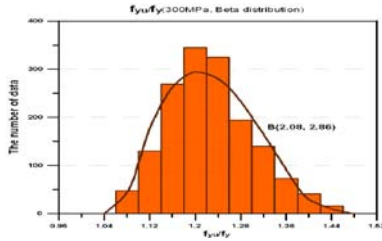


그림 1 철근 항복강도의 확률분포PDF(300MPa)

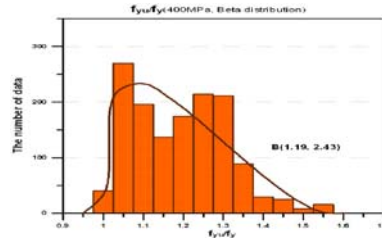


그림 2 철근 항복강도의 확률분포PDF(400MPa)

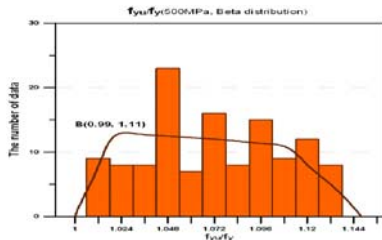


그림 3 철근 항복강도의 확률분포PDF(500MPa)

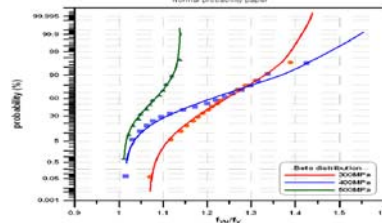


그림 4 철근 항복강도의 CDF(베타분포)

각 강도별 통계량(statistics) 및 분포 가설 검증결과는 표 1에 보인 것과 같다. 400MPa 자료를 제외한 나머지는 Beta분포에 적합한 결과를 나타냈지만 400MPa의 자료는 어느 분포에도 적합하지 않은 것으로 나타났다.

표 1 철근 항복강도의 통계량 및 가설 검증

구 분	평균(μ)	변동계수(%)	분포 가설 및 검증			
			Distribution	q	r	χ^2 -test
300MPa	1.225889	6.11	Beta	2.0844	2.8628	0.225>0.05
400MPa	1.192594	9.93	Beta	1.1850	2.4320	0.000<0.05
500MPa	1.071317	3.33	Beta	0.9915	1.1146	0.115>0.05

4. 결 론

국내 시험자료를 이용하여 철근 항복강도의 확률분포모델로 베타분포에 대한 적합성을 검증하였는데, 항복강도 400MPa 철근을 제외하고는 적합한 것으로 나타났으며, 향후 많은 자료가 축적되면 보다 합리적이고 신뢰할 수 있는 확률분포모델의 결정이 가능할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 산하 한국건설교통기술평가원의 「성능중심의 건설기준 표준화 연구단」에 의해 수행되는 2006 건설교통R&D 정책 및 인프라 사업(06-기반구축-A-01)의 지원에 의하여 이루어졌음을 밝히며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Mirza, S.A., MacGregor, J.G., "Variability of mechanical Properties of Reinforcing Bars," Journal of the Structural Division, ASCE, Vol.105, No.ST5, May 1979, pp. 751-766.