

철근부식된 R/C 휨 및 전단보의 복원력 특성 제안

Restoring Force Characteristics Model Proposal of Corroded R/C Beams Controlled by Flexure and Shear

○정 재 원* 정 주 성** 이 복 기*** 이 강 석****
Jeong, Jae-Won Jung, Ju-Seong Lee, Bok-Gi Lee, Kang-Seok

키워드 : 경년열화, 유한요소해석, 부식

Keywords : Deterioration, Finite Element Analysis, Corrosion

최근 2016, 2017년 경주, 포항에서 5.0이상의 지진이 발생하여 많은 재산피해가 발생하였다. 또한 튀르키예에서 규모 7.8 강진이 발생하여 많은 사상자와 재산피해가 발생하였다. 내진설계가 되지 않은 것 뿐만 아니라 노후화 건축물이 많아 피해가 더욱 큰 것으로 나타났다. 국내의 노후화 건축물의 비율은 전체 건축물의 38.8%이상 점차 증대되고 있지만 노후화에 대한 내진성능평가는 재료강도 감소계수 또는 평가자의 판단에 의해 정성적으로 평가되고 있다. 따라서 본 연구에서는 부식이 진행된 R/C휨 및 전단보의 실험, 유한요소해석을 분석하고 이를 기반으로 부식률에 따른 휨 및 전단 보의 복원력 모델을 제안하였다.

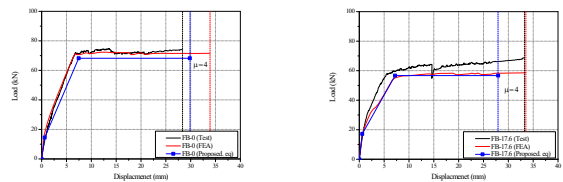
부식률이 철근에 미치는 영향과 부착식을 제안하기 위하여 150×150×150 입방체 가운데 철근을 삽입하고 인장력을 가하여 부착력을 평가하였다. 콘크리트의 설계강도, 철근직경, 부식률을 변수로 총 50개의 실험을 진행하였으며, 실험결과를 기반으로 부식률에 따라 저감된 부착식을 제안하였다.

휨 및 전단 보에 부식률이 복원력에 미치는 영향을 파악하기 위하여 휨 보 4체, 전단 보 4체 총 8체를 제작하였으며, 부식되지 않은 무부식 1체를 포함한 부식률 10%, 20%, 30%를 계획하였다. 실험체의 부식은 페리데이 법칙에 의한 산정된 전류를 인가하여 진행하였다. 실험체의 가력은 만능재료시험기(UTM-200)를 사용하여 0.5mm/min의 일정한 속도로 4점 가력을 진행하였다. 부식률 측정은 가력 실험을 종료한 후 콘크리트를 파쇄, 철근을 추출한 뒤 녹을 제거하였으며, 휨 보의 경우 7.5%, 17.6%, 34.7% 전단 보의 경우 13.5%, 19.5%, 31.5% 계획부식률 대비 유사하게 나타났다.

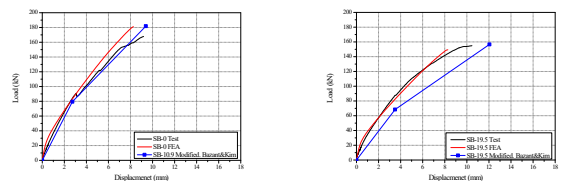
부식실험을 통해 나타난 부착저감 및 강도 저감정도를

부식률에 따라 상세히 분석하기 위하여 유한요소해석을 수행하였다. 그림1 (a), (b)는 휨 보 부식률 0, 17.6%를 그림2 (a), (b)는 전단 보 부식률 0, 19.5%의 실험결과, 유한요소해석 및 제안식에 의한 하중 변위 그래프를 나타내었다. 부식률에 따라 휨 및 전단 보 모두 내력이 저감됨을 확인하였으며, 휨 보의 경우 변위 또한 감소하는 경향을 보였다. 전단 보의 경우 부식에 의한 균열로 인하여 변위는 증대 되었지만 강성이 저감되어 나타났다.

부착력 저감식 및 철근의 단면적 감소를 고려하여 유한요소해석에 반영하여 해석한 결과 휨 및 전단 보의 내력 및 변위 모두 오차율 10%내외로 유사하게 나타남을 확인하였다. 복원력 모델을 제안하기 위하여 2.5% 부식률 간격으로 35%까지의 해석을 수행하였다. 휨 및 전단보의 균열점은 기존 문헌을 참조하여 회귀식으로 복원력모델을 제안하였다. 휨보 항복점의 경우 주철근 항복변형률 0.002를 기준으로 응력을 계산하고 힘의 평형방정식을 이용하여 산정하였으며, 항복변위 대비 4배에 해당하는 지점을 종국점으로 산정하였다. 전단보의 경우 최대 강도지점을 종국점으로 산정하여 나타내었다. 제안된 복원력 모델이 부식률에 따라 내력 저감 및 변위를 매우 유사하게 모사하고 있음을 확인하였다.



(a) 부식률 0% (b) 부식률 17.6%
그림1. 휨 보 실험결과, 유한요소해석 및 제안식



(a) 부식률 0% (b) 부식률 19.5%
그림2. 전단 보 실험결과, 유한요소해석 및 제안식

* 한양대 대학원 스마트시티공학과 박사과정

** 한양대 건설구조물 내구성혁신 연구센터 연구교수, 공학박사

*** 한양대 건설구조물 내구성혁신 연구센터 박사후연구원, 공학박사

**** 한양대학교 건축공학과 및 스마트시티공학과 교수, 공학박사

(Corresponding author : Department of Architecture and Smart City Engineering, Hanyang University, ksleenist@hanyang.ac.kr)

이 연구는 2024년도 한국연구재단 연구비 지원에 의한 결과의 일부임. 과제번호: 2021R1A2C2094779 & RS-2023-00220751