

장기 2축 휨을 받는 철근 콘크리트 장주의 해석

Analysis of Slender RC Column Subjected to Long-term Biaxial Bending

곽 호 경* 곽 지 현**

Kwak, Hyo Kyoung Kwak, Ji Hyun

ABSTRACT

A numerical model is suggested to calculate the long-term resisting capacity of slender Reinforced Concrete(RC) columns subject to axial load with biaxial bending moments. In this model, geometric nonlinearities by the long-term behavior of concrete and $P-\Delta$ effect as well as material nonlinearities by cracking of concrete and yielding of steel are considered. Experimental result from other researchers are compared to verify the proposed model.

요 약

본 연구에서는 축력과 2축 휨을 받는 철근콘크리트 장주의 장기 저항능력을 산정할 수 있는 비선형 해석 모델을 제안하였다. 제안된 모델에서는 콘크리트의 장기 거동에 의해 발생하는 비역학적 변형 및 $P-\Delta$ 효과로 인한 기하 비선형 뿐 만 아니라 콘크리트의 균열 및 철근의 항복 등 재료 비선형성이 고려되었다. 다른 연구자들의 실험 결과와의 비교를 통하여 제안된 모델을 검증 하였다.

1. 서 론

최근 구조물은 점차 고층화, 세장화 되고 있으며 이에 따라 장주의 사용이 빈번해지는 추세이다. 그러나 도로교 설계기준에서는 세장비 100 이상에서 $P-\Delta$ 해석에 준한 설계를 제시하는 등 해석에 의존하고 있다. 또한 세장한 구조물은 콘크리트의 장기거동의 영향을 무시할 수 없으므로 이를 적절히 평가하기 위해서는 구조물의 기하 및 재료 비선형을 고려한 정교한 해석모델이 필요하다.

2. 재료 모델

2.1 콘크리트

콘크리트의 재료성질은 응력-변형률 관계로 나타내어지며 압축축과 인장축의 거동이 상이하다. 본 연구에서는 압축축의 경우 Kent와 Park이 제안한 모델을 기초로 Scott 등이 수정한 식을 사용하

* 정회원, 한국과학기술원, 건설 및 환경공학과, 교수

** 정회원, 한국과학기술원, 구조설계연구실, 박사과정

였으며, 인장측에 대하여서는 선형탄성을 가정하였으며 인장강도 이후에는 변형연화 영역을 선형으로 하였다. 콘크리트의 비역학적 변형률인 크리프와 건조수축에 대하여 ACI 모델식을 사용하였으며 응력변화 이력에 따른 크리프 변형률을 산정하고자 크리프 함수의 전개에 기본을 둔 1차 순환적 단계 알고리즘을 사용하였다.

2.2 철근

철근은 압축측과 인장측에서의 응력-변형률 관계가 동일하며, 항복점까지 선형 거동을 하다 항복 이후 소성영역으로 들어간다. 이 소성영역을 적절한 기울기를 가진 직선으로 모델링하여 변형경화 현상을 고려하였다.

3. 강성행렬

요소의 평형방정식을 구성하기 위하여 절점당 6개의 자유도를 갖는 공간 프레임 요소를 사용하였다. 지역 좌표계를 ζ, η, ξ 라 하면 변위-변형 관계는 $\epsilon_{\xi\xi} = u' - \eta v'' - \zeta w'' + 0.5((v')^2 + (w')^2)$ 로 정의하였다. 여기서 u, v, w 는 각각 ζ, η, ξ 방향의 변위를 의미하며 따옴표(')는 ξ 축에 대한 편미분을 의미한다. 이를 토대로 축방향변위를 절점변위와 형상함수를 이용하여 나타낼 수 있으며, 가상일의 원리를 적용하여 외력-변위 관계를 구하여 강성 행렬을 도출하였다.

4. 검증

제안된 해석모델을 검증하고자 김진근 등의 실험결과와 비교하였다. 다음 그림은 폭과 너비가 다른 직사각 기둥의 두 축에 대한 외력-변위 관계이다. 제안된 해석 모델은 실험결과와 유사한 결과를 주며 극한 저항능력은 물론 거동 또한 잘 묘사함을 알 수 있다.

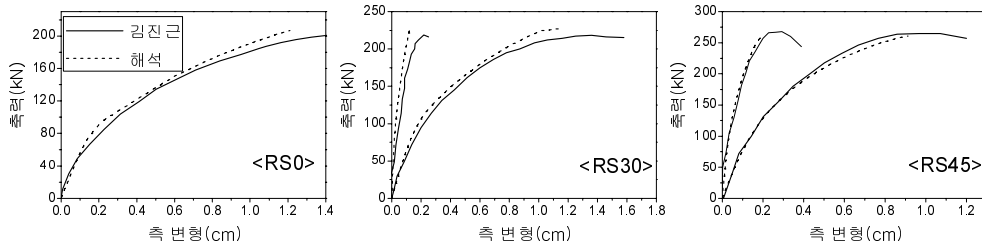


그림1. 편심각 0도

그림2. 편심각 30도

그림3. 편심각 45도

감사의 글

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

참고문헌

1. Scott, B. D., Park, R. and Priestley, M.J.N., 'Stress-Strain Behavior of Concrete Confined by Overlapping Hoops at Low and High Strain Rates', ACI, Vol. 79, No. 1, pp. 13-27, 1982
2. Kim, J. K. and Lee, S. S. 'The Behavior of Reinforced Concrete Columns Subjected to Axial Force and Biaxial Bending', Engineering Structures, Vol. 23, 2000