

2축 편심 하중을 받는 철근콘크리트 기둥의 신뢰도평가

Reliability Assessment of Reinforced Concrete Columns under Biaxially Eccentric Load

김지현* · 이해성**

Kim, Ji Hyeon · Lee, Hae Sung

국내외 여러 신뢰도기반 설계기준에서 2축 편심 하중을 받는 철근콘크리트 기둥의 설계방법을 제시하고 있다. 하지만 제시된 설계방법을 검증하는 신뢰도평가에 대한 연구는 보고된 바가 없다. 따라서 본 연구에서는 설계기준에서 제시하는 2축 편심 하중을 받는 철근콘크리트 기둥의 강도 산정식을 이용하여 신뢰도평가를 수행하는 방법을 제시하고, 제안된 방법을 철근콘크리트 기둥 예제에 적용하였다.

핵심용어 : Biaxially eccentric load, 철근콘크리트 기둥, Load contour method, 신뢰도평가, 신뢰도지수

1. 서 론

ACI 318-11 및 AASHTO LRFD design specification, Eurocode 2, BS 5400-4에서는 2축 편심 하중을 받는 철근콘크리트 기둥을 Bresler(1960)가 제안한 Load contour method를 이용하여 설계하도록 규정하고 있다. 하지만 지금까지 Load contour method를 이용한 철근콘크리트 기둥의 신뢰도해석에 대해 국내외에서 보고된 바가 없다. 따라서 본 연구에서는 Load contour method를 이용한 신뢰도해석 방법을 제시하고, 예제 단면을 통하여 그 적용성을 확인 하였다.

2. Load contour method를 이용한 2축 편심 하중을 받는 철근콘크리트 기둥의 강도 산정

Bresler(1960)는 2축 편심하중을 받는 철근콘크리트 기둥의 강도를 Load contour method를 이용하여 근사하도록 제시하였으며, 많은 설계기준에서 Load contour method를 준용하고 있다. y축편심(e_y)에 의해 단면에 발생하는 모멘트를 M_z , z축 편심(e_z)에 의해 단면에 발생하는 모멘트를 M_y 라고 할 때 Load contour method는 식(1)과 같이 표현할 수 있다. 식(1)에서 알파는 곡선의 형상을 결정하는 계수이며 Bresler에 의해 그 값이 제시되어 있다. 틸다로 표시된 모멘트는 축력P상태에서 모멘트 최대 강도를 의미하며, 1축 휨을 받는 PM 상관도로부터 계산이 가능하다.

$$\Phi = 1 - \left(\frac{M_y}{\tilde{M}_y(P)} \right)^\alpha - \left(\frac{M_z}{\tilde{M}_z(P)} \right)^\alpha = 0 \quad (1)$$

3. 개선된일계이차모멘트법을 이용한 신뢰도해석 및 적용

식(1)의 Load contour를 한계상태식으로 보고 신뢰도평가를 수행한다. 신뢰도지수와 파괴점을 계산하기 위해서 개선된일계이차모멘트법을 사용하며, 해석과정에서 필요한 민감도는 Kim 등(2015)의 논문을 참조한다. 해석에 사용된 단면은 그림1에 제시되어 있으며, 재료변수 및 단면변수와 그 통계특성은 표 1에 주어져있다. 활하중에 의해 41mm의 편심이 두 방향으로 작용하고 그 편심의 표준편차는 0.061 이라고 가정 하였을 때 신뢰도평가 결과는 그림2와 같다. 본 예제에서는 양방향 편심의 통계특성을 동일하게 가정하였기 때문에 편심이 동일하게 증가하며, 140mm의 편심이 발생하였을 때 기둥이 파괴하는 것을 확인하였다.

* 정회원 · 서울대학교 건설환경공학부 박사과정, 공학석사 (E-mail: jhkim07@snu.ac.kr) - 발표자

** 정회원 · 서울대학교 건설환경공학부 교수, 공학박사 (E-mail: chslee@snu.ac.kr)

변수	공칭값	편심계수	변동계수/표준편차	분포종류
f_{ck}	20.7MPa	1.350	0.102	정규
f_y	275.8MPa	1.120	0.107	정규
E_s	200.0GPa	1.145	0.050	정규
철근위치 오차	0.0mm	-	11.0mm	정규
A_s	387mm ²	1.000	0.015	정규
A_{gt}	165e ³ mm ³	1.010	0.560	정규
D	1.0	-	-	-
L	1.0	1.200	0.180	대수정규

표 1. PCB내장 공진코일 설계조건

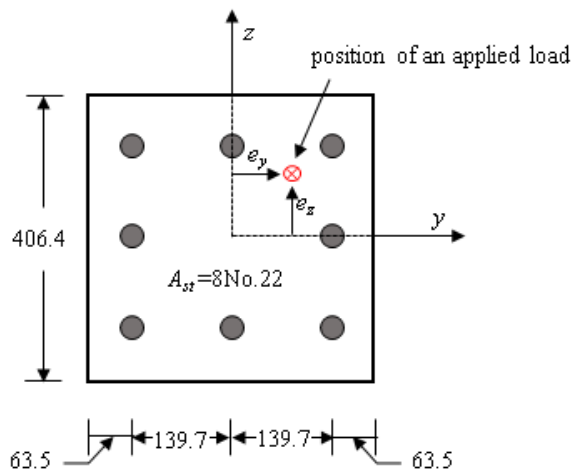


그림 1. 예제 단면의 단면정보 및 편심의 정의

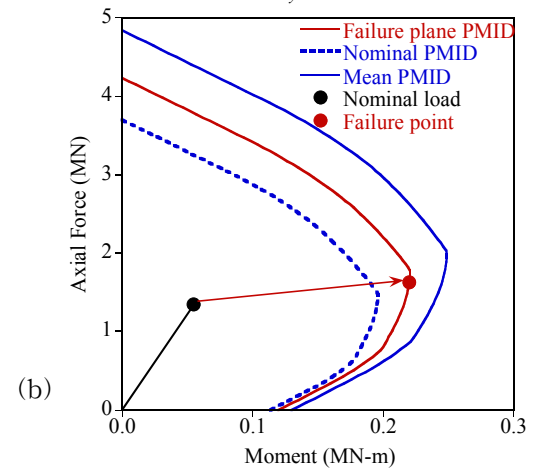
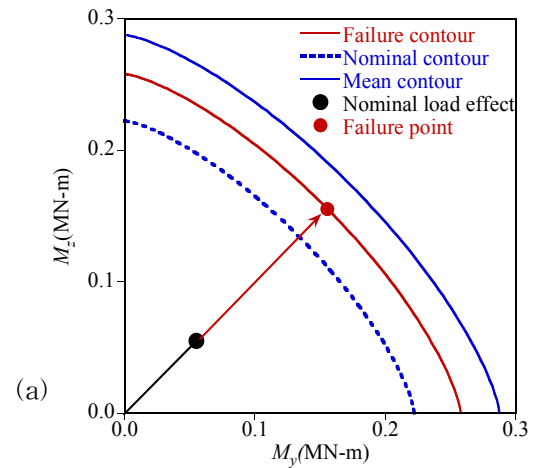


그림 2. 2차원 평면에서의 파괴면
(a) 모멘트-모멘트 평면 (b) 모멘트-축력 평면

4. 결 론

본 연구에서는 Load contour method를 이용한 2축 편심 하중을 받는 철근콘크리트 기둥의 신뢰도평가 방법을 제안하였다. 재료 및 단면, 하중 변수뿐만 아니라 2축 방향으로 발생하는 편심을 확률변수로 고려하여 신뢰도평가를 수행하였다. 신뢰도평가 결과 하중변수 및 편심의 변화로 인해 기둥의 파괴가 지배되는 것을 확인하였으며, 파괴점에서 편심은 공칭값의 약 3배의 값을 가지는 것을 확인하였다.

감사의 글

본 연구는 초장대교량 사업단 제1핵심과제를 통하여 지원된 국토교통부 건설기술혁신사업(08기술혁신 E01)의 연구비 지원으로 수행되었습니다. 연구지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. Bresler, B. (1960), "Design criteria for reinforced columns under axial load and biaxial bending", Journal of ACI, vol. 32(5), pp. 481-490.
2. Kim, J. H. Lee, S. H. Paik, I. and Lee, H. S. (2015). "Reliability assessment of reinforced concrete columns based on the P-M interaction diagram using AFORM", Struct. Safety, vol. 9(3), pp. 161-177.