

# 지진하중에 대한 보 부모멘트의 재분배

## Redistribution of Negative Moments in Beams Subjected to Seismic Load

엄태성<sup>\*</sup> 박홍근<sup>\*\*</sup> 김재요<sup>\*\*\*</sup>

Eom, Tae Sung Park, Hong Gun Kim, Jae Yo

### ABSTRACT

A moment redistribution method was developed for earthquake design of reinforced concrete moment-resisting frames. For a frame designed with strong column-weak beam, the moment redistribution mechanism was investigated. Based on the result, the relationship between redistributed moment and plastic rotation in plastic hinges was established. By using the relationship, we developed a method for the evaluation of plastic rotations during the moment redistribution, addressing the effects of various design parameters including member stiffness, load condition, and plastic mechanism of structure.

### 요약

철근콘크리트 구조물에 적용할 수 있는 지진하중에 대한 간략 모멘트 재분배 방법을 개발하였다. 강기둥-약보 거동을 보이는 골조에 대하여 모멘트 재분배에 의한 하중진달 및 변형 메커니즘을 분석하였다. 그 결과를 토대로 보의 부모멘트 단부에서 허용되는 모멘트 재분배율과 보의 소성회전변형 사이의 정량적 관계를 정립하였다. 제안된 방법은 부재강성, 중력하중, 모멘트재분배, 벽체 및 보-기둥 접합부에 의한 강체거동 등에 의하여 보의 양단부 소성힌지에 요구되는 회전변형요구량을 평가할 수 있다.

현 구조설계기준(ACI 318-05; KBC 2005, EC2 2002)<sup>1-3)</sup>에서는 중력하중을 받는 연속된 보 또는 슬래브에서 지점부근에 발생하는 탄성부모멘트의 재분배를 허용하고 있다. 편리한 실무적용을 위하여, 현행 기준들은 모멘트 재분배 거동으로 발생하는 비탄성 변형에 대한 안전성 검토를 생략하는 대신 부재에서 재분배할 수 있는 최대 부모멘트의 크기를 제한한다. 그러나 지진하중 하에서도 대부분의 구조물이 비탄성거동을 나타내도록 설계되므로 부재에서 모멘트 재분배가 빈번히 발생함에도 불구하고,<sup>4-7)</sup> 현 설계기준은 지진하중에 대한 허용 모멘트 재분배율 또는 변형능력 검토 방법에 대한 명확한 규정도 제시하고 있지 못하다. 본 연구에서는 복잡한 비선형해석 없이 선형탄성해석 결과를 바탕으로 지진하중에 대한 모멘트 재분배 방법을 제시하였다.

\* 정회원, 대구가톨릭대학교, 건축학과, 전임강사

\*\* 정회원, 서울대학교, 건축학과, 교수

\*\*\* 정회원, 광운대학교, 건축학과, 조교수

보의 부모멘트단부에서 재분배되는 모멘트재분배율( $\beta$ )과 소성힌지에 요구되는 회전변형( $\theta_p$ )은 다음과 같은 관계를 갖는다.

$$\theta_p = \delta_u - \left(1 - \frac{\beta}{\gamma}\right) \delta_{eu} + \left(\frac{L_b'}{3E_c I_b}\right) (\beta M_{eu}) + \left(\frac{L_r}{L_b}\right) \delta_u + \left(\frac{L_b - L_b'}{L_b'}\right) \delta_u \quad (1)$$

여기서,  $\theta_p$  = 보의 단부 소성힌지변형,  $\beta$  = 보 부모멘트 단부의 모멘트재분배율,  $\delta_{eu}$  = 탄성층간변위비,  $\delta_u$  = 비탄성층간변위비,  $M_{eu}$  = 보 부모멘트단부의 극한 탄성모멘트,  $\gamma$  = 전체 하중조합(중력하중과 지진하중)과 순수 지진하중에 의한 탄성 부모멘트의 비율,  $E_c I_b$  = 보의 탄성휨강성,  $L_b$  = 기둥 중심으로부터 계산한 보의 경간,  $L_b'$  = 기둥면 또는 보 소성힌지 사이의 순경간(그림 1),  $L_r$  = 벽체에 의한 로킹효과를 고려하는 길이이다. 식(1)은 모멘트재분배와 벽체 및 보-기둥 접합부의 강제회전거동의 영향을 고려하여 보의 소성회전변형요구량을 평가할 수 있다.

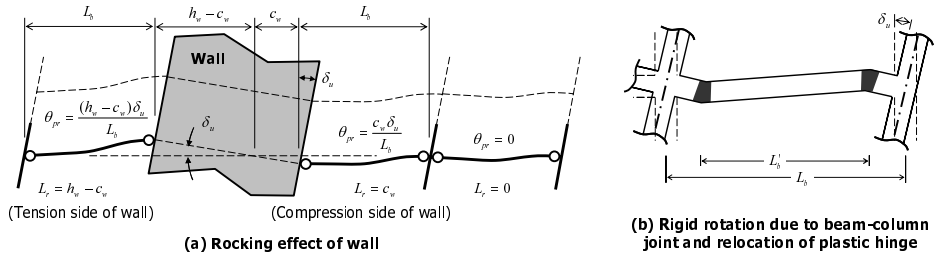


그림 1 철근콘크리트 모멘트골조의 보 소성변형요구량 평가

## 감사의 글

본 연구는 국토해양부 ‘성능중심 구조설계기준 개발’과제의 연구비 지원을 받아 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

## 참고 문헌

1. American Concrete Institute, Building Code Requirements for Structural Concrete, ACI 318-05 and ACI 318R-05, Farmington Hills, Michigan, USA. 2005.
2. European Committee for Standardization, Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-1: general rules and rules for buildings. BS EN 1992-1-1: 2004, British Standards Institute, London, UK. 2004.
3. 대한건축학회, 건축구조설계기준, KBC 2005, 2005
4. T. Paulay, M. J. N. Priestley, Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings. John Wiley and Sons, Inc, New York, USA. 1992.
5. Priestley, M. J. N., “Performance Based Seismic Design”, Proceedings of the 12th World Conference on Earthquake Engineering, Auckland, New Zealand, 2000.
6. 엄태성, 박홍근, 김창수, “다단계 선형해석을 이용한 철근콘크리트 모멘트골조의 내진설계”, 대한건축학회논문집 구조계, 2008. 8