

중앙 보강재에 의한 철근콘크리트 기둥의 내진 강화에 관한 연구

Study on Strengthening of Reinforced Concrete Columns by Central Element

노 영 곤
Ro, Young Gon

ABSTRACT

In this study, the problem of strengthening of reinforced concrete (RC) columns by a central steel section with minimum amount is taken up. For this purpose, RC columns with central reinforcing elements such as a steel bar, a steel H section and a steel pipe were taken up. To certify the effect of this way of reinforcing, experimental study using specimens of RC columns of shear span ratio of 2.5 was carried out. The variables which are considered to affect the behavior of RC columns subjected to axial load and cyclic shear load are the magnitude of axial load, tie ratio and main bar ratio. As the results of this study, the effect of a central reinforcing element for making higher the earthquake resistant properties of RC columns were observed.

1. 서론

본 연구는 일반적인 철근콘크리트(RC)보와 강재로 보강된 특별한 철골철근콘크리트(SRC)기둥으로 구성된 복합구조물(HSRC)의 내진 거동에 관한 것이다. RC보는 축력의 영향이 거의 없고 바닥 판에 의해 보강되어 있기 때문에 인성적인 반면, RC기둥은 큰 축력이 작용하기 때문에 취성적이다. 일반적으로, RC기둥의 주근은 축력과 휨모멘트에 의한 압축변형을 받기 때문에 좌굴하기 쉽다. 반면 RC기둥에 보강한 중앙 강재는 휨모멘트의 영향이 적어 축력만이 작용하여, 좌굴의 가능성은 주위의 주근보다 적다. 그렇기 때문에 중앙 보강재가 축력의 대부분을 부담한다면, 그 부재가 인성적이 되리라고 예상할 수 있어, 중앙 보강재는 기둥의 취성파괴를 억제하는데 효과적이라고 예상된다.

본 연구에서는, 전단스팬비 2.5의 RC기둥을 대상으로 실험을 하여, 중앙 보강재를 설치한 RC기둥의 효과를 실험을 통하여 실증하였다.

2. 실험개요

사용하는 RC기둥은 단면 20×20 cm, 길이 100cm의 전단 스펬비 2.5로, 실험은 소정의 축력을 가력후 정부 전단하중을 부재 변형각 1/100씩 각 3회 가력 하였다. Fig.1에 RC기둥 배근의 일례를 표시하였다. 단면 중앙의 보강재로서, 철근, H강, 내부가 빈 강관, 내부가 몰탈로 충전된 강관을 이용하여, 주근과 중앙 보강재를 포함한 강재의 단면적은 전체적으로 일정하도록 하였다. 축력과 전단력을 받는 RC기둥의 거동에 영향을 끼치는 요소로서 강재 보강방법, 띠철근비, 축력비를 다음과 같이 설정하였다.

*정회원, 우송공업대학 건축학과 선임강사

Table 1 Properties of Specimens

| specimen | strength of concrete (MPa) | | axial load ratio (%) | axial load (kN) | tie ratio (%) | tie pitch (mm) | tensile steel ratio (%) | central bar ratio (%) | section steel ratio (%) |
|--------------|----------------------------|------|----------------------|-----------------|---------------|----------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|
| | comp. | ten. | | | | | | | |
| MB-1.28-0.2 | 35.4 | 3.03 | 0.2 | 354 | 1.28 | 50 | 1.44 | - | 2.88 |
| CB-1.28-0.2 | 35.4 | 3.03 | 0.2 | 356 | 1.28 | 50 | 1.00 | 0.97 | 2.97 |
| CP-1.28-0.2 | 35.4 | 3.03 | 0.2 | 351 | 1.28 | 50 | 1.00 | 1.08 | 3.08 |
| MB-0.56-0.4 | 37.5 | 3.07 | 0.4 | 740 | 0.56 | 100 | 1.44 | - | 2.88 |
| CB-0.56-0.4 | 37.5 | 3.07 | 0.4 | 745 | 0.56 | 100 | 1.00 | 0.97 | 2.97 |
| CP-0.56-0.4 | 37.5 | 3.07 | 0.4 | 735 | 0.56 | 100 | 1.00 | 1.08 | 3.08 |
| MB-1.28-0.4 | 33.4 | 3.02 | 0.4 | 676 | 1.28 | 100 | 1.44 | - | 2.88 |
| CB-1.28-0.4 | 33.4 | 3.02 | 0.4 | 680 | 1.28 | 50 | 1.00 | 0.97 | 2.97 |
| CP-1.28-0.4 | 33.4 | 3.02 | 0.4 | 672 | 1.28 | 50 | 1.00 | 1.08 | 3.08 |
| CP-1.28-0.4* | 24.5 | 2.57 | 0.4 | 549 | 1.28 | 50 | 1.00 | 0.97 | 3.08 |
| CH-1.28-0.4 | 24.5 | 2.57 | 0.4 | 613 | 1.28 | 50 | 1.00 | 2.20 | 4.20 |

CP-1.28-0.4*: a steel pipe filled with inside mortar

(1) 강재 보강방법:

- MB type 주근량 증가
- CB type 중앙 철근(1-D22) 배치
- CP type 중앙 강관(φ42.7×3.5) 배치
- CH type 중앙H강(built H=50×50×5×7) 배치

(2) 띠철근비: 1.28%, 0.56%

(3) 축력비 ($\sigma = N / (F_c \cdot A_c + F_s \cdot A_s)$): 0.2, 0.4

여기서, N은 축력, Fc와 Ac는 콘크리트의 압축강도와 단면적, Fs와 As는 강재의 항복강도와 단면적이다.

Table 1에 실험대상인 RC기둥의 사양을 표시하였다. 주근은 SD295로 MB type는 4-D19, 중앙부 보강 type는 4-D16의 이형철근을, 띠철근은 SR235로 9φ의 원형철근을, 강재는 SS400을, 단위는 국제표준단위(SI단위)를 사용하였다.

각 기둥의 공식체명은 다음과 같이 정하였다.

[MB]-[1.28]-[0.2] ([강재 보강방법]-[띠철근비]-[축력비])

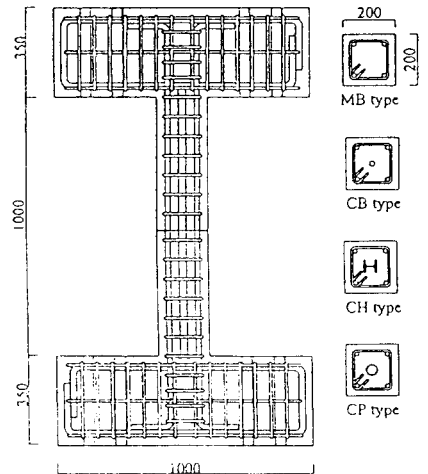


Fig.1 Test specimen (unit: mm)

3. 실험결과 및 고찰

Fig.2에 하중-변위 관계를, Fig.3에 균열분포를 표시하였다.

저축력(축력비 0.2)에서는, MB type가 주근량이 많은 관계로 부착 미끄러짐 파괴에 의해 취성적인 것에 반해, 중앙부 보강 type는 휨인장파괴의 거동을 보이며 인성적인 경향을 보여 중앙 보강재의 보강효과가 인정되었다.

고축력(축력비 0.4)에서는, 특히 띠철근 보강의 중요성이 확인되었다. 띠철근비가 낮은 경우(0.56%)에는, 코어 콘크리트의 구속력이 불충분하여 중앙 보강재의 유류에 관계없이 최대내력 이후 급격히 내력이 저하되어 취성적인 경향을 보였다. 띠철근비가 높은 경우(1.28%)에는, 휨압축파괴의 거동을 보이며 전반적으로 인성적인 경향을 보였으며, 중앙 보강재의 보강효과도 인정되었다.

축력비 0.4에서의 최대 내력(일반적으로 부재변형각 1/100에서 도달) 이후의 거동을 비교하기 위해, Fig.4에 전단하중의 최대내력에 대한 비율-하중 이력 관계, Fig.5에 축방향 수축량-하중 이력 관계를 표시하였다. 중앙 보강재의 보강효과가 축방향 수축에서 유효적으로, 특히, H강과 내부가 몰탈로 충전된 강관으로 보강한 기둥은 내력저하 및 축방향 수축에서 다른 경우보다도 유효적인 것이 확인되었다.

4. 결론

이상의 실험결과로는 명확한 결론을 얻기는 불가능하나, 본 연구의 견식과 과거의 경험에 의한 공학적 판단에 근거하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있을 것이다.

- (1) 중앙에 보강 요소를 설치한 기둥은 강한 지진력에서도 충분한 인성능력이 기대된다.
- (2) 중앙 보강 요소로서는 내부가 몰탈로 충전된 강관이 가장 유효적이나, 시공성을 고려하면 H강이 적합할 것이다.
- (3) 중앙 강재의 필요 단면적은 장기하중과 지진력에 의한 축력의 1/2을 부담할 수 있는 정도가 적당할 것이다.

참고문헌

- 1) 田中彌壽雄, 盧永坤, 豊田哲也, 官腰昌平, “中央鐵筋を持つ鐵筋コンクリート柱の變形能に関する研究”, 日本コンクリート工學年次論文報告集, pp.413-418, 1993
- 2) 田中彌壽雄, 盧永坤, 河原毅, 川村正和, “中央補強材を施した鐵筋コンクリート柱に関する研究”, 日本コンクリート工學年次論文報告集, pp.719-724, 1996

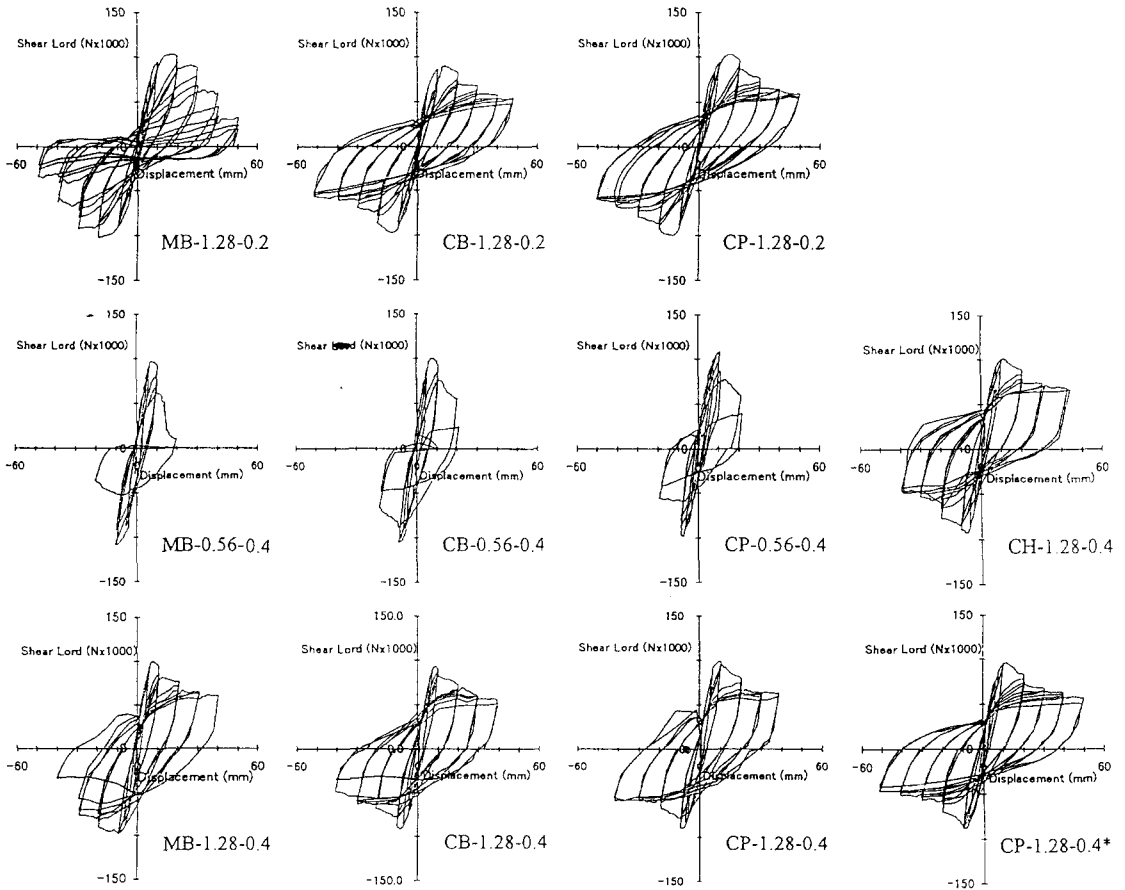


Fig. 2 Shear load - deflection relationship

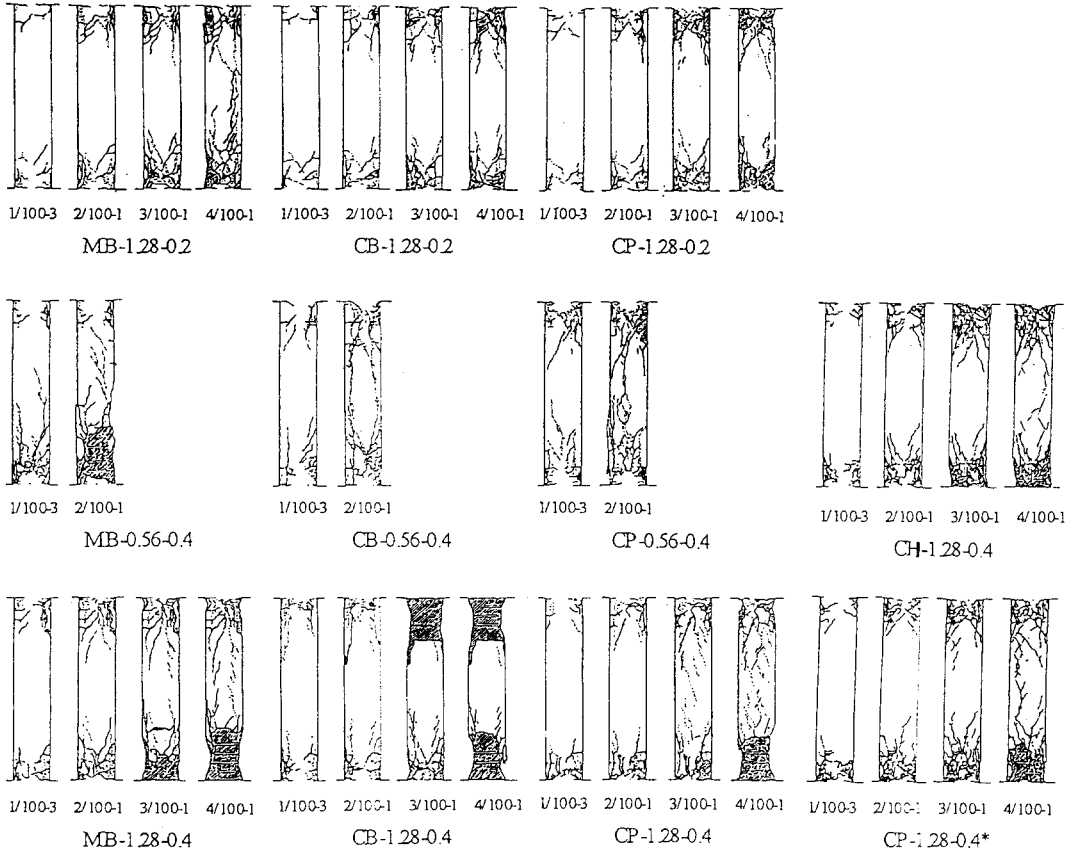


Fig. 3 Crack patterns

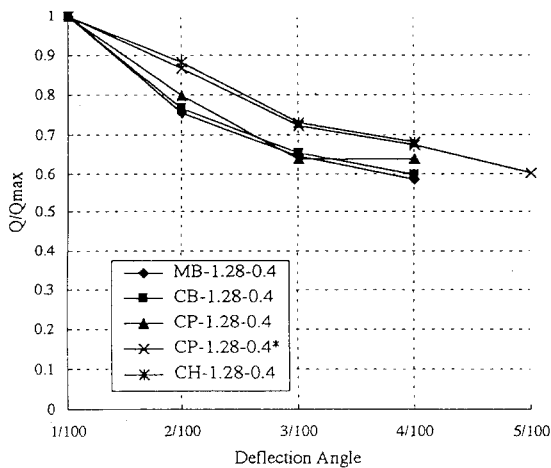


Fig.4 Load cycle-shear loading relationship

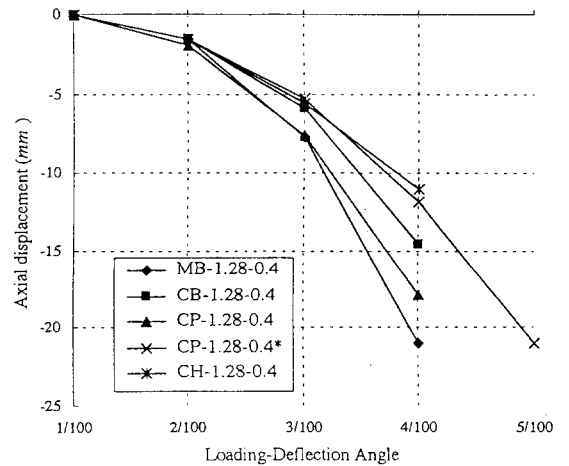


Fig.5 Load cycle-axial displacement relationship