

중실사각단면 교각의 횡철근 상세에 따른 내진성능

Effect of Lateral Reinforcement Details to Seismic Performance of RC Piers having Partial Lap-spliced Longitudinal Bars

안 준 혁^{*} 선 창 호^{**} 정 혁 창^{***} 김 익 현^{****} 이 종 석^{*****}
An, Jun Hyuk Sun, Chang Ho Jeong, Hyeok Chang Kim, Ick Hyun Lee, Jong Seok

ABSTRACT

Due to the bond failure of lap-spliced longitudinal bars very brittle failure is conducted in existing RC columns. This failure can be, however, prevented by providing partial lap spliced longitudinal bars. But the deformability of columns having various lateral confinements is not confirmed yet. In this study scale models with different confinements were tested to investigate characteristics of seismic behaviors. It was confirmed that deformability was increased dramatically with increase of lateral reinforcements.

1. 서론

소성힌지영역에서 주철근이 겹침이음된 경우 이음부에서 발생하는 부착파괴로 기둥은 매우 취성적인 파괴특성을 나타낸다.⁽¹⁾ 따라서, 적절한 연성도를 확보하기 위해서는 부착파괴를 방지하기 위한 충분한 양의 횡철근이 필요하다. 그러나, 소성힌지영역에서 주철근의 1/2이 겹침이음된 경우에는 비록 횡구속이 없더라도 부착파괴에 의한 취성적인 파괴형태가 아닌 연성적인 거동특성을 나타낸다⁽²⁾. 따라서, 주철근의 1/2을 겹침이음하면 적은 양의 횡철근으로도 소요 연성도를 확보할 수 있어 새로운 내진 상세로 고려할 수 있다. 이에 본 연구에서는 주철근의 1/2이 겹침이음된 중실단면기둥의 횡구속 철근이 변형성능에 미치는 영향을 분석하였다.

2. 시험체 특성

2.1. 시험체의 구성

소성힌지영역에서 주철근의 1/2이 겹침이음된 중실단면기둥의 횡철근비에 따른 변형성능 특성을 살펴보기 위하여 9기의 시험체를 제작하였다. 이 중 1기는 비교를 위하여 모든 주철근을 겹침이음하였다. 시험체는 중실사각단면기둥으로 단면치수는 600mm×500mm이다. 기둥의 수평하중 재하점까지의 높이는 2000mm이다. 콘크리트 강도는 24MPa이고 주철근은 항복강도가 300MPa인 D10철근을 사용하

* 정회원 울산대학교 대학원

** 정회원 울산대학교 대학원

*** 정회원 울산대학교 대학원

**** 정회원 울산대학교 건설환경공학부 부교수

***** 정회원 울산대학교 건설환경공학부 교수

였고 주철근비는 0.76이다. 시험체의 횡철근비는 현행도로교 설계기준대비 0, 50, 75, 100%이며 축력과 하중재하패턴을 달리하여 실험하였다.

기둥과 기초는 도로교설계기준에 준하여 설계하였으며 기둥에서의 파괴를 유도하기 위해 기초부는 충분히 강하게 설계되었다. 그림1은 시험체의 형상을 나타내었으며 그림2는 주철근 배근 형태를 나타내고 표1은 시험체의 설계특성을 나타내었다.

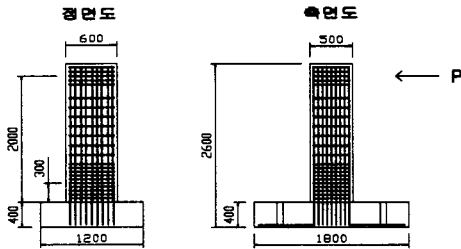


그림 1. 시험체 형상(단위; mm)

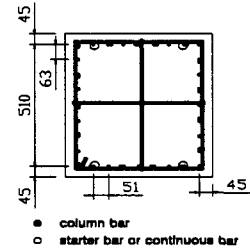


그림 2. 주철근 배근 형태(단위; mm)

표 1. 시험체의 설계특성

구분	L50T0 A0C2	L50T50 A0C2	L50T75 A1C2	L50T75 A1C1	L50T75 A0C2	L50T100 A1C2	L50T100 A1C1	L50T100 A0C2	L100T100 A0C2
형상비	4.0								
겹침이음비(%)	50								100
횡철근비	0	50	75%(현행 규정 대비)			100%(현행 규정 대비)			100
축력비	0	0	0	$0.1A_g f_{ck}(720kN)$		0	$0.1A_g f_{ck}(720kN)$		0
수평하중재하방법	2cyclic	2cyclic	2cyclic	2cyclic	1cyclic	2cyclic	2cyclic	1cyclic	2cyclic

(모델명에서 L50, L100은 주철근의 겹침이음 50%, 100%이며, T0, T50, T75, T100은 횡철근량이 현행규정대비 0%, 50%, 75%, 100%이고 A0, A1은 축력 유무, C1, C2는 재하횟수가 1회, 2회임을 나타낸다)

2.2. 하중재하

수평력은 스트로크(Stroke)가 $\pm 300mm$ 이고 용량이 5000kN인 유압가력기를 이용하여 재하하였으며 축력은 오일잭(Oil Jack)과 축력프레임을 이용하여 축강도의 10%(720kN)를 재하하였다. 변위진폭은 드리프트비(Drift Ratio) 0.5%, 0.75%, 1%로 하였으며 2-Cyclic의 경우 1%이상부터는 0.5%씩 증가시켰으며 1-Cyclic의 경우 1%이상부터는 1%씩 증가시켰다.

3. 실험결과 및 분석

3.1. 실험결과

9개 시험체의 최종 파괴모드는 전형적인 휨파괴 모드와 유사하게 나타났다. 콘크리트의 피복탈락과 압축철근의 좌굴로 하중이 감소하기 시작하여 인장철근의 파단이 발생하였다. 이런 주철근의 파단은 다수의 반복적인 하중이 재하되는 경우 전형적으로 나타나는 Low-Cycle fatigue failure⁽³⁾ 이지만 본 실험에서와 같이 1-Cyclic으로 하중을 재하하는 경우에도 발생하였다. 본 실험에서와 같이 1-Cyclic으로 하중을 재하하였을 경우에도 발생하였다. 이들 시험체의 하중-변위 이력곡선은 그림3과 같으며 그림4는 실험결과의 포락선이다. 이들 결과에 대한 상세 분석은 3.2에 기술하였다.

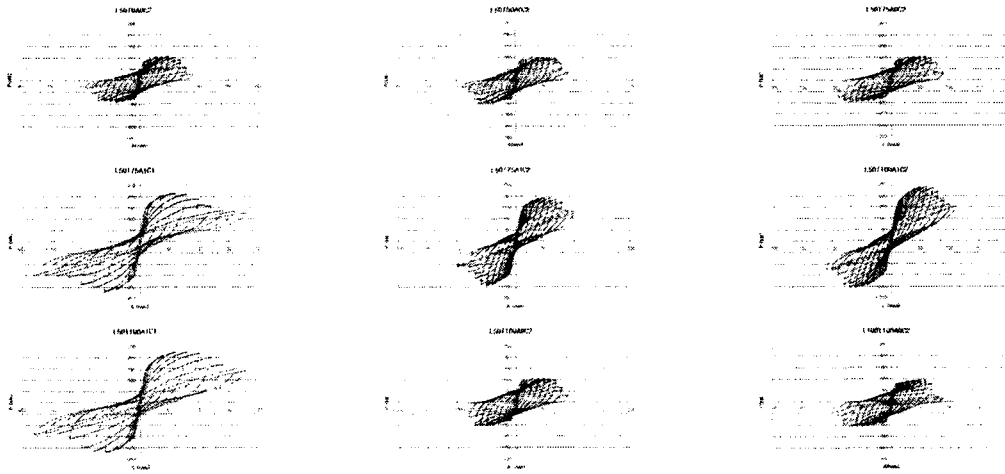


그림 3 하중-변위 이력곡선

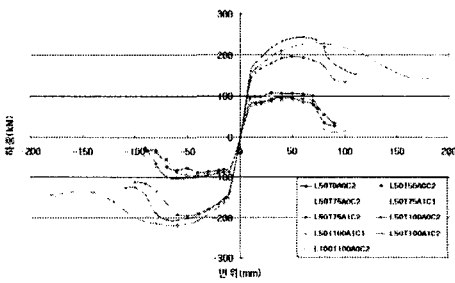


그림 4 하중-변위 포락선

표 2 실험 결과

구분	L50T0A0C2	L50T50A0C2	L50T75A0C2
	①	②	③
Δ_u / H (Drift Ratio)	3.51%	3.61%	3.64%
구분	L50T75A1C1	L50T75A1C2	L50T100A0C2
	④	⑤	⑥
Δ_u / H (Drift Ratio)	4.80%	4.10%	3.57%
구분	L50T100A1C1	L50T100A1C2	L100T100A0C2
	⑦	⑧	⑨
Δ_u / H (Drift Ratio)	6.30%	4.08%	3.18%

(Δ_u 는 하중이 $0.85P_{max}$ 이하로 떨어지는 시점의 변위값이다.)

3.2. 결과분석

실험결과는 표2에 나타내었고 이를 그림으로 나타내면 그림5와 같다. 이를 정량적으로 분석하면 표3과 같다. 횡철근비가 동일할 경우 겹침이음비에 따라 1.12배의 차이를 나타내었다. 하중재하패턴과 횡철근비가 동일할 경우 축력유무에 따라 0.89, 0.88배의 차이를 가지고 축력이 있을 경우 변형성능이 크게 나타남을 알 수 있다. 겹침이음과 횡철근비가 같고 축력재하유무도 같을 경우 하중재하패턴에 따라 1.17, 1.54배의 변형성능의 차이를 나타내었다. 겹침이음, 하중재하패턴이 같고 횡철근비가 다를 경우 축력이 재하 될 때 1.31, 1.00의 차이를, 축력이 재하하지 않을 때 0.98, 1.01, 1.03배의 차이를 나타내었다.

표 3 변형 성능 비교

구분	겹침이음비	축력유무	하중재하패턴	비고
횡철근비 동일	⑥/⑨=1.12	③/⑤=0.89(T75) ⑥/⑧=0.88(T100)	④/⑤=1.17(T75) ⑦/⑧=1.54(T100)	겹침이음비 ↓ ⇒ 변형성능 ↑ 축력유 ⇒ 변형성능 ↑ 1-Cyclic ⇒ 변형성능 ↑
구분	축력무		축력유	비고
횡철근비 차이	⑥/③=0.98 ③/②=1.01 ②/①=1.03		⑦/④=1.31(1C) ⑧/⑤=1.00(2C)	횡철근비 ↑ ⇒ 변형성능 ↑

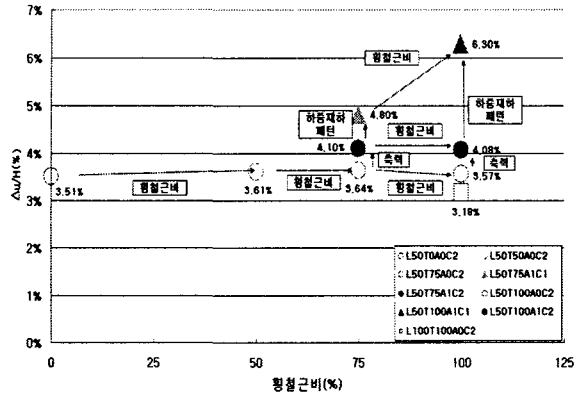


그림 5 변형성능 변화

4. 결론

겹침이음비, 횡철근비, 축력의 유무, 그리고 수평하중패턴을 달리하는 시험체 9기를 제작하여 준정적 시험을 실시한 결과를 정리하면 아래와 같다.

- (1) 횡철근비가 증가하면 축력유무, 재하패턴에 관계없이 변형성능은 증가하였다.
- (2) 축력이 재하된 경우 변형성능은 다소 증가하였다.
- (3) 2-Cyclic 하중재하시보다 1-Cyclic 하중재하의 경우 변형성능이 크게 나타났으며 증가율은 횡철근비가 큰 경우 더 크게 나타났다.
- (4) 주철근의 겹침이음이 1/2일 때 주철근의 겹침이음이 100%일 때보다 변형성능이 크게 나타났다.

감사의 글

본 연구는 2005년도 교량설계핵심기술연구단의 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사를 드립니다.

참고문헌

1. 김재관, 김익현, 임현우, 이재호, “수평반복하중을 받는 비내진상세 RC 중공구형교각의 거동특성”, 한국콘크리트학회 논문집, 제5권, 제4호, 2001.8, pp. 83-95.
2. 김익현, 이종석, 이윤복, 김원섭, 선창호, “50% 주철근 겹침이음을 갖는 중실 및 중공 사각단면 교각의 거동특성”, 지진공학회, 2003.10, vol. 7, No. 5, pp.25-35.
3. Mander, J.B., Pantaki, F.D., and Kasalanati, A.(1992). “Low-cycle fatigue behavior of reinforcing steel.” J.Environ. Eng. 6(4). pp.453-468.