

ㄱ형강과 강판을 이용한 조립 기둥의 거동에 관한 연구

A Study on the Structural Behavior of Fabricated Columns Reinforced with Steel sheet Forms and Angles

김 성 배* 이 창 남** 윤 영 호*** 김 상 섭****
Kim, Sung-Bae Lee, Chang-Nam Yoon Yeong-Ho Kim, Sang-Seup

Abstract

The purpose of this study is to experimentally evaluate the structural behavior of built-up type column consisted of angles and y-shape steel sheet forms for filling concrete. This column for minimizing form working and reinforcement placing is able to improve capacity of construction and reduce the term of works. Thirteen 1/3 scaled columns were fabricated. The main variables are 1) effect of angles and y-shape steel sheets of fabricated columns, 2) slenderness of column, 3) eccentricity of column. The results show that the experimental capacity of built-up type column is similar to theoretical one by reinforcement concrete design code. The maximum loads increase according to the rate of angle to cross section of column.

요 지

본 연구는 ㄱ형강과 y형 강판으로 형태를 구성하고, 내부에 콘크리트를 타설하여 ㄱ형강과 콘크리트가 합성구조재로 거동하는 조립기둥에 대한 것이다. 연구 개발하고 있는 합성 기둥은 철근콘크리트 공사의 거푸집과 철근 배근을 삭제 또는 최소화하여 공기단축과 시공성 증대를 고려하였다. 1차 실험은 13개의 실험체를 실험 기둥의 1/3 크기로 제작하였으며 실험 변수는 다음과 같다. 첫째 ; 조립기둥에 적용된 ㄱ형강과 y형 강판의 영향, 둘째 ; 기둥 폭에 대한 기둥 길이 비의 영향, 셋째 ; 편심의 영향 등이다. 실험결과 조립기둥은 철근콘크리트 구조 기준에 의한 내력평가와 잘 일치하는 것으로 판단되며, 앵글의 크기에 비례하여 하중이 증가 하는 것으로 나타났다.

Keywords : Fabricated columns, Angles, y-Shape steel sheets, Structural behavior

핵심 용어 : 조립 기둥, ㄱ형강, y형 강판, 구조성능

* 정희원, (주)센구조연구소 연구팀장, 공학박사

** 정희원, (주)센구조연구소 대표이사, 구조기술사

*** 정희원, 대한주택공사 주택도시연구원 수석연구원, 공학박사

**** 정희원, 한국기술교육대학교 건축공학부 교수, 공학박사

E-mail : ksb2020@senkuzo.co.kr 02-2629-3190

•본 논문에 대한 토의를 2007년 2월 28일까지 학회로 보내 주시면 2007년 5월호에 토론결과를 게재하겠습니다.

1. 서 론

현재 국내의 건설 산업은 기능 인력의 부족과 이로 인한 현장 시공 품질관리의 어려움, 후분양 제도의 도입 등으로 공기단축 필요성이 증대되고 있다. 또한 다가구 주택 거주자들의 다양한 평면요구와 층간 소음, 층고 확보 등을 위해 다양한 구조형식이 요구된다. 그러나 현재 적용되고 있는 철근콘크리트조와 철골조는 이러한 다양한 요구를 수용하기 위한 경제성과 시공성 등에 다소 문제점이 대두되고 있으며, 이에 대한 대안으로 두 시스템의 장점을 혼용한 합성구조에 대한 연구가 슬래브와 보 등의 일부에서 개발되었다.⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾ 그러한 하나의 예로 합성구조 기둥은 철골 철근콘크리트조(SRC)와 콘크리트 충전 강관(CFT)기둥이 개발 적용되고 있다.

철골 철근콘크리트조는 철골조에 비해 내화피복이 불필요하고 콘크리트 사용에 따른 단면의 효율적 이용이 가능하며, 철근콘크리트조에 비해 단면 크기가 축소되고 내진성능이 향상된다. CFT(Concrete Filled Tube)기둥은 강관의 구속 효과와 국부좌굴 방지로 내력이 상승하며, 내진성능이 우수하고, 거푸집이 필요 없어 공기단축에도 효과적이다. 그러나 철골 철근콘크리트조는 철골조 보다 공사비가 증가하여 경제성이 저하되는 것으로 평가되고 있다. 또한 CFT 기둥은 기둥 보 접합부의 다이어프램 시공이 까다로우며, 철골 또는 철근콘크리트 기둥에 비해 공사비 증가 요인이 상존하여 국내 적용 사례가 적다.

이에 본 연구에서는 철근콘크리트 공사의 거푸집과 주근 배근을 삭제 또는 최소화 하여 공기단축과 시공성을 증가시킨 조립기둥에 대한 성능평가를 하였다.

조립기둥은 ㄱ형강과 y형 강판으로 형태를 구성하고 내부에 콘크리트를 타설 하여 ㄱ형강과 콘크리트가 구조재로 거동하며, y형 강판은 ㄱ형강의 좌굴을 억제하는 역할을 하는 합성구조 기둥이다. 1차 실험을 통해 ㄱ형강과 강판, 콘크리트로 구성된 조립기둥의 거동을 파악하고, 각 구성요소가 미치는 영향을 평가하여 차기 실험을 위한 기초 자료로 사용하고 자 한다.

2. 실험 계획

2.1 실험 개요

Fig. 1은 ㄱ형강과 강판으로 구성된 조립기둥의 구조 성능 평가를 위한 실험체의 단면형상과 치수이다.

실험체는 Fig. 1과 같이 기둥의 네 모서리에 구조재 역할을 하는 ㄱ형강을 배치하고, 좌굴을 방지하는 y형 강판을 ㄱ형강에 부착하여 내부에 콘크리트를 채운 기둥 실험체이다. 실험체의 단면크기는 20×20(cm)의 소형 실험체이고, 길이는 100(cm)이다.

Table 1은 실험체 일람표 및 주요 변수이다.

실험 변수는 기둥의 각 구성요소인 ㄱ형강의 단면크기와 세장비(길이에 대한 폭 비), 편심의 영향 등으로 하였고, 콘크리트 압축강도는 실험변수에서 제외하였다. 실험 변수 중 ㄱ형강은 강재량에 따른 내력 및 변형능력 특성을 확인하기 위해 L-40×40×3, L-45×45×4, L-50×50×4, L-50×50×6의 4종류이고 강종은 SS400이다. 또한 세장비는 기둥 형상(기둥 길이에 대한 폭 비)을 기준으로 하였으며, 길이에 대한 폭(L/B)비는 5.0(100cm), 7.5(150cm), 10.0(200cm) 세 종류이다. 편심에 의한 휨모멘트 평가는 기둥 중심에서 단부까지의 거리(10cm)를 기준으로 1/4(2.5cm), 2/4(5.0cm), 3/4(7.5cm)과 편심이 없는 중심압축시험을 포함하여 네 종류이다. 실험체는 모두 13개를 제작하였으며, y형 강판의 판 두께는 0.5mm이다.

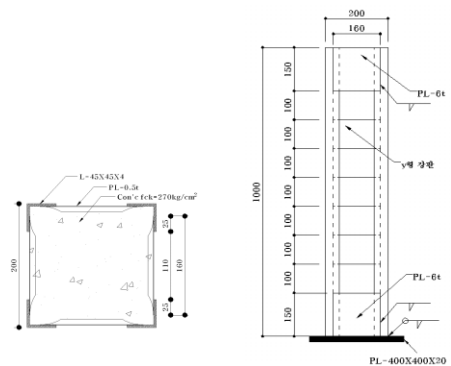
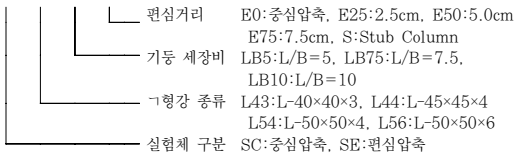


Fig. 1 실험체 형상 및 치수(기준 실험체)

Table 1 실험체 일람표

실험체	L/B	편심 (e, cm)	ㄱ형강		
			길이 (mm)	두께 (mm)	단면적 (cm ²)
SC-L43LB5S	5.0	0.0	40	3	2.34
SC-L44LB5S			45	4	3.49
SC-L54LB5S			50	4	3.89
SC-L56LB5S			50	6	5.64
SC-L44LB5E0	5.0	0.0	45	4	3.49
SC-L44LB75E0	7.5				
SC-L44LB10E0	10.0				
SE-L44LB5E25	2.5				
SE-L44LB5E50	5.0	5.0	45	4	3.49
SE-L44LB5E75		7.5			
SE-L44LB75E25	7.5	2.5	45	4	3.49
SE-L44LB75E50		5.0			
SE-L44LB75E75		7.5			

SC-L43 LB5 E25



2.2 소재 및 용접시험

콘크리트 배합비는 Table 2와 같다. 콘크리트 공시체는 시험체 제작 시 동일한 조건으로 제작하여 양생(28일) 후 시험하였으며, 콘크리트 설계강도는 26.5 (N/mm²) 이다. ㄱ형강은 SS400을 적용하였으며, ㄱ형강의 인장강도 시험결과는 Table 3과 같다.

y형 강판(0.5mm)의 소재시험 결과는 Table 3과 같으며, 시험 결과 용융 아연 도금 강판 및 강대(KS D 3506)의 SGCD1에 해당하는 것으로 나타났다. 차후에는 내력확보 등을 위해 냉연 압연 강판 CR2(KS D 3512)를 적용·검토할 계획이다.

Table 4는 강판과 ㄱ형강의 점용접 시험결과이다.

강판은 Fig. 2와 같이 y자 형태로 성형 제작하여 강판의 단면계수를 높이고, ㄱ형강 내부에 고정시킨다. 강판의 단부는 3장이 압착된 형태가 되며, 단부를 점용접 하였다. 이 때 점용접의 용접 조건은 Table 4

Table 2 콘크리트의 배합비

설계강도 (N/mm ²)	W/C (%)	S/A (%)	단위 골재량 (kg/m ³)				시험결과 (N/mm ²)
			W	C	S	G	
26.5	46.0	40.5	177	385	736	1101	31.5

Table 3 ㄱ형강과 강판의 인장강도 시험결과

ㄱ형강/강판 종류(mm)	항복강도 (N/mm ²)	인장강도 (N/mm ²)	탄성계수 (10 ³ N/mm ²)	연신율 (%)
40×3	324.5	436.7	183.7	36.4
45×4	366.8	490.3	182.5	34.4
50×4	324.0	430.5	186.5	39.3
50×6	357.4	489.1	181.2	35.1
0.5	172.7	318.7	179.1	45.4

Table 4 강판과 ㄱ형강의 점용접 시험결과

구분	속도 (cycle)	전류 (A)	전압 (V)	용접강도 (kN)	용접간격 (mm)
1 매	10	11,400	380	4.78	-
3 매	10	12,300	380	11.67	-
양쪽 1매 + 중앙 3매	10	12,300	380	14.22	35
	10	12,300	380	13.73	50

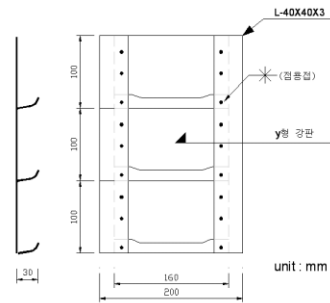


Fig. 2 y형 강판 상세

와 같다. 용접부의 내력은 강판의 항복내력 이상이 되도록 하였으며, 시험결과 충분한 강도가 확보되었다.

Fig. 4는 y형 강판과 ㄱ형강의 점용접을 보여주고 있다.

2.3 실험방법

실험체의 가력은 200tf의 만능시험기를 사용하여 Fig. 3과 같이 단조가력 하였다. 중심압축 실험체는 만능시험기를 이용하여 기둥 상·하단을 축방향 하중

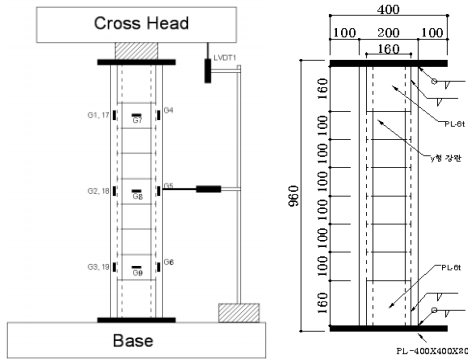


Fig. 3 기둥 실험체 가력도(중심압축/편심압축)

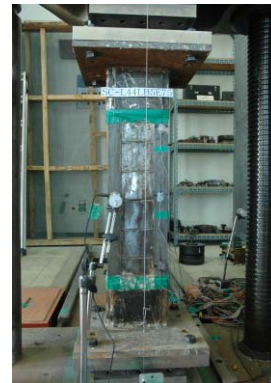


Fig. 5 기둥 실험체 가력상황(편심압축실험)

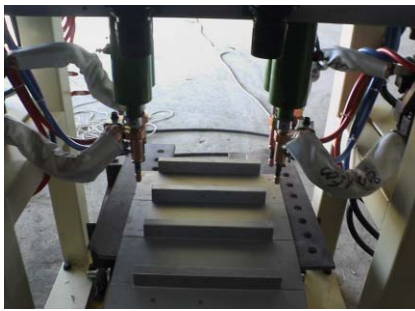


Fig. 4 y형 강판 점용접

으로 가력하였고, 편심압축 실험체도 상·하부에 힌지를 설치하여 축방향으로 가력하였다. 변위계는 처짐량 측정을 위해 상부 가력 지점 하부와 편심 측정을 위해 기둥의 전 후 중앙부에 설치하였다.

스트레인게이지는 모든 실험체에 Fig. 3과 같이 인장응력을 받는 기둥 상부에서 1/4, 2/4, 3/4 지점에 2개, ㄱ형강에 6개, 플레이트에 3개를 각각 부착하였다. 편심하중을 받는 실험체는 세 모서리의 ㄱ형강에 스트레인게이지를 부착하여 편심의 영향을 측정하였다. Fig. 5는 편심압축 실험체의 가력 상황이다.

3. 실험 결과

3.1 실험 결과

실험체의 최대하중과 최대변위는 Table 5와 같다. Table 5에는 실험에 의한 최대하중과 최대하중 시

Table 5 실험 결과

실험체명	항복하중		최대하중	
	P_y (kN)	δ_y (mm)	P_u (kN)	δ_u (mm)
SC-L43LB5S	1212.85	3.33	1335.94	4.19
SC-L44LB5S	1207.75	3.27	1432.37	4.27
SC-L54LB5S	1361.42	3.81	1515.47	4.84
SC-L56LB5S	1514.30	3.92	1634.25	4.62
SC-L44LB5E0	1463.73	3.93	1593.09	4.77
SC-L44LB75E0	1297.52	4.85	1388.07	5.70
SC-L44LB10E0	1349.66	6.27	1449.62	7.55
SE-L44LB5E25	1074.47	3.25	1154.44	4.04
SE-L44LB5E50	838.49	2.98	936.49	4.21
SE-L44LB5E75	682.08	3.48	766.36	5.01
SE-L44LB75E25	1036.84	4.03	1146.21	5.41
SE-L44LB75E50	816.14	3.71	906.70	5.21
SE-L44LB75E75	617.01	3.98	710.70	6.28

변위, 항복하중과 항복하중 시 변위를 각각 나타내었다. 실험에 의한 항복하중 산정은 초기강성 구배와 최대하중 시 변위를 연결하여 만나는 점을 항복변위로 하였고, 이때의 내력을 항복하중으로 하였다.⁽¹⁰⁾

Fig. 6은 최대하중과 ㄱ형강의 관계이다. ㄱ형강의 단면적 증가에 비례하여 최대하중이 증가하고 있으나, ㄱ형강 폭에 대한 길이의 비인 판폭두께비의 영향은 ㄱ형강 단면적의 영향 보다 관계가 적은 것으로 나타났다.

Fig. 7은 편심이 50(mm)와 75(mm)인 경우의 편심과 최대하중의 관계이다. 편심이 증가할수록 최대하중이 저하하고 있으며 이러한 관계는 기둥의 세장비와 관계없이 거의 일정한 양상을 보이고 있다.

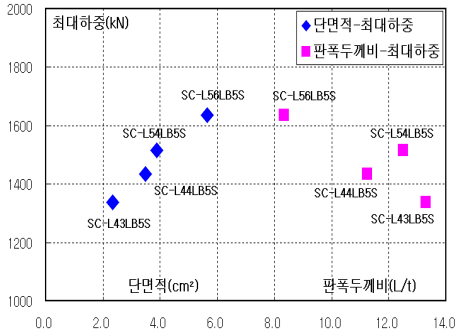


Fig. 6 최대하중과 Γ 형강

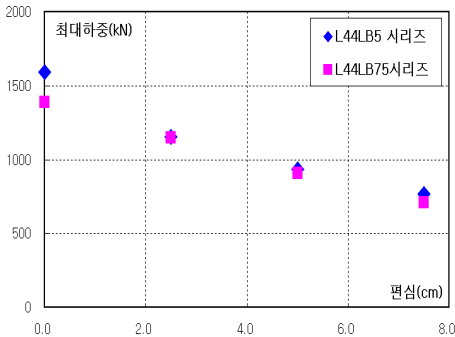


Fig. 7 최대하중과 편심

반면 세장비와 최대하중의 관계는 세장비의 차이가 크지 않고, 실험체 제작에 따른 부정확성 등으로 최대하중에 미치는 영향이 적은 것으로 나타났다.

Fig. 8~11은 각 실험체의 하중 변위 곡선이다.

3.2 하중 변위 곡선

Fig. 8은 Γ 형강의 단면적 변화에 따른 실험체의 하중-변위 곡선이다. SC-LB5S 시리즈 실험체의 경우 초기강성은 Γ 형강의 단면적과 관계가 적으나, 최대내력은 단면적이 커짐에 따라 증가하였다.

최대내력 도달 후의 하중 변위 곡선은 단면적이 증가하거나 판 두께비가 작아질수록 최대하중 이후 내력 저감이 완만해지는 양상을 보인다.

Fig. 9는 세장비에 따른 실험체의 하중-변위 곡선이다. 세장비가 5.0인 실험체(SC-L44LB5E0)의 최대하중은 1,593.1kN으로 최대하중이 가장 크며, 세

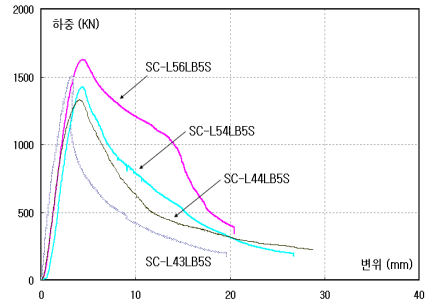


Fig. 8 Γ 형강 단면적의 영향

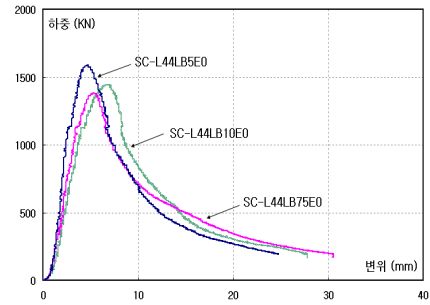


Fig. 9 세장비의 영향

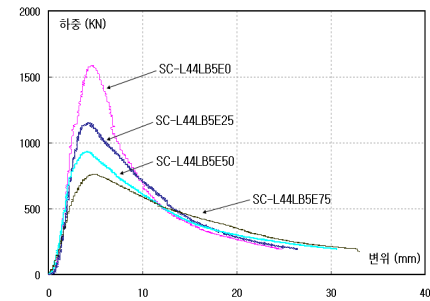


Fig. 10 편심(L/B=5.0)의 영향

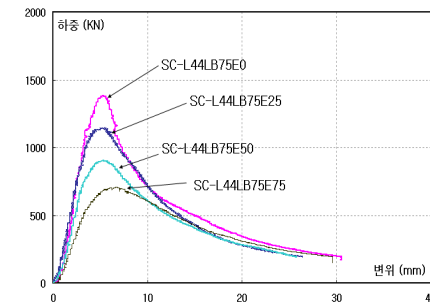


Fig. 11 편심(L/B=7.5)의 영향

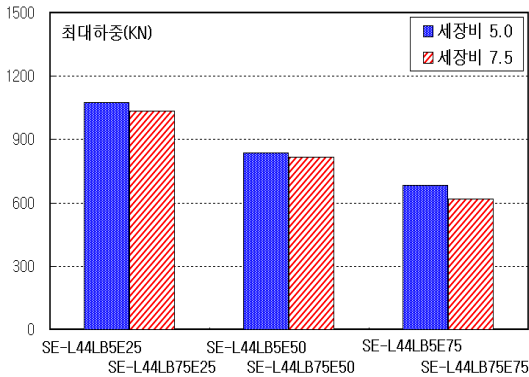


Fig. 12 편심이 작용하는 경우 세장비와 최대하중의 관계

장비가 7.5인 실험체(SC-L44 LB75E0)는 세장비가 5.0인 실험체의 87.1%로 나타났다. 그러나 세장비가 10.0인 경우 세장비 7.5 보다 최대하중이 다소 높다. 전반적으로 세장비가 증가할수록 초기강성은 저하하는 경향을 보이나, 최대내력과 세장비의 영향은 적은 것으로 나타났다. 편심이 작용하는 경우, 세장비와 최대하중의 관계는 Fig. 12와 같이 세장비가 증가할수록

최대하중이 감소하는 경향을 보인다. 실험의 범위가 단주여서 세장비에 의한 최대하중의 영향은 큰 차이를 보이지 않으나, 세장비 증가에 따른 최대하중의 감소 경향을 확인 할 수 있다.

Fig. 10, Fig. 11은 각각 세장비가 5.0과 7.5인 경우에 대해 편심을 받는 실험체의 하중-변위 곡선이 다. 편심이 없는 중심압축 실험체를 기준으로 정리하였다. 세장비가 5.0인 경우 편심량에 관계없이 초기강성은 큰 차이가 없으나, 2차 강성은 편심량이 커질수록 작아지는 양상을 보인다. 또한 최대하중은 편심이 없는 실험체(SC-L44LB5E0)의 최대하중을 기준으로 할 때 편심이 2.5, 5.0, 7.5(cm)로 증가할수록 각각 기준 실험체 대비 72.5, 58.8, 48.1(%)로 편심의 크기에 반비례하고 있다. 그러나 최대하중 이후 거동은 편심량이 증가할수록 완만하게 저감하는 경향을 보인다. 세장비가 7.5인 경우도 세장비 5.0과 유사한 거동을 나타냈다.

3.3 파괴 양상

Fig. 13~15는 각 유형별 실험체의 파괴양상이다.

실험체의 파괴 양상은 최대 하중 도달 전 실험체 내부의 콘크리트 압축 파괴가 파괴음과 함께 발생하면서, 플레이트의 배부름이 나타났다. 또한 강관의 배부름과 함께 Γ 형강의 국부 좌굴이 발생하였고 최대하중 도달 후 변형 증가와 함께 최종 파괴 되었다.

육안관찰에 의한 파괴양상은 Γ 형강의 좌굴에 의한 파괴와 내부 콘크리트 파괴가 거의 동시에 발생한 것으로 판단되며, 최종 파괴는 Fig. 15와 같이 강관과 Γ 형강의 용접부에서 y형 강관의 찢어짐과 함께 하중

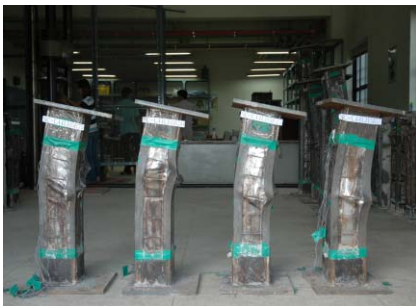


Fig. 13 편심(L/B=5.0) 실험체의 파괴양상



Fig. 14 편심(L/B=7.5) 실험체의 파괴양상



Fig. 15 Γ 형강의 국부좌굴 파괴

저감이 목격되었다. ㄱ형강의 국부 좌굴 발생 위치는 실험체의 1/2 위치에서 주로 발생하였으나 일부 실험체(SC-L44LB5, SC-L54LB5)의 경우 기둥의 1/4 지점에서 ㄱ형강의 국부 좌굴이 발생하였다. 이는 실험체 제작 과정에서 ㄱ형강과 y형 강판 용접의 불균등한 배치와 앵글의 초기변형, 용접에 의한 국부적인 열변형, 상·하부 힌지 위치의 불일치 등의 실험체 제작시 발생된 제작상의 오차에 의해 좌굴의 발생위치가 상이하게 나타난 것으로 판단된다.

만능시험기에서 단조가력한 SC-L44LBE0 시리즈 실험체는 세장비가 커질수록 기둥 상부에서의 국부 좌굴이 발생되었다. 이러한 원인은 실험체가 커질수록 제작상 오차의 영향이 더 큰 것으로 판단된다. 또한 상하단에 힌지를 제작하여 가력한 편심하중을 받는 실험체(SE-L44LB5, SE-L44LB75 시리즈)는 편심이 증가할수록 ㄱ형강의 국부좌굴이 크게 발생한 후 파괴되었다.

4. 고찰 및 분석

4.1 설계 내력

ㄱ형강과 강판을 이용한 조립 기둥의 내력산정은 강구조 한계상태 설계기준에 의한 합성기둥과 철근콘크리트 구조설계 기준에 의한 방법으로 구분된다.^{(1)~(3)(6)(7)}

강구조 한계상태 설계법(KBC 2005)의 경우 합성기둥 압축재의 구조제한 중 강재 단면적(A_s)은 식 1과 같이 총 단면적(A_g)의 3% 이상이어야 하나, ㄱ형강 40×40×3을 적용한 SC-L43LB5S 실험체는 이 제한을 만족하지 못한다. 또한 합성기둥의 설계압축강도($\phi_c P_n$)는 식 2와 같다. 식 2로 산정한 설계압축강도는 실험에 의한 최대하중의 약 30% 정도의 범위로 강구조 한계상태 설계법에 의한 합성기둥으로 내력 산정 시 큰 차이를 보인다.

$$A_s \geq 0.03A_g \quad (1)$$

$$\phi_c P_n = \phi_c A_g F_{cr} \quad (2)$$

$$F_{cr} = (0.658^{\lambda_c}) F_y (\lambda_c \leq 1.5 \text{인 경우})$$

여기서 A_s : 강재단면적 A_g : 총 단면적
 $\phi_c P_n$: 설계압축강도 F_y : 항복강도
 ϕ_c : 압축재의 저항계수
 F_{cr} : 압축재의 임계강도
 λ_c : 세장변수($=\lambda/\lambda_{cr}$)

또 다른 방법으로 한계상태 설계법에 의한 철근콘크리트 설계 기준(1999)에 의해 식 3으로 ㄱ형강 기둥의 내력을 산정할 수 있다.

$$P_o = 0.85f_{ck}(A_g - A_{st}) + f_y A_{st} \quad (3)$$

여기서 P_o : 최대 축하중 f_{ck} : 콘크리트 압축강도
 A_g : 기둥 전단면적 A_{st} : 철근의 전단면적
 f_y : 철근의 항복강도

식 3은 세장비의 영향을 고려하지 않아도 되는 짧은 기둥에 중심 축하중이 작용할 때의 최대 축하중(P_o)이다. Table 6은 식 3에서 0.85배를 저감하지 않은 경우의 최대 축하중이다. 0.85배 저감은 장기간 작용하는 하중에 대한 콘크리트의 압축강도는 단시간에 측정되는 압축강도의 85% 해당되기 때문이다.

실험에 의한 최대하중과 이론값의 비는 약 110~

Table 6 실험 결과와 이론 값 비교

실험체명	최대하중		이론 값	실험/이론(%)
	P_u (kN)	δ_u (mm)		
SC-L43LB5S	1335.94	4.19	1211.04	110.4
SC-L44LB5S	1432.37	4.27	1299.49	110.3
SC-L54LB5S	1515.47	4.84	1337.15	113.4
SC-L56LB5S	1634.25	4.62	1461.78	111.9
SC-L44LB5E0	1593.09	4.77	1299.49	122.7
SC-L44LB75E0	1388.07	5.70	1299.49	106.9
SC-L44LB10E0	1449.62	7.55	1299.49	111.6
SE-L44LB5E25	1154.44	4.04	1007.96	114.6
SE-L44LB5E50	936.49	4.21	789.48	118.7
SE-L44LB5E75	766.36	5.01	639.16	120.0
SE-L44LB75E25	1146.21	5.41	1007.96	113.8
SE-L44LB75E50	906.70	5.21	789.48	114.9
SE-L44LB75E75	710.70	6.28	639.16	111.3

120%의 범위를 나타내었다. 실험결과가 이론값을 상회한 것은 콘크리트의 구속효과와 실험에 의한 안전치등으로 판단된다. 그러므로 γ 형강과 강판을 이용한 조립 기둥의 내력산정은 한계상태 설계법에 의한 철근 콘크리트 설계 기준을 적용하는 것이 적절하다고 판단된다.

4.2 편심의 영향

축하중과 편심 때문에 힘을 받는 기둥은 축하중에 의한 축응력과 휨응력이 발생된다. Fig. 16은 축하중과 힘을 받는 기둥의 공칭강도 상관곡선이다. 상관곡선은 압축지배영역과 균형상태, 인장지배영역으로 구분된다. 균형상태는 콘크리트의 압축파괴와 인장철근의 항복파괴가 나누이는 분기점이며, 압축지배영역은 γ 형강 또는 인장 철근의 응력이 항복강도(f_y)보다 작으나 콘크리트의 변형률이 극한치에 이르러 콘크리트의 압축파괴가 먼저 일어나는 구간이다. 인장지배영역은 반대로 콘크리트의 변형률이 극한치에 도달하기 전에 인장철근이 항복하여 인장파괴가 발생하게 된다.

Fig. 17은 편심을 받는 부재의 실험결과이다. 실험결과 편심이 증가할수록 압축파괴영역에서 인장파괴영역으로 전이되어 가고 있음을 확인할 수 있다. 또한 상관곡선에서 구한 계산치와 실험결과는 Table 6과 같이 중심축하중을 받는 실험체와 동일하게 설계내력에 대해 약 110~120% 범위를 나타내고 있다.

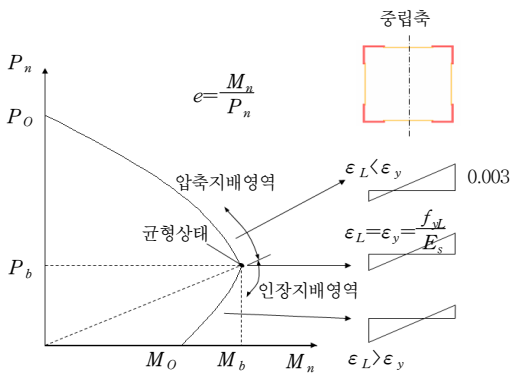


Fig. 16 축하중과 힘을 받는 공칭강도 상관곡선

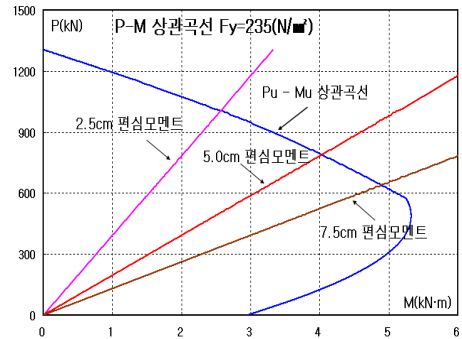


Fig. 17 P-M 상관곡선

4.3 하중-변위 곡선 평가

Table 7은 각 실험체의 하중 변위 곡선을 평가한 것이며, 표에 나타난 K1, K2, K3의 정의는 Fig. 18과 같다.

Table 7과 Fig. 18에서 K1은 가력부터 최대하중까지의 기울기이고, K2는 최대하중 부터 최대하중의 50% 이하 까지 기울기이며, K3은 최대하중 50%부터 가력종료(최대하중의 30%) 까지 기울기로 구분한 것이다.

Fig. 19는 세장비(L/B)가 7.5인 실험체의 편심 영향을 하중 단계로 구분하여 정리하였다.

Table 7 실험체별 하중-변위 곡선 평가

실험체명	K1(kN/mm)	K2(kN/mm)	K3(kN/mm)
SC-L43LB5S	319.1	70.5	26.0
SC-L44LB5S	335.7	64.1	26.0
SC-L54LB5S	463.8	159.0	50.0
SC-L56LB5S	354.0	53.8	27.2
SC-L44LB5E0	334.2	88.6	38.0
SC-L44LB75E0	243.7	68.1	23.3
SC-L44LB10E0	192.1	64.8	28.3
SE-L44LB5E25	286.0	47.4	19.9
SE-L44LB5E50	222.6	35.6	13.3
SE-L44LB5E75	153.1	20.6	8.2
SE-L44LB75E25	212.0	37.7	16.9
SE-L44LB75E50	174.2	33.6	13.1
SE-L44LB75E75	113.3	20.0	7.8

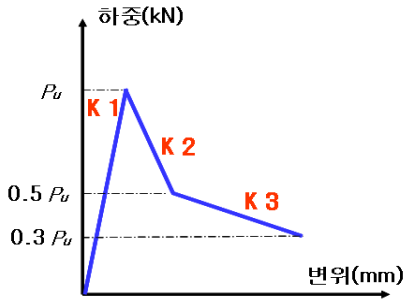


Fig. 18 하중-변위 곡선 평가방법

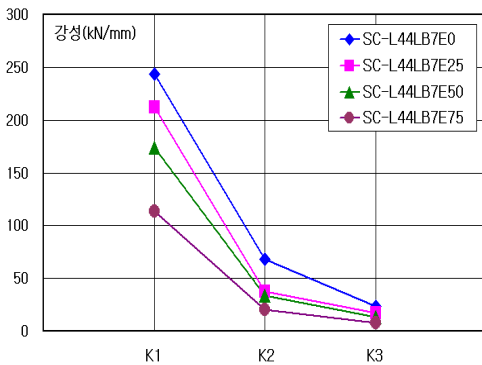


Fig. 19 L44LB7E 시리즈 실험체의 하중 단계별 변화

실험체별 하중 변위 곡선의 변화는 Γ 형강 단면적의 영향은 적으나, 편심과 세장비에 비례하여 기울기가 저하하는 것으로 나타났다. 이것은 세장비 증가와 편심으로 인한 내력저하의 영향으로 판단된다.

5. 결론

Γ 형강과 강판으로 구성된 조립기둥의 구조적 축소 실험을 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) Γ 형강과 강판으로 구성된 조립기둥의 설계내력은 한계상태 설계법에 의한 철근콘크리트 설계 기준과 비교할 때 약 110~120%의 범위가 되어 철근콘크리트 기둥으로 내력평가가 가능하다고 판단된다.
- 2) Γ 형강 단면적의 크기에 비례하여 최대하중이 증가하여 Γ 형강이 구조재로 거동함을 확인 할 수 있으며, 편심이 증가할수록 내력과 강성이 저하하였다. 그러나 Γ 형강 단면적과 강성 및 편심은 내력과 판

계가 없는 것으로 나타났다.

- 3) 세장비(L/B)가 증가할수록 내력이 저하하는 관계를 보이거나 상호 관계성은 다소 낮은 것으로 나타났다. 이것은 실험이 단주 범위에서 진행되었기 때문으로 판단된다.
- 4) 실험체의 파괴양상은 콘크리트의 압축파괴가 진행되면서 Γ 형강의 국부좌굴과 플레이트의 배부름이 동반되었다. 그러므로 강판과 Γ 형강의 용접부 내력을 충분히 확보하면 연성이 증가할 것으로 판단된다.

본 연구에서는 기둥의 모서리에 Γ 형강을 적용하고, 사면에는 y형 강판을 적용한 합성 기둥을 대상으로 실험하였다. 연구결과 합성 기둥은 철근콘크리트 설계기준을 적용하는 것이 적절한 것으로 판단된다. 그러나 본 연구는 기초실험으로 가능성을 확인하는 차원에서 진행된 것이며 향후, y형 강판의 구속효과와 점용접의 영향, y형 강판 및 Γ 형강과 콘크리트의 부착, 실패 사이즈의 영향, 기둥과 보 접합방법 등 다양한 부분의 연구가 지속적으로 진행되어야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 대한건축학회, "건축구조 설계기준", 2005.
2. 대한건축학회, "콘크리트 구조 설계기준", 기문당, 1999.
3. 김상식, "철근콘크리트 구조설계 3판", 문운당, 2005.
4. 김성재 외 3인, "Steel-Concrete Column의 구조성능에 관한 실험 연구", 한국강구조학회 논문집, 제14권, 6호, 2002, pp. 823-834.
5. 오명호 외 4인, "비조밀 단면을 사용한 SC 합성 기둥의 압축 내력에 관한 실험적 연구", 대한건축학회논문집 구조계, 제20권, 10호, 2004, pp. 103-110.
6. DD ENV 1994 part1-1, "Eurocode 4-Design of composite steel and concrete structures, part 1-1 General rules and rules for buildings", 1994.
7. DD ENV 1994 part1-2, "Eurocode 4-Design of composite steel and concrete structures, part 1-2 General rules and rules for buildings", 1994.
8. Vincent. R, "Design and Application of partirally encased non-compact composite columns for

-
- highrise buildings”, proc. composite constructions IV, engineering foundation, Banff, Canada, 2000.
9. Brian Uy, “Strength of concrete filled steel box columns incorporating local buckling”, Journal of structural engineering, march, 2000, pp. 341-352.
10. 建設省建築研究所. 鋼構造物の耐震保有性能評価のための標準試験方法と評価基準の提案, 1994.
- (접수일자 : 2006년 3월 16일)