

# 비조밀단면을 가진 SC 합성 기둥의 휨-압축 내력에 관한 실험 연구

## Experiment Study on the Flexural-Axial Capacity of Steel-Concrete Composite Column composed of Non-Compact Section

오 명 호<sup>1)</sup> · 김 범 래<sup>2)</sup> · 김 명 한<sup>3)</sup> · 김 대 중<sup>4)</sup> · 김 상 대<sup>5)</sup>

*Oh, Myoung Ho Kim, Bum Rae Kim, Myeong Han Kim, Dae Joong Kim, Sang Dae*

요 약 : 철골-콘크리트 합성 기둥(이하 SC 합성 기둥)은 철골 플랜지 사이를 연결재로 용접하고, 이런 플랜지 사이에 콘크리트를 채워 시공성과 경제성을 얻을 수 있는 새로운 합성 부재이다. 이 연구의 전단계로서 비조밀단면을 사용한 SC 합성 기둥의 축력 실험을 통해 구조 내력이 우수하다는 것을 입증하였으나, 기둥의 특성상 축력과 휨을 동시에 받고 있기 때문에 후속 실험 연구가 필요하게 되었다. 따라서 일정 축력을 받는 비조밀단면을 가진 SC 합성 기둥의 휨 성능을 강축 및 약축 방향으로 실험을 실시하여 각국 기준식과 비교하여 분석하였다. 실험 결과 모든 방향에 대해서 각국 기준식에서 제시하고 있는 축력-휨 모멘트 내력식을 만족하는 결과를 보이고 있었다. 특히 AISC-LRFD 기준식은 합성 기둥의 내력을 지나치게 안전측으로 고려하고 있다. 또한 추후 SC 합성 기둥의 축력-휨 모멘트 내력식은 EC4 기준식으로 산정하는 것이 철골과 콘크리트의 적합 조건을 고려하지 않은 일본 기준식과 약축 방향 내력을 산정하기 어려운 ACI 기준식보다는 바람직하다.

ABSTRACT : A steel-concrete composite column is a recently developed composite system in which the two opposite flanges of the H-shape section are connected by welded links, and the vacant space enclosed by the flanges, web, and links is filled with concrete. Previous experiments on the SC composite column were performed to evaluate its compression and bending and shear strengths, respectively, and they showed fairly good results. In addition to these studies, it may be necessary to evaluate the flexural-axial capacity of an SC composite column, because its column members are generally subjected to axial force and bending moment at the same time. In this study, the bending strength of an SC composite column subjected to axial compression force was investigated experimentally. The results of the study showed that the AISC-LRFD provisions represented excessively low values compared with those of the ACI, Eurocode-4, and Japan Code provisions. The Eurocode-4 provisions represented reasonable evaluations of the strength of the SC composite column composed of a non-compact section.

핵심용어 : 합성 기둥, 휨-압축 실험, 비조밀단면

KEYWORDS : Composite Column, Flexural-Axial Load Experiment, Non-compact section

### 1. 서론

최근 SRC(철골 철근콘크리트) 및 CFT(콘크리트 충전 강관) 기둥과 같은 일반적인 합성 기둥의 단점을 보완하고, 장점은 유지시킬 수 있는 효율적인 기둥 시스템으로 철골-콘크리트

합성 기둥(이하 SC 합성 기둥)에 대한 연구가 국내·외 연구자들에 의해서 수행되고 있다. (Tremblay 외 4인, Proc. Composite Construction IV, 2000; Vincent, Proc. Composite Construction IV, 2000; Chicoine 외, 2002; 김대곤 외 4인, 한국강구조학회, 2001; 이환수

- 1) 정회원, 현대건설 기술연구소 과장  
(Tel. 031-280-7219, Fax. 031-280-7080, E-mail: ohmho@hdec.co.kr)
- 2) 정회원, 고려대 대학원 석사과정(archist1@lycos.co.kr)
- 3) 정회원, 경운대 건축학부 전임강사, 공학박사(mhk314@ikw.ac.kr)
- 4) 정회원, 삼성물산 건설부문 건축기술팀, 부장(dejoong@samsung.com)
- 5) 정회원, 고려대 건축과 교수, 공학박사(sdk@korea.ac.kr)

본 논문에 대한 토의를 2006년 2월 28일까지 학회로 보내주시면 토의 회답을 게재하겠습니다.

외 2인, 한국강구조학회, 2003 ; 오명호 외 4인, 대한건축학회, 2004)

이러한 SC 합성 기둥의 형태는 그림 1에서 보는 바와 같이 폭-두께비가 세장한 플레이트(Non-compact Section, 이하 비조밀단면)로 H-형강 형태로 용접하여 플랜지 양면 사이에 콘크리트를 타설하여 채운 합성 기둥이다. 이러한 SC 합성 기둥은 일반적으로 유럽에서 사용되고 있는 부분 채움 합성 기둥(Partially Encased Composite Column)과는 달리 주철(각종기준참조)근이 없고, 경제성을 높이기 위해 철골 물량을 줄인 비조밀단면을 사용한 것이 특징이다. 또한 그림 1에 나타낸 원형 철근으로 플랜지면에 용접되는 연결재(Link)는 SC 합성 기둥을 이루는 세장한 철골 플랜지의 조기 국부 좌굴을 막아주는 역할을 한다.

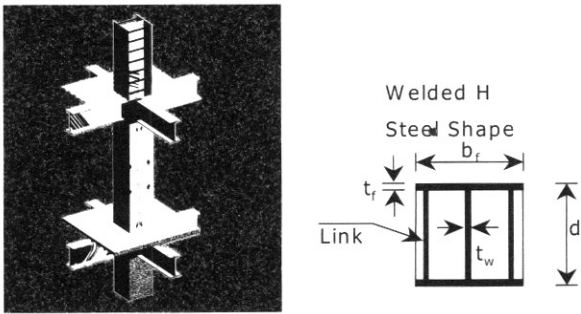


그림 1. SC 합성 기둥의 형태

최근 국내에서도 SC 합성 기둥의 압축 내력 및 휨 내력을 실험적으로 규명하려는 노력이 시도되고 있으나, 조밀 단면으로 구성된 철골 단면이거나, 실험체 단면의 크기가 작은 것이 대부분이다. 또한 국외의 연구에서도 SC 합성 기둥 접합부가 시공 관행상 전단 접합을 실시하는 경우가 대부분이므로 휨-압축을 동시에 받는 SC 합성 기둥에 관한 실험 연구는 전무한 실정이다.

이러한 점에 착안하여 이 연구의 전단계로서 비조밀단면을 가진 SC 합성 기둥의 실용화를 위해 이미 실물 크기의 SC 합성 기둥의 축력 실험을 통해 구조 내력이 우수하다는 것을 입증하였다(김평석 외 4인, 대한건축학회, 2004 ; 오명호 외 4인, 대한건축학회, 2004). 그러나 국내의 시공에서는 전통적으로 일본의 시공 관행에 영향을 받아 휨 모멘트 접합부의 사용이 일반적이고, 이러한 기둥에는 축력과 휨을 동시에 받고 있기 때문에 이에 대한 후속 실험 연구가 필요하게 되었다.

이 연구는 이러한 일련의 후속 연구로서 축력을 받고 있는 SC 합성 기둥의 휨 내력을 축력비 및 가력 방향(강축 또는 약축)에 대해 실험을 수행하고, 국내·외 설계 기준식과 비교하여 SC 합성 기둥의 축력-휨 모멘트 성능을 평가하고자 한다.

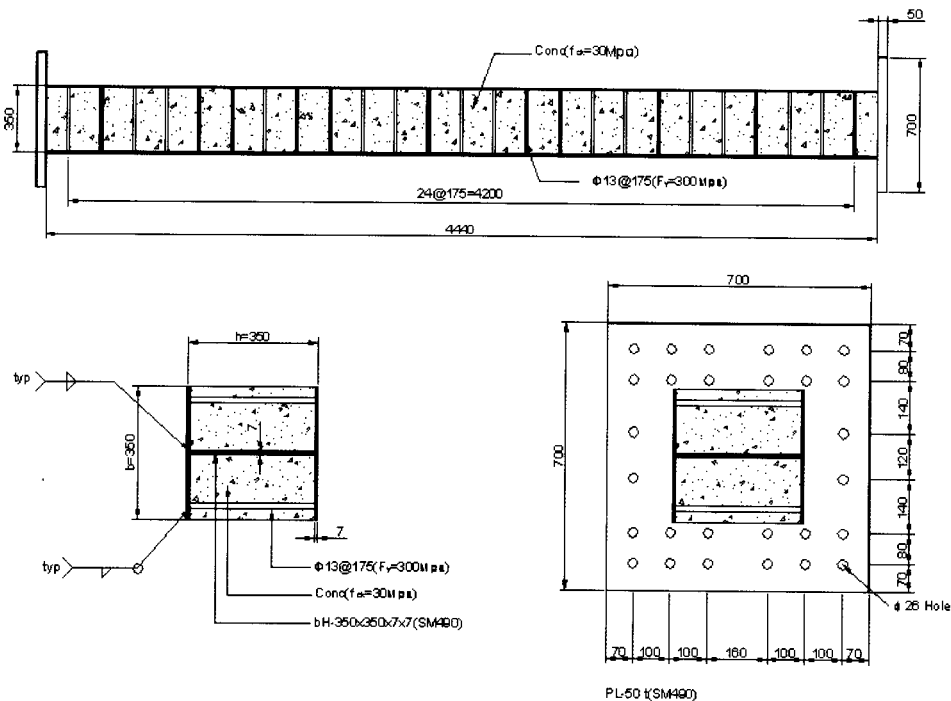


그림 2. 휨-압축 실험체의 상세

## 2. SC 합성 기둥의 휨-압축 실험

### 2.1 실험체 계획

실험체의 일람은 표 1에 나타내었으며, 실험체의 상세 및 재원은 그림 2에 나타내었다. 모든 실험체의 단면 크기는 실험실의 용량을 고려하여 350mm×350mm 이고, 길이는 4,440 mm이다. 여기서 보-기둥 실험체의 폭-두께비( $b/t$ )는 25.0으로, 플랜지와 웨브의 두께를 7mm로 하여 같도록 하였다. 또한 연결재는 지름 13mm의 원형 철근을 사용하였다. 그리고 기둥의 양끝에는 좀 더 균일한 하중을 재하할 수 있도록 50 mm 두께의 엔드 플레이트를 부착하였다.

표 1. 휨-압축 실험체 일람

실험체명	B x D (mm)	t (mm)	폭-두께비 ( $b/t$ )	연결재 간격, $s$ (mm)	축력비 ( $P/P_u$ )
B1-SP30	350x350	7.0	25.0	Φ13@175	0.30
B2-SP40	350x350	7.0	25.0	Φ13@175	0.40
B3-WP30	350x350	7.0	25.0	Φ13@175	0.30
B4-WP40	350x350	7.0	25.0	Φ13@175	0.40

(실험체명)

B1 - 실험체 일련번호

S - 가력 방향 : 강축(Strong Axis), 약축(Weak Axis)

P30 - 축력비 : P30( = 30%), P40(=40%)

휨-압축 실험에서 가장 중요한 변수는 축력비( $P/P_u$ )이며, 이 실험에서 축력비는 실제 구조물과 유사한 효과를 나타내기 위해 일반적으로 사용되는 최대 압축 강도의 30% 및 40%를 선택하였다. 여기서 비조밀단면을 가진 SC 합성 기둥의 최대 압축 강도는 철골 플랜지 국부 좌굴의 영향을 고려할 수 있는 Tremblay 제안식을 이용하였다.

$$P_u = 0.85 A_c f_{ck} + A_{sc} F_y \quad (1)$$

$$A_{sc} = (d - 2t_f)t_w + 4b_e t_f \quad (2)$$

$$\frac{b_e}{b} = \frac{0.6}{\lambda_p} \leq 1.0 \quad (3)$$

$$\lambda_p = \frac{b}{t_f} \sqrt{\frac{12(1 - \nu^2)F_y}{\pi^2 E k}} \quad (4)$$

$$k = \frac{4}{(s/b)^2} + \frac{15}{\pi^2} (s/b)^2 + \frac{20}{3\pi^2} (2 - 3\nu) \quad (5)$$

여기서  $A_c$  = 콘크리트의 단면적,  $A_{sc}$  = 국부 좌굴을 고려한 철골의 유효 단면적,  $f_{ck}$  와  $F_y$  는 각각 콘크리트의 설계기준

강도 및 철골의 항복강도,  $d$  = 기둥의 깊이,  $t_f$  과  $t_w$  는 철골 플랜지 및 웨브의 두께,  $b_e$  = 철골 플랜지 하나의 유효폭,  $\lambda_p$  = 플랜지의 세장비,  $s$  = 연결재의 간격,  $b$  = 철골 기둥 폭의 1/2,  $k = s/b$  에 따라 달라지는 플레이트 좌굴 계수이다.

### 2.2 실험체 제작

실험체는 철골 부재 제작, 연결재 용접, 콘크리트 타설 및 양생의 3단계로 제작하였다. 철골 부재는 천안에 있는 철구조장에서 제작하였으며, 철골 부재 및 링크의 변형도를 측정하기 위하여 콘크리트 타설 전에 스트레인 게이지를 부착하여 방수처리 하였다.

콘크리트 타설은 실제 시공과 동일하게 철골 부재를 세워서 타설하여야 하나, 실험체 제작의 안전성 및 편의성을 고려하여 1회 타설하고 일주일간 대기양생 시킨 후에 뒤집어서 2회 타설하는 방법을 택하였고, 실험은 2회 타설 후 28일 양생시킨 후에 실시하였다.

콘크리트 다짐은 진동다짐기를 이용하여 실시하였고, 콘크리트 공시체는 1회 타설시 3개씩 총 6개의 공시체를 제작하였다. 이러한 실험체의 제작 순서는 그림 3에 나타내었다.

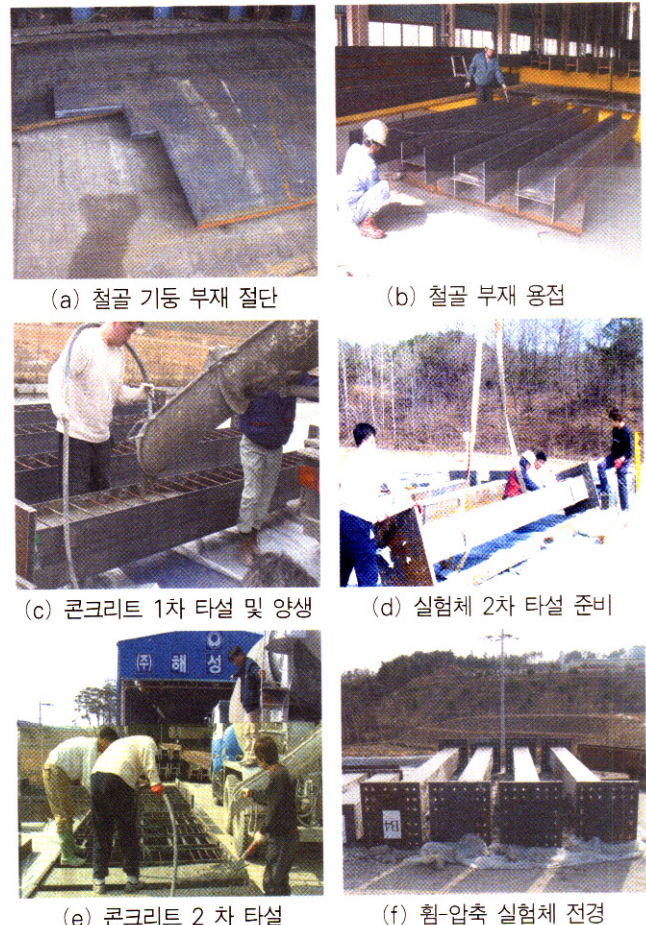


그림 3. 휨-압축 실험체 제작 과정

### 2.3 재료 시험

#### 2.3.1 강재 및 철근의 인장 강도 시험

강재 및 철근의 기계적 성질을 파악하기 위해 KS B 0801 금속재료 인장 시험편 규격에 따라 인장강도 시험을 수행하였다. 인장강도 시험편은 7mm 플레이트 3개, 철근 인장강도 시험편 3개를 채취하여 강재 및 철근 인장 강도 시험을 실시하였다. 시험에 사용된 강재의 재질은 SM490으로 공칭 항복 강도는 330MPa이며, 철근은 SD300으로 항복 강도는 300 MPa이다.

시험 결과를 통하여 모두 강종별 규격치를 만족하는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 강재의 인장 강도 시험 결과는 표 2에 나타내었다.

표 2. 강재 및 철근 인장 강도 시험 결과

시험 종류	항복 강도 (MPa)	최대 강도 (MPa)	연신율 (%)	항복비	소재
PL-7	451	596	28	0.76	SM490
Φ13	307	435	32	0.72	SD300

#### 2.3.2 콘크리트 압축 강도 시험

실험체 제작에 사용된 콘크리트는 설계기준강도 30MPa, 굵은 골재 최대 치수 25mm, 슬럼프 25cm인 레미콘을 사용하였다. 공시체는 KS F 2040에 따라 1회 3개씩 총 2회 6개를 제작하여 28일 압축강도 시험을 실시하였으며, 이에 따른 압축 강도 시험결과는 표 3에 나타내었다.

표 3. 콘크리트 압축 강도 시험 결과

설계기준강도 (MPa)	콘크리트 압축강도 (MPa)	콘크리트 휨 탄성계수 (MPa)	슬럼프 (cm)
30.0	35.1	27821.0	25

### 2.4 실험체 설치 및 가력 계획

이 실험은 포항산업과학연구원(RIST)의 강구조연구소의 구조실험동에서 수행되었다. 실험은 그림 4에 나타난 바와 같이 반력상과 반력벽에 3000kN 액추에이터 1대와 1000 kN 액추에이터 2대를 설치하여 실험을 실시하였다. 여기서 축력과 휨모멘트를 모사하기 위해 3000kN 액추에이터를 이용해서 하중 제어 방식(5kN/sec)으로 축력을 가한 후에, 1000kN 액추에이터를 변위 제어 방식(0.1mm/sec)로 단조 가력하여 휨-압축 실험체에 복곡률이 발생하도록 하였다.

이러한 휨-압축 실험체의 가력 조건과 setup 형상은 김요숙 외의 논문(2003)을 참고로 하여 실험체를 제작하여 실시하였다(김요숙 외 2인, 대한건축학회, 2003).



그림 4. 휨-압축 실험체 Setup

### 2.5 휨 모멘트 및 회전각의 측정 계획

휨 모멘트  $M_1$ 과  $M_2$  및 회전각  $\theta_1$ 과  $\theta_2$ 는 그림 5에서 보는 것처럼 축력  $N$  과 'I' 자형의 휨 모멘트 팔에 가해진 하중  $P_1$ 과  $P_2$ , 1000kN 액추에이터의 회전각  $\psi_1$ 과  $\psi_2$ , 휨 모멘트 팔의 회전각  $\phi_1$ 과  $\phi_2$ , 휨-압축 실험체 중심축의 회전각  $R$ , 휨-압축 실험체 단부의 변형량  $u_1$ 과  $u_2$ 로부터 구할 수 있다. 이것을 정량적으로 나타내면 식 (6)~식 (9)와 같아진다. 여기서  $Q$ 는 휨-압축 실험체의 작용하는 전단력,  $H$ 는 양단 회전 간 길이,  $h$ 는 휨-압축 실험체의 길이를 의미한다.

$$M_1 = \overline{M}_1 + N u_1 - Q \frac{H-h}{2} \quad (6)$$

$$M_2 = \overline{M}_2 + N u_2 - Q \frac{H-h}{2} \quad (7)$$

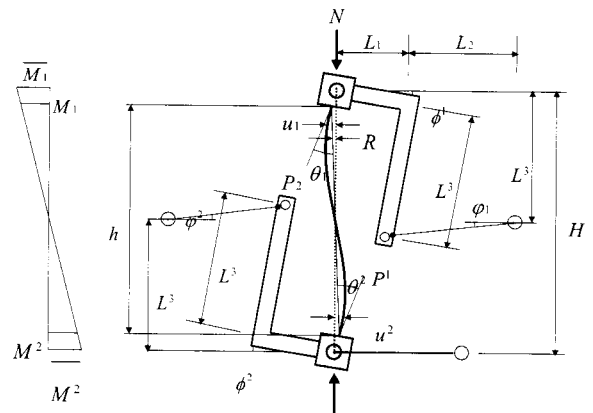


그림 5. 휨 모멘트와 회전각 측정 방법 (김요숙 외 2인, 대한건축학회, 2003)



$$\theta_1 = \phi_1 + R = \phi_1 + (u_1 + u_2)/h \quad (8)$$

$$\theta_2 = \phi_2 + R = \phi_2 + (u_1 + u_2)/h \quad (9)$$

식 (8) 및 식 (9)에서 나타난 휨-압축 실험체의 회전각  $\theta_1$  과  $\theta_2$  을 산정하기 위해 그림 6에 나타난 바와 같이 300 mm 와 100mm LVDT 변위계 및 스트레인 게이지를 부착하였다. 여기서 휨-압축 실험체 단부 플레이트와 평행하게 설치된 300mm 변위계는 실험체 단부의 변형량,  $u_1$  과  $u_2$  를 측정하고, 휨-압축 실험체의 길이 방향으로 설치된 100mm 변위계는 휨 모멘트 팔의 회전각  $\phi_1$  과  $\phi_2$  를 측정하는 역할을 한다. 한편 휨-압축 실험체의 플랜지 상하부에 단부로부터 100mm 떨어진 중심에 소성 게이지를 부착하여 가력 중 휨-압축 실험체의 변형상태를 파악하였다.

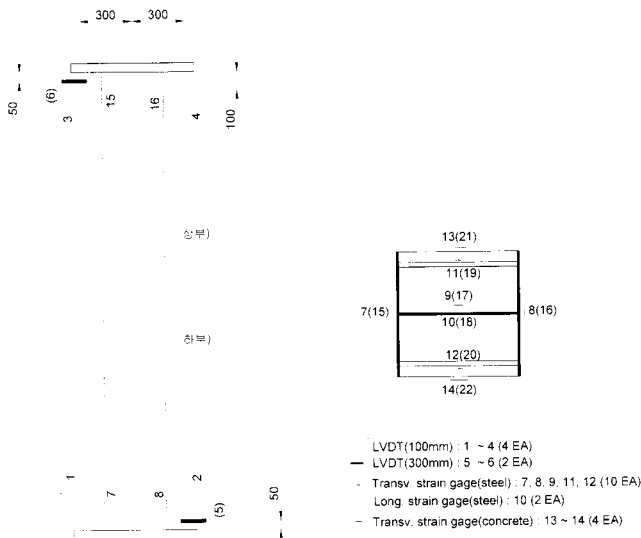


그림 6. 휨-압축 실험체의 측정 계획

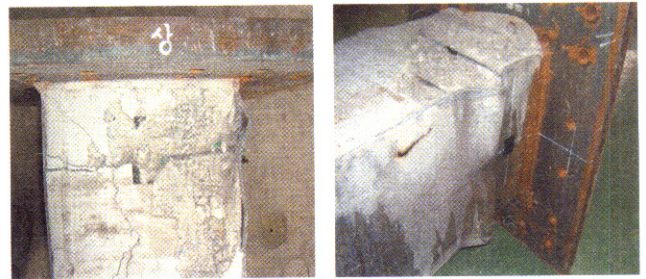
### 3. 실험 결과 및 분석

#### 3.1 파괴 양상

##### 3.1.1 강축 실험체(B1-SP30, B2-SP40)

실험 초기 축력을 도입할 때에는 어떠한 균열도 발생되지 않았다. 이후 휨 모멘트를 실험체에 가하기 위해 1000kN 액추에이터로 변위를 증가시키면, 실험체 양단부의 연결재 설치 위치에서 초기 균열이 발생되었으며, 점차적으로 인장측에 있는 콘크리트에 균열이 발생하고 진전되었다.

변위를 계속 증가시키면 따라 철골과 콘크리트 면이 분리되고 압축측 콘크리트 압괴가 발생하여 최대 하중에 도달하였다. 콘크리트 압괴 후에 철골 플랜지 부분에 국부 좌굴이 발생하였으며, 변위를 계속 증가시키면 따라 철골 플랜지 부분의 국부 좌굴의 폭이 확대되었다. 이러한 국부 좌굴은 양단 단부의 연결재 사이에 발생하였으며, 초기 도입 축력이 클수록 콘크리트 압괴 현상은 더욱 더 심해지고, 국부 좌굴의 폭도 커지는 것을 확인할 수 있었다.



(a) B1-SP30 실험체 (b) B2-SP40 실험체

그림 7. 강축 실험체의 파괴 양상

##### 3.1.2 약축 실험체(B3-WP30, B4-WP40)

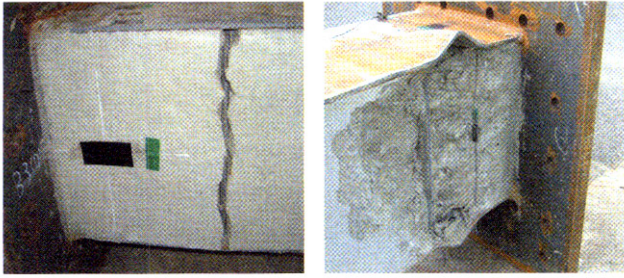
초기 축력을 가할 때에는 강축 실험체와 마찬가지로 어떠한 균열도 발견할 수 없었다. 이 후 휨모멘트를 가하기 위해 변위를 증가시키면, 인장측 콘크리트 면에 인장 균열이 발생되고 확대되었다.

변위를 계속 증가시키면 따라, 인장측 콘크리트면에서 콘크리트 인장 파괴가 발생하여 최대 하중에 도달하였다. 이후 계속 변위를 증가시키면 압축측에서 콘크리트 압괴가 발생하였다. 강축 실험체와 같이 초기 도입 축력이 클수록 인장측 콘크리트 균열의 폭도 커지고, 압축측 콘크리트 압괴 현상도 심

표 4. 휨-압축 실험 결과

실험체명	B × D (mm)	t (mm)	폭 두께비 (b/t)	Link, S	철골의 항복 강도 (MPa)	콘크리트의 압축 강도 (MPa)	도입 축력 (kN)	최대 휨 모멘트 (kN·m)	파괴양상
B1-SP30	350 × 350	7.0	25.0	Φ13@175	451	35.1	1940	723.2	콘크리트 압괴
B2-SP40	350 × 350	7.0	25.0	Φ13@175	451	35.1	2587	718.9	콘크리트 압괴
B3-WP30	350 × 350	7.0	25.0	Φ13@175	451	35.1	1940	376.5	콘크리트 인장 파괴
B4-WP40	350 × 350	7.0	25.0	Φ13@175	451	35.1	2587	383.2	콘크리트 인장 파괴

하게 일어났다.



(a) B3-WP30 실험체 (b) B4-WP40 실험체  
그림 8. 약축 실험체의 파괴 양상

### 3.2 휨모멘트-회전각(M-θ) 곡선

초기 도입 축력을  $0.3 P_u$  ( $=1940\text{kN}$ ),  $0.4 P_u$  ( $=2587\text{kN}$ )을 일정하게 유지하였을 경우, 각 실험체별 휨모멘트(M)-회전각( $\theta$ ) 곡선을 그림 9와 그림 10에 나타내었다. 수직축은  $1000\text{kN}$  액츄에이터에 작용되는 하중을 그림 5에 나타낸 바와 같이 휨-압축 실험체 단부에 걸리는 휨모멘트로 산

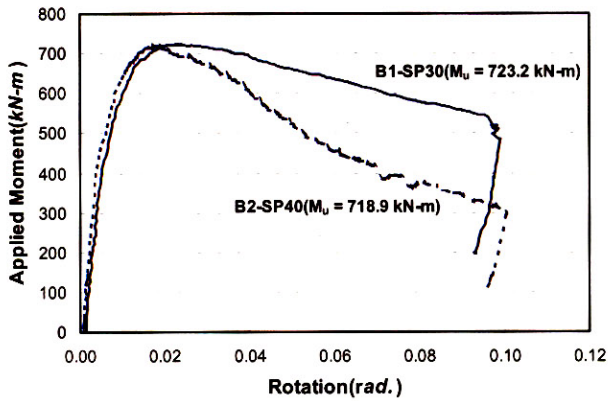


그림 9. 강축 실험체의 휨 모멘트-회전각 곡선

정하였고, 수평축은 휨-압축 실험체의 회전각을 의미한다.

강축 실험체의 경우, 초기 도입 축력에 관계없이 탄성 강성 및 최대 휨 내력은 큰 차이를 보이지 않음을 알 수 있었다. 그러나 초기 도입 축력이 큰 실험체(B2-SP40)의 경우, 최대 내력이 도달한 후에 급격하게 내력이 저하하여  $0.10\text{rad}$ 에서의 내력은 최대 내력의 50% 미만으로 떨어짐을 알 수 있다. 약축 실험체의 경우에서도 초기 도입 축력에 관계없이 탄성 강성 및 최대 휨 내력이 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 약축 실험체는 파괴 모드가 콘크리트면에서의 인장 파괴이기 때문에 최대 내력에 도달한 후 급격한 내력 저하 양상을 보였으며, 강축 방향보다 최대 휨 내력이 약 50% 수준으로 약축 방향 휨 성능은 상대적으로 많이 떨어짐을 알 수 있었다.

### 3.3 각국 기준식과의 비교 및 분석

각국의 기준식(AISC-LRFD, ACI, AIJ, EC4)에서 폭-두께비 제한 조건을 만족하는 조밀 단면을 가진 합성 기둥의 축력-휨 모멘트 내력 곡선을 비교한 결과를 그림 11과 12에 나타내었다.

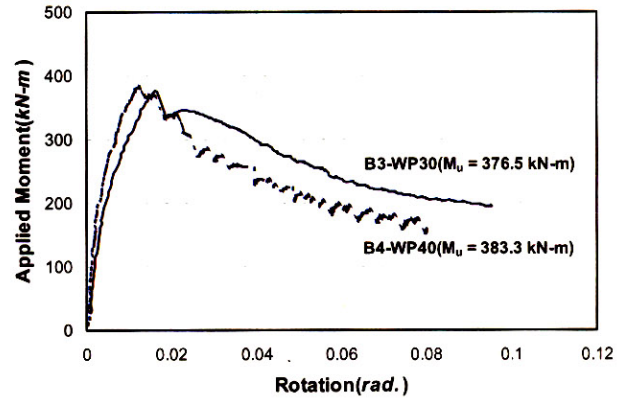


그림 10. 약축 실험체의 휨 모멘트-회전각 곡선

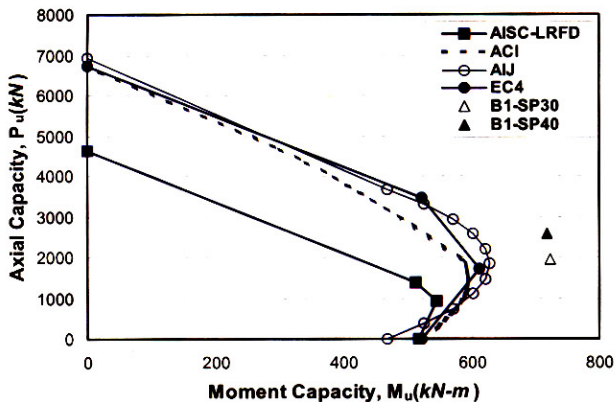


그림 11. 강축 방향의 축력-휨모멘트 내력 곡선 비교

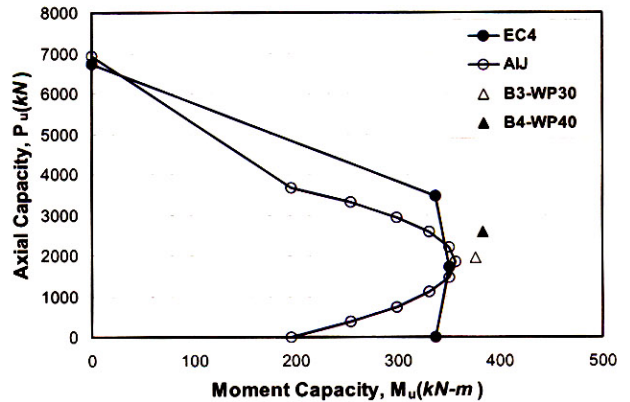


그림 12. 약축 방향의 축력-휨모멘트 내력 곡선 비교

모든 실험체가 각국 기준식에서 제시하고 있는 축력-휨모멘트 내력식을 상회하는 결과를 보이고 있음을 알 수 있다. 여기서 모든 재료의 성능은 재료 시험을 통해 얻어진 실제 항복 강도와 압축 강도를 반영하였고, 각국 내력식 산정 시에는 강도저감계수의 영향을 고려하지 않았다.

그림 11에서 보는 바와 같이, 강축 방향 실험체의 경우에서 AISC-LRFD 기준식은 합성 기둥의 내력을 지나치게 안전측으로 고려하고 있는 것으로 판단된다. 여기에서 실험값은 철골의 최대 내력과 콘크리트의 최대 내력을 단순 누가하는 방식인 AIJ 기준식보다도 5% 이상 큰 내력값을 가지고 있었다. 그림 12의 약축 방향 실험체의 경우에서도 실험체의 최대 내력은 AIJ 및 EC4 기준식보다 큰 내력값을 가지고 있음을 알 수 있었다.

따라서 비조밀단면( $b/t=25.0$ )을 사용하더라도 SC 합성 기둥을 보-기둥재로서의 사용은 큰 무리가 없으며 약축 방향 휨 성능은 상대적으로 강축 방향에 비해 떨어지므로 약축 방향으로의 휨 모멘트 전달은 피하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

#### 4. 결론

일정 축력을 받고 있는 비조밀 단면을 가진 SC 합성 기둥의 강축 및 약축 방향에 대한 휨 모멘트 성능을 실험을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) SC 합성 기둥의 파괴 양상은 강축 방향에서는 콘크리트 압괴가 발생할 때 최대 하중에 도달하였고, 약축 방향에서는 콘크리트 인장 파괴가 발생할 때 최대 하중에 도달하였다. 또한 약축 방향의 휨 성능은 강축 방향 휨 성능의 약 50% 수준으로 상대적으로 많이 떨어짐을 알 수 있었다.
- (2) 모든 방향에 대해서, 초기 도입 축력인 30%, 40%에서는 SC 합성 기둥의 탄성 강성 및 최대 휨 내력은 큰 차이를 보이지 않음을 알 수 있었다. 그러나 최대 하중 이후의 거동은 초기 도입 축력이 큰 실험체가 급격한 내력 저하 양상을 보였다 (그림 9, 10 참조).
- (3) 각국의 기준식(AISC-LRFD, ACI, AIJ, EC4)과 비교한 결과, 모든 실험체가 각국 기준식에서 제시하고 있는 축력-휨 모멘트 내력식을 만족하는 결과를 보이고 있었다. 그러나 AISC-LRFD 기준식은 합성 기둥의 내력을 지나치게 과소평가하여 안전측으로 고려하고 있다. 한편, AIJ 기준식은 철골과 콘크리트의 적합조건을 반영하지 못하며, ACI 기준식은 약축방향의 내력을 산정

하기가 어렵다. 따라서 추후 SC 합성 기둥의 축력-휨 모멘트(P-M) 산정식은 EC4 기준식으로 산정하는 것이 바람직할 것으로 판단된다 (그림 11, 12 참조).

- (4) 비조밀단면( $b/t=25.0$ ,  $s=D/2$ )을 사용하더라도 SC 합성 기둥을 보-기둥재로서의 사용은 별 무리가 없으며, 약축 방향 휨 성능은 강축 방향에 비해 50% 이상 떨어지므로 약축 방향으로의 휨 모멘트 전달은 피하는 것이 좋다.

#### 감사의 글

이 연구는 삼성물산 건설부문의 연구비 지원에 의해 수행된 "SC 합성 구조 시스템 개발에 관한 연구"의 일환으로 수행되었으므로 이에 감사의 말씀을 드립니다.

#### 참고 문헌

- 김성재, 박순진, 김상대 (2002) Steel-Concrete Column의 구조 성능에 관한 실험연구, 한국강구조학회논문집, 한국강구조학회, 제14권, 제6호, pp. 389-396
- 김대곤, 김성훈, 김명관, 이규남, 김석희 (2001) 내화성능이 향상된 H형강-국부 콘크리트 합성기둥의 실험적 연구, 2001년도 학술발표회 논문집, 한국강구조학회, pp. 457-464
- 김범래, 오명호, 김명한, 김대중, 김상대 (2004) 비조밀단면을 가진 SC 합성 기둥의 휨-압축 내력에 관한 실험 연구, 2004년도 추계학술발표회 논문집, 대한건축학회, pp. 19-22
- 김요숙, 임성우, 장인화 (2003) 세립형 고강도 구조용 강재를 이용한 보-기둥재의 실험적 평가, 2003년도 추계학술발표회 논문집, 대한건축학회, 제23권, 제2호, pp. 167-170
- 오명호, 김평석, 김명한, 김대중, 김상대 (2004) 비조밀단면을 가진 SC 합성 기둥의 압축 내력에 관한 실험 연구, 대한건축학회 논문집 구조계, 대한건축학회, 제20권, 제10호, pp. 103-110
- 이환수, 오명호, 김상대 (2003) 축력을 받는 SC 합성 기둥의 휨성능에 관한 실험연구, 한국강구조학회논문집, 한국강구조학회, 제15권, 제1호, pp. 87-96
- American Concrete Institute (ACI) (2002) *Building code requirements for structural concrete (ACI 318-02) and commentary (318R-02)*, ACI 318-02, Farmington Hills, Mich.
- American Institute of Steel Construction (AISC-LRFD)

- (1999) *Load and Resistance Factor Design specification for structural steel buildings*, AISC, Chicago.
- European Committee for Standardization (CEN) (1994), *Design of composite steel and concrete structures-part 1-1 : general rules and rules for buildings*, Eurocode 4, Brussels, Belgium.
- Macgregor J. G. (1997) *Reinforced Concrete : Mechanics and Design, 3rd Edition*, Prentice-Hall, Inc., USA
- Mirza S. A., Lacroix E. A. (2004) Comparative Strength Analyses of Concrete-Encased Steel Composite Columns, *Journal of Structural Engineering*, ASCE, Vol. 130, No. 12, pp. 1941-1953
- Robert Tremblay, Thierry Chicoine, Bruno Massicotte, James M. Ricles, Le-Wu Lu, (2000) Design Equation for the Axial Capacity of Partially Encased Non-Compact Columns, *Proc. Composite Construction IV*, Engineering foundation, Banff, Canada
- Thierry Chicoine, Bruno Massicotte, Robert Tremblay (2003) Long-Term Behavior and Strength of Partially Encased Composite Columns made with Built-Up Steel Shapes, *Journal of Structural Engineering*, ASCE, Vol. 129, No. 2, pp. 141-150
- Thierry Chicoine, Robert Tremblay, Bruno Massicotte, James M. Ricles, Le-Wu Lu (2002) Behavior and Strength of Partially Encased Composite Columns with Built-up Shapes, *Journal of Structural Engineering*, ASCE, Vol. 128, No. 3, pp. 279-288
- Vincent R. (2000) Design and Application of Partially Encased Non-Compact Composite Columns for Highrise Buildings, *Proc. Composite Construction IV*, Engineering Foundation, Banff, Canada

(접수일자 : 2005. 4. 7 / 심사일 2005. 4. 26 /  
심사완료일 2005. 5. 23)