

# 압축과 휨의 조합하중을 받는 냉간성형강 기둥의 내력성능

## Load Carrying Capacities of Cold Formed Steel Structural Columns subject to Combined Axial Load and Bending Moment

신 태 송<sup>1)</sup>

*Shin, Tae Song*

요약: 본 논문은 압축과 모멘트 조합하중을 받는 냉간성형강 기둥의 내력성능을 평가하는데 목적이 있다. 단면은 춤이 90, 150 mm이고 웹에 엠보싱이 있는 립 C형강이다. 부재길이와 단부모멘트비를 변수로 하였고, 편심압축력을 가력하여 총 24개 실험실험을 수행하였다. 미국 AISI와 유럽 EC3 기준의 특징을 체계적으로 분석하였고, 실험결과와 기준 산정결과를 비교하였다. 두 기준 모두 합리적임을 알 수 있었다.

ABSTRACT: This paper is to evaluate the load carrying capacities of cold-formed steel columns subject to combined axial load and bending moment. A combined strength experiment is carried out using full-scale 24 specimens of lipped channel section with embossment in web. An eccentric axial load is applied in varying member-length and eccentric distance which produces an end-moment of the column. The predictions of the AISI specification and the Eurocode are compared with the experimental results, and it is shown that all of these codes are reasonable on the whole in relation to the experimental results.

핵심용어: 조합하중, 단부모멘트, 냉간성형강, 기준

KEYWORDS: Combined load, End-moment, Cold-formed steel, Codes

### 1. 서론

건축구조물에서 경량구조물 이용이 국내외적으로 증대하고 있으며, 경제적인 설계를 위하여 구조내력의 효율을 극대화하는 구조해석기술의 발달과 함께, 구조재료써 박판구조 활용의 중요성이 강조되고 있다. 경량구조물은 단면형상의 유연성, 재료절감 등의 이유로 지붕재, 벽체, 바닥재 등의 구조부재로 널리 사용되고 있다. 경량 냉간성형강에 대한 구조설계는 일반 구조용 강재와 특성을 달리하며 국내에서는 1999년 처음으로 관련기준을 제정하였으나(대한건축학회, 1999), 국제적으로는 30~40년 전부터 연구가 진행되었으며 90년대부터 미국의 AISI(2001년) 기준과 유럽의 EC3 part 1.3(1992년) 기준을 대표적인 기준이라 할 수 있다. 세계 여러 나라에서는 미국 기준을 근간으로 참조하여 각국의 기준으로 정한 경우가 많으며 우리나라 기준도 이런 유형에 속한다.

휨력을 받는 외부기둥 및 편심 축하중을 받는 기둥의 경우,

휨모멘트와 압축하중이 동시에 작용하는 조합하중을 받게 된다. 이 경우 압축내력 및 휨모멘트내력산정이 선행되어야 하며 이들은 상호관련성을 지닌다. 이러한 몇 단계의 내력산정 및 영향요소들로 인하여 해석상 복잡성을 띠고 있다(Jim Rhodes, 1998; W.W.Y, 2000). 본 논문에서는 조합하중을 받는 냉간성형강 기둥의 내력성능을 평가하는데 목적이 있다.

내력성능을 평가하기 위하여, 미국기준 AISI와 유럽기준 EC3의 설계 특성을 체계적으로 비교 분석하며 실험을 통하여 이론해석 결과와 비교 분석하여 기준의 적용 타당성을 검증하고 내력을 평가한다.

대상으로 하는 연구범위는 다음과 같다.

- 1) 단면형상: web에 엠보싱이 있는 립C형강
- 2) 종류: 90SL10과 150SL10단면 (그림 1 참고)
- 3) 실험체 길이: 100cm, 200cm
- 4) 설계법: AISI, 냉간성형강 한계상태설계법(LRFD),

1) 정회원, 동명정보대학교 건축공학과, 교수, 공학박사  
(Tel : 051-610-8602, Fax : 051-610-8579, E-mail : tsshin@tit.ac.kr)

본 논문에 대한 토의를 2005년 8월 31일까지 학회로 보내주시면 토의 회답을 게재하겠습니다.

EC3 part1.3, 냉간성형강 부재 및 데크

- 5) 하중조건: 압축과 모멘트의 조합하중(편심압축력으로 약 축모멘트  $M_y$ 를 단부에 발생시킴)
- 6) 지지조건: 양단 힌지조건

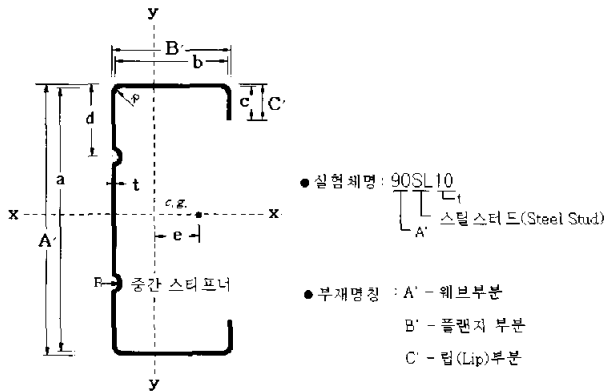


그림 1. 스틸스터드 단면형상 및 기호

## 2. 내력 기준 비교

현행 국제기준인 미국의 AISI, 유럽의 EC3 기준식의 특징 및 차이점을 비교한다. 국내기준은 허용응력도(ASD)설계법으로 본 연구에서는 포함하지 않는다. 두 기준은 한계상태설계법 개념으로 설정된 점이 공통점이다.

### 2.1 미국 AISI 기준 (2001)

#### 2.1.1 조합강도식

적용하는 기준은 미국 AISI(2001)의 한계상태설계법이다. 조합력이 작용하는 일반적인 경우는 축하중과 2방향 모멘트 ( $M_x, M_y$ )를 동시에 받는 경우이지만 식 전개의 간략화를 위하여 여기서는 압축하중과 일축 모멘트( $M_y$ )의 경우로 제한한다. 조합하중을 받는 경우의 상관관계식과 압축강도, 휨모멘트강도를 포함한 중요한 영향 요소들에 대하여 비교적 간단히 설명한다.

$$\frac{P_u}{\phi_c P_n} + \frac{C_{my} M_u}{\phi_b M_{ny} \alpha_{my}} \leq 1.0 \quad (1)$$

$$\frac{P_u}{\phi_c P_{no}} + \frac{M_u}{\phi_b M_{ny}} \leq 1.0 \quad (2)$$

$\frac{P_u}{\phi_c P_n} \leq 0.15$  인 경우는 다음 식을 적용한다.

$$\frac{P_u}{\phi_c P_n} + \frac{M_u}{\phi_b M_{ny}} \leq 1.0 \quad (3)$$

여기서,  $P_n$ : 공칭압축강도

$P_{no}$ :  $f$  을  $F_y$ 로 계산한 공칭압축강도

$M_{ny}$ : 공칭모멘트강도로 초기항복에 의한 강도  $M_{n1}$  와 횡비틀림좌굴강도  $M_{n2}$  중에서 작은 값으로 한다.

$C_{my}$ : 단부모멘트분포도에 의한 등가모멘트계수

$$C_{my} = 0.6 + 0.4 \left( \frac{M_1}{M_2} \right) \quad (4)$$

$\varphi = M_1/M_2$ 는 최소단부모멘트와 최대단부모멘트의 비이며 단곡률일때 양(+)의 부호를 지닌다.

$1/\alpha_{my}$ :  $P-\Delta$  효과를 나타내는 계수

압축력이 작용하는 경우 웨브에 단면이 감소되면 유효단면에 증립축 이동이 발생되어 편심  $e$ 에 의한 모멘트가 추가적으로 작용한다.

#### 2.1.2 설계압축강도

$$\phi_c P_n$$

$$\phi_c = 0.85$$

$$P_n = A_e F_n \quad (5)$$

(1) 최종 좌굴강도  $F_n$

$$F_c = \min(F_{c1}, F_{c2})$$

$F_{c1}$ : 탄성 휨좌굴강도

$F_{c2}$ : 탄성 비틀림 휨좌굴강도

$$\lambda_c = \sqrt{\frac{F_y}{F_c}}$$

$$\lambda_c \leq 1.5 \text{ 이면 } F_n = (0.658^{\lambda_c^2}) F_y$$

$$\lambda_c > 1.5 \text{ 이면 } F_n = \left( \frac{0.877}{\lambda_c^2} \right) F_y$$

(2) 좌굴강도  $F_n$  일 때 유효단면적  $A_e$

유효단면적 산정에 대한 자세한 과정은 지면관계상 생략한

다(신태송,1998). 본 연구에서 대상으로 하는 단면의 웨브에 중간스티프너가 존재하므로 그 보강효과를 추가로 고려한다. 유효폭 산정 예를 도식적으로 나타내면 그림 2와 같다.

엠보싱으로 지지된 웨브 판요소:

•  $\frac{a}{t} \leq S$  일 때:  $b = w$

•  $S < \frac{a}{t} \leq 3S$  일 때:

$$I_a = [(50 \cdot \frac{a}{t}/S) - 50] \cdot t^4$$

$$k = 3 \cdot \sqrt{\frac{I_s}{I_a}} + 1 \leq 4$$

$$b = \rho w$$

•  $\frac{a}{t} \geq 3S$  일 때:

$$I_a = [(128 \cdot \frac{a}{t}/S) - 285] \cdot t^4$$

$$k = 3 \cdot 3\sqrt{\frac{I_s}{I_a}} + 1 \leq 4$$

$$b = \rho w$$

여기서,  $S = 1.28 \sqrt{\frac{E}{F_n}}$

$k$  : 판의 좌굴계수

$I_a$  : 최소한의 소요강성

$I_s$  : 스티프너의 관성모멘트

$\rho$  : 판의 감소계수

$b$  : 유효폭

$w$  : 평판의 폭

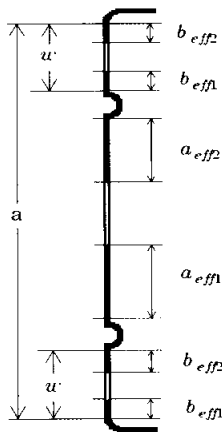


그림 2. 엠보싱이 있는 경우의 유효폭 산정

### 2.1.3 실제모멘트강도 $\phi_b M_{ny}$

상세한 과정은 생략하고(신태송,1999) 주요 관련식은 다음과 같다.  $\phi_b = 0.9$

(1) 초기항복에 의한 모멘트강도  $M_{n1}$

$$M_{n1} = S_e F_y$$

$S_e$ : 모멘트작용 시 응력도 분포로부터 구한 유효단면의 단면계수

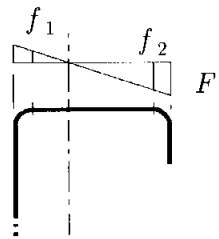


그림 3. 모멘트작용시 응력분포도

(2) 횡 비틀림 좌굴강도  $M_{n2}$

$$M_{n2} = S_c F_c$$

$F_c$ : 탄성 횡비틀림 좌굴응력도이며, 좌굴길이*l*에 영향을 받는다.

•  $F_c \geq 2.78 F_y$ 이면  $F_c = F_y$

•  $2.78 F_y > F_c > 0.56 F_y$ 이면

$$F_c = \frac{10}{9} F_y \left( 1 - \frac{10 F_y}{36 F_c} \right)$$

•  $F_c \leq 0.56 F_y$ 이면  $F_c = F_c$

$S_c$ 는 최대압축연단의 응력도  $F_c$ 일 때 유효단면의 단면계수

(3) 공칭모멘트강도

초기항복모멘트강도와 횡비틀림 좌굴강도중에서 작은 값으로 공칭모멘트강도를 결정한다.

$$M_{ny} = \min(M_{n1}, M_{n2})$$

2.1.4 중심이동

압축력이 작용하는 경우 웨브의 단면이 감소된다면 중립축 이동이 발생되어 편심  $e$  에 의한 모멘트가 추가적으로 작용한다.

$$e_x = \frac{(a - a_c)t\bar{X}}{A_e}$$

$A_e$  : 유효단면

$a_c$  : 웨브 유효길이

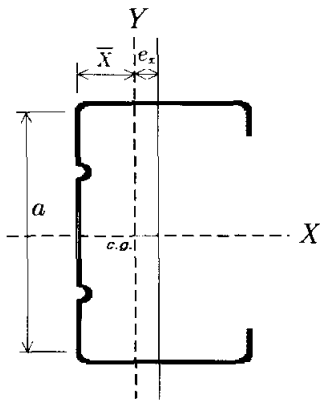


그림 4. 중립축 이동

2.2 유럽 EC 3 Part 1.3 기준 (1992)

2.2.1 조합강도식

보의 횡좌굴 (lateral-torsional buckling)이 발생하지 않는 경우

$$\frac{P_u}{\chi P_c / \gamma_M} + \frac{k M_u}{M_c / \gamma_M} \leq 1.0 \tag{6}$$

$$k = 1 - \frac{\mu P_u}{\chi A_{eff} F_y} \leq 1.5 \tag{7}$$

$$\mu = \bar{\lambda}_y (2 \beta_M - 4) \leq 0.9 \tag{8}$$

$$\beta_M = 1.8 - 0.7 \phi \tag{9}$$

강축인  $x$  에 대한 모멘트가 없는 경우는  $M_{ux} = 0$  이므로 횡좌굴 발생과 관계가 없다. 본 실험에서 편심이 약축방향모멘트  $M_y$  만을 발생하므로 횡좌굴과 관계없다. 그러므로 횡좌굴

발생의 경우 조합강도식은 적용할 필요가 없다.

여기서,  $\chi P_c$  = 공칭 압축강도

$\gamma_M = 1.1$ , 저항 부분안전계수

$M_c$  = 공칭 항복모멘트

$\bar{\lambda} = (\lambda / \lambda_1) \sqrt{A_{eff} / A_g}$ , 세장계수

$\lambda$  = 관련 축의 좌굴 세장비

$\lambda_1 = \pi \sqrt{E / F_y}$ ,  $E$  는 탄성계수

$A_g$  = 전체 단면의 면적

$A_{eff}$  = 유효단면의 면적

$\beta_M$  = 등가모멘트계수

$\phi = M_1 / M_2$

2.2.2 설계압축강도  $\chi P_c / \gamma_M$

부분저항계수  $\gamma_M = 1.1$  이며, 강도감소계수와는 역수인  $1 / \gamma_M$  의 관계이다.

$\chi P_c$  : 공칭 압축강도

$$P_c = A_{eff} F_y$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + [\phi^2 - \bar{\lambda}^2]^{1/2}}, \chi \leq 1 : \text{좌굴 감소계수}$$

$$\phi = 0.5 [1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0.2) + \bar{\lambda}^2]$$

$\alpha$  는 불완전계수

$A_{eff}$  는 압축하중 작용시 유효단면적

유효단면 산정과정은 생략하고 문헌을 참조바란다(신태승,1998). 웨브에 엠보싱이 있는 본 연구의 대상 단면의 보강 효과를 추가로 고려한다. EC3에서는 엠보싱부분을 탄성지지로 가정한다. 탄성지지부의 좌굴응력도는 다음과 같다.

$$\sigma_s = 2 \sqrt{EI_s C_s / A_s}$$

$I_s, A_s$  는 엠보싱 주변의 지지부의 단면2차모멘트와 단면적이다.

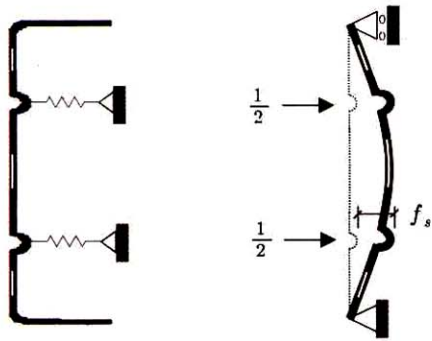


그림 5. 엠보싱의 탄성지지

$C_s$ 는 엠보싱지점에 단위 1/2하중이 두 곳에서 동시에 작용할 때 웨브 단순보의 탄성계수로  $C_s = 1/f_s$ 이며 여기서  $f_s$ 는 변위이다. 세장계수  $\bar{\lambda}_s = \sqrt{F_y/\sigma_s}$ 를 이용하여 초기 좌굴감소계수  $\chi_1$ 을 구한다.  $\chi_1 \leq 1$ 이면 최소한 2차에 걸쳐 반복작업으로 수렴하는  $\chi$  값을 결정하여 엠보싱지지부의 유효폭을 최종적으로 산정한다. 엠보싱효과에 대한 정량적인 결과값은 표 7에 나타나 있다.

2.2.3 설계모멘트 강도  $M_c / \gamma_M$

$M_c$ : 공칭모멘트강도

$$M_c = W_{eff} F_y$$

$W_{eff}$ 는 모멘트 작용시 유효단면계수

2.3 내력식 비교

AISI 기준과 EC 3 기준의 내력식을 비교 정리하면 표1과 같다.

표 1. 내력식 비교

비교항목	AISI	EC 3	비고
P-△효과	$1/a_n$	$k$	EC 3: 두 요소를 하나의 식으로 통합하였음
등가모멘트 계수	$C_m$		
공칭좌굴 압축강도	$P_n$	$\chi P_c$	EC 3: 좌굴감소계수 사용
공칭모멘트 강도	$M_n$ (항복모멘트와 좌굴모멘트를 모두 고려한 강도)	$M_c$	EC 3: 횡좌굴 발생하는 경우 /하지않는 경우로 분리하여 적용
안전계수 (하중)	하중계수	하중부분 안전계수	$P_w, M_u$ 산정시 고려하며 계수값이 서로 상이함
안전계수 (강도)	$\phi_c, \phi_b$ 강도감소계수	$\gamma_M$ 저항부분 안전계수	AISI: 하중종류에 따라 변하나 EC3: 불변

3. 실험

3.1 구조시스템 및 주요변수

3.1.1 구조시스템

축력과 휨모멘트가 동시에 작용하는 스틸스터드의 좌굴거동과 내력을 연구하기위하여 본 실험을 행하였다. 대상단면은 축이 90mm, 150mm인 90SL10, 150SL10 두 종류의 립C형 냉간성형강이며 실험체의 공칭치수와 실제치수, 인장실험결과를 표 2에 나타낸다.

표 2. 단면실제치수 및 인장실험결과

No	Type	A'	B'	C'	t	d	R	$F_y$	$F_u$
		mm							tf/cm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
실험체치수	90SL	90.4	40.0	11.7	1.04	24.1	2.4	2.01	2.92
공칭치수	10	90.0	40.0	12.0	1.00	-	2.4		
실험체치수	150SL	150.6	40.3	11.4	1.03	23.8	2.4	1.99	2.67
공칭치수	10	150.0	40.0	12.0	1.00	-	2.4		

축력과 모멘트를 동시에 발생시키기 위해서 축력에 편심거리를 설정하였다. 단부모멘트비  $\phi = M_1/M_2 = 1, -1$ 로 변화하였으며 그림 6과 같은 구조시스템을 채택하였다.

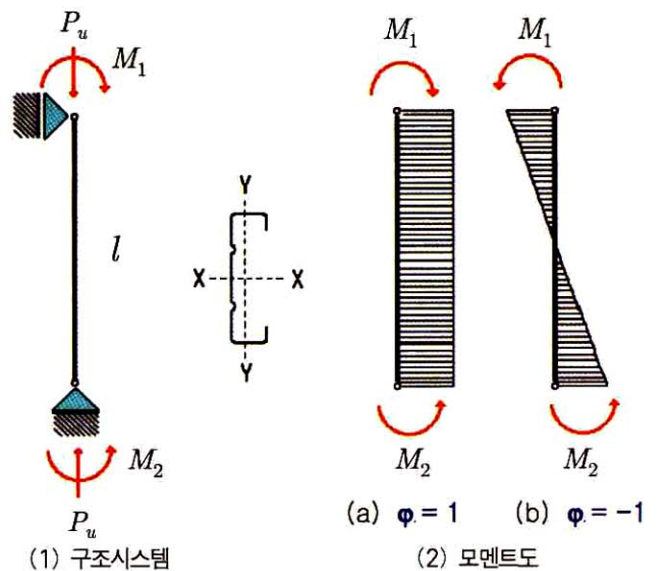


그림 6. P+M실험의 구조시스템

3.1.2 실험체 주요 변수

스터드의 길이를 100cm, 200cm로 하여 세장비를 변화시키며 편심거리  $e_1, e_2$ 를 조정하여 단부모멘트비  $\phi = M_1/M_2$ 를 1, -1로 하였다. 중심축력인 경우도 포함하여 ( $e_1 = e_2 = 0$ ) 총 24개 실험체를 실험하였다.



표 3. 실험체 목록

No.	규격	길이 $L$ cm	세장변수	$\varphi$ 5=6/7	$e_1$ cm	$e_2$ cm	$P_{test}$ tf			
1	2	3	4		6	7	8			
201	90SL10	100	0.685	0	0	0	2.81			
202				1	0.4	0.4	2.28			
203				1	0.8	0.8	1.72			
204				1	1.2	1.2	1.64			
205				-1	0.4	-0.4	2.72			
206				-1	0.8	-0.8	2.54			
207				-1	1.2	-1.2	2.40			
211	150SL10	200	1.338	1	0.7	0.7	1.21			
212				1	1.2	1.2	1.09			
213				1	2.0	2.0	0.77			
214				-1	1.0	-1.0	1.60			
215				-1	1.6	-1.6	1.35			
240				150SL10	100	0.705	0	0	0	2.94
241							1	0.4	0.4	2.30
242	1	0.8	0.8				1.96			
243	1	1.2	1.2				1.77			
244	-1	0.4	-0.4				2.90			
245	-1	0.8	-0.8				2.65			
246	-1	1.2	-1.2				2.45			
251	150SL10	200	1.411	1	0.4	0.4	1.21			
252				1	1.0	1.0	1.00			
253				1	1.6	1.6	0.86			
254				-1	0.4	-0.4	1.50			
255				-1	1.2	-1.2	1.40			

3.2 실험결과

가력은 10ton용 피스톤유압장치, 반력장치는 100ton용 반력프레임을 사용하였고 중앙부 처짐은 50mm용 DT (Displacement Transducer)로 측정하였다. 실험하중결과를 표 3에 나타내었다.

그림 7은 실험체 No. 241-243에 대한 하중-변위곡선을 대표적으로 나타낸다. 점진적인 미소한 하중증가로 최대내력을 측정하였으며, 최대내력 이후 급격하게 불안정해지면서 변위가 급증하였다.

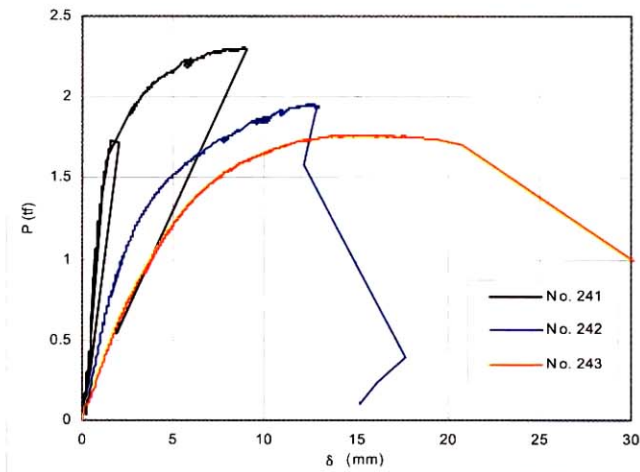


그림 7. 하중-변위곡선 (실험체 No. 241-243)

그림 8에서 실험체 No. 243의 좌굴모드를 나타내고 있다. 전체적으로 국부좌굴 발생후 전체적인 휨좌굴로 파괴에 이르렀다.



그림 8. 실험체 파괴모드

4. 기준결과와 실험결과의 비교분석

미국 AISI 기준, 유럽 EC 기준에 의한 내력산정 결과를 요약하여 표로 나타낸다. 산정과정은 압축강도, 휨모멘트강도를 먼저 산정한 후 조합강도를 최종적으로 구한다. 압축강도 산정시 웨브의 엠보싱효과를 고려하였다. 계산과정은 프로그램을 작성하여 시스템화 하였다.

4.1 미국 AISI기준에 의한 내력 결과

미국 AISI 기준에 의한 내력결과는 표 4와 같다. 여기서 압축설계강도를  $P_d$ , 모멘트설계강도를  $M_d$ 로 표시하였다.

$$P_d = \phi_c P_n, M_d = \phi_b M_n$$

90SL, 150SL 단면에 대하여  $P_d - M_d$ 의 상관관계를 나타내면 그림 9와 같다. 또한 무차원화한  $P_u/P_d - M_u/M_d$ 의 상관곡선은 그림 10과 같다.

3개의 방정식으로부터 상관곡선이 형성됨으로 불연속점이 발생한다. 단부모멘트비  $\varphi = -1$ 인 경우가  $\varphi = 1$ 인 경우보다 월등히 높은 내력을 나타낸다. 세장비가 클수록 무차원 상관곡선도는  $\varphi = 1$ 에서 낮게,  $\varphi = -1$ 에서 높게 나타난다.



표 4. AISI 내력산정 결과

No	Type	L	$\varphi$	e	$P_d$	$M_d$	$P_{AISI}$	$M_{AISI}$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
		cm		cm	tf	tfc	tf	tfc		
201	90SL10	100	0	0.0	2.79		2.79	0.00		
202			1	0.4	2.79	2.85	1.87	0.75		
203				0.8			1.44	1.15		
204				1.2			1.19	1.42		
205			-1	0.4			2.30	0.92		
206				0.8			1.74	1.39		
207				1.2			1.40	1.68		
211			200	1	0.7	1.61	2.66	0.93	0.65	
212				1.2			0.76	0.92		
213				2.0			0.60	1.21		
214		-1		1.0			2.85	1.27	1.27	
215				1.6			1.17	1.87		
240		150SL10		100	0	0.0	2.59		2.59	0.00
241					1	0.4	2.59	2.93	2.44	0.14
242						0.8			1.75	0.80
243			1.2				1.38	1.19		
244	-1		0.4				2.56	0.99		
245			0.8				2.32	1.06		
246			1.2				1.76	1.51		
251			200	1	0.4	1.53	2.92	1.30	0.22	
252				1.0			0.94	0.72		
253				1.6			0.76	0.36		
254	-1			0.4			2.93	1.47	0.25	
255				1.2			1.27	1.24		

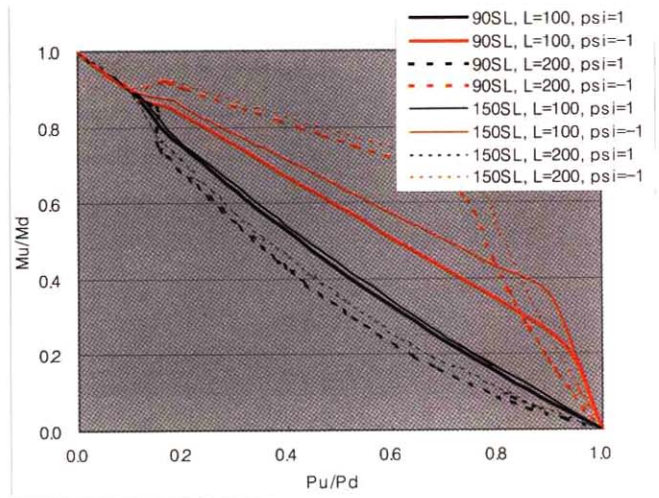


그림 10. AISI의  $P_u/P_d - M_u/M_d$  상관곡선도

4.2 유럽 EC 기준에 의한 내력결과

유럽 EC 기준에 의한 내력결과는 표 5와 같다.

$$P_d = \chi P_c / \gamma_M, M_d = M_c / \gamma_M$$

EC3 기준의  $P_d - M_d$ 는 그림 11에서 나타나고 있다. 무차원화한  $P_u/P_d - M_u/M_d$ 의 상관곡선은 그림 12와 같다.

표 5. EC3 내력산정 결과

No	Type	L	$\varphi$	e	$P_d$	$M_d$	$P_{EC}$	$M_{EC}$			
1	2	3	4	5	6	7	8	9			
		cm		cm	tf	tfc	tf	tfc			
201	90SL	100	0	0.0	2.68		2.68				
202			10	1	0.4	2.68	3.05	1.90	0.60		
203				0.8				1.39	0.98		
204				1.2				1.11	1.24		
205			-1	0.4				2.37	0.74		
206				0.8				1.99	1.41		
207				1.2				1.66	1.84		
211			200	1	0.7	1.46	3.05	1.02	0.62		
212				1.2				0.81	0.90		
213				2.0				0.62	1.18		
214		-1		1.0				1.31	1.19		
215				1.6				1.17	1.77		
240		150SL		100	0	0.0	2.48		2.48		
241					10	1	0.4	2.48	3.07	2.20	0.23
242						0.8				1.83	0.54
243			1.2					1.35	0.94		
244	-1		0.4					2.40	0.25		
245			0.8					2.25	0.66		
246			1.2					1.93	1.34		
251			200	1	0.4	1.52	3.07	1.41	0.15		
252				1.0				1.11	0.55		
253				1.6				0.84	0.92		
254	-1			0.4				1.50	0.16		
255				1.2				1.40	0.97		

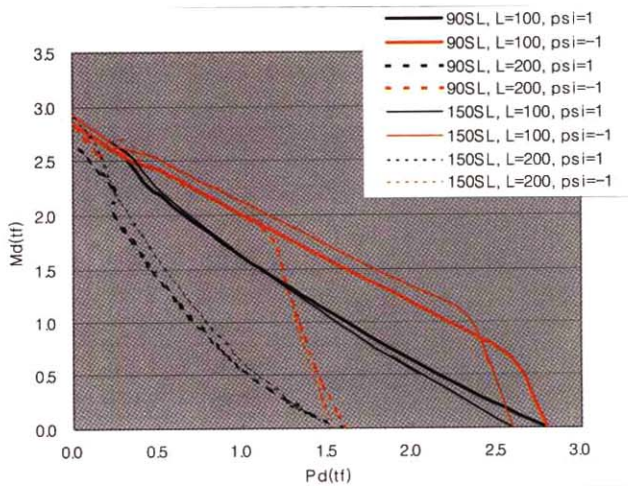


그림 9. AISI의  $P_d - M_d$  상관곡선도



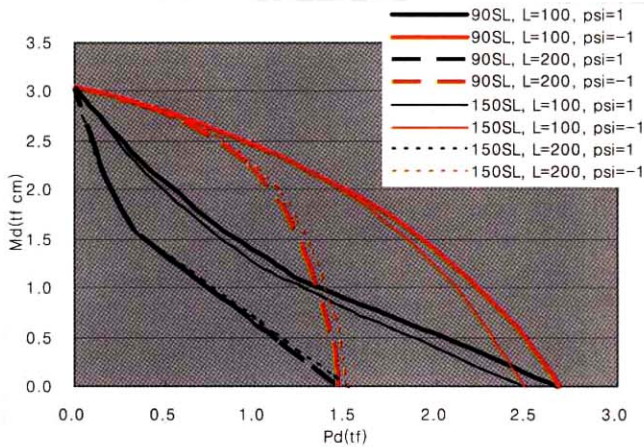


그림 11. EC3의  $P_d - M_d$  상관곡선도

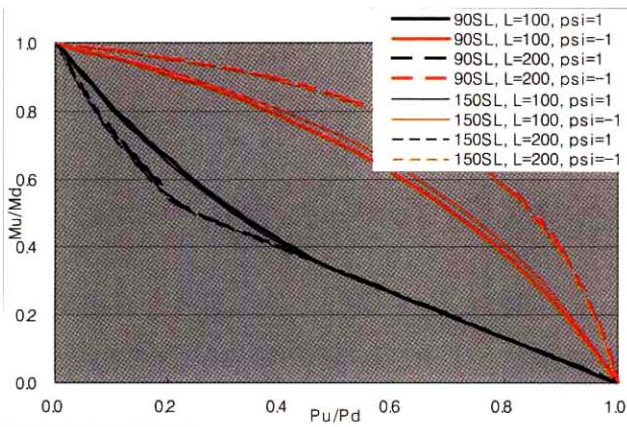


그림 12. EC3의  $P_u/P_d - M_u/M_d$  상관곡선도

$\varphi = -1$  인 경우가  $\varphi = 1$  인 경우보다 내력이 월등히 상승됨을 보이고 있다. 무차원 상관곡선도는  $\varphi = -1$  에서 세장비가 클수록 높게 나타나지만,  $\varphi = 1$  에서는 세장비 차이에 의한 영향을 거의 찾아 볼 수 없다.

### 4.3 내력결과 비교분석

기준식에 의한 내력과 실험결과를 비교하면, 표 6과 같다. 여기서,  $P_{test}$  는 실험결과,  $P_{AISI}$  는 AISI 기준값,  $P_{EC}$  는 EC3 기준값을 표시한다. 두 기준 모두 단부모멘트비  $\varphi = 1$  인 경우가  $\varphi = -1$  인 경우보다 실험값에 보다 더 잘 근접함을 나타내고 있다.

그림 13와 14에서 AISI와 EC3 기준의 상관곡선과 실험결과를 기둥길이(L 또는 세장비)와 단부모멘트비( $\varphi$ )에 따라 나타내고 있다.

통계결과 표준편차가 0.2 이내로 두 기준 모두 합리적인 것

으로 판단된다.

EC3 기준이 AISI 기준보다 평균, 표준편차 모두 더 잘 실험값에 근접함을 알 수 있다. 즉, 두 기준식 모두 적용 타당성이 입증되었고, EC3 기준이 AISI 기준보다 실험값에 더 잘 일치한다.

표 6. 실험결과와 기준값의 비교

No	Type	L	$\varphi$	$P_{test}$	$P_{AISI}$	$P_{EC}$	$P_t/P_{AISI}$	$P_t/P_{EC}$		
		cm		tf	tfcm	tf				
		3	4	6	7	8	9	10		
201	90SL	100	0	2.81	2.79	2.68	<b>1.01</b>	<b>1.05</b>		
202			1	2.28	1.87	1.90	<b>1.22</b>	<b>1.20</b>		
203				1.72	1.44	1.39	<b>1.19</b>	<b>1.24</b>		
204				1.64	1.19	1.11	<b>1.38</b>	<b>1.47</b>		
205			-1	2.72	2.30	2.37	<b>1.18</b>	<b>1.15</b>		
206				2.54	1.74	1.99	<b>1.46</b>	<b>1.28</b>		
207				2.40	1.40	1.66	<b>1.72</b>	<b>1.45</b>		
211	150SL	200	1	1.21	0.93	1.02	<b>1.30</b>	<b>1.19</b>		
212				1.09	0.76	0.81	<b>1.42</b>	<b>1.34</b>		
213				0.77	0.60	0.62	<b>1.27</b>	<b>1.24</b>		
214			-1	1.60	1.27	1.31	<b>1.26</b>	<b>1.22</b>		
215				1.35	1.17	1.17	<b>1.16</b>	<b>1.15</b>		
240			150SL	100	0	2.94	2.59	2.48	<b>1.13</b>	<b>1.18</b>
241					1	2.30	2.44	2.20	<b>0.95</b>	<b>1.05</b>
242		1.96			1.75	1.83	<b>1.12</b>	<b>1.07</b>		
243		1.77			1.38	1.35	<b>1.28</b>	<b>1.31</b>		
244	-1	2.90			2.56	2.40	<b>1.13</b>	<b>1.21</b>		
245		2.65			2.32	2.25	<b>1.14</b>	<b>1.18</b>		
246		2.45			1.76	1.93	<b>1.39</b>	<b>1.27</b>		
251	150SL	200	1	1.21	1.30	1.41	<b>0.93</b>	<b>0.86</b>		
252				1.00	0.94	1.11	<b>1.06</b>	<b>0.90</b>		
253				0.86	0.76	0.84	<b>1.14</b>	<b>1.03</b>		
254			-1	1.50	1.47	1.50	<b>1.02</b>	<b>1.00</b>		
255				1.40	1.27	1.40	<b>1.09</b>	<b>1.00</b>		
					$\varphi=1$	Average		1.19	1.16	
						Stdev		0.156	0.182	
			$\varphi=-1$	Average		1.26	1.19			
				Stdev		0.211	0.134			
			종합	Average		1.21	1.17			
				Stdev		0.179	0.154			

립  $\pi$ 형강에 비하여 웨브에 엠보싱이 있는 단면이 얼마나 압축내력 증대효과를 갖는지 비교하여 표 7에 나타낸다. 여기서, C는 립  $\pi$ 형강, emboss는 웨브에 엠보싱이 있는 단면을 표시한다. 적용기준에 따라 차이는 있지만 4~35% 압축내력 증대효과를 보이고 있다. 웨브가 짧은 90SL10 단면이 긴 150SL10 단면 보다 상대적으로 보강효과가 더 크게 나타난다.



Jim Rhodes (1998) Combined axial load and varying bending moment in beam column, *Fourteenth International Specialty Conference on Cold-Formed Steel Structures*, St. Louis, Missouri U.S.A.

W.W.Yu (2000) *Cold-Formed Steel Design*, John Wiley & Sons. inc.

(접수일자 : 2004. 11. 15 / 심사일 2004. 11. 23 /  
심사완료일 2005. 2. 10)