

데크플레이트의 웨브국부좌굴에 관한 내력식 제안

A Proposal for Strength Formula of Web Crippling in Trapezoidal Sheeting

신 태 송¹⁾

Shin, Tae Song

요 약 : 본 논문에서는 데크플레이트의 웨브 국부좌굴에 관한 실용적인 내력식을 제안하고자 한다. 실험에서 유추된 해석모델을 이론적으로 규명한 기존의 연구를 바탕으로 내력에 영향을 미치는 주요 변수들을 조사 분석하여 관련 함수들을 유도한다. 각 변수들을 기존의 실험자료와 종합적으로 비교 분석하여 간편한 내력식을 제안한다. 유럽기준 EC 3 부록 Z 에 따른 통계평가로부터 저항 부분안전계수 γ_M 을 구하며 목표로 하는 값 1.1과 비교되어진다.

ABSTRACT : It is proposed in this paper the practical load carrying capacity formula for web crippling in trapezoidal sheeting (deckplate). The parameter functions are derived by investigation of the major parameters influencing of load carrying capacity based on the existing theoretical research with experiment analogical interpretation model. The simple strength formula is proposed in analytic comparison of each parameters with the existing experimental data. From statistical evaluations due to Annex Z of Eurocode 3 the partial safety resistance factors γ_M are calculated and compared with the target value of 1.1.

핵심용어 : 데크플레이트, 웨브 국부좌굴, 내력, 통계평가

KEYWORDS : trapezoidal sheeting (deckplate), web crippling, load carrying capacity, statistic evaluation

1. 서론

데크플레이트는 경량이고, 시공하기 편하기 때문에 지붕 및 벽체 재료로 용도가 다양하며 시장 확보가 증대되어 가고 있다. 데크플레이트의 두께

는 1-2mm 정도로 아주 박판이므로 집중하중이나 지점 반력이 작용하는 부분에서 웨브 국부좌굴이 발생하기 쉽다. 웨브국부좌굴의 내력을 평가하기 위하여 실험적 연구들이 주로 많이 되어 왔다. 왜냐하면 해석의 복잡성으로 인해 이론적 접

1) 정회원, 동명정보대학교 건축공학과 조교수, 공학박사

본 논문에 대한 토의를 2002년 6월 30일까지 학회로 보내주시면 토의 회답을 게재하겠습니다.

근이 쉽지 않았기 때문이다. 1995년 문헌[1]에서 실험에서 유추된 해석모델을 이용하여 휨좌굴과 판좌굴을 고려한 이론적 연구가 이루어 졌다. 그러나 이론적 연구들은 내력을 산정하기 위하여 반복계산 등을 포함한 많은 과정을 거쳐야 하는 번거로움이 있어 실용화하는데 어려움이 존재한다. 본 논문에서는 돌출부 또는 인접한 집중하중 가력부가 웹폭 s_w 의 2배 이상인 웹 위치에서의 국부좌굴 내력에 관한 간편한 실용식을 제안하는 것을 목적으로 한다. 이론적, 실험적 기초 연구들로부터 주된 변수를 추출하여 함수를 유도하고 종합적으로 고려하여 간편한 내력식을 제안한다. 또한 유럽 기준 EC3 부록 Z에 의한 통계평가를 행하여 제안한 내력식의 적용 타당성을 입증한다.

2. 연구 배경 및 현황

데크플레이트의 웹국부 좌굴에 관한 연구는 주로 실험에 의존하고 있으며 각 나라 기준에 반영되어 있다.

데크플레이트의 대표적인 단면 형상과 기호는 그림 1과 같이 나타낼 수 있다.

실험에 근거한 대표적인 내력식은 다음과 같고 기호 3.1절은 참고 바란다.

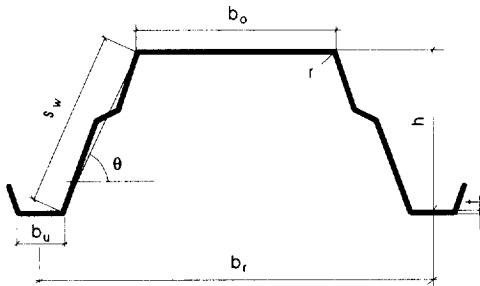


그림 1. 데크플레이트의 단면과 기호

1) DIN 18807, 1987 [2]

$$P_u = 0.15 t^2 \sqrt{E f_y} \left(1 - 0.1 \sqrt{\frac{r}{t}}\right) \left(0.5 + \sqrt{0.02 \left(\frac{c}{t}\right)}\right) \left[2.4 + \left(\frac{\theta}{90}\right)^2\right] \quad (2.1)$$

2) Yung-Min Tsai, 1987 [3]

$$P_u = 0.51 t^2 \sqrt{E f_y} \left(1 - 0.01 \sqrt{\frac{r}{t}}\right) \left(1.24 + 0.5 \left(\frac{c}{s_w}\right)\right) \sin \theta \quad (2.2)$$

3) AISI(IOF), 1996 [4]

$$P_u = 12.75 t^2 \left(\frac{f_y}{228}\right) \left(1.22 - 0.22 \left(\frac{f_y}{33}\right)\right) \left(1.06 - 0.06 \left(\frac{r}{t}\right)\right) \left(291 - 0.40 \left(\frac{s_w}{t}\right)\right) \left(1 + 0.007 \left(\frac{c}{t}\right)\right) \left(0.7 + 0.3 \left(\frac{\theta}{90}\right)^2\right) \quad (2.3)$$

4) 1995년 SHIN [1]은 실험에 의한 파괴모드로부터 해석모델을 설정하고 휨좌굴과 판좌굴 이론에 근거하여 이론식을 개발하였다.

$$P_u = A_{eff} f_y \left(1 - 0.1 \sqrt{\frac{r}{t}}\right) \left[0.7 + 0.3 \left(\frac{\theta}{90}\right)^2\right] \left(1.4 - 0.004c\right) \left[1.25 - 0.00002 \left(\frac{s_w}{t} - 180\right)^2\right] \quad (2.4)$$

5) 1997년 BAAR [5]는 SHIN의 이론식의 적용범위를 확대하기 위하여 실험을 행하고 하중가력폭 c 와 웹폭 s_w 의 영향계수를 수정보완하였다.

$$P_u = A_{eff} f_y \left(1 - 0.1 \sqrt{\frac{r}{t}}\right) \left[0.7 + 0.3 \left(\frac{\theta}{90}\right)^2\right] \left(1.367 - 0.00367c\right) \left(0.709 + 0.399 \frac{s_w}{100}\right) \quad (2.5)$$

단, $c \geq 100\text{mm}$ 이면 $(1.367 - 0.00367c)$ 를 1.0으로 대체한다.

그러나 유효폭을 산정하기 위하여 계산과정이 복잡하고 반복계산이 되풀이되어 지기 때문에 실무에서 적용하기에 어려움이 있다. 이러한 번거로움을 해결하기 위한 간편한 내력식 개발이 필요하다

게 된다.

$$P_t \propto \text{Function}(r, \theta, c, t, s_w, c/t, s_w/t, c/s_w, f_y, E, r/t) \quad (3.2)$$

3. 변수 선정

데크플레이트의 웹 최대내력에 영향을 미치는 변수들을 선정하는 것이 먼저 필요로 되어진다. 문헌[1]에서 제안된 이론과 실험에 근거한 내력식을 기본식으로 삼아 각 영향인자들의 이론적 배경을 바탕으로 영향인자들을 추출한다. 각 영향인자들을 조사분석하여 변수들을 결정한다.

3.1 기본 이론식

이론에 근거한 해석모델로부터 데크플레이트의 웹 국부 내력식은 문헌[1]로부터 다음과 같고 이를 기본 이론식으로 삼는다.

$$P_t = A_{eff} f_y F_r F_\theta F_c F_{sw} \quad (3.1)$$

여기서 P_t : 이론 내력식

A_{eff} : 유효단면적

$A_{eff} = x_p x_k ct$

x_p : plate 감소계수

x_k : 좌굴감소계수

c : 하중폭

t : 판 두께

f_y : 항복강도

F_r : 모서리 내부반경 계수

F_θ : 웹기울기 계수

F_c : 하중폭 계수

F_{sw} : 웹폭 계수

식 (3.1)은 여러 영향인자들의 곱으로 표현되어 있다. 각 영향인자들을 구성하는 변수들은 단면의 치수, 재료정수들이며 이를 분석하면 식 (3.2)와 같다.

여기서 내부반경의 영향 F_r 과 평균 웹기울기의 영향 F_θ 는 DIN 18807 part1에서 특별히 연구되었으며 그 결과를 그대로 적용한다.

$$F_r = 1 - 0.1\sqrt{r/t} \quad (3.3)$$

$$F_\theta = 0.7 + 0.3(\theta/90)^2 \quad (3.4)$$

이로부터 식 (3.1)을 변경한 이론식은 다음과 같다.

$$P_t = k A_{eff} f_y F_c F_{sw} \quad (3.5)$$

여기서 $k = F_r F_\theta$

식 (3.5)를 전개하면 식 (3.6)과 같이 되며 각 영향인자들은 고찰되어야 하는 변수들이다.

$$A_{eff} f_y F_c F_{sw} = x_p x_k(ct) f_y F_c F_{sw} \quad (3.6)$$

3.2 영향인자 추출

식 (3.6)에 나타난 각각의 변수들을 문헌[1]로부터 조사분석하여 구간이 되는 영향인자들을 찾아낸다.

1) x_p

$$x_p = \frac{1}{\bar{\lambda}_p} \left(1 - \frac{0.22}{\bar{\lambda}_p}\right) \quad (3.7)$$

$$\bar{\lambda}_p = \frac{1.052}{\sqrt{k_\sigma}} \frac{c}{t} \sqrt{\frac{f_y}{E}} \quad (3.8)$$

$$k_\sigma \propto \frac{c}{s_w} = \frac{c/t}{s_w/t}, \text{ 판좌굴계수} \quad (3.9)$$

x_p 의 영향인자들은 $c/t, s_w/t, \sqrt{f_y/E}$ 이다.

2) x_k

$$x_k = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \bar{\lambda}_k^2}} \quad (3.10)$$

$$k = 0.5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_k - 0.2) + \bar{\lambda}_k^2] \quad (3.11)$$

여기서 α 는 불완전계수

$$\bar{\lambda}_k = \sqrt{f_y / \sigma_{ki}} \quad (3.12)$$

$$\begin{aligned} \sigma_{ki} &= \frac{E \pi^2}{\lambda_k^2} = \frac{E \pi^2}{(s_w/t)^2} \\ &= \frac{E \pi^2}{s_w^2} \frac{I}{A} = \frac{\pi^2}{12} \frac{E}{(s_w/t)^2} \end{aligned} \quad (3.13)$$

식 (3.12)에 식 (3.13)를 삽입하면 다음과 같다.

$$\bar{\lambda}_k = \sqrt{f_y / \sigma_{ki}} = \frac{\sqrt{12}}{\pi} \frac{s_w}{t} \sqrt{\frac{f_y}{E}} \quad (3.14)$$

x_k 는 s_w/t , $\sqrt{f_y/E}$ 의 영향을 받는다.

3) ct

$$ct = \left(\frac{c}{t}\right) t^2 \quad (3.15)$$

식(3.15)로부터 c/t , t^2 을 영향인자로 취할 수 있다. F_c 에서는 $F_c \propto c/t$ 이므로 c/t 의 영향을 받고 F_{sw} 는 $F_{sw} \propto s_w/t$ 로부터 s_w/t , 마지막으로 f_y 도 영향인자가 된다.

3.3 변수 선정

1) 유도된 변수

기본식에 근거하여 조사 분석한 영향인자로부터 유도된 변수들은 다음과 같다.

$$c/t, s_w/t, \sqrt{f_y/E}, f_y$$

2) 재료성질 관련 변수

재료관련 요소인 $\sqrt{f_y/E}$ 와 f_y 의 관계성을 파악하여 단순화를 시도한다.

$$x_p \propto \frac{1}{\lambda_p} \propto \sqrt{\frac{E}{f_y}} \quad (3.16)$$

$$x_k \propto \frac{1}{\lambda_k} \propto \sqrt{\frac{E}{f_y}} \quad (3.17)$$

즉 식(3.16),(3.17)으로부터 $\sqrt{E/f_y}$ 요소와 f_y 를 곱하면 식(3.18)과 같이 표현할 수 있다.

$$f_y \sqrt{E/f_y} = \sqrt{E f_y} \quad (3.18)$$

결국 다음과 같이 변수를 설정한다.

$$c/t, s_w/t, t^2, \sqrt{E f_y}$$

4. 변수와 내력의 관계

3장에서 선정된 변수와 내력의 관계를 분석하여 각 변수별 함수를 유도하기 위하여 Berlin공대에서 행한 실험 자료들을 활용한다.

4.1 웨브 좌굴 실험

긴 돌출부를 갖는 시스템에 관한 데크플레이트 웨브좌굴 실험을 그림 2와 같이 Berlin공대에서 1995년 SHIN[1], 1997년 BAAR[5]에 의해 수행되었다. 실험체는 독일 HOESCH 철강회사에서 생산되는 제품으로 5종류를 사용하였고 각 변수별 시험체를 2개씩 제작하였다.

실험의 주된 변수는 다음과 같다. : 판두께 t , 웨브의 경사도 θ , 웨브의 폭 s_w , 하중가력부의 길이 c

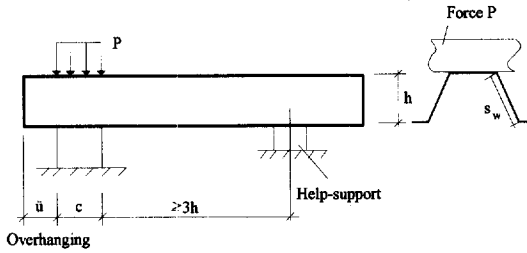


그림 2. 실험 System

표 1. SHIN의 실험(1)

Type	Nr.	t	s _w	f _y	c	n	P _v
		mm	mm	kN/mm ²	mm		kN
	1	2	3	4	5	6	9
E40/0.75	203	0.76	42.1	365	40	10	28.62
	204	0.76	42.1	365	40		28.62
	211	0.75	42.3	366	100		43.62
	212	0.75	42.3	366	100		42.65
	E40/1.00	223	1.01	42.0	364	40	10
	224	1.01	42.0	364	40		45.50
	231	0.99	42.0	374	100		74.38
	232	0.99	42.0	374	100		74.38
E100/0.75	243	0.76	109.0	368	40	6	14.62
	244	0.76	109.0	368	40		14.62
	251	0.75	109.1	382	100		16.50
	252	0.75	109.1	382	100		16.28
	E100/1.00	263	1.01	109.5	376	40	6
264		1.01	109.5	376	40		27.31
271		0.99	110.0	387	100		29.78
272		0.99	110.0	387	100		29.10
E85/0.75		281	0.75	102.8	320	40	8
	282	0.75	102.8	320	40		15.32

주요 치수제한은 다음과 같다.

판두께: $0.75 \leq t \leq 1.5mm$ c/s_w

하중가력부의 최소길이 $c = 40mm$

$40 < s_w/t < 250$, $0.25 < \theta < 4$, $50 < \theta < 90$

하중조건으로는 집중하중-데크플레이트 단부에서 최소한 웨브폭의 2배이상 떨어진 위치에 작용하는 집중하중-또는 내부 지지부의 반력에 해당된다.

SHIN과 BAAR실험의 차이점은 시험체 제한 범위에 있으며 적용범위를 확장하는데 의미가 있어 BAAR의 실험은 보완의 가치가 있다. 실험 데이터를 표 1, 2에 나타낸다. n은 웨브의 개수이다.

표 2. BAAR의 실험(5)

Type	Nr.	t	s _w	f _y	c	n	P _v
		mm	mm	kN/mm ²	mm		kN
	1	2	3	4	5	6	9
E135/0.75	005	0.7	149.5	362	40	6	11.56
	006	0.7	149.5	359	40		11.31
	015	0.7	149.5	362	100		13.02
	016	0.7	149.5	362	100		13.26
	025	0.7	149.5	362	160		15.29
	026	0.7	149.5	362	160		14.80
E135/1.25	055	1.18	149.5	364	40	6	35.58
	056	1.18	149.5	364	40		36.07
	065	1.18	149.5	364	100		37.03
	066	1.18	149.5	364	100		38.26
	075	1.18	149.5	364	160		48.38
	076	1.18	149.5	364	160		47.40
	E160/0.88	105	0.89	163.5	391	40	6
106		0.89	163.5	391	40		22.10
115		0.88	163.5	395	100		28.46
116		0.89	163.5	391	100		28.70
125		0.88	163.5	395	160		30.49
126		0.88	163.5	395	160		30.00
E160/1.25		155	1.19	163.5	367	40	6
	156	1.19	163.5	367	40		40.73
	165	1.19	163.5	367	100		44.39
	166	1.19	163.5	365	100		44.63
	175	1.19	163.5	365	160		55.73
	176	1.19	163.5	365	160		56.22

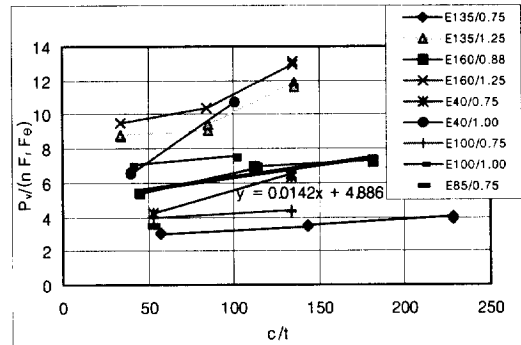


그림 3. 내력과 c/t의 관계

4.2 변수별 함수 도출

각 변수가 내력에 미치는 영향을 정량적으로 조사 분석하기 위하여, P_v/nF_r , F_θ 를 각 변수별로 그래프로 나타내었다. 여기서 nF_r , F_θ 는 일정한 값으로 불변이다.

실험내력 값과 변수 c/t 의 그래프 (그림 3)에서 근사적인 기울기를 가정하여 나타내면 식 (4.1)과 같다.

$$F_c = 5 + 0.014c/t \quad (4.1)$$

그림 4에서 내력과 s_w/t 와의 관계는 E40시리즈는 어느 정도 기타 다른 시리즈와는 다른 경향을 나타내고 있으나 근사적으로는 식 (4.2)로 표현할 수 있다.

$$F_{sw} = 22 - 0.09s_w/t \quad (4.2)$$

t^2 은 그림 5에서 내력과 아주 좋은 일정한 경

향을 뚜렷이 보이고 있다. 직선 기울기에 대한 고려는 여기서는 할 필요가 없다. 왜냐하면 변수로 t^2 이 단독으로 표현되기 때문에 나중에 일괄적인 상수로 조절이 가능하다.

4.3 변수별 함수와 내력의 관계

상기에서 유도된 변수별 함수와 내력의 관계성을 분석하기 위하여 도식적으로 표시한다. 식 (4.1) F_c 는 그림 6에서 E40시리즈를 제외하면 어느정도 일정한 패턴을 보이고 있다. 식 (4.2) F_{sw} 는 그림 7에서 일정한 패턴을 보이고 있지 않아 변경을 요한다. 그림 8에서는 t^2 과 내력의 관계를 나타내며 E40,c=40E과 160,c=100

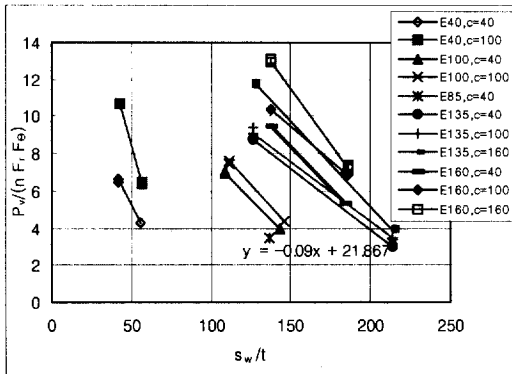


그림 4. 내력과 s_w/t 의 관계

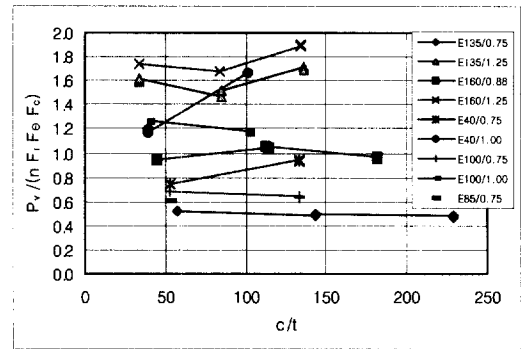


그림 6. 내력과 F_c 의 관계

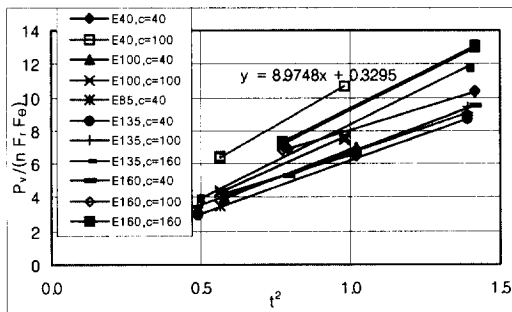


그림 5. 내력과 t^2 의 관계

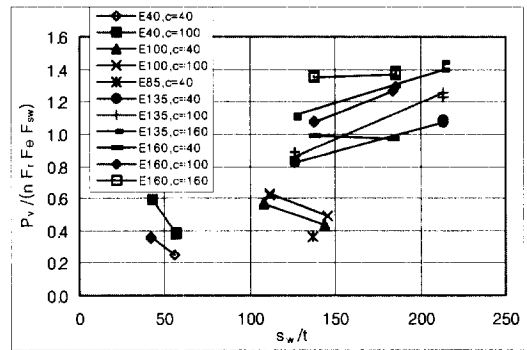


그림 7. 내력과 F_{sw} 의 관계

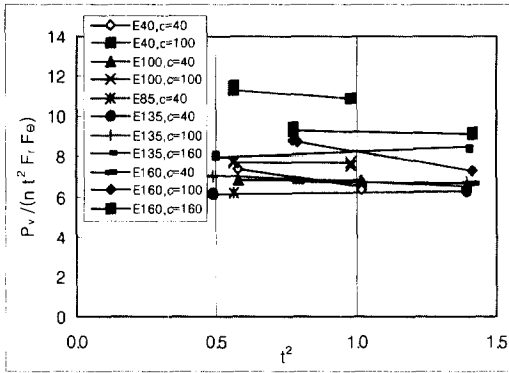


그림 8. 내력과 t^2 의 관계

시리즈에서 약간 기울기가 다르지만 전체적인 경향은 대체로 양호하여 변수 t^2 은 타당한 것으로 사료된다.

5. 내력식 제안

5.1 변수의 종합적 고찰

모든 변수를 조합하여 적절성을 확보하도록 비교 고찰한다. $t^2\sqrt{E f_y}$, 변수와 식(4.1) F_c 는 대체로 일정한 경향을 띠고 있다. 식의 단순 명료화를 위하여 식 (4.1)을 식 (5.1) F_c 로 표현한다.

$$F_c = \frac{1}{5}(5 + 0.014c/t) = 1 + 0.0028c/t \quad (5.1)$$

변수 $t^2\sqrt{E f_y}$ 와 식 (5.1) F_c 의 영향을 고찰하기 위하여 $\frac{P_v}{n F_r F_\theta F_c t^2 \sqrt{E f_y}}$ 를 그림 9와 같이 나타낼 수 있다. E40, C=100 시리즈를 제외하면 평균값이 0.67이며 일정한 경향을 갖고 있어 적용에 타당성을 확보하고 있다.

한편 식 (4.2) F_{sw} 는 그림 7의 결과 적용에 문제가 있다고 사료되어 다른 방법으로 영향 정도를 고찰한다. 그림 9에서 가로축을 t 대신 s_w/t 로 표시하고

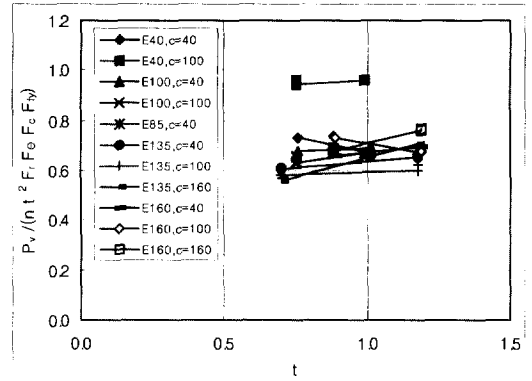


그림 9. 내력과 $t^2 F_c F_y$ 의 관계

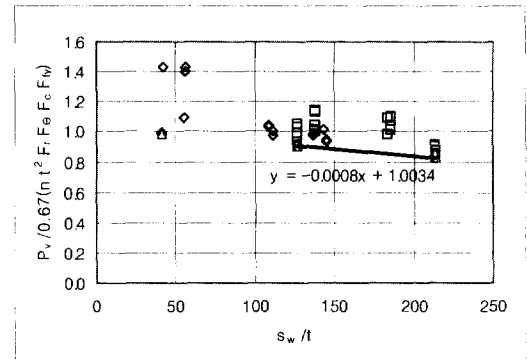


그림 10. 내력과 s_w/t 의 영향

세로축을 0.67로 나눈 $\frac{P_v}{0.67 n F_r F_\theta F_c t^2 \sqrt{E f_y}}$ 로 하여 그림 10에 나타낸다. 경향을 근사적으로 식 (5.2)로 간단히 나타낼 수 있다.

$$F_{sw} = 1 - 0.0008 s_w/t \quad (5.2)$$

다시 식 (5.2) F_{sw} 영향을 고려하여 세로축을 $\frac{P_v}{0.67 n F_r F_\theta F_c F_{sw} t^2 \sqrt{E f_y}}$ 으로 나타내면 그림 11과 같고 모두 1.0보다 큰 값을 가지며 E40, c=100시리즈를 제외하면 매우 만족할 만한 경향을 보이고 있다.

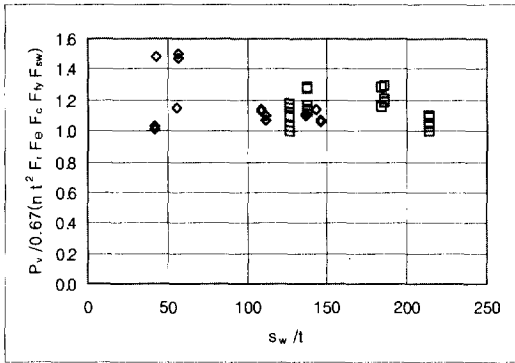


그림 11. 실험결과와 내력 제안식의 비교

표 3. 실험결과와 내력제안식의 비교

Nr.	Pv	Pts	Pv/Pts	Nr.	Pv	Pts	Pv/Pts
	kN				kN		
1	2	3	4	1	2	3	4
E40/0.75				E135/0.75			
203	28.62	24.94	1.15	005	11.56	10.47	1.10
204	28.62	24.94	1.15	006	11.31	10.37	1.09
211	43.62	29.05	1.50	015	13.02	12.64	1.03
212	42.65	29.05	1.47	016	13.26	12.64	1.05
				025	15.29	14.81	1.03
				026	14.80	14.81	1.00
E40/1.00				E135/1.25			
223	46.41	44.93	1.03	055	35.58	32.73	1.09
224	45.50	44.93	1.01	056	36.07	32.73	1.10
231	74.38	50.08	1.49	065	37.03	36.98	1.00
232	74.38	50.08	1.49	066	38.26	36.98	1.03
				075	48.38	41.24	1.17
				076	47.40	41.24	1.15
E100/0.75				E160/0.88			
243	14.62	12.79	1.14	105	22.10	19.15	1.15
244	14.62	12.79	1.14	106	22.10	19.15	1.15
251	16.50	15.37	1.07	115	28.46	22.03	1.29
252	16.28	15.37	1.06	116	28.70	22.37	1.28
				125	30.49	25.22	1.21
E100/1.00				E160/1.25			
263	27.09	23.99	1.13	126	30.00	25.22	1.19
264	27.31	23.99	1.14	155	40.73	34.78	1.17
271	29.78	27.11	1.10	156	40.73	34.78	1.17
272	29.10	27.11	1.07	165	44.39	39.27	1.13
E85/0.75				166	44.63	39.21	1.14
281	15.32	13.84	1.11	175	55.73	43.69	1.28
282	15.32	13.96	1.10	176	56.22	43.69	1.29

5.2 내력식 제안

변수의 종합적인 고찰로부터 다음과 같이 내력식을 제안할 수 있다.

$$P_{ts} = 0.67 n F_r F_\theta F_c F_{sw} t^2 \sqrt{E f_y} \quad (5.3)$$

여기서 F_c 는 식 (5.1), F_{sw} 는 식 (5.2)이다. 실험결과와 내력제안식을 비교하면 표 3과 같이 요약 할 수 있다.

6. 통계학적 평가

내력 제안식 (5.3)의 적용 타당성을 검증하기 위하여 EC3과 DIN 18800 Part 1 (2)에서는 저항 부분안전계수 γ_M 을 1.1로 규정하고 있다. 필요로 되어지는 γ_M 을 산정하기 위하여 EC3의 부록Z(3)에 따른 통계학적 평가를 행하였다. SHIN 의 실험(1)에서 E40, C=100인 경우 211, 212, 231, 232 시험체에서 P_v/P_{ts} 비교값은 각각 1.50, 1.47, 1.49, 1.49로 큰 편차를 보이고 있다. 4장의 변수 분석에서도 이질적인 경향을 보이고 있어 본 통계평가에서는 이 4개의 실험값을 배제하도록 한다. 그 값들이 내력 제안치 보다 크기 때문에 안전성에는 문제점이 없다고 사료된다.

표 4에서는 통계결과를 요약하여 나타내고 있으며 부분안전 계수는 제한값 1.1보다 작은 값에 머무르고 있어 충분한 적용 타당성이 입증되었다.

표 4. 통계 평가 결과

Test	평균 m	표준 편차 s	부분 안전계수 γ_M
SHIN	1.100	0.041	0.983
BAAR	1.138	0.078	1.054
SHIN+BAAR	1.124	0.068	1.011

7. 결론

데크플레이트의 웨브국부좌굴 내력을 결정하기 위하여 이론적, 실험적 연구를 배경으로 영향인자들을 추출하여 비교 분석하였다. 현장 실무자들이 적용하기 간편한 실용식을 제안하며 그 식의 적용 타당성을 통계평가에 의하여 검증하였다. 이에 관한 결론은 다음과 같다.

- (1) 데크플레이트의 웨브 국부좌굴 내력 제안식은 다음과 같다.

$$P_{ks} = 0.67n F_r F_\theta F_c F_{sw} t^2 \sqrt{E f_y}$$

여기서 n = 웨브 개수

$$F_r = 1 - 0.1\sqrt{r/t}$$

$$F_\theta = 0.7 + 0.3(\theta/90)^2$$

$$F_c = 1 + 0.0028c/t$$

$$F_{sw} = 1 - 0.0008 s_w/t$$

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$t \text{ [mm]}, f_y \text{ [N/mm}^2], P_{ks} \text{ [N]}$$

- (2) 내력식의 적용범위는 다음과 같다.

$$0.75 \leq t \leq 1.5\text{mm}, 40 \leq s_w/t < 250$$

$$0.25 < c/s_w < 4, 50 < \theta < 90$$

- (3) 내력 제안식은 이론적, 실험적 기존의 연구를 바탕으로 영향인자들을 유도하였으며, 구조 실무자들이 간편히 사용할 수 있도록 단순화된 실용식이다.

- (4) 내력 제안식의 통계평가 결과 저항부분 안전계수는 EC3의 제한값 $\gamma_M = 1.1$ 보다 적은 값을 나타내고 있어 잘 일치하고 있다. 따라서 여기서 제안된 내력식이 데크플레이트의 웨브국부좌굴 내력을 구하는데 보편적으로 적용될 수 있다고 사료된다.

감사의 글

이 논문은 1999년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음. (KRF-99-041-E00627)

참고 문헌

1. Shin, T.S. : Untersuchung der Tragfähigkeit von Stahltrapezprofilen unter einer örtlich konzentrierten momentenfreien Lasteinleitung. Technische Universität Berlin, Dissertation, Wissenschaft & Technik, Berlin, 1995.
2. DIN 18807 Teil 1 : Trapezprofile im Hochbau, Stahltrapezprofile: Allgemeine Anforderungen, Ermittlung der Tragfähigkeitswerte durch Berechnung. Juli 1987.
3. Tsai, Y.-M. : COMPORTEMENT SUR APPUIS DE TOLES MINCES FORMEES A FROID. These No 689(1987), Lausanne, EPFL, Dissertation, 1987.
4. American Iron and Steel Institute : LRFDCold-Formed Steel Design Manual, 1996.
5. Baar, B. : Untersuchungen zum Krueppeln von Trapezprofilen an Auflagerstellen, Technische Universität Berlin, Diplom-Arbeit, 1997.
6. ENV 1993-1-1 : Eurocode 3 : Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten, Teil 1.1 : Allgemeine Bemessungsregeln Bemessungsregeln für den Hochbau. April 1992.
7. Eurocode 3, Part 1 : Procedure for the determination of design resistance from tests (Annex Z). CEN/TC 250/SC 3 - PT 1, preliminary not for publication, Draft, September 1993.

(접수일자 : 2001년 5월 24일)