

반복하중을 받는 변단면부재의 국부좌굴 거동

Local Buckling Behavior of Tapered Members under Cyclic Loading

이 은 택^{1)†}

Lee, E. T.

김 종 원²⁾

Kim, Jong Won

박 지 훈³⁾

Park, Ji Hoon

심 주 연⁴⁾

Shim, Ju Yeon

요약 : 변단면 부재는 Amirkian(1952)에 의해 제안되어 재료 절약적 측면이나 효율적인 구조설계로 인한 경제성 확보를 목적으로 주로 단층의 장스팬 건물이나 빌딩의 켄틸레버 보에 사용되고 있다. 그러나 단면성능만을 고려하여 웨브의 춤을 설계할 때 AISC(2001)에서 규정한 변단비를 넘어서거나 비콤팩트, 세장판요소로 설계되어지는 경우가 있어 이에 대한 연구가 필요한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 변단비와 판폭두께비를 주요 변수로 한 7개의 실험체를 제작하여 반복하중을 받는 변단면 부재의 국부좌굴 특성을 살펴보았다.

ABSTRACT : The use of tapered structural members was first proposed by Amirkian for the economical use of materials. Generally, tapered members are used in single-story structures with one or more bays and in cantilevered sections of buildings for the purpose of self-weight reduction and appropriate architectural representation. If only focused on the section performance, however, the width-to-thickness ratio or tapered ratio can exceed regulations. Such a case requires a study on the behavior of tapered members. To investigate the plastic and local buckling behavior of web-tapered beams, seven steel beams were tested. Main parameters in this study were the tapered ratio and the width-to-thickness ratio. The results of maximum strength, strength deterioration, and stiffness deterioration were compared.

핵심 용어 : 반복하중, 변단면 부재, 국부좌굴, 소성힌지, 판폭두께비, 변단비

KEYWORD : cyclic loading, tapered member, local buckling, plastic hinge, width-to-thickness ratio, tapered ratio

1. 서 론

일반적인 철골구조물에서 사용되는 일정단면 시스템은 최대 응력이 발생하는 가장 불리한 단면을 기준으로 전체부재의 단면을 설계하게 된다. 이러한 경우 상대적으로 적은 응력을 받는 부분에서는 과다하게 설계가 되어 재료의 사용이 비효율적이 될 수 있다. 특히 게이블 구조나, 장스팬의 대형 구조물에서는 부재의 길이에 따라 받는 하중의 변화가 크므로 일정단면 시스템은 더욱 비효율적이며, 자중의 증가로 구조물 전체가 감당하여야 하는 하중을 가중시키는 역할을 하게된다.

이런 경우에 변단면부재를 사용하게 되면, 하중의 변화에 따라 부재 전체가 거의 동일한 응력을 받도록 단면을 설계할 수 있어 재료 절약적 측면이나 효율적인 구조설계로 인한 경제성을 확보할 수 있으며, 또한 구조시스템 및 하중상황에 더 유리

한 장점이 있어 PEB system(Pre-Engineering Building system)에서 변단면부재를 많이 사용하고 있다. 그러나 PEB system에서 변단면부재의 큰 쪽 단면이 받아야 할 하중이 커지기 때문에 단면성능을 고려하여 웨브의 춤을 설계할 때 AISC (2001)에서 규정한 변단비를 넘어서거나 비콤팩트, 세장판요소로 설계되어지는 경우가 있다.

따라서 본 연구에서는 변단비와 판폭두께비를 변수로 하여 변단비 제한 규정에서 벗어나는 실험체와 비콤팩트단면을 가진 실험체를 대상으로 규정을 만족하고 콤팩트한 단면을 가진 실험체와 비교 분석하였다.

2. 기존연구동향

기존 연구 동향을 살펴보면, 부재의 웨브나 플랜지 폭이 변

1) 교신저자. 정회원, 중앙대학교 건축학부 부교수

(Tel. 02)820-5340, Fax. 02)812-4150, E-mail : etlee@cau.ac.kr)

2) 정회원, 중앙대학교 대학원 건축학과 석사과정(steelejjong@paran.com)

3) 중앙대학교 대학원 건축학과 석사과정(soheena77@nate.com)

4) 중앙대학교 대학원 건축학과 석사과정(chrismatin@lycos.co.kr)

본 논문에 대한 토의를 2006년 12월 30일까지 학회로 보내주시면 토의 회답을 게재하겠습니다.

하는 변단면부재의 최초 사용은 1952년 Amerinkian에 의해 처음으로 제안되었다. 그 후 Lee(1959), Boley(1963) 등이 작은 변단각을 가지는 경우의 변단면부재에 대해 Bernoulli-Euler 이론을 만족스럽게 적용할 수 있다는 결론을 얻어냈다. Lee는 변단면 I형강보의 뒤틀림에 관해 미분방정식으로부터 일련의 해를 구하였으며, Boley는 평판응력이론을 이용하여 임의의 춤을 가지는 박판보의 변형과 응력을 알아냈으며, 변단각이 15° 를 초과하지 않는 부재에서의 수치해석상에리는 무시할 수 있을 정도로 작음을 알아냈다.

1966년 이후로 미국뉴욕주립대(Bufflo시)에서 SSRC-WRC 등의 후원으로 설계규준식을 마련하기 위한 변단면 부재에 대한 본격적인 연구가 Lee와 Ketter(1972, 1974, 1975) 등에 의해 이루어졌다. 이때 변단면부재와 관련한 지침과 설계 개념이 정립되었고 이것이 현재까지 AISC에서 사용하고 있는 변단면부재의 규준식의 근간을 이루고 있다.

AISC의 변단면부재에 관련된 규준식을 살펴 보면, 웨브 변단면 휨재에 대하여 다음과 같이 규정하고 있다.

2.1 적용조건

- (1) 부재에 휨모멘트가 작용할 경우, 외력 작용면을 수직 교차하는 면 내에 부재단면이 최소 1개 이상의 대칭축을 가져야 한다.
- (2) 플랜지는 등단면이어야 한다.
- (3) 변단면 부재의 춤은 다음과 같이 직선적으로 변화되어야 한다.

$$d = d_0 \left(1 + \gamma \frac{z}{L}\right) \quad (1)$$

여기서, d_0 : 변단면부재의 작은 단면의 춤, mm

d_L : 변단면부재에서 큰 단면의 춤, mm

$$\gamma = \frac{(d_L - d_0)}{d_0} \text{로서 } 0.268 \left(\frac{L}{d_0}\right) \text{와 } 6.0 \text{ 중 작은 값을 초과할 수 없다.}$$

z : 변단면부재의 작은 단면에서부터의 거리, mm

L : 변단면부재의 횡지지 길이, mm

2.2 공칭휨강도

공칭휨강도는 전소성강도, 횡좌굴강도, 플랜지의 국부좌굴강도, 웨브의 국부좌굴강도를 산정한 후 최소값으로 산정한다.

2.2.1 횡좌굴강도

공칭휨강도 M_n 은 다음과 같이 산정된다.

$$M_n = (5/3)F_{br}S_x' \quad (2)$$

여기서, S_x' 는 임의의 보의 비구속 길이내 위험단면의 강축에 대한 탄성단면계수이며, 변단면부재의 설계 휨응력 F_{br} 은 다음과 같이 산정한다.

$$F_{br} = \frac{2}{3} \left[1.0 - \frac{F_y}{6B\sqrt{F_{sr}^2 + F_{wr}^2}} \right] F_y \leq 0.60F_y \quad (3)$$

만약, $F_{br} \leq F_y/3$ 이면 F_{br} 는 다음 식으로 산정한다.

$$F_{br} = B\sqrt{F_{sr}^2 + F_{wr}^2} \quad (4)$$

$$\text{여기서, } F_{sr} = \frac{0.41E}{d_s L d_0 / A_f}$$

$$F_{wr} = \frac{5.9E}{(d_w L / r_{T_o})^2}$$

$$d_s = 1.0 + 0.0230\gamma\sqrt{L d_0 / A_f}$$

$$d_w = 1.0 + 0.00385\gamma\sqrt{L / r_{T_o}}$$

r_{T_o} : 변단면 내 작은 단면에서 압축플랜지에 압축웨브 면적의 $1/3$ 을 더한 단면의 웨브 축에 대한 단면 2차 반경, mm

A_f : 압축플랜지의 단면적, mm²

또한, B 는 다음과 같이 결정된다.

변단면부재 또는 구간의 작은 단부에 발생된 휨응력이 0일 때

$$B = \frac{1.75}{1.0 + 0.25\sqrt{\gamma}} \quad (5)$$

2.2.2 국부좌굴강도

국부좌굴 한계상태에 의해 결정된 공칭휨강도 M_n 은 다음과 같이 산정한다.

1) $\lambda \leq \lambda_p$ 인 경우

$$M_n = M_p \quad (6)$$

2) $\lambda_p < \lambda \leq \lambda_r$ 인 경우

$$M_n = M_p - (M_p - M_r) \left(\frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda_r - \lambda_p} \right) \quad (7)$$

3) $\lambda > \lambda_r$ 인 경우

$$M_n = F_{cr} S \leq M_p \quad (8)$$

여기서, λ : 플랜지 또는 웨브의 판폭두께비

λ_p : 콤팩트 요소의 판폭두께비 제한값

λ_r : 비콤팩트요소의 판폭두께비 제한값

b : 부재의 플랜지 폭의 1/2, mm

h_c : 국부좌굴 검토 시 사용하는 웨브춤으로서, 단면의 도심에서부터 압축플랜지의 안쪽면까지 거리에서 필렛 선단부 또는 모서리 반경을 공제한 값의 2배, mm

t_f : 플랜지 두께, mm

t_w : 웨브 두께, mm

이 규준에서 변단비 제한규준은 구조물의 안정성을 바탕으로 제정된 것으로 변단면부재의 한계상태에 대해 파악해 볼 필요가 있을 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 단면성능을 만족시키기 위하여 AISC 규준의 변단비를 넘어서거나 비콤팩트한 단면을 가지게 되는 부재를 대상으로 실험을 실시하고, 이를 AISC의 공칭강도와 비교 검토하였다.

3. 실험

3.1 실험체 계획

집중 반복하중을 받는 웨브 변단면부재의 국부좌굴 거동을 파악하기 위해서 변단비와 판폭두께비를 주요변수로 하여 실험체를 계획하였다. 실험체는 SS400강재를 사용하였으며, 큰 쪽 단면의 웨브춤만 변화를 주어 변단비 규정과 판폭두께비를 조절하였다. 변단비는 식(9)로 구할 수 있다.

$$\gamma = \frac{h_2 - h_1}{h_1} \quad (9)$$

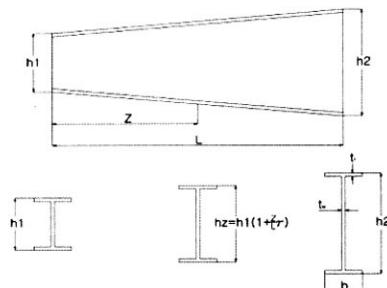


그림 3. 변단면부재의 기하학적 형상

표 1. 웨브 변단면 실험체 일람

실험체 명	실험체 크기 (mm)						r	$\lambda = h/t_w$	λ_p	단면
	h_1	h_2	b	t_f	t_w	L				
TIC-1	100	350	100	4	4	1000	2.50	87.5		콤팩트
TOC-1	100	375	100	4	4	1000	2.75	93.8		
TOC-2	100	400	100	4	4	1000	3.00	100.0		
TOC-3	100	425	100	4	4	1000	3.25	106.3	111.3	
TON-1	100	450	100	4	4	1000	3.50	112.5		비콤팩트
TON-2	100	475	100	4	4	1000	3.75	118.8		
TON-3	100	500	100	4	4	1000	4.00	125.0		

T I C - 1

단면 C : Compact section
N : Non-compact section

변단비 I : In code
O : Out of code

3.2 가력 및 실험방법

집중 반복하중을 받는 웨브 변단면 부재의 국부좌굴 거동을 파악하기 위해서 그림 2와 같이 스트롱 프레임에 고력볼트로 접합된 490kN 용량의 oil jack을 사용하였고, 이를 압축 980kN, 인장 490kN까지의 하중을 읽을 수 있는 로드셀을 이용하여 측정하였다. 또한, 가력점으로부터 최대한 가까운 곳에 300mm까지 변위측정이 가능한 LVDT를 150mm가 초기값이 되도록 설치하여 정부방향의 변위를 읽어들일 수 있도록 하였다. 또한 200mm 간격으로 100mm까지 변위측정이 가능한 LVDT를 300mm와 같은 방법으로 설치하여 소성현지발생 시 변위 변화를 측정하였다. 또한 실험체의 상부 플랜지와 하부플랜지 그리고 웨브의 중앙에 200mm 간격으로 스트레이인케이지를 부착하였고, 단부로부터 400mm 떨어진 지점부터는 100mm 간격으로 스트레이인케이지를 부착하여 응력분포를 살펴보았다.

가력방법은 부재가 최초로 항복하는 하중을 산정하여 탄성 범위안에서 정부방향으로 9.8KN, 29.26KN으로 3회 가력하고, 항복하중을 가력하였을 때의 변위를 δ_0 로 하여 $1\delta_0$, $2\delta_0$, $3\delta_0$, $4\delta_0$, 1배수로 변위를 증가시켜 반복가력하였다. 각 변위별로 5사이클씩 가력함을 원칙으로 하였으며, 내력저하가 심화되면 실험을 종료하였다. 그림 3에 하중이력을 나타내었다.

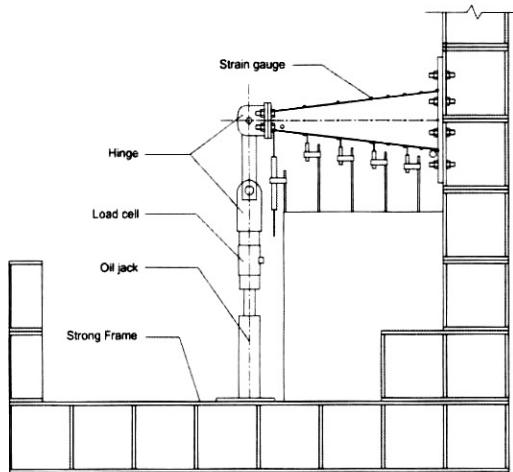


그림 4. 실험체 가력장치

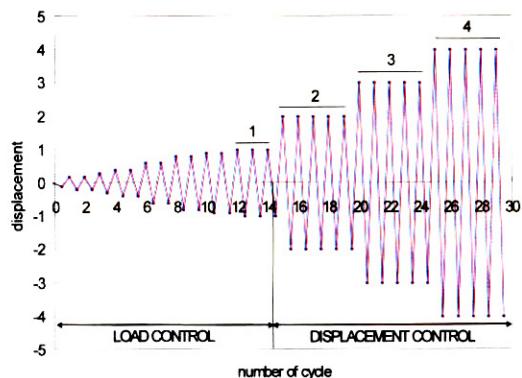


그림 5. 하중이력

4. 실험결과 및 고찰

실험은 변단비와 판폭두께비를 주요변수로 하여 수행하였고, 하중-변위곡선을 통해 항복하중, 최대하중을 비교하고 강도저하, 내력저하를 비교분석하여 웨브 테이퍼 부재의 국부좌굴거동을 평가하였다.

4.1 파괴양상과 국부좌굴 양상

그림 4, 5, 6에서 변단비 규정을 만족하고, 콤팩트 단면을 가진 실험체와 변단비 규정은 만족하지 않으나 콤팩트 단면 실험체, 변단비 규정을 만족하지 않고 비콤팩트 단면을 갖는 실험체의 국부좌굴과 최종 파괴모드를 비교하였다. 반복집중하중을 받는 변단면부재의 일반적인 파괴양상은 항복하중을 넘어서면서 실험체 표면에 도장한 석고가 균열발생과 함께 바리하였고, 국부좌굴이 발생한 후 최대내력을 확보하고 가력횟수가 증가할수록 국부좌굴 범위가 증가하면서 내력이 저하되었다.

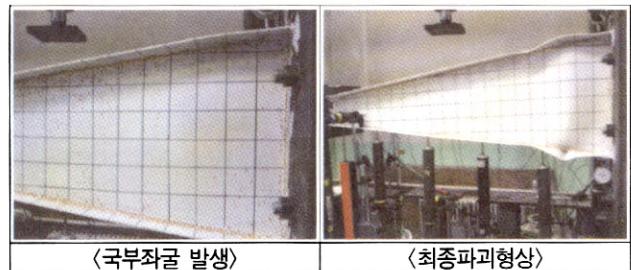


그림 6. TIC-1 실험체의 국부좌굴 및 파괴양상

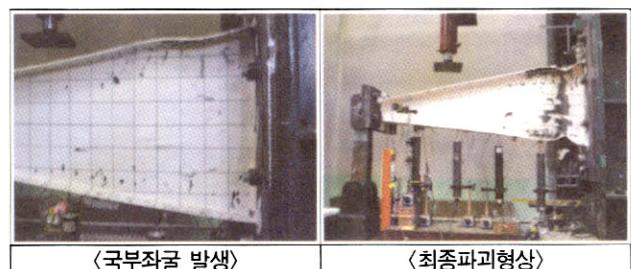


그림 7. TOC-1 실험체의 국부좌굴 및 파괴양상

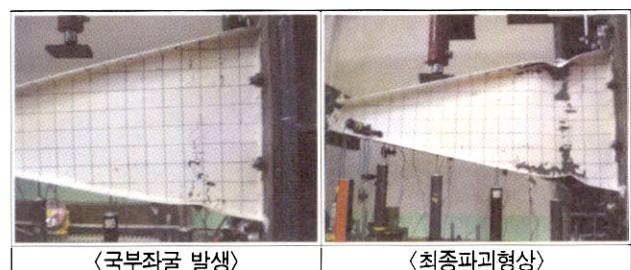


그림 8. TON-1 실험체의 국부좌굴 및 파괴양상

4.2 하중-변위 관계

그림 7에서 각 변수에 따라 실험이 완료되기까지의 각각의 실험체별 하중-변위 관계를 나타낸 것이다. ▲ 표시는 육안으로 관찰된 국부좌굴 발생시점을 의미한다.

웨브 변단면부재의 전반적인 하중-변위 관계곡선을 살펴보면 최대하중 이후 내력저하, 강성저하 등이 각 변위별, 싸이클 별로 관찰된다.

변단비 제한을 만족하고 컴팩트단면을 가지는 TIC-1 실험체의 경우, 국부좌굴 발생이후에 내력저하 및 강성저하 경향을 살펴보면 연성적인 거동을 함을 알 수 있다.

변단비 제한을 만족하지 못하는 다른 실험체의 경우 변단비가 증가할 수록 최대내력이 증가하나 국부좌굴 발생이후에 급격한 내력저하와 강성저하가 일어났다.

TOC-2 실험체와 TON-3 실험체의 경우 횡좌굴이 발생하였는데, 이는 상단 국부좌굴 이후에 웨브가 비틀리면서 횡좌굴이 일어난 것으로 판단되어진다.

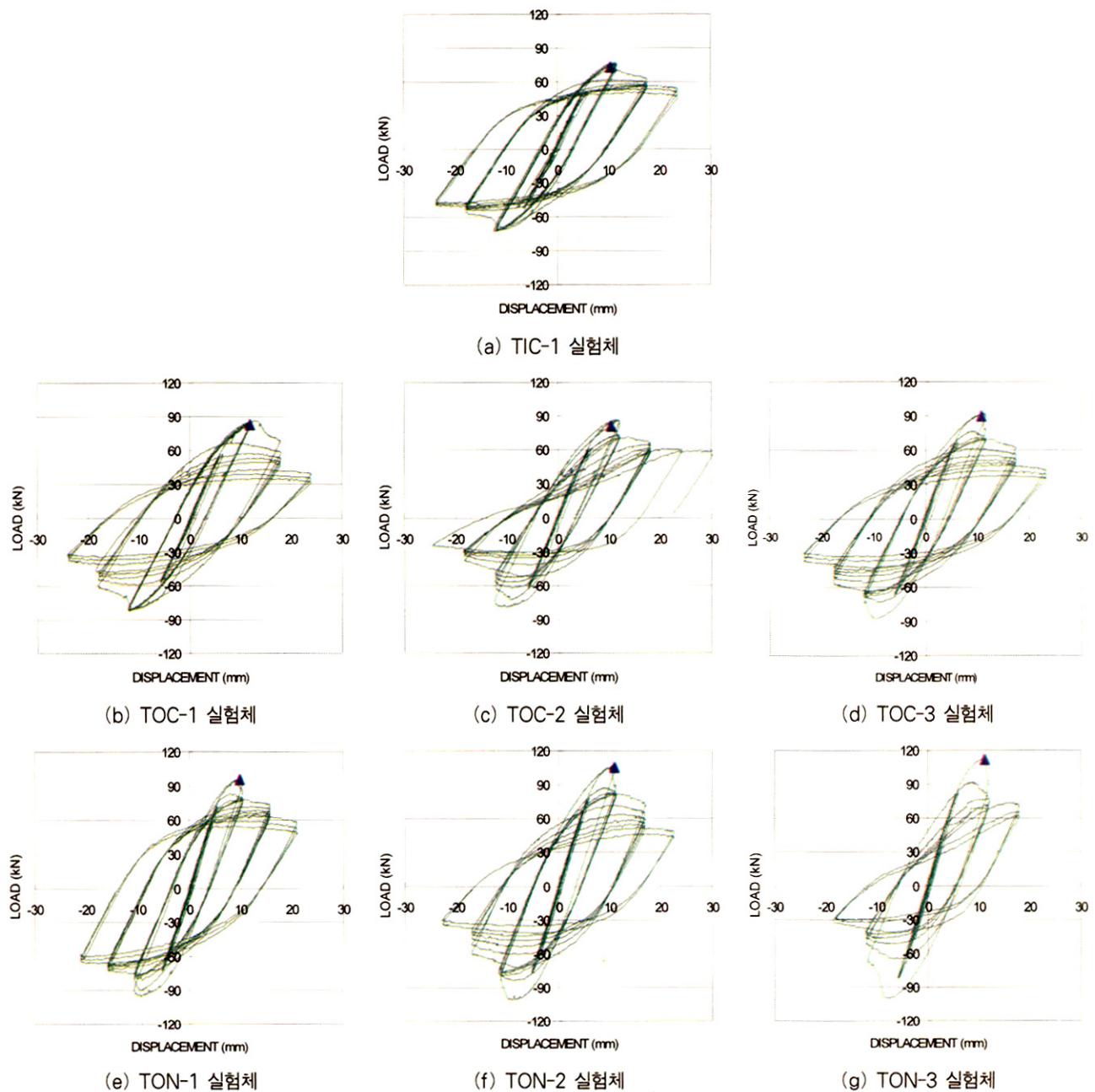


그림 9 각 실험체의 하중-변위 관계곡선

표 2. 실험결과일람

실험체명	항복하중 및 변위		최대하중 및 변위				국부좌굴발생			비고	
	P_y (kN)	δ_y (mm)	정		부		P_{LB} (kN)	δ_{LB} (mm)	cycle*		
			P_{max} (kN)	δ_{max} (mm)	P_{max} (kN)	δ_{max} (mm)					
TIC-1	66.50	6.20	77.30	11.28	72.88	11.13	73.35	10.62	2(5)	국부좌굴	
TOC-1	68.00	5.50	86.59	12.69	81.69	11.70	82.87	11.97	3(1)	국부좌굴	
TOC-2	73.50	5.45	87.18	11.49	78.94	9.72	81.1	10.62	2(2)	국부좌굴 + 횡비틀림좌굴	
TOC-3	78.50	5.50	92.18	11.55	87.18	9.81	89.93	10.95	2(2)	국부좌굴	
TON-1	83.00	4.90	96.60	10.02	94.93	9.39	96.11	10.05	2(1)	국부좌굴	
TON-2	85.60	4.90	107.58	10.77	101.01	9.09	106.01	11.1	2(1)	국부좌굴	
TON-3	98.50	6.00	112.58	10.77	99.93	7.53	112.09	11.4	2(1)	국부좌굴 + 횡비틀림좌굴	

* x(y)에서 x는 변위 제어시 δ 를 의미하고, y는 δ 에서의 싸이클 수를 의미한다.

4.3 AISC 규준식 비교

표 3과 그림 8에서 본 연구의 실험데이터와 AISC 규준식에서 계산한 M_n 을 L로 나누어 산출한 공칭강도(P_n)를 비교하였다.

표 3. 실험값과 규준식 비교

실험체명	P_n (kN)	P_y (kN)	$\frac{P_y}{P_n}$	P_{\max} (kN)	$\frac{P_{\max}}{P_n}$	비고
TIC-1	50.14	66.50	1.33	77.30	1.54	
TOC-1	55.24	68.00	1.23	86.59	1.57	
TOC-2	60.54	73.50	1.21	87.18	1.44	
TOC-3	66.03	78.50	1.19	92.18	1.40	
TON-1	71.72	83.00	1.16	96.60	1.35	
TON-2	77.61	85.60	1.10	107.58	1.39	
TON-3	83.70	98.50	1.18	112.58	1.35	

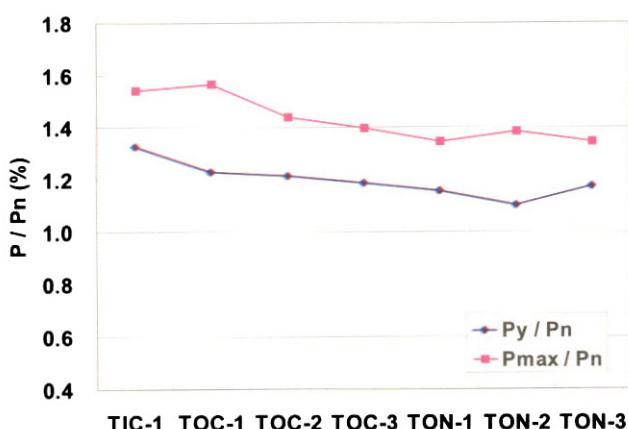


그림 10. 실험체별 실험값과 규준식값 비교

비교결과, 실험상의 항복하중은 AISC의 규준에 의한 공칭 강도보다 10~33% 정도 큰 값을 가졌고, 최대내력을 비교해 본 결과 공칭강도보다 35~57%정도 큰 값을 가지므로, 변단비 제한규정에 벗어나는 실험체임에도 규정에서 정한 공칭강도를 넘어서는 것을 알 수 있다. 그러나, 변단비가 커질수록 항복하중과 최대하중이 공칭강도에 가까워짐을 알 수 있다.

4.4 최대 내력 및 초기 강성

그림 9, 10, 11은 각 실험체별 항복하중, 최대하중, 초기 강성을 나타낸 그래프이다. 변단비가 증가할수록 항복하중,

최대하중, 초기강성의 값은 증가하며, 이는 단면성능이 향상되어 최대하중까지는 내력이 증가함을 보여주고 있다. 따라서 국부좌굴이 발생하기전까지는 단면성능을 향상시킴으로 내력을 확보할 수 있음을 알 수 있다.

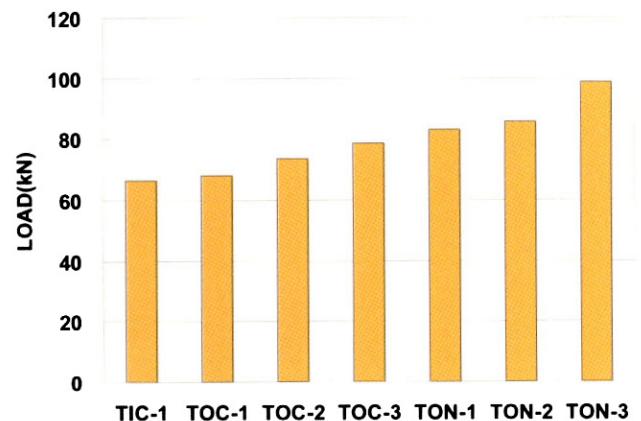


그림 11. 각 실험체별 항복하중

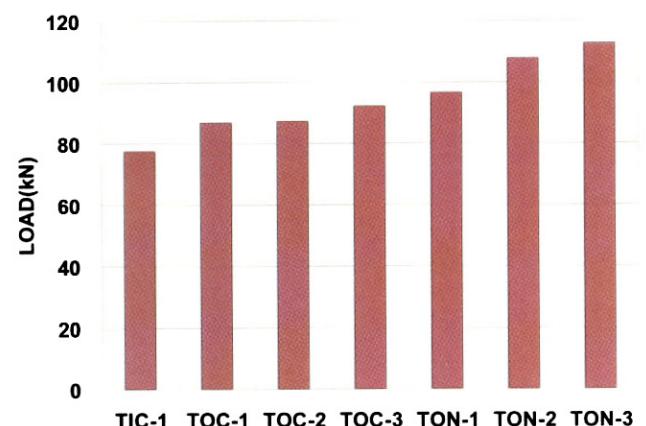


그림 12. 각 실험체별 최대하중

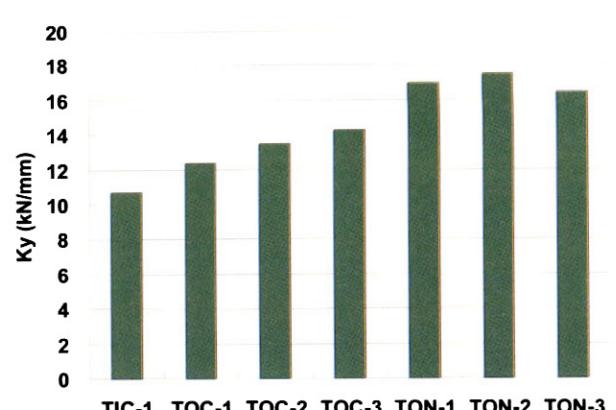


그림 13. 각 실험체별 초기강성

4.5 강성저하

4.5.1 TIC-1 실험체

그림 12에 TIC-1 실험체의 강성저하를 각 싸이클별 강성을 초기강성으로 나눈 값으로 나타내었다. 탄성범위를 지나 소성역으로 넘어가는 $2\delta_0$ 구간에서 18%정도 강성저하가 일어나고 국부좌굴 이후에 초기하중에서 30%의 강성저하가 일어났다. 변위를 증가시키고 싸이클을 진행함에 따라 강성은 초기강성의 60%를 유지하였고 최종 실험종료시의 강성은 초기강성의 60%이었다.

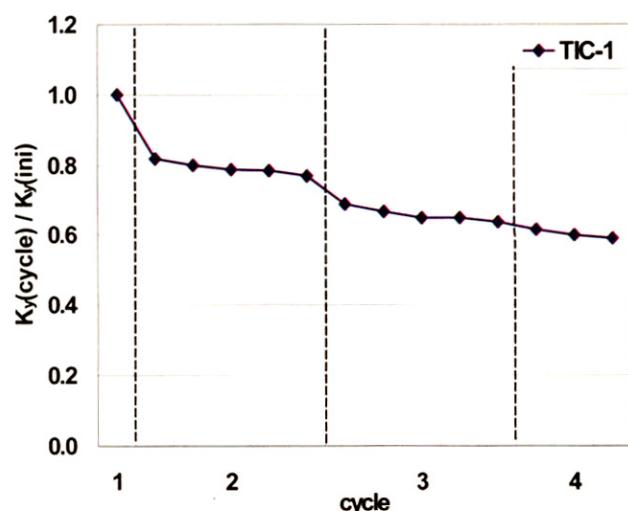


그림 14. TIC 실험체의 강성저하

4.5.2 TOC-1,2,3 실험체

그림 13에 TOC-1,2,3 실험체의 강성저하를 TIC-1실험체와 같은 방법으로 나타내었다. TOC-1 실험체의 경우 소성역인 $2\delta_0$ 구간에서 초기강성의 23%의 강성저하가 일어났고, 국부좌굴이 일어난 $2\delta_0$ 5번째 싸이클 이후부터 급격한 강성저하로 실험종료 시 초기강성의 33%로 강성이 저하되었다.

TOC-2 실험체는 부방향에서 횡좌굴이 발생하여 부방향에서는 급격한 강성저하를 보이나, 정방향에서는 다른 실험체와 비슷한 경향의 강성저하를 보인다. 소성역인 $2\delta_0$ 구간에서 초기강성의 27%의 강성저하를 보였으며, 국부좌굴 이후에 꾸준한 강성저하로 실험종료시에는 초기강성의 50%의 강성을 나타내었다.

TOC-3 실험체는 TOC-1 실험체와 비슷한 경향으로 강성이 저하되었는데 TOC-1 실험체보다 국부좌굴이 먼저 발생되어 $2\delta_0$ 구간이 시작되면서 강성저하가 시작되었고, 실험종료 시 강성은 초기강성의 35%이었다.

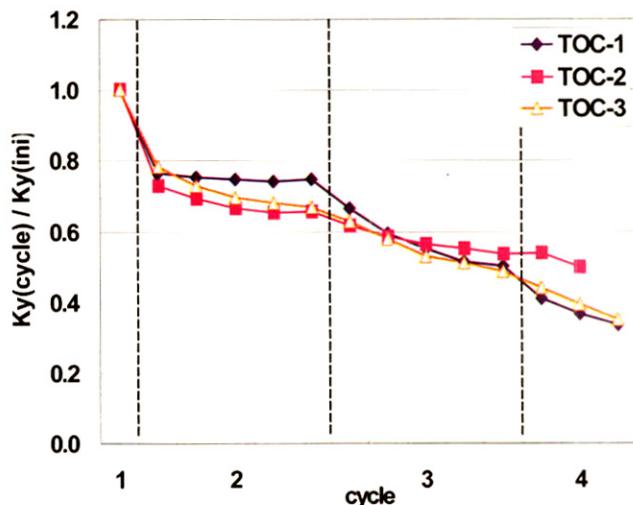


그림 15. TOC 실험체의 강성저하

4.5.3 TON-1,2,3 실험체

그림 14에 TON-1,2,3 실험체의 강성저하를 TIC-1실험체와 같은 방법으로 나타내었다. TON-1 실험체의 경우 소성역인 $2\delta_0$ 구간에서 초기강성의 20%의 강성저하가 일어났고, $2\delta_0$ 1번째 싸이클 이후부터 강성저하가 싸이클을 반복할수록 증가하여 실험종료 시 초기강성의 40%로 강성이 저하되었다.

TON-2 실험체는 TON-1 실험체와 비슷한 양상을 보이며 강성저하되어 실험종료 시 강성은 초기강성의 36%이었다.

TON-3 실험체는 $2\delta_0$ 1번째 싸이클에서 횡좌굴이 발생하였고, 횡좌굴이 진전되면서 급격한 강성저하가 발생하였다.

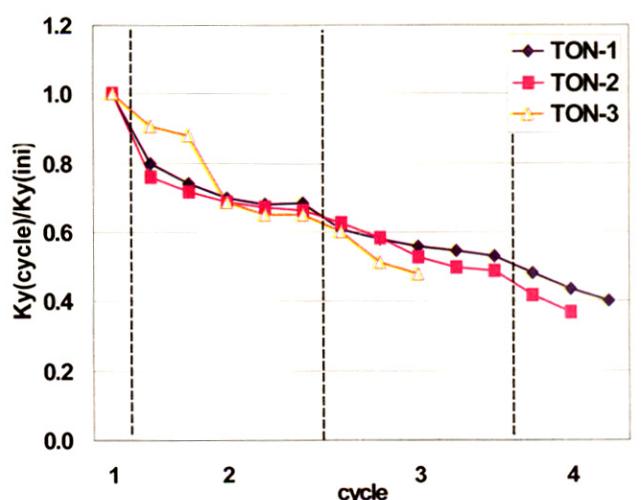


그림 16. TON 실험체의 강성저하

4.6 내력저하

4.6.1 TIC-1 실험체

그림 15에서 TIC-1 실험체의 내력저하를 싸이클별로 나타내었다. 최대내력 후 가력횟수를 증가함에 따라 최대내력의 98%정도의 내력을 유지하다가 국부좌굴이 발생이후 내력이 80%로 감소하였고 그 이후 꾸준한 내력저하로 실험종료 시 내력은 최대내력의 65%를 가졌다.

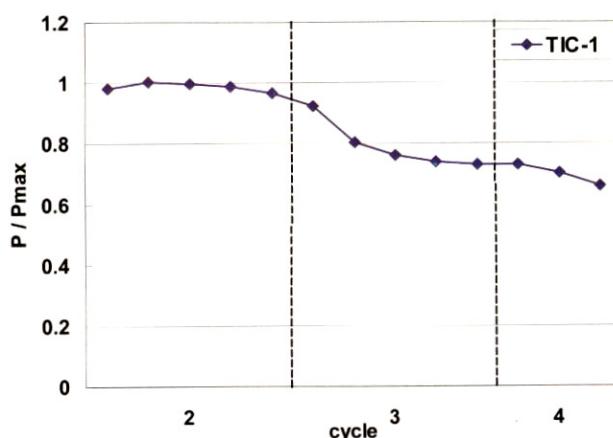


그림 17. TIC 실험체의 내력저하

4.6.2 TOC-1,2,3 실험체

그림 16에 TOC-1,2,3 실험체의 내력저하를 TIC-1실험체와 같은 방법으로 나타내었다. 모든 실험체에서 최대내력이후 국부좌굴이 진전됨에 따라 급격한 내력저하가 있어났다.

실험종료시 TOC-1의 실험체는 최대내력의 41%, TOC-3 실험체는 41%로 내력저하가 일어났고, 횡좌굴이 발생한 TOC-2 실험체는 정방향에서는 67%, 부방향에서는 39%로 내력이 저하되었다.

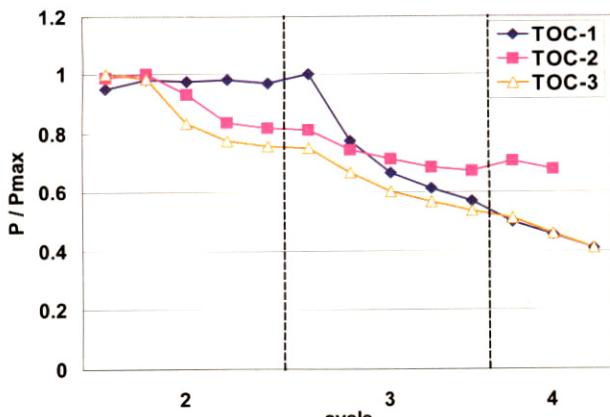


그림 18. TOC 실험체의 내력저하

4.6.3 TON-1,2,3 실험체

그림 17에 TON-1,2,3 실험체의 내력저하를 TIC-1실험체와 같은 방법으로 나타내었다. 모든 실험체에서 최대내력이후 국부좌굴이 진전됨에 따라 급격한 내력저하가 있어났다.

실험종료 시 TON-1의 실험체는 최대내력의 57%, TON-2 실험체는 43%로 내력저하가 일어났고, 횡좌굴이 발생한 TON-3 실험체는 정방향에서는 56%, 부방향에서는 30%로 내력이 저하되었다.

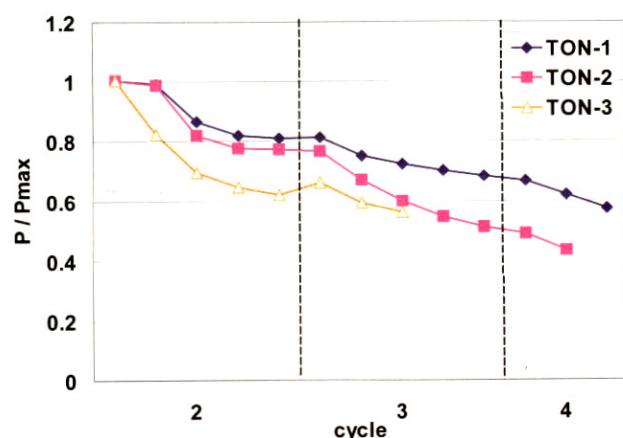


그림 19. TON 실험체의 내력저하

5. 결 론

본 연구에서는 변단비, 판폭두께비를 주요변수로 하여 웨브변단면 부재의 반복집중하중에 의한 하중-변위곡선, 국부좌굴이후 강성저하, 내력저하를 관찰하여 국부좌굴거동을 파악하였다. 이에 대한 주요 결과는 다음과 같다.

- (1) 웨브 변단면부재의 국부좌굴은 최대내력의 약 90%지점에서 발생하여 최대내력을 확보한 후 가력횟수의 증가에 따라 국부좌굴범위가 증가하면서 내력저하 및 강성 저하현상이 발생하였다.
- (2) 변단비 규정에서 벗어나고, 비콤팩트 단면을 가지는 실험체이더라도 변단비와 단면의 세장비와 상관없이 단면의 크기가 커짐에 따라 항복하중, 초기강성, 최대내력은 증가하였고, 또한 AISC에서 제시한 공칭강도 이상의 내력을 확보함을 알 수 있다.
- (3) 변단비가 커질수록 AISC에서 제시한 공칭강도에 가까워지고 최대내력 발현이후, 강성저하와 내력저하 양상을 살펴보면, 변단비 규정에서 벗어나는 실험체의 경우 급격한 강성저하 및 내력저하를 보임을 알 수 있다.

이상의 결론을 종합해 볼 때 웨브 변단면 부재의 최대내력 및 국부좌굴 이후의 거동을 살펴본 결과, 변단비가 증가할수록 항복하중 및 최대내력은 증가 하였고 AISC 규준에서 제시한 공칭강도도 만족하였다. 그러나 국부좌굴이후에 내력저하 및 강성저하가 급격하게 발생하고 변단비가 커질수록 공칭강도에 근접하게 되므로, 본 연구에서 이루어진 실험 변수이외에 단면이나 하중조건, 횡비지지길이 등을 고려한 지속적인 연구가 필요하다고 판단되어진다.

감사의 글

본 연구는 2005학년도 중앙대학교 교내 학술연구비 지원에 의한 것으로 연구비 지원에 감사드립니다.

참 고 문 헌

이명재, 박재훈(2000) 웨브변단면 H형강보의 횡좌굴내력, 대한건축학회 학술발표논문집, 제20권, 제1호, pp.133-136

홍기섭, 홍영균, 황상진, 최선규(2003) 변단면 H-형강보의 탄성처짐에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표논문집, 제

- 23권, 제2호, pp. 163-166
 - AISC(2001), *Manual of steel construction - LRFD*, 3rd Ed, American Institute of Steel Construction.
 - Amirkian, A.(1952), Wedge-beam framing, *Transactions, ASCE*, v.117, pp.596
 - Boley, B. A.(1963), On the accuracy of the Bernoulli-Euler theory for beams of variable section, *Journal of Applied Mechanics, American Society of Mechanical Engineers*, v.30, pp.373-378.
 - Lee, G. C. and Morrell, M. L.(1975), Application of AISC design provisions of tapered members, *Engineering journal, AISC*, v.12, pp.1-13
 - Lee, G. C., Morrell, M. L., and Ketter, R. L.(1972) Design of tapered members, *WRC Bull*, No.173, pp.1-32
 - Prawel, S. P., Morrell, M. L., Lee, G. C.(1974), Bending and buckling strength of tapered structural members, *Welding research supplement, American welding society*, v.53, pp.1-75
- (접수일자 : 2006. 3. 15 / 심사일 2006. 4. 4 /
심사완료일 2006. 4. 24)