

I-77

鋼変断面中心軸圧縮柱の終局強度

（株）東京鐵骨橋梁製作所 正 員○石川健一
 中部大学工学部 正 員 塩見弘幸
 愛知工業大学 正 員 青木徹彦

1. 研究目的

鋼変断面柱は構造物中にも多く使用され、美観的にも優れているため、構造部材として今後さらに使用価値が高まると思われる。しかし変断面柱の耐荷力特性や変形特性に関してはほとんど不明であるため、これらの諸特性を明らかにする必要がある。塩見らは鋼変断面はり・柱の終局強度を等価細長比（有効座屈長）の概念を用い、はりおよび柱のそれぞれについて、変断面部材をこれと終局強度の等しい等断面部材に置き換えることにより、それぞれの変断面部材の耐荷力を等断面部材の耐荷力評価式で表し、それらの相関式をはり・柱の終局強度として提案した¹⁾。これらは多くの数値計算結果から導かれたもので、実験による検証は曲げと軸力を同時に受けた場合に限られ²⁾、基本となる中心軸圧縮に対しては行われていない。

本研究の目的は、変断面柱の中心軸圧縮実験を行い、基礎的な実験データを得ることにあるが、今回の実験では特に、等断面柱と変断面柱との間の耐荷力特性および変形特性の関連性を調べ、文献1)の等価細長比係数を検討する。

2. 実験概要

2.1 実験供試体 供試体は溶接箱形断面柱で、局部座屈を起こさない幅厚比とした。変断面柱は図-1のウェブに相当する高さが一方向に直線的に変化する形状とした。変断面柱の最小断面の断面寸法を一律にし、文献1)から計算される等価細長比係数 S を用いた等価細長比を40, 60, 80の3種類、変断面性を表す β ($\beta = I_L / I_S$ 。ここに I_L, I_S はそれぞれ最大断面および最小断面に関する断面2次モーメント)を2, 4, 6の3種類に変化させ、合計9体を製作した。なお各細長比の $\beta=6$ の供試体を2体製作し、1体を残留応力測定に用いた。供試体寸法を表-1に示す。等断面供試体は変断面供試体の $\beta=6$ の最大断面、中間断面、最小断面を基準断面とし、細長比を40, 60, 80の3種類に変化させた、合計9体を製作した。鋼板は公称板厚4.5mmのSS41材を用いた。両供試体とも内部には3～7枚のダイヤフラムが設けられている。

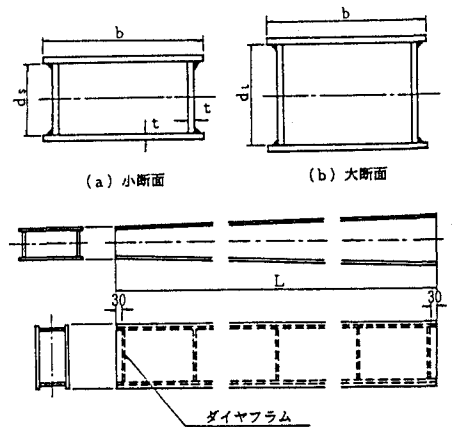


図-1 変断面供試体の形状

表-1 変断面供試体寸法

Specimen	Flange b (mm)	Web		t (mm)	L (mm)	A _s (cm ²)	Moment of inertia		β	S	r _s (mm)	L/r _s · S
		d _s (mm)	d _L (mm)				I _S (cm ⁴)	I _L (cm ⁴)				
80 - 6	155	50	122	4.3	3 327	17.6	107.4	661.9	6.2	0.600	24.7	80.8
80 - 4	155	50	100	4.3	2 922	17.6	107.4	434.4	4.0	0.690	24.7	81.6
80 - 2	155	50	71	4.3	2 358	17.6	107.4	214.8	2.0	0.855	24.7	81.6
60 - 6	155	50	121	4.3	2 495	17.6	107.4	650.4	6.1	0.603	24.7	60.9
60 - 4	155	51	100	4.3	2 192	17.7	111.6	434.4	3.9	0.695	24.6	61.9
60 - 2	155	50	71	4.3	1 769	17.6	107.4	214.8	2.0	0.855	24.7	61.2
40 - 6	155	50	121	4.3	1 664	17.6	107.4	650.4	6.1	0.603	24.7	40.6
40 - 4	156	50	101	4.3	1 461	17.7	108.1	445.9	4.1	0.684	24.6	40.6
40 - 2	156	50	71	4.3	1 179	17.7	108.1	216.0	2.0	0.855	24.6	41.0

2.2 素材試験，初期変形・残留応力の測定および結果 素材試験は JIS 5号試験片の引張試験を行い，降伏点強度を求めた．5本の試験結果の内，最大値と最小値を省いた3本の平均値として降伏点応力 $\sigma_y = 2463 \text{ kgf/cm}^2 (240 \text{ MPa})$ を得た．

初期変形の測定は，全実験供試体18体の弱軸まわり（両フランジ面）の両ウェブ直下およびその中間点の，3ラインについて文献3）と同じ方法で行った．各実験供試体の最大たわみを柱長で無次元化した値を表-2および表-3に示す．

残留応力の測定には，あらかじめ各2体製作しておいた変断面供試体 40-6, 60-6, 80-6 の各々1体を使用し，小断面付近，大断面付近および中間部について行った．コンタクトゲージにより測定し，機械的切断による応力解放を行った結果，3供試体ともどの箇所においてもほぼ同様の分布形を示し，圧縮残留応力の最大値として， $0.6\sigma_y$ が測定された．

2.3 実験方法 供試体は小断面端を上向きにセットした．実験条件は中心軸圧縮，両端ピン支持とし，ピン支持装置は愛知工業大学所有のローラーベアリングを有する斜円盤付ピン支持装置を用いた．供試体の載荷時の測定としては，横たわみ，両端回転角，軸方向変位を1/100mmのダイヤルゲージで，また歪は両面フランジ上に貼付けた弾性歪ゲージによって行った．測定は荷重が最高荷重を過ぎ，その2/3程度に降下するまで行った．なお使用した試験機は，愛知工業大学および中部大学所有の300t耐圧試験機である．

3. 実験結果

中心軸圧縮実験により得られた終局強度 P_u ，基準断面に関する降伏荷重 P_y およびそれらの比 P_u/P_y を，変断面については表-2に，等断面については表-3に示す．

両供試体の終局強度を，縦軸に P_u/P_y ，横軸に無次元細長比パラメータ λ をとり，細長比別にECCS-b曲線と併せて示すと図-2のようになる．

4. まとめ

図-2より，基本となる等断面柱の中心軸圧縮実験結果については，終局強度が若干耐荷力曲線を下回るデータがある．

変断面柱と等断面柱の終局強度を比較すると，細長比=60付近の変断面データは等断面とかなり良い一致を示しているが，他の細長比の範囲では変断面柱の強度の方が幾分高い値を示している．実験データが少ないために，文献1)の等価細長比係数の照査については，さらに実験データの蓄積を必要とするが，今回の実験結果からのみ判断をすると，等価細長比係数の値は若干修正を施す必要があるように思われる．

参考文献

- 1) 座屈設計ガイドライン 第7章，土木学会，1987.
- 2) 塩見他：「鋼変断面はり-柱部材の耐荷力実験」土木学会論文報告集，No.334，1983.6
- 3) 青木：「鋼柱座屈強度の変動性に関する基礎的研究」名古屋大学学位論文，1974.1

表-2 変断面柱の実験結果

Specimen	δ/L	P_y (tf)	P_u (tf)	P_u/P_y
80-6	1/3200	43.35	35.00	0.81
80-4	1/5800	43.35	32.01	0.74
80-2	1/5600	43.35	36.05	0.83
60-6	1/6300	43.35	36.43	0.84
60-4	1/4800	43.60	40.17	0.92
60-2	1/4100	43.35	35.95	0.83
40-6	1/4900	43.35	45.35	1.05
40-4	1/5400	43.60	46.59	1.07
40-2	1/2900	43.60	44.67	1.02

表-3 等断面柱の実験結果

Specimen	δ/L	P_y (tf)	P_u (tf)	P_u/P_y
T3-80	1/11000	58.47	39.44	0.67
T3-60	1/5800	58.67	47.24	0.81
T3-40	1/7600	58.89	56.37	0.96
T2-80	1/3900	50.84	32.20	0.63
T2-60	1/8200	51.26	40.16	0.78
T2-40	1/1900	51.06	50.23	0.98
T1-80	1/1300	43.84	27.41	0.63
T1-60	1/5500	43.42	40.64	0.94
T1-40	1/3300	43.64	43.14	0.99

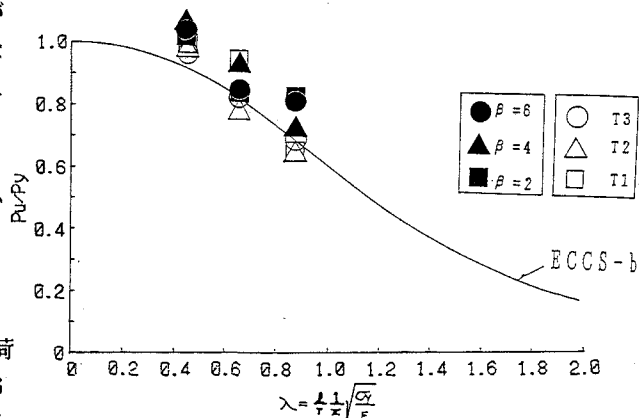


図-2 変断面柱と等断面柱の強度の比較