

圧延H形鋼柱の連成座屈挙動について

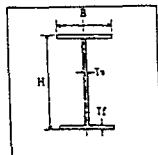
熊本大学 正員 山尾 敏孝 愛知工大 正員 青木 徹彦
熊本大学 正員 崎元 達郎

1. まえがき： 板厚が極めて薄く、同一断面積における断面性能が優れている軽量圧延H形鋼材を、圧縮部材として用いるときに必要な基本強度は、ほとんど明らかにされてなく、実験データが不足していると思われる。本研究では、構成板に局部座屈を生じるような薄肉の軽量圧延H形鋼材が圧縮を受ける場合の最大強度や連成座屈挙動を実験的に明らかにすることを主な目的としている。鋼柱の中心軸および偏心圧縮載荷実験を行って、部材を構成する板の幅厚比、部材の細長比および初期たわみ、残留応力などの初期不整が鋼柱強度に及ぼす影響について調べたものである。

2. 実験の概要： 軽量圧延供試体は、JIS規格より選んだA, B, C, Dの4タイプとし、その公称断面寸法及び諸元を表1に示す。供試体の材質はSS41クラスとし、短柱供試体用8体、長柱試験用として $L/r=50, 75, 100$ の長さのものを各3体づつ作成し、偏心量 e を $0.0, 0.15r, 0.30r$ (r :弱軸まわりの断面二次半径)と変化させたものを組み合わせた計36体とし、表2に示す。JIS5号試験片による母材引張試験より得られたフランジ、ウェブ、各部材断面積の加重平均による降伏応力($\sigma_{yf}, \sigma_{yw}, \sigma_y$)、ヤング率及びポアソン比を各タイプごとに表3に示す。次に、供試体の軸方向及びフランジ、ウェブの板としての初期たわみの測定を行い、各タイプの最大初期たわみの測定値を表4に示す。柱の弱軸まわりの最大初期たわみは $4/1000$ 程度、平均値は $1/5000$ 程度であった。板としての最大値は、フランジではDタイプが他の3倍程で、その平均値は B_f の $1/260$ 程度、ウェブは H の $1/800$ 程度であった。残留応力の測定は、圧縮実験後の供試体を使用し、各タイプで強度が最も低い供試体について行った。図1はAタイプの残留応力測定結果を示すが、各タイプで測定結果にばらつきが見られた。本実験は300ton耐圧試験機を用い¹⁾、両端とも弱軸まわりのピン支持とした。載荷は予想最大荷重の80%までは、その荷重の10%間隔で載荷し、それ以後はウェブのひずみを用いたひずみ制御に変えて行った。

表1 供試体の公称断面諸元

Type	H (mm)	B (mm)	Tf (mm)	Tw (mm)	Area (cm ²)	I _x (cm ⁴)	I _y (cm ⁴)	r (cm)
A	150	100	4.5	3.2	13.73	551	75.0	2.34
B	200	100	4.5	3.2	15.33	1046	75.1	2.21
C	250	125	4.5	3.2	19.18	2068	147.0	2.76
D	250	150	4.5	3.2	21.43	2407	253.2	3.44



B= Height, B= Width

Tf, Tw= Plate Thickness of Flange and Web

I_x, I_y= Geometrical moment of inertia about X and Y axis

r= Radius of gyration of area about weak axis(Y)

3. 実験結果と考察：

(1) 応力-横変位挙動 図2は、細長比100の柱の応力-横変位関係を各タイプについて示したものである。応力は荷重を断面積で除した平均断面応力とし、横変位は柱の中央フランジ端部の変位である。図中の矢印はウェブに局部座屈が生じ始めた応力 σ_1 を示す。また $\delta = e \cdot \{\sec(\pi/2 \cdot P/P_E) - 1\}$ (δ : たわみ、 e : 偏心量、 P_E : 座屈荷重) で表す

理論弾性応力-変位関係を併せて示す。中心圧縮柱及び偏心圧縮柱とも、ウェブの局部座屈の発生による目だった変化はみられない。そして局部座屈発生後も柱全体の耐力は増加していることがわかる。図3は、タイプDの中心軸圧縮柱 ($L/r=100$) の中央高さの位置のウェブ裏表の応力-ひずみ図で、局部座屈の発生応力と進展の様子を示したもので、局部座屈発生の状況がよくわかる。

(2) 中心圧縮軸強度 中心軸圧縮実験から得られた最大応力 σ_u/σ_y と細長比パラメータ $\bar{\lambda}$ の関係を図4に示す。タイプBがフランジの降伏応力が他のタイプに比べて低いにもかかわらず最も高い耐力であった。また、細長比パラメータの大きな供試体においても十分強度が得られていることがわかる。なお、偏心圧縮強度や他の応力-横変位挙動については講演当日に発表の予定である。

参考文献： 1) 青木他：軽量溶接……，構造工学論文集，Vol. 34A，1988. 3

表2 供試体長さ及び本数

Type (XHB) (mm)	Length(mm) and Number of Specimen				Remarks
	L/r=20	L/r=50	L/r=70	L/r=100	
A (150x100)	468(2)	1170(3)	1755(3)	2340(3)	e=0,
B (200x100)	442(2)	1105(3)	1658(3)	2210(3)	0.15,
C (250x125)	552(2)	1380(3)	2070(3)	2760(3)	0.30
D (250x150)	688(2)	1720(3)	2580(3)	3340(3)	

L/r: Slenderness ratio e: Eccentric distance

表4 最大初期たわみ量

Type	Weak axis $\delta_{va}(xL \text{ mm})$	Circumferential of Flange Plate $\delta_{cf}(xLf \text{ mm})$	Circumferential of Web Plate $\delta_{cw}(xLH \text{ mm})$
A	1/5690	1/329	1/943
B	1/5313	1/306	1/694
C	1/3957	1/312	1/708
D	1/5076	1/105	1/879
Mean	1/4949	1/263	1/806

表3 母材引張試験結果

Type	$E \times 10^6$ (kgf/cm ²)	ν	σ_{yf} (kgf/cm ²)	σ_{yw} (kgf/cm ²)	σ_y (kgf/cm ²)
A	2.08	0.290	3922	4275	4073
B	2.09	0.264	3226	4036	3572
C	1.99	0.272	3775	3899	3833
D	2.13	0.281	3918	4056	3976
Mean	2.07	0.277	3710	4066	3864

図1 残留応力分布

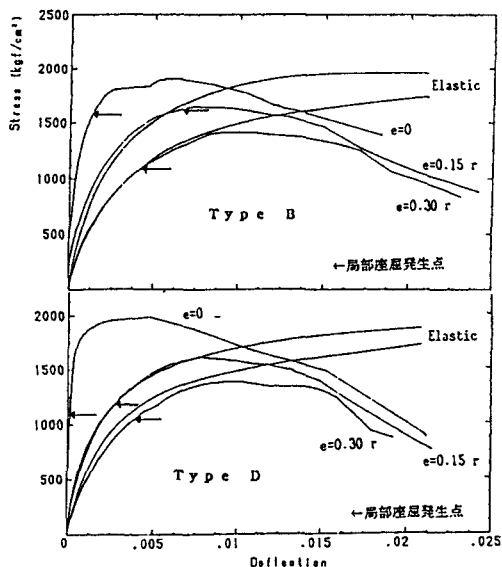
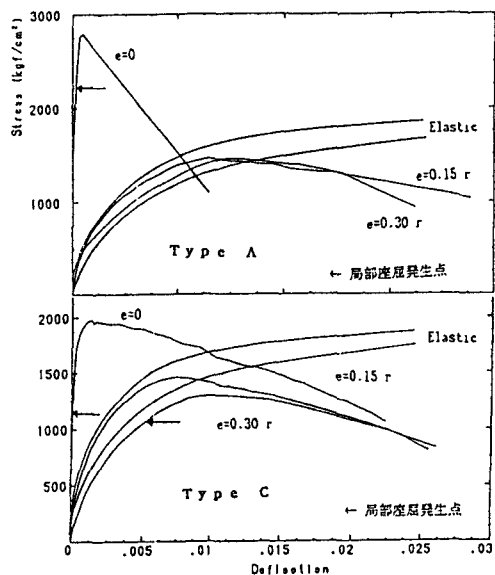
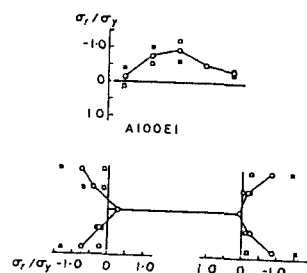


図2 応力-横変位曲線 (L/r=100)

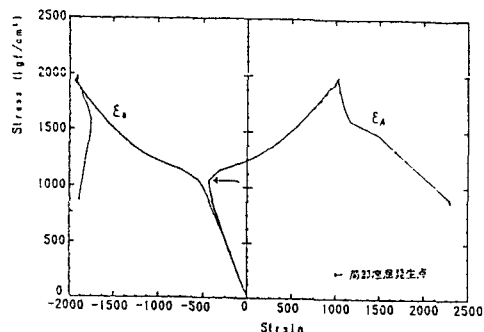


図3 応力-ひずみ関係 (Type D)

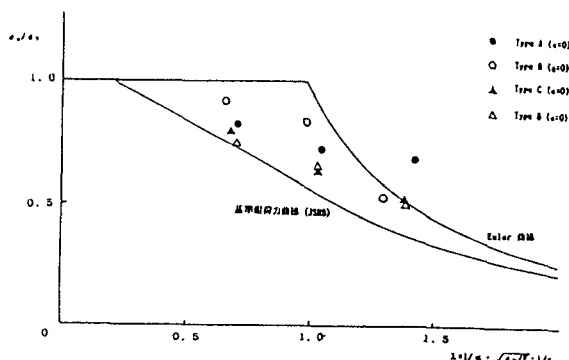


図4 中心軸圧縮柱の最大強度