

熊本大学工学部 正員 山尾 敏孝
 熊本大学工学部 学生員 佐藤 啓治
 熊本大学工学部 荒牧 浩
 熊本大学工学部 正員 崎元 達郎

1. まえがき

薄板から構成される溶接鋼構造部材は、圧縮や、圧縮と曲げを受ける場合、局部座屈が全体強度に及ぼす影響は大きい。特にH形断面では、フランジ・ウェブの連成座屈、及び曲げ座屈の連成座屈との関係は複雑なものとなる。そこで、H形鋼柱の連成座屈挙動を明らかにするため、溶接H形断面の供試体を選んで、幅厚比と細長比を変化させた場合の耐力実験を行なった。この実験では、特にウェブの局部座屈と全体曲げ座屈の連成挙動を調べるために、フランジ幅とウェブ高の半分にして行なったものである。

2. 実験の概要

実験で使用する鋼材は、4.5mm厚のSS-41であり、その引張試験の結果を表1に示す。供試体は、幅厚比一定で細長比を変化させた場合(Aシリーズ)と、細長比一定で幅厚比を変化させた場合(Bシリーズ)を組み合わせた計6体で、いずれも溶接H形断面柱であり、その供試体諸元は表2に示す通りであった。表中の供試体名は、順にシリーズ名、幅厚比、細長比である。また、部材断面の溶接集成による残留応力を、機械切断による応力解放法を用いて測定した結果(ウェブ)を図1に示す。これより、溶接部で最大の引張応力が生じ、ウェブ中心付近の圧縮応力の平均値(平均圧縮残留応力)は表3に示すようであった。次に、短柱試験の結果を図2に示す。縦軸に最高平均応力を降伏応力で無次元化した σ_{max}/σ_y (耐力力)を、横軸に降伏応力で無次元化した幅厚比をとっている。幅厚比40, 50, 60でそれぞれの実験値をプロットし、文献(2)と同様に最大平均応力の推定式を求めると、 $\sigma_{max}/\sigma_y = 0.88/R \leq 1.0$ となる。

実験は、文献(3)に示す載荷装置を多少改良し、同様の方法で行なった。横にわみは局部変形をみるために中央付近、及び柱としての変形をみるためにフランジ中央線上に変位計(1/100mm)を取り付け、ひずみは中央断面及び初期変形の大きい位置に1軸ゲージを配して測定した。

3. 実験結果と考察

実験で得られた供試体の最高荷重 P_{max} 、平均圧縮残留応力 σ_{rc}/σ_y 及び最大初期たわみ等をまとめて表3に示す。部材としてのたわみは、ウェブの中心線を直線で結びその最大の値を取り、板幅

表1 鋼材の諸性質

	ヤング係数 E (kg/cm ²)	降伏応力 σ_y (kg/cm ²)	降伏応力 $\sigma_{0.2}$ (kg/cm ²)	引張強度 σ_b (kg/cm ²)	伸び率 e (%)	断面収縮率 r (%)
ミルシート	—	2800	—	4400	39	—
測定値	2.09 $\times 10^6$	2670	2550	3430	45	0.30

表2 供試体諸元

Specimens	b (mm)	h' (mm)	L (cm)	L/r	$\bar{\lambda}$	h'/t	R
A-50-51	111.4	235.5	122.9	54.2	0.652	51.5	0.944
A-50-71	111.5	235.5	171.3	75.6	0.910	51.5	0.944
A-50-91	111.5	236.5	220.3	97.2	1.169	52.8	0.968
B-40-71	90.6	191.0	138.9	75.1	0.904	41.4	0.759
B-50-71	112.0	235.7	171.3	75.1	0.904	51.6	0.946
B-60-71	135.5	281.5	203.9	73.8	0.888	62.0	1.136

$$\bar{\lambda} = \frac{L}{r} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E}} \quad R = \frac{h'}{t} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E} \frac{12(1-\nu^2)}{\pi^2 k}} \quad (k=4)$$

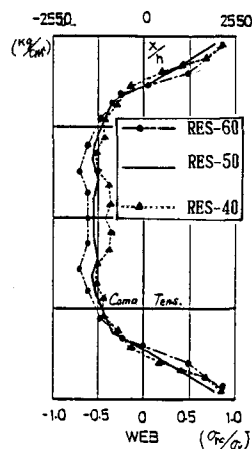
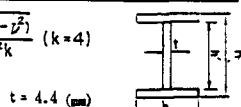


図1 残留応力分布図 (Web)

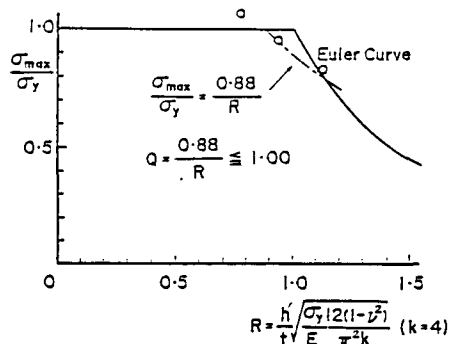


図2 短柱試験の最大耐力荷力

方向のたわみとも示方書の製作精度¹⁾に適合していることがわかる。なお、部材方向のたわみモードは、ほとんど半波形状だった。

図3は、供試体の平均応力 σ と柱中央の横たわみ V を柱の長さ L により無次元化した値との関係を示し、各々の曲線は供試体ごとに開始点をずらせてある。柱は最高荷重に達した後もかなりの強度を保持しながら変形している。またその変形能力もかなり大きい。つまり最高荷重後の曲線の降下勾配は緩やかであり、本実験のパラメータの範囲では細長比や幅厚比の大きさにそれほど関係していないと思われる。また、図4は幅厚比を变化させた場合の中央断面ウェブにおける軸ひずみ分布の変化を示したものである。幅厚比が50, 60の場合には、最高強度 σ_{max} より小さい荷重から一様でなくなり局部座屈が生じていることがわかる。このひずみ分布の乱れを局部座屈が生じたと考え、これから最大強度に達するまでの余剰耐力はかなり大きく、局部座屈が生じてすぐには崩壊していないことがわかる。

図5は、縦軸に最大平均応力を降伏応力で無次元化した値を、横軸に降伏応力で無次元化した細長比 λ をとっている。また示方書の基準耐力曲線も一併に示してある。実験値はほとんど基準耐力曲線の付近にあるが、B-60-71はかなり下側にきているといえる。これは局部座屈の影響が大きいためと思われる。次に、図6は文献2)に示されている近似解法により、短柱試験で求めた Q を用いて実験値を整理したものである。そして降伏応力のかわりに $Q\sigma_y$ を使って実験値を無次元化し基準耐力曲線と比較してみた。するとB-60-71は基準耐力曲線の上側に、B-50-71も図5に比べると基準耐力曲線に近づいており、局部座屈の影響があるときの耐力をよく推定できると考えられる。なお、本研究は昭和59年度科学研究費を受けたことを付記する。

— 参考文献 —

- 1) 日本道路協会：「道路橋示方書・同解説」 1980. 2
- 2) 宇佐美ら他2名：土木学会論文報告集 第308号 1981. 4
- 3) 山尾・崎元：

土木学会論文報告集 第335号
1983. 7

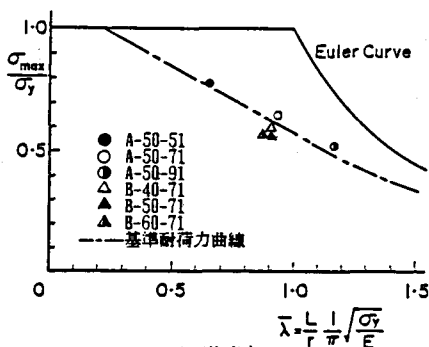


図5 最大平均応力

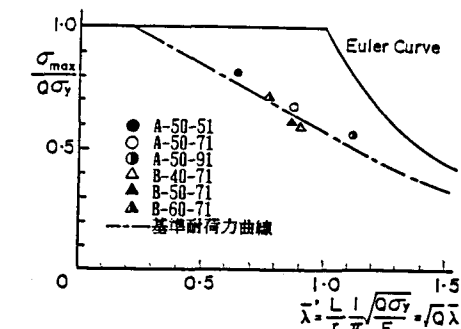


図6 文献2)による最大平均応力

表3 実験結果

供試体	最大初期たわみ		圧縮殘留 応力平均 σ_{rc}/σ_y	P_{max} $\times 10^4$ kgf	σ_{max} kgf/cm ²	σ_{max} σ_y
	$\delta 1/L$	$\delta 2/L$				
A-50-51	1/4240	1/1620	0.53	39.0	1970	0.77
A-50-71	1/1490	1/490	0.53	32.5	1640	0.64
A-50-91	1/8160	1/1420	0.53	27.0	1360	0.53
B-40-71	1/4480	1/760	0.64	24.4	1530	0.60
B-50-71	1/2140	1/1330	0.53	29.0	1460	0.57
B-60-71	1/2960	1/1240	0.45	33.3	1390	0.55

$\delta 1$: 部材としての初期たわみ
 $\delta 2$: 版としての初期たわみ

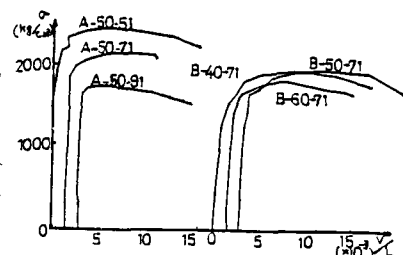


図3 平均応力-横たわみ曲線

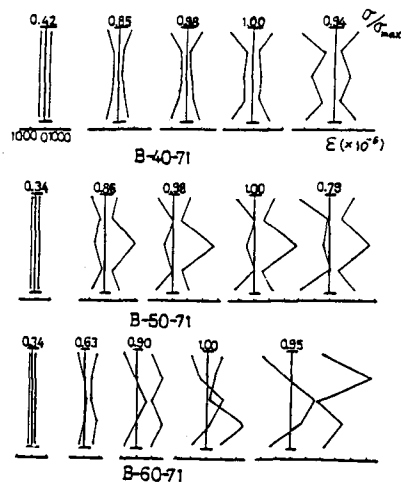


図4 ひずみ分布