

鋼製ラーメン橋脚の全体座屈挙動に関する実験的研究

大阪市立大学工学部 正員 中井 博 阪神高速道路公団 正員 中島裕久

大阪市立大学工学部 正員 酒造敏廣 大阪市立大学工学部 学生員 大垣賢津雄

1. まえがき わが国の道路橋示方書¹⁾における鋼製ラーメン橋脚の柱の座屈耐荷力は、弾性座屈理論に基づいた有効座屈長²⁾の概念を用いて決定されている。ところが、ラーメンの全体座屈は弾塑性座屈の領域にある上²⁾、H形鋼などとは異なって薄肉断面であるので局部座屈の影響を受けるなどの事実を考慮すれば、鋼製ラーメンの柱の耐荷力算定法については十分な検討が必要であると思われる。

本研究は、上記の点に着目し、薄肉箱形断面からなる鋼製ラーメン柱の全体座屈挙動と終局強度を明らかにすることを目的に、一層一径内形ラーメンの全体座屈実験を行ったものである。

2. 実験供試体 図-1に示すような内形ラーメン(計4体、SS41材使用)について実験を行った。寸法諸元と各種のパラメーターを表-1に示す。スパン $l=1.0m$ 、梁と柱の剛比 $K \approx 1.0$ 、柱の細長比パラメーター $\bar{\lambda}_y = 0.3, 0.5$ (2種類)、柱のフランジ・プレート(幅 B)の幅厚比パラメーター $R_f \approx 0.5, 0.7$ (2種類)としている。ここに、 K 、 $\bar{\lambda}_y$ および R_f は以下の式で与えられる。

$$K = I_{cy}/h \cdot I_{ty} \cdots (1), \quad \bar{\lambda}_y = \sqrt{P_y/P_{cr}} \cdots (2), \quad R_f = \frac{B}{t_f} \cdot \sqrt{\frac{12(1-\mu^2)}{4.0\pi^2}} \cdot \sqrt{\frac{\sigma_y}{E}} \cdots (3)$$

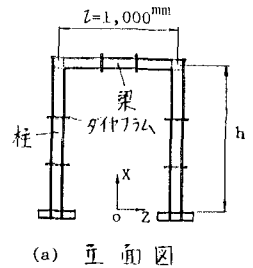
ただし、 I_{cy} 、 I_{ty} :それぞれ柱および梁の断面2次モーメント、 P_y :柱の全塑性軸力(=柱の断面積×降伏点)、 P_{cr} :ラーメンの弾性座屈荷重、 E :ヤング係数($=2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$)、 μ :ポアソン比($=0.3$)、 σ_y :降伏点($\approx 30.2 \text{ kg/mm}^2$)

3. 実験方法 実験装置を図-2に示す。鉛直荷重 P_v はラーメンの柱直上図-1に作用させ、同時に P_v に比して微小な水平荷重 P_H ($\approx P_v/200$)を載荷梁③を通じて載荷し、側方変位無拘束に近い状態で破壊実験を実施した。なお、図中のローラー部の摩擦係数は $1/500$ 程度であった。

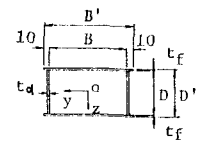
荷重は、鉛直荷重(100トンジャッキ)と水平荷重(30トンジャッキ)を手動油圧ポンプを用いて比例載荷した。

表-1 供試体の寸法諸元と各種パラメーター

項目	断面寸法				高さ h (mm)	各種パラメータ			全塑性 軸力 P _y (ton)
	B' (mm)	t _f (mm)	D' (mm)	t _d (mm)		K	R _g	$\bar{\lambda}_y$	
供試体									
F-0.5-0.5	171	5.88	102 87	4.46	1,541	0.95	0.52	0.50	85.4
F-0.5-0.3	170	5.88	102 95	4.46	924	0.96	0.52	0.30	85.4
F-0.7-0.5	178	4.49	104 87	4.47	1,554	0.97	0.70	0.50	73.0
F-0.7-0.3	178	4.49	104 109	4.47	933	0.97	0.71	0.30	73.0



(a) 平面図



(b) 断面図

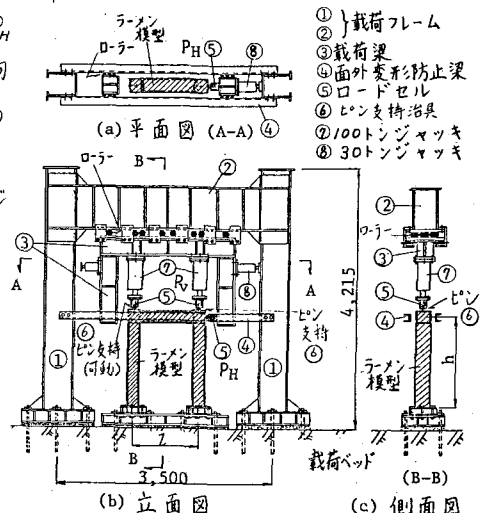
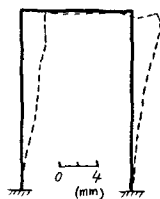


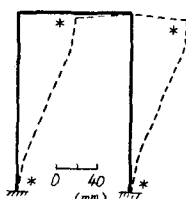
図-2 ラーメン用載荷実験装置(単位mm)

4. 実験結果と考察

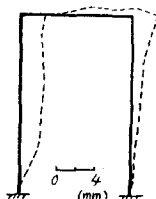
ウーメン骨組の崩壊形状：供試体F-0.5-0.5とF-0.7-0.5の破壊実験後の残留たわみを初期たわみ形状とともに、図-3～4に示す。これらの図から、両供試体とも水平移動系の全体



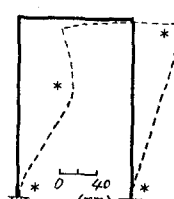
(a) 初期たわみ



(b) 残留たわみ



(a) 初期たわみ



(b) 残留たわみ

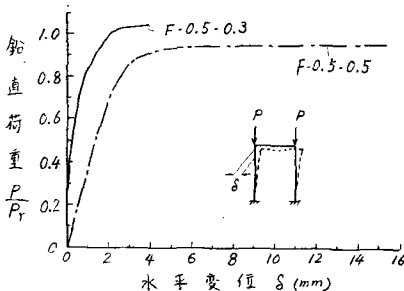
図-3 初期たわみと残留たわみ (F-0.5-0.5)

図-4 初期たわみと残留たわみ (F-0.7-0.5)

座屈現象を呈していることがわかる。供試体F-0.7-0.5の左柱を除いて、柱は柱基部と柱頭部で曲率が最大となるように変形していることがわかる。供試体F-0.7-0.5の左柱はその中央で折れまがったように崩壊しているが(図-4(b))、これは、柱中央付近の初期たわみ(図-4(a))が柱頭部とほぼ同程度に現れていたためであると思われる。なお、図3(b)、4(b)に示す*印は、局部座屈の発生位置を示している。

(2) 荷重-柱の縮み曲線：各供試体の柱の縮み Δh (左右の柱の平均)と荷重 P の関係を図-5に示す。

P は P_y で無次元化し、 Δh は $(\Delta h/h)/(\sigma_y/E)$ として無次元化してある。この図から、 P - Δh 曲線は P/P_y が0.7付近で線形性を失い、



近で線形性を失い、図-6 荷重-水平変位曲線(F-0.5-0.5, 0.3)

$P/P_y = 0.8$ 付近で平均圧縮ひずみ $\Delta h/h$ が降伏ひずみ σ_y/E に達していることがわかる。

(3) 荷重-水平変位曲線：荷重 P/P_y と柱頭部の水平変位 δ の関係を図-6～7に示す。細長比パラメータ $\lambda_y = 0.5$ のウーメンでは、崩壊荷重直前で δ が急増し、 $\lambda_y = 0.3$ のウーメンでは、 P/P_y が0.8付近から δ は徐々に大きくなり、 P/P_y がほぼ1.0で δ が急増していることがわかる。

(4) 終局強度：各供試体の終局強度 P_u/P_y (P_u ：ウーメンに作用した最高荷重)と細長比パラメータ λ_y の関係を図-8に示す。

5. あとがき 荷重-ひずみ曲線など実験結果の詳細は、学会当日報告する。

参考文献 1) 日本道路協会：道路橋示方書，丸善，昭和55年2月 2) 中井他：鋼製ウーメン橋脚の実績調査(内)，橋梁と基礎，1982年6月、7月

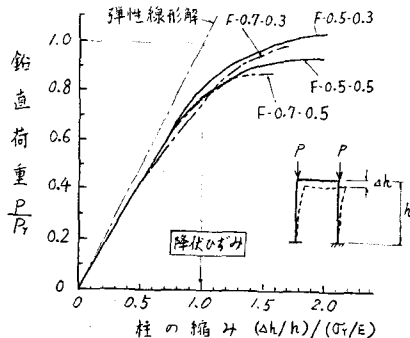


図-5 荷重-柱の縮み曲線

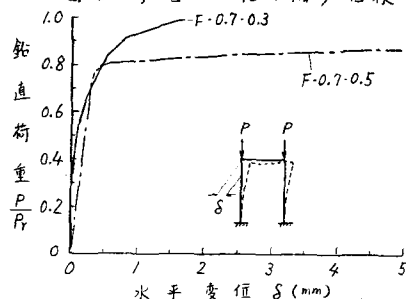


図-7 荷重-水平変位曲線(F-0.7-0.5, 0.3)

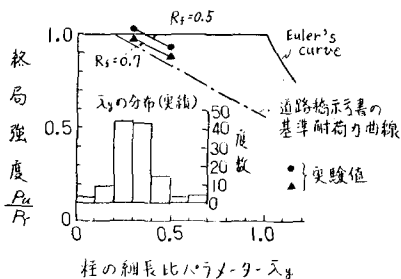


図-8 終局強度 P_u/P_y と細長比パラメータ λ_y の関係