

大阪市立大学工学部 学生員 大垣 賀津雄
 大阪市立大学工学部 正員 中井 博
 大阪市立大学工学部 正員 酒造 敏廣

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力は、弾性座屈理論に基づいた有効座屈長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う²⁾、H形鋼などとは異なって薄肉の変断面であるので、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ために、一層一径間門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 に示すような門形ラーメン(計4体, SS41材使用)について実験を行った。寸法諸元と各種パラメーターを表-1 に示す。スパン $l = 1.0$ m、梁と柱の剛比 $K \cong 1.0$ 、柱の細長比パラメーター $\lambda_y = 0.3, 0.5$ (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 $R_f \cong 0.5, 0.7$ (2種類)としている。ここに、 K, λ_y および R_f は、以下の式で与えられる。

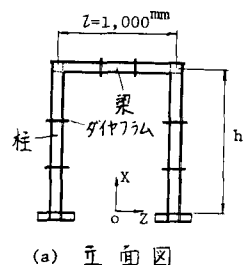
$$K = \frac{I_{cy} \cdot l}{I_{by}} \quad \text{---(1)}, \quad \lambda_y = \sqrt{\frac{R}{R_r}} \quad \text{---(2)}, \quad R_f = \frac{B}{t_f} \cdot \sqrt{\frac{12(1-\mu^2)}{4.0\pi^2}} \cdot \sqrt{\frac{\sigma_y}{E}} \quad \text{---(3)}$$

ただし、 I_{cy}, I_{by} : それぞれ柱および梁の断面2次モーメント、 R : 柱の全塑性軸力(=柱の断面積 $\times$ 降伏点)、 R_r : ラーメンの弾性座屈荷重、 E : ヤング係数(= 2.1×10^6 Kg/cm²)、 μ : ポアソン比(=0.3)、 σ_y : 降伏点(=30.2 Kg/mm²)

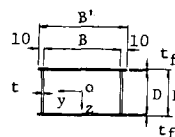
3. 実験方法 実験装置を図-2 に示す。鉛直荷重 P_v はラーメンの柱直上に作用させ、同時に R_f に比して微小な水平荷重 P_H ($\cong P_v/200$) を載荷梁③を通じて載荷し、側方無拘束に近い状態で破壊実験を実施した。

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。



(a) 平面図



(b) 断面図

図-1 門形ラーメン供試体

表-1 供試体の寸法諸元と各種パラメーター

項目 供試体	断面寸法				高さ h (mm)	各種パラメーター			全塑性 軸力 P_y (t)
	B' (mm)	t_f (mm)	D' (mm)	t_d (mm)		K 式(1)	R_f 式(3)	λ_y 式(2)	
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

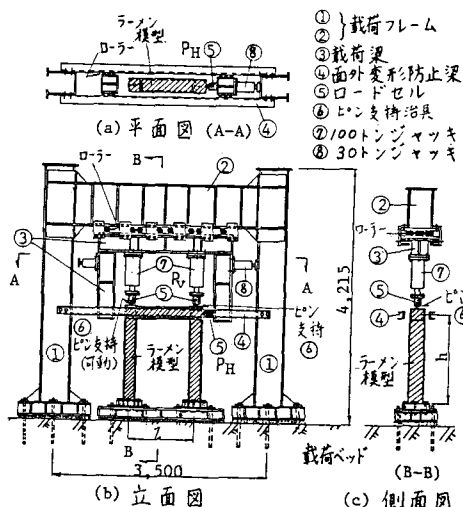


図-2 ラーメン用載荷実験装置(単位mm)

4. 実験結果と考察

1) ラ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形状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、

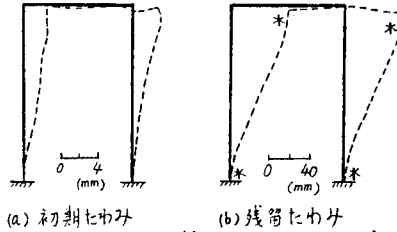


図-3 初期たわみと残留たわみ (F-0.5-0.5)

両供試体とも水平移動系の

全体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曲がり、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であったためであると思われる。なお、図-3(b)、図-4(b)に示す*印は、局部座屈の発生位置である。

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 との関係

を図-5に示す。 P は P_y で無次元化し、 Δh は $(\Delta h/h)/(Q_y/E)$ として無次元化してある。この図から、 $P-\Delta h$ 曲線は P/P_y が0.7付近で線形性を失い、 $P/P_y =$

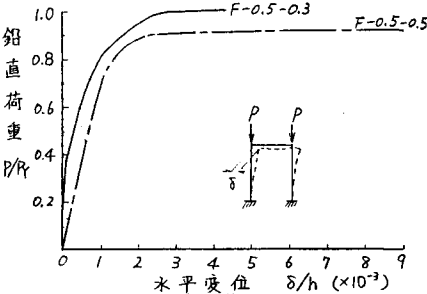


図-6 荷重-水平変位曲線 (F-0.5-0.3, F-0.5-0.5)

0.8付近で平均圧縮

ひずみ $\Delta h/h$ が降伏ひずみ Q_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。 δ は供試体高さ h で無次元化している。この図から、細長比パラメーター $\bar{\lambda}_y = 0.5$ のラーメンでは崩壊荷重直前まで δ が急増し、 $\bar{\lambda}_y = 0.3$ のラーメンでは 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 が急増しているのがわかる。

4) 終局強度 各供試体の終局強度 R_u/P_y (R_u : ラーメンに作用した最大荷重)と道路橋示方書による基準強度 P^*/P_y の比較を表-2に示す。また、 R_u/P_y と細長比パラメーター $\bar{\lambda}_y$ の関係を図-8に示す。

5. あとがき

終局強度に関する考察は、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: 鋼製ラーメン橋脚の実績調査(上),(F), 橋梁と基礎, 1982年6月, 7月

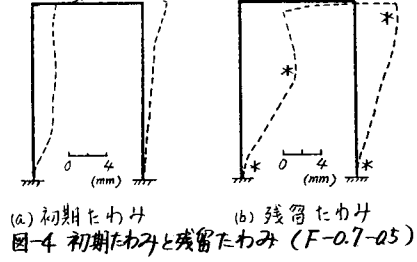


図-4 初期たわみと残留たわみ (F-0.7-0.5)

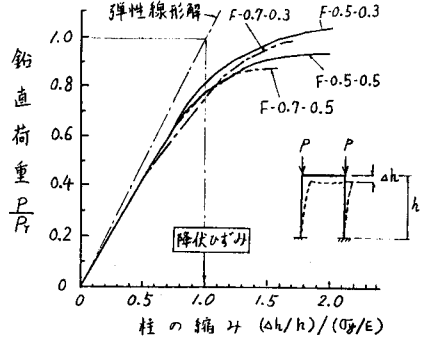


図-5 荷重-柱の縮み曲線

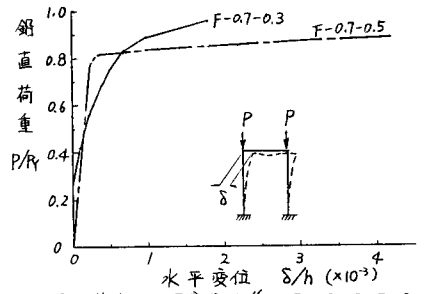


図-7 荷重-水平変位曲線 (F-0.7-0.3, F-0.7-0.5)

表-2. 終局強度の比較および実安全率

項目	終局強度 (実験値) R_u/P_y	示方書による 終局強度 P^*/P_y	実安全率 γ
実験供試体			
F-0.5-0.5	0.94	0.76	2.11
F-0.5-0.3	1.04	0.95	1.87
F-0.7-0.5	0.88	0.76	1.97
F-0.7-0.3	0.98	0.95	1.76

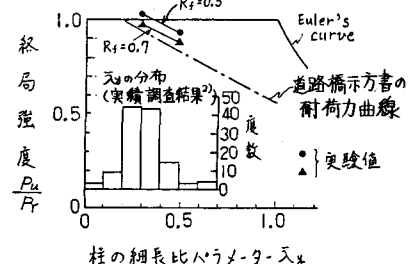


図-8. 終局強度 R_u/P_y と細長比パラメーター $\bar{\lambda}_y$ の関係