

局部座屈を考慮した鋼骨組の耐荷力実験

熊本大学 ○学生員 大江知也 学生員 土田真二
正員 崎元達郎 正員 渡辺 浩

1. まえがき 近年、都市高速高架道路が数多く建設されているが、その際、鋼製橋脚ラーメンが多用されており、その大規模地震に対する耐震性に関しては強度と変形能が重要視される。本研究では、無補剛箱形断面の片持柱を3体、ラーメンを3体製作し、上部構造を想定した鉛直一定軸力と地震力を想定した水平変位制御による水平荷重を載荷する基礎的な準静的実験を行い、細長比および幅厚比が鋼製橋脚モデルの終局強度やじん性に与える影響を明らかにすることを試みた。ここでは、ラーメン供試体の結果の一部について、報告する。

2. 実験概要

(1) 供試体 本研究では、実験供試体構造物の設計にあたり、実橋脚を調査した論文を参考に実橋脚に用いられている細長比パラメータと幅厚比パラメータのものを1体製作し(TYPE 2)、この供試体を基準にして、それより全体座屈が比較的支配的であるものを1体(TYPE 1)、局部座屈が比較的支配的であるものを1体製作した(TYPE 3)。供試体のパラメータの分布を図-1に示す。これらをもとに決定した供試体の断面寸法および長さに関するパラメータを表-1に示す。表中の幅厚比R、細長比λの定義式を次式に示す。

$$R = \frac{b}{t} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E} \frac{12(1-\nu^2)}{\pi^2 k}} \quad \lambda = \frac{Kh}{r} \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E}}$$

ここで、b = 柱のフランジ板幅、t = 断面構成板の板厚、 σ_y = 降伏応力、E = 弾性係数、 ν = ポアソン比、k = 純圧縮板の座屈係数、h = 柱長、r = 断面二次半径、A = 断面積、である。供試体の側面図及び断面図を図-2に示す。供試体の梁および柱の断面は同一の正方形断面である。供試体は、SS400相当材を使用し、板厚6mm、柱基部から水平荷重載荷点までの高さはh = 1150mmで一定とした。供試体最下部には局部座屈の発生を防ぎかつ固定度を確保するため、スティフナー(補剛材)を溶接した。さらにダイアフラムを柱基部と水平荷重載荷点に設置した。

(2) 実験装置と載荷方法 載荷装置の模式図を図-3に示す。まず、載荷用骨組から吊るしたサーボ試験機を使って一定荷重の軸力Vを与える。軸力の与え方は実構造の調査データを参考にして降伏荷重の15%とした。次に、反力壁に設置したサーボ試験機を使って柱基部から115cmの部分に水平荷重Hを与えた。水平荷重は水平制御で単調載荷し崩壊に至らしめた。

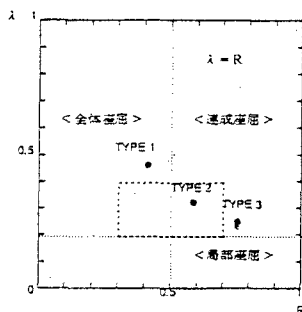


図-1 供試体のパラメータの分布

表-1 供試体パラメータ

	b (mm)	A (mm ²)	R	λ
TYPE 1	120	27.36	0.411	0.460
TYPE 2	170	39.36	0.582	0.302
TYPE 3	220	51.36	0.753	0.245

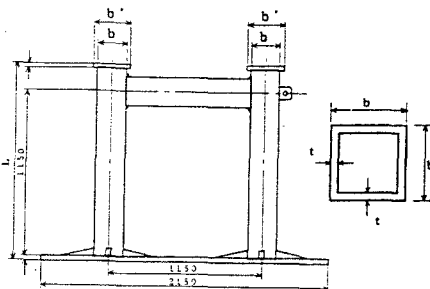


図-2 供試体の側面図及び断面図

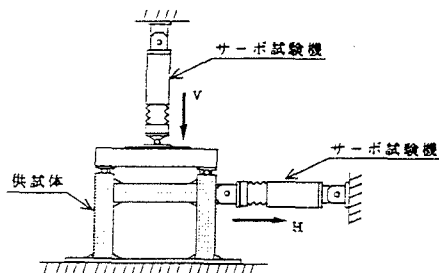


図-3 実験装置

3. 実験結果および考察

(1) 引張試験 使用した鋼材から試験片を3本製作し引張試験を行った。弾性係数 E 、降伏応力 σ_y 、ポアソン比 ν などを測定した。それらの平均値を表-3に示す。SS400の降伏応力が2500 kgf/cm²以上という設定に対し今回の鋼材の降伏応力3526 kgf/cm²と比較するとかなり大きめの値となっている。

(2) 残留応力試験 使用した鋼材から板幅の異なる試験片を3本製作しそれらを短冊状に切断し板の幅方向の残留応力分布を求めた。その結果を表-3、図-4に示す。引張側が同程度の値であるのに対して圧縮側の値は板幅が大きくなるに従って小さくなっている。これは試験片内の応力の自己つりあいによるものと考えられる。

(3) 水平荷重-水平変位曲線 1例としてTYPE2の水平荷重-水平変位曲線を図-5に示す。図中、水平荷重 H 及び水平荷重載荷点位置で測定された水平変位 δ をそれぞれ水平降伏荷重 H_y 及び水平降伏変位 δ_y で無次元化している。図中の弾性理論値と記した破線は水平荷重のみが作用した時の水平荷重-水平変位の弾性解を示す。供試体基部の剛体回転などによる影響を今後補正する必要がある。局部座屈モードは柱基部フランジでは固定端より長さ0.7bの部分で凹状の座屈変形となりウェブでは凸状の座屈変形が見られた(写真-1)。

今後、実験によって得られた荷重-ひずみ曲線、荷重-変位曲線をもとに、P- Δ 効果、残留応力を考慮に入れ、箱形断面の局部座屈が柱及びラーメンの終局強度、終局変位に及ぼす影響を検討する予定である。

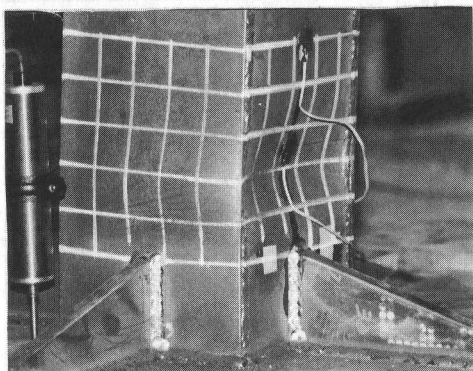


写真-1 柱基部の局部座屈 (TYPE 2)

表-2 引張試験

E	2.17	σ_y	3526	ε_y	1650
ν	0.28	$E_{s:}$	0.118	$\varepsilon_{s:}$	2177
E =ヤング率($\times 10^6$ kgf/cm ²) σ_y =降伏応力(kgf/cm ²)					
ε_y =降伏ひずみ($\times 10^{-6}$) ν =ポアソン比					
$E_{s:}$ =ひずみ硬化係数($\times 10^6$ kgf/cm ²)					
$\varepsilon_{s:}$ =ひずみ硬化開始ひずみ($\times 10^{-6}$)					

表-3 残留応力試験

	圧縮 (σ_{rc})	引張 (σ_{rt})
TYPE 1	0.196 σ_y	0.653 σ_y
TYPE 2	0.142 σ_y	0.663 σ_y
TYPE 3	0.120 σ_y	0.660 σ_y

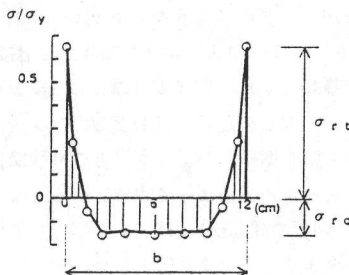


図-4 残留応力分布

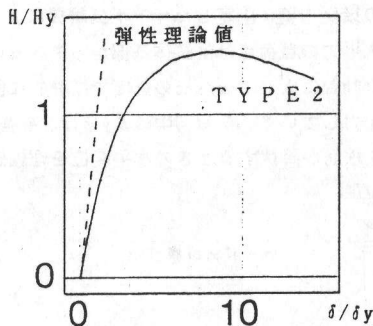


図-5 水平荷重-水平変位曲線

参考文献

- 鈴木森晶, 他: 鋼製橋脚モデルの・・・ 土木学会論文集 No.507/I-30.99
 中井博, 他: 鋼製ラーメン橋脚の実橋調査. 橋梁と基礎 82-6
 宇佐美勉他: 繰り返し荷重を受ける鋼製門形・・・ 構造工学論文集 Vol.41A(1955年3月)