

長方形断面鋼製橋脚の耐震性能に関する実験的研究

愛知工業大学 学生会員 保高篤司

愛知工業大学 正会員 青木徹彦

(株)東光コンサルタンツ技術本部 フェロー 高久達将

川崎製鉄株式会社 正会員 熊野拓志

1. はじめに

阪神大震災以来、単柱式正方形断面鋼製橋脚の耐震性能に関する実験的研究が、数多くの研究機関で行われ、種々のパラメータによる結果の整理がおこなわれている。また、最近では単柱式橋脚について多く用いられているラーメン式橋脚に関する実験もいくつか行われている。ラーメン橋脚では経済性や立地条件により、柱部の断面は正方形ではなく、橋軸方向に長辺を有する長方形断面が用いられるのが一般的である。しかしながら今日まで長方形断面を有する鋼製橋脚の耐震性能に関する研究は充分に行われていない。そこで、本研究では長方形断面鋼製橋脚の耐荷力と変形性能について実験し耐震性能を明らかにする。

表 1 供試体諸元

2. 実験計画と実験方法

2.1 実験供試体

実験供試体は、断面アスペクト比(ウェブ幅/フランジ幅=W/F)を 0.3 (弱軸) から 3.0 (強軸) まで変化させた合計 6 体用意し、材質はいずれも SS400、板厚は 6mm、リブ寸法は 6×60mm である。供試体諸元の詳細を表 1 に示す。

断面呼び名	600×424		600×300		900×300	
	強軸	弱軸	強軸	弱軸	強軸	弱軸
W/F	1.42	0.71	2.0	0.5	3.0	0.3
供試体高さ h (mm)	2720	2087	2550	2550	3682	1842
全断面積 A(mm ²)	15744	15744	13536	13536	18576	18576
細長比パラメータ	0.31	0.31	0.30	0.51	0.30	0.36
幅厚比パラメータ Rf	0.48	0.51	0.49	0.50	0.49	0.50
幅厚比パラメータ Rf	0.29	0.30	0.28	0.29	0.28	0.30
軸力比 P/Py	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
軸力P (kN)	556	556	593	593	655	655

2.2 載荷装置

供試体上端部に鉛直軸力載荷用治具を設置し、その両端に 1000kN アクチュエータを 1 基ずつ計 2 基鉛直方向に設置した。また、水平力は反力トラスに固定した 2000kN アクチュエータにより供試体頂部に載荷するように設置した。写真 1 に実験載荷装置状況を示す。

2.3 載荷方法

実験では上部構造重量を想定し、公称降伏軸力 Py の 15% を鉛直軸力 P として一定載荷した。水平力 H は変位制御で行い、降伏水平変位 y の整数倍を片振幅として、各振幅における繰返し数を 1 回とする両振りの漸増繰返し載荷をおこなった。各振幅における最大荷重 H が降伏水平荷重 Hy を下回るまで漸増繰返し載荷を行った。

2.4 降伏水平変位 y の決定

基本変位量となる降伏水平変位 y は次式(1)、(2)より定めた。水平荷重 H が引張り試験の降伏応力 y より与えられる降伏水平荷重 Hy に達した時の水平変位を y とした。繰返し載荷実験において供試体の降伏状態はフランジリブ上のひずみゲージの平均により検出した。

$$Hy = (\sigma_y - \frac{P}{A}) \frac{Z}{L} \quad \dots (1)$$

$$y = \frac{HyL^3}{3EI} \quad \dots (2)$$



写真 1 実験載荷装置

キーワード 鋼製橋脚 繰返し載荷 断面アスペクト比W/F 長方形断面

連絡先 〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草 1247 TEL:0565-48-8121 FAX:0565-48-3749

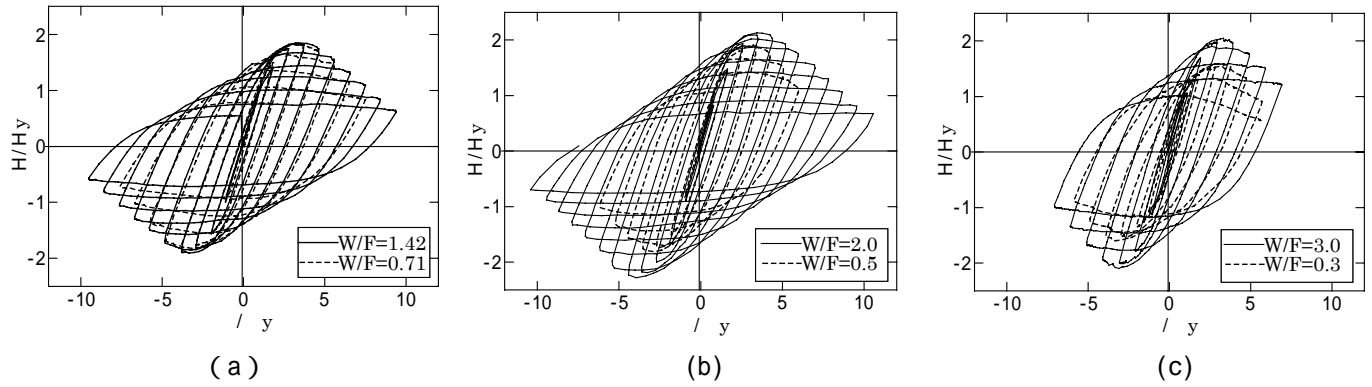


図1 荷重 変位履歴曲線

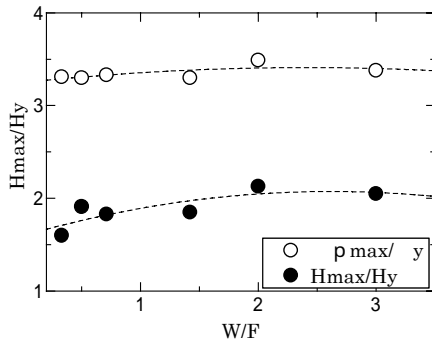


図2 W/F 別最大荷重 変位量

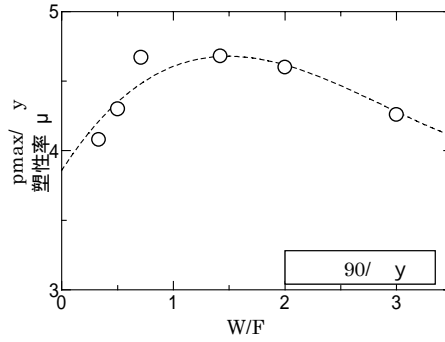


図3 W/F 別塑性率

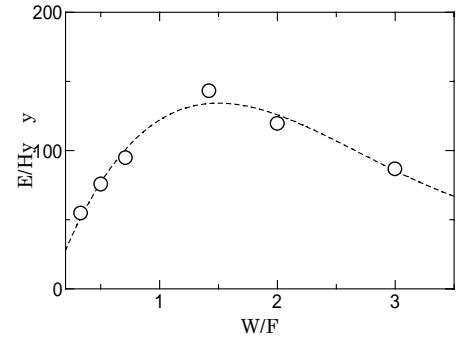


図4 W/F 別エネルギー吸収量

3. 実験結果

各供試体での、水平力 H と水平変位 y の関係を図 1 に示す。同図は縦軸を降伏水平変位 H/y で、横軸は降伏水平変位 y で無次元化している。また、図 2 に最大荷重 最大荷重到達時変位を断面アスペクト比 W/F 別に示す。無次元化最大荷重は、 W/F が大きくなるにつれ上昇する傾向があるが、変位はほぼ一定となる結果となった。

図 3 には、式 (3) で定義する塑性率を W/F 別に示す。

塑性率は最大荷重到達後、90%まで荷重低下した時の変位 y_{90} を降伏水平変位 y で除している。同図より塑性率は $W/F=1.0$ 付近で最大となる山形を示した。また、荷重 変位履歴曲線の各サイクルの面積を $H/y \cdot y$ で無次元化し、荷重が H/y まで低下するまでのサイクルに対してエネルギー吸収量を求めた。同図から、エネルギー吸収量は塑性率と同様の傾向を示した。

$$\mu = y_{90} / y \quad \dots (3)$$

4. 結論

本研究では、鋼製ラーメン橋脚の長方形脚部を対象として準静的繰返し荷重実験をおこない断面アスペクト比 W/F が耐荷力と変形性能に及ぼす影響を調べた。研究結果より得られた結論は以下のようにまとめられる。

- (a) 耐荷力（最大荷重）は W/F が大きくなるにつれて上昇するといえる。
- (b) 変形性能については、図 3 の塑性率より $W/F=1.0$ 付近を頂点とする山形となる傾向が得られた。すなわち正方形が最も変形性能がよい。
- (c) エネルギー吸収量は、塑性率と同様の傾向を示した。

参考文献

1) 高久達将, 青木徹彦, 中島一浩, 熊野拓志, 渡辺貞之, 松田宏: 長方形断面鋼製橋脚の耐荷力と変形性能に関する検討, 第 4 回地震時保有耐力法に基づく橋梁の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, pp.285-292, 2000.12.

表 2 実験結果表

供試体呼び名	600 × 424		600 × 300		300 × 900		
載荷方向	S	W	S	W	S	W	
W/F	1.42	0.71	2	0.5	3	0.33	
Hmax	kN	408	369	370	242	441	366
p max	mm	36.6	35.6	35.6	69.2	52.4	61.6
H/y	kN	221.0	202.0	174.0	127.0	215.0	229.0
y	mm	11.1	10.7	10.2	21.0	15.5	18.6
Hmax/Hy		1.88	1.84	2.32	1.86	2.07	1.60
p max/ y		3.30	3.27	3.49	3.30	3.38	3.31
90/ y		4.68	4.67	4.6	4.3	4.26	4.08