

面外繰り返し力を受ける逆L形橋脚の履歴挙動実験

熊本大学工学部 学生会員○川畑 智亮 熊本大学自然科学研究科 中山 雅文
熊本大学工学部 正会員 崎元 達郎 熊本大学自然科学研究科 学生会員 三好 喬

1. はじめに

我が国の高速道路や市街地における高架橋などは、立地条件などにより逆L形橋脚を建設することも少なくない。逆L形をした橋脚は上部構造重量が偏心して作用するため、地震力が面外方向(橋軸方向)に作用すると、橋脚基部に軸力、曲げモーメント(面内、面外)、ねじりが複雑に組み合わさって作用することとなる。これまでT形橋脚を対象とした準静的実験や解析的研究は数多くなされているが、逆L形橋脚を対象とした研究はまだ少なく、終局挙動が十分に把握されてるとは言えない。そこで本研究では、逆L形鋼製橋脚を想定した供試体を製作し、上部構造重量を想定した一定の鉛直荷重のもと、面外繰り返し力を载荷させる実験を行い、履歴挙動を実験的に求めたので報告する。

2. 実験概要

(1)供試体：本研究では、断面形状を鋼製箱型正方形断面(無補剛、補剛各2体)とし、供試体は局部座屈の発生に支配的なパラメータである幅厚比R(式(1))が、小さいもの(R=0.35~0.4を目標)と、大きいもの(R=0.70を目標)の2種を選択して断面寸法を決定した。ここで、供試体の断面図を図-1に、各供試体のパラメータ値を表1に示す。

表1 供試体のパラメータ値

供試体名	断面形	幅厚比 R	全幅 B	板厚 t	補剛材高さ h _s	補剛材板厚 t _s
L-40N	無補剛断面	0.40	360mm	16mm		
L-80N	無補剛断面	0.76	360mm	9mm		
L-40S	補剛断面	0.38	360mm	9mm	43mm	6mm
L-80S	補剛断面	0.80	360mm	4.5mm	45mm	6mm

表2 降伏応力度

板厚 t	降伏応力度 σ _y
4.5mm	303MPa
9.0mm	284MPa
16.0mm	255MPa

$$R = \frac{b}{t} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E} \frac{12(1-\nu^2)}{4\pi^2}} \dots (1)$$

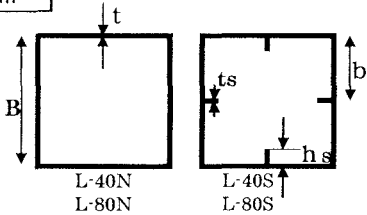


図-1 供試体断面

供試体は、実橋脚を想定しているのので、面外力を作用させない状態(死荷重状態)で作用応力の最大値が許容応力度内に入るように軸線形状、鉛直荷重の大きさ等を決定した。実験施設の制約を考慮して、全供試体とも、高さ h=175cm、偏心量 e=70cm(偏心比 e/h=0.4)、断面の全幅(肉厚中心線間)B=36cm で統一し、板厚で幅厚比Rを各目標値に調整した。また補剛材本数は1本とし、補剛材剛比(γ/γ*)は3になるように定めた。鋼種は板厚 4.5mm、16mmは SS400、板厚 9mm は SM400 とし、その降伏応力を表

表3 実験条件

供試体名	载荷鉛直力 P	軸力比 P/Py	降伏変位 δ _y
L-40N	412kN	0.07	6.6mm
L-80N	258kN	0.07	7.7mm
L-40S	137kN	0.06	8.6mm
L-80S	239kN	0.06	9.1mm

2に示す。供試体名は“L-”の次の数字は“幅厚比×100”で“N:無補剛、S:補剛”を後に付けて表した。
(2)実験方法：図-2に実験装置の模式図を、表3に実験条件を示す。まず、反力床に固定した支承台の上に供試体を固定した。供試体載荷点からエバ-サビジ、鋼棒、载荷梁と連結させ、油圧ジャッキを用い反力床の下から鉛直荷重を与えた。油圧ポンプは手動のものをを用い、試験中はあらかじめ定めた一定荷重に保つよう調整した。面外水平力は、水平反力壁に固定したサーボ試験機(50tf)により変位制御によって与えた。変位振幅は降伏変位 δ_y を基準として、± δ_y の整数倍を供試体が破壊に至るまで与えた。

3. 実験結果

(1)破壊状況：L-80N と L-80S の基部の破壊状況について写真1、2に示す。L-80N の場合、 $-2\delta_y$ から降伏線が目視できるようになり、 $+4\delta_y$ で基部の鉛直荷重側の鋼板(下端から高さ15cm 付近、1波長)での局部座屈が明確になり、載荷回数を重ねるとともに座屈変形が増大した。L-80S も同様に、 $-2\delta_y$ から降伏線が目視できるようになり、 $+3\delta_y$ で基部の鉛直荷重側の鋼板(下端から高さ15cm 付近、2波長)での局部座屈が明確になり、載荷回数を重ねるとともに座屈変形が増大した。

(2)荷重-変位曲線：図-3に L-40S と L-80S の供試体について、実験から得られた荷重と変位の関係を示す。幅厚比 R の小さい L-40S が $+6\delta_y$ から荷重が低下し始めているのに対し、L-80S は $-3\delta_y$ で低下している。また、最大荷重に達した後の勾配についても R の小さいほうが比較的緩やかである。これらの性状は、T 形橋脚に類似しているといえる。

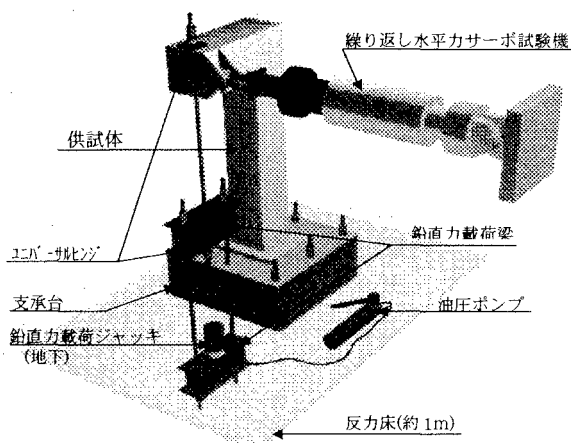


図-2 実験装置全体図

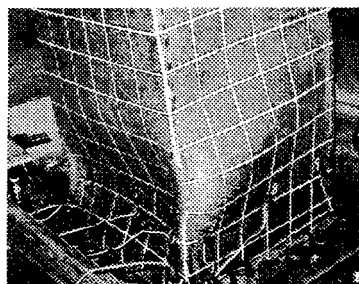


写真1 基部座屈状況(L-80N)

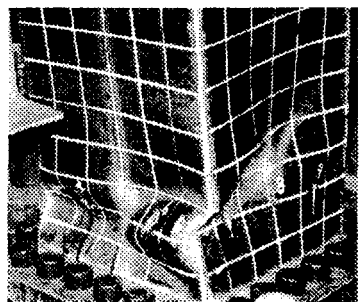
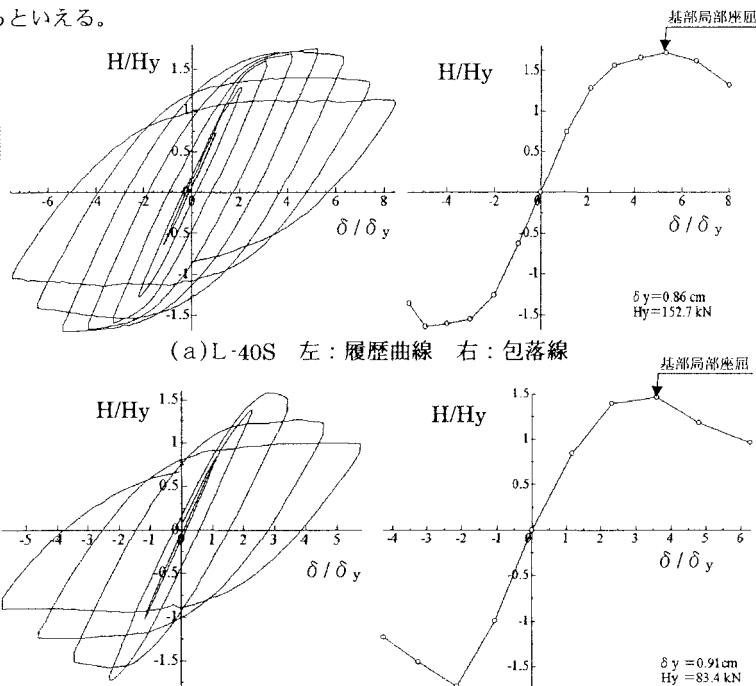


写真2 基部座屈状況(L-80S)



(a) L-40S 左：履歴曲線 右：包絡線
(b) L-80S 左：履歴曲線 右：包絡線
図-3 載荷点の水平荷重 H - 水平変位 δ 関係

4. おわりに

今回の実験により、上部構造重量が偏心して作用するような逆 L 形の橋脚の履歴挙動に関する基礎資料を得ることができた。今後は、数値解析値との比較検討などを実施していく予定である。

参考文献

- 1) 徳田陸宏：面外繰り返し荷重をうける鋼アーチ部材の履歴挙動について、熊本大学卒業論文、2000
- 2) 宇佐美勉、本間大介、芳崎一也：鉛直荷重が偏心して作用する鋼製橋脚のハイブリッド地震応答実験、土木学会論文集 No.626/1-48、197-206、1999.7