

コンクリートを充填した逆L形橋脚の復元力特性に関する実験

熊本大学工学部 学生会員 松本 英明 熊本大学自然科学研究科 高田 孝史朗
熊本大学工学部 正会員 崎元 達郎 (株)栄泉測量設計 代表取締役 江山 栄一

1. はじめに

日本の高速道路や市街地高架橋などは、中央分離帯に橋脚を設置する十分なスペースが確保できないなどの立地条件より逆L形橋脚が数多く見られる。逆L形橋脚は上部構造重量が偏心して作用するため、地震力を面外方向(橋軸方向)に受ける場合、非対称性により橋脚基部に軸力、曲げモーメント(面外・面内)、ねじりを受け非常に複雑な挙動を示す。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少なく、終局挙動が十分に把握されているとは言えない。平成12年度には中空断面脚について実験を実施し、その結果を報告している。¹⁾²⁾ 本研究では、コンクリートの充填高さを変化させた4体の逆L形橋脚供試体を製作し、上部構造重量を想定した一定の鉛直荷重のもと、面外繰り返し力を載荷させる実験を行い、履歴挙動の一端を実験的に明らかにしたので報告する。

2. 実験概要

(1) 供試体：本研究では、断面形状を鋼製正方形箱形(補剛・無補剛各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、実用的限界値である0.70となることを目標に断面寸法を決定した。供試体の断面図を図-1に、各供試体の寸法諸元を表1に示す。

表1 供試体の寸法諸元

供試体名	幅厚比 R	全幅 B	板厚 t	補剛材高さ h_s	補剛材板厚 t_s	充填高さ
L-80NA	0.8	36mm	9.0mm			900mm
L-80NB	0.8	36mm	9.0mm			1260mm
L-80SA	0.95	36mm	4.5mm	45mm	6.0mm	900mm
L-80SB	0.95	36mm	4.5mm	45mm	6.0mm	1260mm

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

表2 降伏応力度

板厚 t	降伏応力度 σ_y
4.5mm	303MPa
9.0mm	284MPa

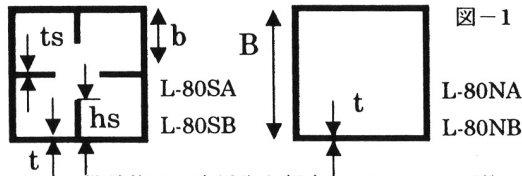


図-1

表3 実験条件

供試体名	載荷鉛直力 P	軸力比 P/P_y	降伏変位 δ_y
L-80NA	279KN	0.07	8.0mm
L-80NB	280KN	0.07	8.0mm
L-80SA	142KN	0.06	9.5mm
L-80SB	142KN	0.06	9.5mm

供試体は、実橋脚を想定しているで、面外力を作用させない状態(死活荷重状態)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 $h=175\text{cm}$ 、偏心量 $e=70\text{cm}$ (偏心比 $e/h=0.4$)、断面の全幅(肉厚中心線間) $B=36\text{cm}$ で統一し、幅厚比 R を各目標値になるように板厚を変化させて調整した。また、補剛材本数は1本とし、補剛材剛比(r/r^*)は3程度になるように定めた。鋼種は板厚4.5mmはSS400、板厚9.0mmはSM400とし、その降伏応力度を表2に示す。コンクリートの充填高さは、断面幅の2.5倍(=900mm)の場合と

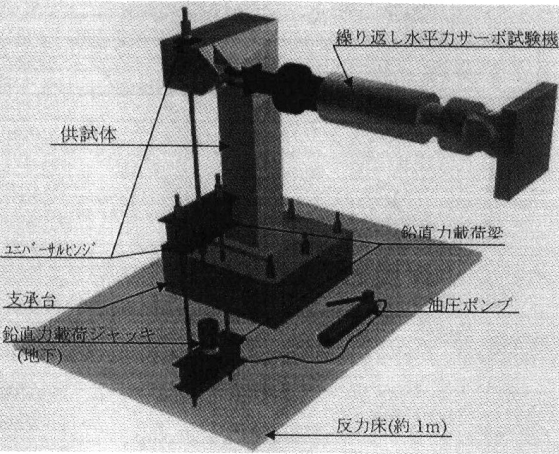


図-2 実験装置全体図

3.5 倍(=1260mm)の場合とした。供試体名は“L-”の次の数字は“幅厚 $\times$ 100”で“N：無補剛、S：補剛”、“A：コンクリート充填高さ 900mm、B：同じく 1260mm”を後につけて表した。

- (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。供試体載荷点からユニバーサルヒンジ、鋼棒、載荷梁と連結させ、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 $\pm \delta_y$ の整数倍を供試体が破壊に至るまで与えた。降伏変位 δ_y は中空断面の供試体の供試体¹⁾²⁾と比較検討するために、中空断面脚の基部が降伏する時の水平変位として定めた。

3、実験結果

- (1) 破壊状況：L-80NA と L-80NB の破壊状況について写真 1，2 に示す。

L-80NA の場合、 $+3\delta_y$ から降伏線が目視できるようになり、 $+5\delta_y$ で基部の鉛直荷重側(南側)で局部座屈が発生し、載荷回数を重ねるとともに座屈変形が増大した。L-80NB も同様 $+3\delta_y$ から降伏線が目視できるようになり、 $+5\delta_y$ で基部の鉛直荷重側(北側フランジ西側)で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。図-3 に最大荷重とその時の変位を示す。

供試体名	H max (tf)	δ max(mm)
L-80NA	30.1	48.05
L-80NB	29.93	40.05
L-80SA	15.97	28.45
L-80SB	19.725	80.93

図-3 最大荷重とその変位

- (2) 荷重-変位曲線：図-4 に L-80NA と L-80NB 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。L-80NA は $+5\delta_y$ で基部に局部座屈が発生したあとも比較的勾配は緩やかで、コンクリートを充填したことにより、脆性的な破壊を防止し、変形性の向上が多少見られた。L-80NB も同様に $+5\delta_y$ で基部に局部座屈の発生後、勾配は $+\delta_y$ 側(サーボ試験機の方へ引く側)が特に緩やかになり、変形性の向上が見られた。以上、充填高さの異なる 2 体について示したが、両者とも充填率は十分である為、結果に大きな差は見られなかった。

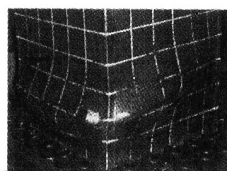


写真1 L-80NA 左：座屈状況 右：内部状況

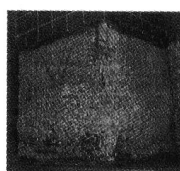
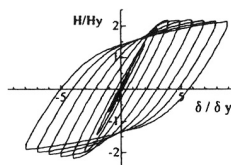
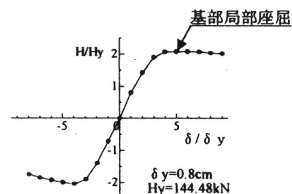


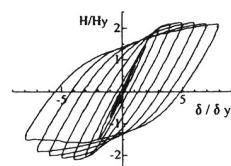
写真2 L-80NB 左：座屈状況 右：内部状況



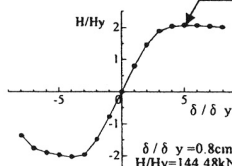
(a) L-80NA 左：履歴曲線



(a) L-80NA 右：包絡線



(b) L-80NB 左：履歴曲線



(b) L-80NB 右：包絡線

図-4 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、上部構造が偏心して作用するような逆 L 形橋脚の履歴挙動に関する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) 川畑 智亮：面外繰返し力を受ける逆 L 形橋脚の履歴挙動実験 平成 13 年 西部支部
- 2) 崎元 達郎、中山 雅文 他 3 名：面外繰返し力を受ける逆 L 形… 土木学会論文集 No.696/I-58 2002.1