

I-B 283 鋼八角形断面橋脚の繰り返し载荷耐震実験

瀧上工業（株） 正会員 林 幸司
 瀧上工業（株） 正会員 西澤正博
 愛知工業大学 正会員 青木徹彦
 愛知工業大学 学生員 山田将樹

1. はじめに

阪神大震災を機会に、高速道路橋脚の耐震性能の把握が重要視されてきている。この分野では、従来箱形断面の橋脚についての実験的研究はいくつか行われている[1],[2]。本研究では正八角形断面を有する鋼製橋脚を対象に1/3~1/5の縮小モデルを製作し、これに水平繰り返し荷重を作用させて地震力が作用したときの荷重-変形特性を実験的に調べたものである。八角形断面は従来の箱形やパイプ断面に比べ、縦方向に光の陰がつくられ錯視現象によりスマートに見えるという美観上の利点があるほか、断面構成板要素の幅厚比が小さくできるため局部座屈が生じにくく、耐震性能上有利と考えられる。この部材は第2東名高速道での使用の可能性も考え、現場での部材組立を想定し、断面の半分ずつを縦方向にボルト結合した実験供試体を用いている。

2. 実験計画および実験方法

2.1 実験計画 実験供試体は材質SS400、板厚 $t=6\text{mm}$ の板材を半径 $R=100\text{mm}$ で曲げ加工し、正八角形断面の半分をつくる。これを2体合わせ、内側のリブを相互に高力ボルトで接合して組み立てる。これを2体用意する。供試体の形状および寸法を図1に示す。公称値を用いた供試体断面積は $A=272.6\text{ cm}^2$ 、断面2次モーメントは $I=274300\text{ cm}^4$ である。試験体は下端固定、上端自由とし、上端にMTS社製50tonfアクチュエータ2基をセットして、水平繰り返し力を与える。断面継ぎ手の方向（図1(b)のX軸方向）に外力を作用させるものをType-Aとし、接合面に垂直（図1(b)のY軸方向）に作用させるものをType-Bとする。

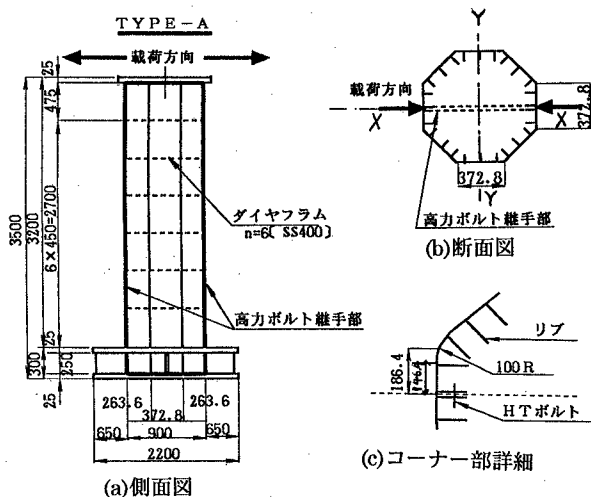


図1 供試体寸法

2.2 実験方法 荷重は降伏変位 δ_y を基準に、この整数倍を往復3回ずつ生ずるよう変位制御を行う。鉛直力は今回の実験では省略している。降伏変位の決め方は、片持ち柱供試体の基部に張り付けたひずみゲージの値が素材引張り試験から求められた降伏ひずみに達したときの変位とし、またそのときの荷重を降伏水平荷重 H_y と置く。試験体 Type-B では図2に示すような縦方向せん断ずれを許すように、分割された供試体の頂部の各々にピン取り付け具をボルト結合する。また分割線上にずれを測定するための変位計を6個取り付ける。Type-A、Bとも試験体下部の局部座屈を生じる部分にひずみゲージ多数を張り付ける。水平変位の計測のために、部材頂部から下部へ6カ所に変位計をセットする。

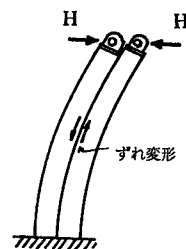


図2 Type-Bの荷重とずれ変形

3. 実験結果とその考察

3.1 素材引張り試験 3本の引張り試験結果の平均により降伏応力 $\sigma_y = 3562 \text{ kg/cm}^2$, 降伏ひずみ $\epsilon_y = 1671 \mu$ を得た。この値を用いた 頭頂部の降伏変位は $\delta_y = 12.87 \text{ mm}$, 降伏水平荷重は $H_y = 67.85 \text{ tf}$ であった。

3.2 繰り返し载荷実験

(1) 水平荷重-変位履歴曲線 実験によって得られた水平荷重-柱頭水平変位履歴曲線を 図3に示す。いずれの供試体も $3\delta_y$ 付近で基部にリブ間に明瞭な局部座屈が観測された(図4参照)。座屈は基面から $10\sim 30 \text{ cm}$ の高さで生じた。供試体 Type-A では $6\delta_y$ の2サイクル終了時あたりで、また Type-B では $7\delta_y$ の1サイクルで基部の板要素に割れが生じたため、実験を終了した。図3からも分かるように、板要素に割れを生じる直前まで耐力の低下はほとんどなく、大きな水平変位までよく耐えている。Type-B の最大荷重は Type-A 試験体の約13%低い値であった。

(2) エネルギー吸収性能 図3に示す水平荷重-変位履歴曲線において、各サイクルでのループの面積がそのサイクルのエネルギー吸収量を表す。これを構造物の破壊とみなされるまで累積した値がその構造物のエネルギー吸収性能となる。これを各サイクルごとにプロットすると 図5 となる。同図の縦軸は $H \times \delta / H_y \times \delta_y$ の倍率で表している。

(3) 縦継ぎ手部のせん断変形 供試体 Type-B では ボルトによる縦継ぎ手部でせん断ずれが生じた。柱頂部での水平荷重-ずれ変位の関係を 図6に示す。はじめのずれは突然大きな音とともに生じ、数サイクルの間スティック スリップを生じたが、やがてスムーズなずれ変形となった。図6から分かるように、ずれが始まるとサイクルに関係なく、ほぼ一定の勾配で変化している。

4. まとめ

八角形鋼製橋脚が地震力を受けた場合、どのような荷重-変形状を示すかを実験的に調べた。降伏変位を超える繰り返し载荷によって、供試体基部の板要素にリブ間局部座屈を生じたが、橋脚モデル自体の強度は 6 ないし $7\delta_y$ まで耐力はほとんど低下せず、箱形や円形断面部材に比べて優れた耐震性能を示したと思われる。また縦継ぎずれ変形によってエネルギー吸収能が大きくなることが認められた。今後より詳細な検討を行う。

参考文献 1) 宇佐見、今井、青木、伊藤：繰り返し荷重を受ける鋼圧縮部材の強度と変形能に関する研究：構造工学論文集、Vol.37A.1991.

2) 宇佐見、板野、是津、青木：鋼製橋脚モデルの繰り返し弾塑性挙動におよぼす荷重履歴の影響：構造工学論文集、Vol.39A.1993.

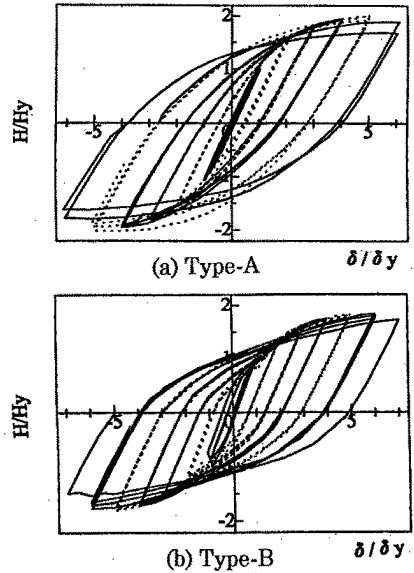


図3 水平荷重-柱頭水平変位履歴曲線



図4 基部の局部座屈変形 (Type-A)

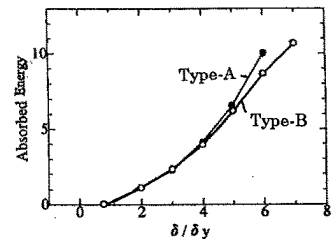


図5 エネルギー吸収性能

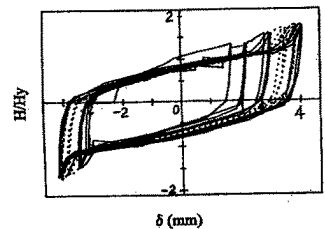


図6 荷重-ずれ変形関係