

テーパ付き単柱式矩形断面鋼製橋脚の正負交番繰り返し載荷実験

(株)東光コンサルツ フィロ 高久達将 愛知工業大学 正会員 青木徹彦○日本電子計算(株) 正会員 松田 宏
(株)宮地鐵工所 正会員 中島一浩 川崎製鉄(株) 正会員 熊野拓志

1. はじめに 阪神大震災の被害状況を踏まえ、平成 8 年 11 月の道路橋示方書の改定を契機に、鋼製橋脚の耐震性能に関する研究は盛んに行われてきた。また、近年の橋梁構造・工法等の多様化を踏まえ、性能照査型設計の適用にあたり、新形式の橋梁構造を実験および解析により、その妥当性を十分に検証することで採用できる仕組みも検討されている。筆者らは、こうした背景を受け、コンクリートを充填しない鋼製橋脚に対しても、コンクリートを充填した鋼製橋脚と同程度の耐力およびじん性を有することが可能と考えられる構造形式の研究を試みた。本稿では、橋脚基部への応力集中の緩和や塑性ヒンジ領域の拡大などをねらいとして、鋼 I 断面桁などに採用されている¹⁾テーパ(TP)鋼板を用いて、橋脚基部からダイヤフラム 2 パネル間のフランジおよびウェブの母材に TP を施した鋼製橋脚の正負交番繰り返し載荷実験を実施し、その応答性状を検討したので以下に報告する。

2 実験概要 実験供試体形状を図-1 に示す。橋脚高さ 2.569m、断面形状は柱上部は 450x450mm で母材板厚 6mm、柱基部は 456x456mm で母材板厚 9mm となっており、3mm の板厚増となっている。実験は、愛知工業大学耐震実験センターの実験施設を用いて実施した。実験は、上部構造重量を想定した一定軸力(板厚 7.5mm の位置で公称値の降伏強度を用いて 0.15Ny 相当を載荷)を載荷した後、水平力を載荷した。水平力の作用位置は橋脚天端より 225mm の位置となっている。水平力載荷は変位制御で行い、材料の公称値に対する降伏耐力に相当する降伏水平変位 δ_y の整数倍変位を片振り幅として、各振幅における繰り返し載荷回数を 1 回とする両振りの漸増繰り返し載荷を行った。使用材質は SS400 である。

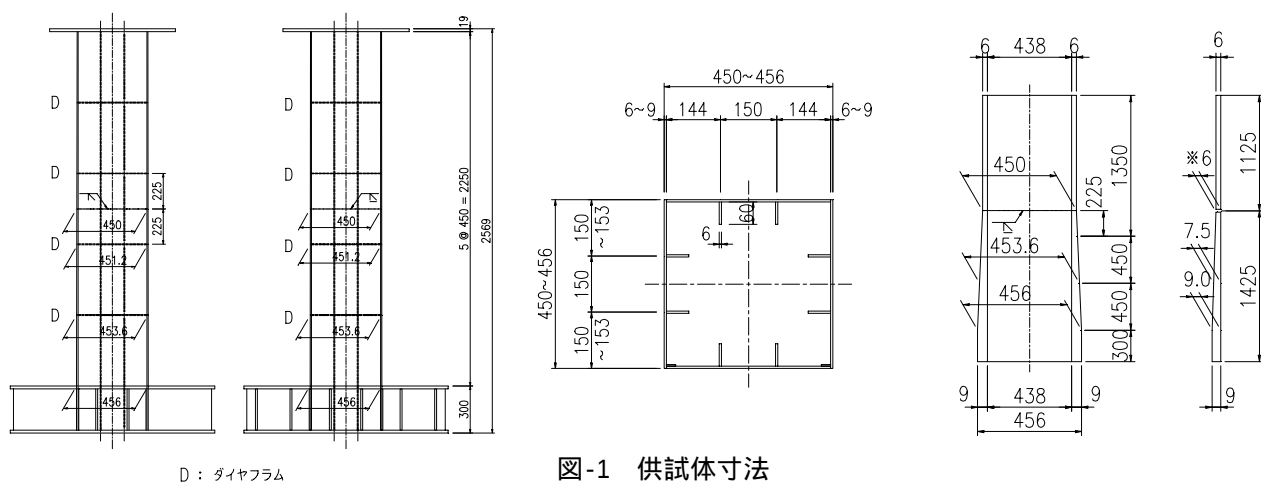


図-1 供試体寸法

3. 実験結果および考察 水平荷重と水平変位の関係を図-2 に示す。また、各 δ_y 時の水平変位の鉛直方向分布を図-3 に、各サイクルにおける正側と負側の水平変位の平均値とエネルギー吸収量の関係を図-4 に、実験終了時のフランジ面の面外変形計測結果を図-5 に示す。これらの結果から以下のことがわかる。(1)図-2 より、耐力比は約 1.9、最大耐力時における塑性率は 4.8 前後となり、一般のコンクリートを充填していない鋼製橋脚と比較して高い値を示している。最大耐力以後の挙動については、 $7\delta_y$ 程度で降伏耐力まで低下しているが、エネルギー吸収量は $7\delta_y$ で最大に達しており、降伏耐力まで低下する領域ではかなりのエネルギー吸収が期待できる。(2)TP 区間の各断面の曲げ耐力はほぼ一致させた設計をしており、応力分配効果が見られる。(3)TP 勾配の程度により、

キーワード：鋼製橋脚、耐力力、変厚鋼板、テーパプレート、エネルギー吸収

連絡先：〒270-1334 東京都江東区東陽 2-4-24、tel：03-5690-3204、fax：03-5690-3227

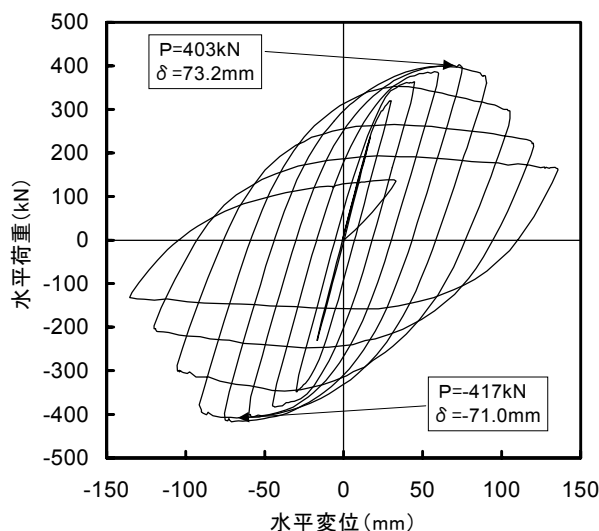


図-2 水平荷重 - 水平変位関係

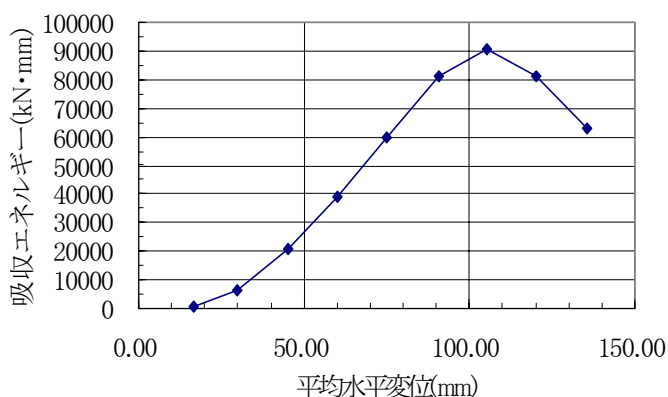


図-4 エネルギー吸収量

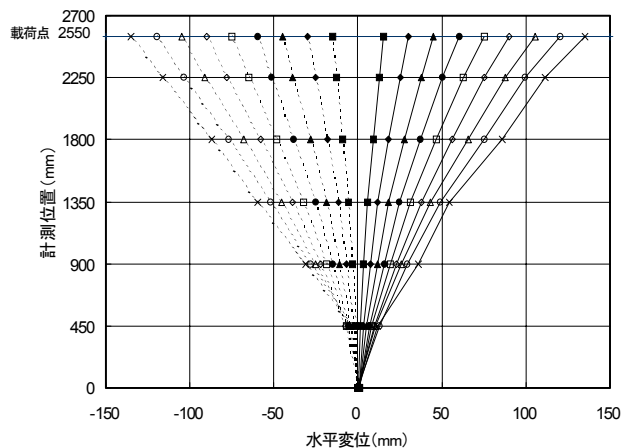
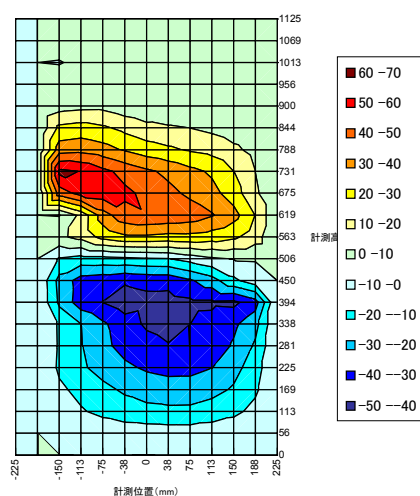


図-3 水平変位の鉛直方向分布

図-5 フランジ面外変形 ($10\delta_y$)

TP 開始断面付近にも応力集中が生じ、局部座屈が先行する可能性が高い。この現象は、鋼断面の板厚変化断面やコンクリート充填境界面など剛性が急変する部位の破壊現象に類似している。また、図-3 および図-5 に示すように、面外方向に対してダイヤフラム位置を節とした座屈モードが顕著に発生しており、外面へのTP板厚勾配配置の影響が伺われる。応力集中緩和のためには、TP板厚勾配を内面、外面等分に配置することが望ましい。

4. 簡易計算法による検証 文献 2) で実施したように、幅厚比パラメータ R_F から限界ひずみを推定し、各断面の $M - \phi$ 関係を算出して、最大耐力および最大変位を算出し、実験結果と比較を行った。最大耐力は 366kN で実験結果と比較して約-12%、最大耐力時変位は 84mm で実験結果に対して約+15%となった。ほぼ妥当な結果となったが、解析による最大変位が実験結果を上回った点については、さらに詳細の検討を要する。また、TP 領域はほぼ同一の水平力が作用している状態で塑性化していることを確認した。

5. まとめと今後の課題 TPを有する鋼製橋脚に対する耐力およびじん性に関する性能の検討を行い、いずれも同程度の断面性能を有するコンクリート未充填鋼製橋脚に対する優位性があることがわかった。今後、さらにデータを収集し、曲げによるフランジの応力勾配の緩和効果、軸力による $P - \delta$ 効果の低減効果、せん断に対するウェブの補剛効果、応力集中の緩和、座屈領域の拡大効果等の検証が必要である。なお、本研究は、(社)日本橋梁建設協会耐震研究委員会のワーキングとして進めてきた成果の一部であり、関係者に感謝の意を表する。

参考文献 1)坂本ら:2 径間連続箱桁橋および橋脚へのLP 鋼板の適用性について、第 55 回土木学会年次講演会概要集、I-A229、2000.9 2)熊野ら: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 回保耐シンポジウム講演概要集、C2-7、2000.12