

繰り返し水平荷重を受ける鋼製R付箱形断面橋脚の有限要素解析

九工大 学生員 ○阿部圭吾
 九工大 正 員 山口栄輝
 福北公社 正 員 堂上幸男

九工大 学生員 林 正孝
 名工大 正 員 後藤芳顯
 福北公社 正 員 吉崎信之

1. はじめに

1995年の兵庫県南部地震以降、鋼製橋脚の耐震性能に関する研究が活発に進められている。実験的研究が重要なことは言うまでもないが、多大な経費や時間がかかるため、解析的研究も精力的に行われている。

本研究では、円形や矩形に比べ、耐震性能に関する資料が少ない、柱コーナー部に曲率を有する箱形断面(以下、R付箱形断面と呼ぶ)の変形挙動を、汎用有限要素解析プログラムを用いて解析し、実験結果¹⁾と比較する。

2. 解析モデル

図-1 に本研究で解析した供試体モデルの概略を示す。対称性を考慮して供試体の 1/2 のみを解析対象とし、下端部より約半分の高さまでをシェル要素、残りは梁要素を用いて要素分割した(図-2)。境界条件として、下端部を完全固定、頭頂部に一定の鉛直荷重 P (供試体断面の全降伏荷重の 15%) を載荷した上で、頭頂部の水平変位 δ を制御することにより繰り返し載荷した。その際には、最大水平変位が漸次増加するものとした。なお本解析では局部座屈が発生するため、有限変位、有限ひずみ問題として解析を行った。

材料挙動は、関連流れ則に従うミーゼス型弾塑性理論の構成則で記述できるとした。硬化則には、通常の移動硬化則と三曲面モデル²⁾を用いた。

三曲面モデルは、鋼製橋脚の繰り返し荷重下の挙動を精度よくシミュレートすることを目的として提案された繰り返し塑性モデルであり、不変の境界曲面と縮小・移動する降伏曲面の間に、硬化係数の変化を表す不連続曲面が新たに定義されている。またこのモデルは、土木研究所で実施された鋼製橋脚の繰り返し載荷実験結果を用いてキャリブレーションを行い、解析に必要なパラメータ数を減らし、鋼材の一軸引張試験の結果のみからすべてのパラメータが決定できるよう工夫されている。本解析では、図-3 に示す一軸引張試験結果からパラメータを決定した。

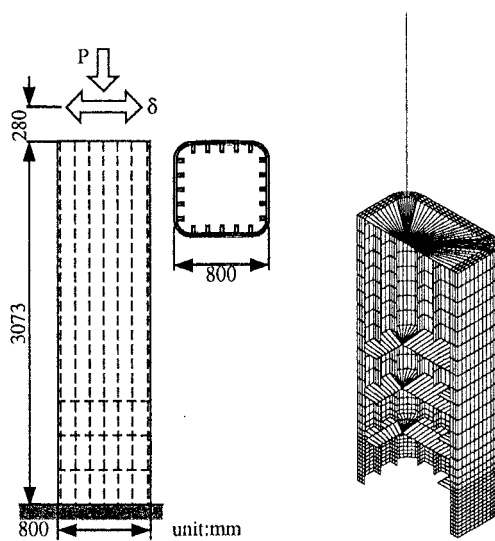


図-1 供試体概略

図-2 メッシュ図

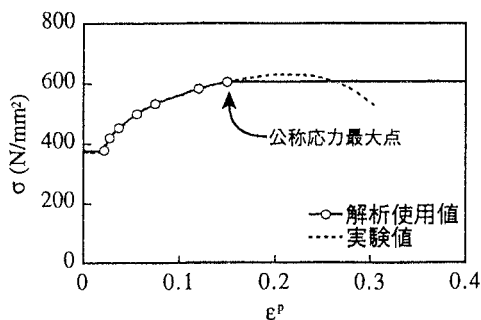
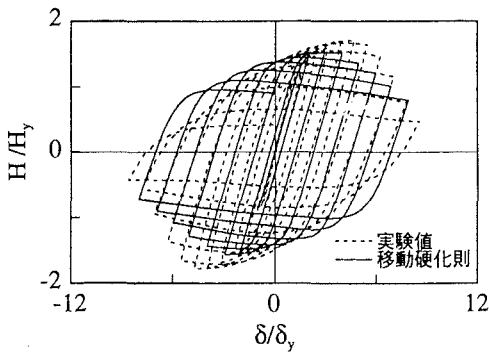
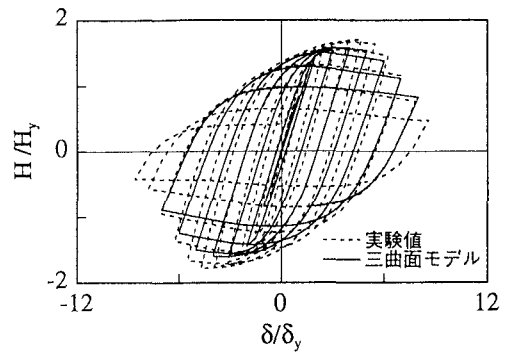


図-3 一軸引張り応力下の材料挙動



(a) 移動硬化則



(b) 三曲面モデル

図-4 荷重-変位曲線

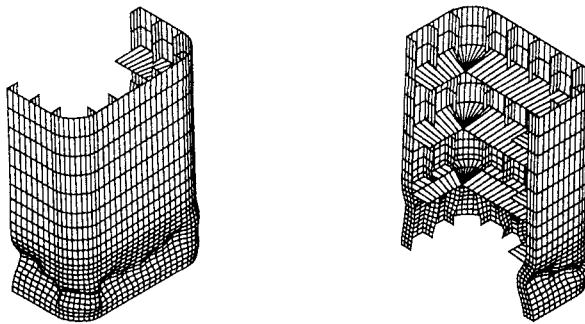


図-5 座屈モード ($\delta/\delta_y = +8$)

3. 解析結果および考察

解析結果を図-4に示している。図中、 δ_y は初期降伏が生じる際の頭頂部水平変位、 H_y は δ_y に対応する水平荷重である。

図-4(a)に示すように、通常の移動硬化則を用いた場合、除荷直後の剛性を過大に評価するため、履歴曲線はかなり膨らみ、実験結果と異なった形状となる。これに比べて三曲面モデルによる解析では、実験値と非常に良く合った履歴曲線が得られている(図-4(b))。また最大値に関しても、三曲面モデルによる解析結果の方が実験値に近い値となっている。

図-5に変形性状を示しているが、座屈モードに補剛材の効果が見られ、実験結果と良く似たものとなっている。

4. おわりに

R付箱形断面橋脚の解析に移動硬化則を用いた場合、実験結果とかなり異なった履歴曲線となる。これに対し三曲面モデルを用いれば、計算結果は改善される。円形断面橋脚や矩形断面橋脚に対する三曲面モデルの有効性はすでに報告されているが、本研究の結果より、三曲面モデルはR付箱形断面橋脚についても有効であることが理解される。今後はこのモデルを用いて、補剛材剛比の影響等を解析的に検討する予定である。

参考文献

- 1) 吉崎他：鋼製R付箱形断面橋脚柱の耐震性に関する実験，鋼製橋脚の非線形数値解析と耐震設計に関する論文集，土木学会，pp.339-346，1997年。
- 2) 後藤他：繰り返し荷重を受ける鋼製橋脚の有限要素解析と材料構成則，鋼製橋脚の非線形数値解析と耐震設計に関する論文集，土木学会，pp.209-216，1997年。