

繰り返し水平荷重を受ける鋼製R付箱形断面橋脚の力学特性

九州工業大学 学生員 ○南野能克・林 正孝
 九州工業大学 正会員 山口栄輝・久保喜延
 名古屋工業大学 正会員 後藤芳顕

1. はじめに

コーナ部に曲率を有する鋼製箱形断面(R付箱形断面)橋脚については、大地震に対する耐震設計を行うための基礎的資料が必ずしも十分に得られておらず、実橋脚の1/3.4の供試体を用いて実験が行われた¹⁾。筆者らは、この実験結果に基づき、三曲面モデルを用いた複合非線形有限要素解析で載荷実験を精度良く再現できることを先に示した²⁾。本研究では、この解析法により、軸力比と細長比をパラメータとして、それらがR付箱形断面橋脚の強度と変形能に及ぼす影響を検討した。また、その結果を通常の箱形断面橋脚に対して提案された推定式と比較した。

2. 解析方法

本研究では、文献1)の実験供試体を基本橋脚とし、それをもとに細長比、軸力比を変化させて解析を行った。基本橋脚を図-1に示す。要素分割は、対称性を考慮して1/2のみを解析対象とし、柱基部から1800mmの高さまではシェル要素、残りの部分は梁要素で要素分割を行った(図-2)。使用鋼材はSM490Yである。解析に用いた構成則は三曲面モデルであり、材料パラメータは図-3に破線で示す一軸引張試験結果から定めた。細長比パラメータ $\bar{\lambda}$ は0.200, 0.250, 0.289, 0.400, 0.500, 0.600の6ケース、軸力比 P/P_y (P_y =全断面降伏軸力)は各細長比について10%, 15%, 20%, 25%の4ケースを設定し、合計24ケースの解析を行った。

載荷条件は、供試体を一定圧縮軸力 P として作用させた上で、繰り返し水平荷重 H を準静的に作用させる水平交番載荷を採用した。水平荷重 H の大きさは、載荷点の水平変位 δ の振幅が $0 \rightarrow +\delta_y \rightarrow -\delta_y \rightarrow +2\delta_y \rightarrow -2\delta_y \rightarrow \dots$ と漸次増加しながら変化するように制御した。なお、基本変位 δ_y は橋脚を片持梁と見なして求めた初期降伏水平変位である。

3. 解析結果および考察

3.1 細長比の影響

解析結果として、軸力比が10%の場合における載荷点での水平荷重-水平変位履歴曲線の包絡線を図-4に示す。図中、 H_y は、橋脚を片持梁と見なして求めた初期降伏水平荷重である。この図から細長比が大きくなるにつれて、最大耐力およびそれに対応する水平変位が小さくなること、最大耐力以降の耐力低下の度合いが大きくなることが理解される。特に、後者については細長比の影響が顕著に表れており、全解析結果を見ると、軸力比が大きくなるにつれてその傾向が強くなっている。

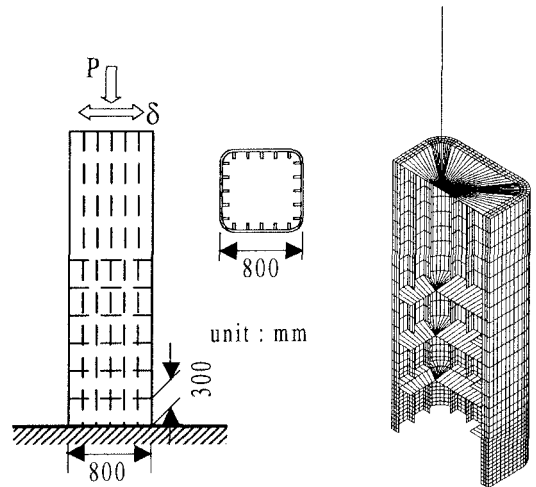


図-1 基本橋脚概略

図-2 要素分割

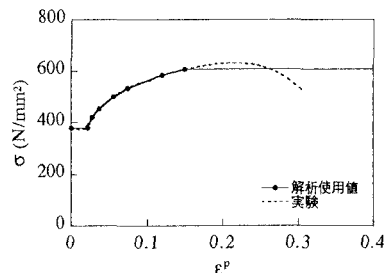


図-3 一軸引張応力下の材料挙動

3.2 軸力比の影響

解析結果として、細長比パラメータが0.250の場合の水平荷重－水平変位履歴曲線の包絡線を図-5に示す。図-5(a)で用いている H_{y0} と δ_{y0} は、それぞれ軸力がゼロの場合における初期降伏水平荷重、初期降伏水平変位である。図-5(a)を見ると、軸力比が大きくなるにつれて、最大耐力および対応する水平変位が減少することが理解される。しかしながら、 H_y と δ_y で無次元化すると、図-5(b)に示すように、軸力比の影響は小さくなる。

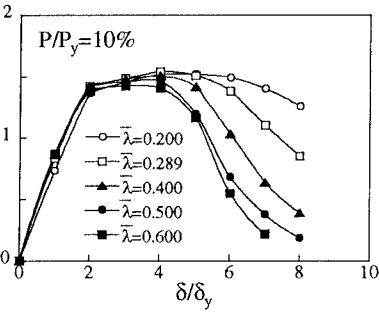
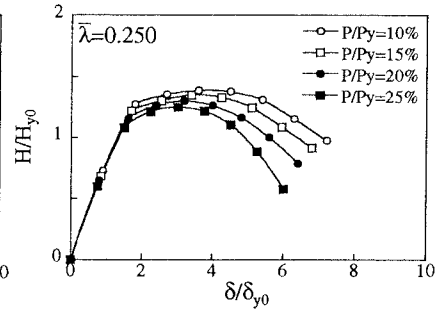
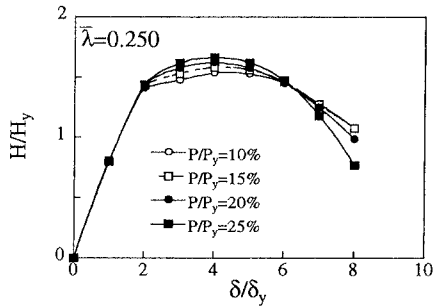


図-4 細長比の影響 ($P/P_y = 10\%$)



(a) H_{y0} , δ_{y0} による無次元化

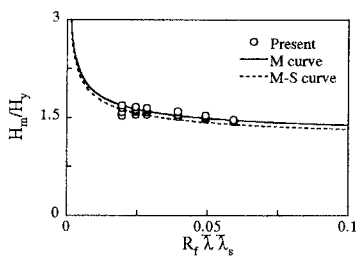


(b) H_y , δ_y による無次元化

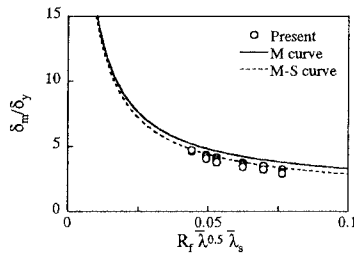
図-5 軸力比の影響 ($\bar{\lambda} = 0.250$)

3.3 箱形断面橋脚の推定式³⁾との比較

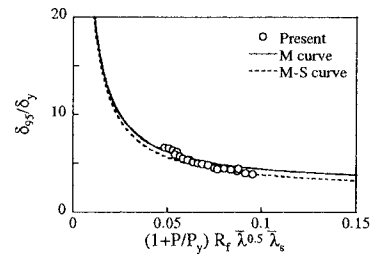
葛らは文献3)において、箱形断面橋脚の耐力と変形能の推定式を提案している。図-6に、推定式と本解析結果を示す。図中、M curveは箱形断面橋脚における平均値曲線、M-S curveは平均値曲線から標準偏差 S を差し引いた曲線である³⁾。また H_m , δ_m , δ_{95} , $\bar{\lambda}_s$ は、それぞれ最大水平耐力、それに対応する水平変位、最大耐力の95%まで耐力が低下した点での水平変位、補剛材細長比パラメータを表している。いずれの図でも、本解析結果は推定式とよい相関性のあることがわかる。



(a) $H_m/H_y - R_f \bar{\lambda} \bar{\lambda}_s$ 関係



(b) $\delta_m/\delta_y - R_f \bar{\lambda}^{0.5} \bar{\lambda}_s$ 関係



(c) $\delta_{95}/\delta_y - (1+P/P_y) R_f \bar{\lambda}^{0.5} \bar{\lambda}_s$ 関係

図-6 解析結果と推定式との比較

参考文献

- 1) 吉崎他: 鋼製R付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) 山口他: 繰り返し水平荷重を受ける鋼製R付断面橋脚の弾塑性有限変位解析, 第2回鋼構造物の非線形数値解析と耐震設計への応用に関する論文集, 土木学会, pp. 249-254, 1998年.
- 3) 葛漢彬, 高聖彬, 宇佐美勉: 鋼製補剛箱形断面橋脚の繰り返し弾塑性解析と耐震性評価, 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. 85-92, 1997年.