

I - B 194

箱形断面を有する鋼製橋脚の弾塑性挙動に関する研究

(株)ニュージェック 正会員 陵城成樹・内田諭

阪神高速道路公団 正会員 木代穰・小林寛

京都大学大学院 フェロー 渡邊英一

1. はじめに

本研究では、鋼製橋脚の水平荷重と水平変位との関係における解析精度を向上させるため、鋼材のひずみ硬化を考慮できる簡易解析モデルを提案し、この解析結果と実験結果とを比較して鋼材のひずみ硬化が、鋼製橋脚の変形性能に与える影響を解析的に明らかにしている。この結果、鋼製橋脚の終局状態（最高耐力点）における水平荷重と水平変位との関係は、終局圧縮ひずみ ε_u を定義し、鋼材のひずみ硬化を考慮することにより、精度良く求められることが明らかになった¹⁾。

2. 正負交番載荷実験の概要

表-2.1 実験供試体の一覧

Side View	No.	Loading	Cross Section	No.	Loading	Cross Section
	H1	Monotonous loading (one side)	Design parameters SM490Y R_{pf} 0.35 R_{pw} 0.44 R_t 0.71 γ/γ^* 0.56 σ_e/σ_y 0.104 λ 0.49	H4	Cyclic loading (10 times)	Design parameters SS400 R_{pf} 0.37 R_{pw} 0.37 R_t 0.48 γ/γ^* 5.03 σ_e/σ_y 0.07 λ 0.57
	H2	Cyclic loading (3 times)				
	H3	Cyclic loading (3 times)				
	H5	Monotonous loading (both side)	Design parameters SM490Y R_{pf} 0.39 R_{pw} 0.39 R_t 0.50 γ/γ^* 3.04 σ_e/σ_y 0.094 λ 0.53	H8	Cyclic loading (1 times)	Design parameters SM490Y R_{pf} 0.39 R_{pw} 0.39 R_t 0.50 γ/γ^* 1.00 σ_e/σ_y 0.094 λ 0.53
	H6	Cyclic loading (1 times)				
	H7	Cyclic loading (3 times)				

実験は、建設省土木研究所・部材耐震実験棟において行った。荷重載荷方法は軸力を載荷しながら変位制御で行った。表-2.1には、これらの実験供試体の一覧を示している。（表中 R_R の添字 f と w は、それぞれフランジ、およびウェブを表す。）

3. 簡易モデルにおける静的解析

解析モデルの断面は縦補剛材を等価な外縁鋼板の板厚に置き換えた無補剛断面である。等価板厚の算定においては、供試体の外形寸法を一定とし、断面2次モーメントを一定として算出している。

また、解析に使用した鋼材の応力とひずみとの関係はひずみ硬化を考慮したパイ・リニア型とした。なお、箱形断面を有する鋼製橋脚の曲げモーメントと曲率との関係は、断面分割法により求めた。ここでは、文献2)と同様にして、鋼製橋脚の水平荷重 H と水平変位 δ との関係を解析的に求め、実験結果との比較を行う。

図-3.1には、解析結果(波線、および一点鎖線)と実験で得られた供試体 H6、H7、および H8 の荷重－変位曲線の包絡線(実線)とを比較して示している。図中の▲は $E^*/E=1/200$ とした時の下端断面の圧縮ひずみが $10\varepsilon_y$ 、および $20\varepsilon_y$ に達した時の解析値を示し、△は $E^*/E=1/150$ のときのものである。ここで E は弾性係数であり、 E^* は鋼材の応力とひずみとの関係における二次勾配である。最高耐力力点において、供試体 H6、および H7 ($\gamma/\gamma^*=3.0$) の実験値と解析値とを比較した場合、鋼材の2次勾配比 $E^*/E=1/200$ とし、基部断面の圧縮ひずみ ε_u が $20\varepsilon_y$ に達したとき、解析値と実験値とがほぼ一致することが明らかとなった。

キーワード：箱形鋼製橋脚、弾塑性挙動、補剛板、変形性能、ひずみ硬化

連絡先：〒542-0082 大阪市中央区島之内 1-20-19、電話 06-6245-4901、Fax:06-6251-2565

同様に供試体 H8 ($\gamma/\gamma^*=1.0$) の実験値と解析値とを最高耐力力点で比較した場合、圧縮ひずみ ϵ_u が $10\epsilon_Y$ に達したとき、解析値と実験値とが良く一致していることがわかる。

図-3.2 には実験で得られた最高耐力力点におけるひずみ値から求めた曲率分布を●で、そして鋼材の 2 次勾配比 $E^*/E=1/200$ 、終局圧縮ひずみ $\epsilon_u=20\epsilon_Y$ における解析結果から得られた曲率分布を実線で示している。解析値と実験値はよく一致していることがわかる。

これらの結果から、式(3.1)に挙げる制限値を満足する鋼製橋脚の終局状態を式 (3.2) のように規定した。

$$\left. \begin{array}{l} \text{①板パネルの幅厚比パラメータ: } R_R \leq 0.4 \\ \text{②縦補剛材の幅厚比パラメータ: } R_I \leq 0.5 \\ \text{③縦補剛材の補剛材剛比: } \gamma/\gamma^* \geq \beta \end{array} \right\} (3.1) \quad \text{ここで、} \beta=1\sim 3$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{④鋼製橋脚の終局圧縮ひずみ } \epsilon_u \\ \text{ } 1.0 \leq \gamma/\gamma^* < 3.0 \text{ のとき } \epsilon_u = 10\epsilon_Y \\ \text{ } 3.0 \leq \gamma/\gamma^* \text{ のとき } \epsilon_u = 20\epsilon_Y \end{array} \right\} (3.2)$$

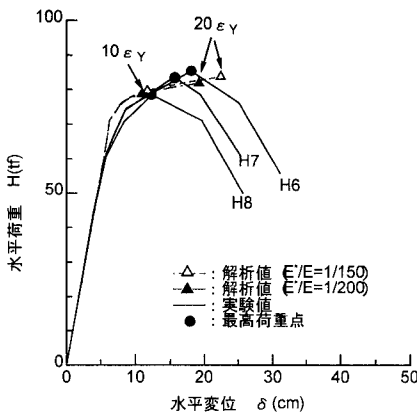


図-3.1 荷重－変位関係（静的解析結果）

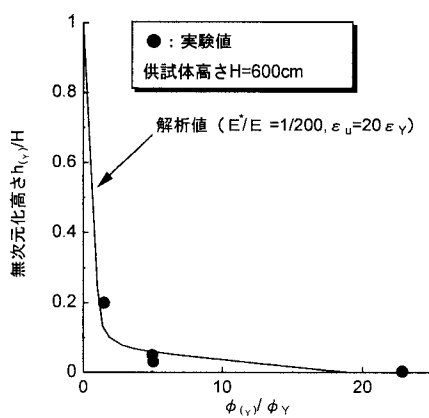


図-3.2 曲率の分布（供試体 H6 最高耐力力点）

4. まとめ

本研究において得られた結論をまとめると次のようになる。

- 1) 供試体 H6～H8 の実験結果と解析結果との比較より、最高耐力力点において、鋼材の 2 次勾配比を $E^*/E=1/150\sim 1/200$ の範囲に設定したとき、最下端断面の圧縮ひずみ ϵ_u は $20\epsilon_Y$ に達しており、解析値は実験値をよく近似している（図-3.1 参照）。
- 2) 今後の課題としては、①弾塑性有限変位解析との比較検討、②長方形断面や、角 R 付き断面を有する鋼製橋脚の弾塑性挙動に関する検討、③面内ラーメン鋼製橋脚橋脚の弾塑性挙動に関する検討等が挙げられる。

謝 辞

本研究は、「鋼製橋脚研究委員会、主査：北田大阪市立大学助教授、(財)阪神高速道路管理技術センター」に関連して行ったものである。ここに委員の方々に深く感謝の意を表するものである。

参考文献

- 1) 例えば S.Okashiro, Y.Horie, T. Nishioka, A. Nanjo: Experimental Study on a Seismic Design Method of Steel Bridge Piers, Proceedings of PSSC'98, Vol.1, pp.619～624, October,1998
- 2) 日本道路協会:道路橋示方書・同解説:V.耐震設計編, 1996 年 12 月