

新日本製鉄 正員 寺田昌弘
名古屋大学 正員 宇佐美勉
名古屋大学 学生員 鈴木森晶

1. 序： 本論文は、設計法がまだ明確にされていない、大地震時の片持柱タイプの鋼製橋脚の耐震設計法について触れたものである。まず、実験データ [1-4] を用いて種々のパラメータを有する鋼箱形断面片持柱の復元力特性をモデル化し、強震時の弾塑性地震応答解析結果を実施し、鋼製橋脚の安全性および使用性を評価する方法を提案する。さらに、それらの照査式を満たす橋脚の支配パラメータの領域を決定し、1次設計のみで鋼製橋脚の設計が可能な方法を提案する。

2. 復元力モデルの構築： 鋼製橋脚の復元力特性を表すモデルには3パラメータモデル [5] を修正したものを用い、剛性低下と強度劣化を考慮した。Fig.1 に示すような一定軸力と繰り返し水平荷重を受ける無補剛および補剛箱形断面片持柱の実験結果 [1-4] からひずみ硬化の影響の度合いによって復元力モデルを Fig.2 に示す3タイプに分け、それぞれに、異なった履歴曲線決定のルールを採用した。ここで R_f はフランジの幅厚比パラメータ、 λ は細長比パラメータである。モデル化にあたっては、破壊点（水平荷重-水平変位の履歴曲線の包絡線が、最高荷重から荷重が低下して再び降伏変位になる点）までの吸収エネルギー量と包絡線の形状を実験結果と一致させるようにした。履歴曲線の例を実験曲線と比較して Fig.3 に示す。

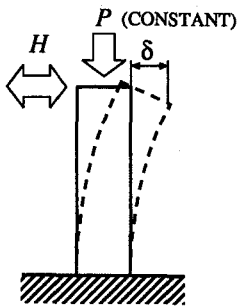


Fig.1 Model in Tests

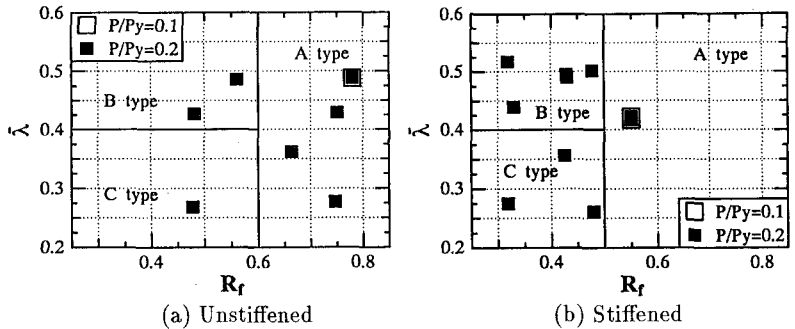


Fig.2 Classification of Restoring Models

3. 橋脚の一次設計： 弾塑性地震応答解析に用いる橋脚は、道路橋示方書に基づいて震度法で許容応力度設計した。フランジの幅厚比、細長比パラメータ、上部工重量、板厚を与えて設計した。パラメータの範囲は、幅厚比パラメータが無補剛断面で 0.4-0.7、補剛断面で 0.3-0.5、細長比パラメータは両断面とも 0.25-0.50 である。軸力比（軸力/降伏軸力）は、上記の値を与えることで自動的に決定されるが、おおよそ 0.10-0.25 の範囲にある。なお軸力比の値は、与えた上部工重量の値と無関係に定まる。

4. 弾塑性地震応答解析法： 構造物を 1 自由度系モデルに置き換えて地震応答解析を行った。入力地震動は建設省土木研究所のレベル 2（地震時保有水平耐力の照査用）の地震波を採用した。減衰定数は 0.05 とし、地盤種別は、道路橋示方書の区分による 3 種類について解析を行った。

5. 損傷度評価法： 本研究では鋼製橋脚の安全性を以下の式で照査する。

$$D = \frac{\delta_{max}}{\delta_u} + \frac{\beta_d}{H_y \delta_u} \int dE \leq \frac{1}{1.5}, \quad \frac{\delta_R}{L} \leq \frac{1}{100} \quad (1)(2)$$

ここで、 D : 損傷度指標、 δ_R : 残留変位、 L : 部材長、 δ_{max} : 最大応答変位、 δ_u : 単調載荷による終局変位、 H_y : 降伏強度の計算値、 dE : 履歴吸収エネルギー増分、 β_d : 正の定数である。式 (1) の 1.5 は安全率であり、式 (2) の 1/100 は暫定的に定めた値である。 β_d は、単調載荷及び繰り返し載荷実験から求め、前述の復元力モデルのタイプごとに定められる定数であり、Table 1 に示すようになった。

6. 結果と考察： I 種、II 種、III 種地盤用の地震波を与えて地震応答解析をした結果を比較すると、入力加速度の特徴がよく表れた応答になった。Fig.4 に I 種および III 種地盤の応答解析結果（無補剛断面で、 $R_f = 0.7$ 、 $\lambda = 0.4$ ）を示す。Fig.5 は上述の照査の結果を、幅厚比パラメータ、細長比パラメータを用いて表したもので

ある。図の丸印をつけた領域が安全でかつ使用性を満たすパラメータ領域である。2つの照査式のうち、残留変形の制限を満たさないものが多かった。本論文では、許容残留変形の値を1/100と設定したが、この値の妥当性については、今後議論していく必要がある。

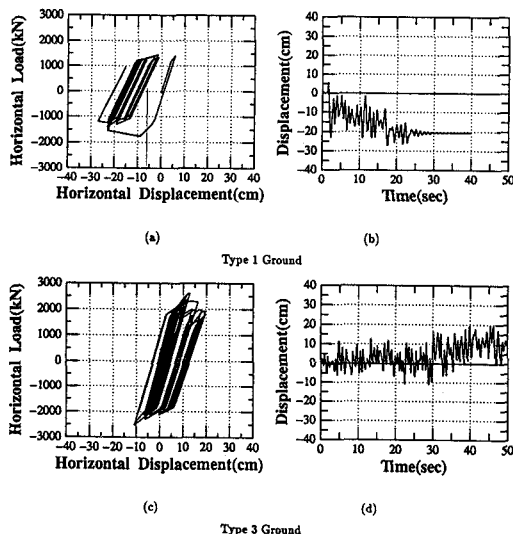
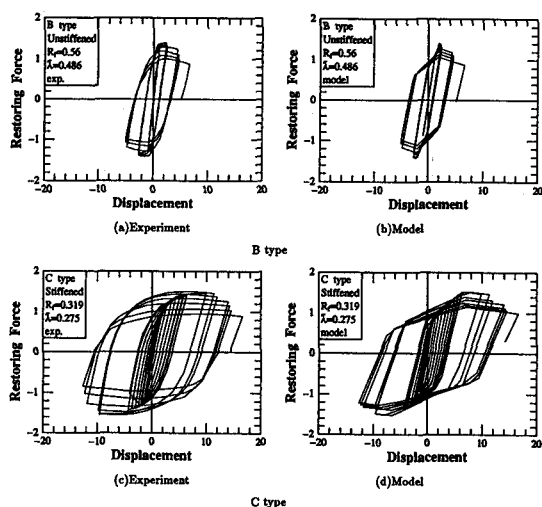


Fig.3 Comparisons of Loops of Experiment and Model

Fig.4 Time-History of Displacement and Restoring Force

Table 1 Values of β_d

Model Type	Section	β_d
A	Unstiffened	0.170
	Stiffened	0.170
B	Unstiffened	0.093
	Stiffened	0.026
C	Unstiffened	0.120
	Stiffened	0.089

7. 結論：一次設計した鋼製橋脚の弾塑性地震応答解析を行うことにより、大地震時にも安全な支配パラメータの領域を求めた。安全なパラメータ領域内で設計を行えば、煩雑な2次設計（地震時保有水平耐力の照査）が不要となる。

参考文献：1) 宇佐美ら，構造工学論文集，Vol.37A，1991，pp.93-106。

2) 宇佐美ら，構造工学論文集，Vol.38A，1992，pp.105-117。

3) 宇佐美ら，構造工学論文集，Vol.39A，1993，pp.235-247。

4) 竹本ら，繰り返し荷重を受ける鋼製橋脚の強度と変形能の推定式，第48回年次学術講演会講演要旨集，1993,9

5) S.K.Kunnath et al, Journal of struct. engrg., Vol.116, No.4, pp.996-1017, April, 1990.

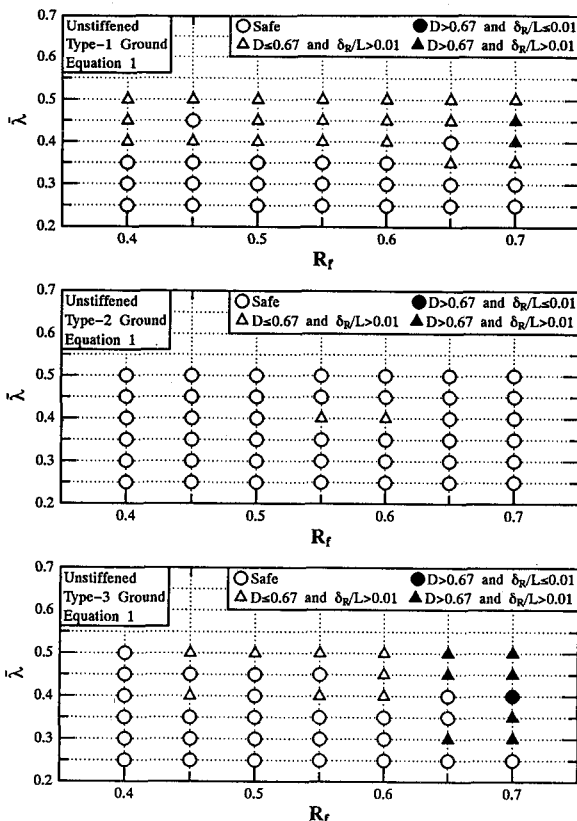


Fig.5 Safe and Unsafe zones of Parameters