

I - 3

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

三菱重工業 正員 竹本潔史
名古屋大学 学生員 鈴木森晶
名古屋大学 正員 宇佐美勉

1. 緒言

名古屋大学では、鋼製橋脚の耐震設計の基礎となる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弾塑性曲げ実験を、過去3年間行ってきた〔1-3〕。この研究では、これまでの研究では不足していたパラメータの実験を追加し、鋼製橋脚の強度と変形能を種々の支配パラメータの関数として表すことを試みた。

2. 実験概要

Table 1 に本年度の実験供試体のパラメータの値を示す。供試体は、無補剛箱形断面柱（Uで始まる供試体でウェブ幅とフランジ幅の比 $d/b = 2/3$ ）および補剛箱形断面柱（Sで始まる供試体で $d/b = 0.75$ ）で、軸力比は全て $P/P_y = 0.2$ である。鋼種は S S 4 0 0 で、板厚は 4.5mm ($\sigma_y = 320 \text{ MPa}$) または 6mm ($\sigma_y = 308 \text{ MPa}$) である。供試体形状、実験装置は昨年までの実験と同一である。

3. 支配パラメータの影響

過去に行われた実験より得られた、水平荷重-水平変位履歴曲線の包絡線をもとに、支配パラメータの影響をまとめたものが Fig.1 である。ここで、 H_{y0} 、 δ_{y0} はそれぞれ曲げのみを考慮した時の初期降伏水平荷重、その荷重での変位である。これらの図より、パラメータ R_f 、 $\bar{\lambda}$ 、 P/P_y 、 γ/γ^* の影響が明瞭に読み取れる。

4. 強度と変形能の推定式

水平荷重-水平変位履歴曲線の包絡線の最大荷重点 H_{max} 、その点の変位 δ_m 、および最大荷重点から荷重が最大荷重の 95% まで低下した点の変位 δ_{95} の推定式を平成1年～4年の実験データをもとに以下のように求めた。

無補剛断面 ($0.3 \leq R_f \leq 1.0$, $0.25 \leq \bar{\lambda} \leq 0.5$,
 $0.1 \leq P/P_y \leq 0.2$)

$$\frac{H_{max}}{H_{y0}} = \frac{0.6}{(1.2R_f)^{0.4}} - 1.5 \frac{P}{P_y} - 0.5R_f\bar{\lambda} + 0.95 \quad (1)$$

$$\frac{\delta_m}{\delta_{y0}} = \frac{0.15}{(R_f\bar{\lambda})^{1.5}} - 3.2 \left(1 + \frac{P}{P_y}\right)^{1.2} + 4.75 \quad (2)$$

$$\frac{\delta_{95}}{\delta_{y0}} = \frac{1.20}{(R_f\bar{\lambda})^{0.2}} \cdot \left(1 + \frac{P}{P_y}\right)^{-3.0} + 0.50 \quad (3)$$

補剛断面 ($0.3 \leq R_f \leq 0.7$, $0.25 \leq \bar{\lambda} \leq 0.5$,
 $0.1 \leq P/P_y \leq 0.2$, $\gamma/\gamma^* \leq 0.3$)

$$\frac{H_{max}}{H_{y0}} = \frac{0.6}{(0.9R_f)^{0.3}} - 2.0 \frac{P}{P_y} - R_f\bar{\lambda} + 1.00 \quad (4)$$

$$\frac{\delta_m}{\delta_{y0}} = \frac{0.01}{(R_f\bar{\lambda})^{2.5}} - 1.1 \left(1 + \frac{P}{P_y}\right)^{4.0} + 4.25 \quad (5)$$

$$\frac{\delta_{95}}{\delta_{y0}} = \frac{0.30}{(R_f\bar{\lambda})^{0.5}} \cdot \left(1 + \frac{P}{P_y}\right)^{-5.0} + 1.50 \quad (6)$$

Table 1 Parameters of Test Specimens

Specimen	R_f	$\bar{\lambda}$	γ/γ^*	n
U45-25[0]	0.45	0.25	—	0
U45-25[3]	0.45	0.25	—	3
U45-40[0]	0.45	0.40	—	0
U45-40[3]	0.45	0.40	—	3
U70-25[0]	0.70	0.25	—	0
U70-25[3]	0.70	0.25	—	3
U70-40[3]	0.70	0.40	—	3
S30-25[0]	0.30	0.25	3	0
S30-25[3]	0.30	0.25	3	3
S30-50[0]	0.30	0.50	3	0
S30-50[3]	0.30	0.50	3	3
S45-25[0]	0.45	0.25	3	0
S45-25[3]	0.45	0.25	3	3
S45-50[0]	0.45	0.50	3	0
S45-50[3]	0.45	0.50	3	3

Notes:

R_f = Width-Thickness Ratio Parameter of Flange Plate;
 $\bar{\lambda}$ = Slenderness Ratio Parameter of Column;
 γ = Relative Flexural Rigidity;
 γ^* = Required Relative Flexural Rigidity;
 n = Number of Cycles per Displacement Amplitude.

これらの式を基に、道路橋設計示方書・V耐震設計法の鉄筋コンクリート橋脚の地震時保有水平耐力の照査法の延長として、Fig.2 のように、 H_{max} または $0.95H_{max}$ を終局強度と考えた照査法が可能となる。

参考文献：1) 宇佐美・今井・青木・伊藤：繰返し荷重を受ける鋼圧縮部材の強度と変形能に関する実験的研究，構造工学論文集，Vol.37A,1991,pp.93-106.
2) 宇佐美・水谷・青木・伊藤・安波：補剛箱形断面鋼圧縮部材の繰返し弾塑性挙動に関する実験的研究，構造工学論文集，Vol.38A,1992,pp.105-117.
3) 宇佐美・坂野・是津・青木：鋼製橋脚モデルの繰返し弾塑性挙動におよぼす荷重履歴の影響，構造工学論文集，Vol.39A,1993,pp.235-247.

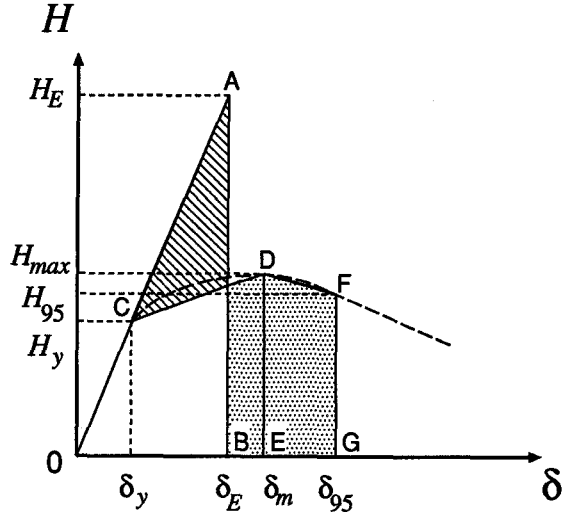
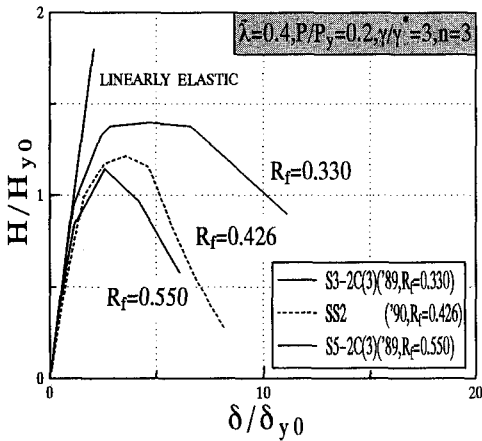
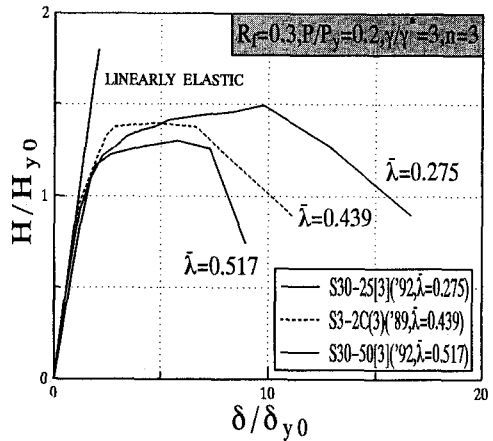


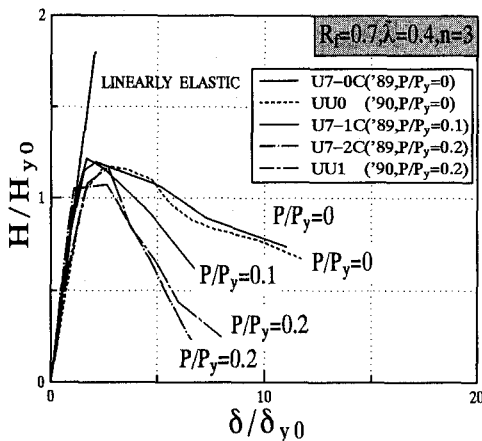
Fig.2 Lateral Earthquake Load-Displacement Relationship



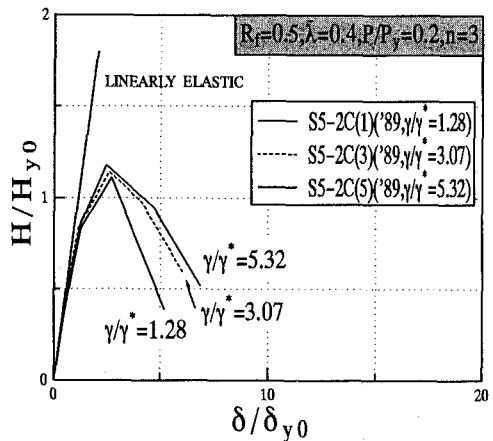
(a) Effect of Width-Thickness Ratio



(b) Effect of Slenderness Ratio



(c) Effect of Axial Load



(d) Effect of Stiffener Rigidity

Fig.1 Envelope Curves of Horizontal Load-Displacement Relationship