

繰返し曲げを受ける部分テーパ付きはり-柱の弾塑性性状に関する実験的研究

大同工業大学工学部 学生会員 ○ 川田真也
" 正 会 員 酒造敏廣

1. まえがき

筆者らは、非弾性地震応答を呈する鋼製ラーメン部材の損傷を軽減する目的で、部材軸方向に断面寸法を変化させた部分テーパ構造を用いることを数値解析と実験によって検討してきた^{1),2)}。そして、定軸圧縮力下で繰返し曲げを受けるテーパ構造の実験により、限られた範囲に塑性変形が集中する等断面構造と比べて、塑性変形がテーパ部全体に一樣に分散し、損傷が抑えられ、かつエネルギー消費が大きくなること等の利点を示した。

本研究では、軸圧縮力が小さく、曲げモーメントが卓越する部分テーパ付きはり-柱の弾塑性性状を実験的に調べ、これまでの実験結果とあわせて、部分テーパ構造の損傷軽減率について考察するものである。

2. 実験供試体、実験方法、および無次元テーパ率

(1) 実験概要

Fig.1 に示すような境界条件で、定鉛直荷重 P の作用下で繰返し水平荷重 H を受ける鋼変断面はり-柱を想定する。柱基部 Sec.1 は、服板高さ D とフランジ幅 B を下端から上端まで d だけ一樣に変化させたテーパ部材としている。曲げを受けるテーパ部材を想定して、鉛直荷重は柱基部下端の全塑性軸力 N_{yLL} の約 0.017 倍としている。この点で過去の実験¹⁾とは異なる。

(2) テーパ率 ξ_{cp} と実験供試体

柱基部 Sec.1 の上・下端の全塑性曲げモーメント M_{pLU} と M_{pLL} を用いて、無次元テーパ率 ξ_{cp} を次式で定義した^{1),2)}。

$$\xi_{cp} = \frac{1}{k} \left(1 - k \frac{M_{pLU}}{M_{pLL}} \right) \tag{1}$$

供試体の曲げ剛度が一定になるようにテーパをつけ、計 3 体の供試体を製作した。すべての供試体において、高さ h 、上部断面 Sec.2、および、断面変化位置($k=0.1318$)を同一とした。供試体の寸法緒元と降伏点を Table1 に示す。

Table 1 Dimension and properties of test columns (SS400)

Items Test columns	Dimension(mm)			Taper ratio ξ_{cp} (Eq.(1))
	$B=D$	t	d	
D1	166	8.86	0	0
D2	171	8.86	13	0.44
D3	180	8.86	27	0.88

Notes: $h=1730\text{mm}$, P : vertical load ($=0.017N_{yLL}$), N_{yLL} : Squash force of bottom cross section of Sec.1, Yield point: $\sigma_y=318\text{MPa}$

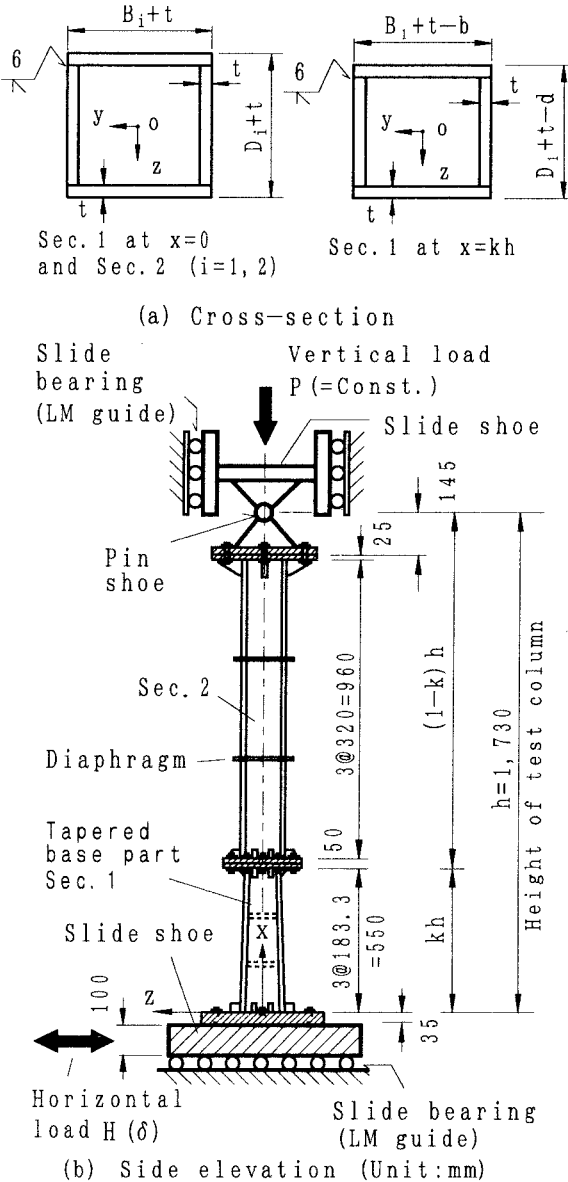


Fig. 1 Test specimen and testing device

実験では、鉛直荷重 P を持続荷重として載荷し、その後、繰り返し水平力 H を変位制御により与えた。初期降伏の水平変位 δ_y を基準に、初期値を $2\delta_y$ 、増分を δ_y として、3 サイクルずつ $6 \sim 7\delta_y$ まで実験を続けた。

3. 実験結果と考察

(1) 水平荷重 H - 水平変位 δ 曲線

柱 D1, D3 の H - δ 曲線を Fig.2 に示す。 H と δ は、それぞれ塑性崩壊荷重 H_p と初期降伏水平変位 δ_y で無次元化表示している。

この図からわかるように、等断面の柱基部を持つ D1 では、 $\delta = 6\delta_y$ 以降耐力低下が現れている。しかし、テーパーを付けた柱 D2 では、耐力低下はほとんど見られない。

(2) 柱基部内の曲率分布

箱形断面の 4 隅に貼り付けたひずみゲージの和・差から曲率 ϕ の概略値を求めました。降伏曲率 ϕ_y で無次元化して、曲率分布を Fig.3 に示す。

この図からわかるからわかるように、柱 D1 では、柱基部下端に曲率が集中している。しかし、テーパーを付けた柱 D3 では曲率が柱基部全体に分散している。

(3) テーパーが損傷に及ぼす影響

過去の実験結果^{1),2)}もあわせて、テーパー率による部分テーパー部の損傷度を Fig.4 にまとめる。実験後のテーパー部の縮み U_t をその高さ kh で無次元化した量を損傷にとっている。この図からわかるように、軸力比が小さい場合には、テーパー率を大きくすると、テーパー部の損傷を小さくできることがわかる。

4. まとめ

ラーメンのはり・柱部材に部分テーパー構造を用いることにより、損傷を小さくすることができる可能性が大きい。

参考文献

- 1) 酒造敏廣：繰り返し水平力を受ける鋼変断面柱の非弾性地震応答性状に関する研究，第 24 回地震工学研究発表・講演論文集，D8-3，1997 年 7 月，pp1041-1045。
- 2) 酒造敏廣，川田真也：部分テーパー付きはり一柱の弾塑性履歴性状に関する基礎的実験，土木学会論文集（投稿中）。

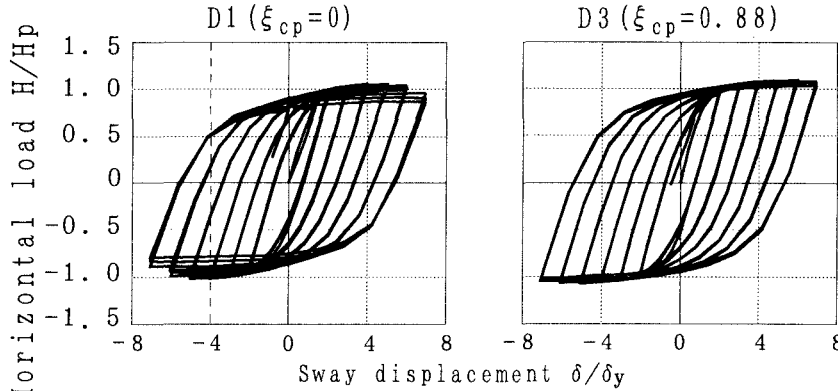


Fig. 2 Load H - sway displacement δ curves of test columns

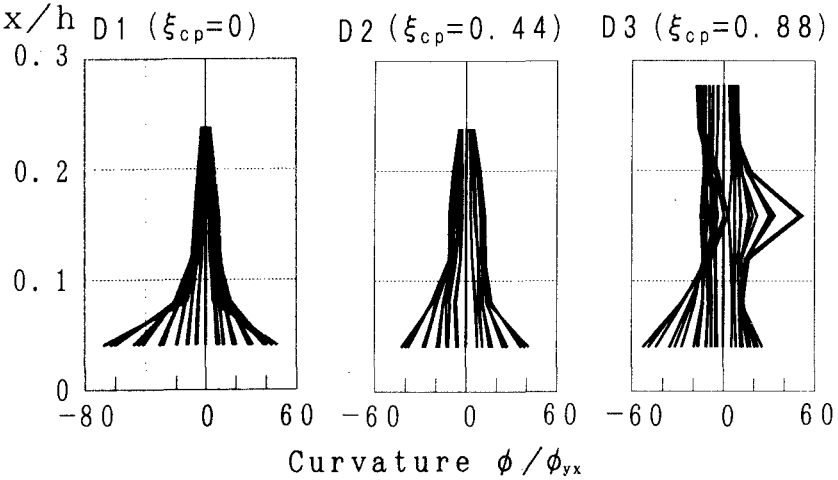
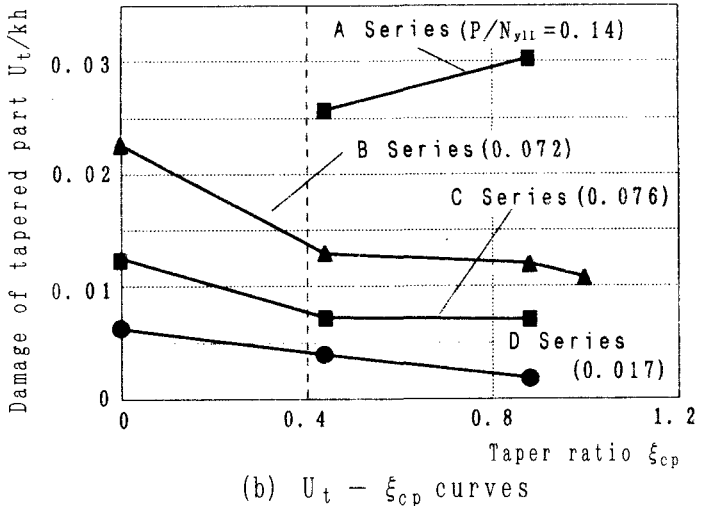


Fig. 3 Curvature distribution in tapered base part of test columns



(b) $U_t - \xi_{cp}$ curves
Fig. 4 Variation of uniaxial displacement at top of tapered part with ξ_{cp}