

I-A105

テーパ付き柱基部を有する柱の弾塑性履歴崩壊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 大同工業大学工学部 正会員 酒造敏廣
 ㈱イスマック 正会員 川瀬研一 横河工事㈱ 正会員 見並宏章

1. まえがき

非弾性地震応答を呈する鋼製ラーメンの橋脚では、柱基部、断面変化位置あるいは隅角部近傍の限られた範囲内で塑性変形が発生し、その累積が著しくなると局部座屈が起こって大きな損傷を引き起こす。筆者らは、このような損傷集中を避けることを目的として、テーパ部材を用いて塑性変形分散による損傷軽減の可能性を数値解析により模索してきた¹⁾。テーパ部材では、幅厚比が小さな板要素に低降伏比点鋼を用いたときに塑性変形をより広範囲に進展させて非弾性域でのねばりを期待できるのと同様な利点を引き出せる可能性があると考えられる。

本研究では、テーパ付き柱基部を持つ片持ち柱の弾塑性履歴崩壊性状を実験によって調べ²⁾、その崩壊モード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 の作用下で繰り返し水平荷重 H を受ける鋼変断面片持ち柱の非弾性実験を行った。実験方法は、文献 3) に示した方法に従った。柱基部 Sec.1 は、フランジ幅 B を一定、腹板高さ D を下端から d だけ一様に変化させたテーパ部材としている。

(2) 柱基部のテーパ率 ξ_{cp} と実験供試体

柱基部 Sec.1 の上・下端断面の全塑性曲げモーメント M_{pIU} と M_{pIL} を用いて、無次元テーパ率 ξ_{cp} を次式で定義した。

$$\xi_{cp} = (1 - M_{pIU} / M_{pIL}) / k \quad (1)$$

テーパ率を $\xi_{cp} = 0 \sim \text{約 } 0.9$ とし、同じものを2体ずつ、計6体の供試体を製作した。すべての供試体において、柱高さ h 、上部断面 Sec.2、および、断面変化位置 ($k=0.318$) を同一とした。供試体の寸法諸元と降伏点は Table 1 に示すとおりである。実験では、鉛直荷重 P を持続荷重として載荷、その後、繰り返し水平力 H を変位制御により与えた。弾性実験で定めた初期降伏の水平変位 δ_0 を基準に、初期値を $2\delta_0$ 、増分値を δ_0 として、3 サイクルずつ、

Table 1 Dimension and properties of test columns

Items	Dimension			Taper ratio ξ_{cp} (Eq.(1))
	$B=D$ (mm)	t (mm)	d (mm)	
C100 & C200	180	8.955	0	0
C101	180	8.955	20	0.467
C201				0.453
C102	180	8.955	40	0.907
C202				0.886

Notes: $h=1,730\text{mm}$, Vertical load $P=0.15N_{yIL}$ for columns C100-102 and $P=0.075N_{yIL}$ for columns C200-202, N_{yIL} : Squash force of bottom cross-section of Sec.1, Yield point: $\sigma_y=287\text{MPa}$.

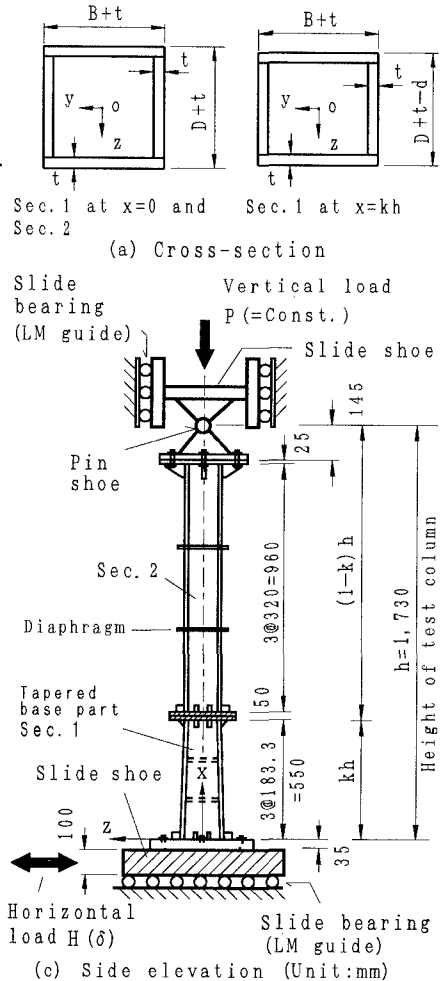


Fig.1 Test specimen and testing device

テーパ柱、変断面柱、柱基部、繰り返し載荷実験

〒457-0818 名古屋市南区白水町 40 TEL 052-612-5571 FAX 052-612-5953

$\delta=6\delta_y \sim 7\delta_y$ まで続けた。

3. 実験結果と考察

(1) 水平荷重 H —水平変位 δ 曲線

柱 C200 と C202 の H — δ 曲線の実験結果を Fig.2 に示す。この図からわかるように、等断面の柱基部を持つ柱 C200 では、 $\delta \leq 6\delta_y$ のときに耐力低下が少し現れているが、テーパ付き柱基部の C202 では耐力低下は全く見られない。

(2) 柱基部内の曲率 ϕ の分布

箱形断面の4隅に貼り付けたひずみゲージの測定値から、柱基部の曲率 ϕ を求めた。柱 C200 と C202 の結果を降伏曲率 ϕ_y で無次元表示して Fig.3 に示す。この図から、 ϕ/ϕ_{yx} は、テーパ率が大きくなると、下端に集中していたものが柱基部全体に分散しており、テーパを付けたことの効果が現れている。ここで、柱 C202 の柱基部では、図中に矢印で示すように、最終的に柱中間部 ($x \approx 0.15h$) と下端 ($x \approx 0.05h$) の2つの箇所 で正負逆方向に曲率が大きくなる傾向にある。これは、初期不整の存在や残留変形に起因した $P\delta$ 効果のわずかな変動により、塑性変形集中あるいは局部座屈が発生する箇所が半サイクル毎に変動する現象が現れたものである。

(3) テーパー付き柱基部の崩壊モード

柱 C100 と C202 の実験終了後の状況を Photo. 1 に比較する。柱 C100 では柱基部下端のフランジと腹板に大きな局部座屈波形が見られる。柱 C200 でも同様であった。これに対して、柱 C202 では柱基部の下端から上端まで小さな局部座屈波形が連続して生じており、中間部の片側フランジと下端の反対側フランジで局部座屈が若干大きくなっていた。これは、上述した半サイクルごとの塑性変形箇所の交替に対応する。

4. まとめ

柱基部にテーパを付けると、塑性変形の累積を柱基部全体で分担させることが可能になる。局部座屈が最終的に柱基部のどの位置に集中するか検討して、テーパ部材の補剛方法を検討することが今後の課題である。

参考文献 1)酒造敏廣：テーパ付き柱基部を有す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会講演論文集，D8-3，pp.1041-1045，1997年7月。2)酒造敏廣，小瀬木順彦，見並宏章，川瀬研一：テーパ付き柱基部を有する柱の弾塑性性状に関する実験的研究，土木学会中部支部，平成9年度研究発表会・講演概要集，1-15，1998年3月，pp.29-30。3)酒造敏廣，事口壽男，西幸二：鋼変断面片持ち柱の弾塑性履歴性状に関する基礎的実験，構造工学論文集，Vol.39A，土木学会，pp.271～284，1993年3月。

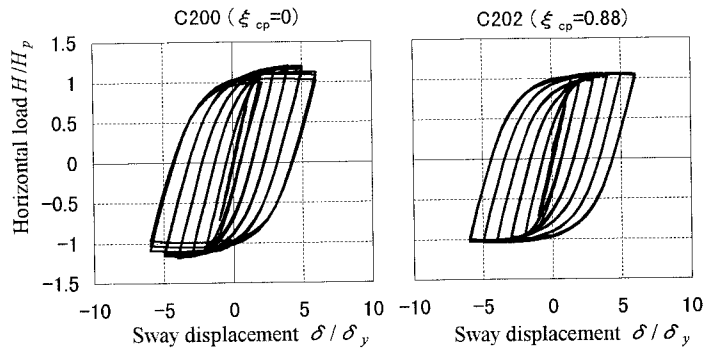


Fig.2 H - δ curves of test column C200 and 202 ($P=0.075N_{yL}$)

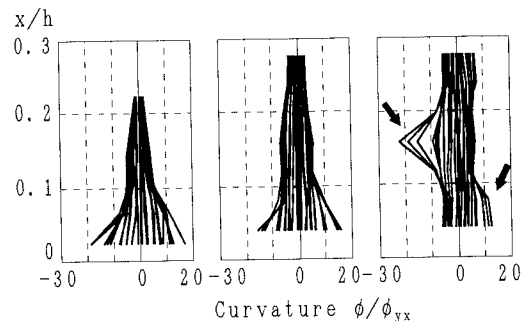


Fig.3 Strain distribution in tapered base part of column C200 and C202 ($P=0.075N_{yL}$)

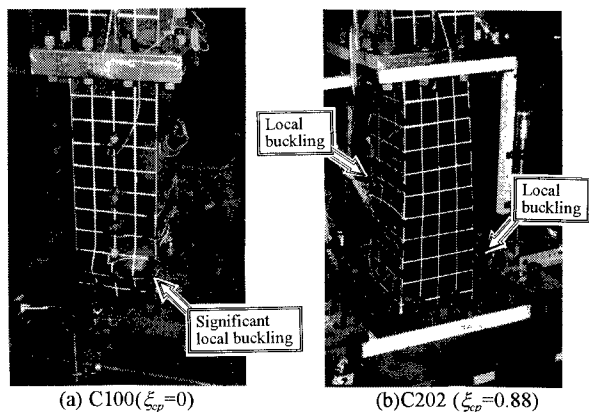


Photo.1 Collapse modes of base parts