

断面構成に着目した鋼変断面片持ち柱の動的弾塑性性状に関する実験的研究

大同工業大学 正 会 員 酒造敏廣、事口寿男
大同工業大学 学生会員 ○西 幸二、長田好夫

【1】まえがき

弾塑性域で繰り返し力を受ける変断面構造の柱では、構成断面ごとの塑性変形の進展順序・割合が断面構成によって変化するため、耐震性にすぐれた柱の設計法を模索していくにあたり、その弾塑性性状と崩壊形態を十分に把握しておく必要がある。これまで、筆者らは繰り返し水平力を受ける変断面片持ち柱の実験を行い、この種の柱は等断面柱とはかなり相違した弾塑性履歴性状を呈する場合があることを指摘してきた¹⁾。

本研究では、ハイブリッド実験の手法²⁾を用いて水平地動を受ける柱の弾塑性応答解析を行い、断面構成による変断面片持ち柱の崩壊性状の変化を明らかにしようとしたものである。

【2】水平地動を受ける変断面柱のハイブリッド実験

(1)実験供試体

本研究では、2種類の断面 Sec.1(下部断面)と Sec.2(上部断面)からなるC1~C7の合計7体の鋼製片持ち柱を製作した(Fig.1 参照)。柱の寸法諸元ならびにハイブリッド実験で用いたパラメーターを Table 1 にまとめる。同表では供試体を記号①-②-③を用いて表している。記号①は柱の呼び名(C1~C7)、②は断面変化点を表わす k 値($=0\sim0.4$ 、Fig.1(b)参照)、そして記号③は次に示す柱の崩壊形式を表わす。

・Type PP: 下部断面(Sec.1)と上部断面(Sec.2)で同時に降伏に至る柱(上下部断面同時崩壊型)

・Type EP: 上部断面の降伏が先行する柱(上部断面崩壊型)

この条件を考慮して、供試体の製作に際しては上部断面をすべて SS400材、下部断面は Type PPに対して SS400材、Type EPに対して SM490 材としている。なお、上下部断面の初期降伏荷重をそれぞれ H_{v2} および H_{v1} とし、 H_{v2}/H_{v1} 値も同表に示す。

(2)ハイブリッド実験の方法

柱C1~C7の固有周期 T をすべて1秒に仮定して集中質量 M を設定し、これまでに進めてきた1自由度系・柱モデルのハイブリッド実験手法²⁾を用いて、動的応答解析を行った。柱頭部の定鉛直荷重を $0.3N_{v2}$ とし(N_{v2} : 上部断面の圧壊荷重)、水平地動加速度 $\ddot{u}_0(t)$ としては道路橋示方書³⁾に例示された修正津軽大橋記録(柱C1)、ならびに、次式で表さ

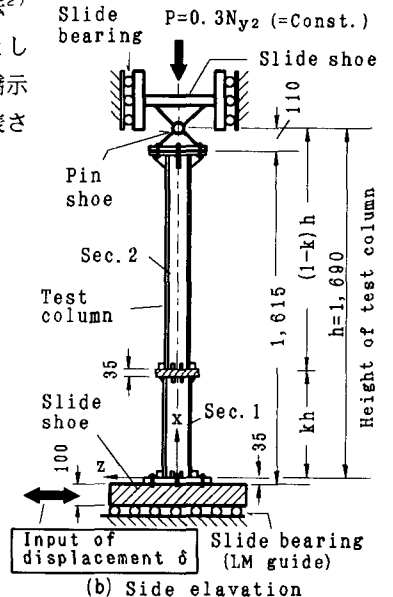
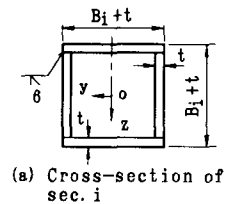


Table 1 Dimension and parameters of test columns

Items	B_1	Yield load ratio	α_s	Stiffness	Mass
Columns	(mm)	H_{v2}/H_{v1}	(gal)	K (kN/cm)	M ($\times 10^3$ kg)
C1-0.0	—	—	—	17.23	43.64
C2-0.2-PP	140.3	0.987	33.29	20.31	51.45
C3-0.2-EP	140.3	0.613	34.87	20.34	51.51
C4-0.3-PP	147.5	1.005	47.38	22.66	57.41
C5-0.3-EP	147.6	0.627	47.62	22.68	57.44
C6-0.4-PP	157.5	1.015	70.24	26.57	67.31
C7-0.4-EP	157.9	0.636	69.49	27.25	69.03

Notes; 1) B_1 and B_2 : Width of flange plate of Sec.1 and Sec.2(See Fig.1(a)). 2) $B_2=126.5$ mm. 3) H_{v1} : Horizontal loads corresponding to initial yield of Sec.1. 4) $t=8.904$ mm and $\sigma_v=278$ MPa for SS400. 5) $t=9.052$ mm and $\sigma_v=400$ MPa for SM490YA. 6) α_s : Maximum acceleration for C2~C6. 7) Natural period: $T=1.0$ sec.

Fig. 1 Testing device (Unit: mm)

れる共振正弦波(柱C2~C7)を用いた。

$$\ddot{u}_0(t) = \alpha_0 \cdot \sin(2\pi t/T) \quad \dots(1)$$

【3】実験結果と考察

柱C1の実験結果から、水平復元力H-水平変位 δ 曲線を Fig.2(a) に例示する。

本文では、柱C2~C7の内、崩壊形式の差異が顕著に現れた柱C6およびC7($k=0.4$)の実験結果を考察する。

まず、H- δ 曲線を Fig.2(b) に示す。この図から、Type EP の柱C7は最大耐力がC6に比べて大きいことがわかる。本実験ではこのような耐力低下はかなり大きな変位領域でしか現れなかったが、断面構成によっては早期に現れる可能性があると考えられる。

つぎに、柱頭部の鉛直変位 u および水平変位 δ の時刻歴応答を Fig.3に示す。この図から、Type PP の柱C6の変位 u および δ は、柱C7に比べてともに小さいことがわかる。これは、塑性域が上下部断面で同時に発生することに起因すると考えられ、Type PPの柱の弾塑性応答性状を解明していく上で検討してみる価値があると思われる。

柱C6およびC7の実験終了後の変形状況を比較すると Photo.1のとおりである。なお、Type EP の柱C3、C5およびC7を通じて、断面変化点が柱上方にあるほど上部断面での塑性ひずみ集中が著しくなり、柱C7では顕著な局部座屈波形が観察された。

【4】まとめ

- 1) Type EP の柱では、断面変化点が柱上方にあるほど、上部断面における累積塑性ひずみが著しく大きくなった、
- 2) Type PP の柱は、EP の柱に比べて、比較的安定した弾塑性挙動を示し、変位応答も小さくなった

最後に、本研究の実施には、平成5年度の大同工業大学・研究奨励金の補助を受けたことを付記し、謝意を表します。

参考文献 1) 酒造敏廣、事口寿男、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, pp.271~284、1993年3月。 2) 西 幸二、酒造敏廣、事口寿男：仮動的実験手法による鋼製ラーメン柱の動的弾塑性応答、平成4年度土木学会中部支部研究発表会、I-2、1993年2月。 3) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説、II、鋼橋編、および、V、耐震設計編、1990年2月。

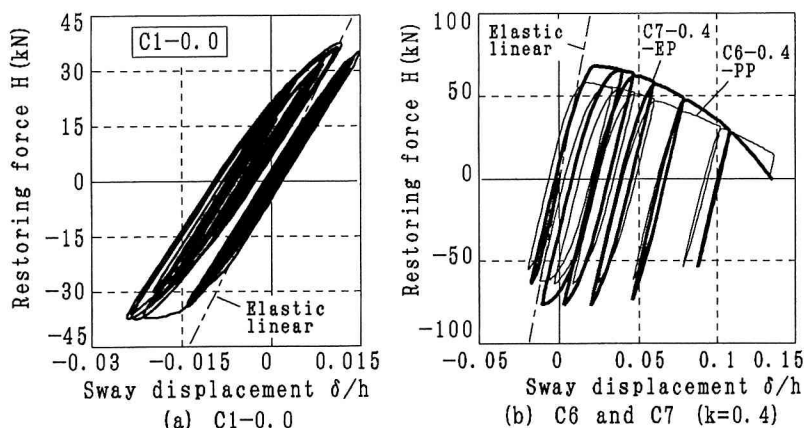


Fig. 2 Restoring force H - sway displacement δ curves

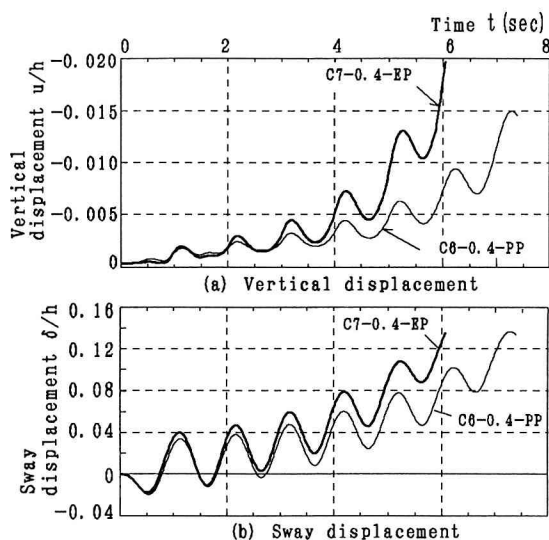


Fig. 3 Time history of vertical and sway displacement at the top of columns, C6 and C7 ($k=0.4$)

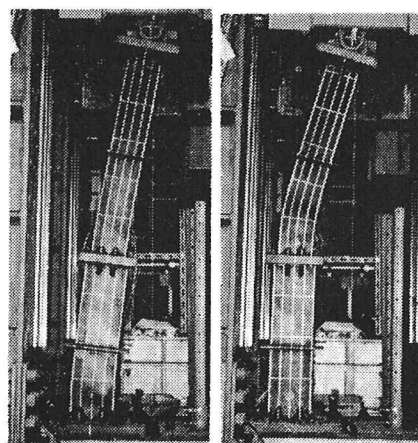


Photo.1 Residual deformation of columns C6 and C7