

大地震後の残留変位を抑制した鋼製橋脚の開発を目的としたハイブリッド地震応答実験

名古屋大学 学生員 ○本間 大介 名古屋大学 学生員 芳崎 一也
 名古屋大学 フェロー会員 宇佐美 勉

1. 緒言

文献1)で報告されている実験では、これまでに提案されたハイダクティリティー鋼製橋脚の優れた強度と変形能が実証された。しかし、残留変位に関しては、応答変位が大きいためにその値が大きくなり、橋脚によっては、残留変位で与えられる橋脚の機能保持限界内に値を抑えることが出来なかった。そこで、本研究では残留変位低減の方策として、震度法による一次設計の際の安全率の引き上げとハイダクティリティー鋼製橋脚へのコンクリート充填を取り挙げ、その効果をハイブリッド地震応答実験により検証する。また、近年の土木構造物のデザイン多様化に伴い、橋脚についても偏心軸圧縮力を受けるものも多く見られるが、偏心軸力を受ける柱の地震時挙動については研究例が少ないのが実状である。本研究は、偏心軸力を受ける柱の実験も同時に行い、偏心軸力が地震応答に与える影響も解明する。

Table 1 供試体実測寸法 (Fig. 1参照)

No.	Specimen	h (mm)	h_c/h	B (mm)	D (mm)	t (mm)	b_s (mm)	t_s (mm)	γ/γ^*	$\bar{\lambda}_s$	$\bar{\lambda}$	R_f	H_y (kN)	δ_y (mm)
1-1	S35-35H[A]	1033	—	224	202	4.87	26	4.87	3.6	0.175	0.344	0.320	99.7	5.60
1-2	S35-35H[B]	1033	—	223	201	4.74	26	4.74	3.8	0.179	0.353	0.337	102.6	6.12
1-3	SC35-35-30H	1033	0.30	224	201	4.77	26	4.77	3.8	0.181	0.357	0.336	104.5	5.11
2-1	SE35-35H[A]	1033	—	224	201	4.76	26	4.76	3.8	0.177	0.350	0.333	83.2	4.84
2-2	SE35-35H[B]	1033	—	224	201	4.67	26	4.67	4.0	0.177	0.348	0.335	87.5	5.20
2-3	SCE35-35-30H	1033	0.30	224	201	4.74	26	4.74	3.9	0.176	0.349	0.331	81.8	4.08

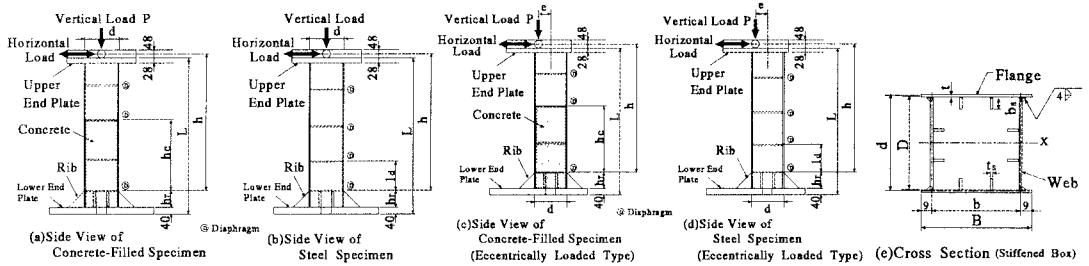


Fig. 1 実験供試体

2. 実験概要

Fig. 1に本実験で使用した供試体の概念図を、Table 1に実験供試体の実測寸法を示す。製作には板厚4.5mmのSM490YA材を用いた。供試体のパラメータは、文献[1]で提案されているハイダクティリティー鋼製橋脚の設計思想に基づいて決定し、これに対して鋼柱(No.1-1,2-1)、設計条件式右辺の値 f を引き下げて設計した(安全率引き上げと等価)鋼柱(No.1-2, 2-2)、コンクリート部分充填柱(No.1-3, No.2-3)の3タイプの供試体を作成した。また、軸力を偏心载荷させる供試体の偏心量は、 $e=75(\text{mm})$ とした。

入力地震波としては、兵庫県南部地震観測地震波であるJR警報地震計(鷹取)[2](II種地盤)を用いた。なお、Table 1の H_y 、 δ_y は、II種地盤時の値である。偏心供試体については、偏心方向の降伏荷重(H_{y+})、降伏変位(δ_{y+})を記してある。

3. 実験結果および考察

(1) 中心軸圧縮力を受ける柱の応答の比較

Fig. 2は、中心軸圧縮力を受ける供試体No.1-1~No.1-3(S35-35H[A], S35-35H[B], SC35-35-30H)について、時刻歴応答変位波形と復元力履歴ループの比較を行ったものである。変位および荷重の値は、それぞれ降伏変位、降伏荷重で無次元化してある。

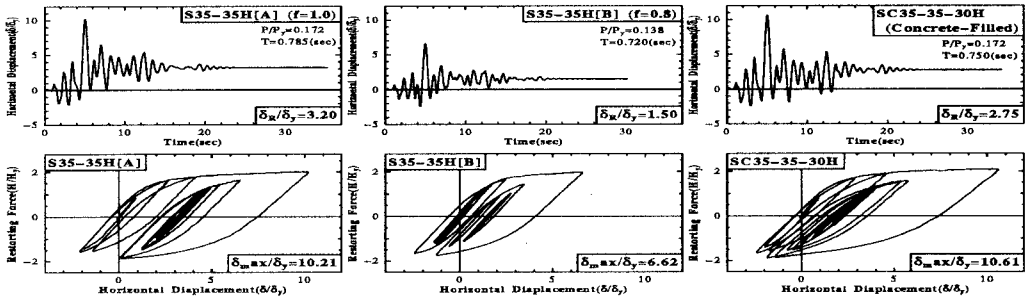


Fig. 2 中心軸圧縮力を受ける供試体の実験結果 (No.1-1~No.1-3)

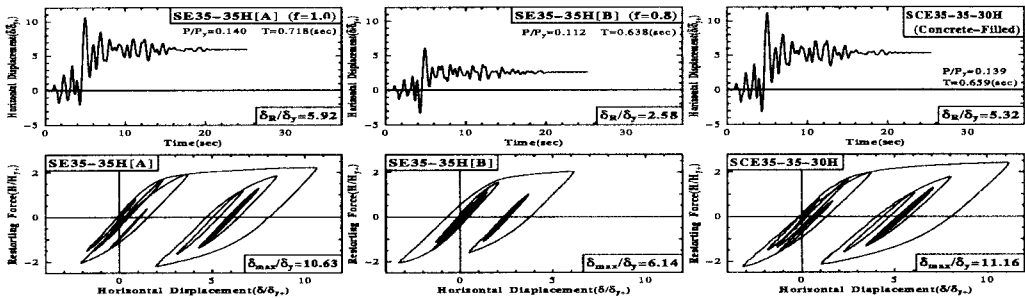


Fig. 3 偏心軸圧縮力を受ける供試体の実験結果 (No.2-1~No.2-3)

S35-35H[A]とSC35-35-30Hを比較すると、最大応答変位は同じ位だが、残留変位に関してはコンクリート充填柱であるSC35-35-30Hの方が15%程度小さくなっており、柱基部にコンクリートを充填することで、残留変位の若干の低減が期待できることが分かる。一方、 $f = 0.8$ で一次設計を行ったS35-35H[B]の結果を見ると、 $f = 1.0$ (S35-35H[A])の場合に比べ、最大応答変位で35%、残留変位で50%以上低減されており、その効果は非常に大きい。

以上、コンクリート充填の有無より、 f の値を変えることによる軸力の変化の方が、最大応答変位および残留変位に大きな影響を与えたとと言える。

(2) 偏心軸圧縮力の影響

Fig. 3に、偏心供試体 (No.2-1~No.2-3)の実験結果を示す。値は、偏心方向の降伏変位 δ_{y+} 、降伏荷重 H_{y+} で無次元化してある。

Fig. 3より、偏心軸圧縮力を受ける場合でも、鋼柱、 $f = 0.8$ の鋼柱、コンクリート充填柱の間に、中心軸圧縮力を受ける場合と同様な傾向が見られるが、残留変位の値自体は全体的に大きくなっていることが分かる。

尚、実験結果の詳細に関しては、紙面の都合により当日発表することとする。

4. まとめ

本研究における実験の結果、以下のような結論が得られた。

- 1) ハイダクティリティー鋼製橋脚の基部にコンクリートを充填することで、若干の残留変位低減が期待できる。
- 2) 一次設計の際の安全率を引き上げることで、最大応答変位及び残留変位を大幅に低減させることが可能である。
- 3) 偏心軸力による影響は、最大応答変位より残留変位に顕著に現れる。

参考文献

- [1] 宇佐美勉, 渡辺孝一, 金田一智章, 岡本隆, 池田茂: ハイダクティリティー鋼製橋脚の耐震性能に関する実験的研究, 土木学会論文集に投稿中。
- [2] NAKAMURA, Yutaka: "Waveform and its Analysis of the 1995 Hyogo-Ken-Nanbu Earthquake", JR Earthquake Information No.23c, Feb. 1995, Railway Technical Research Institute.