

I - B112

鉛直力が偏心して作用する鋼製橋脚の
地震時挙動に関する実験的研究

名古屋大学大学院 学生会員 本間大介[†]
 名古屋大学大学院 フェロー 宇佐美勉[†]
 日本車輛製造株式会社 正会員 芳崎一也[§]

1. 緒言

市街地の高架橋は、立地的な条件から様々な構造形態の橋脚が使われている。本研究では、その中でも上部構造重量が偏心して作用する橋脚を取り上げ、偏心軸圧縮力が地震時応答等に与える影響について検証を行う。

2. 実験概要

Table 1 実験供試体 (Fig. 1 参照)

Specimen	h (mm)	h_c/h	B (mm)	D (mm)	t (mm)	γ/γ^*	$\bar{\lambda}_s$	$\bar{\lambda}$	R_f	P/P_y	f	H_y, H_{y+} (kN)	δ_y, δ_{y+} (mm)
中心軸圧縮													
S35-35I	1033	—	224	201	4.85	3.7	0.175	0.345	0.320	0.172	1.0	—	—
S35-35H[A]	1033	—	224	202	4.87	3.6	0.175	0.344	0.320	0.172	1.0	99.7	5.60
S35-35H[B]	1033	—	223	201	4.74	3.8	0.179	0.353	0.337	0.138	0.8	102.5	6.12
SC35-35-30H	1033	0.30	224	201	4.77	3.8	0.181	0.357	0.336	0.172	1.0	104.4	5.11
偏心軸圧縮													
SE35-35I	1033	—	223	201	4.76	3.8	0.177	0.350	0.332	0.140	1.0	—	—
SE35-35H[A]	1033	—	224	201	4.76	3.8	0.177	0.350	0.333	0.140	1.0	83.1	4.84
SE35-35H[B]	1033	—	224	201	4.67	4.0	0.177	0.348	0.335	0.112	0.8	87.5	5.20
SCE35-35-30H	1033	0.30	224	201	4.74	3.9	0.176	0.349	0.331	0.139	1.0	81.8	4.08

Fig. 1 に偏心軸圧縮力を受ける供試体の概念図を、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 (S35-35H[A], SE35-35H[A])、1 次設計に用いる設計条件式 (式 1, 2) 右辺の値 f (以下、低減係数) を引き下げて設計した鋼柱 (S35-35H[B], SE35-35H[B])、コンクリート部分充填柱 (SC35-35-30H, SCE35-35-30H) の 3 タイプの供試体を、中心軸圧縮用、偏心軸圧縮用に計 6 体製作した。震度法による 1 次設計では、式 (1), (2) の設計条件式を用いて設計を行う。通常、設計条件式の右辺の値は 1.0 を用いて設計するが、この値を小さくすることにより、左辺に含まれる安全率 ν を大きくすることと同等の効果を得ることができる。また、コンクリートの充填率は、供試体高さの 30% とした。軸圧縮力を偏心載荷させる供試体の偏心量は、 $e=75(\text{mm})$ とした。これは、ウェブ板の幅の約 36% ($e/d=0.36$) である。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 (鷹取駅) [2] (II 種地盤) を用いた。また、変動変位繰り返し載荷実験用 (S35-35I, SE35-35I) に、供試体を 2 体製作した。

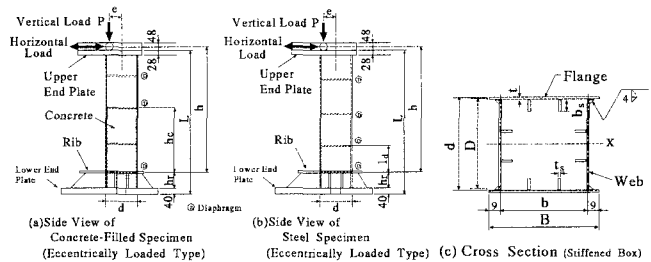


Fig. 1 実験供試体 (偏心軸圧縮)

軸圧縮力比 P/P_y ，降伏水平荷重 H_y は、式 (1), または (2) より定めた。ただし、 P/P_y は $\nu=1.14$ ， H_y は $\nu=1.0$ とした。偏心軸圧縮力を受ける橋脚の場合は、偏心載荷方向に水平荷重を加えた時の H_y を H_{y+} として、Table 1 に記載されている。また、 δ_y, δ_{y+} は H_y, H_{y+} に対応する水平変位である。

3. 実験結果および考察

(1) 強度と変形能の比較

Fig. 2 は、中心軸圧縮力 (S35-35I)，偏心軸圧縮力 (SE35-35I) を受ける橋脚の変動変位繰り返し載荷実験による履歴曲線の包絡線の比較を行った結果である。尚、水平荷重、水平変位は、それぞれ水平荷重のみが橋脚上部に作用したときの初

Key Words : eccentrically loaded, pseudodynamic test, seismic response, steel bridge pier

[†] 〒464-8603 名古屋市千種区不老町 TEL 052-789-4617 FAX 052-789-5461

[†] 〒464-8603 名古屋市千種区不老町 TEL 052-789-4617

[§] 〒456-8691 名古屋市熱田区三本松町 1-1 TEL 052-882-3321

期降伏荷重 H_{y0} 、およびそれに対応する変位 δ_{y0} により無次元化されている。中心軸圧縮を受ける橋脚の場合、 $\delta_{\max}/\delta_y = 6.30$ ほどで最大水平耐力に達しているのに対し、偏心軸圧縮を受ける橋脚の場合、偏心载荷方向(+側)で $\delta_{\max}/\delta_y = 5.33$ と早くなり、反対方向(-側)で $\delta_{\max}/\delta_y = 6.75$ と遅くなっている。また、最大水平耐力後の劣化域を見ると、偏心载荷方向に比べて反対方向の劣化勾配がかなり緩やかになっている。これは、偏心軸圧縮力による付加的なモーメントが橋脚の劣化を抑える方向に働いているためである。

(2) 地震応答に与える影響

Fig.3に、中心軸圧縮力を受ける供試体(S35-35H[A], S35-35H[B], SC35-35-30H), Fig.4に、偏心軸圧縮力を受ける供試体(SE35-35H[A], SE35-35H[B], SCE35-35-30H)の時刻歴応答変位波形と復元力履歴ループを示す。変位および荷重の値は、それぞれ降伏変位 δ_y 、降伏荷重 H_y (偏心供試体は δ_{y+}, H_{y+}) で無次元化してある。鋼柱($f=1.0$)の結果を比較すると、最大応答変位は $10 \delta_y$ 程度とほぼ同じ値であるのに対し、残留変位に関しては、偏心軸圧縮を受ける橋脚(SE35-35H[A])の方が2倍程大きくなった。これは、偏心軸圧縮力を受ける場合、見かけ上 $P-\Delta$ 効果が促進され、最大応答変位後の戻りが抑えられ、その結果片側に応答がよったためである。鋼柱($f=0.8$)の結果も、最大応答変位はほぼ同じ値となり、残留変位は偏心軸圧縮力を受ける橋脚(SE35-35H[B])の方が2倍程大きくなった。ただ、鋼柱($f=1.0$)と比較すると、低減係数を0.8と引き下げたため、上部構造重量に相当する軸圧縮力が軽減し、その結果最大応答変位で35%、残留変位で50%以上応答が低減された。コンクリート部分充填柱についても同様の傾向が見られた。ただ、コンクリートを充填することにより10~15%の残留変位低減がなされた。尚、実験結果の詳細については、当日発表することとする。

4. 結言

本研究では、中心軸圧縮力、偏心軸圧縮力を受ける橋脚に対し、変動変位繰り返し载荷実験、ハイブリッド地震応答実験を行い、偏心軸圧縮力が橋脚に与える影響の検証を行った。実験結果より、次のような結論が得られた。

変動変位繰り返し载荷実験において、偏心軸圧縮力を受ける橋脚は中心軸圧縮力を受ける橋脚と比べて、偏心载荷方向で耐力の劣化が早くなり、反対方向で遅くなった。また、反対方向の劣化域での勾配がかなり緩やかになった。ハイブリッド地震応答実験において、最大応答変位に違いはほとんど見られなかった。しかし、残留変位については、偏心軸圧縮力を受ける橋脚の方が2倍ほど大きくなっており、偏心軸圧縮力による影響は最大応答変位よりも残留変位に顕著に現れている。

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, 土木学会論文集へ掲載予定。
- [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.

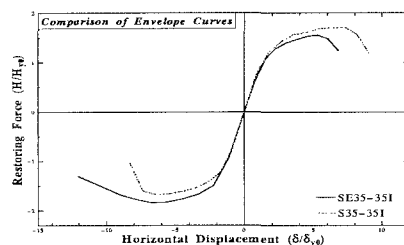


Fig.2 変動変位繰り返し载荷実験の包絡線の比較

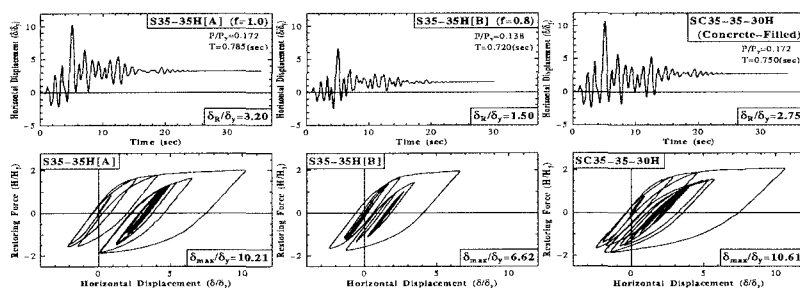


Fig. 3 中心軸圧縮力を受ける供試体の実験結果

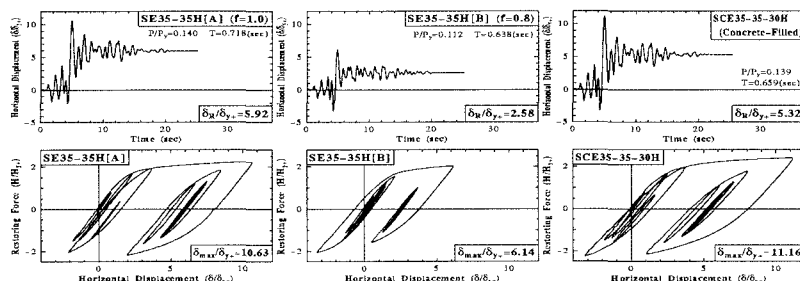


Fig. 4 偏心軸圧縮力を受ける供試体の実験結果