

大阪市立大学工学部 正員 中井 博 大阪市立大学工学部 正員 北田俊行
 大阪市立大学工学部 正員 中西克佳 大阪市立大学大学院 学生員 渡邊浩延
 大阪市立大学工学部 学生員 大東和徳

1. まえがき 著者らは、すでにコンクリートを部分的に充填する鋼製橋脚柱（部分合成橋脚柱という）の耐荷力、および変形性能について、静的漸増変位載荷実験によって検討してきた¹⁾。本研究は、ハイブリッド実験により、部分合成橋脚柱の耐荷力、および変形性能について検討を加えたものである。

2. ハイブリッド実験 実験供試体には、充填コンクリートの強度を無視した鋼断面の全塑性軸力の13%に相当する軸方向圧縮力 N を与えた状態で、図-1に示す1995年1月17日に神戸海洋気象台で記録された地震動の南北方向の地震加速度（最大加速度818.02gal）²⁾を相似則を考慮して与えた。なお、実験における載荷時間は、実際の地震における時刻の約400倍に拡大している。

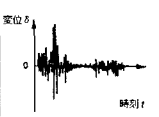
なお、図-2には、用いたハイブリッド実験の載荷装置を示す。

3. 実験供試体 寸法を実橋脚柱の約1/4にし、幅厚比パラメーター $R=0.35$ 、および $R=0.70$ のフランジ・プレートに有する2種類の鋼製柱、および部分合成柱の実験供試体を、あわせて6体製作した。実験供試体の内訳を表-1に、また寸法諸元を図-3に示す。実験供試体の製作に用いたすべての鋼板（SS400材）の実測板厚、および実測降伏点は、ほぼ同じで、それぞれ約4.5mm、および3,430 kgf/cm²であった。また、実験供試体の内部に充填した普通コンクリートの圧縮強度は、 $\sigma_{ck}=225\text{kgf/cm}^2$ であった。なお、フランジ・プレートと腹板との溶接にはし形開先の完全溶込みグループ溶接を用い、また充填コンクリートの上面にはダイヤフラムを配置した。

4. 実験結果とその考察 ハイブリッド実験より得られた各実験供試体の水平荷重-水平変位曲線を、図-4に示す。その際、水平変位 δ としては、水平荷重 H が作用する点 ($L=1,500\text{mm}$) の値に着目している。

まず、図-4によると、幅厚比パラメーター $R=0.35$ の実験供試体の最高水平荷重は、鋼製柱、および部分合成柱ともに、全塑性水平荷重を上回っていることがわかる。一方、 $R=0.70$ の実験供試体の場合、鋼製柱は、全塑性水平荷重に達した後、耐荷力が低下している。しかし、部分合成柱の最高水平荷重は、 $R=0.35$ の実験供試体と同様に、その全塑性水平荷重を上回っている。

表-1 本研究で用いる実験供試体の内訳

No.	実験供試体名	載荷方法	コンクリート 充填量	幅厚比パラ メーター R	細長比パラ メーター λ	
1	SLJ0-R7-G	地震加速度載荷 	0 鋼製柱	0.70	0.32	
2	SLJ0-R3-G			0.35	0.35	
3	RLJ4-R7-G			L/4	0.70	0.33
4	RLJ4-R3-G			L/4	0.35	0.35
5	RLJ3-R7-G			L/3	0.70	0.33
6	RLJ3-R3-G			L/3	0.35	0.34

[注] L: 実験供試体基部から載荷点までの距離

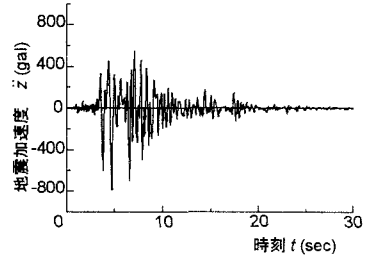


図-1 入力地震加速度

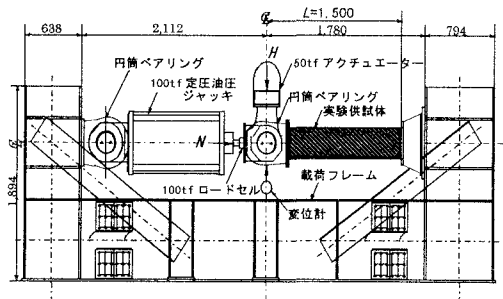
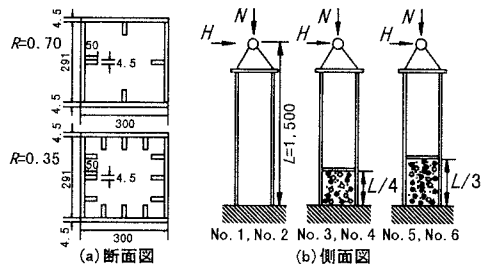


図-2 載荷装置 (寸法単位: mm)



[注] L: 実験供試体基部から載荷点までの距離 (寸法単位: mm)

図-3 実験供試体の断面形状と側面図

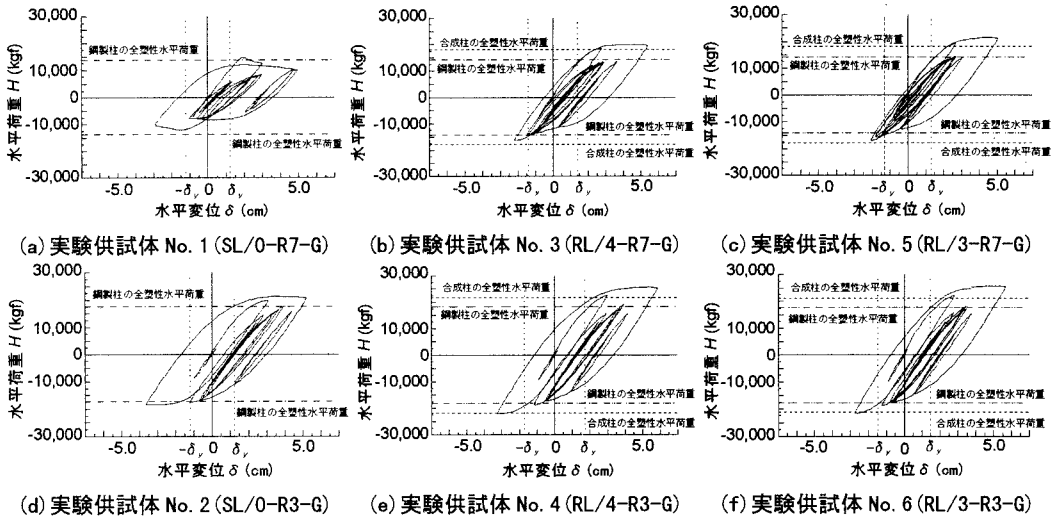


図-4 各実験供試体の水平荷重-水平変位曲線

つぎに、表-2によると、ハイブリッド実験後の残留変位は、 $\delta_{r,m}/L=1/125 \sim 1/450$ であった。これらは、新しい道路橋示方書・耐震設計編²⁾の許容値である $\delta_{r,m}/L=1/100$ を満たしていた。

そして、 $R=0.35$ の実験供試体の弾塑性域における各実験供試体の卓越周期 T_2 は、鋼製柱、および合成柱ともにほぼ同じ値である。また、充填したコンクリートは、荷重をあまり分担していないことがわかる。なお、損傷は、軽微なものであった。

一方、 $R=0.70$ の実験供試体のうち、鋼製柱供試体は、弾塑性領域における卓越周期 T_2 が部分合成柱に比べて大きく、損傷も大きい。

さらに、 $R=0.70$ の鋼製柱供試体の最大応答加速度は、入力加速度とほぼ同程度である。しかし、その他の鋼製、および部分合成柱供試体の最大応答加速度は、入力加速度の1.2~1.3倍となっている。

5. 結論

- (1) 幅厚比パラメータ $R=0.70$ の鋼製橋脚柱は、兵庫県南部地震クラスの地震によって重大な損傷を受ける。
- (2) すべての実験供試体の残留変位は、道路橋示方書・耐震設計編²⁾の許容値である供試体高さの1/100以内にとどまっていた。
- (3) 幅厚比パラメータ $R=0.35$ の場合、内部の充填コンクリートは、水平荷重をあまり分担していない。
- (4) 幅厚比パラメータ $R=0.35$ の鋼製橋脚柱は、部分合成橋脚柱にすることで、耐荷力の上昇を抑えつつ、変形性能を向上させることが可能である。

なお、本研究は、文部省・科学研究費補助金・一般研究B(研究代表者：中井 博)としての研究補助を受けて行ったものであることを付記する。

参考文献

- 1) 中井 博・北田俊行・中西克佳・渡邊浩延：薄肉箱形断面を有する鋼製・合成橋脚柱の耐荷力と変形性能に関する実験的研究，構造工学論文集，Vol.43A，土木学会，掲載予定，1997年3月
- 2) 日本道路橋協会：道路橋示方書，V耐震設計編，1996年12月

表-2 ハイブリッド実験により得られた各実験供試体の応答値、および損傷状況

No.	1	2	3	4	5	6
実験供試体名	SL/0-R7-G	SL/0-R3-G	RL/4-R7-G	RL/4-R3-G	RL/3-R7-G	RL/3-R3-G
最大応答変位 δ_{max} (実測値レベル)(cm)	19.84	20.84	21.48	23.48	20.12	22.72
最大応答変位 δ_{max} (実験供試体レベル)(cm)	4.96	5.21	5.37	5.87	5.03	5.68
δ_{max}/L	1/30	1/30	1/30	1/25	1/30	1/25
δ_{max}/Z_{max}	0.98	1.20	1.29	1.24	1.21	1.26
T_1 (sec)	0.78	0.79	0.75	0.77	0.73	0.78
T_2 (sec)	1.25	0.81	0.72	0.83	0.71	0.83
$\delta_{r,m}/L$	1/450	1/130	1/250	1/125	1/450	1/140
損傷状態	x	○	△	◎	△	◎

L : 実験供試体基部から取付点までの距離 ◎ : 損傷なし ○ : 軽微な損傷
 δ_{max} : 実験供試体の加速度の最大値 △ : 中程度の損傷 x : 大きな損傷
 Z_{max} : 入力地震加速度の最大値
 T_1 : 応答変位のスペクトル解析より得られた弾性域における実験供試体の卓越周期($t=0 \sim 2.56$ secまで)
 T_2 : 応答変位のスペクトル解析より得られた弾塑性域における実験供試体の卓越周期($t=0 \sim 20.48$ secまで)
 $\delta_{r,m}$: 実験供試体の残留変位