

第1部門 補剛箱形断面を有する部分合成橋脚柱の地震力載荷後の変形性能に関する実験的研究

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 本研究では、寸法を実橋脚柱の約1/4にし、幅厚比パラメーター $R=0.35$ と $R=0.70$ とのフランジ・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計6体製作した。そして、表-1に示す載荷方法①の地震荷重の載荷を行った後に、載荷方法②の一定繰返し変位載荷実験を実施し、地震力載荷後の鋼製橋脚柱、および部分合成橋脚柱の耐力、剛性、ならびに変形性能について比較・検討を行った。それらの結果を、以下で報告する。

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 $R$	縦長比パラ メーター $\lambda$
1	SL/0-R7-G	①地震加速度載荷	0 鋼製柱	0.70	0.32
2	SL/0-R3-G			0.35	0.35
3	RL/4-R7-G	②一定繰返し変位載荷	$L/4$	0.70	0.33
4	RL/4-R3-G			0.35	0.35
5	RL/3-R7-G		$L/3$	0.70	0.33
6	RL/3-R3-G			0.35	0.34

[注] L: 実験供試体基部から載荷点までの距離

2. 地震加速度載荷実験 各実験供試体には、充填コンクリート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、兵庫県南部地震時に神戸海洋気象台で観測された南北方向の地震加速度（最大加速度818.02gal）を相似則を考慮の上、入力した。

3. 一定繰返し変位載荷実験 各実験供試体には、上述と同じ軸方向圧縮力 $N$ を与えた状態で、最大水平変位 $\delta_{max} = \pm 46.0\text{mm}$ の一定繰返し変位を10回与えた。ここに、最大水平変位 $\delta_{max}$ は、幅厚比パラメーター $R=0.70$ の処女の実験供試体に対して、最大水平荷重が把握できるように、鋼製柱の実験供試体の終局変位 $\delta_{ps}$ の2倍（ $=3.1\delta_{ps}$ 、 $\delta_{ps}$ :降伏変位）に相当する値とした。なお、一定繰返し変位を10回与えてもまだ十分な耐力を保有する実験供試体に対しては、引き続き $\delta_{max} = 4\delta_{ps} = \pm 92.0\text{mm}$ の一定繰返し変位を1回与えた。

なお、図-1には、本実験で用いた載荷装置を示す。

4. 実験供試体 実験供試体の寸法諸元を、図-2に示す。すべての実験供試体の製作に用いた鋼板（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/cm<sup>2</sup>であった。また、実験供試体の内部に充填した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L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。

5. 実験結果とその考察 一定繰返し変位載荷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-3に示す。その際、水平変位 $\delta$ 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。なお、図-3中の水平変位のプラス側は、①の地震加速度載荷実験により残留変位が生じた側に相当する。また、各実験供試体の弾性剛度を処女の弾性剛度で無次元化したものを、図-4に示す。

まず、図-3によると、幅厚比パラメーター $R=0.35$ の実験供試体に対する最大水平荷重は、鋼製柱、および部分合成柱ともに、著しい地震荷重を載荷した後であるにもかかわらず全塑性水平荷重を上回っている。そして、

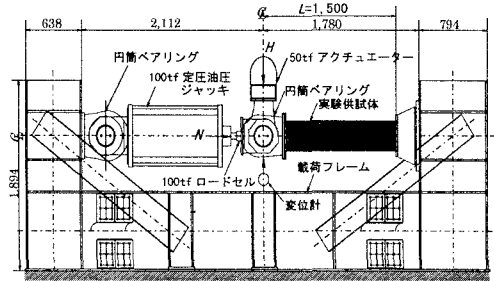
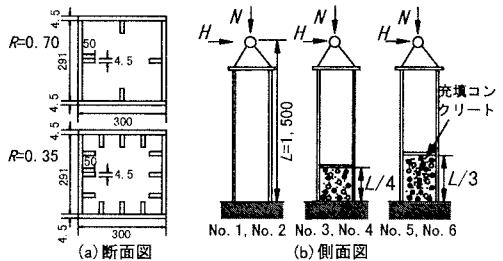


図-1 載荷装置（寸法単位：mm）



[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-2 実験供試体の断面形状と側面図

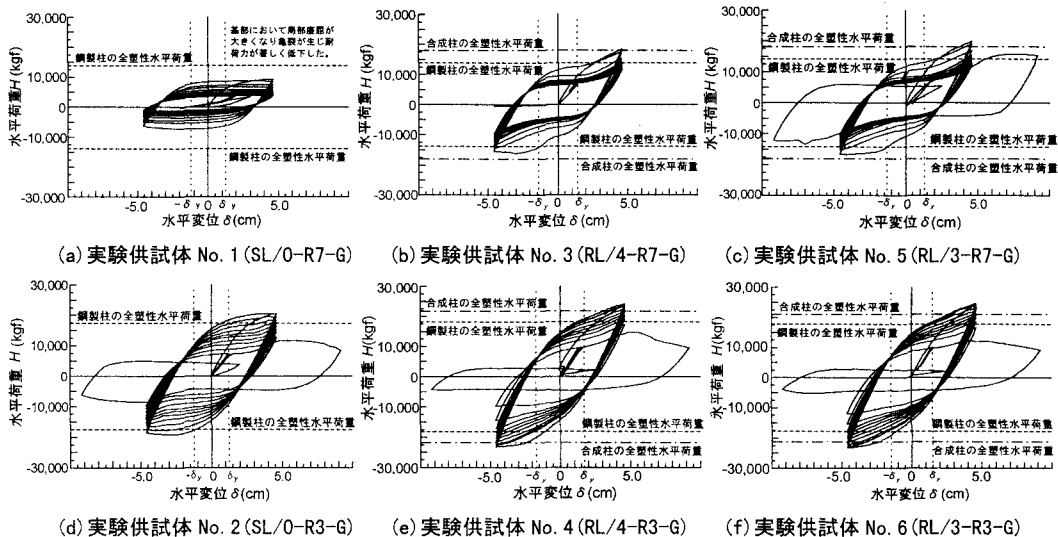


図-3 各実験供試体の水平荷重-水平変位曲線

耐力は、繰返し回数の増加とともに一定の割合で低下している。これは、繰返し回数の増加とともに引張側のフランジ面の基部において亀裂が生じたためである。また、局部座屈波形も、亀裂幅の拡大により進展した。一方、 $R=0.70$  の鋼製柱、および部分合成柱では、初期の繰返し回数で耐力が著しく低下し、その後、繰返し回数が増加しても、耐力があまり低下しないことがわかる。これは、初期の繰返し回数で局部座屈が発生し、局部座屈の変形量の増加に伴ってフランジ面と腹板との溶接部に亀裂が発生したためである。しかし、フランジ面内には、亀裂が進展することがなく、柱としての耐力の低下が小さかった。そして、部分合成柱の履歴形状は、 $R=0.70$  の場合に S 字形、また  $R=0.35$  の場合に紡錘形を呈することがわかる。さらに、 $R=0.35$  の実験供試体では、鋼製柱と部分合成柱との耐力特性にあまり差異がなく、充填コンクリートが荷重をあまり分担していないと推定される。

つぎに、図-4 によると、各実験供試体の弾性剛度の低下は、実験供試体 SL/0-R7-G 以外、ほとんど差異がなく、滑らかに低下していることがわかる。また、折返し回数 1 回目で、 $R=0.35$  のすべての実験供試体の弾性剛度がほぼ  $K_s=1.0$  であることから、これらの実験供試体は、地震荷重による影響をあまり受けていないことがわかる。

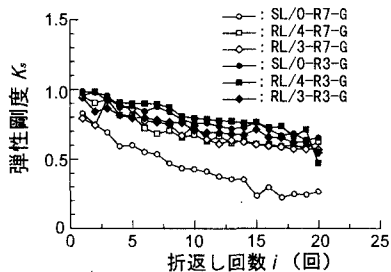


図-4 各実験供試体の弾性剛度の変化

## 6. 結論

- (1) 幅厚比パラメーター  $R=0.70$  の鋼製橋脚柱は、兵庫県南部地震相当の地震により重大な損傷を受ける。一方、幅厚比パラメーター  $R=0.35$  の橋脚柱は、鋼製柱、および部分合成柱ともにあまり損傷を受けない。
- (2) 幅厚比パラメーター  $R=0.35$  の場合、充填コンクリートは、荷重をあまり分担していない。
- (3) 幅厚比パラメーター  $R=0.35$  の実験供試体では、初期の繰返し回数における耐力が高い。しかし、繰返し回数の増加とともに基部のフランジ面において水平方向に亀裂が発生したため、その後の耐力の低下量は幅厚比パラメーター  $R=0.70$  のものより大きく、また亀裂発生後の変形性能は望めない。

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) 北田俊行・中井 博・中西克佳・竹野晃司：中空合成箱形断面を有する橋脚柱の耐震性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