

I - A82

補剛箱形断面を有する部分合成橋脚柱の地震荷重載荷中および載荷後の変形性能に関する実験的研究

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 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
 ㈱奥村組 正員 大東和徳

1. まえがき 本研究では、フランジ・プレートの幅厚比パラメーター R が0.35、および0.70の2種類の実鋼製橋脚柱、および部分合成橋脚柱を1/4に縮小したものに相当する実験供試体を、計6体製作した。そして、表-1に示す載荷方法、すなわち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、地震荷重載荷時、および載荷後の鋼製橋脚柱、および部分合成橋脚柱の耐荷力、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、本文で報告する。

表-1 本研究で用いた実験供試体の内訳

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	縦長比パラメーター
1	SL0-R7-G	①地震加速度載荷	0:鋼製柱	0.70	0.32
2	SL0-R3-G	①地震加速度載荷	0:鋼製柱	0.35	0.35
3	RL4-R7-G	②一定繰返し変位載荷	L/4	0.70	0.33
4	RL4-R3-G	②一定繰返し変位載荷	L/4	0.35	0.35
5	RL3-R7-G	②一定繰返し変位載荷	L/3	0.70	0.33
6	RL3-R3-G	②一定繰返し変位載荷	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

2. ハイブリッド実験 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、図-1に示す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(1/4縮尺)、入力した。なお、実験における載荷時刻は、実際の地震における時刻の約400倍に拡大している。

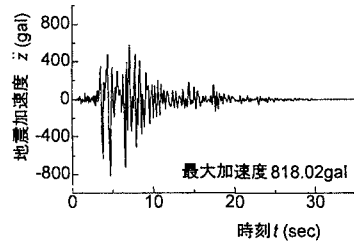


図-1 入力地震加速度

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 δ_{max} は、幅厚比パラメーター $R=0.70$ の処女の实验供試体に対して最大水平荷重が把握できるように、鋼製柱の实验供試体の終局変位 δ_{ps} の2倍(=3.1 δ_{ps} 、 δ_{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、まだ十分な耐荷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。

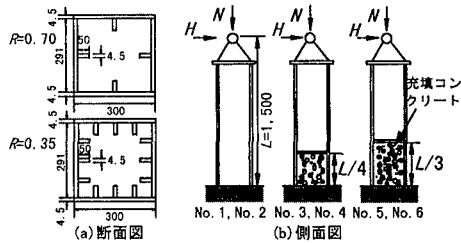


図-2 実験供試体の断面図と側面図

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^2 であった。一方、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レ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。

表-2 ハイブリッド実験による各実験供試体の応答値

No.	1	2	3	4	5	6
実験供試体名	SL0-R6-G	SL0-R3-G	RL4-R6-G	RL4-R3-G	RL3-R6-G	RL3-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 $\delta_{max,m}$ (実験供試体レベル)(cm)	4.96	5.21	5.37	5.87	5.03	5.68
$\delta_{max,m}/L$	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	1.25
$T_1(\text{sec})$	0.76	0.79	0.75	0.77	0.73	0.78
$T_2(\text{sec})$	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
損傷の様相	×	○	○	○	△	◎

L: 実験供試体基部から載荷点までの距離 ◎: 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 ×: 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領域における実験供試体の卓越周期($t=0\sim 2.56\text{sec}$ 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領域における実験供試体の卓越周期($t=0\sim 20.48\text{sec}$ まで)
 $\delta_{r,m}$: 実験供試体の残留変形

5. 実験結果とその考察

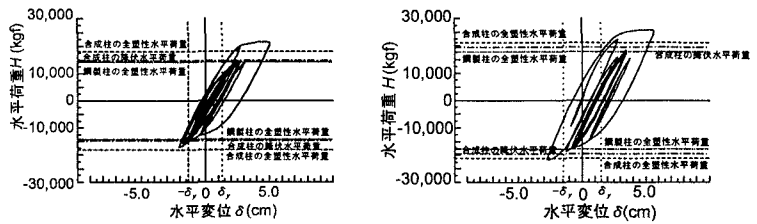
まず、ハイブリッド実験により得られた各実験供試体の応答値、および損傷状況を表-2にまとめて示す。これによると、ハイブリッド実験後の残留変位は、 $\delta_{r,m}/L = 1/125 \sim 1/450$ であった。これらは、新しい道路橋示方書・耐震設計編の許容値である $\delta_{r,m}/L = 1/100$

Key Word: 部分合成柱、ハイブリッド実験、一定繰返し変位載荷実験、耐荷力、変形性能

〒558 大阪市住吉区杉本 3-3-138 大阪市立大学工学部土木工学科 TEL 06-605-2735 FAX 06-605-2765

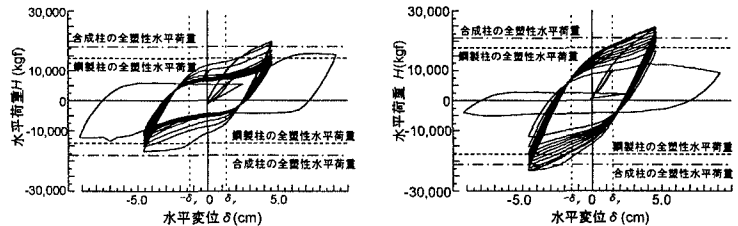
を満たしていた。

つぎに、ハイブリッド実験、および一定繰返し変位載荷実験より得られた実験供試体 No.5、および No.6 の水平荷重-水平変位曲線を、それぞれ図-3、および図-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。なお、図-4 中の水平変位のプラス側は、①のハイブリッド実験により残留変位が生じた側に相当する。これらの図によると、いずれの実験供試体の最大水平荷重も、全塑性水平荷重を大きく上回っていることがわかる。そして、これらのうち図-4 によると、実験供試体 No.6(RL/3-R3-G)に対する最大水平荷重は、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。また、繰返し回数の増加とともに引張側のフランジ面の



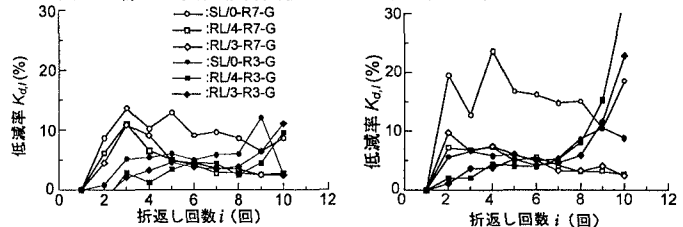
(a) 実験供試体 No. 5 (RL/3-R7-G) (b) 実験供試体 No. 6 (RL/3-R3-G)

図-3 ハイブリッド実験における水平荷重-水平変位曲線



(a) 実験供試体 No. 5 (RL/3-R7-G) (b) 実験供試体 No. 6 (RL/3-R3-G)

図-4 繰返し変位載荷実験における水平荷重-水平変位曲線



(a) 水平変位 $+\delta_{max}$ 時の低減率 (b) 水平変位 $-\delta_{max}$ 時の低減率

図-5 保有水平耐力の低減率の比較

基部において亀裂が生じたため、耐力は一定の割合で低下している。一方、実験供試体 No.5(RL/3-R7-G)では、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耐力が著しく低下した。しかし、その後は、フランジ面内に亀裂が進展することがなく、柱としての耐力を保有している。そのため、繰返し回数が増加しても、耐力は、あまり低下してないことがわかる。

さらに、一定繰返し変位載荷実験における各実験供試体の $\pm \delta_{max}$ 時の水平荷重の低減率の比較を、図-5 に示す。この図によると、幅厚比パラメータ $R=0.70$ の実験供試体に対する保有水平耐力の低減率は、繰返し回数の初期の段階において大きい。これに対し、幅厚比パラメータ $R=0.35$ の実験供試体に対する保有水平耐力の低減率は、繰返し回数が8回以降に大きくなっていることがわかる。

6. 結論

(1)幅厚比パラメータ $R=0.70$ 、および $R=0.35$ の部分合成柱、および $R=0.35$ の鋼製柱は、兵庫県南部地震相当の地震により、あまり著しい損傷を受けなかった。そしてその残量変位は、道路橋示方書・耐震設計編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。

(2)部分合成柱は、幅厚比パラメータの差異により局部座屈、および亀裂の生じ方が相違し、そのために繰返し回数によって耐力の低下に差異を生ずる。

なお、本研究は、平成7~9年度の文部省・科学研究費補助金・基礎研究 B(2) (研究代表者：中井 博)としての研究補助を受けて行っている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とに関する実験的研究，構造工学論文集，Vol. 43A，土木学会，pp.1355~1366，1997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，pp.225~236，1997年3月