

第1部門 断面中央を空洞にした合成橋脚柱の耐荷力および変形性能に関する実験的研究

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 中井 博
 大阪市立大学工学部 正 員 中西克佳 大阪市立大学工学部 学生員○竹野晃司

1.はじめに 鋼製橋脚柱の耐震性の向上策を検討するため、鋼製柱の断面内部に鋼管を配置し、さらに外側鋼断面と内部鋼管との間に部分的に低強度のコンクリートを充填した橋脚柱模型を製作し、それらに一定の変位量を繰返し与える静的繰返し載荷実験、および過大な地震加速度を与えるハイブリッド実験を実施した。そして、地震力載荷前後の実験供試体の耐荷力、変形性能、および剛度について比較・検討した。

2.実験供試体 実験供試体の内訳を、表-1に示す。使用鋼板(SS400 材,実測降伏点 $\sigma_{sy}=3,151\text{kgf/cm}^2$)の公称板厚は、4.5mmである。そして、フランジ・プレートの幅厚比パラメーターR、および断面寸法比b/dは、文献1)~2)を参照して、それぞれ約0.7、および1.25とした。また、充填コンクリートには、圧縮強度 $\sigma_{ck}=120\text{kgf/cm}^2$ 程度の低強度のものを使用した。

表-1 実験供試体の内訳

No.	実験供試体名	断面形状	内部鋼管の有無	軸方向圧縮力
1	S-O-G00	鋼製柱	無	
2	S-O-G17	鋼製柱	有	
3	R-O-G00	合成柱	無	
4	R-O-G17	合成柱	有	
5	R-IE-G00	2重構造	無	
6	R-IE-G17	2重構造	有	
7	R-IS-G00	1重構造	無	
8	R-IS-G17	1重構造	有	
9	R-V-G00	成柱	無	
10	R-V-G17	成柱	有	

外側鋼断面の全塑性軸力の15%

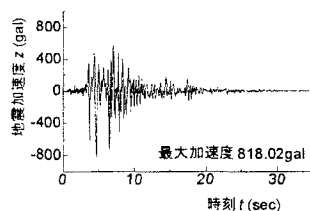
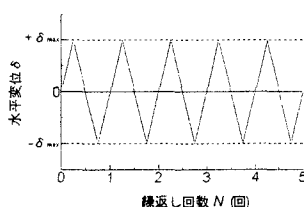


図-1 静的繰返し変位の載荷方法 図-2 入力地震加速度

3.実験の手順

- ①まず、健全な実験供試体の耐荷力、変形性能、および剛度を把握するため、表-1に示した実験供試体のうち奇数番号の計5体を用いて、上部構造の自重を想定した一定な軸方向圧縮力を作用させた状態で、静的繰返し変位載荷実験を行う。
- ②つぎに、実験供試体の地震時の挙動、および耐荷性状を調べるため、残りの実験供試体5体を用いて、過大な地震加速度を与えるハイブリッド実験を、実橋脚と実験供試体との相似則を考慮して行う。

③さらに、上記②の地震動載荷後の実験供試体5体の残存耐荷力、残存変形性能、および剛度を把握するため、上記①で行ったのと同様な静的繰返し変位載荷実験を行う。

4.載荷方法と載荷装置 まず、静的繰返し変位載荷実験では、図-1に示すように、 $\pm \delta_{max}=6.0 \delta_{ys}$ (δ_{ys} :鋼製柱の実験供試体の降伏変位)の最大水平変位を、実験供試体が破壊するまで繰返し与える。つぎに、ハイブリッド実験では、図-2に示すように、1995年1月17日に神戸海洋気象台で記録された兵庫県南部地震の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、入力加速度として与える。図-3には、一連のハイブリッド実験に用いた載荷装置を示す。

5.実験結果とその考察 10体の実験供試体のうち、主に鋼製柱の実験供試体S-O-G00とS-O-G17、および内部に鋼管を有する合成柱の実験供試体R-IS-G00とR-IS-G17とについて、実験結果を示し、それらについて考察する。

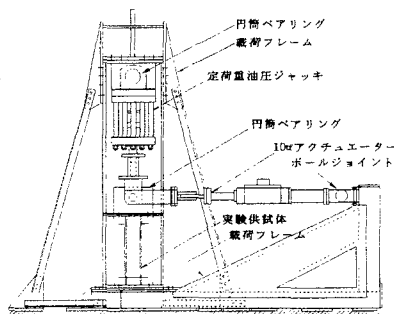


図-3 ハイブリッド実験の載荷装置

Toshiyuki KITADA, Hiroshi NAKAI, Katsuyoshi NAKANISHI and Koji TAKENO

まず、静的繰返し変位載荷実験を行った実験供試体 S-O-G00、および R-IS-G00 の水平荷重-水平変位曲線を図-4(a)~(b)に、また繰返し回数 1 回目の正側への水平変位載荷時の各実験供試体の水平荷重-水平変位曲線を、図-5に示す。図-4(a)、および図-5 より、鋼製柱である実験供試体 S-O-G00 のピーク荷重と、はり理論か

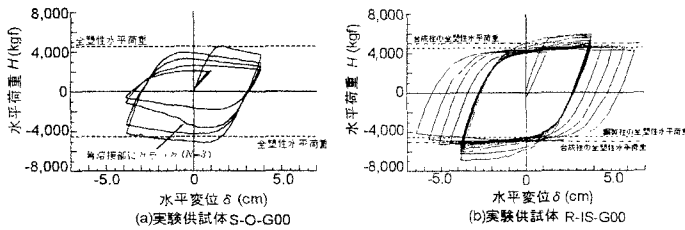


図-4 水平荷重-水平変位曲線

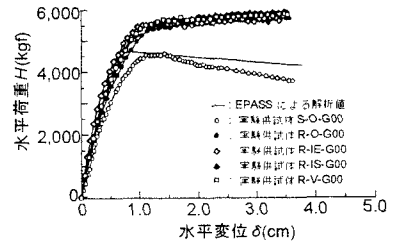


図-5 各実験供試体の水平荷重-水平変位曲線(1回目)

ら求めた全塑性水平荷重、および弾塑性有限変位解析プログラム (EPASS)によるピーク荷重とがほぼ一致していることがわかる。図-5より、合成柱である他の4体の実験供試体は、ほぼ同様な水平荷重-水平変位曲線を描いていることがわかる。すなわち、実験供試体 R-IS-G00 について考察すると、内部に鋼管を配置して2重構造にしても、耐荷力には、ほとんど影響が出ない。また、実験供試体 R-IE-G00 について考察すると、断面の中心付近の充填コンクリートを部分的に取り払っても、耐荷力には、それ程影響が出ない。

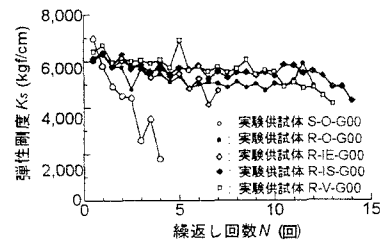


図-6 各実験供試体の弾性剛度の変動

つぎに、静的繰返し変位載荷実験における繰返し回数の増加に伴う弾性剛度の変動を、図-6に示す。この図より、繰返し回数の増加に伴い、鋼製柱の実験供試体の弾性剛度は大きく減少しているのに対し、合成柱のそれは徐々に減少していることがわかる。

最後に、ハイブリッド実験により得られた実験供試体 S-O-G17、および R-IS-G17 の水平荷重-水平変位曲線を、図-7に示す。なお、鋼製柱の実験供試体には柱基部にはっきりとわかる局部座屈が生じたのに対し、合成柱の実験供試体の鋼板にはほとんど変形が生じなかった。

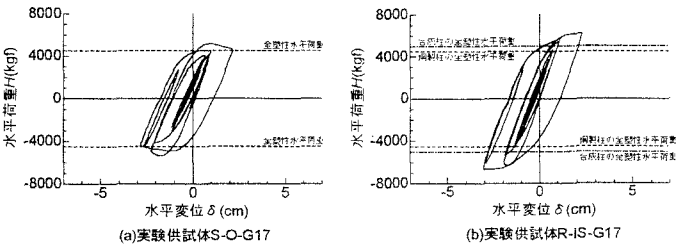


図-7 ハイブリッド実験における水平荷重-水平変位曲線

6. まとめ

- (1)内部に鋼管を有する合成柱供試体 R-IS-G00、および R-IS-G17 が、最も高い変形性能を有していた。
- (2)合成柱の実験供試体は、すべて同程度の耐荷力を有していた。すなわち、合成柱の内部に鋼管を配置しても、あるいは充填コンクリートの中心部分を取り払っても、耐荷力には、それほど大きな影響が出ない。

なお、本研究は、文部省・科学研究費補助金・奨励研究(研究代表者:中西克佳)、および鋼材倶楽部・土木鋼構造研究助成金として研究費の補助を受けて行ったものである。とくに、後者からの補助金に関しては、名古屋大学の宇佐美勉教授に種々なご配慮をいただいた。ここに記して、感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1)中井 博・北田俊行・吉川 紀・中西克佳・尾山達己：コンクリートを充填した長方形箱断面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.39A,土木学会,pp.1347-1360,1993年3月
- 2)中井 博・北田俊行・中西克佳・杉山 功・河野康史：地震荷重を受けた後の合成柱(充填形式)の耐荷力,および変形性能に関する実験的研究,構造工学論文集,Vol.40A,土木学会,pp.1401-1412,1994年3月