

## I-A 21

## 2重構造の鋼管を用いた合成橋脚柱の耐荷性・変形性能に関する実験的研究

大阪市立大学工学部 正 員 中西克佳  
 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  
 (株)横河ブリッジ 正 員 竹野晃司

1.はじめに 鋼製橋脚柱の耐震性の向上を図るため、鋼製柱の断面内部にも鋼管を配置し、さらに外側鋼管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する2重構造の鋼管を用いた合成橋脚柱模型を製作した。そして、それらに一定の水平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行い、この種の合成橋脚柱の耐震性について比較・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)の公称板厚は4.5mmで、実測降伏点は $\sigma_{sy}=3,151\text{kgf/cm}^2$ である。また、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。さらに、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。

## 3.実験の手順

表-1 実験供試体の内訳

| No. | 実験供試体名   | 断面形状           | 作用載荷軸方向の有無 | 外側鋼断面の全塑性軸力の15% |
|-----|----------|----------------|------------|-----------------|
| 1   | S-O-G00  | 鋼製柱            | 無          | 無               |
| 2   | S-O-G17  | 鋼製柱            | 有          | 有               |
| 3   | R-O-G00  | 合成柱            | 無          | 無               |
| 4   | R-O-G17  | 合成柱            | 有          | 有               |
| 5   | R-IE-G00 | 2重構造の鋼管を用いた合成柱 | 無          | 無               |
| 6   | R-IE-G17 | 2重構造の鋼管を用いた合成柱 | 有          | 有               |
| 7   | R-IS-G00 | 鋼管             | 無          | 無               |
| 8   | R-IS-G17 | 鋼管             | 有          | 有               |
| 9   | R-V-G00  | 鋼管             | 無          | 無               |
| 10  | R-V-G17  | 鋼管             | 有          | 有               |

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行う。その際、実橋脚と実験供試体との相似率を、7:1、あるいは4:1に設定した。

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と同じ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、 $\pm \delta_{\max}=6.0 \delta_{ys}$ ( $\delta_{ys}$ :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)を上記の相似率を考慮の上、入力加速度として与える。そのとき用いたハイブリッド実験の載荷装置を、図-3に示す。

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2重構造の鋼管を用いた合成柱の実験供試体R-IS-G00とR-IS-G17とについての実験結果を主に示す。そして、それらに対して得られた実験結果について考察する。

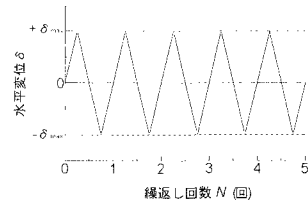


図-1 静的繰返し変位の載荷方法

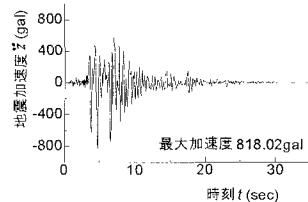


図-2 入力地震加速度

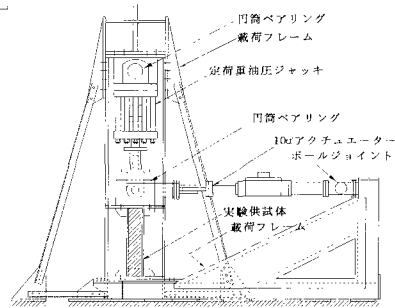


図-3 ハイブリッド実験の載荷装置

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。これらの図

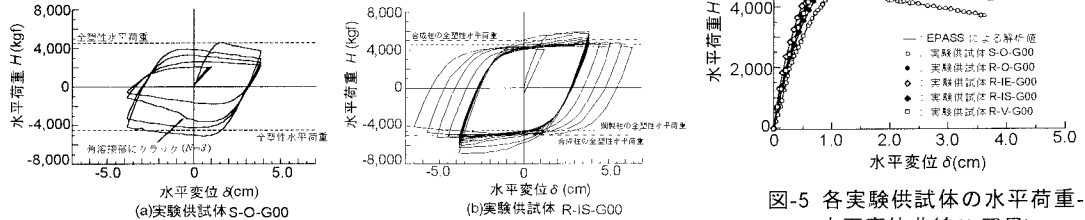


図-4 水平荷重-水平変位曲線

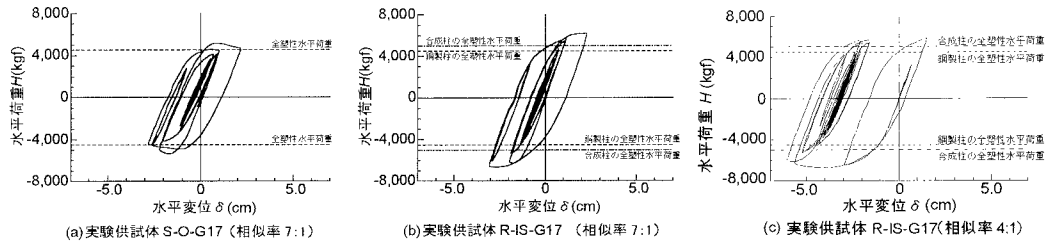


図-6 ハイブリッド実験における水平荷重-水平変位曲線

より、鋼製柱である実験供試体 S-O-G00（図-4(a)）のピーク荷重と、はり理論か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。また、合成柱である他の 4 体の実験供試体（図-5）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、ほとんど影響が現れない。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、それ程影響が現れない。

つぎに、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-6(a)~(b)に示す。なお、鋼製柱の実験供試体には柱基部に明確な局部座屈が生じたのに対し、合成柱の実験供試体にはほとんど変形が生じなかった。そのため、実験供試体 R-IS-G17 に対しては、さらに相似率を 4:1 とみなしてハイブリッド実験を行った。このときの水平荷重-水平変位曲線を、図-6(c)に示す。

## 6. まとめ

- (1) 合成柱としたすべての実験供試体は、ほとんど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現れない。
- (2) 2 重構造の鋼管を用いた合成柱供試体 R-IS-G00、および R-IS-G17 が、最も高い変形性能を有していた。

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形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