

合成柱の耐久性に関する実験的研究

大阪市立大学工学部 正会員 中井 博 大阪市立大学工学部 正会員 北田俊行
阪神高速道路公団 正会員 吉川 紀 大阪市立大学工学部 正会員 中西克佳
大阪市立大学工学部 学生員 尾山達巳

1. まえがき 鋼管にコンクリートを充填した合成柱は、変形性能が高く、地震動などの動的外力に対して十分な抵抗性を持っていると思われるので、合成柱を耐震部材として用いるための研究も、今後、必要であると考えられる。そのための基礎的研究として、本研究では、一定の軸方向圧縮力を受ける合成柱供試体に、外側の鋼管が降伏する程度の静的繰返し荷重、あるいは地震荷重をハイブリッド実験装置によって載荷し、損傷を与え、その後、損傷を有する合成柱供試体、および有しない供試体に、一定鉛直荷重と繰返し水平荷重とを同時に与える静的載荷実験を行い、両供試体の耐荷力、および変形性能を比較することによって、合成柱の耐久性について検討している。

2. 実験供試体と載荷モデル 実験供試体を図-1に示す。実験供試体の使用鋼材はSS400とし、フランジ、ウェブともに板厚4.5mmのものを用いた。実験供試体は11体製作し、そのうち8体には、コンクリートを充填し、合成柱供試体とした。表-1に実験供試体の内訳を示す。また、載荷モデルを図-2に示す。

表-1 実験供試体の内訳

種類	番号 No.	供試体名	軸方向圧縮荷重 P/N_p	損傷の与え方	γ	静的繰返し 載荷実験
合成柱	1	R-2-01	0.274	なし	~	単調増加載荷
	2	R-2-02	0.274	なし	~	○
	3	R-1-0	0.137	なし	~	○
	4	R-2-S	0.274	静的繰返し載荷	~	○
	5	R-2-G1	0.274	地震波(0.153G)	1.70	○
	6	R-2-G2	0.274	地震波(0.091G)	1.00	○
	7	R-1-G3	0.137	地震波(109.76)	1.00	○
	8	R-1-G4	0.137	地震波(186.4G)	1.70	○
鋼管柱	9	S-1-01	0.137	なし	~	○
	10	S-1-02	0.137	なし	~	○
	11	S-2-0	0.274	なし	~	○
	12	S-0	残留応力測定用供試体			

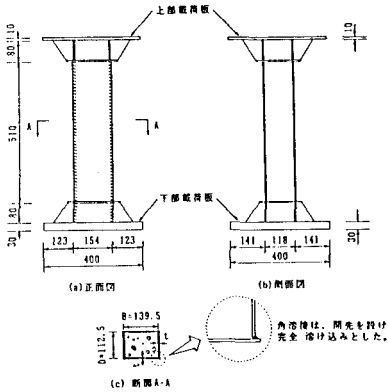


図-1 実験供試体 (寸法単位:mm)

3. 実験方法 一定軸方向圧縮力 P は、鋼製柱供試体の全塑性軸方向力 N_{p0} の約0.15、および0.3倍の2種類とした。また、入力地震波としては、道路橋示方書¹⁾の津軽大橋周辺地盤上(第Ⅲ種地盤)で記録された日本海中部地震時の加速度時刻歴を用いた。そして、最大加速度が供試体に作用したとき、外側鋼板の応力度が許容応力度になるように上記の地震加速度を増幅したものの($\gamma=1.0$)、および、それをさらに1.7倍に増幅したもの(1.7)の2ケースを考える。入力地震加速度の時刻歴一例を図-3に示す。

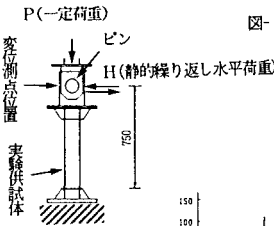


図-2 載荷モデル

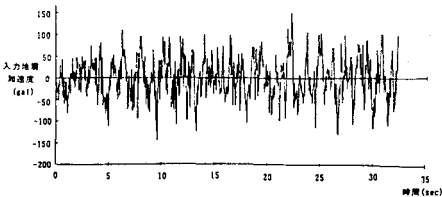


図-3 実験供試体R-2-G1の入力地震加速度の時刻歴

Hiroshi NAKAI, Toshiyuki KITADA, Osamu YOSHIKAWA, Katsuyoshi NAKANISHI, Tatsumi OYAMA

4. 実験結果および考察

(1) 地震荷重載荷時の荷重－変位履歴

実験供試体R-2-G1の地震荷重載荷時の荷重－変位の履歴を図-4に示す。 $\gamma=1.70$ の実験供試体R-2-G1では、リアル・タイムで $T=20$ 秒あたりから残留たわみが一方に増大し $T=33$ 秒付近で崩壊した。また、作用水平荷重の最大値は、合成柱としての全塑性水平荷重まで達していた。その他の実験供試体は、地震荷重により、崩壊しなかった。

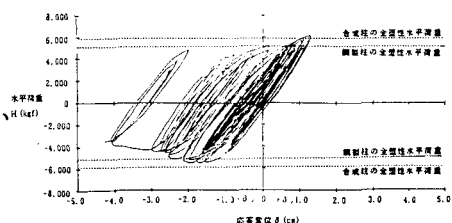


図-4 実験供試体R-2-G1の履歴曲線($P=0.274N_{ps}$, $\gamma=1.70$)

(2) 損傷後の静的繰返し載荷時の荷重－変位曲線

軸方向圧縮力 $P=0.274N_{ps}$ で損傷を与えていない実験供試体R-2-02、および $\gamma=1.7$ の地震荷重により損傷を与えた実験供試体R-2-G1の荷重－変位曲線を、それぞれ図-5、および図-6に示す。ハイブリッド実験によって崩壊した実験供試体R-2-G1を除き、損傷は、終局強度、および変形性能には全く影響を与えていないことがわかった。崩壊した実験供試体R-2-G1の最高荷重は、損傷を有しない同様の実験供試体R-2-02の最高荷重より、18%の低下がみられた。しかし、損傷を有しない同様の鋼製柱供試体S-2-0の最高荷重よりは、6.6%高い値となっている。さらに、崩壊しなかった実験供試体R-2-G2、R-1-G3、およびR-1-G4では、繰返し載荷による荷重の低下率も、損傷を与えない場合に比べて、有る差異は認められなかった。

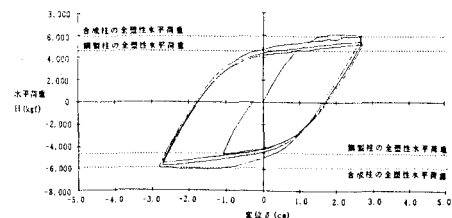


図-5 実験供試体R-2-02の荷重－変位曲線

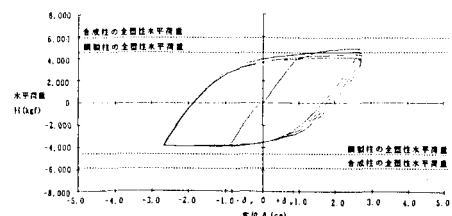


図-6 実験供試体R-2-G1の荷重－変位曲線 (ハイブリッド実験後)

5. 結論 本研究によって得られた主な結論は、以下のようにまとめられる。

- (1) 地震荷重を作用させた4体の実験供試体のうち、 $N/N_{ps}=0.274$ 、 $\gamma=1.70$ の実験供試体は、地震荷重載荷中に崩壊した。その他の3体は崩壊に至らなかった。また、4体の実験供試体とも、地震荷重により、フランジプレートが大きく座屈していた。
- (2) 地震荷重により崩壊した実験供試体では、損傷を与えない実験供試体に対して、耐力力の低下が認められたが、損傷を与えない鋼製柱供試体の耐力力よりは、高い耐力力を保有していた。
- (3) 地震荷重によって崩壊に至らなかった実験供試体では、損傷を与えない実験供試体に比べて、耐力力、および変形性能の劣化が全く認められなかった。
- (4) 地震荷重によって崩壊した実験供試体では、その基部近傍の充填コンクリートがかなり圧壊していたが、地震荷重を与えた他の3体の実験供試体では、基部付近の充填コンクリートの損傷が、わずかであった。
- (5) 損傷は、すべて、柱基部の鋼板の座屈と充填コンクリートとの圧壊であった。したがって、この部分を補強することによって、合成柱の耐力力や変形性能を、大幅に向上させることができるものと思われる。
- (6) 外側の鋼板が降伏する程度の静的な繰返し水平荷重により損傷を与えた実験供試体R-2-Sでは、損傷を与えない実験供試体に比して、最高荷重、および荷重の低下率とも、有意な差異は、認められなかった。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，V. 耐震設計編，丸善，pp148～163 平成2年2月