

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 大阪市立大学工学部○学生員 渡邉浩延

1. まえがき 本研究では、表-1に示すように、鋼製柱、およびコンクリートの充填区間の長さを変化させた合成柱あわせて12体の実験供試体を製作した。そして、表-1の荷重方法①～③の3種類の実験を実施し、鋼製橋脚柱、および部分合成した橋脚柱の耐震性について定量的なデータを得ることを目的として研究を行ったものである。ただし、ここでは、以上の一連の実験のうち、①の静的繰返し変位荷重実験で、かつ幅厚比パラメーター R が0.6の鋼製柱、および合成柱の実験供試体3体の実験結果についてのみ報告する。

2. 静的繰返し変位荷重実験 充填コンクリートを無視した鋼断面の全塑性軸力の15%に相当する軸方向圧縮力 N を実験供試体に与える。そして、この状態で、最大水平変位 $\delta_{max} = \pm 46.0\text{mm}$ の静的繰返し変位を与え、実験供試体を崩壊に至らせしめる。ここに、最大水平変位 $\delta_{max} = \pm 46.0\text{mm}$ は、すべての実験供試体の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 δ_{ps} の2倍 ($= 3.3 \delta_r, \delta_r$: 降伏変位) に相当する値とした。

荷重装置は、図-1に示すように、鉛直荷重と水平荷重とを独立に、または同時に荷重できるように設計されている。ここで、実験供試体が水平にセットされているため、曲げを与える荷重（当実験装置では、鉛直方向の荷重）を水平荷重 H とする。また、実験供試体は、基部を固定端とし、また、頭部を円筒ベアリングによるピン接合としている。

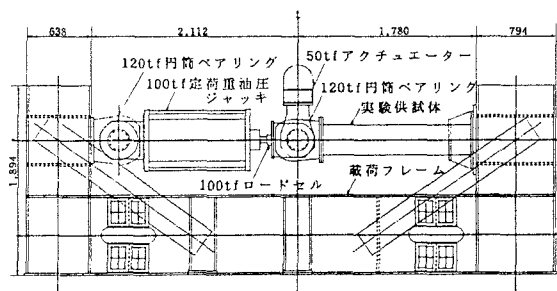


図-1 荷重装置の概要 (寸法単位: mm)

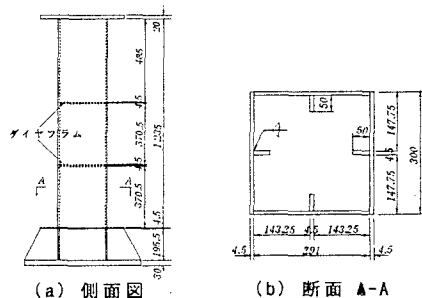
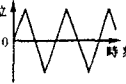
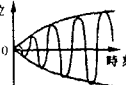
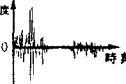


図-2 実験供試体の寸法諸元 (寸法単位: mm)

3. 実験供試体 実験供試体の寸法諸元を、図-2に示す。実験供試体の製作に用いた鋼板 (SS400材) の実測降伏点は、実験供試体 No.2、No.4、および No.6 に対して、それぞれ $3,480\text{kgf/cm}^2$ 、 $3,720\text{kgf/cm}^2$ 、および $3,760\text{kgf/cm}^2$ 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実測圧縮強度は、 $\sigma_{ck} = 252\text{kgf/cm}^2$ であった。なお、充填コンクリートの上面には、ダイヤフラムを配置した。

4. 実験結果とその考察 繰返し変位荷重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 δ (図-1の荷重装置では鉛直変位) 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。そして、繰返し回数1回目の水平変位が $\delta = +46.0\text{mm}$ ($= 3.3 \delta_y$) になるまでの各実験供試体の水平荷重 - 水平変位の曲線を、図-4に示す。この図中には、鋼製柱である Hiroshi NAKAI, Toshiyuki KITADA, Katsuyoshi NAKANISHI and Hironobu WATANABE

表-1 本研究で用いる実験供試体の内訳

No.	実験供試体名	荷重方法	コンクリート 充填量	幅厚比パラ メーターR	
1	SL/0-R3-I	① 静的繰返し変位荷重 変位 	0: 鋼製柱 L/4 L/3	0.3	
2	SL/0-R6-I			0.6	
3	RL/4-R3-I			0.3	
4	RL/4-R6-I			0.6	
5	RL/3-R3-I			0.3	
6	RL/3-R6-I			0.6	
7	SL/0-R6-C	② 漸増繰返し変位荷重 変位 	0: 鋼製柱 L/4 L/3	0.6	
8	RL/4-R6-C				L/4
9	RL/3-R6-C				L/3
10	SL/0-R6-G	③ 地震時加速度荷重 加速度 	0: 鋼製柱 L/4 L/3		
11	RL/4-R6-G				L/4
12	RL/3-R6-G				L/3

[注] L: 実験供試体基部から荷重点までの距離

実験供試体 No.2 を柱とみなし、弾塑性有限変位解析プログラムを用いて解析した結果も示してある。また、各実験供試体の弾性剛度の変動、および履歴エネルギー吸収量を、それぞれ図-5、および図-6に示す。

なお、図-3中のフランジ・プレート A は最初に圧縮力を受ける側であり、またフランジ・プレート B は最初に引張力を受ける側である。

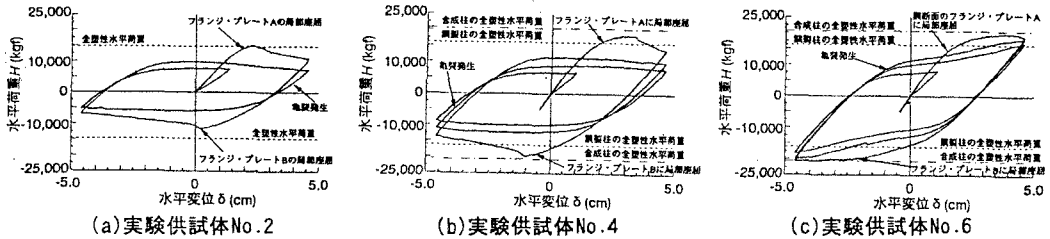


図-3 各実験供試体の水平荷重-水平変位曲線

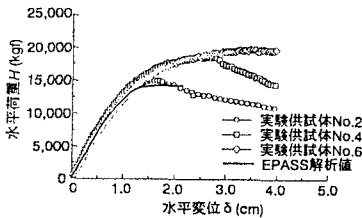


図-4 H- δ 曲線とEPASSの解析値

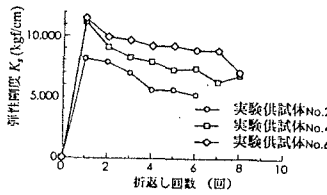


図-5 弾性剛度の変動

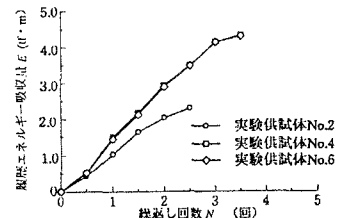


図-6 履歴エネルギー吸収量

図-3(a)、および図-4より、鋼製柱である実験供試体 No.2 のピーク荷重と、梁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によるピーク荷重とがほぼ一致していることがわかる。そして、図-3(b)～(c)、および図-4より、柱長の下部 1/4 部分にコンクリートを充填した実験供試体 No.4 は、上部の鋼断面において局部座屈を起こしたため、柱長の下部 1/3 部分にコンクリートを充填した実験供試体 No.6 に比べ、最大荷重以降の耐荷力の低下量が大きいことがわかる。ここで、耐荷力が最大値となるときの変位量と、それ以後の耐荷力の低下量との割合からみれば、実験供試体 No.6 は、耐荷力、および変形性能の両面において最も優れていると考えられる。また、図-5においても、実験供試体 No.6 の弾性剛度の低下量が最も小さいことがわかる。ただし、図-6より、2つの合成柱の実験供試体の履歴エネルギーの吸収量には、差異がないこともわかる。

5. 結論 本研究によって得られた主な結論をまとめると、以下のとおりである。

- 1) 合成柱は、耐荷力、変形性能、および履歴エネルギー吸収量、ならびに剛度の面において、鋼製柱よりも大幅に優れている。
- 2) 柱下部のみにコンクリートを充填した合成柱は、上部の鋼断面で局部座屈したとき、本来の合成柱としての効果が期待できない。このことから、設計において、コンクリートの充填高さには、注意を要する。
- 3) 合成柱は、断面が強化された分、溶接部にかかる負担が大きくなり、溶接部における亀裂が発生し易くなる。したがって、今後、溶接部が弱点とならない構造詳細の検討も必要である。

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・吉川 紀・中西克佳・尾山達巳：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。

3) 中井 博・北田俊行・中西克佳：漸増繰返し荷重を受ける鋼製・合成橋脚柱の耐荷性状に関する実験的研究，土木学会論文集，No.513/I-31，pp.89～100，1995年4月