

I-A 20

基部のみにコンクリートを充填した部分合成橋脚柱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

1. まえがき 本研究では、実験供試体のサイズを実橋脚の約 1/3 とみなし、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部分合成柱の実験供試体を製作した。そして、表中の一定の繰返し変位荷重による実験を実施し、鋼製橋脚柱、および部分合成した橋脚柱の変形性能について比較・検討を行った。

2. 実験供試体 実験供試体の幅厚比パラメーター R は、約 0.6 とした。ここで、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.1、No.2、および No.3 において、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。ちなみに、合成断面部における弾性領域での鋼断面の荷重分担率 γ は 0.34、またコンクリートの降伏後のそれは 0.54 であった。これは、合成橋脚の基準とされている範囲 $0.2 < \gamma < 0.8$ 内に納まっている。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。

3. 荷重方法と荷重装置 本実験では、一定の軸方向圧縮力 N を実験供試体に与えた状態で、最大水平変位 $\delta_{max} = 3.3 \delta_{ys}$ （ δ_{ys} ：鋼製柱の実験供試体の降伏変位）の一定の繰返し変位を実験供試体が崩壊に至るまで与えた^{1), 2)}。

荷重装置の概要を、図-1に示す。

ここで、本実験では、実験供試体を水平にセットしているため、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 としている。また、実験供試体は、基部を固定端とし、頭部を円筒ベアリングによるピン接合としている。

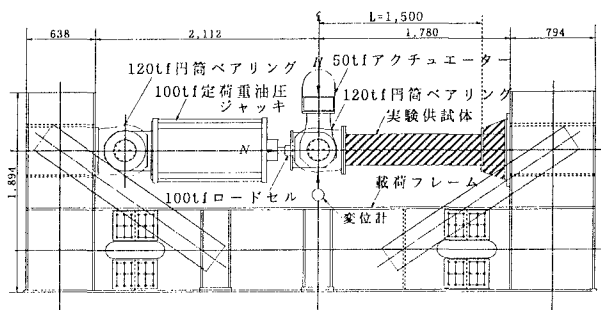


図-1 荷重装置の概要（寸法単位：mm）

4. 実験結果 静的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-2に示す。その際、水平変位 δ （図-1の荷重装置では、鉛直変位）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。また、繰返し回数 1 回目の水平変位が $\delta = \delta_{max}$ になるまでの各実験供試体の水平荷重－水平変位曲線と、鋼製柱の実験供試体 No.1 を柱として弾塑性有限変位解析プログラムを用いて解析した結果とを、図-3に比較して示す。さらに、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-4、および図-5に示す。なお、図-2中のフランジ・プレート A は最初に圧縮力が作用する側を、またフランジ・プレート B は最初に引張力が作用する側を指している。

5. 実験結果の考察 図-2(a)、および図-3より、鋼製柱である実験供試体 No.1 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、最終的に合成断面部で破壊した実験供試体 No.3 のピーク荷重は、鋼製柱の実験供試体 No.1 の 1.3 倍であった。

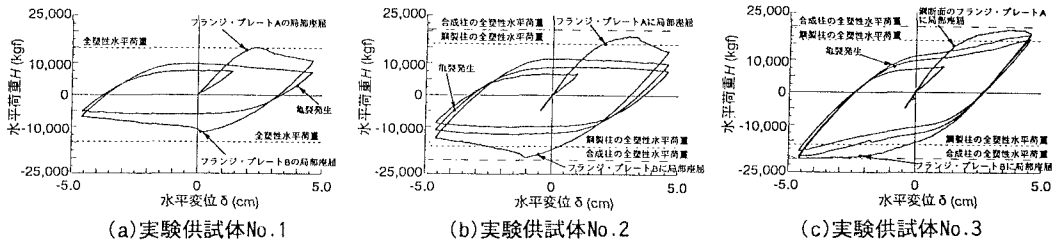


図-2 各実験供試体の水平荷重-水平変位曲線

また、図-2(b)～(c)、および図-3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.2 は、鋼断面の上部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.3 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。

そこで、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判断すれば、実験供試体 No.3 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。

そして、図-4においても、実験供試体 No.3 の弾性剛度の低下量が最も小さいことがわかる。

さらに、図-5より、2つの合成柱の実験供試体の履歴エネルギー吸収量に差異がなく、繰返し回数 2.5 回目の時点で鋼製柱の実験供試体 No.1 の 1.5 倍 あることがわかる。

6. 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、上部の鋼断面部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、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、溶接部での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ているもので、今後、本研究と同様な供試体に対して、漸増繰返し変位荷重による実験を行う予定である。

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

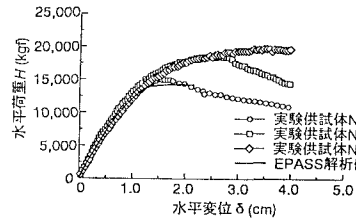


図-3 H-δ 曲線と EPASS の解析値

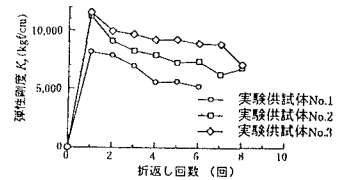


図-4 弾性剛度の変動

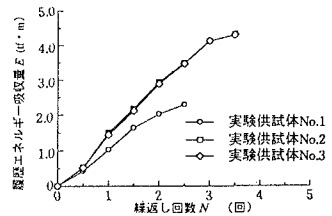


図-5 履歴エネルギーの吸収量