

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

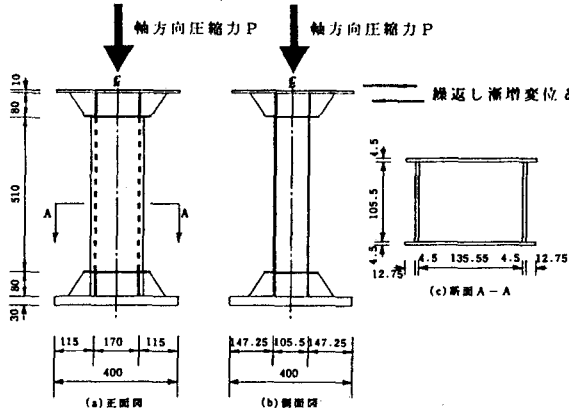
大阪市立大学工学部 正 員 北田俊行
大阪市立大学工学部 学生員 児玉英明

1. まえがき 本研究は、合成柱のコンクリートの充填量が地震荷重に代表されるような繰返し荷重のもとで、どのようなエネルギーの吸収する能力をもつかを、検討しようとしたものである。その際、実験供試体には、地震そのものでなく、疑似地震変位、すなわち漸増繰返し変位を与え、種々な定量的な評価を試みている。

2. 実験供試体 実験供試体の内訳を表-1に、また形状・寸法を図-1に示す。使用鋼板(SS400材)の板厚は4.5mmで、フランジ・プレートの幅厚比パラメーター $R(=\sqrt{\sigma_v/\sigma_{or}}, \sigma_v$:降伏点, σ_{or} :弾性座屈応力度)は0.64、また断面寸法比 b/d は1.28とした。なお、実験供試体の製作に当たっては、腹板とフランジ・プレートとの溶接部分が弱点とならないように、レ形の開先をとったグルーブ溶接を採用した。

表-1 実験供試体の内訳

No.	種類	実験 供試体名	実験供試体の特徴		軸方向圧縮力 P/N _△
1	鋼製柱	S-L0		幅厚比パラメーター R=0.64	0.15
2		R-L/4		幅厚比パラメーター R=0.64 コンクリートをx/4充填	
3		R-L/3		幅厚比パラメーター R=0.64 コンクリートをx/3充填	
4		R-L/2		幅厚比パラメーター R=0.64 コンクリートをx/2充填	
注) P : 軸方向圧縮力 (一定) N _△ : 鋼製断面の全軸方向耐力 x : 実験供試体長さ (x=510mm)					



3. 実験方法 鋼製柱、および合成柱供試体に対し、一

定の軸方向圧縮力を作用させた状態で、図-3に示す地震応答変位を疑似化した漸増繰返し変位を与える。それらの実験結果から、①耐荷力の低下量、②エネルギー吸収量、③ダクティリティ係数、および④接線剛性の変動について整理し、コンクリートの充填区間の影響について定量的に比較・検討する。一般的に、地震波が橋脚柱に作用した場合、橋脚柱は自分と同じ固有振動周期を選んで振動し始め、不規則な振幅をもつ振動を引き起こす。しかし、そのうち橋脚柱の固有振動周期に等しい成分のものが卓越してくる。そして、過大な地震を対象とするとき、ほぼ一定の振幅をもつ振動となると考えられる。そこで、本研究に用いる地震力としては、図-2に示すように、一定振幅の地震加速度の時刻歴に置き替えられるものと仮定する。すなわち、橋脚柱の固有円振動数を p (rad/sec)、および $\ddot{z}_0$ を地震の最大水平加速度とすると、与える地震加速度 $\ddot{z}$ は、

$$\ddot{z} = \ddot{z}_0 \sin pt \quad \dots\dots (1)$$

とみなせるものとする。すると、そのとき橋脚柱に起こる相対変位 $\delta (=y-z, y$:橋脚柱の絶対変位)の時刻歴は、次式で与えられる。

$$\delta = \delta_{max}(1 - e^{-\rho ht}) \cos pt \quad \dots\dots (2)$$

図-1 実験供試体の形状・寸法

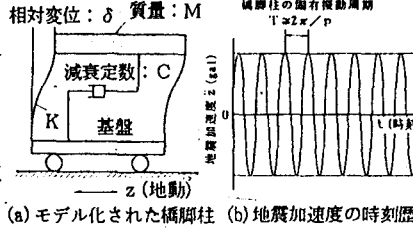


図-2 一定の模擬地震波

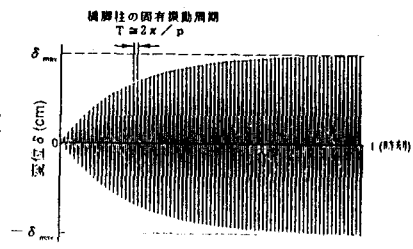


図-3 入力漸増変位の時刻歴

ここに、 t 、 δ_{max} 、および h は、それぞれ時刻、最大応答変位、および橋脚柱の減衰定数である。

このように、式(2)の漸増繰返し水平変位 δ を与え、コンピューターで制御された実験を行う。

4. 実験結果とその考察 まず、各実験供試体の水平荷重-水平変位曲線を、図-2(a)~(d)に示す。これら図より、鋼製柱供試体S-L0、および合成柱供試体R-L/4はともに、降伏変位 δ_v の約3倍の変位で破壊に至っている。しかし、合成柱供試体R-L/3、およびR-L/2の値は、約 $4\delta_v$ まで増大していることがわかる。これは、コンクリートの充填区間の相違が影響している。しかも、供試体R-L/2とR-L/3との破壊変位、および最大耐荷力がほぼ同じ値であることから、コンクリートの充填区間が供試体の高さの1/3程度あれば、鋼製柱は、合成柱として十分に有効に働くと言える。

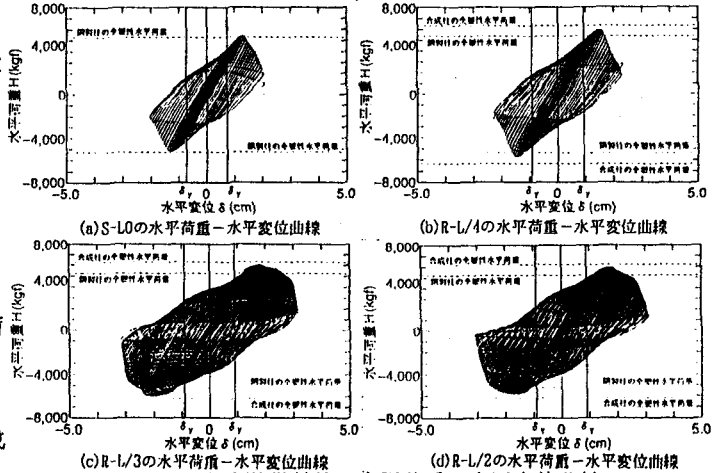


図-4 各実験供試体の水平荷重-水平変位曲線

つぎに、4体の実験供試体は、載荷中に鋼製柱の全塑性水平荷重に達している。しかし、合成柱供試体3体は、いずれも合成柱の全塑性水平荷重にまで到達していない。これは、内部の充填コンクリートが繰返し載荷回数の増加に伴って、損傷を起こしたためである。そして、供試体R-L/3とR-L/2とを比較すれば、両供試体がともに基部断面における鋼板の座屈が起因して耐荷力が、低下してゆく。また、供試体R-L/4では、局部座屈が鋼製断面において発生している。このことから、コンクリートの充填区間が、供試体の耐荷性状に著しく影響を及ぼすことがわかる。

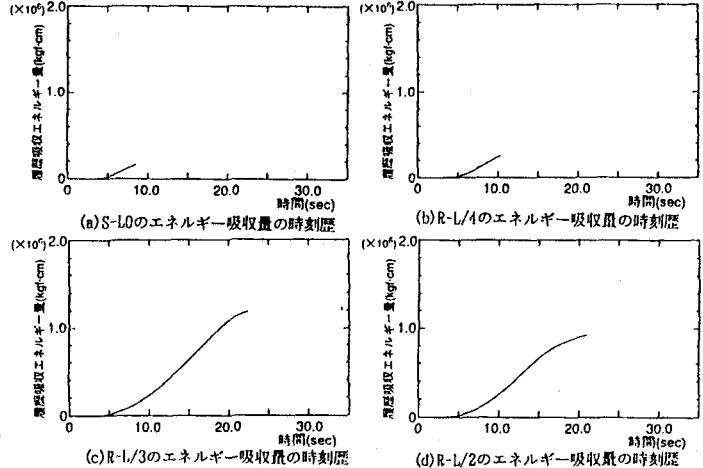


図-5 各実験供試体のエネルギー吸収量の時刻歴

さらに、図-3には、各実験供試体の履歴エネルギー吸収量の時刻歴を示す。これらの図より、供試体R-L/3のエネルギー吸収量が、最も大きくなっている。すなわち、鋼板に局部座屈が生じた後は、供試体の下部固定点から水平荷重の作用点までの距離と曲げモーメントの大きさとの関係から、同じ変位載荷のもとでは、同様な耐荷力を有する供試体であっても、供試体R-L/2は、損傷しやすいと考えられる。

5. まとめ 鋼製柱は、外側の鋼板が降伏に達するような変位を受けると、柱基部の座屈を伴って、著しく耐荷力が低下する。したがって、内部にコンクリートを柱基部に部分的に充填すれば、鋼製柱より耐荷力、および変形性能を向上させることができる。さらに、合成柱は、相当地に大きなエネルギーの吸収能力をもっている。しかし、コンクリートの充填区間をあまり小区間に限定すると、合成断面として働かず、鋼製断面に局部座屈が発生してしまい、合成柱とする意図が薄れる。また、コンクリートの充填区間を変化させることによって、強度は若干低下するものの、柱自身の靱性が上昇する。それらのことによって、橋脚柱の極端な耐荷力の低下や耐久性の低下を防ぐことができる。

参考文献 1) 中井 博：土木構造物の振動解析，森北出版，pp. 203~225, 1991年