

I - 364

漸増繰返し変位を受けるコンクリート部分充填鋼製橋脚柱の耐荷性状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

西松建設㈱

正 員 児玉英明

1. まえがき 本研究は、部分的にコンクリートを充填した合成柱が、地震荷重に代表される繰返し荷重のもとで、どのような耐荷性状を呈し、またどのようなエネルギーの吸収能力をもつかを実験を行って検討しようとしたものである。その際、実験供試体には、地震波そのものでなく、疑似地震変位、すなわち漸増繰返し変位を与えることにより、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 $R(=\sqrt{\sigma_y/\sigma_{or}}, \sigma_y$: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プ溶接を採用した。

表-1 実験供試体の内訳

№.	種類	実験供試体名	実験供試体の特徴	軸方向圧縮力 $P/N_{\dots}$
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	合成柱	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)
 $N_{\dots}$: 鋼製断面の全慣性軸力
 x : 実験供試体長($x=510\text{mm}$)

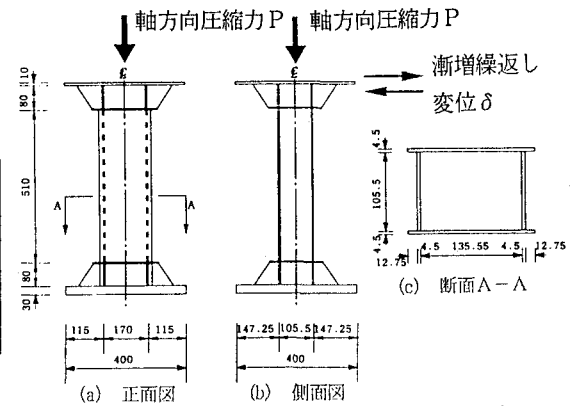


図-1 実験供試体の形状・寸法

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。

一般に、地震波が橋脚柱に作用した場合、橋脚柱は、それ自身と同じ固有振動周期 T (sec)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、十分に時間が経過すると、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には、ほぼ一定の振幅をもつ振動が起これと考えられる。

そこで、本研究に用いる地震波としては、図-2(a)の橋脚柱振動モデルに同図(b)に示す一定振幅の地震加速度 $\ddot{z}_0$ が作用するものと見なし得るものと仮定する。すなわち、橋脚柱の固有円振動数を p (rad/sec)とすれば、与える地震加速度 $\ddot{z}$ は、

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

とみなせるものとする。すると、橋脚柱のある時刻 t に起こる相対変位 δ ($=y-z$, y :橋脚柱の絶対変位)

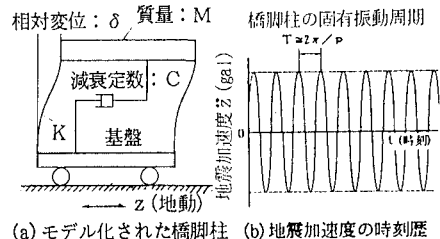


図-2 一定の模擬地震波

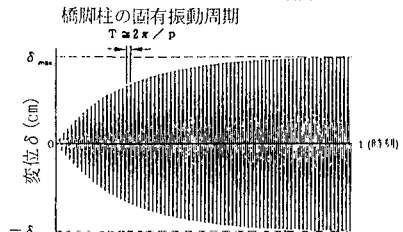


図-3 入力漸増変位の時刻歴

は、次式で与えられる。

$$\delta = \delta_{max} \times (1 - e^{-\rho h t}) \cos p t \quad \dots\dots (2)$$

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

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-4(a)～(d)に示す。これらの図より、4体の実験供試体は、載荷中に鋼製柱の全塑性水平荷重 H_s に達していることがわかる。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 H_c にまで到達していないことがわかる。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。また、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_y の約3倍の変位で崩壊に至っている。しかし、合成柱供試体R-L/3、およびR-L/2の値は、約4 δ_y で崩壊に至っていることがわかる。これらは、コンクリートの充填区間の相違が起因したためである。そして、実験供試体R-L/2の崩壊変位とR-L/3の崩壊

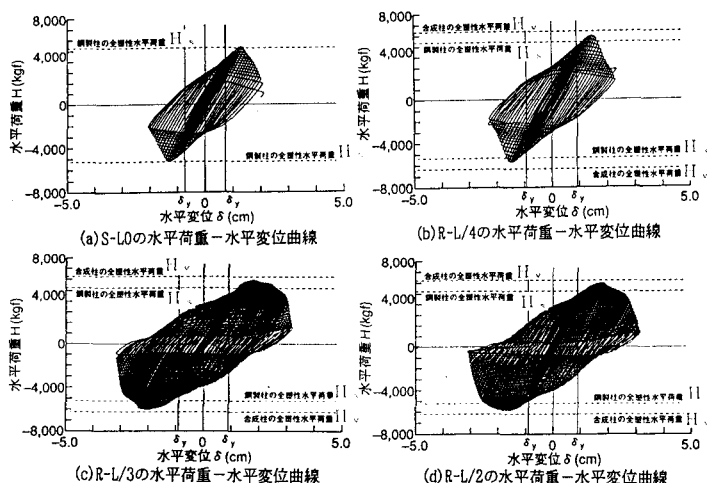


図-4 各実験供試体の水平荷重—水平変位曲線

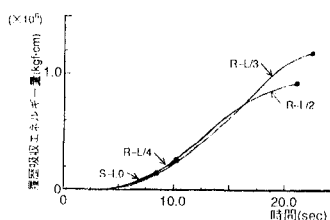


図-5 履歴エネルギー吸収量の時刻歴

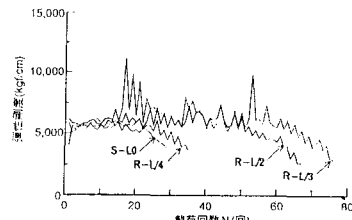


図-6 接線剛性の変動

変位、および最大耐荷力とは、ほぼ同じ値である。このことから、コンクリートの充填区間が実験供試体の高さの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と言える。また、実験供試体R-L/4では、局部座屈が鋼製断面において発生した。これらのことから、コンクリートの充填区間が、実験供試体の耐荷力、および変形性能に著しく影響を及ぼすことがわかった。

つぎに、各実験供試体の履歴エネルギー吸収量の時刻歴を、図-5に示す。これらの図より、実験供試体R-L/3のエネルギー吸収量が、最も大きくなっていることがわかる。

さらに、各実験供試体の接線剛性の変動を、図-6に示す。この図から、合成柱として挙動している実験供試体R-L/3、およびR-L/2では、剛度が半分まで低下しても、崩壊に至っていないことがわかる。そして、これら2体の実験供試体は、大きな靱性をもっていると判断される。

5. まとめ 本研究により得られた結論をまとめると、以下のとおりである。

- i) 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、コンクリートを柱基部内部に部分的に充填すれば(柱の高さの1/3程度)、鋼製柱より耐荷力、および変形性能を著しく向上させることができる。
- ii) 合成柱は、相当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、鋼製断面の局部座屈が先行する。そのため、合成柱とする意図が薄れてしまうので、留意する必要がある。

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