

I - 363

充填方法・基部の補強方法の異なる合成柱の耐荷力・変形性能に関する実験的研究

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 中井 博

大阪市立大学工学部 正 員 中西克佳

西松建設㈱

正 員 児玉英明

1. まえがき 本研究は、コンクリートの充填方法に工夫を凝らした合成柱供試体、および柱基部を三角リブで補強した合成柱供試体に、死荷重を想定した一定の軸方向圧縮力を作用させ、さらにその上、それぞれ過大な水平地震荷重、および静的漸増繰返し変位を与えることにより、充填方法の相違、および三角リブの有無が地震時の柱の挙動に及ぼす影響を、ハイブリッド実験を通じて検討したものである。

2. 実験供試体 実験供試体の内訳を表-1に、また形状・寸法の代表例を図-1に示す。実験供試体の断面は、4体とも同一である。すなわち、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 $R(=\sqrt{\sigma_y/\sigma_{cr}}$, σ_y :降伏点, σ_{cr} :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

供試体名	実験供試体の特徴	軸方向圧縮力 P/N_{cs}	載荷方法
1 R-L3-GD	下部 $h/3$ 区間に コンクリートを充填	0.151	第Ⅱ種地盤 用地震荷重 載荷(最大 加速度 $\ddot{x}=417.3\text{gal}$)
2 R-TAP-GD	テーパを付けて コンクリートを $h/2$ まで充填	0.151	
3 R-DA-GE	実験供試体基部に 極端な断面変化あり (三角リブあり)	0.151	静的繰返し 漸増荷重載荷
4 R-DD-GE	実験供試体基部に 極端な断面変化あり (三角リブなし)	0.151	

注) 1) P : 軸方向圧縮力(一定) A: 鋼断面積(cm^2)
 2) N_{cs} : 鋼製断面の全軸方向圧縮力
 3) h : 実験供試体高($h=670\text{mm}$)

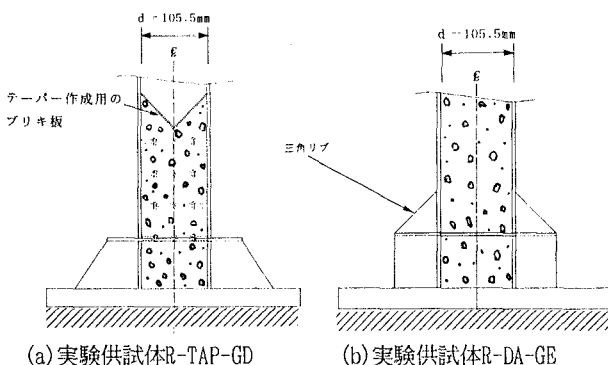


図-1 実験供試体の形状・寸法

3. 実験方法 実験に用いた載荷装置は、一定の鉛直荷重と変動水平荷重とを載荷できるように設計されている¹⁾。この装置を用いて、表-1に示した一定の軸方向圧縮力を作用させた状態で、まず実験供試体R-L3-GD、およびR-TAP-GDの2体については、ハイブリッド実験によって、Ⅱ種地盤における保有水平耐力照査用の地震荷重²⁾を作用させる。用いた入力地震波の水平加速度の時刻歴を、図-2に示す。つぎに、実験供試体R-DA-GE、およびR-DD-GEの2体については、表-1に示した一定の軸方向圧縮力を作用させたうえで、図-3に示すように、実験供試体の外側のフランジ・プレートが降伏に至る変位 δ_y を基準に、静的漸増繰返し変位を与える実験を行う。

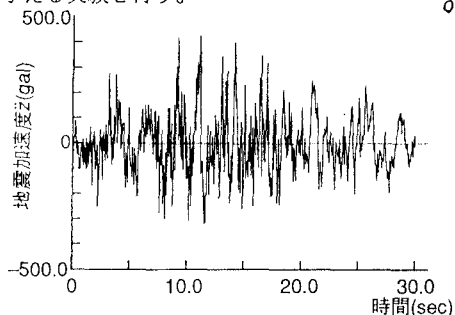


図-2 入力地震加速度の時刻歴

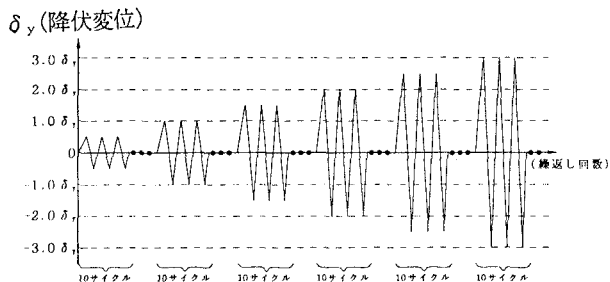


図-3 静的漸増繰返し変位載荷実験方法

4. 実験結果とその考察

(1) 充填方法の相違が地震時の柱の挙動に及ぼす影響について

実験供試体R-L3-GDの応答変位の時刻歴、および水平荷重-応答変位曲線を、図-4、および図-5に示す。なお、応答変位は、水平荷重の作用点に着目する。これらの図から、実験供試体R-L3-GDでは、繰返し回数

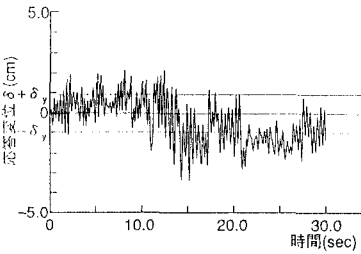


図-4 応答変位の時刻歴

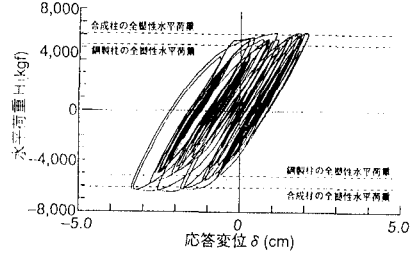


図-5 水平荷重-応答変位曲線

の増加に伴う耐荷力低下がほとんど見られないことがわかる。すなわち、コンクリートを柱全体に充填しなくても、柱は、合成柱供試体として十分な耐荷力、および変形性能を保持することができる。なお、実験供試体R-TAP-GDは、実験供試体R-L3-GDとほぼ同様の挙動を示した。

さらに、両供試体に対しては、地震荷重載荷実験後に、一方向に変位を漸増させる耐荷力実験を行った。水平荷重と水平変位との関係、および鋼板の座屈状況を、図-6、および図-7(a)~(b)に示す。

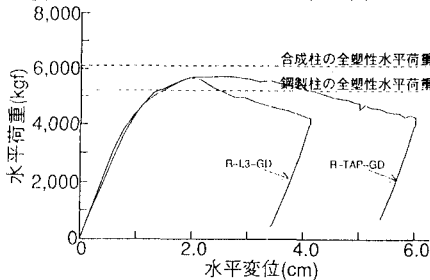
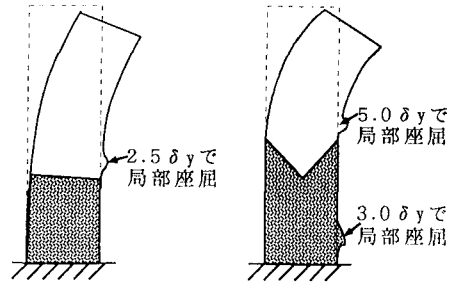


図-6 水平荷重と水平変位との関係



(a) 実験供試体R-L3-GD

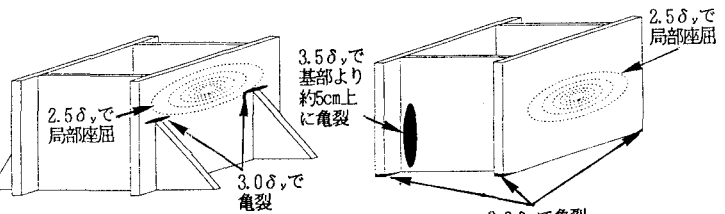
(b) 実験供試体R-TAP-GD

図-7 コンクリートを部分充填した供試体の鋼板の座屈状況

図-7に示すように、実験供試体R-L3-GDにおいては、鋼断面部分の座屈が先行したため、実験供試体R-TAP-GDよりも耐荷力、および変形性能が劣った。

(2) 合成柱の柱基部を三角リブで補強することが柱の耐荷力性状に及ぼす影響について

図-8(a)~(b)には、実験供試体R-DA-GE、およびR-DD-GEの局部座屈、ならびに鋼材の割れの発生状況を示す。実験供試体R-DA-GEでは、三角リブの先端で応力集中が生じたことにより、基部断面の座屈変形、および鋼材の割れが実験



(a) 実験供試体R-DA-GE

(b) 実験供試体R-DD-GE

図-8 三角リブ付き供試体基部近傍の局部座屈・割れの発生状況

5. まとめ 本研究によって得られた結論をまとめると、以下に示すとおりである。

- コンクリートを柱の下部断面のみに充填する合成柱では、充填コンクリートの上部端においてコンクリートにテーパを付ければ、耐荷性、および変形性能がより優れた耐震部材とすることができる。
- 合成柱の柱基部を三角リブで補強すると、基部の局部座屈強度を上昇させることができる。しかし、三角リブの形状やそれを接合するための溶接を適切に行わなければ、応力集中現象が生じるために、かえって低い荷重レベルで溶接部分に割れが発生することがあるので、注意する必要がある。

参考文献 1) 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, 1994年

2) 建設省：道路橋の免震設計マニュアル(案), 土木研究センター, pp. 204~216, 1992年12月