

I - 500

コンクリートを充填したR付き断面柱の耐荷力と変形性能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 阪神高速道路公団 正 員 杉山 功
 阪神高速道路公団 正 員 河野康史

1. まえがき 本研究は、文献1)で明らかにされた合成柱の繰返し載荷に伴う変形性能の低下を改善するために、コーナー部を円弧状とした断面（以下R付き断面という）を有する合成柱供試体を製作して実験を行い、その効果につい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、その形状を図-1に示す。使用鋼板（SS400材）の板厚は4.5mm、箱形断面供試体のフランジ・プレート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0.7、断面寸法比 b/d は1.25とした。またR付き断面供試体は、箱形断面供試体の断面コーナー部の鋼板内側に20mmの曲率半径を設けたものとした。なお、実験供試体の製作に当たっては、溶接接合部分が弱点とならないように、レ形、およびV形のグルーブ溶接を採用した。

表-1 実験供試体の内訳

No.	実験供試体名	実験供試体の特徴	地震荷重載荷実験
*	S-1-02	箱形断面	実施せず
1	S-1-G4	鋼製柱	実施($\gamma=1.7$)
*	R-1-0	箱形断面	実施せず
*	R-1-G4	合成柱	実施($\gamma=1.7$)
2	S-R-G0	コーナー部が円	実施せず
3	S-R-G6	弧状の鋼製柱	実施($\gamma=1.7$)
4	R-R-G0	コーナー部が円	実施せず
5	R-R-G6	弧状の合成柱	実施($\gamma=1.7$)

注) *: 文献1)で実施された実験供試体
 γ : 鋼板が降伏に至る加速度に対応する最大入力加速度の比

3. 実験方法 実験の手順を、以下に示す。

i) まず、地震荷重を載荷していない実験供試体の耐荷力、および変形性能を調べるために、同種の供試体のうち1体については、一定な軸方向圧縮力を作用させた状態で静的繰返し載荷実験を行う。軸方向圧縮力は、実橋の実績調査にもとづき、鋼製断面の降伏軸方向圧縮力のほぼ0.15倍とした。

ii) つぎに、同種の供試体の残りの1体については、一定な作用軸方向圧縮力のもとで模擬地震荷重を作用させるハイブリッド実験を行い、実験供試体に過大な繰返し外力を与える。なお、入力地震加速度としては、道路橋示方書²⁾に記載の津軽大橋周辺地盤上(第Ⅲ種地盤)で記録された1983年発生の日本海中部地震の加速度時刻歴を用いた。

iii) そして、地震荷重により過大外力を与えた実験供試体については、i)で行ったのと同様な静的繰返し載荷実験を行い、iii)とi)とで得られた結果を比較することにより、地震荷重を与えた実験供試体の耐荷力、および変形性能について調べる。

これらの実験に用いた載荷装置を、図-2に示す。

4. 実験結果、および考察 実験供試体の耐荷力実験より得られた結果を、以下に示す。なお、水平変位は、水平荷重Hの作用点変位に着目する。

(1)地震荷重載荷時の水平変位の時刻歴、および水平荷重-水平変位の履歴曲線

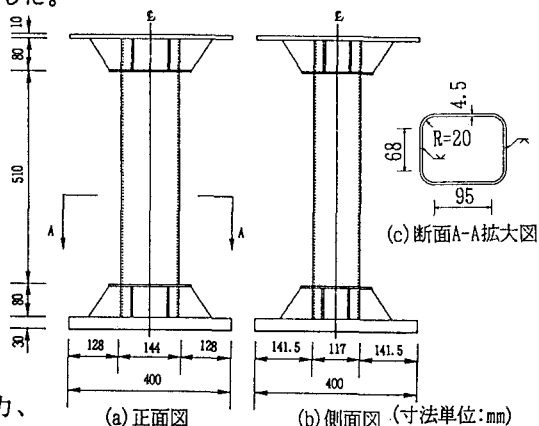


図-1 R付き断面の実験供試体

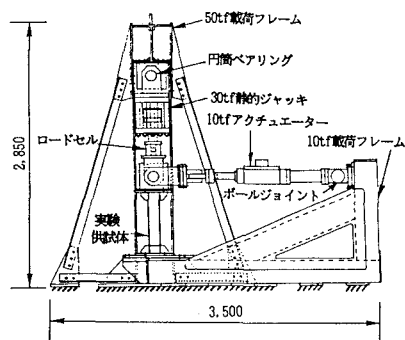


図-2 載荷装置 (寸法単位:mm)

鋼製柱供試体S-R-G6、および合成柱供試体R-R-G6の地震荷重載荷時の水平変位の時刻歴を図-3～図-4に、また水平荷重-水平変位曲線を図-5～図-6に示す。これらの図より、鋼製柱では、実験供試体S-R-G6は、リアル・タイムで $T=10$ 秒あたりから変位が一方方向に増大し始め、最大加速度が与えられるおよそ $T=22$ 秒で変位が急に増大し、アクチュエーターの設定許容最大変位5cmに至っている。また、合成柱では、降伏変位 δ_y の2倍程度の大きな水平変位がたびたび生じているものの、崩壊に至っていない。これは、R付き断面合成柱の変形性能が、かなり高いことを意味している。

(2) 静的繰返し載荷時の水平荷重-水平変位曲線

R付き断面を有する合成柱供試体、鋼製柱供試体の静的繰返し載荷実験での水平荷重-水平変位曲線を、図-7～図-10に示す。これらの図より、合成柱供試体S-R-G0では、最初のサイクルにおいて、最大水平荷重がほぼ全塑性水平荷重に一致している。しかし、その反対側への載荷で、既に劣化が始まり、最大水平荷重は、全塑性水平荷重をかなり下回っていることがわかる。また、各サイクルごとに、大きな強度低下が目立つ。さらに、同様な荷重条件をもつ文献1)の無補剛の箱形断面の鋼製柱供試体S-1-02と比較すれば、R付き断面の鋼製柱供試体S-R-G0のほうが、荷重の低減率が大いことがわかる。これは、箱形断面の場合、フランジが局部座屈しても、コーナ部が節となつてある程度、箱断面の形状を保持できるが、R付き断面の場合、フランジの局部座屈がウェブにまで影響を与え、箱断面としての形状を保持できなくなり、その結果、断面としての断面二次モーメントが低下するためと考えられる。しかしながら、図-9～図-10からわかるように、R付き断面のこの欠点は、コンクリートを充填して合成柱にすることにより、著しく改善される。

5. まとめ

本研究によって得られた主な結論をまとめると、以下に示すとおりである。

- i) R付き断面の鋼製柱供試体は、繰返し載荷による断面変形が著しい。そのため、繰返し載荷回数に伴う耐荷力の低下も著しい。
- ii) R付き断面の合成柱供試体は、箱形断面の合成柱に比して、優れた変形性能を持っている。

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，pp1347～1360，Vol. 39A，1993年

2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，V. 耐震設計編，丸善，pp148～163，平成2年2月

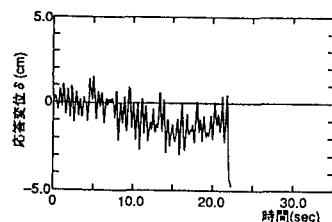


図-3 S-R-G6の水平変位の時刻歴

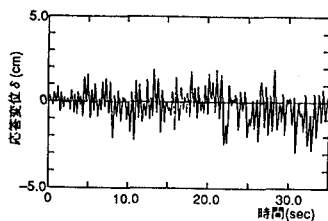


図-4 R-R-G6の水平変位の時刻歴

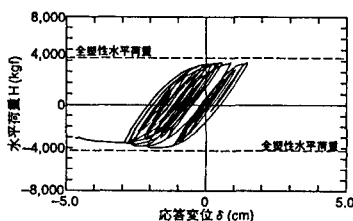


図-5 S-R-G6の水平荷重-水平変位曲線

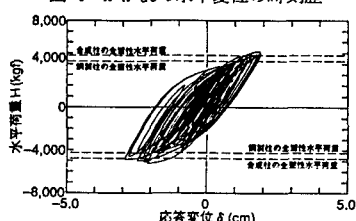


図-6 R-R-G6の水平荷重-水平変位曲線

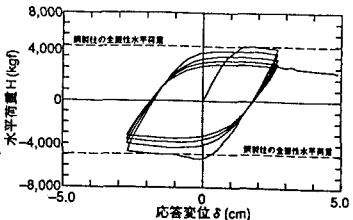


図-7 S-1-02の水平荷重-水平変位曲線

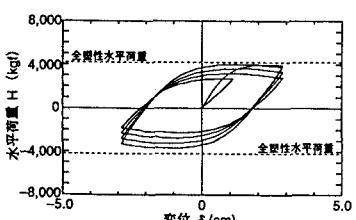


図-8 S-R-G0の水平荷重-水平変位曲線

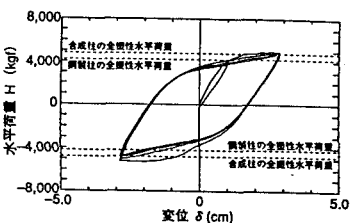


図-9 R-R-G0の水平荷重-水平変位曲線

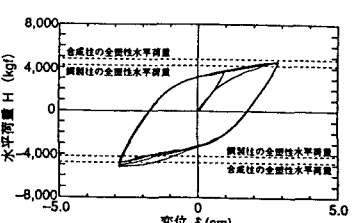


図-10 R-R-G6の水平荷重-水平変位曲線