

I - 111

軸力と曲げを受けるコンクリート充填鋼管柱の耐力、変形特性

鉄道総合技術研究所 正会員 村田清満
 鉄道総合技術研究所 正会員 渡辺忠朋
 鉄道総合技術研究所 正会員 西川佳祐
 新日本製鐵 正会員 木下雅敬

1 まえがき

近年、コンクリートを円形あるいは角形の鋼管に充填し、構造的に一体化したコンクリート充填鋼管柱が建築、土木の両分野で採用されるケースが増加している。コンクリート充填鋼管柱の実構造物への適用の増加に相俟って、関連する試験研究も盛んに行われるようになってきており、設計基準も徐々に整備されるようになってきた。しかし、鋼管とコンクリートを合成構造として扱う場合に、その合成作用に対応した耐荷力、地震時の変形性能の評価法について必ずしも明確にされていない。そこで、鉄道土木構造物として施工されるコンクリート充填鋼管柱を模した試験体を用いて、軸力一定条件下で水平交番載荷試験を行い、耐荷力および変形性能について確認した。

2 実験概要

(1)

試験体の断面形状は、円形鋼管にコンクリートを充填した標準的なコンクリート充填鋼管柱の縮小模型である。鋼管直径は36cm、40.6cm、コンクリートは、呼び強度が240kgf/cm²、400kgf/cm²のそれぞれ2種類である。試験体諸元を表1に、試験体概略形状を図1に示す。今回の試験では、径厚比、軸力比、コンクリート強度、鋼管とコンクリートの付着性の4つの部材諸元を試験パラメータとした。

(2) 載荷方法

載荷方法は、まず試験体に所定の軸力を導入した後、その軸力を一定に保持した状態で、柱頭部の所定の載荷点に正負の繰返し水平荷重を準静的に載荷する水平交番載荷である。橋脚柱模型試験体下端、すなわち、柱基部の引張り側の鋼管が降伏ひずみに達する時の載荷点での水平変位量 δy （以下、降伏変位という）を求め、この δy を片振幅として水平交番載荷を行い、以降、降伏変位 δy の整数倍の変位を片振幅とした両振りの水平交番載荷を $\pm 2\delta y$ 、 $\pm 3\delta y$ 、 $\pm 4\delta y$ ……というように漸次振幅を増加させながら変位制御で行った。なお、各振幅における繰返し載荷回数は3回とした。

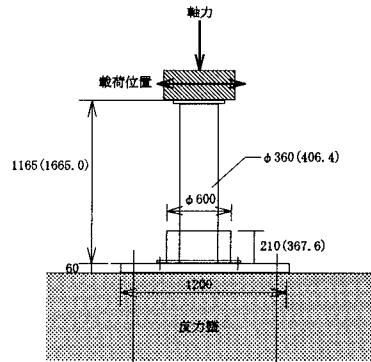


図1 試験体形状

表1 試験体諸元

試験体 No	径 D (mm)	板厚 t (mm)	径厚比 D/t	軸力比 P/Pp	コンクリート強度 f _{cy} (kg/cm ²)	鋼管種	軸力 P (tf)
A-1	360.0	3.0	120	0.2	240	平鋼管	63
A-2	360.0	4.5	80	0.2	240	平鋼管	74
A-3	360.0	6.0	60	0.2	240	平鋼管	86
A-4	360.0	9.0	40	0.2	240	平鋼管	108
B-1	360.0	6.0	60	0.0	240	平鋼管	0
B-2	360.0	6.0	60	0.3	240	平鋼管	129
C-1	360.0	6.0	60	0.2	400	平鋼管	113
D-1	406.4	9.0	45	0.2	240	平鋼管	128
D-2	406.4	9.0	45	0.2	240	縞鋼管	128

3 実験結果及び考察

表1において、A シリーズは径厚比、B シリーズは軸力比、C シリーズはコンクリート強度、D シリーズは平鋼管と縞鋼管の違いによる鋼管とコンクリートの付着性をそれぞれ試験パラメータとしている。

(1) 破壊性状

一般に、各試験体は、 $2\delta y \sim 3\delta y$ で水平載荷荷重が最大となり、この時、鋼管基部に局部座屈波が認められた。その後、水平変位の増加とともに鋼管基部の膨らみが顕著となり、荷重も低下した。最終的には、 $7\delta y \sim 9\delta y$ で鋼管基部に亀裂が発生し、破碎したコンクリートが粉末状に漏れだした。最終破壊形式は全試験体で鋼管基部の低サイクル疲労破壊である。

(2) 最大荷重

現行のコンクリート充填鋼管柱の耐力算定法としては、鋼管とコンクリートのひずみの適合を考慮しない累加強度方式とひずみの適合が保持されると考える鉄筋コンクリート（RC）方式の二つに大別される。図2は、試験から得られた最大荷重と上記の2方式によりそれぞれ算定される耐荷力を比較したものである。試験から得られた最大荷重は、計算値を上回っており、いずれの計算方式も安全側の評価を与えている。

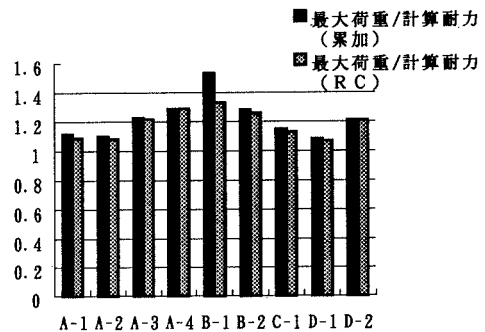


図2 最大荷重/計算耐力

(3) 荷重・変位関係

今回の試験では、軸力比を0.2から0.3と比較的大きな値に設定した。高軸力で径厚比120程度の薄肉鋼管でも部材じん性率は6以上確保されており、全般に良好である。図3、図4は、荷重および変位をそれぞれ降伏荷重および降伏変位により無次元化した荷重・変位包絡線であり、それぞれ軸力比、径厚比の影響を示している。軸力比が大きいほど変形性能は低下している。また、径厚比が小さいものほど変形性能がすぐれており、径厚比の変形性能への影響は明らかである。

なお、今回の試験からは、コンクリート強度、鋼管とコンクリートとの付着性の変形性能に与える影響は顕著に現れていない。

4 まとめ

コンクリート充填鋼管柱の耐力、変形性能を確認するため、軸力比、径厚比、コンクリート強度、コンクリートの付着性をパラメータに選び水平交番載荷試験を実施した。その結果、耐力については、累加強度方式、RC方式の両方式とも安全側の評価を与えること、変形性能については軸力比、径厚比が影響因子として大きいこと、部材じん性率は6以上確保されることが確認された。

(参考文献)

鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説
(日本建築学会、1987年)

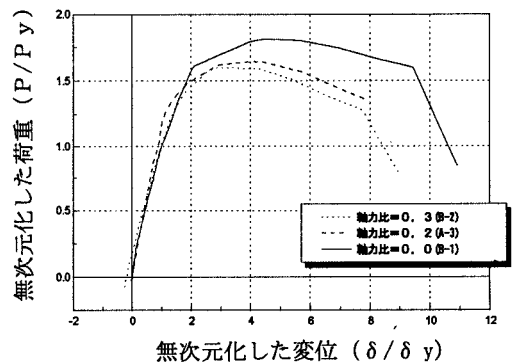


図3 無次元化した荷重変位包絡線（軸力比）

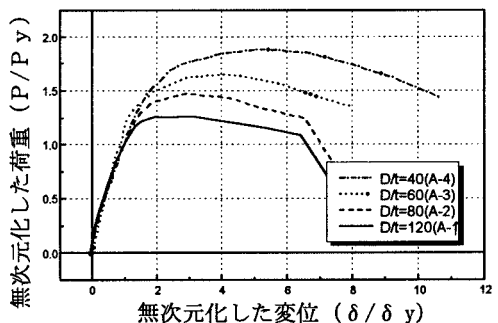


図4 無次元化した荷重変位包絡線（径厚比）