

せん断スパン比に着目したコンクリート充填角形鋼管柱の力学的性状

JR 東日本 正会員 ○平野 雄大 正会員 吉田 一
JR 東日本 正会員 黒田 智也 正会員 山田 正人

1. はじめに

コンクリート充填鋼管（以下、CFT）柱の中でも角形 CFT 柱は、同径の円形 CFT 柱に比べて断面積が大きく、より高い耐力が期待できる。しかし土木分野において角形 CFT 柱に関する知見は少なく、鉄道構造物へ適用するための性能評価式が確立されていない¹⁾。そこで鉄道構造物における角形 CFT 柱の性能評価式の確立に向け、力学的性状を把握するためせん断スパン比に着目した試験を行う。

2. 試験概要

試験体諸元を表－1 に示す。角形鋼管柱は鋼板を用いて 4 辺を完全溶込溶接により製作した。充填したコンクリートの呼び強度は 24N/mm^2 である。試験体はせん断スパンをパラメータとした 2 体である。

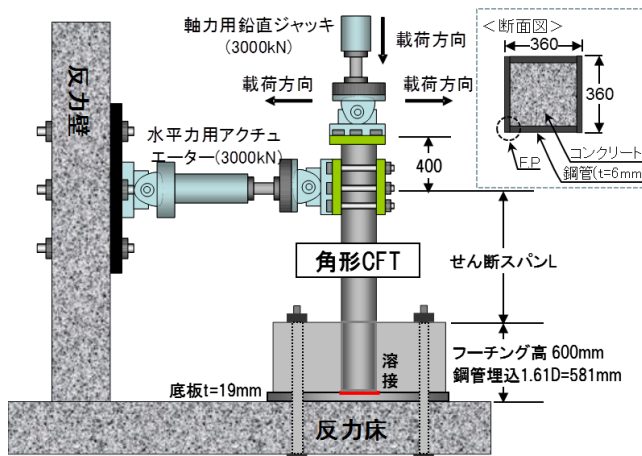
試験概要を図－1 に示す。一定の鉛直軸力（試験体断面における全塑性軸力の 0.2 程度）を載荷し、正負交番繰返載荷とした。載荷ステップは引張側を正、圧縮側を負とし、引張もしくは圧縮降伏変位 δ_y の整数倍の変位を 3 回繰返し載荷した。なお試験体 No.1 は引張降伏変位、試験体 No.2 は圧縮降伏変位である。

3. 試験結果

試験結果を表－2 に示す。鋼管の降伏点を Y 点、

表－1 試験体諸元

No	鋼管寸法B(mm)		板厚 t (mm)	鋼材種別	せん断スパンL (mm)	幅厚比 B/t	せん断スパン比 L/B
	載荷面	載荷直角面					
1	360	360	6.0	SM490	1080	60	3
2	360	360	6.0	SM490	1800	60	5



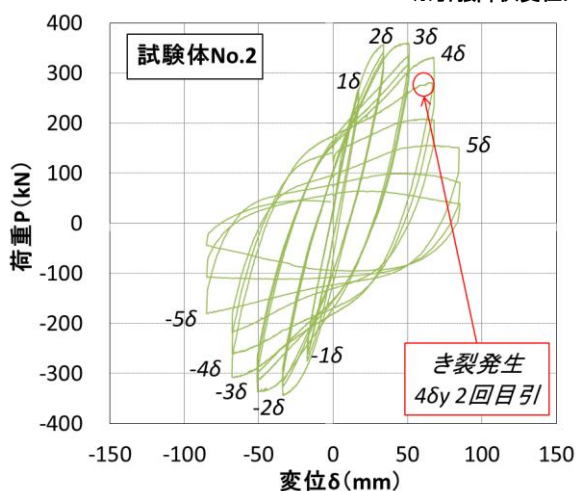
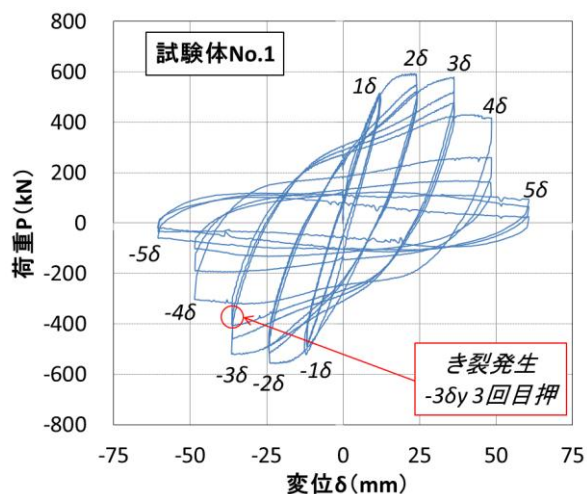
図－1 試験概要

表－2 試験結果

No.1	Y点(鋼管降伏)		M点(最大耐力)		N点(M点×90%)	
	変位(mm)	荷重(kN)	変位(mm)	荷重(kN)	変位(mm)	荷重(kN)
引	12.1	515.1	23.9	590.7	39.8	531.6
押	12.2	522.7	24.0	553.6	37.6	498.2

No.2	Y点(鋼管降伏※)		M点(最大耐力)		N点(M点×90%)	
	変位(mm)	荷重(kN)	変位(mm)	荷重(kN)	変位(mm)	荷重(kN)
引	24.8	326.4	51.0	358.2	73.1	322.4
押	26.4	329.2	33.8	343.9	67.0	309.5

※引張降伏変位による



図－2 履歴曲線（荷重－変位）

キーワード コンクリート充填角形鋼管、角形 CFT、せん断スパン比

連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木 2-2-6 JR 東日本 東京工事事務所 工事管理室 TEL 03-3320-3482

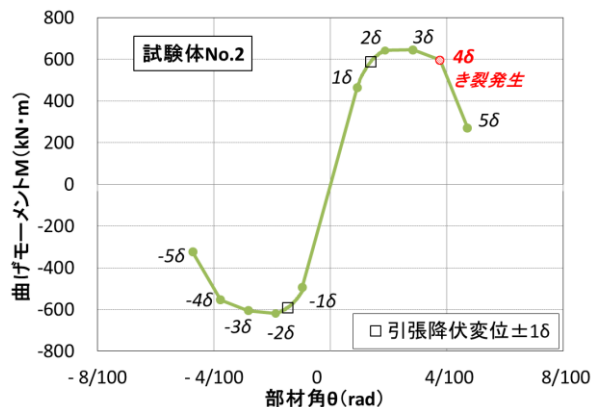
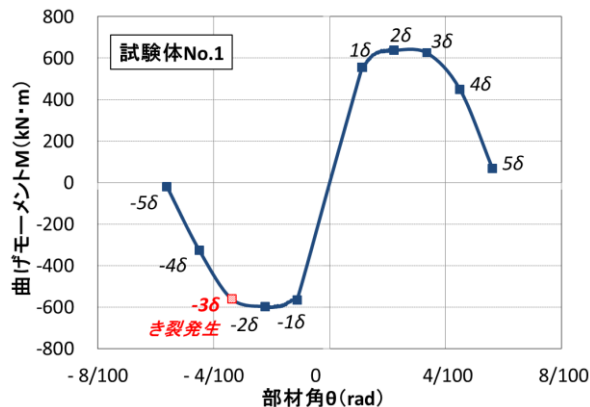


図-3 包絡線（曲げモーメントー部材角）



図-4 試験体の様子（試験体 No.2）

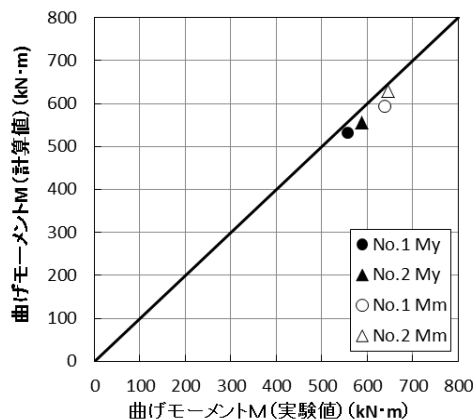


図-5 計算値と試験値の比較

最大耐力点を M 点、部材耐力が最大耐力の 90% に低下した点を N 点とした。また各試験体の履歴曲線を図-2、包絡線（曲げモーメントー部材角）を図-3 に示す。履歴曲線および包絡線は $P-\delta$ 効果を考慮し、包絡線は荷重ステップの 1 回目の荷重ー変位である。

試験結果について、図-3 に示すとおり各試験体ともに $2\delta_y$ で最大耐力に達し、また局部座屈の発生が確認された。その後試験体 No.1 は $3\delta_y$ 、試験体 No.2 は $4\delta_y$ で座屈箇所からき裂が発生した。座屈箇所からき裂が発生した様子を図-4 に示す。き裂発生時の荷重は各試験体ともに最大耐力の 90% 程度であった。以上より、せん断スパン比が 3 および 5 の場合は、同様の性状を示すことが確認できる。なお圧縮降伏変位により正負交番荷重した試験体 No.2 について、引張降伏変位による $\pm 1\delta$ を図示したところ、包絡線の線形性が概ね確認できる範囲内だとわかった。そこで表-2 に示した Y 点は、引張降伏変位時の荷重とする。

設計標準に示される円形 CFT 柱の性能評価式¹⁾を基に算出した角形 CFT 柱の降伏時の曲げモーメント (M_y) および最大曲げモーメント (M_m) の計算値と試験値の関係を図-5 に示す。性能評価式において、最大耐力点における最外縁コンクリート圧縮ひずみ ε'_{cu} は 3500μ とした。図-5 より、円形 CFT 柱の性能評価式を用いることで角形 CFT 柱の降伏時および最大曲げモーメントを安全側に評価する事が可能だとわかる。

4. まとめ

角形 CFT 柱の性能評価式の確立に向け、せん断スパン比に着目した試験を実施し、力学的性状を検討した。その結果、せん断スパン比が 3 および 5 の場合は同様の性状を示すことを確認した。また円形 CFT 柱の性能評価式を基に算出した試験値と比較し、性能評価式において最大耐力点における最外縁コンクリート圧縮ひずみ ε'_{cu} を 3500μ とすることで、角形 CFT 柱の降伏および最大時の耐力を安全側に評価できることを確認した。なお ε'_{cu} を 3500μ とした場合、柱形状によっては性能の過小評価に繋がるため、せん断スパン比や材料強度などを試験パラメータとした知見を追加し、定式化することが今後の課題である。

参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計，丸善，2012.9