

コンクリート充填鋼管部材の基礎構造物への適用に関する実験的研究

(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○福岡 寛記
(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 池田 学
(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 神田 政幸
新日本製鐵 (株) 正会員 木下 雅敬

1. はじめに

鉄道基礎構造物の耐震性や施工性の向上が望まれている。上部工（主に柱部材）で適用されているコンクリート充填鋼管（以下，CFT）部材を有効活用し，耐震性および施工性に優れた新しい基礎構造物を開発するため，CFT部材の基礎構造物への適用性に関して実験を行ったので報告する。

2. 実験概要

鉄道構造物において，CFT部材はこれまで橋脚や高架橋の柱を想定し，実験などの研究^{1, 2)}が行われてきた。CFT部材の構造上の条件としては，鋼管にコンクリートが完全に充填されていること，鋼管とコンクリートが一体挙動することが挙げられる。

CFT部材を基礎構造物で使用する場合，施工上から密閉および一体化が困難となる場合がある。また，適用範囲を超えるケースが想定される。

以上より，泥水中に打設されるコンクリートと鋼管の付着性能の程度による非線形特性への影響を確認するため交番載荷実験（図1）を行った。供試体諸元を表1に示す。

供試体は付着性能に着目し，通常の柱を想定したCase1を基本とし，付着を無くしたものをCase2，付着を無くし，さらに密閉構造の代わりにずれ止め（図2）を配置したものをCase3とした。また，細長い部材の影響を確認するため，細長比パラメータ λ が適用範囲を少し超えた供試体を作成し，Case4，Case5（付着性能はCase2，Case3と同様）とし，実験を行った。

載荷方法は，一定軸力下において，正負水平交番載荷とし，圧縮側の最外縁の鋼管が降伏ひずみに達した時点の載荷点変位 δy を基準に， δy の整数倍毎に各ステップ3回繰返し載荷とした。

3. 実験結果と考察

(1) 損傷状況

＜耐震標準²⁾に示す適用範囲＞
径厚比パラメータ R_t : $0.06 \leq R_t \leq 0.17$
細長比パラメータ λ : $0.20 \leq \lambda \leq 0.40$
軸力比 $N'/N'y$: $N'/N'y \leq 0.3$

表1 供試体諸元

供試体 No.	供試体 (鋼管)	せん断スパン比	R_t	λ	$N'/N'y$	備考
Case1	$\phi 460.0 \times t 4.5$ ($\phi / t = 108$) 【SS400】	3 (1380)※	0.12	0.25	0.20	CFT (柱) 充填+付着有
Case2						充填+付着無
Case3						部分充填+付着無+ずれ止め
Case4	$\phi 267.4 \times t 5.8$ ($\phi / t = 49$) 【STK400】	5 (1337)※	0.08	0.41	0.16	充填+付着無
Case5						部分充填+付着無+ずれ止め

※せん断スパン L (mm) を示す。

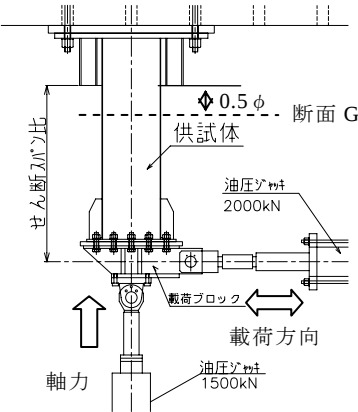


図1 実験概要

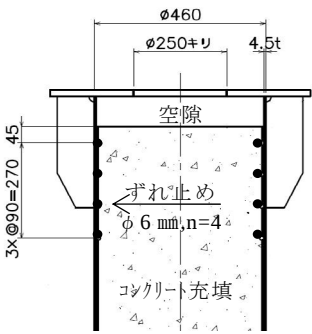


図2 ずれ止め (Case3)

キーワード CFT 付着性能 ずれ止め 基礎杭

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 TEL.042-573-7280 FAX.042-573-7369

CFT部材の損傷状態は、 $3\delta y$ 程度で鋼管基部に局部座屈のふくらみが観測され、ステップが進むにつれ大きくなる傾向を示した。8~10 δy で座屈波頂部で鋼管割れが発生し、実験終了となった。どの供試体もほぼ同様の損傷であり、付着性能により、損傷状況に変化がないことがわかる。

(2) 荷重変位関係

荷重変位関係の包絡線の比較を図3、図4に示す。Case1と比較しCase2、Case3ともに最大耐力、変形性能は、ほぼ同様である。また、Case4とCase5についても違いは見られなかった。

(3) ひずみ分布

鋼管に充填されたコンクリートの軸方向のひずみをアクリル棒を使用し、計測した。 $+1\delta y$ 、 $+3\delta y$ 変位時の基部から 0.5ϕ 上方(図1、断面G)の断面内ひずみ分布(Case1~3)を図5に示す。 $+1\delta y$ 変位時、付着のあるCase1では鋼管とコンクリートのひずみは、ほぼ直線状に分布している。一方、付着を切ったケースでは降伏荷重レベルにおいて、コンクリートの曲げ負担が小さくなるとともに、平面保持の仮定を満足していない。 $+3\delta y$ 変位時は最大耐力付近の変位である。最大耐力レベルにおいては、付着性能の影響による差はなく、各Caseとも圧縮側のコンクリートのみ負担していることが分かる。また、Case2、Case3は、 $+1\delta y$ 、 $+3\delta y$ 変位時ともにほぼ同様で、端部のずれ止めの差はなく、ひずみ分布の違いは付着性能であると考えられる。

以上より、鋼管とコンクリートの付着性能の程度が、降伏耐力や終局耐力さらには変形性能および部材剛性に及ぼす影響は小さい。また、今回使用したずれ止めは、CFT部材の性能を発揮させるに十分な耐力およびずれ剛性を有していた。

4. まとめ

圧縮軸力下において、端部に十分なずれ止めを設けることで密閉と同様とし、基礎構造物に適用した場合の評価(耐震標準に示すCFT部材と同様)が可能である。また、細長比の大きい部材については、最大耐力および変形性能が低下する挙動を明らかにした。

今後は、引張軸力下におけるCFT部材の基礎への適用性について検討して行きたい。

参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説(鋼とコンクリートの複合構造物)，丸善，2002
- 2) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説(耐震設計)，丸善，1999

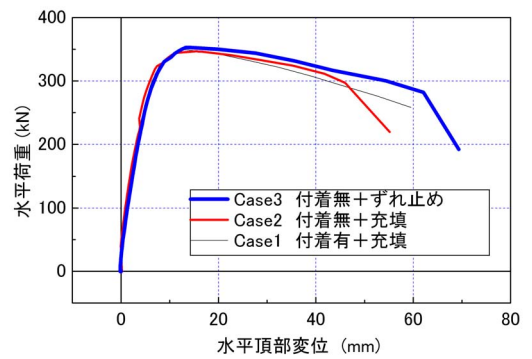


図3 荷重変位包絡線の比較

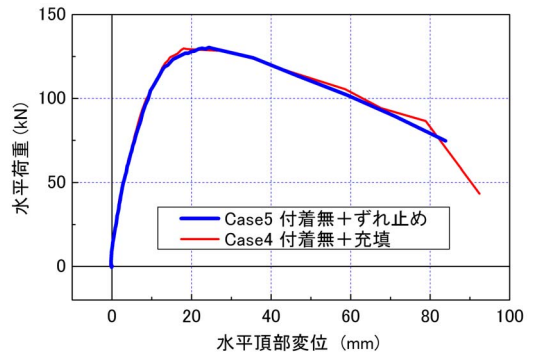


図4 荷重変位包絡線の比較

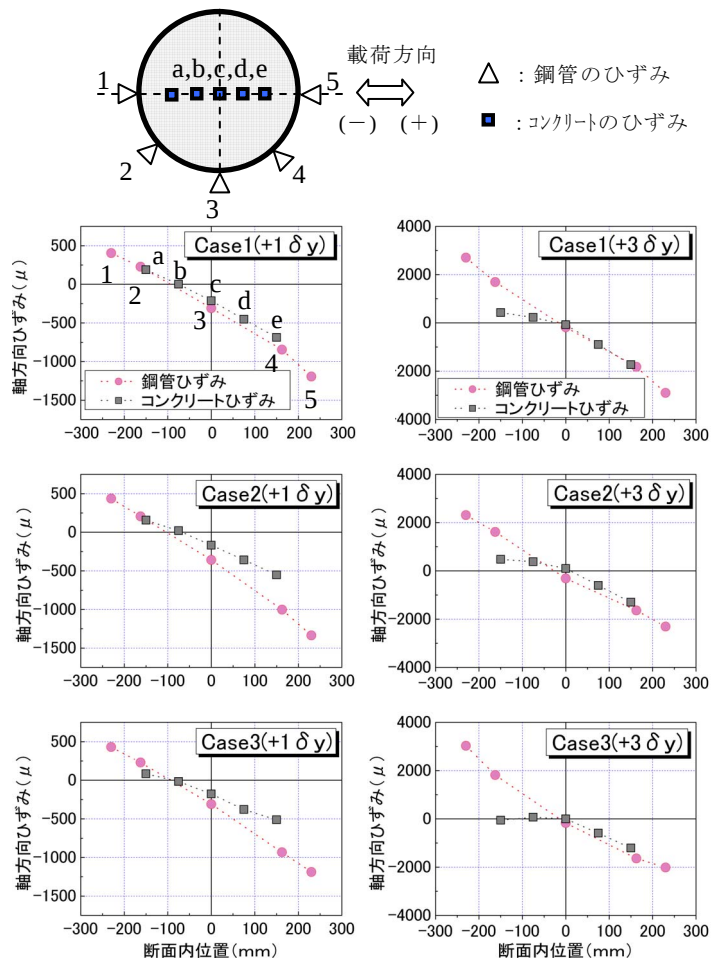


図5 ひずみ分布