

鋼管の端部定着力を変化させた場所打ち鋼管コンクリート杭の曲げ試験

正会員 ○本間 裕介*1 同 菅 一雅*1
同 石川 一真*1 同 岸田 慎司*2

場所打ち鋼管コンクリート杭 曲げ試験 終局曲げ耐力
鋼管コンクリート部材

1.はじめに

場所打ち鋼管コンクリート杭とは、場所打ちコンクリート杭の上部を鋼管巻きにした杭であり、地震時に大きな曲げモーメントやせん断力が作用する部分に鋼管を使用することで耐震性を高めた杭である。

従来の場所打ち鋼管コンクリート杭には、鋼管とコンクリートとの一体性を高めるために、内面全体にスパイラル状のリブの付いた鋼管や特別な装置を使って端部に溶接成形突起を設けた鋼管などが用いられており、汎用性に欠ける面があった。これに対して、筆者らは平鋼を丸め加工したもの（以下、突起リング）を隅肉溶接で一般の鋼管に取り付けることにより汎用性を高めた場所打ち鋼管コンクリート杭の開発を行ってきた（図1）。本杭のように、鋼管内面に突起を設ける仕様の場合、突起の量により鋼管とコンクリートとの一体性が異なり、鋼管コンクリート部の曲げ耐力も変化するものと考えられる。そこで、鋼管端部の突起リングの量、すなわち鋼管とコンクリートとの定着力を変化させた試験体を用いて曲げ試験を行い、鋼管端部の定着力が鋼管コンクリート部の曲げ耐力に与える影響を実験的に検証したので報告する。

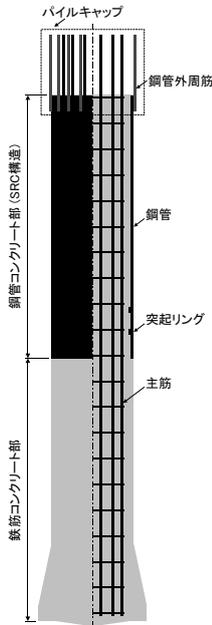


図1 杭の概要

2.試験概要

試験体は、表1に示すように鋼管下端の突起リングの仕様を変化させた3体とした。試験体の製作図を図2に示す。外径1000mmの部分（断面A）はパイロキャップを模擬したスタブであり、外径800mmの部分（断面B）が鋼管コンクリート部（SRC構造）である。スタブが先行破壊しないように、スタブも鋼管巻きのSRC構造（鋼管t=9.0mm SKK490）とした。なお、鋼管コンクリート部の鋼管内面には、コンクリートとの付着力の発生を抑えるために、グリスを塗布し、その上にフィルムを貼り付けた。また、鋼管下端から突出している鉄筋コンクリー

ト部（断面D）の外径を782mmとし、鋼管の断面がコンクリートに接しないように工夫した。よって、鋼管下端における鋼管とコンクリートは、突起リングのみで定着されている。図中には、ひずみゲージの取付け位置も付

表1 試験体仕様

試験体	No.1	No.2	No.3
鋼管下端の定着状況	完全定着	不完全定着	定着なし
鋼管コンクリート部	鋼管	φ800 t=9.0mm SM490	
	配筋	6-D25 (Pg=0.6%) SD345 PCD=549mm	
	突起リング	12.3mm×3段	4.5mm×1段
突起リング終局支圧耐力*1	12445 kN	1571 kN	0 kN
鋼管の軸方向耐力*2	8575 kN (実測板厚 8.5mm より算出)		

*1 突起リングの支圧耐力算定式による値 *2 鋼管断面積×降伏強度で算出した値

表2 コンクリートの材料強度 (N/mm²)

基準強度	圧縮強度	割裂引張強度	ヤング係数
27	32.6	2.5	23.7×10 ³

表3 鋼材および鉄筋の材料強度 (N/mm²)

	材質	降伏強度	引張強度	ヤング係数
鋼管φ800	SM490	405.7	521.8	199.9×10 ³
主筋D25	SD345	370.3	557.1	196.0×10 ³
外周筋D38	SD345	384.8	577.2	197.6×10 ³

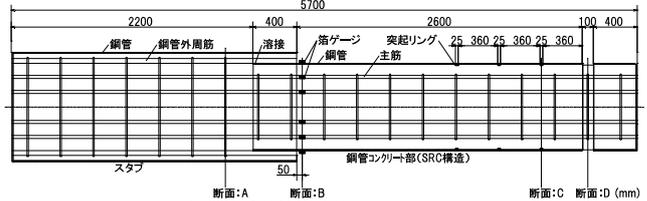
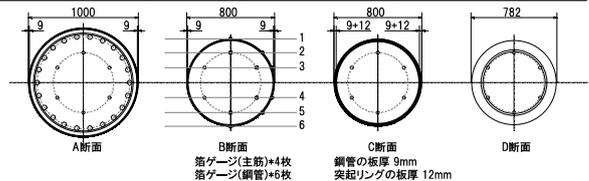


図2 試験体図 (No.1)

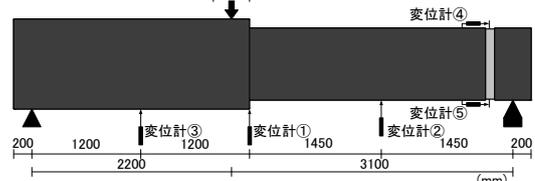


図3 荷重方法

The Bending Test of Concrete Filled Steel Pipe Considering Anchor Strength at End of The Pipe

HOMMA Yusuke, ISHIKAWA Kazuma, SUGA Kazumasa, KISHIDA Shinji

記した。

使用したコンクリートおよび鋼材の材料試験結果を表 2,3 に示す。各材料強度を用いて突起リングの支圧耐力および鋼管の軸方向耐力を求めて表 1 に併記している。突起リングの支圧耐力は、吉川ら¹⁾の鋼管内コンクリートの押抜試験結果に新たなデータを追加して評価し直した支圧耐力算定式を用いて求めている。

試験体 No.1 (突起リングの板厚 12.3mm×3 段) は、突起リングの支圧耐力が鋼管の軸方向耐力を上回っており、突起リング付近のコンクリートが支圧破壊する前に鋼管が降伏するため、鋼管がコンクリートに完全に定着された仕様である。一方、No.2 (4.5mm×1 段) は鋼管が降伏する前に突起リングの支圧破壊が生じるため、コンクリートに対して鋼管が不完全に定着された仕様である。No.3 は定着なしの仕様である。試験体の荷重方法および変位計の取付け位置を図 3 に示す。荷重パターンは軸力無の状態で一方向繰返し荷重とした。

3.実験結果

曲げモーメント M と変形角 θ の関係の骨格曲線を図 4 に、各試験体で比較した変形角 θ と鉄筋コンクリート部の拔出量 δx の関係を図 5 に示す。また、鋼管降伏時、鉄筋降伏時および 0.03rad 時における各試験体の断面 B のひずみ分布を図 6 に示す。ひずみ値は降伏ひずみに対する比で表した。これらの図より以下のことがわかる。

- ① 初期の剛性は試験体間で大きな違いは見られない。
- ② 鋼管下端を不完全定着とした No.2 は、0.02rad 以降曲げモーメントが一定になったが、完全定着とした No.1 は 0.02rad 以降も曲げモーメントが増加し続けた。一方、定着なしの No.3 は 0.01rad 付近でピークとなり、その後耐力低下を示した。
- ③ 終局曲げ耐力は、定着状態に応じて、定着なし No.3 (2727.5kN・m) < 不完全定着 No.2 (3166.1kN・m) < 完全定着 No.1 (4163.4kN・m) の順に大きい。
- ④ 各試験体とも曲げモーメントが 2000kN・m を超えた付近で、鋼管降伏○が現れた。しかしながら、鉄筋降伏□は、試験体ごとに若干異なっている。
- ⑤ 鉄筋降伏時のひずみ分布は、各試験体とも鋼管と鉄筋のひずみが良く対応した分布である。定着なし No.3 の引張側における鋼管ひずみが、他の 2 試験体より小さい傾向がある。各試験体で曲げモーメントの挙動に変化の現れた領域 0.03rad 時に着目すると、不完全定着 No.2 と定着なし No.3 は、鉄筋降伏時の傾向と異なり、引張側で鉄筋ひずみが鋼管より大きい。その傾向は No.3 の方が顕著であり、全体的に鋼管内で鉄筋コンクリートが独立して挙動している様子も伺える。一

方、完全定着 No.1 では、鉄筋降伏時の分布と同様に引張側で鋼管ひずみの方が鉄筋より大きい傾向である。

- ⑥ 不完全定着 No.2 および定着なし No.3 は、変形角の増加とともに比例して拔出し量も増加していることがわかる。一方、完全定着 No.1 は 0.1rad 以上まで荷重しても拔出し量は 3mm 程度であった。
- ⑦ ⑤および⑥より、完全に定着された場合、大変形時においても、ある程度鋼管と鉄筋コンクリートが一体性を保ち、鋼管がひずみ硬化域に入るまで曲げモーメントを負担し続ける状態にあったと推測できる。このため、曲げモーメントも増加し続けたものと推測できる。

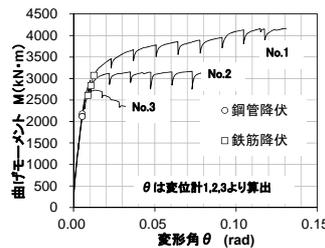


図 4 M- θ 関係

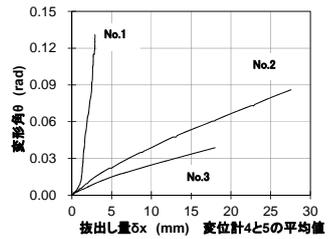


図 5 θ - δx 関係

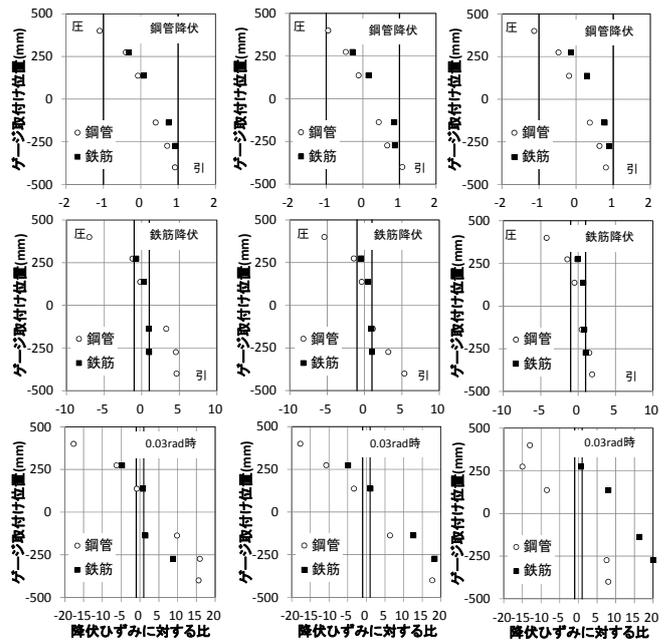


図 6 各試験体の断面 B におけるひずみ分布

4.まとめ

鋼管の端部定着力によって鋼管コンクリート部の曲げ耐力が変化することを実験的に確認した。今後、本試験結果を踏まえて、鋼管コンクリート部の曲げ耐力の設計方法を構築する。なお、本試験は、丸五基礎工業株式会社、株式会社ジオダイナミックおよび菱建基礎株式会社のご協力を頂きました。ここに記して謝意を表します。
参考文献 1) 吉川ら：場所打ち鋼管コンクリート杭に用いる突起リングの支圧耐力 (その 2：支圧耐力の評価) 日本建築学会大会学術講演梗概集、構造 I、pp.497-498, 2013.8

*1 ジャパンパイル(株) 博士 (工学)

*2 芝浦工業大学 教授 博士 (工学)

*1 JAPAN PILE CORPORATION, Dr.Eng.

*2 Prof., Shibaura Institute of Technology, Dr.Eng.