

鋼管杭・鋼管矢板用の少回転型機械式継手（その 1：構造性能評価）

JFE スチール株式会社 正会員 〇大場 雄登 正会員 市川 和臣
正会員 佐藤 遼一 正会員 寺尾 名央

1. はじめに

近年鋼管杭・鋼管矢板を取り巻く環境は杭の大径・厚肉・高強度化，強度の信頼性確保，工期短縮，低空頭や狭隘地等の厳しい施工条件，溶接技能者の大幅減少等のトレンドが加速しており，一般的に用いられる鋼管杭の接合方法である現場溶接の代替えとなる機械式継手の需要は高まっている．機械式継手の一つにねじ式の機械式継手¹⁾²⁾がある（以下機械式継手）．機械式継手の施工性向上のためには接合に要する回転数を少なくすることが有効で，ねじ山数の削減と多条化（ねじ開始位置の多数化）する方法がある．一方でねじ山数が少ない場合は曲げ荷重が作用した際，ねじ部の外れにより耐力と変形性能を確保できない可能性がある．そこで少ないねじ山数の機械式継手を対象に機械分野で用いる凹凸形状（インロー構造）を取り入れることで，機械式継手の耐力や変形性能に与える効果を評価すべく実施した検討内容を述べる．なお，本技術の施工性能評価についてはその²³⁾で述べる．

2. 機械式継手の概要

本検討に用いた機械式継手を図1に示す．素材は高強度材のJFE-HITEN780（降伏点 685N/mm²）である．機械式継手に曲げ荷重が作用する場合，断面には圧縮力と引張力が生じる．圧縮力はショルダー部で荷重伝達し，引張力はねじ部で荷重伝達する．曲げ設計耐力はPIN継手とBOX継手の最薄断面，およびねじ部の引張耐力より換算した仮想鋼管断面の内の最小断面で決定する．引張力が作用する際は，図2に示すように引張荷重軸のずれで生じる偏心曲げモーメントの影響でねじ部が外れる方向に力が働くことが想定される．このねじ部の外れ挙動を抑えるため，インロー構造を取り入れた機械式継手を図3に示す．

3. インロー構造有無の比較検証

インロー構造の有無のみが異なる2体のφ700mm機械式継手の曲げ試験によりインロー構造が継手に与える耐力や変形性能への効果を把握する．継手仕様はねじ山高さ6mm，ねじ山数2，ねじ条数8条（回転数=山数2／条数8，接合回転角90度）でインロー部は高さ4mm，幅4.5mmとする．表1に試験体の諸元・材料特性を示し，図4に実施した4点曲げ試験の概要を示す．本試験では継手自体の性能確認のため，機械式継手に対して十分な耐力の鋼管を取り付けた継手曲げ破壊試験とし，支間中央部変位と目開き量を計測した．図5に荷重－変位関係を示し，図6に荷重とPIN・BOX継手間の目開きの関係を示す．図中に想定する曲げ終局耐力を示し，試験は荷重低下を確認するまで実施した．なお目開きはショルダー近傍で試験体から50mmのアームを出して計測した値であり，計測部の回転も含めた値となっている．図5の最大耐力とその時の変位より，インロー部を設けることで継手耐力は1.06倍，変形性能は1.21倍以上の向上を確認した．

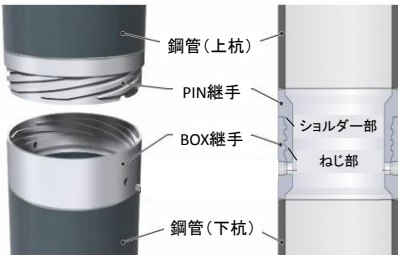


図1 機械式継手の構造

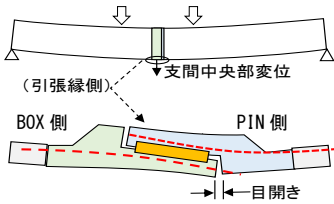


図2 引張力作用時の継手挙動

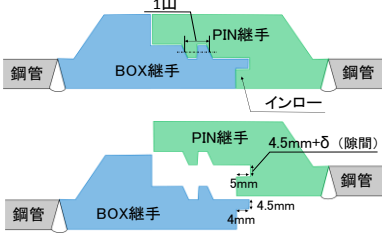


図3 インロー構造

表1 試験体の諸元・材料特性

試験体の諸元		機械的性質（材料試験値）
試験材料	仕様（mm）	降伏応力度（N/mm ² ）
継手	φ700×t30.85	754
鋼管	φ700×t16	498

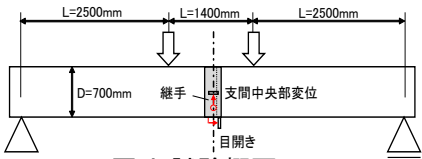


図4 試験概要

キーワード 鋼管杭，鋼管矢板，機械式継手，ねじ継手，多条ねじ，インロー構造

連絡先 〒210-0855 神奈川県川崎市川崎区南渡田町1番1号 JFE スチール（株）スチール研究所 TEL 044-322-6162

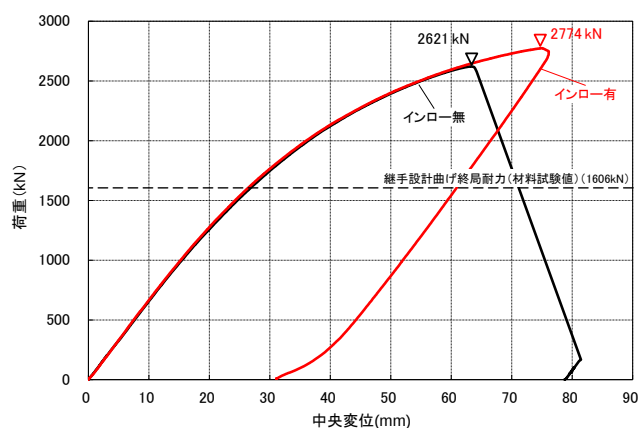


図5 荷重－変位関係

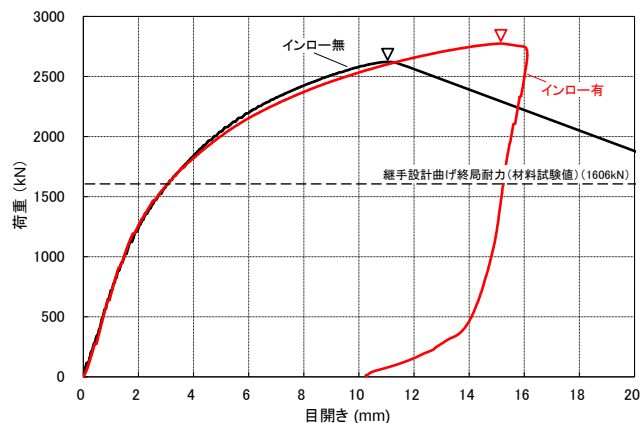


図6 PIN・BOX間の目開き

4. $\phi 2000\text{mm}$ 継手の構造試験によるインロー構造の適用性検証

インロー構造を有する継手の4点曲げ試験により大径でねじ山数1の場合も継手実耐力が想定する継手設計耐力を上回ることを確認する。継手仕様はねじ山高さ12mm、ねじ山数1、ねじ条数16（回転数=山数1/条数16、接合回転角23度）でインロー部は前と同じとする。表2に試験体の諸元・材料特性を示し、図7に実施した4点曲げ試験の概要を示す。本試験も前章同様、機械式継手に対して十分な耐力の鋼管を取り付けた継手曲げ破壊試験とし、計測内容も同じとした。図8に荷重－変位関係を示し、図9に荷重とPIN・BOX継手間の目開きの関係を示す。また図中に想定する曲げ終局耐力を示す。試験は最大荷重付近で荷重増加がほぼ止まり、目開きの増加が進行した段階で終了した。図9に示す荷重－変位関係より、機械式継手の実耐力が想定耐力を超えることを確認した。また図10に示す試験後の継手下端断面よりインロー部の塑性変形が確認でき、インロー部がねじの外れ防止に機能したことを確認した。

5. おわりに

機械式継手にインロー構造を取り入れることで継手耐力や変形性能が向上すること、および大径でねじ山数1の機械式継手の場合も十分な耐力を得られることを確認し、ねじ山数が少ない場合における機械式継手の耐力と変形性能の確保にインロー構造が有効であることを示した。

参考文献

- 市川和臣, 佐藤遼一, 寺尾名央: 鋼管杭・鋼管矢板向け機械式継手 新「ハイメカネジ®」の開発, JFE 技報 No.43, 2019
- (一財) 土木研究センター: 鋼管杭・鋼管矢板の機械式継手「ハイメカネジ®」建設技術審査証明報告書, 建技審証 第1101号, 2018
- 寺尾名央, 辰見ター, 市川和臣, 大場雄登: 鋼管杭・鋼管矢板用の少回転型機械式継手 (その2: 施工性能評価), 第74回年次学術講演会, 2019 (投稿中)

表2 試験体の諸元・材料特性

試験体の諸元		機械的性質 (材料試験値)
試験材料	仕様 (mm)	降伏応力度 (N/mm ²)
継手	$\phi 2000 \times t45.2$	747
鋼管	$\phi 2000 \times t20$	592

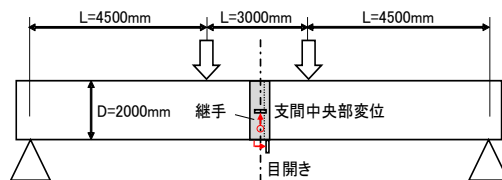


図7 試験概要

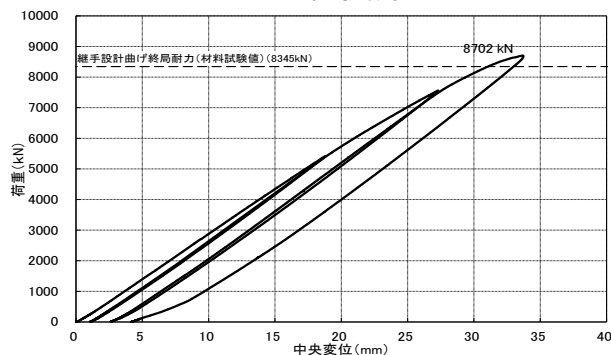


図8 荷重－変位関係

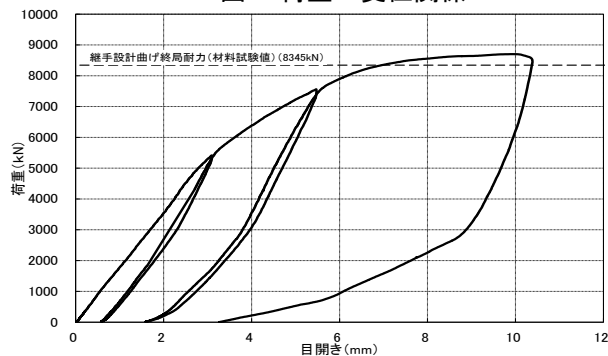


図9 PIN・BOX間の目開き



図10 試験後の継手下端断面