

鋼管杭の機械式継手の開発と性能検証（その1：接合性および打込み工法への適用性評価）

新日鐵住金株式会社 正会員 ○石濱 吉郎 北濱 雅司
 正会員 妙中 真治 正会員 藤井 義法 坂本 俊彦

1. はじめに

鋼管杭は一般的に現場で溶接接合しながら施工されているが、都市再開発やインフラの補強工事の増加に伴う急速施工への要求や溶接技能者の減少への対応から、短時間で作業者の技量によらず安定した品質で接合できる機械式継手へのニーズが高まっている。そのような背景の下、提案する本継手の構造を図 1 に示す。外面に4段のギアをもつピン継手（継手の内管側）と、内面に4段のギアをもつボックス継手（継手の外管側）で構成され、ボックス継手のギア溝にピン継手のギアを挿入し、ギアの幅分だけ回転させた後に回転抑止部材を取り付けることで、ギア同士が噛み合い荷重を伝達することができる構造である。本報では、本継手の接合作業性を評価した現場接合試験と、本継手の打込み施工に対する耐久性を評価した現場施工試験について述べる。

2. 現場接合試験

2.1 試験条件

本継手の接合に必要な用具、技術、作業時間および下杭が傾斜した条件での作業性を検証することを目的に、φ1,000mm、t10mm の継手付き鋼管杭の接合試験を実施した。長さ3mの下杭を敷き鉄板に溶接固定して、足場上で長さ6m上杭を接合させた。杭の施工精度が接合作業に及ぼす影響を評価するため、下杭の傾斜をパラメータとした。下杭の鉛直からの角度を傾斜角として、傾斜角0°の条件に加え、施工精度が極端に悪い場合として傾斜角を1、2°の条件でも接合試験を実施した。なお、杭基礎施工便覧¹⁾には既成杭の施工精度管理値の例として杭の傾斜を1/100以内とすることが示されており、これは傾斜角で0.57°に相当する。

2.2 試験結果

試験で得られた本継手の接合時間を表 1 に、試験状況を写真 1 に示す。傾斜角0°での接合時間は3分25秒であった。傾斜角1、2°でも同様の時間で接合ができたものの、傾斜角2°の場合はギア同士で競りが生じたため、写真 1 中に示される嵌合治具を用いて多少力を加える必要があった。以上より、本継手が施工精度管理値の目安である杭の傾斜1/100（傾斜角0.57°）程度であれば十分に接合が可能であることを確認した。作業には嵌合治具、六角レンチを用い、特殊な装置は不要であった。



図 1 継手概要

表 1 接合試験結果

作業内容	所要時間		
	傾斜角 0°	傾斜角 1° *	傾斜角 2° *
位置合わせ	31 秒	—	—
嵌合 (挿入、回転)	27 秒	35 秒	39 秒
回転抑止 キー取り付け	45 秒	—	—
嵌合治具取外し	102 秒	—	—
合計	3 分 25 秒	—	—

*: 傾斜角 1°、2° は嵌合（挿入、回転）のみ測定



写真 1 接合状況

3. 施工試験

3.1 試験条件

打撃工法やバイプロハンマ工法では、施工時に衝撃的な荷重や動的な繰り返し荷重が継手に加わる。このような工法への本継手の適用性を確認するため、施工試験を実施した。継手の損傷の有無を評価するためφ800mm×t17mmの鋼管杭に対して、相対的に薄肉となるφ800mm×t16mm鋼管用の仕様の継手を用いた。上杭と下杭をあらかじめ機械式継手で接合させた状態で施工を開始し、図 2(a) に示す地盤(GL-13m 以深で N 値が 50 以上の地盤)

キーワード 鋼管, 機械式継手, 現場接合, 施工試験

連絡先 〒293-8511 千葉県富津市新富 20-1 TEL 080-4602-1356

へ打設した。さらに、硬質な支持層への施工を模擬するため図 2(b)に示す深度 4m 以深の軟岩相当のソイルセメント改良体($qu=4.7N/mm^2$)への施工も実施した。それぞれの工法における試験条件を以下に示す。

(1) 打撃工法 施工には重量 7ton の油圧ハンマ (NH-70) を用いた。長さ 20m (上杭 4m+下杭 16m) の試験杭を用いて、原地盤へ 15m 打設した。N 値 50 以上の支持層では打止め管理を想定して落下高さを最大 1.28m まで上げて数回打撃した。さらに、引き抜き後、ソイルセメント改良体へ打設して総打撃回数が 3,000 回を超えるように打撃し、終了後に、継手の離脱・再接合せせた。ここで、ハンマ重量については杭基礎施工便覧¹⁾に示される油圧ハンマの選定図を、総打撃回数の条件については鋼管杭—その設計と施工²⁾に示される記載を参考とした。

(2) バイブロハンマ工法 施工にはバイブロハンマ (120kW(160VR)) を用いた。長さ 20m (上杭 4m+下杭 16m) の試験杭を用いて、原地盤へ 15m 打設させるまで合計で約 55 分の振動を加えた。さらに、長さ 10m (上杭 4m+下杭 6m) の試験杭を用いてソイルセメント改良体へ打設し、バイブロハンマの重量を杭に繰り返し預けながら合計 60 分以上継続して振動を与え、施工終了後に、継手の離脱・再接合せせた。ここで、バイブロハンマの仕様や振動の継続時間の条件については、杭基礎施工便覧¹⁾の記載を参考とした。

3.2 施工試験結果

打撃工法における打撃回数と深度の関係を表 2 に示す。打撃工法では 3000 回を超える打撃を、バイブロハンマ工法では 60 分を超える振動を加えた結果、いずれの条件でも施工中に継手の離脱や外観の損傷など生じることなく施工可能であることを確認した。また、試験後の継手の詳細な調査の結果、荷重を伝達するギア部の損傷がないことを確認した。打撃工法の試験後の継手を写真 3 に、バイブロハンマ工法の試験後の継手状況を写真 4 に示す。

表 2 施工結果 (打撃工法)

打設深度 (m)	ラム落下高 (m)	打撃回数 (回)		備考	
		区間	累計		
0~10	0.16~0.48	436	436	N<50	現地地盤
10~13	0.64~0.96	161	597	N<50	
13~15	0.80~0.96	148	745	N>50	
0~8	0.16	10	755	ソイルセメント改良体	
8	0.8	2,373	3,128		

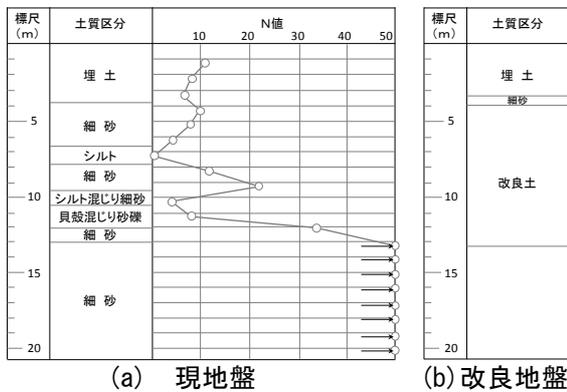


図 2 地盤条件



写真 2 施工状況



写真 3 施工後の継手 (打撃工法)

4. まとめ

(1) 継手付き鋼管杭を対象に接合試験を実施し、継手は特殊な装置や技術を用いずに 4 分程度で接合でき、通常の鉛直精度である 1/100 程度の傾斜においても接合可能であることを確認した。

(2) 継手付き鋼管を対象に重量 7ton の油圧ハンマ (NH-70) で 3,000 回以上の打撃を、120kW のバイブロハンマ (160VR) で 60 分以上の継続振動を与えた結果、杭体の損傷を示す変状は認められなかった。また、施工後に継手同士を外して嵌合面を観察した結果、打撃施工やバイブロハンマ施工による変状 (当てキズ・擦りキズ・へこみ等) は見られず施工が継手に損傷を与えていないことを確認した。

5. 参考文献

- 1) 日本道路協会：杭基礎施工便覧，2015
- 2) 鋼管杭鋼矢板技術協会：鋼管杭—その設計と施工，2012



(a) ピン継手



(b) ボックス継手

写真 4 施工後の継手 (バイブロハンマ工法)