

## 加締め式鋼管杭継手の力学的性質

正 ○ 金 哲鎬 \*1  
 正 真島 正人\*2  
 正 小川 正宏\*3

戸建住宅 小口径鋼管杭 無溶接継手  
 地盤補強

## 1. はじめに

一般的に行われている鋼管杭の現場溶接による継手接合では、継手部の品質が溶接作業者の技量や雨や風等の溶接作業環境によって左右される<sup>1)</sup>。そこで、鋼管の継手接合に機械式継手を用いることで現場溶接作業を排除し、継手部の品質の安定化と向上を図ることができる<sup>2)</sup>。

ここでは、実用化を目的とした加締め式機械継手と鋼管の荷重伝達機構と力学特性について述べる。

## 2. 継手と鋼管の荷重伝達機構

継手-鋼管接合部の構造は、上杭と下杭を継手（内・外リング）の空隙部に挿入して両鋼管の端面を仕切り部に接触させて圧縮力に対する抵抗力を確保した後、継手の外リング側からピン穴の径とほぼ同寸法の加締めピンを加締めすることで、鋼材にしっかり食い込み、鋼管の内リング上下各 4 ヶ所に設けられた凹部の形状に馴染むように変形させて接合し、ねじり力に対する抵抗力を確保する。

図 1 は鋼管を接続した状態である。油圧式加締め機（写真 1）により、加締めた後（写真 2、写真 3）の継手部外側より 2mm 加締めピンが中に入る構造になっており、オニ爪（写真 4）でピン穴入口を潰すことにより、加締めピンが抜けにくい構造となっている。継手部における圧縮力およびねじり力の伝達機構を図 3 に示す。圧縮力作用時は、摩擦抵抗  $R_{a1}$  と支圧抵抗  $R_{a2}$  によって、上杭-継手-下杭へと軸力が伝達される。また、ねじり力作用時は、摩擦抵抗  $R_{s1}$  と噛み合わせ抵抗  $R_{s2}$  によって上杭-継手-下杭へとねじり力が伝達される。

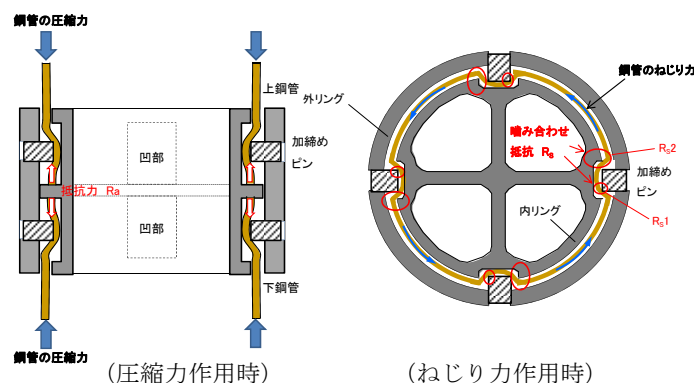


図 1 継手部における荷重伝達機構



写真 1 加締め状況

写真 2 加締め後



写真 3 加締め後の状態



写真 4 加締め用オニ爪

## 3. 継手および鋼管の仕様

継手部および鋼管の材質は、以下の通りとする。

継手材質：FCD500-7 JIS G5502 球状黒鉛鋳鉄品  
 成分と機械的性質は表 1 による。

表 1 継手部品 G 5502FCD500-7 球状黒鉛鋳鉄品規格値

| 項目  | 機械的性質                        |                                | 備考        |            |             |
|-----|------------------------------|--------------------------------|-----------|------------|-------------|
|     | 引張強さ<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 0.2%耐力<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 伸び<br>(%) | 硬さ<br>(HB) | 主要基地組織      |
| 規格値 | ≥500                         | ≥320                           | ≥7        | 150~230    | フェライト＋パーライト |

鋼管材質：STK400 JIS G 3444 一般構造用炭素

寸法：表 2 による。

表 2 適用する鋼管の寸法と許容圧縮力

| 鋼管<br>外径<br>(mm) | 鋼管<br>厚さ<br>(mm) | 単位<br>質量<br>(kg/m) | 断面積<br>(cm <sup>2</sup> ) | 断面 2 次<br>モーメント<br>(cm <sup>4</sup> ) | 断面<br>係数<br>(cm <sup>3</sup> ) | 断面<br>2 次<br>半径<br>(cm) |
|------------------|------------------|--------------------|---------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| φ 76.3           | 4.2              | 7.47               | 9.51                      | 62                                    | 16.3                           | 2.55                    |
| φ 89.1           | 4.2              | 8.79               | 11.20                     | 101                                   | 22.7                           | 3.01                    |
| φ 101.6          | 4.2              | 10.1               | 12.85                     | 153                                   | 30.1                           | 3.45                    |
| φ 114.3          | 4.5              | 12.2               | 15.52                     | 234                                   | 41.0                           | 3.89                    |
| φ 139.8          | 4.5              | 15.0               | 19.13                     | 438                                   | 62.7                           | 4.79                    |
| φ 165.2          | 4.5              | 17.8               | 22.72                     | 734                                   | 88.9                           | 5.68                    |

Mechanical property of the clamping pressure type joint for steel pipe pile.

KIM Cholho  
 MAJIMA Masato  
 OGAWA Masahiro

#### 4. 継手を有する杭鋼管の力学特性

継手部のねじり力作用時の抵抗は、ピンの鋼管締付け力に依存する。予備実験の結果、鋼管を内リングの溝まで変形可能な締付け力は100kN以上であった。

そこで、施工時におけるピンの締付け力の管理値を100kNとし、この状態での圧縮特性とねじり特性を把握するため 鋼管径 $\phi 76.3\text{mm}$ 、 $\phi 89.1\text{mm}$ 、 $\phi 101.6\text{mm}$ 、 $\phi 114.3\text{mm}$ 、 $\phi 139.3\text{mm}$ 、 $\phi 165.8\text{mm}$ の鋼管を対象に、各種载荷試験を行った。圧縮試験の概要を図2に、ねじり試験の概要を図3に示す。

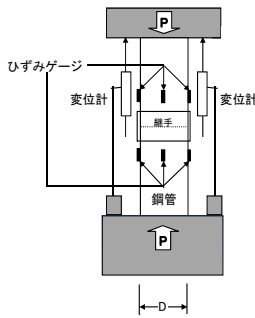


図2 圧縮試験概要

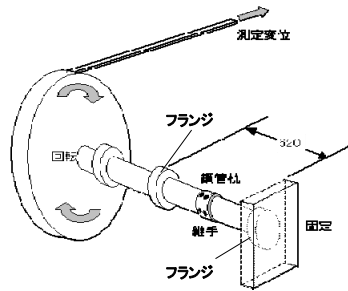


図3 ねじり試験概要

##### (1) 圧縮力を受ける鋼管の力学特性

継手なしの結果と比較すると、試験ケースによっては鋼管の許容圧縮力レベルで1mm程度変形が増加するが、継手を有する鋼管の長さは少なくとも5m以上と想定され、長期荷重（長期許容支持力 $R_a$ に対する）その区間長の圧縮ひずみ（長期許容圧支持力相当4mm以上）以下である。また、いずれの試験条件でも最大耐力は鋼管の短期許容圧縮力を十分に上回っている。図4に圧縮試験結果の例（ $\phi 114.3\text{mm}$ ）を示す。

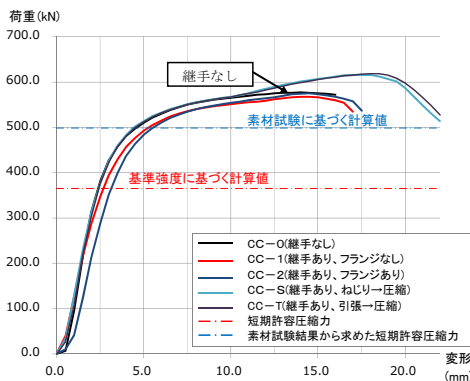


図4 圧縮試験結果の例（ $\phi 114.3\text{mm}$ ）

##### (2) ねじり力を受ける鋼管の力学特性

加締め状態を確認するため、継手の有無、鋼管径は、 $\phi 76.3\text{mm}$ 、 $\phi 89.1\text{mm}$ 、 $\phi 101.6\text{mm}$ 、 $\phi 114.3\text{mm}$ 、 $\phi 139.3\text{mm}$ 、 $\phi 165.8\text{mm}$ の鋼管を対象に、ねじり試験を実施した。継手なしの結果と比較すると、継手有りの鋼管ひずみ硬化領域（ひずみ硬化現象を起こして最大トルクに達するまでの回転角）も広がっており、 $30^\circ$ 以上回転してもいずれのケースにおいても耐力低下は認められない。図5にねじり試験結果の例（ $\phi 114.3\text{mm}$ ）を示す。

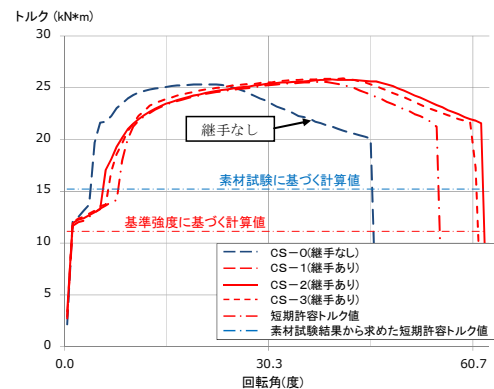


図5 ねじり試験結果の例（ $\phi 114.3\text{mm}$ ）

#### 5. 施工手順

施工手順は①下鋼管埋設、②下鋼管に継手挿入、③上鋼管を継手に挿入、④加締め機を用いて加締めピン締付け、⑤圧入もしくは回転圧入により行う。

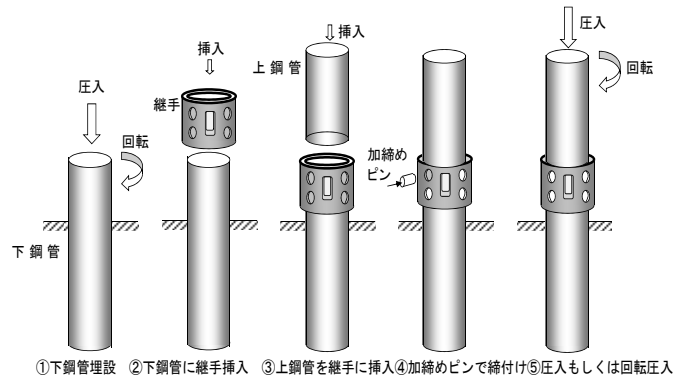


図6 鋼管継手の施工手順例

#### 6. おわりに

圧縮試験より、最大圧縮耐力は鋼管の短期許容圧縮力を十分に上回っており、ねじり試験結果と併せて考えると継手を有する杭鋼管の許容圧縮耐力として、鋼管の許容圧縮耐力を採用できることが明らかとなった。また、継手有りの鋼管を回転圧入する際の回転トルクの上限値を鋼管の短期許容トルク値としても安全性に問題ないと判断される。

#### 参考文献

- 1) 日本建築学会編：小規模建築物基礎設計指針,2008
- 2) 若命 善雄，馬來 裕子，長坂 光泰：ボルト締付け式鋼管杭継手の力学的特性 日本建築学会大会学術梗概集（東北，構造I），pp.631-632，2009

\*1 報国エンジニアリング 博士（工学）

\*2 設計室ソイル 工博

\*3 報国エンジニアリング

\*1.Hokoku Engineering., Dr. Eng.

\*2.Soil Design Inc., Dr. Eng.

\*3.Hokoku Engineering.