

ボルト締付け式鋼管杭継手の力学的性質

正 若命 善雄*1
 正 馬来 祐子*2
 正 長坂 光泰*2

戸建住宅 小口径鋼管杭 無溶接継手
 地盤補強

1. はじめに

通常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¹⁾。そこで、鋼管の継手接合にボルト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。

ここでは、実用化を目的とした継手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杭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ボルトを締め込むことで、鋼管を内リングの上下各 4ヶ所に設けられた凹部の溝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。

継手部の荷重伝達機構を図 1 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。

3. 継手および鋼管の仕様

継手の材質は、炭素鋼鋳鋼品 JIS G 5101 SC480 適合品であり、表 1 に継手の機械的性質に関する JIS 規格値を示す。接合の際に使用する締付けボルトは、規格を JIS B1180

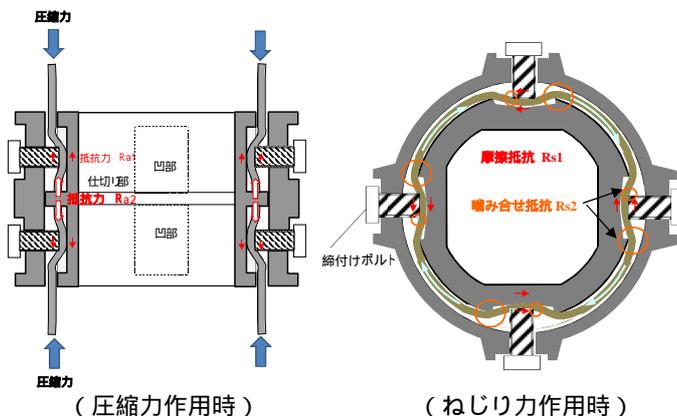


図 1 継手部における荷重伝達機構

(六角ボルト)、強度区分を JIS B 1051 10.9 とする。また、適用する鋼管は、材質を JIS G 3444 一般構造用炭素鋼管 (STK400 基礎強度: 235N/mm^2) とし、寸法を表 2 に示す。

表 1 JIS G 5101 SC480 規格値 (機械的性質)

種類	降伏点又は 0.2 耐力 (N/mm^2)	引張強さ (N/mm^2)	伸び (%)	絞り (%)
規格値	245	480	17	25

表 2 適用する鋼管の寸法と許容圧縮力

鋼管外径 (mm)	鋼管厚さ (mm)	単位質量 (kg/m)	断面積 (cm^2)	断面 2 次 モーメント (cm^4)	断面係数 (cm^3)	断面 2 次半径 (cm)	許容圧縮力	
							長期 (kN)	短期 (kN)
114.3	4.5	12.2	15.52	234	41.0	3.89	243	365
139.8	4.5	15.0	19.13	438	62.7	4.79	300	450

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、ボルト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 $100\text{N}\cdot\text{m}$ 以上であった。

そこで、施工時におけるボルトの締付け力の管理値を $100\text{N}\cdot\text{m}$ 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 $\phi 114.3\text{mm}$ と $\phi 139.8\text{mm}$ 鋼管を対象に、各種載荷試験を行った。

(1) 圧縮力を受ける鋼管の力学特性

継手の有無、事前にねじり力を受けた鋼管の 3 ケースについて圧縮試験を実施した (試験方法は図 2 参照)。図 3 に圧縮荷重 - 変形関係を示す。2 種類の径共に、継手の有無ならびに事前に加えたねじり力の有無による最大耐力の違いは認められないが、母材降伏 (鋼管ひずみ 2000μ) 以前の変形性状は異なり、継手を設けることによって、鋼管の許容圧縮力レベルで 1mm 程度変形が増加する。その原因は、主に継手仕切り部と鋼管先端部の接触面における変形によるものと考えられる。ただし、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、長期荷重に対するその区間長の圧縮ひずみ 4mm 以上 (長期許容支持力相当) に比べて十分に小さい。

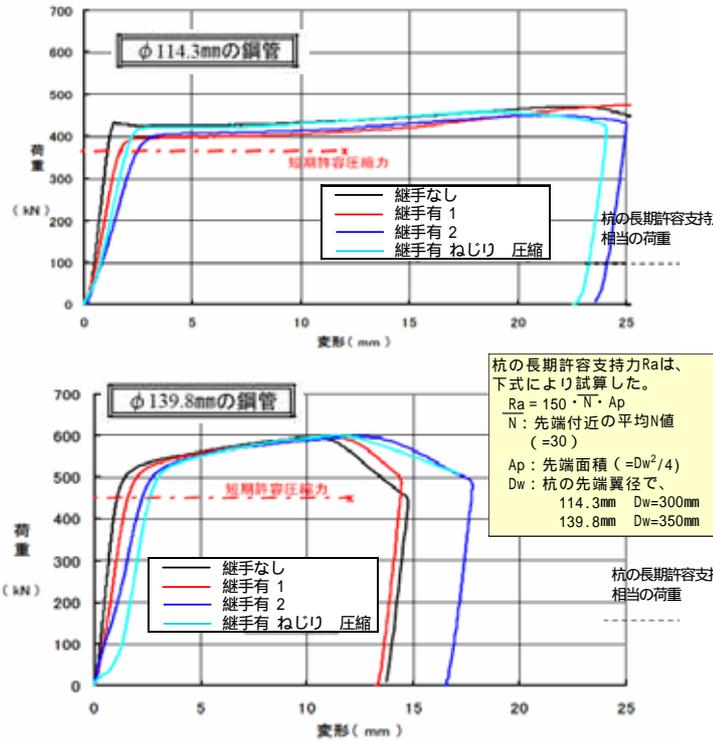


図3 圧縮荷重 - 変形関係

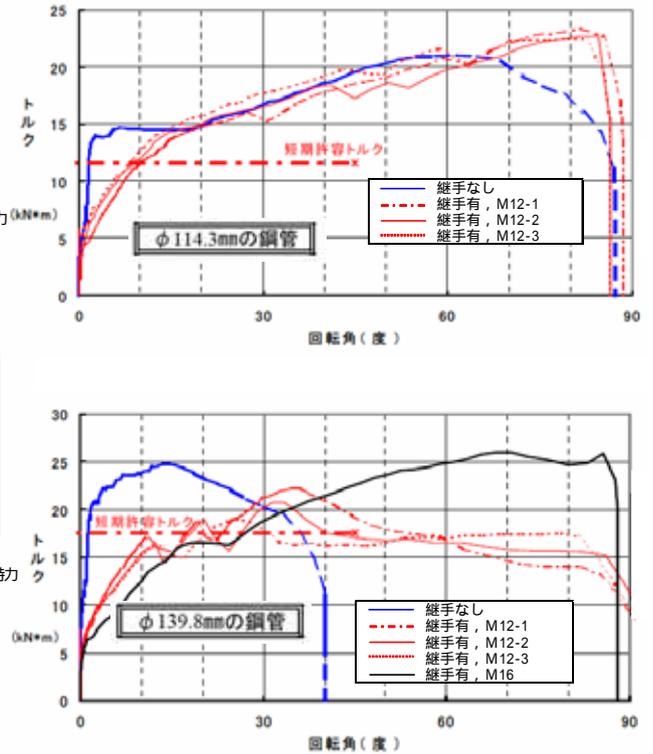


図5 トルク - 回転角関係

(2) ねじり力を受ける鋼管の力学特性

継手の有無，締付けボルト径(φ 139.8mm の鋼管のみ)をパラメータとしてねじり試験を実施した(試験方法は図4参照)。図5にトルク - 回転角関係を示す。φ 114.3mm 鋼管は，継手の有無による最大耐力の違いは認められないが，トルク値が 4~14kN・m の変形状は異なる。継手有りの鋼管は 4kN・m 付近から鋼管と継手の接触面での摩擦力が降伏してすべりが生じ，変形の増大と共に新たな接触面において抵抗力が増大して最大耐力は母材と同等になる。また，80 度以上回転しても耐力低下はなく，鋼管が十分長ければ，ねじり破壊は鋼管母材で生じると判

断できる。

一方，φ 139.8mm の鋼管は，締付けボルト径によって性状が異なる。まず，M12 ボルトを用いた継手鋼管では，φ 114.3 mm の鋼管と同様，トルク値が 5kN・m を超えた付近から鋼管と継手の接触面ですべりが生じ，20kN・m を超えると新たな接触面において抵抗力が増加するが，ボルトのせん断破壊によって耐力低下が生じ，母材の最大耐力には達しない。これに対して，M16 ボルトを用いた場合には，耐力低下は認められず，母材と同等の最大耐力が得られている。即ち，鋼管が十分長ければ，ねじり破壊は鋼管母材で生じると判断できる。

5. 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，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。ただし，鋼管杭を打設する際の回転トルクの上限值は，母材の短期許容トルク値以下とする必要がある。ねじり試験の結果を受け，φ 139.8mm の鋼管を打設する場合は，原則として M16 のボルトを使用することとした

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

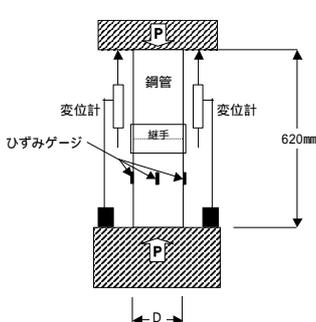


図2 圧縮試験概要

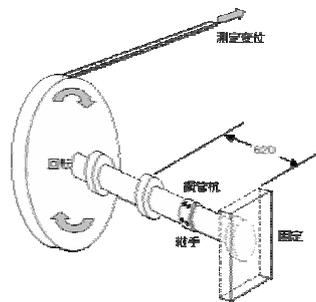


図4 ねじり試験概要

*1 設計室ソイル 工博
*2 設計室ソイル

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