

鋼管杭の機械式継手の開発と性能検証 (その2 : 構造性能の確認)

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

1. 機械式継手の設計の考え方

鋼管杭の機械式継手の開発について、その1<sup>1)</sup>では接合性および打込み工法への適用性を報告した。本報では構造性能の確認について報告する。本機械式継手は、継手内面の突起(ギア)が荷重を分散して伝達する構造であり、ギア寸法を小さくするとともに先端ほど継手板厚を薄くする4段テーパ形状により、継手全体のボリュームを小さくしている。構造物へ適用する際の設計外力に対して都度設計するのではなく、適用する鋼管(以降、対象鋼管)以上の耐力を持つように継手の構造仕様を決めている。その際、図1に示すように、継手のギアが配置された部分だけを抽出して純圧縮および純引張に対して応力を照査する“短冊断面”の考え方を採用している。曲げモーメント作用時にも継手の圧縮縁および引張縁に着目して短冊断面に純圧縮および純引張が作用する状態で検討している。本継手は、継手に圧縮力が作用する際よりも引張力が作用する際の方がギアの噛み合う面積が小さくなることから、継手に発生する応力が高くなる断面形状を有している。そのため、引張力に対して応力を照査することで圧縮力に対する照査を省略している。引張力が作用する際、ギアの支圧破壊、管軸方向でギアとギアに挟まれる区間(以降、ギア谷部)の引張破壊、ギアのせん断破壊の3つの継手の破壊モードを想定し、図1に示す(a)ギアの支圧応力度、(b)ギア谷部の引張応力度、(c)ギアのせん断応力度を求め、それらが継手部材の降伏応力度に収まるように継手のギアの高さ、ギア谷部の板厚、ギアの鋼管軸方向の長さを決定している。

2. 構造性能確認試験概要

対象とする鋼管に対して設計の考えに従って仕様を決定した継手の耐力が、実際の鋼管と同等以上であることを確認するため継手付き鋼管の曲げ試験を実施した。曲げ試験は、適用範囲の最小・最大径、最小・最大板厚を含むように試験ケースを設定した。継手単体での圧縮・引張試験を実施した。圧縮・引張試験の継手は、代表的なサイズであるφ800,t12mmの鋼管を対象とする仕様の1/2縮小モデルをとした。

表1 構造試験一覧

試験内容	対象とする鋼管の仕様	
	鋼種	寸法
4点曲げ試験:単調載荷	SKK490	φ800,t9mm
		φ800,t16mm*
		φ800,t24mm*
		φ1219.2,t30mm
		φ1600,t25mm
4点曲げ試験:正負交番載荷	SKK400	φ400,t6mm*
		φ1600,t19mm*
4点曲げ試験:正負交番載荷	SKK570	φ1200,t19mm
引張試験	SKK490	φ400,t6mm
圧縮試験	SKK490	φ400,t6mm

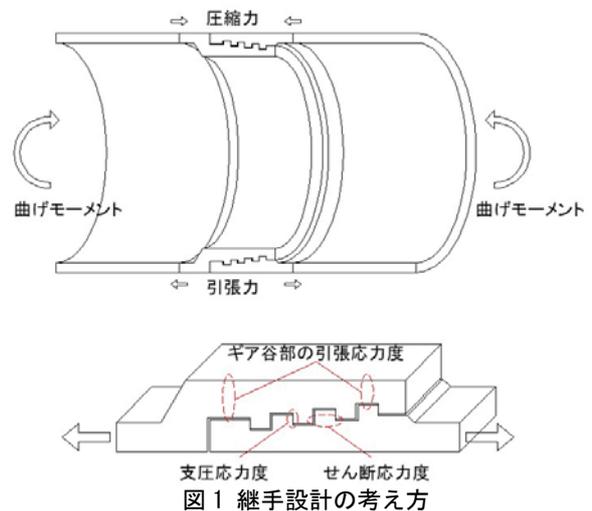


図1 継手設計の考え方

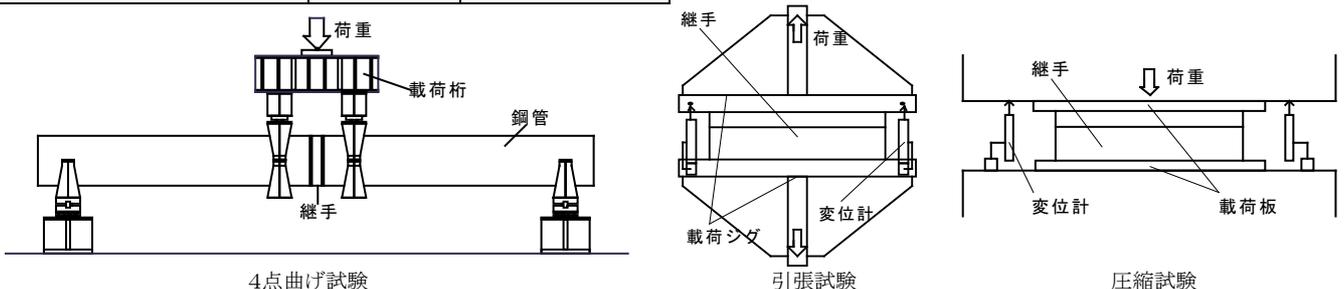


図2 構造試験の方法

キーワード 鋼管, 機械式継手, 曲げ試験

連絡先 〒293-8511 千葉県富津市新富 20-1 TEL 080-4602-1354

### 3. 構造性能確認試験の結果

#### (1) 曲げ試験による性能検証

本継手の曲げ性能を確認するため、4点曲げ試験を実施した。曲げ試験の状況(φ1600, t19mm)を写真1に示す。一方向曲げ試験では片振り漸増載荷を行った。一方向曲げ試験結果の一例(φ1600, t19mm)を図3に示す。鋼管の全塑性曲げ耐力到達後には、鋼管が塑性化することで変位の増大に伴う荷重の増加量は減少していくものの、継手に損傷が生じることはなく、最終的には載荷点付近の鋼管に局部変形が生じて最大荷重が決定した。鋼管の局部変形の一部(φ800, t16mm)を写真2に示す。試験後の機械式継手(φ1200, t19mm)を写真3に示す。試験後の機械式継手に目視での損傷は確認されず、離脱再嵌合が可能であった。表1中の\*を付けた試験体では、対象鋼管の全塑性曲げ耐力を超えて鋼管が局部変形して荷重が低下するまで載荷し続けた。載荷した最大荷重と対象鋼管の全塑性曲げ耐力との比較を図4に示す。全試験ケースで鋼管の全塑性曲げ耐力までの荷重に対して継手が鋼管本体の曲げ耐力を上回ることを確認した。また、交番載荷試験では正負方向に複数回ずつ、鋼管の降伏曲げ耐力および全塑性曲げ耐力まで載荷した。その結果、一方向曲げ試験の挙動と比較して、正負側でほぼ同等の抵抗性能を示しており、地震時の慣性力のように繰り返し作用する荷重に対しても十分に抵抗できることを示している。以上の結果から、巨大地震等の鋼管に塑性化が生じるような非常に厳しい条件下でも使用できることを確認した。



写真1 曲げ試験の状況



写真2 鋼管の局部変形



写真3 試験後の機械式継手

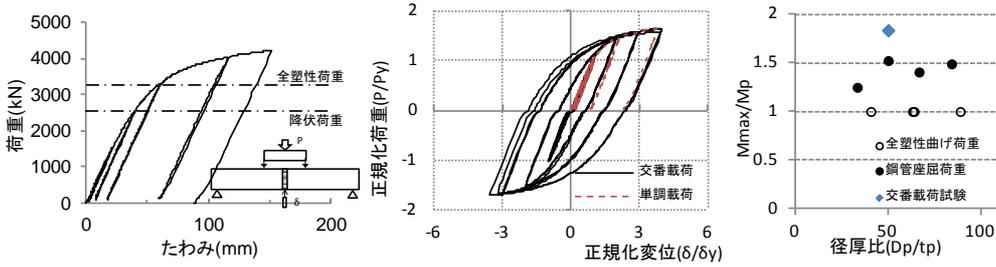


図3 単調載荷曲げ試験結果 図4 交番載荷曲げ試験結果 図5 曲げ試験結果一覧

#### (2) 引張・圧縮試験による性能検証

本継手の引張・圧縮性能を確認するため、継手の引張試験および圧縮試験を実施した。試験状況を写真4,5に、試験結果を図5,6に示す。ひずみは、図中の継手の断面図に示す位置に軸方向に貼付したひずみゲージによる計測値である。鋼管の降伏圧縮耐力および降伏引張耐力に相当する荷重まで継手で発生するひずみは弾性的であり、本継手が鋼管本体と同等以上の圧縮耐力および引張耐力を有することを確認した。

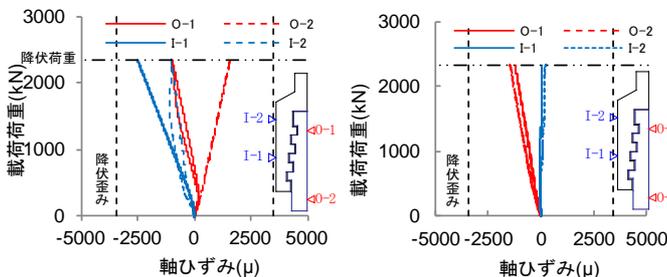


図6 引張試験結果 図7 圧縮試験結果



写真4 引張試験の状況



写真5 圧縮試験の状況

### 4. まとめ

機械式継手の構造試験の結果、本機械式継手は、圧縮・引張性能については対象とする鋼管の降伏強度から求めた耐力、曲げ性能については鋼管の全塑性曲げ耐力以上の強度と同等の曲げ剛性を有することを確認した。

### 5. 参考文献

- 1) 第71回年次学術講演会：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）、石濱ら、2016(投稿中)