

荷重伝達キーを用いた鋼管杭機械式継手の終局耐力に関する実験的研究

新日本製鐵 正会員 高木優任 クボタ 相和明男
新日本製鐵 正会員 西海健二 クボタ 森 隆

1. はじめに

鋼管杭の現場接合の省力化、信頼性向上を目的として、現在汎用されている溶接継手に代わる、荷重伝達キーを用いた新しい機械式継手を開発中である。本継手は、鋼管先端に溶接接合されたボックス継手とピン継手を嵌合させ、ボックス継手内のキー溝に内蔵した荷重伝達キーをセットボルトを用いてピン継手側に押し出し、固定する構造になっている(図-1)。これまでに FEM 解析¹⁾、载荷試験²⁾などを通してこの機械式継手の荷重伝達メカニズムと耐力を把握し、継手の安全性を確認してきた。本文は、機械式継手の終局耐力を载荷実験により確認したので、その結果を報告するものである。

2. 試験の概要

2.1 試験の着目点 既往の試験²⁾では、通常の使用状態における継手の安全性を確認するため、鋼管の板厚に適合するサイズの継手を鋼管に取り付けて試験を行ってきた。そのため、終局状態は鋼管部分の局部座屈に支配されており、継手部が破壊に対してどの程度の安全率を有しているのかが不明であった。そこで、継手の終局強度に着目した試験を実施することで、継手の有する破壊に対する安全率を明らかにし、設計の考え方の妥当性を確認することとした。

2.2 試験体の概要 $\phi 800\text{mm}$, $t=12\text{mm}$ 用の機械式継手を対象とした。試験に使用した継手の形状を図-2に示す。継手の材質は、ボックス継手、ピン継手が SFCM880R(公称降伏点 705N/mm^2)、荷重伝達キーが SFCM930R(公称降伏点 755N/mm^2)である。継手の形状は、文献1)にあるように、ボックス継手における荷重伝達キーの溝部分(クリティカル断面)の降伏によって継手の耐力が決まるようにし、鋼管一般部の降伏に対して1.5の安全率を確保するように決定したものである。また、今回の試験では、継手の終局耐力を確認することを目的としているため、継手が破壊に至っても、鋼管部分は降伏しないように母管の板厚を決定した。その結果、板厚が 33mm と厚くなったため、母管は遠心力鋳鋼管(材質 SCW490: $\sigma_y=315\text{N/mm}^2$)とした。

2.3 载荷方法 図-3に示すように、鋼管を2点で単純支持し、継手部を含む中央部分 2m が純曲げ区間となるように载荷した。荷重は、終局状態に至るまで一方向に単調载荷することとしたが、本来継手を適用する鋼管(SKK490)の許容荷重と降伏荷重に相当する荷重で一旦除荷し、継手部の状態を確認した。

3. 試験結果

3.1 荷重-変形関係 試験の結果得られた、荷重と継手部を含む鋼管の引張縁、圧縮縁で計測した伸びキーワード: 鋼管杭, 機械式継手, 終局強度, 高強度鋼

連絡先: 〒293-8511 千葉県富津市新富 20-1 新日本製鐵(株)鋼構造研究開発センター TEL: 0439-80-2226

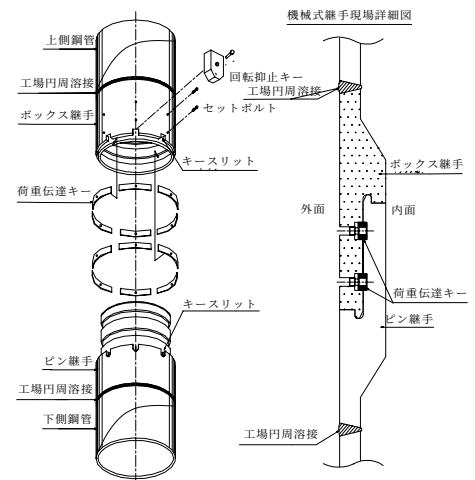


図-1 機械式継手

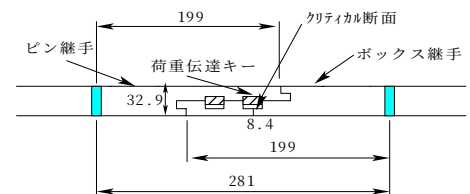


図-2 継手の寸法

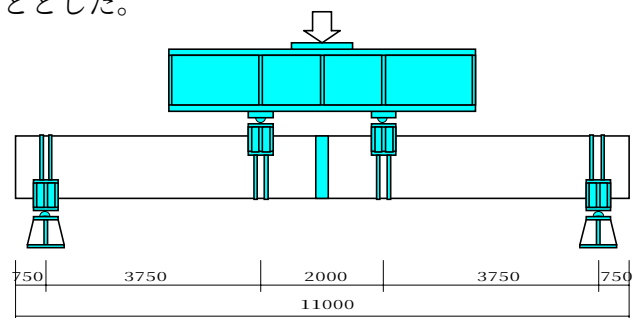
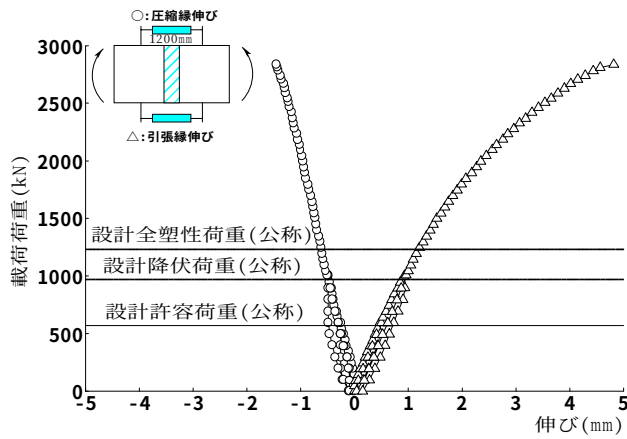


図-3 载荷方法



図－４ 荷重－継手部を含む鋼管の伸び関係

の関係を図－４に示す。

継手部を含む鋼管の伸びは、設計上考慮する鋼管(t=12mmのSKK490)の降伏荷重(以下、設計降伏荷重と称する)に至るまではほぼ線形の挙動を示した。設計降伏荷重以降、荷重の増加にともなって継手部の一部の塑性化が進行し、引張側の伸びは増加していくが、荷重－伸び関係に現れる勾配の変化は大きくない。継手クリティカル断面の降伏荷重の公称値(1538kN)を超えても荷重は増加しつづける。材料強度のミルシート値で評価した継手の降伏荷重(1915kN)を超えると、伸びの非線形性が一段と大きくなり、最終的に引張縁側ボックス継手のクリティカル断面が破断し、試験を終了した。

なお、圧縮側は本継手の構造上の特長から、ボックス継手、ピン継手先端の面タッチによって荷重が伝達されるため、抵抗断面は引張側の2倍以上となる。このため、圧縮側の伸び剛性は引張側のそれよりも大きく、引張側が終局に至っても圧縮側は線形の挙動を示している。

3.2 終局耐力 表－１に試験で得られた最大荷重と、設計で用いる母管の各種荷重、および材料強度の公称値ならびにミルシート値から計算した各種の荷重との比較を示す。継手を実構造物に適用する場合の作用荷重となる設計許容荷重、ならびに終局荷重と見なせる設計降伏荷重に対し、継手の破壊強度はそれぞれ4.98、ならびに2.93の安全率を有しており、十分に安全であることが確認できた。また、継手の破壊荷重は、材料強度のミルシート値で評価した降伏荷重の1.48倍、全塑性荷重の1.17倍をそれぞれ記録した。これは、継手が塑性域でも十分な変形性能を示し、応力の再分配がなされているためであると考えられる。

4. まとめ

提案した機械式継手の設計においては、ボックス継手のクリティカル断面の降伏を継手の耐力の基準として、その耐力を上回るように継手各部の寸法を決定している。これらの設計の妥当性を検証するため、φ800mm、t=12mm用の機械式継手を用いて載荷試験を実施し、継手の保有する耐力を調査した。その結果、以下のことが確認できた。

- 1) 通常の使用荷重レベルでは継手は線形の挙動を示し、破壊に対して十分な安全率を有する。
- 2) 継手部の破壊はボックス継手側のクリティカル断面の破断によって生じ、破壊荷重は想定した破壊モードでの評価荷重を上回った。

この結果より、提案する機械式継手の設計において仮定している本継手の限界状態が妥当であることが確認できた。

<参考文献>

- 1) 真田, 相和, 西海, 高木: 荷重伝達キーを用いた鋼管杭の基本的性能に関する研究－その1: 数値解析による継手部荷重伝達メカニズム－, 第36回地盤工学研究発表会(投稿中), 2001.6
- 2) 高木, 西海, 相和, 森: 荷重伝達キーを用いた鋼管杭の基本的性能に関する研究－その2: 実物大載荷実験による耐荷力の評価－, 第36回地盤工学研究発表会(投稿中), 2001.6

表－１ 試験結果と計算荷重の比較

実験最大荷重 Pmax①	2835kN	—
設計許容荷重 Pa②	569kN	4.98(①/②)
設計降伏荷重 Py③	969kN	2.93(①/③)
設計全塑性荷重 Pp④	1230kN	2.30(①/④)
継手降伏荷重(公称)⑤	1538kN	1.84(①/⑤)
継手降伏荷重(ミルシート)⑥	1915kN	1.48(①/⑥)
継手全塑性荷重(公称)⑦	1954kN	1.45(①/⑦)
継手全塑性荷重(ミルシート)⑧	2432kN	1.17(①/⑧)

*設計許容荷重: φ800, t=12 の鋼管(SKK490)の許容荷重

**設計降伏荷重: φ800, t=12 の鋼管(SKK490)の降伏荷重

***設計全塑性荷重: φ800, t=12 の鋼管の全塑性荷重