

溶接を行わない鋼管杭仕口の静的载荷試験

J R東日本 東京工事事務所 正会員 山田 啓介 フェロー会員 野澤 伸一郎
正会員 梅田 孝夫 正会員 工藤 伸司

1. はじめに

鋼管杭（円形鋼管）と H 型横梁とを現場で接合する仕口構造は通常現場溶接とするが、施工性や経済性を考慮する場合、現場では高力ボルトの接合のみとした仕口を用いることも有効である。そこで図 1 に示すように鋼管を半割した外套管に、応力を伝達するリングスティフナー、外套管を接合する仕口締め付けフランジを予め工場で作製し、現場で接合する構造が考えられる。

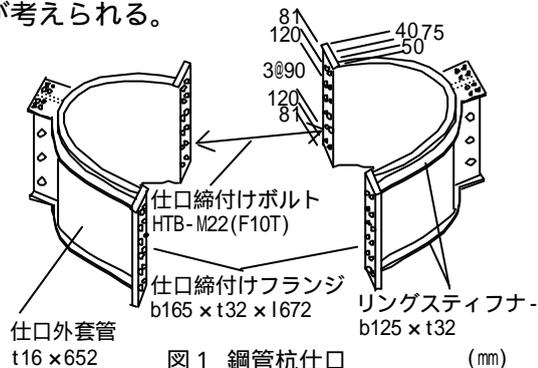


図1 鋼管杭仕口 (mm)

この仕口構造は鋼管杭と接触しているだけであり、剛結された溶接構造の仕口に比べ剛性が低いことが予想される。この仕口の実構造物への適用を目的として、全体系及び構成する諸部材の挙動、仕口の応力伝達機構の解明を行うべく、実物大構造载荷試験を実施したので報告する。

2. 試験概要

本試験の背景となる構造物は図 2 に示すように地下構造物の構築に伴う鋼管杭群と、掘削に伴う鋼管杭の座屈防止のために深さ方向に数段配置される横梁で構築される立体骨組み構造である。試験対象としたのは、鋼管杭中間部に配置される杭-横梁を連結する仕口

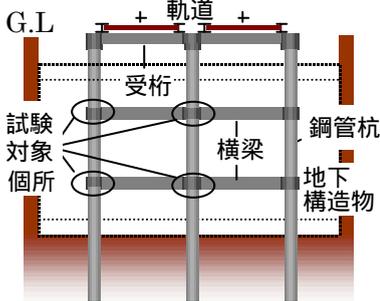


図2 対象構造物

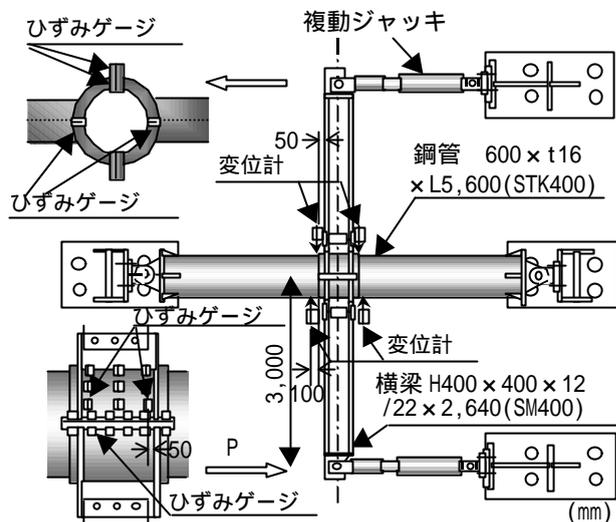


図3 鋼管杭仕口部载荷試験供試体

部である。対象構造には地震や制動荷重などの水平外力に起因する曲げモーメントを考えれば良い事となる。

試験体は図 3 に示すような部分実物大構造で仕口部を中心とする十字型柱-梁構造とした。载荷は供試体を水平に固定し横梁の両端に設置したジャッキにより鋼管杭軸方向（一方は正、他方は負）に同時载荷して仕口部に曲げモーメントを導入した。計測は主にひずみゲージ及び変位計を用い、仕口回転角、横梁接合部及び外套管のひずみ、ボルト軸力変化及び鋼管の管厚方向変位について測定した。

3. 試験結果

図 4 に導入曲げモーメントに対する仕口の回転変形を示す。曲げモーメントの増加に対し回転角の増加は徐々に大きくなり 1,200kN・m近傍で回転変形が増大した。この曲げモーメントが仕口構造の塑性曲げモーメントと推定される。この仕口構造は剛性が低い点で、剛結された一般的な溶接構造の仕口の計算値とは挙動が異なる。また、引張部の外套管と鋼管柱の間に载荷初期段階から隙間が生じているこ

キーワード：仕口，円形鋼管，実物大構造载荷試験

J R東日本 東京工事事務所 工事管理室 東京都渋谷区代々木 2-2-6 Tel(03)3320-3482 Fax(03)3372-7980

とを確認した。図5に外套管取付部近傍の鋼管の管厚方向の変位を示す。仕口の回転変形と挙動が似ており、曲げモーメントが1,200kN・m近傍で塑性化が進行している。リングスティフナー直下では、さらに大きなひずみを生じているのは明らかである。

図6にリングスティフナーの横梁接合部近傍のひずみを示す。900kN・m時点で、引張部において塑性化の進行が認められるが、圧縮部の塑性化はほとんど進んでいないことが分かる。また図7に示す外套管周方向ひずみについても、圧縮部のひずみは引張部のひずみに比べ小さい傾向が認められる。外套管の他の部位におけるひずみは仕口締付け部のそれ以下であり、外套管はあまり応力を負担しない部材といえる。

外套管は図8に示すように、横梁のウェブが鋼管杭とぶつかり鋼管杭の円周に沿うように2分割されたものであり、曲げモーメントを受けると、圧縮、引張の領域を持つ梁理論のような応力状態に近いものと推定できる。引張部は鋼管杭と離間を生じ単独に挙動するのに対し、圧縮部は鋼管杭と接触し、圧縮力を鋼管に伝達し共同で抵抗するため、圧縮領域が小さくなるものと考えられる。

図9に締付けボルトの軸力変化を示す。2列に配置した高力ボルトのうち、内側ボルトの軸力変動は外側ボルトの軸力変動に比べ圧倒的に大きく、外側のボルトはほとんど応力を負担しないことが分かる。また曲げモーメントが小さい時点より、締付けフランジの変形及び開口変位は増大していることを確認した。

4. まとめ

実験より以下のことが言える。

- (1)リングスティフナーおよび仕口外套管は、圧縮側は鋼管杭と共同で導入応力に抵抗するが、引張側は仕口構造のみで抵抗する。
- (2)仕口外套管はあまり大きな応力を負担しない部材といえる。
- (3)仕口締付け部は、引張ボルト接合の挙動と類似しており、仕口締付けフランジとボルトの剛性を考慮して設計を行う必要がある。
- (4)鋼管杭は管厚方向に板曲げを受けるが、この部位が弾性範囲内になるように留意する必要がある。
- (5)本仕口を実構造物に適用するには、図4に示すような仕口部の回転剛性を考慮した検討を行う必要がある。

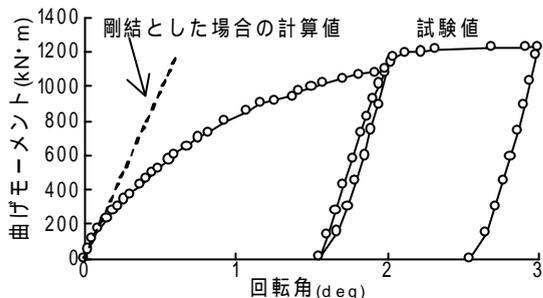


図4 仕口の回転変形 (変位計)

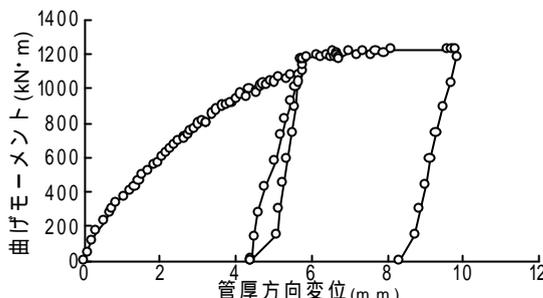


図5 鋼管の管厚方向変位 (変位計)

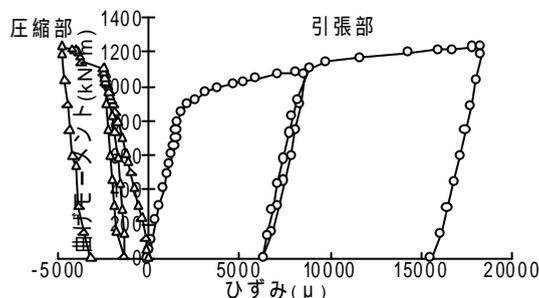


図6 横梁接合部のひずみ (ひずみゲージ)

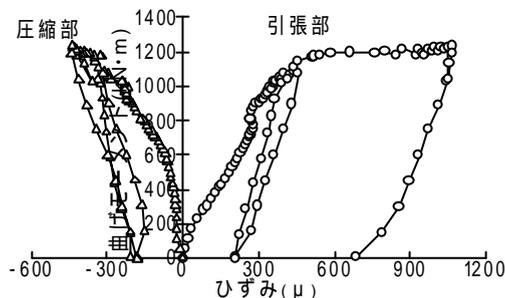


図7 外套管周方向ひずみ (ひずみゲージ)

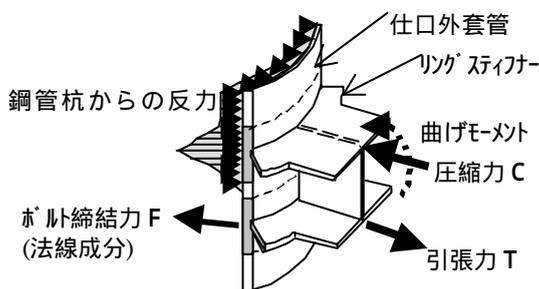


図8 仕口部の力の発生概念図

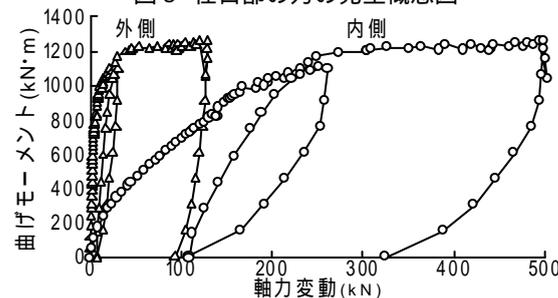


図9 締付けボルトの軸力変化 (ひずみゲージ)