

ストランド場所打ち杭と鋼管柱の接合面の離間挙動に関する一考察

東日本旅客鉄道 正会員○石橋 誠司, 正会員 滝沢 聡, 正会員 鈴木 健一
鹿島建設 フェロー 山野辺 慎一, 正会員 岩本 拓也, 正会員 黒岩 育子

1. はじめに

ストランド場所打ち杭工法は、場所打ち杭の軸方向鋼材に PC 鋼より線等（以下、ストランド）を適用することで、その可撓性により低空頭・狭隘な箇所での鉄筋かご建込みの施工性を改善させる技術である¹⁾。1 柱 1 杭形式の構造において、鋼管柱と杭の接合構造を合理化させる構造として、場所打ち杭の軸方向鋼材に用いるストランドを柱基部に機械的に定着させる構造を提案した（図-1）²⁾。本構造は、曲げに対する引張抵抗をストランドの張力で負担し、ストランドの張力をストランド端部に圧着・ねじ加工したマンションのナットを介してベースプレートに定着させる機構となっている。また、せん断力はベースプレート下面に設置したスタッドが負担する。本構造において、ストランドの伸出しによりベースプレート下面が浮き上ると、局部的な曲げ変形が生じる。このような平面保持が成立しない状態では圧縮域が減少するため、コンクリートの圧縮応力度が過大となる恐れがある。

本稿では、本構造を模した試験体の正負交番載荷試験を行い、接合面の離間荷重（ベースプレートが目開きを開始する荷重）などの離間挙動を検証した結果について報告する。

2. 試験概要²⁾

図-2 に試験体の概要、表-1 に使用材料の諸元を示す。試験体はフーチングと杭体（ ϕ 900mm $\times$ 450mm）および鋼管柱（ ϕ 508mm）からなり、鋼管柱の基部に 2 段のベースプレート（ ϕ 800mm）を設置した。杭体の軸方向鋼材には、端部をマンション加工したストランド 8 本を用いた。杭天端から突出させたストランドを鋼管基部のベースプレート（2 段）に通し、上部ベースプレートにマンション部をナットに締付けトルク 200N $\cdot$ m を導入し固定した。下部ベースプレートの下面には頭付きスタッド（ ϕ 13mm, L=50mm）を 6 本配置し、その周囲（ベースプレート下面から 60mm）にはモルタルを充填した。

水平力の載荷位置は接合部から 3.4m の位置とし、500kN の鉛直力を柱頭部に作用させた状態で、水平力を正負交番載荷した。載荷は、ベースプレートと杭体が離間する荷重 P_{sep} (23kN)、曲げひび割れ発生荷重 P_c (82kN) を基準として 3 回繰返し載荷を行った。離間荷重 P_{sep} (23kN) は、鋼構造の高力ボルト引張接合における離間引張力の考え方³⁾から、ベースプレートと杭体が離間するときのストランドに発生する張力を求めることにより算定した。なお、接合部（杭上面）の降伏耐力は、ベースプレート径を杭径とする円形 RC 断面とし、ストランドの降伏強度を引張強度の 84%⁴⁾として算定したもので、杭体部の降伏耐力に対して 96%程度、鋼管降伏耐力に対して 68%とし、接合部のストランドの降伏が先行する諸元としている。

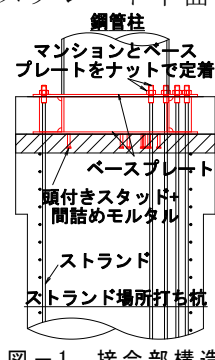


図-1 接合部構造

表-1 材料諸元

材料	配合	圧縮強度 N/mm ²	弾性係数 kN/mm ²
コンクリート	33-12-20-N	48.0	30.9
モルタル	W/C=70%	32.4	18.0
材料	鋼種	降伏強度 N/mm ²	引張強度 N/mm ²
ストランド	F50 A _s =277.1mm ²	1721	1913
頭付きスタッド	SS400 ϕ 13 L=50mm	337	447
鋼管	STK400 t=16mm	342	451
ベースプレート	SM490 t=19mm	380	539

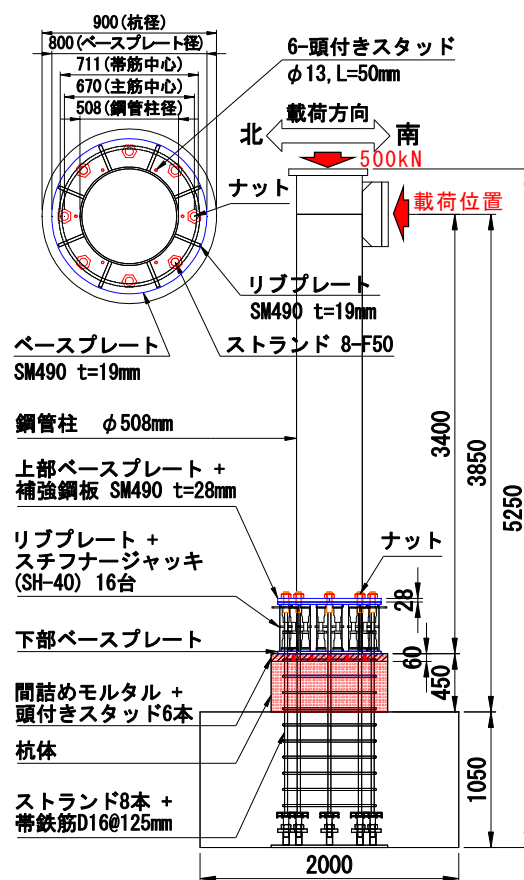


図-2 試験体形状

キーワード：ストランド、場所打ち杭、接合部

連絡先：東京都新宿区西新宿二丁目6番1号新宿住友ビル31階 東日本旅客鉄道橋構造技術センター TEL. 03-6276-1251 Fax. 03-5371-3524

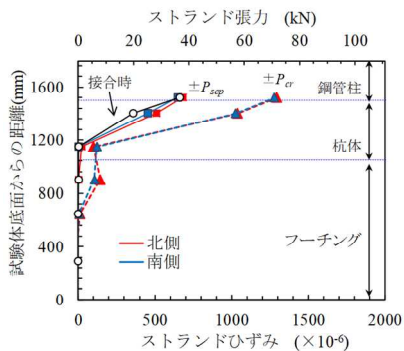


図-3 最外縁ストランドの張力分布

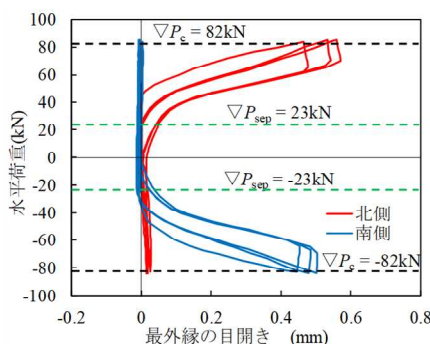


図-4 ベースプレート下面の目開き

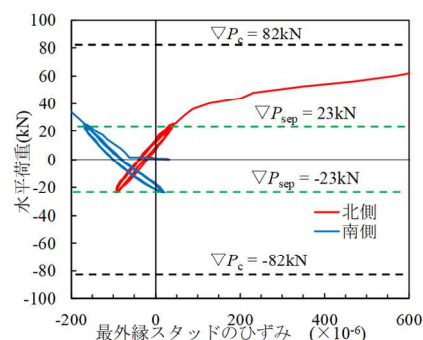


図-5 スタッドの軸ひずみ

3. 試験結果

図-3に最外縁ストランドの張力分布を示す。ストランド締付トルクにより導入された締結力は、図-3の接合時に示すようひずみゲージの測定値の平均値で37kNであった。

図-4～6に曲げひび割れ発生荷重 P_c の3回繰返し载荷までの計測結果を示す。図-4はベースプレート下面の目開きを示している。明確ではないが最初の目開きは約40kNであり、離間荷重の計算値(23kN)に対し、計算値を大きく上回る結果を示した。正側载荷時に引張を受ける最外縁のスタッドの軸引張ひずみ(図-5赤線)の変化点と、図-6のストランドのひずみの変化点は、図-4のベースプレート下面の目開きから読み取れる離間荷重(40kN)と対応している結果を示した。これは、離間が生じたことにより、スタッドおよびストランドの引張力が増加したと考えられる。

また、図-4に示すとおり P_c の3回繰返し载荷に伴い、離間荷重は徐々に計算値(23kN)に近づいた。これはスタッド頭部から発生したコーン状ひび割れが徐々に進行して引抜き抵抗が減少したためと推定される。これにより、目開きに対して、導入トルクによるストランドの張力だけでなく、スタッドの引抜き抵抗も寄与していると考えられる。

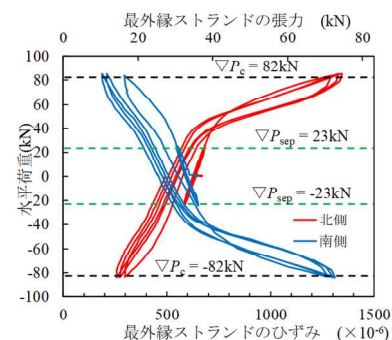
図-7に、試験終了後に試験体を解体した際のベースプレート下面の状態を示す。スタッド周囲の間詰めモルタルはコーン状にひび割れ、ベースプレート下面に付着していた。これより、スタッドを介した間詰めモルタルとベースプレートの付着が離間荷重に寄与し、繰返し载荷に伴いコーン状ひび割れが進行しながら離間荷重が徐々に低下したものと考えられる。

4. まとめ

本稿では、ストランド場所打ち杭と鋼管柱の接合構造について正負交番载荷試験を実施し、接合面の離間挙動に着目した検証をしたところ、離間荷重はベースプレート下面に配置したスタッドの引抜き抵抗により、計算値よりも大きいことを確認した。

参考文献

- 1) 山野辺ら：伸縮式鉄筋かごを用いた場所打ち杭工法の開発，土木学会建設技術発表会，pp. 207-214，2008.11
- 2) 鈴木ら：杭軸方向鋼材に用いたストランドを鋼管柱基部に機械的に固定した接合構造の曲げ载荷試験，土木学会第74回年次学術講演会，V-332，2019.9
- 3) 日本建築学会：高カボルト接合設計施工指針，1983
- 4) 鉄道総合技術研究所編：平成16年4月鉄道構造物等設計標準・同解説（コンクリート構造物），2008.4

図-6 ストランドひずみ (P_c 終了)

(a) ベースプレート下面



(b) 杭体接合面（南西側）



(c) スタッド箇所（コーン状）

図-7 試験終了後の試験体の状態