

## 杭頭縁切り工法における杭頭部の挙動に関する繰返しせん断実験

関西大学 学生会員○遠藤哲也 国際会員 伊藤淳志  
 ジャパンパイル 石川一真 国際会員 小椋仁志  
 エービーシー建材研究所 野瀬貴弘

杭頭 摩擦 せん断力

## 1. はじめに

杭基礎の耐震性向上のため、杭頭と基礎スラブとを結合せず、間に摩擦材および砂や砂利などを介在させる方式を、筆者等は「杭頭縁切り工法」と呼んでいる(図1参照)。この工法では、介在させる土質材料や摩擦材の材質を調整することによって、杭に伝達される水平力を比較的簡便に制御することが出来るものとする。本工法の開発を目的として、これまで床材料を主体とした種々の摩擦材について、砂との摩擦せん断実験を行い、耐久性や施工性も含めて、本工法に適した摩擦材の選定のための検討を行ってきた<sup>1)~6)</sup>。

前報までの検討では、図1に示すタイプAの仕様を想定していたが、杭頭が回転変形した場合を考慮すると、同図のタイプBの仕様の有用性も考えられる。そこで、今回は同タイプの仕様で、杭径に対してある程度の長さをも有する模型杭を採用して、杭頭部の挙動に関するせん断実験を行ったので、その結果について報告する。

## 2. 実験概要

せん断実験の装置図を図2に示す。杭と基礎スラブとの上下関係は逆にしてあり、基礎スラブ(H鋼ベース)の上に、厚さ12mmの摩擦材を固定し、杭との間に砂のみを敷設(厚さ8mm)する場合と、さらに図2のように摩擦材(幅60×奥行60×厚さ12mm)を介在させる場合の2種類を計画した。杭は外径 $\phi 48.6$ 、肉厚5.1、長さ250mmの圧力配管用炭素鋼鋼管(STPG370)で、杭頭部は鋼板を溶接して閉じている。使用した砂は、粒径 $75\mu\text{m}\sim 1.2\text{mm}$ に調整した気乾状態の淀川砂であり、その諸元を表1に示した。摩擦材は、FRPの下地に変性ビニルエステル樹脂を塗布してUV硬化させたもの(以下FRPと称す)と、一般構造用圧延鋼材(SS400、表面は未処理、以下鋼板と称す)の2種類を使用した。

せん断実験は、杭に9kNの軸力を与えた後、静的に水平方向へH鋼ベースに加力し、変位量が $\pm 20\text{mm}$ までの正負交番繰返し加力を3サイクルを目標として実施した。

## 3. 実験結果

本報では、H鋼ベースと杭との間に図2のように摩擦材2枚と砂を介在させた場合の実験結果について報告する。なお、杭頭、中間の摩擦材、H鋼ベースの水平変位量を、それぞれ $S_p$ 、 $S_m$ 、 $S_b$ とする。

1サイクル目における水平荷重 $Q$ と各水平変位量との関係として、摩擦材がFRPの場合を図3に、鋼板の場合を図4に示した。両図とも、H鋼ベースの水平変位量に対して、中間摩擦材および杭の変位量がかなり小さくなっており、摩擦材間で大きく滑っていることが分かる。特に杭頭の水平変位量は小さく、ほぼ弾性的な挙動となっている。

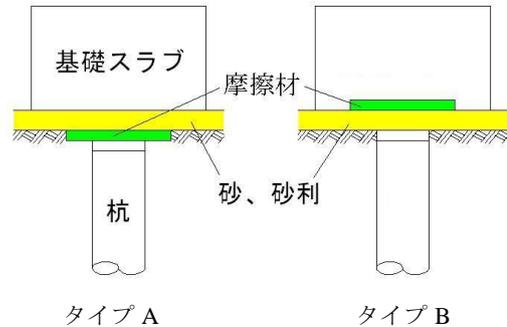


図1 杭頭縁切り工法概念図

表1 使用砂の諸元

|                   |                         |
|-------------------|-------------------------|
| 土粒子の密度 $\rho_s$   | 2.615 g/cm <sup>3</sup> |
| 平均粒径 $D_{50}$     | 0.59 mm                 |
| 均等係数 $U_c$        | 1.85                    |
| 最小密度 $\rho_{min}$ | 1.352 g/cm <sup>3</sup> |
| 最大密度 $\rho_{max}$ | 1.611 g/cm <sup>3</sup> |

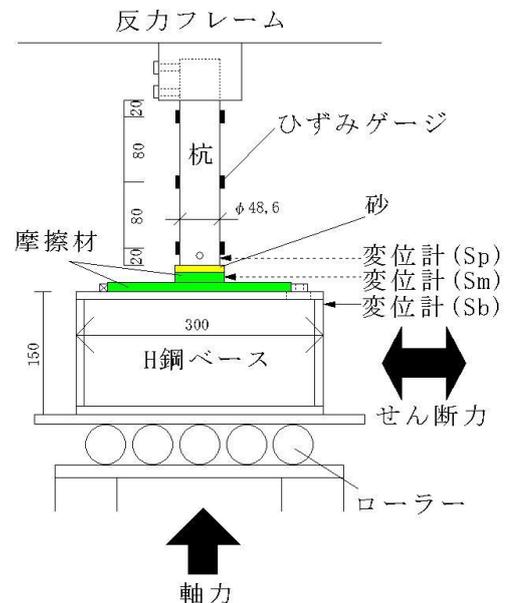


図2 実験装置 (単位: mm)

Cyclic Shear Tests of Pile Head Joint with Sliding Mechanism

ENDO Tetsuya, ITO Atsushi (Kansai Univ.),  
 ISHIKAWA Kazuma, OGURA Hitoshi (JAPAN PILE Corp.),  
 NOSE Takahiro (ABC Research Laboratory for Building Materials Co., Ltd.)

水平荷重を軸力で除した値をせん断応力比  $\tau/\sigma$  と定義して、相対変位量 ( $S_b - S_p$ ) との関係を描いたのが図5および図6である。図5のFRPの場合は、1サイクル目初期の約5mmの変位量時に  $\tau/\sigma$  は約0.6であるが、その後急激に滑りを生じ、1サイクル目の正方向最大変位時は約0.8、負方向最大変位時は約1.6と大きく変化している。これは摩擦材間で滑りを生じる際、軸力の減少を制御できず、見かけ上の  $\tau/\sigma$  が増大したためと考えられる。しかし、2サイクル目の負方向加力以降はほぼ0.8の値で安定している。これに対して、図6の鋼板の場合は、1サイクル目の初期の約2mmの変位量時に  $\tau/\sigma$  がピークに達し、その後は全サイクルにおいて概ね0.4~0.6の値で推移している。

図7に鋼板の場合のH鋼台の鉛直変位量  $S_v$  と相対変位量 ( $S_b - S_p$ ) との関係を示しておいた。砂層は軸力導入時に既にある程度圧縮されているが、せん断によりさらに圧縮される。特に1サイクル目で大きく圧縮されていることが分かる。

図1のごとく、杭頭に貼り付けたひずみゲージの計測値より曲げモーメントを求め、杭頭を完全固定とした場合の計算上の曲げモーメントに対する比を杭頭固定度として算出した。なお、杭の剛性は事前の検定試験より求めた。FRPを使用した実験での固定度は、1サイクル目初期の滑り出し直前で0.10、正方向最大変位時で0.06となった。また同様に、鋼板を使用した実験においては、1サイクル目初期の滑り出し直前で0.03、正方向最大変位時で0.03となった。ひずみ計測値にはばらつきがあるものの、固定度は0に近く、本工法ではピンに近い構造と考えることができる。

#### 4. おわりに

今回、杭の変形を考慮して杭頭縁切り工法の実験が行える装置を試作し、繰り返しせん断実験を実施した結果を報告した。本装置で杭頭部の挙動がある程度把握できることが確認されたが、土質材料の敷設方法や、杭の変形の計測方法などについて今後さらに検討を行う予定である。

最後に今回の実験を行うにあたり多大のご協力をいただいた関西大学卒業研究生の坊農理史氏、藤森裕人氏に謝意を表す。

- 参考文献**
- 1) 伊藤淳志・小林恒一・小椋仁志・野瀬貴弘：「杭頭縁切り工法」における 杭頭部鋼板と砂との摩擦性状に関する基礎実験，第40回地盤工学研究発表会，pp. 1667~1668，2005. 7
  - 2) 方田公章・伊藤淳志・小林恒一・小椋仁志・野瀬貴弘：「杭頭縁切り工法」における杭頭部摩擦材と砂との摩擦せん断実験，第41回地盤工学研究発表会，pp. 1435~1436，2006. 7
  - 3) 方田公章・伊藤淳志・小林恒一・小椋仁志・野瀬貴弘：「杭頭縁切り工法」における杭頭部摩擦材と砂との摩擦性状に関する実験，第42回地盤工学研究発表会，pp. 1317~1318，2007. 7
  - 4) 伊藤淳志・小林恒一・小椋仁志・野瀬貴弘：「杭頭縁切り工法」における摩擦材と砂との繰り返し摩擦実験，日本建築学会大会講演梗概集，pp. 615~616，2008. 9
  - 5) 石川一真・小椋仁志・伊藤淳志・野瀬貴弘：模型杭を用いた「杭頭縁切り工法」における摩擦材と砂の繰り返し摩擦実験，第44回地盤工学研究発表会，pp. 1171~1172，2009. 8
  - 6) 遠藤哲也・石川一真・小椋仁志・伊藤淳志・野瀬貴弘：模型杭を用いた「杭頭縁切り工法」における摩擦材の繰り返し摩擦実験，第45回地盤工学研究発表会，pp. 1207~1208，2010. 8

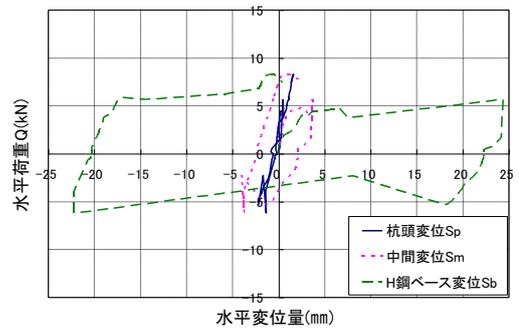


図3 1サイクル目における  $Q-S_p, S_m, S_b$  関係 (FRP)

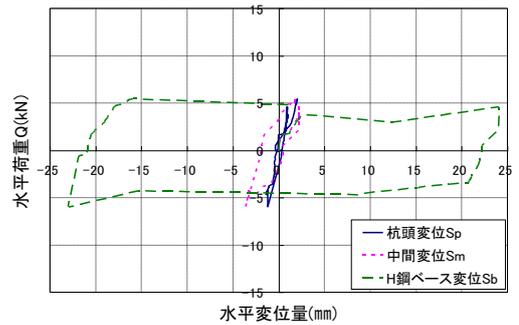


図4 1サイクル目における  $Q-S_p, S_m, S_b$  関係 (鋼板)

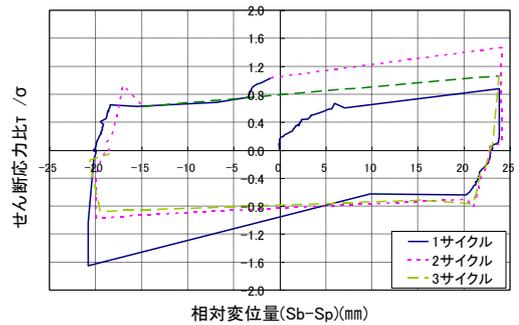


図5  $\tau/\sigma - (S_b - S_p)$  関係 (FRP)

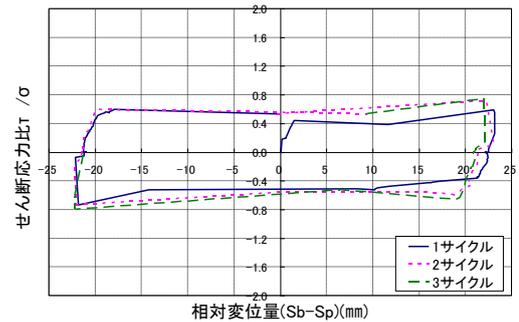


図6  $\tau/\sigma - (S_b - S_p)$  関係 (鋼板)

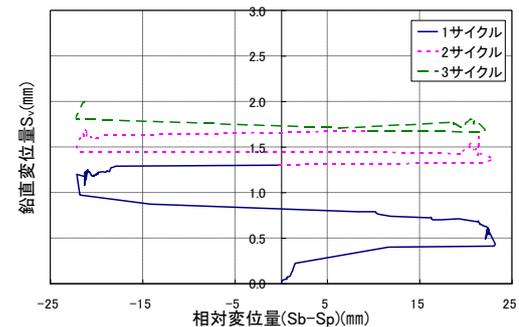


図7  $S_v - (S_b - S_p)$  関係 (鋼板)