

「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

杭, 摩擦, 室内実験

関西大学 学生会員 方田公章 正会員 伊藤淳志
 ジャパンパイル 正会員 小林恒一 小椋仁志
 エーピーシー建材研究所 野瀬貴弘

1. はじめに

建物の基礎を杭基礎として設計する場合、杭頭部の構造としては、固定とする剛結合と、回転を可能とするピン結合とがある。剛結合の場合は杭頭部に生じる曲げモーメントが大きくなり、ピン結合の場合はその設計や施工が難しくなることが考えられる。そこで、杭基礎の耐震性を向上させるための杭頭部接合の一つの方法として、杭と基礎スラブとの間に砂、砂利や捨てコンクリートなどを介在し、杭頭を基礎スラブにつながらない方式が考えられる。この方式によれば、介在する材料を調整することにより、比較的簡便に杭頭に作用するせん断力を制御することができよう。このような方式の工法を、筆者らは「杭頭縁切り工法」と呼んでいる。この工法を開発するための基礎実験として、中型単純せん断試験機を用いて、杭頭部に装着する摩擦材を塗布した鋼板と砂との摩擦せん断実験を行い、その結果は文献¹⁾において報告した。今回は、施工性を考慮してFRPを下地材として選定し、さらに前報よりも摩擦係数を低減させるための種々のスリッパ剤を塗布した摩擦板について、砂との摩擦せん断実験を行ったので以下に報告する。

2. 実験概要

実験に使用した中型単純せん断機の主要部を図1に示す。せん断箱は、内法300×200mm、厚さ20mmの鋼製フレームを6段積み重ねたものであり、供試体作製時に各フレーム間に厚さ約4mmのスペーサーを仮設し、供試体作製後にこれらを取り除くことによって、拘束圧負荷時およびせん断中の圧縮に対処できる。この結果、拘束圧負荷後の供試体高さは約140mmとなっている。せん断箱の内周面にはグリスを塗布した上でビニールシートを張り付け、すきまからの砂漏れを防いでいる。

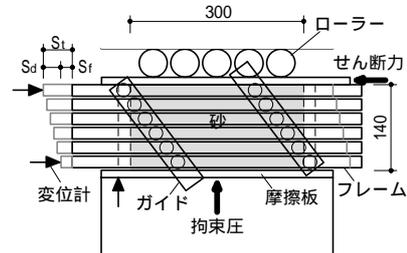


図1 実験装置 (単位: mm)

表1 淀川砂の諸元

土粒子の密度 s	2.64g/cm ³
平均粒径 D_{50}	0.53mm
均等係数 U_c	2.01
間隙比 e	0.720
相対密度 D_r	71%

使用した試料砂は、粒径75 μ m~1.2mmに調整した気乾状態の淀川砂であって、その諸元を表1に示す。供試体はせん断箱内に6層に分けて砂をタンピングして作製した。結果として、相対密度 D_r は全試験の平均で約71%となっている。摩擦材として、表2に示したごとく、鋼板(厚さ12mm)またはFRP(厚さ11mm)を下地として、これらにビニルエステル樹脂系の床材を塗布し、さらにその上に3種類のスリッパ剤を塗布したものの使用を計画した。なお、試験前に測定した摩擦材の表面粗さはいずれも最大高さ R_{max} が3 μ m以下であった。また、圧縮強度は約200N/mm²である。

表2 摩擦材

記号	下地	スリッパ剤
A	FRP (厚さ11mm)	なし
B		シリコンパウダー
C		ポリエチレンワックス
D		フッソパウダー
E	鋼板(厚さ12mm)	なし

拘束圧は、供試体に先行してかかるフレームやローラーなどの自重11.8kN/m²のほか、50,100,300および500kN/m²の4通り(摩擦材Eは500kN/m²を除く)を加えた。せん断試験は、供試体に設定拘束圧を加えた後、定圧状態で毎分1mmの速度で加力し、全変位量が50mm以上となるようにした。

3. 実験結果

実験結果の一例として、摩擦材Aを用い、拘束圧=100kN/m²の場合のせん断応力および垂直ひずみと全変位 S_v 、すべり変位 S_s およびせん断変位 S_d (図1参照)との関係を図2に示した。ただし、変位量20mmまでの範囲に限ってある。同図より、せん断の初期では全変位の大部分をせん断変形が占め、ピークに達した後はすべり変位が支配的となっていることが分かる。また初期において負(圧縮)となっているが、ピークあたりより膨張に転じている。これらの傾向は他の拘束圧および他の摩擦材の場合もほぼ同様であった。なお、ピーク以後 S_d のこぎり状に増減している。この原因については定かではないが、砂と摩擦材との滑りの特性が現れているものと推測される。図3は、摩擦材Aにおけるせん断応力比 τ/σ_v - S_d 関係を示したものである。いずれの曲線も、 τ/σ_v のピークまではほぼ同様であるが、ピーク時の τ/σ_v および S_d はいずれも σ_v の増加に伴って増大している。図4は各摩擦材の τ/σ_v - S_d 関係を比較して示したものであり、ピーク値に違いが見られる。しかし、 σ_v の大きさが異なる場合は、ピーク値の大小関係に違いが見られた。

Friction and Shear Tests on Method of Pile Head Joint with Sliding Mechanism
 HOUDA Kimiaki, ITO Atsushi (Kansai Univ.),
 KOBAYASHI Koichi, OGURA Hitoshi (JAPAN PILE Corp.),
 NOSE Takahiro (ABC Research Laboratory for Building Materials Co., Ltd.)

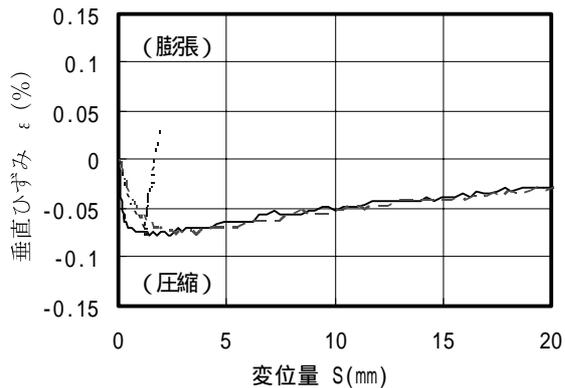
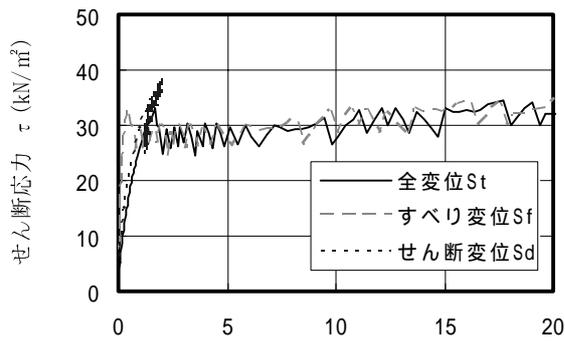


図2 , -S関係(摩擦材A, = 100kN/m²)

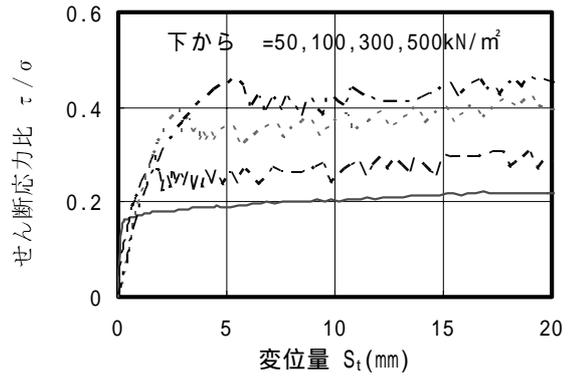


図3 / -St関係(摩擦材A)

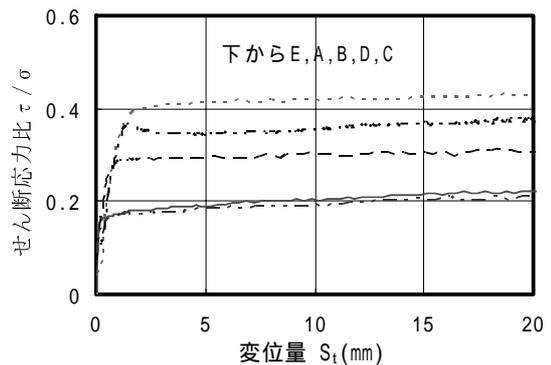


図4 / -St関係(= 50kN/m²)

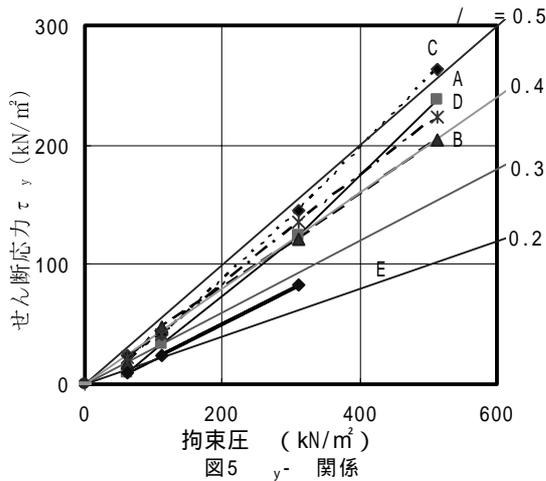


図5 y- 関係

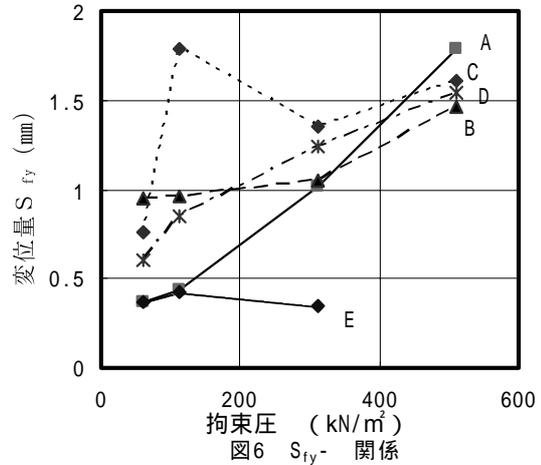


図6 Sfy- 関係

全実験について、ピーク時のせん断応力 τ_y と σ_y の関係を図5に示した。同図において、摩擦材Eを除いて τ_y / σ_y は概ね0.3~0.5の範囲にあり、 σ_y が大きいほど τ_y / σ_y が大きくなる傾向が見られる。ただし、材料の違いによる顕著な差は見られない。また、下地がFRPである摩擦材Aに比べ、下地が鋼板である摩擦材Eの τ_y / σ_y が小さくなっているが、これは下地材の剛性の違いによるものと考えられる。図6には、各実験でのピーク時のすべり変位 S_{fy} と σ_y の関係を示した。ばらつきはあるものの、 S_{fy} は概ね σ_y に伴って増加している。ただし、全て2mm以下の比較的小さな値であった。

4. おわりに

以上、杭頭縁切り工法に関する研究の一環として、文献¹⁾に引き続き、FRPを下地とした杭頭部摩擦材と砂との摩擦せん断実験を行った。今回の実験ではスリップ剤の違いによる顕著な影響は認められなかったが、FRPを下地として使用することが可能であり、スリップ剤を塗布することにより摩擦係数を低減できることが確認された。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河合泰志、湯川洋平の両氏に謝意を表す。

【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, pp1667~1668, 2005.7