

「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

杭、摩擦、室内実験

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

1. はじめに

杭基礎における杭頭部の設計としては、主に剛結合とピン結合の二種類がある。剛結合では杭頭部に発生する応力が大きくなり、ピン結合ではその構造や施工が複雑になる。そこで杭と基礎スラブとの縁を切り、その間に砂や砂利、捨てコンクリートなどを介在する方式が考えられる。この方式では、杭頭部に装着する摩擦材料を調整することで、杭に発生する水平力を制御することが可能となる。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。この接合工法を開発するための基礎実験として、既に中型単純せん断試験機を用いた杭頭部の摩擦材と砂との摩擦せん断実験を行い、その結果は文献^{1,2)}において報告した。今回は、摩擦係数をより低減させるべく、これまでに使用した摩擦材に改良を加えたものについて、砂との単調および繰り返し摩擦実験を行ったので、その結果を以下に報告する。

2. 実験概要

実験に使用した摩擦試験機の主要部を図 1 に示す。せん断箱は、内法の幅 200mm、奥行き 300mm、高さ 60mm の鋼製フレームであり、供試体作製時にフレーム下部にスペーサーを仮設し、供試体作製後にこれを取り除くことで、拘束圧負荷時およびせん断中の圧縮に対応できるようにしている。また、鋼製フレームの下部より砂が漏れないようスポンジを装着してある。この結果、拘束圧負荷後の供試体高さは約 72mm となっている。

使用した試料砂は、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って、その諸元を表 1 に示す。供試体はせん断箱内に 3 層に分けて砂をタンピングして作製した。結果として、全試験における相対密度 D_r の平均値は 71% となっている。摩擦材は、表 2 に示したごとく、文献²⁾と同様、FRP を下地とし、さらに摩擦係数を低減させるため摩擦材表面に加工を加えたものの使用を計画した。

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 8.3kN/m^2 のほか、50, 100, 300 および 500kN/m^2 の 4 通りを加えた。単調実験は、供試体に設定拘束圧を加えた後、定圧状態で毎分 1mm の速度で一方へ加力し、変位量が 20mm 以上となるようにした。また繰り返し実験においては、摩擦材 B および D を使用し、加力開始から変位量が $\pm 10\text{mm}$ に達するまでそれぞれ加力した後、再度変位量が $\pm 0\text{mm}$ になるまでを 1 サイクルとし、これを連続して 3 サイクル行うこととした。

3. 実験結果

図 2 は、摩擦材 D についてせん断応力比 τ/σ - 変位量 S 関係を示したものである。 τ/σ のピーク時の値は S との間には明確な傾向は見られないが、ピーク時の S は τ/σ の増加に伴って増大しており、またピークまでの曲線の勾配が緩やかになっていることが分かる。図 3 は各摩擦材の $\tau/\sigma = 50\text{kN/m}^2$ の場合の τ/σ - S 関係を比較して示したものであり、材料によりピーク値に違いが見られる。 τ/σ の大きさが異なる場合は、それぞれの摩擦材のピーク値の大小関係に違いが見られた。全実験について、ピーク時のせん断応力 τ_y および変位量 S_y と τ/σ の関係をそれぞれ図 4 および図 5 に示した。図 4 において、 τ_y/σ の値は概ね 0.3~0.5 の範囲にあり、ばらつきはあるものの、 τ_y/σ が大きいほど S_y が大きくなる傾向が見られる。摩擦材 B においてはいずれの拘束圧時も τ_y/σ は目標値に近い 0.35 以下であった。図 5 においては、 S_y は τ_y/σ の増加に伴って増大していることが分かる。ただし、全て 3mm 以下の比較的小きな値であった。

摩擦材 D の $\tau/\sigma = 100\text{kN/m}^2$ の場合の繰り返し実験における τ_y/σ および垂直ひずみ ϵ と S との関係をそれぞれ図 6 および

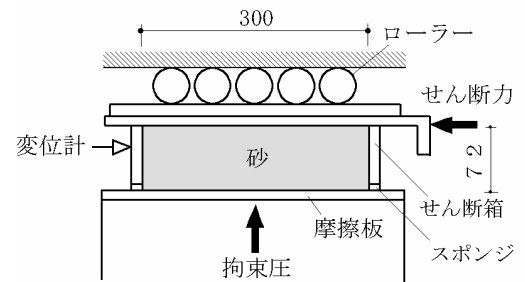


図 1 実験装置 (単位: mm)

表 1 淀川砂の諸元

土粒子の密度 s_s	2.63 g/cm ³
平均粒径 D_{50}	0.517 mm
均等係数 U_c	2.08
間隙比 e	0.735
相対密度 D_r	71%

表 2 摩擦材

記号	材質	表面硬度	硬化方法
A	変性ビニルエステル樹脂	9H	UV
B		> 9H	UV
C	変性ポリザラシン (シリコン樹脂)	4H~5H	常乾
D		> 9H	常乾
E	変性フッ素樹脂 (テフロン樹脂)	HB	常乾

Friction 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.)

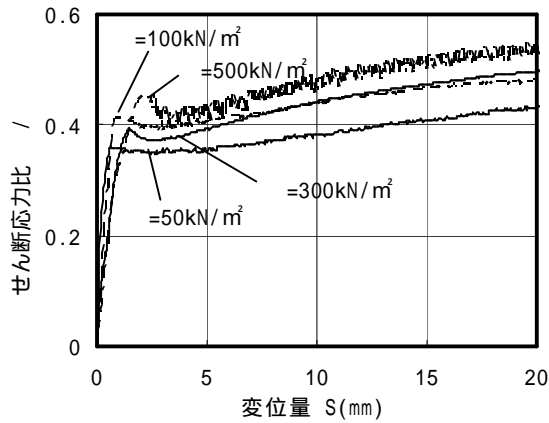


図2 / -S関係 (摩擦材D)

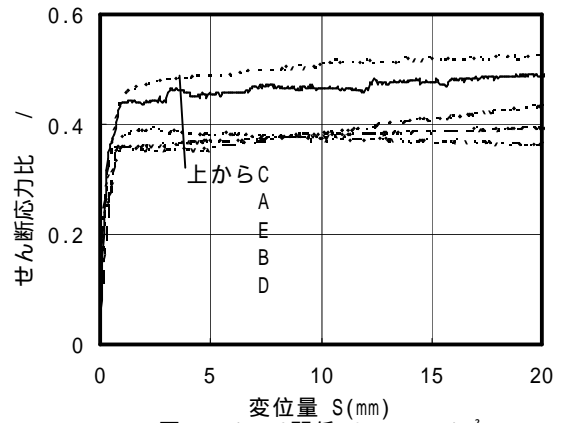


図3 / -S関係 ($\sigma = 50 \text{ kN/m}^2$)

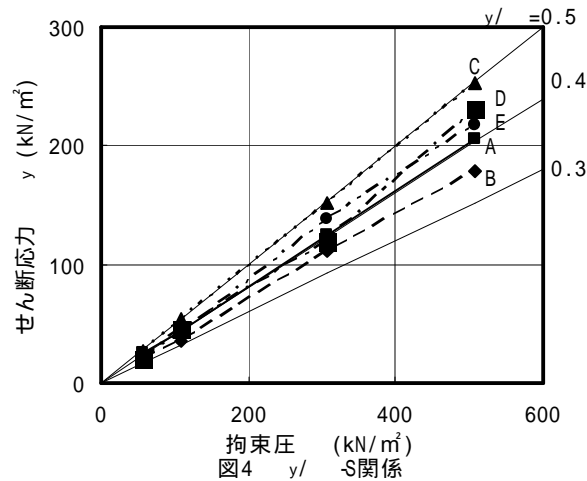


図4 τ/σ - S関係

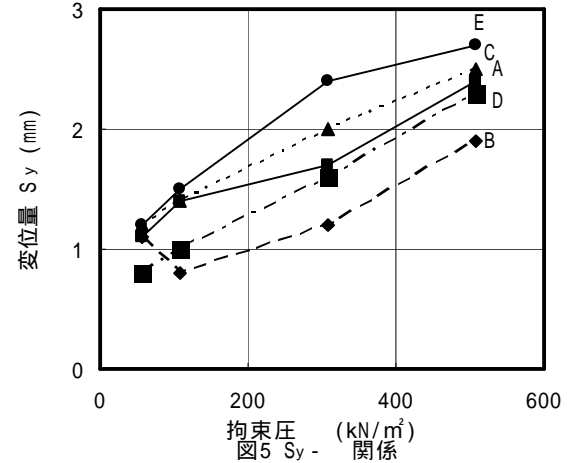


図5 S_y - 関係

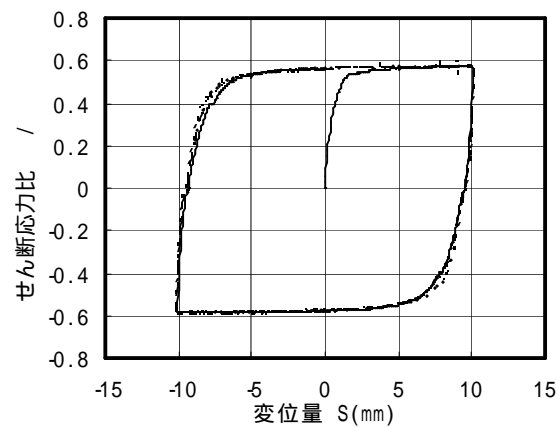


図6 / -S関係 (摩擦材D, $\sigma = 100 \text{ kN/m}^2$)

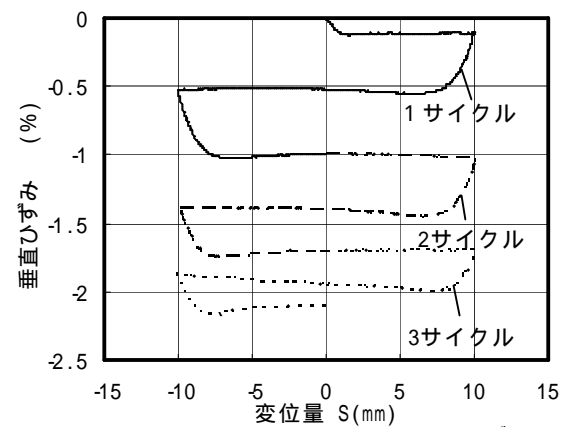


図7 - S関係 (摩擦材D, $\sigma = 100 \text{ kN/m}^2$)

図7に示した。図6において、サイクル数が増すにつれて τ/σ は僅かに増大する傾向が認められるが、こ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。その増加量は1サイクルあたり0.01~0.04程度であり、サイクル数を重ねるにつれて減少した。図7より、加力開始と同時に砂が圧縮 ($\epsilon < 0$) し始め、 τ/σ のピークあたりより緩やかな膨張に転じていることが分かる。この傾向は逆方向に加力を与える度に見られるが、その圧縮量の増分はサイクル数を重ねるにつれて減少している。

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^{1,2)}に引き続き、杭頭部摩擦材と砂との摩擦実験の結果を報告した。繰り返し摩擦特性については、今後さらに検討を加える予定である。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山本茂雄、井上雅史、射場真一郎の諸氏に謝意を表す。

【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
- 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, pp1435~1436, 2006.7