

中型単純せん断試験機を用いた砂～モルタル板間の摩擦試験

正会員 山肩邦男¹ 同 小椋仁志²
同 伊藤淳志³ 同 ○加藤史彦⁴

1. はじめに

筆者らは、杭周面の摩擦抵抗の機構を解明するための一環として、砂の単純せん断試験¹⁾および砂～モルタル板間の摩擦試験を実施した。本報告では、砂～モルタル板間の摩擦試験の結果について述べ、摩擦応力～沈下量特性に関連するいくつかの要因を検討することとした。

2. 実験概要

図-1に実験装置を示す。せん断箱は内法300×200mm、厚さ20mmの鋼製フレーム6段重ねであって、各フレーム間に厚さ5mmのスペーサーを仮設し、高さ約150mmである。なお、このスペーサーは試料砂をセットした後に取り除く。せん断箱の内周面には、グリスを塗布したうえ、ビニールシートを付着させることよって、すきまからの砂漏れを防いでいる。摩擦面となる下部加圧板は、厚さ約40mmのモルタル板で、ガラス面上に脱泡したモルタルを打って作製した滑な面と、さらにその面をサンドペーパーで加工した粗な面の二種類とした。これらを一週間の水中養生の後用いた。モルタル板の表面粗さは、滑な面で最大高さ $R_{max} \approx 30 \mu m$ (基準長さ $l=2.5mm$)、粗な面で $R_{max} \approx 300 \mu m$ ($l=5.0mm$)となるように設定した。

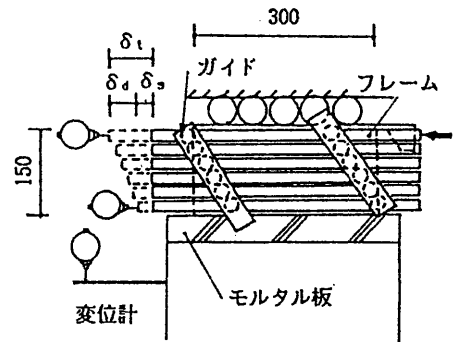


図-1 実験装置

試料砂は気乾状態の淀川砂(粒径: $74 \mu m \sim 1.2mm$)であって、その諸元を表-1に示す。供試体は多重フルイ付きサンドレイナーによって作製し、加圧後の相対密度 D_r が約60,80および100%となるようにした。拘束圧 σ_n は、それぞれの D_r に対して、0.5, 1.0, 2.0および3.0 kgf/cm^2 とし、実験の総数は、24種類である。

表-1 淀川砂諸元

比重 G_s	2.64
最大間隙比 e_{max}	1.034
最小間隙比 e_{min}	0.610
平均粒径 $D_{50}(mm)$	0.43
均等係数 U_c	2.54

本実験では、試料砂をセットした後、設定拘束圧によって15分間の圧密を行った。その後、定圧状態で変位速度を毎分1mmとしてせん断力を加えた。

3. 実験結果と考察

$\sigma_n=2.0kgf/cm^2$ の場合の摩擦せん断応力比 $\tau/\sigma_n \sim$ 全変位量 δ_t 関係および体積ひずみ $\varepsilon_v \sim$ 全変位量 δ_t 関係を、滑な面については図-2(a)に、粗な面については図-2(b)に示す。

図-2(a)の $\tau/\sigma_n \sim \delta_t$ 関係より、どの D_r においても τ/σ_n にピーク値が見られること、ピーク値発生時の δ_t は D_r が大きいほど減少していること、ピーク値発生後、 D_r のいかにかわらず、 τ/σ_n の値はほぼ一定値(約0.6)

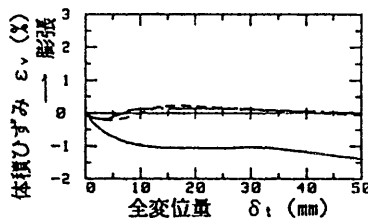
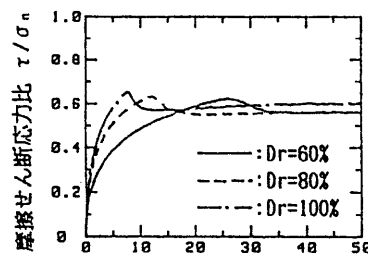


図-2(a) 応力～変位関係(滑な面)

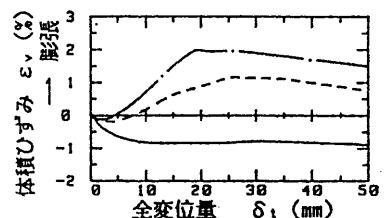
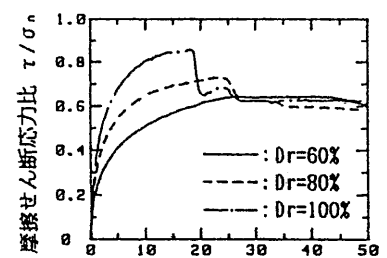


図-2(b) 応力～変位関係(粗な面)

Friction Tests between Sand and Mortar
in Simple Shear Apparatus

に収束していることなどがわかる。 $\varepsilon_v \sim \delta_t$ 関係において、 $Dr=60\%$ の場合、ピーク値までの ε_v は、正のダイレイタンスを生じず、収縮傾向のままほぼ一定値となる。 $Dr=80$ および 100% の場合は、体積が収縮した後膨張傾向を示し、 τ/σ_n のピーク値発生後の ε_v は、わずかつ減少していく傾向がみられる。これは実験の進行とともに、供試体下部後方より、砂漏れが生じていることによるものと思われる。

図-2(b)の場合においても、滑な面と同様にピーク値が見られるが、その時の δ_t は、滑な面に比べて大きいことがわかる。ピーク値発生後は、滑な面と同様に、 τ/σ_n が約0.6に収束する。 $\varepsilon_v \sim \delta_t$ 関係は、滑な面と同じ傾向を示しているが、 $Dr=80$ および 100% における膨張の割合は大きくなっている。

図-3に、 $Dr=80\%$ の場合の摩擦せん断応力 τ と砂のせん断変形量 δ_d の関係を示す。同図には、単純せん断試験¹⁾の結果を併記しておいた。滑な面の場合、せん断変形は、 τ のピーク値発生後ほぼ止まってしまうが、粗な面の場合はピーク値発生後もわずかに変形が見られる。また、滑、粗な面ともに、ピーク値までは単純せん断試験の結果とよく一致している。これらのことより、 τ のピーク値までは、砂のせん断変形のしめる割合が大きく、ピーク値発生後は、砂~モルタル板間のすべりが支配的となることがわかる。

τ のピーク値 τ_r と σ_n の関係について、滑な面の場合を図-4(a)に、粗な面の場合を図-4(b)に示した。(a)図には、単純せん断試験で求めた関係直線の傾斜角と τ_r 切片の値も示しておいた。粗な面の傾斜角および τ_r 切片は、滑な面よりおおむね大きな値を示しているが、いずれの結果も、単純せん断試験の結果による値より小さくなっている。また粗な面の場合は、 Dr の増加に伴う傾斜角の増大が顕著である。

4. まとめ

以上のことより、砂~モルタル板間の摩擦挙動に関して、以下のことが指摘される。

- ① 相対密度および拘束圧が大きくなると、最大摩擦せん断応力は大きくなる。
- ② ピーク値以前においては砂のせん断抵抗による挙動が、ピーク値以後においては砂~モルタル板間の摩擦抵抗による挙動が大部分をしめる。
- ③ 摩擦面の粗度が大きくなると、砂のせん断挙動の占める割合が大きくなり、摩擦抵抗が増大する。
- ④ ピーク値発生後、摩擦せん断応力比は、相対密度、拘束圧、摩擦面の粗度によらずほぼ一定値に収束し、およそ0.6を示した。

本実験の実施にあたり、関西大学卒業研究生中西庸雄、中村好影の両君に多大な御協力を頂きました。ここに記して謝意を表します。

【参考文献】1) 山崎, 小椋, 伊藤, 山田, 加藤: 中型単純せん断試験機における砂の強度・変形特性, 第24回 土質工学研究発表会, 1989

・¹ 関西大学教授・工博 ・² (株) 武智工務所・工博 ・³ 関西大学助手・工修 ・⁴ 関西大学大学院生

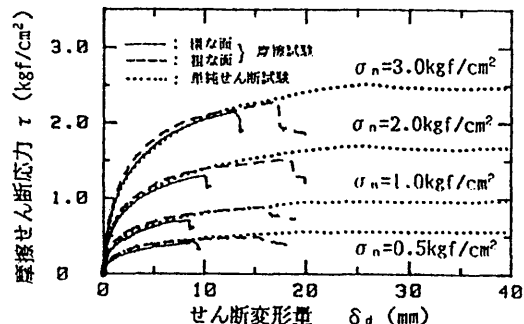


図-3 $\tau \sim \delta_d$ 関係 ($Dr=80\%$)

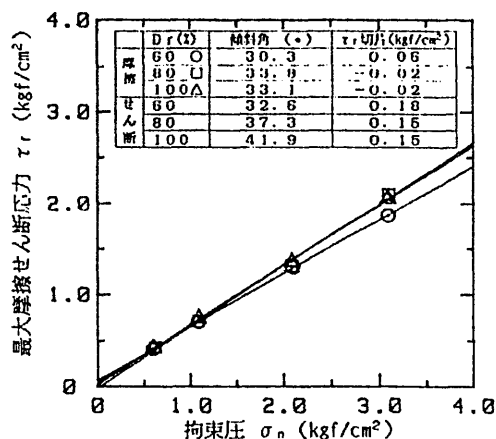


図-4(a) $\tau_r \sim \sigma_n$ 関係 (滑な面)

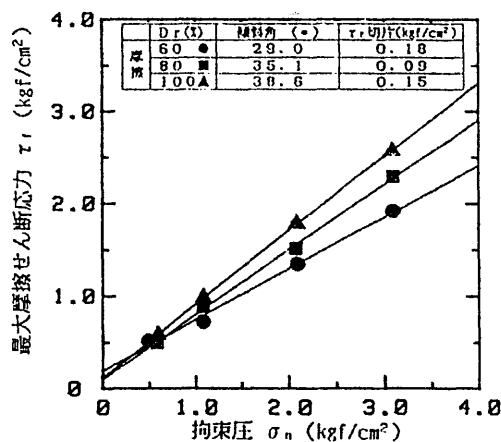


図-4(b) $\tau_r \sim \sigma_n$ 関係 (粗な面)