

せん断試験による杭材と過圧密粘土の摩擦特性に関する研究

九州産業大学大学院	学生会員	畑岡 寛
九州産業大学	正会員	奥園 誠之
九州産業大学	正会員	松尾 雄治
九州共立大学	正会員	前田 良刀

1. はじめに

杭の摩擦力は一般に杭径の1～2%の沈下量で最大となりその後、残留値を保ち杭の摩擦抵抗は、杭の沈下とともに発現される。現在、杭の摩擦抵抗に関してたくさんの研究報告がなされているが、過圧密比の変化や特に異なる表面粗さに伴うせん断強度との関係については、不明確な点もある。

本研究では試料を過圧密状態にした土と鋼材との接触面における摩擦抵抗と鋼材の表面粗度、摩擦抵抗と過圧密比の関係について考察した。また、模型杭貫入試験より周面摩擦抵抗の挙動について検証した。

2. 実験概要

実験試料は学内で採取したシルト質粘土($\rho_s=2.696$ g/cm³, $W_L=47\%$, $W_p=31.5\%$, $I_p=15.5\%$)を用いた。一面せん断試験においては15 cmモールド内で飽和試料を予圧密(0.049 MPa)した後、トリミングして供試体を作製した。模型杭貫入試験においては、試験毎に含水比を調整した試料を所定の密度になるようにタンピングによって地盤を作製した。

鋼材は、4種類の表面粗度の異なる材料を用いた。表面粗度の評価は最大高さ R_{max} (μm) を採用した。一面せん断試験用の鋼材の表面粗度は、 $R_{max}=1730, 242.6, 114.6, 18.0$ (μm)、模型杭貫入試験用の杭の表面粗度は $R_{max}=1730, 365.2, 213.8, 12.6$ (μm) である。一面せん断試験は0.02 mm/minの変位制御(CD試験)で変位4.0 mmまでせん断した。図-1の模型杭貫入試験においては貫入速度を0.02 mm/minとした。

3. 実験結果

3.1 鋼材の粗度条件から得られるせん断特性

図-2は過圧密比(OCR)=2の土と一面せん断試験の結果で、OCRが一定の場合の表面粗度別の摩擦抵抗を示したものである。

本研究のせん断試験では、応力～変位の関係においてピーク強度が確認できず4 mm変位時での内部摩擦角を示した。粗度の増加に伴い粘着力が増加し、内部摩擦角にはあまり影響が無いことがわかる。

3.2 各供試体の過圧密条件から得られるせん断特性

図-3は、 $R_{max}=242.6 \mu\text{m}$ におけるOCR=1, 2の条件での一面せん断試験の結果(ピーク強度)で代表的なものを示したものである。OCRの増加に伴った内部摩擦角の増加は顕著に認められない。OCR=2の場合の土自身のせん断強度は $\phi=41^\circ 24'$ であったが、図-2,3からOCR=1,2,3の場合において今回の粗度の条件と過圧密条件でのせん断強度は $R_{max}=1730 \mu\text{m}$ を除いては、内部摩擦角 $\phi 9^\circ \sim 11^\circ$ が得られた。

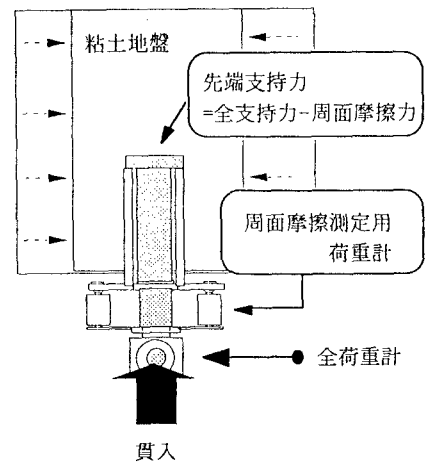


図-1 模型杭概略図

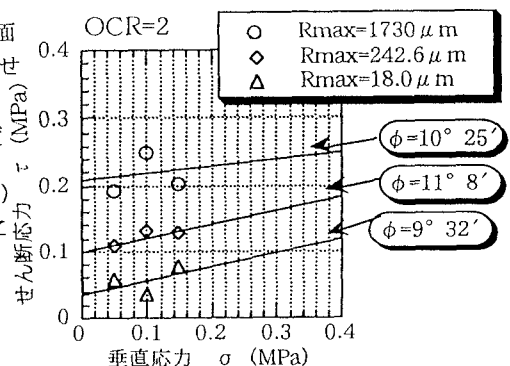


図-2 一面せん断試験によるせん断応力と粗さの関係

3.3 周面摩擦力に関する考察

図-4に模型杭貫入試験から得られた周面摩擦力とOCRとの関係を示す。ピーク強度と残留強度が確認でき、ピーク強度の変化が $\phi = 24^\circ 41'$ $\Rightarrow \phi = 5^\circ 51'$ に比べ残留強度の変化は $\phi = 9^\circ 25'$ $\Rightarrow \phi = 4^\circ 40'$ のように近い値を示した。

図-5に模型杭貫入試験から得られた周面摩擦力と表面粗さとの関係について代表的なものを示す。せん断強度は表面粗さ $R_{max}=365.2 \mu m$ 、 $R_{max}=12.6 \mu m$ とも内部摩擦角に顕著な差は確認できなかった。粘着力においても同様の結果が得られた。

4. 表面粗さと摩擦特性に関する考察

図-6に表面粗さの相違に伴う摩擦抵抗（内部摩擦角 ϕ ）を示す。 $R_{max} \leq 300$ では ϕ は低値に

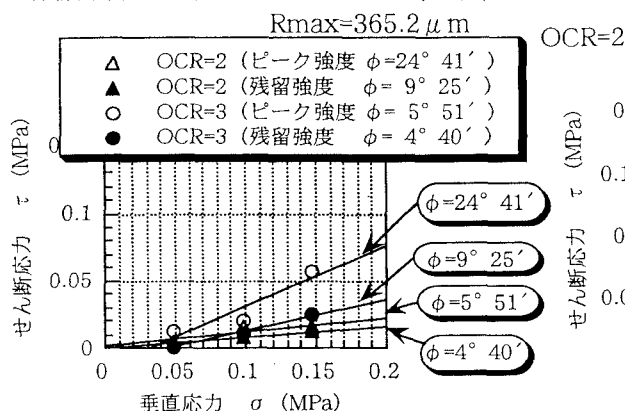


図-4 模型杭貫入試験による
周面摩擦力と過圧密比の関係

片寄ったが、 $R_{max}=1730 \mu m$ の場合は、土自身のせん断強度 $\phi = 41^\circ 24'$ にほぼ近い値を示した。

4. まとめ 本研究では、以下の結果が得られた。

- (1)異なる表面粗さの条件で内部摩擦角は、 $R_{max}=365.2 \mu m$ 以下では比較的土の摩擦角より小さくなり $R_{max}=1730 \mu m$ の場合は、摩擦角は大きくなる。
- (2)異なる過圧密条件での内部摩擦角は、OCR=1,2の違い程度では顕著な差が現れないが OCR=2,3の違いでは差が現れている。
- (3)模型杭貫入試験における周面摩擦力は、 R_{max} と OCR によらず残留強度は近似値となった。
- (4)模型杭貫入試験において OCR=3 と 2 でせん断応力を比較すると、ピーク強度時の比は 4 倍程異なるが、残留強度に近づくと、2 倍程度に縮小される。このことは、過圧密の土ほど周面摩擦の低下が著しくなることがわかった。

〈謝辞〉 本研究をにあたり、実験等に協力頂いた卒研生古賀聡君、小嶋篤史君に謝意を表します。

$R_{max}=242.6 \mu m$

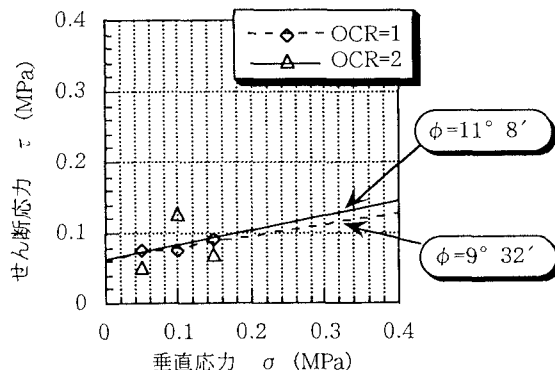


図-3 一面せん断試験による
せん断応力と過圧密比の関係

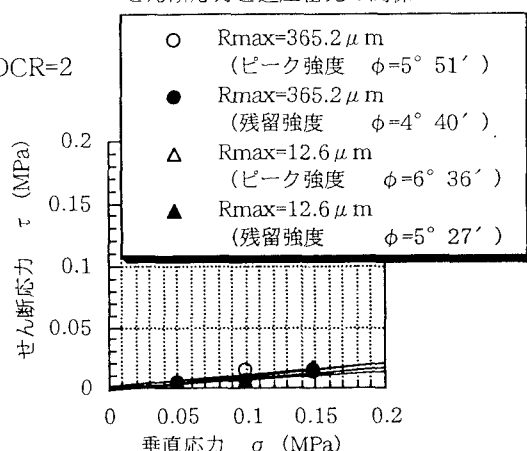


図-5 模型杭貫入試験による
周面摩擦力と粗さの関係

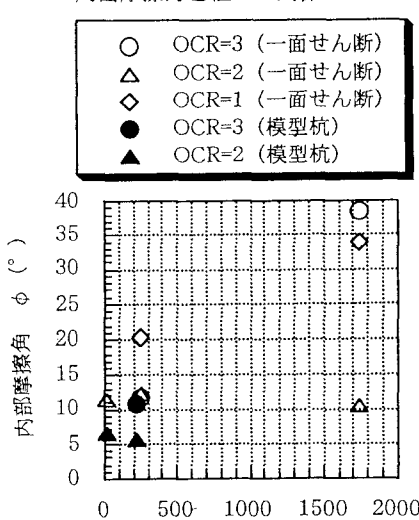


図-6 表面粗さと内部摩擦角の関係