

# ゴミのような腐食性地盤を模擬する試験材料の圧密・せん断特性

東京都立大学工学部 学生会員 森山 喬  
 東京都立大学工学部 正会員 吉嶺 充俊

## 1. はじめに

東京などの大都市においては、一般廃棄物・上下水スラッジ・産業廃棄物・しゅんせつ土などが大量に発生し、港湾部及び山間部の最終処分場に埋め立てられており、その跡地の有効利用を図らなければならない。廃棄物処分場跡地を安全に利用するためには地盤が密実化して十分な強度を要する必要がある。廃棄物地盤を構成する地盤材料は埋め立て後の時間経過と共に腐食するなどして大きく変質し、固体成分が気化・液化して骨格粒子としての性質を喪失するなどの特異な性質を有する場合もある。本研究では、粒子自体の性質が時間と共に変化するように土質を模擬するものとして茶葉の粉末とカオリン粘土の混合材料を採用し、これについて標準圧密試験と三軸せん断試験を試みた。

## 2. 圧密試験方法

材料配合としてカオリン粘土のみの試料と粘土と粉末化した茶葉の割合が 2 : 1 と 1 : 1 の計 3 種類で、材齢が予圧密後の 1、2、4、8、16 週目の計 5 種類、載荷段階が 0.05~12.8kgf/cm<sup>2</sup> までの計 9 段階において圧密試験を行い総計 135 回のデータを得た。

## 3. 圧密試験結果

(1) 材料配合による違い：沈下曲線(図 1)を見ると、圧密荷重の大きい段階の圧密初期においては粘土のみの材料の沈下量が大きく速やかに沈下している。それに対して茶葉混合材料は初期の沈下速度は小さいが長期間に渡り圧密が進行し、最終的には粘土のみの材料より沈下量が著しく大きくなる。

(2) 材齢による違い(時間効果)：沈下曲線(図 2)を見ると圧密荷重の大きい段階ではあまり変化がなかった。一次圧密特性である体積圧縮係数、透水係数も共に明確な変化が表れていない(図 3)。よって時間効果については本研究の材齢では十分に腐食する時間の範囲ではないと考えられ、腐食による挙動パターンの変化については今後さらに詳しく調べていく必要がある。

## 4. 三軸せん断試験方法

材料配合としてカオリン粘土のみの試料と粘土と粉末化した茶葉の割合が 1 : 1 の計 2 種類で、材齢が予圧密後の 1 週間以内、せん断条件として排水せん断 (CD) で初期拘束圧力が 50kPa と 100kPa の 2 種類で、非排水せん断 (CU) で初期拘束圧力が 100kPa の 1 種類において三軸せん断試験を行い総計 6 回のデータを得た。

## 5. 三軸せん断試験結果

排水せん断試験 (CD 試験) では初期拘束圧が 50kPa、100kPa のいずれの試験においても茶葉混合材料の方が粘土のみの材料よりも強度が大きいことがわかった(図 4)。それに対して非排水せん断試験 (CU 試験) では強度差はあまりない(図 4)。排水せん断試験にお

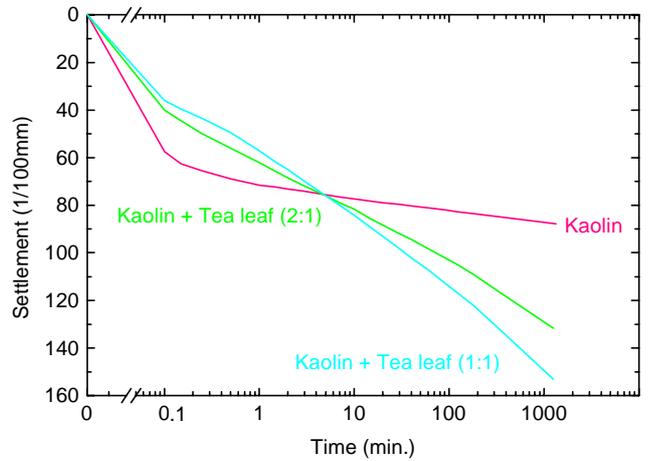


図 1 材齢 16 週間 :  $p=12.8\text{kgf/cm}^2$  の圧密沈下曲線

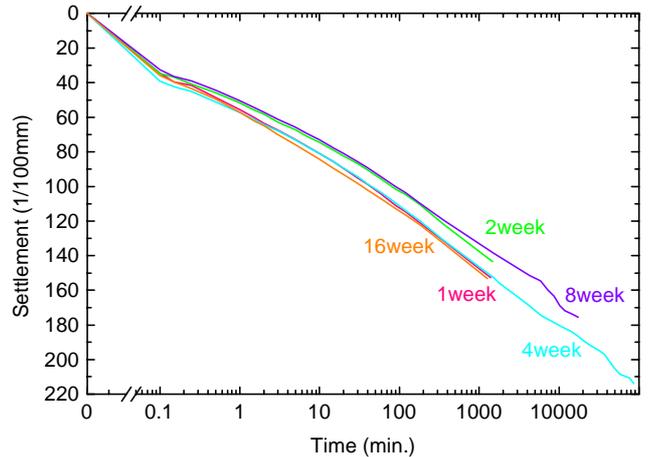


図 2 Kaolin+Tea leaf(1:1) :  $p=12.8\text{kgf/cm}^2$  の圧密沈下曲線

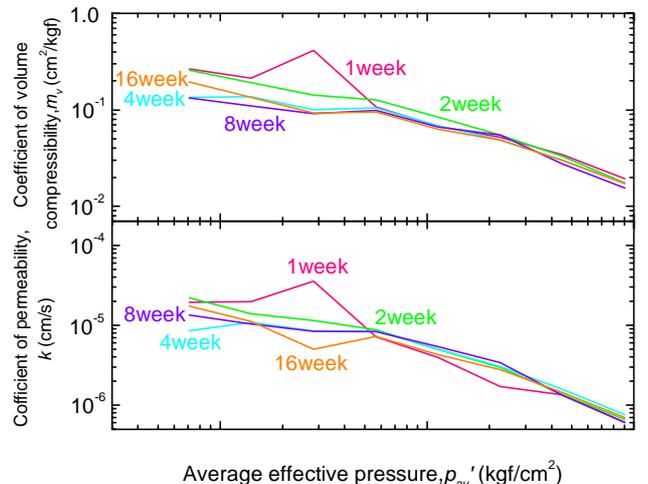


図 3 Kaolin+Tea leaf(1:1) :  $p=12.8\text{kgf/cm}^2$  の体積圧縮係数と透水係数

る体積ひずみ曲線(図 5a)を見ると茶葉混合材料の方が圧縮性が高いことがわかる。また、非排水せん断試験では茶葉混合材料の方が過剰間隙水圧が大きく増加している(図 5b)。すなわち、茶葉混合材料は粘土のみの材料よりも大きな負のダイレタンシー特性を持っているので、茶葉混合材料は非排水せん断試験において著しく強度が減少することがわかる。

有効応力経路図(図 6)においては排水せん断試験でのピーク強度点を直線(モール・クーロンの破壊線)で結ぶと粘着力  $c$  と内部摩擦角  $\phi$  を求めることが出来る。カオリン粘土のみの材料の粘着力は 10.7kPa、内部摩擦角が 27.7°であり、茶葉混合材料の粘着力は 7.5kPa、内部摩擦角が 36.8°であった。粘着力はどちらの材料でもあまり相違はなく、かつその大きさは小さいと言える。従って排水条件で茶葉混合材料の強度がカオリン粘土のみの材料に比べて著しく大きくなる原因は、粘着力成分の違いではなく、内部摩擦角成分の大きさの違いによるものであることがわかる。

排水せん断試験結果から応力面上に破壊線を描いてみると、どちらの材料もこの破壊線上に各々の非排水せん断試験の破壊点がほぼ一致している。このことからどちらの材料も排水条件によらず強度定数はほぼ等しいことが分かった。従って、非排水せん断においても、強度に関する粘着力成分はあまり大きくなく、摩擦角成分が支配的であると思われる。初期拘束圧が 100kPa の排水せん断試験における茶葉混合材料の破壊時の有効拘束圧は 260kPa だが、それが非排水せん断試験では 150kPa まで低下している。それに対して初期拘束圧が 100kPa の排水せん断試験におけるカオリン粘土のみの材料ではほとんど変わらない。せん断強度の摩擦角成分は有効拘束圧に比例するので、茶葉混合材料では非排水強度は排水強度に比べて大きく低下しているが、カオリン粘土では排水条件による強度差があまり見られないという結果になっている。

## 6. まとめ

- (1) 圧密試験では圧密初期において茶葉混合材料は沈下量が小さいが、長期間に渡り圧密が進行し最終的にはカオリン粘土のみの材料に比べて沈下量は著しく大きくなることに注意する必要がある。
- (2) 圧密試験では時間効果において明確に力学特性の変化が表れなかった。腐食による時間効果については本研究の材齢では十分に腐食するような時間の範囲ではないと考えられ、今後さらに調べる必要がある。
- (3) 三軸せん断試験では排水条件で茶葉混合材料の方がかなり大きな強度を有するが、非排水条件では、茶葉混合材料の圧縮性が高いことから過剰間隙水圧が大きく上昇し、その強度はカオリン粘土のみの材料の場合と同程度まで減少してしまうことに注意する必要がある。
- (4) 三軸せん断試験では非排水せん断試験によるカオリン粘土のみの材料と茶葉混合材料の供試体の破壊点がいずれも排水せん断試験結果による破壊線上に乗ることから排水条件によらず強度定数である粘着力  $c$  と内部摩擦角  $\phi$  はほぼ同じである。
- (5) いずれの材料についても、粘着力はあまり違わなかったが、内部摩擦角については茶葉混合材料の方がはるかに大きかった。このような性質のために、茶葉混合材料は排水強度が大きいにもかかわらず、非排水条件において過剰間隙水圧が上昇したときにせん断強度が大きく低下してしまうことがわかった。

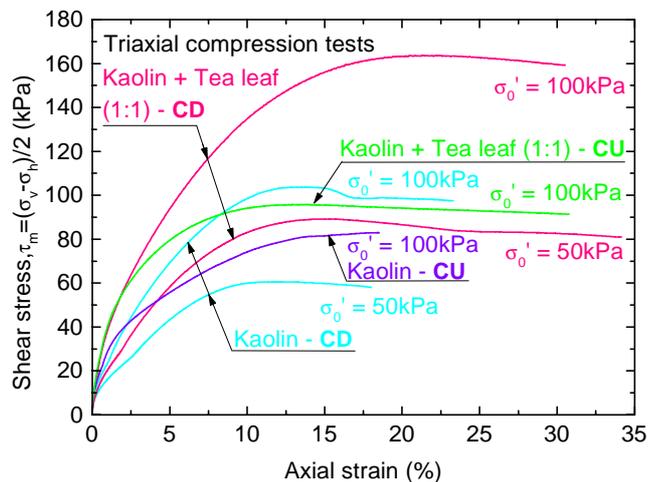


図 4 三軸せん断試験の応力ひずみ曲線

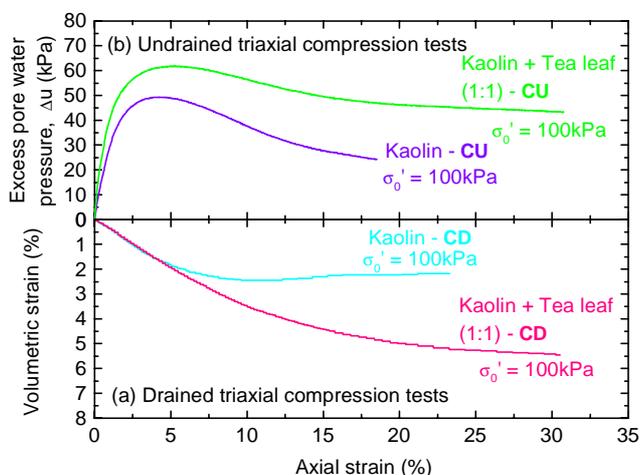


図 5 体積ひずみ曲線と間隙水圧曲線

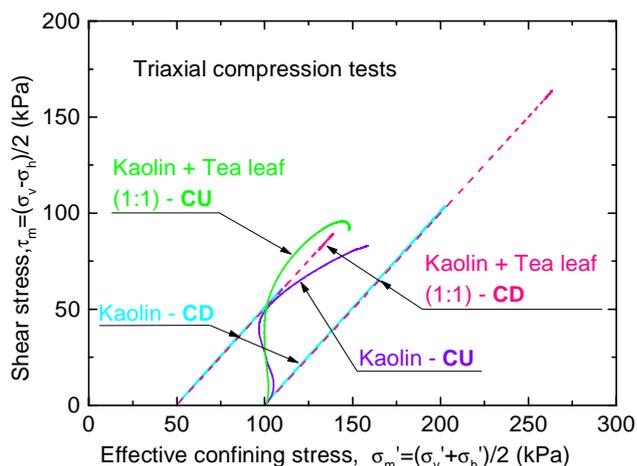


図 6 三軸せん断試験の応力経路