

Ⅲ－7

カキ殻混合土の非排水せん断特性

東北大学 学生会員 ○君島 芳友 李 基豪
 東北大学 正 会 員 風間 基樹 柳沢 栄司

1. はじめに

著者らはカキ殻の埋立地盤への直接利用を目指して、浚渫粘土とカキ殻の混合土の力学的特性を検討している。今までの研究では、カキ殻が浚渫粘土の透水性を改善し、圧密促進効果があることなどを明らかにしている¹⁾。本研究ではカキ殻と粘土の混合土の非排水せん断特性を検討した。

2. 実験方法

使用した実験材料は塩釜港から採取した浚渫粘土とカキ殻である。浚渫粘土は細かい貝殻や異質物を含んでいるのでそれを取り除いた後、海水を用いて含水比を自然含水比である68%に調節した。カキ殻は供試体寸法の制約から破碎してふるい分けを行ない、2～4.75mm、4.75～9.5mmの範囲に残ったものを50%ずつ使用した。試料の物理特性を表－1に示す。

かき殻は次式のように表わされる浚渫粘土の土粒子の重量と混合率によって決められる重量分を混合した。混合率Rは、0、20、40、60、80%の5種類で行なった。

$$W_o = \frac{R}{100} \times W_s \quad W_o : \text{カキ殻の重量}, W_s : \text{粘土土粒子の重量}, R : \text{カキ殻の混合率} (\%)$$

供試体作成は、まず混合率Rにしたがってカキ殻と粘土を手で混合する。混合土を直径100mm、高さ270mmの予圧密モールド用に入れて圧密する。1次圧密終了を3T法によって確認した後に供試体(直径100mm、高さ200mm)を取り出して三軸試験装置にセットした。圧密応力は49、98kPaの等方圧密とした(背圧は196kPa)。せん断過程におけるひずみ速度は0.5%/minとした。試験は非排水状態で三軸圧縮・伸張試験の2種類とした。

3. 実験結果及び考察

図－1は圧密応力が49kPaのときの応力－ひずみ関係である。粘土のみ(R=0)の供試体と比較すると、圧縮側にも伸張側にもかき殻の混合率が増加するに連れて強度が増加していることがわかる。次に圧密応力の違いがカキ殻混合土と粘土のせん断強度に与える影響を検討するために、混合率が0、40、80のときの応力－ひずみ関係を圧密応力で正規化したものを図－2に示した。粘土のみの供試体と比較してカキ殻混合土は圧縮と伸張方向のどちらにも強度が増加する傾向があるが、圧密応力が小さいほどカキ殻を入れたときの影響が大きいがわかる。このことから浅い地盤への適用ほど効果的であると言える。図－3はカキ殻を入れることによる強度増加をまとめて表わした図である。この図を見ると強度増加がカキ殻混合率に比例していることがわかる。これにより、カキ殻を入れたときの強度の推定がほぼ可能となる。次に図－4は圧密応力が49kPaのときの間隙水圧－ひずみ曲線である。この図を見ると圧縮側はカキ殻混合率が変化しても間隙水圧の値がほぼ同じとなっているが、伸張側ではカキ殻の混合率が増加するに連れて間隙水圧の値が減少することがわかる。図－5は混合率Rが0、40、80%のときの間隙水圧比である。混合率Rが0のときは間隙水圧の値がほぼ同じである。また同様に圧縮側では間隙水圧の値がほぼ同じとなっているのに対して、伸張側では圧密応力が小さい方が負の間隙水圧の発生量が多い。図－6は、15%ひずみが発生しているときの過剰間隙水圧の発生量と混合率の関係を示したものである。図は、圧密応力で正規化して示した。この図から、圧縮側は、圧密応力や混合率によらず一定の過剰間隙水圧比が発生しているのに対して、伸張側は圧密応力や混合率によって変化が著しいことがわかる。図－7に有効応力経路の図を示した。圧密応力が49kPaと98kPaのどちらの場合も、圧縮側と伸張側の両方ともに粘土のみの供試体は最初に間隙水圧が発生して体積膨張現象を示すが、カキ殻混合率が増加するにしたがって体積膨張があまり見られず、小さなひずみレベルから強度増加が早く見られる。

4. おわりに

浚渫粘土にカキ殻を混合した土の非排水せん断特性を検討した。その結果、カキ殻混合率が増すと、非排水強度が増加することが示された。また、カキ殻混合土は、その構造異方性に起因して、伸張側で負の間隙水圧が顕著に発生することがわかった。以上のことから、カキ殻混合によって浚渫粘土の力学特性は改善されることが示された。今後、カキ殻が持つ配向性の違いを考慮し、力学的異方性について詳しく検討する予定である。

表－1 試料の物理特性

試験項目		粘土	かき殻
密度(g/cm ³)		2.705	2.332
液性限界(ω _L)(%)		46.3	—
塑性限界(ω _P)(%)		34.0	—
塑性指数(I _p)		12.3	—
粒 度 組 成	粘土分(%)	16.0	2～4.75mmと
	シルト分(%)	39.5	4.75～9.5mm
	細砂分(%)	41.5	の粒径の範囲で
	粗砂分(%)	3.0	50%ずつ使用

<参考文献> 1) Lee, K.H., Kazama, M. & Yanagisawa, E. : Consolidation characteristics of dredged sludge mixed oyster shells, Proc. of the intern. symp. on Problematic Soils, IS-TOHOKU, pp.575-578, 1998, 2) Nakase, A. & Kamei, T. : Undrained shear strength anisotropy of normally consolidated cohesive soils, Soils and Foundations, Vol.23, No.1, pp.91-101, 1983. 3) 落合英俊, 蔦宇静 : プラスチック廃材を用いた安定処理土の有効利用に関する研究, 研究成果報告書, 1999

凡例

混合率R(%)	圧密応力(49kPa)	圧密応力(98kPa)
0	○	●
20	□	■
40	△	▲
60	▽	▼
80	◇	◆

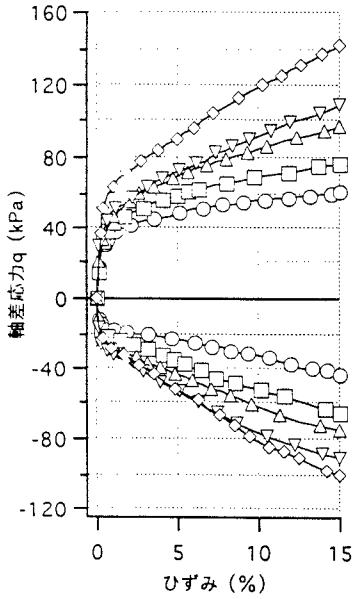


図-1 応力-ひずみ関係

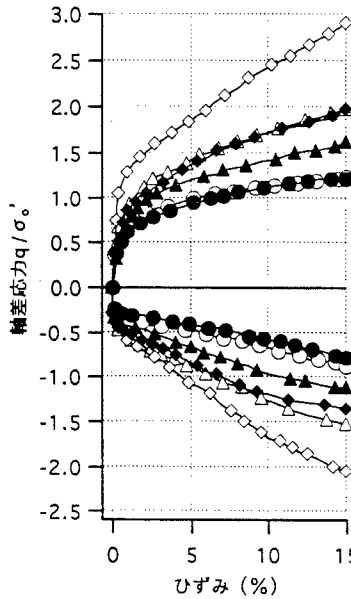


図-2 正規化した応力-ひずみ関係

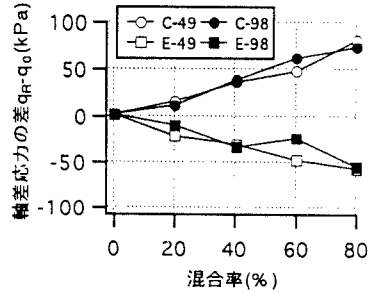


図-3 応力増加分と混合率の関係

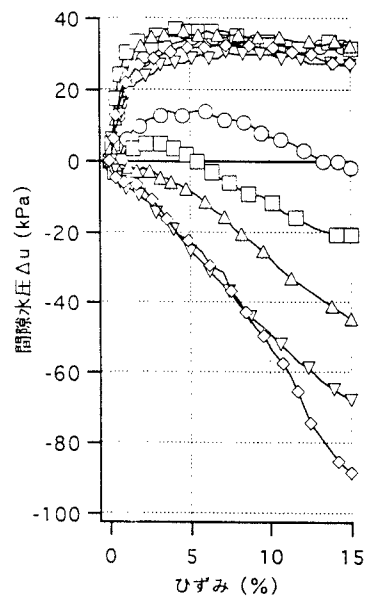


図-4 間隙水圧-ひずみ関係

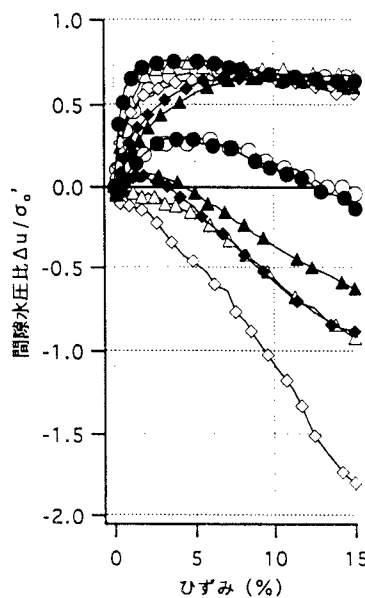


図-5 間隙水圧比

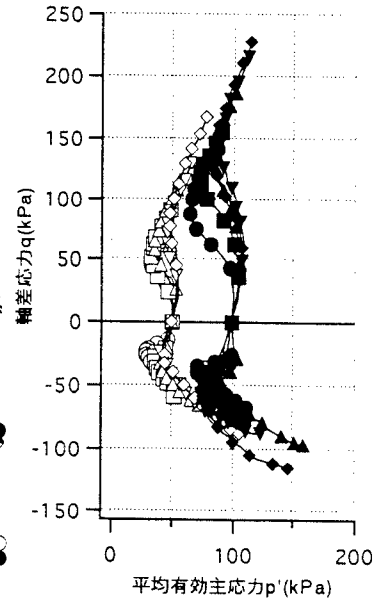


図-7 有効応力経路

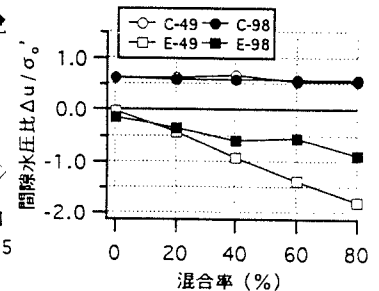


図-6 間隙水圧比と混合率の関係