

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 柳沢栄司 風間基樹

1. はじめに

種々のリサイクル材料と土を混ぜる廃棄物対策が進められている。例えば、落合ら¹⁾はセメントとプラスチック片と粘土の混合土の力学特性を検討して、プラスチック片を混合することによって非排水強度が増加し、大きな改良効果が得られることなどを明らかにした。李ら²⁾は、カキ殻と浚渫粘土の混合土の圧密試験を行ない、カキ殻が透水性を改善し、圧密促進効果があることを明らかにしている。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調べ、埋立地盤への適用性を検討した。

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い、2~4.75、4.75~9.5mmの範囲のものを50%ずつ使用した。

(1) 混合土供試体の作成方法

カキ殻の混合率Rは浚渫粘土の土粒子の乾燥重量に対して重量比、0、20、40、60、80%の5種類で行なった。混合率Rは、次式で与えられる。

$$W_o = \frac{R}{100} \times W_s$$

W_o : カキ殻の乾燥重量
W_s : 粘土土粒子の乾燥重量
R : カキ殻の混合率 (%)

供試体作成は、室内でカキ殻と粘土を混合し、混合土を直径100mm、高さ270mmの予圧密モールド用に入れて予圧密(49、98kPa)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。

(2) カキ殻のみの供試体作成方法

カキ殻は砂質土と同様に空中から落下させ、その後、木槌による打撃によって締固めて間隙比の異なる供試体ができるように作成した。

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。粘土のみの供試体と比較すると、圧縮側にも伸張側にもカキ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。図-2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に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し、負圧が発生していることがわかる。図-3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と比較して変相点に達するまでの間隙水圧の発生が少なく、その後の強度回復が大きくなっていることがわかる。また、図-4に正規化した有効応力経路を示す。圧密応力の大小に係わらず、過剰間隙水圧比の発生量は同程度であるが、変相後の有効応力の回復は圧密応力が小さい方(49kPa)が大きいことがわかる。これは、圧密によってカキ殻がよりにみ合うような構造になるが、せん断強度が圧密応力に

実験ケースの凡例

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

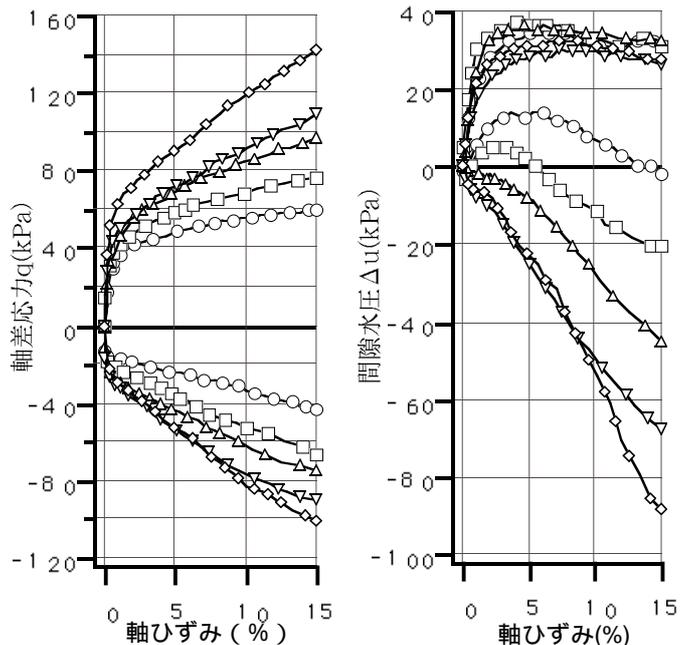


図-1 応力 ひずみ関係 図-2 間隙水圧 ひずみ関係

キーワード 混合土、圧密非排水三軸圧縮・伸張試験

連絡先 (仙台市青葉区荒巻字青葉06・022-217-7438・022-217-7435)

比例して大きくなることを示している。

次に、異種の材料が混在している土のせん剛性が混合体理論で説明できるかどうかを検討した。図5のように、混合土に作用するせん断応力をカキ殻と粘土がその構成比で分担しているものとする。すなわち、混合土の剛性 G_m を粘土の剛性 G_c とカキ殻の剛性 G_o と混合率 R 、それに加えてカキ殻の接触の度合を表わす接触係数 α によって次式のように評価する。

$$G_m = \frac{1}{1+R}G_c + \alpha \frac{R}{1+R}G_o$$

実験結果から求めた接触係数 α を図6に示す。この図より、圧密応力49, 98kPaのどちらも小さなひずみレベルではこの係数が大きい。つまり初期の段階ではカキ殻の剛性の影響が小さいと言える。また、係数はひずみが2%程度までは、増大するが、その後減少して、ひずみ5%を超えると、ほぼ1になっている。係数が1であることは、混合土の剛性が粘土の剛性とカキ殻の剛性をその重量比 R で按分することによって表わすことができることを意味し、混合体理論が成立することを示している。

4. 結論

本研究の結論を要約すると以下のとおりである。カキ殻の混合率が増加すると圧縮方向と伸張方向の両方向にせん断強度が増加する。また、ひずみが増大するにつれて接触係数が1に近づき、異種の材料が混在する土の混合体理論が成り立つことが示された。そしてこれまでに知られている圧密促進効果と合わせてカキ殻は地盤改良材として有用であることがわかった。

【参考文献】

- 1) 落合英俊, 蔣 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
- 2) Lee, K.H., Kazama, M. & Yanagisawa, E.: Consolidation characteristics of dredged sludge mixed oyster shells, Proc. of the intern. symp. on Problematic Soils, IS-TOHOKU98, pp.575-578, 1998

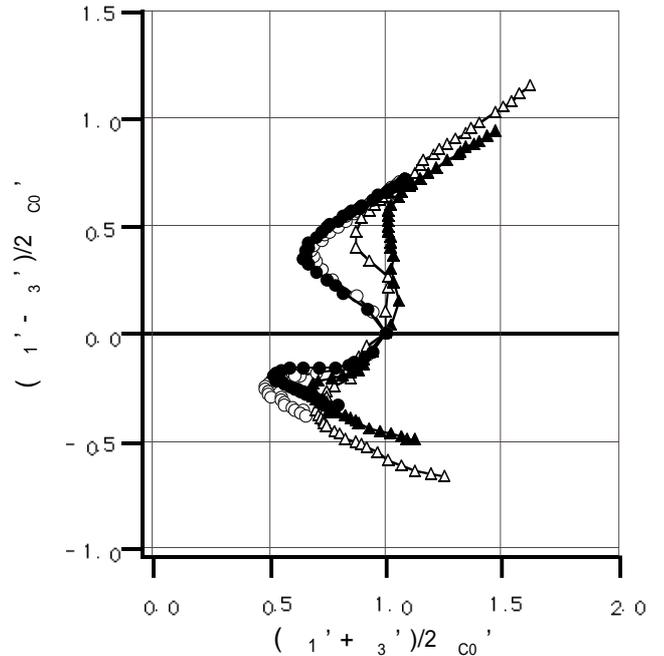


図-4 正規化した有効応力経路

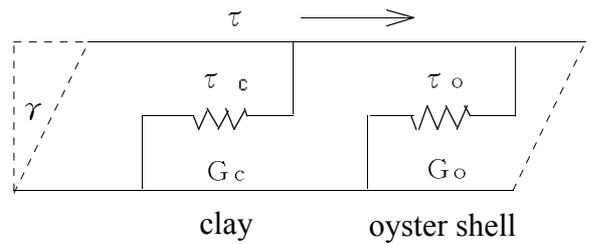


図-5 混合土に作用するせん断応力の模式図

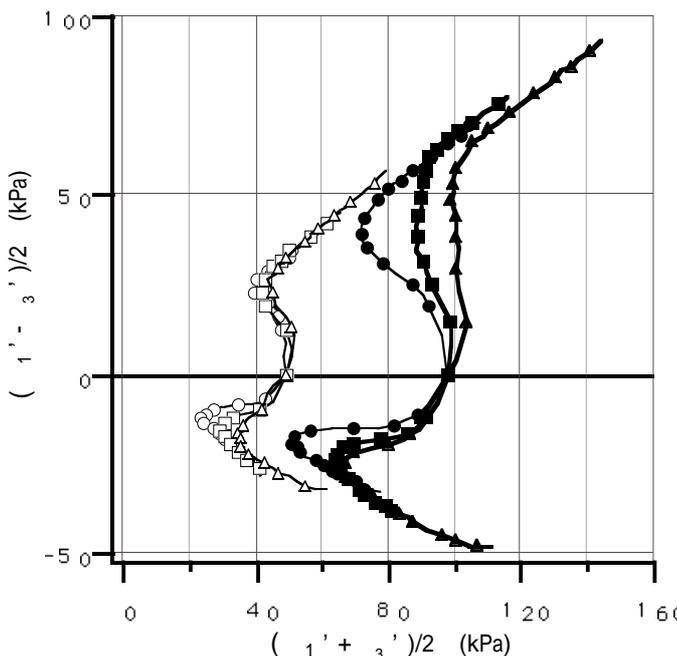


図-3 有効応力経路

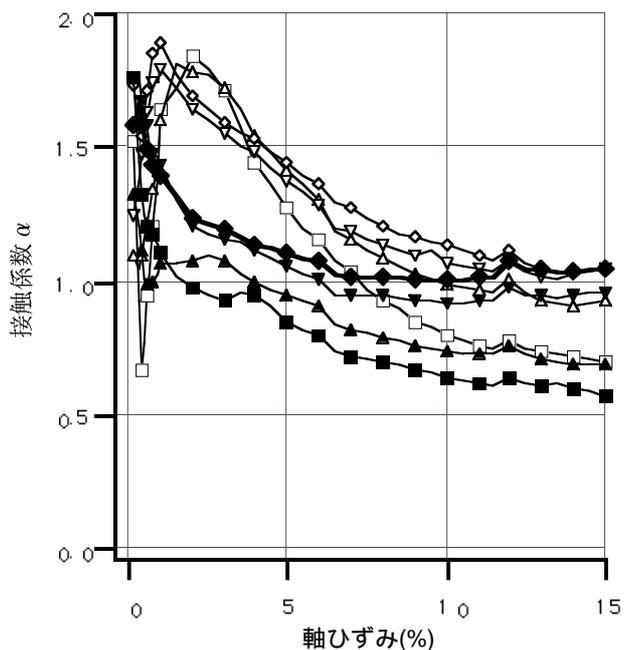


図-6 接触係数とひずみの関係