

マイカ混合砂の非排水三軸圧縮せん断特性

首都大学東京 学生員 ○増田 知己
 首都大学東京 正会員 吉嶺 充俊
 豊橋科学技術大学 正会員 細野 康代

1. 目的

砂のせん断挙動はその粒子形状によって大きく異なる場合がある。例えば、バングラディッシュのジャムナ川橋梁建設現場において、天然のマイカが含まれる砂地盤が掘削中に大規模な液状化・流動破壊を生じた事例が報告されている¹⁾²⁾。マイカは薄片状の粒子形態を有しており、このような特殊な形状の土粒子が含有されることで砂の非排水せん断特性が大きく影響されている可能性がある。そこで、本研究では豊浦砂とマイカの混合試料を使用して三軸圧縮試験を行い、マイカ混合率が砂の非排水せん断特性に与える影響について調べた。

2. 実験に用いた試料

使用したマイカは(株)山口雲母工業所の乾式粉碎雲母粉(製品番号 CS-060DC)である。図1の粒径分布曲線からわかるように、用いたマイカは細粒分を含まず、その粒度は分布幅がやや広いが豊浦砂とほぼ同じであるといえる。マイカの重量含有率 M_c が 0%~20%となるように豊浦砂と混合した試料について最小・最大密度試験(JIS A 1224)を行い、図2に示す結果を得た。このように最小・最大密度は混合率によって大きく異なる。

3. 非排水三軸圧縮試験

供試体は直径 50mm、高さ 100mm の円柱形であり、マイカ含有率 0%~20%の試料について非排水三軸圧縮試験を実施した。供試体作成方法は乾燥堆積法とし、密度を調整する場合には砂を 5 層に分けて各層毎に木槌の打撃によって締固めた。作成された供試体を十分に水で飽和させ、初期有効拘束圧 100kPa で圧密した後、非排水条件での単調載荷を行った。図3・4に打撃締固めなしでゆるく堆積させた供試体の試験結果をまとめた。マイカ含有率が増加するにつれ、圧密時の体積収縮が大きくなるためにせん断時の相対密度が上昇して密な状態になる傾向があるにもかかわらず、せん断抵抗はマイカ含有率増加とともに逆に著しく低下することがわかる。このほか、マイカ含有量条件と相対密度条件を様々に組み合わせて、多数の実験を実施した。

4. マイカ混合砂の非排水強度特性

液状化・流動破壊に関する砂の強度として、非排水単調載荷による大変形時の定常状態、またはせん断過程で有効応力が極小となる変相状態でのせん断抵抗値が用いられることが多い。そこで、本研究で実施したすべての試験結果を用いてマイカ混合砂の変相状態線・定常状態線をプロットした。図5・6は密度の指標として間隙比を用いた場合のプロットである。いずれの状態線もマイカ含有量が増えると傾斜が大きくなっており、拘束圧が増大するとマイカの薄片粒子破碎によってダイレタンシーが圧縮的になることを示している。図7・8は密度の指標として相対密度を用いた場合のプロットである。この図からも、マイカ含有率増加とともに非排水せん断強度が著しく低下していることがわかる。ただし、圧密時の圧縮性が大きな材料の密度評価において、拘束圧がほとんどゼロの状態で測定した最大・最小密度に基づく相対密度を用いることが適切であるかどうかは検討の余地がある。また今回は粗粒マイカを実験に用いたが、自然砂地盤に含まれるマイカは細粒分である場合が多いようなので、細粒分マイカ混じり砂のせん断特性についても今後調べていく必要がある。

参考文献

- 1) Hanzawa, H. Flow failure of Jamuna River sand investigated by direct shear test, International Symposium on Problematic Soils (IS-Tohoku '98), Sendai, Japan, pp. 28-30, 1998.
- 2) Ishihara, K. and Tsukamoto, Y. Underwater slides of sand deposits during dredging excavation, International Symposium on Geotechnical Engineering for Disaster Prevention & Reduction, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, 2007.

キーワード マイカ, 砂, 粒子形状, 非排水三軸圧縮試験

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 首都大学東京・都市環境学部 TEL 042-677-2773

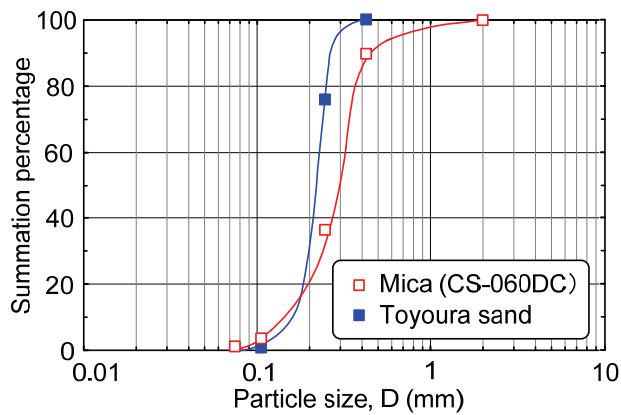


図1 試料の粒径加積曲線

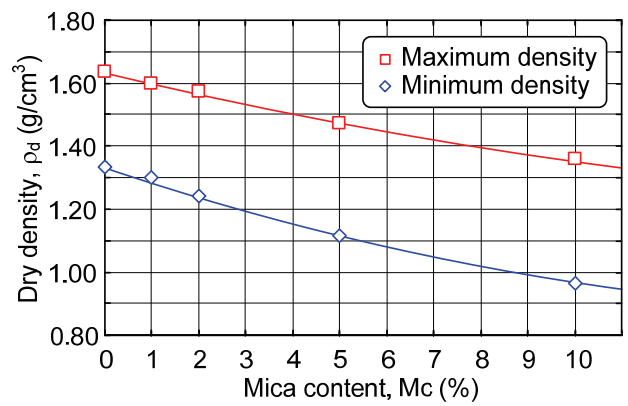


図2 最小・最大密度試験結果

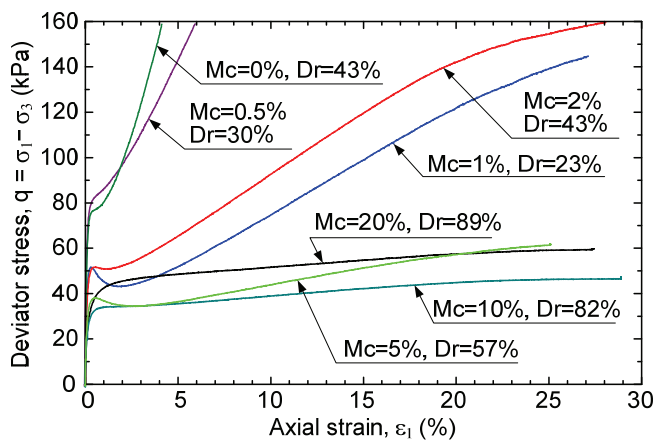


図3 応力-ひずみ曲線

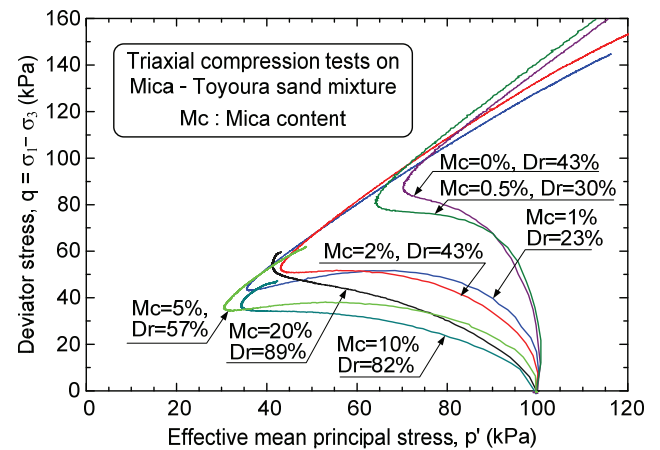


図4 有効応力経路

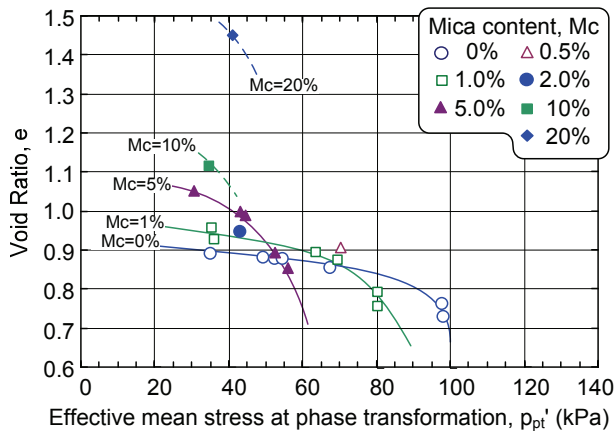


図5 間隙比に基づく変相状態線

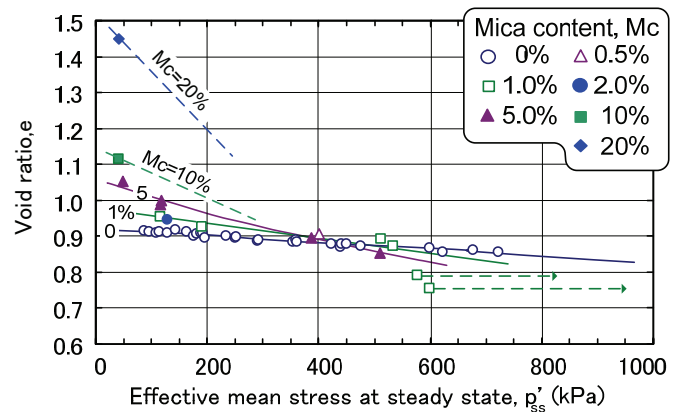


図6 間隙比に基づく定常状態線

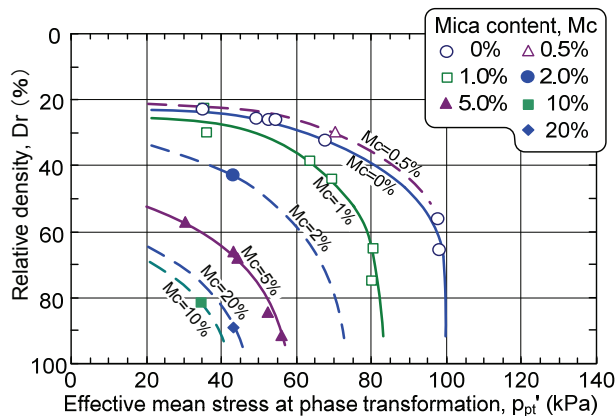


図7 相対密度に基づく変相状態線

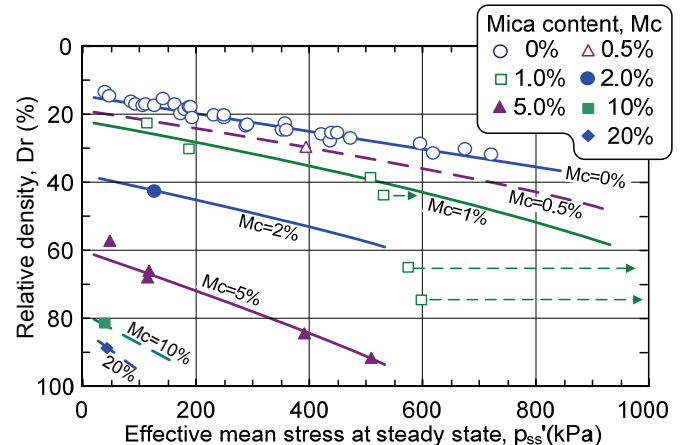


図8 相対密度に基づく定常状態線