

ベントナイトの混合が土のせん断強度に与える影響 Effects of mixing of bentonite on shear strength of soil

○溝渕健一郎*, 佐古田又規*, 水野正之*, 上野和広**, 長束 勇***, 佐藤周之****

1. はじめに

老朽化したため池の改修方法には、前刃金工法が一般的に用いられる。前刃金工法の実施には、良質な刃金土が不可欠である。しかしながら、近年ため池付近で刃金土を確保することが困難になっている。刃金土の不足を解消する手段として、吸水により膨潤する性質を有するベントナイトの利用がある。ベントナイトをため池の遮水性材料として活用する手法の 1 つに、ベントナイト混合土が考えられる。ベントナイト混合土は、母材となる砂質系土砂にベントナイトを一定量混合して得られる材料である、ベントナイトの膨潤性により、母材の遮水性の改善が可能である。ベントナイト混合土をため池堤体を使用するには、ベントナイトの混合がせん断強度に与える影響を明らかにする必要がある。本論では、異なるベントナイト混合率の試料を対象に実施した三軸圧縮試験結果を報告する。

2. 供試体と実験方法

試料は、真砂土(母材)とベントナイトを混合して作製した。ベントナイト混合率 R_m は、母材の乾燥質量に対して 0, 4, 7, 10, 13% である。供試体は、最適含水比に調整した試料を、直径 50 mm, 高さ 100 mm のモールド内で所定の乾燥密度に 3 層に分けて突き固めて作製した。供試体の締固め度 D_c は 90% と 95% であり、 $D_c = 90%$ では $R_m = 0, 7, 10, 13%$, $D_c = 95%$ では $R_m = 0, 4, 7, 10%$ の試料を用いた。

三軸圧縮試験は、JGS 0523 に準じて圧密非排水三軸圧縮試験を行った。供試体の飽和は、

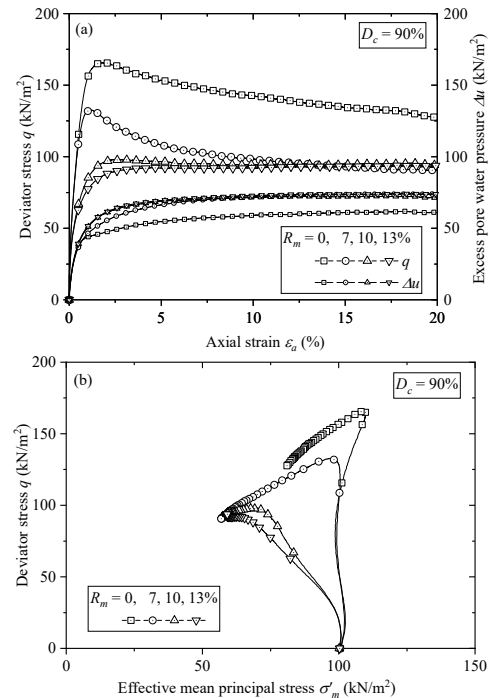


図-1 非排水三軸圧縮試験結果 ($D_c = 90\%$)
Results of undrained triaxial compression tests

二重負圧法と背圧 200 kN/m² の载荷によって行い、飽和後の B 値が 0.96 以上であることを確認した。その後、有効拘束圧を所定の値まで上昇させて等方圧密を行った。圧密時の有効拘束圧の値は、50, 100, 200 kN/m² である。圧密を 180 分継続した後、非排水条件で圧縮载荷(载荷速度 0.1 mm/min)を行った。

3. 結果と考察

締固め度 $D_c = 90\%$ の供試体の主応力差 q - 軸ひずみ ϵ_a 関係、過剰間隙水圧 Δu - 軸ひずみ ϵ_a 関係および有効応力経路の一例を、図-1 に示す。図-1 を見ると、過剰間隙水圧 Δu の値は、母材 ($R_m = 0\%$) よりもベントナイト混合土の方がやや大きいことから、ベントナイトの混合によって供試体の体積収縮傾向が強まる事が分かる。ベントナイトの混合に

*株式会社ホージュン, HOJUN Co., Ltd, **島根大学, Shimane University, ***島根大学名誉教授, Emeritus Professor in Shimane University, ****高知大学, Kochi University, キーワード: ベントナイト混合土, せん断強度, 三軸圧縮試験

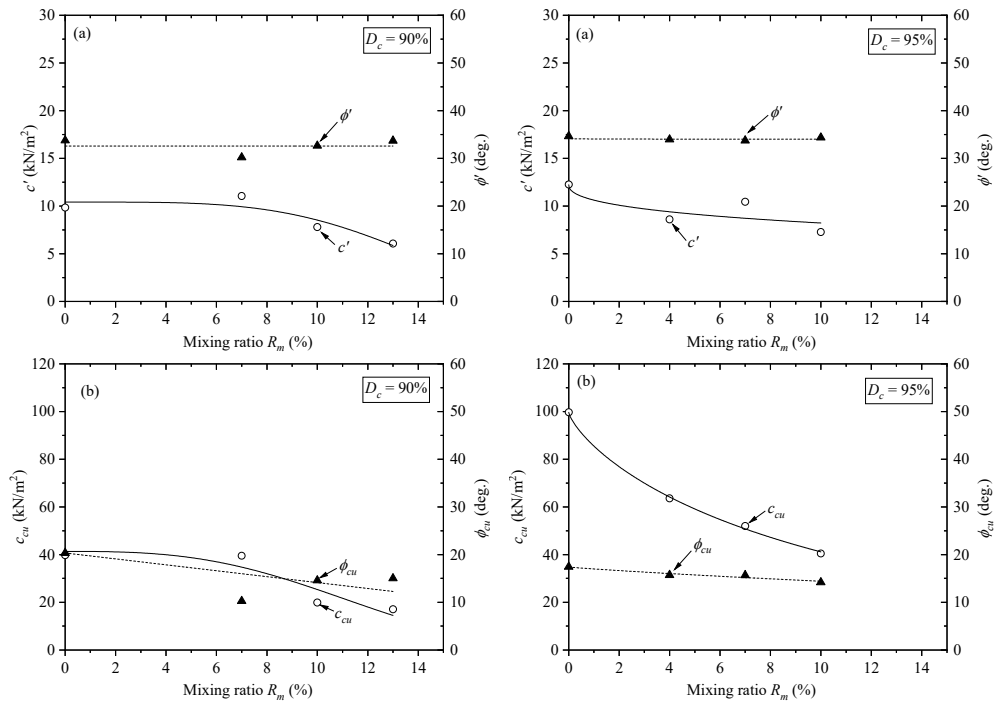


図-2 セン断強度とベントナイト混合率の関係
Shear strength versus mixing ratio

よってせん断中に発生する過剰間隙水圧 Δu が増加し、平均有効主応力 σ'_m が減少したことから、ベントナイト混合土のピーク強度 q_{max} は母材よりも小さくなった。有効応力経路では、ベントナイト混合土の平均有効主応力 σ'_m がせん断開始直後から大きく減少し、母材よりも小さなピーク強度 q_{max} を示して破壊に至っていることが分かる。この傾向は、 $D_c = 95\%$ でも同様であった。

図-2 に、各供試体の見かけの粘着力 c' あるいは c_{cu} と内部摩擦角 ϕ' あるいは ϕ_{cu} をベントナイト混合率 R_m に対してプロットした。図-2 の (a) と (b) を見ると、有効応力表示のクーロンの破壊線から求めた内部摩擦角 ϕ' はベントナイト混合率 R_m が増加してもほとんど変化しないことが分かる。また、見かけの粘着力 c' は、ベントナイト混合率 R_m の増加に伴って若干低下する程度である。このことは、ベントナイトの混合が、過剰間隙水圧 Δu が発生していない常時に発揮されるせん断強度（排水せん断強度）に与える影響が小さいことを意味する。一方、図-2 の (c) と (d) で全応力表示のクーロンの破壊線から求

めた見かけの粘着力 c_{cu} と内部摩擦角 ϕ_{cu} を見ると、双方がベントナイト混合率 R_m の増加に伴って低下する傾向にある。特に、締固め度 $D_c = 95\%$ の見かけの粘着力 c_{cu} は、ベントナイト混合率 R_m の増加に伴う低下傾向が顕著である。このことは、短時間にせん断荷重が作用し、非排水状態に近くなる地震時に発揮されるせん断強度が、ベントナイトの混合によって低下することを意味する。

4. まとめ

ベントナイト混合土の非排水三軸圧縮試験を実施した。その結果、ため池堤体の常時の安定性に関する排水せん断強度は、ベントナイトの混合による影響をさほど受けなかった。一方、ため池堤体の地震時の安定性に関する非排水せん断強度は、ベントナイトの混合によって低下する傾向を示した。ベントナイト混合土をため池の遮水性材料として用いるには、これらの強度特性を把握し、常時・地震時に堤体の安定性が保たれるよう設計・施工を行う必要がある。

謝辞：本研究は農林水産省官民連携新技術研究開発事業と科学研究費助成事業(基盤研究(B))(17H04632)の助成を受けたものである。記して謝意を表します。