

サフュージョンの影響を受けた塑性が異なる細粒分を有する砂質土の力学特性

山口大学大学院 学生会員 ○石丸 太一
山口大学大学院 正会員 鈴木 素之

1. はじめに

内部侵食の一種で、サフュージョン（Suffusion）といわれる地盤中の細粒分の移動が透水性や密度を変化させることから、多くの盛土構造物で問題視されている。さらに、近年では、細粒分の移動に伴う骨格構造の再構成によって地盤耐力を低下させることも分かってきている。1) 本研究では、サフュージョンを再現した供試体に対して排水三軸試験を実施した。塑性の異なる細粒分を有する土試料を再構成し、その違いによるサフュージョンの影響を考察した。

2. 土試料と供試体の作製

図 1、表 1 にそれぞれ今回使用した土試料の粒径加積曲線、物理特性を示す。本実験では、ため池の堤体土として使用される宇部まさ土（M）とその細粒分（ $\sim 75 \mu\text{m}$ ）をすべてカオリンに置き換えた土試料（MK）の 2 種類を使用した。宇部まさ土に元々含有する細粒分の塑性指数 I_p は 17.4、カオリンの I_p は 24.3 である。三軸供試体は直径 5cm、高さ 10cm の円柱状で、含水比 10% で湿潤突き固めによって所定の密度になるように作製した。

3. 実験方法

サフュージョンを再現するための三軸試験機の改良は Ke and Takahashi²⁾を参考にした。供試体の下部端面に 250 μm または 420 μm の網目状のメッシュを設置し、漏斗状のくぼみのあるペデスタル上に設置した。供試体上部に上部タンク、供試体下部に下部タンクを接続し、供試体に水頭差による下向きの浸透流を与える。供試体を通過した排水と侵食された土粒子を下部タンクで回収する仕組みとなっている。本試験機は、上部および下部タンクの両方に背圧を作用させ、浸透を行う際に一定の有効拘束圧を保つように留意した。有効拘束圧 $\sigma'_c = 30\text{kPa}$ で等方圧密した後、初期動水勾配が 5 になるように上部タンクの初期水位を調整し、下部タンクの容量（785ml）が一杯になるまで浸透を行った。その後、ひずみ速度 0.2 %/min で排水せん断を行った。試験終了後、排土量、排水の濁度を測定した。また、浸透を行わない場合は、圧密終了後、直ちに排水せん断した。

4. 実験結果と考察

図 3 に試料 MK のせん断前間隙比 e_{bsh} （侵食なしの場合は圧密後、侵食ありの場合は透水後の間隙比）とピーク強度 q_{max} および残留強度 q_{res} の関係を示す。ここで、 q_{res} は軸ひずみ 15% 時の軸差応力とした。図中に示す実線は、侵食なしのケースの近似線である。侵食なしの場合、間隙比が小さくなる（密になる）につれて、 q_{max} と q_{res} の値が大きくなっていることが分かる。この近似線を強度基準線（Peak / Residual Strength Reference Line: PSRL / RSRL）とし、侵食なしの場合のせん断前間隙比と各強度の関係が強度基準線に従うと仮定して、実際の各強度とその時のせん断前間隙比から想定されうる透水しなかった場合の各強度の比を強度変化率と

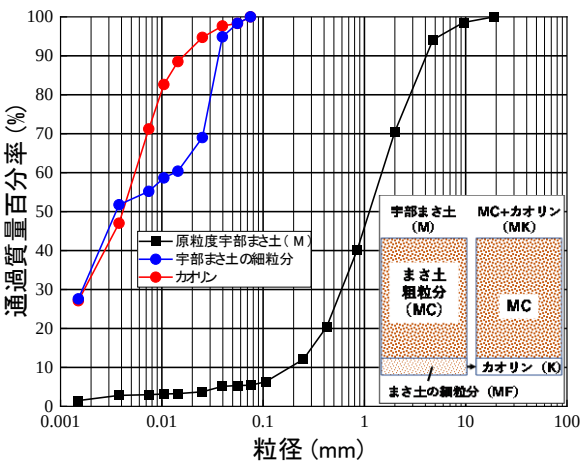


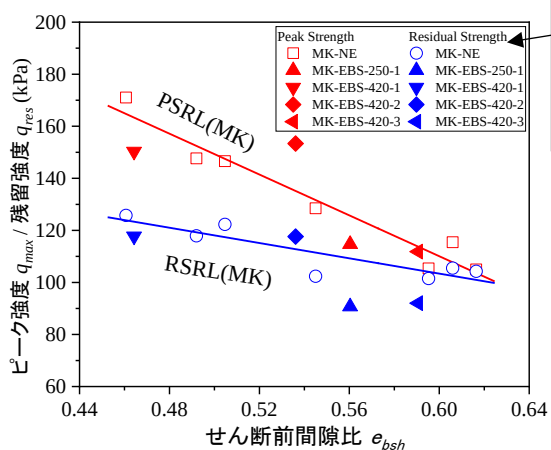
図 1 使用した土試料の粒径加積曲線

表 1 使用した土試料の物理特性

試料名	宇部まさ土 (M)		カオリン (K)
	原粒度	細粒分 (MF)	
土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.625	2.646	2.675
細粒分含有率 F_c (%)	5.2	100	100
液性限界 w_L (%)	NP	44.3	59.9
塑性限界 w_p (%)	NP	26.9	35.6
塑性指数 I_p	NP	17.4	24.3

キーワード 内部侵食, 三軸圧縮試験, 塑性指数, 盛土構造物

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1 (山口大学工学部) 鈴木素之 TEL 0836-85-9303



Note :

実験コード = [試料名-透水の有無-メッシュ径-ID], NE: No Erosion (侵食なし), EBS: Erosion Before Shearing (侵食あり)

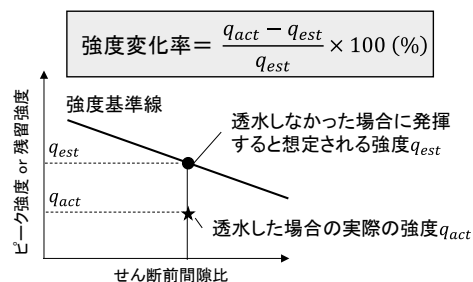


図3 試料MKのせん断前間隙比とピーク強度および残留強度の関係

図4 強度変化率の定義

して算出した (図4). 図5および図6に侵食率 R_e (=排出土粒子の乾燥質量/供試体初期乾燥質量 $\times 100$ %)⁴⁾とピーク強度および残留強度の強度変化率の関係を示す. 既報³⁾の原粒度宇部まさ土(M)を用いて実施したデータも併せて示している. ピーク強度, 残留強度ともに多くのケースで侵食による強度低下がみられた. また, ピーク強度変化率をみると, 強度低下の程度が試料MKよりも試料Mの方が大きかった. どちらの試料も R_e の範囲は同程度であることから, 細粒分自体の粒度や塑性の違いによって, サフュージョンが与える強度への影響が異なる可能性がある.

5. おわりに

サフュージョンが強度に与える影響について, 異なる塑性を有する細粒分混じり砂質土を用いて調べた. その結果, 細粒分自体の粒度や塑性の違いによって, サフュージョンの影響が異なることが示唆された.

謝辞 本研究は, 科研費基盤研究(B)(中田幸男, 16H03152)の研究助成の一部を使用して実施したものである. ここに記して関係各位に深く感謝の意を表す次第である.

参考文献 1) Prasomsri, J., Takahashi, A.: The role of fines on internal instability and its impact on undrained mechanical response of gap-graded soils, *Soils and Foundations*, Vol.60, No.6, pp.1468-1488, 2020. 2) Ke, L., Takahashi, A.: Triaxial Erosion Test for Evaluation of Mechanical Consequences of Internal Erosion, *Geotechnical Testing Journal*, Vol.37, No.2, pp.347-364, 2014. 3) Ishimaru, T., Suzuki, M., Wakamatsu, T.: Mutual relationship between suffusion and shear behavior in triaxial compression apparatus, *Proc. 10th International Conference Geotechnique Construction Materials and Environment*, Online, 2020. 4) Sato, M., Kuwano, R.: Laboratory testing for evaluation of the influence of a small degree of internal erosion on deformation and stiffness, *Soil and foundations*, Vol.58, pp.547-562, 2018.

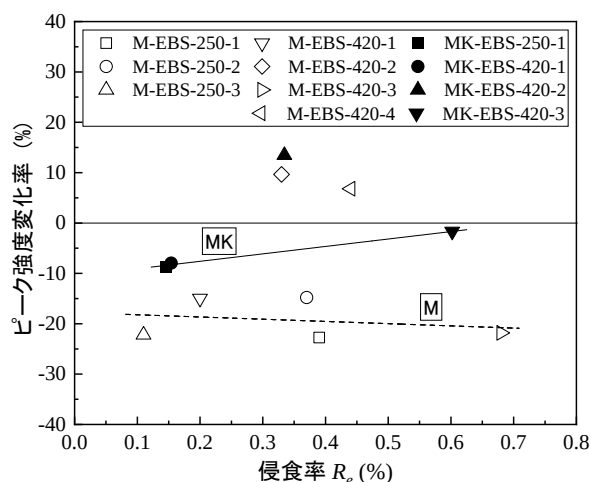


図5 ピーク強度の強度変化率

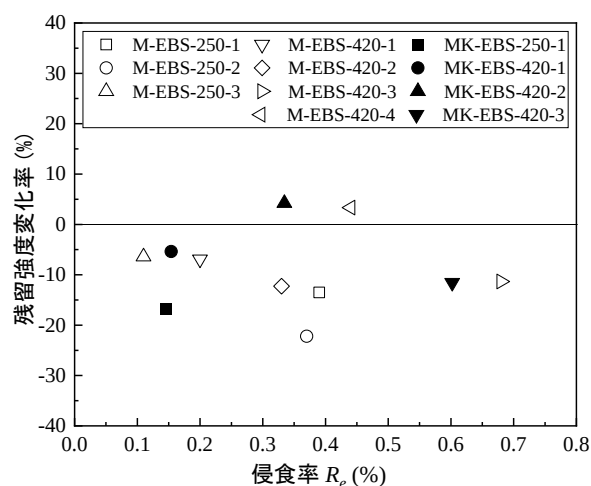


図6 残留強度の強度変化率