

細粒分の粒径や塑性の違いが細粒分流出挙動に与える影響

山口大学大学院 学生会員 ○小森 朝陽
 山口大学大学院 正会員 鈴木 素之
 山口大学大学院 学生会員 石丸 太一
 山口大学大学院 学生会員 高野 翔太

1. はじめに

近年、豪雨等による河川堤防やため池堤体などの被害が多くみられる。そのような土構造物の劣化の一因として、粗粒な土粒子が形成する骨格を維持したまま細粒な土粒子が流出する細粒分流出が指摘されている。そこで、本研究は細粒分の流出を伴う一次元通水実験を行った。特に、濃度と濁度関係を用いた結果の整理から、通水により排出される排出土粒子の粒径変化を推測し、細粒分の粒径や塑性の違いが細粒分流出に与える影響を調べた。

2. 使用した土試料

今回実験で使用した土試料は、実際にため池堤体土として使用されている宇部まさ土の粒径加積曲線に似るように、硅砂 (Q) と細粒分試料であるカオリン (K: $I_p=24.3$) または DL クレー (DL: NP) を混合した土試料であり、それぞれ QK, QDL と呼ぶ。図 1, 表 1 に使用した土試料の粒径加積曲線と物理特性をそれぞれ示す。

3. 実験方法

図 2 に使用したカラム通水実験装置を示す。供試体寸法は直径 10cm, 高さ 20cm の円筒型である。QK, QDL とともに, $e=0.58$ (密詰め), $e=0.66$ (緩詰め) となるように, 5 層に分けて 1 層ずつ突き固めて供試体を作製した。通水開始前に供試体内部を二酸化炭素で置換し, 脱気水を 24 時間浸透させることで, 飽和度を 95% 以上にした。供試体下部には 425 μm のメッシュと 5mm の孔が 108 個空いたアクリル多孔版が設置されており, それ以上の粒径の土粒子が流出しないようにした。上載圧は載荷板上部に空圧を与えることで載荷でき, 上載圧は全条件共通に通水開始前に 100kPa を載荷した後, 所定の上載圧まで除荷した。さらに, 上部タンクの高さを変えることで供試体に動水勾配を与えた。通水量は全体で 2,000mL とし, 約 100mL ずつ 20 回分を採水ケースで採水した。

4. 一次元通水実験結果

図 3 に排水の濁度と濃度の関係を示す。実験ケース名は【使用した土試料_上載圧_動水勾配_供試体密度】を表している。図 3 中の点線および実線は QK, QDK の 425 μm 径のふるい通過分, カオリンおよび DL クレーで予め作製した懸濁液の濃度と濁度の関係を示

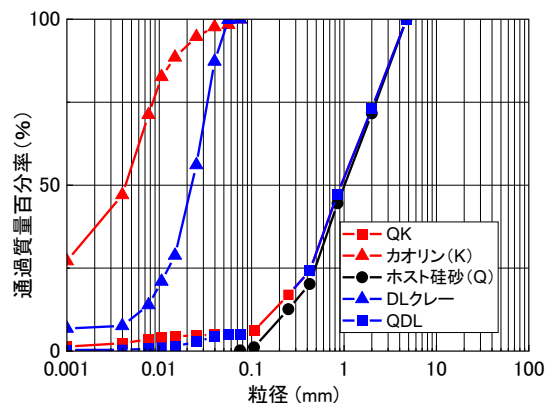


図 1 粒径加積曲線

表 1 土試料の物理特性

	QK	QDL
土の構成	ホスト硅砂 +カオリン	ホスト硅砂 +DL クレー
土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.651	2.650
最適含水比 w_{opt} (%)	11.5	10.6
最大乾燥密度 ρ_{dmax} (g/cm ³)	1.935	1.978
細粒分含有率 F_c (%)	5.0	5.0

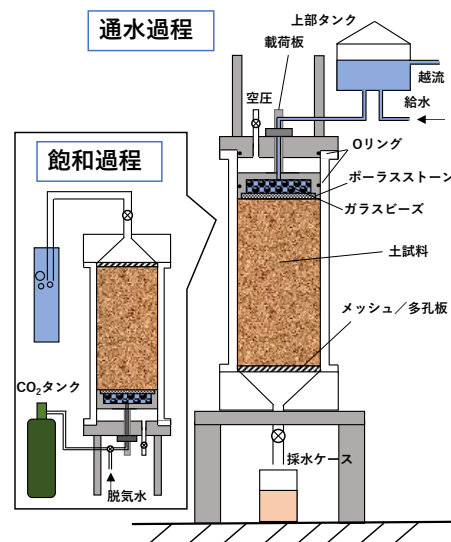


図 2 実験装置

キーワード 浸透 細粒分 浸透流

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1 山口大学大学院創成科学研究科 鈴木素之
 TEL 0836-85-9303

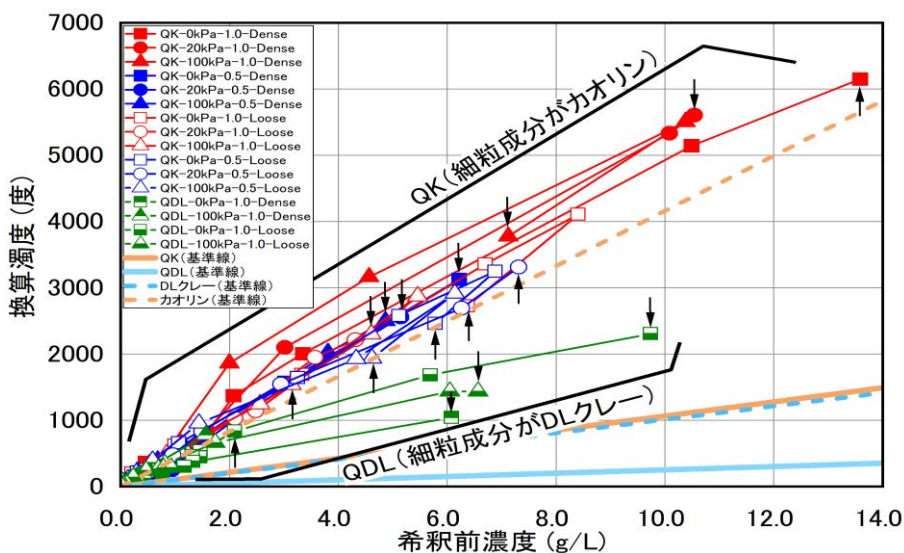


図3 排水の濃度と濁度の関係

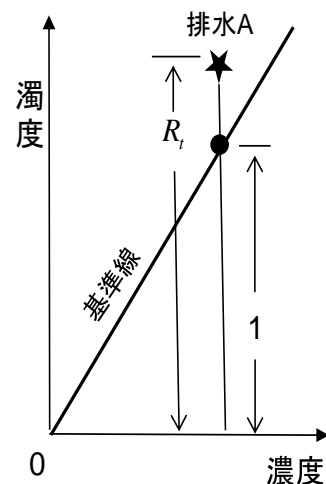


図4 同一濃度濁度比の定義

したものである。本実験では、単位体積中の懸濁物の粒子表面積が大きいほど、濁度が高く測定されるという特徴を有した透過光散乱方式を用いた濁度計を使用しており、同一濃度において濁度の高い方が、懸濁物質の粒径が小さいと推測できる。QKの方がQDLよりも濃度—濁度関係の傾きが大きいのは、細粒分として含まれているカオリンの方が、DLクレーよりも粒径が小さいからである。さらに、排水の濃度—濁度関係は、カオリン、DLクレー単体で作製した懸濁液の濃度—濁度関係よりも傾きが大きい。したがって、流出可能な細粒分の中から、より小さい土粒子が卓越して流出していると考えられる。

ここで、石丸ら¹⁾が定義した同一濁度濃度比 R_t を算出し、排出土粒子径の経時変化を調べた。図4に R_t を定義した模式図を示す。

予め供試体内に含まれる流出可能成分の濃度—濁度関係を求めておく。それを基準線とし、ある排水Aの濃度と濁度の関係がプロットされているとき、同一濃度のときの基準線上の濁度に対する排水Aの濁度の比を同一濁度濃度比 R_t とした。本実験の流出可能成分は425 μm 以下の土粒子であり、仮に供試体からそれらがそのまま排出された場合の R_t は1となる。 R_t が大きいほど、流出可能成分の中から比較的径の小さい土粒子が卓越して流出することを意味する。図5に R_t の変化を示す。すべての試験ケースで $R_t > 1$ となり、流出可能成分の中でも粒径の小さな土粒子が優先的に排出されていると推測される。また、全体的にQDLの方がQKよりも R_t が高く、径が小さな土粒子がより卓越して流出していると言える。これは、DLクレーが非塑性であるため、間隙内での流動性が高かったことによると考えられる。さらに、QKにおいては R_t は漸増傾向がみられ、QDLにおいては R_t は通水量約300mLまで増加した後、減少していく傾向がみられ、経時変化の違いが認められた。

5. まとめ

本研究では、同一濃度濁度比を利用して、粒度や塑性が異なる細粒分を含有する土の細粒分流出挙動を調べた。その結果、流出可能性がある細粒分の中から、より小さい土粒子が卓越して流出しており、その程度はDLクレーを細粒分とした土の方が大きかった。

謝辞 本研究は、公益財団法人鹿島学術振興財団研究助成金（研究代表者：鈴木素之）ならびにJSPS科研費特別研究員奨励費（JP21J4582，石丸太一）により実施した。ここに記して関係者各位に深く感謝の意を表す次第である。

参考文献 1) 石丸太一他：濁度を利用した細粒分流出実験における移動土粒子の粒度組成とその時間変化，地盤工学ジャーナル，Vol.17，No.1，pp.47-60，2022。

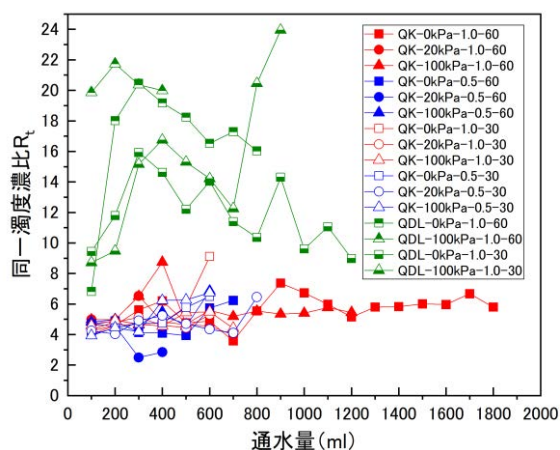


図5 同一濁度濃度比の変化