

## 三軸圧縮試験において粒度や塑性の異なる細粒分を有した土の強度特性に与える細粒分流出の影響

山口大学工学部 学生会員 ○大津 新  
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

### 1. はじめに

日本には現在 16 万基のため池が存在しており、そのうちのおよそ 7 割が近世以前に築造されているため、老朽化が懸念されている。ため池の安定問題を引き起こす原因の一つに内部侵食が挙げられる。内部侵食とは地盤内を流れる浸透流によって、土粒子が地盤内を移動して堤体外へ流出する現象である。なかでも、内部侵食の一種である細粒分流出は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現象であり、その発生メカニズムや具体的にどのような影響を与えているのかは未だ明らかになっていない。本研究では、細粒分流出の影響を受けた土の強度特性を調べるために、細粒分のみが流出可能な三軸試験機内で細粒分流出を再現した後、排水せん断試験を実施した。また、細粒分の粒度や塑性の違いが土の強度特性にどう影響を与えるのか検討した。

### 2. 試験方法

本研究に用いた土試料は、山口県宇部市で実際に採取されたまさ土の粒径加積曲線に似せるように珪砂(Q)とカオリン(K), DL クレー(DL)をそれぞれ混ぜ合わせて作った。珪砂とカオリンを混合したものを“QK”, 珪砂と DL クレーを混合したものを“QDL”と表記する。カオリンの塑性指数は 24.3 であるのに対し、DL クレーは NP となっており塑性にかなり異なる。また、粒度に関しても、QK の粘土分含有率が 57% であるのに対し、QDL は 10% であり、塑性と粒度ともに異なる細粒分を 2 つ使用した。供試体はアクリル多孔板と 420  $\mu\text{m}$  径のメッシュの上に設置し、背圧を 100 kPa まで少しずつ上げた。間隙水圧係数  $B$  値が 0.95 以上であることを確認した後、それぞれの有効拘束圧で圧密を行った。侵食過程を行う場合は動水勾配が 5 になるよう上部タンクの高さを調節し、通水量が 170 $\text{cm}^3$  になるまで透水した。その後、ひずみ速度 0.5 %/min で軸ひずみが 15% になるまで排水せん断を行った。透水を行ったケースは実験終了後、排出土砂の質量と排水濁度を測定した。侵食過程を行わない場合、圧密終了後、同じように排水せん断試験を行った。

### 3. 試験結果と考察

本実験では有効拘束圧 50 kPa, 100 kPa, 200 kPa の条件で試験を行い、それぞれで侵食過程を行う場合と行わない場合の計 12 ケース実施した。

図 1 にそれぞれ QK および QDL のモールの応力円と破壊包絡線を示す。QK, QDL の両方で拘束圧 200kPa において侵食ありの方が最大軸差応力は大きくなる傾向があった。また、QK においては侵食させると、内部摩擦角がわずかに小さくなったが、QDL においては内部摩擦

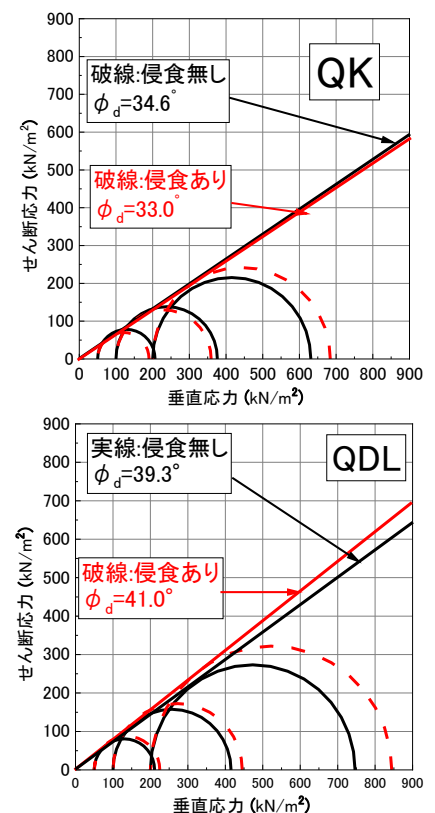


図 1 モール円 (上: QK, 下: QDL)

キーワード 内部侵食, ため池, 三軸試験

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

角がわずかに大きくなった。本試験では通水量が  $170\text{cm}^3$  と少量であるため、それ以上の通水量についても検討する必要がある。

図2, 図3にそれぞれQKおよびQDLの軸ひずみ $\varepsilon_a$ と軸差応力 $q$ の関係および体積ひずみ $\varepsilon_v$ と $\varepsilon_a$ の関係を示す。図中のNEとは

No Erosion (侵食無し)の略であり, EBSはErosion Before Shearing (侵食あり)の略である。

図2から, 侵食の有無によってせん断初期段階での応力・ひずみ曲線に違いが出るのが分かった。

また, QKの50kPaと100kPa以外のケースでは侵食した場合の方が最大軸差応力が大きくなった。図3から, 侵食ありの場合は侵食無しの場合に比べて,  $\varepsilon_a = 2\%$ 以降において供試体はより顕著な膨張傾向を示した。

図4にせん断前間隙比とピーク強度の関係を示す。各拘束圧のせん断前間隙比はほとんど同じだったが, ピーク強度 $q_{\text{max}}$ には差が生じた。侵食により排出された土粒子だけが強度に影響を

与えるのではなく, 排出されずに供試体内に残留した土粒子が強度に影響を及ぼしていると考えられる。また, 塑性のあるカオリンに比べて, 非塑性のQDLに関しては, 侵食したケースの方が $q_{\text{max}}$ が高くなっている。侵食により移動した細粒分の再配置によって大きな粒径の土粒子をサポートする役割になった可能性がある。

#### 4. 結論

結論を以下に要約する。

- 1) 破壊時のモール円から, 内部侵食を行うことで, 内部摩擦角がわずかに変化することが分かった。
- 2) 応力-ひずみ関係から, 侵食の有無はせん断初期段階での軸差応力の変化に大きく影響することが分かった。また,  $\varepsilon_a = 2\%$ 以降において供試体はより顕著な膨張傾向を示した。
- 3) せん断前間隙比とピーク強度の関係から, 各拘束圧のせん断前間隙比はほぼ同じであったが, ピーク強度には差が生じた。侵食により排出された土粒子だけでなく, 供試体外に排出されず供試体内に残存した土粒子が強度に影響を及ぼしている可能性が考えられる。

**参考文献** 1) 佐藤真理, 桑野玲子: 内部侵食が地盤の変形/強度特性に及ぼす影響の定量的評価, 生産研究, 66巻, 4号, pp. 3-7, 2014.

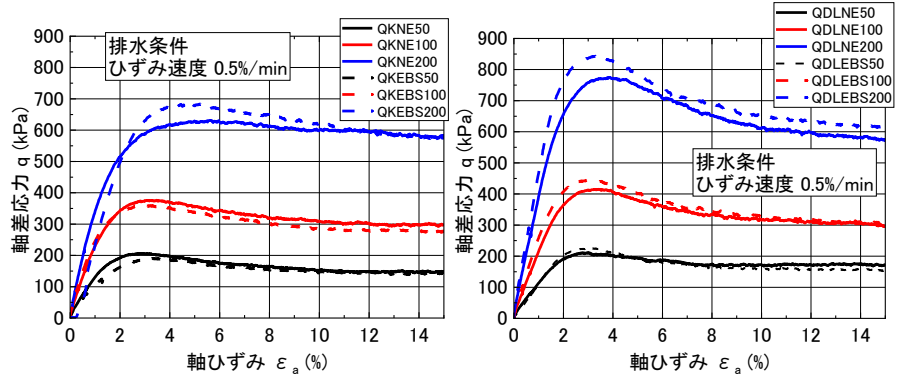


図2 軸ひずみと軸差応力の関係(左: QK, 右: QDL)

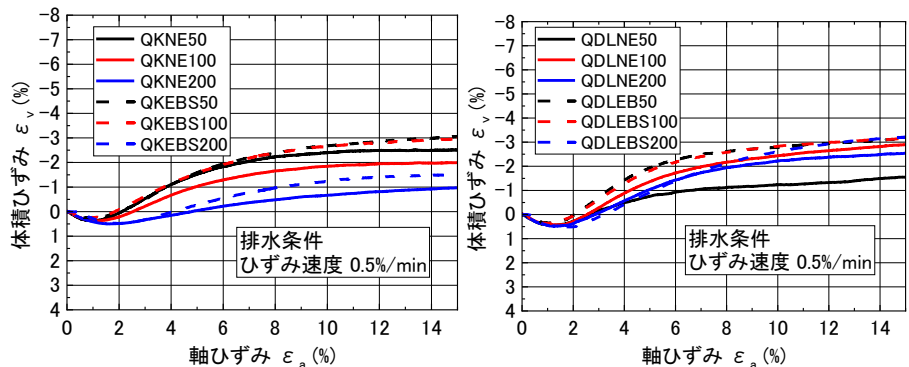


図3 軸ひずみと体積ひずみの関係(左: QK, 右: QDL)

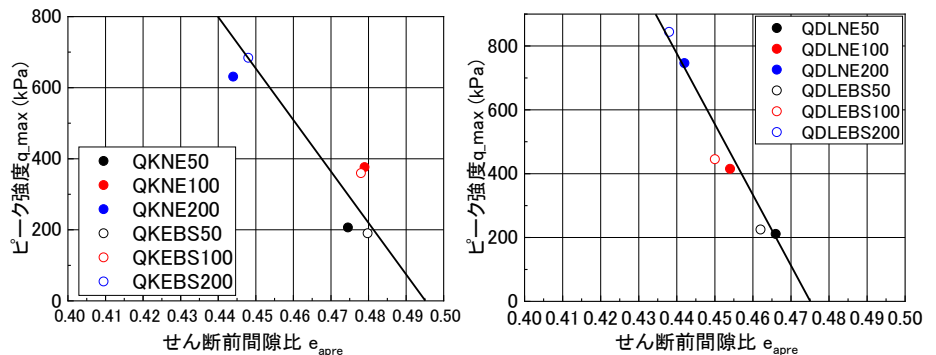


図4 せん断前間隙比とピーク強度の関係(左: QK, 右: QDL)