

カラム式侵食発生観察装置の試作

| | | |
|---------|------|-------|
| 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 |
| 山口大学大学院 | 学生会員 | 神木雄一 |
| 宮崎大学 | 正会員 | 神山 惇 |

1. はじめに 日本全国には約 21 万箇所のため池が存在するが、近年では堤体の老朽化による劣化が問題となっている。堤体劣化の原因の一つに堤体内部で発生する内部侵食が挙げられる。ため池の堤体内部は、貯水による浸透流を長期間受けた結果、細粒分が堤体内部を移動し、さらには堤外へ流出している可能性がある。また、多くのため池は江戸時代以前に築造されたものであり、用土の運搬や締固めが人力で行われていたことから、堤体の締固め度が低いことや土質の特性を考慮せずに現地発生土をそのまま使用していたことが懸念される。このような問題を考慮した上で、堤体の安定性を評価するには、細粒分が流亡しやすい土質・締固め条件や内部侵食による土粒子構造の劣化メカニズム等を明らかにする必要がある。本研究では、上記事項の解明を目的として、アクリル製の円筒カラムを用いた内部侵食発生観察装置を設計・製作した。本報では、その試験方法や検討項目について述べる。

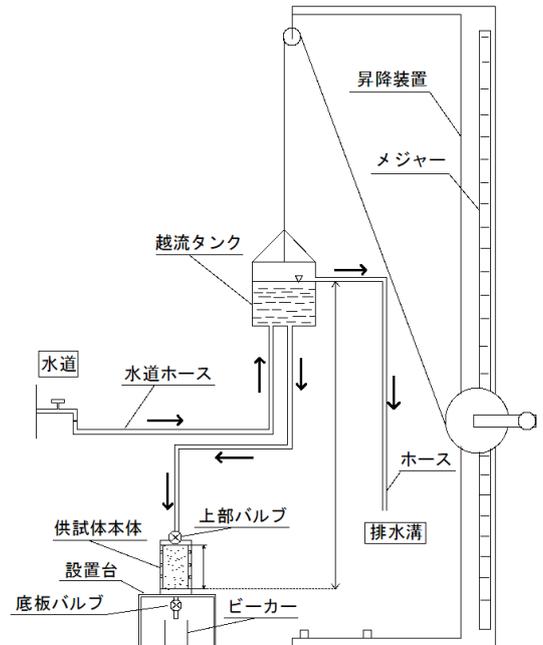


図-1 試験装置全体図

2. カラム式侵食発生装置の製作

(1) **装置の目的** 本装置は、土供試体に対して細粒分の流出をもたらす通水を行い、通水時間や通水量および排出された土砂量を計測し、その発生条件を定量的に把握することを第一の目的としている。装置の設計にあたり、以下の点に留意した。①アクリル円筒カラム内において、供試体を締固め度最大 95%まで突固めることができること、②水頭の損失や配管の目詰まりが発生しないように通水、排水経路が単純であること、③土粒子の移動を円筒外部から観察できること。対象とする土試料は細粒分をある程度含む砂質土とし、種類については適宜検討していく。

(2) **装置各部** 図-1 および写真-1 にそれぞれ試験装置の全体図および全景をそれぞれ示す。また、図-2 および写真-2 にそれぞれ円筒カラム本体の設計図と実物の写真を示す。供試体サイズは直径が 10cm で、高さは 20cm まで作製可能であ

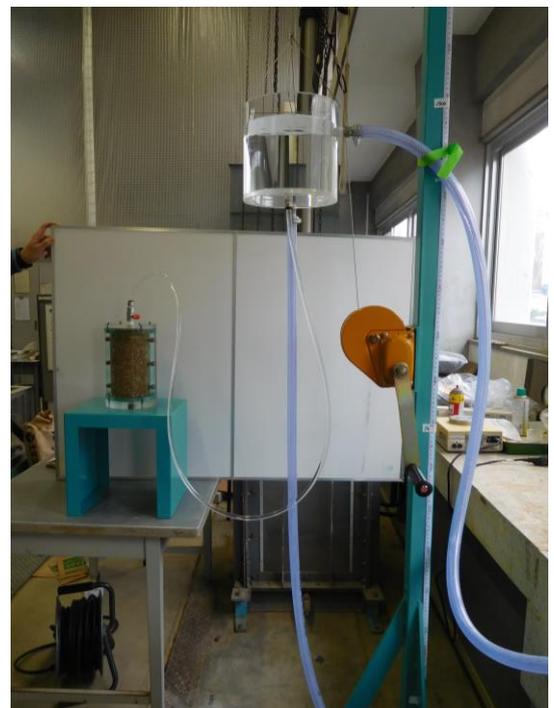


写真-1 試験装置全景

キーワード 内部侵食, 浸透流, ため池堤体

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

る。円筒カラムには供試体を外部から目視観察でき、試験終了後の供試体の解体・観察が可能な二つ割の透明アクリルを使用した。流入した水が均等に供試体に行き渡るように、供試体上部にポーラスストーンを設置した。供試体下部にはアクリル多孔板と交換可能なメッシュを設置し、排出される土粒子の粒径を調節できるようにした（写真-3）。メッシュサイズは最小で75 μm 、最大で850 μm としており、通水時間や排出土粒子の粒径から使用するメッシュサイズを適宜判断していく。また、供試体底板に漏斗状のくぼみを設けることで、土粒子が排出されやすいようにした。越流タンクはオーバーフローによって定水位を保つことができ、一定の動水勾配で供試体に鉛直下向き浸透流を与えることができる。越流タンクの水面から供試体底面までの高低差を水頭差とする。動水勾配は、実際のため池から想定される0.5~10程度まで変更できるようにした。排水および排出土粒子の回収は測定項目に応じて、ビーカーと集水ケース（図-3、写真-4）を使い分ける。透水量を測定する場合はビーカーを使用するが、それ以外は集水ケースを使用する予定である。

（3）測定項目 測定項目は通水時間、通水量、透水係数、排水の濁度および排出土粒子の炉乾燥質量である。試験終了後には、排出土砂の粒度分析を行い、排出土粒子の粒度分布を明らかにする。また、試験終了後の供試体を上・中・下に3分割し、それぞれ粒度分析を行うことで、土粒子の移動・流出に伴う供試体内部の粒度分布の変化を明らかにする。

（4）試験手順 供試体の作製、飽和および装置への設置手順を以下に示す。

供試体の作製：①二つ割り円筒カラムを組み立て、締固め用底板に乗せ、ボルトで締める。②所定の含水比になるように土試料と蒸留水を加え混合する。③所定の締固め度になるようにランマーで突き固める（写真-5）。④上部ふたを取り付け、供試体を上下逆さまにし、締固め用底板を取り外す。⑤供試体底面にメッシュ、アクリル板の順に置く。⑥漏斗状のくぼみとバルブがついた底板をつけ、ボルトで締める（写真-6）。

供試体の飽和：①供試体を上下逆さまにし、上ふたを取り外す。②供試体上面にろ紙を敷き、ろ紙固定具で固定する。③水を張ったバケツに1日間以上浸水させ、供試体の飽和度を高める。

装置への設置：①ろ紙およびろ紙固定具を外し、供試体の上面にポーラスストーンを置く。②越流タンクに水を溜め、オーバーフローするように水道からの水量を調節する。③供試

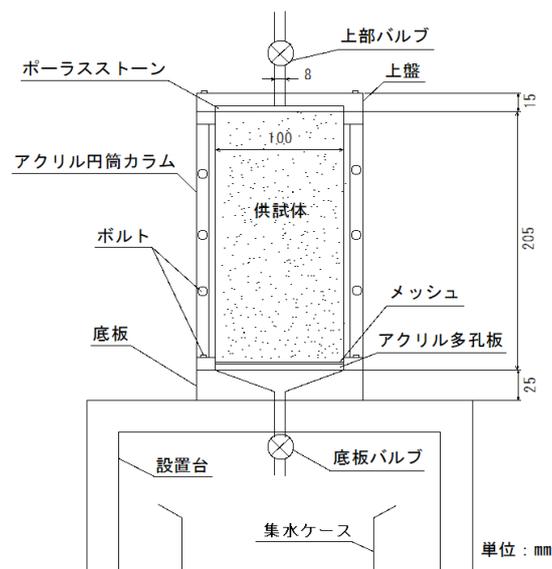


図-2 円筒カラム本体概略図



写真-2 円筒カラム本体

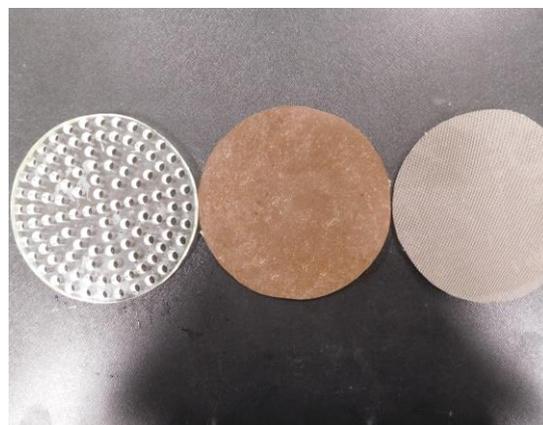


写真-3 アクリル多孔板と各種メッシュ

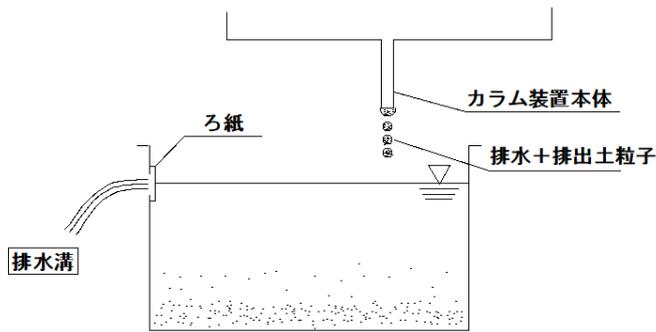


図-3 集水ケース模式図



写真-4 集水ケース本体

(写真は排水を促すためにろ紙を巻いた棒を設置している)

体上面に越流タンクとつながった上ふたを取り付け、ボルトで締める。④カラム上部のバルブを開け、ポーラスストーンへの水の浸透を確認した後、底板バルブを開けて通水を開始する。

(5) **試験条件** 本装置で検討する項目は動水勾配、通水量（通水時間）、供試体の締固め度、使用する土試料（例えば、まさ土、混合土、採取したため池堤体土等）、メッシュ径（流出できる土粒子の粒径）である。

(6) **結果の整理** 結果の整理には佐藤ら¹⁾が定義した侵食率（＝排出土砂の乾燥重量/供試体初期乾燥重量）のパラメータを用いて侵食の度合いを数値化し、通水時間や排水量、また透水係数と比較することで侵食の発生しやすさを評価する。



写真-5 締固め用具

3. 内部侵食発生要因の抽出検討 表-1 に想定される内部侵食の発生要因を示す。侵食発生の素因として粒度分布や粒子形状による粗粒子骨格の構造などの土質・材料特性に関するもの、締固め度や拘束圧といった土構造物の特性に関するものが挙げられる。また、誘因としては動水勾配、流速、通水量、通水時間といった水理学的特性が挙げられる。ため池は冒頭で述べたように人力での用土運搬、締固めによって築造された歴史的背景がある。粒度分布や細粒分含有率が様々であり、場合によっては過去の嵩上によって1つの堤体が数種類の堤体材から構成されていることや締固め度が低いことなど他の土構造物と異なる性質を持っている。これからの試験でまずは上記の(5)試験条件で挙げた検討項目の中から特に粒度と締固め度の2点に着目しつつ、細粒分が流出しやすい条件を調べていく予定である。



写真-6 カラム円筒の組み立て

表-1 想定される侵食発生要因

| | |
|----|----------------------------|
| 素因 | 粒度分布（細粒分含有率）、粒子形状、締固め度、拘束圧 |
| 誘因 | 動水勾配、流速、透水量・透水時間 |

4. まとめ 本報告では、ため池堤体内の細粒分の流出による劣化に着目し、細粒分の流出を再現できるカラム式侵食発生観察装置の設計・作製と試験方法について述べた。今後は、複数ある検討項目のうち土質と締固め度の2点に絞り、細粒分が流出しやすい土質・締固め条件を調べていく予定である。

謝辞 本研究は山口大学山口学研究プロジェクトの研究助成を受けた。ここに記して謝意を表す次第である。

参考文献 佐藤真理ら：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.325-329，2014。