

内部侵食に伴う細粒分流出の小型模型装置内での観察

Observation of outflow of fine soils due to internal erosion in small experimental apparatus

○清野 颯*・福元 豊*・大塚 悟*

Hayate Seino, Yutaka Fukumoto, Satoru Ohtsuka

1. はじめに

土構造物が被害を受ける主要な要因の1つに内部侵食が挙げられる。内部侵食は、浸透流あるいは越流の作用によって、土構造物内部の土粒子が土骨格から分離・移動する現象であり、様々な地盤災害の引き金となる。内部侵食の取り扱いが難しい理由として、直接観察できないことや、土の侵食や流亡を扱うための基礎的な知見がまだまだ十分ではないことが挙げられる。そのため、通常は見えない内部侵食が発生・進行する様子を詳しく観察できる方法の研究開発が必要である。本研究では、小型模型装置内で、内部侵食によって生じる細粒分流出を観察できる方法の検討を行った。

2. 小型模型装置

内部侵食はその発生機構によって、粗粒分の間隙から細粒分が流出する現象、浸透流の向きと逆方向に水みちが伸長する現象など、複数のタイプに分類されるが、本研究では、粗粒分の間隙へ細粒分が吸い込まれる現象が発生する内部侵食の観察を行った。この現象は **Contact erosion** に分類され¹⁾、吸い出しと呼ばれることもある。**Contact erosion** は、津波による堤防内のケーソンの安定性にも影響を及ぼすことが知られている²⁾。

模型装置は、一定流量ポンプ、侵食コントロール装置、循環用タンクの3つの部分により構成され(写真1)、それぞれはチューブ(内径:6.4mm)によって接続されている。循環用タンクに水(2L)を貯水し、ポンプ回転数を変更することによって、流量の大きさを調節することができる。侵食コントロール装置内には、写真2のように、上層に粗粒分を模したソーダガラスビーズ、下層に細粒分を模した硅砂を充填した。粗粒分と細粒分の上下の位置関係を変更した検討も今後行う予定である。



(a) 侵食コントロール装置

Erosion control apparatus



(b) 循環用タンク

Circulation tank

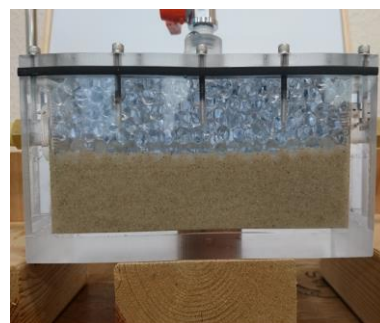


写真2 実験前の側面の様子

Side view before experiment

写真1 実験装置

Experimental apparatus

*長岡技術科学大学環境社会基盤工学専攻 Nagaoka University of Technology

土質力学, 侵食, 浸透流

3. 実験方法

上層と下層は、それぞれの層の厚さを 3cm とした。観察は定点カメラによって 3 時間程度行い、流量は 606ml/min, 1127ml/min の 2 ケースで実験を行った。この実験では時間経過に伴って、循環用タンクに細粒分が流出されていくので、濁度計によって循環用タンクの濁度を計測した。流量の違いによる時間と濁度の関係のほかに、侵食による細粒分の層厚の変化を調べた。また、画像解析によって、侵食により生じる粗粒分の沈下量も調べた。濁度と層の厚さは 30 分おきに測定し、層の厚さでは水流の流入、中央、流出の 3 箇所を測定した。

4. 実験結果

図 1 の濁度と時間の関係グラフをみると、流量が大きいほど細粒分の流出量も大きくなるのが、濁度の値の測定を通してわかった。図 2 の層の厚さと時間の関係グラフでは、流量 606ml/min, 1127ml/min のケースでともに流入箇所の吸い込みが大きくなった。また、図 3 の粗粒分の沈下量のグラフでは、流量が大きい方の沈下量が大きくなっている。今回の検討とは別に、細粒分のみ層厚 3cm として実験も行ったが、上層に粗粒分を充填した場合のような侵食はみられなかった。

5. おわりに

内部侵食に伴う細粒分流出による細粒分と粗粒分の層厚の変化を、開発した小型模型装置内で観察することができた。今後は、細粒分と粗粒分の粒子の大きさを変更するなどして、粒径差に起因する侵食の特性がどのように変化していくのかを調べる予定である。また、同じ装置を用いて、RIMS (Refractive Index Matching Scanning)³⁾ を用いた内部断面の観察も行う予定である。

謝辞：本研究は「公益信託 NEXCO 関係会社高速道路防災対策等に関する支援基金」の助成を受けたものである。

参考文献

- 1) Bonelli, Stéphane, ed. Erosion in geomechanics applied to dams and levees. John Wiley & Sons, 2013. 101~191.
- 2) Takahashi, Hidenori, et al. "Stability of caisson-type breakwater foundation under tsunami-induced seepage." *Soils and Foundations* 54.4 (2014): 789-805.
- 3) 清野 颯, 福元 豊, 大塚 悟: RIMS による土粒子と浸透流の可視化方法の検討, 土木学会関東支部新潟会研究調査発表会論文集, Vol.34, pp.170-171, 2016.

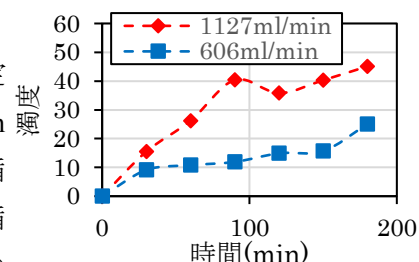


図 1 濁度と時間の関係

Relationship between turbidity and time

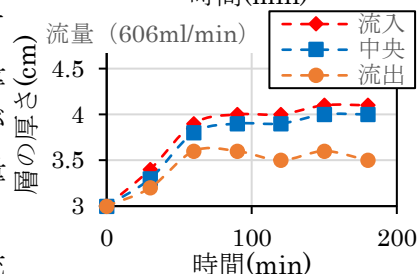
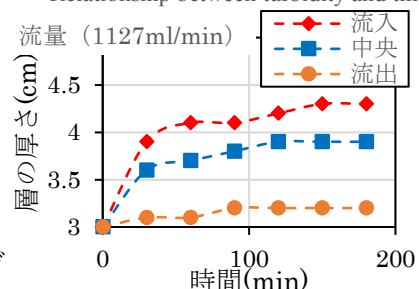


図 2 層厚と時間の関係

Relationship between thickness and time

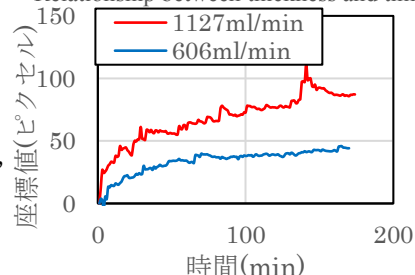


図 3 粗粒分の沈下量

The coarse fraction subsidence level

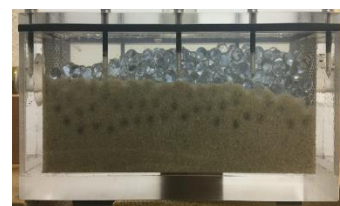


写真 3 実験後の側面の様子
Side view after experiment