

三軸試験における侵食履歴がある土の強度特性

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

東京理科大学（元山口大学） 正会員 石丸 太一

1. はじめに

浸透流によって粗粒な土粒子が形成する間隙空間を細粒分のみが流出する Suffusion の発生は、土構造物の強度に影響を及ぼすことが分かっている。しかし、その発生メカニズムや影響因子とその度合いはいまだ明らかにされていない。本研究では、過去に Suffusion が起きたことがある供試体に対して三軸圧縮試験を実施し、Suffusion 履歴がせん断強度に与える影響について調べた。

2. 使用した土試料

今回使用した土試料は、珪砂4号とカオリンを混合し、細粒分含有率 F_c が 10% になるように調整した土試料であり、GG10 と呼ぶ。GG10 は、ある区間の粒径が取り除かれた粒度分布を持つ土であり（gap-graded soil と呼ばれる）、Chang and Zhang ら¹⁾ の内部安定指標により内部不安定と判定される。図1に使用した GG10 と比較のために珪砂4号、カオリンの粒径加積曲線を示す。

3. 試験方法

図2に Suffusion の再現に用いたカラム通水実験装置を示す。カラム右側の注水タンクを昇降させることで、所定の動水勾配で水を浸透させることができる。このカラムは供試体に通水した後、三軸供試体をサンプリングすることを考慮して、二つ割の亚克力容器になっている。供試体は直径 10cm、高さ 20cm の円筒形である。供試体は最適含水比 14% に調整した GG10 を 10 層で突き固めて作製した。本研究では、浸透破壊に至るまで動水勾配を段階的に上昇させた通水実験（パターン F）、動水勾配 0.9 で 24 時間通水した通水実験（パターン C）を行った。通水実験後、高さ 10cm、直径 5cm の円筒型の亚克力モールドを 2 つ繋いだものを、カラム供試体に静的に押し込み、カラム上・下層から三軸供試体を各 1 個採取した。また、三軸試験では侵食を発生させない条件（NE）、三軸試験で侵食を発生させる条件（EBS）、カラム通水実験段階で侵食を発生させておく条件（カラム上・下層）の計 4 ケース実施した。なお、EBS はせん断前に侵食を発生させ、下部ポットに排出

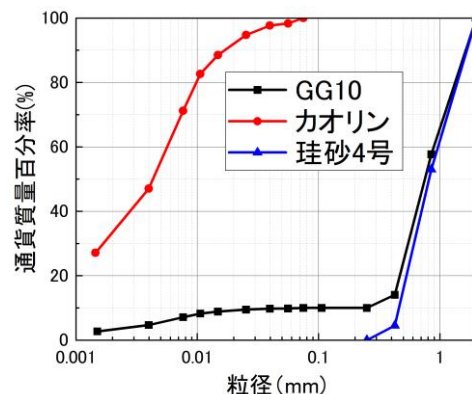


図1 本研究で使用した土試料の粒径加積曲線

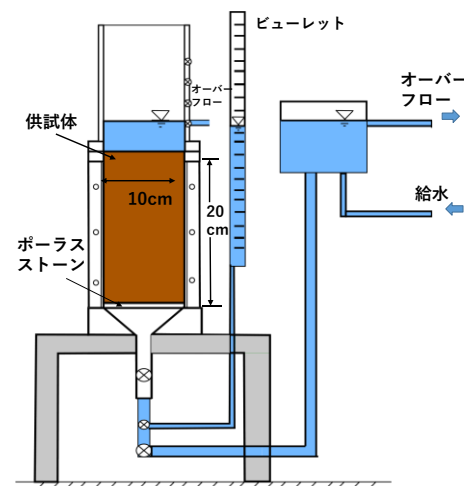


図2 カラム通水実験装置（模式図）

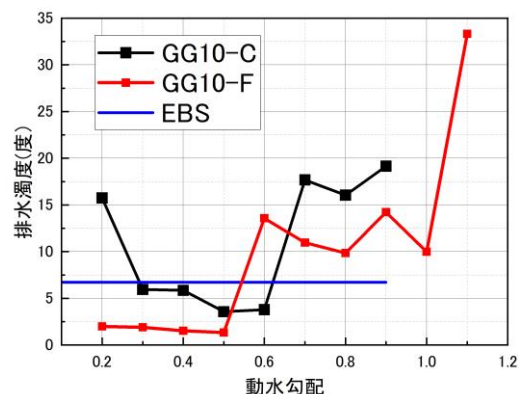


図3 排水濁度と動水勾配の関係

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

された水の濁度を測定した。

4. 結果と考察

図3に通水中の供試体上面から滲み出てきた水の濁度と動水勾配の関係を示す。濁度計は笹原理工業製 TR-55 を用いた。その結果、動水勾配の増加に対して濁度は増加する傾向がみられるが、その値は総じて小さい。ただし、動水勾配が 1.0 に近くなると、供試体上面に白濁が観察できた。

図4に動水勾配と流量の関係を示す。浸透破壊した供試体（パターンF）は、動水勾配が 1.0 以上になると、直線関係から逸脱することが見て取れる。また、パターンCでは動水勾配と流量は直線関係にとどまることがわかる。このことから、浸透破壊に至るまでは層流が生じており、ダルシー則の適用範囲内にあるといえる。

図5に F_c の供試体高さ方向の分布を示す。高さ 14cm で浸透後の F_c は浸透前よりもいくぶん大きくなっており、目詰まりが発生したとみられる、それ以外の高さでは 1~2% 程度の F_c の低下がみられ、侵食の発生が確認された。

次いで、通水実験後の土試料から切り出した供試体に対する圧密排水三軸圧縮試験結果を示す。図6の応力・ひずみ関係より、カラム下層の方がカラム上層よりもピーク強度が大きいことがわかる。カラム上層の方が F_c は高いことと、通水に伴う供試体の収縮によって生じた密度の差が影響したことがこの原因として考えられる。なお、このケースに対応するカラム供試体上面に約 5 mm の沈下がみられ、これを裏付けている。また、実際にサンプリング後の供試体の締固め度は上層が 85%、下層が 88% と、初期の 90% よりも低下していたことがわかっている。また、侵食履歴のないケース（NE）よりもカラム上下層のピーク強度は下がっていることがわかる。図7に軸ひずみと体積ひずみの関係を示す。膨張傾向はピーク強度からの低下量に対応する結果となった。

4. まとめ

カラム上・下層の供試体の応力・ひずみ関係を比較すると、カラム下層の方がピーク強度が高い結果となった。これは、供試体の細粒分と密度の違いによると考えられる。また、通水による侵食履歴の有無によって土の強度特性は異なる。

参考文献

- 1) Chang D.S., Zhang L.M.: Extended internal stability criteria for soils under seepage, Soils and Foundations, Vol.53, No.4, pp.569-583, 2013.

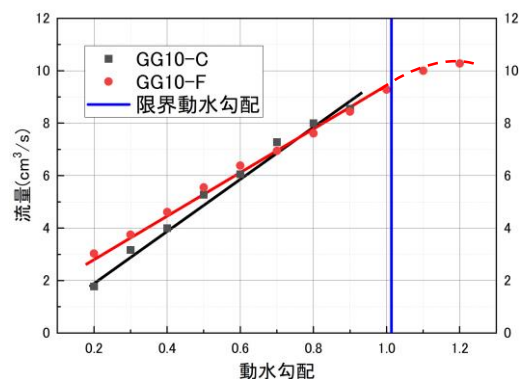


図4 流量と動水勾配の関係

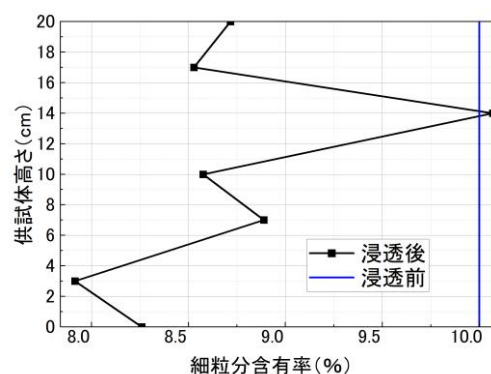


図5 供試体高さ と 細粒分含有率の関係

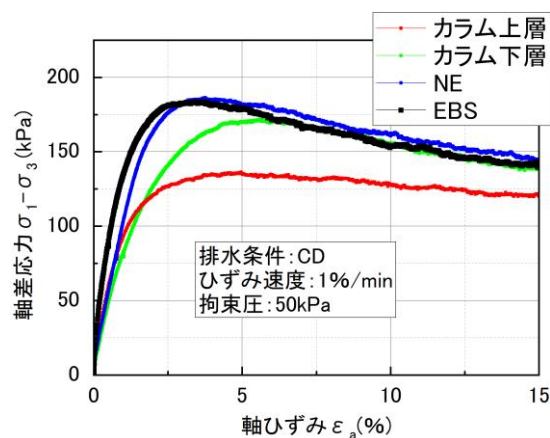


図6 応力・ひずみ関係

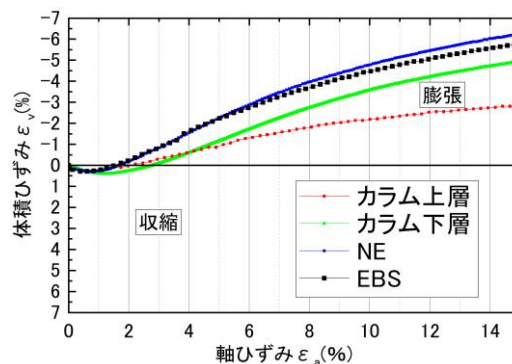


図7 体積ひずみと軸ひずみの関係