

## 一次元圧縮下における破碎泥岩粒子のスレーキング挙動の可視化

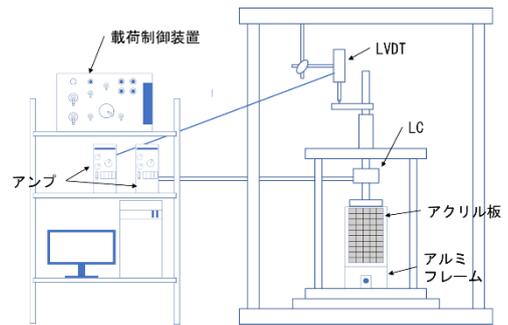
茨城大学 学生会員 ○根本 崇生  
茨城大学 正会員 榎本 忠夫

### 1. はじめに

2009年に発生した駿河湾沖を震源とした地震では、東名高速道路牧之原SA付近の盛土が崩壊した。この盛土崩壊の原因として、盛土下部が風化しやすい泥岩の層になっていたこと、長年の湿潤と乾燥の作用によりスレーキングが発生し強度と透水性が低下したこと、盛土内の地下水位が上昇したことが主に考えられている<sup>1)</sup>。泥岩は脆弱岩の中でも被災土量が最も多い<sup>2)</sup>。そのため、これまでスレーキングによる泥岩の変形・強度特性の変化に関する研究が行われてきた。菊本ら<sup>3)</sup>は破碎泥岩を対象に従来の拘束力を与えない条件下での促進スレーキング試験とともに、一次元圧縮条件下でのスレーキング試験を行った。小口<sup>4)</sup>の研究では一次元圧縮条件下における破碎泥岩のスレーキングによる変形過程と剛性変化の調査を行うとともに、スレーキング現象の可視化を行った。しかし、供試体が円柱であったため、側面の様子を写真に収める際に歪みが生じてしまい、正確な挙動を確認するのが困難であった。本研究では新たな供試体容器の作製と使用材料の粒径調整を行い、スレーキング現象の視認性を向上させることを目的とする。

#### 2.1 実験装置の概要

実験装置の概要を図—1に示す。本実験では供試体に一次元圧縮応力を加えるために、三軸試験機を用いた。各種センサーは接触式変位センサー(LVDT)、ロードセル(LC)で構成され、それぞれ鉛直変位、鉛直荷重を測定する。供試体容器については供試体寸法が縦50mm、横50mm、高さ100mmの四角柱となるように、本体をアルミフレームで形成した。また、観察する側面にはアクリル板を装着した。これらにより、小口<sup>4)</sup>の研究で生じていた観察面の歪みを防ぎ、供試体断面を平面として観察できるようにした。



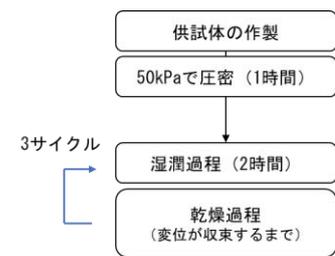
図—1 実験装置の概要

#### 2.2 試料の概要

本実験は使用する供試体には粒径4～4.75mmの破碎泥岩と、粒径5mmのガラスビーズを用いた。これは視認性の向上という課題から小口の研究で使用されたものより粒径が大きい。本研究のCASE1ではガラスビーズ80%、破碎泥岩20%、CASE2ではガラスビーズ60%、破碎泥岩40%の重量比で供試体を作製した。

#### 2.3 実験手順

試験手順を図—2に示す。供試体の間隙比が0.744(ガラスビーズ100%の相対密度 $D_r=60\%$ に相当する)となるよう、空気乾燥試料を5層に分けて締め棒を用いて詰めた。また、供試体の上面と底面にはろ紙とポーラスストーンを配置した。供試体を作製した後に三軸試験機に設置して、鉛直応力 $\sigma_v=50\text{kPa}$ を加えて一時間圧密した。湿潤過程では供試体下部から上部にかけて2時間水浸させ、乾燥過程では真空ポンプから10kPaの負圧をかけ供試体の変位が収束するまで続けた。以上の乾湿過程を3サイクル実施した。また、スレーキング現象の観察のために乾湿過程の合間に写真撮影を行い、湿潤過程、乾燥過程の開始直後に動画撮影を実施した。



図—2 実験手順

キーワード 破碎泥岩, スレーキング現象, 一次元圧縮, 可視化,

連絡先 〒316-8511 茨城県日立市中成沢町4-12-1 榎本研究室 TEL: 0294-38-5004 E-mail: takao11039@gmail.com

### 3. 実験結果

#### 3.1 可視化について

図—3 に CASE1, 図—4 に CASE2 の乾湿過程前後の様子を, それぞれ示す. 両者ともに実験開始前には観察面で確認できたガラスビーズが, 一部埋もれていることが分かる. これは図—5 のように乾湿繰り返しによって細粒化した泥岩が, ガラスビーズとアクリル板の間に充填され, 観察できるガラスビーズの面積が小さくなったためである. 供試体を土粒子単位で観察すると, 次のようなことが分かった. 図—3, 図—4 の赤枠はガラスビーズ, 白枠は泥岩を, それぞれ1粒ずつ囲っている. 実験終了時には CASE1, CASE2 ともにガラスビーズと泥岩が下方方向に変位していることが分かった. さらに, ガラスビーズの中には乾湿開始前には供試体表面にあったものが, 乾湿過程終了時に内部に押し込まれていることが観察できた. これらことから泥岩の混入する土では, 泥岩のスレーキング現象によって他の非破碎粒子が三次元的に移動することが分かった.

#### 3.2 圧縮特性について

各 CASE の鉛直変位と時間の関係を図—6 に示す. どちらの CASE も, 通水中の鉛直変位が乾湿を繰り返すごとに小さくなっていることが分かった. また, CASE2 は CASE1 より通水時の変位量が大きいことが分かる. さらに乾燥開始から変位が収束するまでの時間においても, CASE2 の方が長いということが, 図—6 から見て取れる. これらは CASE2 の方がより多くの泥岩を含んでいることによって, 泥岩の変形特性の影響をより大きく受けるためであると考えられる.

#### 3.3 実験後の粒度分布

実験後の供試体の粒度分布を図—7 に示す. CASE1, CASE2 ともに 4mm 以下の分布が確認できる. これは乾湿履歴を与えられた泥岩がスレーキング現象を引き起こし, 細粒化した為と考えられる. また各 CASE にてそれぞれ, 乾湿過程によって供試体の一部が団粒化しており, ガラスビーズの粒径 (5mm) より粒径の大きい土粒子がみられた.

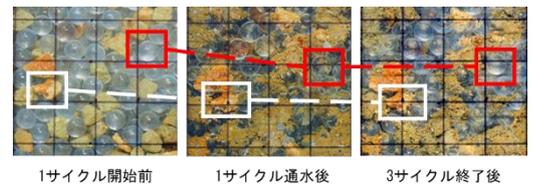
### 4. 結論

本実験で得られた知見を以下に示す.

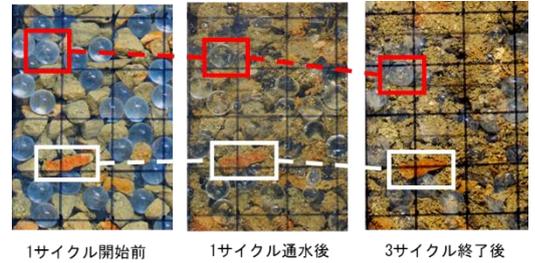
- 乾湿過程の前後で供試体のガラスビーズおよび泥岩粒子の三次元的な変位と, 泥岩の変形を確認できた.
- スレーキング現象による泥岩の変形が非破碎粒子の移動に影響を与えている.
- 泥岩含有率が高いほど, 供試体は乾燥に時間を要する.

#### 参 考 文 献

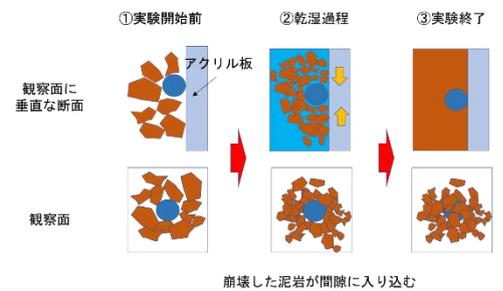
- 1) 中日本高速道路株式会社 高速道路資産の長期保全及び更新のあり方に関する技術検討委員会 第3回資料, 平成25年
- 2) 中日本高速道路株式会社 東名高速道路牧之原地区地震災害検討委員会報告書, [https://www.c-nexco.co.jp/images/press\\_conference/44/12797178954e004ffa764cb.pdf](https://www.c-nexco.co.jp/images/press_conference/44/12797178954e004ffa764cb.pdf) (2021年10月26日閲覧)
- 3) 菊本 統, 福田拓海, 京川祐之: 破碎泥岩のスレーキング現象と変形挙動, 土木学会論文集 C (地圏工学), Vol.72, No.2, 126-135 2016
- 4) 小口公: 一次元圧縮条件下における破碎泥岩のスレーキング現象の可視化に関する試み, 土木学会関東支部 第48回技術研究発表会, Ⅲ-36, 2021



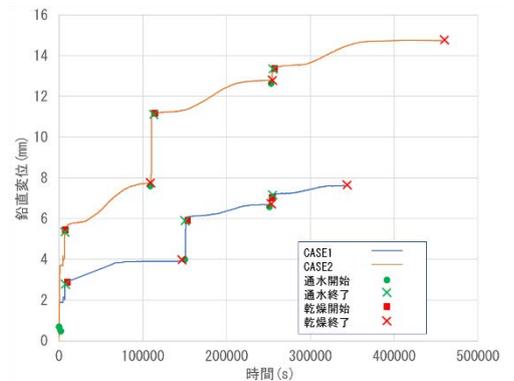
図—3 CASE1 の供試体の変化



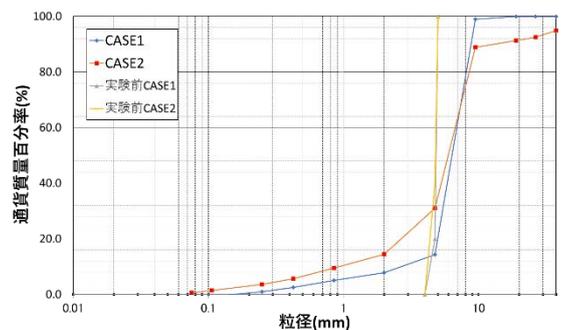
図—4 CASE2 の供試体の変化



図—5 ガラスビーズが埋没する仕組み



図—6 供試体の鉛直変位と時間の関係



図—7 実験後の供試体の粒度分布