

令和 4年 4月 26日

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
受託者 三菱UFJ信託銀行株式会社 宛

研究概要書

研究課題：泥岩盛土内における地下水位変動に着目したスレーキング進行メカニズムの実験・解析的考察

研究代表者：名古屋大学大学院工学研究科 助教 酒井 崇之

共同研究者：名古屋大学大学院工学研究科 教授 中野 正樹

はじめに

一般に、泥岩のスレーキング現象は、乾燥・水浸を繰り返して進行すると言われている。しかし、変状が起きている盛土内部を調査すると、地下水位の変動によって飽和度変化が起きている場所だけではなく、常に水で飽和している地下水位以下であっても、スレーキングが進行していた。地下水位以下においても、何故スレーキングが進行するかの解明は盛土の耐震性向上にとって非常に重要である。本研究では地下水位以下のスレーキングの進行を地下水位に変動による全応力の変化と予想し、この変化を三軸試験内で模擬し、その力学挙動を考察した。

その結果、非排水せん断試験の結果に関して、繰り返し全応力変化を受けた供試体の強度は受けていない供試体に比べて小さくなり、非排水せん断試験後の粒度は、応力比の高いケース、低いケース共に繰り返し全応力変化を受けていない供試体と比べると少し細粒化が進行していた。

1. 研究の目的

泥岩は世界各地に広く堆積しており、地盤工学の分野で多用される地盤材料である。泥岩は、日本でも既に多くの道路盛土に使用されており、日本の地盤を支える重要な材料である。しかし、泥岩の中には水浸すると組織の結合力が破壊されて泥状化あるいは細粒化するという特徴を持つものがある。この現象をスレーキング現象と呼ぶ。泥岩を使用する盛土はスレーキング現象による沈下や強度の低下といった問題を抱えており、安全性に対する懸念が高まっている。スレーキング現象は、地下水の変動や雨水によって泥岩が乾燥したり湿潤したりを繰り返すことで、促進されることが多いが、常に水で飽和している地下水位以下であっても、スレーキングが進行していた。地下水位以下においても、スレーキングが進行したケースが確認されている。本研究では地下水位以下のスレーキングの進行を地下水位に変動による全応力の変化と予想し、この変化を三軸試験内で模擬し、その力学挙動を考察した。

2. 実験条件

本研究で用いた泥岩は神戸で採取された泥岩および鈴鹿で採取された泥岩である。この泥岩を神戸5と呼ぶ。神戸5はX線回折試験よりスメクタイトを含有していることがわかる。また、スレーキング率試験からスレーキング率が100%であり、非常にスレーキングしやすいことがわかった。

供試体は、圧縮試験機により、モールド内に静的に締固めて作製した。締固め後の空気間隙率が15.0%になるような含水比になるように水分を調整した。密度については、 $\rho_{dmax} \times 0.9$ である。なお、供試体寸法については、内径7.5 cm、高さ15 cmである。締め固めた後の供試体をモールド内で1日水浸させた後、三軸圧縮試験機にセットする。二重負圧法で飽和化させたあと、背圧を400kPaまで上昇させる。B値が95%以上であることを確認した。その後、図-1に示す「前」の応力状態にし

た。そして、体積変化収束後、24時間かけて「後」の応力状態になるよう载荷した。所定の応力状態に到達後、今度は応力比を一定に保ったまま除荷を開始し、24時間かけて「前」の応力状態に戻す。この応力変化を3サイクル繰り返した後、体積変化が収束していることを確認し、軸差応力がゼロになるよう除荷し、有効拘束圧が100kPaになるようにセル圧を上昇させて圧密を実施する。圧密収束後0.014mm/minのせん断速度で非排水せん断試験を実施した。なお、応力比はそれぞれ、低いケースが0.75、高いケースが1.2と設定した。

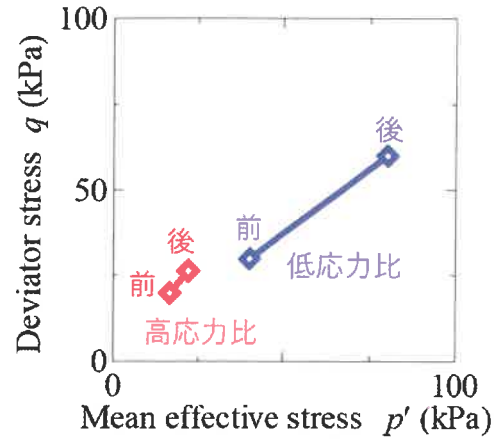


図-1 応力比変化

3. 全応力変化によるスレーキング進行が泥岩の力学挙動に及ぼす影響

繰り返し応力変化を与えた後の供試体に対して実施した非排水せん断試験の結果を図-2に示す。応力履歴の影響を把握するため、全応力変化を受けていない供試体に対する非排水せん断試験の結果も掲載した。これらを比較すると、全応力変化を受けていない供試体に比べて、全応力変化を受けた供試体はせん断時比体積が大きいにも関わらず

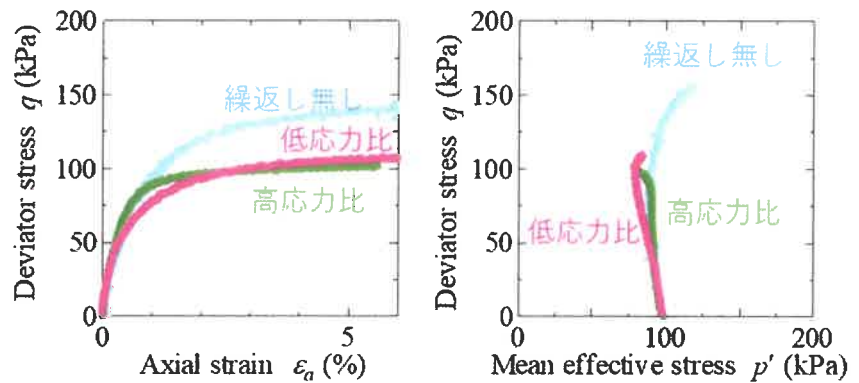


図-1 三軸圧縮試験結果

最大軸差応力が小さくなった。つまり、繰り返し全応力変化を与えることで、供試体の強度は低下することがわかった。一方、応力比の変化の影響を見ると、最大軸差応力にほとんど差が見られなかった。また、応力パスもほとんど同じであった。

試験後の供試体に対して実施した粒度試験の結果を図-3に示す。また全応力変化の影響を把握するため、繰り返し全応力変化を与えていない供試体の非排水せん断後粒度を掲載する。繰り返し全応力変化を経験していない供試体と比較すると、応力変化を繰り返し受けた供試体は若干細粒化していた。しかし、礫分含有率の変化などは小さく、強度低下に影響を及ぼした原因は粒径変化だけではないと考えられる。

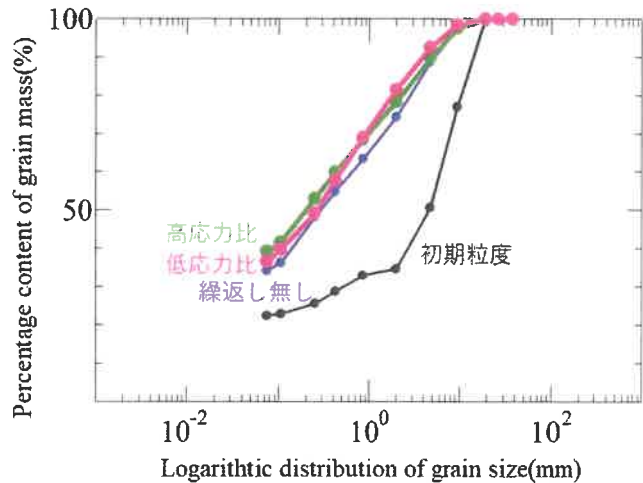


図-3 試験後供試体の粒度

4. まとめ、今研究で得られた成果、今後の課題等

本研究で得られた成果は、非排水せん断試験の結果に関して、繰り返し全応力変化を受けた供試体の強度は受けていない供試体に比べて小さくなり、非排水せん断試験後の粒度は、応力比の高いケース、低いケース共に繰り返し全応力変化を受けていない供試体と比べると少し細粒化が進行していた。本研究では、試験機の制約上、小さい応力しか与えることができなかったが、今後は様々な応力状態で同様の試験を実施したい。また、これらの結果を弾塑性構成式で再現することで、スレーキング現象を数値解析上で再現するためのデータを蓄積していく。