

スレーキングの進行程度が泥岩の力学特性に及ぼす影響

名古屋大学 正会員 ○酒井 崇之

名古屋大学 フェロー会員 中野 正樹

名古屋大学 学生会員 工藤 佳祐 早野 智彦

1. はじめに

2009年に崩壊した東名高速道路牧之原SA付近における盛土では、盛土材として泥岩が用いられていた。その崩壊の原因として、盛土材として用いられていた泥岩がスレーキングを起こし、泥濘化したことが原因とされている¹⁾。日本の道路盛土の建設現場では、トンネル掘削や切土のり面から発生した泥岩が、盛土材として用いられることがあるため、泥岩盛土の時間経過に伴う安全性や耐震性の低下が懸念される。本稿では、日本各地で採取した3種類の異なる泥岩に対し、乾湿繰返し細粒化率試験²⁾により、各種泥岩がどのようにスレーキングが進行していくのかを調べた。また、3種類の泥岩を用いてスレーキング進行の程度の異なる供試体を作製し、標準圧密試験と三軸圧縮試験を行い、スレーキング進行程度の違いが力学特性に及ぼす影響を乾湿繰返し細粒化率試験の結果を踏まえて考察した。

表-1 各種泥岩のスレーキング率と破碎率

2. 3種類のスレーキング特性について

表-1は泥岩のスレーキング率と破碎率を示す。

表-1には全国のスレーキングしやすい泥岩の試験結果の取る範囲と平均も示している。今回用いた泥岩は、全国の取る泥岩の範囲に入っている。

	泥岩 A	泥岩 B	泥岩 C	日本の泥岩	
スレーキング率 (%)	44	47	82	範囲	19.5~61.5
				平均	46.0
破碎率 (%)	49	43	44	範囲	55.6~100
				平均	92

図-1は乾湿繰返し細粒化率試験の結果を示している。乾湿繰返し細粒化率試験は、スレーキング率試験(JHS110-2015)を参考に著者らが提案した試験方法である。詳細は文献2)を参照されたい。図-1の4.75mmふるい通過率が大きくなればなるほど、泥岩のスレーキングが進行していることを示している。泥岩A、Bのようにスレーキング率が同程度であっても、スレーキング進行の仕方が全く異なっている。泥岩Aはサイクル数が1~5回ではあまりスレーキングが進行せず、6回目以降スレーキングが進行していく。泥岩Bはサイクル数1, 2回でスレーキングが進行し、その後はほぼ一定の割合でスレーキングが進行していく。泥岩Cはサイクル数1~5回で急激にスレーキングが進行し、サイクル数が6回以降はなだらかにスレーキングが進行していく。

3. せん断特性にスレーキング進行程度が及ぼす影響

三軸圧縮試験の供試体は、試料を9.5~19mmに調整し、最適含水比に調整した後に、所定の締固め度になるようにランマーで突き固めて作製した。供試体は直径7.5cm、高さ15cmであり、締固め度 D_c は95%である。試験機に供試体をセットした後、二重負圧法で飽和化させた。その後100kPaで24時間等方圧密を行い、ひずみ速度15%/dayで試験を行った。試験結果を図-2~4に示す。図-1において、サイクル数1, 2回でスレーキングがほとんど進行しない泥岩Aでは、乾湿を1, 2回与えただけでは、有効応力パスは変化したものの、最大軸差

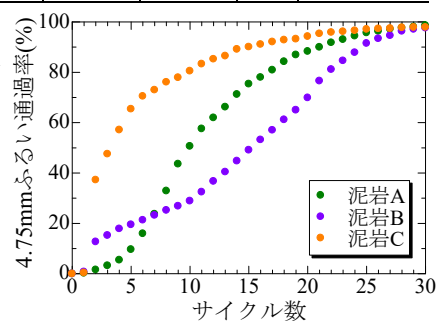


図-2 乾湿繰返し細粒化率試験結果

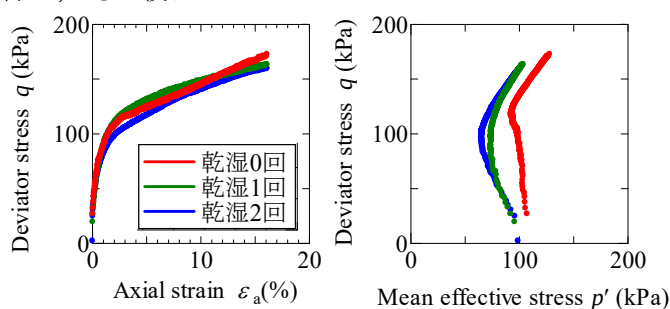


図-3 三軸圧縮試験結果(泥岩 A)

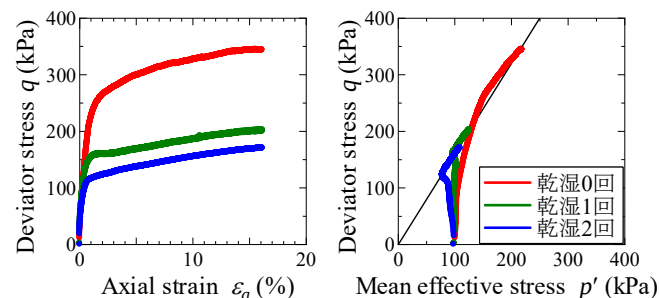


図-4 三軸圧縮試験結果(泥岩 B)

応力は減少しない。図-1において、サイクル数1回でスレーキングが進行する泥岩Bでは、乾湿1回で、細粒化が進行したため、最大軸差応力が半減した。一方、乾湿1回と2回で比較すると、細粒化が進行しないため、せん断挙動の変化は小さい。図-1において、サイクル数1, 2回でのスレーキング進行程度が最も大きい泥岩Cでは、泥岩Bよりも細粒化に伴う最大軸差応力の低下が小さい。この原因として、泥岩Cがスレーキングしやすく、供試体作製時の含水比調整や試験中の飽和過程によって細粒化が進行してしまったために、乾湿0回でも細粒化が進行してしまったことが挙げられる。

4. 圧縮特性にスレーキング進行程度が及ぼす影響

標準圧密試験においては、粒径4.75~9.5mmに調整した試料を用いて供試体を作製した。供試体の締固め度は95%である。図-5、図-6、図-7は泥岩A, B, Cの標準圧密試験結果をそれぞれ示す。泥岩Aでは、乾湿1回の圧縮線は乾湿0回と似ている。乾湿2回については、圧密降伏応力が観測された。しかし、泥岩B, Cと比較して、乾湿サイクル数増加に伴う圧縮挙動の変化は小さい。泥岩Aは、サイクル数1, 2回では、ほとんど細粒化が進行せず、泥岩BやCは、サイクル数1, 2回で、細粒化が進行するからである。泥岩Bは、乾湿1回, 2回では、ほとんど同じ挙動を示し、乾湿0回と比較して圧縮量が多い。泥岩Bは、1サイクル目において、細粒化が進み、その後細粒化が進行しづらくなるため、乾湿0回は1回と挙動が大きく異なり、乾湿1回と2回は挙動がよく似ている。泥岩Cについては、圧密降伏応力は、乾湿0回が最も大きい。また、乾湿1回, 2回は、ほとんど同じ挙動を示し、乾湿0回と比較して圧縮量が多い。標準圧密試験から、細粒化の進行に伴い圧縮量は増し、圧密降伏応力の低下がみられた。

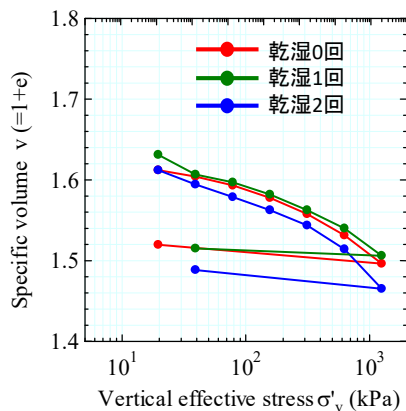


図-5 標準圧密試験結果(泥岩A)

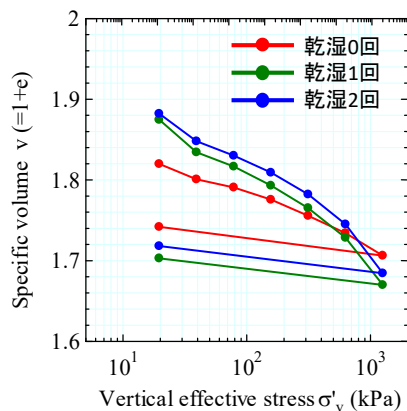


図-6 標準圧密試験結果(泥岩B)

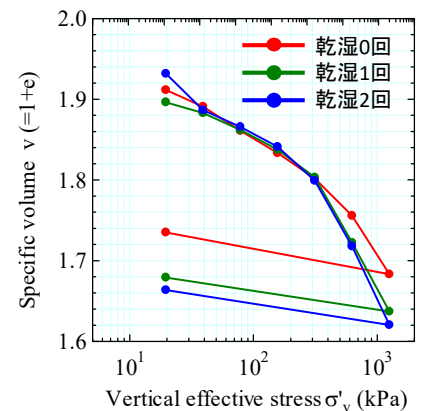


図-7 標準圧密試験結果(泥岩C)

5. まとめ

泥岩に乾湿を与えることにより、泥岩が細粒化し、力学挙動が変化する。特に、乾湿繰返し細粒化率試験において、細粒化が進行するサイクル数において、最大軸差応力が大きく低下し、圧縮量が大きくなる。今後、泥岩の細粒化進行の把握とそのモデル化、最終的には細粒化はどこまで進行するのかについて取り組んでゆく。なお本報告は、科学研究費補助金(若手研究(B):課題番号16K18147)の助成を受けたものである。また、株式会社高速道路総合技術研究所の安部哲生氏には試料採取などにご協力いただいた。ここに記して感謝申し上げる。

参考文献

1) 齊藤康博, 鳥本康弘(2011): NEXCO 中日本における防災への取組み, 地盤工学会中部支部, 第20回調査・設計・施工技術報告会, pp.1-2.2) 倭大史, 中野正樹, 酒井崇之, 福田雄斗, 工藤佳祐(2015): 各種泥岩のスレーキング特性把握にむけた新たな試験方法の提案, 第70回土木学会年次学術講演会講演概要集, pp.101-102.