

海成頁岩のスレーキング防止対策に対する基礎的検討

日本大学工学部 学生会員 ○中井 佑介・正会員 梅村 順

1. はじめに

堆積軟岩のスレーキング現象は古くからの工学問題であり、これまで多くの研究がなされてきた。それらは公団基準のスレーキング率試験¹⁾や ISRM 基準の耐スレーキング試験²⁾として実用化されているが、これらは主としてスレーキング現象の把握を目的としたものが殆どである。

堆積軟岩のスレーキング現象は乾湿繰返し作用を主因とされているが、降雨の浸透に伴う溶脱等、化学的作用も誘因であると考えられ、スレーキング現象を抑制・抑止して堆積軟岩を積極的に有効利用するには、それら誘因も考慮する必要があると考えた。そこで本研究では、堆積軟岩のスレーキング現象を抑制・防止する対策を検討するための基礎として、スレーキング中の化学的作用を確認するための、pH、および、電気伝導度(EC)に着目した試験を実施したので、その結果について報告する。

2. 試料・試験方法

試料は図-1 に示すいわき市久之浜 BP 地すべり被災現場近傍で、その発生箇所と同層順から異なる 2 種類の泥・頁岩を採取し、それぞれ No. 1・No. 2 として用いた。

実験手順は、図-2 のフローチャートに示すとおりで、旧日本道路建設公団のスレーキング率試験を基準とし、それに化学的性質の変化を測定する部分を追加した。

試験はまず、採取した試料を破碎して粒径が 9.5～37.5mm の礫にし、No. 1, No. 2 それぞれ 3kg×3 個を用意して供試体とした。次いでそれら供試体を 110℃±5℃の乾燥炉で 24 時間以上炉乾燥して質量を測定した。その後、供試体の乾燥質量に対して 0.7 倍の蒸留水に浸し、2 時間後によく攪拌してから水浸水をビーカーに採取した。採取した水浸水は、供試体の乾燥質量に対して質量比が 5 になるよう調整し、pH、および電気伝導度(EC)を測定した。

水浸を 24 時間以上行ってから、0.075, 9.5, 19, 26.5mm ふるいそれぞれで水洗いし、粒径毎分取してそれらを炉乾燥した。ここまでするを 1 サイクルとし、この操作を 5 回繰り返した。ここでスレーキング率、細粒分含有量は以下の式で求めた。

$$\frac{(\text{初期乾燥質量}) - (9.5\text{mm ふるい残留質量})}{(\text{初期乾燥質量})} \times 100(\%) = (\text{スレーキング率})$$

$$\frac{(\text{初期乾燥質量}) - (0.075\text{mm ふるい残留質量})}{(\text{初期乾燥質量})} \times 100(\%) = (\text{細粒分含有量})$$

3. 試験結果と pH、EC とスレーキング率、細粒分含有量の関係

試験結果を図-3 から 6 にそれぞれ示した。スレーキング率は、No.1,2 両供試体とも、乾湿の繰返しに伴い増加するが、No.1 が、繰返し回数 3 回目ではほぼ全量が細粒化するのに対し、No.2 は 3 割程度が 3 回目以降、No.1 や

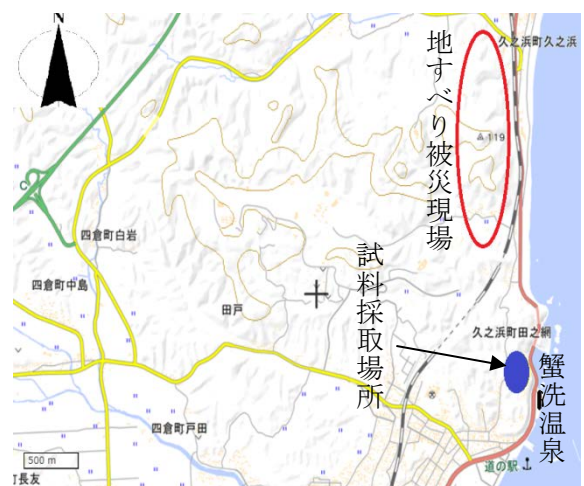


図-1 試料採取地案内図
(国土地理院電子地形図に加筆)

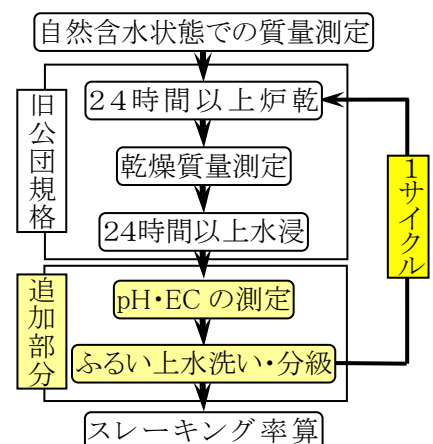


図-2 試験フローチャート

キーワード スレーキング、室内試験、溶脱

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 番地 日本大学工学部 TEL 024-956-8709

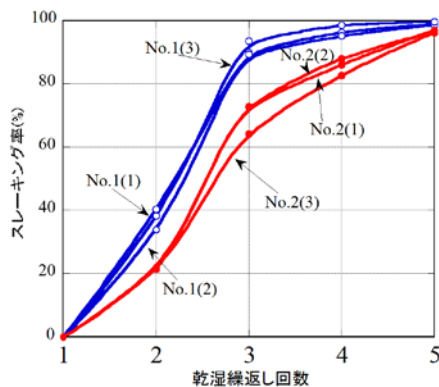


図-3 乾湿繰返しに伴うスレーキング率の変化

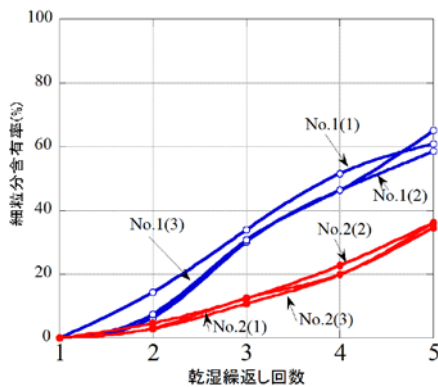


図-4 乾湿繰返しに伴う細粒分含有率の変化

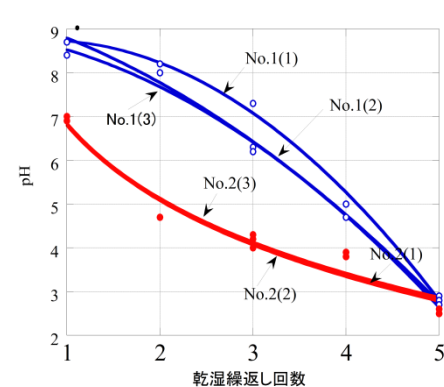


図-5 乾湿繰返しに伴う pH の変化

3 回目までに較べてスレーキング率増加割合が減少する傾向を呈した。また、細粒分含有率は、No. 1 の方が大きくなった。さらに、pH は No. 1 に較べて No. 2 は、乾湿繰返しの初期の段階で大きく低下する傾向を、また、EC は、No. 2 で乾湿繰返し 4 回目以降に急増する傾向をそれぞれ示した。

これらから、pH、EC とスレーキング率の関係をそれぞれ図-7、8 に示した。スレーキング率と pH との関係では、スレーキング率が高いときほど、酸性を呈する傾向にあった。No. 1, 2 を比較すると、No. 1 では、No. 2 に比べ、スレーキング率が 80%以上のときに pH が大きく酸性に向かう傾向にあった。

一方、スレーキング率と EC との関係では、スレーキング率が高いときほど EC が大きくなる傾向にあった。No. 1, 2 を比較すると、スレーキング率 80%以下では EC 値はほぼ同じであり、また、スレーキング率が 90%以上になると No. 1, 2 とともに急激に増加する傾向にあった。この傾向は、上述した pH での傾向と併せると、pH の酸性化と EC 値の増加がよく対応しているとみることができた。

以上のことから、スレーキング率が高いとき、pH は酸性化し、EC が大きくなる傾向にあり、スレーキングに伴う細粒化で化学的成分が溶出する傾向にあることが分かった。但し、見方を変えると、化学的成分の溶出がスレーキング率の増大を招いた、と見ることもでき、この点について、今後さらに検討する必要がある。また、この点に、スレーキングの抑制、抑止対策のヒントがあるかもしれないと考えている。

4. まとめ

本研究では、堆積軟岩のスレーキング現象を抑制・防止する対策を検討するための基礎として、海成頁岩を対象に pH、および、電気伝導度に着目したスレーキング試験を実施した。その結果、pH、EC とスレーキング率、細粒分含有量にはそれぞれ関係があった。しかし、それらの相互関係の解明に課題を生じた。今後この点を解明することで堆積軟岩のスレーキング現象抑制・防止対策の検討に役立つことが期待できるであろう。

参考文献 1) スレーキング率試験 (<http://www.geo-tech.co.jp/shitsunaishiken/gan/sure-ritu.htm>) (参照日：平成 28 年 12 月 10 日) 2) 高田修三、八木則男、須賀幸一、曾根陽生(2000)：和泉層群の切土のり面の崩壊機構に関する研究、土木学会四国支部第 6 回技術研究発表会講演概要集, 6, pp. 208-209. 3) 国土地理院地 (<http://maps.gsi.go.jp>) (参照日：平成 28 年 1 月 10 日)

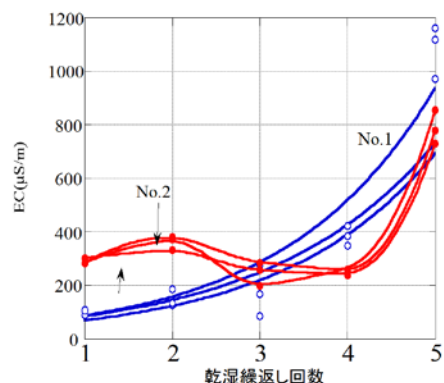


図-6 乾湿繰返しに伴う EC の変化

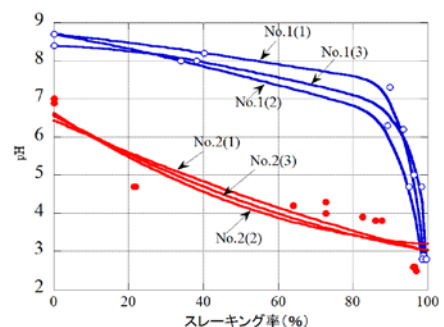


図-7 スレーキング率と pH の関係

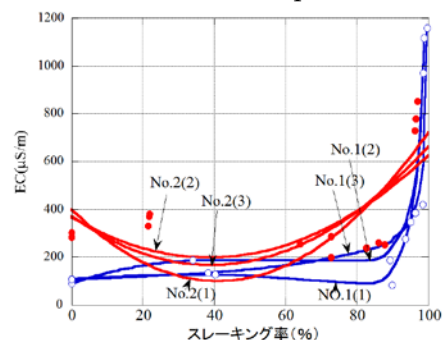


図-8 スレーキング率と EC の関係