

地山の物理・化学的風化現象の物理モデル化手法の開発

東京都市大学 学生会員 ○中曾遼介

東京都市大学 正会員 伊藤和也 正会員 末政直晃

強化土エンジニアリング 正会員 佐々木隆光

1. はじめに

日本は国土の約7割が山地や丘陵地で占められており、高度経済成長期に都市域を繋ぐ目的で切土・盛土、主要道をはじめとする道路やトンネルなどの土構造物が数多く建設された¹⁾。その中で法面・斜面の安定化対策としてモルタル吹付工法が多く用いられてきた。しかし、近年では経年劣化や異常気象により、モルタル・コンクリートの老朽化の加速や地山の土砂化が進行し、法面崩壊などの被害が出ている。吹付法面の劣化に対する問題は、写真-1のようなモルタルの劣化による剥離²⁾や写真-2のように背面地盤の劣化によるモルタル吹付斜面の崩壊¹⁾がみられる。このように現在、老朽化や地山の風化に伴い対策が必要な箇所が増加しており、効率的かつ効果的な対策を早急に考えていく必要がある。しかし、現状では抗土圧構造物でない法面保護工に風化した地山による土圧が作用した場合、どのような前兆現象が起こるのか未解明な部分が多い。そのため劣化地盤への対策を考えていく際に地山の風化度合いに応じた対策方法の選択フローの策定が重要となる。このような法面保護工の崩壊メカニズムを検討する場合には、遠心模型実験のような縮尺模型実験を行い、崩壊メカニズムや対策方法の効果について検討することが望ましい。しかしながら、その際の自然地山の風化状況を忠実に再現することは今までに行われていない。そこで本研究は自然地山の物理・化学的風化現象の物理モデル化した試料を用いて、小型模型実験を行った。



写真-1 モルタルの劣化による剥離²⁾



写真-2 土砂化による法面崩壊¹⁾

2. 風化現象とモデル化

法面の劣化やそれに起因する法面崩壊の主要因として風化現象が挙げられる。風化現象は大きく分けて、物理的風化作用と化学的風化作用に分類することができる³⁾。物理的風化作用は、地表に露出した岩石を破壊・細粒化する作用のため、岩石中の鉱物はほとんど変化しない。岩石の細片化のプロセスの例としてスレーキングが挙げられる。化学的風化作用は岩石と水、酸素や二酸化炭素を主とするガスとの反応による岩石の化学的変化ある。これらの作用により化学成分の溶脱や粘土鉱物の生成が進行し、岩石が化学的に分解される。これらの風化プロセスはそれぞれが独立して進行していくのではなく、各作用が密接に関わって同時に進行していく。この風化現象を縮尺模型実験において、再現するために発泡剤を使用し、自然地山の風化現状の再現を行った。

3. 小型模型実験

3.1. 実験概要

本実験は、物理的・化学的風化作用において風化する現象をモデル

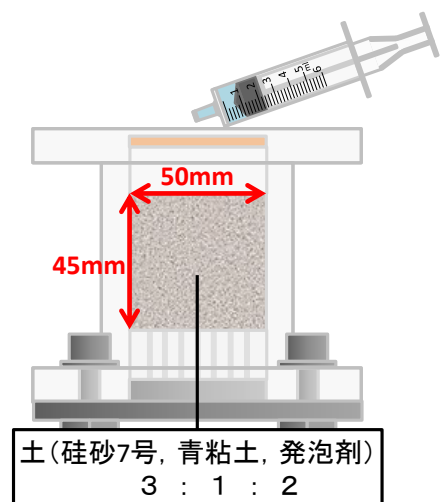


図-1 小型模型実験の概略

キーワード 風化現象 自然地山 モデル化

〒158-8557 東京都 世田谷区 玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL : 03-5707-0104 (代) E-mail : g1318060@tcu.ac.jp

化するため、土に発泡剤を混合した試料を用いた。作製した試料に上部から水を浸透注入させることで発泡剤を水と反応させ、自然地山の風化状況をモデル化するものである。小型模型実験の概略図を図-1に示す。本実験では、珪砂7号、青粘土、発泡剤を乾燥質量比3:1:2で配合したものを使用し、小型模型に高さ45mm、湿潤密度が約 1.35g/cm^3 の供試体を作製した。珪砂7号と青粘土の混合土はあらかじめ含水比を13%に調整しておく。

注水実験は発泡剤を混ぜ合わせた混合土に水5ml、10mlを浸透させたものの2ケースを行った。実験ケースを表-1に示す。注水後に深さ方向の強度の変化を確認するために針貫入試験を行った。針貫入試験は注水した2ケースと注水していない供試体の3ケース行い、針貫入試験は注水後から2時間ごとに計5回の計測を行った。貫入条件は針貫入速度が 0.33mm/sec 、貫入深さは35mmとして、貫入した針は直径5mmのものを使用した。また、針貫入試験後に供試体の上部・中部・下部の3か所から試料を採取し、含水比の測定を行った。

3.2. 実験結果と考察

針貫入試験結果から注水量毎の深さ方向の強度を比較した。図-2に注水量10mlでの針貫入試験結果、図-3に注水量5mlでの針貫入試験結果を示す。いずれも注水していないケース3も併記した。注水を行った2ケースに強度の低下を確認することが出来た。針貫入試験結果を時間毎に比較したところ、注水量10mlの針貫入試験結果は、時間とともに深度毎の強度が低下する結果となった。注水量5mlの針貫入試験結果は時間毎の強度の低下は確認できたが、10mlの変化量と比べ、深度方向の変化量が小さい結果となった。時間毎に強度が低下したことから、注水量によって最終的に低下する強度が存在すると考えられる。

深さごとに含水比を算出し、比較を行った。図-4に深さごとの含水比を示す。含水比は浅部の変化が大きく、深部へ行くほど変化が小さい結果となった。針貫入試験結果と比較すると、含水比が高い深さの貫入強度が正常時より低下していることを確認することが出来た。

これらの結果より、注水量毎の最終的な強度の低下量を把握することで、注水量による風化層厚のコントロールが可能であると考えられる。

4. 今後の予定

今回の実験により、注水後の時間経過による強度の変化を確認できた。今後、小型の土槽を用いて斜面形状を再現して自然地山の風化現象のモデル化を行う予定である。

参考文献

- 1) アマノ企業株式会社 吹付のり面老朽化・調査・対策工の立案
http://www.amanokigy.co.jp/_src/sc354/200312_amano.pdf
- 2) 国立研究開発法人土木研究所
http://www.pwri.go.jp/team/landslide/topics/topics_r309.htm
- 3) 北海道立教育研究所附属理科教育センター
<http://www.ricen.hokkaido-c.ed.jp/411kenkyuukiyou/vol18/17okamoto.PDF>

表-1 実験ケース

CASE	注水量
1	10ml
2	5ml
3	なし

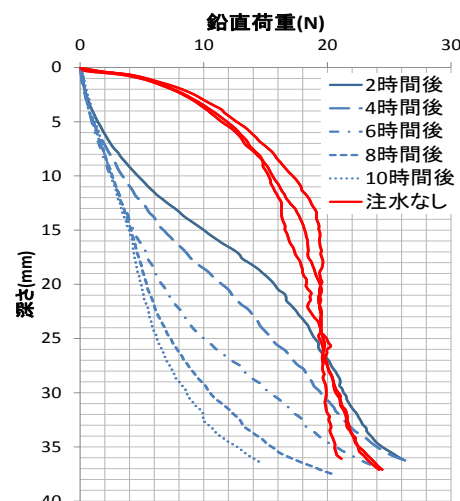


図-2 注水量10ml 針貫入結果

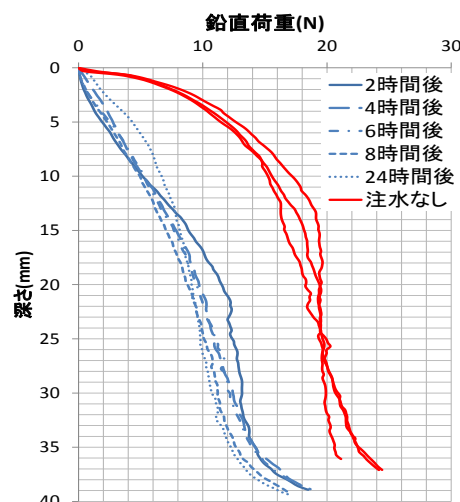


図-3 注水量5ml 針貫入結果

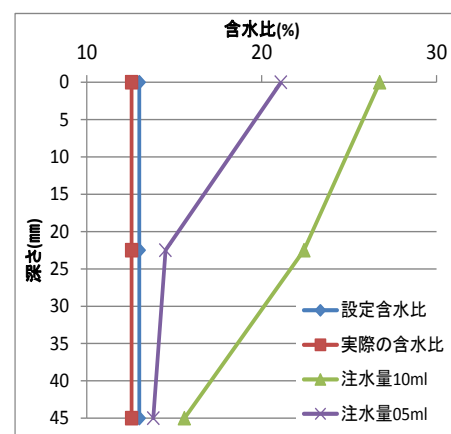


図-4 深さごとの含水比