

岩石の人為的風化による表面色調および強度の変化に関する研究

宇都宮大学 学生会員 ○瀬川 隆大
宇都宮大学 正会員 清木 隆文

1. はじめに

国内各地で、岩石の凍結融解に起因する岩盤等の斜面崩壊、建造物基礎が膨れるなどの盤膨れ、堆積性軟岩の風化現象に伴う様々な問題が多数報告されている。栃木県宇都宮市は代表的な堆積性軟岩である大谷石(流紋岩質熔結凝灰岩)の産地であり、耐震性、耐圧性、耐火性に優れていることなどにより、古墳時代から様々な用途に利用されてきた。現在では、一般的な岩石に比べて加工しやすい点から塀や蔵、建築材料によく利用され普及している。しかし大谷石は、硬岩と比較しても風化速度が大きく、風化に伴う強度の低下や岩石表面の欠落がよくみられる。²⁾こうした風化現象による大谷石の耐久性、安全性を考える上で、岩石の劣化特性を把握することが必要である。そこで本研究では、大谷石を用いた蒸散試験を行い、岩石に人工的風化を与え、一軸圧縮強度の低下、供試体表面における色調変化を観察し、岩石の風化による劣化過程を検証する。実際に大谷石が使用されている構造物を調査し、実時間と蒸散試験の繰り返しサイクルとの比較を行う。

表-1：大谷石の基礎データ

荒目			
含水量 (g)	含水比 (%)	乾燥密度 (g/cm ³)	飽和密度 (g/cm ³)
24.580	24.338	1.503	1.869
細目			
含水量 (g)	含水比 (%)	乾燥密度 (g/cm ³)	飽和密度 (g/cm ³)
27.152	31.956	1.309	1.728



写真-1：蒸散試験の様子



写真-2：針貫入試験機

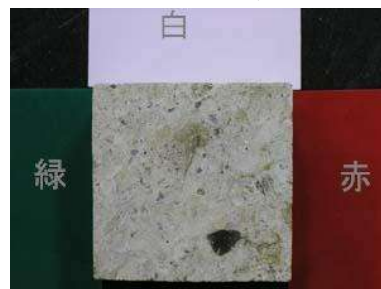


写真-3：撮影の様子

2. 実験試料の作成条件

栃木県大谷町で採石された大谷石のうち、荒目石と細目石を用いた。それを5cm×5cm×2.5cmの直方体に整形し、各種試験を行った。表-1のデータは、供試体を蒸留水で飽和した後に24時間炉乾燥¹⁾して得たものである。

3. 試験概要

3. 1 蒸散試験

供試体を完全に蒸留水で浸水させ、真空ポンプで1時間脱気状態で湿潤する。供試体を蒸留水で満たした容器にはめ込み、供試体のほぼ中央部で固定し、供試体内の水の出入りを大谷石供試体の上下面のみに限定する(写真-1)。炉乾燥機下において24時間自然乾燥させ、24時間経過後、蒸散量を計測し、蒸散量と同じ程度の蒸留水を加える。これを1サイクルとし、これを最大31回繰り返した。

3. 2 針貫入試験²⁾

軟岩の針貫入勾配を測定し、一軸圧縮強さをサンプリングなしで即座に判定することができる。試験は、風化面に垂直に針を刺し、その貫入力量と貫入深さを測定し、(1)式で針貫入勾配NP値(N/mm)を算出し、一軸圧縮強度に換算する。

$$NP = \text{貫入力量} / \text{貫入量} \cdots (1)$$

本研究では、供試体風化面から5mm、10mm、12.5mmに分けて各層20回程度試験を行う。

3. 3 色調変化測定試験

この試験は、岩石の風化程度を画像解析によって区

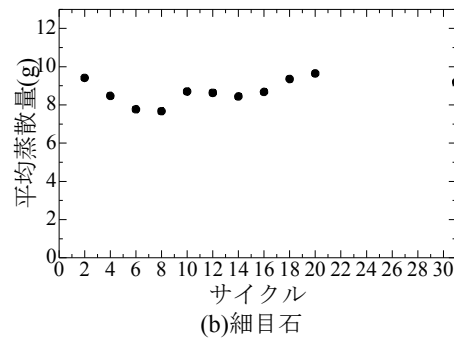
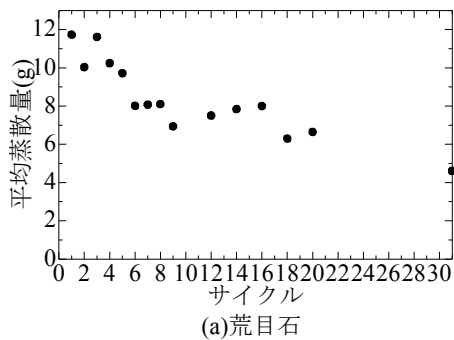


図-1：各サイクルごとにおける平均蒸散量

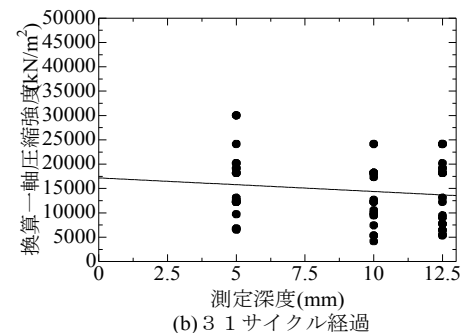
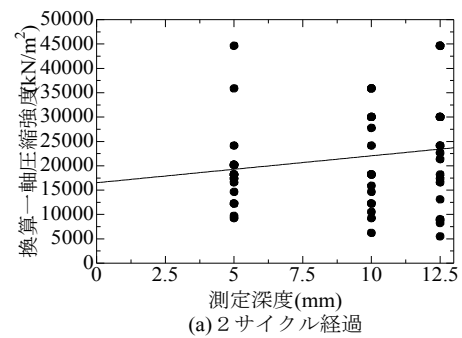


図-2：サイクル経過による一軸圧縮強度の変化

分するために、供試体表面の色調変化を測定する。本研究では、デジタルカメラによって蒸散試験1サイクルごとに供試体表面を撮影をする。撮影時には4cm×6cmの赤、緑、白のプラスチック板を色の基準とするために供試体と一緒に撮影し(写真-3)、各写真の撮影環境の違いを補正する。その画像を元にPhotoshopを用いて供試体表面の色調変化を測定する。その際の色度表色系は、 L^*a^*b を用いる。

3. 4 風化にともなう大谷石構成成分の変化

蒸散試験による強度の低下は、水を介して何らかの変化が原因で起こると考え、供試体中央部を切り出し、その組成の変化をX線粉体回折試験等によって調べる。その成果については発表時に報告する。

4. 試験結果と考察

4. 1 蒸散試験

図-1より荒目は、風化サイクルが進むにつれて、蒸散量が減少する。また、細目は、風化サイクルの経過とは関係なく約9gの蒸散をした。これは荒目と細目の構造の違いによるものである。

4. 2 針貫入試験

蒸散試験の繰り返しサイクルの初期では、測定深度5mmの方が深く貫入し、7サイクル付近から測定深度が12.5mmの方が深く貫入するようになった(図-2)。これは測定深度12.5mmの位置が蒸散水面の上下する位置であることが原因である。

4. 3 色調変化測定試験

荒目は、12サイクル経過付近から基質の色調が白色から黄褐色へと変化した。どの供試体においても「みそ」のまわりが茶色に変化し、その後、基質が薄い茶色に変化した。細目は、10サイクル経過付近から基質の色調が灰色から黄褐色に変化した。荒目と比較して細目の色調の変化は著しい傾向が得られた。

5. 現地調査

現地調査では構造物を撮影し、針貫入試験を行った。その結果、荒目石でできた構造物よりも細目石でできた構造物の方が肌落ちを起こしていることがわかったが、そのメカニズムを明確にすることが今後の課題である。

6. 結論と今後の課題

大谷石供試体の色調が白色から黄褐色に変化するにつれて、一軸圧縮強度は低下する傾向が現れた。蒸散量と細目の色調変化より、風化には、水の蒸散が大きく影響していることが明らかになった。しかし、水の蒸散が色調の変化の原因であるが、供試体内部でどのような変化が起きているかを解明するために、さらなる化学的な成分分析を行う必要がある。

参考文献 1)岩の調査と試験：地盤工学会編 1998
2)永岡智子：岩石の人為的風化とその力学的特性に関する研究、平成13年度卒業論文