

宇都宮大学工学部 ○学生会員 永岡 智子
宇都宮大学工学部 正会員 清木 隆文

1. 目的

宇都宮市は堆積軟岩である大谷石の採石地で全国的に有名であり、建築石材として広く用いられている。しかし、軟岩と比較して風化の進行が速いため、強度低下につながる恐れがある。

そこで、本研究では、適当なサイクルで乾湿繰り返しおよび凍結融解の劣化促進試験を行い、岩石に擬似的風化を与える。それらの試験に伴う岩石の風化による劣化の程度、弾性波伝播速度、一軸圧縮強度、などの実験を行い、供試体の表面の変化や力学的特性との関係について検証する。

1. 試料

試験に用いた試料として、栃木県大谷地区で産出された大谷石のうち、細目石を用いた。大谷石は“みそ”と呼ばれる粘土鉱物の分布・量によって、荒目石、細目石に分類される。一般には細目石の方が強度が大きいことから、本研究では細目石を用いることとした。それを 5cm×5cm×5cm の立方体に整形し、各種試験を行った。

3. 試験概要

1) 乾湿繰り返し試験

供試体を完全に蒸留水で浸水させ、真空ポンプの中で、2 時間脱気状態で湿潤する。その後、炉乾燥機下(およそ 21℃)にて 22 時間自然乾燥させる。湿潤・乾燥に要する 24 時間を 1 サイクルとして、15 サイクル行った。

2) 凍結融解試験

乾湿繰り返し試験と同様に、供試体を湿潤させる。その後、一定勾配をもつ冷凍庫で 11 時間凍結させ、同時間融解する。この 24 時間を 1 サイクルとし、乾湿繰り返し試験と並行して 15 サイクル行った。凍結時および融解時の温度勾配を図 1 に示す。

3) 自動式ポイントロード試験

この試験は、岩盤を対象とした簡易力学試験である。岩石試料として非整形の岩塊でも行うことができ、試験方法は簡単で、短時間で供試体全体の一軸圧縮強度を求めることができる。そこで本研究では、東急建設株式会社によって開発された自動式の試験機を使用し、正確な値を得ることとした。

試験方法は、2 点で岩石試料を挟み、載荷することによって試料を破断させ、最大荷重から点載荷強度を算出し、一軸圧縮強度を求めるものである。

$$C_0 = 22.5 \times I_{s(50)} \quad (1)$$

ここに、

C_0 : 一軸圧縮強度(kgf/cm²)

$I_{s(50)}$: 修正点載荷強度

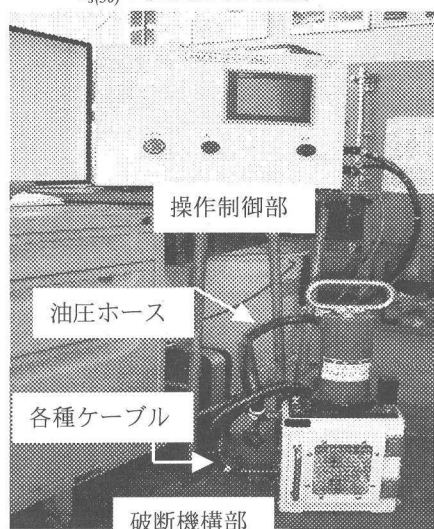


写真 1: 自動式ポイントロード試験機のシステム

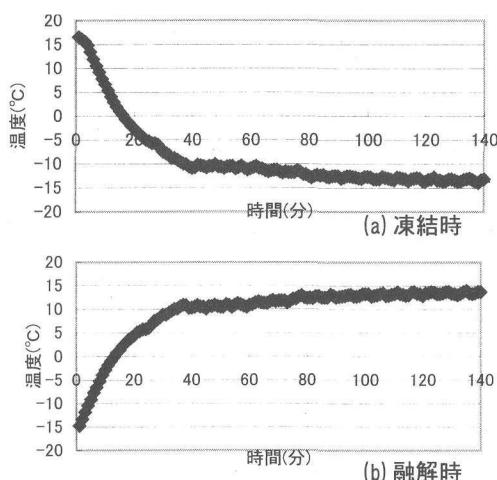


図 1: 冷凍庫の温度勾配

キーワード: 大谷石, 風化, 乾湿繰り返し試験, 凍結融解試験

連絡先: 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部建設学科建設工学コース

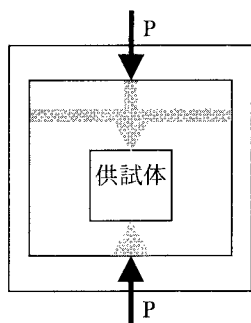


図 2：破断機構部内部の様子

4) 針貫入試験

この試験は、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。工事現場などで管理試験などに実用されている。

試験方法は、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、以下の式で針貫入勾配 NP 値を算出する。

$$NP = \frac{\text{貫入力量}}{\text{貫入深さ}} (\text{kgf} / \text{mm})$$

また、この試験機には、一軸圧縮強度との相関図が装備されているので、一軸圧縮強度を即座に測定することができる。

1)、2) の試験で物性値を測定した後、3) や 4) の試験を行い、強度を測定し、供試体表面の色調・亀裂・形状・寸法なども観察し、風化に伴う劣化過程を検証する。

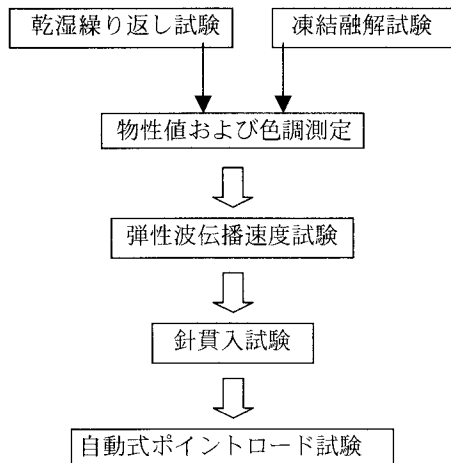


図 3：試験フロー

4. 試験結果および考察

1) 乾湿繰り返し後について

図 4 から分かるように、15 サイクル後の貫入量

は、1 サイクル後のおよそ 3 倍となっている。貫入量の変化は、6 サイクル目から顕著にあらわれており、その供試体表面も、青色から茶褐色へと変化していった。また、みその部分は崩落し始め、空隙部が多くなり、強度も低下していった。

2) 凍結融解後について

凍結融解後も乾湿繰り返し後と同様、貫入量が 1 サイクル後のおよそ 3 倍となっている。貫入量の変化は、2 サイクル目から増加し 15mm を超えるものが多くなった。4 サイクル目からは、供試体表面の一部の崩落、徐々に軟化の進行が早くなるなど、乾湿繰り返し試験よりも風化による劣化が早いといえる。また、15 サイクル目の凍結融解後の貫入量は同サイクルの乾湿繰り返し後と比較すると、約 1.7 倍で、軟化や崩落が激しく、一部では触れただけで崩壊するものもあり、凍害に弱いということが確認できた。

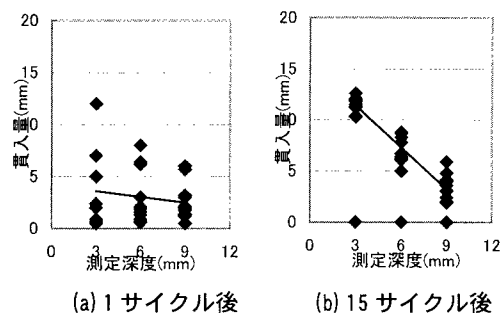


図 4：乾湿繰り返し後の針貫入試験結果

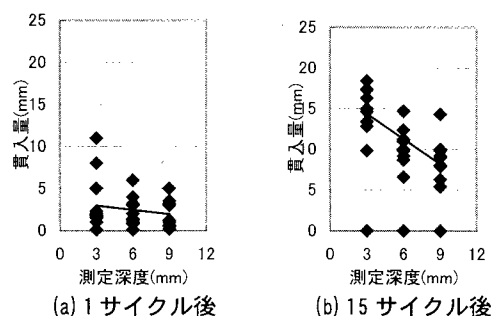


図 5：凍結融解後の針貫入試験結果

5. おわりに

今後は、X 線 CT による X 線解析、水の出入りと強度の関係を供試体表面、形状でどの程度の劣化が進んでいるのかに着目して研究を進めていく予定である。また、天気・気温と強度の関係、風化と時間経過との関連性について詳しく検証していく必要がある。

参考文献

地盤工学会編：岩の調査と試験

東急株式会社：自動式ポイントロード試験機の開発