

Ⅲ - 15

凍結融解を受けた大谷石のせん断特性に関する実験

日本大学工学部 ○ 学生員 田中寛史

日本大学工学部 正 員 田野久貴

日本大学工学部 正 員 渡辺英彦

1. はじめに

岩石の風化作用は大きく分けて化学的風化と物理的風化とに分けられる。凍結融解作用は最も大きい物理的風化作用の一つであり、北海道や東北地方の寒冷地においては考慮しなければならない風化作用である。本研究では岩石の凍結融解に関する基礎実験として、一種類の岩石を用いて、水分、温度の条件を統一して凍結融解試験を行い、繰り返し回数による物理的性質の変化、三軸圧縮試験による強度特性、せん断特性の変化について実験的検討を行った。

2. 実験方法

2.1 岩石試料

実験に用いた試料は宇都宮市大谷町周辺より採取した細目の凝灰岩（通称、大谷石）である。ブロック状の試料より $\phi 5 \times h 10\text{cm}$ 、端面の平行度 $1/20\text{mm}$ 以内の円柱試験片を作製した。供試体は、真空ポンプで脱気させながら重量が一定になるまで約72時間水中に浸し、ラップで水の出入りがないよう処理した後、凍結融解試験を行った。

2.2 凍結融解試験

試験装置は、ブライン液循環式であり、供試体の温度が最高 $+10^{\circ}\text{C}$ 、最低 -20°C 、1サイクル6時間となるように設定した。

2.3 三軸圧縮試験

凍結融解が0, 5, 10, 15, 20サイクルについて、ひずみ速度を毎分0.1%として三軸圧縮試験を行った。

2.4 物理試験

物理試験用の岩石小片を用いて凍結融解試験を行い、三軸圧縮試験を行ったサイクルと同じ0, 5, 10, 15, 20サイクル後に重量測定を行い、乾燥密度、有効空隙率、吸水率を求めた。

2.5 弾性波速度測定

ここで計測した弾性波速度は、AEセンサーを用いて擬似AEパルスを発生させ、その透過時間を計測することにより求められるAEの透過速度である。

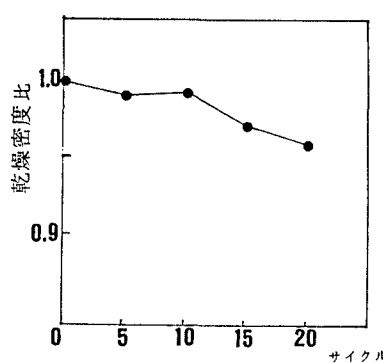


図1 乾燥密度の変化

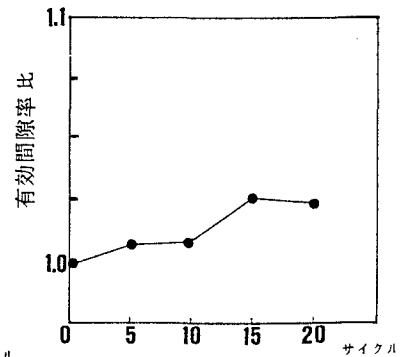


図2 有効空隙率の変化

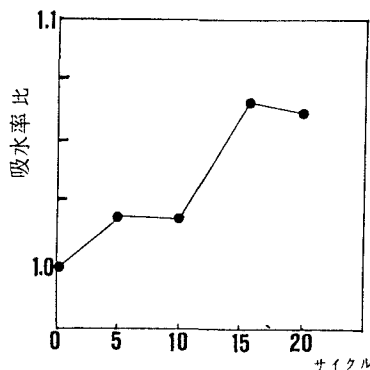


図3 吸水率の変化

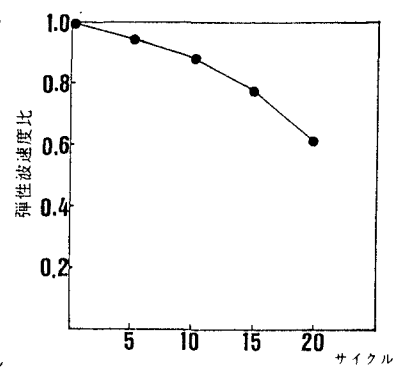


図4 弾性波速度の変化

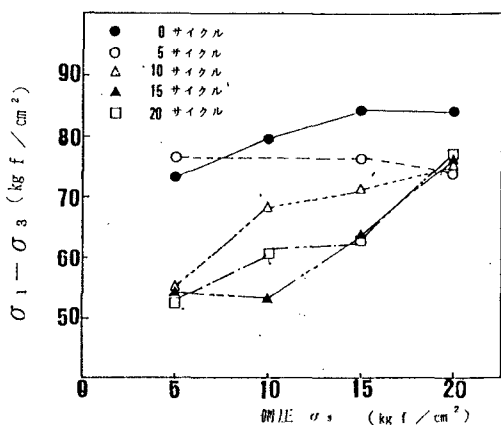


図5 三軸圧縮試験結果

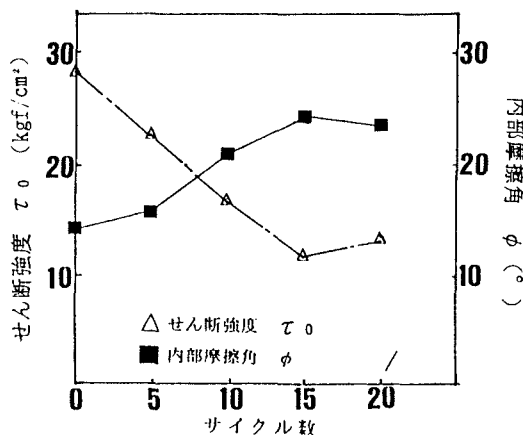


図6 セン断強度と内部摩擦角

3. 物理試験結果

図1～3に物理試験、図4に弾性波速度測定結果を示す。各図とも0サイクルを基準とした比で示した。これらの図からサイクル数が増加するほど、吸水率、有効間隙率は増加し、乾燥密度は低下している。これは、凍結融解の繰り返しにともない岩石の組織が緩み、内部亀裂が増加しているためと考えられる。弾性波速度の低下も同様の理由と考えられ、これらの結果は既往の研究¹⁾に一致している。

4. 三軸圧縮試験結果

各サイクル8本ずつの供試体について三軸圧縮試験を行った。側圧ごとのピーク強度の変化を図5に示す。側圧5 kgf/cm²のサイクル5, 10の供試体の一部は凍結融解中にラップが破損し供試体に亀裂が生じてしまい、他の供試体とは異なる結果となった。図5から各側圧においてサイクル数の増加に伴いピーク強度は低下する傾向にある。また、側圧が大きくなるにしたがってサイクル数による強度の差は小さくなる傾向にあることがわかる。

5. セン断特性結果

各凍結融解サイクルごとにモール・クーロンの破壊基準によるせん断強度 τ_0 と内部摩擦角 ϕ を求めた。その結果を図6に示す。この図からサイクル数の増加に伴い、せん断強度は低下し、内部摩擦角は増加している。せん断強度が低下するのは、凍結融解の繰り返しにより岩の内部組織が緩み、粒子間結合力が減少するためと考えられる。一方、内部摩擦角の増加傾向は、図5に示したように低側圧ではサイクルの増加による影響が大きい。側圧が大きくなるほどサイクルの影響は小さくなるためである。せん断強度、内部摩擦角とも15, 20サイクルはほぼ等しい値となっているが、図2, 3に示した吸水率、有効間隙率においても同様の傾向がみられている。

4. まとめ

- 1) 凍結融解繰り返しを受けた岩の物理的性質の変化として、乾燥密度は低下し、有効間隙率、吸水率は増加した。また、弾性波速度は低下する。
- 2) 三軸圧縮試験結果よりサイクル数が増加すると強度は低下するが、側圧が大きくなると強度の低下は小さくなる傾向を示した。
- 3) サイクル数が増加するとせん断強度 τ_0 は低下し、内部摩擦角 ϕ は増加する傾向を示した。

〔参考文献〕

- 1) 中村康夫：凍結融解試験における岩石の劣化特性と耐久性の評価、応用地質20巻4号、pp. 2~11、1979