

Ⅲ-B226

低温の影響を繰り返し受ける岩石の強度・変形特性

愛媛大学工学部	フェロー会員	稲田善紀
愛媛大学工学部	正会員	木下尚樹
愛媛大学大学院	学生員	田淵 徹

1. はじめに

近年我が国では、石油代替エネルギーとしてLNGおよびLPGの需給量が増加している。一方、食生活の多種多様化より冷凍食品の需給量も増加している。これら低温物質の貯蔵施設の一つとして地山岩盤内に設けた空洞に直接貯蔵することが考えられる。しかし低温物質を地山岩盤内空洞に貯蔵した場合、LNGおよびLPGの貯蔵量の変動、空洞の整備、点検等により熱履歴を受け、空洞周辺岩盤の強度低下が予想される。そのため、空洞の安定性を検討するには熱履歴を受けた岩石の強度・変形特性を明らかにする必要がある。本研究では空隙率の異なる二種類の岩石に温度幅の異なる熱履歴を与えた後、強度・変形特性を求め、比較し考察した結果について述べる。

2. 実験に用いた試料

本実験に用いた試料は花崗岩(愛媛県越智郡宮窪町大島産)および凝灰岩(栃木県宇都宮市産)である。それぞれの試料に以下に示す処理を行い、実験に供した。

- ① 室内で1週間自然乾燥させ、さらにデシケータ内で1週間乾燥させた。
- ② ①の状態のものを蒸留水を満たしたデシケータ内で真空ポンプにより5時間脱気した。

以後①の状態のものをDry、②の状態のものをWetと呼ぶ。

3. 実験方法

本実験では熱サイクル試験装置を用いて15℃(常温)~60℃(case1)、15℃~-100℃(case2)の二種類の温度幅の熱履歴を岩石に与えた。昇降温速度は熱衝撃の影響を受けないと考えられる範囲の1℃/min¹⁾とし、設定した温度でそれぞれ60分間保温した。常温-低温-常温の過程を1サイクルとし、10サイクルまで熱履歴を与えた。次に、各サイクルおよび熱履歴を与えない供試体について常温下および低温下にて、試験を行った。

4. 岩石の強度・変形特性

一軸圧縮試験より求めた圧縮強度を図1(a),(b)に示す。履歴回数が増加するにつれてわずかながら強度が低下していることがわかる。これは温度変化に伴う各構成鉱物粒子の膨張および収縮の変化量が異なるために鉱物粒子間にマイクロクラックが生じたか、あるいは拡大されたためと考えられる。いずれの岩石においても履歴回数が増加するにつれて強度低下の割合は次第に減少し、収束していく傾向がうかがえる。しかし、凝灰岩

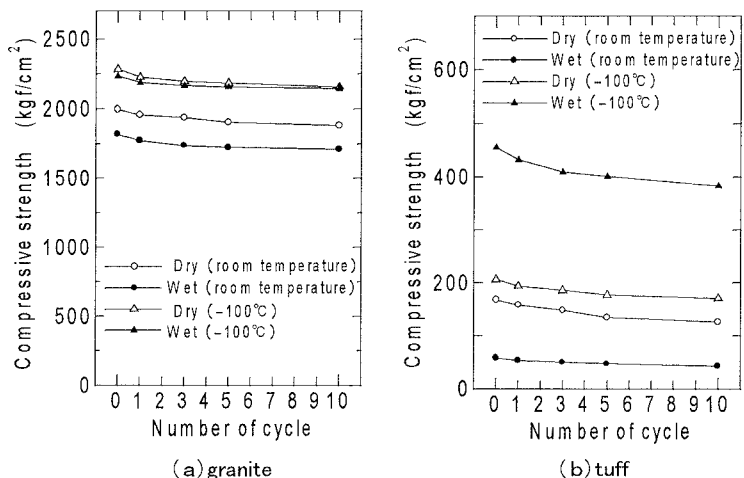


図1 岩石の圧縮強度

においては10サイクルの場合、強度低下の割合は比較的大きい。また花崗岩に比べて強度低下の割合が大きく、特にWetの場合その傾向が強い。10サイクルの熱履歴を与えた場合の強度は、熱履歴を与えない場合と比較すると、花崗岩で94~96%、凝灰岩で75~85%であった。これは凝灰岩は花崗岩に比べて構成粒子間の結合力

キーワード：低温物質 熱履歴 岩石 強度 変形特性

連絡先：〒790-8577 松山市文京町3愛媛大学工学部環境建設工学科 TEL 089-927-9815 FAX 089-927-9842

が小さく、また凝灰岩の空隙率は約37%と、花崗岩の約1%に比べて非常に大きいこと、間隙中の水の影響を大きく受けることに起因しているものと考えられる。また、いずれの岩石においても常温下より低温下の強度の方が大きく、凝灰岩のWetにおいてその傾向が特に強い。これは低温下では鉱物粒子が収縮、硬化したためと考えられるが、凝灰岩のWetにおいてはそれに加えて間隙中の水が氷結し、氷の膠結物質としての効果が大きく影響したものと考えられる。また、常温下におけるcase1およびcase2の圧縮強度を図2(a),(b)に示す。いずれの場合も履歴温度幅の大きいcase2において強度低下の割合が大きくなる傾向を示している。またいずれの岩石においても引張強度、接線弾性係数およびポアソン比は、熱履歴回数の増加に伴いその値が低下し、低下の割合は次第に減少し、収束していく傾向がうかがえた。

各岩石の常温下および低温下での弾性波伝播速度を図3(a),(b)に示す。いずれの岩石においても熱履歴回数の増加に伴い、わずかながら値の低下が認められ、マイクロクラックが増加および拡大していることがうかがえる。また花崗岩においては値の低下の割合が次第に減少し収束していく傾向を示し、

マイクロクラックの増加および拡大はある限度に達することがうかがえる。これは、前述の強度変化の傾向と一致している。またいずれの岩石も低温下での値が常温下より大きい。この傾向はWetにおいて非常に顕著に現れ、特に凝灰岩の値はかなり大きくなっている。これは低温下において氷の弾性波伝播速度が大きく²⁾、空隙率の大きい凝灰岩にはその影響が顕著に現れたものと考えられる。

5. おわりに

今回の実験結果から岩石の強度は履歴回数の増加に伴い低下し、Wetにおいてその傾向が強く、特に空隙率の大きい凝灰岩において顕著に現れることがわかった。また、花崗岩においては強度が低下する割合は次第に減少し、収束していく傾向がうかがえた。また、弾性波伝播速度もそれらを裏付ける傾向を示すことなどがわかった。

参考文献

- 1) 山口梅太郎, 宮崎道雄: 熱による岩石の変化あるいは破壊について, 日本鉱業会誌, 第86巻, 第986号, pp347~348, 1970.
- 2) 稲田善紀, 甲村雄一: 極低温下における氷の力学的挙動, 第10回西日本岩盤工学シンポジウム論文集, pp253~257, 1990.

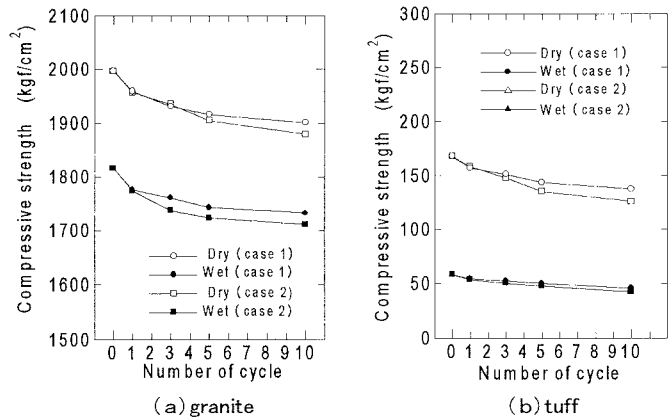


図2 岩石の圧縮強度

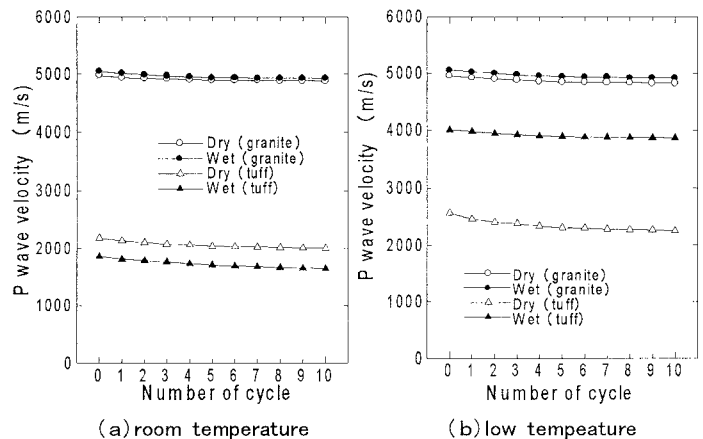


図3 岩石の弾性波伝播速度