

Ⅲ-A322

低温の影響による岩石の劣化に関する基礎的研究

—札幌軟石と大谷石の比較—

北見工業大学 正会員 中村 大
北見工業大学 平松 雅宏

北見工業大学 後藤 隆司
北見工業大学 正会員 森 訓保
北見工業大学 陳 天城

1. はじめに

近年、北海道のいたる所で岩盤の崩落事故が起こっている。事故を引き起こす要因としては凍結融解作用による岩盤の劣化をあげることができ、これらの事故を回避するために、今日まで多くの人々が岩石の劣化に関する研究を行っている。しかし、これまで行われてきた研究は岩石に冷気を全面からあてて行うものであり、現実の自然環境下における岩石の劣化とは、かけ離れたものとなってしまう。自然環境下における岩石は、外気と接触している面からのみ冷却されるため岩石内部には、ほぼ一方向の温度勾配が生じる。また、それと同時に岩石下部からは水の供給もある。

本研究の最終目的は、これまでの実験方法を発展させ、より自然環境に近い状態で岩石に低温の影響を与え、岩石の劣化のメカニズムについて研究することである。

2. 実験概要

本研究では、より自然環境に近い状態で岩石に低温の影響を与えるために、図1に示すような実験装置を作成し、凍結実験を行った。岩石資料は、札幌軟石と大谷石の2種類の岩石を用いた。供試体は、それぞれの岩石を直径55mm、長さ150mmの円柱形となるようにカット及び整形した。実験には蒸留水中に3日間放置して湿潤させた供試体を用いた。両岩石の供試体を用いて凍結実験を行った結果、札幌軟石は破壊及び凍上が起こらなかったが、大谷石には亀裂が生じアイスレンズが形成され凍上が起こった。

このような結果をふまえ、凍上が起こる岩石と凍上が起こらない岩石の違いが生まれる理由を理解するために、以下のような実験を行った。

①圧縮・引張試験（乾燥、湿潤状態）

..... 両岩石の乾燥及び湿潤状態の強度の比較。

②ポロシメーター、③レーザー変位測定

..... 両岩石内の空隙の比較。

④吸水実験..... 両岩石の吸水性の比較。

⑤透水試験..... 両岩石の透水係数の比較。

⑥X線回析..... 両岩石の鉱物組成の比較

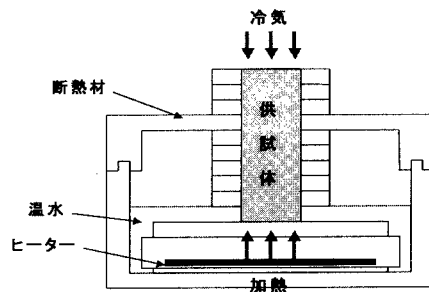


図1 実験装置概要図

3. 実験結果

実験結果①：結果は表1のようになった。

乾燥状態では強度にそれほどの差は見られなかったが、湿潤状態では大谷石のほうが著しく弱いことがわかった。

	圧縮強度		引張強度	
	乾燥状態	湿潤状態	乾燥状態	湿潤状態
札幌軟石	123	125	11.7	12.1
大谷石	150	55.5	13.9	5.1

表1 圧縮・引張試験結果（kg/cm²）

キーワード：岩石 劣化 凍結 札幌軟石 大谷石

連絡先：〒090-0015 北海道北見市公園町 165 北見工業大学 岩盤工学研究室 (tel) 0157-26-9484

実験結果②：結果は図2のようになった。

札幌軟石では $10^3 \sim 10^4$ nmの空隙が多く存在し、大谷石では細孔半径 $10 \sim 10^2$ nmの空隙が多く存在することが分かった。

実験結果③：結果は図3のようになった。

札幌軟石の空隙断面積は最大 0.16 mm^2 、大谷石は 0.61 mm^2 で、大谷石の空隙の方が札幌軟石よりも3倍以上大きいことがわかった。

実験結果④：札幌軟石は2時間で 1.4 cm 吸水したが、大谷石は2時間では表面的な吸水の形跡は見られなかった。また、2.4時間後にも再度観察を行ったが表面的な吸水の形跡は見られなかった。

実験結果⑤：札幌軟石の透水係数は $5.6 \times 10^{-6} (\text{cm}/\text{sec})$ 、大谷石の透水係数は $9.0 \times 10^{-9} (\text{cm}/\text{sec})$ となり、透水性において札幌軟石の方が大谷石より優れていることがわかった。

実験結果⑥：両岩石の鉱物組成で最も注目すべき点は、大谷石に含まれているスメクタイトの存在である。

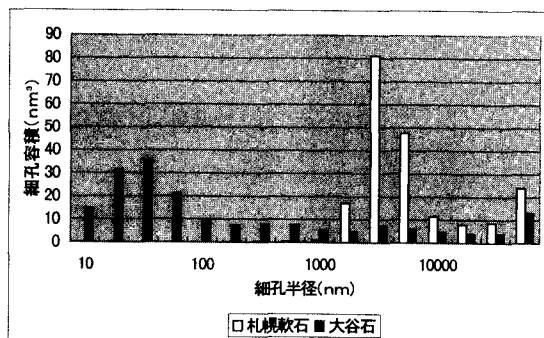


図2 細孔半径と容積

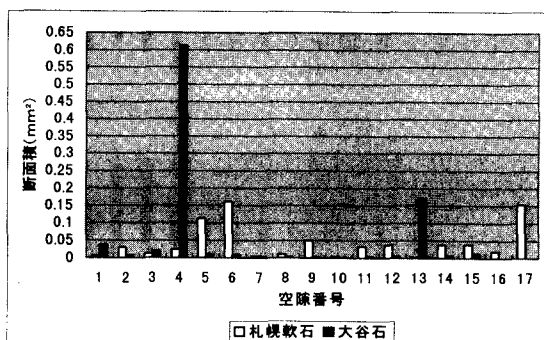


図3 レーザー変位形測定結果

4. 考察

以上の結果に基づいて、大谷石には破壊が起こり凍上し、札幌軟石には破壊が起こらず凍上しない原因について考察した。

実験①の結果より、大谷石の湿潤状態における圧縮・引張強度は、札幌軟石に比べると極めて低いことがわかる。このため、凍結時において大谷石は水が氷へ相変化する際に生じる膨張力に耐えうるだけの強度を持っておらず、破壊に至ってしまったと考えられる。

実験②、③の結果より、大谷石は札幌軟石に比べて微細な空隙と大きな空隙の占める割合が多い。実験⑤の結果より、大谷石は透水性が札幌軟石よりも低い、大谷石に比較的多い微細な空隙に規制されて、透水性が低下したものと考えられる。透水性の低下は、岩石内に取り込んだ水を放出しづらいことを意味するので、空隙内に満たされた水が氷へ相変化する際、水の移動を押さえて、空隙内部の圧力の上昇を助けている可能性がある。

実験⑥の結果において、両岩石の鉱物組成で最も注目すべき点は、大谷石に含まれるスメクタイトの存在である。スメクタイトは膨潤性粘土鉱物で、自重の何倍もの水分を吸水し保持する性質を持っている。このことと、凍上現象の関わりについては今後の課題である。

実験④の吸水実験において、大谷石は吸水性に乏しいという結果が出ている。したがって、乾燥状態から凍結させた大谷石では、アイスレンズの成長に必要な不可欠な深部からの水の供給が困難であり、凍上しづらい、あるいは凍上しない可能性も考えられる。