

鹿島建設技術研究所 正員 青木 謙 治
○ 大野 清
森 孝 之

1. まえがき

岩石の低温下における性状として、前回¹⁾は結晶片岩、流紋岩、礫岩の低温下での強度特性と30回までの凍結・融解および熱衝撃の繰り返しを与えた場合の岩石の性状変化等について紹介した。今回は新たに花崗岩と泥岩を追加し同様の実験を行うと共に、300回までの凍結・融解、熱衝撃の繰り返し試験を行なった。さらに岩盤の熱的解析に不可欠な岩石の熱膨張率あるいは熱伝導率などの熱物性についても、測定および検討を行った。

2. 一定の低温下における岩石の強度特性

低温下におかれた岩石の強度は、図-1に示すように温度の低下に伴って増大する傾向が見られる。この傾向は試料の種類あるいは含水状態にかかわらず見られるが、いずれの試料も乾燥状態よりも湿潤状態の方が強度の増加が著しく現われるようである。また、間隙率が他の4つの岩種に比べて非常に大きい泥岩（有効間隙率：50%程度）の湿潤試料は特に強度の増加が著しく、-160℃で常温時の約20倍程度に増大する。

これらのことから、岩石内部の間隙中に含有される水分が凍結することにより岩石強度には大きな影響が現われるものと考えられる。

3. 温度変化（凍結・融解、熱衝撃）の繰り返しを受けた岩石の性状変化

(1) 物理的性質の変化

図-2に温度変化（+15℃～-45℃）の繰り返しを与えた岩石の有効間隙率と超音波伝播速度（ V_p ）の変化を示したが、繰り返し回数が増えるに従って間隙率は増加し、逆に V_p は低下していく。このような岩石の劣化現象は、温度変化の繰り返しにより岩石内部に微細な間隙が次第に発達していくためと思われる。しかも、乾燥試料よりも湿潤試料の方がこの程度が著しく現われることから、岩石内部に含まれる水分の凍結膨張の影響をも多分に受けながら間隙を増していくものと推定される。

(2) 力学的性質の変化

次に温度変化の繰り返しを受けた420個の岩石の強度を図-3、4に示すが、個々の試料にかなり強度のバラツキがあるため明白な相関性は見られない。マクロ的に見ていずれの試料も300回の繰り返しを行ってもわずかに強度の低下が見られるもののほとんど変化を示さないようである。従って、今回の実験に関する

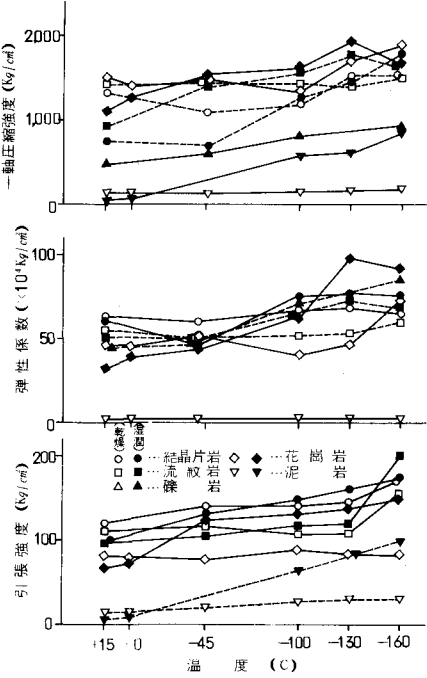


図-1 低温下における岩石の強度

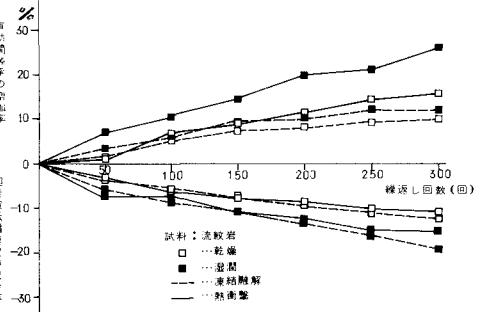


図-2 温度変化を受けた岩石の物理的性質の変化

限り、結晶片岩、流紋岩のように比較的緻密な岩石においては、+15～-45℃程度の温度変化の繰り返しのによって岩石の強度が大きく変化することはないように思われる。ただし、実際の岩盤では当然クラックあるいは破碎帯等の存在も予想されるため、岩石コアとは異なった挙動を示すものと考えられる。

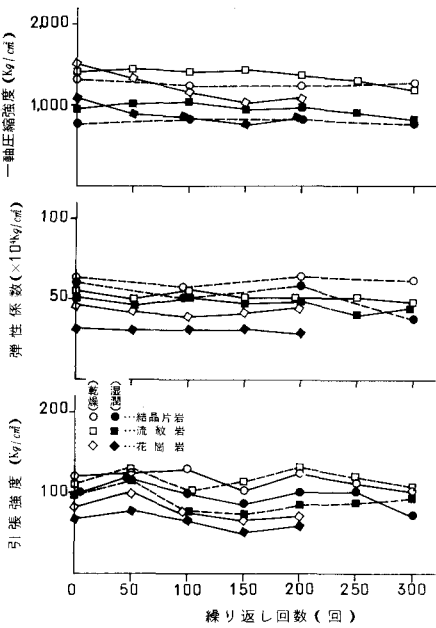


図-3 凍結・融解を受けた岩石の強度

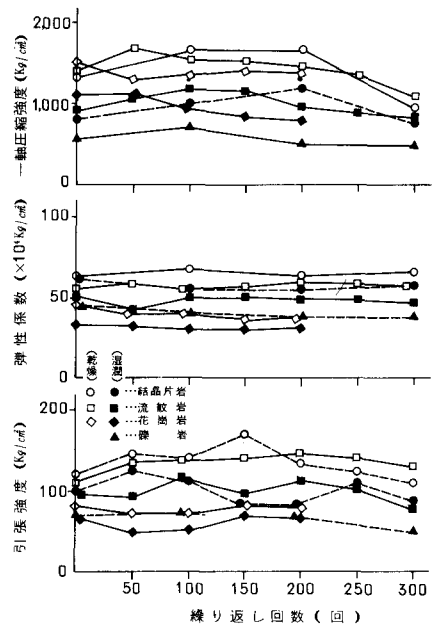


図-4 熱衝撃を受けた岩石の強度

4. 岩石の熱的特性

(1) 熱膨張率

図-5に+20～-160℃の温度範囲における各種岩石の熱膨張率の測定結果の一例を示すが、いずれの岩石も温度の低下に伴って熱膨張率の値は小さくなっていく。このような傾向は測定試料の大部分について見られた。

また、岩石の熱膨張率は岩石自体の有効間隙率あるいは岩石組織の構造によっても変化する。すなわち、間隙率の小さな試料（岩石組織が緻密）ほど見掛けの膨張量は大きく現われる。一方結晶片岩のように片理を有する岩石の熱膨張率は、片理の方向性に大きく影響され、片理の方向と平行な方向の膨張量が最も小さくなる。

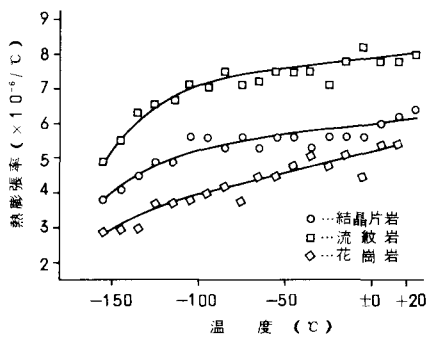


図-5 岩石の熱膨張率

(2) 熱伝導率

岩石の熱伝導率は、図-6に示すように岩質によって異なる他、測定温度域によっても変化する。低温になるに従って大きくなる。また熱膨張率の場合と同様、結晶片岩においては片理の方向によって熱伝導率の値は異なり片理の方向に平行な方向の熱伝導が最も大きく現われる。

5. あとがき

以上の実験により、代表的な各種岩石の低温下における性状についてある程度明らかにすることができたものと考えている。しかし、本実験はあくまでも岩盤の低温特性に関する基礎的実験であり、今後低温液化ガスの岩盤内貯蔵を実現するにあたっては、これまでの実験成果を十分に踏まえ、実際の岩盤の低温下での挙動を把握する必要があるため、現在種々の項目について検討中である。

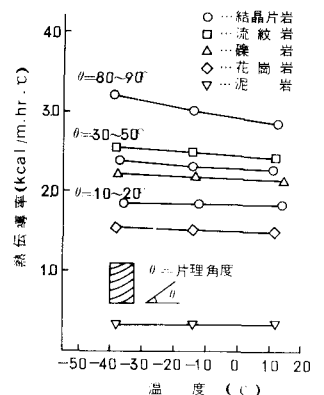


図-6 岩石の熱伝導率

参考文献

- 1) 土木学会編：第33回年次学術講演会講演概要集第3部 III-246 P.462～463.(1978)