

III-216

凍結融解過程における透水性と熱移動特性

埼玉大学工学部
埼玉大学工学部
西松建設
西松建設

渡辺 邦夫
大西 豪昭
熊谷 健洋
石山 宏二

1. はじめに

岩盤の低温下における力学的特性を把握するために、釜石鉱山において現位置凍結融解試験を行っている。低温下での岩盤の挙動は複雑であり、いくつかの問題点が挙げられる。そのうち、1、透水係数の特定、2、凍結融解過程による透水性の変化、3、繰り返しによる熱伝導性の変化、についての成果を報告する。

2. 透水係数の特定

(1) 現位置透水試験

釜石鉱山の凍結融解試験場で、前年より凍結融解過程における岩盤の熱の伝達性を調べてきた。そこで、本年は現地での透水係数を特定するために、現位置透水注入試験を行った。図1に凍結融解試験場とボーリングの位置関係を示す。試験方法は、ボーリング孔にダブルパッカーを設置し、注水を行い、そのときの圧力と注入量を測定したものである。試験区間は図中のA区間で行い、凍結前、凍結完了中、融解開始後、融解終了後の4サイクル(図2)において測定した。

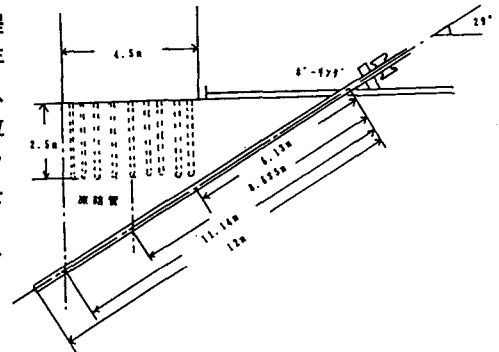


図1 凍結融解試験場とボーリングの位置関係

(2) 透水係数の導定

透水係数は、透水試験で測定した圧力と注入量から回帰直線の傾きを求め、ダルシー則より次式で求まる。

$$k = \frac{N \times \ln(L/r)}{2\pi \times L}$$

ここで、K; 透水係数(cm/sec)、L; 試験区間長(cm)、r; 試験ボーリング孔半径、N; 回帰直線の傾き(cc/sec/cm)である。

これにより求められた透水係数値を表1に示す。

(3) 測定結果

表1で明らかなように、凍結融解過程において、透水係数が変化するのが分かる。それは凍結により水みちに変化が起き透水係数に影響を与えたためだと考えられる。しかし、得られた透水係数値はあまりにも小さいため、測定精度の問題もあり、凍結融解過程でははっきりした傾向はみられなかった。

3. 地質と透水性

原位置透水試験を行い透水係数を特定してみたが、透水係数はとても小さなものであった。そこで、ボーリング調査により岩盤の地質からこの低い透水性の理由を考えてみた。ボーリングコアは全長12mで、入口から1.2mはほとんど砂状になっており、その下0.4mまで細かいレキ状になっていた。これは発破によるものと考えられる。地上より1.6mから12mまでのコアは

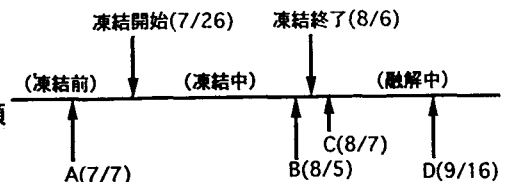


図2 透水試験サイクル

A,凍結開始前	5.51×10^{-10}
B,凍結完了中	9.65×10^{-11}
C,融解開始後	1.36×10^{-10}
D,融解終了後	2.77×10^{-10}

表1 透水係数値 (cm/sec)

しっかりとした花崗閃緑岩である。コアは全体的に緑泥石の筋が網目状となっており、エピソードや電気石の脈が所々にみられるが、それは固く締まり透水性は小さいものと判断される。次に、以前報告したように透水性が小さいと考えられた方解石で充填した割れ目の分布を調べた。その分布を図3に示す。図に見られるように、透水係数に影響を与えと考えられる方解石割れ目の深部への連結は、あまりよくないことが分かる。これより、透水係数が小さくなるという理由が説明できる。

4. 繰り返しによる熱伝導性の変化

1992年5月21日から1993年9月18日まで現在まで7サイクルの凍結融解試験を行っている。図4に試験サイト平面図を示す。温度の測定は23カ所、それぞれ地下1m、2m、3mにおいて測定した。凍結融解の繰り返しによる熱伝導性の変化を調べるために、2サイクル時と7サイクル時の試験結果を比較してみる。各サイクルとも凍結時間は異なるため、融解過程における温度分布を比較してみる。図5に2サイクル時と7サイクル時の測点Aにおける融解過程での温度変化を示す。7サイクル時の融解の早さが2サイクル時よりも遅くなっているのが分かる。これは岩盤内の割れ目が凍結融解の繰り返しにより、局所的に岩盤の割れ目が広がり、温度変化の不均質性を引き起こしたと考えられる。この傾向は、ほとんどの測点でもみられた。

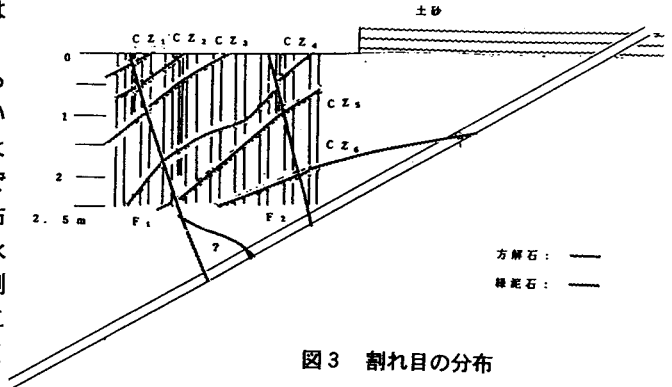


図3 割れ目の分布

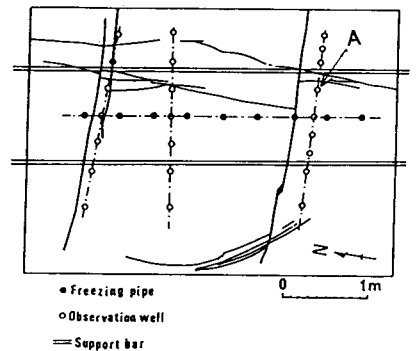


図4 試験サイト平面図

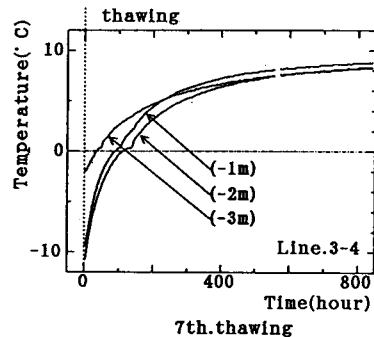
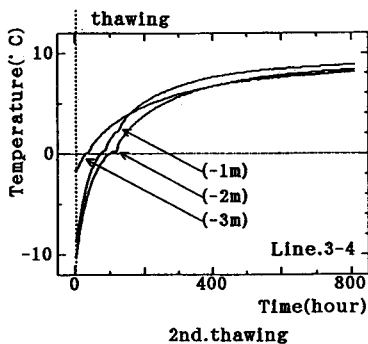


図5 温度変化

5. まとめ

今回は、岩盤の低温下における力学的特性を把握するために、原位置試験での透水性や、凍結融解の繰り返しによる温度伝達の変化を調べた。その結果、凍結融解過程における力学的特性を考える上で、凍結融解各々での透水係数の特定、凍結融解の繰り返しによる局所的な割れ目の広がりを考えることは重要であると考えられる。

参考文献

- (1) 石山宏二、野本寿、渡辺邦夫、山辺正、武田聖司、Paul Bossart：釜石鉱山における岩盤凍結融解 試験（その1）、第24回岩盤力学に関するシンポジウム論文集、pp96、1992
- (2) 石山宏二、野本寿、渡辺邦夫、山辺正、武田聖司、Paul Bossart：釜石鉱山における岩盤凍結融解 試験（その2）、第25回岩盤力学に関するシンポジウム論文集、pp221、1993