

Ⅲ-111

原位置凍結・融解試験時の湧水量変化の研究

埼玉大学工学部 渡辺邦夫
 埼玉大学院 小池格史
 (株)西松建設 石山宏二
 (株)電源開発 大西豪昭

1、目的

筆者等は、低温地下空間利用を目的として、1992年4月より3年間にわたって、釜石鉱山坑道内において原位置凍結・融解試験を行ってきた①。また、試験と併せて熱、浸透流の解析を行ってきた。今回の研究は、凍結・融解の湧水量の変化現地測定し、解析値と比較したものである。

2、測定方法と結果

原位置試験では、坑道内底面部に長さ2.5m、径7.6cmの凍結管を9本設置し、摂氏-20度の不凍液を循環させ岩盤を凍結させる。また融解は、不凍液の循環を止めたり、不凍液の温度を摂氏+20度に上昇させることにより、行った。

図-1に試験場の平面図を示す。今回、主要な透水経路となる方解石割れ目に沿ったA、B、C3地点において凍結融解時の湧水量測定を行った。湧水量測定は、スポイトを用いて15分おきに行った。図-2にこの湧水量測定手順を示す。

図-3に結果を示す。A、B地点での湧水量は凍結、融解に関わらずほぼ一定であるのに対し、C地点では、凍結により湧水量減少が生じた。これは、凍結域の拡大に伴い、方解石割れ目内の水みちが遮断された為と考えられる。B地点については、方解石割れ目が集中している所である。凍結域にない割れ目を通して水が供給されていると考えられる。A地点では、コンクリート壁に近いことから切羽側からの水が浸透している可能性が考えられた。

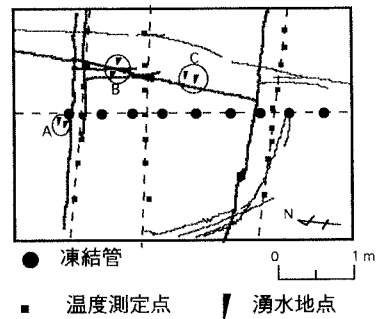


図-1 岩盤表面部での湧水地点

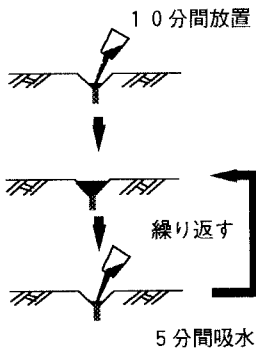


図-2 湧水量測定手順

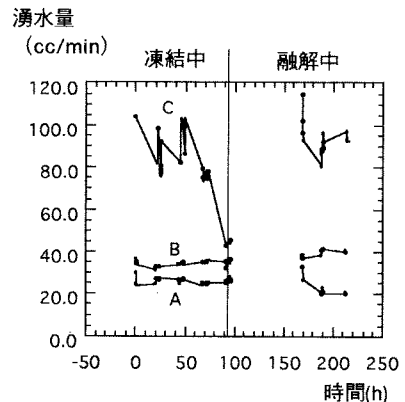
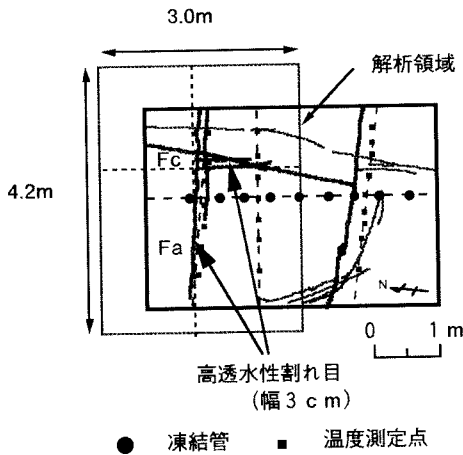
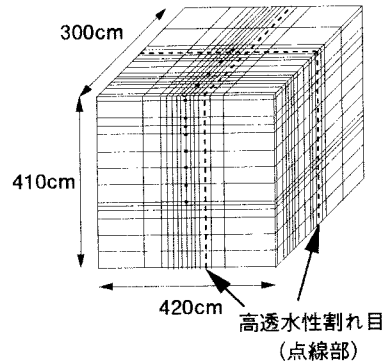


図-3 湧水量の経時変化



図－4 高透水性割れ目のモデル化



図－5 単一割れ目モデルのメッシュ分割図

3、解析方法と結果

試験の結果を検証する為浸透流と熱伝導の連成解析を行った。解析方法は以下の通りである。

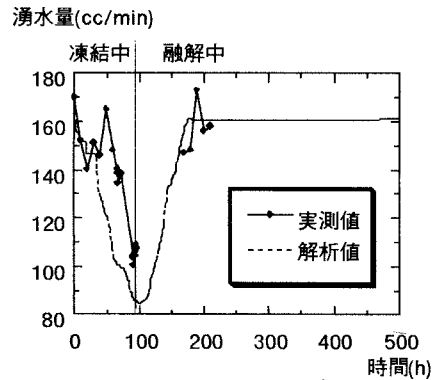
(1) 初期値、物性値、境界条件などを入力し、初期圧力分布から各要素での初期流速を求め、非定常熱伝導方程式から、各節点の温度を計算する。

(2) 凍結領域と未凍結領域を区別する為に、(1)で得られた温度分布から0度以下の節点を選び、その節点を含む要素の透水係数値を低下させる。また、0度以上の節点しか含まない要素に関しては、設定した未凍結領域での透水係数値を用いる。

(3) (2)で決まった透水計数値を用い、非定常浸透流解析により各節点での圧力分布を求める。ここで得られた圧力分布より、各要素での流速、各節点での侵入流量を求める。

試験で得られた情報をもとに単一割れ目のモデル化を行った。図－4、5に原位置試験場に対する解析領域とモデルのメッシュ分割図を示す。方解石割れ目を高透水性割れ目と仮定し、試験で得られた湧水量と以前得られた試験場周りの圧力分布よりこの高透水性割れ目の透水係数値を設定した。また、表面温度測定結果より岩盤表面部の空気温度境界層を3cmとし空气中に逃げる熱量を計算し熱解析に導入した。

このモデル化によって得られた凍結、融解時の湧水量の解析値と実測値との比較を図－6に示す。この2つの値はほぼ一致していると言える。ただ、解析値の方が実測値よりも早く湧水量減少がみられた。これは、岩盤内の微小間隙中の水の凍結が必ずしも0度で行われないことや、岩と流れている水では温度が一定ではないことが考えられる。これらについては、今後の課題である。



図－6 湧水量の比較

参考文献

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