

埼玉大学大学院	○武田 聖司
埼玉大学工学部	渡辺 邦夫
西松建設	石山 宏二
埼玉大学工学部	山辺 正

1. はじめに

最近、寒冷地の地下開発や地下LNG貯蔵などで、岩盤を凍結あるいは融解させたときの力学的挙動や物理的特性の変化を把握する必要性が高まっている。そこで、筆者らは現在、釜石鉱山において実岩盤に対する原位置試験を行なっている。原位置試験に先立って、釜石鉱山の試験対象区域の割れ目系の特性を浸透経路の観点から地質学的に調査を行なった。これは、凍結融解する岩盤中の地下水の流れが岩盤変形に大きな影響を及ぼすと考えたからである。その調査結果として、主に方解石で充填された割れ目が主要な水みち(チャンネル)となりうることを明らかにした¹⁾。本研究では原位置凍結・融解試験場ボーリング調査から得られた情報をもとに、さらに地質的検討を深め、対象領域の3次元割れ目モデルを設定したものである。

2. ボーリング調査と3次元割れ目系モデルの作成

釜石鉱山の現位置凍結・融解試験場を図1に示す。3×4.5×2.5mのトンネル底面部が試験対象岩盤である。この岩盤には、トンネル底面の中心線上に深さ2.5mまで9本の凍結管挿入用ボーリングが掘られている。また、深さ1~3mまでの23本の温度観測用ボーリングが掘削された。ボーリング調査は、この合計32本のボーリングコアについて行なった。次に、ボーリングコア鑑定方法について述べる。まず、コア側面で鉛直方向に基準線を決定し、さらに90度ごとにコア側面を4分割した。その4分割された展開図中に、前回の地質調査で特に重要と考えた方解石(calcite)・緑泥石(chlorite)割れ目¹⁾についてその位置、幅、色、開口状態などを詳細に記述した。図2は緑泥石割れ目の記述例であり、特徴として幅10~15cmにおよぶ緑泥石集中ゾーンが見られた。また、このゾーンは緑泥石割れ目の連続性を考える手掛かりとした緑簾石(epidote)を含むものが多い。図3は観測用ボーリングコア

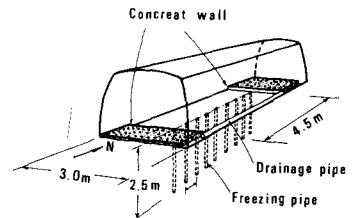


図1. 原位置凍結・融解試験場

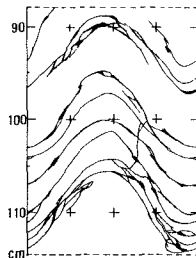


図2. 緑泥石割れ目の記述例

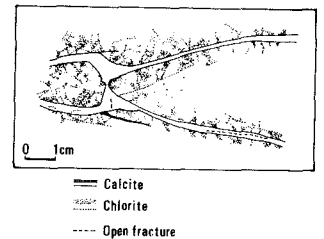


図3. 方解石割れ目の記述例

に見られた方解石割れ目の記述例を示している。この図から、緑泥石割れ目や鉱物が方解石割れ目により切られていることがわかる。また方解石割れ目内には開口部が見られた。このことから、方解石割れ目がTension jointであると考えられる。また、その一部が開口していることにより、主な流れ経路になっていると考えられる。

図4は、凍結管(黒丸)・観測井(白丸)の配置と、トンネル底面部表面の割れ目系を示している。緑簾石を含む緑泥石集中ゾーンは凍結管を横切るように5本(CZ₁~CZ₅)見られ、傾斜はすべてE落ちであった。すでに報告したように¹⁾、連続性の良い水みちとなり得る方解石割れ目

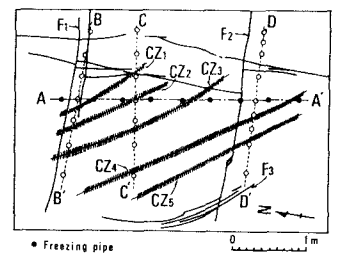


図4. トンネル底面部の割れ目系

は3本($F_1 \sim F_3$)であるが、 F_3 についてはボーリング調査で追跡できなかった。また、 F_1 と F_2 の傾斜はS落ちであった。表面割れ目系情報とボーリング調査結果の比較から、凍結管および観測井鉛直方向断面における割れ目分布を図5に示す。(A)は凍結管、(B)～(D)は観測井断面を表している。これらの図から、A-A'断面のCZ₄、B-B'断面のF₁、D-D'断面のF₂割れ目などは曲面を持っているが、その他はある程度平面的な割れ目の連続性を持っていることがわかる。A-A'断面におけるCZ₆は、表面割れ目系では確認できなかった。また、B-B'断面に現れるF₁には方解石割れ目の分岐と考えられる箇所が見られた。以上の情報をもとに、試験対象岩盤の3次元割れ目のモデル化を行なった。モデル化に先立ち、ボーリングコアから傾斜角を測定した。緑泥石集中ゾーン(CZ₁～CZ₅)の傾斜角は、 $53^\circ \sim 68^\circ$ の頻度分布を持ち、平均 60° であった。方解石割れ目F₁、F₂は傾斜角約 80° であった。CZ₁～CZ₅、F₁、F₂の計5枚の割れ目を平面でモデル化を行なう。割れ目の平面近似は前述したように問題が残るが、割れ目の分布特性を把握し易い。図6は、試験対象領域を3次元平板割れ目でモデル化したものである。CZ₁～CZ₅はすべて傾斜角 60° とし、F₁、F₂の傾斜角についてはともに 80° としている。

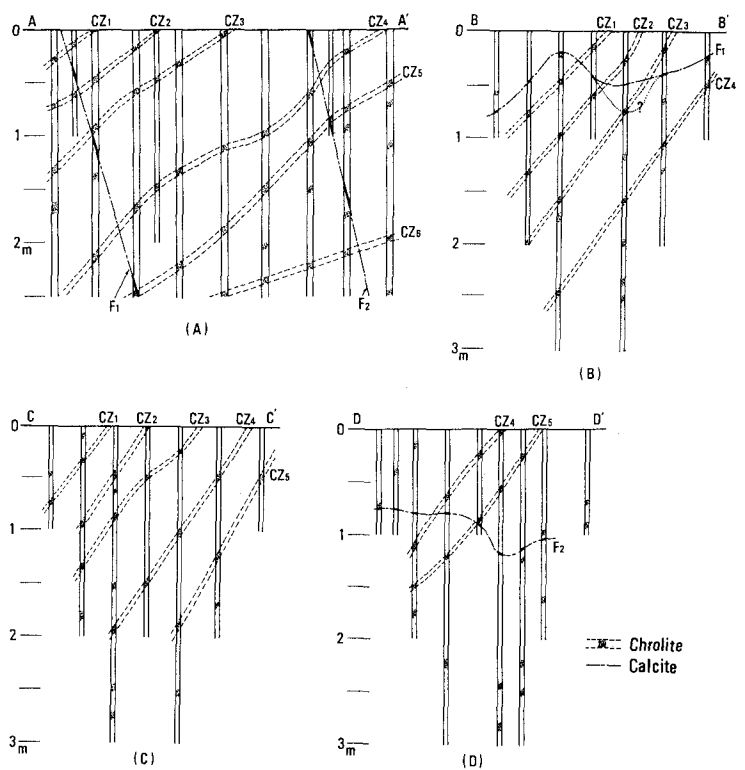


図5、凍結管および観測井鉛直方向断面における割れ目分布

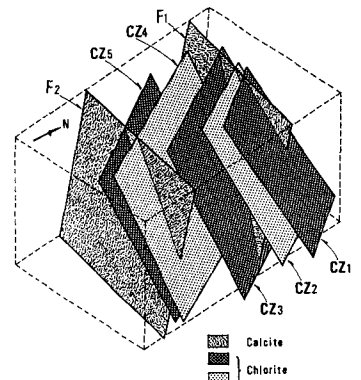


図6、3次元平板割れ目モデル

3、結論

トンネル底部表面の割れ目系とボーリング調査結果の比較により、試験対象領域を3次元平板割れ目でモデル化することができた。これは、原位置凍結・融解試験の結果を評価する上で必要不可欠な情報である。また、割れ目介在物の特徴やその形式を考察し、それをもとに岩盤浸透流の流れ場の性質を評価する方向は、今後さまざまな原位置試験で重要となると考える。

参考文献

- 1) 野本寿、石山宏二、渡辺邦夫、武田聖司、山辺正、Bossart, P.、第24回岩盤力学に関するシンポジウム論文集、pp. 96～100、1992。