

## Ⅲ-60

## 地下岩盤試験場の水理特性に関する研究（その2）

ー原位置岩盤のクロスホール透水試験結果についてー

(株)大林組 須藤 賢 丸山 誠  
藤原紀夫 永久和正

## 1. はじめに

亀裂性岩盤の透水性の評価、水理モデル化の検討を目的に神岡鉱山内に開設された当社の地下岩盤試験場で研究を進めている<sup>1)</sup>。本報告は、この試験場で実施した亀裂調査、BTV観察、間隙水圧測定、単孔式透水試験、クロスホール透水試験等の試験結果およびクロスホール試験による水理的異方性の検討結果の概要について述べるものである。

## 2. 調査・試験の概要

図-1は、神岡鉱山内の地下岩盤試験場での調査・試験孔の位置を示す。試験位置の岩種は、花崗岩質・変麻岩を中心として主に伊西岩・空地鉱が現れている。図-2には、調査・試験の手順を示す。試験位置・試験孔の位置は、亀裂調査結果を基にクラックテンソルで評価して図-1に示す位置に3孔設置した<sup>2)</sup>。試験孔は径76mm・深度約13mで、各試験孔では、ボーリングコアおよびBTVにより亀裂を観察した。

単孔式透水試験は、試験孔の亀裂調査結果から、試験深度を設定し、ダブルパッカー方式で1mの試験区間に区切って行い、順次、試験深度での透水試験を実施した。その際、他の試験孔での圧力応答を同時に測定し、クロスホール透水試験の観測孔の間隙水圧測定区間の選定資料とした。透水係数の算定方法には、建設省河川局開発課監修のルジオンテスト技術指針向け解説に準拠する式を使用した。

クロスホール透水試験は、1孔を注水孔、他の2孔を観測孔とし、注水孔ではダブルパッカーで注水区間を1mで区切り、観測孔では、多段式パッカーで3区間の観測区間（1m）を設けている。試験方法は、注水孔内の注水区間に一定流量送水し、観測孔内に設置した圧力センサーによって各観測区間の圧力の経時変化を測定した。試験結果の解析は、試験領域を巨視的に異方性を有する均質媒体と仮定して、Hsiehら<sup>3)</sup>が提案した図-3に示す方法で行った。

## 3. 試験結果および考察

単孔式の透水試験結果を図-4に示す。なお、自然水圧は、坑道底盤からほぼ静水圧分布を示していた。図-4中、コア観察結果を併記したが、試験区間の亀裂数と透水性の良さは必ずしも比例せ

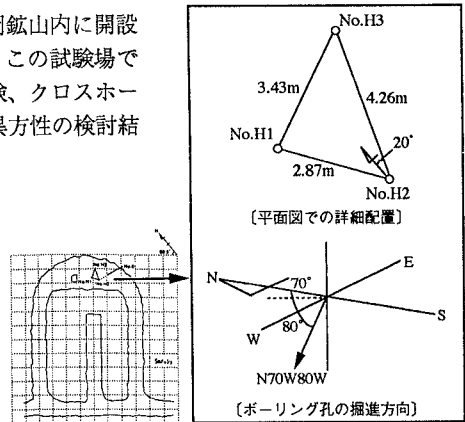


図-1 調査・試験孔位置図

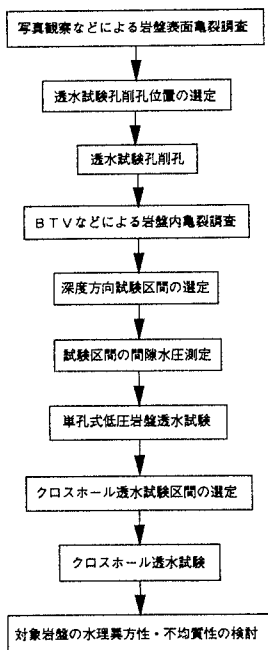


図-2 調査・試験手順

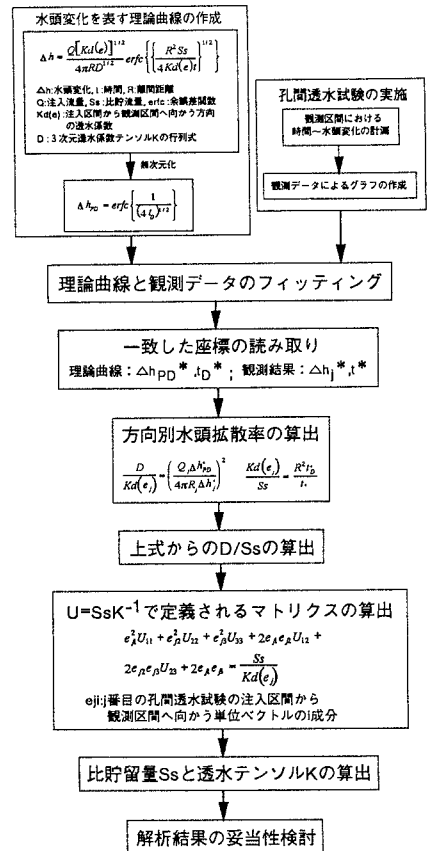


図-3 クロスホール透水試験の解析方法フロー図

ず、透水係数は $10^{-9}$ 以下  
 $\sim 9.7 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$ の範囲  
 で、比較的、浅部の透水性  
 が良い結果である。

クロスホール透水試験  
 で得られた圧力応答を  
 図-5に示すが、各々3  
 断面で6方向以上の合計  
 26個の圧力経時変化の測  
 定結果を得た。その結果  
 から、図-3に示した方  
 法で解析して得られた透  
 水テンソルの主透水係数

とその主軸方向を表-1に示す。主透水係数の相乗平均は約 $1 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$ で、単孔式透水試験結果と比較すると注入区間とした位置での透水係数の最大値 $9.7 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$ に近い値が得られた。

図-6には、透水テンソルを用いて測定断面ごとの透水楕円と測定値を示すが、巨視的に近似した楕円が得られている。

図-7は、BTV観察による全試験孔での亀裂の極の分布と最大コンターのピークにおける走向傾斜を示す。また、表-1の結果から、透水性が高くかつ優勢な亀裂面上に主透水係数の最大値と中間値の主軸が位置し、その亀裂面の法線方向に最小値の主軸が位置すると考えると、幾何学的にその面はN64E64Nと求められる。その結果から図-7中の亀裂を見るとN81E30Nが比較的那の分布形態に近く、今回得られた3次元透水係数は東西走向の中～高角度北傾斜の亀裂に支配されているものと考えられる。

#### 4. おわりに

本報告は、地下岩盤試験場の原位置において実施した亀裂調査、単孔式透水試験、クロスホール透水試験結果から、Hsiehらの方法により岩盤の水理的異方性の検討を試みたものである。今後、得られた測定結果を基に、流れの次元による不均質性の検討やこれから予定している透水・トレーサー試験により、岩盤の水理特性、水理モデル化について詳細な検討を進めるつもりである。

#### 参考文献

- 1) 須藤他：低透水性岩盤の亀裂特性と原位置透水試験・透気試験結果について、土木学会第49回年次学術講演会概要、pp.142～143.1994.
- 2) 鈴木他：地下岩盤試験場の水理特性に関する研究（その1）—岩盤亀裂調査による等価透水係数テンソルの推定—、土木学会第50回年次学術講演会、1995.
- 3) P.A.Hsieh et al: Field Determination of the Three-Dimensional Hydraulic Conductivity Tensor of Anisotropic Media 2.Methodology and Application to Fractured Rocks, Water Resources Research, Vol.21, No.11, pp.1667-1676, 1985.

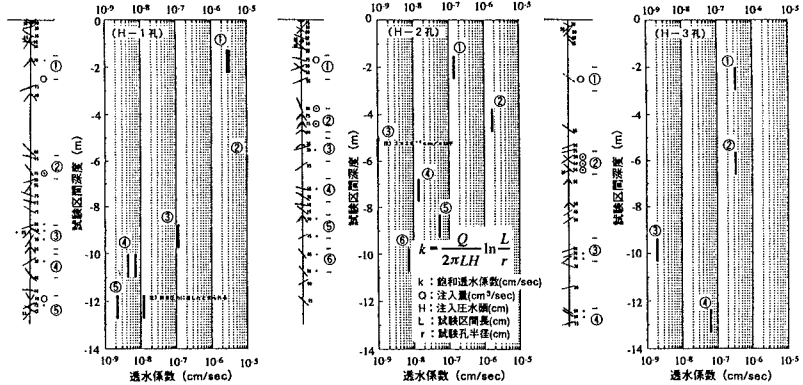


図-4 単孔式透水試験結果

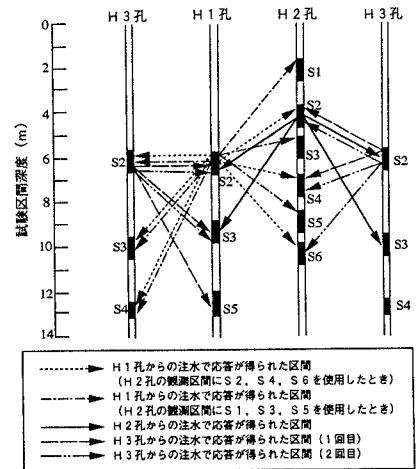


図-5 各観測孔における圧力応答

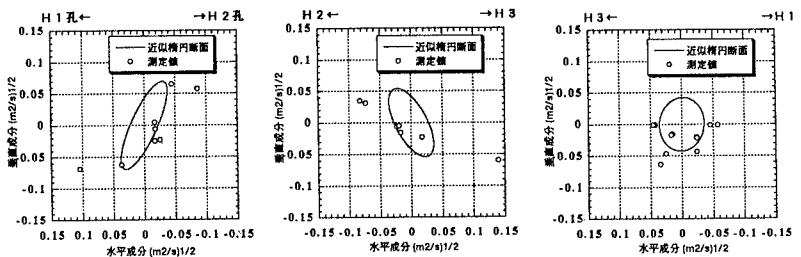


図-6 各測定断面における透水楕円と  $\{K_d(ej)/S_s\}^{1/2}$  の測定値

表-1 クロスホール透水試験の解析結果

| 主透水係数 (cm/sec)             | 主 軸 方 向          |
|----------------------------|------------------|
| $Kw1=4.232 \times 10^{-5}$ | N29.2° W64.6° W  |
| $Kw2=9.204 \times 10^{-6}$ | N63.1° E 1.1° E  |
| $Kw3=3.163 \times 10^{-6}$ | S26.3° E 25.4° E |

比貯留係数： $7.276 \times 10^{-5}$  (1/m)

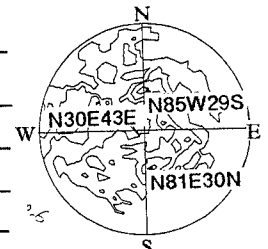


図-7 亀裂の極の分布