地下坑道での調査データに基づく坑道周辺領域における水理地質構造モデルの構築(その1)

石橋 正祐紀1*・尾上 博則1・澤田 淳2・渥美博行3・升元一彦3・細谷真一4

1日本原子力研究開発機構 地層処分研究開発部門 東濃地科学研究ユニット (〒509-6132 岐阜県瑞浪市明世町山野内1-64) ²日本原子力研究開発機構 地層処分研究開発部門 地層処分基盤研究開発ユニット (〒319-1194 茨城県那珂郡東海村村松4-33) ³鹿島建設 技術研究所(〒182-0036 東京都調布市飛田給2-19-1) ⁴ダイヤコンサルタント ジオエンジニアリング事業本部 (〒331-8638 埼玉県さいたま市北区吉野町2-272-3) *E-mail: ishibashi.masayuki@jaea.go.jp

日本原子力研究開発機構は、岐阜県瑞浪市において地層処分技術に関する研究開発の一環として、超深地層研究所計画を進めており、結晶質岩における深部地質環境の調査・解析・評価技術の基盤の整備を目標の一つとして調査研究を実施している。本研究では、結晶質岩中の物質移動特性評価を行ううえで重要となるパラメータの抽出を目的として、原位置調査データに基づく研究坑道周辺領域(100mスケール)の水理地質構造モデルの構築、地下水流動解析、および粒子追跡解析を実施している。本稿では、地下坑道から取得したデータに基づき亀裂ネットワークモデルを構築し、調査データの解釈の違いが亀裂ネットワークモデル構築のためのパラメータに与える影響について検討を行った。

Key Words: geological disposal, fractured crystalline rock, fracture characteristic, discrete fracture network model

1. はじめに

高レベル放射性廃棄物の地層処分事業において岩盤の性能を適切に評価するためには、岩盤中の亀裂の幾何学的特性(亀裂方位、亀裂頻度、亀裂の半径分布、空間分布など)が、地下水の流動経路を把握する上で重要な情報である。しかし、これらは直接的に全ての情報が取得できないことから、岩盤中の亀裂の評価においては、従来より亀裂の幾何学的特性の分布を確率論的に表現したモデルとして亀裂ネットワークモデル(DFN モデル)が適用されている例とにより。

日本原子力研究開発機構は、地層処分技術に関する研究開発の一環として、岐阜県瑞浪市の瑞浪超深地層研究所(図-1;以下、研究所)において、結晶質岩を対象とした「深部地質環境の調査・解析・評価技術の基盤の整備」を目標の一つとして調査研究を進めている³.物質移動特性の評価に関する研究は、研究所における主要な研究課題の一つであり⁴、亀裂の幾何学的特性と岩盤の水理特性および調査で得られたデータの解釈方法による物質移動特性の評価への影響について検討を進めてい

る. その予備的な検討として、原位置調査データに基づく研究坑道周辺領域(100m×100m×100m 領域)の水理地質構造モデルの構築、地下水流動解析、および粒子追跡解析を実施し、モデル構築のためのパラメータが地下水の移行時間の評価結果に及ぼす影響の検討を実施した.本論では、この検討のうち、研究所の地下坑道の壁面で実施した地質調査で取得された亀裂の幾何学的データの解釈の違いが、亀裂の空間分布を表現する DFN モデル(以下、GeoDFN モデル)構築のためのパラメータに与える影響について検討した結果を報告する.



図-1 研究対象となる地下坑道

2. 地質概要およびモデル化データ抽出の考え方

研究所では、深度約170m以深に土岐花崗岩が分布している(図-1). 研究所に分布する土岐花崗岩は、低角度傾斜の亀裂の相対密度に基づき、上位から上部割れ目帯、下部割れ目低密度帯が識別されており、上部割れ目帯中の特に亀裂密度の高い範囲は低角度傾斜を有する割れ目の集中帯として区分されている⁹. 本研究は、土岐花崗岩の上部割れ目帯に位置する深度300mに建設された延長約16mの水平坑道(図-1;以下、深度300mボーリング横坑)で得られたデータを基に実施した.

GeoDFNモデルは、深度300mボーリング横坑での坑道 壁面における地質観察(以下、壁面地質調査)で取得し たデータ[®]を用いて構築することとした、壁面地質調査 では、データ精度の均一化の観点や坑道建設に伴う時間 的制約から、以下の2つの指標に基づき亀裂の情報を取 得している。

- ・指標A: 亀裂の分布(亀裂の分布を線としてスケッチ する; 図 - 2).
- ・指標B: 亀裂の走向・傾斜, 充填鉱物, 滴水の有無 (図 - 2における水色の点) など.

指標Aの情報は、坑道壁面で観察された亀裂をほぼ網羅しており、その分布は三次元地質情報処理システム^カ(以下、Vulcan)を用いて三次元化している。指標Bの情報は、壁面観察の記載データであり、以下のいずれかの基準を満たした亀裂を対象に取得している。

- ① 水平坑道の底盤から1.2mの高さに水平に設定した スキャンラインと交差する亀裂で、かつ長さが約 1mを超える亀裂(ただし、単独の長さが1m以下で も、分岐・断続・雁行する亀裂は記載)
- ② スキャンラインと交差しない, 長さ2m以上の亀裂
- ③ 湧水を伴う亀裂

本検討では、壁面地質調査結果に基づき、指標Aの情報に基づいて設定したパラメータセット(以下、ケース1)と、指標Bの情報に基づいて設定したパラメータセット(以下、ケース2)の2つのデータセットを整備した。

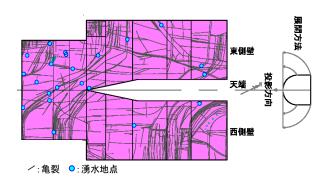


図-2 深度300mボーリング横坑の亀裂スケッチ結果⁶

3. 壁面地質調査データに基づくパラメータセット の整備方法

(1) 検討対象とする亀裂の抽出

指標Aの情報を有する亀裂は463本であり、その463本のうち146本が指標Bの情報を有する亀裂である.

指標Aの情報を有する亀裂の方位については、Vulcan を用いて三次元化したデータから抽出した.しかし、亀裂の推定半径が1m未満のものは、その走向・傾斜が坑道形状および坑道の掘削方位の影響を受けていることが考えられるため、亀裂の推定半径が1m以上のものを検討対象として抽出した.

この結果、ケース1については、方向分布の推定には、 亀裂トレース長さが1m以上の201本のデータを、亀裂密 度の推定にはスキャンラインと交差する51本のデータを、 亀裂の長さ分布の推定には、全亀裂である463本のデー タをそれぞれ適用した(表 - 1).ケース2については、 方向分布の推定には146本、亀裂密度の推定には、スキャンラインと交差する52本のデータ、長さ分布の推定には、 は、Vulcan上でも表現されている139本のデータを利用 した(表 - 1).

(2) 亀裂の方向分布

亀裂方位のパラメータの推定については、Fisher分布⁸⁾で表現できる亀裂のセットが複数存在することを仮定した。Fisher分布の確率密度関数は次式で表される.

$$f(\theta) = \frac{1}{2\pi} \frac{\kappa \sin \theta}{e^{\kappa} - e^{-\kappa}} e^{\kappa \cos \theta} \tag{1}$$

ここに、 θ は亀裂の集中方向(極) との交角、 κ は バラツキを表す定数 (Fisher定数) である.

図 - 3に、ケース1とケース2のそれぞれの亀裂方位分布を示す。 亀裂の卓越方位セットについては、セット毎の母集団でFisher定数が大きいほど卓越主極からの分散が小さく、 亀裂のセットが適切に区分されていると考えられる。 本検討では、 Terzaghiによる補正方法⁹に基づき、観察方向による亀裂の集中度の偏りを考慮して、 亀裂を決定論的に3つのセットに区分した(図 - 3).

表-1 検討対象とした亀裂の抽出条件

データ セット	項目	抽出条件	亀裂 本数
ケース1	方向	亀裂トレース長さが1m以上の亀裂	201本
	密度	スケッチされており, なおかつス キャンラインと交差する亀裂	51本
	長さ	スケッチした全亀裂	463本
ケース2	方向	壁面観察記載がある亀裂	146本
	密度	スキャンラインと交差する亀裂	52本
	長さ	壁面観察記載とスケッチがなされ た亀裂	139本

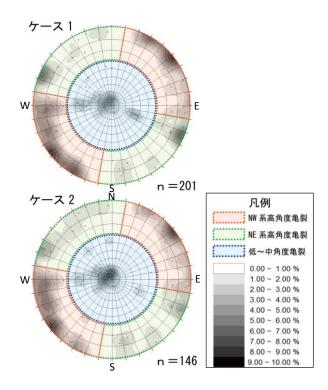


図-3 各データセットにおける亀裂の卓越方位分布(亀裂の法線方向分布,下半球投影)と亀裂セットの分割

(3) 亀裂密度

亀裂密度は、亀裂の卓越方位セットごとの単位体積あたりの亀裂の総面積 P_{22} (m^2/m^3) で表現されるものとした。 亀裂密度の算出では、鈴木ほか 10 に基づき、3つの 亀裂の卓越方位セット ($\mathbf{Z}-3$) ごとに、単位長さあたりの亀裂数 P_{10} (本/m) を求め、それぞれのセットの Fisher 分布のパラメータとスキャンラインの方向 ($N24.767^{\circ}$ E) を考慮して、単位体積あたりの亀裂の総面積 P_{22} を下式で求めた。

$$C_{13} = \left[\int_{0}^{\pi} |\cos \alpha| f(\alpha) d\alpha \right]^{-1}$$
(2b)
$$f(a) = \frac{1}{\pi} \int_{R_{\delta}} \frac{\sin \alpha}{\sqrt{\sin^{2} \delta \sin^{2} \rho - (\cos \alpha - \cos \delta \cos \rho)^{2}}} \frac{\kappa \exp(\kappa \cos \delta) \sin \delta}{\exp(\kappa) - \exp(-\kappa)} d\delta$$

$$R_{\delta} = \begin{cases} \left[\rho - \alpha, \rho + \alpha \right] & \alpha \leq \rho \\ \left[\alpha - \rho, \alpha + \rho \right] & \alpha \geq \rho \end{cases}$$
(2c)

 $P_{32} = C_{13} \times P_{10}$

ここに、 α はスキャンラインと亀裂の法線方向との角度、 $f(\alpha)$ は角度 α に関する確率密度関数、kはFisher係数、 ρ はFisher分布の卓越方向とスキャンラインとの間の角度、 δ はFisher分布の卓越方向と亀裂の法線ベクトルとの間の角度、 R_{δ} は亀裂がスキャンラインと交差する区間である.

(4) 亀裂の半径分布

$$f(r) = \frac{a-1}{r_m} \left(\frac{r}{r_m}\right)^{-a} \tag{3}$$

ここに、aはべき乗数、 r_m は亀裂の最小半径である.

a) 亀裂の半径分布の推定方法

亀裂の半径分布を示すべき乗数は、シミュレーションを用いて、坑道壁面で取得した実測のトレース長分布に可能な限り一致させるように推定した。具体的には、まず坑道壁面で把握した亀裂方位セットごとの亀裂密度および任意のべき乗数を設定してGeoDFNモデルを構築した。次に、GeoDFNモデルに模擬坑道を考慮し、亀裂のトレース長と実測値との比較を行った。

b) 実測データの整理

(2a)

本検討では、ケース1はスケッチされた亀裂463本の全てを対象とし、ケース2は壁面観察記載された146本の亀裂のうち、Vulcan上で表現されていない(亀裂の観察長さが数十cm以下の)7本を除外した139本の亀裂を対象とした.

坑道壁面における観察長さ(以下、トレース長)については、単位面積当たりの累積亀裂密度(本/m²)およびトレース長ごとの亀裂本数で整理した(図 - 4). 単位面積当たりの累積亀裂本数については、坑道の観察面積134.5m²で累積亀裂数を除した値として示す. なお、単位面積あたりの累積亀裂本数とトレース長の関係から、約2~5mの範囲においては、その分布が直線的であり、トレース長の分布が概ねべき分布に従うと考えることができる.

c) GeoDFNモデルの構築および実測データとの比較

亀裂の半径分布の推定に用いたGeoDFNモデルは、亀裂の卓越方位セットごとの亀裂密度を用い、べき乗数を0.1づつ変化させて複数構築した.なお、GeoDFNモデルの亀裂の最小半径は1.25mとし、最大半径は設定しないものとした。GeoDFNモデルに考慮した模擬坑道(図 - 5)の延長方向は、スキャンラインの延長方向と同じN24.767℃方向とした.

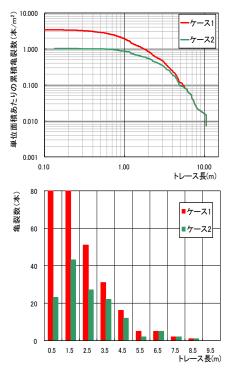


図-4 実測のトレース長分布(上:累積頻度分布/下:トレース長ごとの頻度分布)

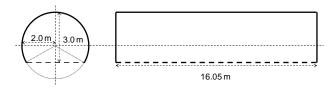


図-5 トレース長分布を推定する模擬坑道

本手法では、亀裂密度 (P_{2}) を固定し、べき乗数を変化させるため、模擬坑道と交差する亀裂本数が実測とは異なる値となる。そのため、亀裂密度 (P_{2}) を必要に応じて調整し、解析結果と実測の亀裂数が概ね整合するようにした。上記の手法を用いたシミュレーションで得られたトレース長分布 (図 - 6) に基づき、トレース長2~5mの範囲が実測に整合するべき乗数を推定した。具体的には、亀裂のトレース長の2~5mの範囲における二乗平均平方根を評価指標として実測値からの誤差を算出し、誤差が最も小さい値を亀裂半径分布を示すべき乗数とした。その結果、ケース1のべき乗数としては4.0、ケース2のべき乗数としては3.5を設定した。

(5) 亀裂の幾何学的特性の推定結果

(2)~(5)に示した亀裂の幾何学的特性の推定結果を表-2に示す.ケース1とケース2を比較すると,亀裂の方向分布と亀裂密度はほぼ同じであるが,亀裂の半径分布(べき乗数)が異なる結果となった.

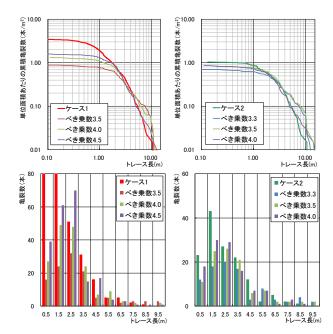


図-6 トレース長分布に関する実測と解析結果の比較(左列: ケース1, 右列: ケース2)

4. GeoDFNモデルの構築

表 - 2に示した亀裂の幾何学的特性の推定結果をパラメータセットとして、GeoDFNモデルを構築した. GeoDFNモデルの寸法は100m×100m×100mの立方体形状とし、単一の亀裂の形状は円盤型を仮定した. なお、確率論的に亀裂を発生させることで、ケース1およびケース2のそれぞれで、GeoDFNモデルを10リアライゼーションずつ構築した.

岩盤中の亀裂の空間分布は必ずしも一様にランダムに 分布しているわけではなく,一般に空間的に不均質に存 在することが想定されるが,ここでは,亀裂の中心位置 の分布は一様にランダムでポアソン過程に従うものと仮 定してモデル化を行った.

ケース1およびケース2の亀裂数, 亀裂密度 (P_{32}) , モデル中央位置を通過する測線 (N-S, E-W, 鉛直の3方向にそれぞれ延長100mと設定) 沿いの亀裂密度 (P_{10})

表-2 亀裂の幾何学的特性の推定結果

ケース	ケース1			ケース2		
亀裂方位	1	2	3	1	2	3
セット	NW	NE	低角度	NW	NE	低角度
極の傾斜角 (°)	86.6	88.3	8.1	86.8	88.8	11.5
極の走向角 (゜)	29.0	137.1	335.5	26.0	131.9	332.0
Fisher定数	12.7	11.0	7.6	10.3	11.6	9.0
P ₁₀ (本/m)	1.34	0.12	0.12	1.34	0.16	0.12
$P_{32}(m^2/m^3)$	1.81	0.38	0.46	1.93	0.41	0.50
亀裂半径分布	最小半径:1.25m べき乗数:4.0			最小半径:1.25m べき乗数:3.5		

注1:極の傾斜角は亀裂面からの法線ベクトルの鉛直からなす角度

注2:極の走向角は亀裂面からの方線ベクトルの東方向からのなす角度(反時計回り)

の平均値, 1リアライゼーションのモデル全体図, 亀裂の方向分布図を図 - 7に示す.

ケース1およびケース2のGeoDFNモデルにおける亀裂の卓越方向、亀裂群のFisher定数について、表 - 2に示す設定値と各リアライゼーションの平均値がほぼ一致していることを確認した。また、GeoDFNモデルにおける亀裂の半径分布については、2次元断面における亀裂のトレース長2.0mと20.0mの超過確率から二点間の勾配を求め、亀裂トレース分布のべき乗数を求めた(図 - 7)。その結果、亀裂半径分布のべき乗数はケース1が4、ケース2で3.5となり、表 - 2に示した設定値と一致した。

5. 考察

ケース1とケース2のGeoDFNモデルを比較すると、亀裂の方向分布については、大きな差がない.これは、記載情報としての走向・傾斜に基づく亀裂方位分布と、壁面スケッチデータからVulcanを用いて幾何学的に抽出した亀裂方位分布に大きな差がないことを示している.すなわち、この結果から、壁面スケッチにより亀裂分布に関する幾何学的な情報を把握することで、亀裂の方位分布を評価可能であると考えられる.

亀裂数を比較すると、100m立方の領域において約

ケース	ケース1	ケース2		
亀裂数	181,284 枚	124,856 枚		
亀裂密度 (P₁₀)	1 <i>2</i> 8 本/m	1.32 本/m		
モデル全体図				
亀裂の 方向分布	29° "NW	NW		
亀裂の 長さ分布	100 10 10 11 11 12 13 13 14 15 10 100 100 100 100 100 100 100 100 1	100 10 10 2.5 第 0.1 第 0.1 9 0.1 0.001 0.01 0.001 0.001 0.001 6 数半径(m)		

図-7 作成したGeoDFNモデルの概要

56,000枚の差が生じている。GeoDFNモデルで生成される 亀裂数は、亀裂密度 (P_{32}) と亀裂半径分布に支配される。ケース1は、ケース2と比較して亀裂半径分布を示すべき乗数が0.5大きいことから、小さな亀裂が多く、かつ大きな亀裂が少なくなる。そのため、設定した亀裂密度 (P_{32}) を満たすためには、より多くの亀裂を生成する必要があり、ケース1はケース2と比較して亀裂数が増加しているものと考えられる。

また、GeoDFNモデルの中央位置を通過する測線沿いの亀裂密度(P_{10})についてみると、ケース1では平均 1.28本/m(実測値は1.58本/m)、ケース2では平均1.32本/m(実測値は1.62本/m)であり、ケース1、ケース2ともに実測値との差は0.3本/m程度である。一方で、測線沿いの亀裂密度(P_{10})は、前述した亀裂数とは逆にケース1よりケース2の方が大きい。これは、ケース1に比べケース2の方が相対的に長い(亀裂半径の大きい)亀裂が多くモデル化されていることに起因すると考えられる。つまり、ケース1では大きな亀裂数が少ないため、測線に遭遇する亀裂数が少なくなっていることを示すと考えられる。

ここで、亀裂の半径分布の推定に使用したデータに着目すると、ケース1は坑道壁面でスケッチを実施した全ての亀裂の長さデータに基づき設定しており、亀裂トレース長が1m以下の亀裂も多く抽出することができている。一方で、ケース2については、2章に示したように基本的には1m以上の亀裂を記載・抽出している。したがって、亀裂データの解釈の違いによって、べき乗数で0.5、亀裂数は100m立方の領域で約56,000枚の差が生じることが示された。

以上のことから,同一の地下坑道の壁面地質調査で得られた亀裂データの解釈の違いは,亀裂の方向分布の推定結果にはほとんど影響がないものの,亀裂の半径分布の推定結果に大きく影響を与えることが示された. さらに,亀裂の半径分布のパラメータであるべき乗数が異なることで,確率論的に発生される亀裂の大きさの傾向が変化する. そのため,亀裂密度 (P_2) を基準としてGeoDFNモデルを構築する場合には,べき乗数の違いによってモデル内に発生する亀裂数が大きく異なることが示された. 本検討で適用したGeoDFNモデルの構築においては,亀裂の半径分布が亀裂の空間分布の再現にとって特に重要なパラメータであると考えられる.

6. まとめ

岐阜県瑞浪市に位置する瑞浪超深地層研究所の深度 300mの水平坑道における壁面地質調査結果を利用して、 亀裂の空間分布を表現するGeoDFNモデルを構築した. 壁面地質調査では、データの均一化の観点および坑道建設に伴う時間的制約から2つの指標で亀裂の情報が取得されており、調査データの解釈の違いがGeoDFNモデルに与える影響について検討を行った。

その結果、GeoDFNモデル構築のためのパラメータの 1つである亀裂の半径分布は、亀裂データの解釈の違い に大きく依存することが示された。亀裂の半径分布は、 確率論的に発生させる亀裂数にも影響を与えることから、 GeoDFNモデルの構築にあたって特に重要なパラメータ であることが示された。

今後は、亀裂の幾何学的特性の違いが物質移動特性評価に与える影響について検討を行い、GeoDFNモデル構築における亀裂のパラメータの設定方法についての検討を進める予定である.

謝辞:本研究を行うにあたり,鹿島建設株式会社の中嶌誠門氏,瀬尾昭治氏,川端淳一氏にはモデル構築作業にご尽力頂いた。また,日本原子力研究開発機構の笹尾英嗣氏ならびに三枝博光氏には解釈の考え方を含め多くの有益なご意見を頂いた。ここに記して,御礼申し上げる.

参考文献

- 1) 柴田雅博,澤田 淳,舘 幸男,牧野仁史,早野 明, 三ツ井誠一郎,谷口直樹,小田治恵,北村 暁,大澤 英昭,仙波 毅,日置一雅,亀井玄人,江橋 健,窪 田 茂,黒澤 進,後藤淳一,後藤考裕,石井英一, 稲垣 学,守屋俊文,鈴木 覚,大井貴夫,市原貴之, 石田圭輔,石黒勝彦,土 宏之:概要調査段階におけ る設計・性能評価手法の高度化・NUMO-JAEA 共同研 究報告書(2011年度) -,日本原子力研究開発機構, JAEA-Research 2012-032, 2012.
- 2) 渡辺邦夫, 田中達也, 内田雅大, 岩崎 浩: 地質構造を 基礎としたフラクチャーネットワークモデルの開発 (その 2)-釜石鉱山 KD90 坑道・トレーサー試験の解析 一, 応用地質, 第 35 巻, 第 4 号, pp. 132-142, 1994.

- 3) 日本原子力研究開発機構:超深地層研究所 地層科学研究 基本計画,日本原子力研究開発機構,JAEA-Review 2010-016, 2010.
- 4) 三枝博光,松井裕哉,濱 克宏,佐藤稔紀,鶴田忠彦, 竹内竜史,國丸貴紀,松岡稔幸,水野 崇:超深地層 研究所計画における調査研究の考え方と進め方-深度 500m までの調査研究計画-,日本原子力研究開発機 構,JAEA-Review 2011-022, 2011.
- 5) 三枝博光,瀬野康弘,中間茂雄,鶴田忠彦,岩月輝希, 天野健治,竹内竜史,松岡稔幸,尾上博則,水野 崇, 大山卓也,濱 克宏,佐藤稔紀,久慈雅栄,黒田英高, 仙波 毅,内田雅大,杉原弘造,坂巻昌工:超深地層 研究所計画における地表からの調査予測研究段階(第 1段階)研究成果報告書,日本原子力研究開発機構, JAEA-Research 2007-043, 2007.
- 6) 川本康司, 窪島光志, 石橋正祐紀, 鶴田忠彦, 笹尾英嗣, 池田幸喜, 見掛信一郎, 原 郁夫, 山本 勝: 超深地層研究所計画 瑞浪超深地層研究所 研究坑道の壁面調査データ集, 日本原子力研究開発機構, JAEA-Data/Code 2012-009, 2012.
- Neilson L, Kapageridis I, Environmental Management with VULCAN. In: 8th International Conference on Development and Application of Computer Techniques to Environmental Studies (ENVIROSOFT 2000), Wessex Institute of Technology, pp.461-470, 2000.
- 8) Chiles, J. P. and de Marsily, G.: Stochastic models of fracture systems and their use in flow and transport modeling, *Flow and Contaminant Transport in Fractured Rock, edited by Bear, J., Tsang, C. F. and de Marsily, G.*, p. 181, 1993.
- 9) Terzaghi, R.: Sources of error in joint survey, *Geotechnique*, Vol.15, pp287-304, 1965.
- 10)鈴木俊一,本島貴之,井尻裕二,青木広臣:確率統計 理論による亀裂特性データの相互関係の整理と数値解 析モデルによる妥当性検証,土木学会論文集 C, Vol.65 No.1, pp.185-195, 2009.
- 11)井尻裕二,澤田 淳,坂本和彦,内田雅大,石黒勝彦,梅木博之,大西有三:割れ目ネットワークモデルの水理特性に及ぼす割れ目スケール効果の影響,土木学会論文集,No.694/III-57,pp.179-194,2001.

DISCRETE FRACTURE NETWORK MODELING BASED ON IN-SITU DATA AT UNDERGROUND GALLERY (PART I)

Masayuki ISHIBASHI, Hironori ONOE, Atsushi SAWADA, Hiroyuki ATSUMI, Kazuhiko MASUMOTO and Shinichi HOSOYA

Japan Atomic Energy Agency is proceeding with the Mizunami Underground Research Laboratory Project in order to establish comprehensive techniques for the investigation, analysis and assessment of the deep geological environment in fractured crystalline rock for geological disposal of high level radioactive wastes. We have carried out discrete fracture network modeling, groundwater flow and particle tracking simulation in order to understand the important factors for the solute transport characterizations. In this paper, a method of discrete fracture network modeling based on in-situ data at underground gallery and the influences of different data interpretation are described.