

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2）

中嶋 誠門^{1*}・瀬尾 昭治¹・尾上 博則²・石橋正祐紀²・三枝 博光²・澤田 淳³

¹鹿島建設株式会社 技術研究所（〒182-0036 東京都調布市飛田給2-19-1）

²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）

³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）

*E-mail: nakajmak@kajima.co.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、及び粒子追跡解析を実施している。本稿では、地下坑道周辺で取得したデータに基づく水理地質構造モデルの構築方法について示す。特に水理地質構造モデルの構築に必要な水理特性パラメータの設定方法について検討を行った。

Key Words : *geological disposal, fractured crystalline rock, fracture transmissivity, 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、岩盤中の物質移動特性を評価するためには、地下水の流動経路や流動時間を把握することが重要である。地下深部における岩盤の透水性は、地下水の通り道となる間隙構造に依存しており、一般に結晶質岩のように固結度が高く緻密な岩石では亀裂が主要な水みちとなる。したがって、結晶質岩については、亀裂の空間的な分布とその透水性が、岩盤中の地下水流動の支配要因となる¹⁾。しかし、対象とする岩盤中のすべての亀裂の情報を直接的に把握することはできない。このため、岩盤中の亀裂の評価においては、亀裂の幾何学的特性や水理特性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（以下、DFNモデル）が適用されている^{1,2)}。

石橋ほか³⁾では、日本原子力研究開発機構が岐阜県瑞浪市の瑞浪超深地層研究所（以下、研究所）で進めている地層処分技術に関する研究開発のうち、物質移動特性の評価に関する研究の一環として、地下坑道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が検討された。本論では、石橋ほか³⁾で構築した GeoDFN モデルをもとに、亀裂の透水性分布を表現する水理地質構造モデル（以下、HydroDFN モデル）を構築する方法について報告する。特に本検討では、研究所の地下坑道で得られた調査結果に基づいて亀裂の透水性を評価し、HydroDFN モデルを構成する透水性亀裂の比率の推定および、単孔式水理試験の再現解析による亀裂の透水量係数分布の推定を試みた。

2. GeoDFNモデルの概要

研究所周辺においては、深度約170m以深に基盤岩である土岐花崗岩が分布する。GeoDFNモデルは、土岐花崗岩中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構築された³⁾。GeoDFNモデルの寸法は100m×100m×100mの立方体形状で、単一の亀裂の形状は円盤型を仮定した。表-1にGeoDFNモデル構築のための亀裂の幾何学的特性のパラ

表 - 1 亀裂の幾何学的特性のパラメータセット³⁾

ケース	ケース1			ケース2		
	1	2	3	1	2	3
亀裂方位 セット	NW	NE	低角度	NW	NE	低角度
極の傾斜角 ^{#1} (°)	86.6	88.3	8.1	86.8	88.8	11.5
極の走向角 ^{#2} (°)	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 ₃₀ (m ² /m ²)	1.81	0.38	0.46	1.93	0.41	0.50
亀裂半径分布	最小半径:125m べき乗数:4.0			最小半径:125m べき乗数:3.5		

*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

*2:極の走向角は亀裂面からの法線ベクトルの東方向からなす角度(反時計回り)

メータセットを示す。

GeoDFNモデルの構築にあたっては、坑道壁面での地質観察（以下、壁面観察）における亀裂情報の取得方法の違いに基づき、2ケースのパラメータセットが設定されている³⁾。ケース1は坑道壁面で観察されたほぼすべての亀裂データに基づくものであり、ケース2は坑道壁面に水平方向に設定したスキャンラインと交差する亀裂、亀裂のトレース長が2m以上の亀裂及び湧水を伴う亀裂データに基づくものである。ケース1とケース2のパラメータにみられる顕著な違いとしては、亀裂半径分布がある。ケース1ではべき分布で規定される亀裂半径分布のべき乗数が4.0で比較的小さな亀裂を多く発生させるのに対し、ケース2ではべき乗数が3.5であり比較的大きな亀裂を多く発生させる特徴を有する。

3. 透水性亀裂のモデル化方法

(1) DFNモデルを用いた亀裂の透水性評価

既往の検討¹⁾では、東濃地域や釜石鉱山の地下深部の岩盤の透水係数は、 $10^{-12} \sim 10^{-6}$ m/s の幅を有することが報告されている（図-2）。亀裂密度のばらつきの影響を

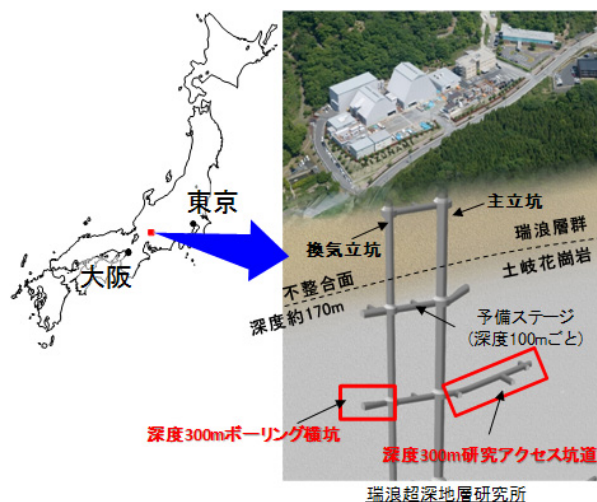


図 - 1 深度300mステージ研究坑道周辺の地質分布

考慮しても、岩盤中に含まれる単一亀裂の透水量係数が少なくとも数オーダーにわたる幅広い分布を呈すると考えられる。亀裂の透水性は、亀裂の開口幅や介在する粘土の有無等に影響を受けることから、岩盤中に含まれるすべての亀裂が地下水や物質の移動経路として寄与しないと考えられる。

HydroDFNモデルは岩盤中の主要な水みちとなる亀裂分布に起因する水理学的な不均質性を直接的にモデル化できる。したがって、HydroDFNモデルを用いて、岩盤中の地下水流動や物質移動特性を解析・評価を実施するにあたっては、観察されたすべての亀裂をモデル化するよりも、亀裂の幾何学的特性や水理学的特性に基づき、透水性が高く主要な水みちを形成する透水性亀裂を抽出してモデル化の方が合理的であると言える。

本研究において対象とするHydroDFNモデルでは、この透水性亀裂に起因する岩盤中の地下水の動きを検討することを目的としている。そこで、本検討では、GeoDFNモデルに含まれる亀裂のうち、主要な地下水の流動経路となる透水性亀裂を抽出することで、HydroDFNモデルを構築することとした。

(2) 透水性亀裂比率を用いた抽出方法の検討

本検討では、全亀裂の三次元密度 (P_{3D}) に占める透水性亀裂の三次元密度の割合を示す「透水性亀裂比率」を実測データに基づいて推定する（後述）ことで、GeoDFNモデルにおける透水性亀裂の抽出を試みた。なお、透水性亀裂の方向や長さ分布は、基本的にGeoDFNモデルと同一であるものと仮定した。また、本検討に用いるGeoDFNモデルは亀裂密度が高く、透水性亀裂を抽出しても亀裂の連結性はほとんど失われないものと仮定した。この場合、透水性亀裂比率の設定値は、全亀裂の一次元密度 (P_{10}) や枚数 (P_{30}) に占める透水性亀裂の

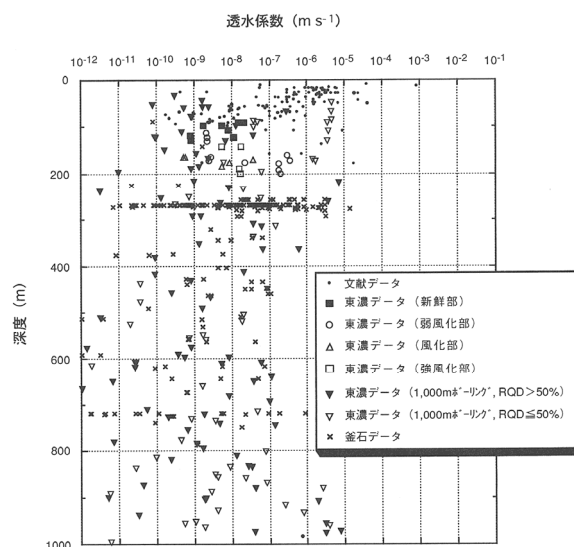


図 - 2 花崗岩における透水係数の分布¹⁾

表 - 2 透水性亀裂比率の推定結果

亀裂の母集団*		亀裂抽出条件*			亀裂数		亀裂密度	透水性亀裂の割合	
Vulcan	壁面観察	滴水・滲出	方解石		全壁面	スキャンライン	P10(条/m)	ケース1*	ケース2*
○					463	51	1.59	—	—
	○				146	52	1.62	—	—
○	○	○			32	9	0.28	18%	18%
○	○		○		81	27	0.84	53%	52%
○	○	○	○		19	6	0.19	12%	12%
○	○	+	+		94	30	0.93	59%	58%

*1:○は積集合、+は和集合を表す

*2:ケース1は抽出した亀裂の密度(P10)を、Vulcanに記載された亀裂の密度(1.59条/m)で除した値

*3:ケース2は抽出した亀裂の密度(P10)を、壁面観察の対象となった亀裂の密度(1.62条/m)で除した値

割合に一致するため、GeoDFNモデルに含まれる全亀裂から透水性亀裂を抽出する際は、設定した比率に応じて無作為に抽出した。

(3) 透水性亀裂抽出のための指標

透水性亀裂比率の設定にあたって、透水性亀裂抽出のための指標として、以下の2点に着目した。

- ① 滴水・滲出が認められた亀裂
- ② 方解石が認められた亀裂

上記のうち、方解石の有無による透水性亀裂の抽出は、研究所を対象とした既往研究⁴⁾の知見に基づくものである。この既往研究では、深度300m研究アクセス坑道（図-1）を調査対象としており、坑道掘削前に実施された湧水抑制対策のためのプレグラウトに着目して、透水性亀裂の地質学的特徴について検討している。具体的には、プレグラウトによるグラウト材が充填されている亀裂を透水性亀裂として分類し、それらの亀裂中には特徴的に方解石が認められている。そこで、本検討でも亀裂中に方解石が認められた亀裂は透水性亀裂であると仮定し、方解石の有無を透水性亀裂の抽出指標のひとつとして設定した。

(4) 透水性亀裂比率の推定

全亀裂に対する透水性亀裂の比率に関する情報を整理するため、「滴水・滲出が認められた亀裂」や「方解石が認められた亀裂」を評価指標として、深度300mボーリング横坑における亀裂数や、スキャンライン（坑道底盤から1.2mの高さに水平に設定）上の亀裂密度（ P_{10} ）を整理した（表-2）。

まず、深度300 mボーリング横坑の調査データに基づいてケース1及びケース2のそれぞれの亀裂を整理して母集団を作成した。具体的には、ケース1では壁面で観察されたほぼすべての亀裂を対象として、三次元地質情報処理システム⁵⁾（以下、Vulcan）を用いて三次元化された計463本を母集団とした。一方、ケース2では、壁面観察の記載対象となった146本の亀裂を母集団とした。次に、亀裂の介在鉱物が記載されている深度300mボーリング横坑のスキャンライン上の亀裂を抽出した。その結果、ケース1及びケース2での抽出亀裂数はそれぞれ51本

表 - 3 HydroDFNモデルの検討ケース

No.	ケース名	幾何学的特性の推定に使用した調査データ	透水性亀裂比率の設定値 (透水性亀裂の定義)
1	ケース1A	Vulcanに記載された亀裂 (≡全亀裂)	18% (滴水・滲出)
2	ケース1B		12% (滴水・滲出かつ方解石)
3	ケース2A	壁面観察の対象として 抽出された亀裂	18% (滴水・滲出)
4	ケース2B		12% (滴水・滲出かつ方解石)

及び52本となった。ケース1の母集団となるVulcanで三次元化された463本全ての亀裂に対しては、方解石の有無を含む調査が実施されていない³⁾ことから、全壁面の亀裂データを用いた透水性亀裂比率の推定はできない。そこで、本検討ではケース1、ケース2ともに壁面調査の対象となっているスキャンラインと交差するデータに着目して、透水性亀裂比率の推定を試みた。

スキャンライン上における滴水・滲出が認められた亀裂を抽出し、抽出した亀裂の P_{10} と母集団の亀裂の P_{10} の比から透水性亀裂比率を算出した。この結果、滴水・滲出が認められた亀裂を透水性亀裂とした場合の比率はケース1、ケース2とも18%となった（表-2）。また、スキャンライン上における方解石が認められた亀裂を抽出した場合には、ケース1、ケース2とも50%程度となった。さらに、滴水・滲出かつ方解石が認められた亀裂を抽出した場合はケース1、ケース2とも12%であり、滴水・滲出または方解石が認められた亀裂についてはケース1、ケース2とも60%程度の結果が得られた。

(5) 透水性亀裂比率の不確実性に関する考察

滴水・滲出及び方解石の有無を評価指標として透水性亀裂比率の推定の結果、滴水・滲出が認められた亀裂の場合は18%、方解石が認められた亀裂の場合は50%程度となり、方解石が認められた亀裂を透水性亀裂とみなした場合の方が、2.5倍程度多い結果となった。この要因としては、方解石が認められた亀裂には、過去には主要な水みちとなっていたが、亀裂面が充填されるなどの理由で現在は水みちとなっていない亀裂が多く含まれている可能性がある⁴⁾。また、滴水・滲出が認められた亀裂には、坑道掘削による影響で新たな水みちが形成されるなど、岩盤本来の透水性亀裂よりも多く見積もられている可能性が考えられる。

これらの透水性亀裂比率の推定結果における不確実性を考慮して、本検討では、滴水・滲出が認められた亀裂と滴水・滲出かつ方解石が認められた亀裂を透水性亀裂と仮定して、透水性亀裂比率をそれぞれ18%、12%と設定した。

以上の結果から、本検討において構築するHydroDFNモデルは、GeoDFNモデルの2ケース（ケース1・ケース

2) と、透水性亀裂比率の2ケース（18%・12%）を組み合わせた4ケースとした（表-3）。

4. 透水性亀裂の透水量係数分布の推定

本検討では、HydroDFNモデルを用いた単孔式水理試験の再現解析（以下、再現解析）を実施し、透水性が高く主要な水みちを形成すると考えられる透水性亀裂の透水量係数分布の解析的な推定を試みた。

(1) 再現解析の解析条件の設定

研究所で実施された単孔式水理試験結果⁹⁾を参考にして、再現解析の解析条件の設定を行った。深度300mボーリング横坑周辺において、土岐花崗岩の上部割れ目帯を対象とした単孔式水理試験は、2本の鉛直ボーリング（いずれも試験区間のボーリング孔直径：125mm）において合計12区間で実施されている。これらの試験区間条件ならびに試験結果の一覧を表-4に示す。

表-4に基づき、再現解析の解析条件設定のための基礎情報を以下のように整理した。

- ーボーリング孔の方向：鉛直
- ー試験区間直径：125mm
- ー試験区間長：8.7～56.4m（算術平均：30.9m）
- ー透水係数： $2.7 \times 10^{-9} \sim 2.2 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ （対数平均： $6.2 \times 10^{-8} \text{ m/s}$ ）

さらに、これらの情報に基づいて、再現解析の解析条

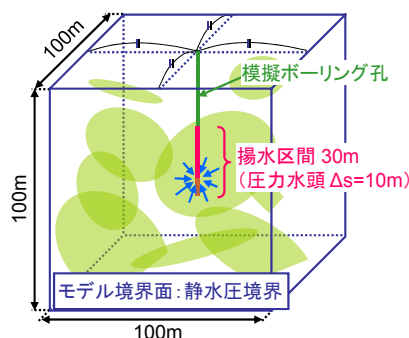


図-3 再現解析の解析条件

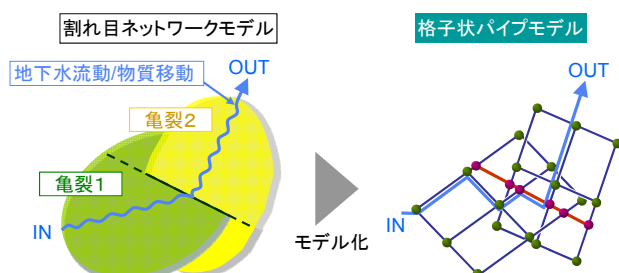


図-4 格子状パイプを用いたモデル化手法の概念

表-4 深度300mボーリング横坑周辺での水理試験結果

試験番号	上端 (E.L. m)	下端 (E.L. m)	試験区間長 (m)	透水量係数 (m^2/s)	透水係数 (m/s)
06MI03-02	-29.3	-67.1	37.8	$1.3\text{E}-06$	$3.5\text{E}-08$
06MI03-03	-60.3	-87.1	26.9	$6.6\text{E}-07$	$2.5\text{E}-08$
06MI03-04	-87.3	-114.1	26.9	$3.2\text{E}-07$	$1.2\text{E}-08$
06MI03-05	-114.8	-143.0	28.2	$7.6\text{E}-08$	$2.7\text{E}-09$
06MI03-06	-141.6	-176.9	35.4	$1.6\text{E}-06$	$4.6\text{E}-08$
06MI03-07	-176.9	-218.1	41.2	$8.4\text{E}-06$	$2.1\text{E}-07$
06MI03-08-2	-203.6	-260.0	56.4	$2.3\text{E}-05$	$4.1\text{E}-07$
07MI09-1	-3.6	-12.3	8.7	$1.9\text{E}-05$	$2.2\text{E}-06$
07MI09-2	-13.3	-25.8	12.5	$3.3\text{E}-07$	$2.6\text{E}-08$
07MI09-3	-26.8	-46.3	19.5	$1.5\text{E}-06$	$7.5\text{E}-08$
07MI09-4	-47.3	-74.8	27.5	$1.1\text{E}-06$	$3.9\text{E}-08$
07MI09-5	-74.8	-125.3	49.5	$8.7\text{E}-06$	$1.8\text{E}-07$

件を図-3のように設定した。具体的には、100m×100m×100mのモデル領域内の中央部に、30mの鉛直方向の試験区間を設定した。再現解析では揚水試験を模擬して試験区間に圧力固定境界（圧力水頭差10m）を設定し、モデル境界面を全面静水圧境界として定常解析を行い、試験区間からの揚水量を求めた。

(2) 格子状パイプによる再現解析モデルの構築

図-4に示す格子状パイプを用いたモデル化手法を用いて、再現解析に用いるモデルを構築した。本モデル化手法では、埼玉大学と旧動力炉・核燃料開発事業団が共同で開発したDon-Chanモデル^{7,8)}をベースに、単一の亀裂を格子状に組まれたパイプで置き換え、亀裂の特性値（亀裂透水量係数、亀裂幅）から、亀裂を介した地下水の流量及び流速が保存されるようにパイプの透水係数及び断面積を決定した。

(3) 亀裂の透水量係数の推定手法

図-5に、再現解析による亀裂の透水量係数の推定フローを示す。単孔式水理試験によって得られる透水係数には、試験区間と交差した亀裂だけでなくその周辺に分布する複数の亀裂の透水性が評価されている。そこで、本検討では試験区間周辺に分布する亀裂の平均的な透水

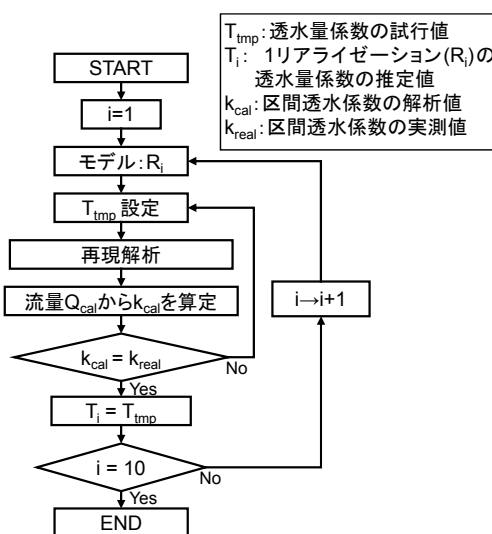


図-5 亀裂の透水量係数の推定フロー

量係数を推定することとし、モデル内の亀裂は同一の透水量係数を有するものと仮定した。モデル内の亀裂の透水量係数は一律に設定することで、表－4から得られた透水量係数の対数平均値（ $6.2 \times 10^{-8} \text{ m/s}$ ）を再現する亀裂の透水量係数を逆解析的に推定した。図－6に、再現解析による水頭低下量分布の一例を示す。これより、試験区間周辺の亀裂分布に応じた水頭の低下が生じていることが確認できる。

このとき、試験区間への湧出量は次式で算定される。

$$Q_{cal} = \frac{2\pi \cdot k_{real} \cdot L \cdot \Delta s}{\ln(2L/D)} = 1.89 \times 10^{-5} (\text{m}^3/\text{s}) \quad (1)$$

ここで、 L は影響半径（30m）、 D は試験区間の孔径（125mm）、 Δs は試験区間の圧力水頭差（10m）、 k_{real} は単孔式水理試験で得られた区間透水量係数の実測値（ $6.2 \times 10^{-8} \text{ m/s}$ ）である。

図－5に示す再現解析による亀裂の透水量係数の算出を10リアライゼーション実施して、得られた10個の亀裂の透水量係数のデータから透水量係数の分布を求めた。上記の作業を、表－3の各ケースについて実施し、それぞれのケースにおける亀裂の透水量係数分布とした。

(4) 亀裂の透水量係数分布の推定結果

表－3の4ケースについて、再現解析で取得した透水量係数に基づき透水量係数分布を推定した。透水量係数分布は対数正規分布に従うと仮定して、透水量係数分布の対数平均値と対数標準偏差を算出した（図－7）。

亀裂の幾何学的特性の取得方法の違いによる2ケース（ケース1・ケース2）と、透水性亀裂比率に関する2ケース（18%・12%）を組み合わせた4ケースを比較すると、大きな亀裂を多く含むケース2の方が同じ透水性亀裂比率のケース1よりも亀裂透水量係数の分散が大きくなる傾向が得られた。この理由として、大きな亀裂を相対的に多く含むケース2の方が亀裂枚数が少なくなる³⁾ため、試験区間付近の亀裂数が減少し、試験区間周辺部の平均

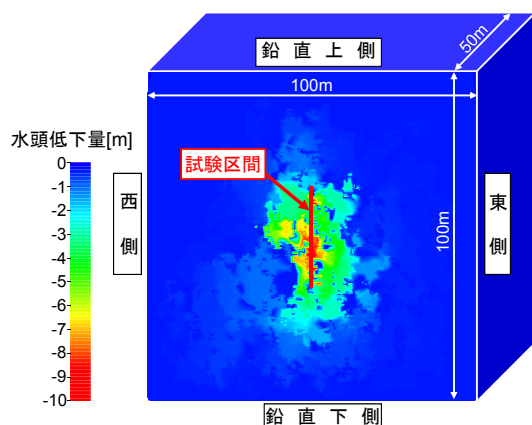
的な水理特性がばらつきやすくなったことが考えられる。

また、透水性亀裂比率の増加に伴って亀裂の透水量係数が小さくなる傾向が得られた。本検討における再現解析では、試験区間における透水量係数が単孔式水理試験の実測値と整合するように亀裂の透水量係数を決定した。この過程では、式(1)に示す湧出量一定の条件下で亀裂の透水量係数が算出される。その結果として、透水性亀裂比率が高くHydroDFNモデル中の亀裂枚数が多いケースでは、亀裂1枚あたりの透水量係数が小さくなったものと考えられる。

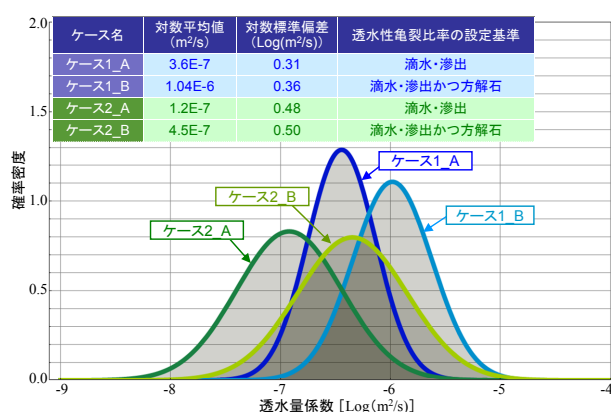
5. まとめ

岐阜県瑞浪市に位置する瑞浪超深地層研究所の深度300mの水平坑道周辺で得られた調査結果を利用して、亀裂の透水性分布を表現するHydroDFNモデルを構築する方法について検討した。特に本検討では、HydroDFNモデルを構成する透水性亀裂の比率の推定、及び単孔式水理試験の再現解析による亀裂の透水量係数分布の推定を試みた。

その結果、坑道壁面観察データに基づき、滴水・滲出及び方解石の有無を評価指標として透水性亀裂比率を推定ができる可能性を示した。また、全亀裂に対する透水性亀裂比率としては、18%、12%の推定結果を得ることができた。さらに、水理試験の再現解析を用いた推定手法によって亀裂の透水量係数分布を同定し、透水量係数としては概ね $10^{-8} \sim 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ の範囲となる結果を得た。この透水量係数分布の推定値は、亀裂の幾何学的特性の取得方法や透水性亀裂比率の設定値によって異なる。このことから、同一の地質区分や領域を対象とした場合でも、亀裂の幾何学的特性の取得方法や調査データの解釈の差異に起因する不確実性が、これらのパラメータによって構築されるHydroDFNモデルに影響を及ぼす可能性が示された。



図－6 再現解析による水頭低下量分布の一例



図－7 亀裂の透水量係数分布の推定結果

今後は、本論で構築した HydroDFN モデルを用いて、地下水流動や物質移動に関する数値計算を実施し、HydroDFN モデルにおける各パラメータ設定の違いが解析結果に及ぼす影響の評価、重要因子の抽出を行う。また、本検討では幾何学的特性と水理学的特性のパラメータ間の独立性や、透水性亀裂を抽出しても亀裂の連結性が失われないことなどを仮定した。後者については、透水性亀裂比率 18% のモデルでは約 90% の亀裂が 1 つの連結ネットワークを構成する一方で、透水性亀裂比率 12% のモデルでは最大の連結群を構成する亀裂が全体の 40% 程度に止まることを確認している。今後はこれらの課題を踏まえ、パラメータ間の関連性に着目した検討や、透水性亀裂の連結性を考慮した HydroDFN モデルの構築方法に関する検討を行うことが重要と考えられる。

謝辞：本研究を行うにあたり、日本原子力研究開発機構の笹尾英嗣氏には調査結果の解釈を含め多くの有益なご意見を頂いた。また、ダイヤモンドコンサルタントの細谷真一氏ならびに鹿島建設の川端淳一氏にはパラメータ設定から解析結果の評価まで作業全般に関してご尽力を頂いた。ここに記して、御礼申し上げる。

参考文献

- 1) 核燃料サイクル開発機構：わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性, JNC TN1400 99-021, pp.III-26-65, 1999.
- 2) 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.
- 3) 石橋正祐紀, 尾上博則, 澤田淳, 渥美博行, 升元一彦, 細谷真一：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）, 第 42 回岩盤力学に関するシンポジウム論文集, 2013.（印刷中）
- 4) 石橋正祐紀, 笹尾英嗣, 吉田英一：瑞浪超深地層研究所における透水性割れ目の性状（その 1）－割れ目の地質学的特徴について－, 日本応用地質学会中部支部平成 24 年度研究発表会, 2012.
- 5) 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.
- 6) 大丸修二, 竹内竜史, 尾上博則, 三枝博光：超深地層研究所計画の第 2 段階における単孔式水理試験結果, JAEA-Data/Code 2012-020, 2012.
- 7) 埼玉大学地圏科学研究センター：割れ目系岩盤を対象とした地質構造のモデル化に関する研究, 核燃料サイクル開発機構 委託研究成果報告書, JNC TJ7400 2002-004, 2002.
- 8) 岩野圭太, 川端淳一, 戸井田克, 渡辺邦夫：堆積軟岩を対象としたチャンネルネットワークモデルへの分散・収着・核種移行機能の追加, 第 40 回岩盤力学に関するシンポジウム講演集, pp.254-259, 2011.

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

Makoto NAKAJIMA, Shoji SENO, Hironori ONOE, Masayuki ISHIBASHI,
Atsushi SAWADA and Hiromitsu SAEGUSA

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 for estimating hydraulic parameter of discrete fracture network model based on in-situ data at underground gallery are described.