

亀裂性岩盤におけるボーリング調査に基づく 水理学的有効間隙率の設定について

澤田淳^{1*}・竹内真司²・三枝博光³・天野健治³

¹日本原子力研究開発機構 地層処分研究開発部門 システム性能研究グループ
(〒319-1194 茨城県那珂郡東海村村松4-33)

²日本原子力研究開発機構 東濃地科学センター 施設建設課
(〒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 結晶質岩地質環境研究グループ
(〒509-6132 岐阜県瑞浪市明世町山野内1-64)

*E-mail: sawada.atsushi@jaea.go.jp

高レベル放射性廃棄物の地層処分における安全評価など深部岩盤中での物質の移行評価においては、地下水の移行経路にあたる岩盤の間隙中での地下水流速が重要なパラメータのひとつとなる。一般に、岩盤の間隙中の地下水流速はダルシー流速を有効間隙率で除すことにより求められ、その有効間隙率の設定に際しては、地下水の移行に寄与する間隙を適切に評価する必要がある。本論では、亀裂性岩盤における水理学的有効間隙率の設定について既往の研究例を紹介するとともに、地上からのボーリング調査で取得されたデータを活用した検討結果と課題について報告する。

Key Words : *high-level radioactive waste disposal, fractured rock, hydraulic effective porosity, surface based investigation, borehole investigation*

1. はじめに

する

高レベル放射性廃棄物の地層処分における安全評価など深部岩盤中での物質の移行評価においては、地下水の移行経路にあたる岩盤の間隙中での地下水流速が重要なパラメータのひとつとなる¹⁾。一般に、岩盤の間隙中の地下水流速はダルシー流速を有効間隙率で除すことにより求められ、その有効間隙率の設定に際しては、地下水の移行に寄与する間隙を適切に評価する必要がある。

Spitz and Moreno (1996) は岩盤中の間隙を地下水浸透の観点から、以下の4つに分類するとともに、地下水の移行に寄与する間隙は岩の総間隙率より小さく、例えば花崗岩では 10^3 と小さな値となることを示している²⁾。

- ・ 基質間隙：砂岩などの構成粒子間に間隙を有する
- ・ 亀裂性間隙：花崗岩などのように基質間隙は緻密で亀裂を有する
- ・ カルスト性亀裂または溶解性空洞：石灰岩などのように溶解性空洞を有する
- ・ 亀裂および基質間隙（二重間隙）：粘土や砂岩といった構成粒子間に間隙を有するが、同時に亀裂も有

この地下水の移行に寄与する間隙の比率について、英語ではadvective porosity, hydraulic effective porosity, flow porosity, kinematic porosityなどの用語が一般的に用いられる³⁾が、本論では「水理学的有効間隙率」と呼ぶこととする。

亀裂性間隙の場合、岩石基質部は緻密で間隙率や透水係数が低く、地下水は主に断層や亀裂などの間隙中を流れる。このような亀裂性間隙を有する岩盤（以下、亀裂性岩盤と呼ぶ）の水理学的有効間隙率の推定に際しては、岩石基質部の間隙ではなく、地下水の移行に寄与する亀裂の性状（密度や開口幅など）を適切に取り扱う必要がある。しかしながら、そのような亀裂の性状を表すデータ量が不十分であったり、そのデータの解釈の不確かさに起因して、設定された水理学的有効間隙率の不確か性は一般に大きく、地層処分の安全評価に必要な地下水流速の設定値の不確か性に大きな影響を及ぼすと考えられる⁴⁾。

本論では、亀裂性岩盤における水理学的有効間隙率についてその考え方を整理するとともに、地上からのボー

リング調査で取得されたデータを活用した検討結果とその問題点について報告する。

2. 水理学的有効間隙率の推定方法について

前述のように、花崗岩などの亀裂性岩盤の場合には、地下水は主にお互いに連結した亀裂中を流れると考えられる。さらに、地下水の流れによる物質の移行（移流）に着目した場合には、亀裂交差部や亀裂内のチャンネルの交差部における不完全な混合によって、移流に寄与する間隙率が変化する可能性も指摘されている^{3),9)}。

このような亀裂性岩盤の水理学的有効間隙率の推定に際しては、透水に寄与する亀裂の検出とその特性をいかにして把握するか、が課題となる。透水に寄与する亀裂の検出については、ボーリング孔を用いた各種検層や坑道壁面における観察により抽出された湧水亀裂の観察データなどが活用される。亀裂の特性については、亀裂の形状特性（大きさ、方向などを含む）、透水特性（透水量係数）、物質移行特性（物質移行に寄与する開口幅）などが挙げられる。亀裂の特性のうち、透水量係数はボーリング孔で実施した透水試験から均質二次元の放射状流を仮定した解析などにより、物質移行に寄与する開口幅はトレーサー試験データを用いた解析などにより求められるのが一般的である⁶⁾。これらの亀裂特性データを活用して構築した亀裂ネットワークモデルを用いた検討は亀裂性岩盤の浸透特性や物質移行特性評価に有効である⁷⁾。しかしながら、これらの亀裂特性データを全て揃えるのは容易ではなく、特に、地上からの調査段階などの調査の初期段階では、十分なデータを得ることができ

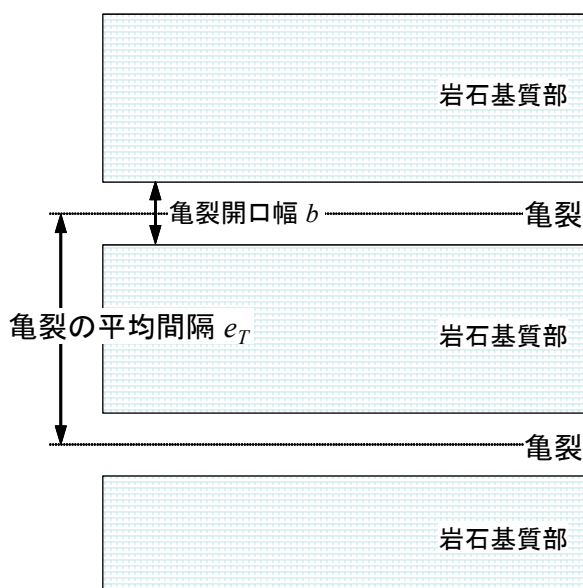


図-1 亀裂平均間隔と亀裂開口幅の関係の概念図

ない場合も想定される。このような場合には、理想的な亀裂分布を仮定した手法を用いる場合も多い。具体的には、図-1に示すように、均質な亀裂が平行かつ等間隔に分布していると仮定し、水理学的有効間隙率 n_e [-] を次式のとおり、亀裂の平均間隔 e_T [m] と亀裂の開口幅 b [m] の比から求める。

$$n_e = \frac{b}{e_T} \quad (1)$$

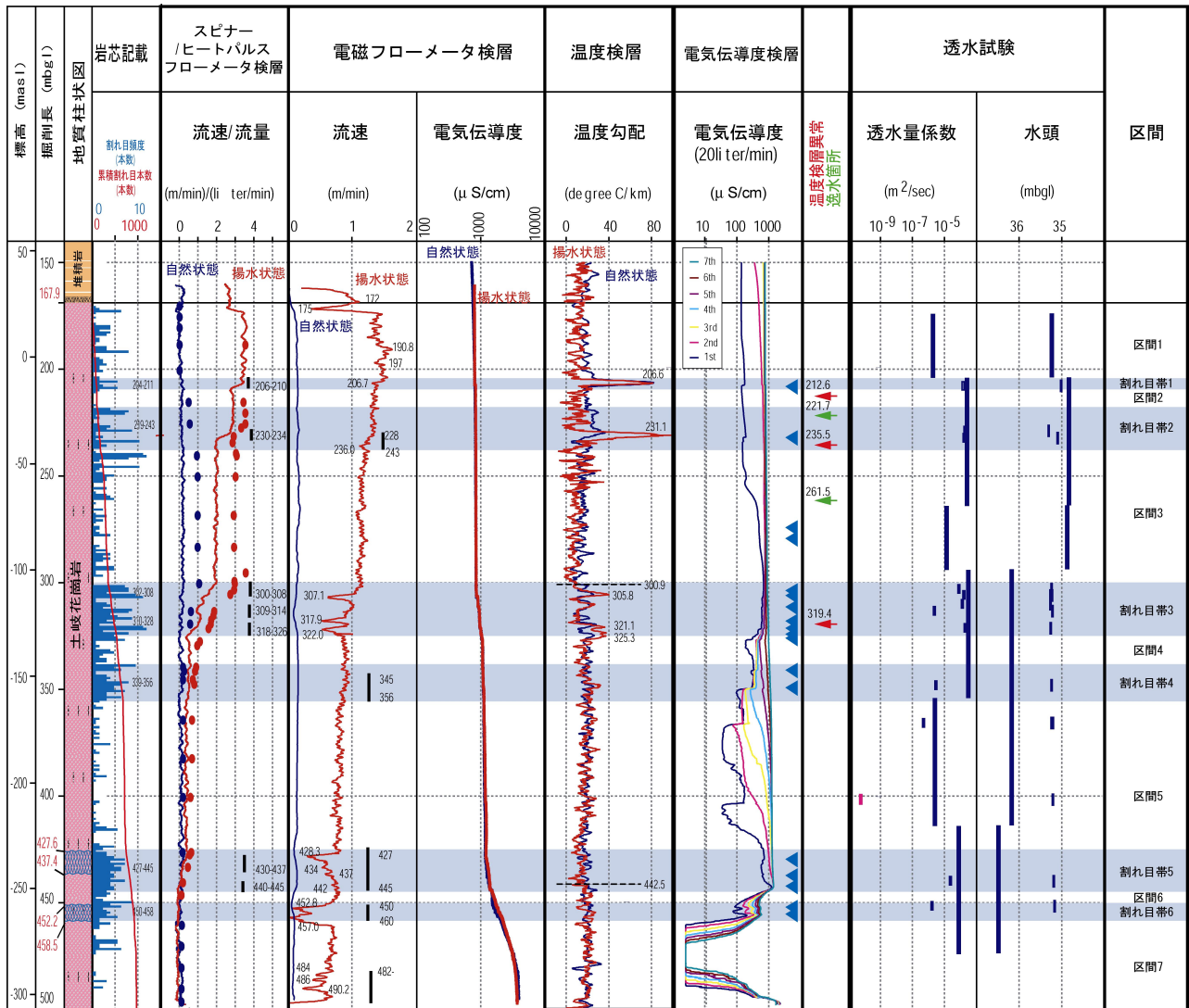
Rhén et al. (1997)は、図-1と同様に均質な平行平板亀裂が等間隔に透水方向に平行に並んだ場合と、互いに直交する三方向に分布した場合を仮定して、水理学的有効間隙率と透水係数の関係を三乗則に基づいて整理するとともに、スウェーデンÄspö島のHard Rock Laboratoryで実施された複数のトレーサー試験データから求められる水理学的有効間隙率が 10^5 オーダーから 10^3 オーダーに分布することを報告している⁸⁾。それらの値は、トレーサー試験データから算出した物質移行に寄与する開口幅とトレーサー試験を実施したボーリング孔の試験区間（パッカー区間）長との比から求められている。その際、物質移行に寄与する開口幅 b_T [m] は、トレーサー試験データから二次元均質場を仮定した次式(2)により算出されている。

$$b_T = \frac{q \cdot t_0}{\pi(r^2 - r_w^2)} \quad (2)$$

ここで、 q は回収孔における揚水流量[m³/s]、 t_0 はトレーサーの平均移行時間[s]、 r はトレーサー試験孔間距離[m]、 r_w は回収孔半径[m]を表す。また、これらの水理学的有効間隙率 n_e と透水係数 K [m/s] の関係が以下の式で近似できることを報告している。

$$n_e = 34.87K^{0.753} \quad (3)$$

スウェーデン核燃料・廃棄物管理会社（SKB社）が1999年に取りまとめた地層処分の安全評価報告書（SR97）では、Rhén et al. (1997)が整理した水理学的有効間隙率の値を参考に 10^4 を基本値として検討がなされている^{9),10)}。SR97では亀裂性岩盤を等価な多孔質媒体に近似した不均質連続体モデルを用いて地下水流動の評価が行われている。SR97の取りまとめ以降、SKB社は処分場周辺の地下水流動を評価する解析ツールとして不均質連続体をモデル化可能なツールであるDarcyTool¹¹⁾に加えて、



◀ : 電気伝導度検層で抽出された湧水箇所 ■ : 割れ目帯 区間 : 割れ目帯番号, 割れ目帯以外の区間番号

図-2 DH-2号孔における検層結果 (竹内ほか, 2005を一部修正)¹⁴⁾

亀裂ネットワークモデルをモデル化可能なツールであるCONNECTFLOW¹²⁾を主要な解析ツールの一つに挙げている¹³⁾。これは、SR97では水理学的有効間隙率の推定に図-1に示す簡便な手法を用いたが、今後の評価に際しては、より直接的に亀裂の効果を考慮可能な亀裂ネットワークモデルなどのツールを追加して相互補完的に検討することにより、より信頼性の高い評価を目指していると考えられる。

3. ボーリング調査データに基づく検討

2章では、亀裂性岩盤における水理学的有効間隙率についてその考え方を整理するとともに、スウェーデンSKB社における水理学的有効間隙率の設定の事例を述べた。本章では、国内における地上からのボーリング調査

で取得されたデータを活用した水理学的有効間隙率の設定について述べる。本検討では、地層処分研究開発の基盤となる深地層の科学的研究の一環として岐阜県東濃地域で実施された深層ボーリング調査のうち、DH-2号孔で取得されたデータを用いた¹⁴⁾。本地域では、白亜紀の花崗岩(土岐花崗岩)が広く分布し、この土岐花崗岩を基盤として、新第三紀中新世の堆積岩(瑞浪層群)と新第三紀中新世以降に堆積した砂礫層(瀬戸層群)が分布する。DH-2号孔は掘削長約500 mの鉛直ボーリング孔であり、地質学的な調査の結果から、深度167.90 mまでに瑞浪層群が、それ以深に土岐花崗岩が分布することが明らかとなっている。また、土岐花崗岩中においては、低角な割れ目の頻度が有意に高い区間が孔底(501.09 m)まで分布しており、下位に分布すると考えられる低角な割れ目の頻度が低い区間との境界は観察されていない。また、図-2に示されるように土岐花崗岩部において高角

表-1 DH-2号孔で検出されたWCFのデータ

番号	検出方法	WCF深度 [mbgl]	走向傾斜	分類と区間	透水量係数 [m ² /s]	物質移行開口幅 [m]
1	電気伝導度検層	207.53	N20W24N	割れ目帯1 (204.30-211.17m)	2.3E-04	3.0E-02
	温度検層					
2	掘削時逸水	221.78	N29W21N	割れ目帯2 (219.00-243.42m)	6.9E-05	1.7E-02
3	電気伝導度検層	231.89	N43W27N		4.8E-05	1.4E-02
4	温度検層	233.70	N43W12N		2.8E-04	3.4E-02
	電気伝導度検層					
5	掘削時逸水	236.08	N61W18N	2.6E-04	3.2E-02	
6	電気伝導度検層	250.62	N76W80S	単一割れ目(区間2)	4.1E-05	1.3E-02
7	電気伝導度検層	274.38	N78E83S	単一割れ目(区間2)	1.9E-05	8.8E-03
8	電気伝導度検層	285.88	N79W69S	単一割れ目(区間2)	1.6E-05	8.1E-03
9	電気伝導度検層	297.03	N69E84S	単一割れ目(区間2)	5.6E-05	1.5E-02
10	電気伝導度検層	302.28	N51W73S	割れ目帯3 (302.14-328.42m)	5.1E-05	1.4E-02
11	電気伝導度検層	303.90	N63E65S		9.0E-05	1.9E-02
12	電気伝導度検層	306.24	N73E67S		2.4E-04	3.1E-02
13	電気伝導度検層	311.57	N84W64N		1.8E-04	2.7E-02
14	電気伝導度検層	313.89	N38E76N		3.4E-06	3.7E-03
15	電気伝導度検層	318.17	N84E69S		5.6E-05	1.5E-02
16	温度検層	321.53	N81W67S		2.9E-04	3.4E-02
	電気伝導度検層					
17	電気伝導度検層	324.34	N71W71N		8.0E-05	1.8E-02
18	電気伝導度検層	324.84	N87W72N		2.9E-04	3.4E-02
19	電気伝導度検層	326.20	N73E63N	3.3E-06	3.6E-03	
20	電気伝導度検層	341.19	N57W79S	1.5E-05	7.6E-03	
21	電気伝導度検層	344.32	N85E59S	1.7E-05	8.3E-03	
22	電気伝導度検層	348.72	N45-55W 80-90N	割れ目帯4 (339.18-355.98m)	1.3E-05	7.1E-03
23	電気伝導度検層	349.41	N59W78S	3.7E-06	3.8E-03	
24	電気伝導度検層	366.25	N82W70S	単一割れ目(区間4)	5.9E-07	1.5E-03
25	電気伝導度検層	386.77	N52E74S	単一割れ目(区間4)	3.2E-05	1.1E-02
26	電気伝導度検層	403.75	N47W77S	単一割れ目(区間4)	4.7E-06	4.3E-03
27	電気伝導度検層	429.80	N50E61S	割れ目帯5 (426.43-444.10m)	3.1E-05	1.1E-02
28	電気伝導度検層	432.25	N89W81N		1.5E-05	7.7E-03
29	電気伝導度検層	437.42	N63W81S		2.2E-05	9.3E-03
30	電気伝導度検層	442.07	N89E88N		3.4E-05	1.2E-02
31	電気伝導度検層	452.27	N20W82E	割れ目帯6 (452.18-458.45m)	3.3E-06	3.6E-03
32	電気伝導度検層	455.50	N24W85E	2.3E-06	3.1E-03	
合計					4.6E-01	

度な断層によって形成されたと考えられる割れ目帯が計6箇所において観察されている。

DH-2号孔では、図-2に示すように複数種類の流体検層が実施されている。それらの検層のうち、電気伝導度検層は、透水量係数が 10^{-8} m²/sより高い透水性を有する割れ目の位置を比較的精度良く検出することができるほか、その透水量係数の評価も可能であり、ボーリング孔での透水部の検出に非常に有効な手法である¹⁵⁾。これらの検層データに基づいて抽出された透水に寄与する割れ目(WCF: Water Conducting Feature)データを用いて、2章で示した簡便な手法を用いて水理学的有効間隙率を求めた。具体的には、(1)WCFを電気伝導度検層やボーリング孔掘削中の逸水量の増大箇所の記録などから抽出、(2)抽出したWCFの透水量係数を電気伝導度検層や水理試験の結果から算出、(3)WCFの物質移行に寄与する開

口幅 b_T を透水量係数 T との相関から算出、(4)物質移行に寄与する開口幅の総和と調査区間の長さとの比から水理学的有効間隙率を算出、という手順である。(3)の物質移行に寄与する開口幅の算定に際しては、本ボーリング孔ではRhén et al. (1997)の例とは異なりトレーサー試験などの調査データがないため、以下の b_T と T の相関式^{16), 17)}を用いることとした。

$$b_T = a\sqrt{T} \quad (4)$$

ここで、 a は比例係数で、釜石鉱山原位置試験場で実施されたWCFを対象としたトレーサー試験の結果から1から10の範囲に分布することが示されている¹⁷⁾。さらに、地層処分研究開発の第2次取りまとめにおけるレファレ

表-2 割れ目帯以外の部分の水理学的有効間隙率

区間番号	区間深度 [mabh]	区間長 [m]	物質移行開口幅 [m]	水理学的有効間隙率[-]
1	167.90 - 204.30	36.40	WCFなし	
2	211.17 - 219.00	7.83	WCFなし	
3	243.42 - 302.14	58.72	4.5E-02	7.6E-04
4	328.42 - 339.18	10.76	WCFなし	
5	355.98 - 426.43	70.45	1.7E-02	2.4E-04
6	444.10 - 452.18	8.08	WCFなし	
7	458.45 - 501.09	42.64	WCFなし	
合計		234.88	6.2E-02	2.6E-04

表-3 割れ目帯部分の水理学的有効間隙率

割れ目帯番号	区間深度 [mabh]	区間長 [m]	物質移行開口幅 [m]	水理学的有効間隙率[-]
1	204.30 - 211.17	6.87	3.0E-02	4.4E-03
2	219.00 - 243.42	24.42	9.6E-02	3.9E-03
3	302.14 - 328.42	26.28	2.0E-01	7.6E-03
4	339.18 - 355.98	16.80	2.7E-02	1.6E-03
5	426.43 - 444.10	17.67	4.0E-02	2.3E-03
6	452.18 - 458.45	6.27	6.7E-03	1.1E-03
合計		98.31	4.0E-01	4.1E-03

ンスケースでは a の値として2が採用されている¹⁾。したがって、本検討でも a の値として2を用いた。表-1から物質移行に寄与する開口幅の総和は 4.6×10^1 mであり、DH-2号孔のうち土岐花崗岩が観察される深度176.90 mから深度501.09 mの区間長333.19 mで除して、平均的な水理学的有効間隙率として 1.4×10^3 が求められる。また、図-2に示されているとおり、DH-2号孔では割れ目帯が6箇所観察されており、割れ目帯部分とそれ以外の部分に区別してそれぞれの水理学的有効間隙率を算定した。具体的には、抽出された32箇所のWCF (表-1参照)のうち、割れ目帯部分 (25箇所) とそれ以外の部分 (7箇所) の2つにWCFを分類して、それぞれの区間長と物質移行に寄与する開口幅の和の比から水理学的有効間隙率を求めた。その結果、表-2、表-3に示すように、割れ目帯部で 4.1×10^3 、割れ目帯以外の部分では 2.6×10^4 の値と、2章で示したスウェーデンÄspö島のHard Rock Laboratoryの事例と同様の範囲の値となった。割れ目帯部では透水に寄与している割れ目が相対的に密集していることから、水理学的有効間隙率も相対的に高い値となっている。その一方で、割れ目帯以外の部分では検討の対象となった総区間長234.88 mに対してWCFが7個とその頻度が相対的に小さな値となっている。また、前述のようにDH-2号孔は土岐花崗岩の低角な割れ目頻度の高い区間に相当しており、より下位の低角な割れ目頻度の低い区間ではWCFの頻度がより小さく、水理学的有効間隙率も低い値となると考えられる。

本検討では 10^8 m²/s より高い透水量係数を有するWCFのデータを用いており、実際にはより低透水性のWCFが多数存在していると考えられ、本検討で求めた水理学的有効間隙率は、より低透水性のWCFを含んだ実際の

値より低い値であると考えられる。1章で述べたように間隙中の地下水流速はダルシー流速を水理学的有効間隙率で除することで求められ、本検討で得られた水理学的有効間隙率は物質移行評価を行う上で保守的な値であると言える。しかしながら、個々のWCFの物質移行に寄与する開口幅の算定に際しては、そこで実施されたトレーサー試験などのデータを用いたわけではなく既存の経験式を用いている。したがって、その経験式の不確かさや比例係数 a の不確実性も課題となる。地下水流速の算定に用いる水理学的有効間隙率の設定に際しては、これらのことを考慮してその不確実性の幅を設定する必要がある。

4. おわりに

本論では、花崗岩などの亀裂性岩盤において亀裂などの間隙中の地下水流速を求めるために必要な水理学的有効間隙率について、その算出方法について簡便な方法をあらためて整理した。また、スウェーデンÄspö島のHard Rock Laboratoryのデータを用いて同様の手法で計算された水理学的有効間隙率の値を示すとともに、SKB社はその値を参考に地層処分の安全評価報告書 (SR-97) のデータ設定をしていることを報告した。さらに、同様の手法で国内の深層ボーリング調査データを用いた水理学的有効間隙率の算定を試行したところ、Hard Rock Laboratoryの値とほぼ同様の結果となった。

本論で用いた手法は水理学的有効間隙率を求めるための一次近似的な方法として活用できると考えられる。また、地上からの調査段階などの調査の初期の段階からも、DH-2号孔のような深層ボーリングなどを活用した調査データが水理学的有効間隙率の設定に有効であることがわかった。しかしながら、深層ボーリング調査データを用いた検討に際しては、個々のWCFの開口幅設定に透水量係数との相関を示す経験式を用いており、その経験式の不確かさや比例係数 a の不確実性が課題となった。これについては、トレーサー試験などの物質移行に寄与する開口幅の算定に必要なデータ取得が望まれるものの、地上からの調査段階などの調査の初期の段階でこれらのデータが取得できない場合には、式(3)、式(4)などのパラメータ間の相関性を表す経験則の活用が有効と考えられる。そのような調査の初期の段階などのデータ量が少ない場合などにも柔軟に対応できる評価手法を構築するという観点からは、パラメータ間の相関性を示すデータの拡充や検証のための研究も有効である。

また、データ解釈や解析においては、亀裂が平行に分布すること、亀裂を均質平行平板に近似することや、放射状流れなどの、理想的な仮定を設定していることに留

意する必要がある。これについては、調査の進展により亀裂データが充実するにつれて、亀裂ネットワークモデルなどを活用した不均質な亀裂分布を考慮した検討を加えることにより、種々の仮定の結果生じる不確実性の検討が可能となっていくと考えられる。

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－地層処分研究開発第2次取りまとめ－分冊3 地層処分システムの安全評価，核燃料サイクル開発機構，JNC TN1400 99-023，1999.
- 2) Spitz, K. and Moreno, J. : *A Practical Guide to Groundwater and Solute Transport Modeling*, John Wiley & Sons, Inc., 1996. 岡山地下水研究会訳：実務者のための地下水環境モデリング，技報堂出版，2003.
- 3) Neuman, S. P. : On the tensorial nature of advective porosity, *Advances in Water Resources*, 28, pp. 49-159, 2005.
- 4) Sawada, A., Saegusa, H., Ijiri, Y. : Uncertainty in groundwater flow simulations caused by multiple modeling approaches, at the Mizunami underground research laboratory, Japan, "*Dynamics of fluids and transport in fractured rock*", AGU geophysical monograph 162, pp. 91-101, 2005.
- 5) Neuman, S. P. : Trends, prospects and challenges in quantifying flow and transport through fractured rocks, *Hydrogeol. J.*, 13, pp.124-147, 2005.
- 6) Winberg, A. : First TRUE stage – Tracer retention understanding experiments, Descriptive structural-hydraulic models on block and detailed scale of the TRUE-1 site, SKB ICR 96-04, Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co., 1996.
- 7) 田中達也，安藤賢一，橋本秀爾，三枝博光，竹内真司，天野健治：岩盤中の透水構造分布に着目した水理地質構造モデルの構築手法の検討，第36回岩盤力学に関するシンポジウム論文集，2007。（印刷中）
- 8) Rhén, I., Gustafson, G., Standorts, R., Wikberg, P. : Äspö HRL – Geoscientific evaluation 1997/5, Models based on site characterization 1986-1995, SKB TR 97-06, Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co., 1997.
- 9) SKB : SR 97 - Deep repository for spent nuclear fuel. SR 97 - Post-closure safety, SKB TR-99-06, Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co., 1999.
- 10) Andersson, J. : Data and data uncertainties. Compilation of data and data uncertainties for radionuclide transport calculations, SKB TR-99-09, Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co., 1999.
- 11) Svensson, U., Kuylenstierna, H-O., Ferry, M. : DarcyTools V2.1. Concepts, methods, equations and demo simulations, SKB R-04-19, Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co., 2004.
- 12) Hartley, L., Cox, I., Holton, D., Hunter, F., Joyce, S., Gylling, B., Lindgren, M. : Groundwater flow and radionuclide transport modelling using CONNECTFLOW in support of the SR Can assessment, SKB R-04-61, Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co., 2004.
- 13) Berglund, S. and Selroos, J-O. : Transport properties site descriptive model, Guidelines for evaluation and modeling, SKB R-03-09, Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co., 2003.
- 14) 竹内真司，天野健治，藤田有二：広域地下水流動研究における単孔式水理試験データ，JNC TN7450 2005-010，核燃料サイクル開発機構，2005.
- 15) Takeuchi S., Shimo M., Doughty, C., Tsang C-F. : Identification of the water-conducting features and evaluation of hydraulic parameters using fluid electric conductivity logging, *Proceedings of the Second International Symposium on Dynamics of Fluids in Fractured Rock*, pp.349-354. 2004.
- 16) Uchida, M., Doe, T., Dershowitz, W., Thomas, A., Sawada, A. : Discrete fracture network modeling of the Äspö LPT-2, Large scale pumping and tracer test, SKB ICR 94-09, Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co., 1994.
- 17) Sawada, A., Uchida, M., Shimo, M., Yamamoto, H., Takahara, H., Doe, T. W. : Non-sorbing tracer migration experiments in fractured rock at the Kamamishi mine, Northeast, Japan, *Engineering Geology*, 56, pp. 75-96, 2000.

CONFIGURATION OF HYDRAULIC EFFECTIVE POROSITY BASED ON BOREHOLE INVESTIGATION IN FRACTURED ROCK

Atsushi SAWADA, Shinji TAKEUCHI, Hiromitsu SAEGUSA, Kenji AMANO

The groundwater flow velocity in void space of rock mass is one of the important parameters for evaluating mass transport in deep underground, especially on the safety assessment of high-level radioactive waste disposal. In general, the groundwater velocity in void space of rock mass is calculated by Darcy velocity divided by the effective porosity. For estimating the effective porosity, the groundwater flowing void space should be evaluated. This paper describes configuration of the hydraulic effective porosity of fractured rock, and the study of estimating the hydraulic effective porosity by using borehole investigation data drilled from the surface.