

深度 300m と 500m における割れ目の分布特性の違いが地下水流動特性
に与える影響に関する研究（その2）
—割れ目の分布特性の比較—

ダイヤコンサルタント 正会員 ○細谷 真一，鈴木 一成
日本原子力研究開発機構 非会員 石橋 正祐紀，正会員 澤田 淳
鹿島建設 渥美 博行，岩野 圭太

1. はじめに

割れ目の分布特性の違いが地下水流動特性に与える影響を検討することを目的として，日本原子力研究開発機構の瑞浪超深地層研究所における異なる岩盤領域（土岐花崗岩の上部割れ目帯と下部割れ目低密度帯）に位置する深度 300m ボーリング横坑（以降，300m 坑道；上部割れ目帯）と深度 500m 研究アクセス北坑道の冠水坑道（以降，500m 坑道；下部割れ目低密度帯）で観察された割れ目を対象として，割れ目の分布特性を整理し，割れ目ネットワークモデルに基づく水理地質構造モデル構築のためのデータセットを作成した．また，割れ目の方向に基づき分類した各方位セットの分布特性と水理的情報とを比較することで，割れ目の方向性と透水性の関係についての予察検討を実施した．本稿では，これらの結果について報告する．

2. 割れ目の分布特性の整理

検討対象とした 300m 坑道と 500m 坑道の壁面展開図を図 1 に示す（坑道位置は，前編その 1³⁾を参照されたい）．

水理地質構造モデル構築用のデータセットを作成するために，スキャンライン（以降，SL）と交差する割れ目の情報から，既報告⁴⁾に従って割れ目の方向分布（Fisher 分布を仮定）・密度および独立した変数として半径分布（べき乗分布を仮定）を推定した（表 1）．表 1 をみると 300m 坑道よりも 500m 坑道の割れ目が少ないことが

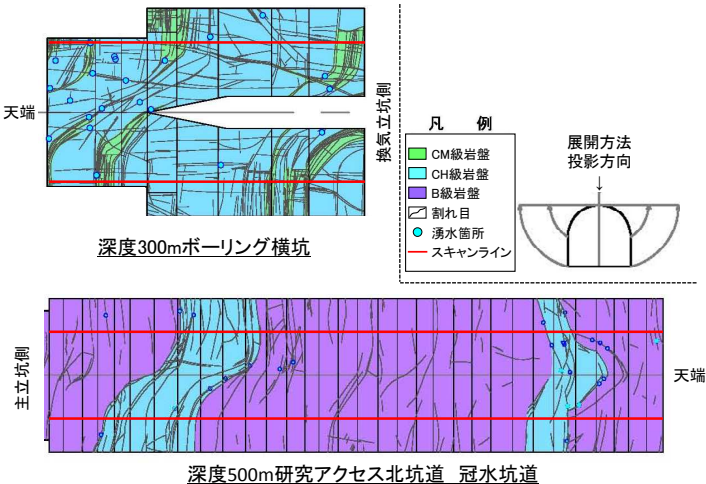


図 1 観察壁面展開図（上）300m 坑道¹⁾（下）500m 坑道²⁾

わかる．また，SL と交差する割れ目のうち，地下水の滴水・滲出が認められた割れ目（以降，湧水割れ目）の比率（SL と交差する全割れ目数に対する湧水割れ目数の割合； R_{SL} ）は両坑道ともに 18%であった．後編その 3⁵⁾では，表 1 の P_{32_SL} に湧水割れ目比率（ R_{SL} ）を乗じて水理地質構造モデルを構築するとともに，それを用いた地下水流動解析と粒子追跡線解析を実施している．

表 1 300m 坑道と 500m 坑道周辺岩盤における水理地質構造モデル構築用データセット（割れ目の分布特性）

坑道	坑道延長方向	坑道長さ (m)	湧水割れ目比率(R_{SL})	方位セット	一次元割れ目密度 P_{10_SL} ^{※1} (本/m)	方向分布		半径分布 べき乗数	三次元割れ目密度 P_{32_SL} ^{※2} (m^2/m^3)	
						方向	Fisher定数			
300m坑道	N24.767E	16.05	18%	NW系	1.34	N29W 87N	12.7	4.0	1.81	2.65
				NE系	0.12	N43E 88N	11.0		0.38	
				低角度系	0.12	N25E 8S	7.6		0.46	
500m坑道	N10.231W	46.50	18%	NW系	0.24	N62W 83S	17.9	3.4	0.32	1.03
				NE系	0.10	N66E 84S	20.1		0.11	
				NS系	0.09	N7W 84N	17.1		0.45	
				低角度系	0.06	N65W 31S	11.5		0.16	

※1: SL調査結果に基づく単位長さあたりの割れ目数，※2: SL調査結果に基づく単位体積あたりの割れ目の総面積

3. 割れ目の方向性と透水性の関連についての検討

低角度系の割れ目はSLと交差しにくいため、密度が過小評価となる。そのため、本検討は坑道で観察された全割れ目を対象として、割れ目の方向性と湧水割れ目比率に着目した検討を実施した。

両坑道で観察された全ての割れ目の方位セットを図2に示す。本検討では、割れ目の方向性と透水性との関連性を検討するために、方位セットごとに割れ目密度 (P_{32_G})、割れ目半径分布のべき乗数を算出し、湧水割れ目比率との比較を行った(表2)。なお、本章の湧水割れ目比率 (R_G) は、各方位セットにおける全割れ目数に対する湧水割れ目数の比率である。また、べき乗数は小さい値ほど半径の大きい割れ目が相対的に多いことを示している。

300m 坑道での湧水割れ目比率 (R_G) は、低角度系、NE系、NW系の順で小さいが、べき乗数からはNE系よりもNW系の方が大きな割れ目の割合が高いことがわかる。低角度系の割れ目は、

大きな割れ目の割合や湧水割れ目比率 (R_G) が高く、岩盤中の地下水流動に比較的寄与しやすいと考えられる。

300m 坑道と比較すると、500m 坑道では、NS系の割れ目を区分できるが、割れ目密度 (P_{32_G})、湧水割れ目比率 (R_G) は低く、岩盤中の地下水流動への影響は小さいと判断できる。NS系以外のセットでは、湧水割れ目の本数には明確な差が認められない。しかし、低角度系の割れ目は大きな割れ目の割合や湧水割れ目比率 (R_G) が高いことから、300m 坑道と同様に低角度系の割れ目は地下水流動に寄与しやすいと考えられる。

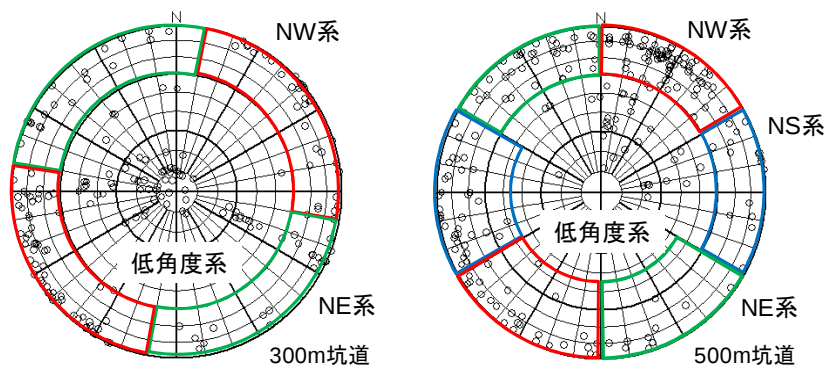
以上より、割れ目の方位ごとに割れ目の半径分布や湧水割れ目比率 (R_G) が異なり、岩盤中の地下水流動に比較的寄与しにくい方位があることが分かる。すなわち、水理地質構造モデルを構築する上では、方位セットごとの割れ目の分布特性に加えて、湧水割れ目比率などの情報も考慮する必要があると考えられる。

4. あとがき

深度 300m と 500m の異なる深度の坑道で観察された割れ目の分布特性を整理し、水理地質構造モデル構築のためのデータセットを構築した。この結果、深度によって割れ目密度が異なることが明らかとなった。また、割れ目の方向性と透水性の関係について検討した結果、両者には関連性が認められた。今後は、これらの要因などについての考察を行うとともに、湧水割れ目比率のような情報を適切にモデルに反映させるための方法論の検討を進めていく予定である。

参考文献

- 1) 川本ほか：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, JAEA-Data/Code 2012-009, 2012.
- 2) 川本ほか：超深地層研究所計画 瑞浪超深地層研究所 深度 500m ステージの壁面地質調査データ集, JAEA-Data/Code 2014-014, 2014.
- 3) 尾上ほか：深度 300m と 500m における割れ目の分布特性の違いが地下水流動特性に与える影響に関する研究 (その1), 土木学会第70回年次学術講演会, 2015. (投稿中)
- 4) 細谷ほか：割れ目ネットワークモデルによる地下水流動および物質移行解析 (その3), 土木学会第68回年次学術講演会, 2013.
- 5) 渥美ほか：深度 300m と 500m における割れ目の分布特性の違いが地下水流動特性に与える影響に関する研究 (その3), 土木学会第70回年次学術講演会, 2015. (投稿中)



※全463本割れ目のうち、トレース長が比較的長い201本をプロットしている

図2 観察された全割れ目の法線ベクトルおよび割れ目の方向分布に基づくセット(方位セット)区分の下半球投影

表2 割れ目の方位セットと水理的な情報

坑道	方位セット	割れ目数	幾何学特性		湧水割れ目比率(R_G)
			半径分布のべき乗数	P_{32_G} (m^2/m^3)	
300m坑道	NW系	200	3.8	2.71	13%
	NE系	132	4.0	1.08	19%
	低角度系	131	3.4	3.27	28%
500m坑道	NW系	96	3.4	0.74	8%
	NE系	43	4.0	0.35	16%
	NS系	57	4.0	0.09	0%
	低角度系	34	3.6	0.25	21%