

AN-1 号孔及び MIU-1 号孔における力学特性調査結果

核燃料サイクル開発機構 東濃地科学センター 地層科学研究グループ 松井裕哉

1. はじめに

核燃料サイクル開発機構 東濃地科学センターは、地層処分研究の基盤となる地層科学研究の一環として岐阜県瑞浪市正馬様用地内において超深地層研究所計画¹⁾を進めている。プロジェクトは、地表からの調査予測研究段階(同領域の地表～地下 1000m までの地表からの試錐孔調査)、坑道の掘削を伴う研究段階、坑道を利用した研究段階という 3 つの大きなフェーズに分かれており、現在は地表からの調査予測研究段階として 1000m 級試錐孔を利用した地質環境特性(地質、水理、地球化学、力学)に関する調査を実施している。本報告は、力学的調査に関する結果の一部を示したものである。

2. 目的

岩盤力学に関する調査の目的は下記の 2 点である。

- ・地表～地下 1000m の範囲における岩盤の力学的特性(力学的物性、初期応力分布等)の把握及び力学的概念モデルの構築
- ・超深地層研究所の設計に必要なとなる岩盤力学的データの取得

3. 調査位置及び地質

調査対象領域の平面図を図-1 に示す。超深地層研究所計画の実施される正馬様用地は、同図に示すように逆 3 角形の形状をしており、約 14ha の用地面積を有する。図中の試錐孔のうち、AN-1、MIU-1,2,3 孔と呼ばれる試錐孔が孔長 1000m で鉛直下向きに掘削されたものであり、主たる地質環境特性に係わる調査は、これら 1000m 級の試錐孔を利用して実施している。

本研究領域の地質は、数 10m～数 100m 程度の範囲に瑞浪層群と呼ばれる新第三紀の堆積岩が分布し、それ以深はすべて土岐花崗岩と呼ばれる約 7000 万年前に形成されたと考えられる花崗岩体で構成されている。また、同用地を横断する形で月吉断層と呼ばれる逆断層が存在する。これは、N80° E70° S 程度の走向傾斜を有する。

4. 測定項目及び方法

1000m 級の試錐孔で実施した主な岩盤力学的な調査は、弾性波速度検層、室内物性試験、初期応力測定である。弾性波速度検層は、地表～地下 1000m までの全域において実施している。室内物性試験は、ISRM 指針あるいは JIS 規格に従い、地表～地下 1000m の範囲を対象として約 100m ピッチで岩石コアのサンプリングを行い実施している。岩石試験は、同一深度より最低 3 個の供試体を採取し試験を実施しており、局所的な物性値のバラツキの程度を把握できるよう配慮している。初期応力測定に関しては、水圧破砕法及び AE 法を用いた測定を実施している。水圧破砕法は、地表から地下 1000m までの範囲の水平面内の応力分布を把握するため、AE 法は試錐孔軸方向の鉛直成分を把握する目的でこれらの手法を採用した。水圧破砕法の測定では、BTV やコア観察結果を参照し極力天然亀裂の存在しない区間を選定して実施している。

5. 測定結果

本報告では、AN-1 孔および MIU-1 孔にて実施した調査結果を示す。表-1 は土岐花崗岩を対象とした室内物性試験結果をとりまとめたものであるが、平均値としては比重が 2.65、有効空隙率が 0.5%、弾性係数が約 60GPa、一軸圧縮強度が 150MPa、圧裂引張強度が約 10MPa、粘着力が 20MPa、内部摩擦角が 55° 程度となっている。岩石の力学物性に関しては、日本

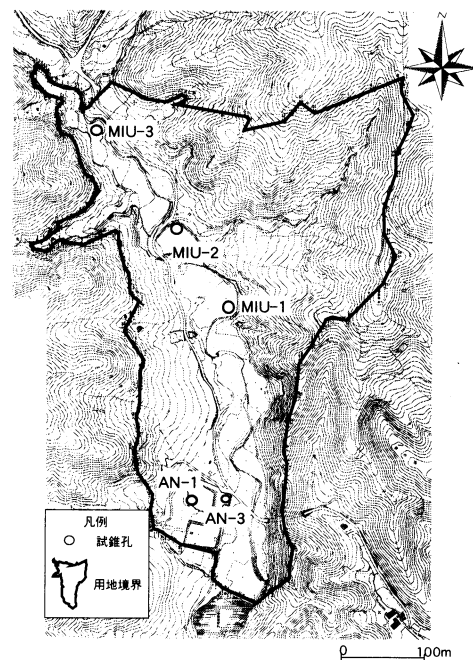


図-1 超深地層研究所計画用地及び試錐孔配置図

表-1 室内力学試験結果一覧

	AN-1	MIU-1
供試体数	52	381
物理的性質		
見かけ比重	平均値 2.605	2.621
	標準偏 0.009	0.011
有効空隙率	平均値 1.404	1.328
	標準偏 0.263	0.25
含水比	平均値 0.233	0.444
	標準偏 0.047	0.084
弾性波速度(P波)	平均値 4.511	5.476
	標準偏 0.373	0.274
力学的性質		
接線弾性係数	平均値 47.276	55.95
	標準偏 8.048	5.941
一軸圧縮強度	平均値 197.16	180.11
	標準偏 44.7	38.297
ポアソン比	平均値 0.335	0.32
	標準偏 0.03	0.04
圧裂強度	平均値 8.472	7.18
	標準偏 1.818	1.825
粘着力	平均値 -	39.04
	標準偏 -	8.914
内部摩擦角	平均値 -	52.596
	標準偏 -	4.582

の平均的な花崗岩²⁾と比較すると高い部類に属すると考えられる。図-2 に AN-1, MIU-1 孔の深度方向の物性値の分布傾向の一例を示す。同図から、岩石マトリックス部の物性値が深度方向に一樣でないことが読みとれる。両孔の結果を比較し定性的に判断すると、岩石マトリックス部の物性値として、地表～深度 300, 400m 程度、300,400m～700m 程度、700m 以深の異なる物性を有する3つのゾーンに区分可能と思われる。

次に初期応力測定結果を示す。図-3 は AN-1 孔で実施した水圧破碎法による応力測定結果であり、○が最小主応力、□、■はそれぞれ岩盤中の間隙水圧を考慮した場合としない場合の最大主応力値を示す。また、エラーバーは水圧破碎時に造成した試錐孔軸方向の亀裂を直線近似した際の誤差を示す。主応力値に関しては、深度 300m、700m、900m 程度の地点で応力値の深度増加に伴う変化傾向が変化しているように見える。また、最大主応力方向に関しては、深度 300m の地点で最大主応力方向が回転していることがわかる。すなわち、地表～深度 300m まではほぼ南北方向、それ以深は NW-SE 方向が最大主応力方向となっている。

6. 考察

図-4 に AN-1 孔及び MIU-1 孔において実施した BTV 観察結果に基づく深度方向の割れ目数の変化を示す。なお、割れ目数は、50m スパンの区間長ごとに整理・表示している。これを見ると、50m 区間ごとの割れ目数には両孔とも深度方向に増減が認められ、相対的には深度 300~700m 程度までの区間は割れ目頻度が減少しており、その上下では割れ目数が相対的に多い傾向が認められる。割れ目の方向性については、深度 300m で最大主応力方向の回転が認められた AN-1 孔では、300m より浅い領域では、水平に近い傾斜の割れ目の卓越が見られるのに対し、それ以深の割れ目分布にそのような傾向は認められない。これらの結果は、前出の岩石マトリックス部の力学特性の異なるゾーンや主応力の不連続や回転が生じている深度とほぼ対応しており、原位置岩盤の物性としても、深度方向に3つの異なる力学特性を有するゾーンが存在することを示唆するものと推察される。

なお、本研究の対象となっている正馬様用地では、用地周辺で実施された三角測量の結果から、NW-SE 方向が最大圧縮軸方向であることがわかっている³⁾。この結果と、AN-1 孔で実施した水圧破碎法の結果を比較すると、深度 300m より深い領域の最大主応力方向はほぼ NW-SE 方向で、前出の広域的な最大圧縮軸方向と一致することから、この領域の水平面内の最大主応力方向は広域的な応力場に規制されている可能性が高い。一方、深度 300m より浅い部分の主応力方向は、広域的な応力場の方向と異なることから、現段階では局所的な応力状態になっているものと考えられる。

7. 今後の予定

同種の調査を予定している MIU-2、MIU-3 孔の結果と比較し、正馬様洞用地内の土岐花崗岩体を対象とした岩盤力学的な概念モデルの構築を行う。

8. 参考文献

- 1)核燃料サイクル開発機構(1996): 超深地層研究所地層科学基本計画, PNC TN 7070 96-002
- 2)核燃料サイクル開発機構(1999): 地層処分研究開発第2次とりまとめ 分冊 1, JNCTN1400 99-021, III-102
- 3)国土地理院編(1990): 日本の地殻水平ひずみ

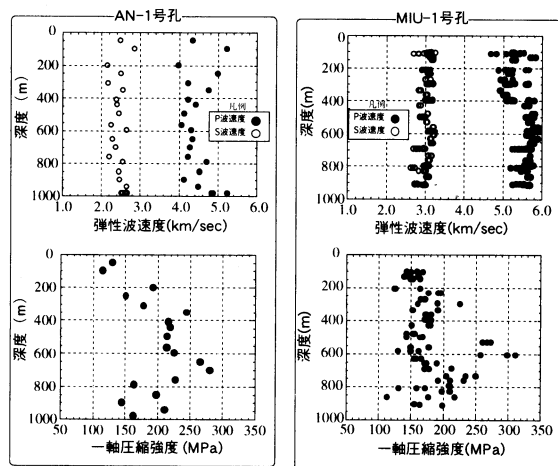


図-2 岩石物性の深度変化の一例

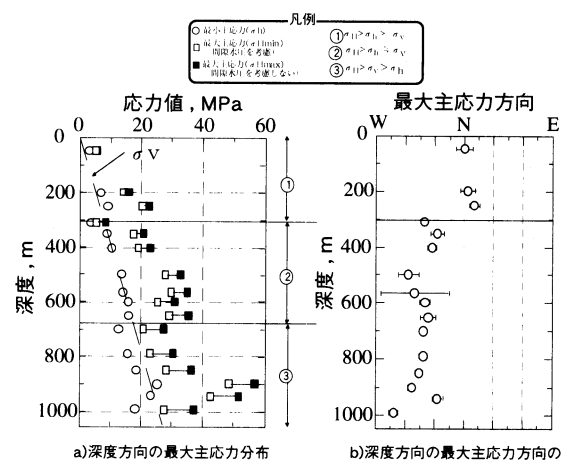


図-3 水圧破碎法による初期応力測定結果(AN-1 号孔)

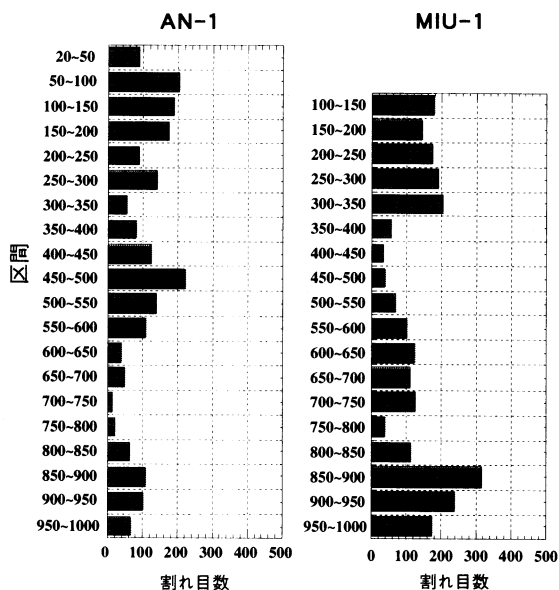


図-4 割れ目数の深度変化