

JNC TN7450 2003-002

瑞浪層群の物理・力学特性に関するデータ集

2004年 1月

核燃料サイクル開発機構
東濃地科学センター

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松 4 番地 49

核燃料サイクル開発機構

技術展開部 技術協力課

電話：029-282-1122（代表）

ファックス：029-282-7980

電子メール：jserv@inc.go.jp

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to :

Technical Cooperation Section,

Technology Management Division,

Japan Nuclear Cycle Development Institute

4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184

Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)

2004

瑞浪層群の物理・力学特性に関するデータ集

佐藤稔紀¹⁾, 青木俊朗²⁾, 中間茂雄²⁾

要 旨

東濃地科学センターにおいては、地層科学研究の一環として、1988 年以降、東濃鉦山の北延 NATM 坑道や第 2 立坑において坑道掘削影響試験などを実施してきた。それらの試験においては、ボーリングコアを対象とした室内物理試験や力学試験を実施し、岩石の密度や有効空隙率などの物理特性や、一軸圧縮強度やヤング率などの力学特性が取得されている。また、これらのデータを用いて坑道掘削解析が行われている。本資料は、瑞浪層群の物理・力学特性に関するデータを取りまとめたものである。

1) : 東濃地科学センター 瑞浪超深地層研究所 施設建設グループ
2) : 東濃地科学センター 地質環境研究グループ

目次

1. はじめに	1
2. 試料について	2
2.1 採取場所と地質	2
2.2 試験方法	4
3. 物理・力学特性データシート	5
4. 解析入力用の岩盤物性値	12
5. おわりに	17
6. 参考文献	18
付録（生データ集）	

図表リスト

【表】

- 表 1 瑞浪層群の物理・力学特性データシート
- 表 2 データシートにおける記号の解説
- 表 3 瑞浪層群の物理・力学特性データシート（統計量）
- 表 4.1 解析用入力物性値：水平坑道における発破掘削影響試験（Ⅰ）
- 表 4.2 解析用入力物性値：水平坑道における発破掘削影響試験（Ⅱ）
- 表 4.3 解析用入力物性値：水平坑道における発破掘削影響試験（まとめ）
- 表 4.4 解析用入力物性値：立坑掘削影響試験
- 表 4.5 解析用入力物性値：断層を考慮した立坑掘削の数値解析
- 表 4.6 解析用入力物性値：水平坑道における機械掘削影響試験の事前調査（Ⅰ）
- 表 4.7 解析用入力物性値：水平坑道における機械掘削影響試験の事前調査（Ⅱ）
- 表 4.8 解析用入力物性値：水平坑道における機械掘削影響試験の事後調査（Ⅰ，Ⅱ）
- 表 4.9 解析用入力物性値：東濃鉦山における初期応力状態の評価解析
- 表 4.10 解析用入力物性値：東濃鉦山における双設坑道の安定解析
- 表 4.11 調査・試験の名称と関連資料

【図】

- 図 1 東濃鉦山の坑道・地質概要図

1. はじめに

東濃地科学センターにおいては、地層科学研究の一環として、1988年以降、東濃鉦山の北延 NATM 坑道や第2立坑において坑道掘削影響試験などを実施してきた（例えば、杉原ほか，1998；杉原ほか，2001；Sato et al, 2001）。それらの試験においては、ボーリングコアを対象とした室内物理試験や力学試験を実施し、岩石の密度や有効空隙率などの物理特性や、一軸圧縮強度やヤング率などの力学特性が取得されている。また、これらのデータを用いて坑道掘削解析が行われている。

本資料は、瑞浪層群の物理・力学特性に関するデータを取りまとめたものである。これらのデータの一部は、我が国を対象とした文献調査による岩石の物理的特性に関するデータの収集において、新第三紀堆積岩（泥質岩・凝灰質岩）と比較されており（佐藤ほか，1999），第2次取りまとめにおいてもデータが提示されている（サイクル機構，1999）。

第2章においては、供試体が採取された東濃鉦山の地質と坑道展開図を示すとともに、室内物理試験と力学試験の方法を示した。第3章においては、物理・力学物性データシートを示し、各物性値の平均値、最大値、最小値などの統計量を示した。第4章においては、立坑掘削影響試験や水平坑道における掘削影響試験などの、各調査・試験で実施された解析用の入力物性値について示した。付録には、一軸圧縮試験および三軸圧縮試験の応力-ひずみ線図などのデータを取りまとめ、CD-R に収録した。

2. 試料について

2.1 採取場所と地質

(1) 試料の採取場所（東濃鉱山）

東濃鉱山は、岐阜県土岐市と瑞浪市にまたがるウラン鉱山であり、商業採掘は実施していないが、坑道を利用して様々な地層科学研究が実施されてきた。東濃鉱山の坑道展開図を図1に示す。

岩石の室内物理試験・力学試験の供試体が採取された場所は、地表から掘削された試錐孔、北延 NATM 坑道および第2立坑の主に3箇所である。北延 NATM 坑道は地表から約 135m に掘削された寸法 2.4~3.0m の幌型の水平坑道である。第2立坑は深度約 150m の立坑で、仕上がり内径は 6.0m である。

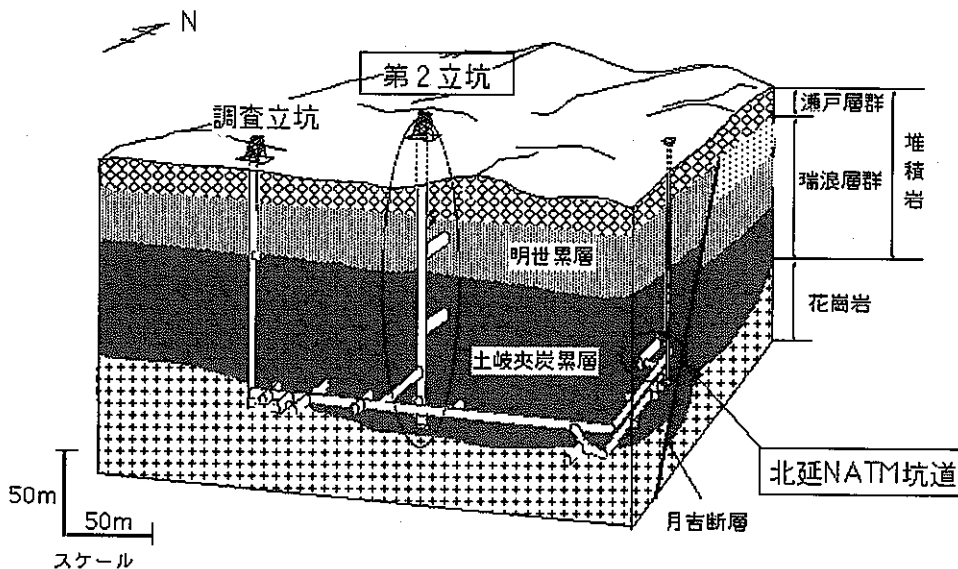


図1 東濃鉱山の地質および坑道展開図

(2) 瑞浪層群の地質概要

・瑞浪層群の地質学的な特徴

瑞浪層群は、岐阜県東濃地方に分布する新第三紀中新世の堆積岩であり、中・古生層あるいは白亜紀後期の花崗岩を不整合に覆っている。瑞浪層群の上位には、新第三紀鮮新世～第四紀更新世に堆積した瀬戸層群が不整合をもって分布している。瑞浪層群の分布域は、東から岩村盆地、瑞浪盆地、可児盆地にわかれ、その他に瀬戸市の北に小分布がある（糸魚川、1980）。

瑞浪層群は、主に凝灰質な砂岩・泥岩、花崗岩質の礫岩からなっており、その堆積時期は、1,800~1,500 万年前の中新世前期から中期にかけての期間であると考えられている。瑞浪層群の岩相は淡水～浅海成を示し、いくつかの海進-海退のサイクルが

認められる。瑞浪層群の現在の一般的な層厚は200m以下で、最大でも370mであるが、積算層厚の見積もりは、600mと見積もられている。また、地層の傾斜は、一般に10°以下である。瑞浪層群の最下部には、亜炭層が存在している。瑞浪層群の基底の土岐花崗岩との不整合面には、多くの古チャンネル構造が試錐により確認されており、その構造に規制されてウランの高濃集部（東濃ウラン鉱床）が認められる。

瑞浪層群は、不整合面や岩相により下位から上位に、土岐夾炭累層、明世累層、生俵累層に大きく区分されている（糸魚川、1980など）。それぞれの地質と堆積環境について、以下に簡単に述べる。

－土岐夾炭累層－

土岐夾炭累層は非海成層であり、花崗岩質の礫岩層によって上部層と下部層に分けられる。土岐夾炭累層下部層の基底部は、花崗岩、石英斑岩の礫を含む基底礫岩層からなる。基底礫岩層の上位は青灰色～緑灰色を呈する砂岩、泥岩が卓越し、厚さ数mの細礫～中礫岩、炭質泥岩～砂岩、亜炭を含む。ウラン鉱床はおもにこの土岐夾炭累層下部層に胚胎している。土岐夾炭累層上部層は、主に灰緑色の泥質砂岩～細礫岩、砂質泥岩、基底部の礫岩層などからなっている。土岐夾炭累層は一般に層理が明瞭に認められ、その堆積環境は、湖水域であると考えられている。

－明世累層－

明世累層は、貝類化石を多産する海成層で、無層理の細粒～中粒の凝灰質砂岩、凝灰質泥岩を主体としており、数枚の凝灰岩層を挟んでいる。明世累層の基底部ではしばしば基底礫岩層が認められる。本累層の堆積環境は、産出化石より汽水域から浅海性内湾的であると考えられている。

－生俵累層－

生俵累層は、明灰色を呈する無層理のシルト岩～極細粒砂岩で特徴づけられ、基底部には部分的に礫岩層が発達することがある。本累層の堆積環境は、浮遊性有孔虫やウニ化石などを産することから、明世累層堆積時よりさらに海進が進み、水深が深くなったことを示している。

・瑞浪層群の鉱物学的な特徴

瑞浪層群を構成する主な碎屑性の鉱物は、石英、斜長石、カリ長石、黒雲母および角閃石である。これらの碎屑性鉱物の組成は堆積物の粒度により大きく異なっているが、大略以下のような傾向が認められる。土岐夾炭累層下部層の下部は粗粒堆積物が多く、細粒堆積物は少ない。粗粒のものは、基盤の黒雲母花崗岩起源の碎屑物とみられる石英、カリ長石、斜長石、黒雲母およびその他の岩片から構成されている。細粒なものは、石英、カリ長石、斜長石、黒雲母に加えて著しく変質している火山岩片が含まれる。土岐夾炭累層下部層の中部から明世累層になると花崗岩起源の碎屑物である石英、カリ長石、黒雲母が少なくなり、火山岩片が多くなる。また、しばしば円磨された軽石が含まれ、いくつかの層準に凝灰岩層がはさまれている。生俵累層では、石英、黒雲母などの量比が増加し、土岐夾炭累層、明世累層とは明らかに組成が異なっている。土岐夾炭累層上部層から生俵累層までの大部分は、凝灰質シルト岩に分類

され、組成はかなり均質である。瑞浪層群は、全体的には、下部は淘汰の悪い粗粒な層を多く挟んでおり、中部から上部になると淘汰の良い細粒な層になるといえる。

瑞浪層群中に見いだされる粘土鉱物として、量的にも圧倒的に多い鉱物はスメクタイトである。スメクタイトの量比の垂直的变化をみると、土岐夾炭累層上部層と明世累層の不整合を境界とし、大きく変化しているように見える。さらに、土岐夾炭累層内では、下位から上位に向かって量的に増加し、明世累層および生俵累層中では上部に向かって量的に減少する傾向および瀬戸層群との不整合直下で再び増加する傾向がみられる。

2.2 試験方法

室内物理試験および力学試験に適用した基準を以下に示す。

密度や有効空隙率は日本工業規格に従って実施した。P波速度やS波速度については、ISRM指針に準拠した。

一軸圧縮試験は、日本工業規格に、三軸圧縮試験については、建設省「土木試験基準（案）」や土質工学会「土質試験法」に準拠して実施した。

3. 物理・力学特性データシート

東濃鉱山の北延 NATM 坑道や第2立坑において実施した坑道掘削影響試験などの一環として、ボーリングコアを対象とした室内物理試験や力学試験を実施した。試験結果の一覧を表1に示す。表1の凡例を表2に示す。また、これらのデータの統計量を表3に示す。なお、一軸圧縮試験と三軸圧縮試験で応力-ひずみ線図が存在しないデータについては、参考値扱いとし、統計量の算出から除外した。

付録には、一軸圧縮試験および三軸圧縮試験の応力-ひずみ線図などのデータを取りまとめ、CD-Rに収録した。

表1 瑞浪層群の力学特性データシート (1/4)

No.	調査・試験 No.	採取場所	深度 m	岩層	岩種	コア径 mm	供試体の長軸方向	湿潤密度 kN/m ³	有効空隙率 %	P波速度 V _p km/s	S波速度 V _s km/s	一軸圧縮強度 q _u MPa	ヤング率 E ₀ (EXT) GPa	ヤング率 E ₀ (LDT) GPa	ヤング率 E ₅₀ (EXT) GPa	ヤング率 E ₅₀ (LDT) GPa	ポアソン比 ν (-)	圧裂引張強度 σ _t MPa	粘着力 C (CD) MPa	内部摩擦角 φ (CD) °	粘着力 C (CU) MPa	内部摩擦角 φ (CU) °	粘着力 C (CU) MPa	内部摩擦角 φ (CU) °	封圧 kgf/cm ²	供試体名		
1	1	2	125	2	Slst	50	H	19.3	42.1																		調査-1	
2	1	2	125	2	Slst	50	H	19.5	44.5																			調査-2
3	1	2	135	2	Slst	50	H	19.2	44.7																			調査-3
4	1	2	135	2	Slst	50	H								1.49		0.36											調査-4
5	1	2	135	2	Slst	50	H								1.83		0.41											調査-5
6	1	2	135	2	mdst	50	V	17.8	53.5																			EX-4-1
7	1	2	135	2	Slst	50	V	19.3	44.5																			EX-4-2
8	1	2	135	2	c ss	50	V	21.5	24.4																			EX-4-3
9	1	2	135	2	mdst	50	V											0.54										EX-1-1
10	1	2	135	2	Slst	50	V											0.98										EX-4-4
11	1	2	135	2	c ss	50	V							0.68		0.29	0.37											EX-4-5
12	1	2	135	2	mdst	50	V								3.87		1.77	0.25										EX-1-2
13	1	2	135	2	Slst	50	V								8.59		1.26	0.11										EX-4-6
14	1	2	135	2	c ss	50	V								4.47													EX-4-7
15	1	2	135	2	mdst	50	V																					EX-4-8
16	1	2	135	2	mdst	50	V												1.27	25.0					10,20,30			EX-1-3
17	1	2	135	2	mdst	50	V																					EX-1-4
18	1	2	135	2	Slst	50	V																					EX-4-9
19	1	2	135	2	Slst	50	V												3.24	19.0					10,20,30			EX-4-10
20	1	2	135	2	Slst	50	V																					EX-4-11
21	1	2	135	2	c ss	50	V																					EX-4-12
22	1	2	135	2	c ss	50	V												1.37	27.0					10,20,30			EX-1-5
23	1	2	135	2	c ss	50	V																					PE-3-1
24	1	2	135	2	mdst	50	V																					EX-1-5
25	1	2	135	2	Slst	50	Inc+45																					EX-5-1
26	1	2	135	2	c ss	50	V																					EX-1-6
27	2	2	135	2	c ss・f ss	50	Inc+25																					KS-1平均
28	2	2	135	2	c ss・f ss	50	Inc-15																					KS-2-1~6平均
29	2	2	135	2	c ss	50	Inc-15	17.6	55.6																			KS-2-1
30	2	2	135	2	c ss	50	Inc-15	17.8	54.9																			KS-2-2
31	2	2	135	2	Slst	50	Inc-15	17.6	54.8																			KS-2-3
32	2	2	135	2	Slst	50	Inc-15	17.9	53.8																			KS-2-4
33	2	2	135	2	Slst	50	Inc-15	21.4	30.4																			KS-2-5
34	2	2	135	2	Slst	50	Inc-15	22.8	28.5																			KS-2-6
35	3	1	36	1	f ss	63	V	15.8	60.9																			TT-1-1
36	3	1	36	1	f ss	63	V	15.7	61.2																			TT-1-2
37	3	1	36	1	f ss	63	V																					TT-1-3~5
38	3	1	56	1	m ss	63	V	17.7	46.8																			TT-1-6
39	3	1	56	1	m ss	63	V	18.1	47.5																			TT-1-7
40	3	1	56	1	m ss	63	V																					TT-1-8~10
41	3	1	63	2	tf mdst	63	V	16.5	60.3																			TT-1-11
42	3	1	63	2	tf mdst	63	V	16.4	59.0																			TT-1-12
43	3	1	63	2	tf mdst	63	V																					TT-1-13~15
44	3	1	86	2	f ss~m ss	63	V	17.3	55.8																			TT-1-16
45	3	1	86	2	f ss~m ss	63	V	18.5	43.5																			TT-1-17
46	3	1	86	2	f ss~m ss	63	V																					TT-1-18~20
47	4	1	24	1	Ss	63	V																					A1-(1)-1
48	4	1	24	1	Ss	63	V	19.6																				A1-(1)-2
49	4	1	23	1	Ss	50	V																					A1-(3)-1~6

※：薄墨で示した値については生データが無いため参考値とし、統計量には反映していない。

表1 瑞浪層群の力学特性データシート (3/4)

No.	調査・試験 No.	採取場所	深度 m	岩層	岩種	コア径 mm	供試体の長軸方向	湿潤密度 kN/m ³	有効空隙率 %	P波速度 V _p km/s	S波速度 V _s km/s	一軸圧縮強度 q _u MPa	ヤング率 E ₀ (EXT) GPa	ヤング率 E ₀ (LDT) GPa	ヤング率 E ₅₀ (EXT) GPa	ヤング率 E ₅₀ (LDT) GPa	ポアソン比 ν (-)	圧裂引張強度 σ _t MPa	粘着力 C (CD) MPa	内部摩擦角 φ (CD) °	粘着力 C (CU) MPa	内部摩擦角 φ (CU) °	粘着力 C (CU) MPa	内部摩擦角 φ (CU) °	封圧 kgf/cm ²	供試体名
101	6	2	135	2	f ss	50	V	18.9																10	MS-3-Ms-V-1-1	
102	6	2	135	2	f ss	50	V	18.9													3.86	0.0	3.86	0.0	20	MS-3-Ms-V-1-2
103	6	2	135	2	f ss	50	V	20.0																30	MS-3-Ms-V-1-3	
104	6	2	135	2	f ss	50	V	19.0																10	MS-3-Ms-V-2-1	
105	6	2	135	2	f ss	50	V	19.5													2.90	5.9	1.02	34.5	20	MS-3-Ms-V-2-2
106	6	2	135	2	f ss	50	V	19.7																30	MS-3-Ms-V-2-3	
107	6	2	135	2	f ss	50	H	19.8																10	MS-3-Ms-H-1-1	
108	6	2	135	2	f ss	50	H	20.4													2.24	12.7			20	MS-3-Ms-H-1-2
109	6	2	135	2	f ss	50	H	20.6																30	MS-3-Ms-H-1-3	
110	6	2	135	2	f ss	50	H	19.9																10	MS-3-Ms-H-2-1	
111	6	2	135	2	f ss	50	H	19.4													3.04	5.0	2.87	7.4	20	MS-3-Ms-H-2-2
112	6	2	135	2	f ss	50	H	20.4																30	MS-3-Ms-H-2-3	
113	6	2	135	2	c ss	50	V	20.7																10	MS-3-Cg-V-1-1	
114	6	2	135	2	c ss	50	V	20.7													1.66	16.2	1.25	23.8	20	MS-3-Cg-V-1-2
115	6	2	135	2	c ss	50	V	20.8																30	MS-3-Cg-V-1-3	
116	6	2	135	2	c ss	50	V	20.7																10	MS-3-Cg-V-2-1	
117	6	2	135	2	c ss	50	V	20.8													2.73	4.9	2.62	6.6	20	MS-3-Cg-V-2-2
118	6	2	135	2	c ss	50	V	20.8																30	MS-3-Cg-V-2-3	
119	6	2	135	2	c ss	50	H	20.3																10	MS-3-Cg-H-1-1	
120	6	2	135	2	c ss	50	H	20.4													1.70	13.6	0.41	33.5	20	MS-3-Cg-H-1-2
121	6	2	135	2	c ss	50	H	20.6																30	MS-3-Cg-H-1-3	
122	6	2	135	2	c ss	50	H	20.6																10	MS-3-Cg-H-2-1	
123	6	2	135	2	c ss	50	H	20.6													1.79	13.2	0.97	25.6	20	MS-3-Cg-H-2-2
124	6	2	135	2	c ss	50	H	20.7																30	MS-3-Cg-H-2-3	
125	7	2	135	2	f ss	50	H	18.8	52.1	2.06	0.84	8.04	2.17	2.53	2.09	2.26		0.23								ML-1(V)10ヶ平均
126	7	2	135	2	f ss	50	H	18.8	52.1	2.07	0.85	8.62	2.34	2.83	2.34	2.47		0.26								ML-2(V) 6ヶ平均
127	7	2	135	2	f ss	50	H	19.0	51.8	2.13	0.80	6.77	2.16	2.31	2.16	2.15		0.31								ML-3(M) 9ヶ平均
128	7	2	135	2	f ss	50	H	19.0	51.1	2.15	0.84	7.47	2.08	2.51	2.06	2.28		0.40								ML-4(M) 9ヶ平均
129	7	2	135	2	f ss	50	H	19.2	49.7	2.07	0.82	8.99	2.36	2.50	2.36	2.25		0.24								MA-2(M) 2ヶ平均
130	8	2	135	2	c ss	50	H	19.4	41.2	2.29	0.87	3.25	0.93	1.15	0.91	1.08										97SI-05(V)15ヶ平均
131	8	2	135	2	f ss	50	H	19.4	41.2	2.27	0.88							0.57								97SI-06(V)15ヶ平均
132	8	2	135	2	c ss~f ss	50	H	20.2	35.5	2.29	1.04	4.76	1.59	1.94	1.54	1.94		0.52								97SI-02(M) 5ヶ平均
133	8	2	135	2	c ss	50	H	20.2	35.5	2.44	0.83	2.69	0.77	0.97	0.76	0.94										97SI-04(M)10ヶ平均
134	8	2	135	2	c ss	50	H	20.2	35.5	1.77	0.80							0.15								97SI-07(M)10ヶ平均
135	9	2	135	2	f ss	50	H(EW)	19.5		2.29	1.56	9.11														99SI-01-2
136	9	2	135	2	f ss	50	H(EW)	19.5		2.29	1.63	9.72														99SI-01-3
137	9	2	135	2	f ss	50	H(EW)	19.2		2.19	1.55	7.96														99SI-01-4
138	9	2	135	2	f ss	50	H(NS)	19.6		2.29	1.24	7.61														99SI-01-5
139	9	2	135	2	f ss	50	H(NS)	19.6		2.23	1.47	7.63														99SI-01-6
140	9	2	135	2	f ss	50	H(NS)	19.5		2.29	1.30	9.52														99SI-01-7
141	9	2	135	2	f ss	50	V	19.4		2.05	1.50	8.23														99SI-01-8
142	9	2	135	2	f ss	50	V	19.5		2.10	1.40	8.30														99SI-01-9
143	9	2	135	2	f ss	50	V	19.6		2.11	1.41	7.74														99SI-01-10
144	9	2	135	2	f ss	160	V	19.3		2.30	1.42	5.73														99SI-01
145	9	2	135	2	f ss	160	V	19.8		2.38	1.71	7.76														99SI-01-11
146	9	2	135	2	f ss	160	V	19.6		2.36	1.86	10.89														99SI-01-12
147	9	2	135	2	f ss	110	V	19.4		2.32	1.64	8.12														99SI-02
148	9	2	135	2	f ss	110	V	20.0		2.27	1.58	6.17														99SI-02-2
149	9	2	135	2	f ss	110	V	20.0		2.30	1.62	5.88														99SI-02-3
150	9	2	135	2	f ss	85	V	19.3		2.24	1.30	8.93														99SI-03-1

※: 薄層で示した値については生データが無いため参考値とし、統計量には反映していない。

表1 瑞浪層群の力学特性データシート (4/4)

No.	調査・試験 No.	採取場所	深度 m	岩層	岩種	コア径 mm	供試体の長軸方向	湿潤密度 kN/m ³	有効空隙率 %	P波速度 V _p km/s	S波速度 V _s km/s	一軸圧縮強度 q _u MPa	ヤング率	ヤング率	ヤング率	ヤング率	ポアソン比 ν (-)	圧裂引張強度 σ _t MPa	粘着力 C (CD) MPa	内部摩擦角 φ (CD) °	粘着力 C (CU) MPa	内部摩擦角 φ (CU) °	粘着力 C (CU) MPa	内部摩擦角 φ (CU) °	封圧 kgf/cm ²	供試体名	
													E ₀ (EXT) GPa	E ₀ (LDT) GPa	E ₅₀ (EXT) GPa	E ₅₀ (LDT) GPa											
151	9	2	135	2	f ss	85	V	19.6		2.39	1.40	5.46															99SI-03-2
152	9	2	135	2	f ss	85	V	19.6		2.34	1.45	8.27															99SI-03-3
153	9	2	135	2	f ss	70	V	19.1		2.19	1.33	5.57															99SI-04-1
154	9	2	135	2	f ss	70	V	19.1		2.30	1.54	9.11															99SI-04-2
155	9	2	135	2	f ss	70	V	19.0		2.22	1.63	7.59															99SI-04-3
156	9	2	135	2	f ss	54	V	19.2		2.17	1.33	6.43															99SI-05-1
157	9	2	135	2	f ss	54	V	19.1		2.24	1.44	5.21															99SI-05-2
158	9	2	135	2	f ss	54	V	19.0		2.10	1.16	4.93															99SI-05-3

表2 データシートにおける記号の解説

(1) 調査・試験のNo.

凡例	調査・試験の名称	関連資料
1	水平坑道における発破掘削影響試験(I)	杉原・二宮(1990), 杉原ほか(1998)
2	水平坑道における発破掘削影響試験(II)	
3	立坑掘削影響試験の事前調査(I)	伊藤ほか(1991), 杉原ほか(2000)
4	立坑掘削影響試験の事前調査(II)	
5	立坑掘削影響試験	
6	水平坑道における機械掘削影響試験の事前調査(I) 水平坑道における機械掘削影響試験の事前調査(II)	杉原ほか(1994), 杉原ほか(1995)
7	水平坑道における機械掘削影響試験の事後調査(I)	山本・吉岡(1997), Sato et al. (1999)
8	水平坑道における機械掘削影響試験の事後調査(II)	山本・吉岡(1998), Sato et al. (1999)
9	寸法効果およびスケール効果に関する調査	吉川ほか(2000), 中島ほか(2003)

(2) 採取場所

凡例	採取場所
1	地表ボーリング
2	北延NATM坑道
3	第2立坑

(3) 岩層

凡例	岩層
1	明世累層
2	土岐夾炭累層

(4) 岩種

凡例	岩種
mdst	泥岩
tf mdst	凝灰質泥岩
Slst	砂質泥岩
tf	凝灰岩
f tf	細粒凝灰岩
Ss	砂岩
tf ss	凝灰質砂岩
f ss	細粒砂岩
m ss	中粒砂岩
c ss	粗粒砂岩
Sp	含礫砂岩

(5) 供試体の長軸方向

凡例	供試体の長軸方向
H	水平方向
V	鉛直方向
Inc.	傾斜(+は上向き, -は下向きの角度を示す)

表3 瑞浪層群の物理・力学特性データシート（統計量）

統計量	湿潤密度	有効空隙率	P波速度 V _p	S波速度 V _s	一軸圧縮 強度 q _u	ヤング率 E ₀ (EXT)	ヤング率 E ₀ (LDT)	ヤング率 E ₅₀ (EXT)	ヤング率 E ₅₀ (LDT)	ポアソン比 ν	圧裂引張 強度 σ _t	粘着力 C (CD)	内部摩擦角 φ (CD)	粘着力 C (CU)	内部摩擦角 φ (CU)	粘着力 C (CU)	内部摩擦角 φ (CU)
	kN/m ³	%	km/s	km/s	MPa	GPa	GPa	GPa	GPa	(-)	MPa	MPa	°	MPa	°	MPa	°
試料数	92	29	65	65	92	29	20	66	28	43	31	19	19	8	8	14	13
平均値	19.4	48.4	2.17	1.10	6.68	1.48	2.00	1.90	2.16	0.30	0.68	2.18	18.8	2.49	8.9	2.16	23.2
最大値	22.8	61.2	2.68	1.86	13.24	2.63	3.95	6.10	3.61	0.48	1.47	4.00	39.4	3.86	16.2	4.56	47.9
最小値	15.7	24.4	1.52	0.52	2.03	0.32	0.45	0.32	0.93	0.11	0.15	0.67	0.0	1.66	0.0	0.41	0.0
中央値	19.5	51.1	2.22	1.05	6.91	1.47	1.92	1.79	2.25	0.31	0.63	2.20	19.0	2.49	9.3	1.93	23.8
標準偏差	1.2	9.7	0.22	0.34	2.30	0.66	1.13	1.04	0.83	0.10	0.35	1.01	10.9	0.78	5.7	1.28	13.1

4. 解析入力用の岩盤物性値

3章において示した瑞浪層群の物性・力学特性のデータは、立坑掘削影響試験や水平坑道における掘削影響試験などの、各調査・試験で実施される解析用の入力物性値となる。以下に、各調査・試験で実施した解析用の入力物性値の一覧を示す。

表4.1 調査・試験の名称と関連資料

No.	調査・試験の名称	関連資料
1	水平坑道における発破掘削影響試験(Ⅰ)	杉原・二宮(1990), 杉原ほか(1998)
2	水平坑道における発破掘削影響試験(Ⅱ)	
3	水平坑道における発破掘削影響試験(まとめ)	
4	立坑掘削影響試験	伊藤ほか(1991), 杉原ほか(2000)
5	断層を考慮した立坑掘削の数値解析	吉岡(1993), 杉原ほか(2000)
6	水平坑道における機械掘削影響試験の事前調査(Ⅰ)	杉原ほか(1994)
7	水平坑道における機械掘削影響試験の事前調査(Ⅱ)	杉原ほか(1995)
8	水平坑道における機械掘削影響試験の事後調査(Ⅰ, Ⅱ)	山本・吉岡(1997), 山本・吉岡(1998), Sato et al.(1999)
9	東濃鉱山における初期応力状態の評価解析	前田・松井(2001a)
10	東濃鉱山における双設坑道の安定解析	前田・松井(2001b), 山本(2002)

表4.2 解析用入力物性値：水平坑道における発破掘削影響試験(Ⅰ)

(1) 事前解析

	単位体積重量 (kgf/cm ³)	ヤング率 (kgf/cm ²)		ポアソン比 (-)	粘着力 (kgf/cm ²)		内部摩擦角 (°)	断面積 (cm ²)	厚さ (cm)	断面2次モーメント (cm ⁴)
		健全部	EDZ		健全部	EDZ				
岩盤	瀬戸層群									
	生俵累層									
	明世累層									
	土岐夾炭累層		1.00E+04	0.3	5		40			
	粗粒砂岩(水平)									
	粗粒砂岩(鉛直)									
	細粒砂岩(水平)									
	細粒砂岩(鉛直)									
	花崗岩 断層									
支保工	ロックボルト		2.06E+06					5.067		
	吹付コンクリート		3.40E+04						7	
	覆工コンクリート									

(2) 事後解析

	単位体積重量 (kgf/cm ³)	ヤング率 (kgf/cm ²)		ポアソン比 (-)	粘着力 (kgf/cm ²)		内部摩擦角 (°)	断面積 (cm ²)	厚さ (cm)	断面2次モーメント (cm ⁴)
		健全部	EDZ		健全部	EDZ				
岩盤	瀬戸層群									
	生俵累層									
	明世累層									
	土岐夾炭累層		1.00E+04	0.3	13		25			
	粗粒砂岩(水平)									
	粗粒砂岩(鉛直)									
	細粒砂岩(水平)									
	細粒砂岩(鉛直)									
	花崗岩 断層									
支保工	ロックボルト		2.06E+06					5.067		
	吹付コンクリート									
	覆工コンクリート									

表4.2 解析用入力物性値：水平坑道における発破掘削影響試験(II)

	単位体積重量 (kgf/cm ³)	ヤング率 (kgf/cm ²)		ポアソン比 (-)	粘着力 (kgf/cm ²)		内部摩擦角 (°)	断面積 (cm ²)	厚さ (cm)	断面2次モーメント (cm ⁴)
		健岩部	EDZ		健岩部	EDZ				
岩盤	瀬戸層群									
	生俵累層									
	明世累層									
	土岐夾炭累層		1.00E+04 1.50E+04	4.50E+03	0.3	13	4	25		
	粗粒砂岩(水平)									
	粗粒砂岩(鉛直)									
	細粒砂岩(水平)									
	細粒砂岩(鉛直)									
	花崗岩									
	断層									
支保工	ロックボルト		2.06E+06					5.067		
	吹付コンクリート									
	覆工コンクリート									

表4.3 解析用入力物性値：水平坑道における発破掘削影響試験(まとめ)

	単位体積重量 (kgf/cm ³)	ヤング率 (kgf/cm ²)		ポアソン比 (-)	粘着力 (kgf/cm ²)		内部摩擦角 (°)	断面積 (cm ²)	厚さ (cm)	断面2次モーメント (cm ⁴)
		健岩部	EDZ		健岩部	EDZ				
岩盤	瀬戸層群									
	生俵累層									
	明世累層									
	土岐夾炭累層		1.00E+04 1.50E+04	4.50E+03	0.3	13	4	25		
	粗粒砂岩(水平)									
	粗粒砂岩(鉛直)									
	細粒砂岩(水平)									
	細粒砂岩(鉛直)									
	花崗岩									
	断層									
支保工	ロックボルト		2.06E+06					5.067		
	吹付コンクリート									
	覆工コンクリート									

表4.4 解析用入力物性値：立坑掘削影響試験

	単位体積重量 (kgf/cm ³)	ヤング率 (kgf/cm ²)		ポアソン比 (-)	粘着力 (kgf/cm ²)		内部摩擦角 (°)	断面積 (cm ²)	厚さ (cm)	断面2次モーメント (cm ⁴)
		健岩部	EDZ		健岩部	EDZ				
岩盤	瀬戸層群									
	生俵累層									
	明世累層	0.0017	1.00E+05	3.00E+04	0.3	10	3	15		
	土岐夾炭累層									
	粗粒砂岩(水平)									
	粗粒砂岩(鉛直)									
	細粒砂岩(水平)									
	細粒砂岩(鉛直)									
	花崗岩									
	断層									
支保工	ロックボルト		2.06E+06					5.067		
	吹付コンクリート		3.40E+04						10	
	覆工コンクリート		7.70E+04		0.4				40	5.33E+04

表4.5 解析用入力物性値：断層を考慮した立坑掘削の数値解析

	単位体積重量 (kgf/cm ³)	ヤング率 (kgf/cm ²)		ポアソン比 (-)	粘着力 (kgf/cm ²)		内部摩擦角 (°)	断面積 (cm ²)	厚さ (cm)	断面2次モーメント (cm ⁴)
		健岩部	EDZ		健岩部	EDZ				
		岩盤	瀬戸層群		0.0018	1.00E+04				
	生依累層									
	明世累層	0.0018	1.50E+04		0.3					
	土岐夾炭累層	0.0018	2.40E+04		0.3					
	粗粒砂岩(水平)									
	粗粒砂岩(鉛直)									
	細粒砂岩(水平)									
	細粒砂岩(鉛直)									
	花崗岩	0.0026	1.00E+05		0.3					
	月吉断層	0.0018	1.00E+03		0.4					
支保工	ロックボルト									
	吹付コンクリート									
	覆工コンクリート									

表4.6 解析用入力物性値：水平坑道における機械掘削影響試験の事前調査(Ⅰ)

	単位体積重量 (kgf/cm ³)	ヤング率 (kgf/cm ²)		ポアソン比 (-)	粘着力 (kgf/cm ²)		内部摩擦角 (°)	断面積 (cm ²)	厚さ (cm)	断面2次モーメント (cm ⁴)
		健岩部	EDZ		健岩部	EDZ				
		岩盤	瀬戸層群							
	生依累層									
	明世累層									
	土岐夾炭累層									
	細粒砂岩(鉛直)	2.00E+04		0.4	40		0			
	細粒砂岩(水平)	2.00E+04		0.4	30		20			
	粗粒砂岩(鉛直)	1.50E+04		0.4	20		10			
	粗粒砂岩(水平)	1.50E+04		0.4	20		10			
	花崗岩									
	月吉断層									
支保工	ロックボルト	2.06E+06						5.067		
	吹付コンクリート	3.33E+04						0.167		
	覆工コンクリート									

表4.7 解析用入力物性値：水平坑道における機械掘削影響試験の事前調査(Ⅱ)

	単位体積重量 (kgf/cm ³)	ヤング率 (kgf/cm ²)		ポアソン比 (-)	粘着力 (kgf/cm ²)		内部摩擦角 (°)	断面積 (cm ²)	厚さ (cm)	断面2次モーメント (cm ⁴)
		健岩部	EDZ		健岩部	EDZ				
		岩盤	瀬戸層群							
	生依累層									
	明世累層									
	土岐夾炭累層									
	細粒砂岩(鉛直)	1.96E+04	5.88E+03	0.4	19.4	5.9	10			
	細粒砂岩(水平)									
	粗粒砂岩(鉛直)	1.47E+04	4.41E+03	0.4	19.6	8.8	10			
	粗粒砂岩(水平)									
	花崗岩									
	月吉断層									
支保工	ロックボルト	2.06E+06						5.067		
	吹付コンクリート	3.33E+04						0.167		
	覆工コンクリート									

表4.8 解析用入力物性値：水平坑道における機械掘削影響試験の事後調査(Ⅰ, Ⅱ)

	単位体積重量 (kgf/cm ³)	ヤング率		ポアソン比 (-)	粘着力		内部摩擦角 (°)	断面積 (cm ²)	厚さ (cm)	断面2次モーメント (cm ⁴)
		健岩部	EDZ		健岩部	EDZ				
		(kgf/cm ²)			(kgf/cm ²)					
岩盤	瀬戸層群									
	生俵累層									
	明世累層									
	土岐夾炭累層		2.50E+04	1.00E+04	0.4	29.4	0.88	10		
	細粒砂岩(鉛直)									
	細粒砂岩(水平)									
	粗粒砂岩(鉛直)									
	粗粒砂岩(水平)									
	花崗岩									
	月吉断層									
支保工	ロックボルト		2.06E+06					5.067		
	吹付コンクリート		3.33E+04					0.167		
	覆工コンクリート									

表4.9 解析用入力物性値：東濃鉱山における初期応力状態の評価解析

	単位体積重量 (kgf/cm ³)	ヤング率		ポアソン比 (-)	粘着力		内部摩擦角 (°)	断面積 (cm ²)	厚さ (cm)	断面2次モーメント (cm ⁴)
		健岩部	EDZ		健岩部	EDZ				
		(kgf/cm ²)			(kgf/cm ²)					
岩盤	瀬戸層群	0.0018	1.00E+04		0.3					
	生俵累層	0.0018	1.00E+04		0.3					
	明世累層	0.00188	2.65E+03		0.3					
	土岐夾炭累層	0.00194	1.94E+04		0.3					
	細粒砂岩(鉛直)									
	細粒砂岩(水平)									
	粗粒砂岩(鉛直)									
	粗粒砂岩(水平)									
	花崗岩	0.0026	2.66E+05		0.38					
	月吉断層	0.0018	2.00E+02		0.3					
支保工	ロックボルト									
	吹付コンクリート									
	覆工コンクリート									

表4.10 解析用入力物性値：東濃鉱山における双設坑道の安定解析

	単位体積重量 (kgf/cm ³)	ヤング率		ポアソン比 (-)	粘着力		内部摩擦角 (°)	断面積 (cm ²)	厚さ (cm)	断面2次モーメント (cm ⁴)
		健岩部	EDZ		健岩部	EDZ				
		(kgf/cm ²)			(kgf/cm ²)					
岩盤	瀬戸層群									
	生俵累層									
	明世累層									
	土岐夾炭累層	0.00194	1.94E+04		0.3	27		27		
	細粒砂岩(鉛直)									
	細粒砂岩(水平)									
	粗粒砂岩(鉛直)									
	粗粒砂岩(水平)									
	花崗岩	0.0026	2.66E+05		0.38	200		45		
	月吉断層									
支保工	ロックボルト									
	吹付コンクリート									
	覆工コンクリート									

5. おわりに

約 150 の供試体の室内物性試験と力学試験を取りまとめ、データシートとして表示した。データシートには、供試体の採取場所、深度、地質情報、寸法などの付帯情報も併せて表示した。また、立坑掘削影響試験や水平坑道における掘削影響試験などの、各調査・試験において実施された解析の入力物性値について示した。

本データシートが様々な検討における基礎資料として活用されることを期待する。

6. 参考文献

- 糸魚川淳二 (1980) : 瑞浪地域の地質, 瑞浪市化石博物館専報, No. 1, pp. 1-50.
- 伊藤克夫, 杉原 豊, 亀倉勝美, 本間直樹, 三上哲司, 丸山 誠, 古市光昭, 飯塚友之助 (1991) : 立坑掘削影響試験のうち岩盤挙動の調査 (II), サイクル機構技術資料 (委託研究成果報告書; 大成建設株式会社, 株式会社大林組, 鹿島建設株式会社, 清水建設株式会社), PNC TJ7449-91-002.
- 前田信行, 松井裕哉 (2001a) : 東濃鉱山における初期応力状態の評価解析, サイクル機構技術資料, JNC TN7400-2001-004.
- 前田信行, 松井裕哉 (2001b) : 東濃鉱山における双設坑道の安定解析, サイクル機構技術資料, JNC TN7400-2001-005.
- 中島貴弘, 中間茂雄, 林叔民, アイダンオメル (2003) : 堆積軟岩における水平試験孔の孔壁崩壊現象の計測, 資源・素材学会 2003 年秋季大会講演要旨集.
- サイクル機構 (1999) : 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 1 · わが国の地質環境, サイクル機構技術資料, JNC TN1410 99-021.
- Sato, T., Kikuchi, T. and Sugihara, K. (1999) : In-situ experiment on excavation disturbed zone induced by mechanical excavation in Neogene sedimentary rock at Tono mine, central Japan, Engineering Geology, 56, pp.97-108.
- 佐藤稔紀, 谷口 航, 藤田朝雄, 長谷川 宏 (1999) : 文献調査によるわが国の岩石の物理的特性に関するデータの収集(その 2), サイクル機構技術資料, JNC TN7400 99-001.
- 杉原弘造, 吉岡尚也, 松井裕哉, 佐藤稔紀, 山本卓也 (2000) : 堆積軟岩での立坑掘削に伴う岩盤物性変化の現場計測による検討, 資源と素材, vol. 116, pp. 821-830.
- 杉原弘造, 菊地 正, 安達哲也, 佐藤稔紀, 石島文代 (1995) : 機械による掘削影響試験の事前調査・解析 —平成 6 年度実施分—, サイクル機構技術資料, PNC TN7410-95-049.
- 杉原弘造, 亀村勝美, 二宮康郎 (1998) : 堆積軟岩での発破による掘削影響の現場計測に基づく検討, 土木学会論文集, No. 589/III-42, pp. 239-251.
- 杉原弘造, 二宮康郎 (1990) : 堆積岩盤中における掘削影響評価 —掘削による緩み領域の計測, 評価手法の研究開発—, サイクル機構技術資料, PNC TN7410 90-009.
- 杉原弘造, 大石清隆, 榊 利博, 石島文代 (1994) : 機械による掘削影響試験 平成 5 年度の事前調査・解析, サイクル機構技術資料, PNC TN7410-94-049.
- 杉原弘造, 吉岡尚也, 松井裕哉, 佐藤稔紀, 山本卓也 (2000) : 堆積軟岩での立坑掘削に伴う岩盤物性変化の現場計測による検討, 資源と素材, Vol. 116, pp. 821-830.
- 山本卓也, 吉岡尚也 (1997) : 機械掘削による影響評価試験の事後調査および事後解析研究 (平成 8 年度), サイクル機構技術資料 (委託研究成果報告書; 大成建設株式会社, 株式会社大林組), PNC TJ1449-97-003.
- 山本卓也, 吉岡尚也 (1998) : 機械掘削による影響評価試験の事後調査および事後解析研究 (平成 9 年度), サイクル機構技術資料 (委託研究成果報告書; 大成建設株式会社, 株式会社大林組), PNC TJ1449-98-003.

- 山本卓也（2002）：双設坑道安定性評価試験のための新規坑道掘削による影響予測解析（平成13年度），サイクル機構技術資料（委託研究成果報告；大成建設株式会社），JNC TJ7400-2001-015.
- 吉岡尚也（1993）：断層を考慮した立坑掘削の数値解析，サイクル機構技術資料（契約業務報告書；株式会社大林組），PNC TN7410-93-007.
- 吉川和夫，前田信行，松井裕哉（2000）：堆積軟岩のスケール効果と破壊現象の関係に関する一考察，平成12年度日本応用地質学会中部支部研究発表会・講演会予稿集，pp. 43-46.

付録（生データ集）

一軸圧縮試験（応力-ひずみ線図）

三軸圧縮試験（応力-ひずみ線図）

三軸圧縮試験（モールの応力円包絡線）