パイロットボーリング調査から設定した カ学モデルの有効性検討

丹生屋 純夫1*・松井 裕哉2・見掛 信一郎2・佐藤 伸1・納多 勝1・畑 浩二3

 ¹大林組 本社 原子力環境技術部(〒108-8502 東京都港区港南2丁目15-2 インターシティ)
²日本原子力研究開発機構 地層処分研究開発部門 結晶質岩工学技術開発グループ (〒509-6132 岐阜県瑞浪市明世町山野内1番地64)
³大林組 技術本部 技術研究所(〒204-8558 東京都清瀬市下清戸4丁目640)
*E-mail: niunoya.sumio@obayashi.co.jp

瑞浪超深地層研究所主立坑における平成22年度の調査研究として、パイロットボーリング(PB) 調査の 有効性を確認した.その力学物性値の設定では、立坑深度500m施工前に実施されたPB調査(深度180m~ 500m)によって得られた岩石コアの一軸圧縮強さより電研式の岩盤分類を用いて物性値を定めており、 地山のき裂や風化等の影響が十分考慮されていない可能性があった.本研究では、PB調査によって取得し た室内試験、コア観察および主立坑壁面観察の各データを用いRMRを算定し、静弾性係数等の力学物性値 を評価するとともに、孔内PS検層結果から評価した力学物性値と比較した.その結果、主立坑に出現して いる脆弱な岩盤においてもRMRのような岩盤分類手法に基づく物性値評価が可能であることが示唆された.

Key Words : pilot boring, rock mass classification, RMR, P-wave, excavation analysis, URL

1. 背景と目的

パイロットボーリング掘削,およびその孔内での各種 調査・試験結果は、その後、当該地点において施工され る地下構造物の設計に資する各種物性値推定に用いられ る.パイロットボーリング調査は確度の高い予測方法の 一つと考えられるが、反面コストと時間を要するため、 この調査によりどの程度の精度で設計に必要な物性値の 推定が可能であるかを確認することが、合理的・経済的 に地下構造物建設プロジェクトを進める上で重要である.

日本原子力研究開発機構が岐阜県瑞浪市に建設中の瑞 浪超深地層研究所¹⁾では,主立坑中心部でパイロットボ ーリング(深度180m~500m)²⁾を実施していたため,上 記の観点から,採取した岩石コアを用いて一軸圧縮試験 を実施し,一軸圧縮強さと電研式岩盤分類を用いて力学 物性値を検討しなおし,本調査の有効性を評価した³⁾. しかし,主立坑およびその周辺には断層および変質領域 が分布しているため⁴⁾,この検討では地山のき裂の幾何 学的特徴や風化などの影響は考慮されておらず,原位置 岩盤の物性値を正確に捉えきれていない可能性があった.

そこで、本検討では、パイロットボーリングコアの室 内試験、コア観察データおよび立坑壁面観察データを用 い、定量的岩盤分類法の一つであるRMRを算定し、主 立坑掘削領域の岩盤の力学物性を推定した. さらに、パ イロットボーリング調査時の孔内PS検層(サスペンションPS検層)で得られたP波速度からも、岩盤の力学物性値を推定した.最後に、推定した力学物性値を用いて、 有限要素法による3次元掘削解析を実施し、実測された 地中変位、覆工コンクリート応力と解析値を比較し、そ れらの評価方法の有効性について検討した.

2. パイロットボーリング調査に基づく岩盤評価

(1) RMRによる岩盤評価

(a)RMRの概要

RMR (Rock Mass Rating) は、1973年Bieniawskiによって 開発された岩盤分類システムであり、Qシステム (Barton: 1974) と並び、国際的に著名な硬岩系の岩盤 特性評価指標の一つである⁵.

RMRは、6つのパラメータ(一軸圧縮強さ、RQD,不 連続面間隔,不連続面状態,地下水の条件,不連続面の 方向)に評点を与えることによって岩盤を0~100の数字 で表示する評価方法であり(表-1参照),定量評価であ るため、個人の主観が入ることが少ない.ここでは、 49の既存事例の検討から定められた下記の算定シート³⁴⁰ を用いRMRを算定した.

А.	A. 分類ハフメーターと評価点										
	パラ	メー	- タ			評	価 区	分			
	インタクト	ポイ 強	<i>iントロ・</i> 度 指	ード 数	>10MPa	4-10MPa	2-4MPa	1-2MPa	一軸 試影	圧縮 前望	<u>強度</u> [まし
1	強度	一車	由王縮引	歯度	>250 MPa	100-250MPa	$50 \cdot 100 \mathrm{MPa}$	25-50MPa	5- 25	1-5 MP	<1 MP
	評	価	ķ	Ĩ.	15	12	7	4	2	1	0
	ボーリング	コアの	生状(F	QD)	90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%- $50%$	-	<25%	
2	評 価 点		20	17	13	8	3				
•	不連絡	読面の	の間「	鬲	>2m	0.6-2m	200-600mm	60-200mm	<	60mr	n
3	評	価	片	į.	20	15	10	8		5	
					非常に粗い肌	少し粗い肌	少し粗い肌	滑り面の肌	柔らが	jski	
	7 1#	(da	a dh 4	e.	連続していない	間隔幅<1mm	間隔幅<1mm	又は断層粘土	断層粘土>5mm		>5mm
4	个理	紀 田 (の状態	5	密着している	少し風化した	強風化肌面	<5mm又は、	又は		
					新鮮な	肌面		間隔幅1-5mm	間隔幅>5mn		mm
	評	価	ħ.	Ĩ.	30	25	20	10		0	
		トンネル	·長10n	n当た	無	<10	10-25	区 分 			
5		ŋ	通	水		L/min	少し粗い肌 滑り面(即隔幅<1mm	L/min	1	_/mir	1
	地下水	比-	節理水 主初期	圧力 応力	0	0.0-0.1		0.2-0.5	>0.5		
		一般状況		完全乾燥	湿っぽい	濡れている	滴水	流水			
	評	価	ķ	Ĩ.	15	10	7	4		0	
В.	不連続面の	方向に	こ対す	る修正							
	節理追 向	の ț] 傾	デ 向 斜		特に 望ましい	望ましい	中程度	望ましくない	望。	特に Eしくが	ない
		ŀ	ンネ	ル	0	-2	-5	-10		-12	
部	平価 点	基		礎	0	2	-7	-15		-25	
		斜		面	0	-5	-25	-50		-60	
С.	合計評価点	。 まより求	:められ	る地山	J分類						
部	F	価		点	100-81	80-61	60-41	40-21		<20	
地	1 山 分	入 類	等	級	Ι	П	Ш	IV		V	
分	類	i	評	価	特に良好	良好	普通	不良	特	に不	良
D.	地山分類0	意義									
地	1 山 等	章 級	番	号	Ι	П	Ш	IV		V	
平	均自	立	時	間	15m巾で10年	8m巾で6ヶ月	5m巾で1週間	2.5m巾で10時間	1m	巾で3	60分
뷞	十盤 (り 粘	着	力	>400KPa	300-400KPa	200-300KPa	100-200KPa	<1	.00K	Pa
분	+盤の P	内 部	摩擦	角	<45°	35°-45°	25°-35°	15°-25°		<15°	

表-1 RMR 算定シート^{5,6}

以降,**表-1**のシート上に示される各パラメータの算定 方法と結果の概要を述べる.

一軸圧縮強さ

岩芯コアから1深度当たり3供試体を作成し、一軸圧縮 試験を実施して平均値を算定した.また、参考データと して、弾性波速度測定(P波、S波)も計測した.表-2 に結果の一覧を示す.なお、表中の採取コア深度はパイ ロットボーリング孔孔口からの深度を表す.

2 RQD

採取した岩芯コア観察結果(①岩芯コア採取深度全9 点)より, RQDを算定した(図-1右). RQDは,長さ1m中 における,10cm以上のコアの累積長さをパーセンテー ジで表示したものである.

③ 不連続面間隔

パイロットボーリング調査時のコア観察結果に基づき, 1m当たりの不連続面間隔を算定した(図-1左).

④ 不連続面状態

採取した岩芯コア観察結果(①岩芯コア採取深度全9 点)より、不連続面状態を評価した.不連続面状態は、 長さ1m毎に対して評価した岩盤等級より、その評価項 目別にて設定している不連続面性状を適用した. ⑤ 地下水の条件 ボーリング掘削を管理するために実施したモニタリン グデータより,①岩芯コア採取深度全9点の箇所での湧 水情報を基に設定した.

⑥ 不連続面の方向

主立坑部は、断層およびその変質領域に位置しており、 コア観察では不連続面の分布が非常に複雑であり、坑道 掘削方向に対する影響評価が困難であったことから今回 の評価では「中程度」と設定した.

表2	一軸圧縮試験結果·	一覧
----	-----------	----

岩盤等級	採取深度	成形方向	単位体積 重量	弾性波速度(km/sec)		ー軸圧縮強さ(MPa)		硬さ値 L	修正点載 荷強度
	(m)		(g/cm ³)	Vp	Vs	試験値	平均值		(MPa)
	51.780		2.31	1.71	0.56	4.96	3.57	370	
D	51.830	水平	2.34	1.99	0.52	2.37		338	0.48
	51.880		2.36	2.18	0.54	3.39		492	
	82.440		2.48	2.39	1.13	2.40		477	
C∟	82.603	鉛直	2.50	2.57	1.31	4.20	2.57	500	0.52
	83.845		2.48	2.52	1.43	1.11		555	
	119.745		2.63	4.39	3.07	110.01		859	7.13
C _H	119.850	水平	2.63	4.63	3.08	116.90	118.97	864	
	119.815		2.63	4.66	3.10	130.00		867	
	134.260	水平	2.63	4.95	3.03	73.85	67.16	844	
CM	134.425		2.62	4.50	2.96	69.82		857	4.31
	135.180		2.61	4.75	2.97	57.81		847	
	161.120	水平	2.58	3.95	2.67	30.92	25.82	684	
D	161.160		2.54	4.09	2.50	28.57		616	0.66
	161.200		2.50	3.40	1.75	17.97		584	
	198.370	水平	2.55	2.46	1.77	46.54	47.27	569	1.76
C∟	198.500		2.58	3.63	2.07	64.47		679	
	198.190		2.55	3.78	1.96	30.79		578	
	264.915		2.59	4.49	2.70	86.93	83.82	852	4.36
CM	264.875	水平	2.60	4.46	2.75	98.17		842	
	264.675	1	2.59	4.26	2.49	66.37		755	
	278.120		2.13	1.69	0.50	5.33		336	
D	278.170	水平	2.27	1.87	0.68	6.38	5.51	390	0.16
	278.230		2.28	1.94	0.68	4.81		394	
	312.740		2.62	4.77	2.38	77.01	80.85	760	
CL	312.780	水平	2.62	5.03	2.54	81.91		796	4.03
	312.820	1	2.61	4.48	2.38	83.63		722	



図-1 割れ目数と RQD の分布

表-3 RMR 算定值一覧

採取深度(m)		GL深I	宴 (m)	ー 軸 (M	縮強さ Pa)	RQD	(%)	不連続面間隔(cm)		岩盤分類	算定RMR
51.78		231.78		4.96		0		33.33			13
51.83	51.83	231.83	231.83	2.37	3.57	0	0.00	33.33	33.33	D	V
51.88		231.88		3.39		0		33.33			特に不良
82.44		262.44		2.4		0		20			33
82.603	82.96	262.6	262.96	4.2	2.57	0	0.00	20	30.00	CM	N
83.845		263.85		1.11		0		50			不良
119.75		299.75		110.01		92		33.33			66
119.85	119.80	299.85	299.80	116.9	118.97	92	92.00	33.33	33.33	CH	11
119.82		299.82		130		92		33.33			奥好
134.26		314.26	73.85		88		14.29			51	
134.43	134.62	314.43	314.62	69.82	67.16	88	81.33	14.29	12.56	CM	
135.18		315.18		57.81		68		9.09			普通
161.12		341.12		30.92		0		16.67			24
161.16	161.16	341.16	341.16	28.57	25.82	0	0.00	16.67	16.67	CL	N
161.2	1	341.2		17.97		0		16.67			不良
198.37		378.37		46.54		0		11.11			24
198.5	198.35	378.5	378.35	64.47	47.27	0	0.00	11.11	11.11	CL	N
198.19	1	378.19		30.79		0		11.11			不良
264.92		444.92		86.93		75		14.29			59
264.88	264.82	444.88	444.82	98.17	83.82	75	75.00	14.29	14.29	CH	
264.68	1	444.68		66.37		75		14.29			普通
278.12		458.12		5.33		0		100			12
278.17	278.17	458.17	458.17	6.38	5.51	0	0.00	100	100.00	D	v
278.23	1	458.23		4.81	n	0		100			特に不良
312.74		492.74		77.01		49		20			47
312.78	312.78	492.78	492.78	81.91	80.85	49	49.00	20	20.00	СМ	
312.82	1	492.82		83.63		49		20			普通



(b)算定結果

ー軸圧縮試験を実施した全9深度に関して,算定シートに基づいて各パラメータに評価を与えて,合計点数を 算定した.各パラメータ値と算定結果の一覧を表-3に, 深度方向へのプロットした結果を図-2に示す.

(c) RMRから推定した岩盤の弾性係数

算定したRMRから岩盤の弾性係数を推定し、立坑観 察によって得られたRMRから算定された弾性係数との 比較を行う. RMRからの弾性係数算定式は、代表的な ものとして以下の4種類が提案されている.

・Bieniawskiの式⁷⁾

$$E_m = 2 \times RMR - 100 \tag{1}$$

• Serafim&Pereiraの式⁸⁾

$$E_m = 10^{\frac{1}{40}}$$
 (2)
・ Aydan-Ulusay-川本の式⁹

$$E_m = 0.0097 \times RMR^{3.54} \tag{3}$$

・岡部らの式¹⁰

$$E_m = E_0 \sqrt{\exp\left(\frac{RMR - 100}{9}\right)} \tag{4}$$

ここで, E_m: 岩盤の変形係数, E_n: 岩石の変形係数

このうち、式(1)のBieniawskiの算定式は、RMRが50点 以上の場合のみの適用可能とされている.今回の評価結 果は50点未満の深度が多かったため式(1)は適用外とし、 式(2)~(4)に、今回算定したパイロットボーリング情報 のみによるRMR算定値を代入して弾性係数を算定した. (2) 孔内PS検層による岩盤物性評価

次に、パイロットボーリング孔で実施した孔内PS検 層で得られたP波速度から力学物性値を推定した.P波 速度から各種力学物性値を推定するために使用した相関 グラフの一例を図-3に示す[®].また、図-3の相関式に基 づき算定した各種力学物性値の一覧を、表-4に示す.



図-3 P波を用いた力学物性値算定一例 4

表-4 P波から換算された力学物性値一覧

深度	岩盤等級	弾性係数 (MPa)	変形係数 (MPa)	圧縮強度 (MPa)	粘着力 (MPa)	ポアソン比	
220~229	D	1177	425	5.629	0.976	0.255	
230~239	CL		557	6.996	1.19		
240~249		1492				0.305	
250~259							
260~269	CM	2120	0.41	0 0 0 0 0	1 6 9 6	0.001	
270~279	CIM	2139	041	9.022	1.020	0.231	
280~289	01	4400	1067	10.20	2 000	0 227	
290~299	ОП	4499	1907	19.29	3.009	0.237	
300~309	CM	4207	1071	10 5 20	2 002	0 221	
310~319	CIW	4307	10/1	10.000	2.302	0.231	
320~329							
330~339	0	2439	977	11.096	1.82	0 207	
340~349						0.237	
350~359							
360~369	D	1068	380	5.162	0.903	0.285	
370~379	0	1774	679	8.197	1 276	0.206	
380~389	UL				1.070	0.200	
390~399	CM	0407	076	11 024	1 806	0 224	
400~409	CIW	2437	370	11.024	1.000	0.234	
410~419	CL	2121	833	9.668	1.6	0.272	
420~429	CM	2050	1605	17.055	2 6 9 6	0.22	
430~439	CIW	3930	1035	17.055	2.000	0.22	
440~449	CH	4135	1786	17.852	2.803	0.219	
450~459	CL	4226	1831	18.213	2.855	0.273	
460~469							
470~479	СМ	3371	1414	14 762	2 354	0 245	
480~489	GM	33/1	1414	14./02	2.304	0.240	
490~499							
500~509	CI.	2321	023	10 407	1 705	0.281	
510~519	UL	2321	525	10.437	1.725	0.201	
520~529	СН	5314	2379	22.476	3.46	0.242	

3. 推定した各種岩盤評価の比較

2.において異なる手法で推定した弾性係数値の比較を 図-4に示す.実線で結ばれているプロットは,立坑壁面 観察結果から算定したRMR(壁面RMR)を式(2)~(4)に 代入し算定された弾性係数を,結ばれていないものは, パイロットボーリング情報のみによって算定した RMR(PB_RMR)を式(2)~(4)に代入し推定した弾性係数を 示している.なお,実施設計時の電中研式岩盤分類結果 から設定した弾性係数値を,図中,深度方向に分類区分 ごとに枠表示を行い,その脇に分類結果を示す.枠の幅 は,分類区分に与えられる弾性係数値の大きさを表す.

図より、立坑壁面観察結果による弾性係数の深度方向 分布と、一部を除いたパイロットボーリングによる弾性 係数の深度方向の分布傾向は、ある程度整合が取れてい る.ただし、深度299m、314m、444m及び493mの4深度 においては、パイロットボーリング調査から算定した RMRによる弾性係数値は著しく大きくなっている.岩 芯コアを用いた室内試験は、脆弱部の中でも成形が可能 な箇所を対象に実施していることから、周辺の岩盤の状 況に比べRMR値が過大に算定された可能性がある.従 って、岩芯を用いた多点のポイントロード測定等を併用 し、ある範囲の平均的な強度を算出して評価を行う方法 が望ましいと思われる.

PS検層から算定した変形係数および弾性係数は,弾 性係数がやや大きいものの,概ね壁面観察結果から算定 した弾性係数と同程度の値となったため,後述する解析 ではこの力学物性値を用いた.ただし,そのためにはP 波速度を全て1/2にする必要があった.これは前述の室



内試験と同様,測定したP波速度が脆弱部の中でも比較 的健全な箇所を伝播した影響と思われる.今後,孔内 PS検層に基づき弾性係数を推定する場合は,他の連続 的な計測手法(P波検層等)との比較を通じ,対象岩盤の 平均的な物性値との関係を把握することが重要と考えら れる.

4. 異なる方法で設定した力学物性値を用いた数値 解析結果の比較

(1)解析モデル

孔内PS検層結果から算出した岩盤の力学物性値(表-4) を用い、有限要素法による掘削解析を実施し、昨年度、 表-5に示す物性値で実施した解析結果²および実測され た地中変位、覆エコンクリート応力、支保工応力との比 較を行った.解析モデルは、初期応力の異方性や3次元 的な地層構成の影響を考慮するため、3次元とし立坑の 1/4 (90°)をモデル化した.岩盤および覆エコンクリ ートは3次元ソリッド要素、鋼製支保工はビーム要素と した.掘削対象領域は全長65mとし、モデル化領域は境 界条件の影響が及ばない範囲として、側方へは100m程 度、下方は解析における最終掘削深度から50mまでを対 象とした.掘削ステップは、ショートステップ工法の1 サイクルあたりの掘削長1.3mを再現した.

解析のための条件設定は、比較のため昨年度の解析で 設定したものと同一とした.すなわち、解析モデルは昨 年度の解析で使用したものと同じ(図-5)とし、原位置



図-5 検証解析モデル

表-5 一軸圧縮強さを基に設定した力学物性値²

						-	
NUM of a	岩盤	岩盤等級	CH	CM	CL	D	
深度	等級	弾性係数					
220~229	D	E	0.69	0. 48	0.30	0. 27	
230~239		(GPa)					
240~249	CL	ポアソン比	0.35	0.35	0.35	0.35	
250~259							
260~269		単1⊻14項里重	00.0	26. 0	26. 0	26. 0	
270~279	СМ	γ	26.0				
280~280		(KN/M3)					
200~209	СН	粘着力					
290~299		C	4.0	2.0	1.0	1.0	
300~309	CM	(MPa)					
310~319		内部摩擦角					
320~329		φ	40.0	30.0	23.5	21.5	
330~339		(°)					

測定結果との比較では、良好な変位計測データが取得されているGL-250.0mを対象断面とした。初期応力状態は、換気立坑で行った深度200m地点の初期応力測定結果に基づき $\sigma z : \sigma x : \sigma y = 1 : 1.8 : 1.4$ の応力比とし σz は

土被り圧と等しいと仮定した.

力学物性値は、昨年度の解析は表-5に示す深度方向の 岩盤等級区分を用いたことから、表-4中の深度339m地 点までで対応する岩盤等級区分の物性値を用いた.

(2)解析結果の比較

各ケースで得られた掘削進行に伴う地中変位と覆エコ ンクリート応力の解析結果を実測値とともに図-6に示す. 図中凡例にて,解析解 A, Bは立坑壁面上の水平面内最 大主応力方向(σx方向)および最小主応力方向(σy方 向)に対応する.また, E1~E2は図中左上に示す平面 上の地中変位計測測線方向を示す.覆エコンクリート応 力比較結果における測点1~測点2は図中右上に示す平面 上の応力センサー設置位置に対応する.また,実際の施 工で設けている管理レベル値も併せて示した.

表-5ケース(一軸圧縮強さを基本とした物性値)の解析 結果では、地中変位は実測値よりも大きくなり、覆エコ ンクリート応力値は小さくなった.一方、表-4ケース (孔内PS検層から設定した物性値)では、地中変位は小さ く、覆エコンクリート応力は大きくなった.これは、表 -5のケースでは立坑近傍の岩盤中に塑性領域が発生した ためと考えられる.すなわち、掘削解放による立坑壁面 の変形は大きくなるが、塑性領域の発生に伴い立坑周辺 岩盤の変形は吸収され、覆エコンクリート設定後に作用 した残存変形が小さくなったものと考えられる.言い換 えれば、設計値として考えた場合、覆エコンクリート応 力を指標とする場合には、岩盤が弾性体で挙動するよう な大きめの岩盤定数を採用した方が安全側の評価が出来 ると思われる.



本研究では、立坑壁面観察結果に基づきRMRを算定し 原位置岩盤の力学物性評価を試みるとともに、パイロッ トボーリング調査や室内力学試験結果から評価したRMR に基づく力学物性評価結果と比較した. その結果,パイ ロットボーリング調査からRMRを介し原位置岩盤の力 学物性を推定する方法は、断層および変質領域のような 脆弱な岩盤においても、ある程度適用可能であることを 示唆する結果が得られた.また,孔内PS検層からの力 学物性値については、特に弾性係数や変形係数を簡便に 決定できることから、原位置岩盤物性を評価する際の一 つの方法となりえる可能性はある.ただし、パイロット ボーリング調査からRMRを介して推定した力学物性値 が数カ所で高めの値を示すことや、孔内PS検層によっ て得られたP波速度が既往の研究事例を参照すると倍程 度の値を示すこと等から, 坑道掘削方向に沿った連続計 測データ (コアを用いたポイントロードや速度検層等) と組合わせ原位置岩盤の平均的な状態を表す物性値を設 定可能な相関関係を見いだすことが重要と考えられる. これにより、ボーリング調査結果に基づく原位置岩盤物 性評価の精度が向上し、より合理的な設計が可能になる ことが期待される.

6. おわりに

本研究では、国内外で適用実績が豊富な定量的岩盤分類法であるRMRを用い、国内では一般に認められる断層やその変質領域の物性評価を試みた.その結果、そのよ

うな地質的な脆弱部に関しても、ある程度の精度での力 学物性評価が可能であることが示唆された事は重要と考 える.

今後は、簡便に深度方向に連続的データを取得可能な 方法も合わせて適用しつつ、合理的な設計を行うための 力学物性値の推定精度向上をはかっていきたい.

参考文献

- 1) 例えば、日本原子力研究開発機構: 超深地層研究所 地層科学研究基本計画、JAEA-Review 2010-016,2010.
- 2) 鶴田 他:超深地層地層研究所における立坑内からの パイロットボーリング調査報告書, JAEA-Research 2008-098, 2009.
- 3) 納多 他:力学的観点に着目したパイロットボーリング調 査の有効性検討,土木学会年次講演,2010.
- Matsui, H. et. al.: Status of the Mizunami URL construction and study on engineering technology, Proc. of world tunnel congress 2010, pp..1248-1255, 2011.
- 5) Bieniawski,Z.T. : Rock mass classification in rock engineering, Proc.Sympo. on Exploration for Rock Engineering, pp.79-106,1976.
- 6) 菊池宏吉:地質工学概論, 土木工学社, 1990.
- 7) Bieniawski,T.: Determining rock mass deformability-Experince from histories, International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences, Vol.15, pp.237-247, 1978.
- 8) Serafim L., Peraira P.: Considerations of the geomechanics classification of Bieniawski. Proceedings of the International Symposium Eng. Geology and Underground Construction. LNEC, Lisbon, pp.1. II -33- II -42, 1983.
- Aydan O., Ulsay R., Kawamoto T. : Assessment of mass strength for underground excavation, 36th US Rock Mechanics Symposum, New York, USA, 1997.
- 10) 岡部,進士,呉,川本: RMRによる岩盤の変形係数の推定, 土木学会論文集, No.652/III-51, pp-283-286, 2000.

STUDY FOR EFECTIVENESS OF ROCK MECHNICAL MODEL ESTIMATED FROM PILOT BORING SURVEY

Sumio NIUNOYA, Hiroya MATSUI, Shinichiro MIKAKE, Shin SATO, Masaru NODA and Koji HATA

In the Mizunami URL of Japan Atomic Energy Agency(JAEA), the study on engineering technology are on going. In this study, we tried to estimate the static elastic modulus from RMR(Rock Mass Rating) based on the results of laboratory test, core observation of the pilot borhole and geological survey on the shaft wall of main shaft in the URL. The static elastic modulus based on PS logging in a borehole as well. Then, the three dimensitonal numerical analysis using of the these parameters carried out for the validity of the examination. The results show that the RMR may be applicable to estimate the mechanical parameters of strongly weathered rock mass which is widely distributed in JAPAN.