

# 最近の ボーリング循環水について

加藤 完

## 1. ま え が き

最近北秋田を中心とする黒鉱鉬床地域に対する探鉱ボーリングが盛んに行なわれているが、崩壊・押出・泥化の激しい新第三紀層に対して、ボーリング循環水として従来のベントナイト泥水に代わるクロム泥水が使われ、好成績を得ている。また四国中央部のキースラーガー地域の地質構造を調査するため、深掘ボーリングが行なわれ、結晶片岩中を清水にヒマカリ石鹼を加えたボーリング循環水を使って、短時日のうちに、深度2,700 mの日本では最高深度のコアボーリングを完了している。

これらの好成績のボーリングは従来の試錐工法に代わるワイヤーライン試錐工法が採用されたことも大きく寄与しているが、新しいボーリング循環水の開発も大きく貢献している。以下最近新しく開発されたボーリング循環水について述べる。

## 2. クロム泥水

クロム泥水とはベントナイト泥水に、テルナイトFCL（フェロクロムリグニンスルホン酸ソーダ）とクロムナイト（クロムフミン酸ソーダ）を加えた泥水を行い、石油資源開発株式会社において発明・開発され、石油掘さく部門で使われて、すぐれた効果をあげた泥水である（写真1参照）。

これを黒鉱鉬床地域の探鉱ボーリングに導入し、今まできわめてボーリングが困難で、ケーシングを使用することなしでは、目的深度まで掘さくすることができなかった地層を、ケーシングなしで目的深度まで掘さくすることができるようになった。



写真-1

クロム泥水の組成は第1表のとおりである。この組成は標準的な配合であって、ベントナイトの量を3~6gの範囲に増減しても良好な性質の泥水が求められるから、ボーリング状況に応じてベントナイトの量を加減できる。またテルナイトFCLとクロムナイトをそれぞれ5g、2.5gに増量すれば、CMCを使わなくともすぐれた性質の泥水ができるが、泥水費用は高くなる。

テルナイトFCLとクロムナイトを一つにしたネオクロムナイトは、発泡性が少ないので、ステアリン酸アルミニウム（消泡剤）を使わなくてもよい。その場合のネオクロムナイトの添加量は、清水100ccに対して4gである。

第1表 クロム泥水の組成

清 水	100cc
ベントナイト	5 g
C M C	0.3 g
テルナイトFCL	3 g
クロムナイト	1.5 g
カセイソーダ	0.2 g
ステアリン酸アルミニウム	0.05 g

第2表 クロム泥水の基本的性質

比 重	1.04前後
粘 性	26秒前後
脱 水 量	5 cc以下
泥 壁	0.7mm以下
ソリッドコンテンツ（固体分）	3%前後
pH	9.5~10

第1表のクロム泥水の基本的性質は第2表のとおりで、その特徴は、次のとおりである。

- 1) 固体分が少ないから粘土分の混入によって粘性が急激に上昇しないので、比較的長時間手を加えることなく使用できる
- 2) 粘性が低いから従来のダブルコアパーレルの使用や、ワイヤーライン試錐工法に適する
- 3) スライムの沈澱がよい
- 4) 膨潤性粘土の膨潤と、崩壊性粘土の崩壊を抑制する
- 5) 泥化抑制力がすぐれている。粘土および粘土化した岩石のコアが、泥化して軟くなることなく、そのままの形で採取できる。またビットの張り付きを少なくする
- 6) 温度に対してきわめて安定である
- 7) 調泥および取り扱いが比較的簡単である
- 8) 泥水費用は余り高くない
- 9) 比重を大きくすることができない欠点がある

## 3. ヒマカリ石鹼

南アフリカ共和国では、深掘ボーリングにはロッドの表面にロッドグリース（グリース状の鉱油）を塗り、ロッドと孔壁との摩擦抵抗を減少させ、ロッドの振動を防止していた。しかしながらこの方法では、ロッド昇降

時にロッドグリースがべたつくので、ロッドの取り扱いが面倒であり、またロッドグリースが孔壁とこすりあってはげるため、たびたび塗りがえらざるわらわさがあり、また過度にロッドグリースを塗ると、ロッドグリースを孔壁に移し、スライムをとりこみ孔径をせまくしたり、あるいは塊りを作ったりする問題を起す。

これに代わる方法として、ボーリング循環流体として清水に水溶性切削油と軟石鹼を加え、潤滑性をもたせ、ロッドと孔壁との摩擦抵抗を減少させ、ロッドの振動を防止し、ピットの寿命を増加させることに成功した。

このレポートから、日本でも各社で調査研究が始められ、利根ボーリング株式会社では、一般に市販されている各種潤滑剤・切削剤などを調査し、清水に対して親和性が大きく、ボーリング循環流体としての諸性質をもち、経済的にも使用できる、下記の3種の潤滑剤を選びだし、その優劣をテストした。

- 1) ヒマカリ石鹼 (ヒマシ油の軟石鹼)
- 2) エマルジョン系切削剤 (鉱油および界面活性剤を主成分とし水に希釈すると白濁するもの)
- 3) ソリュブル系切削剤 (界面活性剤を主成分とし水に希釈すると透明または半透明になるもの)

第3表 各潤滑剤の性質

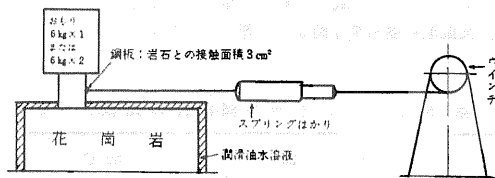
	ヒマカリ石鹼	エマルジョン系切削剤	ソリュブル系切削剤
在来の用途	テエンコンベアの潤滑	工業用切削剤	
形状性質	液状・石鹼	液状・普通品	液状粒圧添加剤入
水和性	常温で清水によく溶ける		
pH	9.0~9.2	8.2~8.4	9.2~9.4
比重	1.02	0.89	0.94
1kg当り単価円	100	100	300

これらの潤滑剤を重量比で1~4%づつ清水に溶かし、稀薄な水溶液を作り、耐熱性・粘性・スライムの沈降

第4表 潤滑剤水溶液の性質

	ヒマカリ石鹼	エマルジョン系切削剤	ソリュブル系切削剤
添加率 (%)	1.1	4.0	1.0
水 1m <sup>3</sup> 当り添加量 (kg)	11.0	40.0	10.0
水溶液 1m <sup>3</sup> 当りの材料費 (円)	1100	4000	3000
粘性	17.5~18.3	17.5~18.3	18.6~19.1
比重	1.0	1.0	1.0
pH	8.4~8.6	7.6~8.0	7.6~8.0
砂の沈降性 (秒)	7.3	7.0	8.3
耐熱性	100°Cでも安定	100°C以上でも耐熱性十分	
溶解状態	泡立がややある	油分が少なく分離して液面に浮かぶ	
色調透明度	やや薄乳白色	乳白色 不透明	

注：砂の沈降性は清水のとき7秒、3%ベントナイト泥水のとき10.6秒である



第1図 潤滑性測定装置

速度などを測定した結果は第4表のとおりである (写真2参照)。

またこれら潤滑剤水溶液の潤滑性質を測定するため、第1図のような装置を作り摩擦係数を測定した。鋼板と花崗岩の接触部における圧力は 2kg/cm<sup>2</sup> と 4kg/cm<sup>2</sup> とし、鋼板を 2cm/sec 程度の速度で水平方向に移動させたときの抵抗力 Fkg をスプリングばかりで読み、鋼板と岩石との見かけ摩擦係数 μ を算出して比較した。

$$\mu = \frac{F}{W}$$

W: おもりの重量 (kg)  
F: 抵抗力 (kg)

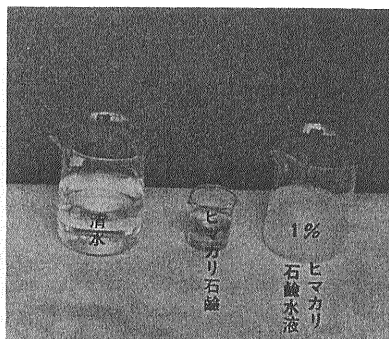
その結果は第5表のとおりである。なお参考として、岩石面にグリースを塗布した場合も調べた。

室内実験により選ばれた潤滑剤を、四国中央部の深掘ボーリングにおいて現場試験を行なった結果、エマルジョン系切削剤3%水溶液で掘さく中に、石墨片岩のスライムの石墨と混ざり、黒色の糊状物質が発生し、時間を経過するに従って乾燥し、送水圧が急上昇したため、試験を中止した。

ソリュブル系切削剤はヒマカリ石鹼の試験結果が非常に良かったことから、また価格がヒマカリ石鹼に比べて3倍であるため、同等以上の性能が得られても、経済性がヒマカリ石鹼を上まわるとは考えられないので、試験を中止した (写真2参照)。

ヒマカリ石鹼の現場試験の結果は次のとおりである。

- 1) 掘さく動力は電力計によって測定したが、清水で掘さく中の53~88%に低下した
- 2) 捲上動力も電力計によって測定した結果、清水時の85~96%に低下した



写真一2

- 3) 送水圧力も清水時に比較して低下している
- 4) 実掘進速度も清水時よりも早くなっている

$$P = 5.33 \frac{T}{W}$$

P : 被膜の強さ eb/in<sup>2</sup>  
 T : トルクメーターの読み in·eb  
 W : テストブロックのキズの幅 in

第 5 表 各水溶液の潤滑性の比較

	面 圧	20°C			50°C		
		μ	pH	粘性	μ	pH	粘性
清 水	2 kg/cm	0.30			0.28		
	4 "	0.33		18.0秒	0.33		17.5秒
ヒマカリ 石鹼1.1%	2 "	0.13	8.4	18.3	0.13	8.4	17.5
	4 "	0.16	8.6		0.14	8.6	
エマルジョン 系切削剤4%	2 "	0.14	8.0	18.2	0.14	8.0	17.5
	4 "	0.14			0.15		
ソリュブル系 切削剤1.1%	2 "	0.15	7.6	18.6	0.15	8.2	19.1
	4 "	0.16	8.0		0.14		
ソリュブル系 切削剤1.5%	2 "	0.14	8.0	17.9	0.18	8.0	20.5
	4 "	0.16	8.2		0.19	8.2	
ロッド グリース	2 "	0.13			0.094		
	4 "	0.14			0.102		
カップ グリース	2 "	0.28			0.106		
	4 "	0.22			0.21		

注：グリースは岩石の接触面に塗布して測定した

#### 4. ロッドリユーブ

帝石テルナイト工業株式会社で開発されたもので 不飽和カルボン酸の硫化カリ石鹼およびその他の界面活性剤を主成分としている。 外観は黒褐色で清水に添加すると 手で攪拌するのみで乳化して白濁する (写真3参照。)

ロッドリユーブの潤滑性試験は バロイド社製のEPテスターを使用して行なった。 EPテスターは写真4に示したが トルクアームによって回転しているテストブロックに テストカップをプレスして潤滑被膜の強さを測るようになっていいる。 テストブロックのキズの大きさがわかると 潤滑被膜の強さは式によって計算できる。

試験の結果は第6表のとおりである。

第 6 表 各水溶液の潤滑性試験

	表面張力	T=400	T=500	T=600
清 水	dyne	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
ロッドリユーブ添加量 0.3%	73	320	—	—
" 0.5%	35	1980	200	—
" 1.0%	33	2710	3390	407
"	32	4010	4460	4610

現場試験として 中国地方の鉱山でロッドリユーブを使用して第7表のような結果を得た。 なお地質は石英閃緑岩で 試験機は鉱研製KE型 ビットはAXダイヤモンドビットで ロッドリユーブの混合割合は0.5%である。

第 7 表

	ロッドに対する荷重 kg	電 流 A	ポンプ圧力 kg/cm <sup>2</sup>	掘進速度 cm/min	ビット回転 rpm
ロッドリユーブ混合 前	1,200~1,600	45	30	4	400
混合 30分後	1,000	40	28	5	"
" 60分後	800	35	25	8	"
" 3時間後	800	32.5	25	10	"
" 5時間後	600	32.5	25	5	"

また東北地方の鉱山でロッドリユーブを使用して第8表のような結果を得た。 なお地質は緑色凝灰岩とスカルの互層で 試験機は利根製TEL型 ビットはAXダイヤモンドビットで ロッドリユーブの混合割合は0.5%である。

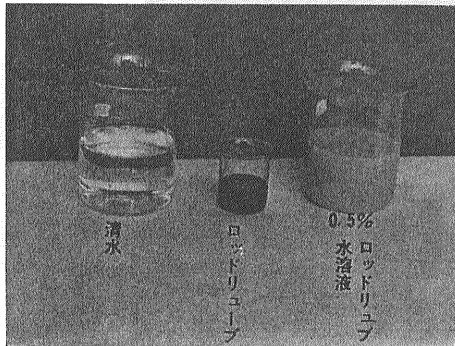


写真-3

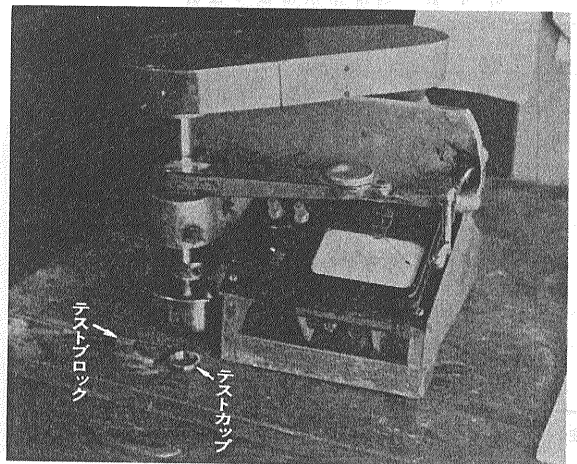


写真-4

第 8 表

	掘進長	ビット ライフ	ビット 使用量	ビット 回転数	荷 重	ポンプ 圧 力	振動
ロッドリユープ 使用	217.25 m	52.5 m	4 ケ	440 rpm	1,500 kg	18 kg/cm <sup>2</sup>	なし
〃 使用せず	382.75	25.5	15	400	2,000~ 3,000	21	あり

5. サンカット

同和鉱業株式会社柵原鉱業所でも 各種潤滑剤の試験研究を行ない 取り扱いの難易およびコストを考慮して日本グリース会社製のエマルジョン系水溶性切削油サンカットを使用して好結果を得ている。

サンカットの混合割合は3%で 乳化力がすぐれタンク内で3~4回攪拌するだけで十分である。 サンカットを使用した時の成績は第9表のとおりである。

第 9 表

	方当り 掘進長	ビット ライフ	掘 進 速 度	コア 語り長	ビット コスト	当り コスト	潤滑剤 コスト
清 水	4.17 m	21.80 m	cm/min 2~6	1.11 m	1122 円/m	5540 円/m	円
サンカット 添加量3%	5.16	32.00	4~10	1.28	772	4054	50

6. む す び

- 1) ボーリング用泥水として クローム泥水のほかに リポナイト泥水が石油掘さく部門において開発されており

これは耐熱性・泥化抑制にすぐれ 地熱ボーリングや深掘ボーリングに導入されるようになってくるだろう

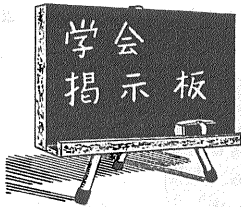
2) ボーリング泥水にマッドオイル(脂肪酸の硫化カリ石鹼および界面活性剤)を添加すると 泥水の潤滑性が増加し 泥壁とロッドの摩擦を減少させ スライムがロッドやビットにはりつくのを防止する またロッドが抑留された場合 これをロッドと孔壁の間に流し込むことによって事故を回復する このような働きをするマッドオイルを導入されつつある

3) 清水に各種潤滑剤 切削剤などを加えて ボーリング循環水として使用する方法はまだ開発途中にあり 対象岩石によってどの種類のものがよいか また水溶液がどのような働きを発揮するのか 詳しいことは明らかでなく 今後も調査研究されていくだろう

(筆者は技術部試験課)

7. 参 考 文 献

- 上野 幸作:石油の採掘 共立出版KK
- 藤井 清光:循環流体の処理法 理工図書
- 日本石炭協会:試験ハンドブック
- 中村小四郎:試験
- 沖野 文吉:掘鑿泥水の基礎と応用 白雲社
- 藤井 清光:基礎工における地盤の安定 理工図書
- 石油技術協会:石油鉱業便覧
- 沖野 文吉:ボーリング用泥水 技報堂
- 日本鉱業協会試験委員会報告
- 石油技術協会誌



・石炭科学国際会議

1. 昭和43年6月10日~日
2. 石炭化作用・熱分解・ガス化・石炭組織に関する講演会
3. Minins Institute of the Czechoslovakia, Academy of Science

my of Science

4. 石炭科学国際会議
5. Mining Insitute of the Czechoslovak Academy of Science, Praha.

・日本分光学会

1. 昭和43年3月30日(土)~4月1日(月)
2. 第15回応用物理学関係連合講演会
3. 東京工業大学(目黒区大岡山2-12-1)
4. 日本分光学会
5. 東京都新宿区百人町4-400 東京教育大学光学研究所内

日本分光学会 Tel 東京(03)362-7881

・日本第四紀学会

1. 昭和43年2月3日(土)~4日(日)
2. 1968年総会および研究発表会
3. 静岡大学教養部 C棟308室
4. 日本第四紀学会
5. 東京都文京区 東京大学理学部地理学教室  
日本第四紀学会 Tel 東京(03)812-2111

・日本鉱山地質学会・日本岩石鉱物鉱床学会

1. 昭和43年2月1日(木)~3日(土)
2. 日本鉱山地質学会第18回総会・日本岩石鉱物鉱床学会 昭和42年度総会ならびに連合学術講演会
3. 東北大学松下会館(仙台市川内)
4. 日本鉱山地質学会・日本岩石鉱物鉱床学会
5. 仙台市片平丁 東北大学理学部岩鉱教室(0222)23-5111

中央区銀座西8-2 日本鉱業会館内  
日本鉱山地質学会 (03)573-3997

- [注] 1. 開催年月日 2. 会合名 3. 会場  
4. 主催者 5. 連絡先(掲載順位は原稿到着順)