



始



石油鑿井法解説
下 卷

帝國石油株式會社

568.3
TE 29



石油鑿井法解説

下 卷

帝國石油株式會社



962
90

石油鑿井法解説

下巻目次

第5節 掘鑿作業	1
1 開掘	1
2 ドリルパイプの追加接続作業	2
3 ビツトの取替作業	4
4 ロータリーツールの掘鑿作用	5
(1) 荷重	5
(イ) セーフテーデバイス	7
(ロ) ウェートインチケータ	8
(ハ) ヒルドデフアレンシヤルギヤ	16
(ニ) ウォークラインの損傷	20
(2) 廻轉	22
(3) 小径坑掘	26
(4) 掘鑿作業に要する動力	26
(5) ロータリービツトの機械的作用	27
① 掘層の大きさ	27
② ポンプ能力	28
(イ) 送泥能力の大小	(ロ) 原動機の馬力
(ハ) 循環に起る抵抗	(ニ) チェツテングの大小
(6) ドリルパイプの機械的作用	41
(イ) トーションメーター	42
(ロ) トルクゲージ(捻力測定器)	45
第6節 掘鑿の要件	46
第7節 坑井屈曲の原因と豫防	49
第8節 屈曲個所の許容程度と其矯正法	54
第9節 循環泥水及び其の調整	57

I 循環泥水の使命	57
II 循環泥水の作用	58
第10節 泥水の諸性質	63
1 泥水の比重(密度)	66
2 泥水の粘度	67
3 泥水の流速	68
4 ゲルストレングス(ヌラヌラ性)	72
5 泥壁形成性	73
6 ベイファア値	76
7 スタビリチー(安全性)	78
8 鹽分	78
9 高温度	79
第11節 掘鑿用泥水の機械的處理	82
1 マツドデツチ及ビット	82
2 砂の分離装置	83
3 泥水の混合法及び其の装置	86
4 マンドミクシングプラント(製泥場)	86
第12節 泥水添加及加重材料並化學藥品	89
1 ベントナイト(添加材)	89
2 加重材料	91
ザツ層掘鑿	
3 化學藥品	95
第13節 掘鑿泥水の測定法	96
(1) 比重の測定	96
(2) 粘速の測定	97
(3) イールド・バリュウの測定	98
(4) 濾過試験	101
(5) 膠化度の測定	102
(6) コロイド含有量の測定	103
(7) 砂分の測定	103

(8) P.H値(水素イオン濃度)の測定	103
(9) 鹽分の測定	104
第14節 泥水の多孔性地層に對する塗泥作用並に坑壁の泥塞作用	105
I 塗泥作用	105
II 泥塞作用	107
第15節 循環泥水の高壓層抑壓作用と處理並に瓦斯噴出の原因と豫防	110
I 泥水の高壓層抑壓作用と處理	111
II 瓦斯噴出の原因	112
(1) 泥水柱の重さの不足	112
(a) 揚管時の減壓	
(b) スワツピング作用による減壓	
(2) 泥水の性質の不適當なる場合	117
(a) 粘度の重要性	
(b) ガスカツトせる泥水	
(c) ゲルストレングスの調整	
(d) 泥水の安定性の重要	
III 瓦斯發噴の豫防	119
(a) フローアウトプリベーター	
(b) 早開バルブ	
(c) 應急處置	
(d) 加壓式掘鑿	
第16節 ロ式掘鑿に於ける地層鑑定並坑井記録	130
第17節 ロ式「コア」掘並「コア」器	133
1 リードハードフォーメーションコアバーレル	136
2 ソフトフォーメーションコアバーレル	137
3 ワイヤラインコアバーレル	140
4 坑壁コア採取器	141
5 コア掘に際しての注意事項	142
6 コアの試験	144
7 加壓式コアバーレル	145
第18節 地層の電氣的調査(エレクトリツクコアリング)	145
第19節 含油層調査器(フォーメーションテスター)	154
(1) トリツプバルブ	156
(2) メーンバルブ	158
(3) イコライジングバルブ	159

(4) フォーメーションマンドリル	159
(5) バツカー止めノツク	160
第 6 章 其他の鑿井法	161
第 1 節 コンビネーション式鑿井法	161
第 2 節 ダイヤモンド鑿井法	163
第 3 節 傾斜坑井掘鑿	164
後 篇	
第 7 章 ケーシングの用途並降下方法	172
第 1 節 ケーシングの目的	172
第 2 節 ケーシングの必要條件	173
第 3 節 坑用鐵管の種類・寸法・強度・形状・其他	174
第 4 節 ケーシングの使用法	177
(1) ケーシングシュー	177
(2) ケーシングエレベーター	179
(3) ケーシングフツク	181
(4) ケーシングスパイダー	182
(5) ケーシングトング	185
(6) ドライブクランプとドライブヘッド	186
(7) ケーシングジャツク	187
(8) ケーシングテスター	188
(9) ケーシングアダプター及シューガイド並にフローチングプラグ	188
第 5 節 坑用鐵管挿入方法	188
(1) コンダクターパイプの挿入	189
(2) 坑用鐵管の停管	191
(3) オイルストリング(アンカーパイプ)の鑽孔	191
(4) 坑用鐵管の節約	191
第 6 節 ケーシングプログラム	191
(1) 配管の計畫	192
(2) ケーシングの安全荷重	195

(3) 捻子接手の張力に対する強さ	198
(4) 引張力に依るケーシングの歪	199
(5) 坑内泥水の浮(揚)力効果	199
(6) 掘管の抗張強度並に其の内力と伸の関係	199
(イ) 掘管の自重	199
(ロ) 掘管の自重に依り生ずる内力	200
(ハ) 弾性限までの掘管の抗張強度	200
(ニ) 弾性限まで掘管の自重の外に取り得る抗張力(追加重)	201
(ホ) 掘管の吊り下げ自重に依る伸	202
(ヘ) 吊り下げ自重伸以外弾性限までの取り得る強引伸(追加重伸)	203
(ト) 弾性限まで荷重を受けた伸	203
(チ) 掘管の畳み(俗に云ふ腰切りの長さ)に依るピツト荷重の計算	203
(リ) 強引時に於ける抗張力と伸と深度との関係	204
(7) ケーシングの壓潰	205
(8) 抗壓長柱としてのケーシングの強さ	211
(9) ケーシングの屈曲内力	212
(10) 温度の變化に依りてケーシングに起る應力	213
(11) ケーシングの内部壓力による内力	214
第 7 節 坑用鐵管操作に対する困難並に障碍	214
(1) 幾分抑留状態にあるケーシングを自由にすること	215
(2) ケーシングの打込み	218
(3) 油の循環によりケーシングの摩擦を減少せしむること	219
(4) 抑留ケーシングの切斷	219
(5) セーフチージョイント	221
(6) 掘管の盲戻し	223
(7) 掘管左戻し器	223
(8) 残留ケーシングの側掘り	224
(9) ケーシングの測尺並に伸び及撓み	224
第 8 節 損傷せるケーシングの矯正及切斷並に回收	226
1 壓潰せるケーシングの矯正	226

II 切断せるケーシングの回収	227
(1) ケーシングスベヤー	227
(2) ウオツシユダウンスベアー及其他	232
(3) オーバーシヨツト	237
(4) ロータリージャール	240
(5) バンパーサブ	242
(6) ケーシングボール	242
(7) ダイニツプル及ダイカラー	243
(8) ホイツブストツクの利用	245
(9) ベルソケツト (マンドレルソケツト)	246
III 坑井内に於けるケーシングの切断	246
(1) ケーシングカッター	247
(2) ケーシングスプリッター (リツパー)	249
(3) アウトサイドカッター	250
(4) インサイドカッター	251
(5) 重量インサイドカッター	251
(6) ハイドロリツクナツクル	252
(7) 鐵管の採揚作業と循環泥水	253
(8) バスケツト	253
(9) シューチング (爆破)	254
(1) 火 薬	254
(a) ダイナマイト	256
(b) 雷 管	256
(c) 導 火 線	257
(2) 火薬の装填及び着火方法	257
(a) 投 入 法	257
(b) ゴーデビル着火法	258
(c) 電気着火法	258
第 8 章 油田に於ける水理学並に油井の遮水	260
第 1 節 油田に於ける水の存在	260

(1) 水成層に於ける水の存在	260
(2) 掘進中に於ける水砂の見分け方	261
(3) 水の油に對する關係	262
(4) 石油鐵床に隨伴する地下水の化學成分	262
(5) 水が油層に浸入した場合の影響	264
第 2 節 油井の遮水方法	265
I 上水の遮断	265
(1) バツカーによる方法	265
① ホツトムバツカー	266
② ウオールバツカー	267
③ アンカーバツカー	268
④ スクリューバツカー	268
II 迫り止めによる遮水	269
III セメント遮水	270
① ベーラー法によるセメント水止め	271
② チューピング法によるセメント水止め	273
③ ケーシング法によるセメント水止め	277
(1) 2栓式遮水法 パーキンス式	277
〔1〕 ブ ラ ッ グ	281
〔2〕 フロートシュー其他	284
〔3〕 セメンチングヘッド及びクイツクユニオン	287
〔4〕 トツプブラツグの進行程度の測定	288
④ セメンチングブラツグを使用せざる水止め	291
⑤ コンビネーションストリングによるセメント水止め	292
⑥ 二段式水止め	293
⑦ ライナー式水止め並中間水止め	294
第 3 節 セメントの性質	295
I セメントの一般性質	295
II セメントの凝結に影響する諸々の條件	297
III セメンチングに重要な性質	306

- ① セメントの強度306
- ② 密度の大なること307
- ③ 流動性307
- ④ 透 滲 性307
- ⑤ セメントの坑壁への滲入307
- 第4節 セメント水止作業に対する計畫並に準備308
 - ① セメンチング作業に対する計畫308
 - ② セメンチングに対する坑井の準備309
- 第5節 セメントの混合312
- 第6節 遮 水 試 験320
- 第7節 遮水困難なる原因と其の處置323
- 第 9 章 坑井の仕上げ324
 - 第1節 坑井の仕上げ法324
 - (1) 油層の爆破325
 - (2) 酸 處 理326
 - (3) 一般油井仕上げ法327
 - 第2節 オイルストリングの鑽孔331
 - ① 彈丸穿孔器332
 - ② 孔 明 管333
 - 第3節 坑井仕上げに要する器具336
 - ① 坑口装置336
 - ② フローピン338
 - ③ ケーシングヘッド338
 - ④ ライナーハンガー及バツカー339
 - 第4節 スワツピングにより鑽孔スクリーン及び油層表面の砂泥を除去する事340
- 第10章 廢坑作業342

目次終り

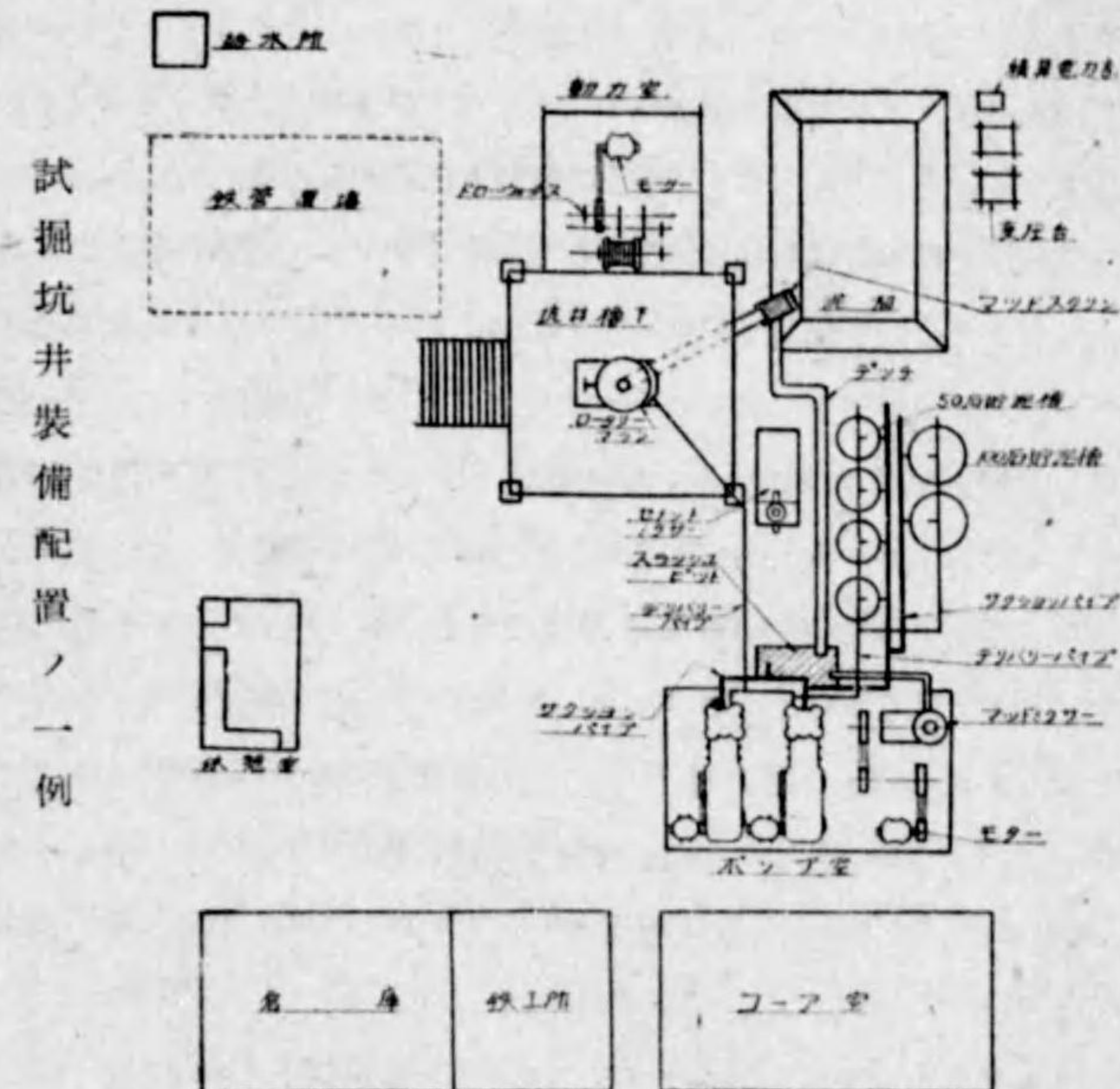
石油鑿井法解説 下巻

第5節 掘 鑿 作 業

1 開 掘

ロ式装置が完備され、「サクションタンク」に循環用泥水が充され、原動力關係其他の總ての掘鑿準備が整へば、最初の坑口の徑に適合した大さの掘鑿「ビット」を「ドリルカラー」に完全に捻子込み、その上部に「ドリルシステム」を捻子込み、更に其の頭部に「ロータリースキーベル」を接続し、これを「トラベリングブロック」に吊してある「フック」にて吊るのである。

次に「ビット」を「ロータリーテーブル」の中を通して、「コンタクターパイプ」の中へ降し、掘進を始める點から約30種（1呎）乃至60種（2呎）位上にて止め、「スプリットテーブルブツシグ」並に「スプリット角ステムブツシグ」を順次に「テーブル」の中に嵌め込み、「ポンプ」の運



- (イ) 700米突乃至1000米突級 27米突鐵製又は木製槽 1基
- (ロ) 1000米突乃至1500米突級 34米突鐵製又は木製槽 1基

轉を開始し坑口に泥水が循環し始めたことを確認してから、「ラインシャフト」にある「テーブルドライブプロケット」に「クラッチ」を嵌め静かに「ロータリーテーブル」を廻轉するのである。「テーブル」と共に「ドリルシステム」が廻轉するに従つて、「ドラムブレーキ」を僅かに緩め乍ら、「ビット」が坑底を掘り始めるまで送りを進めるのである。愈々掘進を開始すれば、掘屑は循環泥水に含まれて地表に現はれて、「マッドデッチ」に流れるのである。而して泥の「デッチ」を流れる間に粗い砂分や掘屑は分離沈澱し、極く細い粘土分丈が「サクシオンタンク」の中に流れ込み、再び「ポンプ」に吸込まれるのである。

斯くして坑井は、「ブレーキ」による適切な送りと共に、循環泥水の助けによつて掘り進めらるるのである。

2 「ドリルパイプ」の追加接続作業

坑井が掘り進められて、「ドリルシステム」一本の長さ即ち掘管一本約6米を掘進すれば、「システム」の長さに代るべき「シングル」管（遊管とも云ふ）一本を繼ぎ足さねばならぬ。これに対する操作は、使用して居る「ロータリーマシン」の型式「エレベーター」の種類により異なるけれども、一般に廣く使用されてゐる「ユニバーサル」型「ロータリーマシン」と、「ダンスーパーエレベーター」の場合に就て述べれば、先づ掘進を中止して「ポンプ」の運轉を止め、「テーブルプロケット」の「クラッチ」を外し、「ロータリーテーブル」の廻轉を停止せしめる。

次に「ドリルシステム」を捲き揚げる爲に、先づ各「ステムブツシング」を取り除き、「ドラム」に動力をかけ「ドリルシステム」の下部の「ジョイント」が、「テーブル」の上に必要の高さだけ現はれるまで引揚げ、「ステムブツシング」の代りに「パイプブツシング」を嵌め、「テーブル」の上に「エレベーター」の「クランプ」を乗せ、「ステム」の下端の「ジョイント」の下にかけ、捲揚げ「ドラム」の「ブレーキ」を弛め「ステム」及び遊管以下を共に「クランプ」にて支へしめるのである。

次に「ツールジョイント」の捻子を戻すには、「ウキルソントング」の一丁を「ツールジョイント」の「ピン」に、他の一丁を受け「トング」として「ボックス」に掛け、「オートマチックブレーカー」にて胴付を出し、更に残りの捻子を「テーブル」を廻轉して戻すか、或は「キャットヘッド」に「トング」の「レバー」に結び付けた引綱を捲き付け胴付を緩めてから、「13#パリアントング」を用ひて2~3人の警手が、「ステム」の周りを圍んで「トング」の柄を次から次へと素早く手渡しして捻子を戻すのである。

斯くして捻子が完全に戻るときは、「ウオータースキーベル」及び「ドリルシステム」を少しく吊り揚げて下の接手から外し、「テーブル」の傍に掘られてゐる孫井戸（ラットホール）の中に一時挿し入れるか、又は槽の片隅に立てかけるのである。

而してこの孫井戸は、普通「ドロウオックス」と「テーブル」の間に一本、「テーブル」を挟み其の正反對に1本、計2本を挿し、4本建の場合は3本の遊管を十分降下し得る様に、10吋~8吋鐵管を1本は15米前後、他は20米内外挿入して置くと便利である。

次に「ケーシングフック」を「ウオータースキーベル」の「ボール」から外し、その代わりに「エレベーター」を懸け、其間に一方では槽下又は近くに用意してある「シングル」管を、「エレベーター」にて「クランプ」しやすい様に、「キャットライン」等にて吊り上げ、續いて「エレベーター」にて槽の中央に吊り下げ、接手の捻子をよく清掃してから、「テーブル」の中心に支へてある「ドリルパイプ」の頭部に自由に捻子込み得る様に「エレベーター」を少しく下げ、先づ「13#パリアントング」にて充分手締めをなし、次いで動力を使用し「ウキルソントング」等にて確つかりと締め付けるのである。

斯様にして「シングル」管が確實に接続さるときは、捲揚げ「ドラム」を動かして「シングル」管以下を少しく吊り揚げ、「テーブル」の上の「エレベータークランプ」を取り除き、「シングル」管以下を坑井内に降下し、「エレベータークランプ」を「テーブル」上に乗せ、これに「シングル」管以下を支へさせ、「エレベーター」の「リング」をその「クランプ」並に「ケーシングフック」より取外し、「フック」を再び「ウオータースキーベル」の「ボール」に懸け、次いで「ウオータースキーベル」及「ドリルシステム」を吊り上げて、接手の捻子を掃除してから、これを新に追加接続した「シングル」管の上端の接手に捻子込み、「トング」類を使用して捻子締めをなし、捲揚げ「ドラム」にて「ウオータースキーベル」以下を少しく吊り揚げ、「テーブル」上の「エレベータークランプ」を外せばこの操作は終るのである。

續いて「ポンプ」の運轉を開始し、「ビット」を坑底の少し上まで降下せしめ、各「ブツシング」を再び嵌入れ、「テーブル」を廻轉し掘進を續行するのである。この操作は、「ドリルパイプ」の3本繼或は4本繼と入替へするまでは、掘進と共に遊管1本宛追加する度毎に行はれるのである。

而してこの3本繼或は4本繼と云ふのは、主として槽の高さによつて決定されるのであつて、これ等の各「スタンド」毎に「カブリング」の代りに「ツールジョイント」が用ひられてゐる。この「スタンド」は、多くの場合には豫定深度に對し、作業能率の關係上必要の数の大部分を孫井戸等にて豫め組立て、槽内定め箇所に立掛けて置き、「シングル」管は1本毎に「ツールジョイント」を用ひて2~3本を用意し、4本繼の場合にはこれを3本まで順次繼ぎ足して掘進し、4本目に4本繼の「スタンド」と入替へ、掘進に伴つて之を繰返し行ふものである。

遊管を孫井戸に一時挿入する場合には、各「ジョイント」の胴付ぎ支けを戻して置き、これを「ドリルシステム」に接続する際に、「ステム」を孫井戸の所まで人力にて押して行き、呼接して槽の中央

に吊し揚げ得るやうになしおくとときは、作業を進捗せしめるに便利である。

3 「ビット」の取替作業

磨滅其の他の理由で「ビット」の取替が必要になれば、「ドリルパイプ」を全部引揚げねばならぬ。而して「ドリルパイプ」は「各スタンド」毎に、即ち3本目毎或は4本目毎の「ツールジョイント」の箇所から戻し、各「スタンド」は槽内の一方側に立て掛けるのである。

「ドリルパイプ」を引揚ぐるには、先づ「テーブルクラッチ」を外し、「テーブル」の廻轉を止め、「ポンプ」の運轉も止め、其の他は前項に述べたと同様の操作をなし、「ウオータースキーベル」及「ドリルシステム」並に遊管のある場合は遊管を共に孫井戸に降下し、「トラベリングブロック」の「ワイグルフック」から「スキーベル」の「ベール」を外し、その代りに「エレベーター」の「リング」のみを懸け、この「リング」にて「テーブル」の上に「ドリルパイプ」を支へてゐる「エレベーター」の「クランプ」を吊し、次の「ツールジョイント」が「テーブル」の少し上適當の所まで上り来るまで「ドラム」により捲揚げるのである。此の間に「エレベーター」の別の「クランプ」を「テーブル」の上に乗せて置き、これを「テーブル」上に現はれて来た「ツールジョイント」の下端にかけて、「ドリルパイプ」を支へしめるのである。

次に動力を使用し、「トング」類にて一旦捻子を弛めた後、即ち最初「ブレーカー」にて捻子を弛め胴付きが出たならば、「ボックス」上に「13#パリアカントング」をかけて、その柄を「テーブル」の穴に立てた「タイトアップポスト」にて受け、「テーブル」を廻轉して殘餘の捻子戻しを行ふのである。

斯様にして一本の「スタンド」の捻子が戻れば、之れを「エレベーター」に吊し、槽内の定め一方側に押しやり、「エレベーター」を下げ豫め用意せる敷板の上に正しく立てるのである。

一方「スタンド」の長さによつて異なる足場(プラットフォーム)に居る一人の「デリックマン」は、坑内から揚がつて来た「スタンド」の上端に「マニラロープ」を捲掛け、引き寄せ「ドリルパイプ」が敷板の上に立てられ「エレベーター」が遊ぶと同時に、これを外し「エレベーター」の横振せぬ様に槽心に向けてから、「ドリルパイプ」を順序よく「フィンガー」へ立て掛けるのである。作業中「デリックマン」は身の安全を期する爲、常に必ず胴網を着けて居らねばならぬ。

外された「エレベーター」は續いて降下され其の「リング」は「テーブル」上の「エレベータークランプ」に掛け替へられ、再び「ドリルシステム」の捲揚げが行はれるのである。

斯の操作は、「ドリルパイプ」の全部が引揚げられ、「ビット」が「テーブル」に現はれるまで繰返して行はれるのである。次に「ビット」抜き「リング」を「テーブル」の上に乗せ、一旦引揚げた「ビット」を其の中へ下げ、「ビットブレード」を挟ましめ、「トング」を「ドリルカラー」にかけて

動力を使用し其の捻子を戻すのである。

斯くして磨滅した「ビット」の捻子を戻してから、新に造り直した「ビット」を捻子攪ぎし、續いて「ドリルパイプ」を再び接続して、上述の引揚げの場合と丁度反對の操作を繰返して、「ビット」は坑底近くまで降下されるのである。此際「ドリルカラー」上數「スタンド」は、降下中の捻子戻りを豫防する爲に、動力を用ひ「トング」にて充分に捻子締めをなし、其の他は「13#パリアカントング」の柄を「タイトアップポスト」に受けて、「テーブル」の廻轉により捻子締めなすか、又は2~3人の撃手が「パリアカントング」の柄を手送りして強く捻子締めすれば十分である。

「ドリルパイプ」の昇降に際して注意すべき事は、(1)「テーブル」の穴から小道具類を坑内に落さぬこと、(2)使用済みの「ビット」に就ては、其の磨り具合を厳密に點檢し、新たに降下する「ビット」の掘進に對して参考とすべきこと、(3)「ビット」の外径を正確に測定し、定め寸法のもののみを使用すること、(4)「ビット」に附着して来た地質は参考資料とすべきこと、(5)「ドリルパイプ」降下の際は、捻子部は充分清掃し白鉛を塗布すること等である。

4 「ロータリーツール」の掘鑿作用

(1) 荷 重

「ビット」が坑底で廻轉する場合、其の効果は地層に懸けられた荷重の程度により異なるのである。若しも「ビット」の上に懸る荷重が不充分であるならば、「ビット」は唯岩石の表面を滑つたり擦つたりするのみで進みは悪く、「ビット」は減るのみである。若しも荷重が懸り過ぎるときは、「ビット」は容易に切り取り得ない位に深く地層中に喰ひ込み、徒に飛び上つたり下つたりして「ガタガタ」音をたてて廻つてゐるばかりである。

「ビット」に過度の荷重をかけることは、「ビット」を破損せしめたり或は「ドリルパイプ」を捻ぢ切つたりする様な事が、屢々起る結果になるばかりでなく、坑心が兎角屈曲し易いのである。これに反し「ビット」に與へる荷重が適當であれば、「ドリルシステム」が廻轉するにつれて「ビット」の双先は坑底を滑り廻るやうなこともなく、又深く喰ひ込む様なこともなく、岩石を小片に削り取るに恰度よい程度に地層の中に喰ひ込み、最小の摩擦作用にて最大の進みが得られる。最も有効なる荷重は、岩石の性質や「ビット」の大きさ並に種類により異なるものであるが、岩石が硬い程又「ビット」が大きければ大きい程、強い壓力を要することは言ふまでもないのである。

今12吋「フィッシュテールビット」に、6%時の「ドリルパイプ」を接続した場合を考へてみるに、6%吋「ドリルパイプ」は「ツールジョイント」を含めて1呎に付き約32封度の平均重量があり、又6吋「スキーベル」の重量は大約1,000封度あり、6吋角「ドリルシステム」(28吋)は大約3,000封度あり、「ドリルカラー」は約1,650封度あり、12吋「フィッシュテールビット」は約500封度ある。

此等の数字を全部加へるときは、「ドリルパイプ」が250呎(76.2米)のときは約11,400封度となり、500呎(152.4米)のときは19,000封度、1,000呎(304.3米)のときは34,000封度、3,000呎(914.4米)のときは94,000封度以上となる。

此等の重量は、坑井内に於ける液体の浮力によつて、15%位は減少する。これは液体の比重等にも大いに関係するけれども、「アルキメデス」の原理から見ても明かである。又或る程度まで坑壁に接觸することによつても軽減される。

今開掘當初から250呎(76.2米)位の深度に達するまでは、たとへ液体に浮かされる爲と或る程度坑壁に接觸すると云ふことにより、15%位重量が減ると云ふ事實を無視して全重量を荷重したとしても、12吋「ビット」には12,000封度(1平方時に約1,000封度)を必要とするから、砂岩掘進の際に最も好結果を得る爲には尙ほ不十分な重量である。然し實際には、これは避けねばならぬ。若し全重量を「ビット」に負はす爲に、「ドラム」の「ブレーキ」を弛め過ぎるときは、「ロータリーテーブル」より上の部分即ち「ドリルシステム」及「ウォータースキーベル」等が、その下の部分即ち「ドリルパイプ」等より却つて重いことがあり、且つ又大きな重い「トラベリングブロック」や「フック」がその上に附けてあるから、「ロータリーテーブル」の廻轉につれて、「ウォータースキーベル」等は大きい圓を畫き、丁度獨樂の心棒が傾きながら廻ると同じ状態となつて坑心が屈曲せしめられる。然るに地表近くの岩石は、一般には軟いから急がす丁寧に掘り進むことが肝要である。

これに反し、3,000呎(914.4米)の深層ともなれば、「パイプ」の重量の約3/4位だけ「ビット」の上にかへ得ることを許される位まで、其重量が増加するのである。言ひ換へれば、荷重の3/4は「クラウンブロック」にて支へる様に、「ホキステングドラム」の「ブレーキ」にて制御しながら掘進しなければならぬと云ふ事になる。然るに今後益々坑井深度は増進するのみであるから、「ドリルパイプ」の重量も益々増加する一方であるのに、「ビット」の径は小徑になり勝ちであるから、「ドリルパイプ」の全重量の一部分を荷重すれば足ることになる。

しかし、「ドリルパイプ」の重量を「ビット」に負荷することは、坑心を屈曲せしめる原因ともなるから、この荷重は全重量を「ドリルカラー」或は加重「カラー」の重量だけで足りる様に、必要数を使用すればよいことになる。大體「ドリルカラー」は、「ビット」にかかる最大荷重の一倍半の重量のものを使用するがよいとされて居る。言ひ換へれば、掘管は必要以外は常にぶらさがつて居る様にして、掘撃する事が必要であると云ふ事になる。

此の考へからして、「ビット」の廻轉数が120位のときの荷重は、大體次の程度の「ドリルカラー」を使用するがよいと主張されて居る。

最大加重 15,000 封度

15吋坑 6吋掘管用長さ40呎ドリルカラー3本
(1本の重量約7,000封度)

最大加重 12,000 封度

12吋坑 5吋掘管用長さ40呎ドリルカラー3本
(1本の重量約4,000封度)

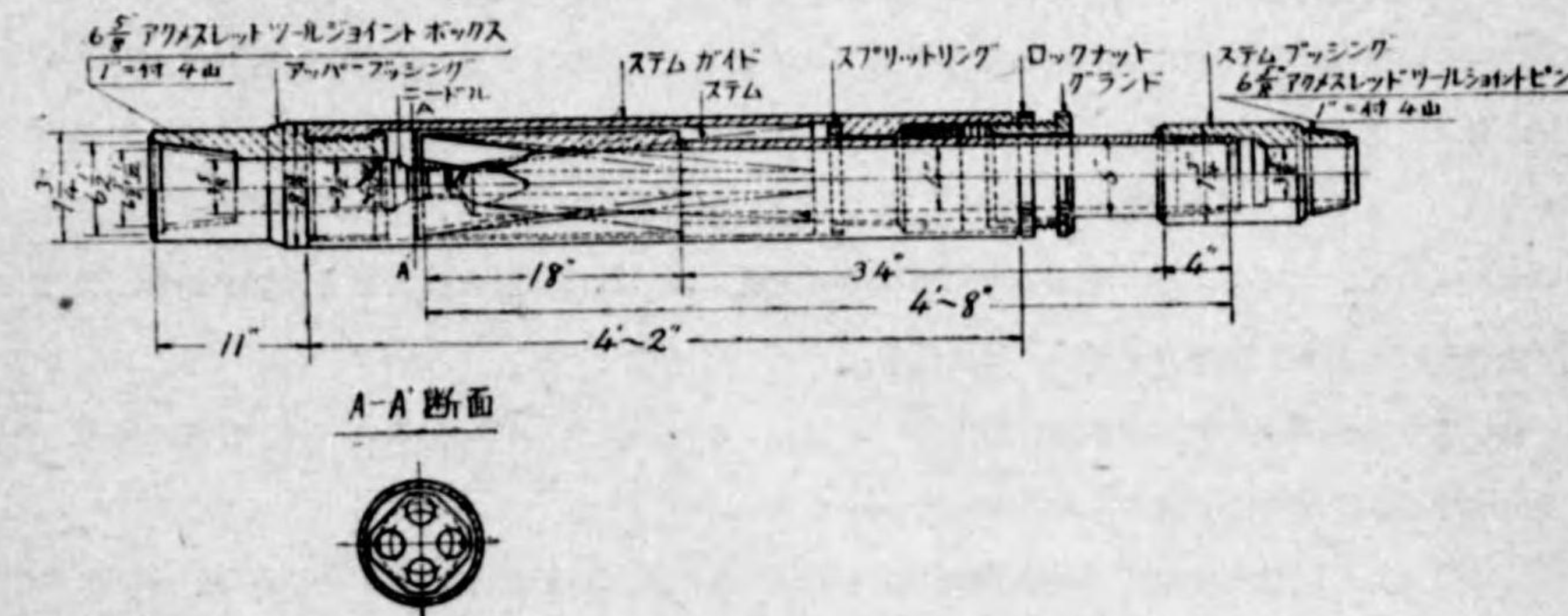
最大加重 6,000 封度

8吋坑 4吋掘管用長さ40呎ドリルカラー3本
(1本の重量約2,600封度)

(イ) 「セーフターデバイス」.

掘進中の「ビット」に何程の荷重をかければ、最も安全に最大の掘進率を得られるかと云ふ事は最も大切な事である。若しも安全に重點を置き吊りぎみにして所謂吊掘をすれば、掘進率は上らぬのである。さりとて荷重を大にして所謂押掘をすれば、掘管に無理がかかり危険であるばかりでなく、坑が屈曲し易いのである。然るにロ式鑿井機が輸入された初期に於ては、幸にも深度も深くはなかつたので、坑が少し位曲つても差支へはなかつた。けれども硬層に達した際に過大の荷重をかければ、諸々なる方面に害のあることは誰しもよく承知して居たのであるが、現在の如き硬層専門の「ビット」が無かつた爲に、掘進が捗らないばかりでなく「ビット」にかかつてゐる荷重の程度を判然と知る術もなかつたので、兎角荷重が過大に過ぎた傾があつた。其の後これを防ぐ爲に「セーフターデバイス」が使用されるに至つた。これは所定の荷重以上を負荷すれば、「バルブ」が閉止して循環泥水の通路を断つ様になつて居る。即ち必要な重量に相當する「ドリルパイプ」數本を「ビット」の上部に附し、其上に「セーフターデバイス」を挟み、「フィード」する時に「ポンプ」が止まれば「バルブ」が閉じた時で、下げ過ぎたことになる。この現象によつて「セーフターデバ

6 5/8" セーフターデバイス



イス」より上部の「ドリルパイプ」を負荷した爲に、所定以上の重量がかかった事實を知る事が出来た。この装置が考案された當時は、大いに有効に使用されたものであるが、しかし掘進中地質の變化並に「ビット」の齒先の磨滅程度等に即應して、遲滞なく希望する重量に調節する事が出来なかつた。

(ロ) 「ウェイトインデケーター」

上述の如くロ式掘鑿に於て、「ビット」に適當の荷重をかけることは最も重要なことである。然るにこの「ビット」の壓力の調節を経験ある鑿手の感にのみ頼ることは不確實であるばかりでなく、深井では殆んど不可能と考へられる場合が多いので、實際の程度を數字的に微細の所まで知るために、「ウェイトインデケーター」が考案された。この「インデケーター」は、「ビット」にかかる荷重を數字的に知り得るばかりでなく、即時荷重の程度を調節し得るは勿論、「ドリルパイプ」昇降の際「ビット」の抵抗によつて坑壁の不良個所の發見も出来、又「ドリルパイプ」抑留の時にも應用することが出来て、一時も缺くことの出来ない指針となり、ロ式装置の一部として一般に備へ付けられるやうになつた。

「ウェイトインデケーター」の種類には、「ヒューズ」式・「マーチンルーミス」式・「マーチンデッカー」式等がある。

(A) 「ヒューズウェイトインデケーター」

「ヒューズ」式は、丈夫な「スプリングバランス」を用ひて、「ウォークライン」の「デッドライン」(ステー) にかかる張力を測定して、「ビット」の荷重を機械的に記録するものである。

(B) 「マーチンルーミスウェイトインデケーター」

「マーチンルーミス」式は、現在最も普通に使われてゐる「インデケーター」であつて、「ウォークライン」(捲揚鋼索)の「デッドライン」に取付けてある。而して「ビット」の荷重に比例する「ウォークライン」の張力を、壓力計によつて表示するものである。

「インデケーター」は圖に示すが如く、「デッドライン」の一部が「く」の字形に捲む様に取り付けられてゐて、荷重がかかるときはこの部分は眞直にならうとする傾向があるから、其の荷重に對應する力にて「ダイヤフラム」を前方へ押し、其の前方に充たされてゐる液體(水又はアルコール)を壓縮するので、これによつて生ずる水壓力は導管を経て壓力計に傳動されることとなるから、壓力計は荷重に對應する水壓力を示すことになる。

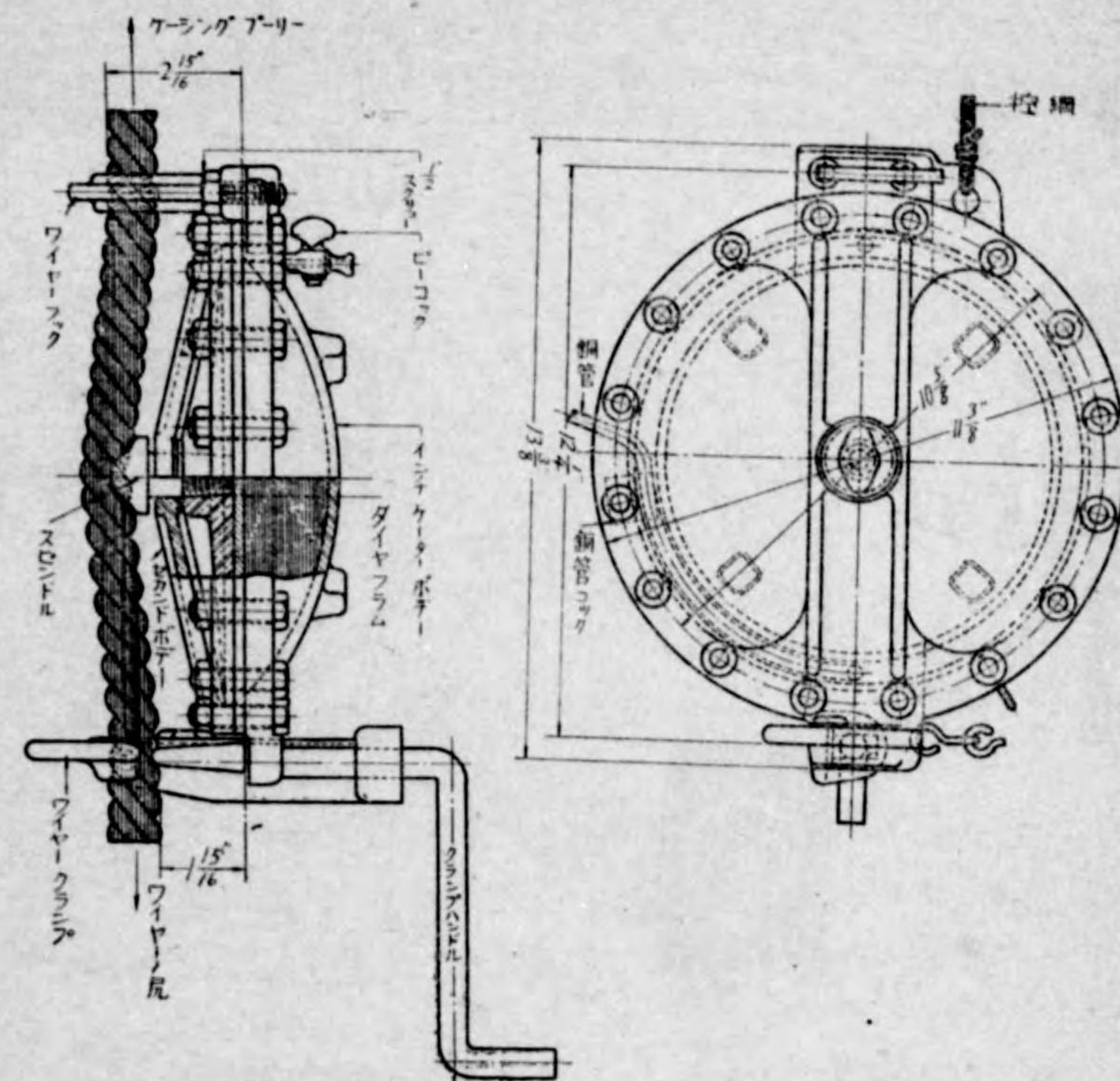
而してこの壓力計や記録装置は、鑿手が「ドロウオックス」の「ブレーキレバー」の傍に居て、よく見得る様な箇所に取付けておくのである。

この壓力計に記録された壓力の各單位は、「ウォークライン」にかかる或る一定の荷重の値を示す

ことになる。壓力計の讀みは、「トラベリングブロック」に捲掛けられてゐる綱の本數と、「ドリルパイプ」の長さから簡単な計算によつて、「ビット」にかかる重量を確實に表す事が出来る。従つて「ビット」を坑底から少し引揚げて置いた場合の讀みと、掘進中の讀みにより、「ビット」にかかる壓力は直ちに推測されるのである。併し「プーレー」や「ロープ」などの摩擦並に「ドリルパイプ」と坑壁との摩擦等に依つて、この讀みに多少の誤差が入つて来るが、しかしこれは多くの場合大したものではないと考へられてゐる。猶液體による力の傳導であるから、實際に力がかかった時と、夫れが「ゲージ」に表はれる時は、同一瞬間ではない。されば特に液體の中に、空氣の混入することは絶対に避けねばならぬ。

「プレッシャーゲージ」は、壓力計と荷重計とを表はすやうになつてゐて、その外側の目盛は6本

マーチンルーミスウェイトインデケーター

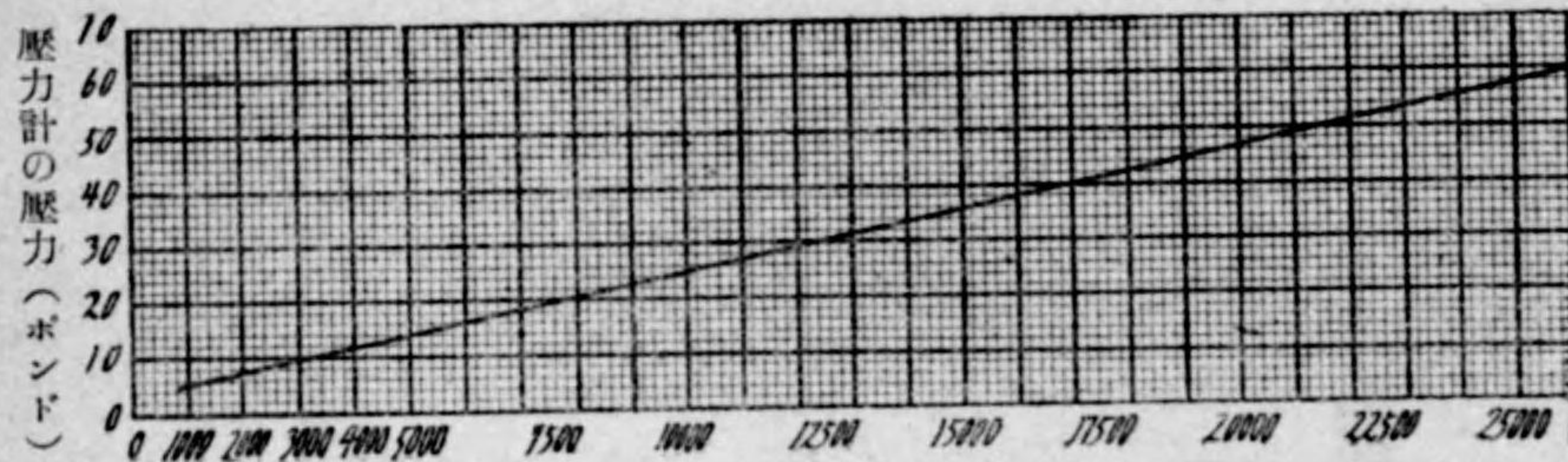


マーチンルーミス オートマチック レコーディング ウェイト インジケータークラフ

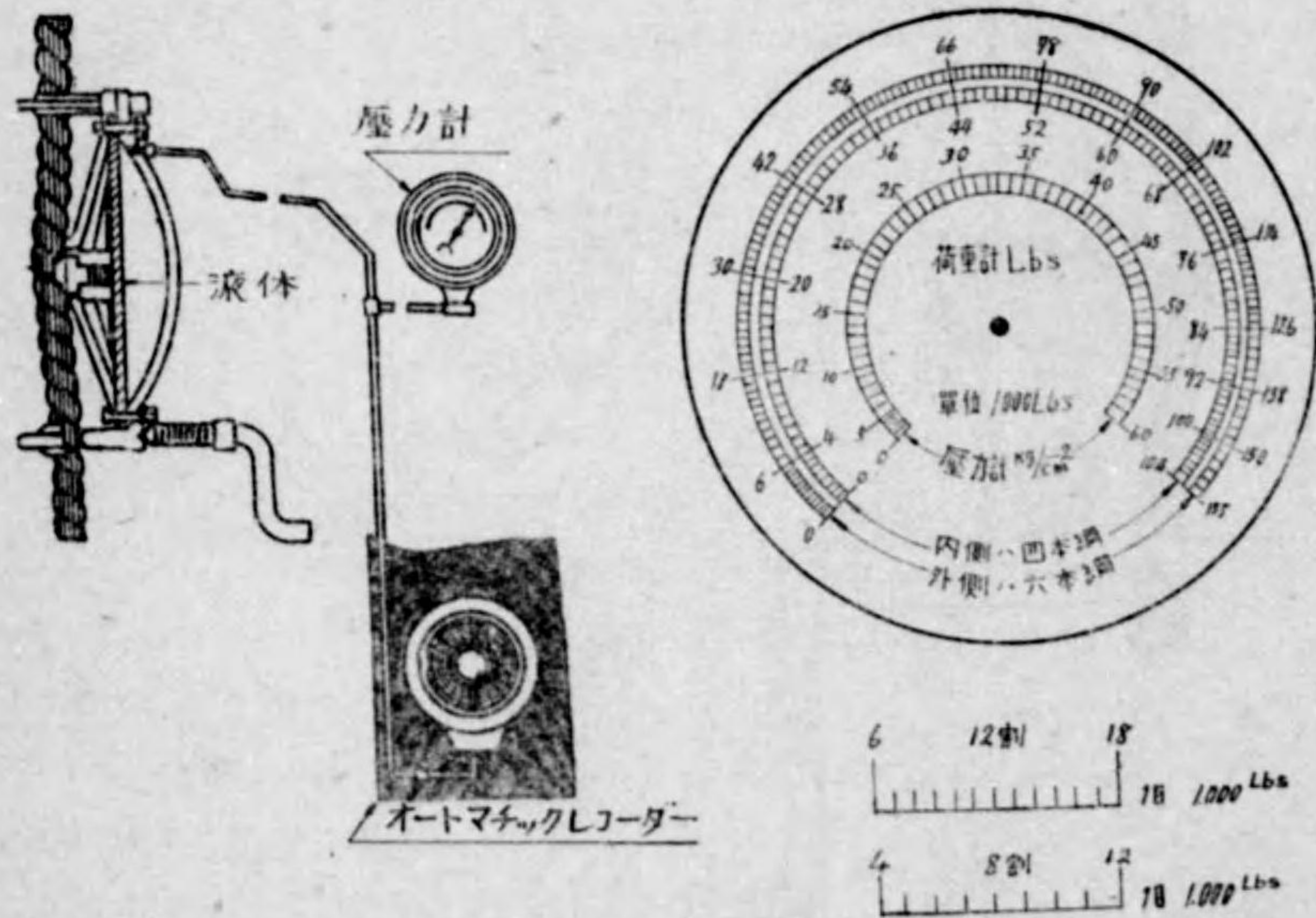
圧力計又はオートマチックレコーダーに表はれたる張力	43 ポンド
ロープ、ブロック、スカーペル等の重量	6 "
実際の読み	37 "
37ポンドに対する張力	14200 "
六本綱の場合フックに掛ける質量	58200 "

ビットに掛ける重量
 ビットを吊り上げる時の圧力計に表れた重量からビットが溜いた時に表はれた重量を減じた残りが、ビットに掛る実際の重量である。
 ドリルパイプ及ツールジョイント等が坑内液体中にある時と空中にある時の重量差は夫れによつて置き替えられる液量に等しく下記に示す通りである。

濃泥水の場合	19 %
普通泥水の場合	17 %
清水の場合	13 %



ワイヤーロープ尻の質量(ポンド)



綱の荷重を示し、内側の2倍は8本綱の荷重を示して居る。而して外側は1筋を12等分して1目が1,000 封度を示し、内側は1筋を8等分して1目 1,000 封度を示す様になつてゐる。

(C) 「マーチンデツカーウェイトインジケータ」

「マーチンデツカー」式のもの、前者と略々構造は同じであるけれども、荷重計には2本の指針が付いて居り、その中の1本は黒色であつて、普通の「ウェイトインジケータ」であるが、他の一本は赤色であつて、「バーニヤゲージ」と呼ばれ、前者の6倍の感度を有してゐる。而して「バーニヤ」の目盛は全周を20等分し、その目盛を更に2等分してある。その1目盛の読みは、黒色指針の位置により異なるから、表からこれを見出さねばならぬ。内側の「レギュラーゲージ」の目盛は100 あつて、その数字を読んで「ライン」の數及び大きさから、表により荷重を見出す様になつて居る。

前述の如く「バーニヤゲージ」は、特に鋭敏に働くから「インジケータ」が感じ得なかつた小荷重までも、よく感知することが出来るから、小さな直径の掘管「ビット」類を使用した時、或は側掘をする際に小荷重を知るには便利である。この「ゲージ」は、掘進中或は他の作業にのみ使用し、掘管昇降の際などには、「バーニヤゲージ」の「バルブ」を閉じて置かねばならぬ。

「インジケータ」は、正確に働くものであるが、「ドリルパイプ」が長尺となり重量が増大した際に、「ビット」が肌に達した時の指針の動きは、浅掘の場合の様に敏活には働かぬから、「バーニヤゲージ」を使用して注意することが肝要である。殊に坑内に崩壊した箇所があり、坑径が擴大して居る所があると想像される場合には、特に指針に注意しなければ、意外の故障を惹き起さぬとも限らぬ。

次に「ドリルパイプ」を懸垂した場合に「インジケータ」の指針の示す重量は、「トラベリングブロック」以下の「ドリルパイプ」・「ビット」等の全重量を示すのである。今假に「マーチンデツカーインジケータ」の指針が43の目盛を示し、空「ブロック」の場合指針が6の目盛を示したとするならば、実際の荷重は次の通りである。

目盛 43	= 43,200 kgs	(6"ライン 1"ワイヤーの表より)
同 6	= 3,702	(同 同)
実際の読み = 39,558 kgs		

又假に泥水比重が1.20なる時の浮力を表に求むれば、15.4%であるから、坑内の「ドリルパイプ」・「カラー」・「ビット」等の浮力を考慮すれば、実際の荷重は次の通りである。

$$39,588 \text{ kgs} \times 0.154 = 6,092 \text{ kgs}$$

$$6,092 \text{ kgs} + 39,558 \text{ kgs} = 45,650 \text{ kgs}$$

六本網デツカーインデキータ-換算表 (ワイヤ-1")

目盛	距	封度	目盛	距	封度	目盛	距	封度	目盛	距	封度
5	2,862	6,308	29	26,220	57,789	53	56,220	123,909	77	90,720	199,947
6	3,702	7,159	30	27,360	60,302	54	57,540	126,818	78	93,000	204,972
7	4,572	10,077	31	28,500	62,814	55	58,920	129,860	79	94,680	208,675
8	5,442	11,994	32	29,700	65,459	56	60,240	132,769	80	96,300	212,245
9	6,330	13,951	33	30,900	68,104	57	61,560	135,678	81	98,100	216,212
10	7,248	15,975	34	32,160	70,881	58	62,880	138,588	82	99,660	219,651
11	8,136	17,932	35	33,360	73,525	59	64,200	141,496	83	101,400	223,486
12	9,036	19,915	36	34,560	76,170	60	65,520	144,406	84	103,140	227,321
13	9,960	21,952	37	35,760	78,815	61	66,900	147,448	85	104,700	230,759
14	10,884	23,988	38	37,020	81,592	62	68,280	150,489	86	106,320	234,329
15	11,838	26,091	39	38,280	84,369	63	69,660	153,531	87	108,060	238,164
16	12,792	28,194	40	39,480	87,014	64	71,160	156,837	88	110,280	243,057
17	13,740	30,283	41	40,740	89,791	65	72,660	160,143	89	111,900	246,628
18	14,724	32,452	42	42,000	92,568	66	74,160	163,449	90	113,640	250,823
19	15,702	34,607	43	43,260	95,345	67	75,660	166,755	91	115,500	254,562
20	16,698	36,802	44	44,520	98,122	68	77,280	170,325	92	117,420	258,794
21	17,706	39,024	45	45,780	100,899	69	78,420	172,838	93	119,280	262,893
22	18,720	41,259	46	47,040	103,676	70	80,040	176,408	94	121,200	267,125
23	19,722	43,466	47	48,360	106,586	71	81,660	180,279	95	123,120	271,356
24	20,760	45,755	48	49,650	109,429	72	83,280	183,549	96	125,040	275,588
25	21,792	48,028	49	50,940	112,272	73	84,840	186,987	97	126,900	279,688
26	22,884	50,436	50	52,260	115,181	74	86,460	190,558	98	128,820	283,919
27	24,000	52,896	51	53,520	117,958	75	88,080	194,128	99	130,740	288,151
28	25,020	55,144	52	54,840	120,867	76	89,700	197,699	100	132,600	292,250

バニ-計換算表

目盛	距	封度	目盛	距	封度
5~10	876	1,931	50~60	1,356	2,989
10~20	936	2,063	60~70	1,452	3,200
20~30	1,068	2,354	70~80	1,614	3,557
30~40	1,218	2,684	80~90	1,734	3,822
40~50	1,278	2,817	90~100	1,896	4,179

六本網デツカーインデキータ-換算表 (ワイヤ-1 1/2")

目盛	距	封度	目盛	距	封度	目盛	距	封度	目盛	距	封度
5	1,224	2,698	20	14,340	31,605	35	29,040	64,004	50	46,380	102,222
6	2,040	4,496	21	15,240	33,589	36	30,120	66,384	51	47,700	105,131
7	2,862	6,308	22	16,200	35,705	37	31,200	69,845	52	48,960	107,908
8	3,702	8,159	23	17,100	37,688	38	32,280	71,145	53	50,220	110,685
9	4,572	10,050	24	18,060	39,804	39	33,360	73,525	54	51,540	113,594
10	5,430	11,968	25	18,990	41,854	40	34,440	75,906	55	52,060	116,503
11	6,300	13,885	26	19,920	43,904	41	35,520	78,286	56	54,240	119,545
12	7,170	15,803	27	20,880	46,020	42	36,600	80,666	57	55,560	122,454
13	8,070	17,786	28	21,840	48,135	43	37,860	83,443	58	56,940	125,496
14	8,940	19,704	29	22,800	50,251	44	39,120	86,220	59	58,320	128,537
15	9,840	21,687	30	23,760	52,367	45	40,260	88,738	60	59,640	131,507
16	10,710	23,605	31	24,780	54,615	46	41,460	91,378	61	61,080	134,620
17	11,610	25,588	32	25,800	56,813	47	42,660	93,903	62	62,460	137,662
18	12,510	27,572	33	26,880	59,214	48	43,920	96,800	63	63,840	140,703
19	13,440	29,622	34	27,960	61,624	49	45,060	99,312	64	65,280	143,877

目盛	距	封度	目盛	距	封度	目盛	距	封度	目盛	距	封度
65	66,660	146,919	74	80,520	177,466	83	95,400	210,261	92	111,000	244,644
66	68,100	150,092	75	82,200	181,168	84	97,080	213,964	93	112,800	248,611
67	69,540	153,266	76	83,940	185,004	85	98,820	217,799	94	114,600	252,578
68	70,980	156,440	77	85,620	188,706	86	100,380	221,238	95	116,400	256,341
69	72,510	159,878	78	87,120	192,012	87	102,120	225,072	96	118,140	260,381
70	74,100	163,316	79	88,800	195,715	88	103,860	228,907	97	119,940	264,348
71	75,660	166,755	80	90,480	199,418	89	105,660	232,875	98	121,740	268,315
72	77,220	176,193	81	92,220	203,253	90	107,400	236,710	99	123,540	272,282
73	78,900	173,896	82	93,840	206,823	91	109,200	240,677	100	125,340	276,249

バニ-計換算表

目盛	距	封度	目盛	距	封度
5~10	840	1,851	50~60	1,326	2,923
10~20	894	1,970	60~70	1,446	3,187
20~30	948	2,089	70~80	1,632	3,600
30~40	1,068	2,384	80~90	1,698	3,742
40~50	1,194	2,632	90~100	1,752	3,861

六本網デツカーインデキータ-換算表 (ワイヤ-1 1/4")

目盛	距	封度	目盛	距	封度	目盛	距	封度	目盛	距	封度
5	546	1,203	29	21,360	47,077	53	47,700	105,131	77	80,220	176,806
6	1,332	2,936	30	22,320	49,193	54	48,960	107,908	78	81,660	179,979
7	2,124	4,681	31	23,310	51,375	55	50,220	110,685	79	83,220	183,417
8	2,910	6,413	32	24,240	53,425	56	51,480	113,462	80	84,660	186,591
9	3,702	8,159	33	25,320	55,805	57	52,800	116,371	81	86,160	189,897
10	4,488	9,892	34	26,280	57,921	58	54,120	119,280	82	87,720	193,335
11	5,310	11,703	35	27,240	60,037	59	55,380	122,058	83	89,280	196,773
12	6,120	13,489	36	28,320	62,417	60	56,700	124,967	84	90,780	200,079
13	6,948	15,313	37	29,280	64,533	61	57,960	127,744	85	92,340	203,517
14	7,746	17,072	38	30,300	66,781	62	59,280	130,653	86	93,900	206,956
15	8,580	18,910	39	31,440	69,294	63	60,600	133,562	87	95,400	210,262
16	9,450	20,828	40	32,520	71,674	64	61,920	136,472	88	97,440	214,758
17	10,320	22,745	41	33,600	74,054	65	63,420	139,778	89	98,880	217,932
18	11,190	24,663	42	34,680	76,435	66	64,680	142,555	90	100,320	221,105
19	12,060	26,580	43	35,820	78,947	67	65,880	145,200	91	101,820	224,411
20	12,948	28,537	44	36,960	81,450	68	67,140	147,977	92	103,500	228,114
21	13,860	30,547	45	38,100	83,972	69	68,340	150,621	93	105,180	231,817
22	14,772	32,558	46	39,300	86,617	70	69,840	153,927	94	106,920	235,652
23	15,708	34,620	47	40,500	89,262	71	71,460	157,498	95	108,600	239,354
24	16,620	36,631	48	41,700	91,907	72	72,900	160,672	96	110,340	243,189
25	17,550	38,680	49	42,900	94,552	73	74,340	163,845	97	112,080	247,024
26	18,510	40,796	50	44,100	97,196	74	75,900	167,284	98	113,520	250,198
27	19,440	42,846	51	45,300	99,841	75	77,340	170,457	99	115,380	254,298
28	20,400	44,962	52	46,500	102,484	76	78,720	173,499	100	117,000	257,868

バニ-計換算表

目盛	距	封度	目盛	距	封度
5~10	792	1,746	50~60	1,260	2,777
10~20	846	1,865	60~70	1,326	2,923
20~30	942	2,076	70~80	1,470	3,240
30~40	1,020	2,248	80~90	1,566	3,451
40~50	1,158	2,552	90~100	1,632	2,969

八本網デツカーインデキータ-換算表(ワイヤ-1")

目盛	距	封度	目盛	距	封度	目盛	距	封度	目盛	距	封度
5	3,816	8,410	29	34,960	77,052	53	74,960	165,212	77	120,960	266,594
6	4,936	10,879	30	36,480	80,402	54	76,720	169,091	78	124,000	273,294
7	6,096	13,430	31	38,000	83,752	55	78,560	173,146	79	126,240	278,233
8	7,256	15,992	32	39,600	87,278	56	80,320	177,025	80	128,400	282,994
9	8,440	18,602	33	41,200	90,805	57	82,080	180,904	81	130,800	288,283
10	9,664	21,299	34	42,880	94,508	58	83,840	184,783	82	132,880	292,868
11	10,848	23,960	35	44,480	98,034	59	85,600	188,662	83	135,200	297,981
12	12,048	26,554	36	46,080	101,560	60	87,360	192,541	84	137,520	303,094
13	13,280	29,269	37	47,680	105,087	61	89,200	196,597	85	139,600	307,678
14	14,512	31,984	38	49,360	108,789	62	91,040	200,652	86	141,760	312,439
15	15,784	34,788	39	51,040	112,492	63	92,880	204,708	87	144,080	317,552
16	17,056	37,591	40	52,640	116,019	64	94,880	209,116	88	147,040	324,076
17	18,320	40,377	41	54,320	119,721	65	96,880	213,524	89	149,200	328,837
18	19,632	43,239	42	55,000	123,424	66	98,880	217,932	90	151,520	333,950
19	20,936	46,143	43	57,680	127,127	67	100,880	222,340	91	154,000	339,416
20	22,264	49,070	44	59,360	130,829	68	103,040	227,100	92	156,560	345,058
21	23,608	52,032	45	61,040	134,532	69	104,560	230,450	93	159,040	349,952
22	24,960	55,012	46	62,720	138,235	70	106,720	235,211	94	161,600	356,166
23	26,296	57,956	47	64,480	142,114	71	108,880	239,972	95	164,160	361,809
24	27,680	61,007	48	66,200	145,905	72	111,040	244,732	96	166,720	367,451
25	29,056	64,039	49	67,920	149,696	73	113,120	249,316	97	169,200	372,917
26	30,512	67,358	50	69,680	153,575	74	115,280	254,077	98	171,760	378,559
27	32,000	70,528	51	71,360	157,277	75	117,440	258,838	99	174,320	384,201
28	33,360	73,525	52	73,120	161,156	76	119,600	263,598	100	176,800	389,667

バニ-計換算表

目盛	距	封度	目盛	距	封度
5~10	1,168	2,574	50~60	1,808	3,985
10~20	1,248	2,751	60~70	1,936	4,267
20~30	1,424	3,139	70~80	2,152	4,743
30~40	1,624	3,579	80~90	2,312	5,096
40~50	1,704	3,756	90~100	2,528	5,572

八本網デツカーインデキータ-換算表(ワイヤ-1 1/2")

目盛	距	封度	目盛	距	封度	目盛	距	封度	目盛	距	封度
5	1,632	3,597	20	19,120	42,140	35	38,720	85,339	50	61,840	136,295
6	2,720	5,995	21	20,320	44,785	36	40,160	88,513	51	63,600	140,174
7	3,816	8,410	22	21,600	47,606	37	41,600	91,686	52	65,280	143,877
8	4,936	10,879	23	22,800	50,251	38	43,040	94,860	53	66,960	147,580
9	6,080	13,400	24	24,080	53,072	39	44,480	98,034	54	68,720	151,459
10	7,240	15,957	25	25,320	55,805	40	45,920	101,208	55	70,480	155,338
11	8,400	18,514	26	26,560	58,538	41	47,360	104,381	56	72,320	159,393
12	9,560	21,060	27	27,840	61,359	42	48,800	107,555	57	74,080	163,272
13	10,760	23,715	28	29,120	64,110	43	50,480	111,258	58	75,920	167,328
14	11,920	26,272	29	30,400	67,002	44	52,160	114,960	59	77,760	171,383
15	13,120	28,916	30	31,680	69,823	45	53,680	118,311	60	79,520	175,262
16	14,280	31,473	31	33,040	72,820	46	55,280	121,837	61	81,440	179,494
17	15,480	34,118	32	34,400	75,818	47	56,880	125,364	62	83,280	183,549
18	16,680	36,763	33	35,840	78,991	48	58,560	129,066	63	85,120	187,604
19	17,920	39,496	34	37,280	82,165	49	60,080	133,416	64	87,040	191,836

目盛	距	封度	目盛	距	封度	目盛	距	封度	目盛	距	封度
65	88,880	195,892	74	107,360	236,621	83	127,200	280,349	92	148,000	326,192
66	90,800	200,123	75	109,600	241,558	84	129,440	285,286	93	150,400	331,482
67	92,720	204,355	76	111,920	246,672	85	131,760	290,400	94	152,800	336,771
68	94,640	208,587	77	114,160	251,609	86	133,840	294,983	95	155,200	342,061
69	96,720	213,171	78	116,160	256,017	87	136,160	300,097	96	157,520	347,174
70	98,800	217,755	79	118,400	260,954	88	138,480	305,210	97	159,920	352,464
71	100,880	222,340	80	120,640	265,891	89	140,880	310,000	98	162,320	357,753
72	102,960	226,924	81	122,960	271,004	90	143,200	315,613	99	164,720	363,043
73	105,200	231,861	82	125,120	275,404	91	145,600	320,902	100	167,120	368,332

バニ-計換算表

目盛	距	封度	目盛	距	封度
5~10	1,120	2,469	50~60	1,768	3,897
10~20	1,192	2,627	60~70	1,928	4,219
20~30	1,264	2,788	70~80	2,176	4,800
30~40	1,424	3,138	80~90	2,264	4,990
40~50	1,592	3,509	90~100	2,336	5,149

八本網デツカーインデキータ-換算表(ワイヤ-1 1/4")

目盛	距	封度	目盛	距	封度	目盛	距	封度	目盛	距	封度
5	728	1,605	29	28,480	62,769	53	63,600	140,174	77	106,960	235,710
6	1,776	3,914	30	29,760	65,591	54	65,280	143,877	78	108,880	239,972
7	2,832	6,242	31	31,000	68,500	55	66,960	147,580	79	110,960	244,556
8	3,880	8,552	32	32,320	71,233	56	68,645	151,283	80	112,880	248,788
9	4,936	10,879	33	33,760	74,407	57	70,400	155,162	81	114,880	253,196
10	5,984	13,189	34	35,040	77,228	58	72,160	159,041	82	116,960	257,780
11	7,080	13,604	35	36,220	79,829	59	73,840	162,743	83	119,040	262,364
12	8,160	17,985	36	37,760	83,223	60	75,600	166,622	84	121,040	266,772
13	9,264	20,418	37	39,040	86,044	61	77,280	170,325	85	123,120	271,356
14	10,328	22,763	38	40,400	89,042	62	79,040	174,204	86	125,200	275,941
15	11,440	25,214	39	41,920	92,392	63	80,800	178,083	87	127,200	280,349
16	12,600	27,770	40	43,360	95,585	64	82,560	181,962	88	129,920	286,344
17	1,3760	30,327	41	44,800	95,739	65	84,560	186,370	89	131,840	290,575
18	1,4920	32,884	42	46,240	101,913	66	86,240	190,073	90	133,760	294,807
19	1,6080	35,440	43	47,760	105,263	67	87,840	193,599	91	135,760	299,215
20	17,264	38,050	44	49,280	108,613	68	89,520	197,302	92	138,000	304,152
21	18,480	40,730	45	50,800	111,963	69	91,120	200,828	93	140,240	309,089
22	19,696	43,410	46	52,400	115,490	70	93,120	205,236	94	142,560	314,202
23	20,944	46,161	47	54,000	119,016	71	95,280	209,997	95	144,800	319,139
24	22,160	48,841	48	55,600	122,542	72	97,200	214,229	96	147,120	324,252
25	23,400	51,574	49	57,200	126,069	73	99,120	218,460	97	149,448	329,366
26	24,680	54,395	50	58,800	129,595	74	101,200	223,045	98	151,360	333,597
27	25,920	57,128	51	60,400	133,122	75	103,120	227,276	99	153,840	339,063
28	27,200	59,949	52	62,000	136,648	76	104,960	231,332	100	156,000	343,824

バニ-計換算表

目盛	距	封度	目盛	距	封度
5~10	1,066	2,327	50~60	1,680	3,703
10~20	1,128	2,487	60~70	1,768	3,897
20~30	1,256	2,768	70~80	1,960	4,320
30~40	1,360	2,997	80~90	2,088	4,602
40~50	1,544	3,403	90~100	2,176	4,794

浮力表

泥水の重量及比重			パイプ重量減
Lbs/ガロン	Lbs/呎 ³	比 重	%
8	62.4	1.00	12.8
9	67.5	1.08	13.8
10	75.0	1.20	15.4
11	82.3	1.32	16.9
12	89.9	1.44	18.5
13	97.8	1.56	20.0
14	104.8	1.68	21.5
15	112.0	1.80	23.1
16	119.7	1.92	24.6
17	127.0	2.04	26.2
18	134.5	2.16	27.7
19	142.0	2.28	29.2
20	149.5	2.40	30.8

上記の表によれば、浮力に依る「パイプ」の重量減は、使用する循環泥水の比重に依つて異なることを知る事が出来る。

而して、「インヂケーター」は深度が深くなれば、その調節も次第次第に困難となるから注意せねばならぬ。

(ハ) 「ヒルドデフアレンシヤルギヤ」

ロ式掘撃に際して、掘進中の「ビット」に適當なる荷重を掛けることは必要なることであるが、若し過度の荷重を掛ければ坑心は屈曲することとなるので、「ビット」への荷重を自動的に指示する機械の發明せられた事は、鑿井技術を進歩に導くことになるであらう。現在本邦にては主として「マーチンルーミス」式の自動記録荷重測定器を使用して居る事は前述の通りであるが、「ビット」への荷重を如何程にすべきかは、「ビット」の種類大さ並地質の硬軟に依つて決定されるのである。過度の荷重は、何れの場合に於ても坑井の屈曲・掘管の屈撓及切り切り等を起すから、絶対に避けなければならぬ。掘進に應じて掘管を伸して、「ビット」への荷重を常に適當に保つ事は、人力にては不完全であるから、機械力を以て自動的に掘管の送りを行ふ所謂自動掘撃器が發明せられて、現今米國に於ても2~3種あるが、日本石油株式会社にては「ヒルドデフアレンシヤルギヤ」装置を使用したことがある。この装置は圖に示すが如く、2つの「デフアレンシヤルギヤ」a、cが、夫々「モーター」A、Cに依つて運轉される。「デフアレンシヤルメンバー」Bは、「ドラム」Dを運轉する様に連結されて居るが、Dはロ式作業の捲揚「ドラム」である。「モーター」Aは「ロータリーテーブル」を運轉し、これにより「ドリルパイプ」を運轉して居る。今「デフアレンシヤルギヤ」のみに付て考へてみるに、aとcとが相等しき速度にて同一方向に運轉する時は、Bも又同一速度にて運轉する。aとcとの速度が異なる時は、Bは2つの速度の平均の速度にて運轉する。それ故に

1つの「ベベルギヤ」が静止して居る時には、Bは他の一方の速度の場の速さにて運轉する。又aとcが反対の方向に、しかも相等しき速度にて運轉する時は、Bは静止して居る。aとcが異りたる速さにて反対の方向に運轉する時は、Bは大きな速度の差の場の速さにて運轉する。斯くしてA及Cの「モートル」が殆んど全速度にて運轉して、その中の一方が僅かその速度を變ずることによつて、「ドラム」Dは前方又は後方に靜かに運轉する。而して「モートル」Aは「ドリルパイプ」を降下せんとする方向に運轉し、「モートル」Cは「ドリルパイプ」を捲揚げんとする方向に運轉する。Dに「ブレーキ」が掛つて居る時はBは静止して居つて、2つの「モートル」は等しい速度である。「ブレーキ」を自由にするとき、Dを引張つて居る「ドリルパイプ」の重量が、A及びCの「モートル」に齒車を通じてBで扭力を起す。而して之は、「モートル」Aを「ゼネレーター」として、早く運轉せしめんとする傾向がある。「モートル」Cは、此の引張りに反対して、「モートル」として荷重される。それが爲に多少乍ら速度が遅くなる。而して「モートル」Cは電力を供給線から受け、「モートル」Aは「ゼネレーター」として電力を返還する。「ドリルパイプ」の降下せんとする運動の「エネルギー」は、「ロータリーテーブル」の運轉を助ける様に備へられて居る。「モートル」Cの作用は、「ドリルパイプ」を降下せんとして居る時でも、常に「ドリルパイプ」を坑外に引揚げんとして居る。それ故にCの荷重は、若しAが静止して居たならば、重量にDの速さを掛けたもので、引起される運轉力である。即ちCに於ける動力荷重は、常に槽に取付けてある「フック」にかかる重量の測定となる。「ビット」が坑口にある時は、「フック」に掛る重量は、丁度「ビット」に負はされて居る重量丈減せられる。Cに於ける荷重は、正確に此の割合に比例して減少する。而してCに於ける荷重が減少すると、其の速度は増加する。斯くしてCの電路に於ける「ワットメーター」は、壓力の測定即ち「ビット」に掛る荷重を支へる。「ワットメーター」の原理を含み、且つ封度に見越した「デフアレンシヤルプレツシユアメーター」は、直接に「ドラム」Dの「ロープ」を引張り、即ち「ドリルパイプ」に依つて引き起される重量或は壓力が讀まれる。「ビット」が坑底に押し掛る時は、「モートル」Aが運轉して、「ビット」が坑底を掘撃せんとする荷重を受ける。それ故にAは「モートル」となり、速度が遅くならんとする傾向がある。Cの速度が増加してAの速度が遅くなる影響は、Dの運轉を遅くするものであつて、即ち「ドリルビット」が以前よりも靜かに下方に動くのである。斯くして其の進みは、坑底に於ける「ビット」に掛る壓力と、掘撃「モートル」に於ける荷重は、主として「ビット」が掘進して行く地質から受くる壓力に依るものである。或る與へられた地質に於ける壓力は、一定であつてその堅さに比例する。斯くして「ツールズ」は、その運轉に際して地層から與へられた所の抵抗に逆比例する割合を以て、異つた地層を連續的に掘進して行くのである。「モートル」の速さを僅かに調節する事により、「ツールズ」に於ける

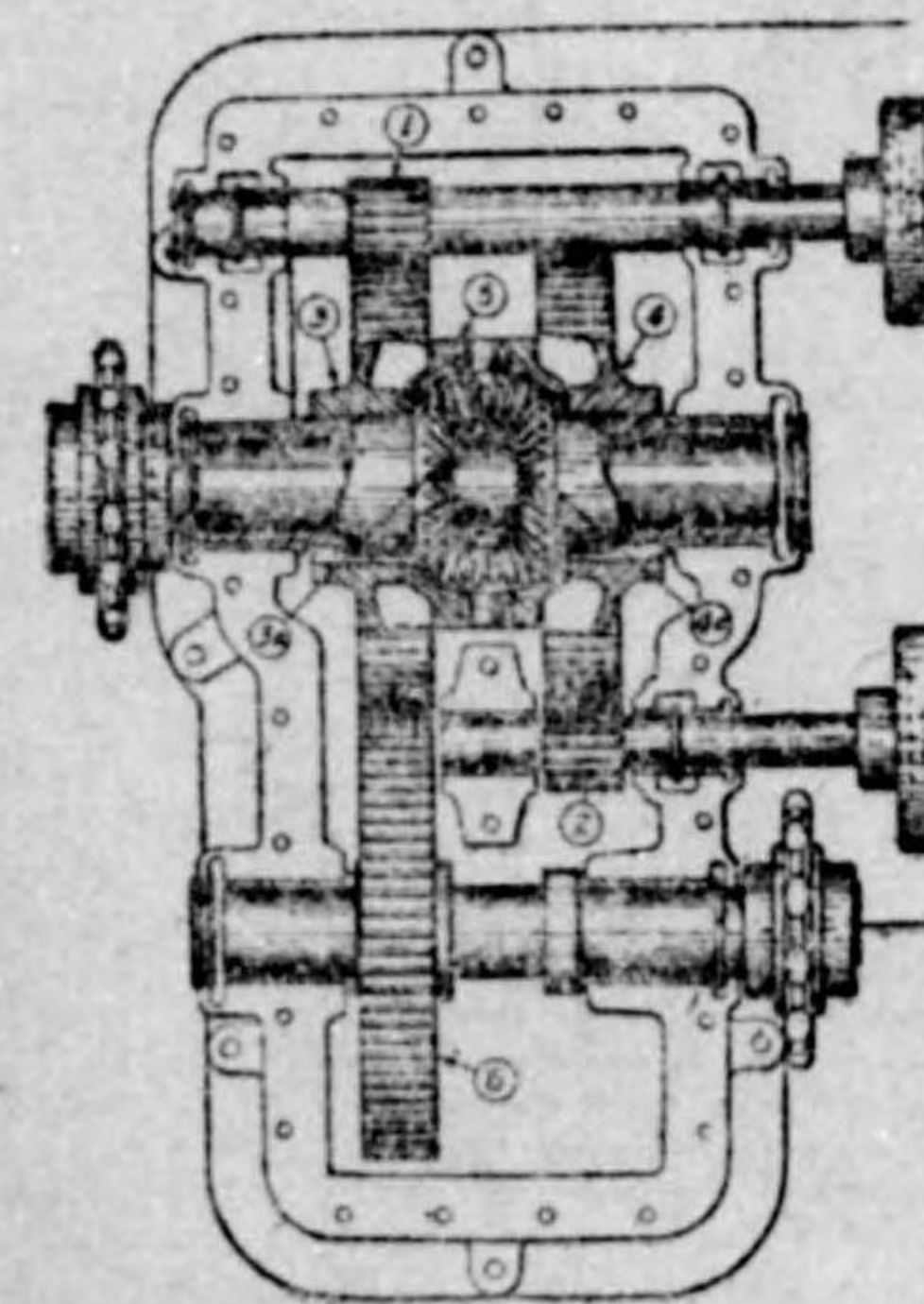
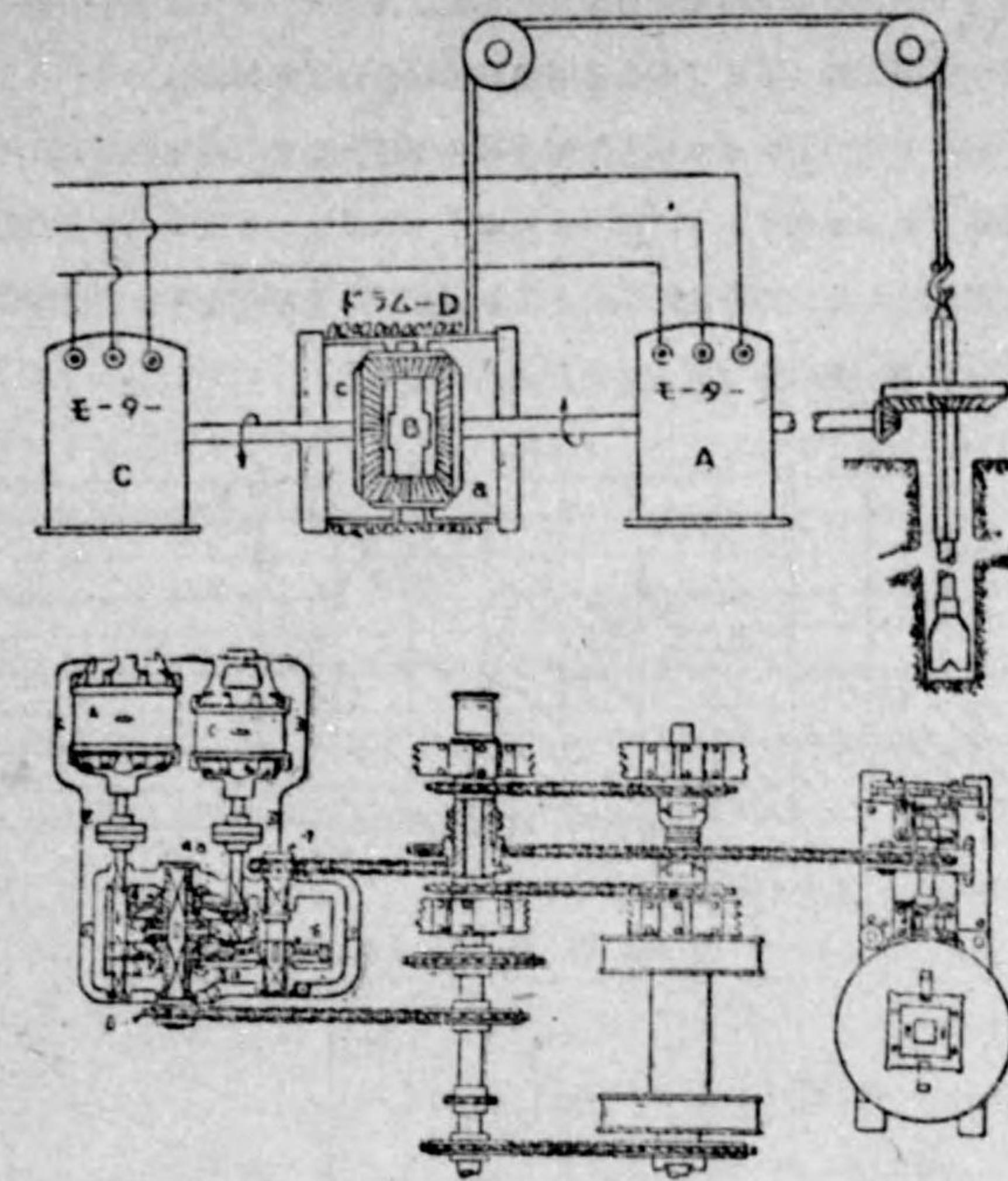
局限の壓力、即ち重量が出て来る。これを最も堅い地質に對して定めて置くときは、

- ① 「ドリルパイプ」を真直に保つこと。
- ② 豫め決定された値以内で「ドリルパイプ」に掛る廻轉力、即ち機械に掛る荷重を保つこと。
- ③ 最大の掘進作用を得られる様に、「ビット」に於ける壓力を局限すること。
- ④ 即ち①②③を適當に組合せることにより最大の結果を得ること。

等が出るのである。即ちこの調節を最も堅い地層に對してなす時は、それよりも軟く抵抗の少ない總ての地質は、自動的に少い應力・少い荷重・少い壓力を掘撃装置に起すのである。掘撃「ビット」が自由に降下する即ち代表的軟い地層を掘る時は、撃井「モートル」Aの代表的特性として、自動的にその「モートル」の餘計な速さを局限する様になる。之を調節「モートル」Cの連続的捲き揚げと組合せれば、「ビット」が下方に向ふ運動の割合を自動的に局限する。之は、「モートル」の速さを少し調節することにより制限される。それ故に粘着性の地質とか、或は瓦斯氣のある地質にも、「ツール」の進行が調節され得る。而して「テーブル」の廻轉毎に、1吋の何分の一と云ふ小さな進行を維持されるのである。又「ツール」捲き揚げの際の如き場合には、2つの「モートル」を同一方向に動かして、其の組合せた力を利用することが出来るのである。

「ギヤケース」及び「モートル」は、普通の「ベース」の上に乗つて居つて、蒸汽動力の場合の「エンジン」と略々同様な場所を占めて居る。即ち「ドローオックス」の後方に「エンジン」があつたと同じ位置に据付けてある。「ギヤケース」を開いた所は、圖の如くである。この「デフアレンシヤルドライブ」にあつては、「ドローオックス」の「ラインシャフト」へ連結するのに、2つの「チェーン」を必要とする。1本の「チェーン」は「エンジン」に對すると同様に、「ラインシャフト」に於ける「ドライブスプロケット」に連結されて居り、此の「チェーン」は2つの「モートル」が組合された時、坑内から「ドリルパイプ」を引き揚げる際に全體の荷重を取り扱ひ、今1つの「チェーン」は「ロータリーテーブル」を動かす「モートル」に依つて動かされる。而して「ラインシャフト」に取付けてある「スプロケット」には、「クラッチ」が取付けてあつて、此の「スプロケット」は「ロータリーテーブル」に連結してある。「チェーン」を動かす電氣「モートル」は、蒸汽装置に於けると同じ場所にて、「スロットル」にて制限される様にしてある。「モートル」の「コントローラ」へは、「テレグラフコード」にて連結されて居る。この「スロットル」は、同一軸上に取付けた2つの車から出来て居つて、然も2つの「モートル」を別々に制限することが出来る様になつて居る。何か變つた事があつた場合は、直ちに「ポンプ」並に「ギヤ」を動かす「モートル」を止められる様に、「ストッププッシュボタン」が「スロットル」の位置に設置してある。400呎位迄の深度を掘撃するに普通の状態にては、逆廻轉の出来る且つ15乃至35馬力に速度を變へ得る 2

ヒルドデイフアレンシヤルドライブ



デイスアレンシヤルギヤ

つの「モートル」を「デフアレンシヤルギヤ」を動かすのに使用し、「スラッシュポンプ」を動かすのに50馬力の「モートル」を使用する。而してこの方法には、「ブレーキ」を開け放しにして、「ドリルシステム」の全長を掘撃し終る迄そのままにして居る事が屢々ある。此の自動的追降は、機械並に装置全體の歪を減少し、同時に撃手に各所を充分に監視する時間を與へる。この装置にも前述せるが如き「レコーディングゲージ」を取り付けてあるから、槽下に於ける全作業を詳細に知ることが出来る。

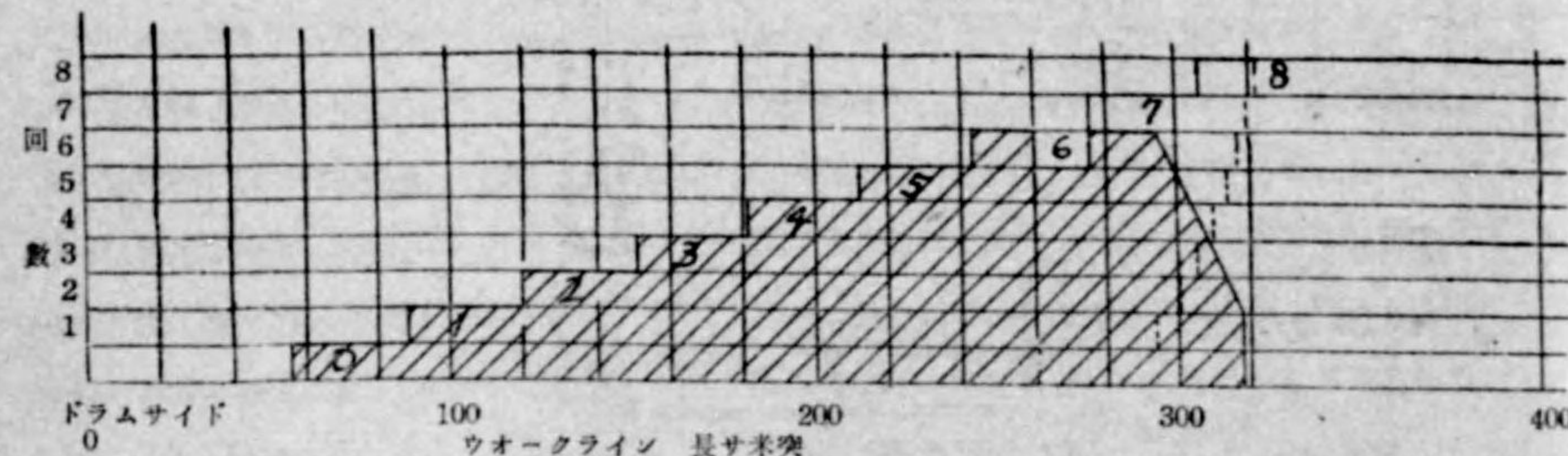
以上述べた如く、本法は理想的に荷重送りを行ふので、従つて事故も起らず坑心も屈曲しないのであるが、實際に使用する時に、硬層に達する時は餘り機械的に鋭敏の爲に、「ビット」が降下運動を起したと思ふと、直に上昇運動を起すと云ふ様な具合で、非常に掘進が遅いと云ふ缺點がある。又淺深或は擴掘等の場合には、下部に抵抗が少い爲に送り過ぎると云ふ具合で、作業上その目的が希望通り遂行出来ぬと云ふ缺點もあり、現在には使用されてゐない。

(=) 「ウォークライン」の損傷

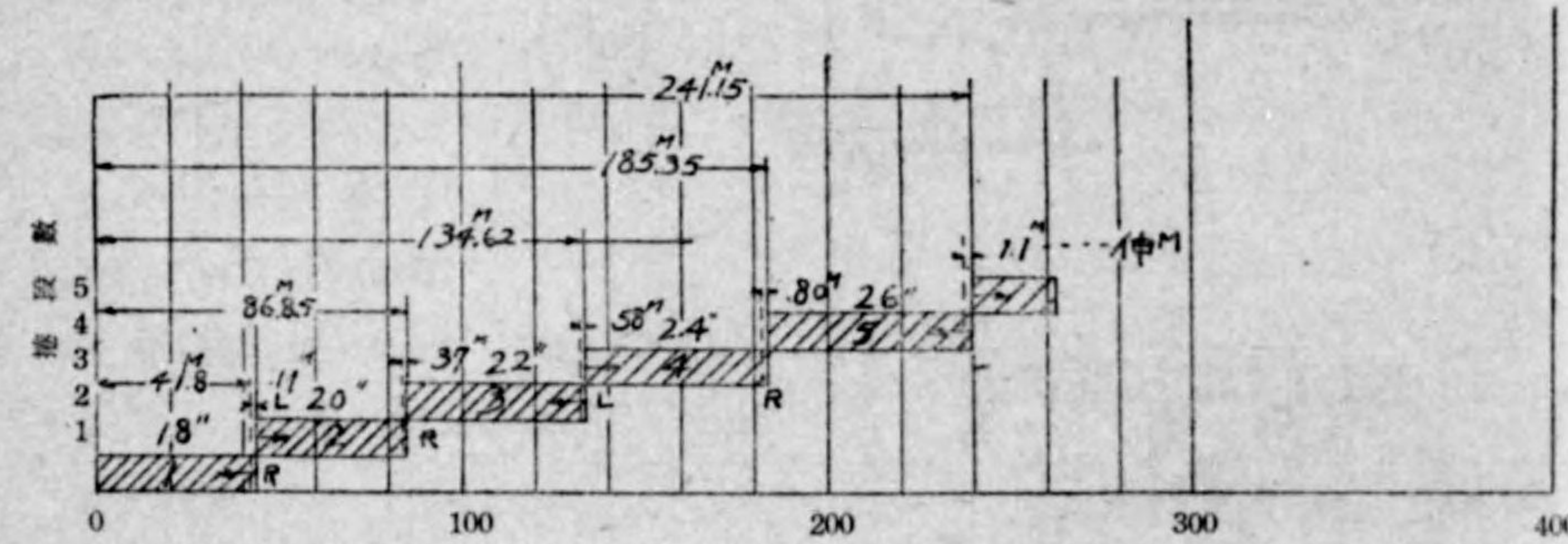
前述の如く、深掘に使用する「ドリルパイプ」の全重量の大部分は、「ウォークライン」に懸る事となるから、「ワイヤーロープ」の損傷に対しても充分なる考慮が拂はねばならぬ。

「ウォークライン」の損傷は、同一大さの「ワイヤー」の場合に於ては、荷重の大なるにつれて増大しその寿命が縮められ、且つ「ウォークラインブーレー」及び「トラベリングブロック」の直径の大小「ドラム」捲の不整等に影響せられ、又降管時に於ける急速度の降管並に急停止或は摩擦損せ

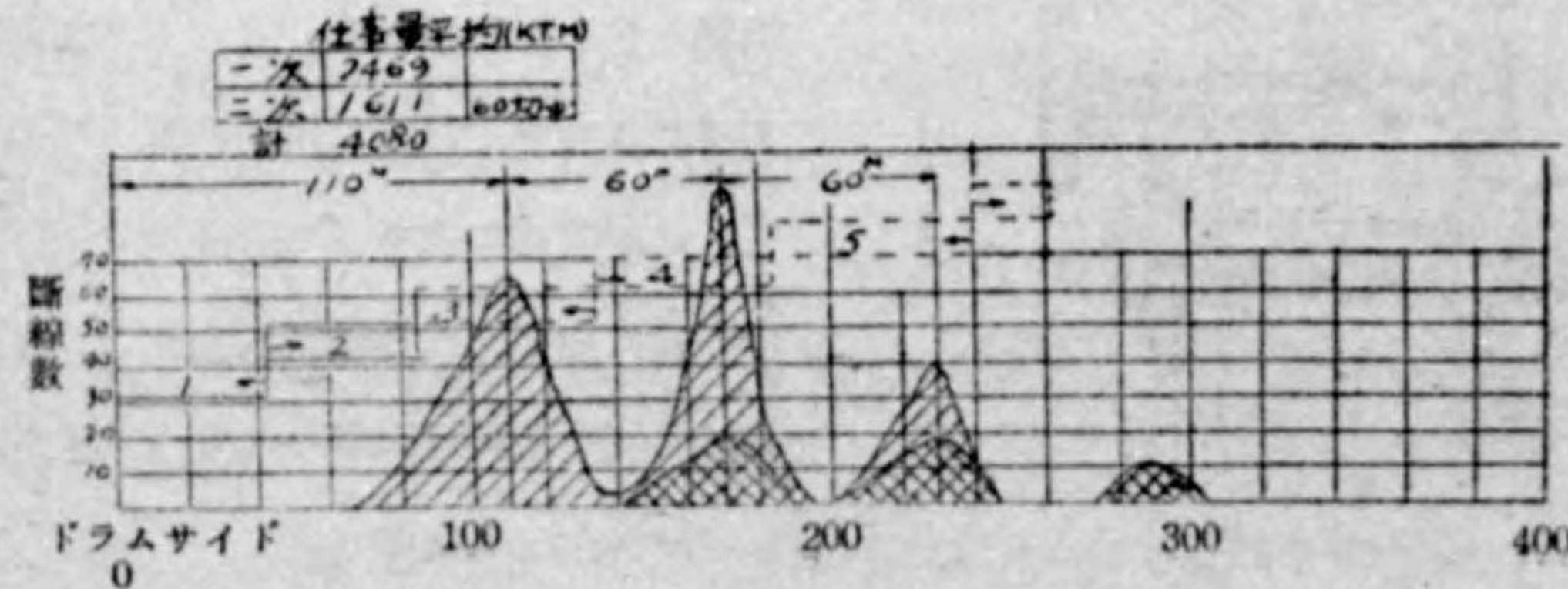
接触回数及屈曲回数 (ドラム及各ブーレー)



18' x 27' ドラム捲段位置 (附全荷重伸)



損傷平均曲線 附ドラム捲段

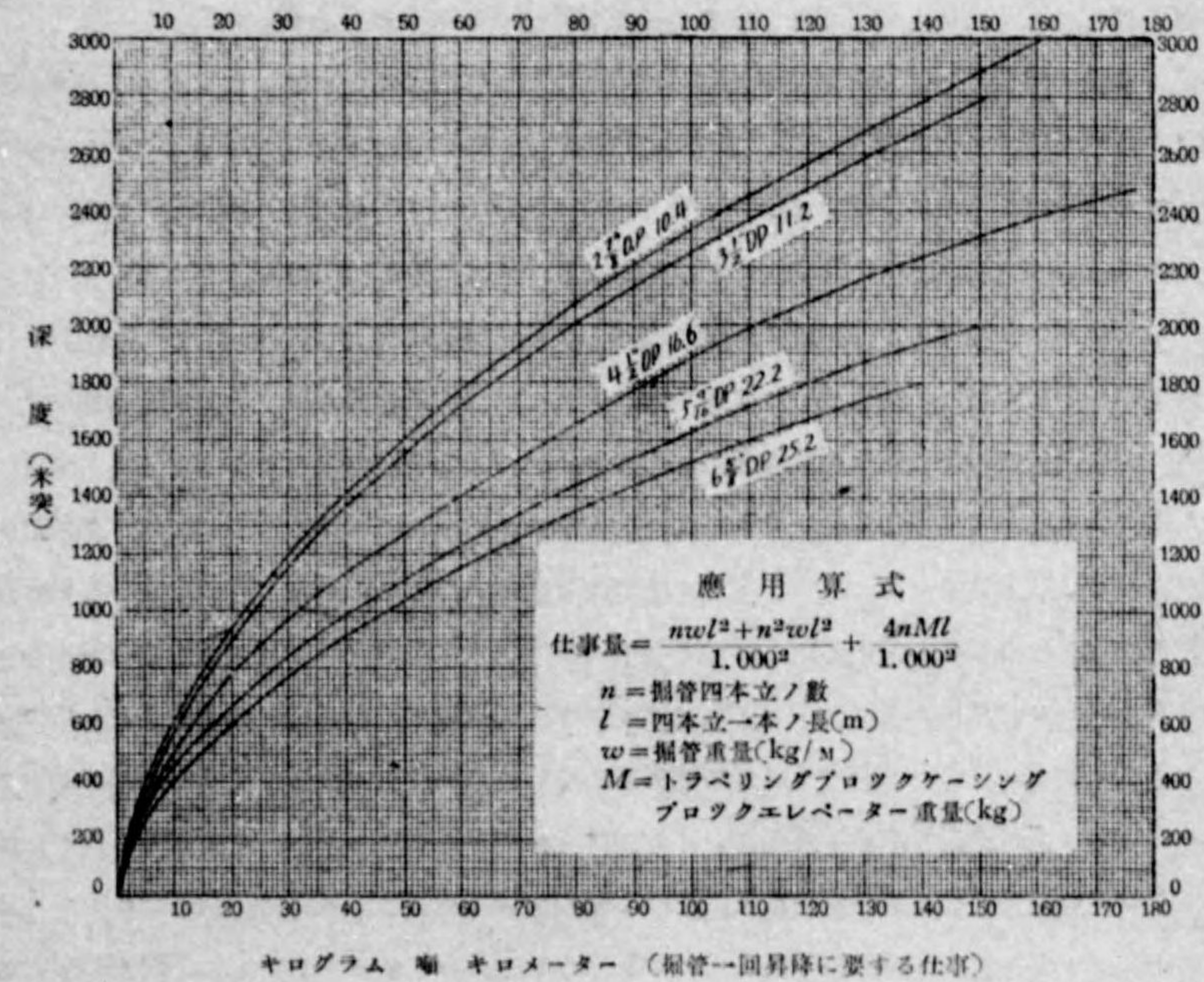


る「ブーレー」の使用によつても早められる。

而して、「ウォークライン」は、局部的に損傷し易く他の大部分が生命あるにも拘らず使用不能に陥るやうなことがあるので、経済上甚だ不利である。されば損傷部分を成る可く平均に分布せしめる方法が講じられねばならぬ。例へば高さ34米槽に26純「ワイヤー」を、8本綱にかわし使用した際に於ける「ウォークライン」の損傷箇所は、「ドラム」の固有捲を除き、大體「ドラム」側より約60米の「ピッチ」にて、120米・180米・240米の3個所である。特に甚だしいのは、180米附近を中心とし其の前後25米即ち合計50米位である。この損傷を平均に分布せしめる爲に、400米の「ワイヤー」を使用する際、「ドラム」に溝のあるものは必要ではないけれども、溝のないものには「ドラム」の固有捲即ち下捲の不整を防ぐ爲に、肌捲として止手「ワイヤー」30米を古「ワイヤー」にて代用し、「ドラム」の4位捲捲をする。この30米を加へれば所要「ワイヤー」は320米となるから、400米の「ワイヤー」は40米宛2面切斷して使用することが出来る。

斯くすれば、従つて「ワイヤー」の仕事量を増大する事も出来るのである。

仕事量の算式を示せば、次の通りである。



(2) 廻 轉

適切な「ビット」への荷重と同様、「ビット」の廻轉數も亦掘進率に大に關係がある。而して、適切な廻轉數は、其の時の坑の状態並に坑底の地質の模様によつて決定される。

綱式掘鑿に於て、安全なる効率良き掘進を繼續するには、深度・行長・廻轉の三つの關係が最も重要であつた。而してその行長と廻轉とは、其の坑井の深度に或る程度まで規則正しく正比例或は反比例して行くのであつた。ロ式に於ては荷重と廻轉と「ポンプ」能力とが最も重要であつて、深度に比例すると云ふよりも寧ろその時の坑底の地質の硬軟並に坑底にある程度まで規則正しく正比例するものである。故に此の荷重と廻轉並に「ポンプ」能力の關係によつて、掘進率の善悪が決定され又坑心の正不正も決定される。

要するに、坑の眞圓眞直を欲し掘進率を向上せしめんとするには、適切な荷重・廻轉數・「ポンプ」能力の三要素は重要ではあるが、又「ビット」の種類大さにも大に關係がある。舊來の如き「フィッシュテールビット」のみの時代とは大に異り、今日では其の形狀に於ても其の構造に於ても全然異なる「ビット」が數種ある。従つて最も望ましい良結果を得る爲には、其地質に適した最も適當なる種類の「ビット」を先づ撰擇して、然る後にその「ビット」に付き荷重廻轉を適切に調整し、且つ循環泥水を吟味して「ポンプ」能力を充分發揮せしめねばならぬ。

別圖第一表は、臺灣各地に於ける種々なる「ビット」の比較表であるが、これによつて掘進率荷重廻轉等の關係を充分に知り得ることが出来る。即ち牛肉崎第3號井の「フィッシュテールビット」と、第4號井の「リードロックビット」及「ズプリンビット」の掘進比較は、最も判斷するのに便利である。荷重を約 10,000 封度内外とし廻轉を 100 廻轉内外とした時に、「ズプリンビット」と「リードビット」は共に 1 時間に約 1 米餘を掘進し、使用時間は 15 乃至 20 時間であつて、殆んど同様の掘進率を示して居る。而して「フィッシュテールビット」の掘進率は、その約倍位にはなつて居るけれども、使用時間は僅かに 3 時間にしか過ぎないのである。如何なる「ビット」にても、磨滅した時には掘進率は鈍くなるものであるが、「フィッシュテールビット」に至つては、磨滅したときの掘進率の激減する度合は、他の「ビット」の比ではないのであるから、直に取換へなければ非常に損をすることとなるのである。「リードロックビット」も「ズプリンビット」も大差は無い様であるが、「ズプリンビット」は「リードロックビット」に比較するときは、掘進中「ロータリーテーブル」に強い「ショック」が來ることが缺點である。故に最硬層には種々なる方面から考へても、「リードビット」が適當である。されば、「フィッシュテールビット」が、深度が深くなれば「ビット」取替に相當の時間が必要である。この時間の消費は無益であるから、淺層には「フィッシュテールビット」を用ひ、深い硬層には「ズプリンビット」か「リードビット」を撰ぶのが一番

よいのではなからうか。

別圖第二表は、臺灣錦水油田に於ける「リードビット」の荷重・廻轉・掘進率の表であるが、これによつても、深層ともなれば「ビット」の徑も小さくなり掘管の徑も小さくなり、荷重も 1,000 封度乃至 2,000 封度位となり、廻轉數も 1 分間 60 乃至 70 廻轉と云ふ具合になる。淺層にて大徑の「ビット」や掘管を使用して荷重を 4,000 封度乃至 10,000 封度とし、廻轉數を一分間 100 廻轉前後にして居る時の様に、無理が禁物であることは明かである。而して同一地質に於て同一種類の「ビット」にても、其の深度即ち「ビット」の徑掘管の徑等によつて、荷重廻轉數の異なる事は勿論である。

別圖第三表によつて「ヒューズロックビット」の荷重廻轉數が同一であつても、「ビット」の直徑によつて適當に調節をしなければならぬ事が解るやうに、その荷重は「ビット」の直徑に正比例して増大し、その廻轉數は反比例するのである。又同種類、同寸法の「ビット」であつても、地質の硬軟に依つて荷重を調節すべきものであつて、硬度を増加するにつれて荷重も増さねば豫期の掘進が得られない。然し其處にも自ら限度のある事で、別表は大體の數字的標準となすべきである。上述の如く從來は一般に掘進の速度は、1 分間に「ドリルシステム」の廻轉を 50 乃至 100 以内が適當とせられて居た、その際に於ける荷重・廻轉・掘進率に就いて説明したのである。

當時も一般に早廻轉すれば、坑井が早く掘れると云ふ事は周知の事實であつた。しかし何程の荷重をかけ 1 分間何廻轉で掘るのが最も良いかと云ふことは、常に鑿井技術者の研究の的であつたのである。この課題は、「ビット」の種類大さ地質の硬軟坑井の深淺等により違はねばならぬ事は勿論であつて其の影響する所は實に多いのであるから忽がせには出來ないのである。

吾國の石油事業が始まつてから 50 年餘になるが、最近までは「テーブル」の廻轉數は、大體毎分 100 廻轉以内が普通であつたのであるが、近頃は機械装置の改良と技術の進歩向上によつて 100~150 廻轉の坑井も現はれて、早廻轉によつて工程が早められつつある。

今日米國で總ての技術者間に一致して考へられてゐる事は、掘進率を有効ならしむるには、荷重を多くかけて廻轉を出来るだけ早くしなければならぬと云ふことである。即ち荷重を多くかけても廻轉を早くすれば、坑井も曲らぬと云ふ事である。

米國の加州油田の深掘井にては、廻轉數を一分間 250 位にするのが普通とせられ、極く早いものは 500~600 廻轉と云ふ様な早廻轉さへ實行されて居ると云ふ事である。又中部油田にては、一般に 150 廻轉にて掘鑿されて居ると云ふ事である。我國にては現在使用されて居る機械の程度にては、120 廻轉位までが適當とされて居るが今後益々早廻轉が實行されるであらう。

加重を重くし廻轉を早くする事に依り、掘進率が何程増加するかと云ふに、勿論種々の事情に依り様ではないけれども大體次のやうである。

第一表 各種ビット

坑井	大きさ及び種類	深 度 (米)		掘 進 (米)	運轉總時間(時分)
		自	至		
錦水 32 號井	14 3/4" No 31 リード	144.4	1,050.0	905.6	840~0
同上	14 3/4" スポーツモデルリード	1,050.0	1,755.6	705.6	824~50
牛肉崎 4 號井	同上	526.2	533.1	6.9	14~0
錦水 12 號井	14 3/4" ズブリン	8.2	7,515.7	609.0	500~10
牛肉崎 4 號井	同上	12.0	692.0	680.0	626~10
牛肉崎 3 號井	15" 平ビット	22.5	689.0	667.0	390~0
錦水 32 號井	10 3/4" スポーツモデルリード	1,755.6	2,169.5	413.9	872~50
錦水 28 號井	12" No 31 リード	628.0	893.5	196.1	244~0
錦水 29 號井	同上	1,006.0	1,180.5	174.1	245~30
錦水 29 號井	7 3/4" スポーツモデルリード	1,310.4	1,450.0	139.6	207~50

第二表 錦水油田口式29號井 7 3/4" スポーツ型リード成績表

番號	深 度		掘 進 米 数	掘 進 時 間	加 重	掘 進 率	泥 水 比 重	地 質
	自	至						
1	M 1,310.40	M 1,319.40	M 9.30	H 20.30	1,000~2,000	65~72	1.21	M 1,306.00 硬質頁岩
2	1,319.40	1,330.20	10.80	21.00	"	60~76	1.22	1,320.00 中硬砂質頁岩
3	1,330.20	1,340.30	19.10	31.00	"	60~74	1.21	1,323.70 中硬砂質頁岩の互層 1,331.00 硬質砂質頁岩
4	1,349.30	1,367.20	17.90	29.20	"	60~72	"	1,349.50 硬質頁岩 1,352.50 中硬砂質頁岩
5	1,317.20	1,387.00	19.80	29.45	"	60~75	"	1,375.50 硬質灰色頁岩
6	1,387.00	1,413.50	23.60	36.00	"	65~72	1.20	1,382.00 硬質頁岩 1,390.00 中硬砂質頁岩
7	1,413.50	1,441.50	28.00	30.30	"	70	1.19	
8	1,441.50	1,450.50	8.00	9.00	"	70	"	1,448.00 硬質中目砂岩 コア掘のため揚管

使 用 成 績

ビット 總 数	一個の掘進 (米)	一個の使用時間 (時分)	一時間當り掘進 (米)	一分間掘進 (米)	加 重 (封 度)	備 考
69	13.5	12~10	1.08	85~110	4,500~7,000	内地製
41	17.21	20~40	0.85	"	"	米國製
1	6.9	14~0	0.5	900~100	4,000~10,000	試みに3個使用、2個は早く掘り過ぎとなり難し、修繕方法未だ充分に不明なりし爲全能力を発揮得ざりしが如し。
65	9.37	7~42	1.26	80~100	7,000~10,000	
39	17.43	16~6	1.08	110	5,000~10,000	
141	4.73	2~46	1.7	90	7,000~10,000	
47	8.8	18~34	0.45	60~65	4,000~10,000	米國製
22	8.91	11~5	0.81	60~75	1,000~2,000	内地製
19	9.15	12~55	0.71	"	"	"
8	8.0	17~45	0.7	"	"	"

第三表 「ビュースコーンビット」を使用して適宜とされて居る「ビット」にかかる壓力。

ビットの大きさ (吋)	一分間の掘進率 (封度)	ビットにかかる壓力			一分間の泥の量ガロン	ドリルシステムの大きさ (吋)
		手頃の砂岩 (封度)	硬き石灰岩 (封度)	花崗岩・玄武岩 (封度)		
4 1/4"	50~70	4,200	5,300	6,700	10	3"
5 3/4"	50~70	5,700	7,400	9,100	40	3"
6 1/4"	50~70	6,200	8,000	9,900	25	4"
7 3/4"	50~70	7,700	10,000	12,300	60	4"
8 1/2"	45~65	8,500	11,000	13,600	85	4"
9 3/4"	45~65	9,700	12,600	15,500	130	4"
10 3/8"	45~65	10,500	13,600	16,800	110	6"
12 "	30~50	12,000	15,600	19,200	160	6"
13 3/4"	30~50	13,700	17,800	22,000	240	6"
16 "	30~50	16,000	20,400	25,600	340	6"

掘進率と掘進率の関係

掘進率を増せば、増した寸の掘進率の%掘進率を増した数に比例して掘進率が増加する。

荷重と掘進率の関係

荷重を増せば、増した寸の荷重の%荷重を増した数に比例して掘進率が増加する。

例へば、100 掘進で1時間3米掘進してゐたものを、150 掘進にすれば、増した掘進率50%の34掘進を初めの100掘進に加へた数134と、100との比例寸掘進率は増す事となるから、1時間約4米の掘進率となる。又荷重10,000封度にて掘つてゐたものを、15,000封度が増せば増した荷重の5,000封度の%即ち1,700封度を増した11,700封度と、10,000封度との比に掘進率が増す事となるから、4米の掘進が4.7米の掘進率になる。従つて掘進率と荷重を共に倍にすれば、掘進も倍近くなる理である。

上述の如く掘進を早むれば、掘進率を増せしむる事が出来るが、泥水・荷重・装置・人爲等の因子も影響するので、その割合は全部正比例しないので、曲線は $a+fx$ なる直線を示さず、指数函数を交へた型で表れる。

坑井を早掘する目的は、(1) 坑井を早く掘るため、(2) 眞直な坑を掘るため、(3) 障害を最小限度にするため、(4) 経費を少くするため等であるが、總ての條件が整ひ萬事調子が良ければ、早掘は大に望ましい事である。

臺灣六重浸口式第12號井及13號井は、100~150 掘進して従来よりも工程を早めつつある。之等の坑井は、何れも12吋坑徑を6%吋掘管にて掘鑿し、8%吋管を主要水止管とした一般型の坑井であるが、現在用ひられつつある機械・掘管・「ビット」等にて、150 掘進以上を期待する事は無理とされて居る。併し之等の改善によつて、一般に200 掘進以上にて掘鑿される日も遠くはないものと思はれる。

(3) 小径坑掘

最近は徳ての方面にわたつて、鑿井技術が大に進歩するに至つた。即ち循環泥水の研究によつて良い泥を使用する事が出来る様になつた。又掘管製作の進歩によつて3吋の掘管が良い材質にて軽く強く製作され、その内径は「フラッシュジョイント」になつてゐるので、相當の深さに及んでも、「ポンプ」壓力は割合に高まらずに済むやうになつた。また電氣探査法が發達し、油層瓦斯層の存在を確實に知ることが割合に簡單になつた。また彈丸穿孔機の使用が發達し、鐵管外を全部「セメント」にて堅めて、後日鐵管外の油層瓦斯層に對して希望数の穿孔を簡單にし得ることも出来るやうになつた。若しも不幸にして出水した場合には、彈丸穿孔した孔から「セメント」を注入した後、更に油や瓦斯を採収する孔を彈丸穿孔機にて明くればよいと云ふ事になつて、採収の方法も簡單に出来る様になつた。また小型の精緻なる掘鑿装置や掘鑿機が發達して、移動が輕便となつたので費用も少くて足りることとなり、且つ掘進率も高め得るに至つた。

されば近時深層油を採掘するに當つて、掘鑿費を低減し且つ鐵管類を節約し、且つ工程を早むるために、小径坑を成る可く早く且つ安全に掘鑿することが研究されつつある。

小径坑掘鑿と言ふのは、8吋5分鐵管或はそれ以下の小径の鐵管で水止をして油を採収する掘鑿法であつて、油層の深度や地質等に依つて如何なる鐵管を使用するか、幾分違つて居るが、大體に1,000米以内の深度のものと、2,000米以内の深度のものと、2,700米位まで掘進するもの、3通りに大別することが出来る。

1,000米以内の深度のものは、9吋5分坑を掘り、7吋5分管を30米位口元鐵管に使用し、其後は6吋6分又は6吋2分坑を掘進し、4吋孔明管を中間水止に依つて降入すると言ふ方法が用ひられて居る。又2,000米位まで掘進する坑井は、7吋5分管を300~600米降入水止し、それ以下は6吋6分又は6吋2分坑を掘進し、4吋管を中間水止すると言ふのが普通である。又2,700米位まで掘進する坑井は、8吋5分管又は7吋5分管600米位降入して水止し、其後目的深度まで6吋5分坑を掘進し、4吋管にて水止するか或は下部に孔明管を附して中間水止をするのである。

而して掘管には何れの場合にも3吋5分丈けが使用され、其種類には多く「インターナルフラッシュ・ジョイント」管が採用されて居る。又、大径坑掘りと小径掘りの中間掘り、即ち9吋5分管を300~600米位降入して水止をして居る或る油田にては、4吋5分掘管を用ひて居る。

臺灣に於ては、1,000米級の坑井は、普通坑径を10吋 $\frac{1}{2}$ ~12吋(5吋 $\frac{1}{4}$ 吋D.P)とし、6吋 $\frac{3}{4}$ 吋~8吋 $\frac{1}{2}$ 吋管を挿入することになつてゐたものを、坑径を8吋(4吋D.P)に縮少し、6吋管を挿入し、工程を $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{3}$ 早めつつある。

(4) 掘鑿作業に要する動力

掘鑿作業に要する動力は、各掘鑿井毎に幾分の相違はあるけれども實例から大體を示せば、15吋坑径を100~120廻轉にて、10,000封度位の荷重にて掘るとすれば、坑径の時數の半分を10倍した數の馬力が必要である。即ち15吋径の「ビット」にて掘鑿するとすれば、75馬力を要する。而して坑径が其れよりも小さければ、径に比例した數より幾分小さい馬力で足り、又径が大きくなれば径に比例した數より幾分大きな馬力が必要となる。若し此程度より早い廻轉數に於ては、即ち廻轉數や荷重を増せば、之に比例して所要馬力は大きくなるけれども、廻轉數が此の程度よりも遅い場合は、廻轉數と荷重の比例する程馬力は小さくはならない。而して坑井深度の相違は、餘り掘鑿馬力に大なる影響はなく、「ビット」に荷重を懸けぬ場合に於ては、深度に依つて馬力は餘り變ることなく、地質の硬軟もまた馬力に影響する事が少い。

「フィッシュテールビット」や四羽「ビット」で掘進するのは、「リードロックビット」や「ヒューズロックビット」の如く、地質に突きささらぬ「ビット」を使用するよりも、大なる馬力が入用である。

最近、原動機の運轉を「スプロケット」により「ラインシャフト」に傳へ、「ラインシャフト」から又「テーブル」に傳へると云ふ事をせず、原動機の運轉を直接「テーブル」に傳へる様にして掘鑿をする装置が使用される様になつたが、直接原動機の運轉を「テーブル」に傳へる方法にて掘鑿する場合は、8~10馬力位を節約することが出来る。

(5) 「ロータリービット」の機械的作用

① 掘層の大きさ

「ロータリービット」にて坑井を掘鑿して行くには、これに「ドリルパイプ」の重量の一部をかけて或る程度坑底の岩石に喰込ませなければならぬが、其の程度は「ビット」にかけられる荷重によるは勿論、「ビット」の双先の形式並に其の大きさ等によつて差異があるものである。即ち同じ荷重にても双先の薄いものは、其の接觸面の大きい平な巾の廣いものよりも一層深く地層に喰ひ込むのであるが、夫れもまた坑底の岩石の硬さや密度によつて同じ結果とはならない。又「ビット」が岩石に喰ひ込んで廻轉すれば、其の双先で岩石が直ちに破碎されるのであるが、これを切り取ることの難易は岩石の性質によつても亦異なるのである。一般に「ビット」の岩石への喰込みが大きければそれだけ粗い掘層が生ずる譯で、この喰込み方並に廻轉數が餘り大き過ぎるときは、無理の力がかかり「ドリルパイプ」を握ち切る恐れがある。「ビット」が相當深く喰込んで、「ドリルパイプ」が撓つて飛び上り得る様な程度の場合は、「ガタガタ」音をたて飛び上つたり下つたりして、坑底に衝擊作用を與へ岩石を破碎して行くが、斯る作用は兎角「ビット」の破損とか、「ドリルパイプ」の撓切りを起さしむる結果に至らしむるものである。又「ビット」が岩石を粉々に碎くときの仕事量は

其坑徑に比例するから、掘鑿に費された「エネルギー」は、「ビット」にて掘つた面の廣さで或る程度までは推測出来る。

掘層は粉々にするよりも、少し粗くなる様に「ビット」の作用を加減するときは、岩石を掘り起すに有効であるが、一方循環泥水によつて粗い掘層を地表に搬び出すには、細粗のものよりも一層多くの「エネルギー」が消費されることになるから、掘り起すに有効なる利點も、地表に搬び出す「エネルギー」の消費によつて相殺される。

斯様に總體の動力消費の點から考へて、掘層の大きさにも岩石の種類或は循環泥水の比重粘度等に對して、最も有効な限度がある譯で、餘り大き過ぎたり或は粉々にすることは、動力の空費となり無駄となるばかりでなく、掘管抑留の原因ともなるのである。

「ビット」は、坑底の岩石を破碎するばかりでなく、掘層を泥水と充分混合せしめると共に坑内泥水に浮遊せしめ、粗い粒が上昇泥水の中にて出来る丈同所に止まることなく、泥水の循環が中断された場合にも、「ビット」の周圍に速かに沈澱して、掘管が抑留される大きな原因とならぬやうにせねばならぬ。

「ビット」の周圍の隙間は、そこを通る循環泥水並にそれにより運ばれる掘層が、常に適当な上昇速度を保ち得る断面積のものでなければならぬ。又このことは、單位時間に循環すべき泥水量にもよることであつて、循環泥水が掘層を運び揚ぐる能力は、其の流速によるものである。而して流速に變化がなれば、循環泥水により坑底を離れ上昇し得る大きさに碎かれた掘層は、一定速度で地表まで運び去ることが出来るが、循環泥水の運び揚ぐる能力以上の大きさの掘層は、「ビット」により更に碎かれなければ坑底を離れ去り得ないことは自明の理である。

約1吋平方の岩片が清水の中を自由に落下する速度は、毎秒10吋強凡そ(8吋7分・26轉位)である。

② 「ポンプ」能力

(イ) 送泥能力の大小

「ロータリー」鑿井の工程を促進する數多の因子の中、最近は特に上述の早廻轉並に小徑坑掘と「ポンプ」能力の3點に重點が置かれるやうになつたことは既に述べた。

泥水を循環する「ポンプ」の送泥能力の大小は、掘進率に大に影響を與へるものであつて、若しも送泥能力が不足であれば、種々な掘鑿障礙を起こす原因ともなるのである。

泥水循環の主なる使命は、掘層の運搬・坑壁の泥塞作用・崩壞の防止・瓦斯の抑壓等である。

近代に於ける掘鑿技術の躍進は、「ポンプ」能力に關聯して掘進率を高める爲に、「ビット」の早廻轉が希望されるに至つた。従つて廻轉を早くする爲には、之に比例して泥水の壓送量を増さねばな

らぬと云ふ事を考慮せねばならぬ。

循環泥水の壓送量は、掘進率に影響するばかりでなく、送泥量が不足であれば、種々の掘鑿障礙を起す原因ともなる事が多いのであるから、適當なる泥量を循環する事が最も大切であるので、掘進率を高むるが爲に、「テーブル」の廻轉を早めれば早めるほどそれに比例して循環泥水の量も増させねばならぬ。

凡そ1寸(3轉)平方の平たい掘層の岩片が清水中を落下する速さは、1秒間凡そ8吋7分(約26轉)位であるから、1分間の「テーブル」の廻轉數が120~130位ならば、泥水が掘管の外側を上昇する速さは、8吋7分の2倍即ち1秒間に約1尺7寸(51轉5)以上の速度でなければならぬ。又200~250回轉と云ふ早回轉で掘鑿される場合には、1秒間8吋7分の約3倍の2尺5寸(約76轉)以上でなければならぬと考へられてゐる。1秒間の泥水の坑井内を上昇する速度が1尺7寸以上でなければならぬとすれば、従つて坑徑や掘管の外徑から計算し、「ポンプ」の送泥量は1分間何程にせねばならぬか、又「ポンプ」の水筒の大きさ及「ストローク」の長さや數も自ら決定する譯である。

深掘りには、多く4 $\frac{1}{2}$ "掘管が使用されてゐるから、4 $\frac{1}{2}$ "の掘管を使用し9"坑を掘鑿する場合に、各深度に於て現在適當であると信じられてゐる循環泥水の量と上昇速度を示せば次の如くである。

深度と泥量並上昇速度の關係

深 度 (米)	泥 水 量 (1分間立方呎)	上 昇 速 度 (1秒間に付呎)	深 度 (米)	泥 水 量 (1分間立方呎)	上 昇 速 度 (1秒間に付呎)
0~600	40	2.0	1,200~1,800	66	3.3
600~1,200	53	2.7	1,800~3,000	80	4.0

我國の現在に於ける一般の坑井仕上げ、即ち1,000~1,500米級の坑井を、6 $\frac{3}{8}$ 吋にて掘り8 $\frac{3}{8}$ 吋管を主要水止とするものに於ては、大概7 $\frac{1}{4}$ 吋×14吋「マツドホック」2台を備へてあるから、毎分35 R.P.M 内外である。その繰出量は効率を100%とするときは、毎分7石(1.26噸)である。故に掘管の外側を上昇する泥水の速度は、毎秒1.42呎(約43轉)となる。

次に掘鑿「ポンプ」容量の基礎計算式を示せば、次ぎの如くである。



掘鑿「ポンプ」の容量の基礎計算

$$M = VF \dots \dots \dots \text{獨リシヤルトゾルゲル氏方程式}$$

但し M = 液體水量

V = 上昇する液體の速度

F = 内管(掘管)と外管(坑徑)との間隙斷面積

$$= \frac{\pi}{4} (D^2 - d_1^2)$$

註………各種抵抗を除き C.G.S 單位とす。

$$\therefore M = VF = V \frac{\pi}{4} (D^2 - d_1^2)$$

$$V_1 = V \frac{F}{f} = V \frac{D^2 - d_1^2}{d^2}$$

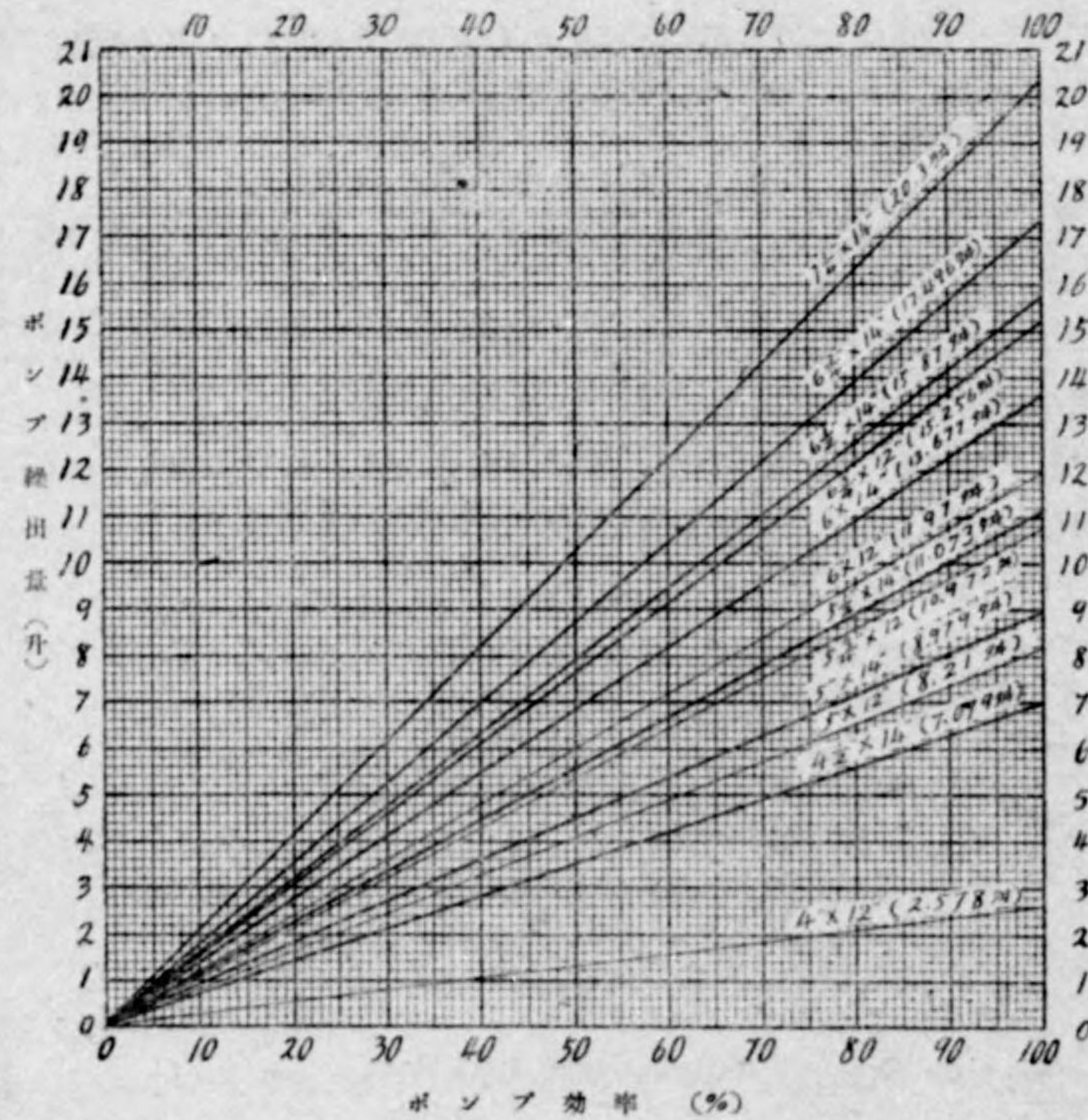
但し……… V_1 = 下降する液流の速度

$$f = \text{内管の断面積} = \frac{\pi}{4} d^2$$

即ち上式中Fは、最初から與へられてゐるのであるから、Vの値を幾何にとるかによつて汲排水量Mは左右される。従つて「ポンプ」容量の選擇は決定されるのである。

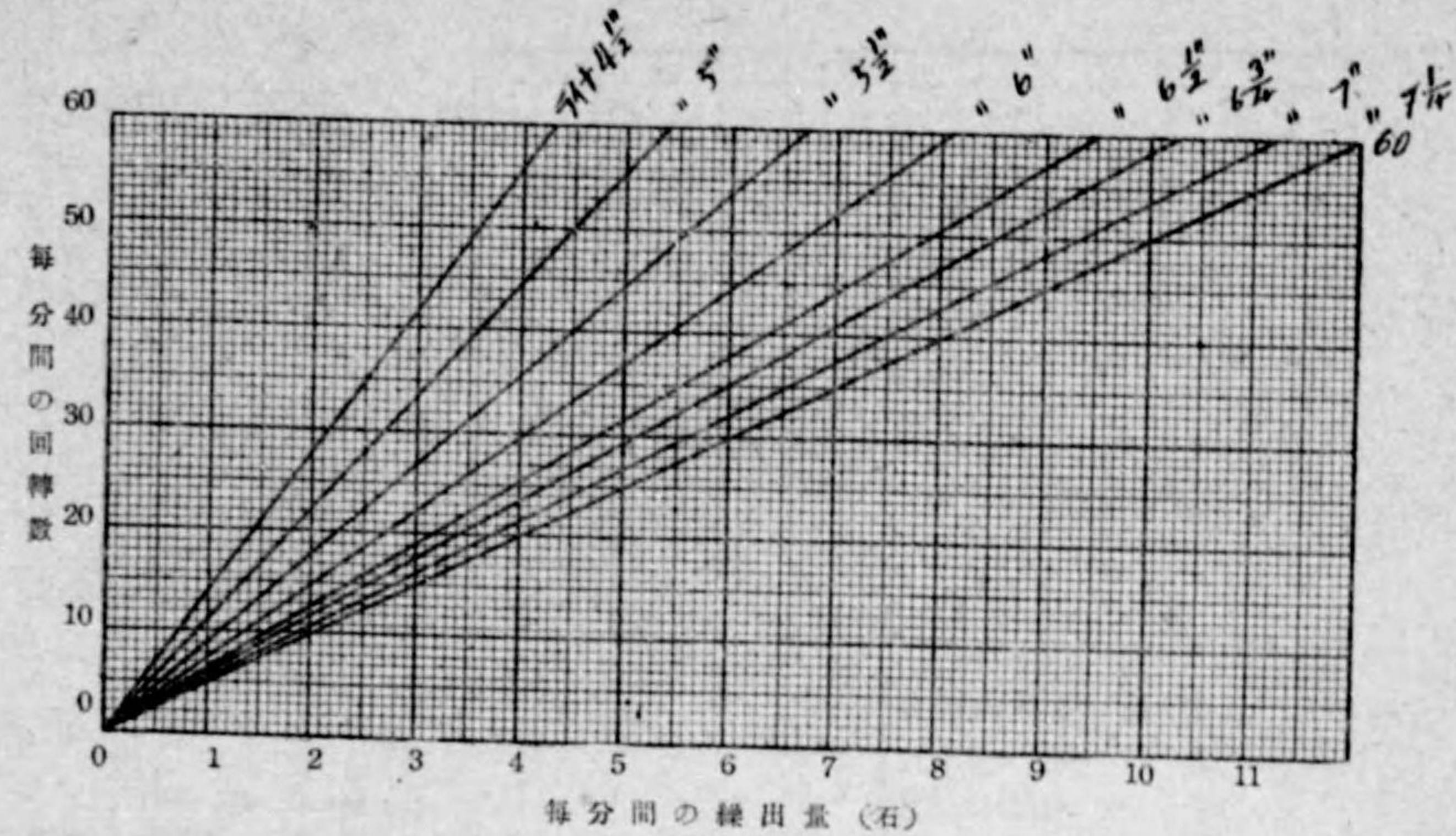
然らば實用上のVの値は、何れ位が適當であるかと云ふに、吾國では現在少くも毎秒 2.5 呎以上又は 3.5 呎 (1.07 米) 以上を與へることが必要であると言はれて居るが、益々増大の一途を辿りつつある。

掘整ポンプ 1 廻轉の繰出量



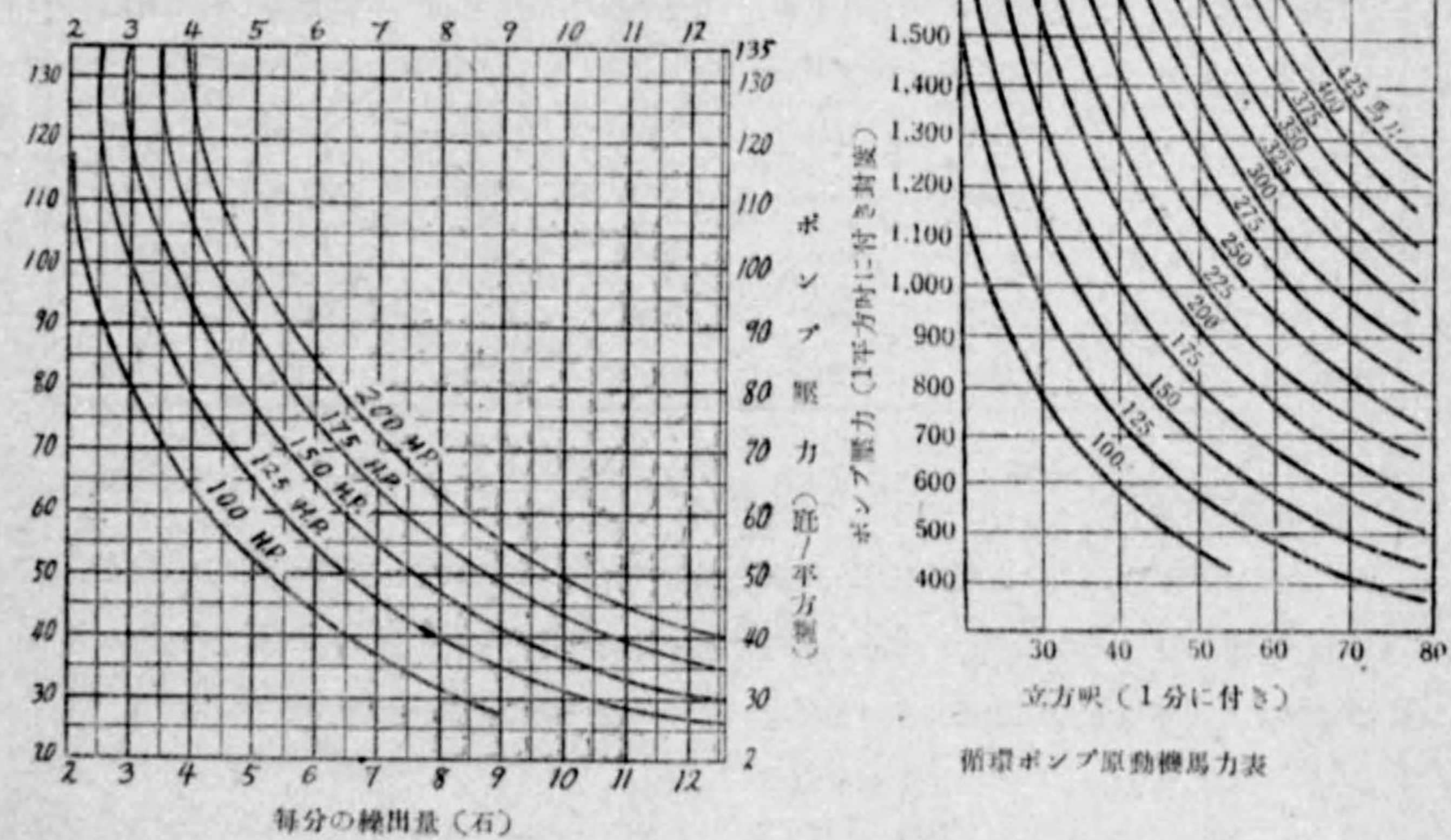
異なる回轉數と各種ライナーに對する掘整ポンプ繰出量表

(ストローク 14" ピストンロッド徑 2 1/4")



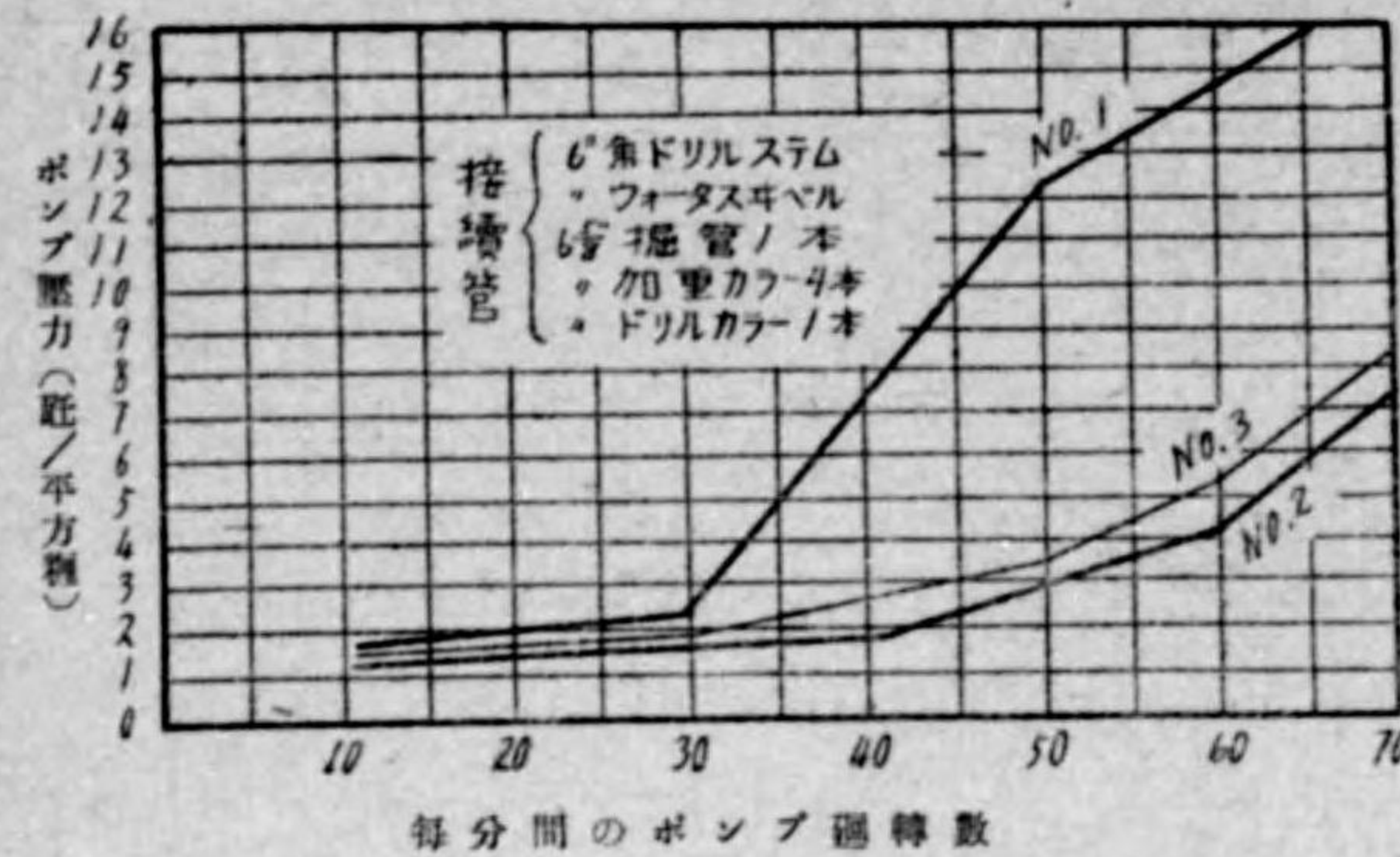
繰出量と壓力の變化によるポンプ消費馬力早見表

(7 1/4" x 14" パワー ポンプに對する)



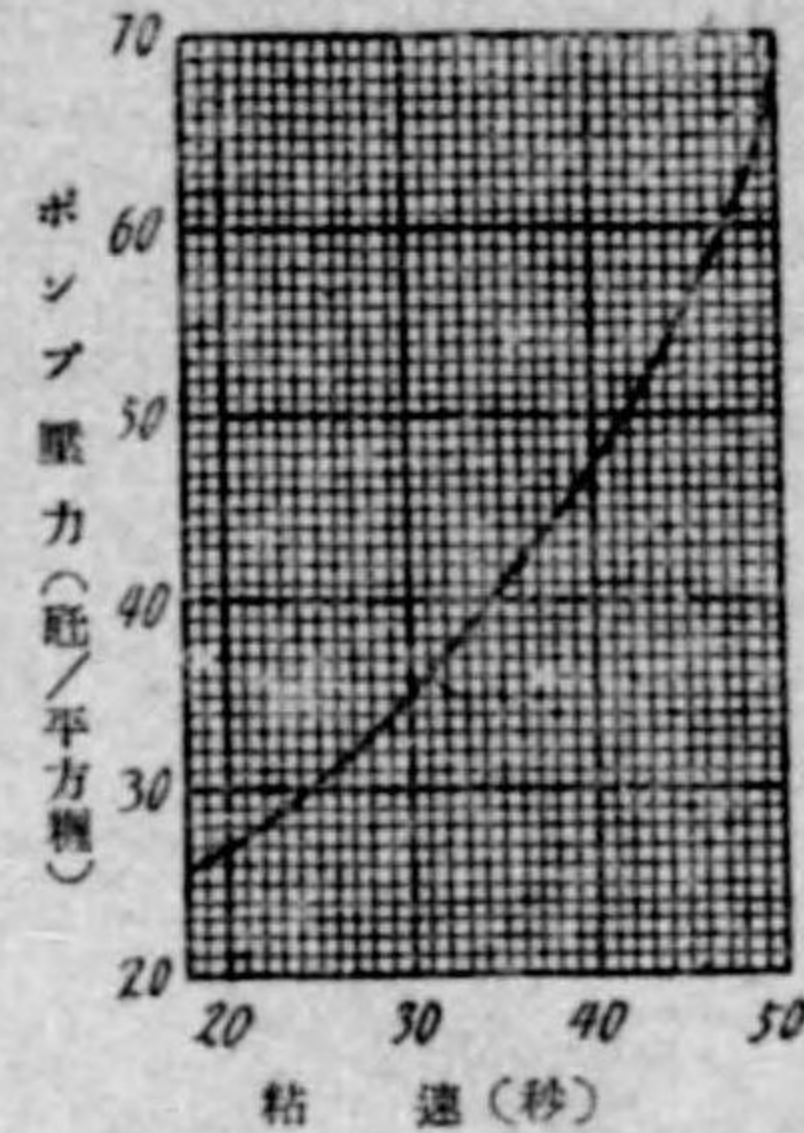
循環ポンプ原動機馬力表

5 1/4" x 12" ポンプ回転数と壓力の變化曲線圖



- 1 ポンプ式臺平行運轉
- 2 " 直結運轉
- 3 " 壹臺普通運轉

泥水の粘速とポンプ壓力の變化



- ポンプ 6" x 14" x 40 R.P.M
- 比重 1.63~1.68
- 掘管 4 1/2 D.P.
- 深度 1,100M~1,360M

米國で適當と考へられてゐる循環泥水の上昇速度 (毎秒呎) を示せば次の如くである。

深 度	600米	800米	1,200米	800米	1,500米	2,000米
ポンプの大きさ	5吋×10吋	6吋×12吋	6吋×12吋	7吋×14吋	7吋×14吋	7吋×14吋
坑 徑	7 3/4吋	12吋	7 3/4吋	15吋	10 1/2吋	7 3/4吋
掘管外徑	4 1/2吋	6 3/4吋	4 1/2吋	6 3/4吋	5 1/2吋	4 1/2吋
ポンプ回轉數	45	45	45	45	45	45
ポンプ効率	70%	70%	70%	70%	70%	70%
泥水上昇1秒間速度	1.13呎	0.95呎	2.5呎	0.77呎	1.7呎	1.8呎

(ロ) 原動機の馬力

「ポンプ」の原動機の馬力は、勿論坑徑・深度・掘管の種類・泥の性質・瓦斯の強さ・崩壊性の有無・其他の事情により大に異なるけれども、4 1/2吋掘管を使用し7 3/4吋坑徑にて坑井を仕上ぐるとし、各深度による普通状態の掘管に於ける「ポンプ」の最高限度を示せば次のやうである。

600 米以下	350 封度以下
900 "	500 "

1,200 "	600 "
2,100 "	800 "
3,000 "	1,000 "

泥水が坑井内を上昇する速度を1秒 1.7呎 (52櫃) と 2.5呎 (76櫃) との平均 2.1呎 (64櫃) 位とすれば、7 3/4吋坑徑にて掘管の外側を上昇して、坑口に送り出される泥の量は、1分間4石2斗位となるから、「ポンプ」壓力が各深度に應じて上記の程度と假定すれば、實驗の實例から歸納した「ポンプ」原動機の馬力は、大體次表の如くである。

深度と壓力並馬力の關係

深 度(米)	壓 力(封度)	運送所要馬力	原動機馬力
0~ 300	200	.....	.....
300~ 600	350	.....	.....
600~ 900	500	50 以下	75
900~1,200	600	75 以下	115
1,200~2,100	800	100 以下	150
2,100~3,000	1,000	125 以下	190

深掘には多くの場合、強烈の瓦斯或は或る程度の崩壊性の地層が殆んどつきものであるから、近來米國の實例は、上記の標準より多量の泥を送る様になつて居り、特に 2,000 米以上の深掘井にては、泥の上昇速度を1秒間4呎 (1.22米) 5呎 (1.52米) 或は其以上に居り、「ポンプ」能力や原動機の馬力も前記標準の 2~3 割倍、或は其れ以上にする傾向にあると云ふことである。

簡單なる「ポンプ」馬力計算法を示せば、次の如くである。

$$H.P. = \frac{\text{ガロン/毎分} \times \text{封度/平方吋}}{1713}$$

$$\text{或は} = \frac{\text{ガロン/毎分} \times \text{水頭呎}}{3957}$$

毎分 500 ガロンとし壓力を 300 封度とすれば、

$$H.P. = \frac{500 \text{ g.p.m.} \times 300 \text{ lbs/吋}^2}{1713} = 87.57$$

90馬力を要する。

又前記の深度と泥量の關係、深度と壓力の關係及壓力泥量馬力の關係表から、「ポンプ」の馬力を計算することが出来る。

〔例1〕 深度 3,000 米坑徑 7 吋の掘管に、3.5 吋掘管を使用する場合、何馬力の「ポンプ」原動機を使用するや。

解、深度と泥量の關係表より、4.5 吋掘管 9 吋徑坑の場合の循環泥水量は 80 立方呎である。故に 3.5 吋掘管 7 吋徑坑の場合の循環量は、

$$80 \times \{7^2 - (3\frac{1}{2})^2\} + \{9^2 - (4\frac{1}{2})^2\} = 49$$

即ち約50立方呎である。

次に深度と壓力の関係表から、3,000米深度の時の「ポンプ」壓力は、1,200封度であるから、壓力泥量馬力の関係表の曲線の50立方呎の處を縦に、1,200封度の處までたどるときは、250馬力と275馬力線の間即ち265馬力の假想線を得る。實馬力265馬力が必要であるから、原動機の馬力は2割倍の餘裕のあるものを使用せねばならぬことになる。

故に原動機の馬力は $265 \times 1.2 = 320$

即ち320馬力の原動機が必要となる。

〔例2〕

深度2,000米9吋徑坑を4.5吋掘管を使用して掘鑿する時の「ポンプ」原動機は何馬力のものを使用するか。

解、深度と泥量の関係表から、泥水量を1分間70立方呎とし、深度と「ポンプ」壓力の関係表から、壓力を800封度とすれば、壓力泥量馬力の關係曲線圖の曲線から、225馬力と250馬力との中間の假想曲線240馬力線を得る。故に原動機馬力を2割増しとみれば、 $240 \times 1.2 = 290$

即ち290馬力の原動機を使用すれば良いことになる。以上のやうに、「ポンプ」原動機の馬力は、送泥量と「ポンプ」壓力に依つて非常に異なるものであるが、大體壓力泥量馬力の關係曲線の2割増し位の馬力の原動機を使用すれば良いことになる。次に100~200回轉にて掘進する場合の「ポンプ」動力を示せば、大體次の程度のものを使用すれば良いことになつてゐる。

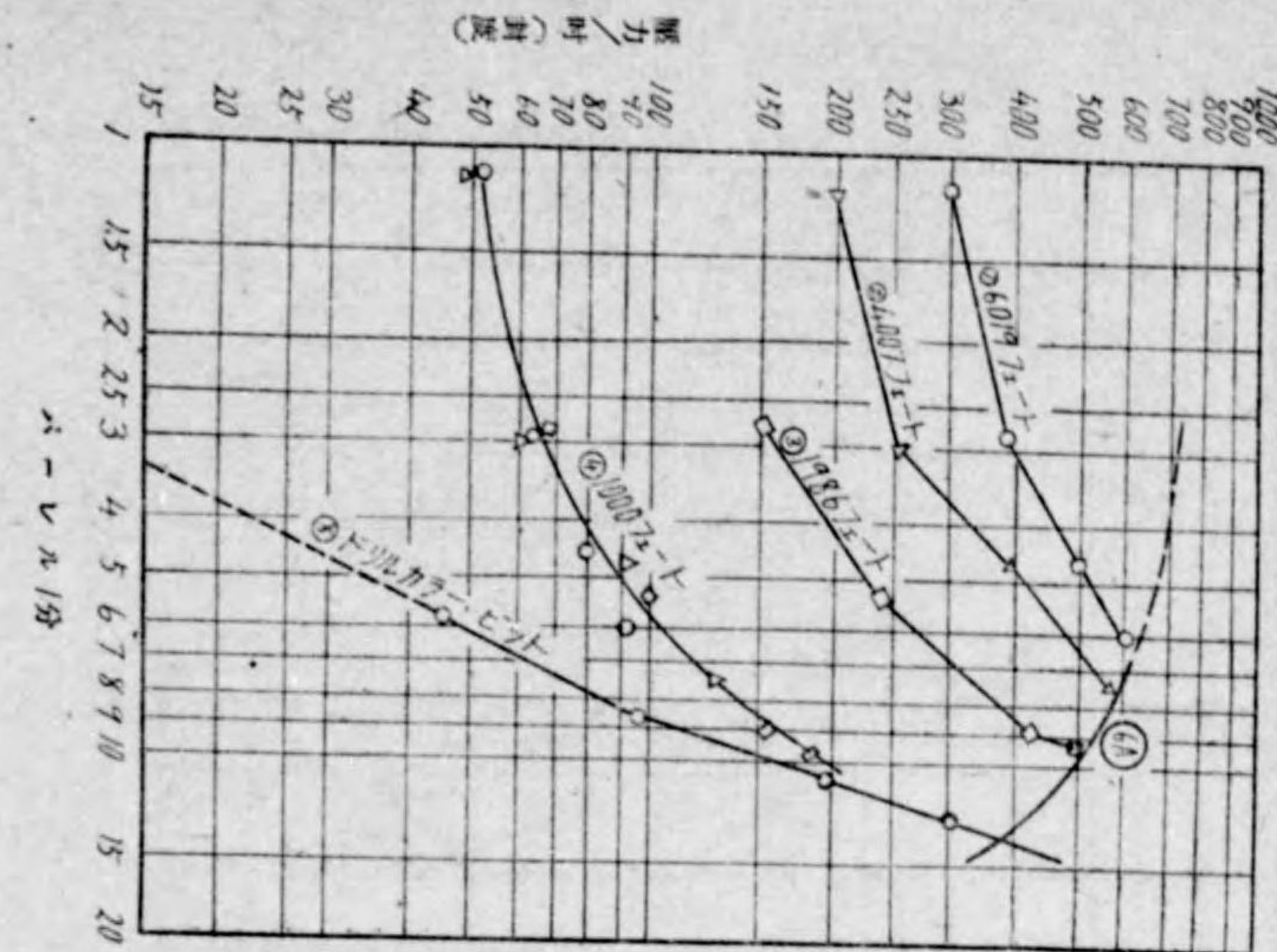
深度	5 1/2" 掘管 使用		4 1/2" 掘管 使用		3 1/2" 掘管 使用	
	13" 徑坑	11" 徑坑	11" 徑坑	9" 徑坑	9" 徑坑	7" 徑坑
600	150 馬力	100 馬力	100 馬力	75 馬力	75 馬力	75 馬力
1,200	200 "	150 "	200 "	150 "	200 "	100 "
1,800	300 "	250 "	300 "	250 "	300 "	200 "
2,500	400 "	350 "	400 "	350 "	400 "	300 "
3,000	500 "	450 "	500 "	450 "	500 "	350 "

(ハ) 循環に起る抵抗

泥水が「ポンプ」から坑井内に循環されて、「サクションタンク」に歸る間即ち1循環に起る抵抗は種々あるが、其の中一番大きな抵抗は「ドリルパイプ」内の抵抗である。故に坑井が深くなつても出来るだけ壓力を減じて、出来るだけ多量の泥水を壓送して掘層の上昇を可能ならしめ、粘着の爲に掘進を鈍らすが如き事は避けねばならぬ。然るに最近、深層へ掘り進められつつあるから、「ドリルパイプ」の延長は増加する一方であり、又種々なる場合に於て、出来るだけ多量の泥水を循環して掘進を容易ならしめなければならぬから、管内の抵抗を減ずる爲に「フルホールジョイ

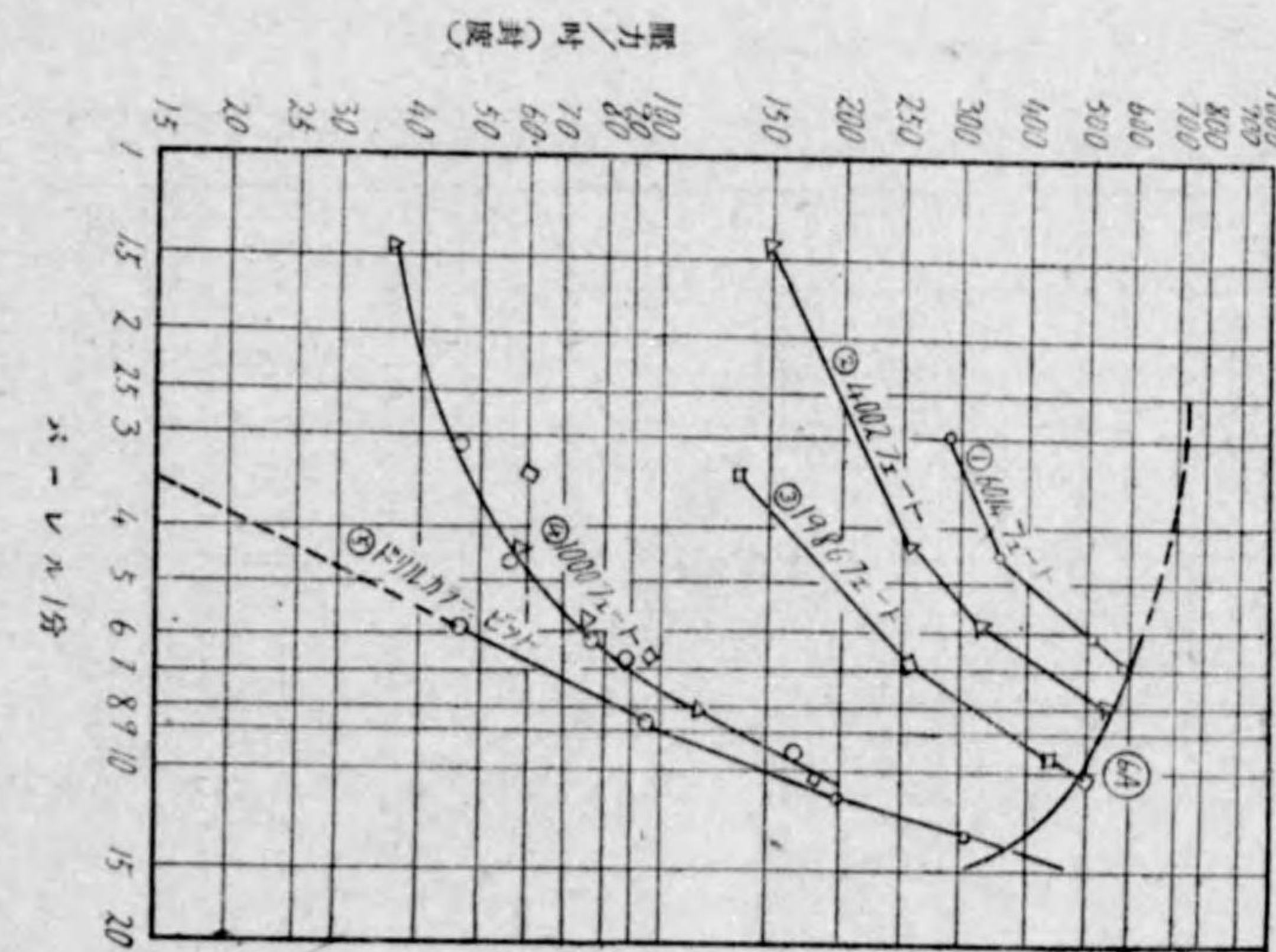
ント」が、次第次第に一般に使用される様になつた。

A圖は、普通「ツールジョイント」と「フルホールジョイント」とを使用した場合に起る壓力



4 1/2" ツールジョイント (普通ツールジョイント)

Fig A



4 1/2" ツールジョイント (フルホールジョイント)

の差を示したものである。例へば、1分間に「5パーレル」を循環する時に其の深度が約4,000呎(1,219米)であるとすれば、普通「ツールジョイント」を使用する場合は、400封度強であるのに

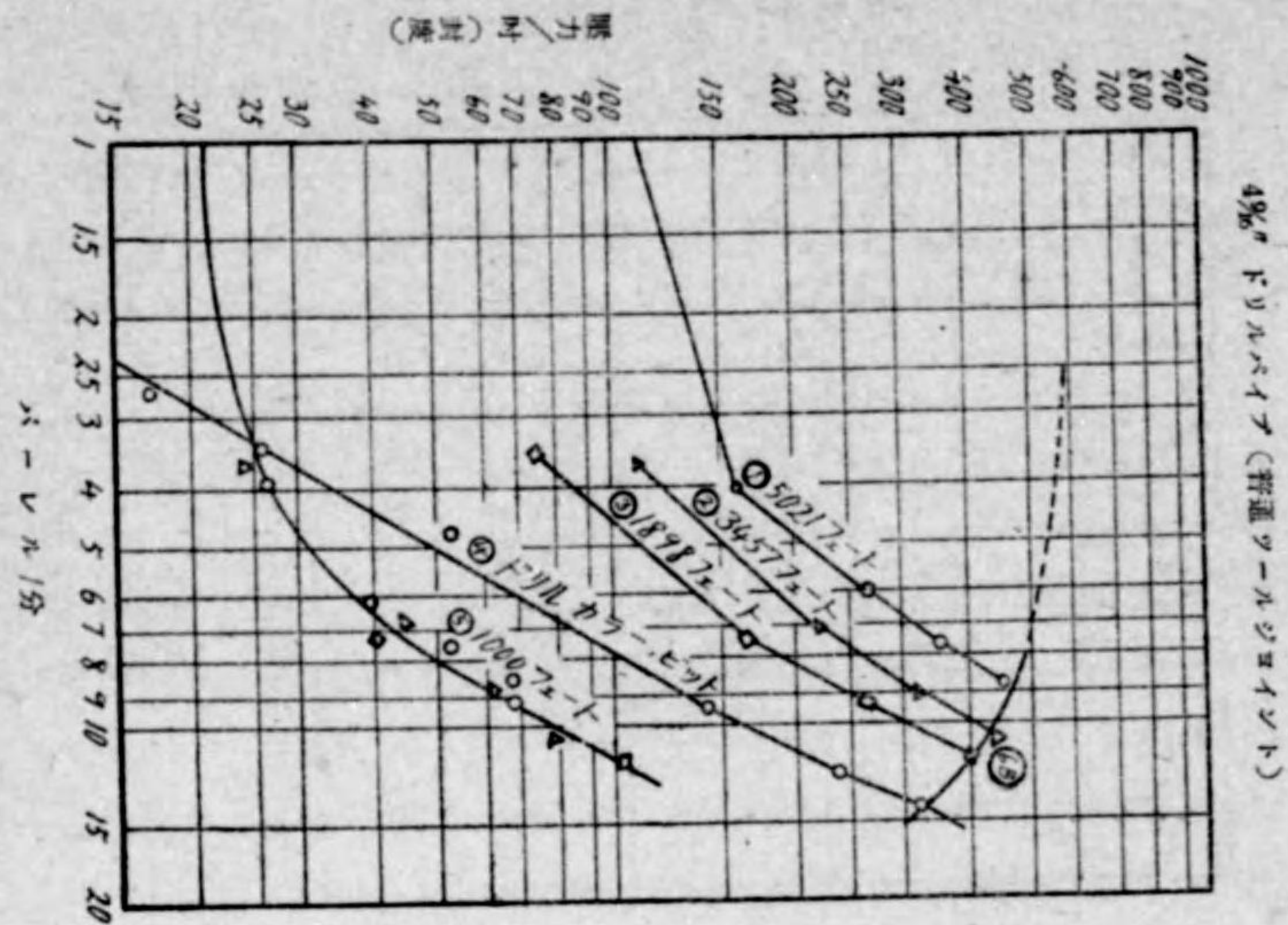


Fig A'

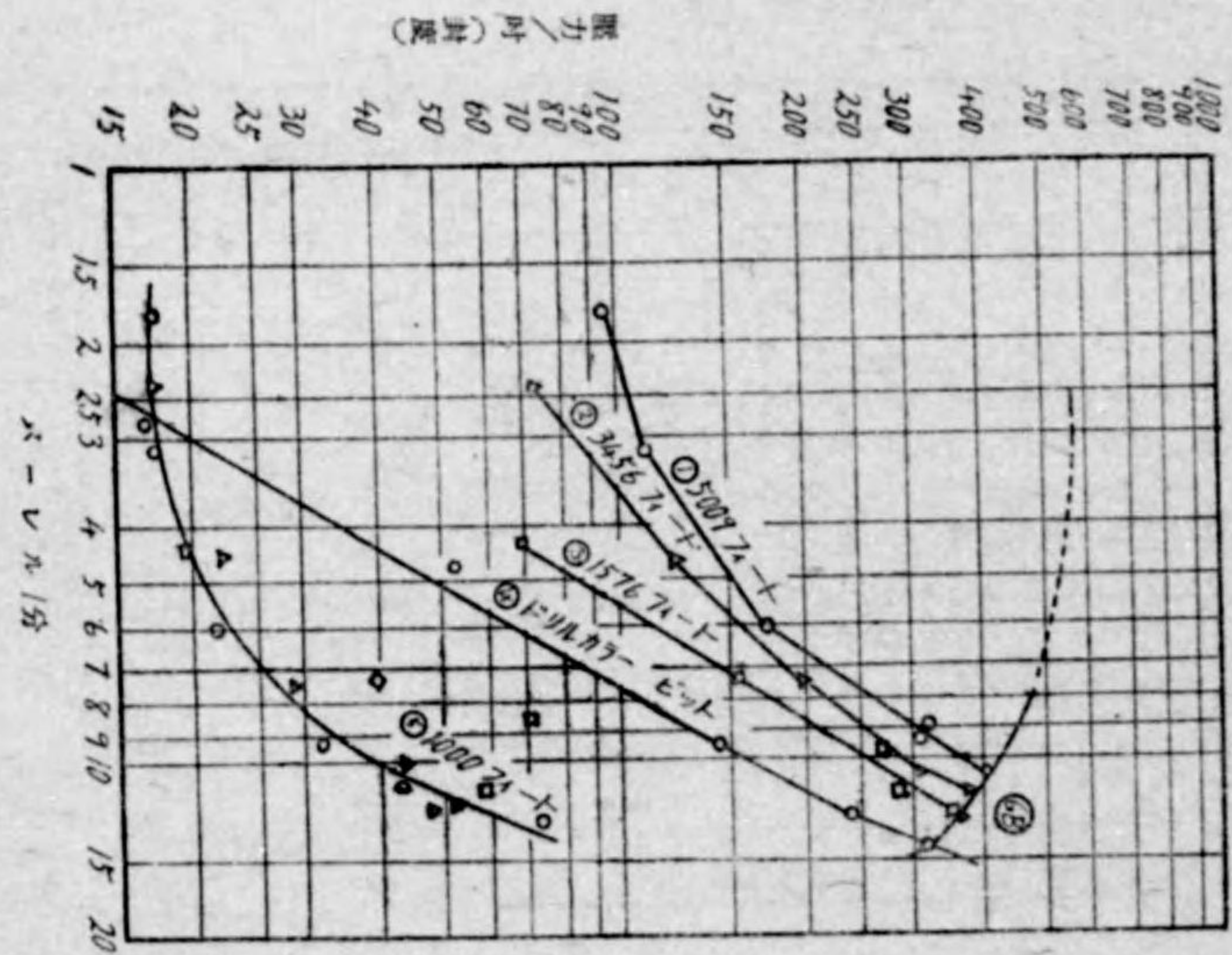


Fig B

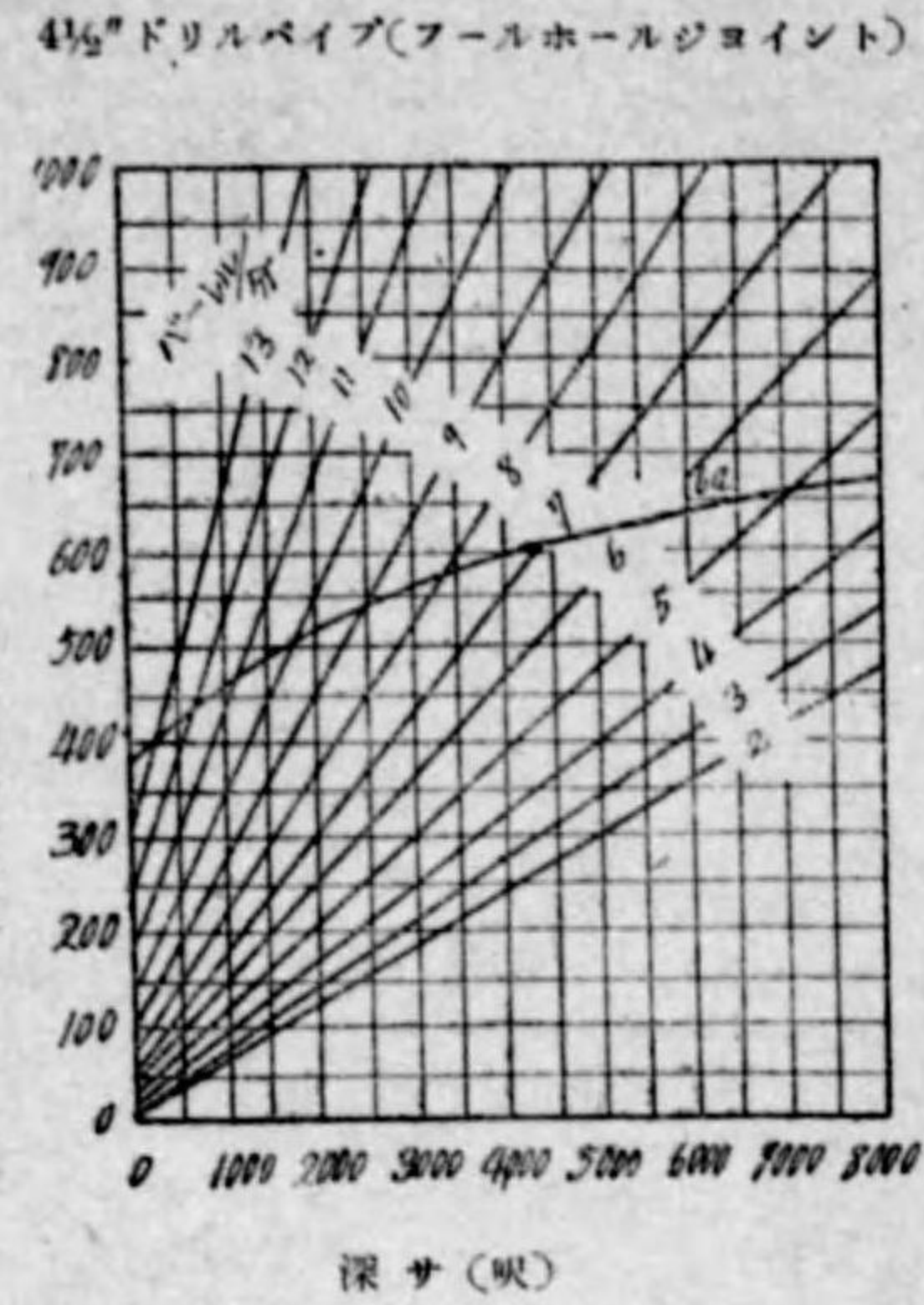
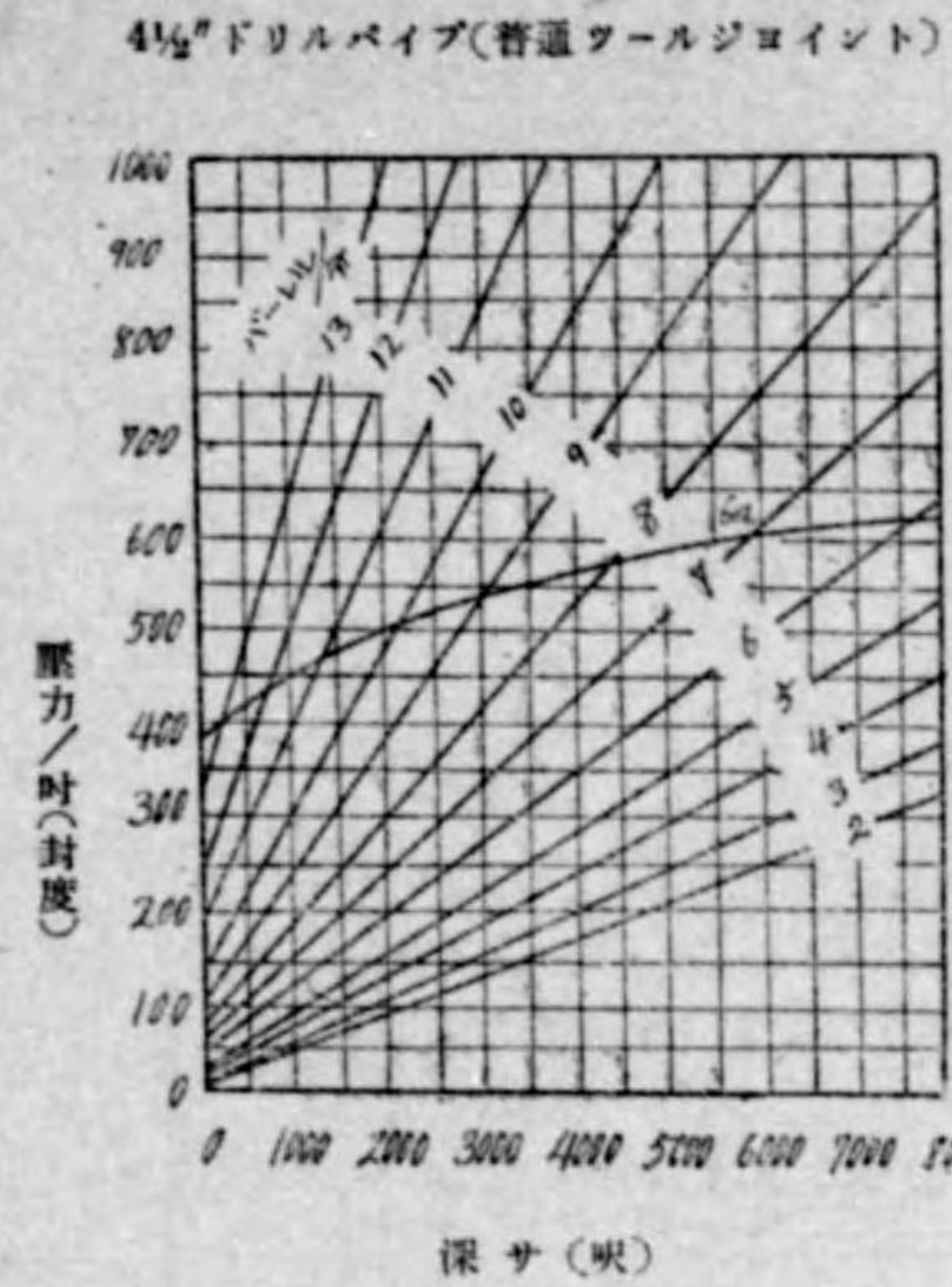
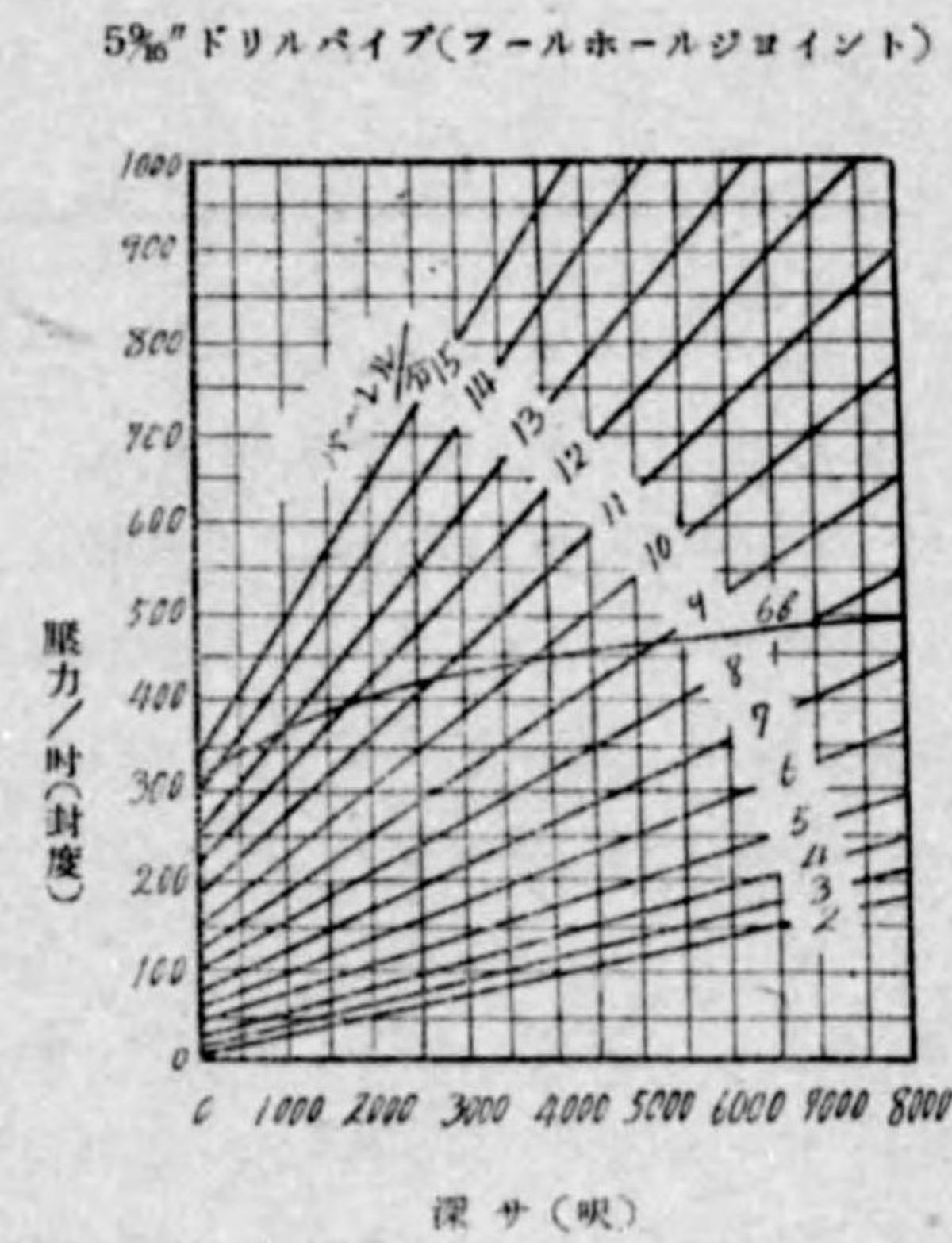
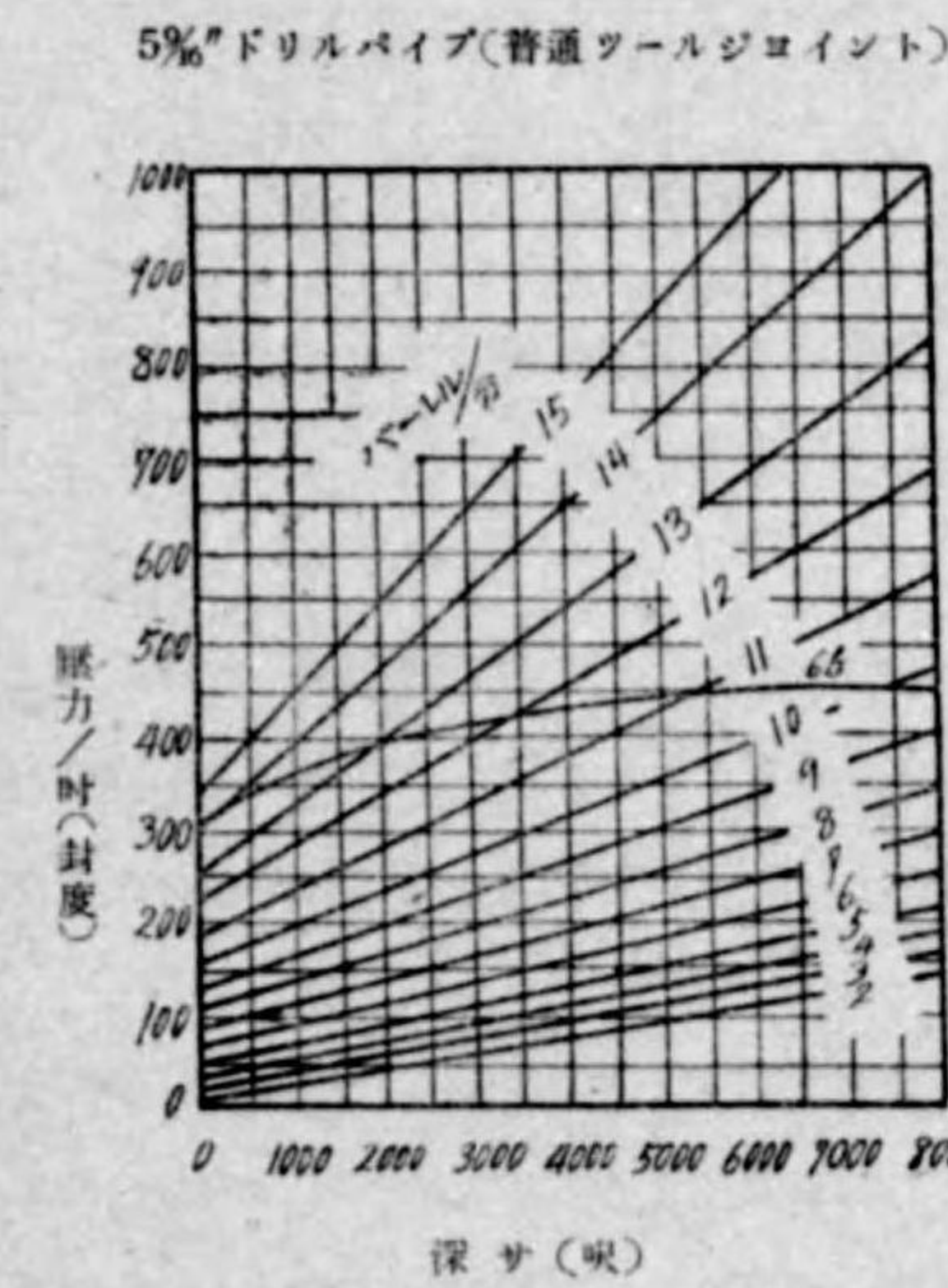


Fig B'



層を巧みに迅速に運び出すやうに、掘管の働き手が改善されつつある。

茲に「インターナルフラッシュドリルパイプ」と「ダブルストリームライン」の上昇速度及び「ポンプ」壓力の比較成績を示せば次の様である。

6 1/2 吋坑に毎分 200 ガロン流す實驗

	(T.J. の外徑)	(上昇速度)
3 1/2 吋ダブルストリーム掘管	3 7/8 吋	3.22 ^分 /分
2 7/8 吋インターナルフラッシュ掘管	4 1/8 吋	2.79 ^分 /分

5,000 呎 (1,524 米) × 12 1/4 吋 (坑徑) の坑井にて毎分 600 ガロン流す實驗

	(T.J. の内徑)	(ポンプ壓力)
5 7/8 吋 D.S.D.P.	3 1/4 吋	515 ^分 度/平方呎
4 1/2 吋 I.F.D.P.	3 3/8 吋	900 ^分 度/平方呎

「ツールジョイント」外徑(上昇流速の T.J. に於ける増加率) 6 1/2 吋坑に毎分 250 ガロンを流す實驗

	(T.J. の外徑)	(上昇流速の T.J. に於ける増加率)
3 1/2 吋 D.S.D.P.	3 7/8 吋	11 %
3 1/2 吋 I.F.D.P.	4 1/8 吋	46 %

6 1/2 吋坑 × 10,000 呎 (3,048 米) の坑井に 4 1/2 吋 D.P. を用いた實驗

	(T.J.)	[ガロン分]	[L.B.S./□"]	[上流速]	[上流速]	[増加]
	(D.P.)	(T.J.)	(D.P.)	(T.J.)	(T.J.)	(T.J.)
4 吋 D.S.D.P.	4 1/2 吋	250	785	3.26 ^分 /分	3.76 ^分 /分	15 %
3 1/2 吋 I.F.D.P.	4 1/2 吋	200	1020	2.33 ^分 /分	3.01 ^分 /分	29 %

次に「ダブルストリームライン」と「インターナルフラッシュドリルパイプ」との比較を示せば、次の如くである。

インターナル フラッシュ ドリル パイプ						ダブル ストリーム ライン								
パイプ		ツールジョイント		パイプ		ツールジョイント		パイプ		ツールジョイント				
外徑	重量	外徑	内徑	外徑	重量	外徑	内徑	外徑	重量	外徑	内徑			
2 7/8 吋	10.4	2.151	4 1/8 吋	2 1/2 吋	2 7/8 吋	10.4	2.151	3 7/8 吋	2 1/2 吋	3 1/2 吋	13.3	2.764	3 7/8 吋	1 1/2 吋
3 1/2 吋	13.3	2.764	4 1/4 吋	2 3/4 吋	3 1/2 吋	13.3	2.764	4 1/2 吋	2 1/4 吋	4 吋	13.43	3.312	4 1/2 吋	2 1/4 吋
4 1/2 吋	16.6	3.826	6 1/4 吋	3 3/4 吋	4 1/2 吋	16.6	3.826	6 吋	3 3/8 吋	5 吋	22.2	4.850	5 吋	3 3/4 吋
										5 1/2 吋	18.0	4.29	5 1/2 吋	3 3/4 吋
										4 1/2 吋	16.8	3.826	5 吋	2 3/4 吋

(二) 「ジェットング」の大小

「ジェットング」の大小は、1 分間に壓送する流水量の 3 乗に正比例し、「ビット」の孔の断面積の 2 乗に正比例するから、「ビット」の孔の断面積を小さくすればよいのであるが、それよりも 1 分間

の流出量を増加した方が「ジェットング」を強力にするに好都合である。

(6) 「ドリルパイプ」の機械的作用

「ドリルパイプ」の長さは、其の直徑の數百倍或は數千倍にも達するのであるから、地上の「ロータリーテーブル」と坑底の「ビット」との間に於て、相當の彈性的變形(力が除去された場合にはもとの正常の形に戻る)が起り得るのである。

「ドリルパイプ」は、普通の掘進状態に於ても、相當程度の撓力を受けて居ることは明かである。其の力の大きさは、「ビット」にかけられた荷重・「ドリルパイプ」の長さ・「ビット」の地層への喰込みの深さ、並に地層の破碎に対する抵抗の度合等により異なるものである。掘進に要する「ビット」の荷重は、「カラー」並に「ドリルパイプ」の一部によつて負荷されるものであるから、従つて其の下部は普通壓縮の状態に置かれるものである。

今假りに、「ビット」の荷重を 40,000 封度とし、之を 6 吋の「ドリルパイプ」に當嵌めるときは、約 1,400 呎(約 424 米)の重量に相當することになる。斯くの如き荷重を受けた 6 吋管 1,400 呎の細長い圓柱は、可成り曲げられ、また他の部分よりも大きな壓縮力を受けて居る譯である。而して坑底附近では、屈曲の変合が一層大きいことは必至である。

「ドリルパイプ」は、また屈曲して坑壁に接觸し抵抗を受け、極端の場合は可撓性の「コルク」柱抜ききの如き螺旋状をなし、「ビット」が地層へ突きささつたり或は之を掘り起して自由になつたりして、交互急激に變化する力を受けつつ廻轉してゐるのであるから、その偏心運動は亦極めて複雑である。何となれば、「ビット」の荷重・撓力及屈曲力等は、廣範圍に亘り變化する結果として、「ドリルパイプ」の螺旋状の部分は、常に一定せず上下に移動するものであるからである。「ビット」が地層への深い喰込みから脱せんとするときは、跳ね上らねばならぬが、斯る場合には「ドリルパイプ」に對し、大きな衝擊力が與へられることになる。

坑井が深くなるに従つて、「ドリルパイプ」の全重量の或部分は、これを「スキーベル」に荷はせねばならぬから、「ドリルパイプ」の上方は張力を受けることになる。斯くの如く「ドリルパイプ」には、状態を異にする上下の兩部分がある。即ち張力と撓力との作用を受けてゐる圓柱としての上方部分と、壓縮力と撓力との作用を受けてゐる下方部分の二つである。それ故に、「ドリルパイプ」には張力もまた壓縮力も存在しない、唯廻轉による撓力のみが作用して居る中立の點があるべきである。而して「ドリルパイプ」に對して、之を破損したり振切つたりする様な力がかかることがある。斯の破損の生ずる箇所は、一般に最大の屈曲力並に壓縮力が作用する「ドリルパイプ」の下部即ち「ビット」の近くである。

この「ドリルパイプ」撓切れを惹起せしむる主なる原因としては、材質の疲れと掘進中「ビット」

が地質に深く喰ひ込み、次いで夫れが自由となる場合に烈しく振動したり跳び上つたりすることにより生ずる衝撃力等が考へられるのである。

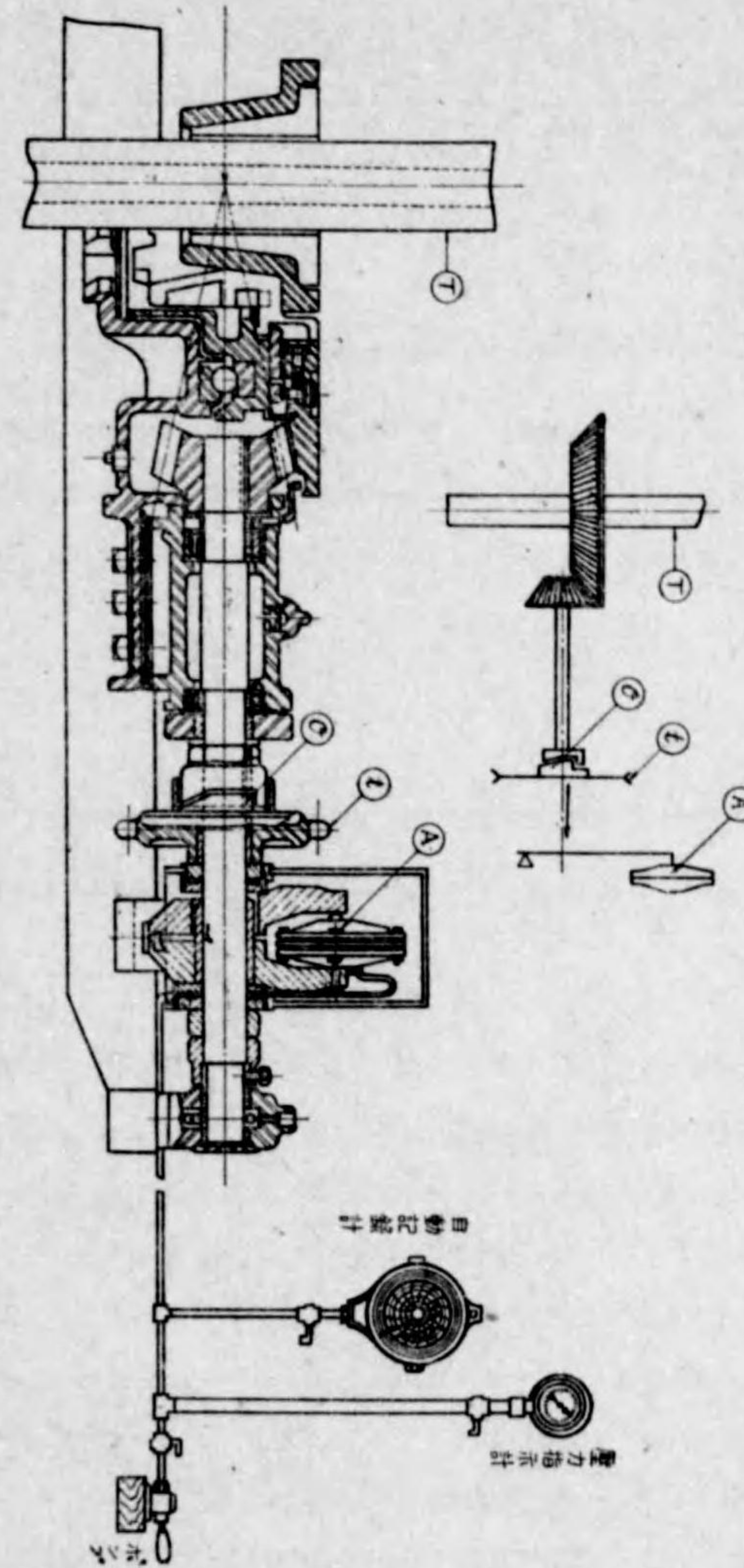
材質の疲れによつて起る金属組織の變化は、掘管の捻切れを助長せしむる恐れがある。これが結局多くの時日と費用とを要する採揚作業を招來せしむるものであるといふ見地から、掘管は或る程度使用したならば、之を他の坑外作業に流用するのが一般の慣しである。然らばどの程度の掘撃に使用したならば、他に流用すべきかといふことに就ては、種々の意見があるが、一般には1呎の鐵管で5呎の孔が掘れると言はれてゐる。言ひ換へれば、一建の「ドリルパイプ」にて或る與へられた深度に對し五坑井掘られると考へられて居る。

(イ) 「トーションメーター」

ロ式に於て、掘管を捻切る力を機械的に測定して、掘進作業を正確に調節し事故を豫防せんとするために、「トーションメーター」が考案された。ロ式掘撃に於ける「ビット」双先の掘進作用は、掘管の重量と廻轉運動とによつて與へられる。従來は「ウェイトインチケーター」の指示によつて、「ビット」の双先に掛る荷重の一部を知り、「テーブル」の音響・廻轉の遲速等の經驗技術によつて、掘管に働く捻切る力を判断して掘進したのである。而して「ウェイトインチケーター」も前述のやうに深掘となれば、淺掘の様には正確ではないのである。然るに双先の掘進抵抗は、掘管の廻轉運動によつて傳達されるのであるから、此の力を測定せば撃手は掘進作業を順調に進むことが出来る理である。これは淺掘には左程必要ではないけれども、深掘になるにつれて掘管の徑が小徑となり、且つ坑内摩擦抵抗も増大するから、荷重の指示よりも寧ろ捻切る力を測定する事が必要である。

此の装置は圖に示すやうに、測定器を「ロータリーテーブル」の「ビニオンシャフト」に装置し、「シャフト」の捻扭力を勾配傳達によつて推力に替へ、之を「ダイヤフラム」に傳へ其の變形に依つて一定器中の液壓を上昇せしめ、其の液壓を壓力計にて讀むか、又は自動的に記録せしむるのである。ロ式掘進に於ては、捻扭力は常に「ビット」の送りに比例するから、今「トーションメーター」を使用して掘進するとすれば、先づ坑心の屈曲による摩擦抵抗を豫知し、然る後「ビット」先きの送りに對する捻扭力に頼る事となるので、掘管に對して安全に掘進を進めることが出来る。硬質砂岩に對しては、大なる捻扭力を呈するけれども、軟質の頁岩に對しては、往々送り即ち掘進速度と「ポンプ」排泥作用とが伴はない爲に、「ウェイトインチケーター」の指針による「ビット」荷重を増大すると、「トーションメーター」の指針は捻扭力の増加を示さない事がある。これは「ビット」双先きが粘着性頁岩の爲に、塊状となつて其の對應面積を増し、掘進率の甚だ鈍くなつた事を示すのである。この場合に過大の「ビット」荷重をかければ、坑心が屈曲するからこれに制限が

必要である。結局捻扭力と「ビット」荷重とに一定標準を定めて掘進すれば、最も効率の良い作業が得られる譯である。



20° ロータリーテーブル用トーションメーター据付圖

次表は、各種掘管の捻転力と荷重限度表を示したものである。5¹/₁₆吋掘管に対しては、捻転力は158,000吋封度であるに対して、2⁷/₈吋掘管にては30,000吋封度に過ぎない。此等の點に注意して作業に當る事が大切である。

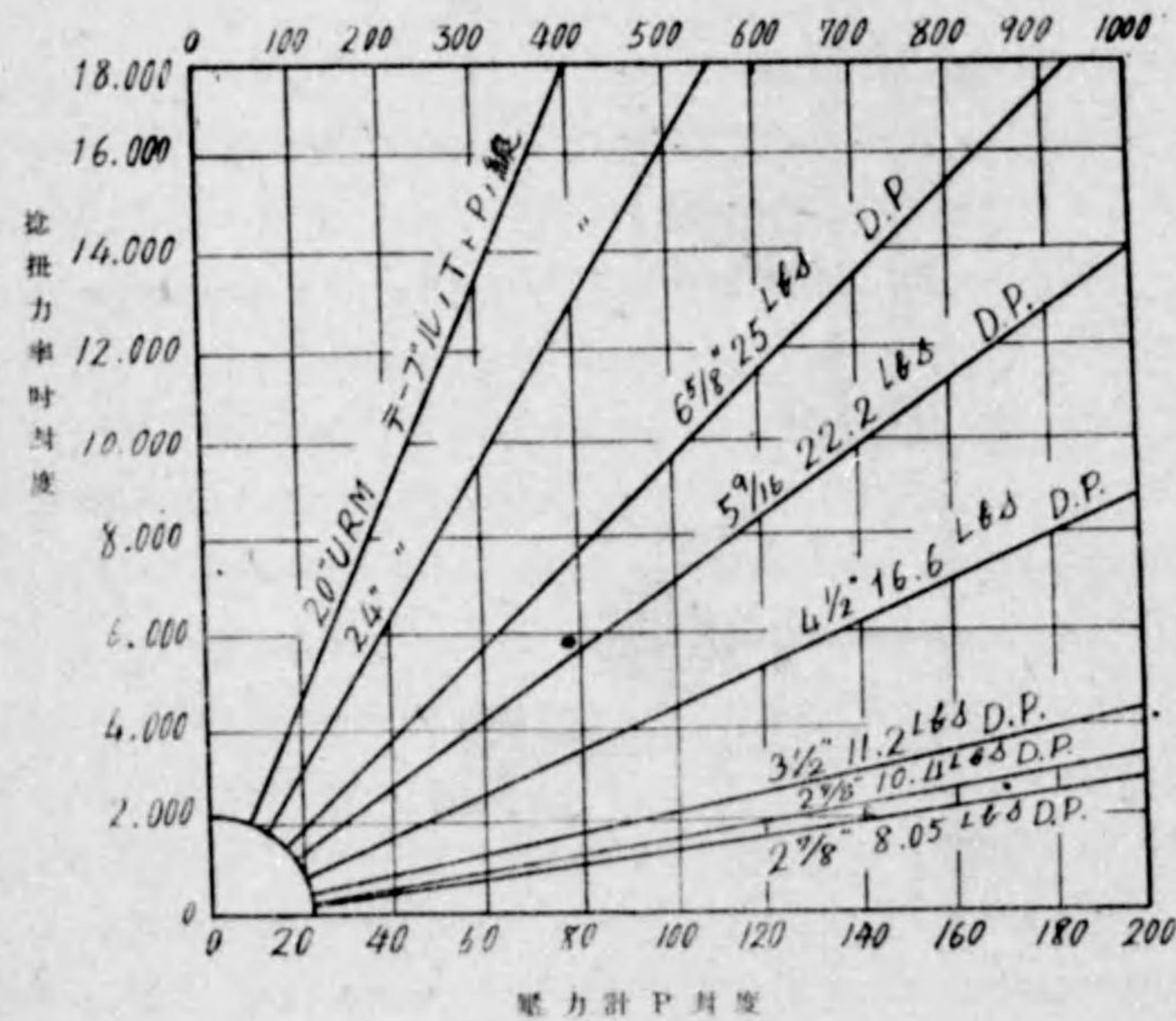
各種掘管の捻転力及荷重限度表

掘管の種類 徑	重量 封度	トーションメーター	捻転力	インテグラー
		制限壓力 封度	封度	制限荷重 封度
2 ⁷ / ₈ 吋	10.4	14	30,000	7,000
3 ¹ / ₂ 吋	11.2	18	40,000	8,000
4 ¹ / ₂ 吋	16.6	32	72,000	12,000
5吋	25.2	70	158,000	20,000

次ぎの「トーションメーター」の計算圖表は、使用壓力・捻転力・壓力計の關係を示したものである。其の作用中の壓力を知れば、其の使用し得る掘管の種類別に依つて捻転力を知り得るから、上記の限度表と比較してこれ又多大の便宜を得て、作業上に安全率を増加することが出来る。

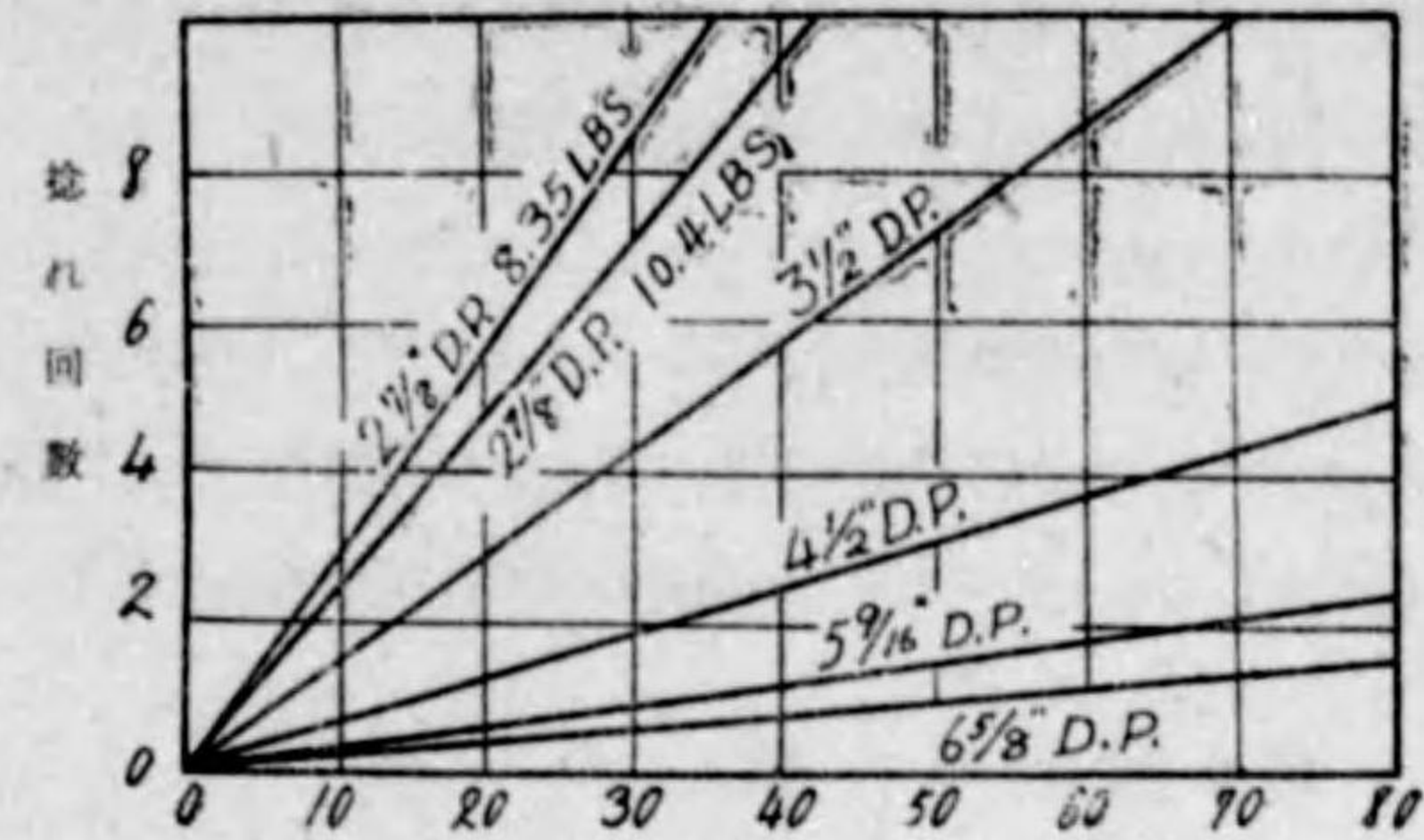
トーションメーター計算圖表

使用内力fs封度



次表は、深度1,000米に対する掘管の捻回数と、「トーションメーター」の指示壓力を示した表である。これによつて使用中の壓力を知れば、其の使用中の掘管の捻回数を直に知ることが出来る。

深度千米に対する掘管捻回数



$$l = \frac{32 P l}{\pi (D_1^4 - D_2^4) E_s} = \frac{32 P 39371}{\pi (D_1^4 - D_2^4) \times 12,000,000} = \frac{P}{\pi (D_1^4 - D_2^4) 9.53} = \frac{L 57.29}{360}$$

T = 掘管の捻れ
Es = 12,000,000
l = 1,000 = 39371
P = トーションメーター指示壓力
D₁ = 掘管の外徑
D₂ = 掘管の内徑

各種掘管の結局捻回数

坑井深度	6 ⁷ / ₈ 吋 D.P.	4 ¹ / ₂ 吋 D.P.	2 ⁷ / ₈ 吋 D.P.
100	.43	.59	.92
200	.86	1.18	1.83
300	1.29	1.76	2.75
400	1.72	2.35	3.66
500	2.15	2.94	4.58
600	2.58	3.52	5.50
700	3.01	4.11	6.41
800	3.44	4.70	7.33
900	3.87	5.28	8.24
1000	4.30	5.87	9.19
1100	4.73	6.46	10.08
1200	5.16	7.05	10.99
1300	5.59	7.63	11.91
1400	6.02	8.22	12.82
1500	6.45	8.81	13.74
1600	6.88	9.39	14.66
1700	7.31	9.98	15.57
1800	7.74	10.57	16.49
1900	8.17	11.15	17.40
2000	8.60	11.74	18.32

左の圖表は、各種掘管の結局の捻回数である。これによれば其の使用する掘管と、掘進中の深度とを比較して、その捻回数を知り、結局の捻回数をその深度によつて、捻回数を調節することが出来る。小徑の掘管を相當の深度に降下して掘進してゐる際に、相當の捻回数になつて居る事を知る時は、驚かざるを得ないのである。

(ロ) 「トルクゲージ」(捻力測定器)

「マーチンデッカー」の「トルクゲージ」は、掘鑿用汽機の蒸汽の入口に於て、其の壓力を測定するものである。この壓力は、廻轉中の「ドリルパイプ」にかかる捻力の増減に従つて變化することを利用したものである。即ち「ビット」が磨滅し

たとか、張り付きが出来たとか、或は坑井が屈曲した様な場合には、「ドリルパイプ」と坑壁と摩擦等のため一層高い蒸気圧を必要とし、又地層の変化に應じ其の壓力も直ちに變化するから、撃手はこの「ゲージ」を見て上述の如き種々な状態を判断して、適宜に調節することが出来るのである。

「ロータリーテーブル」に依つて掘管に與へらるる撻力は、掘鑿に費さるる「エネルギー」と「ドリルパイプ」内の「振り歪み」に對應する撻力を知るに都合の良い尺度であるから、蒸気掘に於ける「スロットバルブ」の「エンヂン」側にある記録壓力計は、また「ドルクインヂケーター」の役をなし得るのである。

又電動機が使用される場合も前と同様な考へから、「ドリルパイプ」の廻轉中に費さるる電力の變化を測定して、「ドリルパイプ」にかかる撻力を調節することが出来るので、電機掘に於ては電動機に供給する動力を記録する「ワットメーター」が同様の目的に使用されてゐる。

第6節 掘鑿の要件

坑井を掘鑿するに二大要件のあることは、綱掘掘鑿の際に色々の例によつて説明した通りであるが、撃井方法の如何を問はず共通の備ふべき要件がある。

先づ第一に、坑井の眞圓眞直と云ふ事である。之は撃井の原則であつて、掘鑿中に起る種々な故障や失錯等は、大部分此の眞圓眞直でない事に由るものであると云つても過言ではないのである。

如何にせば眞圓眞直の坑井が掘れるか、又これによつて起る種々の故障を防ぎ得るかの方法については、順次述べることにするが、此處では此の眞圓眞直が如何に大切な事柄であるかに就いて述べる事とする。

綱式掘鑿に於けるその掘鑿作用は、「ビット」の上に重りを附して、これを「ワイヤロープ」にて吊し、これに上下運動を與へて、丁度一條の「スプリング」が作用するがやうに、「ワイヤロープ」の伸縮によつて坑底を衝撃して掘り進むのであるから、理屈から言へば眞圓眞直に近い坑井を掘鑿する事が出来る理である。綱式はなほ掘り進むに従つて挿入管を追降して進むのが普通であるから、若しも坑が眞圓眞直でないならば、追管が出来なかつたり又迫り込んだり或は挿入管の昇降が困難になつたりして抑留されることもあるから、綱式に於ても出来る限り眞圓眞直の二大要件を厳守して行かなければ、掘進を繼續して行くことが出来ないのである。

ロ式掘鑿に於ける掘鑿作用は、長い「ドリルパイプ」に「ビット」を接續して、適度の荷重をかけて掘進するのである。然るに坑口から100米内外までは、「コンダクター」管が降下してあるのみで、それ以下は或る深度まで即ち遮水個所或は瓦斯層、油層等に達するまでは、「ケーシング」を降下せず裸坑のまま掘進するのが一般であるから、或る程度までは眞圓眞直が缺けても、掘進す

るのには何等差支へが無いので自然氣も付かず、「ケーシング」を下げてみて始めて坑が不正であることを發見し、矯正しなければならぬと云ふ事になることもあるから、ロ式に於ては綱式よりも一層眞圓眞直の二大要件を厳守しなければならぬ。

綱式に於てもまたロ式に於ても、坑が眞圓眞直であれば従つて掘進も増大し故障も未然に防ぎ得るので、誰しも希望して居る所であるが、併し實際問題として餘り眞圓眞直に重點を置くときは、掘進率が上らぬのである。これに反し掘進率の増大にのみ重點を置くときは、眞圓眞直と云ふ事が等閑になりがちである。要は程度問題であつて、眞圓眞直を望むと云つても又掘進率をあげると云つても、自ら限度のあることを忘れてはならぬ。またロ式は綱式に比較して、深掘の場合が多いのであるから、萬一故障を生ずるときは、その障害も甚大であると云ふことを念頭に置かねばならぬ。その故障中には、(1) 掘鑿中に起るもの、(2) 掘鑿を完了して採油井になつた後に起るもの、(3) 廢坑の際に起るものがある。

1. 掘鑿中に起る障害

(1) 綱式に於ては、掘鑿器の磨滅・折損・撻子戻り或は抑留又掘網の損傷・切斷等が頻發する。

ロ式に於ては、掘鑿管の撻切れ・磨損・抑留等が屢々起る。

(2) 地上装置を破損し、又動力を徒費する。

(3) 坑壁の崩壊を誘起し、掘鑿困難に陥る。

(4) 豫定の鐵管の挿入が困難となり、鐵管の抑留・切斷等種々の故障が起る。

(5) 完全なる遮水を望むことが、困難となる。

(6) 多くの失錯や故障の原因となり、且つそれが復舊困難にして、坑井の完掘は望まれない。

(7) 隣井の採油に、障害を及ぼすことがある。

(8) 垂直の場合よりも屈曲せる爲に、それ丈け餘分に掘鑿せねばならぬ。又挿入鐵管類も、それ丈け餘分に要することになる。

(9) 屈曲のため、油脈を外れる恐れがある。

(9) は最も重要な事であつて、油脈を外れると云ふことは、一坑井を無駄掘した事となり、其の損失は甚大である。又各油井の間隔は非常に重要な事であるのに、坑井が屈曲すれば地上に如何に正確に且つ適宜に定めても、最も大切なる油層の箇所近過ぎるとか又離れ過ぎるものが出てくることになり、地上に於ける嚴密なる坑井位置の撰定も全く無意味となるのである。

今假に坑井が同一方向に10度傾斜して掘鑿されたものとして、その傾斜深度即ち實掘深度、並にその垂直深度及其の移動距離、即ち屈曲のために起る井戸心の移動する水平距離等の關係を示せば、次表の通りである。

傾斜深度	垂直深度	移動距離	傾斜深度	垂直深度	移動距離
100 米	98.4 米	17.3 米	1,500 米	1,477.2 米	260.4 米
300 米	295.4 米	52.1 米	2,000 米	1,969.6 米	347.3 米
500 米	492.4 米	86.8 米	2,500 米	2,462.0 米	434.1 米
700 米	689.3 米	121.5 米	3,000 米	2,954.4 米	520.9 米
1,000 米	984.8 米	173.6 米	4,000 米	3,939.2 米	694.6 米

上表の如く、坑井が同一方向に 10 度屈曲した場合には、4,000 米掘鑿してもその垂直深度は 3,939 米 2 となり、60 米 8 を損する事となる。又井戸心の移動する距離は、694 米 6 となり、油脈の中心を掘りたる積りの坑井が、油脈を外れぬとも限らぬ。故に試掘井が油脈を採掘してゐる場合には、一層感を深くするのである。

2 採油井となりたる後の障害

油井となりたる後の坑井が、屈曲せる爲油井に及ぼす障害を挙げれば、下記の如くである。

- (1) 地表に於て、一定の間隔を以て掘鑿せられた油井が、屈曲の爲に其の間隔が失はれること。
- (2) 採油「チュービング」の損傷が、甚だしきこと。
- (3) 採油「ポンプ」の損傷が、甚だしきこと。
- (4) 「サツカーロット」の損傷が、甚だしきこと。
- (5) 摩擦増加の爲、採油動力を損すること。
- (6) 採油井の故障が起り易く、従つて其の改修に多大の費用と時間を要すること。

以上の如く、油井が屈曲せる爲に種々の障害が起るが、油井の深度が浅ければ、その障害はそれ程甚大でないけれども、油井の深度の増進するにつれて、其の障害は益々甚大となるのである。

3 廢坑の際に起る障害

廢坑井と決定して廢坑作業に及ぼす障害は、下記の如くである。

- (1) 「ケーシング」打揚作業に際して、「ツールズ」の折傷を來すこと。
- (2) 「ケーシング」の引揚げが、困難となること。

廢坑井に於て、「ケーシング」引揚中に「ツールズ」の「ピン」を折傷したり、打揚げ「ジャールス」を切傷したりするのは、皆坑井を掘鑿せる時に、屈曲せるまいに「ケーシング」を挿入したる結果であつて、綱式の際に述べたやうに、「ツールズ」が横より打撃される状態となり、障害を起すのである。又「ケーシング」の感じが出て居り中々引揚げが出来ぬ時、「ジャック」にて引張れば一層感じが無くなるのは、坑井屈曲の結果に外ならないのである。

第二に注意すべき事柄は、特に試掘の場合であるが、地下の地質状態は勿論水層、瓦斯層又は油層等の位置、並に夫れ等相互の関係等を明確に了察することである。若し事情が許せば、油及瓦斯

並に水の量は一々試験して進むことが望ましいのである。

たとへ貧弱なる油層であつても等閑に附すべきではない。僅か離れた位置に於ても、豊富なる油層となつて居る場合があるからである。この事は、採掘地に於ても留意すべきことであつて、油層の保護又は遮水作業等も後に述べるやうに、鑿井上の重要な条件の一つである。

以上の如く、掘鑿の要件を缺いた爲の障害は、その深度を増加する毎に甚大となるのであるから、掘鑿井の屈曲變形殊に屈曲の原因を研め、これを豫防することは肝要である。

第 7 節 坑井屈曲の原因と豫防

「ロータリー」式掘鑿に於ける坑井屈曲の原因は、從來種々論議的となつて、其の原因を究め、これが豫防並に矯正手段を講ずる爲に、色々研究されたものである。

近年は、信頼すべき坑井測量機械の發達によつて、坑井の屈曲してゐる位置が明確に測定されて、掘鑿記録と比較對照することが出来る様になつた。

次に坑井屈曲の原因と考へられるものを列挙して、これに對する豫防に就いて述べることにする。

- (1) 坑井を、眞直に掘り始めること。
- (2) 「ビット」は、適當の荷重を負荷すること。
- (3) 「ビット」の摺擦を誤り或は形状大さの不適當なものを、使用せざること。
- (4) 「ビット」の直上に屈曲する憂ひのなき「ドリルカラー」を使用すること。
- (5) 掘管を坑井の中心に保たせる爲に、「ガイド」又は「リーマー」を使用すること。
- (6) 泥水循環を、適當に行ふこと。
- (7) 循環泥水の比重を適當に保たしむること。
- (8) 坑井の屈曲を認めたる場合には、速かに之を矯正すること。

(1) 坑井を眞直に掘り始める事。

何事も事の始めが大切であるが、坑井の掘鑿もまた同様に掘り始めが最も大切である。若しも垂直に掘り始めねば、眞直の油井は得られぬ。垂直に掘り始める爲には、先づ槽装置並に掘鑿機構の中心を狂はさない様に据付けねばならぬ。次に「ブロック」・「スキーベル」・「ステム」等の中心線は坑心を通る鉛直線と一致せしめ、「コンダクターパイプ」は坑心に合せ垂直に挿入すべきであつて、その据付けには特に注意が拂はねばならぬ。

掘鑿當初は、「テーブル」より上の部分の重量が下の部分よりも大きく、「ステム」の頭部は頭を振り「ビット」は揺動木状の運動になりがちである。また「ロータリーホース」の重量が一方側に加

はるから、これ等を防ぐために「テーブル」上の適當の個所に案内装置を設けるとか、或は「テーブル」の廻轉数を加減するとか、意を用ひて不正規の運動を防止せしめなければならぬ。又坑口に近き地質が硬盤である場合は、成る可く震れぬやうに「ビット」には段付「ビット」を用ひる等、「ビット」の型式にも注意が拂はれねばならぬ。

(2) 「ビット」に適當の荷重を負荷する事。

坑井屈曲の最大原因は、「ビット」に與へられる壓力の過大なることである。

綱式の如き「ワイヤー」の伸縮を利用する上下運動でさへも、下げすぎる時は屈曲し易いのであるから、 \square 式の場合は特に「ビット」に適當の荷重を負荷するやうに努力せねばならぬ。

然らば「ビット」の荷重を始め何程にすれば最もよろしいかと云ふことは、地層の性質・「ビット」の種類並に大き等によつても左右せられるのであるが、如何なる場合にも眞圓眞直の坑井を掘鑿する爲には、過大なる「ビット」への荷重は避けねばならぬ。若しも過度の荷重を掛くときは、坑心の屈曲・掘管の屈撓又は掘管の振り切り等を惹き起すのである。然し乍ら徒らに吊り掘りする事もまた押し掘り同様、坑井屈曲の原因の主因ともなるのであるから意を用ひねばならぬ。要は間斷なく、必要にして、しかも充分なる壓力を「ビット」に與へ置くことが肝要である。

而して坑井の屈曲を防ぐために、「ビット」への荷重を自動的に指示し得る「ウエイトインジケーター」が考案せられてゐる。

また現今米國にては、掘進に應じて掘管を伸し「ビット」の荷重を適度に保つ事は、人力にては不完全であると云ふ見地から、機械力で自動的に掘管の送りを行ひ得る、自動掘鑿機が3種類も發明されてゐる。日本石油會社では「ヒルドデフアレンシャルドライブ」式を試用してみた事があるが、この式を用ゆれば過大の荷重は絶対に掛らぬから、従つて坑心の屈曲を免かれることが出来る。

(3) 「ビット」の撰擇を誤り或は形状大小の不適當なものを使用せざること。

坑井を眞圓眞直に掘鑿するには、地質其他の事情を考慮して、これに適應する種類の「ビット」を撰擇するは勿論であるが、其の形状大小等も廻轉中に甚だしき偏心運動をなすが如きものであつてはならぬ。猶ほ磨耗して双先の鈍くなつた「ビット」、或は徑の小くなつたものなどを使用するときは、坑井屈曲の大きな原因ともなるのである。最近には特に硬層掘鑿専門の「ビット」も考案されてゐるのであるから、硬軟の地質に適應した「ビット」を使用すれば、不必要なる大徑の坑を掘鑿する懸念もなく、又間斷なく必要なる荷重を十分に掛くときは、掘進率も上り坑心が屈曲せぬかの心配も無くなるのである。

(4) 「ビット」の直上に屈曲する憂へのなき「ドリルカラー」を使用すること。

\square 式の掘鑿作用から見ても、或る程度の掘管の重量が「ビット」に負はされるから、掘管の下端即ち「ビット」直上の掘管は曲り「ビット」を一方へ逸がすこととなる。斯る掘管の曲ることを防ぐためと、又重量を附加する爲或は掘管を坑心に置く爲に、出来るだけ大きい徑のもので充分の長さを有してゐる「ドリルカラー」が使用されてゐる。

斯く「ビット」の荷重は、其の重量のみにて充分な位の大きい且つ長い「ドリルカラー」を使用すべきであつて、これは掘管全體としての重心を低くするから、坑井の屈曲豫防にはこれに頼るべきであるとの説もある。しかし我國にては種々な關係から、餘り長尺のものは好ましくないで、前述の寸法のものが用ひられ、其の代りに加重「カラー」が使用されてゐる。これが爲に接目が多くなるけれども、「ドリルカラー」・「加重カラー」を取りませ2本乃至4本位を使用する事もある。斯く「ビット」の直上部に重量品を置くと云ふ事は、「ドリルパイプ」の下部に重心を移すと云ふことになるので、「ビット」が廻轉しながら掘進しても、比較的安定する理であるから坑が屈曲しないばかりでなく、又震れぬから無駄の大徑坑を掘鑿することも少くなるのである。特に硬層掘進に際しては、此の氣持にて掘進しなければならぬ。

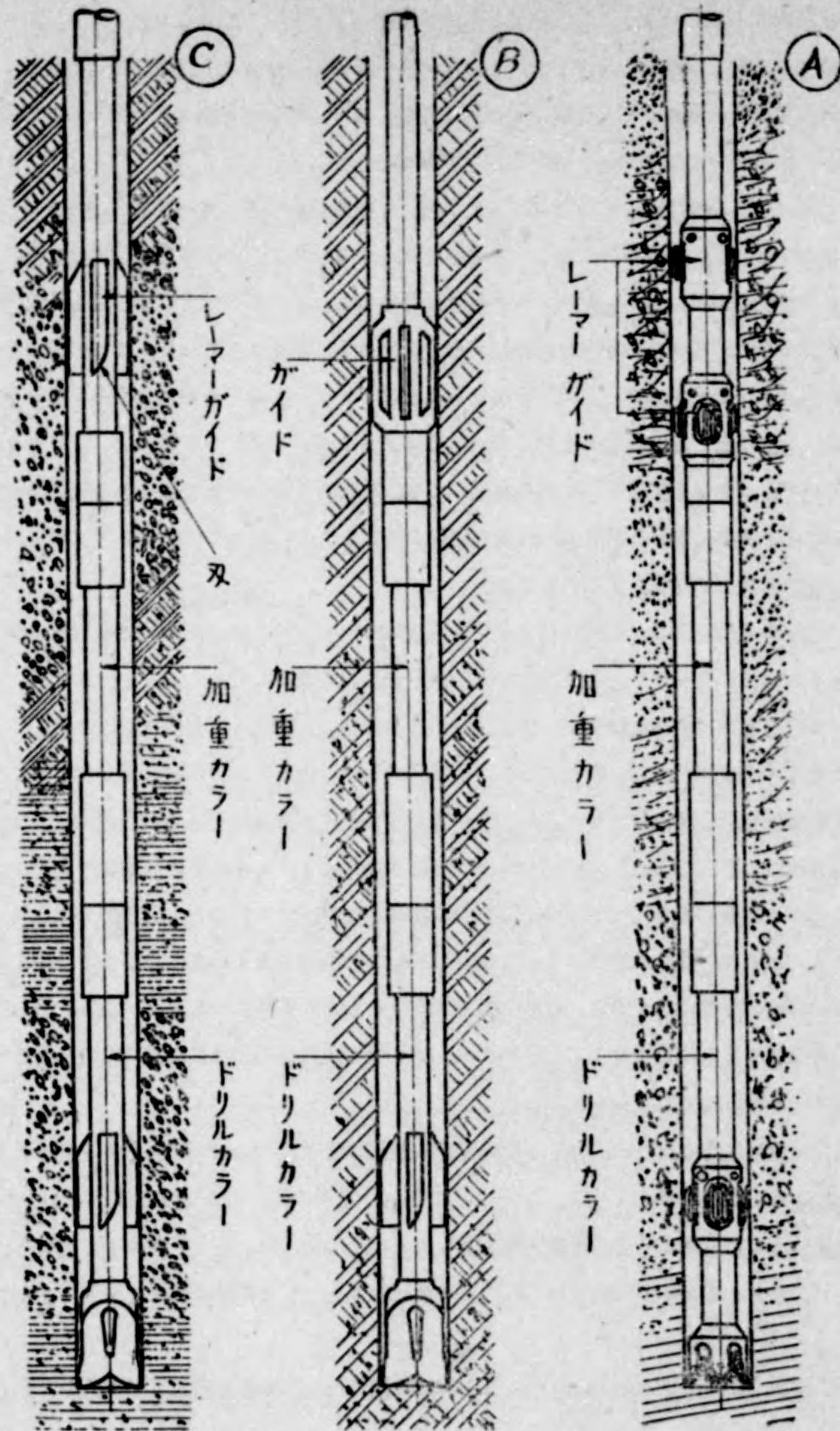
「ドリルカラー」の外徑は、大きければ大きい程良いのであるが、然し自から限度があるから、猶ほ「ガイド」或は「リーマー」を使用すれば一層完璧に近くなるのである。

(5) 掘管を坑井の中心に保たせる爲に、「ガイド」又は「リーマー」を使用すること。

普通の軟層・中硬層の地質を掘鑿する場合は問題はないのであるが、中硬層以上の硬盤を掘鑿する際は兎角屈曲變形し易いのである。殊に急傾斜をもつた硬い地層に遭遇した場合には、地層の傾斜の方向に屈曲し勝ちであると一般に考へられてゐるけれども、坑井測定の結果趣きを異にする場合もある。即ち綱掘の場合は地層の傾斜の方向に屈曲するが、「ロータリー」掘の場合には屢々これと反對のことがある。殊に地層があまり急傾斜してゐない場合に屢々起るのであつて、多くの場合硬い地層の傾斜の方向に進まずに、地層の傾斜に直角の方向に進路を取る傾向がある。然しながらこれと反對に急傾斜した地層では、「ロータリー」掘りでも綱掘と同様地層の傾斜方向に屈曲する傾向のあることが知られてゐる。

この屈曲を未然に防ぐために、「ビット」の上部の適當の位置に「ガイド」又は「リーマーガイド」等が使用される。この「ガイド」は、「ビット」の徑より稍々小徑の羽根を植ゑ付けたものであつて、双の無いものを「ガイド」と呼び、双を附したものを「リーマーガイド」と呼んでゐる。此の外に「リードロックビット」の所で述べた、「リーマーカッター」と同様な「リーマーガイド」もある。

圖に示すが如く、「フィツシュテールビット」には4個の羽根を植ゑ付けた「ガイド」や「リーマー



「ガイド」が使用され、「ロックビット」には「リーマーカーター」が使用されてゐる。

次に「コア」掘りの場合等に屢々行はれることであるが、「ラットボーリング」即ち先きに小さい径の「ビット」にて掘進した孔を後で正規の坑径に擴掘する場合に、小径の孔は多くの場合坑底の中心でなく何れか一方に偏して掘られてゐるものと解せられるので、これがまた屈曲の原因となる。これを防ぐには、掘管に「ガイド」を附するか、或は「パイロットビット」を使用するか、或は又小径の「ビット」を降下する前に、豫め「ダイヤモンドポイントビット」にて坑底に案内を作つて置けばよいのである。

(6) 泥水循環を適當に行ふこと。

循環泥水の壓力を高くし循環泥水の流速を過大ならしむるときは、「ビット」孔より非常の勢にて迸出する泥水は、軟い坑壁の部分を蝕んで局部的に大きな孔を作ることがあり得る。これが、坑井を屈曲せしめたり或は「ビット」の進路を變へしめる原因ともなるのである。然し徒に仰筒壓を下げ流量を過少ならしめる時は、却つて掘屑の除去を不充分ならしめ、或は「ビット」が「ボールアップ」する結果ともなれば、これもまた前同様坑井屈曲の原因ともなるのである。従つて掘進中に於ける泥水循環の不充分が坑心を屈曲する原因ともなり、延いては掘進率にも影響するので、最近では坑井深度の増進すると共に、泥水循環「ポンプ」は一層強力のものが用ひられるやうになり、現在では7 1/4" × 14" 常用壓力每平方吋 1,000 封度のものが使用されて居る。又深度 3,000 米の深掘には7 1/2" × 20" 常用壓力每平方吋 3,000 封度のものが使用されるまでに改良進歩された。

(7) 循環泥水の比重を適當に保たしむること。

掘進中循環泥水の比重は、坑壁崩壊の防止、或は瓦斯又は水の噴出抑壓のために重くする事が必要である。然し比重を重くした爲に、「ポンプ」の運轉に支障を來したり、また粘度が不必要に増すが如きことがあれば、掘進を鈍らすばかりでなく、反つて瓦斯噴出等の原因ともなり、循環泥水を噴出せしむる時は、坑壁の崩壊を誘致せしむることもある。これが爲に意外の埋没を來し、浚渫を幾度も繰返さねばならぬ様な事ともなれば、坑井屈曲の原因ともなることがある。故に掘進中は循環泥水に注意し、常にその比重並に粘連を調査して、其の時の坑内状態に適應するやうに努めねばならぬ。これが爲には、或る時は比重を増加する物質を混入せねばならぬ時もあり、又粘連を増加する物質を混入せねばならぬ場合も起るのである。

(8) 坑井の屈曲を認めたる場合には、速に之を矯正すること。

以上の各項に注意すれば殆んど坑心は屈曲しないと云つてもよいのであるが、しかし種々な關係で坑井は兎角屈曲し易いものであるから、屈曲を認めたらば直ちに矯正すべきである。

掘進中に坑心測定機械等を時々使用すれば、坑心が屈曲し始めた事が直ちに分るから、其の屈曲

の程度が甚だしくならない中に、これを矯正する事も出来る。斯かる場合は坑井を埋め立て、適當の「ビット」壓力にて改掘すれば、坑井は概ね眞直になるものである。

第 8 節 屈曲個所の許容程度と其矯正法

綱式にせよロ式にせよ、坑井を掘鑿するに當つて眞圓眞直は、掘鑿の二大要件であることは、前述の通りである。故に種々なる方面から、これに對して苦心されてゐるのであるが、矢張り屈曲は或る程度迄は避けることは出来るのである。

綱式は、其の掘進作業の關係上直ちに発見し得るばかりでなく、相當屈曲すると實際問題として掘進を繼續出来ぬのである。ロ式は、その掘進作用と掘進作業上直ちに発見出来ぬばかりでなく、相當に屈曲しても差し當り作業を繼續するのに困難しないのである。

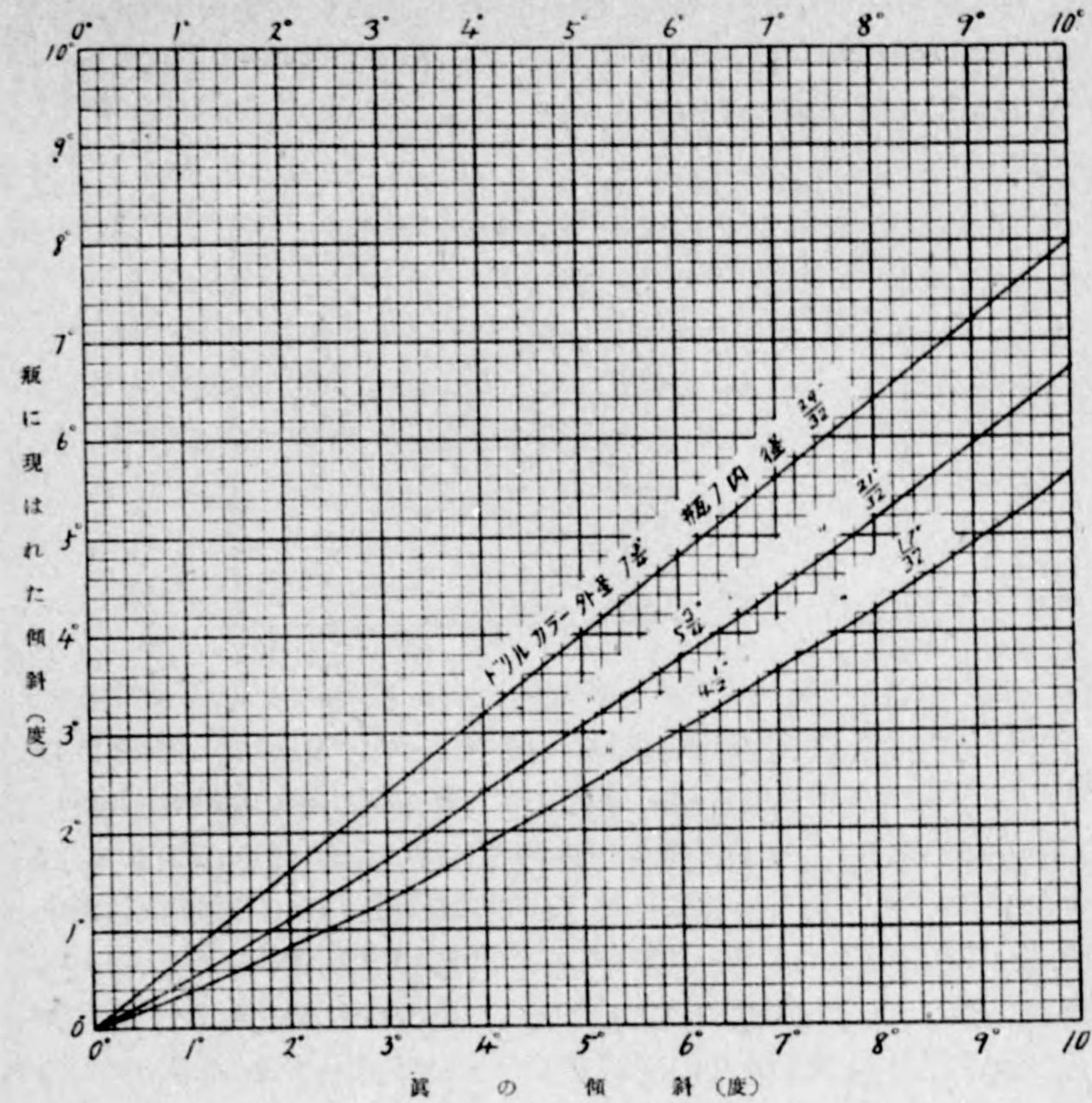
加之綱式は一般に淺層であるのに比較して、ロ式は深層を掘鑿するのであるから、屈曲による損害が一層甚大であるので、ロ式に於ては屈曲に特に注意せぬときは、開坑より廢坑に至る迄、常に故障を起す事となる。故に出来るだけ、眞圓眞直に坑井を仕上げる事に留意すべきである。それ故にロ式にありては、時々「アシッドボトル」法によつて、坑井の傾斜の度合を調査して掘進するのが常である。

「アシッドボトル」法とは、「ゴードビル」と云ふ檢心器によつて、傾斜を測定するのであつて、「ゴードビル」の構造は、「ゴム」の棒状で上部に「ガラス」瓶を備へ、その瓶の中に液體の弗化水素を入れて栓をしてある。この「ゴードビル」を掘管を引き揚げる際に、掘管内に投入して「ドリルカラー」内の「ビット」直上迄送りたる後、10分間位掘管を靜止の状態に置き、後引揚げして「ガラス」瓶を取り出すときは、弗化水素が「ガラス」を腐蝕させるので、液面が「ガラス」に表はれるから、これによつて傾斜具合を見て坑心の屈曲を知ることが出来るのである。

扱て眞圓眞直の2大要件を満足せしめれば、掘進率は良くなり又故障も起らぬのであるから、出来るだけこの要件に適合する様に、掘鑿すべきは論を俟たぬのである。然るに實際掘鑿に當つては、その許容する屈曲の程度が問題となるのである。即ち餘り眞圓眞直に重點を置いて掘鑿するときは、非常に掘進率が遅くなる。即ち眞圓眞直であれば、掘進率は良いことは勿論であるが、この眞圓眞直を守る爲に坑全體の掘進率を低下する事となる。又掘進率に重點を置くときは、知らず知らずの中に屈曲するので最後には掘進率は低下し坑内に種々なる悪影響を及ぼすこととなるが、當座は確に掘進率は向上するのである。

要するに、眞圓眞直に重點を置くのも、又掘進率に重點を置くのも、結局は程度問題であつて、何程時間を要しても眞圓眞直を守らねばならぬと云ふ者はなく、又何程坑心が屈曲してもよいから

アシッドボトルの毛細管現象に依る影響修正表



當座の掘進率を向上させたいと云ふものも無いのである。然らば坑心の屈曲は、何程迄を許して何程以上は矯正しなければならぬかと云ふ事になるが、この問題は、其の坑井の目的深度と、その坑井の地質の硬軟とに依つて考慮すべきである。而して深度の深いものは、屈曲の場合は最後の損害が一層甚大であるから、坑口から一層慎重に取扱ふべきである。又地質の硬質の場合は、兎角屈曲し易く且つ之を矯正するのに多大の日数を要するから、或る程度の屈曲は許されなければならぬ。屈曲の程度を嚴重に取扱ふときは、非常に掘進率を低下するのである。地層が比較的軟質の場合は、餘程屈曲を避け易く且つ屈曲して矯正するのに比較的容易であるから、或程度迄屈曲に對して

嚴重に取り扱つても、その爲に甚だしく掘進率を低下することはないのである。眞圓眞直に近い程、その坑井が開坑してから廢坑になる迄、常に故障を起さないものであるから、硬質地層を掘進する場合でも、掘進率を甚だしく阻害せぬ範囲内で、成る可く屈曲せぬ様に努力すべきであつて、深掘の場合は一層この事に留意すべきである。

最大屈曲許容角

地方別	深 度 (呎)	最大許容角
A	0' ~ 7,500'	5°
	7,500' 以上	10°
B	0' ~ 5,000'	5°
	5,000' 以上	10°
C	0' ~ 500'	2°
	500' ~ 1,000'	2~30°
	1,000' ~ 1,500'	3°
	1,500' ~ 2,000'	4°
	2,000' ~ 3,000'	5°
D	3,000' 以上	6°
	0' ~ 4,000'	2°
	6,000' ~ 8,000'	6°

前表は米國の種々なる地方に於ける屈曲の許容範囲であるが、地方に依つて最大許容角が異なるのは、地質構造・豫定深度・掘管の種類等に依るものと思はれる。従つて越後地方の如き比較的軟層の箇所は、坑口から1,000米位迄は2度、1,000米から1,500米位迄は3度、1,500米以上は4度位迄は致方が無いとされてゐる。しかし深掘にては即ち鈴木油田 \square 32號井が深度2,400米にて1度20分程度であるのを見ても、深掘になればなる程屈曲許容角度は小さくなくてはならぬのである。

硬質地質が屈曲し易いと云ふのは、掘進率が遅いから兎角過大の荷重を掛け易い傾向があるので屈曲する傾向があるが、昨今は硬層には硬層専門の「ビット」が考案されたので、過大の荷重を掛けなくとも掘進率が良く、加ふるに長尺の重い「ドリルカラー」を使用し、且つ「リマーガイド」等が附してあるから、硬層掘進でも舊來の如く屈曲は大きくはないのである。地方によつて其許容角度は幾分異なるが、その坑井の許容角度以上の屈曲の場合は、直ちに矯正することが必要である。而して軟層で屈曲した場合は矯正も容易であるが、硬層で屈曲した場合は矯正するのに困難が伴はれる。概して硬層で屈曲する場合は、その個所に手間取つて居るから、坑徑が擴大され勝ちである。

一般に矯正には、「四ツ羽ビット」を使用して「ドリルカラー」を増し掘管「ガイド」等を附し矯正するが、容易に矯正出来ず4米乃至5米を矯正するのに15日乃至16日を要する時は、その個所に「セメント」を注入して、屈曲個所の少し上部から矯正する方が最も効果があつて、矯正は比較的容易に出来るものである。即ち「セメント」の硬化時間と矯正時間とを加へても、前者と同一日数

位で且矯正の結果も良好であり、その後の故障も避けることが出来る。この作業をするには、普通の水止作業とは異なり、出来るだけ「セメント」の硬化を増加するために、砂を混合する場合もある。

この際「セメント」注入の目的は、出来るならば其の個所の地質より硬くあつてほしいのであるから、成る可く硬化度の高い事を希望する。故に其個所の深度に依り、溫度並に壓力を考慮に入れて、適當なる種類の「セメント」を使用し、水の混合率を少くするときに硬化速度は急速である。華氏100度以上の高溫度の場合、又は2,000封度以上の高壓の時は、或る程度の日数以上硬化期間を長くしても、壓縮並に伸張力は共に其の割に増加せぬから、其時の坑井の状態に即して、休止時間を考慮すべきである。「セメント」注入に際して、管を抑留されぬ様に細心の注意の必要なることは勿論である。

第9節 循環泥水及び其の調整

I 循環泥水の使命

「ロータリー」掘進法は、「ロータリー・ハイドロリック」掘進法と稱せられたものであるが、何時の間にか省略されて、「ロータリー」式と短く呼ばれるやうになつた。名は體を現はすと云ふか、「ハイドロリック」即ち泥水の部門は久しい間閉却されて、掘進装置の著しい發達にも拘はらず、泥水の研究進歩は誠に微々たるものであつた。

然るに循環泥水は、掘進作用から見ても直接掘進率に影響するばかりでなく、屈曲變形・坑壁の崩壊等を豫防し、坑井を完全に仕上げる爲にも必要である。

ここに於て、最近急激に泥水に関する注意が喚起され、掘進井の問題の大半は泥水調整の問題であるかのやうになつた。それは、掘進井に於ける諸問題の大部分が泥水の良否如何に係り、泥水さへ良ければ殆んど總ての問題が解決し得ると云ふ事實を認めざるを得なくなつたからである。されば泥水の良いものを使用する事が、最も大切である。

掘進装置及び機構は、その目的の作業に應じて計算上安全と認め得るものを作ることが出来るけれども、掘進泥水は各坑井の坑内状態が千差萬別であり、且つ時々刻々に變化するものであるからして、その坑井に適應した泥水の性質を見出した後にも、掘進中にその性質を常に保持することは、更に非常に困難であるのが一般である。従つて總ての坑井に又總ての條件に、適應するやうな泥水はあり得ないのである。なんと云へば、速かに掘進するのを第一の目的とする場合もあり、又瓦斯或は水の噴出を防ぎ、或は坑壁の崩壊を防止するのを目的とする場合もあつて、夫々相反する泥水の性質を要求する事があるからである。

一般に最も良い泥水とは、最も速かに掘進が出来る、しかも故障の起らぬものを云ふのである。何んの問題も起らず順調に掘進の出来る掘撃井に於ては、比重 1.11~1.18 粘度30秒位のものが、最も「ポンプ」し易く掘屑の揚りもよく掘進率もよいとされてゐる。然るに坑内状態は掘進中崩壊・逸泥・掘管の抑留・高圧の瓦斯油水或は高温等の何れかに遭遇する機会が多いのであるから、之等に對應して其都度調整して行かねばならぬ。

上述の如く循環泥水の役割は、 π 式掘撃に於ける重要なものの一つであつて、掘撃の成否も一に泥水の適否に俟つとさへ言ひ得るのである。

循環泥水の主要なる使命は、①「ビット」刃を冷却し、掘進によつて生じた掘屑を坑底から速かに且つ連続的に除去せしめ、「ポンプ」の運轉を暫し止むるとも掘屑や砂分が泥水中に浮遊して居り、掘屑の沈積や掘管の抑留を防止すること。②坑壁面や地層の孔隙に泥を附着又は沈澱せしめて、坑壁の崩壊の傾向又は低壓多孔質の地層へ逸水するを防ぎ、且つ掘管に對し潤滑作用をなさせ、摩擦に依る動力の損失を軽減すること。③高圧の瓦斯層或は水層を泥塞(「マツディング」)し、これ等の破壊的噴出を防止することなどである。

Ⅱ 循環泥水の作用

① 掘撃作用がどんなに適當に調節されてゐても、荷重をうけて廻る「ビット」刃を冷却してやらなかつたり、「ビット」の刃先に附着する張付を洗ひ落してやらなかつたり、掘り起した掘屑を次々と連続的に取り除いてやらなかつたりするならば、次々と掘進を繼續して行く事が出来ぬのである。特に掘進率をあげる爲には、掘屑を速かに坑底から取り除いてやらねばならぬ。

「ビット」が地層を掘り進んで行くには、これが坑底へ大きな壓力で押し付けられながら廻轉してゐるものであるから、夫れには莫大な「エネルギー」が費される。従つて、そこに熱が生ずることも亦當然である。加之この作用は、深度等により勿論異なるが、元來華氏 60~120 度といふ様な地下溫度のある且狹隘な個所で行はれるのであるから、そこから熱の自然的傳導などが起る機会は殆んどないと言つてよい。

而してそこに生ずる熱は、「ビット」の壓力が大きければ大きい程、又掘進が速ければ速い程高いのであつて、若し循環泥水の吸熱作用がなければ、「ビット」は僅か數分間で熱せられ磨滅に耐へる性質を著しく失ふことになる。此の熱を吸収し導き去るのが、循環泥水の重大なる作用の一つである。次ぎに「ドリルパイプ」は、力を受けてゐるといふことと、又終始坑壁と摩擦してゐるといふこの二つの原因から、それに熱が生ずることも明かであつて、この熱もまた循環泥水で吸収せしめなければならないのである。

泥水は、氣温と同じ位の溫度で坑井に送り込まれるのであるが、「ドリルパイプ」の中を下れば直

ぐに熱を吸収し始める。或る意味で泥水の循環系統は、一種の熱交換器のやうな働きをなすものであつて、「ドリルパイプ」内を降下する冷い泥水は、其の外側を上昇する泥水から熱を吸収するのである。而して此の上昇泥水は、「ドリルパイプ」や「ビット」内に生じた熱ばかりでなく、地層中の自然の地下熱をも吸収するのである。一番熱の生ずる所は、勿論「ビット」であるが、其の双先まで冷却水がよく達する様に、直ぐ上方の「ビット」水孔から泥水が射出されるのであつて、其の距離が短い程効果的である。然してこれ等の孔の大きさは、「ドリルパイプ」の斷面積に比べると非常に小さいから、泥水がこの孔から出る時は、其の流速は非常に速くなる。高い壓力でしかも非常に速く流れてゐる泥水は、直接坑底に噴き付けられ、そこで方向を變へ渦巻螺狀の流路により上昇するから、「ビット」や「ドリルパイプ」に生じた熱を吸収せしむるには非常に効果的である。

泥水の循環が中断された場合、若し「ビット」を坑底で引續き廻轉せしめ置くならば、直ちに故障が起ることになる。循環泥水が熱を吸収する能力は、其の比熱(物體の溫度を1度だけ高むるに要する熱量を其の物體の熱容量と言ひ、1瓦の熱容量を比熱といふ)及び送り込みの最初の溫度並に循環泥水の量に依つて、決定されるものである。清水は粘土よりも比熱が高いから、粘土の含有率が少く最初の溫度の低い、しかも大量即ち高速で流れてゐる泥水である場合に、最大の冷却効果が得られるのである。水力が物質を運搬する力は、其の速度の3乗に正比例するから、掘屑を取除く速さの緩急に依つて、掘撃作用を助け得るか否かと言ふことになる。

坑の直徑が一定であるならば、斷面積が一定である。循環速度を若し早めんと欲するならば、循環量を増さなければならぬ。然るに坑井が深掘ともなれば、掘管内外の抵抗が増加する。従つて循環量を増大せしむる事は、「ポンプ」壓力を増すこととなるから、「ポンプ」の動力を増さねばならぬ。「ポンプ」壓力が高まることは、各「パイプ」取付金具類も、これに耐へ得る高壓のものを整備しなければならぬ。この壓力を減する爲に、最近「フルホールジョイント」が考案され愛用されてゐる。

而して實際ぐんぐん掘れる手頃の硬度の地質を掘進する時は、掘屑も多量に出来る理であるから、これを運ぶ速度が早くなくては、即ち「ポンプ」が良くなくては、即ち循環泥水の量が不足では、折角掘れる地質も掘れぬ事になる。されば掘進率を擧げ得るも得ぬも、一面「ポンプ」次第とも言ひ得るのである。

次に循環作用を停止せしめた時、泥水中に含まれて居る掘屑が沈澱せぬ事が最も必要である。即ち「ビット」取替への爲に「ドリルパイプ」を昇降する時は、泥水の循環は行はれぬから、この際途中の掘屑や砂分が直ちに分解して沈澱する様では、其の都度浚渫の手數等がかかるばかりでなく、坑心屈曲の主因ともなり、延いては種々の故障が起り易いのである。これを防ぐ爲には、適當

の粘度を必要とするが、沈澱を恐れて餘り粘度を増加する時は、「ポンプ」壓力を増加せしめて、直接間接に掘進を鈍らすこととなる。

最も掘進にふさはしい良い泥水と云ふのは、「ポンプ」の運轉が止まり泥水の循環が止まり静止の状態となつた時、泥は凝結し膠狀化して掘屑や砂分の分解沈澱を止め得るものを言ふのであつて、「ヌラヌラ」性を多く持つ泥水のことである。

この泥の「ヌラヌラ」性（ゲルストレングス）は、その液中に浮遊する「コロイド」（微粒物）の多少によつて強弱が分たれるのであつて、「ヌラヌラ」性を多く持つて居るものが良い泥である。これを循環泥水に使用して居れば、掘管や水止管は先づ抑留されぬと云つてもよいのである。

「ヌラヌラ」性の感じは、西山油田に於て掘進する際に、蠟盤と稱して居る白色の蠟質の様な掘屑が揚つて來ることがあるが、その時その泥の中に手を押し込めば、丁度絹漉をした豆腐にでも觸れる様な「ヌラヌラ」する感じがある。この状態のものが、最も良い泥水なのである。

この「ヌラヌラ」性が若し泥に無いときは、「ベンドナイト」と云ふ鹽基性粘土を泥水に混入して、泥の粘度凝結性を増すのである。併しこの反面に於て、泥水を静止せしめた後、再び「ポンプ」循環を開始した際に、異常な壓力がかからぬ様に、坑内状態の許す限り泥水の「ヌラヌラ」性は出來るだけ小さくして置かねばならぬ。

② ロ式は長い米數の間を裸孔のまま掘進するのが通例であるから、地層によつては水分の混入によつて、坑壁の崩壊する恐れがある。之を充分に防がねときは、坑徑は次第に擴大して種々な故障を惹き起し易いのである。之を防ぐ爲に、「ビット」にて掘開した新しい坑壁には、成る可く早く壁塗りをするが様に、粘質物を塗付けねばならぬ。

軟質の頁岩層を掘進する際に、若しも充分の大きさの粘度及び比重を持たせず、脱水量の大きい泥水にて掘進するときは、屢々崩壊することがある。崩壊すれば、坑徑が大きくなつて其所に窩が出來るのである。河の流れをみるときに、淵の所は流れの中心よりもその速さが極めて遅いのである。循環泥水の速度も亦窩の所では遅く、泥水中に含まれてゐる掘屑類は、其の窩の中に滞り「ポンプ」を止めた際に落ちて、丁度崩壊が屢々起るがやうな現象を呈することがある。また堅硬な地質が軟層中に介在するときは、軟層の地質は崩れ落ちて堅硬な地質が残り、坑内に丁度防波堤の如く突き出て、其懷に掘屑類が停滯し、掘管抑留の基因ともなる事がある。斯かる場合は、粘度や比重を増し、なほ及ばないときは「コロイド」分に加重材料をも添加して粘度や比重を増加し、粘度によつて丈夫なる泥壁を作り、比重によつて崩壊を防止せねばならぬ。

崩壊は、また地層中に水分が混入して、地質が吸水膨脹して生ずる事がある。斯かる場合は泥水の脱水量を減じて地層中に入る水量を少くし、粘度を増せば掘屑の揚りもよく従つて坑内は綺麗に

なる。若しも崩壊が起りさうな兆候を感知したならば、豫め粘度比重を高め崩壊の起らぬやうに豫防し、不幸にも崩壊が始まつたならば、更に粘度比重の大きな泥水を使用して、極力之を防がねばならぬ。

粘質の地層が長く續くときは、坑壁は「ビット」類に張り付きを生じ易く、若しも粘度が更に高まれば張り付きの度合も益々高まり、「ポンプ」の壓力を上昇せしめて掘進率を低下せしめる。されば不斷の注意力のもとに粘度の調整を行ひ、常に良い性質の泥水を使用することに心掛けねばならぬ。

多孔性の地層は、逸泥し易いものである。若し逸泥によつて大切な循環泥水を失ふときは、其の補給に困難なるばかりでなく、坑井に故障を起し易く、場合によつては隣井にも障礙を及ぼす事もあるから、逸泥は極力防止せねばならぬ。

逸泥の程度は、地層によつても異なるが、僅かづつ逸泥し、しかもその逸泥箇所が不明瞭のときもあり、また循環泥水が全く地表に現はれぬ場合もある。逸泥の少量なる時は、泥水中に「コロイド」分を混入し、比重を高める事なく粘度を高めて逸泥を防ぎ、若し地層内の壓力が泥水柱の壓力よりも低く、その壓力差に依つて泥水が濾されて層中に逸水する場合は、比重は成る可く軽く、薄くて水を透さぬ泥壁を作る泥水を使用せねばならぬ。

孔隙率や滲透率の非常に大きな地層、或は地層にある龜裂中に逸泥して、循環泥水が全く地表に現はれて來ぬ時は、鋸屑或は靱殼或は「マニラ」屑等の地層閉塞材料を用ひ、粘度は50~60秒位に高め、比重は1.1位に低め、循環が回復するまで連續壓送すれば効果がある。また「セメント」を用ひて壓力が充分上昇するまで、段階的に繰り返し繰り返し送入するもまた効果的である。

深掘井に於て、「ザク」類の甚だしい沈澱によつて掘管の抑留さるる事故の屢々起るのは、泥水が高温に曝された爲に、その「ヌラヌラ」性が著しく減少する爲とも考へられてゐる。温度の上昇によつて、泥水の濾壁の厚さ及び脱水量が増大するのは、適當な泥壁が出來なくなると同時に、泥水中の水の粘度が低下するのが主因であると考へられてゐる。

坑井内の温度は、深さが増すにつれて順次上昇するのが一般であつて、油田によつては幾分異なることもあるが、大體深度20乃至30米につき攝氏一度づつ上昇すると言はれて居る。

掘進用泥水は、常に循環されて居るので地上に於て相當に冷却さるるから、循環中には地層温度までには達しない事は明である。然し循環を止めて居る間には、この高温地層に接觸してゐる部分の泥水が、相當に高温になることは推測が出來る。坑井が深くなるにつれて、掘管の昇降に多くの時間が必要になる。これが爲に長時間高温地層中に停滯せしむることとなるから、深掘井に於ては常に循環泥水の示す温度よりも、高温になることを考へに入れて置かねばならぬ。温度が高ま

れば、泥水は分水作用（デハイドレイション）を起すので、相当良い泥を使用してゐても、絶えず分水作用によつて別れた水は砂層に浸入して逃げ去り、泥分丈けが砂層の表面に残り、張り付きが段々に厚くなるのである。これが爲に坑径が小さくなるので、其の部分に「ビット」が嵌り込むと云ふことになる。これは、浅掘りには殆んど起らぬ現象である。されば深掘りには、特に良い泥を使用する事が最も肝要である。

新しい坑の部分か油層や瓦斯層である場合には、層中に泥水が浸み込んで行き易いから、早く之を止めねばならぬ。一般に坑井は、掘鑿が終れば仕上して汲油せねばならぬ。而して汲油する前には、掘鑿井に出来た泥壁を先づ洗ひ落して、瓦斯や油が層から自由に井内へ出て来る様に導かねばならぬ。然るに若しも掘鑿中に逸泥して居るならば、長い期間泥が層中に逃げてゐたことになるから、仕上げの爲に清水にて坑壁を洗つても、層の奥まで浸入してゐる泥は、なかなか洗ひ落す事は出来難くなる。故に瓦斯や油が掘鑿終了後自由に出て来るやうに、良い泥で早く浸入するのを防がねばならぬ。

循環泥水中に掘屑や砂粒等が含まれる時は、その爲に「ポンプ」の各部が磨滅して其の壽命が著しく短くなるばかりでなく、斯かる泥が泥壁を作るときは、徒らに坑壁を厚くし且つ掘管を摩り減らす事ともなり、砂分はまた掘管抑留の起因ともなるのである。されば地上に運び出された掘屑や砂分は、物理的或は機械的操作等によつて完全に除去かねばならぬ。

③ 掘進中に瓦斯層を抑制するには、普通泥水柱の壓力によつて行はれる。従つて瓦斯層を抑壓し得る丈けの壓力を保つやうに、泥水の比重を重くし、又坑内泥水面の下らぬやうに注意しなければならぬ。

瓦斯層の壓力は、大體坑井深度の高さをもつ水柱の壓力に等しいと證されてゐるが、經驗上米國に於ても吾國に於ても、其の層の深度と同じ高さの清水の重さより、6~8%位強いと言はれて居る。1米の水壓は1.42封度であるから、假に7%をこれに加へたとすれば、1米につき約1.5封度となる。此の數に米數をかければ、瓦斯の壓力は大體知る事が出来る。斯く瓦斯の壓力が水柱の重さよりも7%位強いとすれば、比重1.07の泥を坑内に入れば、瓦斯の壓力と泥の重さが平均する譯である。従つて静止の状態に於て、比重1.10の泥を用ゆれば瓦斯は發噴せぬ理である。然るに一般には、2,300米以下の深度にては1米につき約1.5封度の割合に増加し、2,300米以上の深度にては壓力の上昇率は1割がた高く、1米につき約1.6封度の割合にて上昇する。しかしこれにも例外があつて、臺灣の六重溪にては1.70以上・米國の海岸油田の一油田にては3,700米にて1.90・「ビルマ」油田にては2.00以上の比重でなくては、抑壓が出来ないと云ふことである。吾本土にては大體3,000米までの掘鑿井には1.40以下の比重にて満足され、3,000米を越えても1.50位の泥水にてよ

いとされて居る。斯くの如く瓦斯層の壓力は、場所によつて標準壓力の約1.5封度より強い所もあり弱い所もあり、又瓦斯發噴を誘導する他の事情もある事であるから、抑壓に際してはこの點をも考慮に入れねばならぬ。

瓦斯層を抑壓するには、粘度を調節して粘連を26秒位に低めて瓦斯抜きをよくせしめ（泥水中に含まれてゐる瓦斯泡を空中に放散せしめる）、比重を高めて瓦斯層を抑壓するのである。泥水の比重を増すには、「バライト」の粉末が主として用ひられてゐるが、酸化鐵の細粉を使用してゐる所もある。泥水を稀薄にするに際して、若しも泥水中に分水が過剰に存在するときは、崩壊を促し且つ逸水を助けることとなるから、水にて泥水を稀薄にする場合には、充分に攪拌して泥水を均一にした後に、坑井内に入れるやうにしなければならぬ。

瓦斯層抑壓に際して、泥水の比重を高めて粘連を小さくするとき、逸泥の現象に悩まされる事がある。若しも逸泥が激しく、泥水面が低下するときは、如何に泥水の比重を高めても瓦斯を抑壓し得ぬ事がある。斯かる場合には、「ベントナイト」を混入して比重と共に粘度を高めて、所要の粘連を保持せしめねばならぬ。

出水層には、循環泥水中に徐々に出水し來て泥量を増すといふ程度のもので、坑内の泥水全部を噴出せしむる程の勢ひのあるものなど種々ある。

水層を抑壓するには、泥水の脱水量を出来るだけ少くする外、抑壓の要領は瓦斯層抑壓と大體小異である。泥水中に鹽水の入るときは、泥水の坑壁形成性を甚だしく悪くするから、鹽分の濃度が高まり泥水を害するときは、泥水を水にて稀釋して「ベントナイト」を入れるとか、また鹽分によつて害されぬ食用澱粉物の如き「コロイド」物質を使用するとか、其場合に即應した處理をしなければならぬ。

出水は、また高温を伴ふ事がある。泥水の中には、高温に接すると性質が著しく變化し、脱水量が増し泥壁形成性を著しく不良ならしむる事がある。高温に接する泥水はよくその性質を吟味し、泥水の耐熱性を増さねばならぬときには、「タンニン」酸曹達が用ひられてゐる。

總じて深掘井は、浅掘井とは異り掘鑿井に起る障礙の原因は根強く、その結果の現はれ方が激しく、一旦失策するときはその恢復に甚だ困難を生ずるものである。従つて循環泥水の作用を成就せしむるには、なほ循環泥水の容量壓力及物理的性質等を嚴密に調整することが必要であつて、これに關する充分なる知識と注意力が必要である。

第10節 泥水の諸性質

良い循環泥水は良い坑壁を作り得るものであつて、其の含有する固形夾雜物に對しては、相當長

時間之を懸浮せしめ得る比重と粘度を有し、急速な沈澱も起らず、含有量は出来るだけ少なく、掘進中に遭遇する高圧の瓦斯油及水等を、其の静水壓にて抑壓せしむるに充分なる比重を有するものである。

實際作業に使用されて居るものは、含有粘土の種類・割合等によつて、其の物理的性質が異なるのである。

一般に土壤は、その形状・大きを異にする固体の粒子から成り立ち、普通それを球と見做し其直径の大小によつて類別し、礫・砂・粘土等の名稱が與へられてゐる。岩石學者が一般に準據してゐるものを示せば、次の通りである。

材 料 物 質 名		直 徑 (ミリメートル)
砂	礫	豆大以上人頭大迄の大きさ
	粗 粒 砂	2.00 ~ 1.00
	中 粒 砂	1.00 ~ 0.50
	細 粒 砂	0.50 ~ 0.25
	微 細 粒 砂	0.25 ~ 0.10
泥 土	泥 塵	0.10 ~ 0.05
	粘 土	0.05 ~ 0.005

乃ち概括的には、豆大以上のものを礫と稱し、以下 0.05 mm 内外迄の大きさのものを砂と稱し、是れ以下の微細粒を泥塵或は粘土と稱してゐる。

頁岩とは、粘土又は泥塵の類が壓力のため凝固したもので、泥板岩とも云はれて居り、緻密堅硬であつて、思ふ通りの格好に割り得る程度のものである。

粘土とは、柔軟であつて特臭を帯びて居る種類のものを云ふのである。

膠質物とは、普通粘土と呼ばれてゐる一部分であつて、粘土よりも細い部分で超粘土とも呼ばれ、また膠質粘土とも言はれてゐる。

膠質とは、凡て物質が細粒状にあるときの稱呼であつて、それが結晶體であつても、無定形のものであつても、氣體であつても、何でもよいので、唯細い粒になつてゐるならば膠質状態と稱し得るのである。而してこれ等の細粒が浮んでゐる状態を一般に「ソル」と呼び、細粒が沈んでゐる状態を「ケル」と呼んでゐる。「ソル」に於て、其の粒子の部分を分散相、粒子を浮べてゐる周囲の部を分散媒と呼んでゐる。分散媒と分散相との相の種類により、氣體液體固体の三態よりなる組合せの膠質状態が種々あるのである。

氣體の中に液體の粒が浮んでゐるのは、例へば空氣と水滴とから成る霧とか雲とかの様な状態である。

氣體の中に固体の粒があるのは煙である。液體の中に氣體・固体中に氣體の入つたもの種々の場

合があるが、今吾々の必要とするものは、液體中に固体の細粒が浮んでゐる場合であつて、此の種の膠質液は懸濁液又は懸濁膠質と呼ばれてゐる。そして分散媒は普通水であるから、「ソル」と稱せらるる部類である。然し特殊の坑井状態で、水以外の有機液體を使用した場合は、有機「ソル」と呼ばれることになる。

實際上、純粹の砂岩又は粘土は尠く、粘土と砂とは任意の割合にて混合して居るのが一般であるので、砂及粘土の量を一々秤量決定する事は甚だ困難であるから、大體肉眼鑑定によつて、次の通りに分類されてゐる。

砂及粘土の分量比	岩 石 名
砂 8 割以上、粘土 2 割以下、	砂 又 は 砂 岩
砂 6 割以上、粘土 4 割以下、	粘 土 質 砂 又 は 粘 土 質 砂 岩
粘土 6 割以上、砂 4 割以下、	砂 質 粘 土 又 は 砂 質 頁 岩
粘土 8 割以上・砂 2 割以下、	粘 土 又 は 頁 岩

泥水を作るには、上記の粘土及膠質粘土等が最も有効である。天然に存する良い粘土としては、酸化することなく、砂氣が少なくて比重が重く、粘性が低くて沈澱が遅く、粗雑の他の物質を含まず、水を混合した時に適度の比重・粘度・「ヌラヌラ」性が有り、薄い泥壁を形成するものがよいので、「ファンネルビスコシメーター」にて30秒乃至40秒、比重は 1.10 乃至 1.20 位がよいとされて居る。

粘土の撰擇に際しては、一様に粘土と云つても、良好のものと貧弱のものとは、水の吸収能力に差違がある。良好な粘土は、重量にて乾燥した場合の25倍水を吸収し、酸化して居らぬもの程吸収する力が大きいから、この乾いた粘土の性質を基として、粘土を撰擇するのがよいのである。

膠質粘土は、普通の粘土よりも更に細かであつて、含有されて居る固体の大部分は、非常に粘質を持つて居るから細砂は普通の泥よりも沈澱が遅く、長い時間浮かされた状態にある。泥水を静止せしめたとき直ちに凝結する性質と、一定時間静止せしめた後の「ゲルストレングス」とは、泥水の持つ性質の中で重要なものの一つである。この「ゲルストレングス」を現はさない泥水は、掘鑿用泥水としては不適當であるが、強過ぎては有害となるから注意せねばならぬ。

米國に於けるロ式に使用する掘泥として、最も適當なるものを調査するために試験した結果に依れば、普通の場合に於ては、比重 1.10 から 1.25 (ガロン當り 9.5 乃至 12 封度) であつて、「エングラ」式粘着度では、攝氏 20 度に於て 1.30 乃至 1.40 位である。

而して泥液中に「アルカリ」を少量含んで居るものは、膠着性を有して居るが、酸性或は中性の鹽類を含んで居るものは、この逆影響を呈する。

1. 泥水の比重 (密度)

循環泥水の比重は、普通 1.10 ~ 1.18 位に保たれてゐるが、尚必要な場合には多量の加重材料を添加して、2.00 以上のものまで使用されることがある。泥水の比重が増加すれば、それだけ掘削が泥水の中に浮され易いけれども、一面「マッドデッチ」に於ける分離が不完全になりがちである。しかしこの比重を増すことによつて掘削の上がりを助けると共に、泥水柱の圧力によつて坑内の高圧瓦斯又は水の噴出を抑壓し崩壊を防止することが出来る。

この際地層の圧力の高さが知れてゐる時は、次式によつてこれに對抗すべき最小限度の泥水の比重を知ることが出来る。

$$P \text{ (kg/cm}^2\text{)} = \text{泥水比重} \times 10 \times D \text{ (m)}$$

$$\text{泥水の比重} = \frac{10 \times P}{D}$$

D は瓦斯層の深度 (米)

P は瓦斯の圧力 (kg/cm²)

即ち深度 1,500 米にて、圧力 170 kg/cm² を示す地層圧力に對抗する爲には、泥水比重は 1.13 のものが必要となる。実際には幾分裕りをとつて、これよりも大きくして置くべきである。

特に試掘井に於ては、一般に異常なる高圧層に遭遇することが少くないから、泥水の比重は充分に裕りを持せ得るだけ大きくし、且つ噴出を豫防する處置を講じて置く必要がある。然しながら、掘進中に瓦斯又は水の噴出の起るのは、泥水そのものの比重の不足よりも、泥水「ヘッド」の減少又は泥水中に瓦斯泡が包含せる爲に、比重の減じた事が原因となる場合が多いのである。

されば掘進中高圧瓦斯層・水層に出會ひ、これを抑制するに當つては、循環泥水を有効に應用する爲に、單に岩石の孔隙を塞ぐ能力に依るのみでなく、噴出することを防ぐ爲に應用し得る水圧力にも重きを置かねばならぬ。それが爲には液體の比重が必要であつて、如何なる深度に於ても、水頭は液體の比重と共に直接増加するものである。若し噴出し初めたときは、特殊な方法でこれを抑壓せぬ限り、益々噴出が勢を得て來るのであるから、その點充分に注意せねばならぬ。

重晶石 (バライト) や赤鐵礦は密度が大きいから、高圧の瓦斯を抑止するために、其の粉末となしたるものを屢々循環泥水中に加へることがある。斯くすれば泥水の粘度は増さずして、其の比重のみを著しく増大せしむることが出来る。斯く重晶石の如き重い物質を加ふれば、他に支障なく泥水の比重を 2.00 以上に増加せしむることが可能である。

次に我國に於ては泥の重さは比重を以て言ひ表はすが、米國にては 1「ガロン」の重さ何程の泥と言ひ表はす場合と、1 立方呎の重さが何程の泥と言ふ風と言ひ表はす場合がある。

此の三者間の關係を比較すれば、次の通りである。

比 重	ガロン (米 國) 當ポンド	1立方呎 當ポンド	比 重	ガロン (米 國) 當ポンド	1立方呎 當ポンド	比 重	ガロン (米 國) 當ポンド	1立方呎 當ポンド
1.00	8.34	62.5	1.25	10.40	78.0	1.45	12.10	90.5
1.02	8.50	63.8	1.26	10.50	78.7	1.46	12.20	91.0
1.03	8.60	64.5	1.27	—	79.1	1.47	—	91.5
1.04	8.70	65.0	1.28	10.60	79.5	1.48	12.30	92.5
1.06	8.80	66.0	1.29	10.70	80.2	1.49	12.40	93.0
1.08	9.00	67.5	1.30	10.80	81.0	1.50	12.50	93.7
1.09	9.10	68.2	1.31	10.90	81.7	1.51	12.60	94.5
1.10	9.20	69.0	1.32	11.00	82.5	1.52	12.70	95.0
1.11	9.30	69.7	1.33	11.10	83.2	1.54	12.80	96.0
1.12	—	70.1	1.34	11.20	84.0	1.56	13.00	97.5
1.13	9.40	70.5	1.35	11.30	84.7	1.60	13.30	100.0
1.14	9.50	71.2	1.36	—	85.5	1.62	13.50	101.2
1.15	9.60	72.0	1.37	11.40	85.9	1.64	13.70	102.5
1.16	9.70	72.7	1.38	11.50	86.2	1.66	13.80	103.5
1.18	9.80	73.5	1.39	11.60	87.0	1.69	14.00	105.0
1.19	9.90	74.2	1.40	11.70	87.7	1.71	14.25	106.5
1.20	10.00	75.0	1.41	—	88.1	1.73	14.40	108.0
1.21	10.10	75.7	1.42	11.80	88.5	1.76	14.60	109.5
1.23	10.20	76.5	1.43	11.90	89.2	1.78	14.80	111.0
1.24	10.30	77.2	1.44	12.00	90.0	1.81	15.00	112.5

2. 泥水の粘度

循環泥水は、掘削が沈澱せず之を懸浮せしむるに充分な比重と粘度とを必要とするが、然しこの粘度は、普通の場合餘り大き過ぎてはいけないのである。これが餘り大き過ぎるときは、叩筒の運轉或は地上に於ける掘削の分離を困難ならしむるばかりでなく、反つて坑井作業に障害を與へる場合も亦尠くないのである。

粘土には色々な種類があるので、製造された泥水も其の性質を異にするから、使用すべき粘土を嚴選することによつて、初めて良い性質のものが得られるのである。しかし泥水の總ての使命を満足せしむる粘土は容易に得られるものではなく、多くの費用をかけて遠隔の地から運ばねばならぬ場合が寧ろ多いのである。

循環泥水の性質は、其の時々々の坑内状態或は要求さるる目的等によつて異なるものであるが、單に掘削を地上へ運び出さしむるのみであるならば、其の比重は 1.10 ~ 1.18、粘連は 30 秒 ~ 40 秒程度でよいけれども、必要によつて比重を増した際に、其の他の性質が餘り變らぬ様にせねば効果は少いものである。即ち比重を増すにつれて粘度も大きくなつたならば、比重を増した効果が少いばかりでなく、却つて悪い結果となることがある。斯る場合には、粘度を低下せしむるやうな處置を講じなければならぬのである。

泥水の粘度に就ては、實際に使用されてゐる循環泥水は眞の液體ではないのであるから、其の粘度に関する意義も、また其の測定方法も極めて難しいのである。今假りに液體が或る方向に流れるとし、其の流れに沿つて一つの單位面積の面を想像するとき、其の面を狭んだ單位の隔りに於て、單位速度だけの流れの差があるとすれば、其の時面の兩側に生ずる内部摩擦力を、其の液體の粘度

とするのである。

粘度の単位は P / cm^2 であつて、この単位を「ポイス」と呼んでゐる。水の粘度は、温度によつて異なるが約 0.01 「ポイス」程度である。普通の循環泥水としては、10~15 「センチポイス」が適當であると言はれてゐる。「センチポイス」は「ポイス」の $\frac{1}{100}$)

泥水の粘度を高めれば、加重材料などをよく泥水中に保持するやうになるが、比重を大きくした場合に粘度を餘りに低くするときは、加重材料などが沈澱しやすくなつて不利である。従つて加重材料を添加する時には、先づ或る程度に粘度を高めて置くのが普通である。

適當に粘度をもつた泥水は、又坑壁形成性も良好であり逸泥をも減するが、然し粘度の高すぎる泥水は、色々の缺點があり諸種の故障の原因となる。掘進中に泥水の粘度が上昇するのは、泥水中に存在する固體の量の増加、泥水中にある粘土分子から金屬「イオン」が掘進地層に移ること、及び泥水の凝結や温度の悪い影響等の起因することが多いのである。これらは、泥水を適當に處理することによつて防ぐことが出来るもので、泥水中の粘土粒子の凝結することを防ぎ、「コロイド」状に泥水中に擴散させておけば、比較的低い粘度に於て高い粘着性を保たせることが出来るのである。粘度粒子が凝結して粘度の高くなつた泥水は、掘管の抑留・坑の崩壊・瓦斯又は水の誘出・其他諸々の事故の原因となつて危険であるが、「コロイド」分を充分に持ちしかも粘度の低い泥水は、最も理想的である。

3. 泥水の流速

循環泥水が掘層を坑底より地表に運び去る作用は、主として其の流速に依るものであるが、尙また其の比重や粘度にも關係があり、また一方掘層の密度や大きさも其の要素である。泥水の比重及粘度が大きく且つ上昇速度が速いといふことは掘層の上りに効果があり、掘層の細いといふ事は其の能率を助長せしむるのである。砂粒が水中を沈下する速度は、其の密度と共に増加するものであつて、其の割合は砂粒の重さと其の砂粒と同體積の水の重さとの差で表し得るのである。砂粒の大きさもまた沈下の速さを左右するものであつて、大きい粒のものは小さいものより質量に比して、其の表面積が大きいことになるから、沈降に際し其の受くる抵抗の率は大となる。泥水は清水に比べて比重並粘度が大きいから、其の中の砂粒は沈降する速さが遅くなるのであるが、其の運動に關する物理的法則は兩者同一である。即ち圓い砂粒が液體中を沈下する速さは、砂粒の半径の自乗並砂粒の密度と液體の密度との差に比例し、液體の粘度に反比例するものである。若し此の沈降する砂粒を泥水の上向きの流れに依つて上昇せしめんとする場合には、循環泥水の流速は砂粒の沈降速度より大きくなくてはならない。そして此の砂粒の實際の上向きの速さは、兩者の差である。即ち河の上流に向ひ舟を漕ぎ上ぐる場合と似てゐる。斯くの如く循環泥水が掘層を伴つて上昇するとき、

掘層は始終沈降せんとしてゐるが、上昇運動を與へて此の落下せんとする砂粒を上昇せしむるならば、即ち其の砂粒の沈んで行く早さよりも、速かな早さにて液體を循環すれば、坑井内に於ける循環泥水が掘層を伴つて地表に昇つて來る譯である。流速の最小限度は、水を使用した場合に於て比重 2.50 直径 3 耗の岩石の球のとき、上昇流速は少くとも毎秒 0.26 米が必要である。而して同じ比重とすれば、小さいものは大きいものより速く上昇し、同じ大きさのものでは比重の小さいものの方が一層速く上昇する。言ひ換へれば循環泥水が掘層を運ぶ作用は、個々のものに就ては夫々異なる働きをなすものである。坑井内には「ビット」にて掘り起された、各種の大きさ並に密度の掘層があるのであつて、泥水循環の或る流速では、比較的粗く且つ重い掘層は坑底に止まるか、或は坑内の泥水中に單に浮遊して居り、只軽いもののみが地上に運ばれるものと考へられる。液體の此作用は、制限した孔を通つて吹き出したり、渦巻を起したりする事に依り、或る程度まで變化せしめられるから、特別の地層資料が地表まで達する必要な時間を計算する際には、注意しなければならぬ。

實際掘進中硬層に達したる時は、掘層の密度が大きいからして、普通の比重粘度流速にては地表まで上昇し難いのである。殊に坑壁と掘管との斷面積の比が大きい時、或は坑壁が崩壊して擴大した所が所々にある場合などは、地表まで上昇されぬのは無理もない事で、坑壁が崩壊して掘進が出来ぬと云ふ場合、崩壊ではなく、泥中の掘層の沈澱した場合も想像されるのである。

斯くの如く循環泥水が掘層を除去する作用は、掘層の密度・大きさ・比重・粘度・流速等に影響される事は明らかであつて、粗い且つ重い掘層は漸次坑井内に蓄積し、其の結果掘管は膠着氣味となり、遂には抑留されるに至る場合もある。これを避けるには、泥水「ポンプ」の運轉を速くし、泥水の上昇速度の増加を計らねばならぬ。

循環泥水は、掘管の中を下つて「ビット」の孔より坑底に至り、掘層を伴つて管外を上昇する。坑徑其の他により勿論差違はあるが、1 分間に 1 石乃至 5 石内外の泥水を、坑底上 1~2 尺の箇所と比較的小きな「ビット」の孔から迸出せしむれば、普通の掘層は充分運び去ることが出来る。この泥水射出の力は、掘層の一助ともなるものである。

坑内に於ける循環泥水の流動状態は、粘調流動であると思へる人もあり、又泥水の速度掘管の廻旋による攪拌等の條件を考へて、亂流の状態で流動するものであると思へる人もある。其の點は明瞭してゐないけれども、粘度が高くなるにつれて次第に粘調流動となる。粘調流動となるにつれて、泥水に掘層がよく保持されるやうになるのであるが、それと共に循環量も減するものである。

泥水中に浮遊保持された掘層が、泥水中を沈降する速度即ち掘層の「スリツプ」とも考へられる速さは、泥水流が粘調流動であるか、又は亂流であるかによつて異なるもので、これは次の式によつて示されてゐる。

粘調流動の場合
 $V = 1.789 d^2 (t_1 - t_2)$ 球状掘屑について
 $V = 0.696 d^2 (t_1 - t_2)$ 平状掘屑について

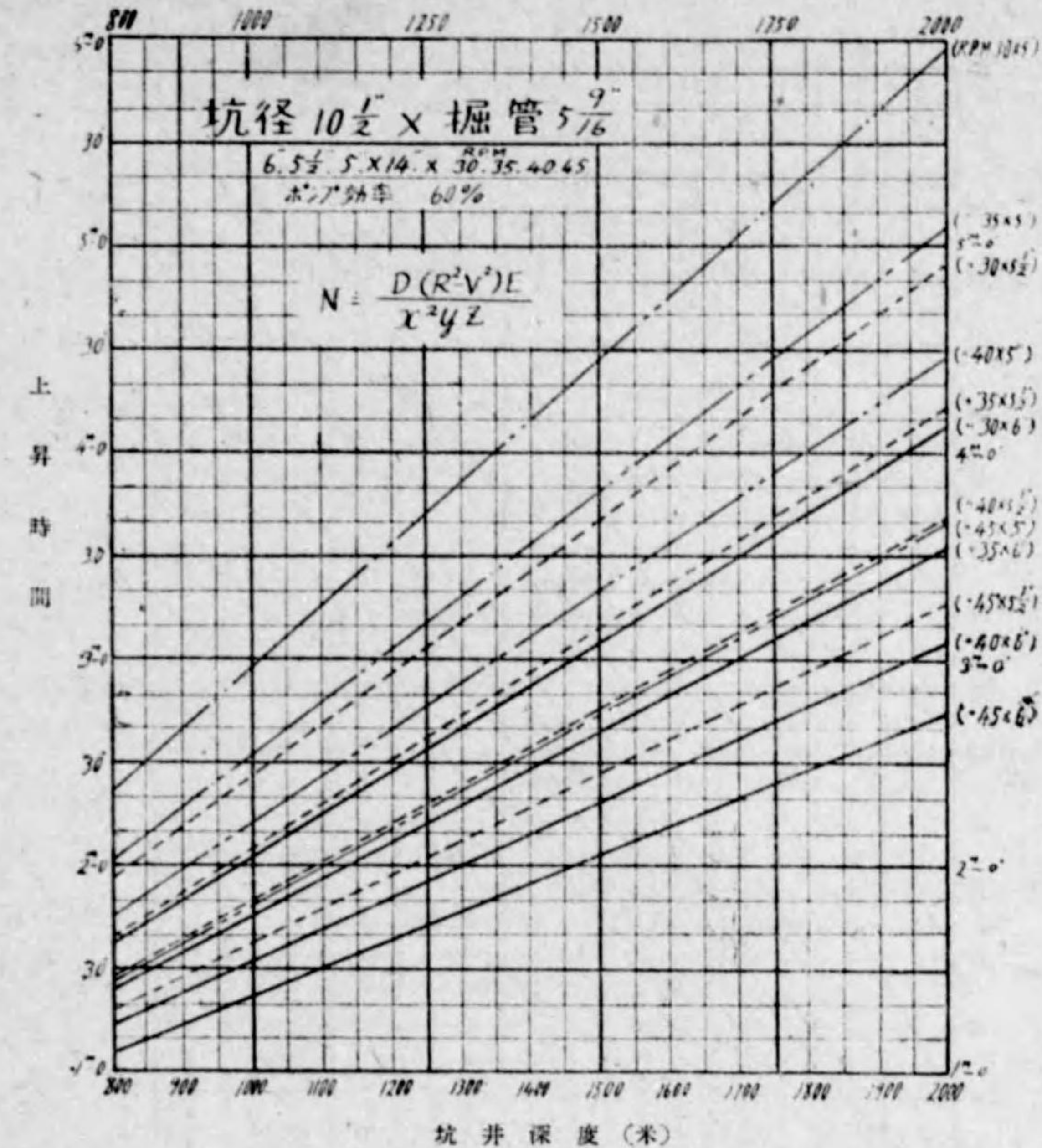
亂流の場合
 $V = 9 \frac{d(t_1 - t_2)}{t_2}$ 球状掘屑について
 $V = 3.5 \frac{d(t_1 - t_2)}{t_2}$ 平状掘屑について

V 掘屑の「クリップ」呎/毎秒
d 球の直径又は平形の主要直径
 t_1 掘屑の密度 封度/毎立方呎
 t_2 泥水の密度 封度/毎平方呎

掘管内の泥水の流動は、非常に泥水粘度が大きいか、又は非常に遅い流動の場合を除いて、亂流になる場合が多く、掘管外を上昇する泥水の流動は、掘管内の流動とは全く異なるものと考へられて居る。泥水を流動させるに要する壓力は、掘管内を流動させる場合に比して約3倍を要する。この環状部分の泥水の流動状態は、掘管に接した部分と、坑壁に接した部分と、その中間の部分との、3つの部分に分けて考へることが出来る。

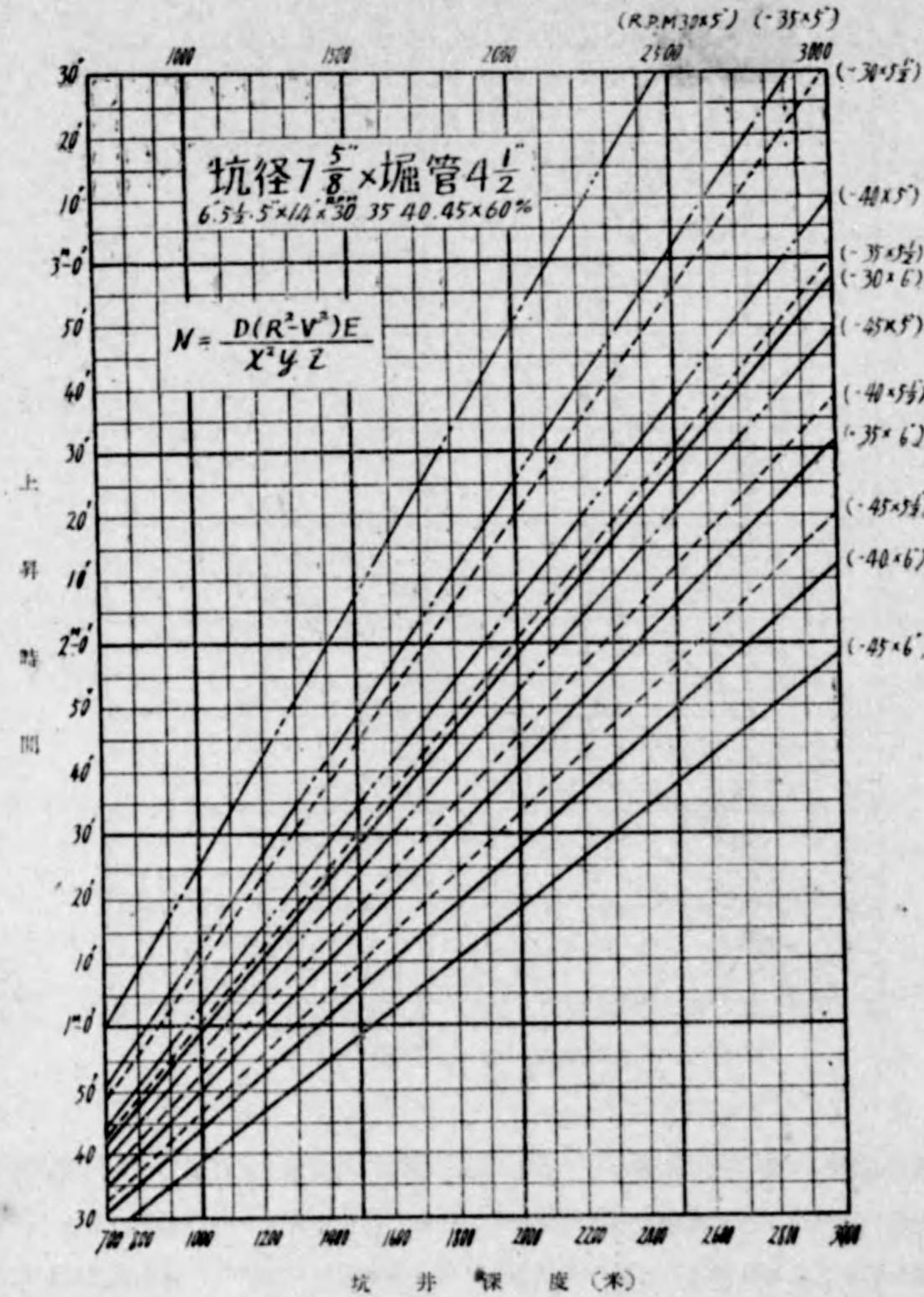
泥水の粘度とその流動性との間には、直接に關係のあることは勿論であるが、然し同じ粘度の泥水でも、その滑らかさによつて流動性に差異の現れるもので、滑らかさに乏しい泥水は流動しにくく粘調流動となりやすいのであるが、多くの場合泥水が坑底を離れ上昇するときは、「ビット」の廻旋により泥水は亂流となり渦巻螺状運動を採り、掘屑の上昇を一段と助けることになる。又掘屑も同一の流路即ち斜面上に沿ふて移動するが如き結果となるから、垂直の場合よりも小さい力で済むことになる。掘進が速くなればなる程、「ポンプ」の運動も速くしなければならない。このことは、掘屑を地上へ運ぶに要する「エネルギー」は、その重量に比例すると云ふことを考へるならば容易に首肯されることであつて、深度5,000呎(1,524米)に於て普通の水成岩を掘鑿する場合、坑径10吋の孔を1呎(30.5呎)掘鑿する毎に生ずる掘屑を地上へ運ぶために、理論的には13馬力餘りを要することになる。上昇中に於ける掘屑と泥水との實際的關係運動は、理論的とは相當の懸隔があり、又掘屑を選び揚ぐるに泥水の上向の流れを用ふるが如き斯る方法は、力の應用といふ點から見れば能率の悪いものであると云ふ事を考慮するときは、實際には此の理論的値よりも相當多量の「エネルギー」が費されることになる。掘進が平常よりも速い場合は、掘屑を選び揚げるためには一層多くの「エネルギー」が費されるべきことは勿論であつて、この爲には「ポンプ」の運動を速くし、單位時間の送泥量を増加することにより目的が達せられるのである。循環泥水の量が充分である間は、其の上昇速度に依り掘屑は地上に向つて運ばれてゐるのであるが、動力の故障或は掘管の引揚げのた

掘屑上昇時間表 其の一



めに、泥水の循環が中断されるが如きことがあれば、坑井内の泥水中に浮遊してゐた粗い掘屑は、沈澱を始め「ビット」や掘管の周りに沈積し、遂にこれを抑留せしむる基因ともなり、或はまた再び循環を行ふことを困難ならしめる事がある。斯る障害を防ぐ爲には、泥水は其の中に浮んでゐる掘屑を速かに沈澱せしめぬ様な、粘度並に膠質性を有するものでなければならない。即ち泥水の粘度が大きいことは固形物を浮かせて置くに有利であり、また泥水に膠質性を充分有せしむることも固形物の沈澱を最も遅からしむることになる。粘土の或る種類のものは、水に溶けて膠質液を形成する傾向を有するから、これ等を含む泥水は循環が停止された場合直ちに「ゲル」状態となり、

掘層上昇時間表 其の二



実際には凝結して凡ての固形物を永く浮遊させて置くが、循環が再び開始されるや其の攪拌作用により、泥水は又舊の状態に還るのである。

4. 「ゲルストレングス」(ヌラヌラ性)

掘層中に於て、「ポンプ」循環停止中に掘層其他の「ザク」が、沈澱せぬやうに泥水中に浮遊保持するために、「ゲルストレングス」(ヌラヌラ性)が重要である。

掘進中小時間の「ポンプ」停止によつて、「ビット」の周圍に「ザク」が塞つて「ビット」を抑留されたり、揚管中に坑底に「ザク」が沈澱して浚渫を要したり、その害する所は誠に少くないのである。斯る場合「ヌラヌラ」性を多く保持して居る儘を循環泥水に使用して居れば、掘管は抑留されるやうな事はない。

砂を含みぬ頁岩から出来た泥水は、何れも多少の「ヌラヌラ」性を持つて居るものであるが、地質が殆んど砂岩のみにて「ヌラヌラ」した泥水の出来ぬとき、又は「セメント」浚渫した後の如く良い泥の出来ぬときは、適當のものを泥に混ぜねばならぬ。斯る際は、「ベントナイト」を混する事が現今普通に行はれて居る。

ロ式掘層用として特に精製された「アクアゼル」と云ふ商品名で、市場に賣出されてゐる良質の「ベントナイト」は、これらの望ましき性質を高度に發揮するものであるから、高度の膠質状態が殊に有利とされる場合には、屢々循環泥水に添加使用されてゐる。斯かる膠質性に優れた物質は、泥水循環が中断された場合掘層の沈澱を遅らしむるばかりでなく、泥水の孔隙泥塞作用並に坑壁の塗泥作用を増進せしめ、軟弱解弛せる地層よりなる坑壁崩壞の傾向を少なからしめ、又坑壁と掘管の間に起る摩擦を軽減せしむるに役立つものである。

「ベントナイト」は、火山灰の多少風化されたもので、其の成分は産地により異なるが、大體45~70%の SiO_2 と 15~25%の Al_2O_3 、其の他水や少量の夾雜物からなつてゐる。市販の「ベントナイト」は、循環泥水用に適する様藥品で更に處理されたものである。西山油田の掘層井中より揚り來る蠟盤は、「ベントナイト」であつて火山灰の一種に屬し凝灰岩質のものである。

泥の「ヌラヌラ」性を測定する一つの方法として、泥を遠心分離器にかけて泥の微粒分の多少を測ることが行はれてゐる。沈澱の多いことは、「ヌラヌラ」性の弱きことを示し、又泥の悪いと云ふことを示すのである。

若し良質の泥水を得るに困難であつて坑内状態が悪化し、鐵管の抑留される等の恐れあるときは、機械油又は重油或は原油を泥水量の百分の五乃至一割位を混するときは、泥水は相當に「ヌラヌラ」性を増加するものである。或る坑井にて約一割の油を泥水に混入し、1~2晝夜循環を繼續して、抑留された鐵管の自由を回復した實例さへある。然し油を泥に混入することは、試掘にては新油層から滲出する油の發見が困難であるから、其點を考慮せねばならぬ。

5. 泥壁形成性

泥水中に擴散した「コロイド」(非常に細かい微粒物のこと、大きさは1種の12乗分の1位の直

径のものが、液體中に浮遊して居る状態を指すのである)分は、坑壁に薄くて水を透さぬ泥壁を形成して、地層中に水の逸水するのを防ぐに役立つものである。即ち泥水中の水分は、細い粘土粒子と固く結合して水分丈けが逸出し難くなり、微粒子によつて塗られた泥壁は、薄くて強靱なものとなるからである。

泥壁は、最初に泥水が坑壁にて濾過されなくては出来難いのであつて、濾過によつて水分が地層中に入り、粘度粒子が坑壁に残るので、次第に泥壁を形成するものである。然るに不良な泥水は泥壁が厚くなつても水を透すから益々其厚さは厚くなり、良い泥水は僅かに10分位の薄い泥壁にて完全に水の滲出を防ぎ且つそれ以上に厚い泥壁を形成することはないのである。

坑壁に生ずる泥壁の厚さは、その地層の滲透性に左右されることはなく、生じた泥壁の滲透性のみに関係するのである。故に地層中に水分の逸水するのを防ぐ爲には、不滲透性の泥壁を早く作ることが最も肝要である。即ち「ピット」にて掘鑿した新しい坑壁に、なる可く早く泥壁を作り、其の泥壁によつて新しい坑の部分か油層や瓦斯層である場合には、其の中に泥がしみ込んで行くのを早く止め、崩壊性の地質であれば、其の崩壊をなる可く早く防ぐ様にするのである。彼の「ザク」層は、水分を吸収して膨脹崩壊する地層であるから、これに水分を吸収させぬやうにすれば、その故障を防ぐことが出来る。また普通の頁岩も水分を吸収して崩壊する性質を有して居るから、「ザク層」との相異はただ程度の問題に過ぎない。要は泥水中から地層の中に滲出する水分を極少にすることによつて、地層崩壊の現象は防ぎ得ると言つても過言ではない。

泥水の濾壁の厚さ及濾水の量は、泥水中に存在する所の固體の量及性質、即ち固體の擴散の程度・粒子の大きさ・加水分解の程度・及擴散又は凝結促進物の存在等によつて影響されるが、一般に高温に加水分解した「コロイド」物質が多量に存在するか、又は擴散促進物が存在する場合には、濾壁は薄くなり濾水の量は少くなるのである。

實驗室に於て、油層と同じ様な砂層に對し、或る程度の壓力をかけて如何なる泥が最も早く層中に逃げ去るのを止め得るかの試験結果に於て、次の點が一致してゐる。

- ① 「ヌラヌラ」性の強い泥は、泥壁が早く出来る。
- ② 「ヌラヌラ」性の強い泥は、或る程度の厚さになれば、夫れ以上に泥壁は厚くならぬ。「ヌラヌラ」性の不足の泥即ち悪い泥は、循環を續けて居れば際限もなく泥壁の厚さは厚くなる。
- ③ 「ヌラヌラ」性の強い良い泥で出来た泥壁は、其の厚さが薄いにもかかわらず、泥が層中に逃げるのを早く止めるが、悪い泥で出来た泥壁は、厚い割合に泥が層中に逃げるのを防ぐ効力が少く、いつまでも止まらぬ。

また米國に於て、同じ砂層の坑を作り、同じ程度の濃度の泥を作り、1,000 封定の壓力をかけ泥

壁實驗を行つた結果は次の通りである。

「ベントナイト」泥の泥壁の厚さは…………… 1/8"

「オクラホマー」粘土の泥壁の厚さは…………… 1"

「コーリンガー」粘土の泥壁の厚さは…………… 1 1/8"

而して「ベントナイト」にて作りたる泥は、20分後には泥が全く逃げぬ様になつたと云ふことである。

以上の事實から、掘進中に掘管が抑留されたり又水止管降入中に抑留されたりするのは、殆んど總てが性質の悪い泥を使用した場合に起ると斷言する事が出来る。掘管や水止管を坑内に揚げ下げする途中で、段々と鐵管の運動が重くなつて遂に不動に陥つたり、又其の中途にて原動機の故障其他の爲めに、鐵管を數拾分間静止の状態に置いた爲めに、鐵管が不動に陥つた際に、崩壊や掘層の沈澱によつて、鐵管が抑留されたと思ふのは多くの場合誤りである。勿論其の爲めに鐵管が抑留される事は絶対に無い譯では無いが、僅か20~30分間静止の状態に置いた爲めに、崩壊や掘層の沈澱にて鐵管が抑留されるのは、極めて特別の場合であつて稀である。

鐵管が抑留される多くの場合をみるに、悪い泥を使用してゐるときは坑壁に粘着力の強い厚い泥壁即ち張り付きが出来てゐる。また如何なる坑井も多少の曲りはあるものである。その灣曲部にては、鐵管が其の張り付きを鐵管の重量にて可なり強く押し付けて居るから、「カッピング」は或る程度張り付きに喰ひ込み、降管して行く間に段々その程度は高まり、次第に鐵管の下りが重くなつて遂には不動となるに至る。又「シュー」は、此の張り付きを削つて下り、一部分に之を突き固めるから、水止管が下つても循環が出来ぬ場合に遭遇することもある。又掘管を僅かの間静止状態に置くときも、坑井に大した曲りが無いまでも、鐵管は何れかの一方の坑壁に沿つて、泥壁に密着し「カッピング」は幾分泥壁に喰ひ込むこととなる。

悪い泥を使用した爲めに、粘着力の強い張り付きが出来て居る場合には、引つ張つても其の抵抗に打ち勝つ事は出来ないから、鐵管は抑留された形になる。一般に起る鐵管抑留の失策は、多く此の現象からである。

泥水中に存在する固體は、泥壁形成性に對して利害相反する2つの結果を生ぜしめる。即ち泥水中に存在する微砂粒は、先づ坑壁に張りついて泥壁の生ずる基地を作り、その上に本當の「コロイド」物質による泥壁が出来るのであるから、この點微砂粒の存在は有用である。しかし砂粒が多く存在するときは、泥壁の中にこれが入るために、泥壁の遮水性を著しく害し、厚い泥壁の出来る原因となり、延いては坑内故障を誘發する原因ともなるのである。

粘土の或る部分は、永久に浮かされた状態になつて居り、沈澱しないといふことが明かにされて



わる。

されば坑壁に沈殿する粘土は、泥液中の粘土の一部であつて、特に坑壁に泥を沈殿せしめんとする時は、即ち泥塞（マツディング）を行はんとする時は、澤山の粘土分を附加しなければならぬ。斯くするとき、泥液は、餘分の粘土を坑壁に沈殿せしむる事になる。

粘土の容積は、坑径に依つて直接に変化すると云ふことに注意せねばならぬ。即ち12吋と6吋とでは、坑壁面は2倍である。坑壁に沈殿する程度は、偏心的に廻轉する掘管の塗り付ける作用に係り、泥液中に保持されてゐる粘土の量は、粘土の性質及流水の速さによつて異なり、坑壁に沈殿せずして坑外に持ち運ばれる粘土の量は、流水の速さが増加するにつれて増加し、「ポンプ」の運轉速度並に能力（容量）並に掘管と坑壁の間の断面積に依るものである。若しも粘土を坑壁に沈積せしむる事が必要であるならば、「ポンプ」の廻轉數と流水が適當の速さに成るまで減らさねばならぬ。即ち低い速さよりも高い速さの方が、坑壁に沈殿せずして餘計に持ち運ぶのであるから、「ポンプ」の速さを變へれば其の時の状態に適した沈殿の具合を調節することが出来る。

泥液が地層の中に入り得るといふことは、穿孔した地層の壓力に比較して、坑内の液體の壓力が超過した時にのみ行はれるのであるから、液體に維持されてある壓力は、又沈殿の割合を決定するのである。

多孔質の地層を掘撃するときは、坑壁に沈殿する量が相當に減少する。即ち逸水することは、多孔質の地層に逃げ去つたのである。斯る場合は、粘土が或る程度まで岩石の孔隙や割目へ水を伴つて行くけれども、そのうちには泥が隙隙に入つて遂には透さぬ様になり、地層が漸次に塞がるが、この作用は岩石の有孔度及び加へられた壓力によつて異なるものである。種々なる實驗の結果によれば、1吋～2吋位しか浸入しないと云ふ場合もあり、又1,200封度位の壓力にて12吋も浸入してゐた例もある。緻密の粒から成る岩石には、粘土の沈積は殆んど坑壁の表面だけであるが、多孔質の岩石には少くも數吋浸入して行くものと豫期せねばならぬ。隙隙の通じて居る地層には、壓送されて居る坑井から約200米も離れてゐる坑井に泥水が現はれ、しかも可成り速かに移動して居ることが認められてゐる。この循環中の泥液の損失によつて、掘進中の地層の有孔質程度並に其壓力状態を察知することが出来るが、此際使用して居る泥液の比重粘度流速を考慮に入れて置かねばならぬ。

6. 「ベイツァー」値

液體の「ベイツァーバリュウ」(PH値)とは、その液體に含まるる水素「イオン」の濃度を表はす數字であつて、P.H.の記號で書き表はされる。

如何なる液體にも水素「イオン」は存在して居るから、其の濃度を電氣的に測定して、其の液體

の「ベイツァー」値を知ることが出来る。

數種の液體の「ベイツァー」値を示せば、次の如くである。

鹽酸	1.0	硼酸	5.2
磷酸	1.5	水	7.1
アンモニヤ水	2.3	重曹	8.4
醋酸	2.9	炭酸ソーダー	11.6
炭酸	3.8	苛性ソーダー	13.1

一般に泥水のP.H.値が9.5を超ゆる時には、その内の膠質物が集凝を始める。掘撃泥水がこの様な状態にあれば、粘質度が非常に高くなり、「ポンプ」の加壓に依り泥塊（マツドケーキ）を生じて、「ビット」の張付を招來する原因の一つとなる。事實多くの場合に、單にP.H.値を8.5～9.0以下に下げることのみに依り、掘撃泥水の集凝力を低下せしめて、粘質度や坑壁を作る性質を調整することが出来るので、近頃特に泥水のP.H.値測定が強調され、種々の化學藥品が泥水に加へられて、掘撃泥水の性質の調整が行はれてゐる。

中性である清水の「ベイツァー」値は7.1であるが、其れより「ベイツァー」値の低いものは酸性であつて、其れより「ベイツァー」の高いものは鹽基性である。

「ヌラヌラ」性の強い良い循環泥水には、「コロイド」(微粒分)の多い事が必要條件であるが、其の「コロイド」は泥が強い酸性であつたり強い鹽基性であつたりする場合には、破壊されて粘力が強くなり悪い泥となる。又中性であつても或る程度まで破壊される。只弱い酸性か弱い鹽基性である時が安定であるが、酸性であると云ふことは鐵管や其の他坑井内の鐵類を腐蝕せしむるから禁物であるので、結局弱い鹽基性にして置かねばならぬことになる。

「ベイツァー」値は、大き過ぎても小さ過ぎても悪く、8.5～9.0の泥が最も「ヌラヌラ」性が良く保たれるから、瓦斯のある坑井や深掘にて「ベントナイト」を混ぜなければならぬ場合には、泥の「ベイツァー」値を8.5か9.0に保つ様にせねばならぬ。「ベントナイト」の沈殿は、「ベイツァー」値が5.5附近か11.0附近が一番多いのである。しかし浅掘りで餘り泥の「ヌラヌラ」性を必要としない場合に、坑径が大きく循環「ポンプ」の能力が足りぬ爲に「ザク」の揚がらぬ様な時には、泥の粘度を増す爲に「ベイツァー」値を5.0か11.0にする事も一つの方法である。

掘撃用泥水には、成る可く粘力が少く「ヌラヌラ」性の多いもの、即ち濾過試験で成る可く薄い泥壁の出来る泥水を使用するのが原則であつて、瓦斯のある場合や温度の高い深掘りでは、特にこの點に注意が必要である。また泥水に化學藥品を入れる場合には、泥の「ベイツァー」値に特に注意して、處理の誤りを防がねばならぬ。

頁岩には、僅かではあるが「アルカリ」性物質が入つてゐるのが常であるから、普通の掘撃泥水

のP.H.は8.0位である。この状態ならば、少しく「ベントナイト」を加へれば安定な泥水となり得るけれどもP.H.値が9.5~10.0といふ風に大きくなれば、泥水が凝結して粘度を増し、泥壁形成性も著しく悪くなるものである。これは、多量の「セメント」が泥水中に混入した場合によく見られる現象であつて、泥水の「ゲルストレングス」及粘力が増加して殆んど流れなくなる。これに反しP.H.値を小さくすれば、前とは反対の現象が起り、「ゲルストレングス」及び粘力が小さくなる。

要するに、泥の「ベイクア」値が8.5~9.0より高い場合には、弱酸性のものを入れて「ベイクア」値を落し、又これより低い場合には苛性曹達の如き、強酸性のものを入れて高めねばならぬ。「セメント」混りの泥などは非常に「ベイクア」値が高いから、酸性のもの（タンニン酸が用ゐられてゐる）を入れて「ベイクア」値を低くせねばならぬ。

7. 「スタビリチー」(安定性)

泥水によつて、安定性の小さいものと大きいものがある。前者は少しの時間静止しておけば、泥水中の重い物質が沈澱して上部に水を析出するが、後者は静止させておいても、仲々その様な現象を起さない。

泥水を完全に攪拌してあるかないかもまた安定性に影響するが、泥水中の砂及び掘屑は安定性を害するものである。粘度の高い泥水また「ゲルストレングス」の大きい泥水は、安定性の大きいのが普通である。

化学処理は、その処理の方法によつて安定性を著しく大きくもし、又は小さくもする。泥水に鹽分が混入すれば、一般的に泥水の安定性を害し、「ベントナイト」は著しく安定性を増加し、泥水が弱「アルカリ」性である時には安定性が大きくなるのである。

要するに、泥水の沈澱する割合は、粘度・粘着性「コロイド」含有量・固形物の粒子の大きさ及泥水の密度によつて左右されるものである。

8. 鹽 分

掘削井に於ける循環泥水は、掘進して行く中に次第にその性質が變化して来るものである。これを掘進に適當した性質に保つ爲には、常にその性質を測定して必要な處理を施さねばならぬ。例へば、泥水の比重が不足して来たならばこれに「バライト」粉とか鐵粉等の加重材料を添加し、逆に比重が大き過ぎて来たならば水にて薄め、粘度が不當に上るやうであつたならば磷酸曹達や「タンニン」酸等にて處理して粘度を低下させ、又泥壁形成性が不良となつて来たならば「ベントナイト」等の「コロイド」物質を混入して泥水中の「コロイド」分を多くするのである。然しながら、時には泥水の粘度上昇を、藥品にては防止出来なくなつたり、又「ベントナイト」等を補給して

も、「コロイド」の効果を現はすことなく、泥壁形成性が次第に悪化して、その回復に困難を來すといふことが屢々起る。これは、坑内から出る鹽水によつて、泥水が甚しく汚染されたやうな場合によくあることである。

掘進中に坑底から鹽水が出て、泥水中に混入したことが原因となつて、泥水の量・比重・粘度等が比較的急に變化することがある。然し鹽分は、掘進中の地層の中からも入つて來ることがあるから、泥水中に鹽分があるからといつて、必ずしも鹽水が出たと斷定することは早計である。鹽水が泥水中に幾分入れば、それだけ比重が増加するから、その點では有利であるが、しかし泥水中に「コロイド」状に擴散してゐる粘土粒子を凝結せしめて泥水の粘度を高め、泥壁形成性を不良ならしめる。又多量に泥水中に混入するときには、泥水が薄められて粘度が甚しく低下せしめられる。然るに粘土粒子がよく「コロイド」状に擴散した泥水は、比較的粘度が低く且つ薄くてしかも強靱で水を透さぬ良好なる泥壁を作る性質があるが、この泥水に鹽分が混入すれば、泥水中の粘土を凝結して著しく泥壁形成性が不良となり、泥壁は厚くなり脱水量が増加し、且つ粘度はその時の状態によつて甚しく上昇するか又は下降して、掘削泥水としての使用に堪えなくなるのである。このやうに鹽分は、泥水にとつて大變に害のあるものである。然るに掘削に當つては、鹽分を含んだ地層を掘進せねばならぬこともあり、又高壓の出水層からの鹽水が泥水中に混入することもあつて、掘進中に混入するのを防ぐと云ふことは全く不可能である。

従來は鹽分を含んだ泥水を水にて稀釋して、その鹽分を薄めて後に加重材料及「コロイド」分を添加して使用する方法が、主として行はれてゐたものであるが、鹽分の害を全く除くには至らなかつた。多量に鹽分が混入する時には、調整しきれぬ状態であつたのである。其後鹽分によつて泥壁形成性の不良となつた泥水を、「タンニン」酸曹達にて處理して、その泥壁形成性を恢復すると云ふ方法が行はれる様になつて、相當の効果を示すに至つたけれども、未だ満足なる結果を得るまでには至つてゐない。

泥水が鹽分の作用を受けて、その泥壁形成性が悪化することは、鹽分の爲に泥水中の「コロイド」分が「コロイド」状態を失ふ爲であるから、鹽分に作用されぬ所の「コロイド」物質を用ひたならば、鹽水によつて悪化されぬ泥水を得ることが出来るのではないかと云ふ考へから、幾多の實驗研究が進められた結果、海藻中から採收された「フノリ」(鹿角菜)、「アルギン」酸曹達等の特種「コロイド」材料が、鹽分の作用を受けぬ性質を持つてゐることが發見せられて、こゝに鹽水の害を防ぐ方法に満足なる結果を得るに至り、實用化されつつある。

9. 高 温 度

深掘井では、浅掘井よりも一層泥の良し悪しの影響が甚しくなるから、泥に對する處置の如何は

作業の運命を左右する事になる。而して深掘井に於ける泥水悪化の最大原因の一つは、高温度である。坑井は深くなるほど高温度に接することは當然のことであつて、茲に一例を挙げれば、深度13,980呎(4,262米)に於て130°C、15,000呎(4,572米)に於て、153°Cといふ地層温度の實測の結果が報告されて居り、10,000呎(3,048米)以内に於て温度90°Cを超すことも稀ではない。泥水は、循環中にはこの地層温度迄には達しないことは明らかであるが、然し循環を止めて居る間にはこの高温度層に接觸してゐる部分の泥水が、相當に高温度になることは推測が出来るのである。坑井深度が深くなるにつれて掘管の昇降に多くの時間を要するために、それだけ長時間高温度層の中に停留することになるのであるから、深掘井に於ては常に循環泥水の示す温度よりも、ずつと高温度になることがあることを考へなければならぬ。

高温度が、泥水に及ぼす種々なる悪影響は、次の如くである。

- ① 粘度及び「ゲルストレングス」が變化する。
- ② 濾壁の厚さ及び脱水量が著しく増加する。
- ③ 泥水調整用化學藥品が變質して効力を失ふのみならず却つて害を與へる。
- ④ 泥壁の壓縮性が變化する。

① 泥水の粘度に對する熱の影響についてみるに、泥水の温度が次第に上つた場合には、最初は泥水の粘度が低下し、或る點まで低下すればその後は次第に粘度が高まるのである。この粘度の最も低くなる温度は、泥水に依つて夫々異り、化學處理を施してある泥水は、この温度が比較的高いのである。

温度による「ゲルストレングス」の變化についてみるに、深掘井に於て掘管が砂或は「ザク」等の甚しい沈澱の爲に抑留さるる事故の屢々起るのは、泥水が高温度に曝された爲に、その「ゲルストレングス」が著しく減じたことに原因するものと考へられてゐる。

② 温度の上昇によつて泥水の濾壁の厚さ及脱水量が増大するのは、適當なる泥壁が出来なくなると同時に、泥水中の水の粘度が低下するのが主なる原因であると考へられてゐる。

濾壁の性質が變らぬ時には、濾水の量は濾水の粘度の2乗根に反比例し、粘度の低下するにつれてその量が増加する。温度が上昇するにつれて泥水の泥壁形成性は不良となり、適當な泥壁が出来なくなるから、脱水量は濾水の粘度の2乗根にて計算した量よりも多くなるのは當然である。實驗の結果温度79°Cに於て、化學處理を施さぬ泥水は計算値よりも55%多く、化學處理を施した泥水は計算値よりも98%多い脱水量を示してゐる。この濾水の粘度よりの計算値と實際の脱水量との間の差は、温度が高くなる程大きくなり、又化學處理を施した泥水の方が大きいのである。

これは温度が高くなるにつれて、益々泥水の泥壁形成性が不良となることを示し、又高温度にな

ると著しく化學藥品の効力が減殺されることを現してゐるのである。

温度の上昇につれて泥壁形成性が不良となれば、泥壁の滲透性が大きくなつて泥壁が厚くなる。この泥壁の滲透性の大小は、泥水中の粘土粒子の擴散の状態に左右されるものであつて、泥水中の粘土が高温度によつて凝結するために、泥壁の組織が緻密でなくなつて、泥壁の滲透性が增大するのである。泥水の温度が上昇した時に、泥水中の粘土粒子が凝結するのは、恐らく粘土そのものの性質が凝結しやすくなるものと考へられるが、又常温にては溶けにくい凝結しやすい所の分子が溶け込むこと、及泥水中に混入してある所の粘土擴散、即ち粘度低下の爲の化學藥品が變質して効力を失ふこと等が、原因となるものと考へられてゐる。

③ 泥水中の粘土粒子を擴散させ、その粘度を低下すると同時に、泥壁形成性を良好ならしめる目的にて使用する所の化學藥品が、高温度に於てその熱の爲に効力を失ふときは、その粘度は藥劑を混入する以前の値よりも却つて高くなる事が認められてゐる。熱によつて効力を失ふた藥劑は、効果を失ふばかりでなく、却つて害を與へることになる。この藥劑の變質する速さは、その温度の高さと泥水の「アルカリ」性又は酸性の程度によつて異なるものである。

藥品を混入して粘度を低下した泥水が、坑内を循環して來る間に、再び粘度が上昇して了つた場合に、これを補正する爲に補給して混入する藥品は、最初に入れた場合に比して遙かに利き目が少ないものである。

④ 泥壁の壓縮性の變化について、「ベントナイト」にて作つた良い泥と、普通の粘土にて作つた泥とが作る泥壁の厚さの違ひと、温度を高くすれば如何に其の形態が變るかを、100封度毎平方呎の加壓にて、3時間濾過試驗した結果に於ける泥壁の厚さは、次の如くである。



天然粘土の泥水 200°F



天然粘土の泥水 80°F



ベントナイト泥水 200°F



ベントナイト泥水 80°F

100 封度毎平方吋の加壓にて3時間濾過試験法の結果の泥壁の厚さ

第 11 節 掘鑿用泥水の機械的處理

ロ式掘鑿に於ける掘進率を増大せしむるには、一つに其の循環泥水の適當なる調整にある。即ち遲滯なく掘屑を取り除き、又崩壊防止の爲に坑壁に泥塞（マツデング）を行ひ、又高壓の瓦斯出水の發噴を防止すること等によつて、初めて目的の深度まで完全に掘進をなし得るのである。其の掘鑿用泥水の循環體となるものは、一般に粘土を溶かした水であつて、之は強力な「ポンプ」の働きによつて、「ポンプマニフォールド」・「フレキシブルホース」・「スキーベル」・「ドリルシステム」・「ドリルパイプ」の中を下り、坑底の直上にて「ビット」の孔から坑井内へ送出せしめられるのである。速い速度で坑底に向つて射出された循環泥水は、ここで泥水の向きを變へ掘屑を伴ひ「ドリルパイプ」と坑壁との間隙を上り、坑口から泥樋「マツドデツチ」へ流れ出る。この「マツドデツチ」は、木製であつて緩やかな勾配で布設されてあるが、掘屑を伴つた循環泥水が此の樋を緩かに流れる間に、粗い重い掘屑は自然に沈澱し、掘屑や砂分を含まぬ泥水のみが「マツドビット」に流れ込み、再び「ポンプ」の「サクシヨン」から吸ひあげられるのである。

猶ほ循環中に失はれた泥水の補給並に掘進に伴つての泥水の不足は、新しい泥水を「マツドデツチ」にて補足し、沈澱した掘屑は時々「ショベル」にて掬ひ捨てねばならぬ。

1. 「マツドデツチ」及「ビット」

「マツドデツチ」は、大きい断面の長いもの程よいのであるが、普通幅及高さ約2尺（60厘）、全長100尺（30米）乃至125尺位の木製樋であつて、樋の傍に普通兩端の差が1尺（1米につき約2~3厘）程度の緩やかな勾配で、且つ幾つかの直角の折返しがある様に布設され、又この曲り角には掘屑等を沈澱せしむるために、大きな深い沈澱箱が取付けられてゐる。

「マツドビット」は、状況により30石（9噸4）~50石（9噸0）入り位の鐵槽、或は木槽の使用されることもあり、土地を長方形に掘り下げ木枠板張が「コンクリート」にて造られることもある。其の大きさは、断面積約8尺（2米4）×12尺（3米6）、深さ5乃至6尺（1米8）である。而して「ポンプ」の「サ

クシヨン」の一端は、この「ビット」に湛えてある液體の中に充分に浸され、泥液が坑内を循環して坑外に出で、再び「ビット」に歸る以前に泥液中の掘屑や砂分は分離される。この外に豫備泥水貯藏用として、井戸元近くに50石（9噸）~100石（54噸）入り位の鐵槽を數基用意すれば便利である。

2. 砂の分離装置

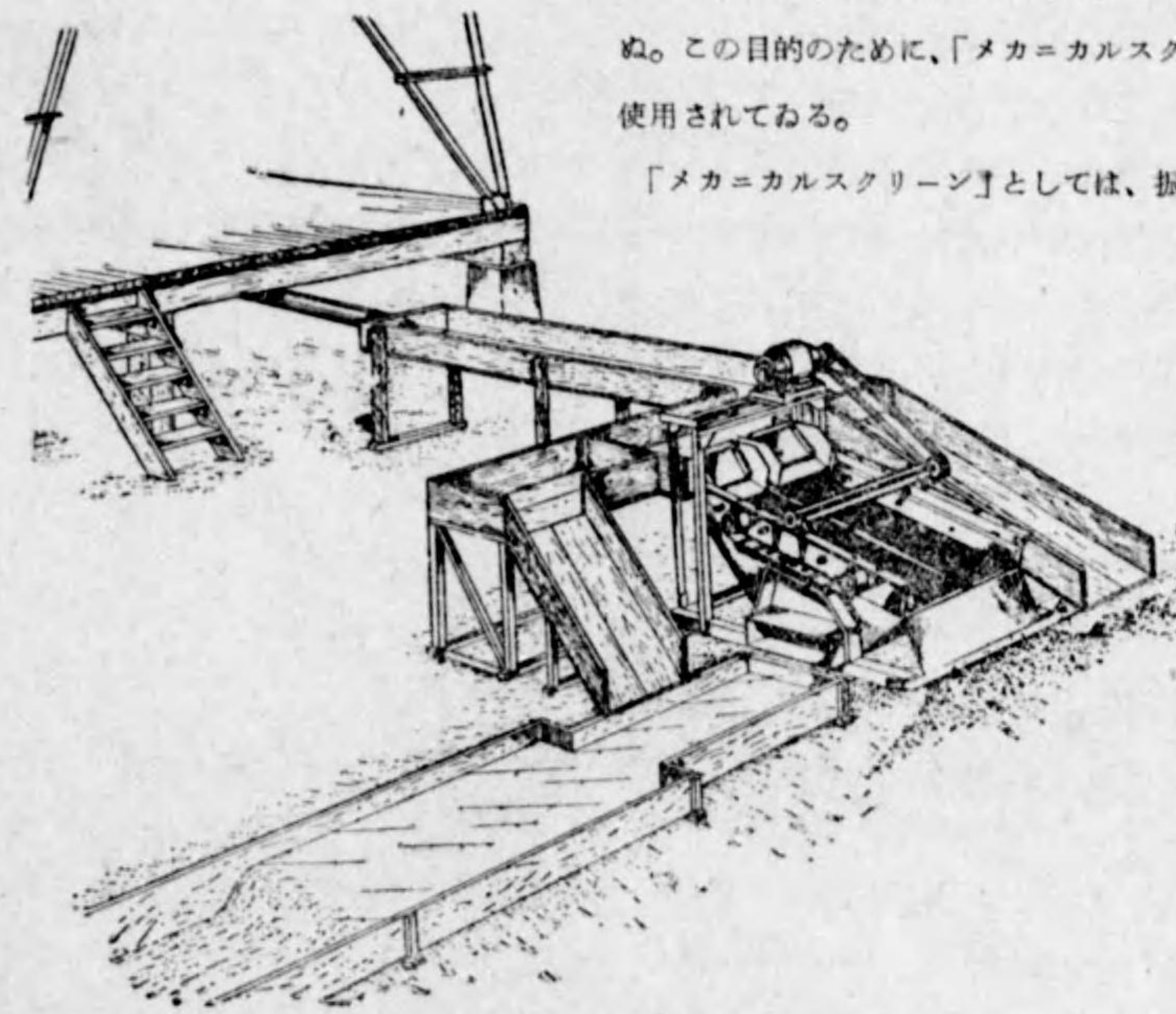
ここに砂と稱するは、普通に言ふ砂のみではなく、岩石の掘屑も含めた廣い意義のものである。

循環泥水中に含まるる砂の分離は、沈澱樋（マツドデツチ）に於て處理されるのが一般である。しかし地質状態によつて、若しも砂分が完全に分離されぬ時は、「マツドビット」や坑井内の循環泥液中に、砂が漸次含まれて其の量を増すに至る。この砂の存在は、「ポンプ」・「スキーベル」・「ドリルパイプ」等の内面を甚だしく磨損するばかりでなく、循環泥水の潤滑作用とか坑壁の塗泥作用等の効果を減退せしめ、更に「ドリルパイプ」や「ビット」が抑留さるる原因ともなるのである。

この様に砂の分離は重要なことであるからして、沈澱樋のみにて取り切れぬ時は、細い鐵線製の篩（マツドスクリーン）を地表循環泥水路の適當なる箇所に設けて、篩の上に溜る砂を人力にて掻き落し、良質の泥水のみを篩を通して「マツドビット」に導く可きである。斯くしてもなほ砂の分離し

難い泥液は、自動的或は機械的方法によらねばならぬ。この目的のために、「メカ=カルスクリーン」が使用されてゐる。

「メカ=カルスクリーン」としては、振動篩「パイ

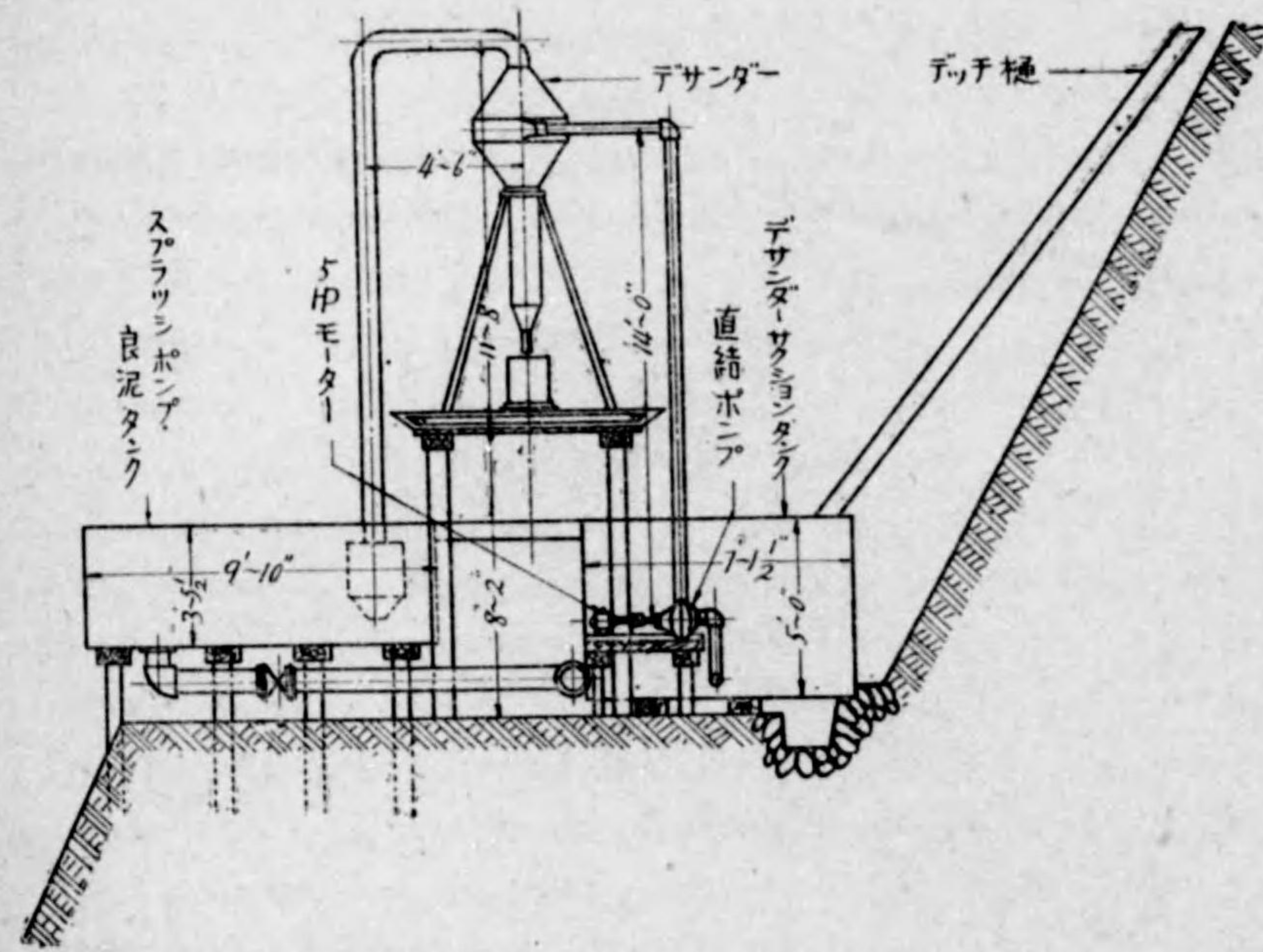


パイブレーテングスクリーン装置圖

プレーテングスクリーン)が廣く使用されてゐる。これは坑口と「ビット」との間に設けられ、節面は水平に對し15~30度の傾斜をもつ大さ3~5尺、30~60「メツシュ」の針金網(ワイヤークロス)張りのものであつて、一馬力の電動機或は小型の「スチームタービン」に依つて運轉され、一分間の振動数は1,800回轉内外である。

ロ式掘鑿井に於て、掘管を抑留さるる最大の原因は、其の循環泥水中に細砂が混入してゐる場合が普通である。此際には従來の沈澱に依る除砂方法では、細砂の分離が不充分であつて、なほ其の含有率が10~35%であると云ふ事實から、「デサnder」が用ひられてゐる所もある。

「デサnder」は、其の本體と動力源として7.5馬力「モーター」直結の「セントリフューガルポンプ」とから構成されてゐる。「フェーガルポンプ」の大きさは、翼の徑10吋吸込管徑4吋吐出管徑3吋である。「デサnder」は「ポンプ」と3吋管によつて連結され、其の泥入口より直ちに泥水渦流室となつてゐる。ここに含砂泥水は、高速度に旋回して渦巻を起し、渦巻の上縁には多量の細砂が遠心力に依つて分離されて、沈降室及び排砂口に落下し、細砂の除かれた泥水だけが上部に送られ、6吋管を通じて「スラツシビット」内に放降される。放降落差15呎8吋によつて、「デサ



デサnder装置圖

nder」内部に真空作用が起ることによつて、排砂口から外部に逃げやうとする泥水の逸失を防ぎ、且つ砂粒を外部に排出せしめることを圓滑平均ならしめ、併せて「フェーガルポンプ」の能率をも一定に良好ならしめてゐる。なほ「デサnder」内部の真空度を調整するために、6吋管の下がりの眞上から1吋管を引出し、これに「コンパウンドゲージ」及び「レリーフバルブ」が取付られてゐる。この「レリーフバルブ」によつて真空を任意に調整することが出来る。真空の「マキシマム」は、20吋位であるが通常これを10吋に調整すれば適當である。

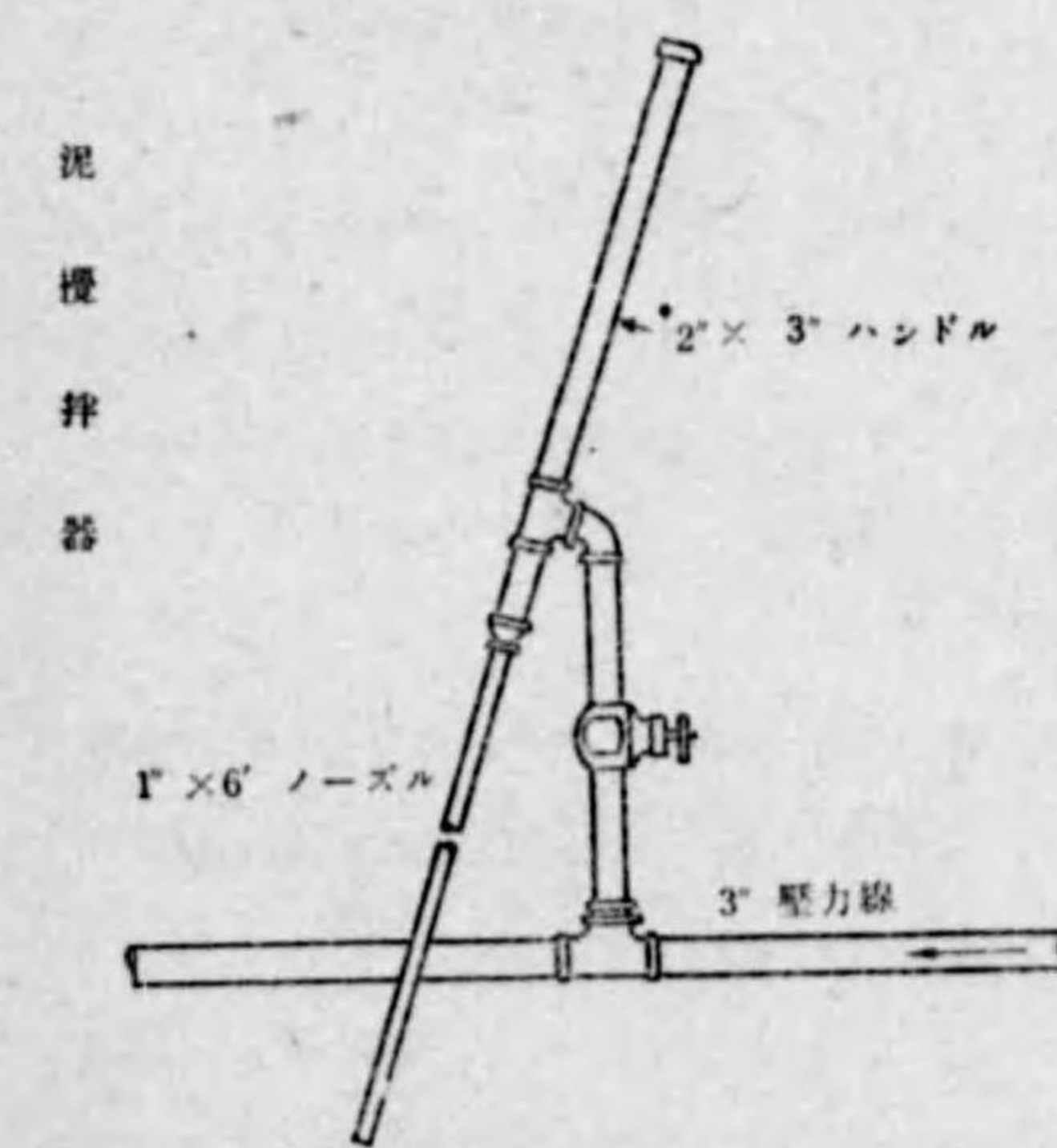
沈降室の下端近くには、傾斜40度の14吋「メツシュ」の「スクリーン」が用意されて、最下端の排砂口「ノツツル」を通過し得ない固形物を受けさせ、なほ「スクリーン」掃除口が設けてある。排砂口の「ノツツル」の孔径は14吋であつて、砂の積まることを防ぐために、排砂口の眞上に1吋給水管を連絡し、清水を加減しながら送水されてゐる。

此の操作は、甚だ簡單であつて槽下定員の内より、時々「バキアム」の調整と、一定時に於ける分離細砂の計量とを擔當すれば充分である。處理成績の一例を挙げれば、深度1,000米に於ける場合に於て、坑井處理泥水量300石に對して、「デサnder」通過前の泥水含砂量1.5%のものが、通過後0.7%となつた。

「バツフルプレート」を整備する場合に、傾斜してゐるものには45度のものがあるが、一般には垂直に近いものが適當とされてゐる。

泥水中の瓦斯泡だけを取り除く場合には、簡単に泥水を瀧の様に高い所から落せばよいのである。

一例を示せば、直徑20吋高さ36呎、其の内部に3~4個の圓錐形邪魔板「コニカルバツフル」を



吊した、圓筒の頂上から泥水を落下せしめれば、粘度の大きい泥水中に夥しい瓦斯泡が含まれてゐる場合でも、これを殆んど完全に近く除去せしむることが出来る。

坑内状況によつては、豫備の「デッチ」と「ビット」とが更に設けられることがある。これは物理的又は化學的に、固體又は液體を泥水に混合して調節する時に使用されるものであつて、その豫備の「ビット」は「スラツシビット」より30極位高くしてある。

瓦斯層に達し循環泥水中に多量の瓦斯體を包含した際に、この豫備の「ビット」を利用し

て、一つの「ポンプ」から2場時位の「パイプ」を布設し、その先端に「ジツテング」装置（泥攪拌器）をしつらへ、泥の「ジツテング」即ち泥水を「ピット」面に噴かせて、瓦斯抜きを行へば有効である。

3. 泥水の混合法及び其の装置

掘進中の地層に粘土或は軟質頁岩等が長く続く時は、所要の循環泥水は坑井内で自然に透られるから、雨覆ひをなし掘屑や砂分を取り去り大切に取扱へば、特別にこれを準備して置かなくとも、1,000米や1,200米の掘進には大抵の場合差支へないものである。然し地層中に粘土質のものが充分にないとか、或は其の性質が所要の循環泥水を透るに適してゐない場合に遭遇することが寧ろ多いのであるから、相当遠方から良質の粘土を運搬し、必要の泥水を透らねばならぬ事がある。

斯かる場合、粘土を「マッドピット」の中に「ショベル」にて投げ込み、攪拌して水と適當に混合せしめ、「ポンプ」にて「マッドデッチ」を循環して、砂分を取り除き、これを貯泥槽に貯へ、更に同作業を繰り返して、必要量を透れば足るのであるが、若しもこれで不充分ならば、機械的又は水力應用の方法で、攪拌混合せしむる「マッドミキサー」を使用せねばならぬ。循環式「マッドミキサー」は、小型の鐵槽に羽根のついた「シャフト」が、水平に取付けられてゐる。これを小型の原動機又は「ドロウオックス」の「ラインシャフト」或は「ポンプ」の中間軸等から運轉せられるのである。又或る種の「マッドミキサー」は、底部が楔形或は圓錐形になつて居り、ここに「スチームジェット」(蒸気噴出器)を取付け蒸気吹き込みにより、水と粘土を混合せしめてゐる。この蒸気吹き込みで混合せしめるときは、同一成分の粘土には機械的に混合せしめたものよりも、一層良質の泥水が得られると稱せられてゐる。また「マッドピット」にて混合する場合にも、蒸気のある場合には「スチームジェット」を使用することもある。

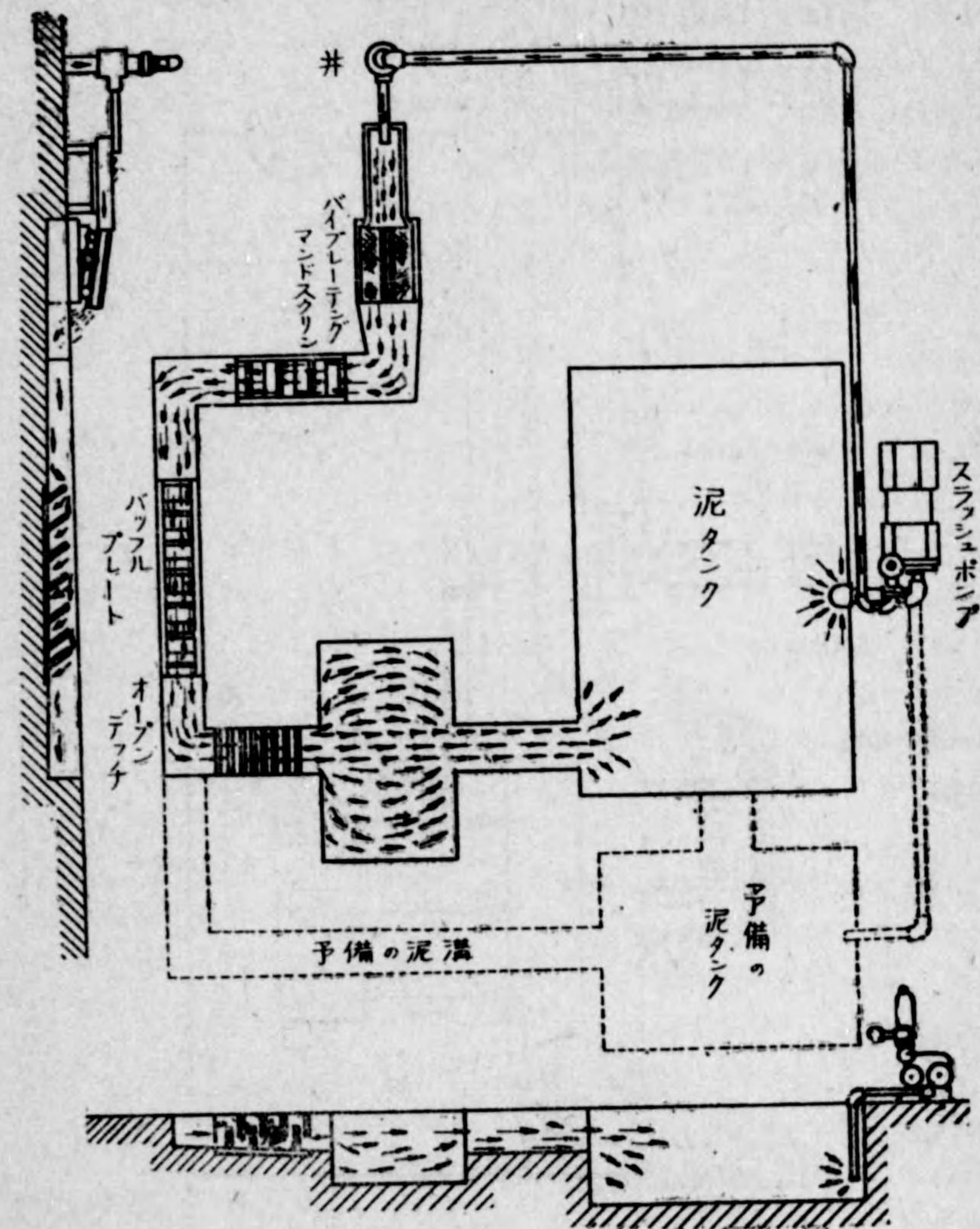
また一旦半ば水和せしめた粘土を、「ポンプ」の壓力にて筒口(ノズル)から吹き出さしめ、泥水滴の上に撒き散らしむるのも、泥水混合に有効な方法であつて、「マッドピット」に溜めてある豫備泥水も、これと同じ方法で連続循環を行はしめれば、其の含有する粘土の沈澱を防ぎ、且つ又「ポンプ」に吸込むべき泥水の性質を均一に保たしむる事が出来る。

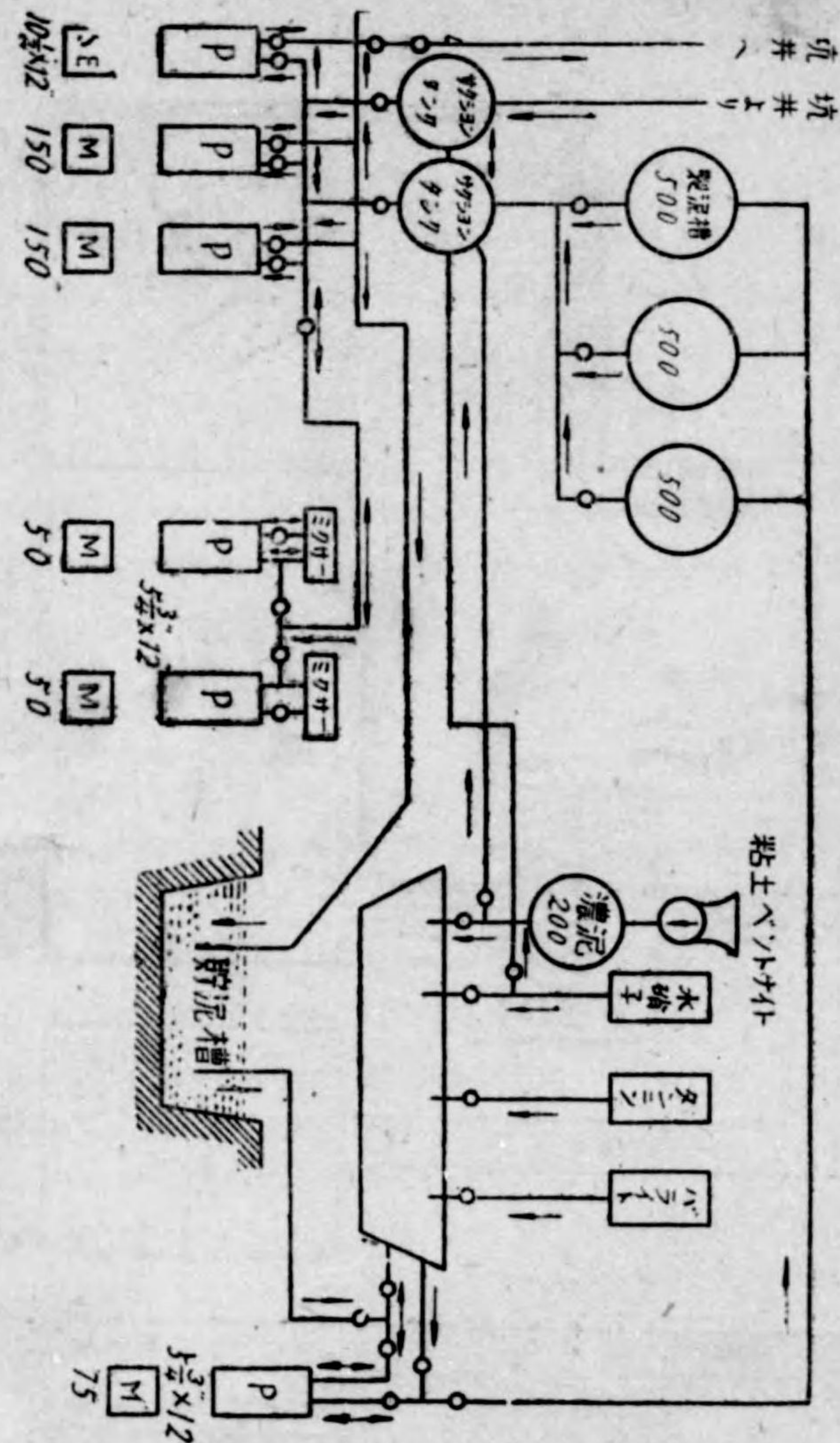
4. 「マッドミクシングプラント」(製泥場)

泥水は、普通これを使用する坑井又は其の附近で透られるのであるが、同時に多數の坑井が掘鑿されてゐる所では、「マッドプラント」が、出来得れば自然流通が可能であつて、配分に適切な高所に設けられて、多數坑井の需要に應ずる様に、大量製泥されてゐる場合もある。

その工程は、先づ運ばれた自然土を、「マッドミキサー」によつて濃泥を作り、篩を通して精洗し、「ポンプ」によつて大きな「タンク」に導き、數日間放置して後、實際に使用せらるるよりも幾

循環装置 (一例)





製泥及唧筒装置 (一部)

分濃い目に水を割合して、長い「マッドデッチ」を通過せしめ、砂の沈澱を認めぬまでに調整したものを、大きな貯泥槽に貯へ置き、求めによつて鐵管線より、各掘鑿井に送り井戸元の貯泥「タンク」に一時貯へ、必要に応じて使用される。

「マッドプラント」によつては、泥水よりの砂分離に「マーコー」遠心分離機が好結果を以て使用されてゐる。この機械は、遠心力の應用により泥水中の砂を分離せしむるものであつて、其の遠心器（セントリフューズボール）は直径30吋毎分500回の速さで回轉する。其の實運轉負荷最大回轉でも4馬力以下であるが、10馬力の電動機で運轉されてゐる。此の機械の處理能力は、毎分約6石1日約8,800石であつて、其の効率の一例として、砂の含有率が全固形物の40%程度の泥水を處理し、然も其の砂の大部分が150「メッシュ」以下といふ状態のものを、91~95%も除去することが出来るといふことである。

この外、水力分離機「ハイドロリッククランフアイヤー」も亦泥水の調整用として有利に用ひられることがある。これは、「シツクナー」と併用されなければならぬ。即ち「クランフアイヤー」にかけた後に、液を濃くする装置も使用しなければならぬ。これは砂を除去するには有効であるが、其の方法は複雑である。

第12節 泥水添加及加重材料並化學藥品

1. 「ベントナイト」

ロ式掘鑿に際して、循環泥水の良いものを使用する事が大切であるとすれば、如何にして良い泥を作るかと云ふことが問題である。我國でのロ式掘鑿井では、掘鑿中に坑内で出来た泥水の中から、砂や掘屑分を取り捨てて泥分は決して捨てないと云ふことにすれば、1,000米~1,200米位迄の掘進には、大抵の場合差支はないのである。これが爲には、「サクシヨントーク」や「デッチ」に雨覆を施し、雨水が泥に混らぬ様にする必要がある。

頁岩層を掘進する場合には、兎角泥が濃くなりがちであるから、水で薄める必要が起つて泥が餘る様な場合には、これを貯泥槽に貯へ置き必要の場合の用に充てるやうにすべきである。

然し如何にしても掘進中に泥が出来ぬ場合、或は「セメント」浚ひの後に於ける取り替へ用の泥の必要の場合には近傍から成る可く良い粘土を探し求めて泥を作らねばならぬ。

粘土の良し悪しを見る簡單の方法としては、色々の粘土にて普通ロ式掘鑿に使用する泥よりも幾分濃い目の泥を作り、之を瓶に入れて4~5時間乃至一晝夜位、揺れぬ場所に放置して置いた際に、瓶の上部に清水が泥と別れて溜る程度の小さいものが良いのである。

此の簡單なる見別け方法によつて、附近で得られる粘土の中、一番良い粘土にて幾分濃すぎる泥

を作り、「サクシオンタンク」に入れて、「デッチ」桶の中を十分に「ポンプ」循環をすれば、使用に差支への無い泥が得られる。之を貯泥槽に移し、更に此方法を繰り返して必要量の泥を作れば良いのである。

然し1,200米~2,000米の深度の掘鑿に際しては、このやうな泥にてはまだ不充分であるから、更に「ベントナイト」を混ぜなければならぬ。

「ベントナイト」の純粹なものは、これを水の中に入るときは、完全に擴散して「コロイド」状となり、「ゲルストレングス」は大きく、坑壁に薄くて水を透さぬ泥壁を作り、且つ掘層又は加重材料をよく保持し、更に化學處理を施すのに適し得るといふ、誠に掘鑿泥水としてなくてはならぬ性質を有してゐるものである。

この「ベントナイト」を少量使用することによつて、著しく粘度・「ゲルストレングス」を増し、泥壁形成性を良好ならしめることが出来る。その割合は、泥の2%~5%を混すれば良いのである。100石(18坪04)の泥に半噸入れば2.5%となり、1噸入れば5%になる。

粉状にしてない「ベントナイト」は、速かに水には溶け難いので、種々な雜り物があるから、「タンク」に水を入れ、その中に「ベントナイト」を投入して十分に攪拌し、なる可く濃い溶解液を作り、これを金網製の篩にかけて雜物を取り去り、「デッチ」に流し込まねばならぬ。

「マッドミキサー」の設備のある所にては、これを「ベントナイト」混入用に使用すれば理想的であつて、若し蒸気を使用してゐる掘鑿ならば、「ベントナイト」を溶解する水を湯にして置けば尙良いのである。

掘進中は、常に停電或は原動機等の故障の爲に、20~30分間位掘管を静止の状態に置くと、抑留されぬと云ふ確信を以て掘鑿することが最も大切である。若しも掘管が重くなり抑留され氣味である場合には、日に1~2回位抑留試験を行ひ、危険から免れる爲に泥を良くしなければならぬ。

抑留試験とは、「ポンプ」を止めて掘管を2~3分間静止の状態に置き、後掘管を引つ張つてみて、「ウェートインデケーター」に加重がどれだけ餘計にかかるかを見届け、更に倍位の時間静止状態に置き後掘管を引張つてみて、前回より何程餘計に加重が多くなつたかを見、順次静止時間を永くして20分位も静止状態に置いて、大した加重がかからぬと云ふことを確めて置く事である。勿論此の式の試験の間に、これ以上永く休めば抑留される危険があると思はれる様な場合には、試験を打ち切り泥を良くするか、又は他の適當なる方法を講じなければならぬ。

出水層には、坑内の泥水全部を噴き出すやうな勢の強いものから、循環泥水中に徐々に出て來て泥量を増すといふ程度のもので種々ある。坑内の泥水を全部噴き出してさふやうなものは、勿論特殊の高壓水層であつて、水層も瓦斯層と同じく一旦噴かせて了ふときは、これを押へるのに困難

であるから、豫防して押し上げぬやうに注意せねばならぬ。水層を抑壓するためには、泥水は脱水量を出来るだけ少くし、且つ水層の壓力に打ち克つ水柱壓をかけるやうに、泥水比重を大きくしなければならぬ。若し水層が餘り高壓でなく、又大量でなくとも、鹽分の濃度が高くて泥水を害することが甚だしい場合は、鹽水によつて害せられない「コロイド」性質を使用するか、又は泥水を水にて薄めて鹽分を稀釋して置き、「ベントナイト」を入るるかしなければならぬ。斯くしても充分な泥水が出来ぬ時には、食用の澱粉などを混入すれば良いと云はれてゐる。

2. 加重材料

泥水の加重材料として用ひ得る物質は餘り數多くはないが、比重が大きくて微粉になりやすく、化學的に鈍くて泥水の性質を變化すること少く、泥水に混じた場合に泥水の粘度を或る程度以上に高めぬ性質等を、具備することが必要である。

一般に廣く用ひられてゐる加重材料は、「バライト」即ち硫酸「バリウム」である。その大きさは、200~325「メッシュ」のものが良く、平均比重は4.20である。これを泥水に加へれば、比重2.00程度迄の泥水を作り得る。此の際「バライト」を泥水中に保持せしむる爲に、「コロイド」分を少く加へればなほ効果的である。

酸化鐵粉は、比重4.60あつて、その比重の大きい點からして加重材料として有利であるが、水溶性の鹽類を含み、その爲に泥水に凝結する性質を與へやすいのが大きな缺點である。この水溶性不純物を除き、微粉化した所の無晶形酸化鐵を用ふれば、泥水比重2.40位の重い泥水も作ることが出来る。

硫酸「ストロンチウム」は、比重3.60あつて、加重材料として使用し得るが、甚だ「コロイド」作用が大きいから、使用に際しては化學處理を施して、粘度「ゲルストレングス」を低めるやうにせねばならぬ。

無晶形珪酸も加重材料として用ひられるけれども、比重が2.60であるから、比重の大きい泥水を作るには不向である。

其他、「コラックス」・「パロイド」・「オパロイド」等が知られてゐる。此内「コラックス」と「パロイド」が廣く用ひられてゐるけれども、實際使用者の言によれば、「コラックス」を混ぜた泥の方が「メラメラ」性を失はぬ點では良いが、泥の色が赤色になつて困ると云ふことである。現今では、「パロイド」の方が用ひられてゐる。而してこれらは、「コラックス」赤鐵粉に又「バライト」粉に、何れも「メラメラ」性を増す爲に幾分の「ベントナイト」を混ぜたものの商品名である。

坑井を目的深度まで仕上げるに當つて、若しも循環泥水の悪いものを使用するときは、循環泥水の沈澱・循環泥水による器具の摩損・坑内の埋没・泥液の逸水・器具の膠着・出水瓦斯の發噴等、種々なる故障が起るのである。天然粘土の撰擇並に其の使用上の調節等に依つて、これらの故障を

防止出来る程度であれば結構であるが、其の甚だしき場合には所謂物理的或は化学的處置を施さねばならぬのである。此の處置を施さんとするには、先づ其の坑井の坑内状態として、地層そのものが化学的の特性を備へて居る場合が多いから、其の地質の特性等を充分確めた上に、適切な處置を施さねばならぬ。例へば、坑内状態としては、地層として油層瓦斯層の壓力が高い場合もあり又低き場合もあるので、其の處置も自ら異にすべきである。一般に掘進中壓力の大きい瓦斯に達着するときは、これを抑壓する爲に泥水に重い「バライト」粉を混じて、比重を大きくするのである。

求むる比重にする場合の所要「バライト」量の理論的計算を示せば、次の如くである。

$$x = \frac{4 \times V_1 \times (S_2 - S_1)}{4 - S_2} \dots\dots\dots \text{題}$$

$$V_2 = V_1 + \frac{x}{4}$$

x = 所要「バライト」量……………題

S_1 = 初めの泥水比重

S_2 = 出来上り泥水比重

V_1 = 初めの泥量……………K.L.

V_2 = 出来上りの泥量……………K.L.

但し4は「バライト」の比重

また比重何程の泥に、何噸の「バライト」粉を混ぜれば、比重の何程高い泥が何石出来るかを示せば、次の通りである。

比重を重くする爲に、泥水100石に混入するバライト量(題)及び出来上り泥水量(石)

原料 泥水 比重	出来上り泥水の比重																					
	1.14	1.20	1.26	1.32	1.38	1.44	1.50	1.56	1.62	1.68	1.74	1.80										
1.08	1.5	3.1	4.6	6.3	8.1	9.9	11.8	13.8	15.9	18.0	20.3	22.7										
1.14	201	104	106	108	111	113	116	118	121	124	127	130										
1.20		1.5	3.1	4.7	6.5	8.3	10.1	12.0	14.0	16.2	18.4	20.8										
1.26			102	104	106	109	111	113	116	119	121	124	128									
1.32				1.5	3.2	4.9	6.7	8.4	10.3	12.3	14.5	16.7	18.9									
1.38					102	104	106	109	111	114	116	119	122	125								
1.44						1.6	3.3	5.1	6.8	8.6	10.5	12.6	14.8	17.0								
1.50							102	104	107	109	111	114	117	120	123							
1.56								1.6	3.3	5.1	6.8	8.8	10.8	12.9	15.1							
1.62									102	104	107	109	112	114	117	120						
1.68										1.7	3.4	5.1	7.1	9.0	11.1	13.3						
1.74											102	104	107	108	112	115	118					
												1.7	3.5	5.3	7.2	9.2	11.4					
													102	105	107	110	112	115				
														1.7	3.5	5.4	7.4	9.5				
															102	105	107	110	113			
																1.7	3.5	5.5	7.6			
																	102	105	107	110		
																	1.8	3.7	5.7			
																		102	105	108		
																			1.9	3.8		
																				102	105	
																					1.9	
																						103

「バライト」を混ずるときは「メラメラ」性が少くなるから、「ベントナイト」を混じてこれを調整しなければならぬ。總じて「メラメラ」性の強い良い泥でも、鑛物の微粒を混合するときは、「メラメラ」性が弱くなり、悪い泥となりやすいものである。

瓦斯抑壓の爲に、比重を重くする必要から止むを得ず「バライト」粉を泥に混ぜなければならぬ場合には、或る程度「ベントナイト」を混じて、泥の「メラメラ」性を増さねばならぬ。而して泥に「バライト」と「ベントナイト」を混ずれば、多くの場合泥の粘力が增加するから、水を加へて粘力を「ファンネルビスコシメーター」にて測定し、40~50秒位に保つ様になければならぬ。

若し瓦斯の強い掘撃井にて、泥の粘力が強ければ、泥の比重は重くとも、稍もすれば瓦斯の發噴を惹き起す事がある。深度が1,000米以内の坑井にては、大した影響も認められぬけれども、1,000米以上の深度ともなれば、「ビット」取替への爲に揚管する際に「スワッピング」作用が起り、坑底の壓力を甚しく低下せしめるものである。たとへ重い泥を使用してゐるとしても、此の「スワッピング」作用の爲に、一時に坑底の壓力が低下する。その壓力低下によつて、瓦斯は層から出て來て泥の中に浸入する。此の原因で、泥に混じた瓦斯泡は坑底附近にある間は、其の容積は小さいけれども、次第に上の方に上昇するに従つて、その容積は深度に反比例して増大し遂に多量の泥を噴き上げ、坑底に加はる壓力を著しく低減せしめる。斯る現象が揚管中又は揚管後に坑内に起つてゐることを氣附かずして、瓦斯の噴出に遭遇することが屢々ある。而して掘撃井にして瓦斯噴出を起す9割までは、揚管後に起つてゐるともまた云はれてゐる。

瓦斯油層は、泥を軽くすれば噴出し來り、重きに過ぐれば層中に逃げ去り、掘進中に折角出來てゐた泥漿が破れる爲に、其後は泥水を軽くしても容易に止まらぬのである。

「ザク」層掘進の際は、循環泥水中の水分が頁岩を水蝕化して、瓦解泥化膨潤の作用を起すので、「ビット」取り替への爲に揚管すれば埋液を生じ、この埋液の浸滲を繰り返す毎に崩壊の押し上げが甚しく、これが爲に鐵管の抑留屈曲等の事故が起り、遂には掘進不能に陥ることがある。この様な頁岩の瓦解泥化膨潤作用の起る時は、「バライト」を混入して泥水の比重を増加し、泥水壓を以て頁岩の脱落地壓による「ザク」の移動を防がねばならぬ。新津油田の「ザク」層突破は、泥水比重を1.70~1.90とし、粘度を「マーシユファンネルビスコシメーター」にて40~60秒程度とし、水硝子を約50%加へ、「バライト」を混入して比重を保持しながら完遂されたが、この「ザク」層突破の目的にて、これまで掘撃された坑井は10坑餘に及び、數百萬圓の犠牲が拂はれたのである。

「ザク」層掘撃

「ザク」層は前述の如く頁岩層であつて、水分に接觸するときは瞬間に細く崩壊するものである。この「ザク」層の間には、砂層が介在してゐて、或層は壓力の強い瓦斯を含有したり、或るものは

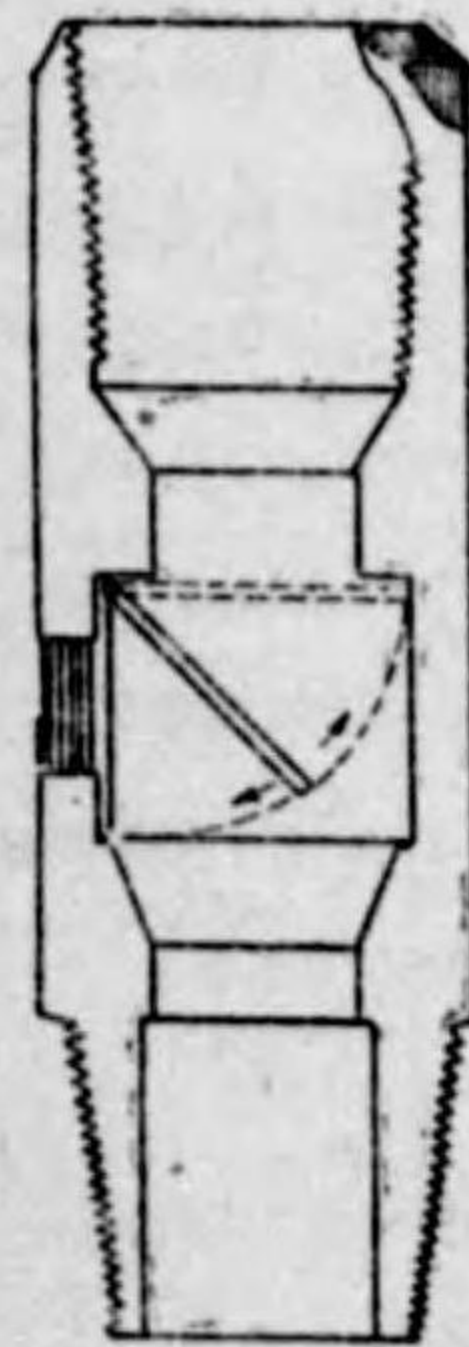
水を含んでゐる爲に、壓力の高い瓦斯か出水が伴ひ勝ちである。

凡そ何れの瓦斯層も水層も、或る程度より泥水の比重を軽くすれば、瓦斯や水が層から出て来るが、更にそれより比重の重い泥水にて抑壓すれば、反對に層中に泥水が逃げ去るのである。然るに出水もせず逸水もしないと云ふ程度に泥水の比重を嚴重に保つ事は困難のことである。假りに泥水の比重を適當に保つ事が出来ても、一度「ポンプ」循環を停止して次に循環を始める時には、「ポンプ」循環を開始する前に一時高い壓力がかかるので、この瞬間に水層や瓦斯層に逸水を始める事になる。一旦坑壁を破つて逸水し始めれば再び逸水が止まるまでに相當の泥水が瓦斯層や水層に逃げ去つて、循環泥水が坑口まで上つて來ないことになる。従つて此間に坑内の壓力は低下して、水層からの出水が坑井内に現はれて來て、「ザク」層に動き瞬間に崩壊が始まり、掘管が抑留されることとなる。

何れの「ザク」層掘り井も、この事實に困るのであるが、以上の理由から今日何百米かの「ザク」層を、一重「ケーシング」にて掘鑿して成功してゐる方法に2つある。

其の1つは、泥水を食鹽水と水硝子にて作り、これに逸水せぬ範圍内に「バライト」粉を混じて比重を増し、加壓掘鑿方法によつて加壓の壓力を加減し、決して水が層から出て來ぬ様にして掘進するのである。

今1つは、丈夫な鋼付のある「ケーシング」を掘管とし、「ビット」をこれに接続して掘進し、掘管の接ぎ替へをする間も「サーキュレーティングジョイント」から循環して、一瞬間と雖も絶対に循環を止めずに掘進する方法である。

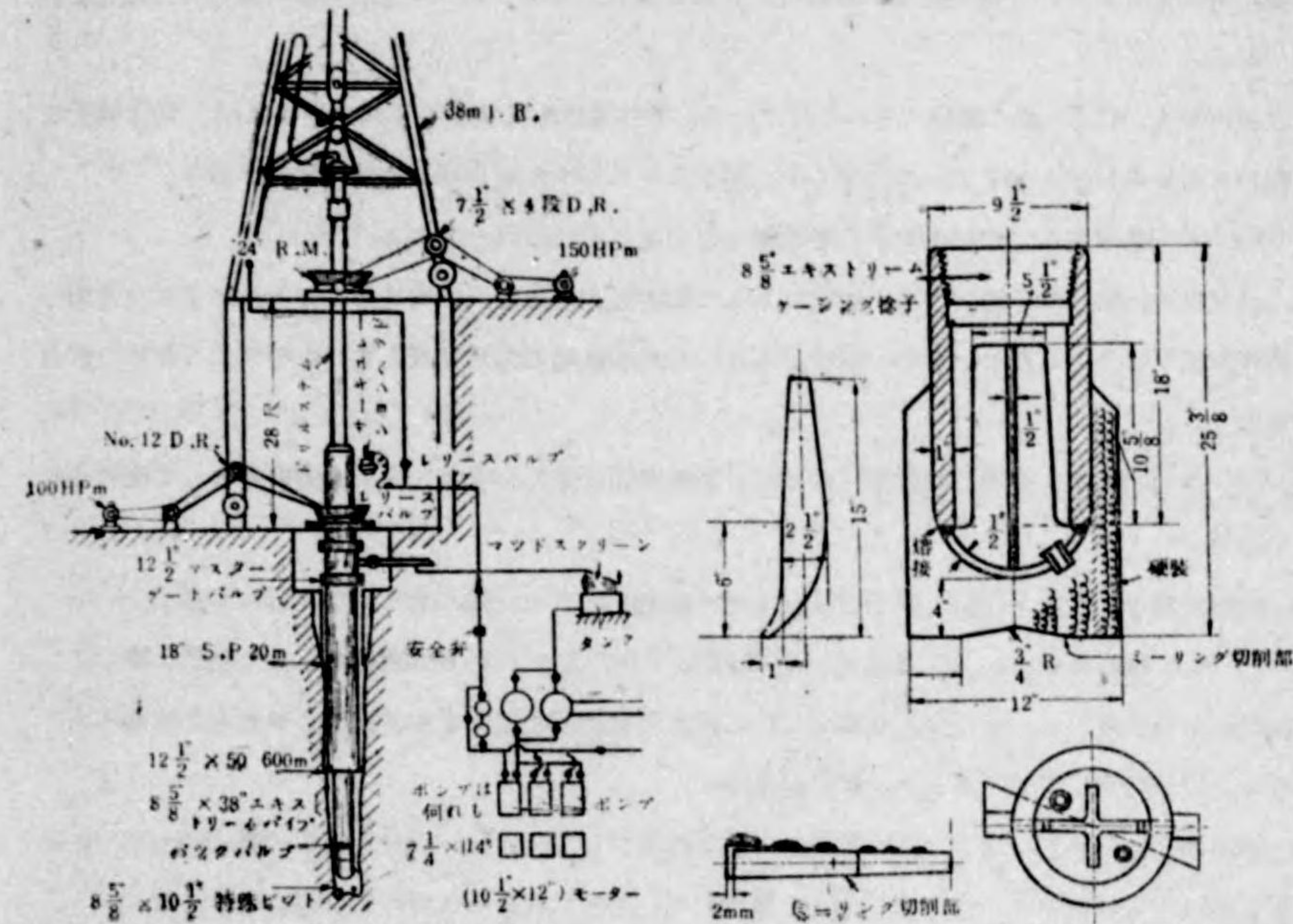


「サーキュレーティングジョイント」を使用すれば、掘管の追降に際して、接続作業を始める前に、先づこの「ジョイント」の横の孔から循環を始め、後に「スキューベル」や「ドリルパイプ」の捻子戻しをすることが出来るから、循環は止めなくともよいことになる。

要するに、「ザク」層を貫通するには絶対に水層からの出水を巻き起さぬ事が、最も必要條件である。

新津油田小口第108號井は圖に示す様に二段式に「ロータリーテーブル」を装置して、掘管接続の爲めに、「テーブル」の回轉と「ポンプ」循環を休止せねばならぬ時間を極力短かくすると云ふ事と、一度掘鑿した箇所は決して掘管を引揚げぬと云ふ方針のもとに、8吋「エキストリーム」管を掘管とし、下端には四つ羽「ビット」が接続された。而して「ビット」は「ハードメタル」を付けて、11吋管水止深度の550米、即ち從來最も「ザク」

層の崩壊の甚だしいとせられた部分を掘進し、615米に達した際に逸水の爲めに8吋管は抑留されて動かなくなつたので其の儘「セメント」液を注入し、8吋管の下端に附してあつた「ビット」は、5%吋管の通過に差支へのない大きさに、「ミーリング」して採揚し、掘進を續けて5%吋管を822米まで降入して再び水止が行はれた。



本井は1,403米まで掘進されて、從來不可能とされた「ザク」層を初めて突破することが出来た。

3. 化學藥品

泥水の化學處理が普及するに至つたのは、十年前からであつて、最初は泥水のP.H.値が、粘土共の他の性質に關係のあることが認められて、そのP.H.値の調節に藥品を用ひ出したのに始まり、其の後研究が進むにつれて、藥品は單に泥水のP.H.値の調節よりも、更に進んで泥水の組織の改造に効果のあることが判るに至つた。

泥水に使用する藥品の作用を大別すれば、泥水中の粘土粒子を凝結する性質のものゝと擴散する性質のものとの2つに分けることが出来る。是等は、泥水處理の目的によつて、何れかの藥品が使用されるのである。

現今使用されてゐるものに、苛性曹達・曹達灰・「オルソ」磷酸鹽・石灰岩・「タンニン」酸・磷酸複鹽・「メタ」六磷酸曹達・珪酸曹達・四磷酸鹽等がある。

苛性曹達は、凝結剤であつて、以前は泥水のP.H.値を調節する爲に混入されたものであるが、現在に於ては殆んど單獨にて泥水中に混することはなく、一般に他の藥品と混じて使用されてゐる。殊に「タンニン」劑を使用する時に、これと混合して「タンニン」酸曹達の形にして使用されてゐる。

曹達灰も、P.H. 値の調節に用ひられてゐる。苛性曹達も曹達灰も單獨に用ゆれば、粘土粒子を凝結するから粘度を増すことが出来るが、泥水の泥壁形成性澆水其の他に悪影響がある。

「オルソ」磷酸鹽も、亦粘土粒子の凝結剤として用ひられることがある。

石灰岩も、掘鑿井の浅いうちに凝結剤として粘度を高めるのに使用されることがあるが、泥水の性質を損することが甚しいので、石灰分の入つた泥水は他の泥水に浸入させぬやうにしなければならぬ。

「タンニン」酸は、泥水の擴散剤であつて、苛性曹達と混合し「タンニン」酸曹達として使用されてゐる。

磷酸複鹽も、泥水中の粘土粒子を擴散させ、粘度を低めるために廣く利用せられてゐる。

「メタ」六磷酸曹達は、水によく溶けP.H. 値は7位であり、泥水の擴散剤として効果が著しく、相當に多量に使用しても粘度を上昇せしむるが如き逆効果を現はさぬが、然し熱せられると「ノルマル」な磷酸鹽に還元するといふ缺點がある。

珪酸曹達は、粘度の小さい中は擴散剤として作用するが、濃度が大きくなれば凝結剤としての効果を現はすものである。これは「ザタ」層掘鑿用の泥水に廣く用ひられて効果を擧げてゐる。

四磷酸鹽は、殆んど中性であり安定性も大きく、且相當に濃度が大きくと効果は變らぬが、唯一つ高温度にさらされると變質すると云ふ缺點がある。

第13節 掘鑿泥水の測定法

泥水試料は、原則として「マツドスクリーン」通過後、一定個所に於て採收し、泥水の比重及粘度の測定は、「マツドスクリーン」通過前及後に於て採收せる試料につき行ふことに定めてある。

(1) 比重の測定

泥水の比重は、比重瓶による重量測定法によるか、又は「ハイδροメーター」を使用して測定するのである。

比重瓶は、亞鉛引平板製の圓錐形であつて、攝氏20度にて500 c.c. の容量のものを用ひ、これに

試料を充し、皿付桿秤にてその重量を測定して比重を見出す。

比重瓶は、上端内徑1吋、下端内徑4吋、高さ6吋の截頭圓錐形とし、亞鉛引平板(厚さ0.6 耗)にて作つたものである。

比重瓶に泥水を充した時、瓶の外側に附着した泥水は、丁寧に拭ひ取らねばならぬ。

$$S = \frac{W - W_0}{W_1 - W_0}$$

W_0容器的重さ

W泥水を充した時の重さ

W_1水を充した時の重さ

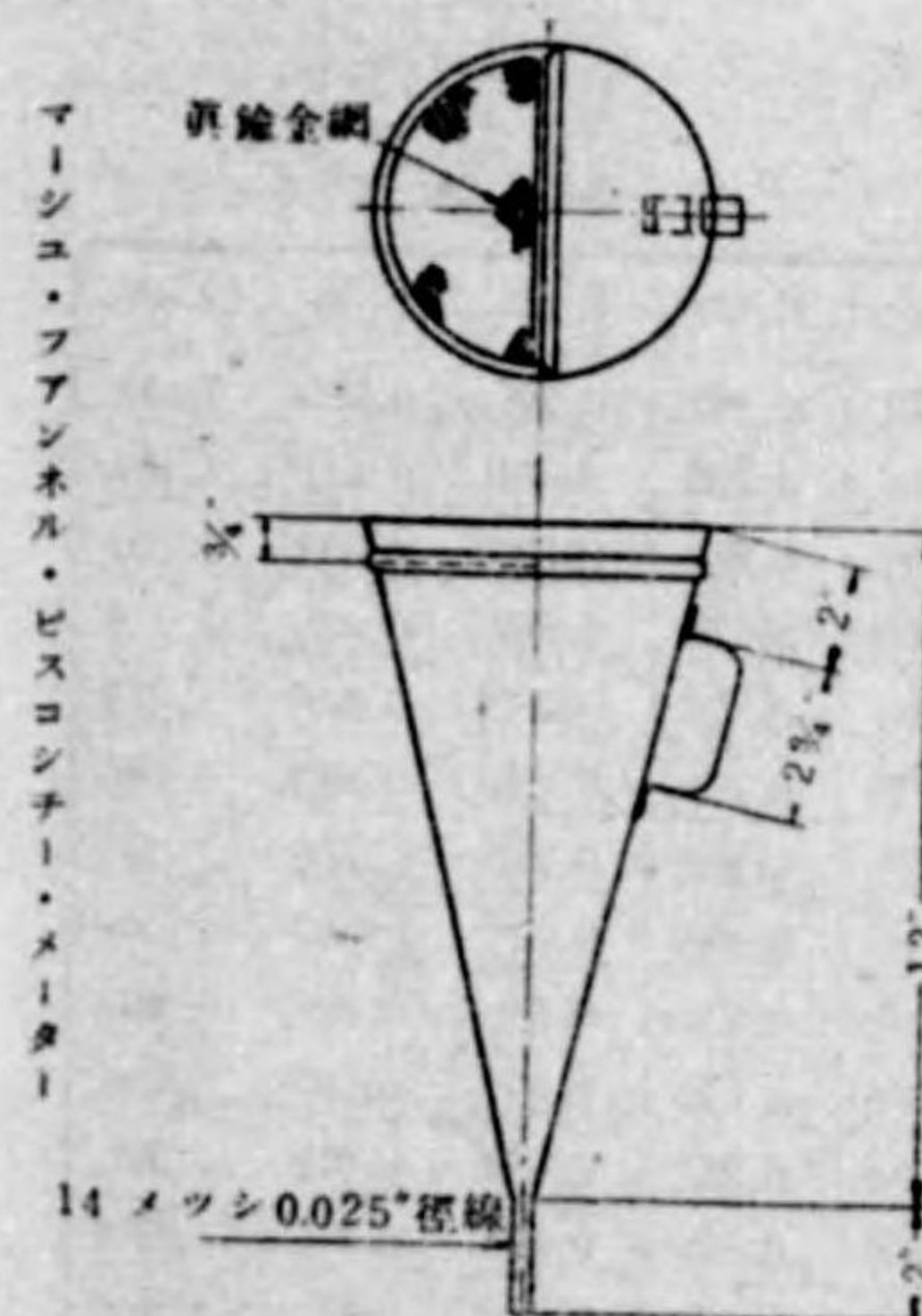
S求むる比重



「ハイδροメーター」は、「ペロイド」式のものが採用されてゐる。「ハイδροメーター」の下端の「ベークライト・キャップ」(容量50c.c.)を捻子外し、これに泥水を充した後に再び捻子付けし、其の外側に附着した泥水をよく拭ひ取り、更に「ハイδροメーター」の「ケース」に清水を充し、この中に「ハイδροメーター」を浮かせ、水面に接する部分の「メーター」の目盛にて、比重を読むのである。

(序に比重は、小数第二位まで求むることになつて居る。)

坑井に於ては、一般に泥水が「マツドスクリーン」を通過した後の一定個所に於て採收測定し、常に泥水比重を明かにして置くことが必要である。



(2) 粘度の測定

掘鑿泥水の粘度の測定には、「マーシュ・ファンネル・ビスコシメーター」が一般に使用されてゐる。この「ビスコシメーター」に、泥水500c.c.を入れ、その流出するに要する時間秒を以て、泥水の粘度を表し、若し粘度60秒を超えるときは、「メーター」に泥水1500 c.c.を入れて、その1,000 c.c.の流出するに要する時間秒を以て、粘度を表す。而して「ファンネルメーター」は、攝氏20度に於て清水500c.c.を入れた時、その流出するに要する時間は、18.5秒である。若しも500c.c.の清水が流出するに、其れより早くとも遅くとも、測定器に狂ひがあると云ふ事になるから、時々清水にて調査修正して置かねばならぬ。

「メーター」を修正する場合には、「メーター」の下端に取付けられた銅「パイプ」を、其の全長に沿ひ平均に内径を削り擴げるか、又は絞り縮め、決してその先端の一部分のみ絞るとか擴げる様なことは絶対に避けねばならぬ。

泥水の粘連は、温度及静止時間によつて著しく變化するものであるから、出来るだけ温度を低下させぬ間に、即ち採收後時間の経過せぬ内に手早く測定せねばならぬ。

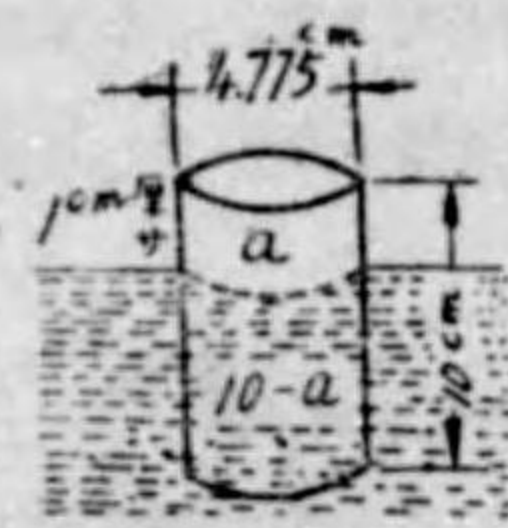
本器は、亜鉛板製の漏斗形の下の方に、長さ2吋内径 $\frac{3}{8}$ 吋の銅管を附し、漏斗の上には $\frac{1}{8}$ 吋目の金網を張り、泥の中の固形分が取り除かれる様になつて居る。而して便宜上、容量1,500c.c.の所に目盛を附けてある。之に上述の如く、500立方寸の泥水を入れて、豫め銅管の下端の孔を指で塞いで置いたその指を放して、何秒間にて此の500立方寸の泥が全部流出し終るかを「ストップウォッチ」で計るのであるが、粘力性の強い程多くの秒数を要するのである。測定時間の最終點は、「チューブ」より流出する泥水の流れが切れた瞬間を以てし、點滴狀に流出する時間は除外するのである。

最近1,000 c.c.の泥を入れ、初めの500 c.c.が何程で流出するかを測ると云ふ風にすると、粘力の正確な測定が出来ると云ふので、其の改良された方法が用ひられてゐる。

(3) 「イールドバリュウ」の測定

「イールドバリュウ」の換算表
(粘カ)

泥水比量	a	0 cm	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm	5 cm	6 cm	7 cm	8 cm	9 cm
1.10		0.082	0.098	0.117	0.142	0.175	0.221	0.291	0.406	0.639	1.331
1.20		0.077	0.093	0.112	0.137	0.170	0.216	0.286	0.401	0.633	1.326
1.30		0.072	0.088	0.107	0.132	0.165	0.211	0.281	0.396	0.628	1.321
1.40		0.067	0.083	0.102	0.127	0.160	0.206	0.276	0.391	0.623	1.316
1.50		0.063	0.078	0.098	0.123	0.156	0.201	0.272	0.387	0.618	1.312
1.60		0.057	0.073	0.092	0.117	0.150	0.196	0.266	0.381	0.613	1.306
1.70		0.052	0.068	0.087	0.112	0.145	0.191	0.261	0.376	0.608	1.301
1.80		0.047	0.063	0.082	0.107	0.140	0.186	0.256	0.371	0.603	1.296
1.90		0.042	0.058	0.077	0.102	0.135	0.181	0.251	0.366	0.598	1.291
2.00		0.037	0.053	0.072	0.097	0.130	0.176	0.246	0.361	0.593	1.286
2.10		0.032	0.048	0.067	0.092	0.125	0.171	0.241	0.356	0.588	1.281
2.20		0.027	0.043	0.062	0.087	0.120	0.166	0.236	0.351	0.583	1.276
2.30		0.021	0.037	0.056	0.081	0.114	0.160	0.230	0.345	0.577	1.270



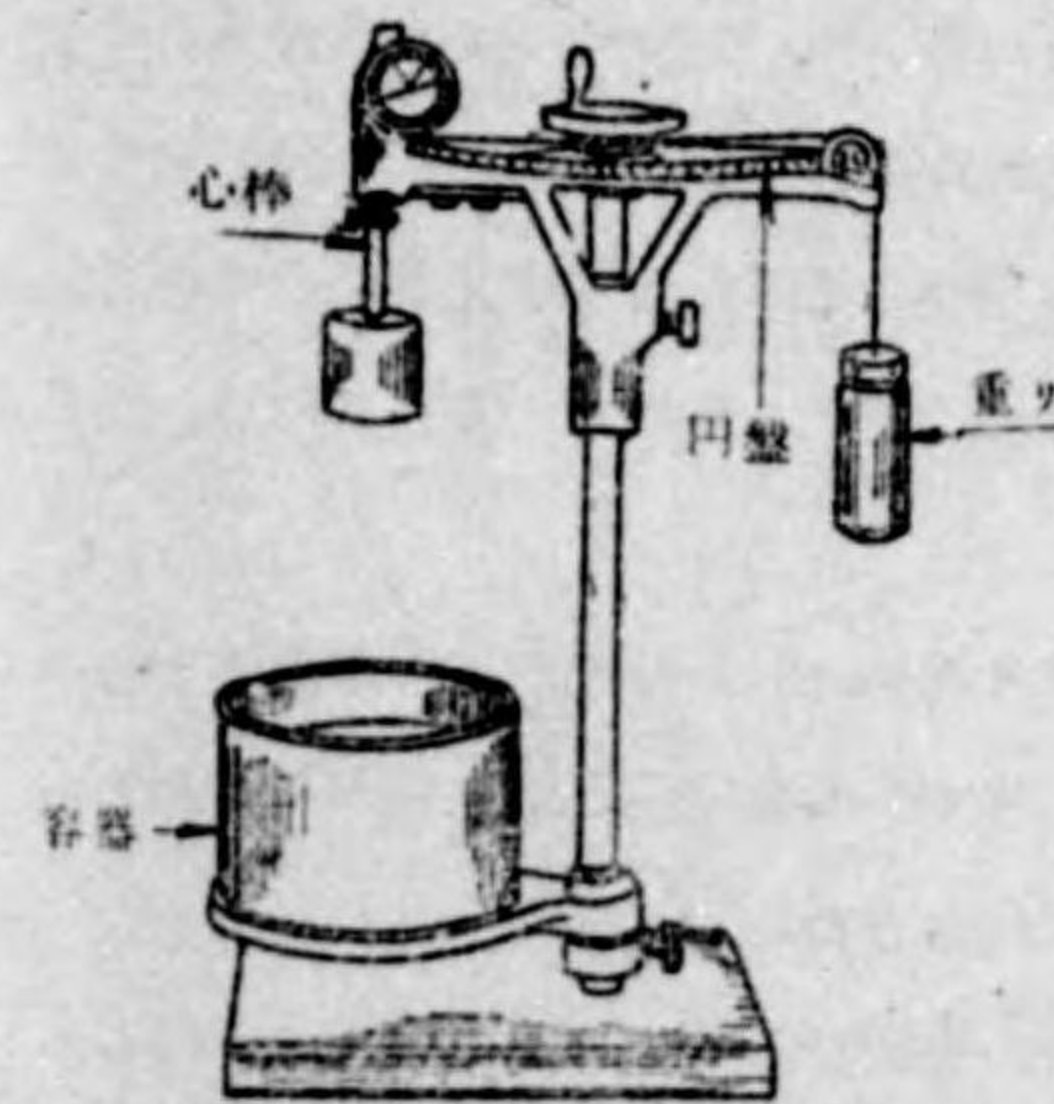
「イールドバリュウ」の測定には、「シアロメーター」又は「ストーマー」の粘力計が用ひられる。

「シアロメーター」には、大小の2種がある。大「シアロメーター」は、厚さ1耗長さ150耗巾100耗の「アルミニウム」板を丸めて、高さ100耗直徑約48耗の圓筒に作り、重量を42瓦に定めてある。小「シアロメーター」は、内徑30耗高さ100耗厚さ約0.5耗の「アルミニウム」製圓筒であつて、重量は8瓦である。原則として、小「シアロメーター」が一般に使用されてゐるが、小「シアロメーター」にて70耗を超ゆるやうな濃厚の泥水を使用する特殊坑井には、大「シアロメーター」を使用し、其旨を特記することになつて居る。「イールドバリュウ」測定用の泥水容器には、徑10厘高さ20厘底付の圓筒を用意して置けば便利である。

「イールドバリュウ」を測定するには、「シアロメーター」を泥水中に自重にて沈降すると感ずるまで、指にて支へて靜かに沈降せしめ、重みを感じなくなつた時に指を離し、それから30秒経過せる時、泥水中から引揚げ、「シアロメーター」の泥水面より上に残りたる部分の長さを、耗を以て「イールドバリュウ」の値とするのである。「シアロメーター」を沈降せしむるには、靜かに之を行ひ決して弾みをつけて沈降せしめてはならぬ。沈降中多少傾斜するやうな場合には、指にて軽く水平に押し之を略鉛直に直しても、なほ泥水浸漬面は多少は「メーター」に對して傾斜するものであるから、任意の對稱位置に於ける泥水に浸漬せぬ部分の長さを測り、此の2つの長さの平均を以て、「イールドバリュウ」の値とするのである。

「ストーマー」の粘力計は、主として試験室に於て用ひられる。

「ストーマー」粘力計は、先づ「メーター」を空轉させるに要する錘の重量瓦を求めおき、次に攪拌せる泥水を容器に入れて「メーター」の廻轉に要する錘の重量瓦を計り、これより空轉に要した瓦数を減じて値を求めるのである。



ストーマー粘力測定器

泥水の「イールドバリュウ」も、粘連と同様泥水の静止後の時間の経過につれて増大するものであるから、静止後短時間にて測定するやうに手早く行はねばならぬ。

「ストーマー」の構造は、容器に泥を入れ、心棒の下端に圓筒形のものを取付けてあり、上端には齒車が設けてある。

圓盤の周圍にも齒車が設けてあつて、此の2つの齒車は噛み合はされてゐる。而して圓盤の中心軸には、糸が巻かれて、糸の端には重りが吊される様になつて

ぬる。重りの重量にて圓盤が廻れば、歯車の噛み合ひにて心棒が廻轉するのである。其廻轉数を指針が指す目盛を讀めばよいのである。次に圓筒形のものが泥の中に入れてあるが、泥の粘力の大小に依つて、重りの重量と廻轉数とが變る。之を測定すれば、粘力の強弱を知ることが出来る。先づ適當の重さの重りを置いて、10分間に心棒が何廻轉するかを測定し、漸次に重りの重量を變へて、10分間に100廻轉する時には、何瓦の重量の重りが必要であるかを調べ、其の瓦数を以て其の泥の粘力は何「センチボイス」あるかを知るのである。

此の「ストーマー」の粘力計は、泥の粘力が何「センチボイス」であるかの測定の外に、泥の性質の上に於て、今一つ次の必要條件をも測定することが出来る。

泥の「ヌラヌラ」性は、薄くて良い泥壁を坑壁に作ると云ふ目的の外に、「ポンプ」が止められ泥が坑内で静止の状態に置かれても、砂や掘屑が直ちに沈澱せぬ爲にも必要である。然し餘りそのやうな性質の強い泥は、「ポンプ」循環を開始する時に非常に圧力が高くなると云ふ弊害が伴ふから、泥の「ヌラヌラ」性は一面循環「ポンプ」運轉開始の時に、圧力が餘り高く昇らずに循環が始められると云ふ性質のものでなければならぬ。此の條件に對して良い泥であるか否かは、或る程度「ストーマー」の粘力計で測定が出来る。即ち泥の中に入れてある圓筒形のもので、廻轉を始めるには、何瓦の重量の重さが必要であるかを計るのである。先づ10分間泥を静止の状態に置いて重りを10瓦増し、尙ほそれにて廻轉を始めねば、更に10瓦重さを増すと云ふ風にして、10瓦宛重量を増して行き、10瓦宛の重量を何回増して廻轉を始めるかを調べることに依つて、餘り多くの重量を増さぬとも、静止状態に置いた後廻轉を始める様な泥は、「ポンプ」始動の際に圧力が低くて済む性質の泥である。この調査が「ストーマー」粘力計を泥の粘力測定に使用する今一つの理由である。

循環泥水が「ヌラヌラ」するのは、非常に細かい粘土分の微粒が水の中に浮遊して居るからであるが、「ヌラヌラ」性を泥に持たすこれ等の微粒は、直径が1「センチメートル」の1億分の1位の顯微鏡で見ても分らない位細かいものである。このやうな微粒の多い程、「ヌラヌラ」性が強くて良い循環泥水なのであつて、泥に細かい微粒が澤山あればある程、泥の粘力の度は強いのである。言ひ換へれば、良い循環泥水程粘力が強くなるから、泥の「ヌラヌラ」性の多少を知るには、泥の粘力を測定すれば、泥の良し悪しが解るのである。

掘鑿井に於ては、常に粘力の測定をして、泥が悪くなりしはせぬかと云ふ事に対するの注意を怠らぬ事が最も大切である。しかし粘力が強いからと云つても、必ずしも良い泥とは限らぬ場合があるから、この事を心得て錯覚から大失敗を招かぬ様に注意せねばならぬ。

良い泥が「ヌラヌラ」性の強いのは、1 種の1億分の1位の微粒が泥の中に澤山含まれて居るからであるが、此の中には細い砂もまた澤山含まれて居る譯である。これ等は、泥の性質を悪くする

ものであるが、「ヌラヌラ」性の強い良い泥と同様粘力は強いのである。されば粘力の測定だけでは、泥の實際の良否はわからぬ事となる。

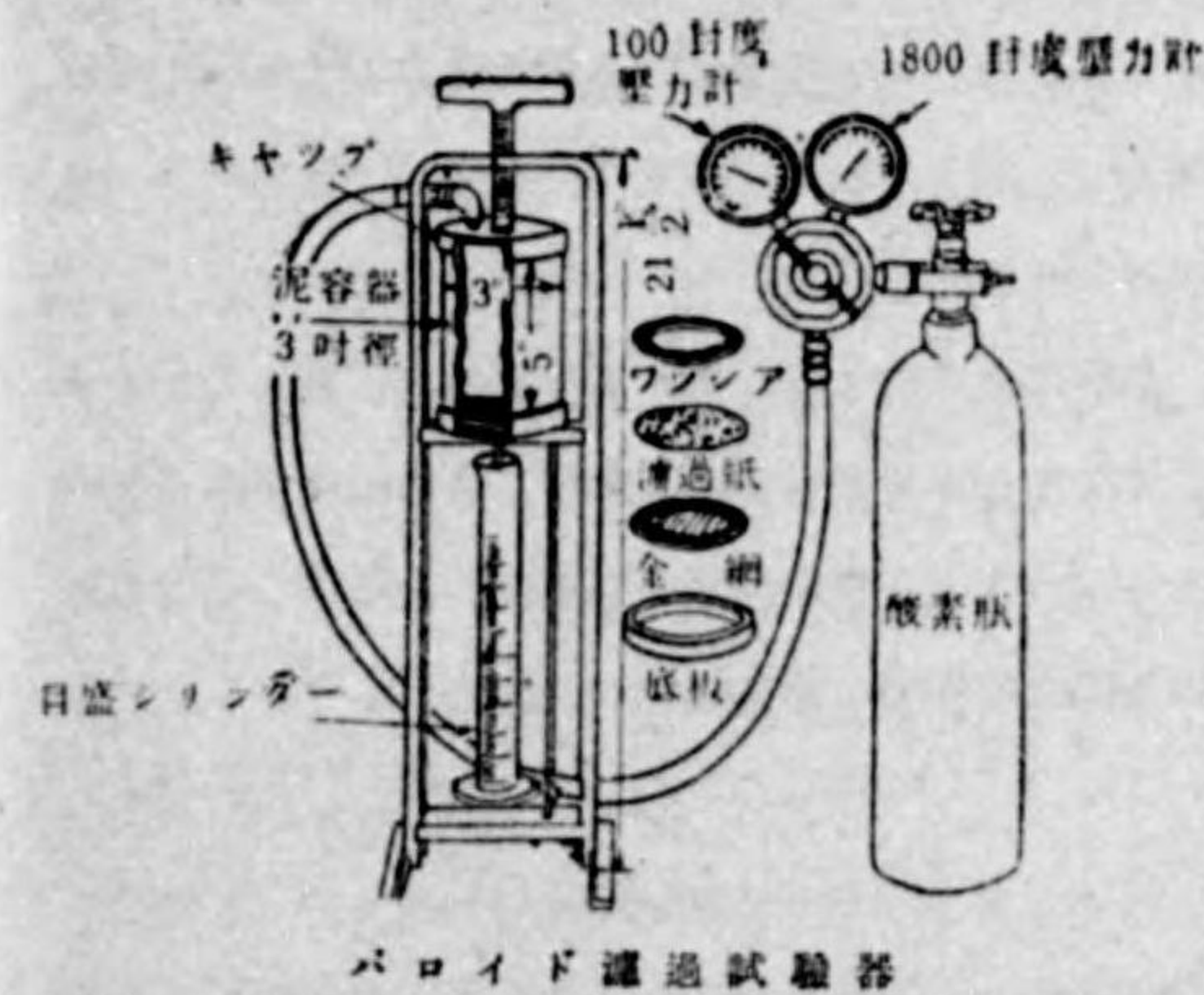
「ヌラヌラ」性の強い良い泥は、普通その中に微粒が澤山含まれて居るのであるから、其の量の多少を測定すれば泥の良し悪しがわかるわけである。然るに此の種の微粒の量を測定するのは困難であつて、未だ直接測定する方法が實行の域に達して居らぬから、間接の方法で微粒の多少を測定してゐる。その間接の方法は、容器の底に濾過紙（水を透すが泥水は透さぬもの）を用ひ、この中に泥を入れ、或る時間壓力をかけて置くときは、泥水中の水分だけが濾過紙を透して下の容器に落ち、微粒は濾過紙の表面に附して薄い壁として残るのである。泥水に微粒が多ければ、濾過紙の表面に附着する泥壁が薄くても早く水を透さなくなり、悪い泥は割合に厚い泥壁が出来なければ水を透す事が止まらぬから、其の時間中に出来た泥壁の厚さと、下に落ちた水の量とを測定して、泥の良し悪しの程度を知るのである。今日では、此の濾過試験に依つて、間接ながらも泥の粘力を測定して、良否を判断してゐる。然るにこの粘力の測定だけでは、泥の良否の判断は出来ぬ場合が多いのに、何故に泥の試験に粘力測定が必要かと云ふ事になるが、掘鑿に使用する粘土の適否は永い間實際に掘鑿井に使用した経験からの判断や濾過試験等によつて、此の程度ならば差支へないと云ふことが或る程度までわかるからである。

泥の性質は、掘進中に地質の種類や瓦斯出水其他の事情に依つて、絶えず變化して行くものである。此の時々刻々變化する状態を、泥の粘力を測定する事に依つて、或る程度までは知り得るので、槽下では簡単に手軽に出来る粘力測定法によつて、30分間おき位に測定して、知らぬ間に泥が悪くなり、思はぬ失敗の原因となる事を豫防してゐる。

斯く粘力測定によつて同じ種類の泥の良否はある程度比較は出来るが、全然別種の泥にては粘力測定だけでは、其の良否の見當は付かぬのである。

(4) 濾過試験

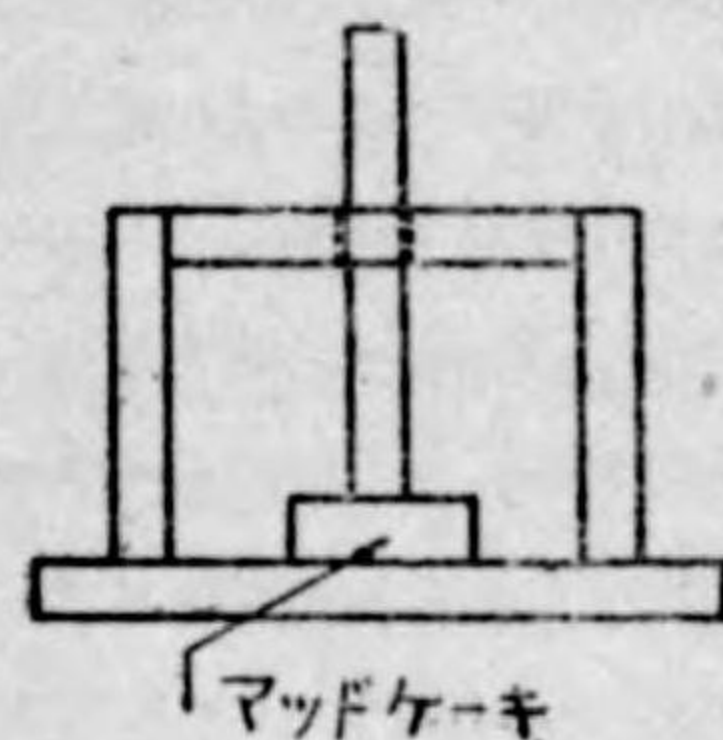
「パロイド」式「ウォールビルチンク・テスター」を使用し、「テスター」には底に濾過紙を敷き泥水 500 c.c. を採り、空氣「ポンプ」(又は壓縮酸素)にて100 封度毎平方吋の壓力を30分間掛けて「テスト」を行ひ、濾過された水は 100 c.c. の「メスシリンダー」に受けて立方體にて計量し、濾紙上に形成された「マツドケ



「キ」は、其の厚さを耗単位にて表はすのである。

濾過試験に依つて生ずる結果は、濾紙の種類には関係しないのであるから、比較的強靱なもので入手しやすい濾紙を使用すればよいのである。

壓力は、常に一定に保つやうに注意せねばならぬ。形成された「マッドケーキ」の厚さを測定するには、圖の様に直径1極長さ15極、両端面を截断した重量約95瓦の軟鋼丸棒が、摩擦の少ない「ガイド」にて垂直に降下するやうに装置し、「マッドケーキ」を濾紙と共に取出して測定臺に載せ、この丸棒を「マッドケーキ」の表面に静かに降下せしめた時、此下端面が自然に静止した位置



を以て「マッドケーキ」の上面とし、下面は濾紙面とする。而してこの両面に於ける丸棒の「ガイド」に對する位置から、「マッドケーキ」の厚さを測定するのである。

濾紙の厚さ及濾水の量は、泥水温度によつて大きな変化があるから、試験を行つた時の泥水温度を明記して置く必要がある。尙可能ならば、坑内泥水温度を保ちつつ試験を行ふことは、最も望ましいことである。

此の方法で、今まで實際に掘鑿井に使用して良い泥であると保證された泥や、又充分ではないが可なり良い泥であると思はるる泥や、又之は悪い泥だと判明してゐる泥など、種々の泥を此の濾過試験器にて、泥壁の厚さと「メスシリンダー」に別れて落ちた水の量を測定して、一定の標準を作つて置き、掘鑿中に時々其の泥の濾過試験をして、其標準と比較して泥の良否を調べ善處すべきである。

「パロイド」会社の濾過試験には、30分間に10立方極の水しか透さず、泥壁の厚さが $\frac{3}{16}$ 位の泥が、大體良い泥とされてゐる。勿論泥の良くなければならぬ程度は、坑井の深度や坑井内の種々の事情に依つても異なるものである。何の位の深度で、何んな坑井内の状況の掘鑿に、何の程度の良い泥を使用せねばならぬかと云ふ事は、よく研究されねばならぬ。

濾過試験にかけ良い泥とせられる泥にても、温度が高くなれば、泥壁も厚くなり、別れる水も多くなると云ふ泥と、又温度が高くなつても、餘り泥壁が厚くならぬと云ふ泥、即ち温度が高くなつても、良い泥であると云ふ資格に餘り變りのない泥がある。然るに深い掘鑿井は、坑内の温度が高く、従つて泥の温度も高くなるから、後者の様な泥を使用せねばならぬ。

(5) 膠化度の測定

膠化度の測定には「シヤロメーター」又は「ストーマー」の粘度計が用ひられる。

「シヤロメーター」に依る時には、泥水を攪拌直後に測定した「イールドバリュウ」と、此泥

水を其の儘静止せしめ、10分間後に再び測定した「イールドバリュウ」とを比較して、膠化の程度を求める。

「ストーマー」粘度計に依る時も同様に、泥水を攪拌直後に於て測定した「イールド・バリュウ」と、静止10分間後に測定した「イールド・バリュウ」とを比較して求める。

(6) 「コロイド」含有量の測定

簡便方法としては、泥水の沈澱による「コロイド」試験を行ふのである。

蓋付100c.c.入「メスシリンダー」に、泥水10c.c.を採り、これを清水にて100c.c.まで薄め、振盪攪拌した後、静止して1時間放置する。

然る時は粗悪な泥水は、上澄の液が透明となり、「コロイド」含有量の異なる泥水程、混濁の程度が大である。

精密に「コロイド」分を測定するには、遠心分離器により「コロイド」分を分離して秤量し、其の重量百分率を求める。先づ泥水を30秒程度に稀釋したものを30c.c.採り、更に水を加へて60c.c.とし、これを遠心分離器にかけて2,000回轉にて20分間分離を行ひ、「コロイド」分と非「コロイド」分とに別けて、容器を傾けた際に流れ出る部分を「コロイド」分とし、流れ出ない部分を非「コロイド」分とする。これを別々に蒸發皿に採り、蒸發乾固して重量を測定するのである。

「コロイド」分の重量を W_1 とし、非「コロイド」分の重量を W_2 とすれば、

「コロイド」分の含有百分率は、

$$\frac{W_1}{W_1 + W_2} \times 100 \text{ である。}$$

(7) 砂分の測定

砂の測定は、水簸装置に依て泥水を水洗し、砂分の容積百分率を求める。先づ泥水75c.c.を測定用「メスシリンダー」に採り、清水を加へて總量を250c.c.とし、振盪攪拌の後「キャビネット」の所定の位置に取付け、給水「コック」を半開して水を静かに注ぎ、「シリンダー」頭部より溢れさせる。斯くして約1分の後全開して、「シリンダー」内に注入し、その儘にて30分間水洗を行ひ、給水を止めて「シリンダー」を暫く静止して置き、其の底に沈積した砂粒の容積百分率を目盛にて讀むのである。此際の水洗の給水の強さは、200「メッシュ」の砂粒が流出せぬ程度を限度とし、給水の水頭が試験中に變化せぬ様に注意しなければならぬ。

(8) P.H. 値 (水素イオン濃度) の測定

P.H. 値は、水素「イオン」計又はP.H.「テストペーパー」を用ひて測定する。

水素「イオン」計を用ひる時には、試料5~7c.c.をP.H.「セル」に入れ、「メーター」指針により水素「イオン」の濃度を讀むのである。

P.H.「テストペーパー」は、数種の「ペーパー」と、これに附随する標準変色表から成り立つてゐるから、適当な「テストペーパー」を撰擇して「テスト」を行ふのである。先づ泥水を濾紙にて濾して濾液若干を採り、これに「テストペーパー」を浸し、其の色相を標準変色表と比較して、其のP.H.値を求めらる。

(9) 鹽分の測定

泥水を濾過して得た濾水を試料とし、その5c.c.を精確に「ビベット」にて吸取り、100c.c.入の三角「フラスコ」又は「ビーカー」に入れ、蒸留水約5c.c.を加へ、「クロム」酸加里溶液を指薬として、その一滴を落とすときは、鮮明なる黄色液となる。これを振盪しながら規定硝酸銀溶液を「ビューレット」によつて一滴宛滴下すれば、黄色の液は赤色を呈するが、攪拌すれば又元の通り黄色になる。此の様にして、硝酸銀液の滴下を續けて行く中に、攪拌しても黄色に歸らずに、微赤色が消えなくなる。是は、鹽分と硝酸銀との反應が終つた事を示すものである。この微赤色に變化する點を以て、反應の終結として、硝酸銀溶液の消費量を求め、次の式によつて濾水1「リットル」中に含有する鹽分を、「ミリグラム」にて求むるのである。

$$\text{鹽分} = \text{硝酸銀溶液消費量 c.c.} \times 200$$

「クロム」酸加里の指薬は、「クロム」酸加里20瓦を蒸留水1「リットル」に溶解して作り、規定硝酸銀溶液は、硝酸銀4.917瓦を1「リットル」の蒸留水に溶解して作る。この規定硝酸銀溶液1c.c.は、1「ミリグラム」の鹽化「ナトリウム」に相當してゐる。

計算に際しては、泥水中に含有せられる鹽化「カルシウム」・鹽化「マグネシウム」・鹽化「カリウム」等の可溶性鹽化物は、全て鹽化「ナトリウム」と見做して値を求めることになつてゐる。

硝酸銀溶液は、平常褐色瓶に入れて暗所に貯へて置くのであるが、長期間貯蔵する時には、次第にその濃度が減退するものであるから、成る可く新しい溶液を使用するのが良いのである。若し已むを得ず古い溶液を使用した場合には、試験の直前又は其後に鹽化「ナトリウム」溶液を滴定して係数を求め、これを前の計算値に乘じなければならぬ。

鹽化「ナトリウム」溶液は、純鹽化「ナトリウム」1瓦を蒸留水1「リットル」に溶解したものであるから、この10c.c.を「ビベット」にて「フラスコ」又は「ビーカー」に採り、之を硝酸銀溶液にて滴定し、次の式にて係数を求めらる。

$$\text{係数} = \frac{10}{\text{硝酸銀溶液消費量c.c.}}$$

以上の方法によつて誰が現場に於て機械的に檢定しても、甚だしい誤差は起らぬものである。

泥水中の鹽分量の檢定を現場に於て必要に應じて、何時でも出来る様にして置くならば、獨り「コー」中の含有鹽分量を測定すると云ふ目的のときばかりでなく、種々作業上にも非常に都合な

場合が屢々ある。

例せば、掘進中出水層に逢ひ、泥水が漸次稀薄となり、遂に噴出するに至ることがある。此の様な状態になつて終つては、多くの場合坑壁の崩壊其他種々な障礙が起り、深掘に於ては手の施しやうもなく、全く坑井の致命傷ともなる事がある。

然し適當の比重の泥を使用して掘鑿して居れば、出水層に逢つても、急に全部が稀薄の泥になる事はないのであるが、若し出水に氣付かずに居れば、自然に鹽水が増して、遂には清水に近い稀薄な泥となるのである。故に常々泥水中の鹽分量を、時々測定すると云ふ方法を採用して居れば、鹽分の増量が解るのである。斯くすれば、鹽分量が増加しても、即ち出水すれば、坑口を密閉して比重の重い泥と入れ替へ、これを抑へると云ふ處置も出来るのである。

水止試験や油層の試油の場合等に於ては、常々出て来る水の鹽分量を檢定し、何米の層の鹽分量は何程あると云ふ事を調査して置いた事によつて、成功後油に水を伴つたとき、其の鹽分量を檢査して、其の結果から判斷し、其出水は水止管が破れて上の方の出水層からの水であると云ふ様な事が判然した例もある。

多量の出水が油と共にある場合などは、一旦泥を坑口まで入れて、其後「ベラー」汲みにて水頭を減じ、出水層からの出水を促した後に、靜かに「ベラー」にて油井深度に即した或る間隔毎に泥を一本宛上の方から順次汲み取つて、泥の中の鹽分量を「ベラー」毎に檢定すれば、出水層の位置から汲取つた「ベラー」の中の泥は、他の部分から汲み取つた泥よりも鹽分量が増して居るから、出水層の位置を知る事が出来る。

深井の水止試験に於て、水止管内の泥を「ベラー」汲みして、水止試験をすると云ふ事をせず、「フォーメーションテスター」を使用する場合に、「バツカー」を水止管の下部に利かせて、「ドリツパバルブ」を開けば、水止完全でない場合は、「テスター」の中に水が上昇するから、其の鹽分量を檢定して、水止不成功のための出水か、或は層の中に掘進中に循環水が浸入したものが返つて来るのかを斷定する事も出来るのである。

何れにせよ、掘進中に時々循環泥水の鹽分量を檢定して置く事は、種々の作業上に参考になる場合が多いものである。

第14節 泥水の多孔性地層に對する塗泥作用並に坑壁の泥塞作用

I 塗泥作用

循環泥水が、坑壁面に又は坑壁を造つてゐる岩石の粒隙或は裂罅等に、どの程度まで粘土を沈澱

牧着せしむるかは、次の条件に依るものである。

①坑壁の状態、②泥水中に含有せらるる固形物の割合、③泥の膠質性、④泥水の流速、⑤坑井内並坑壁として露出する地層内部の壓力等である。

膠質性の劣つた單純な濃い粘土液、或は泥水の流速の遅い場合が、幾分膠質性に富んだ粘土が浮遊してゐる泥水、或は泥水の流速の速い場合よりも、坑壁に對し速かに粘土を沈澱牧着せしむるものである。

泥水の流速が急速なときは、坑壁に附着してゐる粘土液のよく固結してゐない部分は、洗ひ取られるのである。又坑内の壓力が其の周圍の地層内の壓力に比して著しく大きい場合には、泥水は坑内から地層内へ移動を強いられて、泥水中に浮遊してゐる粘土は其の流路となる割れ目や間隙に入り込み、遂に坑内からも或は坑内へも、泥水の移動が起らぬ様に完全な泥塞が出来ると云ふ事になる。又坑壁の表面が平滑である場合よりも不規則の場合が、粘土の附着する機会が多い理である。

泥水中の粘土の或る部分には、何時までも浮遊状態を持続する傾向のものがある。このものは普通坑壁には附着せぬものであつて、坑壁に沈澱せしむべき粘土は、之れ以外のものでなければならぬ。従つて特に坑壁に粘土を附着せしめたい場合には、「マッドビット」に濃泥を補給しなければならぬ。又坑壁の塗泥作用を續けなければならぬ場合には、泥水中の餘分の粘土は直ちに失はれ、粘土液は平衡状態になりがちである。従つて絶へず泥を補給しなければならぬ。

而して坑壁を塗泥するに必要な粘土の量は、其の坑徑に比例するのである。例へば、坑徑 12" の場合は、深さ 1 呎に對して坑壁の表面積は、坑徑 6" の時の 2 倍となる。「ドリルパイプ」は、また坑内で偏心的の廻轉をすることから、塗泥作用を非常に助けるものである。

この平衡状態に於て、泥水によつて運ばれる粘土の量は、粘土の性質によつても異なるが、其の流速に依つてもまた異なるものである。沈澱が起らずに運ばれる泥水中の粘土の量は、流速の増加に従つて増加するものである。即ち「ポンプ」の回轉數及び容量、並に坑壁と「ドリルパイプ」との間隙の斷面積に直接關係するものである。従つて若し粘土を坑壁に厚く附着せしむる事が目的である場合には、泥水の適當なる流速が得られる様に、「ポンプ」の回轉數を調整しなければならぬ。若し「スラッシュポンプ」で坑徑 10" の孔に 6" の「ドリルパイプ」を降下して 1 分間 100 「ガロン」(約 2 石 1 斗・0.38 疋)の泥水を送る時は、その上昇する流速は 1 分間に約 44 呎 (13.6 米) である。又坑徑が 7" で 4" の「ドリルパイプ」の場合に、「ポンプ」の送泥量が同じであるとすれば、其の流速は約 2 倍となる。流速が遅ければ速い程、泥水は粘土の沈澱を起さしめないで、より多くの量を運ぶ事になる。従つて「ポンプ」の廻轉數を變へる事によつて、如何なる状態にも適する様に、粘土

の沈澱牧着の度合を調整する事が出来る。

粘土が坑壁に附着する割合は、又循環泥水のもつ壓力にも依るものである。なんとなれば、泥水は坑内泥水の壓力が、掘鑿された地層内の壓力よりも大きい場合にのみ、其の地層中に入り込む事が出来るからである。而して多孔質の岩石を掘鑿する場合、泥水の可成りの量が失はれる事があるが、その量は多孔質の岩石に吸収されたと假定して説明する外はない。泥水が地層に吸収される場合、粘土も勿論水と共に或る程度まで、地層の割目や岩石の間隙に入り込むことになるが、其の泥水の通路は漸次塞がれ、遂には泥水の通過を許さない状態となつて、地層は完全に泥塞される事になる。

粘土が地層の中に入つてゆく度合は、岩石の孔隙率と壓力の差によるものである。「ナツプ」氏の實驗によれば、泥水は主として坑壁の表面に附着して、地層中に 1"~2" も入り込むことは稀であると云ふことである。然しながら「米國加州」の「スタンダード」石油會社で行はれた實驗に依れば、壓力毎平方吋 1,200 封度にて 12 $\frac{1}{2}$ " も入り込んだと云ふ事である。従つて緻密な岩石では、粘土は恐らく殆んど岩石の表面に附着するのみであると思はれるけれども、多孔質の岩石では少くとも數吋は入り込むであらう。

ここに比重 1.15 程度の普通の泥水を、50 封度の壓力の下に行つた實驗を示せば次の如くである。

砂粒の大きさ	水の透入	粘土の透入	通過された粘土附層の厚さ
35~50 ヶツツユ	12 吋	12 吋	$\frac{1}{8}$ 吋
80~120 "	1 $\frac{1}{2}$ "	$\frac{1}{8}$ "	$\frac{1}{8}$ 吋
70~150 "	1 $\frac{1}{2}$ "	$\frac{1}{8}$ "	$\frac{1}{8}$ "

II 泥塞作用

水路が非常に發達してゐると考へられる地層に於て、若し泥水のかかなり迅速な移動が可能であるが如き條件の下に於ては、或る掘鑿井から數拾米も離れた他の坑井、例へば採油井等に泥水が流れてゆくやうなことがある。

循環中の泥水の減量は、掘進してゐる地層の壓力状態、並に透過性を直接示すものである。鑿手は現に掘進してゐる地層の性質を判斷する一方法として、「マッドビット」中の泥水量に對し間斷なき注意を拂ふことが、作業上の一般的な慣しである。

低壓多孔質の砂層にて逸泥が甚しく、循環流水が地表に還つて來ない場合には、其の地層が泥塞され、泥水が再び地表に循環して來るまでは、掘進を中止しなければならぬ。殊に採掘油田にては、採收の油層や瓦斯層を通過して掘進する場合に、非常に多量の泥水が層中に逸泥し、泥の補給に困るやうな事も起る。苦しも逸泥が甚しく、「ポンプ」が辛うじて運轉する位の濃泥を送つても、

尙ほ逸泥が止らぬ場合には、泥水に短い切り藁とか、綿の實とか穀殻とか鋸屑とか或は其の他の軟い吸着性の固形物とか、「ゼリ」状のものを添加する事が必要となるのであるが、一般に穀殻或は鋸屑が用ひられてゐる。又斯の様な場合に、泥水に「アクアゼル」を約4%混入して効果を得たと云ふ例もある。此外、「セメント」液が屢々用ひらるる事がある。「セメント」液は、層の中の最も泥の逃げ易い處丈けに行き、全面に隅なく行きわたらぬものか、「セメント」液が硬化した後に掘進にかかれれば、他の部分に逸泥して行き幾度となく注入作業を繰り返さねば止まらず、費用は別としても相當永い日数を必要とすることがある。この種の逸泥を止めるに最も効果的であると主張せられることは、砂のない「ヌラヌラ」性の強い泥、即ち良い泥を使用して、坑壁をなす砂層面に少しでも早く、良い泥壁を作ると云ふ事である。臺灣錦水に深掘が行はれたとき、1,100米附近の瓦斯層を通過する際に、或る坑井にては逸泥し、約30,000石(5,400噸)の濃泥を注入して漸く止め得たと云ふ例もある。其の後同油田にては、砂を含まぬ泥を「ベントナイト」にて作り掘進せるに、殆んど逸泥を氣付かぬ程度にて通過する事が出来たのである。此の實例によつても、如何に「ヌラヌラ」性の強い良い泥が有効であるかが立證される。

しかし「ヌラヌラ」性の強い良い泥でも、坑井深度が深まり坑内温度が高まれば、泥の粘土分と水分とが分れ易くなるので、粘土分丈けが坑壁に残り、水分丈けが砂層の中に逃げる事となるから、温度の高い深掘井に於ける砂層への逸泥は仲々止まず、その爲めに種々の掘進障礙が起り易いのである。

坑井の温度は、大體深度30米毎に攝氏1度増すとし、それより約10度高いといふ程度に考へられてゐるけれども、場所によつて上昇率は必ずしも一致してはゐないのであるが、この考へからすれば深度3,000米前後で、沸騰點に達する譯である。

逸水の程度は、理論上からも實際上からも、水の粘力を「センチポイズ」で表はした數の平方根に反比例して増大すと云ふ事が確められてゐる。然るに水の粘力は、温度が増すと低下するのである。

各深度に於ける坑井内温度と坑井内温度に於ける水の粘力

坑井深度 (m)	温度 (°C)	粘力 (センチポイズ)	粘力平方根
.....	0	1.792	1.339
.....	10	1.308	1.144
300	20	1.005	1.002
600	30	0.801	0.895
900	40	0.656	0.810
1,500	60	0.469	0.685
2,100	80	0.3565	0.597
2,700	100	0.2838	0.523

上表の如く坑井が深くなれば、泥を形成してゐる水の粘力が少くなるので、従つて逸水の傾向が多くなる。例へば600米の場合には水の粘力の平方根は約0.9であり、2,700米の處では水の粘力は約0.5であるから、2,700米の深度では同じ様な砂層であつても、600米の處の砂層に比して逸水の傾向が即ち1.8約2倍になる。故に深掘に於ける逸水防止は、仲々困難になる譯である。深井にて「ビット」取り替への爲め揚管の途中「ビット」が處々で嵌り込む事のあるのは、「ビット」を下げる際に坑壁を浚つて通過した砂層の部分に、掘進中に絶えず少しづつ逸水し、水分丈けが層中に逃げ去り粘土分丈けが層の面に張り付き、時刻の経過と共に段々に厚くなり、揚管に當つて「ビット」がここに嵌り込むと云ふことになるのであるが、この傾向は泥を良くしてもなほ防止が出来難いものである。

温度が高まれば、悪い泥が良い泥に比較して著しく厚い泥壁が出来ると云ふことは、次の實驗によつてみても明かである。(實驗時間3時間)

泥の種類	温度 (°F)	試験壓力 (封度)	粘力 (センチポイズ)	濾過水量 (c.c)	泥壁の厚さ (吋)
ベントナイト泥	80	1,000	不明	27.7	2 1/2
ベントナイト泥	200	1,000	46.3	46.3	3 1/2
テキサス粘土泥	80	1,000	37.5	38.0	1 1/2
テキサス粘土泥	200	1,000	37.0	96.0	2 1/2

この實驗結果をみるに、良い泥である「ベントナイト」泥は、華氏200度の時の濾過水量は華氏80度の時の濾過水量の37.2%しか増して居らぬのに、悪い泥即ち「テキサス」粘土泥(テキサス粘土は泥を作るには良い粘土とせられてゐる)は、華氏200度の時には華氏80度の時よりも濾過水量が107%も増してゐる。このやうに温度が高くなれば、悪い泥は良い泥に比して泥壁の厚さが著しく厚くなり、又逸水も著しく多くなるから、深掘では良い泥を使用する事が一層大切な事であつて、掘進の目的を達し得るも得ないも一つに使用する泥水の適否によると言つても可なりである。

逸泥の甚だしい地層を泥塞するに有効である特殊な性質を有たせる爲に、泥水に種々なる化學藥品を添加することがある。「ナトリウム」「アルミニウム」鹽は、普通この目的に使用される。石灰・苛性曹達・曹達灰及硅酸曹達等も亦この目的に使用されることがある。これ等のもの及び其の他の「アルカリ」性の藥品は、粘土と反應して其の粒子の表面を膠狀の沈澱物にて包み、粘着性を生ぜしむるものである。理論的には粘土に酸類を加ふるときは、寒天の様な「ドロドロ」したものになり、之に反し「アルカリ」性のものに合へば粘土の小さい「サラサラ」した状態になるのである。この理論から瓦斯泡を泥水からよく分離せしむるためには、「アルカリ」性の藥品を使用すべきであると言はれた事もある。泥を良くするだけでは、逸水が止まらぬと云ふ場合に、逸水止めに

使用する「ゼルフレーキ」と云ふ薬品を「ドーエル」会社で販賣し、近來盛んに使用されてゐると云ふ事である。これは綿状のものであつて、これを泥に混するときには寒天質のものになり、砂層に浸入して逸水防止に有効であると云はれてゐる。

「パロイド」会社にて販賣してゐる泥調整薬「スタビライト」は、多磷酸鹽が主成分で、これに「ケーブラコ」を混入したものである。

「スタビライト」が逸水防止に又泥の粘力減少に有効であることは、次ぎの結果によつて知る事が出来る。

泥の種類	温度 (°F)	試験壓力 (封度)	粘力 (センチポイズ)	濾過水量 (c.c.)	泥壁の厚さ (吋)
アンテロープ粘土製の 比重1.3の泥	80 200	1,000 "	27.0 28.0	102.5 239.9	1 1 $\frac{1}{4}$ "
上記泥を薄め5.5%ベ ントナイトを混入し比 重1.14とせる泥	80 200	" "	21.5 21.5	46.6 119.5	1 $\frac{1}{8}$ " 2 $\frac{1}{8}$ "
上記の泥に $\frac{1}{2}$ のスタ ビライトを混入せる泥	80 200	" "	17.0 14.5	50.8 103.5	1 $\frac{1}{8}$ " 2 $\frac{1}{8}$ "

即ち80度の場合には、「スタビライト」を混ぜた泥の方が、幾分逸水量も多く泥壁の厚さも厚くなつてゐるが、200度の場合には逸水量は13%減じてゐる。又粘力は、「スタビライト」の混入に依り著しく低下する事が明かである。此の結果からみれば、「ベントナイト」を多く泥に混しても差支へない事になる。

此外深掘りの逸水防止には、近來「マイカ」(雲母)を砕いたものを泥に混ぜる事が流行し、相當有効である。

「ヌラヌラ」性の強い良い泥であつても、鹽分が混入するときは、その含有する鹽分の爲めに「ヌラヌラ」性が破壊されるのであるが、この場合には高温度に對する處置と、大體同様な處理法を行へばよいのである。

ロ式で油井を仕上ぐれば、或る程度まで泥壁は出来るものであつて、掘鑿の際には有効であるこの泥壁も、汲油に際しては出油を妨ぐるものである。油井仕上げに際して良い泥を使用した場合には、泥壁は薄いから容易に取り除くことが出来て油を誘出せしむる事が出来るが、悪い泥で出来た泥壁は、厚く仲々除去し難いのである。近來泥壁を酸處理に依つて除去する方法が發達し、非常に効果を擧げてゐるが、悪い泥にて出来た厚い泥壁に對しては効力が薄いのである。斯る點から考へてみても、油層保護の爲めの泥塞にも「ヌラヌラ」性の強い良い泥が有効な譯である。

第15節 循環泥水の高壓層抑壓作用と處理 並に瓦斯噴出の原因と豫防

【泥水の高壓層抑壓作用と處理】

掘進中に遭遇する高壓瓦斯油及び水等を抑制する循環泥水の作用は、單に夫れの泥塞機能によるのみではなく、其の靜水壓も亦寄與するものである。ここに於て、泥水の比重が重要となるのである。或る水準面に於ける靜水壓は、泥水の比重に直接比例する。然るに「ポンプ」の運轉に支障のない程度の密度と粘度を有つ泥水を、單に泥土のみを使用して作つたものでは、其の比重は1.30位が最大である。これは深さ1米毎に漸く0.13 疋/櫃²の靜水壓を有せしむるに過ぎない。

掘鑿中普通に出會ふ程度の壓力を抑制するにはこれで充分であるが、非常に高壓の瓦斯を抑制しなければならぬ様な場合には、一層比重の大きなものが必要である。斯る場合に、泥水に重晶石(Ba So₄) 菱鐵礦(Fe Co₃) 或は赤鐵礦(Fe₂ O₃)等の粉末を加ふれば、「ポンプ」が容易に運轉し得る程度の粘度を有たせ、然かも比重2.17即ち靜水壓を深さ1米毎に0.217 疋/櫃²にせしめ得る泥水が得られる。けれども一般に靜水壓は、最高深さ1米毎に0.17 疋/櫃²程度で十分である。

普通の粘土は、其の組成及び状態に依り2.00~2.70の比重を有してゐるが、「バライト」の比重は4.20又赤鐵礦は5.20である。「バライト」の比重は、赤鐵礦の比重よりも小さいけれども、泥水に添加せしむるにはこの方が一般に好まれてゐる。此の理由は、或種の赤鐵礦は砂の如く、「ポンプ」の「ライナー」・「スキーベル」及び「ドリルパイプ」等を磨損せしむることが甚だしく、又循環泥水が靜止の状態にあるとき沈澱が早く、又鐵鋼類に接觸する場合はこれ等の酸化を促進せしむるからである。

約5%の「アクアゼル」を混入し、泥水の加重用として製造された「バライト」の粉末は、「パロイド」と稱する製品名で賣出されてゐるが、泥水中に既に含有せられてゐる粘土の量、並に所要の密度により異なるけれども、泥水1立方呎當り「パロイド」を95封度までは添加し得るのである。

重い礦物が泥水の加重用として用ひられるには、其の90%以上が200「メッシュ」の篩を通過する程度の粉末であり、しかもその大部分が300「メッシュ」の篩を通過することが望ましいと言はれてゐる。その理由は、粗いものは泥水の循環が停つた場合に速く沈澱する傾向があるからである。

高壓の瓦斯層を掘進する場合、若しこの瓦斯を抑制するに足る丈の靜水壓がなければ、瓦斯は其の地層から坑内に浸入して、泥水に含まれて地表に達することになる。かかる場合、一般に瓦斯は極めて細い泡の形で泥水に含まれ、上昇するに従つて周囲の壓力が減るから、膨張して遂次大きな泡となり泥水面に浮び上り、遂に大氣中に放散することになる。時には多量の瓦斯が泥水中に含まれて、泥水の比重を著しく減ぜしむる事がある。其の結果地層と坑内との間の壓力差が一層大きくなり、更に瓦斯が浸入して來り遂には坑内の泥水を地表に烈しく噴出せしむることもある。

瓦斯を含んだ泥水は、地層の「マッドデッチ」や貯泥槽の中で、容易に其の中に含まれた瓦斯を

放散せしめ得ない事が屢々ある。殊に泥水の粘度が餘り高過ぎる場合に、斯かる傾向が甚だしい。斯様な場合には、瓦斯を含んだ泥水を放棄するか、或は何等かの方法で處理して、瓦斯抜きをせねばならぬ。即ち此の方法としては、泥水を篩を通過せしむるとか、或は水を加へ其の粘度を減ぜしめるとか、或は攪拌器によつて貯泥槽の液面に噴きつけるかによつて、瓦斯を放散せしめた後、新規の濃泥を加へ再び適当な比重のものに戻さねばならぬ。

■ 瓦斯噴出の原因

採掘地に於ては、豫め瓦斯層の位置が判明して居るから、多量の瓦斯が噴出する以前に於て、水止作業を行ひ、其後の掘進に對して、瓦斯井としての完全なる坑口装置を施すことも出来るが、試掘地即ち最初の掘鑿の時、又は採掘地に於ける深層探究の場合には、其の瓦斯層の位置が正確に知られて居らぬから、意外の瓦斯噴出に出逢つて、坑内状態を悪化せしめ、掘進の遂行を不能ならしむる事が屢々あるから、瓦斯井を仕上げるやうな完全な装置を施さずとも、或程度の抑壓装置を施すべきである。

(1) 泥水柱の重さの不足

掘進中に壓力をもつた瓦斯層に達した時、これらの層を抑へるのには、専ら泥水柱の壓力(靜水壓)に依らねばならぬのである。普通の瓦斯層のもつ壓力は、大體坑底から坑口までの高さをもつ水柱の壓力に等しいので、比重 1.20 (10 lb/ガロン) の泥水を用ふれば、容易に抑壓することが出来るものである。

粘土を水に溶解して作つた掘鑿泥水の比重は、その混入粘土の量によつて變るものであるが、掘進中に自然に泥水中に溶け込む粘土の量が不足の時には、特に濃泥を製作して混入しなければならぬ。

普通粘土の平均比重は、2.40 位である。此處に注意すべきことは、たとへ瓦斯層を抑壓するに充分な比重をもつた泥水を使用してゐても、或る原因で坑内の泥水面が低下して、泥水柱の高さが減じたり、又は泥水そのものが急激に薄められて、比重が低下したりするときは、坑底の瓦斯層に對する壓力が減じて、抑壓出来なくなるのである。坑内泥水面の低下は、普通掘管を揚げた時、又は「ベラー」汲み、「スワッピング」等を行つた時、或は泥水中の水分が濾されて地層中に逸出したり、泥水そのものが地層の龜裂中に逸出したりした場合に起るのである。

泥水柱の壓力と瓦斯油層の壓力とが平衡に近い大きになつてゐる時には、僅かな泥水面の低下でも壓力の平衡を破つて、瓦斯油の噴出を促すこととなる。

(a) 揚管時の減壓

掘管を坑内から引揚げるときは、その掘管の體積だけ泥水の量が減じて、泥水面が低下する。

4 1/2 吋の掘管は、長さ 100 呎 (30 米 48) につき、管の内容積をも含み 11 立方呎の體積がある。今 9 吋坑から 4 1/2 吋掘管を引揚げるときは、4 1/2 吋掘管 100 呎について 33 呎液面が下ることになる。この場合、掘管の内部の容積は考慮に入れず、4 1/2 吋径のものをそつくり引揚げるとして考へたのである。何んとなれば掘管を引揚げるときに、掘管内部の泥水は「ピット」の孔から流出するのであるが、この流出量は少量であつて、掘管内部の泥水は最初の數本引揚中は、殆んど全部掘管と共に揚げられて、掘管を捻子外した時に床上に噴き出すからである。そこで 4 1/2 吋掘管を、90 呎、9 吋坑から引揚げれば、坑内の液面は 29.7 呎低下することになり、それによつて生ずる坑底壓力の減少は、泥水比重 1.20 のとき $0.52 \times 29.7 = 15.4 \text{ lb/ft}^2$ となるのである。依つて掘管の 4 本繼 1 本引揚げるときは、坑口から泥水を補給して、常に泥水を坑口まで充して置くことが極めて重要なのである。

第一表

		直 徑 吋											
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
斷面積	平方呎	12.56	19.63	28.27	38.48	50.26	63.61	78.53	95.03	113.09	132.73	153.94	176.71
	平方呎	0.087	0.136	0.196	0.267	0.349	0.441	0.545	0.659	0.785	0.921	1.069	122.7
百る呎容に對す	立方呎	8.7	13.6	19.6	26.7	34.9	44.2	54.5	66.0	78.5	92.2	106.9	122.7
	ガロン	65.1	101.6	147.0	199.5	260.8	330.5	407.4	493.5	587.2	689.6	799.7	917.7
	拓	1.55	2.42	3.50	4.75	6.21	7.87	9.70	11.75	13.98	16.42	19.04	21.85

100 呎の長さの掘管によつて押のけられる容量

6 5/8 吋掘管の斷面積 = 34.47 平方呎 = 0.239 立方呎
 4 1/2 吋 " " = 15.90 " = 0.110 "
 3 1/2 吋 " " = 9.62 " = 0.067 "
 1 bbl (42 ガロン) = 5.614 立方呎
 高さ 100 呎の清水の示す壓力 = 43.4 lb/ft²
 比重 1.20 の泥水柱、高さ 100 呎の示す壓力 = 52 lb/ft²

掘管径	單位	容 量
6 5/8 吋	立方呎	23.93
	拓	4.26
4 1/2 吋	立方呎	11.04
	拓	1.96
3 1/2 吋	立方呎	6.7
	拓	1.19

第二表

掘管径	水圧減少係数 下力	坑 径 時										
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6 3/4"	呎					118.0	78.0	57.0	41.0	35.0	29.0	24.0
	Lb/□"					61.0	40.0	29.0	23.0	18.0	15.0	12.0
4 1/2"	呎			70.0	46.0	33.0	25.0	20.0	16.0	14.0	12.0	11.0
	Lb/□"			36.0	24.0	17.0	13.0	10.0	8.0	7.0	6.0	5.0
3 1/2"	呎	96.0	52.0	34.0	24.0	18.0	14.0	11.0	9.0	8.0	7.0	6.0
	Lb/□"	50.0	27.0	18.0	12.0	9.0	7.0	6.0	5.0	4.0	4.0	3.0

(b) 「スワッピング」作用による減圧

泥水の粘度が低く「ゲルストレングス」が小さい時には、掘削が完全に上らず、又「ポンプ」を停止した時に泥水の中に掘削を浮遊させて置く事が出来ず、「ビット」の周囲に掘削が溜つて、掘削を引揚げると「ビット」又は「ドリルカラー」が坑径一杯に塞つて、「ピストン」状になることがある。この時には、坑内の泥水は掘削を引揚げた長さだけ殆ど全部排出されて、それ丈泥水柱の圧力が減るのである。然しこの「スワッピング」作用は、泥水柱の高さを減すると云ふことよりも、「ピストン」作用によつて坑底の圧力を著しく減じて、瓦斯油の噴出を促すことの方が稀しいのである。一旦「スワッピング」作用によつて、地層の中から坑内に瓦斯が出て終れば、直に泥水柱の圧力を補つて、再び地層圧力以上の泥水圧力をかけても、瓦斯を再び地層内に押し戻すことは不可能である。

「スワッピング」作用は、泥水の「ゲルストレングス」が大き過ぎる時にも起り、特に坑径と掘管径との間に裕りの少い時程激しく起るものである。例へば9"径の坑を深度 5,000 呎 (1,524 米) まで掘り、その坑底の地層圧力が 2,100 lb/□" (143 気圧) で、掘削泥水の比重は 1.20 (10 lb/gallon) と假定し、今先に述べた様に「ビット」や「ドリルカラー」の周囲に固い張り付きが出来て坑径一杯に塞り、「ピストン」状態になつたものを 90 呎 (27 米 43) 引揚げ、坑底の真空となつた部分に、地層内から 143 気圧の圧力をもつた瓦斯が出て来てこれを充したとすれば、その瓦斯の容積は $0.441 \times 90 = 39.7$ 立方呎である。この瓦斯が地上に於て大気圧にまで膨脹すれば、その容積は 39.7 立方呎の 143 倍即ち 5,677 立方呎となる。依つてこの瓦斯が膨脹しつつ坑内を上つて地上に達したときに於ける瓦斯の全容量は、 $\frac{39.7 + 5677}{2} = 2858$ 立方呎である。

扱つてこの様にして掘管を 90 呎引揚げた時に、残りの 4,910 呎 (1,496 米 57) の坑内にあるべき泥水の量は、 $44.2 - 11.04 = 33.16$, $33.16 \times 49.10 = 1628$ 立方呎であつて、これは上に述べた瓦斯の量よりも 1230 立方呎も少く、従つて瓦斯の噴出の起るのは當然のことである。この様な瓦斯の噴出を促す所の危険から、「スワッピング」作用を避ける爲には、掘管に先立つて「ビット」を坑底から数呎上に

置いて、緩に廻旋しつつ 30 分乃至 1 時間泥水の循環を行つて坑内を綺麗にし、その上最初の 2~3 本は極く緩に引揚げることが肝要である。如何なる場合でも循環しながら掘管すれば、「スワッピング」作用による圧力低下は殆んど起らぬことが実験の結果により明かにされてゐる。何等かの原因で、「スワッピング」作用が起り、坑底に瓦斯が出て来たことが判つたならば、決して掘管を其儘引揚げるとはせず、再び坑底まで「ビット」を下げて、最大量に「ポンプ」して泥水を循環しなければならぬ。瓦斯の噴出は掘管の途中又は掘管後に起つて来るものが多く、掘管が坑底にあつて「ポンプ」循環してゐる時に起るのは稀である。

「ビット」取替へ其の他の爲めに掘管を引き揚げの際に「スワッピング」作用で、深い坑井の坑底で著しく圧力が低下する事があるが、泥の圧力で抑へられて層から出る事の出来ない瓦斯が、坑底圧力の低下によつて急に層から坑内へ浸入する時は、坑底では水圧の爲めに小さい容積であつたものが、漸次上方に昇るに従つて圧力が低下するので、容積は次第に大きくなり、何かのはづみで坑口から噴き出すことがある。この噴出で多量の泥水を坑外に噴き出すときは、坑内の静水圧が急に低下するから、遂に坑内全部の坑水を噴き揚げるに至る。この噴出について、或る油田にては全掘削井数 735 坑の内、掘削中に 19 井が大噴出を起してゐるが、その中 12 坑は掘管中に起り、1 坑は掘管後に起り、1 坑は降管中に起つてゐるといふことである。

「カーン」氏がこの掘管中の「スワッピング」作用に依る坑底圧の低下に關して、7 吋管 5,000 呎の止水管内にて 3 1/2 吋掘管を揚げる場合、9 吋管内にて 4 1/2 吋掘管を揚げる場合、10 吋管内にて 4 1/2 吋掘管を掘る場合等に就いて、泥の粘力・「ヌラヌラ」性・比重等を種々に變へて行つた実験報告によれば、泥の比重の差泥の粘力の差に依つては、圧力低下の度合に大差はなく、又下に「ビット」を着けた場合と「ビット」を着けない場合、及び掘管の下端を開放した場合と「プラグ」して置いた場合の圧力低下の度合も亦餘り變りがなく、又掘管の速さを 1 秒間 2.7 呎の場合の圧力低下は 270 封度で、掘管の速さを 1.6 呎にした場合の圧力低下は 260 封度であつて、これまた影響は甚だしく無く、圧力低下に最も影響のあつたのは深度であつたといふ事である。即ち深度 1,000 呎では 70 封度以下であり、3,000 呎では 220 封度以下であつたものが、深度 7,000 呎では 500 封度以上も圧力が低下したのである。次ぎには泥の「ヌラヌラ」性の強弱であつて、20 「アービトラリー」(「ヌラヌラ」性を測定する一方法の單位) までは、「ヌラヌラ」性の強弱によつて圧力低下の割合が非常に異なると云ふ事が明かにされた。

多量の出水を伴ふ水層がある場合に、泥水が坑口から溢れ出る様な場合には、その出水の爲めに泥の比重が軽くなり、遂に大出水を誘發する事がある。我國の油田には、この坑口から溢れる様な出水に悩まされる事が屢々ある。出水の起り始めが多く掘管中に起るのも、「スワッピング」作用が

原因であるから、瓦斯の噴出と同様注意せねばならぬ。

高圧の出水に出逢ひたる坑井の一例を擧げてみるに、この出水を抑へるには、泥の比重を2.04位にしなればならなかつたが、その爲めに泥が悪くなつて逸水が甚しかつた。最初抑壓に使用したものは、次に示すものである。

比 重	粘 力	濾過試験の泥壁	濾 過 水	鹽 分
2.04	濃くて測定不能	2% ₂	19立方尺	2.7%

これに4%の苛性「ソーダ」、1%の「ケーブラコ」1%の「ベントナイト」を混入して、

比 重	粘 力	濾過試験の泥壁	濾 過 水	鹽 分
2.04	45秒	2% ₂		2.7%

にして掘進を繼續する事が出来た。

何かの原因で、下方の高圧をもつた瓦斯層の瓦斯が、上方の地層に移動して充填した場合とか、その他色々の原因で普通の瓦斯層よりも、すつと高圧をもつた瓦斯層が存在することがある。このやうな瓦斯層に達着した時には、比重1.20位の泥水では抑壓することが出来ず、もつと重くしなければならぬ。

掘鑿泥水は、比重1.20位までは、普通の粘土を混入した丈で比重を増すことが出来るが、それ以上になると特別の加重剤を混入しなければならない。加重剤としては、比重2.60~4.50の重い物質、即ち「バライト」とか、酸化鐵とかを微にしたものが主に用ひられる。これらの加重剤を加へることによつて、泥水比重は最高2.50位まで高めることが出来る。泥水の中に混入し得る加重剤の量は、その混入の粘度と「ゲル」化すべき「コロイド」分の大小に依つて決定されるが、若し泥水の粘度が既に高い時には、これに加重剤を加へれば、更に粘度が増して循環に支障を來し、又瓦斯が籠り易くなつて害が大きくなる。これと反對に、泥水に「コロイド」分が不足するときには、加へた加重剤は「ポンプ」を止めた時にすぐに沈澱して終つて、支障を來すことになる。

泥水の適否を判定するに當つて、循環泥水の比重を「デッチ」を流れる様子によつて判断することは、誤り易くて危険である。即ち重い泥水のやうに見えても、その實、單に濃く粘稠なだけで、比重は却つて水よりも軽いと云ふやうなことがよくあるからである。掘鑿泥水は、坑内の状況によつて、掘進中に絶えず色々に變化し、その比重も色々に變るものであるから、常に注意して比重を測定し、比重が低下するやうなことがあつたならば、直ちに加重剤を加へて重くするやうにしなればならぬ。又泥水の比重は、坑内から排出された直後と、瓦斯や砂を説いて「サクシヨンドン

ク」に入る直前とにて測定することが必要である。

(2) 泥水の性質の不適當なる場合

掘鑿泥水は、坑内に送り込む前に充分に攪拌して、成分、性質の不均一な部分のないやうにし、又「バライト」や「ベントナイト」を混入したときには、それが坑内循環経路中に、完全に均一にまぜ合はされるやうに注意することが肝腎である。泥水をよく攪拌混合するといふことは、瓦斯の發噴豫防の第一の要件である。

(a) 粘度の重要性

掘鑿泥水の粘度及「ケルストレングス」は、瓦斯發噴防止の上に極めて重要なものである。粘度の大きすぎる泥水は、循環するに高壓力を要し、「デッチ」に於て掘層の分離が悪く、又「ガスカット」の状態になりやすい。循環に高壓がかかつて循環量が減すれば、掘層の上りが悪くなり、掘層が坑底に停滯して掘進が鈍るのである。又このやうな粘稠な泥水に含まれた掘層は、泥水の中から分離しにくいので、「デッチ」を流れる間に分離せず、其儘坑内に再び送り込まれることになる。

泥水の粘度は、「コロイド」分を含んだ粘土層を掘進した時や、「ベントナイト」等の「コロイド」性の物質を混入した時、又は化學藥品を混入した時などに、増加して來るものである。又循環中に泥水中の水分が濾されて、坑壁から逸出した時や、高温にさらされた時にも、泥水の粘度が上昇するものである。斯る場合泥水の粘度を低下させるには、水にて薄めるか又は藥品にて處理するのが一般である。

(b) 「ガスカット」せる泥水

泥水の中に瓦斯泡を多量に含むものを、「ガスカット」せる泥水といふ。泥水中の瓦斯は、泥水中に單に混入してゐることもあり、泥水液に吸収溶解されてゐることもあり、又泥水中の固體に含まれて存在することもある。粘度の高い泥水は、「ガスカット」し易い即ち瓦斯を保有し易いのである。泥水の粘度が低ければ、混入した瓦斯は脱け易く、「パイプリーチングスクリーン」を通つたり、「デッチ」を流れたりする間に脱け去つて終ふのである。瓦斯が泥水の中に吸着されてゐるやうな場合には、泥水を度々新しい泥水と入れ替へる必要があるのである。粘度の大なる泥水は、「ガスカット」し易いが、「ガスカット」した泥水の最も危険なことは、泥水の比重が著しく減少することである。

瓦斯層を掘進するときには、地層中の瓦斯は泥水中に混入し、その混入した容積だけ泥水を押し上げる譯である。この出て來る瓦斯の量の大小は、瓦斯層の孔隙率とその壓力に依るものである。例へば、今孔隙率25%の瓦斯層を9"坑徑にて掘つたとすれば、掘進1呎當りにつき掘つた地層の中にある孔隙の容積は0.1102立方呎となり、若しこの孔隙の中に壓力143氣壓の瓦斯が充滿してゐた

ものとすれば、その瓦斯は地上に上つて来た時に、その143倍の容積を占めることになるのであるから、その容積は15.77立方呎となる。泥水中に含まれる瓦斯の量の割合は、出て来る瓦斯の量と泥水の循環量との関係によつて決まるもので、今9"坑の瓦斯層中の掘進速度が毎分5呎であり、泥水循環量が毎分150ガロンであるとすれば、150ガロンの泥水に7.88立方呎の瓦斯が混入することになる。即ち1立方呎の瓦斯が19.03ガロンの泥水の中に混入する譯である。従つてこの泥水は地上に上つて来た時にはその容積が、

$$\begin{aligned} & (1 \text{米ガロン} = 2 \text{升} 0.9845 = 317854) \\ & 19.03 + 7.5 = 26.53 \text{ ガロン} \\ & (1 \text{立方呎} = 7.5 \text{ ガロン}) \end{aligned}$$

となる。瓦斯混入前の泥水の重さを9.25lb/galとすれば、19.03ガロンの泥水の重さは176lbであり、これが容積26.53ガロンとなつたのであるから、瓦斯混入後の「ガスカット」せる泥水の重さは6.63lb/galとなる。即ち2.62ガロンだけ軽くなる譯である。

(C) 「ゲルストレングス」の調整

良い泥水は、循環中は流動性が大きくて流れ易いが、これを静止させると粘稠度を増すのである。この静止して粘稠度を増すのは、泥水中に含まれた「コロイド」分が「ゲル」化するのであつて、この泥水の「ゲル」化の程度即ち「ゲルストレングス」を適宜に調整することは、高圧瓦斯層の掘進に大變に重要なことである。「ゲルストレングス」の餘りに少すぎる泥水は、「ポンプ」を停止した時に泥水中に含まれた掘屑が、沈澱するので害を生じ易く、又反対に「ゲルストレングス」の大きすぎる泥水は、揚管に際して「スワッピング」作用を起し易く、又「ポンプ」循環の最初に高圧がかかるので危険である。

泥水に「ゲル」化し易き「コロイド」物質・石灰石・苛性曹達・「アルミニウム」曹達又は其他の「アルカリ」性の金属鹽を混入すれば、「ゲルストレングス」が大きくなり、泥水を「タンニン」酸曹達・没食子酸曹達又は磷酸鹽で處理すれば、「ゲルストレングス」が小さくなるのである。

(d) 泥水の安定性の重要

泥水の中に溶解し擴散してゐる粘土の安定性は、大變に重要なものである。何となれば泥水中に擴散した粘土粒子によつて、掘屑や其他の固形物を泥水中に浮遊させるのである。若しこれが不安定なれば、泥水中の粘土は沈澱し易く、又掘屑等も沈澱し易くなるからである。泥水中に擴散した微粒子即ち「コロイド」分が、電解質の物質と結合すると沈澱するから、掘進中に鹽水などに遭遇して、これが泥水中に混入するときは、泥水の安定性は著しく悪くなり、掘屑や「バライト」等が沈澱するやうになるのである。實驗によれば、溶液中の「コロイド」分は、溶液が弱「アルカ

リ」性であるときに、最も良く擴散して安定である。

■ 瓦斯發噴の豫防

油井掘進中の瓦斯發噴事故は、掘鑿事故中の大きな部分を占めて居り、最近は試掘地も採掘地も共に油井深度が次第に増大し、必然的に高圧瓦斯層に遭遇する機会が増して来たので、瓦斯の噴出のために掘鑿作業が阻害される事故が益々増加して来る傾向にある。瓦斯は一旦噴出を始めて、坑内の泥水を殆んど吹き上げ、自由に噴出するに至るときは、恐る可き勢を逞くするもので、瓦斯の噴出に依つて地上設備を破壊した例は誠に多く、更に恐るべきは、この噴出瓦斯に引火した場合である。高圧火焰の猛噴は、一瞬にして地上設備の總てを焼き拂ふ猛威を振ふものである。その爲に資材の損耗は勿論の事、尊い人命にまで危害を加へたる例も甚だ少なくないのである。

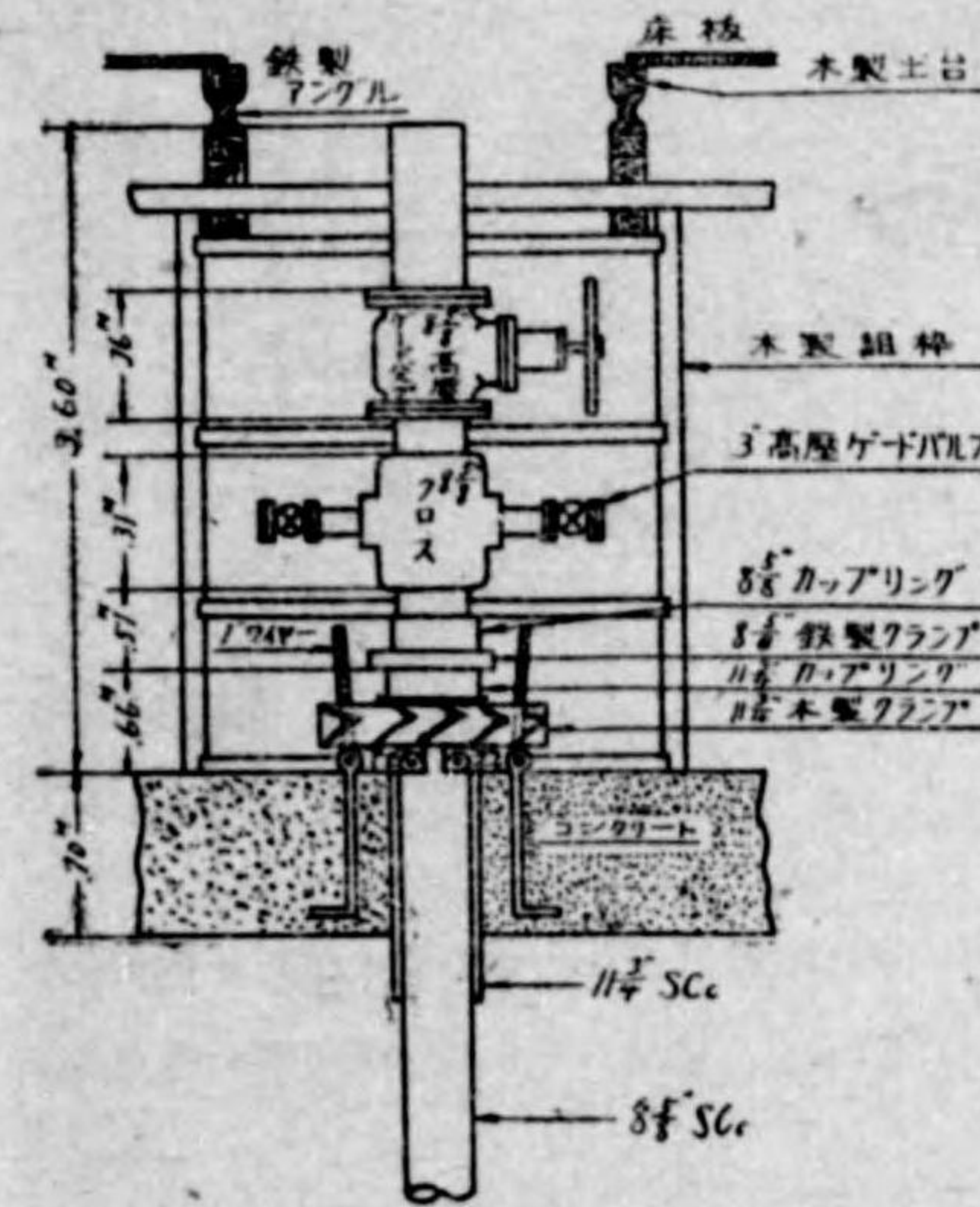
此の如き瓦斯の噴出も、これを注意して豫防する様にすれば、多くは大事を起さずに済むものであるが、然し如何に豫防策を講じても、意外の高圧瓦斯に達着した場合とか、其他の事情が原因となつて、即ち不可抗力によつて瓦斯の噴出の起ることは免かれぬもので、その場合に對應するが爲に、機械的に坑口を密閉して噴出を抑壓する装置も、常に研究し用意して置かねばならぬ。

一般に突發的の瓦斯噴出を豫防するには、次の如き事項を考慮すべきである。

- (1) 「コンダクターパイプ」の完備。
- (2) 遮水管外の適當なる「セメンチング」。
- (3) 液面低下に依る坑内静壓力の減少の豫防。
- (4) 循環泥水の比重粘度の調整。
- (5) 掘管引揚の調節。
- (6) 掘管並に「ビット」の直径と坑径との斷面積の調節。
- (7) 簡單なる瓦斯抑壓装置の常備。

(1)……舊來は「コンダクターパイプ」の強さ並に其設備等は、一般に輕視せられて居つたのである。

最近の坑井に於ては、瓦斯の噴出を防止する爲めに、「コンダクターパイプ」は重要



坑口制限装置

なる役目をするのである。故に少くとも20疋以上の壓力に耐へる「パイプ」を必要とし、又其の設

置に際して「シュー」尻附近には「セメンチング」を施し、瓦斯制壓の際「パイプ」の外側に噴出するが如きこと無き様萬全を期すべきである。故に掘進中は「ドリルパイプ」には「プロテクター」を使用して、充分「コンダクターパイプ」を保護すべきである。

(2)……地上に於ける噴出防

壓装置は、遮水管降入後は、總てこの遮水管に固着して置くのである。従つて遮水管は、總て充分に「セメンチング」して置かねばならぬ。

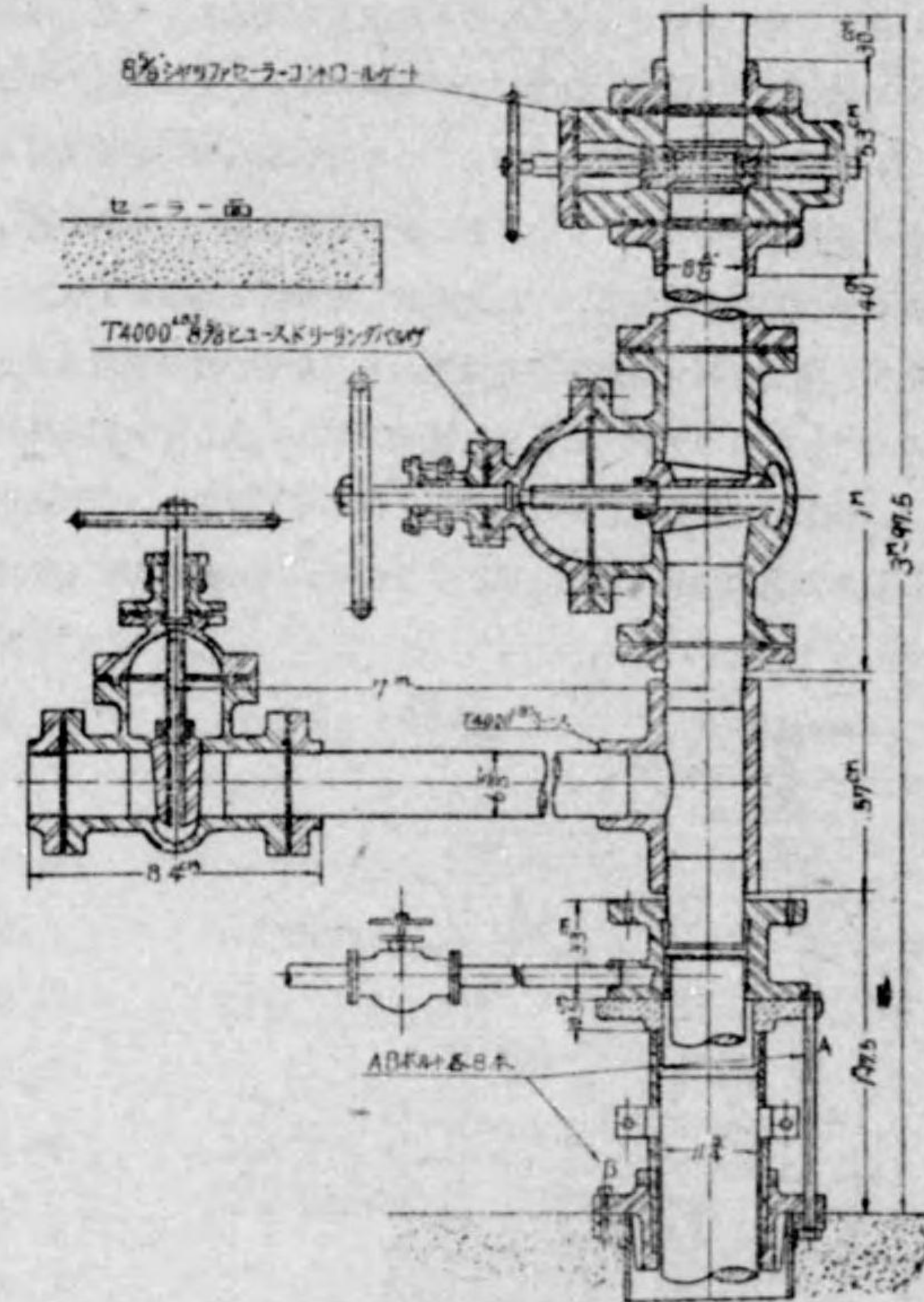
壓力の高くない油田に於ける「セメント」遮水の場合には、「セメント」は遮水管を完全に固定して、遮水點以上にある水層の水が出て來ぬ様に足るだけの量を使用すれば足りるのであるが、壓力の高い油田に於ては、遮水管外殆んど全部に亘つて「セメント」を充填し、遮水管によつて覆はれた部分の地層の中にある高壓瓦斯又は水層の瓦斯又は水が、その上部の地層に移動するのを防ぎ、且つ遮水管が外壓によつて壓潰されるのを豫防する必要がある。

遮水管は、5,000 呎 (1,524 米) の深度に於て、 $0.434 \times 5,000 = 21.70 \text{ lb/ft}^2$ の内壓に耐える深度をもつことが必要であり、7,000 呎 (2,133 米) に於けるものは、 $3,038 \text{ lb/ft}^2$ の内壓に耐えなければならぬ。

遮水管の水壓試験は、次に示す「パロー」の式によつて計算する事が出来る。

$$P = \frac{2ft}{D}$$

8 3/4" 水止管坑口取付装置圖



- P = 内部からの液壓…………… lb/ft²
- D = 管の外徑…………… 吋
- f = 材料の引張強さ…………… lb/ft²
- t = 管壁の平均厚さ…………… 吋

(3)……掘管引揚げ後は、坑内泥水面は掘管の容積だけ低下するから、それだけ坑底に對して靜壓力を減少することになる。普通の坑井に於ても、地層の崩壊を起す傾向となり、又瓦斯發噴井に於ては瓦斯層より瓦斯の流出を容易ならしむるので、噴出の傾向を多分に起すことになるから、泥水は常に坑口まで張り込み、靜壓力の減少を防止することが必要であることは前にも述べた。

(4)……循環泥水の比重が瓦斯噴出を防止し、粘度が瓦斯噴出作用を起さしむることは、循環水の處にて説明した通りであるが程度問題であつて、作業遂行の難易と掘進率とを考慮して善處しなければならぬ。一般に地層の壓力は、深さ 1 呎に付き 1 平方吋當り 0.45 封度を超過する事が稀である。坑井内の泥水比重は、1.14 のものを使用すれば、深さ 1 呎に付き 0.49 封度となるから、深度 4,000 呎 (1,219 米) の瓦斯層に對する地層壓力と泥水靜壓力との差は毎平方吋 160 封度となり、比重 1.26 の泥水を使用すれば 360 封度だけ地層壓力より大きい事となるのである。

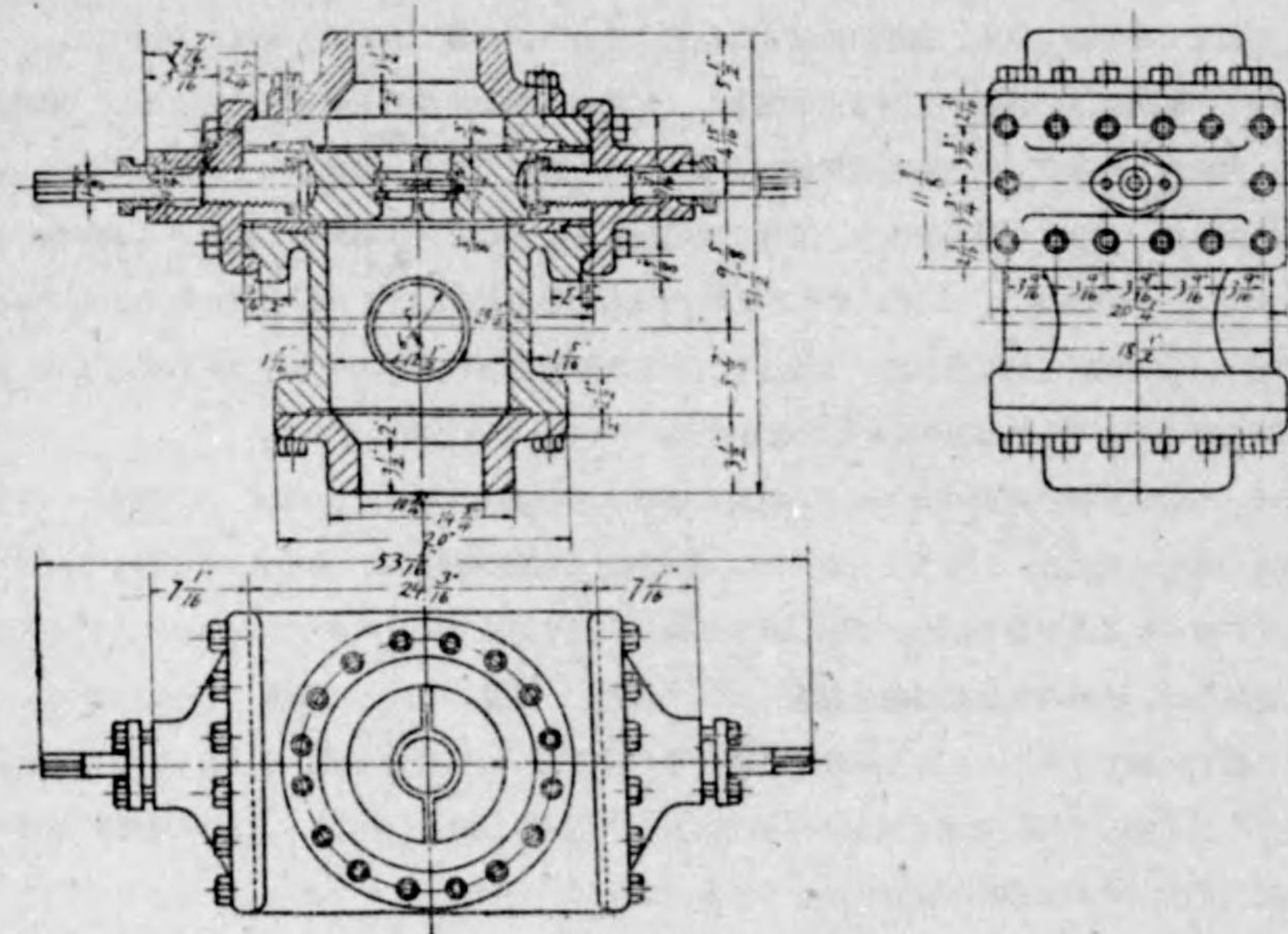
(5)……掘管引揚げ速度の大小による坑底に於ける壓力減少の差は、5,000 呎 (1,524 米) の坑井に於ての實驗に依れば、7 吋「ケーシング」内に於ける試験の結果は、毎秒 2.7 呎の割合で引揚げて壓力の減少に 275 封度を示し、毎秒 1.6 呎の割合に於て 260 封度の減少を示した。この引揚げ速度に依る減壓は、泥水の比重には餘り影響しないけれども、粘度には大いに影響するものである。又掘管引揚中に於て、「ビット」から排出する泥水量の割合は、坑内壓力を減少せしめるには殆んど關係はなく、又掘管内外の泥水比重が不平均の爲に、引揚げに際して掘管内に泥水が逆流する時にも、坑内壓力の減少には餘り關係はないのであるが、「ビット」が「プラグ」した時は、坑内壓力は 325 封度の減少を來した。大體に於て掘鑿井にて瓦斯を噴き上げられる場合は、掘進中に殆んど無く、掘管引揚中或は引揚げ後或は降管中に於て多いのであるが、其原因は揚管中に坑内靜壓力を減少せしめる爲に、坑内に瓦斯を誘導し液柱の靜壓力に打ち勝つに至つて噴出するのである。故に瓦斯多量の掘鑿井に於ては、掘管引揚げに際しては、瓦斯層附近は成可く低速度にて引揚げをなし、其の後に於て遂次速度を増す方が安全である。

(6)……坑内壓力の減少は、引揚げ速度に非常に影響されるものである。然るに崩壊性地質又は瓦斯層の掘鑿には、概して比重粘度の大きい泥水を使用し勝ちであるから、若し粘度を輕視した濃泥を使用するときは、揚管の際「スワッピング」使用を起して、坑内壓力は非常に減少するのである。殊によくない濃泥を使用するときは、張り付きが生じ易く、「フィッシュテールビット」でも甚だしく斷面積を増大するのである。況んや「四ツ羽ビット」等で淺渾する時は、なほ更斷面積を増

大するから、益々「スワッピング」作用を起すことになるのである。斯る場合に、「四ツ羽ビット」を使用せねばならぬ時は注意しなければならぬ。

(7)……判明せる瓦斯層を抑壓するには、頑丈なる坑口装置を必要とする。

8 $\frac{5}{8}$ ' 及 10 $\frac{3}{4}$ ' A.P.I.S.C. 兼用ガスプリベンター



(a) 「ブローアウト・プリベンター」

「ブローアウト・プリベンター」は、遮水管の頂部に取付け、瓦斯油又は水の噴出が起つて、坑内の泥水が噴出し初め或は噴出する兆候の起つた時に、坑口を密閉して噴出を抑壓する役目をするものである。この「プリベンター」には、「パツカー」式と「ラム」式の2つの型があつて、何れも6,000 lb/ro²位の壓力に耐へるものが使用されてゐる。

「パツカー」式の「プリベンター」としては、「パーシュロス」のものがある。これは「ボデー」と「パツカー」との2つの部分から成り、「ボデー」は遮水管の頭に固着しておき、必要の時には「パツカー」を「ボデー」の中に挿入して、その上から掘管の重量を負はすれば、「ゴムパツカー」は擴がつて掘管と「ボデー」との間を「パツク」するのである。又掘管の重量を負はさずに、「ボデー」

の上部から「カップリング」を被して捻子込み、その捻子の力で「パツカー」を利かせることも出来る。

(1) 「パツカー」式の「プリベンター」には、掘管の重量にて「パツカー」を利かせるものが多く、この式のものでは「パツカー」を利かせてゐる間は、掘管の昇降は不可能であり、又掘管の廻轉も不自由であるので、「パツカー」を利かせてゐる間も、掘管の昇降や廻轉が自由に出来る型のものが、最近作られる様になつて、盛んに使用されてゐる。

「リーガン」の「ブローアウト・プリベンター」は、この式のものであつて、別に設備した小型「ポンプ」(掘管「ポンプ」も利用し得る)によつて、水又は油の壓力をかけ、その壓力によつて「ゴムパツカー」が内側に擴つて、内部の掘管又は角「ステム」の周圍に緊着して「パツク」するものであり、掘管・「カップリング」・「ツールジョイント」又は角「ステム」の何れにも自由に「パツカー」を利かせ得るといふ大きな利點を有してゐる。又「パツカー」を利かせたまま掘管を昇降することが出来るので、坑内に壓力をかけながら掘管を上げ下げ、又は廻轉することが出来て、作業に至便である。この「ゴムパツカー」は「ポンプ」の壓力をかけることによつて、ずつと小徑のものにも「パツカー」を利かせることも出来る。

例へば13 $\frac{1}{8}$ "の「パツカー」は、壓力をかけぬ時にはその内側に12 $\frac{3}{8}$ "外徑の管を自由に通すことも出来るが、壓力をかければ外徑4 $\frac{1}{2}$ "の管にまで、「パツカー」を利かすことが出来るのである。

(2) 「ラム」式の「プリベンター」は、掘管と遮水管との間を「ラム」によつて閉塞するもので、「ラム」は丈夫な金屬と「ゴム」で出来て居り、掘管が丁度嵌合する様に、半圓型の切り込みのある「ラム」を2つ突き合はせて、掘管を緊握するものである。従つて「ラム」は、各種の掘管遮水管に適合する様に、各種の形のものを用意されてゐる。

「シャツプアー・セラー・コントロールゲート」は、2本の捻子によつて動く「ラム」に依つて、掘管又は「チュービング」の周圍に「パツカー」を利かすことも出来、又坑内に掘管の入つて居らぬときに、これを閉塞する「ゲートバルブ」の作用をなすことも出来る。

最近になつてこの「ラム」が互に喰ひ込む様な形に改造され、これによつて「ラム」が互に喰ひ込むことなく、中心に向くやうになつてゐる。

「カメロン・ブローアウト・プリベンター」は、「ラム」の動作が蒸氣又は水の壓力によつて操作される形式のもので、「ラム」の後端が「ピストン」となつて居り、此處に壓力がかけられると直に「ラム」が内側に向けて押し出されて、掘管の周圍に「パツク」するものである。この「ラム」は、圓筒形となつて居り、その爲に「ラム」の周圍又はその附近に「ガク」の塞る處が無く、且つ坑内壓力に対する「ラム」の強度が著しく大きいと稱せられてゐる。

これ等の水圧又は蒸気圧力にて操作する式の「プリベンター」は、「プリベンター」よりすつと離れた位置にある「バルブ」の操作によつて、「プリベンター」を開閉することが出来るので、「プリベンター」の不時の故障の場合にも、人に危害の加はる虞れが少く、更に又先に述べた様に、「プリベンター」は緊急の場合に一刻を争つて操作せねばならぬものであるから、それが爲に槽下撃手の直ぐ傍に、操作「バルブ」の「ハンドル」が設けてあり、必要に応じて撃手が直に「プリベンター」を開閉出来る様にしてあることは大きな利點である。

又この「プリベンター」は、水圧又は蒸気圧が直に使用出来ぬやうな場合には、手動にても操作することも出来る。

「ラム」の閉塞する力と「ラム」が保ち得る坑内圧との比は、1對3である。即ち「ラム」に 500 lb/ft² の壓力をかけてこれを閉塞すれば、この「ラム」は 1,500 lb/ft² の坑内壓力に耐えることが出来るのである。

(b) 早開「バルブ」

坑内に掘管が降入してない時に、坑口を密閉する爲には、坑口に「マスターゲートバルブ」を設備する。而して「ゲートバルブ」を1個使用する時には「プリベンター」の上に、2個用ひる時には「プリベンター」の上と下に設備するのが普通である。勿論「マスターゲート」は緊急の際に手早く閉められるやうにし、且つ高壓に充分耐えるものでなければならぬ。

又下方の「プリベンター」の下に、遮水管に1個又は2個の流出孔が設けてあるが、この流出管は「プリベンター」を密閉した時に、坑内の高壓力に充分耐えることを要し、且つ緊急の場合に直に閉められるやうに、高壓「バルブ」を用ひて置かねばならぬ。「プリベンター」を密閉した場合に、坑内の高壓に耐えずして、この流出管が破壊し、又は少しく開いてゐた爲に、噴出する砂に依つて舐められて破壊し、猛烈な發噴を惹き起した例は屢々あることであるから、これは注意しなければならぬことである。又「ウォータースキーベル」の直下又は角「ステム」の直下に、「バツクバルブ」を設備することもあるが、これは泥水循環に抵抗を生じ、又「ワイヤラインコアーリング」等が出来なくなる等の缺點がある。瓦斯の噴出は、一般に掘管と遮水管との間から起るのが普通であつて、掘管内から噴き出すことは少いのである。然し「プリベンター」にて掘管の外を密閉すれば、坑内に籠つた瓦斯が掘管内から噴出して來ることは當然である。従つてこれを抑壓する設備も必要となつて來るのである。掘管に角「ステム」が接続してあるときには、直ちに「ポンプ」して「ポンプ」壓力で抑えればよいのであるが、角「ステム」が接続してない時には、一端が「ツールジョイント」となり、他端に高壓「バルブ」を附した所の短管を用意して置いて、これを掘管の頭部に接続して、後にその「バルブ」を閉めて噴出を止めればよいのである。また槽下には特別に「スタン

ドパイプ」と「ホース」とを設備して置き、その先に「スキーベル」型の循環「ヘッド」を取付けて置いて、坑内に入つてゐる掘管の頭部に、これを手早く接続して泥水の循環及び掘管の廻旋が出来るとして置くのも、大變に有効な方法である。

高壓瓦斯層を抑制しつゝ掘進する加壓法に就ては後述するが、瓦斯を抑制しつゝ掘進するには、撃手が充分にしつかりした人でなくてはならない。そして各「メンバー」が相互に協調して「チームワーク」をとつて、作業することが何より重要なことである。

(c) 應 急 處 置

思ひもよらぬ時に、突然瓦斯や出水が噴き始むる様な場合に處置を誤らば、その坑井の致命的結果を惹き起すことともなる。掘管時に於て瓦斯なり出水なりが發噴する傾向が起つたならば、「コンダクター」管の頭部に、2つ割の簡単な噴出防止器を、掘管又は「ドリルシステム」にて挟み、重しをかけて一時的にも止め得る方法と、必要なる用具と、泥水丈けは、如何なる場合にも用意して置くことが肝要である。兎角瓦斯や出水が噴き出しさうになれば、循環「ポンプ」の運轉を停める傾きがあるけれども、反つて出来る丈け早く「ポンプ」を運轉して、含まれた瓦斯泡や重さの軽い清水を追ひ出さねばならぬ。

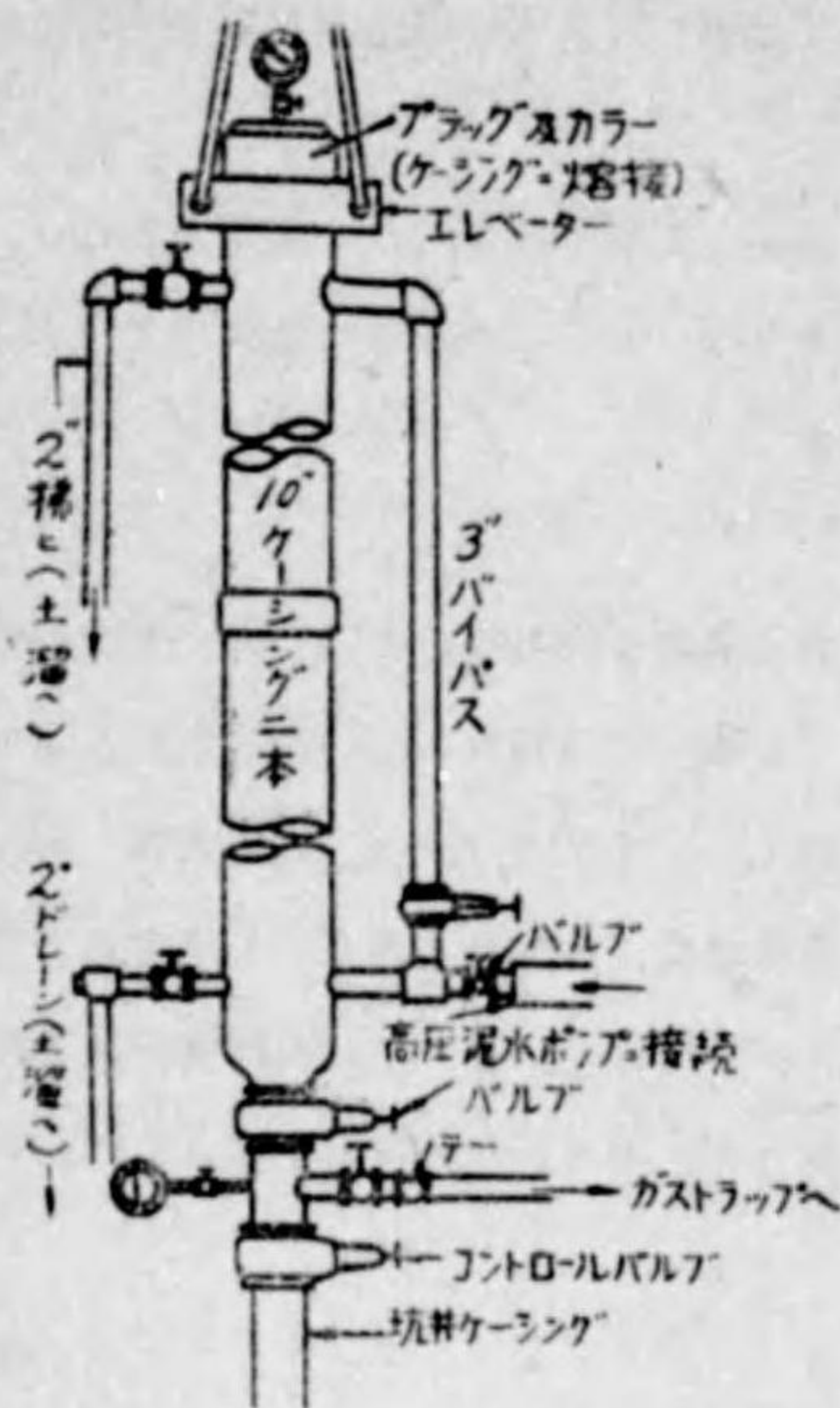
斯るときに應急噴出防止器を、「コンダクター」に締め付けて、なほ「リユースリケーチング」法によつて、瓦斯や出水を抑へる事も、時としては必要な場合がある。

瓦斯のある坑井を密閉するときは、坑口に於ける壓力計は、多くの場合非常に高壓を示すものである。泥水を坑内に壓入するには、その壓力計の示す壓力以上の壓力で無ければ、泥水の壓入は出来兼ねると直感され易いけれども、油や泥水や清水の間に瓦斯泡となつて混じつた瓦斯、或は泥水や清水の中を通過した瓦斯が坑口に集まるのであるから、その瓦斯の壓力は坑底の壓力を有して居るので、壓力計は非常に高い壓力を示すのである。従つて坑口部に溜つてゐる瓦斯を拂へば、壓力計の示す壓力もまた低下するから、泥を壓送しても左程壓力は高まらぬ場合が多いのである。

然し泥水や油が無くて瓦斯丈けがある場合に、壓力計が非常に高壓を示してゐる場合には、それ以上の高壓をかけなければ泥の壓入は出来難い。故に高壓「ポンプ」が無い場合に、泥を壓入して瓦斯を抑壓するには、「リユースリケーチング」法による方が有効である。

先づ坑口の鐵管の頭部に高壓「バルブ」を取り付け、「バルブ」の上に10米以上の成る可く徑の大きな鐵管を接続し、その鐵管の頭は「プラグ」して、拂ひ「バルブ」と泥注入口とを取り付け、泥水を送つてその鐵管に泥を満し、拂ひと泥注入口を密閉して、坑井の鐵管との間の「バルブ」を開けば、泥は瓦斯と入れ代つて坑底に落ちて行くから、この作業を繰り返して坑内に泥を張込めば、瓦斯を抑壓する事が出来る。又坑井内が清水丈けになつた場合にも、濃泥をこの方法にて、清

リユブリケーター装置図



水と置き替へて出水を抑圧する事も出来る。

掘進中に瓦斯や出水の噴出が起つた場合にも、高圧「ポンプ」を使用せずに、この方法で瓦斯層や水層に泥を押し込んで、一時瓦斯や出水を押へた後、徐々に対策を講ずる事も出来る。即ち坑内に可なり多くの掘管が降入してある時には、その掘管の重さを利用して泥を壓入する事も出来る。掘管を出来るだけ下へ下げて、掘管を引き揚げながら泥水を掘管内に送り込み、出来るだけ高く掘管を引き揚げたならば、泥水の出口を密閉した儘に、掘管を押し下ぐれば、掘管の容積丈の泥は、瓦斯層や水層に押し込まれる理であるから、これを幾回も繰り返せばよいのである。此作業中「ホース」が壓力の爲めに破れたり、切れたりする事があるから、「ホース」と「スキューベル」の「グーズネット」の間に「バルブ」を取り付け、その「バルブ」を閉めて掘管の押し下げをした方が安全である。

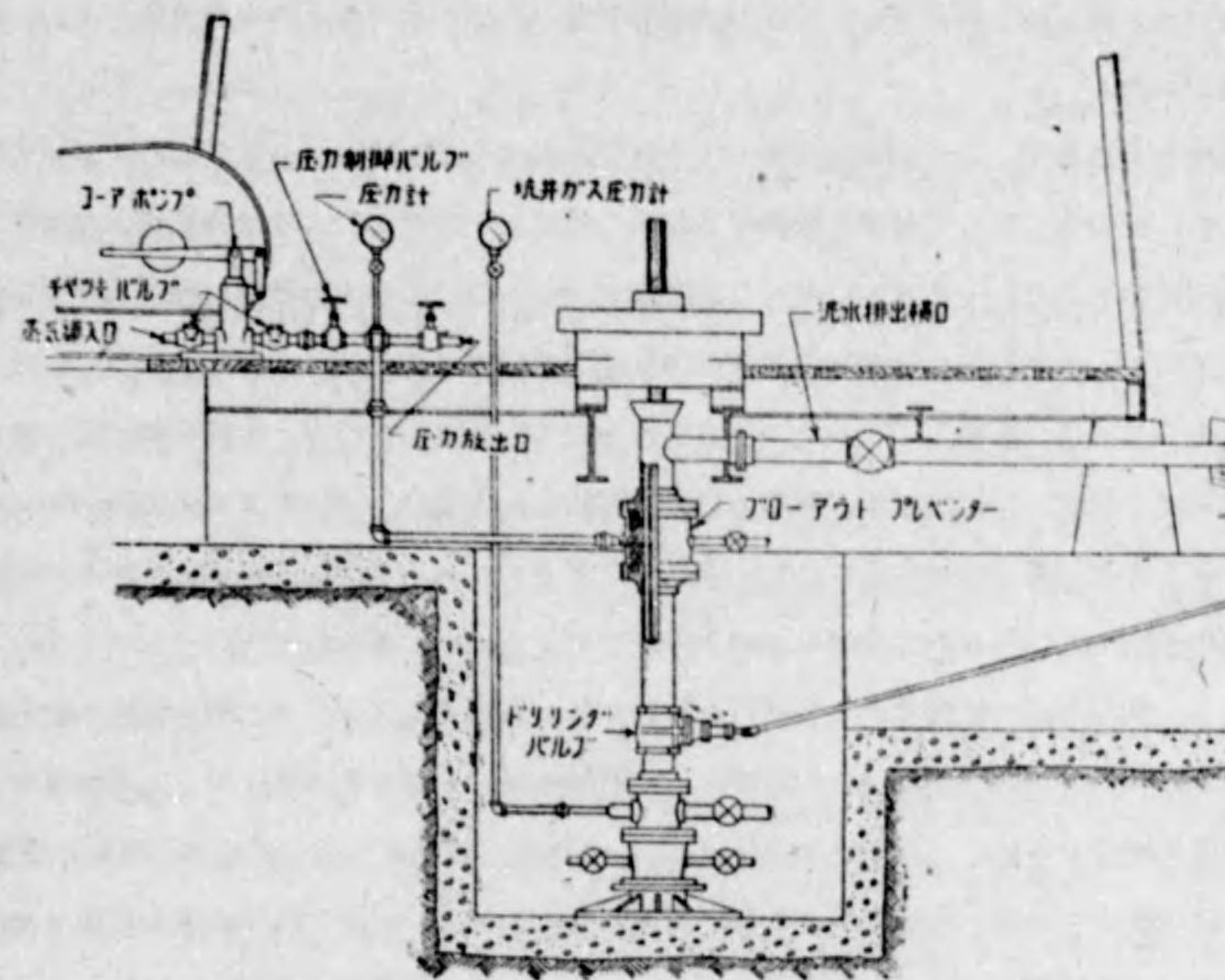
若し瓦斯のある坑井に、水止管を降入する場合には、降管の途中にて瓦斯噴出の傾向が現はれ、既に相當の深度まで降管してあるならば、早速循環をして瓦斯泡の混入してゐる泥水を追ひ出さねばならぬ。斯る場合には、水止管頭に循環装置を取り付けるには仲々時間を要するから、この様な場合を考へて、簡単にしかも急速に取り付けの出来る「サーキュレイティングヘッド」を用意して置く事が肝要である。

(d) 加壓式掘鑿

加壓式掘鑿は、普通のロ式掘鑿にては殆んど掘進不可能視される様な高壓瓦斯・崩壊性地質・大量出水の油田に、現今盛んに採用される様になつた新方式で、坑内には地表にある泥水循環用「ポンプ」に依つて、絶えず適當な壓力を與へ壓力のある水柱を形成し、その壓力に依つて瓦斯發噴・地層の崩壊・出水の抑壓等を行ひつつ、掘進其他の作業を行ふものである。

坑口には坑内壓力を減退させず掘管を昇降し得る「ブルダウンヨーク」と稱する装置と、坑口には掘管の外側と坑壁との間より瓦斯出水等の噴出を防止する「オートマチックブローアウトプレベーター」、或は「ドリリングバック」の装置とがあり、更に掘管内より逆流防止の爲には、同管内に「バックプレッシャーバルブ」の装置がある。

掘管内を通じて坑内に送り込まれた泥水は、「ビット」の孔より噴出して掘層を伴つて掘管外を上昇し、坑口近く装置せられた「コントロールゲート」より、「セパレーター」を通じて排出せられ、再び坑内に送り込まれる。坑内壓力の加減調節は、坑口に取り付けられた「フローピン」に依つて行はれるのである。



臺灣の六重溪油田にては、瓦斯層に達すると瓦斯壓力が極めて高く、坑内泥水を噴出するのみでなく、時には掘管迄も吹き飛ばした例もあるので、瓦斯層に掘り込む爲に加壓掘鑿法が採用されてゐる。

六重溪油田の高壓瓦斯層と稱する深度 1,000 米 (第 1 層) と 1,400 米 (第 2 層) の 2 個所の保有する壓力は、第 1 層は「ケーシングプレッシャー」にて 126 kg/cm^2 あり、第 2 層は同じく 140 kg/cm^2 あり、驚く可き壓力を有し、しかも其壓力までに達するには、數分を要せず殆んど爆發的の膨脹振りを示し、若し不用意の間一度發噴せしむるときは、全く處置の施しやうもないのである。

従つて油層壓は、その深度に相當する水柱の重さに等しと云ふ吾人の常識を遙かに超え、世界の平均値 $P = 0.124 d$ ($P =$ 油層 kg/cm^2 , $d =$ 深度 M) よりも推測が出来兼ねるので、その被覆されてゐる岩石の重さに近いものではないとも言はれてゐる。例へば、附近の地層を構成してゐる物質の比重を假りに 2.30 とすれば、少くとも 1,000 米層は 200 kg/cm^2 , 1,400 米層は 250 kg/cm^2 以

上の油層を有してゐるのではないかと想像されてゐる。

この高圧瓦斯が如何にして生成されたかと云ふ問題に就ては、瓦斯が地下に埋藏されて後、2 次的に強力な壓縮作用を受けたものではないとも言はれてゐる。

この高圧瓦斯層に掘り込むには、重泥水のみを以てしては抑壓し得ないので、従来の重泥水の不足を坑口より機械的に補ふ爲に、普通ロ式掘鑿装置の外に、次の如き特殊な設備をなし、加壓掘進法が行はれた。

使用掘管の全重量が、その断面積に働く坑内圧の總和に及ばぬ時は、掘管は常に上方に押し上げられるから、此の力に抗して掘管を揚降する場合の掘管引下装置には、小型捲揚機を利用するか或は水壓機が用ひられるのであるが、専用水壓機によるものは、その耐壓力の係上自ら索引力に限度があるので、必要に応じて綱増の出来る小型捲揚機が用ひられた。

坑内加壓の爲には、普通の「テーブル」が用ひられてゐる所から、床より約9米下方に掘管と水止管との間隙を密閉し、循環泥水の循環を自由に調節し得る坑口「パッキング」装置が取付られ、角「ステム」が使ひ得る様に設備された。而して「プリベンター」内の「パッキング」には20時間以上の使用に堪へ、しかもその取換へは約1時間で足りるものが用ひられた。

加壓掘は、坑口に於て循環泥水の循環口を制限することにより、「ポンプ」壓を坑内に加へ高圧層の保有壓に對抗するものである。その標準は、高圧層に對し「侵さず侵されず」を以て理想とし、その加壓値を判定するには、坑口を密閉した場合に於て、高圧層が示した自然上昇壓の最高を以て、其の層に對する必要な加壓とするのである。然るときは、加壓が稍高圧層に打勝ち逸泥の傾向となるが、これは静壓力 $\frac{P}{\gamma}$ と動壓力 $(\frac{D}{\gamma} + \frac{v^2}{2g})$ の差、流速水頭 $(\frac{v^2}{2g})$ に基くものと考へられるので掘進中は常に循環泥の總量を厳密に測定し、その増減により加壓の適不適を判断する資料とするのである。

加壓と「ポンプ」壓との關係は、循環泥水自身の「イールドバリュー」によつて甚しく差異を生ずるものであるが、大體加壓に $20 \text{ kg/cm}^2 \sim 40 \text{ kg/cm}^2$ 加算したものが「ポンプ」壓である。六重溪の第1層突破には、 $30 \sim 40 \text{ kg/cm}^2$ (泥水比重 1.6~1.8) の加壓が必要とされた。

而して壓力 40 kg/cm^2 以上の加壓掘進に際しては、著しく諸作業が困難となつたので、之を軽減する爲に比重 1.60~1.80 粘連 40~60 秒の酸化鐵粉泥を併用して調節が行はれた。

斯くの如く加壓掘は、重泥水を使用し剩へ坑口より加壓をなすために、坑内の砂層面に對しては必然的に泥皮が発生するので、掘管膠着の事を惹き起したり、或は掘管の揚降時に於ける「スワツピング」作用のために、坑壁の崩壊を誘致したり、又は壓力の平衡を破つて高圧層を呼び覺ましたりして、種々なる故障の原因ともなつた。又循環量は、毎時約 60~80 石程度であるので、普通掘

進に比して著しく坑内泥水の上昇速度が低下する爲に、掘層は途中に於て溶解泥化する機會に長く晒されるがために、循環泥水内に溶け込む傾向があつた。

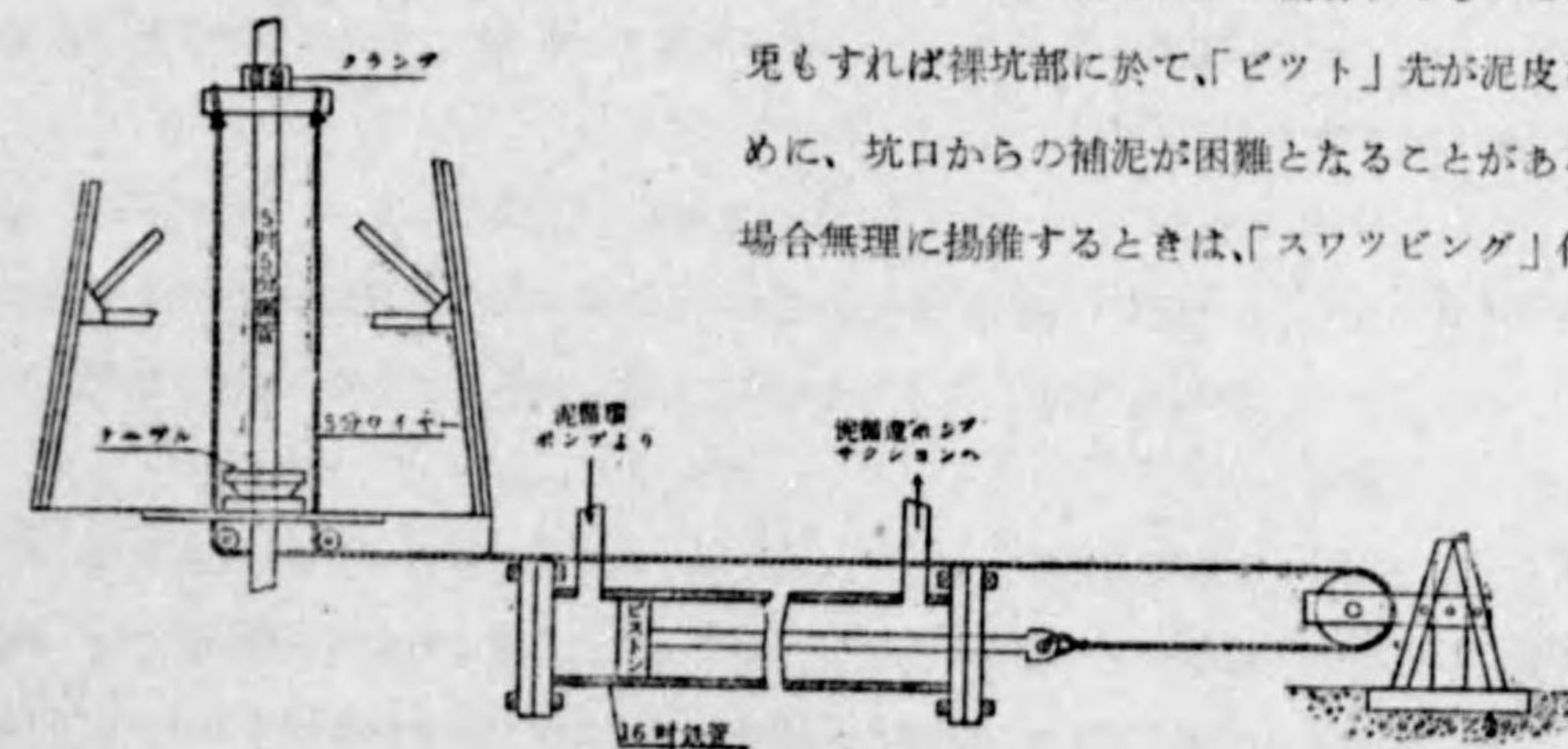
この泥皮の發生は、不可避の現象であるから、濾過を可及的に防止せねばならぬ。それが爲には、「コロイド」性の物質を増加することにより、速に不透過の膜を造ることが最も肝要であるが、六重溪に於ては、「ベントナイト」が効果があり、重量比にて 2~3 % 混入することによつて、著しく好轉したのである。また循環泥水に掘層が溶け込む爲に汚染することを防ぐ爲には、循環量を増大せしめる處置を講ずると共に、硅酸曹達質の如き收斂作用のあるものを添加して、掘層の水觸瓦解を防いだのである。

酸化鐵粉は、多量の酸性物を吸着してゐるために、石灰質の地層に働きかけて崩壊を促進したり、掘層の融解の主因となつたり、其害は看過し得ないものがあり、又酸化鐵粉泥に粘連降下劑として水硝子を添加するときは、「ゲル」状の物質を游離せしめて、却つて粘連が上昇する現象を呈することがあるから、酸化鐵粉は豫め使用する前に、充分洗滌して酸性物を洗ひ落すことが望ましく、若し大量を使用する場合は、洗滌は容易の業でないから、多小經濟上の犠牲を忍びても、「コロイド」を使用する方が得策とされてゐる。

加壓掘の成否は、一つに使用する循環泥水の良否によると言ふも強ち過言ではなく、坑内状況に即應した循環泥水を使用すべきであつて、常に泥は吟味して最良の條件の下に置かねばならぬ。又加壓掘は、「ポンプ」壓の一部を坑内に加へるため、必然的に循環量の低下を招來して、坑内の清掃が不十分となり、種々障礙の因ともなるので、「ポンプ」には容量・耐壓共に大なる、 $7\frac{1}{4} \times 20 \times 250 \text{ H.P}$ 級のものが希望されてゐる。

次に注意を要する事は、加壓井は揚錐時には引揚げる掘管の容積丈の泥水を坑口から補給し

つつ壓力を一定に保ちながら揚管するものであるが、兎もすれば裸坑部に於て、「ビット」先が泥皮を拘ふために、坑口からの補泥が困難となることがある。斯る場合無理に揚錐するときは、「スワツピング」作用によ



り坑底減壓を來して、高壓層を刺戟したり又は崩壊を誘起したり、恐る可き害を及ぼすことがある。普通掘進の場合には、この坑底減壓作用を察知することが困難のため、不知の間に過を犯すことが多いのであるが、然し加壓井に於ては坑口を密閉してあるので、極めて鋭敏に感得することが出来るから、之を避ける爲に裸部分の揚進時には、必ず揚管「スキューベル」を使用するのが有利である。六重溪に於ては、「フラッシュジョイント」D.P. 用の特殊設計のものが用ひられた。

掘進中に於て掘管が膠着され氣味となり、循環量も漸次上昇するに至り危険に瀕したならば、直ちに「ポンプ」を停止して極力管動を行つた後、徐々に「ポンプ」する處置を講ずる方が蘇生の可能性が多いのである。即ち加壓井に於て循環不能となつたものを、單に「ポンプ」壓にのみ頼つて回復を計ることは、却つて坑口よりの加壓と坑底よりの「ポンプ」壓のため、中間の崩壊物又は張付き等が壓搾される結果となり、掘管は益々握緊されるに至るから注意せねばならぬ。加壓井に「フラッシュジョイント」掘管を使用する場合には、「ケーシングプロテクター」を使用する事が出来ぬばかりでなく、水止管は常時加壓されてゐるから、管壁が磨滅すれば直ちに破損するので、1ヶ月以上の管内作業は保證出来ぬ状態にあるから、重要な耐壓管となるべき水止管は、豫め坑口まで「セメント」を充填して保護する處置が適當に講ぜられねばならぬ。

第 16 節 ロ式掘鑿に於ける地層鑑定並坑井記録

ロ式掘鑿に於ては、地質の種類・變化等は、「システム」や「テーブル」の廻轉・「テーブルチェーン」の速度・循環「ポンプ」の廻轉等の状態からも、又坑内から引き揚げた「ビット」刃の磨滅状態からも、凡そ判断されるのである。尙ほこの際「ビット」刃先に附着して來た掘層は、坑底附近の地質鑑定の一助ともなるのである。これ等は充分の注意を拂はぬときは、却つて正鵠を失する場合も尠くない。

循環泥水に依つて地表に運ばれ「マッドデッチ」に沈澱する掘層を、丹念に調査すれば、掘鑿された地質の種類性質等を、一層明確に知る事が出来る。

掘進は、「ドリルシステム」の降下によつて測ることが出来る。即ち「ドリルパイプ」は、「スタンド」毎に「スチールテープ」にて正確に測り、其の和によつて明確に知る事が出来る。又「ドリルシステム」には、普通50厘又は1米毎に目盛が付けてある。これ等の總和によつて、地質の變化した深度を決めることが出来る。

循環泥水から得られた資料即ち掘層と、「ドリルシステム」又は「テーブル」等の運動状態との相互關係を比較するために、循環泥水が坑底から地表へ掘層を搬ぶに要する大略の時間を決定しなければならぬ。これは泥水「ポンプ」の排出容量・速度及び坑井深度・坑徑並に「ドリルパイプ」の

外徑等が分れば、可なり正確に計算する事が出来る。此の値は、又次ぎのやうな方法に依つて對照して見る事が出来る。即ち「赤ペンキ」とか、或る種の色の鮮明な染料を1.8~3.6立、或は鋸屑の様なものを泥水「ポンプ」の「サクシヨン」に入れ、それが「ドリルパイプ」の中を降下して坑底に達し、再び地表に循環して來る時間を計ればよいのである。勿論この場合泥水が「ドリルパイプ」の中を通つて、坑底に達するまでの時間を控除しなければならないのであるが、これは「ポンプ」の排出容量と「ドリルパイプ」の内徑及び長さから明確に決定する事が出来るのであるが實際のこの所要時間は、深度によつて2~3分から2~3時間と云ふ様な廣い範圍にわたるものである。

普通坑口近くの「マッドデッチ」内に沈澱集積する掘層を、「ショベル」にて掘り上げ、綺麗な水にて泥をすつかり洗ひ落せば、これが地層鑑定の重要な資料となる。

「マッドデッチ」には、其の密度とか大きさ等により異つた深度の掘層が同時に沈澱することがあるから、若し現に掘進してゐる地質の資料のみを採りたい場合には、掘進を中止して循環のみを繼續して行ひ、掘層全部を地表に運び出さしめて後、「マッドデッチ」を充分掃除して、再び掘進を始め、掘層が地表に達するに要する計算された時間の經過後、「マッドデッチ」に上つて來た掘層を調査すればよいのである。

「マッドデッチ」を流れる泥水の色も亦地質の判断に重要なものではあるが、粘土や頁岩は普通「ビット」に依つて非常に細かく碎かれるから、これ等に依る泥水の色は、單に地層の大別に役立つ程度である。

或る種の地層殊に粘土や頁岩に於ては、泥水を循環せず2~3分間掘鑿すれば、「ビット」に掘層の張付が出来るから、「ドリルパイプ」を引き揚ぐれば、坑底の地質が地表へ持ち來たされる事になり、地質の鑑定に役立つのである。

地質が軟いと掘進が速く、従つて僅少の地質の變化は、これを認めることが困難であるから、油砂の如きは兎角記録から逸し易く、従つてロ式掘鑿では網掘式に比し正確な坑井記録が得られない場合もある。頁岩(多)・砂(少)の頻繁なる互層が不注意のため、或は岩石識別の方法を誤り、普通單なる砂質頁岩層として記録されてゐる事がある。従つてロ式掘鑿の坑井記録には、地層の變化少なく外觀上同一地層が厚くなつてゐる事がある。又掘進遅々たる場合、これが掘鑿器の動きの不具合に因るものであつても、これを地層の堅硬に歸せしむる事が尠くない。

軟い砂層を掘進する時は、運轉作用は張り付きが出来ぬから、「テーブル」は容易に廻轉し、掘層は砂が泥と共に「デッチ」に現はれ、「ビット」は目立つて磨らぬのである。粘着性粘土を掘進する時は、運轉作用は張り付きがあるから「テーブル」は容易に廻らず、「デッチ」が濃くなり「ポンプ」壓力が上昇し、「ビット」は著しく減らないのである。硬い砂岩層や頁岩層を掘進する時は、張り付

斯くの如く初期の「コア」器は、種々の缺陷があつたのであるが、其後それ等の苦しい経験から、現在最も普通に使用されてゐるがやうな、「ダブルバーレル」型の「コア」器が考案されるに至つた。

一方最近石油採掘が著しく發展し來つたのは、試掘採掘の坑井を掘進するに際して、「コア」即ち地層の岩芯を採收して、地質を十分に調査する様になつた事と、坑井を掘つた後に次ぎに述ぶる電気探鉱法と併せて、坑井内の地質は勿論、油層瓦斯層水層の位置、並に層の厚さは勿論層の性質をも、略々判る様になつた事である。今日では掘進の際に必要な部分を「コア」掘して、完全に其部分の「コア」を採收し、瓦斯や油の少しでもあると思はれる部分は、十分に「エマルジョンテスト」や「エーデルテスト」をして、少しの瓦斯油も見逃さぬ様になり、また水層と思はれる部分の「コア」の鹽分の含有量も、測定し得るまでに進歩するに至つた。

従來「コア」掘は、一般に掘進率が遅く、粘着性の地層には張り付きが多く、且つ坑心を屈曲する傾向が多分にあつたので、試掘井に於ける「オールコアリング」の外は、極く必要の部分を調査する場合だけに使用されて來たのである。従つて掘進率が好く採收率が好いと云ふことが、最も必要な條件となる譯で、折角使用しても掘進の一部分しか採收出來ぬとか、又は殆んど採收出來ぬ様では、徒に時間を費すのみであつて効果が無いことになるから、現在では採收率のよい「コアバーレル」の考案と共に、成る可く大径の「コア」を採收する様に努力されてゐる。

従つて「コア」器の撰び方が、必要である。又其の使用法も、其時の地質に應じて適當なる「コア」掘をしなければならぬ。一般に「コア」掘と云つても、普通掘鑿と同様の廻轉又は「ポンプ」壓にて掘鑿されてゐる。この際荷重の餘り大なるは、屈曲の恐れがあるから注意せねばならぬ。

現在は、一般の地質の場合と硬層の場合に依つて、各々適當した「コア」器が考案されて居り、大體に於て「ビット」にて掘進すると大差の無い掘進率が得られるやうになり、又作業の熟練によつて採收率も向上するに至つた。

此の種の「コア」器は、次の2種類に大別する事が出来る。即ち其の1つは、比較的軟い地層用として使用されるもので、「フィッシュテールビット」と同じ様な作用の「カッターヘッド」を有して居り、他の1つは硬質地層用のもので、「ローラーカッター」が使用されてゐる。その代表的ものに硬層用には「リードハードフォーメーションコアバーレル」があり、中硬以下の場合には「ソフトフォーメーションコアバーレル」がある。共に大きな鐵管（コアバーレル）の中に、「インナーチューブ」が同心状に挿入されてゐて、循環泥水は其の2本の鐵管の環状の間隙を通過して、「カッターヘッド」の直上の所にある孔から流出するのである。外側の管は1本或は捻子で接続

される數個の部分よりなり、其の最上端は「ドリルパイプ」或は「ドリルカラー」に接続される。この接続箇所の下の外側「バーレル」は、長さ約6米の機目無掘管であつて、其の下端に「サブ」が接続されてゐて、これに「カッターボデー」が捻子込まれてゐる。「カッターボデー」の下端には、取換の出来る「カッターヘッド」が捻子込まれて居り、この兩者間の内側間隙の溝に、「コアキャッチャー」が支へられてゐる。内側「チューブ」の下端は、「カッターボデー」の上端内側の切り込みの箇所に捻子込まれてゐる。「インナーバーレル」の上端には、「ボールバルブ」が取付けられて、「ボール」は「バルブシート」から外れぬ様に、「クラウン」と稱する案内「ガイド」が付けてある。

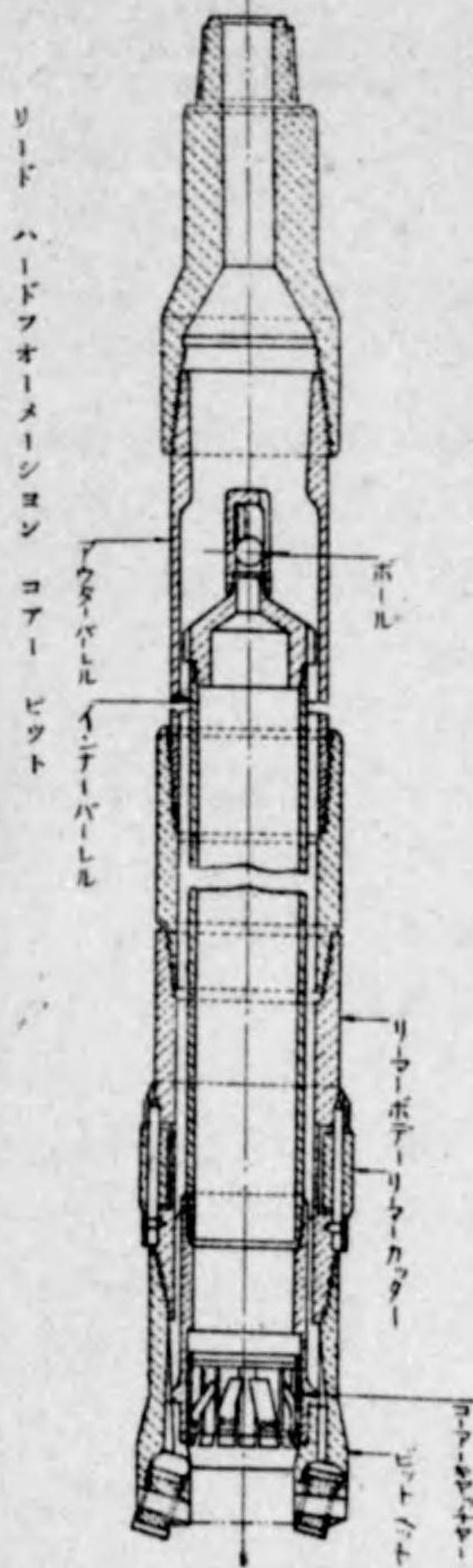
「コア」採收作業にあつては、この「コア」器が坑底に降下され、先づ泥水の密度が坑内全體一様となり、且つ沈積した掘屑が取除かれるまで、泥水の循環が行はれる。此の場合、坑井の状態が許す限り軽い泥水を使用する事が望ましい。次いで「コア」器が、坑底に於て適當な荷重の下に廻轉されるのである。普通一回の「コア」掘にて、長さ3米程度の「コア」が採取されるが、非常に好條件の下に於ては6米餘りの「バーレル」にて、6米近くの「コア」が採取される事がある。「コア」の直径は、坑径並に「コア」器の寸法に依つて異なるが、普通1 1/4吋~4吋である。「コア」掘が進むにつれて、「コア」は「コアキャッチャー」を通過して、「インナーバーレル」の中に押し上げられ閉ぢ込められてゐる。泥水は、其の上端にある「バルブ」から、これと「アウターバーレル」の間にある循環泥水の通路に押出されることになる。又「コア」の外周には、薄い粘土膜が出来て「コア」を包むから、これが「コア」を「インナーバーレル」と接觸摩擦せしめない様にするのである。「コア」採收が終つたならば、泥水「ポンプ」の廻轉数を減じ、「コア」を切り離し易くするために、「ステム」の廻轉を速くするのである。「コア」器が坑底から引揚げられる時、「コアキャッチャー」は「バーレル」中の「コア」を掴み、それが抜け落ちぬ様にしてゐる。「コア」器を地表に引揚げてから、「カッターボデー」と「コアサブ」との間の接手を戻し、次に「カッターボデー」から「インナーバーレル」を戻すのである。續いて「インナーバーレル」の上端の「バルブ」を取外し、特製の「コア」抜きで「バーレル」の中から「コア」を押出すのである。又「コアビット」の径を掘鑿「ビット」の径に等しくして置けば、「コア」掘の跡を擴掘する必要がないのである。

「パイプ」類が曲つてゐて、「コアビット」が偏心運動をなすとか、或は循環泥水の比重並に粘度の不適當、又は逸泥量の不充分等のために、掘屑が速かに運び去られないで、「コア」の中に挟まつて完全な「コア」が採れない事がある。又「ビット」其他の機械類が破損し、破片が坑底に落ちてゐる場合にも、「コア」がうまく採れないのである。硬盤も「カッターヘッド」の磨耗を速かに

し、又「ビット」の圧力が過大であつたり廻轉が速過ぎたりすると、「コア」が壊れたり焼けたり、或は又「カッターヘッド」が破損したりすることがある。

1. 「リードヘッドフォーメーションコアバーレル」

このものは、硬層専門の「コアビット」であつて、現在最も多く使用されて居る。其主要部分は、「バーレル」と鋼製の「リーマーボデー」と、低炭鋼製の「ビットヘッド」と、「ニッケル」鋼製にして滲炭焼入してある硬度「ショア」65乃至75度の「リーマーカッター」と、「ニッケルクロム」鋼製の「カッター」が5枚あり(5枚歯径7%モデルB型)、何れも滲炭焼入焼戻し硬度「ショア」75度乃至85度である。この中3枚は18丁「アウターカッター」(左右正)で、他の2枚は18丁「カッター」(左右)である。この外軟鋼製の「コアキャッチャー」と、硬鋼製引き抜き管の「インナーバーレル」とがある。「インナーバーレル」の上には、「ボールバルブ」があり、上部から「ポンプ」圧が加はらぬ様にし、且つ「コア」の入りたる時、其壓力の差は上部に抜ける様に作られて居り、「アウターバーレル」は「ドリルパイプ」を使用し得るから、所要の長さだけ接続する事が出来る。「リーマーボデー」は「リーマーカッター」を支持して居り、「ビットヘッド」は各「カッター」を支持して居る。「リーマーカッター」は、掘削用であつて、坑の仕上げをすると同時に屈曲を豫防する「ガイド」の役目をなすものである。而して各18丁「カッター」は、専ら掘進を司るものである。「コアキャッチャー」は、所要米數を掘進して「コアビット」を引揚げるとき、「インナーバーレル」内に入りたる「コア」を引切る爲に使用される。而して比較的大径の「コア」にて硬質で

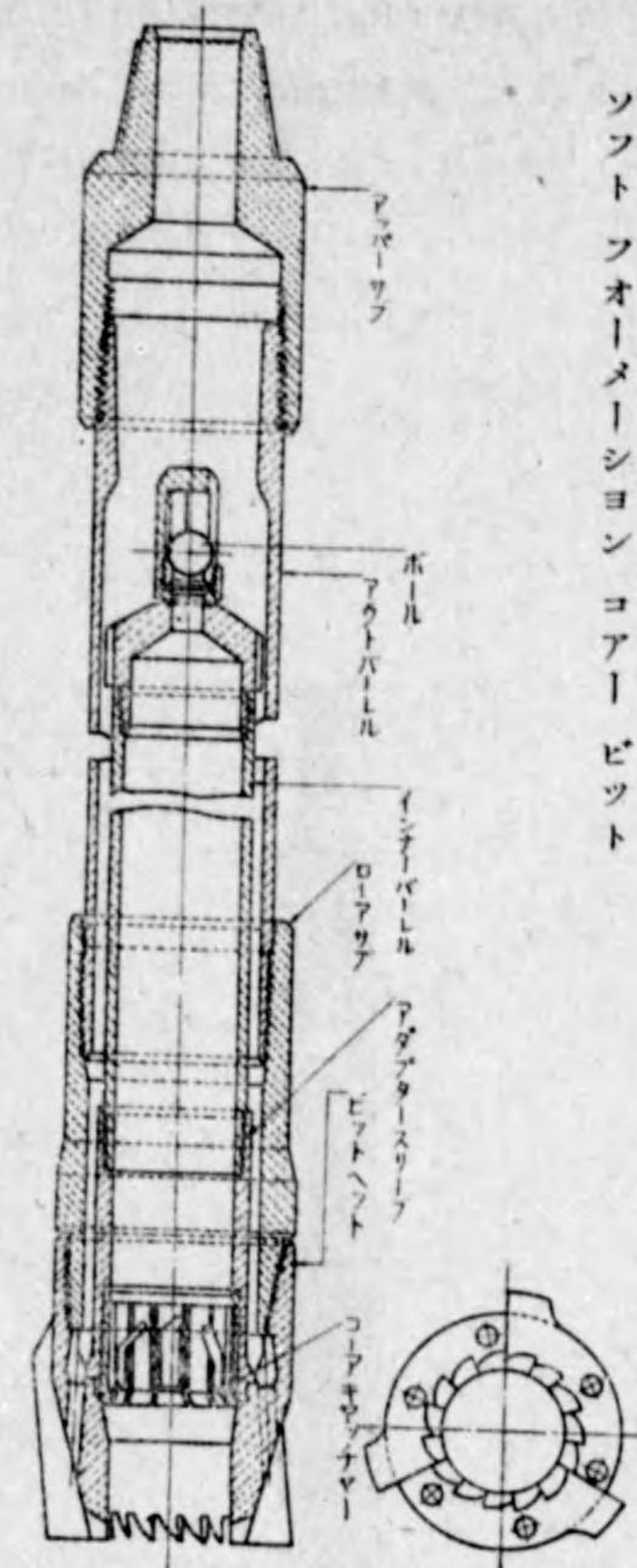


あるときは、相當の力を要するから「コアキャッチャー」も丈夫でなければ破損し易いのである。廻轉數荷重の具合「ポンプ」排出量等は、普通「リードビット」にて掘進すると大差が無いが、掘進率は「コア」の部分を残して掘進するから、場合によつては反つて掘進率が良いこともある。「カッター」の磨滅したものに對しては、一般に「ノコチューブメタル」を熔接して肉盛して使用し、其程度の甚しきものは新品と取替へて使用する。而して「ビットヘッド」と「カッターピン」

の取付けは、電気熔接を利用して居る。

2. 「ソフトフォーメーションコアバーレル」

この「ビット」は、一般に中硬以下の地質に對して最も多く使用されて居る。この外「エリオットコアビット」があるが、現在では殆んど使用されて居ない。この「ソフトフォーメーションコアビット」は、硬層用と異り双先も「カッター」を使用せず、又掘削の必要もないから従つて「リーマーカッター」も無く、硬層掘進の時は「コアキャッチャー」は、「コア」を切断する爲に使用されるが、軟層の場合は中々採収が困難であるから、餘程の技術を要することになる。主要部分は、鋼製の「ビットヘッド」・鋼製の「ローアサブ」・「ドリルパイプ」製の「バーレル」・鋼製の「インナーバーレル」等である。この「インナーバーレル」に對して、外側の「バーレル」を「アウターバーレル」と云つて居る。「アウターバーレル」は、「ドリルパイプ」であるから、硬層用と同様所要の長さだけ接続すればよろしいのである。「ローアサブ」は、「ビットヘッド」と「アウターバーレル」との接続であつて、採収「コア」を引出す爲に、「ビット」の接続は常に捻子戻しをするから、1時に付き4山「アクメ」捻子にしてある。そ

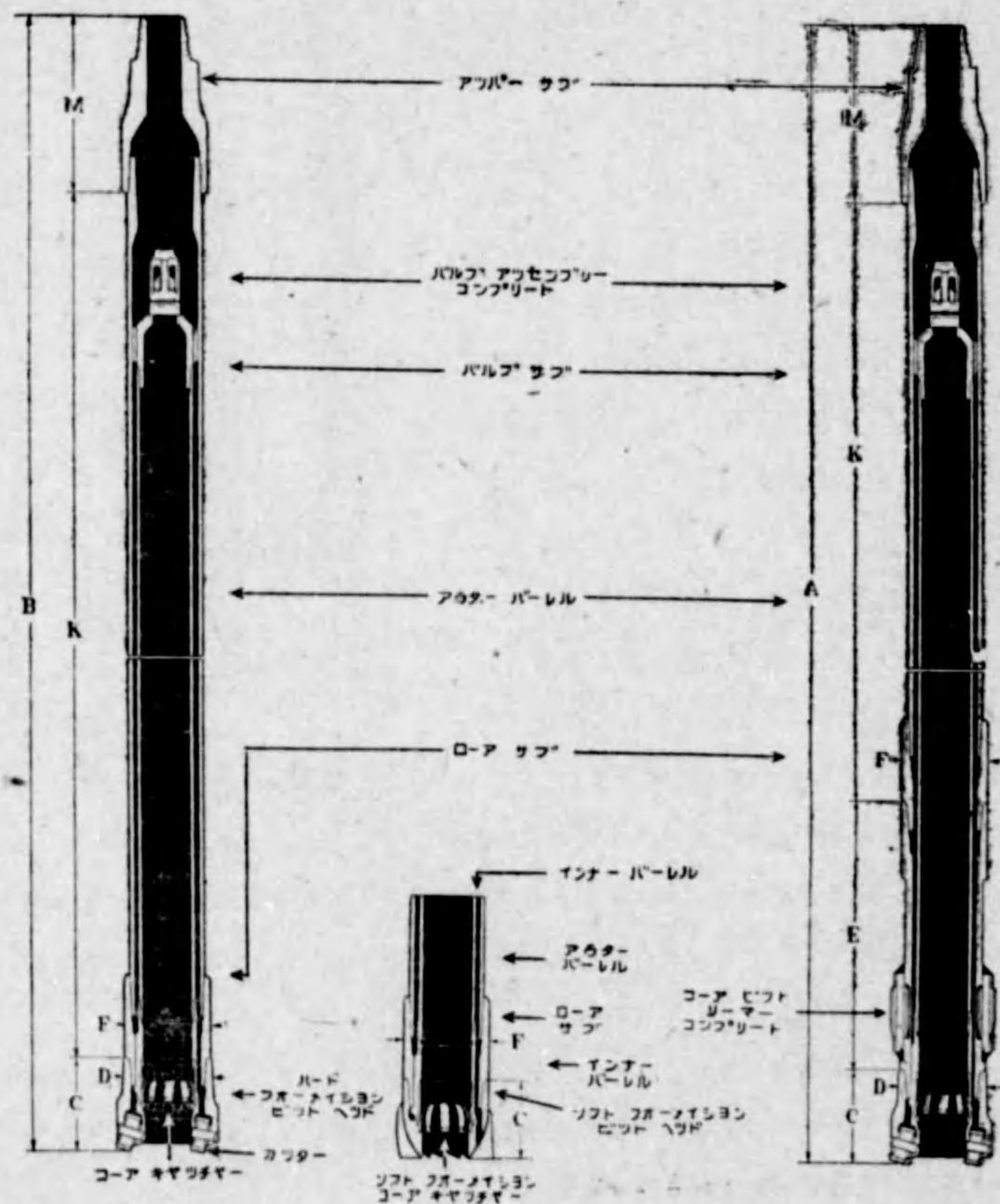


の勾配は、長さ1時の直径に於て1/4"である。「ビットヘッド」は、D.S 鋼鋼であつて「ブレード」が3枚のものが一般に使用されて居り、中央部は鋸齒になつてゐる。「インナーバーレル」は、引抜き瓦斯管を使用し、所要の長さは、「コア」を取出す關係上1米乃至2米位のもの多数接ぎ合せて使用することが出来るやうになつてゐる。上部には「バルブホール」が設備してあるが、これも「リード」型硬層用と同様な役目をして居る。

硬層用の場合には、掘進率を良くする爲に出来るだけ大径の「コア」を採収する様研究されて居るが、軟層用でも軟砂層等の採収が困難なる場合には、採収率をよくする爲に出来るだけ大径の「コア」を採収する様に種々研究されて居る。

「コア」掘をすれば、掘進率が低下するのは一般であるが、それは「コアバーレル」の長さ丈
 け掘進すれば、掘進を止めて「コアバーレル」を引き揚げ、中の「コア」を引き出し再び坑内
 に降入して掘進する事となり、度々の掘管引き揚げによつて時間に無駄が多いからである。併し非
 常に長い「コアバーレル」を使用することは、構造上に無理がある許りでなく、餘り長くすると
 も「コア」が長い「バーレル」の上方にまで入る事は望み難い。この掘進率の低下を防ぐ爲に、
 「ワイヤーラインコアバーレル」が考案された。

各種コアビット接続圖



10 1/2' リードハードフォーメーションコアビット (モデルB)

部品 番號	部 品 名 稱	材 質		數量	重 量		備 考
		材 名	マ ーク		單重(kg)	總重(kg)	
1	ア ッ パ ー サ ブ	鋼	17545	1	65.00	65.00	
2	ア ウ タ ー バ ー レ ル	7 3/8"ドリルパイプ		1			
3	コ ー ア ー サ ブ	鋼	17545	1	40.00	40.00	
6	リ ー マ ー ボ デ ー	"	17545	1	36.00	36.00	
8	リ ー マ ー カ ッ タ ー	ニツナルクロム鋼	32720	4	.49	1.96	
9	リ ー マ ー カ ッ タ ー ビ ン	"	32720	4	.44	1.76	
12	セ ッ ト ビ ン	軟 鋼		4	.016	.064	
13	ワ ッ シ ャ ー			4	.025	.10	
16	ビ ッ ト ヘ ッ ド	錫 鋼	D.S	1	43.00	43.00	
18	18T カ ッ タ ー (右) 及 (左)	ニツナルクロム鋼	32720	2	1.12	2.24	
19	17T カ ッ タ ー (右) 及 (左)	"	32720	2	1.10	2.19	
20	カ ッ タ ー ビ ン	"	32720	6	.26	1.53	
21	ワ ッ シ ャ ー			12	.12	.12	
22	18T カ ッ タ ー			1	1.12	1.12	
23	17T カ ッ タ ー			1	1.09	1.09	
26	コ ー ア ー キ ャ ッ チ ャ ー	中 軟 鋼		1	.87	.87	
27	ア ダ プ タ ー ス リ ー プ	"		1	11.90	11.90	
28	リ ン グ パ ッ キ ン グ	鋼		1	.04	.04	
31	イ ン ナ ー バ ー レ ル	5 3/8"パイプ		1			
33	カ ッ プ リ ン グ			2	1.20	2.40	
34	バ ル ヴ サ ブ	軟 鋼		1	8.70	8.70	
36	シ ー ト	ニツナルスチール		1	.075	.075	
37	ボ ー ル	"		1	.10	.10	
38	ク ラ ウ ン	軟 鋼		1	.54	.54	
總 重 量					220.799 (kg)		

ハード フォーメーション コア ドリル 寸法 及 接続表

G 公稱 寸法	G 先寸 法範圍	總 長		カ ッ タ ー ヘ ッ ド		リ ー マ ー		コア サフ	ア ウ タ ー バ ー レ ル		イ ン ナ ー バ ー レ ル		ア ッ パ ー コ ン ネ ク シ ョ ン		コア 寸法
		A	B	C	D	寸法及 ト ン グ 長サ	E		F	寸 法	K サフ付 長サ (近 似)	寸 法	長サ (近 似)	ア ク メ 子 ボ ッ ク ス		M
5 1/2"	5 1/2"	—	24'	10 1/2"	4 1/4"	—	—	4 1/8"	3 1/2" DP	20'	2" TP	18'	2 3/8"	10 1/4"	1 7/8"
7 3/8"	7 3/8"	22'	21'	12 1/2"	6 3/8"	7 3/8"	—	16 1/4"	6 3/8" DP	19'	内82mm 外89mm	18'-7"	4 1/2"	13 3/8"	3 3/8"
10 1/2"	10 1/2"	24'	23'	14 3/8"	9"	10 1/2"	—	16 1/4"	9" DP	20'	5 3/8" CP	18'	5 3/8"	22"	5 1/4"

ソフト フォーメーション コアドリル 寸法 及 接続表

G 公稱 寸法	G 専先寸法 範囲	G 総長	C カッター ヘッド 長サ		D トング 横径	F ローア サブ 径	A アウト パー レル 寸法	K サブ 付 長 (近似)	I インナ パー レル 寸法		A アッパ コネク ション 寸法		M コア 寸法
			長サ	径					(引抜管) 寸法	長サ (近似)	ア ク メ 子 ピ ン 長サ	長サ	
5 1/2"	5 1/2"	21'~7"	7 1/2"	5"	5"	4 1/2" DP	20'	内65% 外57%	17'	3 1/2"	11 1/4"	2"	
7 1/2"	7 1/2" -7 1/4"	20'~ 9 1/2"	9"	6 1/4"	6 1/4"	5 1/2" DP	19'	内82% 内89%	18'	4 1/2"	13 1/4"	3"	
10 1/2"	9 1/2" -12"	22'~ 6 1/2"	10 1/2"	8 1/2"	7 1/4"	6 1/2" DP	21'	4 1/2" GP	18'	5 1/2" 6 1/2"	14"	4 1/2"	

3 「ワイヤーラインコアパーレル」

最近「ドリルパイプ」を引揚げないで、「コア」が採取出来る「コア」採取装置が完成された。其の「ビット」は「フィッシュテールビット」のやうな型であるが、其の中心に「コアパーレル」の嵌る補助孔が明けてあり、「コアパーレル」は「ドリルパイプ」の中を通つて挿入され、或は引揚げられるのである。

便宜上「ワイヤーラインビット」の構造を述べて、「ワイヤーラインコアパーレル」に及ぶこととする。

「ワイヤーラインビット」の構造は、「ビットホルダー」と「カッターブレード」と「マンドリル」の3部分から成り、「ビットホルダー」は「フルホールツールジョイント」を用ひたる掘管の下端に取り付けられて坑内に降下され、「マンドリル」の下に、「カッターブレード」を取り付けたるものを、「ワイヤーライン」に依つて掘管内に降入される。しかして「カッターブレード」が「ビットホルダー」の下に出れば、「スプリング」に依つて「ブレード」が開かれ、「ホルダー」の溝に嵌り込むと同時に、「マンドリル」に附いてゐる「ラッチ」又は「マンドリル」の肩の出つ張りが、「ホルダー」の内部に切つてある溝に嵌り込んで戻らなくなつて「ビット」が出来上るのである。

斯くして或る程度掘進し、「カッターブレード」が磨滅すれば、特別の「オーバーショット」を「ワイヤーライン」に依つて掘管内に降入し、「マンドリル」の頭を掴み引つ張れば、「ホルダー」の溝に嵌つた「ラッチ」は外れ、「カッターブレード」は疊まつて掘管内に引上げられるのである。

「ワイヤーラインコアパーレル」掘は、上述の「ワイヤーラインビット」の「カッターブレード」の代りに、「コア」器を降入するもので、掘鑿は普通の場合と同様であつて、「コア」を採取したい場合には、「ドリルシステム」を外し「コアパーレル」を「ドリルパイプ」の中から降下する。この「コアパーレル」が坑底に達すると、特殊な固定装置があつて、「ビット」内の定位置にこれを掘止させる様になつてゐる。「コア」掘が終ると、細い「ワイヤロープ」に繋がれた小型の「オ

「オーバーショット」を「ドリルパイプ」の中から降下し、「コアパーレル」並に「コア」を引揚げるのである。「コアパーレル」は、「ビットホルダー」の下部に長く突き出てゐるから、その長さ丈の小径の「コア」掘を行つた後は、「ワイヤーラインビット」に依つて、これを擴張して進行せねばならぬ。この装置は、5,000呎(1,520米)の深度にて約1時間の中に「コア」を採取することが出来、其の経費は「コア」採取の度毎に「ドリルパイプ」を昇降する普通の「コア」採取装置の半分以下で済んだ所もある。

4 坑壁「コア」採取器

近來「ビット」の製作に良い鋼材が使用されたり、又「ハードメタル」が塗られたり植込まれたりして、1個の「ビット」にても100米以上も掘れるやうになつたので、全體の掘進が非常に早められるに至つた。

然るに「コア」掘をすれば、「パーレル」の長さに制限があり、その長さ丈を掘進すれば揚げなければならぬので、全體の掘進が遅くなるのである。この缺陷を除く爲に、「ワイヤーラインコアパーレル」を使用すれば揚管しなくとも、「コア」の採取が出来から有利であるが、「インターナルフラッシュジョイント」の掘管を使用せねばならぬとか、色々の不便も伴ふので、最近では「コア」掘をせずに、普通「ビット」で目的の深度まで掘り、次に述べる電氣探鑿をして後に、必要の部分の地質を坑壁「コア」採取器によつて、採取する方法が行はれてゐる。

(1) 弾丸穿孔器利用坑壁「コア」採取器

「シュランベルゲル」の電氣探鑿會社製の弾丸穿孔器の弾丸の代りに、「コアチューブ」を火薬の爆發の力によつて、坑壁の地層に喰込ませ、それを「スプリング」の力に依つて、元の位置に引揚げて、地質見本を採取する器具が考案されて現に使用されてゐるが、火薬爆發の力と「スプリング」の引き戻す力の強さの加減が困難であつて、地質の採取には熟練を要するのである。

(2) 擴坑器利用の坑壁「コア」採取器

坑徑を擴げる擴坑器に左右2個宛の「コア」採取器を附けて、坑井に降下して地質見本を採取する器具が、「ベーカー」會社によつて製作されてゐるが、このものは目的の深度まで降下して、「ポンプ」の水壓をかくれば、「コア」器の「チューブ」が横下斜に洞から外に出るのである。斯くして少し掘管を下ぐれば、「コアチューブ」は坑壁に喰ひ込んで、地質が其の中に詰まる事となる。循環「ポンプ」の運轉を止むれば、「スプリング」の働きによつて自然に「コアチューブ」は元の通り洞の中に嵌る様に出て来るから、掘管を引揚げて「コア」を採取する。

(3) 「ワイヤーライン」坑壁「コア」採取器

「ハント・ツール」會社製の「ワイヤーライン」坑壁「コア」採取器は、掘管を坑井に降入する

際に「コア」採取装置を接続して置いて、後から「ワイヤーライン」にて採取器を降入するものである。その操作は、目的の深度にて水圧をかけ「コアチューブ」を横斜下に開かせ、掘管を少し下げて地質見本を「チューブ」の中に詰め、循環を止めて「ワイヤーライン」に「オーバーショット」を接続して降入し、「コア」採取器を引揚げるのである。このものは必要に応じて掘管を揚げずに幾箇所でも地質を採取する事も出来る。

「チューブ」の大きさは、径1 $\frac{1}{2}$ "長さ8"である。而して途中にて循環が必要な場合には、循環「プラグ」を投入すれば、「ビット」孔から循環も出来る様になつてゐる。

5. 「コア」掘に際しての注意事項

「コア」掘に際し、撃手とし最も心得て置かねばならぬ事は、掘撃中に地質が軟くなつたと感じたならば、直ちに加重を軽くすること、「ポンプ」を弱く加減する事である。是は極く簡單なる事ではあるが、實行する注意を欠き易いのであるから注意せねばならぬ。又採取の「コア」には、砂層を認めなかつたのに、其後何かの場合に油や瓦斯の徴候が顯はれ、何處に其油や瓦斯があつたのかと云ふ問題の起る事は、實際に甚だ多いものである。無頓着に掘撃をすれば、厚さの厚くない瓦斯層や油層は必ず見落すといふことになる。特に良い油層や瓦斯層程、軽い砂層であるから良く注意して居てさへ掘撃中に碎けて終つて、「コア」として採取する事は出来難いのであるから注意せねばならぬ。従つて唯「コア」掘すれば足ると云ふが如き、簡單なる考へてゐてはならぬのである。地層が軟くなり砂層になつたと思つたならば、其後は餘り懲をせず掘管する事で、掘管前には「ポンプ」を止めて坑底に摺り付け、下部を固く押し詰め大切なる「コア」を落さぬ様に心掛け、次の「コア」器を下げたならば、續きの砂層を丁寧に掘り、全部の「コア」を採取して来る様に注意して掘る事がまた大切である。これが爲には、軟い地質を掘進する際には循環「ポンプ」を強くしてはならぬことと、「ビット」の廻轉を早くしてはならぬことである。地質が硬く「ヒューズ」や「リード」の如き、「ロツクビット」型の「コアビット」を使用する場合には、相當早廻轉にて掘進しても「コア」を良く採取することが出来る。要するに如何なる地質には如何なる掘り方をしなければ、「コア」が残らぬかと云ふ事は、撃手の経験に依つての判断に待たねばならぬ。

掘進中に如何に注意しても、崩壊性の地質は、「コアビット」を降下して坑底に達しない中に、埋没や張り付き等が、「コアバーレル」に相當堅く詰るので、愈々坑底に達し掘進を始めるも、「コア」が「コアバーレル」に入る餘地がない爲に、「コア」が碎けて終ふ事になる。之を防ぐ爲に「フューズ」の「コアビット」には「コアバーレルプラグ」が使用されて居る。この「コアバーレルプラグ」は、「コアビット」を坑内に降下中は、「コアキャッチャー」に「リベツ

ト」で取り付けてある。愈々坑底に達して掘進が始むれば、「リベツト」は切れて「プラグ」は「キャッチャー」の内面を通過して上方に昇り、「コア」の最上部に載つてゐる事となる。

「インナーバーレル」の最上部には、「ボールバルブ」が装置されてゐる。この「ボールバルブ」によつて循環泥水は上方からは侵入する事が出来ず、下方から外に出る様になつてゐる。循環泥水には壓力があり、此「ボールバルブ」を相等強く下に押し付けて居るから、「インナーバーレル」の中に「コア」が入つて行くには、それだけ「インナーバーレル」の中の泥水は、「ボールバルブ」を押し開けて上方に出なければならぬ。しかし中々「バルブ」が開かぬので、軟い地質の「コア」は碎けて終ふのである。これが爲に「バルブ」の上端を「ベンドサブ」の孔から、壓力のない「バーレル」の外部に連結して、「インナーバーレル」の中の泥水が上に昇る際に、「ボールバルブ」が開き易い様にしてある。

「インナーバーレル」は、下方が「コアヘッド」にのせてあるだけで、頭部は何にも支へられて居らぬものは、掘進中に常に振れるので、「インナーバーレル」の轆ぎ目の捻子が戻つたり傷んだりするから、之を防ぐ爲に「ベンドサブ」を使用するもの、又「エリオット」の如く「バツカーリング」で支へる様になつてゐるものには、其の必要がないけれども、頭部を支へる「ガイド」を附すべきである。

折角掘進中に「コア」が出来て、「インナーバーレル」に入つても、揚げる際に「コアキャッチャー」が良く働かねば、「コア」を坑底に遺留して、空の「バーレル」だけを揚げて來ることとなるから、「コア」掘には最もよい「キャッチャー」を使用し、且つ良く働くやうにする事が大切である。此外地質が硬く4"以上の径の大きな「コア」を採取する場合には、「キャッチャー」を上下2個と「コアカッター」を1組、又は「キャッチャー」を1組「カッター」を上下2個所に附けたものもある。

要するに、「コア」の不採取の原因は、地質にも深度にも右左さるるが、之に附随して「ポンプ」能力・泥水・径・荷重・廻轉等も影響して來るのである。

故障状態の大體を見るときは、

- (1) 張付・焼付・双先の詰り、
- (2) 双先の磨滅、
- (3) 「キャッチャー」の破損、

之等が相關聯し、同時に起るのであるが、此中殊に(1)の場合が多いのである。

而して「コア」の採取率は、深度に応じて幾分減少の傾向があり、地質によつて左右されるが、泥水は薄くて良質のもの程良く、「ポンプ」の送量を適度に大きくし、荷重は幾分加減して、双

先を常に遊ばさぬ様にすれば、良好なる結果が得られる。

次に試掘井は勿論採掘井にあつても、必要の部分は充分に「コア」を採取し、地質化石の種類或は含油量等を調査して、作業の方針を定める指針とする事は大切である。然るに坑井は、晝夜兼行掘進作業が進められ、深度は刻一刻深められて行くのであるから、此間に坑井内の状態が悪化したり、或は瓦斯や出水のために、一刻を争つて次の作業に移らねばならぬ様な場合も起つて来るのであるが、斯る場合は即時適当な作業方針を執らねばならぬ。それが爲には、少くも次に述べる程度の試験に依つて、採取した「コア」に油や瓦斯や水を含んで居るか否かの鑑定が必要である。

6. 「コア」の試験

(イ) 「エマルジョン」試験

液状の或る媒體中に、極めて微細な固形物や媒體と異なる種類の液體の微粒が浮遊し、其微粒が幾分粘性を有する様な場合には、通常此微粒物の存在を「エマルジョン」と云つて居る。

「アセトン」の中に、極く少量の石油分を溶かして居る場合に、之を試験管に入れ「フラスコ」の水を極めて小さな「ノツズル」から息にて吹き込めば、水は極めて細かい微粒となつて「エマルジョン」状態となり、「アセトン」液は乳白となるのである。石油分は極く少量にても、此の「エマルジョン」状態が起り、極めて薄い乳白が顯はれるもので、石油分の多い程乳白が濃くなるのである。全然石油分のない場合には、決して乳白は顯はれないものである。此「エマルジョン」試験をするには、適當なる量の「コア」を碎いて、適當の量の「アセトン」に溶かして、「エマルジョン」試験をすればよいのであるが、乳白の濃淡の程度が、含油量の多少を示すから、「コア」の20瓦を採つて碎き、之を20瓦の「アセトン」に溶かすと云ふ風に、常に「コア」の量と「アセトン」の量を一定にしておく方がよいのである。而して「アセトン」を使用する方が、「エマルジョン」状態が顯著であるけれども、「アルコール」にても亦同様な結果が得られる。

「エマルジョン」(EM)の根本條件は、互に混合しない2種の液體を取り、乳化劑の存在にて一方を他方の液體中に分散せしむるにあるから、坑井から採取した「コア」(主に砂岩)の中心部分を約50gを取り、純「アルコール」25cc中に浸して粉碎し、「コア」に含有する油質分が悉く「アルコール」に吸収された後、これを濾過し、濾液10c.c.を取り、「ビュレット」中の蒸留水を注加しながらE.M.の起りたる時、其の消費量c.c.數を読み、記録すればよいのである。一般に高級炭化水素になるに従つて、急激に濃厚なるE.M.を呈する。この試験を行ふには、絶対に脂肪の附着しない器具を使用しなければならぬ。

石油瓦斯には、必ず極めて少量にても揮發油分を含有して居るから、瓦斯の「コア」には必ず幾分の揮發油を含んで居るものである。「コア」を採取した直後に、此「エマルジョンテスト」を

すれば、極く薄い乳白しか出ない事もあるが、必ず或る程度の「エマルジョン」は出るものである。されば此「エマルジョンテスト」を怠らず施行して居れば、假令「ショウイング」がなくとも、瓦斯層を見逃すが如き事はなく、まして油層を見落とすと云ふが如き事は絶対にないのである。

(ロ) 「エーテル」試験

「エーテル」に「コア」を碎いて入れば、原油分が「エーテル」に溶解して着色する。

油分が極く少量でも着色は顯はれるので、「コア」の含油試験は、一般に次の如く行はれて居る。「コア」を碎き「エーテル」に良く溶解すれば、油分を含有して居る場合には、「コア」其のものを見て、油がある事が判らぬ程度の少量の油を含んで居る「コア」でも、無色の「エーテル」が淡褐色に着色されるから、其色に依つて含油して居ると云ふ事を確かに知る事が出来る。

7. 加壓式「コアパーレル」

「コア」の中に油や瓦斯や水を含む程度を、油層の中にあるその儘の状態に採取した「コア」に就て試験すれば、割合正確に含有率を知る事が出来ると云ふ事から、加壓式「コアパーレル」の研究が進められてゐる。

今日使はれて居る加壓式「コアパーレル」には2種あつて、1つは數年前から使用されて居る「カッター」加壓式「コアパーレル」であつて、今1つは最近考案された「マリレディー」の加壓式「コアパーレル」である。

我國には未だ使用されては居らぬけれども、この様な「コアパーレル」で坑底其儘の状態にある「コア」を採取して、油層内の油や瓦斯や水の含有量試験が行はれてゐる。

この式の「コアパーレル」を使用すれば、油層が地下にあるその儘の状態を、地表に取つて来て調査研究が出来るから非常に都合がよいのである。其の成績の一例を示せば、「アルカンザス」州「ラウデン」油田に於て、採取した「コア」に含有する油量を測定した結果、徑2 $\frac{1}{2}$ "長さ8呎の「コア」から、20耗の油を得た坑井は採油の結果日産140「パーレル」、25耗の油を得た油井は日産170「パーレル」、40耗の油を得た油井は日産360「パーレル」あつて、この式にて採取の「コア」に含有する油量は、良くその油層の出油の多少を示してゐる。又同油田及び「マグノリア」油田に於て、この式にて採取の「コア」に就いて、含有する油量と瓦斯量とを各井の掘鑿中に測定して、その結果から計算した油1「パーレル」當り瓦斯量の比は、各井を實際採取に着手して測定した油量瓦斯量と、全く一致してゐると云ふことである。

第18節 地層の電氣的調査

(エレクトリックコアリング)

最近の鑿井技術には、科學的智識が多分に織り込まれて、油田の開発並に油井仕上げ等に一大革新を起して居る。即ちロ式掘鑿の當初に於ける坑井地質の鑑定は、運轉作用や掘層等に因つて、大體を認識する程度のものであつたが、其後「コアビット」の考案に依つて、坑内の實物見本を採收して、坑内状態を明らかにするに至つたが、この機械的地質調査法(メカニカルコアリング)は、種々なる事情のもとに、全深度に對して「コア」掘を行ひ得ぬ場合もある爲に、所謂感じに依つて進む事を餘儀なくさるので、不正を避くる事が出来難い。然るに次に考案せられた電氣的地質調査法(エレクトリカルコアリング)は、目的の深度迄掘進した後、必要深度にわたつて調査が出来るばかりでなく、非常に精密なる調査が出来るから、掘進中に感知し得なかつた少量の瓦斯、油、水等は勿論、地質の硬軟をも細大漏らさず判明するので、水止深度を決定する場合、或は掘止する場合には、大いに指針となるものである。

この方法は、「シュランベルチェ」式油井電氣的地質調査法と呼ばれて居る。

この方法の基本は、坑井内に自然的に發生せる電氣、或は人工的に地表から坑井を通して送られたものに就いて、その種々なる電氣的變化を測定し、その坑井の掘鑿によつて掘り貫かれた地層の岩石學的性質を判定することである。

坑井のこれに關聯する根本問題は、地質學的層序・基準層・油層・瓦斯層・水層等の位置、其の厚さ、其の性質等を決定することである。

其他坑井内に於ける岩壓・溫度・地層の傾斜・坑井の傾斜角度及其の方位等の測定、更に進んでは坑井内の地質試料の採取、「ケーシング」の砲彈穿孔等にも應用出来るものである。

即ち①坑井内に於ける岩石の電氣的抵抗及び孔隙度の測定、

②坑井内に於ける岩壓の測定、

③坑井内に於ける溫度の測定、

④坑井内に於ける出水箇所の測定、

⑤坑心屈曲の測定、

⑥坑井内に於ける地層傾斜の測定、

⑦坑井内に於ける「ケーシング」砲彈穿孔、

⑧坑井内に於ける地質見本採取、

等の諸事項を電氣を利用して行ふ事が出来る。「メカニカルコアリング」では、掘進と同時に掘鑿せられつゝある岩石を、地表にて現實に見ることが出来るものであるから理想的ではあるが、試掘等に於ては斷片的「コア」採取でなく、掘鑿せる地層全部の「コア」を採取する所謂「オールコアリング」でなくては、意義をなさぬ場合が多いのである。然るに「オールコアリング」

を行つても、「コア」の採收率は常に100%を獲られるものではないから萬全とは言ひ難く、これが實行には多大の経費と時日を要するといふ大きな困難が常に附隨するのである。これに反し「エレクトリカルコアリング」は、比較にならぬ程の短時間と少額の費用で、「オールコアリング」に比肩し得る資料を得られる得點がある。然し「エレクトリックコアリング」は、廣意義に於ける地層の類別或は對比等に對しては極めて効果的のものであるが、今日未だこれに全幅の信頼を置き、「メカニカルコアリング」を全く廢止しても差支へないといふ域には達して居らぬ點があり、且つ又「メカニカルコアリング」による材料があつて、漸く「エレクトリックコアリング」の測定値が誤りなく解決されることもあり、又これと反對に「エレクトリックコアリング」により、「メカニカルコアリング」の結果が一層明確となる場合も決して尠くないのである。殊に試掘等に於ては、地層の考察又は油層・瓦斯層等の檢出には、之等兩者を適當に且つ巧に併せ用ゆることによつて、初めて其の完璧が期せられることもある。然し「エレクトリックコアリング」の施行により、或る程度「メカニカルコアリング」を省略し得ぬと云ふことはない。「メカニカル」・「エレクトリックコアリング」の何れにもせよ、共に地下診斷の一方法であるから、これを以て萬事終れりと考ふることは未だ危險である。

「エレクトリックコアリング」を實施せんとする坑井に於ては、其の測定すべき部分は、「ケーシング」の挿入してない裸坑でなければならぬことと、其の部分には泥水が充滿してゐなければならぬことが必要條件である。「ケーシング」は電氣の良導體であるから、其の存在は不向であるからであつて、又泥水の存在を必要とするのは、測定用の電極と坑壁を構成してゐる地層とを、電氣的に接觸させる役目をなさしむるためである。

其の方法は、坑井内に「ケーシング」を挿入せぬ裸坑部分の電氣的測定によつて、掘鑿貫通せる岩石の性質を認知して、地質的斷面圖を作製するのである。

其の原理とも稱すべきは、捲揚機により、其の下端に電極を有する絶縁電纜を坑井内に下げたり上げたりすることによつて、2種類の別々の電氣的測定の値を、地上に於て同時に2個の記録装置により、其の各々の曲線圖を記録せしむることである。而して第一の曲線圖は坑井測定部分の各深度に於ける岩石の電氣的抵抗を、第二のものは同じく其の孔隙率を表はさしむるものであつて、これから坑井の地質斷面圖が作製されることになる。この2つの曲線で示された値も、皮相的或は想定的のものがあつて、嚴密に言へば地下の條件により補正しなければならぬが、實用上には其の必要は認められてゐない。

第一の測定は、岩石が電氣を傳導する傳導度の逆數である、其の電氣的抵抗を測るのであつて、それは單位斷面積と單位長さの高さを有する、岩石圓筒の電氣的抵抗を示し、普通「メートル」を

単位とし、立方メートルに對し「オーム」を以て表はされてゐる。

地層の電気抵抗は、其の種類により廣い範圍の異つた値を有してゐるものであつて、即ち1「オーム」の何十分の1といふものから、數1,000「オーム」に及ぶものがある。

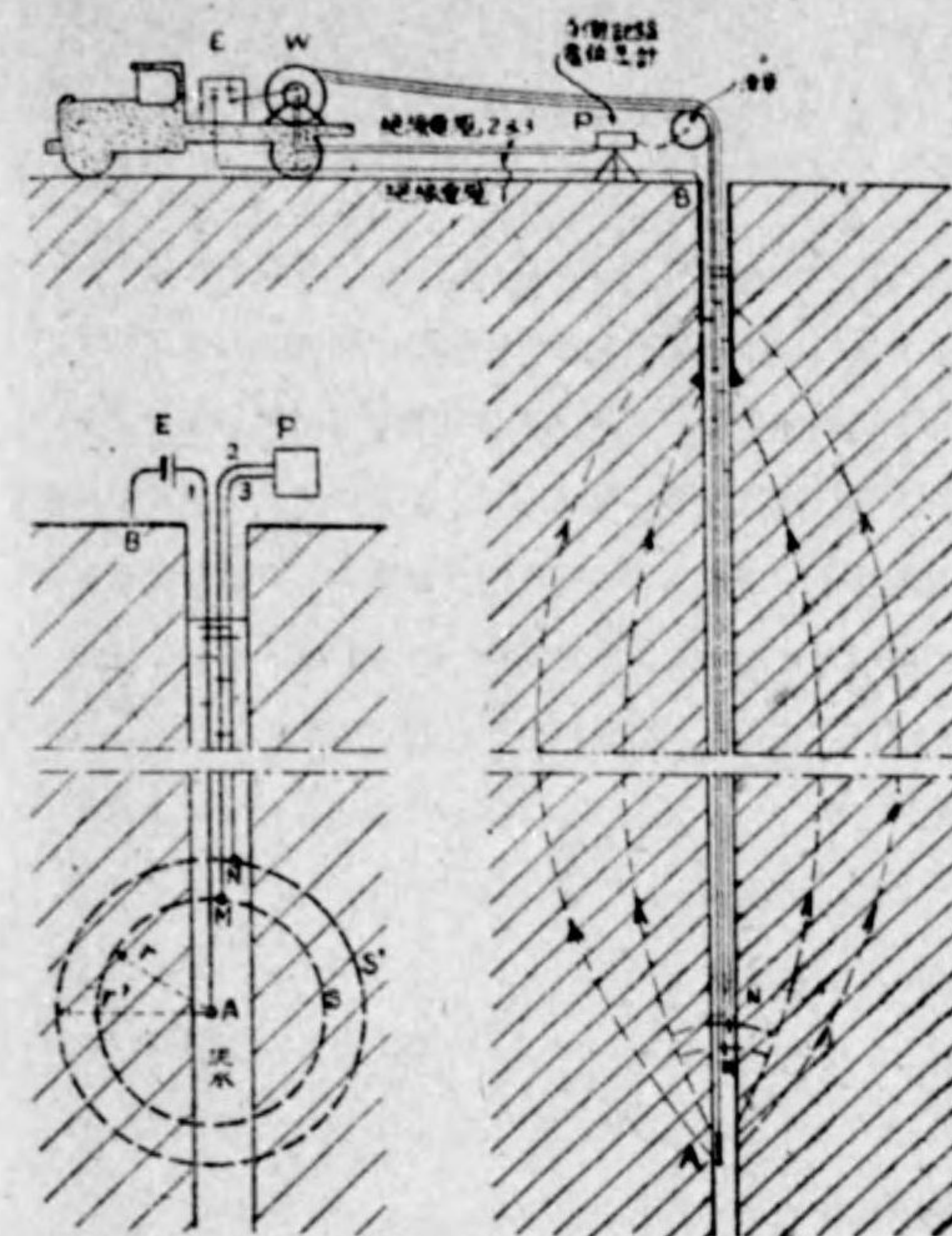
或種の金屬礦石は例外として、一般の岩石では、それを組成してゐる固形成分は電気の不導體であるから、電気の傳導をなさしむるものは、其の岩石中に含まれてゐる水に外ならない。従つて岩石の比抵抗といふものは、其の一立方メートル中に含まれてゐる水の量と、其の水の電気傳導度に反比例する。言ひ換へれば、岩石の一立方メートル中の溶解質鹽類の量に反比例するものと考へて差支へはないのである。

緻密な岩石では、其の硬軟に拘はらず水を含有することが少ないから、其の電氣的抵抗は大きいものである。即ち硬い岩石では花崗岩、軟いものでは大理石が、其の例である。

膠結してゐない解弛せる岩石では、含水量が多いから一般に電氣的抵抗が小さく、粘土或は頁岩の如き不透水性のものでは、外部から水の滲入などはないから、含有されてゐる溶液の性質は不變であるので、電氣的抵抗も略々一定である。これに反し砂の如き透水性の地層では水が自由に移動するから、其の場所により溶液の性質が異なり電氣的抵抗も亦不動である。同じ砂層でもそれに含まれる液體が鹽水である場合は電氣的抵抗は小さいが、若しそれが油である場合は其の電気抵抗は非常に大きいのである。この事實が、この方法の油層・瓦斯層等の檢出に應用される所以である。然し抵抗が高いからと云つても、必ずしも油層とは限らぬのであつて、緻密な岩石或は其の他の地層でも、同様な現象を示すものであるから、岩石の孔隙率の測定が同時に必要となつて來るのである。

岩石の電氣的抵抗は、又温度の影響を受くるものであつて温度の上昇と共に降下するものである。其理由は、(1)一定濃度の電解液の電氣的抵抗は、温度の上昇に伴つて低下する。(2)溶解鹽類の含有率は、温度の上昇に伴つて増加し、其の影響は概略に云へば、温度が攝氏50度上昇すれば、電氣的抵抗は半減するのである。地表と坑井の坑底との温度の差が、攝氏50度となる事は珍らしくないので、坑井の深さが増加するに伴つて、電氣的抵抗は減少する傾きがある。

電氣的抵抗の測定は、普通次圖に示す如くであつて、油井内に降下する1.2.3.の3本の絶縁電纜が、捲揚機Wの「ドラム」に捲付けてあり、各線の末端には夫々電極A.M.N.を取付け、是等を泥水の充滿せる坑井に降下する。距離A.M. = r 及び AN = r' を、油井の直径に應じて適當の長さに取り(坑井直径の10乃至20倍)、電極Aは電流を坑井内に送る爲に、絶縁電纜1を以て地表にある電池Eの一極に結び、他の一極は坑井附近のBに於て大地に接続する。而して電極M及びNは、電流を坑井内に送つた爲めに生じた、此の二極間の電位差を測定するのに用ひられる。



其の測定には、電極M及びNを2本の絶縁電纜の先端に結び、其の他端を地表に在る電位差計Pに接続してM.N間の電位差を測る。電流は電極Aから流れてAの周圍に等電位面、即ち其の面の何れの點に於ても電位が等しいと云ふ面を構成する。電極M及Nに於ける等電位面は、大體電極Aを中心とする直径r及びr'の球S及S'となる。依つてr'の距離、地下を流るる電流の強さi、及びM.N間の電位の差 ΔV を知れば、A.M.Nに於ける地層の平均の電氣的抵抗Rを算出する事が出来る。

$$R = 4\pi \cdot \frac{\Delta V}{i} \cdot \frac{r \cdot r'}{r' - r}$$

次に第二の問題である地層の孔隙率のことであるが、瓦斯及原油は、常に砂や砂岩や龜裂を有する石灰岩又石灰質岩石の如き、多孔層内に含有せられてゐるから、斯る多孔質の存在を檢出する事は、油田開發上甚だ重要な事である。又含水層も常に多孔層に相當するから、多孔層の存否は含水層を探索する場合にもまた重要である。油井から瓦斯や原油を採收する場合には、含水層を完全に遮断せねばならぬから、含水層の存在を檢出する事も、また油田開發上甚だ重要な事である。

從來坑井の掘鑿に於て、多孔質の存在を檢出するには、掘鑿作業中「メカニカルコアリング」に依つて、岩層を一々切り取り地上に取出して吟味することが必要であつた。従つて油井が深くなる場合には、此の作業に多額の経費と長時間とが入用であり、且つ砂層のやうな粗鬆なる地層は、「コア」採取が頗る困難で採取不能の場合も多いのである。然るに「エレクトリックコアリング」に於ては、「コア」を地表に取り出す必要もなく、油井内に自然に發生せる起電力を測定する事に依つて、多孔層を檢出する事が出来るのである。

電解液が多孔質の誘電體に滲透する時、例へば泥水が砂層に滲透する時には、自然に起電力が發生するものである。それは、滲透性(多孔質)の水準に於ける泥水中に存在する自然に發生する電流である。而して電流は1乃至200「ミリボルト」の電位差に相當し、數「ミリアンペア」に達す

ることがある。

これが根元である其の起電力を測定して、地層の眞の孔隙率は解らぬけれども、夫れの変合を知らうといふのである。

此の自然の起電力といふものは、次の二つの作用に基因するものと考へられてゐる。

第一には、「エレクトロフィルトレーション」(壓力に因る電氣的滲透作用)といふことであつて、これは簡単に説明すれば、硝子管に砂を填めて一端から壓力を加へ水を濾過せしめてみると、管の兩端間に於て起電力が認められるのである。これと同じ現象が坑井内でも起り得るのであつて、即ち坑井内の水は、壓力の差により、滲透性の地層中へ透入し、この作用が起電力を生ぜしむるものである。此の作用に基く起電力は、次の式に依つて表はす事が出来る。

$$E = K \frac{R(P-p)}{V}$$

- E = 壓力に因る滲透作用に基く起電力
- R = 掘鑿泥水の電氣的抵抗
- P = 掘鑿泥水の壓力
- p = 多孔層内の壓力
- V = 掘鑿泥水の粘度
- K = 多孔性物質に依つて定まる定數

大體論としては、壓力の差が大きい程起電力が大きいと考へられてゐる。

油井の掘鑿に當つては、油井内に掘鑿泥水が充満し、多孔層内に含有されてゐる瓦斯油又は水の噴出を阻止する爲に、水の密度を増加するのが普通である。此の水の密度を増加する爲には、泥水に粘土を溶かして混入する。更に密度を必要とする場合には、「バライト」又は酸化鐵の微粉末を混入する。又坑口を閉塞して此等の泥水を、高壓力を以て油井内に循環しつつ掘鑿する、所謂加壓掘も行ふ事がある。斯くの如く掘鑿泥水の密度を増加し、又は加壓送込も行はれるから、多孔層内の静止液壓よりも大となるが爲に、掘鑿泥水は坑壁を被覆する粘土薄膜を通じて、多孔層内に滲透する。斯る滲透作用に依り起電力を發生し、其の電流の方向は泥水の滲透方向と同一となり、其處に電位差を生ずるのである。

第二には、「エレクトロオスモシス」(化學成分に因る電氣的滲透作用)であつて、これは2つの電解質物、即ち掘鑿泥水と多孔性層内の鹽水との接觸する場合には、其の化學成分の濃度の差に依つて、兩液の接觸面に起電力を發生する。此の現象は、所謂濃淡層に起ると同一現象であつて、滲透壓と鹽素「イオン」及「ナトリウムイオン」の可動性の不等とに基くものである。即ち掘鑿泥水・多孔層内の鹽水及周圍の地層は、上述の濃淡層を構成し、其の起電力は、次式によつて示す事が出来る。

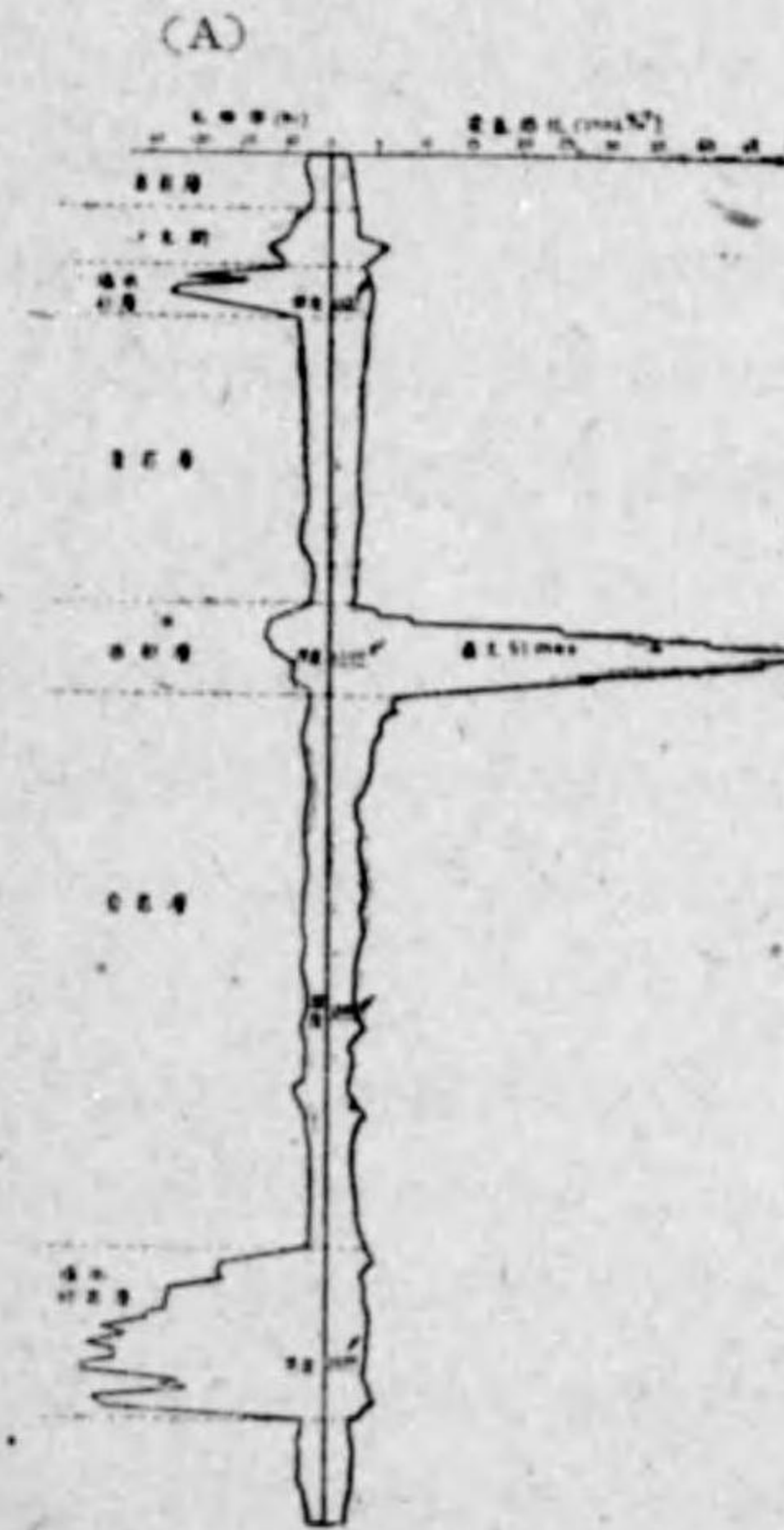
$$E = K \cdot \log \frac{C_1}{C_2}$$

- E = 化學成分に因る電氣的滲透作用に基く起電力、
- C₁ = 掘鑿泥水中の鹽化「ナトリウム」の濃度、
- C₂ = 多孔層内の鹽水中の鹽化「ナトリウム」の濃度、
- K = 岩石の性質に依る常數、

此の起電力に基く電流の方向は、普通多孔層内の鹽水の方が、掘鑿泥水よりも鹽分の濃度が大きいから、多孔層に向つて居る。

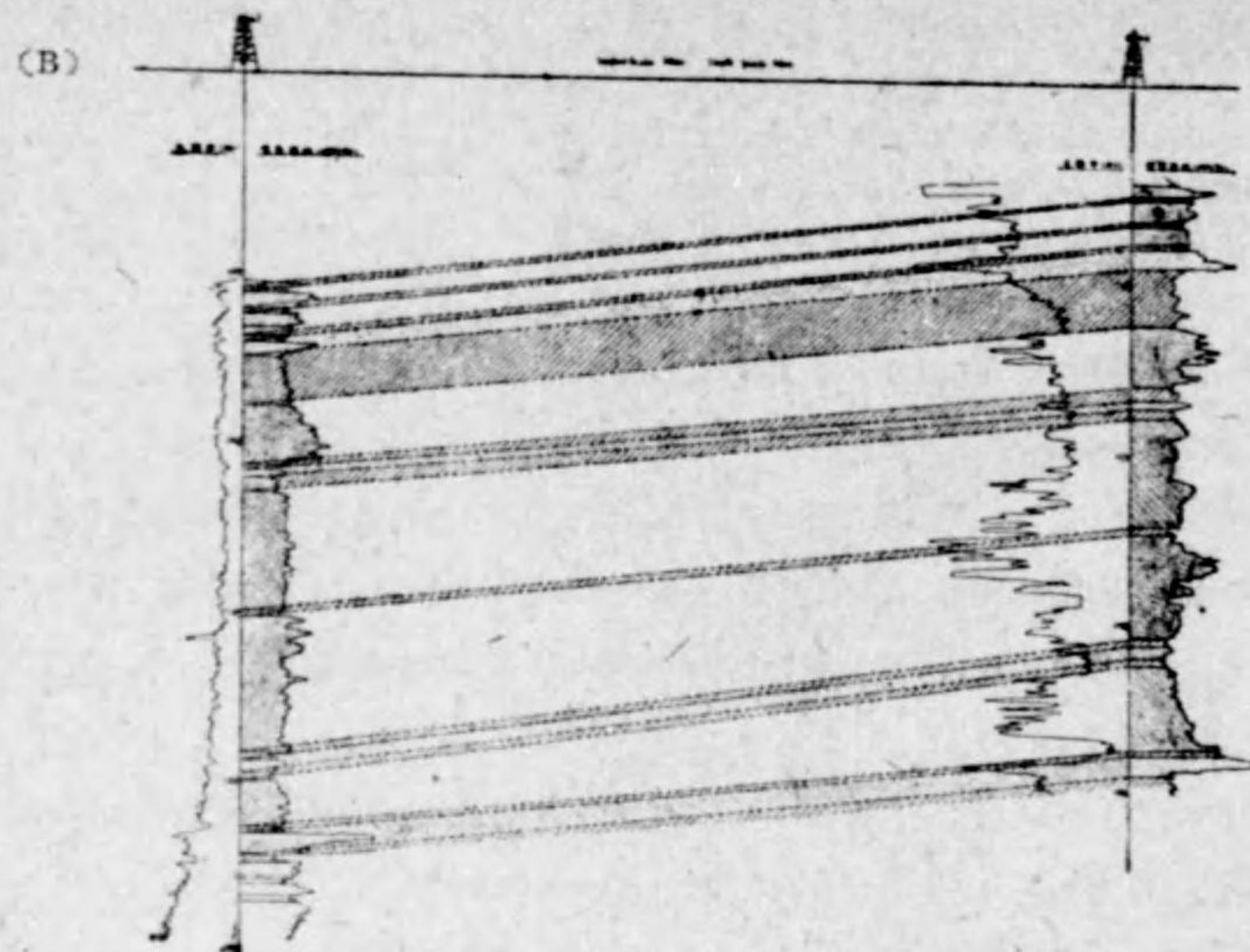
要するに第一の場合では、坑井内液の壓力の方が、地層内のそれより大きいのが普通であり、また第二の場合には、地層内の鹽水の方が、坑井内液よりも鹽分の濃度が大きいのが一般であるから、2つの場合とも電氣の流れは、坑井内から地層へ向つてゐるのが常態である。然し其の反對の場合も勿論あるのである。

「エレクトロリツクコアリング」の測定によつて得たる、岩石の電氣抵抗圖と孔隙率圖とを對照調査すれば、有効に之を利用する事が出来る。粘土・頁岩・泥灰岩等の均一質にして不透水性の地層は、其の電氣抵抗は低く孔隙率は極めて小さく、又緻密質にして比較的硬い石灰岩・石膏・火山岩等は、電氣抵抗が高く孔隙率は零であるか、又は極めて小さいのである。油田地に於ける含水層は、



は、一般に鹽分が含まれて居るから、其の電氣抵抗は低く其の孔隙率は大である。然るに油層及び瓦斯層には電氣の不導體である原油又は瓦斯が含まれて居るから、其の電氣抵抗は高く其の孔隙率は大であるが、含水層程は大きくないのである。

圖面Aに示す曲線圖は、米國の「ベネツラ」油田から得た一例であるが、電氣抵抗も孔隙率も共に小にして、略一定して居るのは頁岩であつて、坑底の近くに孔隙率大にして電氣抵抗の小なる層があるが、これは水層と斷定することが出来る。深さ1,200呎には電氣抵抗が非常に高く最大51「オーム」に達し、孔隙率も相當大なる層がある。これは、油層と斷定する事が出来る。上部に孔隙率は相當高く電氣抵抗は大體低いが、頁岩よりも幾分高い層があるが、之は瓦斯を多少含んで居る水層と斷定する事が出来る。



圖面Bは、柏崎油田に於ける第3號井と第4號井に、本法を実施して得たる電気抵抗圖及孔隙率圖の一部を對比したものである。第3號井は8%「ケーシング」が挿入されて後の測定であり、第4號井は8%「ケーシング」挿入前の測定である。而して兩井の地表の距離は、530米である。

兩井の地層の電気抵抗は僅かの深度の差にて能く一致することが知られる。孔隙率は、第4號井は第3號井の2倍の縮尺にて記録されて居るから、第3號井は第4號井の半分に現はれて居る。それ以上に小さく現はれて居るのは、第3號井の泥水に鹽水が比較的少量に含まれて居る爲であると推定される。

「エレクトリックコアリング」の結果は、坑井内の状態に依つて一樣のものではない。従つて測定の結果から坑井内の地質状態の判断を下す際に、誤りのないやうに測定前に出来るだけ測定の結果が、正確である様にする事が大切であるから、事前に掘鑿者と測定者と充分な話を要する事が必要である。

泥水の存在は、測定の結果に影響することが大きいのである。泥水の電気抵抗は、泥の性質によつて異なるが、泥の抵抗が測定する地層の抵抗よりも大なる場合には、測定した電気抵抗は、實際の地層の抵抗より大きくなるのである。又反対に泥の抵抗が、地層の抵抗より小さい場合は、測定の結果は實際の抵抗より小さく表はれるのである。されば作業上の都合によつて、電気抵抗の非常に大きい清水が坑井内に存在したり、又一部分だけに清水が残つてゐる様な状態で、又非常に電気

抵抗の小さい酸化鐵粉が混入した泥が坑井内に充ちてゐたり、或は一部分に存在してゐたりする状態で、測定してもその結果は役立つのである。この意味から測定に先立ち、泥の抵抗を測定して置く必要がある。

泥水は、坑井内の泥の水壓によつて何れの地層にも多少は侵入するものである。その侵入する程度は、地層の孔隙率の大小によつても、又泥の粘力其の他によつても異なるのである。従つて泥の抵抗と地層の抵抗とが異なるのは普通であるから、泥の侵入してゐる部分の電気抵抗を測定したのでは、地層の實際の抵抗は判らぬ譯である。

されば掘進中泥水の透水した個所や其の程度、或は逸水防止や瓦斯發噴防止の爲めに、特別の泥を使用した場合は、其深度や日時、或は泥壁の出來た後から測定の日までの日数の長短、或は失策作業にて一個所に長く作業した場合、又坑壁を擴張した個所等の事實を測定者によく知らせる必要がある。

斯の如く泥水が地層深く侵入してゐる際に、坑壁に近い部分の抵抗を測定したのでは、地層の正確な抵抗は判らぬから、前述のA.M.の兩電極の距離を長くし、坑壁から遠い部分の抵抗を測れば良いと考へられてゐるが、餘り遠くなれば、現在の測定方法にては、種々の事情から却つて眞の抵抗が測れぬので、普通の地層で普通の泥が侵入してゐない部分の測定には、大體0.5米~1米位が適當とされてゐる。

坑径の大小も、また測定の結果に影響するのである。坑井の坑径は、上から下まで決して一樣なものでない。崩壊する地質のある所、失策作業のため一個所に永く作業した處、地質が硬くて一個所に割合長く然も速回轉掘をした所などは、非常に坑径が大きくなつてゐるのである。

坑径の非常に大きくなつてゐる場所では、地層の抵抗を測つた積りでも、泥の抵抗だけを測つると云ふ結果が起らぬとも限らぬから、掘鑿作業の特別の状況や崩壊地質の有無などもよく知らせて置く必要がある。

坑内泥水の均一の場合も、また測定の結果に及ぼすものである。出水があつたり、強い壓力の瓦斯があつたりして、坑井内の泥を静止状態に置けば、水や瓦斯が侵入して來て、その部分の泥水に瓦斯なり水が混入すれば、電気抵抗が異つて來るのである。又溫度によつても異なるから、泥水の入替へを行つた場合には、その結果も考慮せねばならぬ。

前述の如くロ式掘鑿にては、最初は認識によつて推定したものであるが、其後「コア」採取器によつて實物見本を直接坑内から採取して、坑内状態を知ることが出来るやうになつたのである。この作業は、長時間と多額の費用を要するばかりでなく、採取率も100%でない事もある。其後電氣的調査法によつて、「コア」を採取せず、油井の含油層瓦斯層水層の存在・其の位置・其の厚

さ等を検出することが出来る様になつて、機械的調査法の不便が取り除かれるやうになつた。若し油井が、掘鑿後是非坑内の地質見本を必要とする場合には、本法に破弾式地質採取器を使用して、採取を行ふ事が出来る。採取に際しては、採取器を絶縁電線に取付けて、地質を採取せんとする個所に降下して、油井の側壁から地質を採取してこれを坑外に引き揚げるのである。

採取器には、軟層用のものと硬層用のものがある。軟層用のものは、油層水層等に使用するもので、油砂水砂等を採取することが出来る。

第 19 節 含 油 層 調 査 器

(フォーメーションテスター)

凡そ油田の開発に當つては、先づ地質の調査を行ひ、大體の地質構造が研究されて、含有層の存在深度が豫測されて後に、初めて鑿井作業計畫が樹立されるのである。然るに往々鑿井の途上に豫期しない油層を発見することがあつて、其の油層の採收價値を調査する必要があることがある。この際従來の試油方法は、油層の直上まで鐵管を降入して遮水を完成した後、油層に穿孔管を挿入して、管内の泥水を汲出し、出油量を調査したものである。このやうに一度穿孔管を挿入して試油すれば、更にまた追掘する場合に、穿孔管の採揚が困難であつて、採揚し得たとしても坑徑を縮小しない限り、下部油層を調査することは不可能であつて、坑徑を逐次縮小することは、深く掘る事を目的とする坑井の掘進可能深度を限定する事となり、目的油層の調査作業の放棄を餘儀なくさる事もある。然るに一般に試油は、鑿井の最後の作業と見られてゐるから、初期の挿入管の配列計畫を変更することなく、しかも油層瓦斯層のある毎に、これを調査して其の量を知り得る試油装置の研究は、試掘鑿井作業の重要な問題の 1 つである。

近時遮水管を降入せずして、掘進に使用してゐる掘管を利用し、隨時隨意に試油せんとする「フォーメーションテスター」が實績を挙げ、遮水管を節約することによつて、試掘經費が軽減されてゐる。

現在能率よく使用されて居るものに、「ジョンストンハリバートン」及び「シャフアーボーレル」會社製のものがある。これらの「フォーメーションテスター」に於ける共通な原理は、調査する油層の直上にて、流體の通路を一時的に閉塞し、それ以下の地層に含まれて居る流體のみを器内に導くことである。この装置を掘管に接続して、坑井に降下するには、すべての「バルブ」は閉められて居るから、「バツカー」を所要の個所に定置し迫止完成後、下端の「バルブ」を開けば、地層からの流體は穿孔管内に侵入し、本装置及び空虚な掘管内を上昇して來るから、掘管頭に手を當ててみれば、掘管内の空氣が上昇して來る模様を知ることが出来る。其儘掘管を空虚にして置けば、調査

せんとする地層は、大氣壓にさらされる譯である。言ひ換へれば、瞬間的に乾式汲出を行ふものである。若し大氣壓に晒すことが危険な時は、掘管内に水頭を置かねばならぬ。其の爲めには、適當な「バツプレッシャー」を與へることも出来る。「バツカー」の迫止が効を奏しない時に「バルブ」を開くときは、掘管と坑壁間に滿されて居る泥水が、本装置を通過して掘管内を上昇し、掘管外周の水頭は低下するから、この水頭低下を注視して居れば、「バツカー」の迫止状態を知る事が出来る。

「フォーメーションテスター」には、「バルブ」を開く形式に關し 2 様の型がある。

- | | | |
|----------------------------|---|-----------------------|
| (1) 掘管を廻轉して通路を開くもの | { | ハリバートン式
シャフアーボーレル式 |
| (2) 掘管内に「ゴーチベル」を投入し通路を開くもの | { | ジョンストン式 |

「ハリバートンテスター」は、器に附隨した「ベベルギヤ」で「コック」を開閉し、「シャフアーボーレルテスター」は、前進後退する捻子装置で、通路を開閉するものである。「ジョンストンテスター」は、掘管を昇降させて操作するものであるが、これには 2 個の「バルブ」があり、主「バルブ」は強い「スプリング」で調整され、「バツカー」が迫止されて後僅かに「スプリング」より上部を揚管すれば開き、反對に押し下ぐれば閉ぢる様になつてゐる。この「スプリング」の強さは、調査する深度に應じて適當に調節して置くのである。第二の「バルブ」は、「トリップバルブ」で、試油せんとする時に「ゴーチベル」(鐵製の棒)を投入して開くのである。

「バツカー」を装置して迫止し、或は坑井から引き離す作業は、注意力と熟練を要するもので、迫止の完否がこの作業全體の成功不成功を決定するのである。

元來「フォーメーションテスター」は、「オープンホール」(裸坑)に「パイロットホール」(嚮導坑或は「ラットホール」とも言ふ)を穿つて、大きな坑徑から小さな坑徑に移る傾斜坑に、「バツカー」迫止めするのである。先づ小徑坑を掘り、油層や瓦斯層に達着せば、其の上の硬質岩質の地質の處まで大徑坑に掘進し、大徑坑と小徑坑の段を圓錐形の滑かな地肌となし、其の部分に「バツカー」を利かせば「バツカー」が巧く利くものである。この種類のことを、「ラットホールテスター」と稱してゐる。近時は「オープンホール」の任意の個所に迫止し、或は遮水作業後の鐵管尻の漏水「テスト」にも應用される。

試油後坑井深底から「バツカー」を引き揚げる場合、強引することは鑿手に危惧の念を抱かしめるから、この危険を無くするために、「ジョンストンテスター」には「ツール」と「バツカー」の間に「エクアリジングバルブ」が設けられてゐる。即ち「テスト」が完了し揚管せんとすれば、主

「バルブ」は閉ち同時にこの「バルブ」が開くので、この「バルブ」を通つて油層に液流が侵入し、「バツカー」上下の壓力を平均にするので、僅かの力にて「バツカー」を「シート」から離すことが出来るのみならず、「バツカー」上部の液流の爲めに含油層を崩壊することを豫め防ぎ、油層保護坑壁崩壊防止の重要な役割を演じて居る。

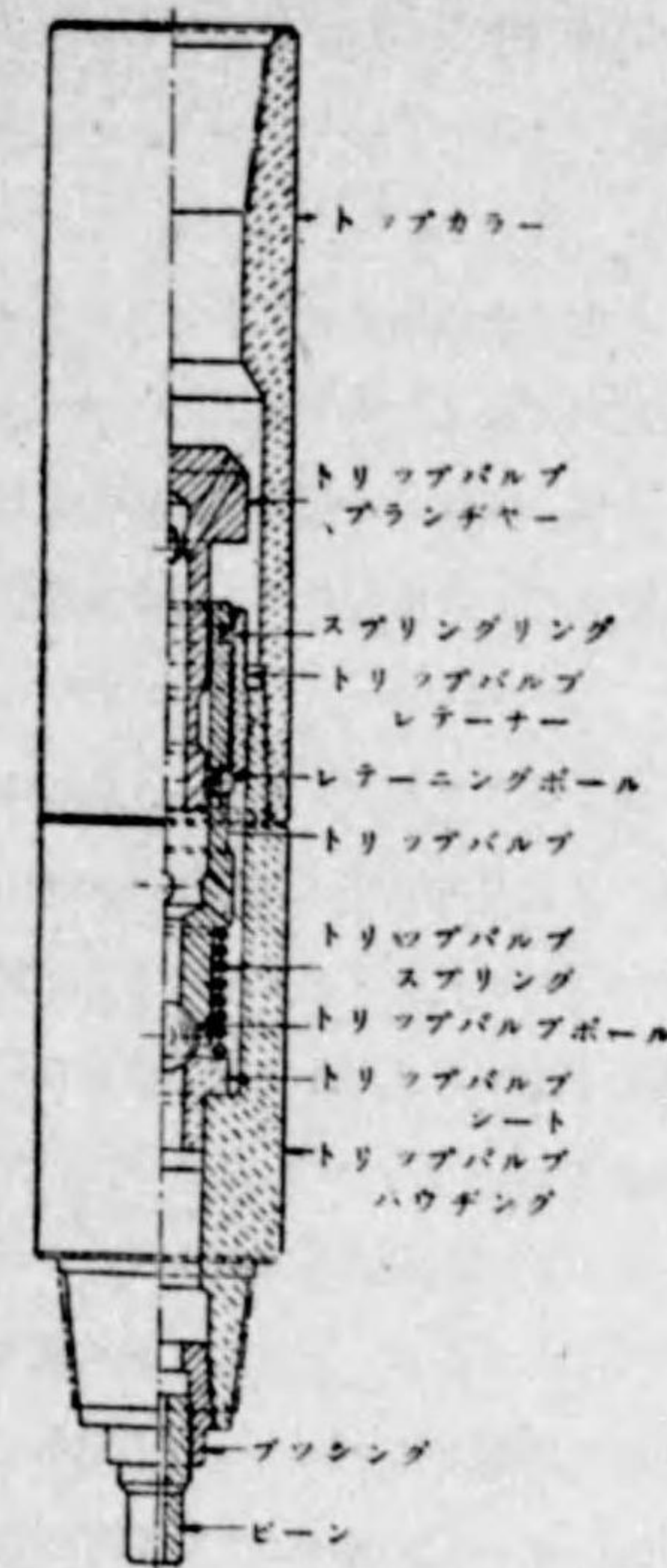
前述の如く「ラットホールテスター」が有効ではあるけれども、なほ小徑坑にて「コア」掘すれば、掘進率も劣り且つ「コア」の採收率も悪く、最も必要な砂層は小徑坑にては殆んど「コア」の採收が困難である。又硬い地質の處にては、小徑坑を掘つて後に、これを徑に於て1吋~2吋位に擴張する事は、新に掘るよりも却つて困難の場合が多いのである。又軟い地質の處では、僅かの段の處に非常に大きな重さのかかる「バツカー」を止める事は、恐らく可能でない場合が多いのである。故に我國にては、「ラットホールテスター」よりも、「ウォールバツカー」付の「テスター」が適當ではないかと云ふ見地から、「バルブ」其の他に故障の少ない「ジョンストン」式に改良が加へられて用ひられてゐる。

其の構造は、大體4つの部分から成り立つてゐる。即ち上部に「トリップバルブ」があり、其の下に「メインバルブ」と、「イコライジングバルブ」と、「バツカーマンドレル」が順序接続されてゐる。これを掘管に接続して坑井内に降入すれば、「トリップバルブ」及び「メインバルブ」が密閉されて居るから、泥水は掘管内に侵入する事が出来ない。「バツカー」が「ラットホール」の肩に達して停止すれば、掘管の重量の爲に「メインバルブ」の「スプリング」が疊まり、そして「メインバルブ」が開き、泥水は「トリップバルブ」の下まで侵入して来る。充分「バツカー」に掘管の重量をかけ、「バツカー」が完全に利いたと思つた時に、掘管内に小徑の短き丸錐（ゴードビル）を投入し、これが「トリップバルブ」に當り「トリップバルブ」を開けば、油層瓦斯層或は水層などが下方にある場合には、勢よく瓦斯や油や水が空虛な掘管内に上昇して来る。若し「バツカー」が充分利いてない場合には、掘管外の泥水が「バツカー」から下に廻り、「トリップバルブ」を通して空虛な掘管内に上昇して来る。故に「バツカー」下に瓦斯層油層或は水層があれば、層から出て掘管内に上昇して来るから、掘管頭に手を當てて居れば、掘管内の空氣の上昇によつて、それを確める事が出来る。若しも「バツカー」が充分利いてゐない時には、掘管外の泥水面を注意して見て居れば急に下降するから、それによつて知る事が出来る。若し泥水面の下降するのを認めたならば、直ちに掘管を張つて「メインバルブ」を閉めねばならぬ。

① 「トリップバルブ」

「トリップバルブ」は、掘管に「テスター」を附けて降入する時に泥水を侵入させぬ様にし「バツカー」を利かした後掘管内に「ゴードビル」を投入すれば「バルブ」が開き、層から出て来る瓦斯

トリップバルブ



る。そして「バルブスプリング」の力で、「バルブ」全體が上に持ち上り、「シート」と「ボール」の間に隙が出来るから、瓦斯油水等が始めて掘管内に上昇して来る。若し掘管が抑留されたとか、或は「バツカー」が抑留されたとか、或は其の他の理由の爲に、掘管内から外に泥水を循環する必要が起る場合があるが、斯る場合に上からの力で「バルブ」が下り「シート」が塞がつてゐては循環が出来ない。一度「バルブ」が上に飛び上がれば「バルブ」の上部の外側に嵌めた「スプリング」になつて「リング」が開き、これが「バルブレテーナー」の上に乗れ、「バルブ」全體が下に落ちない様になつてゐる。

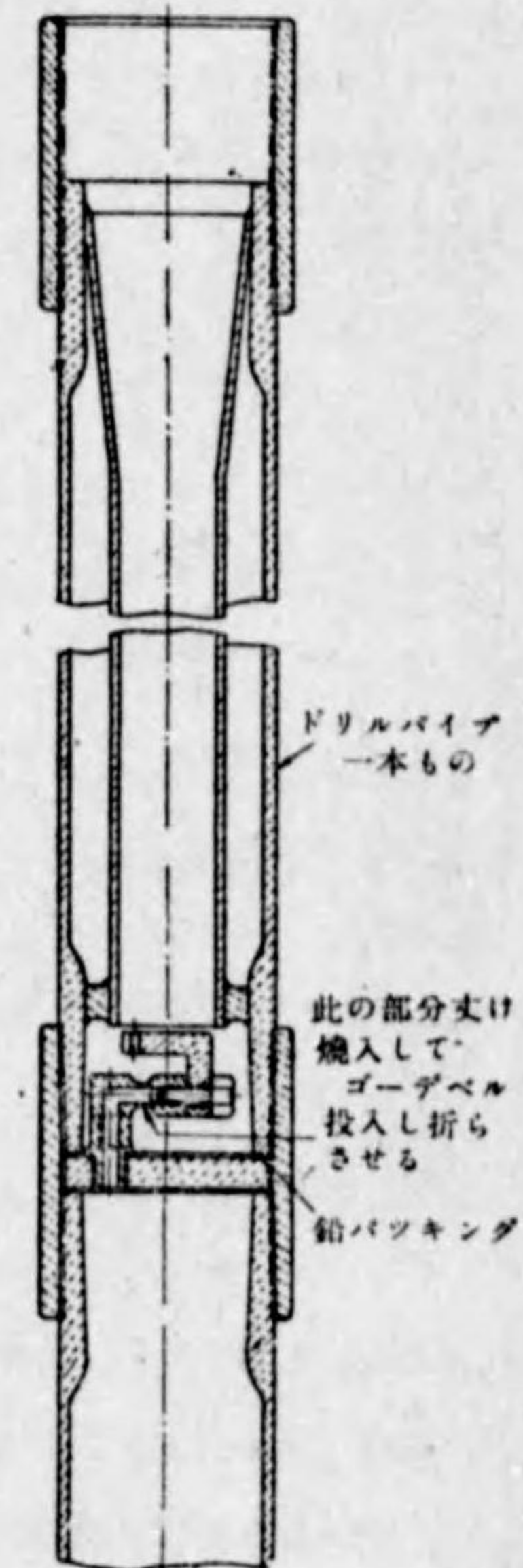
此の「トリップバルブ」の缺點は「バルブプランチャヤ」と「レ

油水等を掘管内に侵入させる爲に使用する「バルブ」である。

「バルブシート」へ「トリップバルブ」の下端に固着された「ボール」を密着せしむる爲に、「バルブ」の中途に外側から嵌められた「レテーニングボール」を押へる爲め、「バルブレテーナー」を「バルブハウジング」に捻子込み、「シート」と「バルブボール」の間を洩らない様にする。即ち掘管降入中、泥水が此の間を通して、掘管内に上昇しない様に、試験して置く必要がある。

「ゴードビル」を投入して其の重さで、「バルブプランチャヤ」を下に押し下げ、其の下方の外側に切られてある凹部の處に「レテーニングボール」が嵌まれば、「バルブレテーナー」に支へられた「レテーニングボール」が

トリップバルブ(臺灣型)



「ターナーボール」との轆りをあまくすれば、降入中自然に「バルブ」が開き、又餘りにきつくすれば、「ゴードビル」を投入しても「バルブ」が開かない。今1つは、使用中「バルブ」及び「バルブシート」は、水や瓦斯に舐められて磨滅が相当甚だしい事である。

② 「メインバルブ」

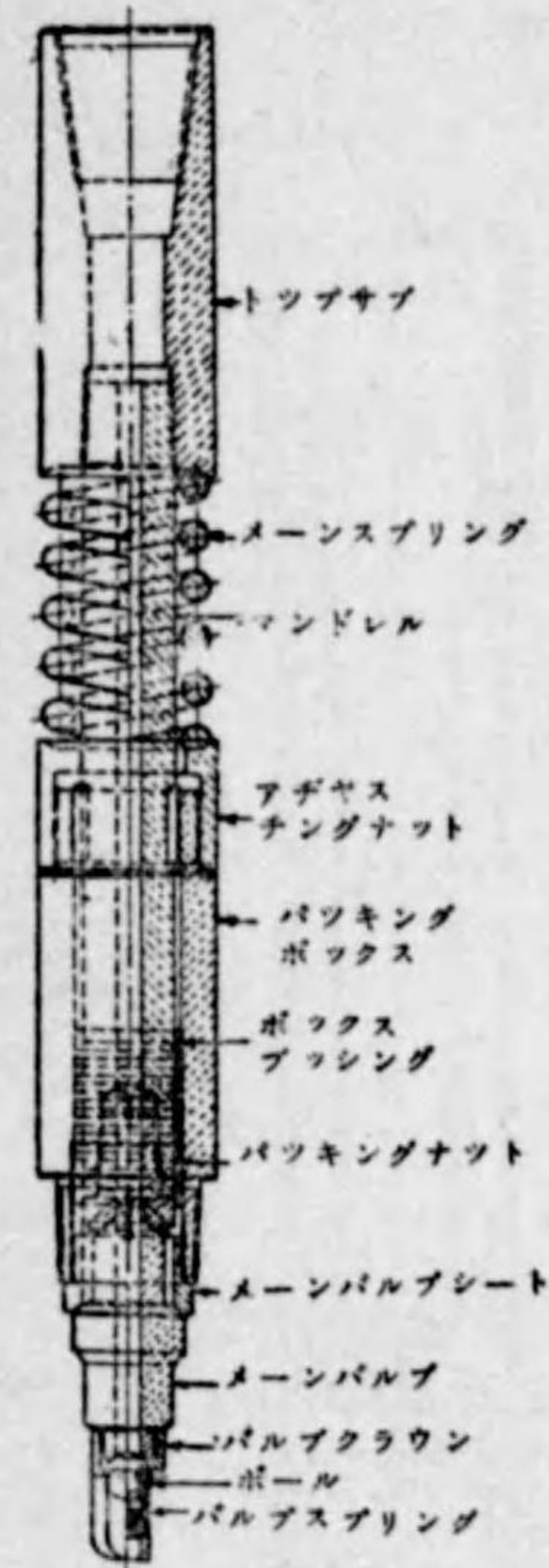
「メインバルブ」には、2つの使命があり、掘管降入中は此の「バルブ」は閉ざされ「トリップバルブ」が若し故障があつても、此の「バルブ」がある爲に泥水は掘管内に侵入出来ない。「バツカー」を利かせて掘管の重量を「バルブ」にかけて居る間は、此の「バルブ」は開いて居るが、掘管を張

れば此の「バルブ」は完全に密閉され、掘管内に侵入した油水を遮断する。

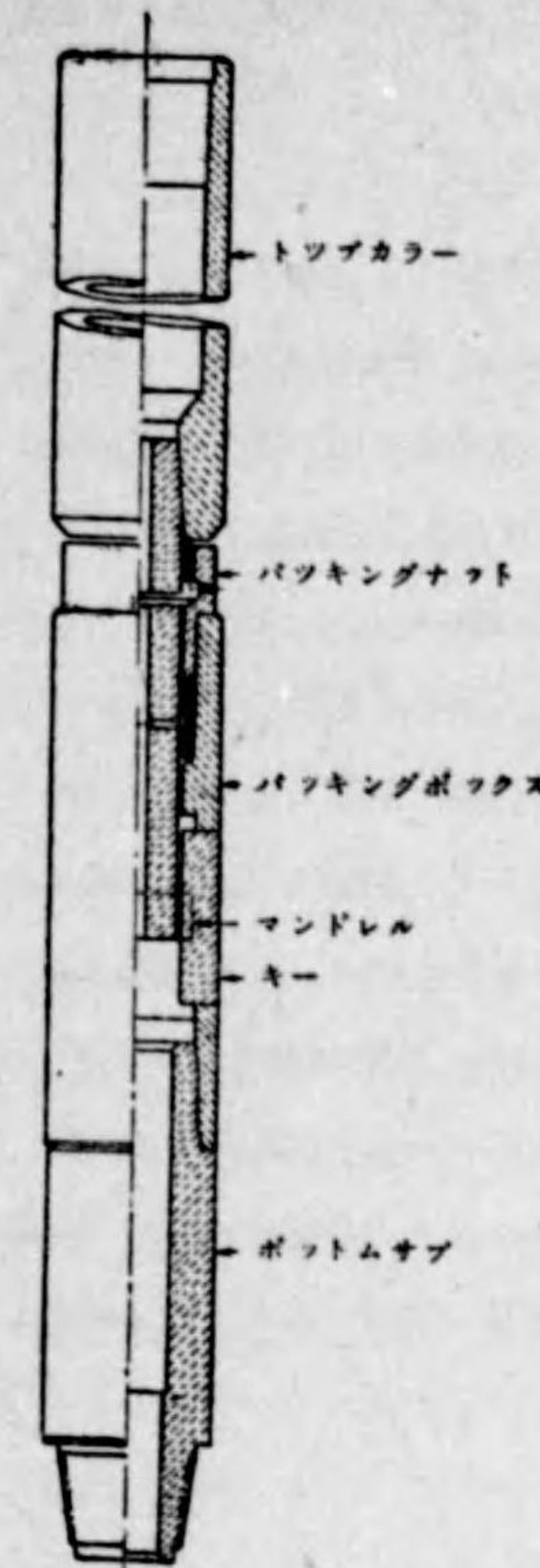
掘管降入中は、「スプリング」が「トップサブ」を支へ、此の下端に接続してある「メインバルブ」を持ち上げ、此の「バルブ」は「バルブシート」に密着し、「バツキングボックス」の下に接続してある「デスター」内から上昇する泥水を喰ひ止める。併し「バツカー」を利かす爲に、掘管の重量を「スプリング」が負へば、「スプリング」の畳まり丈け「メインバルブ」が開く事になる。「バツキングボックス」と「マンドレル」とは、「キー」により互に廻はらぬ様にしてある。これは、掘管の抑留或は「バツカー」が堅く嵌り込んだ時などに、「ロータリージャヤー」を使用して打揚げる必要の起つた場合に、此の部分が廻つては「ロータリージャヤー」の使用を不能ならしむるから、相互の廻轉を防ぐ爲である。又「メインバルブ」の下に循環「バルブ」が附いて居るが、これは掘管の抑留或は其の場合に、掘管内から循環出来る様に附けてある。尙「メインバルブ」に就いて、次ぎの2つの事柄を注意せねばならぬ。

(a) 「バツキング」か或は「メインバルブ」が減つて居るのに、これを知らずに降下すれば、降管中は絶えず掘管外の泥水は、管内に侵入して来るから、掘管外の泥水面が甚しく降下し、それが爲に坑底の高壓瓦斯の噴出を誘導し、猛噴を始め大失策をする事がある。

(b) 浅井に使用する場合、餘り強い「メインスプリング」を使用すれば、「バルブ」は開かぬのである。「バルブ」を開けるに要する力は、「シート」孔の面積に水頭の壓力を乗じた丈けの重量の力が



イコライジングバルブ



入用である。其の上に「スプリング」の力が加はる。然るに掘管内は空虚で泥水に浮かされて居る爲に、非常に重さが軽くなるので、掘管の重量は「メインバルブ」を開けるに不足な場合が往々あるから、坑井深度に依つて「スプリング」の強さを計算しなければならぬ。

③ 「イコライジングバルブ」

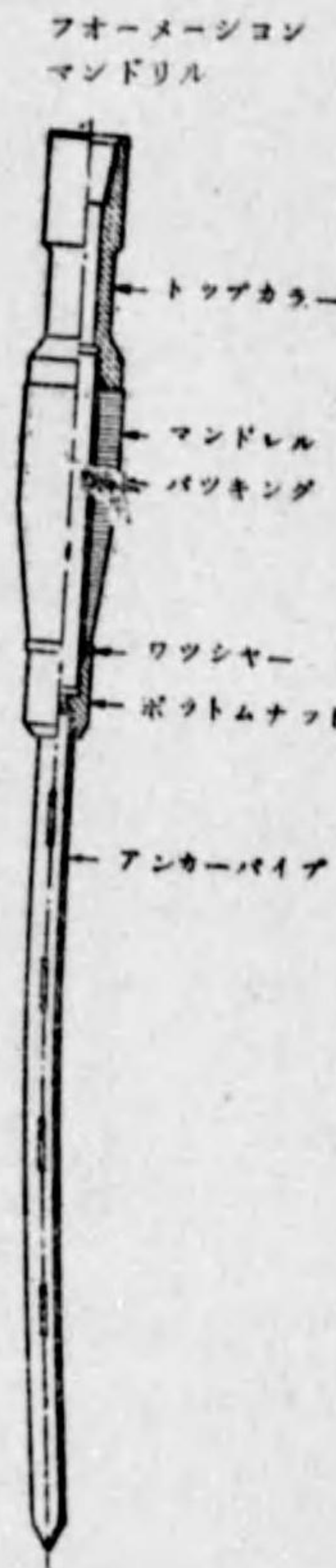
「バツカー」を利かして、「メインバルブ」及び「トリップバルブ」を開けた場合に、掘管の外側と内側の壓力を考へてみるに、「バツカー」には坑口までの水壓がかかつて居り、掘管内は空虚になつて居るから、瓦斯層油層丈けの壓力がかかつて居る事になる。

鐵管の重さで坑壁に強く嵌り込んで居る「バツカー」を、此の状態に腰切り出来るや否やを考へてみるに、多くの場合腰切りは不可能である。故に「バツカー」を腰切らせる前には、「メインバルブ」以下の管内外を、「バツカー」にかかつて居る水壓と同様の壓力になる様にするのが、此の「イコライジングバルブ」である。斯の如く壓力が等しくなれば、「バツカー」の腰切りは「バツカー」の嵌り込む抵抗

の力になるから、張れば楽に腰切り出来る譯になる。
「バツカー」を利かせる爲に、掘管の重量をかけた場合には、「トップカラー」及び「マンドレル」は下り、従つて「マンドレル」の横に明けてある數個の小穴は、「バツキング」の處まで来る。斯くなれば、管外の泥水は遮断され、掘管を張れば「マンドレル」の横穴は、「バツキングナット」の上及び横に明けた數個の小孔の處まで上る。そして管外の泥水は、管内に侵入し「メインバルブ」以下は掘管外の壓力と等しくなる。

④ 「フォーメーションマンドリル」

「フォーメーションマンドリル」は、「マンドリル」の外側に「レザーベルト」を多數重ねて圓錐形にしたもので、其の下に孔明管が附けてある。

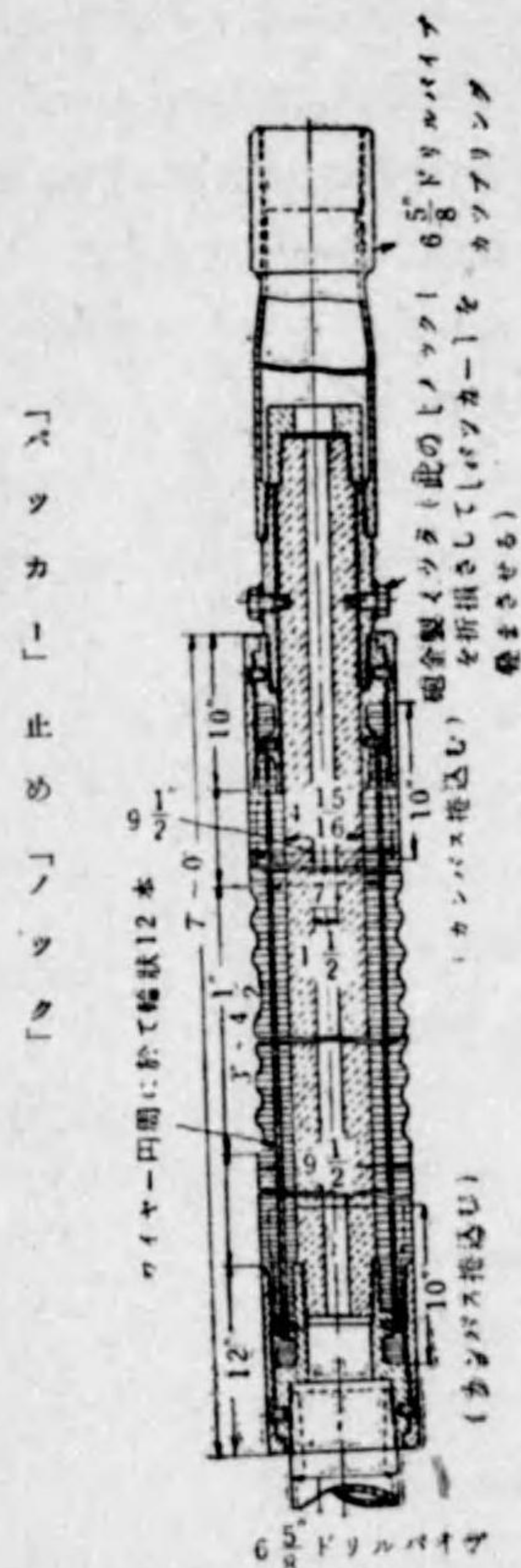


崩れない頁岩質の地質の處まで掘削して、「バツキング」と同じ勾配の四ツ羽「ビット」にて、丁寧に圓錐形を作り、其の部分に「バツキング」を嵌り込ませて、「バツキング」上の泥水を完全に遮断するのである。

⑥ 「バツカー」止め「ノツク」

「トリップバルブ」が開いてから、「バツカー」が疊まり始める構造になつて居る時は、この時已に掘管外の泥水は、管内に侵入し始めるので「バツカー」から上の泥水は、非常な勢で「バツカー」

の下に廻り、「バツカー」の接觸すべき坑壁を洗い流して、「テスター」の使用を不成功に陥らしむる懸念もあるので、「トリップバルブ」を開かぬ前に、「バツカー」が掘管の重量によつて疊まり、坑壁に密着し、「トリップバルブ」を開けば、一層堅く坑壁に密着するやうに、降入前に（一回使用した「バツカー」は膨れて、外径が大きくなつて居る）「バツカー」を引き延ばし、其の儘の姿勢にて「ノツク」を捻ぢ込み置き、掘管の加重で「ノツク」を切斷してから、始めて「バツカー」が疊まるやうに、「ノツク」の強さは餘り強くせず、掘管の重量が、3,000 封度～4,000 封度位（淺井にて2,000 封度位）にて切れる程度にしてある。



第6章 其他の鑿井法

第1節 「コンビネーション」式鑿井法

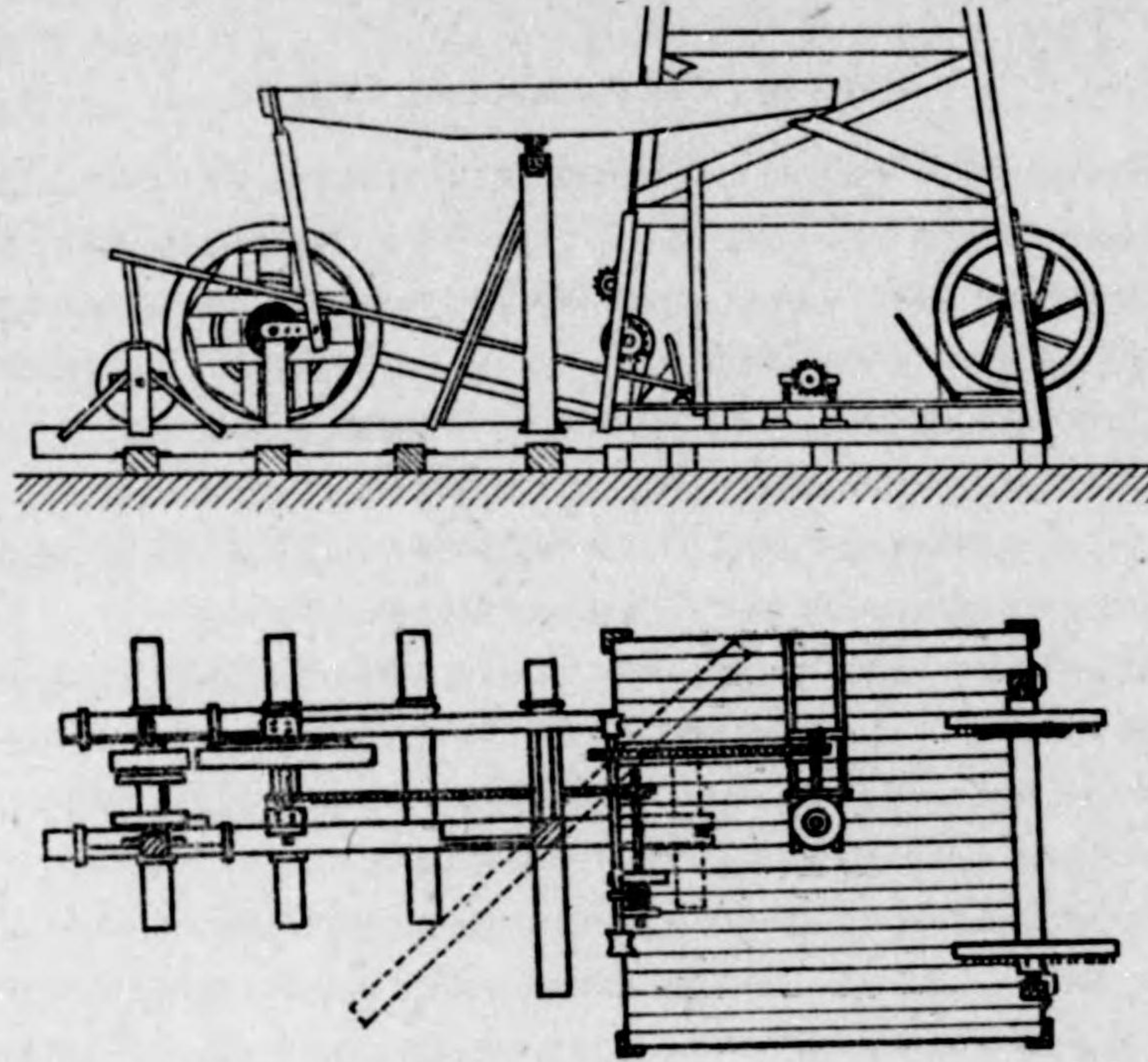
ロ式と綱式の兩方の掘鑿法の最も良い所を利用して、1つの槽下に、此の2つの方法の各々に屬する主要なる装置を含んで居るのが、即ち「コンビネーション」式装置である。遭遇した状態が、ロ式に適して居ると思はれる時にはロ式装置が使用され、又綱式に適して居ると思はれる時には、直ちにその装置が用ひられる。或る種の「コンビネーション」装置に於ては、ロ式と綱式とが同時に作業出来る様に配置してある。「コンビネーション」装置の極く普通の型は、ロ式或は綱式装置の何處の部分に於ても何等變化は無い。若しも2つの方法が交互に使用されるならば、2つの「エンヂン」を必要とするが、然し1つの「エンヂン」のみを用意して居る場合に、掘鑿法を變へることを希望する時は、其の「エンヂン」を他の位置に置き變へねばならぬ。

綱式「ツール」は「ロータリーテーブル」の中央の孔を通りて容易に作業することが出来る。その際「ケーシングブロック」の代りに、「ロータリーテーブル」内に於ける「スリップ」を使用するけれども、若し必要とあらば、「ロータリーテーブル」を取り去る事も頗る簡単に出来る。捲き揚げ網の一端は、「ドロウオックス」の「ドラム」に捲き、他の一端は「カーフホキールシャフト」に捲き付けてあるからして、捲揚「ブロック」は何處の端からも揚げたり下げたりする事が出来る。「カーフホキール」は、捲揚「ドラム」よりも力が強いのである。何となれば、其直径が大きくて速度が遅いからである。故に「ケーシング」を引き抜く際は、「カーフホキール」の方が勝つてゐる。

使用される槽は、ロ式掘鑿用の大きであつて、高さ106呎（32米）槽下24呎平方のものが一般に使用され、稀には132呎（40米）×24呎平方と云ふ大きいものも使用される。而して装置の程度を決定するには、ロ式並に綱式の兩方の力に堪へる事が必要であり、又「クラウンブロック」の具合も車の數並に配置も多少變へる必要がある。

「コンビネーション」装置には、種々なる配置方法があるが、其の1つの型は「サムソンポスト」の近くの「ウオーキングビーム」の下に「ドロウオックス」を置き、「ドロウオックス」は「バンドホキールシャフト」の上の「スプロケット」から「チェーン」に依つて運轉される。此の場合に於ては、1つの「エンヂン」が使用され、そして「カーフホキール」は省いて、何れの掘鑿法が使用される時でも「ケーシング」を取扱ふ時には、「ドロウオックス」の捲き揚げ「ドラム」が使用される。屢々「サムソンポスト」に「ウオーキングビーム」が、一方に動かし得る様に装置してあ

コンビネーション掘鑿装置



つて、「ドリルステム」及び「スキーベル」の道を開いてある。

「パーレンス」及「パーレット」装置として、知られて居る「コンビネーション」装置の今1つの型は、「ロータリーテーブル」が20呎（6米）の「セラー」(穴蔵)の底に於て、「ケーシング」を廻轉する様に使用されてゐる。その「ケーシング」の底部には、「ロータリーシュー」が取付けてある。「ケーシング」は「スキニングスパイダー」に吊されて居り、網式の「ツールズ」は「スキーベル」接続とした「サーキュレイティングヘッド」の中を通過して「ビーム」の上で作用する。これは、普通の循環掘り法の装置と類似して居る。泥を取り除く爲に使用される循環泥水は、坑井から穴蔵の底に溢れて「トンネル」を通つて泥溜に行けるやうにしてある。又1つの小さな「ポンプ」が、此の地下の泥溜から液體を地表にある「マッドピット」へ揚げ得るやうに装置してある。

而して2つの別々な「エンヂン」が必要であつて、その中の1つは「ロータリーテーブル」に對

して、今1つは網式「ツールズ」に對してである。

「ロータリーシュー」並に網式掘鑿「ツールズ」の兩方が、同一深度で同時に働かされて居るこの装置は、相當に掘進率は良いが、装置が複雑して居り且つ運轉費用も高いので、特別の場合の外は餘り使用されない。

此外に、90呎（27米）網式槽装置の下で使用する輕便「ロータリー」装置がある。油層瓦斯層等が軟い砂であつて崩壊する傾向のある場合は、網式「ツールズ」にて鑿孔することは非常に困難である。斯る場合「ロータリー」装置が、この地質を掘鑿するのに能く採用されるが、深度の浅い坑井の上層部の處は、即ち油層の直ぐ上で「セメント」される迄は、普通網式「ツールズ」で掘鑿される。次に坑口に「ロータリーテーブル」を据付け、而して「スラッシュポンプ」のある向に「テーブル」の「スプロケット」のある方に向けて置き、「カーフホキールスプロケットダツグリム」が、内側の「ダツグブルー」の上に乗つて居る「バンドホキール」に「ボルト」付にされて、長さ「チェーン」に依つて「ロータリーテーブル」を動かすのである。「チェーン」は、床板より少し離れた所に適當に乗せてある「スプロケットホキール」に依り中央で支へられて居る。

「エンヂン」は、「バンドホキール」と相關聯して動かされる。而して「フライホキール」は取り除いて置いて、「エンヂン」をして長い「ベルト」を使用することから起る引張る様な運動を除去すると同時に、制御する際に感じ易くしてある。

「ドリルステム」は、3車装置した捲き揚げ「ブロック」に依り昇降され、捲揚網の兩端は「カーフホキールシャフト」に取付けてあつて、早い捲揚速度を出す事が出来る。「カーフホキールクラッチ」は、鑿手の位置にある足踏みにより制御される。而して「ロータリーテーブル」が使用される時は、2つの「スラッシュポンプ」の泥を混合する「タンク」及び沈澱桶が、網式装置に付け加へられるのである。數多の油井が此の装置で、網式或はロ式一方で掘鑿するよりも、少い費用で掘鑿され、網式掘鑿に必要とする時間の半位で完了されて居る。

第2節 「ダイヤモンド」鑿井法

「ダイヤモンド」鑿井法は、多年の間金鑛・石炭鑛及其他の非金屬鑛の探掘に廣く使用されて居つたけれども、石油鑛に對する掘鑿には不適當であると考へられて居つた。この主なる理由は、以前の「ダイヤモンド」掘鑿器は、2"以上の鑿孔が不可能であつたから、油層に逢着しても有効に生産する事が出来ない爲であつたと思はれる。近來此の方法は、非常に發達し且つ丈夫な型で大徑の鑿孔が出来るやうになつたので、石油鑛の探鑛にも或る程度に使用されるやうになつた。

「ダイヤモンド」鑛とは、環狀の「ビット」の双先に黑色「ダイヤモンド」を植付けたものであ

る。「ビット」は、「ドリルパイプ」の先端に取り付けてあつて、その「ドリルパイプ」は「フラッシュジョイント」になつて居り、「ロッド」から造られて居る長さ10呎位の角捻子の鋼製「チュービング」である。而して其直径は、「ビット」よりも多少小さく、「ステム」は「ハイドロリックロータリー」の「ドリルステム」と比較する時は、滑らかな表面があり且つ遙かに細かく出来てゐる。掘鑿「ビット」及「ステム」は、「スチームエンデン」にて動かされる齒車に依つて、一分間に付き200乃至400位の速さで廻轉して居る。「ロッド」は、自由に廻轉する「ジャック」に依り掴まれて居り、上にも下にも垂直に動かされる。水壓進降装置は、水壓「ジャック」と同様であつて、此の装置は「ロッド」の重量を支へ、然も其「ロッド」を自由に廻轉せしめる。此装置は、「ハイドロリックロータリー」を以てなし得るよりも、一層積極的に又もつと微妙に「ドリルステム」の行動を制御する事が出来る。坑井から錐や「ステム」を取出すには、一つの小さな動力にて運轉される捲揚機「ドラム」に、鋼製の綱が装置してある。棒は、掘鑿さるべき坑井の深度や大きさに依り高さが異り、「ロッド」が引出される際に、その「ロッド」に対して、又捲揚「ケーシング」に対して、必要な支への役をする。水は「ステム」の頂に接続された「スキューベル」及び往復動の蒸氣「ポンプ」に依り、「ドリルステム」の中を壓送され「ビット」を通じて坑井内に流出し、「ドリルステム」と坑壁の間から地表に表はれ、粉砕された掘層を地表に運搬して、「ビット」をして堆積した物質から自由になさしめる。この「ビット」は、「スチールシュー」の如き形をして居て、孔の中心から岩芯を切り取る様になつて居る。又切取られて行く岩芯は、「ビット」の丁度上の「ドリルステム」の中に入れた「コアバーレル」の中に入つて来るやうになつてゐる。而して「コアバーレル」の長さに等しい長さだけ掘鑿した時、「ビット」及び「ロッド」は坑井から引き揚げられるのである。斯くして「コア」が取出されるから、地層の完全なる「コア」が得られる。

「ビット」の内側と外側との間に維持された隙で以て切斷された掘層は、 π 式掘鑿の場合の掘層よりも一層細いものである。「ビット」に挿入してある「ダイヤモンド」は、注意して使用すれば、中硬以下の硬度では減りが少いのである。

石油掘鑿に「ダイヤモンド」錐を用ひることは、主として試掘の意味であつて、「コア」を得られるから完全なる地下調査が出来るのである。試掘井の主なる目的は、出油を得なくとも種々なる資料を得るにあるが幸にも出油すれば、僅かの経費にて其直径の5割位は掘鑿することも出来る。この方法が若し更に進歩すれば、相當の深度迄の掘鑿には一般 π 式掘鑿以上に威力を表はさないと限らぬ。

第3節 傾斜坑井掘鑿

掘鑿井の坑の曲りを測定して、これを適當に矯正してゆくといふ作業は、既に10數年前から行はれてゐるのであるが、最初は油井を眞直に掘鑿して、坑口より垂直に下した線よりも、出来るだけ離れぬやうにするといふのが目的であつた。

而して油井を掘鑿する場合に、坑を眞圓眞直に掘る事が鑿井技術者の守る可き二大要件である事は、既に述べた通りである。坑心が屈曲したり、坑徑が變形してゐては、掘鑿障害を起し、又坑の屈曲は採油の際「チュービング」や「ロッド」を甚だしく磨損せしむるばかりでなく、時には「オイルポンプ」の機能をも發揮せしめぬこともあるので、この二大要件は今もなほ依然として守らねばならぬ玉條である。

然し今日では、掘鑿採油の技術が大に進歩し、坑が傾斜してゐても、掘鑿障害を起さずに掘り進む事も出来、又採油にも適當の方法が講ぜらるるに至つたので、坑口から水平距離の相當に距つた地下の或る地點を狙つて掘り込む所の、所謂傾斜坑掘鑿（曲坑掘鑿とも云ふ）が行はるる様になつて、現在では既に試験時代も過ぎ實用期に入つてゐる。その大體の目的を擧ぐれば、次の如くである。

(1) 油層が海や河や工場地帯等の下に擴つて居り、地表に油井を開鑿する事が極度に困難であるか、又は不可能の場合に、遠方から傾斜坑を掘鑿して、その直下の油層の油を採収する爲。

(2) 油井が大噴出をして、坑口の土砂を吹き飛ばし、附近一帯を大廢せしむる事が往々ある。斯る場合に、その坑口にて噴出の瓦斯油を抑壓する事は出来難く、又火災の起きた場合には、熱の爲に坑口に接近する事が出来ない事もある。この場合に遠方から噴出井の瓦斯油層の位置を目掛けて傾斜坑を掘つて行き、その部分に泥或は「セメント」を壓入して、噴出井から瓦斯や油の噴き出て来るのを止めるため。

(3) 2,000米以上も掘り進む油井の掘鑿には、相當の諸設備をせねばならぬが、その移轉には多くの費用と時日を要するから、1個所に設備して眞直の油井を掘り、次ぎには極く僅かに其の設備を其儘動かして、東西南北と順次方向を變へて、傾斜した油井を掘鑿して採油するため。

(4) 掘進中失策して、坑井に遺留したものを採掘する事が出来ぬ場合に、その上部から傾斜坑を掘り、遺留物を避けて目的の深度まで油井を掘鑿するため。

(5) 油井掘鑿の途中に於て、油層や瓦斯層を見てもこれを採油せず、豫定の深度まで掘進して瓦斯層油層の存在を確かめた後、豊富と思はるる油層が上方にある場合に、油層が長い期間の掘鑿作業の爲に、循環泥水によつて塞がれてる部分を「セメント」液にて埋立て、その上部から傾斜坑を掘鑿して油層に新しい坑を穿ち試油するため。

これ等の何れかの目的によつて、米國「カリフォルニア」州に盛んに傾斜坑掘が行はれ、その

掘鑿技術もまた坑の傾斜並にその方向の測定技術も大に進歩して、多数の油井群が掘鑿されてゐるが、吾國にても日本石油株式會社の新津油田に試みられた。

この傾斜坑掘鑿は、過去10年位の間に長足の進歩を遂げたもので、科學に立脚した立派な技術を完成するに至つた。この掘鑿技術は、幾何學と機構學とに基礎を置き、正確に測定された一地點から、他の希望の地點に向つて坑を掘進するものであつて、直坑曲坑を適宜に掘つて進むものである。

直坑は、垂直坑といふ意味に混同して使はれることが少なくないが、眞直といふことは全然垂直性とは關係のないことである。眞直の坑は、これを垂直に掘ることも出来、又垂線に對して或る傾斜角度をもつて掘ることも出来るのである。されば、直坑といふ言葉の範圍を少しく廣くして、100呎進む間に傾斜角度又は其の方向が半度以上變化しない坑を直坑と定義し、又傾斜坑(曲坑)といふ言葉も垂直性とは關係なく、100呎進む間に傾斜角又は其の方向が半度以上變化した場合に、それを曲坑又は傾斜坑とするといふ様に定義してはどうかともいはれてゐる。

傾斜坑掘鑿を行ふには、希望の方向に向つて曲げて掘る可き曲掘器具を、坑内に降下して坑を曲げて掘る方法と、「ビット」にかかる荷重・「ビット」の廻轉數及び「ドリルカラー」等を適宜に選び掘鑿することによつて、坑を希望の方向に曲げて掘る方法とがある。

傾斜掘鑿器具は、坑を技掘する要領に依つて、從來の方向と別の方向に曲げて掘る器具である。何れの方向でもよいから、技掘して行きたいといふ様な場合には、直ちに傾斜掘器具を降入して掘り出せばよいのであるが、地下の或る點に向つて掘り進み度いといふ場合には、傾斜掘器具は或る特定の方向に向けて設置することが必要である。

新津油田に於ては、「リムーバブルホイップストック」及「イーストマンドリフトレコーダー」によつて、傾斜掘鑿が施行された。

(イ) 「リムーバブルホイップストック」

「リムーバブルホイップストック」は、各種傾斜掘鑿器具の中で、操作が最も簡單で効果が割合に確實なので廣く使用されてゐる。これは「クローム」鋼製の「ボデー」をもち、下端は「クサビ」形になつて居り、上端はこの「ホイップストック」を引き揚げる時に引掛り得る様に丈夫な「リング」になつてゐる。下端は「クサビ」形のもの外、「ロータリーシュー」や丁形のものも使用する事が出来るやうになつてゐる。

真岩や「セメント」に「ホイップストック」を設置する時には、「クサビ」形のもの専ら用ひられ、石灰岩其他硬い地層には、「ロータリーシュー」や丁形が用ひられてゐる。而して「ホイップストック」の大きさは、その外徑を以て表し、5 $\frac{1}{2}$ "乃至10"位のものである。

軟い地層には、螺旋形の双をもつたものが使用されるが、これは「ホイップストック」の凹みに沿つて、「ビット」を廻轉してゆく際に「ビット」の双が「ストック」に引懸ることのないやうに、双を螺旋にしてあるものである。「ビット」の大きさは、「ホイップストック」の「リング」より大きくしてあつて、これを取付ける時には、掘管を「リング」に通してから取付けられる。この「ビット」にて豫定丈けを掘つた後に、掘管を引揚げれば、「ビット」は「リング」に引懸り、「ホイップストック」は共に引揚げられるのである。

(ロ) 「ホイップストック」の降入

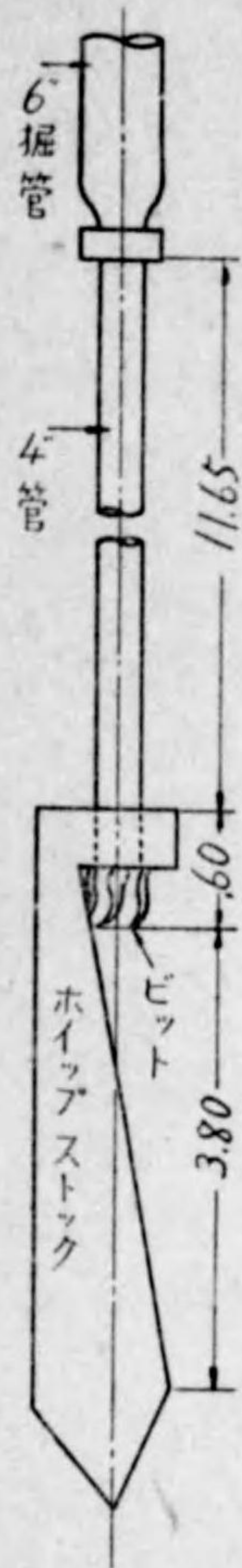
「ホイップストック」を降入するには、「リング」と「ビット」に「シャーペン」を通してこれを固定し、降入に際して「ホイップストック」が掘管と別個に廻轉するが如きことのないやうにする爲め、即ち「ホイップストック」を希望の方向に向はしむるために、「シャーペン」にて「ビット」と「リング」を固定せしめた「ホイップストック」を希望方向に向はせ、接續掘管頭部の「ツールジョイント」にA「クランプ」と「トランシット」を取付け、その垂直下に或る點を定めたる後に降下する。「ツールジョイント」が「テーブル」面に達したる後、前の點に位置せしめ、「クランプ」に鐵棒を挿入し、其指したる向を絶対に位置の變更しない物に印を付けて、次の掘管を接續する。

槽上四本足場の約2米上に足場を作り、此處にて接續鐵管頭部にB「クランプ」の「トランシット」を取付けて、之を覗きA「クランプ」に挿し込まれて居る鐵棒上の線を、「レンズ」の垂平線が正しく重なる様に、B「クランプ」を移動して位置を定め、然る後A「クランプ」と鐵棒を取外し、B「クランプ」は其儘にて「トランシット」のみ外して降下し、次の掘管を接續し、常に上の「クランプ」を下の「クランプ」と同じ位置に取付けて降下する。此操作を繰返して行ひ、最後を降下し終つたならば、「クランプ」の位置が最初印を付けた方向に正しく向く様に掘管を廻せば「ホイップストック」は所定の方向に向くのである。

斯くして坑底に達したならば、數回上げ下げを行つて、掘管にかかつた捩れを戻した後、「ストック」を坑底につかせ、「シャーペン」を剪斷する丈けの力をかけて押し下げれば、このとき「ホイップストック」の下端が、坑底の地層又は「セメント」棚の中に押し込まれるのである。

「ホイップストック」を設置したならば、「ビット」に荷重をかけぬやうに注意しながら、徐々に廻轉しつつ降下すればよいのである。此際若しも「ビット」に荷重をかけるときは、「ビット」は「ホイップストック」に喰ひ込み、「ホイップストック」が共に廻ることがあるから、特に荷重に注意せねばならぬ。「ビット」が「ホイップストック」の下端にまで達すれば、「ビット」は完全に地層内に進入してゐるのである。

「ビット」の直上には、細い掘管を2本つけて、この部分が捩められるやうになしおき、「ビット」



盤は、「ケース」の中に入り、「ケース」には特殊の液が充されてゐて、「コンパス」の受ける衝撃を緩和してゐる。「ケース」の上端には、「ガラス」板があり、この上に磁石の中心よりの垂直線の點を中心として、同心圓を幾つか描いてある。

Bは、傾斜を示す重錘である。これは金屬「リング」の中に細糸を十字に張つたものを、3本の金屬棒にて吊したもので、「リング」は常に「ガラス」

が「ホイップストック」の下端に達した時に、「ウェイトインデケーター」の目盛 3~4 を進め荷重をかければ、掘管は「ホイップストック」に沿つて撓められ、「ホイップストック」の角度を保ちながら傾斜掘撃を行ふことが出来るのである。而して完全に傾斜坑を作るまでは、2~3回の掘管昇降が必要である。即ち(1)「ホイップストック」を所定の方角に向けて設置し、「ホイップストックビット」にて約15呎の小徑坑を掘撃する。(2)同徑の「ビット」を同様に撓みやすい掘管につけて降入し、更に25~30呎の小徑の坑を掘撃する。(3)特別の導坑掘撃「ビット」を降入して、導坑を所定の大きさに擴掘する。

斯くして傾斜掘撃の目的に合致するに至れば、以下掘進を繼續するのである。

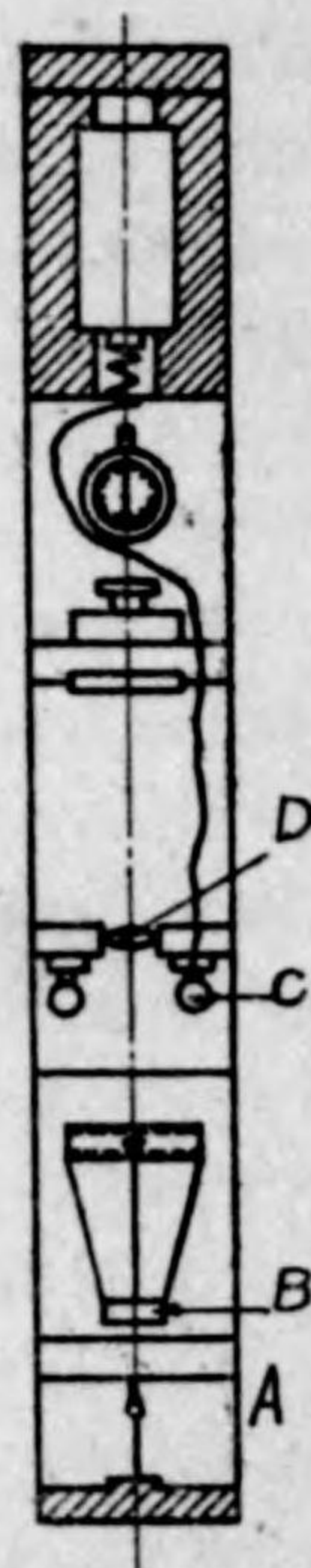
(ハ)「イーストマンドリフトレコーダー」

坑の傾斜とその方向を測定するには、「イーストマンドリフトレコーダー」が用ひられた。この測定器には、1回の昇降に1枚の寫眞を撮つて來る所の單發式と、小型「フィルム」を使用して連續10數回の測定を行ひ得る多發式とがある。

新津油田に於ては、「イーストマン」の單發式測定器が使用された。

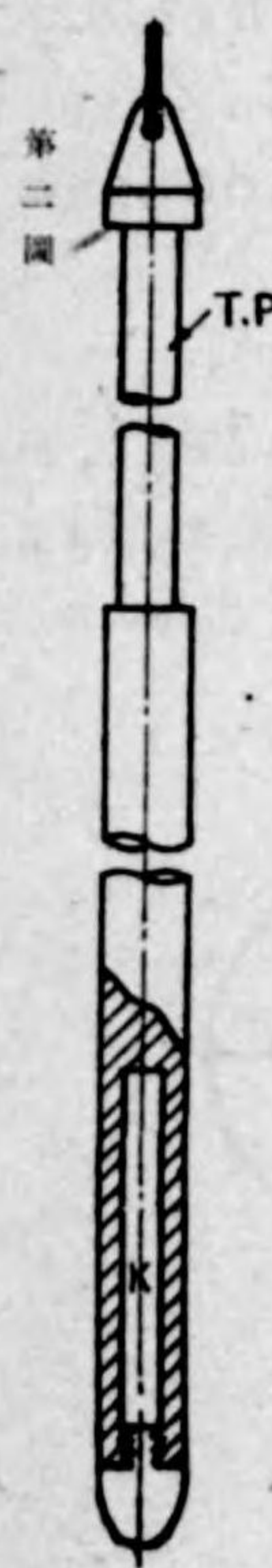
第一圖は、「コンパス」装置である。これは、上部の掘管「チュービング」又は「ワイヤーライン」による磁氣の影響をうけぬから、最下端に取り付けられ、「コンパス」盤の下には磁石がとりつけられてゐる。この中心に寶石があつて、心棒の上に乗つてゐる。「コンパス」

第一圖



板に接近して、その面に平行して動くやうになつてゐる。3本の吊棒の上端は、その上部にある複吊装置の内側の「リング」に固定されて居り、各「ベヤリング」部分は精巧に摩擦を少く作つてある。この重錘装置は、常に重心によつて垂直に保たれてゐる。吊棒の長さ「ガラス」板上の同心圓の目盛との關係によつて、30度、18度、10度用の各種に分たれ、30度用のものには1目盛が2度、18度用のもの及び10度用のものは1目盛が1度となつてゐて、18度用のものには1/4度、10度用のものには1/8度まで傾斜をよむことが出来る。

次にこれを記録する装置についてみるに、Cは電燈、Dは「レンズ」である。測定装置を測定深度にまで送せしめるに必要な時間と、それに幾分かの裕りを付けて、その時間だけ經過すれば電燈の着く様に時計を調整し、感光紙を挿着して坑内に入れるのである。而して装置につけてある時間と同じ型の時計を、地上に於ても持つて居り、それに依つて適當の時間の經過したのを確めてから、装置を引揚げるのである。此装置は、第二圖の如き「ジュラルミン」製「ケース」のK部に挿入し、



頭部に普通「チュービング」2本を接続し、「ワイヤーライン」にて昇降するのである。

(ニ)「ホイップストック」設置の際の計算

傾斜掘撃に於て、「ホイップストック」の設置は重要なことであつて、坑が比較的傾斜してをらぬ時、即ち2度以内の傾斜の時には、「ホイップストック」の設置によつて、任意の方角に坑を曲ることが出来るけれども、坑の傾斜が大なるときは、「ホイップストック」の装置によつて、傾斜角を變へることなく、傾斜方向を變へ得る角度は次第に小さくなるものである。これを示せば、次の通りである。但し「ホイップストック」は、2度半のものである。

坑の傾斜角度、傾斜の方角をかへ得る角度

3°	.....56°
5	.....30
10	.....14
20	.....9½
25	.....5¾
30	.....4¾

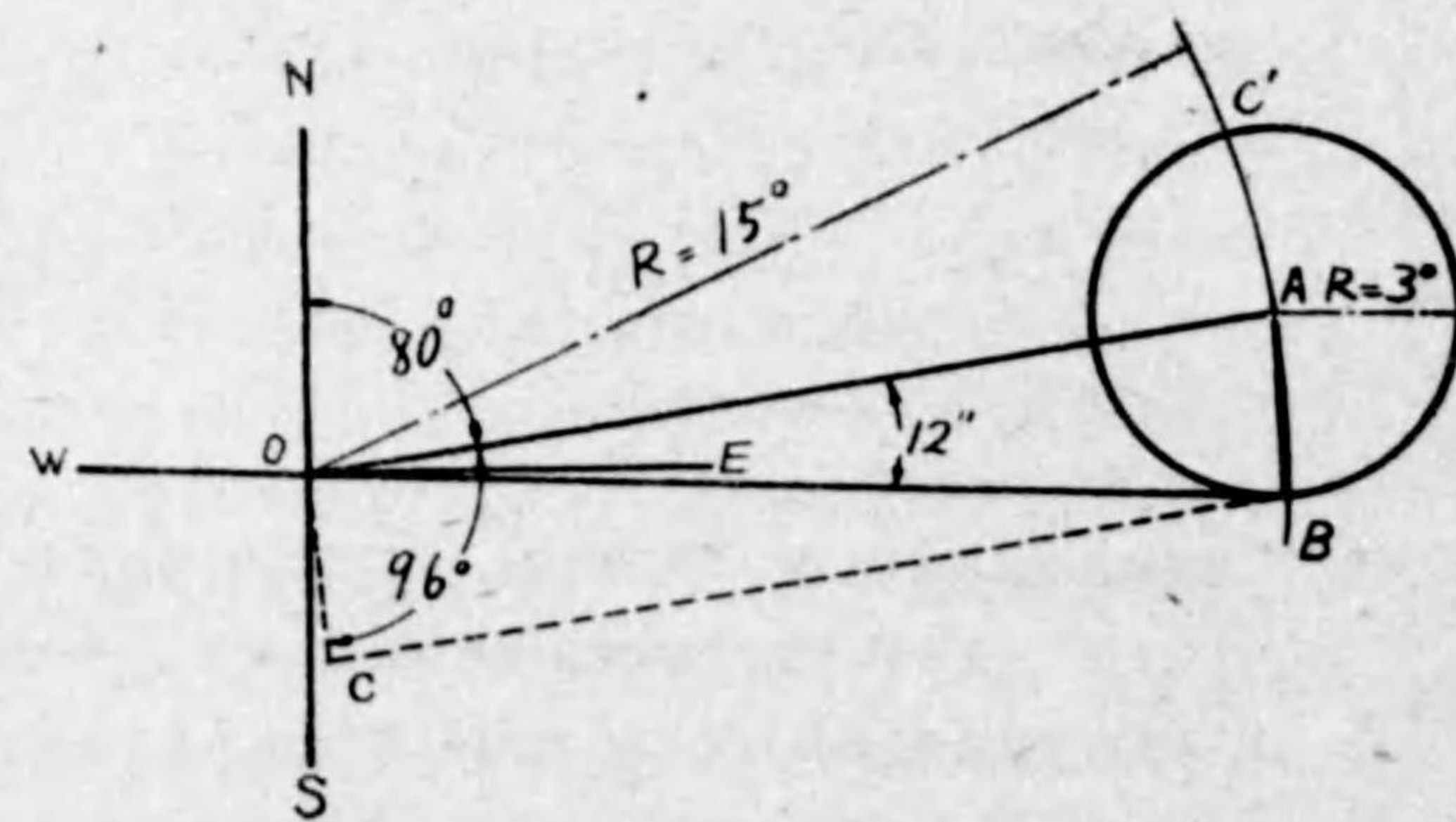
垂直坑に傾斜器具を設置して掘る時には、傾斜の方角は傾斜器具の向けられた方向と同じになるが、然し垂直でない坑に傾斜器具を入れて傾斜掘した時には、傾斜の方角は傾斜器具の向けられた方向と同じになることもあり、又異なることもある。此の際の傾斜の方角を見出す爲に、新津油田に於ては「ベクトル」

計算法により見出された。或る傾斜角と傾斜方向をもつた坑を、或る方向に向けやうとする時に、「ホイップストック」の設置の方向の計算は、次の「ベクトル」計算法によつて行はれる。

- (a) 方眼紙に縦軸をとり、それに東西南北をとる。
- (b) 分度器により、原点 O より坑の傾斜の方向に直線を引き、この上に1吋 = x 度として、任意の「スケール」にて坑の傾斜角を、線分の長さ OA にてあらはして、 A 点を求む。
- (c) A 点を中心とし、「ホイップストック」の角度を右と同じ「スケール」にして、半径圓を描く。
- (d) 若し傾斜角度を或る値にしたい時には、 O を中心にして、その角度を半径とする圓を描き、 A を中心とする「ホイップストック」の角度の圓と交らせる。普通に2點に於て交るが、坑を左に廻したい時には左側の點を、右に廻したい時には右側の點をとり、この點を B として、 OB をむすべば、 OB の長さが傾斜角即ち豫定の傾斜角を示し、 OB の方向がその傾斜の方向を示す。
傾斜の方向を出来るだけ大きく右又は左にかへたい時には、 O から圓 A に切線 OB を引けば、 OB がその結果の傾斜角とその方向を示す。
- (e) 三角形 OAB の OB を對角線として、平行四邊形を作つて C 点を求め、角 AOC を分度器にて計れば、これが「ホイップストック」を向けるべき方向である。

實例

最終圖の測定の結果、傾斜は15度、方向は北80度東である。これを傾斜角を減することなく、出来るだけ大きく右に廻さうとするには、原点 O を中心に、北80度東の方向に直線を引き、1吋を4度として、傾斜角15度に相當する OA を求めて、 A 点を定め、 A 点を中心とし、同じ「スケール」



にて、「ホイップストック」の角度3度を半径とする圓を描き、次に15度の傾斜を保ちつつ右に出来るだけ廻し度いのであるから、 O を中心とし、 OA を半径とする圓を描き、圓 A と B 及 C にて交らせて、 OB をむすぶ。然るときは、 OB の長さは15度を表はし、 OB の方向は傾斜の方向を表はすのである。即ち分度器にて測定すれば、この方向は南88度東となる。

次に平行四邊形 $OABC$ をつくる。分度器にて角 AOC を計り、96度を得た。坑の傾斜の方向が、北80度東であつたのであるから、「ホイップストック」は直線 OC の方向即ち南4度東に向けて設置すべきである。

現今に於ては、傾斜掘鑿技術は極く普通の作業と考へらるるまでに進歩し、既に傾斜角度60度に達する油井1,000呎の掘進にて、水平距離に850呎も離れた油井が普通に掘鑿され採油されてゐる状態である。故に將來益々河に海に湖に盛に利用されるべきであつて、1本の槽にて數本の油井を掘ることなども、經濟的見地から大いに考へられ一段と進展することであらう。

後 篇

第 7 章 「ケーシング」の用途並降下方法

第 1 節 「ケーシング」の目的

上総掘式・網掘式・「ローグリー」式等掘鑿方法の如何に拘はらず、次の3つの理由から油を採収する最終目的の爲に、坑井には「ケーシング」を挿入することが必要である。

- ① 出油層に、水の侵入することを防ぐため。
- ② 坑壁が崩壊して、掘鑿「ツールズ」や坑井装置が埋没することを防ぐため。
- ③ 油や瓦斯が、空中や出油層の上部にある多孔質の地層へ逃げ去ることを防ぐため。

總て坑井は油層に達するまでには、殆んど例外なく其の途中に水層が介在してゐるから、若し之を其儘放任して置くならば、油層は水の爲めに侵され、折角の石油及瓦斯は採収不充分となる許りでなく、採油にも無駄な経費が掛り、生産を續ける爲には有害となり、其の最大の回収を著しく減ずることとなる。又此の水が多量の場合或は高い壓力をもつて居る場合には、石油と水とは置き換はり、油量の急激なる減退は勿論遂には全く採油不能に陥ることになる。のみならず附近の油井或は接近せる油層に及ぼす影響も亦甚大であつて、油田が水田に變らぬとも限らぬのである。此の禍を防ぐが爲に、「ケーシング」を挿入してその背後に水を遮蔽し、管尻の周圍の隙を塞ぎ油層の保護を計らねばならぬ。若し油層より下部の水層まで掘り進んだ場合、或は逆戻りして上部油層を稼行せんとする場合にも、石油と水との關係は同一の結果になるのである。

崩壊性の地層を掘進する場合は必至であるが、掘鑿の進捗及安全を期するがために、地層の性質の如何に拘はらず、掘鑿方法により其の程度に差異こそあれ、「ケーシング」を降入した方が得策であることも亦尠くない。

或る地層特に硬い岩石や石灰岩等にては、何等「ケーシング」が無くとも長い間垂直の坑壁が保たれるけれども、砂岩頁岩粘土と云ふが如き軟い岩石の多くは容易に崩壊し勝ちであるから、H式掘鑿以外は、多くの場合「ツールズ」に危険無しに「ケーシング」に先立つて10數米も掘鑿する事は不可能である。「ケーシング」を降下せぬ坑井に於ては、油や瓦斯が多孔質の乾いた層の中へ逃げ出し、完全なる回収が出来ない位迄に、其の層の中へ分散するのである。又裸坑では油や瓦斯が空中に自由に分散することを防ぎ得ぬから、油井は悉く一重以上の「ケーシング」を降下して之を防いでゐるが、遮水に使用する「ケーシング」は、其深度に依つてその壓力に耐へる完全なるものを

使用しなければならぬ。

而して遮水或は試油等の問題は別としても、危険を敢て冒す必要はないけれども、「ケーシング」は深井に於ては坑井經費の大きい部分を占めるから、一定深度に對して出来る限り少ない種類の「ケーシング」にて間に合はせることに努めねばならぬ。

第 2 節 「ケーシング」の必要條件

「ケーシング」の目的に有効に役立つ爲には、水壓や地壓から受ける潰壓に抵抗し、且つ「ケーシング」自身の重量にて切れる様な事が無く、又坑壁に對して可成りの摩擦を受けた際に、これを引揚げるための非常な張力にも、抵抗し得る充分な強力を有するものでなければならぬ。

① 坑用鐵管は、水壓、地壓等に因る潰壓力に對し、之に耐へ得る充分な強さを持つて居ることが必要である。坑用鐵管の内外に泥水があつて、相互に通じ合つてゐる場合、或は水當の差が僅少である場合は、其の内外の水壓は略々平衡を保つて居るから、外側から受ける壓力は特別なる場合を除き、餘り大きなもので無いけれども、遮水試験のため、或は採油に際し、鐵管内の泥水を汲み干した場合には、管外泥水に因る壓力は勿論、其の他地壓等により相當大きな壓力が、外側から鐵管にかかるものである。此の壓力を、潰壓力と言つて居る。若し鐵管のこれに對する強さが小さい時は、鐵管は押し潰されることになる。

② 坑用鐵管並に「カップリング」の必要とする抗張力は、自己の重量ばかりでなく引揚等により生ずる其の外側、特に「カップリング」と坑壁との摩擦力を加算したものより、大きくなくてはならぬ。然し一方管の厚さは出来得る限り薄いと望ましいのである。

坑井は眞直眞圓に近いものであるならば、管側の摩擦は左程大きくないけれども、普通坑井は眞圓眞直を缺く部分がありがちであるから、鐵管引揚げに際し坑壁と鐵管殊に「カップリング」との摩擦による抵抗は、相當大きい場合が多いのである。この際鐵管にかかる力は、これと其の自重との和であるから、深井の場合は極めて大きいことになる。此の力に對して、鐵管が切斷したり、捻子が脱離したりしないやうに、鐵管や「カップリング」は充分な抗張力を持つて居なければならぬ。坑壁と鐵管との摩擦を少くする爲には、「インターナルフラッシュジョイント」が考案されてゐる。

良質の材料を用ひ、肉厚の餘り厚いものは重量を増加するから、薄くて丈夫なものでなくてはならぬ。管の厚さを成る可く薄くすることは、鐵管と鐵管との隙間を大きくし、且つ其の重量の軽減を計るためである。故に現在では其材質が特に研究され、接ぎ合せ管は次第に引き抜き管に置き替へられつつある。又深度に依り強力のもものが使用されるので、同一寸法のもので、單位長さに對し

ての重量の異なるものが製作されて居る。

③ 坑用鐵管並に「カップリング」の内外面は平滑にし、且つ同一級の鐵管（「カップリング」を含む）の内外径は同一寸法であるべきことである。坑用鐵管の内外面が滑らかであることは、鐵管の挿入及引揚げに際し坑壁との摩擦を減ずるものである。又 π 式に於ては、循環泥水に対する摩擦をも減ずるものである。尙ほ内径を同一寸法にすることは、色々の目的で器具を降下する時に支障を起さしめないためである。

④ 坑用鐵管は、其の捻子の箇所から漏水したり、又鹽分を含む水で腐蝕されたりすることがあつてはならぬ。若し坑用鐵管が其の捻子の箇所から漏水があるやうでは、折角遮水を行つても其の目的を達し得ないから、捻子は其の強度を考慮すると共に漏水しないやうに、適當な形状に作られておなければならぬ。又一般に油層附近の水は、鹽分を含んで居るから、これに因り腐蝕されるやうでは、鐵管の強度も減じ且つ亦漏水の原因ともなるのである。

第3節 坑用鐵管の種類・寸法・強度・形状其他

油井深度は、100米内外の浅いものから5,000米にも達せんとする深いものまでである。その坑内に降入する鐵管にかかる力には、次ぎの2通りある。

一つは、降入の際鐵管自身の重さと、鐵管と坑壁との摩擦抵抗に打ち勝つて引つ張る力であり、他の一つは、坑内の液體を汲み干して空虛にした場合、鐵管の外側から水壓で鐵管が潰される力である。坑用鐵管は、この引つ張る力と押し潰される力の2倍か2.5倍の力が無くてはならぬ。浅い油井と深い油井にては、その力が非常に異なるのである。深い油井に使用する鐵管は、單に厚さを厚くするだけでは充分の力が出ないので、その材質を特に吟味して、非常に良いもので製作されねばならぬ。従つて非常に高價になるが、なる可く油井を安價に仕上げるやうに留意せねばならぬ。この目的に添ふために、吾國の坑用鐵管の製作材質の規格には、日本石油技術協會で作られた、次の4種のものがある。

坑用鐵管材質規格（日本石油技術協會規定）

種別	抗張力 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	伸% (50mmに付)
第1種	38以上	23	30以上
第2種	55以上	30	20以上
第3種	67以上	37	18以上
第4種	77以上	45	16以上

抗張力は……1吋四角の鐵材を引つ張つて、切斷する力を、封度で表はす。

降伏點は……1吋四角の鐵材を引つ張つて、これ以上の力で引つ張つては、力を取り去つても伸びが元の様に復歸しないと云ふ限界の力を、封度で表はす。

次に製作上の分類は、續ぎ合せ方によつて「ボツタムウエルド」と「ラツプウエルド」と、全然續ぎ合せ目の無い「シームレス」管の3種類に分たれてゐる。

「ボツタムウエルド」管は、續ぎ合せ目が弱いので地上の敷設鐵管には使用されるが、坑用鐵管には使用し得ぬものである。これは鐵板を銀接して、丸形の鐵管にしたものである。「ラツプウエルド」管は、淺井の坑用鐵管には用ひられるもので、銀接によつて鐵板の兩端を重ね合せて、丸形の鐵管としたものである。

「シームレス」の鐵管は、丸棒を中から打ち抜いて鐵管形にしたもので、強い鐵管は皆この方法によつて製作されて、深井に専用されてゐる。

鐵管を油井に降入するには、普通捻子で接續して下げるのであるが、其の際兩端に雌捻子を切つた「カップリング」を使用し、鐵管に切つた雄捻子をこれに捻込むのである。捻子部の抗張力は、鐵管の鋼の力の50%位弱くなるので、成る可く捻子の力を強くするために、深井には長い捻子のもの「(ロングスレッド)」が使用される。

鐵管と接續するには、「カップリング」の兩端から鐵管の雄捻子を締めるのであるが、鐵管の兩端は接觸しないのが普通である。若し鐵管を油井に降入する際に、打ち込まねばならぬ時には、特に鐵管の兩端が互に接觸する様に出来てゐる「ドライブ」管が用ひられる。

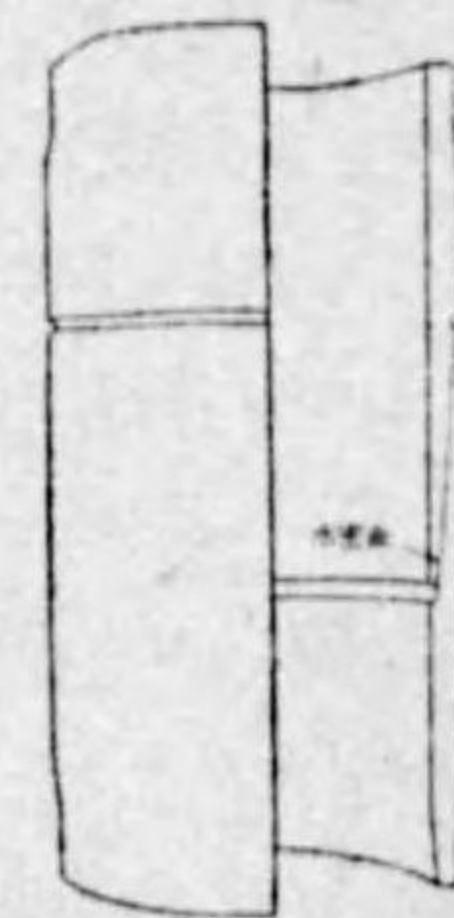
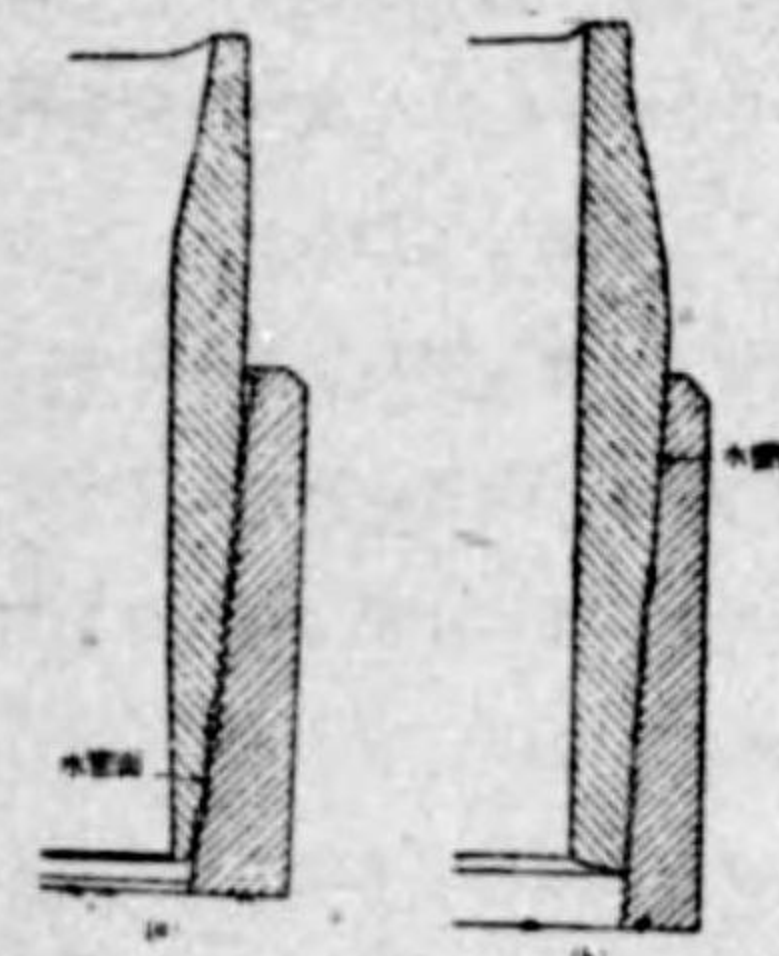
油井の掘鑿状況によつては、鐵管の接續に「カップリング」を使用することが望ましい事がある。斯る場合には、鐵管の上端に雌捻子を、鐵管の下端に雄捻子を切つて接續の出来るやうに製作

されたものがある。其の特長は、捻子の上の方が水密面になつてゐるので、深井に使用しても鐵管の捻子洩れがないことと、長い勾配捻子になつてゐるから、鐵管を捻子締めするにも早いことと、また力も強いことである。

掘鑿用鐵管も、坑用鐵管の材質と同様なものにて製作されてゐるから、分類等も全く同じである。しかし掘管は、坑用鐵管と違ひ「ビット」が抑留された場合などに、強引せねばならぬ時がある。斯

る場合材質の降伏點以上の力で引つ張る事は禁物であつて、一度この降伏點以上の力で引つ張るときは、新しい掘管であつてもその掘管は弱められるのである。

掘管を引つ張る原則としては、掘管の材質の降伏點の力の半分以上には、



引つ張つてはならぬのであるが、降伏点の7割位までの力ならば、弱めらるることも少ないのである。しかし度々繰り返されるときは、7割位の力にも弱められることになる。泥水中には、鐵管は浮力によつて浮んではゐるけれども、抑留された鐵管は、鐵管の自重より5割位も強い力で引つ張つてみて動かぬ場合には、なほ苦しまぎれに無理して引つ張つても、決して動かぬのであるから無理をせず、他の處置を採るべきである。

掘管の種類	等級	最大強引の程度(封度)
5吋 $\frac{1}{2}$ 22封度	C	150,000
"	D	180,000
4吋 $\frac{1}{2}$ 16.6封度	C	120,000
"	D	140,000
3吋 $\frac{1}{2}$ 11.2封度	C	80,000
"	D	100,000
2吋 $\frac{1}{2}$ 10.4封度	C	70,000
"	D	90,000

掘管は、下端に附した「ビット」を回轉させて、掘進をするのであるから、坑用鐵管と違ひ捻じり力がかかるので捻子縮りが起る。この捻子縮りが掘進中に起る事は、種々の點に良くないばかりでなく、その部分から水が洩らぬとも限らぬ。この捻子縮りの起らぬやうに、掘管の捻子に副即ち水密面が作られて、掘管を捻子込むと水密面が密着して、それ以上には捻子が縮らず、循環泥水の漏洩も起らぬ様にしたものが製作されて使はれてゐる。

また掘管は、回轉するものであるから、捻子部を丈夫にして置かねば捻子の部分が傷み、その部分から接續が離れて、掘管を坑井内に遺留せぬとも限らぬので、丈夫な捻子を切る事が出来る様に、鐵管の両端を肉厚にしたものがある。これを、掘管の「アブセット」と稱してゐる。

この「アブセット」部には、鐵管の内面に膨れ出てゐるものと、鐵管の外側に膨れ出てゐるものと2通りがあつて、内側に膨れ出てゐるのが普通である。加壓式掘管には、掘管の外側を「バツカー」にて密閉した儘、掘管の上下を行はねばならぬので、鐵管の接手が鐵管の外徑より大きくなつてゐてはならぬから、必ず内側に膨れた「アブセット」管が用ひられてゐる。

この種の掘管を、「エキスターナルフラッシュジョイント」管と稱してゐる。又「ワイヤーラインコアバーレル」を使用したり、「スワップ」にて採油を試みたりする坑井には、掘管の内徑が一樣でなければならぬので、「アブセット」部が外側に膨れたものが使用される。この種の掘管を、「インターナルフラッシュジョイント」管と稱してゐる。深い坑井の泥水の循環には、非常に高壓がかかるので、内徑に小さい處のある掘管では、一層循環泥水の「ポンプ」壓力が高くなるから、これを成る可く低くするために、「インターナルフラッシュジョイント」管を使用するのが普通である。

また掘管は、「ビット」を取り替へる度に、坑井から揚げねばならぬ。これが爲に捻子が傷まぬ様に、又捻ぢ込み捻ぢ戻しが成る可く早く出来る様にする爲に「ツールジョイント」が使用されてゐるが、その種類には數種ある。如何なる式の「ツールジョイント」を使用するかは、製作の際両端を厚くし、且つ厚くなつた部分を長くする事が出来るか否かに依つても左右されるのである。深掘井を掘らねばならぬ様になつた現在に於ては、強い捻子の掘管や「ツールジョイント」を使用せねばならぬ。従つて深掘井用の掘管は、良い材質で製作されただけでは強さが充分でないから、製作した後に熱処理をして、材質の組織を均一にして強くせねばならぬ。その熱処理に際して、一部分が他の部分と加熱の程度が違つたり、又は一部だけ熱処理をして、他の部分に熱処理をしない部分があつたりしては、その境界部から多く切斷するので、斯る事の起らぬ様に熱処理に注意が拂はれてゐる。短管等を併用する場合には、特に注意が拂はねばならぬ。

油井から油を採取するには、「チュービング」が使用されてゐる。而して出油状態によつて、「チュービング」の中から油を自噴させ、又は「ポンプ」採油法によつて汲油が行はれてゐる。近時油井が益々深くなつて、「チュービング」内の水頭も非常に高まり、高い水壓を受けるやうになつたから、破れぬ様に材質の良いものを使用し、且つ肉厚のものを使用せねばならぬ。そのみでなく、深い油井には「チュービング」の自重も大きくなるのであるから、これを油井に降下したり、或は引き揚げたりする際に切斷するやうな事があつてはならぬ。然るに最も弱い所は捻子部であるから、掘管と同様に両端を厚くしその部分に捻子を切つた外、「アブセットチュービング」が、深井に用ひられてゐる。

第4節 「ケーシング」の使用法

槽下又は坑井内に「ケーシング」を取扱ふには、特別の装置又は器具が必要である。

坑用鐵管の挿入並に操作に用ひらるる器具の中、主なるものは、鐵管を昇降したり或はこれを支へたりする「ケーシングエレベーター」・「トラベリングブロック」及「スパイダー」、又鐵管の降下に支障のあるが如き坑壁の部分を削り擴げ、且つ鐵管の下端が破損しないやうに補強用に取付けられる「ケーシングシュー」、又坑井の坑徑に餘裕のない箇所に鐵管を打込むに使用する「ドライブヘッド」及「クランプ」、又坑壁との摩擦に依つて一部膠着状態の鐵管に強い捲揚げの力を働かしむるための「ケーシングジャック」、或は鐵管の捻子を締め戻しする爲の「ケーシングトング」等である。

① 「ケーシングシュー」

「ケーシングシュー」は、坑用鐵管を坑井内へ降下する場合に、其の最下端に補強用として常に取付けらるる丈夫な圓筒形のものである。このものは、鐵管が歪になつたり、又は其の外側が磨り減

つたりしない様な形に出来て居る。而して鐵管降下の際に支障する様な坑壁の多少掘り残された箇所を削り擴げるにも役立つ様に出来てゐる。これに専門に使用されるものに「ベーカーシュー」がある。

「ベーカーシュー」は、其の大きさに依つて異なるが、下縁には普通6枚~11枚の角張つた齒が切られてある。これを鐵管の下端に接續して降入し、毎回少しづつ鐵管の向きを變へては、「クラッチ」を外してはづみをつける事なしに上げ下げして、坑壁の支障部分を削り取つて行くものである。この種類の「シュー」は、硬い地質の場合の鐵管迫降に適してゐる。

「シュー」の下面は、外向きに緩かな勾配になつて居るが、其の下端外周縁は坑壁を削り取る双先となつてゐるから、「シュー」が通つた箇所は何處でも鐵管が自由に降下し得る様に、「シュー」の外徑は「カップリング」のそれよりも多少大きくしてある。「ケーシングシュー」は普通其の厚さは約1吋長さは10~16吋内外であつて、其の材料には「クローム」鋼等の良質のものが使はれてゐる。近頃双先には、「ステライト」類を被せる事が一般に行はれてゐる。

「シュー」の接續に際しては、一般に胴付で利かす可きものは、胴付を確實に利かすために充分捻ぢ込まねばならぬ。又捻子だけで利かすものは、鐵管と「シュー」の「スリーブ」との隙間には鉛とか、或は「バビットメタル」を鉛かして注ぎ込んで捻子を保護し、「シュー」の脱離することを防ぐ様にしなければならぬ。

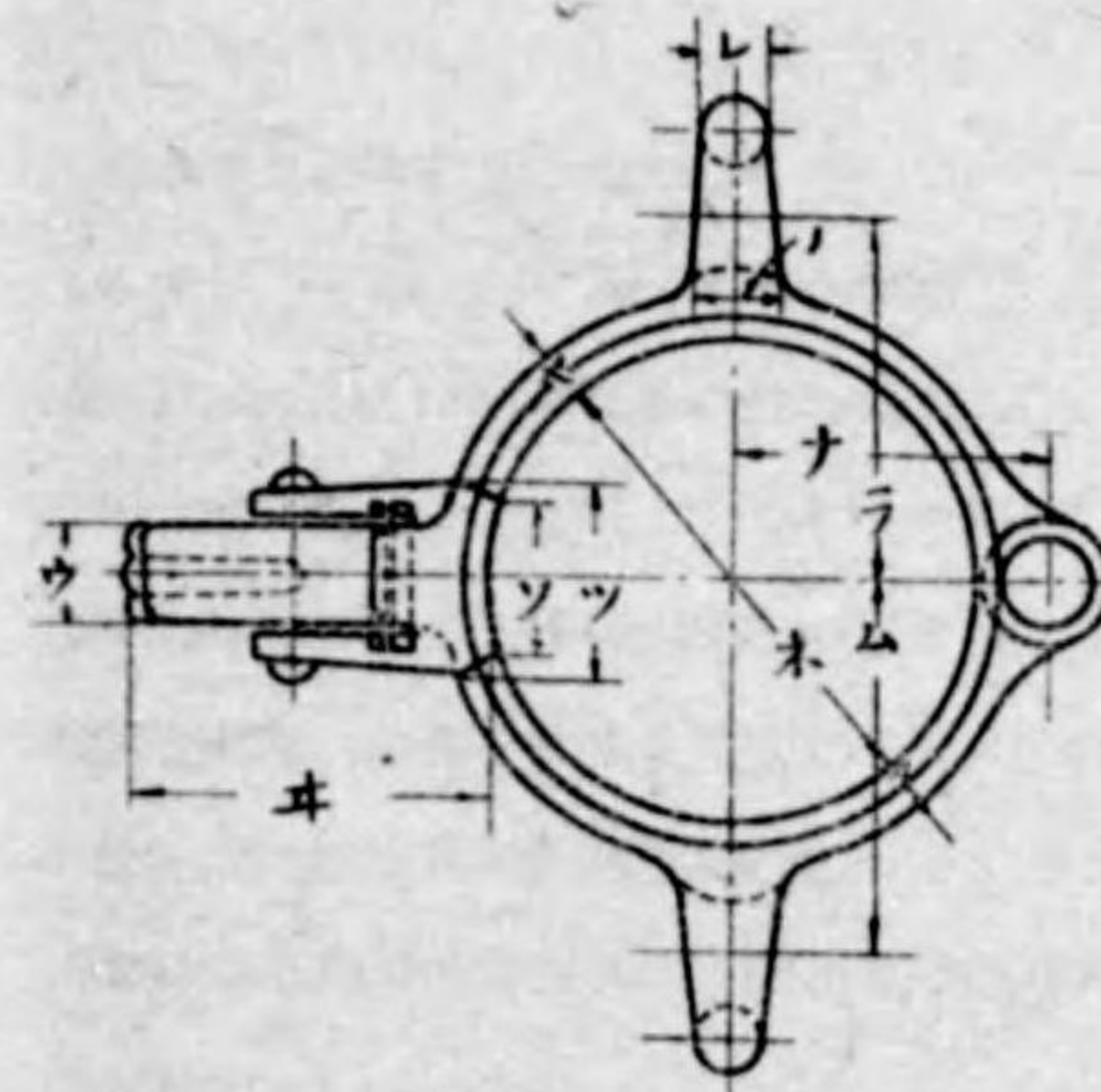
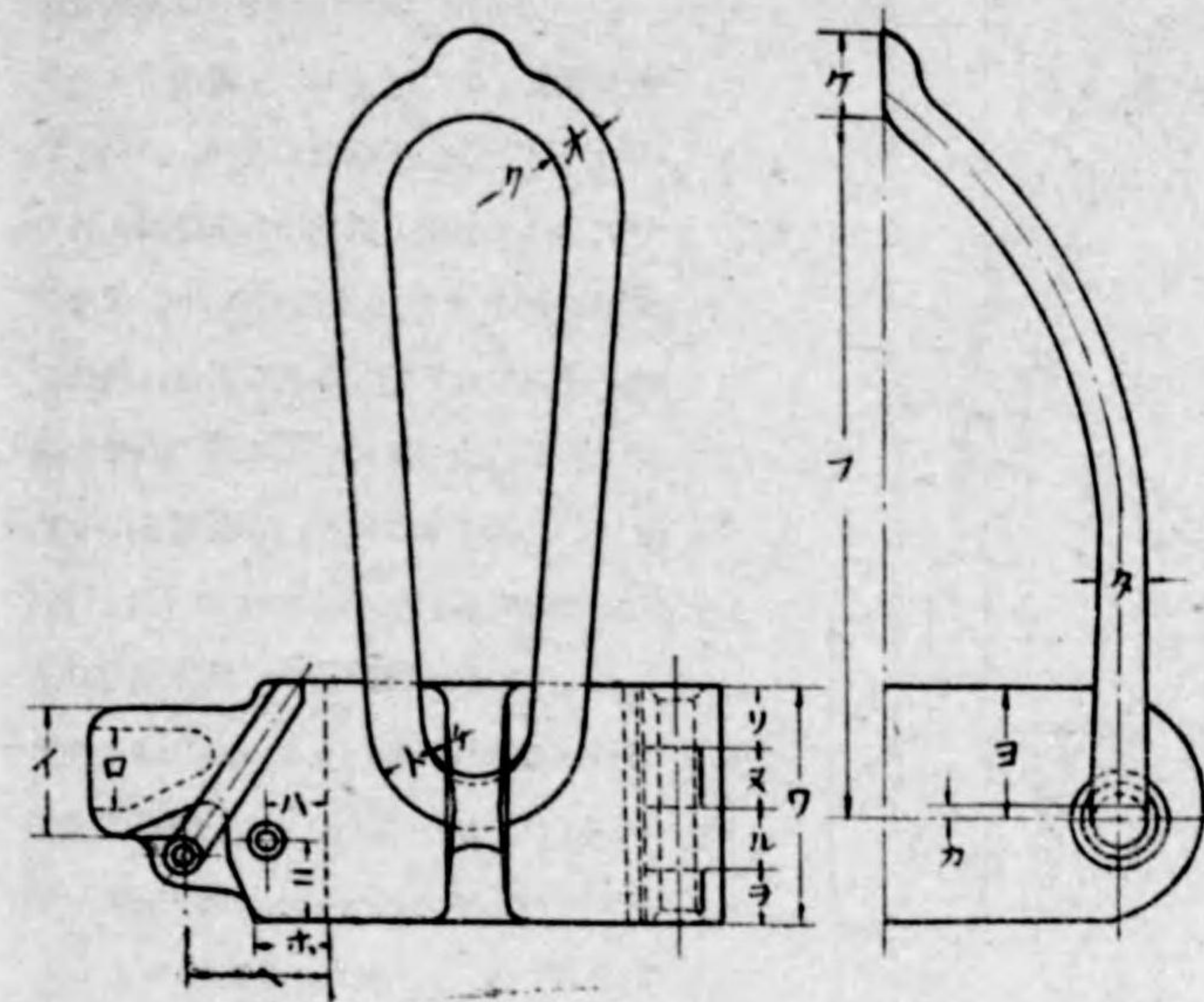
「ケーシングシュー」には、數種の型があつて、網式の掘鑿には「ベーカーシュー」が用ひられ、網式の遮水には「スチールシュー」・「スエッチシュー」・「ロングシュー」・「ギバーソンシュー」等が使用され、口式の遮水には「スチールシュー」・「ベーカーフラットシュー」・「ホワラーシュー」と云ふ「ベーカーフラットシュー」に更に加工された「シュー」が使用されてゐる。

「セメントフルートシュー」は、鐵管降入中鐵管に因る浮力を利用し、捲揚装置等に掛る荷重を軽減せしめ、且つ鐵管挿入後「セメンチング」作業を容易ならしむるためのものである。

此の形狀は、「ケーシング」内に捻子の部分を除き「セメント」が充填されて居り、且つ其の下端は案内（ガイド）となる様に半球状になされてゐる。「シュー」の内側の溝は、「セメント」の部分が脱離しない様に支へるためのものである。「セメント」の中心には、泥水の通路があり、又其の約中央には「ボールバルブ」及其の「バルブシート」が埋め込まれてゐる。これは、泥水の一方的通過のみを許さしむるためのものである。即ち泥水は、管内から「シュー」を通り管外には流出し得るが、管外からの逆流は阻止される様になつて居る。この「バルブ」は、坑井の深度により、堅い木か或は砲金から作られ、「バルブシート」は鉛鐵から作られ、「セメント」と共に容易に掘り碎くことが出来る。

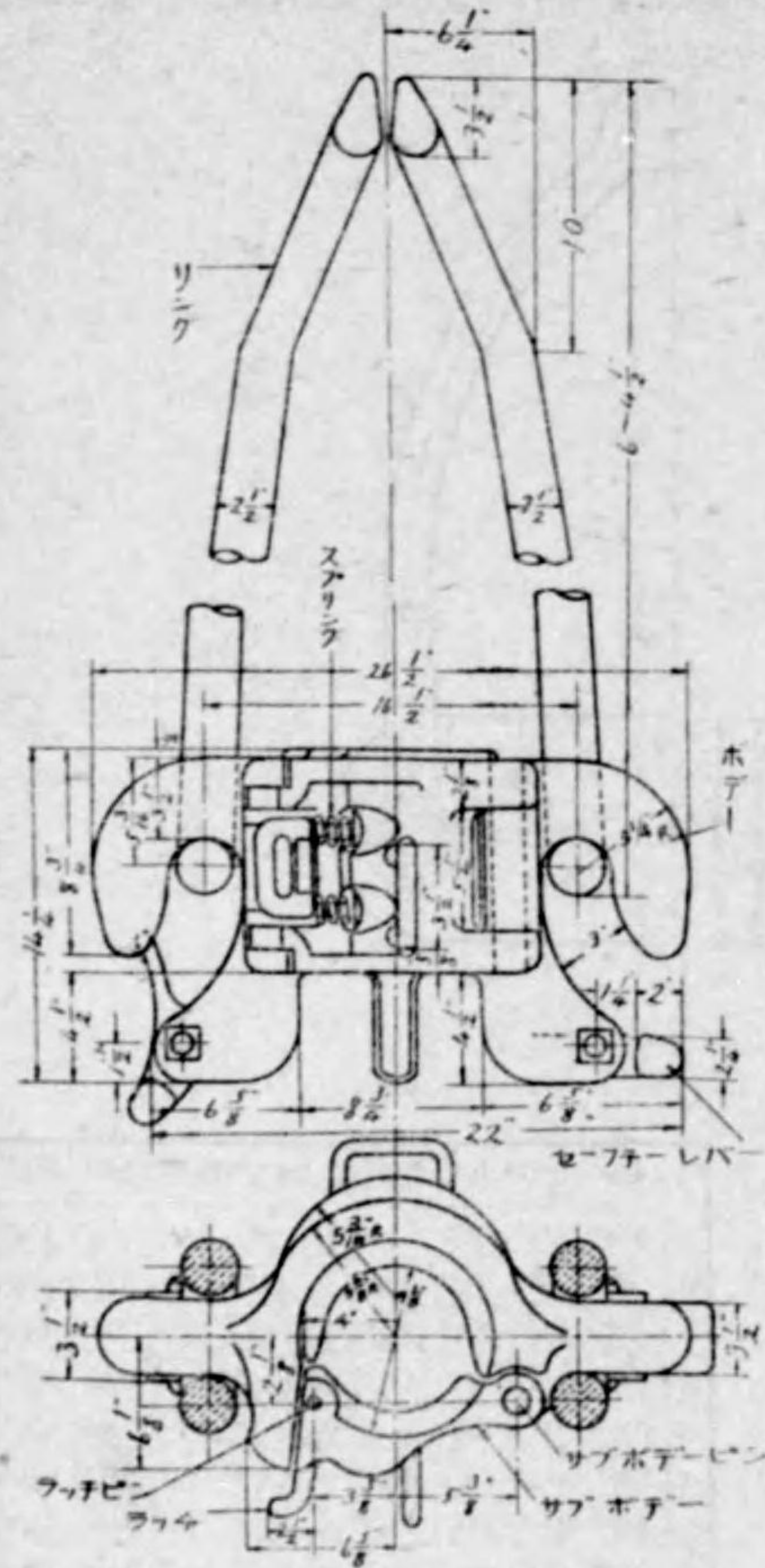
② 「ケーシングエレベーター」

垂直に支持されて居る「ケーシング」を昇降するには、「ケーシング」を完全に掴む所の或る種の



★	14 1/2"	12 1/2"	10"	5 3/8"	★	14 1/2"	12 1/2"	10"	5 3/8"
イ	5 1/2"	5 1/2"	5"	3"	レ	2"	1 3/4"	1 5/8"	1 1/4"
ロ	4"	4"	3 1/2"	2 3/4"	ソ	4 1/2"	4"	3 3/4"	2 1/2"
ハ	3"	2 1/2"	2 1/4"	2 1/8"	ツ	6"	5 1/2"	5"	3 3/4"
ニ	3 1/2"	3 1/2"	3"	1 3/4"	ホ	16 1/2"	13 1/2"	10 5/8"	6 1/2"
ホ	3 1/2"	3"	3"	1 3/4"	ナ	10 1/4"	8 1/4"	7 1/2"	4 1/2"
ヘ	6 1/4"	5 1/4"	6 1/4"	3 3/8"	ラ	11 1/4"	10"	8 5/8"	5 1/4"
ト	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	1 1/2"	ム	11 3/4"	10"	8 5/8"	5 1/4"
チ	2 1/4"	2"	2 1/4"	1 3/4"	ウ	2 1/4"	2 1/2"	2 1/2"	1 3/4"
リ	2 3/8"	2 1/2"	2 1/4"	1 1/2"	エ	11"	10 1/4"	10"	6 3/8"
ル	2 3/8"	"	"	"	オ	3"	2 1/2"	2 1/4"	1 3/4"
ウ	"	"	"	"	カ	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	1 1/2"
エ	"	2 1/2"	2 1/4"	1 1/2"	ク	4"	3 1/4"	3 3/4"	3"
オ	11 1/4"	10"	9"	6"	ケ	1 1/4"	1 1/2"	1 1/2"	3/4"
カ	1 3/4"	1 1/2"	1 1/4"	1 1/2"	コ	3 1/4"	3 1/4"	3 1/2"	3"
キ	6 3/8"	5 1/2"	5 1/4"	3 3/8"	ク	3 1/2"	3 1/2"	3 1/2"	3"
ク	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	1 1/2"	ケ	36"	36"	36"	24"

65/6' ダンスーパーエレベーター組立圖



下げたとき「クランプ」が開かない様に、他の側に「フック」(安全機)が付けてある。「ボデー」を吊す爲に一對の「リング」があり、「リング」の材質は普通用のものには軟鋼が使用されてゐる。

「オートマチックグリップエレベーター」の「ボデー」の内側に嵌め込まれた「スリッパ」(普通4個)は、一々取外しせず、「レバー」で「ボデー」の上半を少しく開くことに依り、自動的に鐵管の外側に掛つたり、或は夫れから離れたりする様に出来てゐて、操作が迅速且つ簡單である。又

「クランプ」を用意する必要がある。即ち「ケーシングエレベーター」である。

「ケーシングエレベーター」は、鐵管の全重量を「カップリング」或は「ツールジョイント」の下面にて支持し、更に鐵管に加はる坑壁の抵抗にも充分耐え得る丈の大きな力のものでなければならぬ。また掛け外しが容易であり、偶然に開くとか、力が掛つて来る際に鐵管を落とすとかと云ふ事のない、安全なものでなければならぬ。

このものには種類構造の異つたものが夥多あるけれども、主なるものは「マンニントン」型・「ウイルソン」型・「アイディアル」型・「ダンスーパーエレベーター」・「B.T. センターラッチエレベーター」・「オートマチックグリップエレベーター」等である。

この中一般に廣く使用されるものは、「マンニントンエレベーター」である。これは一對の半圓筒形の「クランプ」が組み合され(これを「ボデー」と言つてゐる)、一方側は鎌番となつて居り、「クランプ」は開閉自由であるが、鐵管を吊り

「スリッパ」を取換へることにより、普通二通りの鐵管に併用する事が出来る。

③ 「ケーシングフック」

「ケーシングフック」は、「トラベリングブロック」の「ローアベール」或はC「フック」に吊されてゐる。

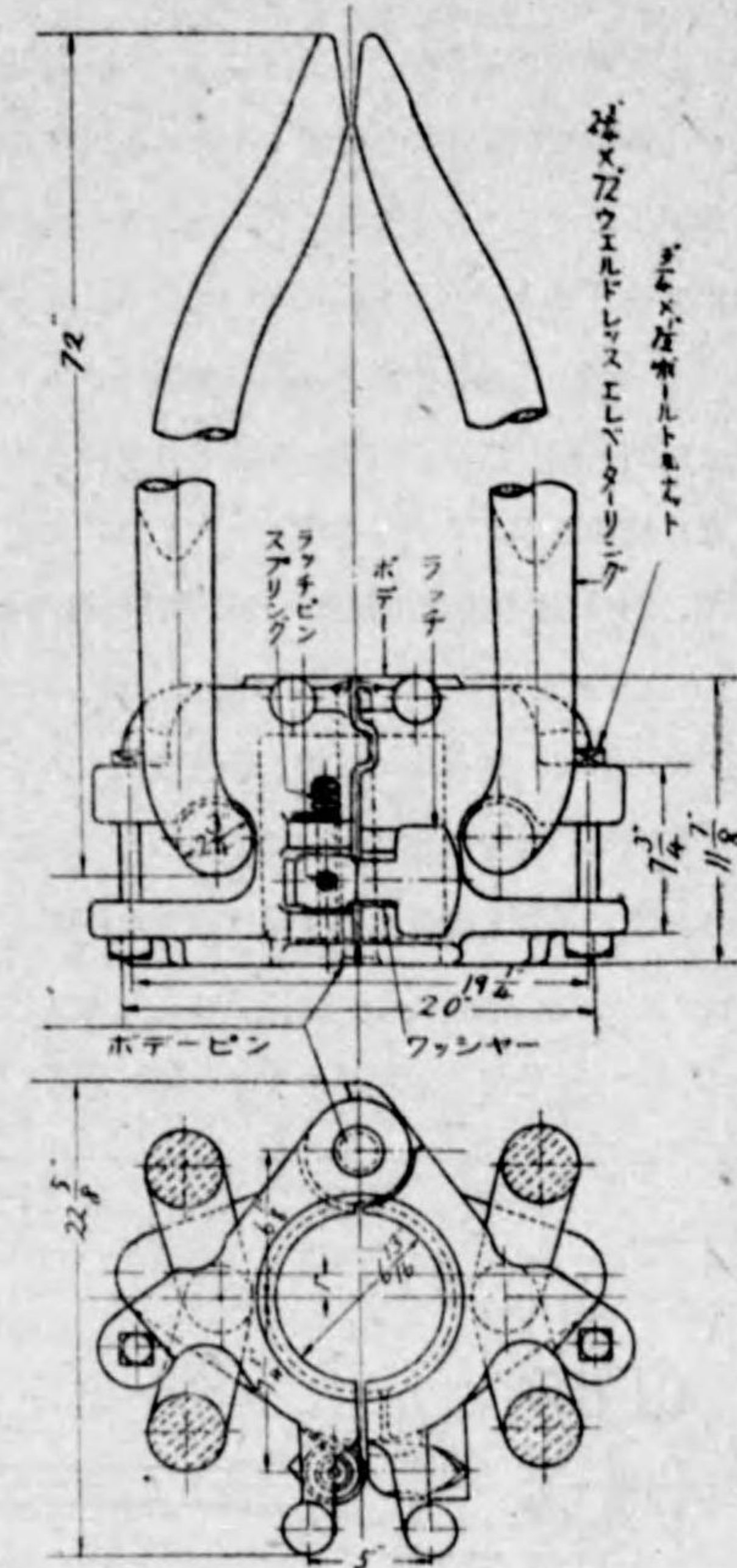
「ケーシングフック」は、「ウォータースキーベル」の「ベール」又は「ケーシング」或は「ドリルパイプエレベーター」の「リング」を懸け、重い「ケーシング」や「ドリルパイプ」類を吊す役目をなすものであつて、其の能力も75疋~150 疋或は 300 疋に及ぶものがある。

普通「ロータリー」式掘鑿に用ひられるものには、「ワイグルスプリングフック」或は「パイロソックスソフターフック」等である。

「フック」は丈夫な1つの「スプリング」にて支へられ、捲き上げ装置に破壊的の急激な荷重がかからぬ様に出来て居つて、「ブロック」の「ライン」を握る事がなく、「ケーシング」が「エレベーター」に支持されて居る間は、回轉出来る様にこれを支へて居る「トラネオン」中にて自由に廻るのである。而して「ウォークライン」が緩んだり、或は掘管が非常な振動を受けたりした際に、「スキーベル」の「ベール」や「エレベーター」の「リング」が「フック」から外れない様に安全装置が取付けてある。

深掘井に用ひられる300疋 B.J. 「トリップレックスフック」は、3個の「フック」を巧みに組合せ下部の「フック」は「スキーベル」の「ベール」を支へ、上部の1對の「フック」は「エレベーターリング」を支へ脱出の憂もなく使用上安全なものである。又2個の強力なる「スプリング」が装入せられてあつて、荷重が「フック」に懸るときは、「スプリング」の作用にて、「フック」は「ベール」に關係なく自由に何れの方向にも振り向ける事が出来る。

65/6' B J センターラッチエレベーター



④ 「ケーシングスパイダー」

「ケーシングスパイダー」は、坑井に於ける「ケーシング」を取り扱ふ際に、槽床上或は「セラ」の底部にある木製「クランプ」の上に据え置き、鐵管降入の場合は勿論、掘進採泥等の場合に、一時鐵管を支持せしめ置くために使用せられるものである。

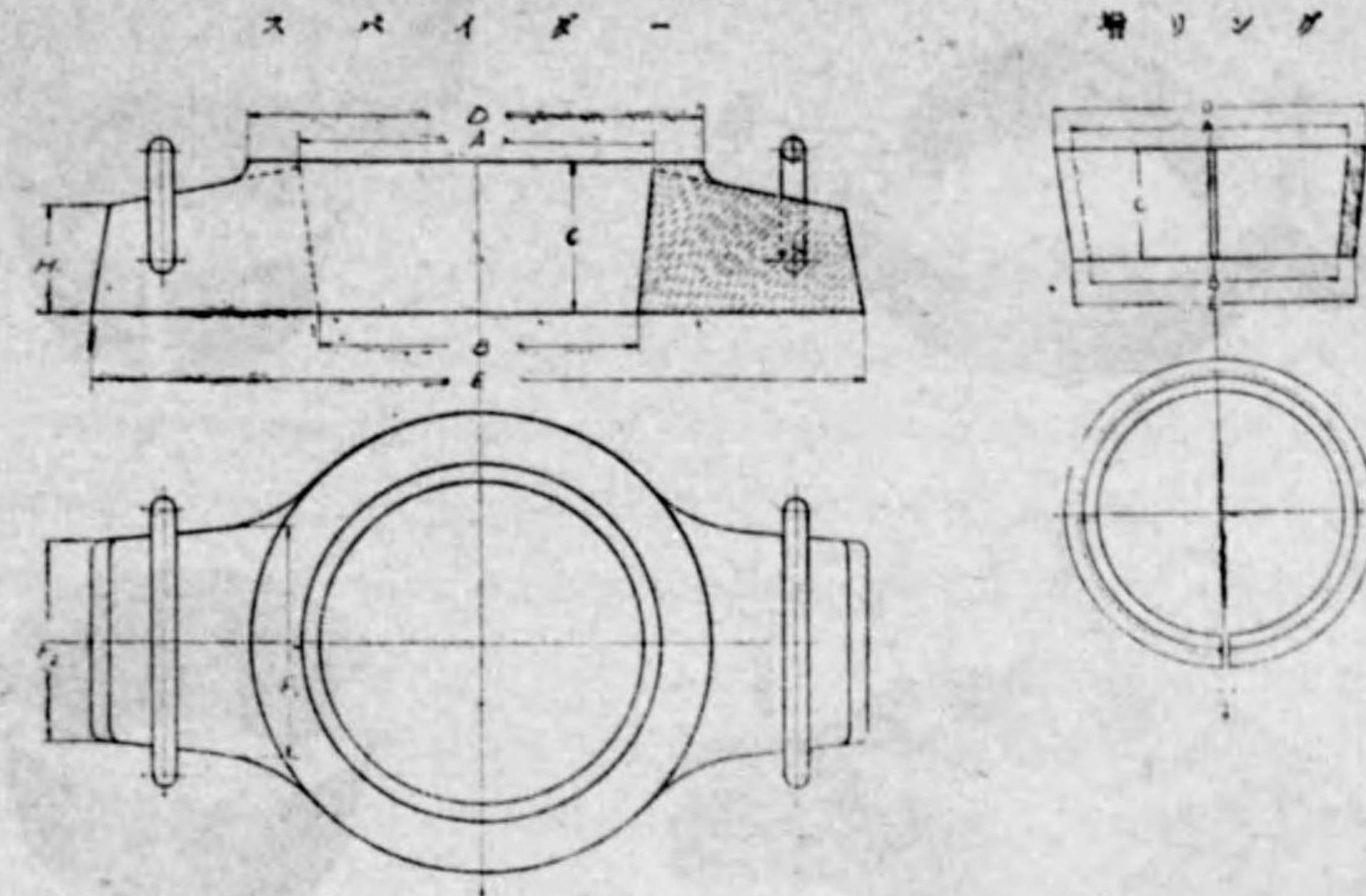
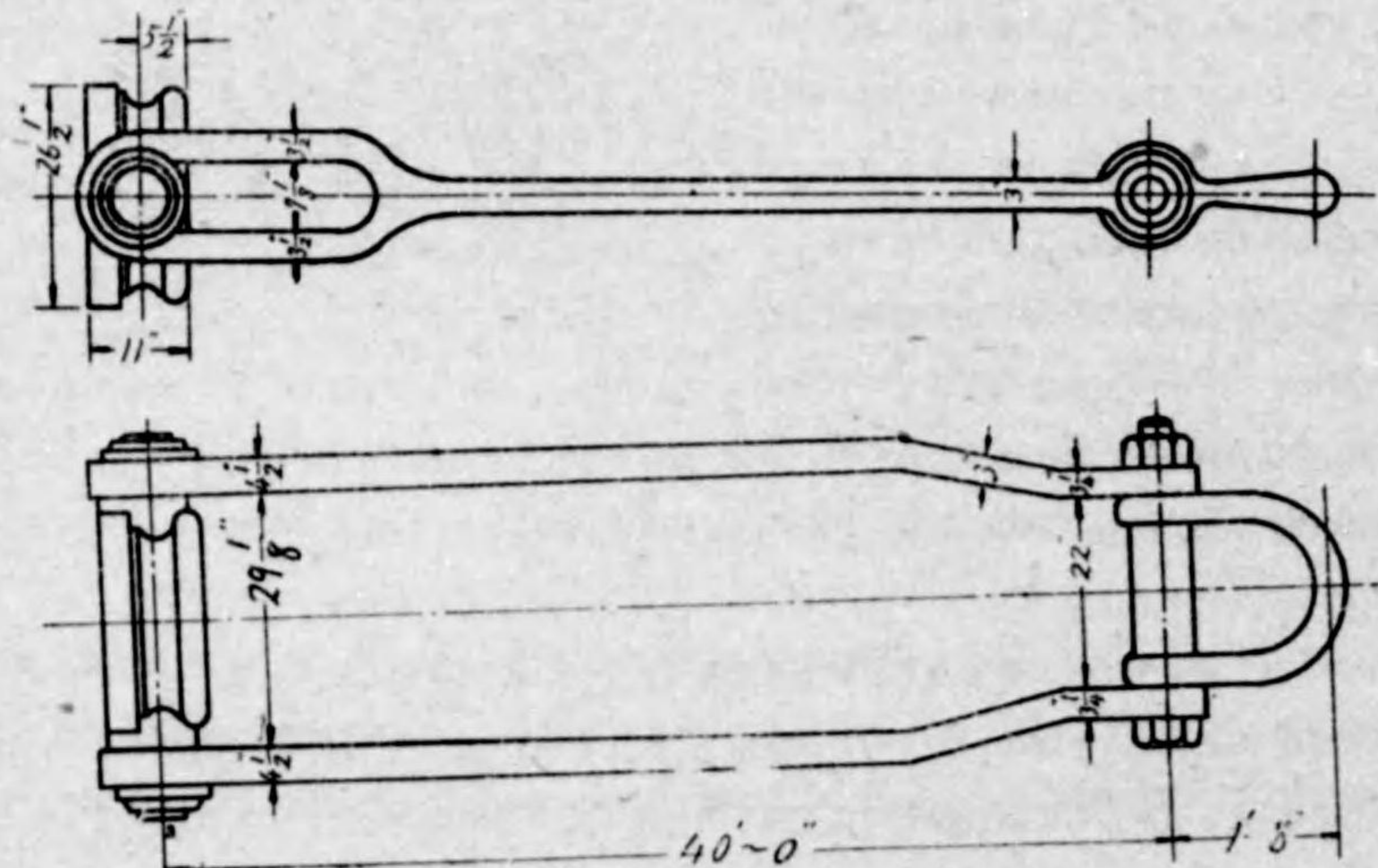
鋼製「ボデー」の中央部には、上向きに勾配が付いて居る圓錐形の孔があつて、「ケーシング」が自由に通ることが出来る様になつて居る。而して「スリップ」とも云はれて居る内側に双を、外側に「カーブ」の付いた通常4枚の鋼製「ウェッチ」(ウェッチブロック)を、鐵管の外側と圓錐形の孔との間に挿し込み、鐵管を任意の位置に支持停止せしめ置くことが出来る。

なほ適當な「ライナー」(増リング)並に「スリップ」を使用することに依り、同一の「ボデー」にて、2~3種の鐵管に利用し得る事も出来る。

「ウェッチ」を「スパイダー」或は「増リング」の中に利かすには、鐵管と共に除々に降下して行くにつれて、支へるに丁度よい位置に「スリップ」が滑り込み、鐵管を安全に支持し得るまで鐵管に密着し、鐵管の重量が加はるにつれて、益々安全に保持することになる。「ウェッチ」を取り去るには、鐵管を僅かに引き揚げ抜き取ればよいのである。

「バンデングスパイダー」は、「ケーシングスパイダー」を1本の「リング」か或は2本の「レーン」と「ボール」で吊り下げるやうにしてあるもので、一種の「エレベーター」と考へてよいものである。

17¼' × 14½' × 11' バンデングスパイダー



スパイダー増リング及ウェッチ組合せ寸法及重量表

符號	スパイダー						増リング				ウェッチ			
	鐵管	公稱 A×B×C	D	E	F ₁	F ₂	重量 kg	符號	公稱 A×B×C	D	E	重量 kg	公稱	重量 kg
1	11¼" A.P.I.	17¼"× 15¾"× 6½"	23"	39"	12"	10"								
2	13½" A.P.I.	16½"× 14¾"× 7"	23¼"	42"	12"	10"	299.38						12½"	61.24
3	10¼" A.P.I.	14½"× 13"×6"	20¼"	35"	10¼"	9"	235.87	1	14½"× 13"×6"	16¼"	14¼"	36.23	10"	56.70
4	8¾" " 6¾" "	11½"× 10"×6"	16¼"	34"	9"	8"	235.87	2	11½"× 10"×6"	14¼"	13"	44.45	8" 6"	32.66 54.43
5	6¾" 5¾" 4¾"							3	9¼"× 7¾"×6"	11¼"	10"	27.22	5¾" 4½"	28.12 36.23
6								4	9¼"× 7¾"×6"	14¼"	13"		4"	40.82

「アイデアル」式「オートマチックグリップスパイダー」は、「ウェッチ」を全部連結して、「スパイダー」の中に設備してあつて、「ウェッチ」を支持してゐる「リング」を廻せば、全部が同時に鐵管を掴み又は自由になる様になつてゐるから、舊來のものゝやうに、一枚宛別々に使用する必要がないから、作業も迅速に出来、且つ一枚丈を坑内に落す様な事もなく安全である。



スパイダー



スパイダーウキツチ

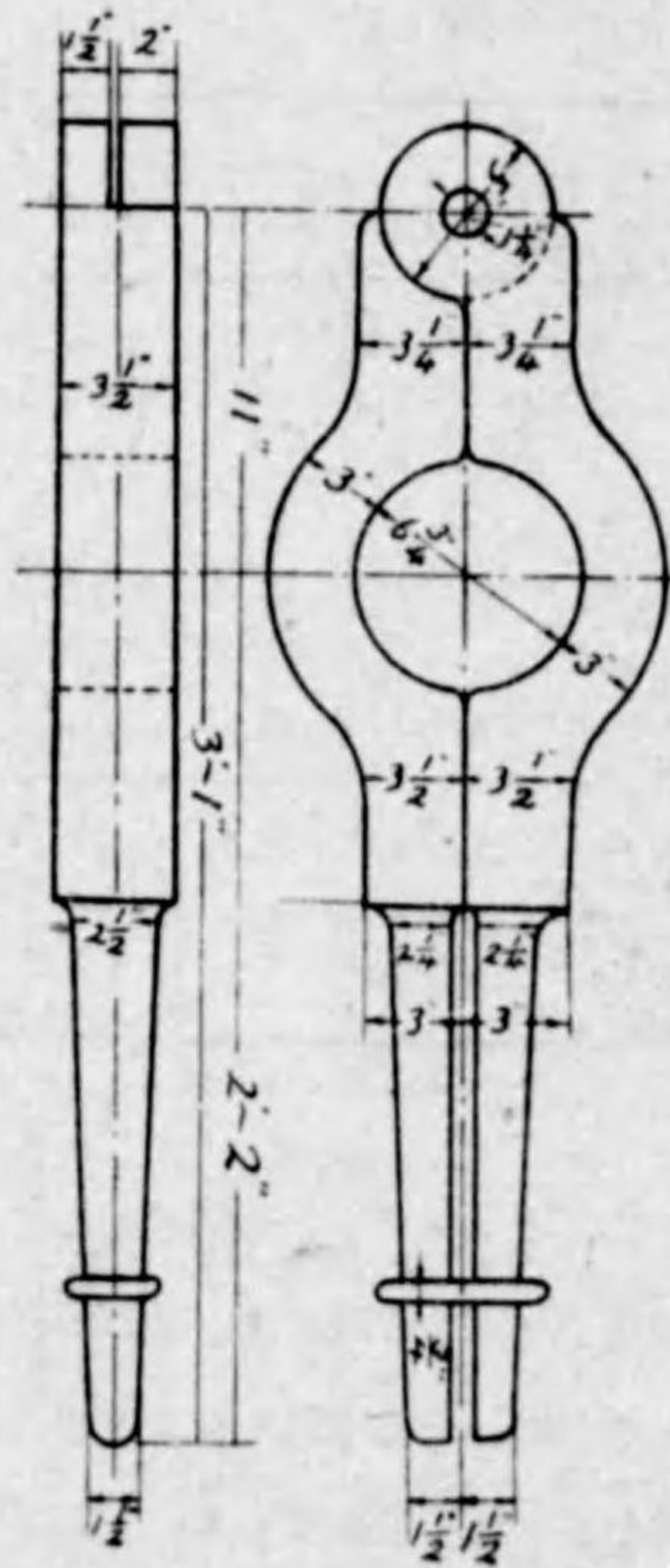


スパイダー及ウキツチ組合せ

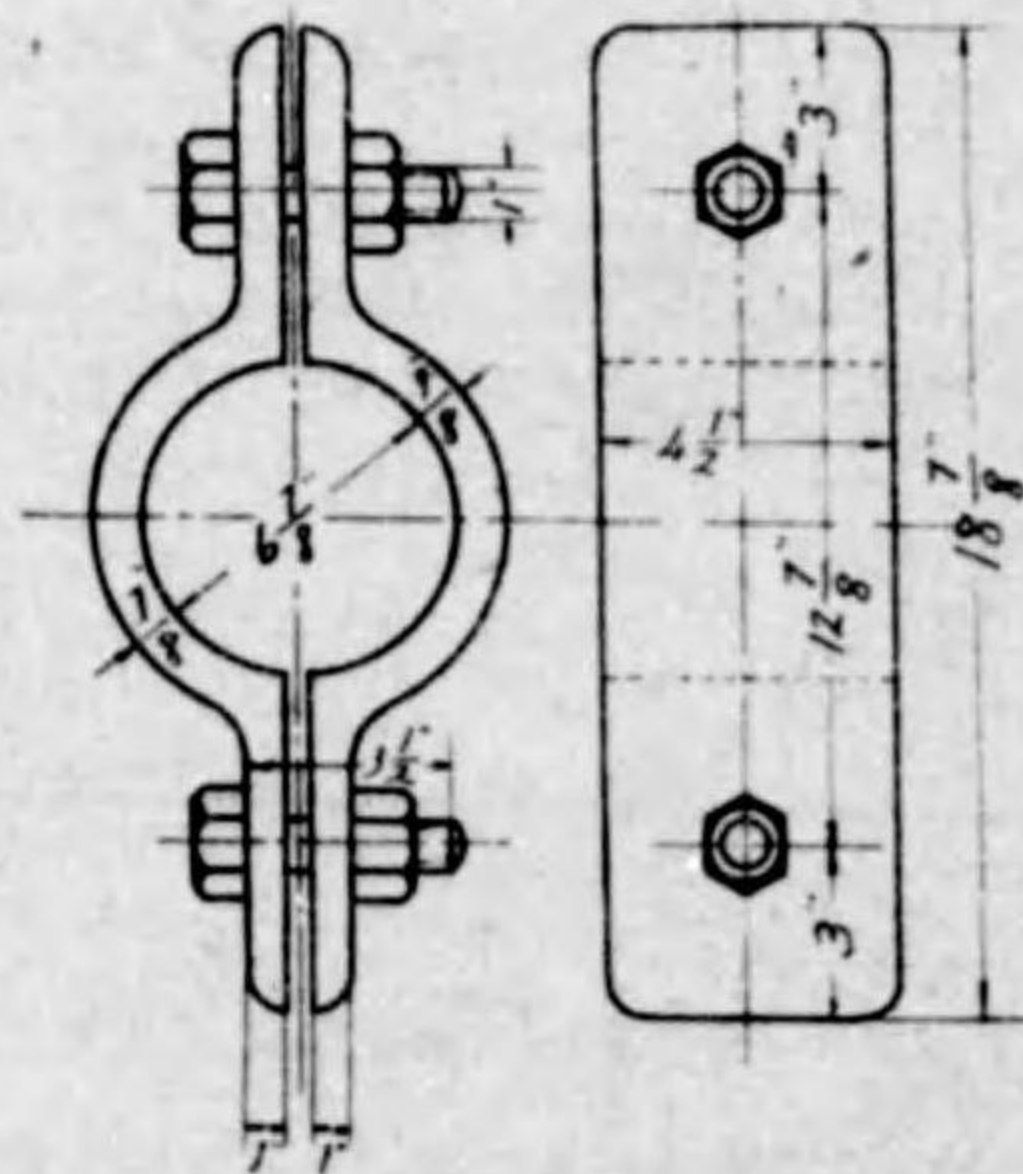


スパイダー用増リング

6' 大型スライトング



6' バイブクランプ

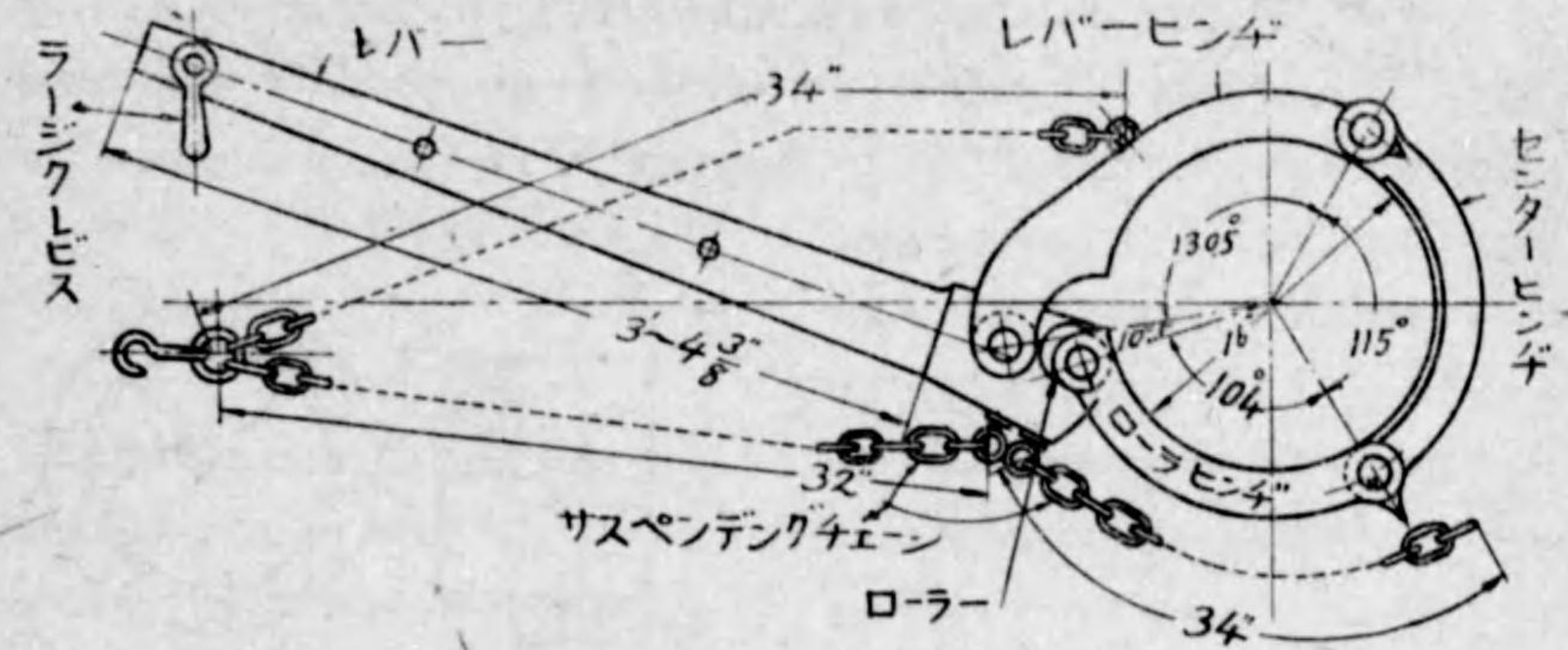


⑥ 「ケーシングトング」

「ケーシングトング」は、坑用鐵管の捻子を堅く締めたり、又は戻したりする時に用ひられるもので、「ヒンチドジョー」型と「チェントング」とがある。

「ヒンチドジョー」型の「トング」は、普通2~3の「ジョー」を蝶番にて組み立てたもので、「ジョー」の或る1つには、その内側に「スリップ」が付けてある。同一の「トング」を外径を異なる2~3種の鐵管に利用せんとする場合には、それに適應する夫々の「ブツシダ」を、「ジョー」の内側に取り付けばよい様になつて居る。(各組の「ブツシダ」の1つには、「スリップ」が付けてある。)此の型の「ケーシングトング」は、其の作用が確實で且つ掛け外しが容易であるから、

15 1/2' A 型 ダントング



6 5/8' ウイルソンスプリングラツチトング (5 5/8" 及 4 1/2" 兼用)

