

## 長崎県佐世保市下小高島構造試錐の概要

河内 英幸\*

## 1. 概 要

この試錐は佐世保市の西北西約10 km の所にある九十九島内の下小高島北西岸において、唐津・崎戸松島両炭田の地質的關係を明らかにするために実施されたものである。すなわち佐世保炭田の地下深部に前記両炭田の夾炭層に相当するものが果して存在するかどうか、存在するとすればどんな状態であるかを確認するためのもので、昭和35年8月9日に新行江凝灰質岩から掘進を開始した。これらの地質については地質ニュース No.81「島原半島周辺海陸総合調査とその成果」および井上英二「佐世保炭田の杵島層群と下小高島試錐について」(地質調査所月報, 第14巻, 第3号)の中で詳細に述べられているので、ここでは試錐工事の概要について述べる。

## 2. 使用設備の概況

## 1. 試錐機

深度0~274 m の間…R-300型(ハンドフィード)

深度274~901mの間…利根TAM-1型(オイルフィード)

同上エンジン…KE-31型(32HP)

## 2. ポンプ

深度0~50m…E-7型二連プランジャー

同上エンジン N型(10~11HP)

深度50~901m…G-5型 横型二連プランジャー

(最大吐出量 100 l/min, 最大圧力 60 kg/cm)

同上エンジン NT 110型(10~13HP)

## 3. 発電機

BAL-32型 100V, 10A(昭和電機製造KK)

同上エンジン NT65-K型(3HP)

## 4. 揚水ポンプ

ローラポンプ エンジン NT-85型(5HP)

## 5. 櫓(図版1)

木骨4本柱の櫓(高さ22m)

これらのうち TAM-1 型試錐機は34年度に地質調査所においても購入したもので、当所のもはこの機種第1号機である。この機種は他の試錐機と比較して次のような特性を有している。

(i) 伝達トルクを0から最大まで任意に制御することができる電磁渦流式クラッチを採用している。これによつて礫層掘進などのように、一般に低速回転の際に生ずる機械やボーリングロッドにかかる過負荷を防止する

ことができる。本装置に必要な電源は、内燃機関の場合に、200 W ダイナモから供給を受けている。

(ii) 油圧駆動による hidroバンドブレーキ(油圧ブレーキ)と水抵抗を利用した hidroダンパを使用しているため、AWのボーリングロッドをシングル巻きで800 m を、十分に余裕をもつて迅速円滑に昇降させることができる。すなわち制御エネルギーの大部分は hidroダンパで吸収されるため、油圧ブレーキは単にツールを停止させるために使われ、わずかの力で効果を発揮し、そのうえ過熱とか試錐機・ロッドに及ぼす衝撃などを防止することができる。また降下スピードおよび制御馬力は hidroダンパの調整ハンドルによつて容易に調節することができる。

(iii) 捲揚機のドラムは簡単な操作でその方向を90°に変更することができる。すなわち原動機の主軸に平行な場合と直角の場合に変えることができるので、任意の掘進方向に対してツールの昇降を円滑に行なうことができる。

(iv) その他として、地層の変化を鋭敏に知らせる警報装置、掘進中の深度がひと目で判る積算進行計、ハンドレバー、スライドベース、ゲージ類が備えられている。

## 3. 掘さく状況

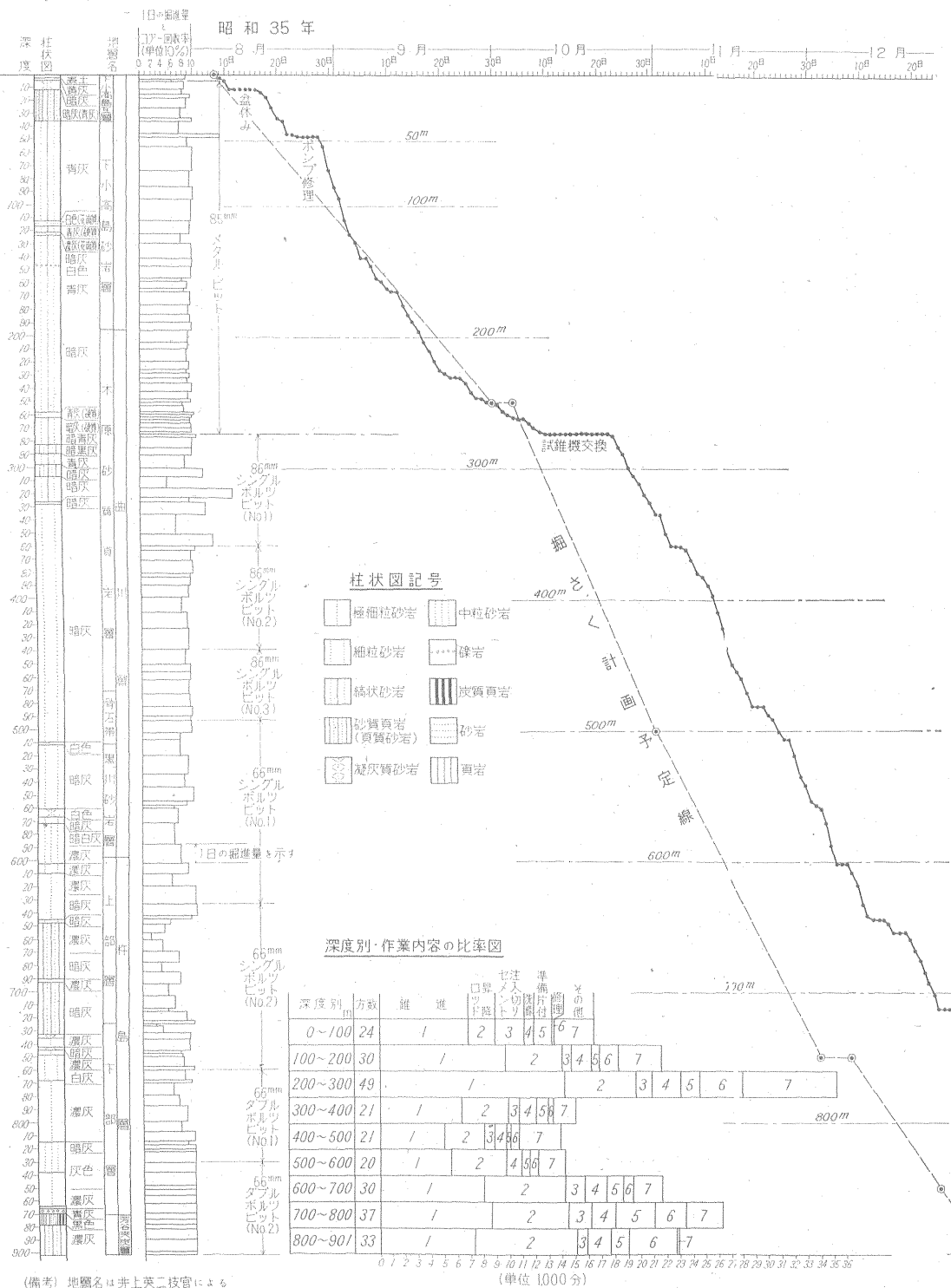
この試錐工事は昭和35年7月26日に試錐機などの海上輸送を始めてから、翌年の2月20日に901 m の構造試錐を完了するまで、209日を要している。この中には盆・正月などの休日も含まれているので、実際に作業した日数は195日であり、また掘進を行なつた日数は133日である。この試錐と他の試錐工事の900 m 前後のもの<sup>注1)</sup>とを比較してみると第1表の通りである。第1表の下小高島以外の試錐工事は昭和30年の調べであり、今回の試錐とは5年の距りがある。そのうえ地質条件などの違いもあるので一様には比較することはできないが、能率の点では他の試錐を圧倒し、試錐設備および試錐技術が年々進歩していることを物語っているようである。

## 3.1 ビット関係

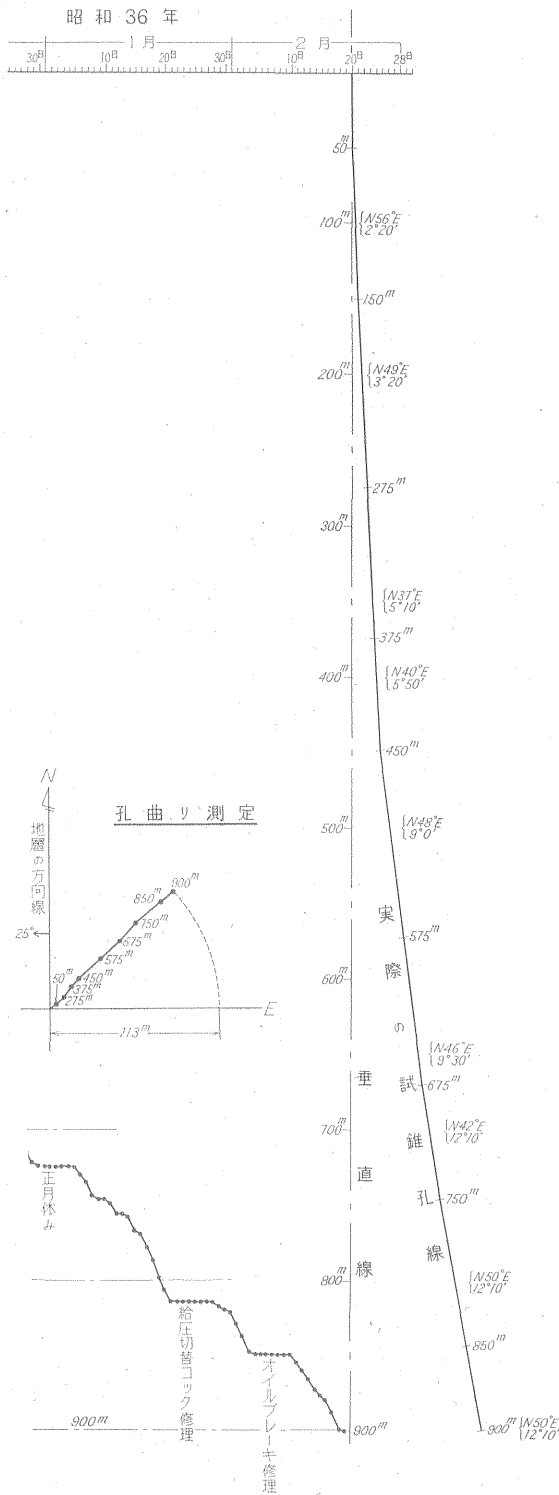
後記の仕様書にも示したように、今回の試錐工事は構造試錐が目的であるので all coring を建前としている。このためいつでもダブルコアパーレルを使えるように準備しながら一応シングルコアチューブのメタルビットで

注1) 試錐ハンドブック編纂委員会：試錐ハンドブック(炭田試錐成績表), 昭和33年。

\* 技術部



第1図 下小高島

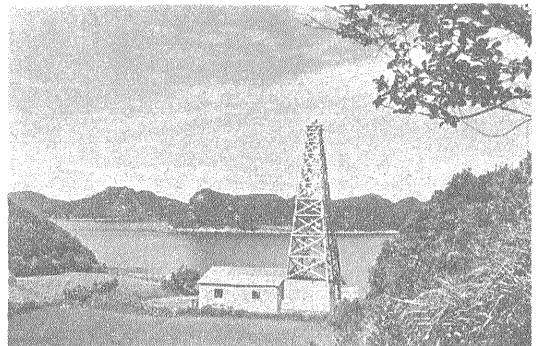


主要設備

試錐機	R-300型 (0~274m)	KE-31型 (32IP)
	TAM-1型 (274~901m)	
ポンプ	E-7型 (0~50m)	NT-110型 (13HP)
	G-5型 (50~901m)	
発電機	BAL-32型 100V 10A	NT-65型 (3IP)
機	木骨4本機 (高さ22m)	

ダイヤモンドビットの使用状況

ダイヤモンドビット	ボルトビット						(または平均計)		
	シングル				ダブル				
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 1	No. 2	No. 2			
外径 (mm)	86	86	86	66	66	66	66		
埋込量 (cts)	34	34	34	24	24	24	24		
回収量 (cts)	A	30.31	28.54	29.27	8.85	15.07	15.13	16.08	143.25
	C <sub>1</sub>	3.21	3.21	3.21	9.97	3.91	7.50	6.37	30.96
	C <sub>2</sub> (スクラップ)	1.29	1.01	2.14	1.06	1.28	0.61	0.96	8.35
消耗量 (cts)	a	2.40	1.24	2.59	4.12	3.74	0.76	0.59	15.44
	a/m	0.028	0.0157	0.048	0.0292	0.0296	0.0107	0.0083	0.0246
補充量 (cts)	b	3.69	2.25	4.70	5.18	5.02	1.37	1.55	23.76
	b/m	0.043	0.0284	0.096	0.0367	0.0397	0.0182	0.0219	0.038
掘進長 (m)	85.30	79.05	53.95	140.90	126.20	70.83	70.69	626.92	
錐進時間/時分	61.10	80.40	47.10	140.20	173.40	96.10	103.40	702.50	
備考	マトリックス硬度 T <sub>1</sub> ~T <sub>2</sub> リーマー 66mm								
	径 2 個使用						平均掘進速度 1.48cm/min		



図版 1 試錐現場全景

試錐作業図

第1表 掘進能率の比較表

現場名	掘さく深度 (m)	作業日数 (日)	総方数 (方)	能率 (m)		コア回収率 (%)	錐
				作業日数当	総方数当		
下小高島	901	195	279	4.6	3.23	87.4	1/3メタルビット 2/3ダイヤモンド
明治茂尻	928	771	1,516	1.2	0.61	79.0	メタルビット
住友赤平	995	524	1,391	1.9	0.72	84.6	メタルビット
常磐	930	384	557	2.4	1.67	77.0	メタルビット
三井山野	827	429	1,000	1.9	0.83	80.0	2/3メタルビット 1/3ダイヤモンド
杵島	808	312	507	2.6	1.59	83.0	メタルビット

掘進を開始している。すなわち 120 m/m のメタルビットで孔明けを行ない、2.8 m まで掘進して97 m/m 径のドライブパイプを挿入し、その中を85 m/m M.Cでコアリングを続けていった。

最初の頃は作業員の都合もあり一方作業を行なっていたが、試錐孔を遊ばせないという試錐工法の鉄則から、75m付近より12時間交替の二方作業を行なっている。また深度が深くなるにつれてロッド昇降時間が段々と増加してくるのは当然のことである。第1図は作業日報の中から昇降時間をプロットして作図したもので、全体の範囲線から中心線を引き、それを平均曲線とした。この図によると500mで2時間、700mで約2時間半、900mで約3時間を要している。このことは反面掘進時間が短くなるので、掘進能率をあげるために深度274mから86 m/m のボルツビットに切替えている。このために第2表の中の錐進方数でもわかるように能率が一段と上昇している。さらに掘さく面積を減して掘さく能率を上げるために、492mから66m/m径のボルツビットに切替え

以下901mまでを66m/mで完成した。この間760m付近から夾炭層に近づいたと思われたのでダブルコアパーレルを使用し、コアの回収に万全を期している。

本試錐に要したボルツビットのダイヤモンド消耗状況は第3表の通りである。この表でもわかるように全ビットの補充量は約23.8カラットであり、m当りでは0.038カラットの補充をしたことになる。このことはm当り約210円(1カラット=5,500円として)の消耗になる。またボルツビットの詳細な消耗量状況は第1図の中の「ダイヤモンドビットの使用状況」に記載されている。

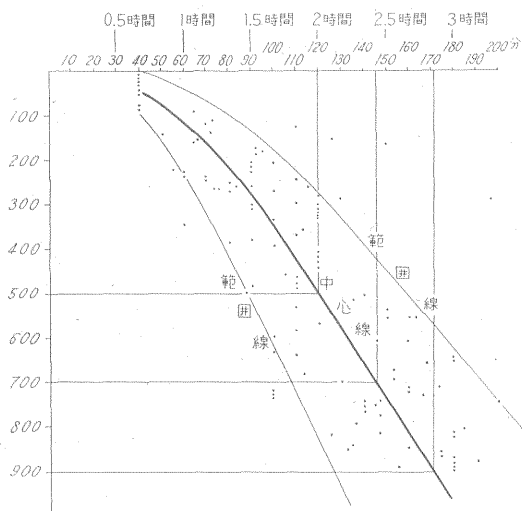
ビット回転はメタルビットの場合は120 rpmを使用していたが、ボルツビットに切替えてからは200~300 rpmを使用し、この中で240 rpmを最も多く使用している。ボルツビットの給圧は、最初500 kg/cm<sup>2</sup>程度から加えはじめ、切れ味の悪くなるにつれて徐々に給圧を上げ、1,200 kg/cm<sup>2</sup>に達したならば新しいビットに取替えている。

### 3.2 コア回収率

コアの採取は原則として all coring を建前としているが、別に回収率を規定せず、60%以下になるようであれば、その都度注意することにしてきた。しかし施工者側は極力コアの回収に努め、シングルコアチューブの場合にはコアブレイカーシェルを使用し、さらに石を粉砕して造ったブレイガイドを圧送してコアを回収しているし、炭層付近は仕様書(別紙)にも明記しているように、ダブルコアパーレルを使用して100%のコア回収率に努めている。これらの努力の結果、全体として87.4%の好成績を挙げている。コアの回収状況は第1図の中の柱状図と平行に右側に示してあり、1日の掘進量と回収率を表わしている。

### 3.3 ケーシングおよび循環水

本試錐は深度2.8 mまで99 m/m径のドライブパイプを挿入しただけで、孔底の901 mまでno casingの裸孔で全掘進が行なわれた。これはもちろん盤が安定してい



第2図 ロッド昇降時間曲線図

第 2 表 深度別作業内容別時間比率表

深 度 別 (m)	錐進方数 (方)	作 業 別 時 間 比 率 (%)						
		錐 進	ロッド昇降	セ チ メン グ	孔内洗浄	準備・片附	故障・修理	そ の 他
0 ~ 100	24	41.4	11.9	14.3	4.6	8.4	0.7	18.7
100 ~ 200	30	44.6	20.6	3.3	6.9	2.7	7.1	15.3
200 ~ 300	49	40.3	15.5	3.7	6.1	4.1	9.7	20.6
300 ~ 400	21	41.9	24.3	5.0	9.1	5.7	2.7	11.3
400 ~ 500	21	35.7	22.1	5.3	6.9	2.4	11.5	16.1
500 ~ 600	20	38.5	29.6	—	8.4	4.3	4.2	15.0
600 ~ 700	30	36.9	28.9	6.6	7.8	5.9	3.6	10.3
700 ~ 800	37	32.7	22.1	6.7	6.9	11.5	9.2	10.9
800 ~ 901	33	31.7	34.3	3.4	7.9	5.8	15.9	1.0
計	265	38.0	22.8	5.4	7.0	5.8	7.8	13.4

第 3 表 ボルツビットの消耗量

ダイヤモンドビット		外径 (mm)	埋込量 (cts)	補充量 (cts)	錐進長 (m)	補充量/m (cts)	平均錐進速 度 (m/min)	岩 質	
ボ ル ツ ビ ッ ト	シ ン グ ル	No. 1	86	34	3.69	85.30	0.043	2.32	細粒砂岩
		No. 2	"	"	2.25	79.05	0.0284	1.63	細粒砂岩・砂質頁岩
		No. 3	"	"	4.70	53.95	0.096	1.72	細粒砂岩
		No. 1	66	24	5.18	140.90	0.0367	1.67	細粒砂岩・中粒砂岩
	No. 2	"	"	5.02	126.20	0.0397	1.21	砂質頁岩・細粒砂岩	
ダ ブ ル	No. 1	66	"	1.37	70.83	0.0182	1.29	細粒砂岩・中粒砂岩	
	No. 2	"	"	1.55	70.69	0.0219	1.13	礫岩・ <small>細粒</small> 中粒} 砂岩砂質頁岩	
合 計 (平均)				23.79	626.92	約0.038	マトリックス硬度 T <sub>1</sub> ~T <sub>2</sub>		

第 4 表 セメンチング箇所およびセメント使用量

セメンチング箇所	使用量	セメンチング箇所	使用量	セメンチング箇所	使用量
深度 42m 付近	7.5袋	深度 482m 付近	3袋	深度 747m 付近	3袋
" 83m "	2	" 602m "	3	865m	2
" 163m "	4	" 644m "	3	880m	1
" 231m "	4	" 655m "	2	合 計	40.5袋
" 359m "	3	" 713m "	3		

たことにも原因するが、しかし所々に崩壊・逸水などの現象も見受けられたので、これらを克服し事故らしい事故もなく完成させた技術の点も見落すわけにはいかない。崩壊・逸水箇所は一応セメンチングを施してかりの保孔とし、最悪の場合はケーシングを挿入する予定で準備をしていたようであるが、結局このセメンチングが効果を現わし最後までケーシングを使用することもなく完成させた。全孔の 901m の間で、崩壊・逸水の起つた箇所およびその時に要したセメント量は第 4 表の通りである。

下小高島は小さな島で島民の飲料水にも事欠く状況なので、清水を循環水として使用することは考えられず、海水を循環水として使用した。このため波打際に 8 HP の二連プランジャーポンプを設置し、約 50m 長さのサクシオン用パイプを沖合いまで布設した。ベントナイトは充分に用意していたようであるが、地層も安定しているし、スライムの排除も良好に行なわれたので、結局ベントナイトを使用することもなく終つた。しかしメタルビットを使用している時は粒も大きく、排除率も悪いので

掃孔に充分の時間をかけたようである。

試錐用ポンプは深度274mまで壜形のE-7型二連プランジヤーポンプを使用し、それ以下の掘進には横形のG-5型二連プランジヤーポンプに切替えている。ポンプの送水量は深度500m付近までは40 l/minを送り、以下901mまでは60 l/minの水量を送っている。給水圧力は、メタルビットの時で3~5 kg/cm<sup>2</sup>程度であったが、ボルトビットに変わつてからは10 kg/cm<sup>2</sup>位に上がり、さらにダブルコアバーレルを使用すると18 kg/cm<sup>2</sup>にまで圧力が上つてきた。

#### 4. 孔曲り測定

901 mの掘進が終つた後、直ちに村田式坑井傾斜儀を使って孔曲りの測定を行なつた。本来ならば測定地点を多く取るほど、より正確な孔の状態を知ることができるが、今回は測定期間の少なかつたことと、開発調査の試錐ではないため約100mの間隔で測定が行なわれた。この結果の測定値は第5表の通りであり、孔曲りの状況は第1図に記載した通りである。

この測定値に対する作図方法は次に掲げる“Diamond Drill Handbook”注2)の例にならつて行なつた。(第3図：孔曲りの作図法参照)

全体としては試錐地点から北東方向に約110m偏向したことになり、地層傾斜面に対して直角方向に孔曲りしていく傾向であつた。

#### 5. 事故および修理

全体として大きな試錐作業上の事故はないが、ただ深度650mと700mの所でロッドの切断を2回起しており、さらに深度220mと270mの所で巻上用ワイヤーの破損・切断を起している。しかしいずれも大した日時をかけないで事故を回復している。これに対して第6表の

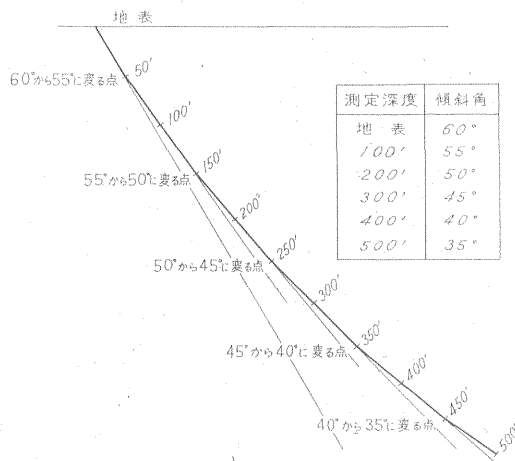
第5表 孔曲り測定値

測定深度 (m)	測定範囲 (m)	測定値		変位距離	
		方位	傾斜角	水平 (m)	垂直 (m)
100	50~150	N 56° E	2°20'	4	99.9
200	150~275	N 49° E	3°20'	6.5	124.5
350	275~375	N 37° E	5°10'	9.2	99.5
400	375~450	N 40° E	5°50'	7	74.5
500	450~575	N 48° E	9°0'	19	123
650	575~675	N 46° E	9°30'	17	98.8
700	675~750	N 42° E	12°10'	16	73.1
800	750~850	N 50° E	12°10'	21.5	97.9
900	850~900	N 50° E	12°10'	10.8	49
合計				111	840.2

注2) J.D.Cumming 著 1956年版 p. 451.

ように機械の故障は多く、この中 TAM-1 型試錐機の給圧用切替コックの具合が悪く、遠隔地でもある関係上多くの修理日数を要している。

このほか、コア失落、コア詰りのため錐進が延びなかつたり、ボルトビットを使うためにメタルの破片を除去するのに多くの時間をかけたようである。(第1図参照)



第3図 孔曲りの作図法 ある測点で測定された傾斜角は、その前の測点との中央点から変化したものとする。例えば深度300'での傾斜角が45°であるならば、300'地点でのタンゼント線は250'から出発し、次の測点との中央点である350'まで延びる。

第6表 事故箇所一覧表

R-300型	ポンプ用エンジン(NT-110)
スピル止め破損	オイルポンプ故障
ブレーキバンド破損	発電機
スピンドル用ベアリング取替	不調修理
TAM-1 型	同上用エンジン (NT-65)
給圧用切替コック修理	クランクメタル焼付
チェンジレバー不調	揚水用ポンプエンジン(NT-85)
ホイストリングレバー故障	バルブ用ロッド切断
オイルチャック故障	送水用ポンプ (G-5 型)
マスターシリンダー } 調整	コニカルバルブシート取替
ブレーキシリンダー }	浅尺用ロッドホルダー破損
同上用エンジン (KE-31)	ロッド切断深度 650m付近
バッテリー放電	” ” 700m ”
レギュレーター不調	ワイヤー破損 ” 220m ”
オイルポンプ故障	” 切断 ” 270m ”

参考 本試錐を請負工事に出すに当つて業者に提出した工事仕様書を参考のために記載すると次の通りである。

#### 地質調査所下小高島試錐工事仕様書

- 1) 試錐位置  
長崎県佐世保市下小高島々内  
別図(佐世保1/5万)参照

- 2) 地質状況
  - A. 地質図 1/2万5千 1葉
  - B. 予想地質断面図 1/5千 3葉
  - C. 地質柱状図 1/1千 1葉
- 3) 地形状況
  - A. 用水経路…不明、島内に民家2、3軒あり
  - B. 運搬経路
    - (i) 最寄駅…国鉄松浦線相の浦駅もしくは白の浦駅から船を使用（所要時間は小型チャッカ船で30～40分）
    - (ii) 道路…島内に車道なし
  - C. 電線経路
    - (i) 動力線…なし
    - (ii) 電燈線…不明
- 4) 試錐状況
  - A. 深度および孔数…85m 1孔
  - B. 掘進方向…垂直
  - C. 最終錐冠径…66m/m以上
  - D. 工事期間…契約後6カ月
  - E. コアの採取…原則としてオールコアリング、特に炭層の付近はダブルコアチューブを使用し、特に全炭柱を採取すること。
  - F. コアの整理保管…採取したコアは別に定める様式に従って整理保管し、工事完了後地質調査所分室において引渡すものとする。
  - G. 日報の作成…地質調査所のでめる日報用紙に、記入心得に従って明確に記入し、地質調査所の指示する部に送付すること。
  - H. 孔曲りの測定…地質調査所の指示に従って行なうこと。
  - I. 試錐孔内の諸測定…地質調査所が電気検層、放射能検層などの諸測定を行なう場合にはこれに協力するものとする。
- 5) 工事の中止
  - A. 請負人が次に掲げる場合のほか、故意にまたは過失により作業を中止した場合は工事請負金額を一切支給しない。
    - (i) 地質調査所が中止を命じた場合
    - (ii) 天災による場合（爾後の処理は両者で協議する）
  - B. 前項〔A-(i)〕により目的深度の途中にて工事を中止した場合は出来高払いを行なうが、その支払金額については契約の際別途協議する。
- 6) 用地・用水
 

本工事施行に要する用地・用水等の借損料は一切請負人の負担とする。
- 7) 鉱害
 

排泥、スライムなどによる鉱害問題は請負人が責任をとる。

（昭和35年8月、36年2月調査）