

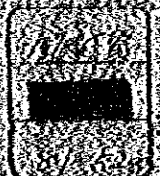
ケニア共和国

リフト渓谷地熱開発計画調査

ボーリング用水調査報告書

昭和56年3月

国際協力事業団





ケニア共和国  
リフト溪谷地熱開発計画調査  
ボーリング用水調査報告書

JICA LIBRARY



1062648[9]

昭和56年3月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 3 16	407
登録No. 00418	64.3
	MPN

目 次		頁
第1章	序論	2
1-1	地熱開発計画調査の経緯	2
1-2	地熱開発計画調査の現状	2
1-3	ホーリング用水調査の目的	3
1-4	調査員および日程	4
第2章	調査の内容	6
2-1	Okaria生産井ホーリングの状況	6
2-1-1	掘削状況	6
2-1-2	ホーリング用水状況	6
2-1-3	掘削中における逸泥及び暴噴 の処置	7
2-2	1,500mの調査井に必要な用水量の 算定	10
2-2-1	必要水量および貯水タンク容量	10
2-2-2	ポンプ容量の決定	12
2-3	水源調査と水量確保の可能性	24
2-4	用水輸送方法, 工事費および 工期	26
第3章	結論	31
添付	ホーリング用水運搬工事費工種別 工事費明細書	34~105



図面		頁
Fig. 1	Location of Project Area	1
Fig. 2	Description of the Route Between Pump Station and Proposed Exploratory Well Site	32
Fig. 3	Olkaria Bit, Casing Program	8
Fig. 4	Olkaria 揚水模式断面図	9
Fig. 5	Kenya 調査井 Bit, Casing Program	18
Fig. 6	各種地熱井のビット, ケーシングプログラム一般例	20
Fig. 7	灌漑用井戸の揚水量実績	33

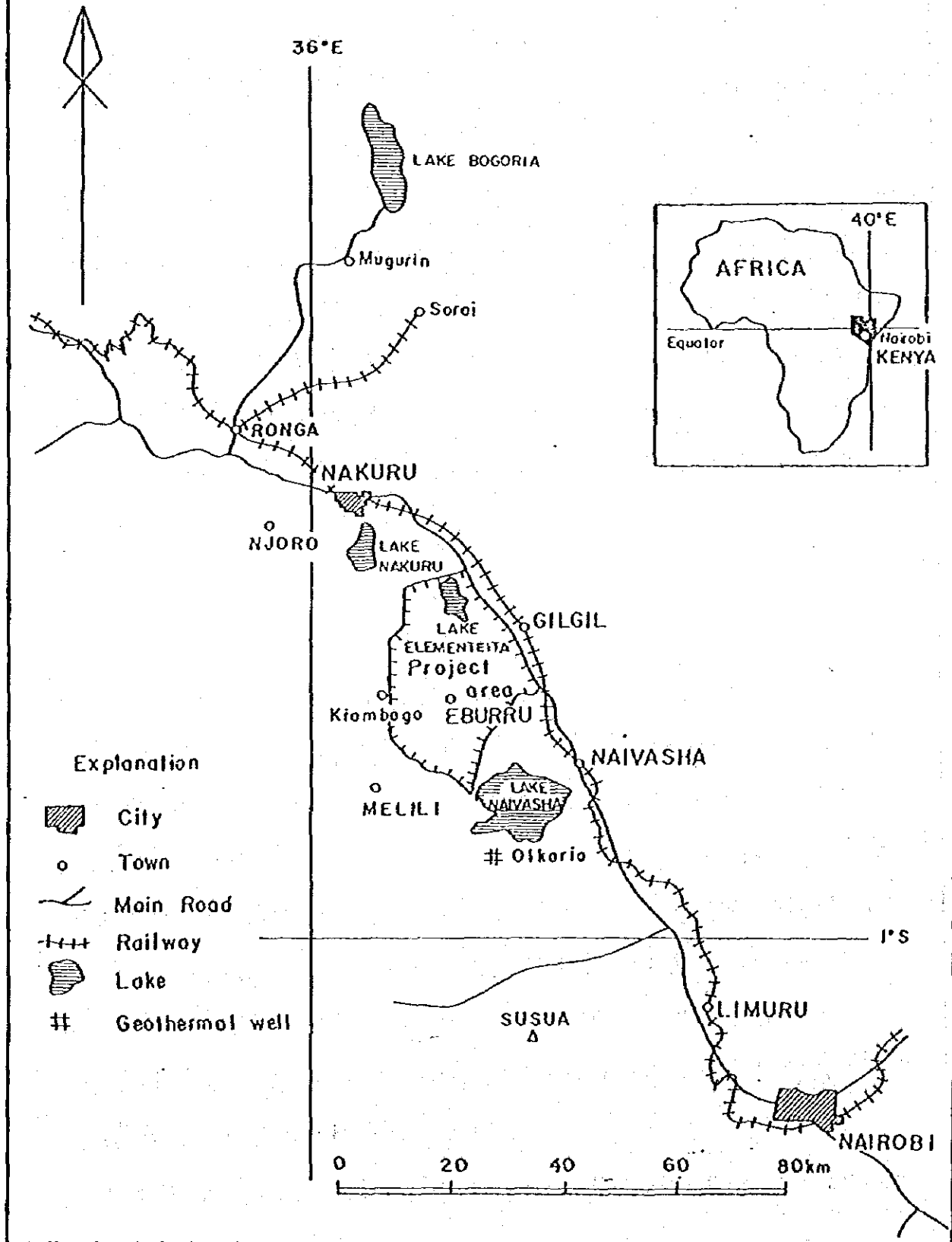
### 表

Table 1.	1980年調査スケジュール	5
Table 2.	貯水タンク量および工法別用水量	11
Table 3.	孔径別, 環状部流速別の循環率表	17
Table 4.	深掘り用掘削機の一般例(能力別)	21
Table 5.	掘削機用ホニアの一般例(主としてスピンドル型用)	22
Table 6.	掘削機用ホニアの一般例(主としてターンテーブル型用)	23
Table 7.	工事工程表 (1) (2) (3)	28~30





Fig. 1 Location of Project Area





## 第1章 序論

### 1-1 地熱開発計画調査の経緯

1979年ケニア共和国の要請に基づき、国際協力事業団による「ケニア共和国 リフト渓谷地熱開発計画調査」が実施され、Eburru (エブル) 地区は有望な地熱地帯であることが確認された。1980年度には、同地区において、地熱開発調査に用いられる代表的な調査方法である地質調査、地化学調査、地温調査および電気探査などの野外調査を実施し、同作業を通じてケニア人技術者の教育訓練を兼ね、調査結果の解析および総合解釈を行った。

### 1-2 地熱開発計画調査の現状

1979年の調査において、Eburru山を中心とした南北約11km、東西約4kmに及ぶ地域の地質概査の結果、この地域には多くの地表地熱徴候が見られ、旧火山の火口も多く認められ、多数の噴気孔、噴気地があり、一部凝縮水利用の井戸も見られる。殆んど噴気孔、噴気地の温度は70°~90°Cの値を示し、これらの広がりより当地域の地熱エネルギーの埋蔵量は、非常に大きなものと予想される。

さらに Eburru山付近に存在するカルデラ内及びその



周辺において実施された電気探査(シュランベルジャー電極配置直流垂直電気探査)及び地化学探査(土壤空気中の水銀, 炭酸ガス濃度及び1m深地温測定)の結果と地表地質調査間における相関関係も強く現われている。

1980年度の調査は, さらに広い地域において, これと同様な調査方法により電気探査及び地化学探査を実施した。

これらの結果を総合解析することにより, 1981年6月頃より開始予定のセニア政府による各400m深度95本の試錐位置を決定すると共に, 最終目的とする深部の調査井掘削位置を決定する事となっている。

### 1-3 ボーリング用水調査の目的

地熱徴候地域でのボーリング掘削工事においては, 断層帯, 亀裂帯に逢着した場合に逸水する事が多い。又, 地熱貯溜層に近づいた場合には, 噴気することもしばしばある。このような状態で掘るためには, 長時間にわたる逸泥掘りを必要とし, 又噴気の徴候が見えた場合には, 孔内冷却のために多量の送水が必要とする。このため, 必要水量などの様にして確保するのを調査しなくてはならない。

よって, 調査井掘る予定位置周辺の水源を調査して, 掘るに必要なる水量確保の可能性と水の輸送方法について調査する。



1-4 調査員 および 日程

調査員 下出春吉 ≡ 井金属エンジニアリング株式会社

各地における調査日程は次の通りである。

	1980年		1981年		
	11月	12月	1月	2月	3月
動員, 帰国	22-29	22-24			
現地準備打合せ	25-28				
現地調査 (Eburu, Naivasha, Olkaria)	29	1-2			
現地調査 (Nairobi)		7-13			
現地整理 検討		19-21			
国内検討, 報告書作成		22			10





Table 1 1980年調査スケジュール

作業内容	氏名	7月	8	9	10	11	12	1	2	3
地質調査	本島公司									
	佐藤良昭						16			
	佐藤博之			13		27				
	金原啓司								16	
物理探査	駒井二郎	28		3						
	佐藤功							4	14	
	大屋峻	28							15	16
地化学探査	水口忠夫	28							15	16
										10
ボリング 用水調査	下出春吉						22		17	10
	神戸睦夫								17	10
X線分析							19			10



## 第二章 調査の内容

### 2-1 Olkaria 生産井 ホーリングの状況

Olkaria (スルカリア) 生産井 ホーリングはニージーランド人の技術者により、12月19日現在で17本目の生産井をテーブルマシンを使用して掘削(掘削能力540ft)中である。掘削 Bit, Casing Program は別紙参照。(Fig. 4)

#### 2-1-1 掘削状況

0m ~ 550m 間は3段階の Casing を挿入し、フルホールセクションで Casing を固定している。掘削には、ベトナム産(アメリカ、イギリス製品の2種類を輸入)泥水を循環使用している。

550m ~ 1,800m 間は5 ~ 10% の石鹼水を 400 l/min を圧縮空気と一緒に送入して、泡掘削を行っている。

排出した汽水及び掘屑は溪谷へ放流している。

#### 2-1-2 Boring 用水状況

Boring 用水は Naivasha (ナイバシャ) 湖湖畔に孔径6吋深さ40mの井戸を掘削し井戸用水中ポンプ(15kW電動)により揚水し、中継ポンプ2台(110kW電動)により、峠に設けた貯水容量1,000 m<sup>3</sup>の貯水池に揚水貯水している。揚水量は500 l/min。

さらに峠の1,000 m<sup>3</sup>貯水池より6吋パイプで Boring Site に設けた貯水容量30<sup>3</sup>の鉄製タンクへ自然導入している。



## 2-1-3. 掘削中に於ける逸泥及び暴噴の処置

泥水掘削については逸泥は頻繁に生じるが逸泥防止材として鋸屑、砂糖キビ滓、セメント等を使用して逸泥防止を行っている。

深さ 500m ~ 700m 間でたびたび暴噴に遭遇したが清水を 1,600 l/min を 30分 ~ 1時間 (48,000 l ~ 96,000 l) 送水すれば暴噴時の圧力が低下し、掘削が再開可能である。



Fig. 3

Okaria Bit, Casing Program

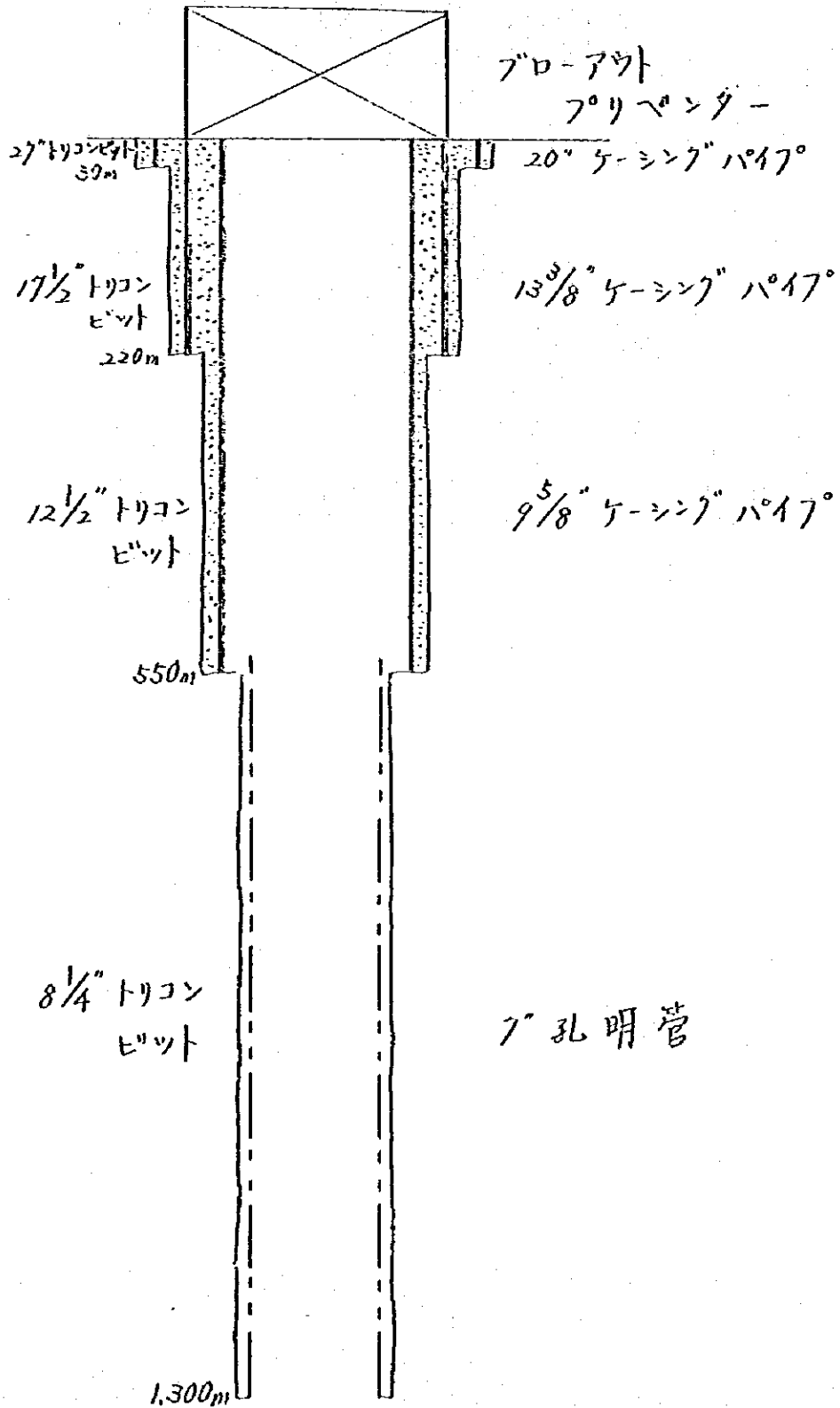
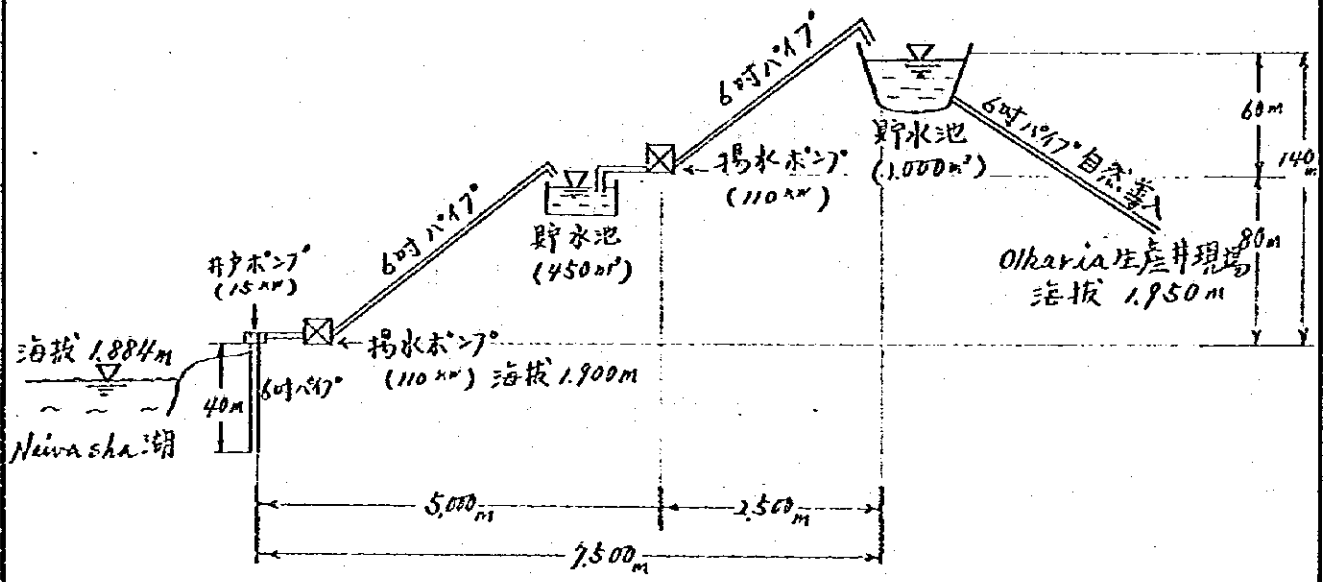






Fig. 4 Olkaria 揚水模式断面図





## 2-2 1,500mの調査井に必要な用水量の算定

### 2-2-1 必要水量および貯水池容量

地熱調査井の掘進に必要とする送泥(水)は

#### (1) 通常の掘進用水 (daily)

- 1) 孔底の Cuttings (掘くず) の排除
- 2) ビット刃先の摩擦熱の冷却
- 3) コアのコアチューブへの粘着防止
- 4) 孔内と掘管等の冷却と潤滑
- 5) 孔壁の崩壊防止
- 6) 逸泥(水)の防止

#### (2) 逸泥(水)層逢着時の連続逸泥掘進用水

#### (3) 暴噴抑制のための緊急冷却用水

#### (4) 換層テスト時の孔内洗滌および孔内冷却用水

を目的として使用する。特に地熱井においては、孔内温度の上昇が予測される。そのため掘管、ビット、泥水等への高温度による影響を防止するため孔内の冷却を十分に行いながら掘進しなければならないので、他の調査井に比し使用水量も多く必要とする。

Eburru 地域での地熱調査井はコア採取も必要のため深度 0m ~ 700m 間はトリコンビットによりノンコアリングで掘進し、700m ~ 1500m 間はワイライエ法によりコアリングで掘進す。最終孔径は NX-WL で行う。また、ホーリング候補地周辺には水利の便かにはいためホーリング地奥に約 500 ㊲の容量の貯水池を設け



タンクローリ車により Nairasha 湖から貯水タンクまで約 30km 間をピストン輸送する。

従って、掘進用水は循環使用することにより使用水量、ポンプ容量を最小限にする。

以上、Eburru, Olkaria の実地調査を踏えて検討した結果をまとめると Table 2. の通りである。

Table 2. 貯水池容量および工法別用水量

摘 要	トリコビット工法	ワイライン工法	備 考
(1) ビット径	12 $\frac{1}{2}$ , 9 $\frac{5}{8}$ , 7 $\frac{5}{8}$ , 5 $\frac{5}{8}$	HQ-WL, NQ-WL	
(2) 振管径	3 $\frac{1}{2}$ "	HQ-WL, NQ-WL	
(3) 貯水池容量	500 t		ボーリング地帯に建設す
(4) 使用水量	484 t	441 t	
1) 補給水量	54 t/日 (50 l/min)	108 t/日 (10 l/min)	掘進時使用水量の 10% を補給す。
2) セメンチング水量 洗滌等	10 t/日	10 t/日	
3) 逸泥(水)対策水量	20 t/日	20 t/日	
計 (1+2+3)	84 t/日	41 t/日	
4) 暴噴抑制対策水	100 t	100 t	Olkaria の実績 1600 l/min × 60 min × 1 hr
5) 緊急時予備用水	200 t	200 t	ポンプ2台並列運転時等に使用
6) 貯水タンク余裕水	100 t	100 t	
計 (4+5+6)	400 t	400 t	
(5) 検層テスト時用水			
孔内連続洗滌水	180 t		l/min min/hr H <sub>2</sub> O 日 300 × 60 × 10 × 1
孔内連続冷却水	580 t		l/min min/hr H <sub>2</sub> O 日 200 × 60 × 24 × 2



## 2-2-2 ポンプ容量の決定

ボーリングポンプの容量は Cuttings (掘りくず) を地上まで運び上げるのに必要な上昇流速を生じさせる循環率 (単位時間当り上昇流量) により決り。

即ち掘進時に発生する Cuttings の沈降速度以上の上昇流速を必要とする。上昇流速に影響を与える因子として、

- ① Cuttings の比重, 形状, 粒度
- ② 孔径, 掘管, ケシングパイプ, 等の径.
- ③ 送泥 (水) の比重, 粘性, イールドバリュ- の流動型および流動抵抗への影響

によりポンプの容量が決定されるが、一般には循環率と環状流速により算定される。

## (1) 循環率 (上昇流量) と環状流速

## 1) 循環率 (上昇流量)

$$\begin{array}{l} \text{環状部} \\ \text{(掘管外)} \end{array} \quad Q = \frac{V \cdot (D^2 - D_1^2)}{12.74} \quad \text{----- I 式}$$

$$\begin{array}{l} \text{掘管内} \end{array} \quad Q = \frac{V \cdot D_2^2}{12.74} \quad \text{----- II 式}$$

$$Q = \text{循環率 (上昇流量)} \quad \text{l/min}$$

$$V = \text{環状流速} \quad \text{m/min}$$

$$D = \text{孔径} \quad \text{cm}$$

$$D_1 = \text{掘管の外径} \quad \text{cm}$$

$$D_2 = \text{掘管の内径} \quad \text{cm}$$

但しこの式には各種流動抵抗は含まず





## 2) 環状流速

I式、II式を变形した式で表わされる

$$\text{環状部 (振管外)} \quad V = \frac{12.74 \cdot Q}{(D^2 - D_1^2)} \quad \text{-----} \quad \text{III式}$$

$$\text{振管内} \quad V = \frac{12.74 \cdot Q}{D^2} \quad \text{-----} \quad \text{IV式}$$

[註]

## a) 標準とされている環状流速

トリコンビット使用の場合	$V = 54 \text{ m/min}$	最小値
〃	$V = 80 \text{ m/min}$	各種拍抜を 含む
ワイヤラビット使用の場合	$V = 54 \text{ m/min}$	最小値
〃	$V = 60 \text{ m/min}$	各種拍抜を 含む

## b) 標準とされている循環率

孔径 1" 当り 50 gal/min 以上

c) Cuttings の上昇率は流速の  $\frac{1}{2}$  乗と泥水比重に比例し、流動型は整流より乱流が有効で、深度には関係しない。

## d) 振管内の許容流量

振管内径 1cm<sup>2</sup> 当り 約 21 l/min

e) アメリカでは経験式として次式により概算している。

$$Q = 5 \cdot D^2 \quad \text{-----} \quad \text{V式}$$

Q = 循環率 gal/min

D = 孔径 in



## (2) ホンプ容量の決定

Eburru 地域での 1,500 m の地熱調査井の掘進に必要なホンプ容量は Fig 5 のビット・ケーシングプログラムから I 式により環状部(掘管外)の上昇流速を

トリコンビットの場合  $V = 54 \text{ m/min}, 80 \text{ m/min}$

ワイヤラインビットの場合  $V = 54 \text{ m/min}, 60 \text{ m/min}$

として算出した結果は Table 3 の通りである。

この表からトリコンビットを使用して掘進する工法では孔径と掘管の差, Cuttings の粒度, 泥水比重等が大きく、所要の上昇流速を維持するには孔径 (12 $\frac{1}{4}$ " ~ 5 $\frac{5}{8}$ " トリコンビット) により理論計算値、アメリカでの経験式ともに約 3,000  $\text{l/min}$  ~ 500  $\text{l/min}$  の上昇流量が必要である。

また、HQ-WL, NQ-WL ビットを使用して掘進する工法は孔径と掘管の差, Cuttings の粒度, 泥水重等と比較的小さいため約 40  $\text{l/min}$  ~ 100  $\text{l/min}$  の上昇流量を維持すればよい。

トリコンビット工法とワイヤライン工法の併用工法で行う場合は一般に主ホンプ(大容量 3,000  $\text{l/min}$  ~ 800  $\text{l/min}$ ) と副ホンプ(中容量 1,500  $\text{l/min}$  ~ 200  $\text{l/min}$ ) の 2 台の設備が必要とされている。

今回の地熱井は 1,500 m 1 孔のみであり、過大な設備投資、それにランニングコストを極力削減せねければならない。即ち掘進時に必要とされる上昇流量



を最小限にするため、ワイヤライン工法での必要設備を基準とし、かつ最低上昇流速  $V=54 \text{ m/min}$  とし、5号トリコンビット工法にほぼ見合う最大吐出容量  $500 \text{ l/min}$  のポンプ2台(主、副各1台)の最小容量の設備として設定した。

- 1) トリコンビット (深度  $0 \text{ m} \sim 700 \text{ m}$ )  
 通常掘進時の使用水量  $500 \text{ l/min}$  とする  
 1日当り補給水量  $50 \text{ l/min}$  とする。

$$500 \text{ l/min} \times 60 \text{ min/hr} = 30,000 \text{ l/hr}$$

$$30 \text{ l/hr} \times 24 \text{ hr/d} \times 0.75 = 540 \text{ l/d}$$

ポンプにより強制循環して、使用する水量のうち泥水の比重調整、補泥用等に必要な補給水量は1日当り使用水量の10%が必要である。即ち、1日当り補給水量は

$$540 \text{ l/d} \times 0.1 = 54 \text{ l/d}$$

$$54 \text{ l/d} \div (24 \text{ hr/d} \times 0.75) \div 60 \text{ min/hr} = 50 \text{ l/min}$$

ただし、12号、9号、7号、5号トリコンビット(0m~700m間)による掘進時はポンプ(500 l/min)1台での吐出容量では絶対量が不足し、第2表の通り上昇流速  $V=54 \text{ m/min}$  に対し約  $7 \text{ m/min} \sim 51 \text{ m/min}$  となり、特に12号~7号トリコンビットでは  $7 \text{ m/min} \sim 21 \text{ m/min}$  である。



半分以下の流速しか確保できない。そのため同型、同容量の副ポンプ1台を並列運転(約50%増)して、上昇流量と流速の不足量の一部を補充しなければならぬ。

上昇流量、流速の不足は Cuttings の残留のため掘進能率の低下、ビットライフの低下ならびに孔内事故発生の原因となるので泥水管理を含め掘進技術に細心、最大の注意を払って行なわなければならない。

## 2) ワイヤラインビット (深度 700 m ~ 1500 m)

通常掘進時の使用水量  $100 \text{ l/min}$  とする

1日当り補給水量  $10 \text{ l/min}$  とする

$$100 \text{ l/min} \times 60 \text{ min/hr} = 6,000 \text{ l/hr}$$

$$6 \text{ t/hr} \times 24 \text{ hr} \times 0.75 = 108 \text{ t/day}$$

ポンプに於て強制循環にて使用する水量の35%泥水の比重調整、補泥用等に要する補給水量は1日当り使用水量の10%が必要である。

即ち1日当り補給水量は

$$108 \text{ t/day} \times 0.1 = 10.8 \text{ t/day}$$

$$10.8 \text{ t/day} \div (24 \text{ hr} \times 0.75) \div 60 \text{ min/hr} = 10 \text{ l/min}$$

ワイヤライン工法ではトリコビット工法に比較して環状部のクリアランス、Cuttingsの粒度が小さいのでポンプ(500 l/min)1台で所要の上昇流量と流速は確保できる。



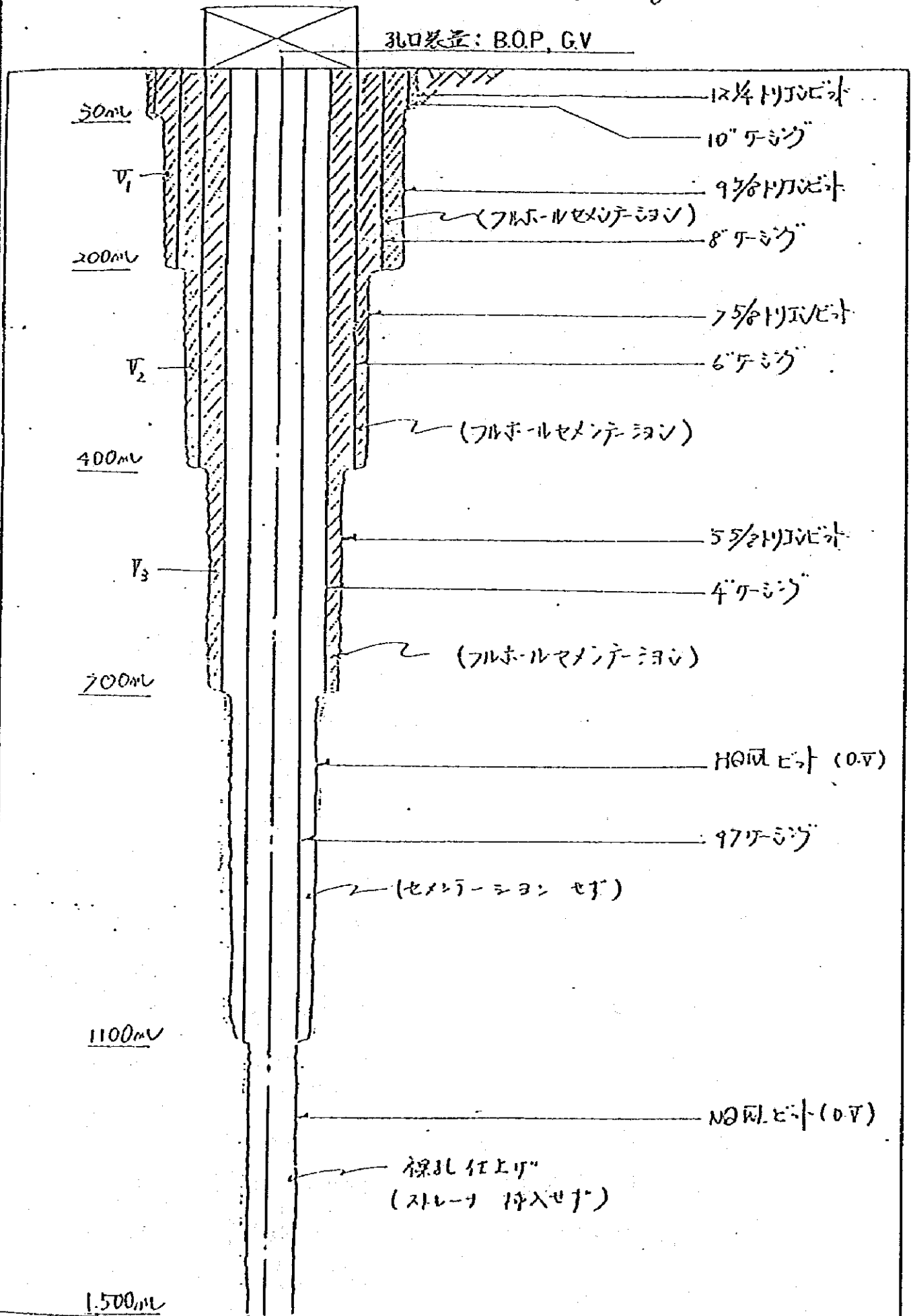


Table B 孔径別、環状部流速別の循環率表  
(上昇流量)

掘進長	孔径 又は ケ⇒7'ハ'の内径		掘管外径		環状部 流速別の循環率(I式に於て)			Q=500% の環状流速 (Ⅲ式に於て)	(参考) V式に おける流量 1170のみ
					V=54% l/min	V=60% l/min	V=80% l/min		
m	in	cm	in	cm	l/min	l/min	l/min	m/min	l/min
30	12 1/4	31.11	3 1/2	8.89	3,767	—	5,580	7.16	2,840
30	10 C.P	24.88	3 1/2	8.89	2,228	—	3,390	11.80	1,892
170	9 5/8	24.44	"	"	2,196	—	3,254	12.29	1,753
加重平均		24.50	"	"	2,209	—	3,257	12.22	1,773
200	8 C.P	19.99	3 1/2	8.89	1,693	—	2,508	19.87	1,211
200	7 5/8	19.36	"	"	1,253	—	1,856	21.54	1,100
加重平均		19.67	"	"	1,473	—	2,128	20.69	1,155
400	6 C.P	15.10	3 1/2	8.89	631	—	935	42.76	681
300	5 5/8	14.28	"	"	529	—	784	51.00	598
加重平均		14.74	"	"	587	—	870	46.08	645
700	4 C.P	10.24	HO-WL	8.89	109	121	—	—	—
400	HO-WL 9-2(07)	10.17	"	"	103	114	—	—	—
加重平均		10.21	"	"	106	118	—	—	—
1,100	97 C.P	9.00	NO-WL	7.00	135	150	—	—	—
400	NA-WL 9-2(07)	7.62	"	"	38	42	—	—	—
加重平均		8.63	"	"	107	119	—	—	—



Fig. 5 1,500m 調査井 Bit, Casing Program





## 参考資料

- Fig. 6 各種地熱井のビット・ケシングプログラム 一般例  
 Table 4 深掘り用振削機的一般例  
 (1) スピンドル型 (2) ターンテーブル型  
 Table 5 振削機用ポンプの一般例、スピンドル型用  
 Table 6 振削機用ポンプの一般例、ターンテーブル型用

## 参考文献

1. 通産省地質調査所編 新編 図解ボーリング便覧
2. 岩松一雄 ボーリングハンドブック
3. 中村小四郎 試錐 IV, V
4. 沖野文吉 ボーリング用泥水
5. J.D. Cumming. Diamond Drill Handbook.
6. Taggart Hand Book of Ore Dressing
7. 日本石炭協会編 試錐ハンドブック
8. 日本地熱資源開発促進センター 地熱開発技術講習会テキスト 51, 52, 53, 54 年度
9. 松尾圭二 地熱井はどのようにして掘きくさるか。
10. 利根ボーリング ボーリング技術者便覧
11. 試錐メーカー 各社カタログ類



Fig. 6. 各種地熱井のヒート・ケーシングプログラム一般例

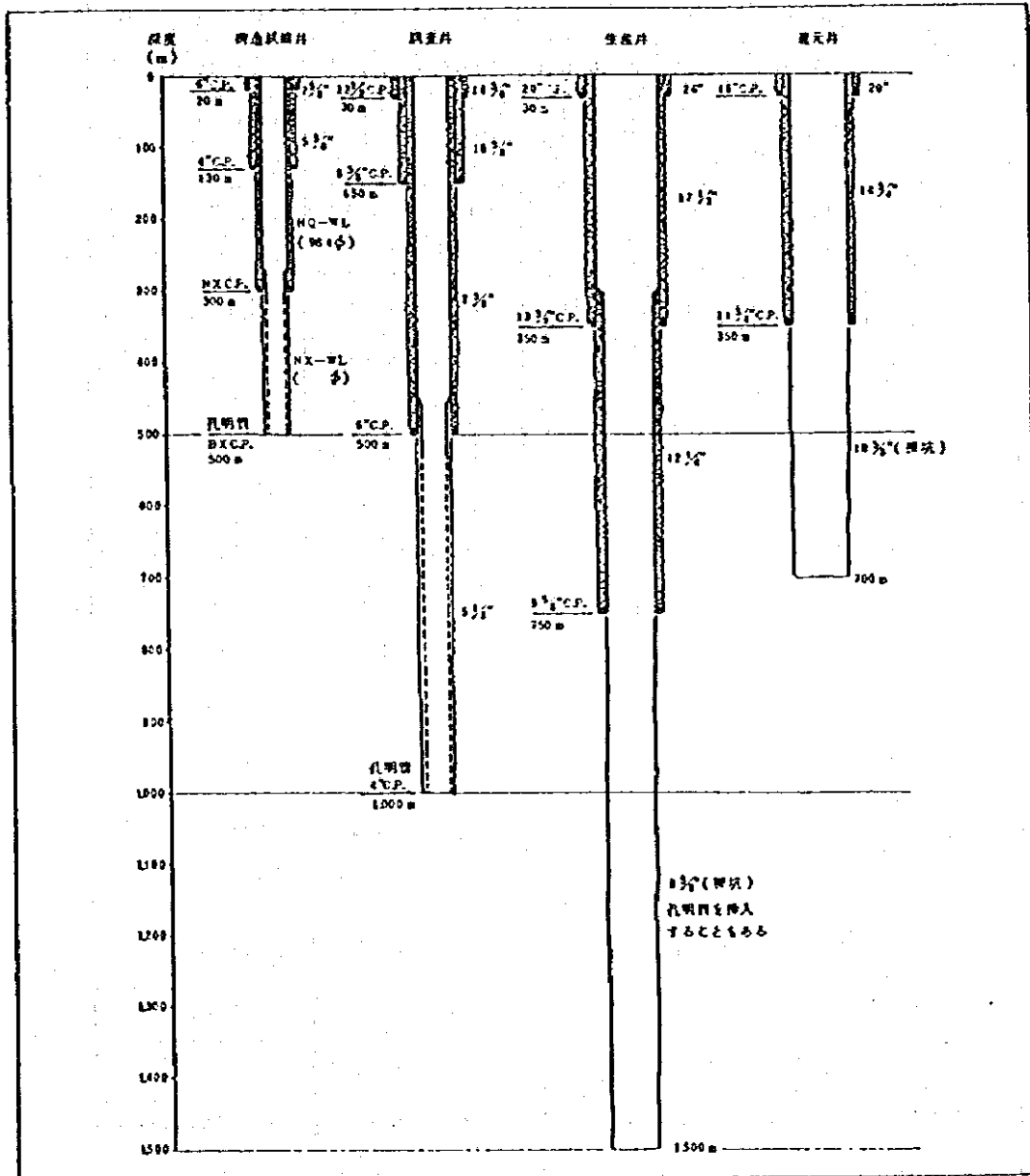






Table 4 深掘り用掘削機の一般例 (能力別)

(1) 主要メーカーによる深掘り用掘削機 (スピンドル型)

項目	社名	利根ボーリング			鉦研試錐		東邦地下工機	
		HLL	TXL	TEL	AD-1	EP-1W	DL-6	DH-6
掘削能力 (m)		1,500~2,000	1,000	500~800	1,500~2,000	600	1,000	500~800
槽高さ (m)		27	27	18~27	27	18~27	27	18~27
掘削機重量 (kg)		6,500	5,300	2,200	2,500	2,200	4,500	3,700
分解最大重量 (kg)		3,000	1,450	600	2,300	490	450	400
回転機構		スピンドル Φ160mm	スピンドル Φ185mm	スピンドル Φ93mm	スピンドル Φ150mm	スピンドル Φ108mm	スピンドル Φ90mm	スピンドル Φ105mm
動力 (Ps)		70	70	40	80	36	50	32
泥水ポンプ	主	NAS-7H	NAS-6	NAS-6	MO-100	MO-100	BO-50	BO-50
	副	NAS-5	NAS-5	NAS-4	MO-40	MO-40	BO-30	BO-30
動力 (Ps)	主	100~130	70	70	100	100	50	50
	副	32	32	28	50	50	30	30
防噴装置		各々の装置およびケーシング径に適合したものを使用する(例)山口式、カノン、ノートル等						
冷却塔 (基)		1	1	1	1	1	1	1

• クリー掘り可能

(2) 深度別主要掘削装置 (ターンテーブル型)

項目	1,000 <sup>m</sup>	1,500 <sup>m</sup>	2,000 <sup>m</sup>	2,500 <sup>m</sup>	3,000 <sup>m</sup>	3,500 <sup>m</sup>	4,000 <sup>m</sup>
槽の高さ	34 <sup>m</sup>	38 <sup>m</sup>	40.5 <sup>m</sup>	43.3 <sup>m</sup>	43.3 <sup>m</sup>	44.8 <sup>m</sup>	44.8 <sup>m</sup>
ドローワークス型式	5 7/8" UT	6 1/2" UT	T-32	T-60	T-70	T-100	T-110
ロータリンマシン	20 1/2"	20 1/2"	20 1/2"	20 1/2"	21 1/2"	21 1/2"	21 1/2"
泥水ポンプ	1 1/4" x 14"	1 1/4" x 14"	2 1/2" x 16"	3" x 14"	2 3/4" x 15"	2 1/2" x 12" x 160 <sup>SPW</sup>	2 1/4" x 12" x 160 <sup>SPW</sup>
ドローワークス定格馬力	150 HP	250 HP	320 HP	600 HP	700 HP	1,000 HP	1,100 HP
クラウンブロック	30" x 5車	36" x 5車	42" x 6車	42" x 6車	45" x 6車	48" x 6車	50" x 7車
トラベリングブロック	30" x 4車	35" x 4車	36" x 4車	40" x 5車	45" x 5車	48" x 5車	50" x 6車
ワークライン径	26mm	28mm	28mm	28mm	32mm	32mm	32mm
ケーシングフック	150 ton	150 ton	175 ton	300 ton	300 ton	350 ton	500 ton
スイベル	300 x 6"	300 x 6"	300 x 6"	300 x 6"	400 x 6"	400 x 6"	400 x 6"
ロータリーホース	65 x 10 <sup>mm</sup>	65 x 10 <sup>mm</sup>	75 x 10 <sup>mm</sup>	75 x 10 <sup>mm</sup>	3 1/2" x 55'	3 1/2" x 55'	3 1/2" x 55'
クレー	4 1/4" x 11 <sup>m</sup>	4 1/4" x 11 <sup>m</sup>	4 1/4" x 11 <sup>m</sup>	5 1/4" x 11 <sup>m</sup>	5 1/4" x 11 <sup>m</sup>	6" x 11 <sup>m</sup>	6" x 11 <sup>m</sup>

• TriPlex Plunger Slush Pump



参考資料

Table 5 振動機用ポンプの一般例 (主としてスピンドル型用)

(1) 利根ホーリング

機種名	形式	シリンダ径 (mm)	吐出量 (L/min)	圧力 (kg/cm <sup>2</sup> )	駆動機 モーター/エンジン	寸法 (mm) 長×幅×高	重量 (kg)
NAS-10	複式 二連式	121.45 184.15	425 1500	110 85	220 320	エンジン 370×800 ×802	6000
NAS-1H	"	140 184	1250 184	70 85	75 ~110	エンジン 370×228 ×157	3000
NAS-8	"	102 152	360 850	47 20	37 ~70	エンジン 307×0948 ×15	1600
NAS-5H	"	102 127	370 600	49 18	25 ~50	エンジン 212×074 ×14.5	1300
NAS-4	"	55 85	76 250	70 20	11 ~15	エンジン 201×0715 ×10.5	585
NAS-3	"	47.5 75	40 150	70 15	12 ~15	エンジン 17×002× ×1	430
NAS-2	複式 単式	63	65 82	37 27	6 ~7	エンジン 167×048 ×0.61	190
NAS-1	複式 三連式	63 15	65 160	52 20	7.5 ~18	エンジン 185×115 ×12.1	220

(2) 鉦研試験機

形式	MG-100W	MG-75A	
		2連式複動ピストンポンプ	
ストローク数	rpm	高速 32.5	高速 65
ピストン径	mm	121 152 172 184 121 152 172 184	175 165 155 135 120 110 175 165 155 135
吐出量	L/min	600 395 50 80 170 1.40 1.40 1.40	1.10 1.00 0.70 60 50 40 1.40 1.30 1.10 0.70
吐出圧力	kg/cm <sup>2</sup>	100 70 55 45 52 35 27 24	55(W) 23 27 30 41 52 63 75(W) 31 36 40 54 70 84 25 23 33 44
吸入口径	mm(φ)	200(φ)	
吐出口径	mm(φ)	150(φ)	
機体寸法(L×W×H)	mm	3,250×1,300×2,300(ポンプ本体)	
重量 (総機体)	kg	75 4	
駆動機	PS	モーター 37 4	
原動機	PS	エンジン 52	

形式	MG-50	MG-40		MG-30	
		2連式複動ピストンポンプ		単動複動ピストンポンプ	
ピストン径	mm	135 155 155	80 100 120 130	40 100 120 130	
吐出量	L/min	660 880 1,090	220 350 570 640	160 270 390 460	
吐出圧力	kg/cm <sup>2</sup>	30 22 18	60 38 25 22	60 35 25 21	
吸入口径	mm(φ)	125(φ)		100(φ)	
吐出口径	mm(φ)	75(φ)		65(φ)	
機体寸法(L×W×H)	mm	3,400×950×1,820		2,900×900×1,450	
重量 (総機体)	kg	2,020		1,410	
駆動機	PS	モーター 37 4		モーター 30 4	
原動機	PS	エンジン 52		エンジン 43	

形式	MG-25	MG-15A		MG-10		MG-5A	
		2連式複動ピストンポンプ		単動複動ピストンポンプ		単動複動ピストンポンプ	
ピストン径	mm	80 100 120	52 66 85 89	45 52 68	45 52 68		
吐出量	L/min	140 230 340	67 120 190 210	50 70 120	28 40 70		
吐出圧力	kg/cm <sup>2</sup>	60 35 25	70 40 25 22	70 50 30	60 40 25		
吸入口径	mm(φ)	100(φ)		50(φ)		38(φ)	
吐出口径	mm(φ)	65(φ)		32(φ)		32(φ)	
機体寸法(L×W×H)	mm	1,650×840×1,270		1,210×310×1,010		950×570×870	
重量 (総機体)	kg	1,100		500		280	
駆動機	PS	モーター 18.5 4		モーター 11 4		モーター 7.5 4	
原動機	PS	エンジン 25 30		エンジン 15 20		エンジン 10 15	



Table 6 掘削機用ポンプの一般例 (主にターンテーブル型用)

表 39 7½"×14"OH300Pパワーポンプの吐出量									
ライナー径(in)	7½	7	6½	6	5½	5	4½	4	3½
吐出圧力(KSC)	48.76	52.51	56.69	61.39	72.81	79.74	87.79	108.25	
ストローク(SPM)	入力(HP)	吐出量 (ℓ/min)							
65	300	2.353	2.185	2.024	1.869	1.576	1.439	1.307	1.060
60	277	2.172	2.017	1.868	1.725	1.455	1.338	1.207	0.979
55	254	1.991	1.849	1.712	1.581	1.334	1.217	1.106	0.897
50	231	1.810	1.681	1.557	1.438	1.213	1.107	1.006	0.816
45	208	1.629	1.512	1.401	1.294	1.091	0.996	0.905	0.734
1ストローク吐出量(ℓ)		36.20	33.62	31.14	28.76	24.26	22.14	20.12	16.32

表 40 G-700パワーポンプの吐出量									
ライナー径(in)	8	7½	7	6½	6	5½	5	4½	4
吐出圧力(KSC)	87.56	93.75	100.5	108.1	116.5	126.2	136.8	163.1	
ストローク(SPM)	入力(HP)	吐出量 (ℓ/min)							
70	700	3.058	2.856	2.663	2.478	2.299	2.122	1.957	1.642
65	650	2.839	2.652	2.473	2.301	2.135	1.971	1.817	1.523
60	600	2.621	2.443	2.282	2.124	1.970	1.891	1.678	1.408
55	550	2.402	2.244	2.092	1.947	1.806	1.668	1.538	1.290
50	500	2.184	2.040	1.902	1.770	1.642	1.516	1.398	1.173
1ストローク吐出量(ℓ)		43.68	40.80	38.04	35.40	32.84	30.32	27.96	23.46

表 41 H-850-Aパワーポンプの吐出量									
ライナー径(in)	7½	7	6½	6	5½	5	4½	4	3½
吐出圧力(KSC)	107.67	115.42	124.24	134.07	145.21	157.90	172.30	188.81	
ストローク(SPM)	入力(HP)	吐出量 (ℓ/min)							
70	850	3.021	2.817	2.617	2.425	2.239	2.059	1.887	1.722
65	789	2.805	2.616	2.430	2.252	2.079	1.912	1.752	1.599
60	729	2.590	2.414	2.243	2.078	1.919	1.765	1.618	1.476
55	668	2.374	2.213	2.056	1.905	1.759	1.618	1.483	1.353
50	607	2.158	2.012	1.869	1.732	1.599	1.471	1.348	1.230
1ストローク吐出量(ℓ)		43.16	40.24	37.38	34.64	31.98	29.42	26.96	24.60

注: 機械効率90%, 容積効率100%とする。



## 2-3 水源調査と水量確保の可能性

水源としては、次の3つの方法が考えられる。  
すなわち、

- ① 現在揚水中の井戸から供給を受ける。
- ② 新たに井戸を掘る。
- ③ Nainasha湖から採取する。

調査井候補地の北東部に位置する Prospect Farm には灌漑用の Borehole が散在しており、これの中には揚水可能なものと、そうでないものがある。揚水可能な Borehole につき、現在の揚水量を調査した。調査結果は次の通り。

### Borehole からの揚水量調査

距離		1日当り揚水量		備考
No.1候補地迄	No.2候補地迄	ガロン	m <sup>3</sup> 換算	
23 <sup>Km</sup>	8 <sup>Km</sup>	36,000 <sup>ガロン</sup>	136 <sup>m<sup>3</sup></sup>	深度154mに水脈あり。
28	13	33,000	125	
30	15	24,000	91	
31	16	50,000	189	
33	18	21,600	82	
34	19	36,000	136	

ホーリングに必要な水量である 54 m<sup>3</sup> の水は、これら井戸から供給を受ける事は、灌漑用水の余剰がないことから不可能である。





又、新たに Borehole を掘るとし、それが水脈に当たるとしても、流域面積がせめて貯溜容量が小さい事が既存の灌漑用水に及ぼす影響と考之れば危険である。

よつて、調査井掘とくに必要水量を確保するには Nainasha 湖から採取する事が適当と考之る。



## 2-4 用水輸送方法, 工事費および工期

Nainasha 湖から採水し、調査井掘きく予定位置まで用水を輸送する方法として、ポンプ圧送によるパイプ輸送およびタンクローリー車による輸送を検討した。その結果は次に示す如く、パイプ輸送では、設備工事費のみで、6億円以上となり、調査井1本分の用に供するには、設備が過大であり適当でないと考えらる。

### ポンプ圧送によるパイプ輸送工事費概算

条件	揚水量	1.7 m <sup>3</sup> /min (100t/hr)
	標高差	700 m
設備	パイプ内径	6吋 (150mm)
	パイプ延長	20 Km
	ポンプ型式	マウスポンプ H-225
	吐出圧力	最大 70kg/cm <sup>2</sup> , 常甲 64kg/cm <sup>2</sup>
	モーター馬力	275 kW
	台数	2 台
工事費	ポンプ関係	1.6 億円
	パイプ関係	4.8 億円
	計	6.4 億円

よって、タンクローリー車による輸送について、採水する地点を Loldia および Kongoni の 2 地点を選定し、更にタンクローリー車を ケニア国内より調達する



場合と、日本から持込む場合の双方につき経済性と工期について検討した。

6案につき検討し、その結果は次の通りである。

タンクローリー車による用水運搬の工事費及び工期

	<u>採水地点 ～運搬先</u>	<u>タンクローリー車 の調達方法</u>	<u>工事費</u>	<u>工期 (掘削を含む)</u>
案1	Loldia ～No.1	ケニア調達	115.3 <sup>万円</sup>	19ヶ月
案2	"	日本から持込	110.9	19
案3	Loldia ～No.2	ケニア調達	72.8	14
案4	"	日本から持込	68.3	14
案5	Kongoni ～No.2	ケニア調達	77.7	12
案6	"	日本から持込	66.8	12



Table 7 工事工程表(1)

工種	数量	単位	月数																		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
第1案	道路新設工	335	m																		
	道路改良工(1)	300	"																		
	" (2)	5700	"																		
	" (3)	3,000	"																		
	退避所工	5	箇所			H	H	H	H												
	道路拡幅工	390	m																		
	棧橋工	20	"																		
	1次貯水槽工	16	m <sup>3</sup>																		
	配管工	200	m																		
	貯水池工	500	m <sup>3</sup>																		
	ボリング用水運搬工	7,754	t																		
	揚水ポンプ運転工																				
道路維持修繕工																					
第2案	道路新設工	335	m																		
	道路改良工(1)	300	"																		
	" (2)	5700	"																		
	" (3)	3,000	"																		
	退避所工	5	箇所			H	H	H	H												
	道路拡幅工	390	m																		
	棧橋工	20	"																		
	1次貯水槽工	16	m <sup>3</sup>																		
	配管工	200	m																		
	貯水池工	500	m <sup>3</sup>																		
	ボリング用水運搬工	7,754	t																		
	揚水ポンプ運転工																				
道路維持修繕工																					
輸出																					

記事	訂正





Table 工事工程表 (2)

工種	数量	単位	月 数														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
第3号 安木	道路改良工 (1)	300	m														
	" (2)	3,000	"														
	栈橋工	20	"														
	1次貯水槽工	16	m <sup>3</sup>														
	配管工	700	m														
	貯水池工	500	m <sup>3</sup>														
	ホリツ用木運搬工	7,754	t														
	揚水ホリツ運搬工 道路維持修繕工																
第4号 安木	道路改良工 (1)	300	m														
	" (2)	3,000	"														
	栈橋工	20	"														
	1次貯水槽工	16	m <sup>3</sup>														
	配管工	700	m														
	貯水池工	500	m <sup>3</sup>														
	ホリツ用木運搬工	7,754	t														
	揚水ホリツ運搬工 道路維持修繕工 輸出																
第5号 安木	道路改良工 (1)	300	m														
	栈橋工	20	"														
	1次貯水槽工	16	m <sup>3</sup>														
	配管工	700	m														
	貯水池工	500	m <sup>3</sup>														
	ホリツ用木運搬工	7,754	t														
	揚水ホリツ運搬工 道路維持修繕工																
記 事									訂 正								



Table 工事工程表 (3)

I	種	数量	単位	月 数														
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
第 6 号 案 本	道路改良工(1)	300	m															
	栈橋工	20	m															
	1次貯水槽工	16	m <sup>3</sup>															
	配管工	700	m															
	貯水池工	500	m <sup>3</sup>															
	ボリツ用水射撃工	7.254	t															
	揚水ポンプ駆動工																	
	道路維持修繕工																	
記 事				訂 正														



## 第3章 結論

### (1) 用水輸送方法

Nainasha 湖の Kongoni 採水地点より採取し、タンクローリー車による運搬が適当である。

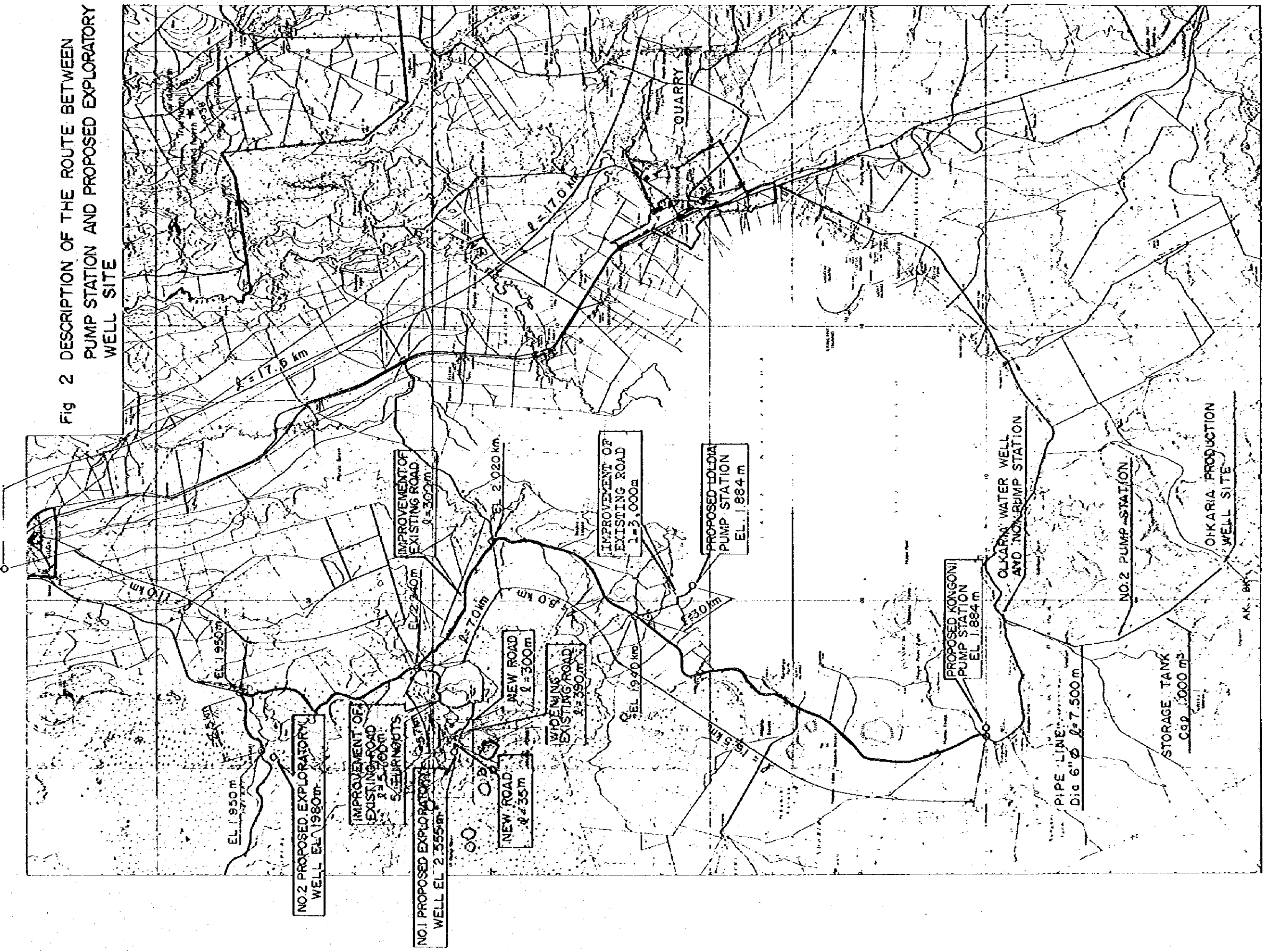
### (2) タンクローリー車の調達

ケニアにて水タンクを製作し、カゴトラックに積載するより、日本からタンクローリー車を持込む方が割安となる。

### (3) 用水運搬工事費

道路改良工 300m, 棧橋工 20m, 1次貯水槽工 16m<sup>3</sup>, 配管工 700m, 貯水池工 500m<sup>3</sup>, ボリング用水運搬工 7,754名, 揚水ポンプ運転工 250日, 道路維持修繕工 250日 および輸送費用からなり、その工事費は 55.8 百万円と見込まれる。

Fig 2 DESCRIPTION OF THE ROUTE BETWEEN PUMP STATION AND PROPOSED EXPLORATORY WELL SITE



AK. BK.

# DIYIN

Fig. 7 灌溉用井戸の揚水量実績

