

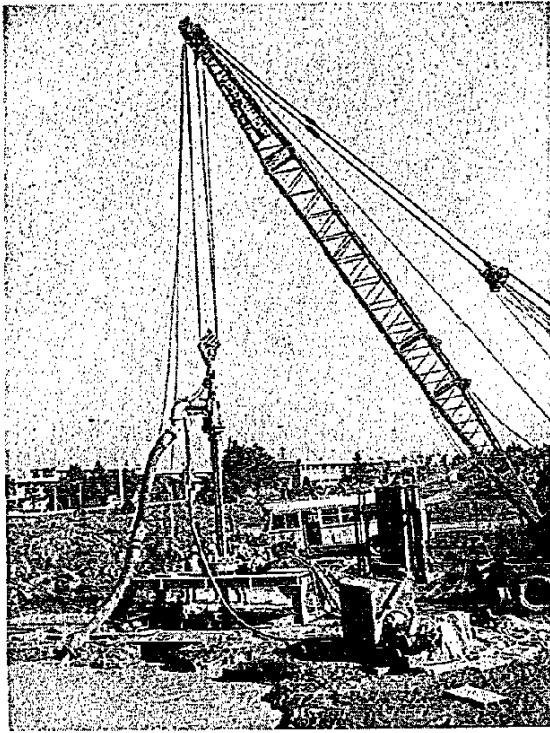
土木研究所資料

第 419 号

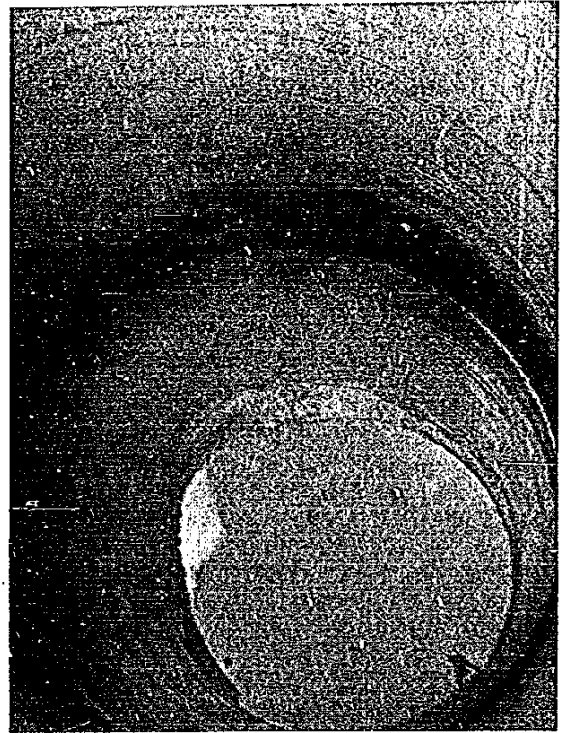
3 M 径削孔試験報告書

昭和 43 年 12 月

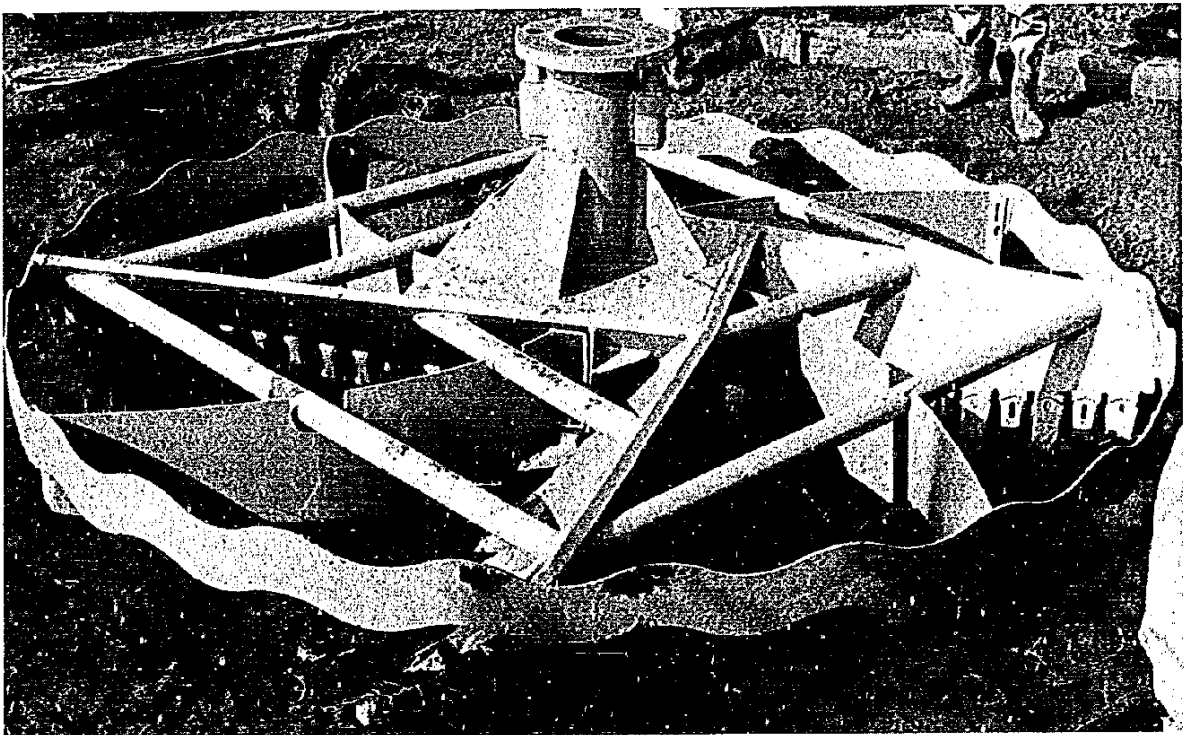
建設省土木研究所



削孔試験全景



削孔後の孔壁



3 m 径 4 翼 ドラグ形 ビット

3 M 径 削 孔 試 験 報 告 書

機械研究室

千 田 昌 平
伊 藤 豪 誠

目 次

ま え が き	4
1. 試 験 機 仕 様	6
1. 1 掘 削 機	6
1. 2 油 圧 ポンプ パワー ユニッ ト	7
1. 3 水 ポンプ パワー ユニッ ト	7
1. 4 空 気 圧 縮 機	8
1. 5 ビ ッ ト	8
2. 試 験 方 法	10
2. 1 試 験 設 備 配 置	10
2. 2 試 験 条 件	11
2. 3 測 定 項 目 お よ び 測 定 要 領	11
i) ビ ッ ト 推 力	11
ii) ビ ッ ト 回 転 数	11
iii) 掘 進 速 度	11
iv) 掘 削 馬 力、掘 削 ト ル ク	11
v) 空 気 圧、空 気 量	14
vi) 揚 水 量	15
vii) 揚 砂 量	16

viii) 刃先の摩耗量	16
3. 試験結果	16
3.1 試験成績一覧表	16
3.2 掘削トルク	17
3.3 掘進速度	17
3.4 掘削馬力	17
3.5 揚水量と空気量	17
3.6 揚水量と揚砂量	17
3.7 ビット刃先の摩耗	17
4. 考察	48
4.1 掘進速度	48
i) 掘進速度と土質	48
ii) 掘進速度と掘削馬力	48
iii) 掘進速度とビット回転数	48
4.2 集土板の効果	48
4.3 掘進能力	49
4.4 作業性について	49
4.5 孔壁の保護	49

ま え が き

本報告書は建設省土木研究所が同所千葉支所構内において、石川島播磨重工業株式会社の委託により、深礎工法やケーソン工法に代る工法開発に関する調査研究の一環として、3 M径の大口径削孔試験を行った結果をとりまとめたものである。

掘削機はIHI-WIRTH L-2S型ボーリングマシンを主体にして排水、排土関係すなわちクレーバ、スィーベルなどはL-4S型のものを用いたものである。

ビットはフラットな掘削面を有する口径3 Mの4翼ドラグ形で、大口径であるほか築土板、センターオーガが取り付けられているのが特徴である。

表-1に作業日程表を示す。

試験期日 昭和43年10月11日～10月30日

試験場所 千葉県千葉市穴川四丁目12番52号
建設省土木研究所千葉支所

表 - 1 作業日程表 (昭和43年10月11日~30日)

月 日	曜日	天候	内 容
10.11	金	曇	機械搬入 貯水池 水路作り
12	土	晴	機械類位置決め及び組み立て 試験準備
13	日	雨	機械組み立て 4 mまで掘削 (3翼ビット、ジェット)
14	月	曇	7 mまで掘削 (3翼ビット、ジェット) ビット交換のため作業台移動
15	火	晴	4翼ビット組み立て、掘削試験 (3.2 mまで、ジェット)
16	水	曇雨	掘削試験 (7 mまでジェットエアリフト併用)、 ビット吸込口拡口作業
17	木	雨	掘削試験 (8.5 mまでエアリフト) 午後見学会
18	金	晴	休 日
19	土	晴	掘削試験 (9 mまで ")
20	日	晴	休 日
21	月	曇雨	刃先付け変え作業 重量測定 (摩耗量測定の為)
22	火	曇雨	掘削試験 (16 mまで ")
23	水	雨	掘削試験 (19 mまで ") 揚水量試験、重錘管取付作業
24	木	雨	掘削試験 (20.5 mまで ") 測定用ケーブル切断修理 エアリフト用ホース破損修理
25	金	雨晴	掘削試験 (27.4 mまで ")
26	土	雨晴	掘削試験 (36.5 mまで ")
27	日	晴	休 日
28	月	晴	掘削試験 (38 mまで ") 揚水量試験
29	火	晴	集土板取外し作業集土板なしで掘削試験 (42 mまで ")
30	水	晴	解体作業 各部寸法重量の測定 測定機器撤収

1 試験機仕様

1.1 掘削機

形式名称 IHI-WIRTH L-2S(4S) 型ボーリングマシン

製造会社名 石川島播磨重工業株式会社

スィーベル (ジェットエゼクタ付)

内 径 200 mm ϕ

容 量 60 t (max)

重 量 900 kg

クレーン

内 径 200 mm ϕ

全 長 4,500 mm

重 量 520 kg

ドリルパイプ

内 径 200 mm ϕ

全 長 3,000 mm/本

重 量 210 kg

ドリルカラー (空気吹出弁付)

外 径 700 mm ϕ

内 径 200 mm ϕ

全 長 1,500 mm

重 量 3,300 kg

ドリルカラー接続金物

内 径 200 mm ϕ

全 長 800 mm

重 量 560 kg

排土ホース

内 径 200 mm ϕ

全 長 3,000 mm/本

ロータリーテーブル

駆動方式 油圧モーター駆動

回転トルク 3,000 $\text{kg}\cdot\text{m}$ (max)

回転数 0 ~ 40 rpm

重 量 1,400 kg

1. 2 油圧ポンプパワーユニット (ロータリーテーブル駆動用)

寸 法

全長×全高×全巾 約 2,800×1,500×1,100 mm

重 量 約 2,300 kg

原 動 機

形式名称 日産UD-3型水冷ディーゼルエンジン

連続定格 70 PS / 1,600 rpm

油圧ポンプ

形式名称 帝人製機 アキシャルプランジャ式可変吐出形

吐 出 圧 常用 165 kg/cm^2 最大 250 kg/cm^2

吐 出 量 340 ℓ/min

1. 3 水ポンプパワーユニット (ウォータージェット サクション用)

寸 法

全長×全高×全巾 約 3,100×1,450×1,100 mm

重 量 約 2,300 kg

原 動 機

形式名称 日産UD-4型水冷ディーゼルエンジン

連続定格 109 PS / 1,800 rpm

水ポンプ

形式名称 EBARA 200×150CHE相当

吐 出 量 4.17 m^3/min

揚 程 61 m
 駆動馬力 100 PS
 回 転 数 1,800 rpm

1. 4 空気圧縮機

形式名称 IHI-JOY RP365 ロータリコンプレッサ
 常用圧力 7 kg/cm²
 容 量 10.4 m³/min
 原 動 機
 形式名称 いすゞ DA640-1 TP型 水冷4サイクルディーゼルエンジン
 連続定格 102 PS / 1,750 rpm

1. 5 ビット (図 1. 1 参照)

形 式 4翼1段ドラグ形(集土板、センターオーガ付)
 掘削口径 3,000 mm ϕ
 適用地質 一般土質
 掘削翼数 4翼

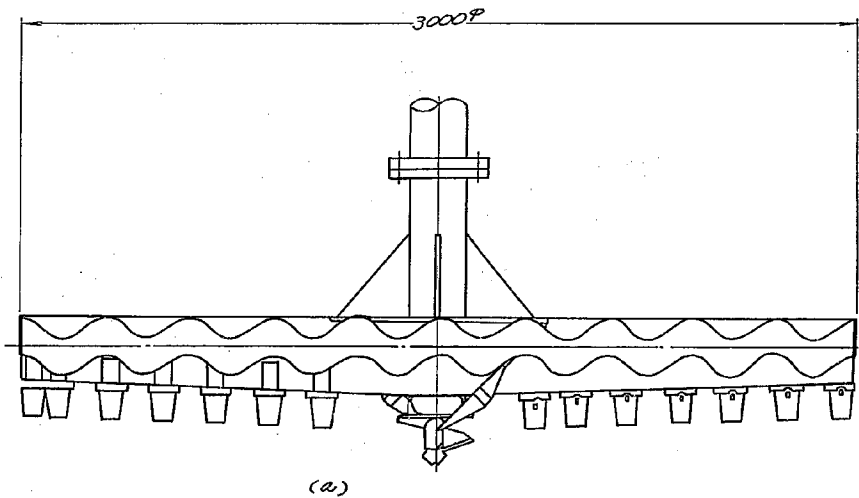
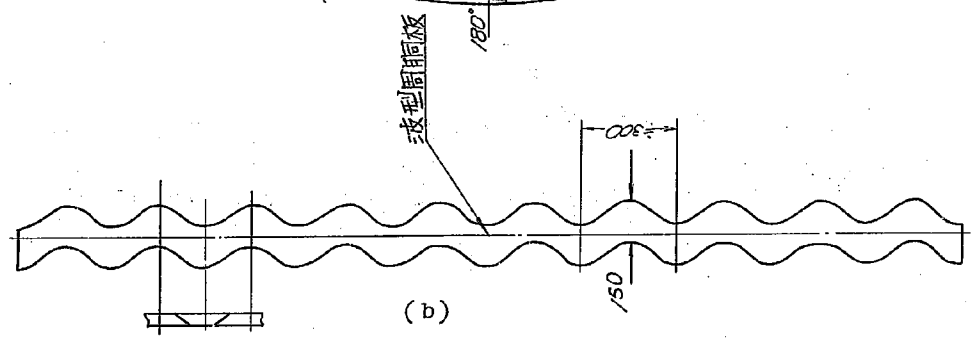
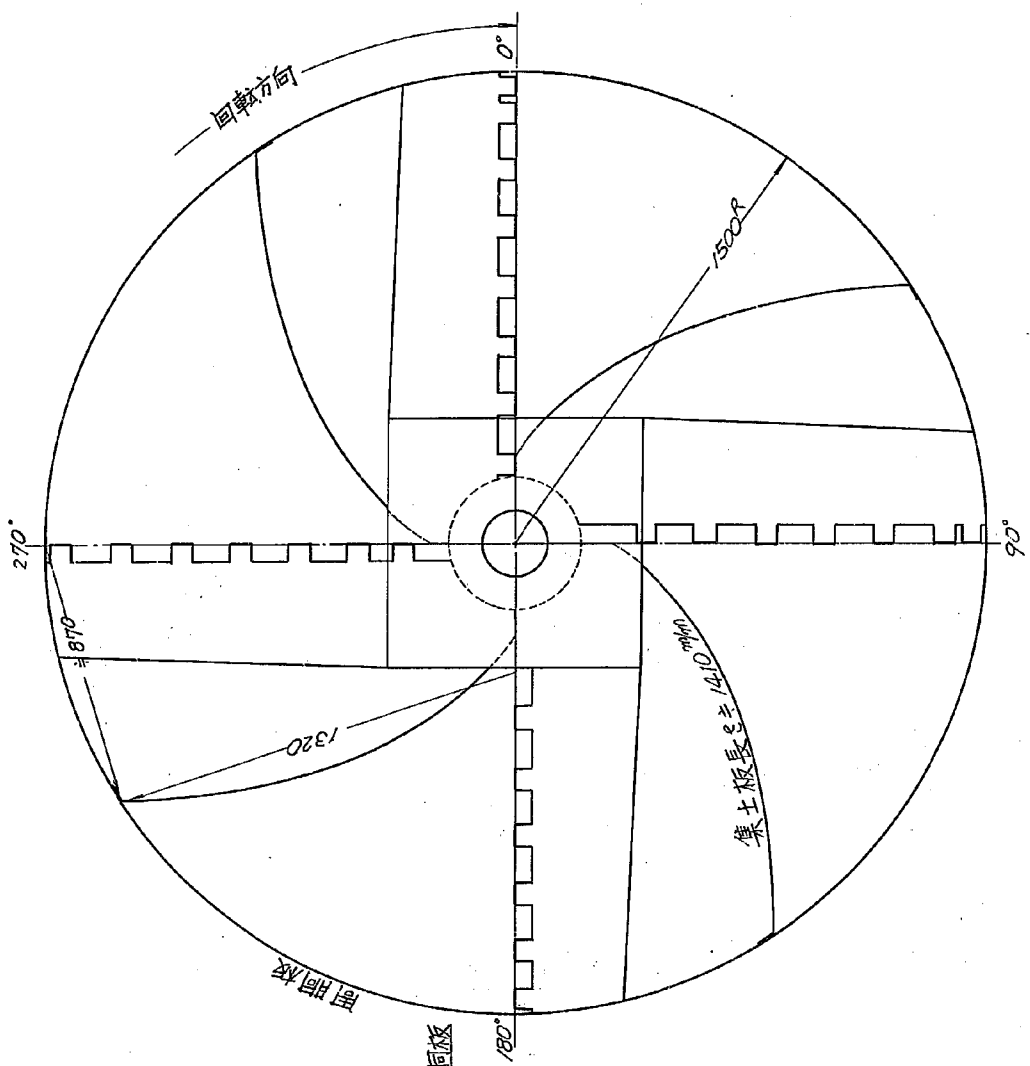


図 1. 1 3 M径ドラグ型ビット



4枚

2. 1 試験設備配置

図 2.1 に試験設備配置図を示す

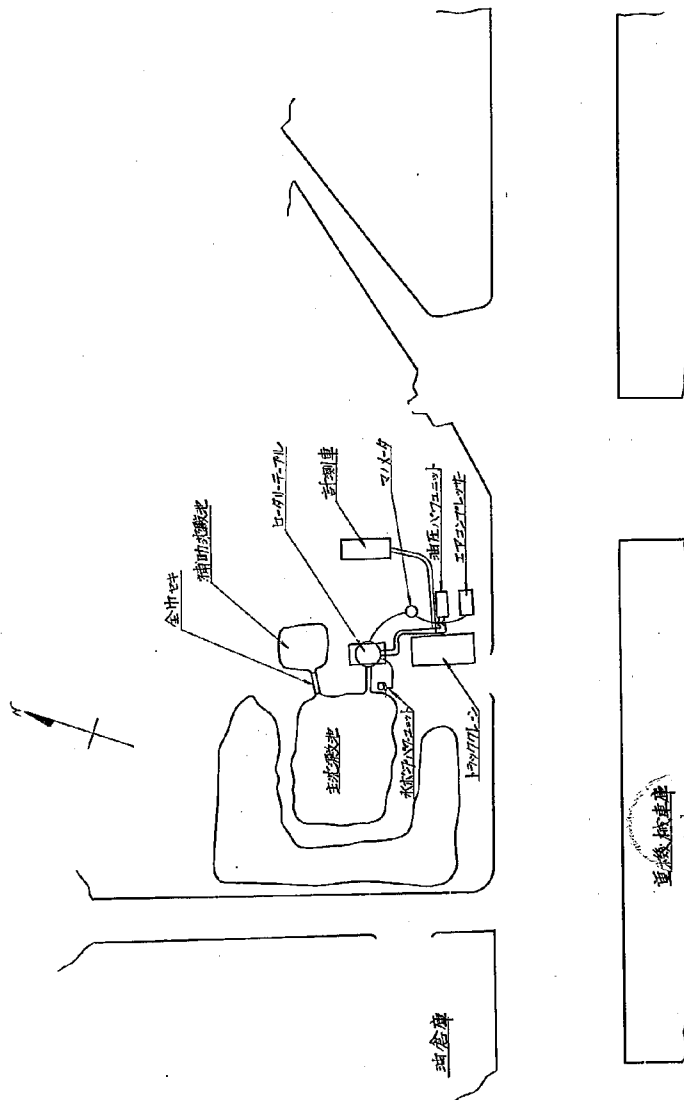


図 2.1 試験設備配置図

集土板数

4枚

2 試験方法

2.1 試験設備配置

図2.1に試験設備配置図を示す

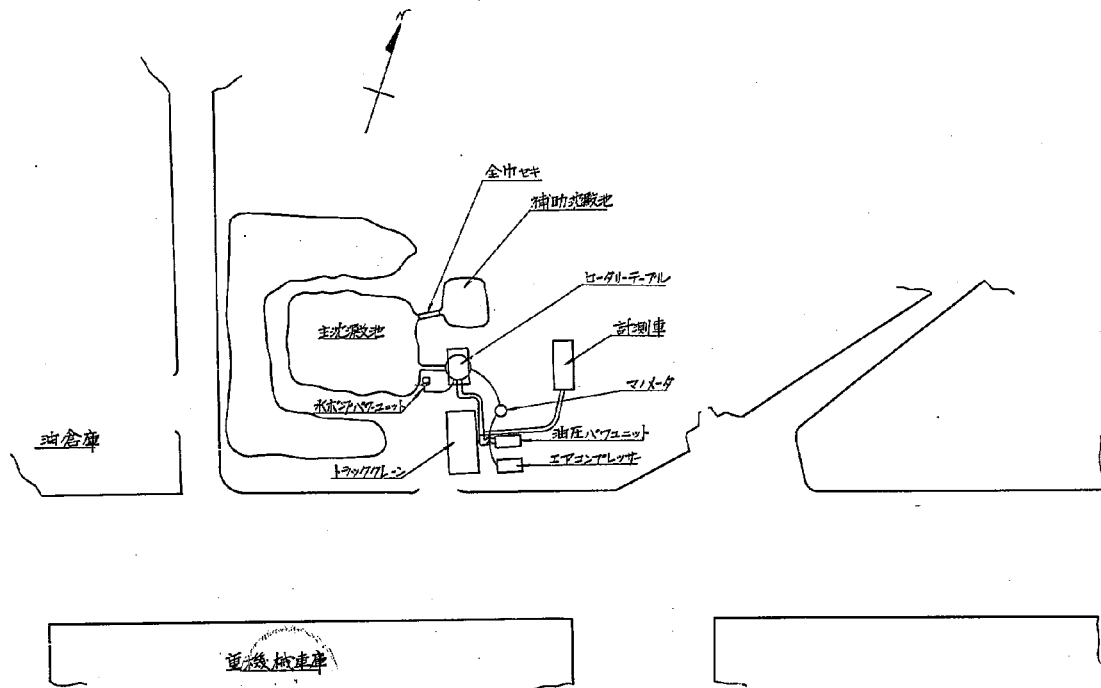


図2.1 試験設備配置図

2. 2 試 験 条 件

掘削口径	3,000 mm ϕ
掘削深度	約 40 m
土 質	図 2. 2 に示す
サクシ ョン方法	深度約 7 m までジェットサクシ ョン " " 7 m 以上エアリフト
ドリルパイプ内径	200 mm ϕ
孔壁の保護	自然発生の泥水による

2. 3 測 定 項 目 お よ び 測 定 要 領

i) ビット推力 (W)

直読、記録兼用のワイヤストレンゲージ式張力変換器 (20t) をトラッククレーンのフックとスィーベルの間に取付け、直読指示計はクレーンの運転席に取付けられ、運転員が指示された張力が得られるように指示計を見ながら操作する。記録端子は記録計 (ペンオシログラフ) に接続され張力を自記する。

$$\text{ビット推力 (w)} = \text{全重量} - \text{指示荷重}$$

ii) ビット回転数 (n)

ロータリテーブルにマイクロスイッチを取付け、テーブル 1 回転毎にパルスを記録計に自記させる。

ビットの回転数は可変容量の油圧モータの斜板角および機関の燃料調整により無段に任意の回転数を選定する。

iii) 掘進速度 (Dr)

クレーンに 5 cm 間隔に目盛を刻んで、ロータリテーブルの基準面を目盛が通過する毎に測定員がマイクロスイッチを押してパルスを記録する。単位時間当のパルスの数から掘進速度は m/h の単位で表わす。

iv) 掘削馬力 (N)、掘削トルク (T)

油圧モータの給入圧と排出圧との油圧差、ロータリテーブル回転数および油圧モータの特性表 (図 2. 3) から次式によって算出する。

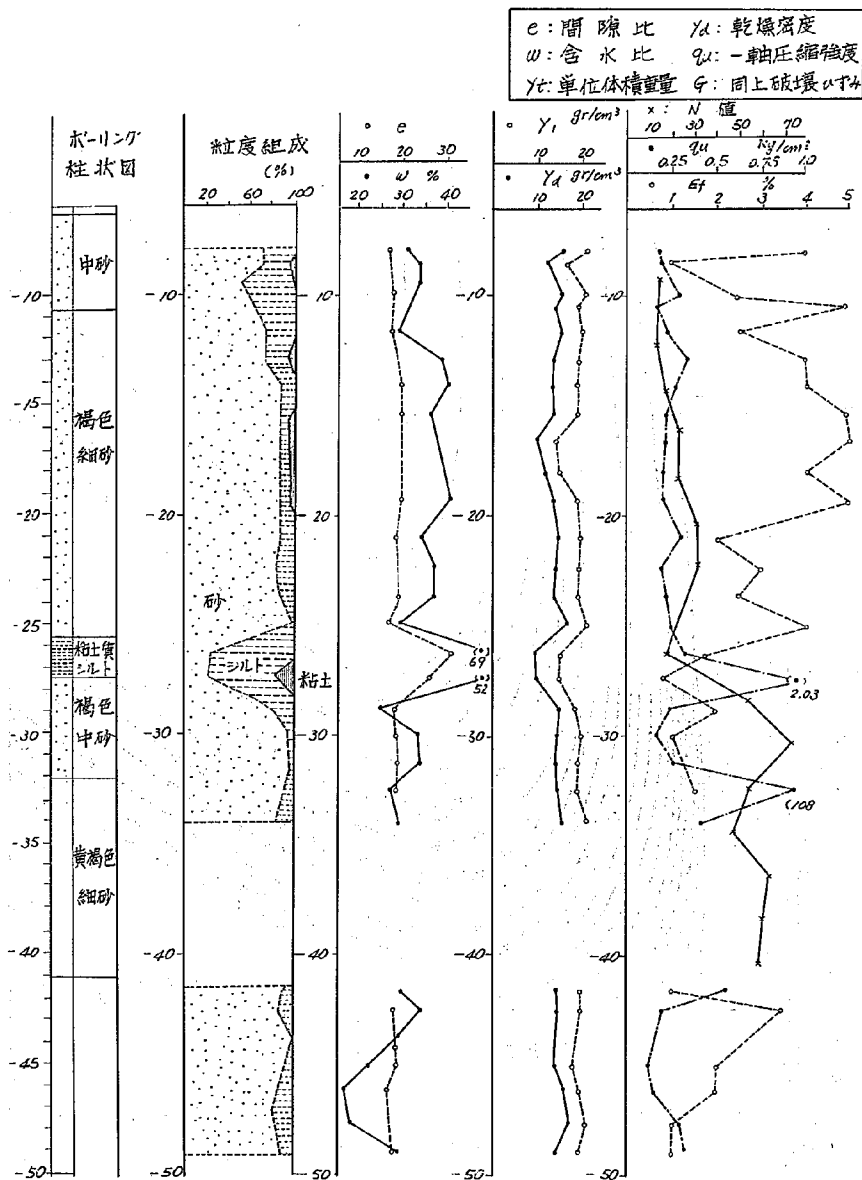


図2.2 土質柱状図

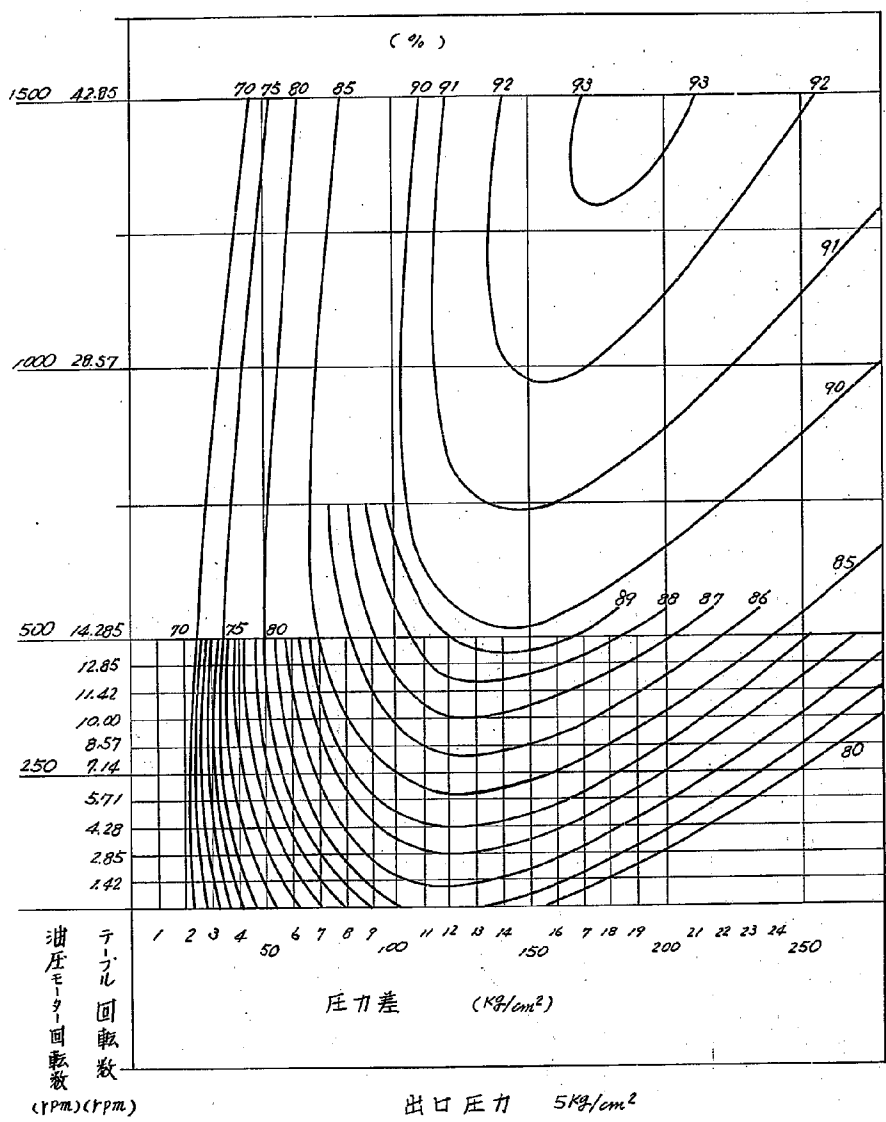


図 2.3 油圧モータ性能曲線

$$N = \frac{g \times r \times n \times p}{75 \times 100 \times 60} \times \eta \quad (\text{PS}) \quad (1)$$

ここに N : 掘削馬力 (PS)

g : 油圧モータ 1 回転当油量 (cm³/rev)

r : 油圧モータとロータリテーブルの減速比

n : ロータリテーブル回転数 (rpm)

p : 油圧差 (kg/cm²)

g、r はそれぞれ 226 cm³/rev、35 で与えられているから(1)式は更に次式で表わされる。

$$N = \frac{p \times n}{56.89} \eta \quad (\text{PS}) \quad (2)$$

また掘削トルク T は

$$T = 716.2 \frac{N}{n} \quad (\text{kg} \cdot \text{m}) \quad (3)$$

ここに η : 油圧モータの効率

V) 空気圧 (P)、空気量 (G)

空気圧はオリフィス直前の圧をブルドン管の読み (ゲージ圧) で表わし、差圧は水銀マノメータによる。

オリフィスの諸定数および吐出空気重量はつぎの式で算出する。

$$Gw = \alpha \epsilon A_o \sqrt{2 g \gamma_1 (P_1 - P_2)} \times 60 \quad (\text{kg/min}) \quad (4)$$

さらに

$$Gw = 2.087 \times 10^{-4} \alpha \epsilon m D^2 \sqrt{\gamma_1 (P_1 - P_2)} \quad (\text{kg/min}) \quad (5)$$

ここで Gw : 吐出空気重量 (kg/min)

α : 流量係数

m : 絞り比 (= 0.458)、 $m\alpha = 0.310$

A_o : 空気管断面積 (m²)

g : 重力の加速度 (m/s²)

ϵ : 膨脹係数 (= 0.95)

D : 管内径 (mm [= 52.9])

γ_1 : 絞り前の状態における空気の単位体積当り重量 (kg/m³)

($P_1 - P_2$) : 圧力差 (mmHg または kg/m^2)

乾燥空気の場合 γ_1 は

$$\gamma_1 = \frac{1.293 \times P_1}{1 + 0.00367t} \quad (\text{kg/m}^3) \quad (6)$$

で表わされる。こゝでは温度 t で経験上 40°C とし $\gamma_1 = 1.127 P_1$ として計算する。 P_1 はオリフィス直前の絶対空気圧である。

したがって空気量を標準吸込状態に換算すると次式で表わされる。

$$G = \frac{G_w}{1.20} = 0.1521 \sqrt{P_1 (P_1 - P_2)} \quad (\text{m}^3/\text{min}) \quad (7)$$

VI) 揚水量 (L)

図 2.4 に示すように補助沈澱池を設け、揚水量を測定するときのみこゝに排水し、主沈澱池に流れ込む水の量をセキによって計測する。セキは巾 900 mm の全巾セキ

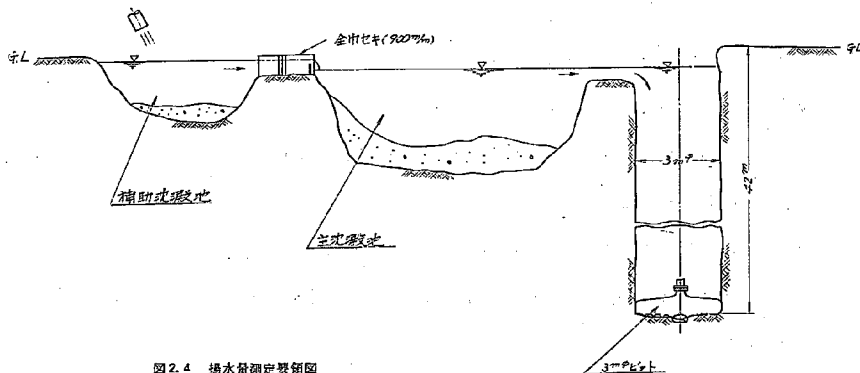


図 2.4 揚水量測定装置図

で、流量公式は次の通りである。

$$L = KBh^{3/2} = 0.9Kh^{3/2} \quad (\text{m}^3/\text{min}) \quad (8)$$

こゝに L : 揚水量 (m^3/min)

h : セキ水頭 (セキ縁から水面までの高さ: m)

B : セキ巾 (m)

K は流量係数で

$$K = 107.1 + (0.177/h + 14.2h/D) \quad (9)$$

で表わされる。こゝに D は水路底面からセキ縁までの高さ (m) である。

掘削作業中のセキによる計測値は土砂を含んだ量を表わすから揚水量は次の式で求められる。

$$L = L_w - S/\sigma \quad (10)$$

こゝに L_w : セキによる計測値 (m^3/min)

S : 揚砂量 (kg/min)

σ : 土砂の単位体積当重量 (kg/m^3)

Vii) 揚砂量 (S)

掘進速度 Dr 、掘削孔断面積 A 、から次式によって求める。

$$S = 1.1 \times A \times Dr \quad (m^3/min) \quad (11)$$

Viii) 刃先の摩耗量

作業前後のビット刃先の重量差を精密天秤で測定するほか形状、取付位置関係などを計測する。

3. 試験結果

深度 0 ～ 約 15 m 位までの間を試運転調整区間として、ジェットサクションによる掘削、ビット刃先の配列、ビット先端の土砂吸込口の大きさ、方向などの調整を行った。

深度約 15 m 以上の土質について、15 m ～ 25 m 区間 (N 値 : 10 ～ 40) と 30 m ～ 42 m 区間 (N 値 : 50 ～ 70) に大別して、以下の図表を整理したものであり、試験は主として任意のビット推力およびビット回転数を与えて掘進速度、回転トルク等の関係を測定したものである。

3. 1 試験成績一覧表

表 3. 1 に試験成績一覧表を示す。測定値は掘進量 5 cm ～ 30 cm 間を一定条件に保って行った値を示したものである。

表中空気吐出口形状 A とは空気を直接ドリルパイプ内に導いた形式のことであり B はドリルパイプ外周の小孔 (径 : 6 mm ϕ 、個数 36) から噴出させる形式のものである。

で表わされる。こゝに D は水路底面からセキ縁までの高さ (m) である。

掘削作業中のセキによる計測値は土砂を含んだ量を表わすから揚水量は次の式で求められる。

$$L = L_w - S/\sigma \quad (10)$$

こゝに L_w : セキによる計測値 (m^3/min)

S : 揚砂量 (kg/min)

σ : 土砂の単位体積当重量 (kg/m^3)

Vii) 揚砂量 (S)

掘進速度 Dr 、掘削孔断面積 A 、から次式によって求める。

$$S = 1.1 \times A \times Dr \quad (m^3/min) \quad (11)$$

Viii) 刃先の摩耗量

作業前後のビット刃先の重量差を精密天秤で測定するほか形状、取付位置関係などを計測する。

3. 試験結果

深度 0 ~ 約 15 m 位までの間を試運転調整区間として、ジェットサクションによる掘削、ビット刃先の配列、ビット先端の土砂吸込口の大きさ、方向などの調整を行った。

深度約 15 m 以上の土質について、15 m ~ 25 m 区間 (N 値 : 10 ~ 40) と 30 m ~ 42 m 区間 (N 値 : 50 ~ 70) に大別して、以下の図表を整理したものであり、試験は主として任意のビット推力およびビット回転数を与えて掘進速度、回転トルク等の関係を測定したものである。

3. 1 試験成績一覧表

表 3. 1 に試験成績一覧表を示す。測定値は掘進量 5 cm ~ 30 cm 間を一定条件に保って行った値を示したものである。

表中空気吐出口形状 A とは空気を直接ドリルパイプ内に導いた形式のことであり B はドリルパイプ外周の小孔 (径 : 6 mm ϕ 、個数 36) から噴出させる形式のものである。

単位推力当トルク T/w は土質条件の変化を判断する目安として算出したものである。

3. 2 掘削トルク

図 3. 1、図 3. 2 に掘削トルクとビット推力の関係を示す。図は各々土質条件が一定とみなされる区間の値であり、図 3. 2 は集土板なしの状態を示す。

3. 3 掘進速度

表 3. 2 掘進速度表を示す。

図 3. 3 掘進速度とビット推力、図 3. 4 掘進速度と回転トルクおよび馬力一定にしたときの掘進速度とビット推力、掘進速度と回転トルクをそれぞれ図 3. 5、図 3. 6 に示す。図 3. 7 は土質変化の大きい区間（深度約 25 m ～ 30 m）で行ったドリルパイプ—本当の最良掘進試験の結果を示す。図 3. 8、図 3. 9 に掘進速度とビット回転数の関係を示す。

3. 4 掘削馬力

図 3. 10 に掘削馬力と掘進速度の関係を示す。

3. 5 揚水量と空気量

図 3. 11 は揚水量と空気量の関係を示す。図は土木研究所で行った実験より得られた揚水量算定式から求めた計算値と対比したもので η_2 は効率に関する係数である。

3. 6 揚砂量と揚水量

図 3. 12 に揚砂量による揚水量の増減状態を実測値と計算値の対比で示したものである。

3. 7 ビット刃先の摩耗

表 3. 3 ビット刃先の摩耗量を重量計測した結果を示す。

写真 3. 1、3. 2 は刃先の使用前（使用時間約 18 時間）の状態を示したものである。

※ 千田昌平：“エアリフトポンプの特性” 土木技術資料 Vol 9-12 昭和 42 年 12 月

試験成績一覧表

表 3.1-1

試験項目	試験番号 単位	1	2	3	4	5	6	7
		22-12	22-13	22-14	22-15	22-16	22-17	22-18
深 度 H_o	m	13.65	14.05	14.30	14.55	15.00	15.15	15.40
ビット推力 W	kg	3,676	3,676	3,676	3,676	3,676	3,676	3,676
単位口径当 推 力 W_d	kg/cm	123	123	123	123	123	123	123
ロータリ 回 転 数	n	7.2	10.4	4.9	6.0	8.3	11.4	10.3
油 圧 モータ	給入圧 P_e	kg/cm ²	140.8	115.0	76.8	76.8	76.8	76.8
	排出圧 P_o	kg/cm ²	7.8	7.8	7.8	7.8	7.4	7.4
回転トルク T	kg-m	1,440	1,160	703.0	703.1	721.4	733.8	689.8
掘削馬力 N	PS	14.48	16.85	4.81	5.89	8.36	11.68	9.92
掘進速度 D_r	m/hr	1.55	2.05	1.63	1.98	2.48	3.21	2.32
1回転当 掘 進	Rr	cm/rev	0.358	0.528	0.555	0.550	0.498	0.375
単位推力当 トルク T/W	kg-m/kg	0.392	0.316	0.191	0.191	0.196	0.206	0.188
管 長 H	m	17.6	"	"	"	"	"	"
浸 水 比 α	%	68.6	71.5	74.2	75.6	78.2	79.0	80.4
空気吐出口形状	-	A	"	"	"	"	"	"
空 気 圧 P	kg/cm ²	1.80	1.80	1.90	1.90			
差 圧 ΔP	kg/cm ²	0.122	0.122	0.129	0.128			
空 気 量 G	m ³ /min	8.19	8.91	9.31	9.26			
揚 水 量 L	m ³ /min	2.86	2.78					
揚 砂 量 S	m ³ /min	0.201	0.265	0.194	0.236	0.296	0.383	0.277
含 砂 率 σ	%	13.9	18.0					
土 質	種 類	褐色細砂	"	"	"	"	"	"
	N 値	15	"	"	"	20	"	"
摘 要								

試験項目	試験単位	試験番号	8	9	10	11	12	13	14
			22-19	22-21	23-1	23-2	23-3	23-4	23-5
深 度	Ho	m	15.50	15.75	16.05	16.25	16.60	16.70	16.95
ビット推力	W	kg	3,010	2,340	1,738	1,738	1,738	1,738	1,738
単位口径当 推 力	Wd	kg/cm	10.0	7.80	5.79	5.79	5.79	5.79	5.79
ロータリテーブル 回 転 数	n	rPm	10.5	10.7	7.3	5.4	10.1	2.1	9.0
油 圧 モ ー タ	給入圧 Pe	kg/cm ²	64.0	38.4	89.6	83.2	76.8	126.0	64.0
	排出圧 Po	kg/cm ²	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4
回転トルク	T	kg-m	577.2	284.9	864.0	782.5	725.2	1,224	570.0
掘 削 馬 力	N	PS	8.46	4.26	8.81	5.90	10.23	3.59	7.16
掘 進 速 度	Dr	m/hr	1.84	2.48	1.13	0.89	2.41		1.89
1 回 掘 進 当 量	Rr	cm/rev	0.292	0.386	0.258	0.275	0.398		0.350
単位推力当 ト ル ク	T/W	kg-m/kg	0.192	0.122	0.497	0.450	0.417	0.704	0.328
管 長	H	m	17.6	"	20.61	"	"	"	"
浸 水 比	α	%	81.0	82.4	71.8	72.8	74.5	75.0	76.2
空気吐出口形状		-	A	"	"	"	"	"	"
空 気 圧	P	kg/cm ²			2.00	2.00	2.05	2.10	2.10
差 圧 ΔP		kg/cm ²			0.120	0.118	0.118	0.117	0.116
空 気 量	Q	m ³ /min			9.11	9.06	9.14	9.11	9.11
揚 水 量	L	m ³ /min							
揚 砂 量	S	m ³ /min	0.219	0.296	0.135	0.106	0.287	0.225	0.225
含 砂 率	σ	%							
土 質	種 類		褐色細砂	"	"	"	"	"	"
	N 値		20	"	25	"	"	"	"
摘 要									

試験項目	試験番号	単位	15	16	17	18	19	20	21
			23-6	23-7	23-8	23-9	23-10	23-11	23-12
深 度 Ho	m		17.10	17.45	17.65	17.85	18.05	18.25	18.40
ビット推力 W	kg		1,738	1,738	1,738	1,738	1,738	2,410	2,740
単位口径当力 Wd	kg/cm ²		5.79	5.79	5.79	5.79	5.79	8.03	9.13
ロータリーテーブル回転数 n	rPm		4.9	10.0	8.7	13.0	11.4	10.5	10.0
油圧モータ	給入圧 P _e	kg/cm ²	51.2	57.6	57.6	57.6	57.6	102.5	108.9
	排出圧 P _o	kg/cm ²	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4
回転トルク T	kg-m		424.6	499.3	499.3	505.6	505.6	1,030	1,099
掘削馬力 N	PS		290	697	606	918	805	15.09	15.34
掘進速度 Dr	m/hr		0.79	2.05	1.92	3.46	2.16	3.81	6.92
1回転当掘進量 Rr	cm/rev		0.269	0.342	0.368	0.444	0.316	0.605	1.15
単位推力当トルク T/W	kg-m/kg		0.244	0.287	0.287	0.291	0.291	0.427	0.401
管 長 H	m		20.61	"	"	"	"	"	
浸水比 α	%		7.69	78.6	79.6	80.6	81.5	82.5	83.2
空気吐出口形状	-		A	"	"	"	"	"	"
空気圧 P	kg/cm ²		2.10	2.10	2.20		2.20		
差 圧 ΔP	kg/cm ²		0.116	0.114	0.112		0.113		
空気量 G	m ³ /min		9.11	9.05	9.09		9.14		
揚水量 L	m ³ /min								
揚砂量 S	m ³ /min		0.094	0.244	0.229	0.412	0.257	0.454	0.825
含砂率 σ	%								
土質	種類		褐色細砂	"	"	"	"	"	"
	N 値		25	"	"	"	"	"	"
摘 要									

試験項目	試験単位	試験番号	2 2	2 3	2 4	2 5	2 6	2 7	2 8
			23-13	23-14	24-1	24-2	24-3	24-4	24-5
深 度	Ho	m	18.55	18.75	19.10	19.25	19.35	19.55	19.90
ビット推力	W	kg	3,180	3,680	3,898	3,898	3,898	3,898	3,898
単位口推力	Wd	kg/cm	10.6	12.3	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0
ロータリテール回転数	h	rPm	10.0	10.0	4.1	3.6	1.4	4.0	8.0
油圧モータ	給入圧	Pe	kg/cm ²	126.0	146.3	170.5	188.0	217.3	149.0
	排出圧	Po	kg/cm ²	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4
回転トルク	T	kg-m	1,299	1,521	1,766	1,842	2,057	1,497	964.4
掘削馬力	N	PS	18.14	21.24	10.11	9.26	4.02	8.36	10.77
掘進速度	Dr	m/hr	6.00	7.94	2.69	2.00	0.41	1.61	3.67
1回転当掘進量	Rr	cm/rev	1.00	1.32	1.09	0.926	0.488	0.671	0.765
単位推力当トルク	T/W	kg-m/kg	0.408	0.413	0.453	0.473	0.528	0.384	0.247
管 長	H	m	20.61	"	22.64	"	"	"	"
浸水比	α	%	84.0	85.0	76.4	77.0	77.7	78.4	79.9
空気吐出口形状	-	-	A	"	B	"	"	"	"
空 気 圧	P	kg/cm ²			4.90		4.65	4.70	
差 圧	ΔP	kg/cm ²			0.0476		0.0476	0.0462	
空 気 量	G	m ³ /min			8.06		7.89	7.81	
揚 水 量	L	m ³ /min							
揚 砂 量	S	m ³ /min	0.715	0.946	0.321	0.238	0.049	0.192	0.437
含 砂 率	σ	%							
土 質	種 類		褐色細砂	"	"	"	"	"	"
	N 値		25	"	"	"	"	"	"
摘 要									

試験項目			試験番号	29	30	31	32	33	34	35
			単位	24-6	24-7	25-1	25-2	25-3	25-4	25-5
深 度	HO	m		20.15	20.40	20.90	21.20	21.35	21.70	21.95
ビット推力	W	kg		3,898	3,898	4,270	4,270	4,270	2,042	2,228
単位口徑力	Wd	kg/cm ²		13.0	13.0	14.2	14.2	14.2	6.81	7.43
ロータリー回 転 数	n	rpm		6.8	7.3	5.3	6.8	3.4	10.0	10.2
油圧ポンプ	給入圧 Po	kg/cm ²		128.1	128.1	89.6	85.2	72.2	76.8	72.2
	排出圧 Po	kg/cm ²		7.4	7.4	6.8	6.8	6.8	7.7	7.7
回転トルク	T	kg-m		1,292	1,292	854.8	819.2	650.4	722.0	665.8
掘削馬力	N	PS		12.26	13.16	6.33	7.78	3.09	10.08	9.48
掘進速度	Dr	m/hr		3.87	4.50	3.44	3.05	1.19	4.62	4.15
1 掘進当量	Rr	cm/rev		0.949	1.03	1.08	0.748	0.583	0.770	0.678
単位推力当トルク	T/W	kg-m/kg		0.331	0.331	0.200	0.192	0.152	0.354	0.299
管 長	H	m		22.64	"	"	"	"	25.64	"
浸水比	α	%		80.1	82.1	84.3	85.4	86.3	77.6	78.5
空気吐出口形状	-			B	"	"	"	"	"	"
空 気 圧	P	kg/cm ²		4.70	4.70	4.40		4.40	4.35	
差 圧 ΔP		kg/cm ²		0.0449	0.0449	0.0503		0.0476	0.0544	
空 気 量	G	m ³ /min		7.69	7.69	7.93		7.71	8.21	
場 水 量	G	m ³ /min								
場 砂 量	S	m ³ /min		0.461	0.536	0.410	0.364	0.142	0.551	0.495
含 砂 率	σ	%								
土 質	種 類			褐色細砂	"	"	"	"	"	"
	N 値			20	"	"	"	"	"	"
摘 要										

試 験 項 目	試 験 単 位	試 験 番 号	36	37	38	39	40	41	42
			25-6	25-7	25-8	25-9	25-10	25-11	25-12
深 度 Ho	m		22.15	22.30	22.50	22.70	22.95	23.20	23.35
ビット推力 W	kg		3,156	4,084	1,782	2,782	2,782	4,100	1,299
単位口徑力 Wd	kg/cm		10.5	13.6	5.94	9.27	9.27	13.7	4.33
ロータリテーブル 回転数 n	rpm		9.6	10.9	10.9	10.5	10.5	9.0	10.6
油圧モータ	給入圧 P ₀	kg/cm ²	9.37	110.8	25.6	51.2	51.2	136.2	25.6
	排出圧 P ₀	kg/cm ²	7.7	8.3	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7
回転トルク T	kg-m		920.3	111.0	153.1	427.2	427.2	1,407	153.2
掘削馬力 N	PS		12.34	16.89	2.33	6.26	6.26	17.69	2.27
掘進速度 Dr	m/hr		6.75	11.61	2.25	4.19	3.91	9.23	2.31
1 回転当掘進量 Rr	cm/rev		1.17	1.78	0.344	0.665	0.621	1.71	0.363
単位推力当掘進量 Rr	cm/rev		0.292	0.272	0.086	0.154	0.154	0.343	0.118
管 長 H	m		25.64	"	"	"	"	"	"
浸 水 比 α	%		79.3	79.9	80.7	81.1	82.3	83.4	84.0
空気吐出口形状	-		B	"	"	"	"	"	"
空 気 圧 P	kg/cm ²		4.35		4.35	4.34	4.40		4.40
差 圧 ΔP	kg/cm ²		0.0530		0.0558	0.0558	0.0558		0.0558
空 気 量 G	m ³ /min		8.10		8.31	8.31	8.35		8.35
揚 水 量 L	m ³ /min								
揚 砂 量 S	m ³ /min		0.806	1.380	0.268	0.499	0.466	1.100	0.275
含 砂 率 σ	%								
土 質	種 類		褐色細砂	"	"	"	"	"	"
	N 値		25	"	30	"	"	"	"
摘 要									

試験項目	試験単位	試験番号	43	44	45	46	47	48	49
			25-13	25-14	25-15	25-16	25-17	25-18	25-19
深 度 Ho	m		23.55	23.73	23.90	24.05	24.20	24.35	24.60
ビット推力 W	kg		20.42	31.56	36.00	40.45	31.56	20.42	18.55
単位口徑力 Wd	kg/cm		6.81	10.5	12.0	13.5	10.5	6.81	6.18
ロータリテーブル回転数 n	rpm		5.1	4.8	4.7	4.7	4.9	5.2	4.9
油圧モータ	給入圧 Pe	kg/cm ²	85.2	51.2	67.6	80.9	55.3	85.2	52.6
	排出圧 Po	kg/cm ²	7.4	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8
回転トルク T	kg-m		803.1	430.4	604.7	755.6	682.9	802.3	792.5
掘削馬力 N	PS		5.72	6.31	3.97	4.96	4.72	5.88	5.47
掘進速度 Dr	m/hr		1.40	2.70	1.77	2.14	1.54	0.94	1.76
1回転当掘進量 Rr	cm/rev		0.458	0.938	0.628	0.759	0.524	0.301	0.599
単位推力当トルク Tw	kg-m/kg		0.393	0.136	0.168	0.187	0.219	0.396	0.431
管 長 H	m		25.64	"	"	"	"	"	28.64
浸水比 α	%		84.8	85.6	86.2	86.7	87.3	87.9	79.6
空気吐出口形状	-		B	"	"	"	"	"	"
空気圧 P	kg/cm ²		4.40	4.40	4.40	4.40	4.45		4.50
差 圧 ΔP	kg/cm ²		0.0558	0.0558					
空気量 G	m ³ /min		8.35	8.35	8.14	8.14	8.28		8.63
揚水量 L	m ³ /min								
揚砂量 S	m ³ /min		0.167	0.322	0.211	0.255	0.184	0.112	0.210
含砂率 σ	%								
土質	種類		褐色細砂	"	"	"	"	"	"
	N 値		30	"	25	"	"	"	
摘 要									

試験項目		試験番号	50	51	52	53	54	55	56
			25-20	25-21	25-22	25-23	25-24	25-25	25-26
深 度	Ho	m	24.80	25.00	25.25	25.40	25.60	25.80	26.05
ビット推力	W	kg	2,960	4,045	2,780	2,020	1,480	2,040	1,860
単位口徑当 推 力	Wd	kg/cm	98.7	13.5	8.27	6.73	4.93	6.80	6.20
ロータリー 回 転 数	n	rpm	4.5	4.1	4.9	5.3	5.5	5.3	8.3
油圧 モータ	給入圧	Pe	kg/cm ²	111.0	172.0	62.2	64.0	52.6	64.0
	排出圧	Po	kg/cm ²	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4
回転トルク	T	kg-m	1,095	1,771	614.6	555.8	492.9	555.8	519.2
掘削馬力	N	PS	6.88	10.14	4.21	4.11	3.79	4.11	6.02
掘進速度	Dr	m/hr	1.98	3.38	1.54	1.33	0.66	1.56	1.86
1回転当 掘進量	Rr	cm/rev	0.733	1.37	0.524	0.418	0.200	0.491	0.373
単位推力当 トルク	T/W	kg-m/kg	0.370	0.438	0.221	0.275	0.333	0.272	0.279
管 長	H	m	28.64	〃	〃	〃	〃	〃	〃
浸 水 比	α	%	80.3	81.0	81.8	82.4	83.1	83.8	84.6
空気吐出口形状	—	—	B	〃	〃	〃	〃	〃	〃
空 気 圧	P	kg/cm ²	4.50	4.55	4.55	4.55	4.55	4.50	4.55
差 圧	ΔP	kg/cm ²	0.0598	0.0598	0.0598	0.0598	0.0598	0.0571	0.0578
空 気 量	G	m ³ /min	8.73	8.77	8.77	8.77	8.77	8.53	8.62
揚 水 量	L	m ³ /min							
揚 砂 量	S	m ³ /min	0.236	0.403	0.184	0.156	0.079	0.186	0.222
含 砂 率	σ	%							
土質	種 類	褐色細砂	〃	〃	〃	〃	〃	粘度質シルト	〃
	N 値	25	20	〃	〃	〃	〃	〃	〃
摘 要									

試験項目 \ 単位 \ 試験番号			57	58	59	60	61	62	63	
			25-27	25-28	25-29	25-30	25-31	25-32	26-1	
深 度 Ho			m	26.25	26.40	26.60	26.85	27.15	27.35	27.85
ビット推力 W			kg	2,600	2,970	3,520	3,900	4,450	2,040	3,650
単 位	口 径 Wd	kg/cm	8.67	9.90	11.7	13.0	14.8	6.80	12.2	
ロータリ	テーブル n	rPm	8.3	8.3	8.1	8.0	8.1	8.5	7.5	
油圧モータ	給入圧 Pe	kg/cm ²	68.1	59.6	64.0	76.8	93.7	68.1	119.5	
	排出圧 Po	kg/cm ²	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	
回転トルク T			kg-m	611.3	519.2	562.9	707.6	913.7	611.3	1,199
掘削馬力 N			PS	7.08	6.02	6.37	8.00	10.33	7.26	12.6
掘進速度 Dr			m/hr	2.46	2.37	2.97	3.75	2.95	1.54	3.60
1回転当量掘進	Rr	cm/rev	0.494	0.476	0.611	0.781	0.607	0.302	0.800	
単位推力当トル	T/W	kg-m/kg	0.235	0.175	0.160	0.181	0.205	0.300	0.328	
管 長 H			m	28.64	〃	〃	〃	〃	〃	31.64
浸 水 比 α			%	85.3	85.9	86.6	87.4	88.5	89.2	82.3
空気吐出口形状			—	B	〃	〃	〃	〃	〃	〃
空 気 圧 P			kg/cm ²	4.50	4.50					
差 圧 ΔP			kg/cm ²	0.0571	0.0585					
空 気 量 G			m ³ /min	8.53	8.63					
揚 水 量 L			m ³ /min							
揚 砂 量 S			m ³ /min	0.305	0.282	0.354	0.447	0.352	0.184	0.429
含 砂 率 σ			%							
土 質	種 類	粘 度 質 シ ル ト		〃	〃	〃	〃	〃	〃	褐色中砂
	N 値		20	〃	〃	25	30	35	40	
摘 要										

試験項目		試験番号 単位	64	65	66	67	68	69	70
試験項目		試験番号 単位	26-2	26-3	26-4	26-5	26-6	26-7	26-8
深	度 Ho	m	2800	2830	2855	2915	2975	3040	3170
ピ	ット推力 W	kg	4,640	5750	6870	7,990	7,990	7,054	5379
単	位口径当推力 Wd	kg/cm	15.5	19.2	22.9	26.6	26.6	23.5	17.9
ロータリ	テーブル	n	7.7	7.3	6.8	8.3	12.6	11.8	12.3
回	転 数	rpm	7.7	7.3	6.8	8.3	12.6	11.8	12.3
油モ ー 圧 タ	給入圧 Pe	kg/cm ²	102.4	153.6	221.9	256.0	256.0	256.0	246.7
	排出圧 Po	kg/cm ²	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4
回	転 トルク T	kg-m	1,016	1,565	2,187	2,504	2,598		2,540
掘	削 馬力 N	PS	10.9	16.1	21.2	29.1	46.7		43.8
掘	進 速度 Dr	m/hr	1.62	1.99	2.55	2.83	5.58	4.92	6.00
1	回転当掘進量 Rr	cm/rev	0.351	0.454	0.625	0.568	0.721	0.417	0.813
単	位推力当トルク T/W	kg-m/kg	0.218	0.272	0.318	0.313	0.325		0.472
管	長 H	m	31.64	"	"	"	"	"	34.44
浸	水 比 α	%	82.8	83.6	84.5	86.4	88.3	90.4	86.8
空	気吐出口形状	-	B	"	"	"	"	"	"
空	気 圧 P	kg/cm ²							4.75
差	圧 ΔP	kg/cm ²							0.0462
空	気 量 G	m ³ /min							7.84
揚	水 量 L	m ³ /min							
揚	砂 量 S	m ³ /min	0.193	0.237	0.304	0.337	0.665	0.586	0.715
合	砂 率 σ	%							
土 質	種 類	褐色中砂	"	"	"	"	"	"	"
	N 値	50	55	"	60	70	"	60	
摘 要									

試験項目		試験番号 単位	71	72	73	74	75	76	77
深 度 Ho		m	3185	3205	3220	3260	3310	3335	3405
ピ ッ ト 推 力 W		kg	5379	5570	5820	5380	5570	5570	4450
単位口径当推力 Wd		kg/cm	17.9	18.6	19.4	17.9	18.6	18.6	14.8
ロータリー 回 転 数 n		rpm	45	57	83	85	83	68	7.4
油ロ 1 圧タ	給入圧 Pe	kg/cm ²	2242	8325	2260	1925	2982	2982	2391
	排出圧 Po	kg/cm ²	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.8
回 転 ト ル ク T		kg-m		2124	2257	1952	2888	2778	2359
掘 削 馬 力 N		PS		169	260	234	333	262	243
掘 進 速 度 Dr		m/hr	0.800	200	450	331	375	270	353
1 回 掘 進 量 Rr		cm/rev	0.296	0.585	0.904	0.649	0.753	0.662	0.795
単位推力当トルク T/W		kg-m/kg		0.381	0.388	0.335	0.518	0.499	0.530
管 長 H		m	34.44	"	"	"	"	"	37.64
浸 水 比 α		%	87.2	87.8	88.2	89.4	90.9	91.6	85.7
空 気 吐 出 口 形 状		-	B	"	"	"	"	"	"
空 気 圧 P		kg/cm ²	475	475		472	475	475	
差 圧 ΔP		kg/cm ²	0.0462	0.0435		0.0435	0.0408	0.0408	
空 気 量 G		m ³ /min	7.84	7.61		7.59	7.37	7.37	
揚 水 量 L		m ³ /min							
揚 砂 量 S		m ³ /min	0.095	0.238	0.536	0.395	0.447	0.322	0.421
含 砂 率 σ		%							
土 質	種 類		褐色中砂	"	黄褐色 細 砂	"	"	"	"
	N 値		60	55	"	"	"	50	"
摘 要									

試験項目		試験番号	78	79	80	81	82	83	84
単位			26-16	26-17	26-18	26-19	26-20	26-21	26-22
深	度 H_0	m	3440	3455	3465	3485	3505	3540	3565
ピ	ット 推 力 W	K_g	5320	2599	2970	2970	2960	2960	2960
単	位口徑当推力 W_d	K_g/cm	17.7	8.66	990	990	987	987	987
ロータリ	テーパー								
回	轉 数 n	rpm	102	400	630	119	830	131	114
油ロ 圧タ	給入圧 P_o	K_g/cm^2	177.2	97.4	93.1	88.6	61.9	88.6	159.6
	排出圧 P_o	K_g/cm^2	7.4	7.4	7.4	7.8	7.8	9.3	8.8
回	轉 トルク T	K_g-m	1839	929	896	865	545	849	1,652
掘	削 馬 力 N	PS	262	520	780	143	640	156	263
掘	進 速 度 Dr	m/hr	243	050	078	243	103	771	423
1	回轉当掘進量 Rr	cm/rev	0397	0208	0206	0340	0207	0981	0618
單	位推力当トルク T/W	$\frac{K_g-m}{K_g}$	0346	0357	0302	0291	0184	0287	0558
管	長 H	m	37.64	"	"	"	"	"	"
浸	水 比 α	$\%$	86.6	87.0	87.2	87.8	88.3	89.2	89.9
空	氣吐出口形状	—	B	"	"	"	"	"	"
空	氣 圧 P	K_g/cm^2	495	490	490	490	492	492	495
差	圧 ΔP	K_g/cm^2	00422	00422	00408	00422	00428	00422	00422
空	氣 量 G	m^3/min		7.59	7.46	7.59	7.66	7.60	7.62
揚	水 量 L	m^3/min							
揚	砂 量 S	m^3/min	0.290	0.060	0.093	0.290	0.123	0.919	0.504
含	砂 率 σ	$\%$							
土 質	種 類	黄褐色細砂	"	"	"	"	"	"	"
	N 値	50	"	"	"	"	"	55	"
摘 要									

試験項目			試験番号	85	86	87	88	89	90	91
単位				26-23	26-24	28-1	28-2	28-3	28-4	28-5
深	度	Ho	m	3585	3635	3670	3690	3705	3730	3750
ピット	推力	W	Kg	2960	2960	3340	3520	3710	3520	3520
単位口径当	推力	Wd	Kg/cm	987	987	111	117	124	117	117
ロータリー	テール	回転数	n	105	730	900	680	390	940	114
油モーター	給入	圧	Pe	Kg/cm ²	1596	1774	1064	1330	1149	974
	排出	圧	Po	Kg/cm ²	88	88	69	69	69	69
回転	トルク	T	Kg-m	1652	1804	1065	1350	1129	969	969
掘削	馬力	N	PS	243	134	134	129	610	129	154
掘進	速度	Dr	m/hr	3.16	3.07	4.10	257	0.77	3.86	450
1回転当	掘進量	Rr	cm/rev	0.502	0.701	0.759	0.630	0.329	0.684	0.658
単位	推力当	トルク	T/W	Kg-m/Kg	0.558	0.609	0.319	0.384	0.304	0.275
管	長	H	m	37.64	"	40.64	"	"	"	"
浸水	比	a	%	90.4	91.8	85.9	86.3	86.7	87.3	87.8
空気吐	出口形状		-	B	"	"	"	"	"	"
空気	圧	P	Kg/cm ²	4.95	4.97	5.10		5.10		5.10
差	圧	ΔP	Kg/cm ²	0.0422	0.0422	0.0394		0.0394		0.0381
空気	量	G	m ³ /min	7.62	7.63	7.46		7.46		7.33
揚水	量	L	m ³ /min							
揚砂	量	S	m ³ /min	0.377	0.366	0.489	0.306	0.092	0.460	0.536
含砂	率	σ	%							
土質	種類	類	黄褐色細砂	"	"	"	"	"	"	"
	N	値	60	65	"	"	"	"	"	"
摘要										

試験項目		試験番号	92	93	94	95	96	97	98
単位			28-6	28-7	28-8	28-9	29-1	29-2	29-3
深	度 H	m	37.60	37.75	37.80	38.10	38.20	38.40	38.60
ピット	推力 W	Kg	3340	3340	3710	3340	3524	3524	3156
単位	口径当推力 Wd	Kg/cm	11.1	11.1	12.4	11.1	11.7	11.7	10.5
ロータリ	テーブル								
回	転 数 n	rpm	656	115	930	107	950	135	102
油モ 1 圧タ	給入圧 Pe	Kg/cm ²	88.6	88.6	753	88.6	150.7	150.7	146.2
	排出圧 Po	Kg/cm ²	6.9	6.9	6.9	6.9	7.4	7.4	7.4
回	転 トルク T	Kg-m	854	874	706	874	1552	1570	1503
掘	削 馬 力 N	P S	7.80	140	9.20	130	20.6	29.6	21.4
掘	進 速 度 Dr	m/hr	2.50	3.83			0.59	4.28	30.3
1	回転当掘進量 Rr	cm/rev	0.635	0.555			0.104	0.528	0.495
単位	推力当トルク T/W	Kg-m/Kg	0.256	0.262	0.190	0.262	0.440	0.446	0.476
管	長 H	m	40.64	"	"	"	"	"	"
浸	水 比 α	%	88.0	88.3	77.1	76.9	89.5	90.0	90.5
空	気吐出口形状	-	B	"	"	"	"	"	"
空	気 圧 P	Kg/cm ²	5.15	5.15	5.15	5.17	5.30	5.30	5.35
差	圧 ΔP	Kg/cm ²	0.0408	0.0394	0.0408	0.0408	0.0367	0.0367	0.0367
空	気 量 G	m ³ /min	7.62	7.49	7.62	7.63	7.32	7.32	7.35
揚	水 量 L	m ³ /min	4.13	3.88	3.93	3.78			
揚	砂 量 S	m ³ /min	0.324	0.496			0.070	0.510	0.361
含	砂 率 σ	%	15.3	22.7	15.9	41.5			
土 質	種 類	黄褐色細砂	"	"	"	"	"	"	"
	N 値	65	"	60	"	"	"	"	"
摘 要									

試験項目	試験番号	単位	99	100	101	102	103	104	105
			29-4	29-5	29-6	29-7	29-8	29-9	29-10
深 度 H_0		m	3870	3885	3910	3930	3950	3985	4005
ピット 推力 W		kg	3,156	2,782	3,527	2,599	3,527	4,456	4,456
単位口径当推力 W_d		kg/cm	10.5	9.27	11.8	8.66	11.4	14.9	14.9
ロータリーテーブル 回転数 n		rpm	7.50	11.0	10.8	8.70	12.0	11.3	7.70
油モーター 圧タ	給入圧 P_e	kg/cm ²	141.8	141.8	177.3	168.4	150.6	203.6	168.4
	排出圧 P_o	kg/cm ²	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4
回転 トルク T		kg-m	1,438	1,472	1,840	1,743	1,569	2,102	1,723
掘削 馬力 N		PS	15.1	22.6	27.8	21.3	26.3	33.2	18.6
掘進 速度 Dr		m/hr	0.53	1.15	2.25	1.02	1.78	4.50	0.62
1回転当掘進量 Rr		cm/rev	0.118	0.174	0.347	0.195	0.247	0.664	0.134
単位推力当トルク T/W		kg-m/kg	0.456	0.529	0.522	0.671	0.445	0.472	0.387
管 長 H		m	40.64	"	"	"	43.64	"	"
浸 水 比 a		%	90.8	91.1	91.8	92.2	86.4	87.2	87.6
空気吐出口形状		—	B	"	"	"	"	"	"
空 気 圧 P		kg/cm ²	5.35	5.35	5.35	5.40	5.45	5.50	5.50
差 圧 ΔP		kg/cm ²	0.0367	0.0367	0.0354	0.0354	0.0354	0.0330	0.0330
空 気 量 Q		m ³ /min	7.35	7.35	7.21	7.24	7.26	7.15	7.15
揚 水 量 L		m ³ /min							
揚 砂 量 S		m ³ /min	0.063	0.137	0.268	0.122	0.212	0.536	0.074
含 砂 率 a		%							
土 質	種 類		黄褐色細砂	"	"	"	"	"	"
	N 値		60	"	"	"	"	"	"
摘 要									

試験番号			106	107	108	109	110	111	112
試験項目	単位		29-11	29-13	29-14	29-15	29-16	29-17	29-18
深 度 H	m		40.15	40.40	40.95	41.10	41.25	41.35	41.45
ビット 推 力 W	Kg		4267	5400	5400	5950	6076	6514	5379
単位口径当推力 Wd	Kg/cm		142	180	180	198	203	217	179
ロータリテーブル 回 転 数 n	rpm		800	120	138	135	129	137	150
油モ ー 圧タ	給入圧 Pe	Kg/cm ²	1684	2216	2479	1949	2301	2482	1945
	排出圧 Po	Kg/cm ²	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4
回 転 ト ル ク T	Kg-m		1,723	2,292	2,543	2,054	2,383	2,547	2,048
掘 削 馬 力 N	P S		193	385	593	388	431	488	430
掘 進 速 度 Dr	m/hr		0.45	222	253	360	253	257	
1回転当掘進量 Rr	cm/rev		0.0938	0.185	0.306	0.444	0.327	0.313	
単位推力当トルクT/W	Kg-m/Kg		0.404	0.424	0.471	0.345	0.392	0.391	0.381
管 長 H	m		43.64	"	"	"	"	"	"
浸 水 比 a	%		87.9	88.4	89.7	90.0	90.4	90.6	"
空気吐出口形状	—		B	"	"	"	"	"	"
空 気 圧 P	Kg/cm ²		5.60						
差 圧 ΔP	Kg/cm ²		0.0272						
空 気 量 G	m ³ /min								
揚 水 量 L	m ³ /min								
揚 砂 量 S	m ³ /min		0.048	0.265	0.302	0.429	0.302	0.306	
含 砂 率 σ	%								
土 質	種 類	黄褐色細砂	"	"	"	"	"	"	"
	N 値	60	"	"	"	"	"	"	"
摘 要									

試験項目			113	114	115	116	117	118	119
試験番号			29-19	29-20	29-21	29-22	29-23	29-24	29-25
深	度 H	m	4145	4145	4145	4145	4145	4145	4145
ピット	推力 W	kg	5750	4081	3060	1855	742	2597	3339
単位	口径当推力 Wd	kg/cm							
ロータリ	テーパー	数 n	150	150	150	150	150	70	70
回転	圧 Pe	kg/cm ²	2037	1417	1063	797	487	797	1284
油モ	給入	圧 Po	kg/cm ²	74	74	74	74	74	74
1	排出	圧 Po	kg/cm ²	74	74	74	74	74	74
圧タ	トルク T	kg-m	2149	1504	1082	778	399	745	1294
回転	馬力 N	PS	45.1	31.5	22.7	16.3	8.4	7.3	12.7
掘削	速度 Dr	m/hr							
掘進	1回転当掘進量 Rr	cm/rev							
単位	推力当トルク T/W	kg-m/kg	0.374	0.368	0.353	0.419	0.536	0.287	0.388
管	長 H	m							
浸水	比 α	%							
空気吐	出口形状	—							
空	気 圧 P	kg/cm ²							
差	圧 ΔP	kg/cm ²							
空	気 量 G	m ³ /min							
揚	水 量 L	m ³ /min							
揚	砂 量 B	m ³ /min							
含	砂 率 σ	%							
土	種 類								
質	N 値								
摘	要								

試験項目		試験番号	120	121	122	123			
			29-26	29-27	29-28	29-29			
深	度 H o	m	41.45	41.45	41.45	41.45			
ピ	ット 推 力 W	Kg	4266	5008	6677	7790			
単	位口徑当推力 Wd	Kg/cm							
ロータリ	テーブル 数 n	rpm	7.0	7.0	7.0	7.0			
油モ 圧タ	給 入 圧 P e	Kg/cm ²	155.0	186.0	208.2	286.9			
	排 出 圧 P o	Kg/cm ²	7.4	7.4	7.4	7.4			
回	転 ト ル ク T	Kg-m	1560	2247	2073	2708			
掘	削 馬 力 N	P S	153	1825	203	265			
掘	進 速 度 Dr	m/hr							
1	回 転 当 掘 進 量 R r	cm/rev							
単	位 推 力 当 ト ル ク T/W	Kg-m/Kg	0.366	0.449	0.310	0.348			
管	長 H	m							
浸	水 比 a	%							
空	気 吐 出 口 形 状	—							
空	気 圧 P	Kg/cm ²							
差	圧 ΔP	Kg/cm ²							
空	気 量 G	m ³ /min							
揚	水 量 L	m ³ /min							
揚	砂 量 S	m ³ /min							
含	砂 率 σ	%							
土 質	種 類								
	N 値								
摘 要									

表 3.1-2 エアリフトポンプ試験成績表

測定年月日 昭和43年10月28日(月)

パイプ組合せ K+D.P×x+W+B

試験 番号	クレーバ 読み	管 長 H(m)	浸水量 H _i (m)	浸水比 H _i /H	水路底面 からせき縁 までの高さ D(m)	空 気 量			揚 水 量		クレーバ読み 位置から水 面までの距離 (m)	摘 要
						空 気 圧 P(Kg/cm ²)	差 圧 ΔP(mmHg)	G(m ³ /min)	h(mm)	L(m ³ /min)		
1	110	28.64	22.75	0.794	0.200	4.65	38	8.22	123	4.56	2.0	x=7
2	"	"	"	"	0.188	4.10	38	7.28	118	4.26	2.0	"
3	"	"	"	"	0.185	3.00	19	4.89	108	3.61	"	"
4	"	"	"	"	0.225	3.70	27	6.32	112	3.98	"	"
5	"	"	"	"	0.253	4.35	35	7.68	120	4.28	"	"
6	"	"	"	"	0.273	2.70	12	3.74	94	2.95	"	"
7	250	"	24.15	0.843	0.280	2.80	13	3.94	107	3.56	"	"
8	"	"	"	"	0.300	4.20	32	7.24	127	4.67	"	"
9	"	"	"	"	0.300	3.40	23	5.64	125	4.55	"	"
10	"	"	"	"	0.300	4.70	38	8.26	129	4.77	"	"
11	395	28.64	25.60	0.894	0.300	4.70	36	8.04	137	5.24	2.0	x=7
12	"	"	"	"	0.288	3.90	30	6.80	135	5.12	"	"
13	"	22.64	"	"	0.273	2.95	13	4.02	114	4.94	"	"
14	-40	"	15.25	0.673	0.280	4.80	35	7.99	100	4.23	"	x=5
15	"	"	"	"	0.280	4.25	33	7.38	105	4.50	"	"
16	"	"	"	"	0.275	2.40	20	4.63	80.5	3.24	"	"
17	120	"	16.85	0.744	0.273	2.50	22	4.92	91.0	3.74	"	"
18	"	"	"	"	0.285	3.80	27	6.39	108	4.67	"	"
19	"	"	"	"	0.280	4.80	35	7.99	112	4.87	"	"
20	230	"	17.95	0.792	0.280	4.80	35	7.99	117	5.15	"	"
21	"	"	"	"	0.275	3.80	32	6.95	118	5.16	"	"
22	"	"	"	"	0.275	3.60	27	6.25	107	4.59	"	"
23	"	"	"	"	0.275	2.50	17	4.33	110	4.70	"	"

(注) K:クレーバ D.P:ドリルパイプ W:ドリルカラー B:ビット X:ドリルパイプ本数

表 3.2 掘進速度一覧表

N 値 ビット回転数 (rpm) 推 力 (ton)		20~40	50~70	N 値 ビット回転数 (rpm) 推 力 (ton)		20~40	50~70
1.0~2.0	4	0.840		4.0~5.0	4	3.36	
	6	1.13			6	3.05	2.58
	8	1.86			8	2.25	
	10	2.38			10	7.76	
	12	3.46			12		
2.0~3.0	4	1.69	0.50	5.0~6.0	4		1.40
	6		0.78		6		2.34
	8	2.41	1.03		8		3.53
	10	3.85	($\frac{2.80}{1.15}$)		10		2.43
	12		4.23		12		($\frac{6.00}{2.91}$)
3.0~4.0	4	1.90	0.77	6.0~7.0	4		
	6	3.87	($\frac{2.54}{0.53}$)		6		
	8	3.46	($\frac{3.98}{0.59}$)		8		
	10	4.60	($\frac{4.16}{3.03}$)		10		
	12		(4.28)		12		(2.56)

() は渠土板なしの値を示す。

回転数 10 R.P.M

深度 ○ 21.7 ~ 23.4 m (N値 30~35)
● 16.6 ~ 18.8 m (N値 20~25)

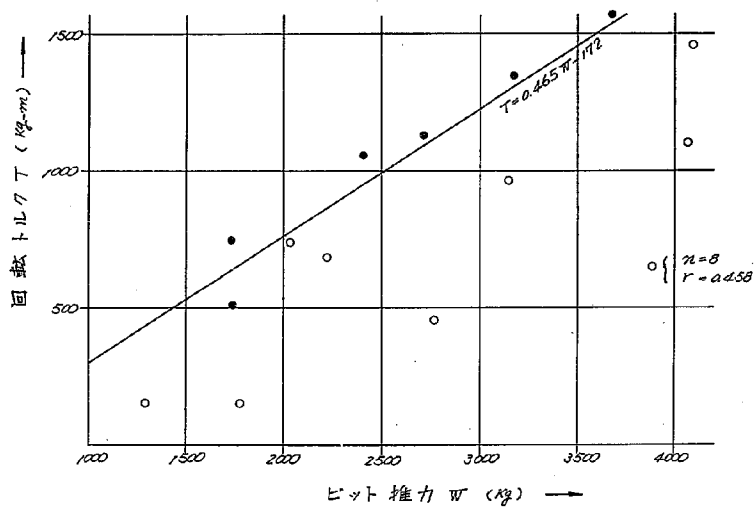


図 3.1 回転トルク - ビット推力

深度約 40m (N値 60~65)

集土板なし ○ 7rpm

テール回転数 ● 15rpm

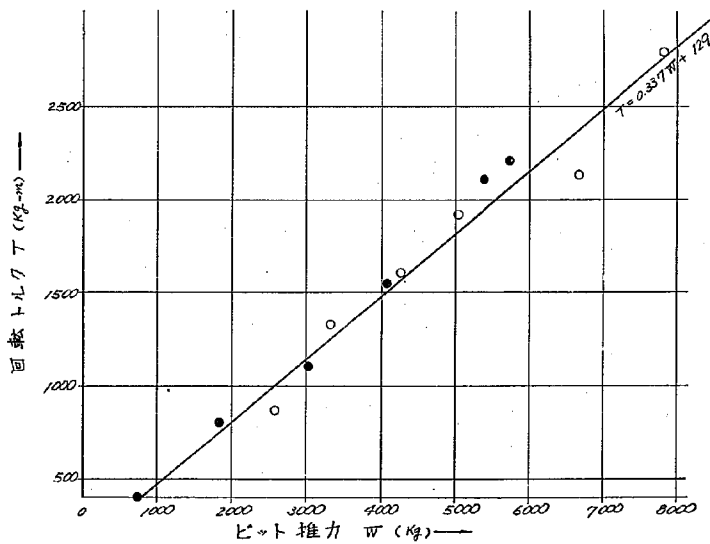


図 3.2 回転トルク - ビット推力

テーブル回転数 10 R.P.M

○ 21.7 ~ 23.4 m (N値: 30~35)
● 16.6 ~ 18.8 m (N値: 20~25)

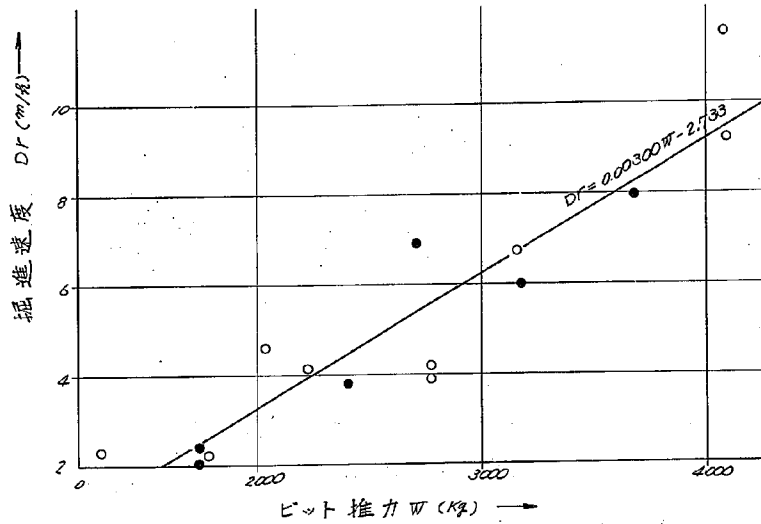


図 3.3 掘進速度 - ビット推力

回転数 10 R.P.M

○ 21.7 ~ 23.4 m (N値: 30~35)
● 16.6 ~ 18.8 m (N値: 20~25)

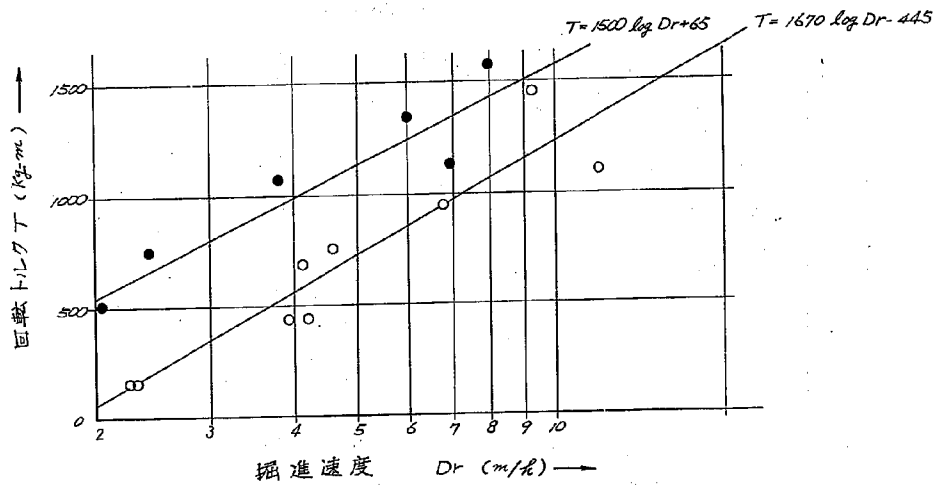
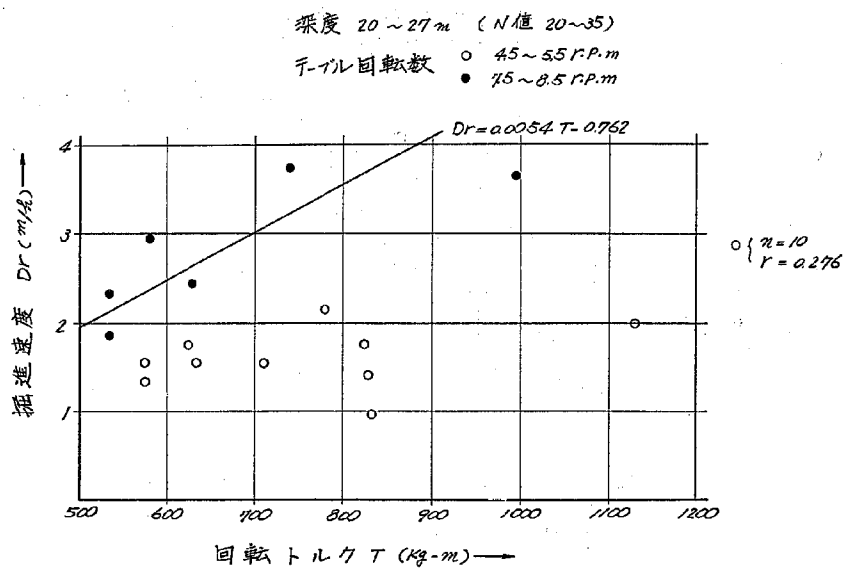
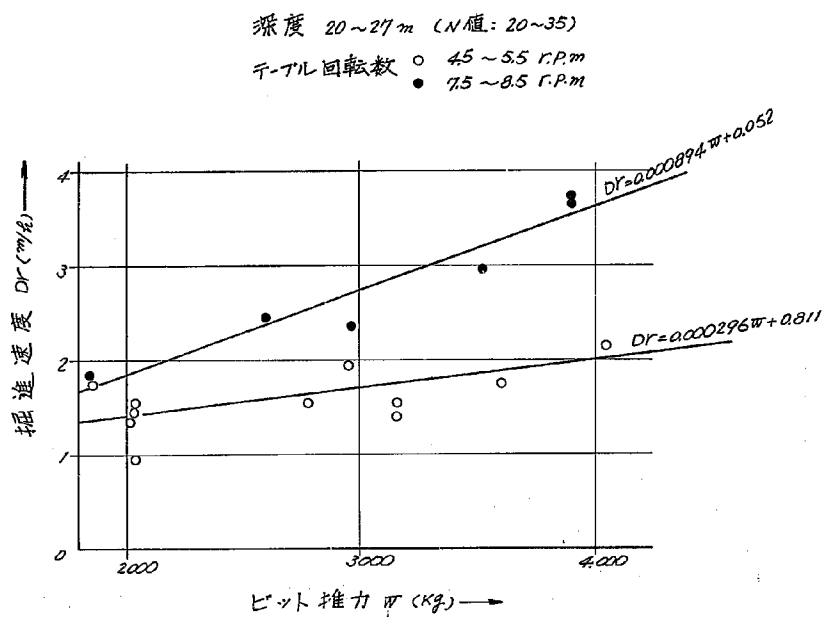


図 3.4 掘進速度 - 回転トルク



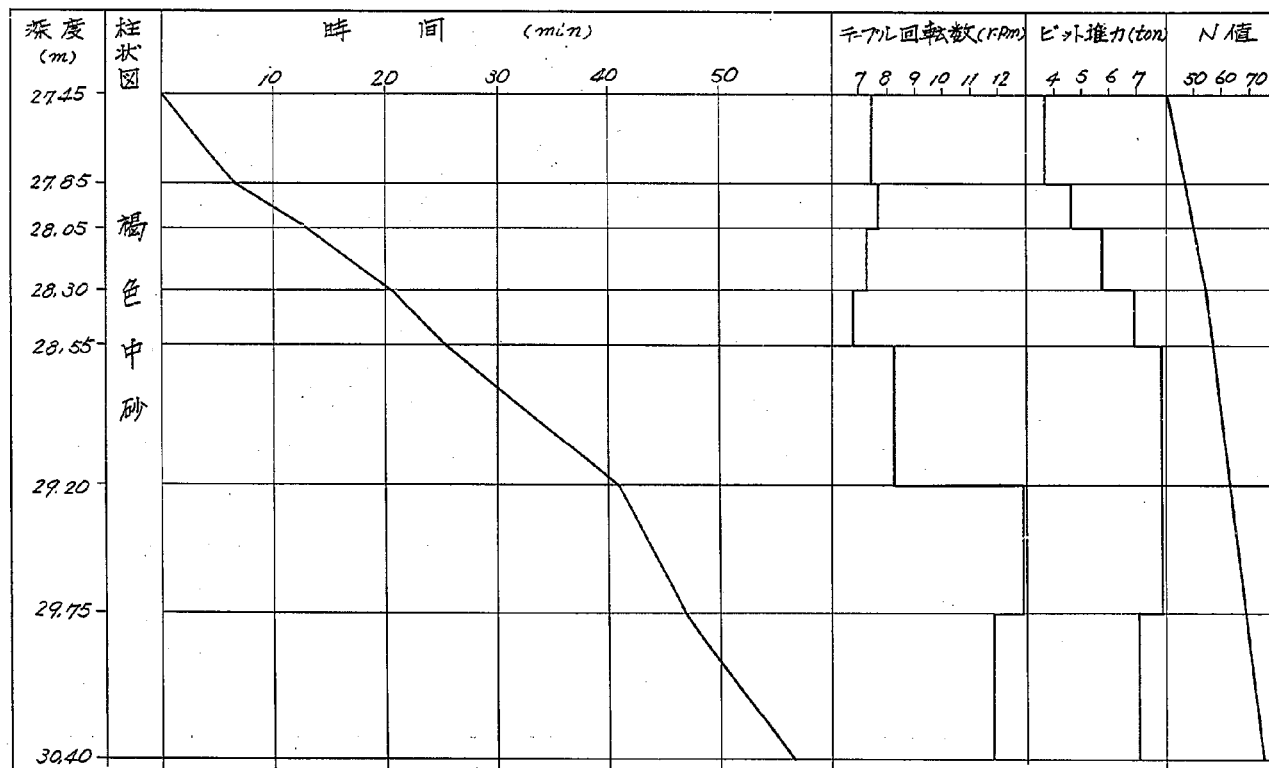


図 3.7 ドリルパイプ一本当りの掘進特性

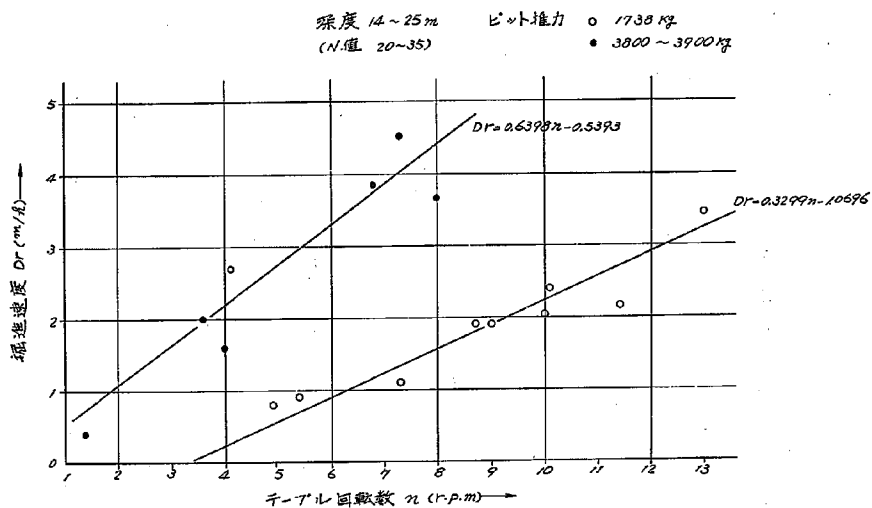


図3.8 掘進速度 - テーブル回転数

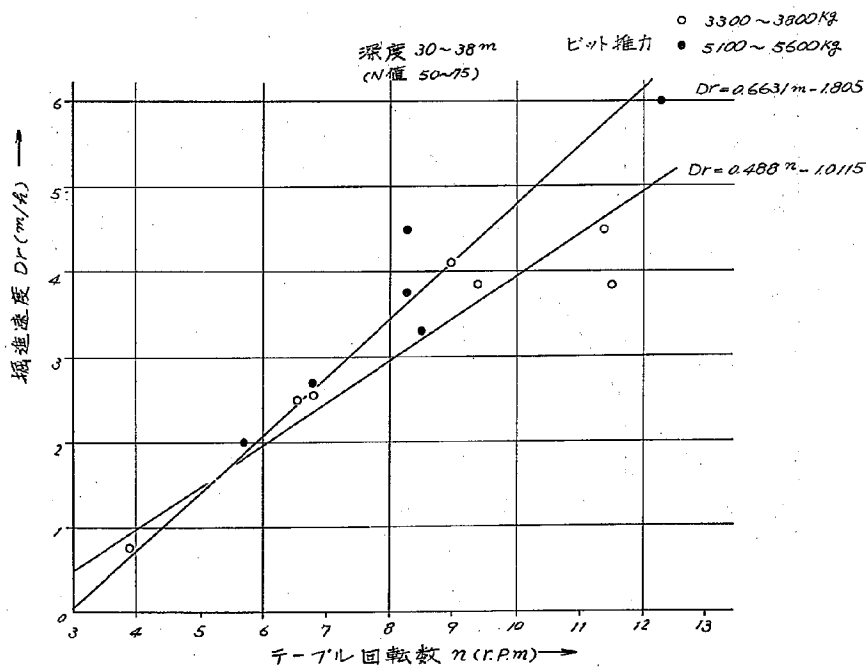


図3.9 掘進速度 - テーブル回転数

深度 14~25 m
(N 値: 20~35)

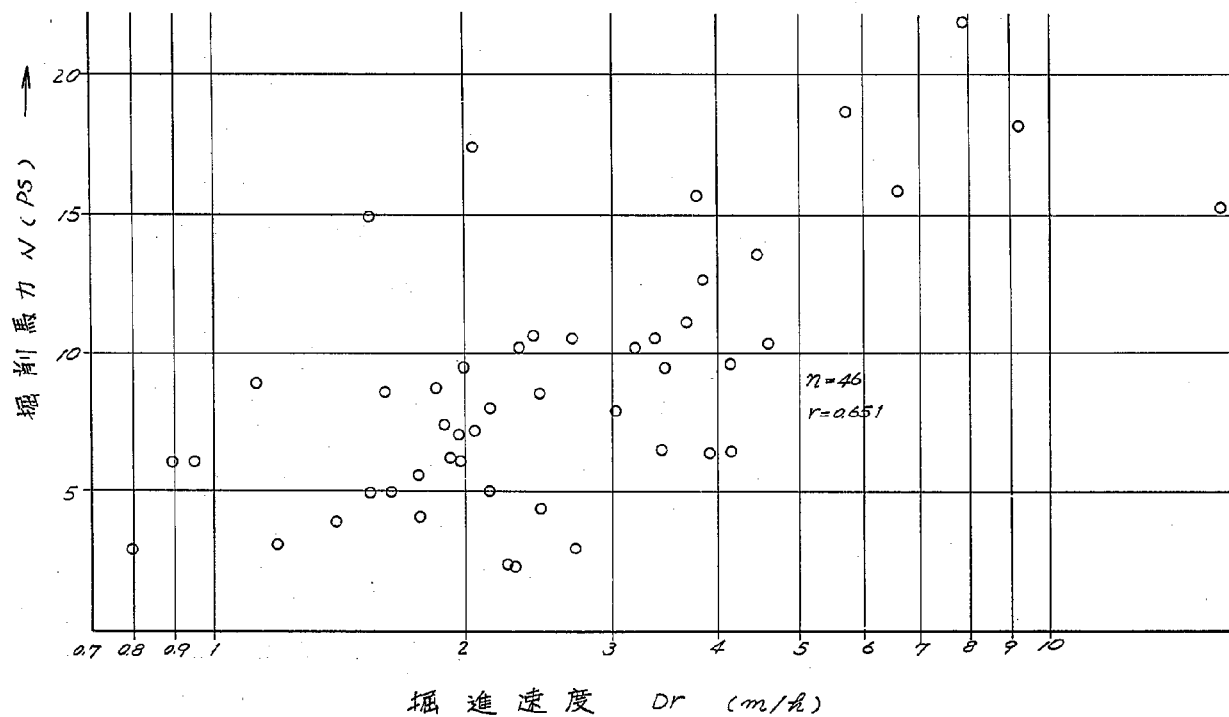


図 3.10 掘削馬力 - 掘進速度

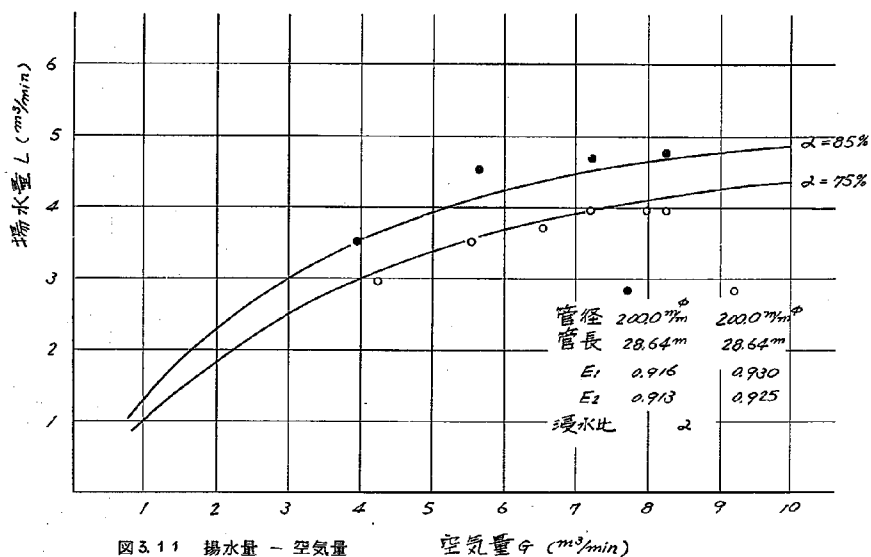


圖 3.11 揚水量 - 空氣量

空氣量 q (m^3/min)

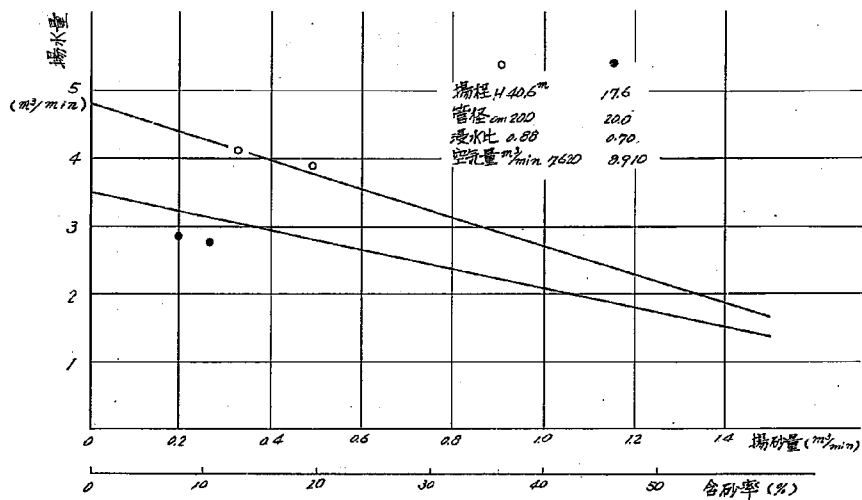


圖 3.12 揚水量 - 揚砂量

図 3.13 にビット刃先の配列図、図 3.14 に刃先取付位置と摩耗量の関係を示す。

表 3.3 ビット刃先摩耗量

ビット半径 R (%)	252	442	630	818	1007	1195	1380	1455
作業前カッター重量 (gr)	2889.9	2851.6	2908.6	2847.5	2857.5	2906.5	2891.8	2882.7
作業後カッター重量 (gr)	2888.1	2831.4	2857.9	2813.9	2789.6	2834.7	2786.4	2516.2
摩 耗 重 量 (gr)	1.8	20.2	50.7	33.6	67.9	71.8	105.4	366.5

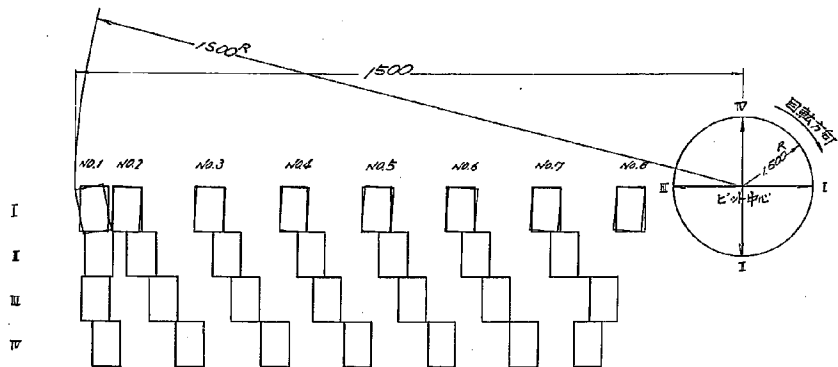


図 3.13 カッター配列図

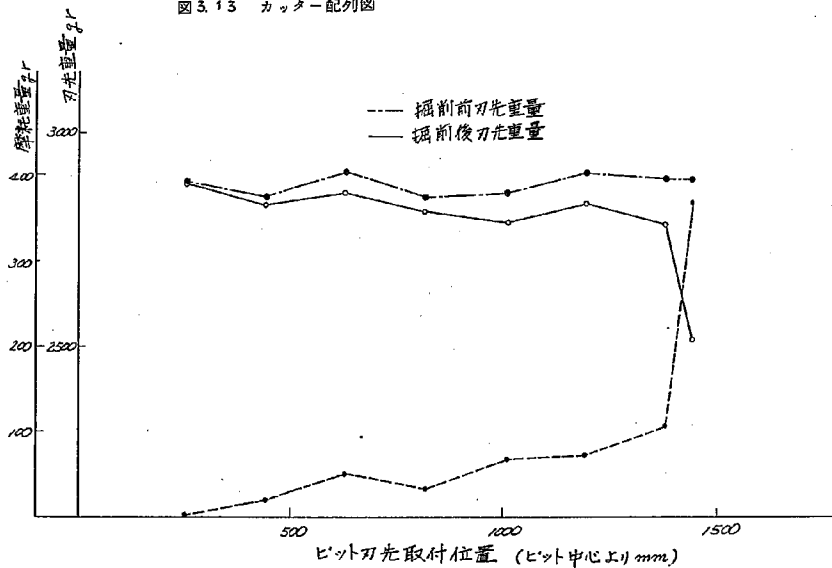


図 3.14 ビット刃先摩耗重量 - 取付位置

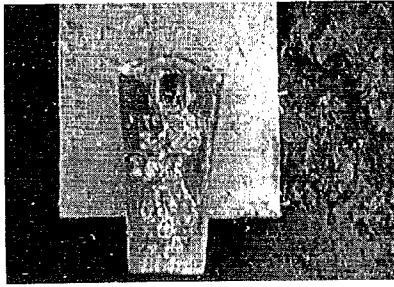


写真 3. 1 (a) 摩耗前の刃先

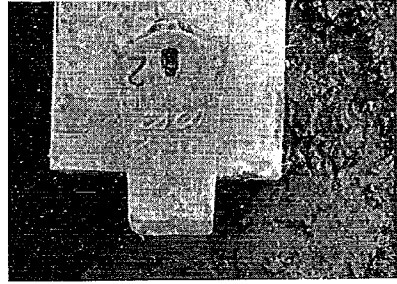


写真 3. 2 (a) 摩耗後の刃先

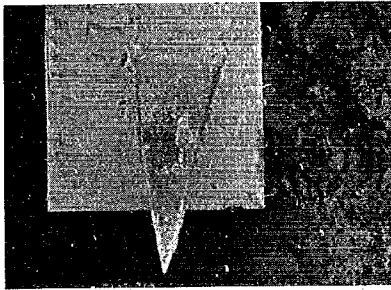


写真 3. 1 (b) 摩耗前の刃先

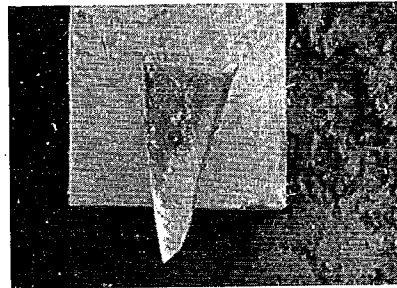


写真 3. 2 (b) 摩耗後の刃先

4. 考 察

4. 1 掘 進 速 度

i) 掘進速度と土質

同じビット推力、ビット回転数の場合に粘土まじり砂質土の方がN値が小さくても砂質土より掘削トルクが大きくなるが掘進速度は変わらない。すなわち粘質土の方が砂質土より大きい掘削トルクを必要とする傾向がある。

(図3.3、3.4、3.5、3.6、4.1参照)

ii) 掘進速度と掘削馬力

掘進速度を増すためにはより大きな掘削馬力を必要とすることは当然であるが、掘削馬力が一定であればビット推力を大きくとる(掘削トルクを増す)よりもビット回転数を増す方が有効である。したがって機械の振動、高速回転による孔曲りや拡孔率の増大などを考慮して、回転数をできるだけ大きくとることが望ましい。

(図3.10、4.2-1、4.2-2、4.3参照)

iii) 掘進速度とビット回転数

ビット回転数が低い範囲(約4~5 rpm以下)ではビット推力を大きくしてもその割に掘進速度が上らない。このことは次項にのべる渦流効果による土砂のサクション能力によるものと考えられる。

(図3.5、3.8、3.9、4.3参照)

4. 2 集 土 板 の 効 果

図4.3からも分るようにビット回転数が大きくなると1回転当掘進量も大きくなる傾向があり、集土板によって掘削土砂を機械的に寄集めるよりもビット回転によって生ずる渦流が掘削土砂を水流によって吸込口(ビットの中心)へ寄せ集める効果によるものと考えられる。図4.4は集土板を取付けていないときの値で、これとほぼ同じ条件のときの集土板付の帰線を実線で示すように集土板の効果が認められる。集土板なしの状態でもビットボディの回転により、渦流現象が起りビット回転数を大きくした場合に掘進速度が大きくなる傾向がある。集土板なしのときの掘進速度のパラッ

キが大きいのは、不安定な土砂の吸込状態などが原因として考えられる。

(図 4.3、4.4 参照)

4.3 掘進能力

掘削口径が大きくなると掘削土砂の排出能力が掘進能力を左右する大きな要因となる。排砂能力においては、図 3.12 における揚水量約 $2.5 \sim 3.5 \text{ m}^3/\text{min}$ 以上がエアリフトポンプとして流型が安定しているところで、揚砂量にして $0.6 \sim 0.8 \text{ m}^3/\text{min}$ は充分に揚砂可能な量であって、口径 3 m の掘進速度にして $5 \sim 7 \text{ m/h}$ の範囲に相当する。図 3.7 は土質条件の不安定な粘質土（深度約 $25 \text{ m} \sim 30 \text{ m}$ ）において行ったドリルパイプ 1 本（約 3 m ）当りの最良条件掘削試験の値を示したもので、時間当 3 m 余り掘進しており、後半回転数をあげた状態では約 5 m/h の掘進速度が得られ、一般土質における掘進能力として $4 \sim 6 \text{ m/h}$ は充分期待できるものと考えられる。

(図 3.7、3.12 参照)

4.4 作業性について

i) ケリーバの長さ

標準長さ 3 m のドリルパイプを取扱う場合には 4.5 m のケリーバは長過ぎて取扱い上 $3.3 \sim 3.5 \text{ m}$ 位が適当であるものと考えられる。

ii) スイベルの回転抵抗が小さくスイベルに案内が不要であることが本機の特徴であるが、初期掘削に際して水ポンプ用配管、排土ホースなどの重量のアンバランスによる削孔の方向性については充分注意して施工する必要があり、特にケリーバの位置によって排土ホースの重量による重心位置が変化する。

4.5 孔壁の保護

泥水の管理が充分に行なわれた場合には一般土質での孔内の崩壊を十分に防止できることは泥水に関する報告書^{*}においても明らかにされていることであり、本試験においては、被削材（粘土まじり砂質土）自体に含まれている粘土による泥水によって、ケーシングや薬液を全く用いなくて崩壊することなく約 42 m の掘削試験を行ったもので、泥水の管理が本工法における一つの重要な要因としてあげられる。

* 藤井清光 場所打ちくい工法における泥水工法 コンストラクション Vol 1 第 1 1968

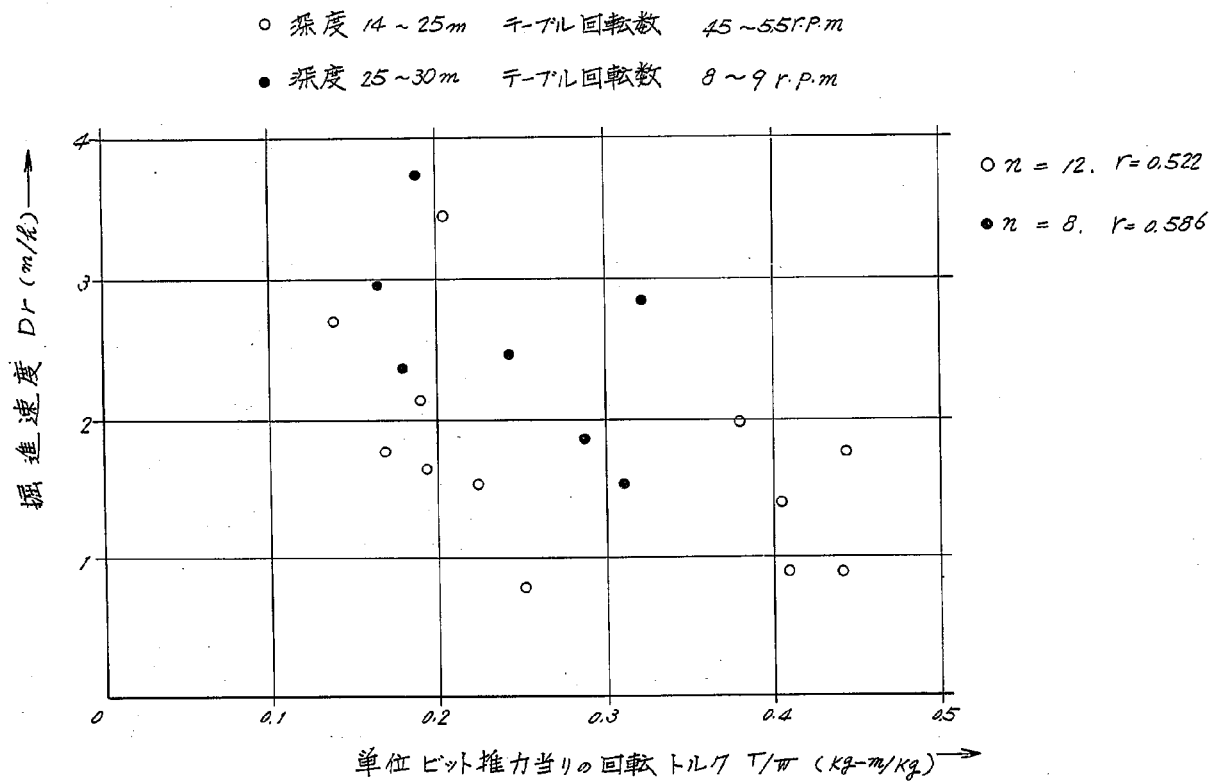


図 4.1 掘進速度 — 単位ビット推力当りの回転トルク

深 度 15 ~ 25 m

掘削馬力 9.5 ~ 11.5 PS

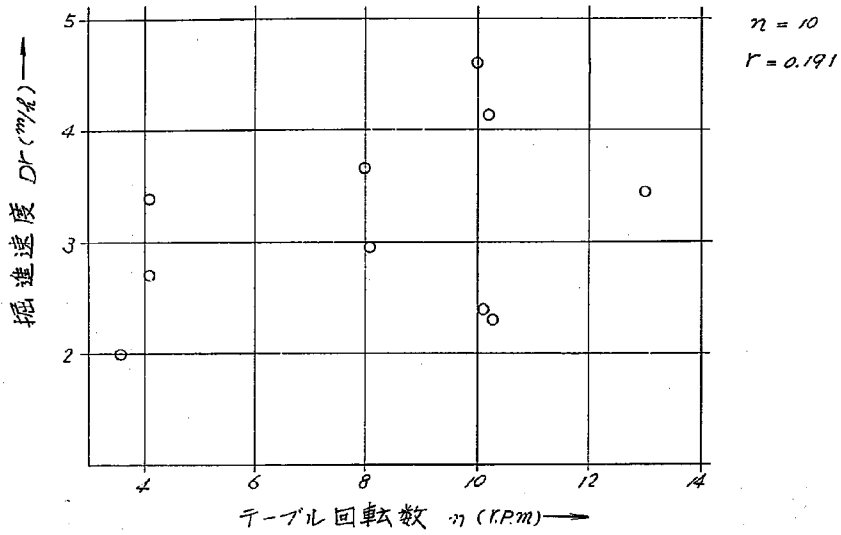


図 4.2.1 掘進速度 - テーブル回転数

深 度 15 ~ 25 m

掘削馬力 3.0 ~ 4.9 PS

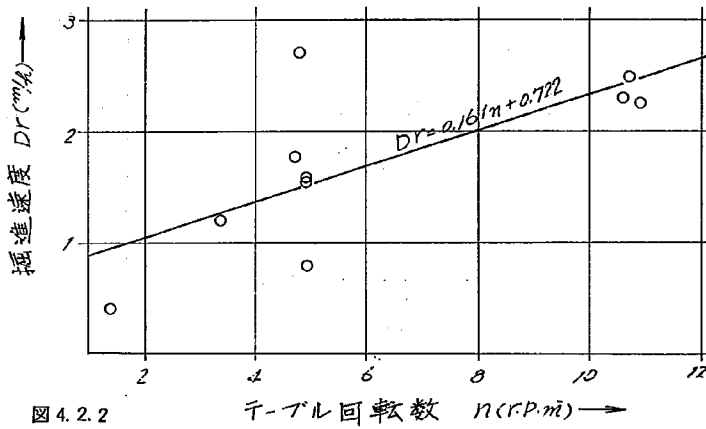


図 4.2.2

分散分析表

要因	SS	自由度	M.S	F	判定
ビット推力	16727.6	3	5575.6	15.52	※※
テーブル回転数	4922.7	2	2461.0	6.72	※
残差	2156.0	6	359.3		

深度: 15^m ~ 23^m N値: 20 ~ 40

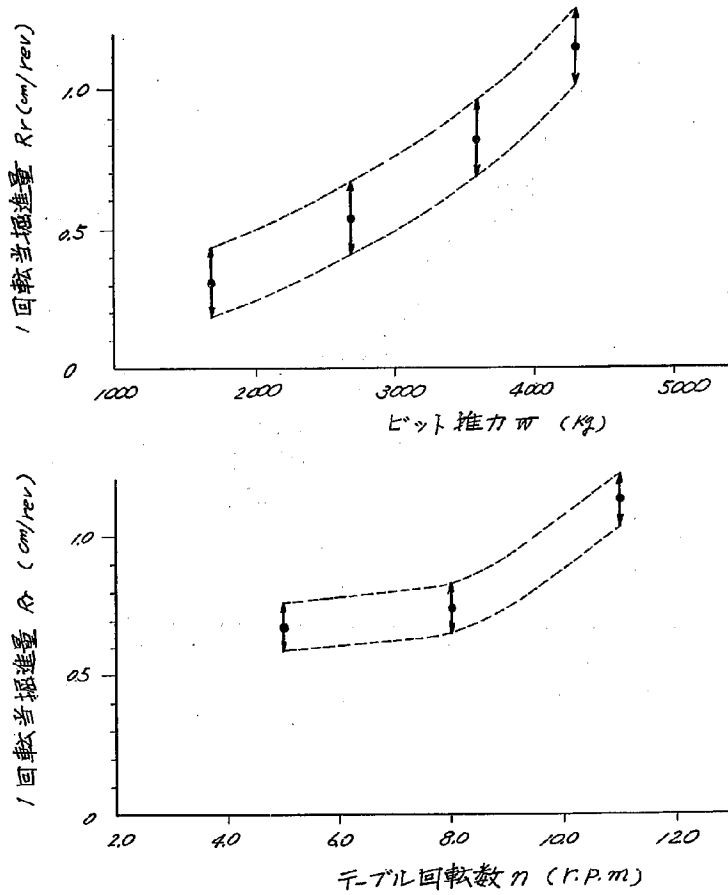


図 4.3 ビット推力 - 1 回転当掘進量

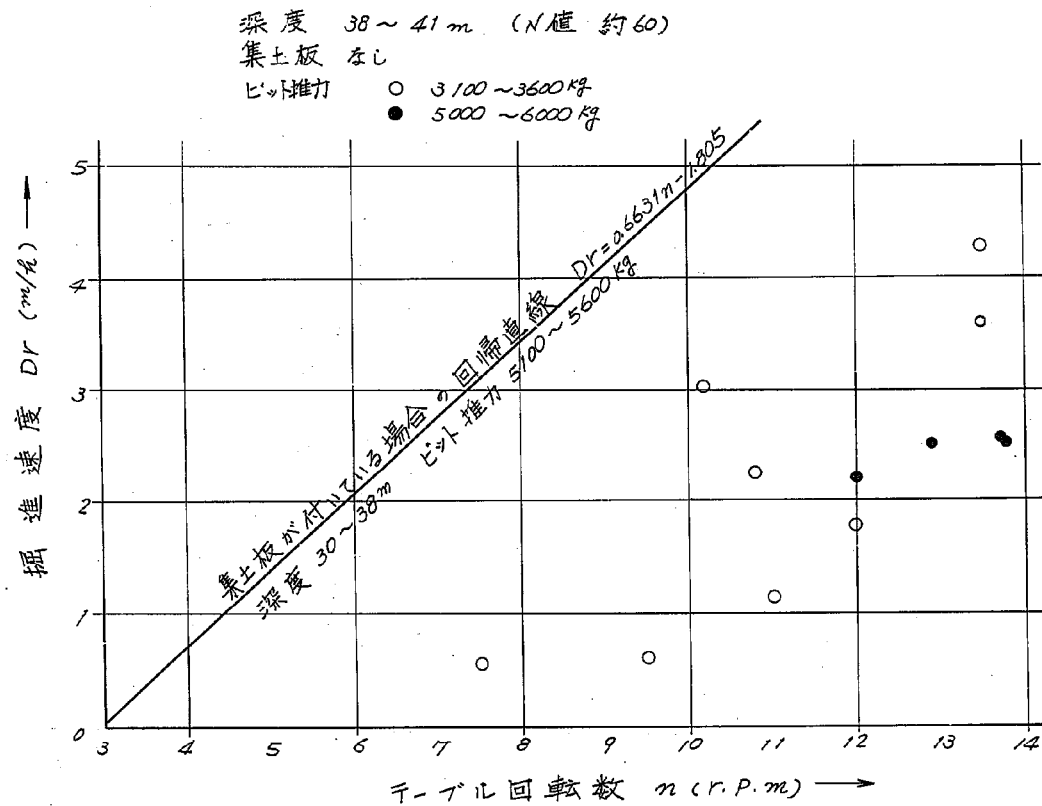


図 4.4 掘進速度 - テーブル回転数

あ と が き

以上は昭和43年3月当千葉支所構内で行った3mm径段状ビット(1mmφ、2mmφ、3mmφ)による掘削試験に引続き行った3mm径一段ビットによる試験結果をまとめたもので、試験期間中悪天候日が多く十分な試験データは得られなかったが、今後開発が期待される大口径化に関する資料としていくらかでも参考になれば幸いである。

最後にこの試験に協力して下さった石川島播磨重工業株式会社の関係者各位に深く感謝いたします。

試験協力者

機械研究室 笠井哲夫

後藤昌隆