



土木研究所資料

第六九九号

大口徑掘削機(2.5m ϕ)試驗報告書(第一報)

昭和四十六年九月

建設省土木研究所

土木研究所資料
第699号

大口徑掘削機(2.5m ϕ)試驗報告書
(第一報)

昭和46年9月

建設省土木研究所
機械施工部 機械研究室

大口径掘削機 (2.5m ϕ) 試験報告書

(第 一 報)

目 次

要 旨	1
1. 掘削機形式の選定	2
2. 本機の構造	4
3. 各部の作動	6
3.1 油圧回路の作動	6
3.1.1 油圧ポンプ	6
(1) 回転用主油圧ポンプ	6
(2) 回転・急速作動切換用油圧ポンプ	6
(3) スラストシリンダ用およびグリッパシリンダ用油圧ポンプ	6
3.1.2 グリッパの作動	6
3.1.3 ビットの回転	6
3.1.4 スラストシリンダの作動	6
3.2 掘削順序	6
3.2.1 準 備	6
3.2.2 掘削機の設定	6
(1) 下部グリッパの拡張	6
(2) 上部グリッパの拡張	7
(3) 掘削機の姿勢制御	7
3.2.3 カッタヘッドの正回転	7
3.2.4 スラストシリンダの下降	7
3.2.5 スラストシリンダの上昇	7
3.2.6 グリッパの縮小	7
3.2.7 掘削機本体の吊り降ろし	7
3.2.8 再 掘 削	7
3.2.9 ドリルパイプの継ぎ足し	7
4 掘 削 試 験	9
4.1 試 料	9
4.2 測定項目および測定要領	9
4.2.1 ビット位置	9
4.2.2 ビット推力	9
4.2.3 ビット回転速度	10

4.2.4	掘進速度	10
4.2.5	掘削トルク	10
4.2.6	その他	10
4.3	掘削試験結果とその考察	11
4.3.1	ビット推力と掘進速度	11
4.3.2	ビット回転速度と掘進速度	11
4.3.3	掘削抵抗	12
4.3.4	グリップの摩擦係数	13
4.3.5	その他	13
5.	本機の改造	17
6.	結 論	18
7.	謝 辞	19
参 考 文 献		19
写 真 集		20
付 表		25
付 図		31

要 旨

本州四国連絡橋の基礎のような大形海中構造物の基礎を施工する場合には、直径10 m級の穴を高深度の海上でしかも従来の一般構造物の基礎よりも硬い地盤を掘削することが必要になる。この場合、在来のロータリーテーブルを有し、ドリルカラーでビットに推力を与える方式の、いわゆる1軸上部駆動式の掘削機では1,000 t以上のドリルカラーを必要とし、機械設備重量の増大にともなう作業性の低下、危険性の増大などによっておのずと口径に限度がでる。この報告書は以上の問題を考慮して開発試作した、グリップ方式のいわゆるダウンザホール形式の大口径掘削機(2.5 m ϕ)について、機械本体の仕様および構内における掘削試験結果をとりまとめたものである。

本機は口径10 m級を前提にその第一段階として、口径2.5 m ϕ を試作したもので、一軸圧縮強度80~180 kg/cm²のコンクリートモルタルを試料として掘削試験を行なった結果安定した状態で掘進速度1.5 m/h程度の能力を出せることが確認された。

機 械 研 究 室

千 田 昌 平

笠 井 哲 夫

石 島 威

1. 掘削機形式の選定

ロータリー形式で、ずりの排出を水の逆循環方式で行なういわゆるリバーササーキュレーションドリル（以下リバーサ機と呼ぶ）を前提に大口径掘削機を考えると、回転軸の数、ビット推力の付加方法、およびロータリーテーブルの位置の3つの条件を組合わせた次の機械形式が大口径掘削機形式として候補にあげられる。（図-1 参照）

- ① 上部にロータリーテーブルを有し、単軸で、ビット推力をドリルカラーで与える在来の形式、
- ② グリップ方式の油圧シリンダによる推力装置を有し、単軸で、上部にロータリーテーブルを有する形式、
- ③ ビット直上にグリップを有するロータリーテーブルおよびスラストシリンダを取付けたフレームを有し、水中下部で掘削トルクおよび推力を与える一軸の、いわゆるダウンザホール形式、
- ④ ③の形式でビット軸数を多軸にしてビットの自転公転によって掘削する形式。

ビット推力はこれまで一般に掘削対象となる岩の強度によってビットの単位口径当りの荷重であらわれ、その単位も kg/cm (又は lb/in) が採用されている。しかし、大口径になるにしたがって、カッターの一回転当りのパスの数が外周になるにしたがって多くなっており、カッター1個当り推力を基礎にして考えると、単位ビット径当り荷重にすれば、口径が大きくなるにしたがって所

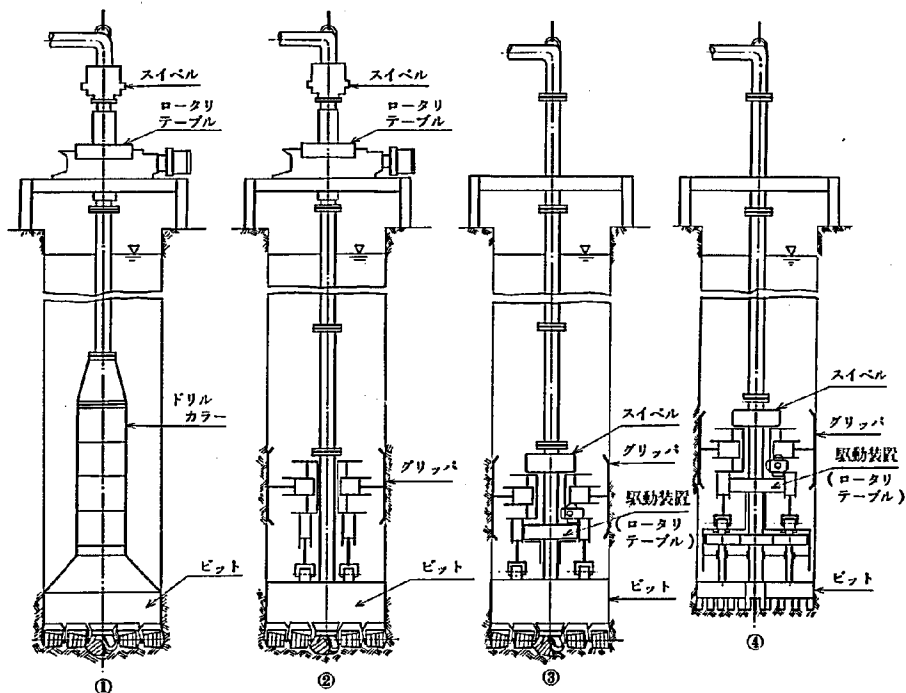


図-1 大口径掘削機の各種形式

要ビット推力の増加の割合が大きくなって来る。

図-2にT.B.Dellinger¹⁾によるビット口径とビット推力の関係を示す。一方、最近は経験から穴曲りを起さないように掘削する一つの方法として、ペンジュラム効果(Pendulum effect)と呼ばれるビット荷重の2/3を吊った状態で掘削することが提案されている。^{2)・3)}これを在

来方式のドリルカラーで10mφの掘削機に適用すると仮定すれば、図-2から単純に引伸ばすと約340tぐらいの推力が必要になり、これにペンジュラム効果を与えるためには約1,000tものドリ

ルカラーを必要とすることになる。海上での作業性、安全性を考えると、足場面積、吊上げクレーンの能力等によりおのずと口径に限度ができるものと考えられる。

多軸方式と単軸方式では、単軸方式の方がカッターが均等に掘削するからカッターの交換時期が同時になるという利点はあるが、多軸であるため伝達動力の分岐や推力の付加方法など構造が複雑になり、掘削エネルギーを考えるとカッターの掘削能率が同じ場合、一定面積を一定深さ掘削する点においては単軸も多軸も変わらず、むしろ構造の簡単な単軸方式が望ましい。次に、上部駆動下部荷重方式および下部駆動下部荷重方式のダウンザホール形の比較になるが、上部駆動方式は回転能力をドリルパイプを通して与えるため下部駆動方式のように、下に動力を伝えるための油圧ホースまたはキャブタイヤコードを取扱うはん雑さはないが、巨大なトルクを伝達するためドリルパイプが太くなることやスーベールやケリーバー、ロータリーテーブルなどが上部にあるので、作業性は在来工法と変らないという長短がそれぞれにある。ここに掘削機形式の選定として、C.K.Presley³⁾も推奨しているダウンザホール形掘削機を試作することにした。最終目標は口径10m級の掘削機の開発にあるが、そのアプローチとして2.5mφ→7mφ→10mφの3段階に分け、その第1段階として2.5mφを試作し、主として機能的ないわば定性的な面から調査することを目的とした。

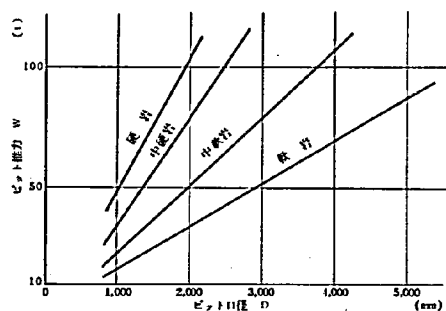


図-2 岩の種類によるビット口径と推力の関係

2. 本機の構造

2.1 地上設備

地上設備はディーゼル機関と直結した油圧ポンプおよび別におかれた小型ディーゼル発電機によって供給される電力を用いた補助油圧ポンプをもつ油圧ユニットと、掘進開始時に必要な初期ウェルケーシング、およびドリルパイプのリセット時の保持を行なう作業枠からなる。

また、掘進に伴う油圧供給ホースの接続を便ならしめるためと、地上の作業環境の改善のため、ホースにはセルフシールカップリングを設けてある。

ドリルパイプ先端には吊下げ用金具があり、これで掘削機本体およびドリルパイプを吊下げ、掘削初期のズリ上げはサクショポンプにより行なう。

ドリルパイプは掘削機全重量を吊下げることの出来る強度をもたせ、またエアリフトポンプ使用時に必要な空気の供給管を同時にとりつけた構造となっている。

2.2 掘削機本体

掘削機本体は上下2段に分れたグリッパージャッキ、ビットにスラストおよび回転トルクを与える各種油圧ジャッキ、油圧モータ類、ならびにこれらを内蔵するセンターフレームと称する外部装置より構成されている。グリッパージャッキは機械本体の芯出しおよび方向制御を行ない、かつスラスト、回転トルクおよびカッタにかかる最大モーメントの保持に必要な押付力と面積をもつものである。センターフレームは常に少量の空気を供給されることによって各種機器を海水の浸入から保護すると同時に、たとえ停電等の事故の時でも充分長時間同様の目的をはたしう様に密閉型の容器を下向きにふせた構造となっている。

センターフレームに上下2段の軸受で保持され回転および上下摺動をするセンターチューブシャフトは先端にビット本体を有する。シャフトとビット本体は相互にテーパをつけてキーおよびボルトにて強固に結合されており、ビット本体の軟岩用から硬岩用への交換はボルトをはずすことにより容易に行なうことができる。

スラストはセンターフレーム上部にある4本のスラストシリンダによりスラストベアリングを介してセンターチューブシャフトに与えられる。

回転トルクは同じくセンターフレームに内蔵された2台の油圧モータ、減速機、ピニオンからギアに伝達され、ギアハブ内面とセンターチューブ外面は摺動可能な六角形ケーラバ方式とし、ギアからのトルクを軸に伝える構造である。

2.3 ビット

ビット本体は付図-1に示すように対軟岩用の場合には枠組構造としセンターチューブシャフトと取り合う強靱なボス部から板状フレームを4枚周囲に出し、これにカッターをとりつけ又フレ-

ムおよびボス部を更に補強フレームで強固に保持し、2枚のスクレーパを有する。

ドリルパイプ下端には、スイベルジョイントを設けてある。

2.4 硬岩掘削の場合の対策

本機は更にビット部の交換により硬岩掘削機として使用されるが、その場合には既存の油圧ユニットに対し、別のエンジンを増設して所要の動力を得るものとするが、掘削機本体の油圧モータは油圧を増大させるのみで充分で、増設の必要はない。またセンターフレームその他の構造体に関しても、初めから軟硬両用として強度、能力をもたせてあるので交換変更の必要がない。

2.5 計測機器

各スラストシリンダ、グripperジャッキにはそのストローク検出装置をとりつけ、また掘削機本体には姿勢検出器を、センターチューブシャフトには回転計をそれぞれとりつけて掘削機の状態を検知し、油圧回路には、流量計、各種圧力計をもうけ掘削中の各種データを取りうる構造になっている。

なお本機の諸元を付表-1に示す。

構内実験機器の配置を図-3に示す。

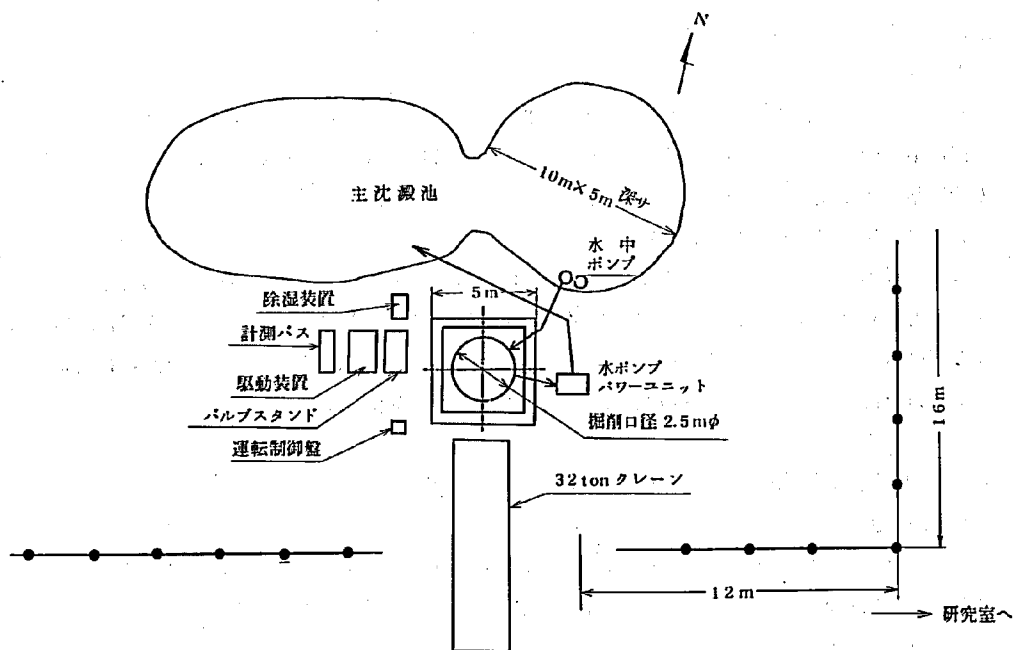


図-3 土研千葉支所構内実験配置図

3. 各部の作動

3.1 油圧回路の作動（付図－2 参照）

3.1.1 油圧ポンプ

(1) 回転用主油圧ポンプ

本ポンプはディーゼル機関から駆動される可変容量型油圧ポンプで、流量の調整はポンプ本体上部に設けたレギュレータによって行なう。

(2) 回転、急速作動切換用油圧ポンプ

本ポンプもディーゼル機関から駆動される可変容量型油圧ポンプで、回転の補助として使用し、電磁切換弁を切換えることによりスラストシリンダおよびグリッパシリンダの急速作動用として使用する。

(3) スラストシリンダ用およびグリッパシリンダ用油圧ポンプ

本ポンプはそれぞれ電動機により駆動される定吐出流量型油圧ポンプである。

3.1.2 グリッパの作動

掘削中はポンプからの圧油を常にグリッパ用シリンダに補給する回路となっており、所定の圧力で、孔壁を押し続ける。また、転倒モーメントその他で掘削機本体が傾き、グリッパが孔壁より急激に離れるような場合にアキュムレータによって油圧ポンプを助ける回路になっている。

3.1.3 ビットの回転

ビットは主に主油圧ポンプの駆動によりなされ、流量調節により回転速度は変化する。

掘削中、回転（ビットボデー）に過負荷がかかった場合、スラストシリンダの給圧を止める回路（閉回路方式）になっている。

3.1.4 スラストシリンダの作動

ビット推力はスラストシリンダにかかる油圧によって、また掘進速度は油量によって定まる。ビット推力が0から加えられるようにシリンダの戻りの回路にカウンターバランス弁を設け、常にビット部の自重を保持してある。掘進速度調整のため流量調整弁を設けてあるが、掘削には所定のビット推力を得るように常に余分の油流に設定しておくことが妥当である。

3.2 掘削順序

3.2.1 準備

ディーゼル発電機、ディーゼル機関、各油圧ポンプの起動を行ない異状のないことを確認する。また、機械内封入用空気圧縮機も起動し、機械内に清浄空気が送られていることを確認する。

3.2.2 掘削機の設定

(1) 下部グリッパの拡張

クレーンで上部曲り管を吊り、高さを保持して回転およびスラスト荷重の圧力を充分吸収で

きる圧力で下部グリップの拡張スイッチを「拡張」にし孔壁に当てる。

(2) 上部グリップの拡張

上部グリップも同様に拡張スイッチを「拡張」にし孔壁に当てる。

(3) 掘削機の姿勢制御

グリップ「Ⅰ」の姿勢制御、検出器の指針を見ながら、指針が「0」の位置に来よう押釦を操作する。

針の振れている方の釦を押せば「0」に戻る。

グリップ「Ⅰ」の姿勢制御が終わってから、同様の操作でグリップ「Ⅱ」の姿勢制御を行ない、掘削機に孔壁中心の保持と垂直性を確立する。

3.2.3 カッターヘッドの正回転

下部グリップを「拡張」、上部グリップの「Ⅰ」「Ⅱ」を「加圧」の状態にして、カッターヘッド正転用スイッチを「正転」にすればカッターヘッドは正転を行ない、「停止」すれば停止する。

3.2.4 スラストシリンダの下降

カッターヘッドが回転中に下降スイッチを「下降」にすると、定速でスラストシリンダが下降し、スラストがかかる。下降速度は流量制御弁で調整する。定速ポンプの流量は 3 l/min であるから流量制御弁の目盛 $10\sim3$ の範囲では 3 l/min が流れ、 3 以下ではその指示目盛の流量が流れる。 10 l/min 以上の流量がある場合は目盛の指示通りの流量が流れる。(例 $5 = 5\text{ l/min}$)

スラストシリンダの下降速度が 3 l/min 以上必要な場合は、制御盤内の強制急速下降用の短絡クリップを入れると、最大 10 l/min までの急速作動が可能になる。掘削ストロークは有効ストローク 500 mm である。

3.2.5 スラストシリンダの上昇

グリップを拡張した状態でスラストシリンダを上昇させるが、このとき作動は急速作動でのみ作動し、定速作動はできない。シリンダが上限にすれば「上昇完了」ランプが点灯する。

3.2.6 グリップの縮小

スラストシリンダの上昇完了を確認してから、再び上部曲り管をクレーンで吊り高さを保持し、この状態でグリップを縮小させる。各グリップの縮小が完了すれば、各グリップの「縮小完了」ランプが点灯する。

3.2.7 掘削機本体の吊り降ろし

各グリップの「縮小完了」ランプを確認してから、クレーンで徐々に掘削機本体を降ろし、このときの速度は 0.4 m/min 以内の速度で降ろさなければならない。

掘削機本体が孔底に達したならば、クレーンで約 50 mm 吊り上げ、この状態で高さを保持する。

3.2.8 再掘削

以上の順序で1ストロークの掘削が終れば再度2項掘削機の設定、～7項掘削機本体の吊り降ろしの順序で掘削作業を続ける。

3.2.9 ドリルパイプの継ぎ足し

接続ドリルパイプ1本分の掘削が終れば、上部架台の通し梁の上に「預け台」を設置し、ドリル

パイプのフランジで掘削機本体およびドリルパイプを預ける。この状態でドリルパイプ1本の継ぎ足しとゴムホースガイドの継ぎ足しを行なう。ゴムホースガイドは振れを防ぐため上端を固定金具でドリルパイプとボルトにて固定する。ドリルパイプの継ぎ足しが終われば再び掘削を続ける。

4. 掘削試験

4.1 試料

試験掘削用のテストピースとして、当所構内に図-4に示すように外側をコンクリート枠にし、内側に深さ6mのコンクリートモルタル（重量配合セメント1.8kg：砂9.78kg：水0.554kg）を打設した。当初一軸圧縮強度50～60kg/cm²程度の人工岩を想定して計画した。また、砂質土について掘削試験およびグリッパーの摩擦試験を行なうために6mのコンクリートモルタルを突き破って約2m掘削した。

4.2 測定項目および測定要領

4.2.1 ビット位置

ビットの位置は地上基準面から掘削機本体の位置および掘進シリンダの押出し位置によって決まる。掘削機本体の位置は架台枠に定めた任意の位置を基準に掘削各ストローク毎に行なう盛替えの都度測定し、シリンダのストロークはポテンションメータによって指示される一方、オシロレコーダに記録されるようになっている。

4.2.2 ビット推力(W)

ビット推力は4本のシリンダの縮少によって付加されるもので、次によって表わされる。

ビット推力 = (シリンダ引込み力) - (シリンダ保持力) + (シリンダ以降ビットまでの自重) - (主軸およびビットの水中部分の浮力) - (滑動部の摩擦抵抗)

図-5にシリンダストロークと浮力、 W_f の関係を示す。

上式でシリンダ以降ビットまでの自重と滑動部の摩擦、 W_c を一定と考えるとビット推力、 W は更に、

$$W = (\text{スラスト圧} \times \text{ロッド側シリンダ面積}) \times 4 - (\text{スラスト背圧} \times \text{ヘッド側シリンダ面積}) \times 4 + W_c - W_f$$
で表わされる。すなわち、ビット推力はシリンダストローク、スラスト圧およびスラスト背圧を測定することによって求まる。

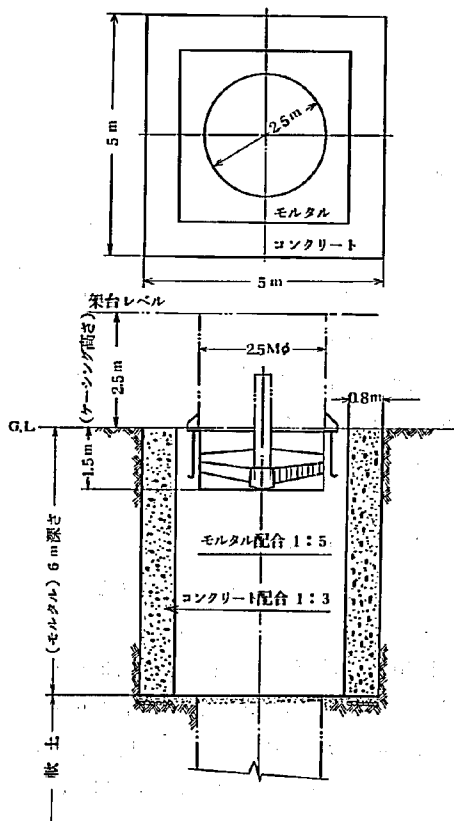


図-4 コンクリートモルタル試料

4.2.3 ビット回転速度(N)

掘削機本体内にマイクロスイッチを内蔵し、主歯車の回転をパルスによって記録し、パルス数/時間(秒)よりrpmを算出する。回転速度は油圧ポンプの油量を調整することにより変えられ、その関係は次の通りである。

$$N = 0.032 q \quad (\text{rpm}) \quad \dots\dots (1)$$

ここに q = 油量 (ℓ/min)

4.2.4 掘進速度(R)

スラストシリンダのストロークをポテンションメータで記録し、図に示すようにシリンダー位置の勾配が掘進速度を表わすことになる。運転操作にあたって、スラスト用の油量はシリンダの引込み速度に十分追従するように設定しなければならない。すなわち、被掘削材の強度に対して設定した圧力を常に保つ状態で運転する。掘進速度勾配が直線(一定)になったところで条件を変えて次の実験に入る。

4.2.5 掘削トルク(T)

主歯車を駆動する油圧モータの特性をあらかじめ測定しておき(図-7), 作業時のビット回転速度(油圧モータとの減速比21)と有効圧力を測定し算出する。図-7より5~10 rpm ぐらいの範囲では有効圧とトルクの関係は図-8に示す通りで、この関係を直線とみなして掘削トルクを求めることにする。すなわち掘削トルク, T は次式より求める。

$$T = \frac{\Delta P}{21.5} \quad \dots\dots (2)$$

ここに ΔP : 有効圧力 (kg/cm^2)

更に、有効圧力 = (負荷時の油圧モータの出入の圧力差) - (無負荷時の油圧モータの出入の圧力差)

で表わされる。無負荷時の圧力は回転速度を変えたときにのみ測定すれば良い。

4.2.6 その他

グリッパー圧は特別に製作した圧力変換器取付口にそれぞれ変換器を取付けて記録する。

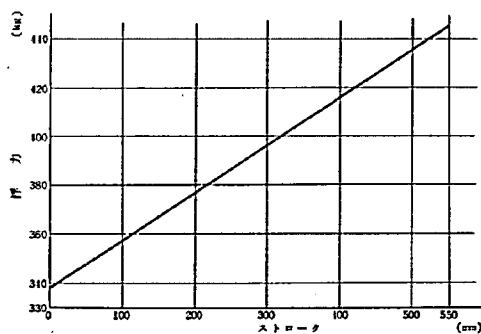


図-5 ストロークと浮力

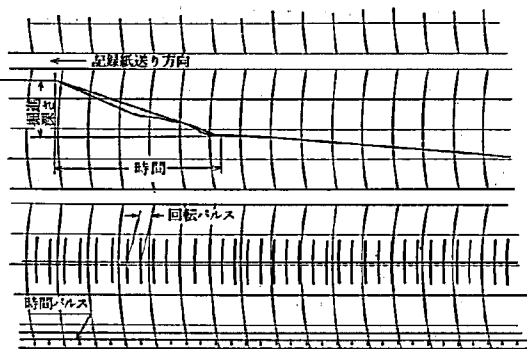


図-6 掘進速度記録例

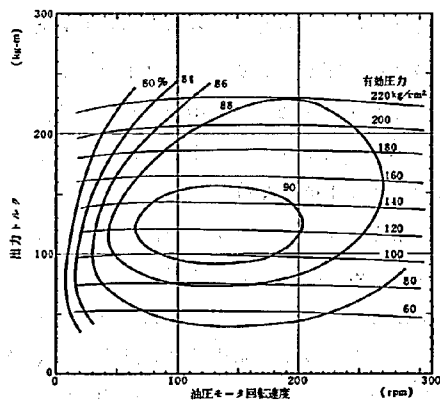


図-7 主油圧モータの性能曲線

タイムスタディは主な作業である掘削、盛替、ドリルパイプ継足し、真空ポンプ作動、計器調整のそれぞれの時間を分けて測定する。

4.3 掘削試験結果とその考察

人工岩としてのコンクリートモルタルの強度を $50 \sim 70 \text{ kg/cm}^2$ ぐらいを目標に打設したのであるが、実際に出来た試料は、大量に貧配合のモルタルを均質に打設することが困難だったため、 $80 \sim 180 \text{ kg/cm}^2$ の範囲にばらつき、大部分が 100 kg/cm^2 を越す強度になっていた。(図-9 参照) また、削孔の種々の関係を求めるため条件を変えて掘削試験を行なったがカッターの摩耗が大きく、他の掘削条件が同じであっても深度によって掘進速度などの値が違っている。したがって各掘削要因の相互の関係を検討するにあたって図-9 より比較的モルタルの強度の等しいと思われるところ、また摩耗の差の少ないと考えられる深度に分けて整理してみた。付表-2 に掘削試験成績一覧表を示す。

4.3.1 ビット推力と掘進速度

削孔公式として掘進速度の一般式は次式で表わされる。

$$R = KW^a N^b \dots\dots\dots (3)$$

ここに、 R = 掘進速度 (m/h)

K = ドリルバリティ定数

W = ビット推力 (kg)

N = ビット回転速度 (rpm)

a, b = 指数

上式において在来ローラービットでは、指数 a が 1.5 前後の値であり、今回のドラッグ形ビットの結果においても図-10 に示すように、 $a > 1$ すなわち曲線が下に凸になる傾向は在来ビットと同様である。スレッシュド荷重 (W_0) と呼ばれる喰込みに必要な最低推力は、当然のことながらカッターが摩耗するにしたがって大きくなっていることが分かる。

4.3.2 ビット回転速度と掘進速度

(3)式において、在来ローラービットの場合指数 b が約 0.8 ぐらいで、これは主に掘削ズリのクリーニングの効果が影響しているものと考えられているが、大口径になるとむしろ、カッターやスクレーパが水の攪拌作用を起してクリーニング効果を上げる傾向にあり一般の大口径ローラービットでは b が 1 に近い値となる。しかしながら、ドラッグ形ビットの場合はクリーニングが掘進速度に

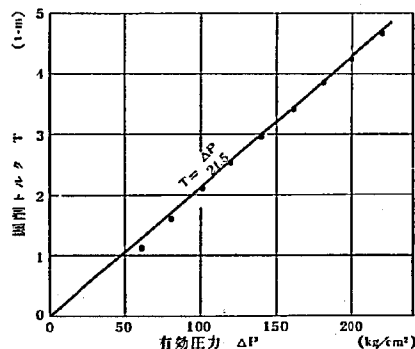


図-8 掘削トルクと有効圧力の関係

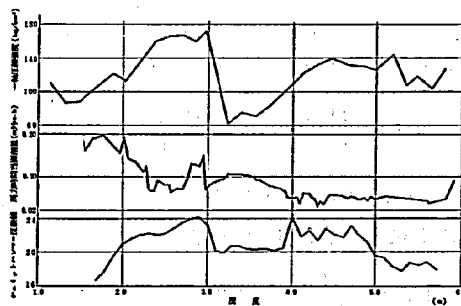


図-9 各深度におけるモルタル試料強度と掘進能率の関係

与える影響がローラービットほど大きくはなく、図-11に示す、 $b < 1$ の傾向はクリーニングよりむしろモルタルのドラッグビットによる被削性を表わしているものと考えることができる。

4.3.3 掘削抵抗

カッターに推力を与えそれに水平力を加えると、ときに生ずる掘削抵抗はカッターにより材料を破壊させる抵抗とカッターの先端が材料面を滑べる摩擦力により構成されていることは容易に理解できる。

ビット推力と掘削トルクとの関係を図-12に示す。図には参考のためミルドゥース形のローラーカッターの関係をのせてみた。図からも明かなようにドラッグ形カッターではローラーカッターよりも2~3倍のトルクを必要とすることが分かる。

更にこの関係を調べるため、ビット1回転1パスの掘削を考え、図-13に示すように単位巾 Δr 当りに水平力 F_c が作用するものと考え、トルク、 T は次式によって求められる。

$$T = F_c \int_0^{D/2} r dr = \frac{F_c D^2}{8} \quad (4)$$

ここに、 D :ビットの直径

更に上式より水平力 F_c を求めると、

$$F_c = \frac{8T}{D^2} \quad (5)$$

となる。これに対して単位径当り推力、 W_d は次式によって与えられる。

$$W_d = \frac{W}{R} = \frac{2W}{D} \quad (6)$$

ここに、 F_c/W_d を切削摩擦係数(Coefficient of Cutting Friction)、 μ と呼ぶ。 μ は一般に被掘削材やカッターのすくい角(rake angle)および喰込み量によって異なり(ドラッグ形カッターの場合)、N.G.W. Cook⁴⁾によると、図-14に示すように喰込み量が少ない間はすくい角に関係なく μ はほぼ1となり、喰込み量が大きくなったときすくい角の影響が表わ

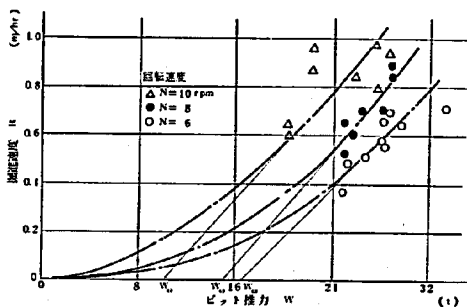


図-10 ビット推力と掘進速度

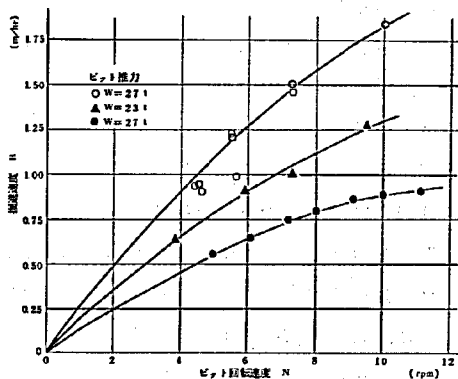


図-11 ビット回転速度と掘進速度

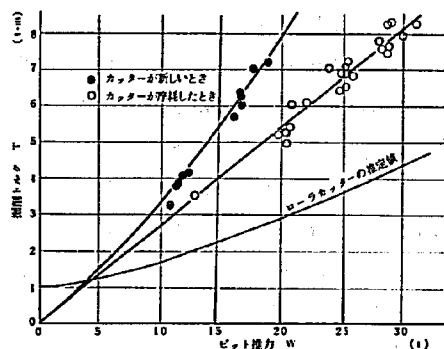


図-12 ビット推力と掘削トルクの関係

れている。この傾向は二次元的に解明した K.E. Gray⁵⁾ の報告でも同様で、Gray は更にすくい角の影響について、すくい角が正の場合にはビット推力が少し増加しても喰込み量は大きく、また特にすくい角が負の場合に、すくい角が小さくなる程大きな掘削力を必要とすることを言及している。

図-15 に切削摩擦係数と1回転当り掘進量の関係を示す。

4.3.4 グリッパの摩擦係数

グリッパの摩擦係数は、グリッパースューの接地面積を決めるためにも、また押付力を決定するためにも重要な値であるが、これまでこの形式の掘削機の例がないことから当初設計においては孔壁の崩壊を考慮した最高接地圧を想定し、摩擦係数を0.5 ぐらいにとった。

実測の結果を図-16 に示す。図においてグリッパの押付力と推力の値が原点で交っていないのは大体の自重や主軸のスライド部の摩擦等を含めた値を推力として測定したもので、摩擦係数は図における勾配によって表わされる。コンクリートモルタルの摩擦係数は約0.3 で、この値は図-15 における切削摩擦係数軸の切点、すなわち、喰込み量0 における値とほぼ同じである。しかし図-15 はバラツキが大きく、モルタル強度も不均一であるからこのまま摩擦係数として考えるのは危険であり、一応の目安として参考になるものである。

4.3.5 その他

その他タイムスタディとして、ドリルパイプやホース類の継足し時間や盛替え時間なども施工歩掛上重要な事項であるが、正味掘削深度4.5 m 弱の実験では安定したデータを得るに至らなかった。盛替え時間はほぼ5～10 分を要していたが調整方法や油圧回路を若干修正することによって3 分ぐらいには短縮できるものと考えらる。

拡孔率には本機の構造上の特徴から殆んど認められなかった。

カッターの摩耗は当然掘削延長の大きい外周になるにしたがって大きくなる筈であるが、四翼そ

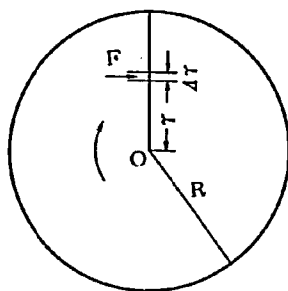


図-13 ビットにおけるトルクと単位径当り水平力の関係

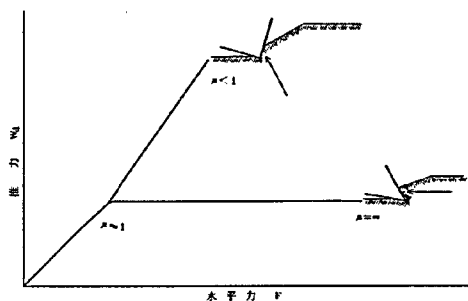


図-14 ドラグ形カッタにかかる推力と水平力

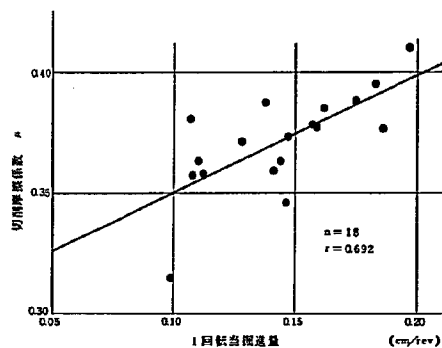


図-15 1 回転当り掘進量と切削摩擦係数

それぞれの取付角の微少の差や外周の回転当りのパスの重なり関係もあって、顕著な差は認められなかった。図-17, 図-18はカッターの配列と摩耗状況をそれぞれ示したものである。

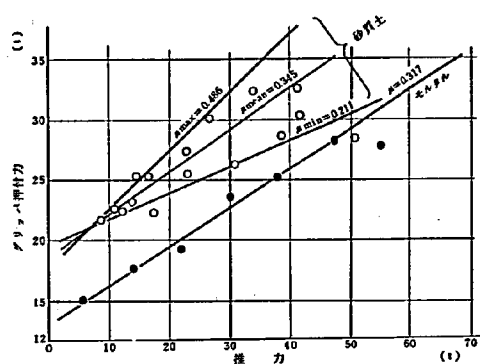


図-16 グリップの摩擦係数

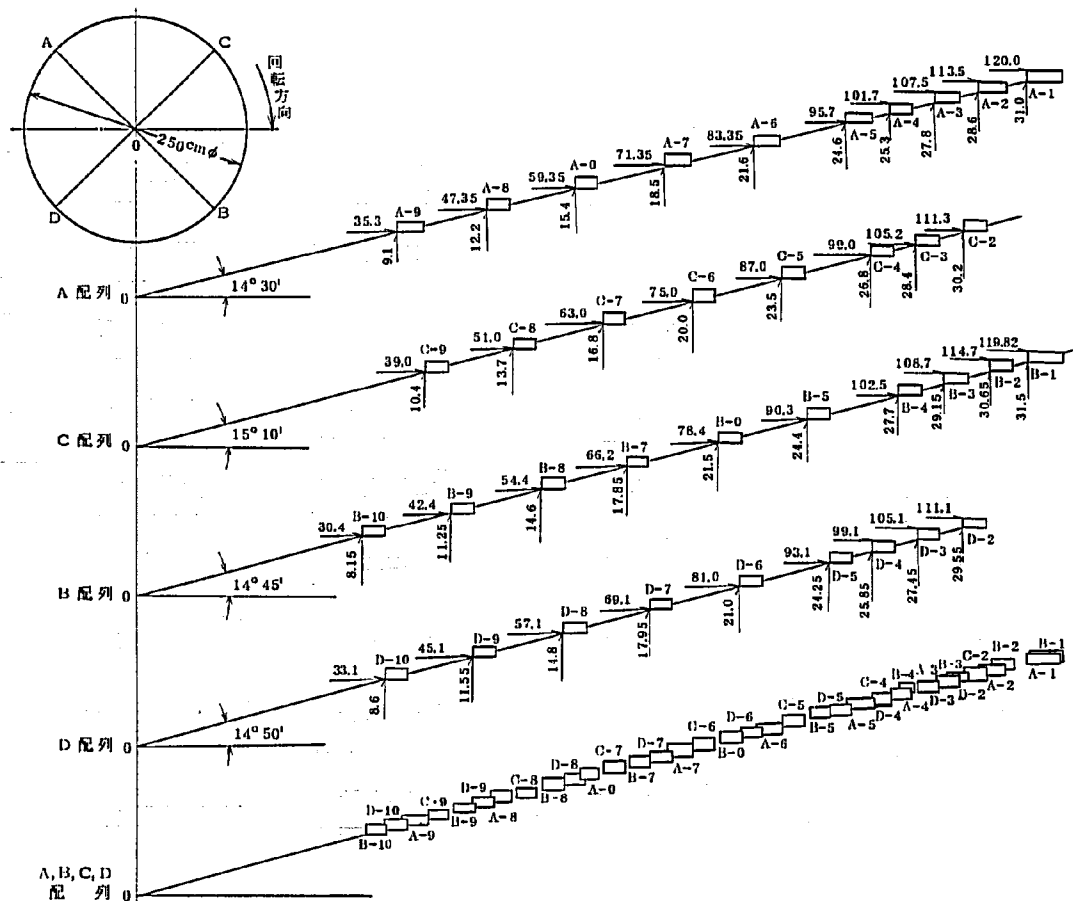


図-17 4異ビットのカッタ配列

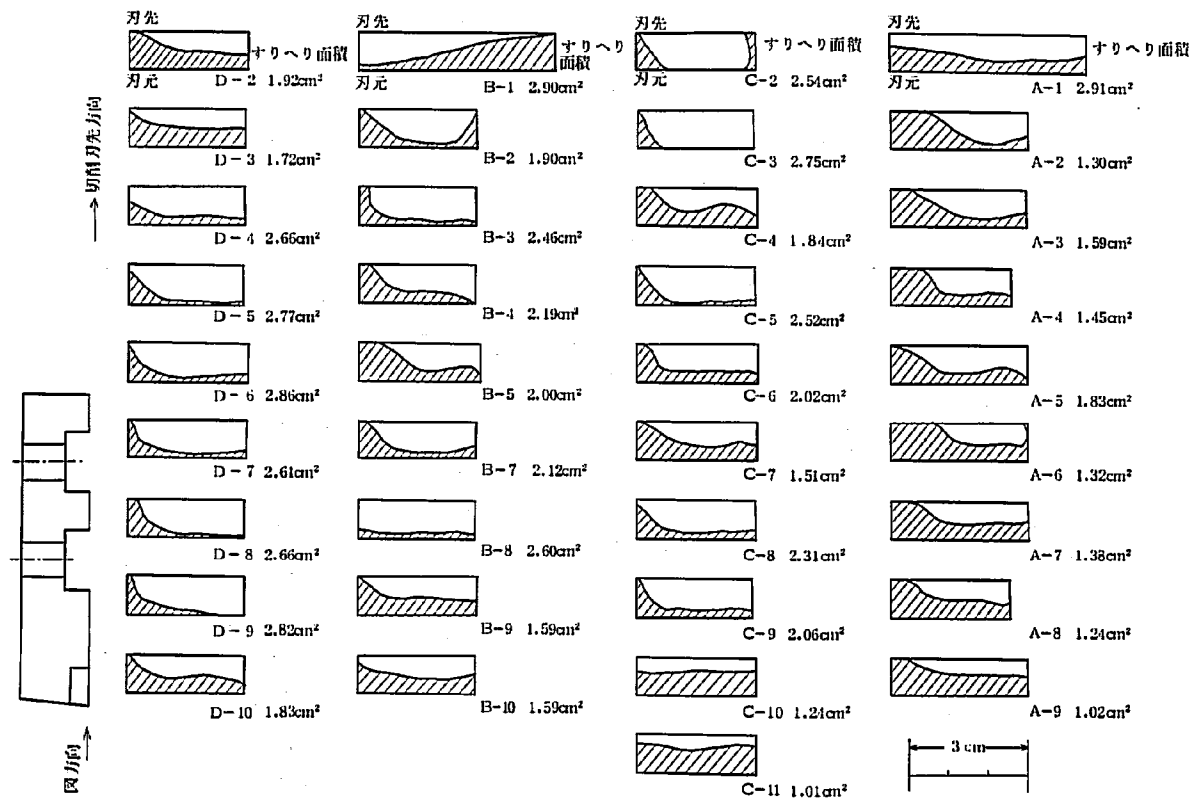


図-18 カッタ配列番号と摩擦による擦り減り(面積)状態図

5. 本機の改造

本機は10mφ級の掘削機開発のアプローチの第一段階として試作され、まず世界にも例のないダウンザホール形掘削機のタイプテストとしてその段階では満足したものであると考える。更に掘削性能等については今後実験を重ねデータを得る予定であるが、次の段階として可能不可能の判定の次に重要な作業性について、とりわけ海上での作業性向上を考慮した改造を行なうことにした。

それは施工性に関してこの機械の最大の欠点である各部へ送る圧油用ホース類の取扱いを改良することである。

今回は動力の比較的小さいシリンダー類に供給する油圧発生関係およびバルブ類を付図-3に示すようにドリルパイプの外周に取付けた水中油圧バルブ室を設け、上部バルブスタンドをなくすると共にはん雑な数10本の油圧ホース類の取扱いをなくするようにしたものである。そのためバルブ室には電動機、油圧モーター、油タンク、バルブ類等が内蔵され、これ等の操作は地上で遠隔操作するものである。バルブ室内は掘削機本体とパイプでつながっており、封気用圧縮空気がバルブ室を通して本体に入る構造で、バルブ室もまた常に圧気された状態にある。

ビットはドラグビットでもローラーカッタービットのいずれも取付け可能であり、今後更に2.5mφの本体に3mφの拡孔装置付ローラカッタービットを製作する予定である。

上部グリッパージャッキについて、姿勢制御における対向グリッパの平行移動装置等を廃し、各シリンダの作動を独立させたり、回転の過負荷に対するスラストシリンダ停止機構を除いたり、油圧回路を付図-4に示すように簡略にする。

6. 結 論

大口径掘削機開発のタイプ決定から現在まで、すなわち所内掘削試験終了および改造案までを第一報としてまとめてみたが、主要目的であるこの種類の掘削機の性能や特質を把握するには今後の実験に待つところが多く、この報告書では新機構である本機の作動確認と、作業性能の一部を調べたに止まり、これらを要約すれば以下の通りである。

- (1) 油圧グリップを持つこの種のダウンザホール形掘削機は大きなビット推力を必要とする硬い岩ほど、また掘削口径が大きくなるほど在来工法に比べて有利である。
- (2) 長いドリルストリングを有する在来工法に比べて振動が少なく、大きな回転速度をとることができ、掘削率が殆んど零に等しい。
- (3) シュミットハンマの反撥値はコンクリートモルタルの強度変化を知るための簡単な方法の一つである。
- (4) カッターが新しくシャープな間は単位エネルギー当り掘削量が大きく掘進速度も大きいですが、摩耗が早く、摩耗が進んだときの掘削馬力の大部分はカッター先端の摩擦のために費される。
- (5) ビット推力およびビット回転速度と掘進速度の関係は在来の小口径のミルドーツース形ローラービットの場合とほぼ同様な傾向を示す。
- (6) ビット推力に対する所要トルクはローラービットの2～3倍となる。
- (7) グリップの摩擦係数はコンクリートモルタル(約 100 kg/cm^2)の場合約0.3ぐらいである。
- (8) 作業性の向上およびトラブルを少なくするためには、油圧ホースやケーブル類を極力少なくすることが望ましく、口径6 m以上の大口径掘削機に至っては付図-5に示すように上部駆動下部スラスト装置付掘削機が提案される。案ではグリップおよびスラストシリンダ用油圧装置関係は今回改造の場合と同様に圧油発生動力等を本体内に組込み、ビットの回転動力は在来機と同様に上部ロータリーテーブルで駆動するものである。この場合ロータリーテーブルの回転速度を大きくとってドリルパイプにかかる伝達トルクを小さくし、下部で減速し所要の回転速度を得る方式のものである。また、掘削馬力を少なくするため1セット2～3段掘削が可能ないように内外2～3分割されたビットによってそれぞれ別々に駆動するように切換のトランスミッションを取付けたものである。付図の案は遊星歯車機構を用いた例で歯車の代りにニューマチックタイヤを用いてもよい。なお3段で掘削する場合は図の例に更にリーミング機構を追加する。

7. 謝 辞

著者らは、これまで機種選定や仕様決定に関して貴重な御意見をいただいた大口徑掘削機技術審査会の委員各位、および本機製作に当った川崎重工業株式会社の関係者各位、ならびに掘削実験にあたって尽力いただいた関東地方建設局東京技術事務所および当機械研究室の関係者各位に厚く感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) Dellinger T. B. "For Shaft Sinking New Study Analyzes Big Hole Costs "E&MJ, March, 1966
- 2) Buke R. G. "Big Holes Point to Deep Wells" Oil & Gas J., January 22, 1968
- 3) Presley C. K. "What's Ahead for Big Hole Drilling" SPE OF AIME MECH ENG. ASPECTS OF DRILLING & PROD. SYMP., PREPRINT NO. SPE-1754, 1967
- 4) Cook N. G. W. "Analysis of Hard - Rock Cutterbility for Machines" Proceedings of the Tunnel and Shaft Conference, Minneapolis, Minesota, May 15 - 17, 1968
- 5) Gray K. E. "Two - Dimensional Study of Rock Breakage in Drag - Bit Drilling at Atmospheric Pressure" J. of Petroleum Technology, January, 1962.

写 真 集



写真-1 実験風景

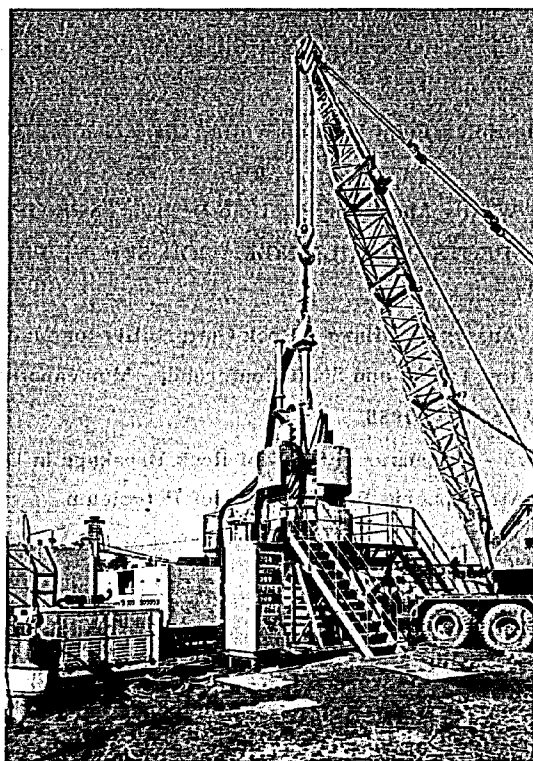


写真-2 掘削機全体風景

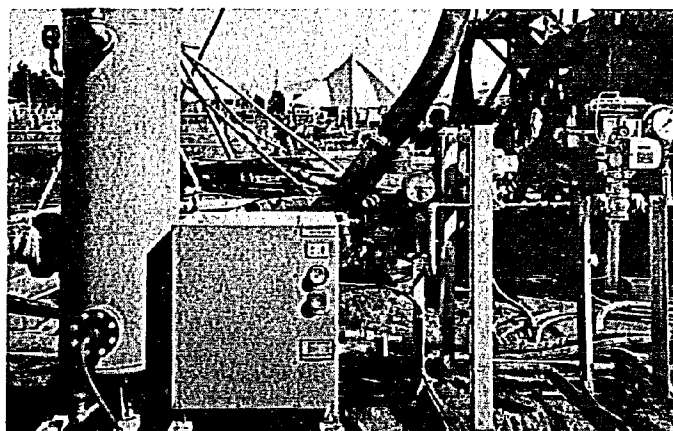


写真-3 除湿装置

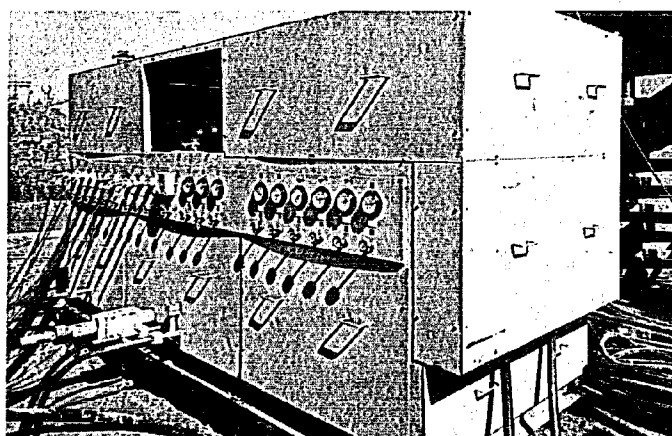


写真-4 パルプスタンド

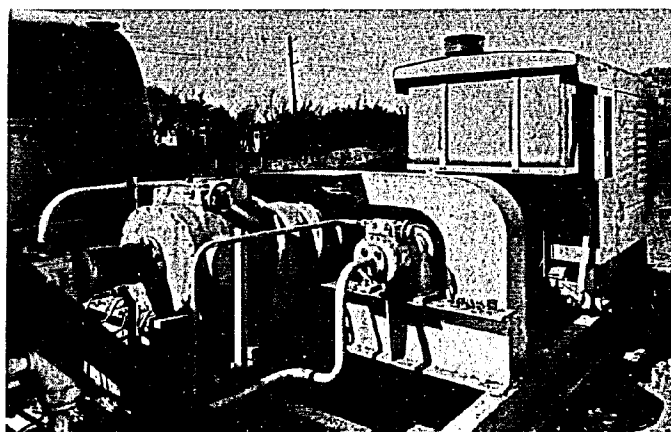


写真-5 パワーユニット

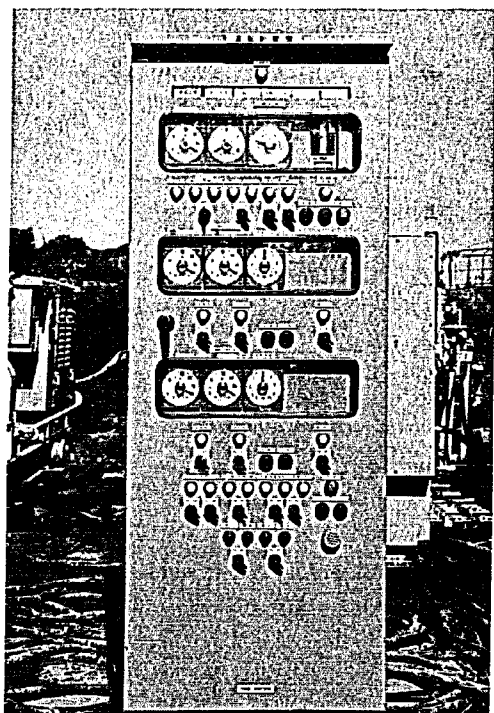


写真-6 運転制御盤

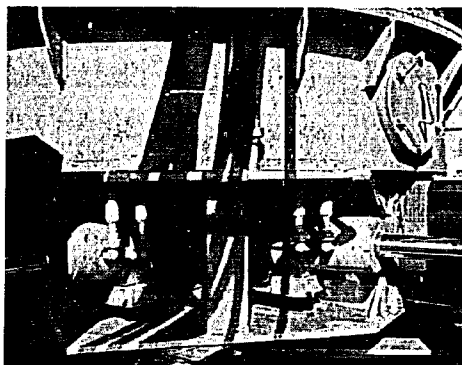


写真-7 グリッパ用シリンダ

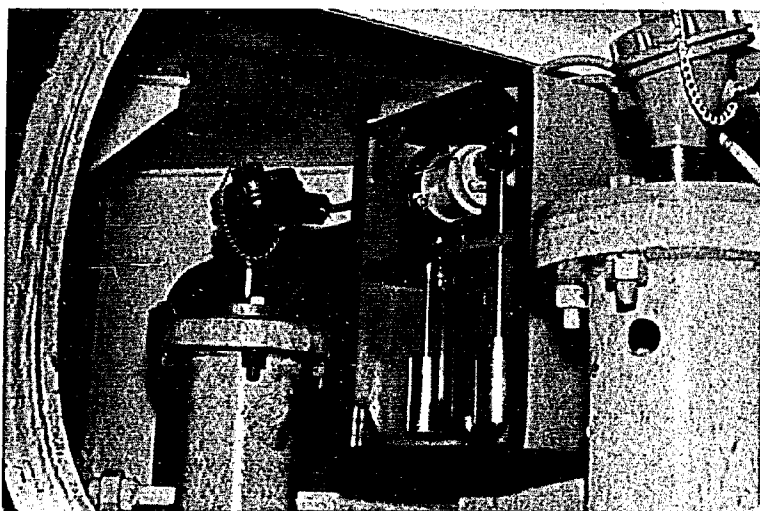


写真-8 本体の水平位置検出装置

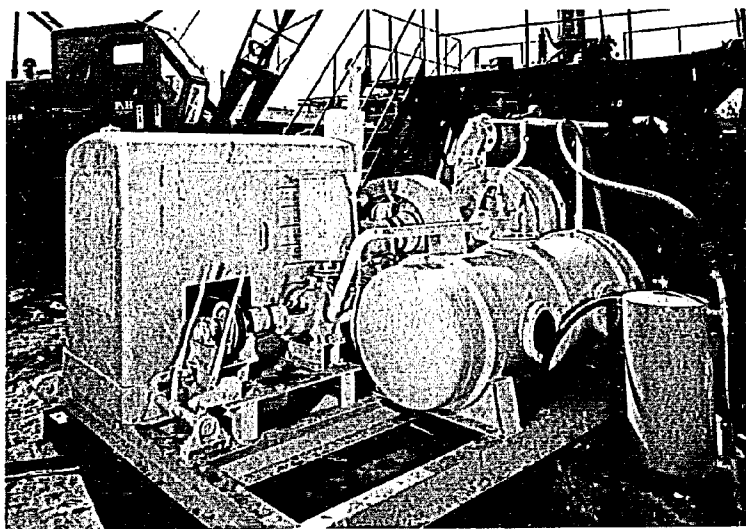


写真-9 サクションポンプユニット

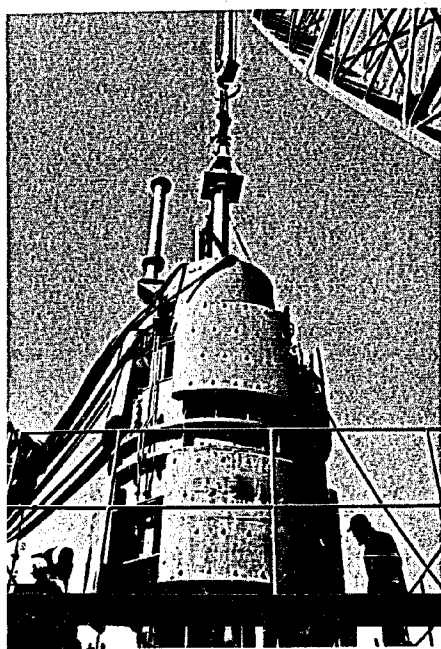


写真-10 ケーシングに設置された大口径掘削機

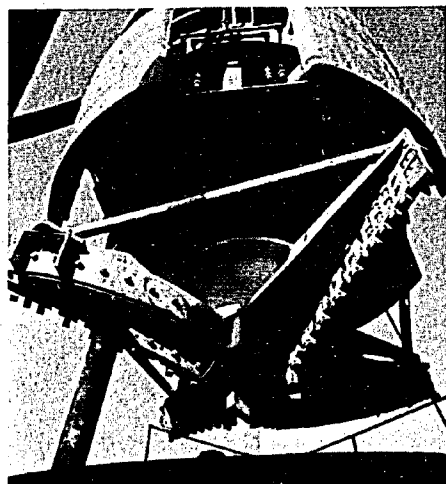


写真-11 本体に取付られた2.5mφドラグ形ビット



写真-12 掘削中



写真-13 2.5 mφドラグビット摩耗状況



写真-14 掘削孔壁 孔底

付表-1 大口径掘削機(2.5 m ϕ)諸元表

区分	項 目		単 位	諸 元	
掘	直 径		M	2.5	
	深 さ		M	3 0	
	対 象 土 質	種 類		硬質土 ～ 中硬岩	
		一 軸 圧 縮 強 度	kg/cm ²	8 ～ 500	
	掘 削 速 度		M/H	1 ～ 3	
	す り 上 げ 方 式			サクショポンプ又はエアーリフトポンプ	
	ケーシング(初期掘削のみ使用)		Mφ	2.5	
	削	回 転	ト ル ク	M-T	9.8
			数	r p m	0 ～ 7.3
			馬 力	p s	100
ス ジ ラ ヤ ス フ ト キ		力	T	0 ～ 40	
		油 圧	kg/cm ²	110 kg	
		数	個	4	
		有効ストローク	mm	500	
ト		直 径		M	2.5
		形 状			バイトビット
		カ ッ タ ー 数		個	他に2 ⁴ / ₄ ビット1
減 速 機	ビ ニ オ ン X 数			224 P. C. D. ×2	
	ギ ャ ー X 数			1176 P. C. D. ×1	
	減 速 比			1 : 5.25	
機 体	ヒ油 圧 モ ト 回 転 タ 用	型 式		川崎スタッフアーモータ SX506B 1/4 減速機付	
		常 用 圧 力		kg/cm ²	213
		最 高 圧 力		"	240
		回 転 数		r p m	0 ~ 153.2
		台 数			2
		駆 動 馬 力		p s	100

区分	項 目				単 位	諸 元	
掘 削 機 本 体	グ リ ッ パ ー	シ ュ ー	接 地	圧 力	kg/cm ²	1.5 4 (但しスラスト 2 0 Tの場合)	
				面 積	M ²	1 × 8	
				力	T	1 0 × 8	
		上部 (方向制御用)				組	2 × 2 ケ
		下部 (位置決め用)				組	1 × 4 ケ
		ジ ャ ッ キ	上 下 各 シ ュ ー		組	2	
			油 圧		kg/cm ²	5 0.8	
			ス ト ロ ー ク		m m	3 0 0	
	ド リ ル	バ イ プ	径			2 0 0 A s c h 4 0	
			長		M	3 0 × 9 本 1.5 × 2 本	
	供 給	空 気 量	圧 力		kg/cm ²	5	
			量		NM ³ /min	5.4 6	
油 圧 ユ ニ ッ ト	ピ ッ ト 回 転 ・ ク イ ッ ク セ ッ ト 用	ボ ン プ 型 式				川崎ブルニグハウス B Z 7 4 0 及 び B Z 7 1 6	
		台 数				B Z 7 4 0 1 台 R Z 7 1 6 1 台	
		出 力	常 用	油 圧	kg/cm ²	2 3 3	
				吐 出 量	ℓ/min	2 4 8	
			最 高	油 圧	kg/cm ²	3 5 0	
				吐 出 量	ℓ/min	6 9 3	
		原 動 機			p S	1 6 0 P S デ ィ ゼ ル 1 台	
	グ ス ラ ッ ス バ ー 及 リ ー ミ ン グ 用	ボ ン プ 型 式				N A C H I P F O - 2.5 - Y	
		台 数				2	
		出 力	常 用	油 圧	kg/cm ²	1 4 0	
				吐 出 量	ℓ/min	3	
			最 高	油 圧	kg/cm ²	3 5 0	
		電 動 機				2.2 K W × 2 台	
		油 タ ン ク			ℓ	3.0 0 0	

大口径掘削機(2.5 m ϕ)試験成績表

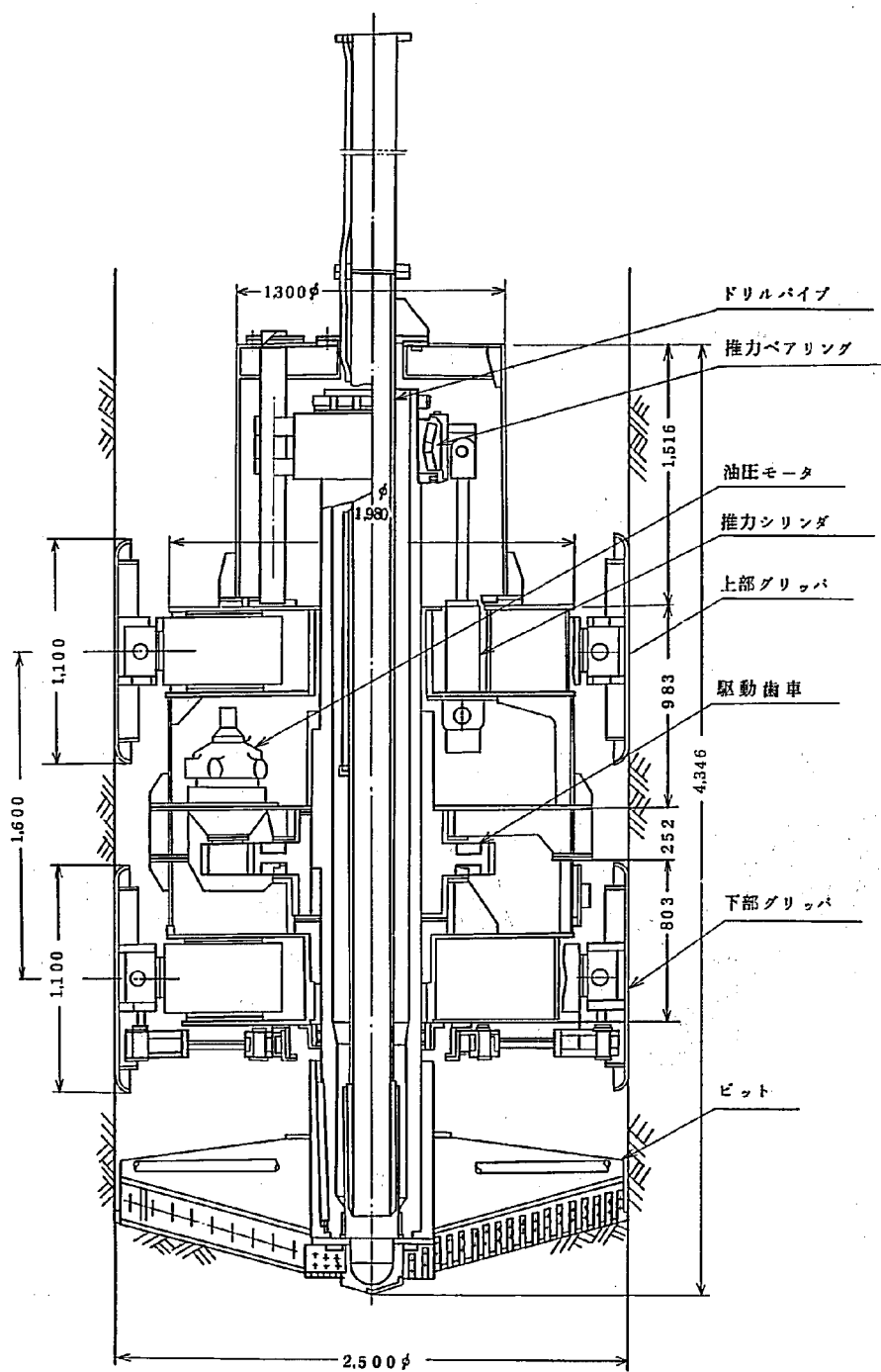
試験年月日 昭和46年3月4日~9日

番号	深度 H	回転数 N ₁	推進量 H ₁	回転速度 N	推進速度 R	ビット推力 W	掘削トルク T	空転トルク T _n	掘削馬力 HP	1回転当掘 削量 R _r	馬力当時間 当掘削量	単位口径当 ビット推力	単位口径当水 平分力 F _c	切削摩擦 係数 μ	単位回転推力 当掘削量 R _m
	(cm)	(rev)	(mm)	(rpm)	(m/h)	(ton)	(kg-m)	(kg-m)	(PS)	(cm)	(m ³ /ps/h)	(kg/cm)	(kg/cm)		(cm ² /kg)
13	1540	23	41	314	0456	16.05	2807	585	123	0.242	0.182	64.2	17.9	0.279	0.00377
14	1569	7	28	337	0523	15.46	3288	676	15.5	0.258	0.165	61.9	21.1	0.340	0.00418
21	1646	30	77	321	0494	11.46	2876	326	12.9	0.256	0.188	45.9	18.4	0.402	0.00559
22	1786	27	140	418	1299	16.58	5519	451	32.2	0.519	0.198	66.3	35.3	0.532	0.00782
23	1978	52	192	595	1321	16.73	5019	678	41.7	0.370	0.155	66.9	32.1	0.480	0.00552
31	2023	8	45	256	0873	18.98	6221	514	22.2	0.568	0.192	75.9	39.8	0.524	0.00748
32	2069	10	45	482	1187	17.75	6055	529	40.8	0.410	0.143	71.0	38.7	0.546	0.00578
33	2165	32	97	700	1391	16.75	5225	819	51.0	0.331	0.134	67.0	33.5	0.499	0.00495
34	2253	35	88	903	1363	16.11	4760	1123	60.0	0.252	0.111	64.4	30.5	0.473	0.00390
35	2279	15	26	284	0256	12.46	2623	920	10.4	0.150	0.121	49.8	16.8	0.337	0.00301
36	2303	30	24	786	0511	12.01	3135	883	34.4	0.108	0.073	48.0	20.1	0.418	0.00226
37	2330	29	27	1009	0532	11.30	2828	1499	39.9	0.088	0.065	45.2	18.1	0.401	0.00195
38	2366	44	35	1154	0487	10.95	2298	1842	37.0	0.070	0.064	43.8	14.7	0.336	0.00160
41	2416	19	50	386	0579	21.28	5872	860	31.7	0.250	0.089	85.1	37.6	0.442	0.00293
42	2460	16	45	593	0819	20.61	5792	1062	47.9	0.230	0.084	82.4	37.1	0.450	0.00279
43	2501	19	41	729	0935	21.64	5713	1433	58.1	0.214	0.079	86.6	36.6	0.423	0.00247
44	2552	20	51	952	1185	21.34	5634	1856	74.9	0.207	0.078	85.4	36.1	0.423	0.00243
51	2570	13	18	386	0330	17.65	4682	721	25.2	0.142	0.064	70.6	30.0	0.425	0.00202
52	2602	18	31	563	0548	17.78	5197	621	40.8	0.162	0.066	71.1	33.3	0.468	0.00228
53	2637	21	35	724	0755	17.74	5304	860	53.6	0.174	0.069	70.9	34.0	0.479	0.00245
54	2711	40	74	1026	1004	17.60	4920	1281	70.5	0.163	0.070	70.4	31.5	0.447	0.00232

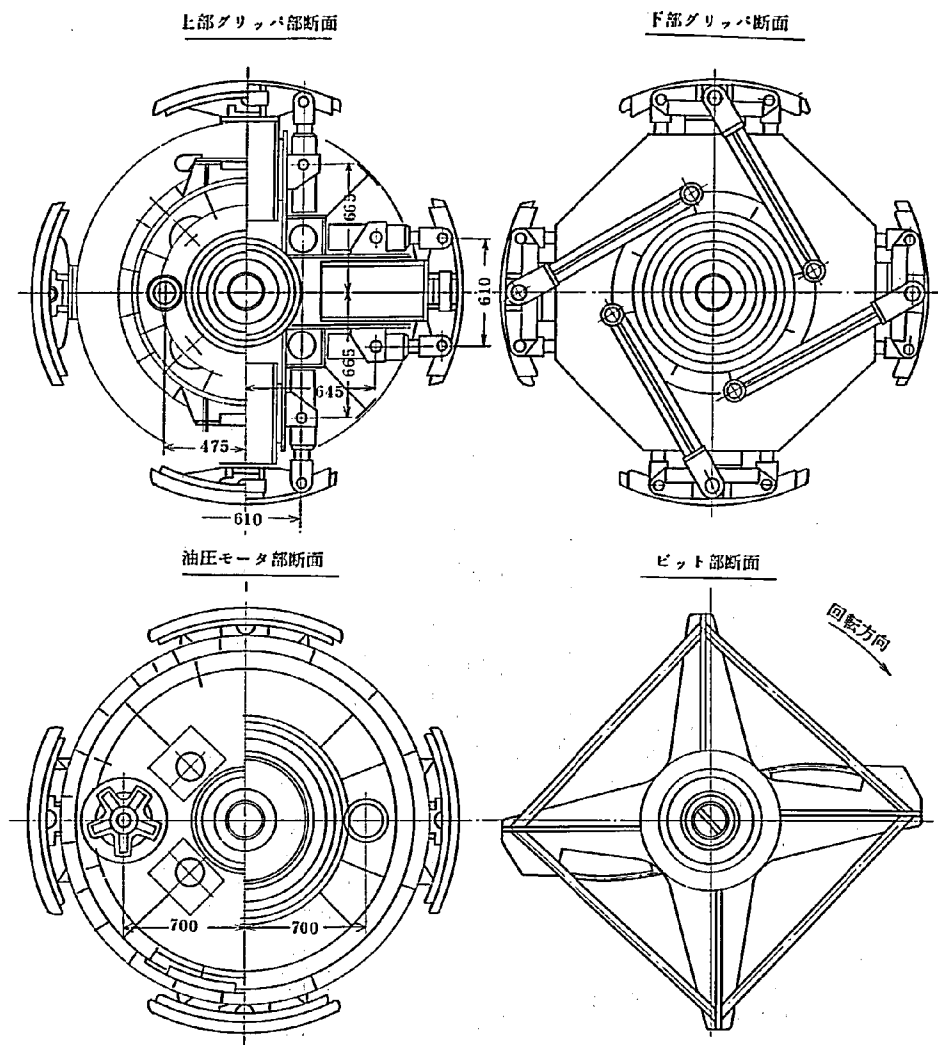
番号	深度 H	回転数 N ₁	推進量 H ₁	回転速度 N	推進速度 R	ビット推力 W	掘削トルク T	空転トルク T _n	掘削馬力 HP	1回転当掘 進量 R r	馬力当時間 当掘進量	単位口径当ビ ット推力Wd	単位口径当水 平分力 F c	切削摩擦 係数 μ	単位回転推力 当掘進量 R _w
	(cm)	(rev)	(mm)	(rpm)	(m/h)	(ton)	(kg-m)	(kg-m)	(PS)	(cm)	(m ³ /PS/h)	(kg/cm)	(kg/cm)		(cm ² /kg)
5.5	275.6	13	45	3.86	0.778	23.78	7725	400	41.6	0.336	0.092	95.1	49.5	0.520	0.00353
5.6	281.9	14	62	5.45	1.482	23.08	7189	602	54.8	0.453	0.133	92.3	46.0	0.499	0.00490
5.7	291.5	23	97	7.19	1.789	22.58	7030	818	70.6	0.415	0.124	90.3	45.0	0.498	0.00459
5.8	294.7	6	31	5.63	1.606	25.61	6824	621	53.6	0.476	0.147	102.4	43.7	0.427	0.00465
6.0	297.1	45	24	9.93	0.466	12.96	2539	1701	35.2	0.078	0.065	51.8	16.3	0.314	0.00151
6.1	301.1	26	41	10.00	0.905	19.77	4205	1723	58.7	0.151	0.076	79.1	26.9	0.341	0.00191
6.2	306.1	20	50	10.00	1.311	22.13	5475	1318	76.4	0.218	0.084	88.5	35.1	0.396	0.00247
6.3	315.5	33	93	9.80	1.649	23.90	6427	1291	88.0	0.280	0.092	95.6	41.2	0.431	0.00293
6.4	320.9	21	55	10.00	1.730	25.39	6348	1255	88.6	0.288	0.096	101.6	40.7	0.400	0.00284
7.1	326.5	16	56	5.52	1.136	25.15	6745	646	52.0	0.343	0.107	100.6	43.2	0.429	0.00341
7.2	331.8	14	53	7.37	1.440	25.88	6546	831	67.3	0.326	0.105	103.5	41.9	0.406	0.00315
7.3	340.3	30	85	7.32	1.491	27.40	6705	937	68.5	0.340	0.107	109.6	42.9	0.392	0.00310
7.4	343.9	9	35	5.51	1.175	26.43	7221	513	55.6	0.355	0.104	105.7	46.2	0.437	0.00336
7.5	350.7	13	68	4.38	0.929	26.59	7181	460	43.9	0.354	0.104	106.4	46.0	0.432	0.00332
7.6	355.8	15	51	4.59	0.929	26.63	7181	531	46.0	0.337	0.099	106.5	46.0	0.432	0.00317
7.7	358.4	8	26	4.62	0.883	26.57	7102	451	45.8	0.319	0.095	106.3	45.5	0.428	0.00300
7.8	362.0	12	36	5.63	1.037	28.38	7022	491	55.2	0.307	0.092	113.5	45.0	0.396	0.00271
8.1	370.1	33	81	7.62	1.245	28.05	6824	905	72.6	0.272	0.084	112.2	43.7	0.390	0.00243
8.2	374.6	16	45	5.71	0.929	29.10	7300	403	58.2	0.271	0.078	116.4	46.7	0.402	0.00233
8.3	387.5	27	128	6.92	0.974	30.54	6943	680	67.1	0.234	0.071	122.2	44.5	0.364	0.00192
9.1	392.3	21	48	3.80	0.505	31.07	7459	510	39.5	0.222	0.063	124.3	47.8	0.384	0.00179
9.2	394.0	13	17	4.06	0.301	20.80	5078	510	28.8	0.123	0.051	83.2	32.5	0.391	0.00148
9.3	398.1	37	41	5.84	0.378	20.83	4602	783	37.5	0.108	0.049	83.3	24.5	0.354	0.00129

番号	深 度 H	回転数 N ₁	推進量 H ₁	回転速度 N	掘進速度 R	ビット推力 W	掘削トルク T	空転トルク T _n	掘削馬力 HP	1回転当掘 進量 Rr	馬力当時間 当掘進量	単位口徑当 ビット推力Wd	単位口徑当水 平分力 Fc	切削摩擦 係数 μ	単位回転推力 当掘進量 Rω
	(cm)	(rev)	(mm)	(rpm)	(m/h)	(ton)	(kg-m)	(kg-m)	(PS)	(cm)	(m ³ /ps/h)	(kg/cm)	(kg/cm)		(cm ² /kg)
94	401.1	25	30	7.65	0.516	20.22	4523	862	48.3	0.112	0.052	8.09	29.0	0.358	0.00139
95	405.4	38	43	9.66	0.623	20.28	4523	1253	61.0	0.108	0.050	8.11	29.0	0.357	0.00133
96	408.2	43	28	11.52	0.681	20.34	4007	1525	64.4	0.099	0.035	8.14	25.7	0.315	0.00121
97	413.0	30	48	11.11	0.961	25.13	5634	1581	87.4	0.144	0.059	10.05	36.1	0.363	0.00143
98	418.4	33	54	10.00	0.952	25.13	5911	1304	82.5	0.159	0.058	10.05	37.9	0.377	0.00159
99	422.6	28	41	11.05	0.938	25.98	5832	1491	90.0	0.141	0.051	10.39	37.4	0.359	0.00136
101	426.7	27	41	8.90	0.782	26.45	5713	1185	71.0	0.146	0.041	10.58	36.6	0.346	0.00138
102	428.8	26	21	7.88	0.603	25.70	5951	862	65.5	0.128	0.029	10.28	38.1	0.371	0.00124
103	433.1	36	43	7.11	0.469	25.03	5753	817	57.1	0.110	0.043	10.01	36.8	0.363	0.00110
104	436.5	35	34	6.10	0.393	25.03	5951	748	50.7	0.107	0.037	10.01	38.1	0.381	0.00107
105	441.9	39	54	5.09	0.422	25.29	6110	669	43.4	0.138	0.048	10.12	39.1	0.387	0.00137
106	444.8	14	30	4.94	0.583	28.64	7340	709	50.6	0.197	0.056	11.46	47.0	0.410	0.00172
107	449.4	24	45	6.15	0.676	28.15	6943	703	59.7	0.183	0.056	11.26	44.5	0.395	0.00163
108	454.4	26	50	7.16	0.799	28.79	6784	777	67.8	0.186	0.058	11.52	43.4	0.377	0.00162
109	459.5	29	51	8.06	0.844	28.82	6983	941	78.5	0.175	0.053	11.53	44.7	0.388	0.00152
111	465.2	35	57	8.08	0.711	28.27	6586	975	74.3	0.147	0.047	11.31	42.2	0.373	0.00130
112	469.4	26	43	9.07	0.881	27.59	6626	1174	83.9	0.162	0.051	11.03	42.4	0.385	0.00147
113	474.2	35	48	10.00	0.940	28.60	6745	1242	94.2	0.157	0.049	11.44	43.2	0.378	0.00137
114	478.5	32	43	9.41	0.752	27.73	6586	1146	86.5	0.133	0.043	11.09	42.2	0.380	0.00120
115	481.6	23	31	8.52	0.694	25.10	6705	1061	79.7	0.136	0.043	10.04	42.9	0.428	0.00135
116	485.7	25	41	6.47	0.634	28.00	7062	755	63.8	0.163	0.049	11.20	45.2	0.404	0.00146
117	486.7	5	10	5.17	0.617	33.45	7459	703	53.9	0.199	0.056	13.38	47.8	0.357	0.00149
118	490.7	28	40	6.51	0.555	26.60	7260	862	66.0	0.142	0.041	10.64	46.5	0.437	0.00133

番号	深 H (cm)	回転数 N ₁ (rev)	推進量 H ₁ (mm)	回転速度 N (rpm)	掘進速度 R (m/h)	ビット推力 W (ton)	掘削トルク T (kg-m)	空転トルク T _n (kg-m)	掘削馬力 HP (PS)	1回転当掘進量 R r (cm)	馬力当時間当掘進量 (m ³ /ps/h)	単位口径当ビット推力 W d (kg/cm)	単位口径当水平分力 F c (kg/cm)	切削摩擦係数 μ	単位回転推力当掘進量 R ω (cm ² /kg)
11.9	494.7	24	40	5.95	0.639	29.72	7260	783	60.3	0.179	0.052	118.9	46.5	0.391	0.00151
12.1	498.1	22	34	6.47	0.601	28.16	7181	788	64.9	0.155	0.045	112.7	46.0	0.408	0.00138
13.0	511.6	76	135	7.45	0.792	28.47	6903	1133	71.8	0.177	0.054	113.9	44.2	0.388	0.00155
13.1	559.9	334	483	8.25	0.662	28.47	6903	1133	79.5	0.134	0.041	113.9	44.2	0.388	0.00117
13.2	561.8	22	19	8.92	0.587	31.22	6467	1314	80.5	0.110	0.036	124.9	41.4	0.332	0.00088
13.3	582.7	140	209	8.57	0.769	31.22	6626	1201	79.3	0.149	0.047	124.9	42.4	0.340	0.00120
13.4	591.4	44	86	8.86	1.044	17.86	4721	1037	58.4	0.196	0.088	71.4	30.2	0.423	0.00275
14.1	643.8	165	525	6.97	1.408	1.28	191	1064	1.9	0.337	3.701	5.1	1.3	0.239	0.06556
14.2	696.3	164	525	7.32	1.405	0.17	239	1064	2.4	0.320	28.15	0.7	1.6	2.281	0.47643
14.3	717.6	132	213	8.03	0.777	2.87	80	1064	0.9	0.161	4.254	1.15	0.5	0.045	0.01404
14.4	754.4	104	369	6.92	1.653	3.53	128	894	1.2	0.398	6.571	1.41	0.8	0.058	0.02821
14.5	801.0	58	465	6.85	1.959	4.77	319	867	3.1	0.477	3.145	19.1	2.1	0.107	0.02498
14.6	809.5	23	85	9.08	2.015	4.77	798	1078	10.1	0.370	0.976	19.1	5.1	0.268	0.01939
14.7	820.8	59	113	11.57	2.022	4.77	798	1059	12.9	0.291	0.769	19.1	5.1	0.268	0.01527
14.8	839.2	47	184	8.10	1.907	7.38	207	909	2.3	0.392	3.982	29.5	1.4	0.045	0.01330
14.9	870.4	42	312	3.55	2.013	7.38	255	909	1.3	0.946	7.798	29.5	1.7	0.056	0.03204
14.0	920.5	146	501	10.17	1.929	7.38	638	870	9.1	0.316	1.043	29.5	4.1	0.139	0.01072



付図-1 大口径掘削機 (2.5 m ϕ)



付図-1 大口径掘削機 (2.5 m ϕ) 断面図

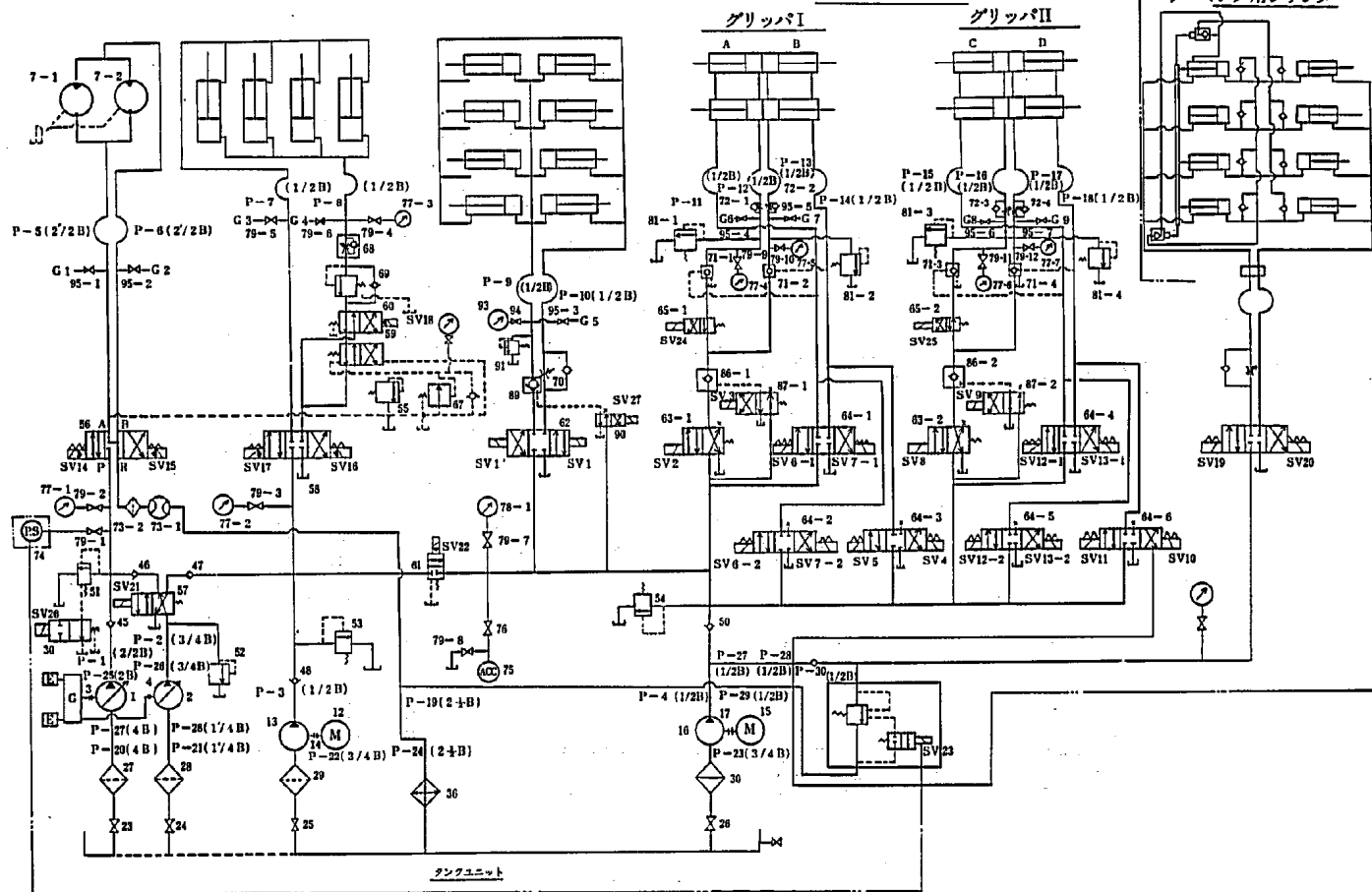
掘削機回転用
油圧モータ

掘削機スラスト用
シリンダー

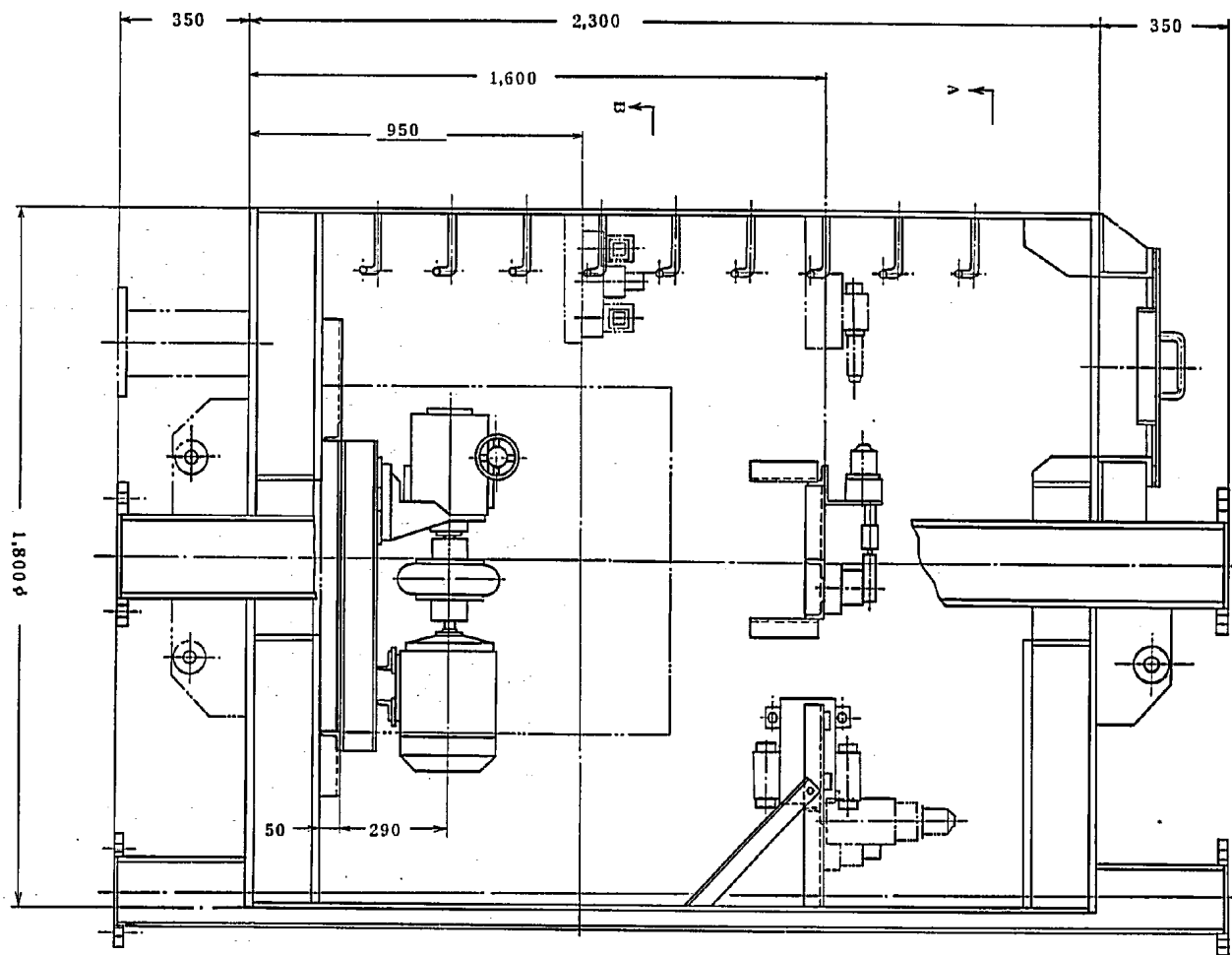
下部グリッパー用
シリンダー

上部グリッパー用
シリンダー

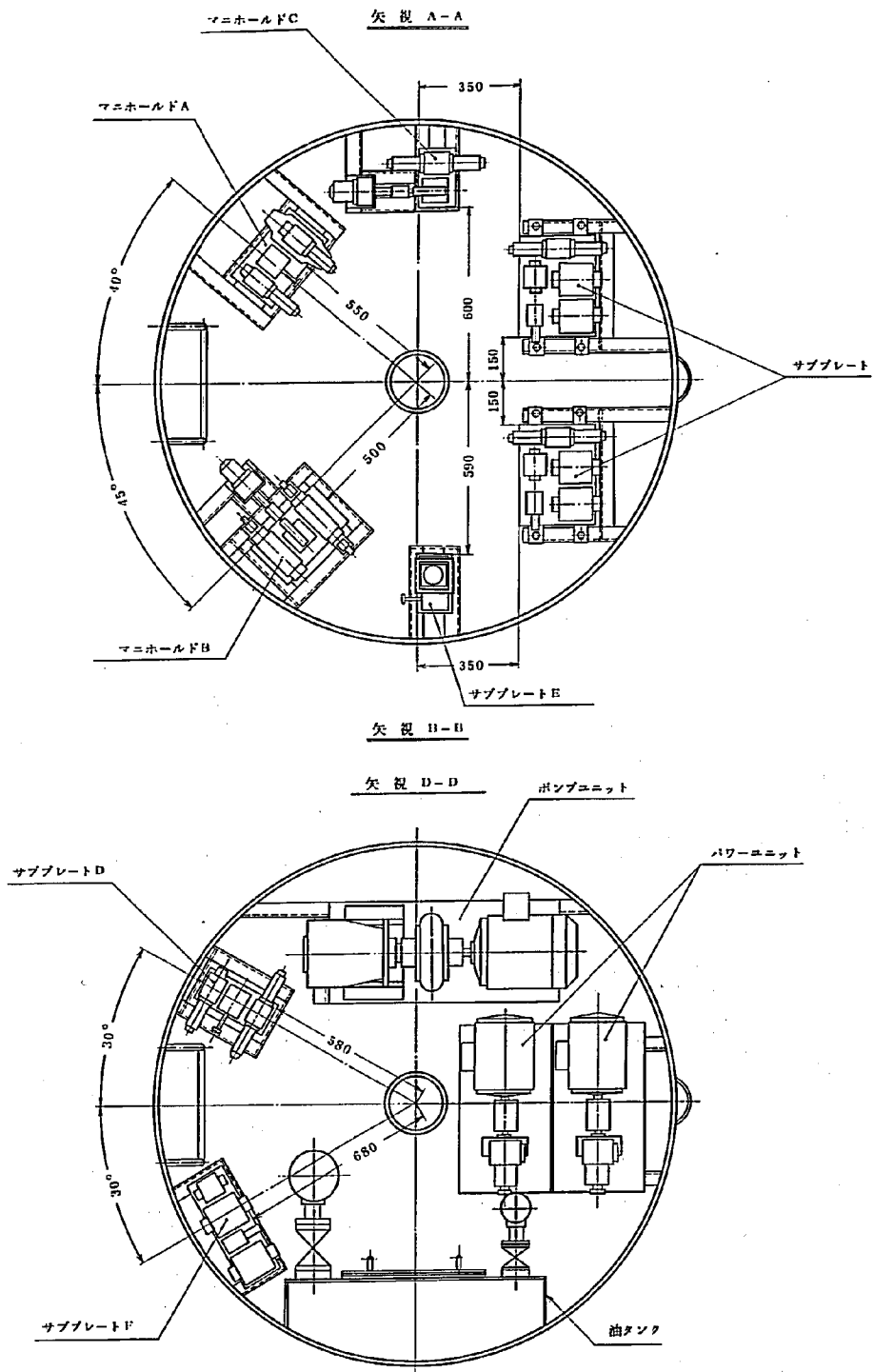
リーミング用シリンダー



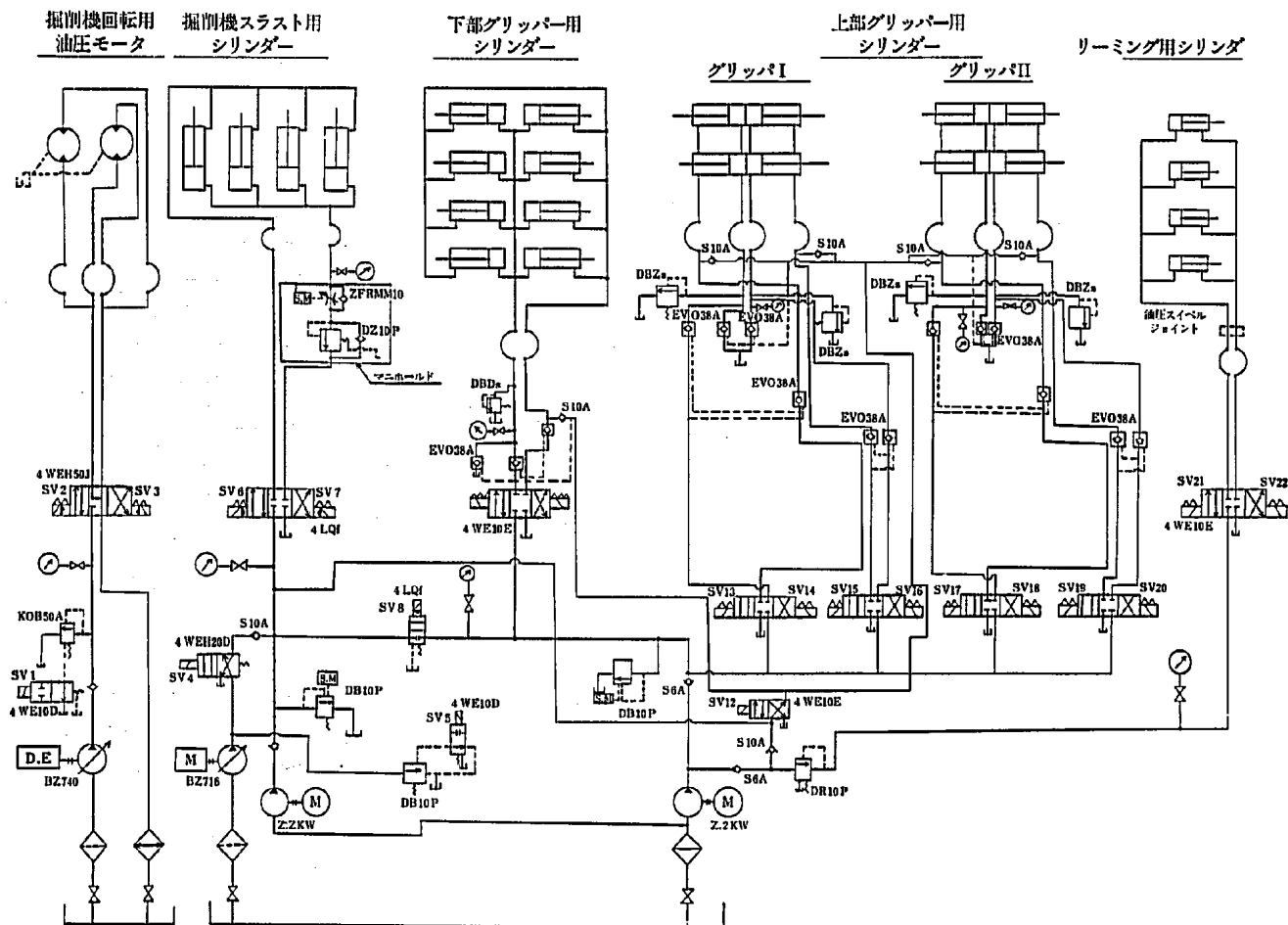
付図-2 油圧回路図



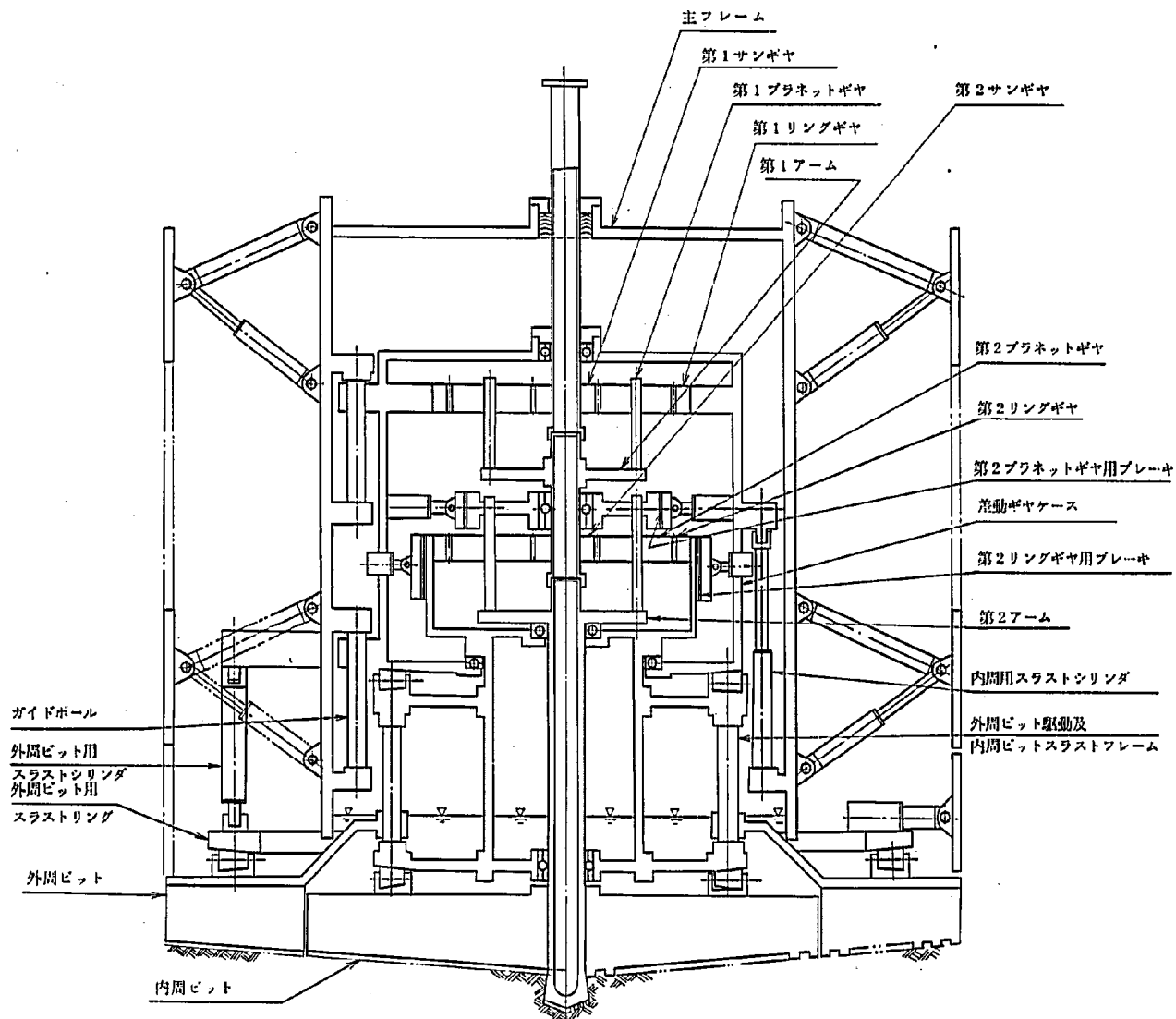
付図-3 水中バルブ定(組立図)



付図-3 水中バルブ定(断面図)



付図-4 改造した油圧回路図



付図-5 10m ϕ 径大口徑掘削機

大口径掘削機(2.5mφ)試験報告書
(第一報)

土研資料第699号
昭46.9 (1971)

千田 昌平
笠井 哲夫
石島 威

キーワード 大口径掘削機, 開発, 性能試験
ドラグビット, 基礎工事

要 旨

口径10m級の大口径掘削機の開発を目的にそのアプローチのワンステップとして2.5mφのダウンザホール形掘削機を試作した。一軸圧縮強度80~180kg/cm²のコンクリートモルタルを試料としてバイト形ドラグビットを取付けて掘削試験を行なった結果, 安定した状態で掘進速度1.5m/h程度の能力を出せることが確認された。

郵便はがき

七円切手
は
つ
て
下
さ

2 8 0 - □ □

建設省土木研究所
機械研究室
行

千葉県千葉市六川
四丁目十二ノ五二

No. 80

No. 80

配布先氏名

配布先住所

土木研究所資料第699号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

印