

超小型ドリルのまとめ

丹治耕吉・伊藤吉助・河内英幸・小川銀三

ニ 道路・構築物の工事検査用

1. 序

超小型ドリルをまとめるに当って すでに地質ニュース No. 211 号 (43年 3月号) に “試錐新技術研究委員会について” と題し研究項目別の内容の概略を紹介していたが その中にポケットブル ドリルに関して 機器の開発と工法の確立をはかる必要性が述べられている。

超小型ドリルの開発目標は 軽量・小型という点に絞られるが このことは1~2人の少人数ですべてのボーリング・サンプリング作業 (移動も含む) ができ しかも移動性に富んでいるため 本数の増加および山間僻地での効果性などの利点を考えたものである。しかしその反面 軽量・小型であるがために ボーリング深度およびそれに関連した孔径・コア径が自から制限を受けることは当然であり あるいは給圧・回転が充分に与えられないということから 掘進能率などにも影響を及ぼすことも考えられる。

“ボーリング機械には万能型はない。ケース パイケースで適切な機械と工法を駆使して 目的を達成するように心掛ける必要がある” とはボーリング業界の通念である。

2. 使用目的 (適用範囲)

i 鉱床探査・地質調査用

有望鉱床の開発に必要な踏査の段階およびサンプリングの段階において これらのドリルが適切に利用されるならば 非常に貴重な情報 たとえば 傾斜・走向・プランジ (軸傾斜) さらに潜在鉱床の品位などについての情報が適格に得られる。この反面 これらの使用を無視すると 上記の情報が得られないばかりでなく 予定深度よりもかなり異なったところに 無駄なボーリングをすることがしばしばある。

この外に 地質露頭を追跡するためのチェックボーリング 道路・坑道などを開さくするための発破ボーリング あるいは地質調査・保安対策のための先進ボーリングなども これらのドリルが活用される範囲である。

ii 土木・建設用

- イ ダムサイト・トンネル・橋脚・道路などのグラウト孔用
- ロ 構築物・道路などの基礎地盤調査用
- ハ 構築物の電気・水道などの配管工事用

3. 分類

ボーリング機械の仕様書をみると いずれの機械にも掘進能力何 m という言葉が出てくる。たとえば能力 300~400m というのは 孔径 86mm の場合には 深度 300m の能力であるが 孔径が 56mm と細くなると 400m の能力になるということの意味しているのである。このように孔径と深度とは密接な関係にあり 単に深度だけで分類するのは適当ではないが 機械の大きさを知る上では大よその概念が必要であろう。その意味でスピンドル型では 深度 100m 程度の能力をもつ試錐機を小型機 300~500m 級を中型機 700m 以上のものを大型機と呼んでいる。

これらの大分類に対して ここで述べる超小型ドリルとは 掘さく能力からいえば 大体 50m 以下の能力をもつドリルで すべての作業 (移動も含む) が 2~1 人で行なえるものを称している。

超小型ドリルをさらに分類すると ドリルの形態からみてスキッド型 (Skid or Flame) コラム型 (Column) およびハンド型 (Hand-held) に分けられるようである。

スキッド型とはベースとなるフレームの上にスピンドル エンジン 変速機などがコンパクトに搭載されたもので ほとんどがハンドフィード式かスクリューフィード式であり ハイドロリックフィード式のものはいない。逆に言えば小型機より大きい試錐機はほとんどがハイドロリックフィード式を採用している。コラム型とは 2本の柱の間に ビットに回転を与える駆動部があり それが 2本の柱に案内され ハンドフィードによって上下動し 給圧がかけられるものを称している。ハンド型とは手持ち式のドリルのことで 給圧の大半は体重によってコントロールされるものを称している。

4. ボーリング工法

i 水を使用するボーリング

ほとんどのボーリングが循環水 (泥水) を使っているのをみても判るように 循環水が容易に入手できる場所であれば 用水ボーリングが最も能率的であり 経済的であることは言うまでもない。特に硬岩ボーリングに対してはこのことが言える。超小型ドリルの場合は

それほど多量の水を必要としないので 何等かの方法で水を運搬しても用水ボーリングの方が得策であろう。しかし水の取得価格が非常にかかる場合 あるいは地質が非常に軟かくて浅い場合には 次の手段も考えられる。

ii 水を使わないボーリング

イ. サンプラー類の使用： オーガー・シンウォールなどの各種サンプラーを使って 地質試料を採取する方法で 軟弱未固結層に対しては効果的である。

ロ. エアードリリング： 圧縮空気を使って 用水ボーリングの水と同じ系路で スライムを孔外に吹上げる方法である。超小型ドリルの重さ・容積と比較して 対応するコンプレッサーが大きすぎるきらいがあり 孔口から排出される岩粉処理および出水対策に問題があり あるいはダイヤモンドビットの場合のビット冷却効果などにも問題が残されている。小孔径・浅尺の場合には 携帯用の空気ポンプも一考に価するであろう。

ハ. バキュームドリリング： 圧縮空気を孔内に吹込むとは逆に 電気掃除機の原理を応用してスライムを吸上げる方法である。超小型ドリルに対応したバキューム装置の規模を考えると スライム吸上げ能力はせいぜい10～30m程度であろう。エアードリリング工法と比較すると 岩粉による被害がきわめて少ないことである。(写真7一①・②および写真14一①参照)

5. ドリル本体の固定法

ボーリングは地上にあるドリル本体からの回転と給圧

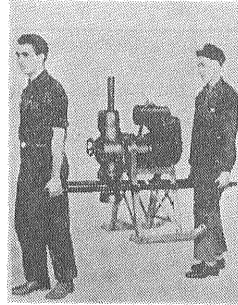


写真1
ポータドリル

によって行なわれるものである。この給圧は 地質によって異なるが かなりの押付け荷重が必要である。ということはこの荷重の反作用に対応するために わざわざドリル本体を重くしているのが普通である(この外に 重いロッドを支えるという役目およびロッドの振動防止という役目もある)。このことに対して超小型ドリルは 軽量ということに特長をもたせているので 給圧に対する反作用を受け止める重さが充分に無い。それ故何等かの補助手段が必要となってくる。ただし移動性を考えた場合 地質・深度に対応した最少限度の手段を選択する必要がある。

スキッド型では一般に次の方法が採用されている。すなわち ドリル本体に角材などの下駄をはかせ その角材を何らかの方法で固定するか あるいは本体の真近くに木製あるいは鉄製の杭を打込み これと本体とを結束して固定する。この際の結束にタンバックルを使用できるように工夫すると 固定・解体が迅速に行なえる。(写真7一①・②参照)

コラム型では2本の支柱に対して4個所の杭を打込み これと支柱とをロープまたはチェーンで連結して固定する方法が普通に行なわれている。(写真17参照)



写真2一a
プロスペード
リルの移動中

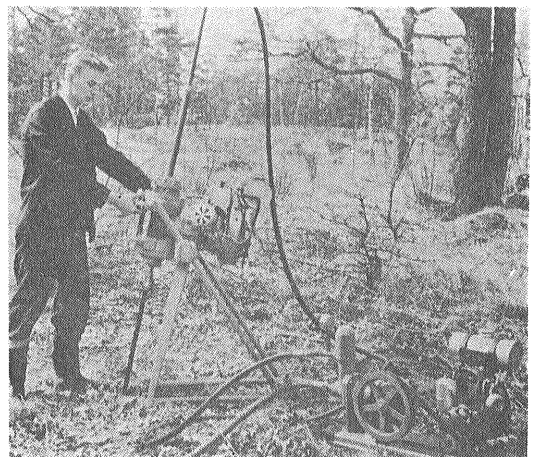


写真2一b
プロスペード
リルの掘進中

超 小 型 ド リ ル 一 覧 表

ドリル名称	メーカ	塔載構造	送り機構	本体重量	掘進能力	動力	ビット回転	備 考
X-Ray	Boyles Bros. Drilling Co., Ltd (Canada)	skid	screw feed	90 kg	60m	7HP	300~500rpm	ポンプ内蔵
Porta	Canadian Longyear Ltd (Canada)	"	"	117	46	3 ¹ / ₂	1,250まで	同 上
Prosper	Craelius (Sweden)	"	"	90	20~60	4.5	1,000	
Prospector	E. J. Longyear (U.S.A)	"	"	270	90	5 ¹ / ₂	1,730	
Mini Drill	Du-Jac Mfg. Corp	"	"	180	90	6	1,200	重量は泥水タンクも含む
利根 TFP	(株)利根ボーリング	"	hand feed	165	50	5~7.5	60 120 240	ポンプ内蔵 重量は原動機を除く
鉱研サンダー 3 A	鉱研試験工業(株)	"	"	115	50	5	50 90 150	同 上
調査所 CK-III	工業技術院地質調査所	"	"	95	50	5	120~800	
" CK-IV	"	"	"	59	20	3	350~600	
東邦地下 H-L	東邦地下工機(株)	column	hand feed	80	30	3	300~800	
" NT	"	"	"	90	30	3	500	
Partner	"	"	"					
Pack sack ※	Packsack Diamond Drill. Ltd (Canada)	hand-held	manual, hand lever	14.5 kg	30m	5 ¹ / ₂ HP	1,500rpm	ポンプ 21.6 kg
Super Pioneer	Diamond Drill Contracting Co. (U.S.A)	"	"	15.8	30	5 ¹ / ₂	1,250	" 22 kg
動・燃式ボーラブル	動力炉・核燃料開発事業団	"	"	15	10~15	5	500~700	" 10 kg
Winkie	J. K. Smit and Sons of Canada Ltd	"	"	20	60	10	2,000	
NRC Portable	R. J. Minoque & Co. Ltd (Canada)	"	"	10	1~5	2	3,000~4,000	
Lightweight Earth Auger Kit	Acker Drill Co. Inc. (U.S.A)	"	"	45	7.5			2サイクル・ガソリン
Port vacuum drill	Port Tool Co. (U.S.A)	"	"		45	7 ¹ / ₂ ~9		
電気ドリル	工業技術院 地質調査所	"	"	8~15	3~5	880W	600	
利根 TL-10	(株)利根ボーリング	"	"	15	10	5	500~750	
Demo	Demo Tool Corp.	"	"	22.5	30	880W		発電機の重量も含む
Homelite	Homelite Corp.	"	"	29.2		5 ¹ / ₂		発電機の重さ56.3kg
Mighty Midget	Houston Tool Co. (U.S.A)	"	"	56.3	30	9		

本表は参考文献1を基準とし それに各社カタログから抜粋したものを追加してまとめたものである。 なお小さく岩機形式のものおよび坑内用コラム型のものはこの表から除いている。

※ Pack sack は上記メーカーの外にも Acker Drill Co. および R. J. Minoque & Co. でも同じ名称で製作されているが重さが若干異なるようである。

6. ロ ッ ド の 昇 降

軽量・小型ということなので本体には巻上げ装置をつけていないのが普通である(中には巻上げウインまたはコンプリーが装備されているものもあるが このためにドリルが重くなってくるのは止むを得ない)。超小型ドリルは深度も浅く 使用ロッドも細いので ロッドの昇降はカムアロングによって行ない 三脚やぐらも使用しないのが普通である。三脚やぐらを使用するような深度を掘る場合には 別個に独立の巻上げウインチを設けなければならないが その場合写真19のようなエンジン付きの小型ウインチもあれば 手巻きウインチもある。

7. 各 種 ド リ ル の 概 要

i スキッド型

⑧ X-Ray (ボイレス・ブラザーズ)

地上用として3³/₄~7HPのガソリンエンジンが 坑内用として2¹/₂HPのエアモータが取付けられる。動力や送水ポンプは本体に組込まれているが その外に付属ポンプも予備としてついている。詳細は地質ニュース No. 7 (29年4月号) 参照。

⑨ Porta (カナディアン・ロングイヤー) (写真1)

このドリルは空冷式のエンジンが直結されていて ギヤボックスが油漬けになっていること さらに安全チャックを装備していることなどが特長である。このドリルは一般地質調査および鉱床探査のチェックボーリングに使われているが 基礎地盤調査とか土質サンプリングにも有効に使われている。XRT ロッドで60mの掘さく能力をもっている。

⑩ Prosper (クレリウス) (写真2⑥⑦)

このドリルは軽量で携帯性に富んでおり 僻地での地質調査用に特に開発されたものである。このドリルには クレリウスが特許をもっている特殊の送り機構を備えている。すなわち地質の硬軟の変化に対応して自動的に 適切な給圧を与えることができる機構である。その他の特色として

- (イ) 全密閉式であるので防湿・防塵の機能を備えている。
- (ロ) 送りはハンドホイールによって行なわれるが 0から最大まで適宜にコントロールすることができる。
- (ハ) 急速にスピンドルを引上げる時には押しボタン1つで簡単にコントロールできる。

- (ニ) kgの目盛のついたゲージは簡単にビット給圧を読みとることができる。
- (ホ) ビット回転もハンドホイールでコントロールできる。
- (ヘ) 原動機はガソリンエンジン モータあるいはエアーモータのいずれでも使用できる。
- (ヘ) 4つのパーツに容易に分解でき その中の最大重量は約30kgである。

④ **Prospector** (アメリカ・ロングイヤー) (写真3)

このドリルはスクリーフ式で(スピンドルストロークは約45.7cm) EXビットで90mの掘さく能力をもっている。地形の悪いところでも移動性に優れており鉱床探査に活躍しているが その外にも橋梁・ダムなどの基礎地盤調査 トンネルのライニング工事 あるいは道路のサンプリング作業などにも幅広く利用されている。

すべてのギヤーはハウジングの中に完全密閉されている。

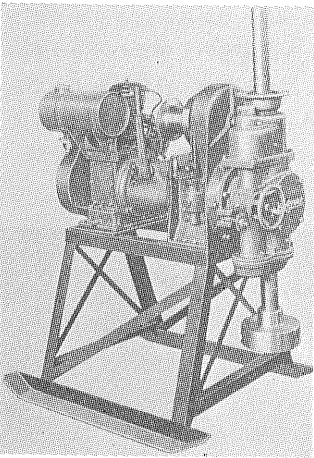


写真3
プロスペクタードリル

るので 塵埃などに汚染される心配もなく 回転磨擦部はすべてボールベアリングが使われ 油漬けになっている。本機の掘さく能力および分解重量は次のごとくである。

	孔径	コア径	掘さく能力	エンジン部	58.5kg
EX	38.1mm	22.2mm	90m	クラッチ部	15.8
AX	47.6	28.6	60	変速機・ホイスト部	83.3
BX	60.3	41.3	45	スィーベルヘッド部	67.5
NX	76.2	54.0	30	フレーム	45
					計 270kg

⑤ 利根 **TFP** 形試錐機 (写真4)

本機は小型機でありながら重要な機構はすべて大型機なみに備えている。本機の特長は (イ)強力なウォータポンプを内蔵していること (30~40l/min 20kg/cm²) (ロ)3段変速の巻き上げ装置を備えていること (ハ)スピンドルストロークが長い(30cm) (ニ)5個のブロックに分解され その中の最大重量は 30kg である。 (ホ)スピンドル内径は I 形では36mmであるが II 形では43mmとなっている。

⑥ 鉱研サンダー **3A** 型試錐機 (写真5)

本機はスチール製フレームの上に本体 原動機 (5HP エンジン) およびポンプ (30l/min 10kg/cm²) が一体となって組立てられているコンパクトなドリルである。探鉱ボーリング 一般地質調査はもちろんのこと土木用の各種ボーリングにも広く用いられている。ロッドの巻き上げにはコンプリーが使われている。

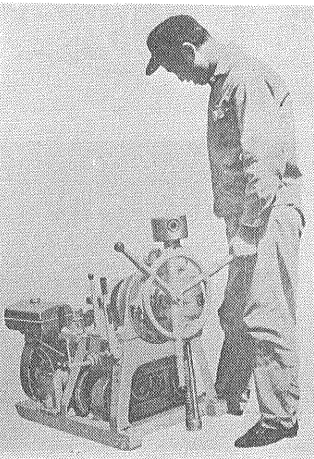


写真4
利根TFP形

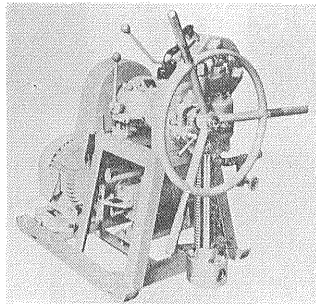


写真5 鉱研サンダー3A型

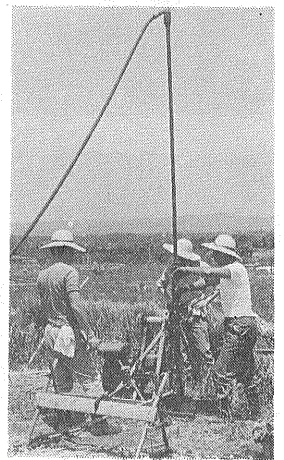


写真6
CK-III型

⑤ 地質調査所CK-III型・IV型試錐機

(写真6・7㉔㉕㉖)

本機は地質調査所で開発したハンドフィード式コアドリルである。昭和38年にIII型機を完成させ主としてウラン鉱床の探査に活躍してきた。5HPのガソリンエンジンおよび3段変速のミッションを装備し総重量が95kgである。このため僻地でも効果的な働きをし深いボーリングではXRTケーシングロッドで80mを超えることがしばしばあった。

IV型機はIII型機と基本的にはあまり変わったところは無

いが III型機よりもさらに軽量・小型にしたもので昭和48年に完成させている。主として地温分布調査用の穿孔のために開発したもので総重量は59kgである。このため変速機を省略し3HPのエンジンの回転だけでビット回転を350~600rpmの間でコントロールするようにしている。未だ経験も浅いので最深ボーリングのテストを行っていないが通常XRTケーシングロッドで20~30mの能力は可能であろう。

III型機もIV型機もいずれも巻上げウインチは装備していないのでカムアロングによってロッドの昇降を行っている。

ii ハンド型

㉔ Pack sack (写真8㉔㉕)

エンジンと伝導装置とをコンパクトにまとめたこのドリルはオペレータの手で保持され自重および体重によって給圧をかけながら掘進していくもので本体の重量は約25kgであり分離したポンプおよびロッドを含めた1セットの全重量は約90kgである。ドリルもポンプも1人で運搬できるように適当の大きさのバックサックに収められることからこの名称がつけられたようである。掘進能力は15mで掘進速度は5~20cm/minであると報告されている。詳細は地質ニュースNo. 25

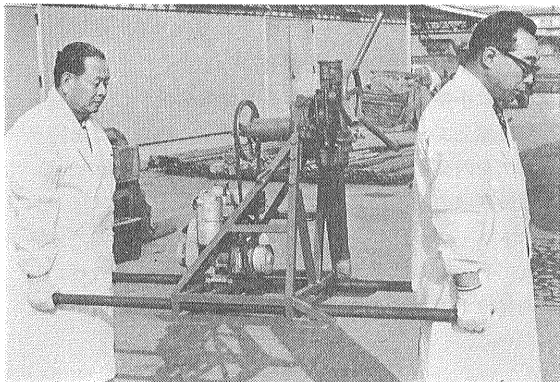


写真7-a CK-IV型の移動中

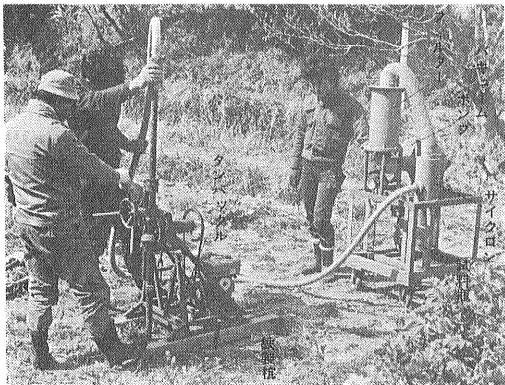


写真7-b
CK-IV型パキュームドリリング(その1)

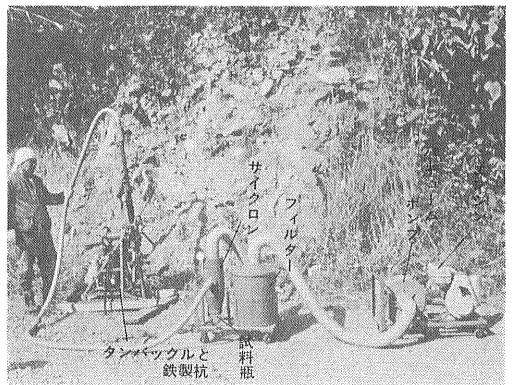


写真7-c
CK-IV型パキュームドリリング(その2)

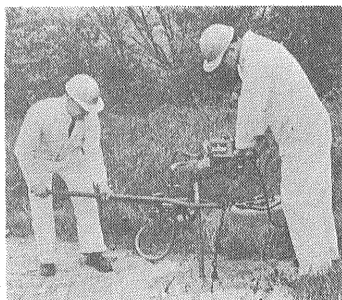
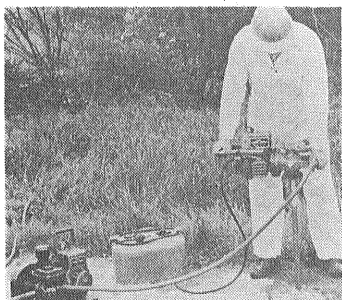


写真8
バックサックドリル

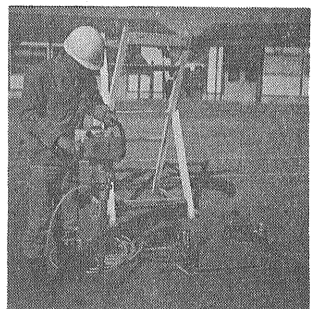


写真9
動・燃式ポータブルドリル

31年5月号を参照。

④ 動・燃式ポータブルドリル (写真9)

本機は動力炉・核燃料開発事業団で開発したドリルでバックサック型と基本的には同じ機構である。本機は西ドイツ STIHL 社の5HP 2サイクルのガソリンエンジンを使用し、ドリル本体の重量は 15kg 程度である。XRT ケーシングロッドを使用し(孔径37.8mm コア径30.1mm) 10~15mの掘さく能力をもち、ビット回転は 500~700rpm である。別個に重さ 10kg の送水ポンプがあり、送水量は10~15l/min である。

⑤ Super Pioneer (写真10)

外形はバックサック型と似ていて 30m以上の能力をもつといわれている。重さは本体が16kg ポンプが22kg であり、ロッドは重さ 1.8kg/m のものが使われている。

その後昭和30年に Super Pioneer の Mark IX が紹介されている。本機は 9HP 2サイクルの空冷ガソリンエンジンをもち EX サイズで60m以上 AX で38m BX で23m NX で約8mの掘進能力がある。この外にも9"径のアースオーガ、あるいは10"径のコンクリートサンプリングにも使用されている。マストに完全装着すれば360°の方向に掘進が可能である。Mark IX形にはアンカーコラム マスト ハイドロリックフィードホイストなどの装置が付属していて、これらを利用すれば SPO ロッドで76mのコアボーリングを達成できると報告されている。

④ Winkie (写真11)

性能：コア径 23mm で 60m のボーリングが可能であるし、深度が浅い場合には最大 200m のコアも採取できる。ビット回転は 2,000rpm まで出せる。



写真11 ウィンキードリル



写真12 NRCポータブルコアドリル

重量：本体の重量は 20kg であるため 1 人でもって運搬も運転も容易である。

穿孔方向：キャブレッタは真空方式を採用しているので 360°の方向に穿孔が可能である。

燃料消費量：1日8時間の運転で約 8.5l である。

遠心クラッチ：エンジン回転が 900rpm 以下になると自動的にクラッチが外れて各部の回転が停止するので、ビットを焼付かせる心配がない。

⑤ NRC Portable core drill (写真12)

上記の各種ドリルと同様にガソリンエンジン(2HP)と伝導部から成立し、オペレータが本機を保持しながら掘進するものであるが、特に異なっている点はポンプ室を内蔵し、給水タンクも本体に装着させていることである。本機に関しては地質ニュース No. 178 (44年6月号)を参照。

④ Lightweight Earth Auger Kit (写真13)

本機はガソリンエンジン駆動のドリルで、直径3"のオーガで深さ7.5mの穿孔能力をもつものである。この外に152~305mmのオーガで工事用の穿孔にも使われている(この場合の深度は1m程度である)。全重量は56kg であるが、この中のガソリンエンジンとトランスミッションは36kg程度である。

⑤ Port vacuum drill (写真14)

④⑤)

全装置はフレームに搭載され、その両端にハンドルが付いているので 2

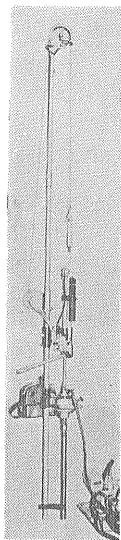


写真10
スーパーパイオニアードリル Mark IX

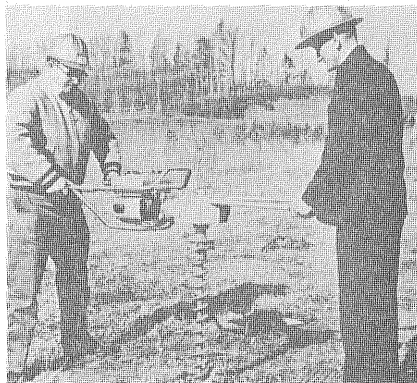


写真13 軽量アースオーガキット



写真14-a ポートバキュームドリルの移動中

人で簡単に運ぶことができる。本機の特徴はカッティングをバキュームポンプで吸上げる方式をとっているため掘さくの進行につれてガラス瓶の中にカッティングが順次に蓄積され地質状態の判読にも役立つということである(写真14④)。ドリルは Mc Culloch のエンジンを使ったいわゆるバックサックタイプのもので

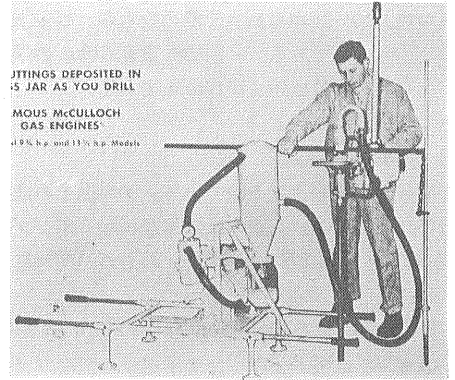


写真14-b
ポートバキュームドリルの掘進中

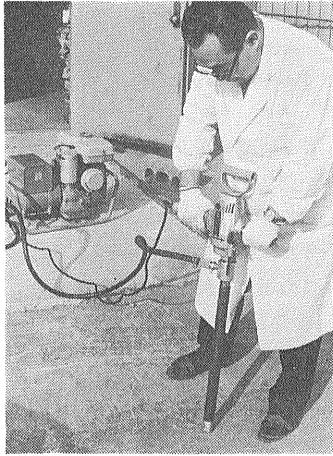


写真15-a 電気ドリルの小型

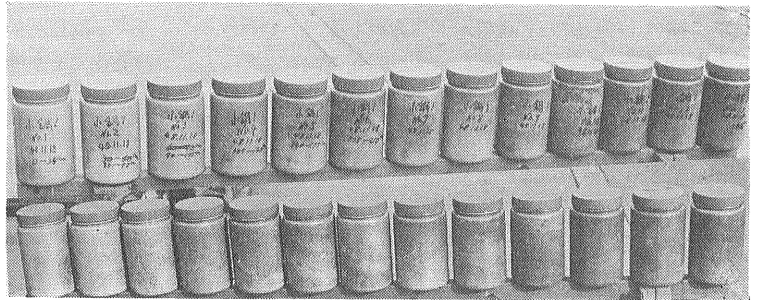


写真14-c バキュームドリリングで採取された掘屑 上は正面 下は側面

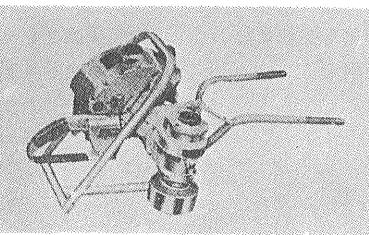


写真16 利根 TL-10 型

写真15-b
電気ドリルの大型

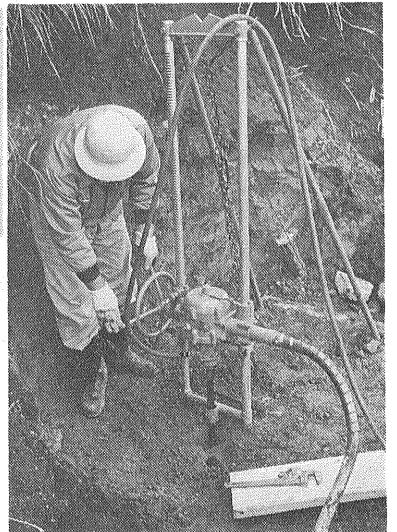


写真17
東邦地下H-L型

7 $\frac{1}{2}$ HP ガソリンエンジンで駆動されるし バキュームポンプは2 $\frac{1}{2}$ HP ガソリンエンジンで運転される。ビットは通常45mm径の9個植えのメタルビットであるが 硬岩用には長さ1.5mのダブルチューブ コアバーレルが使われ 22.2mm径のコアを採取する。もしも逸風現象が生じなければ 深度45mまで掘さく可能といわれている。

地質調査所においてもバキューム工法の研究を実施しており CK-IV 型機を使って深度10mまでの穿孔およびサンプリングを行なっている。

④ 電気ドリル (写真15⑥)

木工道具の電気ドリルを活用したもので ドリル本体は6kgという最も軽量のドリルであり 人間が保持するには重宝であるが 携行用発電機を必要とするのは止むを得ない。また循環水用として特殊のウォータスィーベルが必要である。調査所で試作した電気ドリルでは水平孔で 約8mの穿孔を行なった実績がある。

① 利根 TL-10 型 (写真16)

全重量は 15kg で 10mの穿孔能力がある。

iii コ ラ ム 型

④ 東邦地下 H-L 型 (写真17)

本機の特徴はすべてが5個のパッケージに収容されること (1個の重さは 28kg) それを一度に乗用車のトラ

ックに入れて運ぶことができること エンジンからの動力伝達にはフレキシブルシャフトを使用していること そのエンジンはポンプの駆動にも兼用していることなどである。本機は24~33.5mmのロッドを使用して30mの掘さく能力をもっているし 360°の方向にも掘さくが可能である。

⑥ Partner drill (写真18)

東邦地下H-L型と似たような形態をしているが 本機はガソリンエンジンを直結させている。掘さく能力は4mといわれているが 詳細は不明である。

結 言

以上各種のドリルを紹介したが どの機種を選ぶかは使用目的 深度 孔径 使用場所の環境 ドリルの入手価格および耐久性 部品の交換性などの各要素を総合的に討検し 最適の機器・工法を選定するように心掛ける必要がある。

備考：坑内用のコラム式ドリルおよびさく岩型のものは省略した。

(筆者らは 技術部試錐課・特殊技術課)

参 考 文 献

1. Mining Guidebook: Engineering and Mining J. vol. 157 No. 60 Mid-June 1956
2. 小型試錐機 (X-Ray 型) の利用: 地質ニュース No. 7 29年 4 月
3. パックサック穿孔機について: 地質ニュース No. 25 31年 5 月
4. ボーリング機械の変せん: 地質ニュース No. 49 33年 9 月
5. 15ポンドの便利な小型試錐機: 地質ニュース No. 178 44年 6 月

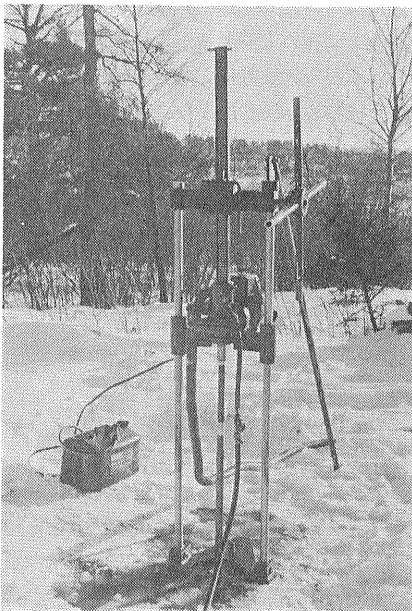


写真18
パートナードリル

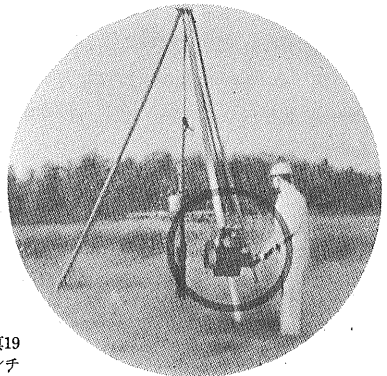


写真19
ポータブル動力ウインチ