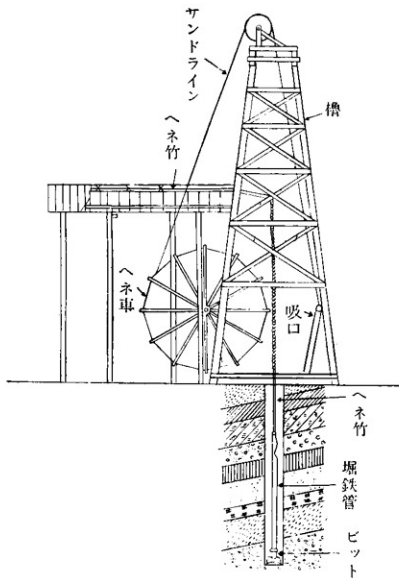


地質ニュース

地質調査所

NO.49 1958-9



ボーリング 機械の 変せん

古代の掘さく

古代のエジプト人がピラミッドを建設するとき、宝石を植え付けた管状の手動穿孔器を用いたことが記録されているが、使用した宝石はおそらく粉末状のもので、穴の深さも数インチ程度であったらしい。当時のコアや穴の見本は今日でも博物館に陳列されている。

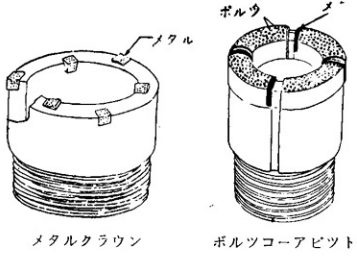
また中国では、2,000年も前に、塩水を汲み取るために一種の衝撃式掘さく機を用いて、井戸を掘ったといわれているが、これらがいわゆる試錐の初めであろう。

わが国における最初のさく孔法は「上総掘り」式と言われる一種の衝撃式で、これは中国から数百年以前に上総国へ伝わり、灌漑用水の汲み上げ、井戸の掘さくに用いられたことから、この名がつけられたといわれている。

この掘さく方法は、写真に示すようにヘネ竹の先端に鉄製錐（きり）をつけたものを麻縄で弓竹の一端につるし、弓竹の弾力を利用して人力で上下させ、錐の打撃で岩石を砕いて掘り進む方法である。この方法が試錐探鉱方面に初めて用いられたのは明治26年（1893）新津油田におけるさく井で、その時は深さ63間（約110m）を掘っている。

近世における発達

この上総掘り式よりさらに進歩したのが綱掘り式（ローピング）である。これにはアメリカ式・



カナダ式などの種々の形式があるがいずれも原理は上総掘り式と変りなく

ただ動力に機械力(蒸気機関・内燃機関等)を用い、錐(ビット)を鋼索でつるなどすべて規模が大きくなっている。

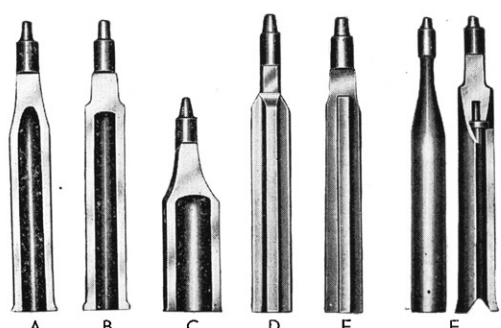
アメリカ式の綱掘りは1853年にドレイキ氏によって考案され、石油採掘に用いられた。わが国では明治4年(1871)に初めてアメリカから2組の綱掘りさく井機を輸入し、長野県仁柵と新潟県尼瀬で掘さくを行ったが、鉄管を輸入しなかったことと、さく井技術の未熟のために失敗に終わっている。

明治23年(1890)にはアメリカのピヤース会社から綱掘り機械一式と抗用鉄管を再度輸入し、ふたたび尼瀬で試掘を行ったところ、約380mで噴油をみるに至り成功

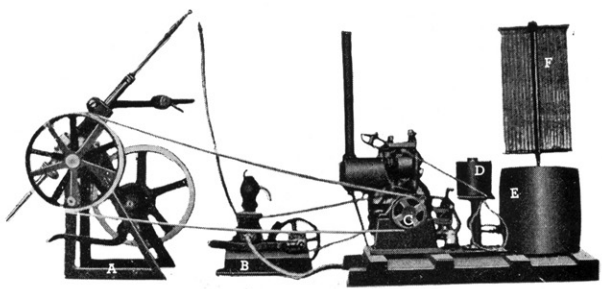
を取めた。その後、大いに進歩して、1,500mまで掘進できるようになったが、ロータリー試錐の発達にともない、綱掘りでは非常に掘進率が悪いので、現在ではあまり用いられていない。

この衝撃式さく孔法に対して回転式試掘法というのがあるが、これは短鋼管の先端にダイヤモンドまたはメタルチップを植え付けたものを回転させ、岩石を棒状に切り取ってコア(岩芯)を採取する方法である。この回転式の原理は1845年フランスのフウベル氏により考案されたといわれ、その後19年を経た1864年に同じフランスの技師である Rudolph Leshot 氏によって、初期のダイヤモンドビットが作られた。

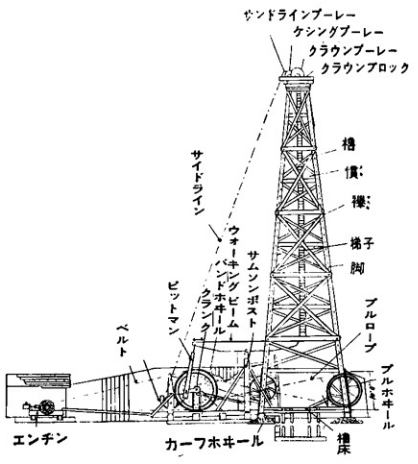
そのころフランスとイタリーの間にある Cenis 山のトンネルを開さくするとき、発破孔をさく孔するために管状ビットに大粒のブラックダイヤを植え付けたものが使用された。



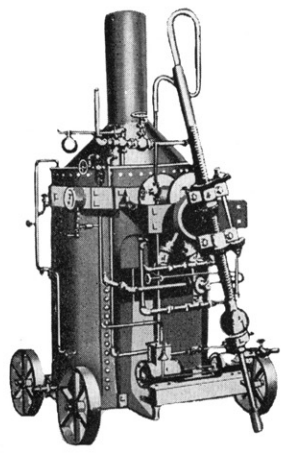
網掘用ビット
 A: カリフォルニア型(最も普通に用いられる) C: スパツドレン用(ビームを用いない掘り方)
 B: テキサス型(真直ぐな穴が掘れる) D: スタービット } 直孔を直したり拡孔作業に用う
 E, F: リームビット }



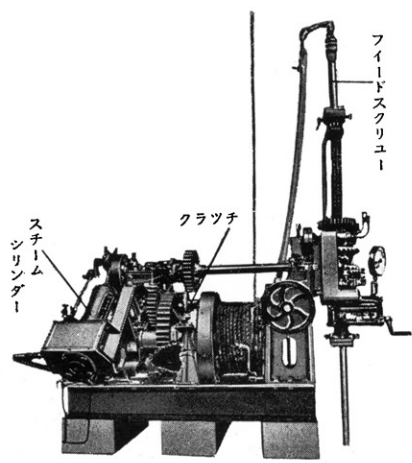
スウェーデンの中形試錐機と石油発動機およびポンプ装置(大正時代)
 A: スウェーデンの中形試錐機 B: ポンプ
 C: 石油発動機 D: 石油タンク E: 冷却用水桶
 F: 冷却器(銅線で織つた網)



アメリカ式綱掘り装置 掘り綱は浅井に2 1/2" ~ 1 1/2" のマニラロープを用い、深井には1" ~ 5/8" の綱索を用う。重量 750kg ~ 1,500kg ヤグラの高さ 25m・動力は 700m 以下で 50HP 以下を用う。



アメリカの初期の可搬式ダイヤモンド試錐機 今日小型高速度回転式試錐機と比べると非常に不格好であるが、これでも1874年に探査用試錐調査に用いられ、当時1000ftも掘さくし、その費用は3,000ドル以上もしたと言われている。



蒸気エンジン付きギヤード試錐機 (大正時代) (イギリス シュラムハーカー会社製) 動力 6 ~ 8HP で掘進能力は 200m である

その後 このダイヤモンド試錐はアメリカに伝わり
 明治3年(1870)にはバロック氏(M. D. Bullock)によ
 り750フィート(約230m)の炭層試錐が成功した。
 また その翌年にはカナダにも紹介されている。

わが国にダイヤモンド試錐が初めて紹介されたのは
 明治9年(1876)で イギリスのショーダンソン会社製
 試錐機が 九州の高島炭鉱に用いられたのを発端として
 いる。なお 明治40年(1907)には日立鉱山が イギリス
 のシュラム・ハーカー試錐機を輸入し 初めて金属鉱山
 に使用したが 当時は各国ともブラックカーボンを手植
 えしたビットを使用していたため 高価なダイヤモンド
 を効果的に活用し得なかった。

この手植ビットに対して 昭和2年(1927)にシミッ
 ト(J. K. Smit)氏が機械植え付けによるキャストビット
 の製作を試みたが これは失敗に終わっている。

しかし 昭和12年(1937)にスウェーデンの コーペル

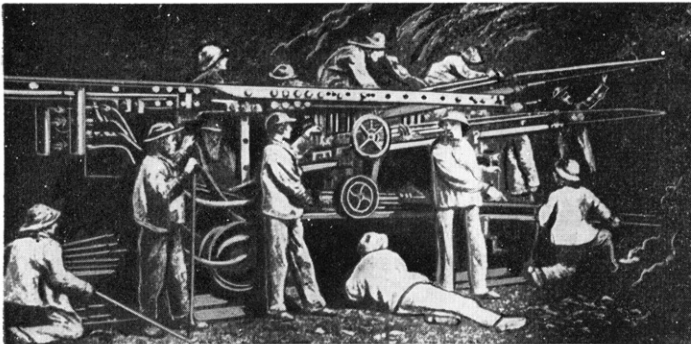
(F. Koebel)と コーン(J. J. Koen)の両氏が 初めてキ
 ャストインサートビットの製作に成功し 1938年には
 ローランド(F. W. Rolland)がビットのマトリックスとなる
 銅・錫・カドミウムの金属粉末を混合して加熱・加圧し
 た合金を発明している。 このキャストインサートビッ
 トがわが国に紹介されたのは 昭和14年(1939)である。

明治9年(1876)に初めて外国機が輸入されて以来各
 国の各種機械が紹介されてきたが その中の代表的な試
 錐機は アメリカのサリバン型・イギリスのシュラムハ
 ーカー型・スウェーデンのクレリウス型などである。

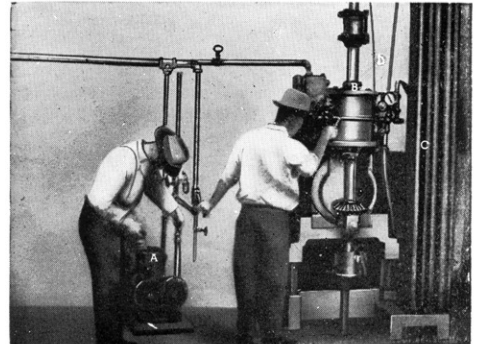
これらの試錐機を錐進機体の給進方法によって分類す
 ると アメリカ型とヨーロッパ型の2つに大別される。

アメリカ系統に属する試錐機は歯車伝動によるギヤ
 フィード錐進式か 蒸気圧または水圧を利用した いわ
 ゆる初期のハイドロリックフィード錐進式のものである。

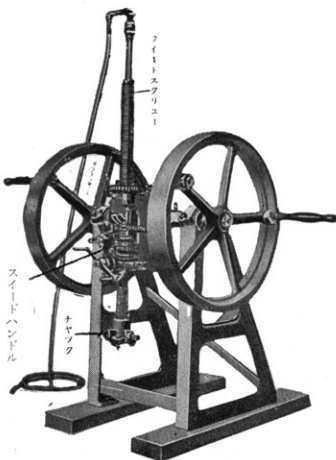
これに対して ヨーロッパ系統に属する試錐機は手送
 り式レバー操作によるハンドフィード給進式のもの主



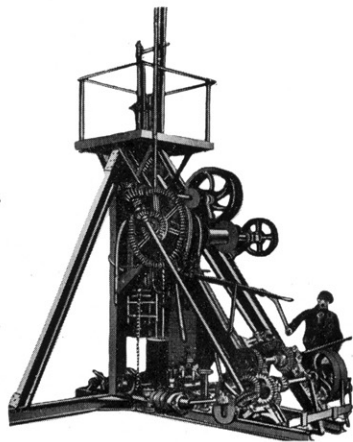
初期のダイヤモンド試錐装置 (1班の人員が15名)



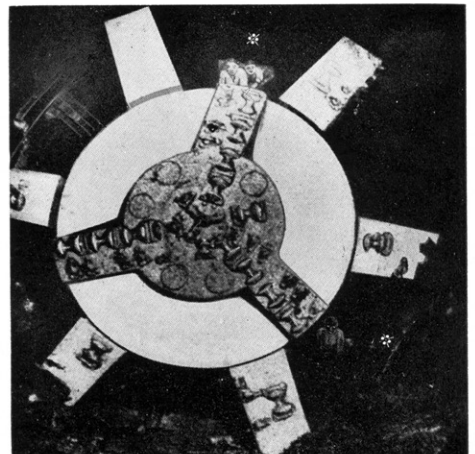
大正時代のハイドロリックフィード式試錐装置(サリバン型)
 A: ポンプ C: ロッド
 B: 単筒ハイドロリック装置 D: 水圧計(最高12.65kg/cm²)



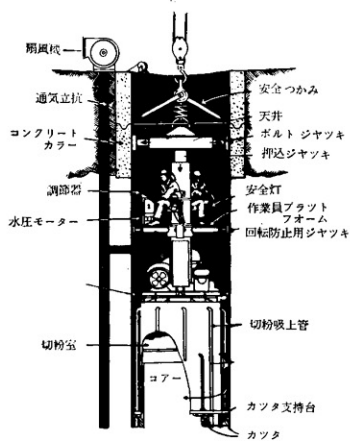
小型手動手送り式試錐機
 (イギリスシュラムハーカー会社製)
 機の手廻し車をベルト伝動車として用いること
 もできるが人力では掘進能力100mを限度とす



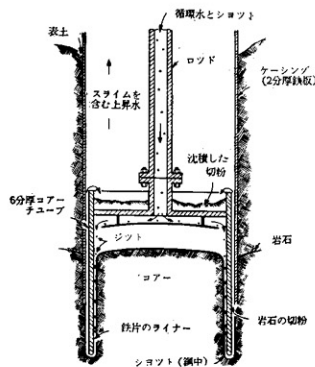
深掘り用の初期のダイヤ
 モンド試錐機(1870年ころ)



ロビンス掘さく機(アメリカ)
 ※印の所に作業員の顔が見える



ゼニ立坑開さく機(アメリカ)



カリックス式穿孔機(アメリカ)

木に穴をあけるようにビットの回転によって岩層を削磨し 同時に孔内に泥水を循環させてスライム(切粉)を排除する方法で コアは原則として採らない。

この種の機械は前記スピンドル型とは異なり 孔径・深度および設備などのすべてが大規模になっている。この方式がわが国に紹介されたのは 明治45年(1912)で 新ロータリー式さく

井機が日本石油により輸入され 西山油田伊毛第1号井で約730mの深掘りに成功している。

また 大正2年(1913)には東京都下落合にある「酔ぎめの水」として有名な「落合の井戸」が アメリカからの新輸入機により百数十mのさく井に成功している。

この方式で 昭和31年(1956)にアメリカの南ルイジアナ州で 22,570フィート(7,800m)を掘進したのが世界で最も深い。

わが国では 昭和13年(1938)に台湾で3,500mを掘ったこともあるが 戦後では秋田市八橋油田で 昭和31年(1956)に国産機を使用し3,131m掘ったのが最深である。

に用いられている。これらの試錐機を長期間にわたって使用した結果 当時から最も多く試錐探鉱を実施してきた石油部門においては 油田地帯の地質条件や 掘さく技術ならびに掘さく用具類などからみて ハンドフィード給進体形を備えたヨーロッパ系試錐機が 最も適合したものとして重用されるに至った。

したがって 大正14年(1925)に初めてわが国に試錐機製造会社が設立されてから 現在に至るまで多くの型式・各種能力の国産試錐機が必要に応じて製作されてきたが いずれもハンドフィード型錐進機構をもとし日本独特の工夫と改良が加えられて進歩発達し今日に及んでいる。また 昭和2年(1927)ころから従来のダイヤモンドに代って特殊合金(通称メタルと呼びタングステンカーバイト系合金からできている)が刃先に使われるようになり 最初松尾鉦山で試験をして大成功を取ってから今日に至るまで各方面で使用されてきた。

回転式の一つであるロータリー式さく井法は きりで

現代のボーリング

戦時中は外国との交流が途絶し しかも国産機械重点主義がとられてきたため 外国機の進歩状況は不明であ



携帯用小形HS試錐機(国産)
動力3HPで掘進能力30m 本体の重量17kg
回転数200~400 r.p.m.



R-500型ハンドフィード式試錐機(国産)を使用した静岡市内の工業用水調査
動力10~20HP掘進能力500m 本体の重量1,100kg
回転数80~120 r.p.m.

った。しかし昭和23年(1948)に総司令部天然資源局の鉱山技術者によりアメリカ製の高速回転ダイヤモンド試錐機および機械植え込みのダイヤモンドビットが紹介されてみると、欧米の技術はわが国のものと比べて想像以上の大飛躍がなされていることがわかった。

すなわちダイヤモンドの手植ビットはアメリカでは古い技術で、かつ不経済のためすでに過去のものになっており、試錐機械は軽量かつ小型化され、しかも高性能となり、600~3,000 r.p.m.の高速で運転されているなど、わが国の業界に強い刺激を与えた。

このため業界の関心はもちろんのこと、国内メーカーの研究・試作が相次いで行われ、その努力が実を結びこの数年の短期間で試錐機の進歩と併行して、機械植え付けのダイヤモンドビットが、欧米技術に見劣りのないまでに進歩をもたらした。今日のようなボーリングの隆盛をみるに至った。

近年炭鉱においては、ガス抜きを初めとして各種の目的のために大口径のさく孔が要求されてきた。昭和23年(1948)にドイツのP IV/6型機が公開されてからは、この種の機器およびさく孔法が進歩し、その利用面も増大されてきた。

すなわち65~420 mm程度の口径で100m前後をさく孔する小型機から、200~813 mm程度で100m内外をさく孔する大型機まであり、前記ガス抜き孔を初めとして水抜き孔、電らん孔、さらに立孔のパイロット孔などに使用されている。またさらに1,000~1,500 mmの大口

径で200~300 mを掘る機械も試作中である。

近年アメリカではカリックス型試錐機を用いて6フィート(約1,830mm)口径の立坑を掘ってきたが、最近の例ではゼニ(Zeni)立坑開さく機と称するもので6フィート口径で5フィート径のコアを採取して、深度465フィート(約142 m)の立坑も掘っている。

このほか、ロビンスと称するトンネル掘さく機は200 HPのエンジンを有し、レール上を水平式給進装置で掘さく前進し、頁岩・軟質砂岩中を24フィート(7.32m)の口径で1日140フィート(約43m)掘進した記録をもっている。

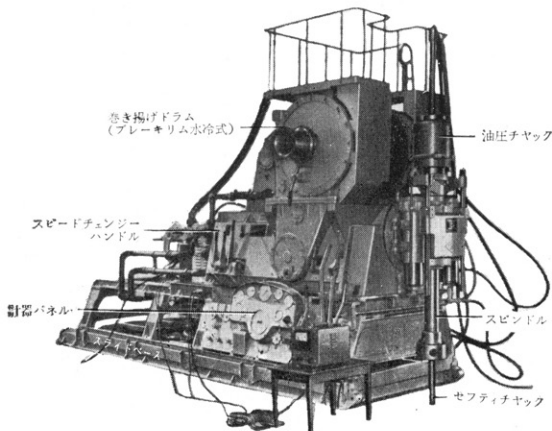
深度・口径がますます増大され、機械も大型となる一方、携帯用の超小型試錐機も発展し、地質調査に大いに活用されている。すなわち重量約15kg程度のバックサック(pack sack)型・スーパーバイオニヤ(Super Pioneer)型(能力30m)・利根TL10型(能力10m)や17kgの東邦HS型(能力30m)ポンプ共80 kg程度のX-Ray型(能力60m)110 kgの鉸研式Qドリル型(能力30m)約115 kgのポータ(pota)型(能力45m)など多数ある。

【参考文献】

高橋 竹藏: 油田 技術 (昭和19年発行 共立出版K.K.)
 日本鉱業会・日本石炭協会: 試錐ハンドブック (昭和33年4月発行)
 JAMES D. CUMMING: Diamond drill hand book (1956年 カナダ)
 Mining Engineering (Vol. 9, No.4 1957-4 アメリカ)

註: 本文掲載写真の一部は以上の文献中からとった

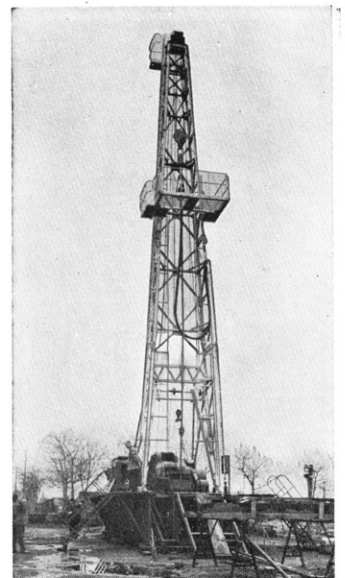
(技術部 試錐課)



最新の深掘用高速回転EH-S型試錐機(国産)
 原動機 50 HP (モーター) 60 HP (エンジン) 掘進能力
 800-1,500m 回転 50-90-160-300-420 r.p.m.
 (逆転 60 r.p.m.) 重量 3,000kg



ジープ搭載の高速回転用UD-5型試錐機(国産)
 動力 7.5HP 掘進能力 150m 回転数 250~
 500~1,000 r.p.m. 本体の重量 440kg



S-1,500型57式ロータリー試錐機(国産)
 動力 50HP2台 ヤグラの高さ 19m 掘進
 能力1,500m 総重量 約2トン