

未固結堆積物の 柱状試料を採取する バイブロ・ハンマー試錐機

丸山修司

まえがき

試錐（ボーリング）技術は地下に埋蔵する石油・天然ガス・温泉・地下水等を採取するための採取口として地中にさく孔するだけのものではなく、さく孔中にその間を構成する岩石・岩層の柱状試料を採取することができる技術で、地質・鉱床の調査研究を実施するために非常に重要な調査技術となっている。試料採取を目的とする試錐では、その対象が地表付近の未固結堆積物の場合と深部の堅硬な岩石・岩層の場合とで工法上に大きな相違がある。とくに未固結堆積物の堆積状況を乱さずに柱状試料を採取する方法は、これまでに種々の検討がなされてきたが、いまだに困難な仕事となっている。

近年、科学技術の進展に伴って、沿岸海域で各種の事業や調査研究が実施されはじめ、それと共に海底を対象とした試錐調査の必要性が高まり、高度の装備と技術を必要とする海上試錐技術を早急に確立することが望まれている。地質調査所では技術部試錐課が試錐に関する各種の問題について検討を進めており、本誌に度々その概要の紹介がなされてきた。本紹介は北海道開発庁が昭和41年8月に実施した噴火湾西方沿岸海域の海底砂鉄鉱床調査に使用した『バイブロ・ハンマー試錐機』が、海底新期（未固結）堆積物の柱状試料の採取能率がきわめて高かったことから、この試錐機の起案者・浜田峻輔氏の許可を得て、とくにその概要を紹介する次第であり、筆者が試錐技術担当でないために機器について十分な紹介ができない点についてはお許し願いたい。

本機の機構特性と誕生経過

このバイブロ・ハンマー試錐機は、海底沈座法振動式柱状試料採取機ともいうことができるもので、試錐機自体を海中に沈め、振動機で試料採取管（サンプラーチューブ）に数方向の細かい振動を与えながら振動機と採取管の重さで、採取管を海底表層未固結堆積物中に押し込み、その柱状試料を採取する方（形）式となっている。

この方式の大きな利点は海中に入れられた試錐機と船との間が遠隔操作用キャプタイヤーと、試錐機昇降用ワイヤロープだけで連絡されることで、海上試錐法で大きな障害とされている潮汐・潮流・波浪等の影響の受けかたが少なく、また操作上・機材上にも他の海上試錐法に

比べて簡易な点が多い。この試錐機は、八幡製鉄株式会社が海底砂鉄資源の調査・開発に関する検討を進めている際に、同社購買部資源調査室・浜田峻輔氏の起案により試作し、昭和38年に完成したもので、その後、北日本砂鉄株式会社・千葉甲子郎氏が誘導槽・コアチューブ・コアキャッチャー等の細部改良を実施し、現形となったと聞く。

バイブロ・ハンマー試錐に必要な機器・その他

バイブロ・ハンマー試錐機とこれを操作するために必要な機器のおもなものを挙げる。

A. 試錐機

- A-1. 電動振動機（耐水圧 15kg/cm²・重さ約850kg）
- A-2. 試料採取（外）管（サンプラーパイプ）（内径約20.5cm・長さ約429cm・重さ約130kg）
- A-3. 試料採取（内）管（コア・チューブ）（内径約18cm・長さ約428cm・重さ約100kg）
- A-4. 刃先（ビット）（コア・キャッチャー内蔵）
- B. 試錐機誘導槽（高さ630cm・張出脚長120cm・重さ約150kg）
- C. 船上機（長さ約708cm・上端間隔67cm）
- D. 操作盤（防水式）
- E. 発電機（40kVA）
- F. 試錐機昇降用ウインチ
- G. 誘導槽吊下げ・脱着用ウインチ
- H. コア・チューブ引抜用ウインチ

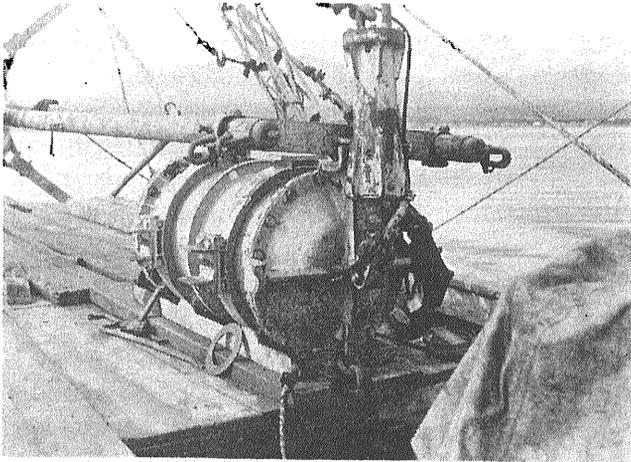
試錐作業を実施する際に、船上で試錐機操作上に必要となる人員は4～5名であり、また、操作用広場としては振動機と試料採取管の接合・分離作業に必要な長さ約8m×幅約4mの場所とコア・チューブ引抜作業兼試料採取場として、長さ約12～3m×幅約2mの場所が必要となる。

これらの状況から、このバイブロ・ハンマー試錐作業を実施できる船としては、上記機材を設置し、作業に十分な広さが取れるとともに、使用機材が重量物であり、また、海底に押込んだ試料採取管を引抜くに十分な浮力を持っていることが最低限の必要条件となる。なお、今回の調査では約80トンのダグ・ボートが使用された。

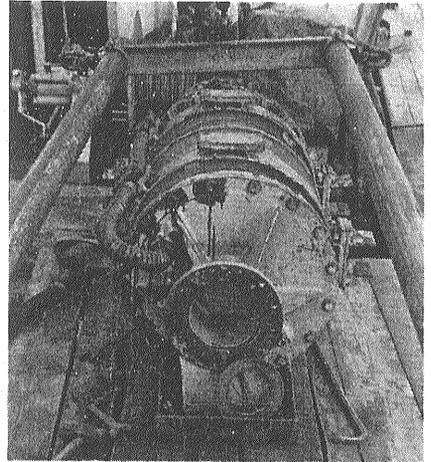
作業工程

今回実施された試錐機操作状況を紹介します。

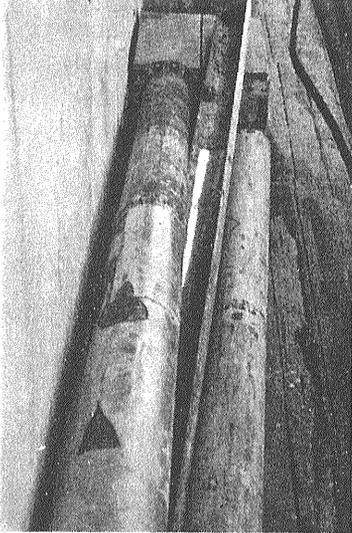
- (1) 試錐実施地点に船を誘導し、作業中に船が移動しないように、その場所・その折の海況（風向・潮汐・潮流等）を考慮して錨を投入して停船する
- (2) ウインチ（G）で試錐機誘導槽を船外に吊り下げる（次の試錐地点が近距離の場合は吊り下げたまま移動）
- (3) 内管を内蔵した試料採取管を振動機に結着する（試錐機組み立て）
- (4) 試料採取管を固結した振動機をウインチ（F）で船外に吊り下げ、先に吊り下げた誘導槽に取り付ける（この際にウインチ（G）のロープをはずす）
- (5) ウインチ（F）で誘導槽を付けた試錐機を降し着底させる
- (6) 操作盤で振動機を働かせ、ウインチ（F）のロープの繰り出し長さで試錐機の貫入状況を見る



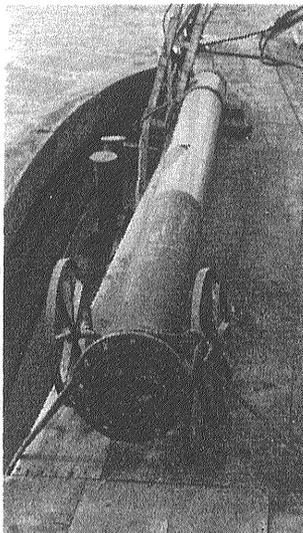
パイロ試錐機 パイプレーターと試錐機誘導ヤグラ



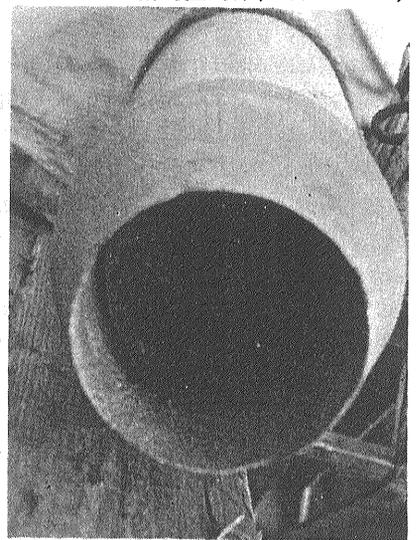
パイロ試錐機 パイプレーター本体(下方から見る)
(新三菱重工製水中パイロハンマー)



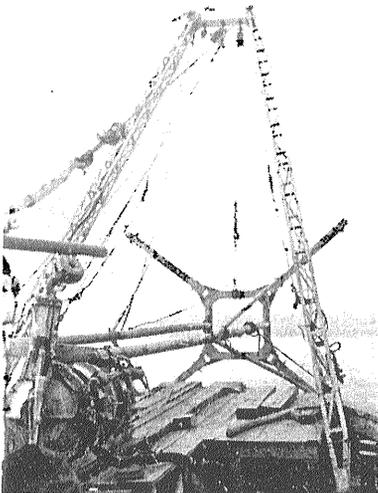
試料採取管 グブルコア・チューブで内管は
タテに2分される



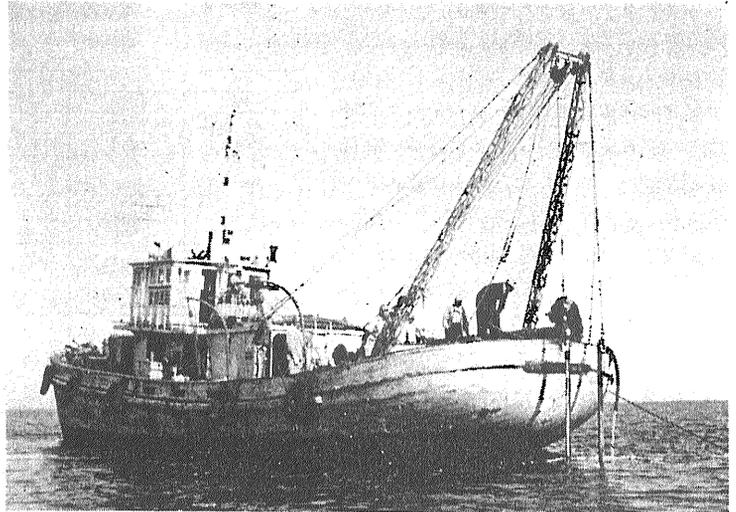
試料採取管 内管を内蔵した外管で車輪上
に乗せてある方(手前)を振動機に結合する



サンプラー刃先 刃先に内蔵されたコアキャ
ッチャーが半分閉った形で見える



船上機と船上に横たえられた試錐機誘導ヤグラ
(脚=1.2m 檣高=6.30m 脚幅=3m)



試錐作業船(浜田氏撮影)

第1表 柱状試料採取概況表

長さ	地点数
360cm～331cm	4
330 ～ 281	8
280 ～ 231	10
230 ～ 181	8
180 ～ 131	12
130 ～ 81	3
80 ～ 50	1
計 46	

第2表 八幡製鉄(株)製とソ連製パイロ・ハンブラーの比較

		八幡製鉄(株)製 形 式	ソ連邦 T-59型 形 式
電 機	出 力	100馬力	2.8kW
	電 圧	60V	50V
効 率	同 軸 数	6P	4P
	電 圧	1.635 p.m. Ac200V	1.420 p.m. Ac220/380V
機 体	重 量	100kg	30kg
	使 用 定 格	1. 全負荷5分間運転の場合30分間 2. 総稼働温度が90℃以上の場合は電動機は自動停止	使用定格は左記にほぼ同様と決定
振動力 緩衝器	起 振 力	5.6t	0.76t
	振 動 数	1.200r.p.m.あり	1.420r.p.m.なし
装 置	概 略 取 量	850kg	138.4kg
	容 積	0.031m ³	0.265m ³
運 搬 機	重 量	1.156kg	448kg
	採 取 チューブ	外径210mm×5m(鋼管)	外径63mm×3.6m(ステンレス)
採 取 チューブ	採 取 チューブ	300kg/cm	336kg/cm
	採 取 モーメント	3.533mm	242mm

- (7) 試料採取管の全長が貫入したか または貫入が途中で完全に止ったことが明らかになってから 振動機を働かせたままウィンチ(F)で巻き上げる
- (8) 試料採取管が堆積物中から抜けたらすぐ振動機を止め 試錐機と誘導槽を海上まで巻き上げる
- (9) 誘導槽にウィンチ(G)のロープを掛け(2)の形とし 試錐機を誘導槽からはずして船上に横たえる
- (10) 試錐機を振動機と試料採取管とに分離する
- (11) 試料採取管中の内管(コア・チューブ)をウィンチ(H)で引き出し片面をはずす
- (12) コア・チューブ中の試料について観察・記載・試料採取等の後 洗浄して またコア・チューブを試料採取管中に内蔵させる
- (13) 錨を上げて次の試錐地点に移動か または 誘導槽も船上に上げ帰港

以上の作業工程のうち (1)を実施中に(2)(3)を (10)~(12)および(3)を実施中に(13)(1)を平行して実施することもできる。(2)~(11)の間に要する時間は熟練した人々の操作で30分内外である。

掘進概況と採取試料について

今回実施した46地点の掘進状況を採取試料の長さで示すと第1表となり 実施地点数の約2/3の28地点で2m以上の柱状試料を採取し 最長は3.6mとなった。

これらの柱状試料の長さは押し込んだ深さより常に短かい この理由としては試料が採取管の中に入ってからの内面との抵抗のために圧縮されること および 採取管中に試料が入らなくなっても採取管は幾分かでも堆積物中に貫入を続けると思われること等からあげられる。またこのコアの短くなる比率は決して一定ではなく それぞれの堆積物の物理的・化学的性格によって違いがあるものと思はれる。

今回 柱状試料が1.2m以下ととくに短かかった4地点はすべて厚さ30cm以上の礫層の試料を採取し それ以上の掘進が不可能となったものであり さらに1.7m

以内で止った12地点は その内の4地点が厚さ0.6~1.1m以上の礫層 8地点が緻密・堅固な細粒砂堆積物のために それ以上の掘進が不能となっていた。その中でとくに興味を感じたものとして 砂鉄粒を12.5~21.5重量%を含む細粒砂層(厚さ1.1m)を掘進中に掘進不能となった地点の存在であった。本試錐機で採取されたコアはすべてが採取管内面に接する幅1~2cmの範囲が変動を受けているほかは全く安定しており 性質の

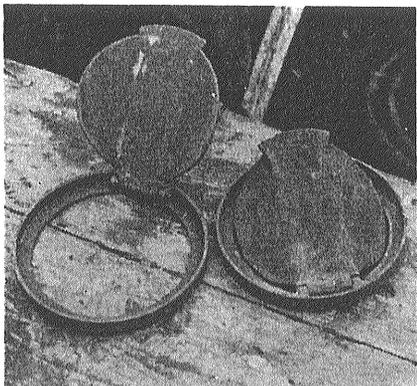
異なる堆積物相互間の堆積面(接触面)がスッキリとした一線として認められた。またコア中で大きな障害となる礫についてもコア・チューブ内径の1/3の直径を持つ礫は周縁部に存在するものを除き ほとんど堆積物を乱さずに コア中に存在し 時には14~15cmを長径とするだ円形の礫が入ったこともあった。

さいごに

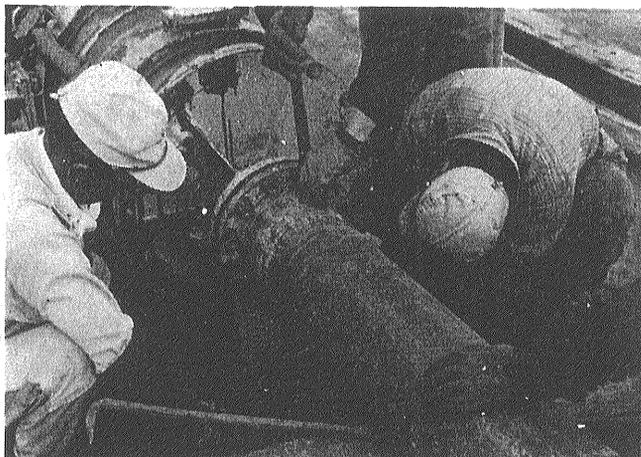
以上 概況を紹介したが このパイロ・ハンマー試錐機は未固結堆積物を堆積状況を乱さずに柱状試料を採取できる点で これまでに実施された各種の試錐法より非常にすぐれており 今後の海底新期(未固結)堆積物に関する調査研究には大いに利用されるようになることと思われる。本機と同型式の試錐法としてはソ連邦科学アカデミー海洋研究所海洋技術部によって開発された「VPGT(BIIT)-56・パイロピストン採泥器」があり その概要とそれを用いた海浜堆積層の研究法については岸本文男が地質調査所月報 第13巻第6号で紹介してある。なおソ連ではその後も同機の改良を続け 柱状試料採取可能長さの増伸に勉めていると聞く。

今回紹介したパイロ・ハンマー試錐機とソ連の VPGT-56・パイロピストン採泥器の機器仕様概要の比較を浜田氏記載の文献から引用すると第2表となり パイロ・ハンマー試錐機の試料採取管がソ連のものより非常に太く 少しく短かくなっていることがわかるがこれはとくに太い柱状試料の採取を目的としたことからこの様になったと聞く。本機には本機の特長があるが現在日本では沿岸海域の有効利用が叫ばれており そのための調査・研究も急速に進展しようとしているので本機を活用すると共に改良に勉め さらに一まわり小型でより長い柱状試料の採取できる機器・方法の早急に開発されることを希望し 期待して この紹介をおわる。

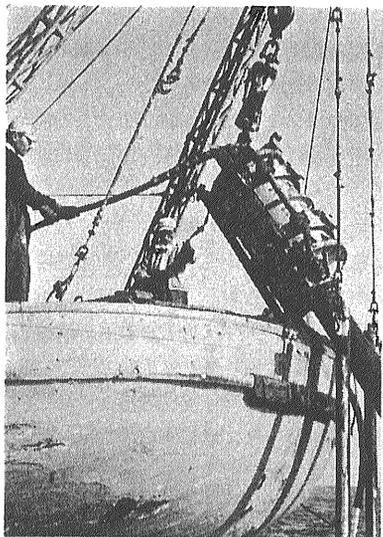
(筆者は飯塚部)



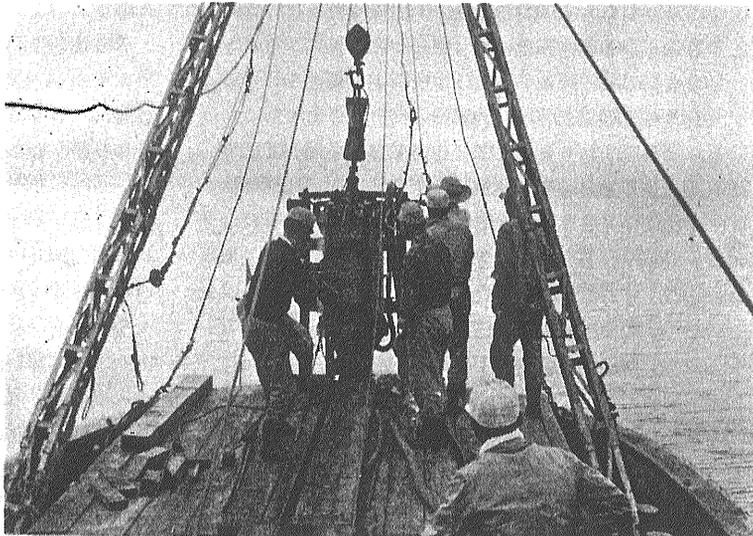
コア・キャッチャー（刃先中に内蔵され押入される時には左の形態となり 引き抜く時に右の形態となりコアの脱落を防ぐ）



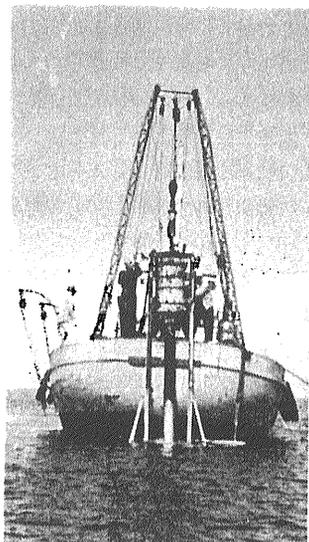
振動機にコアチューブを取付ける



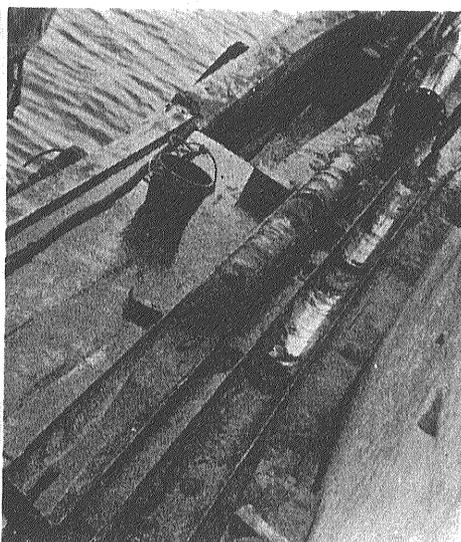
試錐機を起し船外へ



先に船外に吊下げられている誘導槽に試錐機を結合する



試錐機を海中へ降下させる（浜田氏撮影）



採取した試料 長さ 3.1m



サンプルの検討・処理