

新小型海底試錐機

— マリンドリル“MD300PT”の開発と海上実験

木下泰正・小野寺公児・丸山修司・井上英二*

大鹿春郎・新庄 潤**

まえがき

海域を広範に調査して海底地質図を作成するにはできるだけ多地点から海底の岩石を採取してこれを検討せねばならない。海底に露出する岩盤から岩石を採取する最も簡単な方法はドレッジである。しかしこの方法は操作技術的に相当の熟練とカンを要するうえ作業時の海況に成否が大きく左右される。さらに音波探査の結果岩盤地帯と推定された場所でも岩盤が堆積物あるいはサンゴ等にうすく被覆されていることがおおくこのような場所でドレッジを行なっても岩石が採取されぬことがある。

これから紹介することは海底の岩盤地帯で迅速かつ容易に岩石サンプリングができる小型海底試錐機についてその性能と実験結果とくに船のアンカリングを必要としない試錐作業方法について述べる。

1. 経 緯

地質調査所は昭和49年度より5カ年計画で工業技術院の特別研究「日本周辺大陸棚海底地質総合研究」に取組んでいる。このプロジェクトの主目的は大陸棚域の海底地質図 表層堆積図(縮尺20万分の1)と大陸斜面域の地質概査図(縮尺100万分の1)を作成することである。信頼できる海底地質図を作成するには是非とも多くの海底岩石の情報が必要でありしたがって早急に岩石採取機器—海底試錐機には

従来世界で大小さまざまいくつかの型があるが筆者等が知る限りでは操作が簡単で故障が少ない海底試錐機はほとんどみあたらない。これはひとつには試錐機の使用条件をしぼらなかつたために機構が複雑となりかつ大型化したことによると考えられる。したがって地質調査所の担当者は機器の使用条件を次の点にしぼった。

- 1) 大陸棚と大陸斜面上部で使用する。すなわち 稼動水深300m以内。
- 2) 岩盤地帯でのみ使用する。岩盤上に厚さ数10cmの堆積物等の被覆するものがあってもその下から岩石コアを少量でもよいかから採取できる。
- 3) 船上からの試錐作業をきわめて容易にする。できれば試錐機の揚降ワイヤーだけとし他に余計な動力ケーブル等をつけない。

- 4) 刻々と変化する海況にわずらわされぬよう 作業が短時間に行なえる。
- 5) 沿岸用の小型船舶でも使用可能。すなわち軽量小型の機器であること。

内外の情報を検討した結果以上の諸条件をやや満足させる機種は数年前開発されていた鉱研試錐工業KKの“ポータブルマリンドリル”であった。したがって地質調査所の担当者は同社の技術陣と共に技術的な検討を繰り返した結果ポータブルマリンドリルを大幅に改良して上記の諸条件をすべて満足させる機器を作成することが可能であるとの見通しを得た。昭和49年8月調査所は同社に新機種の製作を発注した。製作にあたっては旧型の徹底的改良ということで同社の技術陣は苦心を重ねたがとくに水中モーター及び制御装置については神鋼電機株式会社の開発グループの協力を得た。

昭和50年3月本機器が完成 深さ6mの水槽内で厚さ75cmの凝灰岩と花崗岩サンプルを掘削する試験に合格したのち地質調査所に納入されただちに地質調査船「白嶺丸」に搭載された。4月18・19両日白嶺丸による相模灘周辺の海底地質調査航海に便乗して相模湾沿岸で本機器の掘削実験を行ないこれに成功した。

2. 本機の特徴

従来の海底試錐機は電源が船上にあって船上から操作員が制御盤をたよりに遠隔操作を行なう形式である。そのために操作に熟練を要しまた電源ケーブルや制御用ケーブルが試錐機揚降用ワイヤーと交錯しがちであるので操作上トラブルが多い。本機器の最大の特徴は電源部 制御部ともに試錐機本体に装備されており海底で自動的に制御・作動が行なえる点にある。したがって船上からの機器の揚降作業がきわめて簡便にでき制御も船上で行なう必要がない。

本機器の特徴をあげると以下のとおりである(第1表参照)。

- 1) バッテリーの使用により船上から揚降用ワイヤーだけでよい。
- 2) 作動は掘削の1サイクルが自動的に行なわれるので高度の掘削操作技術を要さない。

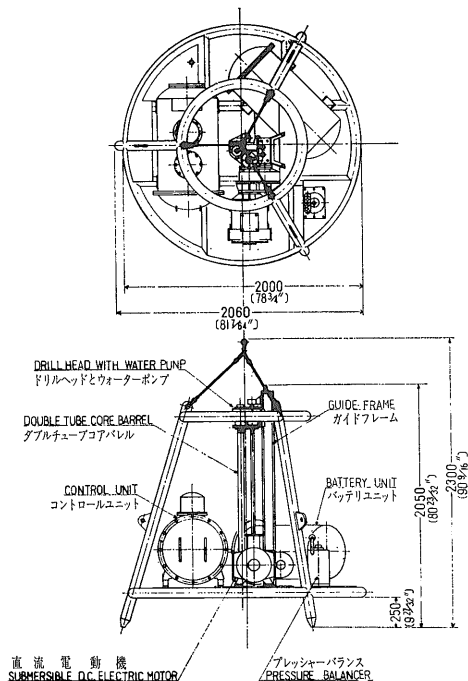
- 3) 小型 軽量であるため 最低3トン用ウインチを装備している船であれば使用可能である。
- 4) 掘進完了時はもちろん 機器の傾斜 モーター過負荷 バッテリー寿命 時間制限等が生じた時は 掘進作中でも自動的に掘進が停止してビットが元に戻るよう 機器の安全が考慮されている。
- 5) コアサンプラーについては 各種の岩石の硬軟に応じたサンプラーを使用でき 回転 給圧 バイブレーション 給水の4要素を独立的に または組合せて作動できるよう付属機器が組込まれる。 岩石用コアサンプラーについては 能率よく しかもコア径をできるだけ大きくするように 特製の薄肉ダブルチューブコアパレルを使用している (第3図・写真3)。
- 6) ピンガー発振装置を組込むことにより 海底での機器の作動状況を船上で受振 確認することができる。

3. 構造及び性能

3-1 機械の構成

第1図のように主要部分は

- 1) フレーム
- 2) 水中モーター及び伝動装置
- 3) バッテリーユニット
- 4) 制御盤
- 5) ドリルヘッドと水ポンプ
- 6) 圧力バランス装置
- 7) ビット及びダブルチューブコアパレル



第1図 マリンドリル MD300PT 組立図

第1表 ポータブルマリンドリルMD300PTの仕様

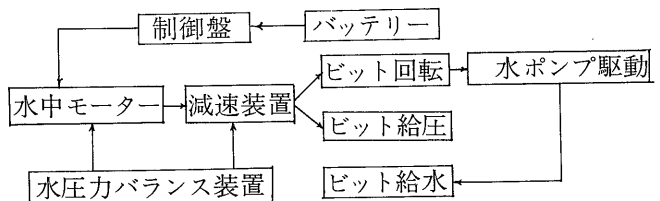
ボーリングマシン

形 式	MD300PT型ポータブルマリンドリル
方 式	海底沈座型コアボーリングマシン 電気制御による1サイクル自動掘進方式
水 深	最大 300m
潮 流	最大 3ノット
サンプルコア	外径 36mm 長さ 海底面より 750mm
孔 径	46mm
スピンドル性能	回転数 460rpm
	給 圧 力 最大 300kg
	給 進 速 度 最大 10cm/min
	ストローク長 1,000mm
原 動 機	2kW 45V 直流水中モーター 30分定格 油封入圧力バランス型
電 源	20時間率 100AH 12Vを4ヶ直列 48V定格 特殊プラグ付 開放型鉛蓄電池 水素ガス吸引 リアクター装備
寸 法	高さ 2,050mm
	幅 2,060mm
	奥行 2,000mm
重 量	空中 約 1,000kg
	水中 約 560kg ウエイトにより調節可能
掘 さ く 具	
サンプラー	超薄形ダブルチューブコアパレル コア容量 36mm径 1,000mm長 全長1,344mm
ビ ッ ト	ダイヤモンドサーフェスビット 8.0カラットボルツダイヤモンド 内径36mm 外径46mm

から構成される。

伝動系統については 第2図の如く 水中モーターから減速機を介し 伝動軸により上部のドリルヘッドに回転を与えると同時に 水ポンプを駆動する。一方 減速機から スリップクラッチを介してスプロケットとチェーンによりドリルヘッドに給圧力を与える構造になっている。 全ストロークの掘進行程が終了すると モーターは逆回転し ドリルヘッドは上方に戻るが その行程ではビットが回転しないように 一方向伝達クラッチが組込まれている。

水中モーターと減速機は油漬にされ 圧力バランス装置 (写真1) と配管されている。 圧力バランス装置は



第2図 作動系統図

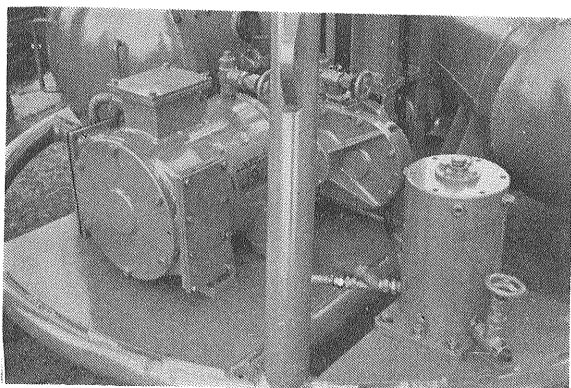


写真1 水中モーターと圧力バランス装置

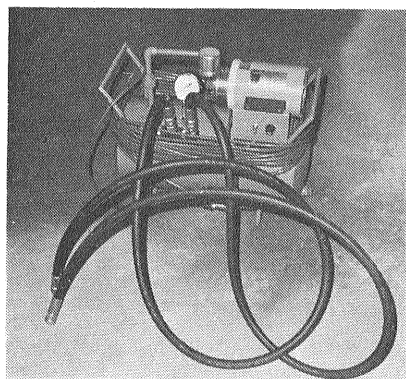


写真2 減圧装置

ベロフラムを利用したピストン式のもので 水圧により水中モーター 減速機の封入油に圧力を加え 内外圧のバランスを保つためのものである。水中モーター 減速機に油を封入する場合 減圧装置(写真2)を利用し内部の空気を吸い出してから 油を吸い込ませている。油は回転部分の抵抗を減らし効率を高めるために 粘性の低いスピンドル油#60を使用している。

水中モーターは バッテリーを使用した直流モーターである。その直流電源を利用した電動機方式については サイリスタインバーターによる交流モーターの使用と 直接 直流モーターの使用について比較検討がなされたが 制御盤の簡素化の点から 直流モーターが使用されている。水中モーターは油封入バランス式であるが 高圧下におけるブラシ コイルの絶縁性の改善に

よっては 2,000~3,000mの深海に耐える海底試験機の開発も可能と思われる。バッテリーについては 一般自動車用鉛蓄電池が使用されていて 水素ガス吸収装置及び液漏れ防止の特殊プラグが組込まれている。

岩石コア採取には 第3図及び写真3のダブルチューブコアパーレルを使用する。これは標準ビットサイズより約30%の切削面積の縮小をした超薄形のコアパーレルで穿孔効率を高め バッテリー電源を有効に使用できる形状となっている。

メインフレームは耐蝕アルミパイプを使用し 軽量化を計っている。バッテリータンク(写真4)と制御タンク(写真5)は水圧に耐えるよう円筒状で 内部は大気圧に保持されている。フレーム上には 空中と海中の重心位置ができるだけ変らないで 安定のよいように

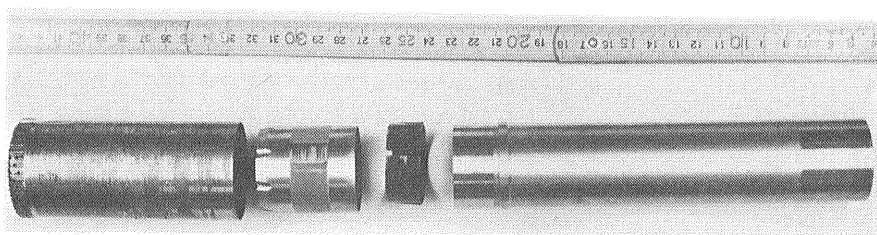
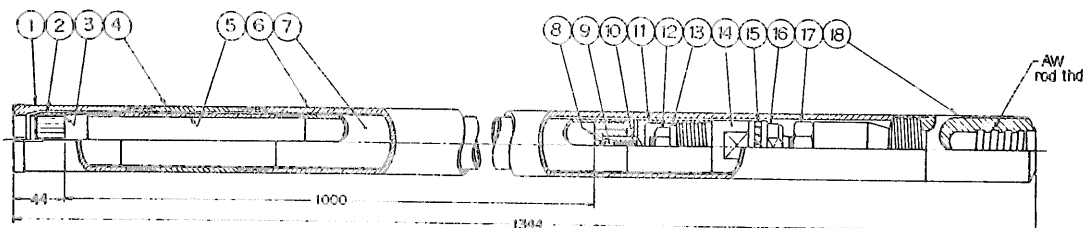


写真3
ダブルチューブコアパーレル外観



第3図 ダブルチューブコアパーレルの内部構造

- ①ダイヤモンドビット ②コアリフターケース ③コアリフター ④アウターチューブイクステンション ⑤インナーチューブ
- ⑥アウターチューブ ⑦インナーチューブ ⑧バルブシート ⑨チェックバルブ ⑩バルブスプリング ⑪インナーチューブプラグ
- ⑫ナット ⑬ワッシャー ⑭メタル ⑮スラストベアリング ⑯スピンドル ⑰ロックナット ⑱コアパーレルヘッド

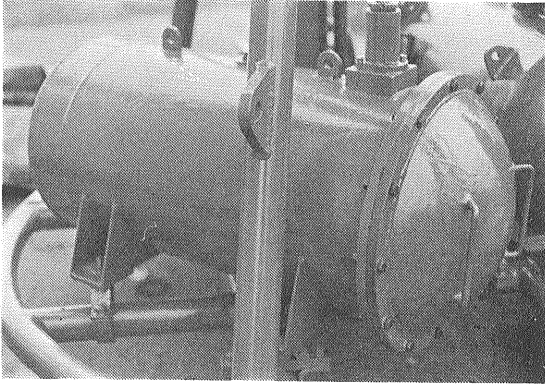


写真4 バッテリータンク

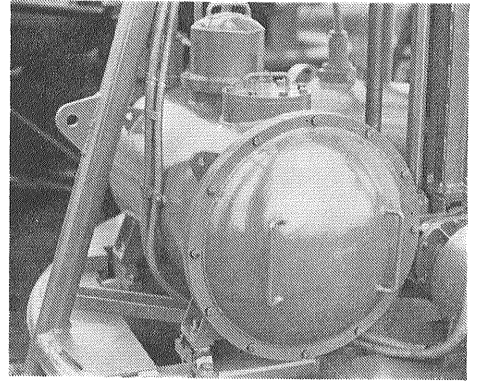


写真5 制御装置タンク

各ユニットの重量 浮力及び保守を考慮し 機器が配置されている。

3-2 性能

第1表に本機の仕様を示す。この性能は掘削実験式及びデータを基にして決定された値で 一軸圧縮強度 2,000kg/cm²程度までの岩石を対象に設計されている。

穿孔実験では 花崗岩(一軸圧縮強度約1,500kg/cm²)で 6~7cm/min 凝灰岩(一軸圧縮強度約500kg/cm²)で 12cm/min の穿孔速度を得ている。バッテリーの1回充電で 凝灰岩程度の穿孔では3~4回使用可能であり 稼働を高めるのに有効である。

ビット給圧力については潮流 海底の傾斜 岩質などの差異により 0~300kg まで調整することができる。

4. 作動メカニズム

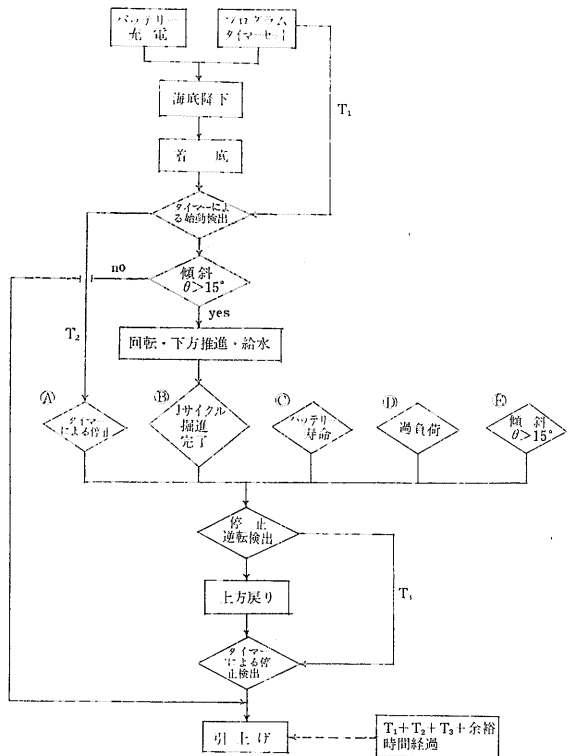
1サイクル自動作動系フローチャートを第4図に示す。本機の作動はバッテリーと制御機器タンク内の制御回路及び作動プログラムタイマーにより自動的に行なわれる。プログラムタイマーは T₁ T₂ T₃ の3要素があり 水深 岩石の種類 作業方法などにより調整する。

- T₁: 船上でスイッチを入れてから 海底で始動するまでの時間
- T₂: 始動してから穿孔作動停止までの掘進時間
- T₃: 穿孔作動停止からコアチューブの引抜き停止までの時間

T₁の時間が切れると 水中モーターは始動し スピンドルが回転 パワーヘッドは前進すると同時に水ポンプにより水がビット先端に送られ 穿孔を開始する。したがって T₁の時間内に必ず本機を海底に着底させねばならない。

T₂(掘進時間)は最大30分で タイマーが切れると掘進を停止し 次の引抜き作動へうつる(第4図④) セ

ットされた時間以内に掘進が完了した場合 ドリルヘッドが下段リミットスイッチを押すことによって 次の引抜き作動へうつる(第4図④) その他に バッテリーの寿命(第4図⑤) 水中モーターに過負荷がかかった場合(第4図⑥) また本機が傾斜した場合(第4図⑦)には 水銀スイッチが組込まれているレベル計により掘進は停止し 次の作動にうつる。なお着底時に ドリル本体の傾斜が あらかじめセットされた傾斜角以上に



第4図 作動フローチャート

なった場合は 始動が行なわれない。今回は傾斜角を 15° にセットしたが 潮流 海底地形などにより調整できる。作動フローチャートに示すように 正常な作動では第 4 図⑧の 1 サイクル掘進完了で機械引上げになるが ④～⑧の各要素のいずれかが検出されれば その時点でスピンドルの回転は停止し 次に水中モーターが逆転して ドリルヘッドは引上げられるよう 可能なかぎり安全側になつて設計されている。

5. ピンガーによる試錐機の作動検出

MD300PT の海底での作動状況を船上で検出できるよう 本機のガイドフレームにピンガーを取付けた。このピンガー (Benthos 社製 Model 2214) は 正常な姿勢では 12kHz ± 12Hz の超音波を 1 秒間に 1 回発振するが ピンガー本体が傾斜すると 1 秒間に 2 回の発振に変化する。このピンガーをガイドフレーム上に偏心させて取付け その一端のレバーアームを MD300PT 本体のドリルヘッドに引かける (写真 6a)。MD300PT が掘進を開始し ドリルヘッドがガイドフレームに沿ってさがってくると ピンガーは次第に傾斜しはじめ ドリルヘッドが最上部 8cm 降りた時 レバーアームがドリルヘッドからはずれる。この時 それまで 1 秒間に 1 回発振していたピンガーは 1 秒間に 2 回発振しはじめる (写真 6b)。掘進が終了して バックアップの作動にうつり ドリルヘッドが引上げられ ピンガーのレバーアームがドリルヘッドにひっかかると ピンガーは元の姿勢にもどるため 再び 1 秒間に 1 回の発振に変わる。

る。

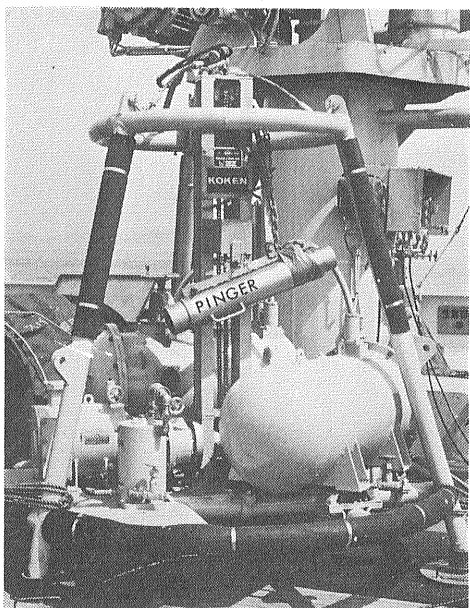
ピンガーの発振音は 船尾から受振器を海中に降ろし増幅器を通してヘッドホーンで確認する一方 船上の 12 kHz 深海精密音響測深機 (PDR) 記録紙上に受振音を記録させた (第 9 図参照)。このようにピンガーを併用することにより MD300PT の掘進開始と全作動完了を船上で確認できる。もし始動予定時間を過ぎてもピンガーの発振間隔に変化がなければ MD300PT が 15° 以上傾斜したか または他のトラブルで作動しなかったか判断でき すぐに揚収作業にうつることができる。

6. 海上実験

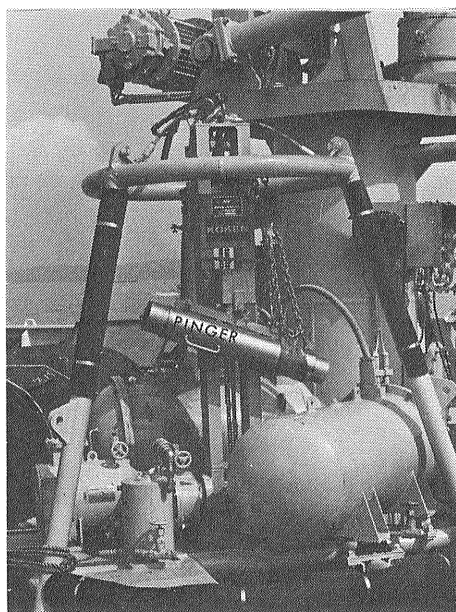
MD300PT の海底岩石採取実験は 昭和 50 年 4 月 17 日～26 日の研究航海 (日本周辺大陸棚海底地質総合研究プロジェクト) の途中 相模湾沿岸で 18・19 両日に実施された。この実験には 鉾研試錐工業および神鋼電機の技術陣が乗船して立合った。

6-1 実験海域の選定

実験海域の選定には 事前に海図上で候補地を選び ついで現場において海底地形 底質 海況を詳細に調査して最終的に海域を決定するという方法をとった。選定条件は水深 300m 以浅で比較的平坦な海底地形でありかつ岩盤地帯であることを要する。しかし相模湾でそのような条件を満たす海域はごく限定されている。岩盤地帯は多くの場合 海底地形が急であるか あるいは漁場となっていて 本船の立入りが困難である。これ

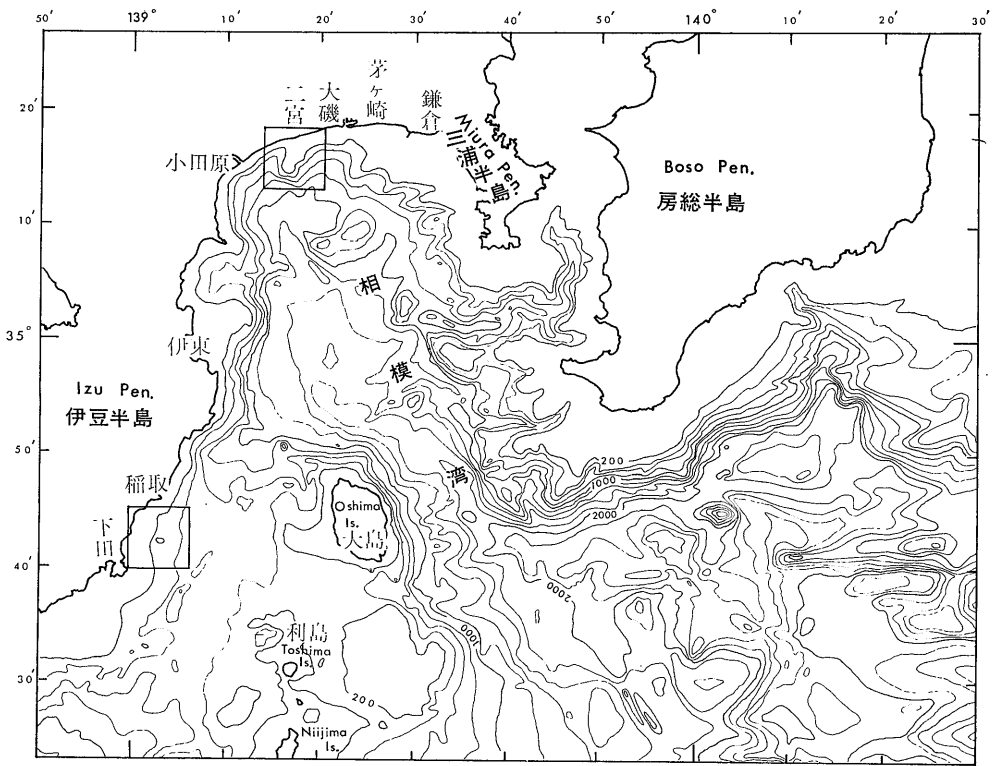


a : 掘進前 または掘進完了後のピンガーの姿勢 (発振 1 秒間 1 回)



b : 掘進中のピンガーの姿勢 (発振 1 秒間 2 回)

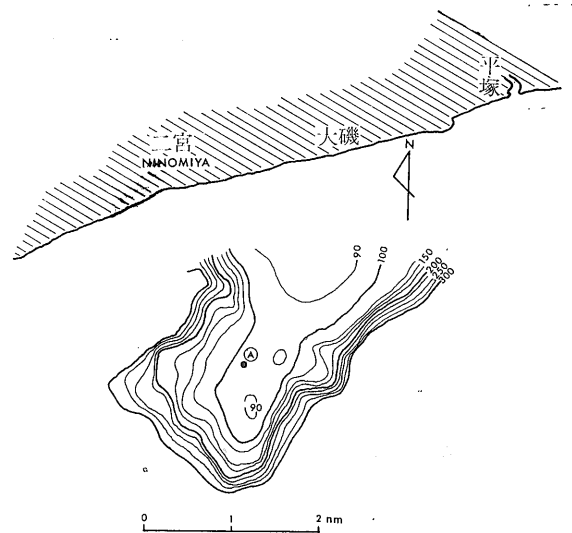
写真 6
MD300PT に取付けられたピンガー



第5図 相模湾における海底試錐実験海域

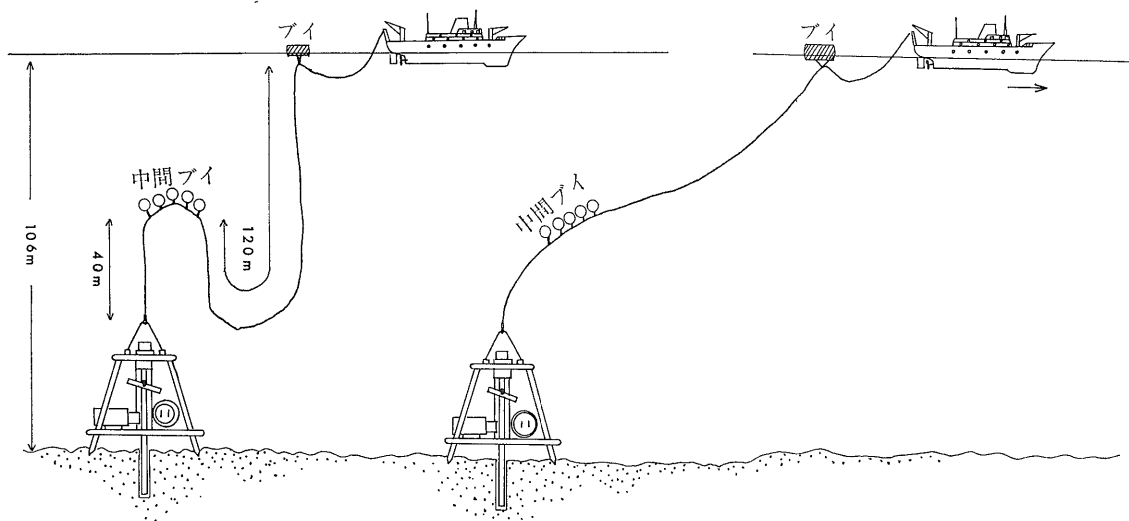
らの理由により 海域の選定には苦心した。
 まず 海図で茅ヶ崎沖 二宮沖 および伊豆半島南部の本根岬沖の小さな堆 以上の3カ所を選び ついで航海において以上3カ所の海底調査を深海用精密音響測深機 及び 3.5 kHz サブボトムプロファイラによって実施した。測線は格子状に0.5マイル間隔で設定された。以上により 海上実験海域は 第5図に示すように二宮沖と伊豆半島本根岬沖の小堆の2カ所にしぼられた。さらに これらの場所において スミスマッキンタイヤ グラブにより 詳細な底質調査を行なって 実験地点を決定した。

を30分 掘進時間 (T_2) を12分 引抜き時間 (T_3) を12分にセットして本機器を降下した。始動のスイッチを入れてから12分後に着底 予定通り30分30秒後にピンガーの発振音が1秒間に2回となり 掘進開始を確認することができた。しかしながら 予定の時刻(始動スイ



第6図 二宮沖の海底地形と実験測点Aの位置

6-2 二宮沖測点における実験
 最初の実験は 4月18日16時から17時17分まで行なわれた。実験場所は相模湾奥部に位置し最も大陸棚の発達した海域で 陸岸より南西方向に約6カイリ大陸棚が張出し その外縁部には若干の起伏がみられ 最浅部(水深90m)付近には人工漁礁が敷設されている(第6図参照)。なおA地点(35°-15.5'N 139°-16.4'E 水深106m)付近において3地点の採泥を行なったが いずれも径数ミリの岩滓 軽石を含む砂質シルトが採取された。測点Aでは 掘進開始までのタイムデレイ (T_1)



第7図 測点 A における作業システム
左図は正常 右図は船の漂流により 試錐機を引き倒す直前の状態を示す。

ッチを入れてから54分後) になっても引抜き完了をつげるピンガーの発振間隔の変化は認められず したがって始動スイッチを入れてから65分後に揚収を開始した。揚収開始直後 MD300PT は離底 そして同時にピンガーの発振が1秒間に2回から1回へ変わった。

船上へ揚収後コアバレルを開放したが コアは採取されていなかった。ドリルヘッドがガイドフレームに沿って上下にスライドしたかどうかは明らかでなかった。また フレームの上部に海底の泥が付着しているのが発見された。以上のことから推測すると 掘進開始直後 MD300PT は海底で倒れたため 自動的に引抜き作動へ移行 ピンガーは元の姿勢に引上げられたが MD300PT 本体が倒れているために発振間隔は変わらず 離底時に MD300PT 本体が引起されると同時に発振間隔が変化したものと考えられる。作業システムは第7図に示すように 12mmφ 10,000mのワイヤーの先端にMD300PTを取付け 40m上方に浮力約 10kgの浮子を5個取付けて中間安定ブイとし その間のワイヤーのたるみを防いだ。中間安定ブイよりさらにワイヤーを120m繰出しワイヤーをたるませ大型の表面ブイを取付けた。船はこの表面ブイの近くに位置するよう操船されたが 風と潮流により表面ブイは移動し 船もそれにともない移動した。その結果 海中でのワイヤーのたるみがなくなり MD300PT を引倒したものと考えられる。

6-3 伊豆半島本根岬沖六十立 測点1及び測点2 における実験

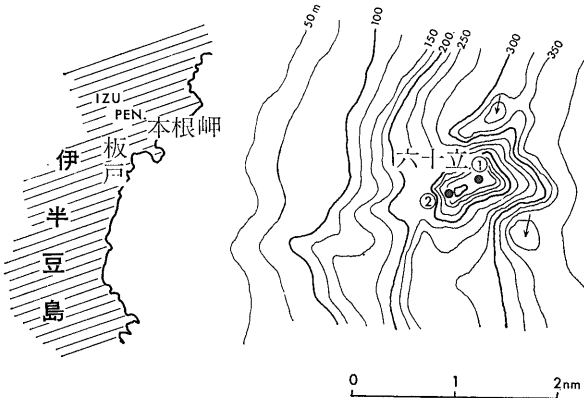
翌19日行なった実験場所は 伊豆半島本根岬約4カイルの地点で 大陸棚が水深200mでいったん切れ さらに東側で水深100m前後まで浅くなる 大陸棚外縁部の堆状地形をなす地点である(第8図参照)。なおこの地点で採泥を行ない細粒~中粒砂 貝殻片 コキナイト(貝殻片膠着岩)の礫が採取された。

<測点1>

堆上東側の水深107m地点(34°-42.2'N 139°-03.0'E)で実施した。試錐機降下開始は11時32分 甲板へ揚収したのは12時38分 全作業時間は1時間8分である。始動までのタイムデレイ(T₁)を35分 掘進時間(T₂)を12分 引抜き時間(T₃)を12分にセットして作動させた。始動スイッチを入れてから14分後に着底35分後にピンガーの発振回数の変化を受振 MD300PTの始動が確認された。始動確認から17分後にピンガーの発振回数は元の状態にもどり 1サイクル作動完了が確認された(第9図参照)。

掘進時間(T₂)及び引抜き時間(T₃)はそれぞれ12分にセットした。したがって 1サイクル作動するのに24分間の時間が予定されていたが 17分間で1サイクルの作動が行なわれたということは ほとんど無負荷の状態で掘進され タイマーが切れる以前に下限リミットスイッチが切れたものと思われる。

参考までに無負荷状態での1サイクル作動時間は16分



第8図 伊豆半島南部本根岬沖の六十立の海底地形と実験測点1及び2の位置

36秒である。なお他の理由すなわちモーターの過負荷 15°以上の傾斜 バッテリーの寿命による掘進中断は機器の状態からは考えられない。結果的には何も採取されなかった。おそらく堆積物をほとんど無負荷の状態掘進し 基盤の岩石まで達することができなかったと考えられる。また堆積物は水ポンプの水流のため コアバレルから流出したものと推定される。

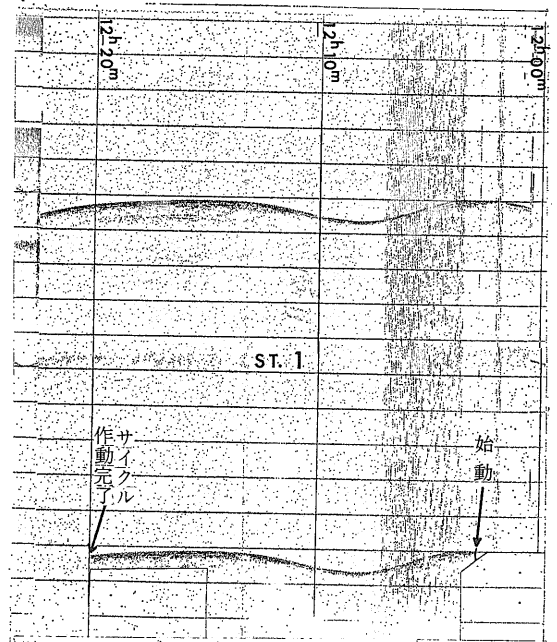
<測点 2>

同日15時28分から16時41分まで 堆の西側斜面上 水深130mの地点 (34°—41.9'N 139°—02.8'E) で実施した。始動までのタイムデレイ (T₁) を35分 掘進 (T₂) 引抜き時間 (T₃) をそれぞれ12分にセットし作動させた。始動スイッチを入れてから28分後に着底し 34分40秒後にピンガーの発振間隔は 1秒に2回に変化し MD300PT の始動が確認された。始動から18分30秒後にピンガーは元の1秒間に1回の発振に戻り 1サイクル作動完了が確認された。測点1の場合に比べ 1サイクル作動に1分30秒多くの時間を要し 掘進に多少負荷がかかったことが解る。

その結果 第10図と写真7に示すような岩石を約40cm採取できた。この岩石は 黄白色の石灰質砂岩 または礫岩で 基質に有孔虫化石や貝化石を含んでいる。礫は亜角礫で 安山岩 玄武岩および緑色凝灰岩からなる。礫はいずれもダイヤモンドビットにより 鋭利に切断されている。この岩石は 確実ではないが 伊豆半島の中新統湯ヶ島層群の石灰岩に類似している。

測点1 測点2での作業システムは測点Aでの失敗をもとに 第11図のような方法を採用した。

ワイヤー先端の MD300PT より 40m上方に中間安



第9図 測点1におけるピンガーの発振変化 (12kHz PDR記録) 発信間隔が1秒2回になると受信像が2つになる。

定ブイを取付け さらにワイヤーを40m繰出したところに 270kg の重錘を取付けた。重錘は必ず着底した状態にあるようウインチを操作し 船上から重錘までのワ

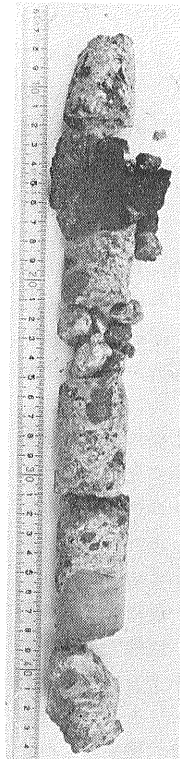
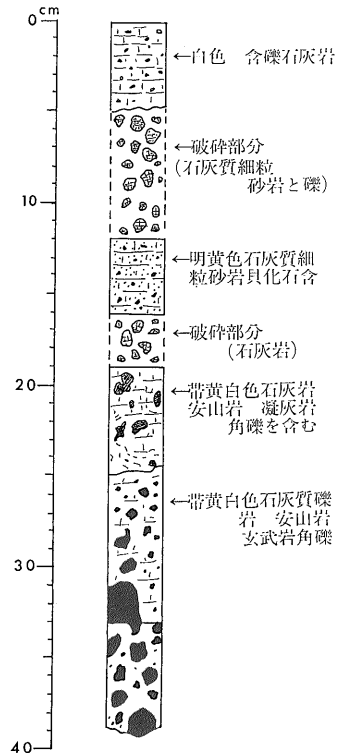
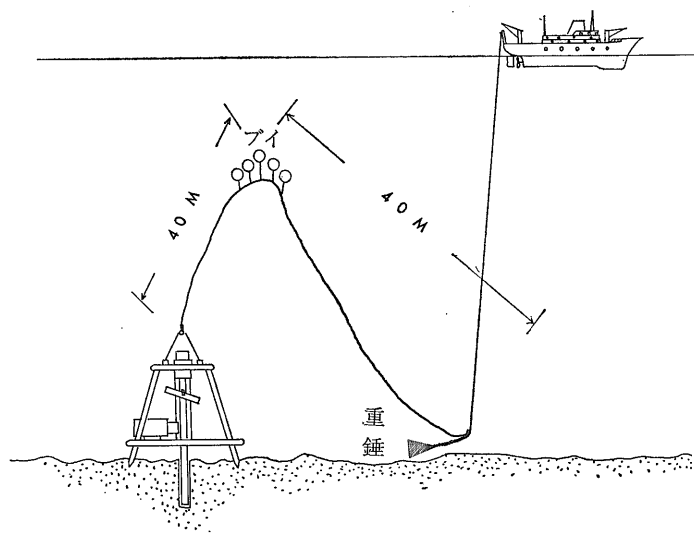


写真7 採取された岩石コア



第10図 採取岩石コアの柱状



第11図 測点1及び2における作業システム

ワイヤーを常に垂直状態を保つよう操船した。この方法は通常白嶺丸で行なわれているドレッジと同じ方法である。すなわち船と海底の重錘間でワイヤーの張力が増すとただちにワイヤーを繰出したり船を前後左右に移動したりして張力の増加を消すことができる。いわば重錘は張力増大を検出する役目をはたす。MD300PTの作動時間が短時間であるためアンカリングで船を固定していたのでは非能率的である。かなりの潮流や風力があってもアンカリングせずに海底試錐作業が可能であることが実証された。

7. 所感

これまでの海洋地質の調査では物理探査法が主流をなし飛躍的な発展を遂げてきた。それに比べ実際に海底から物を採取する技術はあまり進歩していない。しかし海洋地質学の動向をみると海底から岩石を採取することが重要視されつつある。

こうした状況のもとに小型でしかも操作が簡単なMD300PTの開発は岩石採取技術の発展に先鞭をつけるものと期待される。これまでも種々のアイデアに満ちた海底試錐機が試作されてきたがほとんどの場合数度試みられた段階で放棄されせっかくのアイデアも十分活用されるに至っていない。一般に海底試錐機は他のサンプラーに比べ取扱いが非常に困難で操作に熟練を要するため海洋地質調査のルーチンワークとして採用し難いというのが現状である。そういった意味でこのマリンドリル MD300PTは従来のものに

比べ取扱いが簡単でしかも作動効率もよく海洋地質調査のルーチンワークにのせ易いため海洋地質調査技術の発展に大きく貢献するものと思われる。

海底試錐機を操作する場合の作業システムには

- ①アンカーを使用し船を固定する方法
- ②ワイヤーラインをブイに取付け船から完全に切離す方法
- ③アンカーを使用せず操船だけで船を固定する方法

が考えられるが多くの場合アンカーで船を固定する方法が取られている。しかし各作業地点ごとのアンカリングは非能率的である。今回はアンカリングをせずに操船のみによる作業システムを試みた。

その結果水深100m前後の地点で全作業は約1時間で行なうことができ1日10地点の稼働も不可能ではない。しかし作業システムについては海象海底地形船の能力に応じさらに検討を加えねばならない。今回の実験においては波高0.5~1.0m潮流1ノット前後であり作業にとってはまずまずの海況であった。しかし更に風波があり潮海流がはげしい場合には一点アンカリングと操船によって船位を一定に保つ技術が必要となろう。海底試錐機本体の開発のみならずそれに付随する作業システムについても今後なおあわせて開発する必要がある。

さらにマリンドリル MD300PTの性能に対してより高度のものが要求される。例えばコア採取長をより長くし堆積物も同時に採取できるようにする。水深300m以深の深海でも稼働できるようにするテレビカメラで作動を監視するなどあるがこれらはすべて将来の問題点とし現状では今の技術レベルで使いこなすということの方が先決問題であろう。

謝辞：本稿を草するにあたり白嶺丸船長土岐正治氏をはじめ乗組員のかたがたの懸命の御協力に厚く御礼申しあげる次第です。また沿岸漁業権問題で御面倒をわずらわした神奈川県庁静岡県庁水産課関係各位ならびに各漁業組合長の皆様に感謝の意を表します。

(筆者らは *印 海洋地質部 **印 鉱研試錐工業(株)技術部)