

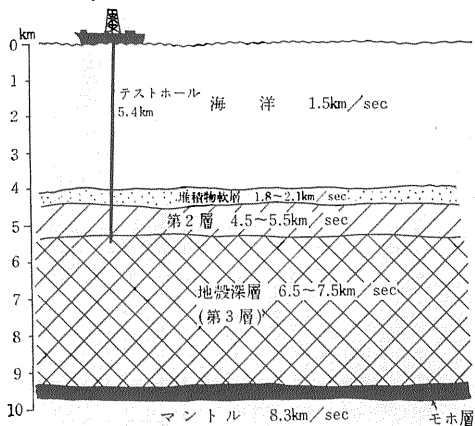
第1図 地球の断面

## 1 概説

昭和35年(1960)夏 ヘルシンキで開かれた国際地球物理学連合の総会で ソ連のペロウソフ博士から 世界中が共同で地球の外殻部を調査しようということが提案され これが決りとなった。 題名はアップーマントルプロジェクト(UMP)と呼ばれるもので 1962年から3年間にわたってマントル上部の探査を行なうことになりわが国でも国内委員会が発足して着々とその準備を進めている。 ところで地球の内部はどうなっているのかという 隕石 地震波動 地球磁気 地熱流 重力などの研究を総合した結果 大別してコアとマントルの2層に分けられるものと考えられている。 マントルは深さが2,900kmまでつき 熔融状態にあるといわれている。 このマントルの外側表面は地殻といって厚さが10~70kmあり 普通われわれが見ているのはこの部分のほんの一部にすぎない(第1図)。 地殻とマントルの間の境界層は 現在モホ層として広く知られるようになったもので モホロビッチ教授によれば地震波の伝わる速度が急に増加する層と定義されている(第2図)。 このマントル とくに上層部は地震とか火山活動など 地殻中で起こるあらゆる現象の原因となっている。 マントル上部を研究すればこれらの現象の原因 発生秩序がわかるばかりでなく 鉱床の分布など直接鉱業に関係のある問題も解決の糸口がつかめるわけである。

## 2 ボーリング位置の選定

さて地球内部を研究する手段として色々な方法が計画されているが これから述べるボーリングも重要な役割りの一つである。 しかしボーリングを行なう場合



第2図 海洋性地殻の断面

# モホール計画における

# 海上ボーリングの問題点について

河内 英幸

のような地点を選ぶかは大きな問題である。

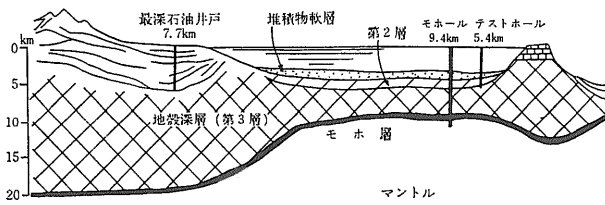
㊸ モホ層までの深さ……地殻の下側の面の形は表面下のある面に対して地表面とほぼ対称であり地表面のように細かい凹凸がないと考えられている。このことは大陸や大洋上の島の下ではモホ層までの深さが大きいことを意味する(第3図)。モホ層までの深さが浅いと考えられている海洋の下でも多くの場合 現在の掘さく技術が達し得る以上である。しかしながら 地震探査の技術によって海面からモホ層までの深さが9.5km以下であるような薄いところを海淵の中に見つけ出すことは可能であろうしまたこのような深層でも最良の近代的掘さく技術を結集することによって到達できるものと考えられる。モホ層までの距離が同じである場合 浅海と深海とではどちらが有利であるかについてはまだ明らかにされていない。深い海では掘さくが少なくてすむであろうが 深海流の中で装置を保持することはさらに困難であろう。おそらく一様で非常に硬いと考えられている第3層の厚さを最少にするのも必要条件であろう。

㊹ 地質学的な条件……選ばれた地点は海淵下における地殻として できるだけ代表的な所がよい。山とか大きな断層 あるいは磁気 重力 地熱流に重大な偏倚のあるところは避けた方がよい。

㊺ 天候……氷結のあるところ 連続して波の高いところ 風の強いところ ハリケーンの経路などは避けるべきである。したがって低緯度の場所(南緯30度)が選ばれる可能性が高い。予定場所の範囲がさらにせばまると その付近における暴風雨や不利な海面状態が現われる頻度について さらに調査が行なわれるであろう。

㊻ 基地からの距離……作業中には種々の部品が補給されなければならないし さらに多くの人の往復が予想される。加えて船もときどき帰港しなければならないので 遠距離の地点は不適当である。基地からの距離として500カイリが考えられる最大限であろう。

㊼ 海流……最も有望な地域が決まったならば その付近の詳細な海流調査が必要である。海流の方向や速度は潮汐や季節によって変わるであろうし



第3図 大陸性地殻断面図

異なった層の海水が反対方向に流れているため 掘さくパイプがS字型に曲げられることも考えられる。強い流れや変化の激しい流れはできるならば当然避けるべきである。

- ㊦ 地熱流…地球の内部から海底面まで伝わってくる熱の流れは測定することができる。この値はマントルに到着したときに遭遇する温度の大略値を知るうえできわめて大切なことである。

### 3) ボーリング作業上の問題点

以上のことがらが総合的に調査され 検討されてボーリングの位置が決められると いよいよ掘さくが行なわれる段階となる。このような深海の洋上でボーリングが行なわれるとなると船上法(地質=ニュース No. 57)しか考えられないが はたしてどの程度の船を用いるか また船の固定法をどうするか さらに掘さく技術をどのようにして結実させるかがおもな問題点である。

- ㊧ ボーリング船…本格的なボーリング船が開発されたのは戦後のことであり 海洋ボーリングに関しては米国がもっとも盛んである。当初はおもに軍用船を改造したものが用いられていた。すなわち1950年(昭和25年)に米国海軍から払い下げをうけたP.C型360トンの船をボーリング船に改造し カリフォルニア湾の石油探査に用いたところ 予期以上の成果を収めたので これに力を得て1958年(昭和33年)までに 300~1,500トン級のボーリン船が10隻も誕生している(第1表) 最近発表された佐々保雄氏(北大教授)の視察談によると表中の CUSS I号は現在V号(5,800トン)まで製作されているとのことである。このCUSS というのは Continental Oil Co., Union of California, Shell Oil Co., および Superior Oil Co.の石油4社が資金と技師を出し合ったことから その頭文字をとったもので CUSS I号はまったく海洋掘さくの目的のために最初から設計されたものである。このCUSSグループは1959年に各会社から独立しGlobal Marine Exploration Co.(GMEC)を作り現在に至っている。第1表の船は単独船であるが 最近開発された方法にカタラマン方式というのがある。これは中~小型の船を平行に2隻連

結し その間に橋を立てる方式であるが これによると船の左右の動揺が防げるし 居住面積や資材置場にもじゅうぶんに余裕がとれるという利点がある。またポリネシアの船のように舷外に浮きを設け それでもって船の左右の安定を保つようなタイプのものも開発されている。さらに2年ほど前に開発された新技術として半潜水式(Semi-Submerged)の掘さく船もあるが 現在のところ試作の段階である。

- ㊨ 船の固定法…船上ボーリングは船という条件が加わるために陸上と異なって色々の問題が派生してくる。すなわち潮流 風波 干満などによって船が動揺するので掘さく具にさまざまな障害を与える。このために最終的には船を一定位置に固定するにはどうしたらよいかという問題がおきてくる。まず碇法であるが 碇は大きいほど船の動揺が少なくなることは確かで 大きいものになると1コが5.4トンというものもある。またアンカーラインは港内に滞泊するように双錨だけというわけにもいかず 少なくとも4点以上は必要で 時には8点も設置される場合がある。そしてアンカーの方法は
  - i) 船から1 $\frac{1}{4}$ ~2'位の太いワイヤーで いったんパイにつなぎそこからチェーンで碇に結ぶ方法
  - ii) 最初から全部がチェーンでもって直接に着底させる方法
  - iii) 船から直接アンカーをとるが つけ根の数10呎だけをチェーンで着底させる方法

などいろいろあるが 最も多く用いられているのは i)の方法である。しかし水深がもっと深くなるとか 最大干満差が9mもあつて そのたびに最大8ノットの流れが生ずるクック湾(アラスカ)のようなどころでは従来の碇法では長期間 一カ所に停泊させておくことはむづかしく このために永久碇法というのが最近開発された。これは海底にコンクリートの杭を場所打ちし それにチェーンを結びつけるもので 作業の終了後は逆回しにしてチェーンだけをはずさせる方法である。この永久碇法は1点設置するのに 1~1.5日を要し 4点を1週間

船名	船級	大きさ(呎)			総吨数	碇方式	能力(呎)	就業年月
		長	巾	吃水				
Submarex	P.C	173	24	10	360	over	2,000	50.7
De Ciencia	Y.M.S	136	24	9	236	over	2,500	52.4
Da Busca	Y.M.S	136	24	9	236	over	2,500	53.7
Western Explorer	L.S.M	204	34	13	650	C.W	7,500	55.10
Rincon	L.S.M	204	34	13	650	C.W	7,500	56.1
CUSS 1	Y.F.N.B	260	48	10 $\frac{1}{2}$	1,479	C.W	10,000	56.12
Humile SM1	L.S.M	204	34	13	650	C.W	7,500	56.10
Torry	F.S	176	32	11.7	296	C.W	6,300	56.8
Exploit	P.C	173	24	10	360	over	3,500	56.6
Sand Dab. V	P.C.S	136	24	9	236	over	2,500	56.9

(注) Over : over side Drill Rig C.W : Center-well Drill Rig

第1表 米国で稼働しているボーリング船一覽表

程度で設置するのが普通である。この永久碇法の外に通常の碇を控えとして併用し 全体で8点の固定を行なうのがクック湾で用いられている方法である。またアンカーラインの一部にマルチンデッカーの張力計を取り付け 各部分の張力を自記させそれを司令室で絶えず見ていて 全部が常に同じ張力を保つように調整している。通常の碇法とはまったく異なった APE 方式というのが最近開発されている。これはクリノメーター（船の左右の動揺や原位置からの変位を自記指示する装置）とハーバースターという舷外のスクリューとを電氣的に連動させて船の定位置を保つ方法で モホール計画の予備実験の際CUSS I号にこの方法が採用されている。この時は4隅にゾナーを置き（各々が灯浮標と海底とを結ぶ3,700mのワイヤーによって結びつけられている）母船が定位置からはずれると自動的にハーバースターが作動して だいたい水深の $1/100$  範囲内に母船を留めることができるといわれている。

- ◎ 掘さく技術…以上のような種々の碇法の技術をもってしても船を絶対に静止させることは不可能であろう。このために船の上下 前後 左右の動揺が掘管に及ぼす影響を何とかしてふせがなければならぬ。まず上下動に対する緩衝装置にはバンパーサブ スリップジョイント スライディングジョイントという名称で種々のものが考案されている。これらは要するに二重管のパイプからできていて 上下にスライドすると共に内外管がかみ合わせになっているので回転も伝えられるようになっている。これに対して前後 左右の動揺に対する緩衝装置としては ターンテーブルが複吊装置（羅

針盤と同じ）に塔載されるので 船体がどんなに傾いても掘管は絶えず垂直を保つという装置が採用されている。しかし現在ではこの方法も旧式の部類に入り これに代わってフレキシブル シャフトが採用されるようになった。これにも色々な型があるが その1例として 鋼管に刻み入れ その間に硬質ゴムをクッションとして挿入し さらに外側を硬質ゴムで包んだものがある。これによると刻み1つで $1\frac{1}{4}$ 度も曲げられるので 8コも使用すると $10^\circ$ 位の湾曲に耐えられることになる。前記の複吊装置よりも簡単に効果も大きいといわれている。

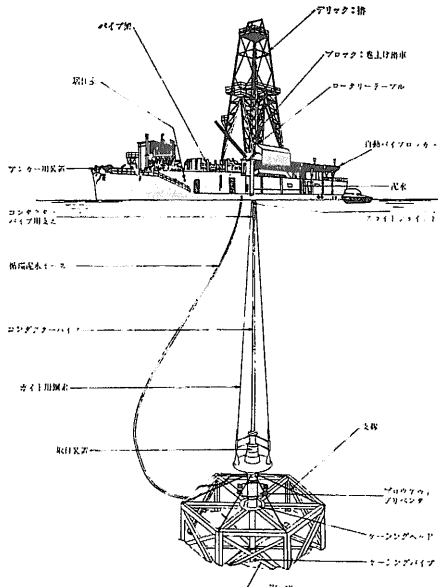
このほか 使用する掘さく機も大きな問題でありたとえば普通のロータリー機のほかに 掘さく用流体の流れによってピットを回転させるターボドリル方式とか 掘さく用流体によってピットに高周波の振動を与えて掘さくするサウンドドリル方式なども議論の対象となるであろう。またワイヤーライン工法も重要な課題の一つであり海水を使うためにアルミニウム製のドリルパイプも研究されている。さらに狭い船上で多数のパイプ類を取り扱うので これらを自動的に あるいは遠隔操作によって運搬・格納を行なう方法もすでに開発されている。

結 言：

上記のことがら膨大なモホール計画の中の海上ボーリングについて 多くの問題点の中からその一端を述べたにすぎない。このほかにも管理上の問題 孔内検層の問題などたくさん問題が山積みされていて 各方面にわたってあらゆる技術を導入しながら検討されていくことと思われる。これらは もちろん 一気に解決されるものではなく 何回もの予備実験を積み重ねてこそ初めて達せられることであろう。その1例として 1961年の4月には CUSS I号が出動して 水深3,560mの深海にボーリング孔を降ろすことに成功し この時は206mのコアを採取している。

また一方陸上では1958年に米国テキサス西部において7.2kmのボーリングを完成している。これらのことを考えると想定深度の9.5kmのアップアーマントルに到着する日もそう遠いことではないと思われる。以上はおもに米国における計画について述べてきたが このほかソ連・カナダおよびわが国などでもアップアーマントルの調査計画は進められている。終わりに米国における海上ボーリングの最新の技術的ニュースを提供下さった佐々教授および伊崎晃氏に深く謝意を述べる次第です。

（筆者は技術部試験課）



第4図 深海底ボーリング船 (Global Morjne Exploration Company のカタログ)