

アメリカの地震探鉱

地質調査所物理探査部の南雲昭三郎技官はアメリカの地震探鉱法研究のため 科学技術庁派遣在外研究員として 昨年3月からアメリカテキサス州のヒューストン市にある E.T.I. 会社研究所 (Electro-Tech International) へ留学中であつたが このほど帰国したのでアメリカの地震探鉱法の現状などの中から参考になると思われることを2,3述べていただく。

1. 地震探鉱の調査結果の解釈

まず 気のつくことは 地震探鉱の調査結果が 油田の試掘・開発に有効に使われていることである。大きな石油会社には 地震探鉱結果を他の調査資料とあわせて試掘井の位置の選定 油田の開発計画のための資料をまとめてゆく部門があり これを Re-interpretation section (再解釈部門) あるいは Review section (再検討部門) などとよんでいる。

ここでは Geologist-geophysicist (地質専門の物理探鉱技師) Geophysicist-geologist (物理探鉱専門の地質技師) とよばれる人々が 集積されまた日々集めてくる地質・地震・重力・検層・坑井等の資料を検討している。たとえば 速度検層 (Velocity Logging) 坑井内速度測定 (Well Shooting) 地質柱状図などから 岩相単元と地震探鉱の反射面との correlation (対比); 岩相的に対応された Horizon (層準) による再度の contouring (構造等高線を画くこと) 各 Formation (構造単位の地層群) についての structure map (構造等高線図) facies map (堆積相図) iso-pach map (等層厚線図) の作製; 断層の検討; 垂直断面図や三次元模型による地質構造や集油状態の解明等の仕事をしている。そして Chief Geologist (主任地質技師) や Chief Geophysicist (主任物理探鉱技師) は試掘井の位置選定に また調査計画に大きな責任を負わされている。

2. Office Playback Machine (解析用の再生機)

わが国でまだ全く使われていない方法に Variable density cross-section (濃淡表示断面図) あるいは Variable area cross-section (面積表示断面図) というものがある。これは第1図に示すよう

に今までの地震記録を光度変化に変えて表現したもので第1図の右部が今までの Record cross-section (記録断面図) であり 左部が同じ記録から作られた Variable density cross-section である。

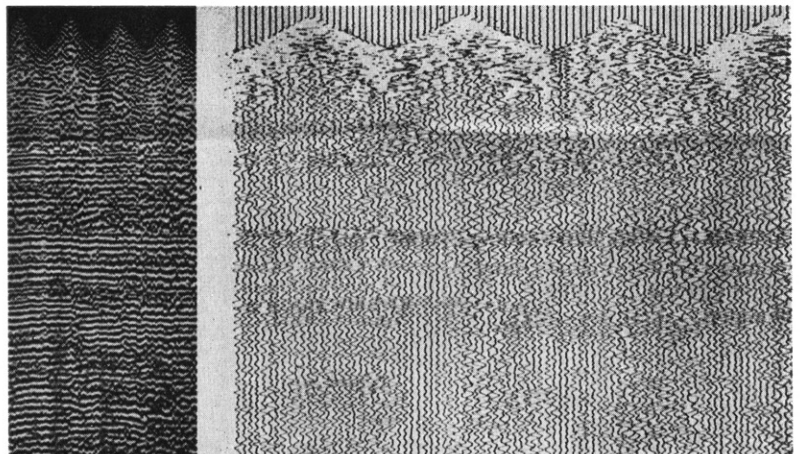
この方法によると 反射波の検出が ものすごく良くなり Record cross-section で検出できなかった反射波までが良く見えてくる。そのほか 回折波らしい波もこの方法によってよく見えるようになってきて 断層の判定に重要な情報として使われるようになってきた。

また急傾斜の地層からの反射波や 異なる方向からくる交錯した反射波などが この方法によって非常に見やすくなってくる。

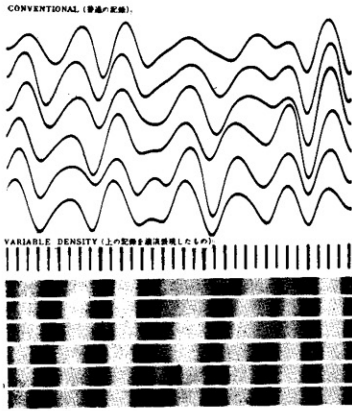
この Variable density の cross-section を作っていく器械が Office playback Machine とよばれているものでこの器械に磁気録音式地震探鉱機でとった現場のテープを入れて 必要な時間補正を器械の中でやらせると 地質断面図に対応した Variable density の断面図が作られるのである。

この器械は そのほかさらに Compositing (混合) とよばれる操作と Record の伸縮という仕事もする。

Compositing とは2つ以上の記録を混合してゆく操作のことで それによって反射波などの情報の検出をさらに良くしていくことができる。たとえば 深い爆破孔で深度を変えて爆破を行って取った数枚の録音テープを必要な時間補正を行って Compositing すると 反射波は加え合つて大きくなり レーリー波等の表面波は打消されてゆく。その効果が多孔爆発法 (1つの爆破点で多くの爆破孔を使つて弾性波を発生させる方法で 妨害波を少なくさせる効果をもっている。各種の孔の配置の仕方があるのでパターン・シューティングとも呼ばれている) と等価であるために 一部の石油会社では多孔爆発法のかわりに使用し 経費の節約をはかっている。



第1図 Variable Density cross-section と Record cross-section (濃淡表示断面図と記録断面図)



第2図 Variable Density 表現の原理

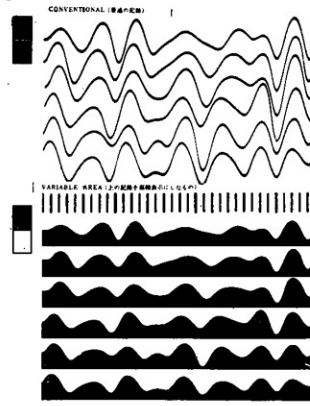
また 群設置法 (1つの受振点について 数多くの受振器を用いる方法で 妨害波を少なくさせる効果をもち受振器の配置の仕方がいろいろある) については 受振器を測線上に等間隔にばらまく方法がとられている。 というのは群設置法の1つの受振点あたりの覆う長さは 消えそうとする波の見かけ波長によって決めらるが この長さは Compositing の際にいろいろの Mixing によって調整できるので 現場でこの長さを調整することを省いてもかまはないからである。

また記録の伸縮は 断層の判定や岩相の変化などの疑問が生ずる所の地震波形を 詳細に調べる際に用いられている。 このように office playback machine を使うことによって 地震探鉞の記録の中から いままでよりも多くの有効な情報を取り出したり 検討したりすることができ また現場作業の仕方も変わってきている。

3. 海上の地震探鉞

ある石油会社の海上地震探鉞班の作業を例にとり 説明する。 船は観測船と発破船には 500HP のジーゼル機関をもった鋼鉄船 (110フィート~23フィート) を使い 測量兼補給船には 104フィートの木造船を使用している。

作業は2週間単位で 予定された測線を7日間で終了すれば 後の7日間を休み また作業が9日間かかれば



第3図 Variable Area 表現の原理

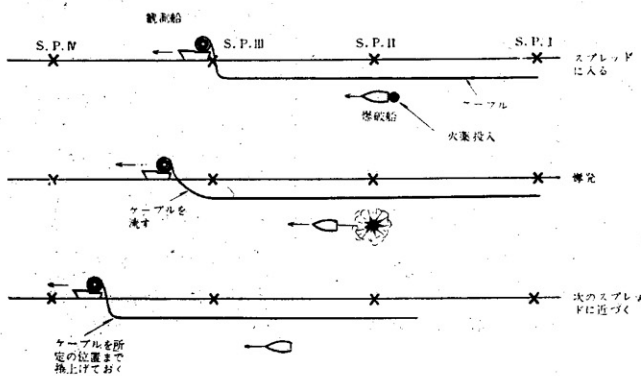
5日間が休みという具合である。 宿泊できる大型の船を使用することは 実質的な観測時間を増大し Production cost (生産原価) を下げるのに本質的な要素であると思われた。

ケーブルはチタン酸バリウム製の圧力型地震計を組入れた 油入りのポリスチロールの管で 地震計は ケーブル全体にわたって6フィート間隔で並べられたいわゆる群設置法が行われていた。 このケーブルを 10m の深さに沈めて観測を行っている。

作業過程については 第4図に示すように ケーブルを曳航している観測船が測点に入ると 船は航行をつづけながらケーブルを流し 同時に発破船は火薬を投入する。 ある距離まで船が離れると爆破を行い 記録をとり終ると観測船は 停止することなくケーブルを巻き上げ次の測点に入る。 このように船が走り続けながら作業を実施するので 非常に能率的で 約2分間に1枚づつの記録が作られていた。 1日の記録の枚数は 200枚から 250枚という多数であった。

この調査班は 記録方式に Variable area を用いていたので この記録 (1週間で約 1,500枚) も Variable area cross-section presentation で遅滞することなく処理されていた。 また測量はメキシコ湾なので Roran 方式 (電波の位相差から距離を求める測量の方式) を使っていた。

浮遊移動法での問題の1つは 水中に浮かしたケーブルの動揺のために生ずる雑振動を小さくすることであるが このケーブルの方式では 10m 程度まで簡単に沈めることができるので解決され また さらにケーブル自体が streamer (流線に沿った形) になっているので ケーブルを曳航したまま (静止をまたないで) 観測できるほど雑振動が小さくなっている。

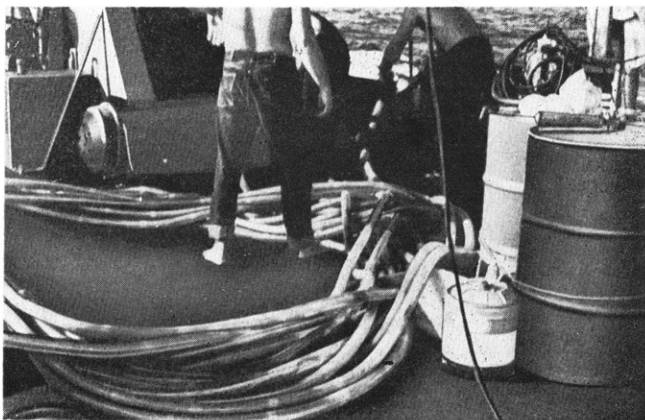


第4図 浮遊移動法による作業概念

カリフォルニア沖で行われた海上地震探鉞では 地質構造が複雑で また連続する良好な反射面がないために Strike-dip 法 (反射面の走行・傾斜を求める方法で スプレッド (受振器の展開) を十文字に配置して記録をとる方法) で きちんと反射面をきめる必要があるのも 特に海上での L-spread 方式が発展した。 また海岸に丘が多いので測量は Shoran 方式 (電波の到達時間から距離を求める測量の方式) が用いられた。 (物理探査部 雨雲 昭三郎)



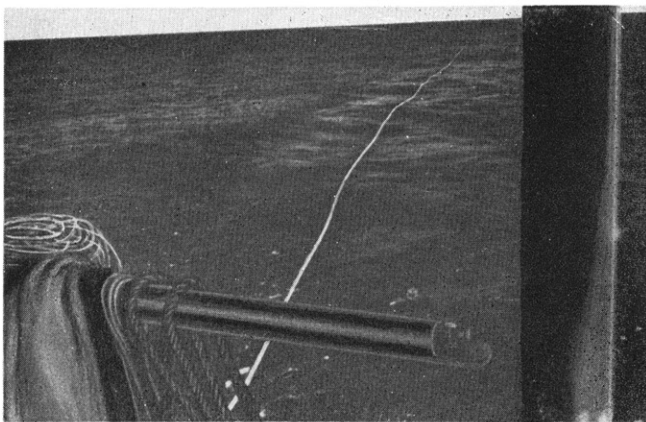
入港中の観測船・爆破船・補給船



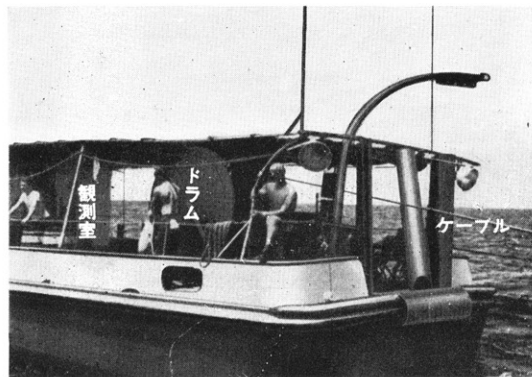
ケーブルの手入れ



作業中の観測船



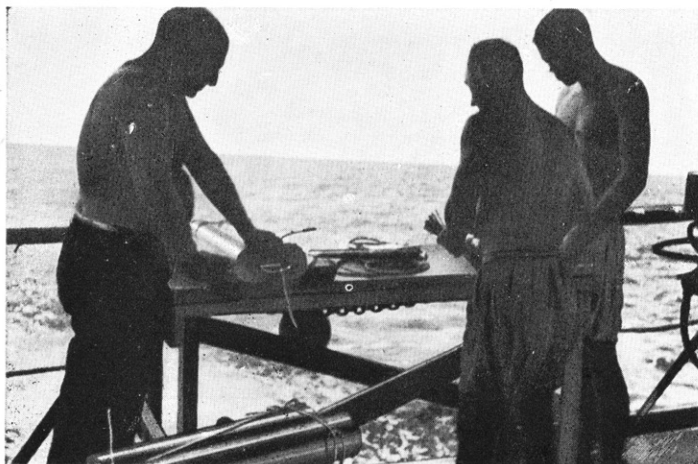
海へ投入中のケーブル



観測船の後甲板



爆 破



爆破船の後部 ここから火薬を投入する