

国産音波探査装置の完成

森 喜 義

秋田県の沖合ではすでに白竜号と呼ばれる石油掘さく用のバージが活躍している。また北九州や宇部の炭田では坑道が海岸線を突破して海底下にまで延びている。

一方土木方面でも海底トンネルや干拓工事 さらに最近では海上の都市建設という夢物語のような計画まで実際に考えられているのである。このように海への進出は近年ますます活発になってきた。これは土木 採鉱 その他各方面における最近の急速な技術的発達に負うところが大きい。そして四面を海で囲まれたわが国の宿命的な課題でもあろう。これらの開発はまず海域周辺の地表調査と海底下の地下構造調査から始められる。

この海底下の地下構造調査の方法として 従来は地震探査法等が用いられてきたが 最近音波探査法と呼ばれる新しい方法が話題になっている。このことに関してはすでに地質ニュース No. 64 および No. 73 で紹介した。地質調査所では早くから この方法の開発に力を注ぎ 日本電気通信技術研究所の協力を得て 国産第一号機の試作に成功している。その後この試作機を用い 東京湾その他の海域で研究的な構造調査を実施してきたが 同時に試作機についても問題点を追求し 改良を重ねた結果 最近性能 安定性ともに一段と向上するに至った。

この方法は 船を走らせながら連続的に図のような地下の断面が得られるという大きな特長を持っている。また構造に対する分解能が高いことも特長といえよう。このため解析が比較的容易である。また地震探査の場合のように発振源として火薬を用いることがないので漁業補償等に煩わされることがない。測定時の船の速度は2~4ノット程度なので調査能率もきわめて高く いろいろな点から従来の方法に比べて調査費用が安くつくわけである。しかし探査し得る地下の深度は地震探査に比べはるかに浅い。いままでの実験から水深約100米の海域で普通海底下約100米からの情報が得られるこ

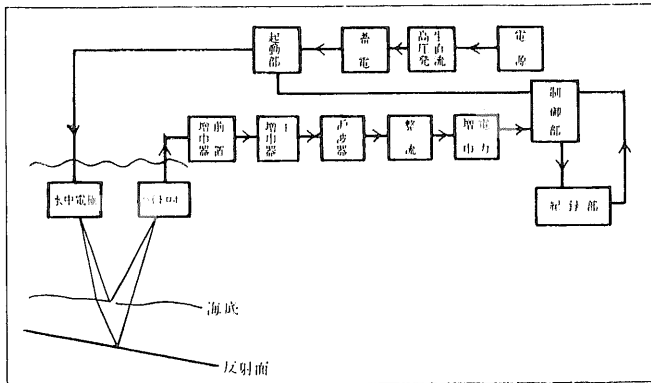
とが判った。しかし地下の音響的条件が非常によい場合には200米程度の探査が可能である。これと反対に非常に条件の悪い場合 たとえば海底面が非常に堅い層でおおわれているような場合には 深部の構造を探知することは困難である。したがってこの方法は海底下の比較的浅部の構造をできるだけ細密に調査する場合に適した方法と考えられる。次に試作機についてその概要を紹介しよう。

原 理

音源として水中の電気放電を利用する。この放電により電気エネルギーの一部は音響エネルギーに変換され非常に衝撃的な音波を発生する。音波は海水中を四方に伝播し 海底において一部は反射するが 一部はさらに地層中に浸透する。もし地層中に十分なコントラストを持つ音響的境界面があると ここで波は また反射する。この反射波は受振器(ハイドロホン)により受振されふたたび電氣的エネルギーに変換され 増幅され波されて記録される。つまり原理的には地震探査反射法や音響測深機とよく似ているが 音源として水中放電を利用している点 およびこれにより発生する音波の周波数範囲が100~3,000 C.P.S である点に特長がある。即ち周波数が地震探査の場合よりも一桁高く 測深機の場合(12,000~15,000 C.P.S のうちの単一周波数)よりはるかに低い。このことは地震探査法に比べて地層中への波の浸透は少ないが 構造に対する分解能のよいことを意味し また測深機に比べては 地層中の波の減衰の少ないことを示すものである。

試作機の構成および動作

装置は 発振部・受振部・制御部・記録部・水中電極 および 受振器(ハイドロホン)からなる。このうち水中電極とハイドロホンはケーブルにより船の後方約100米を曳航する。



スーパーカーの回路系統図

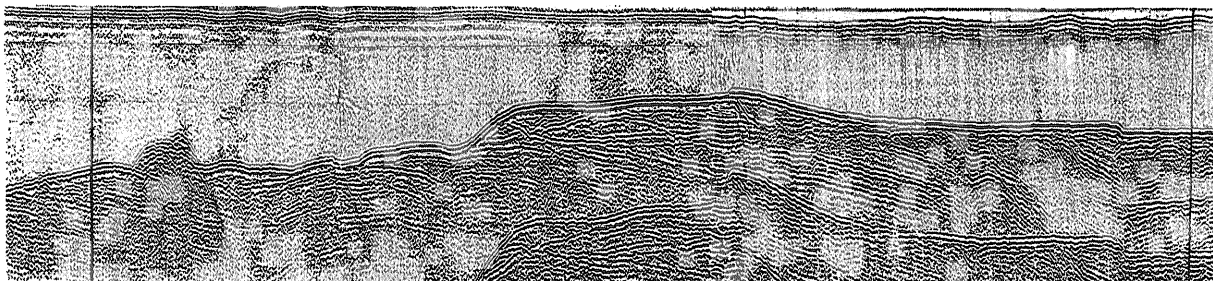
発振部は高圧直流電圧(約10,000V)を発生しこれを蓄電用コンデンサーに蓄え 起動部を通して水中電極に放電を与えるようになっている。起動部は 常時絶縁状態になっているが 制御部から $1/6 \sim 1$ 秒毎に加えられる起動パルスにより制御され そのつど起動状態に移り水中放電を誘起する。受振部は前置増幅器 主増幅器 濾波器および電力増幅器等からなり 全体の増幅度は約 120D.B. であるが実用上は全増幅度を必要としない。ハイドロホンからの受振信号は まづ前置増幅器で増幅されるがその際発振直後の直接波による過大入力を抑制するために 一種の振幅制御を受ける。主増幅器においても自動振幅制御回路を有している。濾波器は低域および高域を独立に切換えられる型のもので 適当な周波数制御を受けた波は 整流された上 さらに電力増幅される。この出力は制御部に導かれ任意の深度範囲を選択した上 記録器で記録される。

記録器はドラムの回転毎に電解記録紙を掃引する方式で 固定および回転する一対の電極を有する。増幅された受振波はこの両極に印加され 信号の大小に応じて濃淡記録を描く。また回転ドラムは毎回の掃引の始めの位置で同期パルスを発生する。このパルスは制御部

に加えられ 計数されて適当な時間間隔の起動パルスとなり 前記の起動部に加えられる。以上のうち受振部 記録部は総て2素子から成っている。

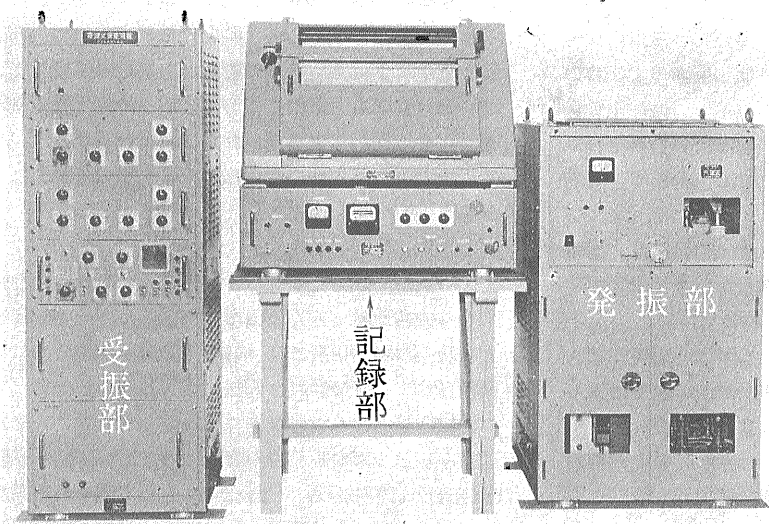
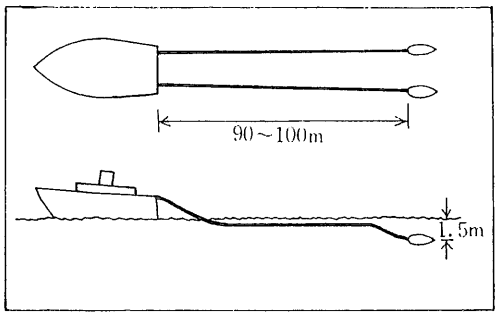
したがって たとえば濾波器の特性を変えて2種類の記録を同時に描かせることができる。また制御部で深度選択回路を切換え 浅い部分と深い部分を上下に同時に記録することもできる。また各種の測定に便利であるように 発振部では 放電電圧及び電流を 受振部では各段の受振波形を「オシロスコープ」で監視することができる。

水中電極は円筒状の簡単な構造で 円筒銅電極と中心電極の間に絶縁物が充填されている。ハイドロホンには圧電子素子を用いこれを木製魚雷型の容器に収容して曳航する。試作機を用いて水中放電により発生する音圧を測定すると音源から1米の距離に換算して $2 \sim 3 \times 10^5 \mu\text{bar}$ (尖頭値) 程度である。この値は発振器内の電気的定数および水中電極の形状 寸法により変化する。また水中電極の受ける静圧力や海水の塩分濃度等によってもわずかに変化する。この値は普通の工業用雷管を水中で発破した際の音圧に比べると遙かに小さい。機械を例えば掃引時間 $1/4$ 秒 発振回数4にして 船の速度4ノットで観測した場合 発振は船が約2m進行する毎に1回づつ行われることになる。これは地震探査反射法における受振器間隔が20m前後であるのに比べて 測線上に非常に密に受振器を配列したことに相当する。音圧が小さいにもかかわらず地下反射面が比較的明瞭に追跡できるのは このような理由にもよる。発振波形の周波数スペクトルは300~500 C.P.S でかなり広範囲にわたっているが 200~300 C.P.S 付近が卓越している。従って測深機のような指向性は全くない。(筆者は 物理探査部)



国産スーパーカーの記録例 掃引時間 $1/4$ 秒 上端から下端まで水の速度と仮定した場合約 180 m タテの大線は船の位置を示すマークである

→
 水中電極およびハイドロホンの曳航
 船尾の後方約100mを曳航する これは船
 の雑音をさげるためである



← 国産音波探査
 装置の機械部

受振器



水中電極



ハイドロホン

