

地下深部の開発と 新しい物理探査の技術

地下深部の探査とは

地下深部の資源を開発することは古くからこの技術に従事する者の念願である。物理探査法もこの要望に答えて発達した技術であるが他方採掘の技術が進みまた浅所の資源が掘り尽されるにつれさらに深部の探査が各方面から切望されはじめた。

その1つの例として北九州の工業地帯をもつ筑豊炭田では500mより浅い部分の炭層は殆んど掘りつくされ多くの炭鉱では1,000mにおよぶ深部の採炭が問題にされている。この場合その採炭計画上深部の地質構造を明らかにすることはなによりも必要なことであるが試錐調査のみでは日数と費用と調査地域に限られる等のことにより物理探査による調査の必要が要望されている。

第2の例として地下深部の油田開発の問題がある。

今日試掘機械の能力は3,000m以上にもなっているがわが国の地質構造の複雑性のため一般に1,500m以上の深部構造の探査には技術的に究明されなければならない幾多の問題がある。

第3は金属鉱床調査においても同様で現在金属鉱床調査に広く用いられている電気探査法は多くは100m以浅を対象とする調査である。しかし探査深度を500m程度にまで拡張することは鉱山業界一般から強く切望されている。この外地下水・地熱・天然ガスその他の方面からも同様にさらに深部の探査技術の確立が望まれている。

地質調査所では前記各要望に応ずるため主として物理探査法の基礎的あるいは技術的の面で研究を推進する方針である。

以下最近技術のトピックを紹介しよう。

(1) 磁気記録式地震探査装置

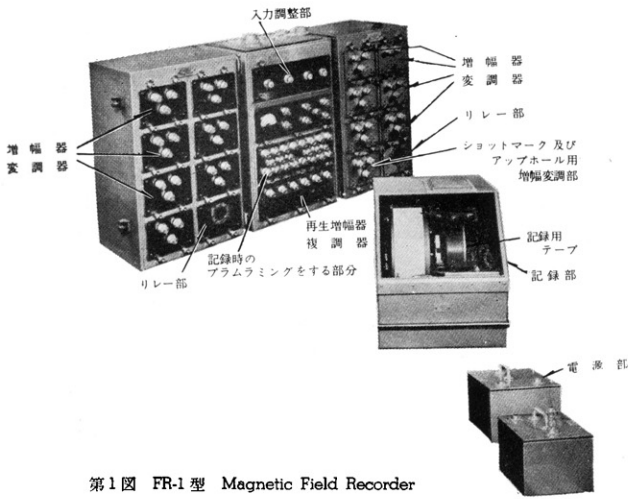
人工的地震波を磁気録音テープにとることは多くの点で有利であるので最近この方法による探査装置が研究され実際に利用されている。

第1図はその1例である。地震波が磁気録音テープに記録されると従来の写真印画紙にとられたものと異なりフィルターを変えたり種々の組合せをしたり増幅度を変えたりして地下から反射屈折してきた波

を分離することが可能になる。(第2図参照)

この方法により従来検出することのできなかった地下深部からきた弱い地震波をとり出して役立せることができるようになった。そればかりでなく録音された地震波はそのまま電子計算機に入れることができるので地下構造を計算することができる。

第3図はその計算機の1種で第4図は計算機によって作成された地下断面図(Variable density profileと云われる)の例である。

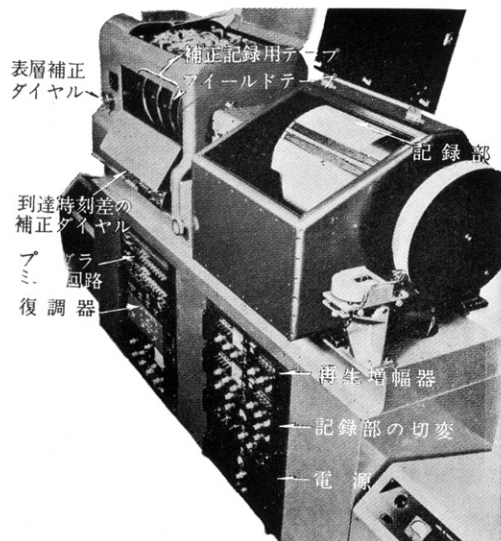
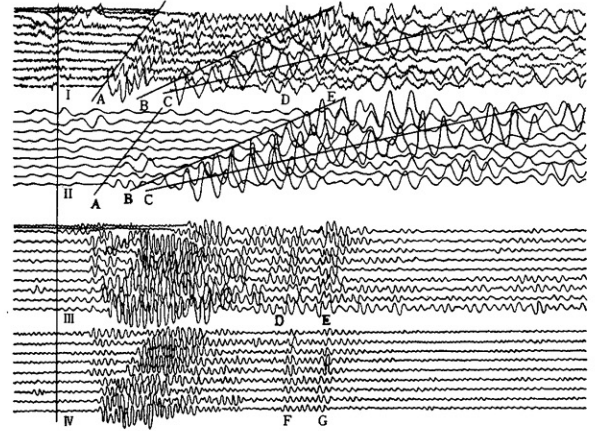


第1図 FR-1型 Magnetic Field Recorder

← 24個の受振器によって捕捉された地震波は それぞれ広帯域の周波数特性を有する増幅器で増幅された後 変調されてテープに記録される。この際増幅器の入力レベルは時間的にかなり大きな変化範囲を持っているので 爆発直後の初動付近のような大きな入力レベルの部分では増幅度が小さく しばらく時間が経過して入力が小さくなった部分では 増幅度が自動的に上昇するような装置 あるいはあるレベル以上は大体一律な振幅に制限するような装置（普通前者をコンプレッション 後者を A. G. C. と呼ばれている）その他の装置によって記録全体が最も適当なレベルで しかもなるべく原波形に近い形で記録されるようになっている。再生の際の複調器 増幅器は1台で一成分ずつ再生し 放電方式で特殊の記録紙に記録される。この場合の増幅器には多くの組合わせからなるフィルター（河波器）回路を持っているので その選択周波数をいろいろ変えて 記録上の反射波が容易に認められるまで何回でも再生できる。

再生におけるフィルタリングの1例 →

(I) は広帯域の河波器（フィルター）を通して得られた記録で 初動（A）の部分は比較のみやすいが それ以後に現われる波については判別することがむづかしい。従ってこのような広帯域記録は通常の反射法を用いた探査という点からはあまり意味がない。同じ記録を今度は20サイクル 68サイクル および 95サイクルのフィルターを通して再生すると それぞれ（II）（III）（IV）のような記録が得られる。（II）では B. C で示される非常に低速度の波が明瞭に現われている。この波は表面波と呼ばれるものである。（III）（IV）にはそれぞれ D. C. F. G の部分に位相のよくそろった波が認められる。これが反射波で この例では地表下 500m 程度のところで反射してきた波である。

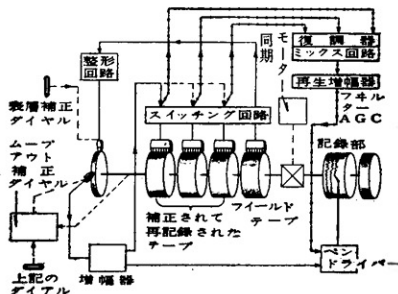


原記録から地下断面をだすまでには 表層補正 (Weathering correction 又は Static correction) および 到達時刻差補正 (Move Out Correction 又は Dynamic Correction) と呼ばれる煩雑な計算を必要とするが 磁気記録式の場合には反復再生ができるので 都合のよいことに (Head) を移動することによって このような補正を機械的に簡単に行うことができる。また 反射波の現われにくい地域においては たとえば爆発の深度を変えて得られたいくつかの原記録を上記の補正をした後に出力波形を合成して 反射波の振幅対雑振動比をどんどん大きくすることもできる (このような方法は Compositing と呼ばれている)。

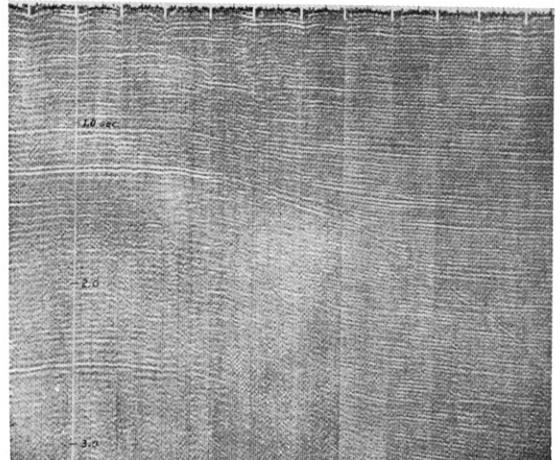
第3図 (1) は このような目的のための再生装置 (office playback system) の一種で MT-4 型と称せられているものであり 第3図 (2) はその原理図である。

記録から直接 地下断面を見やすくするための記録の表示法にも いろいろ新しい方法が考案されている この図は出力波形を濃淡で表示した例であって一見して反射面等は見やすくなっているばかりでなく 従来の方法では ややもすると見逃す恐れのある急傾斜面からの反射法も認めることができる。

第3図の① MT-4型 再生装置



第3図の② 同上の原理図

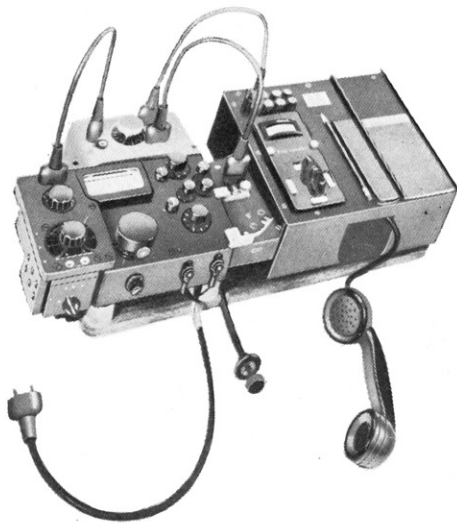


第4図 記録から直接地下断面を見やすくするための記録の表示法

(2) 電気探査用地電流観測装置

自然に存在する地電流 あるいは 人工的に加えた地電流の分布から 地下構造を推定する方法がある。この方式によって とくに 深部の構造を探索するためには著しく精度の高い測定が必要である。

最近発達したこの種の装置の1例を 第5図と第6図に示す。このような装置によって 数百～数千mの深

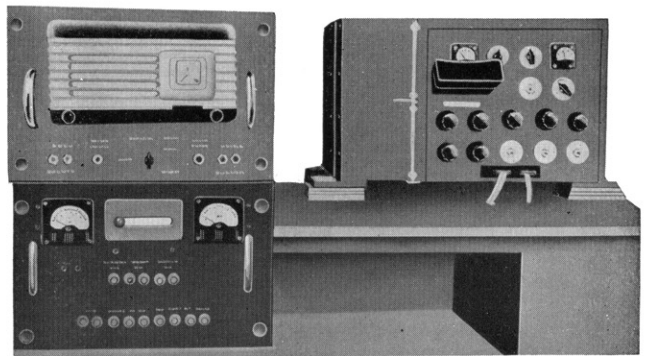


第5図 構造探査用電気探鉱器

この測定器は 過去約20年近くの間 構造探査用電気探鉱器として使用されてきたものであり 現在は古めかしい型のものに属する。本器は inductor compensator と polarization compensator とを内蔵する一種の電位差計で 0.05～495mV の測定範囲を有しており 約 1.5 km までの構造探査に充分役立つ。

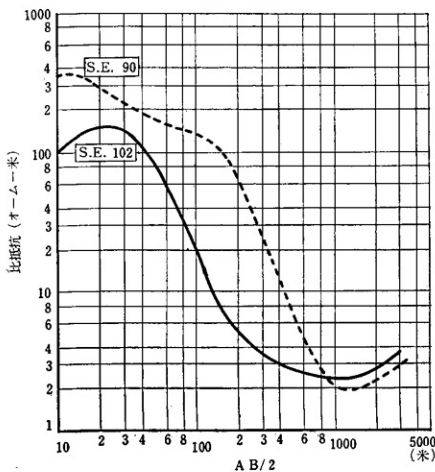
部構造を反映する地電流分布の 微弱な変化を弁別され その結果 第7図に示すような比抵抗図表がえられ 第8図のような地下構造断面図が作られるようになってきた。

地質調査所では 深部構造探査に このような電気探査法を適用するため その実用化に必要な種々の基礎的研究を開始している。(物理探査部)



第6図 構造探査用電気探鉱器

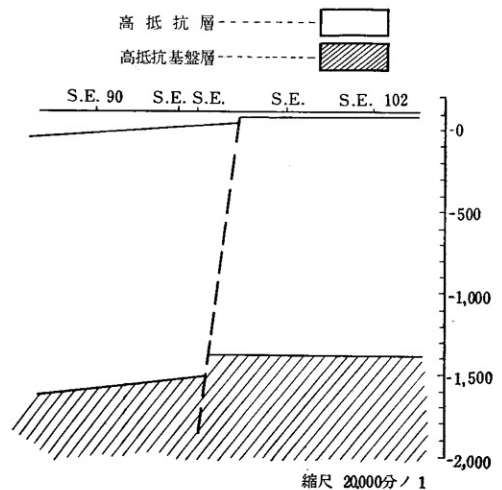
現在はこの写真のような 一種の電磁オシログラフに induction compensator と polarization compensator との外に telluric および stray current noise に対する automatic compensator をも備えた探鉱器が主として用いられている。本器は数 μV の電位変化が測定できるので 深度 3～4 Km の構造探査に使用しうる。



第7図 比抵抗図表

深度の変化にともなう見掛けの(測定される)比抵抗値の変化を両対数上に示し相互の関係を图示したものである。この図表を解析することによって地下構造の推定断面図がえられる。

比抵抗図表を解析することによって この図のような等比抵抗層による断面図がえられる。等比抵抗層が地質学的層と一致するときは このような断面図が構造断面図に相当する。



第8図 地下構造断面図