

現在アメリカでは Schlumberger 社のほか Welex, Lane Well Co, PAGAC 社等の各社が請負式で検層技術のサービスを行っている。

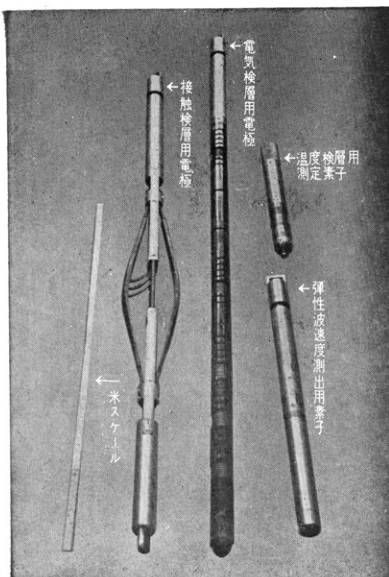
わが国では 昭和11年(1936)にフランスから電気検層の技術を導入して以来 帝国石油kkおよび石油資源開発kkの両者で盛んに活用されるとともに その研究も進められている。

検層 (Well logging) は電気検層がその主体をなしているが 放射能検層も広く利用されており 現在実用化されているものとしては 次のものがある。

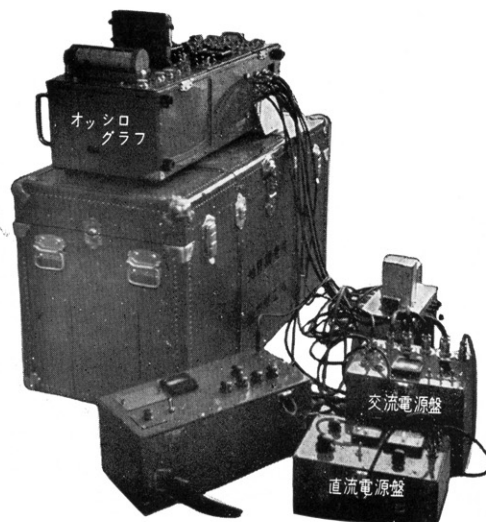
- (1) 電気検層
 - (a) 標準電気検層 (Conventional Electrical logging)
 - (b) 指向性検層 (Focused logging)
 - (c) 接触検層 (Contact logging)
- (2) 放射能検層 (Radioactivity logging)
 - (a) ガンマ線検層 (Gamma-ray logging)
 - (b) 中性子検層 (Neutron logging)
- (3) 温度検層 (Temperature logging)
- (4) 孔径測定 (Section-gauge logging)
- (5) 地層傾斜測定 (Dipmeter)
- (6) その他

フランスの電気探鉱技術者 シュランベルジェ (C. Schlumberger) は電気的方法により坑井内で地層を調べる操作法を發明し 1928年 Pechelbronn 油田で最初の実験を行ったが この操作法を電気検層 (Electrical logging) と名付け 石油・石炭の開発に適用することに成功した。また 彼は電気探鉱会社 (Société de Prospection Electrique) とシュランベルジェ検層会社 (Schlumberger Well Surveying Corp.) を興し 石油探鉱業へこの技術を普及することに尽力した。

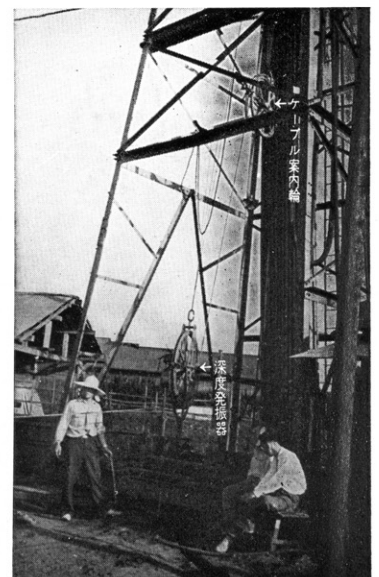
このうちで石油関係を除けば 標準電気検層が主として利用されているにすぎず ときたま接触検層・温度検層も併用されているが 指向性検層はわが国ではまだ行われていない。



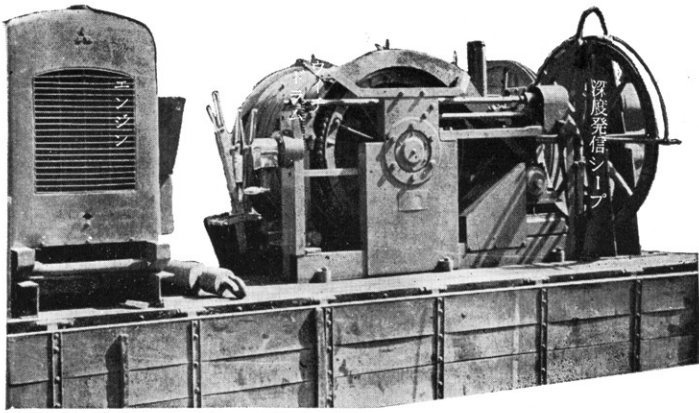
測定素子



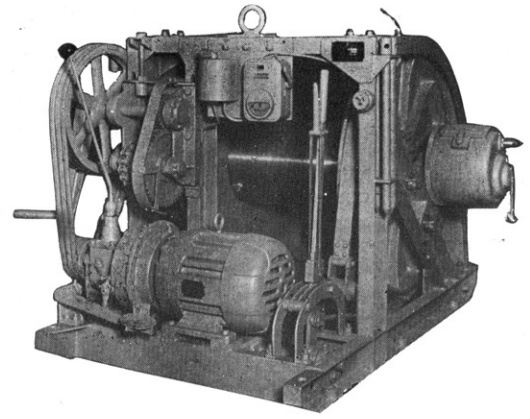
記録装置



電極降下中の井戸



車 載 型 ウ イ チ



可 搬 式 電 気 検 層 用 ウ イ ン チ

電気検層は 石油開発にとって欠くことのできぬ技術とされており 天然ガスの開発への利用も盛んであるが 石炭・ウラン資源・地下水・温泉等の開発に対しても漸次利用されつつある。

放射能検層は ウラン資源の開発にとって欠くことのできぬ技術であるが その他の資源については石油の開発に一部利用されている程度で まだ実用化が十分とはいえない。

欧米では 多くの開発・研究部門において いろいろの検層方法が十分活用されており わが国では測定および解釈技術上の研究が遅れているが その向上が計られているので 広く各部門で利用されだすのも近い将来のことであろう。

電 気 検 層

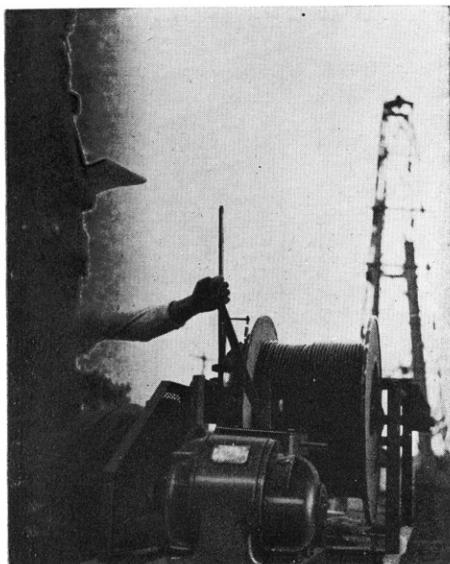
標準電気検層は 自然電位(S. P.)と比抵抗(Resistivity)

とを測定し 地層内に含まれる間隙水の性質と 地層の孔隙率(地層係数)等を推定するものである。

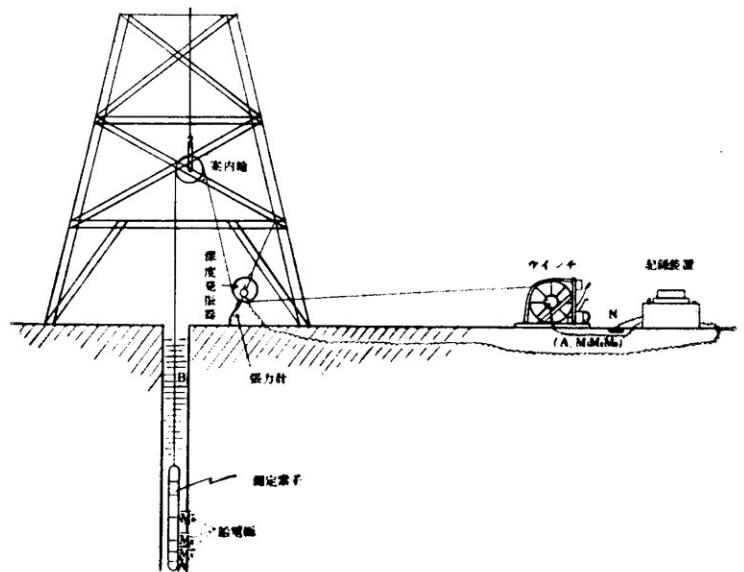
測定は 絶縁体上に鉛電極を設けた測定素子を絶縁電らん(電気検層用としてとくに製作された4~7芯の特殊電線)の一端に接続して 坑井内に降下する。検層図(log)の記録には 多素子電磁オシログラフからなる装置を使用する。

各深度の自然電位と比抵抗の値は 測定素子の移動速度に同期して送られる記録紙上に記録される。測定素子と記録紙の送りとの間の同期は 深度発振器と呼ばれる同期装置を内蔵する案内輪によって行われるようになっている。

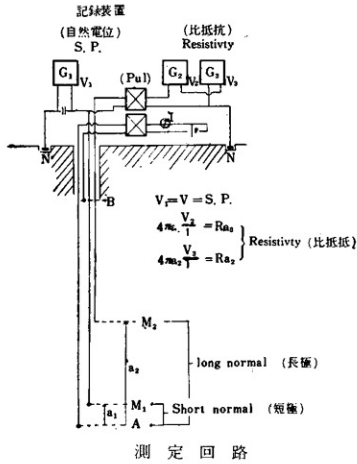
測定電らんは動力装置・減速装置・安全装置等を備えたウインチ(巻き上げ機)に巻き取られている。



小 型 ウ イ ン チ 600m 巻 き



第 1 図 電 気 検 層 作 業 概 観 図



自然電位は 坑井内の
 の透性地層の前面に
 分布する電気化学的起
 電力 (electro chemical
 e. m. f.) と 動電位的
 起電力 (electro kinetic
 e. m. f.) とによって生
 ずるものであるから電
 気化学的起電力 E_0 は
 次の式で表わされる。

$$E_0 = K \log \frac{R_{mf}}{R_w}$$

K : 理論的に求まる定数で温度によつて変る
 R_{mf} : ろ過泥水の比抵抗
 R_w : 間隙水の比抵抗

動電位的起電力 E_f は次の式で近似的に表わされる。

$$E_f \cong K_1 R_{mf} \Delta P$$

K_1 : 理論的に求まる定数
 R_{mf} : ろ過泥水の比抵抗
 ΔP : $\frac{P-p}{p}$: P は泥水圧 p : 地層圧

特殊な場合を除けば 全起電力 (E) は電気化学的なものとみなして差しつかえない。

$$E = E_0 + E_f \cong E_0 \cong K \log \frac{R_{mf}}{R_w}$$

なお 求めうる自然電位偏倚 (V) はこれらの起電力によって坑井内に生ずる電位降下であるから

$$V \leq E$$

である。しかし 直接ないしは補正を施すことによつて自然電位偏倚から E すなわち $K \log \frac{R_{mf}}{R_w}$ を求めることができる。

K と R_{mf} は共に知りうる量であるから 自然電位偏倚から R_w を求めることができる。 R_w は間隙水の温度と含有電解質の種類および濃度によって決まる量であるから R_w を知ることにより間隙水の性質を定性的に推定することができる。

つぎに 岩石の比抵抗 R_0 は R_w に比例し $R_0 = \frac{F \times R_w}{S_w n}$ で表わされる。ここに F は地層比抵抗係数 (Formation

resistivity factor) [地層係数 (Formation factor) と略称で呼ばれることがある] と呼ばれる量であり 孔隙率との間に $F = \frac{c}{\phi m}$ の関係数がある。 F は岩石構造に関係ある量で 地層の性質を考える上で重要な量とされている。また S_w は飽和度であるから $S_w = 100\%$ と考えると 間隙水比抵抗 R_w は前述の自然電位偏倚から求められるので 岩石比抵抗 R_0 を求めさえすれば F の値を知ることができる。 R_0 を正確に求めることによつて F の正確な値を知ること (すなわち地層の物理的性質を知ること) が電気検層の主要課題である。

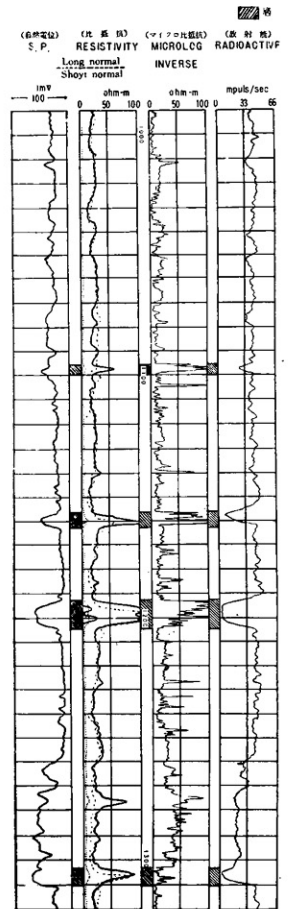
自然電位および比抵抗の測定原理は地表の電気探鉱のそれと変らない(第1図)。しかしながら測定によつて得られる値は見掛け比抵抗 R_a であるから あらかじめ理論的に計算されている偏差曲線 (Departure Curve) を用い R_a を補正して 真の比抵抗 R_0 を求める必要がある (薄い層に対しては R_a から R_0 を求めることが不可能なため指向性検層法が考案されている)。

このような原理にもとづいて透性地層と不透性の地層の判別 およびそのそれぞれの層厚 透性地層内に含まれる間隙水の性質および含油量等を電気検層によつて求め 地下地質を明らかにすると共に 採取条件を科学的に知ることができる。

(物理探査部)

右図はある炭層に対して行われた試錐孔の検層図 (logs) の一例である

自然電位 比抵抗 マイクロ比抵抗 放射能強度の4つの測定結果を並べて図のような1つの柱状図にしてみると各曲線が画く炭層に対する特性から その深度および層厚を求めることができる。



検層図 (Logs) の例
 (Rev industrie mineral から)