論文・報告

本邦における放射能探鉱の測定について*

佐々木 悟**

(昭和29年6月1日受理)

Radioactivity Well Logging in Japan

By

Satoru SASAKI

Abstract: The radioactivity well logging was applied to the Oil Mining Industry in Japan. This imported instrument was tested in Akita oil field. Reliable records were obtained by four well loggings. Then, this method can be employed to obtain an information in secondary recovery operations.

1. 緒言

石油鉱業における坑井調査は最近大いに発展し、作業の正確度・迅速化に役立つている。本邦においても近時2次回収法の発展に伴い、古い油田の地下構造および油層の形質調査が必要となつた。鈍管挿入井の測定は従来の調査方法では不可能であり、上記必要を充すためかねて要望されていた放射能検層機が、関係各位の御盡力により輸入された。本機は今年1月以降本邦油田において活用されている。未だ経験も浅く、研究を要する問題もあるが、一応概要を紹介し坑井調査技術の資と致したい。

2. 測定理論

理論の詳細は外国文献に詳述してあるから概念を記す。

2.1 ガンマー線測定 岩石は一般に非常に微量ではあるが放射能物質を含んでいる。この放射能の強さは実験的には岩質により強さが異なる。すなわち放射能を測定すれば、これに対応する岩質が判定される。 γ 線は数寸の鉄および地層を透過する能力があるから、鉄管を入れた

坑井でも、その外側にある岩石から出る放射能を測定することができる。岩石と放射能の強さを図示すると、第1図の如くなる。

2.2 ニュートロン測定 強力なニュートロン発生源(ラヂウムとベリリウムの混合体)より高速度の中性子を

第1図

地層に放出し、これにより生ずる強力な2次 γ 線を測定する。この強さは地層中に含まれる水素原子(水・油・化合物等としての)の量により変化する。従つて地層中に液体の在る場合と無い場合では、強さが変る。この2次 γ 線は地層固有の γ 線の強さより強力であるから、後

* 昭和29年5月6日第19回石油技術協会總會における特別講演

** 帝國石油開發部開發課長

第 2 図

者の影響はほとんどない。坑井内に液がある深度は、水または油として含む水素原子の量が気体の場合より多いので、ニュートロン曲線のずれにより判定し得る。

3. 測定器

米国ウェルサーベイ社製品で下記部品より成る。

a) 坑内測定器

	r 用	中性子用
測定可能最小孔径	4 $\frac{3}{4}$ 吋 16 封度	同左
重量(封度)	165	240
外径	3 $\frac{5}{8}$ 吋	同左
全長	10 呎 8 吋	12 吋
電離函の長さ	3 吋	1 吋

上記全長はケーシングカラー測定器を附したものである。放射能のカウンターは Ionization chamber を採用し、効率を良くするため高圧のアルゴンガスを充填してある。 r 用と中性子用で電離函の長さが異なるのは、後者の方が強い r 線を測定するためである。

b) 地上測定器(第2図参照)

電源供給装置

増幅器

オッシログラフ

記録制御装置

自動記録装置

上記の各部と坑内測定器は、1 蕊ケーブルで持続されている。極めて微弱な電流の測定をするため帰零法を用い、測定電流は 1 蕊ケーブルを通じ搬送波により伝達される。

4. 坑井測定 (第3図参照)

裸孔・鉄管挿入井、いずれも 4 $\frac{3}{4}$ 吋以上の孔径であれ

ば測定し得る。測定可能坑内温度は 300°F、最高坑底圧 7,800~12,500 p.s.i. である。

4.1 測定準備 掘鑿井は問題ないが、採油井はチュービングを揚げ、槽のないものは測定槽を設置する。坑内測定器は槽より下げた測定滑車を通して、捲揚機により昇降する。捲揚機はガソリンで駆動し、測定速度の調節はエンジンおよびギヤによつて調節する。測定電源として 100 V 線を要する。

4.2 測定作業 古い油井は坑内状況が悪化していたりまたは不明であることが多いので、抑留を防ぐため坑内測定器と同径の管製電極を空下げて測定深度を決める。測定は坑底より坑口に向い、毎分 10~30 呎の速度で行う。 r ・中性子測定は坑内測定器を付け変えて測定する。測定人員は捲揚機 1 名、測定員 2 名、坑井元 1 名を以て行い、測定準備・運搬に際しては所要人員を配する。

4.3 測定時間 坑井測定時間は深度に左右されるべきであるが、本邦の油田は大部分山間部にあり、かつ 2 次回収法の対称となる油田は開発された時代が古いので、準備・運搬に要する時間が大部分を占める。新津油田においてはサービスマシンにより運搬や TP 揚降ができた

第 3 図

ので、平均 350 m 級坑井を 2 日に 1 坑の割合で測定した。坑井休止時間の多いことは産油に影響を与えるので、迅速化の研究が必要である。

4.4 測定結果(第4図、第5図) 本年 1 月 4 日より 2 月末まで、米人技師指導の下に八橋油田において試験測定を行つた。同油田雄物川水攻地区 3 坑、高野地区 1 坑を測定し良結果を得た。第 4 図はその一例であり、参考のため電極・ケーシング資料を併記した。 r 線・中性子曲線ともに左より右に強さを増す。図の 350~440 ft の r

第 4 図

第 5 図

曲線は一番低い値を示し、桂根層の砂岩を示す。300 ft 以浅は高い値を示し砂質頁岩および頁岩を示す。600～1,000 ft の間は頁岩を主とし、これに薄い砂を挟む地層で砂岩より強い値を示す。1,020 ft 以下高い部分は、八橋油田 4 層とされている主要油層で、凝灰質砂岩である。ニュートロン曲線は頁岩では低く砂岩および凝灰岩では高く表現している。地層と含まれている液体の有無については、コア分析およびさらに多くの坑井との対比によらなければ断定し難い。980 ft のニュートロン曲線のズレは液面を示す。1,184 ft の曲線のズレは $6\frac{5}{8}$ " 管尻を示す。

上記試験測定終了後 3 月 23 日より 3 カ月の予定をもつて、新津油田小口地区水攻計画のため 30 坑の測定を実施中である。第 5 図はこれら測定記録のうち特に曲線解析資料を得るため、水攻井として新掘した坑井を裸孔のまま測定したものである。本井は 6 吋ビットを使用し 951 ft 以下コア掘をした。

650～850 ft の γ 曲線が一番低い値を示し、これは I 層(金津層)と呼ばれる厚い砂岩である。1,000 ft 以深の低い部分は II 層(水攻対称油層)で、砂岩に薄い頁岩を挟む地層である。

ニュートロン曲線では頁岩・砂岩の差は著しくない。

これら恐らく砂に液体を含むため頁岩の値に近いものと考えられる。著しく高いピークが表われている部分は、コアがないので断定はできないが、ドライまたは瓦斯砂岩か、密度大なる(泥灰岩等)ものと推定される。

今後測定の進展に伴いさらに解析が容易となるであろう。

5. 應用および研究

5.1 標準放射能測定 放射能曲線の解析は応用上極めて重要である。放射能と岩質の相関性は地域および地質年代により異なるので、各地域に少なくとも 1 本の標準となるべき資料を作成する必要がある。すなわちコアおよびコア分析・電検曲線・坑内状況の明らかな坑井において放射能測定を行い、解析をする。

5.2 多重管坑井の測定 老朽油田の坑井は往々にして数種の鉄管が重複している。これらの坑井測定では γ 線測定は測定感度の上昇により、良い結果が得られる。中性子測定においては、多重管の影響は大きくなる。特に坑内測定器の外径に比較して相当大きな径の鉄管内においては、中性子源より出る 1 次 γ 線の散乱が大きくなり、地層からくる中性子による 2 次 γ 線が弱くなる。

この種の測定に対しては、鉛のシールド管を測定器に附けて研究を行う予定である。

5.3 測定速度 測定記録の精度が実用上さしつかえなければ、測定速度はできる限り速くしたい。地層が厚く均質な場合は、速度の変化は曲線に大きな影響を与えない。しかし互層または薄層を挟在する場合は、速度を適正にしないと、各層は検出されない。この適正速度についてはさらに研究を要する。

5.4 液面および鉄管深度 中性子曲線より題記深度は測定し得る。ただしこの変化が地層の変化と重なる場合もあるので、解析には注意を要する。裸孔の径も中性子曲線に影響を与えるので、古い坑井では掘進ビット径を参照して変位の原因を明らかにする。

5.5 改修作業 鉄管挿入後の坑井作業に際しては、深度誤差の問題が起る。このような場合、放射能検層により作業目的層を測定し、その深度はケーシングカラー探知機により、カラー位置を基準として深度を確認し得

る。これは殊に薄層のガンバー・スキーズに適用すると良い。最近米国では安価な放射能鉱物(カルノ石)をセメント等に混入し、圧入結果を確認している。

5.6 圧入層の判定 水攻法等の圧入井において、適当なアイソトープ(沃素等)を混入した水を圧入して、実際に圧入されている地層を判定する。

5.7 特殊泥水使用坑井 オイルベース・高塩分泥水使用井では電検曲線は良結果を得られないが、放射能検層ではこれらの影響を受けず測定可能である。高圧層掘進等に際して、裸孔測定が不可能な場合は、鉄管挿入後放射能検層により油層深度を確認し、仕上げることができる。

6. 結 語

以上放射能検層の概略を述べたが、実際の応用および解析については経験も浅いので、今後の作業について御意見・御指導を賜りたい。