

反射法の解析について(1) 情報の Picking

—深部物理探査研究 第2報—

川島 威* 南雲 昭三郎*

On the Interpretation of Seismic Reflection Method

(1) Picking of Reflections

by

Takeshi Kawashima & Shōzaburō Nagumo

Abstract

A systematic procedure to pick up both reflections and other informations is presented. This procedure is intended to pick up as many informations as possible from the seismic records. A special attention is paid for the handling of poor informations.

要 旨

最近面積表示方式など、地震記録の表現方法について、著しい進歩が行なわれてきているので、質の貧弱な情報の処理がはるかに高い信頼度で可能になってきている。この報告は、貧弱な情報の処理を主眼として、情報の picking の手続きを系統的に整理したものである。

1. 緒 言

わが国の地震探鉱反射法における解析技術は、最も不満足の状態に取り残されているものの1つである。ここでいう解析とは、現場作業で得られた地震記録から地下構造に関する情報を取り出し、それによつて地下構造を推定し、石油の探鉱開発の種々の段階にわたつて地震探鉱の結果を利用するすべての過程を意味しているものである。

地震記録のなかには地下構造に関する情報が数多く含まれている。従来これらのなかから、おもに顕著な情報しか利用されておらず、質の貧弱な情報 (poor information) の取り扱いがきわめて不満足の状態におかれている。

わが国においては、構造の規模が小さく、褶曲の程度が著しく、また良好な反射面の無いこと、表面層の不規則性等によつて、顕著な反射波を得ることは、種々の現場操作の工作にもかゝらず難しい場合が多い。また顕著な反射面が存在しているも、地下構造の経済的に重要

な位置においては、反射波が貧弱になることは普通のことである。したがつて、質の貧弱な情報の適切な処理は、地震探鉱結果を価値あらしめるために非常に大切なことである。これらの事情はすでに Dix の教科書 (1952)¹⁾ に繰り返して記されており、また、Case History (1948, 1956)²⁾ のなかにも散見されている。しかしこれらの質の貧弱な情報の処理の手続きを整理することは非常に困難なことで、多くの場合解析者の経験による主観的判断に任かされてきている。

最近地震記録の表現方法について著しい進歩が行なわれ、従来 Poor と判定されていた情報もその信頼性がより以上に確かめられるようになってきている。この機会に、質の貧弱な情報の処理を主眼として解析法の全般にわたつて筆者らの私見を述べてみたいと思う。

この報告は、まず情報の picking (読み取り) について述べたものであり、次の報告(第3報)は読み取られた情報から地震断面図を作成する手続きについて述べたものである。これらの報告は解析法の手続きに対する1つの試案であつて、不充分的の所も多く、また従来行なわれていることと重複するところもあると思う。しかし、これらの整理された手続きがルーチン作業の案内役を果し、情報の picking に落ちがないようになり、その結果従来以上に地下構造が明らかになってくれれば幸いと思う。また具体的事例について、個々の手続きがさらに改良され、豊富になって、より一層完全なものになってゆくことを希望する。

* 物理探査部

情報の読み取り (picking) : 地震探鉱反射法の解析作業は、地震記録のうえから反射波その他色々の情報を読み取ることから始まる。

地震記録のなかに含まれている数多くの情報をもれなく拾いあげてゆく手続きについて、個々の原理的な注意は Dix の教科書に述べられている。しかしまだ一定の手続きを述べたものは無いために、顕著な情報は拾いあげられるが、貧弱な情報は解析者の主観的判断によつて取捨選択され、貧弱な情報を処理する一定の規則というものはないようである。

また情報のなかには、従来読み取っている normal time T. step-out time ΔT のほかに、line up の曲率とか、horizon break とか、隣接記録への連続性とか、地下構造に関係するものが数多くあり、これらの情報を系統的に拾いあげて地下構造の解明に役立たせてゆくことは非常に大切なことであると考えられる。

この報告は、質の貧弱な情報の処理を主眼として、情報の読み取りの手続きを整理し、それぞれの注意すべき事項を述べたものである。

ルーチン作業がこのような手続きで行なわれるようになれば、picking に対する解析者の判断も自ら結果に表現され、また再吟味も容易になることと思われる。

2. Marking

情報の読み取りの手続きは、情報の存在に印をつけること (marking) と、その内容を読み取ること (reading) に大別される。

marking は reading に先立つて、記録断面図および個々の記録について情報の存在に印をつけること、さらに reading のさいに、読み取った位相に読み取りの印を書入れることによつて行なわれる。

2.1 記録断面図

地震探鉱の解析は、地震記録を通じて地下構造を明らかにすることを目的とするものであるから、仕事を進めるにあたって、波動論的に地震記録を検討するとともに、常に地下構造を明らかにする観点から全体の記録の相関に注意していかなければならない。

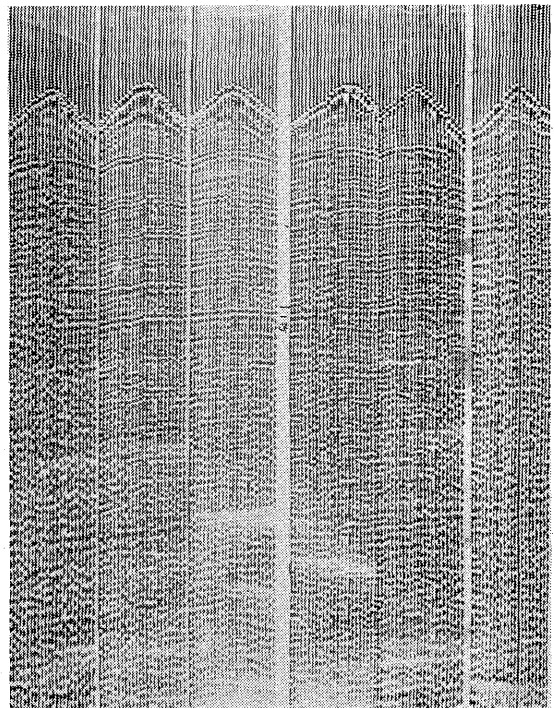
そのためには適当な縮尺の記録断面を用意して、普通の記録と併用し、巨視的に考えたり微視的に検討したりしながら解析を進めることが望ましい。

最初に、この縮尺された記録断面のうえで位相の揃いをつなげて反射層準を設定していく。大体の傾向を知るための解析であればそのまま読み取つてもよい。しかし、精度の高い解析を行なうためには、これを参照しながら普通の記録を検討し、印をつけていく。

とくに貧弱な位相の揃いから、仮想反射層準を設定していく場合には、縮尺された記録断面によつて大勢を誤まらないように配慮することが必要である。記録断面によつて、広い視野で記録を検討することで、line up が途切れているところが、反射面そのものが切れているのか、あるいは、他の波との干渉によつて反射波がみにくくなっているのか、明らかになることが多い。

2.2 連続反射層準の設定

構造も比較的単純で、良い反射面がある場合には、記録断面上に顕著な位相の揃いが続く。第1図に示した記録断面の比較的浅い部分は、その一例である。最初にこのような顕著な位相の揃いをつないで連続反射層準を設定し、全体の構造について概略を推定する。



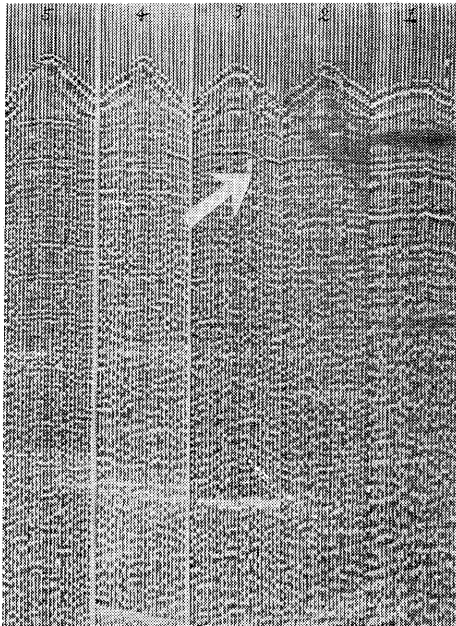
第1図 記録断面—連続反射層準(1秒以後)および仮想反射層準(1秒以後)の例

この記録断面上に設定された反射層準は、いわば時間断面であるから、これから地下構造を推定するには反射面の位置がかなり変動することがあることに注意しなければならない。反射面が深く、傾斜が大きい時は、かなり大きく変動する。

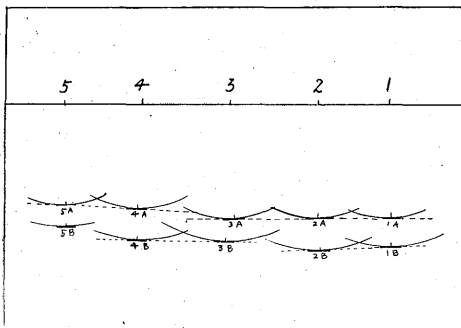
顕著な位相の揃いから連続反射層準を設定するのは、貧弱な位相の揃いから仮想反射層準を設定するより概して問題が少ない。しかし情報が鮮明であるために、細かな情報も判別できる場合が多い。すなわち、卓越位相の

変化、反射層準の途切れ、わずかな曲率の違いなどが判別されることが多い。これらの情報が構造上重要な意味をもつことが多いから、気のついたことはすべてメモしておくとうい。

このように、記録の良い部分で問題になる例をあげよう。第2図(a)は記録断面の一例であるが、浅い line up は一見したところよくつながっており、わずかに曲率に変化があるだけのように見える。この部分を計算して地震断面図に表現してみると第2図(b) S.P. 1から S.P. 1→S.P. 2→S.P. 3 と反射層準を設定して行った場合と、S.P. 5から S.P. 5→S.P. 4と設定した場合で若干深度が食い違う。そこで S.P. 3の記録を詳細に検討した結果、line up が若干乱れており、さらにより深い所の line up 地震断面等を検討した結果、こゝに断層を



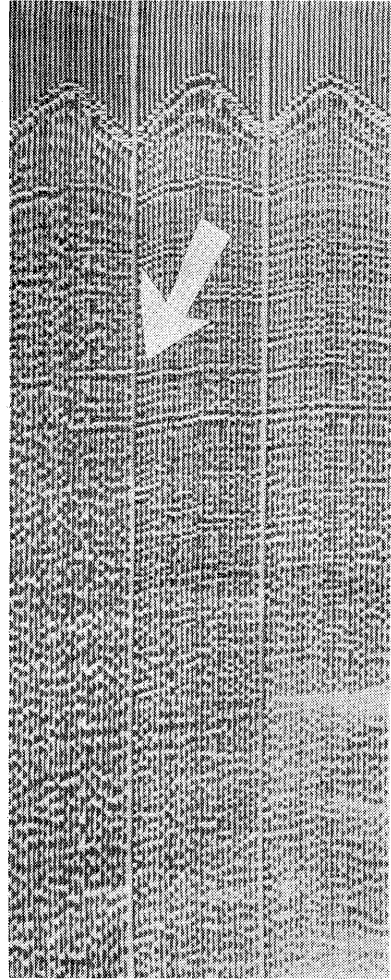
第2図(a) line up の曲率のわずかな変化から断層を推定した例



第2図(b) 第1断面図

推定したのである。

第3図の場合は、卓越位相が変化した一例である。この場合は上下の line up は異常なくつながっているし、他に断層を推定するような情報はみあたらない。したがって単なる岩相の変化と判断されたところである。



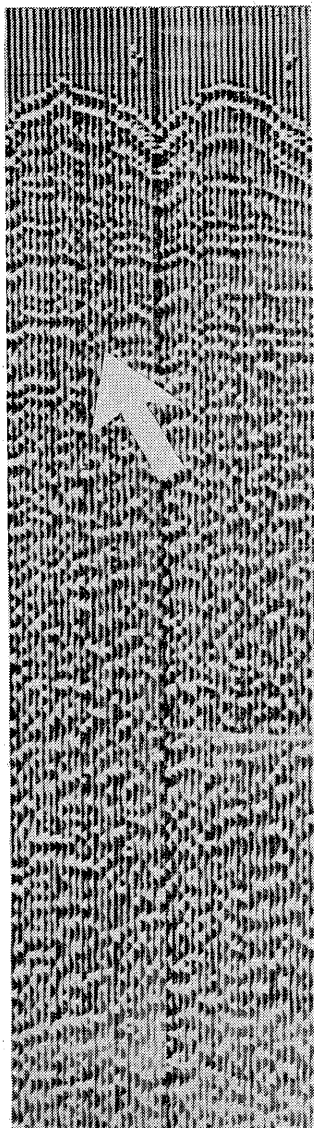
第3図 卓越位相の変化—岩相の変化によるものと推定した例

第4図は line up が途切れた場合の一例である。この途切れはこの付近の他の測線の記録も検討した結果、断層と推定された。

また顕著な位相の揃いが何枚もみられる時には、一応その normal time を検討してみることが必要である。浅い反射層準に比較して、その normal time が整数倍のものがいくつかある時には、一応多重反射の可能性が考えられる。後でくわしく吟味をする必要がある。

2.3 仮想反射層準の設定

連続反射層準が設定できたら仮想反射層準の設定にと

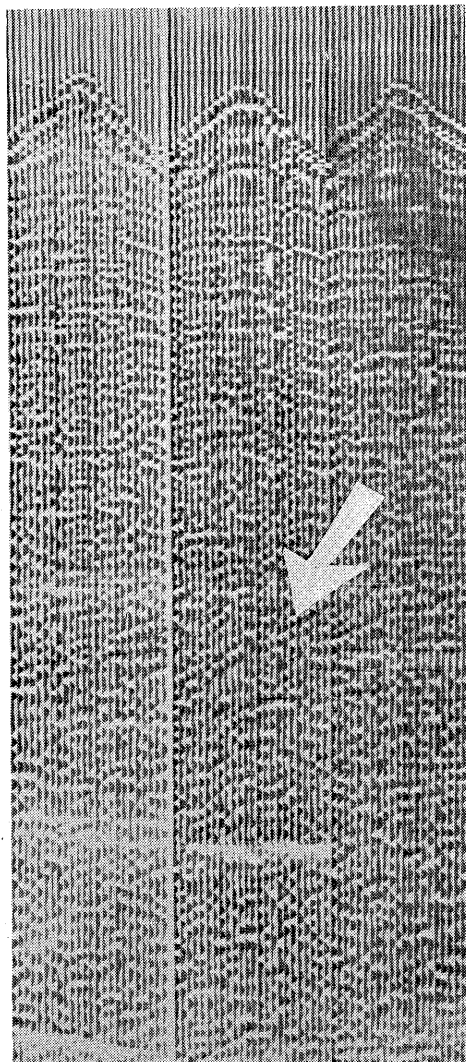


第 4 図 反射波の line up が途切れている例—断層を推定した

りかかる。

反射波の位相の揃いが貧弱で、目を細めてみたり、記録を斜めからすかしてみたりするとどうにかつながって見える場合で、それだけにどうつなげるか問題は多い。反射波のよくでる地域でも、深い反射になると反射波の質は貧弱になり、仮想反射層準としてでなければつながらなくなる。第 1 図に示した記録断面も、1 秒以下になると反射は貧弱になり、仮想反射層準を設定する例といえよう。

この場合には、まず部分的ではあるが顕著な位相の揃いにマークし、全体の構造を考えながら相関をつけ、仮

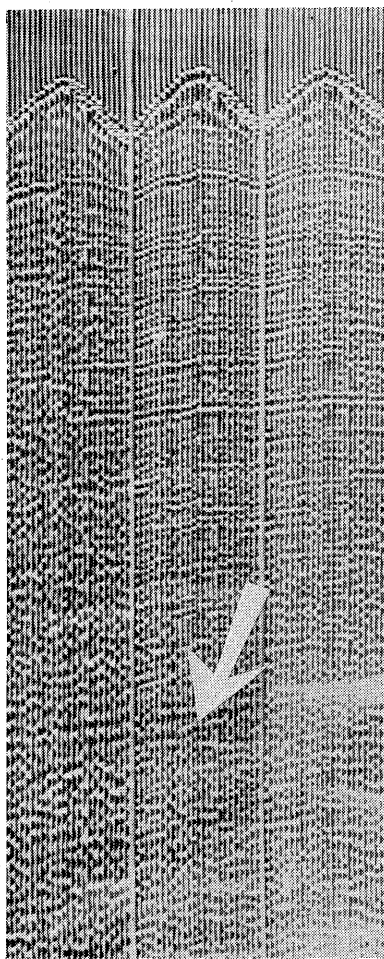


第 5 図 反射波の line up が途切れている例—急傾斜の line up の干渉による

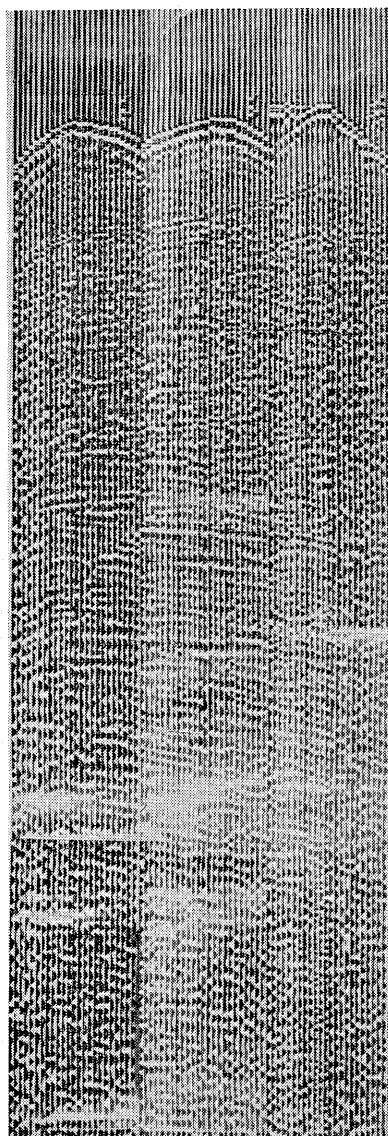
想層準を設定してゆく；どこで途切れるのか、どこは Doubtful ではあるがつながるのかを判定することが重要になる。

第 5 図の例は、仮想反射層準が途中でどうしてもつながらなくなった例である。この場合には、反射層準が途中で急傾斜の位相の揃いによって遮られている。記録断面の上で反射層準を設定するさいにはこゝで途切れてしまったのであるが、波面を作図して包絡線を引いてみると、非常に円滑につながる。反射面が切れているという積極的な情報もないので、こゝは Doubtful ではあるが、反射面が続いていると判断された例である。

第 6 図のように、位相の揃いをどう相関させるか、判断に迷うことも多い。当然こういうときには二通りの解



第6図 信号が益弱で2通りに解釈できる例



第7図 反射波の干渉

積が可能なものであり、どちらとも判断がつかぬときには二通りに読み取っておくべきであろう。多くの場合、三次元的な構造の影響で、異なつた方向から到達した反射波が干渉し合っていることが多い。

地表条件などの影響で、ある部分だけ位相が乱れており、そのために誤つて相関させることもあるから、仮想反射層準を設定する時には相関に注意することが必要である。

2.4 反射波の干渉

構造が複雑な場合には、反射面自体としては反射係数が大きく、質の良い反射波が到達していても異なつた方向からの2つ以上の反射波が同時に到達し、互いに干渉し合つて非常にみにくくしていることがある。

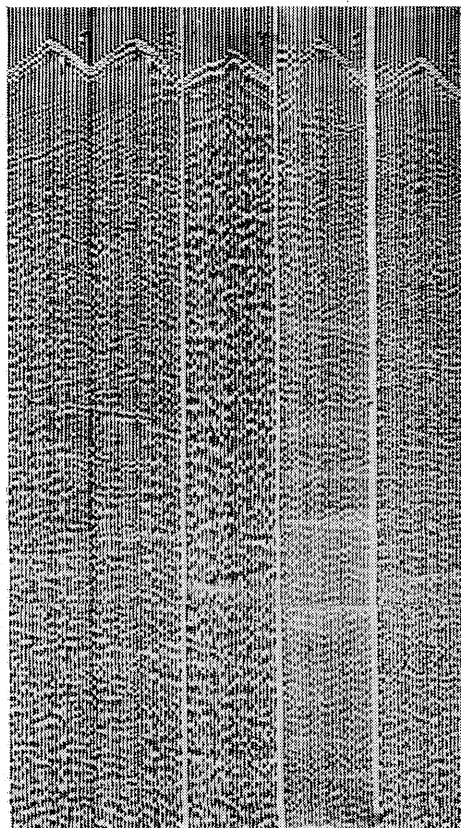
第7図はそのような例である。この場合には3~4の方向から波が記録されている。

このように幾つかの波が干渉している時は、骨惜し

せずにあたつてみることである。

こういう複雑なところの解析の場合には、記録断面から深度断面に移すときの反射素片の変動(migration)に注意しなければならない。記録断面がみていた印象と、深度断面に表現したときの印象とはかなり異なることがある。

第8図の記録断面は、位相の揃いがばらばらで、記録断面のうえから構造を推定するのは困難である。根気よく読み取つて深度断面に表現してみた結果が第9図の第2断面図であり、これによつてはじめて断層帯を推定し、その位置を設定した例を第10図の第3断面図に示



第8図 記録断面—見したところ反射の信号が貧弱で構造を推定することは困難であるが解析によって断層の位置を設定した例

した。

2.5 貧弱な反射波の処理

反射波が貧弱な場合に、仮想反射層準を設定することを述べたが、さらに貧弱になると仮想反射層準でさえ設定できず、部分的な反射として処理せざるをえない場合も多い。位相の揃いが悪く、反射波か、回折波か、または偶然の位相の揃いか判定のつかないものもある。記録断面のうえからは解釈がつかなくなかったものが、深度断面に表現してみると複雑な構造からの反射波であることがわかった例については前に述べた。第11図にみられる部分的な反射波は計算してみると、反射素片が migration によって急傾斜になり断層の indication として役立つ例である。貧弱な情報をどの程度読み取るかということについてはいろいろ意見もあるが、これらの例は、貧弱な反射といえどもできるだけ読み取って、一応深度断面に表現してみるべきであることを物語っている。

その地域の地質構造に特徴的な傾向があつたり、または調査の進む過程で構造がある程度わかってきたりして、前もって構造が予想される場合には、そのような構

造の indication があるかどうか意識的に検討することも必要になる。情報が貧弱なためにみいだしていたものを、意識して検討した結果みいだす例も多い。

2.6 Marking のためのいくつかの工夫

記録断面に反射層準を設定する過程では、ある傾向の情報だけをマークし、他のものをのぞいて考えたり、まったく違った観点から相関をやり直したり、また原記録に帰って検討したりしながら作業が進められ、解析者の考えもまとまってくる。したがって何枚かの記録断面があれば都合が良い。縮尺した記録断面であればその上に透明なセロファン (またはビニールセルロイド等) を何枚か貼りつけて、その上から陶器用鉛筆^{註1)}でマークしてゆくと便利である。必要に応じてセロファンをはがってみればよい。

普通の記録は大きいので、そのような便法は無理である。読み取り用としてマークする記録と原記録として残すものと2枚再生しておくことが望ましい。青写真に複写することもよく行なわれるが、時刻線はかなりみにくくなり、これで詳細な検討をするのは能率が悪い。解析用として時刻線だけの記録をとつておいて、読み取りの時に細長く切つて青写真に貼りつけて使うことも一つの工夫であろう。

3. Reading

marking が終わったら reading にかゝる。読み取った資料はまず機械的に計算し、第一断面図^{註2)}を作成する。さらに記録断面と対応させながら、地震資料を詳細に検討し、第2断面図を作成する。解析の進む過程でふたたび記録にかえつて検討することを再読み取り (repicking) と呼ぶ。再読み取りのさいには、正常な反射波かどうか疑わしい位相の揃いについても吟味する。

3.1 読み取るべき資料

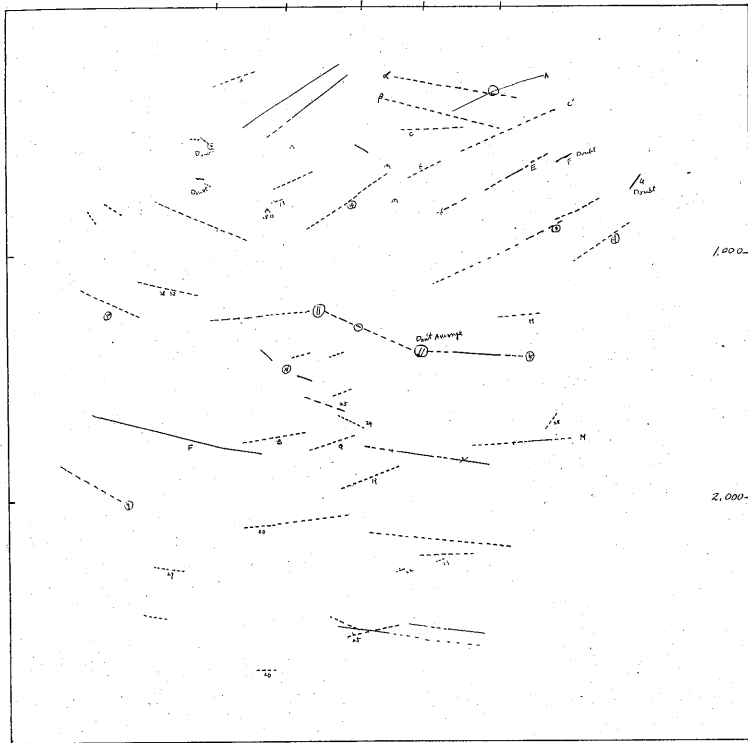
従来は主として到達時刻 T 、時刻差 ΔT 反射の質等を読み取っていたが、地震象に含まれている情報はもつと豊富であり、できればそれらの情報をすべて読み取り、構造解析に役立てたい。筆者らは読み取るべき資料として次のものを考えている。

(1) 反射波の到達時刻および時刻差 ($T, \Delta T$)

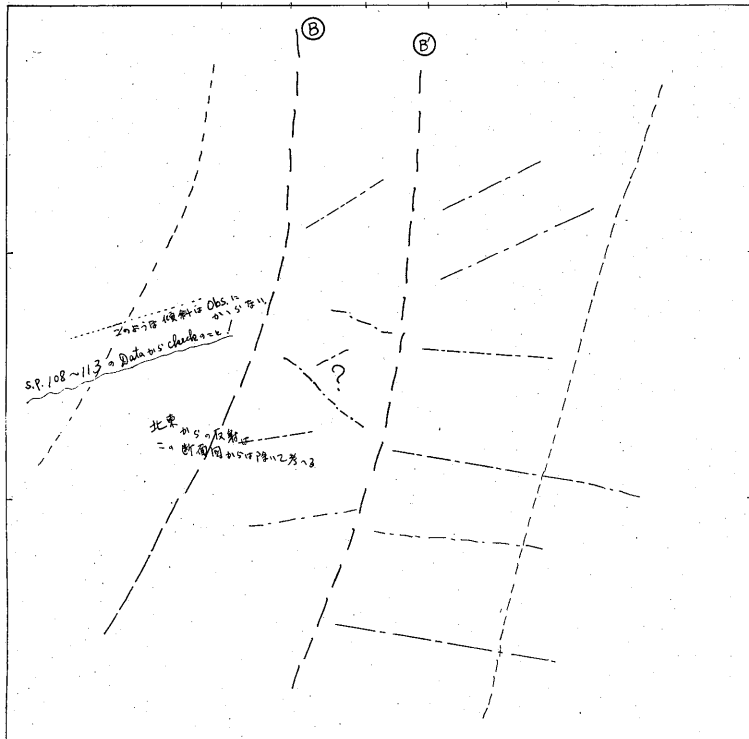
この場合、山をとるか谷をとるかはよく問題にされる場所である。筆者らはできるだけ前の位相を読み取るべきであると考えている。波が尾を引いている場合に、

註1) 陶器用鉛筆としては、三菱から“DERMATOGRAPH”として市販されている。

註2) 地震断面図については、次の報告(第3報)で詳しく述べる。



第 9 図 第 2 地震断面図—第 8 図の記録を深更断面に表見したもの



第 10 図 第 3 地震断面図—地質構造を解釈して断層の位置を設定した

あとの方の振幅の大きい位相を追えば追えば追いが、最初の位相の方が器械的な歪をうけることが少ないから、正確を期するためには、できるだけ前の位相を読み取るべきであろう。

また、実際に読み取る時には template を用いて雑振動や表層の影響等の偶然の要素をのぞいて読み取る (Template の項参照のこと)。

(2) 反射の質

反射波の振幅の良否と位相の揃い方の連続性を考慮して、G (Good), F (Fair), P (Poor), D (Doubt) の4つの等級に分ける。その基準は次のとおりである。

G: 振幅も大きく、長く続いているもの

F: いずれか一方がやゝ劣り、一段下げた方が良く認められるもの

P: 振幅および連続性の両方とも貧弱であるか、またはいずれか一方が良好であっても、他方が非常に貧弱である場合で、しかも反射波であることが確認されるもの

D: 一応位相の揃いを追うことはできるが反射波であることが疑わしいもの

(3) 隣接記録への連続性

連続断面法で記録断面ができている場合には、反射波の line up が続いていることは反射面が続いていることを意味する。したがって隣接記録へ位相の揃いが続いているか否かは、地震断面で反射素片をつなげて良いかどうかを決定する。隣接記録への連続性はぜひ読み取っておくべき資料である。

(4) Line up の曲率

template を用いて line up の曲率を検討する。曲率の大きすぎるものは回折波の疑いがあるし、曲率がゼロの場合には反射屈折波 (reflected refraction) かも知れない。後の段階でくわしく検討するさいに役に立つ。もちろん速度仮定が違ったり、地層に傾斜があれば曲率は変わるの、その点の点検にもなるわけである。

(5) 地表条件および浅い地層の不規則性

実際に読み取るときには、template を用いてこれらの影響をのぞいて読み取るべきである。しかし、解析作業がある程度進んでから、また記録に帰って見なおすさいに、その影響を見おとさないように、読み取り用紙に記しておくとうい。

(6) その他

上記の資料のほかに、回折波・反射屈折波、または多重反射らしい波があるとか、反射層準の途切れ、卓越位相の変化等の気のついたことはすべて記しておく。

また、記録断面の上には、どういう波か解釈のつかない位相の揃いがあることも珍しくない。これらは解析の

進む過程で解釈できることも多いので、気のついたことはとにかく記しておくべきである。とくに解析者の判断が加わったときには、その判断の基礎を記録しておくとうい。解析が進むにつれて、始め抱いていた考えが否定され、新しい考えが支配的になつてくることは珍しくなく、むしろそういうことが繰り返されてゆくのであるが、その過程で前の考えを検討するのに、前の判断の基礎になつたものが記されているか否かで非常に違ってくる。

第12図に、読み取り用紙の一例を示す。機械的に読み取つて、しかも落ちなく以上の資料を読み取りうる用紙を用意しておくべきであろう。

3.2 再読み取り (repicking)

第1断面図ができたなら、第2断面図の作成にとりかゝる。第2断面図には line up の連続性は反射面の長さとして表現されるから、反射波の質としては、記録のとおり振幅の変遷をそのまま読み取る。また、反射層準の途切れ、回折波、反射屈折波等の意味のある line up について詳細に検討する。

(1) 反射層準の途切れ

line up が急に消失したり、だんだん貧弱になつて追跡できなくなることが多い。前に掲げた第3図は卓越した位相が徐々に小さくなって、その代りに一つ後の位相が卓越してくる例である。第4図、第5図はそれぞれ line up が途切れてつながらなくなつた場合の例であるが、第4図の場合には断層を推定しており、第5図の場合には、line up は途切れてはいるが断層は推定していない。これらの line up の途切れの原因としては、岩相の変化、断層の存在、地表条件の変化、他の波との干渉等が考えられる。これらの現象が何を示しているかは、上下の line up の状態、回折波の有無、地表条件等を考慮して判断を下すのである。したがって line up はどこまで続いているか、どのようにして途切れるか、どこで卓越している位相が変わつたのか、地表条件はどうか、他の波との干渉は考えられないかなどの記録を書添えておくことが、後の地質的解釈の段階で非常に役に立つ。

(2) 回折波

よく知られているように、断層などによつて反射面が消失したさい、その途切れた点から回折波が発生する。したがって回折波は断層の判定のためには有力な情報である。

variable area, variable density 等による断面図表現が用いられるようになってから、回折波らしい波の走時は著しく認めやすくなつてきた。回折波を判定する鍵は

move out time である。回折源は反射面の途切れたところであるから、反射波が見掛け上発生している点、すなわち image point に較べれば $1/2$ の深さであり、move out time がかなり大きくなることは直感的にもわかる。正確には断層と測線とが直交する時には $1/2$ の深度の反射波の move out time と等しくなり、平行の時には同深度の反射波の move out time と等しくなる(くわしくは南雲(1958)³⁾ の報告を参照されたい)。また理論的には反射点は受振点とともに移動するが回折点は一定なので、回折波の波形は一定であり、この点でも判定が可能なのわけであるが、実際には波形の検討は困難なので主として move out time(line up の曲率)から判断する。深い所からの回折波は、曲率が小さいので反射波との判別が困難である。この場合には一応深度断面に移してみると正常な反射より傾斜が急になっているから判定できる場合が多い。この傾斜はあまり意味がなく、むしろその位置が反射を生じた場所を示すものとして意味をもってくる。

第 13 図は回折波の例である。このように鮮明に回折波が認められれば、line up の曲率からその中心の位置が求められる。これは回折波が発生した位置、すなわち反射面が消失した場所である。このようにして断層の位置が設定される。

(3) 反射屈折波

比較的浅いところで、move out time が全くない line up があれば、一応反射屈折波と考えられる。第 14 図はその例である。この場合は構造を推定し走時を検討した結果、唯一の解ではないが断層帯からの反射屈折波と考えてもよいことが確かめられた。

(4) 多重反射

顕著な反射層準が何枚もある場合に、normal time が浅い層準の整数倍であるものは、一応多重反射の可能性があることを前に述べた。

それをくわしく検討するためには次の 3 点を吟味することが必要である。

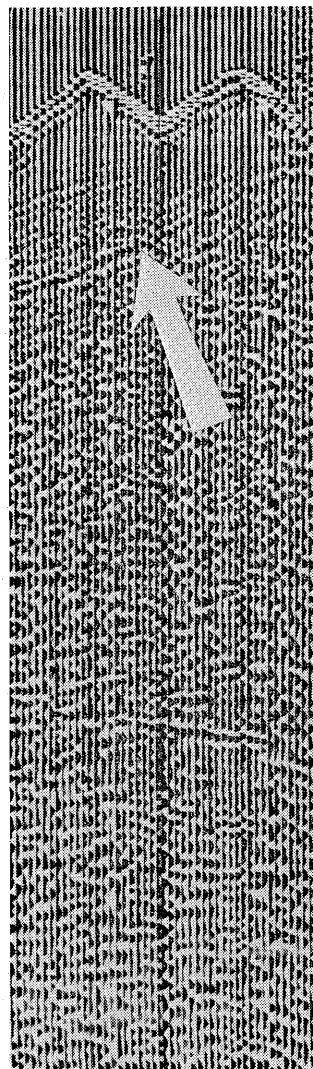
① normal time を調べる。

② move out time を吟味する。地層の速度分布は、深度が深くなるほど速度が大きくなることが多いから、浅い地層の間を重複している反射波の move out time は正常な反射のそれと比較して大きくなっているはずである。

③ 傾斜を検討する。反射層が傾斜している場合には、その重複反射の回数が増すたびに、見掛けの傾斜は大きくなるはずである。

3.3 Template

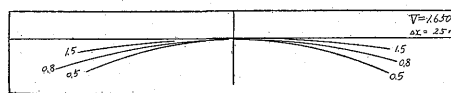
Dix の教科書に記されている反射波読み取り用の



第 14 図 反射屈折波と思われる line up の 1 例

template は、実際に使用して非常に役に立つものである。第 15 図は筆者らの使用している template の一例である。 $V_0=1,650$ m, 受振点間隔 25 m について、normal time $T_0=0.5, 0.8, 1.5$ sec の水平な反射面からの反射波走時の理論曲線を入れたものである。表層速度 V_0 , 受振点間隔は、各現場ごとに異なるので、幾種類も作る必要がある。

template については、次の 3 つの使い方がある。



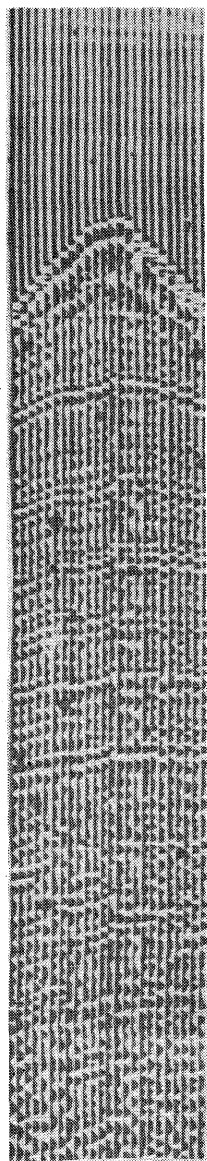
第 15 図 Template われわれが使用しているもの
 $V=1,650$ m/s $\Delta x=25$ m

(1) 反射波の判定

template を line up の上に当て、line up の曲率を理論曲線と比較検討する。これは反射波の到来方向を判定し、反射波か、回折波か、または反射屈折波かを判定する資料とする。

(2) 地表条件および浅い地層の不規則性の除去

第16図は浅い所に顕著な反射があり、しかも浅い地層の不規則性により line up に凹凸がある実際の例である。深い反射にも浅い地層の不規則性の影響が明瞭に認められる。このような場合に template を用いて浅い地



第16図 浅い所に顕著な反射があり、浅い地層の不規則性が明瞭に認められる例

層の不規則性をのぞく方法については、Dix の教科書に述べられている。すなわち浅い反射の line up の上に template を載せ、その凹凸をマークし、深い反射を読み取るときにはその影響をのぞいて読み取るのである。

(3) ΔT の読み取りの精度を高める

template を用いずに ΔT を読み取る時は、その読み取りに用いるトレースが偶然の要素によつて影響を受けている場合に、かなり大きな誤差が入ることが避けられない。template を用いて、line up の上に理論曲線を合わせ、個々のトレースの凹凸はのぞいて template の傾きで ΔT を読み取れば、偶然の要素による誤差は避けられ読み取りの精度は高くなる。

template を用いて T, ΔT を読み取る時に前の印を消し、新しく読み取った位相の上に印を書入れ、読み取りの番号をつけておく。このように読み取りの印を書入れておくことは、地震断面図と記録を対応させて検討する時に、ことに ΔT の誤差を検討する時に役立つものである。

4. 結 語

最近面積表示方式等、地震記録の表現方法について著しい進歩が行なわれてきているので、従来、きわめて不満足な状態におかれていた質の貧弱な情報の処理が、はるかに高い信頼度で可能になってきている。質の貧弱な情報が経済的に重要な意味をもつことも多いので、その適切な処理は非常に大切である。この報告では、貧弱な情報の処理を主眼として、情報の読み取りについて、筆者らの私見を述べた。地震記録のなかに含まれるすべての情報を、できうる限りもれなく表現して、解析内容を充実させることを目的としたものである。

読み取りの仕事は、大別して marking と reading に2分される。marking は顕著な line up から貧弱な line up へ、連続した反射層準の設定から仮想反射層準の設定へ、さらに部分的な line up の marking と進められる。この場合地下構造を明らかにするための構造地質学および層位学的な観点と、波動論的な観点の2つの観点到に立ちながら、巨視的に考察したり、微視的に検討したりすることが重要となる。

marking が終わつたらその資料を読み取るのであるが、読み取るべき資料は、normal time T. step out time ΔT のほかに line up の曲率反射層準の途切れ、隣接記録への連続性等がある。

記録から読み取られた全部の反射波を、機械的に計算して第1断面図が作成される。さらに記録断面と対応させながら再読み取りを行なう。この再読み取りのさいに

は、よりくわしく地震資料を検討し、とくに正常な反射以外の波の可能性のある line up, すなわち回折波, 反射屈折波, 多重反射波等について吟味する。これらの情報はすべて記号化されて第2断面図に記入される。さらに地下構造に対する解釈を総合的に表現した第3断面図が作成される。ここに述べた地震探鉱反射法の情報の読み取りについての筆者らの私見は、不備な点も多いので、種々御批判を頂いて完成されてゆきたい。これによつて、情報の読み取りの手続きが整理され、ルーチン作業における読み取りに落ちがなくなり、その結果精度の

高い解析が可能になれば幸いである。

(昭和35年1月稿)

文 献

- 1) Dix, C. Hewitt: Seismic Prospecting for oil, New York, Harper, 1952
- 2) Geophysical Case Histories, Society of Exploration Geophysics, Vol. I. 1948; Vol. II, 1956
- 3) 南雲昭三郎: 回折波の走時曲線について, 物理探鉱, Vol. 11, No. 3, 1958