

# 屈折境界面のイメージングについて

松岡 俊文・林 徹明（京都大学大学院 工学研究科）

## 1. はじめに

屈折法地震探査は非常に長い歴史を有する地下探査手法であり、現在でも土木地質調査においては中心的な探査法として利用されている。しかしながら地下構造が複雑な場合には、精度があまり良くないと言った評価が最近みられるようになってきた。その理由は、この手法が技術的に確立して以来、その後の技術的發展があまり見られない点にも有ると考えられる。

我々は今回、反射法地震探査で開発されてきた色々なデータ処理解析手法を、屈折波データに適用する可能性について検討し、屈折法地震探査の解析精度向上について考察したので、ここで報告する。

## 2. 屈折法地震探査（萩原のはぎ取り法）とは

屈折面の傾斜が一様でない場合の屈折波の解析法（萩原のはぎ取り法）は、

- (1) 各受振点でのインターセプトタイムを求める
- (2) インターセプトタイムを深度に変換する
- (3) この深度で円弧を描き、その包絡線を結ぶ

と言う手続きを取り、最後に得られた形状が、屈折波を作り出している境界面と考える手法である。（萩原、1951、23p 参考）

さてこれらの操作をよく考えると、(1)の操作で得られたインターセプトタイムは、実は受振点から出た波が、受振点の下にある屈折面に反射して戻って来るまでの走時と考えても良い。ただし、この時の伝播速度は1層目の速度を  $\cos(i)$  で割った物となっている。ここで  $i$  は臨界角である。つまり、萩原のはぎ取り法を用いて得られらインターセプトの値を列べたプロファイルは、実は反射法で言うところの、屈折境界面に対する CMP 重合後の反射記録と考えて良い。さらに(2)と(3)の操作は、今流の言葉で言うならば、深度マイグレーション操作となっていることは明らかである。

この様に実は「萩原のはぎ取り法」は、屈折面からの反射走時に匹敵する情報を取得する手法であり、現在の反射法の考えを内部に含む素晴らしい手法であった。

## 3. コンボリューション演算によるインターセプトタイムの推定

さて屈折法地震探査の問題点は、上で述べた操作を全て初動走時を読みとって、読みとられた数値に対して行っている点である。これはこの手法が開発された当時の探鉱器のシステムや、計算機の利用の状況を考えると仕方がない事であった。しかしながらこのため、波形情報や振幅情報は屈折法地震探査では現在に至るまで、積極的に利用されていない。

屈折法地震探査における計算機の利用は、(2)と(3)において一部試みられている。しかしながらこれらも、読みとられた値を基に行われており、現在の反射法の様に波形を含む観測データ自体を、直接用いたマイグレーション処理ではない。このような手法は、実は反射法の初期においても利用されており、ピックアップマイグレーション処理と呼ばれた。

我々がここで新しく提案するのは、上記の3つの手続きを、初動走時の読みとりを経由しない方法である。さてインターセプトタイムの推定は、着目する受振点でのデータに対して、左右の展開からの走時( $T_{AD}, T_{BD}$ )を足し合わせて、震源間の走時( $T_{AB}$ )を差し引くことである。

今パルスが任意の時刻に1つだけ存在する、2つの時系列データを考える。すると、この2つの時系列データをコンボリューションして得られる時系列データでは、パルスが1つだけ存在する。そしてこのパルスが存在する時刻は、2つの時系列データ上のパルスの時刻の「和」になっている。今この2つの時系列を屈折法によって観測されたデータと考え、パルスを初動の屈折波と見なすと、コンボリューションされた結果のパルスは、左右の展開からの走時の足し合わせた時間( $T_{AD} + T_{BD}$ )に存在している。そこでこうして作った時系列データを、震源間の走時に対応する時間( $T_{AB}$ )だけ、全体にシフトさせる。その結果得られるデータの初動は、屈折法でのインターセプトタイムの所に存在している。ただし震源間の時間( $T_{AB}$ )は事前に読みとっておく必要は有る。

以上の操作を屈折波地震探査データに適用して得られたデータの初動は、屈折境界面に対するCMP重合後の反射記録と考えて良い。ただし波形は2つの屈折波形のコンボリューションとなっていることに注意が必要である。そこでここで得られたプロファイルに対して、(2)と(3)の手続きと同等な、深度マイグレーションを適用することによって、屈折境界面の直接的なイメージングが可能となる。この時マイグレーション速度は1層目の速度を $\cos(i)$ で割った値を用いる。それに必要となる情報は、一層目の速度と臨界角だが、これは通常の方法によって事前に解っているとす。

#### 4. むすび

我々の今回の報告は、屈折境界面のイメージングに対して、基礎となる考えを示すに留まった。しかしながら、ここで提案した手法が実際のデータに対しても一定程度の精度で適応出来れば、反射法で利用されている時系列データ解析を基礎とする色々なデータ処理が、今後屈折法地震探査でも同様に適用でき、解析精度の向上の可能性が開けると考えている。また今回は考察を行わなかったが、多層構造についても、今後ここで述べたアプローチの可能性を検討していきたい。

#### 参考文献

萩原尊禮(1951): 物理探査法 増補版、朝倉書店