

平成 15 年度 地震関係基礎調査交付金

三河地域堆積平野地下構造調査

成果報告書

付録 6 屈折法解析方法(原理)および初動走時

6-1 . 岡崎平野屈折法地震探査データ解析

(1) 屈折波の強調

取得された記録中にはさまざまな速度の反射波および屈折波が見られるが、これらの波を強調するためのディップ強調フィルターを適用した。このフィルターは、隣り合う数トレースからもっとも強いと思われる傾斜した波を抽出するフィルターであり、これにより記録中に見られる屈折波が強調される。

ディップ強調フィルター適用後の屈折波の記録を図 Appendix6-1 (a) ~ (h) に示す。

(2) 屈折波走時の読み取り

屈折波の強調処理を行なった記録につき、その初動走時の読み取りを行なった。オフセット距離が長く、ノイズレベルが高い受振点では読み取りをスキップしたことがある。読み取りは 10 受振点ごとに行なった。

各発振点のスweep回数・オフセット距離と初動読み取り可能であった距離との関係は以下のとおりである。表 Appendix6-1 に読み取った初動走時一覧を示した。

発振点	sweep数	オフセット距離(km)	初動到達距離(km)
VP2001	120	- 11.6 ~ 1.5	- 11.0 ~ 1.5
VP2002	30	- 5.2 ~ 3.4	- 4.7 ~ 2.8
VP2003	140	- 6.3 ~ 8.5	- 4.2 ~ 8.2
VP2004	30	- 4.1 ~ 4.9	- 3.9 ~ 4.7
VP2005	80	- 3.9 ~ 4.2	- 3.9 ~ 3.9
VP726	30	- 4.2 ~ 2.7	- 4.2 ~ 2.7
VP2006	40	- 3.3 ~ 4.5	- 3.3 ~ 4.5
VP2007	100	0.5 ~ 7.8	0.5 ~ 6.6

距離は東から西へ向かう方向を便宜上負の値にしている。

基盤岩からの屈折波の到達距離は、VP2001 発振記録中で、オフセット距離約 11km まで到達していることが確認できる。

(3) 仮想測線へのデータの投影

今回の屈折法測線は、全体的には直線に近いもののやや屈曲している。このような場合は、一直線上に発振点・受振点が並んでいることを想定している屈折波解析手法をそのまま適用できない。そのため、直線状の仮想測線への投影が必要になる。以下にその手法を述べる。

まず、図 Appendix6-2 のように、受振測線が曲がっており、発振点も受振測線からオフセットがあるものとする。次に、仮想測線を選ぶ。今年度の測線では Loc.No.101 と Loc.No901 を結ぶ直線で設定した。

この仮想測線上に発振点位置・受振点位置を投影する。発振点 - 受振点間の直線と投影された直線のなす角度を θ とすると、実オフセット距離(X)と投影された距離(X')との関係は、

$$X' = X \cos \theta$$

となる。これに対して、読み取った初動走時の補正(T)を行なう。表層付近の屈折波でオフセット距離が短い場合は、インターセプトタイム(T_0)が0と見なせるので、補正された初動走時(T')は、

$$T' = T \cos \theta$$

となる。インターセプトタイムが0と見なせないような第2層以下の屈折波初動(T)については、

$$T' = (T - T_0) \cos \theta + T_0$$

として補正を行なう。ただし、 $\cos \theta$ が0.99以上であれば、実用上補正は不要と考えられ、第2層以下についてこの補正が必要なケースは希である。

読み取った初動を投影した走時曲線を図 Appendix6-3 に示す。これには、初動の見掛け速度が示してある。基盤からの屈折波と思われる初動の見掛け速度は、5200m/sec 前後を示している。表 Appendix6-1 には投影後の初動走時も示した。

(4) レイトレーシングによる地下構造の推定

レイトレーシングによる方法では、岩崎(1988)による波線追跡プログラムを用いて、試行錯誤を繰り返し、モデリングによる走時と実記録の走時合わせを行なった。

本年度は屈折法による基盤速度の推定に主眼を置き、入力モデルは、P波反射法から求めた各境界面の深度構造(5層モデル)を仮定して、各層の区間速度のみを変化させ、最もモデルと観測値の走時のずれが少ない速度モデルを最終的なモデルとした。ただし、堆積層の速度については、反射法から求めたものを用い、後続波の説明が出来るように若干変化させた。

屈折法から得られた速度モデルを図 Appendix6-4 に示す。図中の+印は、速度境界深度を与えた点で、境界面はこれらの点の間で直線内挿している。また、図中の数字は各層のP波伝播速度を示し、数字が書かれている点で速度が与えられ、その間は直線内装している。

最終速度モデルに対するレイトレーシング結果と実データとの比較を図 Appendix6-5 (a) ~ (b) に示す。この図は、上から(i)観測走時と最終速度モデルに対する計算走時、(ii)最終速

度モデルに対する屈折波線、を順に並べて表示したものである。各図中()には、()に示したモデルの範囲内での計算走時すべてが表示されているため、実データの無い部分にも計算走時が表示されている。

6-2 . 豊橋平野屈折法地震探査データ解析

(1) 屈折波の強調

取得された記録中にはさまざまな速度の反射波および屈折波が見られるが、これらの波を強調するためのディップ強調フィルターを適用した。このフィルターは、隣り合う数トレースからもっとも強いと思われる傾斜した波を抽出するフィルターであり、これにより記録中に見られる屈折波が強調される。

ディップ強調フィルター適用後の屈折波の記録を図 Appendix6-6 (a) ~ (e) に示す。

(2) 屈折波走時の読み取り

屈折波の強調処理を行なった記録につき、その初動走時の読み取りを行なった。オフセット距離が長く、ノイズレベルが高い受振点では読み取りをスキップしたことがある。読み取りは 10 受振点ごとに行なった。

各発振点のスweep回数・オフセット距離と初動読み取り可能であった距離との関係は以下のとおりである。表 Appendix6-2 に読み取った初動走時一覧を示した。

発振点	スweep数	オフセット距離(km)	初動到達距離(km)
VP16	60	- 10.5 ~ 0.4	- 10.5 ~ 0.4
VP2002	70	- 6.8 ~ 4.1	- 6.8 ~ 4.1
VP311	53	- 3.6 ~ 7.3	- 3.6 ~ 7.3
VP2004	150	- 0.05 ~ 12.5	- 0.05 ~ 12.5
VP2005	200	6.8 ~ 17.2	- 6.8 ~ 17.2

距離は東から西へ向かう方向を便宜上負の値にしている。

基盤岩からの屈折波の到達距離は、測線南端の VP16 発振記録中で、オフセット距離約 10km まで到達している。また、オフセット発振点 VP2005 での発振記録からはオフセット距離 17km 程度まで基盤からの屈折波が得られている。

(3) 仮想測線へのデータの投影

今回の屈折法測線は、全体的には直線に近いもののやや屈曲しているので、6-1(3)と同様に Loc.No.1 と Loc.No.444 を結ぶ直線状の仮想測線へ投影を行った。

読み取った初動を投影した走時曲線を図 Appendix6-7 に示す。これには、初動の見掛け速度が示してある。基盤からの屈折波と思われる初動の見掛け速度は、測線の東側では 6700m/sec ~ 11000m/sec 前後を示し、測線の西側では 6000m/sec 前後を示している。これは東側で急激に浅くなる基盤構造を反映していると考えられる。表 Appendix6-2 には投影後の初動走時も示した。

(4) レイトレーシングによる地下構造の推定

レイトレーシングによる方法では、岩崎（1988）による波線追跡プログラムを用いて、試行錯誤を繰り返し、モデリングによる走時と実記録の走時合わせを行なった。

本年度は屈折法による基盤速度の推定に主眼を置き、入力モデルは、P波反射法から求めた各境界面の深度構造（5層モデル）を仮定して、各層の区間速度のみを変化させ、最もモデルと観測値の走時のずれが少ない速度モデルを最終的なモデルとした。ただし、堆積層の速度については、反射法から求めたものを用い、後続波の説明が出来るように若干変化させた。

屈折法から得られた速度モデルを図 Appendix6-8 に示す。図中の+印は、速度境界深度を与えた点で、境界面はこれらの点の間で直線内挿している。また、図中の数字は各層のP波伝播速度を示し、数字が書かれている点で速度が与えられ、その間は直線内装している。

最終速度モデルに対するレイトレーシング結果と実データとの比較を図 Appendix6-9 に示す。この図は、上から(i)観測走時と最終速度モデルに対する計算走時、(ii)最終速度モデルに対する屈折波線、を順に並べて表示したものである。

付録 - 6 図表一覧

図 Appendix6-1 (a)	岡崎平野強調後の屈折記録(VP2001、幡豆郡吉良町)
図 Appendix6-1 (b)	岡崎平野強調後の屈折記録(VP2002、西尾市菱池町)
図 Appendix6-1 (c)	岡崎平野強調後の屈折記録(VP2003、西尾市西小柳町)
図 Appendix6-1 (d)	岡崎平野強調後の屈折記録(VP2004、碧南市中江町)
図 Appendix6-1 (e)	岡崎平野強調後の屈折記録(VP2005、半田市十一号地)
図 Appendix6-1 (f)	岡崎平野強調後の屈折記録(VP726、半田市新浜町)
図 Appendix6-1 (g)	岡崎平野強調後の屈折記録(VP2006、半田市前潟町)
図 Appendix6-1 (h)	岡崎平野強調後の屈折記録(VP2007、半田市吉田町)
図 Appendix6-2	屈折法仮想測線投影概念図
図 Appendix6-3	岡崎平野屈折法投影後の走時曲線
図 Appendix6-4	岡崎平野屈折法で得られた速度モデル
図 Appendix6-5(a)	岡崎平野レイトレーシング結果
図 Appendix6-5(b)	岡崎平野レイトレーシング結果
図 Appendix6-6 (a)	豊橋平野強調後の屈折記録(VP16、豊橋市石巻本町)
図 Appendix6-6 (b)	豊橋平野強調後の屈折記録(VP2002、豊橋市牛川町)
図 Appendix6-6 (c)	豊橋平野強調後の屈折記録(VP311、豊橋市新栄町)
図 Appendix6-6 (d)	豊橋平野強調後の屈折記録(VP2004、豊橋市神野新田町)
図 Appendix6-6 (e)	豊橋平野強調後の屈折記録(VP2005、田原市緑が浜)
図 Appendix6-7	豊橋平野屈折法投影後の走時曲線
図 Appendix6-8	豊橋平野屈折法で得られた速度モデル
図 Appendix6-9	豊橋平野レイトレーシング結果
表 Appendix6-1	岡崎平野屈折法初動走時一覧
表 Appendix6-2	豊橋平野屈折法初動走時一覧