

平成 15 年度 地震関係基礎調査交付金

伊勢平野に関する地下構造調査

成果報告書

付録 7 屈折法解析方法(原理)および初動走時

(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 Appendix7-1 (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 3 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、屈折波初動フェーズについては全受振点、その他のフェーズについては 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 Appendix7-1 に読みと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)
VP2001	50	0.3 ~ 20.0	0.3 ~ 20.0
VP1276	50	-6.1 ~ 9.3	-6.1 ~ 9.3
VP2002	50	-9.6 ~ 9.4	-9.6 ~ 9.4
VP2003	100	-14.9 ~ 4.1	-11.5 ~ 4.1
VP2004	75	-18.5 ~ 0.5	約-10.0 ~ 0.5

距離は西から東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、S/N に依存するが、四日市市街側での発振ではロングオフセットの受振器がノイズ・レベルの非常に低い朝明溪谷となるため測線西端(約 21km)まで、はっきりと初動が確認できる。逆に四日市市街がロング・オフセット側となる場合には、S/N のよい初動走時が得られるのは約 11km である。

(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 Appendix7-2 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、仮想測線を選び、

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 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。

読みとった初動を投影した走時曲線を図 Appendix7-3 に示す。この図には、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、約5000-6000m/sec前後を示している。

(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 Appendix7-4 に示す。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。

平成11年度に行った屈折法地震探査結果に対しても、6層モデルを用いてレイトレーシングにより速度モデルを推定した。推定された速度モデルを図 Appendix7-4(b)に示した。

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 Appendix7-5 (a) ~ (e)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。図 Appendix7-6(a) ~ (e)には、ショット記録にこれらの結果を示した。

付録 7 図表一覧

☒ Appendix7-1 (a)	強調後の屈折記録(R1 (VP2001)、四日市市羽津)
☒ Appendix7-1 (b)	強調後の屈折記録(VP1276、四日市市西坂部町)
☒ Appendix7-1 (c)	強調後の屈折記録(R2 (VP2002)、四日市市北野町)
☒ Appendix7-1 (d)	強調後の屈折記録(R3 (VP2003)、菰野町千草)
☒ Appendix7-1 (e)	強調後の屈折記録(R4 (VP2004)、菰野町千草)
☒ Appendix7-2	屈折法仮想測線投影概念図
☒ Appendix7-3	投影後の走時曲線
☒ Appendix7-4	屈折法により得られた速度モデル
☒ Appendix7-5(a)	レイトレーシング結果(R1 (VP2001)、四日市市羽津)
☒ Appendix7-5(b)	レイトレーシング結果(VP1276、四日市市西坂部町)
☒ Appendix7-5(c)	レイトレーシング結果(R2 (VP2002)、四日市市北野町)
☒ Appendix7-5(d)	レイトレーシング結果(R3 (VP2003)、菰野町千草)
☒ Appendix7-5(e)	レイトレーシング結果(R4 (VP2004)、菰野町千草)
☒ Appendix7-6(a)	屈折法解釈結果図(R1 (VP2001)、四日市市羽津)
☒ Appendix7-6(b)	屈折法解釈結果図(VP1276、四日市市西坂部町)
☒ Appendix7-6(c)	屈折法解釈結果図(R2 (VP2002)、四日市市北野町)
☒ Appendix7-6(d)	屈折法解釈結果図(R3 (VP2003)、菰野町千草)
☒ Appendix7-6(e)	屈折法解釈結果図(R4 (VP2004)、菰野町千草)
表 Appendix7-1	屈折法初動走時一覧