

b) 屈折法解析

本節では、和歌山県新宮市から京都府綾部市に至る測線全域を対象とした、ダイナマイト発震およびバイブレータ多重発震による広域屈折法解析について記述する。改良型タイムターム法及び波線追跡法によって解析作業を実施した。図 21 に、データ処理フローを示す。

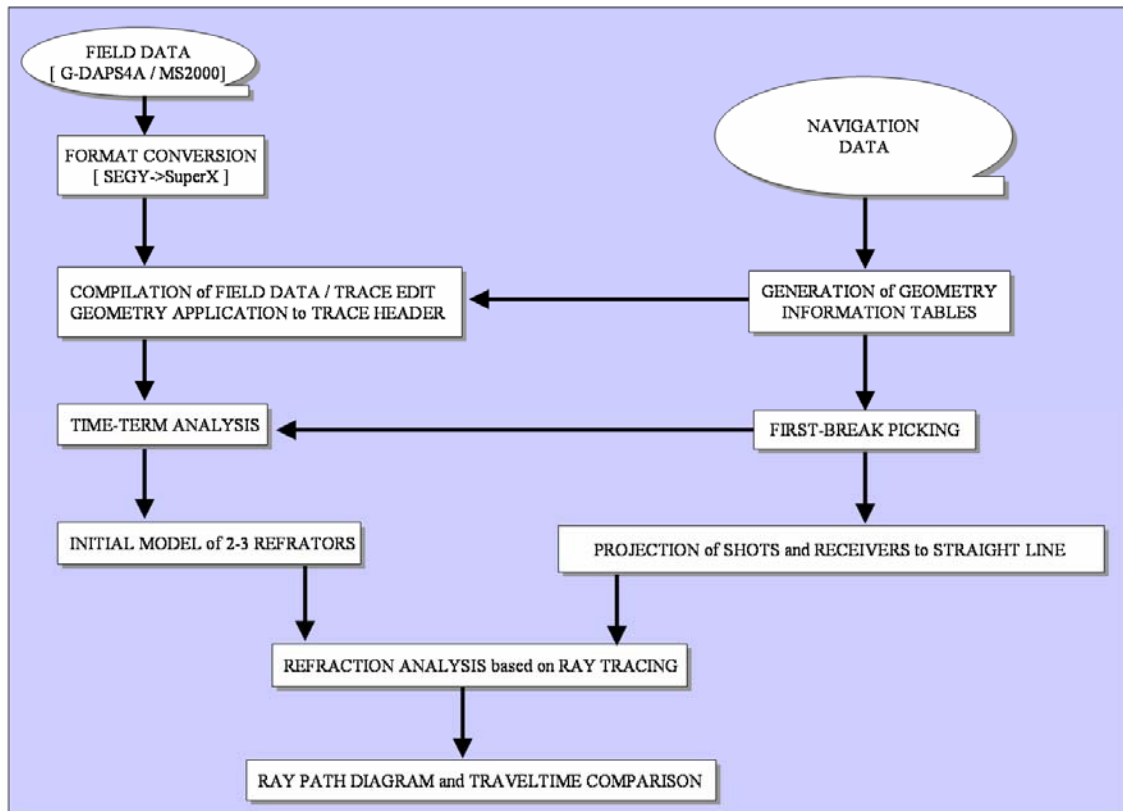


図 21 屈折法データ処理フロー

i) データ編集(Format Conversion and Data Compilation)

有線テレメトリーシステム G-DAPS4A 展開区間及び独立型受振システム MS-2000D の展開区間で取得されたデータを編集、結合し、各発震記録を構築した。MS-2000D で取得されたデータについては具体的に、以下のコンパイル作業を順次行った。

- ・有線テレメトリーシステムの記録装置でデータ収録時に取得した GPS 刻時装置による記録開始時間と記録長をもとにデータ抽出が行われた。
- ・バイブレータ集中発震記録に関しては、ノイズエディットを伴う 'Diversity Edit' 及び垂直重合処理が実施された。この際のノイズエディットパラメータは、ウィンドー長=20.0 秒、冪乗係数=3.0 である。重合数は実際のスイープ回数に応じて 60~200 回である。但

し、'Diversity Edit'は相互相関後のデータについて適用された。

ii) トレースヘッダーへの測線情報の入力(Geometry Application)

SuperX トレースヘッダー(JGI Internal Format)に関して、発震点及び受振点のインデックス、座標、標高値、オフセット距離等の測線情報を入力した。座標系は GRS80 楕円体に準拠した座標値を UTM53 系に投影した値が用いられた。ただし、局所原点を(X,Y)=(580000m, 3830000m)に設定した。

iii) 屈折初動の読み取り(First Break Picking)

初動の読み取りをおこなった。発破記録については、長大オフセット領域の S/N 比向上を目的として記録に予め最小位相型のバンドパスフィルター(6-15Hz)を適用した。

初動の読み取り位置は以下のとおりとした。

- ・ダイナマイト発震 : 立ち下がり
- ・バイブレータ発震 : 正のピーク

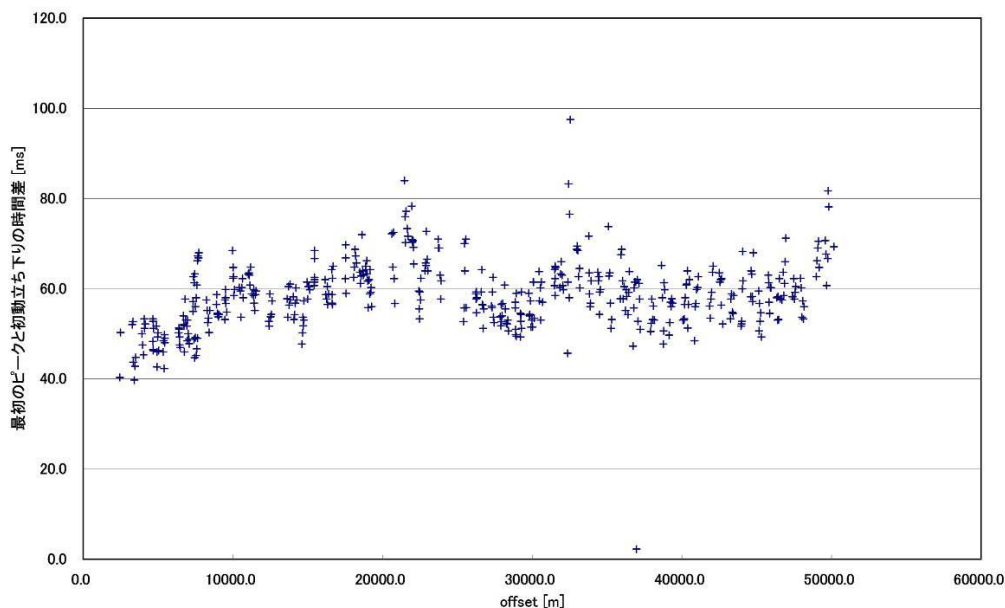


図 22 SP2 における立ち下がり時刻と正のピーク時刻との差

ただし、ダイナマイト発震記録のうち、立ち下がりの明瞭でない長大オフセット領域については、最初の正のピーク位置を読み取った後、一定値を減算することにより初動時刻とした。ここでは、S/N 比の高い SP2 による記録について立ち下がり時刻と正のピーク時刻とを比較した結果から (図 22)、ピーク時刻から減じる値を 58ms とした。この値はオフセット距離による時刻差の変化が小さい部分 (オフセット距離 10km 以上) についての平均値

である。読み取った屈折波について、その走時曲線を図 23 に示す。

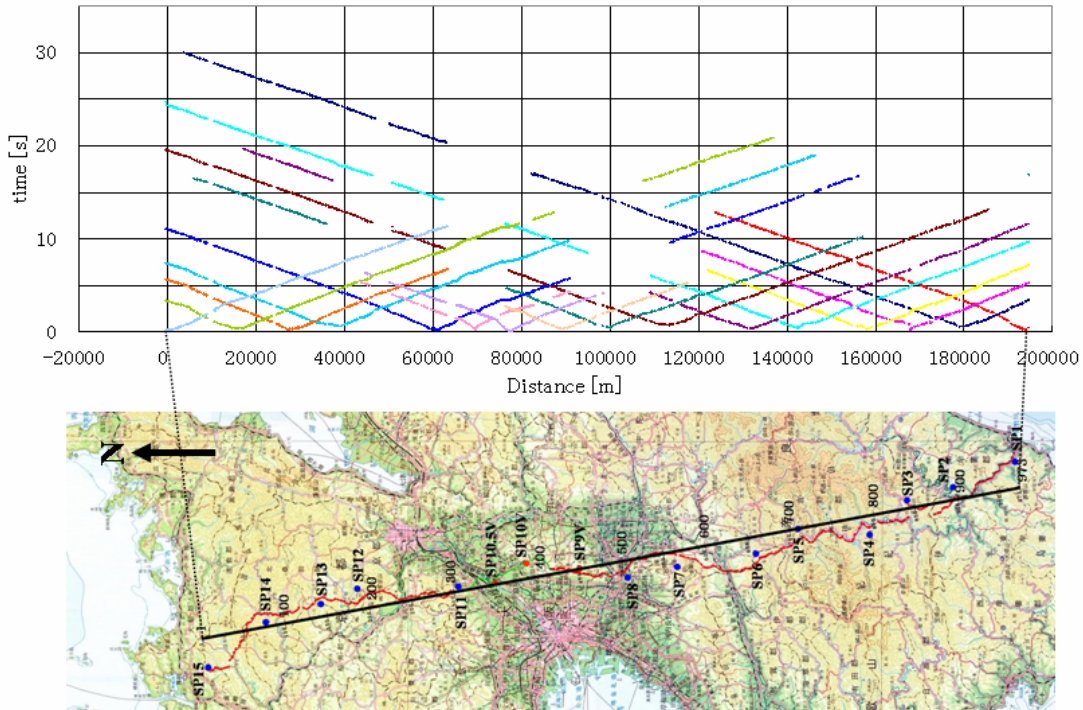


図 23 屈折法走時曲線

iv) 改良型タイムターム法による屈折波解析

(Refraction Analysis based on Modified Time-term Method)

計 14 点の屈折波データについて改良型タイムターム法による解析を行い、受振点及び発震点タイムターム値と屈折面速度を算出した。この手法では解析対象とする屈折面が 2 次元ブロックに分割され、各ブロックに対して屈折面速度が定義される。このモデルは以下の関係式で記述される。

$$T_{ij} - \sum_k s_{k,0} \Delta_{ijk} = a_i + b_j + \sum_k \delta s_k \Delta_{ijk}$$

ここに、 T_{ij} は屈折初動走時、 a_i, b_j は発震点及び受振点タイムターム、 $s_{k,0}, \delta s_k, \Delta_{ijk}$ は各ブロックにおけるスローネス初期値、スローネスの初期値からの偏倚量及び屈折波線長である。この受振点及び発震点タイムターム値と表層基底層速度はインバージョン(‘Generalized Linear Inverse Method’)によって算出される。長大展開データに対してタイムターム法を適用する場合、屈折面の傾斜による見掛け速度の変化については考慮されていない。また、解析結果として得られる屈折面形状は受振点直下にマッピングされるため、マイグレーション

ン処理を適用する必要がある。従って、タイムターム法で得られる構造モデルは、大局的な構造変化を反映したものと考える必要がある。尚、この改良型タイムターム法解析には、以下のパラメータが採用された。

屈折波インバージョンに用いるオフセット距離

第2層 10.0 - 35.0km

第3層 45.0 - 150.0km

屈折層速度を求める際のブロック区分

第2層 20km

第3層 40km

図 24 に三層構造を仮定した改良型タイムターム法による解析結果（上段：タイムターム値 / 下段：P 波屈折速度）を示す。

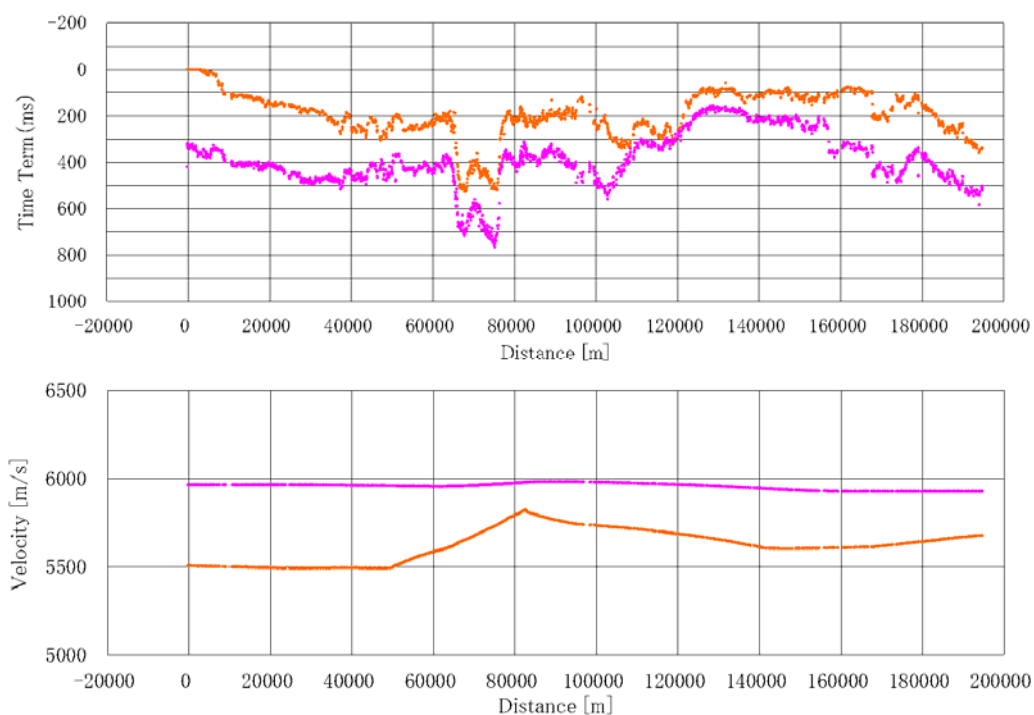


図 24 タイムターム解析結果

図 25 にタイムターム解析結果に基づく深度構造を示す。ここで第一層速度については、生駒高槻反射法処理および広角反射法処理で得られた速度解析結果を用いた。ただし、広角反射法における浅部の速度解析精度および空間方向分解能は高くないため、以下のように3ブロックに単純化した。

近畿北部（有馬高槻断層帯付近以北） : 4200m/s

大阪平野内（交野断層帯と有馬高槻断層帯の間）：2200m/s

近畿中部および紀伊半島（交野断層帯付近以南）：4200m/s

図 26 には、6000m/s で'reduce'表示した発震記録例を示す。これはタイムターム解析で求められた第3層の屈折速度に相当する。これにより、オフセット距離にしておおよそ 150km 以上でより速いみかけ速度を持つ位相が認められる

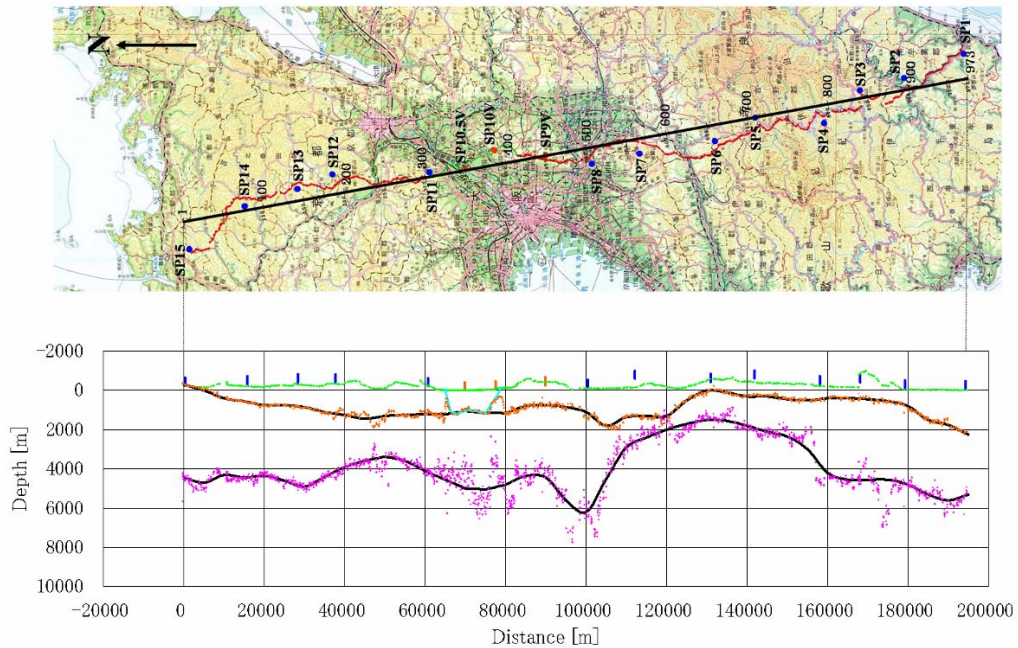


図 25 タイムターム解析結果に基づく深度構造

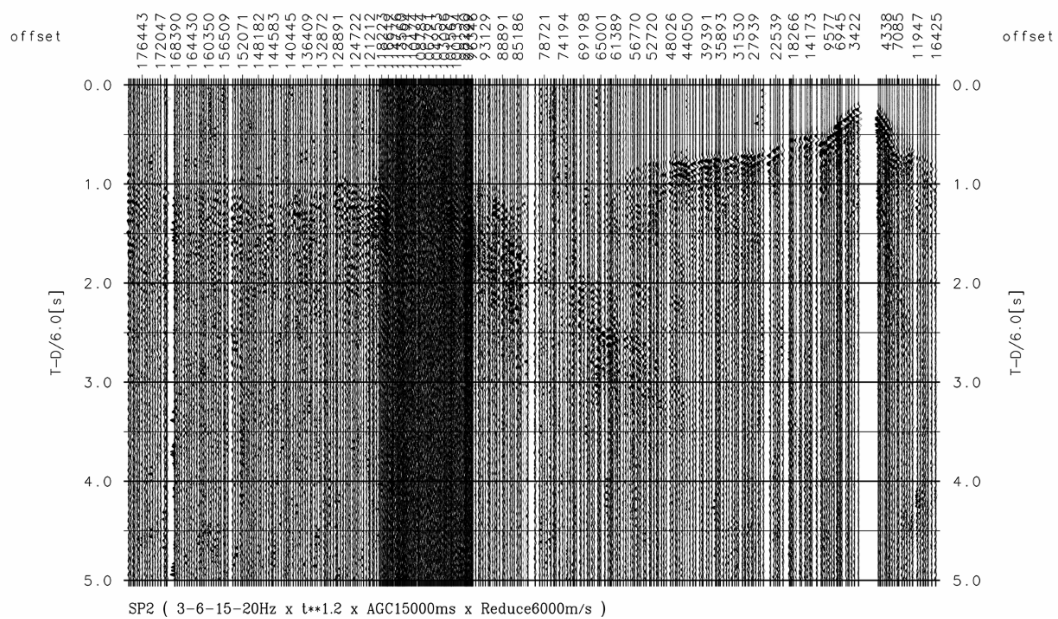


図 26 6000m/s で reduce した発震記録例 [1] SP2 薬量 700kg

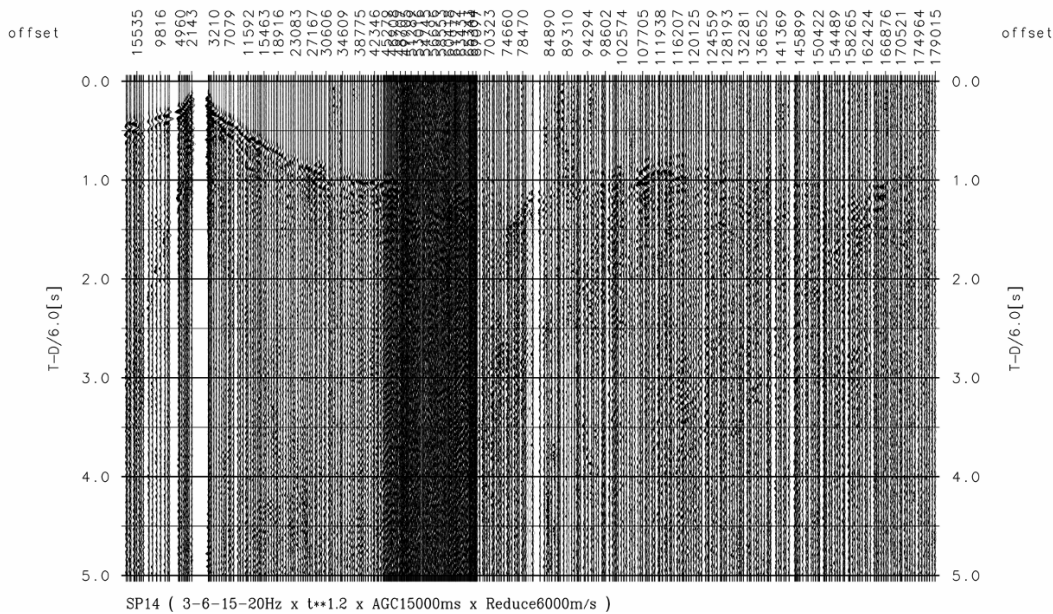


図 26 6000m/s で reduce した発震記録例 [2] SP14 薬量 700kg

v) 直線測線への投影

(Projection of Shots and Receivers to Straight Line)

本来、発震点-受振点間の可逆性を前提とした屈折法解析では直線測線を前提としている。従って、波線追跡による屈折初動解析を実施する前に、受振点位置および発震点位置を仮想直線に投影した。ここでは、仮想直線として広角反射法の重合測線を用いた。

オフセット距離の短い領域の走時については、仮想直線上の距離と実際のオフセット距離との差による影響が無視できないため走時補正を適用した。ここでは屈折面の速度および傾斜が一定であることを仮定して、オフセット距離 50km 未満の記録について、下式に従って補正をおこなった。

$$T_{md} = T_{ic} + (T - T_{ic}) \cos \theta$$

ここに、 T_{md} , T_{ic} , T , θ はそれぞれ、投影処理後の屈折波走時、屈折波のインターセプト時間、読み取り屈折波走時、及び受振点-発震点アジマスと投影測線間の角度である。図 27 に、屈折初動走時に関する直線投影と走時補正の概念図を示した。なお、オフセット距離 50km 以上の領域については、投影直線に対する受振点発震点分布の分散は測線全体のスケールに比して無視できる範囲と考えられるので、走時補正は適用していない。

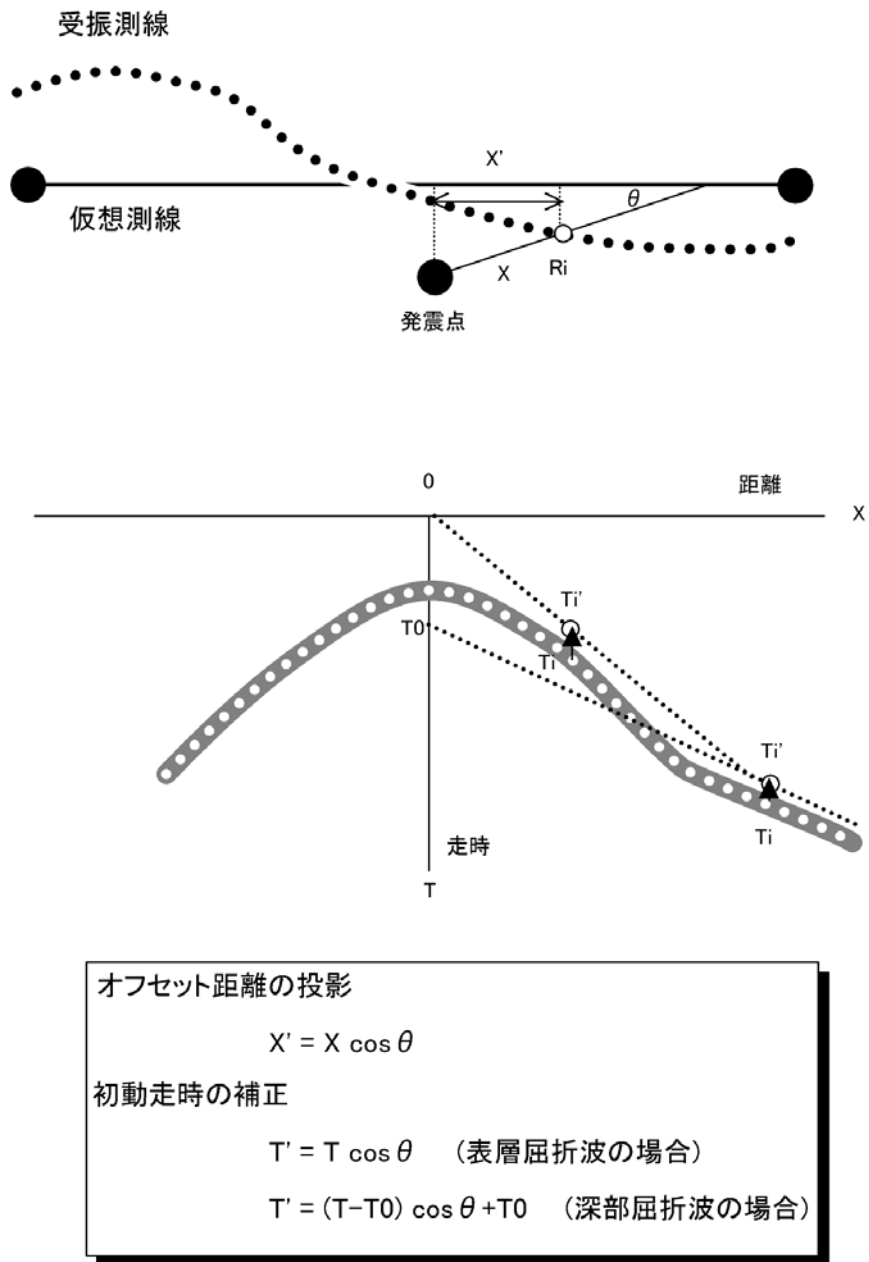


図 27 仮想測線投影によるオフセット距離と読み取り走時の補正

vi) 波線追跡法による屈折波解析(Refraction Analysis based on Ray Tracing)

タイムターム解析結果に基づく深度構造 (図 25) をモデルとして、波線計算をおこなった。図 28 に波線計算結果を示す。

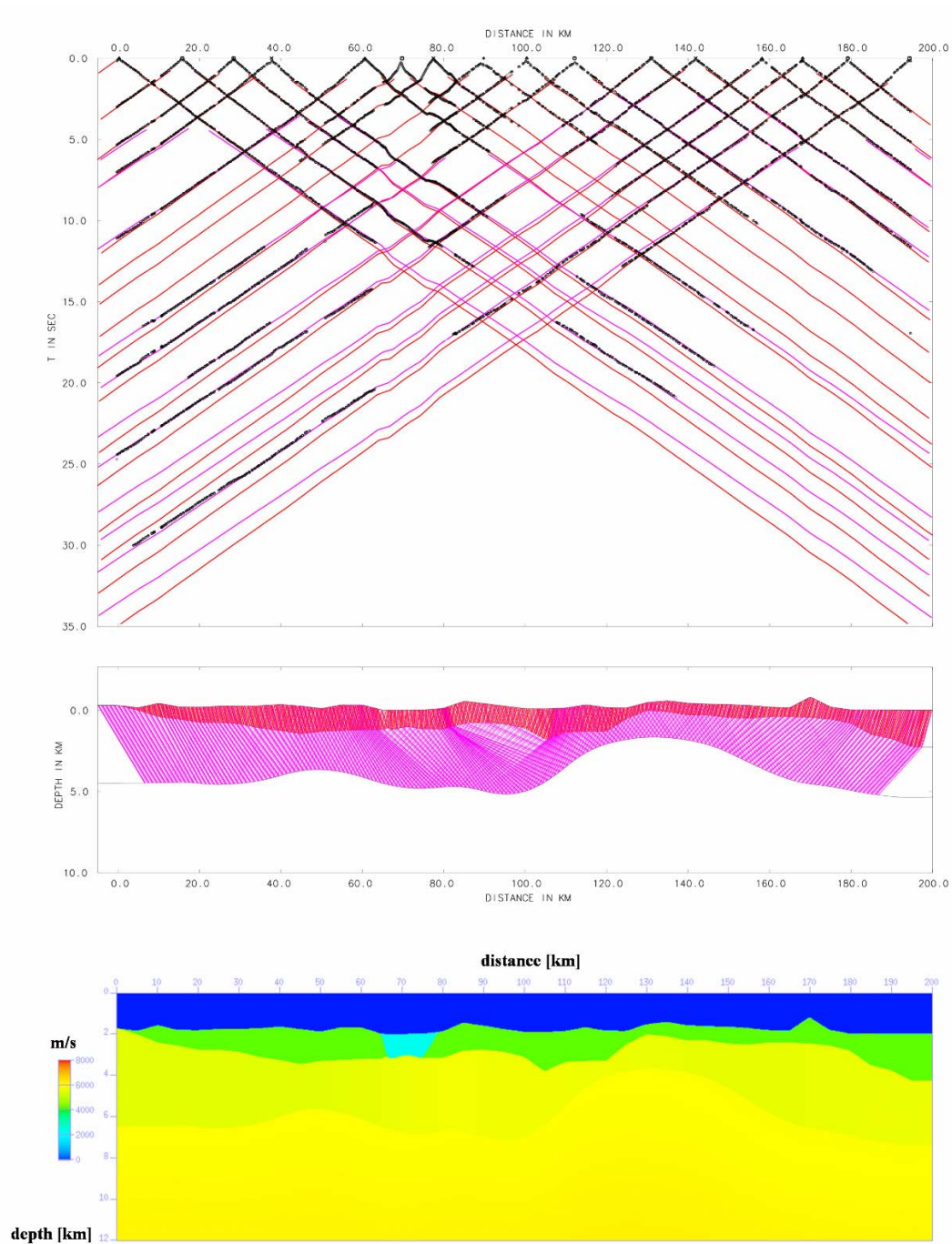


図 28 タイムターム解析結果に基づく深度構造に対する波線計算結果
 (上段：走時 / 中段：波線ダイアグラム / 下段：速度モデル)

vii) 深部構造を仮定したモデルによる屈折波解析

(Refraction Analysis based on Ray Tracing)

タイムターム解析結果に基づく深度構造に対して、広角反射法解析結果に基づいて単純化した以下の深部境界面を設定した。

深度 18km ~ 33km : 区間速度 6400m/s

深度 33km ~ : 区間速度 7400m/s (モデル北端)

: 区間速度 7700m/s (モデル南端)

このモデルに対して波線計算をおこなった結果を図 29 に示す。図 30 には波線計算結果と発震記録 (SP2 および SP14) の比較図面を示した。同図に示した発震記録には上記 v) で適用した走時補正がオフセット距離 50km 未満について適用されている。