

図 29 深部構造を仮定したモデル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)

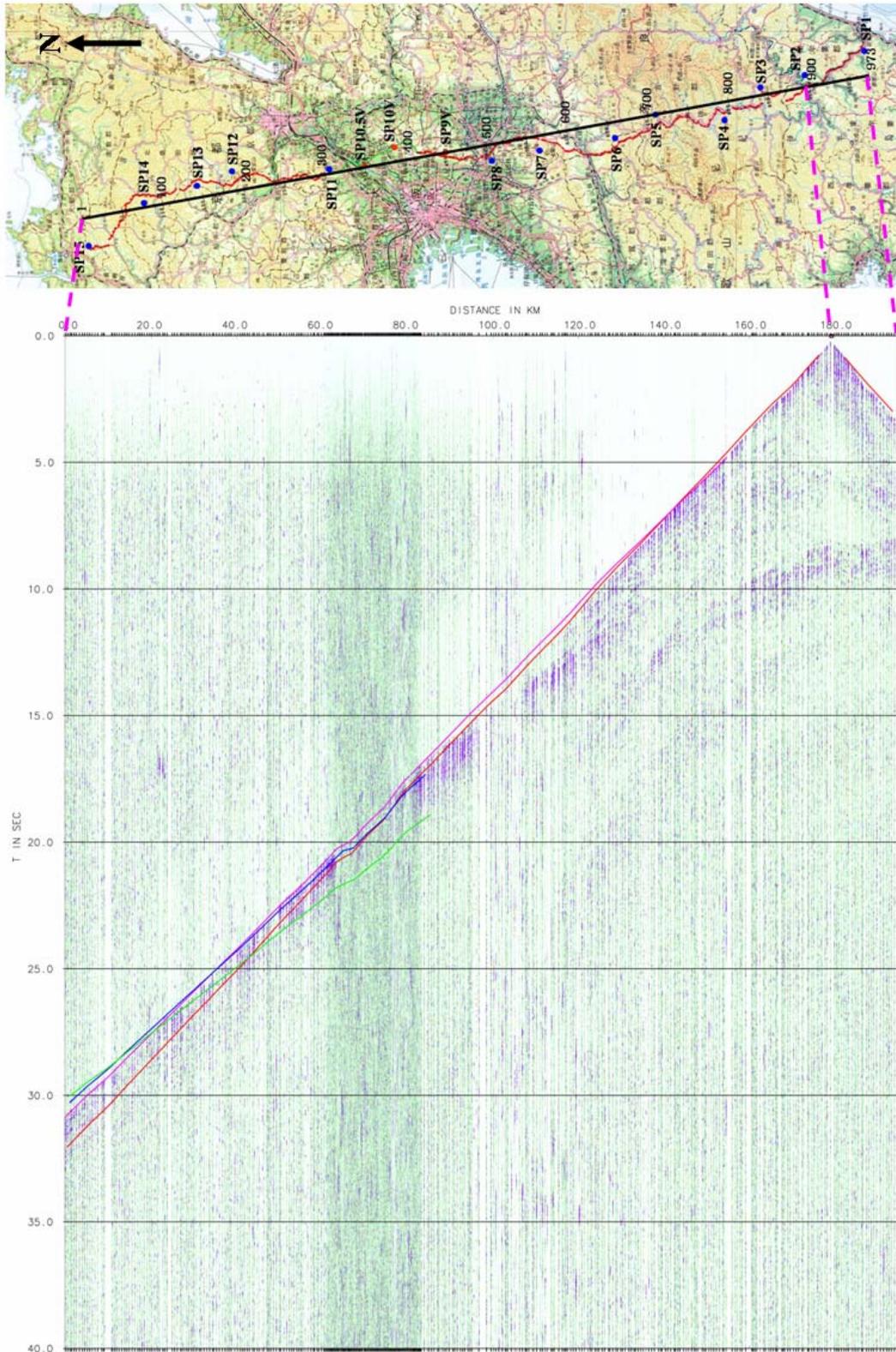


図 30 計算走時と発震記録の比較 [1] SP2

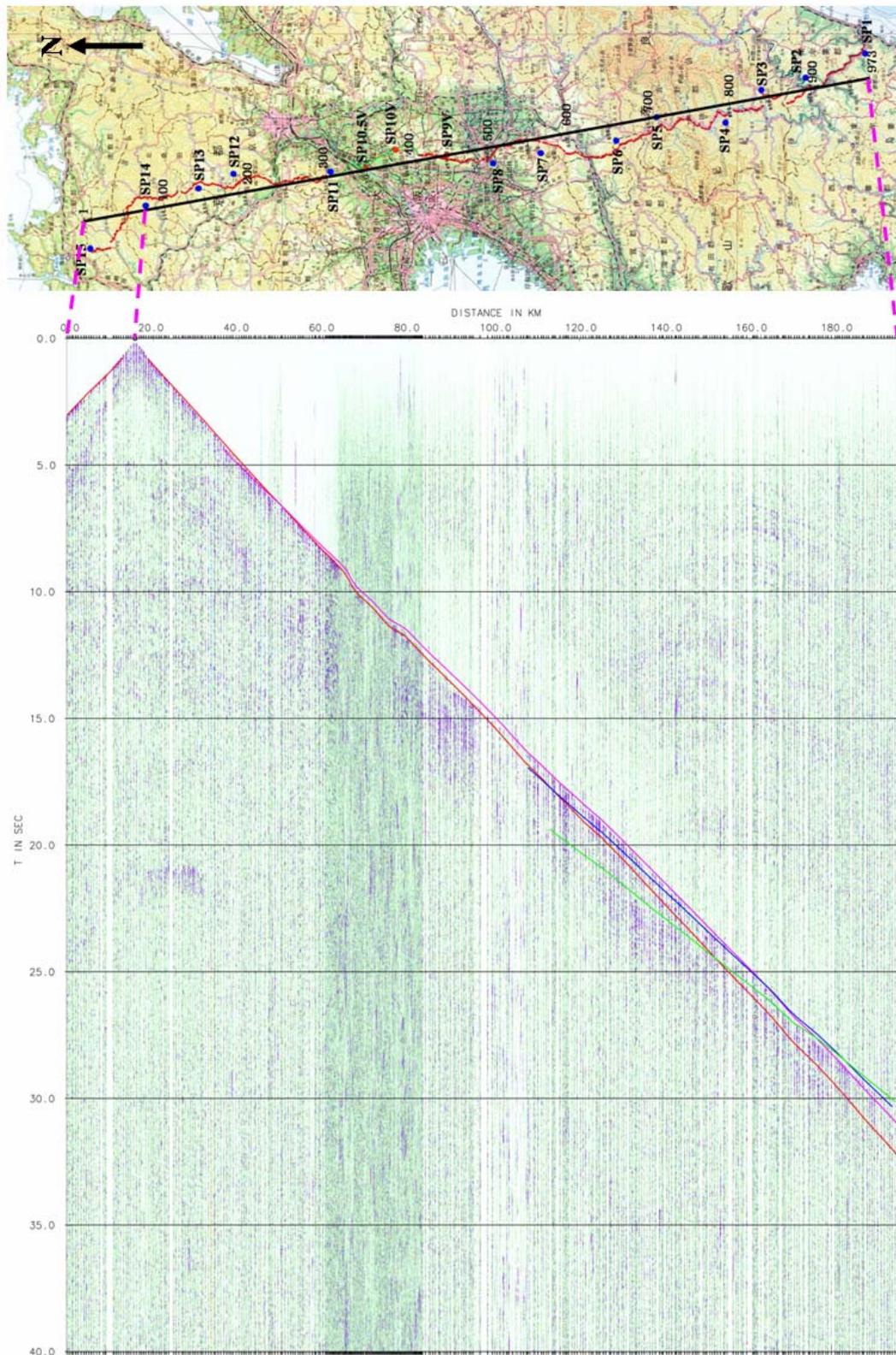


図 30 計算走時と発震記録の比較 [2] SP14

c) 生駒高槻測線反射法解析

本節では、大阪平野の高槻市から生駒市に至る区間で実施されたバイブレータを震源とする反射法探査について、データ解析内容および結果を記述する。図 31 に、データ処理フローを示す。

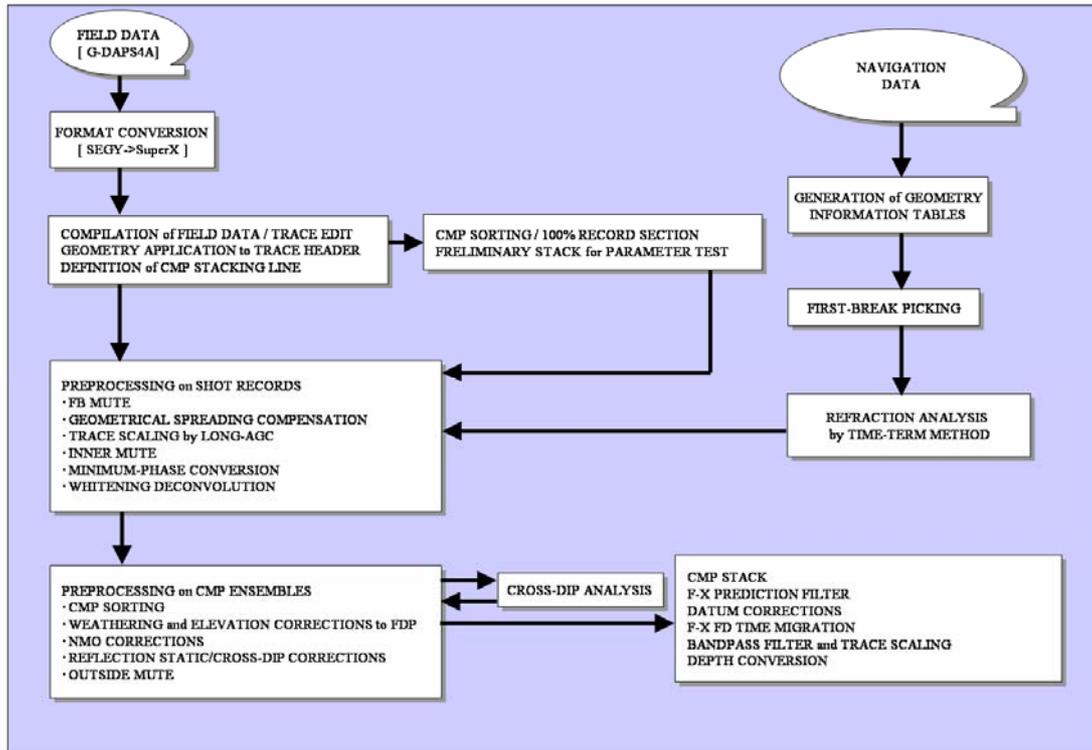


図 31 生駒高槻反射法データ処理フロー

i) フォーマット変換及びデータ編集 (Format Conversion and Trace Edit)

フィールドデータに記録された原記録(GDS-4 SEGY Format)について、SuperX(JGI Internal Format)フォーマットへ変換を行った。さらに、S/N 比が著しく低く、初動が判別できないトレースを処理対象から除外した。

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

SuperX トレースヘッダーに関して、発震点,受振点及び各 CMP のインデックス, 座標, 標高値, オフセット距離, 基準面標高値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) 屈折波初動解析(Refraction Analysis)

改良型タイムターム法による屈折初動解析を行い、受振点及び発震点タイムターム値と表層基底層速度を算出した。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表層基底層速度が定義される。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。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。

初動読み取り位相： 正のピーク位置

表層基底速度を求める際のブロック区分

Loc.1～Loc.234 1250m

Loc.246～Loc.486 1500m

屈折波インバージョンに用いるオフセット距離範囲

Loc.1～Loc.234 200-800m

Loc.246～Loc.486 200-1000m

改良型タイムターム法解析の結果を用いて、表層基底深度は各発震点及び各受振点について以下の様に計算される。

$$D_w = \frac{T_m}{\sqrt{1 - \left(\frac{V_w}{V_{sw}}\right)^2}} \cdot V_w$$

ここに、 T_m は‘Time-Term’、 V_w は表層速度、 V_{sw} は表層基底層速度である。表層速度として受振点側及び発震点側共に 800m/sec を採用した。この値は表層速度を変化させた重合スキャンによって確定した。図 32 に、改良型タイムターム法による解析結果を示す。

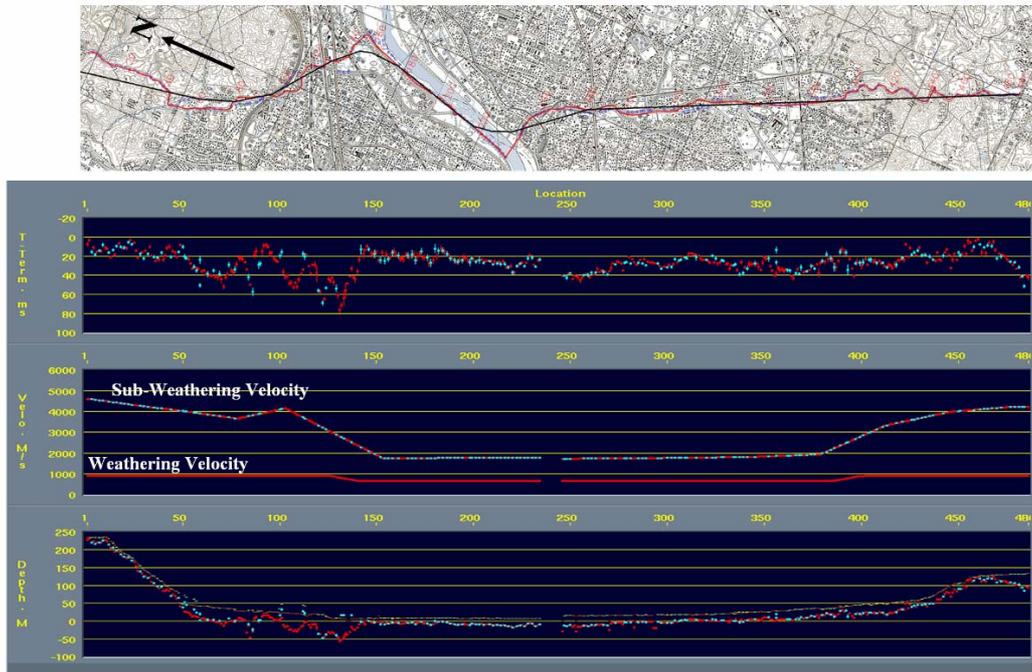


図 32 タイムターム法によって推定された表層構造図

iv) 初動ミュート(First-break Mute)

強振幅の屈折波初動部分を抑制する目的で、以下のパラメータによる初動抑制処理を実施した。

テーパー長 100 msec(屈折初動近傍)

v) 振幅補償(Gain Recovery)

弾性波の震源からの伝播に伴う幾何減衰、多層構造内を透過,多重反射することによる伝播損失及び非弾性効果による減衰、さらには受振点、発震点毎のカップリングの相異に起因する振幅特性の変化を補償することを目的として、以下の振幅補償処理を行った。

時間関数による補償 往復走時の 1.2 乗
 Instantaneous AGC ウィンドー長 2000msec

vi) デコンボリューション(Deconvolution)

デコンボリューション処理では、次式で示される 1 次元コンボリューションモデルが前提とされている。

$$F(t) = W(t) * R(t) + N(t)$$

ここに F(t)は地震波トレース, W(t)は基本波形, R(t)はランダム定常な反射係数列, N(t)はラン

ダムノイズである。このモデルにおいて基本波形を構成する要素としては、以下の項目を挙げることができる。

- ・震源波形：バイブレータスイープ波形, 震源カップリング効果, ゴースト効果
 - ・地層効果：多重反射, 非弾性による吸収
 - ・記録系：受振器特性及び設置効果, 表層に関わるゴースト効果, 探鉱機の応答特性
- こうした要素の集積としての基本波形を地震トレースから推定・除去し、記録の分解能向上を図るためにデコンボリューションを適用した。比較重合テストを通じて、以下のパラメータが採用された。

ゼロオフセットにおけるオペレータ設計ゲート開始時刻	: 300msec
ゲート長	: 4000msec
オフセットトレースに対するゲートスライディング速度	: 2200m/s
オペレータ長	: 400msec
ホワイトニング・ノイズ	: 0.5%
予測距離	: 4msec

尚、本調査では、GDAPS4A 探鉱器によるデータ取得時において零位相処理がなされているため、デコンボリューション適用に先立ち最小位相変換処理を適用した。

vii) 共通反射点編集(Common Midpoint Sorting)

図 33 に示した重合測線にしたがって CMP 編集を行った。CMP 標高は各 CMP 内のトレースの平均標高とした。ただし平均値の算出にはオフセット距離 1000m 以内のトレースのみを用いた。

CMP 間隔、CMP 総数、および重合数は以下のとおりである。

CMP 間隔	: 25m
CMP 総数	: 818
重合数	: 96 (平均)
	: 255 (最大)

図 34 に CMP の各種情報(重合数分布及びオフセット距離頻度分布)を示した。

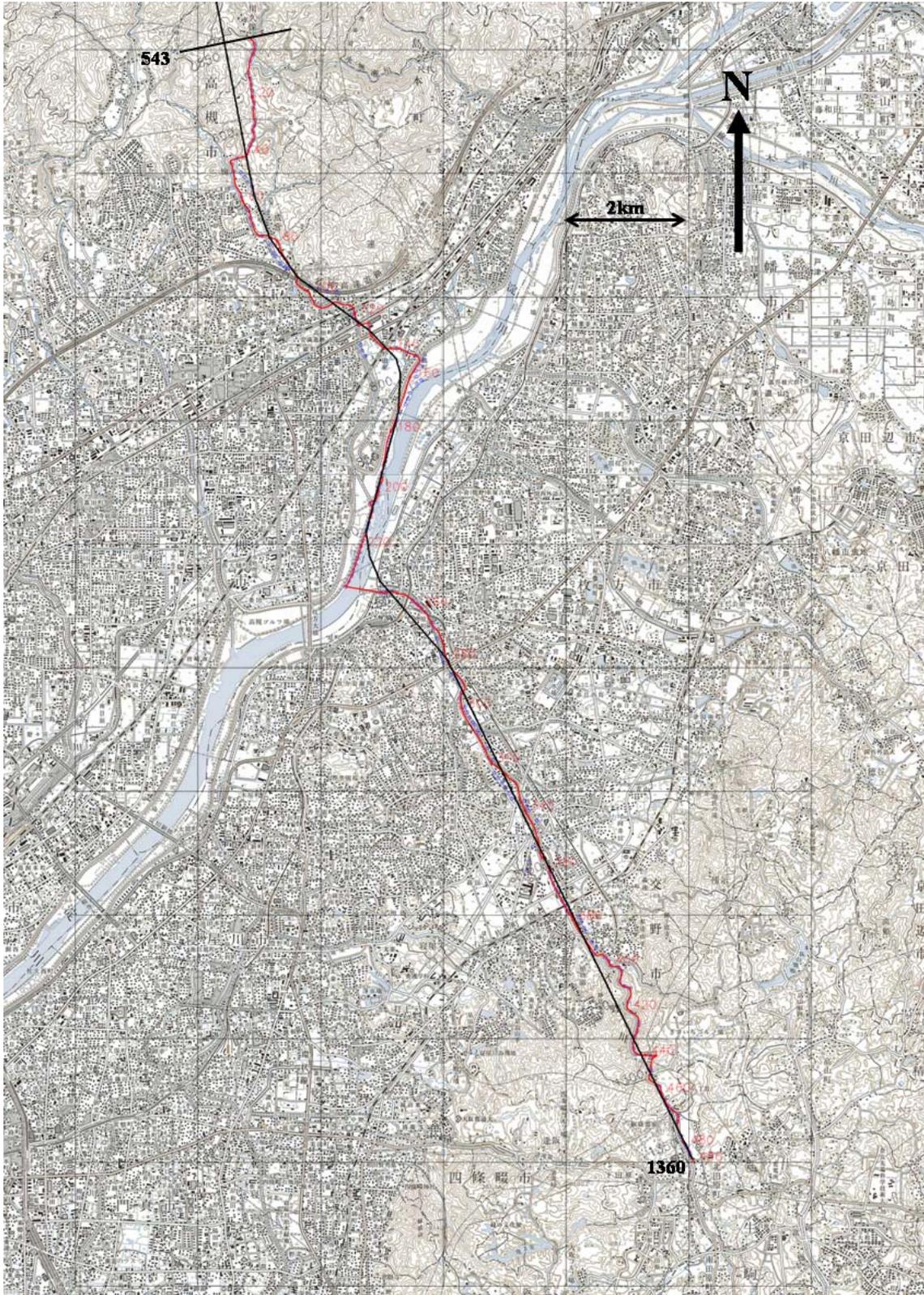


図 33 生駒高槻反射法重合測線図

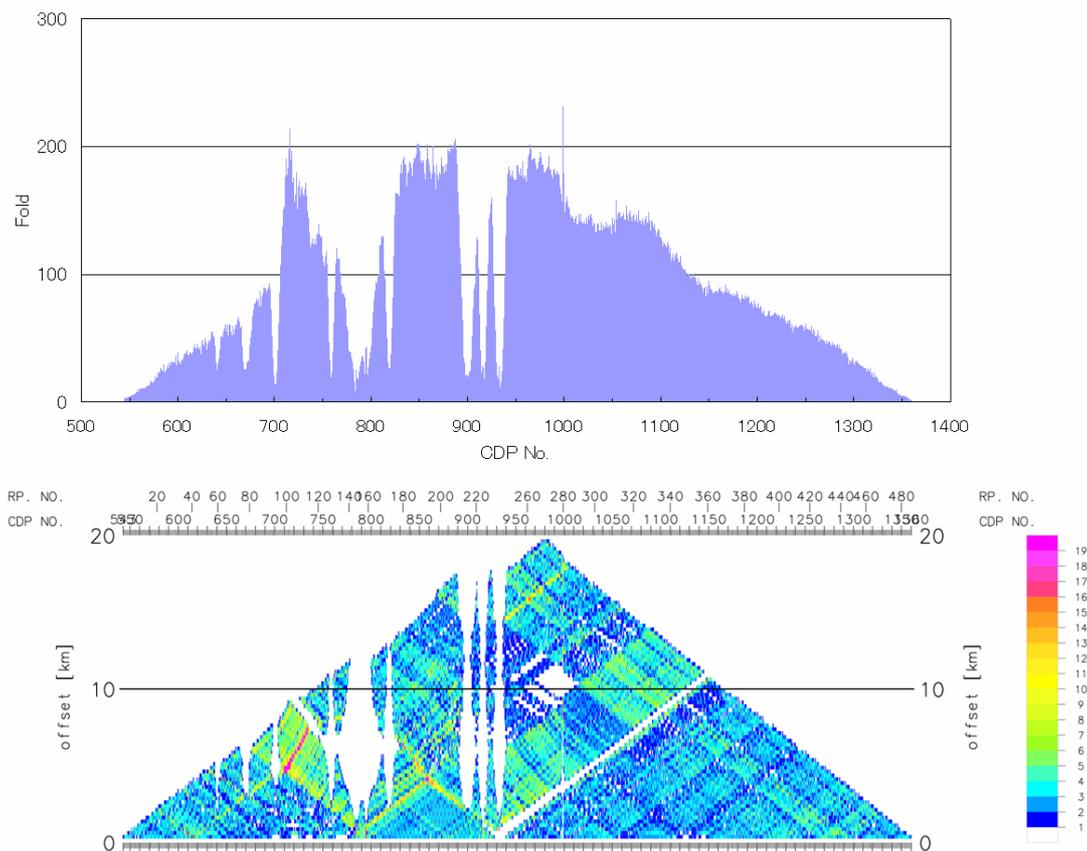


図 34 CDP 各種情報表示（上段：重合数、下段：オフセット距離頻度分布）

viii) 浮動基準面に対する静補正(Static Corrections to FDP)

浮動基準面に対する静補正を実施した。静補正については、下式で定義される標高補正量及び表層補正量の和として各発震点、受振点について与えられる。

[A] 標高補正 T_e : 観測面を一定基準面へ補正する。

$$T_e = - (H_e - H_b) / V_{sw}$$

[B] 表層補正 T_w : 低速度の表層構造変化による影響を除去する。

$$T_w = S_d * (-1/V_w + 1/V_{sw})$$

ここに、 H_e : 発震点あるいは受振点標高(m)

H_b : 基準面 [平均海水面 0.0m]

S_d : 表層厚(m)

である。

表層補正值は、前述 iii)の屈折波初動解析による結果を用いて計算された。本調査の基準面(Datum)は平均海水面に設定されたが、絶対値の大きい標高補正值の適用を回避するため浮動基準面(FDP: 'Floating Datum Plane')を用いた。FDP は vii)で定義した CMP 標高とした。

この FDP から基準面までの基準面補正量 Td は、下記のように定義される。

$$Td = -2.0 * (Hf - Hb) / Vc$$

ここに、 Hf : 浮動基準面(FDP)

Vc : 基準面補正速度

である。基準面補正速度は iii)タイムターム解析結果に基づき CMP 毎に可変とした。

ix) コヒーレントノイズ抑制処理(Suppression of Coherent Noise by Inner Mute)

今回取得されたデータでは、淀川河川敷区間およびその周辺で顕著なレイリー波が確認された。これを抑制するために、以下のインナーミュートを適用した。

適用範囲	CDP700~CDP1250
ゼロオフセットにおけるミュート時間	0 msec
スライディング速度	460 m/s
テーパー長	8 msec

x) 速度解析 (Velocity Analysis)

以下に示す定速度重合法による速度解析を実施した。尚、残差静補正後に再解析がなされている。また、図 35 に重合速度解析例、図 36 に重合速度プロファイルをそれぞれ示す。

解析点間隔 1250m (=50CMP)

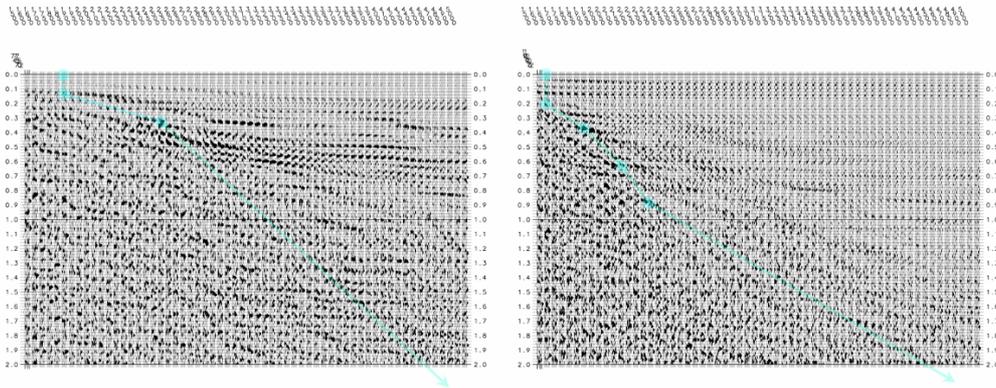


図 35 重合速度解析例

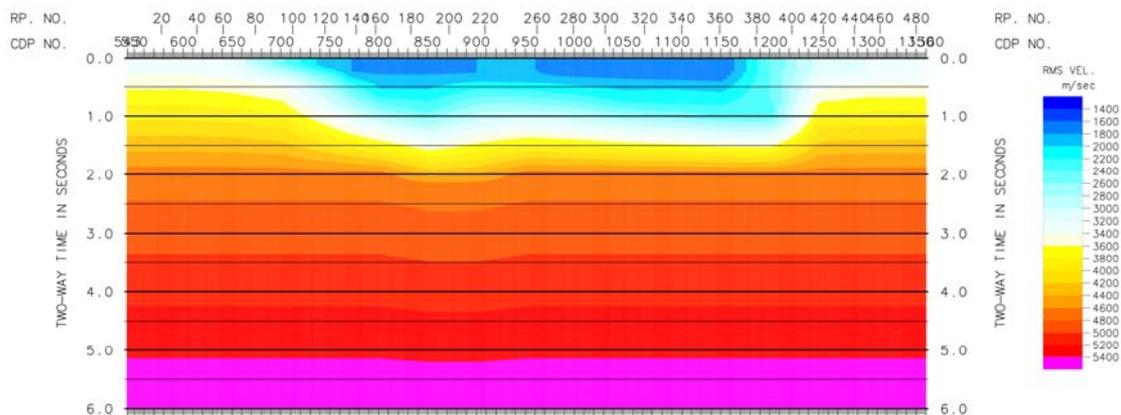


図 36 重合速度プロファイル

xi) NMO 補正(Normal Moveout Corrections)

速度解析によって求められた重合速度-時間の関数を時間-空間方向に内挿し、その速度テーブルに従って NMO 補正を適用した。同時に、下記のストレッチミュートを実施した。

ストレッチミュートファクター 2.5

xii) クロスディップ補正(Cross-dip Correction)

発震及び受振測線が屈曲している場合、地下の反射点は重合測線上に収束せず、空間的な広がりを持つ。この反射点の重合測線からの偏倚が大きい場合、同一 CMP 内で反射面走時が重合測線と直交する方向への構造傾斜を反映する誤差が系統的に含まれる。クロスディップ補正は、各トレースの発震点-受振点の midpoint と重合測線との距離 X(m) に対する時間補正量を $X(m) \times a(\text{msec/m})$ として、重合スキャンによって各 CMP 位置及び時間ウィンドーにおいて重合効果が向上する見掛け時間傾斜量 a を決定する解析手法である。

本測線では、淀川河川敷およびその周辺の CDP700~1000 の範囲において測線の屈曲が大きい。この範囲でクロスディップスキャンを適用した結果、CDP880~930 の範囲では 9msec/100m の西落ち傾斜を仮定した場合に反射面の連続性が向上した。図 37 にクロスディップ補正適用前後の重合記録を示す。CDP930~970 の区間では、基盤上面に相当する、往復走時 0.5 秒~0.6 秒の反射面に明らかな食い違いがみられるが、これはクロスディップ補正によっても解消しない。この区間は、受振測線が淀川の両岸で分断されている部分に相当し、両岸の受振測線の間には東西方向に大きなギャップがある。したがって、クロスディップスキャン結果に基づいて西落ちの傾斜を仮定すれば、この区間では受振測線直下の基盤深度は実際に異なっているはずである。事実、重合断面上では、より西側に位置する

Low 側の基盤面が High より深くなっており、西落ち傾斜の仮定に整合する。

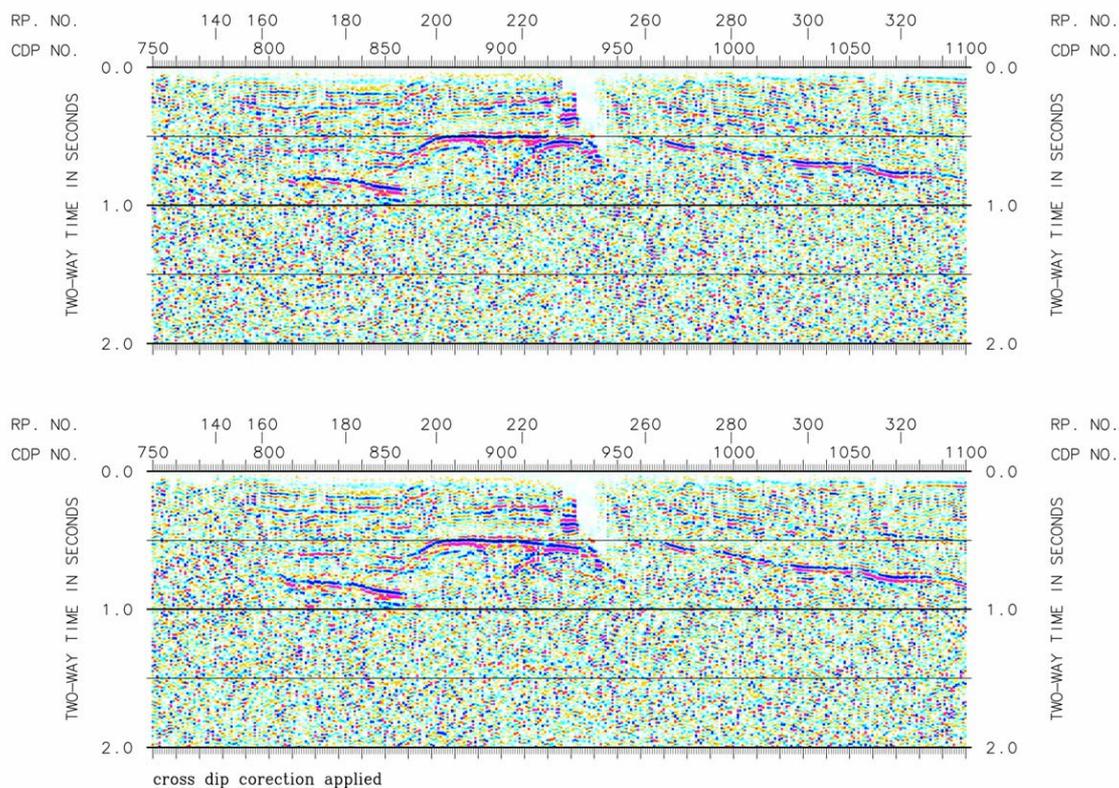


図 37 クロスディップ補正適用前後の重合記録（上段：適用前、下段：適用後）

xiii) 残差静補正(2D Residual Static Corrections)

NMO 補正後の CMP アンサンブルを入力として、基準トレースとの相互相関関数から得られる最大ラグ値を用いて'Surface-consistent'な発震点、受振点残差静補正量を LTI(Linear Travel- time Inversion)によって統計的に計算し、これを適用した。

時間シフトの最大許容値	12msec
時間ウィンドー	100-800msec

xiv)共通反射点重合(CMP Stack)

共通反射点アンサンブルに関して、以下の有効オフセット距離に関して水平重合処理を実施した。

重合オフセット距離範囲	50 – 5,000m
-------------	-------------