

d) 高槻亀岡測線低重合反射法解析

本節では、高槻市から亀岡市へ至る区間で実施されたバイブレータを震源とする低重合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 41 に、データ処理フローを示す。

重合速度は、反射法測線速度解析結果、広角反射法速度スキャン結果を用いた。

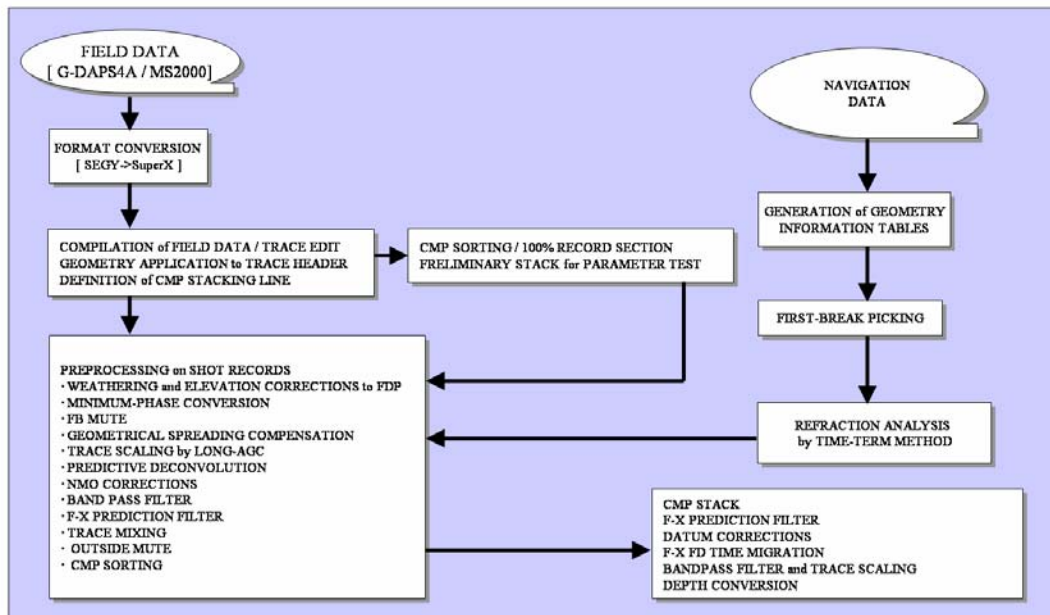


図 41 高槻亀岡低重合反射法データ処理フロー

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。
- ・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=16.0 秒, 乗乗係数=3.0 である。重合数は実際のスイープ回数に応じて 20~40 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。なお、解析対象としたのは、生駒高槻反射法測線と重複する受振点を除く全受振点および低重合発震点全点である。

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：	5000m
屈折波インバージョンに用いるオフセット距離範囲：	500-3000m

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 920m/sec を採用した。この値は、本測線（高槻亀岡低重合測線）と重複する生駒高槻反射法測線北端付近の発震記録から読み取ったものである。図 42 に、改良型タイムターム法による解析結果を示す。

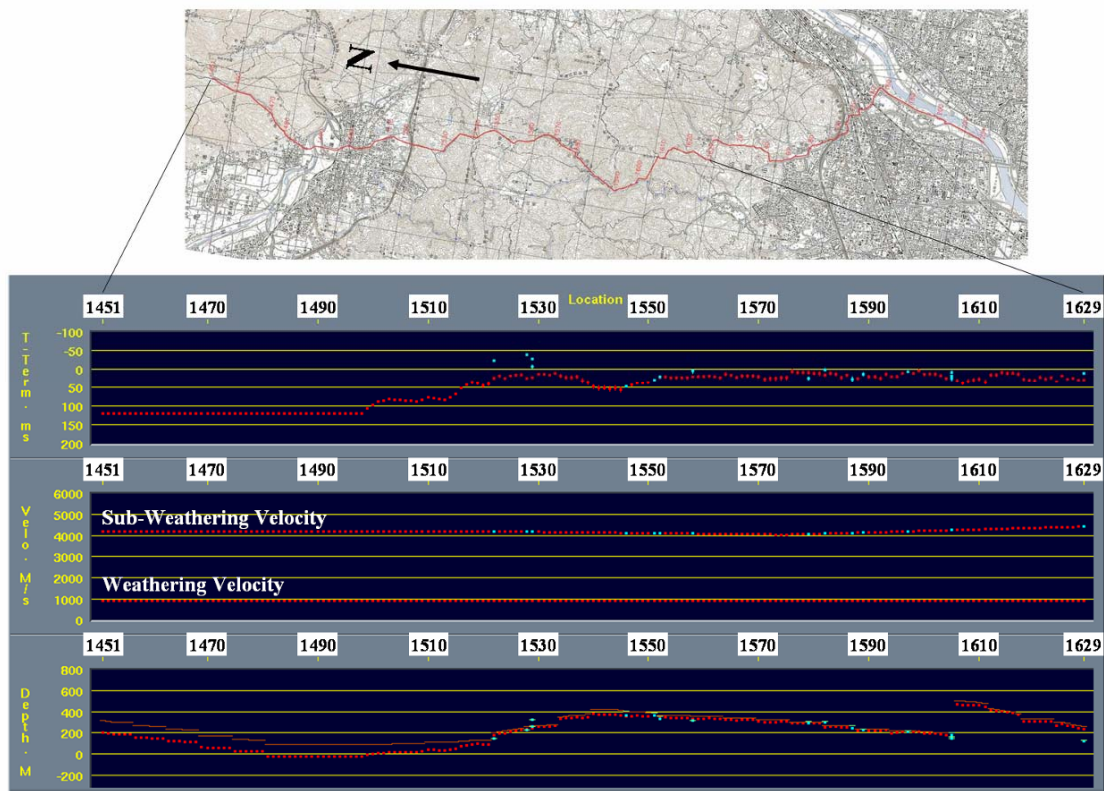


図 42 タイムターム法によって推定された高槻亀岡測線表層構造図

iv) 重合測線の設定(Definition of CMP Stacking Line)

図 43 に示す重合測線を設定した。ここでは、重複する生駒高槻反射法測線になめらかに接続するように設定された。CMP 標高についても同様に、生駒高槻反射法測線の CMP 標高に連続的に接続するように設定した (図 44[1])。

- CMP 間隔 : 25m
- CMP 総数 : 711
- 重合数 : 8 (平均)
- : 23 (最大)

図 44[2]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。

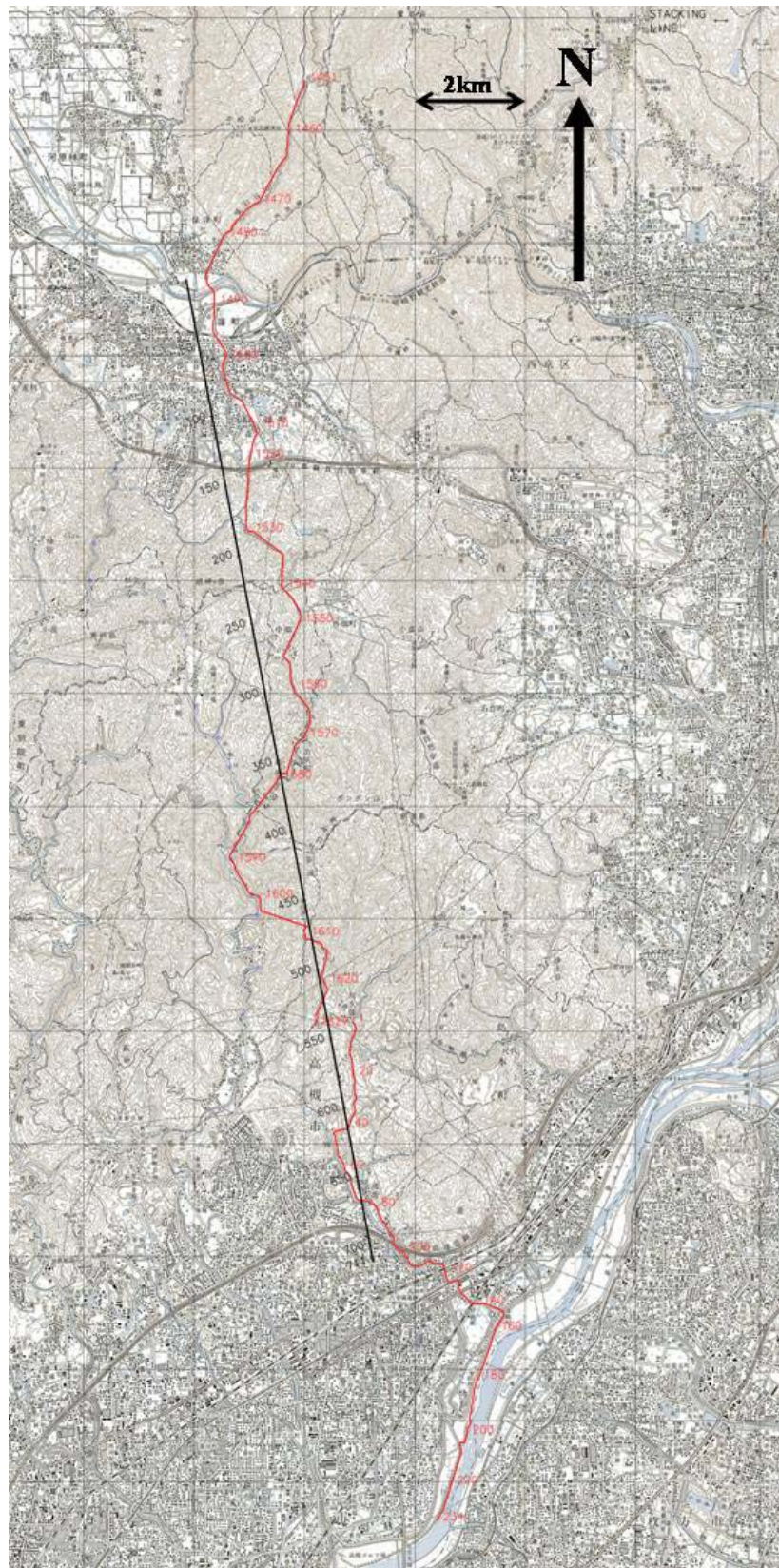


図 43 高槻亀岡低重合反射法重合測線図

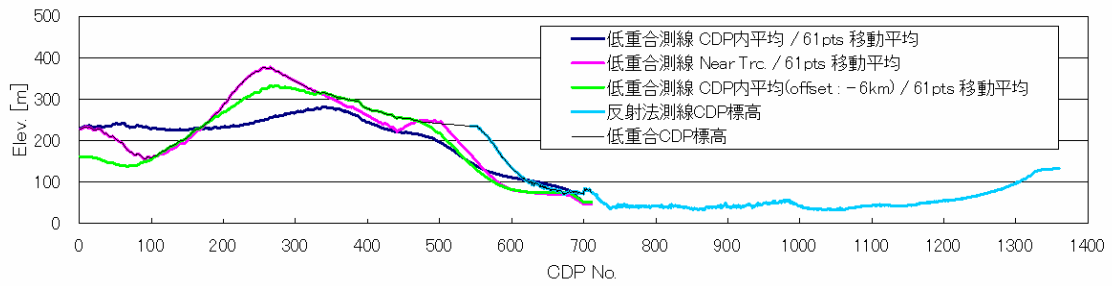


図 44 CDP 各種情報表示[1] (CDP 標高の定義)

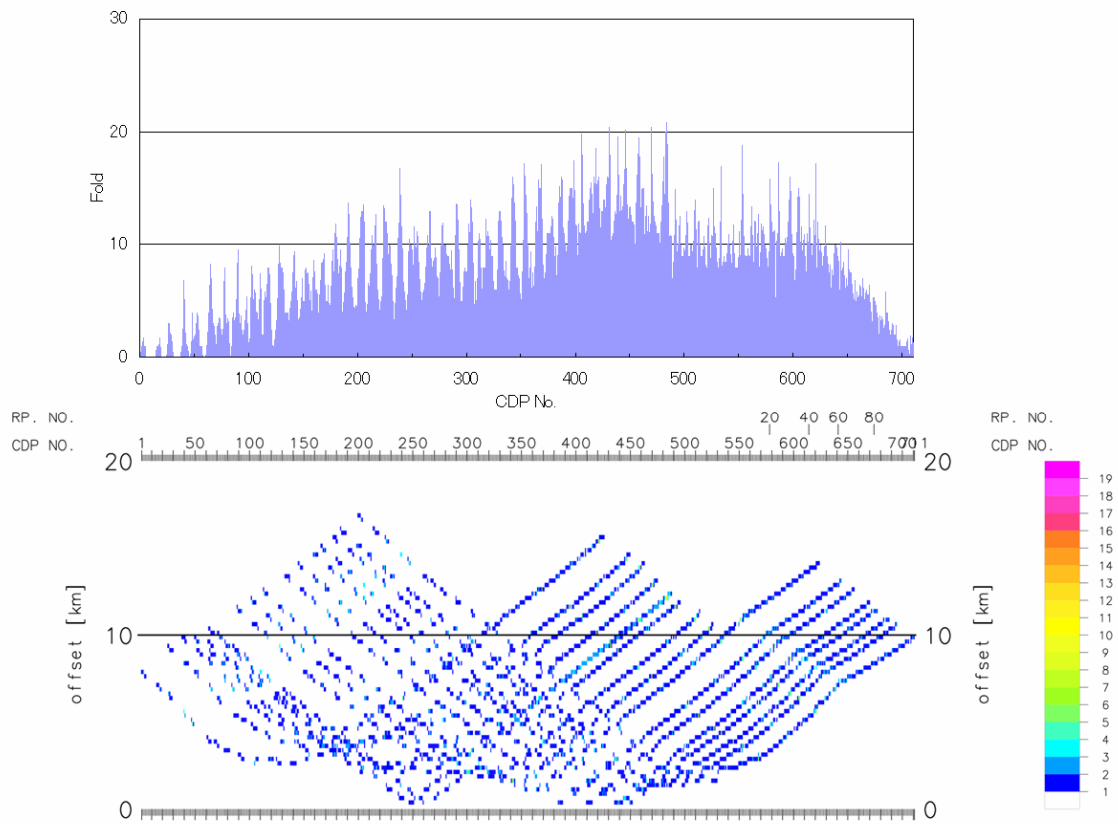


図 44 CDP 各種情報表示[2] (上段：重合数、下段：オフセット距離頻度分布)

v) 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、 He : 発震点あるいは受振点標高(m)

Hb : 基準面 [平均海水面 0.0m]

Sd : 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iv)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(4200m/sec)

である。

vi) 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	200msec
ミュート位置のスライディング速度	3800m/sec

vii) 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、以下の振幅補償を行った。

幾何減衰補償	球面発散補償
Instantaneous AGC	ウィンドー長 4000msec

viii) 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	: 2000msec [Time-Variant]
ゲート長	: 5000msec
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	: 4200m/s
オペレータ長	: 400msec
ホワイトニング・ノイズ	: 0.5%
予測距離	: 32msec

尚，本調査では，GDAPS4A 探鉱器によるデータ取得時および MS2000D 独立型レコーダ記録のデータ編集時において，零位相処理がなされている。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。

ix) CMP 重合側線への投影(Projection of Shot Records onto CMP Stacking Line)

ショット毎に CMP 重合測線に投影した。

x) NMO 補正(Normal Moveout Corrections)

ix)で CMP 重合測線に投影されたショット記録に対して NMO 補正を適用した。この際，下記のストレッチミュートを適用した。

ストレッチミュートファクター 2.1

尚，補正に用いる速度関数は，反射法測線速度解析結果および広角反射法速度スキャン結果を用いた。

xi) 帯域通過フィルター(Bandpass Filter)

以下の零位相帯域通過フィルターを適用した。

オペレータ長 400 msec

周波数通過帯域 1/2 - 15/20Hz

xii) 周波数-空間領域予測フィルター(F-X Prediction Filter)

周波数-空間領域に於いて複素型予測フィルターを設計，適用して，ランダムノイズを抑制

実施した。

重合オフセット距離範囲 50 – 10,000m

xvi) 周波数-空間領域予測フィルター(F-X Prediction Filter)

周波数-空間領域に於いて複素型予測フィルターを設計,適用して、ランダムノイズを抑制し相対的に S/N を向上させる以下の F-X 予測フィルター処理を実施した。

オペレータ長	9 CDPs
空間ウィンドー長	30 CDPs
時間ウィンドー長	1000 msec

xvii) 基準面補正(Datum Corrections)

浮動基準面から基準面への、時間補正が適用された。

xviii) キルヒホッフ型時間マイグレーション(Geometry-oriented Kirchhoff Time Migration)

時間断面上の反射点位置を実際の位置に移動させ、回折波を回折点に復元することを目的として、キルヒホッフ型時間マイグレーションを適用した。この手法では、重合測線に沿った標高変化と測線の屈曲への対応が可能である。以下に適用パラメータを示す。

最大アパチャー距離.....	6000 m
最大傾斜角度.....	60 度

xix) 深度変換(Depth Conversion)

NMO 補正処理に用いた速度を平均速度に変換し、これを用いて'Vertical Stretch'法による深度変換を実施した。

以上の処理ステップを逐次経ることによって、図 46 の重合処理断面図、図 47 の時間マイグレーション断面図、および図 48 の深度変換断面図が得られた。

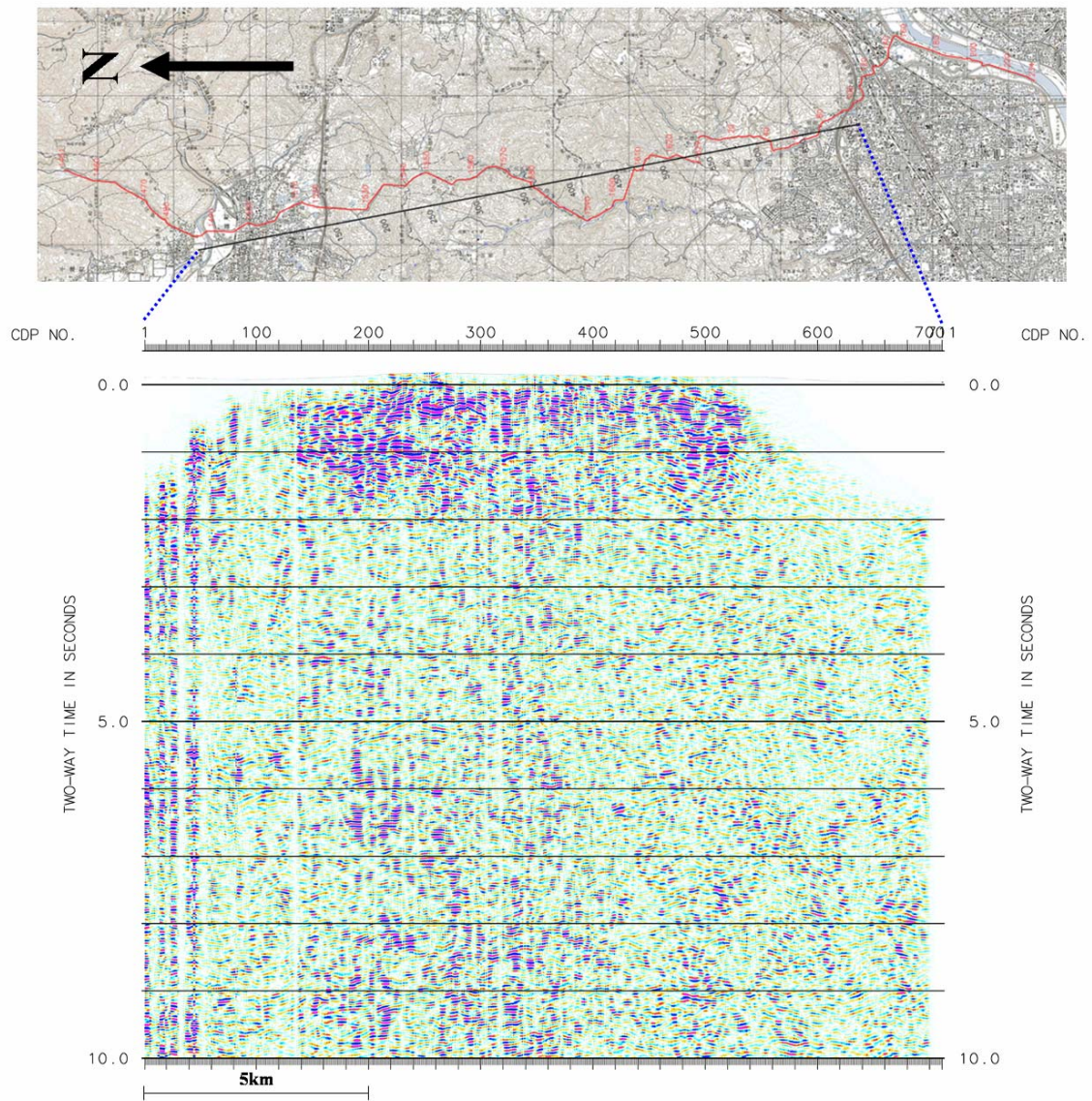


图 46 高槻亀岡低重合反射法重合断面

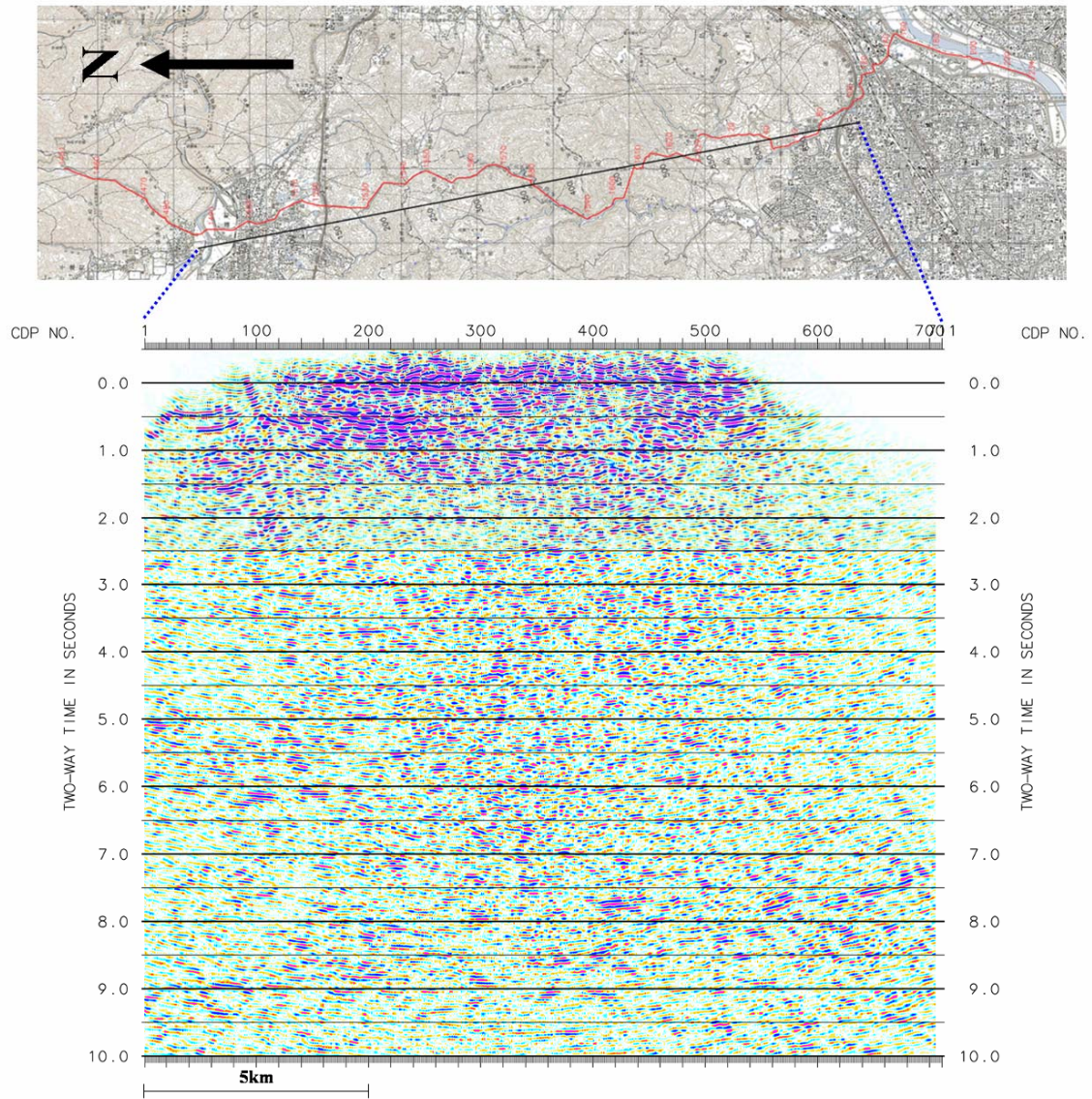


図 47 高槻亀岡低重合反射法時間マイグレーション断面

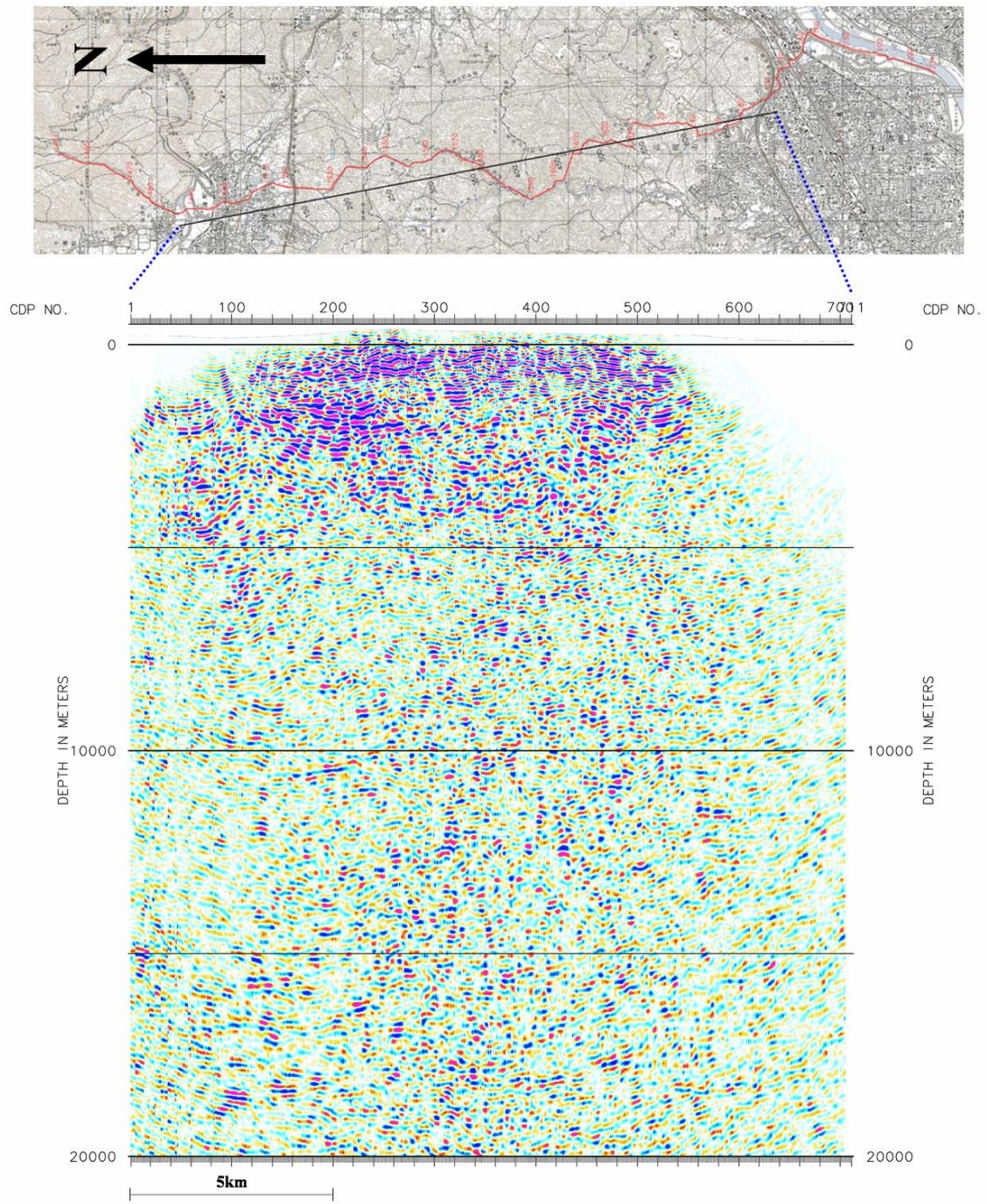


图 48 高槻亀岡低重合反射法深度断面