

正馬様用地における  
マルチオフセットVSP探査

(核燃料サイクル開発機構 契約業務報告書)

2002年3月

日鉱探開株式会社

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせ下さい。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松4番地49

核燃料サイクル開発機構

技術展開部 技術協力課

Inquires about copyright and reproduction should be addressed to:

Technical Cooperation Section,

Technology Management Division,

Japan Nuclear Cycle Development Institute

4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1184,

Japan

© 核燃料サイクル開発機構

(Japan Nuclear Cycle Development Institute)

2002

正馬様用地における  
マルチオフセットVSP探査

(核燃料サイクル開発機構 契約業務報告書)

2002年3月

日鉱探開株式会社

2002年3月

## 正馬様用地におけるマルチオフセットVSP探査

石橋利久\*・廣岡知\*・岩崎任伯\*

### 要　　旨

本調査は、正馬様用地内の地質・岩相分布と地下構造探査における弾性波探査の適用性評価の一環として実施した、バイブレータを震源とした反射法およびVSP探査（JNC TJ7420 99-005）、および重錘落下型震源を使用した反射法探査（JNC TJ7420 99-020）で得られた反射断面記録との対比関係を解明するためにVSP探査および物理検層を実施し、反射法弾性波探査の調査結果を解釈する上での基礎データを取得することを目的とする。

本調査の結果をまとめると以下のとおりである。

- ・VSP記録を比較すると、バイブルレータ震源の記録に比べ重錘落下震源の記録のほうが反射波の周波数が高く、分解能が高い。
- ・ゼロオフセットとオフセットVSP反射断面では概ね対応する反射波群が得られた。
- ・推定したチューブ波発生深度はゼロオフセット反射断面の反射波とほぼ対応していることから、チューブ波は地層・岩相境界面に起因して発生していると考えられる。
- ・物理検層から作成した合成地震記録では堆積岩層内の礫岩部および花崗岩の上面で強振幅の反射波が発生している。ゼロオフセット反射断面ではそれらに対比される反射波は認められるが、明確ではない。この原因としては観測特性の影響による分解能の違いや地層・岩相変化の広がりや方向性の違い等が考えられる。
- ・割れ目本数やRQDと物理検層データやゼロオフセット記録に明瞭な相關関係は認められない。
- ・合成地震記録からVSP反射断面を介して既存の反射断面記録と地層・岩相境界を対比した。
- ・VSP反射断面を用いて反射断面をより正確に解釈するためには、VSP記録の質を向上させることや各々の観測特性の影響を補正することが重要である。

---

本報告書は、日鉱探開株式会社が核燃料サイクル開発機構との契約により実施した業務成果に関するものである。

機構担当部課室：東濃地科学センター 地質環境特性研究グループ 松岡稔幸

\*日鉱探開株式会社

March, 2002

## Multi-offset VSP Survey at Shobasama Site

Toshihisa Ishibashi\*, Satoshi Hirooka\*, and Tadanori Iwasaki\*

### Abstract

Multi-offset VSP survey and well logging were carried out in the borehole 01MS-06 at Shobasama site of JNC in Mizunami city, Gifu prefecture. The objective of the survey was to investigate the relations between rock faces and seismic reflection sections derived from "Seismic Survey using Controllable Vibratory Source in 1999 (JNC TJ7420 99-005)" and "Seismic Reflection Survey at Shobasama Site in 2000 (JNC TJ7420 99-020)", and to obtain basic data for interpretation of these seismic reflection data.

The results are summarized as follows:

- (1) VSP records by weight drop source have higher frequency components and higher resolutions than records by vibratory source.
- (2) Reflect events in zero-offset and offset VSP sections are generally coincident.
- (3) Tube waves would yield from formation boundaries.
- (4) Some reflect events in zero-offset VSP sections could correspond to the upper boundaries of conglomerate formations and granite basement.
- (5) The distributions of fractures and RQD have no distinct correlation with well logging data and zero-offset VSP record.
- (6) Reflectors in seismic sections derived from above-mentioned surveys were interpreted based on the synthetic seismic record through VSP records.
- (7) It is important to improve the quality of VSP data and to calibrate the characteristic of measurement systems for interpreting seismic records more accurately.

---

This work performed by Nikko Exploration & Development Co., Ltd. under contract with Japan Nuclear Cycle Development Institute.

JNC Liaison : JNC Tono Geoscience Center, Geoscience Research Group, Toshiyuki MATSUOKA

\* Nikko Exploration & Development Co., Ltd.

## 目 次

1.はじめに .....	1
1.1 調査目的 .....	1
1.2 調査位置 .....	1
1.3 調査期間 .....	1
1.4 調査手法 .....	1
1.5 調査数量 .....	1
1.6 調査員 .....	1
2. V S P 探査 .....	5
2.1 データ取得 .....	5
2.1.1 測定原理 .....	5
2.1.2 測定方法 .....	5
2.1.3 測定機器 .....	10
2.2 データ解析 .....	11
2.3 V S P 探査結果 .....	19
3. 物理検層 .....	35
3.1 作業概要 .....	35
3.1.1 検層項目 .....	35
3.1.2 作業工程 .....	35
3.2 測定原理および測定方法 .....	37
3.2.1 電気検層 .....	37
3.2.2 マイクロ比抵抗検層 .....	37
3.2.3 孔径検層 .....	38
3.2.4 中性子検層 .....	38
3.2.5 ガンマ線検層 .....	38
3.2.6 密度検層 .....	38
3.2.7 音波検層 .....	39
3.2.8 孔跡検層 .....	39
3.3 物理検層結果 .....	39
3.3.1 電気検層 .....	43
3.3.2 マイクロ比抵抗検層 .....	43
3.3.3 孔径検層 .....	44
3.3.4 中性子検層 .....	44
3.3.5 ガンマ線検層 .....	44

3. 3.6 密度検層	44
3. 3.7 音波検層	44
3. 3.8 孔跡検層	44
4. 総合解析	47
5. おわりに	55
参考文献	56

## 図表一覧

図 1-1 調査孔井位置図 (1:25,000) .....	2
図 2-1 発振点位置図 (1:2,000) .....	7
図 2-2 V S P 探査概念図 .....	10
図 2-3 V S P 探査データの概念図 .....	11
図 2-4 V S P 探査データ処理流れ図 .....	12
図 2-5 オフセットV S P データ処理概念図 .....	14
図 2-6 周波数スペクトル (S-2) .....	15
図 2-7 周波数スペクトル (S-6) .....	17
図 2-8 データ解析図 (1) ~ (7) .....	20
図 2-9 周波数-波数関係図 (S-6 : フィルター処理後) .....	27
図 2-10 走時曲線図 (S-6) .....	29
図 2-11 平均速度図 (S-2) .....	31
図 2-12 深度-振幅関係図 .....	32
図 2-13 V S P 反射断面図 .....	34
図 3-1 物理検層解析結果図 .....	41
図 4-1 解釈断面図 (南北断面) .....	49
図 4-2 解釈断面図 (東西断面) .....	51
 表 1-1 調査数量表 .....	1
表 2-1 V S P 探査仕様一覧表 .....	9
表 2-2 V S P 探査発振点座標 .....	10
表 2-3 V S P 探査使用機器一覧表 .....	11
表 3-1 物理検層作業工程表 .....	35
表 3-2 物理検層使用機器一覧表 (1), (2) .....	36
表 3-3 層区分表 .....	43
表 3-4 方位・傾斜測定結果表 .....	45
表 4-1 反射波対比表 .....	47
表 4-2 反射面对比表 .....	53

## 卷末資料

1. VSP探査測定記録
2. 調査写真
3. 岩芯観察記載

## 別添資料

1. MOディスク
  - ・VSP探査データ：観測記録および処理後の記録
  - ・物理検層データ
  - ・報告書ファイル：本文および添付図面

## 1. はじめに

### 1.1 調査目的

本調査は、正馬様用地内の地質・岩相分布と地下構造探査における弾性波探査の適用性評価の一環として実施した、バイブレータを震源とした反射法およびV S P探査 (JNC TJ7420 99-005) 、および重錘落下型震源を使用した反射法探査 (JNC TJ7420 99-020) で得られた反射断面記録との対比関係を解明するためにV S P探査および物理検層を実施し、反射法弾性波探査の調査結果を解釈する上での基礎データを取得することを目的とする。

### 1.2 調査位置

岐阜県瑞浪市明世町月吉 核燃料サイクル開発機構 正馬様用地内

調査孔井：01MS-06号孔（図1-1参照）

### 1.3 調査期間

データ取得 : 平成13年10月22日～平成13年10月27日

データ処理・解析 : 平成13年10月29日～平成14年1月31日

総合解析・報告書作成 : 平成14年2月1日～平成14年3月15日

### 1.4 調査方法および項目

(1) マルチオフセットV S P探査

(2) 物理検層：電気検層、密度検層、中性子検層、自然放射能検層、音波検層、  
X-Y孔径検層、孔曲がり検層

### 1.5 調査数量

調査数量は表1-1のとおりである。

表1-1 調査数量表

マルチオフセットV S P探査	発振点数 測定深度 受振器間隔	7点 3m～110m 1m
物理検層	測定深度	3m～111m

### 1.6 調査員

技術責任者 : 石橋 利久

V S P探査 : 廣岡 知

岩崎 任伯

吉沢 正夫

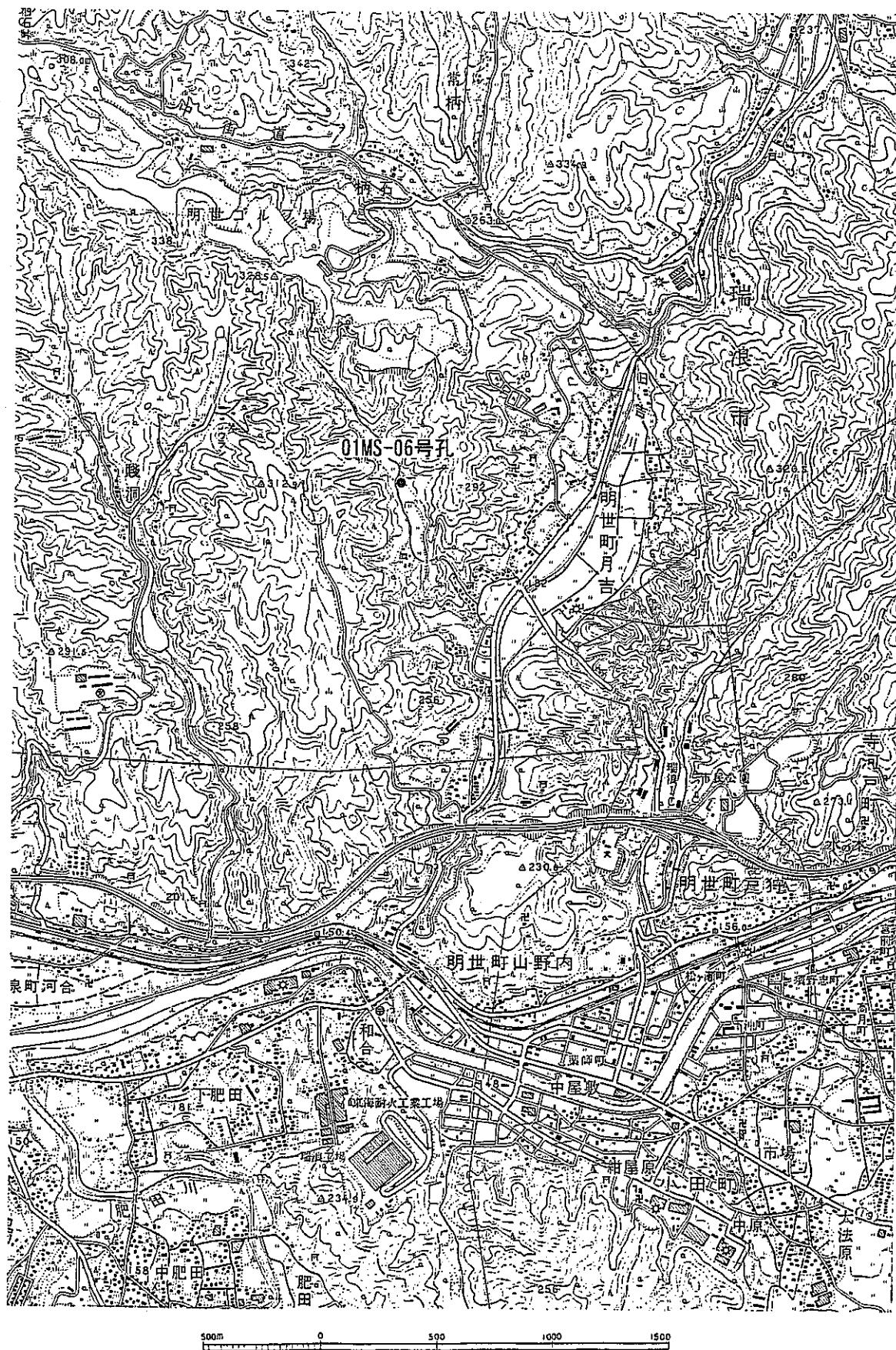


図 1-1 調査孔井位置図

物理検層 桜井 豊  
稻葉 洋  
熊谷 敏文

## 2. V S P探査

### 2.1 データ取得

#### 2.1.1 測定原理

V S Pとは、Vertical Seismic Profiling の略で、地表で振動（弾性波）を人工的に発生させ、この振動を孔井内に設置した受振器（ハイドロフォン）によってとらえる弾性波探査の一手法である。孔井内で受振した記録には、震源から地層中を伝わる直接波だけでなく、孔井近傍における地層境界面からの反射波も含まれているので、弾性波の反射、透過および減衰過程についての詳細な情報を得ることができる。

通常の反射法弾性波探査では、地表で発振して地表に展開した受振器で反射波を観測するので、その走時は地表と反射面までの往復走時となる。一方、V S P探査では、孔井内に受振器（ハイドロフォン）を深度方向に展開するので、受振器で観測する反射波はほぼ片道走時となり、地表反射法と比較して高い分解能を有する記録を得ることができる。

一般に、孔井近傍の地層境界面の深度や岩相等の地層情報は、孔内で直接物性値を測定する物理検層により高い信頼度で得ることができる。しかし、広範囲の地層境界や岩相の広がりを推定するためには、検層記録から得られた情報を反射断面に対応させることが必要となり、通常は密度と速度検層から作成される合成地震記録を介して対応づけを行っている。ところが、合成地震記録と実際の反射記録とは必ずしも常によく対応するわけではない。この原因としては、サイクルスキップによる速度検層の初動の読み取り誤差、検層と反射法探査で使用する周波数の違いによるフレネルゾーンの大きさの違い等があげられている。

これに対して、V S Pは実際に地層中を伝播する弾性波を受振器で観測するため、地層特性の影響を含み、その波形は反射記録に近いものとなる。そのため、反射断面記録を検層記録と対応する場合、V S Pを介して行うほうがより正確に対比できるとされている。

#### 2.1.2 測定方法

V S P探査の測定は表 2-1 に示す仕様で実施した。発振点は図 2-1 に示す S-1～S-7 の 7 点である。発振点 S-1, 2, 3, 7 は 1999 年に実施した「バイブレータを震源とした反射法およびV S P探査 (JNC TJ7420 99-005)」の測線上に、また発振点 S-4, 5, 6 は 2000 年に実施した「重錘落下型震源を使用した反射法探査 (JNC TJ7420 99-020)」の測線上に設定した。震源は各反射法探査と同様に S-1, 2, 3, 7 ではバイブルレータ震源、S-4, 5, 6 では重錘落下震源を使用した。

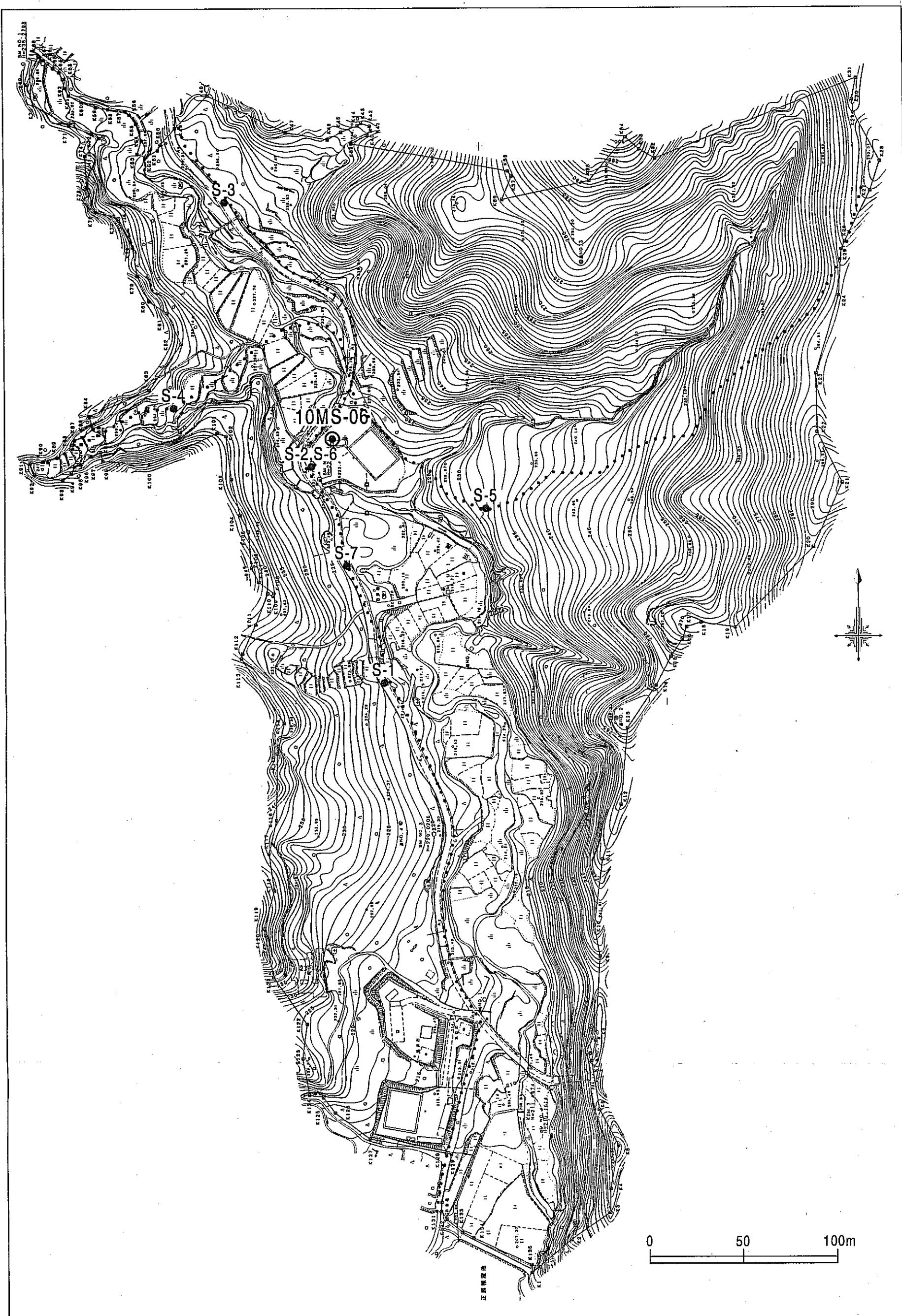


図 2-1 発振点位置図

表 2-1 V S P 探査仕様一覧表

項 目	探 査 仕 様
受 振 点 間 隔	1m
バイブレータ震源発振周波数	60~200 Hz
バイブレータ震源スウェーブ長	10秒
バイブレータ震源垂直重合数(回/点)	1~3回
重錐落下震源垂直重合数(回/点)	4~20回
記 録 長	1秒
バイブレータ震源サンプリング間隔	1ミリ秒
重錐落下震源サンプリング間隔	0.5ミリ秒
フ ィ ル タ	ロカット, バイカット: out
記 録 チ ャ ン ネ ル 数	24チャンネル

V S P 探査の概念図を図 2-2 に示す。

V S P 探査の測定手順は以下のとおりである。

まずハイドロフォン (1m 間隔、 24ch) を孔井内に挿入し、最上位のハイドロフォンを孔口 (深度 0m) にあわせる。次にハイドロフォンを測定深度まで降下させた後、所定の発振点において発振を行う。ハイドロフォンで受けた信号は孔井近くの観測車内の探鉱機へ送られる。数回の垂直重合を行った後、モニター記録をチェックし、記録がよければ探鉱機内のハードディスクに書き込む。

その測定深度での測定が終了するとハイドロフォンを次の測定深度まで降下させ、同様の発振を行う。以下この測定作業を、最大測定深度まで繰り返す。

なお、ゼロオフセット V S P とは震源を孔井近傍に設置し、データを取得する方法で孔井近傍の地質特性を対象とする。これに対して、震源を孔井から離れた場所に震源を設置し、その間の地質特性を対象とする方法がオフセット V S P である。本調査では、S-2 および S-6 がゼロオフセット V S P 、S-1, 3, 4, 5, 7 がオフセット V S P である。

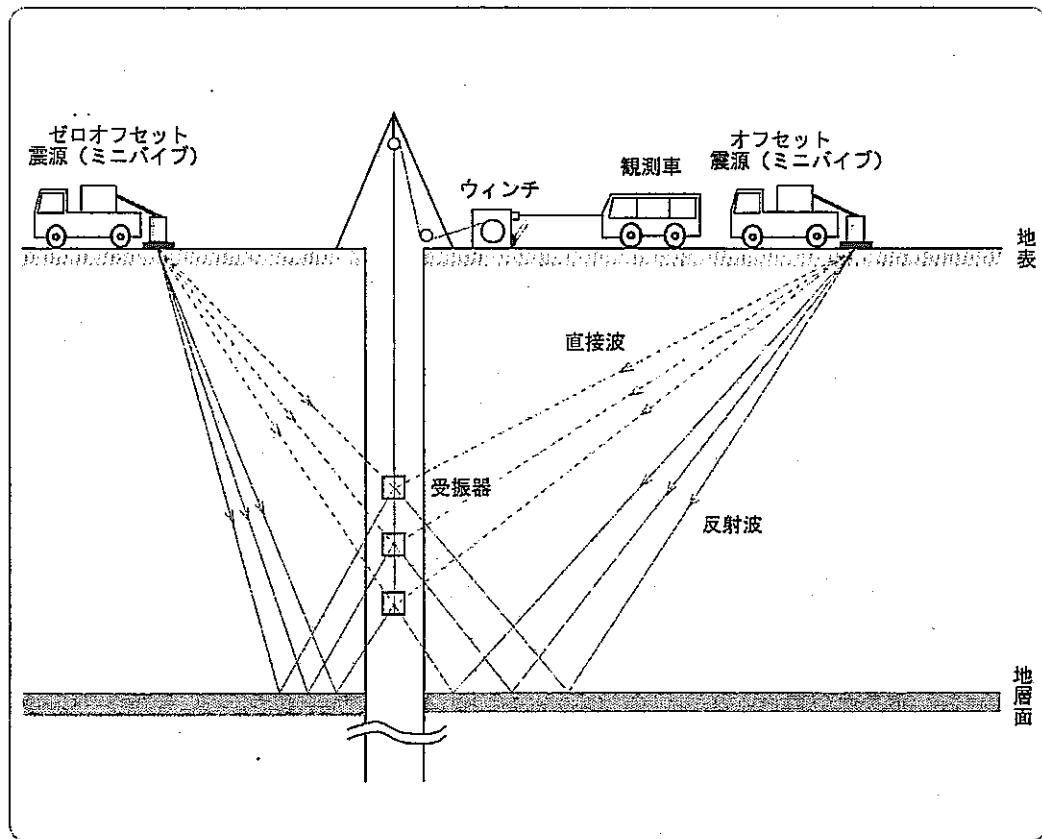


図 2-2 V S P 探査概念図

各発振点の座標、標高等は表 2-2 のとおりである。

表 2-2 V S P 探査発振点座標

発振点	座 標		標 高(м)	オフセット 距離(м)	孔井からの方位(度) (北から時計回り)
	Y	X			
01MS-06号	5, 420. 312	-68, 557. 483	223. 782		
S-1	5, 447. 807	-68, 688. 534	222. 284	133. 904	168. 15
S-2, 6	5, 409. 004	-68, 572. 441	224. 107	18. 751	217. 09
S-3	5, 362. 983	-68, 430. 519	233. 942	139. 307	335. 70
S-4	5, 335. 657	-68, 541. 107	232. 280	86. 224	280. 95
S-5	5, 502. 983	-68, 594. 829	231. 786	90. 715	114. 31
S-7	5, 427. 851	-68, 625. 662	223. 562	68. 595	173. 69

### 2.1.3 測定機器

V S P 探査に使用した機器は表 2-3 に示すとおりである。

表 2-3 V S P 探査使用機器一覧表

名 称	仕 様	製 造 元
探 鉱 機	StrataView R60 チャンネル数 : 60ch サンプリング 間隔 : 0.032~2.0ms A/D変換 : 24 ビット 周波数帯域 : 2~14000Hz プリアンプ : 36dB ダ けミックレンジ : 110dB 以上 ハ ド デ ィ ス カ : 1 GB	Geometrics 社, USA
バイブレータ 震源	Minivib T-2500 最大起震力 : 13000N 以上 ペースプレート外径 : 70cm	IVI 社, USA
重錘落下震源	ドロップヒッター CD-110 型 重錘重量 : 50kg 落下高 : 120cm	日本地工(株)
ハイドロフォン	DH-5 外 径 : 最大 42mm 周波数帯域 : 7Hz~10kHz チャンネル数 : 24ch (1m 間隔)	ITI 社, USA

## 2.2 データ解析

図 2-3 に示すように V S P 探査では反射波は反射面から上に向かって受振器に到達する。したがって、データ処理ではこの上方に進行する波を測定記録から分離・抽出する必要がある。

V S P 探査の一般的なデータ処理手順を図 2-4 に示し、ゼロオフセット V S P 記録から合成地震記録の作成およびオフセット V S P の V S P - C D P 変換について以下に概説する。

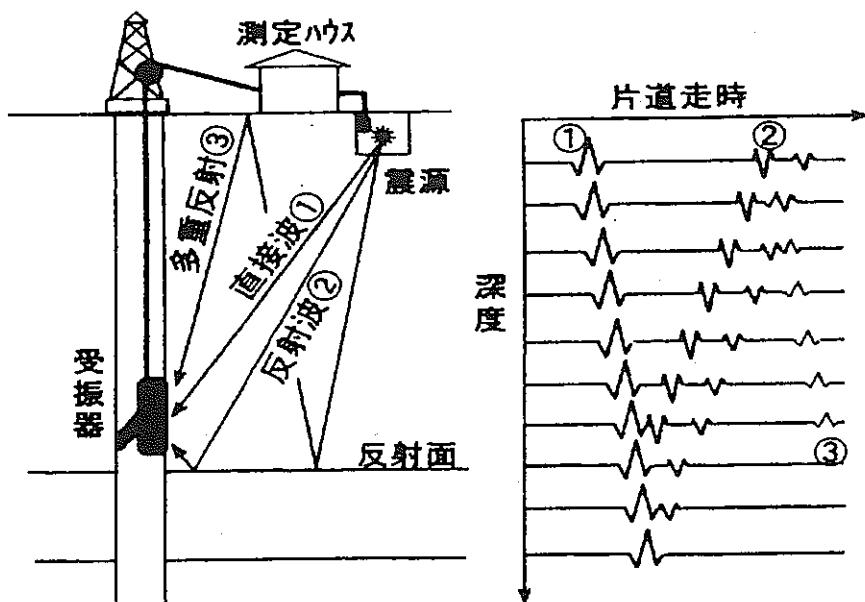


図 2-3 V S P 探査データの概念図

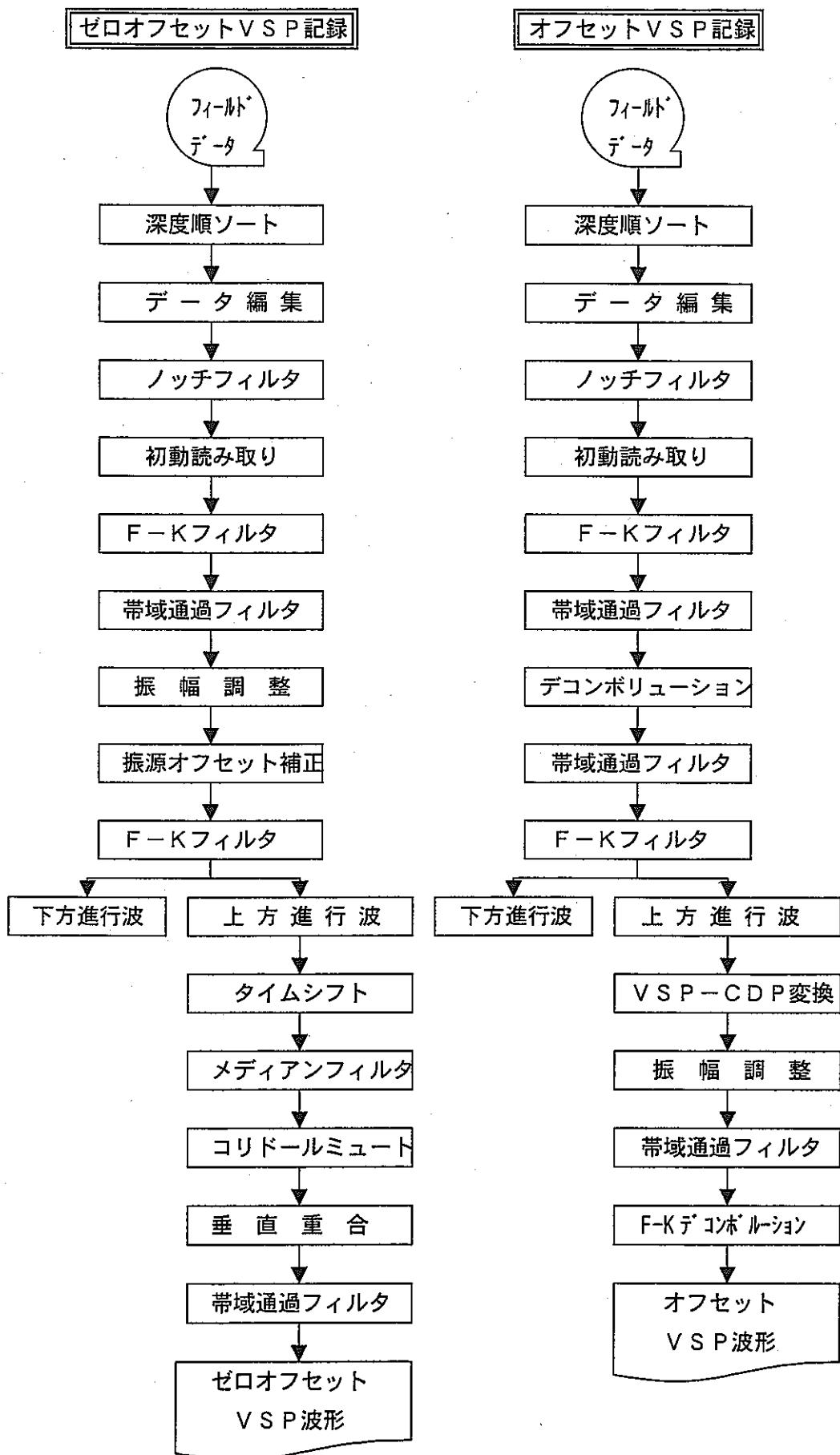


図 2-4 VSP 探査データ処理流れ図

### (1) ゼロオフセット VSP 处理

① 初動走時の読み取り

② 振幅調整

球面発散や発振ごとのばらつきを補正することを目的として、初動振幅を全深度で一定値にそろえる補正を行う。

③ 下方・上方進行波の分離

進行方向の違いを利用して、F-K フィルタなどにより下方進行波と上方進行波を分離する。

④ 上方進行波のタイムシフト

垂直往復走時への変換は、初動読み取り走時分だけタイムシフトさせることにより実施する。

⑤ 上方進行波の強調

メディアンフィルタを用いてチューブ波、変換波およびノイズを除去して上方進行波を強調する。

チューブ波：孔井内の流体中を孔井軸方向にほとんど減衰することなく伝搬する波で、孔壁の弾性の影響を受けた境界波である。伝搬速度は流体（孔内水）の速度（1,500m/s）に近い。

⑥ コリドールミュート・重合

VSP の処理では、受振深度以深での多重反射は除去できないので、その影響が少ない初動付近のみの比較的狭い深度区間にわたり重合し、孔井位置での反射記録を作成する。通常、重合後の記録を 10 トレースほどコピーして並べたものを表示する。

### (2) オフセット VSP 处理

オフセット VSP データ処理の概念図を図 2-5 に示す。

前述の①～③の手順により上方進行波を抽出する。

④ VSP-CDP 変換

発振位置が孔井から離れているので、反射点も孔井から横方向に離れた位置に分布する。これをを利用して、VSP で取得した反射波を地表反射法のような受振点・発振点が反射点直上にあるような NMO 補正と反射点位置の補正により、孔井近傍の反射記録を作成することができる。ただし、反射記録を作成できる領域は、最大でもオフセット距離の半分までである。

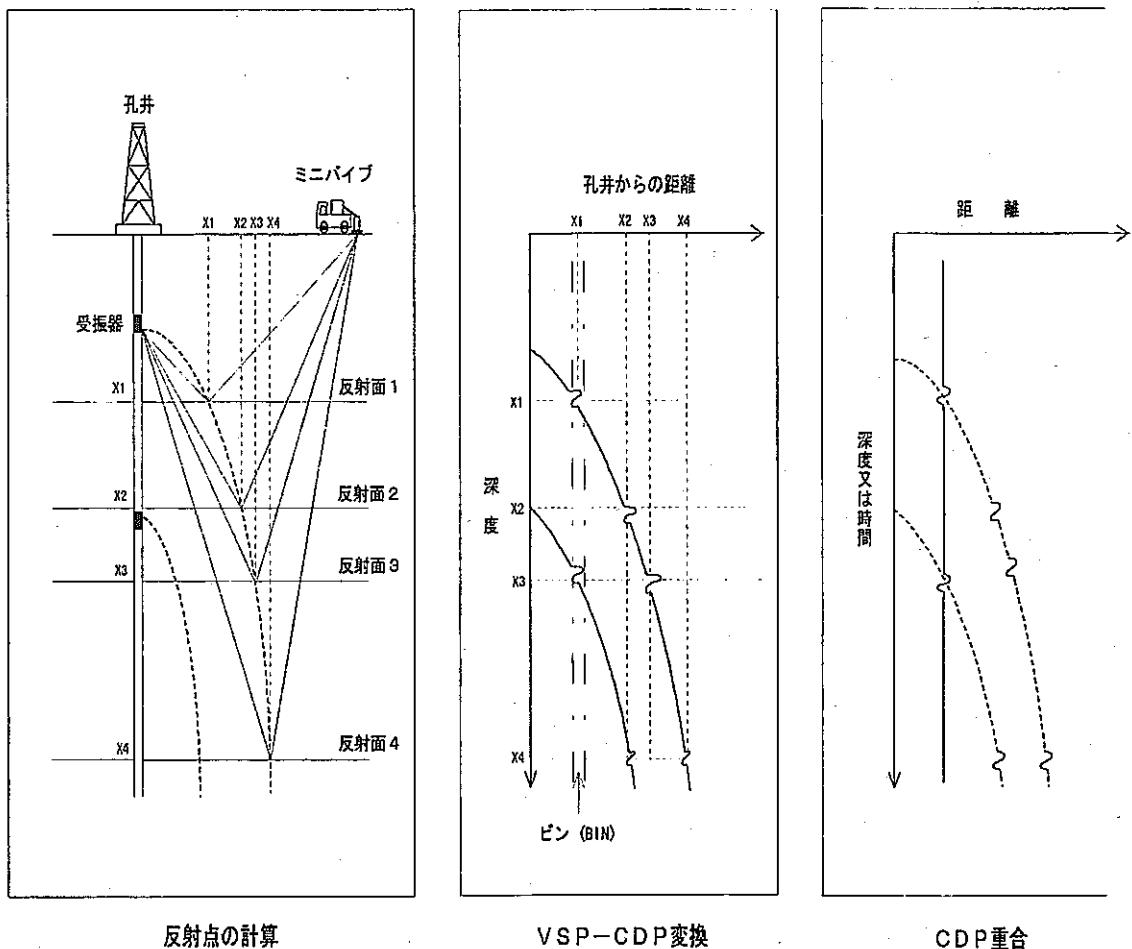


図 2-5 オフセット VSP データ処理概念図

### (3) 周波数解析結果

S-2 および S-6 のゼロオフセット記録に対して周波数分析したものをそれぞれ図 2-6 および図 2-7 に示す。図の左上が測定記録、左下がトレース毎の周波数分布、右上が時間一波数、右下が周波数一波数の関係を表している。また、周波数一波数関係図に示したV字形の傾きはそれぞれ速度±1,500m/sec に相当する。なお、色表示では暖色系が強振幅、寒色系が弱振幅を表す。両図を比較すると、重錘落下震源を用いた S-6 の記録は低周波から 300Hz 程度の高周波まで観測されていることが分かる。両記録とも速度±1,500m/sec より遅い波、特に変換 S 波と思われる速度 1,000m/sec 程度の波（図中で丸で囲んだ部分）が卓越していることが認められる。また、上方進行波（右傾斜の部分）と下方進行波（左傾斜の部分）の振幅を比較すると、下方進行波が卓越していることも読み取れる。

### (4) 処理結果

7 点の VSP 記録に対して波動場分離を行った。各記録とも商用周波数の 60Hz ノイズおよび低速度波が卓越している。このため下方・上方進行波の分離前にノッチフィルタ (60Hz) 、

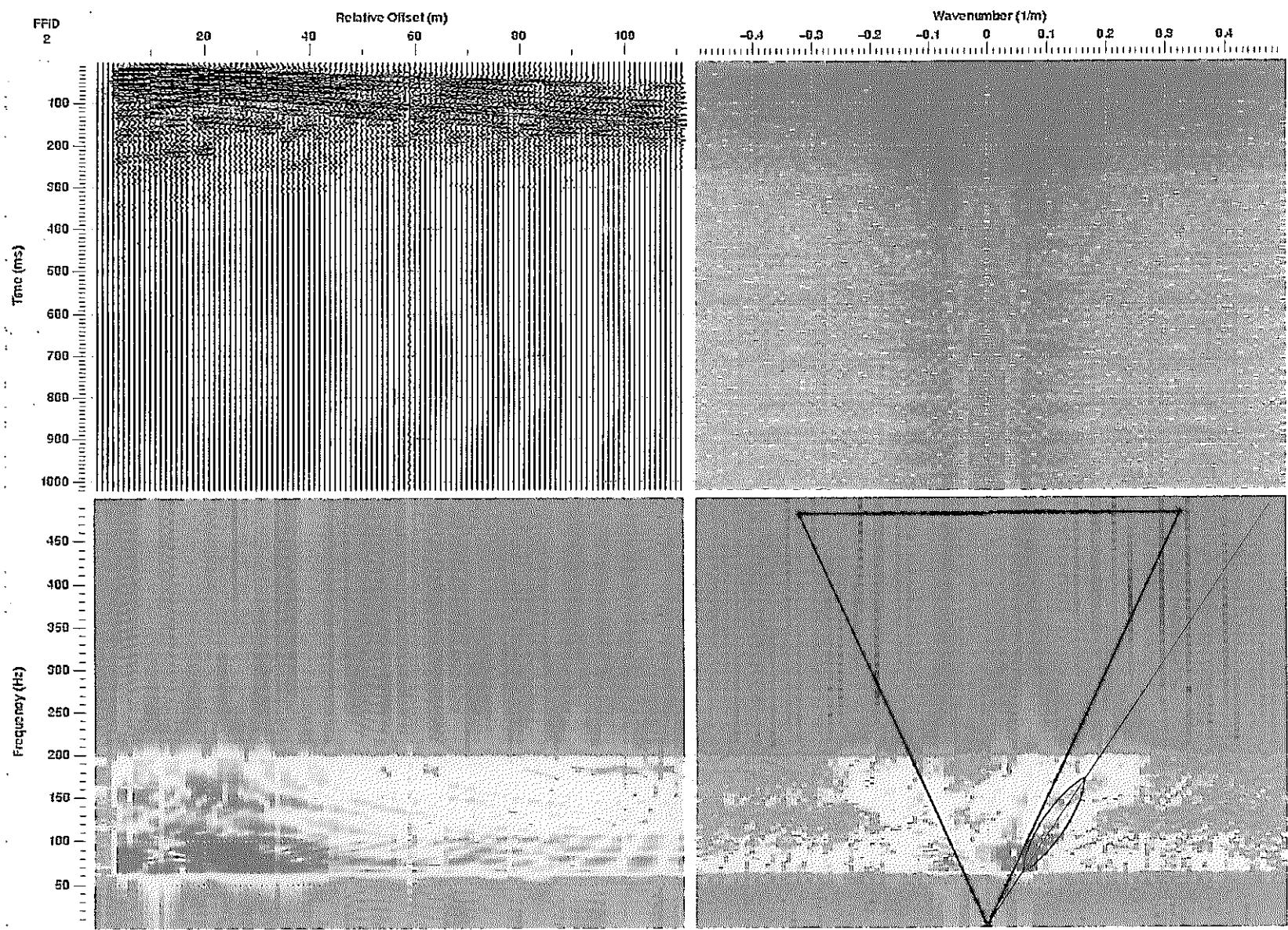


図 2-6 周波数スペクトル (S-2)

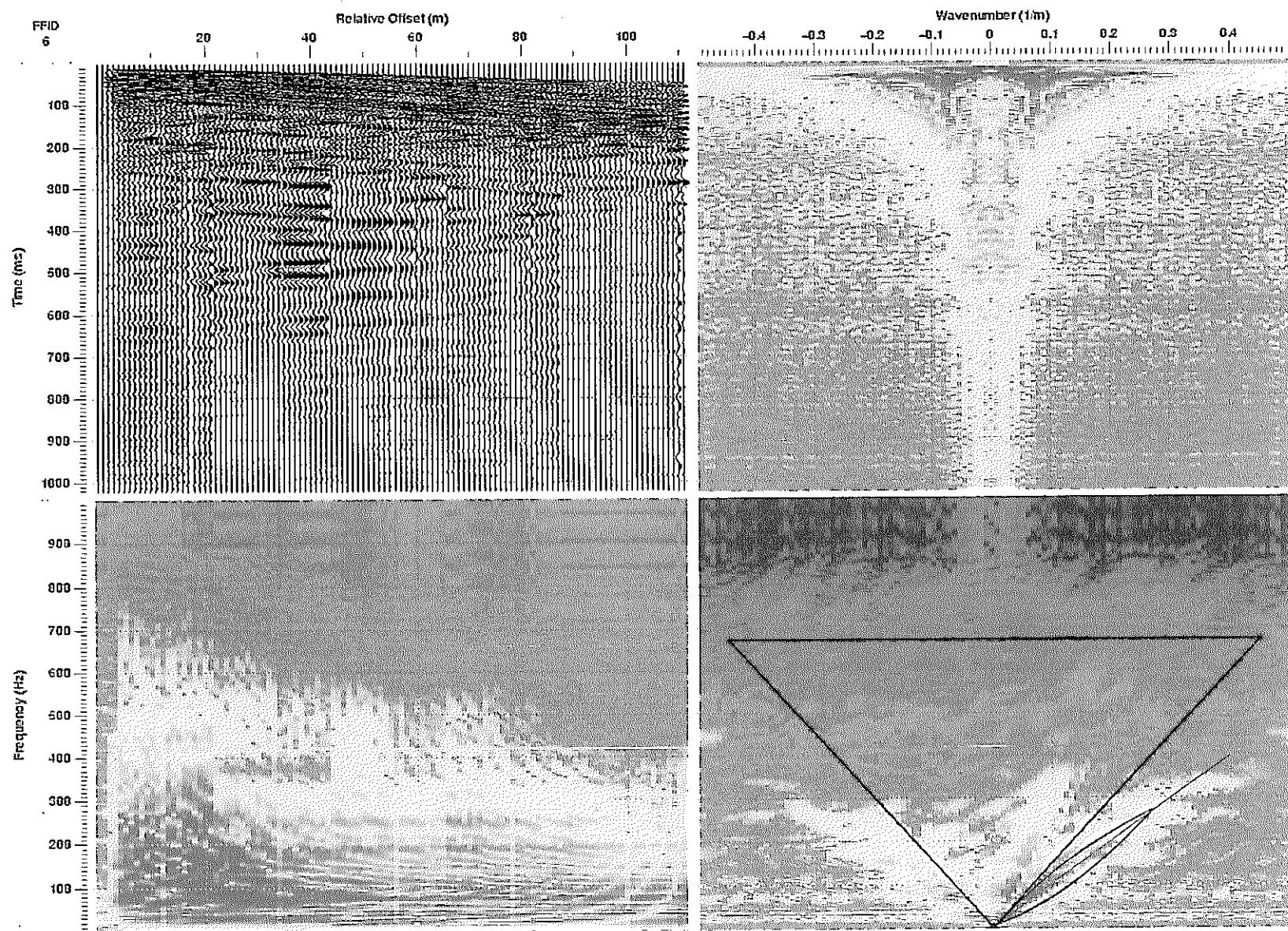


図 2-7 周波数スペクトル (S-6)

スパイキング・デコンポルーション、帯域通過フィルタ（40～150Hz）を適用した。下方・上方進行波の分離では、下方進行波は速度 1,500～5,000m/sec、上方進行波は速度-1; 500～-5,000m/sec の速度フィルターを適用した。また、同様に速度フィルターにより速度 1,300～1,500m/sec および-1,300～-1,500m/sec の波をチューブ波として抽出した。

各記録について、フィルター処理後のオリジナル波形、上方進行波、下方進行波およびチューブ波を図 2-8 に示す。なお、これらの図の出力に際して、すべて 100ms の A G C を適用している。また、S-6 の記録について、フィルター処理後のオリジナル波形、上方進行波、下方進行波およびチューブ波のそれぞれの周波数－波数関係図を図 2-9 に示す。

## 2.3 解析結果

### (1) 速度構造

ゼロオフセット測定記録（S-6）を用いて、初動の読み取りから走時曲線を作成し、その傾きから速度を求めた。その走時曲線図を図 2-10 に示す。読み取り値に偏りが見られるのは測定誤差や波形の歪みによる読み取り誤差が原因と考えられる。孔井付近の P 波速度分布は、下表に示すように大きく 2 層に分けられる。本測定により得られた第 1 および第 2 速度層の速度は、後述する音波検層で得られた音波速度（深度 3.1～86.7m：平均 2,350m/s、86.7～111.5m：平均 3,730m/s）に比べ、やや大きな値となっている。

速度層	深 度(m)	速 度(m/s)	対比される主な地質
第 1 速度層	0～87	2,630	瑞浪層群明世累層および土岐夾炭累層
第 2 速度層	87～111	4,000	細粒～粗粒花崗岩

また、ゼロオフセット測定記録（S-2）を用いて、初動の読み取りから各チャンネル（深度）までの平均速度を求めた（図 2-11 参照）。チャンネル No. 45 以降では明らかに偏りが認められるので初動読み取り値を修正（平行移動）して求めた。ここで得られた平均速度値を用いて V S P - C D P 変換を行った。

### (2) 減衰率

ゼロオフセット記録（S-6）から初動走時の ±5msec の範囲で振幅の最大値と最小値を検索し、最大値の振幅と深度の関係を図 2-12 にプロットした。使用したハイドロフォンの応答特性を反映して、22 チャンネル毎（2 チャンネル重複しているため）に同じような振幅パターンが認められる。その中で深度 80m～90m 付近にかけて振幅があまり減衰していないこと、それ以深で急激に減衰していることが注目される。深度 80m からは基底礫岩、深度 87m からは花崗岩が分布していることから、それぞれの地層の吸収効果を反映したものと推定される。減衰率は深度 (x) と振幅 (y) の指數近似により、以下の式で表される。花崗岩部が堆積層部に比べ初動振幅の減衰率が大きいことが分かる。

$$\text{堆積層部 (深度 86m 以浅)} : y = 194.5 * e^{-0.02111x}$$

$$\text{花崗岩部 (深度 87m 以深)} : y = 8023.5 * e^{-0.06136x}$$

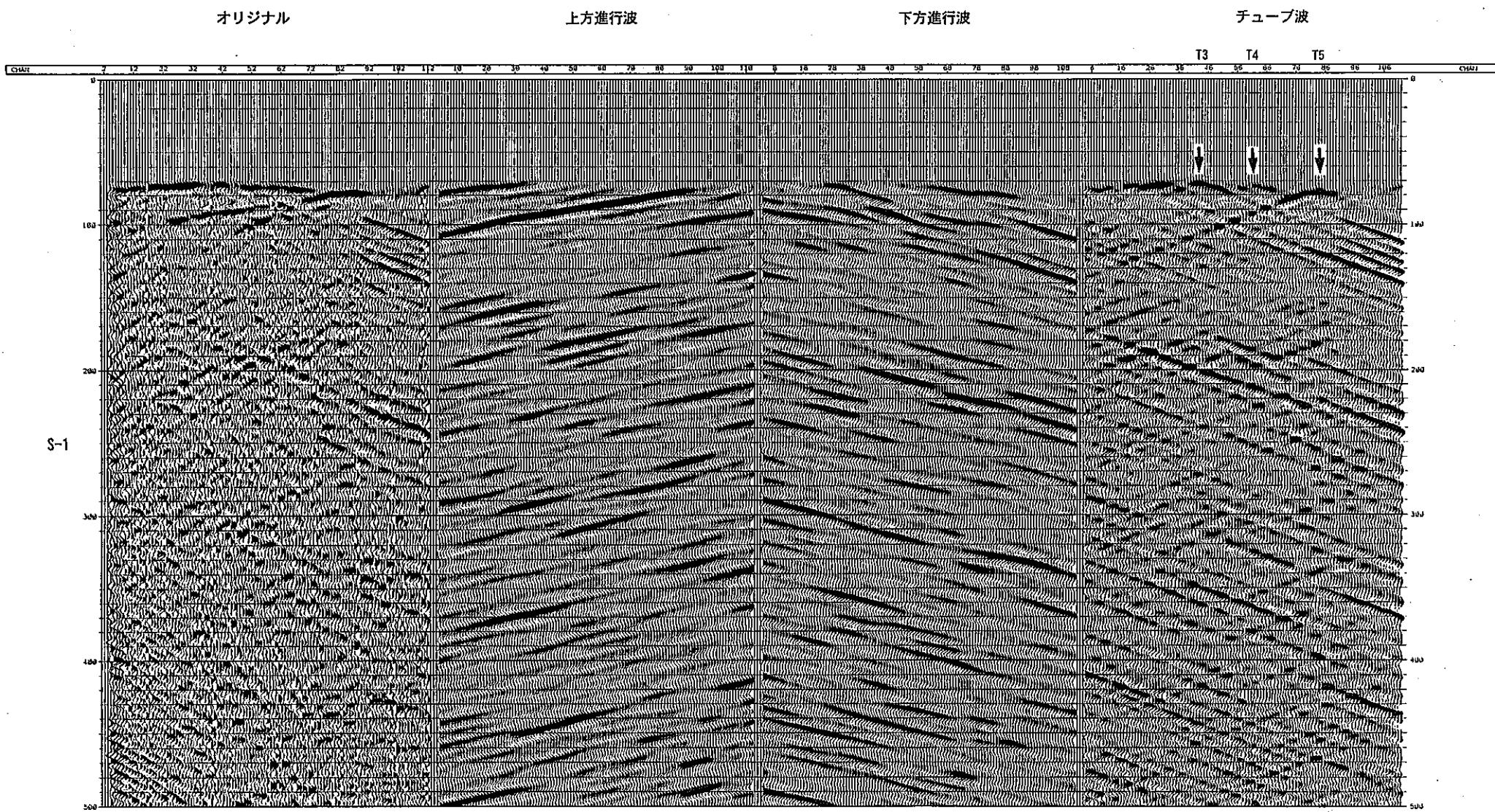


図 2-8 データ解析図(1)

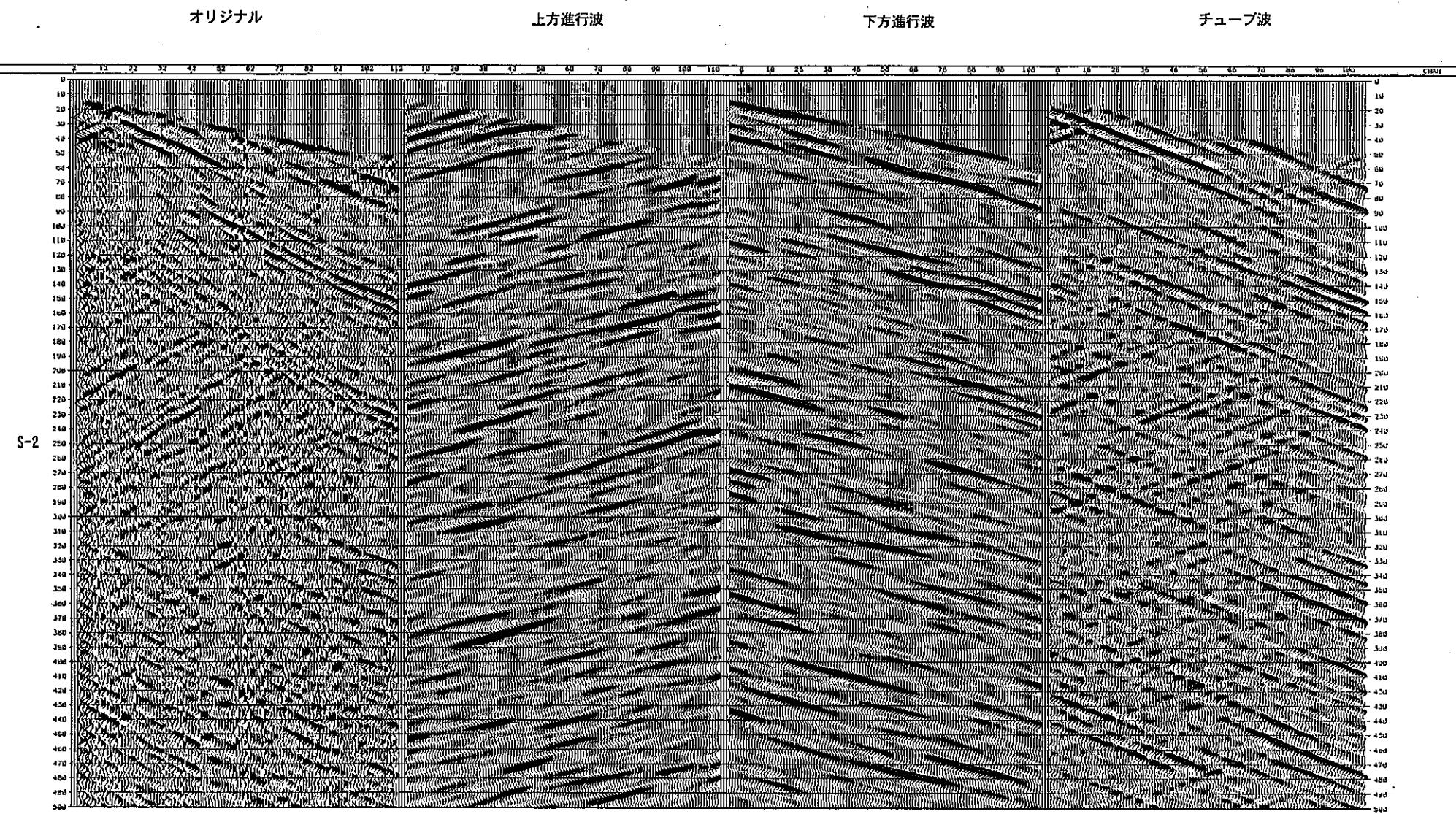


図 2-8 データ解析図(2)

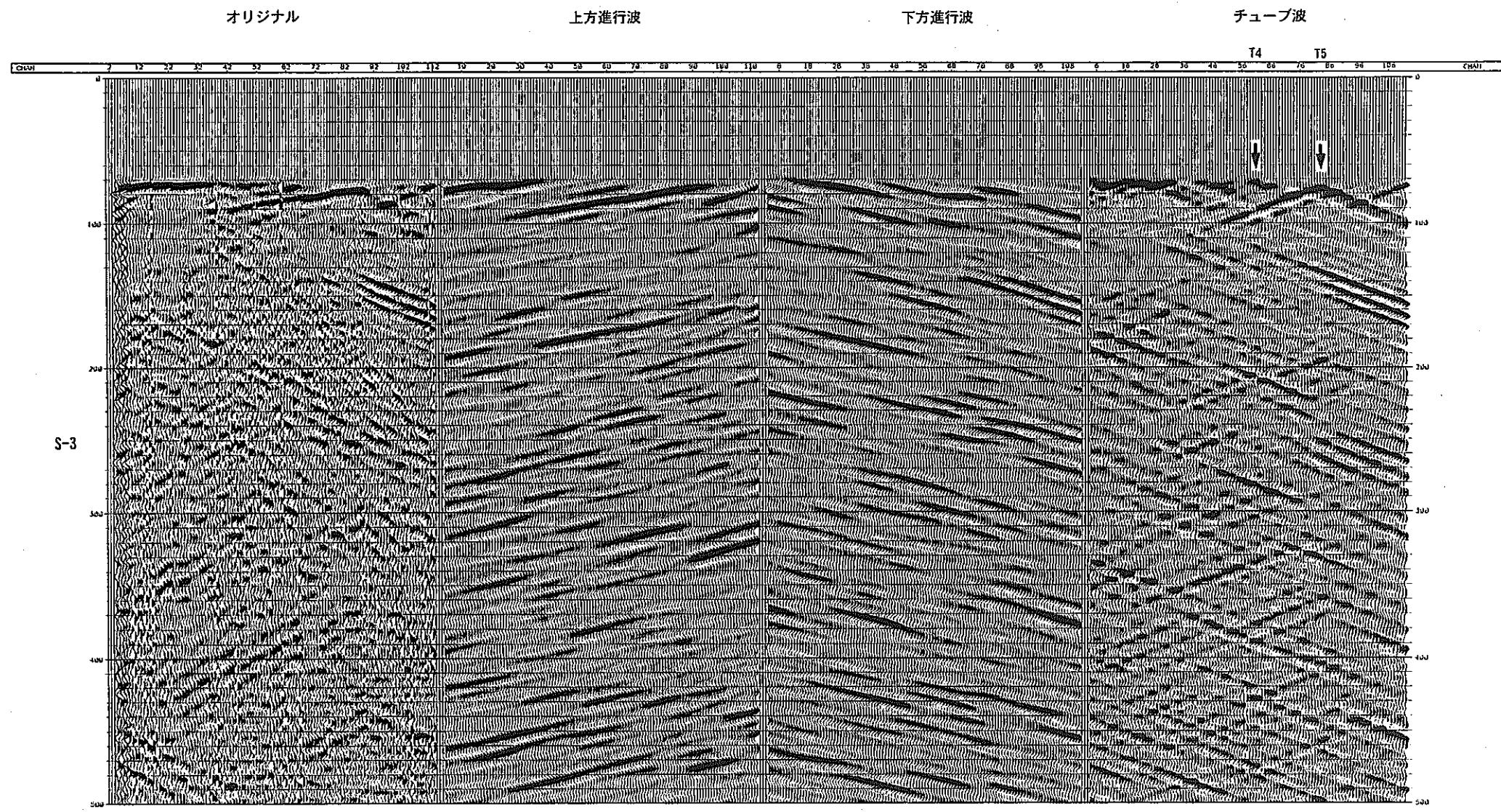
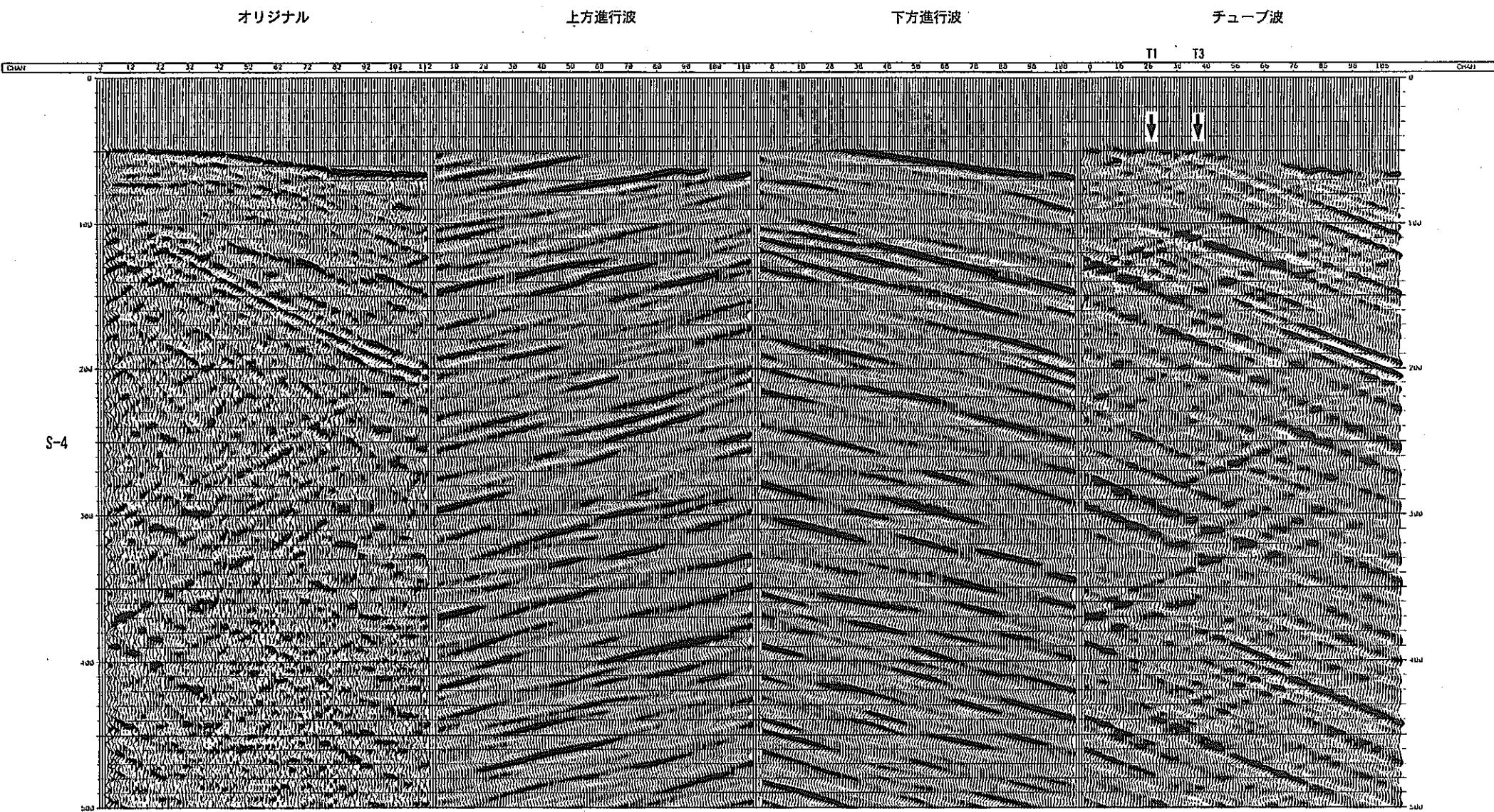


図 2-8 データ解析図(3)



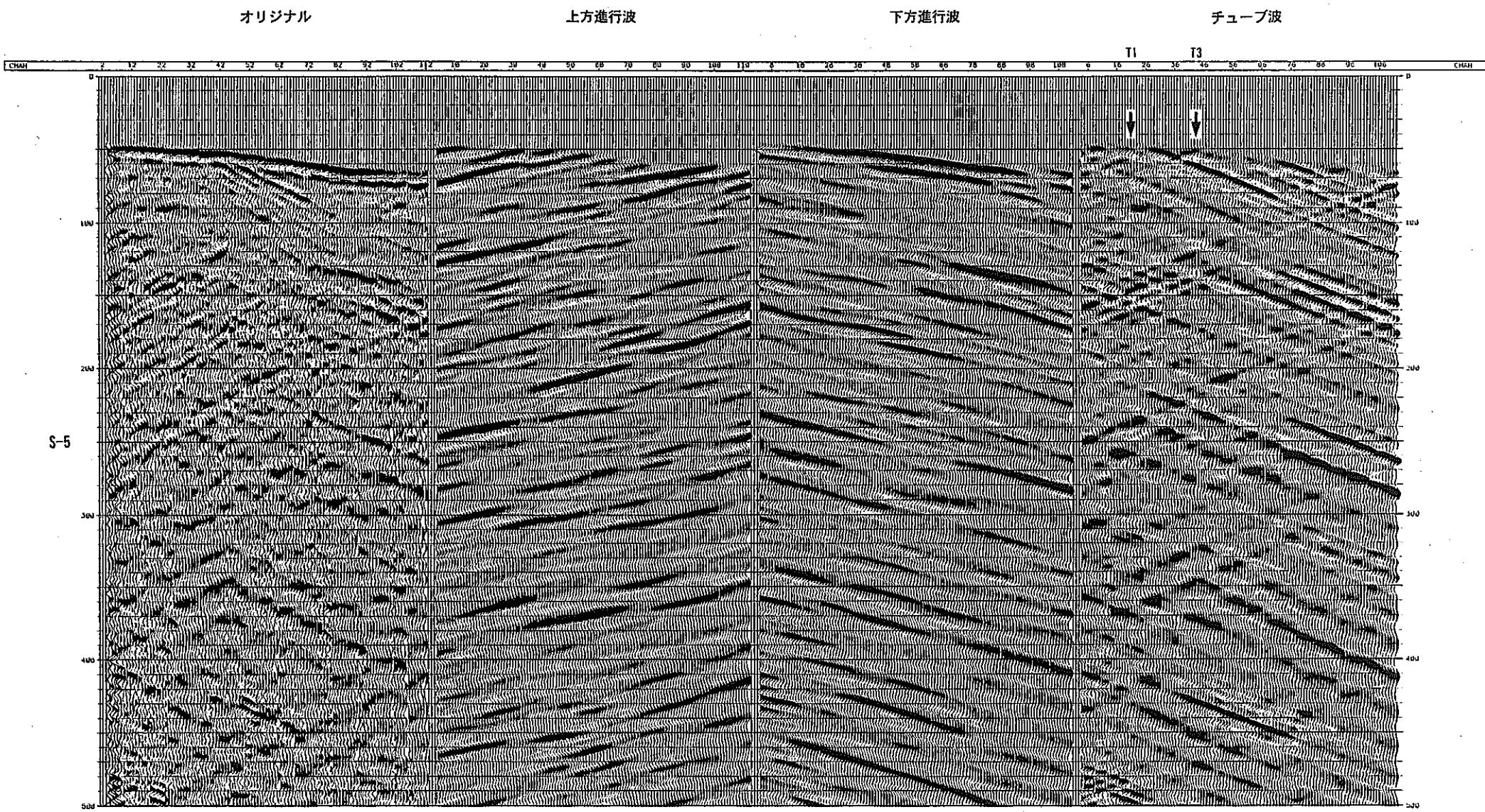


図 2-8 データ解析図(5)

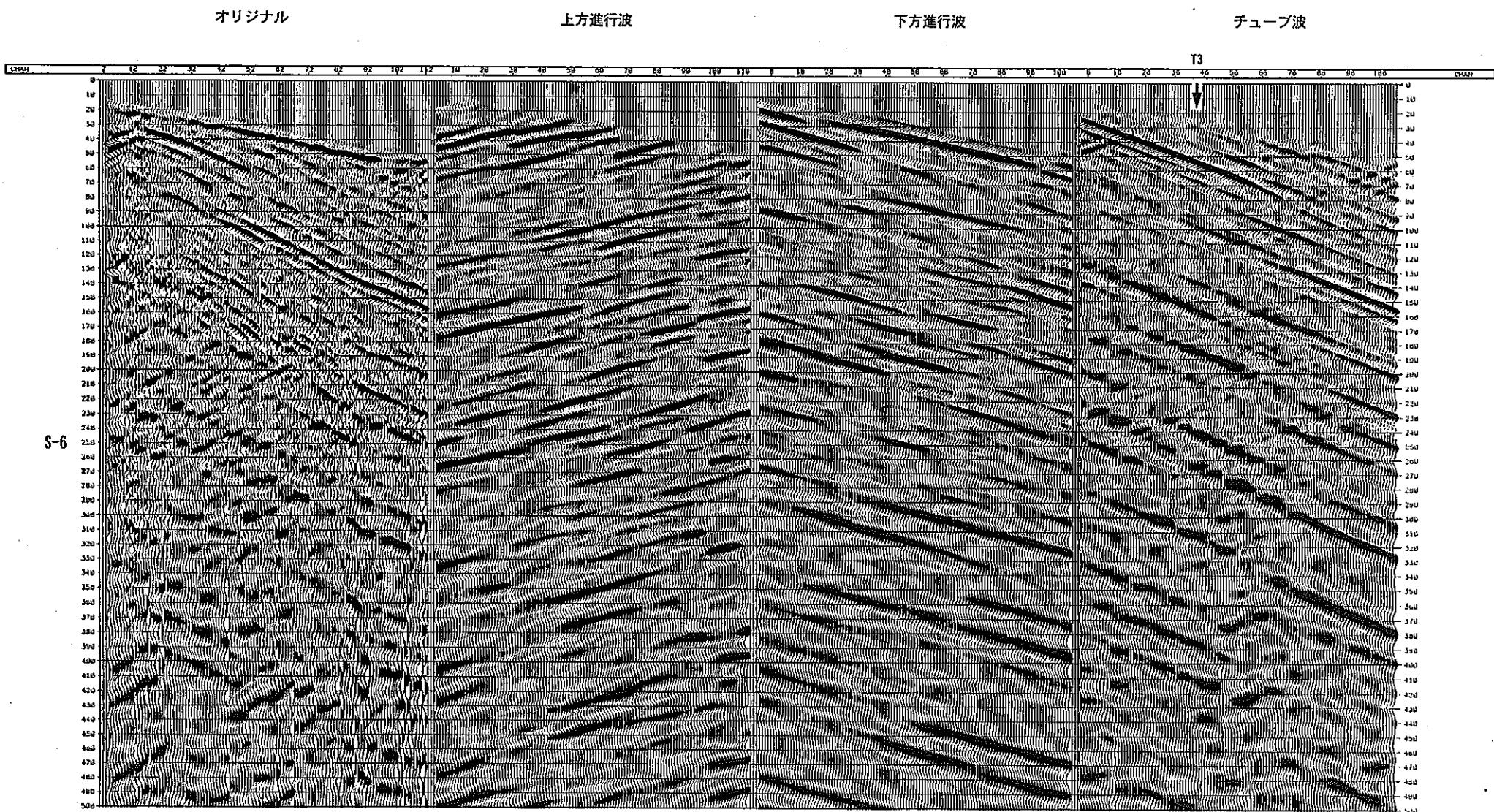


図 2-8 データ解析図(6)

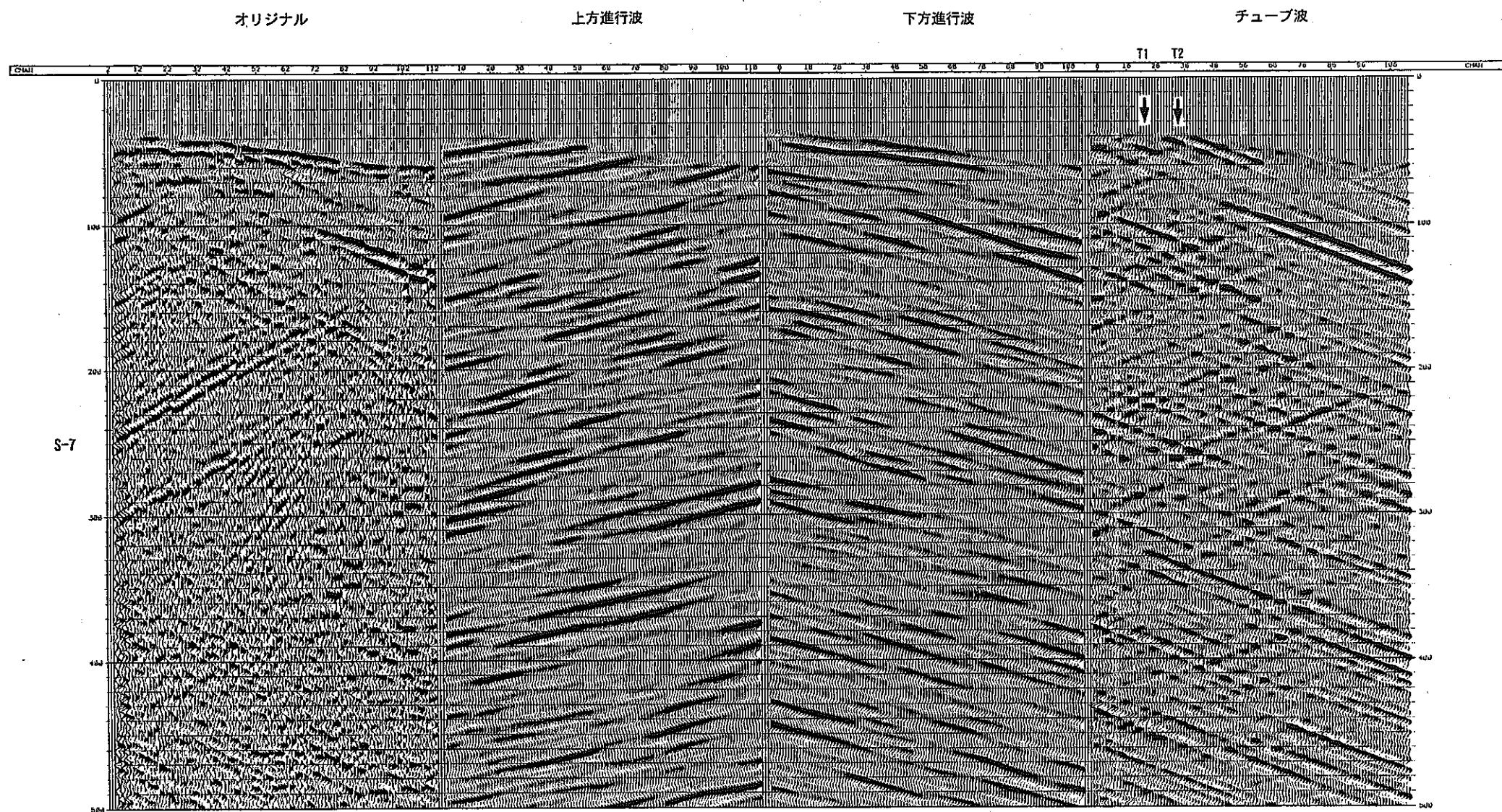
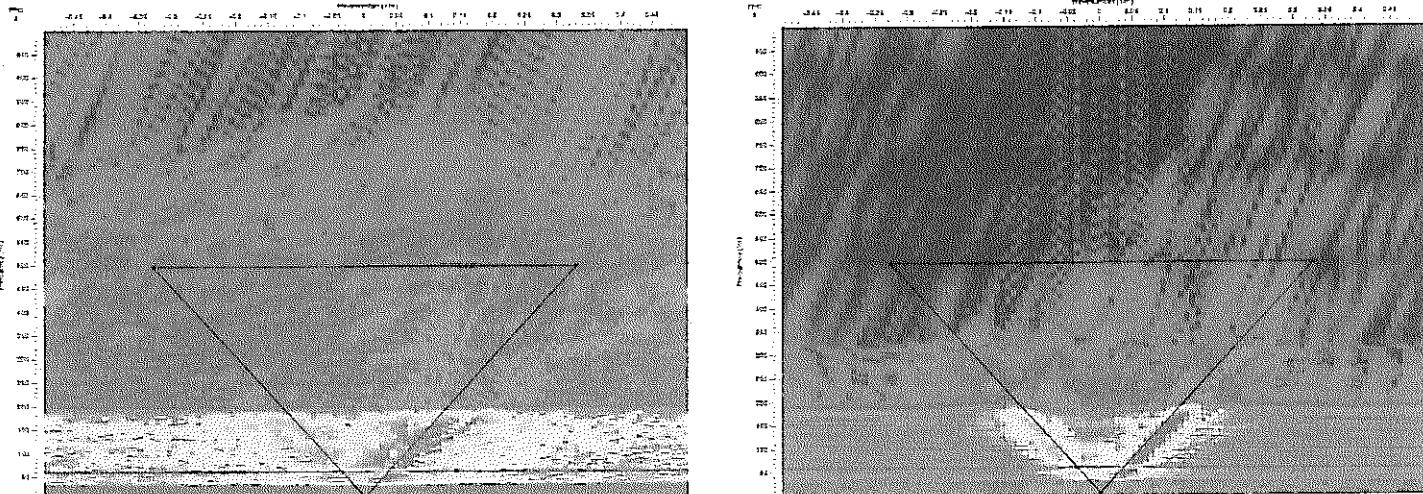
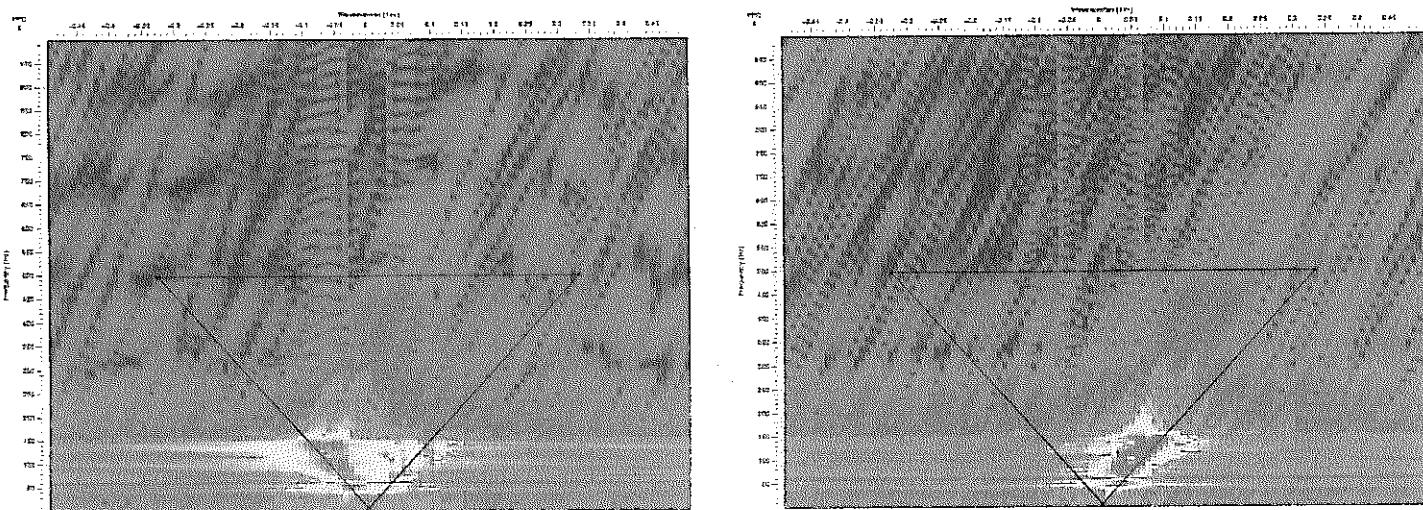


図 2-8 データ解析図(7)



オリジナル

チューブ波



上方進行波

下方進行波

図 2-9 周波数一波数関係図(S-6:フィルター処理後)

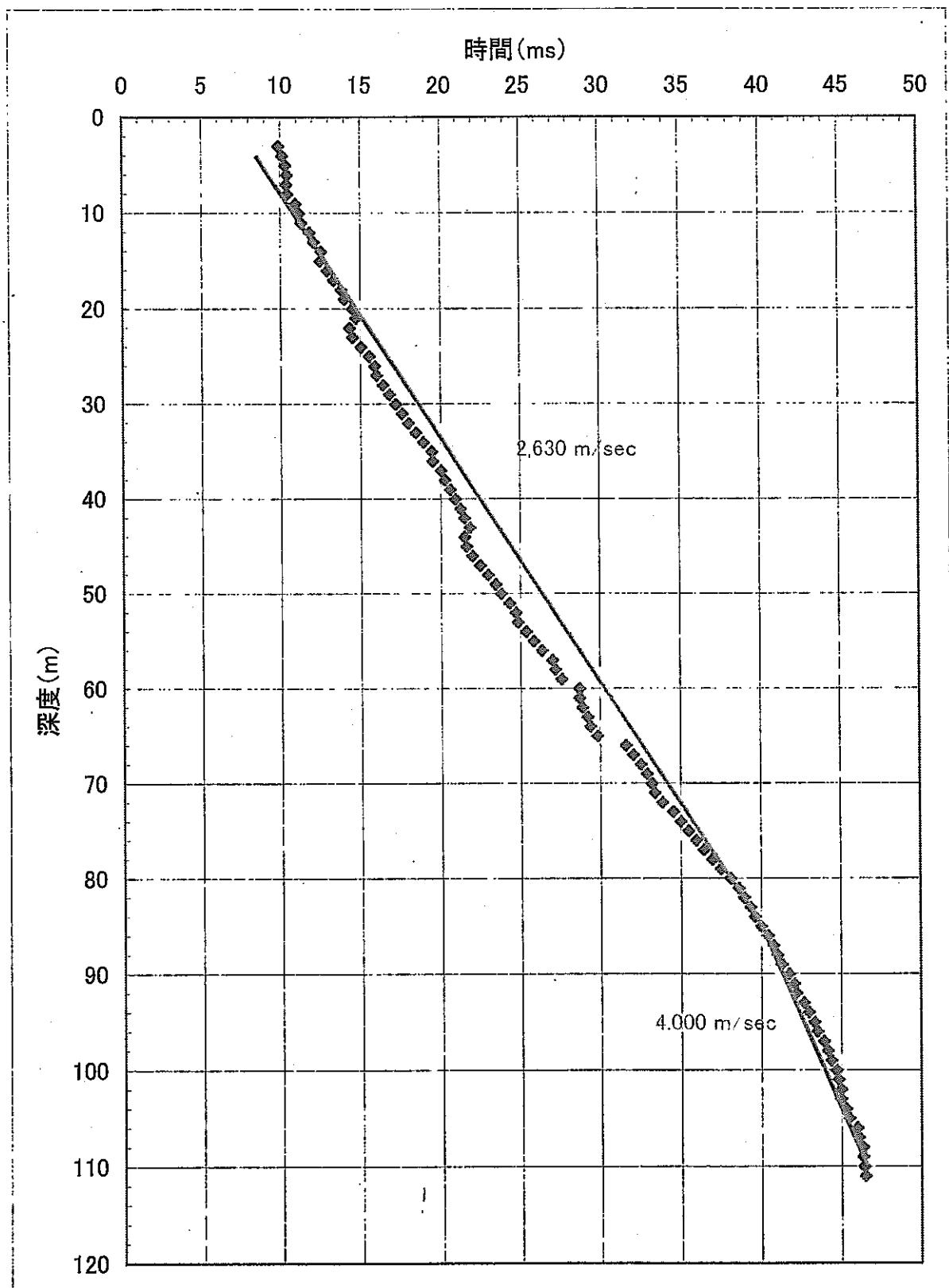


図 2-10 走時曲線図 (S-6)

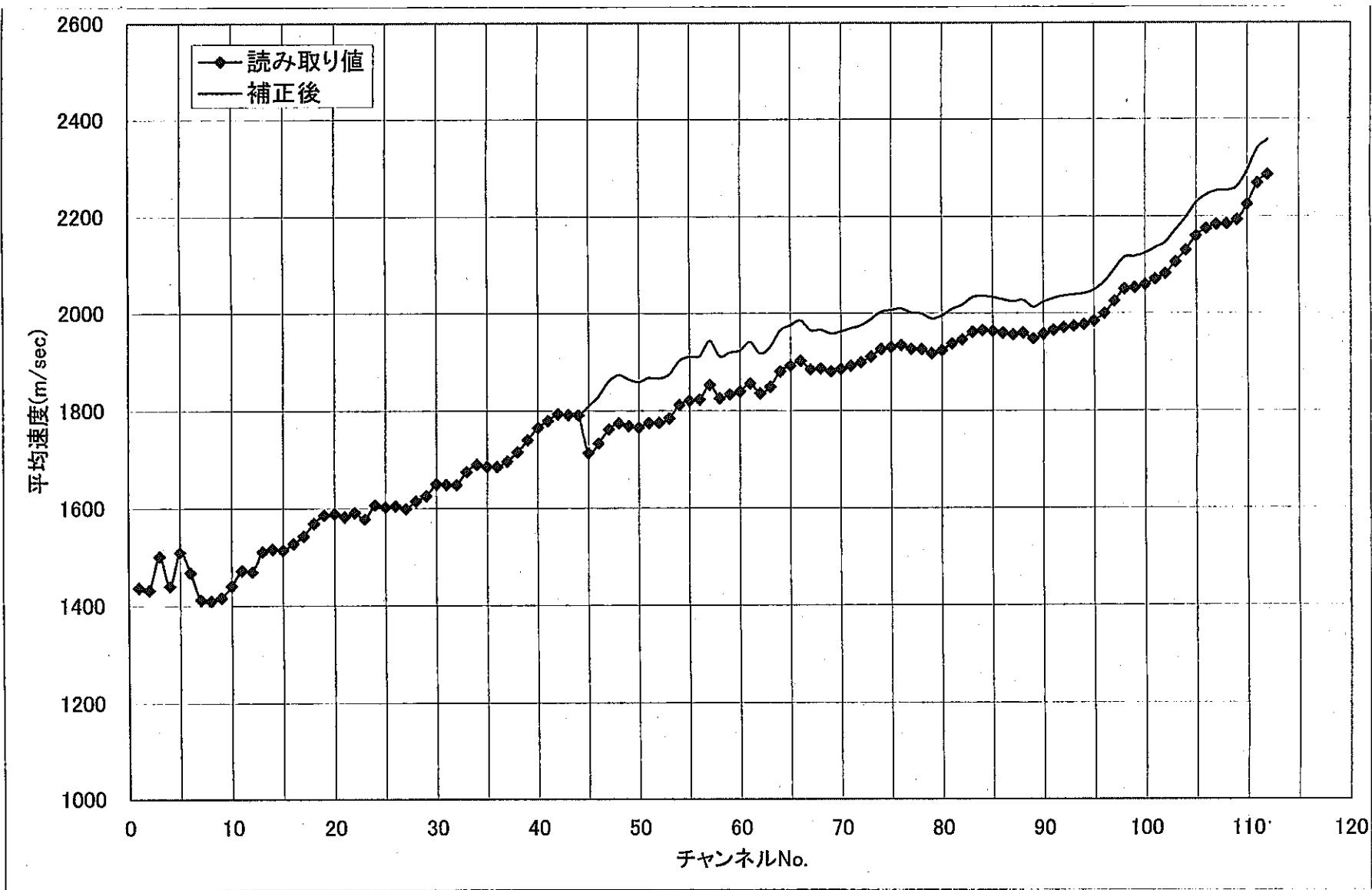


図 2-11 平均速度図 (S-2)

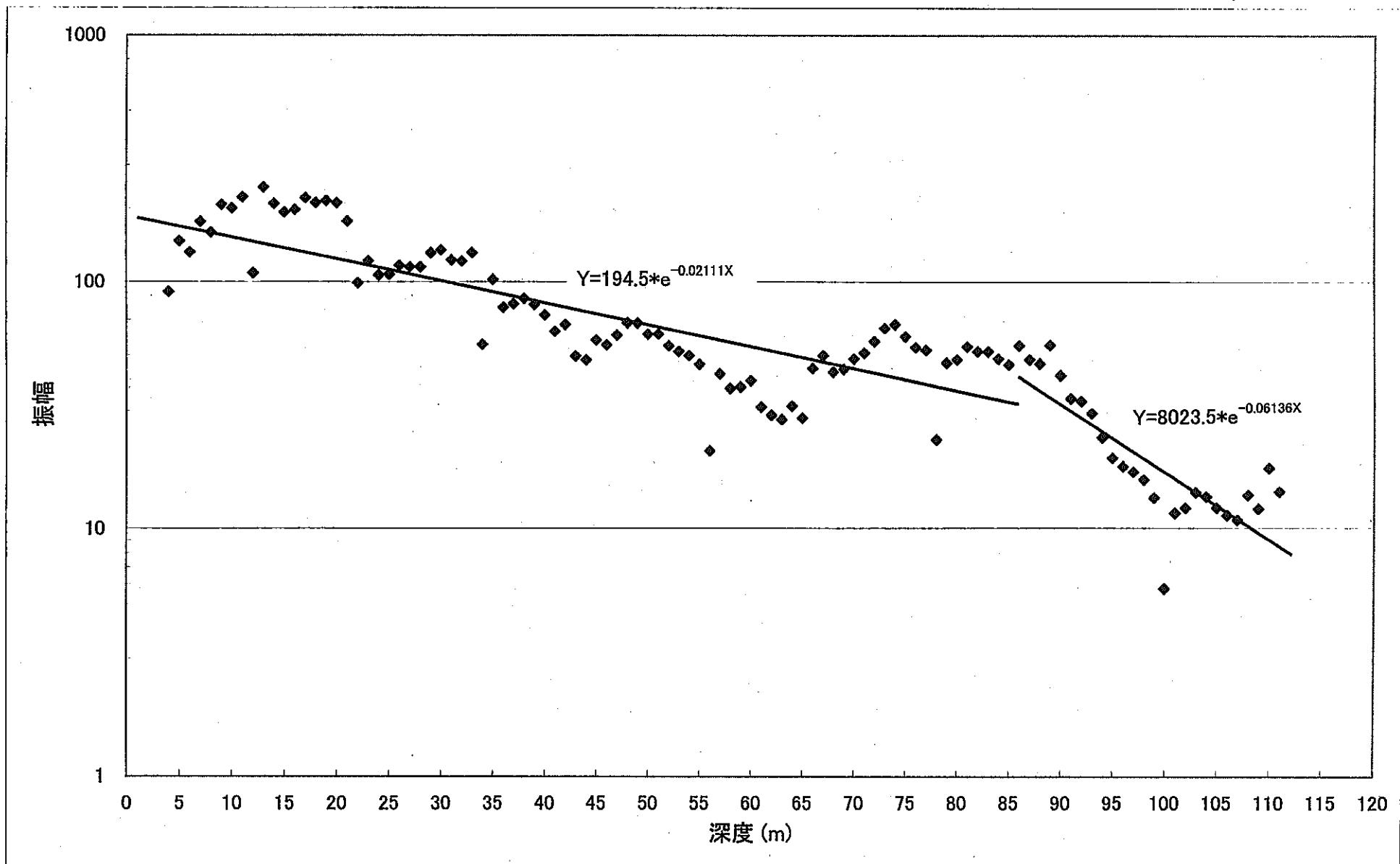


図 2-12 深度-振幅関係図

### (3) チューブ波の発生深度

速度フィルターにより抽出した速度  $1,300 \sim 1,500 \text{m/sec}$  および  $-1,300 \sim -1,500 \text{m/sec}$  の記録からのチューブ波が発生していると推定される深度を読み取った。各チューブ波記録は多重波が卓越していることや発震方向（震源）の違いから共通した深度を読み取ることは困難である。したがって、主にオフセット記録から東西（重錘落下震源）と南北（バイブレータ震源）の発震方向にわけて以下のように深度を読み取った（図 2-8 参照）。

東西方向：深度 21m (T1), 32m (T2), 40m (T3)

南北方向：深度 40m (T3), 59m (T4), 83m (T5)

発震方向で読み取り値が異なる原因としては、震源の特性、周波数の違いや地下構造の異方性が考えられる。

### (4) VSP 記録

ゼロオフセットとオフセット VSP 反射断面をまとめて図 2-13 に示す。各 VSP 反射断面の標高の基点はそれぞれの発震点の標高である。トレース間隔は 2.5m である。

S-2 および S-6 のゼロオフセット VSP 反射断面から深度 120m 以浅において比較的振幅の大きい反射波（ピーク：黒塗りの部分）としてそれぞれ VI～VII および D1～D23 を抽出した。それらを前述のチューブ波発生深度 (T1～T5) とともに図示した。

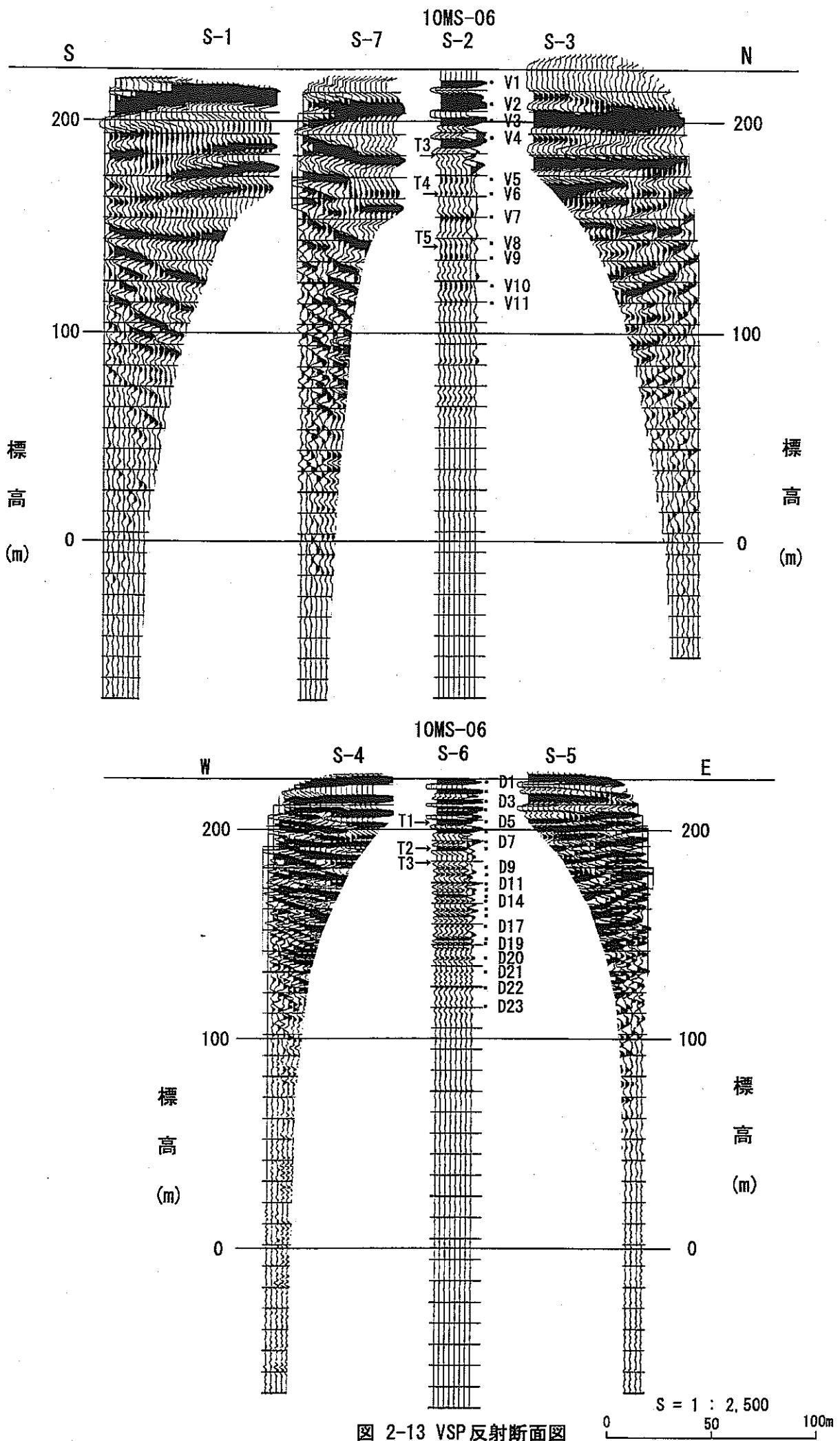
ゼロオフセット、オフセット VSP 反射断面およびチューブ波発生深度について検討した結果は、次のとおりである。

① バイブルータ震源の記録 (S-2) に比べ、重錘落下震源の記録 (S-6) のほうが反射波の周波数が高く、分解能が高い。

② ゼロオフセットとオフセット VSP 反射断面ではやや違いが見られるところもあるが、概ね対応する反射波群が得られた。両震源の記録とも反射波は表層部ではほぼ水平で、深くなるにつれ両側に向かって浅く傾斜する傾向が見られる。しかし、この両端が浅くなる傾向は変換速度の違いにより生ずることがあるので解釈には注意を要する。

ゼロオフセットとオフセット VSP 反射断面での反射記録の違いの原因としては、ゼロオフセット記録が孔井の極近傍の地質特性の影響を受けるのに対して、オフセット記録は発震点から孔井までの間のある程度広い範囲の影響を受けることから、地層の方向性や広がり等の違いによることが推定される。また、ゼロオフセット記録はオフセット記録に比べ反射経路が短いことから、その精度は高いと考えられる。

③ 推定したチューブ波発生深度は T3 (深度 40m) を除いてゼロオフセット反射断面の反射波とほぼ対応している。したがって、これらチューブ波は地層・岩相の境界面に起因して発生したものと考えられる。



### 3. 物理検層

#### 3.1 作業概要

##### 3.1.1 検層項目

本調査で実施した物理検層の項目は次のとおりである。

- ・電気検層（自然電位、ノルマル比抵抗）
- ・マイクロ比抵抗検層
- ・孔径検層
- ・中性子検層
- ・自然ガンマ一線検層
- ・密度検層
- ・音波検層
- ・孔跡検層（孔内方位・傾斜測定）

測定した深度区間はおよそ 3m～111m であり、記録はデジタルとアナログの両方で記録し、デジタルは 10cm 間隔で記録した。

##### 3.1.2 作業工程

物理検層作業は、平成 13 年 10 月 23 日から 10 月 24 日の 2 日間で実施した。その作業工程表を表 3-1 に示し、使用機器一覧表を表 3-2 に示す。

表 3-1 物理検層作業工程表

測定種目	測定深度 (m)	測定年月日	測定時間	測定速度 (m/min)	記録	孔内状況
坑 径 検 層	3.07～111.5	H13. 10. 23	9:43～10:00	6.4	1/200・1/500	・孔長 112.6m
中性子・ ガムマ線 検層	3.07～111.5	H13. 10. 23	10:53～11:09	6.8	1/200・1/500	・孔径 98mm
音 波 検 層	3.07～108.4	H13. 10. 23	12:28～12:45	6.2	1/200・1/500	・孔内水 清水 比抵抗 (60.7Ω-m) (15.2°C)
電 気 検 層	3.07～111.1	H13. 10. 23	15:13～15:29	6.8	1/200・1/500	・ケーシング 深度 3.07m 径 100.9 mm
孔内方位 傾斜測定	5.00～110.3	H13. 10. 23	17:03～17:15	—	13箇所	
マイクロ 比抵抗 検層	3.07～111.7	H13. 10. 24	8:42～9:12	3.6	1/200・1/500	

注) 中性子・ガムマ線検層は、コンビネーションゾンデを使用し、記録は同時に収録した。

表 3-2 物理検層使用機器一覧表(1)

検層項目	機 器	型 式	仕 様
全種目共通	検層車	三菱ファイター	三菱自動車・軽油車
	ケーブル	5芯硬鋼線 アーマードケーブル	外径：8.4 mm 耐熱：260°C
	データ収録 ・ データ処理	GSC-DWL システム	デジタル検層システム コントローラユニット：検層データ収録インターフェース ホストコンピュータ：NEC PC9821 LS13 (Pentium 133MHz) プリンター：ROLON TP-5000 CANNON BJC-5500J 収録・処理ソフト：DWLS Ver.7.1
電気検層 Electrical Survey	地上機器	ELM-204 SCM-304	電源：AC100V ±10%, 50/60 Hz 出力電圧：150V 出力電流：0~50 mV 測定動作周波数：240 Hz ±10 Hz 出力：25cm ノルマル / 100cm ノルマル / SP 動作範囲：比抵抗 (0~20KΩ·m) SP (0~200mV)
	孔内機器		外径：50 mm 全長：150 cm 電極：25cm ノルマル / 100cm ノルマル / SP
中性子検層 Neutron Log	地上機器	LPM-203 RMM-204	電源：AC100V ±10%, 50/60 Hz 測定電源：60mA
	孔内機器		外径：43 mm 全長：150 cm 線源： <sup>241</sup> Am-Be(111 GBq) デテクター：プロポーションカウンター
自然ガンマ一線 検層 Gamma Ray Log	地上機器	LPM-302 RMM-204	電源：AC100V ±10%, 50/60 Hz 測定電源：60mA
	孔内機器		外径：43 mm 全長：150 cm 耐圧：15,000 psi デテクター：シンチレーションカウンター
孔径検層 Caliper Log	地上機器	LPM RMM(×2)	電源：AC100V ±10%, 50/60 Hz BIN DC300 V 測定電源：90 mA
	孔内機器	X-Y AXIS	外径：45 mm 全長：127 cm 測定範囲：5~71 cm 耐圧：15,000psi 測定温度：max 190°C
音波検層 Sonic Log	地上機器	LPM-SVCM A/DCM-ELK-7125	電源：AC100V ±10%, 50/60 Hz BIN DC300 mA 出力：△T, WAVE FORM, VDL 分解能：12bit, 500ns/W 最大サンプリング 周波数：2MHz 最小サンプリング 深度：1cm 毎 ワード長：1kw/cn WAVE FORM データフォーマット：MSDOS ASCII
	孔内機器	COMPENSATED SONIC TOOL	外径：54 mm 全長：488 cm T-R1 : 0.9 m (3 ft) T-R2 : 1.5 m (5 ft)

表 3-2 物理検層使用機器一覧表(2)

検層項目	機 器	型 式	仕 様
マイクロ 比抵抗検層 Micro Log	地上機器	LPM-201 MRM	電源：AC100V ±10%, 50/60 Hz 測定電源：60mA
	孔内機器		外径：53 mm 全長：150 cm 電極間隔：1"×1"インバース, 2"ノルマル
密度検層 Density Log	地上機器	DPM-1 LRM-2A(×2)	電源：AC100V ±10%, 50/60 Hz BIN DC ±2V 測定電源：50 mA 出力：DENSITY/SS.FS PULSE
	孔内機器	DUAL SPACED	外径：54 mm 全長：160 cm 線源： <sup>137</sup> Cs(5.55 GBq) FAR ディテクター：シンチレーション NEAR ディテクター：GM カンタ
方位・傾斜 測 定 Multi-Shot Directional Survey	地上機器	PH-350 マルショット方式	ローフィルム：幅 10mm 最大：250 ショット タイマー：30sec, 1min, 2min, 4min, 8min
	孔内機器		外径：45 mm 全長：107 cm 傾斜：0～130 度 方位：0～360 度

### 3. 2 測定原理および測定方法

#### 3. 2. 1 電気検層

電気検層は、導電性の液体に満たされた孔井内で孔壁に電流を流して電位を測定し、孔壁周辺の岩盤の比抵抗データを連続して取得するものである。

比抵抗値  $\rho$  は、電極間隔  $AM$  と電流  $I$ 、電位  $V$  から次式で算出される。

$$\rho = 4\pi AM \cdot V / I$$

通常の電気検層は 2 極法（ノルマル法）を用い、2 種類の電極間隔（25cm, 100cm）で測定している。電極間隔 25cm の比抵抗をショートノルマル比抵抗、電極間隔 100cm の比抵抗をロングノルマル比抵抗と呼んで区別している。

電気検層では、比抵抗と同時に地層の自然電位 (SP) も連続的に測定する。自然電位は孔井内電極  $M$  と地上の電極  $N$  との間の電位差である。

#### 3. 2. 2 マイクロ比抵抗検層

この検層は、電気検層のノルマル法およびラテラル法比抵抗測定において電極  $A$ 、電極  $M_1$ 、電極  $M_2$  の間隔をそれぞれ 1 インチ (2.54cm) という短い間隔で、ゴム性の絶縁パットの中央に埋め込み、これを孔壁に圧着しながら孔壁近傍の比抵抗を連続的に測定する。

測定は、薄層や泥壁の影響を取り除くために、2 インチノルマル値 (2 極法) と 1 インチラテラル値 (3 極法) をパルスの切換えによって入力している。電極間隔の長い電気検層（ノルマル法）で検知できない割れ目等の検出に有効であると考えられる。

### 3.2.3 孔径検層

孔径検層は、孔径の変化を深度に対して連続的に測定記録し、孔内における空洞、崩壊の位置やその形状・程度を把握できるほか、孔径による補正を必要とする他の検層結果の解釈などに用いられる。

孔径検層に用いられる測定器は、内部に小型モーターを内蔵し、地上からの遠隔操作により測定用アームの開閉を行う。測定はアームを閉じた状態で孔内に測定器を降下し、測定区間の最深部となる箇所でアームを開き、測定器を捲き上げながら、アームに記録される孔壁の凹凸から、孔径の変化を測定する。

### 3.2.4 中性子検層

地層中に高速中性子を照射すると、高速中性子は地層を構成する物質の原子核との弾性あるいは非弾性散乱によってそのエネルギーの一部を失いながら拡散(減速過程)し、熱中性子になる。地層中の中性子の減衰過程は地層内の水素原子核密度に関係し、水素原子核密度は地層の孔隙を満たす地層流体( $H_2O$ )の水素原子により決定される。よって、中性子線源から一定距離の位置にある検出器により、中性子線源から出て地層中を伝わってくる熱中性子の量(ニュートロンAPI)を測定することで、地層の孔隙率を求めることが出来る。

中性子の減速効果は地層の孔隙率に比例し、測定される熱中性子強度が強い部分は地層孔隙率が低く、熱中性子強度が弱い部分は地層孔隙率が高くなる。

### 3.2.5 ガンマ線検層

一般に岩石中においては、カリウム、ウラニウム、トリウム等の天然放射性元素が存在し、それらの壊変に伴う自然ガンマ線と呼ばれる放射線が放出される。天然放射性元素の存在量は、岩石の種類によって異なり、地層から放射される自然ガンマ線量の変化を測定することにより地層の同定、対比を行うことが出来る。また、堆積岩においては、主要構成物である頁岩などの粘土鉱物にそれらの元素が多く含まれ、自然ガンマ線量を測定することにより、構成粘土鉱物含有率を計算することも可能である。

ガンマ線検層に用いられる検出器は、放射線が入射すると蛍光するヨウ化ナトリウム(NaI)シンチレータと、それを電気信号に変換する光電子増倍管とから構成されている。検出されたガンマ線はパルスの形で地上に伝送され、深度とともに連続的に記録される。

### 3.2.6 密度検層

地層中に中程度のエネルギーを持ったガンマ線を照射すると、ガンマ線は地層を構成する物質の原子の軌道電子と衝突し、そのエネルギーの一部を軌道電子に与えて進路を変えながら減衰する現象がある(コンプトン散乱)。ガンマ線エネルギーの減衰は、照射する地層の電子密度に関係していると考えられるため、ガンマ線の線源よりある間隔に置かれた検出器に

より衝突・散乱したガンマ線の強度を測定する事により地層の見掛け密度を求める事ができる。照射されたガンマ線の減衰度は、地層の単位体積当たりの密度(電子密度)に比例し、ガンマ線強度が強い部分は地層密度が低く、ガンマ線強度が弱い部分は地層密度が高い。密度検層は、孔内測定器にガンマ線の線源(セシウム  $^{137}\text{Cs}$ : 5.55GBq —— 英国 Amersham International Plc. 製)と検出器を装着し、この線源より地層に照射され衝突・散乱したガンマ線の強度を各深度ごとに測定し、連続的に地層密度の変化を記録する。

### 3.2.7 音波検層

音波検層に用いられる測定器は、超音波発振器および受信器から構成され、発振器から発振した超音波は孔内水を伝播して孔壁に達し、その一部は屈折して孔壁(地層)を伝播し、再び孔内水に輻射された音波を受信器で計測する。計測された受信波からは、音波の区間走時、振幅量等の変化が求められ、それらを連続的に記録する。

測定ツールは、1つの発振器(T)とこれより3フィート(90cm)および5フィート(150cm)離れた部分に設置された2つの受信器(R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>)、エレクトロニクス部より構成される。

地層の速度は、音波検層よりP波の発信器から受信器までに要した伝播時間をもとに求められる。受信間隔がそれぞれ3フィートと5フィート間の走行時間からは、以下の算出式で表わすことができ、孔径補正をおこなう必要がない。

$$V = \frac{2}{T_5 - T_3}$$

ここで、

T<sub>3</sub>, T<sub>5</sub>: 受信間隔が3フィートと5フィートの時の走行時間

V : 地層のP波速度

である。

### 3.2.8 孔跡検層

孔跡検層では孔井の方位及び傾斜を測定する。マルチプルショットの機器は、10mmのホールフィルム上に連続的にボーリング孔の方位及び傾斜を写し現像することのできる写真式の孔井記録傾斜儀である。

## 3.3 物理検層結果

01MS-06号孔の深度3.1~111.5m区間にについて、全項目の検層結果を図3.1に示した。本孔の地質は、堆積岩(明世界層、土岐夾炭層)と土岐花崗岩類から構成されているが、各検層から得られた値の特徴から、本孔を表3-3に示す6つの層に区分した。

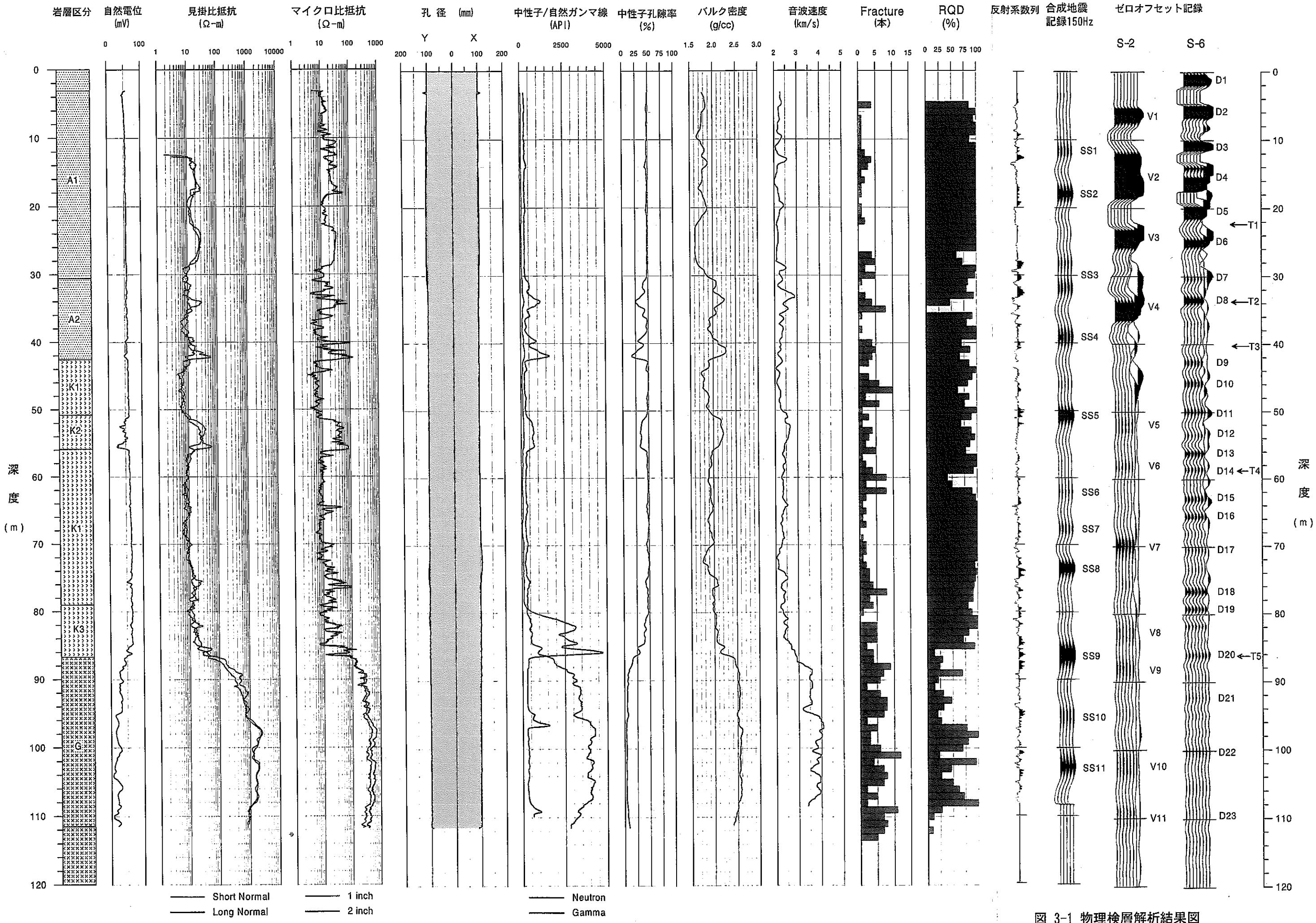


図 3-1 物理検層解析結果図

表 3-3 岩層区分表

層 区 分	深度区間 [m]	平均自然 電位 [mV]	平均比抵抗 (ショートノルマル) [ohm-m]	平均空隙 率 [%]	平均自然 ガソ線 [API]	平均密度 [g/cc]	平均速度 [km/sec]
A 1 層	3.1~30.6	53.7	18	48.1	60	1.75	2.24
A 2 層	30.6~42.6	55.5	14	37.9	141	2.06	2.29
K 1 層	42.6~50.8 55.9~79.0	61.8	9	47.5	81	1.91	2.33
K 2 層	50.8~55.9	45.7	30	36.4	146	2.15	2.42
K 3 層	79.0~86.7	62.3	20	37.9	2,262	2.08	2.88
G 層	86.7~111.5	23.2	1,143	5.1	398	2.53	3.73

以下、検層種目毎にその特徴を記述する（巻末資料「岩芯観察記載」参照）。

### 3.3.1 電気検層結果

自然電位検層は、試錐孔内で発生する電位を測定する方法で、孔内水と地層水の塩分濃度によって、正（+側）、負（-側）に変移するが、通常は孔内水より地層水の塩分濃度が低いので正（+側）に振れる。また、孔内水が地層へ出入りする場合など、負（-側）の流動電位も観測される。

本孔の自然電位は 10~65mV と全区間において正の値を示す。堆積岩の区間では K 2 層を除いて深くなるにつれ電位が高くなる傾向がある。K 2 層では平均値が 46mV とその前後の区間の 62mV に対して負の方向へ変化している。花崗岩層（G 層）でも平均値が 23mV と堆積岩に比べ小さな値を示している。

見掛け比抵抗値（ショート・ノルマル値およびロング・ノルマル値）は、5~2,000Ω-m の値を示す。自然電位値とは逆相関を示し、堆積層で低く、花崗岩層では高い傾向が認められる。堆積層のなかでは K 1 層が 9Ω-m と低く、K 2 層が 30Ω-m とやや高い。また、A 2 層内では深度 34m 付近および深度 42m 付近にピークが見られる。花崗岩層は約 1,100Ω-m と非常に高い比抵抗を示す。

### 3.3.2 マイクロ比抵抗検層結果

マイクロ比抵抗検層の特徴として、孔壁近傍の比抵抗変化を示すことから、その比抵抗曲線は電気検層の比抵抗曲線に比べ細かく変化している。しかし、その傾向は両者よく整合していることから、孔壁近傍の比抵抗変化と岩盤の比抵抗変化が類似していると考えられる。区間ごとの 2 インチノルマルの平均値を見ると、A 1 層（20Ω-m）、A 2 層（19Ω-m）および K 1 層（12Ω-m）が低比抵抗、K 2 層（39Ω-m）および K 3 層（24Ω-m）が中比抵抗、G 層（430Ω-m）が高比抵抗を示す。また、A 2 層および K 1 層では比抵抗変化が激しい。

### 3.3.3 孔径検層結果

本孔の掘削孔径は地表からから深度 113.0m まで直径 98mm で掘削された。本孔の孔径は全般的に掘削孔径より 2~3mm 程度拡大している。特に、A 1 層では平均約 104mm と拡大している。また、深度 69~76m (K 1 層) および深度 79~82m (K 3 層) では局所的に拡大が見られる。

### 3.3.4 中性子検層結果

本孔の中性子測定値は花崗岩の分布を良く反映し、G 層では中性子強度が急激に高くなっている。また、礫岩が分布する A 2 層および K 2 層でもやや高い値が認められる。特に A 2 層では深度 34m および深度 42m 付近にピークが認められる。

中性子検層結果より算出した地層孔隙率では、堆積層が平均 36~48% に対し、花崗岩層では平均 5% と低孔隙率を示す。

### 3.3.5 ガンマ線検層結果

測定されたガンマ線強度の範囲は、25~4,729 API と広範囲に変化しているが、K 3 層を除く堆積岩層では平均して 150 API 以下の値を示している。

ガンマ線強度が特に高い K 3 層 (平均 2,262 API) は土岐夾炭累層下部層におけるウランの鉱化作用による影響を示していると考えられる。また、G 層の中でも深度 94~97m および深度 108m 以深では平均 700API を示している。岩芯観察記録との対比から花崗岩内の岩質の変化 (破碎帶) を反映したものと推定される。A 2 層および K 2 層でも局所的にやや高い強度が見られる。

### 3.3.6 密度検層結果

測定区間の密度値の平均値は、A 1 層 ( $1.75 \text{ g/cm}^3$ ) と K 1 層 ( $1.91 \text{ g/cm}^3$ ) が低く、花崗岩層である G 層 ( $2.53 \text{ g/cm}^3$ ) が高い。堆積層のなかでは A 2 層 ( $2.06 \text{ g/cm}^3$ ) と K 2 層 ( $2.15 \text{ g/cm}^3$ ) がやや高い値を示す。

### 3.3.7 音波検層結果

本孔の速度値は、2.00~4.10km/sec の広範囲にある。平均値は堆積層で 2.35km/sec と低く、花崗岩層で 3.73km/sec と高い。堆積層のなかでは K 3 層 (2.88km/sec) でやや高くなっている。また、A 2 層や K 2 層でも局所的なピークが見られる。

### 3.3.8 孔跡検層結果

孔跡検層については、表 3-4 に方位傾斜測定結果を示した。表に示されるように、本孔は垂直井であるが、30' 程度の勾配を有している。方位は、深度 80m まではほぼ NE30° ~50° を示しているが、深度 90m では SE60° 、深度 110m では SW20° と変化している。

表 3-4 方位・傾斜測定結果表

深 度 (m)	方 位	傾 斜
5	N 32.0 E	00° 36'
10	N 35.0 E	00° 36'
20	N 40.0 E	00° 36'
30	N 43.0 E	00° 36'
40	N 52.0 E	00° 36'
50	N 51.0 E	00° 30'
60	N 40.0 E	00° 30'
70	N 57.0 E	00° 30'
80	N 37.0 E	00° 30'
90	S 60.0 E	00° 06'
100	-	00° 00'
110	S 20.0 W	00° 40'
110.3	S 20.0 W	00° 30'

#### 4. 総合解析

01MS-06 号孔の岩芯観察から得られた割れ目本数、R Q D、および反射係数列、合成地震記録を図 3-1 の右側に物理検層データとともに示した。合成地震記録は物理検層で得られた密度および音波速度の積である音響インピーダンスから反射係数列を求め、それに 150Hz の Richer 型ウェーブレットをコンボルプして作成したものである。

また、S-2 と S-6 のゼロオフセット V S P 反射断面も同様に図 3-1 の右端に示した。

さらに、V S P 反射断面を既存の反射法探査断面（1999 年に実施した「バイブレータを震源とした反射法および V S P 探査 (JNC TJ7420 99-005)」の南北測線および 2000 年に実施した「重錘落下型震源を使用した反射法探査 (JNC TJ7420 99-020)」の東西測線の各マイグレーション深度断面）にオーバーレイして対比したものを図 4-1 および図 4-2 に示す。なお、両断面図において反射法探査および V S P 探査での震源は、南北断面ではバイブルータ震源、東西断面では重錘落下震源と共に通している。

##### (1) ゼロオフセット V S P 記録と孔井データ、物理検層データとの対比 (図 3-1)

岩芯観察記載をもとに、150Hz の合成地震記録の主な反射波 (SS1～SS11) と地層・岩相およびゼロオフセット V S P 反射断面の反射波を対比した (表 4-1 参照)。

表 4-1 反射波対比表

合成地震記録 (150Hz) 反射波	対比される 地層・岩相	ゼロオフセット (S-2) 反射波	ゼロオフセット (S-6) 反射波
SS1	軽石分布帶？	V2?	D3
SS2	亜炭分布帶？	V2	D4
SS3	A2 層上面	-	D7
SS4	明世累層基底礫岩	-	-
SS5	K2 層上面	V5	D11
SS6	破碎帶？	-	D15
SS7	細礫分布帶？	V7?	-
SS8	亜炭層上面	-	-
SS9	花崗岩層上面	V9	D20
SS10	破碎帶	-	-
SS11	花崗岩岩相変化部？	V10	D22

前項で物理検層データの特徴から 6 つの岩層に区分したが、それらの岩層の境界で反射波が発生することが予想される。特に礫岩が分布している A 2 層や K 2 層および花崗岩の境界面では音響インピーダンスの差が大きく、合成地震記録では強振幅の反射波を生じている。ところが、上表から分かるように、合成地震記録の反射波にゼロオフセットの反射波が必ずしも明確に対比できるわけではない。この原因としては、信号源の違い (位置や周波数)、受振器レスポンス等の観測特性の影響による分解能の相違、孔内近傍の岩相変化の広がりや

10MS-06

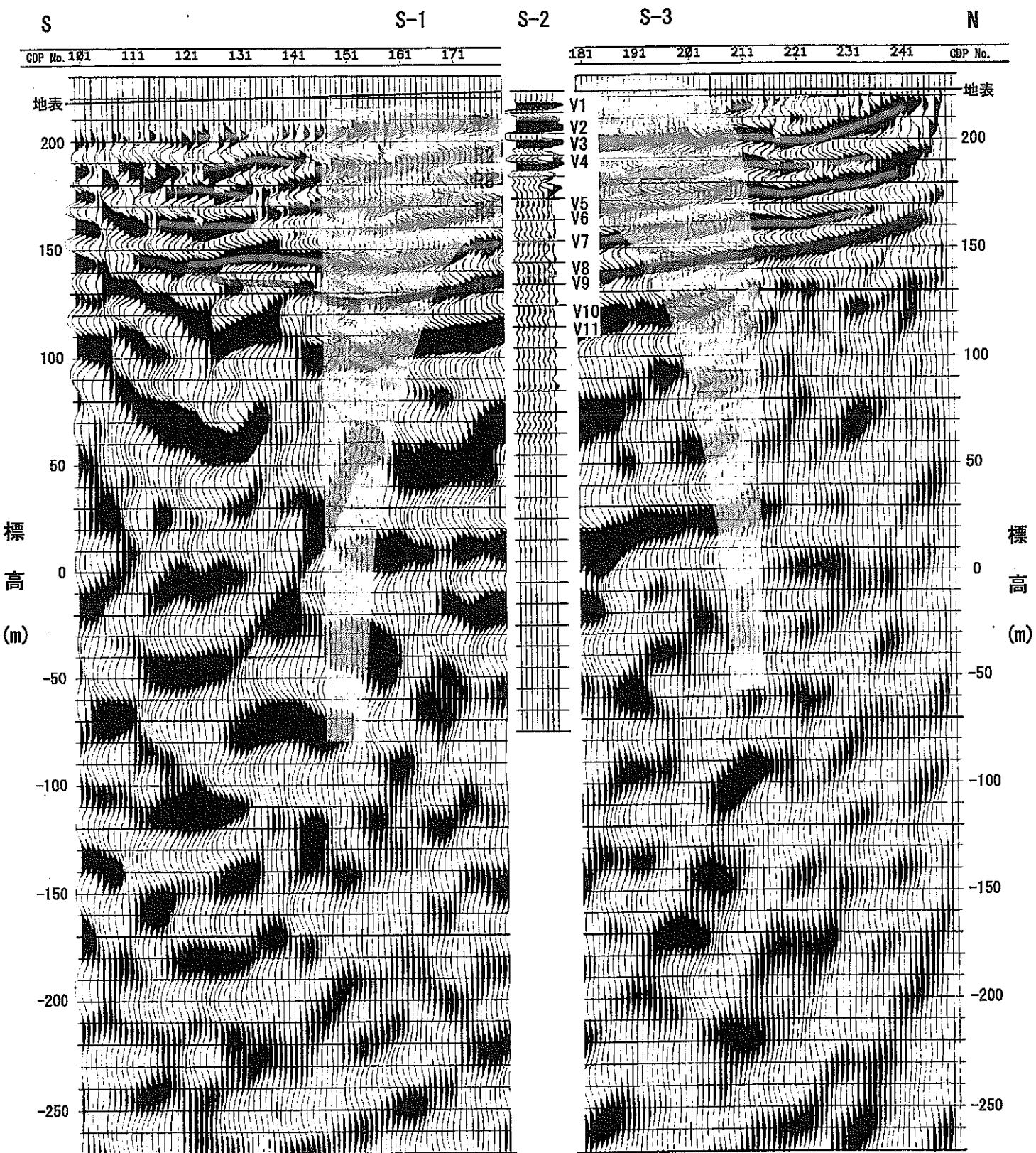


図 4-1 解釈断面図（南北測線）

10MS-06

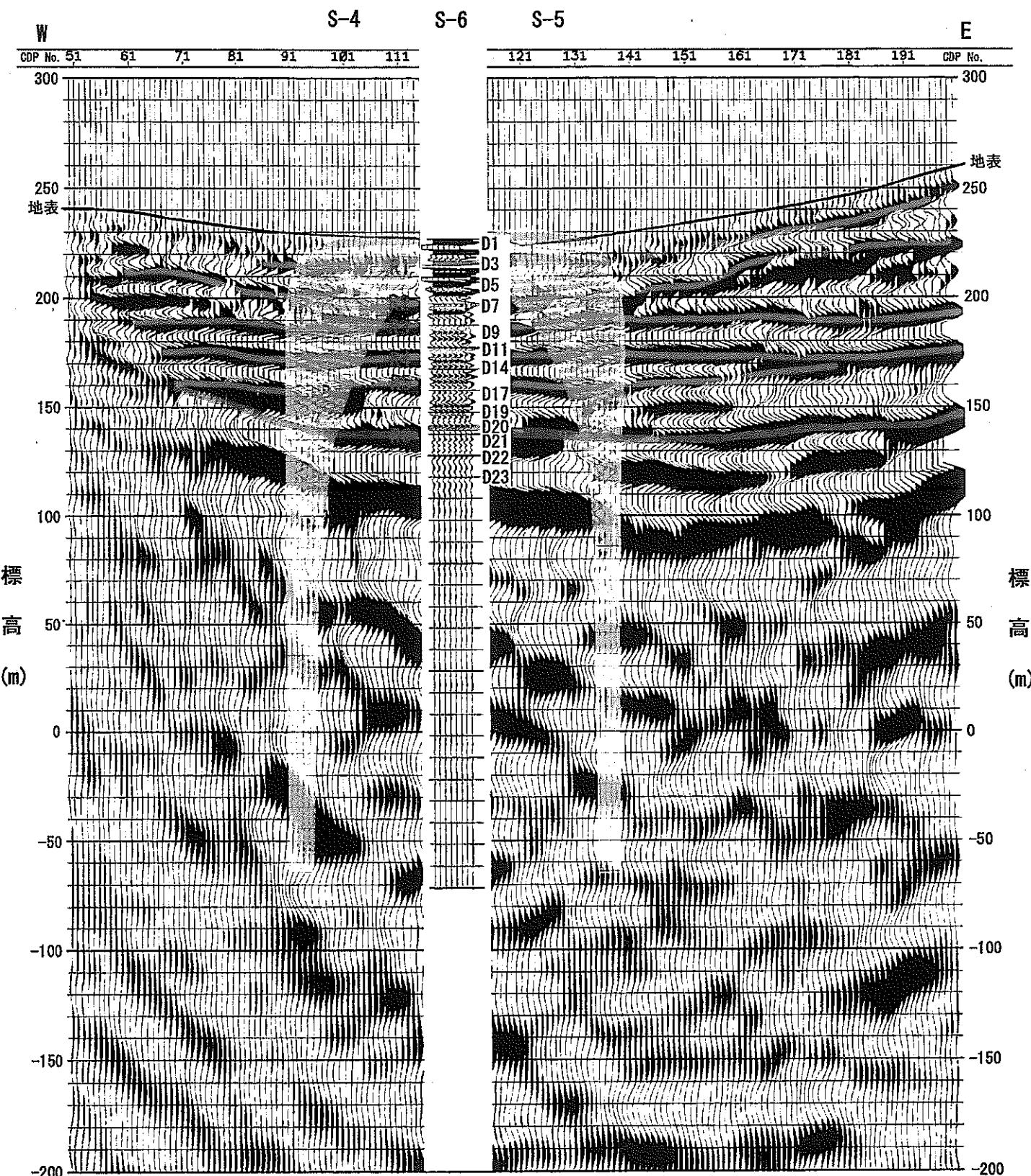


図 4-2 解釈断面図（東西測線）

方向性の違い等が考えられる。また、今回のデータ処理ではVSP記録に対して既存の反射法記録と同様のデコンボリューションフィルターを適用しているが、より詳細な反射波の解釈を行う場合にはそれぞれの反射波の基本波形を求め、ウェーブレット変換や位相補正を実施して各々の観測特性を補正することが必要である。さらに合成地震記録を作成する場合にも反射記録と同様の波形を入力することが望ましい。

ゼロオフセットVSP記録と孔井データと比較すると、S-6のゼロオフセットVSPの反射波群は割れ目密度が大きいゾーンに概ね対応しているが、割れ目本数やRQDと物理検層データに明瞭な相関関係は認められない。

チューブ波のT5は花崗岩上面と一致していることから、この地層境界に起因して発生したものと推定される。

## (2) 反射法探査断面とVSP記録との対比(図4-1,2)

東西、南北の両反射法探査断面において堆積岩に該当する深度に表れている6枚の反射面(R1~R6)について、上記の対比結果をもとに地層・岩相の境界面との対比を行った(表4-2参照)。

表4-2 反射面对比表

反射面	反射面深度(m)	対比される地層・岩相の境界面
R1	10-12	明世累層中の軽石分布帶下面?
R2	25-32	明世累層中の礫岩層上面?
R3	38-40	明世累層中の基底礫岩層上面
R4	52-54	土岐夾炭累層中の礫岩層上面
R5	68-70	土岐夾炭累層中の亜炭層上面?
R6	88-90	土岐花崗岩類層上面

前述したように、VSP記録は実際に地層中を伝播する弾性波を受振器で観測するため、地層特性の影響を含み、その波形は反射記録に近いものとなる。そのため、反射断面記録を検層記録と対応する場合、VSPを介して行うほうがより正確に対比できるとされている。本解析では、ゼロオフセット記録をもとに反射法断面の反射面と地層・岩相の境界面を対比することができた。特に、S-6のゼロオフセット記録との対比から礫岩層および花崗岩層の上面に推定される反射面R3, R4およびR6についてはその解釈の信頼性は高い。

さらに、VSP記録を用いて反射法断面記録のより正確な解釈、詳細な地層・岩相との対比を行うためには、以下の点が課題としてあげられる。

### ① VSP記録の質の向上

VSP記録と反射法記録では重合数が大きく異なり、多重合の反射記録と比較する場

合その精度の差が問題となる。特に、岩相変化が複雑で異方性がある場合や地形の起伏がある場合等には特にその差が顕著となることが予想される。

オフセット V S P 記録の質を向上させるためには、反射法と同様に直線上にある一定間隔で発振するウォークアウェイ V S P を実施することも 1 つ方法である。また、受振器としてはジオフォンを使用することが望まれる。ジオフォンの場合、坑壁に受振器を押しつけた状態で観測を行うため、カップリングが向上し、反射法探査記録との対比においてノイズとなるチューブ波の影響を軽減できる。さらに、通常 3 成分測定を行うため、異方性の評価も可能である。

## ② 観測特性の影響の補正

反射法調査では多種の震源および受振器が用いられている。非爆薬震源としては、発振周波数を制御できるバイブレータ震源が多用されている。ただし、バイブレータ震源は車載されているため車輪が搬入できない所では発振できない。一方、重錘落下震源（ドロップヒッター）は人力で持ち運びが可能なため、山道、傾斜地等どこでも発振可能であるが、発振エネルギーが小さいため、探査深度は数 100m 程度が限界である。孔内の受振器としては、多チャンネルのハイドロフォンが一般に用いられている。取扱いが簡単で作業効率は良いが、チューブ波の影響を受けやすい。その点、孔内ジオフォンは測定精度は高いが、通常 3 チャンネル程度であり、作業効率は良くない。

これまでの正馬様用地における一連の反射法調査では、受振器については地上調査ではジオフォン、V S P 調査ではハイドロフォンを使用している。また、震源については林道沿いの測線（南北測線）ではバイブルータ震源、山道沿いの測線（東西測線）では重錘落下震源を使用している。このようにそれぞれ異なる観測系で測定されたデータにはそれぞれの観測系の特性の影響が含まれている。これら多種の観測特性の影響を受けたデータを総合して高精度に解析する場合、それぞれの観測特性を評価し、共通の波形をもつ記録に変換することが重要である。そのためには実際に現場で比較データを取得することが必要となる。

本調査では、ハイドロフォンを用いて同一の地点からバイブルータと重錘落下震源の記録（ゼロオフセット）を取得した。同様にジオフォンに対してもバイブルータと重錘落下震源による比較データを取得して波形解析を行い、その結果をもとにウェーブレット変換や位相補正を実施し、各々の観測特性を補正することが必要である。

## 5. おわりに

本調査では、マルチオフセット V S P 探査および物理検層を実施し、既存の反射法断面との対比を行い、以下の知見を得た。

### 本調査結果（V S P 探査、物理検層）の知見

- ・バイブレータ震源と重錘落下震源の V S P 記録を比較すると、バイブルレータ震源の記録に比べ重錘落下震源の記録のほうが反射波の周波数が高く、分解能が高い。
- ・ゼロオフセットとオフセット V S P 反射断面では概ね対応する反射波群が得られた。
- ・推定したチューブ波発生深度はゼロオフセット反射断面の反射波とほぼ対応していることから、チューブ波は地層・岩相境界面に起因して発生していると考えられる。
- ・物理検層から作成した合成地震記録では堆積岩層内の礫岩部および花崗岩の上面で強振幅の反射波が発生している。ゼロオフセット反射断面ではそれらに対比される反射波は認められるが、明確ではない。この原因としては観測特性の影響による分解能の違いや地層・岩相変化の広がりや方向性の違い等が考えられる。
- ・割れ目本数や R Q D と物理検層データやゼロオフセット記録に明瞭な相關関係は認められない。

### 反射法記録との対比についての知見

- ・合成地震記録から V S P 反射断面を介して既存の反射断面記録と地層・岩相境界を対比した。
- ・V S P 反射断面を用いて反射断面をより正確に解釈するためには、V S P 記録の質を向上させることや各々の観測特性の影響を補正することが重要である。

以上

## 卷末資料

1. V S P 探查測定記錄

2. 調查寫真

3. 岩芯觀察記載

## 1. V S P 探査測定記録

## OBSERVER'S REPORTS

No. 1

## OBSERVER'S REPORTS

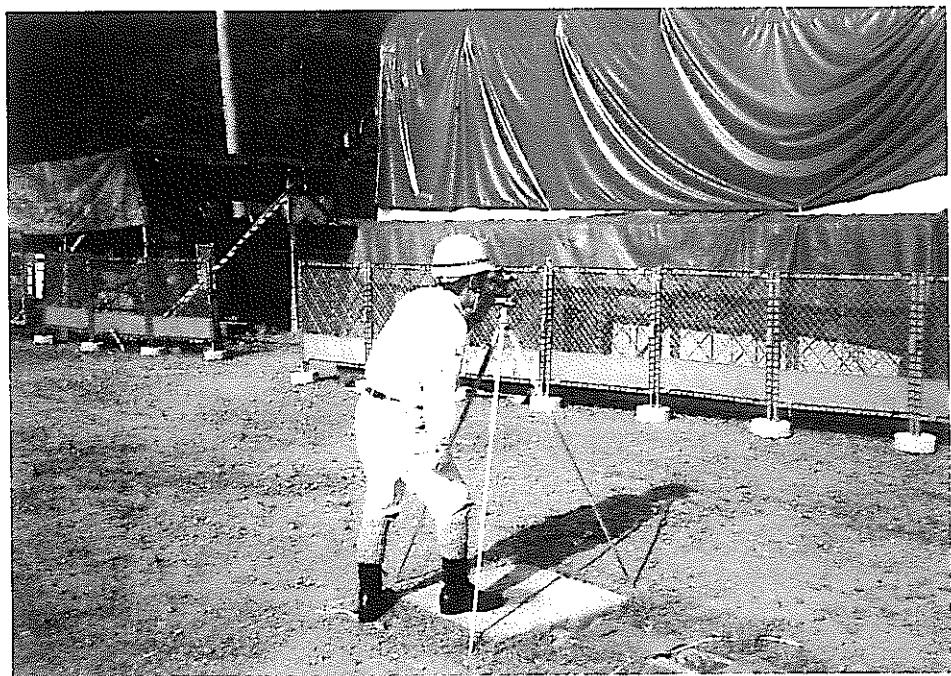
No. 2

Date : 2001/Oct./25 Record Length : 1 sec S.P. Interval : m Sweep Freq. : 60 - 200Hz Hydrophone Interval : 1m Spread Configuration : 24ch Low-cut : OUT Directory : TONO Density : Low (EXB-5200)			Area : TONO Sample Rate : 1 msec Shot Array : spot Sweep Length : 10 sec Group Pattern :			Line : 01MS-06 Line Orientation : No. of Traces : Source : Minivib T-2500 Type of Phones : DH-5 Recording Equipment : Strataview R60 High-cut : OUT Tape No. : Format : SEG-Y Type of Tape : 8mm		
No.	File No.	Shot Location	Location(Depth)			Rota-Long Switch	No. of Stack	Remarks
			1 ch	60 ch	1 ch	60 ch		1ch for pilot
1	34	S-6	0	level			4	Drop Hitter
2	35	(門の前)	-1	level			4	0.5msec, 1sec
3	36	"	22	level			4	hydrophone 1m*24ch
4	37	"	21	level			4	geophone 5m*15ch
5	38	"	44	level			4	
6	39	"	43	level			4	
7	40	"	66	level			4	
8	41	"	65	level			4	
9	42	"	88	level			4	
10	43	"	87	level			4	
11	44	S-5	87	level			10	NG
12	45	(東の山)	87	level			20	
13	46	"	88	level			20	NG
14	47	"	88	level			20	
15	48	"	65	level			20	
16	49	"	66	level			10	
17	50	"	43	level			"	
18	51	"	44	level			"	
19	52	"	21	level			"	
20	53	"	22	level			"	
21	54	"	-1	level			"	
22	55	"	0	level			"	
23	56	S-4	-1	level			"	
24	57	(西の山)	-1	level			"	reshot
25	58	"	0	level			"	
26	59	"	21	level			"	
27	60	"	22	level			"	
28	61	"	43	level			"	
29	62	"	44	level			"	
30	63	"	65	level			"	
31	64	"	66	level			"	
32	65	"	87	level			20	
33	66	"	88	level			20	120-180Hz
34								Mini-Vib
35	67	S-2	87	level			1	1msec, 1sec
36	68	"	88	level			1	sweep 10sec, 60-200Hz
37	69	"	65	level			1	
38	70	"	66	level			1	
39	71	"	43	level			1	
40	72	"	44	level			1	NG タイミングにずれ？

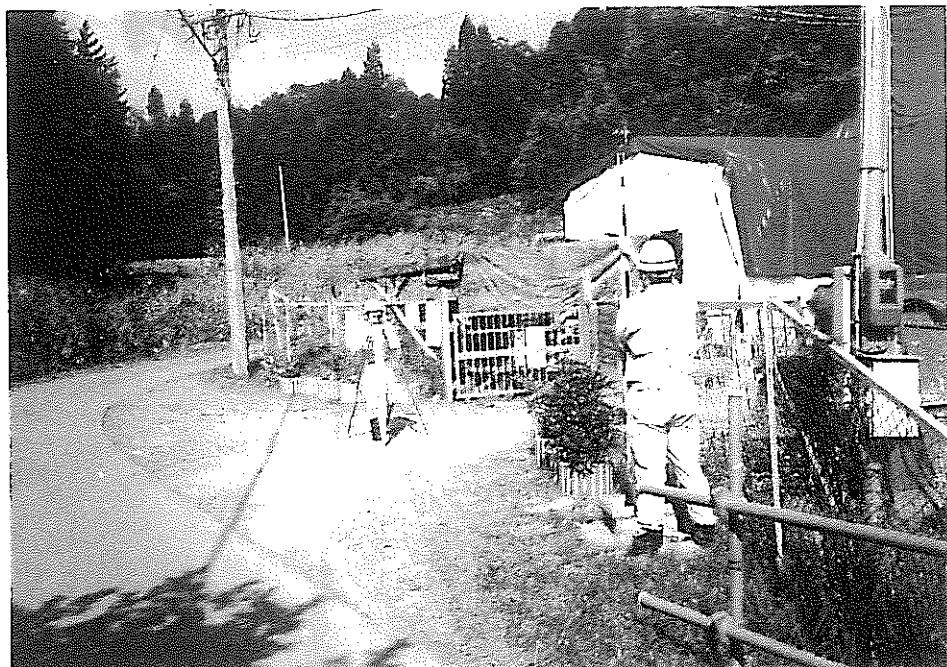
## OBSERVER'S REPORTS

No. 3

## 2. 調 査 写 真



トラバース測量



水準測量



ミニパイプ（発震点：S-3）



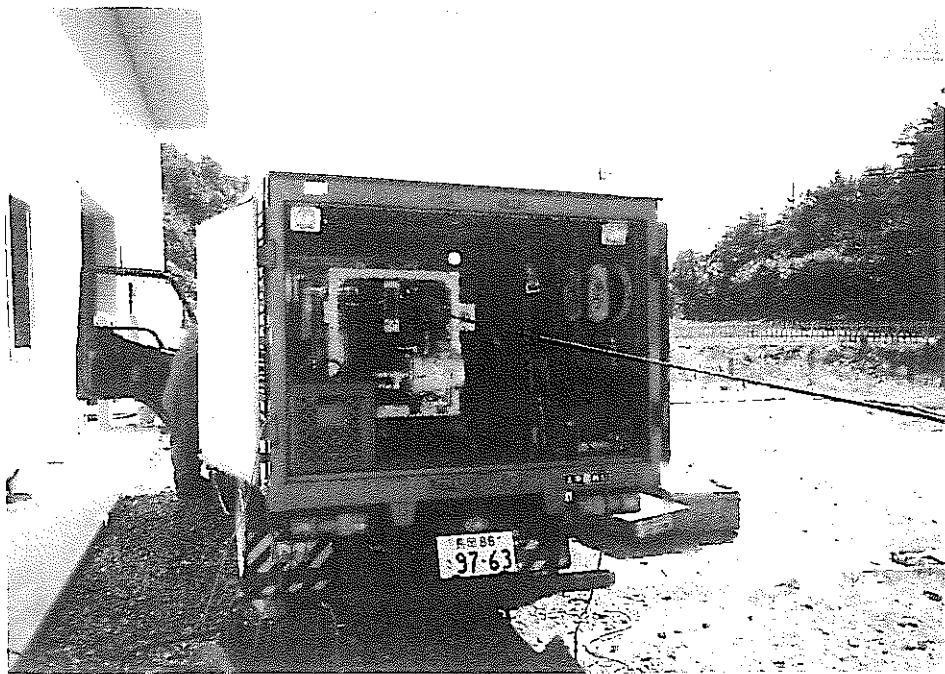
ドロップヒッター（発震点：S-5）



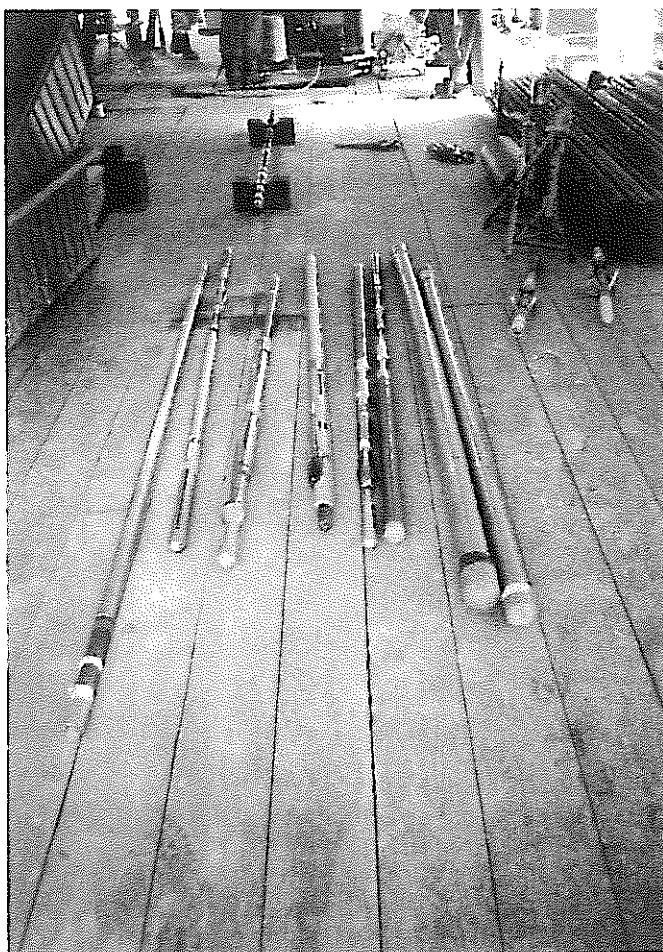
探鉱機 (StrataView R60)



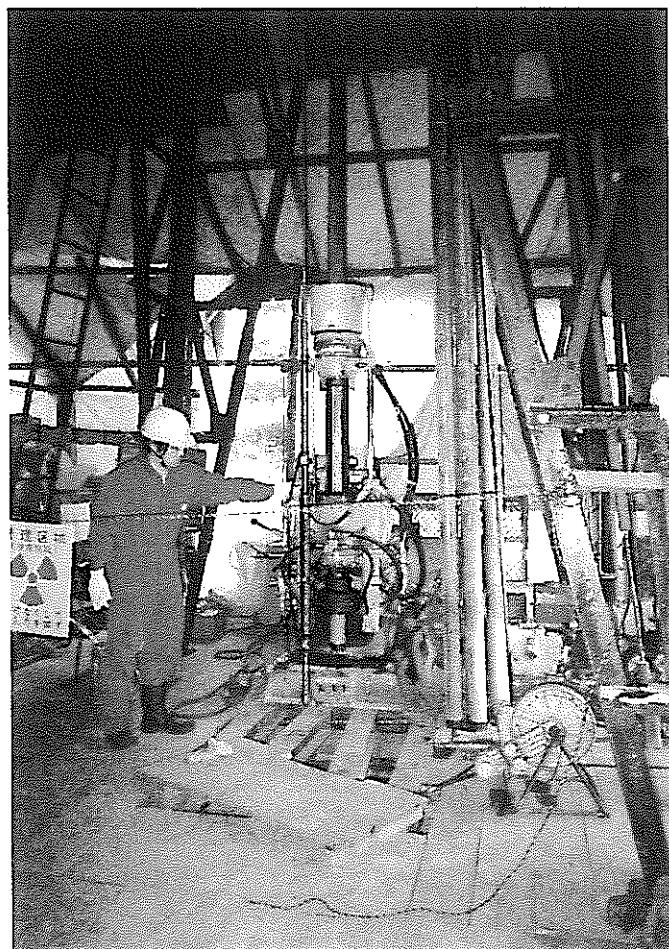
ハイドロフォン



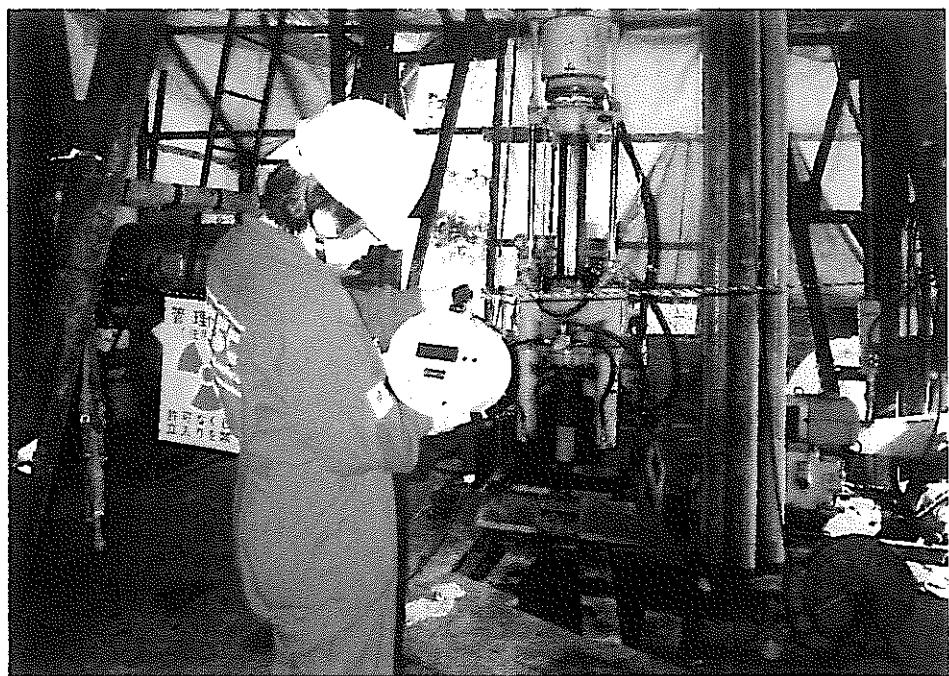
検層車



ツール



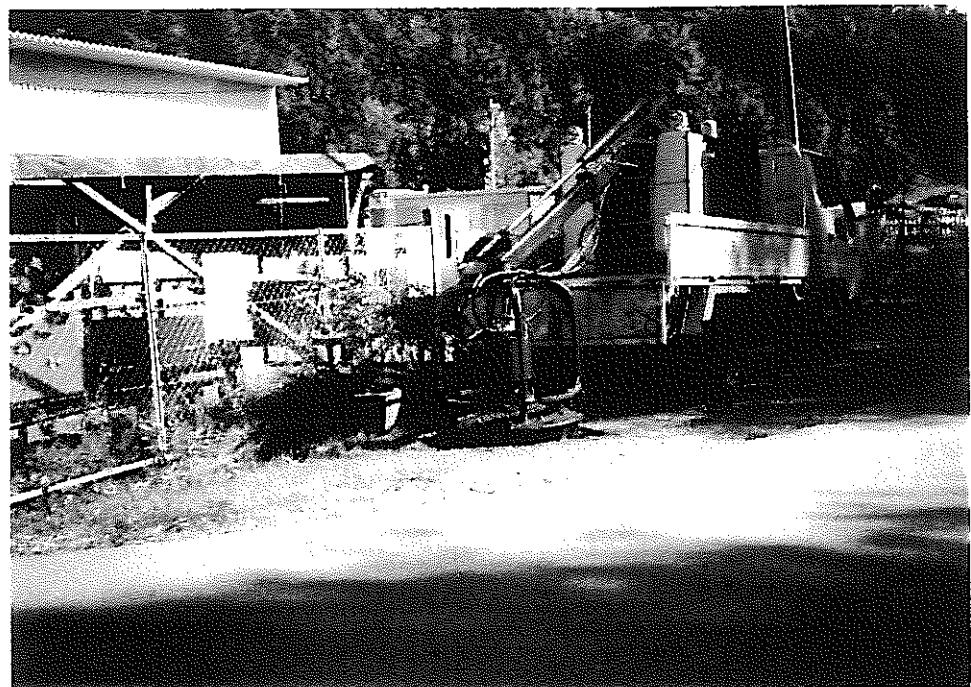
ソンデ挿入



放射線測定



発震点：S-1



発震点：S-2



発震点：S-7



発震点：S-4



発震点：S-6

### 3. 岩芯觀察記載















孔名: 01 MS-06			深度: 25.00 m ~ 40.00 m			記載者: 木原・糸田			記載日: 2001年10月7日			縮尺: 1/20		ページ: 8 /			
深 度 (m)	岩 相 柱 状 図	層 序 ・ 岩 相	組 織	斑 晶 空 洞 の 種 類 形 状	有 色 鉱 物 (%)	風 化	変 質		岩 盤 等 級	R 本 数 (回数)	柱 状 図	割 れ 目			充 填 幅 充 填 鉱 物	その他の記載事項	
							風化鉄 鉄錆 錆	粘 泥 石 粘 土 溶 岩				傾 斜 角	形 状	画 面上 の 構 造	成 因		
36	中 縞						B	/ / / / / / CM	92								36.00m のれき, φ=5cm
36.5	大 縞						P	2P 2P	D CL								花崗岩縞閃緑色変質 泥岩, 緑色岩, レキ(白脉)
37	中 細 縞						P	/ / / / / / CM	80 0f								礫塊 花崗岩, 緑色泥岩, 斜英 亞角~角縞 $\phi=5$ cm
37.0	中 粗 縞																36.80m ~ 36.90m 粗礫塊 泥岩, 斜英岩, レキ 斜トコ~タク, 亞角
37.5	中 粗 縞						P	/ / / / / / CM	100 /								37mm, 亞角, 岩片
38	中 粗 縞						P	/ / / / / / CM	100								下位, 直径より遷化約 増大 礫塊, 花崗岩(一部斜面變質) $\phi=32$ cm, 岩片(一部斜面)花崗, 斜石 亞角~粗礫 泥灰岩
38.5	中 粗 縞						P	/ / / / / / CM	100 D								草埋か, 登陸 礫塊, 泥岩, 斜英, 亞角 $\phi=31$ cm, 粗礫塊 max 9.5cm のれき岩 77.7m 以下散在
39	中 粗 縞																漸進的変化
39.5	中 粗 縞						A	/ / / / / / CM	70 4+								基質-極粗粒石岩, 礫塊-中粒花崗岩, 斜石, 斜石 石英, 亞角 (1cm) (4mm)



孔名: 01-MS-06		深度: 45.00m ~ 50.00m		記載者: 水野、前田		記載日: 2001年10月10日		縮尺: 1/20		ページ: 101									
深 度 (m)	岩相 柱 状 図	層序 ・ 岩相	組 織	樹 脂 量 の 種 類 状	有 色 鉱 物 (%)	風 化	変 質		R Q D 等級	割 れ 目							その他の記載事項		
							本 数	柱 状 図		深 度	傾 斜 角	形 状	面 上 の 構 造	成 因	変 質 幅	変 質	充 填 幅	充 填 鉱 物	
45.50																			
46		粗粒砂岩/重灰岩互层	細粒			B	/ / / / /	1 2P	C <sub>H</sub>	82 6 (100)									葉理發達し第10層は薄 青色。一部で堅硬な岩石が根在 42~3m=堅硬石。底面:薄青色 淘汰層。
47		中礫岩				B	/ / / / /	1 2P	C <sub>H</sub>	62 10 (100)									46.32m = $\text{H}_{\text{g}}$ + $\text{G}_{\text{d}}$ + $\text{Py} + \text{C}$ 集合体。
48		漂砾層 中 性 相 互 層				B	/ / / / /	1 2P	C <sub>M</sub>	85 27 (100)									$\phi 1.5 \text{cm} (\text{max}) < 5 \text{cm}$ 淘汰・肉瘤痕等。 工作面に堅岩、下位経験有る。
48.50		中 性 相 互 層				B	/ / / / /	1 2P	C <sub>H</sub>	76 6 (100)									堅岩を軟化せしむる 下位経験有る。(風化良好)
49		中 性 相 互 層	中 粗 砂 岩			B	/ / / / 2I	1 2I	C <sub>H</sub>	100 1 (100)									$< 1 \text{mm}$ 石英結晶・長石・花崗岩 淘汰層、重鉛鉱一閃雲。



孔名: 01-MS-06			深度: 5500 m ~ 60.00 m	記載者: 水野・所田	記載日: 2001年10月10日	縮尺: 1/20	ページ: 1/2 /												
深 度 (m)	岩 相 柱 状 図	層 序 組 織	成 分 粒 径 の 種 類 形 状	有 色 鉱 物 (%)	風 化 度	変 質 性		岩 盤 等 級	R Q D	割 れ 目							その他の記載事項		
						本 数	柱 状 図 (回数) (本/m)			柱 状 図	深 度	傾 斜 角	形 状	面 上 の 構 造	成 因	変 質 幅	充 填 幅	充 填 鉱 物	
56	中 深 岩	中 深 岩	中 深 岩	中 深 岩	中 深 岩	2P	1	C <sub>E</sub>	98	5+	557	0	W <sub>r</sub>	-	T/D	-	-	-	・<Φ4cm ・石英、長石、交換花崗岩 花崗岩(中粒)、花崗閃石 雲母 ・淘汰・凹磨度悪いが、若干 下位程破碎增大。
57	粗 粒 矽 長 岩	粗 粒 矽 長 岩	粗 粒 矽 長 岩	粗 粒 矽 長 岩	粗 粒 矽 長 岩	2P	1	C <sub>M</sub>	100	1	550	70	W <sub>r</sub>	-	T/D	-	-	-	・軽石、一部ガラス(Φ5mm)
58	粗 粒 矽 長 岩	粗 粒 矽 長 岩	粗 粒 矽 長 岩	粗 粒 矽 長 岩	粗 粒 矽 長 岩	2P	1	C <sub>M</sub>	100	2	545	30	W <sub>r</sub>	-	T/D	-	-	-	・57.295m: 10%チルトPyrite ・藻葉
59	細 粒 矽 長 岩	細 粒 矽 長 岩	細 粒 矽 長 岩	細 粒 矽 長 岩	細 粒 矽 長 岩	2P	1	C <sub>M</sub>	93	4	543	0	W <sub>r</sub>	-	T/D	-	-	-	・Φ5mm ・石英岩、花崗岩、長石 ・淘汰・凹磨度悪い ・最下位: 花崗岩破壊 ・濃葉
	中 深 岩	中 深 岩	中 深 岩	中 深 岩	中 深 岩	2P	1	C <sub>M</sub>	81	8	535	0	W <sub>r</sub>	-	T/D	-	-	-	・<Φ1cm ・石英岩、花崗岩、長石 ・交換花崗岩 ・淘汰・凹磨度悪い ・下位程、礫の割合高くなる。



孔名:		深度: 65.00m ~ 70.00m		記載者: 水野 前田		記載日: 2001年1月15日		縮尺: 1/20		ページ: 1/4													
深 度 [m]	岩 相 柱 状 図	層 序 組 織	斑 晶 の 種 類 (%)	有 色 鉱 物 (%)	風 化	変 質		R Q D (回転) [Hz/m]	割 れ 目						その他の記載事項								
						岩 盤 等 級	柱 状 図		柱 状 図	本 数	柱 状 図	深 度	傾 斜 角	形 状	面 上 の 構 造	成 因	変 質 幅	変 質	充 填 幅	充 填 鉱 物			
65	細 粒 花 崗 岩					弱 風化	弱 風化	弱 風化	弱 風化	1	弱 風化	105	0	Wr	—	T/D						65.00m ~ 65.50m: 花崗岩・重灰石・石英 65.50m ~ 66.00m: 破壊・花崗岩・重灰石・石英 66.00m ~ 66.50m: 海汰・内層度・悪い	
66	細 粒 花 崗 岩											100											66.00m ~ 66.50m: 花崗岩・重灰石・石英 66.50m ~ 67.00m: 破壊・花崗岩・重灰石・石英 67.00m ~ 67.50m: 海汰・内層度・悪い
67	細 粒 花 崗 岩											100											67.00m ~ 67.50m: 花崗岩・重灰石・石英 67.50m ~ 68.00m: 破壊・花崗岩・重灰石・石英 68.00m ~ 68.50m: 海汰・内層度・悪い
67.20	細 粒 花 崗 岩											100											67.00m ~ 67.50m: 花崗岩・重灰石・石英 67.50m ~ 68.00m: 破壊・花崗岩・重灰石・石英 68.00m ~ 68.50m: 海汰・内層度・悪い
68	細 粒 花 崗 岩											100											68.00m ~ 68.50m: 花崗岩・重灰石・石英 68.50m ~ 69.00m: 破壊・花崗岩・重灰石・石英 69.00m ~ 69.50m: 海汰・内層度・悪い
68.40	細 粒 花 崗 岩											100											68.00m ~ 68.50m: 花崗岩・重灰石・石英 (W: 1~2mm)
68.80	細 粒 花 崗 岩											100											68.50m ~ 69.00m: 5mm程度の碎石 (1°, 45°) 69.00m ~ 69.50m: 5mm程度の碎石 (1°, 45°)
69	細 粒 花 崗 岩											100											69.00m ~ 69.50m: 中2~3mmの碎石
70	細 粒 花 崗 岩											100											69.50m ~ 70.00m: 破壊・花崗岩・重灰石・石英 70.00m ~ 70.50m: 海汰・内層度・悪い

孔名: 01-HS-06		深度	70.00 m ~ 75.00 m	記載者	水野・前田	記載日	2001年10月15日	縮尺	1/20	ページ	15									
深 度 (m)	岩 相 柱 状 図	層 序 ・ 岩 相	組 織 の 種 類 形 状	風 化	変 質 質	岩 盤 等 級	R Q D	割 れ 目								その他の記載事項				
								本 数	(mm)	柱 状 図	深 度	傾 斜 角	形 状	画 上 の 構 造	成 因	変 質 幅	変 質 幅	充 填 幅	充 填 鉱 物	
70.00	火成岩 細粒岩 粗粒岩 粗粒 岩	火成岩 細粒岩 粗粒 岩	火成岩 細粒 岩	風化	變質 質	變質 質	RQD	1	100	柱状圖	115	25	Wr	T/D						
70.20					B 1 / 1 / 1 2P 1 CM 100 2				100		780	0	Wr	T/D						
70.40	火成岩 細粒岩 粗粒 岩	火成岩 細粒 岩	火成岩 細粒 岩	風化	變質 質	變質 質	RQD	1	100	柱状圖	585	0	Wr	T/D						
70.60					B 1 / 1 / 1 2P 1 CM 100 1				100		600	10	Wr	T/D						
70.80	火成岩 細粒岩 粗粒 岩	火成岩 細粒 岩	火成岩 細粒 岩	風化	變質 質	變質 質	RQD	1	100	柱状圖	725	20	Wr	T/D						
71.00					B 1 / 1 / 1 2P 1 CM 100 2				100		745	20	Wr	T/D						
71.20	火成岩 細粒岩 粗粒 岩	火成岩 細粒 岩	火成岩 細粒 岩	風化	變質 質	變質 質	RQD	1	100	柱状圖	885	10	Wr	T/D						
71.40					B 1 / 1 / 1 2P 1 CM 100 1				100		900	15	Wr	T/D						
71.60	火成岩 細粒岩 粗粒 岩	火成岩 細粒 岩	火成岩 細粒 岩	風化	變質 質	變質 質	RQD	1	100	柱状圖	1000	0	Wr	T/D						
71.80					B 1 / 1 / 1 2P 1 CM 100 3				100		1020	15	Wr	T/D						
72.00	火成岩 細粒岩 粗粒 岩	火成岩 細粒 岩	火成岩 細粒 岩	風化	變質 質	變質 質	RQD	1	100	柱状圖	1125	10	Wr	T/D						
72.20					B 1 / 1 / 1 2P 1 CM 100 2				100		1145	20	Wr	T/D						
72.40	火成岩 細粒岩 粗粒 岩	火成岩 細粒 岩	火成岩 細粒 岩	風化	變質 質	變質 質	RQD	1	100	柱状圖	1250	15	Wr	T/D						
72.60					B 1 / 1 / 1 2P 1 CM 100 3				100		1270	0	Wr	T/D						
72.80	火成岩 細粒岩 粗粒 岩	火成岩 細粒 岩	火成岩 細粒 岩	風化	變質 質	變質 質	RQD	1	100	柱状圖	1385	15	Wr	T/D						
73.00					B 1 / 1 / 1 2P 1 CM 100 3				100		1405	15	Wr	T/D						
73.20	火成岩 細粒岩 粗粒 岩	火成岩 細粒 岩	火成岩 細粒 岩	風化	變質 質	變質 質	RQD	1	100	柱状圖	1520	0	Wr	T/D						
73.40					B 1 / 1 / 1 2P 1 CM 100 3				100		1540	15	Wr	T/D						
73.60	火成岩 細粒岩 粗粒 岩	火成岩 細粒 岩	火成岩 細粒 岩	風化	變質 質	變質 質	RQD	1	100	柱状圖	1655	10	Wr	T/D						
73.80					B 1 / 1 / 1 2P 1 CM 100 3				100		1675	15	Wr	T/D						
74.00	火成岩 細粒岩 粗粒 岩	火成岩 細粒 岩	火成岩 細粒 岩	風化	變質 質	變質 質	RQD	1	100	柱状圖	1790	0	Wr	T/D						
74.20					B 1 / 1 / 1 2P 1 CM 100 3				100		1810	5	Wr	T/D						
74.40	火成岩 細粒岩 粗粒 岩	火成岩 細粒 岩	火成岩 細粒 岩	風化	變質 質	變質 質	RQD	1	100	柱状圖	1925	10	Wr	T/D						
74.60					B 1 / 1 / 1 2P 1 CM 100 3				100		1945	15	Wr	T/D						
74.80	火成岩 細粒岩 粗粒 岩	火成岩 細粒 岩	火成岩 細粒 岩	風化	變質 質	變質 質	RQD	1	100	柱状圖	2060	0	Wr	T/D						
75.00					B 1 / 1 / 1 2P 1 CM 100 3				100		2080	15	Wr	T/D						

孔名: 01-HS-06			深度: 25.00m ~ 80.00m			記載者: 水野、前田		記載日: 2001年10月15日			縮尺: 1/20		ページ: 161						
深 度 (m)	岩 相 柱 状 圖	層 序 ・ 岩 相	組 織	変 質			R Q D (GRAD)	本 数	割 れ 目			充 填 鉱 物	その他記載事項						
				斑 晶 径 の 種 類 形 状	有 色 鉱 物 (%)	風 化			柱 状 図	深 度	傾 斜 角	形 状	面 上 の 構 造	成 因	変 質 幅	変 質	充 填 幅		
76	中 S 細 縞 岩	變 質 粗 粒 岩	β	/	/	2I	/	Cm	93	4	(100)	250 335 505 585 185 225 120 135 365 510 607 260 915 132 270	0 5 0 0 30 0 15 0 10 0 25 0 15 0 0	Wr Wr Wr Wr Wr Wr Wr Wr Wr Wr Wr Wr Wr Wr Wr	T/0 T/0 T/0 T/0 T/0 T/0 T/0 T/0 T/0 T/0 T/0 T/0 T/0 T/0 T/0	Wr Wr Wr Wr Wr Wr Wr Wr Wr Wr Wr Wr Wr Wr Wr	Wr Wr Wr Wr Wr Wr Wr Wr Wr Wr Wr Wr Wr Wr Wr	Wr Wr Wr Wr Wr Wr Wr Wr Wr Wr Wr Wr Wr Wr Wr	<φ1cm 礫堆...長石、石英岩 淘汰・内密度...悪い
76.65	細 縞 岩	變 質 粗 粒 岩	β	/	/	2I	/	Cm	91	8	(100)	76.22m 76.35m	φ3cm pyrite φ2cm 石英脉	pyrite network	<φ1cm 礫堆...長石、石英岩 淘汰・内密度...悪い				
77	中 S 細 縞 岩	變 質 粗 粒 岩	β	/	/	2I	/	Cm	91	3	(100)	260 915 132 270	0 15 0 0	Wr Wr Wr Wr	T/0 T/0 T/0 T/0	Wr Wr Wr Wr	<φ1cm 礫堆...長石、石英岩 淘汰・内密度...悪い		
78	粗 粒 S 極 粗 粒 岩	變 質 粗 粒 岩	β	/	/	2I	/	Cm	81	4	(100)	290 997 165 190 290 750 720	20 0 0 0 0 20 0	Wr Wr Wr Wr Wr Wr Wr	T/0 T/0 T/0 T/0 T/0 T/0 T/0	Wr Wr Wr Wr Wr Wr Wr	<φ1cm 礫堆...花崗岩・長石 重炭 淘汰・内密度...悪い		
79	中 粒 砂 岩	細 縞 岩	β	/	/	2P	/	Cm	81	1+	(100)	770 705 995	0 0 0	Wr Wr Wr	T/0 T/0 T/0	Wr Wr Wr	<φ1cm 礫堆...花崗岩・長石 重炭 淘汰・内密度...悪い		
79.65	中 粒 砂 岩	細 縞 岩	β	/	/	2P	/	Cm	89	1+	(100)	770 705 995	0 0 0	Wr Wr Wr	T/0 T/0 T/0	Wr Wr Wr	<φ1cm 礫堆...花崗岩・長石 重炭 淘汰・内密度...悪い		

孔名: 01-HS-06			深度: 80.00m ~ 8400m			記載者: 水野・前田			記載日: 2001年10月15日			縮尺: 1/20		ページ: 17 /					
深 度 [m]	岩 相 柱 状 図	層 序 ・ 岩 相	組 織 の 種 類	斑 晶 の 種 類	有 色 鉱 物 (%)	風 化 化	変 質		岩 盤 等 級	R Q D	本 数	割 れ 目						充 填 鉱 物	
							褐鐵鉄赤鉄鉱 緑泥石 粘土 泥炭	柱 状 図				傾 斜 角	深 度	形 状	面 上 の 構 造	成 因	変 質 幅	変 質 幅	
81						B	/ / / / 2P /	C <sub>M</sub> / 00 0					100	Wr	—	TB			
													270	○ Wr	—	D			
													530	○ Wr	—	D			
													720	○ Wr	—	D			
													895	○ Wr	—	D			
													040	○ Wr	—	TB			
													086	○ Wr	—	TB			
													340	○ Wr	—	TB			
													390	○ Wr	—	TB			
													431	○ Wr	—	TB			
82						B	/ / / / 2P /	C <sub>M</sub> / 00 5					338	○ Wr	—	D			
													365	○ Wr	—	TB			
													675	○ Wr	—	TB			
													820	○ Wr	—	TB			
													945	○ Wr	—	TB			
													048	○ Wr	—	TB			
82.53													915	○ Wr	—	D			
83						B	/ / / / 2P /	C <sub>M</sub> / 00 5					100	Wr	—	D			
													338	○ Wr	—	D			
													365	○ Wr	—	TB			
													675	○ Wr	—	TB			
													820	○ Wr	—	TB			
													945	○ Wr	—	TB			
84						B	/ / / / 2P /	C <sub>M</sub> / 00 2					100	Wr	—	D			



孔名: 01-15-06		深度: 90.00m ~ 95.00m	記載者: 水野・前田	記載日: 2001年10月5日	縮尺: 1/20	ページ: 19/												
深度 [m]	岩相 柱状 図	層序・岩相	組 織 の 種類 (S)	風 化 度 (S)	変質			R 盤等級	Q 本数	割れ目							充填鉱物	その他記載事項
					無鉱鉄鉱鉄鉱 母泥石 粘土 泥炭	無鉱鉄鉱鉄鉱 母泥石 粘土 泥炭	柱状図 (cm/m)			深度	傾斜角	形状	面上の構造	成因	変質幅	充填幅		
90.00	+									035	15	Wf		T/0				
90.10	-									455	20	Wr		T/0				
90.20	+									570	10	Wr		T/0				
90.30	XXXX									731	0	Wr		T/0				
90.40	+									738	0	Wr		T/0				
90.50	-									243	25	Wr		T/0				
90.60	+									467	0	Pf		D				
90.70										700	85	Wr		T/0				
90.80										570	5	Wr		T/0				
90.90										250	0	Wr		T/0				
91.00										705	0	Wr		T/0				
91.10	+									302	0	Wr		T/0				
91.20	-									467	0	Pf		D				
91.30										523	0	Wr		T/0				
91.40										580	0	Wr		T/0				
91.50										733	0	Wr		T/0				
91.60										788	5	Wr		T/0				
91.70										600	80	Wr		T/0				
91.80										100	0	Wr		T/0				
91.90										225	0	Wr		T/0				
92.00										350	0	Wr		T/0				
92.10										660	0	Wr		T/0				
92.20										740	0	Wr		T/0				
92.30										788	0	Wr		T/0				
92.40										845	0	Wr		T/0				
92.50										945	0	Wr		T/0				
92.60										105	0	Wr		T/0				
92.70										200	0	Wr		T/0				
92.80										225	0	Wr		T/0				
92.90										365	0	Wr		T/0				
93.00										453	0	Wr		T/0				
93.10										860	0	Wr		T/0				
93.20										850	0	Wr		T/0				
93.30																		
93.40																		
93.50																		
93.60																		
93.70																		
93.80																		
93.90																		
94.00																		
94.10																		
94.20																		
94.30																		
94.40																		
94.50																		

從削山中(93.74~84m)  
:ep:付差







