

総て孔径拡大箇所に対応し、岩質の物性値によるものではないと考えたほうがよい。

上記検層を行ったが、その例を図15に示す。調査観測井掘削サイトは、当初想定した地質(保田層群)と大きく異なっており、掘削井の崩落が激しく孔径変化による補正等の検討が膨大に発生した為、データ解釈や地質的解釈について未整理であるので、下図にその例を示すにとどめる。本研究の「大深度ボーリング試料による地質年代調査」の調査結果によると、掘削した調査観測井の地層は神川層に対比されることが明らかにされ、鴨川付近の地質構造を大きく再整理する材料となった。房総半島南端の地質構造について新たな知見を与えるものといつてよい。

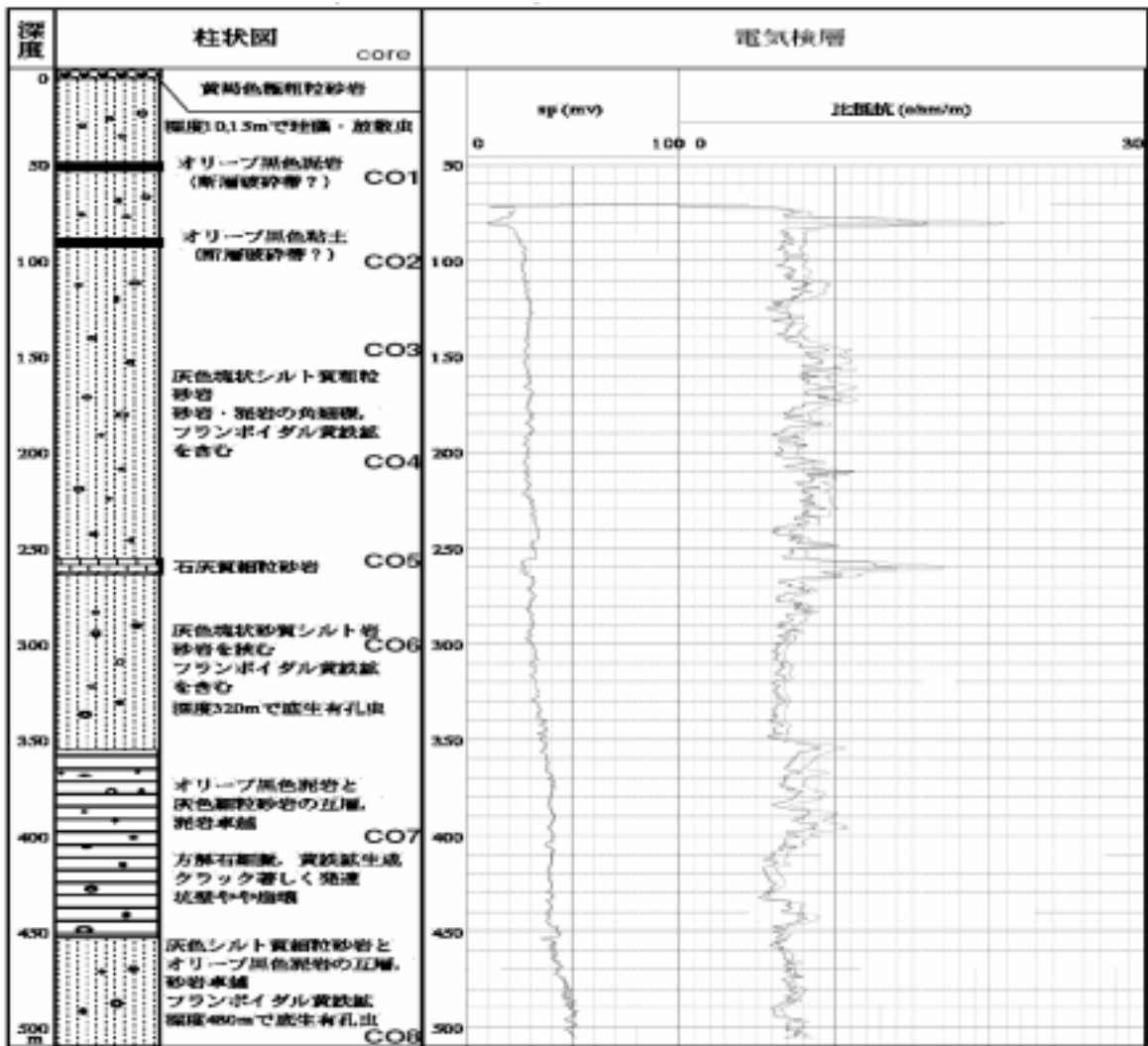
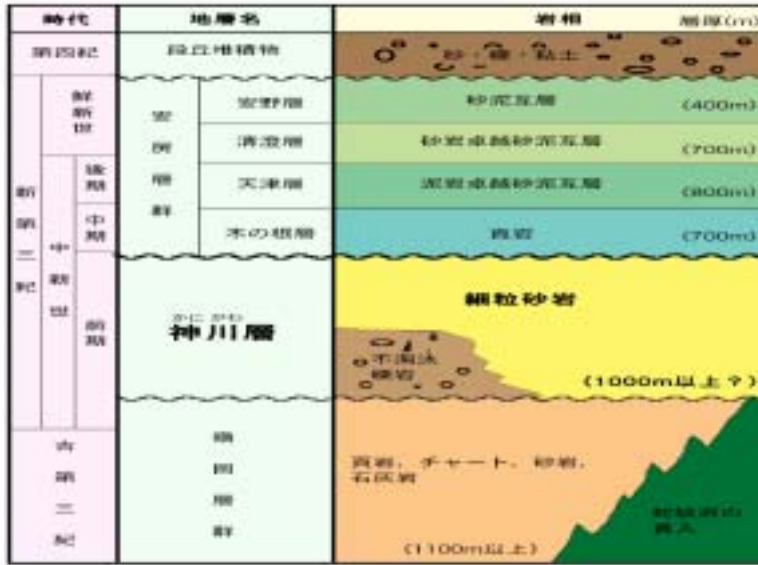


図15 鴨川観測井の地質柱状図及び自然電位、比抵抗検層の測定例



参考：調査観測井に係る房総半島の地質層序

iii) 垂直地震波探査 (VSP)

地質的解釈やデータ等が未整理なので、平成13年度に実施した、調査観測井に近い房総半島の養老高感度観測井（深さ2000m）の測定例を示す（図16）。

データ取得方法

坑井を用いた弾性波探査法であるVSP法によるP波、S波の速度探査を実施した。坑口近傍に地表震源を配置し、震源から発生した弾性波を坑内に配置した受振器で種々の測定するものである。



図16 垂直地震波探査作業風景

本データ取得作業では、震源としてバイブレータを用いた。バイブレータはP波用とS波用の2台を同時に用いた。

これらの震源を坑井敷地内あるいは近傍に配置し、坑内3成分受振器を検層用の7芯アーマードケーブルに接続して坑内に懸下し、測定深度に固定してP波記録及びS波記録を取得した。坑内受振器のデータはケーブルを介して地上の探鉱機に送られ、増幅、AD変換等を行い、磁気テープ等に収録される。

さらに、震源波形のモニターのために坑口近傍に受振器を埋設し、この記録を坑内3成分データとともにテープ収録した。

バイブロサイス波形処理の概念図を図17に示す。震源からは、(A)に示すような周波数が徐々に変化する長時間の振動(スイープ)を発生させる。

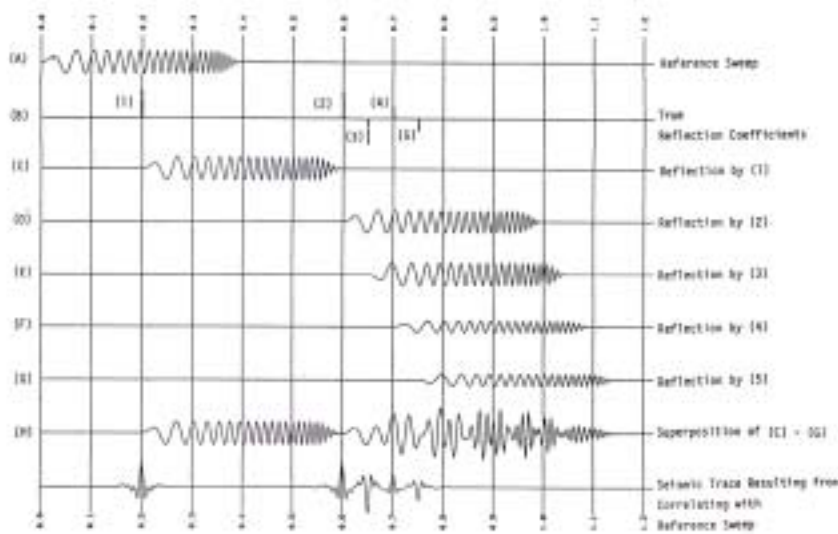


図17 バイブロサイス波形処理概念図

地下の反射面として(B)に示す5層を仮定すると、各反射面からの反射波は、それぞれ(C)~(G)の波形となる。地表の受振器での観測波形は、これら(C)~(G)全ての重ね合わせとなり、(H)に示すような波形となる。この波形から(B)を推定するのは困難である。

バイブロサイス波形処理とは、(H)の波形に対して、震源からある瞬間にパルスが生成された時の波形に変換する処理である。この処理は、スイープ波形(A)を用いて行い、クロスコリレーションと呼ばれる。この結果を図中の最下部に示す。(B)で仮定した5層の反射面が明瞭に確認できる。

データ取得仕様

養老高感度地震観測施設における事例

観測井

深度 2000m(地震計台座深度) 坑内状況 4段ケーシング(フルホールセメンチング、最終段内径7") 測定仕様・測定深度区間及び間隔 25-1985m、測定深度間隔 25m(25-500m)、50m(550-1985m) 測定レベル数 50、

震源 P波震源: Y2400 バイブレータ1台、 S波震源: ミニバイブレータ1台

発震条件

オフセット距離 25m、 スイープ周波数 10-80Hz (P波)、 10-60Hz (S波)、
スイープ長 20sec、 スイープ回数 1-3、 坑内受振器 LRS-1300 坑内3成分受振器、
記録 (サンプル間隔 2ms、記録長 8sec)

主要機器

P波パイブレータ (Y2400 : 図18(a)) 1台、

IVI/Y2400 大型パイブレータ

製作 :IVI/FAILING(米国)

仕様====

スイープ周波数 : 5-250 Hz
最大荷重 : 13.6 t
マス重量 : 3 t
プレート重量 : 1.7 t
プレート面積 : 1 m x 2m
振動時の単位面積当たりの総重量 1.238kg/cm²

車両諸元====

全長 : 8 m
全幅 : 2.45 m
全重量 : 18 t
全高 : 3.35 m



図18 (a) P波パイブレータ

S波バイブレータ（ミニバイブレータ：図18(b)） 1台、

バイブレータ(ミニバギー車載型ミニバイブ)

製作 :IVI/FAILING(米国)

仕様====

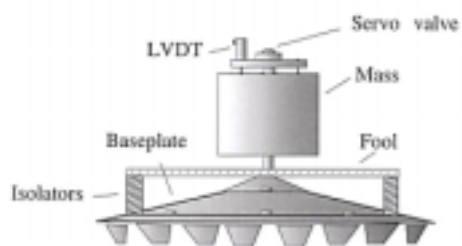
スイープ周波数 : 10-500 Hz
最大荷重 : 2.722 t
マス重量 : 0.141 t
プレート重量 : 0.174 t
プレート面積 : 0.657 m²

車両諸元====

全長 : 6.045 m
全幅 : 1.829 m
全重量 : 4.173 t
全高 : 2.395 m



図18(b)



ベースプレート(S wave operation)

図18(c) 記録器

記録器（GDAPS-4A：図18(c)）1式、坑内3成分受振器（LRS-1300）1式、観測車1台、ワイヤーライン、1式、クレーン1台

データ解析内容

P波速度については、原データの垂直成分のデータ（図19）に対して、

- 1) 各深度間の初動付近の相互相関による初動走時の決定（精度0.1ms）
- 2) 受・発震点間の標高補正と直線波線を仮定した垂直走時補正
- 3) 初動走時曲線と地質区分を参考に層分割を行い区間速度の推定を行う。

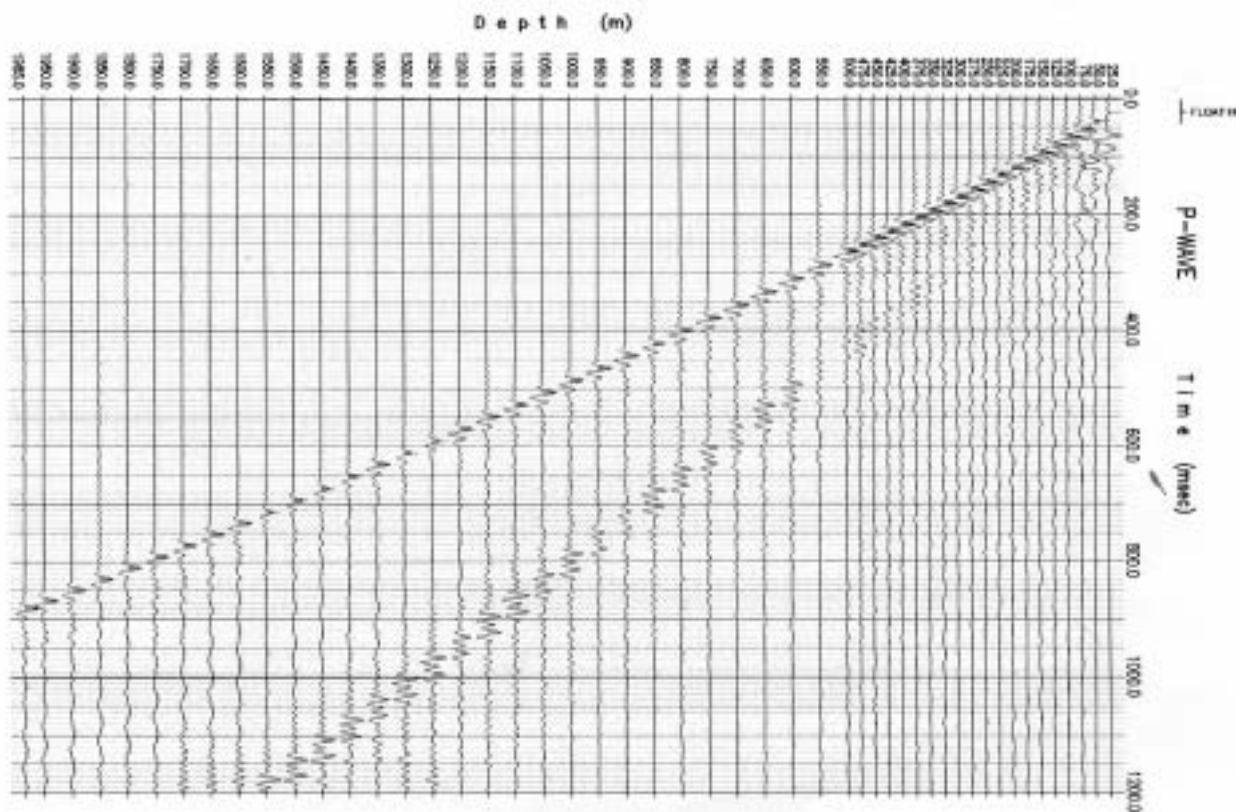


図19 P波速度構造測定結果、横軸は深さ、縦軸は時間

S波速度については、原データの水平2成分データに対して、各受振深度毎の受振器の方位の違い（受振器の移動の際の回転による）を補正するために、各受振深度における水平成分の方位をそろえるスピンローテーション処理を行った。各受振深度におけるS波初動付近の主成分解析によりS波の到来方向を決定し、到来方向に直交する水平成分のデータを求める為、原データを回転・合成することにより求めた。このデータ（SH成分）（図20）に対しP波と同様の処理を行い、S波速度を推定した。

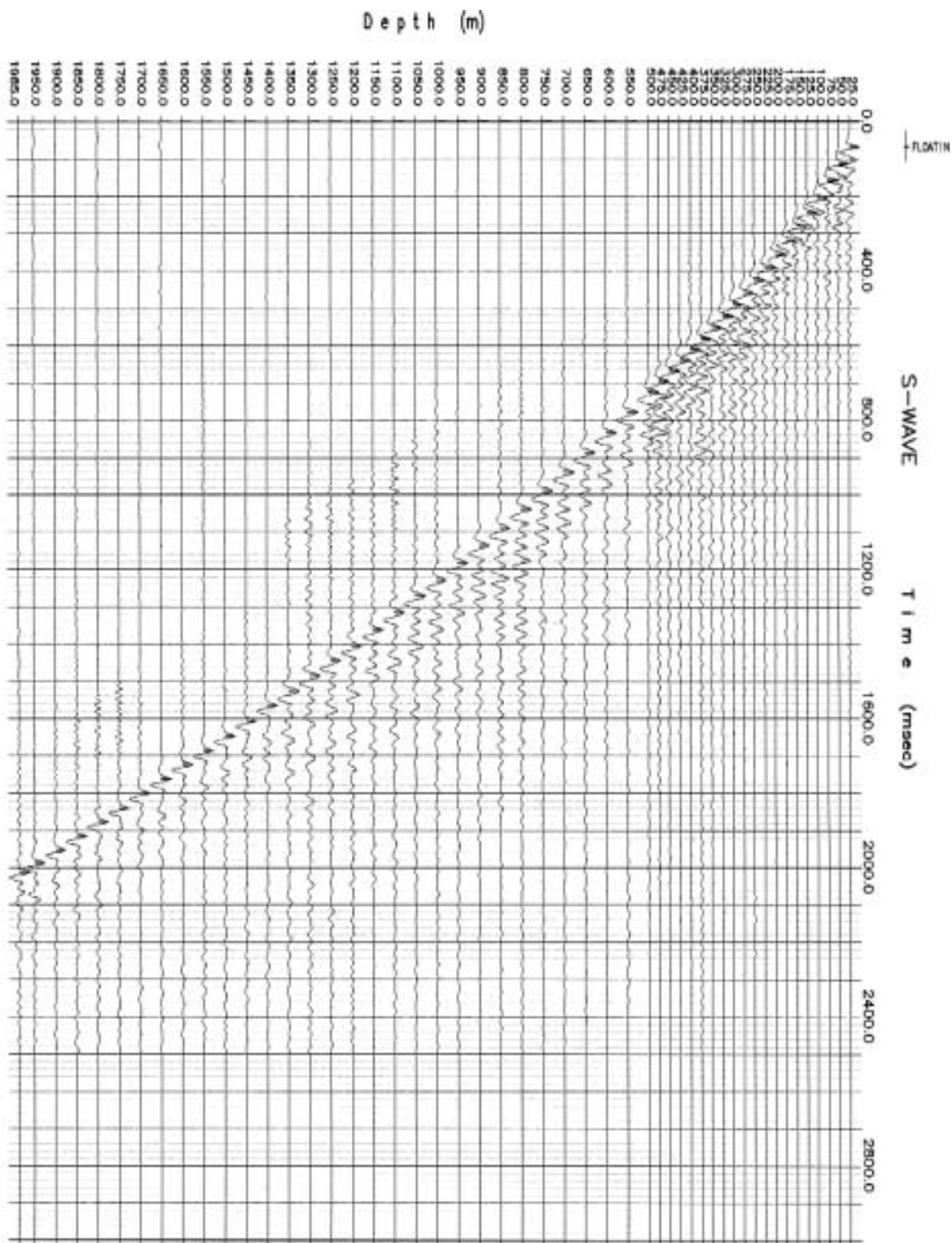


図 2 0 S 波速度構造測定結果、横軸は深さ、縦軸は時間

以上の測定から、P、S 波の速度を上記に示した手続きで求めた。図 2 1 には、坑井地質柱状図

とP波及びS波速度構造を同時に表示した。主要な検層については同時に表示した。

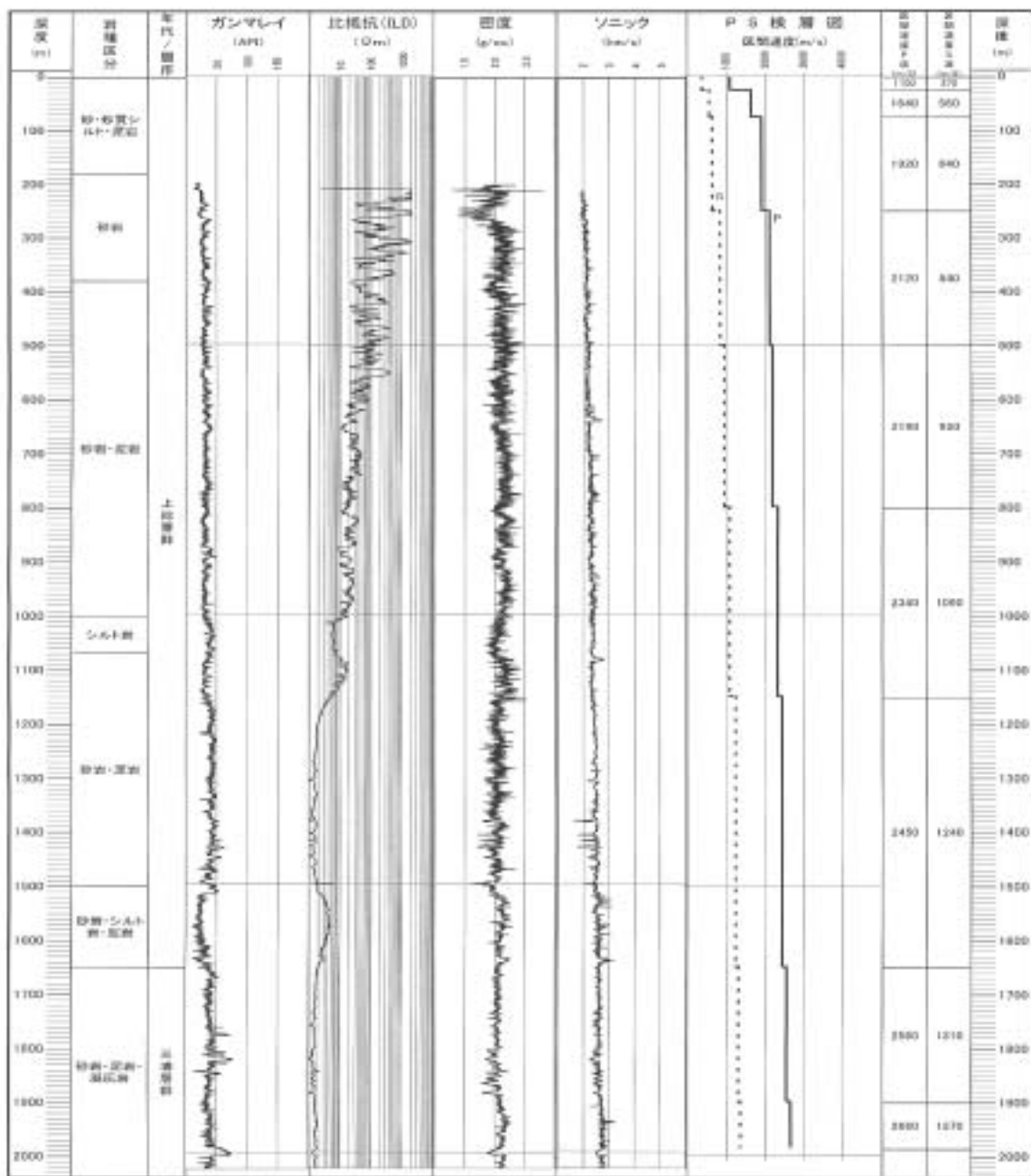


Fig.10 P5検層P波及びS波の速度構造図

図 2 1 養老高感度地震観測施設の孔井地質柱状図とP波及びS波速度構造

6) Hi-net 整備

掘削されたボーリング孔を利用してHi-netを整備し、強震動予測の研究を推進するための基礎データを得ることとなり、中深層地殻活動観測装置を導入し観測を行った。

中深層地殻活動観測装置は、長期間安定した調査研究が持続することを目的として、メンテナンスが可能な引上げ方式をとっている。孔底部の観測装置から得られた信号は、外装された多芯ケーブルにより地表に直送している。高感度地震観測データは、公衆回線ないしはFR回線によって常時テレメータによって防災科学技術研究所のHi-net 観測システムに取り込まれ、強震動のデータ等は定期的に公衆回線で取得される。

i) 構成

孔底装置、多芯外装ケーブル、孔底装置と多芯外装ケーブルをつなぐモールド、地上固定装置、地上装置から構成される。観測装置の断面図、外観図を次(図22、23)に示す。

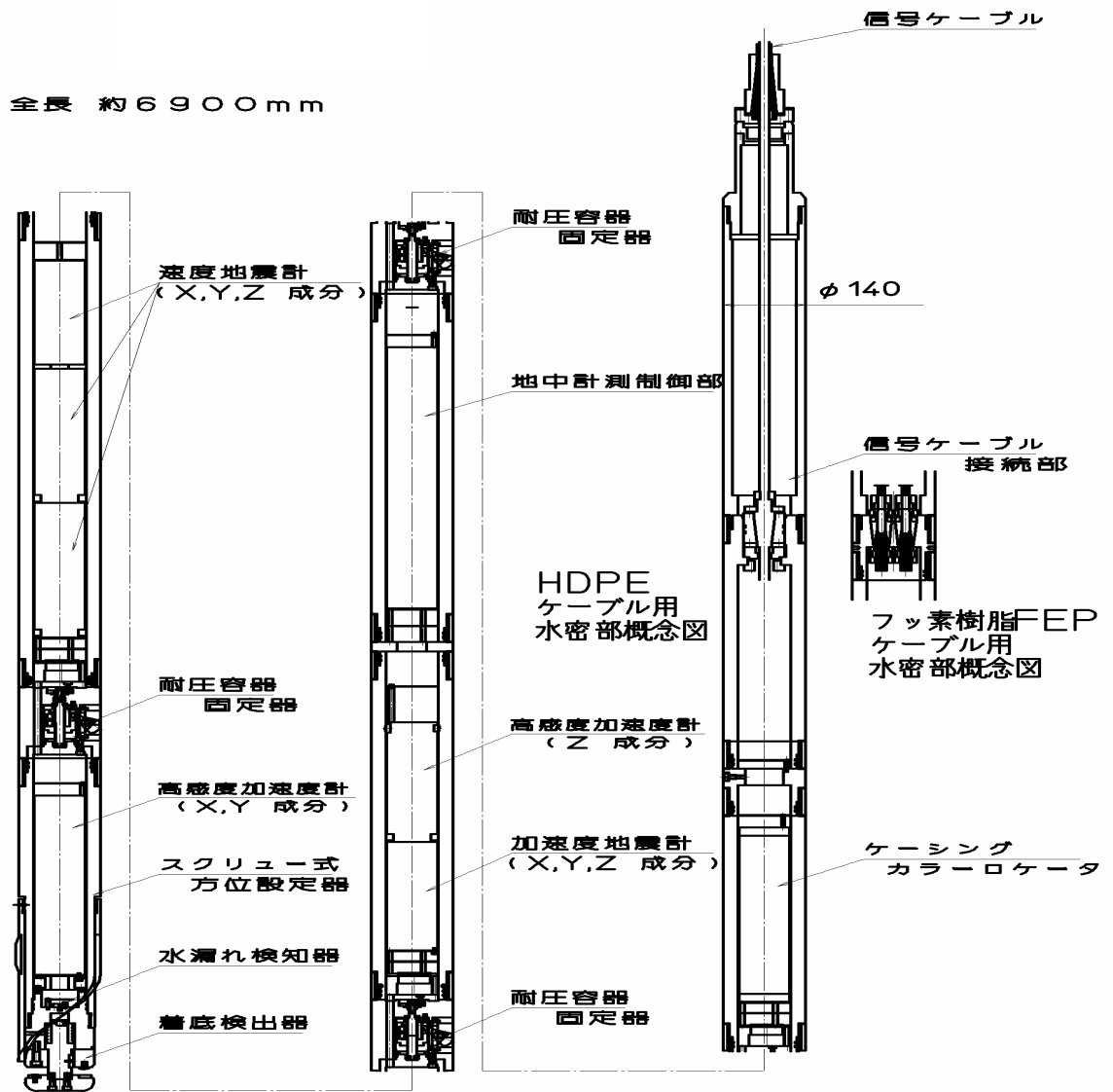


図22 観測装置の断面図

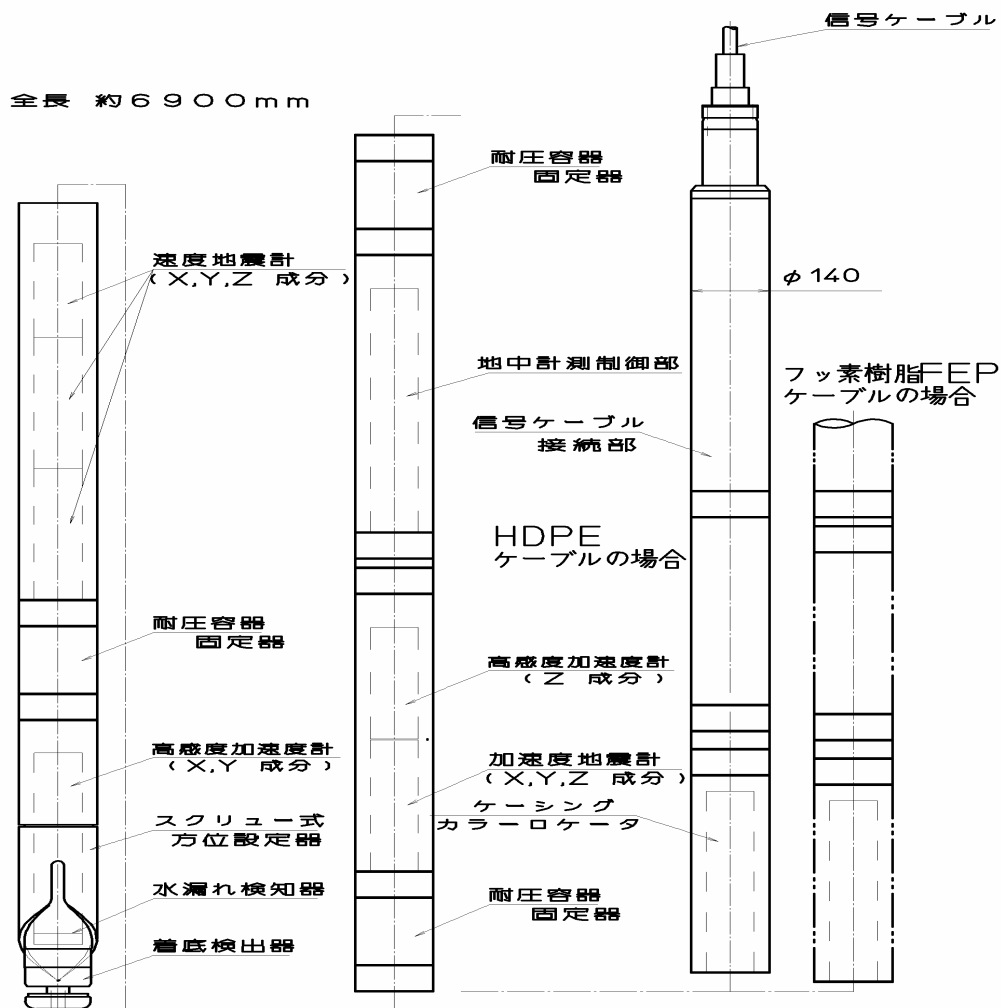


図 2 3 観測装置外観図

ii) 観測装置（孔底装置）

中深層観測装置の観測井の孔底に設置し高感度観測・強震観測を行う装置を孔底装置といい、以下で示すユニットで構成されている。

- 速度地震計ユニット 1 Hz 速度型地震計 X、Y、Z 3成分
- 高感度加速度計ユニット 力平衡型振子式高感度加速時計 X、Y、Z 3成分
- 強震計ユニット 力平衡型強震計 X、Y、Z 3成分
- 耐圧容器ユニット 観測井孔底に設置する各種検出器・制御器を収納して、孔内水圧から保護し、孔底に固定することを目的としたステンレス製円筒容器
- スクリュー式方位設定器 観測井孔底の方位設定機構のキー部を自らのキー溝に合致させることにより、観測装置を所定の方向に設定する
- 着底検出器 耐圧容器の自重を利用して、着底部の可動部分の押し込み量を抵

抗値変化により検知し、確実な着底を確認

水もれ検知器 耐圧容器の水密異常があった時、抵抗値の変化により速やかに検知

耐圧容器固定器 耐圧容器を観測井底の設置用非磁性ケーシングに固定する

地中計測制御部ユニット 孔底に設置する各種検出器の制御・検定や、設置のための測定操作を実施するための電子回路部

ケーシングカラーロケータ 本孔底装置を信号ケーブル、捲上装置を用いて観測井内に降下または引上げるとき、ケーシングカップリングにより位置を検出

信号ケーブル・信号ケーブル接続部

以上の孔底装置からアーマードケーブル経由で信号線を受けたのち、データは、地上装置の処理装置によって、Hi-net方式のデータ流通を行うこととなっている。下の図24のように中深層観測装置を観測井に設置し、観測データの流通について準備を行っている。



図24 観測装置設置の事例（羽島高感度地震観測施設）

(d) 結論ならびに今後の課題

房総半島鴨川市西部で、深さ2000m級の調査観測ボーリングを実施し、関東盆地南部の基盤を構成する第三紀下部層のP波・S波速度構造を計測（地震動予測の明確化）した。ボーリング孔を利用し、Hi-netを整備した。

(e) 引用文献

なし

(f) 成果の論文発表・口頭発表等

1) 論文発表

著者	題名	発表先	発表年月日
なし			

2) 口頭発表、その他

著者	題名	発表先、主催、発表場所	発表年月日
笠原敬司	鴨川井の掘削	「大都市圏地殻構造調査研究」第一回成果報告会 大大特I「地震動（強い揺れ）の予測」 東京大学地震研究所	平成15年 4月8日

(g) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウェアの開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

(3) 平成15年度業務計画案

神奈川県西部（足柄平野）で深さ2000m級のボーリングを実施し、足柄平野下に伏在する可能性の高い伊豆-小笠原弧の地殻と本州弧の地殻の接合部を観察し、伏在活断層を実証する。国府津-松田断層系全体の平均すべり速度の推定を行い震源断層モデルの構築に貢献する。足柄平野の堆積層の速度構造や地層の微細な構造の調査のためボーリングはオールコアで採取し、詳細な年代決定などの地質学的分析研究を行う。地温勾配の高い地域であるため、高感度地震計の地中観測装置の高温試験を実施する。関東平野について、既存地質資料などを取りまとめた総合的研究を推進する。