

00 6

図書室

限定資料

JNC TJ7440 2005-003

~~PNC ZJ1000 94-004~~

~~JNC ZJ7440 2001-021~~

西南・中部日本内帯中・古生代堆積岩類 の深部地質環境データ

(動力炉・核燃料開発事業団 契約業務報告書)

1994年 3 月

住友金属鉱山株式会社

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ください。

〒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
電話：029-282-1122 (代表)
ファックス：029-282-7980
電子メール：jserv@jnc.go.jp

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)
2005

~~その資料は、動燃事業団の開発事業を進めるため、特に限られた関係者だけに開示するものです。ついては、複製、転載、引用等を行わないよう、また第三者への開示又は内容漏洩がないよう管理して下さい。また今回の開示目的以外のことは使用しないよう特に注意して下さい。~~

本資料についての問合せは下記に願います。

~~〒107 東京都港区赤坂1-9-13
動力炉・核燃料開発事業団
技術協力部 技術管理室~~

西南・中部日本内帯中・古生代堆積岩類 の深部地質環境データ

(動力炉・核燃料開発事業団 契約業務報告書)

1994年3月

住友金属鉱山株式会社

西南・中部日本内帯中・古生代堆積岩類の深部地質環境データ

■■■■■, ■■■■■

要 旨

本資料は、地層処分システムの性能評価・設計のための地質環境に関するモデルデータセットの作成に資することを目的に、愛媛県新居浜市における深度525.3mの試錐データを取りまとめたものである。

岩芯は和泉層群の泥岩～砂岩～礫岩のタービダイトから構成され、上位からA～D累層までまとめた。岩芯及びボアホールテレビ観察による割れ目の発達状況は、深度220m付近を境に上部で比較的多く、以深でやや少なくなる傾向がみられる。孔壁観察ではその大半がヘアークラックで層理面や葉理面を利用したものが多い。

物理検層の結果、泥岩及び破碎帯で低比抵抗を示し、また砂岩と泥岩の岩相の違いが比抵抗分布に示されている。また、RQDの分布傾向と比抵抗分布はほぼ一致し、岩盤の割れ目状況を反映している。速度分布は岩相分布に対応し、またパルス状の低速度部は破碎帯に一致する。この傾向は間隙率分布と良く相関している。

岩芯物性試験では、砂岩が泥岩や礫岩に比べ弾性波速度や圧縮強度が大きい値を示す。泥岩及び砂岩は深度が増すに従って圧縮強度及び静弾性係数が増加する。また、礫岩は礫のサイズと固結程度によって力学強度が大きく左右される。熱特性の内、熱伝導率と線膨張係数は砂岩≧礫岩>泥岩の順に高い値を示すが、比熱の岩種による差異は小さい。

間隙水圧の分布は深部になるに従ってやや減圧傾向にあるが、深度332.10～334.70m区間でやや増圧する。透水係数は $k=3.44 \times 10^{-8} \sim 3.19 \times 10^{-8}$ cm/secを示し、浅部の43.00～45.60m区間が最も透水性が高く、225.00～227.60m区間が次に透水性が高い。透水性に関連する割れ目は開口亀裂で、前述の2区間ともに他の区間に比べて開口幅が大きい。和泉層群での開口性亀裂は単層境界に発達し、層理面を利用した比較的低傾斜の割れ目である。

本報告書は、住友金属鉱山株式会社が動力炉・核燃料開発事業団との契約により実施した業務の成果である。

契約番号：052A1075

事業団担当部課室：環境技術開発推進本部 地層科学研究グループ副主幹（武田精悦）

* 住友金属鉱山株式会社 資源事業部 技術部 地下利用技術グループ

March, 1994

Data on the Deep Sedimentary Rock of the Mesozoic and Palaeozoic Members
in Inner Zone in Mid- to South Western Japan

■■■■■ * , ■■■■■ *

ABSTRACT

This report presents the data obtained from a 525.3 meters deep drill hole, located in Niihama-shi, Ehime Prefecture. The drill core of this hole is made mainly of turbidite sequences consist of mudstone, sandstone and conglomerate of Izumi Group.

Lithofacies of the drill core are divided into A to D formation.

On the fracture distribution that observed the drill core and the BHT observation, its shallower portion of 220m depth of the hole compared with its deeper portion are more little frequency. Fractures of this hole are mainly shear-crack used removed parallel along lamination and bedding.

Resistivity from geophysical logging shows that the values in mudstone and in fractured zone are comparatively lower than that in sandstone and conglomerate. Distribution of seismic velocity and porosity are equivalent to lithofacies changes and its low velocity parts that show a pulse pattern indicate a fractured zone.

Rock tests show that seismic velocity and uniaxial strength of sandstone are comparatively high compared with other type of rocks. Uniaxial strength and Young's modulus of the mudstone and of the sandstone are increase with depth. And the size of fragment and the cementing materials of the conglomerate affect the strength.

Permeabilities of Izumi Group indicate a range from $3.44 \times 10^{-8} \sim 3.19 \times 10^{-8}$ cm/sec and the higher result which is counted at the depth of 43.00 ~ 45.60m and 225.00 ~ 227.60m where the open fractures are recognized and total width of open fractures are larger than the another test depth. Permeability count any of open fractures that show low dip plane used any facies boundaries.

Work performed by Sumitomo Metal Mining Co., Ltd, under contract with Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation (PNC).

PNC Liaison : Isolation System Research Program,

Radioactive Waste Management Project (Seietsu Takeda)

* : Sumitomo Metal Mining Co., Ltd., Mineral Resources Div.

目 次

1. 資料調査の概要	
1.1 件 名	1
1.2 目 的	1
1.3 資料調査位置及び岩種	1
1.4 資料調査期間	1
1.5 資料調査項目	1
1.6 担当者	1
2. 地形・地質	4
2.1 地形概要	4
2.2 地質概要	4
2.3 地質構造概要	10
3. 岩芯調査データ	11
3.1 岩芯の地質	11
3.2 割れ目状況	14
3.2.1 割れ目の分布	14
3.2.2 割れ目パターン	14
3.2.3 割れ目の角度	19
3.2.4 条 線	19
3.2.5 R Q D	19
3.2.6 充填鉱物	19
3.3 岩質及び岩盤分類	20
3.4 変 質	20
3.5 岩石鉱物試験	20
3.5.1 顕微鏡観察及びX線回折分析	20
3.5.2 全岩分析	21
4. 物理検層データ	26
4.1 検層方法	26
4.1.1 温度検層	26
4.1.2 電気検層	26
4.1.3 音波検層	26
4.1.4 中性子検層	27
4.1.5 自然放射能検層	27

4.1.6	密度検層	27
4.1.7	孔径検層	27
4.1.8	孔曲がり検層	27
4.2	検層結果	30
4.2.1	温度検層	30
4.2.2	電気検層	30
4.2.3	中性子検層	33
4.2.4	音波検層	34
4.2.5	密度検層	34
4.2.6	自然放射能検層	34
4.2.7	孔径検層	34
4.2.8	孔曲がり検層	34
4.3	解析	37
4.3.1	電気検層解析	37
4.3.2	音波検層解析	37
4.3.3	中性子検層解析	40
4.3.4	検層物性値の比較	41
5.	岩芯物性試験データ	45
5.1	試験方法	45
5.2	試験結果	46
5.3	物理特性	48
5.3.1	比重（密度）・吸水率・有効間隙率	48
5.3.2	超音波速度	48
5.4	力学特性	53
5.4.1	一軸圧縮強度	53
5.4.2	圧裂引張強度	54
5.5	熱特性	61
5.5.1	熱伝導率	61
5.5.2	比熱	61
5.5.3	線膨張係数	61
5.5.4	熱特性と物理特性の関係	61
6.	ボアホールテレビ観察データ	66
6.1	孔壁の概要	66
6.2	岩盤の不連続面の構造方向	66
7.	透水試験データ	79
7.1	現地試験の概要	79

7.2 試験結果	79
8. 総括	85
参考文献	87

別冊資料

調査資料の内容と方法

- I. 試錐経緯
- II. 岩芯調査
- III. 岩芯物性試験
- IV. ボアホールテレビ観察
- V. 透水試験

試錐柱状図（縮尺 200 分の 1）

割れ目記載柱状図（縮尺 20 分の 1）

コア写真

顕微鏡観察記録

作業状況写真

室内試験状況写真

図表一覧表

図1.3.1	調査位置図	2
図2.2.1	調査地域周辺の地質概略図	5
図2.2.2	四国地方の和泉層群の岩相分布図	6
図2.2.3	新居浜市西部の和泉層群の地質と構造	7
図2.2.4	新居浜市西部の和泉層群の地質断面図	8
図2.2.5	新居浜平野東部（東新平野）の地質	9
図3.1.1	深地新居浜N0.1孔模式柱状図	12
図3.2.1	岩芯観察・計測結果図	17
図3.5.1	砂岩の $(Al_2O_3/SiO_2) - (FeO + MgO) / (SiO_2 + K_2O + Na_2O)$ 図	33
図4.2.1	深地新居浜No.1 方位測定結果	36
図4.3.1	比抵抗とR Q D	39
図4.3.2	動弾性係数とR Q D	39
図4.3.3	間隙率とR Q D	40
図4.3.4	P波速度と比抵抗の関係	42
図4.3.5	密度と比抵抗の関係	42
図4.3.6	比抵抗と間隙率の関係	43
図4.3.7	密度とP波速度の関係	43
図4.3.8	間隙率とP波速度の関係	44
図4.3.9	間隙率と密度の関係	44
図5.3.1	有効間隙率と吸水率の関係	49
図5.3.2	有効間隙率と見掛比重の関係	49
図5.3.3	P波速度とS波速度の関係	50
図5.3.4	P波速度と密度の関係	50
図5.3.5	P波速度と有効間隙率の関係	51
図5.5.6	S波速度と有効間隙率の関係	51
図5.3.7	体積岩類のP波速度の頻度分布	52
図5.4.1	各種岩石における一軸圧縮強度	55
図5.4.2	応力-歪線図	56
図5.4.3	一軸圧縮強度と密度の関係	57
図5.4.4	吸水率と一軸圧縮強度の関係	57
図5.4.5	有効間隙率と一軸圧縮強度の関係	58
図5.4.6	一軸圧縮強度とP波速度の関係	58
図5.4.7	一軸圧縮強度と静弾性係数の関係	59

図5.4.8	一軸圧縮強度と静弾性係数による岩石の分類	59
図5.4.9	引張強度と静弾性係数の関係	60
図5.5.1	各種岩石の熱伝導率	62
図5.5.2	熱伝導率, 比熱, 線膨張係数と有効間隙率の関係	63
図5.5.3	熱伝導率, 比熱, 線膨張係数と含水比の関係	64
図5.5.4	熱伝導率, 比熱, 線膨張係数と単位体積重量の関係	65
図6.1.1	深度-割れ目頻度分布図	68
図6.2.1	不連続面シュミットネット投影図	69
図6.2.2	深度別の不連続面シュミットネット投影図	71
図6.2.3	不連続面コンターマップ	73
図6.2.4	深度別の初生構造(層理面)コンターマップ	73
図6.2.5	深度別の開口亀裂コンターマップ	75
図6.2.6	深度別のヘアークラックコンターマップ	77
図7.1.1	測定機器の模式図	81
図7.2.1	間隙水圧分布図	83
図7.2.3	$t - \log H$ 図	84
表1.5.1	資料調査内容	3
表3.2.1	深度別割れ目分布状況	15
表3.5.1	顕微鏡観察結果一覧表	22
表3.5.2	X線回析分析結果	23
表3.5.4	全岩分析結果一覧表	24
表3.5.5	砂岩の $(FeO+MgO)/(SiO_2+K_2O+Na_2O)$ 図	25
表4.1.1	物理検層使用器機一覧表	28
表4.1.2	物理検層作業工程表	29
表4.2.1	孔曲がり検層結果	35
表4.3.1	比抵抗検層解析結果	38
表4.3.2	音波検層解析結果	38
表4.3.3	中性子検層解析結果	40
表4.3.4	物理検層解析結果	41
表4.3.5	検層物性値相関係数	41
表5.2.1	試験に用いた供試体の採集深度	46
表5.2.2	物性試験結果一覧表	47
表7.2.1	透水試験結果一覧表	82

1. 資料調査の概要

1.1 件名

西南・中部日本内帯中・古生代堆積岩類の深部地質環境データ

1.2 目的

高レベル放射性廃棄物地層処分システムの性能評価と概念設計に資する地質環境モデルデータセットの整備のためのデータ集積の一環として、岩石の物性や地層の水理学的特性等に関する資料を収集し、モデルデータセットの構築に資することを目的とする。

1.3 資料調査位置及び岩種

愛媛県新居浜市東谷、中生代白亜紀堆積岩類

1.4 資料調査納期

平成6年3月11日

1.5 資料調査項目

本資料調査の項目及び数量を表1.5.1に示す。

1.6 担当者

技術責任者（総括）

■■■■■

（地質・コア試験担当）

■■■■■

（孔内試験担当）

■■■■■

（試錐担当）

■■■■■

西条北部 新居浜 1:25,000

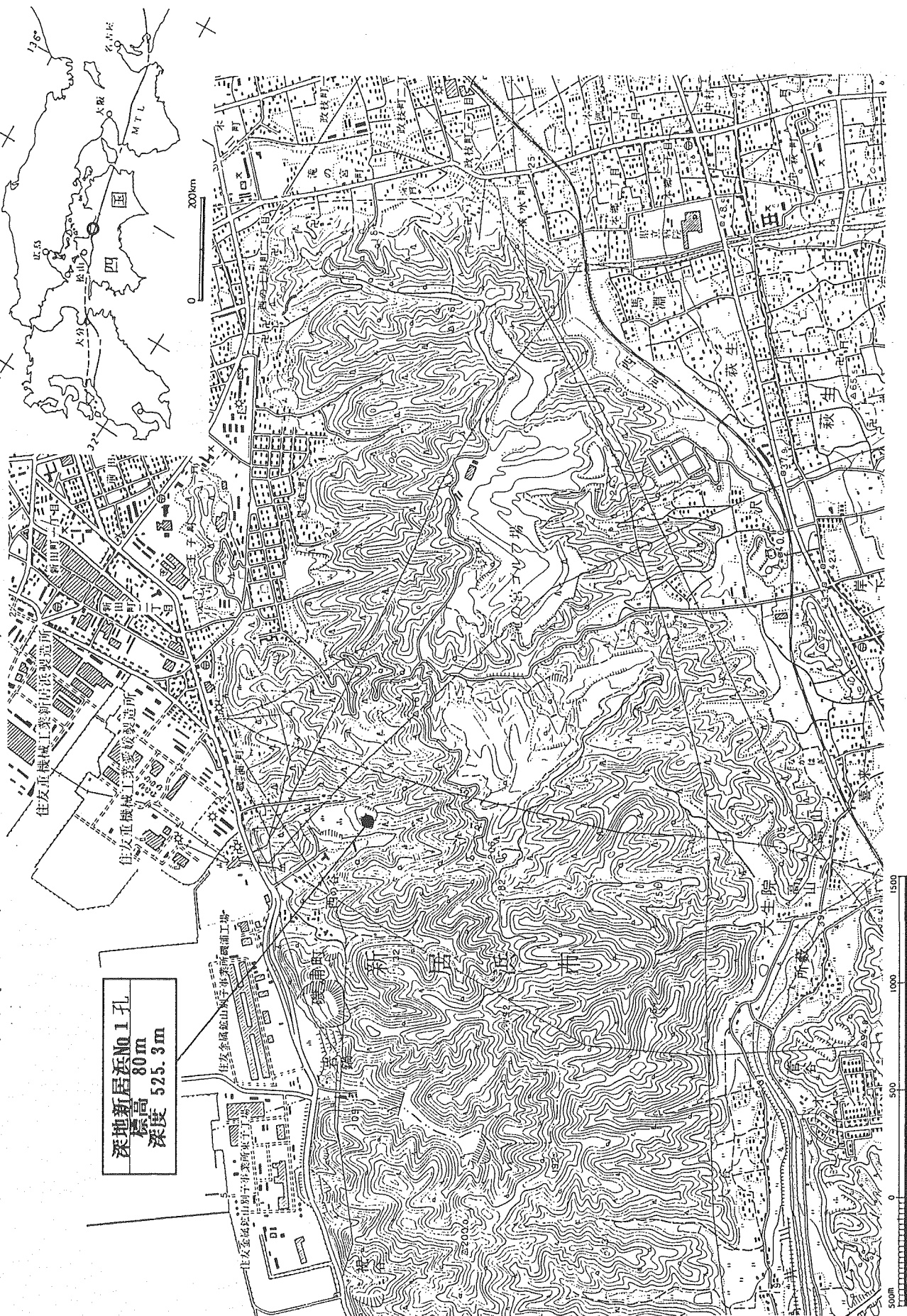


图1.3.1 調査位置図

表1.5.1 資料調査内容

項 目		数 量	備 考
対象試錐名 深地新居浜No.1孔		525.3m	試錐仕様 0.0～16.4m, 9・5/8"トリコンビット 16.4～525.3m, HQ-WL, NTG-WL
岩 芯 調 査	岩芯観察・岩芯計測 ・割れ目記載	525.3m	16.4～525.3m
	岩石 鉦物 試験	顕微鏡観察	4試科
		全岩化学分析	4試科
		X線回折分析	4試科
物 理 検 査 層	音波検層	500.5m	15.0～250.0m, 254.5～520.0m
	密度検層	519.6m	15.0～250.0m, 250.4～520.0m
	自然放射能検層	519.6m	15.0～250.0m, 250.4～520.0m
	中性子検層	500.5m	15.0～250.0m, 254.5～520.0m
	電気検層	500.5m	15.0～250.0m, 254.5～520.0m
	温度検層	505.3m	0.0～505.30m
	孔径検層	500.0m	10.0～250.0m, 260.0～520.0m
	孔曲がり検層	11箇所	20～50m間隔
岩 芯 物 性 試 験	力学試験	10試科	一軸圧縮試験 圧裂引張試験
	物理試験	10試科	密度（見掛比重）、間隙率、含水率 超音波速度試験
	熱特性試験	10 試科	熱伝導率、比熱 線膨張係数
B H T 観察 （ボアホールテレビ）		500.00m	15.00～515.00m
原位置透水試験		5箇所	

2. 地形・地質

2.1 地形概要

調査地域は、四国山地の北縁に東西にとおる中央構造線の北側、高縄半島の東側の小起伏山地に位置する。この山地は地質構造を反映した山稜が東西方向に並び、調査対象の山地は西側に西条平野が、東側に新居浜平野が広がり、200m程度の標高を示す。

調査地点は山地の北麓の小尾根の末端部に位置する。

2.2 地質概要

調査地域の地質概略図を図2.2.1に示す。

四国山地北縁部に発達する中央構造線から北側の地帯は、西南日本内帯の領家帯にあたる。この領家帯の南縁部には、領家変成岩や領家花崗岩類を不整合に覆って、上部白亜系ヘトナイ統の和泉層群が分布する。和泉層群の分布する領家帯南縁部を和泉帯と呼んでいる。

(1) 和泉帯

和泉帯は紀伊半島和泉山脈から淡路島論鶴羽山地及び讃岐山脈を経て四国西部松山付近まで、幅5～20km、長さ約300kmに及ぶ狭長な地質体である。

和泉層群は主に砂岩・泥岩から構成され、礫岩・凝灰岩を伴う。時代は後期白亜紀、シャンパーニュ期の海成層である。また、四国地方の和泉層群の地質構造は大局的に、東方へ沈降する東西方向の褶曲軸をもった向斜構造を示す。

和泉帯は、北縁部で領家変成岩・領家花崗岩類を不整合に覆い、南縁部で中央構造線で三波川帯の結晶片岩類と接している。

和泉層群の岩相区分は、一般に、基底礫岩相・砂岩相（礫質砂岩相を含む）・砂質泥岩相・泥岩相に区分される（図2.2.2）。

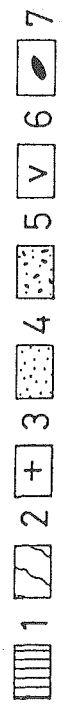
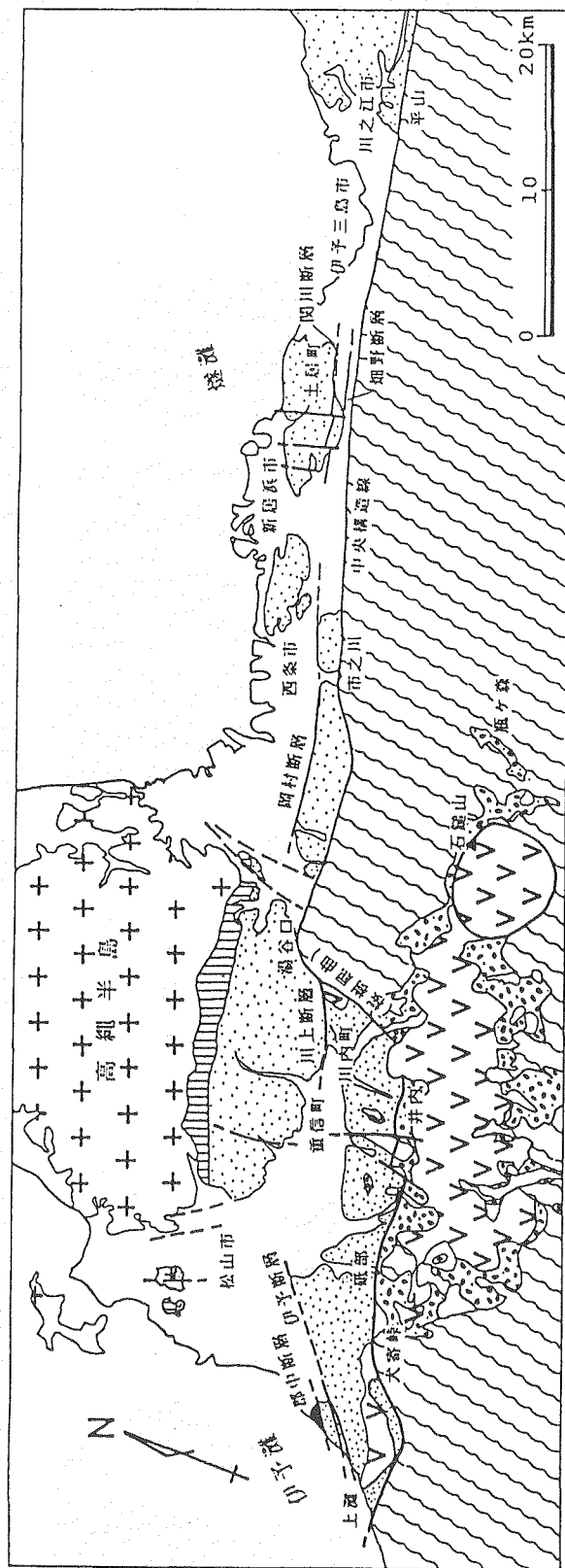
基底礫岩相は、主に礫岩からなり、アルコース質な砂岩層・炭質な砂質泥岩層を挟む。礫の円磨度は比較的良好、構成礫種・礫の大きさは地域によって変化に富む。主な礫種は花崗岩類起源が多く、石英斑岩・チャート・泥質ホルンフェルスなどからなり、阿讃山地では酸性火山岩類・雲母片岩なども含まれる。

砂岩相は、砂岩の量が60%以上の砂岩がちな砂岩と泥岩の互層である。層厚数m～20mの単位で上方細粒化を示すサイクルがみられる。

砂質泥岩相は、砂岩の量が40～60%の砂岩と泥岩の互層である。単層の層厚は数m～20m毎に砂岩が多くなる部分がある。

泥岩相は、暗灰色で塊状の泥岩と砂岩が40%以下で泥岩がちな砂岩と泥岩の互層からなる。凝灰岩は、基底礫岩相を除き、各相に挟在する。

基底礫岩相は主に和泉帯の北縁部に分布する。砂質泥岩相は和泉帯の西部で広い分布面積を占める。



1：相模川変成岩類，2：相模川変成岩類，3：相模川変成岩類，4：相模川変成岩類，
5：相模川変成岩類，6：相模川変成岩類，7：相模川変成岩類

図2.2.1 調査地域周辺の地質概略図

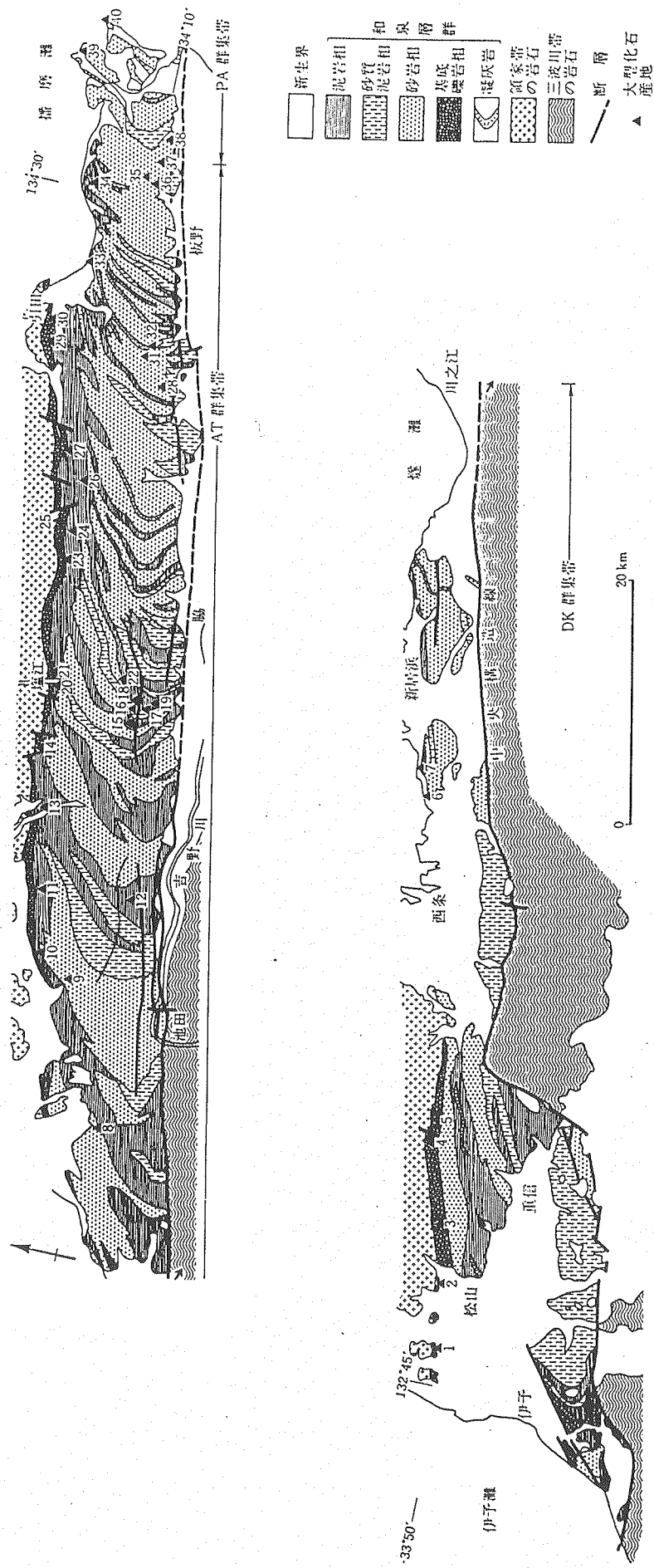


図2.2.2 四国地方の和泉層群の岩相分布図
(共立出版 日本の地質:四国地域)

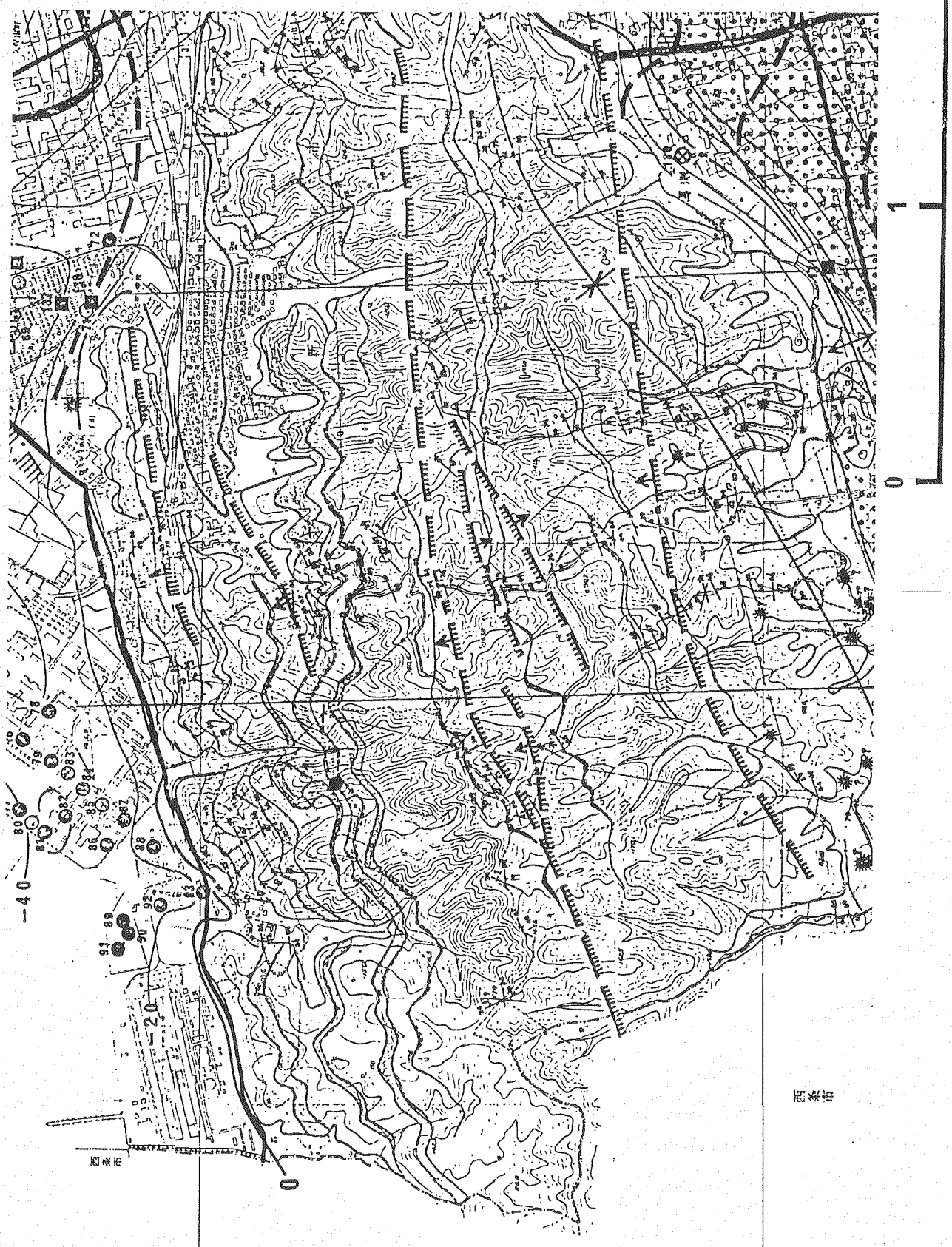
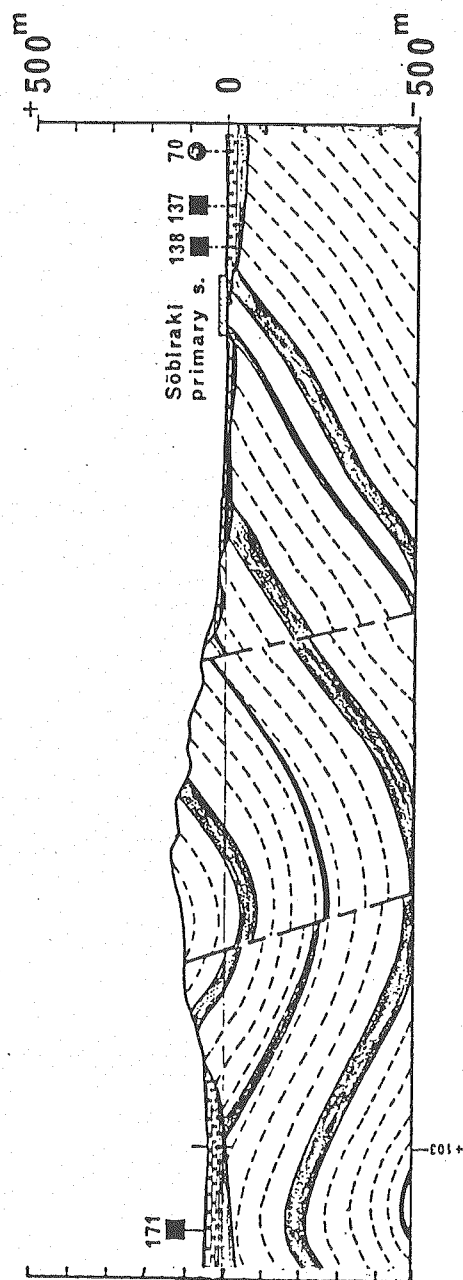
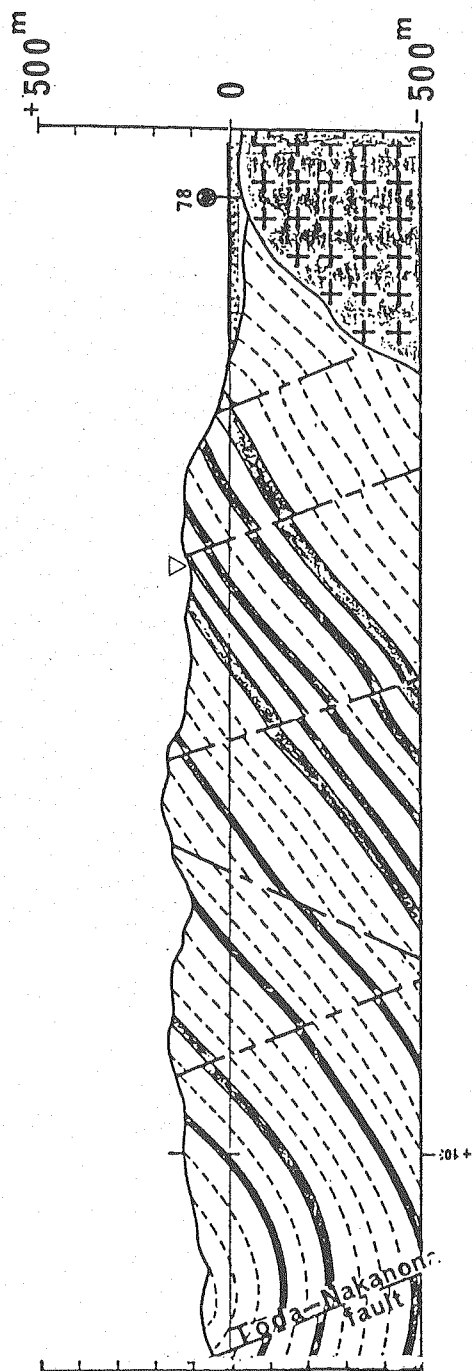


図2.2.3 新居浜市西部の和泉層群の地質と構造



- | | |
|--|---------|
| | 沖積層 |
| | 低位段丘堆積物 |
| | 中位 |
| | 高位 |
| | 三和泉層群 |
| | 領家花崗岩類 |
| | 三波川変成岩類 |
| | 断層 |

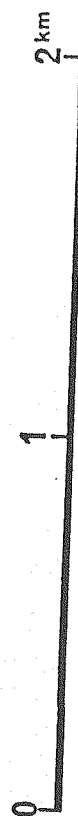
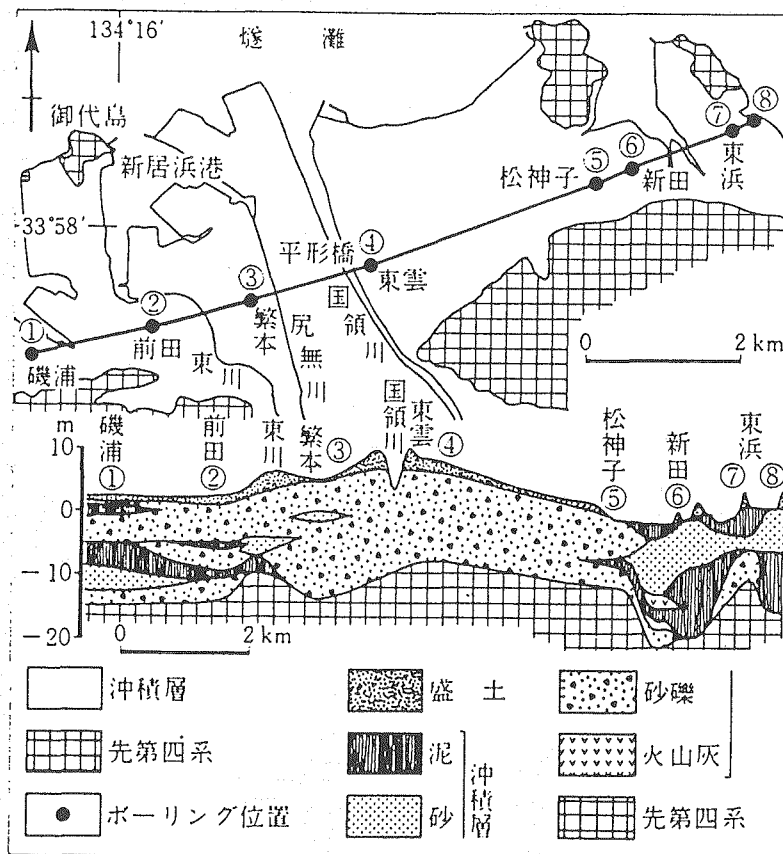


図2.2.4 新居浜市西部の和泉層群の地質断面図

(2) 完新統

調査地域周辺は新居浜市を中心とする東新平野が広がる。東新平野は国領川下流域に形成された小規模な海岸平野である。

平野の中心部の完新統は、北流する国領川が形成した扇状地性砂礫からなる海成層で、沿岸部では海成層を伴う。層厚は約20m程度である。



新居浜平野東部(東新平野)の地下地質(建設省計画局・愛媛県, 1965をもとに編図)

図2.2.5 新居浜平野東部(東新平野)の地質

(共立出版 日本の地質:四国地域)

2.3 地質構造の概要

和泉層群の全体的な構造は東へ傾いた東西方向の褶曲軸をもつ向斜構造である。和泉帯の東部～中央部にかけては南翼側が中央構造線で切られており、西部では南翼側も分布する。和泉層群の向斜構造は複数の向斜軸が雁行状に配列しており、新居浜市の西方地域では南翼部に小褶曲が形成されている。なお、調査地域は向斜構造の北翼部にあたり、南傾斜の構造をもつ。

和泉層群の堆積盆の構造は、その古流向の解析によって西方に深くなる半盆状構造を示す。上位層は西から東へオーバーラップして堆積しており、西から東へ堆積が進行したと考えられる。東西方向の層厚変化は、西方で厚く、東方へ次第に薄くなる。南北方向の層厚変化は、阿讃山地の例では北から中軸部に向かって厚くなり、さらに南へ向かって薄くなる。このような資料から和泉層群の堆積盆地の深さは約7 km程度と考えられる。

和泉層群中に発達する断層は、東西系，北東－南西系，南北系に区分できる。

調査地域周辺には、南北系の胴切的な断層と中央構造線に平行する東西系の断層が発達する。

3. 岩芯調査データ

3.1 岩芯の地質

深地新居浜No.1孔の地質層準を図3.1.1に示す。

本孔の地質は、深度0.80mまでが風化の進んだ強風化砂岩である。

本孔で確認された和泉層群は、主に泥岩～細粒砂岩～中・粗粒砂岩（～細・中礫岩）の一連の単層が積み重なったタービダイトから構成されている。本調査では単層単位に岩相を記載し、タービダイトを基本単元に区分した。

(1) タービダイトの構成

① 泥岩部

タービダイトの上部層を構成し、黒褐色で葉理の発達に乏しい。一部に砂もしくは円礫の薄層を挟むことがある。泥岩部の層厚は最大で6.15mで、0.50～5.10mの層厚を示す。下位の砂岩部とは漸移関係にある。また、砂岩部に泥岩の小岩片がパッチ状に入り込む形態や礫岩部に泥岩の不規則な形状の礫として入り込むことがある。後者は未固結時の変形を示唆しており、重力的なスランピングによって取り込まれたものと考えられる。また、泥岩部でその上下位との境界部のコアにはスリッケンサイドに類似した剪断面がみられる場合が多い。しかしながら、比較的その境界がシャープなこと、湾曲し上位層にはスランピングの組織が発達することから、未固結時のすべりの可能性があり、構造的な破碎帯と区別した。

泥岩を比較的厚く伴うタービダイトは、204.00m以浅に主に発達し、以深では砂岩部と礫岩部から構成されるタービダイトが主体である。

② 砂岩部

タービダイトの中部層を構成し、上位の泥岩部と下位の礫岩部とは漸移関係にある。砂岩部は一般に葉理の発達が悪い。また、細粒から粗粒への級化構造は比較的明瞭に認められる。このことからBouma(1962)のタービダイト区分では主に不完全なシーケンスのB（Ta～Tab）に区分される。

③ 礫岩部

タービダイトの下部層を構成し、上位の砂岩部とは漸移関係にある。また、下位のタービダイトとは整合関係もしくは削剥の関係にある。

礫岩部は、円礫～亜円礫で円磨度が比較的良好、中礫岩サイズが卓越する。礫種は、花崗岩、珪質岩、砂岩、泥岩等からなる。

タービダイトの各岩相部（単層）の構成（単層群）は以下のようにまとめられ、岩相部の組み合わせと構成比によって部層名を決定した。

① 泥岩部－砂岩部－礫岩部

② 泥岩部－砂岩部

③ 泥岩部－礫岩部

標尺 (m)	標高 (m)	深度 (m)	層厚 (m)	柱状 図	単層 群数	部 層 名	シーケンス	累 層 名
0		15.40						
20		30.00	14.6		5	礫岩がち泥岩砂岩互層	上方厚層・細粒化シーケンス	A累層
40		44.95	(14.95)		(4)	泥岩がち砂岩礫岩互層		
60		59.00	(14.05)		(6)			
80		73.20	29.0		10	泥岩がち砂岩互層		
100		87.20	14.2		2	砂岩がち礫岩泥岩互層	上方細粒化厚層シーケンス	AV. 2.7m
120		116.30	14.0		3	砂岩がち礫岩泥岩 細互層	上方細粒化薄層シーケンス	層厚>100.9m
140			29.1		17			
160		141.60	(29.2)		(11)	泥岩がち砂岩細互層	上方厚層・細粒化シーケンス	B累層
180		160.20	(18.6)		(11)			
200		179.10	(18.9)		(5)			
220		204.00	(24.9)		(8)			
240		219.10	91.6		35	砂岩がち礫岩泥岩 極細互層	上方細粒化厚層シーケンス	AV. 2.1m 層厚 102.8m
260		233.18	15.1		14			
280		247.83	(14.08)		(8)	砂岩がち礫岩泥岩互層	上方細粒化薄層シーケンス	C-1累層
300		257.30	(14.65)		(8)			
320		281.93	(9.47)		(3)			
340		308.03	38.2		19	砂岩礫岩互層		(AV. 1.9m) (層厚 88.9m)
360		325.67	(24.63)		(12)			
380		347.23	(26.10)		(16)			
400		368.65	50.73		28	砂岩がち礫岩泥岩互層		C-2累層
420		388.15	(17.64)		(8)			
440		398.80	(21.56)		(13)			
460		415.70	(21.42)		(13)			
480		443.27	(19.50)		(10)			
500		468.42	80.12		44	砂岩がち礫岩互層		(層厚107.7m)
520		481.00	(10.65)		(2)			
540		493.68	(16.90)		(5)			
560		504.77	27.55		7	砂岩 (礫岩薄層挟在)		C-3累層
580		525.30			7	砂岩がち礫岩泥岩互層		(AV. 3.1m) (層厚 78.0m)
600			25.15		9			
620		548.10	(12.58)		9	砂岩がち砂岩泥岩互層	上方薄層・細粒化シーケンス	層厚 274.6m
640		564.77	25.26		9			
660		581.00	11.09		5	砂岩がち礫岩互層	上方細粒化厚層シーケンス	D累層
680		593.68			5	砂岩がち礫岩泥岩互層		(AV. 2.1m) 層厚>31.6m
700		604.77	20.53		10		(孔底 525.30m)	

図3.1.1 深池新居浜No.1孔模式柱状図

(2) シーケンス

次に、上下の地層の特徴とその重なり様式を考えて、この基本単元の重なりその特徴からシーケンス（いわゆる“堆積サクセッション”）として区分した。

シーケンスは以下のように分類した。

① 上方厚層・細粒化シーケンス

上方に向かってタービダイト単元で粗粒部に対する細粒部の比率が増大し、細粒部の層厚も増加する。

② 上方薄層・細粒化シーケンス

上方に向かってタービダイト単元で粗粒部に対する細粒部の比率が増大し、細粒部の層厚が減少する。

③ 上方細粒化厚層シーケンス

上方に向かってタービダイト単元で粗粒部に対する細粒部の比率が増大し、層厚はほぼ一定で、厚層である。安定した堆積環境と

④ 上方細粒化薄層シーケンス

上方に向かってタービダイト単元で粗粒部に対する細粒部の比率が増大し、層厚はほぼ一定で、薄層である。

(3) 地層区分（累層名）

部層の集合としての累層を部層の岩相とシーケンス区分によって、上位からA～D累層までまとめた。

① A累層：下位より上方細粒化薄層→上方細粒化厚層→上方厚層・細粒化シーケンスの変化があり、砂岩がち礫岩泥岩互層から泥岩がち砂岩礫岩互層へと移り変わる。見かけの層厚は100.9m以上である。

② B累層：下位より上方細粒化薄層→上方厚層・細粒化シーケンスの変化があり、砂岩がち礫岩泥岩極細互層から泥岩がち砂岩礫岩細互層へと移り変わる。見かけの層厚は102.8mである。

③ C累層：下位より上方薄層・細粒化→上方細粒化厚層シーケンスの変化がある。本累層は、シーケンスの規則的なサイクルによって、上位からC-1累層、C-2累層、C-3累層に区分した。

C-1累層は砂岩礫岩互層から砂岩がち礫岩泥岩互層に変化する。

C-2累層は砂岩がち礫岩互層から砂岩がち礫岩泥岩互層に変化する。

C-3累層は礫岩がち砂岩泥岩互層から砂岩がち礫岩泥岩互層に、さらに砂岩へと移り変わる。C累層全体の見かけの層厚は274.6mである。

④ D累層

上方細粒化厚層シーケンスからなり、砂岩がち礫岩泥岩互層から砂岩がち礫岩互層へと移り変わる。見かけの層厚は31.6m以上である。

3.2 割れ目状況

3.2.1 割れ目の分布

(1) 頻度分布

割れ目は全採集コア長525.30mに対し3,315本であった。表3.2.1に深度別の割れ目の分布状況を示した。

比較的割れ目頻度が高い区間はB累層の中～下部で、最大平均約12本/mである。これに対して、下位のC累層では最大平均約8本/mで、単層の層厚変化に応じてリズミカルに割れ目の頻度分布が変化する傾向がある。

コアの採集不能区間長は、掘削長525.30mの内、表層部の15.40mを除いて、23.26mに達する。また、礫状コアで割れ目測定のできない区間長は154.19mであった。これらをあわせると割れ目の計測が不能な区間は計177.45mであった。特に礫状コアの区間は系統的でない割れ目、すなわち、インコンピート層としての砂岩層内部にのみ発達する不規則な割れ目が発達することによって礫状化が進んだものと考えられる。

(2) 破碎帯

破碎帯は、断層粘土を伴い、複合した剪断面が観察される場合に認定した。和泉層群には未固結時の変形構造がしばしば観察される。特に、泥岩部をすべり面とした「海底地すべり」と考えられる低角度の剪断面構造が観察され、これらは破碎帯としては含めていない。コア採取された部分で10cm以上の幅を有する主要な破碎帯を以下に示す。

A累層104.30~104.70m、107.20~107.30m

C-1累層228.57~228.76m、255.70~225.90m、263.48~263.70m、
298.80~299.30m

C-2累層320.06~320.23m、384.90~385.30m、402.73~402.86m、
406.30~406.52m、422.05~422.30m、443.37~443.70m

3.2.2 割れ目パターン

割れ目パターンは、PNCによる分類に基づき、Pタイプ、Iタイプ、Cタイプ及びSタイプに分類され、それぞれのタイプが更に細分されている。

コアに認められる割れ目パターンの出現状況を表3.2.1に示すとともに、図3.2.1に深度5m毎の各割れ目パターンの出現状況を比率で示した。

表 3.2.1 深度別割れ目分布状況

深 度 (m)	コア長 (m)	礫状 コア長 (m)	形状 検討長 (M, m)	割れ目方向毎の本数(n)				割れ目 数 (n)	割れ目 頻度 (n/M)
				P	I	C	S		
0~50	34.60	8.05	26.55	91 51.7%	26 14.8%	58 33.0%	1 0.5%	176	6.63
50~100	49.70	25.35	24.35	140 54.9%	14 5.5%	96 37.6%	5 2.0%	255	10.47
100~150	49.60	12.65	36.95	138 50.0%	40 14.5%	75 27.2%	23 8.3%	276	7.47
150~200	50.00	21.55	28.45	178 41.3%	146 33.9%	53 12.3%	54 12.5%	431	15.15
200~250	50.00	19.38	30.62	183 44.5%	124 30.2%	59 14.4%	45 10.9%	411	13.42
250~300	47.32	14.74	32.58	130 40.5%	41 12.8%	105 32.7%	45 14.0%	321	9.85
300~350	47.73	12.50	35.23	227 65.8%	53 15.4%	40 11.6%	25 7.2%	345	9.79
350~400	37.17	15.77	21.40	191 68.0%	29 10.3%	54 19.2%	7 2.5%	281	13.13
400~450	47.45	12.15	35.30	244 78.2%	13 4.2%	41 13.1%	14 4.5%	312	8.84
450~500	48.35	7.58	40.77	144 49.1%	38 13.0%	79 27.0%	32 10.9%	293	7.19
500~550	24.72	4.47	20.25	77 36.0%	46 21.5%	68 31.8%	23 10.7%	214	10.57
全 体	486.64	154.19	332.45	1743 52.6%	570 17.2%	728 22.0%	274 8.2%	3315	9.97

This is a blank page.

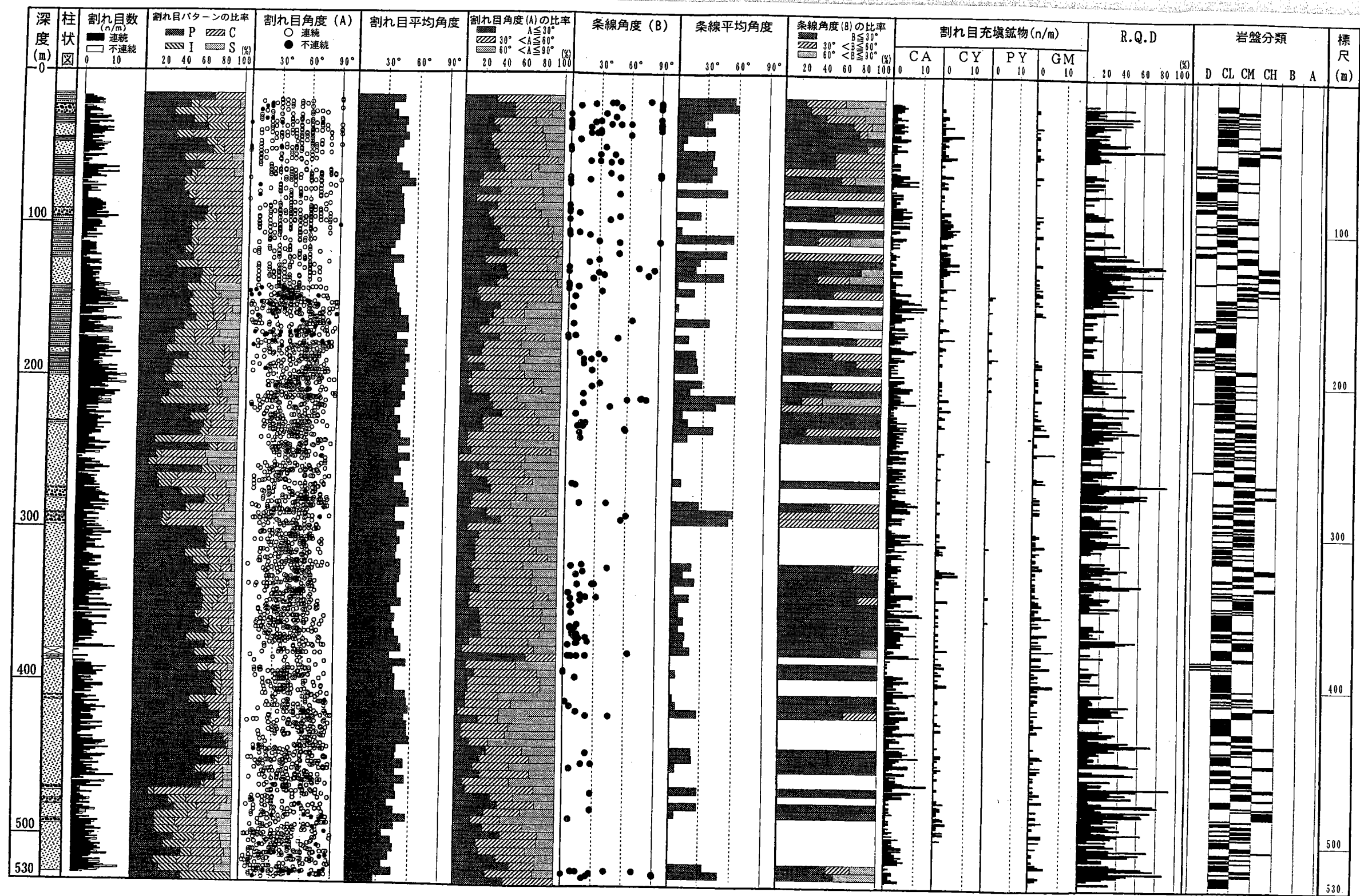


図 3.2.1 岩芯観察・計測結果図

3.2.3 割れ目角度

深度ごとの割れ目角度(A)の頻度分布を図3.2.1に示す。この図では連続割れ目と不連続割れ目を区別して示した。また、深度5 m毎の平均角度および角度(A)の比率(角度区分: $A \leq 30^\circ$, $30 < A \leq 60^\circ$, $60 < A \leq 90^\circ$)を示した。なお、ここで示した割れ目の角度(A)とはコアの伸長方向と割れ目とのなす角度である。

割れ目角度の平均値は全体で40~50°を示した。

平均角度の変化は、A累層とB累層では下部ほど平均角度が増す(高角度)傾向がみられる。また、C累層では下部のC3累層ほど高角度を示す。この現象は各累層の下部で粗粒分が増加し、層厚が減じる(上方厚層・細粒化・ソークス)傾向と一致する。

3.2.4 条線

条線の角度(B)は、割れ目が岩芯を切ってできる切断面(楕円)の中心軸から時計回りに測定した値を割れ目記載柱状図に示した。

図3.2.1に、深度ごとの条線角度を示すとともに5 m毎の平均条線角度および条線角度の比率($B \leq 30^\circ$, $30^\circ < B \leq 60^\circ$, $60^\circ < B \leq 90^\circ$ に対応する比率)を示した。

全体に条線を持つ割れ目の数が少ないため、条線角度の分布に顕著な傾向を見いだすことはできないが、泥岩を挟在するA累層およびB累層では30~60°の角度を示すものが多い。また、C2累層の深度360~380m間に比較的条線を持つ割れ目が多く、この間の条線角度は30°以下の垂直方向の条線が多い。

3.2.5 R Q D

R Q Dの深度別頻度分布を図3.2.1に示す。

R Q Dの値は一般に泥岩部分で大きく、砂岩部分で小さくなる傾向にある。R Q D=80%前後の値が連続する区間は122~129mと474~479mに分布する。R Q D=0%の値が5 m以上連続する区間は、54~62m, 81~86m, 92~99m(以上砂礫互層)、181m~189m, 207~214m, 311~317m(以上砂泥互層)、349~358m(砂岩)、379~385m, 396~403m(以上砂礫互層)、420~426m(砂岩)に分布する。

3.2.6 充填鉱物

図3.2.1に示すように割れ目を充填する主要な鉱物として方解石、粘土(頁岩)、沸石、及び黄鉄鉱が認められる。岩芯での本孔の割れ目充填鉱物はほとんどが方解石で、次に粘土鉱物が多く認められる。方解石は細脈状で葉理に直交するものが多い。黄鉄鉱は方解石と共生し、脈に沿ってフィルム状に付着するものや鉱染状のものが確認される。

粘土は断層破碎帯中に灰白色のバンドとしてみられ、X線回析試験結果では、これらはセリサイト+緑泥石が認められた。

3.3 岩質及び岩盤分類

電中研方式を基準に岩盤分類を行い、その結果を図3.2.1に示す。

図から、CL級及びCM級岩盤が本孔の主体を占め、200m以浅でD級が比較的多く分布する。

3.4 変質

変質鉱物としては細脈状の方解石と一部に鉱染状の黄鉄鉱、浅部での風化変質したとみられる酸化鉄が存在する。また、X線回析結果によると、割れ目を充填する粘土鉱物として変質鉱物とみられる緑泥石＋セリサイトと輝沸石が認められ、他に黄鉄鉱が含まれる。

3.5 岩石鉱物試験

3.5.1 顕微鏡観察及びX線回析分析

和泉層群の7試料について顕微鏡観察とX線回析を行った。その結果を表3.5.1、表3.5.2及び表3.5.3に示す。

① S1試料（深度134.52mの砂岩、B累層）

灰色を呈し、淘汰の悪い砂岩。花崗岩起源の鉱物片，チャート・泥質岩・マイロナイトの岩片及び基質から構成される。

X線回析分析では、主要構成鉱物として多量の石英、カリ長石及び曹長石が認められる。粘土鉱物として緑泥石，セリサイトと微量のセリサイト／モンモリロナイト混合層鉱物，輝沸石と黄鉄鉱が確認される。

② S2試料（深度265.05mの砂岩、C-1累層）

灰色を呈し、淘汰の悪い砂岩。花崗岩起源の鉱物片，チャート・泥質岩・酸性火成岩の岩片及び基質から構成される。

X線回析分析では、主要構成鉱物として多量の石英、カリ長石及び曹長石が認められる。粘土鉱物として緑泥石，セリサイトと微量のモンモリロナイトが確認される。

③ S4試料（深度436.70mの砂岩、C-3累層）

灰色を呈し、淘汰の悪い砂岩。花崗岩起源の鉱物片，チャート・泥質岩・砂岩・酸性火成岩の岩片及び基質から構成される。

X線回析分析では、主要構成鉱物として多量の石英、カリ長石及び曹長石が認められる。粘土鉱物は緑泥石，セリサイトと微量の輝沸石と方解石が確認される。

④ C1試料（深度27.90mの礫岩、A累層）

灰白色～暗黒色を呈し、種々の不規則な外形を示す礫で構成される礫岩。砂岩・安山岩・花崗岩・斑岩・低変成の砂質岩・チャートの礫及び基質から構成される。

X線回折分析では、主要構成鉱物として多量の石英、カリ長石及び曹長石が認められる。粘土鉱物として緑泥石、セリサイトと微量の黄鉄鉱が確認される。

⑤ C 3 試料（深度413.50mの礫岩、C-2累層）

灰白色～暗黒色を呈し、円礫と角礫で構成される礫岩。石英片岩・泥質岩・チャート・安山岩の礫及び基質から構成される。

X線回折分析では、主要構成鉱物として多量の石英、カリ長石及び曹長石が認められる。粘土鉱物として緑泥石、セリサイトと微量の輝沸石・黄鉄鉱・方解石が確認される。

⑥ M 1 試料（深度46.97mの泥岩、A累層）

暗黒色を呈し、極少量の円礫を含む泥岩。酸性火成岩（流紋岩質）の礫及び基質から構成される。基質部には碎屑性の白雲母・石英・斜長石・炭質物・方解石・黒雲母が含まれる。

X線回折分析では、主要構成鉱物として多量の石英、カリ長石及び曹長石が認められる。粘土鉱物として緑泥石、セリサイトと微量のセリサイト／モンモリロナイト混合層鉱物、少量の黄鉄鉱・方解石が確認される。

⑦ M 3 試料（深度136.35mの泥岩、B累層）

暗黒色を呈し、細粒の泥岩。基質部には碎屑性の石英・斜長石・白雲母・黒雲母・炭質物が含まれる。

X線回折分析では、主要構成鉱物として多量の石英、カリ長石及び斜長石が認められる。粘土鉱物として緑泥石、セリサイトと微量のセリサイト／モンモリロナイト混合層鉱物、少量の黄鉄鉱と微量の方解石が確認される。

3.5.2 全岩分析

全岩化学分析の分析方法はFeOが滴定法、それ以外の主成分がICP-AES法である。

全岩分析結果を表3.5.4に示す。

砂岩の化学分析値を利用して造構場の判別に役立てることが試みられている（例えば、Bhatia, 1983）。ここでは、君波ほか(1992)によって提案された $Al_2O_3/SiO_2 - (FeO+MgO)/(SiO_2+K_2O+Na_2O)$ 判別図（図3.5.1）を用いた。

Al_2O_3/SiO_2 は、砂岩中の長石／石英比にほぼ相当し、一般により塩基性の火山岩に由来する砂岩においてより高くなる。

$(FeO+MgO)/(SiO_2+K_2O+Na_2O)$ の値は、火成弧に由来する砂岩の塩基性の程度を示す指標（Basicity Index = B. I.）である。

本孔の砂岩は、判別図において陸弧(CA)と開析された火山弧(DA)を後背地とした堆積盆地の砂岩の組成範囲の中にはいる。

泥岩の化学組成は、この図では判別できないが、 Al_2O_3/SiO_2 がやや高めの値を示すが、B. I. 値はほぼ砂岩に類似する。

表 3.5.1 顕微鏡観察結果一覧表

試料 番号	岩石 名	肉眼 形状	観 察 内 容 (基質部 岩片 鉱物片 礫種)
M 1	頁岩	暗黒色 塊状	白雲母, 石英, 斜長石, 炭質物 珪質火成岩, 石英脈の破片 炭酸塩鉱物, 黒雲母を含む
M 2	頁岩	暗黒色 塊状	鉱物片: 石英(0.2-0.5mm), 斜長石, 白雲母, 黒雲母($\leq 0.1\text{mm}$) 炭質物 基質部: 礫状粒は含まれない、葉理面は不鮮明
S 1	砂岩	灰色 塊状	岩片: 頁岩(20%, 角礫、 $<5\text{mm}$)、チャート(20%, 円礫、 $<1.5\text{mm}$)、 マイナット(5%, 円礫、 $<2\text{mm}$) 鉱物片: 正長石(20%, $<1.5\text{mm}$)、斜長石($<1\%$, 円礫、 $<1.5\text{mm}$) 石英(20%, 角礫、0.05-1.5mm)、方解石 黒雲母($<1\%$, 一部緑泥石化) 基質部: 石英、長石、炭質部、方解石
S 2	砂岩	灰色 塊状	岩片: チャート(25%, 円礫)、頁岩(10%, 黒雲母, 炭質物のラシ発達) 酸性火成岩(5%, 石英, 斜長石, フレーナイト, 雲母の半深成岩) 鉱物片: 正長石(20%, 円礫、 $<0.8\text{mm}$)、斜長石(5%, 円礫) 石英(25%, 角礫、0.5-1.3mm) 有色鉱物($<1\%$, 黒雲母, シルク, サクロ石) 基質部: $<10\%$
S 4	砂岩	灰色 塊状	岩石片: チャート(30%, 円礫、0.2-0.5mm)、泥質岩(15%, 円礫、0.1-1.3mm) 砂岩(10%, 円礫、 $<1.5\text{mm}$)、細粒花崗岩(石英、正長石、斜長石) 鉱物片: 正長石($<4\%$, 円-角礫、0.2-0.8mm)、斜長石($<2\%$) 石英(30%, 角礫、0.1-1.3mm) 基質部: 黒雲母(緑泥石)、炭質物
C 1	礫岩	灰色	礫径: 1~2cm、円礫、一部角礫 礫種: 砂岩(石英, 斜長石, チャートの破片、方解石脈) 安山岩(斜長石斑状、基質部に斜長石, 角閃石) 細粒花崗岩(等粒状石英, 正長石の集合) 斜長石斑岩(斜長石斑状、基質部は石英、長石) 砂質変成岩(細粒弱片状、石英, 白雲母, 炭質物) チャート(再結晶化等粒状組織、低度変成岩) 基質部: 石英($<0.01\text{mm}$)、斜長石(0.02-0.05mm)
C 3	礫岩		礫径: 0.5~0.7mm、円礫及び角礫 礫種: 石英片岩(1)領家変成岩(石英, 白雲母, サクロ石) 石英片岩(2)結晶片岩 泥質岩(塊状、白雲母, 炭質物を含む) チャート(石英 $<0.01\text{mm}$) 安山岩(無斑晶、斜長石0.1mm、有色鉱物は緑泥石化) 鉱物片: C1と同様 基質部: C1と同様

表 3.5.2 X線回折分析結果一覧表

X線回折試験			7 試料		試料																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
◎多量 ・微量	○中量 +水と処理でのみ検出	○少量	鉍物																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
			モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モリロナイト	モ

表3.5.4 全岩分析結果

	M-1	M-3	S-1	S-2	S-4	C-1	C-3
SiO ₂	64.40	64.20	74.48	77.00	76.10	72.91	74.76
TiO ₂	0.45	0.48	0.27	0.26	0.29	0.35	0.35
Al ₂ O ₃	14.49	15.58	11.46	11.72	11.57	12.14	11.19
Fe ₂ O ₃ (*)	2.20	2.02	0.87	1.00	1.11	1.06	1.28
FeO	1.95	2.04	1.32	0.91	1.09	1.74	1.27
MnO	0.04	0.05	0.03	0.03	0.04	0.06	0.04
MgO	1.40	1.23	0.58	0.58	0.72	0.79	0.79
CaO	1.64	1.14	1.20	0.69	1.57	1.21	1.01
Na ₂ O	1.79	2.15	2.38	2.22	2.54	2.96	2.51
K ₂ O	3.81	4.32	3.45	3.70	3.27	2.70	2.99
P ₂ O ₅	0.08	0.08	0.06	0.07	0.07	0.08	0.08
LOI	5.28	4.18	2.14	1.73	2.16	1.81	1.86
TOTAL	97.53	97.47	98.24	99.91	100.53	97.81	98.13
Fe ₂ O ₃ (T)	4.37	4.29	2.34	2.01	2.32	3.00	2.69
S	0.55	0.61	0.15	0.08	0.11	0.16	0.20
SO ₃ 2-	0.02	0.03	0.03	0.02	0.04	0.05	0.04
CO ₂	0.40	0.20	0.30	0.30	0.50	0.30	0.40
+H ₂ O	2.61	2.30	1.12	1.13	1.06	1.18	1.09
-H ₂ O	1.21	0.89	0.26	0.32	0.09	0.17	0.19

(*) : (Fe₂O₃*0.8998-FeO)*1.11

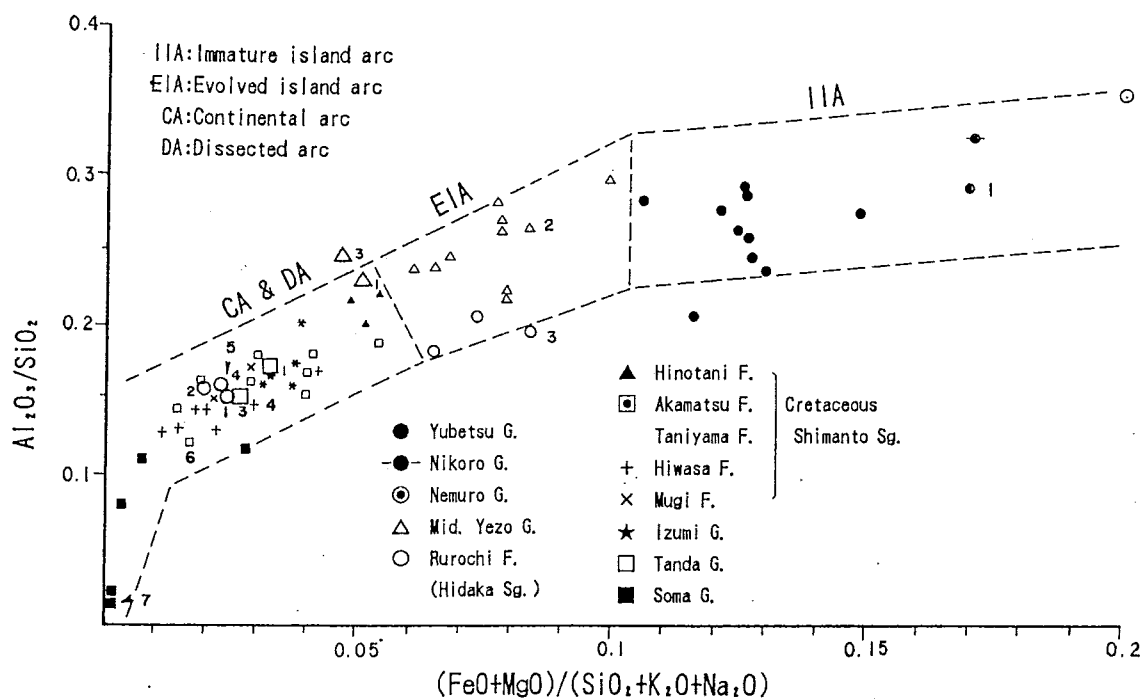


図3.5.1 $Al_2O_3/SiO_2 - (FeO+MgO)/(SiO_2+K_2O+Na_2O)$ 判別図

(君波ほか, 1992に本孔データを追加)

本孔データ: ○泥岩, △砂岩, □礫岩

添え数字は各岩種の試料番号を示す。

4. 物理検層データ

4.1 検層方法

本孔の物理検層は温度・電気・音波・中性子・自然放射能・密度・孔径検層および孔曲がり検層の8種目について実施されている。表4.1.1に使用機器を、表4.1.2に作業工程をまとめた。

4.1.1 温度検層

温度検層はボーリング孔内でセンサーを連続的に降下させながら、孔内の温度を測定するものである。これを地層の対比や逸水層・出水層・帯水層等の位置やその温度の判定に利用している。一般に、サーミスタ温度計や白金抵抗温度計等、その電気抵抗が温度によって大きく変化する素子をセンサーに用い、孔内の温度分布を計測する。本データはサーミスタ温度計によるものである。

4.1.2 電気検層

電気検層は比抵抗検層と自然電位（SP）検層の総称である。比抵抗検層は地層の対比や岩盤の区分に、また、自然電位（SP）検層は浸透性地層の判定や頁岩の含有率の算出にそれぞれ利用される。

比抵抗検層における電極配列は2極法が一般的で、本検層でもこれを用いた。電極間隔は25cm（ショートノルマル： ρ_{SN} ）と100cm（ロングノルマル： ρ_{LN} ）を使用した。地層が等方・均質で無限大の拡がりを持つ場合は測定値は真の比抵抗を示すが、実際には泥水の介在や地層の不均一性のため測定値は真の比抵抗を示さず、見掛けの比抵抗を示す。自然電位（SP）検層は比抵抗検層と同時に行われ、地上の固定電極（N極）と孔内の移動電極（M極）の間に発生する電位差を、深度に対して連続的に記録する。自然電位の発生原因の主なものは、塩分濃度の異なる孔内水と地層水が接触した場合に孔内に発生する、電気化学的な電位である。

4.1.3 音波検層

音波検層の目的は音波を利用して岩盤の弾性波速度を求め、岩盤の亀裂や破碎帯の判定をすることである。

音波検層は測定電極内に超音波振動子を一定の距離（約1m）で発信器・受信器として装備し、発信器から高周波パルスを発信し、地層を走行して受信器に到達する音波の到着時間を深度に対応させて連続的に記録し（走行時間曲線）、この時間から地層の弾性波速度を求める検層である。さらに、受信した音波の全走行波形（ウェーブトレイン）やこの波形の振幅の変化（インテンシティ）を連続的に撮影することによって、種々の物理的データを求めることができる。インテンシティログは黒と白の縞模様で表現され、振幅や速度の全体的な傾向を視覚的に判別できるもので、岩盤の亀裂や断層、破碎帯の有無などの判定に有効である。

本データではウェーブトレインは原則として5mごとに記録した。

4.1.4 中性子検層

中性子検層の目的は地層の空隙に関するデータを得ることと、岩盤の割れ目や破碎帯の判定を行うことである。中性子検層ではゾンデ内の中性子線源から高速中性子を放射し、地層を構成している物質の原子核と反応させ、その過程で形成される熱中性子の強度をニュートロンAPIとして、深度に対応させ連続的に測定する。この強度は地層中の水素原子の量（地層の空隙中の流体に関係する）に大きく依存しており、換言すると地層の空隙を反映した量である。

本孔ではアメリシウム・ベリリウム（Americium-Beryllium）の放射性同位元素からなる線源（3キュリー）を使用し、検層速度は約10m/分、時定数は5秒を選定している。

4.1.5 自然放射能検層（ γ 線検層）

自然放射能検層の目的は地層中の自然の γ 線量の変化から地層を対比し、中性子検層とのレスポンスを比較することである。また、頁岩層の判定や頁岩分の算出にも利用する。自然放射能検層では地層中に微量（岩石の種類により量が異なる）に含まれている放射性物質から出る γ 線を、深度に対して連続的に測定する。 γ 線検層で計測される γ 線量は放射性元素の密度が高くなるにつれて増加し、地層の密度が増加すると減少する。

本孔では検層速度は10m/分、時定数は5秒を選定している。

4.1.6 密度検層

密度検層の目的は地層の密度を求め、岩盤の区分をすることである。密度検層では測定ゾンデ内の γ 線源（セシウム137、150ミリキュリー）から地層中に γ 線を放射して、地層と反応し減衰する γ 線の強度を深度に対応させて連続的に測定する。このような反応はコンプトン散乱といわれている現象で、これが起きる割合は地層の電子密度に比例している。地層の電子密度とバルク密度の間には一定の関係があるので、これから地層の見掛密度が求まる。

4.1.7 孔径検層

孔径検層の目的はボーリング孔の孔径の変化から破碎帯の判定をしたり、他の検層の補正に必要な孔径データを提供することである（破碎帯や断層では崩壊等により、孔径が拡大していることが多い）。孔径検層では通常1本又は3本のアームを使用し、孔底で小型モーターによりこれを開き、孔径の変化に対応するアームの動きを電気信号に変換し、地上のレコーダーに記録する。本検層では3本アームを使用した。

4.1.8 孔曲がり検層

孔曲がり検層の目的は掘削中のボーリング孔の方位・傾斜角を一定間隔で測定し、孔曲がりの程度を把握することである。本データでは原則的に50mごとに方位・傾斜角を測定している。

表4.1.1 物理検層使用機器一覧表

測定種目	機 種	型 式 等	製造元	仕 様
全種目共通	物理検層車 捲上装置 ケーブル 記録計	三菱キヤンター 油圧ウインチ 5 芯アーマード ケーブル RV 型多ペナルコータ	三菱自動車 田中自動車 ロチェスター 理化電機	ケーブル 3,000m 級 外形:11/32 耐熱温度:315° C 素子:4° N, 紙送り エンコータ 連動
	電源	交流安定化電源 直流安定化電源 ピンパネル	タカゴ 物理計測コンサル 大阪電機	出力電圧:300V~150VDC
電機検層	電気検層器	ELM -202 SCM-304	物理計測コンサル	出力電圧:150V, DCHz 出力電流:5~50mA 周波数:20Hz~300Hz 出力波形:矩形波
	ゾンデ		日本パルカー	外形:50mm 電極 ステンレス 電極間隔:25cm, 100cm
温度検層	温度検層器 ゾンデ	TSM-300	宝工業 宝工業	測定範囲 0~200° C 外径:43mm; 全長:1.0m
音波検層	音波検層器 オシロスコープ 連続撮影装置	CBM-303, PSP-303 LPM-202 RM-504 PC-20	物理計測コンサル テクトロニクス 日本工業	電源装置:300VDC 150mA
	ゾンデ		物理計測コンサル	シンク ルシーバ 振動子, 固有周波数:25kHz 受発信子間隔:1m, パルス発信周期:25kHz 外径:43mm, 全長:3m
中性子及び 自然放射能検層	中性子・自然放 射能検層器 ゾンデ	RMM-204 LPM-204	物理計測コンサル 物理計測コンサル Gearhart-Ovea	レートメーター ラインワイパー 線源: $^{241}\text{Am-Be}$ 3ci 外径:43mm, 全長:150cm
密度検層	密度検層器 ゾンデ	LRM-2D, DPM-1 LPM-204	Comprobe 物理計測コンサル Comprobe	線源: ^{137}Cs 150mCi
孔径検層	孔径検層器	RMM-204 LPM-204	物理計測コンサル 物理計測コンサル	
	ゾンデ		物理計測コンサル	3アーム式
孔曲がり検層	孔曲がり検層器	トロバリ型	USA	

表4.1.2 物理検層作業工程表

物理検層項目	測定区間	備考
音波検層	15.0～250.0m 254.5～520.0m	孔長525.3m 孔径97.54mm
密度検層	15.0～250.0m 250.4～520.0m	
自然放射能検層	15.0～250.0m 250.4～520.0m	
中性子検層	15.0～250.0m 254.5～520.0m	
電気検層	15.0～250.0m 254.5～520.0m	
温度検層	0.0～505.30m	
孔径検層	10.0～250.0m 260.0～520.0m	
孔曲がり検層	50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 520	

4.2 検層結果

検層結果を図4.2.1に示す。

4.2.1 温度検層

本孔の温度勾配はほぼ一定の値を示し（平均温度勾配： $0.27^{\circ}\text{C}/10\text{m}$ ）、日本の一般的地温勾配 $0.3^{\circ}\text{C}/10\text{m}$ と比べるとやや低い。最高温度は深度505.3m（測定深度の孔底）の 25.5°C であった。温度異常としては、387m付近の温度の低下がみられ、破碎帯と湧水に関連したものと考えられ、この深度以深でやや温度勾配が負側へ変化している。

4.2.2 電気検層

自然電位は、300m以浅では、深度220mから280mにかけて最大+30mV程度ゆるやかに変動している以外は目立った変化はみられない。300mより以深では、急激に変動する部分が多くみられる。308m付近で急激に+40mV程度変動しており、また335m付近で $\pm 30\text{mV}$ 程度の大きな変動がみられる。385m付近では負側に急激に変動しており、その変動幅は50mV以上と大きい。390m以深では $\pm 40\text{mV}$ 程度の変動幅で数カ所で急激に変動している部分が見られる。

見掛け比抵抗値は、大局的には、ロングノルマル、ショートノルマルとも浅部から深部にわたってセパレーションは小さく、ほぼ同様の見掛け比抵抗値を示している。

416mより以浅では $200\sim 500\Omega\cdot\text{m}$ 、それ以深では $600\pm 200\Omega\cdot\text{m}$ 程度の見掛け比抵抗値を示す。ロングノルマルでみると最大値は434mにおける $1100\Omega\cdot\text{m}$ 、最小値は354mにおける $100\Omega\cdot\text{m}$ であり、 $200\Omega\cdot\text{m}$ 以上の見掛け比抵抗値が大部分を占める。

(1) 15～416m区間

全域にわたって $250\Omega\cdot\text{m}$ 前後の見掛け比抵抗値を示し、ロングとショートノルマルのセパレーションはあまり大きくない。

① 15～116m区間（A累層）

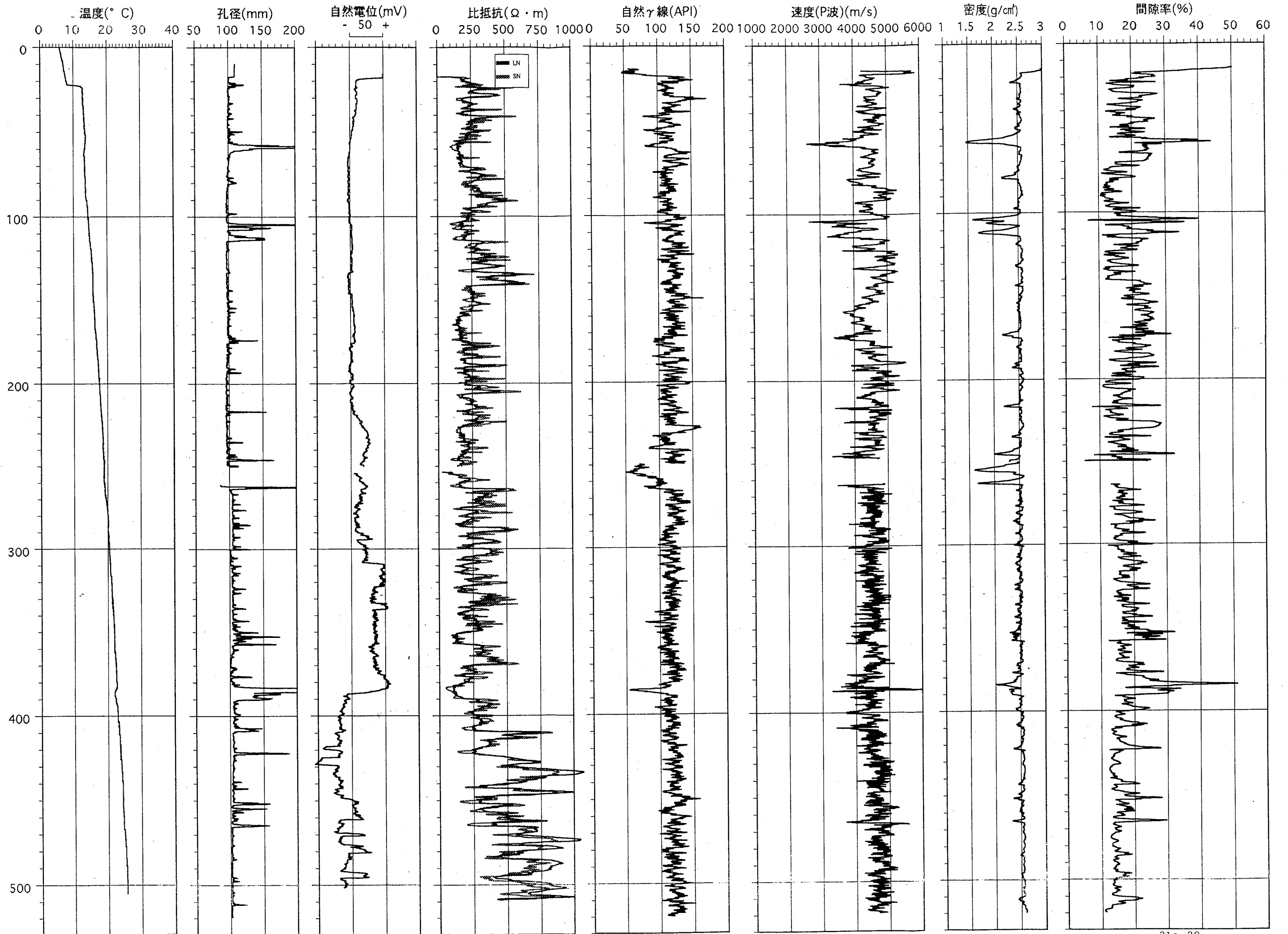
部分的に $400\Omega\cdot\text{m}$ 高い見掛け比抵抗を示すが、その他は $200\Omega\cdot\text{m}$ 程度の見掛け比抵抗である。特に、泥岩の卓越する部分と破碎帯では低比抵抗値を示す。

② 116～219m区間（B累層）

この区間のうち上部の116～142mは、 $300\sim 600\Omega\cdot\text{m}$ 、平均で $500\Omega\cdot\text{m}$ 程度の高見掛け比抵抗帯である。下部の142～219mは、約 $200\Omega\cdot\text{m}$ の見掛け比抵抗帯である。この区間の地質は泥岩がち砂岩互層で、比抵抗値の高低の繰り返しが岩種上の差異としては現れている。

③ 219～308m間（C-1累層）

この区間は257mを境に上部が約 $150\Omega\cdot\text{m}$ の低見掛け比抵抗帯であり、下部が約 $200\Omega\cdot\text{m}$ 以上の高見掛け比抵抗帯となっている。この境界は破碎帯に相当する。この上部は砂岩がち礫岩泥岩互層、下部は砂岩礫岩互層に相当し、岩相上の違いが比抵抗値に表現されている。



④308～416m間 (C-2累層)

この区間は全体的に $250 \pm 100 \Omega \cdot m$ の高見掛比抵抗帯であり、砂岩がち礫岩泥岩互層と砂岩がち礫岩互層から成る。砂質の厚い層の部分は低見掛比抵抗、礫質の部分は高見掛比抵抗値を示しており、見掛比抵抗値と岩種との相関が認められる。

また、384m付近は破碎帯が発達しており、低比抵抗値になっている。

(2) 416mより深部

見掛比抵抗値は、全域にわたって $200 \sim 1000 \Omega \cdot m$ の範囲で大きく変化し、ロングとショートノルマルのセパレーションは416m以浅の区間と比較すると大きい。この区間は416mに比べて相対的にR Q Dが大きく、薄層の挟みが薄いという特徴がみられる。

①416～494m間 (C-3累層)

砂岩+礫岩》泥岩の互層が現れ、見掛比抵抗値は $600 \Omega \cdot m$ を中心に $200 \sim 1000 \Omega \cdot m$ の範囲で大きく変化し、礫岩の卓越する部分で高比抵抗値となっている。

②494～520m間 (D累層)

砂岩がち礫岩互層と砂岩がち礫岩泥岩互層とから成る。見掛比抵抗値は $400 \sim 1000 \Omega \cdot m$ の範囲で変化する。

4.2.3 中性子検層

本孔内の測定された中性子強度は、全体的にみると200m付近より以浅ではゆるやかで小さいながらも周期的な変化を示し、200m付近より以深では上位と比較して平均的に大きな値を示し、深部へ向かって徐々に大きくなる傾向を示す。一般に、中性子検層では、間隙率の大きな地層、すなわち泥岩や風化帯、破碎帯、変質帯などは中性子強度測定値が小さく、堅硬で比較的安定した地層は大きな値を示す。

200m以浅が比較の間隙率の大きいのは、泥岩の割合が大きいこと、表層風化の影響などが考えられる。これより以深で間隙率が低下するのは、砂岩層の割合が大きくなることや比較的堅硬な安定した地層を形成していると考えられることができる。

(1) 200m以浅

間隙率に換算してみた場合、7～44%の間隙率を示し、変化が激しいことから間隙率の大きな泥岩と間隙率の小さい砂岩が重なり合う構造に対応している。

(2) 200m以深

一部を除いて大局的に間隙率は16%前後であることから、上位に較べ間隙率の小さな比較的安定した地層であると考えられる。この区間では350～390m付近を境に間隙率が変化し、その上位では間隙率がやや大きく、その下位では間隙率がやや小さくなっている。この境界には破碎帯が位置し、境界を挟んで上位でR Q Dが小さく、下位で相対的に大きくなっている。

4.2.4 音波検層

音波検層における岩盤速度は、走行時間曲線 (ΔT) から算出されるが、この走行時間 (ΔT) には、孔内水中の伝播時間が含まれている。これを補正して真の岩盤速度を算出してP波速度曲線とした。この場合、 ΔT が第一波の初動を捉えていれば問題はないが、波動が小さく、第二波以降の波動を観測している場合も考えられるため、ウェーブトレインやバリアブルインテンシティを参考にして補正した。

大局的には、P波速度は2.6~6.5km/sで変動するが、4.5km/sが平均的な値である。

200m付近を境に上位と下位で特徴的な速度分布が認められる。すなわち、上位ではゆるやかで小さいながらも周期的な変化を示し、200m付近より下位では上位と比較して平均的に大きな値を示し、深部へ向かって徐々に大きくなる傾向を示す。

また、パルス状の低速度部は破碎帯とほぼ一致する。なお、音波検層と中性子検層結果との強い相関が認められる。

4.2.5 密度検層

浅部から深部まで大局的には2.5~2.6g/m³の密度を示し、局所的な異常部分を除いては、浅部から深部まで大きな変化は認められない。パルス状の低密度異常が認められる部分は、破碎帯とほぼ一致している。

4.2.6 自然放射能検層

測定された自然放射能値は、局所的な異常値を除くと100~140APIの比較的狭いレンジで分布する。

31m, 228mに正、42m, 50m, 59m, 104m, 255m, 385mに負のパルス状の異常が認められる。これらのパルス状の異常は破碎帯や岩相境界にほぼ一致している。

4.2.7 孔径検層

本孔は孔底まで掘削ビットサイズHQL:98.5mmで掘削した。浅部から250mまでは100mm程度、250m以深は全体に孔径は大きくなり105mm程度の測定値を示している。

4.2.8 孔曲がり検層

孔曲がり検層の結果を表4.2.1に、方位測定結果を図4.2.2に示す。

図示したようにほぼ直線的に南西側に偏位しており、深度に対する偏位の割合はほぼ一定している。

表4.2.1 孔曲がり検層結果

深度 (m)	傾斜 (°)	方位 (°)	垂直深度 (m)	偏位 (m)	東西偏位 東向正(m)	南北偏位 北向正(m)
50	89.3	S80W	50.000	0.193	-0.190	-0.033
100	88.1	S0	99.982	1.552	-0.190	-1.393
150	88.05	S40W	149.979	2.984	-1.110	-2.490
200	87.55	S65W	199.975	4.563	-2.541	-3.157
250	87.4	S65W	249.968	6.360	-4.169	-3.917
300	89	S44W	299.996	6.990	-4.607	-4.370
350	88	S51W	349.977	8.495	-5.777	-5.318
400	87.2	S42W	399.956	10.584	-7.174	-6.870
450	87	S44W	449.943	12.964	-8.828	-8.582
500	86.55	S17W	499.940	15.417	-9.545	-10.928
520	86.55	S37W	519.976	16.398	-10.135	-11.711

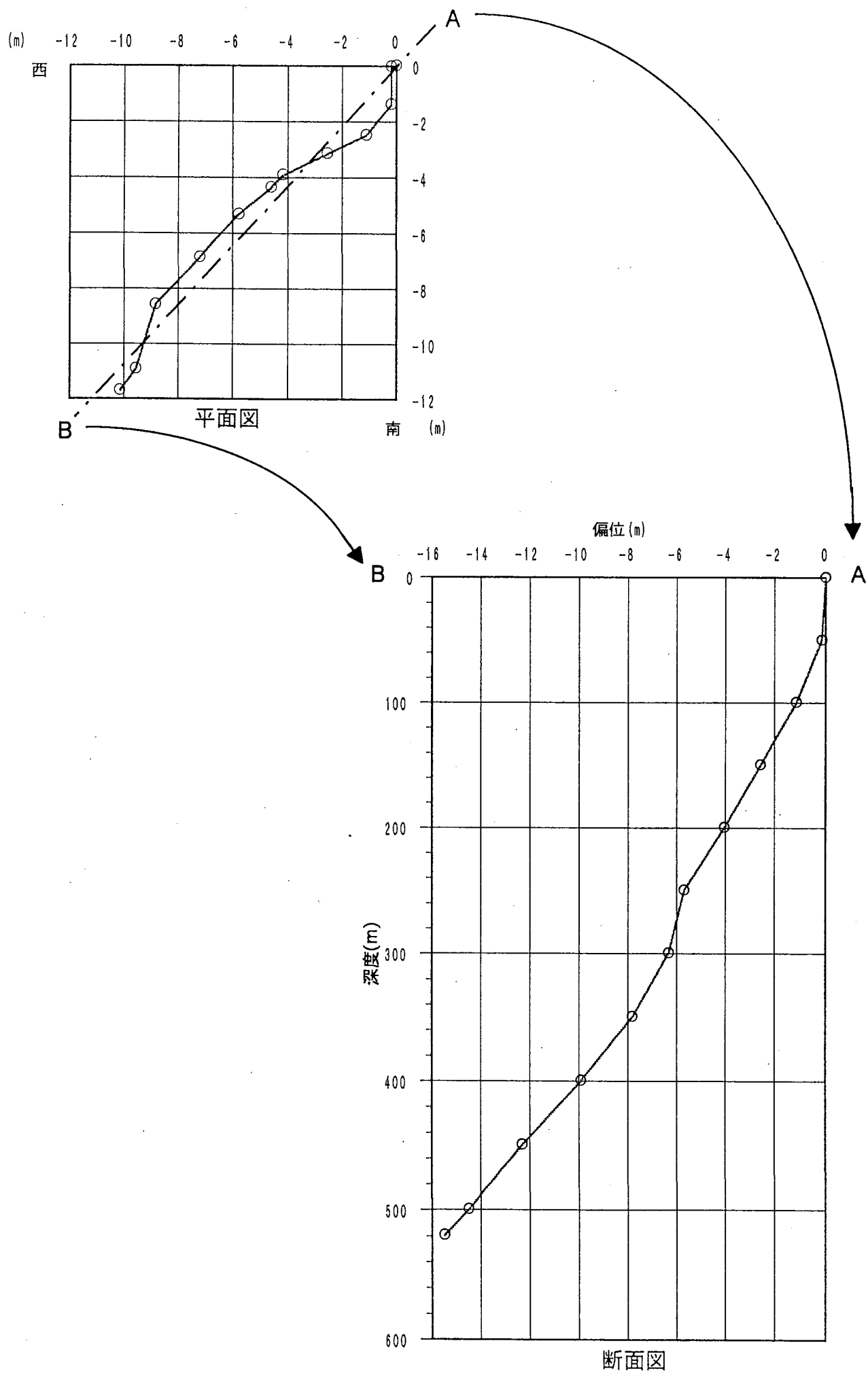


图4.2.2 深地新居浜No.1 方位测定结果

4.3 解析

4.3.1 電気検層解析

比抵抗検層で測定される比抵抗値は、試錐孔内を満たす掘削水や、これが周辺地層に浸透して地層の電気的性状を変えるために、真の地層の比抵抗値とは異なる。このため、検層結果を累層単位で6区間に区分して各区間の真の地層の比抵抗値を解析した。本解析では、掘削水の周辺地層への浸透を考慮せず、孔内水のみを補正する比抵抗偏差曲線（シュランベルジャー社作製）を用いて実施した。この場合、孔径の変化は孔径検層結果を用いた。

解析結果を表4.3.1に示す。

上述の仮定で解析された比抵抗値は、地層内に掘削水が浸透していなければ、ショートノルマルから算出された値も、ロングノルマルから算出された値も一致しなければならない。しかし、実際には表4.3.1に示すようにこれらには一部に差が生じている。これは掘削水の地層部への浸透があったことを意味しており、この両者の開きは地層の透水性の指標となり得ることを示唆している。

また、図4.3.1に比抵抗値対R Q Dの平均値との関係も示した。これによると、比抵抗値の大小は219～308m区間を除いて、大局的にはR Q Dと良い相関を示す。すなわち、比抵抗値が相対的に低い値を示すゾーンはR Q Dも14～19%と低く、破碎質で比較的岩盤区分の軟弱部に対応し、高い比抵抗値を示すゾーンはR Q Dは29～35%を示し、比較的亀裂の少ない堅硬で安定した岩盤部に対応する。このことから比抵抗値は岩盤の亀裂の状況をよく反映しているといえることができる。

4.3.2 音波検層解析

音波検層結果を電気検層結果同様に6区分して、各ゾーンについて解析した。解析はS波速度や動弾性係数を算出することとし、S波速度は音波P波速度と岩石試験から求められた動ポアソン比を用いて次式から推定した。

$$V_s = V_p \{ (1-2\nu) / (1-\nu) / 2 \}^{1/2}$$

V_s : S波速度 (m/s)

V_p : 音波検層結果から求められたP波速度 (m/s)

ν : 動ポアソン比

また、動弾性係数は次式から算出した。

$$E = \rho \cdot (V_p)^2 \{ (1+\nu) (1-2\nu) / (1-\nu) / g / 1000 \}$$

E : 動弾性係数 (kg/m²)

ρ : 密度検層結果から求めた密度 (g/m³)

g : 重力加速度 (980msec²)

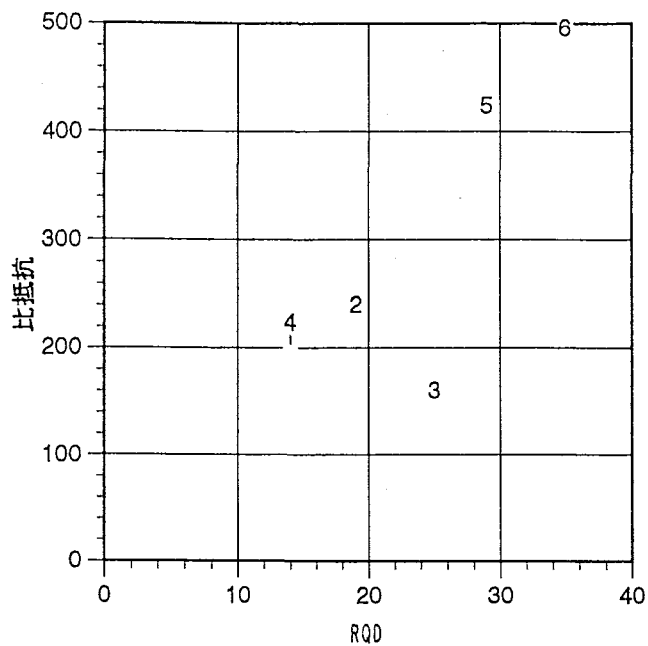
表4.3.2に解析結果を示す。解析結果によると、岩盤の原位置におけるS波速度、動弾性係数ともにコア試験での数値とほぼ等しい。このことは本孔の岩盤は全体に割れ目の影響が少ない岩盤であることを示唆している。また、図4.3.2に動弾性係数対R Q Dのグラフを示した。R Q Dと動弾性係数との正の相関性はみられない。

表4.3.1 比抵抗検層解析結果

深度区間 (m)	見掛比抵抗 平均値 Ras($\Omega \cdot m$) Rai($\Omega \cdot m$)	解析比抵抗 平均値 Rts($\Omega \cdot m$) Rtl($\Omega \cdot m$)	比抵抗層	RQD(%)
15~116	239. 240.	203. 211.	中比抵抗	14
116~219	253. 248.	241. 240	中比抵抗	19
219~308	197. 180.	160. 160.	低比抵抗	26
308~416	252. 240.	216. 224.	中比抵抗	14
416~494	498. 557.	424. 424.	高比抵抗	29
494~520	571. 675.	480. 496.	高比抵抗	35

表4.3.2 音波検層解析結果

深度(m)	P波速度(検層) (m/s)	密度 (g/cm ³)	動ポアソン比	算出S波速度 (m/s)	動弾性係数(算出) (10 ⁴ kg/cm ²)	RQD(%)
15~116	4410	2.44	0.37	2000	27.4	14
116~219	4560	2.53	0.40	1860	25.1	19
219~308	4530	2.45	0.40	1850	24.0	25
308~416	4460	2.48	0.38	1960	26.9	14
416~494	4670	2.54	0.39	1980	28.3	29
494~520	4660	2.55	-	-	-	35



回帰直線

$$Y=1.25E+01 \cdot X+8.58$$

相関係数 $r=0.79$

深度区間 (m)

1: 15-116

2: 116-219

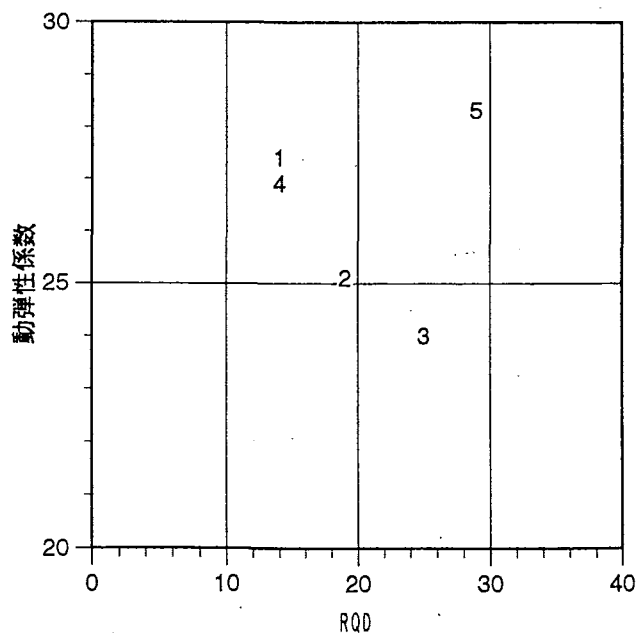
3: 219-308

4: 308-416

5: 416-494

6: 494-520

図4.3.1 比抵抗とRQD



回帰直線

$$Y=-1.42E-02 \cdot X+26.6$$

相関係数 $r=-0.71$

深度区間 (m)

1: 15-116

2: 116-219

3: 219-308

4: 308-416

5: 416-494

図4.3.2 動弾性係数とRQD

4.3.3 中性子検層解析

中性子検層結果から次式（実験式）を用いて間隙率を算出した。

$$\phi N = 10^{-(5.12d+7.583) \times 10^{-4} \times A + \log 58}$$

ϕN : 中性子検層による間隙率(%)

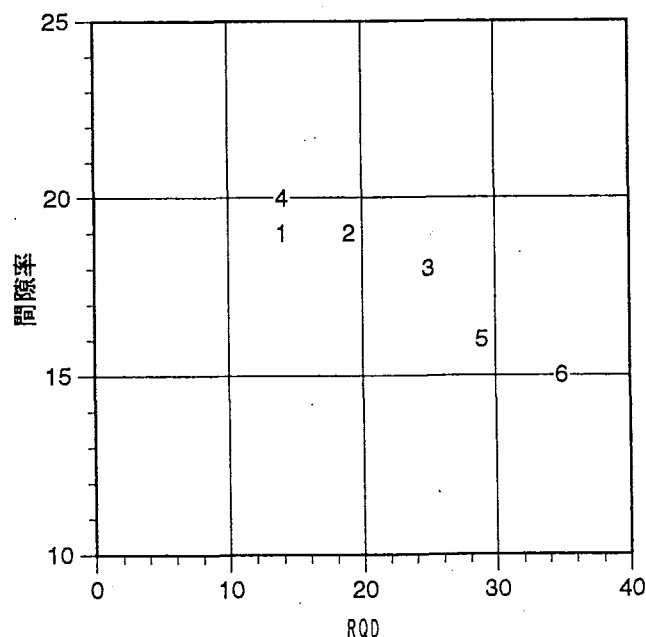
A : 中性子検層結果(API) d : 孔径(インチ)

(英国ギャハート・オーエン社の中性子検層器の補正式を修正)

表4.3.3に解析結果を、図4.3.3に中性子検層から算出された間隙率と岩盤の性状に関連するRQDとの関係を示す。中性子検層から算出される間隙率はRQDと良い相関を示し、岩盤状況を反映している。また先に、原位置における間隙率は200mを境に上位が7~44%と大きなばらつきを示し、これより下位で16%前後と小さい値を示した。これに対して、岩石コアによる試験結果での間隙率1.1~4.2%に比べて1桁大きな値であり、岩盤全体の亀裂の発達状況を反映しているものと考えられる。

表4.3.3 中性子検層解析結果

深度(m)	中性子強度(API)	換算間隙率(%)	密度(g/cm ³)	RQD(%)
15~116	320~2700	19	2.57	14
116~219	940~2700	19	2.55	19
219~308	810~2600	18	2.45	25
308~416	140~2300	20	2.51	14
416~494	960~2400	16	2.54	29
494~520	1500~2600	15	2.58	35



回帰直線

$$Y = -2.20E-01 \times X + 22.8$$

相関係数 $r = -0.96$

深度区間 (m)

1: 15-116

2: 116-219

3: 219-308

4: 308-416

5: 416-494

6: 494-520

図4.3.3 間隙率とRQD

4.3.4 検層物性値の比較

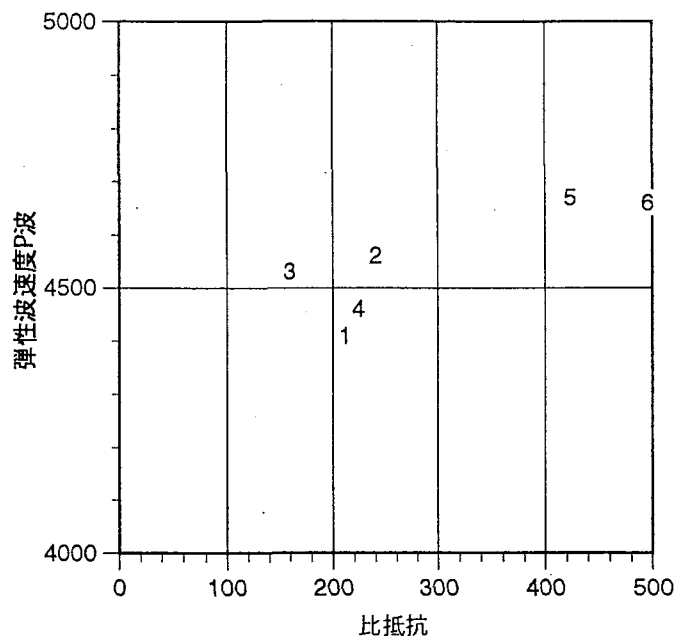
表4.3.4に累層単元における物性値（比抵抗・P波速度・密度・間隙率）を示す。また、各物性値の関係を図4.3.4～4.3.9に示し、これらの相関係数を表4.3.5にまとめた。これによると各地質単元の物性値（平均値）の相関は密度を除いて全般に良く、比抵抗/間隙率が-0.88を示して最高であり、以下P波速度/間隙率、P波速度/比抵抗の順であった。密度は値の範囲が狭く他の物性との相関は良くない。

表4.3.4 物理検層解析結果

深度(m)	比抵抗($\Omega \cdot m$)	P波速度(m/s)			密度(g/cm ³)			間隙率(%)		
		最小	最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均
15～116	211	2620	5300	4410	1.46	2.60	2.44	7	44	19
116～219	240	3410	5540	4560	2.18	2.60	2.53	8	32	19
219～308	160	3340	5090	4530	1.61	2.59	2.45	8	32	18
308～416	224	3300	6450	4460	2.02	2.58	2.48	12	51	20
416～494	424	3690	5560	4670	2.33	2.58	2.54	12	29	16
494～520	496	4250	5170	4660	2.44	2.61	2.55	11	22	15

表4.3.5 検層物性値相関係数

	比抵抗	P波速度	密度	間隙率
比抵抗				
P波速度	0.82			
密度	0.60	0.19		
間隙率	-0.88	-0.87	-0.32	



回帰直線

$$Y=6.40E-01 \cdot X+4360$$

相関係数 $r=0.82$

深度区間 (m)

1: 15-116

2: 116-219

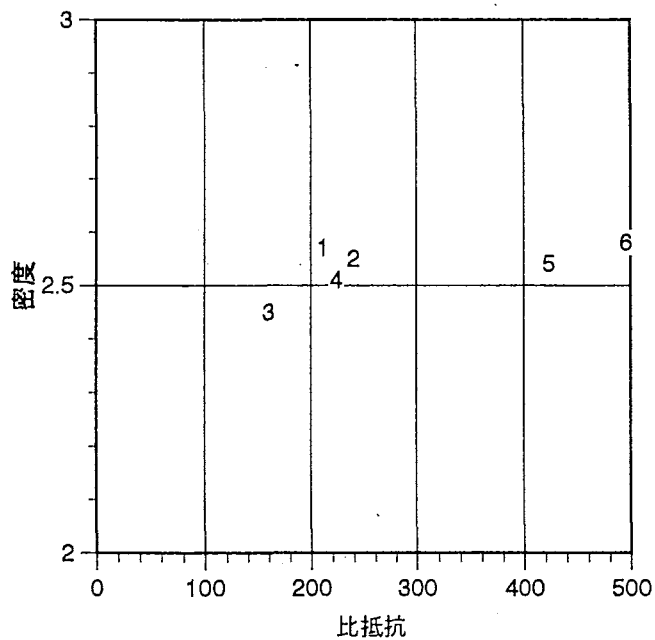
3: 219-308

4: 308-416

5: 416-494

6: 494-520

図4.3.4 P波速度と比抵抗の関係



回帰直線

$$Y=2.12E-04 \cdot X+2.47$$

相関係数 $r=0.60$

深度区間 (m)

1: 15-116

2: 116-219

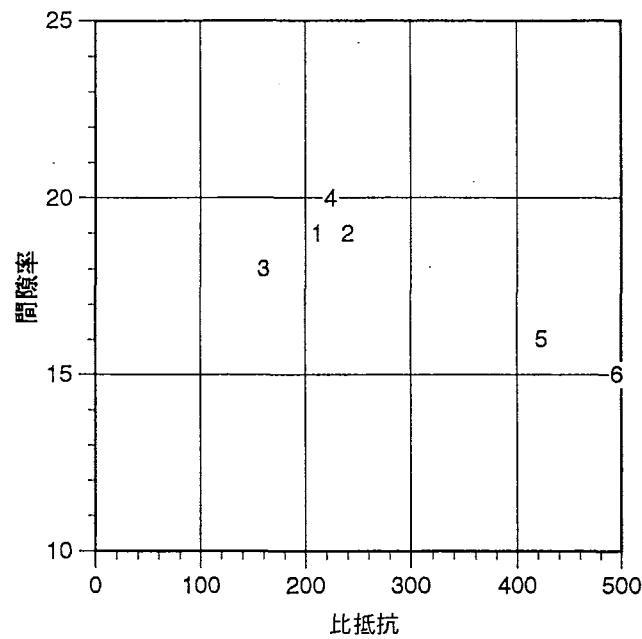
3: 219-308

4: 308-416

5: 416-494

6: 494-520

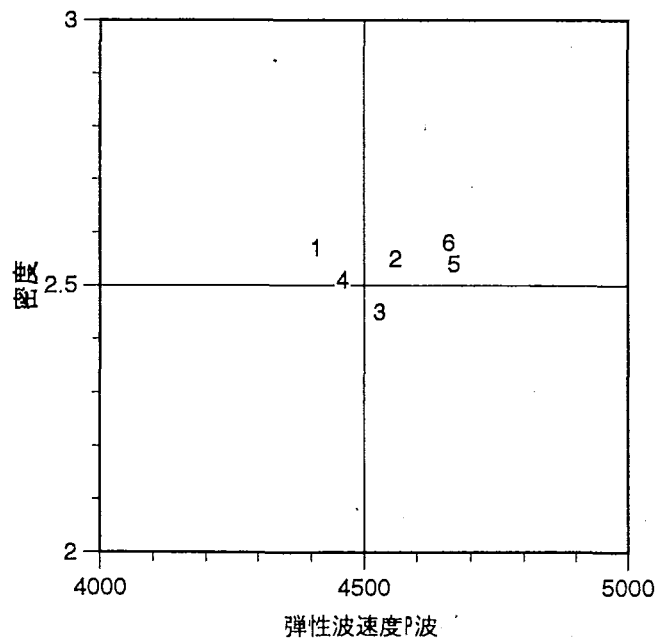
図4.3.5 密度と比抵抗の関係



回帰直線
 $Y = -1.27E-02 * X + 21.5$
 相関係数 $r = 0.88$

深度区間 (m)
 1: 15-116
 2: 116-219
 3: 219-308
 4: 308-416
 5: 416-494
 6: 494-520

図4.3.6 比抵抗と間隙率の関係



回帰直線
 $Y = 8.66E-05 * X + 2.14$
 相関係数 $r = 0.19$

深度区間 (m)
 1: 15-116
 2: 116-219
 3: 219-308
 4: 308-416
 5: 416-494
 6: 494-520

図4.3.7 密度とP波速度の関係

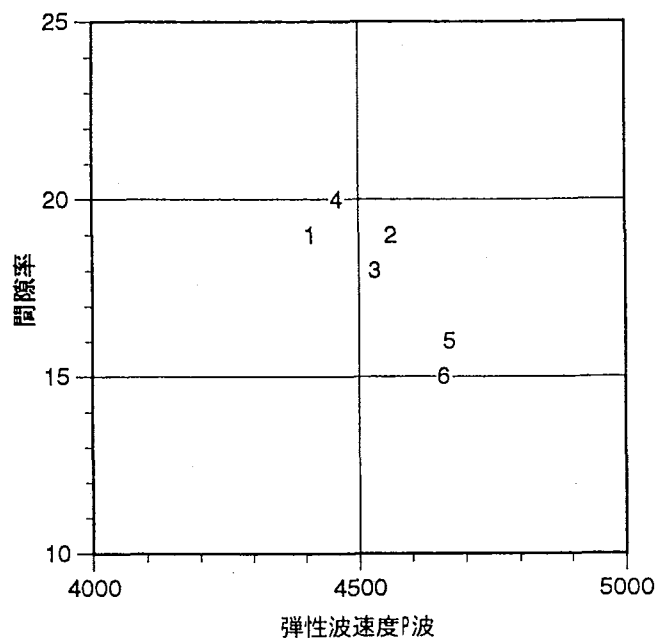


図4.3.8 間隙率とP波速度の関係

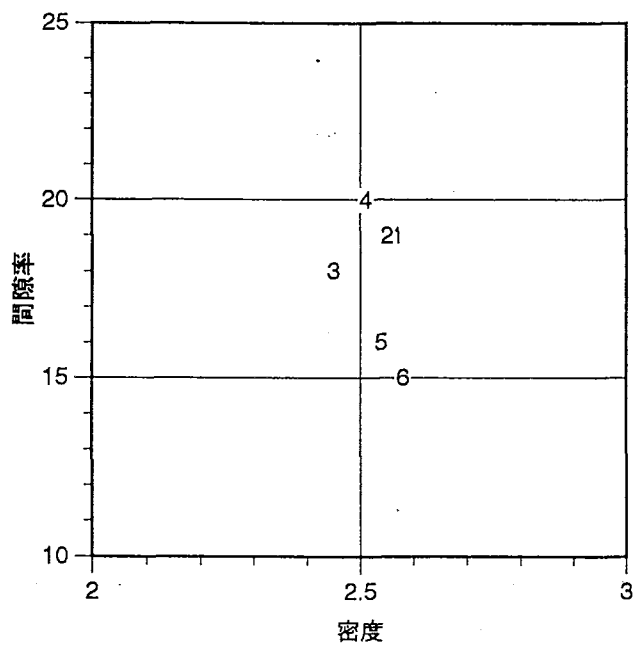


図4.3.9 間隙率と密度の関係

5. 岩芯物性試験データ

各岩相の物理・力学・熱特性を把握するために、本孔では次の物性試験を行った。

①物理特性試験

密度・吸水率・含水率・有効空隙率・単位体積重量・超音波速度（P波・S波）

②力学特性試験

一軸圧縮強度・静弾性係数・静ポアソン比・圧裂引張強度

③熱特性試験

熱伝導率・比熱・線膨張係数

5.1 試験方法

岩芯物性試験の方法及び試験機器は次のとおりである。

なお、試験法の詳細は別冊資料にまとめている。

①見掛比重（密度）、空隙率、含水率……………国鉄仕様

・重量測定器：ザートサウス MODEL 2255, 2351（感度0.01g）

・乾燥器：（株）加藤製作所 熱風循環式RT～200℃

②超音波速度試験……………国鉄仕様

・超音波パルス発生器：（有）開発電子製 MODEL SPG-5A

・超音波振動子：（有）開発電子製 MODEL VPD 30（P波用 200KHZ）

MODEL VSD 30（S波用 50KHZ）

・シンクロスコープ：岩崎通信機（株）製 MODEL SS-5157 DC～20KHZ

③一軸圧縮試験……………国鉄仕様（JIS M0302）

・圧縮試験機：（株）佐賀試験器 MODEL , PMM-40（軸荷重 MAX 60 ton）

・歪測定器：共和電業（株）製 MODEL DPM-310

・記録器：三栄測器（株）製 MODEL 51-30

④圧裂引張試験……………国鉄仕様（JIS M0303）

・圧縮試験器：（株）丸東製作所製アスラム型 PHC-20E（荷重 MAX 20ton）

⑤熱伝導率……………非定常法（BOX PROBE 法）

・試験装置：昭和電工（株）製 QTM-D2

⑥比熱……………断熱法

・試験装置：真空理工（株）製 断熱型比熱測定装置 SH-3000型

⑦線膨張係数……………標準試料対比法

・試験装置：理学電気（株）製 熱機械分析装置（線膨張計） TMA-CN8098D01

5.2 試験結果

試験に用いた試料（泥岩 3 個、砂岩 4 個、礫岩 3 個）の採集深度を表5.2.1に示す。
また、試験結果を表5.2.2に示す。

表5.2.1 試験に用いた供試体の採取深度

岩種	試料No.	累層	物理・力学試験	熱特性試験
泥岩 (注)	M 1	A	45.21～45.31m	46.87～46.97m
	M 2	B	116.73～116.78	117.21～117.31
	M 3	B	136.10～136.20	136.20～136.30
砂岩	S 1	B	134.62～134.72m	134.52～134.62m
	S 2	C1	265.20～265.30	265.10～265.20
	S 3	C2	292.85～292.95	288.70～288.80
	S 4	C3	436.58～436.68	436.48～436.58
礫岩	C 1	A	25.60～25.70m	25.50～25.60m
	C 2	C1	266.60～266.70	266.10～266.20
	C 3	C2	410.49～410.59	413.50～413.60

(注) 本報告書では慣例的に和泉帯で用いられている「泥岩」を用語として用いたが、岩相的には「頁岩」に相当する。

表5.2.2 物性試験結果一覧表

試料 番号	状態	比重	吸水率	含水比	含水率	有効 間隙率	単位 体積重量	圧縮 強度	引張 強度	静 ポアソン比	静ヤング率	P波速度	S波速度	動 ポアソン比	動ヤング率	飽和度	熱伝導率	比熱	線膨張 係数
M 1	自然	2.611					2.62		119			3930	1820	0.36	24.57	74.170	5.550		
	乾燥	2.580					2.59	584		0.085	25.00	3150	1820	0.24	22.25			0.251	7.783
M 2	湿潤	2.622	1.634	1.212	3.128	4.217	2.63					4240	1820	0.38	25.77				
	自然	2.627					2.64		97			4180	1540	0.42	18.44	81.617	6.178		
M 3	乾燥	2.595					2.61	856		0.053	26.32	3270	1640	0.33	19.22			0.250	9.300
	湿潤	2.634	1.522	1.242	3.224	3.950	2.65					4520	1760	0.41	23.76				
S 1	自然	2.631					2.63		106			4530	1810	0.40	25.80	74.968	5.533		
	乾燥	2.602					2.62	1090		0.086	33.65	3570	1960	0.28	26.65			0.251	7.086
S 2	湿潤	2.637	1.342	1.006	2.619	3.494	2.65					4530	1880	0.39	27.82				
	自然	2.631					2.63		161			4890	2060	0.39	32.29	65.108	8.061		
S 3	乾燥	2.623					2.63	1490		0.152	61.40	4710	2250	0.35	37.09			0.249	11.961
	湿潤	2.635	0.463	0.301	0.791	1.216	2.64					5370	2250	0.39	38.94				
S 4	自然	2.619					2.61		144			4830	1760	0.42	24.43	63.504	7.678		
	乾燥	2.607					2.61	2060		0.148	49.38	4560	1970	0.38	29.58			0.248	11.124
S 3	湿潤	2.625	0.693	0.440	1.148	1.808	2.63					5130	2050	0.40	32.96				
	自然	2.622					2.62		144			4770	1960	0.39	30.61	63.772	8.272		
S 4	乾燥	2.613					2.62	2530		0.169	57.85	4590	2050	0.37	31.85			0.248	10.691
	湿潤	2.628	0.563	0.359	0.939	1.473	2.63					5110	2050	0.40	32.70				
C 1	自然	2.634					2.63		149			4810	2040	0.39	31.24	63.137	8.606		
	乾燥	2.627					2.63	3082		0.193	60.15	4580	2130	0.36	33.49			0.249	11.507
C 2	湿潤	2.639	0.428	0.270	0.711	1.126	2.64					5210	2230	0.38	39.06				
	自然	2.645					2.63					4300	1950	0.37	28.16	74.531	6.628		
C 3	乾燥	2.636					2.63	1000	33	0.290	34.25	4190	2040	0.34	30.61			0.251	9.425
	湿潤	2.648	0.441	0.328	0.867	1.163	2.64					5140	2150	0.39	35.68				
C 2	自然	2.630					2.63					4830	1970	0.40	29.22	64.269	8.058		
	乾燥	2.618					2.62	1050	54	0.216	39.22	4400	1970	0.37	29.26			0.251	11.552
C 3	湿潤	2.636	0.700	0.450	1.178	1.833	2.64					5130	2050	0.40	33.08				
	自然	2.640					2.64					4840	2060	0.38	33.84	63.028	7.711		
C 3	乾燥	2.632					2.64	2120	92	0.155	60.24	4570	2060	0.37	31.81			0.250	12.326
	湿潤	2.645	0.471	0.290	0.782	1.242	2.66					5200	2150	0.39	36.79				

M: 泥岩, S: 砂岩, C: 礫岩

5.3 物理特性

5.3.1 比重(密度)・吸水率・有効間隙率

湿潤状態の比重は全試料で2.62~2.65(平均2.63)と全体にまとまった値を示す。

各試料の乾燥状態と湿潤状態の比重の差を比べると、泥岩で0.03~0.04で、砂岩・礫岩の0.01に比べてやや大きく、両者を構成する粒子の粒度の差を反映している。

吸水率及び含水比は、泥岩が砂岩・礫岩に比べて大きい値を示す。

図5.3.1に有効間隙率と吸水率の関係を示すが、良い相関性がみられる。

また、図5.3.2に有効間隙率と比重(自然状態)の関係を示すが、比較的良い相関が認められる。

5.3.2 超音波速度

泥岩のP波速度は自然状態で3.93~4.53km/sec、S波速度1.54~1.82km/secであり、同様に砂岩はそれぞれ4.77~4.89km/sec、1.76~2.06km/sec、礫岩のそれは、4.30~4.84km/sec、1.95~2.06km/sec、の値を示す。このように、泥岩は砂岩や礫岩に比べてP波・S波速度ともにやや小さい値を示す。また、測定状態の違いでは、一般にみられるように湿潤>自然>乾燥の順に速度値が低下する傾向と同じである。

物理探査学会(1990)がまとめた岩石試料のP波速度とS波速度の関係を図5.3.3に示す。本孔の泥岩は砂岩及び礫岩に比較して低P波速度-低S波速度で、明瞭に区分される。図中の0.2~0.4の相関ラインの中で本孔試料は0.4付近に集まり、軟岩の相関ラインにほぼ一致する。しかしながら、値としてはP波速度及びS波速度ともに早く、固結の進んだ堆積岩に位置づけられる。なお、物理探査学会(1990)での軟岩とは第三紀以降の堆積岩類を示している。

図5.3.4にP波速度と密度の関係を示す。本孔試料は密度がほぼ一定しており、明瞭な相関性はみられないが、深成岩や噴出岩類の占める領域の中で中間的な位置にプロットされ、軟岩の領域の中では高密度-高速度に位置する。

図5.3.5にP波速度と有効間隙率の関係を示す。礫岩の1試料(C1)を除き、負の相関性がみられる。本孔試料の泥岩は軟岩領域の高P波速度側にプロットされ、有効間隙率で砂岩、礫岩と区分される。

図5.3.6にS波速度と有効間隙率の関係を示す。S波速度値の変化が小さいため相関性は悪いが、負の相関性が認められる。砂岩、礫岩、泥岩ともに軟岩領域にプロットされるが、高S波速度側に位置する。

堆積岩の弾性波速度を考える場合、地質(堆積)年代における速度値の差異が挙げられる。図5.3.7は各堆積年代での堆積岩の速度測定データの頻度分布を示したものであるが、本孔試料の測定値では中生代堆積岩の頻度ピーク値よりもやや速度の早い値となっている。

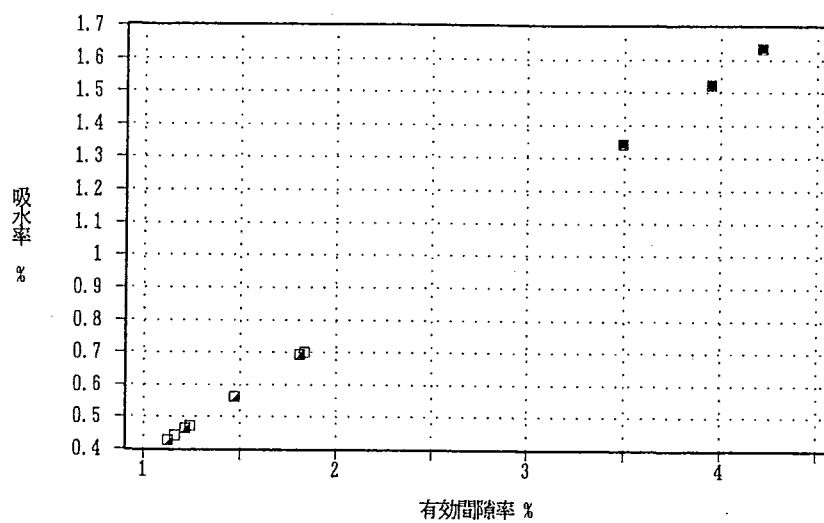


図5.3.1 有効間隙率と吸水率の関係

■泥岩, ▣砂岩, □礫岩

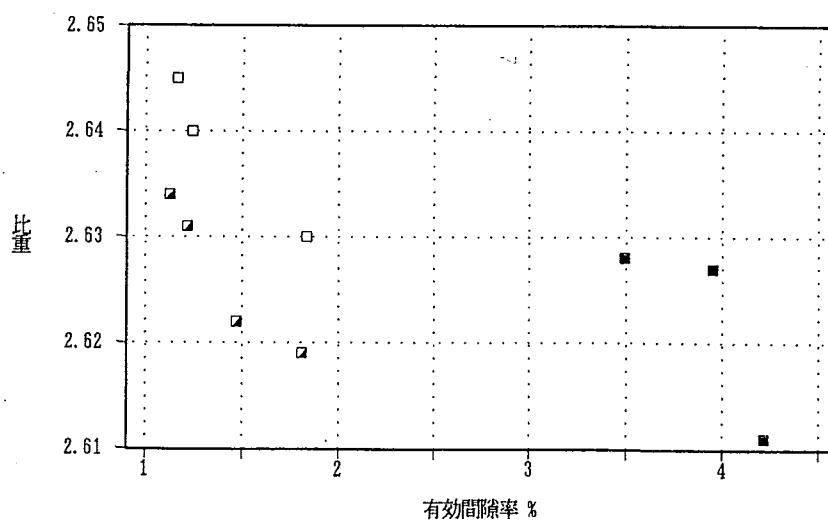


図5.3.2 有効間隙率と見掛比重

■泥岩, ▣砂岩, □礫岩

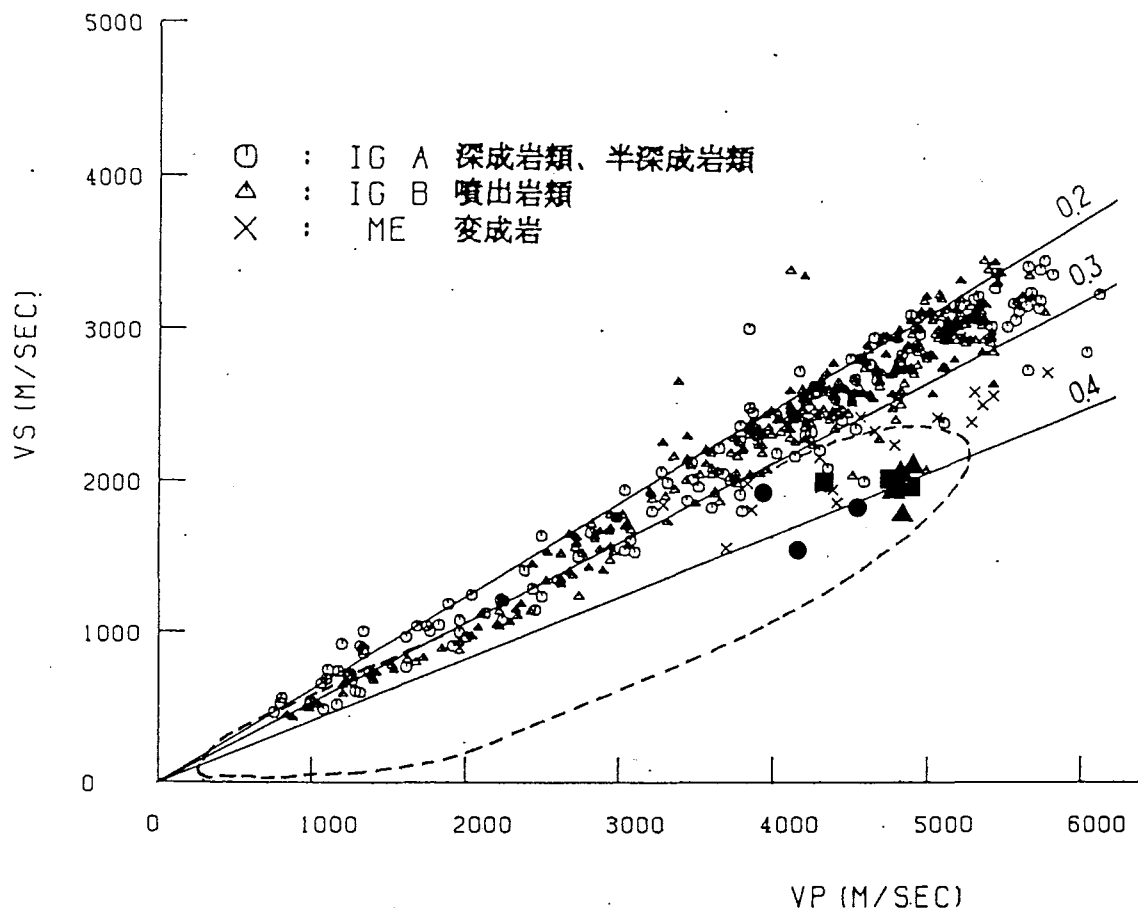


図5.3.3 P波速度とS波速度の関係（物理探査学会, 1990に本孔データを追加）
 本孔試料：●泥岩，▲砂岩，■礫岩，以外は既存データ
 破線領域：軟岩（第三紀以降の堆積岩類）

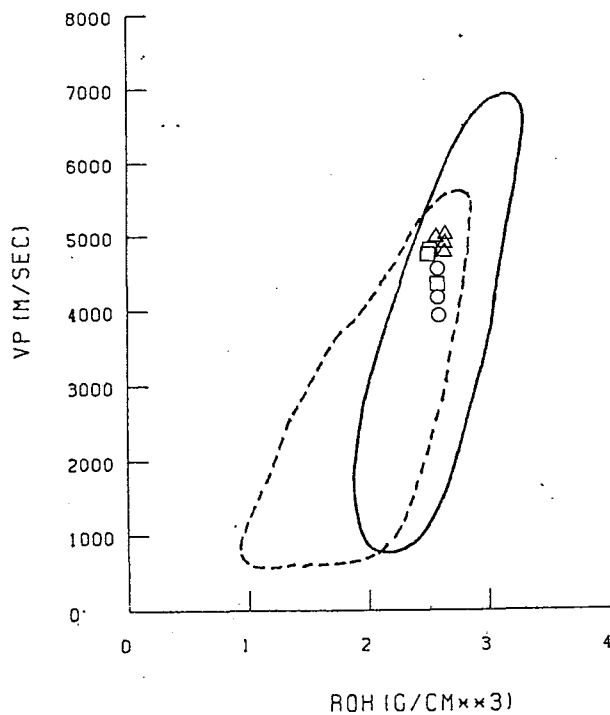


図5.3.4 P波速度と密度の関係
 （物理探査学会, 1990に本孔データを追加）
 本孔試料：○泥岩，△砂岩，□礫岩
 実線領域：硬岩（深成岩，噴出岩類）
 破線領域：軟岩（第三紀以降の堆積岩類）

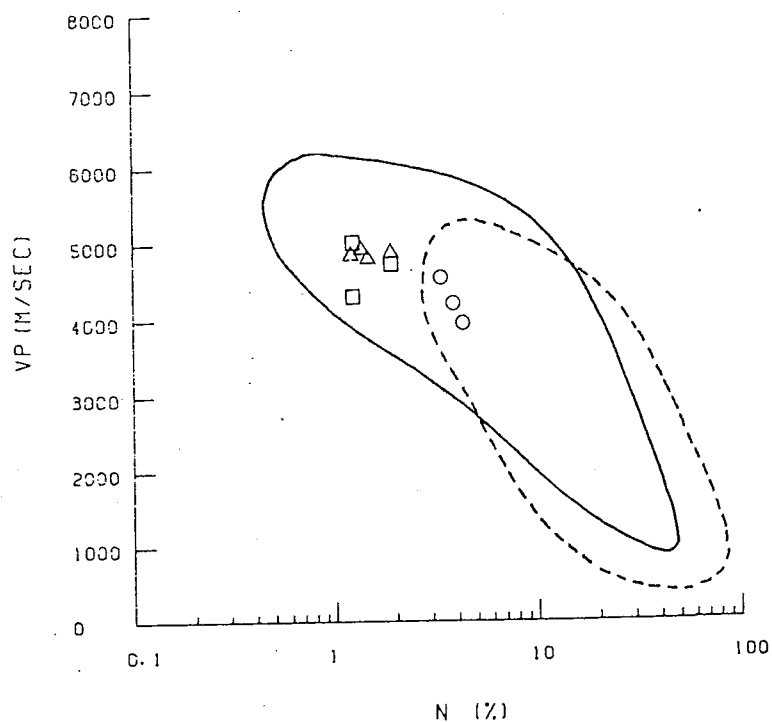


図5.3.5 P波速度と有効間隙率の関係

(物理探査学会, 1990に本孔データを追加)

本孔試料: ○泥岩, △砂岩, □礫岩

実線領域: 硬岩 (深成岩, 半深成岩, 噴出岩類)

破線領域: 軟岩 (第三紀以降の堆積岩類)

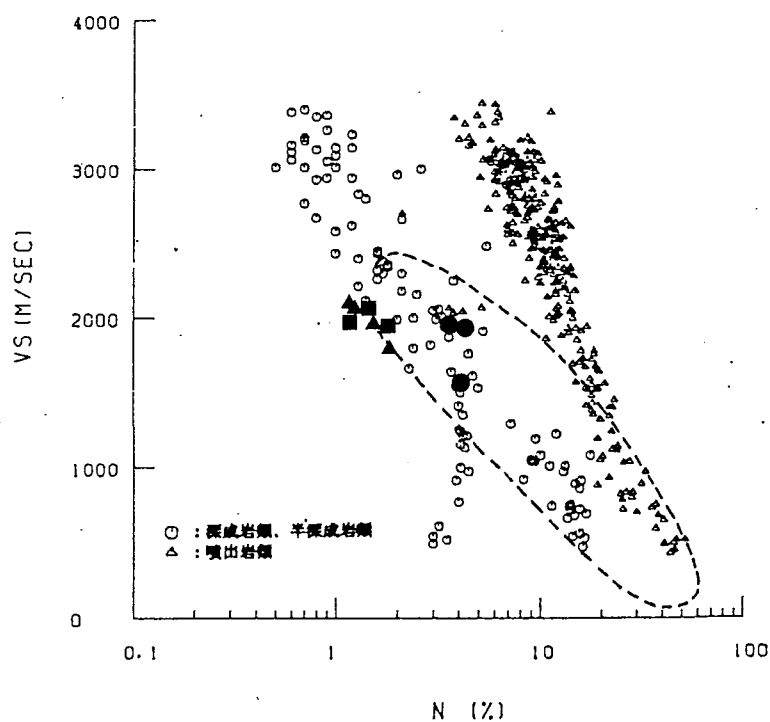


図5.3.6 S波速度と有効間隙率の関係 (物理探査学会, 1990に本孔データを追加)

本孔試料: ●泥岩, ▲砂岩, ■礫岩

その他は硬岩 (深成岩, 半深成岩, 噴出岩類)

破線領域: 軟岩 (第三紀以降の堆積岩類)

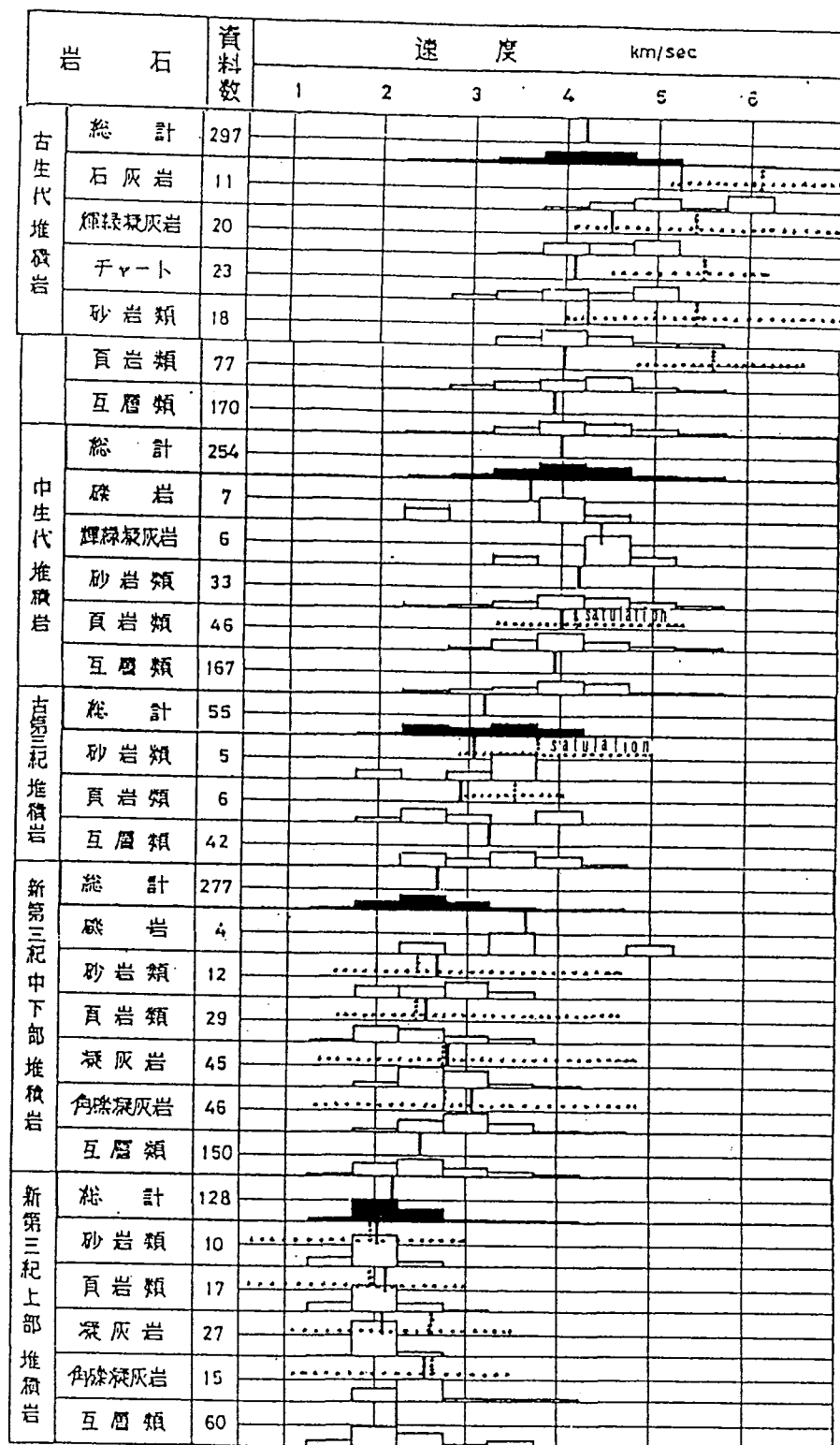


図5.3.7 堆積岩類のP波速度の頻度分布
(服部ほか, 1975に物理探査学会(1990)が追加)

5.4 力学特性

5.4.1 一軸圧縮強度

本孔試料の一軸圧縮強度は、泥岩で584~1,090kgf/cm²、砂岩で1,490~3,082kgf/cm²、礫岩で1,000~2,120kgf/cm²の値を示す。各岩種では採取試料の深度が増加するに従って強度は明瞭に増加する。

図5.4.1に各岩種の一軸圧縮強度の分散図を示す。砂岩の強度分布は非常に分散しているが、本孔データは各岩種の分散内に値は収まっている。また、礫岩は礫のサイズにも関係しているため、砂岩に比べて低い値となっている。泥岩は慣例上使用した用語で本来の岩種からはこの図の頁岩に相当し、その分散内に値は収まっている。

図5.4.2に圧縮過程で得られた応力と歪の関係を示す。応力-ヒズミ曲線によれば弾性体としての挙動を示す直線的なものと、載荷直後に多少非線形が認められ曲線的なものに2分される。前者は形状は砂岩・礫岩でみられ、非線形な形状は泥岩に多くみられる。

図5.4.3~5.4.6に一軸圧縮強度と各物性値の関係を示す。

図5.4.3に示す密度と一軸圧縮強度の関係では、本孔試料では密度がほぼ2.62付近に集中しているため、全岩種が示すトレンドとは異なる。

図5.4.4に吸水率と一軸圧縮強度の関係（菊地, 1990）を示す。本孔の測定データのうち、砂岩、礫岩は中古生層（砂岩）側（すなわち、低吸水率-高圧縮強度側）にプロットされる。これに対して、泥岩はやや低圧縮強度側の中古生層（砂岩）と第三紀堆積岩の中間に位置し、圧密過程を反映したものとなっている。

図5.4.5に有効間隙率と一軸圧縮強度の関係（Hoshino et al., 1972）を示す。既存データは含油第三系の泥質岩と砂質岩の間隙率と圧縮強度の関係を示したものであるが、続成過程で間隙率が減少し圧縮強度が増加することを示している。白亜系の和泉層群は第三系に比べてはるかに続成が進んでいるが第三系のトレンドの延長に位置する。

図5.4.6のP波速度と一軸圧縮強度との関係では、和泉層群砂岩の既存データの範囲の中に入る。泥岩は試料数が少ないが相関性が高く、深度にも対応する。砂岩のデータでは弾性波速度値に幅がないため一方的に圧縮強度が増加する関係である。

静弾性係数（ヤング率）は一軸圧縮試験での破壊荷重の50%応力において算定した。

静弾性係数は岩種により相違がある。砂岩の静弾性係数は49.38~61.40×10⁴kgf/cm²、静ポアソン比は0.148~0.193、泥岩の静弾性係数は25.00~33.65×10⁴kgf/cm²、静ポアソン比は0.053~0.086、礫岩の静弾性係数は34.25~60.24×10⁴kgf/cm²、静ポアソン比は0.155~0.290を示す。

図5.4.7には静弾性係数と圧縮強度の関係（日本鉱業会, 1982）を示す。全岩種ではばらつきが大きく、特に砂岩のばらつきが大きい。本孔データは泥岩と礫岩について

は回帰直線の付近に集まっているが、砂岩で静弾性係数の割に圧縮強度が大きい。

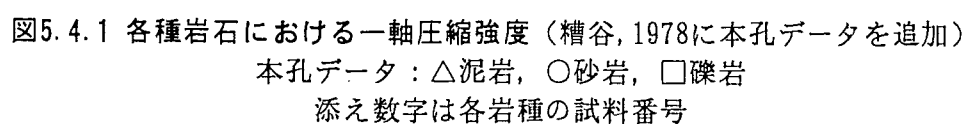
一軸圧縮強度と静弾性係数は、両対数表示で直線関係にあることから岩石の分類を行うことが試みられている(図5.4.9:土質工学会,1974)。本孔データでは、一軸圧縮強度が大きい砂岩はA～Bに、泥岩や礫岩はCMに分類される。

5.4.2 圧裂引張強度

本孔試料の圧裂引張強度は砂岩で144～161kgf/cm²、泥岩で97.1～119kgf/cm²、礫岩で32.7～91.6kgf/cm²を示す。礫岩が特に低い値を示すのは礫サイズに起因する。

一軸圧縮強度(σ_c)と圧裂引張強度(σ_t)との比 σ_c/σ_t を脆性度(Br)といい、岩石脆さの尺度として用いられる。脆性度が大きいものほど脆性破壊を生じ易いことになる。岩石の脆性度は、一般に堆積岩では10～30を示すものが多く、本孔試料の脆性度は泥岩で5～10、砂岩で9～20、礫岩で19～30の値を示す。

図5.4.8は静弾性係数と引張強度の関係(日本鉱業会,1982)を示す。全岩種では先の静弾性係数と圧縮強度の関係よりもばらつきが大きい。本孔データでは砂岩、泥岩、礫岩でそれぞれ比較的まとまった領域にプロットされる。



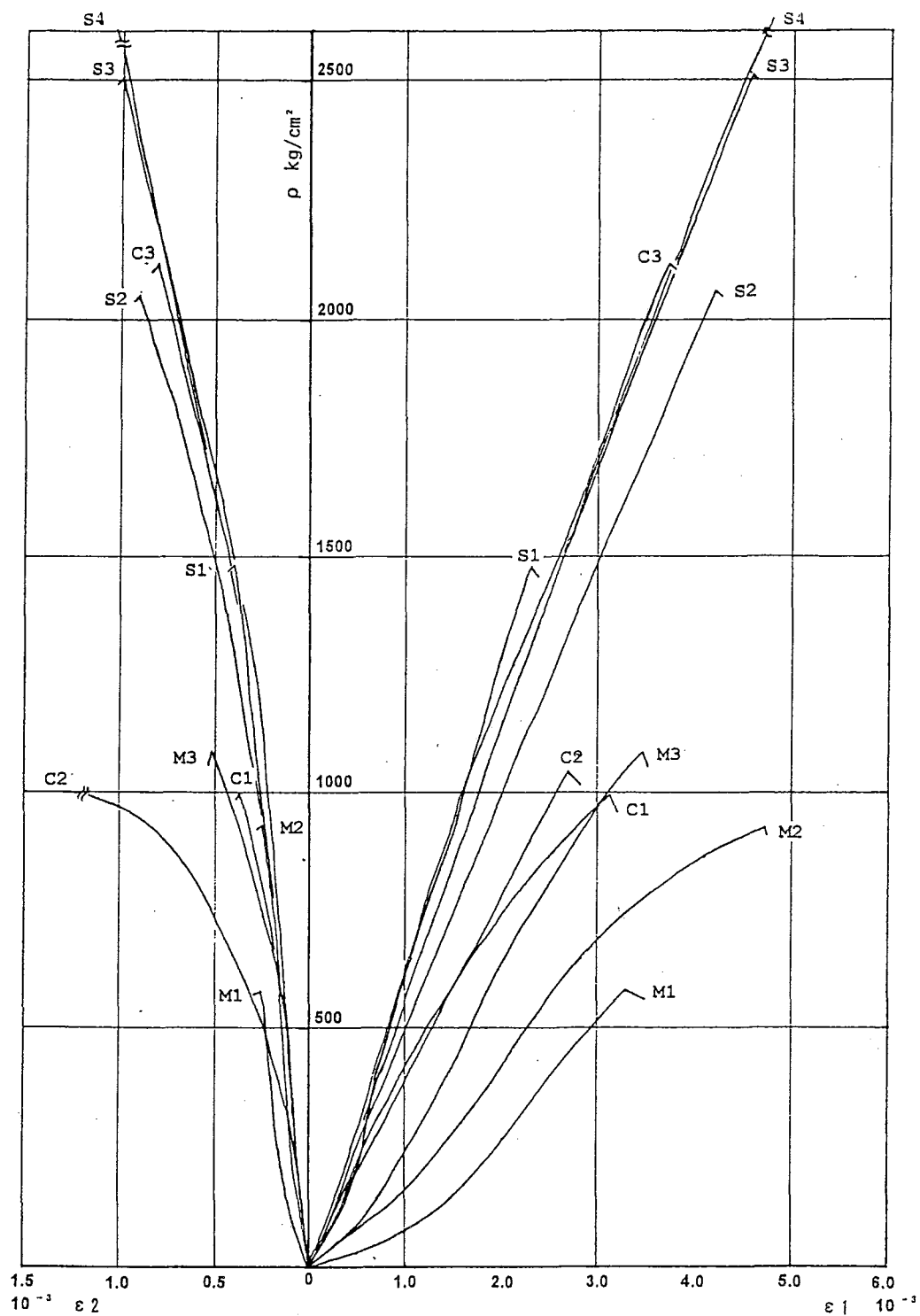


図5.4.2 一軸圧縮試験における応力-歪線図

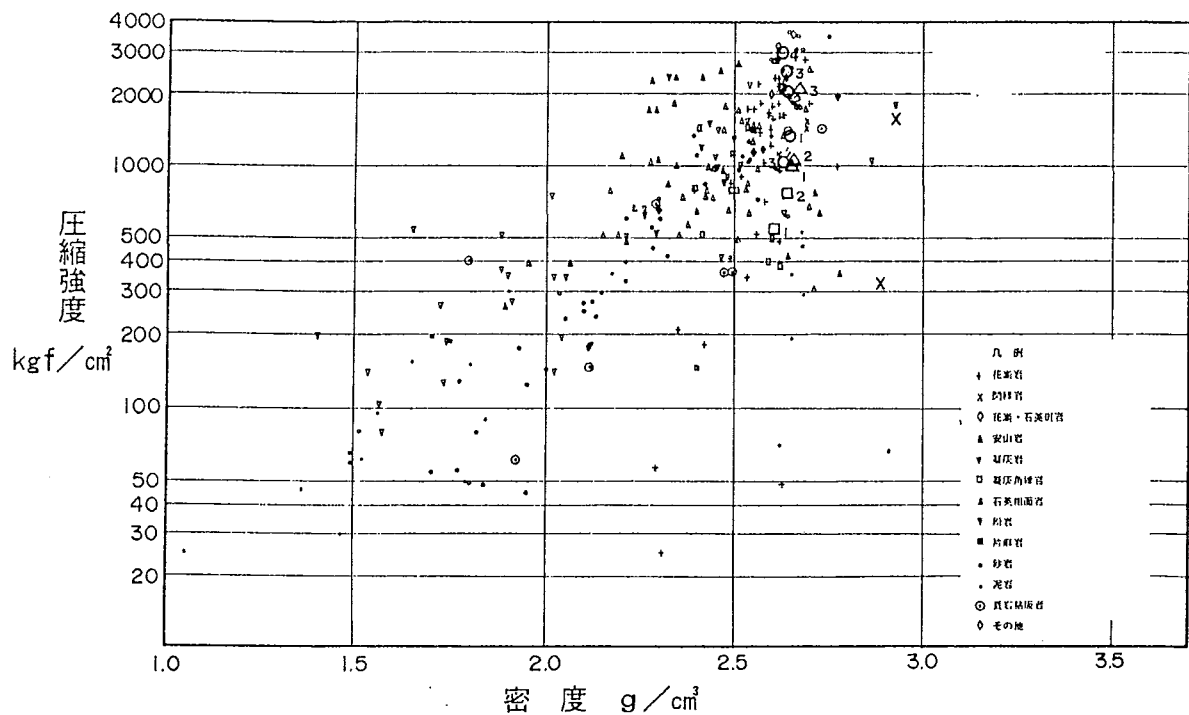


図5.4.3 一軸圧縮強度と密度の関係（土質工学会, 1974に本孔データを追加）

本孔データ：△泥岩，○砂岩，□礫岩

添え数字は各岩種の試料番号

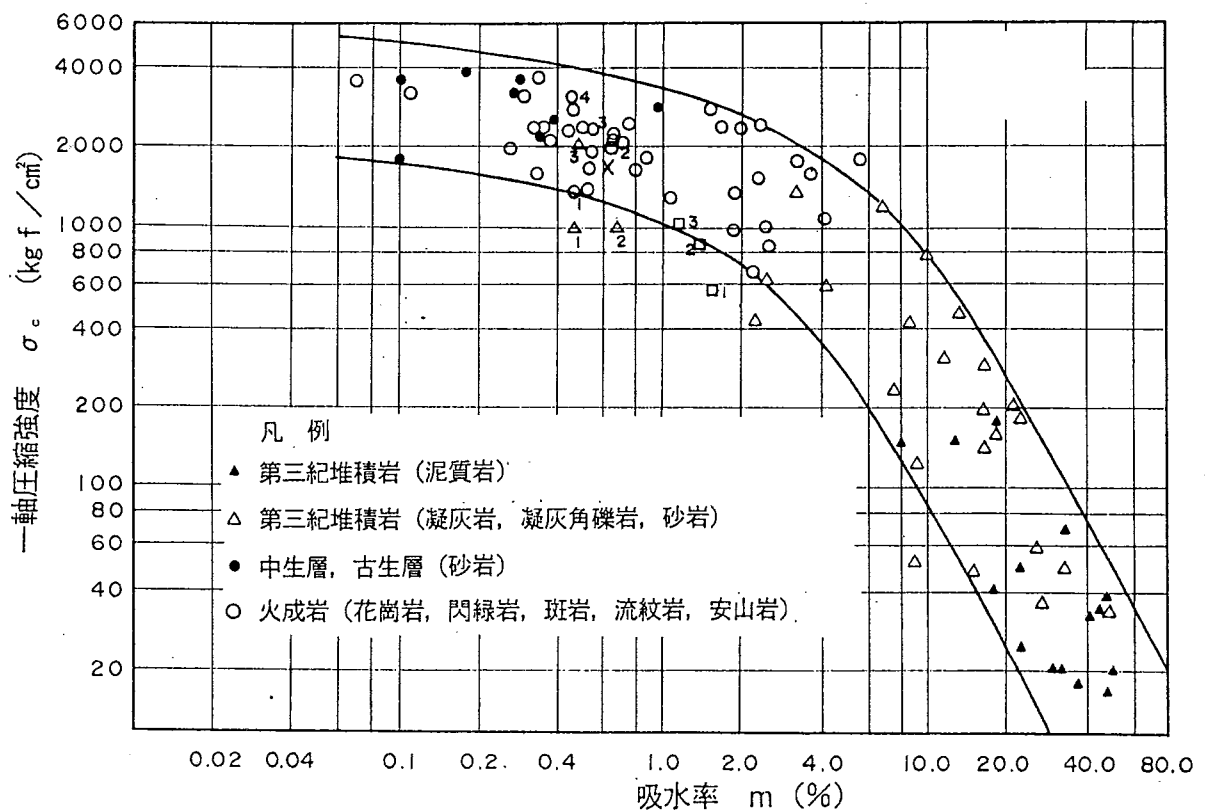


図5.4.4 吸水率と一軸圧縮強度の関係（菊地, 1990に本孔データを追加）

本孔データ：△泥岩，○砂岩，□礫岩

添え数字は各岩種の試料番号

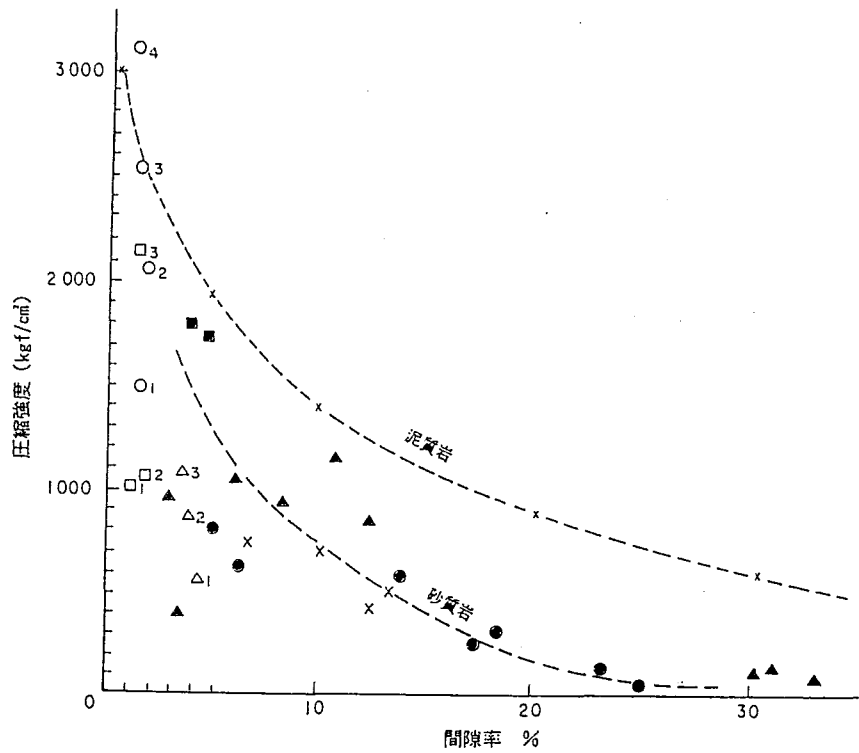


図5.4.5 有効間隙率と一軸圧縮強度の関係 (Hoshino et al., 1972に本孔データを追加)
 本孔データ：△泥岩，○砂岩，□礫岩 添え数字は各岩種の試料番号
 実線：第三紀砂質岩，破線：第三紀泥質岩

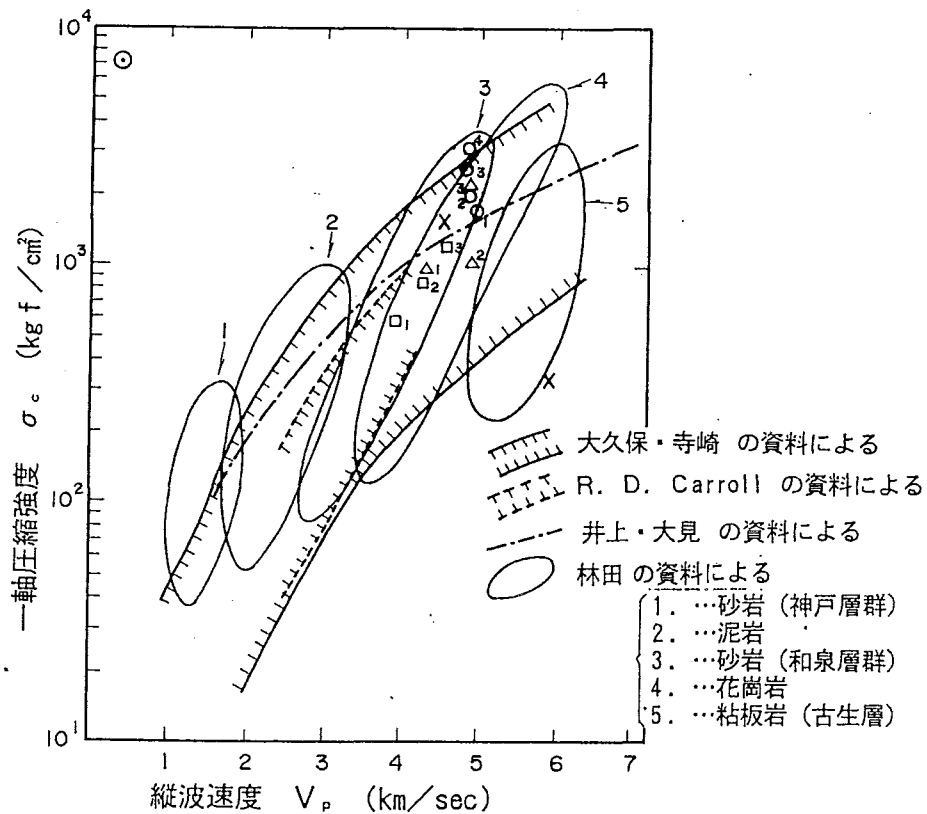


図5.4.6 一軸圧縮強度とP波速度の関係 (土質工学会, 1974に本孔データを追加)
 本孔データ：△泥岩，○砂岩，□礫岩 添え数字は各岩種の試料番号

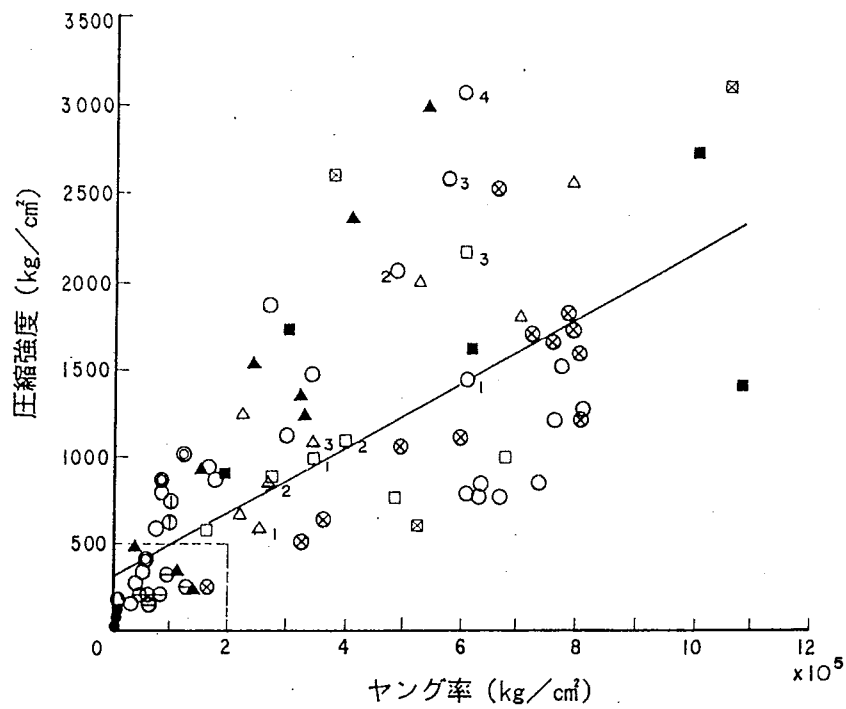


図5.4.7 一軸圧縮強度と静弾性係数の関係（日本鉱業会, 1982に本孔データを追加）
本孔データ：△泥岩，○砂岩，□礫岩 添え数字は各岩種の試料番号

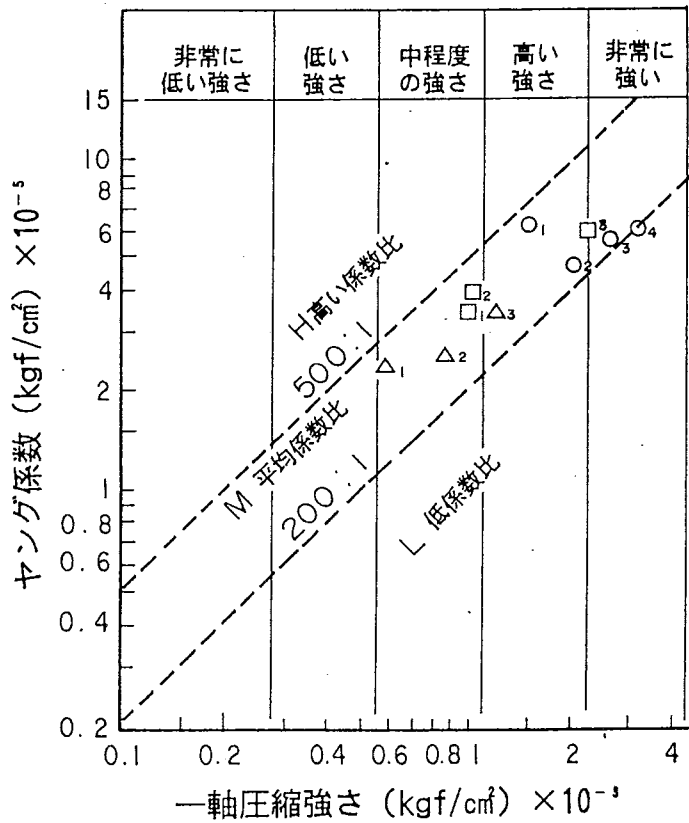


図5.4.8 一軸圧縮強度と静弾性係数（ヤング率）による岩石の分類
（Deere and Miller, 1966を土質工学会, 1974から引用、本孔データを追加）
本孔データ
：△泥岩，○砂岩，□礫岩
添え数字は各岩種の試料番号

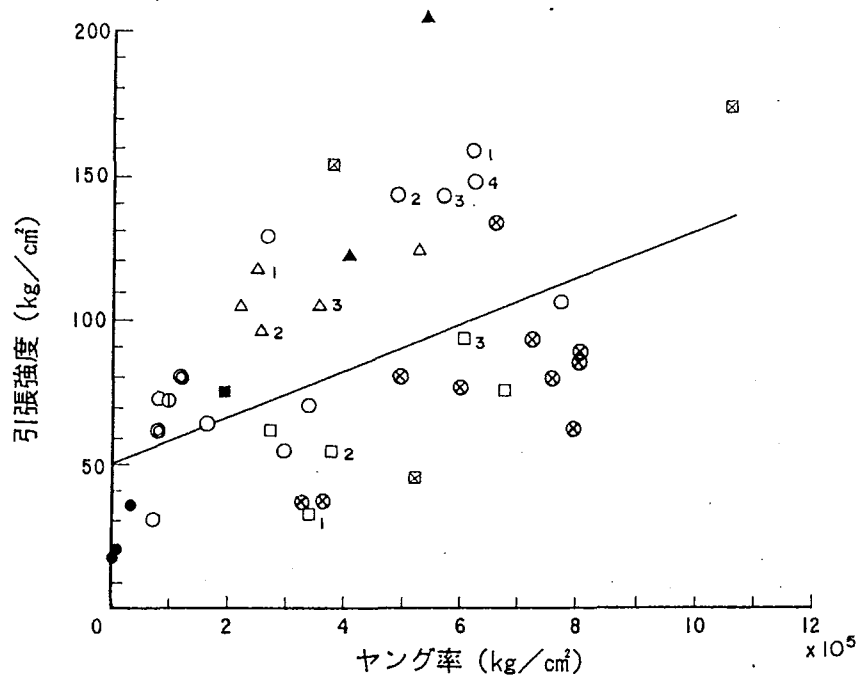


図5.4.9 引張強度と静弾性係数の関係（日本鉱業会, 1982に本孔データを追加）
 本孔データ：△泥岩，○砂岩，□礫岩 添え数字は各岩種の試料番号

5.5 熱特性

5.5.1 熱伝導率

図5.5.1に各種岩石の熱伝導率を示す。一般に岩石の熱伝導率は、鉱物種、含有鉱物の比率、空隙率、含水率などによって大きく異なる。堆積岩類をみるとシルトから頁岩、粘板岩の順に熱伝導率が高くなり、続成作用の進行とともに空隙率が低下していること関連している。本孔の泥岩の熱伝導率は $5.53 \sim 6.18 \times 10^{-3} \text{ cal/cm} \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C}$ 、砂岩は $7.68 \sim 8.61 \times 10^{-3} \text{ cal/cm} \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C}$ 、礫岩は $6.63 \sim 8.06 \times 10^{-3} \text{ cal/cm} \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C}$ の範囲にある。なお、先に述べた深度との対応は本孔ではみられない。

5.5.2 比熱

泥岩の比熱は $0.250 \sim 0.251 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$ (300°C)、砂岩は $0.248 \sim 0.249 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$ (300°C)、礫岩は $0.250 \sim 0.251 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$ (300°C)の値を示し、ほぼ一定している。泥岩及び礫岩は砂岩に比べやや高い値を示す。温度-比熱曲線(巻末資料)に示すように、温度と比熱の間には、比例関係(温度が高くなると比熱が大きくなる))みられる。

理科年表(1989)によると、花崗岩： $0.19 \sim 0.20 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$ ($20 \sim 100^\circ\text{C}$)、玄武岩： $0.20 \sim 0.24 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$ ($20 \sim 100^\circ\text{C}$)で、本試験結果がやや高い傾向を示す。

5.5.3 線膨張係数

泥岩の線膨張係数は $0.709 \sim 0.930 (\times 10^{-5} / ^\circ\text{C}, 300^\circ\text{C})$ 、砂岩は $1.69 \sim 1.196 (\times 10^{-5} / ^\circ\text{C})$ 、礫岩は $0.943 \sim 1.233 (\times 10^{-5} / ^\circ\text{C}, 300^\circ\text{C})$ を示している。

既存試料によると、粘板岩の線膨張係数は $9 \pm 1 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ (3試料 $20 \sim 100^\circ\text{C}$)(土質工学、1974)で、本孔のデータは、これと調和している。

5.5.4 熱特性と物理特性の関係

岩石の熱伝導率、比熱および線膨張係数は、岩石の鉱物組成、密度、構造、空隙率、水分含水量および圧力と関係する。特に、空隙率は岩石の熱特性に大きな影響を与える。一般に、空隙率が大きくなると、岩石の熱伝導率、比熱及び線膨張係数は小さくなることがわかっている。

本孔のデータでは、熱伝導率や線膨張係数についてやや相関(図5.5.2)がみとめられる。また、比熱と空隙率の関係では、データが限られた範囲に集中し、良い相関は認められなかった。含水比の相関は、同じ岩石では含水比が大きくなると熱伝導率及び比熱が大きくなることが知られている。これは空気に比べ、水の熱伝導率及び比熱が共に大きいためである。本孔のデータでは、熱伝導率や線膨張係数の間にやや相関が認められた(図5.5.3)が、含水比と比熱との間には、特に相関は認められなかった。

熱伝導率と単位体積重量の関係(図5.5.4)では、相関は認められなかった。

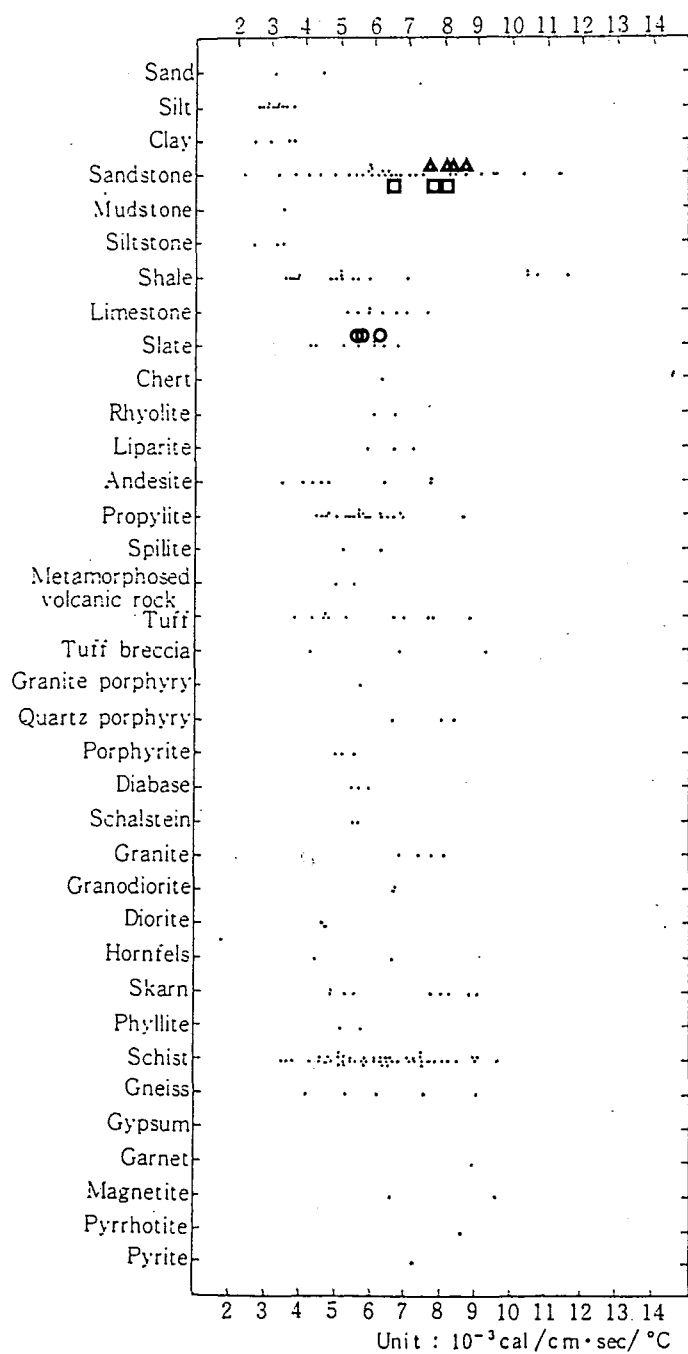
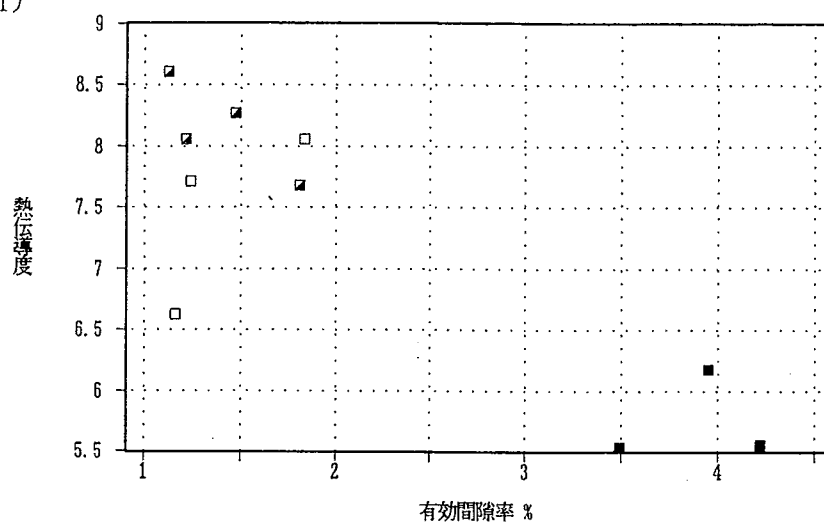


図5.5.1 各種岩石の熱伝導率

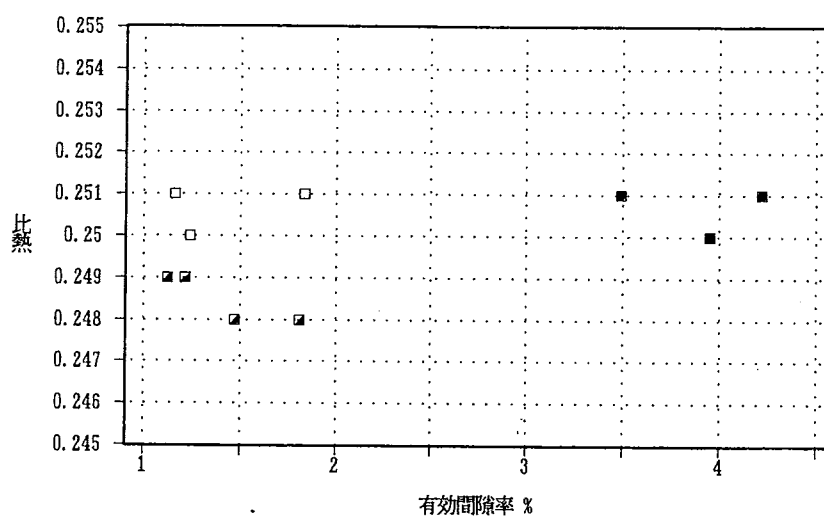
(Horai, 1964を地熱開発総合ハートブック, 1982が引用、本孔データを追加)

○泥岩, △砂岩, □礫岩

(1)



(2)



(3)

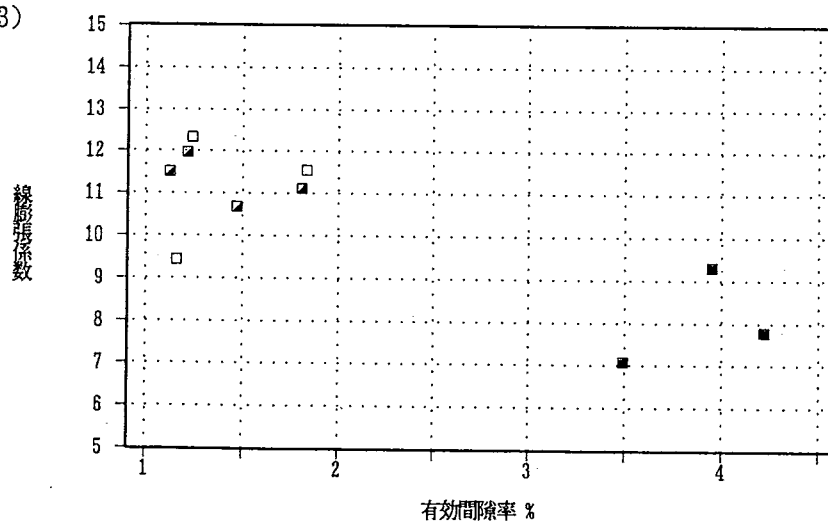


図5.5.2 熱伝導率，比熱，線膨張係数と有効間隙率の関係
■泥岩，▣砂岩，□礫岩

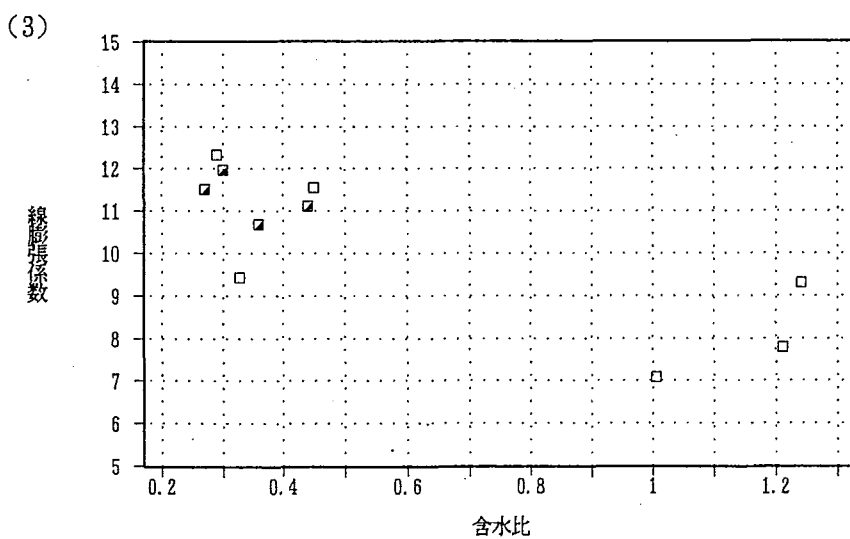
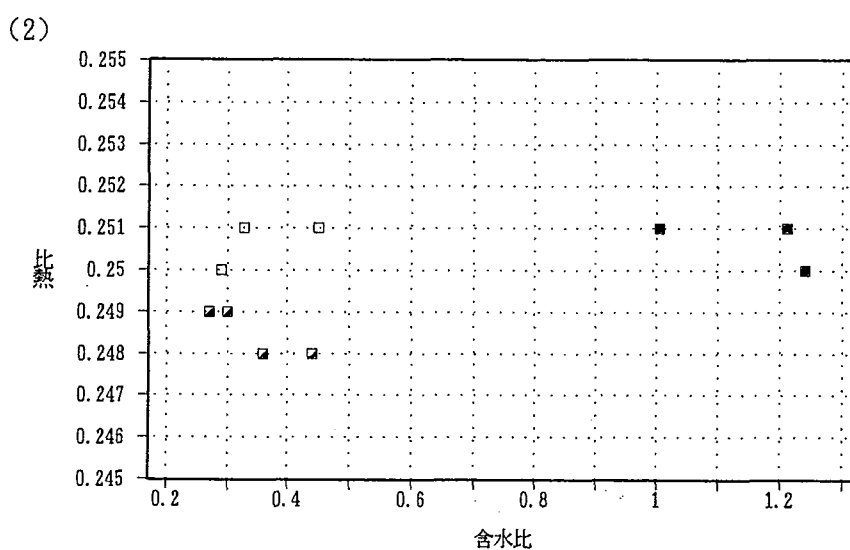
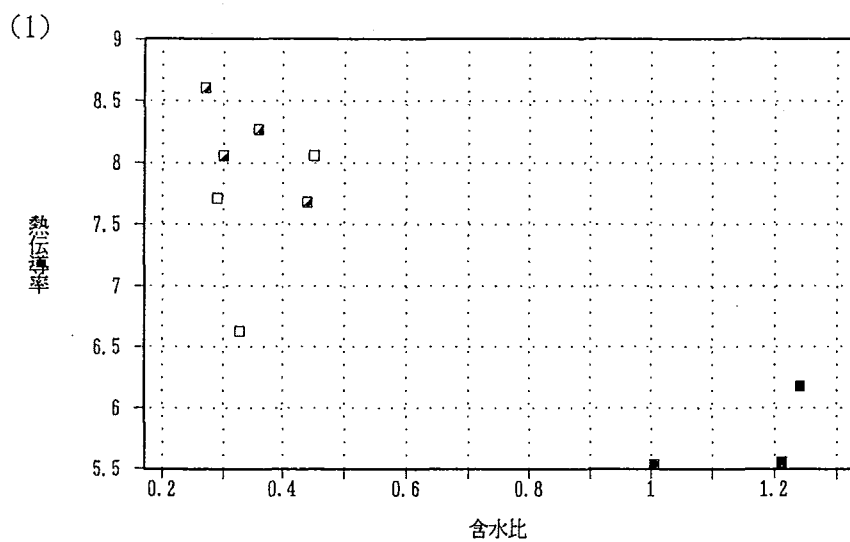
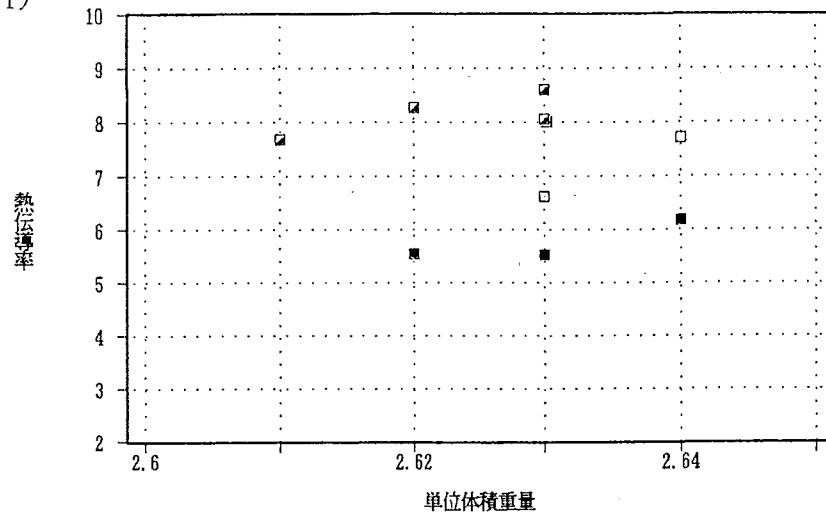
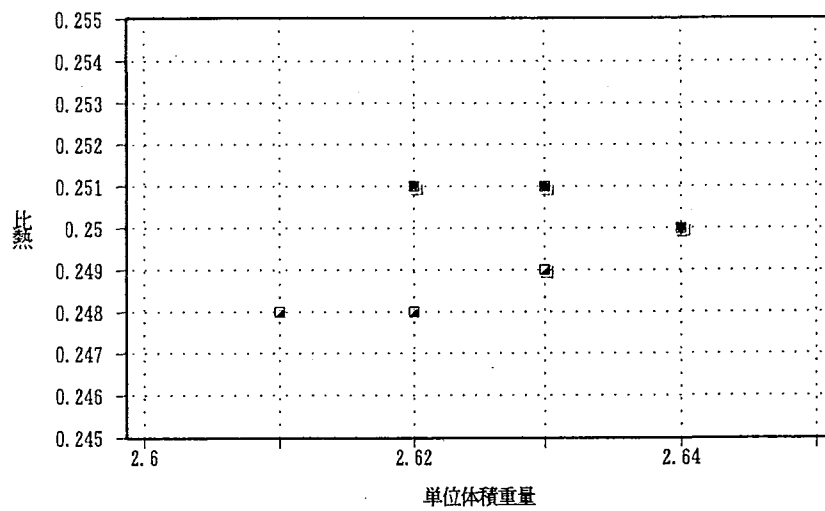


図5.5.3 熱伝導率，比熱，線膨張係数と含水比の関係
 ■泥岩，▣砂岩，□礫岩

(1)



(2)



(3)

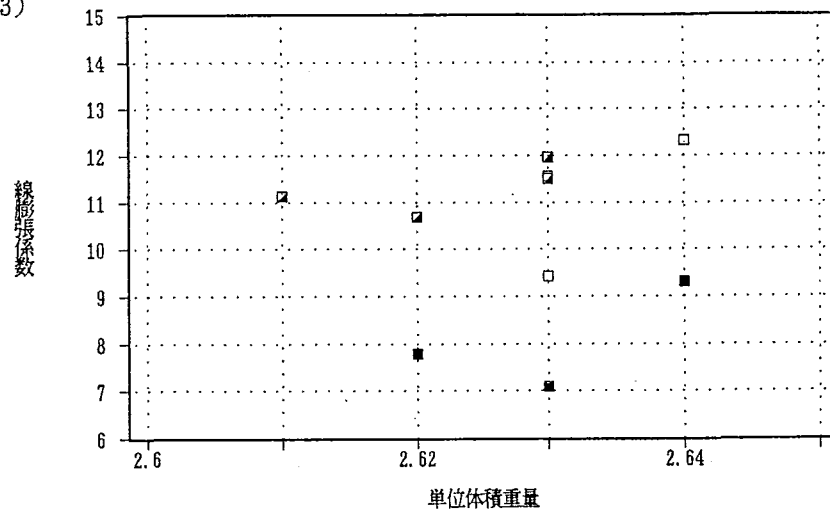


図5.5.4 熱伝導率，比熱，線膨張係数と単位体積重量の関係
■泥岩，▣砂岩，□礫岩

6. ボアホールテレビ観察データ

6.1 孔壁の概要

ボアホールテレビで観察される不連続面は層理面、開口亀裂、ヘアークラック、破碎帯と鉱物脈とに分けられる。開口亀裂として記載したものは亀裂、節理のうち特に画像上で開口が認められ、開口幅の測定が可能なものである。ヘアークラックと記載したものは亀裂、節理で開口が認められないものを対象とした。破碎帯は上盤と下盤に分けて記載した。これら不連続面の孔壁での展開画像を別冊資料に示す。

計測された不連続面数は1,037本で、このうち1,003本が開口亀裂(136本)、ヘアークラック(861本)と破碎帯(9本)である。

図6.1.1に深度-亀裂頻度分布図を示す。

亀裂の発達状態は深度60m付近まで31~33本/10mと相対的に亀裂が多く、深度60~140mで17~33本/10mと少なくなる。深度140~220mでは54~23本/10m、深度220~380mで17~32本/10m、深度380~410mで6~19本/10mである。尚、深度114.50~116.20m区間、250~269.20m区間は孔壁からの崩落のために観察不能で、423~525m区間は孔内水の浮遊粒子が沈降しないため観察不能であった。

6.2 岩盤の不連続面の構造方向

図6.2.1に不連続面のシュミットネット投影図(極, 下半球)を示す。また、深度毎のシュミットネット投影図を図6.2.2に示す。

図6.2.3に投影図のコンターマップを示す。

全不連続面は、ENE-WSW走向、南傾斜に集中し、平均走向傾斜はN63E, 45SEである。

不連続面の内、層理面はN54E, 40SE、開口亀裂はN77E, 50SE、ヘアークラックはN67E, 45SE及び60NWに集中域がみられる。鉱物脈の構造方向は分散するが、ENE-WSW, NE-SW, NSの3方向があり、破碎帯はENE-WSW, NW-SEの2方向がみられる。

このように、開口亀裂、ヘアークラックは層理面とほぼ類似した構造方向を示す。これは、層理面を利用した重力的な滑りによる不連続面が卓越していることを示すのか、観察上、層理面が掘削の影響によって孔壁周辺のみ開口性やクラックとして判断されているのかは不明である。また、開口亀裂とされているものの中には砂岩と泥岩の境界部で泥岩が強度的に弱いため、泥岩部が掘削によって拡張し見掛上開口しているように判断されるものがある。このような点は今後に残されたボアホールテレビ観察上の問題である。

層理面の方向を深度別(図6.2.4)に見ると、各深度で測定数が少ないため判断できないがNE-SW~ENE-WSW方向にやや変化している。これは、層理面として判断しているものの中にはラミナ(葉理)や乱堆積構造の堆積面を測定していることによる。一般にタービダイト堆積物は上部の泥岩層で低傾斜で、粗粒岩層で比較的高傾斜になって

いる。

開口亀裂の方向を深度別（図6.2.5）に見ると、各深度にNE-SW～ENE-WSW方向、南傾斜のものが集中している。また、このNE-SW～ENE-WSW方向で北傾斜を示すものは、層内でのみ発達するもので、深度50～200m、400～450mの区間で集中がみられる。

開口亀裂でNW-SE方向のものは、50～150m、200～250m区間に、NNE-SSW方向のものは300～400m区間にそれぞれ発達する。

ヘアークラックの深度別（図6.2.6）の卓越方向は基本的に開口亀裂のそれと類似する。NE-SW～ENE-WSW方向で北傾斜を示すものは、層内でのみ発達し、物性差（延性度較差）の違いによって形成されるものである。明瞭に集中する深度は200m以深で砂岩が卓越する区間である。また、200m以浅では砂泥互層が卓越する区間で砂岩の比率が下位層に比べて低いため、相対的に集中度が低くなっている。また、開口亀裂と卓越方向が大きく異なる区間は400～450m区間で、NW-SE～NNW-SSE方向が卓越する。

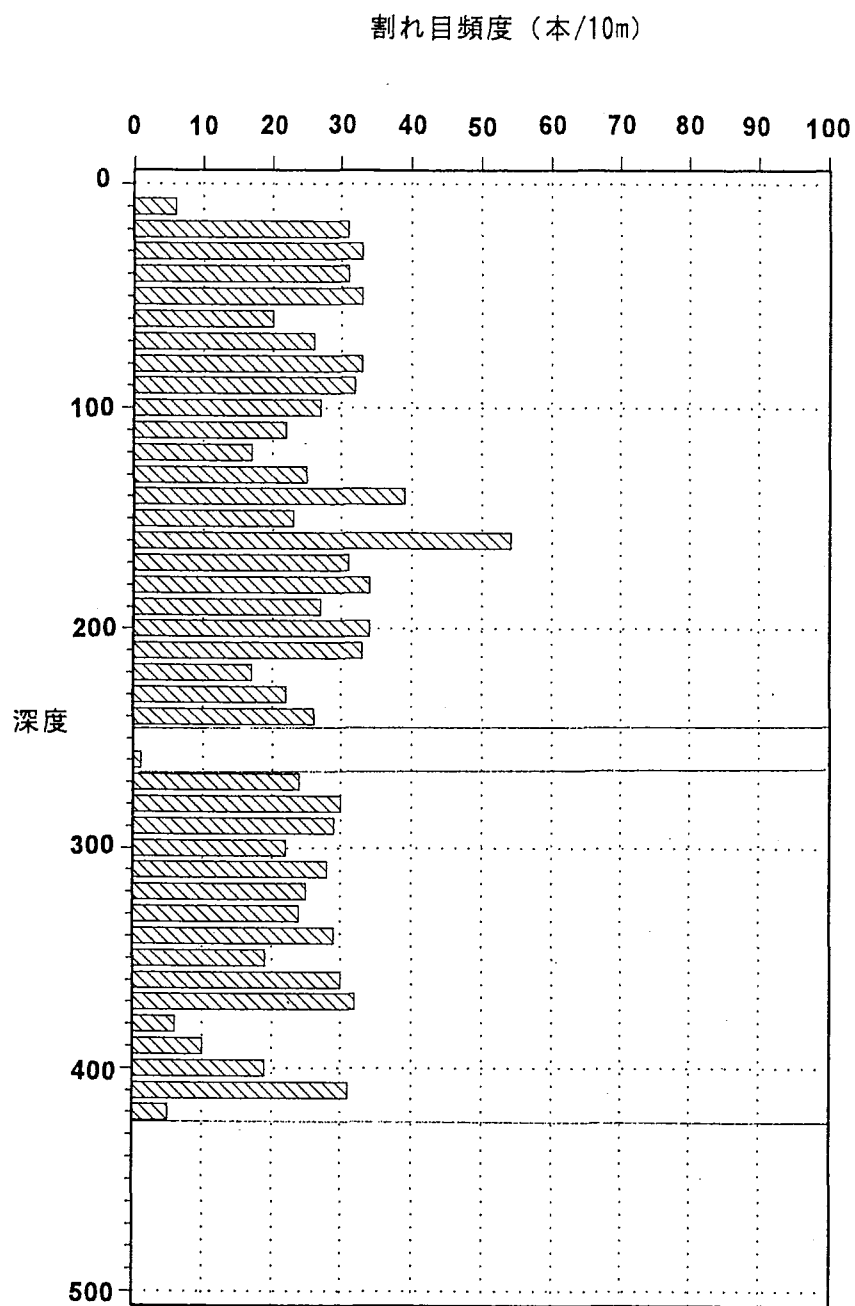
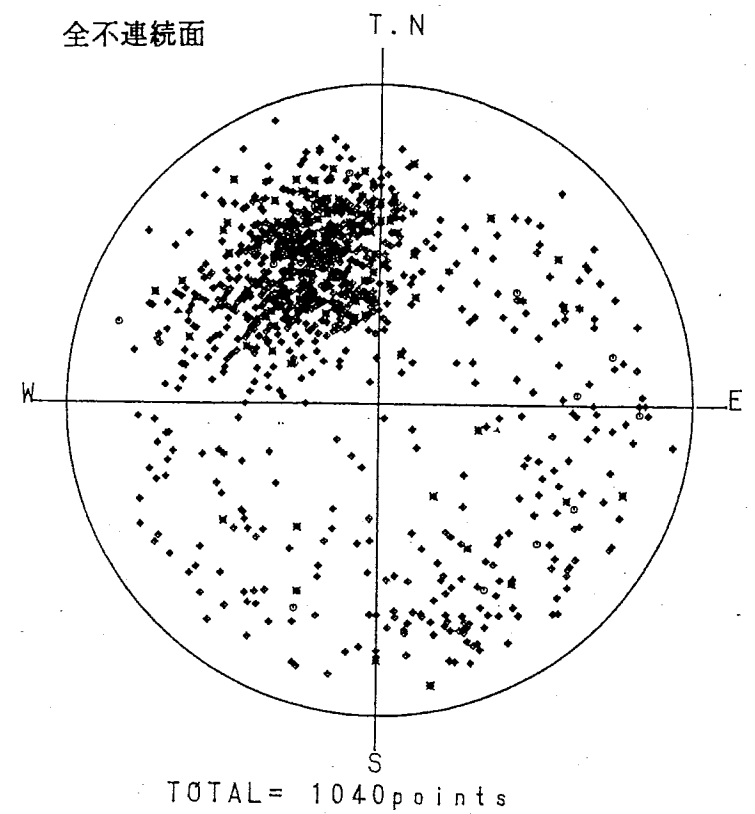


図6.1.1 深度一割れ目頻度分布図



△: 初生構造	-----	18points
*: 開口亀裂	-----	136points
◇: ヘアークラック	-----	861points
☆: 破碎帯	-----	9points
○: 鉱物脈	-----	16points

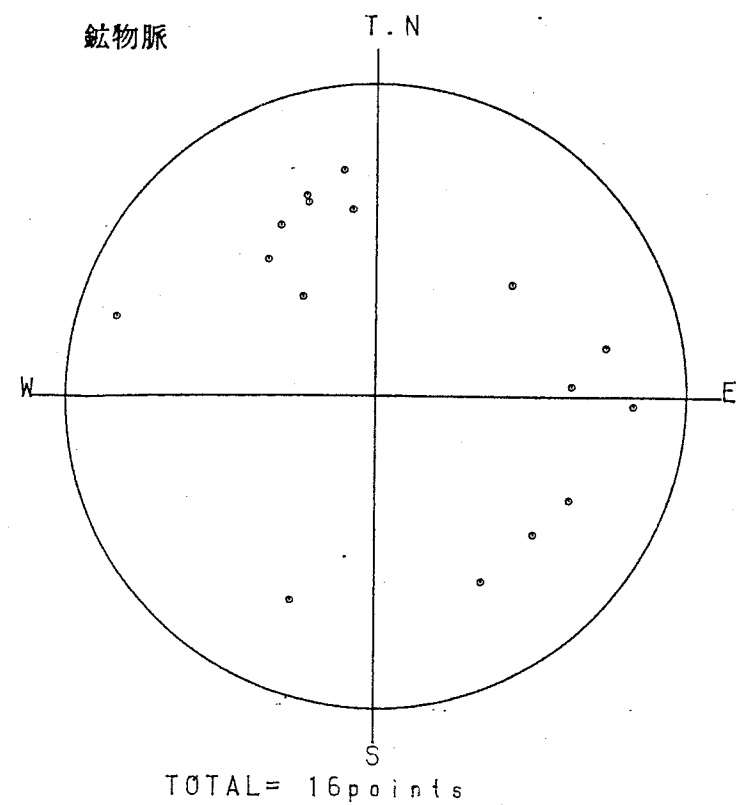
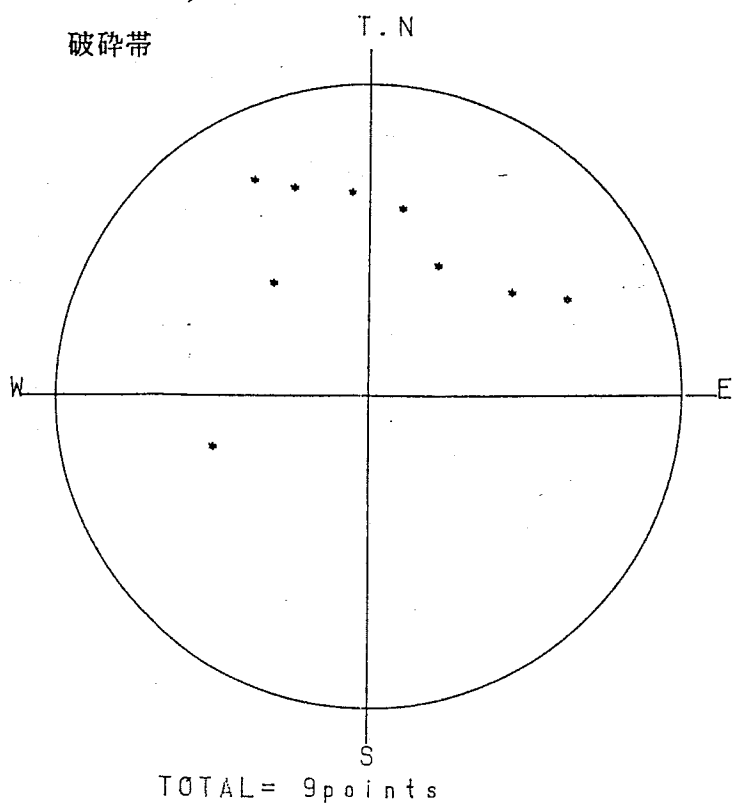
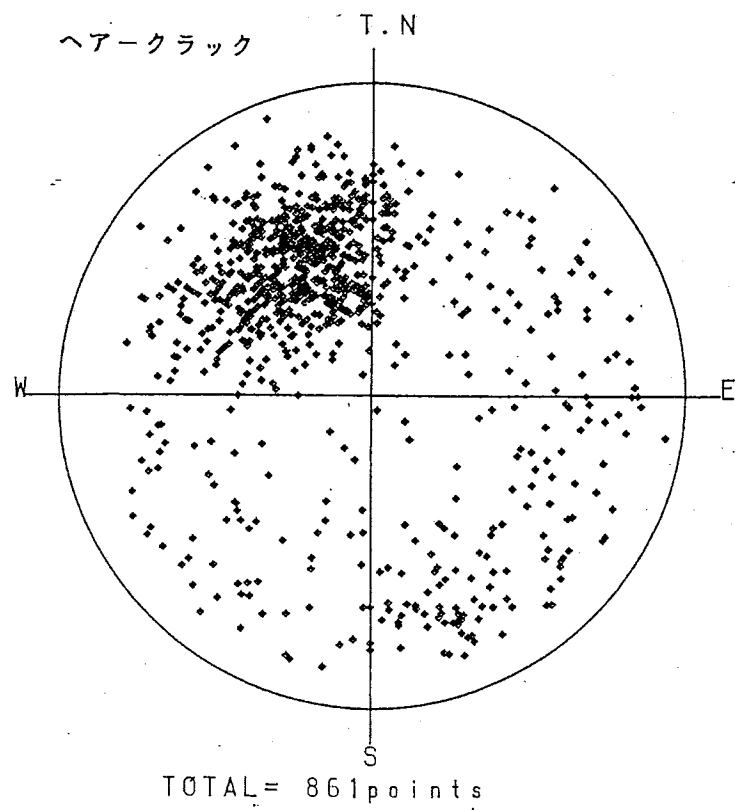
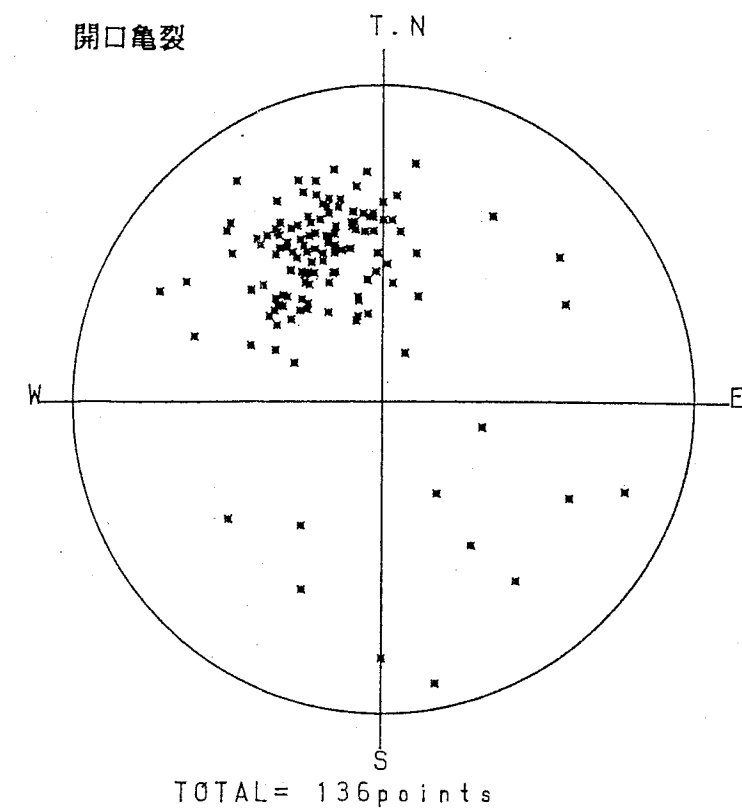
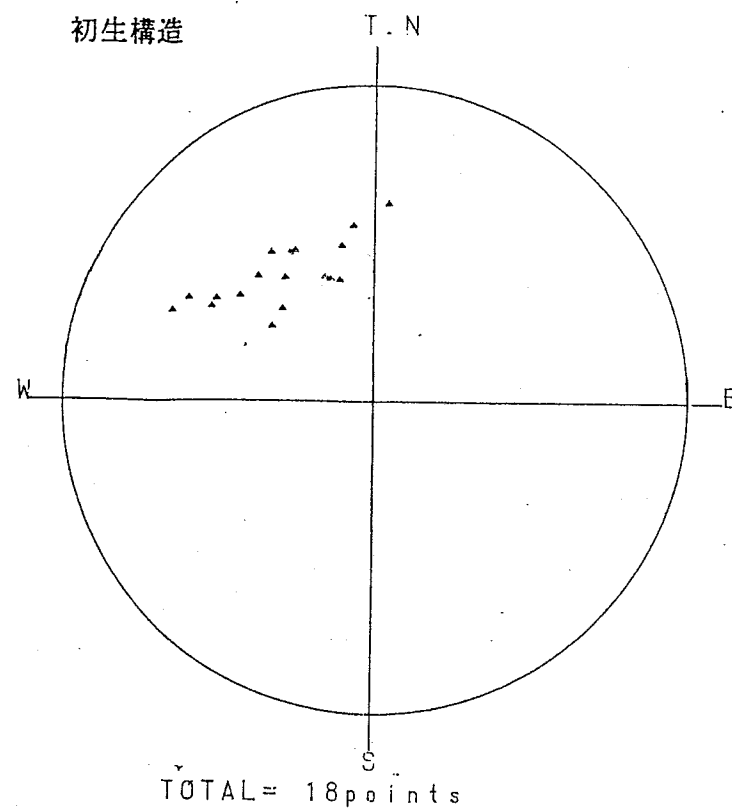
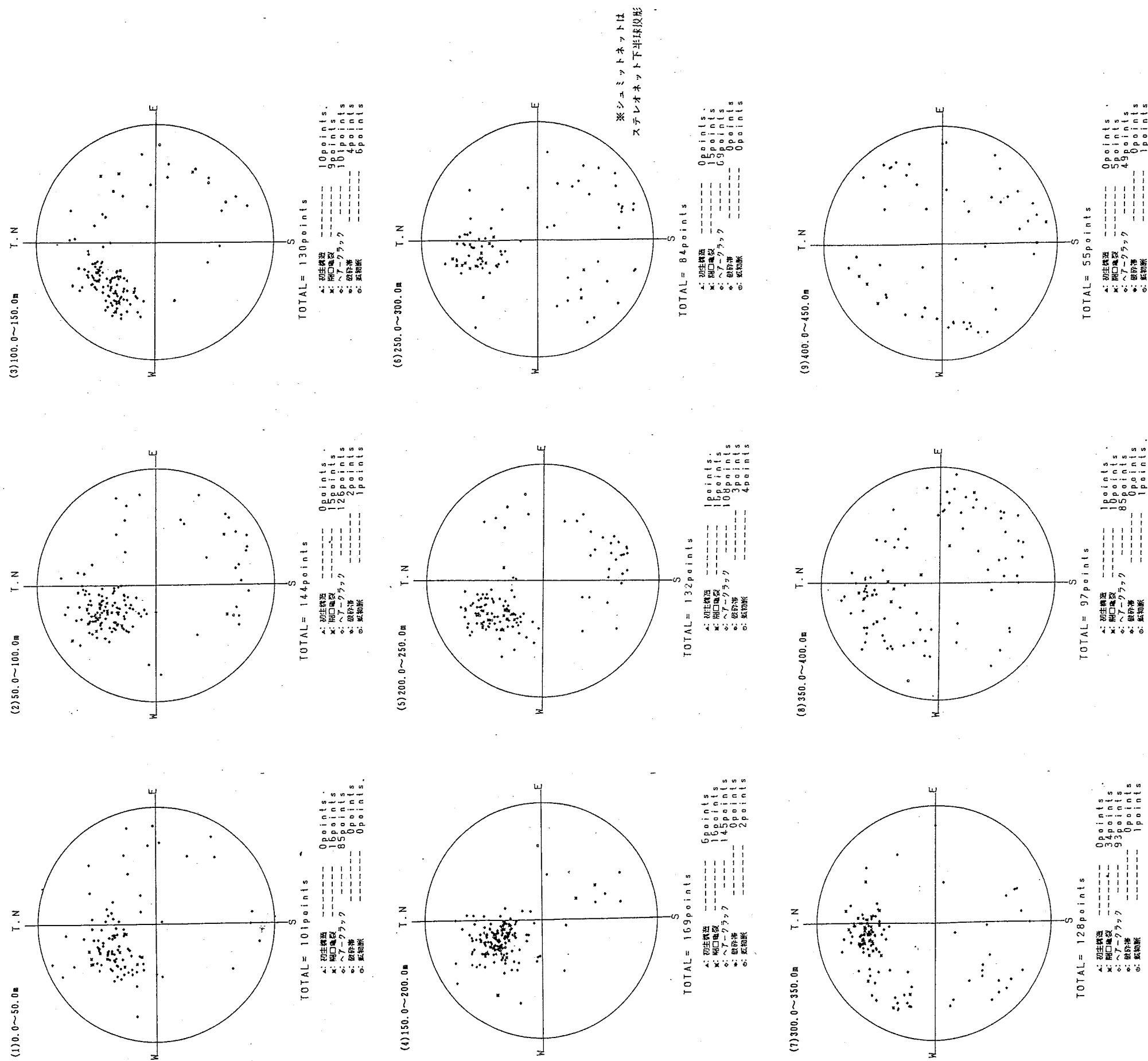


図6.2.1 不連続面シュミットネット投影図

※シュミットネットはステレオネット下半球投影
-69~70-



※シュミットネットはステレオネット下半球投影

図6.2.2 深度別の不連続面シュミットネット投影図

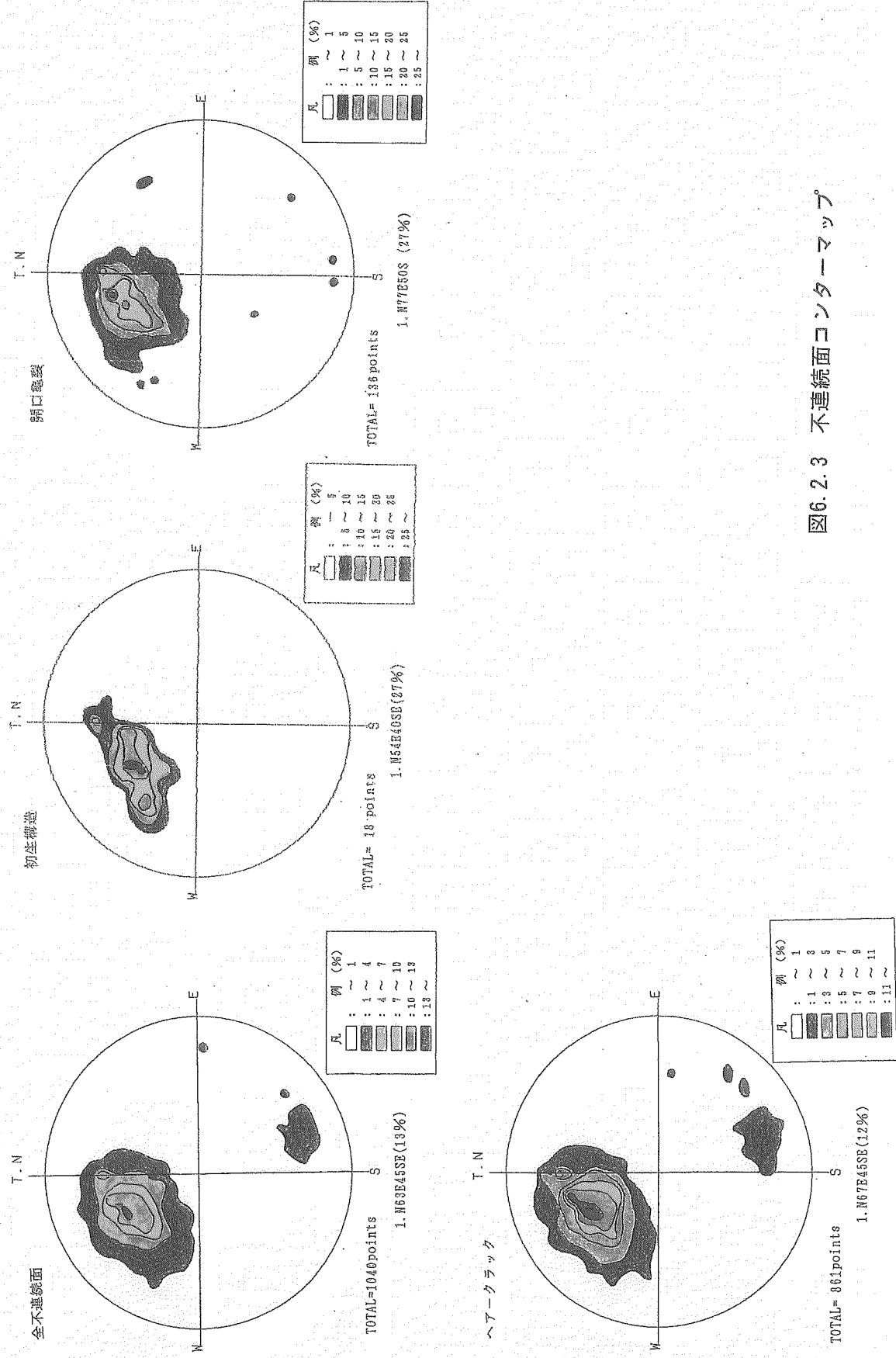


図6.2.3 不連続面コンターマップ

※シュミットネット下半球投影

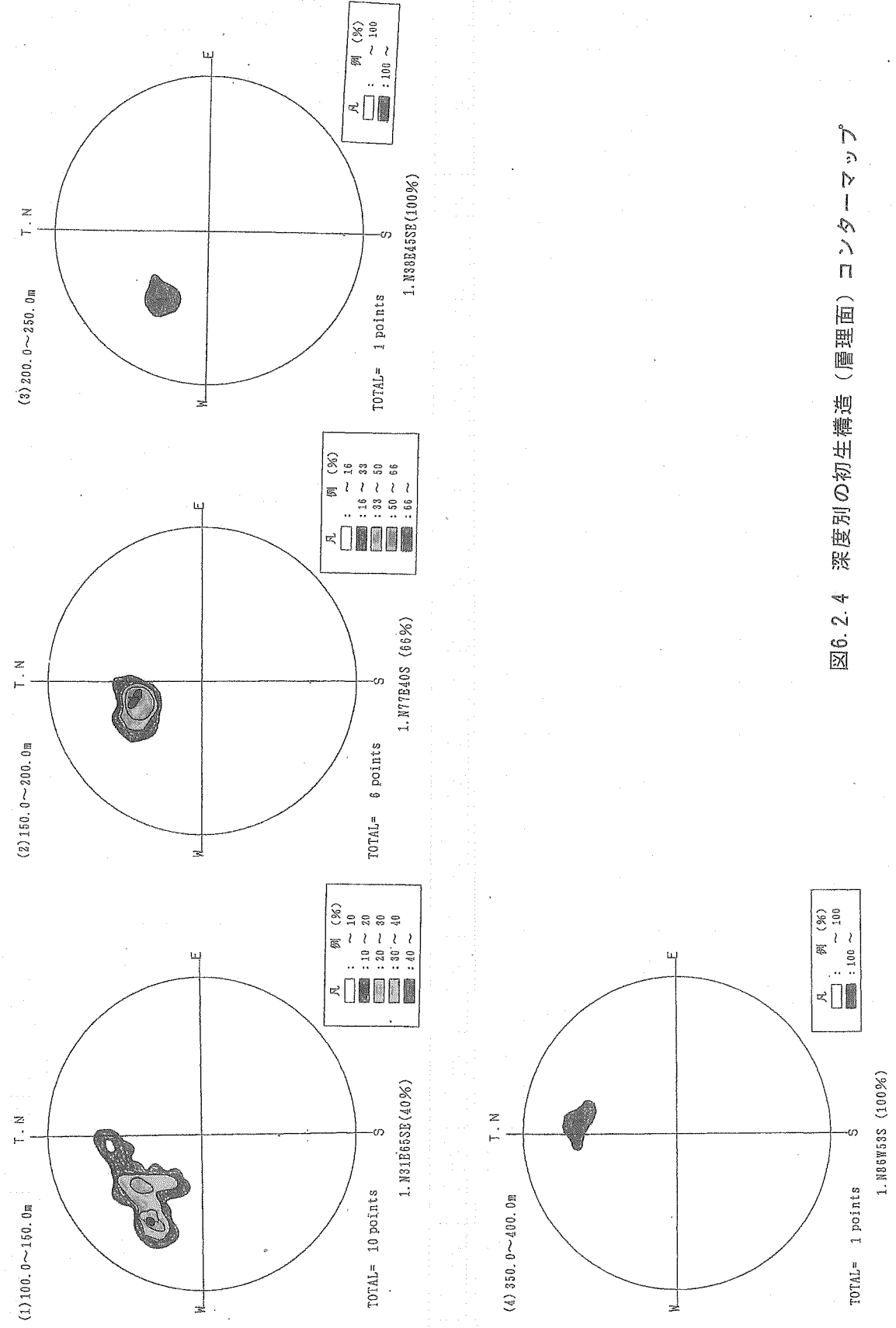


図6.2.4 深度別の初生構造 (層理面) コンターマップ

※シュミットネット下半球投影

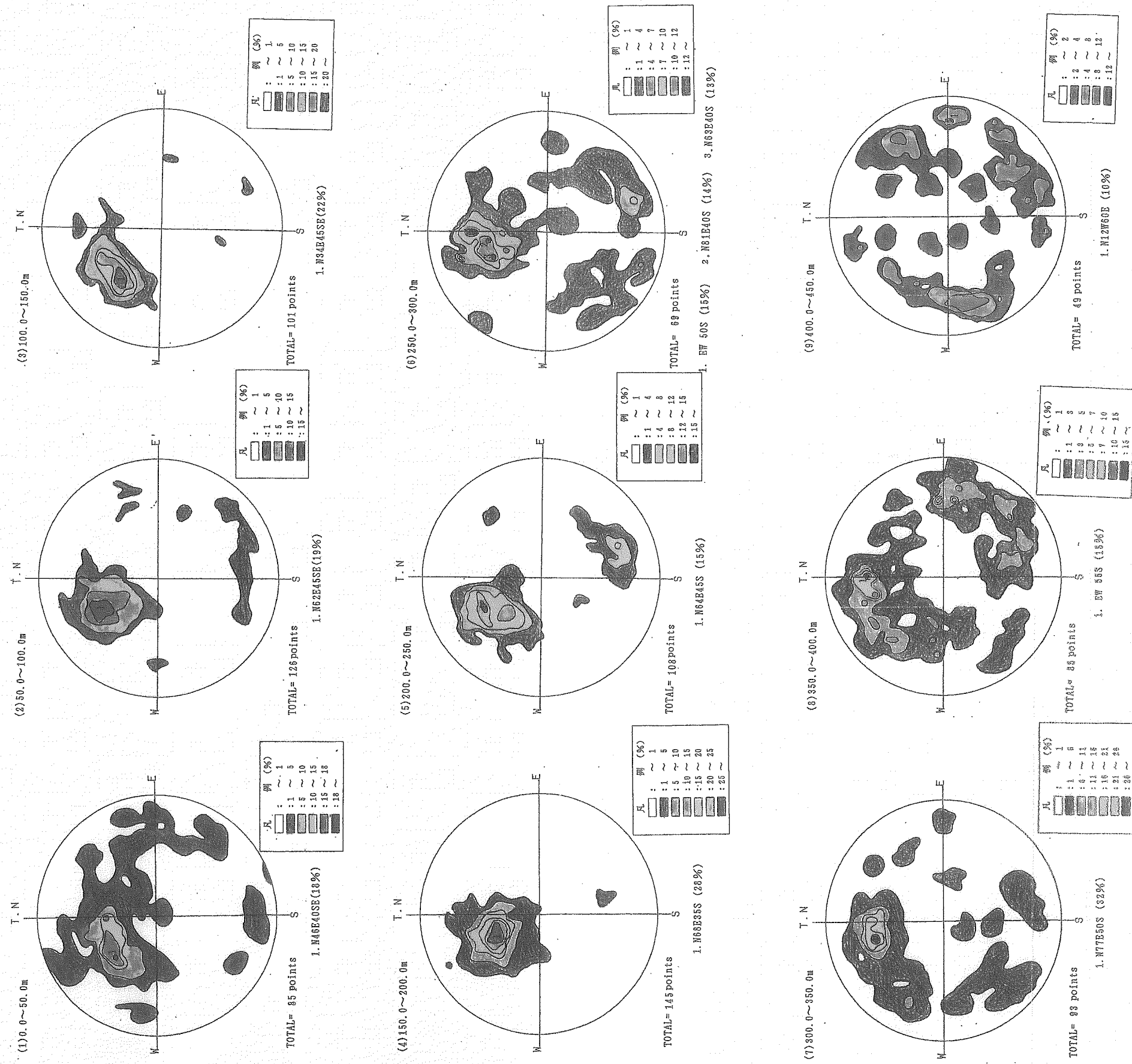


図6.2.6 深度別のヘアークラックコンターマップ

※シュミットネット下半球投影

7 透水試験データ

7.1 現地試験の概要

間隙水圧測定及び透水試験（J F T 試験）は、低水圧制御水理試験PNC-200型器を用いて計5区間で実施した。本試験装置は回復法，注入法，パルス法による測定が可能であるが、浅部の1区間が回復法、以深の4区間はパルス法で実施した。なお、測定区間長は $L=260\text{cm}$ である（図7.1.1）。

7.2 試験結果

試験結果を、岩相，R Q Dとともに表7.2.1にまとめた。

(1) 間隙水圧

各層の間隙水圧分布を図7.2.1に示す。

表7.2.1には、各測定区間の間での静水圧分布からの差圧を示した。各測定深度での間隙水圧は全体に深部になるに従ってやや減圧状態になる傾向があるが、332.10mの測定区間ではその上の測定区間に比べてやや増圧している（約 0.39kgf/cm^2 ）。

最浅部の43.00mの測定区間の間隙水圧を基準にすると、最深部の476.20mの測定区間までで 2.62kgf/cm^2 の減圧である。

(2) 透水係数

表7.2.1に示すように、透水係数と岩相は透水係数の各測定区間での泥岩，砂岩，礫岩，砂泥互層の構成比率をみても関連性がない。また、R Q Dとも相関性を認めるには困難である。

ボアホールテレビ観察による孔壁観察では各測定区間での割れ目の状況は以下のようにまとめられる。

① 深度43.00～45.60m

この区間には $\wedge$ クラックが5本、開口性亀裂が2本みられる。各割れ目ともに傾斜が $23\sim 37$ 度と低傾斜で堆積構造を利用したものである。開口性亀裂は43.02m及び43.84mで、それぞれ3mmと6mmの開口幅を有する。特に後者は細礫岩と泥岩のタービダイト境界で開口している。

② 深度142.50～145.10m

この区間には $\wedge$ クラックが8本、開口性亀裂が1本みられる。 $\wedge$ クラックの全ては細互層の堆積構造であり、密着している。また、開口性亀裂も下端は開口しているが上端は密着している。

③ 深度225.00～227.60m

この区間には $\wedge$ クラックが4本、開口性亀裂が1本みられる。 $\wedge$ クラックの全ては泥岩の薄層や泥岩の堆積構造であり、密着している。開口性亀裂は砂岩中にみられ、13mmの全測定区間で最大幅を示すものである。この割れ目も基本的には堆積構造で、

周辺の微小割れ目との関係から逆断層センスを示す。

④深度332.10～334.70m

この区間には $\wedge$ 7-クラックが1本、開口性亀裂が5本みられる。 $\wedge$ 7-クラックは砂岩の粒度境界で密着している。また、開口性亀裂は互層部、砂岩泥岩境界にみられるものと砂岩部に発達する幅2cm程度のガウジの固結した断層である。

⑤深度476.20～478.80m

この区間は孔内水の沈降しない浮遊粒子が多く観察が不可能であった。

以上、最深部の測定区間を除き、各測定区間の透水係数と孔壁観察結果とを比較すると、以下のようにまとめられる。

- ・堆積岩系でみられる $\wedge$ 7-クラックはその多くが堆積構造を反映したもので、本数や形態と透水係数とは相関性がない。
- ・開口性亀裂は掘削の影響によって孔壁がみだれ見掛上開口しているようにみえるが透水係数と直接的に関係しないことを考えると、開口していないものである可能性がある。今後のボアホールテレビ観察上の問題点として挙げられる。
- ・透水試験区間での割れ目は、そのほとんどが堆積構造を反映した不連続面である。透水性と関連した割れ目はその不連続面を利用した剪断作用による割れ目が関係している。

(3) t - $\log H$ 図から見た割れ目の状態

透水試験での時間(t)－水頭差($\log H$)図で、その曲線の形状によって直線型と曲線型の2つのタイプに分けられる。

特に曲線型は、直線型と違って岩盤の貯留係数が大きい場合に生じることが多く、水圧の変化によって亀裂部の体積変化が生じているような場合が考えられる。試験孔内では、水位を低下させると試験孔内周辺の間隙水圧が低下して、帯水層の有効応力が増加した結果、帯水層からの絞り出しが生じるためである。

各測定区間での t - $\log H$ 図の形状は、深度332.10m区間のみ曲線型であった。

この区間と他の区間との違いは、先にも述べたように、開口性亀裂のなかでも幅2cm程度のガウジの固結した断層が砂岩部に発達することである。この固結断層が曲線型の原因とも考えられる。

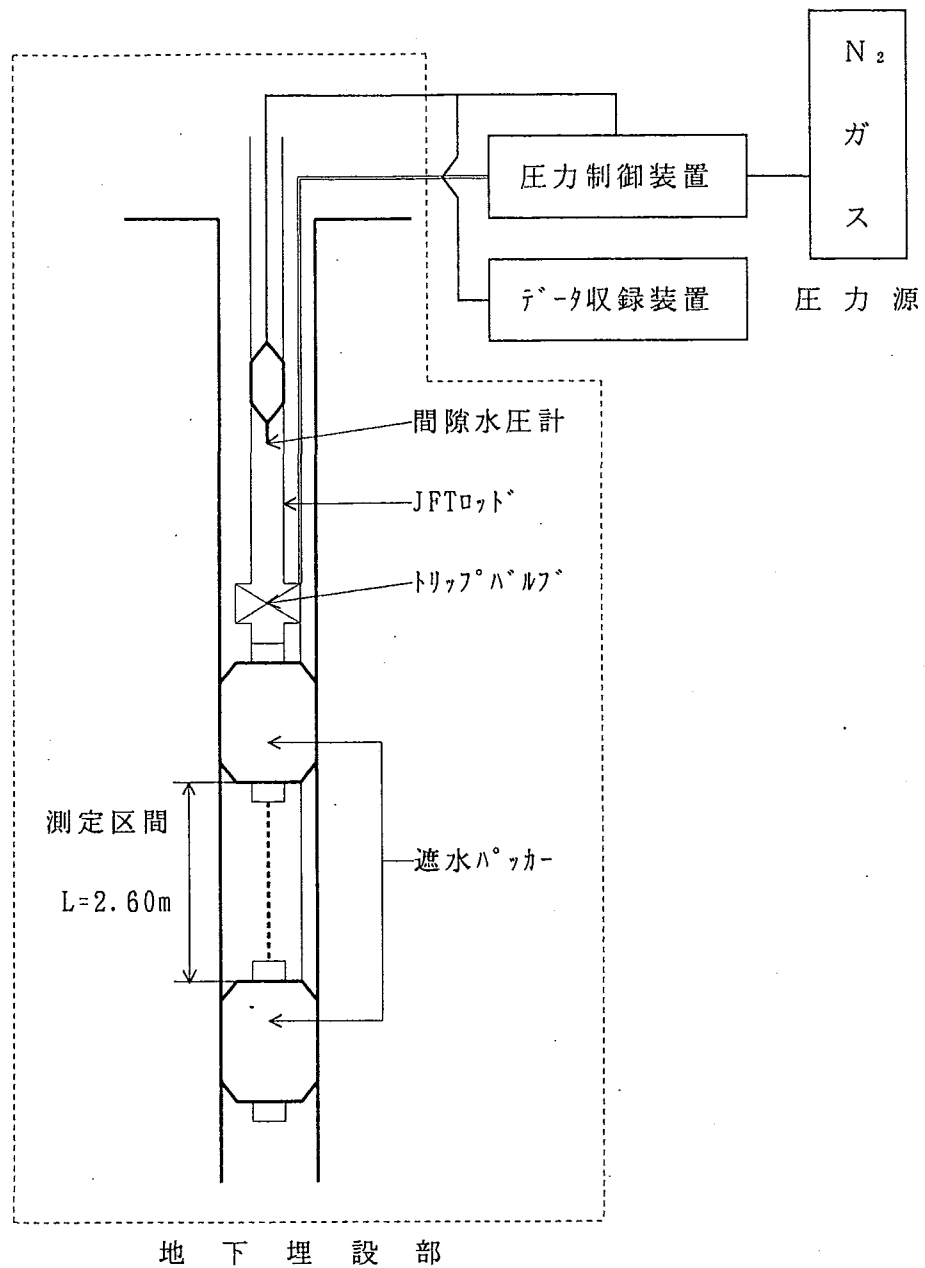


図7.1.1 測定機器の模式図

表7.2.1 透水試験結果一覧表

測定深度 (GL-m) 孔径検層 (mm)	岩石名	RQD	間隙水圧(Pw)		各測定深度毎 * 間隙水圧差 **深度差/10 カッコ: (*-**)	透水係数 k (cm/sec)
			平衡水位 (GL-m)	間隙水圧 kgf/cm ²		
43.00 ~45.60 98mm	43.0-43.8 砂岩 43.8-43.9 礫岩 43.9-44.2 泥岩 44.2-44.9 砂岩 44.9-45.6 互層	(50) 46 13 56 (87)	10.98	3.2	* 8.80 **9.95 (-1.15) * 7.40 **8.25 (-0.85) * 11.10 **10.71 (+0.39) * 13.40 **14.41 (-1.01)	3.44×E6
142.50 ~145.10 97mm	142.5-142.6 砂岩 142.6-144.8 互層 144.8-145.1 泥岩	(51) 30 20 0 (36)	22.10	12.0		3.19×E8
225.00 ~227.60 96mm	225.0-225.5 砂岩 225.5-226.3 泥岩 226.3-227.6 砂岩	(43) 28 0 40 (10)	31.06	19.4		1.66×E6
332.10 ~334.70 104mm	332.1-332.5 砂岩 332.5-332.6 泥岩 332.6-333.2 砂岩 333.2-333.5 互層 333.5-333.9 砂岩 333.9-334.6 砂岩 334.6-334.7 礫岩	(35) 67 55 0 (15)	27.47	30.5		4.46×E8
476.20 ~478.80 102mm	476.2-477.5 砂岩 477.5-478.8 礫岩	(87) 18 25 80 (51)	37.03	43.9		8.51×E8

(注) 互層: 砂泥細互層, RQD: カッコは測定区間上下位部分。

間隙水圧は上部ハッカーの最下端での水圧とした。

E:10⁻

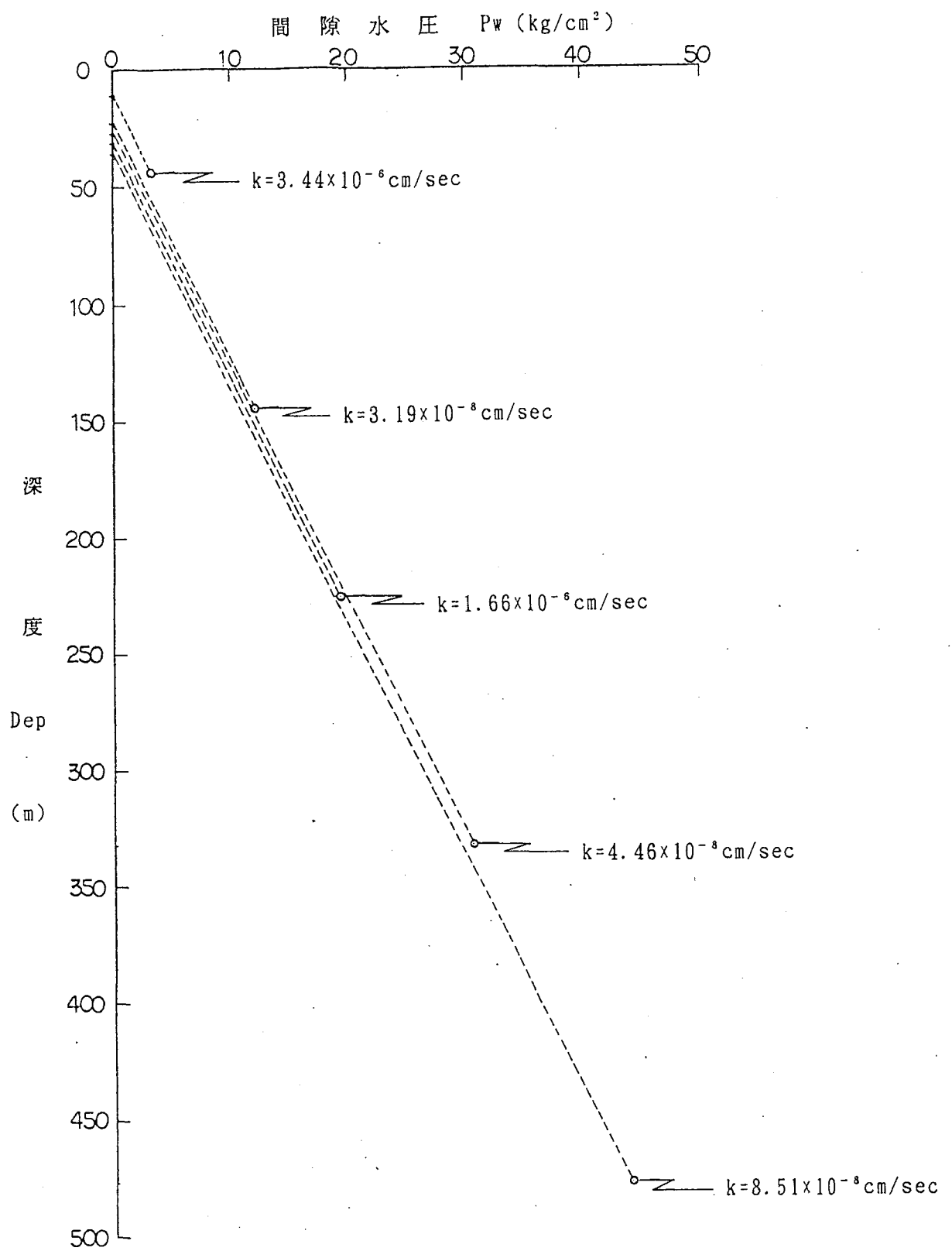


図7.2.1 間隙水圧分布図

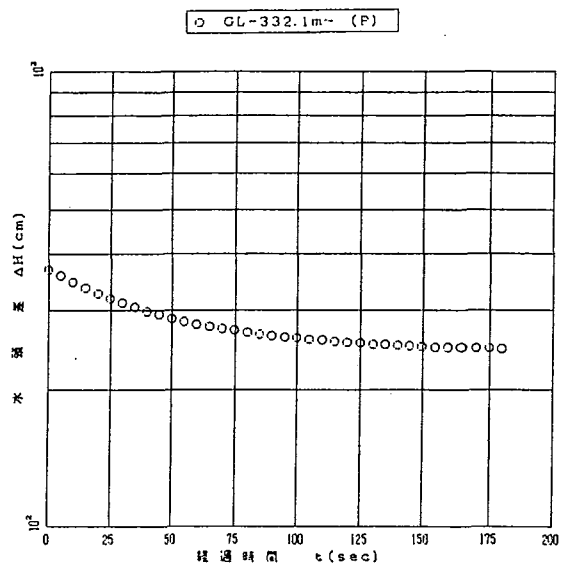
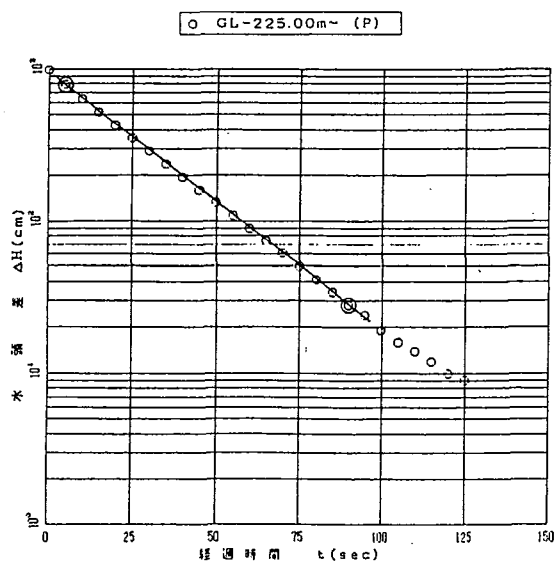
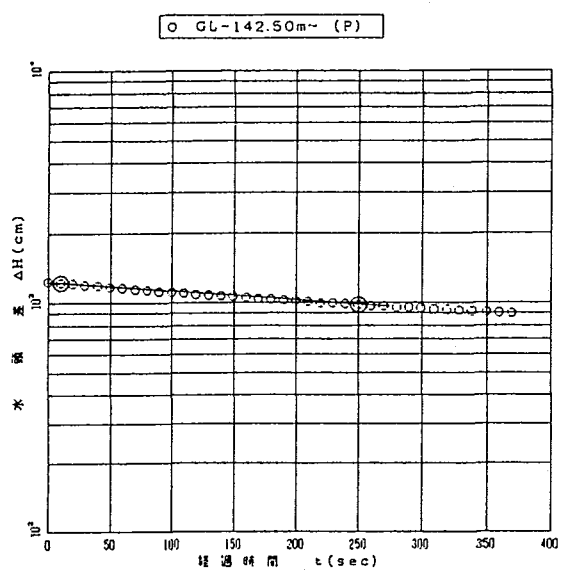
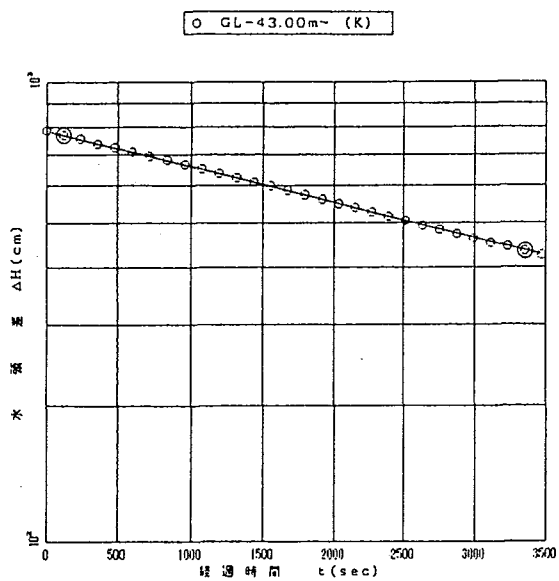


図 7.2.2 $t - \log H$ 図

8 総括

深地新居浜No.1孔（掘削長525.3m）の岩芯調査及び孔内を利用した各調査データは以下のようにまとめられる。

(1) 岩芯で確認された和泉層群は、泥岩～砂岩～礫岩の一連の単層よりなるタービダイトから構成されている。その特徴からシーケンスを区分し、部層の岩相とシーケンス区分によって、上位からA～D累層までまとめた。

A累層は、下位より上方細粒化薄層→上方細粒化厚層→上方厚層・細粒化シーケンスの変化があり、砂岩がち礫岩泥岩互層から泥岩がち砂岩礫岩互層へと移り変わる。

B累層は、下位より上方細粒化薄層→上方厚層・細粒化シーケンスの変化があり、砂岩がち礫岩泥岩極細互層から泥岩がち砂岩礫岩細互層へと移り変わる。

C累層は、下位より上方薄層・細粒化→上方細粒化厚層シーケンスの変化がある。本累層は、シーケンスの規則的なサイクルによって、上位からC-1累層、C-2累層、C-3累層に区分した。C-1累層は砂岩礫岩互層から砂岩がち礫岩泥岩互層、C-2累層は砂岩がち礫岩互層から砂岩がち礫岩泥岩互層、また、C-3累層は礫岩がち砂岩泥岩互層から砂岩がち礫岩泥岩互層に、さらに砂岩へと移り変わる。

D累層は、上方細粒化厚層シーケンスからなり、砂岩がち礫岩泥岩互層から砂岩がち礫岩互層へと移り変わる。

(2) 岩芯の採取状況はコア欠如（採集不能）区間長が23.26mで、礫状コア区間長が154.19mで、合計177.45mに達する。これらの区間は単層内部に発達する不規則な（非系統的な）割れ目の発達に関連している。

(3) 観察された全割れ目3,315本の内、最も多いパターンはPパターンで全体の53%(1,743本)を占め、ついでCパターン22%(728本)、Iパターン17%(570本)、Sパターン8%(274本)となっている。

(4) 割れ目との平均角度は40～50度を示す。A累層とB累層では下部ほど平均角度が増す傾向がみられ、またC累層では下部のC3累層ほど高角度になる。この傾向は各累層の下部で粗粒化、薄層化することに関連している。

(5) R Q Dは一般に泥岩部で高く、砂岩部で小さい傾向がある。また、岩盤分類（電中研式）ではCL及びCM級が主体で、200m以浅ではD級が比較的多く分布する。

(6) 割れ目の充填鉱物は、方解石、粘土（頁岩の破碎物）、沸石、黄鉄鉱が認められる。方解石は細脈状で葉理に直交するものが多く、一部に黄鉄鉱と共生する。破碎帯中の灰白色粘土はセリサイト+緑泥石（一部に沸石類を伴う）であった。

(7) ボアホールテレビ観察による割れ目の発達状況は、深度220m付近まで約30本/10mと相対的に亀裂が多いのに対して、深度220m付近より以深では、約25本/10mと比較的少なくなっている。またその大半がヘアークラックで層理面や葉理面を利用したものが多い。

不連続面の内、層理面はN54E, 40SE、開口亀裂はN77E, 50SE、ヘアークラックはN

67E, 45SE及び60NWに集中域がみられる。破碎帯はENE-WSWとNW-SEの2方向が分布する。

層理面は深部になるに従ってNE-SW方向がENE-WSW方向にやや変化する。

開口亀裂は各深度でNE-SW～ENE-WSW方向, 南傾斜のものがみられる。また同方向で北傾斜のものは層理面に直交するもので、深度50～200m区間及び400～450m区間にみられる。

ヘアークラックの深度別の卓越方向は開口亀裂にほぼ類似する。

(8) 電気検層による比抵抗分布は、泥岩及び破碎帯で低比抵抗を示し、砂岩と泥岩の単層単位での互層が比抵抗のリズミックな変化に示されている。また、RQDの分布傾向と比抵抗の分布傾向は大まかには良く一致し、岩盤の亀裂状況を反映している。

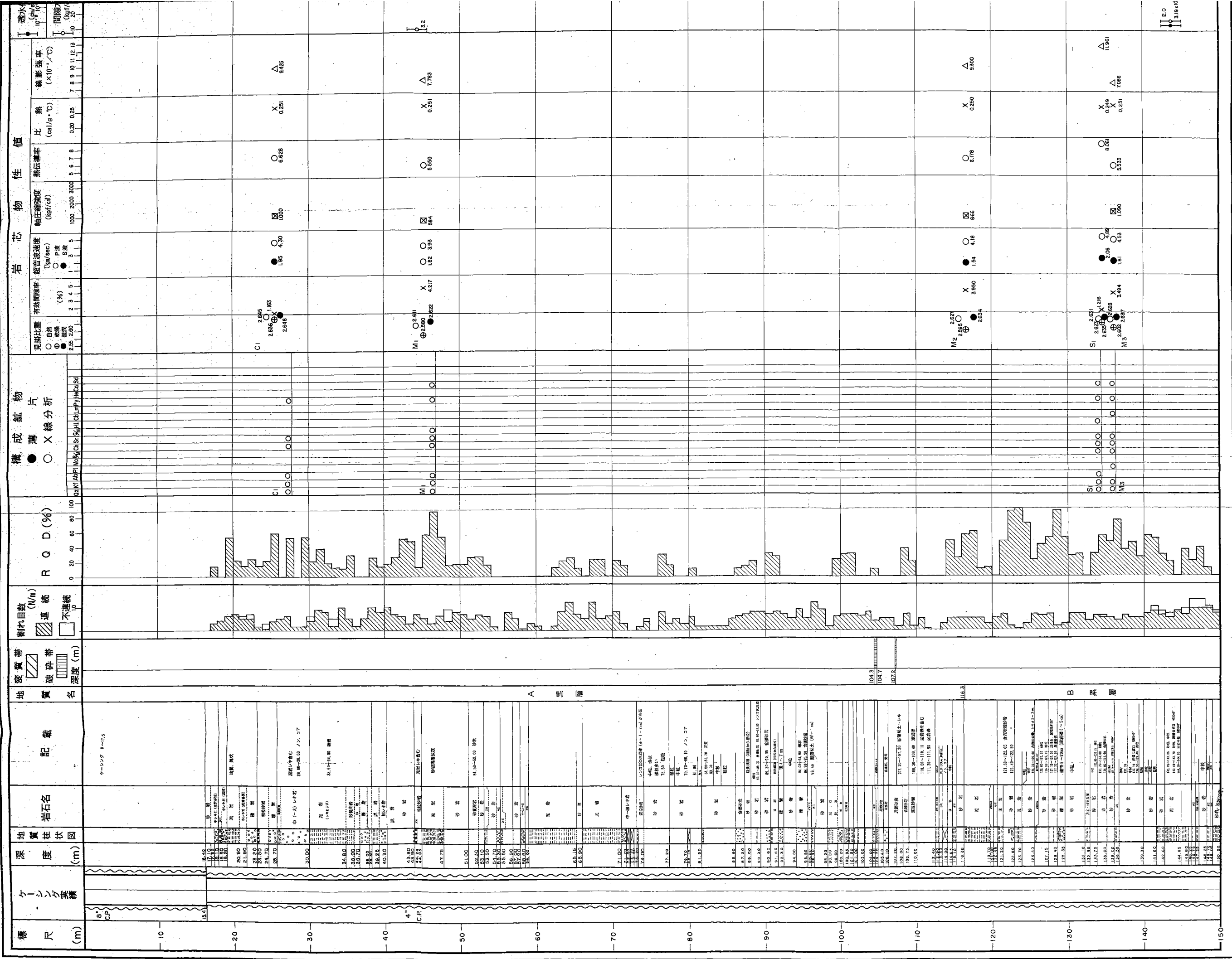
音波検層による速度分布は、200mを境に周期的な変化をする上部と深部に向かって徐々に速度が増す下部に区分される。この傾向は岩相分布に対応し、パルス状の低速度部は破碎帯に一致する。この傾向は中性子検層による間隙率分布と良く相関している。

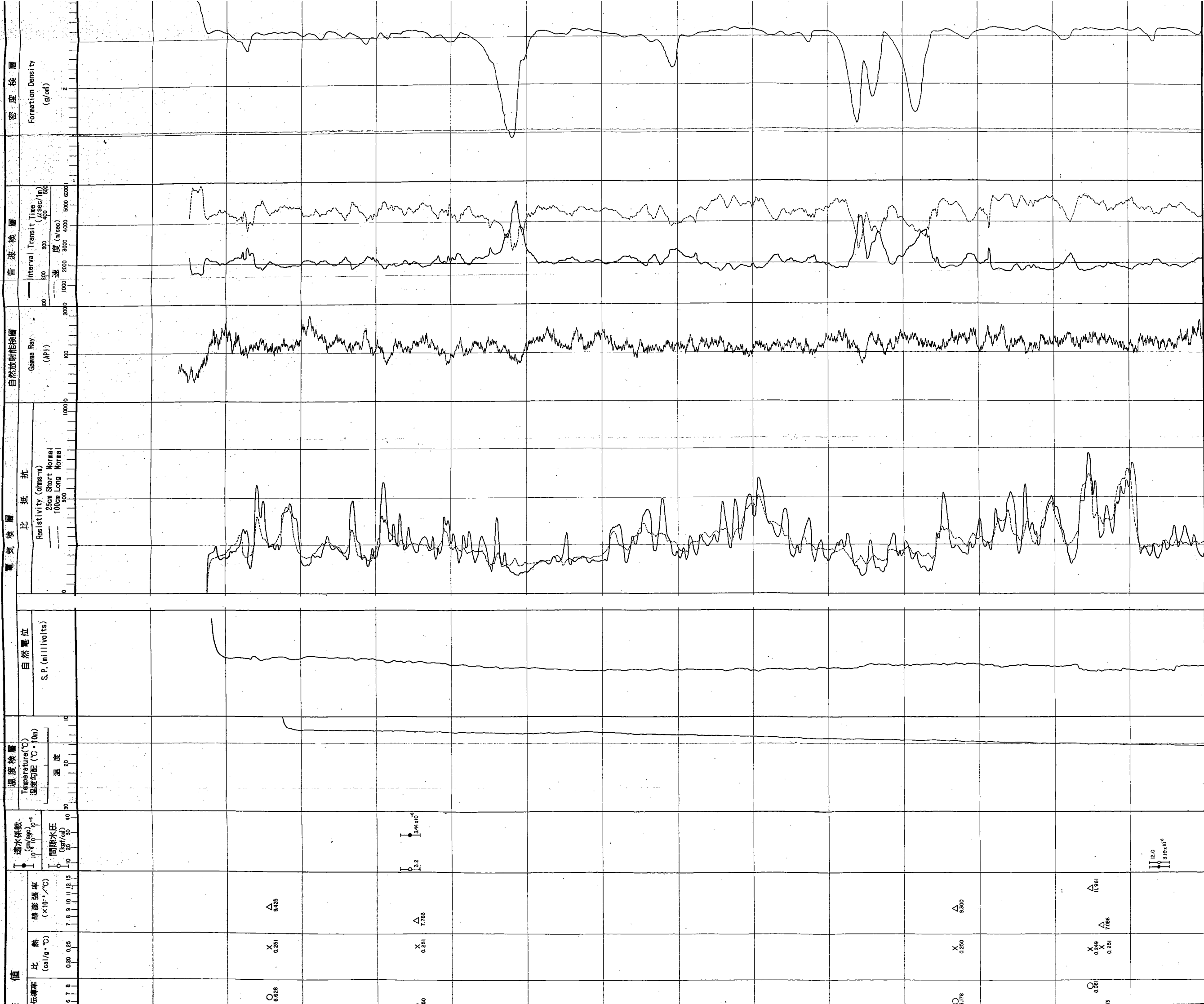
また、密度、弾性波速度及び間隙率は岩芯物性試験結果と対応する。

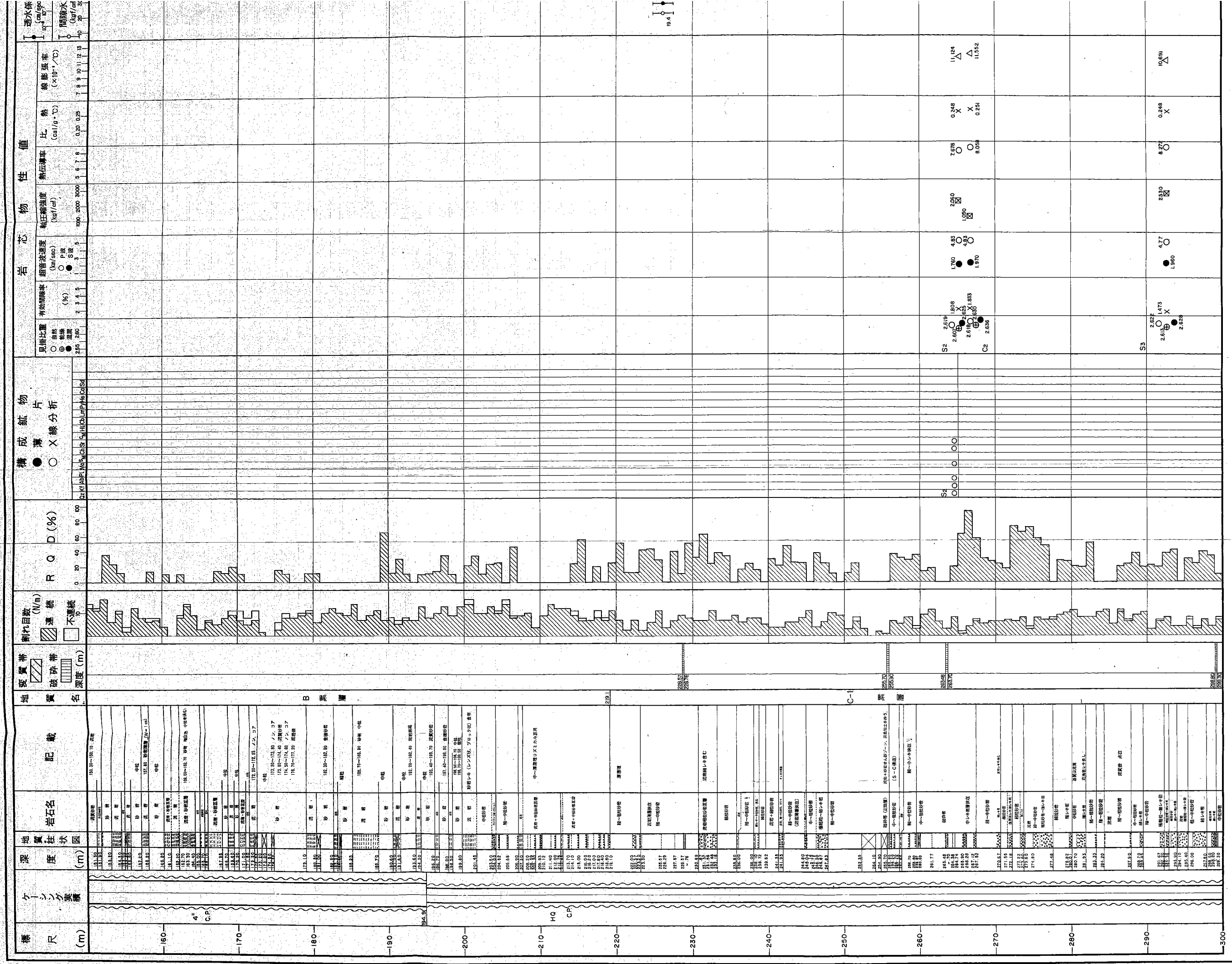
(9) 岩芯物性試験では、砂岩が泥岩や礫岩に比べ弾性波速度や圧縮強度が大きい値を示す。泥岩及び砂岩は深度が増すに従って圧縮強度及び静弾性係数が増加する。また、礫岩は礫のサイズと固結程度によって力学強度が大きく左右される。泥岩、砂岩、礫岩ともに各力学物性値は第三紀以降の堆積岩類の領域の中でも最も高い値に位置する。

熱特性の内、熱伝導率と線膨張係数は砂岩 $\geq$ 礫岩 $>$ 泥岩の順に高い値を示すが、比熱の岩種による差異は小さい。

(10) 間隙水圧の分布は深部になるに従ってやや減圧傾向にあるが、深度332.10～334.70m区間でやや増圧する。透水係数は $k=3.44 \times 10^{-6} \sim 3.19 \times 10^{-8}$ cm/secを示し、浅部の43.00～45.60m区間が最も透水性が高く、225.00～227.60m区間が次に透水性が高い。透水性に関連する割れ目は開口亀裂で、前述の2区間ともに他の区間に比べて開口幅が大きい。和泉層群での開口性亀裂は単層境界に発達し、層理面を利用した比較的低傾斜の割れ目である。しかしながら、孔壁観察での開口性は孔壁周辺であり、掘削による影響も考慮する必要がある。







岩 芯 物 性 值

Formati (g)

密度

速度 (m/sec)

比 热 (cal/g °C)

热传导率 (W/cm °C)

抗压强度 (kgf/cm²)

渗透率 (cm/sec)

孔隙率 (%)

温度 (°C)

自然电位 (mV)

电阻率 (ohm-cm)

比 抗

自然放射能 (AP)

音波速度 (m/sec)

Formati (g)

密度

速度 (m/sec)

比 热 (cal/g °C)

热传导率 (W/cm °C)

抗压强度 (kgf/cm²)

渗透率 (cm/sec)

孔隙率 (%)

温度 (°C)

自然电位 (mV)

电阻率 (ohm-cm)

比 抗

自然放射能 (AP)

音波速度 (m/sec)

Formati (g)

密度

速度 (m/sec)

比 热 (cal/g °C)

热传导率 (W/cm °C)

抗压强度 (kgf/cm²)

渗透率 (cm/sec)

孔隙率 (%)

温度 (°C)

自然电位 (mV)

电阻率 (ohm-cm)

比 抗

自然放射能 (AP)

音波速度 (m/sec)

Formati (g)

密度

速度 (m/sec)

比 热 (cal/g °C)

热传导率 (W/cm °C)

抗压强度 (kgf/cm²)

渗透率 (cm/sec)

孔隙率 (%)

温度 (°C)

自然电位 (mV)

电阻率 (ohm-cm)

比 抗

自然放射能 (AP)

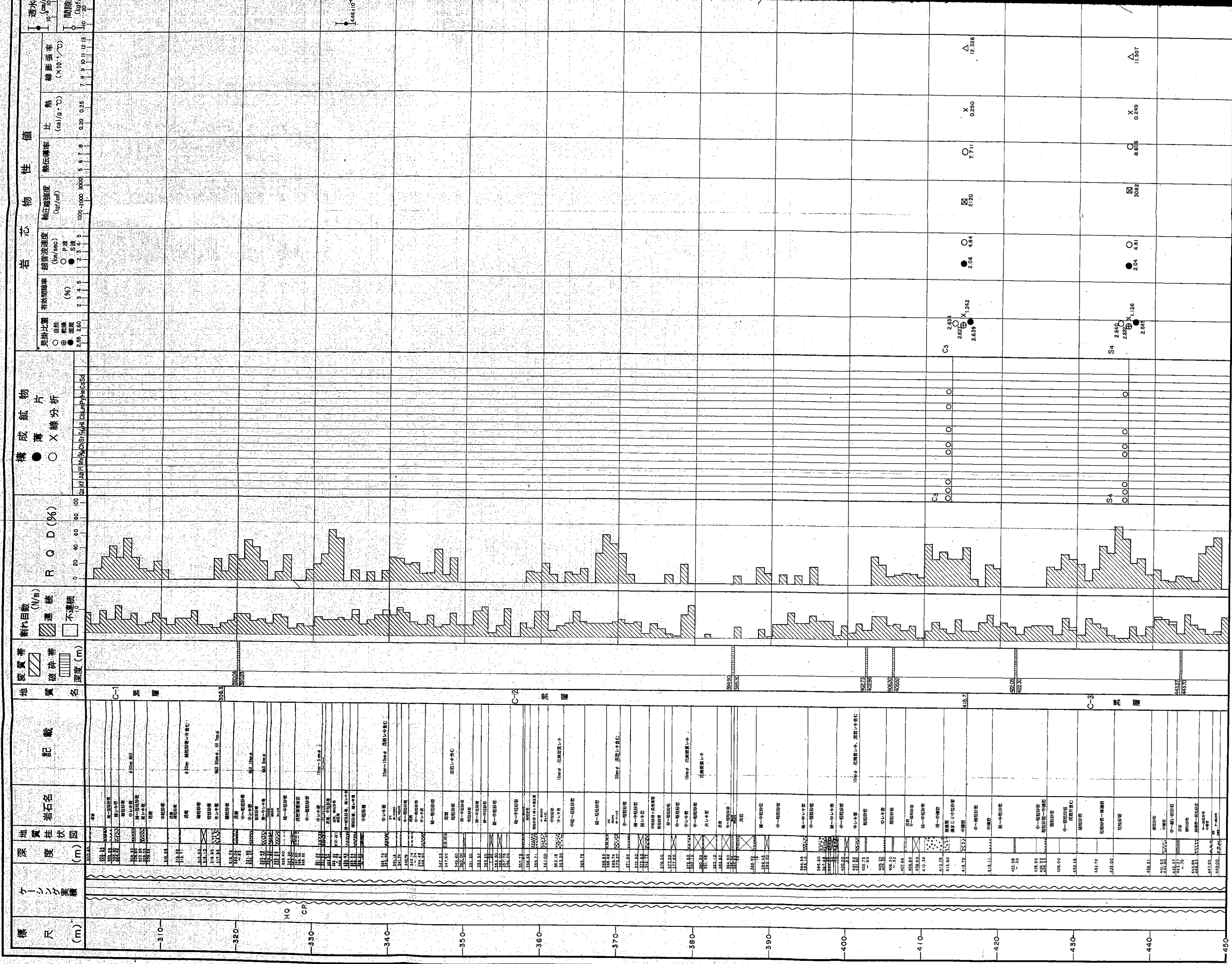
音波速度 (m/sec)

Formati (g)

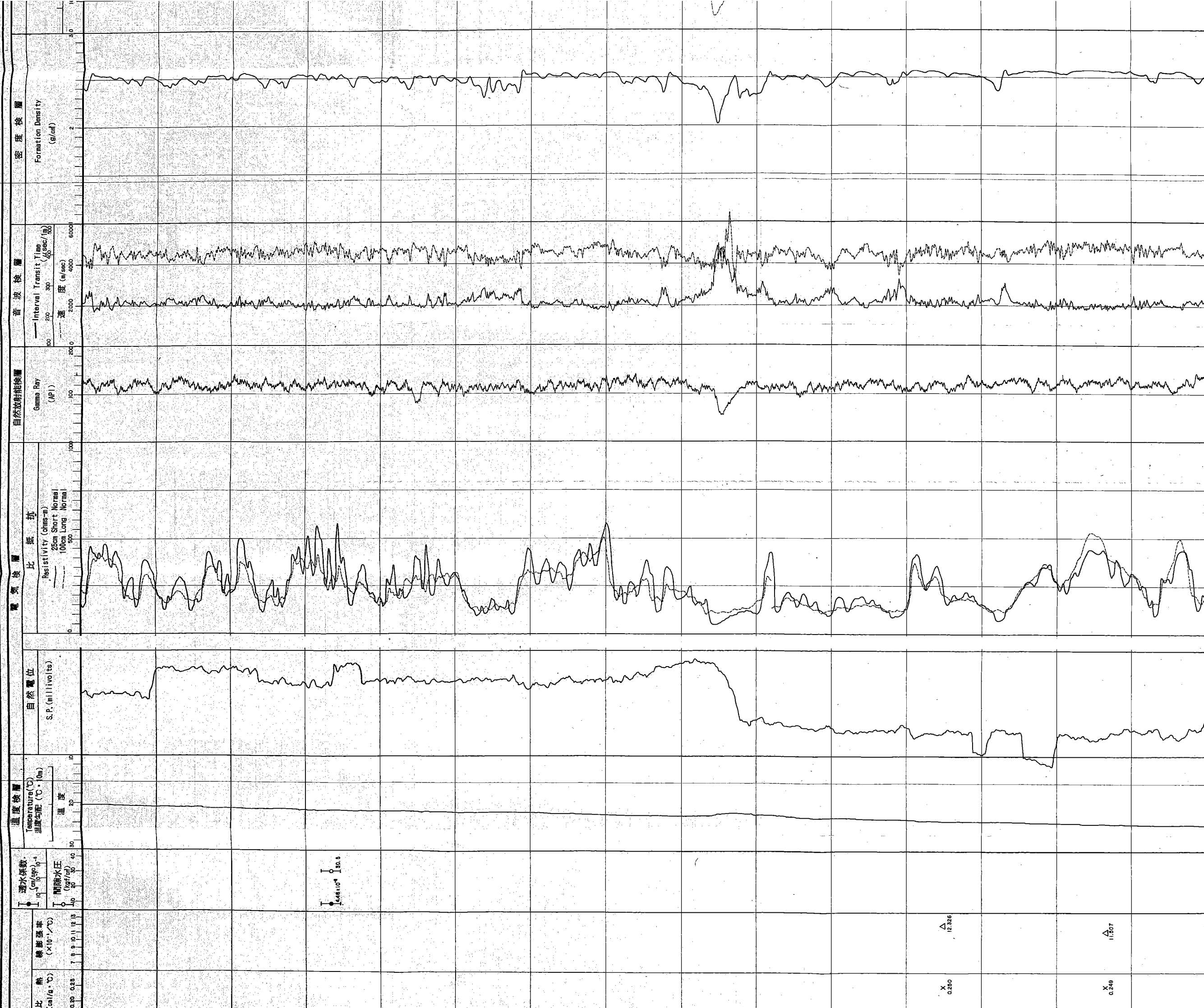
密度

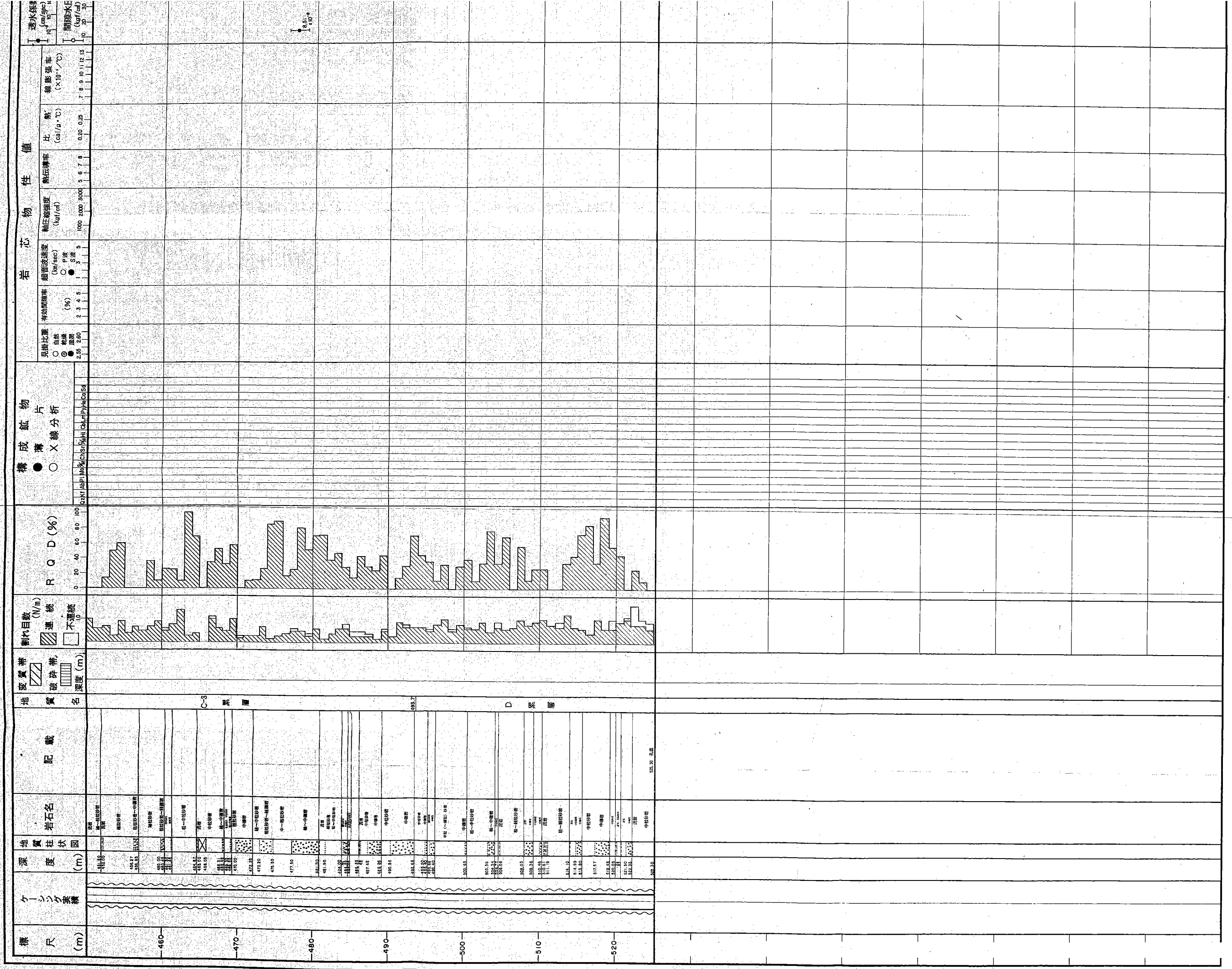
速度 (m/sec)

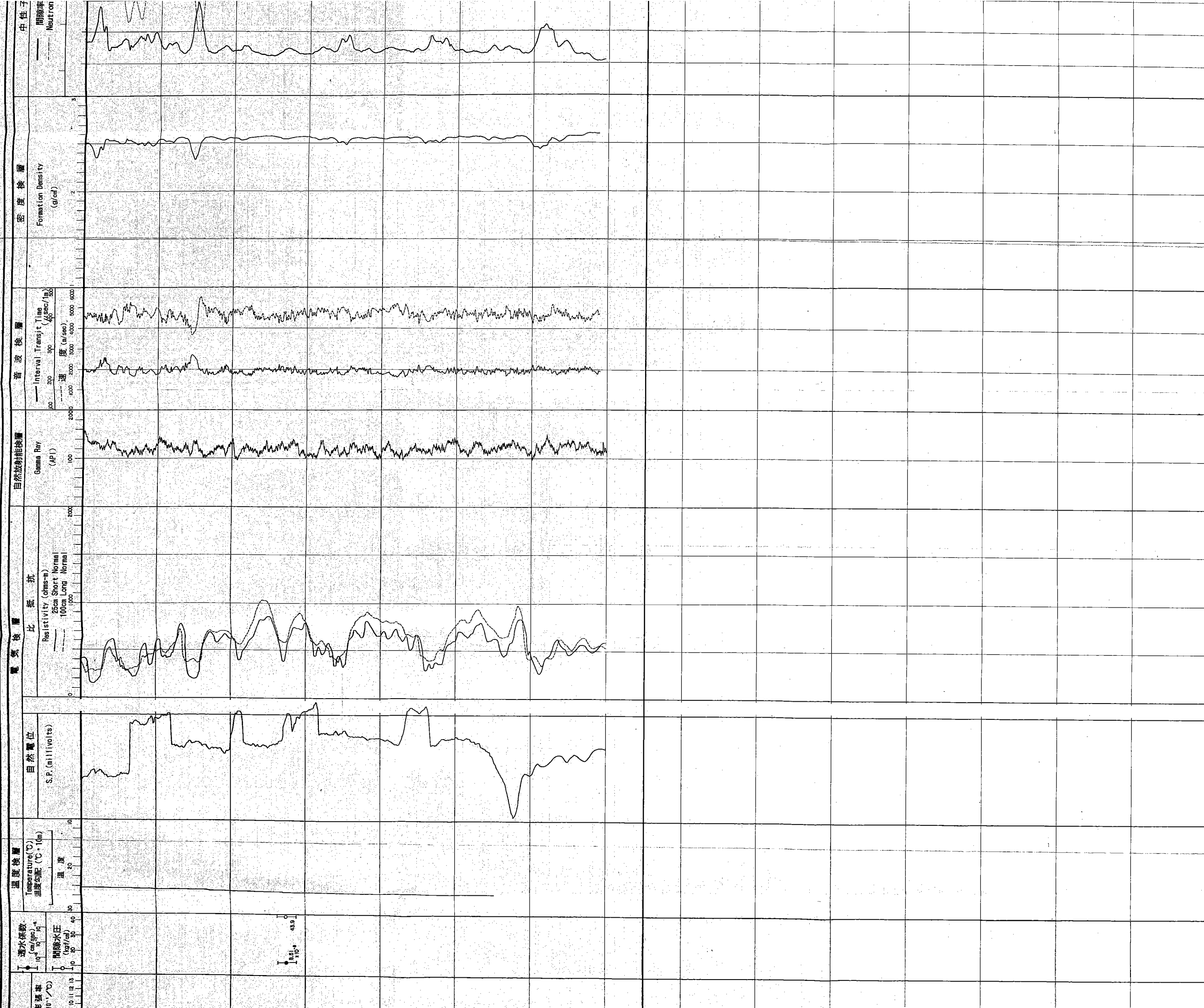
比 热 (cal/g °C)



標尺 (m)	深度 (m)	地質柱状図	記載	地質名	深度 (m)	割れ目数 (N/m)	RQD (%)	構成鉱物	岩芯物性値
310	310.0	砂岩	砂岩	砂岩	310.0	割れ目数 (N/m)	0	● 薄 片	比重 (g/cm³)
320	320.0	砂岩	砂岩	砂岩	320.0	割れ目数 (N/m)	0	○ X 線分析	吸水率 (%)
330	330.0	砂岩	砂岩	砂岩	330.0	割れ目数 (N/m)	0		軸圧強度 (kgf/cm²)
340	340.0	砂岩	砂岩	砂岩	340.0	割れ目数 (N/m)	0		膨脹率 (x10⁻³/°C)
350	350.0	砂岩	砂岩	砂岩	350.0	割れ目数 (N/m)	0		熱 (cal/g·°C)
360	360.0	砂岩	砂岩	砂岩	360.0	割れ目数 (N/m)	0		比熱 (cal/g·°C)
370	370.0	砂岩	砂岩	砂岩	370.0	割れ目数 (N/m)	0		比熱 (cal/g·°C)
380	380.0	砂岩	砂岩	砂岩	380.0	割れ目数 (N/m)	0		比熱 (cal/g·°C)
390	390.0	砂岩	砂岩	砂岩	390.0	割れ目数 (N/m)	0		比熱 (cal/g·°C)
400	400.0	砂岩	砂岩	砂岩	400.0	割れ目数 (N/m)	0		比熱 (cal/g·°C)
410	410.0	砂岩	砂岩	砂岩	410.0	割れ目数 (N/m)	0		比熱 (cal/g·°C)
420	420.0	砂岩	砂岩	砂岩	420.0	割れ目数 (N/m)	0		比熱 (cal/g·°C)
430	430.0	砂岩	砂岩	砂岩	430.0	割れ目数 (N/m)	0		比熱 (cal/g·°C)
440	440.0	砂岩	砂岩	砂岩	440.0	割れ目数 (N/m)	0		比熱 (cal/g·°C)
450	450.0	砂岩	砂岩	砂岩	450.0	割れ目数 (N/m)	0		比熱 (cal/g·°C)









西南・中部日本内帯中・古生代堆積岩類の深部地質環境データ

(平成4年度)

第1-4図 深地新居浜 No.1 孔 総合柱状図

製作; (住友金属鉱山株式会社)

限定資料 JNC TJ7440 2005-003
JWG-144000-04-001

1994年3月

位置 年月日 記事 署名

変更 , 訂正

4 第4号図