

土 木 研 究 所 資 料

神戸海洋気象台における地盤調査

平成10年6月

建 設 省 土 木 研 究 所
耐震技術研究センター振動研究室

Copyright©(1998) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

神戸海洋気象台における地盤調査

耐震技術研究センター 振動研究室 室長 田村 敬一
同 研究員 本田 利器*

要 旨

平成7年1月17日に生じた兵庫県南部地震においては、その震源域の近傍を含む広い範囲で非常に大きい地震動が観測された。特に、神戸海洋気象台において得られた強震記録は、最大加速度が800galを超え、減衰定数5%の加速度応答値が2Gに達する非常に大きな地震動であった。同記録は、震源域の近傍で観測されたこと等の理由から、今後の耐震設計、地震工学上、非常に重要な記録であると考えられる。

本資料は、神戸海洋気象台におけるボーリングをはじめとする各種地盤調査の結果を報告するものである。

キーワード：兵庫県南部地震，神戸海洋気象台，強震記録，地盤条件

*現 京都大学防災研究所 助手（平成9年10月より）

まえがき

平成7年1月17日に発生した兵庫県南部地震においては、多数の強震記録が観測された。その中でも神戸海洋気象台の強震記録は最大加速度が800galを超え、減衰定数5%の加速度応答値が2Gに達する非常に強い地震動であった。同記録は震源域の近傍の硬質な地盤上で観測されたものであり、理学的、工学的に非常に重要な記録である。

地震動特性の解明を図る上で、観測地点の条件を明らかにすることは最も基本的となるものであり、本資料はこのような観点から神戸海洋気象台において実施した地盤調査の結果をとりまとめたものである。

平成10年6月

建設省土木研究所 耐震技術研究センター振動研究室 室 長

田村 敬一

同 研究員

本田 利器*

* 現 京都大学防災研究所 助手(平成9年10月より)

目 次

まえがき

1. 神戸海洋気象台の強震記録	1
1. 1 兵庫県南部地震	1
1. 2 神戸海洋気象台での強震記録について	2
2. 地盤調査	5
2. 1 概要	5
2. 2 神戸海洋気象台敷地内ボーリング(深度 40m)	6
2. 3 神戸海洋気象台敷地内ボーリング(深度 360m)	9
2. 4 宇治川公園内ボーリング(深度 30m)	12
2. 5 VSP検層	15
2. 6 含有物調査	17
3. まとめ	19
謝辞	19

巻末資料

A.1 神戸海洋気象台敷地内ボーリング(40m)	23
A.2 神戸海洋気象台敷地内ボーリング(360m)	29
A.3 宇治川公園内ボーリング(30m)	51
A.4 含有物調査	56
A.5 写真測量	61

1. 神戸海洋気象台の強震記録

1.1 兵庫県南部地震

平成7年1月17日早朝、淡路島北方を震央とする地震が発生した。この地震は、気象庁により「平成7年(1995年)兵庫県南部地震」と命名された。地震の諸元は下記のとおりである。

発生日時	平成7年1月17日 午前5時46分
震央	北緯34度36分, 東経135度03分
震源深さ	14km
マグニチュード	7.2 (気象庁マグニチュード)

この地震では、6,000人を越える死者が出たほか、道路、鉄道、港湾等の各種公共施設、ライフライン施設、一般家屋などに甚大な被害が生じた。これは、我が国における戦後最大の自然災害であったといえる。

気象庁による震度は、神戸と淡路島の洲本で6となったほか、図-1.1に示される神戸市須磨区から西宮市までの海岸線に沿う帯状の範囲を中心とした地域では、震度7を記録した。震度7は1948年の福井地震の後に設定されたものであり、本地震が初めて適用されたものである。

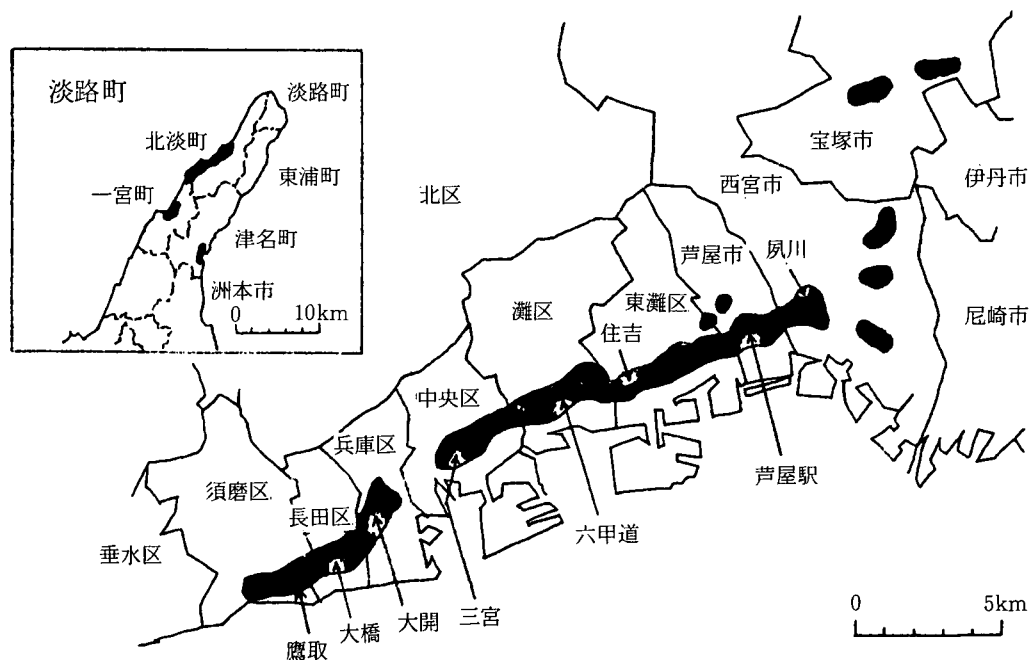


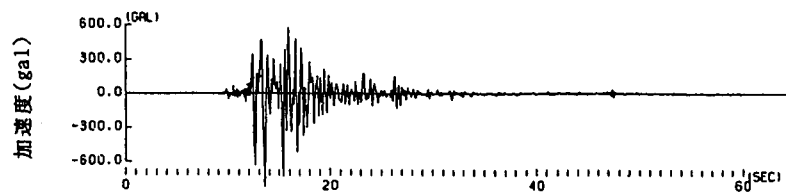
図-1.1 震度7の分布(気象庁による)

1.2 神戸海洋気象台での強震記録について

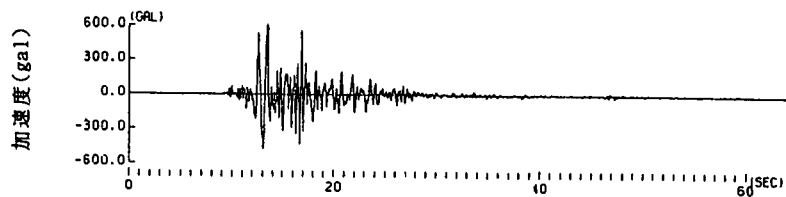
兵庫県南部地震においては、数多くの強震記録が観測されたが、その中でも、気象庁の神戸海洋気象台で観測された強震記録(以下、「神戸海洋気象台記録」という)は、最も大きな記録の1つである。図-1.2 及び図-1.3 のそれぞれに、神戸海洋気象台記録の時刻歴波形及び加速度応答スペクトル(減衰定数 $h=5\%$)を示す。これらの図に示されているように、最大加速度は 818gal に達しており、加速度応答スペクトルは $2G$ を越えている。

本記録は、震源域の近傍で観測されたこと、硬質な地盤上で観測されたこと等の理由から、理学的、工学的に重要な記録であるとともに、地震応答スペクトルが我が国で過去に例をみない大きい値であったことから、構造物の設計等の実務における重要性も高いといえる。

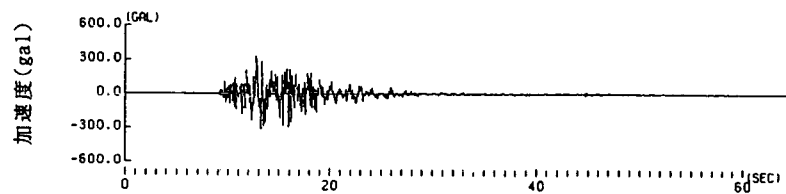
神戸海洋気象台は、気象庁によれば、北緯 34 度 41.3 分、東経 135 度 10.8 分、高度 59m に位置する。本記録を観測した強震計は、気象庁 87 型強震計である。気象庁 87 型強震計は、サーボ機構によるフォースバランス型の換振器を有する電磁式強震計である。本強震計は神戸海洋気象台敷地内の観測小屋の中に設置されており、周囲の床と縁切りされたコンクリート基礎の上に固定されている(写真-1.1)。



(a) N S 成分 (最大値818gal)



(b) E W 成分 (最大値617gal)



(c) U D 成分 (最大値332gal)

図-1.2 神戸海洋気象台記録の時刻歴波形

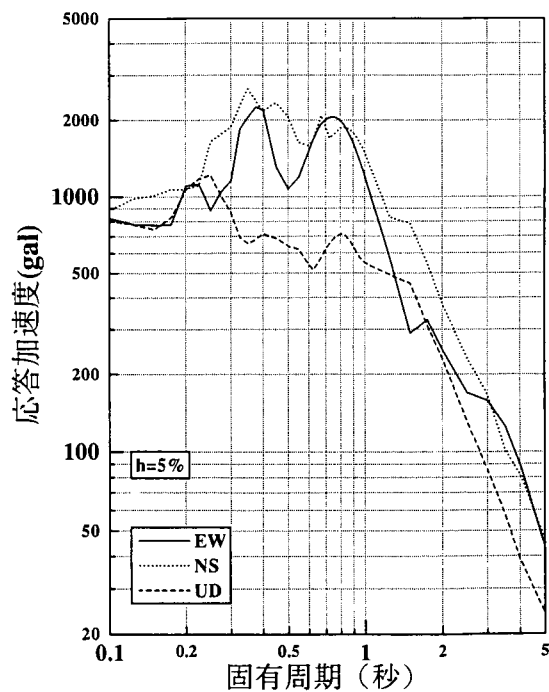


図-1.3 神戸海洋気象台記録の加速度応答スペクトル

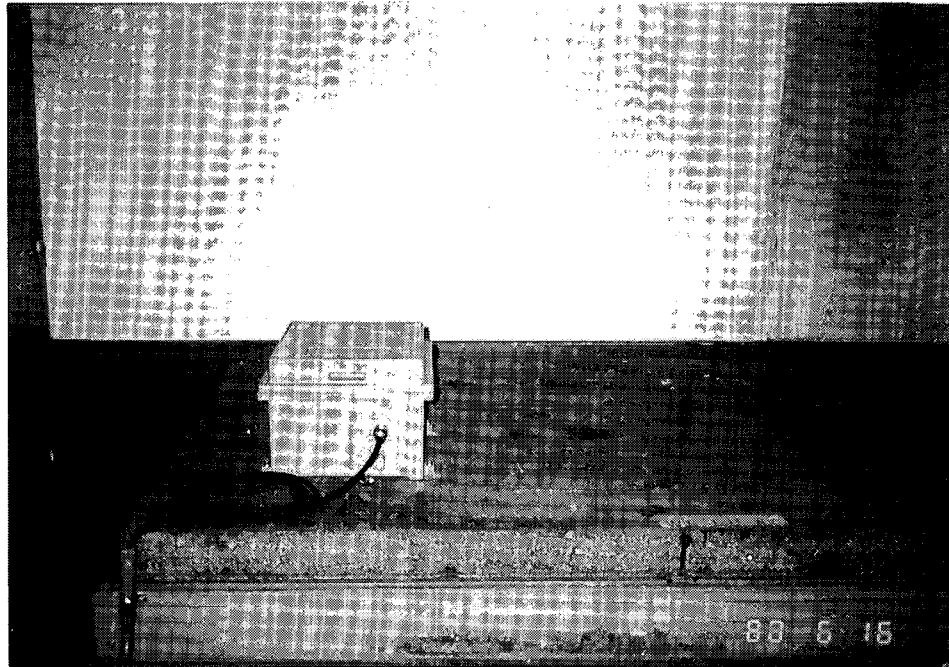


写真-1.1 神戸海洋気象台に設置されている強震計(写真提供:神戸海洋気象台)

2. 地盤調査

2.1 概要

強震記録の特性を正確に把握するためには、観測地点の地盤条件を把握することは必要不可欠である。本章では、神戸海洋気象台の近傍で行ったボーリング調査について述べる。

ボーリングは、神戸海洋気象台の敷地内及び、神戸海洋気象台の北側に位置する宇治川公園内において行った。気象台の敷地内のボーリングは2個所で行い、1個所では深度 40m 程度までの調査を行い、8 深度において採取した試料について室内試験を実施した。また、他の1個所では、360m までの調査を実施し、微花粉分析等により堆積年代の同定を行った。公園内のボーリングでは、深度 30m まで調査し、6 深度で試料採取及び室内試験を行った。さらに、宇治川公園を震源、360m までのボーリング調査孔を受信孔とした VSP 検層を行い、深部における地盤構成の推定も試みた。

それぞれのボーリング調査を行った地点の位置を図-2.1 に示す。次節以下に、調査内容及びその結果を記す。

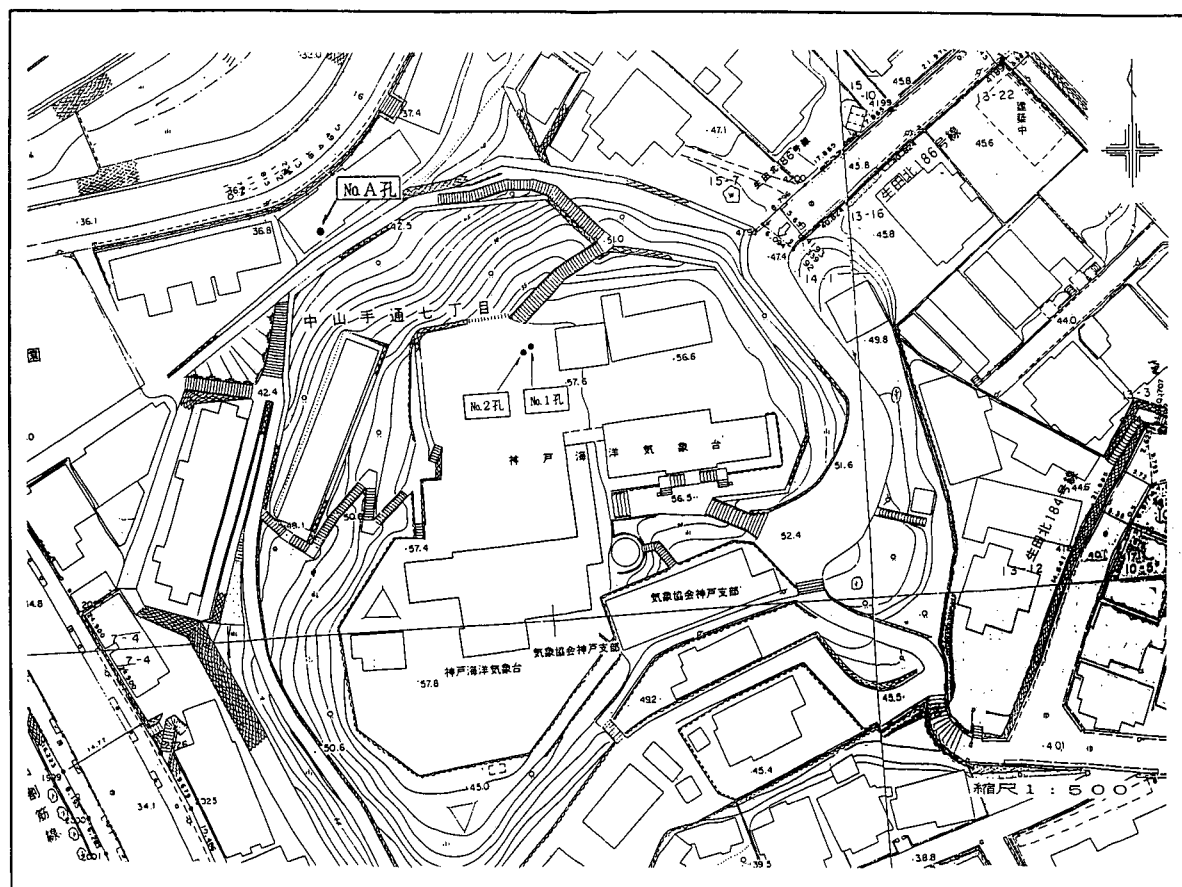


図-2.1 ボーリング調査位置

2.2 神戸海洋気象台敷地内ボーリング(深度 40m)

2.2.1 調査内容

本ボーリングは、比較的浅い層までの地盤条件を精緻に把握することを目的としたものである。調査位置は、図-2.1 において、No.1 と示されている地点である。なお、不攪乱試料採取はごく近傍に設けた別孔を用いて行った。本ボーリングで行った調査は、下記のとおりである。

1) 地質調査

2) 標準貫入試験

3) PS 検層

4) 攪乱試料による室内土質試験

調査項目 : 湿潤密度

採取試料数 : 4 深度

5) 不攪乱試料による室内土質試験

調査項目 : 密度, 土粒子密度, 含水比, 密度, 粒度, 動的せん断定数, 減衰定数 等

採取試料数 : 4 深度

標準貫入試験及び PS 検層は、ボーリング孔 No.1 で行った。PS 検層は、板叩き法により発生させた振動をボーリング孔内で受信することにより弾性波伝播速度を測定するダウンホール法により行った。

攪乱試料は、ボーリング孔 No.1 で採取した。

不攪乱試料採取はごく近傍に別途設けた調査孔において、トリプルチューブサンプラーを用いて行い、現地において試料を凍結させた。不攪乱試料に対しては動的変形特性試験を行い、動的せん断定数及び減衰定数を求めた。動的変形特性試験は、ひずみが $1 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-5}$ の範囲については共振法、 $1 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-2}$ の範囲についてはねじりせん断試験によりそれぞれ求めた。両試験は同一の供試体を対象として、共振法、ねじりせん断試験の順に、それぞれ 10 段階程度の载荷段階を設けて行った。試験時の排水条件は、粘性土については非排水、砂質土については排水条件としたが、各段階の载荷終了時に排水し、载荷中に生じた間隙水圧を消散させた。

2.2.2 調査結果

ボーリング孔 No.1 における調査結果の概要をまとめたものを図-2.2 に、また、動的変形試験を含む室内試験の結果の概要を表-2.1 に示す。なお、詳細な柱状図、PS検層の波形記録、動的変形特性試験の結果を巻末資料 A.1 に示す。

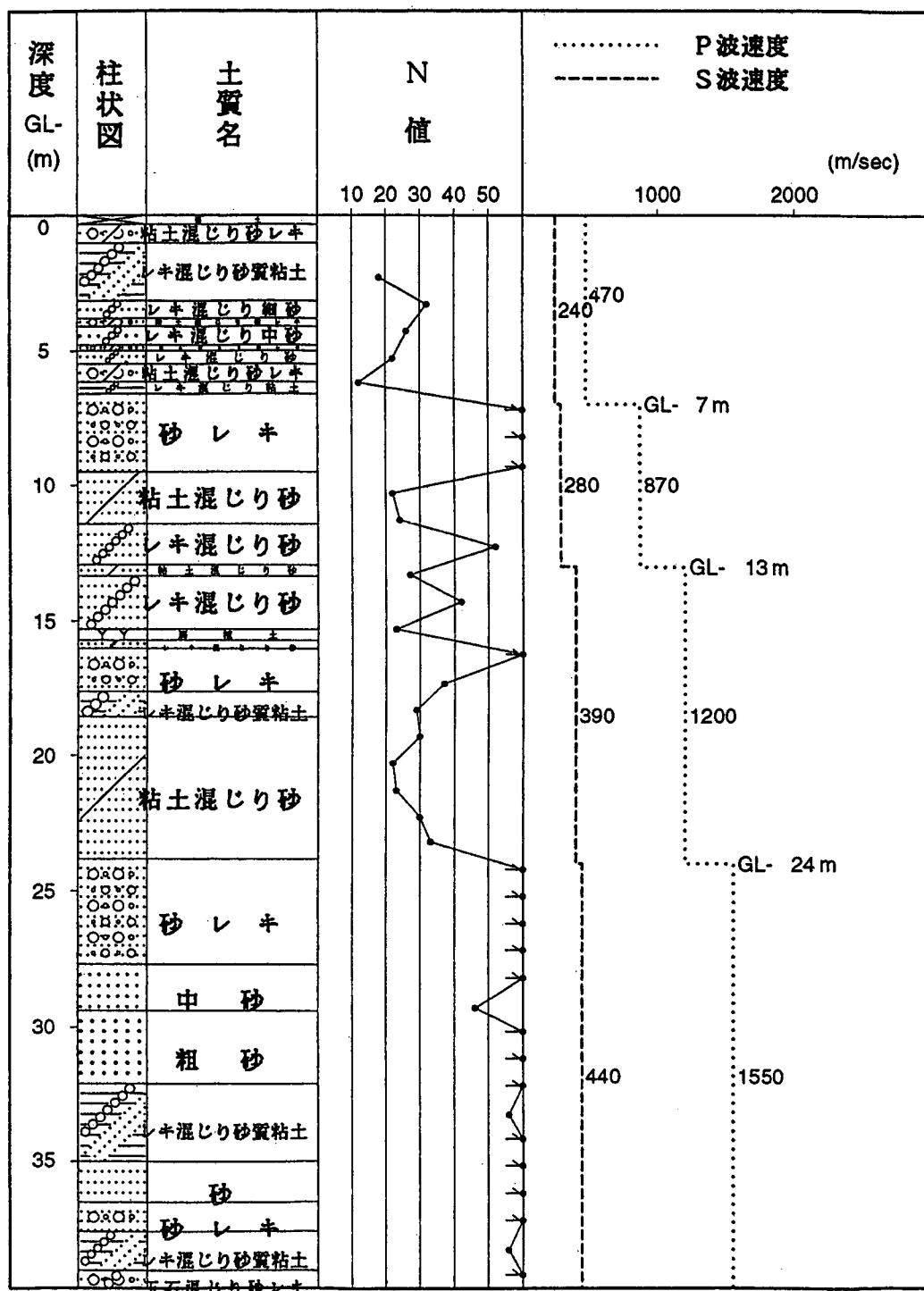


図-22 神戸海洋気象台敷地内ボーリング(深度 40m)による調査結果の概要

表-21 神戸海洋気象台敷地内ボーリング(深度 40m)により採取した試料の室内試験結果の概要

区	試料の状態	不攪乱試料(凍結)				攪乱試料			
	地質名	礫混り砂質粘土	礫混り中砂	粘土混り砂	粘土混り砂	砂 礫	砂 礫	腐植土	礫混り砂質粘土
分	採取深度	2.20	4.30	10.10	21.10	8.00	9.00	15.20	18.00
	GL-m~-m	3.20	5.10	10.85	23.50	8.40	9.40	15.40	18.40
物 理	湿潤密度 ρ_t [g/cm ³]	1.934	1.937	1.962	2.021	1.792	2.104	1.614	2.036
	乾燥密度 ρ_d [g/cm ³]	1.645	1.529	1.652	1.711	—	—	—	—
	土粒子の密度 P_s [g/cm ³]	2.603	2.642	2.639	2.652	—	—	—	—
	自然含水比 W_r [%]	16.9	21.8	18.8	18.1	—	—	—	—
	間隙比 e	0.573	0.660	0.598	0.550	—	—	—	—
	飽和度 S_r [%]	76.7	87.3	83.0	87.3	—	—	—	—
	礫分 2~75mm [%]	0	0	3	4	—	—	—	—
	砂分 75 μ m~2mm [%]	55	54	57	61	—	—	—	—
	シルト分 5~75 μ m [%]	33	30	27	17	—	—	—	—
	粘土分 5 μ m未満 [%]	12	16	13	18	—	—	—	—
	均等係数 U_c	42.0	115	68.0	—	—	—	—	—
	曲率係数 U_c'	1.60	3.70	1.90	—	—	—	—	—
	最大粒径 [mm]	4.75	9.5	9.5	9.5	—	—	—	—
	液性限界 W_L [%]	34.8	37.4	—	—	—	—	—	—
	塑性限界 W_p [%]	18.6	20.1	—	—	—	—	—	—
	塑性指数 I_p	16.2	17.3	—	—	—	—	—	—
力 学	分類名	粘土質砂	粘土質砂	礫混り砂質粘土	礫混り砂質粘土	—	—	—	—
	分類記号	(SC)	(SC)	{SFg}	{SFg}	—	—	—	—
	初期せん断弾性係数 G_0 (kg/cm ²)	85.0	212.0	790.0	1250.0	—	—	—	—

2.3 神戸海洋気象台敷地内ボーリング(深度 360m)

2.3.1 調査内容

本ボーリングは、比較的大きい深度までの地盤条件の概要を把握することを目的としたものである。調査位置は、図-2.1において、No.2と示されている地点である。本ボーリングで行った調査は、下記のとおりである。

- 1) 地質調査
- 2) PS 検層
- 3) 物理検層(キャリパー検層及び密度検層)による密度調査
- 4) 電気検層による比抵抗調査

なお、本調査孔においては、孔壁保護のため、一部金属ケーシングを使用したため、その区間については、比抵抗は計測していない。

2.3.2 調査結果

本調査結果の概要をまとめたものを図-2.3 及び表-2.2 に示す。なお、詳細な柱状図を巻末資料 A.2 に示す。同図には、後述する含有物調査の結果に基づく記述も示している。

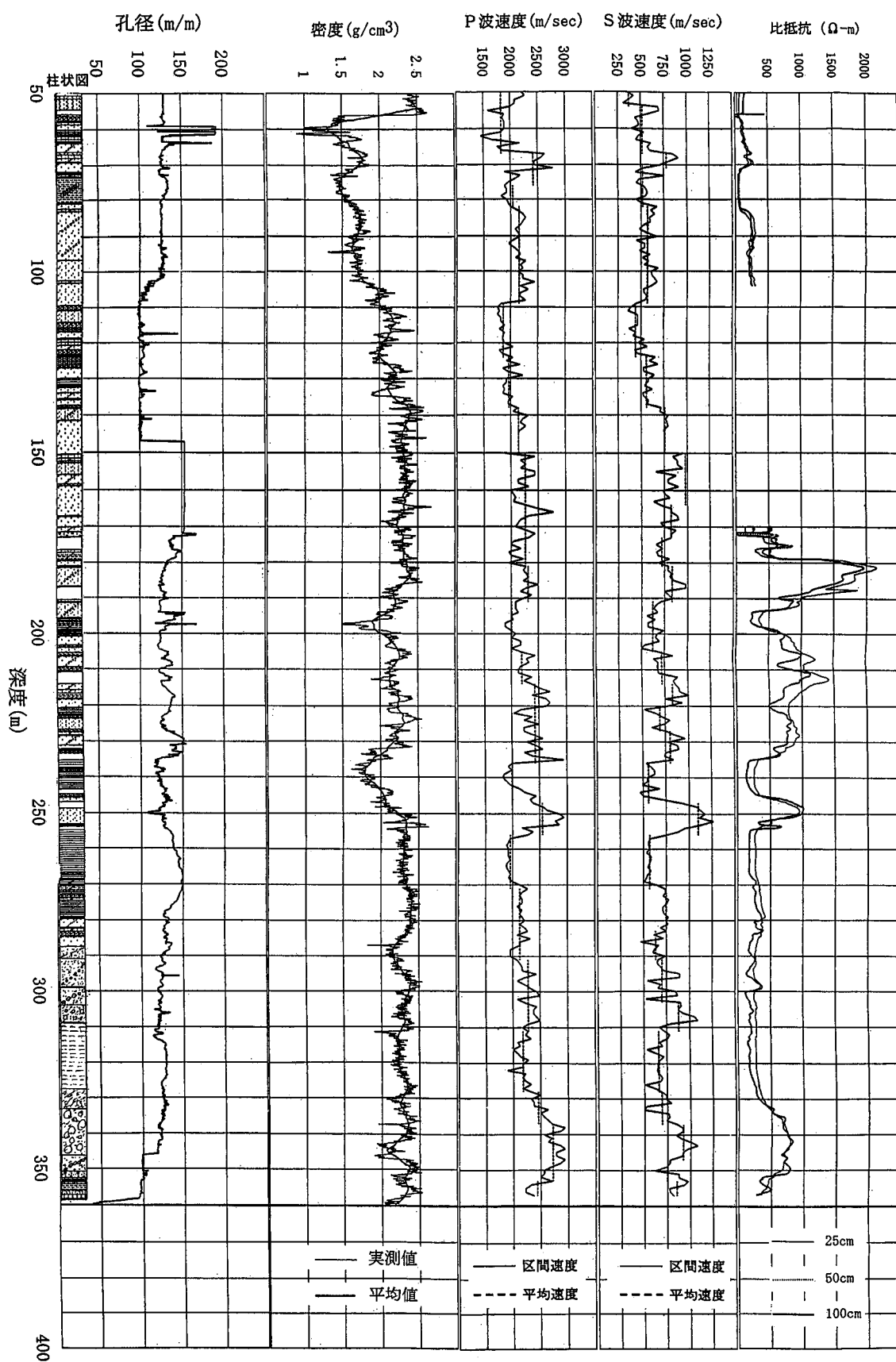


図-23 神戸海洋気象台敷地内ボーリング(深度 360m)による調査結果

表-22 神戸海洋気象台敷地内ボーリング(深度 360m)による調査結果

深度 (m)	地質	密度値 (区間平均値) (g/cm ³)	弾性波速度値		比抵抗 (Ω -m)
			P波速度 (m/sec)	S波速度 (m/sec)	
50~ 54	礫	2.44	1830	370	100~ 200
54~ 67	礫および 砂	1.66		520	
67~ 71	砂	1.77	2420	780	
71~ 76	砂	1.50		520	30~ 40
76~ 82	有機質シルト	1.53	2040		
82~ 109	砂	1.75	2150	570	100~ 250
109~ 124	砂	2.09	1860	440	400~ 600
124~ 138	粘土および 砂	2.13	1970	560	
138~ 150	砂	2.34	2140	760	
150~ 164	砂	2.33	2260	980	
164~ 173	砂	2.28		820	
173~ 181	シルト	2.30		720	
181~ 191	礫まじり 砂	2.30	2310	830	1500~ 2000
191~ 205	砂および シルト	2.08	2010	620	300~ 400
205~ 214	礫混じり 砂	2.18	2190	720	700~ 1400
214~ 220	礫混じり 砂	2.22	2430	830	
220~ 227	シルト質 砂	2.27		690	
227~ 236	礫混じり 砂	2.10		800	
236~ 247	粘土	1.90	2000	560	200~ 300
247~ 256	砂礫	2.26	2550	1100	500~ 1000
256~ 271	粘土	2.30	1960	570	200~ 300
271~ 283	シルト	2.40	2130	750	300~ 400
283~ 291	シルト	2.21		630	
291~ 303	砂	2.31	2130	700	
303~ 311	砂礫	2.30		880	
311~ 328	シルト	2.20	2180	660	200~ 300
328~ 337	シルト	2.20	2460	690	
337~ 347	砂礫	2.35	2720	920	500~ 800
347~ 353	砂礫	2.35		750	
353~ 357	砂礫	2.35	2440	850	

2.4 宇治川公園内ボーリング(深度 30m)

2.4.1 調査内容

本ボーリングは、神戸海洋気象台周辺の地盤の比較的浅い層までの地盤条件を把握することを目的としたものである。調査位置は、図-2.1 において、No.A と示されている地点であり、神戸海洋気象台の北側にあたる。本ボーリングで行った調査は、下記のとおりである。なお、本ボーリング調査を行った地点は前述の2孔とは標高が異なる。

1) 地質調査

2) 標準貫入試験

3) PS 検層

4) 攪乱試料による室内土質試験

調査項目 : 土粒子密度, 含水比

採取試料数 : 3 深度

5) 不攪乱試料による室内土質試験

調査項目 : 密度, 土粒子密度, 含水比, 粒度, 動的せん断定数, 減衰定数 等

採取試料数 : 3 深度

標準貫入試験及び PS 検層は、ボーリング孔 No.A で行った。PS 検層はサスペンション法により行った。

攪乱試料は、ボーリング孔 No.A で採取した。

不攪乱試料採取は別途設けたボーリング孔において、シンウォールサンプリング(一部でトリプルチューブサンプラーを使用)で行い、現地において試料を凍結させた。不攪乱試料に対して行った動的変形特性試験の方法は、前述の方法と同一である。

2.4.2 調査結果

本ボーリング調査結果の概要をまとめたものを図-2.4 に、また、動的変形試験を含む室内試験の結果の概要を表-2.3 に示す。なお、詳細な柱状図、PS検層の波形記録、動的変形試験の結果を巻末資料 A.3 に示す。

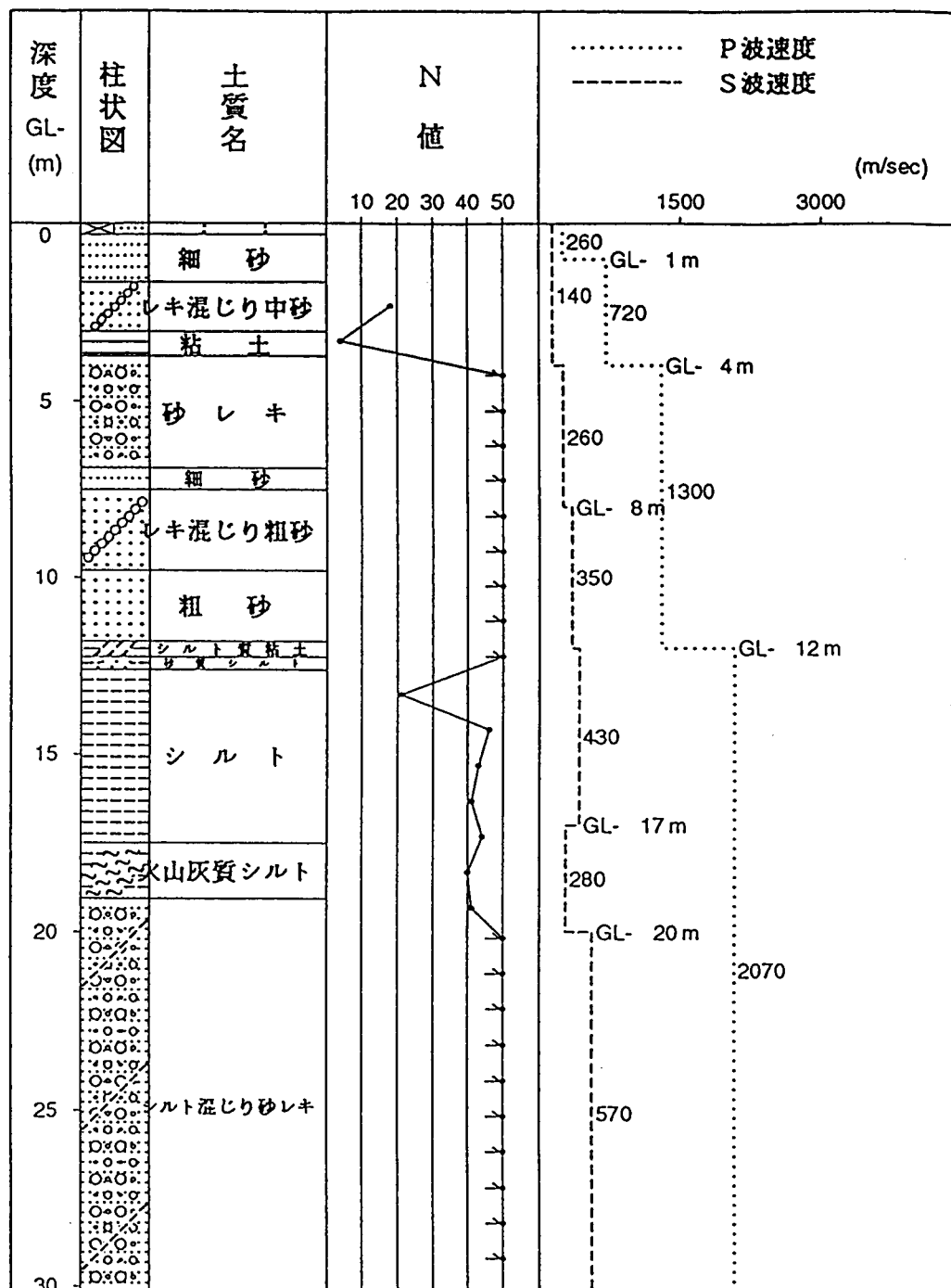


図-24 宇治川公園内ボーリング(深度 30m)による調査結果

表-23 宇治川公園内ボーリング(深度 30m)による調査結果

ボーリングNO.	A					
地質記号	As	Dg ₁	Ds	Dc	Dc	Dg ₂
地質名	礫混り 中 砂	砂 礫	粗 砂	固 結 シルト	固 結 シルト	シルト混り 砂 礫
採取深度 (GL-m -m)	2.15 } 2.45	5.15 } 5.37	9.80 } 11.80	13.00 } 14.60	16.00 } 17.00	22.15 } 22.16
湿潤密度 ρ_t [g/cm ³]	—	—	*1 2.033	2.128	1.824	—
乾燥密度 ρ_d [g/cm ³]	—	—	*1 1.809	1.854	1.354	—
土粒子の密度 ρ_s [g/cm ³]	2.658	2.681	*1 2.645	2.640	2.704	2.660
自然含水比 W_n [%]	11.6	8.8	*1 12.4	14.8	34.7	9.6
間 隙 比 e	—	—	*1 0.462	0.424	0.997	—
飽 和 度 S_r [%]	—	—	*1 70.9	92.1	94.1	—
礫 分 2~75mm [%]	30	61	3	0	1	37
砂 分 75 μ m~2mm [%]	49	23	74	73	5	38
シルト分 5~75 μ m [%]	12	10	15	17	33	18
粘土分 5 μ m未満 [%]	9	6	8	10	61	7
均 等 係 数 U_c	126	480	58.0	48.0	—	175
曲 率 係 数 U'_c	7.50	3.50	6.90	5.10	—	1.40
最 大 粒 径 [mm]	26.5	37.5	9.5	2	9.5	19
分 類 名	礫混り 砂質土	礫質土	礫混り 砂質土	砂質土	細粒土	礫混り 砂質土
分 類 記 号	{SFg}	{GF}	{SFg}	{SF}	F	{SFg}
初期せん断弾性係数 G_0 [kg/cm ²]	—	—	350.0	775.0	430.0	—

2.5 VSP 検層

2.5.1 調査方法

本調査は、ボーリング調査を行う 360m より深い位置での地盤構成を推定することを目的として、VSP 検層を行ったものである。VSP (Vertical Seismic Profiling) 検層は、弾性波がインピーダンスの異なる層の境界面で反射する現象を利用し、震源で生じた波がインピーダンス不連続境界面において反射し、生じる上昇波をとらえることにより、地中における層境界の位置を推定する手法である。

1) 起震及び受信

本調査では、周辺状況などを考慮して、震源は宇治川公園内の地表面下 10m の地点とし、同地点においてコンクリート破砕剤により起震した。

受信機設置孔は、神戸海洋気象台敷地内で 360m まで削孔した際のボーリング調査孔を用いた。しかし、深度 260m 程度において孔壁が崩れたため、受信機はこの深さに設置した。

2) データ処理

データ処理の概要は次のとおりである。

振幅調整及びフィルター処理により、受信記録からノイズ等を除去する。処理後の記録より、上昇波及び下降波を抽出し、両者の走時曲線を得る。下降波の走時時間に基づいて上昇波を時間軸上でシフトさせることにより、時間軸を受信地点での時間に合わせた上昇波の時刻歴波形が得られる。これを深さ方向に足しあわせることにより、観測地点で観測された反射波形が得られる。これを走時曲線から算出される伝播速度に基づき深度方向に変換することで、反射波形に含まれる成分が、どの深度で生じたかが推定される。

2.5.2 調査結果

VSP 検層により得られた記録に上記の処理を施した結果を、PS 検層の結果とともに図・2.5 に示す。同図では、深度約 250m、約 300m において、PS 検層の結果に認められるインピーダンス不連続面で生じた反射波に起因すると考えられる成分が認められる。その他、PS 検層を行った深度より深い地点において生じた反射波が約 370m、約 400m、約 470m 等に見られている。しかし、受信機を、予定していた深度に設置できなかったこともあり、神戸層群に属する岩盤層に相当するような強いコントラストを有する層までは確認できなかった。

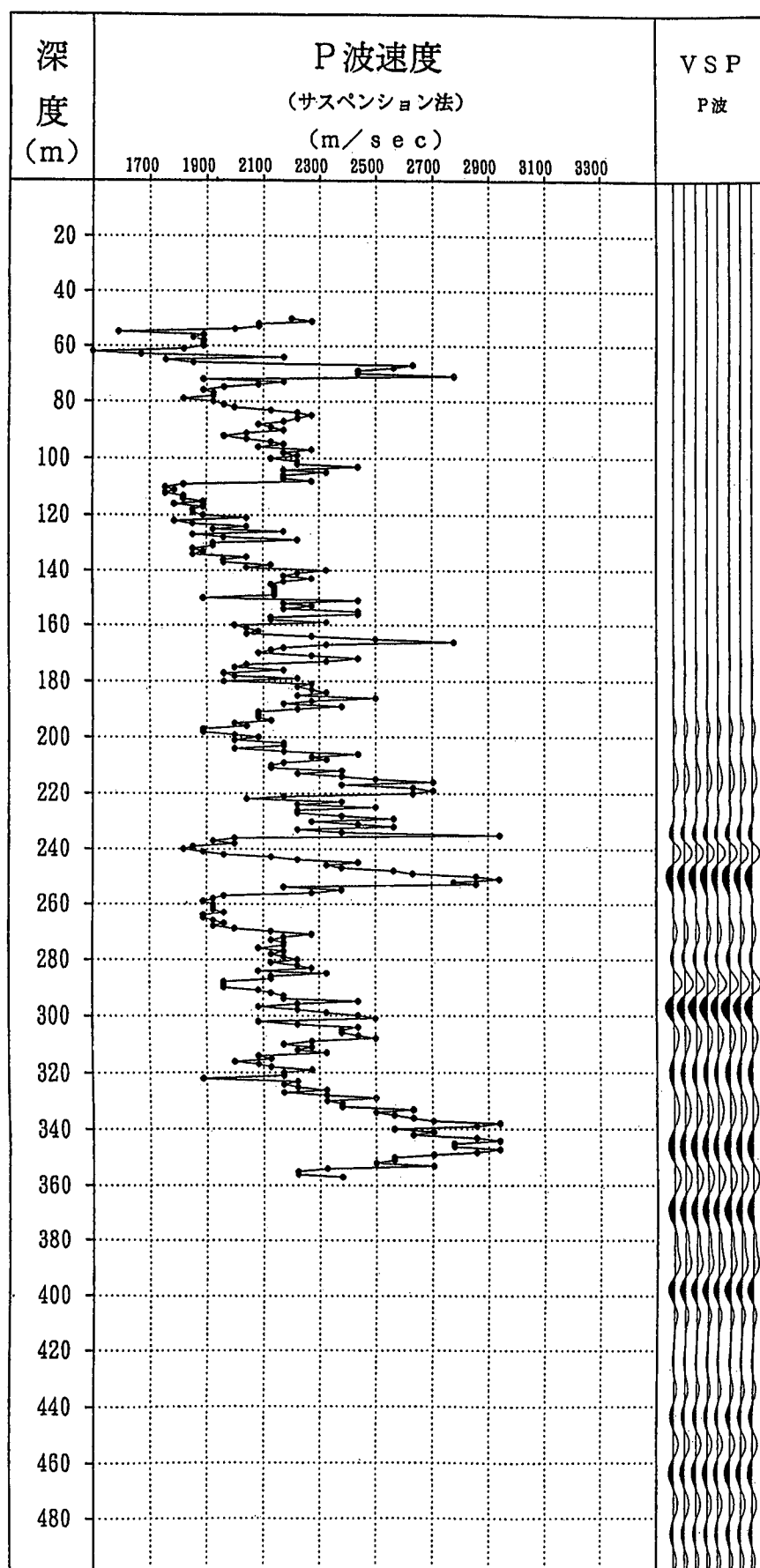


図-25 VSP 検層による調査結果(比較のためPS検層の結果を併記)

2.6 含有物調査

2.6.1 調査内容

神戸海洋気象台周辺の地盤条件についてより詳細に把握するため、堆積年代の判定を目的として、神戸海洋気象台敷地内ボーリング(360m)により得られたコア試料について、その含有物を調査した。対象とした試料は、深度6~354mまでの範囲で採取した35点である。対象とした試料の一覧を表-2.4に示す。

調査は以下の4点について行った。

- 1) 砂粒含有物概査 : 砂粒中に含有される化石種とその量から海成層を、火山噴出物の量から火山灰層をそれぞれ検出するための調査。
- 2) 花粉化石精査 : 含有される花粉化石から花粉組成変遷を評価し、周辺の既存の調査報告との対比から地層を明らかにするための調査。
- 3) 珪藻分析 : 堆積物に含有される珪藻の種、量に基づき堆積年代を判定する調査。
- 4) 石灰質ナノプランクトン分析 : 石灰質の殻を有する単細胞微生物(石灰質ナノプランクトン)の種、量に基づき堆積年代を判定する調査。

2.6.2 調査結果

砂粒含有物概査では、黄鉄鉱粒が含まれる74.6mの試料以外では、海成微生物化石は検出されなかった。これらの層は海成堆積層であるとは判断されない。ただし、化石は堆積後に溶出する可能性もあるため、本調査だけから海成堆積層でないとは確定できない。また、火山噴出物としては、火山ガラスが3層で検出されたがいずれも濃縮しておらず、攪乱を受けて堆積したものと考えられ、これらが火山灰層であるとは考えにくい。

花粉化石精査では、30.5m以浅ではスギ属、トウヒ属等、63.6m以浅でブナ属、ハンノキ属等が多く見られ、63.5m以深ではスギ属、メタセコイア属、135m以深ではニレ属-ケヤキ属等が多く見られた。また、226.3m以深では花粉化石の含有量が少なかった。

珪藻分析、石灰質ナノプランクトン分析では該当する含有物は検出されなかった。

なお、砂粒含有物概査、花粉化石精査の結果を巻末資料A.4に示す。

本調査の結果の解釈の一つとして、基本的に花粉化石分析の結果に基づいて、各試料の大阪層群Ma各層との対比を次のように推定することが考えられる。

~30.5m	:Ma7層以浅
57.5~63.6m	:Ma3層以浅
74.6~131.2m	:Ma2~1層
135.1~221.9m	:Ma-1層以深

この結果は、巻末資料図-A.4.1にも示している。

表-2.4 含有物試験調査対象試料一覧

	深 度 (m)	色	岩 質	備 考
1	6.55	灰オリーブ	シルト質砂	有機物
2	13.90	オリーブ黒	礫混り粘土質シルト	
3	16.60	黄褐	砂礫粘土質シルト	
4	19.80	暗オリーブ	砂礫粘土質シルト	
5	25.70	オリーブ	シルト混り砂	
6	30.50	灰オリーブ	礫混り砂	
7	36.30	緑灰	粘土混り砂礫	
8	57.50	暗オリーブ灰	シルト質砂	
9	61.70	暗オリーブ灰	シルト混り砂	
10	63.60	オリーブ灰	シルト混り砂	
11	74.60	灰オリーブ	砂質シルト	有機物
12	79.60	灰オリーブ	砂質シルト	有機物
13	80.90	灰	シルト質砂	有機物
14	109.50	灰	シルト質砂	有機物
15	113.80	灰	礫混りシルト質砂	
16	122.90	灰	砂混りシルト	
17	131.20	灰	砂混りシルト	
18	135.10	オリーブ灰	砂混りシルト	
19	150.25	オリーブ黄	シルト質砂	
20	166.80	暗青灰	シルト質砂	
21	176.90	青灰	粘土質シルト	
22	190.60	オリーブ灰	砂質シルト	
23	195.50	暗青灰	砂混り粘土	
24	203.10	灰	シルト混り砂	有機物(材)
25	204.90	オリーブ灰	シルト質砂	
26	221.90	黒	砂混りシルト	
27	226.30	明オリーブ灰	シルト質砂	
28	238.20	灰オリーブ	シルト質粘土	
29	259.80	灰オリーブ	シルト質粘土	
30	274.90	灰オリーブ	粘土質シルト	
31	292.80	灰オリーブ	粘土質シルト	
32	302.10	オリーブ黄	粘土混りシルト	
33	305.60	灰	シルト	
34	316.90	灰	粘土混り砂質シルト	
35	354.90	灰オリーブ	粘土混りシルト	

3. まとめ

甚大な被害をもたらした兵庫県南部地震においては、多数の強震記録が観測された。その中でも、神戸海洋気象台の強震記録は、最大加速度 818gal(NS成分)という地震動を記録したものであった。そのような地震動が生じたメカニズム等を明らかにする検討の一環として、神戸海洋気象台の地盤条件についてボーリング等に基づき調査を行った。本資料は、その調査結果について客観的に報告することを主旨とするものである。

地震動の発生するメカニズムは種々の因子が複雑に絡み合ったものであり、本調査結果のみをもってそのすべてを解明することはできない。しかし、本調査により得られた結果は、今後の検討において貴重なデータとなるものと考えられる。

謝辞

本調査は、建設省土木研究所と気象庁地震火山部の共同調査として行われたものであり、多くの関係者の御協力のもとになされました。また、本調査は、神戸海洋気象台の職員の方々、周辺地域の住民の方々の御理解、御協力無くしてはあり得ないものでした。そのほかにも多くの方々に御協力をいただきました。ここに記して、深甚なる感謝の意を表します。

巻末資料

A.1 神戸海洋気象台敷地内ボーリング(40m)

図-A.1.1 柱状図

図-A.1.2 PS検層の波形記録(P波, S波)

図-A.1.3 動的変形特性(剛性比 G/G_0 , 減衰定数 h ～ひずみ関係)

A.2 神戸海洋気象台敷地内ボーリング(360m)

図-A.2.1 柱状図

A.3 宇治川公園内ボーリング(30m)

図-A.3.1 柱状図

図-A.3.2 PS検層の波形記録(P波, S波)

図-A.3.3 動的変形特性(剛性比 G/G_0 , 減衰定数 h ～ひずみ関係)

A.4 含有物調査

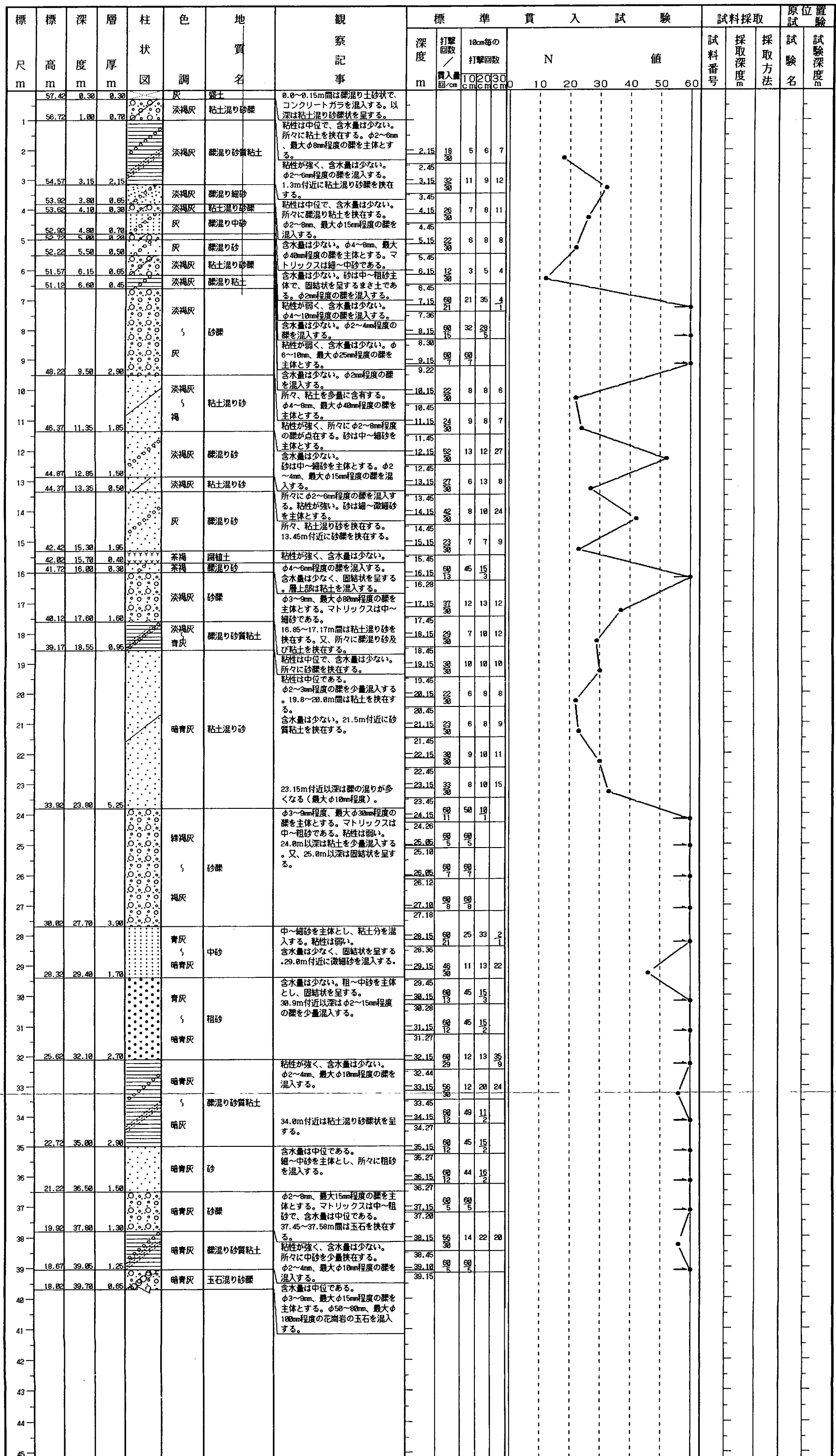
図-A.4.1 砂粒含有物概査結果

図-A.4.2 花粉分析結果

A.5 写真測量

図-A.5.1 航空写真測量に基づく神戸海洋気象台周辺の鳥瞰図

(孔口標高 57.72m)



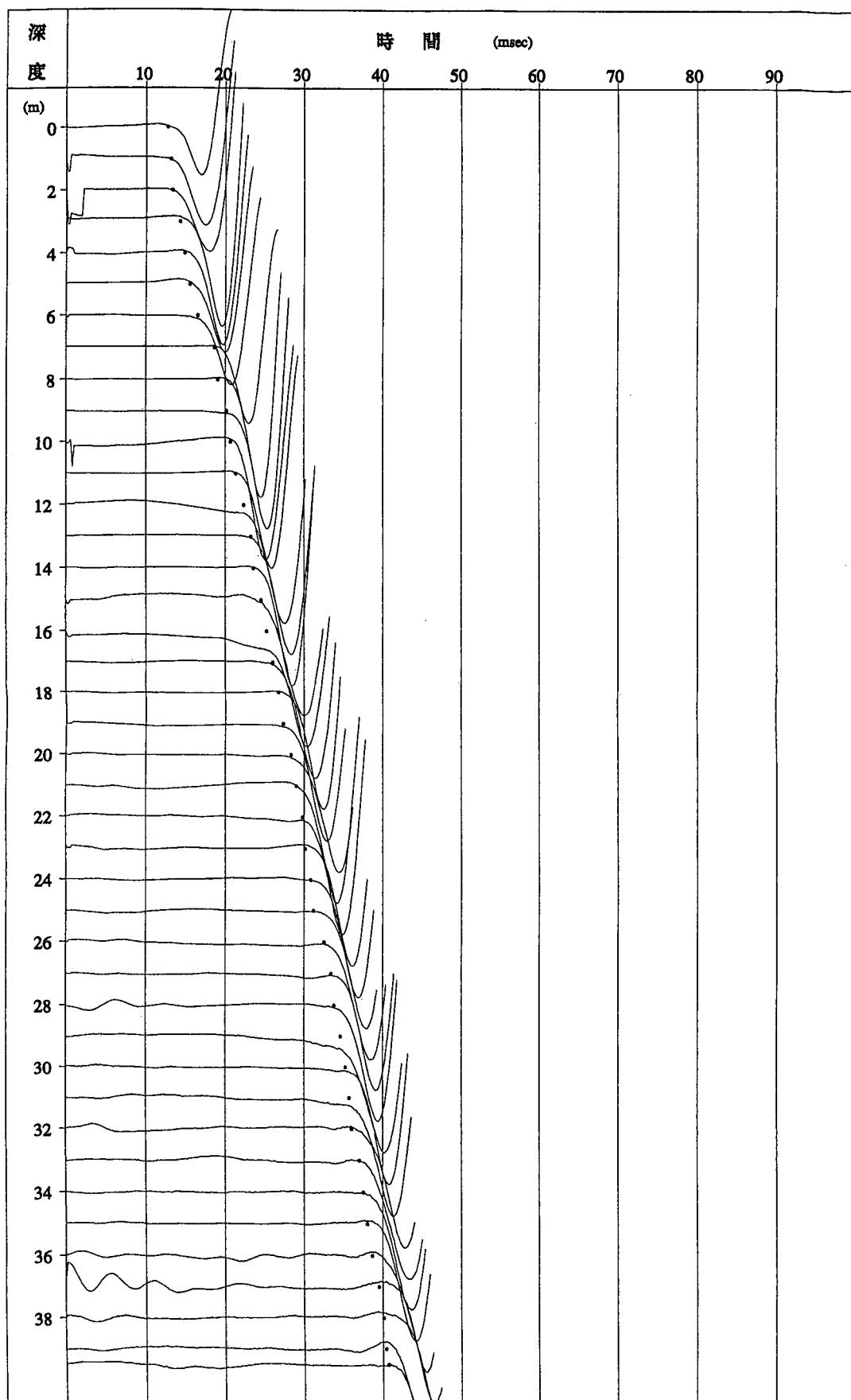


図-A.1.2 PS 検層の波形記録(P 波)

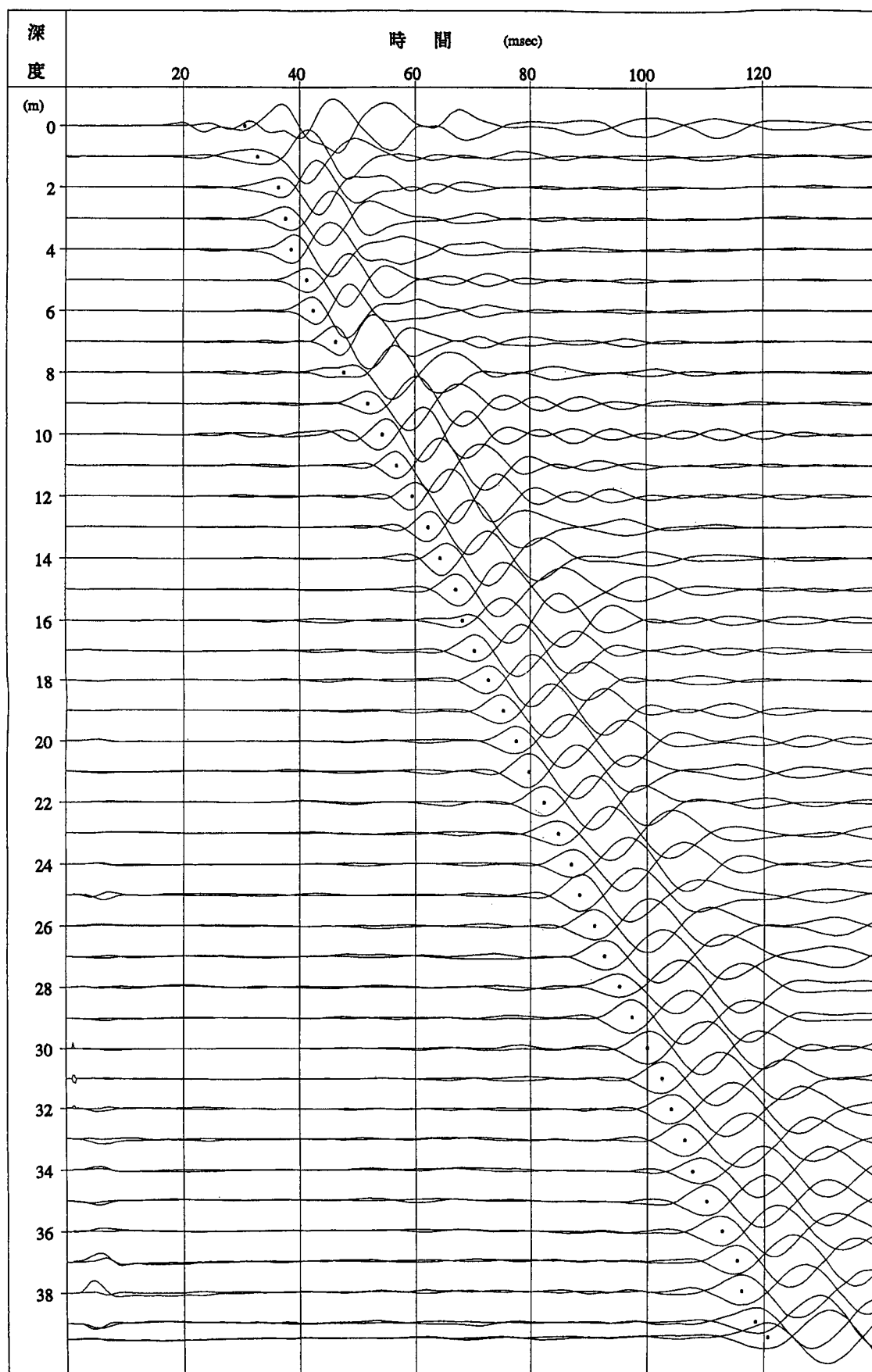


図-A.1.2 PS 検層の波形記録(S波)

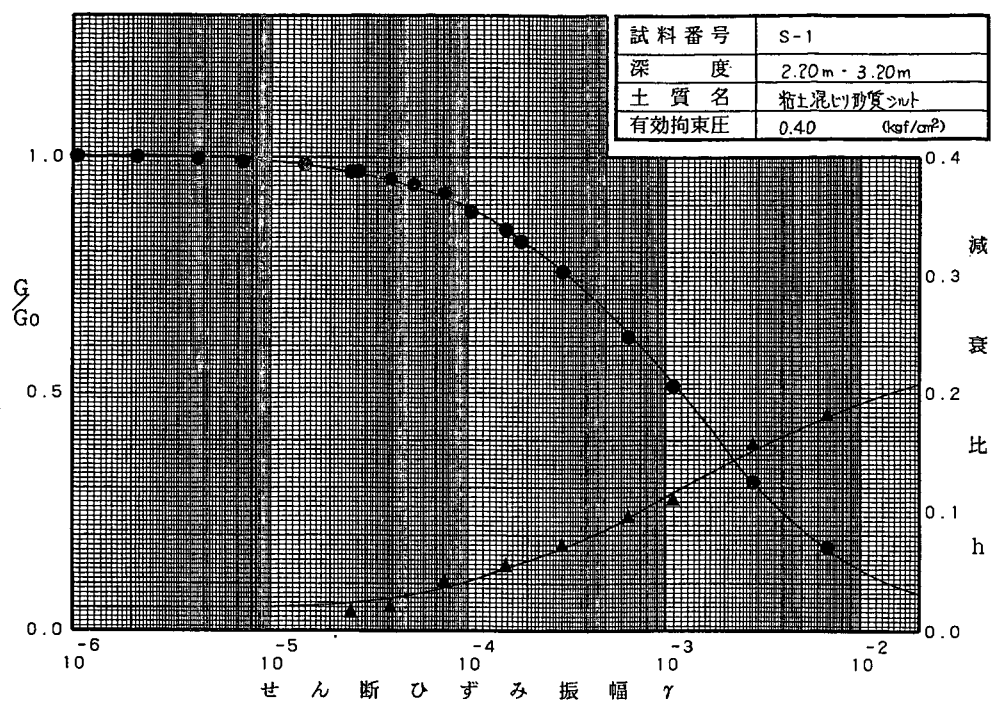


図-A.1.3 動の変形特性曲線(1/4)

剛性比 G/G_0 ・減衰定数 h 〜ひずみ関係 (対象深度 2.2~3.2m)

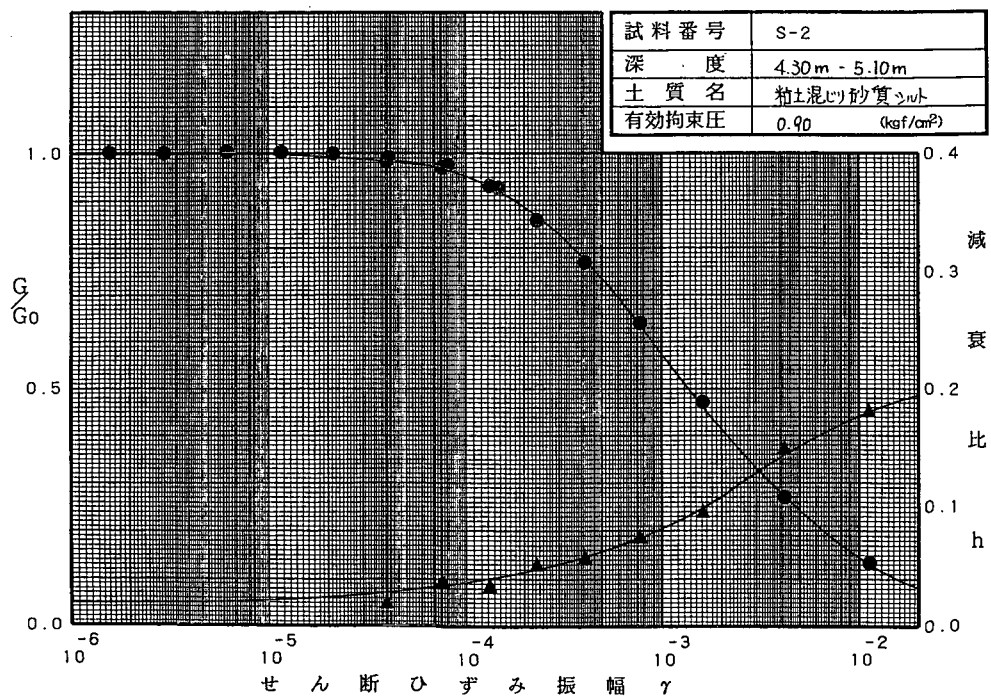


図-A.1.3 動の変形特性曲線(2/4)

剛性比 G/G_0 ・減衰定数 h 〜ひずみ関係 (対象深度 4.3~5.1m)

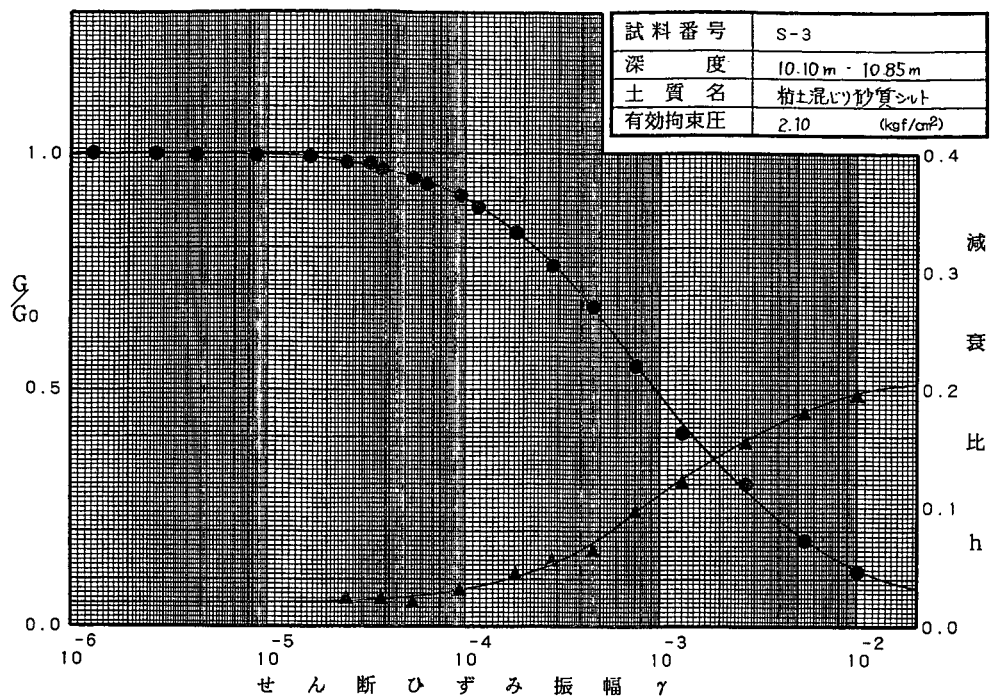


図-A.1.3 動の変形特性曲線(3/4)

剛性比 G/G_0 ・減衰定数 h ～ひずみ関係 (対象深度 10.1～10.9m)

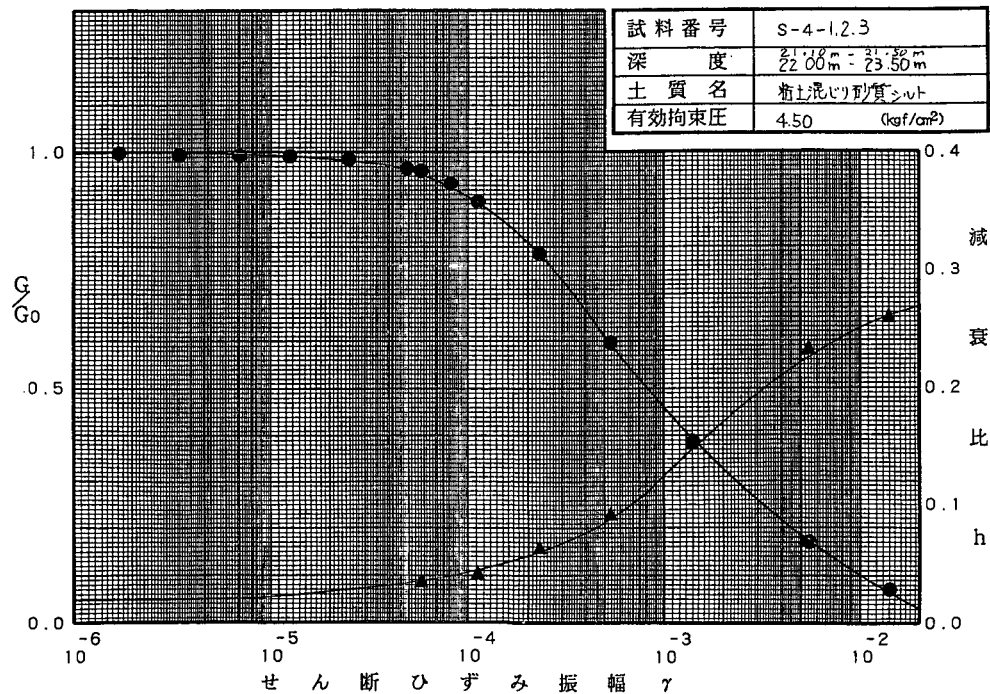


図-A.1.3 動の変形特性曲線(4/4)

剛性比 G/G_0 ・減衰定数 h ～ひずみ関係 (対象深度 22～23.5m)

図-A.2.1 神戸海洋気象台敷地内(360m)柱状図(1/11)

(孔口標高 57.57m)

標 尺 (m)	標 高 (m)	深 度 (m)	柱 状 図	岩 種 区 分	色 調	花 粉 化 石 帯	Ma 層 と の 対 比	記 事	密 度 (g/cm ³)			P 波 速 度 (m/sec)				S 波 速 度 (m/sec)				
									1	1.5	2	1500	2000	2500	3000	250	500	750	1000	1250
1					茶灰			φ10~40mmのコンクリート、レンガ片を含む土砂。												
2	55.57	2.00			淡褐			G.L.-2.00~2.30m、根・茎を含む土砂。高含水である。φ10~30mmのチャート亜円礫を多く含む土砂。max φ90mmチャート有。												
3	55.17	2.40		盛土																
4					茶灰															
5	52.17	5.40																		
6				礫混り砂	淡褐		試料番号 1 GL-8.65	G.L.-5.40~7.00m、黒灰色チャートや黄褐色のマサ化している花崗岩礫を含む砂。 G.L.-5.70~5.90m、細砂~微細砂水中ラミナ有。 G.L.-6.46~6.60m、G.L.-6.72~6.80m粘土・軟質。上下境界0~10°傾斜で、腐植土を伴う。												
7	50.27	7.30		礫				φ10~60mmチャート・砂岩・花崗岩の亜円礫。 境界部、赤褐色25°傾斜。												
8	48.42	9.15		礫	茶		マツ属 スギ属 トウヒ属帯													
9	47.32	10.25		礫混り砂	淡褐			φ2~20mmのチャート。亜角~亜角礫を含む細砂。 下位に従い礫径大きくなる。 G.L.-11.20~12.00m、高含水。												
10	45.57	12.00		粘土混り砂	淡褐			粘土混じり細砂。 高含水。												
11	44.97	12.60		砂	褐			φ2mmの礫を含む中砂。高含水。												
12	44.57	13.00		有機質粘土	黒		試料番号 2 GL-13.90	木片を含む炭質粘土~シルトで細~中レキを混入。												
13	43.87	13.70		礫混り砂	淡褐			G.L.-14.75~14.85m、炭質物を含む粘土。高含水。 φ2~40mmのチャート亜角礫を含む細砂。												
14	43.37	14.20		砂質シルト	淡茶褐		試料番号 3 GL-16.60	僅かに炭質物を含む。 小豆色を呈する。締まり良い。 微細砂。上位のシルトを不規則に含む。												
15	42.97	14.60		砂	灰			φ2~5mmの礫を含む中砂。 褐鉄錒集。												
16	41.18	16.40		礫混り砂	淡褐			シルトから粗砂へと下位に従い粗粒化する。砂は高含水。												
17	40.57	17.00		砂質シルト	淡青灰		試料番号 4 GL-19.80	φ2~5mm礫を含む。締まり良い												
18	40.07	17.50		砂	灰															
19	39.18	18.40		砂	淡青灰															
20	38.27	19.30		砂質シルト	淡青灰															
21	37.57	20.00		砂質シルト	淡青灰															

図-A.21 神戸海洋気象台敷地内(360m)柱状図(2/11)

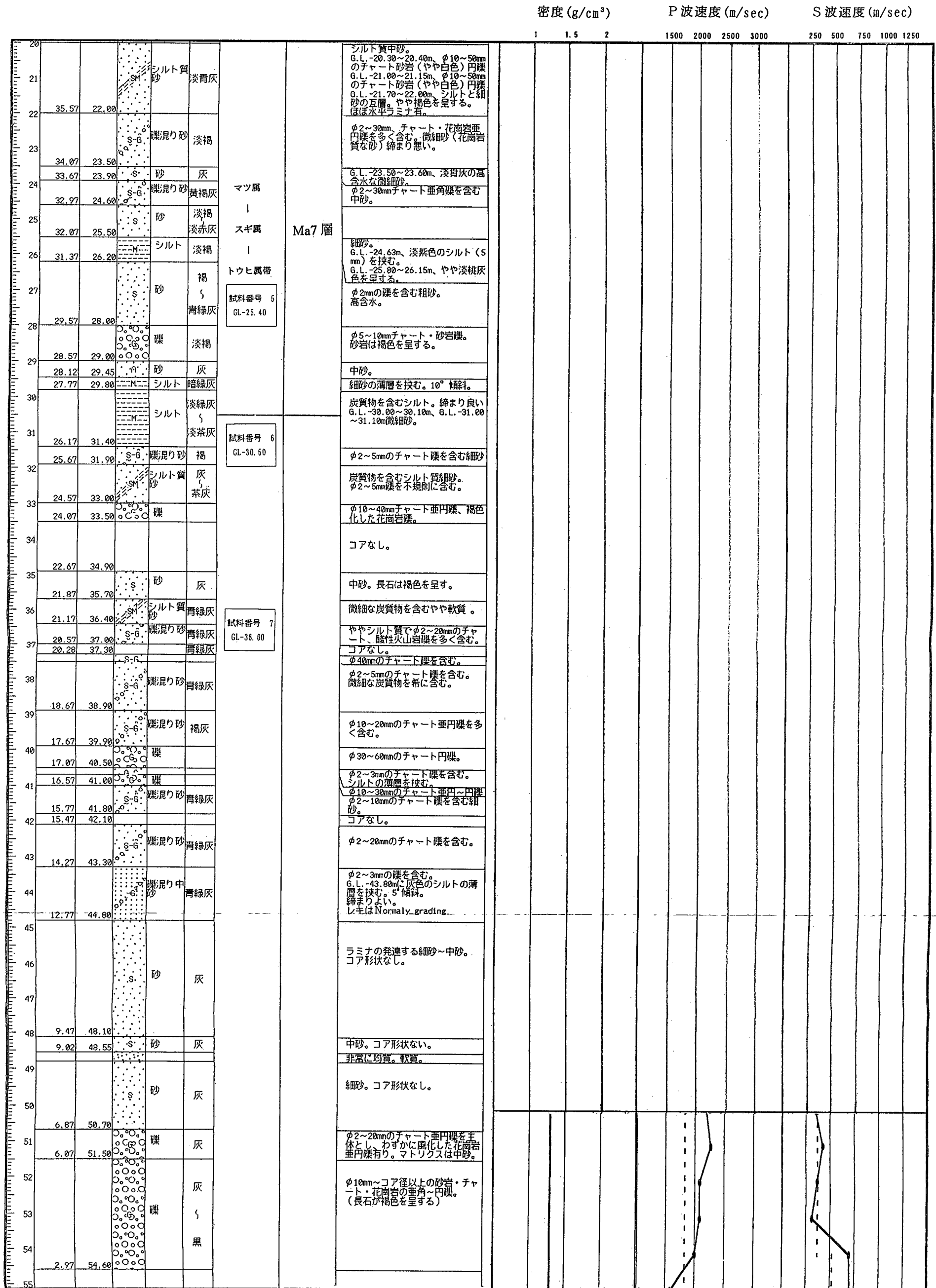
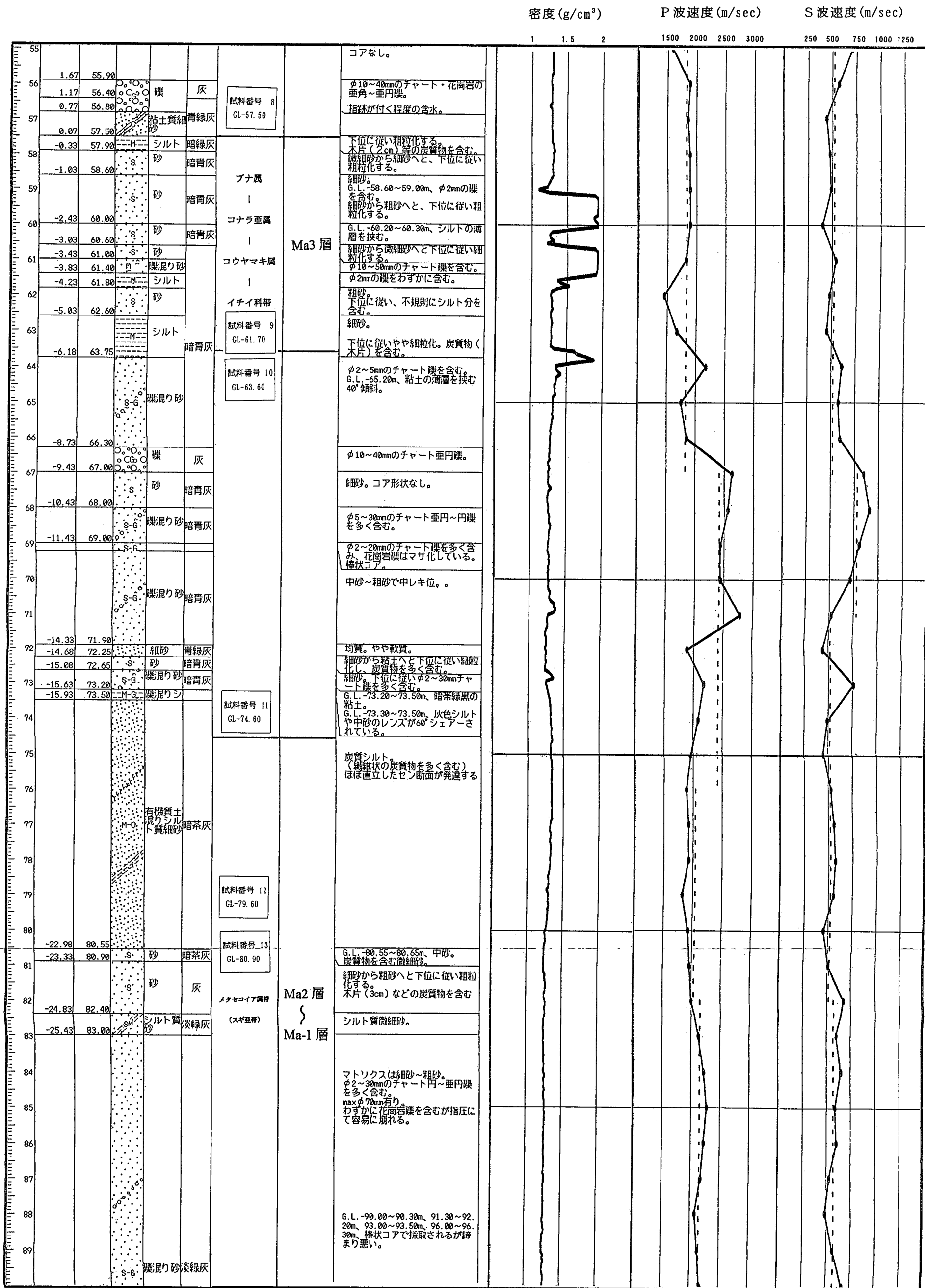


図-A.21 神戸海洋気象台敷地内(360m)柱状図(3/11)



1

図-A.2.1 神戸海洋気象台敷地内(360m)柱状図(4/11)

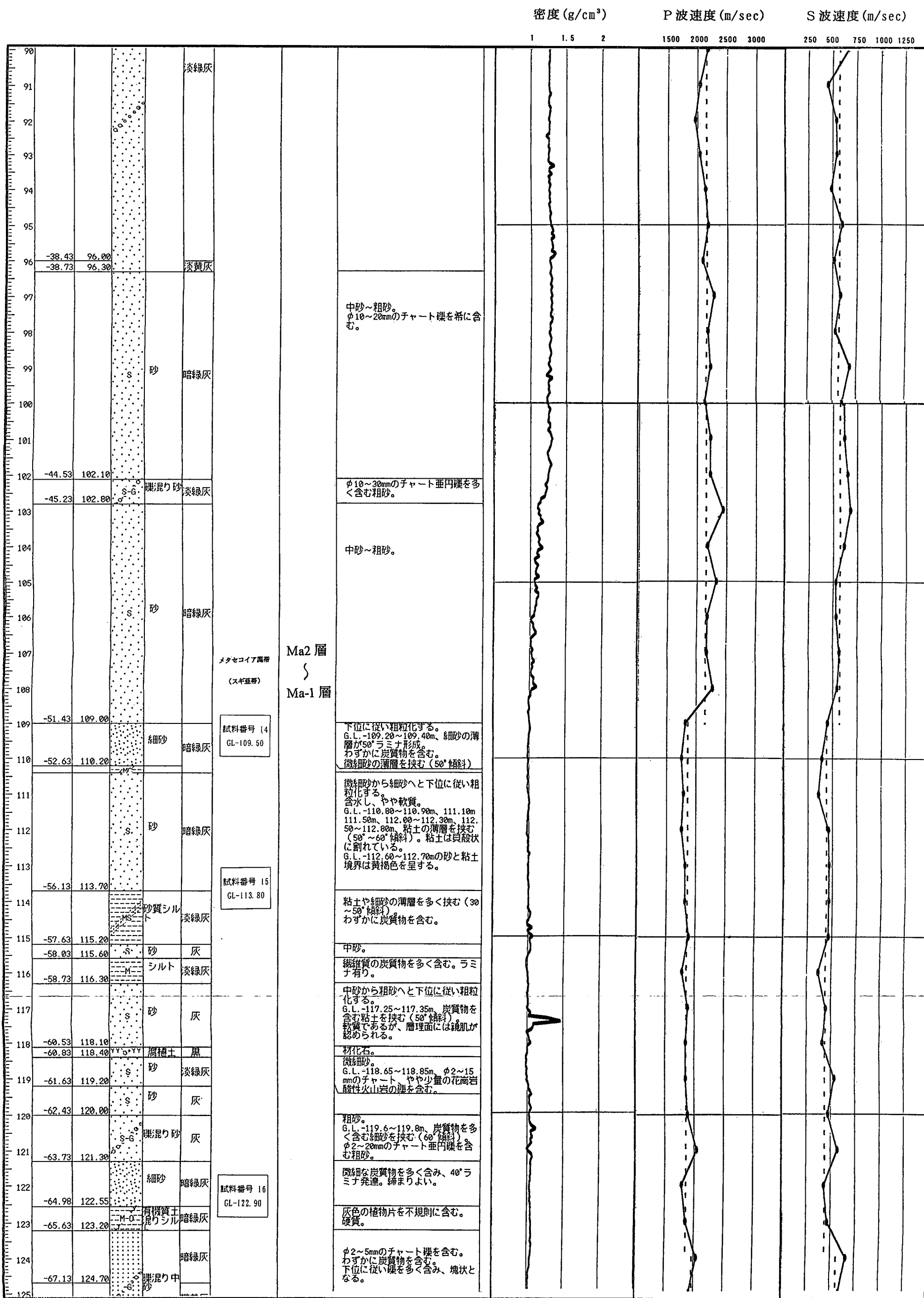


図-A.21 神戸海洋気象台敷地内(360m)柱状図(5/11)

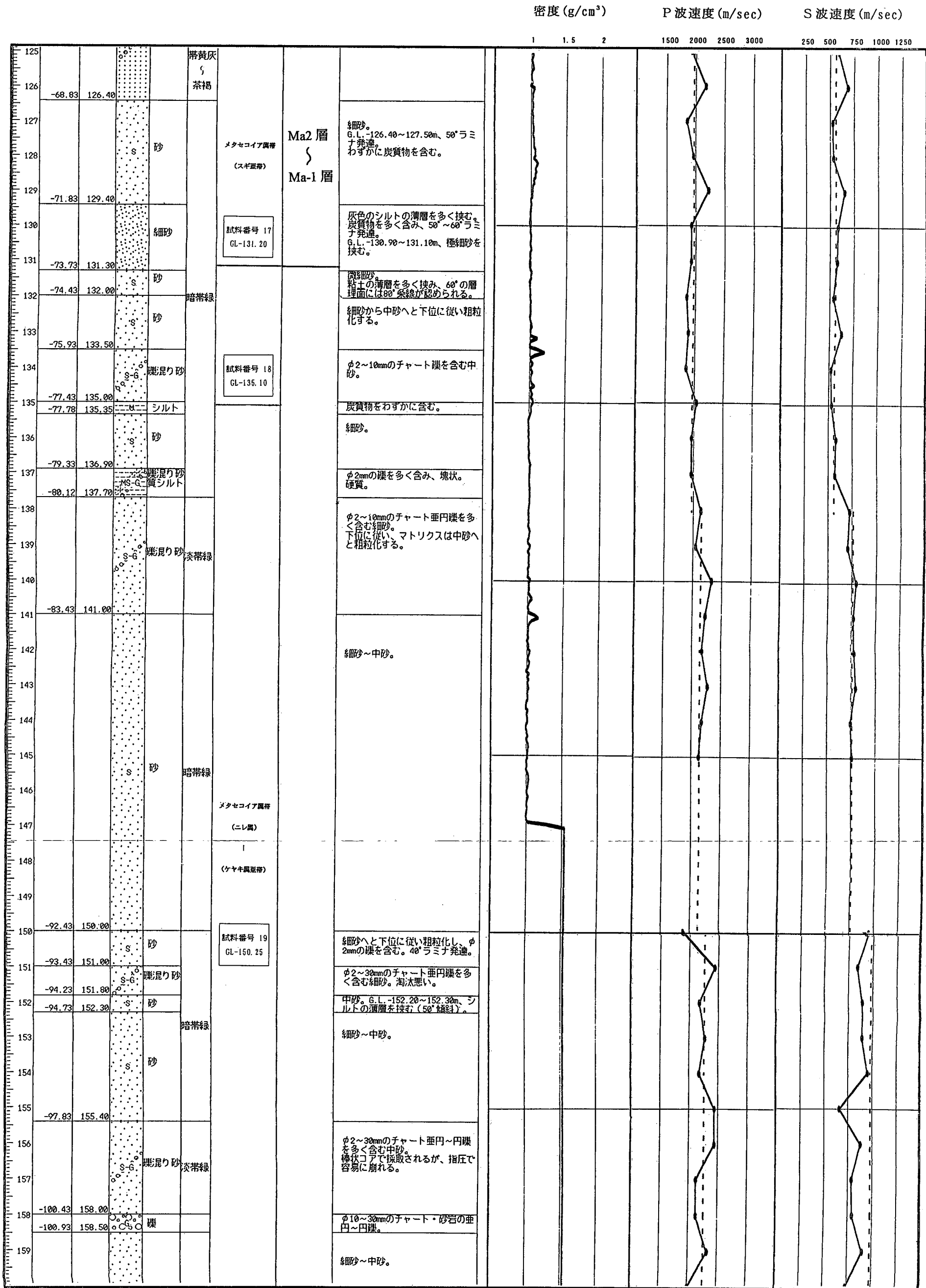


図-A.2.1 神戸海洋気象台敷地内(360m)柱状図(6/11)

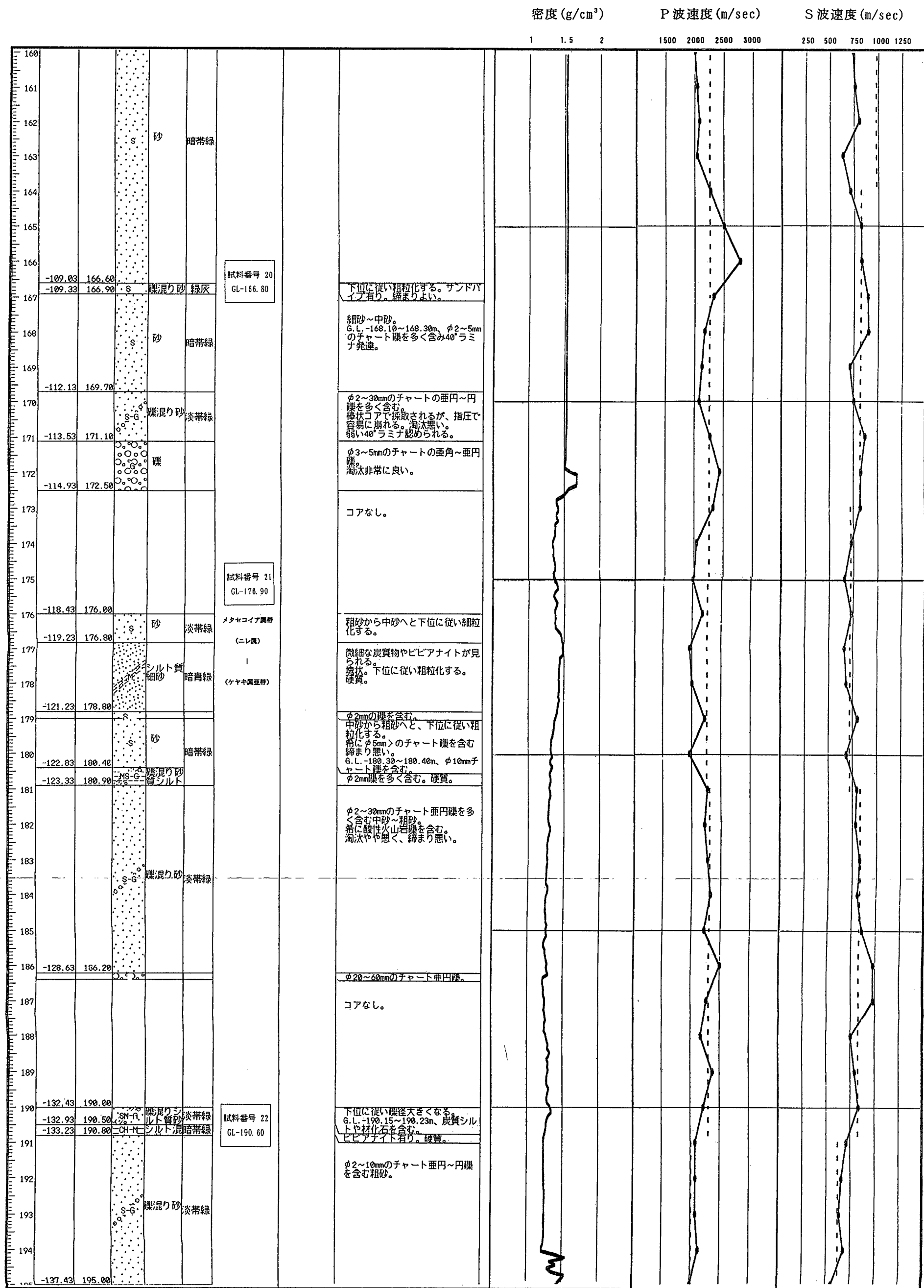


図-A.2.1 神戸海洋気象台敷地内(360m)柱状図(7/11)

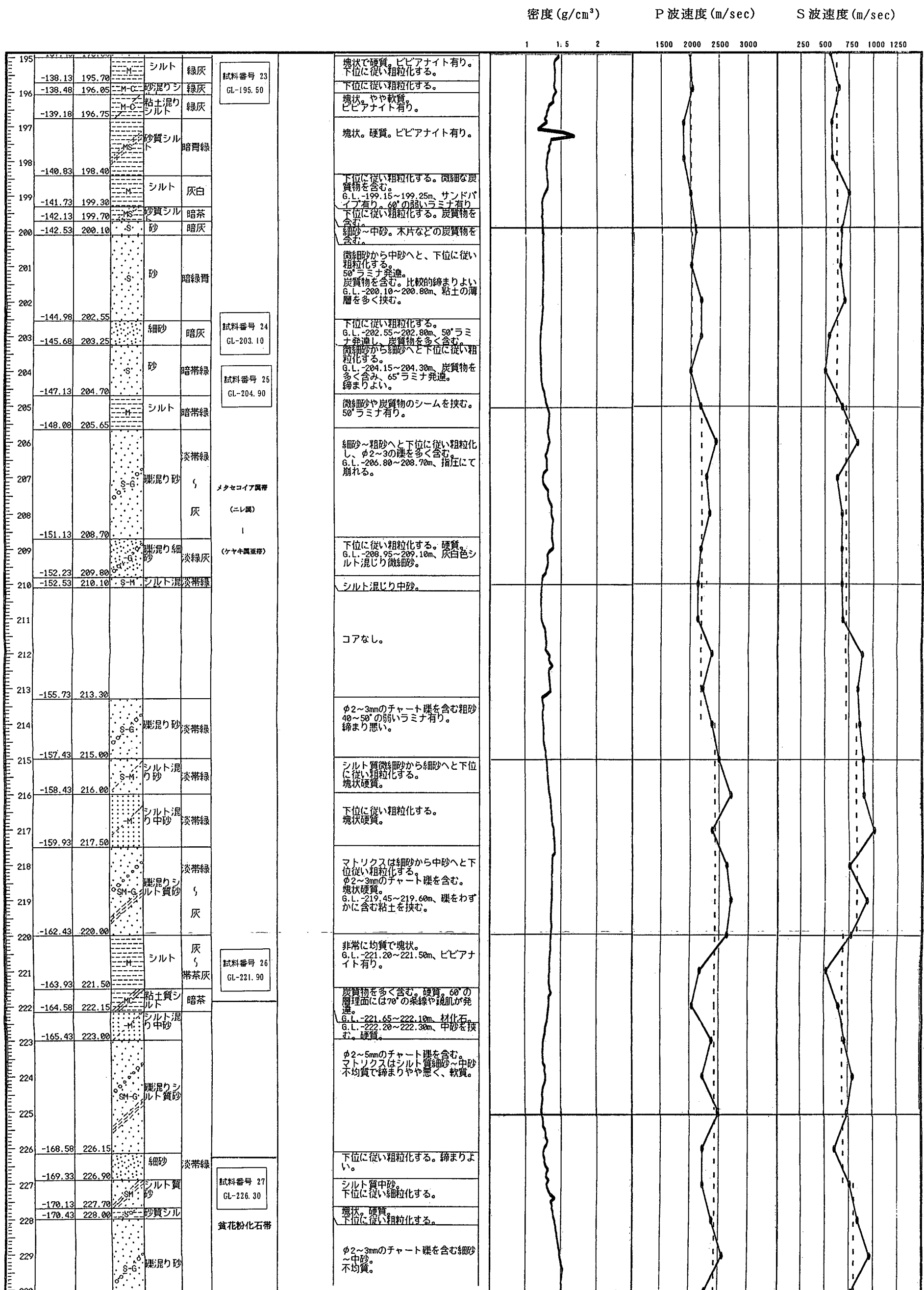


図-A.2.1 神戸海洋気象台敷地内(360m)柱状図(8/11)

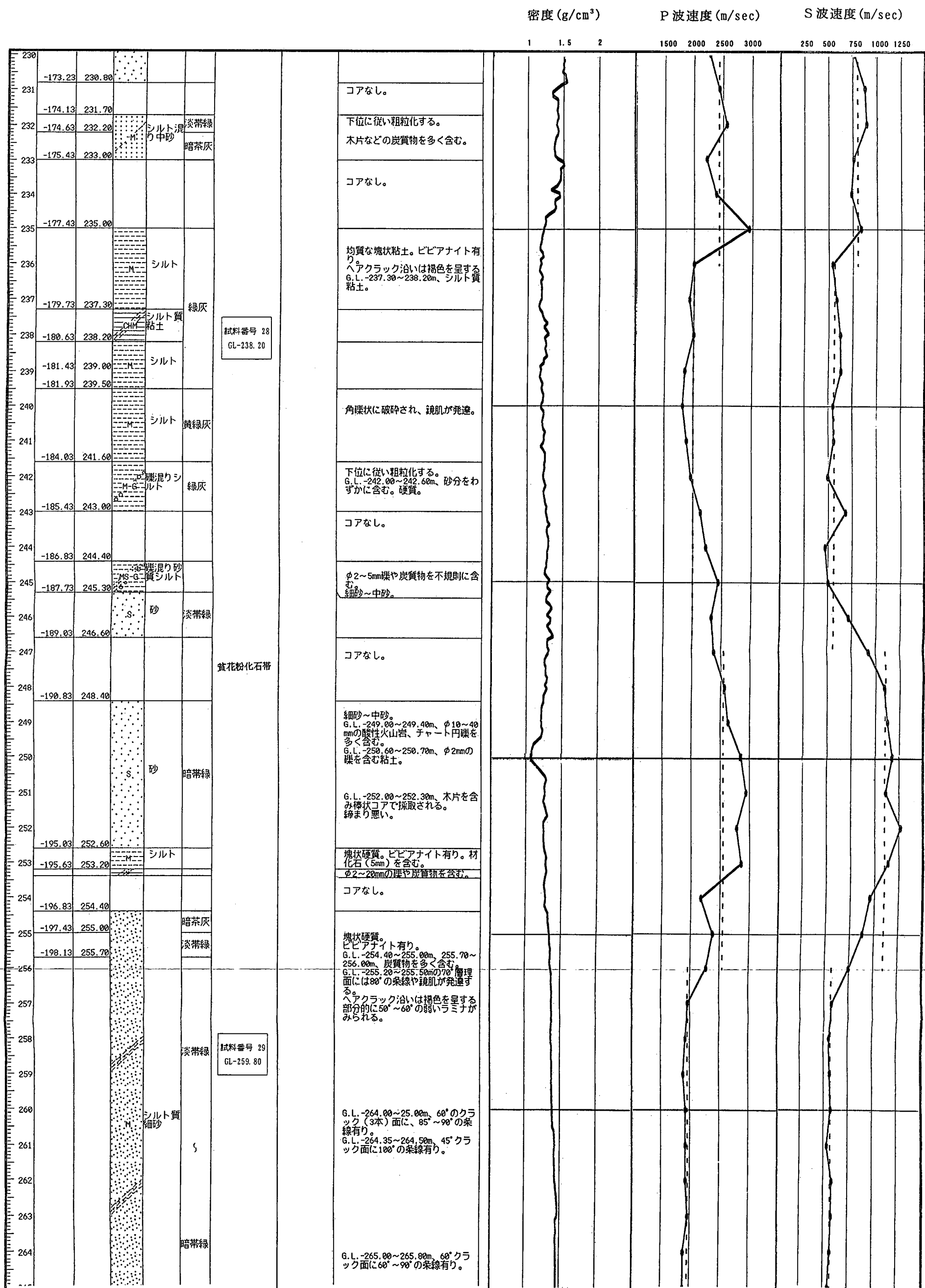


図-A.21 神戸海洋気象台敷地内(360m)柱状図(9/11)

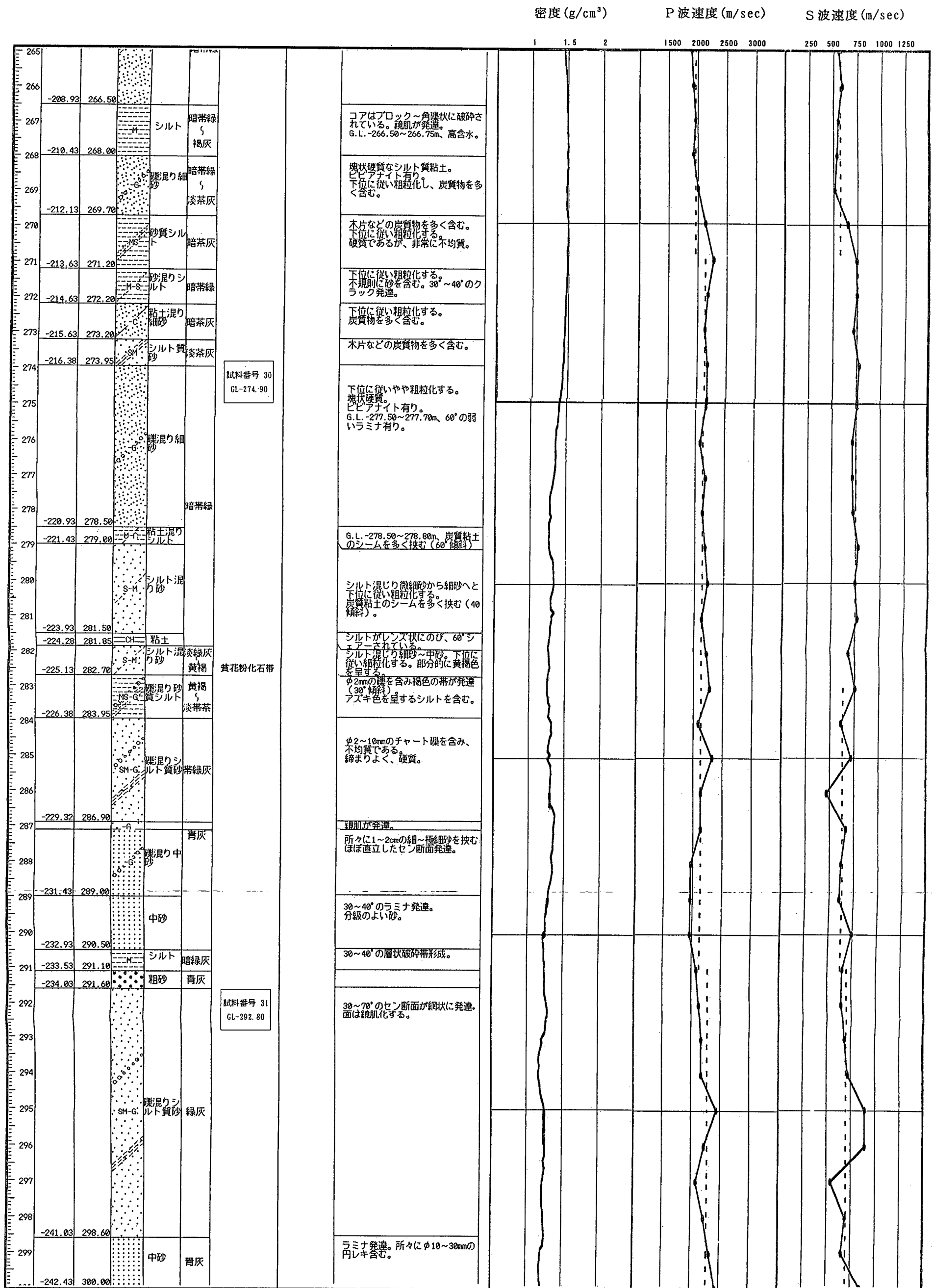


図-A.21 神戸海洋気象台敷地内(360m)柱状図(10/11)

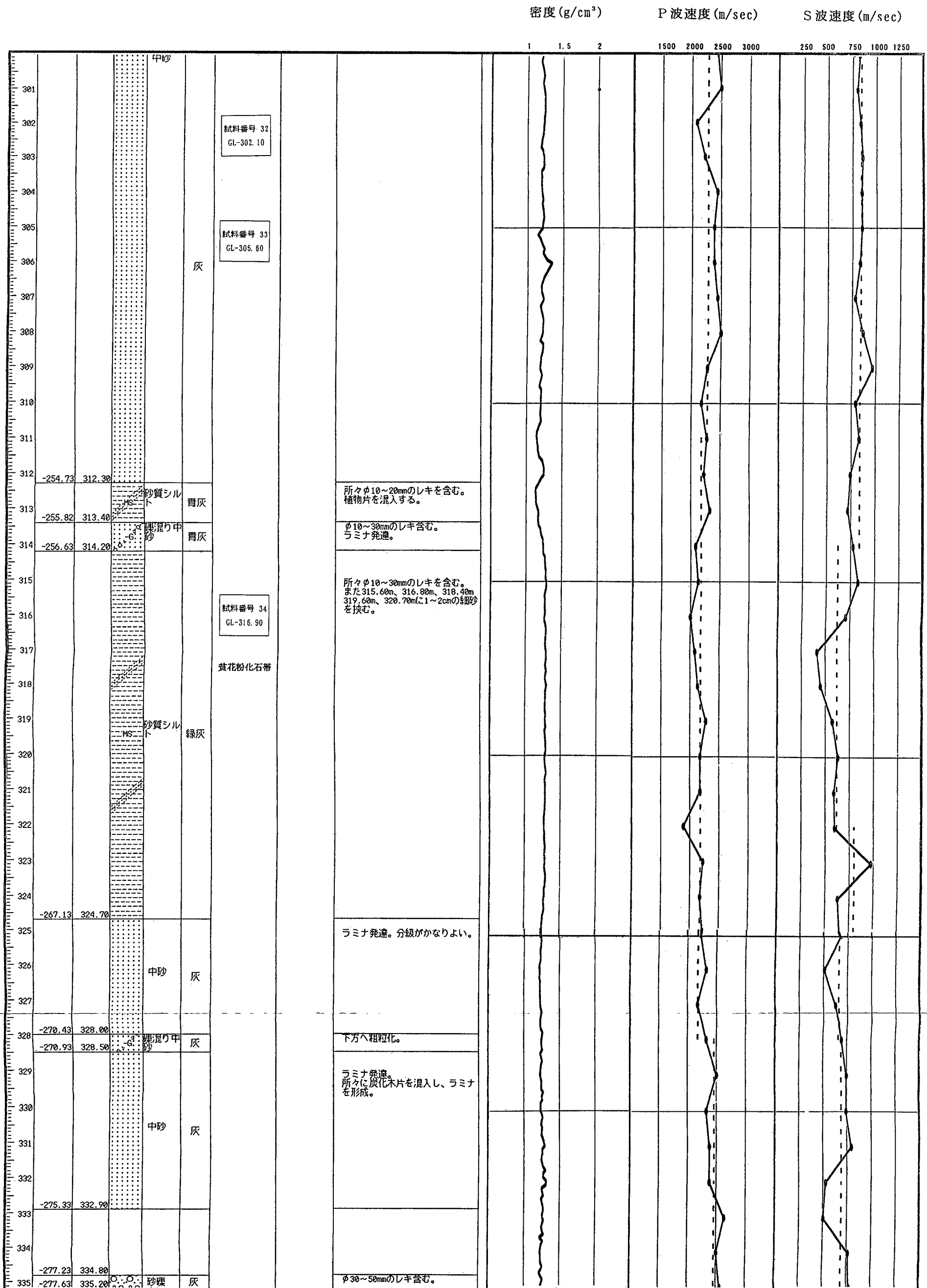


図-A.2.1 神戸海洋気象台敷地内(360m)柱状図(11/11)

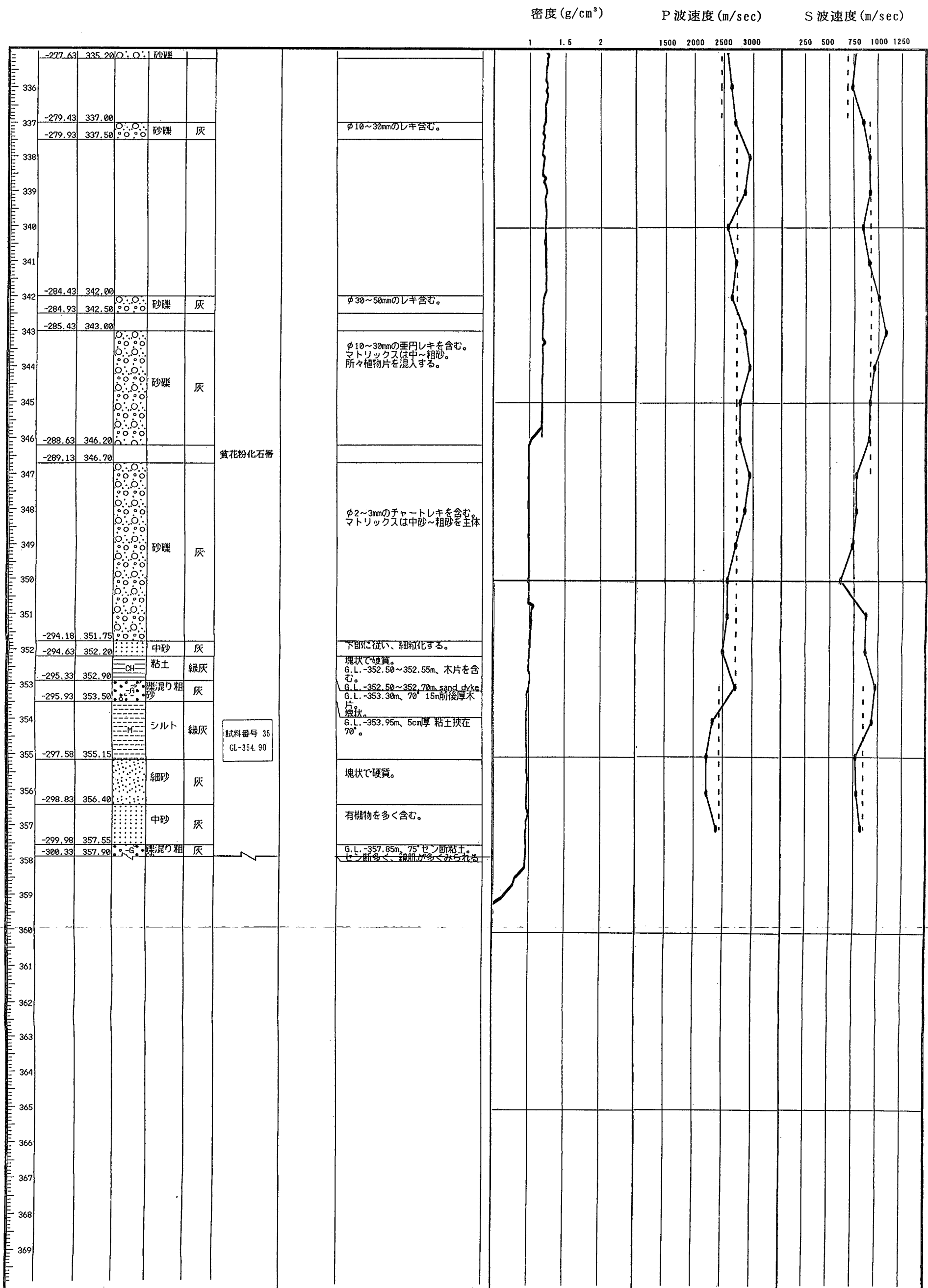
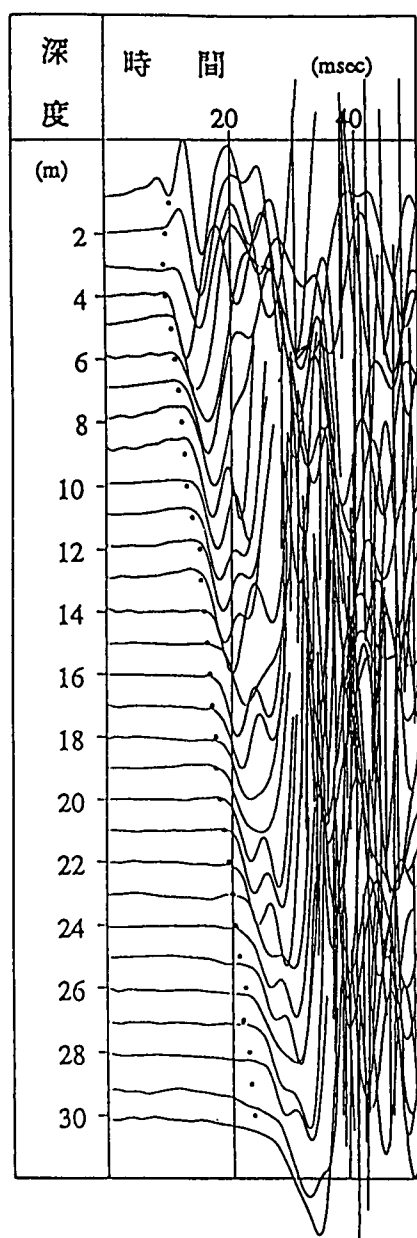
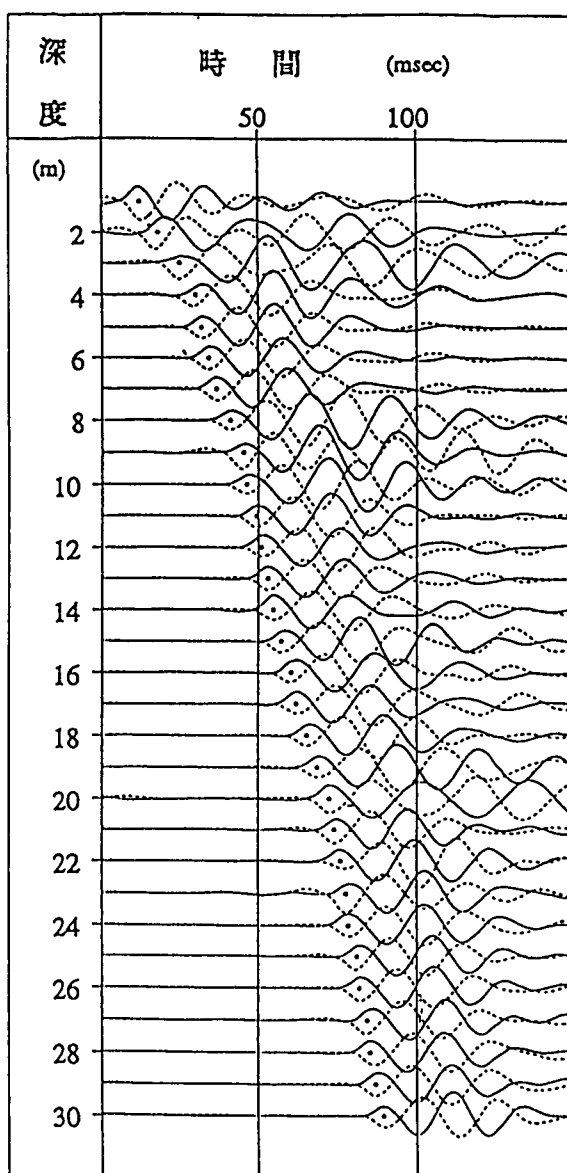


図-A.3.1 宇治川公園内ボーリング(30m)柱状図

標 尺 m	標 高 m	深 度 m	層 厚 m	柱 状 図	色 調	地 質 名	観 察 記 事	標準貫入試験						試料採取			原位置					
								深度 m	打撃 回数 回/cm	10cm毎の 打撃回数			N 値						試料 番号	採取 深度 m	採取 方法	試験 名
1		0.30	0.30		暗灰褐	埋土	細砂が主体の埋土である。 礫を混入する。	1.15	18	5	6	7										
2		1.65	1.35		灰褐	シルト混り細砂	不均一な層である。 層上部は所々、シルト分を多く混入する。	1.45	18	6	6	6										
3		3.05	1.40		灰褐	礫混り中砂	不均一な粘土である。 細砂が互層状に混入する。	2.15	18	6	6	6										
4		3.75	0.70		淡灰	粘土	不均質で薄層に細砂を混入する。	3.15	4	1	1	2	14									
5					淡灰	砂礫	径3~30mm程度の亜円礫を主体とする。 マトリックスは、粗砂である。	3.49	60	20	24	16	4									
6								4.15	60	22	28	10	2									
7		6.90	3.15		淡灰	粗砂	概ね均一な粗砂である。	4.39	60	24	28	16	4									
8		7.50	0.60		淡灰	粗砂	不均一な層である。 中砂を混入する。	5.15	60	22	28	10	2									
9					淡灰	礫混り粗砂	径3~5mm程度の円礫が点在する。	5.37	60	28	32											
10		9.80	2.30		淡灰	粗砂	粒子不均一である。 中砂を混入する。	6.15	60	28	32											
11					淡灰	粗砂	径3mm程度の礫を混入する。	6.36	60	28	32											
12		11.80	2.00		暗緑灰	シルト質粘土	均一である。 粘性が強い。	7.15	60	14	40	20	4									
13		12.25	0.45		暗緑灰	砂質固結シルト	均一である。	7.29	60	14	40	20	4									
14		12.60	0.35		暗灰	粘土質シルト	硬い層である。 均一である。	8.15	60	18	31	29	8									
15		13.65	1.05		暗灰	固結シルト	若干粘土質である。 均一である。	8.33	60	18	32	28	8									
16							硬質である。 1mに2~3cm程度の割合で細砂の薄層をブロック状に挟入する。	9.15	60	18	32	28	8									
17								9.33	60	18	32	28	8									
18								10.15	60	18	32	28	8									
19								10.33	60	18	32	28	8									
20		11.80	2.00		暗灰	固結シルト	17.5m以深は火山灰をポケット状に混入する。	11.15	60	16	35	25	6									
21		12.25	0.45					11.31	60	16	35	25	6									
22		12.60	0.35					12.15	60	15	10	50	5									
23								12.30	60	15	10	50	5									
24		13.65	1.05					13.15	21	30	6	7	8									
25								13.45	46	30	10	15	21									
26								14.15	43	30	10	15	18									
27								14.45	41	30	10	14	17									
28								15.15	44	30	10	15	19									
29								15.45	40	30	10	13	17									
30		19.85	6.20					16.15	41	30	10	14	17									
31								16.45	44	30	10	15	19									
32								17.15	40	30	10	13	17									
33								17.45	41	30	10	14	17									
34								18.15	40	30	10	13	17									
35								18.45	41	30	10	14	17									
36								19.15	40	30	10	13	17									
37								19.45	60	5	60	5										
38								20.15	60	3	60	3										
39								20.20	60	3	60	3										
40								21.15	60	1	60	1										
41								21.18	60	1	60	1										
42								22.15	60	3	60	3										
43								22.16	60	3	60	3										
44								23.15	60	2	60	2										
45								23.18	60	2	60	2										
46								24.15	60	2	60	2										
47								24.17	60	2	60	2										
48								25.15	60	2	60	2										
49								25.17	60	2	60	2										
50								26.15	60	3	60	3										
51								26.18	60	3	60	3										
52								27.15	60	3	60	3										
53								27.18	60	3	60	3										
54								28.15	60	4	60	4										
55								28.19	60	3	60	3										
56								29.15	60	3	60	3										
57								29.18	60	3	60	3										
58		30.18	10.33					30.15	60	3	60	3										
59								30.18														
60																						
61																						
62																						
63																						
64																						
65																						
66																						
67																						
68																						
69																						
70																						



(P波)



(S波)

図-A.3.2 PS 検層の波形記録(P 波, S 波)

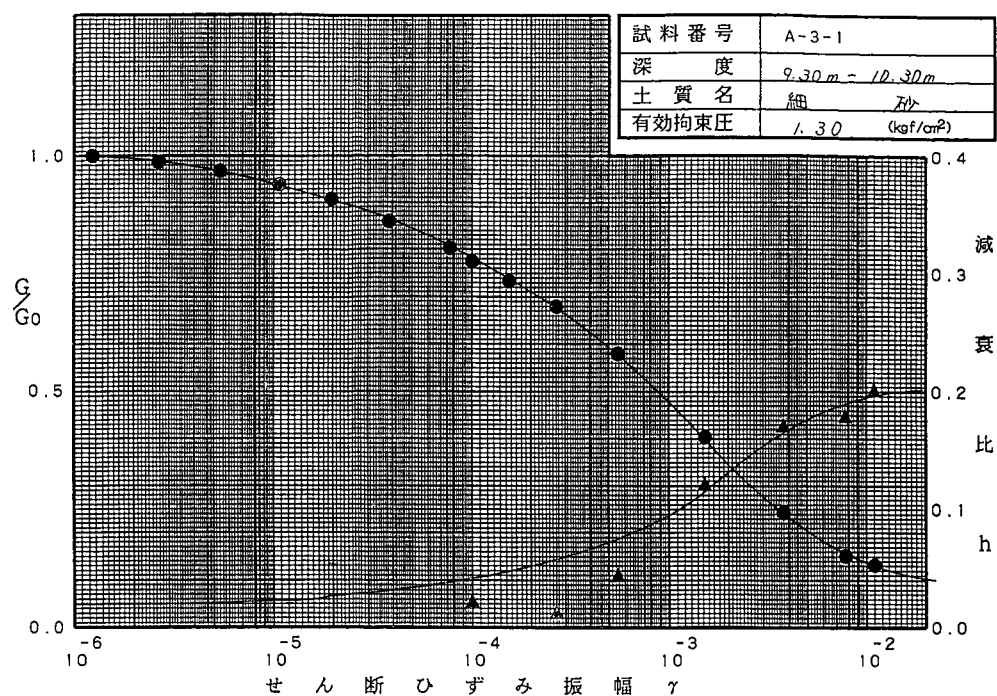


図-A.3.3 動の変形特性曲線(1/3)

剛性比 G/G_0 ・減衰定数 h 〜ひずみ関係 (対象深度 9.3~10.3m)

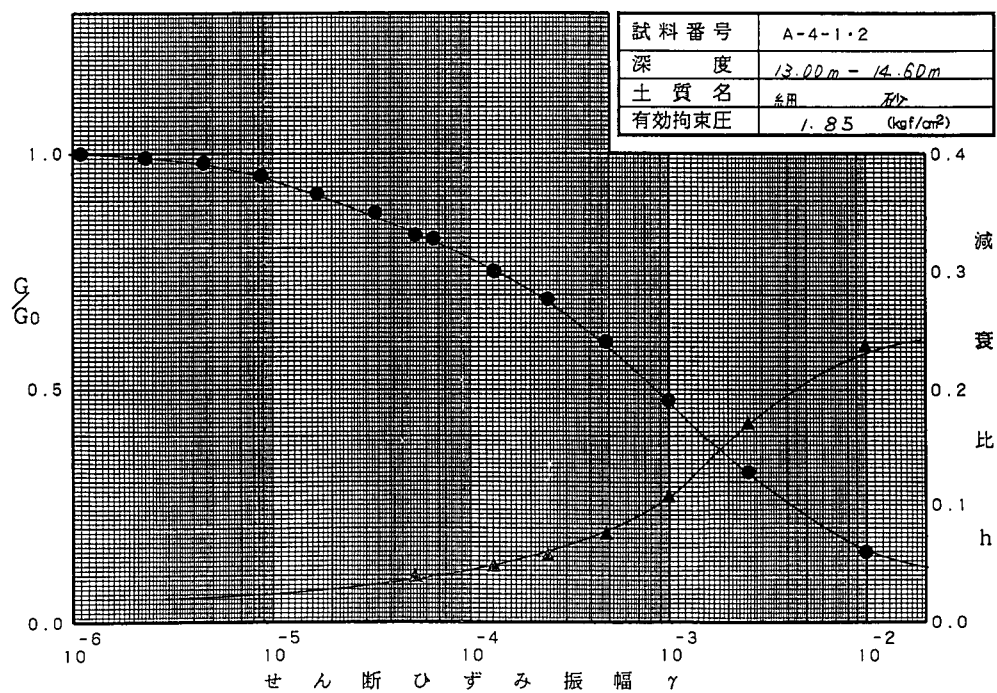


図-A.3.3 動の変形特性曲線(2/3)

剛性比 G/G_0 ・減衰定数 h 〜ひずみ関係 (対象深度 13.0~14.6m)

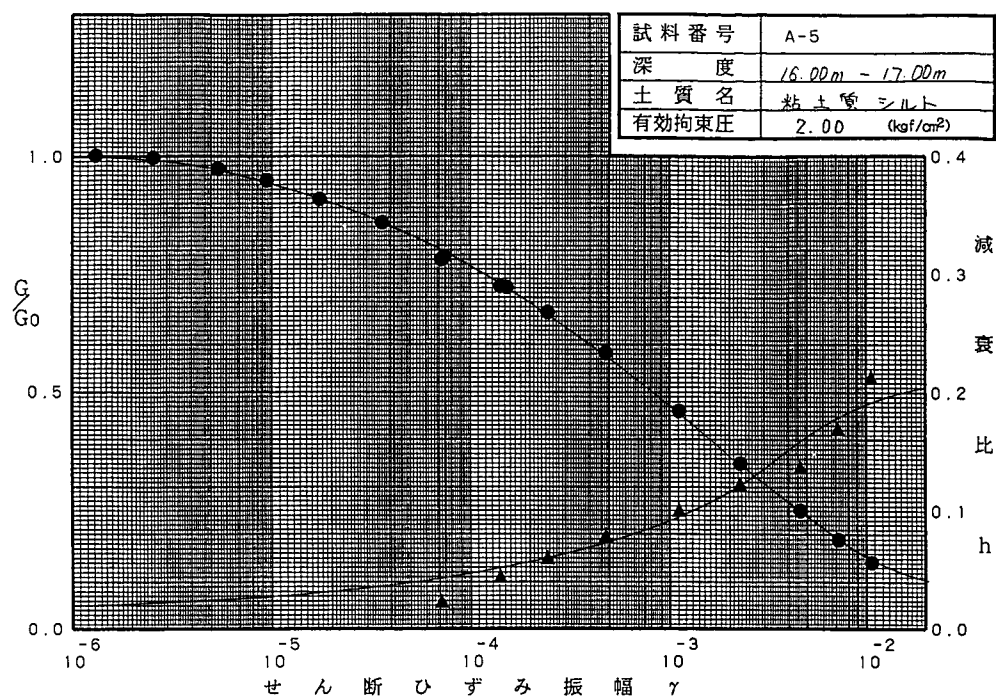


図-A.3.3 動の変形特性曲線(3/3)

剛性比 G/G_0 ・減衰定数 h 〜ひずみ関係 (対象深度 16.0~17.0m)

試料		砂粒試料状態			砂粒組成						
番号	深度 (GL-m)	色調	砂粒サイズ	備考	軽鉱物	重鉱物	岩片	火山ガラス	スリ	植物片	備考
1	6.55	褐白	fs		++++		+++				
2	13.9	ゴマシ	m-fs	やや円磨	++++		+++			++	
3	16.6	褐白	fs		++++	+ bi	++	+ B			
4	19.8	褐白	fs		++++	+ py	++				
5	25.7	黄白	fs		++++	+ bi	++				
6	30.5	褐灰	fs		++++	+ bi	+++				
7	36.3	褐灰	fs		++++		++				
8	57.5	灰	fs		++++	+ bi	+++			+	
9	61.7	灰白	fs		++++	+ bi	++			+	
10	63.6	灰白	fs		++++	+ bi	++			+	
11	74.6	灰	fs-si		+++		+			++++	
12	79.6	灰白	fs	黒色粒混じり	++++		+++			+	
13	80.9	灰白	m-vfs	粒径不均質	++++		+++			++	
14	109.5	灰白	fs	黒色粒混じり	++++		++				
15	113.5	灰白	fs		++++	+ bi	+++				
16	122.9	灰白	fs		++++		+++				
17	131.2	灰白	fs		++++	+ bi	+++			+	
18	135.1	灰	fs		++++		+++			+	
19	150.25	淡緑灰	fs		++++		+++				
20	166.8	淡緑灰	fs		++++		++				
21	176.9	灰	fs-si		+++		+++			+	
22	190.6	淡緑灰	fs-si		++++		++				
23	195.5	灰	m-fs		++++		++++				
24	203.1	灰	c-fs		++++	+ bi	++++				
25	204.9	灰	fs		++++	+ bi	++			+	
26	221.9	黒	fs		++		+++			++++	
27	226.3	灰白	fs		++++		++				
28	238.2	灰白	fs		++++		++			+	
29	259.8	黄灰	vfs-si		+++		++	+ T-L			
30	274.9	灰白	fs		++++	+ bi	++				
31	292.8	灰白	vfs-si		++++		+	++ T-L>B			
32	302.1	黄褐灰	fs		+++		+++				
33	305.6	灰	vfs-si		++++		++			+	
34	316.9	灰白	fs		++++		+++			++	
35	354.9	灰白	fs		++++		++			++++	

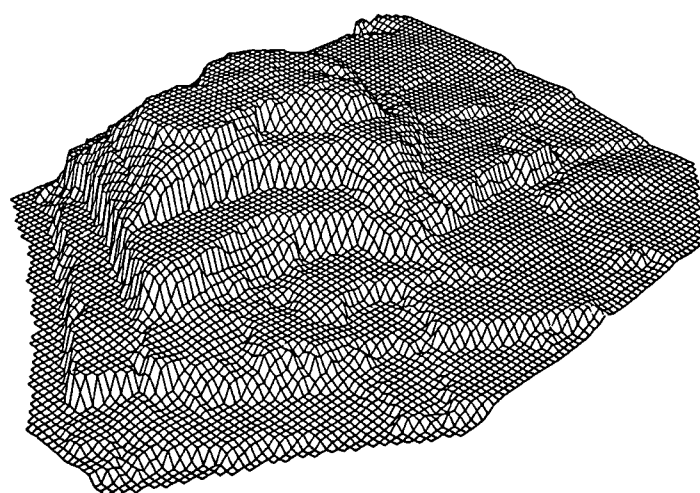
化石の相対量の区分

区分		視野中に認められる個数 走査して検出される
+	希	数個程度
++	少ない	数個～10個
+++	普通	10個～数10個
++++	多い	数10個～
+++++	非常に多い	

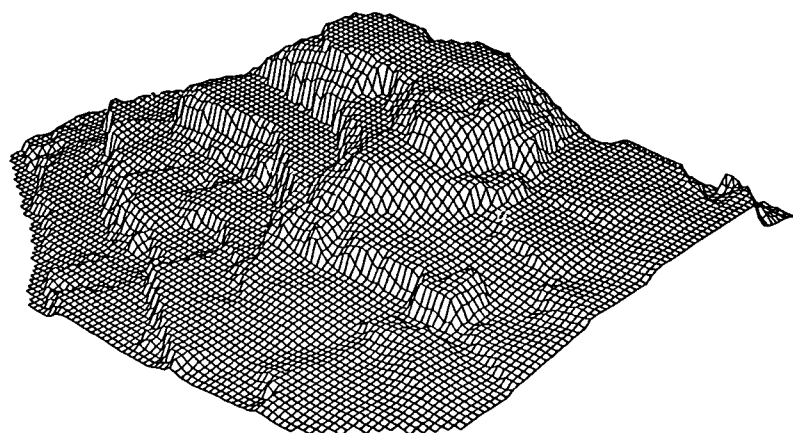
図-A.4.1 砂粒含有物概査結果

試料番号 深度 (m)		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
和 名	学 名	150.25	166.80	176.90	190.60	195.50	203.10	204.90	221.90	226.30	238.20	259.80	274.90	292.80	302.10	305.60	316.90	354.90
木 本 花 粉	Arboreal Pollen																	
モミ属	Abies	-	-	1	-	-	5	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-
ツガ属	Tsuga	-	-	4	-	-	2	-	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-
トウヒ属	Picea	-	-	1	-	-	3	4	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
マツ属単維管束亜属	Pinus subgen. Haploxyton	-	-	1	-	-	25	25	2	-	-	-	-	-	-	2	-	-
マツ属複維管束亜属	Pinus subgen. Diploxyton	-	-	18	-	-	62	24	5	-	-	-	-	-	-	3	-	5
マツ属 (不明)	Pinus (Unknown)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
コウヤマキ属	Sciadopitys	-	-	13	-	-	5	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2
スギ属	Cryptomeria	-	-	8	-	-	22	19	119	-	-	-	-	-	-	5	-	-
メタセコイア属	Metasequoia	-	-	-	-	-	10	5	3	-	-	-	-	-	-	1	-	-
イチイ科-イヌガヤ科-ヒノキ科	Taxaceae-Cephalotaxaceae-Cupressaceae	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
イチョウ属	Ginkgo	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ヤナギ属	Salix	-	-	1	-	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
カリアグリミ属 (ペカン属)	Carya	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ノグミ属	Platycarya	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
サワグルミ属	Pterocarya	-	-	-	-	-	1	9	-	-	-	-	-	-	-	3	-	1
クルミ属 (オニグルミ属)	Juglans	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
クマシデ属-アサダ属	Carpinus - Ostrya	-	-	8	-	-	4	7	6	-	-	-	-	-	-	5	-	1
ハシバミ属	Corylus	-	-	1	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
カバノキ属	Betula	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	10	-	3
ハンノキ属	Alnus	-	-	29	-	-	11	12	7	-	-	-	-	-	-	1	-	-
ブナ属	Fagus	-	-	5	-	-	8	22	5	-	1	-	1	-	-	1	-	5
コナラ属コナラ亜属	Quercus subgen. Lepidobalanus	-	-	1	-	-	5	15	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
コナラ属アカガシ亜属	Quercus subgen. Cyclobalanopsis	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
クリ属	Castanea	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
シイノキ属	Castanopsis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ニレ属-ケヤキ属	Ulmus-Zelkova	-	-	86	-	-	33	29	18	-	-	-	-	-	-	6	-	2
エノキ属-ムクノキ属	Celtis-Aphananthe	-	-	1	-	-	1	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	1
フウ属	Liquidambar	-	-	6	-	-	1	6	-	-	-	-	-	-	-	2	-	22
サクラ属	Prunus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
アカメガシワ属	Malloides	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
シラギ属	Sapindus	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
モチノキ属	Ilex	-	-	2	-	-	6	7	4	-	-	-	-	-	-	1	-	-
カエデ属	Acer	-	-	-	-	-	1	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
トチノキ属	Aesculus	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ブドウ属	Vitis	-	-	2	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ノブドウ属	Ampelopsis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
シナノキ属	Tilia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
グミ属	Elaeagnus	-	-	6	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
サルスベリ属	Lagerstroemia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ツツシ科	Ericaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ハイノキ属	Symplocos	-	-	2	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	7
イボタノキ属	Ligustrum	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ヒイラギ属	Osmundites	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
トネリコ属	Fraxinus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ガマズミ属	Viburnum	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
タニウツギ属	Weigela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
スイカズラ属	Lonicera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
草 本 花 粉	Nonarboreal Pollen																	
ガマ属	Typha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
サジオモダカ属	Alisma	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
イネ科	Gramineae	-	-	4	-	-	8	9	14	-	-	-	-	-	-	1	-	6
カヤツリグサ科	Cyperaceae	-	-	3	-	-	3	8	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
イボクサ属	Aneilema	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
クワ科	Moraceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ギンギン属	Rumex	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
サナエタデ節-ウナギツカミ節	Polygonum sect. Persicaria-Echinocaulon	-	-	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	5
ナデシコ科	Caryophyllaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
カラマツソウ属	Thalictrum	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
キンボウゲ属	Ranunculus	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
キンボウゲ科	Ranunculaceae	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
マメ科	Leguminosae	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
トウダイグサ属	Euphorbia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
コミカンソウ属	Phyllanthus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ミズユキノシタ属	Ludwigia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
アリノトウグサ属	Haloragis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
セリ科	Umbelliferae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
カリガネソウ属	Caryopteris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
オオバコ属	Plantago	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ヤエムグラ属-アカネ属	Galium - Rubia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ヨモギ属	Artemisia	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2
キク亜科	Carduoideae	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
タンポポ科	Cichorioideae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
不 明 花 粉	Unknown Pollen	-	-	98	-	-	63	66	101	-	-	-	-	-	-	21	-	15
シダ類・胞子・セシ類・胞子	Pteridophyta and Moss Spores	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
ヒカゲノカズラ属	Lycopodium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
イワヒバ属	Selaginella	-	-	46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	-
ゼンマイ属	Osmunda	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
他のシダ類胞子	other Pteridophyta	-	-	142	-	-	5	8	13	-	1	-	5	-	-	120	-	2021
ミズゴケ属	Sphagnum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
その他の微化石	other microfossils	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
クンショウモ	Pediastrum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
ボトリオコッカス	Botryococcus	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
シュウドスチザエ	Pseudoschizaea	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
アクリタルクス	Acritarchs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
渦鞭毛藻類	Dinoflagellate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
合 計	TOTAL	0	0	201	0	0	213	219	202	0	3	0	1	0	0	40	0	50
木本花粉	Arboreal Pollen	0	0	11	0	0	12	19	21	0	0	0	0	0	0	1	0	14
草本花粉	Nonarboreal Pollen	0	0	98	0	0	63	66	101	0	0	0	0	0	0	21	0	15
不明花粉	Unknown Pollen	0	0	98	0	0	63	66	101	0	1	0	5	0	0	132	0	2022
シダ類・セシ類・胞子	Pteridophyta and Moss Spores	0	0	189	0	0	5	8	13	0	4	0	6	0	0	194	0	2101
総花粉・胞子	Total Number of Pollen & Spores	0	0	499	0	0	293	312	337	0	4	0	6	0	0	367	0	4211
分析後残渣の観察																		
分析後残渣量																		
A: 多い, C: 普通, F: 少ない, Tr: 痕跡程度 (微量)		Tr	Tr	C	Tr	Tr	A	A	A	Tr	C	Tr	Tr	Tr	Tr	F	Tr	F
花粉・胞子化石の産出傾向		N	N	R	N	N	A	C	C-R	N	VR	N	VR	N	N	VR	N	A
A: 多い, C: 普通, R: 稀れ, VR: 極く稀れ, N: 無化石																		
花粉・胞子化石の保存状態																		
G: 良い, C: 普通, B: 悪い, VB: 非常に悪い		-	-	C-VB	-	-	G-C	G-B	C-B	-	C	-	B	-	-	C-B	-	C-B

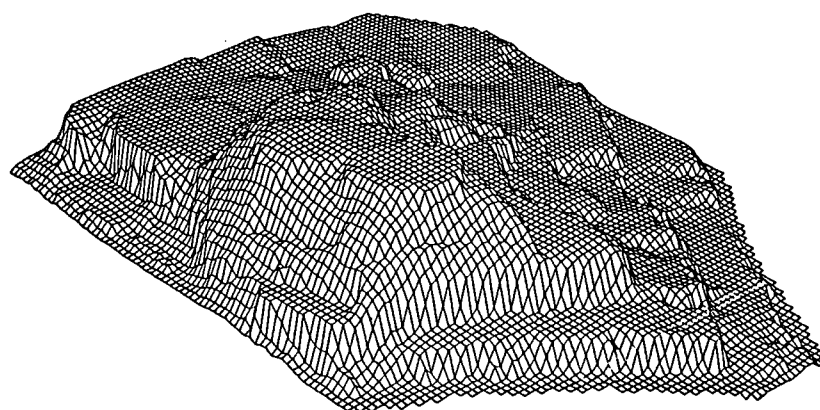
図-A.4.2 花粉分析結果(2/2)



(a) 視点:俯角 30 度, 方向角 135 度(N→E)



(b) 視点:俯角 30 度, 方向角 45 度(N→E)



(c) 視点:俯角 30 度, 方向角 225 度(N→E)

(図中高さ方向は2倍に拡大)

図-A.5.1 航空写真測量に基づく神戸海洋気象台周辺の鳥瞰図