

港湾技研資料

TECHNICAL NOTE OF
THE PORT AND HARBOUR RESEARCH INSTITUTE
MINISTRY OF TRANSPORT, JAPAN

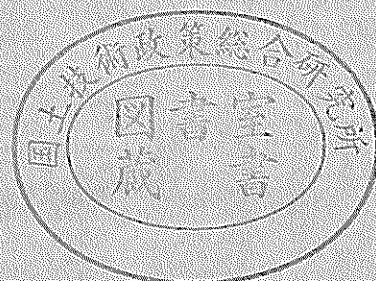
No. 204

Mar. 1975

東海沿岸地域の大地震時における地盤加速度

上 部 達 生
野 田 節 男

運輸省港湾技術研究所



東海沿岸地域の大地震時における地盤加速度

目 次

要 旨	3
1. 概 要	3
2. 対象とした地点	4
3. 想定大地震	8
4. 成層地盤の地震応答	13
4.1 土の動的変形特性	13
4.2 成層地盤の地震応答解析	14
5. 基盤での最大加速度	17
6. 計算結果	18
7. 考 察	32
7.1 地表での最大加速度と地盤の固有周期	32
7.2 他の研究機関の成果との比較	32
7.3 濃尾地震・安政地震の震害例との比較	33
8. 結 論	35
謝 辞	35
参考文献	35
記号表	36
付録－1 各地点の概要	37
参 考 文 献	43
付録－2 各地点の土質柱状図と地盤モデル定数	43

Estimation of maximum ground accelerations around coasts along Tokai-area during great earthquakes

Tatsuo UWABE*

Setsuo NODA**

Synopsis

In order to obtain the fundamental data which will be helpful in planning the counter-measures against the earthquake disaster, accelerations due to the expected catastrophic earthquakes are calculated at the ground surface of the several sites around coasts along Tokai-area.

The Ansei earthquake which happened in Enshunada-Oki is selected, for it is forecasted that in the near future the catastrophic earthquakes will happen in Enshunada-Oki. And then the Nobi earthquake which caused great damage in Nagoya area is selected. The followings are made clear.

- 1) In the case of the Ansei earthquake 300 gals of maximum accelerations around Omaezaki port area and 220 gals of maximum accelerations around Nagoya port area are expected at the ground surface. In the case of the Nobi earthquake 350 gals of maximum accelerations are expected at the ground surface around Nagoya port area. Judging from the disaster of the Ansei and Nobi earthquake these expected accelerations are proper values.
- 2) The earthquake disasters are affected by the natural frequencies of the ground. According to this report's calculations the natural frequencies are less than 1 Hz for the soft ground around Nagoya port, Yokkaichi port, and the waterfront area of Kinuura and Mikawa. They are more than 2 Hz for the area of Nagoya city and Chita peninsula.
- 3) The fact must be regarded that the accelerations estimated do not always correspond to the seismic coefficient in the conventional design procedure. This question will be investigated in the future.

* Member of the Earthquake Resistant Structures Laboratory, Structures Division

** Chief of the Subaqueous Tunnels and Pipe Lines Laboratory, Structures Division

東海沿岸地域の大地震時における地盤加速度

上 部 達 生 *

野 田 節 男 **

要 旨

東海沿岸地域における地震防災対策の基礎資料として、大地震時における各地点の地表での最大加速度を求めた。想定大地震としては、近い将来に発生するのではないかと心配されている遠州灘沖に震央がある地震として安政地震、名古屋地方にもっとも大きな影響を与えた地震として濃尾地震の2つの大地震を選んだ。以下、明らかになった事項と問題点を列記する。

i) 安政地震を想定した場合、御前崎で300 gal、名古屋地方で220 galの地盤加速度が計算された。一方、濃尾地震を想定した場合には名古屋地方で350 galの地盤加速度が計算された。これは過去における震害例からみて妥当なものと判断される。

ii) 震害に影響を与えるものとしては、各地点の地盤の固有振動数があるが、今回の計算結果によれば、名古屋港・四日市港周辺、衣浦・三河の臨海部の軟弱地盤地域での地盤の固有振動数は1Hz以下、名古屋の市街地、知多半島では地盤の固有振動数は2 Hz以上であった。

iii) ここで求めた最大加速度を重力の加速度で割ったものがそのまま現行設計法における震度とは結びつかない点に注意を要する。最大加速度と設計震度の関係はさらに検討されるべき課題である。

1. 概 要

東海沿岸地域は京浜・阪神地域と並んで、我が国の産業・社会活動の中核として非常に大きな役割を果たしている。この地域は、遠州灘・熊野灘・相模湾・駿河湾・伊勢湾に面し、名古屋・四日市・清水の特定重要港湾、田子の浦・三河・衣浦・松阪・尾鷲の重要港湾をはじめ多数の港が存在し、我が国内外への物資流通の拠点となっている。他方、その長大な沿岸地域・背後地域は、海岸堤防等の海岸保全施設によって海水の浸入から守られている。それ故、これらの地域の防災対策にはこれまで多大の努力が払われて来ているが、とりわけその被害範囲が広大で甚大な2次災害をひき起す地震災害に関しては、国・地方自治体をはじめこの地域の全ての人々の最大の関心事となっている。

近年、地殻のヒズミ観測網の整備・地震発震機構の理論的解析などの分野における努力が実りつつあり、地震予知に関する研究は長足の進展を見せていると言える。例えば、北海道の根室沖の地殻にヒズミエネルギーが蓄積し地震発生の危険性が指摘された直後、1973年根

室半島沖地震が発生した事実などは、地震予知研究の成果であろう。現在、遠州灘にも同様なヒズミエネルギーの蓄積地域があり、大地震発生の可能性が示唆されている。歴史的にもこの地方は幾つかの大地震に襲われ多大の被害を被っている。特に、1930年北伊豆地震・1935年静岡地震・1944年東南海地震・1945年三河地震および1946年南海道地震によって、清水・名古屋・四日市などの港湾において岸壁等の施設が被災している。万一、大地震が発生した際には、沿岸地域の諸港湾は緊急物資の輸送・復興作業の拠点としての機能を果たさねばならないし、海岸保全施設は低地盤地域を津浪・高潮から守らねばならない。それ故、港湾・海岸施設の耐震性の向上は、この地方にとって焦眉の課題と言えるであろう。

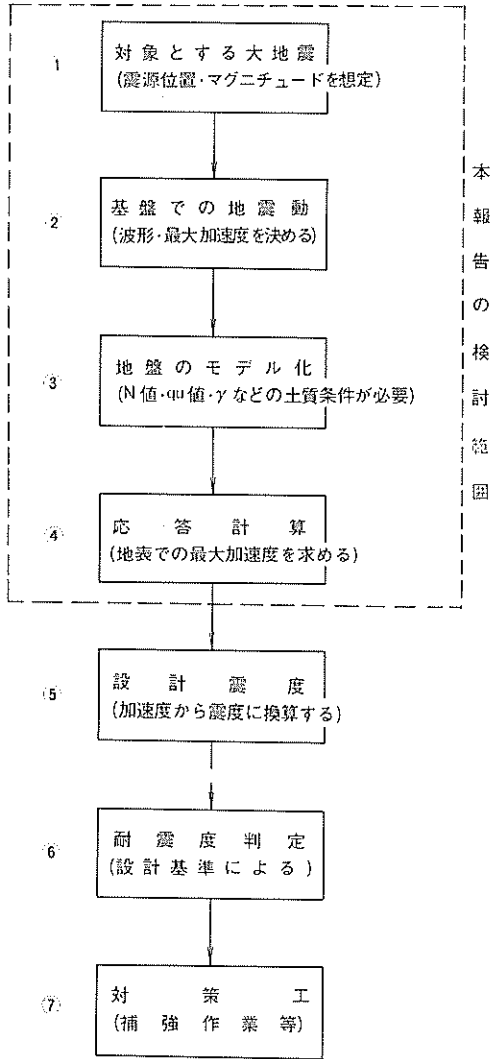
このような状況に対処するため、港湾局防災課・第五港湾建設局および港湾技術研究所では、東海沿岸の広域的防災対策に資するための幾つかの調査・研究を計画している。本報告はその一段階であり、名古屋地方を中心にこの地域に大地震が発生した際に生ずる地盤加速度を今日の地震学・耐震工学の成果を用いて推定したもので

* 構造部 耐震構造研究室

** 構造部 沈理構造研究室長

あり、防災対策を実施する際の基礎的資料となると考えられる。

図一は大地震時における構造物の耐震性を検討するための一方法を示しており、本報告ではその中のステップ4までを取り扱っている。同様な作業は、東京湾沿岸地域に対して実施された例があるが、^{1、2)}以下にその概略を記す。



図一 震度法による耐震度判定の一方法

1) 沿岸地域に影響を与える大地震を想定し、その震源位置・マグニチュードを決める。

2) 検討すべき地点の基盤を伝わって来る地震動の強さ・振動波形を求める。

3) 各地点のボーリングデータから、地盤を数層の水平層にモデル化する。

4) 基盤から入射した地震動がモデル化された地盤内を水平セン断波として上方に伝播すると考え、地表面での地震加速度を土の動的特性を考慮した多層重複反射理論によって計算する。

本報告の検討範囲は以上であり、各地点の地震に対する危険度を知る為に地表での最大加速度・地盤の固有周期を求めている。又、計算結果をこれまでに発表されている他の研究成果と比較し、濃尾地震・安政地震により実際に生じた被害との相関についても考察した。なお、構造物の耐震設計の中に上述の成果を導入するための一例として、次のステップが考えられる。

5) 求めた地盤加速度を、設計における震度に換算する。この問題は動的な地震力を静的な外力として取扱う震度法への適用ということで、構造物の力学的機構・設計計算のやり方・許容応力のとり方などと密接にかかわりっており、現時点では未だ十分な解明がなされているとは言い難く、今後さらに被災構造物の解析例を集積し検討が加えられねばならないであろう。³⁾さらに、

6) 現行の設計基準により、構造物の耐震度判定の計算を行なう。この点については、既に第2港湾建設局において実施された例がある。⁴⁾

7) 必要に応じて適切な対策工を講ずる。

本報告の目的および概要を述べたが、以下にその詳細を記す。

2. 対象とした地点

ここで調査の対象とした地域は、名古屋を中心として東は熱海から西は熊野まで、静岡・愛知・三重の各県の沿岸地帯である。この沿岸にそって港のある地域ごとに2、3点ずつ地点を選んだが、今回の計算はとくに名古屋地方に重点をおいているので名古屋港周辺はできるだけ多く、市街地もなるべくたくさん地点を選んでいる。一方、小さな漁港については、なかなか土質柱状図が手にはいりにくく、1漁港に1地点というところも多い。このようにして計算の対象とする地点を111地点選んだ。熱海から熊野まで東から西に順に番号がつけられている。表一には各地点の緯度、経度を想定地震の震央からの距離とともに示す。

表-1 各地点の緯度経度と震央距離

番号	地名	北緯	東経	震央距離 (Km)	
				安政地震	濃尾地震
1	熱海港西防波堤	35°~05'~19"	139°~04'~42"	160.5	231.8
2	熱海市上宿町	35°~05'~42"	139°~04'~27"	160.7	231.3
3	宇佐見漁港	35°~00'~17"	139°~05'~44"	155.5	235.9
4	伊東港 - 3.0 m 物揚場	34°~58'~03"	139°~06'~33"	153.9	238.3
5	伊東市立西小学校	34°~57'~54"	139°~05'~45"	152.8	237.3
6	下田港 - 5.0 m 岸壁	34°~40'~15"	138°~57'~16"	123.5	237.7
7	下田市東本郷 (池田橋)	34°~40'~45"	138°~57'~00"	123.6	236.9
8	手石港導流堤	34°~37'~32"	138°~53'~32"	116.0	234.9
9	松崎港	34°~45'~03"	138°~46'~42"	115.3	219.3
10	宇久須港	34°~50'~36"	138°~46'~24"	121.6	214.6
11	土肥港	34°~54'~24"	138°~47'~33"	127.7	213.5
12	沼津港 - 5.5 m 岸壁	35°~04'~47"	138°~51'~22"	145.6	212.6
13	沼津市立第五小学校	35°~06'~11"	138°~51'~56"	148.1	212.7
14	三島市立西小学校	35°~06'~45"	138°~54'~45"	151.8	216.6
15	田子の浦港西防波堤	35°~07'~55"	138°~42'~01"	141.2	197.4
16	田子の浦港富士埠頭	35°~08'~16"	138°~41'~33"	141.4	196.5
17	富士市役所	35°~09'~31"	138°~40'~46"	142.6	194.8
18	清水港袖師埠頭	35°~01'~45"	138°~30'~40"	122.1	184.6
19	清水港富士見埠頭	34°~59'~30"	138°~30'~00"	118.1	185.2
20	清水市新興津川橋	35°~03'~17"	138°~32'~11"	125.7	185.8
21	清水市臨海道路江尻跨線橋	35°~00'~46"	138°~29'~37"	119.7	183.8
22	静岡市民体育館	34°~58'~42"	138°~23'~17"	111.5	176.4
23	焼津漁港	34°~51'~58"	138°~19'~54"	98.1	177.2
24	焼津市立西小学校	34°~51'~54"	138°~19'~16"	97.5	176.4
25	大井川港一般雑貨埠頭 - 5.5 m 岸壁	34°~46'~36"	138°~17'~58"	88.1	179.5
26	相良港	34°~43'~30"	138°~14'~00"	80.1	177.5
27	御前崎港防波堤	34°~37'~07"	138°~13'~47"	69.9	184.1
28	小笠郡浜岡町佐倉地区	34°~37'~14"	138°~08'~38"	65.9	177.7
29	福田漁港	34°~40'~25"	137°~54'~07"	64.5	156.9
30	磐田市市民会館	34°~42'~51"	137°~51'~26"	68.5	150.9
31	浜松市東海道本線平田踏切	34°~41'~57"	137°~44'~02"	66.9	143.7
32	浜名港南導流堤	34°~40'~48"	137°~35'~28"	67.3	136.3
33	宇津江漁港	34°~39'~31"	137°~10'~55"	84.1	117.3
34	三河港田原地区	34°~43'~39"	137°~17'~40"	83.8	115.7
35	三河港神野埠頭 - 1.2 m 岸壁	34°~43'~46"	137°~19'~11"	82.7	116.8
36	三河港蒲郡埠頭 - 7.5 m 岸壁	34°~48'~51"	137°~13'~11"	95.6	103.9
37	三谷漁港	34°~48'~33"	137°~15'~02"	93.6	105.9
38	豊橋市南小池町	34°~44'~28"	137°~23'~20"	80.6	119.4
39	蒲郡市消防署	34°~49'~15"	137°~13'~18"	96.1	103.4
40	知柄漁港	34°~46'~29"	137°~10'~44"	94.2	105.8

番号	地名	北緯	東經	震央距離 (Km)	
				安政地震	濃尾地震
41	東 幡 豆 港	34°~47'~09"	137°~08'~20"	97.6	102.8
42	西 幡 豆 漁 港	34°~47'~02"	137°~06'~29"	99.0	101.8
43	佐 久 島 漁 港	34°~43'~00"	137°~03'~05"	97.0	106.4
44	衣 浦 港 東 防 波 堤	34°~49'~28"	136°~57'~38"	111.4	92.2
45	衣 浦 港 中 央 埠 頭 (西)	34°~52'~11"	136°~57'~35"	115.1	87.5
46	衣 浦 港 海 底 ト ン ネ ル	34°~52'~14"	136°~58'~10"	114.6	87.8
47	衣 浦 港 - 4. 0 m 岸 壁	34°~52'~13"	136°~56'~16"	116.5	86.7
48	碧 南 市 電 報 電 話 局	34°~52'~28"	136°~59'~12"	113.9	88.0
49	半 田 市 立 図 書 館	34°~53'~35"	136°~56'~00"	118.7	84.2
50	河 和 港 防 波 堤	34°~46'~22"	136°~55'~07"	110.1	96.4
51	師 崎 港	34°~41'~40"	136°~58'~27"	100.5	106.3
52	篠 島 漁 港	34°~40'~31"	137°~00'~28"	96.8	109.3
53	豊 浜 漁 港	34°~42'~16"	136°~56'~17"	103.8	104.2
54	常 滑 港 - 4. 5 m 岸 壁	34°~52'~42"	136°~50'~18"	123.5	83.1
55	常 滑 市 役 所	34°~52'~02"	136°~50'~07"	122.9	84.2
56	名 古 屋 港 高 潮 防 波 堤 (知 多)	34°~59'~20"	136°~49'~53"	132.8	71.1
57	名 古 屋 港 高 潮 防 波 堤 (中 央)	35°~00'~19"	136°~48'~21"	135.7	68.7
58	名 古 屋 港 高 潮 防 波 堤 (鍋 田)	35°~01'~00"	136°~46'~58"	138.1	66.9
59	名 古 屋 港 養 父 新 田 地 区	35°~00'~22"	136°~52'~23"	131.7	70.5
60	名 古 屋 港 9 号 地	35°~02'~19"	136°~52'~07"	134.8	67.0
61	名 古 屋 港 金 城 埠 頭	35°~02'~17"	136°~51'~11"	135.6	66.6
62	名 古 屋 港 西 2 区	35°~03'~01"	136°~50'~11"	137.6	64.8
63	名 古 屋 港 西 3 区	35°~02'~59"	136°~48'~10"	139.6	63.9
64	名 古 屋 港 稲 永 第 二 埠 頭	35°~04'~18"	136°~52'~00"	137.7	63.5
65	名 古 屋 港 6 号 地 西 側	35°~05'~09"	136°~53'~35"	137.5	63.0
66	名 古 屋 市 港 区 (港 新 橋)	35°~05'~41"	136°~53'~44"	138.1	62.2
67	伊 勢 湾 水 理 模 型 実 験 場 (南 区)	35°~05'~43"	136°~55'~32"	136.6	63.4
68	名 古 屋 市 港 区 名 四 町	35°~05'~52"	136°~52'~15"	139.8	61.0
69	名 古 屋 市 港 区 十 一 屋 町 (港 西 小 学 校 分 校)	35°~05'~02"	136°~51'~41"	139.1	62.1
70	名 古 屋 市 中 川 区 八 熊 通	35°~08'~15"	136°~53'~07"	142.5	57.6
71	名 古 屋 市 昭 和 区 鶴 舞 公 園	35°~09'~10"	136°~55'~11"	142.3	57.3
72	名 古 屋 市 中 区 白 川 公 園	35°~09'~33"	136°~54'~04"	143.6	56.1
73	名 古 屋 市 中 区 錦 三 丁 目	35°~10'~03"	136°~54'~26"	144.1	55.6
74	名 古 屋 市 中 村 区 栄 生 町	35°~10'~41"	136°~52'~37"	146.7	53.2
75	名 古 屋 空 港	35°~10'~31"	136°~55'~20"	144.0	55.5
76	桑 名 駅 前 (バ ー ル ビ ル)	35°~03'~48"	136°~41'~14"	147.8	60.2
77	四 日 市 港 霞 ケ 浦 防 波 堤	34°~58'~56"	136°~41'~29"	141.2	69.2
78	四 日 市 港 東 防 波 堤	34°~57'~45"	136°~40'~07"	141.2	71.2
79	四 日 市 港 旭 防 波 堤	34°~56'~33"	136°~39'~42"	140.2	73.3
80	四 日 市 港 天 ケ 須 賀 浦 地 区	35°~00'~03"	136°~40'~26"	143.9	66.8
81	四 日 市 港 富 田 浜 地 区	34°~59'~33"	136°~39'~18"	144.4	67.7
82	四 日 市 港 霞 ケ 浦 - 1 2 m 岸 壁	34°~59'~11"	136°~40'~26"	142.6	68.6

番号	地名	北緯	東経	震央距離 (Km)	
				安政地震	濃尾地震
83	四日市港第2埠頭	34°~56'~56"	136°~38'~46"	141.7	72.5
84	四日市市近鉄四日市駅前	34°~57'~42"	136°~37'~17"	144.3	71.0
85	四日市市磯津地区	34°~55'~19"	136°~38'~33"	140.0	75.5
86	鈴鹿市役所	34°~52'~48"	136°~35'~13"	141.0	80.1
87	鈴鹿市立若松小学校	34°~51'~22"	136°~37'~00"	137.2	82.7
88	鈴鹿市立白子小学校	34°~49'~41"	136°~35'~25"	137.3	85.8
89	津市社会福祉センター	34°~42'~50"	136°~30'~35"	133.6	98.9
90	津市阿漕浦	34°~42'~09"	136°~31'~25"	134.9	100.0
91	松阪市役所	34°~34'~30"	136°~31'~51"	127.9	114.1
92	一志郡三雲村五主	34°~37'~26"	136°~33'~00"	128.7	108.6
93	伊勢市役所	34°~29'~04"	136°~42'~43"	108.7	124.4
94	宇治山田港	34°~31'~26"	136°~44'~48"	107.6	120.4
95	鳥羽港	34°~29'~11"	136°~50'~51"	97.5	125.8
96	安乗漁港	34°~21'~38"	136°~53'~56"	87.8	140.5
97	波切漁港	34°~16'~32"	136°~54'~03"	85.0	149.8
98	深谷漁港	34°~16'~04"	136°~51'~45"	88.2	150.0
99	向崎漁港	34°~17'~02"	136°~48'~45"	93.1	147.6
100	宿田會漁港	34°~17'~32"	136°~41'~33"	104.1	145.6
101	五ヶ所港中津浜地区	34°~19'~26"	136°~41'~25"	105.0	142.1
102	阿曾浦漁港	34°~16'~33"	136°~34'~58"	113.6	147.2
103	古和浦漁港	34°~15'~04"	136°~27'~55"	123.9	150.5
104	錦漁港	34°~12'~51"	136°~23'~47"	129.8	155.2
105	引本港	34°~06'~13"	136°~14'~42"	143.2	169.5
106	尾鷲港	34°~04'~19"	136°~12'~17"	146.9	173.7
107	尾鷲市立病院	34°~04'~00"	136°~11'~29"	148.2	174.5
108	九木漁港	34°~00'~40"	136°~15'~21"	142.6	179.4
109	三木浦漁港	33°~58'~56"	136°~14'~45"	143.8	182.8
110	熊野市民会館	33°~53'~17"	136°~06'~21"	157.9	195.6
111	船殿港工業用地護岸	33°~43'~45"	136°~01'~15"	169.2	214.6

各地点で計算に用いる土質データは、基盤のはっきりしているもの、また、同じ地域でいくつかの土質柱状図が得られている場合は基盤の深度が大きく、条件のもっとも悪いものを選んだ。ここでいう基盤とは、岩盤あるいはN値50以上の土層をいう。土質データのなかには、基盤と見なせるようなはっきりとした層が示されていないものがあったが、その場合にはその地域の地質状況を参考に適当に基盤を仮定してある。1つの地点についてたくさんの土質柱状図からその付近一帯の土質状態を明らかにし、そうしてそのなかで代表的な土質柱状図を選ぶことができれば理想的であるが、しかし、地盤の成層状態というのはかなり複雑で、そのような単純モデル化が

困難な場合が多い。とくに今回の場合は地域が広いこともあって、土質柱状図の収集には制限があり、各地点について成層状態のくわしい検討がなされていない地点もある。したがって、本報告で与えている各地点の土質柱状図は、かならずしもその付近一帯の代表的なデータとみなせない場合があるかも知れない。計算結果を利用する場合この点に注意する必要がある。すなわち、今回の計算の結果得られた大地震時における地表加速度は、あくまでその地点のその地盤モデルでの結果であり、無条件にその地点のまわり一帯を代表している値ではない。付録1、2に各地点の位置、成層状態の概要と土質柱状図さらに計算に用いた地盤モデル定数をまとめて示してある。

3. 想定大地震

東海地方に起ったマグニチュード6以上の地震を表一2に示す。^{5~9)}この表はおもに三重、岐阜、愛知、静岡県下に震央がある地震について示してあり、東海地方に被害を与えた地震でも、上記以外の県に震央をもつ地震、たとえば関東地震、福井地震等については記していない。図一2にこれら地震をマグニチュードの大きさを区別した丸印で、それぞれの震央の位置にプロットしてある。

この図をみると、東海地方に起った地震は次の三つに分けられることがわかる。

- i) 内陸型地震：濃尾地震（1891年）等
- ii) 海洋型地震：永長地震（1096年）、明応地震（1498年）、宝永地震（1707年）、安政地震（1854年）、東南海地震（1944年）、南海道地震（1946年）等
- iii) 直下型地震：三河地震（1945年）、静岡地震（1935年）等

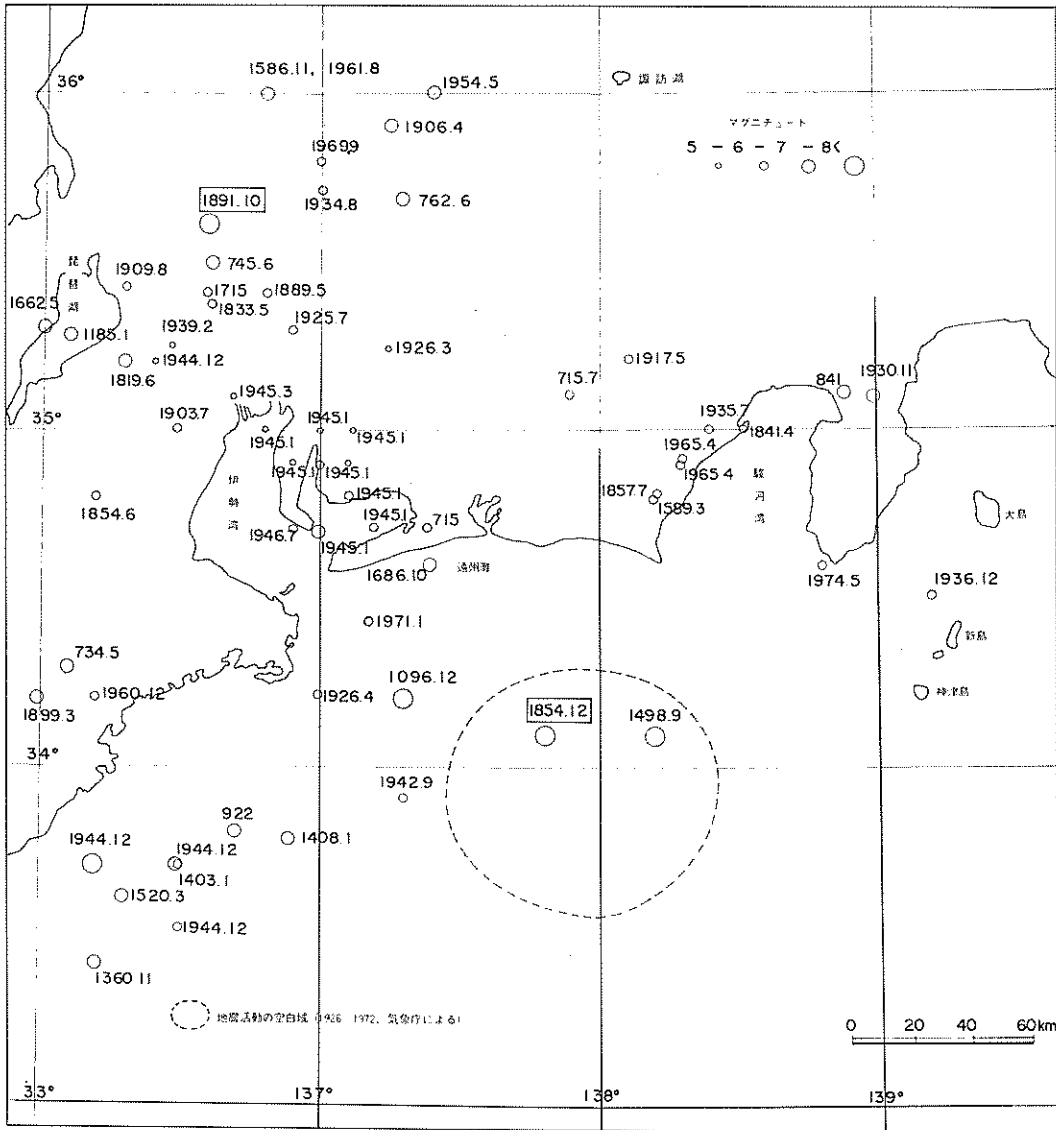
表一2 東海沿岸地域周辺の大地震（マグニチュードが6以上のもの）

発震時		震名	央			マグニチュード	記事
年	月・日		地	北緯	東経		
715	7. 4	天竜川中流部	35.1	137.9		6.4	
715	7. 5	三河	34.7	137.4		6.7	
734	5.18	畿内	34.3	136.1		7.0	
745	6. 5	美濃	35.5	136.6		7.9	
762	6. 9	美濃・飛驒・信濃	35.6	137.3		7.4	
841	—	伊豆	35.1	138.9		7.0	
922	—	紀伊	33.8	136.7		7.0	
1096	12.17	畿内・東海・南海諸国	34.2	137.3		8.4	東海道沖（遠州灘沖）
1185	8.13	近江・山城・大和	35.3	136.1		7.4	
1360	11.22	紀伊・摂津	33.4	136.2		7.0	
1403	—	紀伊	33.7	136.5		7.0	奥熊野沖
1408	1.21	紀伊・伊勢	33.8	136.9		7.0	＃
1498	9.20	東海道全域	34.1	138.2		8.6	東海道沖（遠州灘沖）
1510	8. 8	東南海沖	34.6	135.7		6.7	
1520	3. 7	紀伊	33.6	136.3		7.0	奥熊野沖
1586	11.29	東海・東山・北陸諸道畿内	36.0	136.8		7.9	
1589	3.21	大井川河口付近	34.8	138.2		6.7	
1662	6.16	畿内・東海・東山諸道	35.3	136.0		7.6	琵琶湖西岸
1664	8. 3	紀伊・熊野				6.6	
1685	4. —	三河渥美郡				6.4	山くずれ、家屋倒壊人畜多く死す
1686	10. 3	渥美半島	34.6	137.4		7.0	遠州灘沖
1707	10.28	東海・南海道畿内東山南海道	33.3	135.9		8.4	東海道及び南海道沖
1715	—	美濃・大垣	35.4	136.6		6.2	
1819	8. 2	伊勢・近江	35.2	136.3		7.4	琵琶湖東岸
1833	5.27	美濃・西部	35.5	136.6		6.4	
1841	4.22	安倍川河口付近	35.0	138.5		6.4	
1854	7. 9	伊賀盆地	34.8	136.2		6.9	
1854	12.23	東海・東山・南海道	34.1	137.8		8.4	東海道沖（遠州灘沖）
＃	12.24	東海・東山・南海・山陽道	33.2	135.6		8.4	
1857	7.14	大井川河口付近	34.8	138.2		6.4	
1889	5.12	岐阜付近	35.4	136.8		6.7	

発震時		震			央			マグニ	記 事
年	月・日	地	名	北緯	東経	深さ(Km)	チュード		
1891	10.28	美濃	・尾張	35.6	136.6			8.4	濃尾地震
1899	3.7	紀伊	・大和	34.2	136.0			7.6	
1903	7.6	三重	県北部	35.0	136.5			6.7	三重県菰野で微小被害
1906	4.21	岐阜	県萩原町	35.9	137 $\frac{1}{4}$			7.1	
1909	8.14	滋賀	県姉川	35.4	136.3			6.9	琵琶湖東岸
1917	5.18	天竜	川中流部	35.2	138.1			6.3	
1925	7.7	愛知	県	35.3	136.9			6.1	濃尾地震の余震
1926	4.2	遠州	灘	34.2	137.0	350		6.9	
1930	11.26	伊豆	北部	35.1	139.0	0~5		7.0	北伊豆地震
1934	8.18	岐阜	県八幡町	35.7	137.0	0~10		6.2	
1935	7.11	静岡	市南部	35.0	138.4	10		6.3	静岡地震
1936	12.27	伊豆	半島	34.5	139.2	0~20		6.3	
1942	4.20	遠州	灘	33.9	137.3	350		6.5	
1944	12.7	東南海	沖	33.7	136.2	0~30		8.3	東南海地震
"	"	熊野	沖	33.5	136.5	0~30		6.5	"の余震
"	"	"	"	33.7	"	"		6.0	" "
"	12.12	遠州	灘	34.0	137.1	"		6.7	" "
1945	1.11	渥美	湾	34.7	137.2	40		6.0	
"	1.13	三河	渥美湾	34.7	137.0	0		7.1	三河地震
"	1.14	愛知	県南部	34.9	137.0	0		6.0	
"	1.16	"	"	34.8	137.1	20		6.4	
1946	7.13	伊勢	湾	34.7	136.9	20		6.0	
1946	12.21	紀伊	半島	33.0	135.6	30		8.1	南海道地震
1954	5.15	岐阜	県中部	36.0	137.4	230 ~240		7.0	
1960	12.26	三重	県中部	34.2	136.2	100		6.0	
1961	8.19	岐阜	県北部	36.0	136.8	0		7.0	北美濃地震
1965	4.20	焼津	市付近	34.9	138.3	20		6.1	
1969	9.9	北濃	地方	35.8	137.0	0		6.6	
1971	1.5	愛知	県	34.4	137.2	40		6.1	
1974	5.9	伊豆	半島	34.6	138.8	10		6.9	伊豆半島沖地震

地震がくりかえし同じ地域で起こるといことは、すでに定説になっており、この点からして東海地方で今一番その発生が心配されているのが、海洋型地震のうち遠州灘に震央をもつ大地震である。地震予知連絡会は1974年2月末に、東海地方を地震観測強化地域に指定したが、それによれば、遠州灘に大地震が近い将来起こるのではないかとする理由を次のようにあげている。¹⁰⁾ まず、この地域では、過去1498年(M=8.6)、1707年(M=8.4)、1854年(M=8.4)と100年から150年周期で、くりかえし大地震があり、しかも、1854年以來120年間も大地震が発生していない。さ

らに、気象庁が1926年から1972年にかけて発生した地震を調べた結果、全然地震のおきていない地域すなわち地震の空白域が、丁度上記の遠州灘に起った地震の震央付近にあたり、ここでマグニチュード7から8程度の地震エネルギーがたまっているとみられる。そして、最近静岡県下の測地基準線の水平変位量が急速に増大している。これとまったく同じような状況が根室半島沖について指摘され、根室半島沖に大地震が発生するであろうと予想されていた。それが、1973年6月17日に、実際に予想されていた地域で発生し、港湾構造物に被害を与えた。この根室半島沖地震はマグニチュードが7.4



図一 東海沿岸地域周辺の大地震

で予想されていたものより若干小さめのマグニチュードであったとはいえ、予想されていた地域で実際に発生したのである。同じような状況にあって、地震の発生する確率が同程度であるとされていた2つの地域で、片方がすでに地震が発生しており、遠州灘沖で大地震が近い将来発生しても別に不思議でない条件下にある。¹¹⁾東海地方に大地震が発生したらという想定のもとでおこなう今回の計算では、まずこのもっとも発生が心配されている遠

州灘沖地震、そのうち1854年の安政地震をとりあげることとする。

東海地方に被害を与えた海洋型地震には、上述の安政地震以外に1944年の東南海地震のように熊野灘沖で発生するもの、1946年の南海道地震のように南海道沖で発生するものがある。南海道沖で発生する地震の場合は震央が東海沿岸地域からかなり離れているため、東海地方にはあまり大きな影響を与えない。1944年の

東南海地震は戦争中に発生したため、被害の資料はとぼしいが、伊勢湾沿岸地域に大被害を与えた。熊野灘沖で発生する地震は三重県が受ける影響が一番大きい名古屋周辺でもかなりの影響をうけるものと思われる。ただ、この熊野灘沖地震については、1944年の東南海地震にひき続いて再び熊野灘沖で近い将来に大地震が発生する可能性はうすい。この点を考慮して今回はこの熊野灘沖地震についての計算は実施しなかった。

2.の対象とした地点のところでも述べたが、今回の計算は名古屋地方に重点を置いている。それで想定地震として安政地震の他にもう1つ、名古屋地方にもっとも大きな影響を与えた地震を想定地震としてとりあげる。表一2によると名古屋地方に大被害を与えた地震としては、1891年濃尾地震と1945年三河地震の二つがある。三河地震の時は名古屋では震度Ⅳ、濃尾地震の時は震度Ⅵと、濃尾地震の方が名古屋地方に与える影響は大きい。しかし、直下型地震が名古屋地方で発生した場合の方がより一層大きな被害を与えることが予想される。表一2では名古屋直下の地震はみあたらないが、記録から名古屋

地方をおそった地震をひろってみると表一3のようになる。1926年～1972年にかけては、マグニチュード5以上の地震について示してある。これからみると、直下型地震でマグニチュードが7程度の地震はみあたらない。このように名古屋地方には、はっきりした直下型地震がみあたらない。しかし、琵琶湖東岸から木曾川下流、伊勢湾北部から三河へぬける地震のあつまり(西濃地震帯)があり、¹²⁾また、飯田¹³⁾は1586年の地震は震央が美濃北部とされているが、伊勢湾北部とする方が正しく、この地震は名古屋地方直下の地震であるとしている。このことからすると、名古屋地方には直下型地震がおこらないとはいきれない。しかし、名古屋地方で直下に地震がおきて大被害をあたえたとするははっきりとした記録がないので、今回の計算において、名古屋地方にもっとも大きな影響をおよぼす想定地震として、濃尾地震を選んだ。直下型地震については、時間的制約から今回計算はおこなわなかった。

直下型地震は局所的であるが、その地方に与える影響は非常に大きいから、東海地方についてなおきめの細か

表一3 名古屋周辺の地震

発震時		震 央				マグニ チュード	記 事
年	月・日	地 名	北 緯	東 経	深さ(Km)		
1124	2. 3						尾張海東郡甚目寺が破壊 東海地方に大地震(尾張、三河、遠江) 尾張強震 " 名古屋城の石垣がくずれた 名古屋城本町門の石垣崩壊、本町門西の松 がたおれ高壁がくずれ堀におちこんだ。
1400	— —						
1425	8.10						
1596	8.28						
1669	6.29					5.9	
1802	11.17						
1926	3.15	岐阜県南部	35 ¼	137 ¼		5.1	
1939	2.12	"	35.35	136.55	25	5.3	
1944	12.10	滋賀県東部	35. 2	136.4	0~30	5.4	
1945	1.11	愛知県南部	24. 9	137.1	0	5.6	
"	1.13	"	"		0	5.3	
"	1.14	"	34. 9	137.0	0	5.9	
"	"	"	35. 0	137.1	0	5.3	
"	1.15	"	34. 9	136.9	0	5.5	
"	1.23	"	35. 0	136.8	10	5.1	
"	1.28	"	34. 9	137.1	20	5.0	
"	3.22	三重県北部	35. 1	136.7	40	5.5	

い検討をするためには、直下型地震についての検討が必要であろう。たとえば、三河地方については北伊豆地震、静岡地震が重大な被害を与える想定地震となろう。

このように、今回の計算において上記二つの地震、安政地震、濃尾地震に限って想定地震としたのは、名古屋地方を中心としたこと、さらに時間的制約からこの2ケースしかできなかったためであり、名古屋以外の東海地域では、上記2つの地震よりも大きな影響をその地域に与える地震があることは、当然考えられることである。以上のことを、今回の計算結果の検討に際しては考慮する

必要がある。

マグニチュード8程度の地震に関する地震記録は少なく、まして大きな加速度を示す強震記録の数は限られている。したがって、今回の場合、大地震を想定して各地点の地盤の応答を計算するための入力地震波として、十勝沖地震(1968年)の際に八戸港で記録された地震波を使用した。¹⁴⁾ 十勝沖地震の詳細は参考文献にゆずる。

各地点の地盤の地震応答を計算するには、基盤からの入射波が必要である。しかし、実際に記録された地震波は、地表で得られたものであり、この地表での地震波より入射波を計算しなければならない。図-3に重複反射

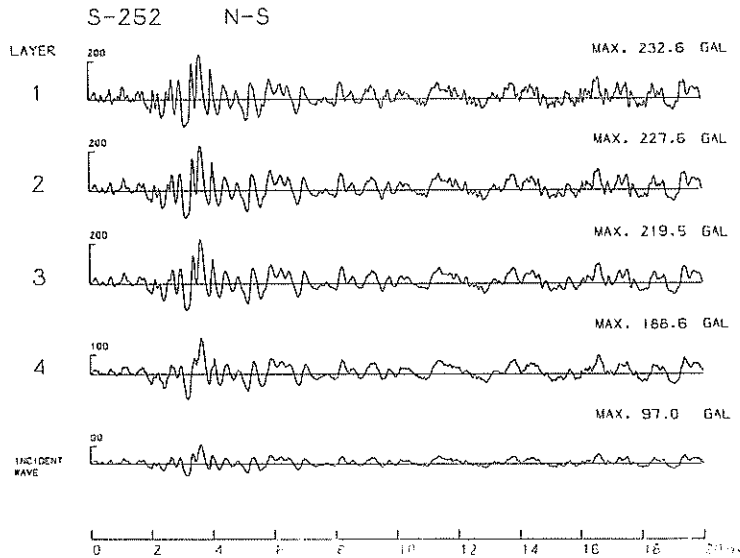


図-3 八戸 各層境界における地震波形と入射波形

理論によって地表の地震波から入射波を計算した結果を示す。これは土のせん断弾性係数を線型として計算した結果である。¹⁵⁾ S-252は地震記録番号で、図中最上段に示したのが地表で実際に記録された地震波で、入射波は最下段の波形である。八戸港の強震計設置地点の土質柱状図、入射波を計算したときの土質モデル常数は参考文献¹⁵⁾を参照されたい。図-4、5に入射波のフーリエスペクトル、パワースペクトルを示す。この図から入射波のスペクトルのピークは0.4、1.0、1.7、2.2、2.7、4.9 Hzであることがわかる。

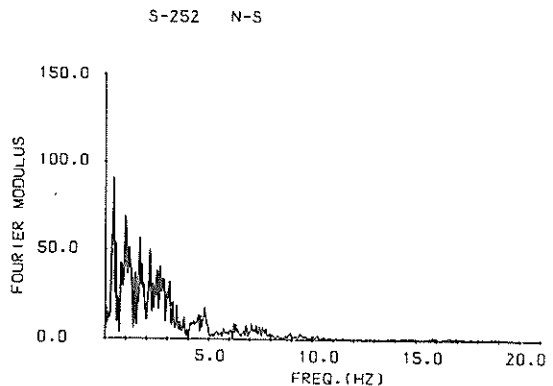


図-4 八戸 入射波のフーリエスペクトル

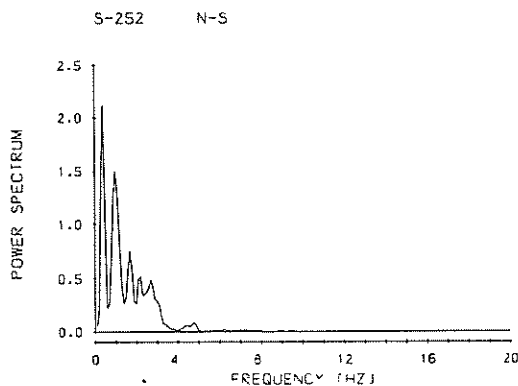


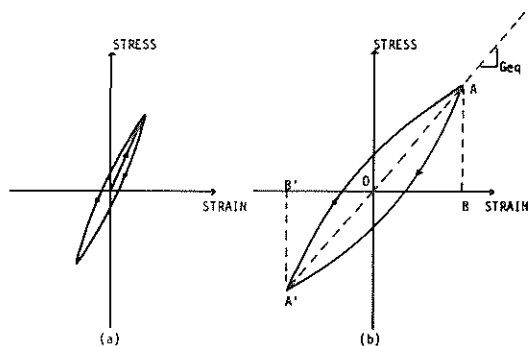
図-5 八戸 入射波のパワースペクトル

4. 成層地盤の地震応答

4.1 土の動的変形特性

土は動的荷重に対して複雑な挙動を示すものであり、地震時の地盤応答を計算するためには、土の動的性質が明らかにされなければならない。この節では、応答解析に使用される土の動的変形特性、とくにセン断弾性係数、減衰定数について述べる。

土は動的荷重に対して非線型的挙動を示すもので、大部分の土は図-6に示すように、くり返し荷重に対する応力-ヒズミ曲線はループを描く。地盤の応答解析をおこなうためには、このような応力-ヒズミの履歴曲線の関係をどのように理想化するか問題となる。その場合、



a : ヒズミが小さい場合 b : ヒズミが大きい場合

図-6 セン断ヒズミ量による土の変形特性の相違

Jennings モデルで理想化する方法、bilinear モデルで理想化する方法と、等価線型モデルとして理想化す

る3つの方法が一般的である。Jennings モデルは、初期載荷における応力-ヒズミの関係を3次以上の曲線でおきかえこれを骨格として、さらに履歴経路をこの骨格を用いてあらわそうとするもので、この方法はおもに杭の非線型復元力特性を考慮した地震応答計算に用いられる¹⁰⁾。bilinear モデルは応力-ヒズミの履歴ループを平行四辺形でおきかえ、これを2つのセン断弾性係数であらわし、このセン断弾性係数が変化するときのヒズミを降伏ヒズミと定義し、応答解析を行なうものである。この方法では2つのセン断弾性係数を用いるため、応答解析が複雑となる。そこで、応力-ヒズミ関係をさらに単純化して、1つのセン断弾性係数とヒズミ速度に比例した粘性減衰で表わそうとするのが等価線型モデルである。すなわち、図-6(b)において、直線AA'の勾配を等価セン断弾性係数 G_{eq} とし、減衰定数を H_{eq} を次式で与えれば、土の動的変形特性は等価線型モデルでおきかえられる。

$$H_{eq} = \frac{1}{4\pi} \cdot \frac{\Delta w}{w} \quad (1)$$

ここに、 Δw : 履歴ループの全面積

w : $\triangle AOB$ の面積

今回の計算は土の応力-ヒズミ関係を等価線型モデルとして扱っており、以下に等価セン断弾性係数、減衰定数について述べる。ヒズミが小さいときは図-6(a)に示すように、土は大きなセン断弾性係数を示し、ループの面積(履歴減衰)も小さい。しかし、図-6(b)に示すようにヒズミが大きくなると、ループの面積は大きくなり、セン断弾性係数は小さくなる。このように、土のセン断弾性係数、減衰定数はヒズミの大小により大きな影響を受ける。Seed¹⁷⁾は砂質土に関して、セン断弾性係数に影響を与える重要な要素として、土のヒズミのほかに、平均有効主応力、間ゲキ比を考え、過去において発表された数多くの研究者の実験結果をまとめて、砂質土の G_{eq} として次式を示している。

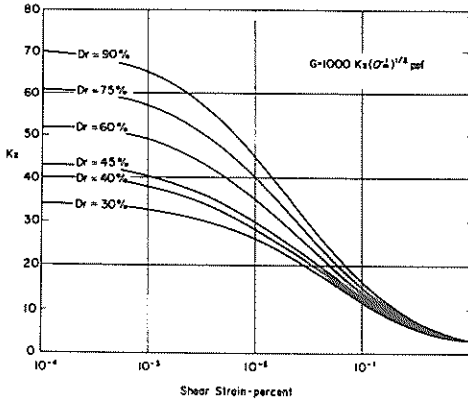
$$G_{eq} = 1000 \cdot K_2 \cdot (\sigma'_m)^{0.5} \quad (2)$$

ここに、 G_{eq} : 等価セン断弾性係数 ($1 \text{ b} / \text{ft}^2$)

σ'_m : 平均有効主応力 ($1 \text{ b} / \text{ft}^2$)

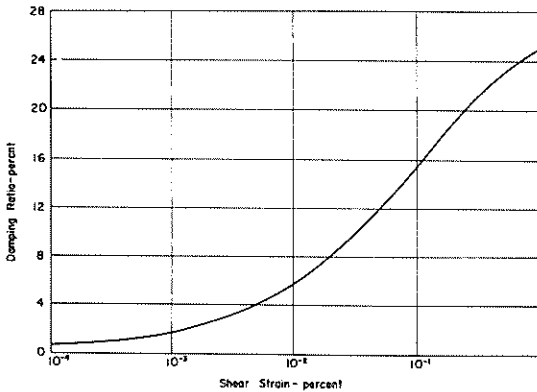
K_2 はヒズミの大きさ、相対密度により図-7で決定される。

この関係式では G_{eq} は σ'_m の0.5乗に比例するとしているが、市原¹⁸⁾はHardinあるいはDrenevichの実験結果から、この指数の値はヒズミの対数表示に対して直線的に変化するとしている。荒井¹⁰⁾は大型振動台で砂層の振動実験をおこなって、砂のセン断弾性係数を求めて



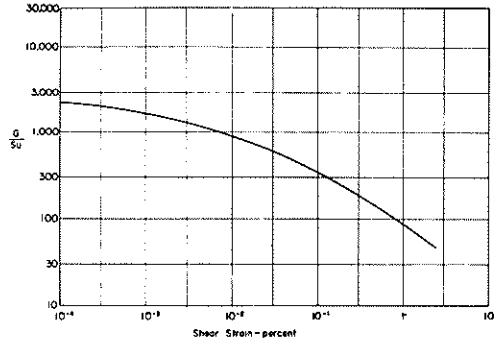
図一七 砂の相対密度と K_2 との関係

いる。これによれば、 $10^{-4} \sim 10^{-3}$ のヒズミに対して Seed の関係式から得られる G_{eq} はほとんど変化しないが、荒井の実験結果から求められるセン断弾性係数は、 10^{-4} のヒズミにおけるセン断弾性係数を 1 とした場合、ヒズミが 10^{-4} から 10^{-3} に変化する間に 0.3 ぐらいに減少している。ただし、この場合の効束圧 $\bar{\sigma}_0$ は $0.018 \sim 0.030 \text{ Kg/cm}^2$ である。このように、Seed の関係式はまだ検討の余地があるとはいえ、ヒズミの広い範囲において数多くの実験をもとにしていることなどを考えると、現状においては最も実用的であると考えられる。砂質土の減衰定数、粘性土のセン断弾性係数、減衰定数についても、Seed によって与えられている関係を用いた。図一八～一〇にこれを示す。粘性土のセン断弾性係

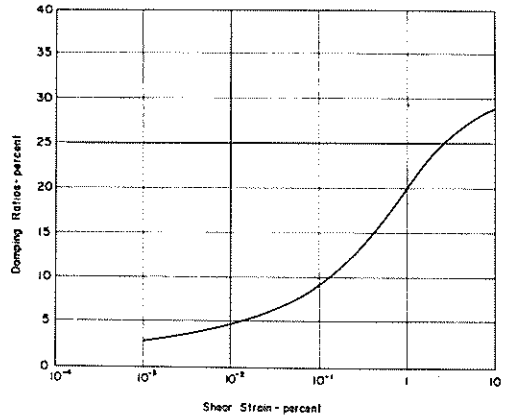


図一八 砂の減衰定数

数をもとめる図において、縦軸はセン断弾性係数 G_{eq} を非排水強さ S_u で除した値である。



図一九 粘土のセン断弾性係数

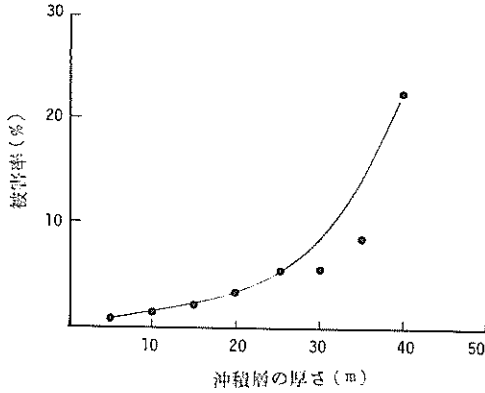


図一〇 粘土の減衰定数

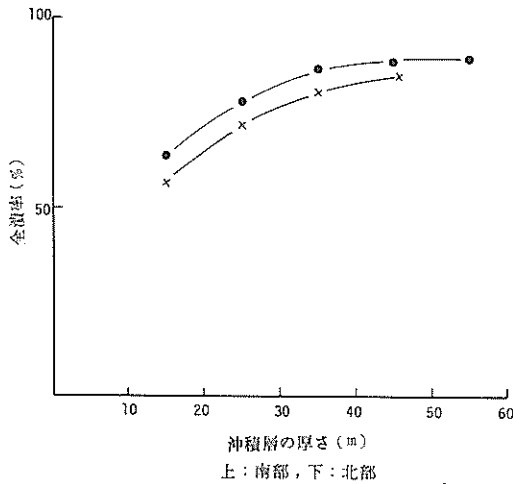
4.2 成層地盤の地震応答解析

地震による被害は一般に震央に近いほど大きく、震央から離れるにつれて少なくなる。一方、震央距離が同じでも震害の程度に非常な差がある場合があるが、これはその地点の地盤条件の相違によるものと考えられている。たとえば、関東地震の木造家屋の被害率は、旧東京市の場合、下町 7 区で 15%、山手 8 区で 4% であった。²⁰⁾ また横浜市の場合、南部平地で 100% の被害率でほぼ全滅したのに対して、南部丘陵地ではほとんど 50% 以下であった。²¹⁾ 旧東京市および横浜市内の南部平地（弘明寺 - 山下町）、北部平地（保土ヶ谷 - 高島町）の木造家屋の被害率と沖積層の厚さとの関係を図一 11、12 に示す。これより沖積層が厚いほど木造家屋の被害率が大きいことがわかる。

一方地震計が各地にとりつけられるようになって、そ



図一 1 1 関東地震の旧東京市の木造家屋被害（河角による）

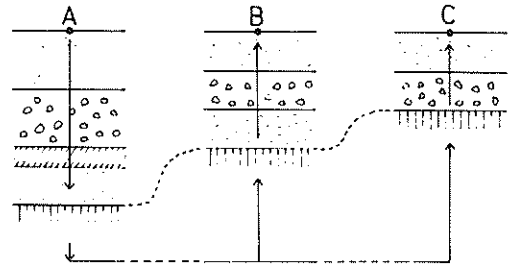


図一 1 2 関東地震の横浜市の木造家屋被害（表による）

の記録の解析の研究が進むにつれて、各地点で記録された地震動はある周期の波が卓越し、その周期は各地点について固有の値となっており、これは地盤が固有周期をもっているためであるとみなされるようになった。したがって、もしその地点に到達する地震動の卓越する波の周期が、その地点のもつ固有周期と一致すれば共鳴に似た現象を起こし、地表面における振幅は非常に大きくなり、さらにこれがその地点の地盤上に建設されている構造物の固有周期と一致すれば、その地点の被害は非常に大きなものとなる。

このように震害と地盤条件は密接な関係があり、この震害と地盤という問題に関してはさらに地盤の流動化ならびに深層地盤の影響なども重要であり、その検討も必要である。しかし、今回はある地点の地盤についてその周波数伝達関数を求めること、すなわち、その地盤はどのような固有振動数をもっており、それぞれの振動数の成分がどの程度増幅されるかということと、さらに議論を進め、具体的に特定の地震を設定し、震央からある距離はなれた地点で、到達した地震動に対してどのような地震応答を示し、地表での加速度が一体どれくらいになるかについて検討している。

想定した地震に対して各地点の地盤加速度を計算するのは次のような手法による。図一 1 3 において B、C 地点では大地震の記録が地表および地下において得られていないが、そこから離れた A 地点での地表での記録が得



図一 1 3 地点モデル

られていたとしよう。この A 地点はもちろん B、C 地点に近い方が望ましい。まず A 地点の地表の記録よりその地点の基盤から入射する入射波を求める。前述したように各地点で記録された地震波形がさまざまな特性を示すのは、その地点の地表層の影響をうけているからで、もしこの地表層の影響をとりぞいた波形、すなわちここでは基盤からの入射波になるわけだが、この入射波はあらゆる地点で似かよった周波数成分をもっていると考えられる。このように考えれば、B、C 地点で地中で地震動が観測されていなくても、B、C 地点での地表加速度を A 地点の入射波を使って計算できる。今回の場合でいえば、B、C 地点は対象とした各地点であり、A 地点での入射波は、八戸港で記録された 1968 年十勝沖地震の時の地震波より計算された入射波である。

上記の場合の地表層というのは、漠然としたもので具体的な地層と対応づけられていない。以下の議論を進めるために基盤を次のように定義する。ここでいう基盤は、

実際に数値計算を行なうためのものである。実務上の考慮が加えられており、工学的見地に立った基盤である。すなわち、ここで考える基盤とは、沖積層の下の岩盤あるいはN値50以上の洪積層ということにした。

この地表の地震波から基盤の地震波、基盤の地震波から地表の地震波をもとめる計算は重複反射理論によった。これは、水平な成層地盤にセン断波が垂直に入射して、それが各層で透過反射をくりかえし、上方につたわりながら増幅されるという考え方で、数理的には概略次のようになる。

粘性係数 η を持つ粘弾性体の波動方程式は次式となる。

$$\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = G \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \eta \frac{\partial^3 u}{\partial z^2 \partial t} \quad (3)$$

ここで、 ρ : 質量密度

G : セン断弾性係数

u : 水平方向の変位

z : 鉛直方向の座標

t : 時間

η : 粘性係数

角振動数 ω の調和波の場合上式の解は次式で与えられる。

$$u = U_j(z) \cdot \exp(i\omega t) \quad (4)$$

$$U_j(z) = E_j \exp(ik_j z) + F_j \exp(-ik_j z) \quad (5)$$

$$K_j = \frac{\rho_j \omega^2}{G_j + i\omega \eta_j} = \frac{\rho_j \omega^2}{G_j^*} \quad (6)$$

ここで、 E_j は透過波の複素振幅、 F_j は反射波の複素振幅であり、 U_j はそれらの和で地中の変位の複素振幅である。さらに G^* は複素セン断弾性係数である。これを、減衰定数 β_j を使って、

$$\omega \eta_j = 2 G_j \beta_j \quad (7)$$

とおきかえると G^* は次のようになる。

$$G^* = G_j + i\omega \eta_j = G_j (1 + 2i\beta_j) \quad (8)$$

実験結果によると大部分の土の G および β は、ここで問題とする周波数領域においてほぼ一定値をとる。したがって、ここでは以下 G^* は周波数の影響をうけないと仮定する。さらに、各境界においてセン断力と変位が等しいという条件より、 E_j 、 F_j に関して次の関係式がみちびかれる。

$$E_{j+1} = \frac{1}{2} E_j (1 + \alpha_j) \exp(ik_j h_j) + \frac{1}{2} F_j (1 - \alpha_j) \exp(-ik_j h_j) \quad (9)$$

$$F_{j+1} = \frac{1}{2} E_j (1 - \alpha_j) \exp(ik_j h_j) + \frac{1}{2} F_j (1 + \alpha_j) \exp(-ik_j h_j) \quad (10)$$

ここで、 h_j : 各層の厚さ

$$\alpha_j = \frac{K_j G_j^*}{K_{j+1} G_{j+1}^*} \quad (11)$$

α_j は複素インピーダンス比である。

また、地表面でセン断力が生じないという条件より

$$E_1 = F_1 = \frac{1}{2} A_0 \quad (12)$$

ここで、 A_0 : 地表面で変位振幅

以上の関係式より、 A_0 あるいは基盤の入射波 E_{n+1} が与えられれば各層ごとの振幅比が与えられる。

以上は調和波に対して適用できるものだが、時系列で与えられた一般の地震波に対しても、フーリエ変換を用いれば、上述の関係式が適用できる。すなわち、時系列で与えられた地震波をフーリエ変換し、与えられた調和波に対して各層ごとの周波数伝達関数をかけあわせ、その結果得られた調和波を、こんどはフーリエ逆変換を用いて時系列のデータになおせばよい。

この計算は、Schnabel 他²³⁾によって開発された SHAKE というプログラムを利用した。4.1で与えられている土のセン断弾性係数、減衰定数を用いて、実際に地盤の地震応答計算を行なう手順は次のようになる。まず与えられた地震波を入力地震波として一度応答計算を行い、各層中央の位置でのヒズミを計算する。次に4.1で与えられているヒズミと土のセン断弾性係数、減衰定数の関係式から、この計算されたヒズミに対応する新しい土のセン断弾性係数、減衰定数をもとめるわけだが、この時計算された最大ヒズミの何%を用いるかが問題となる。Schnabel 他²³⁾は、SHAKEのプログラムを使って地盤の地震応答計算を行って、計算結果と実測値との比較を行なって、それらがかかり良く一致することを示しているが、この場合は最大ヒズミの65%のヒズミを使用している。したがって、今回の場合も、最大ヒズミの65%のヒズミに対応するセン断弾性係数、減衰定数を4.1で与えられる曲線より求め、次にさらにもう一度応答計算を行ない、得られたヒズミに対して、与えられるセン断弾性係数、減衰定数が前回のそれと比べほぼ等しい値に収束するまでくり返し計算を行なう。以上のようにしてくり返し計算を行った結果求めたセン断弾性係数、減衰定数が入力地震波の加速度で生じるヒズミレベルに対応しているとして、最終的に応答計算を行い、各

境界面での地震波形が求まる。以上述べたように、今回の計算は等価線型モデルであり、地震動によって地中の応力とヒズミの比が時々刻々変化するという正確な意味での非線型応答計算ではないが、以下便宜的に非線型という言葉を用いる。

実際の地盤に対して上述の応答計算を行なう場合は、複雑な土質状態を単純化していくつかの層にモデル化しなければならない。計算に必要な値は、各層の単位体積重量、層厚、S波速度、粘性土については非排水強さ、砂質土については相対密度である。モデル化する際は土の種類ごとに層分けされた土質柱状図を主体として、弾性的性質がほぼ等しい部分ごとに層分けを行った。一層の厚さがかなり大きくなる場合はさらに層分けを行った。また、砂と粘土の区別は、土質柱状図に砂とだけ明記されているものについてだけ砂とし、シルトおよびシルトまじり砂等はすべて粘土とした。層厚は土質柱状図より直ちに求められるが、単位体積重量は、ボーリング結果において明記されていないものがほとんどで、その場合は過去の例を参考にして表-4に示すように単位体積重量を仮定した。S波速度、非排水強さおよび相対密度は

表-4 単位体積重量の仮定値

土の種類		単位体積重量(t/m^3)
岩盤	頁岩、凝灰岩	1.9
	シルト岩、砂岩	1.85
	上記以外	1.80
砂	$N \leq 20$	1.70
	$20 < N < 50$	1.80
シルト、粘土	$N \leq 10$	1.60
	$N > 10$	1.70

データがあるものはそれを使ったがほとんどの地点ではN値より推定した。S波速度とN値の関係を示す式は各種あるが、今回は次の式を用いた。²⁴⁾

$$V_s = 92.1 \times N^{0.329} \quad (13)$$

ここで、 V_s : S波速度 (m/sec)

N : 標準貫入試験値

非排水強さは原他²⁹⁾による次式より推定した。

$$S_u = 3.07 \times N^{0.698} \quad (14)$$

ここで、 S_u : 非排水強さ (t/m^2)

N : 標準貫入試験値

ただし、上式の関係はN値が1未満のものに対しては適

用されないので、N値が1以下の粘土が厚く堆積しているような地盤に関しては、次式より非排水強さを仮定している。

$$S_u = 0.3 \times Z_0 \quad (15)$$

ここで、 S_u : 非排水強さ (t/m^2)

Z_0 : 地表面よりの深さ (m)

なお、各地点の土質柱状図、地盤モデル定数は付録-1、2に示してある。

5. 基盤での最大加速度

ある規模の地震が起ったときに、震央からある距離はなれた地点での最大加速度が一体どれくらいになるかについては過去に種々の研究がある。^{28)~30)} 今回の計算の場合、基盤における最大加速度が必要であり、最大加速度と震央距離、マグニチュードのいろいろな関係式のうち、岩盤地帯での最大加速度を与えるものを選び、図-14に示す。この図はマグニチュードが8の場合について、震源の深さが1.5 Kmの時の各種の震央距離と最大加速度の関係を示している。図に示された個々の曲線のくわしい説明はそれぞれの参考文献にゆずるが、港研資料(6177)¹⁾にはかんたんな説明がなされている。港研資料(6194)²⁾には同じ関係曲線を図示してあるが、本報告の図-14には新しい曲線SCがつけ加わっている。これはSchnabel他²⁸⁾がアメリカの西海岸について、岩盤での実測値と地表で記録された地震波より計算した基盤での最大加速度から求めた曲線である。マグニチュード8の場合についての曲線が示されていないので、図-14に示してある曲線は、マグニチュード7.6と8.5の曲線から推定したものである。

今回の計算においては、図-14の曲線のうち、岡本他³⁰⁾によって提案されている次式を採用した。

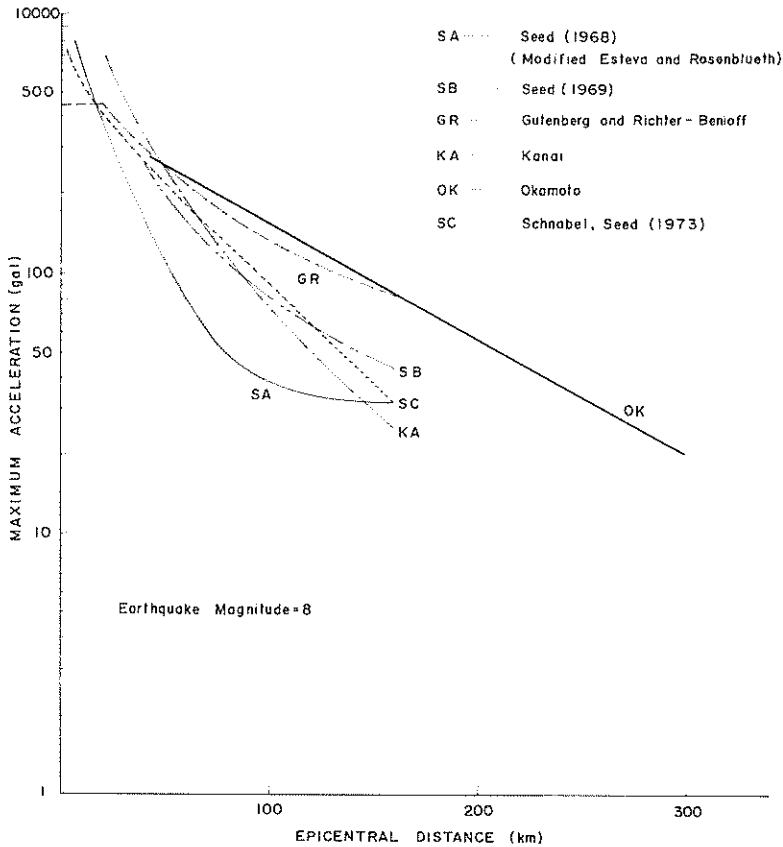
$$\log_{10} \frac{a}{640} = \frac{(D+40)}{100} (-7.604 + 1.7244M - 0.1036M^2) \quad (16)$$

ここで、 a : 基盤での最大加速度 (gal)

D : 震央距離 (Km)

M : マグニチュード

これは鬼怒川発電所地下67.2mの資材搬入用堅坑の底に設置された加速度計で記録された各種の地震記録から、その最大加速度、マグニチュード、震央距離の関係を求めたものである。この岡本式を採用した理由等は、港研資料(6177)¹⁾に述べてある。

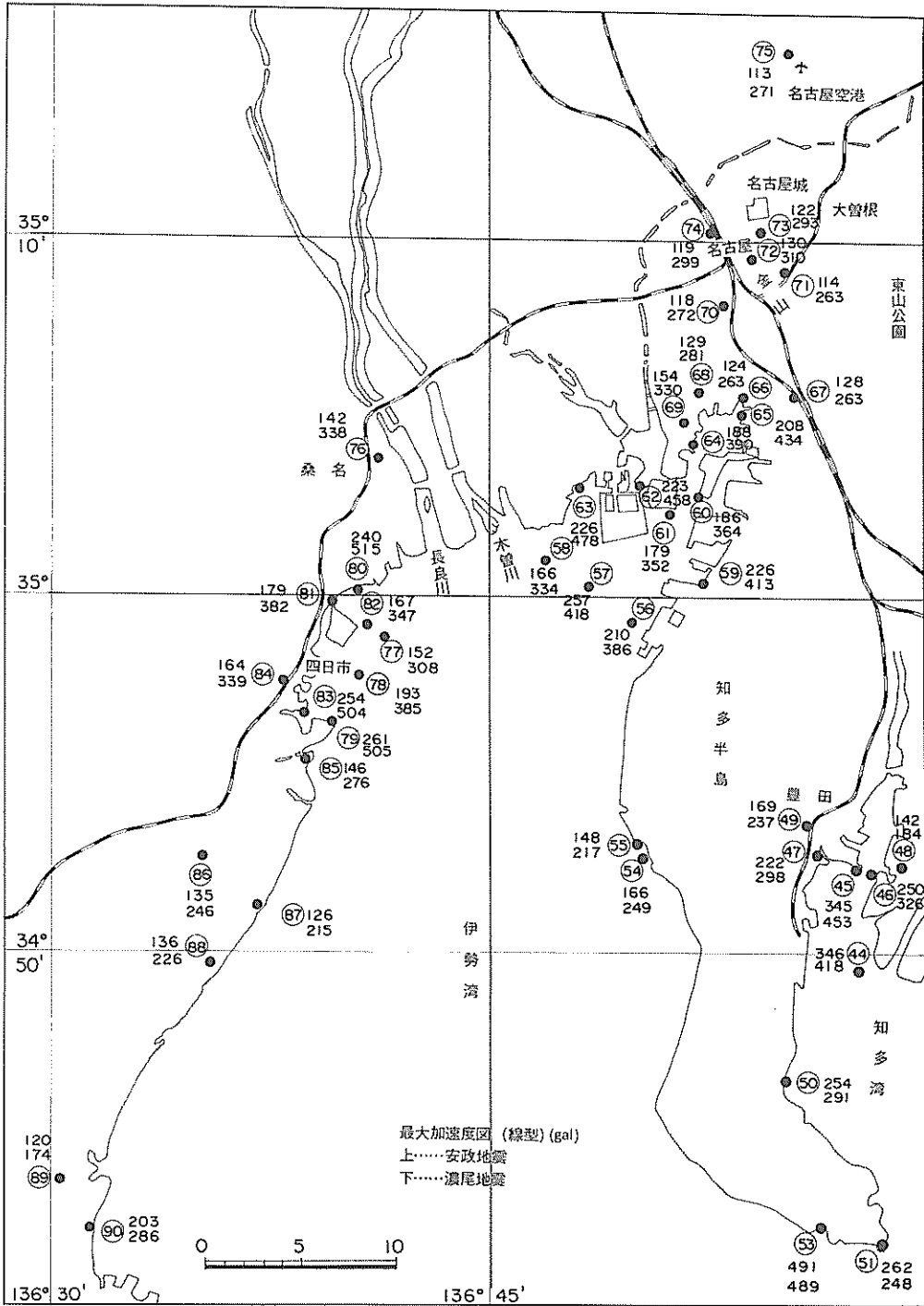


図一14 最大加速度と震央距離の各種関係式の比較

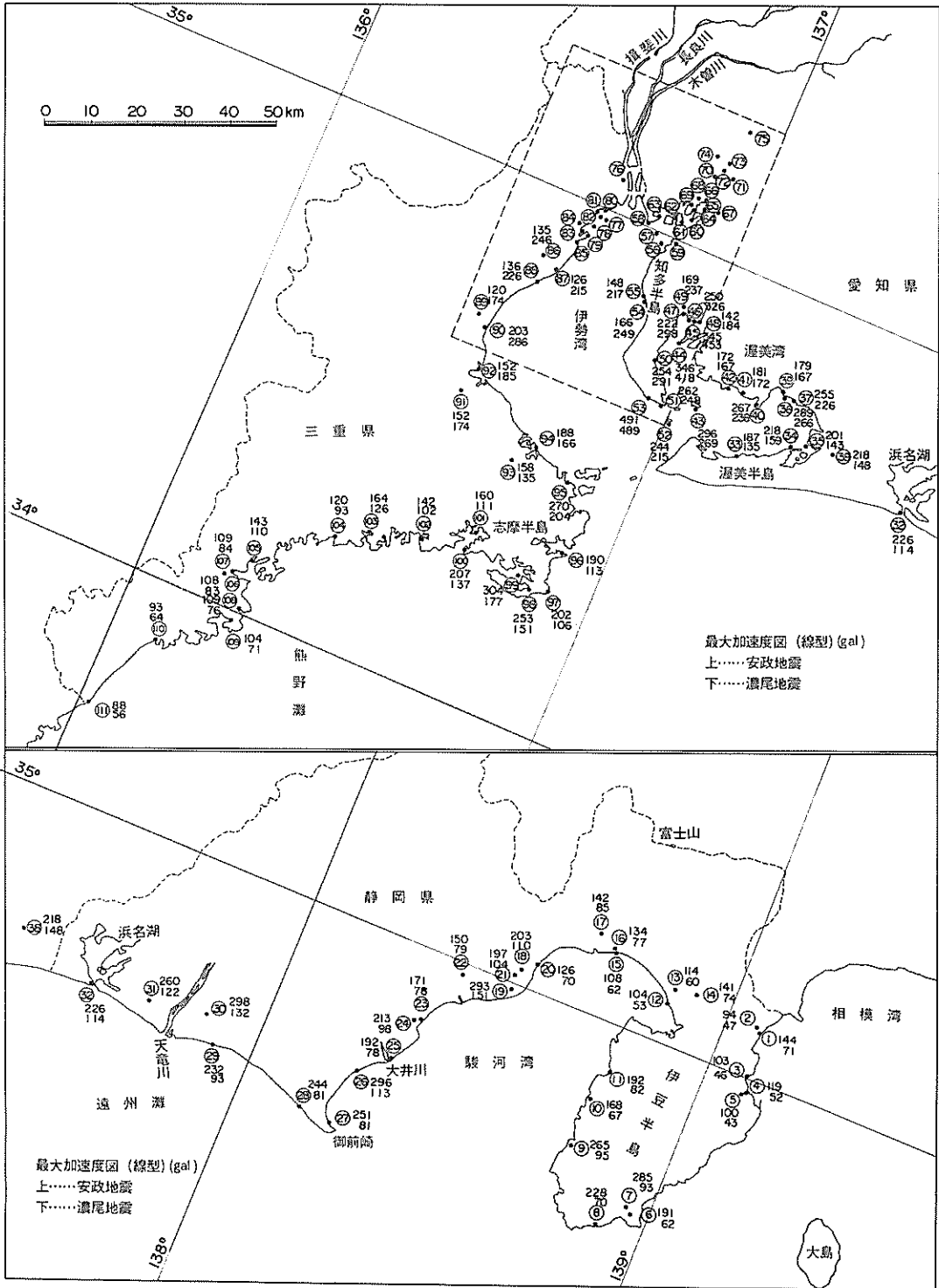
6. 計算結果

線型の場合、すなわち N 値より推定された S 波速度を使って土のせん断弾性係数がヒズミに関係なく一定であると、減衰定数がゼロとした場合の計算結果を図一15、16に示す。名古屋地方は、地点が多いので拡大して別に詳細を示してある。丸印でかこんである数字が各地点の番号でその横に上下にならんだ数字が応答計算結果で地盤加速度を示している。上の方が安政地震を想定したもの、下の方が濃尾地震を想定したものである。図一17、18は非線型の場合についての計算結果である。なお、これら各地点の線型及び非線型の場合の地盤加速度を、基盤での最大加速度および各層で生じたヒズミのなかで最大のヒズミとともに表一5に示す。各地点の周波数伝達関数も計算したが、その結果を表一6に示す。この表の地盤の周波数伝達関数というのは、土のせん断弾性係

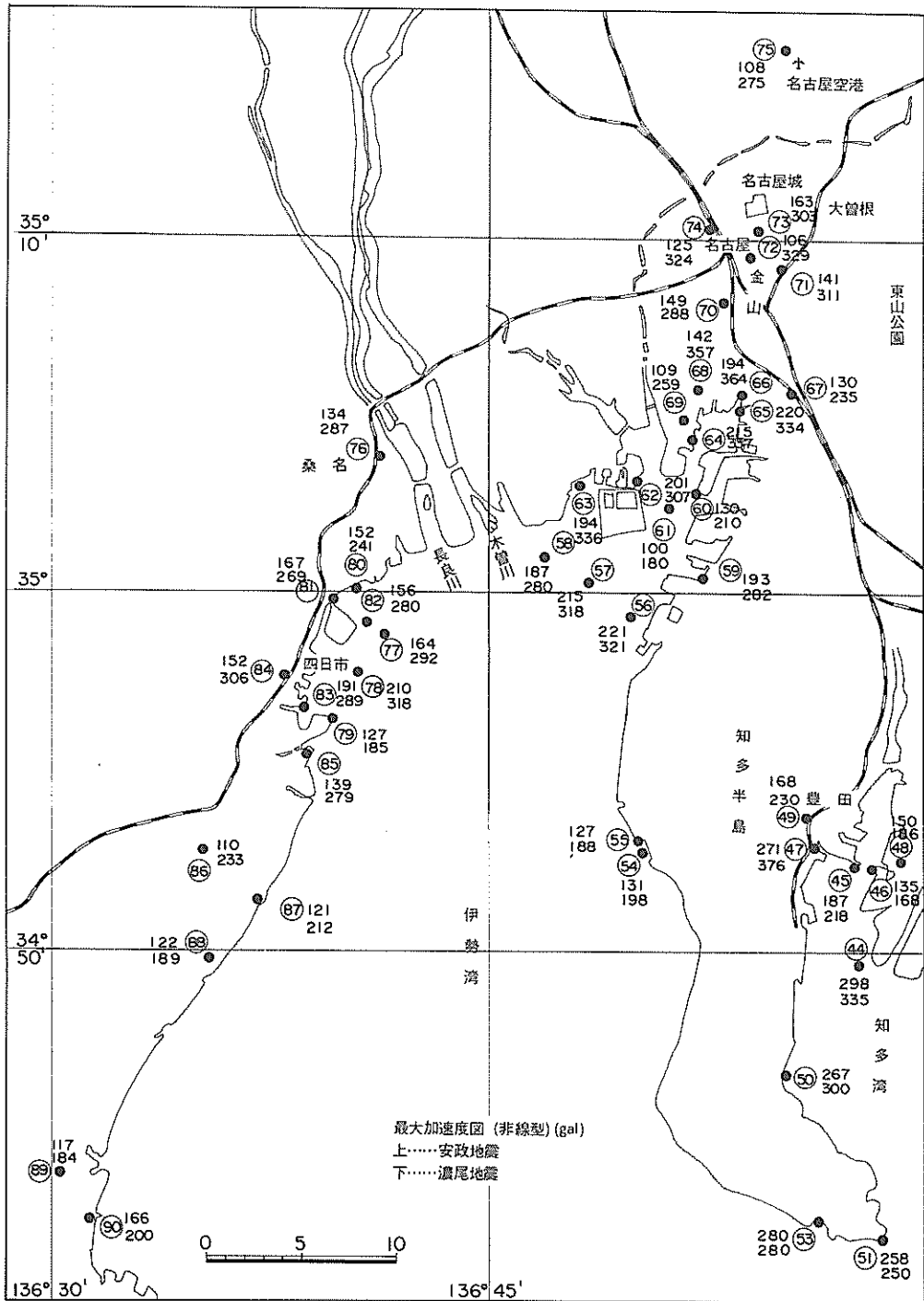
数、減衰定数がほぼ一定値に収束するまでくりかえし計算を行なった後、与えられるあるヒズミレベルに対応したせん断弾性係数、減衰定数から計算されたものである。安政地震、濃尾地震両方の場合について、ピークを示す振動数（地盤の固有振動数）とピーク値（増幅率）を示してある。この固有振動数は名古屋地方についてだけ図一19に各地点ごとプロットしてある。さらに最大ヒズミについても名古屋地方についてのみ図一20にプロットしてある。



図一15 最大加速度図(線型)



図一16 最大加速度図 (線型)



図一 17 最大加速度図 (非線型)

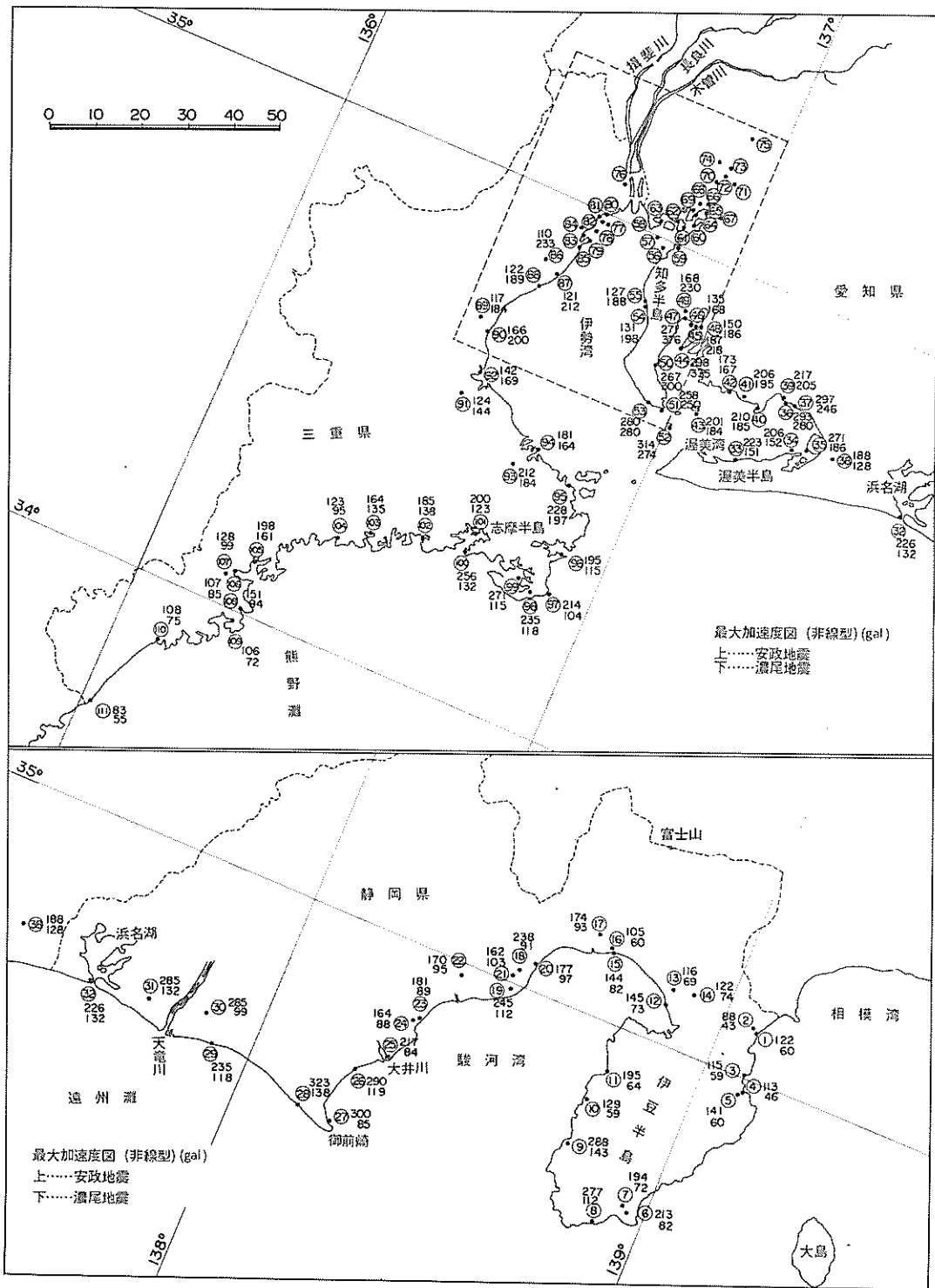


図-18 最大加速度図 (非線型)

表-5 各地点の最大加速度と最大ヒズミ

番号	地名	基盤での最大加速度		地表での最大加速度 (gal)				最大ヒズミ (%)	
		(gal)		線型		非線型		非線型	
		安政	濃尾	安政	濃尾	安政	濃尾	安政	濃尾
1	熱海港西防波堤	88.3	43.6	144.0	71.1	121.5	60.4	0.055	0.019
2	熱海市上宿町	88.1	43.9	94.1	46.9	87.5	43.2	0.003	0.001
3	宇佐見漁港	92.7	41.9	102.7	46.4	115.4	58.5	0.056	0.020
4	伊東港 - 3.0 m 物揚場	94.3	40.9	119.0	51.6	113.2	46.1	0.054	0.015
5	伊東市立西小学校	95.3	41.4	99.9	43.4	141.2	59.7	0.091	0.025
6	下田港 - 5.0 m 岸壁	127.3	41.2	191.3	61.9	213.0	81.6	0.589	0.016
7	下田市東本郷 (池田橋)	127.1	41.5	285.4	93.2	194.2	72.4	0.182	0.043
8	手石港導流堤	137.0	42.3	228.0	70.4	277.4	112.1	0.961	0.131
9	松崎港	138.0	49.4	264.8	94.8	287.6	143.4	1.018	0.204
10	宇久須港	129.7	51.8	167.8	67.0	128.5	59.3	0.099	0.025
11	土肥港	122.1	52.3	192.4	82.4	194.6	63.6	0.202	0.019
12	沼津港 - 5.5 m 岸壁	102.3	52.8	103.5	53.4	144.6	72.8	0.039	0.014
13	沼津市立第五小学校	99.8	52.7	114.4	60.4	115.8	68.7	0.049	0.022
14	三島市立西小学校	96.2	50.7	141.0	74.3	121.6	73.7	0.062	0.026
15	田子の浦港西防波堤	106.8	61.3	107.7	61.8	143.5	82.4	0.039	0.018
16	田子の浦港富士埠頭	106.7	61.8	133.6	77.4	104.5	59.8	0.007	0.003
17	富士市役所	105.4	62.9	141.6	84.5	174.1	92.8	0.096	0.034
18	清水港袖師埠頭	129.0	69.6	202.9	109.5	238.3	90.7	0.622	0.087
19	清水港富士見埠頭	134.3	69.2	273.4	151.2	244.5	111.9	0.786	0.158
20	清水市新興津川橋	124.5	68.8	126.3	69.8	176.6	97.0	0.055	0.021
21	清水市臨海道路江尻跨線橋	132.1	70.1	196.6	104.3	162.3	103.1	0.108	0.043
22	静岡市民体育館	143.2	75.5	150.0	79.1	170.4	94.7	0.067	0.028
23	焼津漁港	163.5	74.9	170.9	78.3	181.4	89.3	0.089	0.027
24	焼津市立西小学校	164.4	75.5	213.2	97.9	163.7	87.8	0.162	0.043
25	大井川港一般雑貨埠頭 - 5.5 m 岸壁	180.6	73.2	191.9	77.8	217.4	83.5	0.122	0.028
26	相良港	195.5	74.6	295.6	112.8	290.3	118.5	0.143	0.027
27	御前崎港防波堤	216.2	70.0	250.8	81.2	300.2	84.7	1.258	0.087
28	小笠郡浜岡町佐倉地区	224.8	74.5	243.5	80.7	322.9	138.4	0.270	0.049
29	福田漁港	228.0	91.5	232.2	93.2	234.9	118.1	0.155	0.036
30	磐田市民会館	219.1	97.1	298.1	132.1	284.7	98.8	0.336	0.054
31	浜松市東海道本線平田踏切	222.6	104.2	260.0	121.7	285.0	131.9	0.396	0.077
32	浜名港南導流堤	221.8	112.1	225.6	114.0	225.5	131.9	0.163	0.049
33	宇津江漁港	187.8	135.3	187.0	134.7	222.9	151.0	0.041	0.023
34	三河港田原地区	188.4	137.4	217.9	158.9	205.8	151.9	0.059	0.037
35	三河港神野埠頭 - 1.2 m 岸壁	190.4	135.9	200.5	143.1	270.9	186.4	0.298	0.172
36	三河港蒲郡埠頭 - 7.5 m 岸壁	167.7	154.4	288.6	265.7	293.3	279.8	1.071	0.963
37	三谷漁港	171.0	151.4	255.4	226.1	296.5	246.1	1.292	0.782
38	豊橋市南小池町	194.3	132.5	217.6	148.4	187.9	127.5	0.010	0.006
39	蒲郡市消防署	166.8	155.2	178.9	166.5	216.9	204.7	0.300	0.261

番号	地名	基盤での最大加速度		地表での最大加速度 (gal)				最大ヒズミ (%)	
		(gal)		線型		非線型		非線型	
		安政	濃尾	安政	濃尾	安政	濃尾	安政	濃尾
40	知柄漁港	170.0	151.6	266.7	237.8	210.2	185.0	0.041	0.036
41	東幡豆港	164.4	156.2	180.5	171.5	206.2	194.7	0.103	0.089
42	西幡豆漁港	162.1	157.7	172.1	167.4	172.7	166.7	0.209	0.197
43	佐久島漁港	165.3	150.6	295.5	269.2	201.4	183.7	0.155	0.111
44	衣浦港東防波堤	143.4	173.3	346.1	418.3	298.1	334.6	1.254	1.797
45	衣浦港中央埠頭(西)	138.2	181.6	344.7	452.9	186.6	217.5	0.388	0.601
46	衣浦港海底トンネル	139.0	181.1	250.4	326.3	135.2	168.0	0.748	1.136
47	衣浦港 - 4.0 m 岸壁	136.3	183.0	222.2	298.4	271.2	375.7	1.577	3.900
48	碧南市電報電話局	139.9	180.7	142.1	183.5	149.8	185.8	0.057	0.083
49	半田市立図書館	133.5	187.6	168.7	237.1	167.8	229.5	0.076	0.148
50	河和港防波堤	145.2	166.3	254.4	291.4	267.4	300.4	0.694	0.834
51	師崎港	159.7	150.9	262.4	247.9	258.4	250.2	0.782	0.704
52	篠島漁港	165.6	146.4	243.6	215.4	313.6	273.8	1.557	1.036
53	豊浜漁港	154.6	154.0	491.2	489.3	280.3	279.8	0.413	0.411
54	常滑港 - 4.5 m 岸壁	127.2	190.0	166.4	248.6	130.6	197.9	0.012	0.022
55	常滑市役所	128.1	187.6	148.2	217.1	127.0	188.2	0.006	0.011
56	名古屋港高潮防波堤(知多)	116.1	213.5	209.7	385.7	220.5	320.6	0.575	1.283
57	名古屋港高潮防波堤(中央)	112.8	218.7	256.9	498.0	214.7	318.2	0.567	1.366
58	名古屋港高潮防波堤(鍋田)	110.2	222.5	165.5	334.1	187.1	280.3	0.507	1.572
59	名古屋港姦父新田地区	117.3	214.8	225.6	413.2	192.6	281.6	0.268	0.549
60	名古屋港9号地	113.9	222.4	186.2	363.6	130.2	210.0	0.164	0.523
61	名古屋港金城埠頭	112.9	222.3	179.0	352.4	100.3	179.9	0.184	0.620
62	名古屋港西2区	110.7	227.3	222.9	457.7	201.0	307.1	0.489	1.238
63	名古屋港西3区	108.6	229.3	226.3	477.9	194.1	336.3	0.363	1.263
64	名古屋港稲永第二埠頭	110.6	230.1	187.7	390.4	215.3	336.7	0.619	1.773
65	名古屋港6号地西側	110.8	231.2	207.7	433.5	220.2	333.9	0.596	1.507
66	名古屋市港区(港新橋)	110.1	233.1	124.3	263.2	194.3	364.2	0.400	4.700
67	伊勢湾水理模型実験場(南区)	111.8	230.4	127.5	262.8	130.4	234.7	0.049	0.167
68	名古屋市港区名四町	108.4	236.0	129.1	281.0	142.3	357.3	0.061	0.430
69	名古屋市港区十一屋町	109.1	233.4	154.3	330.1	109.2	258.9	0.074	0.605
70	名古屋市中川区八熊通	105.5	244.1	117.6	272.2	149.1	288.3	0.117	0.474
71	名古屋市昭和区鶴舞公園	105.7	244.8	113.7	263.3	141.3	310.7	0.078	0.301
72	名古屋市中区白川公園	104.3	247.7	130.4	309.7	106.4	328.8	0.046	0.356
73	名古屋市中区錦三丁目	103.9	249.0	122.2	292.9	163.2	303.0	0.150	0.490
74	名古屋市中村区栄生町	101.2	254.8	118.6	298.5	125.2	324.1	0.068	0.586
75	名古屋空港	103.9	249.1	112.9	270.6	107.8	275.2	0.038	0.200
76	桑名駅前(パールビル)	100.1	237.9	142.1	337.7	134.1	287.1	0.087	0.372
77	四日市港霞ヶ浦防波堤	106.9	217.6	151.5	308.3	164.4	292.0	0.267	0.985
78	四日市港東防波堤	106.9	213.4	192.9	385.1	209.7	318.1	0.472	0.988
79	四日市港旭防波堤	107.9	208.9	261.0	505.3	127.4	184.5	0.667	1.157
80	四日市港天ヶ須賀浦地区	104.1	222.8	240.2	514.5	152.0	241.4	0.211	0.532

番号	地名	基盤での最大加速度 (gal)		地表での最大加速度 (gal)				最大ヒズミ (%)	
		安政	濃尾	線型		非線型		非線型	
				安政	濃尾	安政	濃尾	安政	濃尾
81	四日市港富田浜地区	103.6	220.8	179.3	382.2	166.9	268.6	0.318	0.827
82	四日市港霞ヶ浦-12m岸壁	105.3	219.0	166.7	346.8	155.6	280.2	0.140	0.303
83	四日市港第2埠頭	106.3	210.6	254.3	503.9	190.8	289.0	0.353	0.863
84	四日市市近鉄四日市駅前	103.6	213.8	164.0	338.5	151.9	305.6	0.064	0.223
85	四日市市磯津地区	108.1	204.5	145.9	276.1	138.9	278.7	0.069	0.280
86	鈴鹿市役所	107.1	195.5	134.9	246.2	110.3	232.9	0.053	0.214
87	鈴鹿市立若松小学校	111.1	190.4	125.5	215.1	120.7	212.4	0.060	0.162
88	鈴鹿市立白子小学校	111.0	184.6	135.9	226.0	121.5	188.9	0.046	0.103
89	津市社会福祉センター	111.8	162.3	120.0	174.2	117.4	183.8	0.057	0.125
90	津市阿漕浦	113.7	160.5	202.7	286.1	166.4	199.7	0.250	0.385
91	松阪市役所	121.8	139.6	152.2	174.4	123.8	144.0	0.020	0.014
92	一志郡三雲村五主	120.9	147.4	151.9	185.2	141.6	169.0	0.180	0.222
93	伊勢市役所	147.3	126.1	157.7	135.0	211.5	183.5	0.261	0.198
94	宇治山田港	148.9	131.2	187.8	165.5	181.3	164.4	0.667	0.574
95	鳥羽港	164.6	124.3	269.9	203.8	227.8	196.8	0.417	0.302
96	安乗漁港	181.2	107.6	189.6	112.6	195.1	114.5	0.032	0.015
97	波切漁港	186.2	98.1	201.8	106.3	214.0	103.7	0.050	0.018
98	深谷漁港	164.1	97.9	253.4	151.2	235.1	117.7	0.241	0.072
99	間崎漁港	171.9	100.3	303.5	177.1	271.4	114.7	0.612	0.093
100	宿田曾漁港	154.2	102.2	207.2	137.3	256.1	131.8	0.283	0.089
101	五ヶ所港中津浜地区	152.7	105.9	159.5	110.6	200.3	123.1	0.043	0.021
102	阿曾浦漁港	140.3	100.7	141.8	101.8	185.3	137.6	0.070	0.041
103	古和浦漁港	126.7	97.5	164.1	126.3	164.2	135.4	0.077	0.055
104	錦漁港	119.6	93.0	119.5	92.9	123.4	95.4	0.016	0.011
105	引本港	104.8	80.8	142.9	110.2	198.4	161.2	0.391	0.244
106	尾鷲港	101.0	77.5	108.1	82.9	106.7	85.2	0.044	0.031
107	尾鷲市立病院	99.7	76.9	109.2	84.2	128.3	98.6	0.027	0.019
108	九木漁港	105.4	73.2	109.1	75.8	151.4	94.4	0.029	0.015
109	三木浦漁港	104.1	70.9	104.1	70.9	106.1	71.9	0.015	0.010
110	熊野市民会館	90.6	62.4	92.9	64.0	107.7	74.5	0.024	0.015
111	鶴殿港工業用地護岸	81.0	51.7	87.9	56.1	83.3	55.2	0.054	0.027

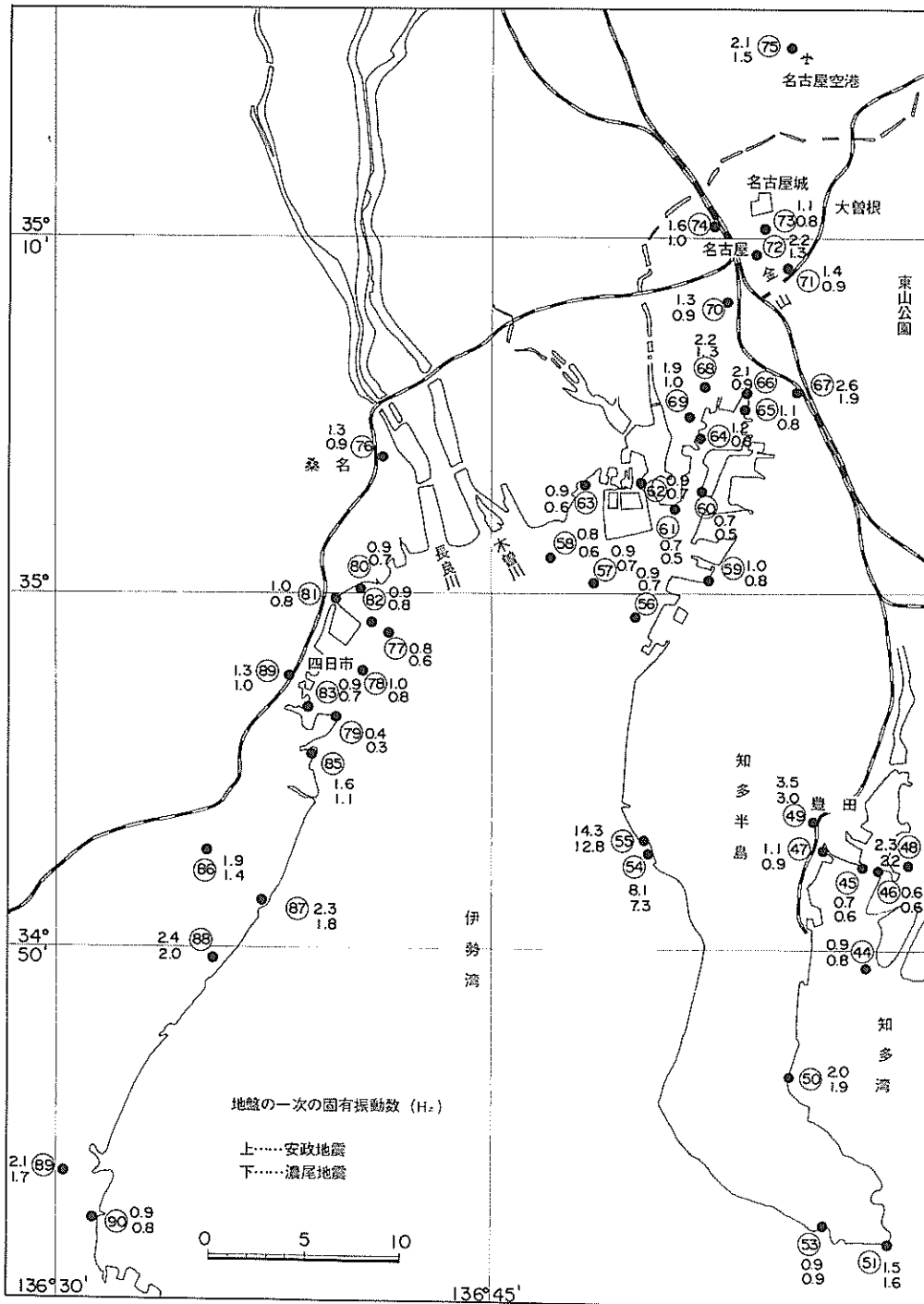
表一六 各地点の固有振動数と増幅率

地 点 名	固有振動数		増幅率		地 点 名	固有振動数		増幅率	
	安政	濃尾	安政	濃尾		安政	濃尾	安政	濃尾
1. 熱海西防波堤	3.2	3.8	2.13	2.08	13. 沼津市立第5小学校	2.6	3.0	2.01	1.97
	10.1	12.0	1.23	1.31		6.9	8.1	0.94	0.99
	15.1	18.0	1.06	1.24			15.2		0.56
2. 熱海上宿町	18.0	19.7	1.89	1.90	14. 三島市立西小学校	2.2	2.6	2.71	2.86
3. 宇佐見漁港	2.7	3.2	2.18	2.20		6.6	7.5	1.71	2.15
	7.7	8.9	1.51	1.81		11.0	12.5	1.16	1.60
	12.7	14.9	0.96	1.21		15.4	17.5	0.89	1.38
4. 伊東-3.0m物揚場	3.2	4.1	1.51	1.36	15. 田子の浦西防波堤	3.3	3.8	2.03	2.01
5. 伊東市立西小学校	1.1	1.4	1.75	1.68		8.2	9.2	1.79	2.03
	3.1	3.9	1.33	1.63		13.9	16.0	0.94	1.09
		8.1		0.98	16. 田子の浦富士埠頭	12.5	13.7	1.01	1.05
6. 下田港-5.0m岸壁	1.4	2.4	3.68	3.91	17. 富士市役所	1.3	1.7	2.45	2.55
	4.9	8.8	0.96	1.93		3.7	4.6	1.46	1.90
		15.0		1.02		5.8	7.2	0.96	1.35
7. 下田市東本郷	0.9	1.3	2.50	2.48			10.7		0.76
	2.7	3.8	1.37	1.84	18. 清水袖師埠頭	1.0	1.7	3.13	3.39
		6.0		1.24		3.1	5.5	1.33	1.71
8. 手石港導流堤	1.5	2.6	4.32	5.77			9.0		0.87
	5.3	4.2	0.98	3.61			12.6		0.61
		9.1		2.25	19. 清水富士見埠頭	0.9	1.2	3.48	3.33
9. 松崎港		16.2		1.16			2.4		2.21
	1.5	2.4	4.30	6.24			5.0		1.30
	3.0	4.7	2.48	2.92	20. 清水新興津川橋	3.4	4.1	2.17	2.15
10. 宇久須港		7.9		2.42		10.5	12.6	1.20	1.43
		14.2		0.92	21. 清水市臨海道路	2.1	2.6	2.71	2.91
	2.0	2.6	1.78	1.72		6.3	7.5	1.48	1.81
11. 土肥港	6.1	7.9	0.78	0.96		10.7	12.9	0.91	1.20
							17.5		0.92
	1.3	2.0	2.53	2.87	22. 静岡市民体育館	2.7	3.2	1.81	1.77
12. 沼津港-5.5m岸壁	3.9	5.9	1.12	1.73		7.3	8.5	1.49	1.72
		9.8		1.26	23. 焼津漁港	2.0	2.6	1.96	1.94
		14.0		0.90		5.2	6.4	1.41	1.68
	3.7	4.3	2.13	2.10		8.5	10.8	0.84	1.30
	11.2	13.3	1.28	1.50			16.1		0.81
	18.7		0.87						

地 点 名	固有振動数		増幅率		地 点 名	固有振動数		増幅率			
	安政	濃尾	安政	濃尾		安政	濃尾	安政	濃尾		
24. 焼津市立西小学校	2.1	2.8	1.56	1.48	40. 知柄漁港	4.4	4.4	1.62	1.59		
	7.4	9.2	0.76	0.99		14.0	14.3	1.45	1.46		
25. 大井川港 雑貨埠頭	1.7	2.4	1.96	1.89	41. 東幡豆港	3.7	3.8	1.64	1.63		
		5.7		1.30							
		11.1		0.84							
26. 相良港	3.0	4.1	2.70	2.78	42. 西幡豆漁港	1.5	1.5	1.54	1.54		
		7.5		1.00						1.35	1.61
		15.0									1.58
27. 御前崎港防波堤	1.5	0.9	4.48	3.94	43. 佐久島漁港	1.8	2.0	3.49	3.49		
		5.3		1.9						1.69	2.02
		10.1								0.92	
28. 小笠郡浜岡町	2.4	3.6	2.98	3.87	44. 衣浦港東防波堤	0.9	0.8	3.70	3.73		
		6.8		10.4						1.20	1.87
				16.2							1.27
29. 福田漁港	2.0	2.9	2.01	2.02	45. 衣浦港中央埠頭	0.7	0.6	3.22	3.15		
		5.9		8.0						1.20	1.68
30. 磐田市民会館	1.2	1.9	1.71	1.57	46. 衣浦港海底トンネル	0.6	0.6	2.63	2.55		
		4.4		6.5						0.89	1.15
				10.8							0.84
31. 浜松市平田踏切	1.0	1.5	1.88	1.77	47. 衣浦港-4m岸壁	1.1	0.9	3.77	3.97		
32. 浜名港南導流堤	2.0	2.6	1.92	1.92	48. 碧南市電報電話局	2.3	2.2	1.51	1.58		
		5.8		7.5						0.99	1.17
				12.2							0.88
33. 宇津江漁港	5.8	6.5	2.31	2.31	49. 半田市立図書館	3.5	3.0	1.68	1.71		
34. 三河港田原地区	2.6	3.1	1.30	1.26	50. 河和港防波堤	2.0	1.9	4.28	4.17		
35. 三河港神野埠頭	1.1	1.4	2.13	2.04		4.0	3.7	1.98	2.01		
36. 三河港蒲郡埠頭	1.0	1.0	3.07	3.17	51. 師崎港	1.5	1.6	3.72	3.80		
		2.8		2.9	1.32	1.33	52. 篠島漁港	1.1	1.3	3.00	3.25
37. 三谷漁港	1.2	1.5	2.95	3.25		3.4	3.9	1.33	1.48		
		3.7		4.4	1.03	1.18	53. 豊浜漁港	0.9	0.9	3.37	3.36
								2.8	2.8	1.59	1.59
38. 豊橋市南小池町	1.73	1.78	1.01	1.03	54. 常滑港-4.5m岸壁	8.1	7.3	1.56	1.67		
39. 蒲郡市消防所	1.0	1.0	1.74	1.73	55. 常滑市役所	14.3	12.8	1.29	1.29		
					56. 名古屋高潮防波堤 (知多)	0.9	0.7	3.50	3.34		

地 点 名	固有振動数		増幅率		地 点 名	固有振動数		増幅率	
	安政	濃尾	安政	濃尾		安政	濃尾	安政	濃尾
57. 名古屋高潮防波堤 (中 央)	0.9	0.7	3.50	3.20	75. 名 古 屋 空 港	2.1	1.5	1.35	1.49
58. (鍋 " 田)	0.8	0.6	3.10	3.15		6.7		1.00	
59. 名古屋養父新田地区	1.0	0.8	2.49	2.51	76. 桑 名 駅 前	1.3	0.9	1.60	1.74
	3.1	2.5	1.15	1.05		4.1	2.8	1.22	0.90
60. 名古屋9号地	0.7	0.5	2.25	2.23	77. 四日市港霞ヶ浦防波堤	0.8	0.6	3.11	3.15
	2.4	1.9	1.27	1.02		1.8	1.2	1.80	1.71
	4.0		2.00		78. 四日市港東防波堤	1.0	0.8	3.25	2.90
61. 名古屋金城埠頭	0.7	0.5	1.94	2.00		3.1	2.5	1.52	1.30
	2.3	1.8	1.24	0.97	79. " 旭防波堤	0.4	0.3	2.94	2.97
62. 名古屋西2区	0.9	0.7	3.30	3.11		1.0	0.8	1.60	1.36
63. 名古屋西3区	0.9	0.6	3.00	2.99	80. " 天ヶ須浦地区	0.9	0.7	2.60	2.62
	3.4	2.4	1.06	0.85		2.5	1.9	1.12	1.03
64. 名古屋稲永第2埠頭	1.2	0.8	3.41	2.94	81. " 富田浜地区	1.0	0.8	2.43	2.44
	3.5		1.29		82. " 霞ヶ浦-12m岸壁	0.9	0.8	2.30	2.38
65. 名古屋港6号地西側	1.1	0.8	3.34	2.91		2.5	1.9	1.41	1.27
	3.1	2.4	1.44	1.30	83. " 第2埠頭	0.9	0.7	3.27	3.10
66. 名古屋市港区 (港 新 橋)	2.1	0.9	3.97	3.12		2.1		1.51	
	6.4		1.32		84. 近鉄四日市駅前	1.3	1.0	1.69	1.85
67. 伊勢湾水理実験場	2.6	1.9	1.78	1.86		4.0	2.8	1.46	1.27
	8.4	5.7	0.87	0.73	85. 四日市市磯津地区	1.6	1.1	1.89	2.09
68. 名古屋市港区名四町	2.2	1.3	2.31	2.26	86. 鈴 鹿 市 役 所	1.9	1.4	1.50	1.62
	5.8	3.2	1.93	1.22	87. 鈴鹿市立若松小学校	2.3	1.8	1.88	1.91
69. " 十一屋町	1.9	1.0	1.64	1.77		6.2	4.9	1.13	1.01
70. 名古屋市中川区八熊通	1.3	0.9	1.96	2.00	88. " 白子小学校	2.4	2.0	1.60	1.65
	3.6	2.3	1.08	0.86		7.0	5.9	1.14	1.01
71. 名古屋鶴舞公園	1.4	0.9	1.69	1.79	89. 津市社会福祉センター	2.1	1.7	1.75	1.81
	3.7	2.5	1.26	1.02	90. 津市阿漕浦	0.9	0.8	2.15	2.19
72. 名古屋白川公園	2.2	1.3	1.83	1.91		2.9		1.30	
	6.9		0.88		91. 松 阪 市 役 所	7.6	1.5	1.27	1.26
73. 名古屋錦三丁目	1.1	0.8	2.37	2.37		18.0	17.2	0.91	0.91
	2.6		1.23		92. 一志郡三雲村五主	0.9	0.9	1.54	1.59
74. 名古屋栄生町	1.6	1.0	1.87	2.06		2.3	2.2	1.38	1.33
						4.1	3.8	0.91	0.82

地 点 名	固有振動数		増幅率		地 点 名	固有振動数		増幅率	
	安政	濃尾	安政	濃尾		安政	濃尾	安政	濃尾
93. 伊勢市役所	1.1	1.2	1.91	1.92	103. 古和浦漁港	2.1	2.3	2.67	2.74
	4.0	4.3	1.09	1.19		5.6	6.0	1.48	1.59
94. 宇治山田港	1.0	1.0	2.16	2.20	104. 錦 漁 港	10.0	10.7	0.90	1.03
	4.6	4.7	0.78	0.82		8.2	8.5	2.41	2.41
95. 鳥 羽 港	0.8	0.9	3.25	3.22	105. 引 本 港	1.6	1.9	3.43	3.55
	2.3	2.5	1.35	1.41		5.9	7.0	0.93	1.13
96. 安 乘 漁 港	7.3	8.1	4.17	4.31	106. 尾 鷲 港	2.3	2.5	1.56	1.52
97. 波 切 漁 港	5.9	7.1	2.15	2.13	107. 尾鷲市立病院	3.4	3.7	1.76	1.74
	19.3		1.08			10.8	11.6	1.15	1.21
98. 深 谷 漁 港	1.5	2.0	2.51	2.77	108. 九 木 漁 港	5.3	5.8	3.62	3.77
	4.3	5.8	1.12	1.55		15.9	17.2	2.06	2.25
	7.1	9.9	0.60	0.94	109. 三 木 浦 漁 港	8.5	8.9	2.82	2.84
99. 間 崎 漁 港	1.1	1.9	2.51	3.00	110. 熊野市民会館	3.1	3.4	1.54	1.52
	3.3	5.8	0.84	1.33		8.4	8.9	1.11	1.12
		9.4		0.84	14.6	15.5	0.96	1.05	
100. 宿 田 會 漁 港	1.3	1.8	2.60	2.81	111. 鵜殿港工業用地護岸	1.9	2.2	1.68	1.66
	3.6	4.9	1.23	1.71		6.0	6.6	1.62	1.83
101. 五ヶ所港中津浜地区	5.6	6.3	3.51	3.73		9.4	10.2	1.36	1.62
	15.9	17.8	1.81	2.10			14.3		0.93
102. 阿 曾 浦 漁 港	3.1	3.4	2.03	2.03					
	8.7	9.5	1.39	1.56					



図一 19 地盤の固有振動数

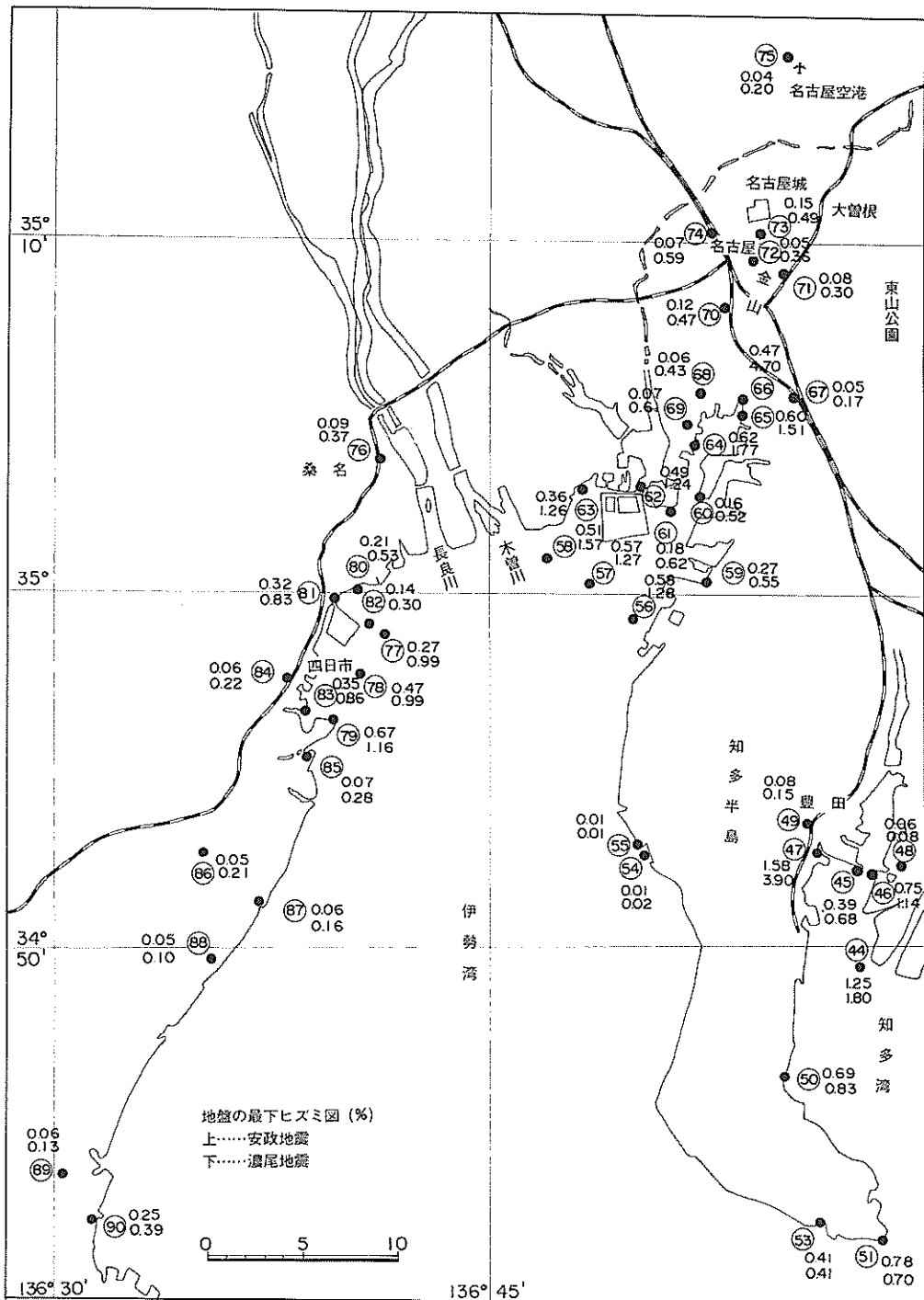


図-20 地盤の最大ヒズミ図

7. 考 察

7.1 地表での最大加速度と地盤の固有周期

安政地震について計算した地盤加速度で最大値を示す地点は浜岡町で323galである。この浜岡町は安政地震の震央にもっとも近くて震央距離は65Kmである。安政地震についての計算結果は図一17、18に示してあるとおりだが、その全体的傾向をみると次のようになる。静岡県沿岸がもっとも地盤加速度が大きく300gal程度、三河・衣浦では300galになるところもあり、名古屋・四日市は200gal、三重県南部では200gal前後ということになる。さらにこれをこまかくみると、浜岡町・御前崎付近がいちばん大きく300galを少し上回る。静岡・清水地域では250gal伊豆半島では先端付近が大きくなって290galとなっている。さらに天竜川付近も290galで、三河・衣浦地区については、臨海部で300gal近くになっている地点もあるが、だいたい200gal程度となっている。名古屋港周辺は200galぐらいで、それが市街地になると100~160galと小さくなる。四日市港で200galとなっている地点もあるがそのまわりはだいたい150gal、津では166galとなっている。三重県南勢地域では、270galとなっている地点が1つあるが、そのほかはほぼ220galとなっている。

次に濃尾地震を想定した地盤応答計算結果による各地点の加速度を概括的にみると、名古屋地方が震央にもっとも近く350gal、三河・四日市で300gal、静岡県で100gal前後、津で200gal、三重県南勢地域で150gal程度となる。さらに、これを細かくみていくと、名古屋地方は350gal、四日市で300galであり、衣浦地区では、衣浦港-4m岸壁が376galを示しており、これは濃尾地震の場合の最大値となっているが、その他は300galで市街地では200gal程度となっている。三河地区では最大280galを示している地点が1つあるが、他の地点は200gal程度となっている。静岡県にはいると、天竜川河口で130gal、静岡・清水で100gal、伊豆半島では143galを示す地点があるがほとんど100gal以下となっている。三重県では、津から鳥羽付近が200gal、それより南の地域になると161galというのが1地点あるが、130galが大きい部類で他はほとんど100gal前後となっている。

名古屋地方についていえば、大学及びその他の研究機関が今回おこなったと同じような方法で、地盤の加速度をもとめたり、震度分布をもとめたりしている。その場合、線型計算が主で、今回等者らが行なったような非線型の方法というのは他の研究機関でまだあまり行なわれ

ていない。それで、非線型の地盤応答計算と同時に、線型計算について計算して図に示した。ここでいうところの非線型というのは地中のヒズミレベルに応じたセン断弾性係数、減衰定数を使って地盤応答計算を実施した場合、線型というのは速度検層の結果求めたセン断弾性係数を使って地盤応答計算を実施した場合であり、この時どちらが地盤加速度が大きいかはその場合場合によってかわる。軟弱地盤の層厚が大きいところでは、非線型の計算結果の方が線型の場合よりも小さいけれども、地盤の成層状態によっては必ずしもそうとはかぎらない。たとえば、図一16、18を比べると、地点5、52、93等については、非線型の方が大きくなっているのがわかる。地点5についてくわしくみると、線型の場合の地盤の固有振動数は2Hzで増幅率は1.3、それが非線型の場合には固有振動数が1.1Hzと増幅率は1.75とかわる。この2つの場合を比べると、非線型の場合のほうが入力地震波の卓越振動数に地盤の固有振動数があり、しかも増幅率は大きい。したがって非線型の計算結果から求めた地盤加速度の方が線型のそれよりも大きくなっている。

4.2で述べたように、その地域の震害に対する検討の重要事項に地盤の固有周期がある。6.において述べたように、地盤加速度を計算した際同時に地盤の周波数伝達関数も計算している。図一19にその結果を示したが、だいたいの傾向を述べると次のようになる。名古屋市街地では地盤の固有振動数は2Hz以上、名古屋港、四日市港周辺では1Hz以下、衣浦の臨海部でも1Hz以下であるが、そのまわりの市街地さらに知多半島では2Hz以上となっている。三河の臨海部でも1Hzぐらいの固有振動数の地点がある。

地中におけるヒズミが大地震時にいったいどれぐらいになるかという点も興味ある問題である。図一20の名古屋地方についての最大ヒズミ図をみると、次のような結果になっている。安政地震についていえば名古屋、四日市港では最大で0.6%、衣浦地区で1.6%、三河地区で1.3%ぐらいで、最大加速度を示した御前崎では1.3%を示している。濃尾地震の場合は、数%に達している地点が2つあるが、ヒズミがこれだけ大きくなると破壊に到ると考えられるので、この2地点については他の視点から見なければならぬだろう。地盤がその他の地点についていえば、名古屋では最大で1.8%、そのつぎに大きい地区としては衣浦地区で1%ぐらいになっている。

7.2 他の研究機関の成果との比較

愛知県防災会議は、昭和49年5月に「愛知県予想震

度地域分布図(西半分)に関する報告書³¹⁾という報告をだしている。これは、愛知県西半分地域を1Kmのメッシュに区切り、まず常時微動を測定して各メッシュごとに地盤の卓越周期をもとめている。次に内陸型地震として濃尾地震を想定しマグニチュードを8.4、震源距離を50Kmとし、海洋型地震として安政地震を想定しマグニチュードを8.4、震源距離を100Kmと仮定し、これらの値と地盤の卓越周期から金井式³²⁾によって大地震時の最大加速度を各メッシュごとに推定している。この結果によれば、地盤の卓越周期については、地盤地域別に次のように分類している。

- i) 0.3秒以下の短周期成分が優勢となる地域：尾張丘陵及び三河山間地域
- ii) 0.3~0.4秒内外の周期成分が優勢となる地域：名古屋東部丘陵地、濃尾東緑台地、岡崎平野、知多半島
- iii) 0.4~0.6秒内外の周期成分が優勢となる地域：濃尾低地、境川低地、矢作川低地
- iv) 0.6秒以上の長周期成分が優勢となる地域：木曾川沿岸及びその河口、伊勢湾臨海部、矢作川河口、衣浦湾臨海部

以上について、7.1に示した今回の結果と比較してみると、非常に大ざっぱであるが、ほぼ一致している。ただ、愛知県防災会議の報告のメッシュごとの最大加速度は大地震時に各地点で実際に得られるであろう地盤加速度の値そのものということで検討されていないので、今回の結果と直接比較できない。

多賀ら³³⁾は「名古屋市域における地震時、地盤振動性状の推定」という報告を行っている。これは、本報告の場合とはほぼ同様の手法によっているが、線型の場合についてのみで、内容の概略は、地表面の最大加速度を入射地震波の最大振幅で除した値を増幅率として、名古屋地方の102地点について応答計算をおこなって増幅率をもとめ、Zoning Mapを作成している。この結果によると、増幅率は3~7倍で平地部が大きく、洪積台地、丘陵部はいく分小さくなっている。さらに、増幅率6倍以上の地域が、東南海地震の家屋倒壊率の20%以上の地域とほぼ一致していることも示している。本報告の計算結果では、名古屋港の埋立地の軟弱地盤地域がもっとも線型の場合の増幅率が大きく、ほぼ4ぐらいの値を示している。これに反して、多賀らの結果は6~7倍の増幅率を示す地域が庄内川付近にかなり広く分布している。このことと、濃尾地震の際に庄内川流域の軟弱地盤地域で被害が大きかったことを考えると、この地域については、本報告の場合の結果だけでは不十分で、さらに多くの地点を設定して検討する必要がある。

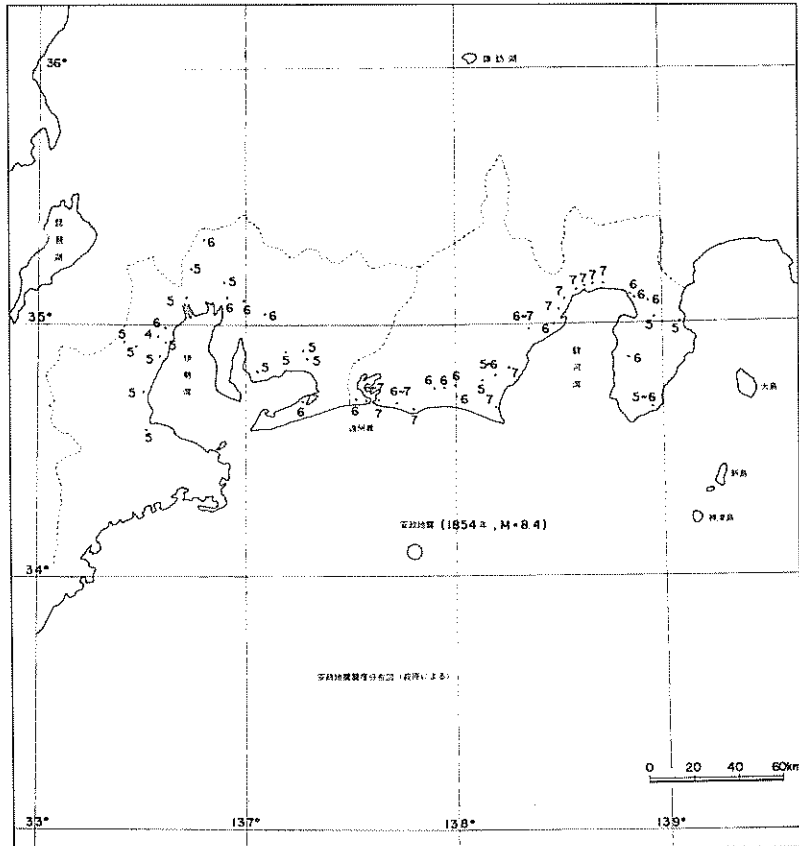
また、木曾川河口付近についても、今回の場合計算地点が少なくないので、庄内川流域と同様にこの地域についても、さらに地点を増加した細かい検討が必要である。

7.3 濃尾地震・安政地震の震害例との比較

濃尾地震は過去におこった内陸型地震としては最大級のもので、美濃西部から尾張北西部にかけて、記録的な大被害をひきおこしている。この被害についての細かい状況は参考文献³⁴⁾にゆずるが、この濃尾地震について、横尾ら³⁵⁾は、最大加速度分布図を示している。これによると甚目寺、清州それに清州から小牧の間、そして岐阜の少し南の羽鳥・墨俣付近では400 cm 、それ以外の地点で名古屋市南部ではほぼ300 cm となっている。ただしこれは墓石等の転倒から推定した値である。400 cm の加速度を示している地域は、くわしくみると、大森³⁶⁾が示している地殻の変動線上にある。最大地動方向がこの線を境として相反していて、震害も著しいとされていた地域で、これは地表にはあらわれないが、濃尾地震によって間接的にひきおこされた断層による結果であると思われる。今回の地盤応答計算は、断層について考慮していないから、この断層上の最大加速度については、直接比較はできないが、その他の地域の値は300 cm で、今回の計算結果でほぼ一致している。

濃尾地震についての名古屋市以外の地域の被害は概略次のようになっている。^{37~39)} 知多・三河の各郡は、名古屋市以西の地方に比べれば、軽微であった。しかし、この被害はおもに家屋被害についてである。今回の計算結果では、臨海部で最大加速度が大きくなっておりこの点には注意が必要である。三重県内の濃尾地震の時の被害は、全壊家屋235戸、半壊家屋445戸であり、静岡県については、浜松で太田川流域の低地を中心に半壊家屋が多数みられ、低地部・山地部に亀裂・土地の陥没がおこり、静岡・清水地域では家が傾き壁が落ちたといった被害であった。

今回の計算で対象とした安政地震というのは、遠州灘沖に震央をもつ1854年12月23日の地震だが、さらにこの地震のあと32時間後に南海道域にほぼ同じマグニチュードをもつ大地震が発生している。この2つの地震の被害を区別することはほとんど不可能なので、以下安政地震の震害例をみる場合、この点を考慮しておく必要がある。遠州灘に震央をもつ安政地震の際の各地の震度分布図が萩原⁴⁰⁾によって図-21に示すように与えられている。これを見ると名古屋地方は震度5~6で、濃尾地震と比較して、震度としては小さめである。被害状況を見ると、尾張藩(尾張及び美濃、三河の一部)では死



図一21 安政地震震度分布図(萩原による)

者4人、全壊家屋536戸、吉田藩(三河地方)で死者25人、全壊家屋653戸、半壊家屋808戸であった。濃尾地震では愛知だけで死者2,459人、全壊家屋3,494戸、半壊家屋2,968戸であったから、記録の不備を考慮しても、濃尾地震の方が、安政地震よりも名古屋地方に与えた影響は大きかったことがわかる。

安政地震でもっとも被害の大きかったのは、図一21の震度分布図でもわかるように、静岡県伊豆北西端から天竜川河口に至る地帯で、この地帯はほとんど全滅に近い状態であった。さらに細かくみると、遠江(静岡西部)地域では死者424人で磐田郡山名町、袋井はほとんど全滅、周知郡では全壊家屋1,400戸余におよび天竜川の堤防も決壊している。駿河(静岡市・清水市)地域では、駿府において全家屋数の86%が何らかの被害を受け、死者は200人をこえ、駿府域は全壊した。清水においては、

全滅に近い状態で、死者は56人をかぞえている。また、特にこの地方は地震とともに火事が発生し、さらに清水では津波がおしよせ、地震の複合的災害の様相を呈している。伊豆(静岡東部)地域では、加茂郡で下田・岡方・柿崎・土肥において津波によってほとんどの家屋が流出している。三重県下の安政地震による被害の特色は、直接の震害が少なく津波による災害が主だった点にある。四日市で全壊家屋11戸、半壊家屋45戸、津で全壊家屋50戸、半壊・大小破含めて456戸の被害を呈しているが、亀山の台地付近では震害が多少軽減され、さらに津以南ではほとんど震害がみられなかった反面津波災害が著しかった。

以上、非常に概略だが、安政地震の被害状況について述べた。安政地震についての計算結果では、名古屋地方の地盤加速度は、200 gal程度と計算されているわけ

だが、安政地震・濃尾地震の被害の比較からしてほぼ妥当なものでないかと思われる。過去の被害例から激震の予想される御前崎を中心に天竜川、それに沼津の間については、御前崎での地盤加速度が300 gal ぐらいというのは妥当なものだと判断されるが、静岡・清水・沼津については、今回の計算結果の地盤加速度が、やや激震地域としては小さく出ていると思われる。この点については、この地域についてさらに地点数をふやし、くわしく検討することが必要である。

8. 結 論

本報告で明らかになった事項及び問題点を以下に列記する。

- i) 東海地方では、近い将来遠州灘沖で大地震が発生するのではないかと心配されているので、この遠州灘に震央をもつ大地震を想定して、東海地方の各地点の地表で推定される最大加速度を求めた。これによると震央にもっとも近い御前崎で300 gal 程度、名古屋地方では220 gal の最大加速度が推定される。また、名古屋地方にもっとも大きい影響を与えた濃尾地震を想定した場合には名古屋地方では350 gal の地表での最大加速度が推定される。これは過去における震害例からみて妥当なものだと判断される。
- ii) 震害に影響を与えるものとして各地点の地盤の固有振動数があるが、今回の計算結果によれば、名古屋港・四日市港周辺、衣浦・三河の臨海部の軟弱地盤地帯では地盤の固有振動数は1 Hz 以下、名古屋の市街地、知多半島では地盤の固有振動数は2 Hz 以上であった。
- iii) 直下型地震については、今回検討をおこなわなかった。過去にこの直下型地震により被害を受けた地域、たとえば三河、静岡、清水等については、さらにこの直下型地震についての検討が必要である。
- iv) ここで求めた最大加速度がそのまま現行設計法における震度とは結びつかない点注意を要する。最大加速度と設計震度の関係はさらに検討されるべき課題である。

謝 辞

本報告は、港湾局防災課および第5港湾建設局企画課における東海沿岸防災計画調査の一環としてなされたものであり、第5港湾建設局設計室が対象地点の選定およびボーリングデータの収集を行ない、筆者らが解析およびとりまとめを行ったものである。ボーリングデータの収集・報告書の印刷等は、海岸事業調査費に依った。

なお、報告書をまとめるに際し、林構造部長をはじめ構造部の方々から有意義な助言を戴いた。ここに記して関係各位に深く謝意を表わす次第である。

(1974年12月12日受付)

参 考 文 献

- 1) 野田節男、上部達生：東京湾沿岸地域の大地震時における地盤加速度、港湾技研資料、6177、1974年3月
- 2) 上部達生、野田節男：東京湾沿岸地域の大地震時における地盤加速度(その2) - 土のせん断弾性係数、減衰定数のヒズミ依存性を考慮した場合 -、港湾技研資料、6194、1974年9月
- 3) 三橋郁雄、中山種清：1973年根室半島沖地震などの被災例による現行設計法の検討、港湾技研資料、6184、1974年9月
- 4) 運輸省第二港湾建設局：南関東大都市震災対策調査報告書、1974年3月
- 5) 宇佐美龍夫：日本付近のおもな被害地震の表、震研彙報、第44号、1966年、PP. 1571-1622
- 6) 宇佐美龍夫：歴史的地震の震央位置について、東大震研速報、第12号、1974年3月、PP. 1-30
- 7) 気象庁：日本付近の主要地震の表(1926年~1956年)、地震月報、別冊1、1958年6月
- 8) 勝又護：最近の顕著な地震の表(1951年~1960年)、験震時報、第26巻、第4号、1962年3月、PP. 21-25
- 9) 徳永直、勝又護：最近の顕著な地震の表(1961~1970)、験震時報、第36巻第3、4号、1971年8月、PP. 9-20
- 10) 地震予知連絡会報、第11巻、1974年
- 11) 力武常次：地震予知、中公新書、PP. 198-199
- 12) 太田芳夫：濃尾地震の今昔について、験震時報、第34巻第4号、1970年1月、PP. 59-64
- 13) 飯田淑事：名古屋市における既往の地震とその災害、第11回災害科学総合シンポジウム講演論文集、1974年、PP. 88-89
- 14) H. Tsuchida, E. Kurata, and K. Sudo : Strong-Motion Earthquake Records on the 1968 Tokachi-oki Earthquake and Its Aftershocks, Technical Note of the Port and Harbour Research Institute, no. 80, June 1969
- 15) 土田肇、上部達生：地表における強震記録より推

- 定した基盤地震動の特性、港湾技術研究所報告、Vol. 11、No. 4、1972年12月、PP. 191-270
- 16) 林聰、稲富隆昌：鋼タイ構造物の非弾性応答と耐震性、土と基礎、Vol. 20、No. 7、1972年7月、PP. 25-29
- 17) H. B. Seed and I. M. Idriss: Soil Moduli and Damping Factors for Dynamic Response Analysis, Report No. EERC 70-10, Col. of Eng., Univ. of Calif. Berkeley, 1970
- 18) 市原松平：土と基礎、実用数式図表の解説、土質工学会、PP. 135-140
- 19) 荒井秀夫、岩淵守義、中沢定男、北島誠治：砂層の振動性状、港湾技術研究所報告、第13巻2号、1974年6月
- 20) 河角広：東京の震害分布と地盤に就いて、建築雑誌66輯、773号、1951年4月、PP. 8-15
- 21) S. Omote: The Relation between the Earthquake Damages and the Structure of Ground in Yokohama, Bull. Earthq. Res. Inst., Vol. 27, 1949, PP. 63-68
- 22) P. B. Schnabel, J. Lysmer and H. B. Seed: SHAKE-A Computer Program for Earthquake Response Analysis of Horizontally Layered Sites, Report No. EERC 72-12, Col. of Eng., Univ. of Calif. Berkeley, 1972
- 23) P. B. Schnabel, H. B. Seed and J. Lysmer: Modification of Seismograph Records for Effects of Local Soil Conditions, Bull. Seism. Soc. Am., Vol. 62, No. 6, 1972, PP. 1649-1664
- 24) 今井常雄、吉村正義：速度を中心とした地盤の力学的性質、物理探査技術協会講演予稿集、1970年10月
- 25) 原昭夫、丹羽正徳、坂野正：粘土地盤の弾性定数と強度、鹿島技研年報、第21号
- 26) H. B. Seed, I. M. Idriss, and F. K. Kiefer: Characteristics of rock motions during earthquakes, EERC 68-5. College of Engineering, Univ. of California, 1968
- 27) H. B. Seed, I. M. Idriss and F. W. Kiefer: Characteristics of Rock Motions during Earthquake, Jour. of the Soil Mechanics and Foundation Division, ASCE, Vol. 95, No. SM5, September 1969, PP. 1199-1218
- 28) K. Kanai, and T. Suzuki: Expectancy of the Maximum velocity amplitude of earthquake motions at bed rock, Bull. Earthq. Res. Inst. Vol. 46, 1968, PP. 663-666
- 29) Per B. Schnabel and H. Bolton Seed: Accelerations Un rock for earthquakes in the western United States, Bull. of Seismological Society of America, Vol. 63, No. 2, April 1973, PP. 501-516
- 30) 岡本舜三、田村重四郎、加藤勝行：岩盤地帯における地震観測、第11回地震工学研究発表会、1971年7月、PP. 53-56
- 31) 愛知県防災会議：愛知県予想震度地域分布図（西半分）に関する報告書、1974年5月
- 32) 金井清：地震工学、建築構造学大系、彰国社、1968、PP. 11-18
- 33) 多賀直恒、堀内考英、加藤賢二、岩田宣乙：名古屋市域における地震時、地盤振動性状の推定、第9回土質工学研究発表会、1974年6月、PP. 721-724
- 34) 愛知県：愛知県災害誌、1970年3月
- 35) 横尾義貫、桑原徹、堀内考英：名古屋付近の地盤と震央に関する研究（その1、とくに濃尾大地震について）、日本建築学会論文報告集号外、1965年9月
- 36) 大森房吉：地震ノ種類ニ就キテ、震災予調報68甲、1910年、PP. 3-19
- 37) 静岡県消防防災課：静岡県地震対策基礎調査報告書-静岡・清水地域一、1971年3月
- 38) 浜松市防災会議：浜松市地域防災計画（地震関係資料編）、1973年3月
- 39) 三重県：三重県地震対策基礎調査報告書、1973年2月
- 40) 地震予知連絡会報、第3巻、1970年

記号表

- a : 基盤での最大加速度
 A₀: 地表面での変位振幅
 D : 震央距離
 e : 間ゲキ比
 E_j: 透過波の複素振幅
 F_j: 反射波の複素振幅
 G : セン断弾性係数
 G* : 複素セン断弾性係数

G_{eq} : 等価せん断弾性係数
 h : 層厚
 h_{eq} : 減衰定数
 K_z : 等価せん断弾性係数の値を与える係数
 M : マグニチュード
 N : 標準貫入試験値
 S_u : 非排水強さ
 t : 時間
 u : 水平方向の変位
 U_j : 変位の複素振幅
 V_s : S波速度
 W : 履歴ループの面積
 Z : 鉛直方向の座標
 Z_0 : 地表面よりの深さ
 α : 複素インピーダンス比
 β : 減衰定数
 r : 土のヒズミ
 η : 粘性係数
 ρ : 質量密度
 σ_m : 平均有効応力
 $\bar{\sigma}_0$: 効束圧
 ω : 角振動数

付録一 1 各地点の概要

各地点をいくつかの地域にわけ、それぞれの地域ごとに地質を説明し、その次に各地点の位置、地盤の成層状態について述べる。各地点の土質柱状図は地盤モデル定数とともに付録一2に示す。

熱海

熱海は多賀火山の火口をなす処で、その中心は海中にあったものといわれ、火口壁の東半分は地変と侵蝕によって失われている。

- (1) 熱海市内を流下する和田川の河口にある西防波堤の岸より30mのところを位置する。砂層が主である。
- (2) 熱海駅西方800m標高50mの傾斜地にあり、火山灰質粘土層の下に凝灰質の固結粘土(土丹層)がありこれが基盤と考えられる。

伊東

- (3) 宇佐美漁港内に位置する。湯ヶ島層群の火山堆積岩を基礎とし、その上部に宇佐美安山岩類が広く分布している。この地方の沖積層は安山岩凝灰質岩石の風化侵蝕により堆積したレキ、砂、シルトでこれが広く分布している。
- (4) 国鉄伊東駅より約2km程南下した伊東港の-3m物

揚場に位置しており、宇佐美火山噴出物である玄武岩の風化レキやその碎屑物を基盤とし、上部は海成堆積物であるヘドロ、シルト、細砂等で被覆されている。

- (5) 国鉄伊東駅より南へ約1kmの市立小学校内に位置する。細砂、火山砂レキ層が主で、はっきり基盤とみなせる層がないので深さ33mの位置に基盤を仮定した。

下田

- (6) 下田港-5m岸壁に位置して、砂層の下は凝灰岩とみられる硬質地盤となっておりこれを基盤とした。
- (7) 下田市東本郷1丁目内に位置している。周辺は標高T.P.+2m前後の沖積低地をなし、その平地を稲生沢川が流下している。N値2~5程度の砂質シルトがおもな沖積層が40mぐらあり、その下に白浜層とよばれる新第三紀層の凝灰岩があり、これが基盤と考えられる。

伊豆半島西岸

- (8) 南伊豆町手石地内の導流堤の先端部に位置し、N値10程度の砂層がおもで、この砂質土の下には非常にもろいが一応岩盤が出ている。
- (9) 松崎港内に位置し平均N値8の軟弱なシルト質砂、細砂が20mほどありその下は岩盤となっている。
- (10) 宇久須港内に位置し、砂質シルトがおもな層が13m続きその下はN値も大きく密な地盤となっている。
- (11) 土肥山川河口付近の土肥海岸で、細砂層と玉石混り砂レキ層が主となっている。

沼津

- (12) 沼津港の岸壁に位置し、付近一帯は狩野川の沖積地である。比較的N値の大きい砂層が堆積しており、N値50以上の砂層を基盤とした。
- (13) 沼津市立第五小学校敷地内にあり、上層13mぐらまでは火山質の砂が主体でその下はN値50以上の極く堅くしまった河砂となっている。
- (14) 三島市立第五小学校敷地内にあり、深さ15mまでN値20~30の火山質の砂層によって構成され、その下は多孔質熔岩となっている。

富士市

- (15) 田子の浦港西防波堤に位置し砂層が主でN値も大きい。
- (16) 田子の浦港富士埠頭に位置し、13mぐらまでは比較的軟弱なシルト層が続きその下は砂レキ層となっている。
- (17) 富士市役所敷地内で上層は富士川の河口沖積層でN値が大きい砂レキ層となっている。沖積層が30mぐらありその下は熔岩層が出ている。

静岡・清水

静岡・清水地域はフォッサ・マグナの中にあつて、その最南西部を占める位置にあり、静岡一糸魚川構造に沿つて噴出した一連の粗面玄武岩の南東側に位置している。この地域は従来沖積平野として一括して取扱われており、安倍川を主とした流出土砂レキが大部分をしめているが、その他に巴川流域を占める古折戸湾の内湾性堆積物と海岸のせまい地帯を占める海岸標砂および砂州、砂丘などの堆積物もある。

- (18) 清水駅の北東方向にあたる袖師海岸沖合500mの袖師第一埠頭の先端部に位置する。上層は20mくらい軟弱なシルト層であり、その下はN値50以上の砂レキ層となっている。
- (19) 清水港石炭埠頭に位置し、粘土層と砂層が互層となっているが、20mの深さにN値50以上の砂層が出ている。
- (20) 清水から7Kmほど北東にいったところの興津川にかかる新興津橋の道路取付部のところに位置する。砂層が主で7mほど地下でN値はすでに50となっている。
- (21) 国鉄清水駅の近く、臨海道路の江尻跨線橋の近くに位置し、砂層の下にシルト層が続き深さ18mでN値50以上のシルト質砂となっている。
- (22) 国鉄静岡駅近くの市民体育館の敷地内にあり、全般に砂レキが主体の地盤構成になっておりかなり良好な地盤である。

焼津

- (23) 焼津港北防波堤に位置し、砂レキ層が主体でN値は序々に大きくなり深さ15mでN値50以上となっている。
- (24) 国鉄焼津駅と焼津港の中間よりやや南のところにある市立西小学校の敷地内にある。砂レキ層と粘土層が互層をなしており、深さ15mで砂レキ層のN値が50以上となる。

大井川

- (25) 大井川港一般雑貨埠頭岸壁に位置し、上層部分は砂レキ層で下層部分は砂層である。
- (26) 勝間田川河口の相良港内に位置し、砂層に続いて粘土層が伏在し14mで岩盤となっている。

御前崎

- (27) 御前崎港防波堤先端部に位置し、砂層の下深さ20mが土丹層となっている。
- (28) 遠江半島西部に位置する小笠郡浜岡町佐倉地区で、遠州灘に面した比較的平坦な段丘地形をなしている。西方に新野川が流れており、表層堆積物はこの影響を受けている。表層は砂層で、基盤は新第三系の泥岩よ

りなる。

浜松

- (29) 太田川河口の福田漁港に位置し、一部にレキを含む砂地盤を除いてほとんど一様な砂地盤で、深さ12mでN値で50となっている。
- (30) 国鉄磐田駅より北東に約800mの今之浦川右岸の水田地帯を埋土した平坦地にある磐田市民会館敷地内である。上部は粘土、シルトなどの細粒海成土層が堆積する沖積層で、下部は洪積層の磐田原レキ層となっている。
- (31) 国鉄浜松駅近くの平田踏切に位置し、粘土と砂層が互層をなしているが深さ50mでN値50以上の砂層となっている。
- (32) 国鉄新居駅より南東へ約2.2Kmの新居弁天海岸の浜名湖南導流堤に位置する。地層は砂及び砂レキの湖底堆積物及び今口切より流入する標砂によると思われる沖積層である。深さ13mでN値50以上の砂レキ層となっている。

東三河

本地域を構成する地質は古生層、いわゆる三波川変成岩類、領家変成岩類などの基盤岩類とこれを土台としてその上にのる洪積層および沖積層からなる。中央構造線は豊川の沖積平野から湾内のほぼ中央を東北東方から西南西方へ通過している。基盤岩類は中央構造線を境にして北側の内帯には領家変成帯として、御津町および蒲郡市の北部一帯から形原町および西浦町一帯にわたり広く地表にあらわれ山地を形成している。南側の外帯には、中央構造線に接して三波川変成帯が分布するが、この露出は極めて少なく、わずかにそれが、田原町北部、笠山、波瀬、片浜の海岸、湾内の姫島にみられるだけである。洪積層は南部では丘陵地を形成し、北部では主に領家変成帯からなる山地の山麓部に高位段丘および低位段丘を形成しているほか沿岸沖積平地および湾内の沖積層の下位に広く分布する。丘陵地や山地の小さな谷間を埋めている沖積層は極めて薄いのであるが、沿海沖積平地から湾内海底へかけての沖積層はだいに厚くなる。豊川に沿う沖積平地からその延長にあたる湾内中央凹地帯において最も厚く、湾内においては蒲郡市中心街地の南方三谷町の南々東方、梅田川の延長部、汐川の延長部などに谷状に凹地を呈して沖積層が厚くなっている。

- (33) 渥美半島西部の北岸に立地している宇津江漁港の防波堤に位置する。地質は古生層の基盤岩および第四系の砂レキ層からなる。表層から深度が1.7mまで高師原レキ層とみられ、1.7m以深は渥美層群の上部に該当する砂層と考えられる。

- (34) 渥美郡田原町波瀬地先に位置し、海成堆積物の上に梅田川及び付近の諸河川により運搬された土層が堆積している。砂、シルト及び粘土が互層をなしており、35 m付近でN値50以上の砂層となっている。
- (35) 豊橋市神野新田の南西の端に位置し、砂層、粘土層が互層をなし24 m以深はN値50以上の洪積砂層となっている。
- (36) 蒲郡駅の南西約1 Kmの所にある蒲郡港内に位置する。蒲郡臨海低地を形成する沖積層とその下に伏在する洪積層から成り立っている。沖積層は、不均質な粘性土を主体として下部に若干の砂層をともっている。洪積層は上位の沖積層下に伏在しているが蒲郡市街地を形成している台地の地層と連続するものである。
- (37) 蒲郡駅から南東へ約2 Kmの所にある三谷漁港に位置する。シルト質砂と砂レキ層が互層をなしており深度12 mぐらいのところに洪積層と思われるN値50以上の砂レキ層がある。
- (38) 豊橋市鍵田町及び小池町地内にあり、国鉄豊橋駅の南南東約1.5 Km付近の国道259号線沿に位置している。当地域を構成する地質はいわゆる「段丘層」と呼ばれる地層からなり、それは主として砂及び砂レキからなっている。
- (39) 蒲郡潮汐平地に立地し、沖積層基低地下等深線は0～5 mでこの下には蒲郡台地を構成する洪積層の分布がみられ基盤岩の伏在は深度30 mより下位である。
- (40) 知柄漁港内の西防波堤に位置する。三河湾の潮汐作用による海成堆積地盤でその下に風化帯があり、深さ15 mの位置に石英斑岩が出ている。
- (41) 東崎豆港内に位置する。この地域は領家変成帯に属する片麻岩及び片岩より構成される丘陵地と丘陵地にかこまれた入江よりなる。上部には海成堆積物である砂質土層（沖積層）、下部には領家変成岩類の2層からなる。
- (42) 幅豆町大字鳥羽地内に位置する。沖積層である粘性土と砂レキ、砂層が互層をなし、深さ20 mで洪積砂層が出ている。
- (43) 佐久島漁港内に位置する。上層は砂、シルトよりなる沖積層でその下に岩盤がある。
- 衣 浦
この地区は主として、第三紀の鮮新層、第四紀の洪積層および沖積層で構成されている。鮮新層は知多半島の丘陵地の大部分を形成するほか、この地区の地下深部のほぼ全面に分布しているものと推定される。洪積層は知多半島側では、第三紀層をおおって丘陵上に分布し、武豊層、亀崎層、碧海層低位段丘構成層に区分される。衣浦湾の東側ではこれらのうち碧海層が広大な中位段丘を展開させて一面に発達しているほかは、低位段丘構成層が衣浦湾東岸と中位段丘の間に北部では陸上にあらわれるが南部では浅海底にかくれて狭長な分布を示すだけである。沖積層は丘陵地の谷間、海岸平地および湾内に広く分布し、砂層、泥層、レキ層からなり、層厚は臨海低地平地で数m、湾内および境川下流部・矢作川下流部の最も厚いところで30 m程度である。
- (44) 衣浦東防波堤で碧南干拓地から500 mの位置である。粘土層、砂層が互層をなし、その沖積層が30 m続きその下はN値50以上の砂レキ層である。
- (45) 衣浦港中央埠頭（西）から350 m、9号地の方へつきでた位置である。ヘドロ層の下に沖積層の粘土層と砂層が互層をなしており、その下に洪積粘土層、砂レキ層がある。基盤は30 mの深さの洪積砂レキ層とした。
- (46) 衣浦海底トンネルの中央部に位置する。沖積層の粘土層と砂層が互層をなし深さ24 mでN値50以上の砂層となる。
- (47) 衣浦港-4.0 m岸壁に位置している。沖積層の粘土層が15 mまで続きその下はN値50以上の砂レキ層となっている。
- (48) 碧南市の電報電話局内に位置する。N値が10程度の砂層の下にN値5程度の洪積世の下部粘土層、最下部層が続く。深さ20 mでN値50以上の砂レキ層となっている。
- (49) 半田市立図書館の敷地内に位置する。2 mぐらいの砂層の下にシルト質粘土が4 m続きその下は砂とシルトの互層で深さ9 mぐらいに固結シルトがある。
- (50) 河和港防波堤に位置している。この付近は地質的にはいわゆる第三紀鮮新世の「常滑層群」から構成され、その上に砂および粘性土等から構成される洪積層および沖積層がある。ボーリング地点においては、沖積層のシルト混り粘土、砂混りシルトが約14 mの深さまでありその下は固結シルトで、さらにその下は洪積砂層だと推定される。
- (51) この地点は知多半島の先端師崎港内に位置する。この地域は第三紀中新世に堆積した泥岩、砂岩を主とする師崎層群を基盤としてその上に洪積世の砂レキ層と軟弱シルト層が湾内に厚く堆積している。ボーリング地点は砂混りシルト層が深さ6 mまでありその下は洪積砂レキ層である。深さ10 mでN値50以上となっている。
- (52) 本地点は篠島漁港-2.5 m物揚場に位置する。この地域は片状角閃石黒雲母花コウ岩を基盤としてその上

部に砂を主とする土層が堆積したものである。ボーリング地点は上部は貝殻混りの粗砂、細砂が多く存在し、処々にシルト質細砂、シルトが挟在している。深さ10mで花崗岩の風化されたものが現われている。この風化岩は一部を除きN値50以上のよくなったものである。

- (53) 本地点は知多半島南端の豊浜漁港内に位置し、地質は第三紀系の師崎層群に属する凝灰質泥岩及び同質砂岩を基盤とし、その上位を沖積層のゆるい砂、軟弱な粘土及び砂レキ層が不規則な層序をなして堆積している。沖積砂層が深さ3.8mその下に粘土層が深さ19mまで続きさらに下はN値7程度の砂レキ層があって、27mの位置に師崎層群の凝灰質泥岩となっている。

濃尾臨海部

この地域の構成地質は古生層およびこれに貫入した花崗岩を基盤として、これを被り新第三系、洪積層および沖積層よりなる。基盤は猿投山城から養老山地の東麓まで東から西へ向って緩く傾斜している。したがって、この上にのる各累層も東から西へ傾斜する緩傾斜の単斜構造を呈している。新第三系は中新統および鮮新統からなり、中新統は知多半島の大府町、長良川河口左岸の地表下500および700mに確認されており、鮮新統は矢田川累層として、名古屋市東山以東、猿投山山麓にわたる丘陵地帯および知多半島の丘陵部に分布する。洪積層は下位から唐山層、八事層、熱田層、大曾根層に区分される。唐山層は主として粗粒砂を基質とするレキ層からなり、名古屋市東部では段丘部に露出しているが、西方にむかって低下しながら厚さもまして蟹江町付近では地表下300m~340mに厚いレキ層として確認される。八事層は名古屋の東山から八事にかけて丘陵地の上部を被って広く分布する。熱田層は東部から西ないし南西に向って緩い傾斜で低平な台地状地形を示す。名古屋の中心市街地をのせている。名古屋港から庄内川、日光川河口南部の伊勢湾海底へかけて沖積層の下位にあたり、海面下概ね10m~20m内外の位置に潜在している。大曾根層は矢田川と香流川の間にはさまれた猪高町、さらに大曾根付近から鶴舞公園にわたって国鉄中央線にそって狭長な分布を示す。沖積層は主として南陽層であり、東部では概して薄く、西部では厚く発達していて、厚いところでは50m内外、時に60mに達するところがある。西部および名古屋市南部から伊勢湾内にかけては沖積層は岩質上から、下部の泥質層と上部の砂質層に2分することができる。

- (54) 常滑港-4.5m岸壁に位置する。ボーリング結果によれば上部には軟弱なシルト層の沖積層が分布しその

下にはシルト岩層を主とする常滑層群(第三紀鮮新世)が伏在する。

- (55) 常滑市の市役所の敷地内に位置する。第三紀常滑層群より構成される丘陵地間に発達する狭少な沖積平地上で埋土層の下にシルト混り砂層を主体とした沖積層があり、その下に第三紀常滑層群の固結シルトが存在する。
- (56) 名古屋港高潮防波堤の知多堤の中央に位置する。上層には軟弱な粘土層が堆積し、深さ25mでN値50以上の砂レキ層が存在する。
- (57) 名古屋港高潮防波堤の中央堤に位置する。軟弱な粘土層の下にN値40付近の砂層が続きさらにシルト層があってN値50以上の砂層となっている。
- (58) 名古屋港高潮防波堤の鍋田堤に位置する。軟弱な砂層、シルト層のある深さ40mぐらゐにN値50以上の砂層がある。
- (59) 尾張横須賀港の南の養父新田の海側に位置する。上層には南陽層である砂層と粘土層が存在し、その下は洪積粘土層の熱田層があり、さらにその下は第三紀鮮新層の常滑層群へと続く。
- (60) 名古屋港9号地南西端に位置する。約30mの深さまで軟弱シルト層が続き、その下はN値50以上の固結シルトとなっている。
- (61) 名古屋港金城埠頭第2突堤先端部に位置する。最上層はN値40程度の10mぐらゐの砂層でその下30mぐらゐの層厚のシルト質粘土が続きその下はN値50以上の砂レキ層となっている。
- (62) 名古屋港西2区に位置する。沖積層の上部砂レキ層、上部粘土層、洪積層の下部粘土層と続き50m以深にN値50以上の砂層があると仮定した。
- (63) 名古屋港西3区に位置する。シルト及び粘土層が40mぐらゐまで続きその下がN値50以上の砂層となっている。
- (64) 名古屋港稲永第二埠頭に位置する。砂質シルトと砂の互層になっており深さ30mでN値50以上の硬質粘土となっている。
- (65) 名古屋港6号地西側に位置する。細砂とシルトが互層をなしており、-30mのところをN値50以上の基盤面と仮定した。
- (66) 名古屋市港区港新橋に位置する。上部砂層、下部砂層、下部粘土層と続き、25mの深さでN値50以上の砂層が出ている。
- (67) 山崎川下流部沿岸に位置する伊勢湾水理模型実験場に位置する。本地点は上部から沖積層、その下は洪積熱田層、洪積八事層の互層で構成されている。

- (68) 名古屋市港区名四町の荒子川の河口岸に位置する。N値10~20の砂層が主で12m以深でN値50以上となっている。
- (69) 名古屋市港区十一屋町で荒子川をはさんで68地点と対する所に位置する。上にシルト層が5mほどあってその下はずっと砂層で深さ30mのところを基盤と仮定した。
- (70) 名古屋市中川区八熊通に位置する。沖積砂層が主で深さ12mでN値50以上の砂レキ層となっている。
- (71) 名古屋市昭和区鶴舞公園内に位置する。この地域は地表に大曾根層が分布する。ボーリング地点も地表にうすい粘土層があるがすぐ砂レキ層となりN値50以上となっている。
- (72) 名古屋市白川公園前に位置する。この付近は熱田層が地表に分布している。深さ12mぐらいまでN値が10程度の比較的N値が低い砂層が続いておりその下はN値50以上の砂層となっている。
- (73) 名古屋市中区錦三丁目に位置する。沖積砂層が主で深さ35mでN値50以上の砂レキ層となっている。
- (74) 名古屋市中村区栄生町に位置する沖積砂層が主で深さ25mぐらいでN値50以上の砂レキ層となっている。
- (75) 名古屋空港内に位置する。このあたりはレキ層よりなるもので小木台地レキ層と称される。

伊勢湾北西臨海部

伊勢平野の西部および北西部を境する鈴鹿山脈と養老山脈はそれぞれ秩父古生層とそれを貫く花崗岩からなり、この両山脈に接して広がる丘陵地、台地、平野は第三紀層および第四紀層で構成されている。第三紀層の主体をなすものは鮮新世の奄芸層群と称する一連の湖成層で四日市南部と鈴鹿・楠の臨海平野および海底の地下に広く分布し、第四紀層が厚い桑名・四日市北部の沿岸部の地下では基盤層の上部として一帯に分布する。洪積層には古伊勢湾層、平田層、伊勢神戸層があり、古伊勢湾層は愛知県側では熱田層下部中の粘土層にあたり、伊勢湾臨海部一帯に広がる海成泥層である。平田層は鈴鹿市南部をはじめ丘陵地の周縁に低いながら明瞭な段丘として分布する。伊勢神戸層は砂レキを主としており、大曾根層に対比されるが、臨海部の丘陵地の周縁に不明瞭な段丘をつくっている。沖積層は富田浜層と四日市港層とに分けられる。四日市港層は四日市港内の海底一帯に露出している泥層で富田浜層は海岸平野全域にわたって分布し、海底にも及ぶ砂層である。

- (76) 桑名駅前に位置する。上層はシルト層と砂層が互層をなしており、下層では粘土と砂レキ層が互層をなし

ている。深さ35mの砂レキ層を基盤と仮定している。

(77) 四日市港霞ヶ浦防波堤に位置している。上層30mが軟弱な粘土層でその下に洪積層が続く。洪積層は上部に伊勢神戸層(砂レキ層)、下部は古伊勢湾層(砂、粘性土)より構成されていて、全般に極めて良く締っている。

- (78) 四日市港東防波堤の霞ヶ浦防波堤より位置している。沖積粘土層が中間に4~5mの砂層を介在して深さ30mまで続きその下は新期洪積層の砂層が堆積している。
- (79) 四日市港旭防波堤に位置している。深さ20mまでは軟弱なシルト層が続きその下はN値10以上の砂、シルト、レキ等の互層があり、深さ40mぐらいでN値50以上の砂レキ層となる。
- (80) 四日市港天ヶ須賀浦区に位置する。深さ25mぐらいまで非常に軟弱なシルト質粘土が続き、その下には砂レキ層と粘土層が互層をなし深さ40mぐらいのところまでN値50以上の砂レキ層となる。
- (81) 四日市富田浜町の海岸線に位置している。上層にN値10~15の砂層がありその下に軟弱な粘土層が続きその下にN値50以上となる洪積砂層が存在する。
- (82) 四日市霞ヶ浦-12m岸壁に位置する。深さ10mまで埋立砂、沖積砂層がありその下はシルト質粘土層の沖積層がある。深さ30mで洪積砂層があらわれる。
- (83) 四日市港2号地第2埠頭の先端部に位置する。海底面より-10m~-19mまではシルト質粘土層が堆積し、その下は砂層で深さ30mでN値50以上の砂レキ層となっている。
- (84) 四日市近鉄駅前位置する。N値20程度の上部砂層の下に上部粘土層がありその下に下部砂層(洪積層)が続きさらに下部粘土層があって深さ40mの砂層を基盤とした。
- (85) 四日市磯津地区のほぼ中央に位置している。砂層と粘土層が互層をなす地盤で40mの深さの砂層を基盤とした。
- (86) 鈴鹿市役所敷地内に位置する。シルト層と砂レキ層の互層となっている。28m以深の砂レキ層を基盤とした。
- (87) 近鉄伊勢若松駅南方約1kmのたんぼのなかの小高いところにある若松小学校の敷地内にある。1.7mまで沖積粘土層でその下は洪積層である。シルトと砂の互層となっており深さ20mでN値50以上の砂レキ層が存在する。
- (88) 近鉄白子駅南西約500mの所に位置する白子小学校敷地内にある。上から順に沖積粘土層、洪積層の平

田層、奄芸層群となっており、深さ20mでN値50以上の砂層となっている。

伊勢湾南部臨海地帯

伊勢湾南部臨海低地地帯は雲出川、宮川等の河川のはこぶ土砂による堆積平野を除くと、第三紀層の丘陵と洪積層の段丘の末端にそって生成した沿岸州が陸起した狭長なものにすぎない。一見広大な海岸平野に見えるが実際はほとんど低い洪積段丘になっている。第三紀層は地域の西部に露出するが松阪市南方の一部に分布する中新世の一志層群(海成)を除くとすべて鮮新世の奄芸層群(湖成層)に属している。洪積層のものは下から順に高位段丘レキ層、古伊勢湾層、平田層、伊勢神戸層と呼ばれる。高位段丘レキ層は白子のはるか西方の長法寺付近と津市西域に明瞭な段丘を形成する。古伊勢湾層は津市付近、津以北および松阪以南、以東で旧河谷に沿って狭く存在する。平田層は松阪以南、以東では海岸線付近の地下まで存在する。祓川と宮川にはさまれた地域から南部にかけては、伊勢神戸層が最低位段丘を形成するが、北部地域では沖積層の下にかくれる。沖積層は四日市港層と富田浜層とにわかれる。四日市港層は河芸町中別保付近一帯と明和町の海岸線が南東方に曲がる付近から宮川流域にかけて広く分布している。富田浜層は四日市港層の上に10m以下の厚さで堆積している。

- (89) 津市社会福祉センター内に位置する。表層シルト質土層、上部砂質土層、上部砂レキ層、中部砂質土層、下部シルト層、下部砂層、下部固結シルト層にわかれており、基盤は下部固結シルト層とした。
- (90) 津市阿漕町の公営住宅第2種アパート敷地内に位置する。沖積層である上部砂質土層、上部シルト層が上層でその下深さ25mぐらいのところに洪積砂レキ層が伏在する。
- (91) 松阪市役所内に位置する。沖積層が22mまで続きその下はN値50以上の洪積砂レキ層となっている。
- (92) 津市三雲村五主の海岸沿いに位置する。当地域を構成するのは沖積層である上部砂レキ層、上部粘土層、洪積層である下部砂レキ層、下部粘土層、および第三紀層よりなる。
- (93) 伊勢市役所敷地内にある。基盤は深さ26.5mの第三紀層と推察される岩盤で、その上位には扇状地デルタ堆積物と推定される砂レキ、シルト層、砂層等が存在する。
- (94) 伊勢市大湊に位置している。上部砂層、上部粘土層と続き18mの深さでN値50以上の下部砂層となっている。
- (95) 近鉄鳥羽駅前の埋立地の先端に位置している。地表

面下7mまで砂層、砂レキ層でその下深さ29mまで軟弱シルト質粘土が続き、29m以深は岩盤となっている。

志摩半島～熊野

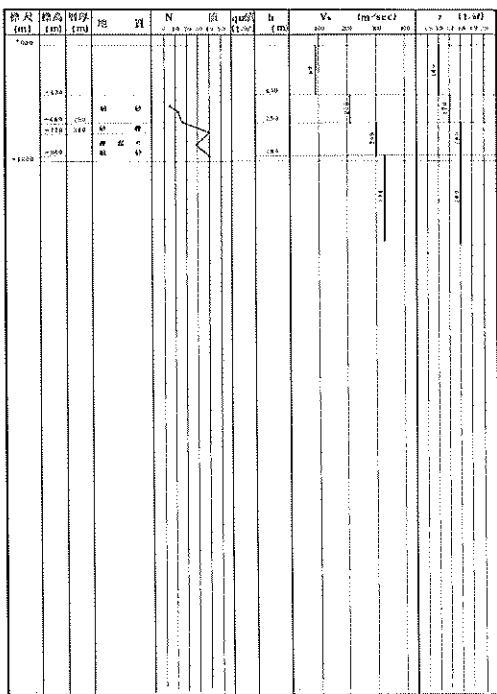
- (96) 安乗漁港内に位置する。2mほどの砂レキ層の下は風化岩で深さ5mほどでN値は50以上となっている。
- (97) 波切漁港内に位置する。N値30以上の砂レキ層の下、深さ6mほどで岩盤となっている。
- (98) 深谷漁港内に位置する。N値10程度の砂層が13mほどあってその下は硬岩となっている。
- (99) 間崎漁港内に位置する。非常にN値の低い砂レキ層が深さ10mほどあってその下は砂岩となっている。
- (100) 宿田曾漁港内に位置する。N値20ほどの砂レキ層が15mまで、その下はシルト質微砂で深さ20mで頁岩となっている。
- (101) 五ヶ所港中津浜地区防波堤に位置する。砂レキ層が5mくらい続きその下は岩盤となっている。
- (102) 阿曹浦漁港内に位置する。砂レキ層で深さ10mぐらいでN値50以上となっている。
- (103) 古和浦漁港内に位置する。砂レキ層が14mの深さまであってその下は岩盤となっている。
- (104) 錦漁港西防波堤に位置する。砂レキ層が4mほどあってすぐ下はもう岩盤となっている。
- (105) 引本港内に位置する。N値10程度の砂レキ層が15mほど続きその下を基盤とした。
- (106) 尾鷲港第1岸壁地区に位置する。3mほどの軟泥の砂は砂レキ層でその下は風化岩となっている。
- (107) 尾鷲市立病院敷地内に位置する。地表下10mはN値50以上の硬い砂レキ層でその下はN値10程度の粘土層となっている。粘土層は旧地表面と思われるので、その上の砂レキ層は堆積土あるいは人工的盛土とみなされる。15m以深ではN値50以上の砂レキ層となっている。
- (108) 九木漁港-3.0m岸壁に位置する。砂レキ層が4.5mあってその下は風化岩で10mの深さに到って硬岩となっている。
- (109) 三木浦漁港-2.0m物揚場で取付護岸側に位置する。砂レキ層ですぐN値は50以上となる。
- (110) 熊野市民会館敷地内に位置する。砂レキ層地盤で、海成沖積層である。深さ15mでN値50以上となっている。
- (111) 鶴殿港工業用取付護岸に位置する。砂レキ地盤で地表下20mの所を基盤とした。

付録－1 参考文献

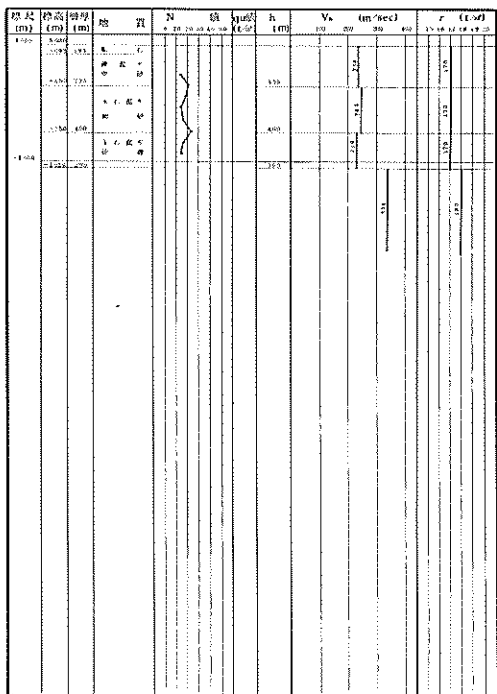
- 1) 静岡商工会議所：静岡・清水地域の地質－地質図説明書－、1967年
- 2) 建設省計画局、愛知県：愛知県東三河地区の地盤、都市地盤調査報告書第4巻、1963年
- 3) 建設省計画局、愛知県：愛知県衣浦地区の地盤、都市地盤調査報告書第9巻、1965年
- 4) 建設省計画局、愛知県、三重県：伊勢湾北部臨海地帯の地盤、都市地盤調査報告書第1巻、1962年
- 5) 建設省計画局、三重県：伊勢湾南部臨海地帯の地盤、都市地盤調査報告書第2巻、1962年

付録－2 各地点の土質柱状図と地盤モデル定数

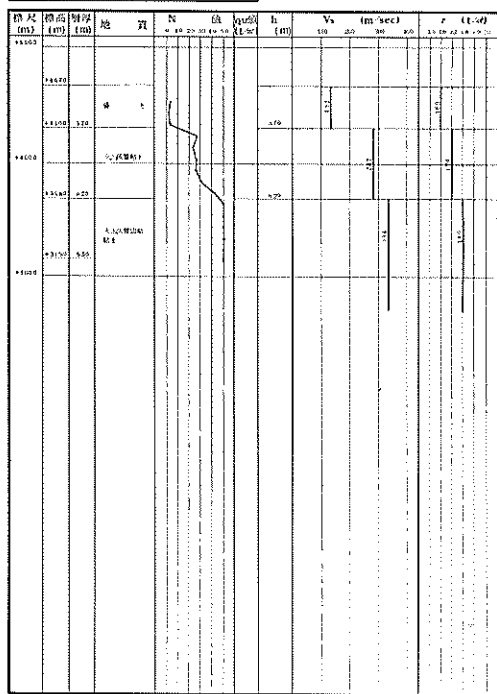
站号	1	地名	熱海港高特浜地
北緯	35° 05' 19"	東經	139° 04' 42"



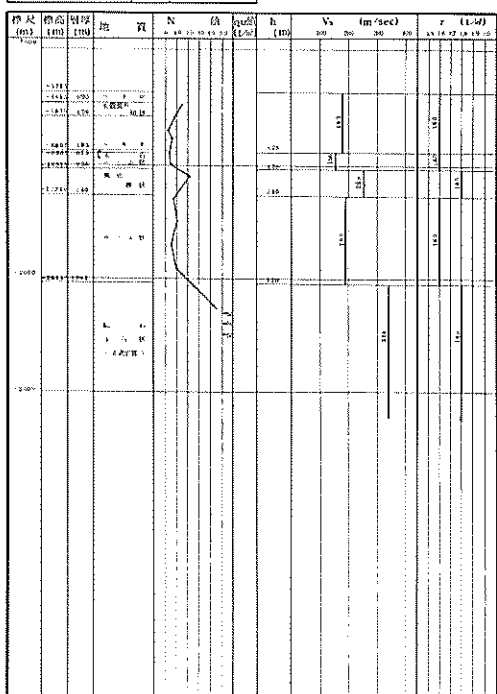
站号	3	地名	宇佐見漁港
北緯	35° 00' 17"	東經	139° 05' 14"



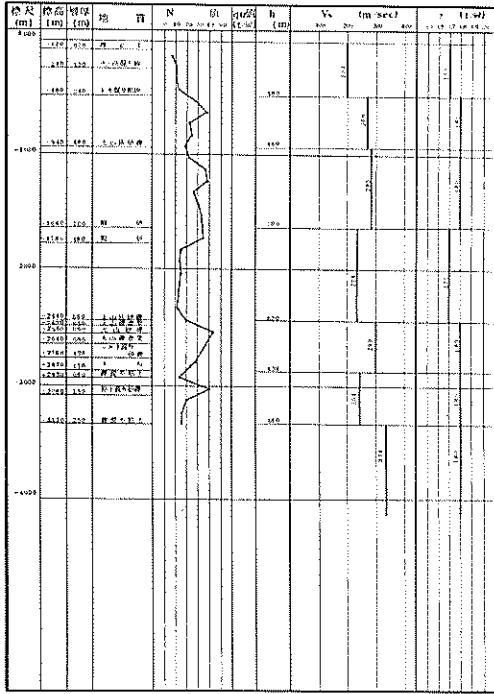
站号	2	地名	熱海市土留町
北緯	35° 05' 42"	東經	139° 04' 27"



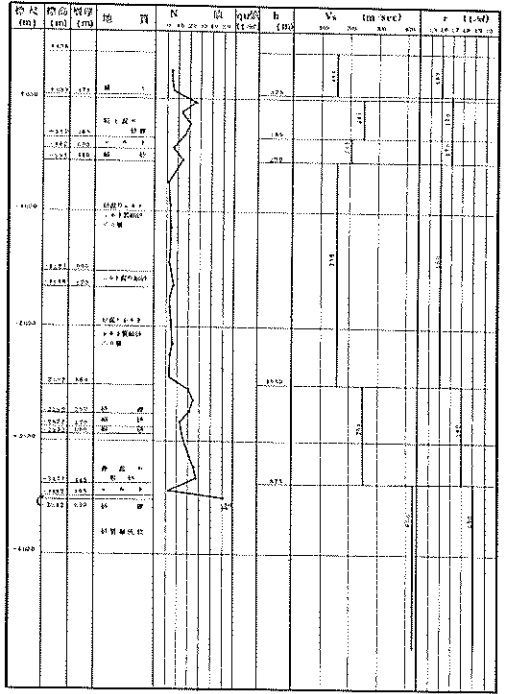
站号	4	地名	伊東港 300m 野場
北緯	34° 58' 03"	東經	139° 06' 33"



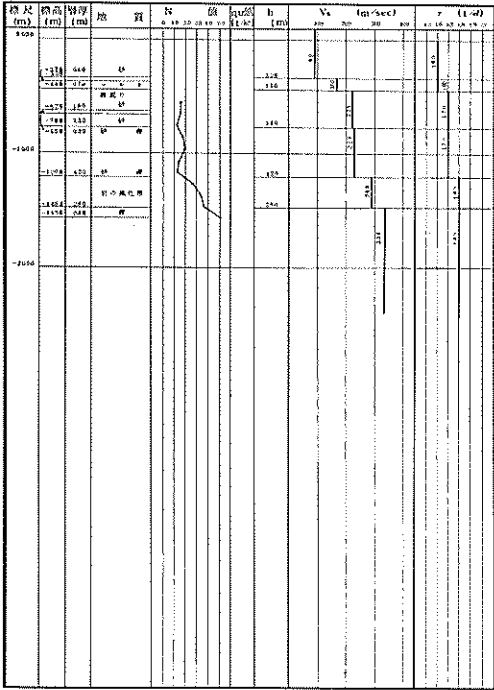
No. 5 地名 伊東市立西小学校
 北緯 34° 57' 54" 東經 139° 05' 45"



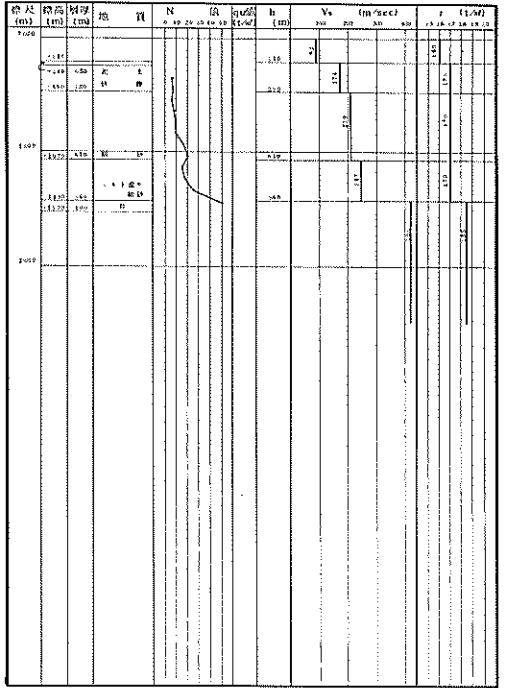
No. 7 地名 下田市東水郷(池田路)
 北緯 34° 40' 45" 東經 138° 57' 00"



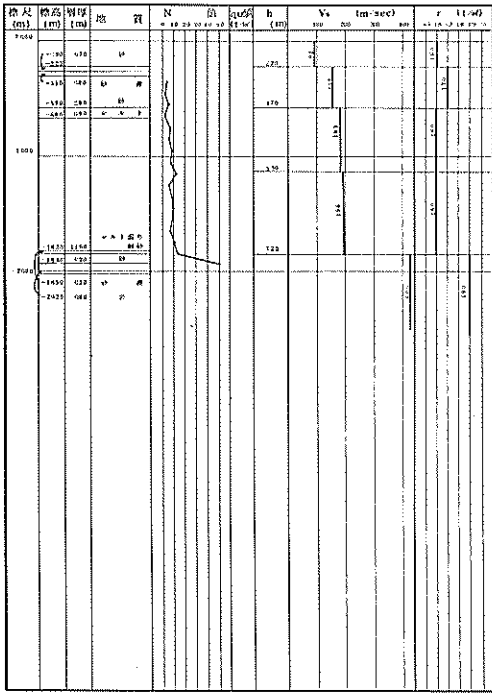
No. 6 地名 下田港・5.0m岸壁
 北緯 34° 40' 15" 東經 138° 57' 16"



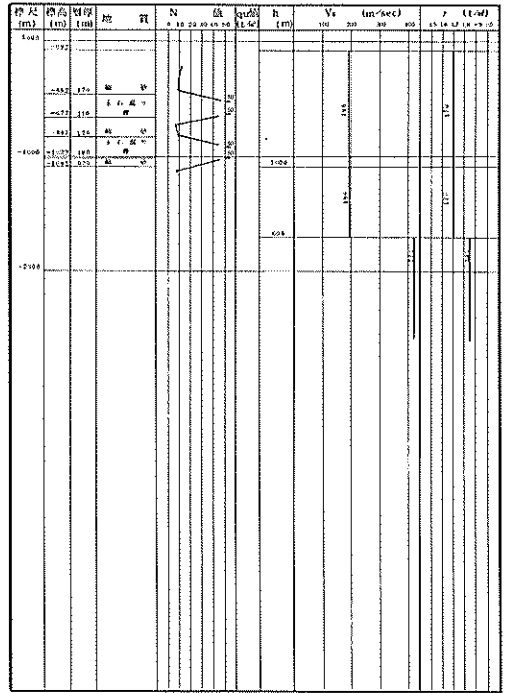
No. 8 地名 下石路碼頭堤
 北緯 34° 37' 32" 東經 138° 53' 32"



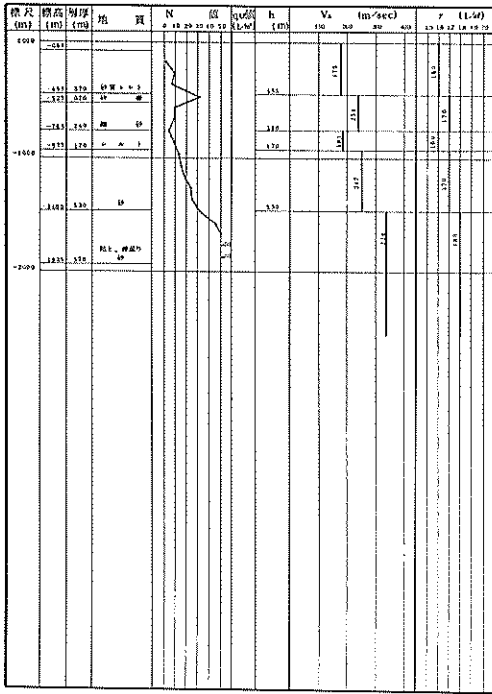
系 9 地名 巴崎港
北緯 34° 45' 03" 東經 138° 46' 42"



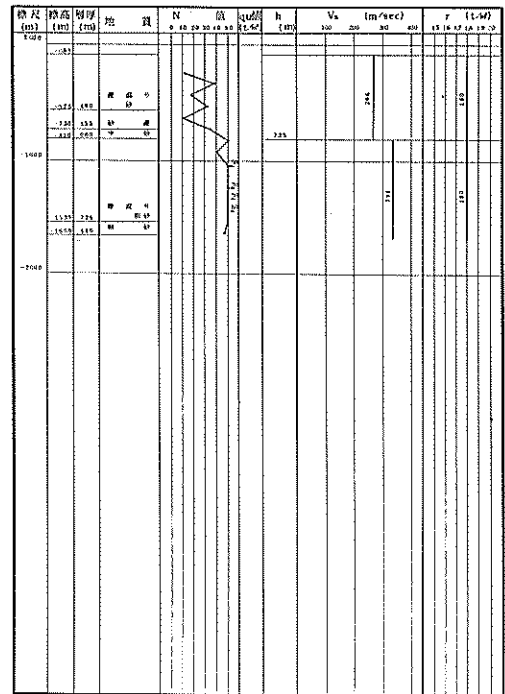
系 11 地名 土肥港
北緯 34° 51' 21" 東經 138° 47' 32"



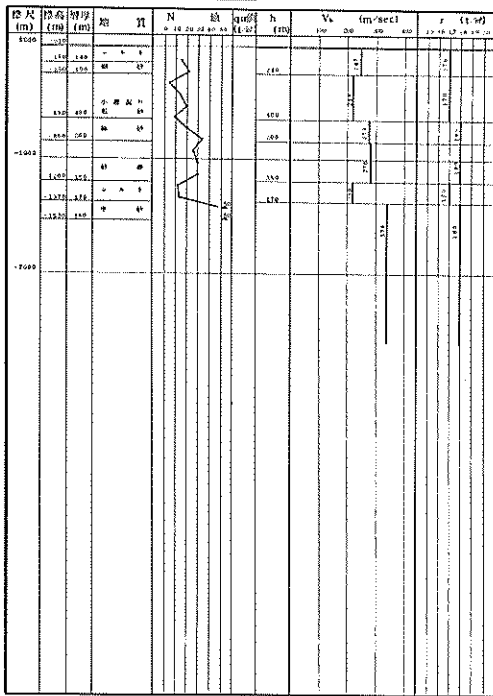
系 10 地名 宇久須港
北緯 34° 50' 36" 東經 138° 46' 24"



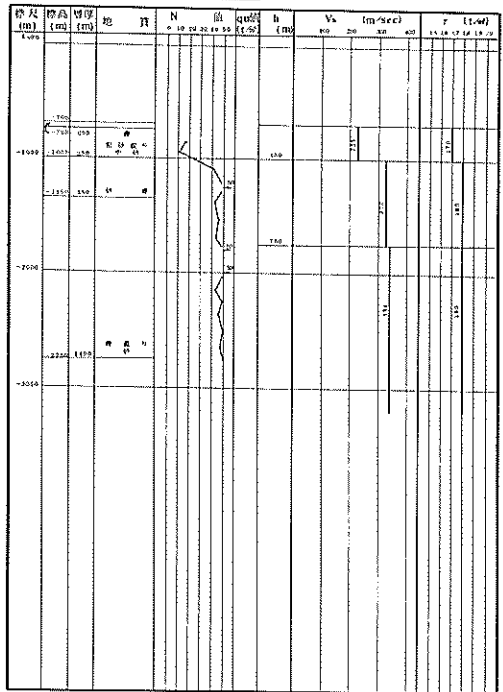
系 12 地名 船津港-5.5m岸壁
北緯 35° 01' 47" 東經 138° 51' 22"



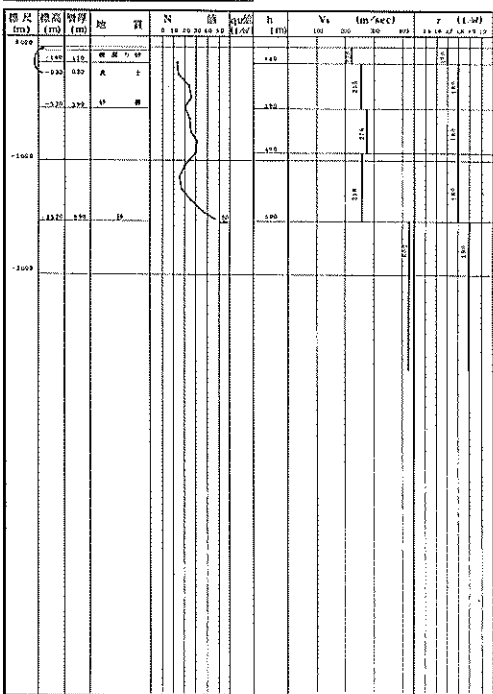
No. 13 地名 浜田市立第五小学校
 北緯 35°-06'-11" 東経 138°-51'-56"



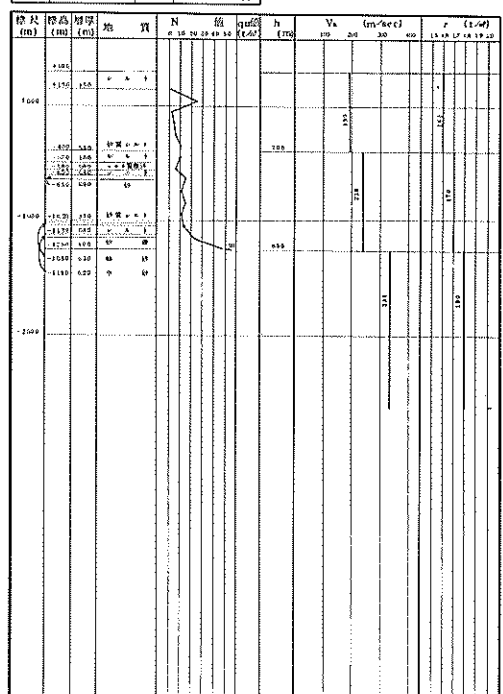
No. 15 地名 田子の浦遺跡内防設堤
 北緯 35°-07'-55" 東経 138°-42'-01"



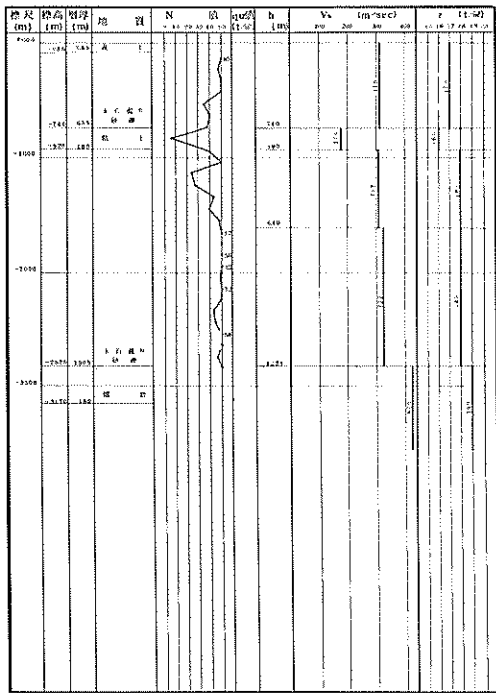
No. 14 地名 三島市立西小学校
 北緯 35°-05'-45" 東経 138°-51'-45"



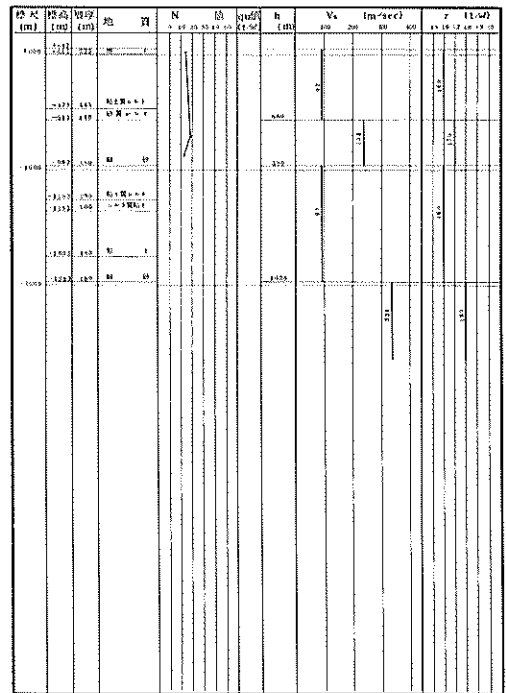
No. 16 地名 田子の浦遺跡土層断面
 北緯 35°-08'-16" 東経 138°-41'-33"



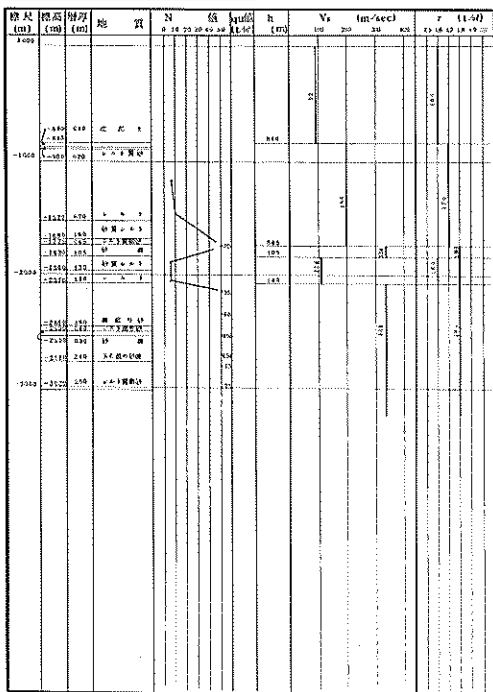
站号	17	地名	富士山政府
北緯	35° 09' 31"	東經	138° 40' 16"



站号	19	地名	清水港富士見山崎
北緯	34° 59' 30"	東經	138° 30' 00"



站号	18	地名	清水港袖崎崎
北緯	35° 01' 45"	東經	138° 30' 40"



站号	20	地名	清水山新御津川崎
北緯	35° 03' 17"	東經	138° 32' 11"

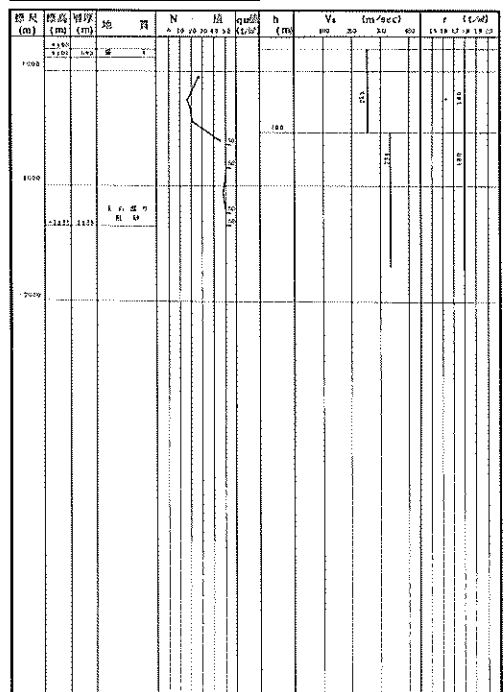


表 21 地名 静冈市立第一中学校
北緯 35°00'46" 東経 138°29'37"

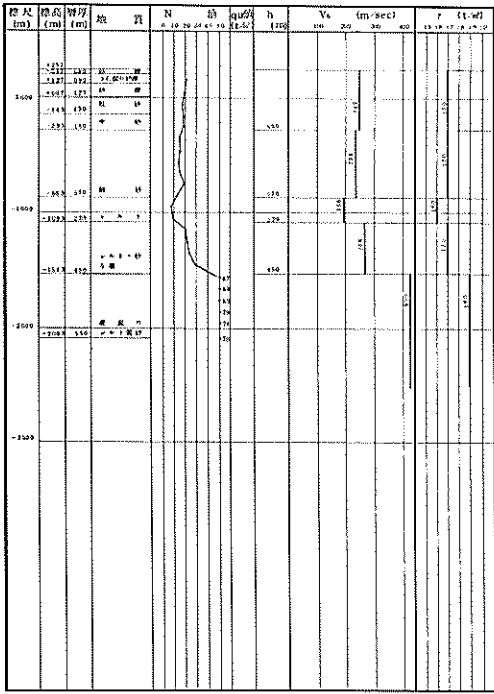


表 23 地名 松洋商港
北緯 34°51'58" 東経 138°19'54"

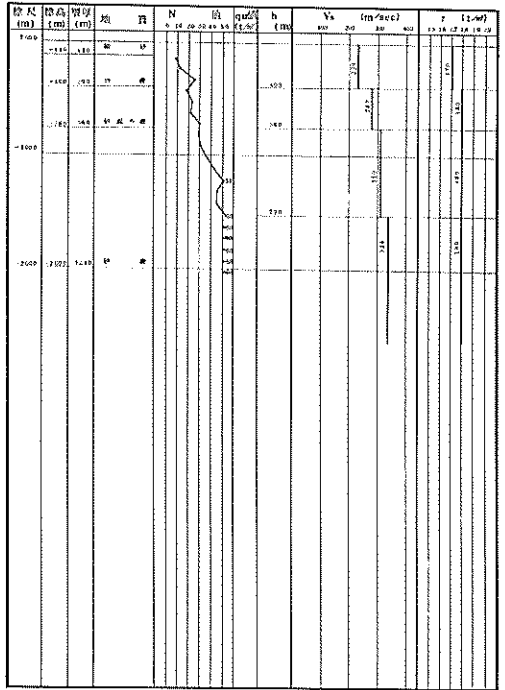


表 22 地名 静岡市民体育館
北緯 34°56'42" 東経 138°23'17"

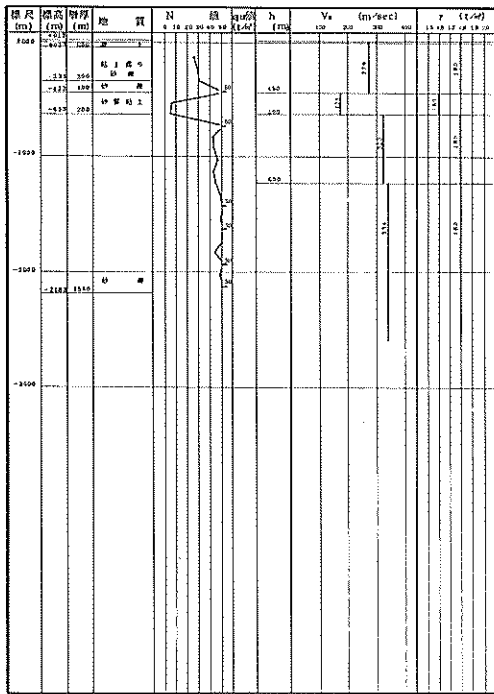
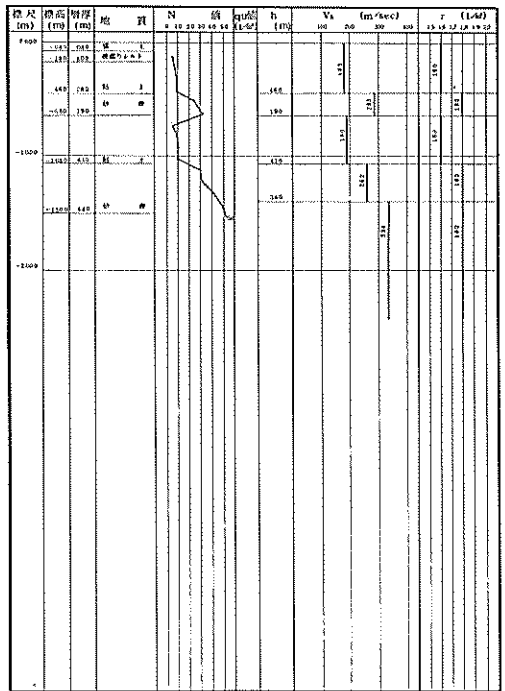
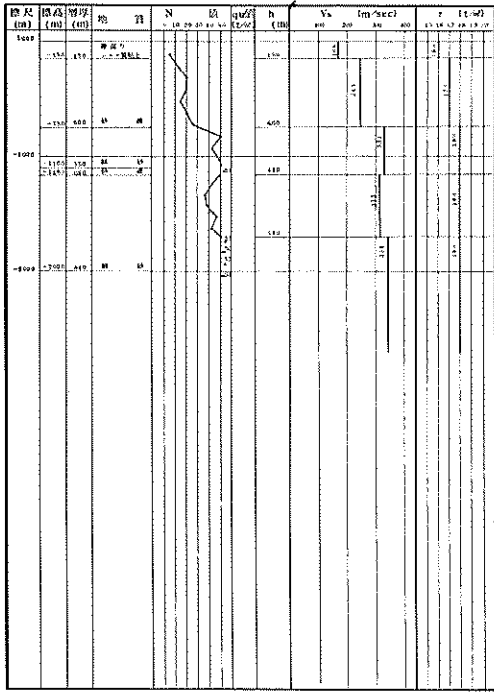


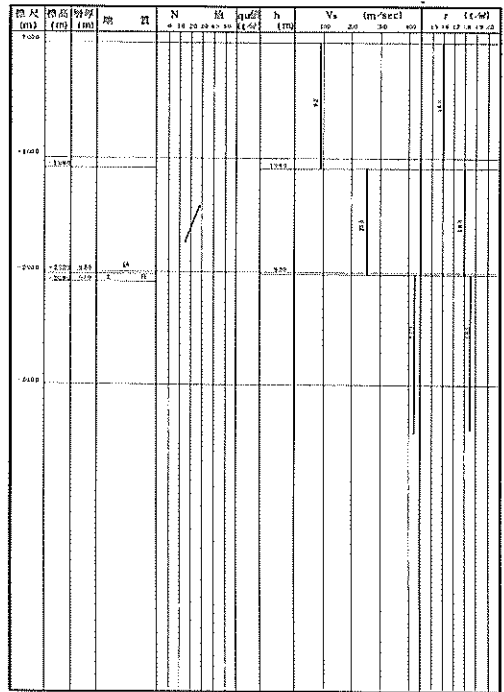
表 24 地名 静岡市立西小学校
北緯 34°51'54" 東経 138°19'16"



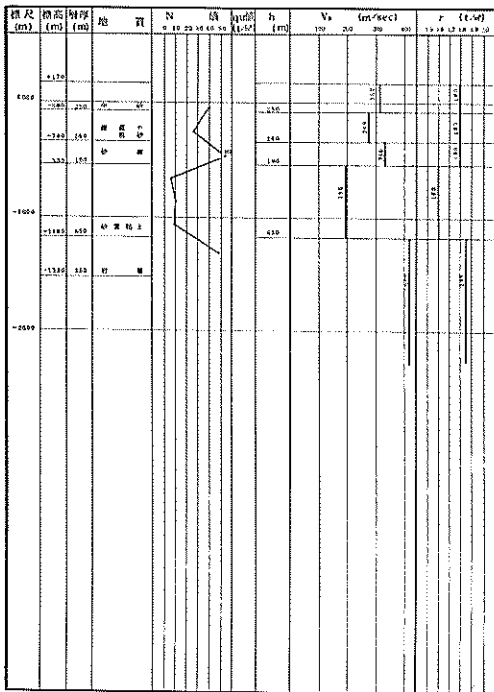
五 26 地名 大甲山脈 鞍背鞍部
3.5 扇形



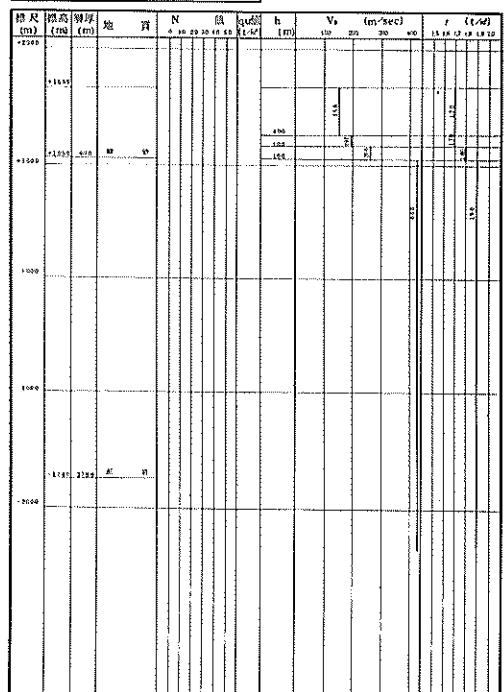
六 27 地名 銅首崎砲台附近



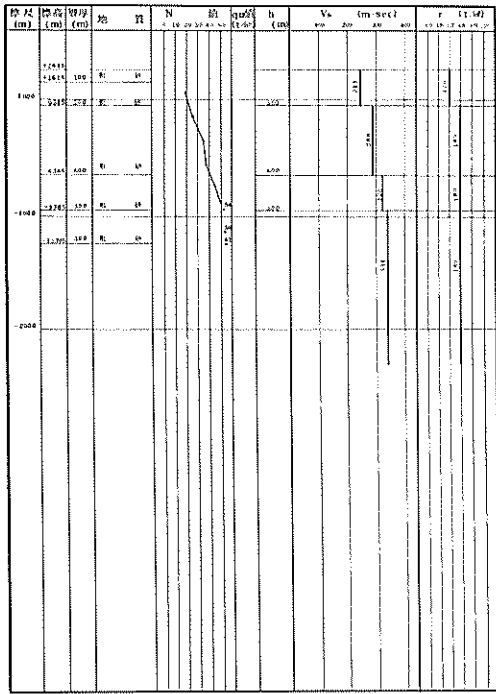
五 28 地名 相良池



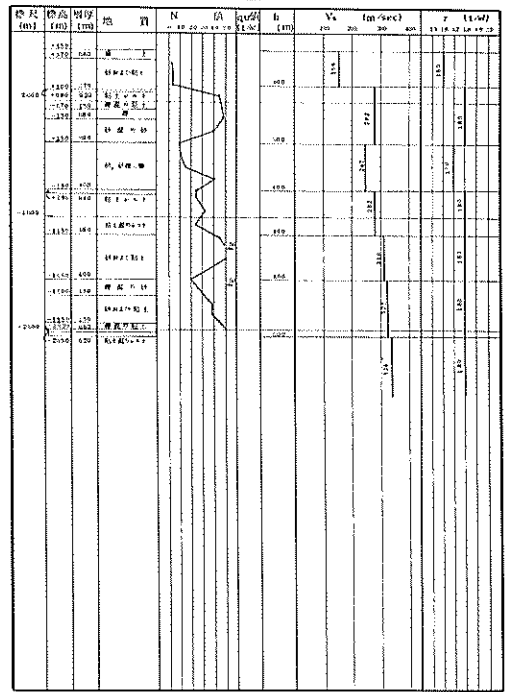
六 28 地名 小笠原山町住宅地区



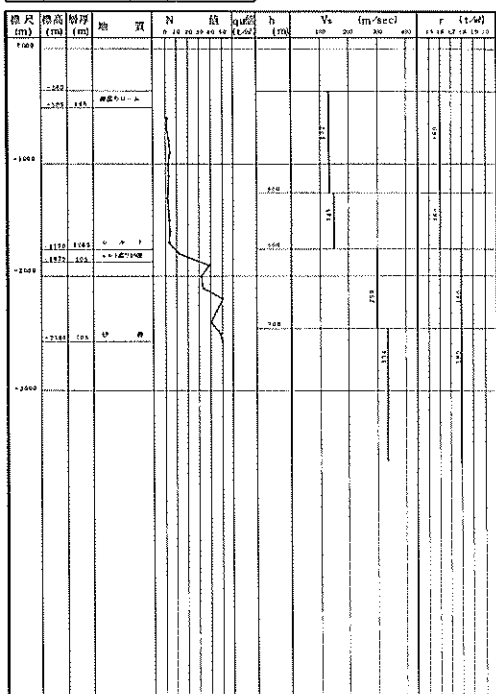
点	29	地名	福川倉庫
北緯	34°-40'-25"	東経	137°-54'-07"



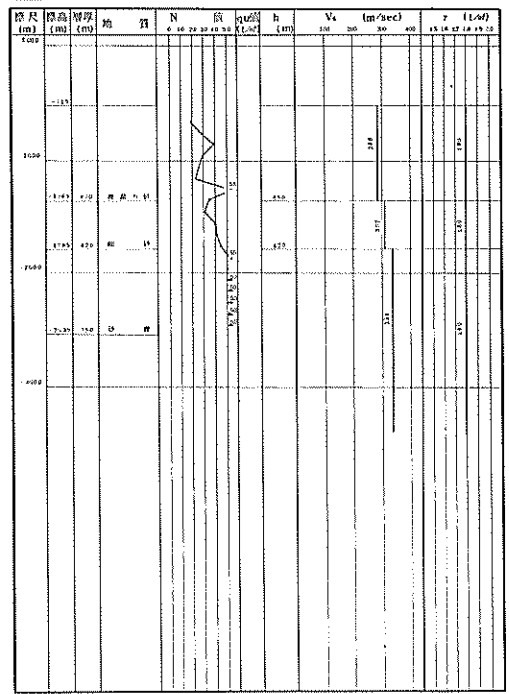
点	31	地名	新松市東海運倉庫 南港別
北緯	34°-41'-57"	東経	137°-44'-02"



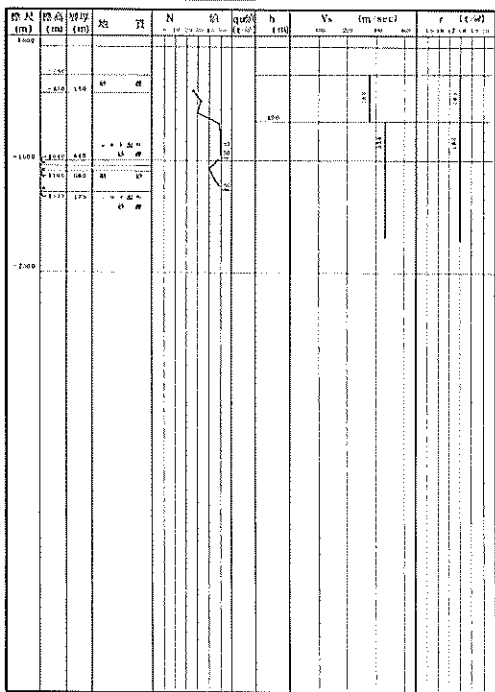
点	30	地名	豊田市民会館
北緯	34°-42'-51"	東経	137°-51'-26"



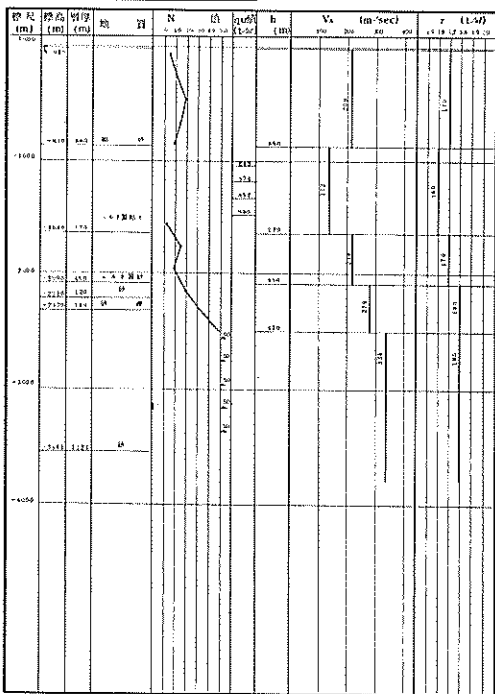
点	32	地名	新名港南港堤
北緯	34°-40'-48"	東経	137°-35'-28"



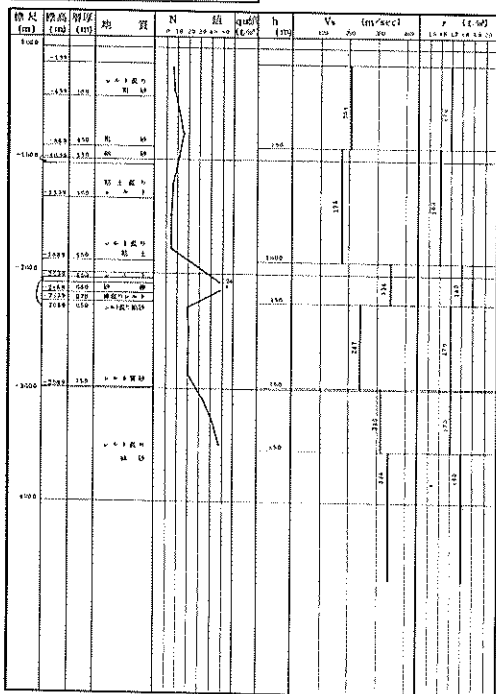
点	33	地名	三河津西港
北緯	34° 39' 31"	東經	137° 10' 55"



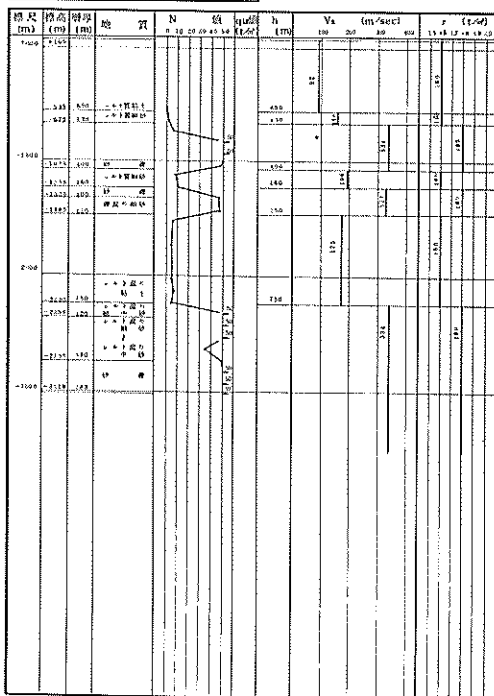
点	35	地名	三河津西港 1号岸防堤
北緯	34° 43' 56"	東經	137° 19' 11"



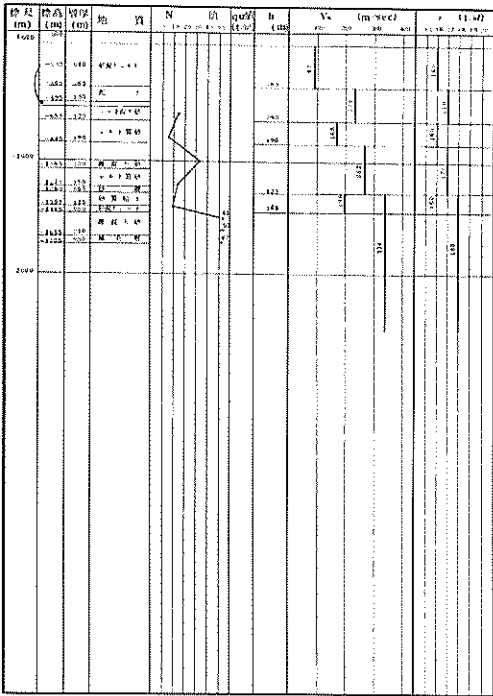
点	34	地名	三河津田原地区
北緯	34° 43' 39"	東經	137° 17' 40"



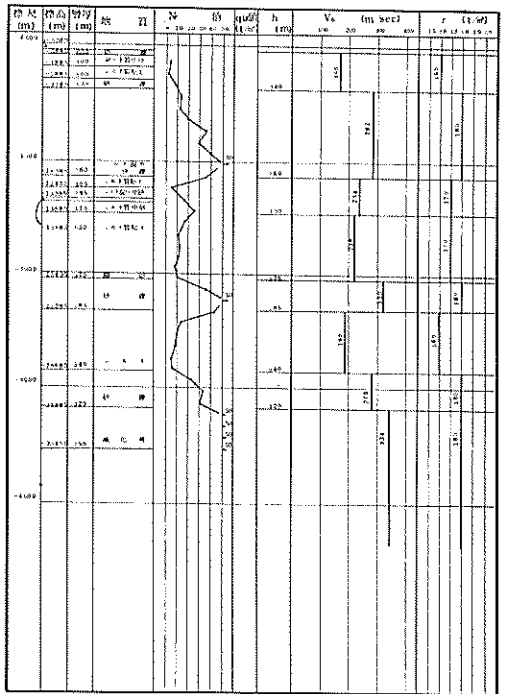
点	36	地名	三河津西港 2号岸防堤
北緯	34° 48' 51"	東經	137° 13' 11"



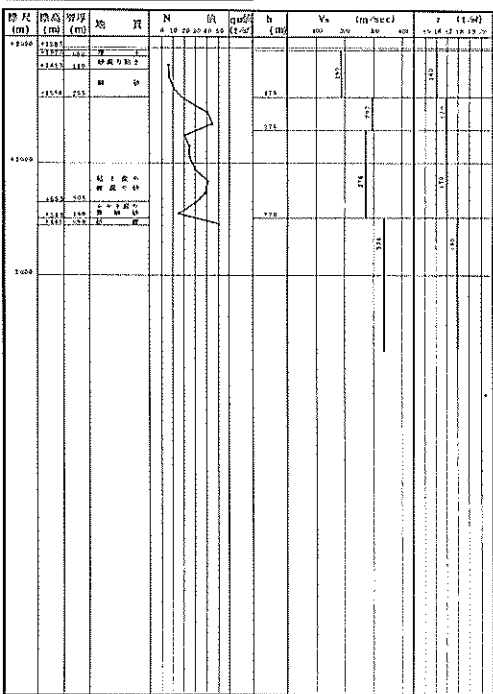
37 地名 三行 磁器
北緯 34° 48' 23" 東經 137° 15' 02"



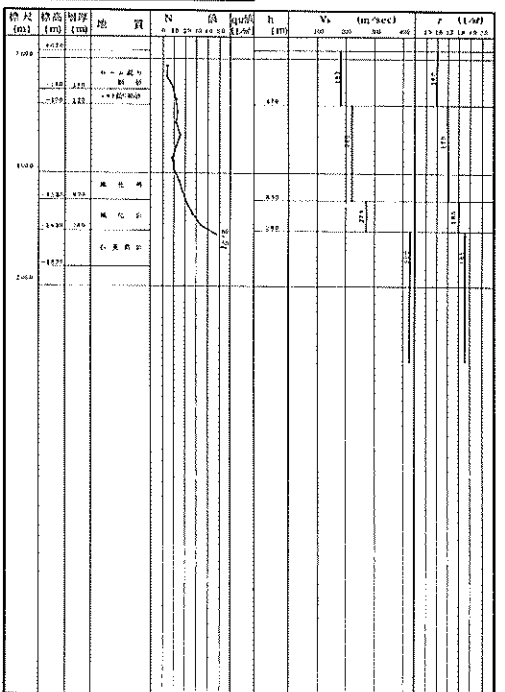
39 地名 高松市御器所
北緯 34° 49' 15" 東經 137° 13' 18"



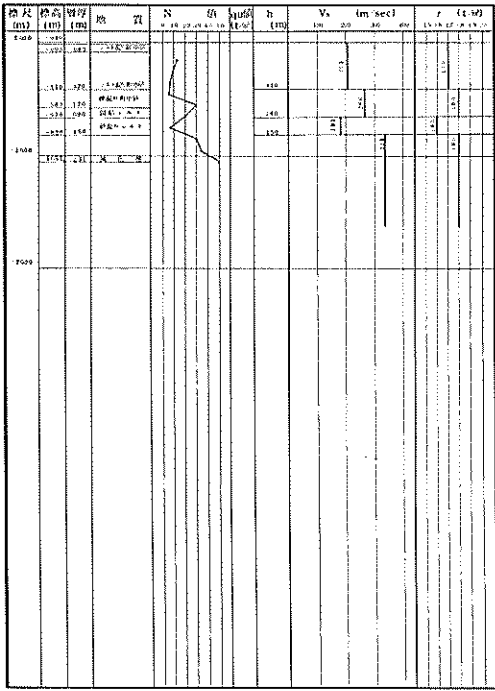
38 地名 豊橋市南小高町
北緯 34° 44' 26" 東經 137° 23' 20"



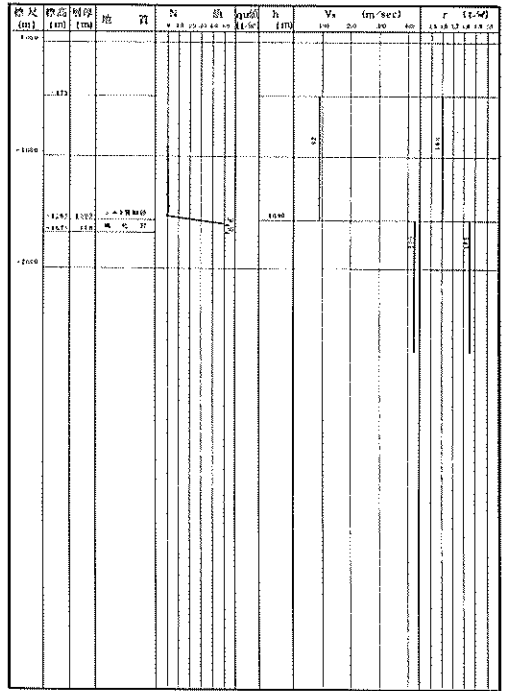
40 地名 知松倉港
北緯 34° 46' 29" 東經 137° 10' 44"



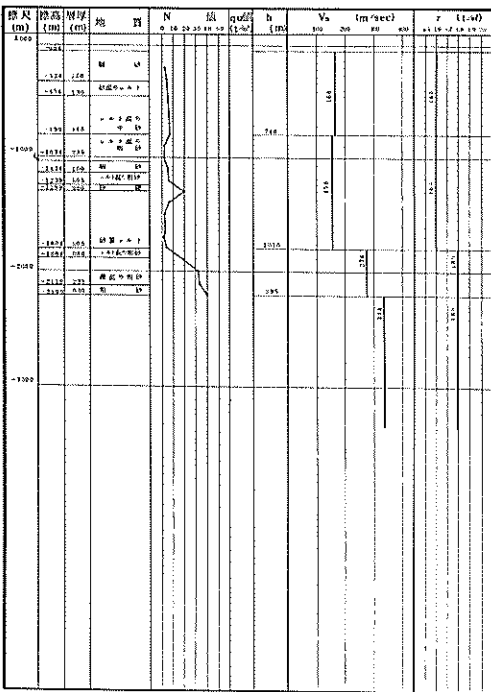
站	41	地名	東橋豆倉港
北緯	34° 17' 09"	東經	137° 08' 20"



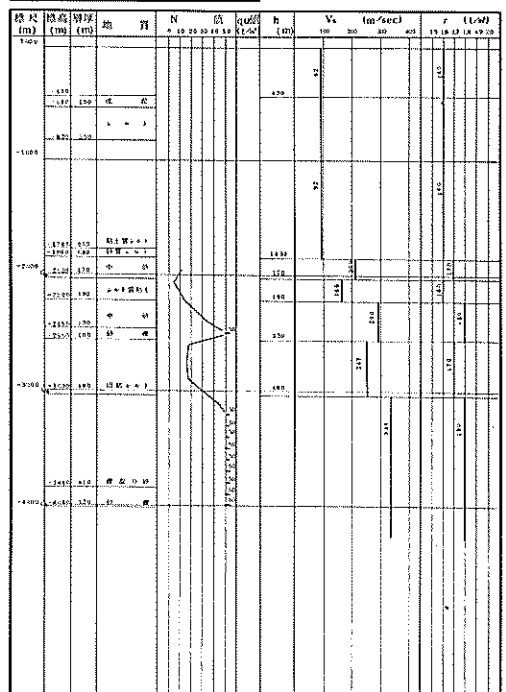
站	43	地名	佐久島倉港
北緯	34° 43' 00"	東經	137° 03' 05"



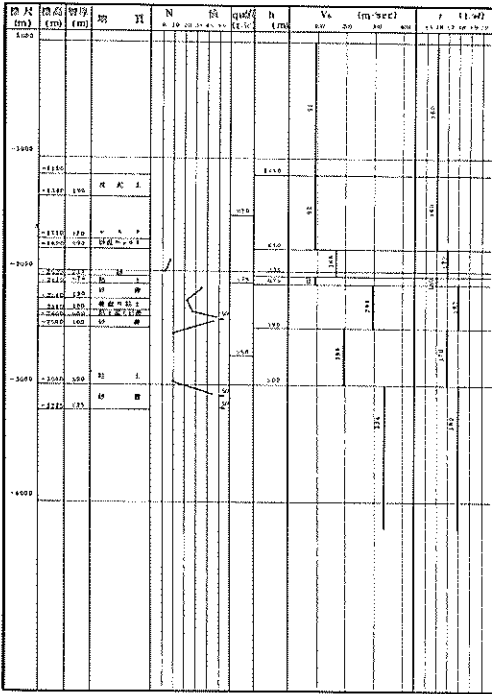
站	42	地名	西橋豆倉港
北緯	34° 47' 02"	東經	137° 06' 29"



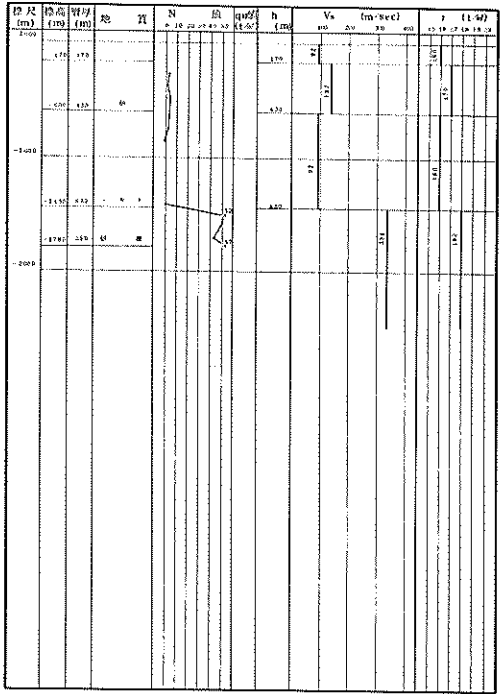
站	44	地名	去浦港架防波堤
北緯	34° 49' 28"	東經	136° 57' 36"



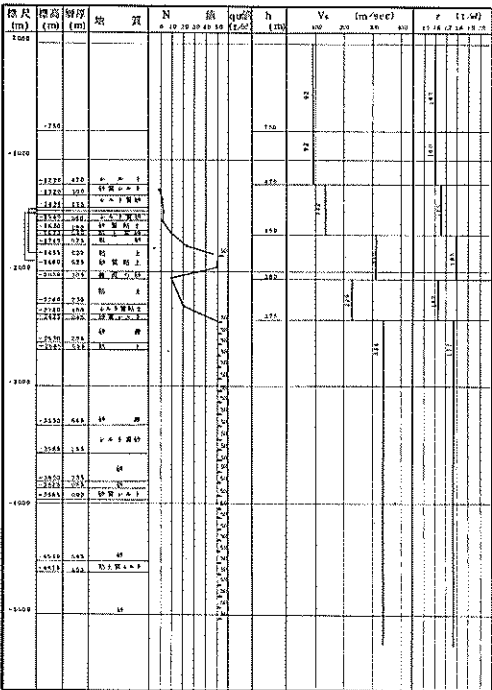
点 45 地名 大崎港中央埠内
北緯 34° 52' 11" 東經 136° 57' 35"



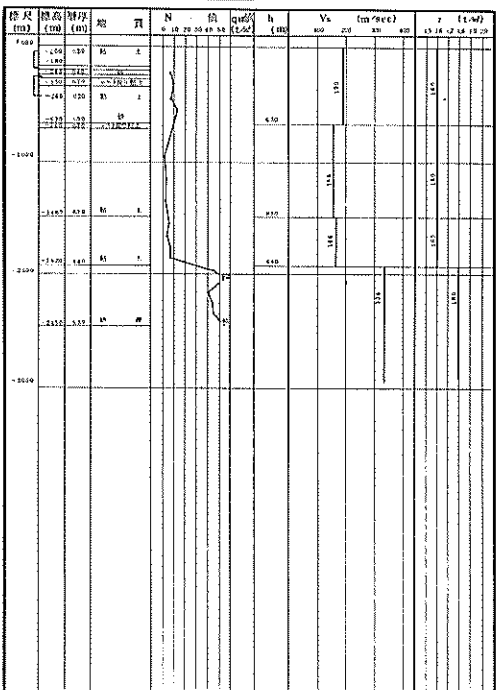
点 47 地名 大崎港 40m 岸壁
北緯 34° 52' 13" 東經 136° 56' 16"



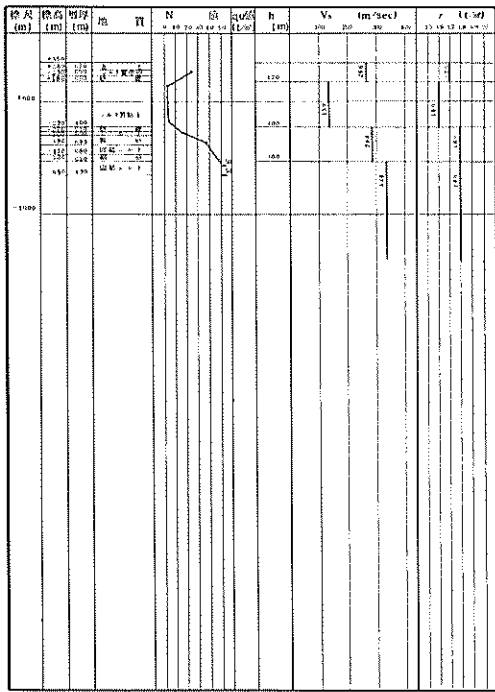
点 46 地名 大崎港台地トノケル
北緯 34° 52' 14" 東經 136° 58' 10"



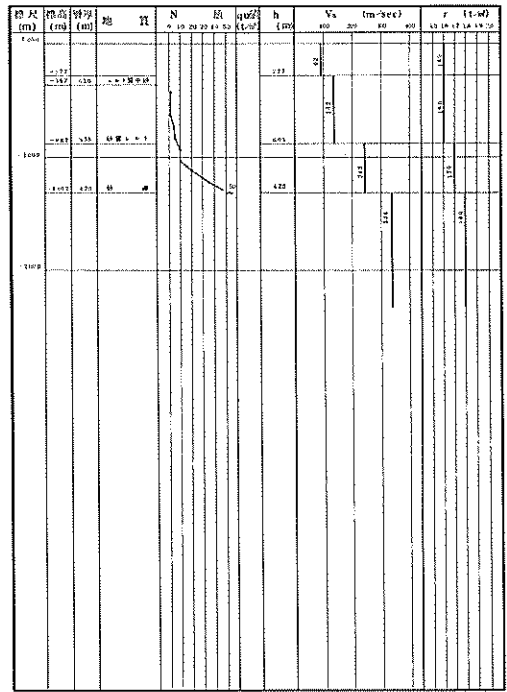
点 48 地名 大崎港高松取跡跡
北緯 34° 52' 28" 東經 136° 59' 12"



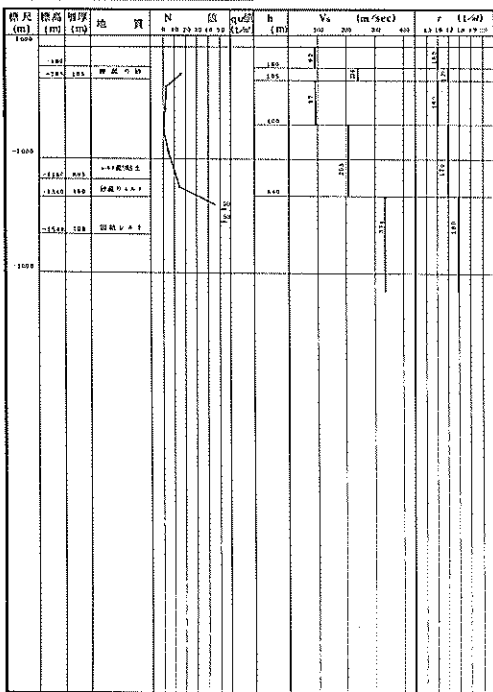
No.	49	地名	平田市立図書館
北緯	34° 53' 35"	東経	136° 56' 00"



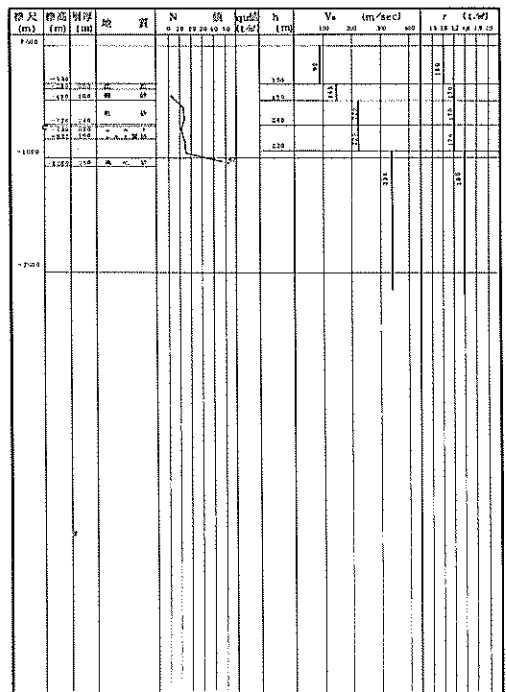
No.	51	地名	船崎港
北緯	34° 41' 46"	東経	136° 58' 27"



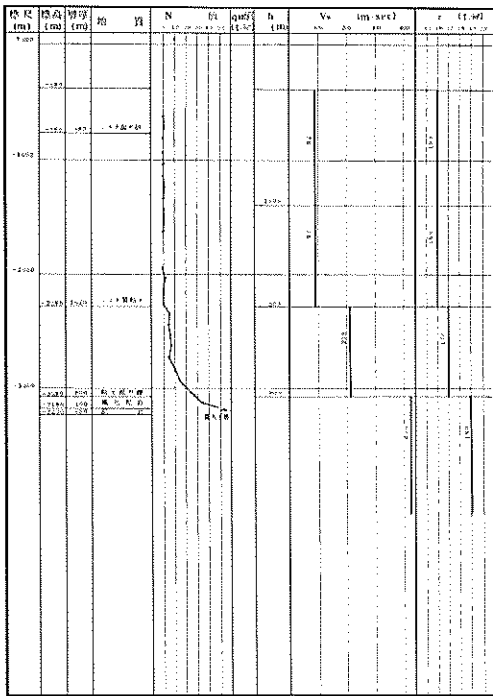
No.	50	地名	河和港防波堤
北緯	34° 46' 22"	東経	136° 55' 07"



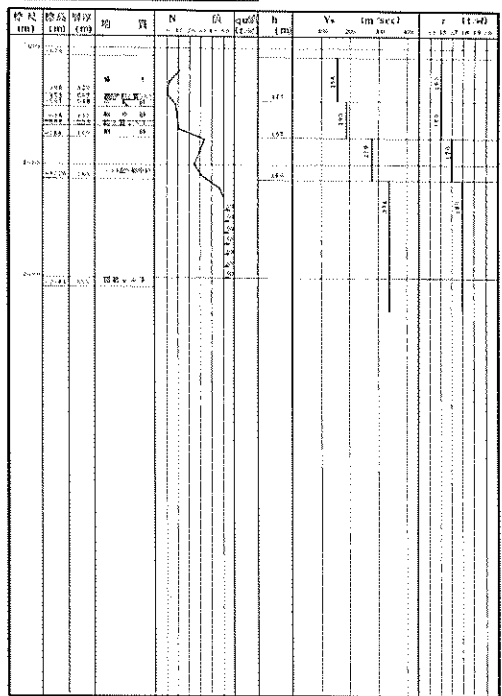
No.	52	地名	篠島港港
北緯	34° 40' 31"	東経	137° 00' 28"



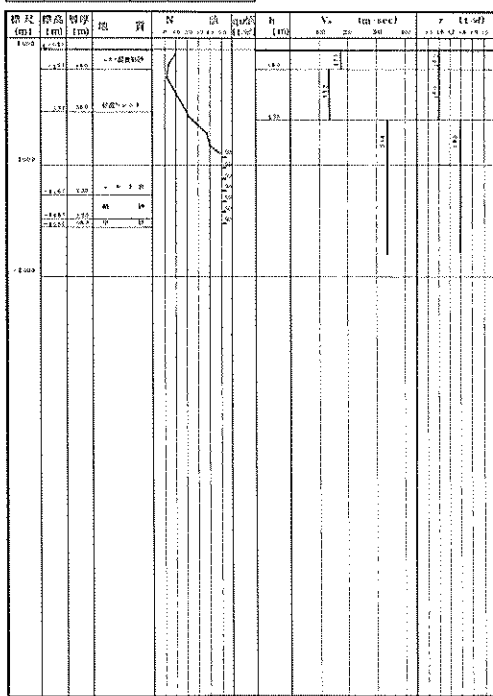
站号	52	站名	常陸水産
北緯	34° 42' 16"	東經	136° 56' 17"



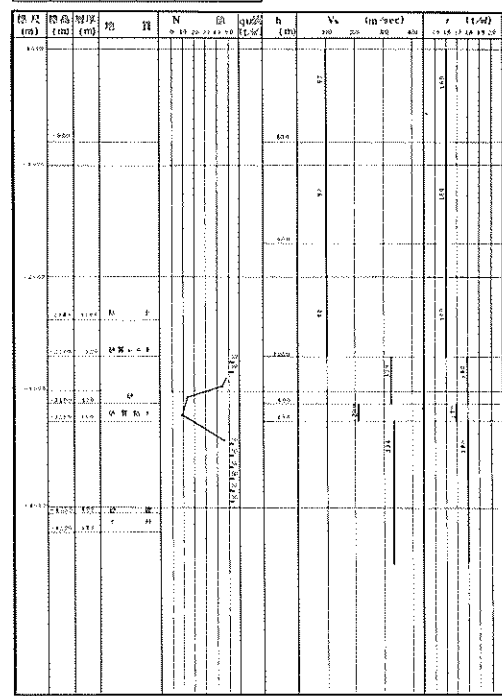
站号	53	站名	常陸山花地
北緯	34° 52' 02"	東經	136° 50' 02"



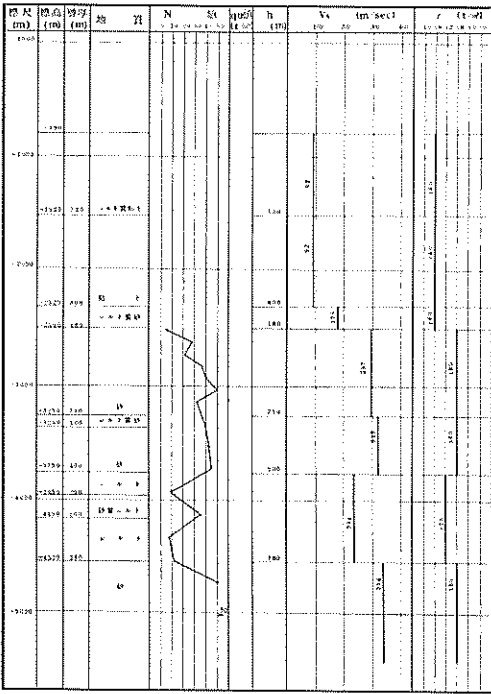
站号	54	站名	常陸総 45m水深
北緯	34° 52' 42"	東經	136° 50' 18"



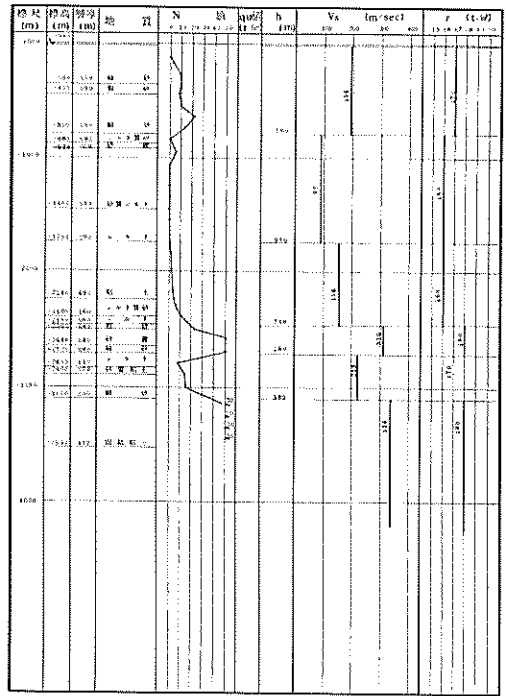
站号	55	站名	常陸山花地 (別名)
北緯	34° 59' 20"	東經	136° 49' 53"



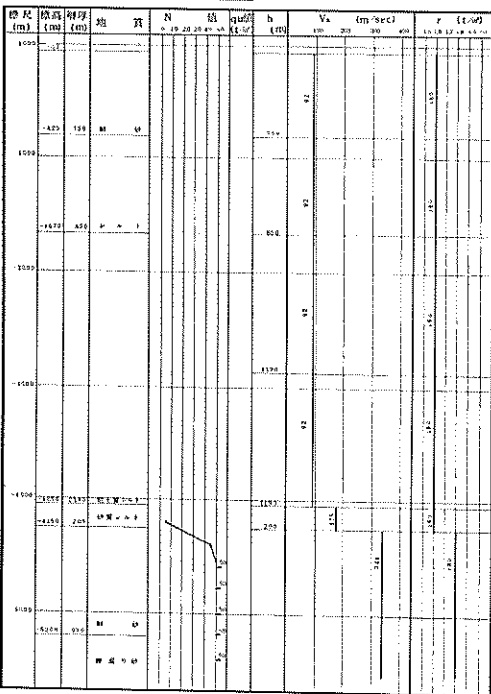
点	57	地名	名古野越前
北緯	35° 04' 19"	東経	136° 18' 21"



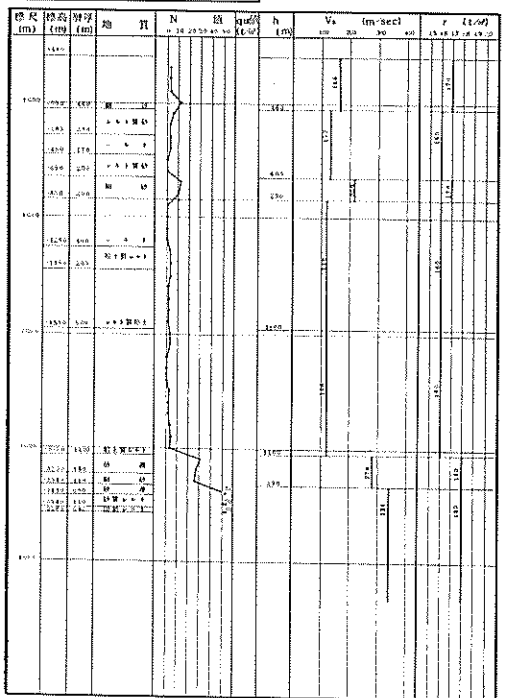
点	59	地名	名古野越前新田地区
北緯	35° 00' 22"	東経	136° 52' 23"



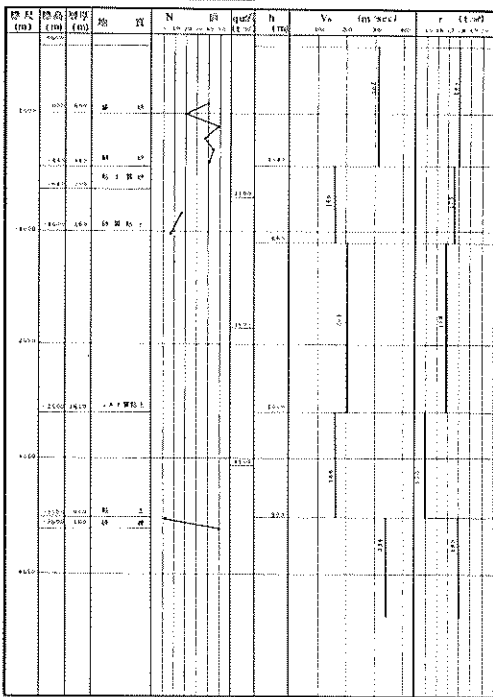
点	58	地名	名古野越前
北緯	35° 01' 00"	東経	136° 46' 58"



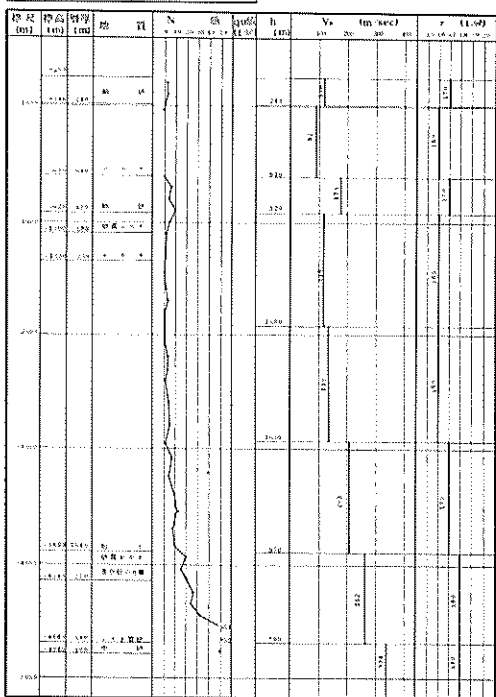
点	60	地名	名古野越前9号地
北緯	35° 02' 19"	東経	136° 52' 07"



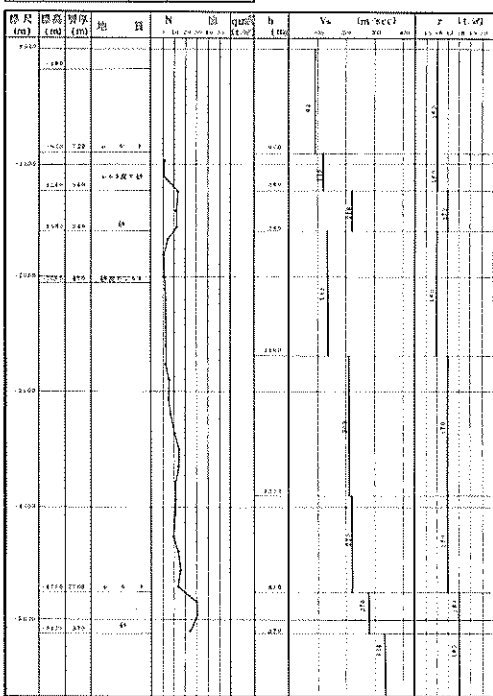
站号 61 地名 名古村综合观测站
北经 35° 02' 17" 东经 136° 51' 11"



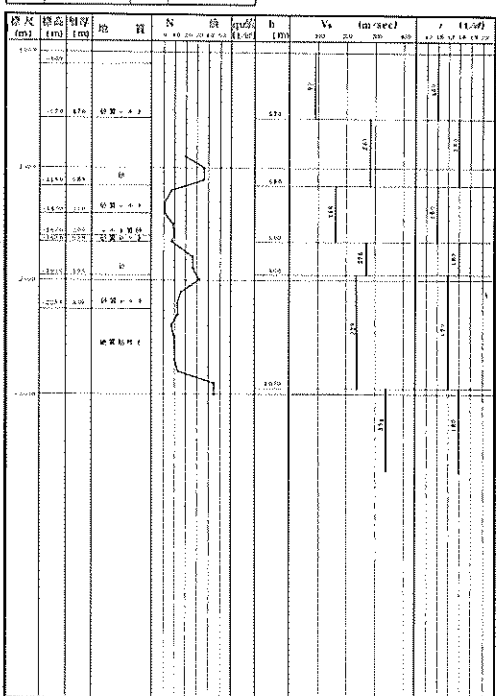
站号 63 地名 名古村综合观测站
北经 35° 02' 56" 东经 136° 48' 10"



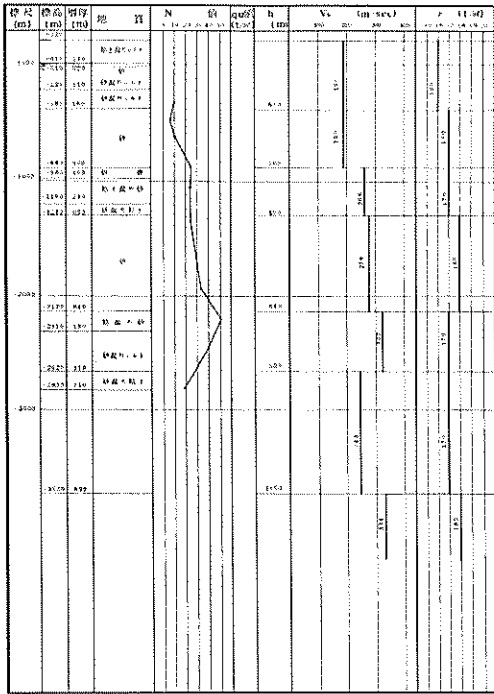
站号 62 地名 名古村综合观测站
北经 35° 03' 01" 东经 136° 50' 11"



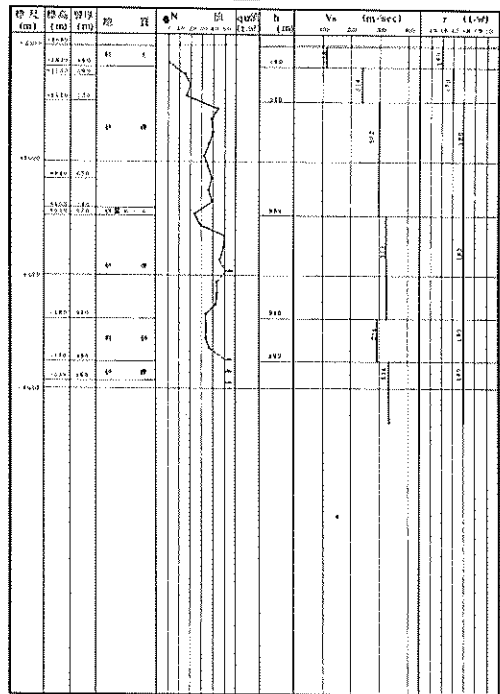
站号 64 地名 名古村综合观测站
北经 35° 04' 18" 东经 136° 52' 00"



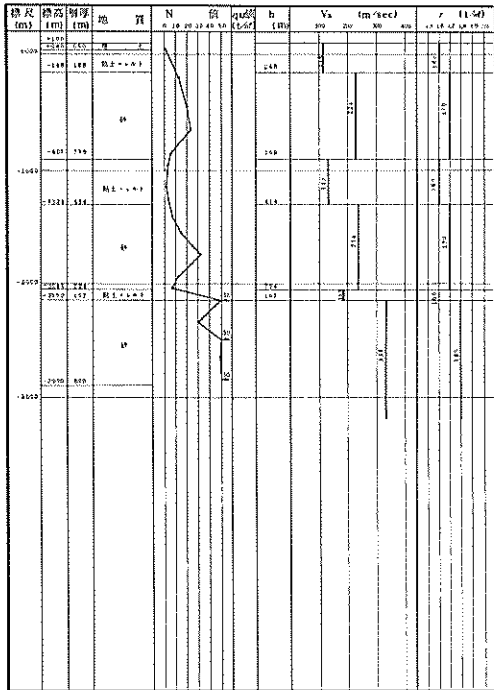
点 69 地名 名古屋市港区(平河) (北25号字校舎跡)
北緯 35° 05' 02" 東経 136° 51' 41"



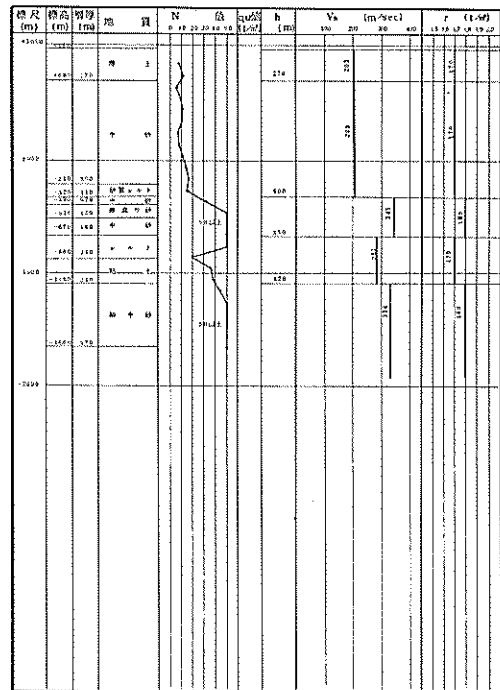
点 71 地名 名古屋市港区(北11号校舎跡)
北緯 35° 09' 10" 東経 136° 55' 11"



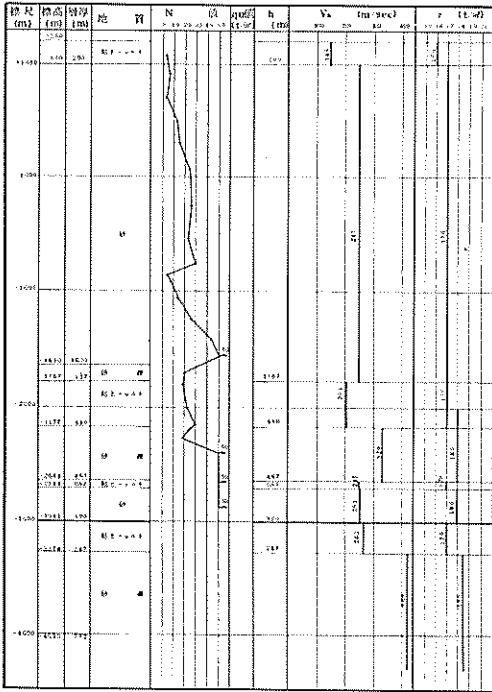
点 70 地名 名古屋市港区(中用区八幡通)
北緯 35° 08' 15" 東経 136° 53' 07"



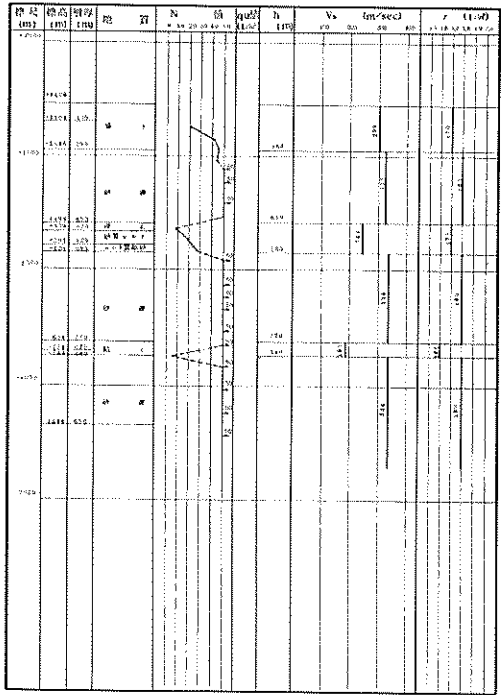
点 72 地名 名古屋市港区(白鳥公園)
北緯 35° 09' 33" 東経 136° 54' 04"



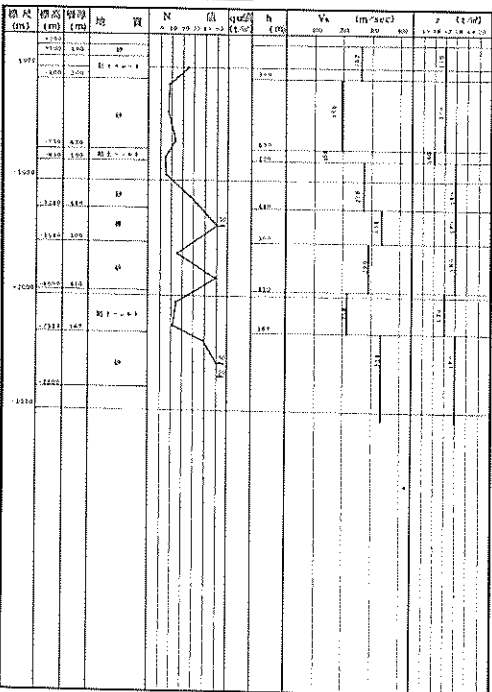
站号 73 地名 名古屋市中区錦三丁目
 北緯 35° 10' 03" 東經 136° 51' 26"



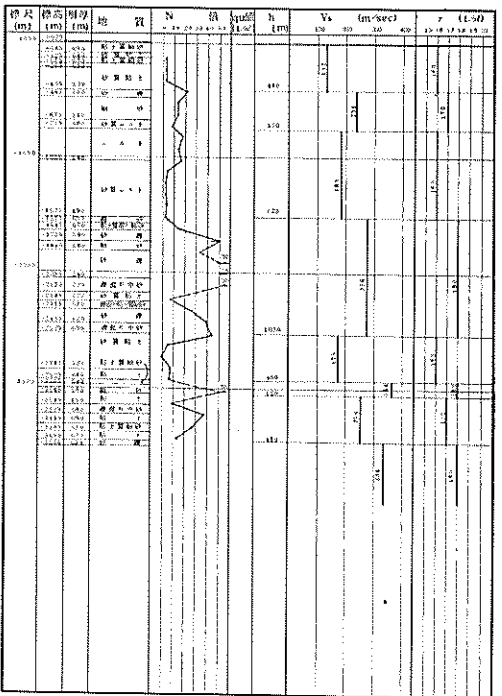
站号 75 地名 名古屋空港
 北緯 35° 10' 31" 東經 136° 55' 20"



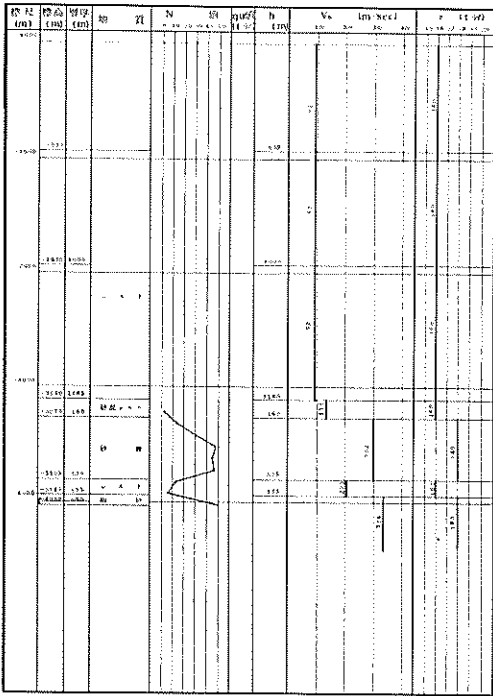
站号 74 地名 名古屋市中区栄半町
 北緯 35° 10' 41" 東經 136° 52' 37"



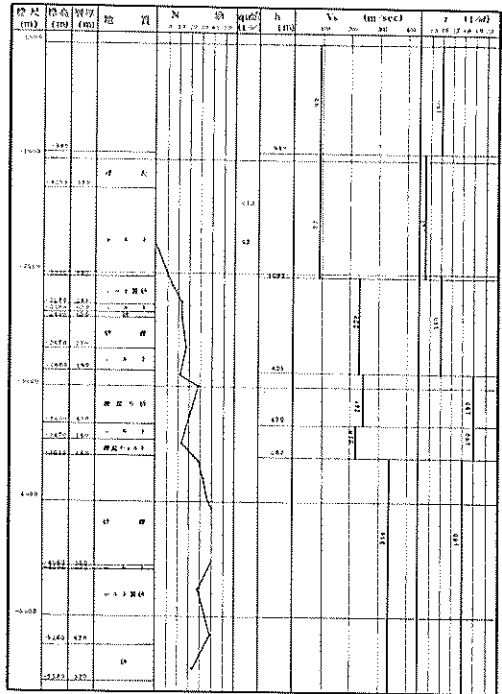
站号 76 地名 豊田駅前 (一) 地区
 北緯 35° 03' 48" 東經 136° 41' 14"



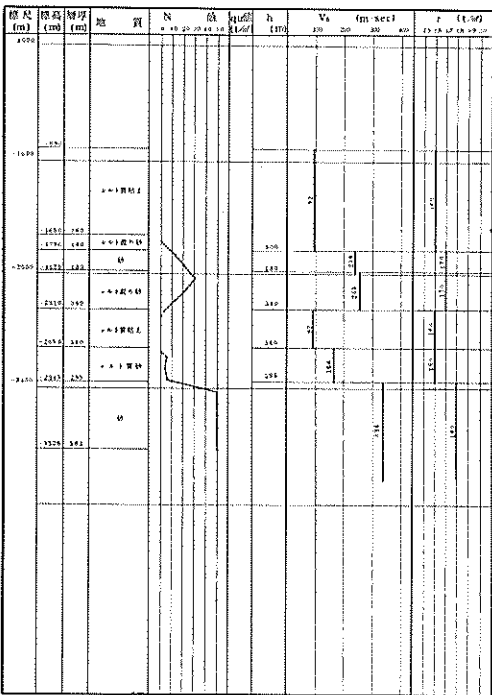
77 地名 四日市港島・船越段
北緯 34° 58' 56" 東經 136° 41' 29"



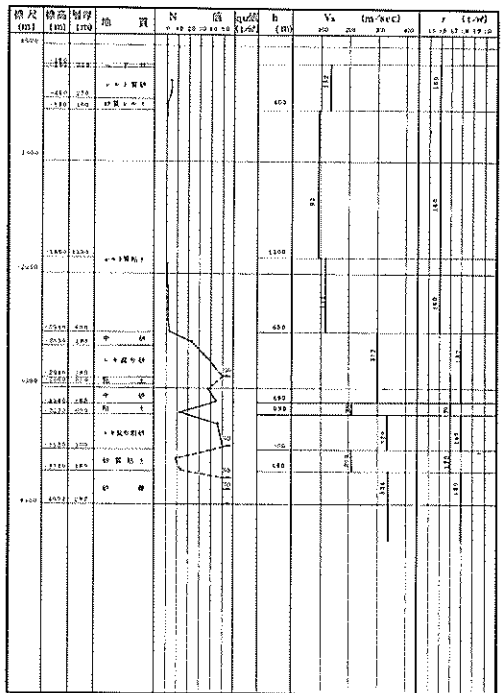
79 地名 四日市港島段
北緯 34° 59' 33" 東經 136° 39' 42"



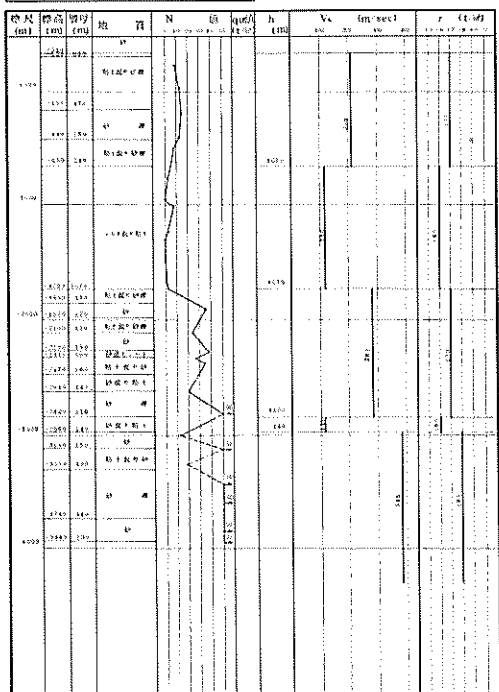
78 地名 四日市港島段
北緯 34° 57' 45" 東經 136° 40' 07"



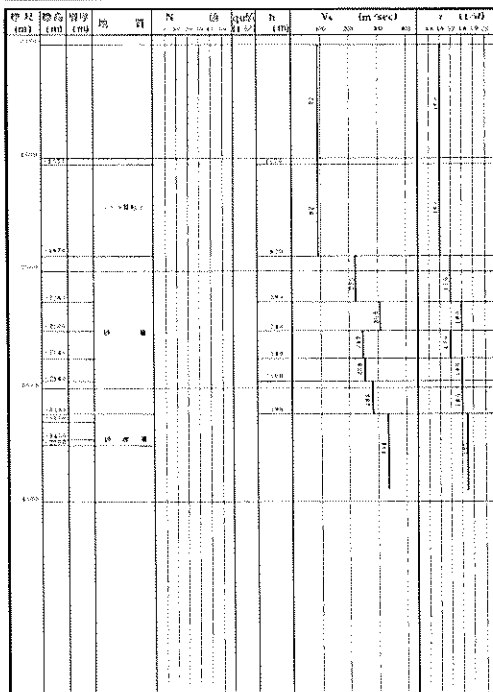
80 地名 四日市港島・須賀段
北緯 35° 00' 08" 東經 136° 40' 26"



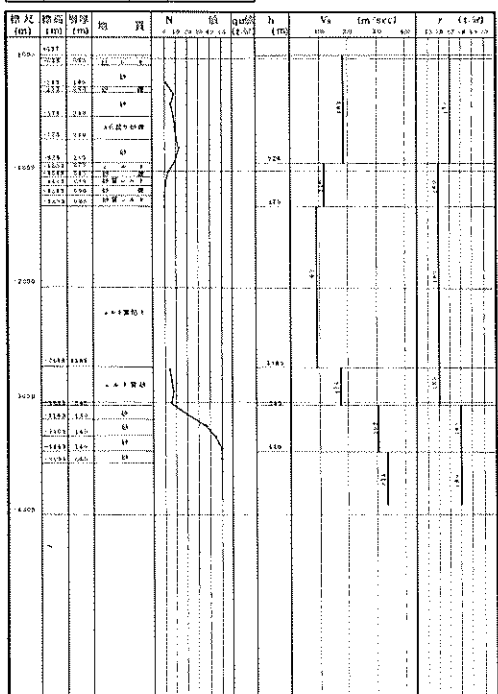
81 地名 内日山麓富田南地区
北緯 34° 56' 33" 東経 136° 36' 18"



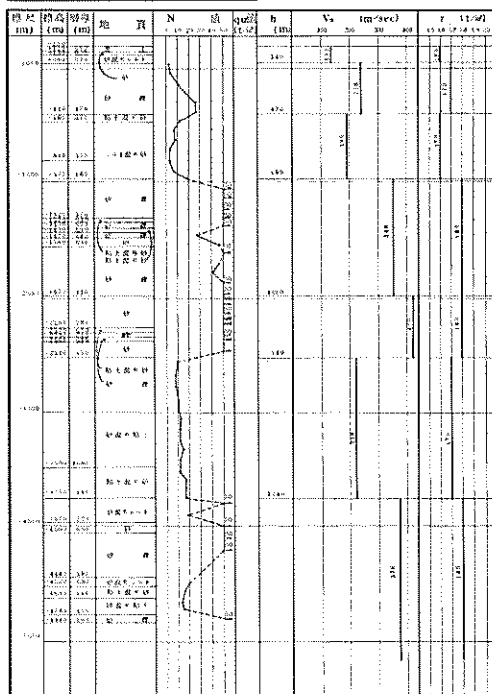
83 地名 内日山麓出2地区
北緯 34° 56' 56" 東経 136° 36' 46"



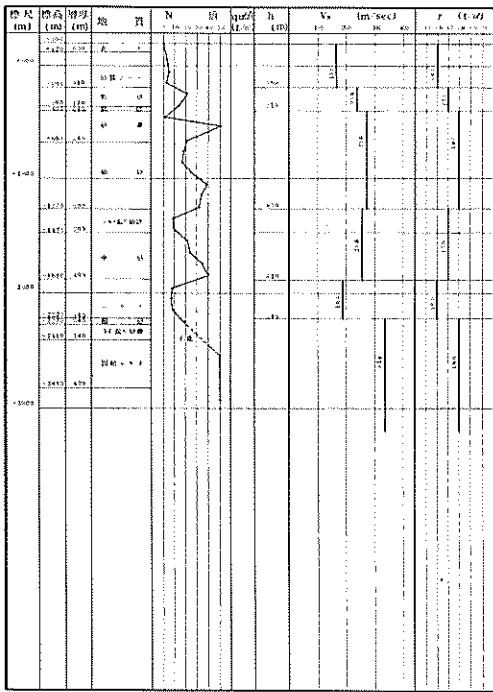
82 地名 内日山麓富田南地区
北緯 35° 59' 11" 東経 136° 40' 26"



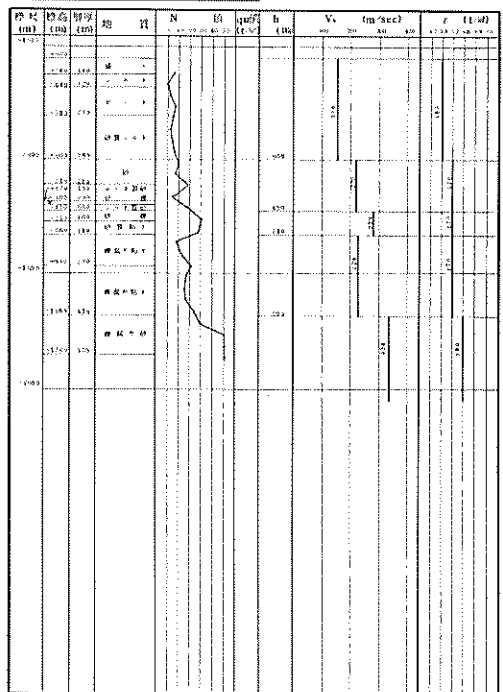
84 地名 内日山麓富田南地区
北緯 34° 57' 42" 東経 136° 37' 17"



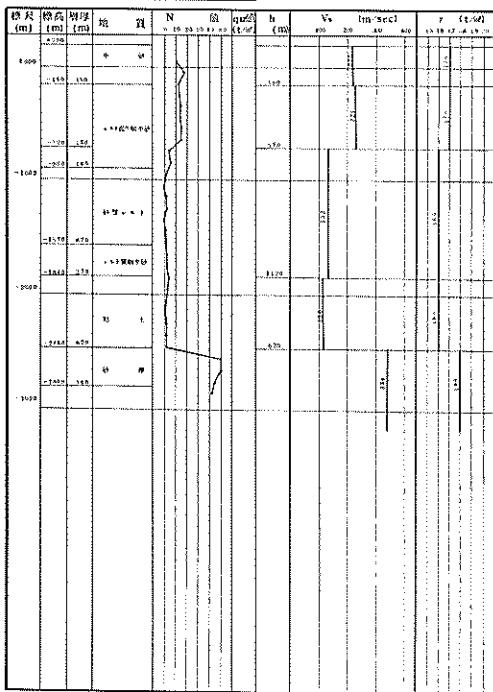
站号	89	地名	津南社会服务
北纬	34° 42' 50"	东经	136° 30' 35"



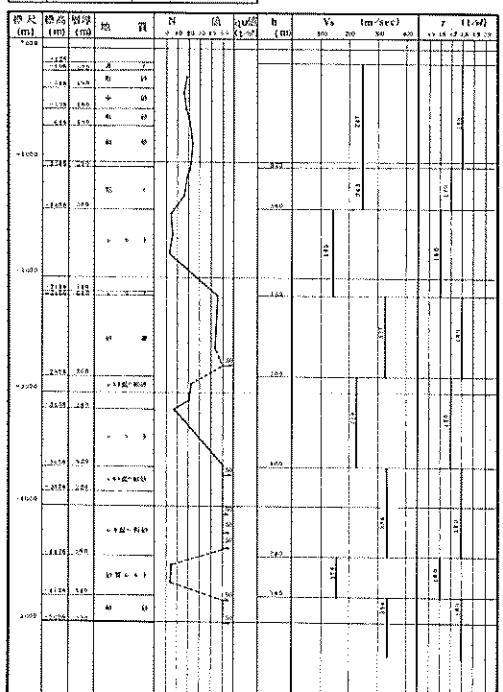
站号	91	地名	天津南段
北纬	34° 34' 30"	东经	136° 31' 31"



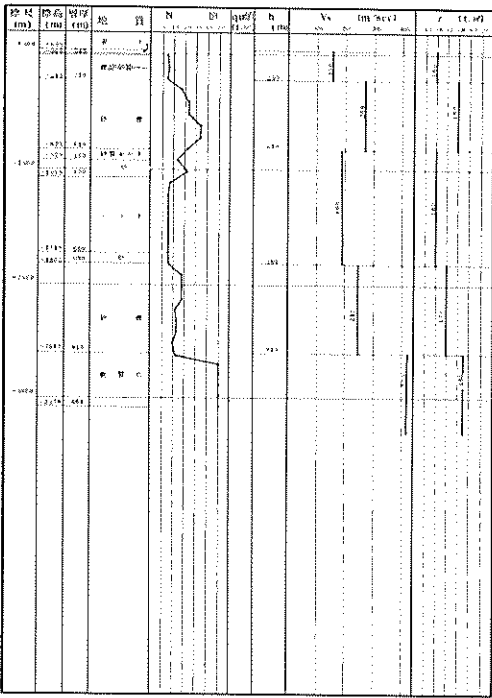
站号	90	地名	津南河沿路
北纬	34° 42' 09"	东经	136° 31' 25"



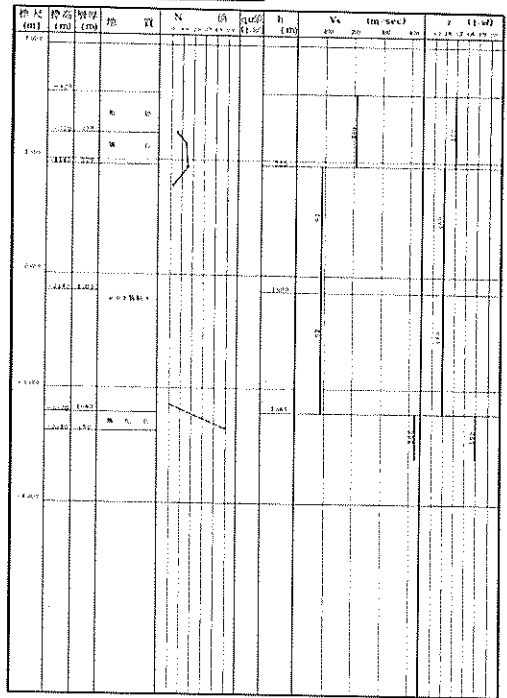
站号	92	地名	天津三岔村五号
北纬	34° 37' 20"	东经	136° 33' 00"



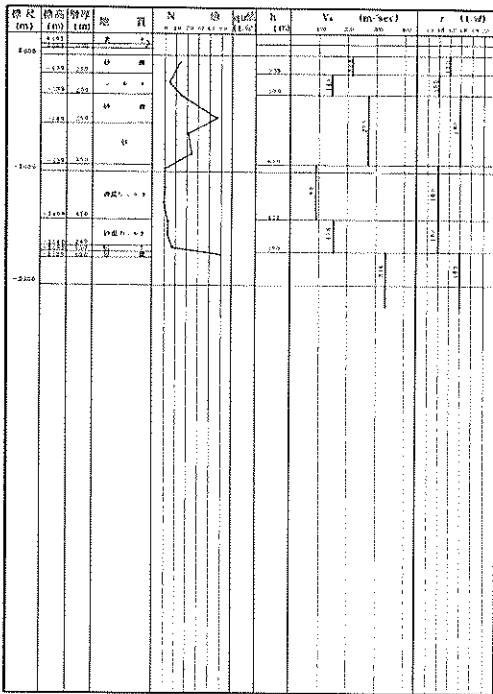
点 93 地名 伊勢内設井
 北緯 34° 29' 04" 東経 136° 42' 43"



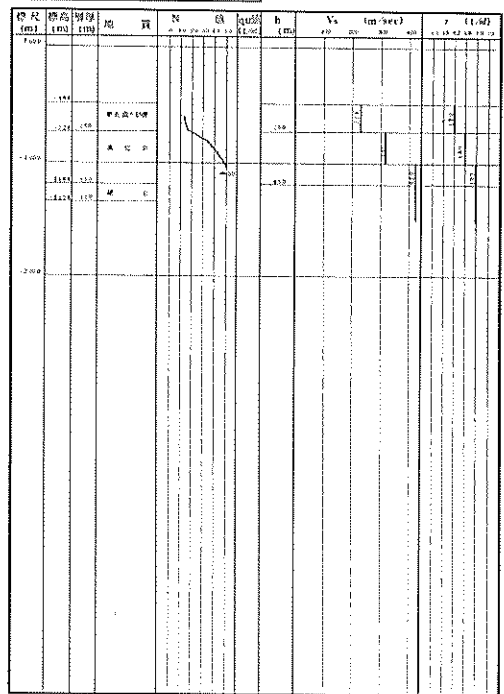
点 95 地名 島羽港
 北緯 34° 29' 11" 東経 136° 50' 31"



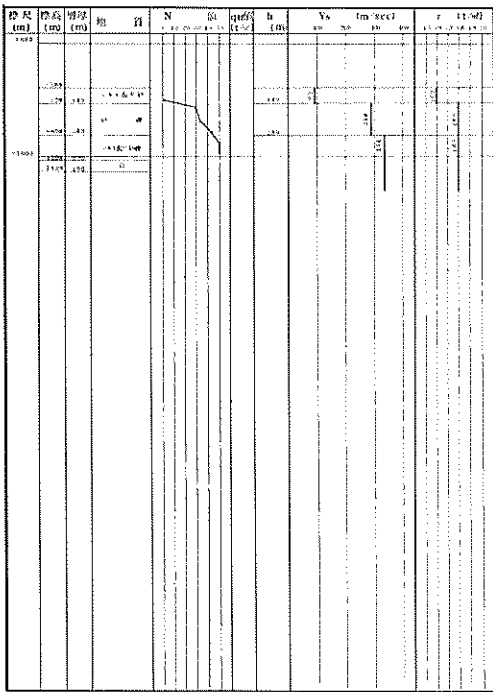
点 94 地名 宇治山田港
 北緯 34° 31' 26" 東経 136° 44' 48"



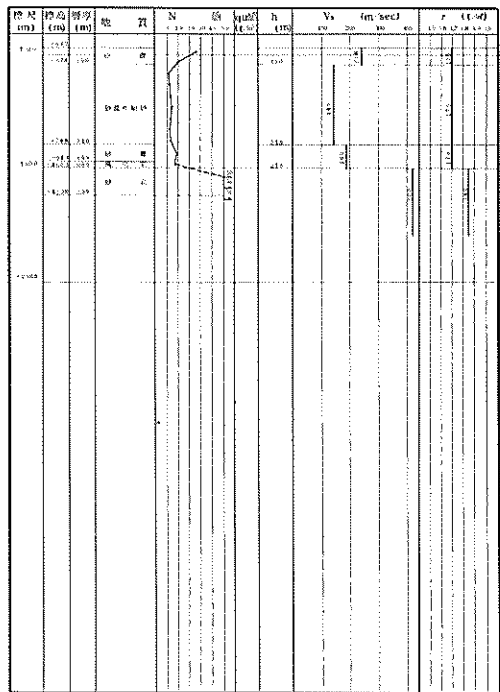
点 96 地名 定童港
 北緯 34° 21' 36" 東経 136° 53' 56"



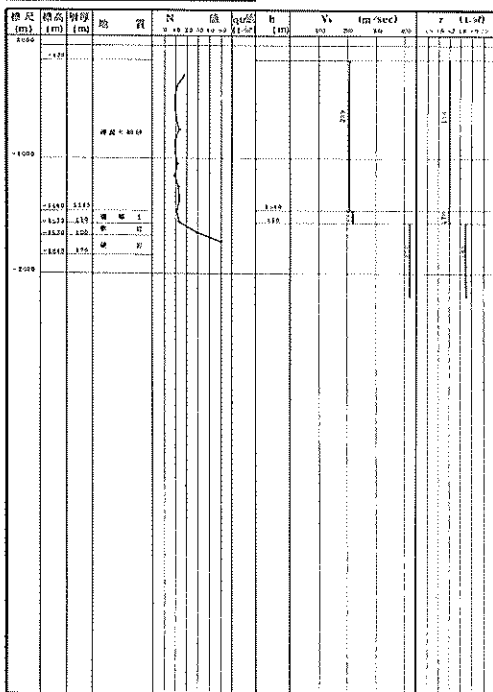
点	97	地名	段切谷路
北緯	34° 16' 32"	東経	136° 51' 03"



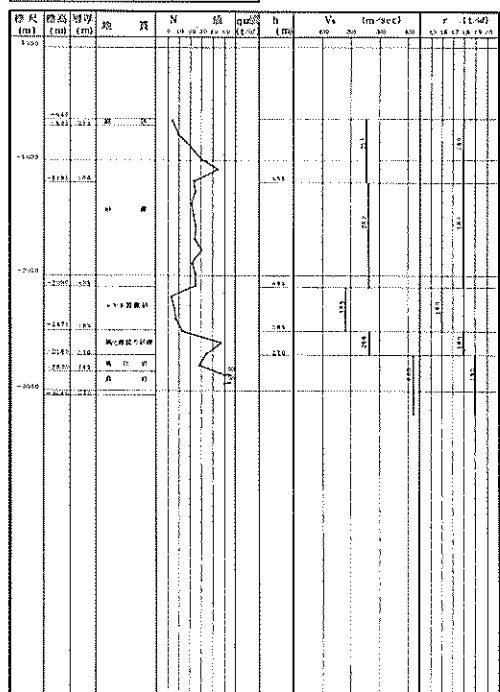
点	99	地名	阿崎谷路
北緯	34° 17' 02"	東経	136° 48' 45"



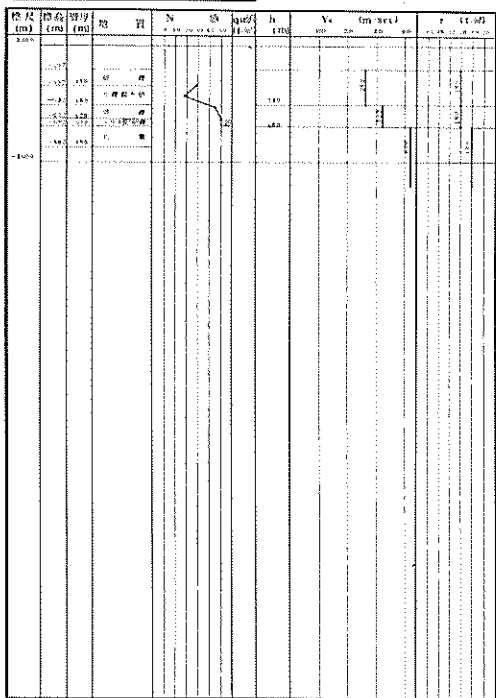
点	98	地名	深谷渡路
北緯	34° 16' 04"	東経	136° 51' 45"



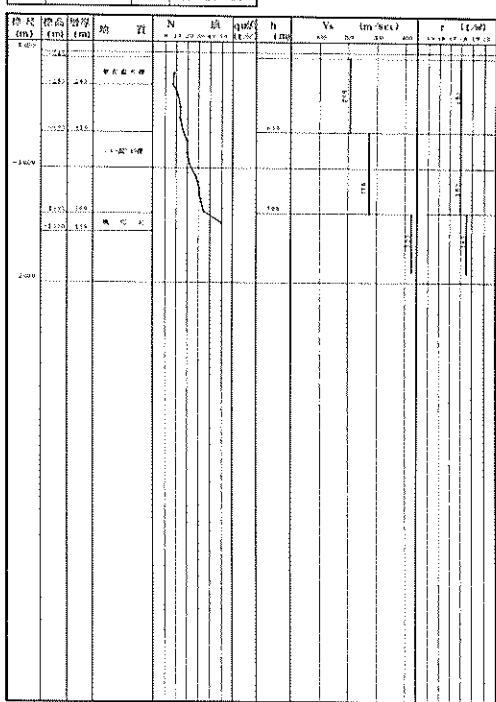
点	100	地名	宿田谷渡路
北緯	34° 17' 32"	東経	136° 41' 33"



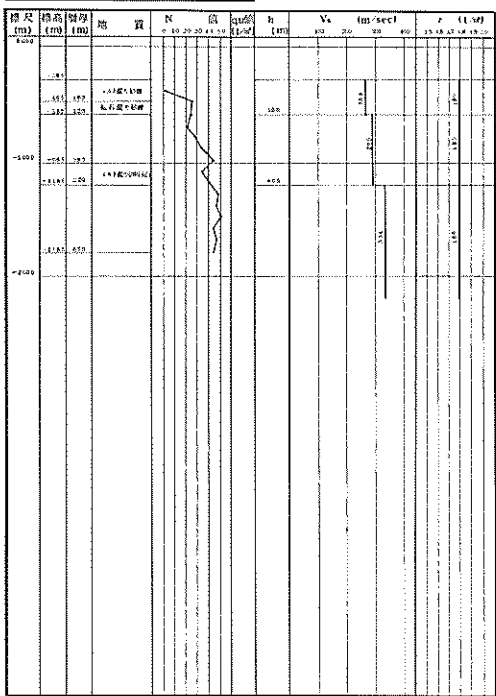
五 101 地名 六甲西邊山脚地区
 北緯 34°14'26" 東經 136°41'25"



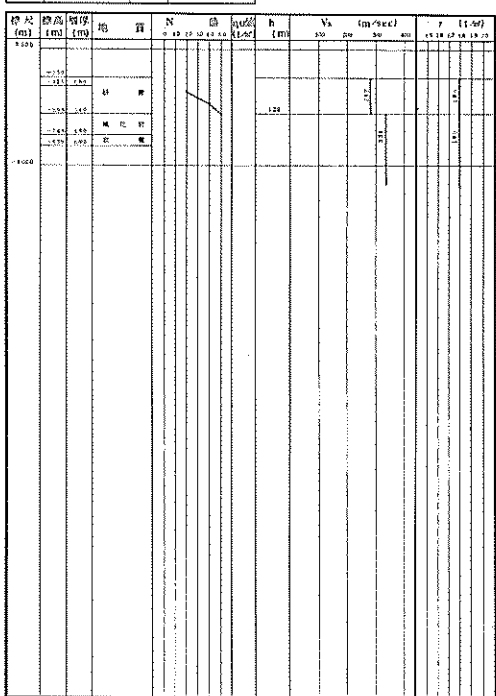
六 103 地名 古和嶺西邊
 北緯 34°18'04" 東經 136°27'55"



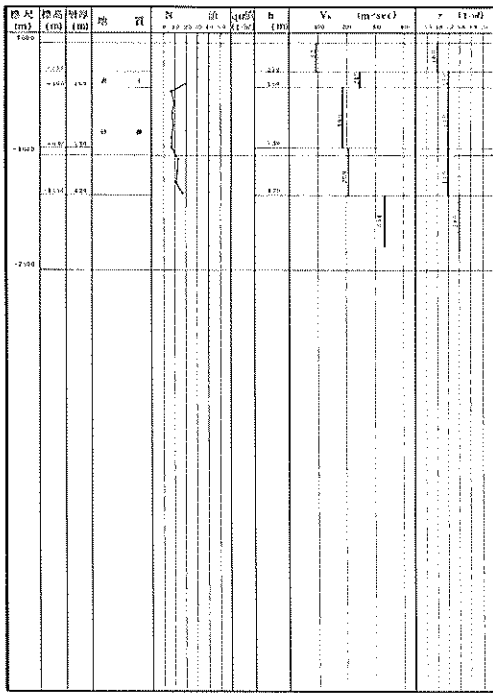
五 102 地名 阿蘇嶺西邊
 北緯 34°16'33" 東經 136°34'58"



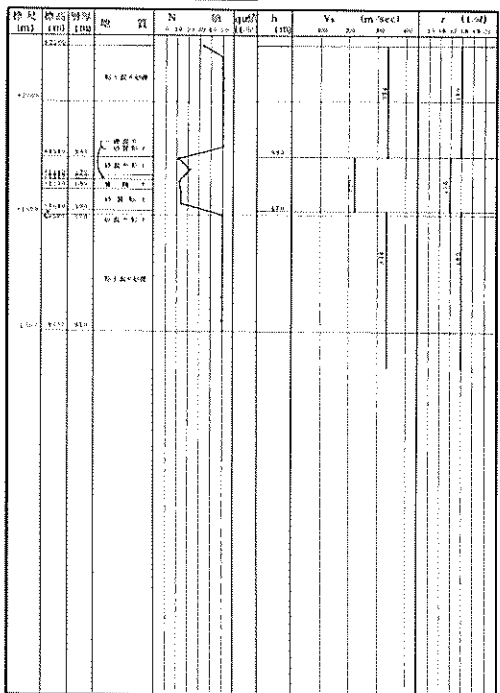
五 104 地名 錦魚港
 北緯 34°12'51" 東經 136°23'47"



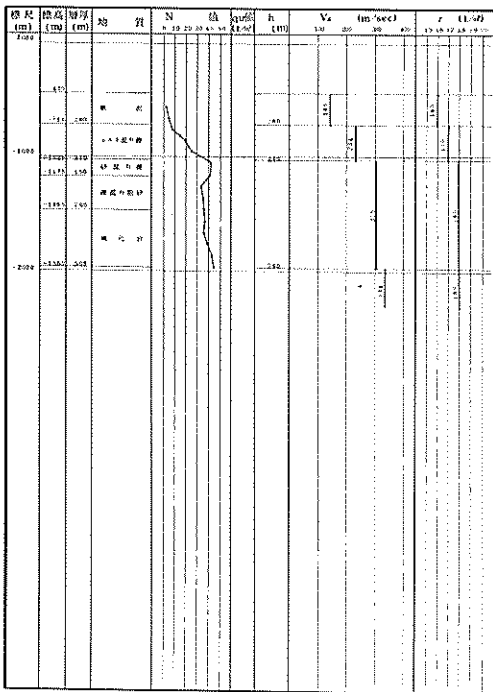
站号	195	站名	引水渠
北緯	34° 06' 13"	東經	136° 11' 42"



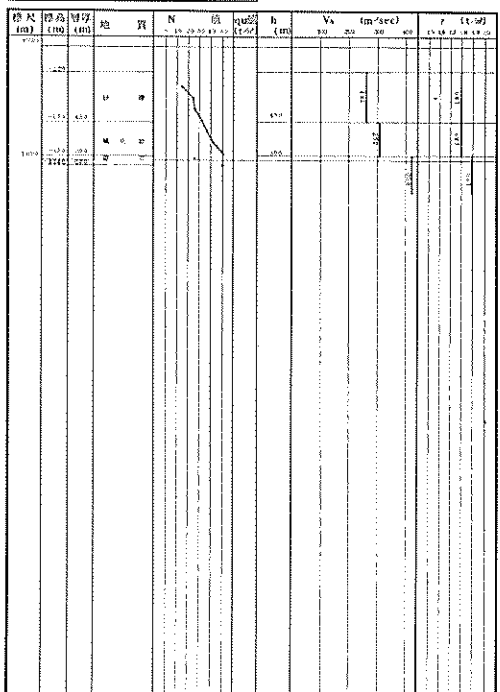
站号	107	站名	尾鷲山立病院
北緯	34° 04' 00"	東經	136° 11' 29"



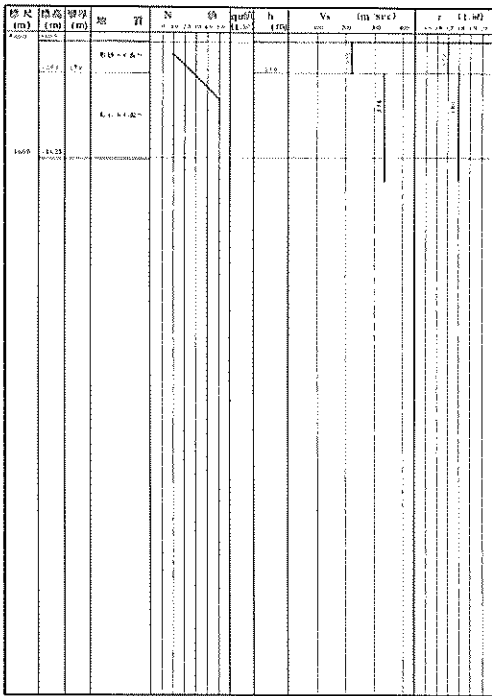
站号	106	站名	尾鷲港
北緯	34° 04' 19"	東經	136° 12' 17"



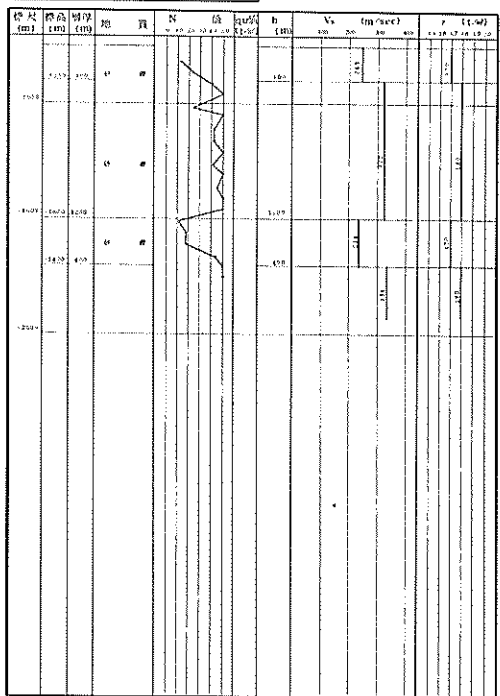
站号	108	站名	九木漁港
北緯	34° 00' 49"	東經	136° 15' 21"



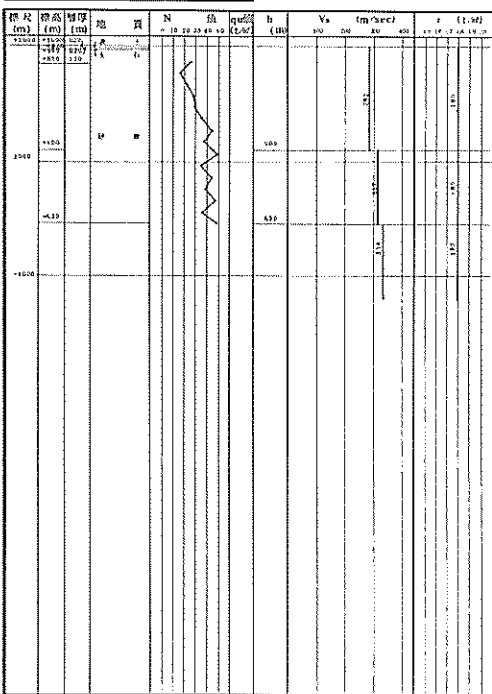
点	109	地名	三木商賣港
北緯	33° 38' 56"	東經	136° 11' 16"



点	111	地名	船越港工業用地調整
北緯	33° 43' 45"	東經	136° 01' 16"



点	110	地名	船越市民会館
北緯	33° 53' 17"	東經	136° 06' 21"



港湾技研資料 No.204

1975・3

編集兼発行人 運輸省港湾技術研究所

発行所 運輸省港湾技術研究所
横須賀市長瀬3丁目1番1号

印刷所 目青工業株式会社

Published by the Port and Harbour Research Institute
Nagase, Yokosuka, Japan.