

# 港 湾 技 研 資 料

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

No. 177      Mar. 1974

東京湾沿岸地域の大地震時における地盤加速度

野 田 節 男  
上 部 達 生

運輸省港湾技術研究所



# 東京湾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. 地 点 .....	4
3. 増 幅 度 .....	7
4. 大 地 震 .....	9
5. 基盤での最大加速度 .....	11
6. 計 算 結 果 .....	16
7. 考 察 .....	16
7.1 増幅度に及ぼす地盤と入力地震波の影響 .....	16
7.2 地表での最大加速度 .....	25
7.3 危険地域の推定 .....	25
8. 結 論 .....	34
謝 辞 .....	34
参 考 文 献 .....	34
記 号 表 .....	36
付録 - 1 土質柱状図と地盤モデル定数 .....	37
付録 - 2 周波数伝達関数 .....	69
付録 - 3 卓越振動数と増幅率 .....	85

Estimation of maximum ground accelerations around the Tokyo Bay  
area during great earthquake

Setsuo NODA \*

Tatsuo UWABE \*\*

Synopsis

Accelerations of the ground surface around the Tokyo Bay area due to the expected catastrophic earthquake are calculated for the purpose of estimating the risky zone against the earthquake. The followings are made clear.

- 1) Maximum ground accelerations estimated herein are generally fairly large and in some sites they are over 1,000 gals.
- 2) Although geographical distribution of the accelerations shows very complicated features, the soft ground area such as the estuary zones of Arakawa and Edogawa Rivers, and the alluvial fan of Tamagawa River show large amplification of acceleration. It is concluded they are the risky zones against the earthquake.
- 3) If the non-linear stress-strain relation of soil is taken into consideration, it is probable that the accelerations during the actual earthquake are rather smaller than the values estimated in this paper. Besides we must regard the facts that the acceleration estimated does not always correspond to the seismic coefficient in the conventional design procedure. These questions will be investigated in future.

---

\* Senior Research Engineer, Structures Division

\*\* Member of the Earthquake Resistant Structures Laboratory, Structures Division

# 東京湾沿岸地域の大地震時における地盤加速度

野田 節 男\*  
上 部 達 生\*\*

## 要 旨

東京湾沿岸地域の大地震に対する危険度を検討するため、代表的な地点の地表における最大加速度を求めた。以下に明らかになった事項と問題点を列記する。

- i) 大地震時に発生する最大加速度が求まった。これによると、一般に大きな加速度が予想され、1,000 gal を越す地点もある。
- ii) 最大加速度の分布は複雑であるが、軟弱地盤地域で増幅度も加速度も大きく、特に荒川・江戸川河口地域と多摩川扇状地での危険度が高いことがわかった。
- iii) 土の応力・ひずみの非線型性を考慮すると、実際にはここで求まったほどの大加速度が発生しない可能性がある。なお、地震力が不規則外力であることから、求まった最大加速度がそのまま現行設計法における震度には対応しない。これらはさらに検討すべき課題である。

## 1. 概 要

未曾有の大被害をもたらした関東大震災が起ってから半世紀が過ぎた現在、再びこのような大地震が関東地方に発生する危険度が高まりつつあるということで一般市民の非常な関心事となっている。河角<sup>1)</sup>による関東地方での大地震の発生に関する69年周期説によれば、69年の発生周期の標準偏差が±13年であることから1979年にはその危険期に入るとということが広く知れわたっているためである。この説に対しては異論を唱える人が全くないわけではないが、地震の巣といわれる日本に住み、甚大な被害を被ってきた我々としては、この経験を無駄にしないためにも日頃から十分な防災対策を講じて予想される大地震に対処せねばならないだろう。

現在、南関東地方に予想される大地震に対処するため、国や地方自治体によって種々の計画が策定されている。<sup>2)</sup> 港湾関係については、東京湾内の諸港湾が大地震における緊急物資の輸送、復興作業の拠点として果たすべき役割は非常に大きいと考え、港湾局防災課が港湾技術研究所と協力して幾つかの調査研究をおこなってきた。その一つとして、筆者らは大地震時に湾岸地域の地表面に発生するであろう最大加速度を推定したので、ここにとりまとめて報告する。

本報告の目的は、もし関東地方を大地震が襲った場合東京湾沿岸の各地で発生す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、湾岸地域の広域的な防災対策を実施するための資料とすることである。作業の

順序としては、まず湾岸地域を代表する多数の地点でのボーリングデータから地盤を簡単な多層せん断振動体にモデル化し、その最下層の基盤を通じ大地震時に伝わって来る地震動が上方に伝播した場合に、地表面で観測される加速度の増幅度を多層重複反射理論によって求める。他方、想定される大地震の震源位置と規模を定めて、各地の基盤に伝わって来る最大加速度を求める。この双方の値を乗ずることにより湾岸各地ごとに地表で予想される最大加速度を計算しマップを作成した。

ここで用いた手法の中には、仮定に基づいたりデータ数の不足から信頼度がいくぶん劣るものもあるが、現時点で得られる最良の方法に依ったものと考えられる。しかし、十分注意しなければならないことは、ここで求まった最大加速度を単に重力加速度で除した値が、現行設計法で地震力を求めるための“震度”にはならないことである。その主なる原因は2つある。まず場所によっては地震時における地盤加速度が、ここで求まった値ほど大きくならない可能性があるということである。その理由は、増幅度が土のせん断剛性を土に固有で一定の値とする線型理論に基づいていることによる。なぜなら、この理論は規模のあまり大きくない地震動に対しては非常に有効な方法であると評価されているが、大地震において地震動の振動数が低く加速度が大きいとき、土のひずみが増大し、線型理論の適用範囲を越える場合が考えられるからである。土のひずみが非線型領域に入る場合については、計算手法に検討を加え、稿を改めて報告したい。

\* 構造部 地震防災主任研究官

\*\* 構造部 耐震構造研究室

第2点は、設計法に含まれている問題である。現行の港湾構造物設計基準に準拠して被災構造物を解析してみると、実際に観測された地盤の最大加速度と安定計算から導かれる震度とが一致しない例が多いという事である。それ故、ここで求めた値が大地震時の加速度を正しく推定していたとしてもやはり設計震度とは結びつかないと考えられる。この点については、被災構造物の解析例をさらに収集し両者の関係を明らかにしなければならない。この作業も目下進行中であるので近い将来報告するつもりである。

以上述べたように本報告の内容は、各地点での港湾施設ごとの耐震性を現行設計法で検討するには直接的な資料とはなり得ないとはいえ、東京湾全体の広域的防災対策を考える場合には有効な資料と考えられる。なおこれまでになされた同様の報告としては、鏡味・小林<sup>3)</sup>によるものがある。この中でも入力地震と基盤での最大加速度を仮定し、ボーリング・データから地層をモデル化して重複反射理論によって増幅度を求めている。本報告における相違点は、入力地震として関東地震の他に同じ相

模トラフ系の元禄地震と東京直下型の東京湾北部の地震を用いていること、岡本その他による式<sup>20)</sup>によりマグニチュードと震央距離から基盤の最大加速度を求めたこと、および江東、川崎地区の外に東京湾沿岸の全域を対象としていることである。ただし、被災程度との比較は行っていない。

## 2. 地 点

ここで調査の対象とした地域は、横須賀から木更津までの幅が約8~12kmの湾岸地帯である。緯度2.5'および経度3'間隔(東西、南北共に4kmに相当する)のメッシュを組んで、この地域を約100地点で表わすことにした。ただし、水際線付近の複雑な場所については、メッシュ間隔をさらに4分割して適当な地点を選んだ場合もある。地点には、おおむね横須賀方面から順次東京湾に沿って番号をつけてあるが、一部例外もある。また、資料が収集できなかったため、53が次番となっている。本調査における全地点名と位置を想定地震の震央からの距離と共に表-1に示す。

表-1 各地点の緯度経度と震央距離

各地震の震央距離						
No	地 名	北 緯	東 経	震央距離 (Km)		
				東京湾北部	関 東	元 禄
1	武 山 病 院	35° 13.125'	139° 38.000'	58.70	44.18	59.64
2	野 比	35° 12.500'	139° 41.750'	57.71	49.78	57.31
3	東 京 電 力	35° 12.500'	139° 43.25'	57.02	51.84	56.98
4	大 楠 山	35° 15.625'	139° 38.75'	54.02	43.32	63.87
5	根 岸 町	35° 15.0'	139° 41.0'	53.74	46.91	62.07
6	鴨 居	35° 15.0'	139° 43.25'	52.60	50.10	61.57
7	逗 子	35° 17.5'	139° 35.0'	53.69	36.79	68.68
8	田 浦 町	35° 17.5'	139° 38.0'	51.42	41.10	67.51
9						
10	鎌 倉 (寺 分)	35° 20.0'	139° 37.25'	47.96	38.87	72.28
11	鎌 倉 (天台山)	35° 20.625'	139° 34.25'	49.56	34.20	74.55
12	平 潟 町	35° 19.375'	139° 38.75'	47.82	41.32	70.67
13	鳥 浜 町	35° 23.125'	139° 38.75'	41.86	40.44	77.49
14	宮 ヶ 谷	35° 22.5'	139° 35.0'	46.11	34.86	77.60
15	杉 田 町	35° 22.5'	139° 38.0'	43.45	39.38	76.57
16	別 所 町	35° 24.375'	139° 35.75'	42.70	35.88	80.69
17	西 根 岸	35° 25.0'	139° 38.0'	39.68	39.31	81.11
18	本牧 (日産ふ頭)	35° 25.0'	139° 41.0'	37.10	43.84	80.39
19	山 下 町	35° 26.25'	139° 39.5'	36.46	41.74	83.00
20	本 牧 C ぶ 頭	35° 26.25'	139° 41.0'	35.15	43.99	82.68

No.	地名	北緯	東經	震央距離 (Km)		
				東京灣北部	關東	元祿
21	磯子	35° 23.75'	139° 38.0'	41.54	39.28	78.84
22	東本郷	35° 29.375'	139° 35.75'	36.10	37.21	89.73
23	菊名町	35° 30.0'	139° 38.0'	32.80	40.79	90.23
24	生麦町	35° 30.0'	139° 41.0'	29.63	45.17	89.58
25	小田町	35° 30.0'	139° 42.5'	28.19	47.36	89.34
26	水江町	35° 30.0'	139° 44.75'	26.24	50.67	89.08
27	千鳥町	35° 31.25'	139° 45.5'	23.68	52.32	91.34
28	浮島町	35° 31.25'	139° 47.0'	22.54	54.51	91.28
29	北綱島町	35° 32.5'	139° 38.0'	29.85	42.28	94.80
30	塚越	35° 32.5'	139° 41.0'	26.33	46.51	94.18
31	南六郷	35° 32.5'	139° 44.0'	23.17	50.80	93.77
32	羽田	35° 32.5'	139° 45.5'	21.77	52.95	93.66
33	大森南	35° 33.75'	139° 45.5'	19.94	53.68	95.97
34	新城	35° 34.375'	139° 38.0'	27.93	43.69	98.23
35	玉川園前	35° 35.0'	139° 41.0'	23.48	48.27	98.78
36	大森北	35° 35.0'	139° 44.0'	19.88	52.41	98.40
37	大井頭	35° 35.0'	139° 45.5'	18.22	54.50	98.28
38	谷町	35° 37.5'	139° 41.0'	21.27	50.39	103.39
39	五反田	35° 36.625'	139° 44.0'	17.80	53.84	101.87
40	品川頭	35° 37.5'	139° 45.5'	15.27	56.38	102.91
41	13号地	35° 37.5'	139° 47.0'	13.44	58.42	102.86
42	有明町	35° 38.125'	139° 47.0'	12.75	58.92	104.01
43	晴海	35° 38.75'	139° 45.5'	14.14	57.44	105.23
44	東雲町	35° 38.75'	139° 48.5'	10.24	61.46	105.16
45	夢ノ島	35° 38.75'	139° 50.0'	8.52	63.49	105.20
46	堀江町	35° 38.75'	139° 53.0'	6.21	67.61	105.43
47	代々木	35° 40.0'	139° 41.0'	19.91	52.83	108.00
48	赤坂	35° 40.0'	139° 43.25'	16.60	55.67	107.72
49	靈岸島	35° 40.625'	139° 47.75'	9.75	62.09	108.64
50	南砂町	35° 40.0'	139° 50.0'	7.07	64.52	107.52
51	桑川町	35° 40.0'	139° 53.0'	4.00	68.57	107.74
52	当代島	35° 40.0'	139° 55.25'	4.16	71.64	108.04
53						
54	下妙典	35° 41.25'	139° 56.0'	3.32	73.64	110.46
55	海神町	35° 41.25'	139° 59.0'	7.65	77.74	111.05
56	小石川	35° 42.5'	139° 44.0'	15.08	59.18	112.27
57	稲荷町	35° 41.875'	139° 47.75'	9.41	63.26	110.95
58	吾嬬町	35° 42.5'	139° 50.0'	6.09	66.76	112.15
59	松本町	35° 42.5'	139° 53.0'	1.77	70.68	112.36
60	鬼高町	35° 43.125'	139° 56.0'	3.66	75.20	113.91
61	新船橋	35° 43.125'	139° 58.25'	6.73	78.21	114.33
62	津田沼	35° 41.25'	140° 01.25'	11.00	80.84	111.61

No.	地名	北緯	東經	歳央距離 (Km)		
				東京湾北部	関東	元禄
63	柴又	35° 44.375'	139° 53.0'	4.65	72.42	115.83
64	鷺沼	35° 40.0'	140° 02.0'	12.60	81.02	109.55
65	畑	35° 40.0'	140° 04.25'	15.87	84.18	110.26
66	稲毛	35° 38.125'	140° 05.0'	18.05	84.11	107.14
67	浅間	35° 37.5'	140° 07.25'	21.62	87.01	106.90
68	千葉港事務所	35° 36.25'	140° 06.5'	21.63	85.29	104.36
69	川崎町	35° 35.0'	140° 06.5'	22.86	84.72	102.13
70	千葉寺町	35° 35.0'	140° 08.0'	24.75	86.91	102.78
71	和田	35° 36.25'	140° 09.5'	25.66	89.66	105.67
72	丸善石袖	35° 32.5'	140° 05.0'	24.18	81.52	97.06
73	昭和電工	35° 32.5'	140° 06.5'	25.78	83.74	97.69
74	村田	35° 32.5'	140° 08.0'	27.47	85.97	98.37
75	大金沢	35° 32.5'	140° 9.5'	29.24	88.19	99.09
76	宇部興産	35° 31.25'	140° 3.5'	24.53	78.88	94.24
77	出光興産	35° 30.0'	140° 02.0'	25.29	76.29	91.44
78	飯沼	35° 30.0'	140° 05.0'	27.73	80.77	92.60
79	町田	35° 28.75'	140° 05.0'	29.62	80.50	90.38
80	姉崎	35° 28.75'	140° 02.0'	27.35	76.00	89.19
81	北袖夕浦	35° 28.125'	139° 59.75'	27.13	72.50	87.31
82	椎津新田	35° 27.5'	140° 01.25'	29.01	74.65	86.67
83	砂子	35° 28.125'	140° 02.75'	28.90	77.00	88.35
84	蔵波	35° 26.875'	139° 59.75'	29.34	72.30	85.04
85	万石	35° 25.0'	139° 56.0'	31.65	66.48	80.60
86	小松川	35° 41.25'	139° 51.5'	4.01	67.59	109.92
87	奉免町	35° 44.375'	139° 57.5'	6.86	78.29	116.47
88	木更津空港	35° 24.375'	139° 54.5'	32.67	64.20	79.14
89	木更津	35° 22.5'	139° 55.25'	36.18	65.40	75.85
90	大成	35° 23.125'	139° 59.0'	35.78	71.02	78.01
91	大和田	35° 20.625'	139° 52.25'	39.70	61.14	71.86
92	畑沢	35° 20.625'	139° 52.25'	39.65	65.65	72.41
93	青木	35° 18.75'	139° 50.0'	43.50	58.25	68.17
94	千種新田	35° 16.875'	139° 51.5'	46.71	61.15	64.84
95	栗園台	35° 42.5'	140° 2.75'	13.20	83.84	114.31
96	追浜	35° 18.75'	139° 38.0'	49.38	40.48	69.77
97	久里浜	35° 13.75'	139° 42.5'	55.15	49.88	59.42
98	横須賀中央	35° 16.25'	139° 41.0'	51.59	46.13	64.35
99	坂本	35° 27.5'	139° 35.75'	38.45	36.44	86.34
100	高島ふ頭	35° 27.5'	139° 38.0'	36.10	39.79	85.67
101	新子安	35° 28.75'	139° 39.5'	32.87	42.44	87.58
102	大黒町	35° 28.75'	139° 41.0'	31.41	44.66	87.28
103	弘明寺	35° 25.136'	139° 36.167'	41.22	36.56	81.92
104	弘明寺(通町)	35° 25.313'	139° 36.333'	40.81	36.83	82.19

No.	地名	北緯	東経	震央距離 (Km)		
				東京湾北部	関東	元禄
105	花之木	35° 25.870'	139° 36.750'	39.62	37.54	83.06
106	高砂	35° 25.849'	139° 37.500'	38.94	38.66	82.76
107	新川	35° 26.000'	139° 37.533'	38.67	38.74	83.07
108	末吉	35° 26.223'	139° 37.733'	38.14	39.08	83.43
109	伊勢崎	35° 26.501'	139° 38.313'	37.20	40.01	83.76
110	関内	35° 26.481'	139° 38.350'	37.20	40.06	83.71
111	横浜公園	35° 26.481'	139° 38.500'	37.05	40.28	83.67
112	南仲通	35° 26.712'	139° 38.350'	36.86	40.11	84.14

地点が定まると、次章で述べる地盤の増幅度の計算のために必要な土質データを収集した。これはその地点の代表的な地盤を表わし、基盤にまでボーリングを行なってあり、さらに土層の分類と共に強度定数としてN値が求められているものに限定した。ここで基盤とは、N値が50以上かつ $q_c$ 値が $6 \text{ Kg/cm}^2$ 以上の土層で、その下方に軟弱層が存在しないものと考えた。さらに土の単位体積重量と土中を伝播するせん断波速度が測定されている資料が望ましかったが、これらはほとんど入手できなかった。それ故これらの値は、類似した条件のもとでの測定結果など過去の報告を参考に推定せざるを得なかった。このようにして求めた各地点の地盤状態を付録-1にまとめてある。

### 3. 地盤の増幅度

地震による被害はある地震についていえば、一般に震央に近いほど被害が大きく震央から離れるにつれてその被害は少くなる。一方、震央距離が同じでも、震害の程度に非常な差があり、これはその地点の地盤の相違によるものと考えられている。たとえば、関東地震のとき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。<sup>4)</sup> また、横浜市の場合は南部平地では100%でほぼ全滅したのに対して南部の丘陵地ではほとんど50%以下であった。<sup>5)</sup> 旧東京市内および横浜市の南部平地(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-1、2に示す。東京では沖積層が2.4m位よりも厚くなると全壊率が急に増している。横浜では沖積層の厚さが3.0mぐらいから、被害率の増す割合が小さくなっている。この事実及び理論的にいって、大体において表面の堆積層の弾性が小さいほど、及びその厚さが増すほど、地表面の振幅の増す割合は大きくなる。

一方、地震計が各地にとりつけられるようになって、

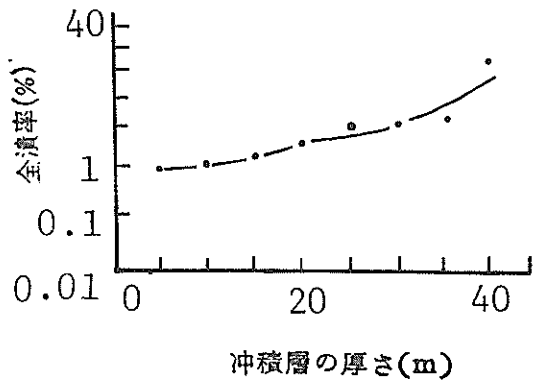


図-1 関東地震の旧東京市の木造家屋被害

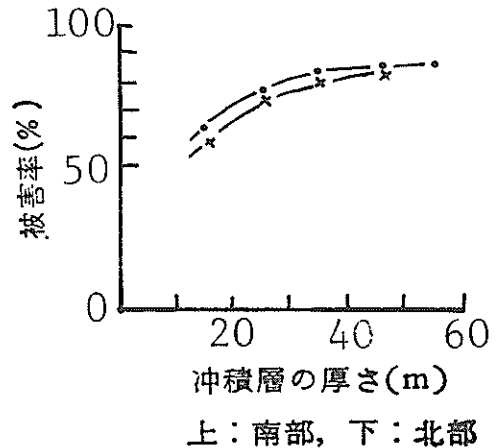


図-2 関東地震の横浜市の木造家屋被害

その記録の解析の研究が進むにつれて、各地点の地震動は、ある周期の波が卓越し、その周期は各地点について



固有の値をもつことが見い出された。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、共鳴に似た現象をおこし、地表面における振幅は非常に大きくなり、これが構造物の固有周期と一致すれば、その地点の被害は大きなものとなる。被害は構造物、基礎、地盤の相互作用の結果によるものだが、地盤に関しては、その地点に到達した地震動のどの周波数をどの程度増幅させるかが問題となる。

このように被害と地盤は密接な関係があるが、この問題に関しては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が、今回は、ある地点の地盤について、その周波数伝達関数をもとめること、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、到達した地震動がその地盤でどの程度増幅されたか、すなわちその地盤の増幅度について議論している。したがって、ここでいう増幅度というのは、地表の地震動の最大加速度と地下に到達した地震動の最大加速度の比をいい、周波数伝達関数の増幅度とは異なる。周波数伝達関数の方は Amplification あるいは増幅率という語を用いる。

前述したように地表で記録された地震動は、地表層の影響をうけており、この地表層の影響をとりのぞけば、各地点について同じ周波数成分をもった地震動が得られるものと考えられる。ここでいう地表層というのは、ばくぜんと沖積層をさしているが、ここで以下の議論を進めるために前章で述べたような工学的な基盤を決めた。すなわち、基盤とは沖積層の下の岩盤、あるいはN値50以上の洪積砂層というように考えた。このように基盤を設定すれば、図-3に示すような地盤条件の異なる地点

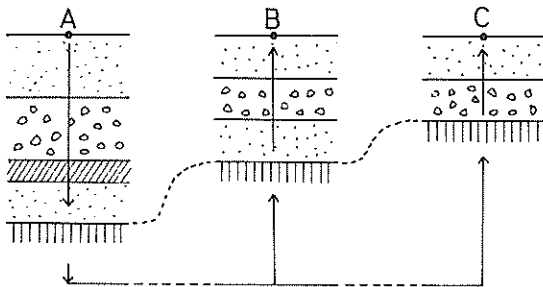


図-3 地点モデル

について、共通の基盤を考慮することができ、A, B, C地点での基盤での地震動は同じ波と考えられる。このよ

うに考えれば、地表及び地下での地震記録が実際に得られていない地点についても地盤の増幅度が計算できる。<sup>6)</sup> すなわち、図-3において、B, C地点では大地震の地震記録が地表及び地下において得られていないが、そこから離れた地点A地点での地表での記録が得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へ入射してくる入射波をもとめる。これは、地表層の影響がとりさられた基盤の地震動であり、これより、B, C地点の地表での地震動を入射波から計算してこれらの地点の地盤の増幅度が計算される。これを各地点についておこなえば、いろいろな地盤条件の増幅度が求められる。

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。<sup>7, 8, 9)</sup> これは水平な成層地盤にせん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、くわしくは参考文献にゆずるとして、数理的には概略次のようになる。

せん断弾性体の一方方向の波動方程式は次のように表わされる。

$$\rho \frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = G_s \frac{\partial^2 U}{\partial Z^2} \quad (1)$$

ここで  $\rho$  : 質量密度  
 $G_s$  : せん断弾性係数  
 $U$  : 水平方向の変位  
 $Z$  : 鉛直方向の座標  
 $t$  : 時間

(1)式の解は次式で与えられる。

$$U = F \left( t - \frac{Z}{V_s} \right) + G \left( t + \frac{Z}{V_s} \right) \quad (2)$$

ここで  $V_s$  : S波速度

$$V_s = \sqrt{\frac{G_s}{\rho}} \quad (3)$$

今、図-4のように反射波 $G_k$ と透過波 $F_k$ とを考えると第 $k$ 層での変位は次のようになる。

$$U_k(t, Z_k) = F_k \left( t - \frac{Z_k}{V_k} \right) + G_k \left( t + \frac{Z_k - H_k}{V_k} \right) \quad (4)$$

各境界面で同時刻における変位、せん断応力は等しく、地表面ではせん断応力が生じないとして、この境界条件における入射波、透過波を求めると次のようになる。

$$F_k(t) = \frac{2}{1 + \alpha_k} F_{k+1} \left( t - \frac{H_{k+1}}{V_{k+1}} \right) + \frac{\alpha_k - 1}{1 + \alpha_k} G_k \left( t - \frac{H_k}{V_k} \right) \quad (5)$$

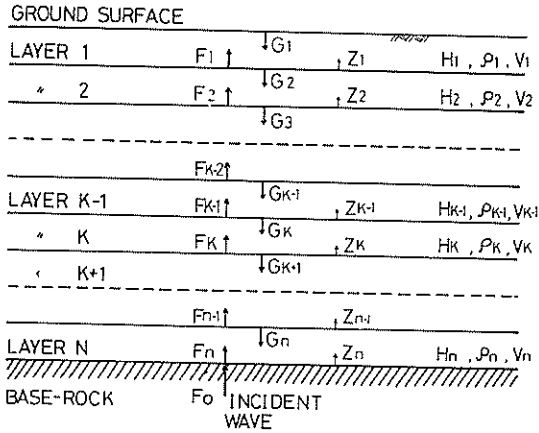


図-4 地盤モデル

$$G_k(t) = \frac{1 - \alpha_{k-1}}{1 + \alpha_{k-1}} F_k(t - H_k/V_k) + \frac{2\alpha_{k-1}}{1 + \alpha_{k-1}} G_{k-1}(t - H_{k-1}/V_{k-1}) \quad (6)$$

$$G_1(t) = F_1(t - H_1/V_1)$$

$$\alpha_k = \frac{\rho_k V_k}{\rho_{k+1} V_{k+1}}$$

ここで  $\alpha_k$ : 波動インピーダンス比

このように各層での透過波、入射波が与えられれば、表層地盤に入射してくる入射波、図-4において  $F_k$  が与えられれば、上式によって逐次各層での透過波、反射波が計算されて地表面での地震波形が得られる。地表の地震波より入射波を求める計算式も同様に求められる。

実際の地盤はかなり複雑で、計算する場合は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、各層の密度、層厚、 $S$  波速度であり、モデル化する際には、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なった。層厚は土質柱状図よりすぐ求められるが、密度については、ボーリング結果において示されていないものが多く、その場合は、近くで実施されたボーリングの結果等を参考にして各層の密度を推定した。 $S$  波速度と  $N$  値の関係を示す式は各種あるが、今回は次の式により  $S$  波速度を推定した。<sup>10)</sup>

$$V_s = 92.1 \times N^{0.329} \quad (\text{m/sec})$$

ここで  $V_s$ :  $S$  波速度

$N$ : 標準貫入試験値

求めた各地点の地盤モデル常数を付録-1に土質柱状図とともに示してある。

#### 4. 大地震

最近の研究によれば、地震の原因は断層であるという説が有力になっている。これは、何らかの原因で、広い地域にわたって地殻にひずみ力がはたらき、そのため地殻はゆがみ、その弱い部分がついに破壊して断層を生じてひずみは解放され、その時に地震波が発生するという考え方である。この地殻にひずみ力をたくわえさせる巨大な力は海洋底拡大説で説明されている。すなわち、海底地殻が海嶺で生産されマントル対流によって拡大していきついに日本列島のかたい地殻にぶつかりその下にもぐりこむ。この際に陸側の地殻は下の方へ引き込まれ、この変形が大きくなって地殻内のひずみは極限に達し破壊、断層が生じるとする説である。このように考えると、日本列島はつねにマントル対流によってこぼれる海底地殻によって圧縮され続けられているのだから、地震はひずみエネルギーの蓄積されるたびに繰返しおこることになる。これは、内陸の地震についてもいえることで、内陸の地殻の弱いところでは、蓄積されたひずみエネルギーを解放する断層によって地震がくりかえしおこる。ただ、内陸部は、海溝付近のように直接押されているわけではないのでそのサイスマステイは著しく低いものとみられている。

一方、河角は統計的手法によって地震の周期を計算している。すなわち、歴史上100年間に鎌倉で震度5以上の地震が33回あり、この73%にあたる24回は69年を基本周期とし、その前後13年の期間内におこったことから、関東地方南部の大地震は69年周期によっておこると説明している。<sup>1)</sup>しかし最近の研究では、この69年周期は統計学的に根拠が弱いとする説があり、関東地方を襲う大地震に69年の周期があるかどうかははっきりしない。しかし、とにかく、ひずみエネルギーがある程度以上たまると地殻がたえられなくなってくりかえし地震がおこるということであるのだから、関東地震程度の大地震が今後いくつかは、関東地方をおそうことはまちがいない。

最近の研究<sup>11)</sup>によれば、関東地震の震央その他は表-2のように与えられている。関東地震は、地震学的には相模湾から房総半島南部をとって日本海溝にいたる長さ400kmほどの相模トラフという海底地形上の谷部の一部分、長さ120km、幅80kmの細長い断層面が右ずれ逆断層をおこして、数メートルほど突然すべったことによっておこったと説明されている。関東大地震の震源は、このように数千平方kmのひろがりをもった断層面である。<sup>12,13)</sup> 図-5に関東地震の震央と断層面を示す。この断層面は、関東地震のときに1回すべったのではなく、過

表-2 東京湾周辺の大地震及び十勝沖地震

発震時			震源				マグニ チュード	記 事
年	月日	時分	震央地名	北緯	東経	深さ (km)		
1703	12.31		江戸, 関東諸国	34.7	139.8		8.2	元禄地震 安政の江戸地震 (東京直下の地震)
1855	11.11		江戸	35.8	139.8		6.9	
1894	6.20	14.04	東京湾北部	35.7	139.9		7.5	東京湾北部の地震 (東京直下の地震)
1923	9. 1	2.58	関東南部	35.4	139.2	0~10	8.16	関東地震
1968	5.16	9.49	十勝沖	40.7	143.6	0	7.9	十勝沖地震
1968	7. 1	19.45	埼玉中部	36.0	139.4	50	6.1	東松山地震

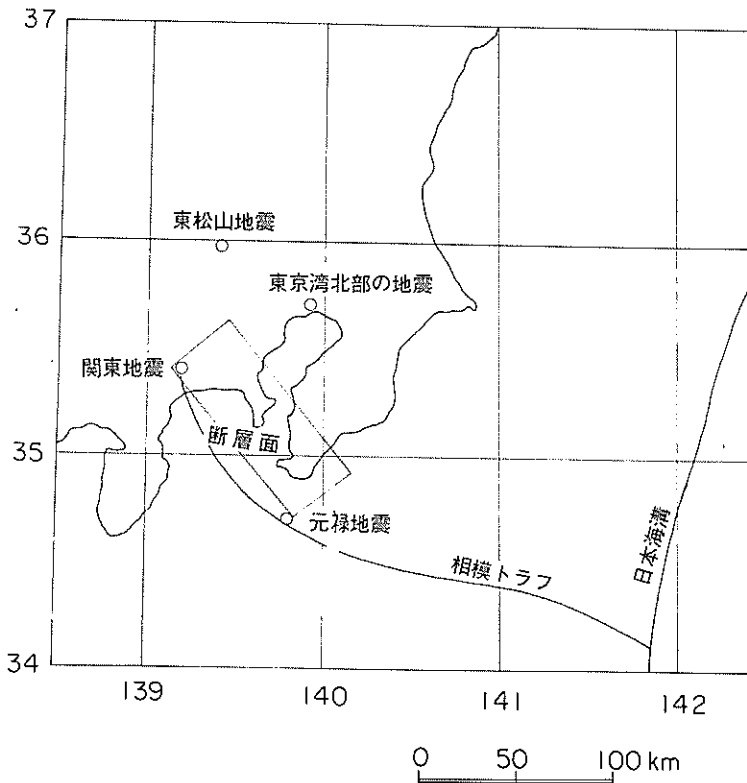


図-5 東京湾周辺の大地震の震央

去にも何回もすべったことがある。その一つは、元禄地震である。発震時その他を表-2に示す。この地震は、震度の分布が関東地震と非常によく似ていて“一代前”の関東地震であったといわれている。

しかし、過去の地震についての史料を調べると、この相模トラフ系列の大地震以外に東京に震度6以上の地震動をひきおこす可能性をもつ、もう一つ別の大地震の系

列があることがわかる。表-2にこれを示す。これらの地震の震源は東京から数十kmもはなれていることなく東京の中心部の直下にあり、震源の深さは30kmより浅い。安政の江戸地震は現在の東京の東部に発生したと思われる都市直下型の典型的なものであり、その地震動が激しかったところも局所的で直径約20km以内の地域で死者約7,000人、全壊家屋約17,000戸という大被害を

だした。都市直下型の地震として、1971年のサンフェルナンド地震 (M6.6) もそうであったし、1972年のマナグワの地震 (M6.2) もそうであったように、地震の規模はさほど大きくなくても、大都市の直下、しかも浅いところにおこった場合は大きな震害をひきおこすことになる。

東京の直下で起こった地震の断層の大きさや動きはよくわかっていないが、この地震もくりかえしおこることが予想されるし、マグニチュード7程度の地震の方が地下のひずみエネルギーが早く蓄積されることを考えあわせると、関東大地震と同程度あるいはそれ以上のおそろしさを秘めていると考えられる。

東京湾岸地域にとっては、相模湾でおこるマグニチュード8の大地震も、東京の直下でおこるマグニチュード7の地震も同じ震度7の激震をひきおこす可能性をもっている点で両方の系列ともおそろしい地震であることにかわりない。従って、東京湾岸に震度7の激震をひきおこすであろう将来の大地震として上記三つの地震、関東、元禄、東京湾北部の地震を想定した。

関東地震程度の規模の地震の記録は非常に少く、その選択もかぎられている。さらにそれが関東地方に限られると全然ない。したがって、今回の場合、増幅度を計算するための入力地震波として十勝沖地震の際、八戸港で記録<sup>14)</sup>された記録を使用した。十勝沖地震の震央その他を表-2に示す。関東地方で観測された記録としては規模は小さいが東松山地震のとき、品川で記録された地震波がある。<sup>15)</sup> 東松山地震の発震時その他を表-2に示す。これは、規模は小さいが、関東地方で起った地震の記録ということで、入力地震波として使用した。

前章で述べたように、各地点の増幅度の計算には、基盤への入射波が必要である。しかし、上述した二つの記録はいずれも地表で得られたものであり、増幅度の記算のためには、これらから基盤への入射波を計算しなければならない。八戸港と品川港の強震計設置地点の地盤条件は図-6、7に示すとおりである。この地盤をモデル化し重複反射理論によって地表の値から基盤の入射波を計算した。図-8、9にこの計算結果を示す。S-252は地震記録番号で八戸港での記録、S-340は品川で得られた記録を示す。いちばん上に示したものが地表で記録された地震波で、基盤への入射波はいちばん下の波である。図-10~13に八戸、品川両地点の入射波のフーリエスペクトル、パワースペクトルを示す。地震波の読み取り時間間隔は、0.01秒であり、スペクトルを計算するために使用したデータ数は2,000データである。パワースペクトルの計算の場合、自己相関の最大のずらしは5

秒としHanning Windowを用いた。フーリエスペクトルの方は平滑化をおこなっていない。S-252の入射波の主なピークは0.4, 1.0, 1.7, 2.2, 2.7, 4.9 Hzで、S-340の方は0.7, 1.7, 2.3, 3.4, 4.2, 4.8 Hzの周波数のところでピークがある。

震源で発生し基盤に到達した地震動の周波数特性は伝播した距離(震央距離)にはあまり関係なく、主としてマグニチュードによって卓越振動が変化すると報告されている。<sup>16)</sup> それゆえ、地震動の卓越振動数の点から見た場合増幅度の計算に用いた地震波の内、相模トラフ系の地震に対して1968年十勝沖地震 (M7.9) を用いたことは、マグニチュードがあまり変わらないことから適切であると考えられる。地震波の最大加速度を与える振動数は、マグニチュードが7以上になると急激に小さくなるようであるから、図-10に示されたS-252, N-Sのフーリエスペクトルの最大値を与える振動数が約0.4 Hz 続いて1.0, 1.7 Hz と小さいものも大地震の時の波として妥当であろう。一方、適当な観測値が無いために東京直下の地震 (M7.5) に対し1968年東松山地震 (M6.1) を用いたのは少々規模が小さかったと思われる。Gutenberg-RichterによるとM7.5に対し最大加速度を与える振動数は2.5 Hz, M6.1に対し3.3 Hzとなるから、直下の地震による増幅度は実際にはもう少し低振動数の影響が大きく表われると考えられる。

## 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過去に種々の研究があり、次のような地震の規模、震央距離等と最大加速度の関係式が提案されている。今回での計算は基盤での最大加速度が必要なわけで、岩盤での最大加速度をあらわす式には次のようなものがある。Esteva, Rosenbluethは“hard ground”における最大加速度として次式を与えている。<sup>17)</sup>

$$a = \frac{2,000 e^{0.8M}}{R^2} \quad (11)$$

a: 最大加速度

M: マグニチュード

R: 震源距離

Seed et al<sup>18)</sup>は(11)式を改訂し岩盤に対しては、

$$a = \frac{110 e^{0.8M}}{R^{1.6}} \quad (12)$$

が適当であると述べている。

Kanai, Suzuki<sup>19)</sup>は、速度スペクトルは広い帯域の周期についてほぼ一定であるとして周期Tの波の基

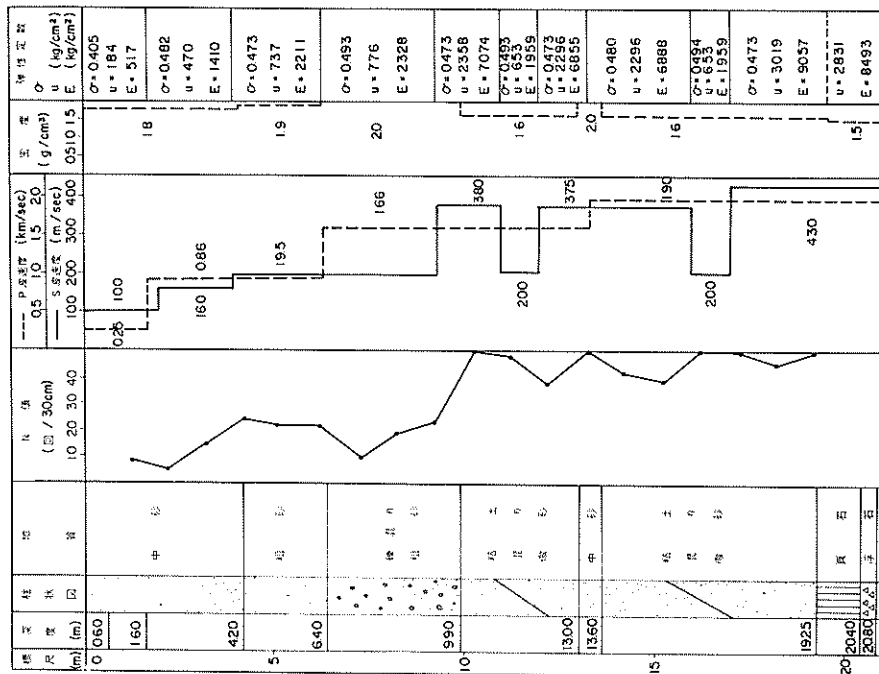


図-6 八戸速度検層結果総合柱状図

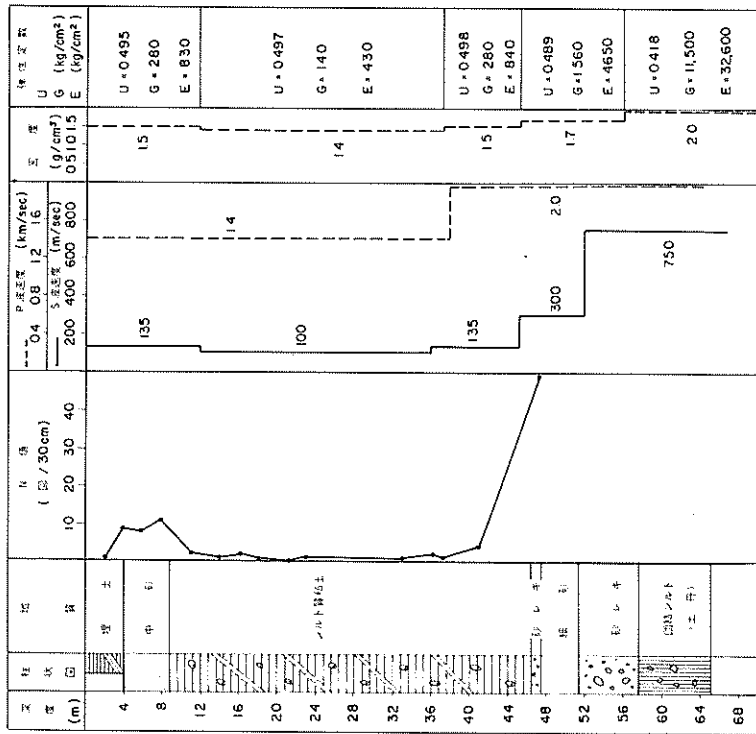


図-7 品川速度検層結果総合柱状図

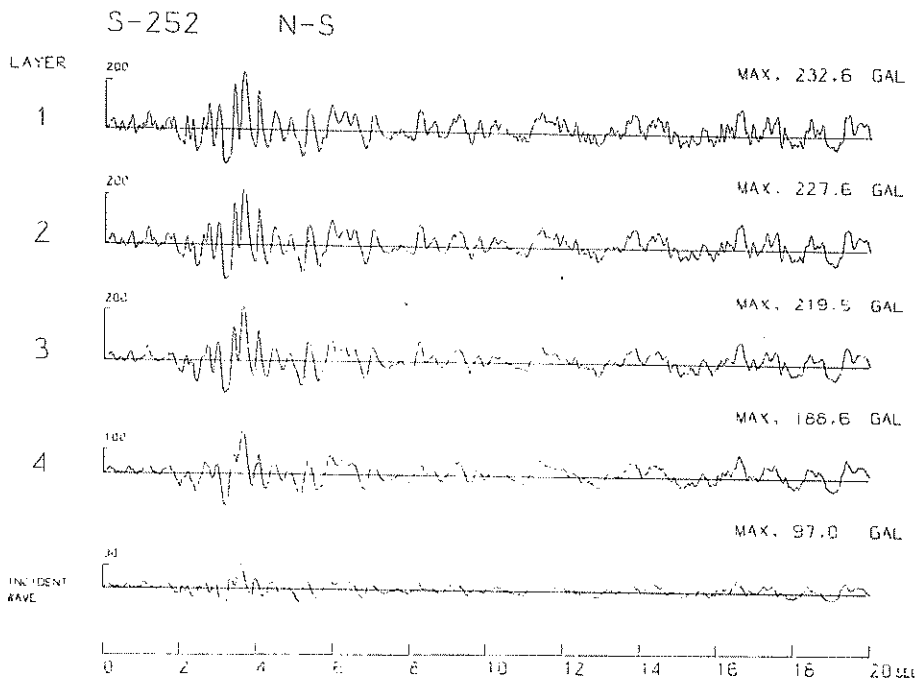


図-8 八戸各層境界における地震波形と入射波形

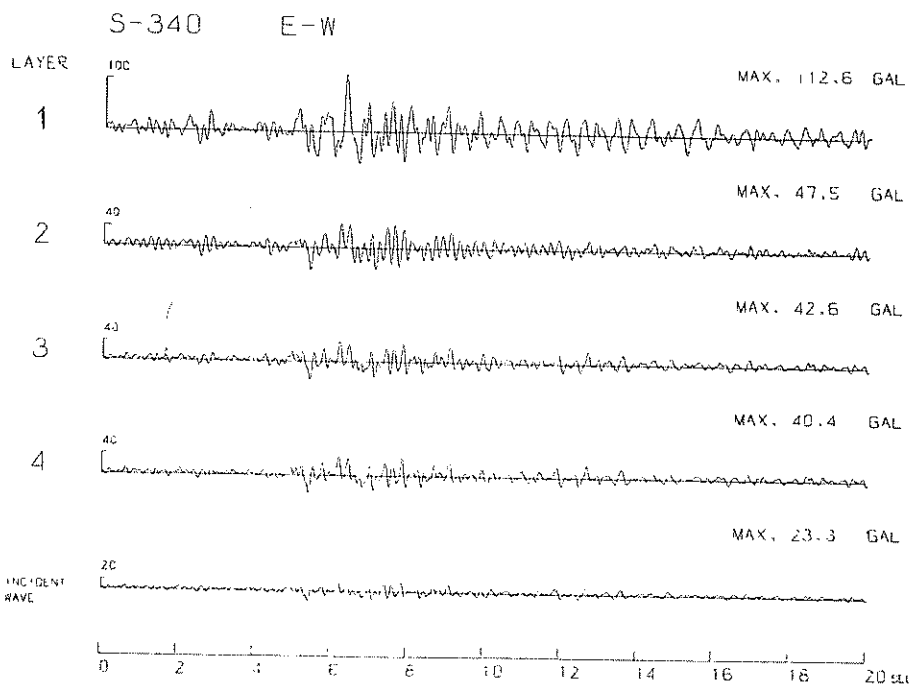


図-9 品川各層境界における地震波形と入射波形

盤における加速度を

$$\log a = \left\{ 0.61M - \left( 1.66 + \frac{3.60}{R} \right) \log R + \left( 0.167 - \frac{1.83}{R} \right) \right\} - \log T \quad (13)$$

であらわしている。ここでRは震源距離、Tは0.05～0.2<T<T<sub>m</sub>の範囲で、T<sub>m</sub>は変位スペクトルの最大となるTを示す。

その他岩盤上における最大加速度をあらわすものとして、Gutenberg, Richter<sup>16)</sup>のもの、Seed et al<sup>18)</sup>の作成した最大加速度とマグニチュード、震源距離の関係を示す図がある。

今回の計算においては、岡本<sup>20)</sup>ほかによって提案されている次式を採用した。これは、鬼怒川発電所地下67mの岩盤上で記録された各種の地震動からその最大加速度と地震のマグニチュード、震央距離との関係からもとめられたものである。

$$\log_{10} \frac{a}{640} = \frac{(D+40)}{100} (-7.604 + 1.7244M - 0.1036M^2) \quad (14)$$

ここで a：基盤での最大加速度

M：マグニチュード

D：震央距離

田治見<sup>21)</sup>は、十勝沖地震及び東松山地震において各地点で観測された地震記録から基盤における最大加速度と震央距離の関係をもとめている。この論文で与えられている岩盤上での実測値及び両地震において港湾地域で観測された地震の記録より重複反射理論で求めた基盤での最大加速度を震央距離に対してプロットしたものを図-

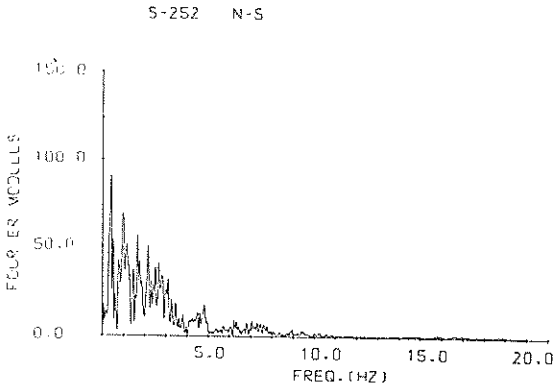


図-10 八戸入射波のフーリエスペクトル

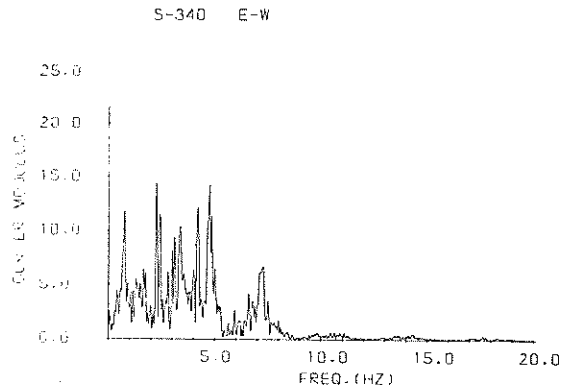


図-11 品川入射波のフーリエスペクトル

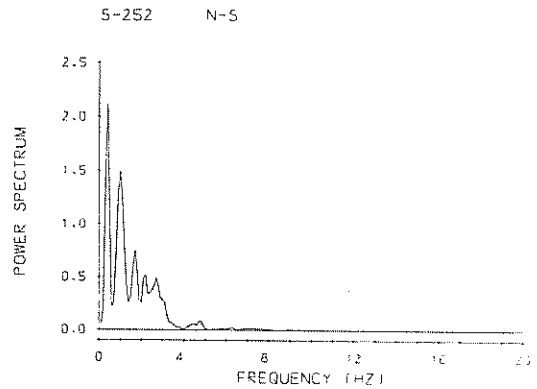


図-12 八戸入射波のパワースペクトル

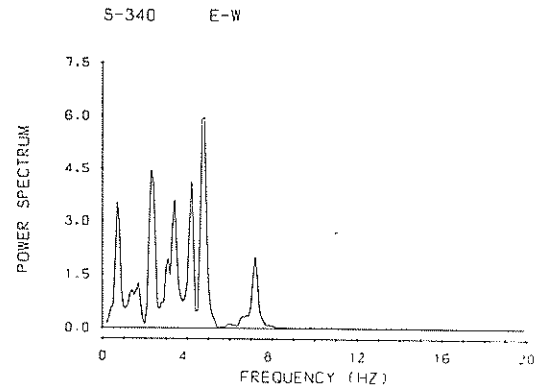


図-13 品川入射波のパワースペクトル

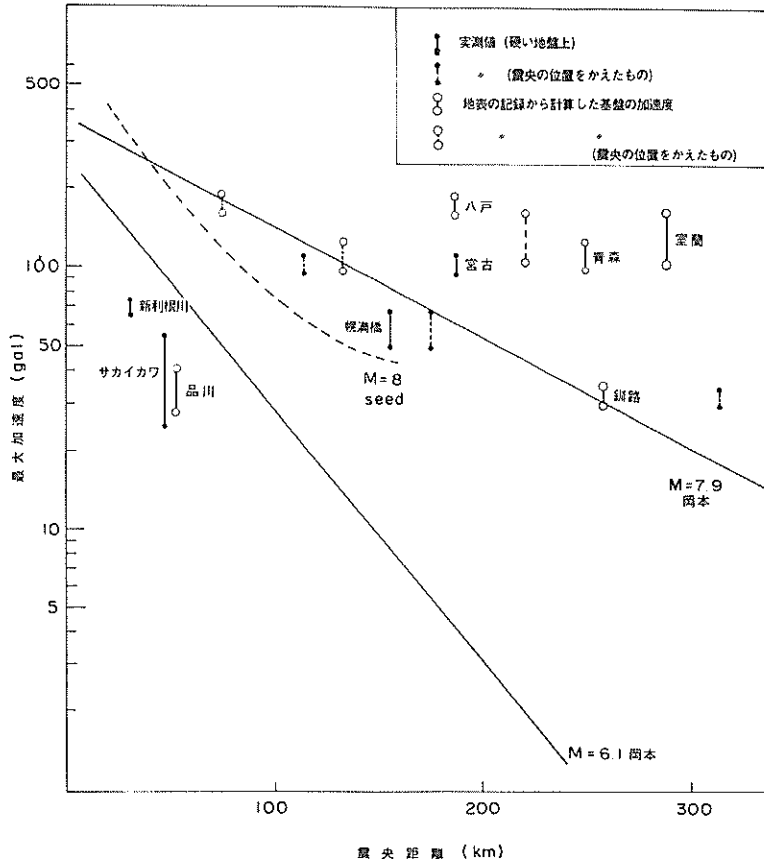


図 - 14 基盤での最大加速度と震央距離

14に示す。図中には、岡本の式及びSeedの曲線が示されている。N-S成分及びE-W成分について示しており、実測値は黒点で、地表の記録より計算した基盤の加速度は白点であらわしている。十勝沖地震の震央は表-2に示す値であるとされているが、長宗<sup>22)</sup>は気象庁の1倍強震計の記録において主要動が始まる相の走時から推定される主要動の震央として次の値を与えている。

震央 北緯  $40^{\circ} 35'$   
東経  $142^{\circ} 20'$

この地点は本震の震央からの距離約107 Km、八戸東方約55 Kmの位置になる。この震央からの距離に対して十勝沖地震での各記録の最大加速度をプロットしなおすと、図中、N-S成分とE-W成分を破線で結んだものとなる。これをみるとかなり岡本の式に近づくことがわかる。東松山地震においては、岡本の式はかなり大きめに示しているが、十勝沖地震の場合は各地点ともかなり良い一致を示しているのがわかる。

以上述べたように震央距離の違いに応じて基盤に生じる最大加速度を岡本らの式によって求めたことは、マグニチュードが大きい場合にはデータ数が少ないとはいえ妥当であると判断して良いと思われる。ただし、震央距離が数10 Km未満の場合についてはデータがないので、この式を適用しうるか否かは検討を要する。

そこで岡本らの式を比較的震央に近い地域にも適用するにあたって、震央付近での加速度について考察してみる。東京湾北部の地震の場合は東京は震央の真上になるし、関東地震の場合でも、横浜ぐらいまでがほぼ断層面上に位置している。したがって、震央部付近の最大加速は一体どれくらいになるかが問題となる。勝又<sup>23)</sup>は過去における観測例及び重大な被害を生じた地震の震災地を踏査した結果から推定した最大加速度値から、“地震休積”という観点にたつて、強震地域の広がりや地震のマグニチュードの増大によって急激に増大するが、その震源付近の地震動の最大加速度はマグニチュードが変わっ



てもそれほど大きく変化するものでなく、M5以上の地震に対して日本の平均的地盤における最大加速度の値として400galを与えている。Housner<sup>24)</sup>は、震央付近の最大加速度はマグニチュードにより大幅にかわるものでなく、沖積層上でマグニチュード8.5で最大加速度は500galぐらいであるとしている。Gutenberg, Richter<sup>16)</sup>は南カルフォルニア地方の地震のマグニチュードと震央付近の最大加速度の関係においてマグニチュード8の岩盤上における最大加速度として450galを与えており、さらに沖積層上ではこれらの約2.5倍の800gal程度と推定している。岡本<sup>25)</sup>は過去の地震について踏査記録を調べて最大加速度を推定し、震央付近の最大加速度とマグニチュードの関係をもとめ、その上限、下限を次の式で与えている。

$$\text{上限} \quad a_0 = 12 M^2 \quad (15)$$

$$\text{下限} \quad a_0 = 6 M^2 \quad (16)$$

ここで  $a_0$  : 震央部の最大加速度

M : マグニチュード

軟地盤の場合は上限を、硬地盤の場合は上下限の平均値をとるものとしてマグニチュード8の震央部の最大加速度として、岩盤で580gal、沖積層で770galを与えている。今回採用した岡本らの式を単純に震央部に適用して、 $D=0$ として最大加速度を求めるとマグニチュード8では $a_0=427\text{gal}$ となる。勝又によれば、球状の震源域(マグニチュード8では半径5.6km)の表面ではすべて400galとなると仮定している。震源域という考え方からすれば、震央付近においても岡本の式をそのまま使うのは不適当であるかもしれないが、求めた加速度はそれほどとつともなく大きな値ではなく、むしろ妥当な値を示していると考えられる。

## 6. 計算結果

各地点の増幅度の計算結果を図-15に示す。図には八戸と品川の各記録によるものが同時に示してある。各地点の地盤の周波数伝達関数を付録-2に示す。周波数伝達関数のピークを示す振動数(地盤の卓越振動数)とピークの値(増幅率)も付録-3に表示してある。

次に関東地震程度の規模の地震がおこったときに、各地点で一体どれくらいの加速度が期待されるかを推定してみた。想定した地震は4.7で述べた3地震、関東地震、元禄地震、東京湾北部の地震でこれらの地震の震央から各地点への震央距離を表-1に示す。各地点の加速度は基盤の加速度にその地点の増幅度をかけて求められるわけだが、各地点の基盤における最大加速度は5.7で述べた岡本の式によって計算した。この各地点の基盤での最大

加速度と、それにS-252, S-340の増幅度をかけて求められる地表での最大加速度を表-3に示す。図-16, 17にはこれらを各地点の位置上にプロットしたものを示す。

## 7. 考 察

### 7.1 増幅度に及ぼす地盤と入力地震波の影響

図-15をみると、地点により地震によってかなり増幅度が違うことがわかる。地点97ではS-252が4.21, S-340が1.93と地震によって倍以上も増幅度が違う。もちろんこれは、周波数伝達関数をみればわかるように、S-252の入射波の卓越振動数1.0Hzが地点97の地盤の卓越振動数と一致しているからであり、S-340の方はその一致がみられないからこの増幅度の違いがあらわれるのである。したがって、S-340の方でも同様のことがいえる。地点42の場合、S-252の増幅率は1.95であるのに対して、S-340の方は入射波の卓越振動数1.7Hzが地点12の2次の卓越振動数と一致しているために、その増幅率は3.91とS-252の場合のほぼ倍の値となっている。同様の傾向が地点96でもみられる。S-252の増幅率が1.29に対して、S-340の方は2.32とほぼ倍の値である。しかし、地点96の方の増幅率は地点12のそれに比べてかなり小さい。これは、地点96の地盤の卓越振動数が1.8と1.7と若干違うということもあるが、そのことよりも、それぞれの地盤条件をみればわかるが、地点42の方がかなり地盤の条件は悪い。地点42はN値がほぼ0の層が35mもあるのに対し地点96の方はN値は3と小さいが層厚は16.4mとすくない。したがって、伝達関数の増幅率も、地点96では1.8Hzで4.16なのに対して、地点42の方は、1.7Hzで6.22とかなり大きい。

3.で示したように、関東地震の横浜市の木造家屋の被害率と沖積層の厚さとの関係は図-2のようになっている。被害率は沖積層の厚さの増加にともなうてふえるが、その厚さが30mをこえると、被害率の増す割合は小さくなっており、これは理論的にも説明づけられている<sup>26)</sup>いま、図-18に示すように、横浜市の南部低地の弘明寺一山下町の線にそって10地点を選んだ。これらの地点の土質柱状図を、付録-1に示す。これらの地点の増幅度の結果を図-18に示す。地盤の周波数伝達関数、地盤の卓越振動数と増幅率の表を付録-2に示す。周波数伝達関数の増幅率は、沖積層厚の増加とともにふえているが20mよりも厚くなってくるとそのふえ方は少なくなっている。しかし増幅度の方は、わずか100mぐらい

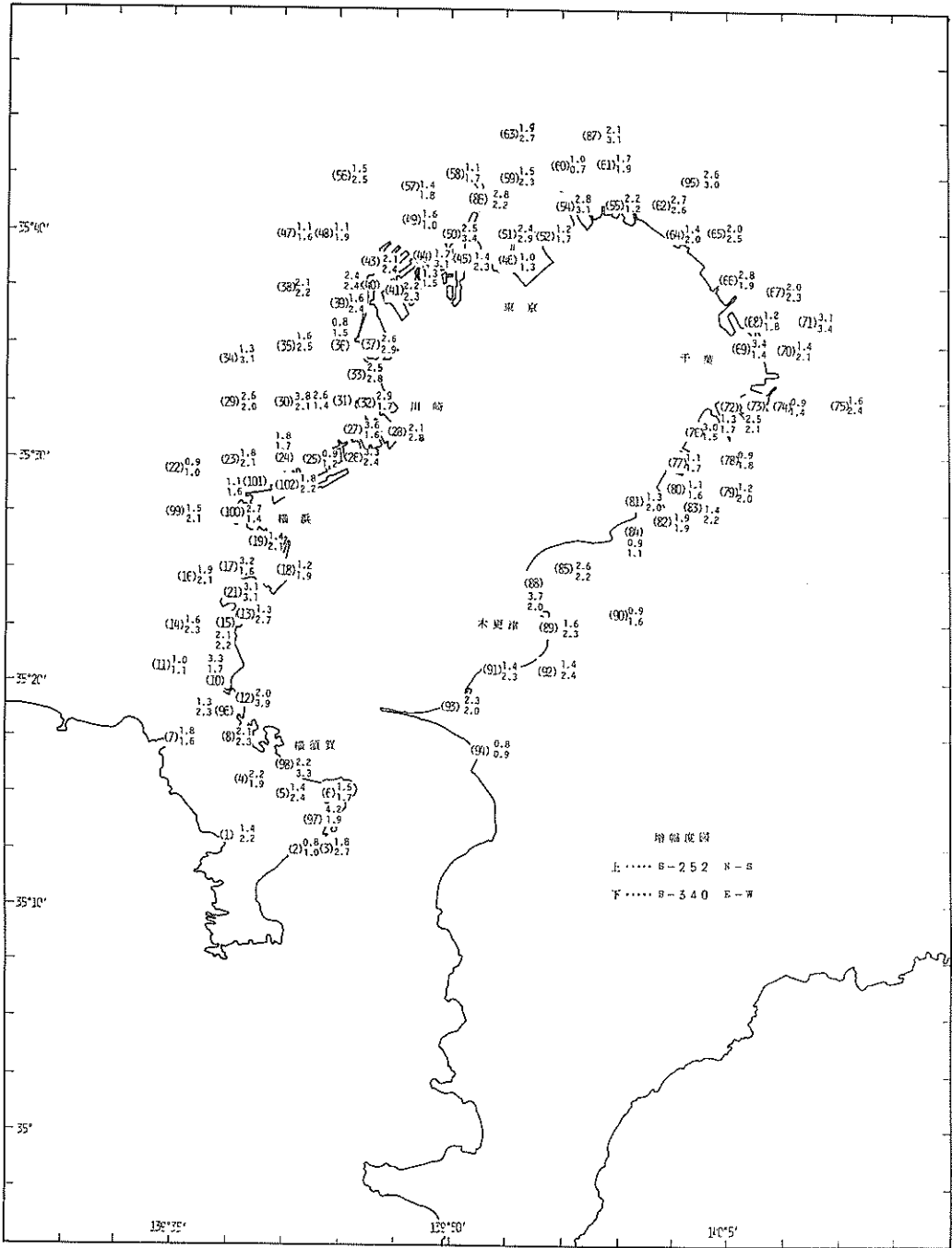


图 - 15 增 幅 度 图

しかはなれていないところでもかなり異なった値を示している。これは、この計算手法があくまで1次元的であり、一地点だけを対象としたもので、これを面まで拡張するためには、モデル化する際に、各地点の各層の平面的ひろがりを考えて各地盤常数を決めなければならない。しかし、各地点によって地盤条件はさまざま、これを単純にモデル化するのにはかなりむずかしい。この各地点間の差異という問題の他に、基本的にはこちらの問題の方が先であるのだが、各地点について地盤内の地震動の最大値の分布が実際に観測されるものと同じものであるかどうかという問題がある。この点については過去の研

究によって地盤内の地震動の伝播が重複反射理論で説明できるとされており、<sup>7, 8)</sup> 荒井<sup>27)</sup>によれば、シルト及び粘土地盤内の最大地震動の沿直分布は $q_u$  値の深さ方向の分布にしたがって深さ方向に地盤の剛性がかわるとした場合、重複反射理論による計算値と観測値の一致性の良いことを示している。今回の計算においては $q_u$  値のデータがないこともあって厚い粘土層においてもN値から単純に粘土層の剛性率を推定しているが、これはあくまで便宜的にやったものであり、粘土の剛性率についてはさらに検討が必要である。

増幅度に関しては入射波によってあるいは地盤の卓越

表-3 各地点の最大加速度表

No.	地名	基盤での最大加速度				S 252 N-S			S 340 E-W			
		東京湾北 部	関 東	元 禄	増幅度	東京湾北 部	関 東	元 禄	増幅度	東京湾北 部	関 東	元 禄
1	武 山 病 院	206.1	277.5	238.0	1.363	gal 281.0	gal 378.2	gal 324.4	2.174	gal 448.1	gal 603.1	gal 517.2
2	野 比	208.5	262.5	243.6	0.795	165.8	208.7	193.6	1.005	209.5	263.7	244.7
3	東 京 電 力	210.1	257.2	244.4	1.843	387.2	473.9	450.4	2.715	570.6	698.0	663.3
4	大 楠 山	217.5	279.9	228.2	2.207	478.9	616.5	502.7	1.906	414.6	533.3	434.9
5	根 岸 町	218.2	270.1	232.3	1.446	315.5	390.5	335.9	2.354	513.7	635.8	546.8
6	鴨 居	221.1	261.6	233.5	1.492	329.9	390.4	348.3	1.684	372.3	440.5	393.0
7	逗 子	218.3	298.6	217.6	1.835	400.6	547.9	399.2	1.643	358.7	490.4	357.4
8	田 浦 町	224.1	286.1	220.1	2.135	478.5	610.8	469.9	2.309	517.5	660.6	508.2
9												
10	鎌倉(寺分)	233.2	292.5	209.9	3.305	770.4	966.7	693.8	1.705	397.6	498.7	357.9
11	鎌倉(天台山)	228.9	306.4	205.2	0.968	221.6	296.6	198.7	1.085	248.4	332.3	222.6
12	平 潟 町	233.6	285.5	213.3	1.954	456.3	557.8	416.8	3.906	912.3	1,114.8	833.1
13	鳥 浜 町	250.1	288.0	199.3	1.249	312.4	359.7	249.0	2.680	670.3	771.6	534.1
14	宮 ケ 谷	238.2	304.4	199.1	1.587	377.9	483.1	316.0	2.263	539.0	688.6	450.6
15	杉 田 町	245.6	291.0	201.2	2.126	521.9	618.7	427.7	2.215	544.0	644.6	445.4
16	別 所 町	247.7	301.3	193.1	1.946	481.8	586.4	375.8	2.081	515.4	627.0	401.8
17	西 根 町	256.4	291.2	192.3	3.248	832.8	945.9	624.6	1.550	397.5	451.4	298.1
18	本牧(日産ふ頭)	264.1	278.4	193.7	1.154	304.8	321.3	223.5	1.882	497.1	523.9	364.4
19	山 下 町	266.1	284.3	188.7	1.369	364.3	389.2	258.4	2.072	551.3	588.9	391.0
20	本 牧 C ぶ 頭	270.1	278.0	189.3	0.925	249.8	257.1	175.1	1.281	346.0	356.0	242.5
21	磯 子	251.0	291.3	196.7	3.143	788.9	915.6	618.2	3.111	780.9	906.2	611.6
22	東 本 郷	267.2	297.4	176.5	0.881	230.0	262.0	155.5	1.012	270.4	300.9	178.6
23	菊 名 町	277.5	287.0	175.7	1.778	493.4	510.2	312.3	2.061	572.0	591.3	361.9
24	生 麦 町	287.8	274.8	176.8	1.777	511.2	488.3	314.2	1.664	478.9	457.2	294.2
25	小 田 町	292.6	268.8	177.2	0.855	293.4	229.9	151.5	1.244	364.0	334.4	220.4
26	水 江 町	299.2	260.2	177.7	3.251	972.7	845.8	577.6	2.420	724.1	629.4	429.8
27	千 鳥 町	308.1	255.9	173.7	3.561	1,097.1	911.4	618.7	1.596	491.8	408.4	277.2
28	浮 島 町	312.2	250.4	173.8	2.086	651.0	522.4	362.6	2.793	872.0	699.4	485.5

No.	地名	基盤での最大加速度			S252 N-S			S340 E-W				
		東京湾 北 部	関 東	元 禄	増幅度	東京湾 北 部	関 東	元 禄	増幅度	東京湾 北 部	関 東	元 禄
29	北 綱 島 町	287.1	282.8	167.9	2.599	745.9	734.9	436.3	1.993	572.1	563.4	334.4
30	塚 越	298.9	271.1	168.9	3.758	1,122.9	1,018.9	634.8	2.059	615.4	558.2	347.8
31	南 六 郷	309.9	259.8	169.6	2.631	815.3	683.6	446.2	1.369	424.3	355.7	232.0
32	羽 田	315.0	254.3	169.8	2.929	922.3	744.9	497.3	1.695	533.9	431.0	287.6
33	大 森 南	321.6	252.5	165.9	2.513	808.2	634.5	417.0	2.795	899.0	705.5	463.7
34	新 城	293.4	278.8	162.3	1.336	392.0	372.5	216.8	3.080	903.8	858.7	499.6
35	玉 川 園 前	308.8	266.4	161.4	1.597	493.2	425.5	257.7	2.481	766.2	660.9	400.2
36	大 森 北	321.9	255.7	162.0	0.835	268.7	213.5	135.3	1.513	487.0	386.9	245.0
37	大 井 ぶ 頭	328.0	250.5	162.2	2.621	859.7	656.5	425.0	2.930	961.2	733.7	475.0
38	谷 反 町	316.8	260.9	154.1	2.138	677.1	557.8	329.6	2.204	698.1	574.8	339.6
39	五 反 田	329.6	252.1	156.5	1.645	542.2	414.7	257.4	2.377	783.6	599.2	371.8
40	品 川 ぶ 頭	339.3	245.8	154.9	2.407	816.7	591.7	372.8	2.375	805.9	583.8	367.7
41	1 3 号 地	346.6	240.9	155.0	2.240	776.2	539.6	347.1	2.303	798.1	554.6	356.7
42	有 明 町	349.3	239.7	153.2	1.267	442.6	303.7	194.0	1.521	531.3	364.4	232.9
43	晴 海	343.8	243.2	151.4	2.092	719.0	508.9	316.6	2.411	828.9	586.4	364.8
44	東 雲 町	359.5	233.7	151.5	1.676	602.5	391.7	253.8	3.071	1,104.1	717.7	464.9
45	夢 ノ 島	366.7	229.1	151.4	1.434	525.8	328.5	217.1	2.266	831.0	518.9	342.8
46	堀 江 町	376.6	219.9	151.1	0.955	359.6	210.0	144.3	1.370	515.9	301.1	206.9
47	代 々 木	321.7	254.6	147.3	1.128	362.9	287.2	166.1	1.581	508.7	402.5	232.7
48	赤 坂	334.2	247.6	147.7	1.055	352.6	261.2	155.8	1.853	619.3	458.6	273.5
49	霊 岸 島	361.6	232.3	146.3	1.548	559.6	359.6	226.5	0.996	360.1	231.2	145.7
50	南 砂 町	372.9	226.7	148.0	2.528	942.4	573.2	374.0	3.430	1,278.9	777.6	507.2
51	桑 川 町	386.2	217.8	147.6	2.435	940.4	530.4	359.4	2.929	1,131.2	623.3	432.3
52	当 代 島	385.5	211.3	147.2	1.227	473.0	259.2	180.6	1.726	665.4	364.5	253.9
53												
54	下 妙 典	389.3	207.1	143.7	2.817	1,096.4	583.4	404.8	3.122	1,215.3	646.6	448.3
55	海 神 町	370.4	198.8	142.9	2.215	820.2	440.5	316.4	1.151	426.3	228.8	164.4
56	小 石 川	340.1	239.1	141.1	1.491	507.1	356.5	210.4	2.462	837.4	588.4	347.4
57	稻 荷 町	363.0	229.6	143.0	1.417	514.2	325.3	202.6	1.842	668.6	393.6	263.2
58	吾 孺 町	377.1	221.7	141.3	1.060	399.6	235.1	149.8	1.715	646.7	380.2	242.3
59	松 本 町	396.2	213.3	141.0	1.540	610.1	328.5	217.1	2.295	909.4	489.3	323.6
60	鬼 高 町	387.7	203.9	138.9	1.045	405.1	213.1	145.1	0.728	282.3	148.4	101.1
61	新 船 橋	374.3	197.9	138.3	1.666	623.6	329.7	230.4	1.897	710.1	375.4	262.2
62	津 田 沼	356.4	192.8	142.1	2.707	964.8	521.9	384.6	2.596	925.2	500.5	368.6
63	柴 又 沼	383.3	209.6	136.2	1.931	740.2	404.8	263.1	2.703	1,036.2	566.5	368.1
64	鷺 沼	349.9	192.5	145.0	1.406	492.0	270.6	203.9	1.993	697.4	383.5	289.0
65	畑	337.0	186.5	144.0	1.996	662.5	372.3	287.4	2.452	826.4	457.3	352.8
66	稻 毛	328.7	186.7	148.5	2.813	924.6	525.1	417.8	1.941	638.0	362.2	288.2
67	浅 間	315.5	181.4	148.9	1.995	629.2	361.8	297.0	2.321	732.3	420.8	345.4
68	千葉港事務所	315.5	184.5	152.7	1.214	382.9	224.0	185.3	1.785	563.1	329.2	272.4
69	川 崎 町	311.0	185.5	156.1	3.449	1,072.6	640.0	538.3	1.363	424.0	252.8	212.6

No.	地名	基盤での最大加速度				S 252 N-S				S 340 E-W			
		東京湾 北 部	関 東	元 禄	増幅度	東京湾 北 部	関 東	元 禄	増幅度	東京湾 北 部	関 東	元 禄	
70	千葉寺町	304.4	181.5	155.1	1.408	428.5	255.6	218.4	2.102	639.8	381.6	325.8	
71	和田	301.2	176.7	150.7	3.067	923.8	541.8	462.2	3.431	1,033.5	605.9	516.7	
72	丸善石油	306.4	191.5	164.1	1.256	384.7	240.6	206.2	1.731	530.4	331.5	284.1	
73	昭和電工	300.8	187.3	163.1	2.506	753.8	469.5	408.8	2.108	634.1	394.8	343.8	
74	村田	295.0	183.3	162.0	0.894	263.7	163.8	144.9	1.371	404.5	251.2	222.1	
75	大金	289.1	179.2	160.9	1.607	308.3	288.0	258.5	2.391	691.2	428.5	384.5	
76	宇部興産	305.1	196.6	168.8	3.011	918.7	592.0	508.3	1.522	464.4	299.2	256.9	
77	出光興産	302.5	201.7	173.6	1.086	328.5	219.1	188.5	1.704	515.4	343.7	295.6	
78	飯沼	294.1	193.0	171.6	0.938	274.7	181.0	160.9	1.770	520.6	341.4	303.5	
79	町田	287.8	193.5	175.4	1.201	345.6	232.4	210.6	1.985	571.3	383.9	348.0	
80	姉崎	295.4	202.3	177.5	1.060	313.1	214.5	188.1	1.599	472.4	323.5	283.7	
81	北袖ヶ浦	296.2	209.5	180.8	1.256	371.9	263.1	227.1	1.971	583.7	412.7	356.4	
82	椎津新田	289.9	205.1	182.0	1.912	554.1	392.1	347.9	1.928	558.8	395.2	350.7	
83	砂子	290.2	200.3	179.0	1.351	392.1	270.6	241.8	2.219	644.0	443.8	397.0	
84	歳波	288.8	209.9	184.9	0.876	252.9	183.9	162.0	1.069	308.7	224.2	197.7	
85	万石	281.2	222.4	193.3	2.574	723.8	572.4	497.5	2.153	605.4	478.6	416.0	
86	小松川	386.2	219.9	144.5	2.758	1,064.9	606.6	398.4	2.244	866.6	493.5	324.2	
87	奉免町	373.7	197.8	135.4	2.145	801.6	424.2	290.4	3.076	1,149.6	608.1	416.2	
88	木更津空港	277.9	227.5	196.1	3.661	1,017.4	832.8	718.0	2.048	569.2	465.7	401.6	
89	木更津	266.9	224.8	202.6	1.638	436.6	368.2	331.9	2.276	607.5	511.4	461.1	
90	大成	268.2	212.6	198.3	0.938	251.5	199.4	186.0	1.557	417.5	330.9	308.8	
91	大和田	256.4	234.5	210.8	1.401	359.1	328.5	295.3	2.275	583.3	533.3	479.3	
92	畑沢	256.5	224.2	209.6	1.426	365.8	319.7	299.0	2.381	610.8	533.8	499.1	
93	青木	245.4	241.3	218.7	2.303	565.2	555.7	503.6	2.019	495.5	487.2	441.4	
94	千種新田	236.6	234.5	226.0	0.785	185.7	184.1	177.4	0.914	216.2	214.3	206.6	
95	栗園台	347.5	187.2	138.3	2.636	916.0	493.4	364.5	3.046	1,085.6	570.1	421.3	
96	追浜	229.4	287.9	215.2	1.287	295.2	370.5	277.0	2.317	531.5	666.8	498.6	
97	久里浜	214.7	262.2	238.5	4.212	904.3	1,104.5	1,004.5	1.925	413.3	504.7	459.1	
98	横須賀中央	223.7	272.2	227.1	2.160	483.0	587.9	490.6	3.345	748.2	582.6	759.6	
99	坂本	260.1	299.6	182.6	1.532	398.3	459.0	279.7	2.141	556.8	422.1	390.7	
100	高島ふ頭	267.2	289.8	183.8	2.744	732.9	804.0	509.9	1.409	376.5	408.3	259.0	
101	新子安	277.3	282.3	180.3	1.095	303.5	309.1	197.5	1.648	457.0	465.2	297.1	
102	大黒町	282.0	276.2	180.9	1.843	519.5	509.0	333.4	2.191	617.8	604.9	396.1	
103	弘明寺	251.9	299.3	190.8	1.016	256.0	304.1	193.8	1.187	299.0	355.2	226.4	
104	弘明寺(通町)	253.1	298.5	190.3	2.218	561.4	662.0	422.0	1.982	501.7	591.6	377.0	
105	花之木	256.6	296.4	188.6	4.040	1,036.7	1,197.4	762.0	2.048	525.6	607.0	386.3	
106	高砂	258.6	293.1	189.2	2.260	584.4	662.4	427.5	2.445	632.3	716.7	462.5	
107	新川	259.4	292.9	188.6	2.803	727.2	821.0	528.7	2.157	559.6	631.8	406.8	
108	末吉	261.0	291.9	187.9	1.490	388.9	434.9	280.0	2.020	527.2	589.6	379.6	
109	伊勢崎	263.8	289.2	187.3	1.534	404.7	443.6	287.3	1.944	512.9	562.2	364.1	
110	関内	263.9	289.1	187.4	3.214	848.0	929.1	602.3	4.313	1,138.0	1,246.8	808.3	
111	横浜公園	264.3	288.4	187.5	1.511	399.3	435.8	283.3	2.108	557.1	608.0	395.2	
112	南仲通	264.9	288.9	186.6	2.687	711.7	776.4	501.4	1.284	340.1	371.0	239.6	

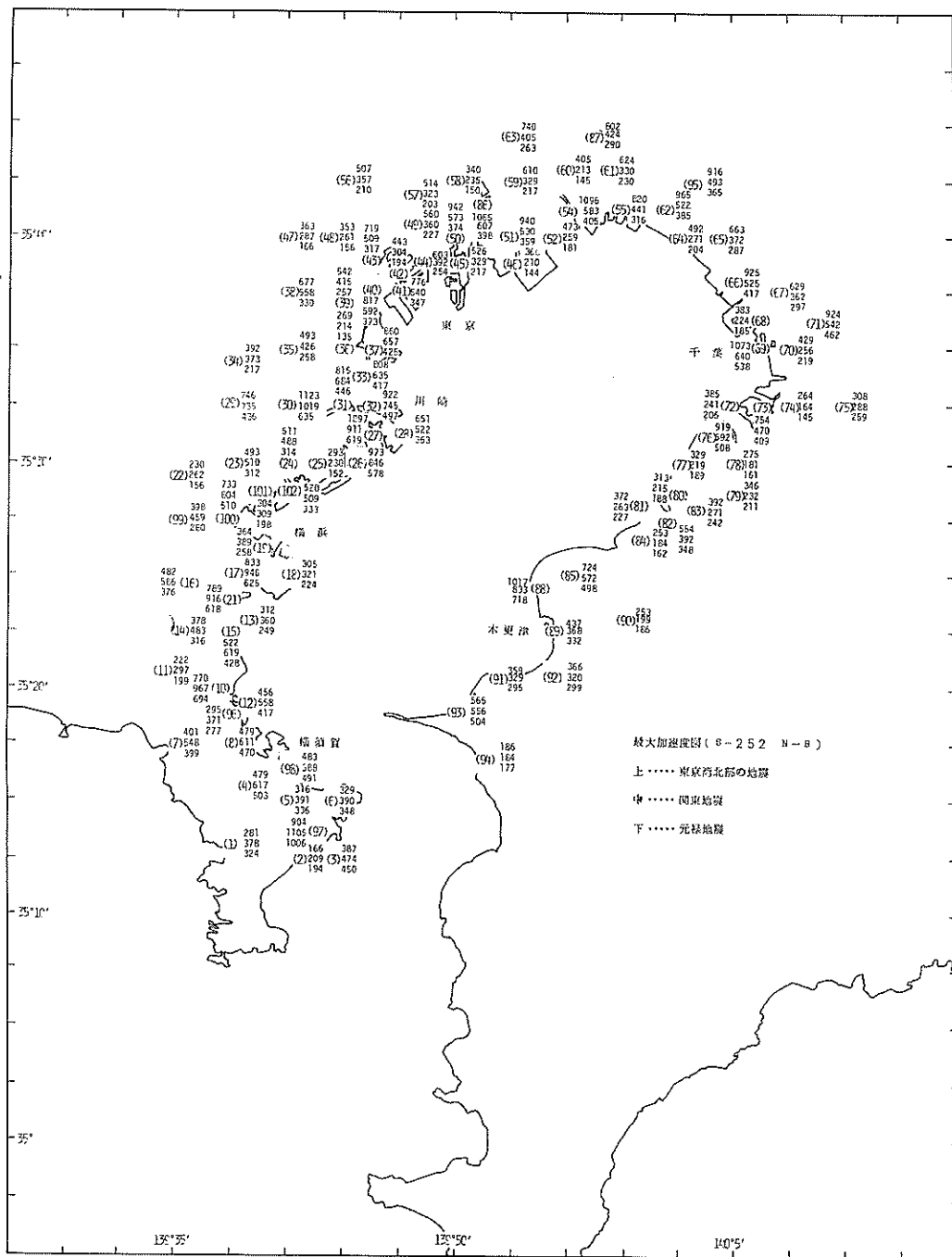


図 - 16 最大加速度図 ( S - 252 N - S )

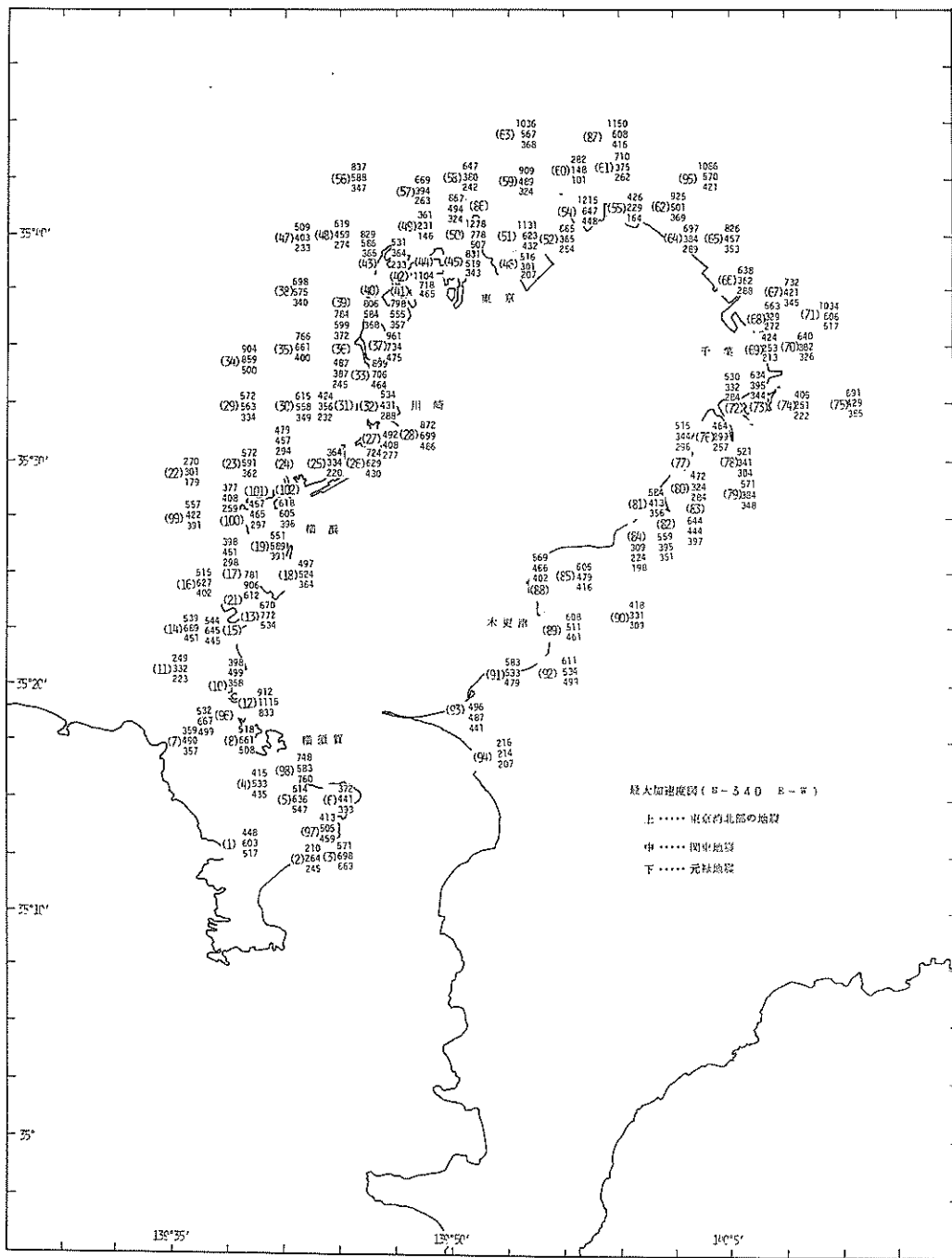


図-17 最大加速度図 (S - 340 E - W)

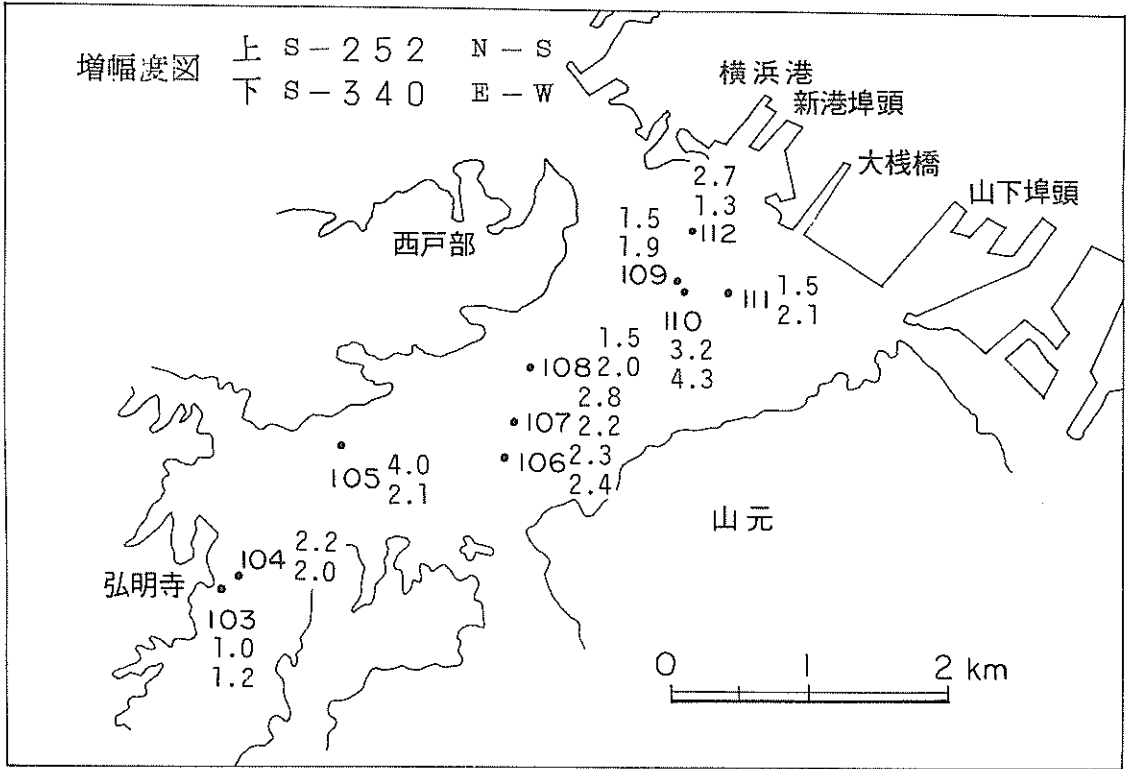


図 - 18 横浜南部低地の増幅率図

振動数によってかわるもので、この増幅率だけをとりだして考えてもよくわからない。前述したように地盤の剛性率が小さいほど、増幅率は大きくなっている。それでこの点から、各地点の増幅率について整理してみた。表-4にN値が10以下の沖積層の厚さと各地点の増幅率の関係を示す。左が地盤の1次の卓越振動数、右がその増幅率である。この表で地点番号に\*が1つついているものは、N値が0あるいは1の層が含まれていることを示し、\*が2つついているものは、上層にN値が10以上の硬い層があることを示す。この表を見てすぐわかることは、N値が0あるいは1の層が含まれている地点の増幅率は大きく5以上である点である。ただ、途中あるいは上層に硬い層が含まれている地点の増幅率は5より小さいものがある。このように、途中あるいは上層に硬い層があると1次の卓越振動数での増幅率が小さくなる。ただ、最大加速度の増幅率はかならずしも小さいとはいえない。地点26の場合増幅率は3.71であるのに増幅率はS-252の場合、3.25である。各地点の増幅率の数値をさらにくわしくみると層厚20mを境にして、それ以下のものの増幅率は4以下、20m以上のものの増幅率

は4以上であることがわかる。ただ、N値10以下の層厚が20m以下のものであっても、N値が2あるいは3の小さい層を含む地点、あるいは、地点8、68のようにインピーダンス比が小さい地点では、増幅率が4以上になっている。さらに、N値が10以下の層厚が20m以上であっても上層に硬い層があると増幅率は4より小さい値となっている。この増幅率の4という値がどのようなを意味するか不明であるが、とにかく増幅率が大きいところでは地盤の増幅作用が大きいということであるから、当然のことだが剛性率の小さい軟弱地盤では地震時において、大きな加速度が期待されるであろう。いまここでは1次の卓越振動数とその増幅率だけを問題にしたのだが、地点によっては1次の卓越振動数以外の振動数において最大の増幅率を示すものがかなりある。粘性などを考慮すると高い振動数はあまり問題にならないが、5Hz以下の振動数での増幅率が1次の増幅率より大きいものは地点23の4Hz、地点57の4.7Hz、地点65の3.8Hz、地点73の3.8Hzなどがある。地点12では、S-340の増幅率が地盤の2次の卓越振動数1.7Hzが入射波の1.7Hzの卓越振動数と一致して、3.91と大きな



表一四 N 値 10 以下の層厚と増幅率

層厚 (m)	0	0~5	5~10	10~15	15~20	20~25	25~30	30~35	35~40	40以上
②	11.6, 1.50	14.4, 6.76	①5.1, 2.17	⑥2.5, 3.79	*⑦1.4, 6.36	⑦12, 5.37	⑩1.2, 5.49	⑰1.1, 4.09	*⑱0.5, 7.42	**⑳0.5, 4.56
④	3.5, 2.83	⑱1.9, 2.58	③4.3, 3.72	⑮3.0, 3.71	*⑲1.4, 6.27	⑬16, 4.11	⑳1.0, 4.81	⑳1.2, 3.49	**㉑0.8, 3.71	㉒0.6, 4.43
⑦	2.6, 3.29	⑳14.4, 4.19	⑧3.8, 4.10	⑯2.8, 3.73	⑳1.4, 3.71	**㉑1.6, 2.86	㉒1.0, 4.95	**㉓0.8, 3.19	*㉔0.5, 7.21	㉕0.7, 4.37
⑩	1.8, 2.03	㉑7.7, 2.35	⑭4.7, 3.85	⑰2.3, 3.14	*㉖1.4, 5.14	*㉗0.8, 6.59	㉘1.4, 3.26	*㉙0.8, 4.80	*㉚0.5, 6.39	*㉛0.7, 5.14
⑬	3.7, 3.13	*㉜4.0, 4.03	㉑3.6, 3.34	⑳2.4, 4.11	*㉞1.4, 7.55	㉑1.6, 4.74	㉒0.8, 3.69	㉓1.0, 4.57	*㉔0.6, 15.57	**㉕0.9, 2.97
⑮	2.23, 1.83	㉑5.2, 5.44	㉑5.0, 5.96	*㉒2.7, 6.47	*㉓1.8, 3.12	㉔12, 3.76	*㉕0.7, 5.25	*㉖0.9, 4.63	**㉗0.9, 3.73	
⑰		㉑1.6, 1.87	㉑2.8, 5.14	*㉒1.8, 5.48	*㉓2.1, 3.46	**㉔1.9, 3.92	㉕1.0, 4.68	*㉖0.6, 5.08	*㉗0.6, 5.34	
⑲		㉑2.6, 1.99	㉑3.2, 3.10	*㉒1.6, 3.33	㉓1.8, 4.16	**㉔1.3, 3.27	**㉕1.3, 3.29	*㉖0.7, 5.93	*㉗0.6, 5.78	
㉑		㉑2.6, 2.88	㉑3.6, 2.53	㉒2.9, 4.44	*㉓1.5, 4.23	*㉔1.0, 6.10	㉕1.1, 4.31	**㉖1.2, 3.25		
㉓		㉑1.5, 2.42	㉑6.3, 3.16	㉒1.8, 4.58	㉓2.2, 4.19		*㉔1.0, 5.28	*㉕0.9, 5.05		
㉕		㉑2.8, 2.54	㉑3.1, 4.34	㉒1.9, 5.87	*㉓1.3, 5.72		*㉔0.8, 5.58	㉕0.8, 4.98		
㉗		㉑3.1, 3.57	㉑2.0, 2.92	㉒2.0, 4.87						
㉙		㉑5.1, 2.51	*㉑1.9, 4.72	**㉒2.5, 3.79						
㉛		㉑2.6, 2.41	㉑3.3, 4.58	㉒3.9, 3.54						
㉝		㉑6.6, 3.21	㉑3.8, 3.13							
㉟			㉑3.8, 3.45							
㊱			*㉑2.8, 4.38							
㊳			㉑4.3, 2.66							
㊵			㉑3.8, 4.38							

\* N 値が 0 あるいは 1 の層がある地点  
 \*\* 上層に N 値が 10 以上の硬い層がある地点

地 左: 1 次の卓越振動数  
 点 越 振動数  
 番 右: 増幅率

値をとっている。しかし、上記4つの地点のうち地点57についてみると、S-340の入射波の卓越振動数4.8Hzと地盤の卓越振動数4.7Hzが一致しているが、増幅率は1.84と比較的小さい値を示している。とにかく、高い振動数での大きな増幅率は問題にならないし、3~5Hzの増幅率が1次の卓越振動数の増幅率よりも大きい地点は数がすくないし、増幅度が大きくなることもないと思われる。

## 7.2 地表での最大加速度

前節において、増幅度は地盤の振動特性と基盤から入射する地震波の周波数特性の双方の影響で著しく変化することが実証された。続いて、地表での加速度について考察する。

4.、5.で述べたように、マグニチュードと地震波のスペクトルとの関係及び予想される震源位置を考慮すると、相模トラフ系の大地震による地表加速度の推定は主としてS252N-S波を用いた関東地震・元禄地震に対する値をみればよい。東京直下で発生する中規模地震の場合には、S340E-W波を用いて東京湾北部の地震における加速度を検討すべきである。なお、計算結果をみると既して非常に大きな値を示す地点が多い。この事に関しては節を改めて考察する。

まず、相模トラフ系の地震の場合について考察する。同じ断面面での地震であるが、関東・元禄地震の震央はかなり隔たっており、今回の対象地域においてはいずれも関東地震の場合の震央距離の方が元禄地震におけるものより近い。関東地震のマグニチュードが7.9であるという説もあるが、本報告では両地震共にM8.2としているので、地表加速度がより大きく表われるのは関東地震の場合ということになる。各地点の加速度のうち最大値は、地点97の1,105galである。ここは房総半島の先端に近く元禄地震の場合にも1,005galで最大である。これは地盤の卓越振動数が入射波の卓越振動数と一致したため、増幅度が非常に大きくなったためである。同様に800gal以上の加速度を示す地点は9ヶ所あり、地点100を除いて全て増幅度が3以上である。地点100でも増幅度は2.7であるから非常に大きい部類に入る。さらに500gal以上を示す地点は37ヶ所である。図-19にS252N-S波を用いて関東地震によって生ずる地震加速度のうち、500gal以上を示す地点を示した。これによると東京都・川崎市・横浜市及び横須賀市の臨海部にこれらの地点が集中している。さらに800gal以上の大加速度が予想される地点は、主として川崎の多摩川河口地域と横浜の高島地区と磯子の埋立て地域である。地

表加速度は既に述べたように地震の規模、振動数特性、各地点の震央距離、地盤の特性が重なりあったものだから、求まった値の分布は非常に複雑である。しかし、強いて地域別とその特徴を述べると、多摩川の扇状地帯に大加速度を示す地点が集中しており、他地域と比較して危険度が高いと考えられる。これに反し、東京の荒川・江戸川河口地域での加速度はそれほど大きくはないのが注目される。後に詳述するが、この地域の地盤は軟弱なため、その固有振動数が非常に小さい。そのためにS252N-S波に対しては増幅度があまり大きくならなかったためこのような特徴が表われたと考えられる。

次に東京直下の地震の場合について考察する。この場合にはS340E-W波を用いて東京湾北部の地震による加速度を検討すればよい。各地点の中で最大の加速度は地点50での1,279galである。それ以外にも1,000gal以上を示す地点が6ヶ所あり、ほとんど東京の江戸川・荒川河口地域に集中している。800gal以上を示す地点は20ヶ所あり、500gal以上については70ヶ所を数える。図-20にはこれらの地点を示してある。震源直上の江戸川・荒川河口付近に大加速度を示す地点が集中し、他地域と比べて明らかに危険度が高いと考えられる。

なお、S252N-S波はM7.9の十勝沖地震によるものであるから、M6.5の東京湾北部の地震よりかなり大規模であり両者の地震波の特性は異っているのは当然である。しかし、もし東京湾北部に発生した中規模の地震がS252N-S波のような特性を持っていたとすると、大加速度を示す地点は図-21に示すようになる。最大加速度は地点30における1,123galであり、1,000gal以上が7ヶ所で予想される。危険地域は荒川・江戸川河口地域の他に、多摩川河口も該当する。千葉港付近でも加速度が大きい。

以上に述べたように、たとえ地震の規模が特別に大きくなくとも、東京の直下で地震が起きた場合には湾北部では激しい地震動に襲われるであろうし、川崎・千葉でも大加速度が発生する可能性がある。

## 7.3 危険地域の推定

各地点の地表加速度を比較すると、かなりお互いに脈絡が無いような分布をしていた。しかし前節において、概略ではあるが大加速度の発生が予想される地域を指摘することができた。7.1で示したように地盤の増幅度は入力波の性質のちょっとした変化にも大きく影響されるが、この性質は地震の規模によって左右される。それ故、必ずしも予想される最大規模の地震が最悪の被害を与えろとは限らない。そこで、震源の位置に関する点を除く

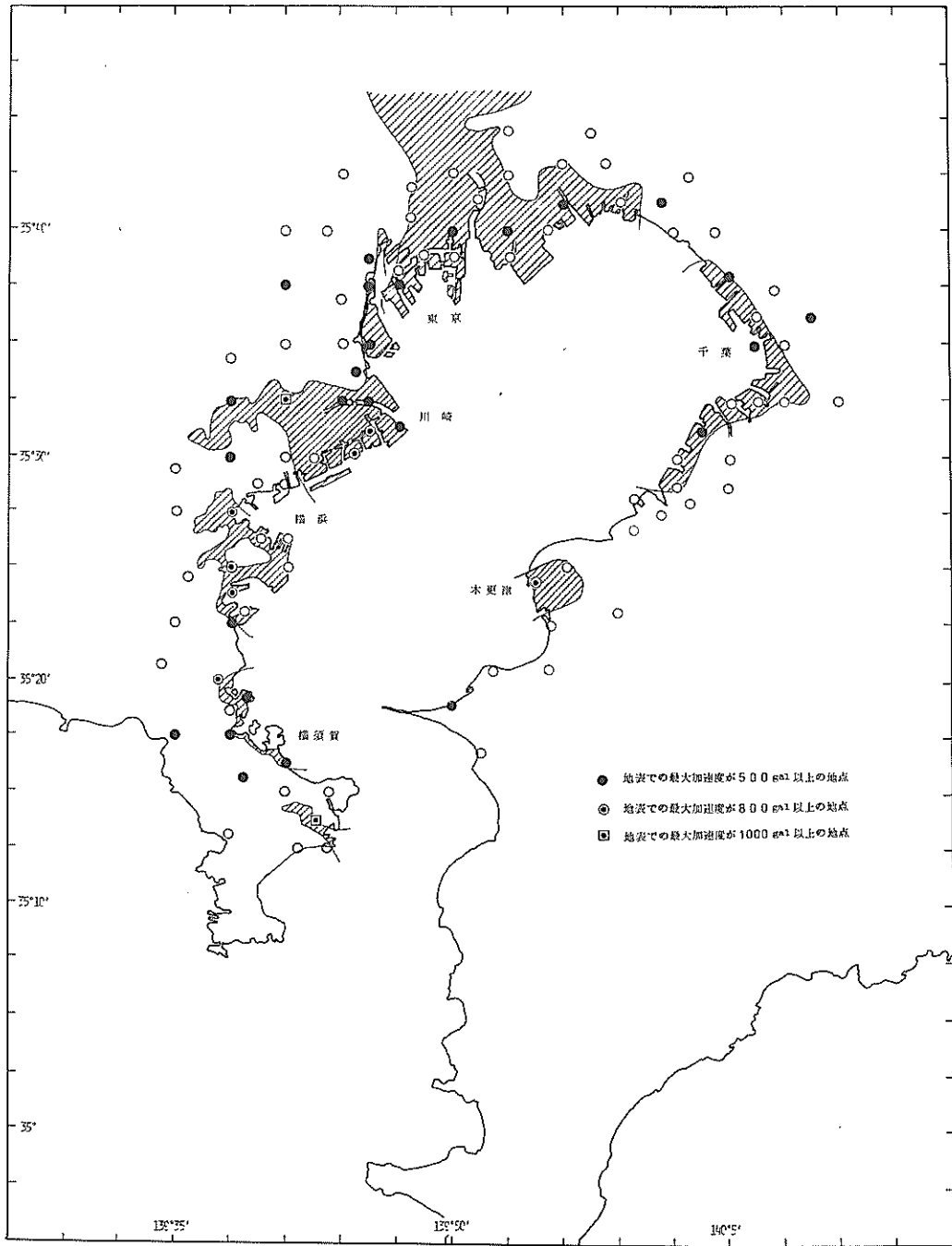


図-19 地表での最大加速度が500 gal以上の地点  
(関東地震 S-252 N-S)

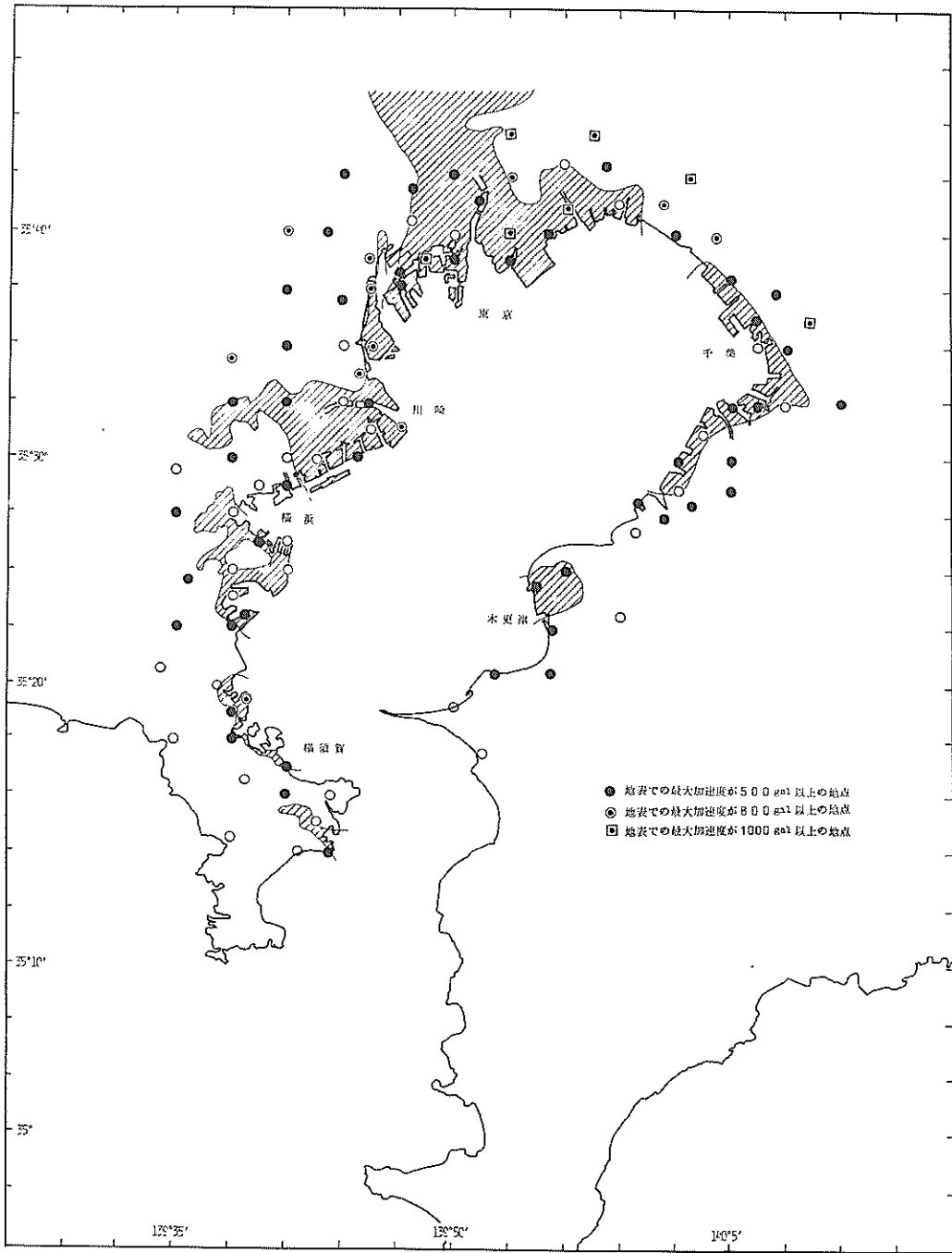


図 - 2 0 地表での最大加速度が 500 gal 以上の地点  
(東京湾北部の地震 S-340 E-W)

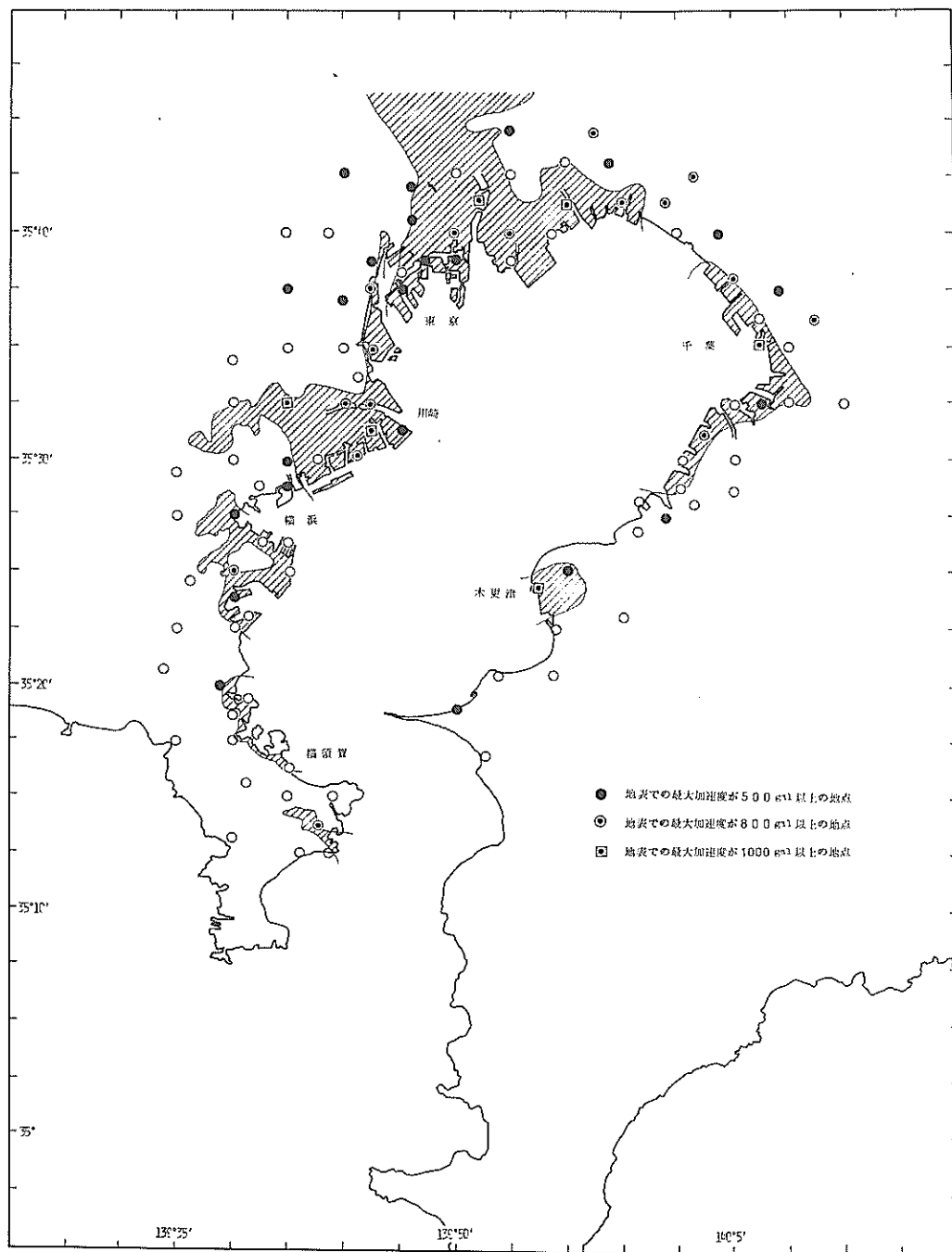


図-21 地表での最大加速度が500 gal以上の地点  
(東京湾北部の地震 S-252 N-S)

と増幅度がその地点の地震に対する危険度を示す指標であると考えられるので、これを手がかりに東京湾を取り巻く各地域の危険度について検討した。

7.1において増幅率は概して軟弱層が厚い地点ほど大きいことがわかったので、ここではさらに多くのボーリング・データからN値が10以下の軟弱層の厚さを求め、層厚20m以上の地域を図-22に示した。これによると港湾地域はほとんど軟弱地盤地帯となってしまう。ただし、埋立地では原地盤以深のボーリング・データしか無かったので、こういう場合には埋立部のN値が10以下と見なした。

図-15の中から増幅度が2以上の地点をプロットしたのが図-23, 24である。これによると軟弱地盤地域において必ずしも増幅度が大きいとは限らないが、マグニチュードの大きいS252N-S波に対する図-23では、両者の間にかなりの相関関係があるように思われる。

図-23, 24によると、関東地震による大加速度の発生地域は、川崎・横浜の軟弱地盤地域とほぼ一致するし、東京湾北部の地震では荒川・江戸川下流域の軟弱地盤地域が殊に著しく振動することがわかる。これらの外にも、臨海部の軟弱地盤地域ではいずれの地震に対しても比較的大きな地表加速度を示している。このように、2つの地震に対してだけではあるが、軟弱地盤地域と危険地域の間には強いつながりがあることがわかる。

今回の増幅度の計算では関東地震(M8.2)に対し、十勝沖地震(M7.9)の波を使用した。4で述べたように、マグニチュードが大きいほど地震動の卓越振動数は小さいので、関東地震における増幅率の計算にはS252N-Sよりもっと卓越振動数の小さい波を用いなければならなかったといえる。しかし、このような大地震時の観測記録がないので、ここでは増幅度と関係深いと考えられる地盤の卓越振動数に着目して大地震時の危険地域を調べてみる。

付録3に示した各地点の卓越振動数のうち、1次の値が1.5Hz以下の地点をプロットしたのが図-25である。一般に大地震ほど主要動の卓越振動数は小さいといわれており、さきのGutenberg-Richter<sup>16)</sup>によればM7で2.5Hzであり、特にM7以上では急激に小さくなるようである。それゆえ、図に示した地点では大地震時に加速度が大きく増幅される可能性を持っていることになる。さらに卓越振動数が1Hz以下の地点を◎で示してある。軟弱地盤地域との関係は直感的にも解ることであるが、かなり強い相関が見られる。特に江戸川、荒川

河口地域及び多摩川扇状地では、非常に卓越振動数の小さい地震波に対しても大きな加速度が発生する可能性がある。たとえ遠方で起った地震であっても場合によっては思わぬ大加速度が生じる場合があると考えられる。なお、N値ゼロに対応する $V_s$ は(10)式より92m/secであるから、この地点の固有振動数： $f_0$ は次式で求める。

$$f_0 = \frac{V_s}{4H} = 1.1 (H_z) \quad (17)$$

ここで  $V_s$  : S波速度

H : 軟弱層の厚さ

このことから、20mの軟弱層の地域と卓越振動数1H<sub>z</sub>の分布がほぼ一致することがわかる。

以上から、広域的にみた地震危険地点の分布が、軟弱層の厚さを介してかなりはっきりと眺められるようになった。

最後に、本報告では考慮されておらず今後さらに検討されるべき2, 3の問題点について述べる。

地表の最大加速度のうちで1,000galを越える場合が幾つか見られたが、このように大きな加速度は一般に考えられている地表での加速度と比較すると非常に大きい。そこで、はたしてかかる大加速度が実際に発生するであろうかという点について以下に考察する。既に5で述べたように岡本らの式による基盤での最大加速度の計算は十分納得がゆくものであったから結局、増幅度が3以上という大きな値になるかどうかを検討する必要がある。過去の地震記録によると、例えば1971年のSan Fernando地震の時にPacoima Damに設置されていた地震計により1,000gal以上の加速度が記録されている<sup>28)</sup>しかし、この値は岩盤上で取れたもので、かなり高い振動数のものであり、一般の構造物に及ぼす影響を考える大加速度といえども高い振動数のものであるならあまり心配するに足らない。しかし、本報告で使用した地震波はSMAC-B<sub>2</sub>型強震計で求めた記録であるから、すでに高振動数成分はふるい落されており、構造物に影響を持つ比較的低い振動数成分の波なので無視することはできない。

次に振動時に地中に生ずるひずみについて考察する。単純な場合として $V_s$ が100m/secの土層中を1H<sub>z</sub>の正弦波が伝播する時、加速度が1,000galであれば土中のひずみは $5 \times 10^{-3}$ である。同様に10H<sub>z</sub>の波の場合には $5 \times 10^{-4}$ である。一般に土の応力・ひずみ関係が線型である範囲はきわめて狭く、 $10^{-4}$ 程度までといわれており、砂層の振動実験からも同様の結果が求められている<sup>29)</sup>それ故、1~10H<sub>z</sub>の卓越した波が基盤から入射した場合でも、土の剛性の非線型性によって、あまり

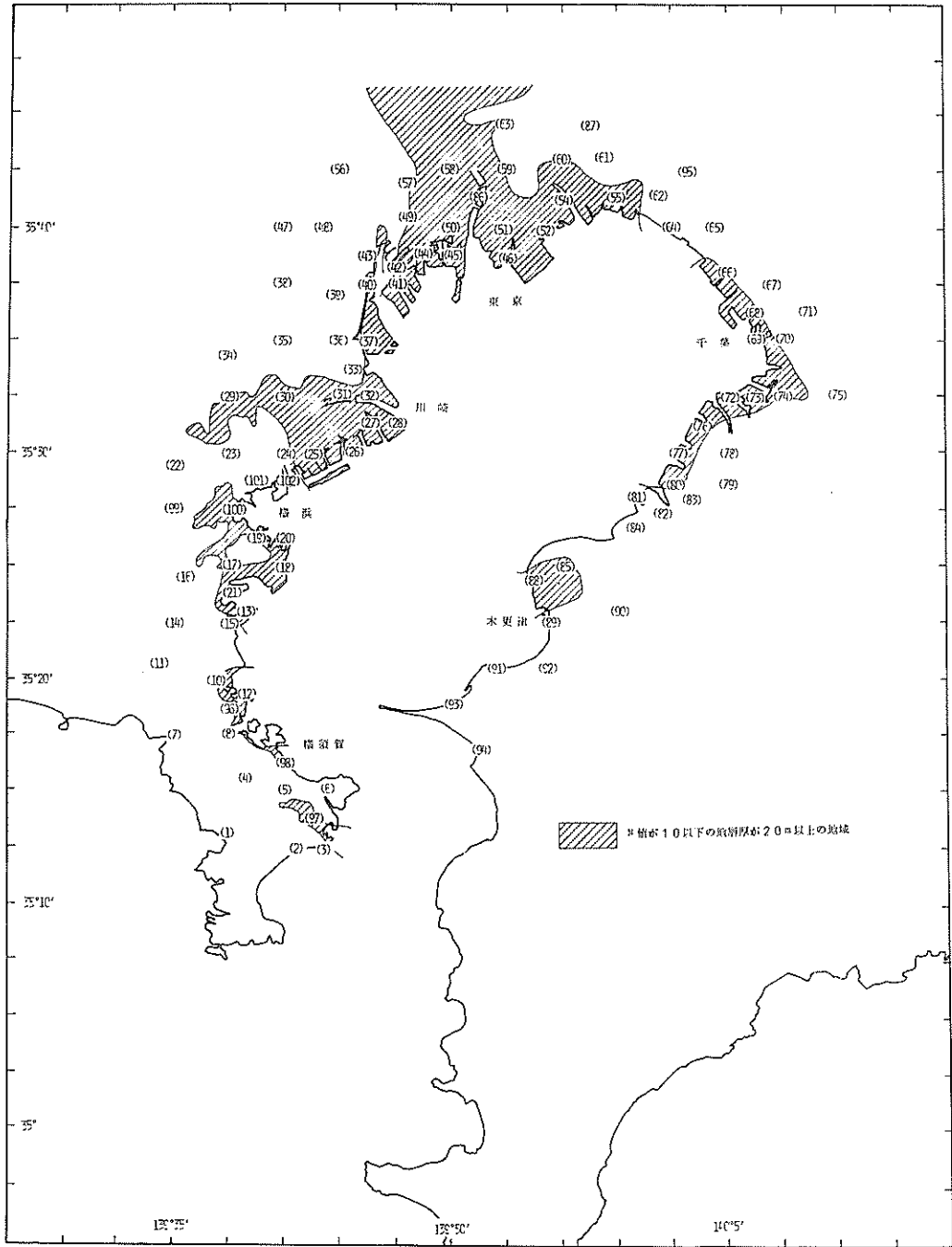


図 - 2 2 軟弱地盤地域

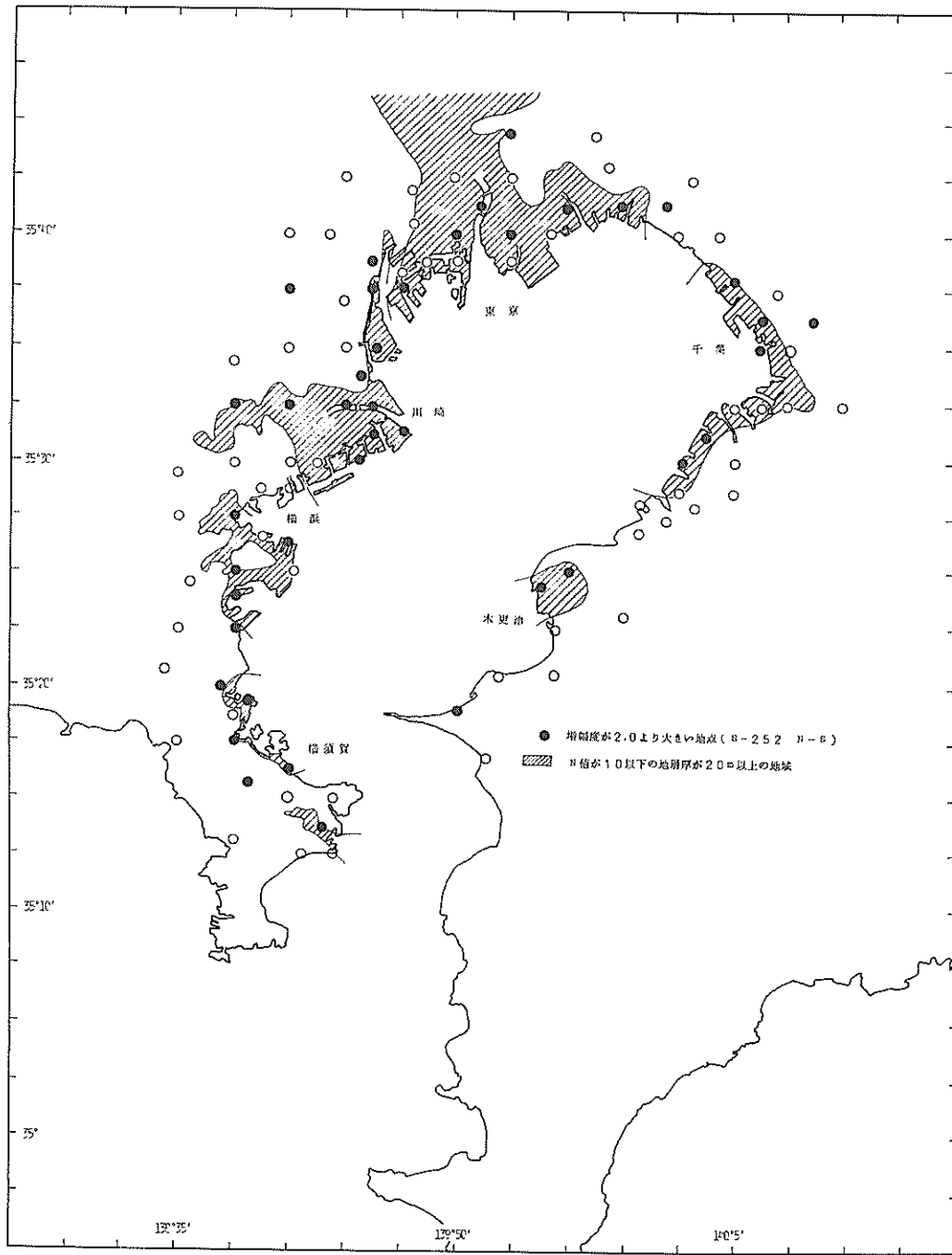


図 - 23 増幅度が 2.0 以上の地点 ( S-252 N-S )



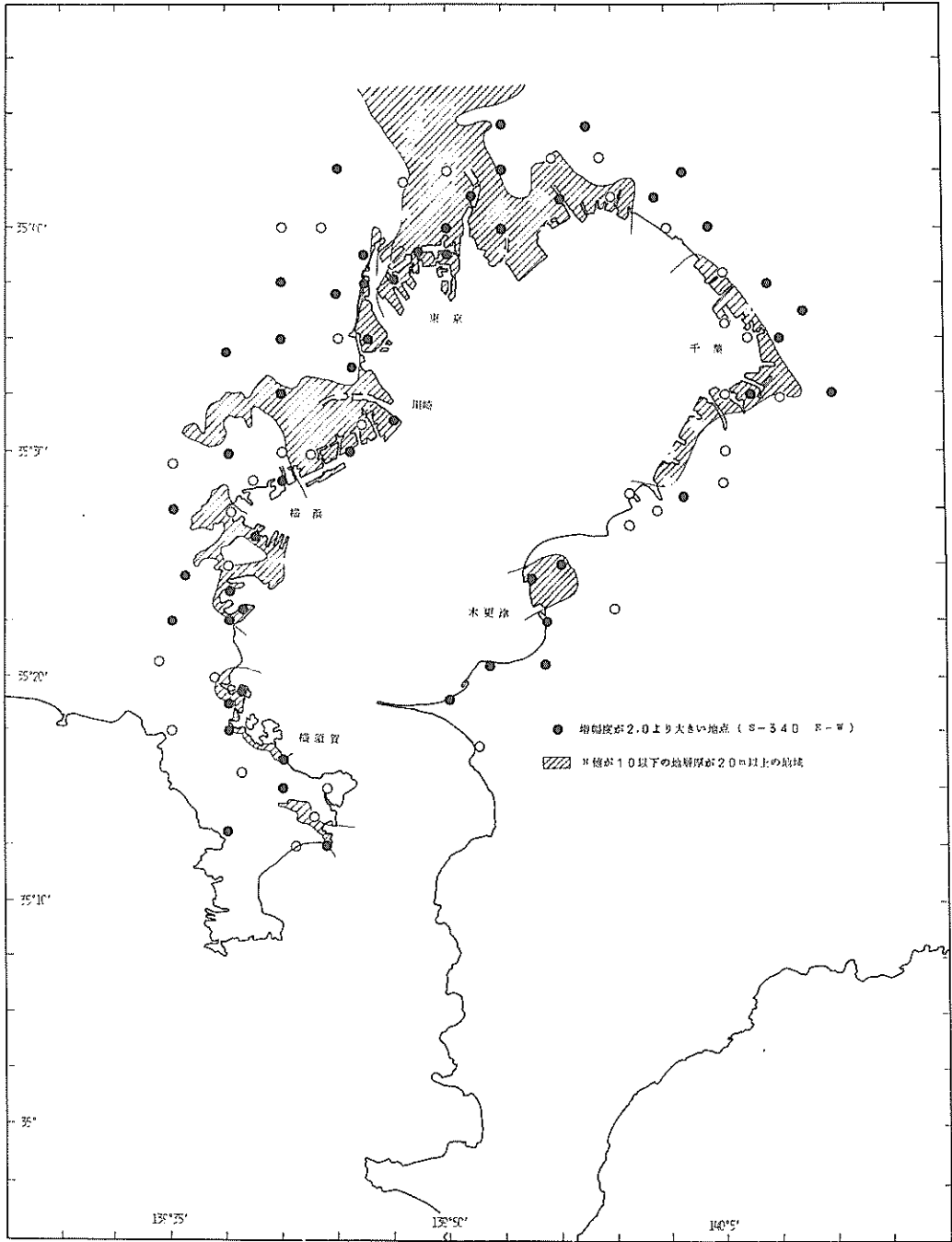


図-24 増幅度が2.0以上の地点 (S-340 E-W)

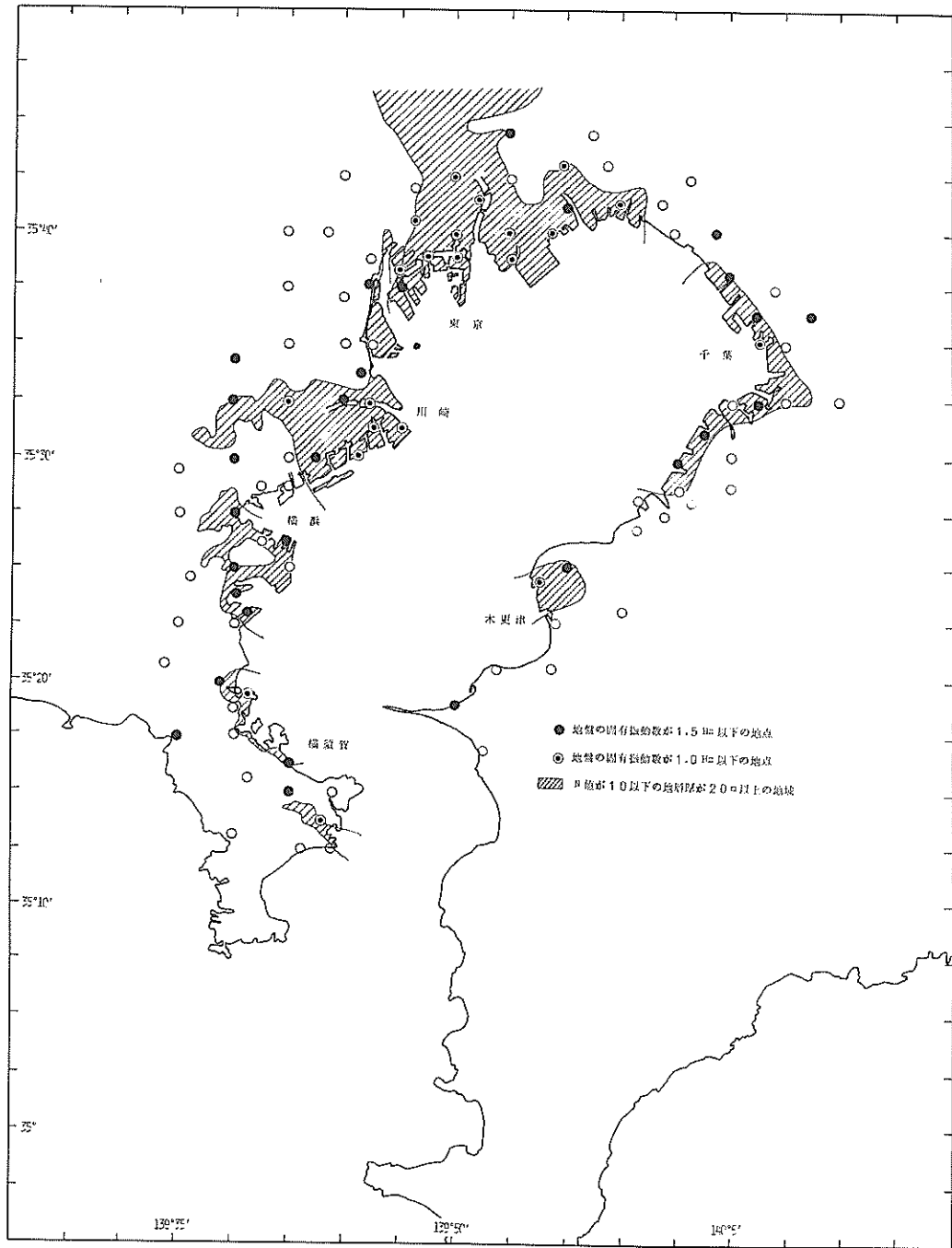


図-25 地盤の固有振動数が1.5 Hz以下の地点

表面での加速度は大きくならないことが予想される。例えば、地盤を弾塑性体と仮定した場合、弾性限界ひずみが  $7 \times 10^{-3}$ ,  $1.4 \times 10^{-2}$ ,  $2.1 \times 10^{-2}$  のとき地盤増幅率はそれぞれ弾塑性体の場合の約 0.4, 0.6, 0.8 倍となる計算例も報告されている。<sup>30)</sup> 以上から、実際の大地震時の地表加速度は、本報告で求めた線型理論による値ほど大きくならないことが十分予想される。それ故、本報告で未解決の問題として、土の非線型性を導入した計算によりこの点を検証せねばならないと考えられる。

次に地表での地震動の主要成分がどの位継続するかについて考察する。なぜならば、構造物に被害を及ぼす地震力は、時間と共に大きさも変化する繰返し外力であるから、大加速度の波がどの位含まれているかを検討することは、加速度の大きさの比較とは別の視点からの危険度の判定を意味する。H.B.SeedとR.W.Cloughの行なったアース・ダムの模型振動実験<sup>31)</sup>では、ある大きさ以上の加速度の場合のみダムに被害を与えると考え、その値より大きい部分の波の面積を“Damage Potential”として求めている。この値は加速度波形の主要動の継続時間と卓越振動数にかかわりあっている。前者が短かければ概して主要な波の数も少ないと考えられるので、たとえ最大加速度が大きくとも被害を生じる可能性は小さくなる。同様に振動数の高い波は“Damage Potential”が小さい。前述の Pacoima Damでの強震記録の S16E 成分を<sup>29)</sup>を見ると、主要動の継続時間は約 10 秒であり、その間に 500 gal 以上の波が数波含まれており、1,000 gal 以上は 2 波である。この場合、ダムに顕著な被害は発生していない。

一般に主要動の継続時間はマグニチュードが大きいほど、地盤が軟弱なほど長いといわれており、Gutenberg-Richter<sup>16)</sup> は震央付近に適用するとして次式を与えている。

$$\log t_0 = -1.4 + 0.32M \quad (18)$$

ここに  $t_0$  = 主要動の継続時間 (sec)

M = マグニチュード

G.W.Housner<sup>24)</sup>は  $t_0$  の上限値として M8 で 35 ~ 40 sec, M7 で 25 sec を与えている。

なお、現行の静的設計法における震度と地震加速度の関係についても問題点が存在する。

1968年十勝沖地震による被災構造物の解析結果<sup>32)</sup>によると、地盤の最大加速度が 259 gal であった八戸港において、現行設計法では震度 0.11 で安全率が 1 となる矢板式岸壁で被害がほとんど発生していない。同港のブロック式物揚場では、震度 0.09 で滑動に対する安全率が 1 となる場合に無被害であった。一方、他の岸壁で震度

0.16, 0.18 で安全率が 1 となるものに軽微な被害が発生している例もある。このように現行設計法における震度と地震加速度の関係は不明な点が多い。不規則な繰返し外力として構造物に作用する地震力の影響を考えると、単に最大加速度をみるだけでは危険度の判定には不十分であることがわかる。

## 8. 結 論

本報告で明らかになった事項及び今後に残された問題を以下に列記する。

i) 関東地方に大地震が発生した場合に、東京湾沿岸地域の地表で推定される最大加速度が求めた。これによる一般に大きな加速度が予想され、地点によっては 1,000 gal を越える場合がある。

ii) 地震動の振動数特性・各地の震央距離・地盤の振動特性が影響しあうので、湾岸地域における加速度の分布は複雑である。しかし、概して地盤の軟弱な地域では増幅度も地表加速度も大きく、他の地域と比較して荒川・江戸川河口地帯と多摩川扇状地の危険度が高いことが明らかとなった。

iii) 本報告では土の応力・ひずみ関係を線型としてとりあつかったが、大時震時には土のひずみが非弾性領域に入り、地表加速度がここで求めたほどに大きくならない場合も考えられる。その他、構造物に及ぼす地震力は動的繰返し外力であり、1968年十勝沖地震において震度 0.09 ~ 0.11 で安全率が 1 となる岸壁が 259 gal の地動を受けても無被災であった例もあり、本報告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。これらはさらに検討すべき課題として残された。

## 謝 辞

本報告は、港湾局防災課の要請により海岸事業調査費を用いて実施したものであり、ボーリング・データの収集は(株)港湾コンサルタントに発注した。

なお、本報告をまとめるに際し、林構造部長ならびに土田耐震構造研究室長からは終始有意義な助言をいただいた。ここに甚深の謝意を表わす次第です。

## 参考文献

- 1) 河角広：関東南部地震 6.9 年周期の証明とその発生緊急度ならびに対策の緊急性と問題点，地学雑誌，Vol. 79, No. 3, 1970, pp. 115-138
- 2) 運輸省第二港湾建設局：大都市震災対策調査報告書，1973年3月

- 3) 鏡味洋史, 小林啓美: 関東地震の際の地表面の加速度の推定, 第3回日本地震工学シンポジウム, 1970. pp. 215-222
- 4) 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
- 5) 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
- 6) 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
- 7) 高橋胤太郎, 平能金太郎: 軟弱地盤に於ける地震動, 震研彙報, Vol. 19, 1941年, pp. 534-543
- 8) 金井清, 田中貞二, 吉沢静代: 地下における地震動の研究 第二報, 震研彙報, Vol. 44, 1966年, pp. 609-643
- 9) 小林啓美, 鏡味洋二: 波動理論を用いた成層構造の地震応答数値解法について, 第3回地震工学シンポジウム, 1966年, pp. 15-19
- 10) 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
- 11) H. Kanamori, and S. Miyamura: Seismometrical Re-Evaluation of the Great Kanto Earthquake of September 1, 1923, Bull. Earthq. Res. Inst., Vol. 48, 1970, pp. 115-125
- 12) H. Kanamori: Faulting of the Great Kanto Earthquake of 1923 as revealed by Seismological Data, Bull. Earthq. Res. Inst., Vol. 49, 1971, pp. 13-18
- 13) M. Ando: A Fault-Origin Model of the Great Kanto Earthquake of 1923 as deduced from Geodetic Data, Bull. Earthq. Res. Inst., Vol. 49, 1971, pp. 19-32
- 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) H. Tsuchida, E. Kurata, and K. Sudo: Annual Report on Strong-Motion Earthquake Records in Japanese Ports (1968), Technical Note of the Port and Harbour Research Institute, No. 98, March 1970
- 16) B. Gutenberg, and C.F. Richter: Earthquake Magnitude, Intensity, Energy and Acceleration(second paper), Bull. Seism. Soc. Am., 46, 1956, pp. 105-146
- 17) L. Esteva, and E. Rosengblueth: Espectros de temblores a distancias moderadas y grandes, Proc. Chilean Conf. Seismology and Earthquake Engineering, 1963
- 18) 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
- 19) 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
- 20) 岡本舜三, 岡村重四郎, 加藤勝行, 小野公一郎: 岩盤地帯における地震動, 第11回地震工学研究発表会講演概要, 1971年, pp. 53-56
- 21) H. Tajimi: A Note on Estimation of Probable Accelerations in Bedrock, Trans. of A. I. J., No. 169, March 1970, pp. 63-69
- 22) 長宗留男: 大地震発生の過程 (1968年十勝沖地震及び1963年エトロフ島沖の地震), 地震, 第2輯, 第22巻, 1969年, pp. 104-114
- 23) 勝又護: 地震動の最大加速度の推定, 験震時報, 第37巻, 1972年, pp. 79-87
- 25) 岡本舜三: 耐震工学, オーム社, 1971年, pp. 140-146
- 26) 金井清: 地震学, 建築学大系, 彰国社, p. 84
- 27) 荒井秀夫, 岩渕守義: 地盤内の地震動分布に関する研究 (第一報) — 粘土地盤における地震動の観測と解析 —, 港湾技術研究所報告, 第12巻, 第2号, 1973年6月, pp. 63-83
- 28) 荒井秀夫, 梅原靖文: 乾燥砂層の振動性状, 港湾技術研究所報告, 第6巻, 第5号, 1967年4月
- 29) H.S. Lew, E.V. Leyendecker, and R.D. Dijkers: Engineering Aspects of the 1971 San Fernando Earthquake, Building Science Series 40. National Bureau of Standard, U.S. Dept. of Commerce, December 1971, p. 39
- 30) 文献 (25) に同じ. pp. 123-124
- 31) H.B. Seed, and R.W. Clough: Earthquake Resistance of Sloping Core Dams, Proc. A.S.C.A., SM1, February 1963, pp. 209-242

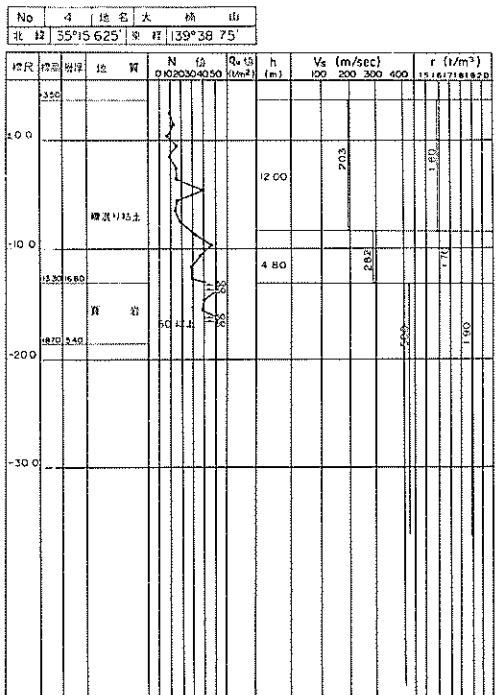
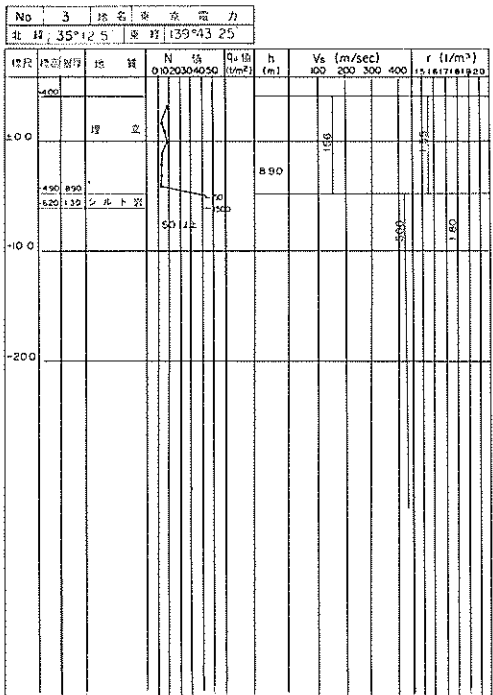
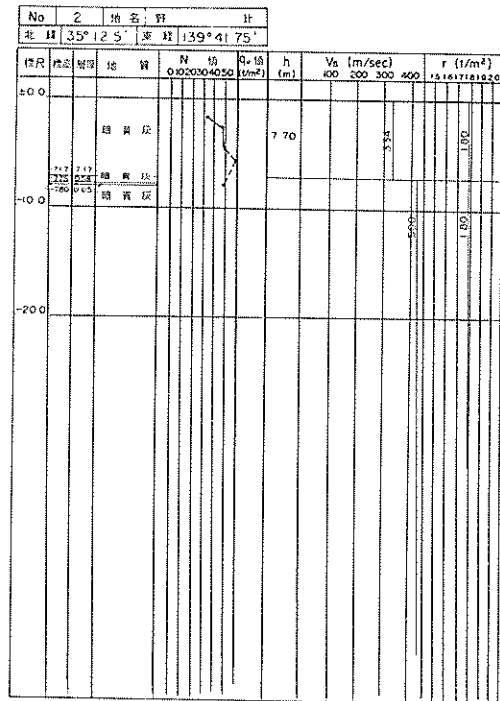
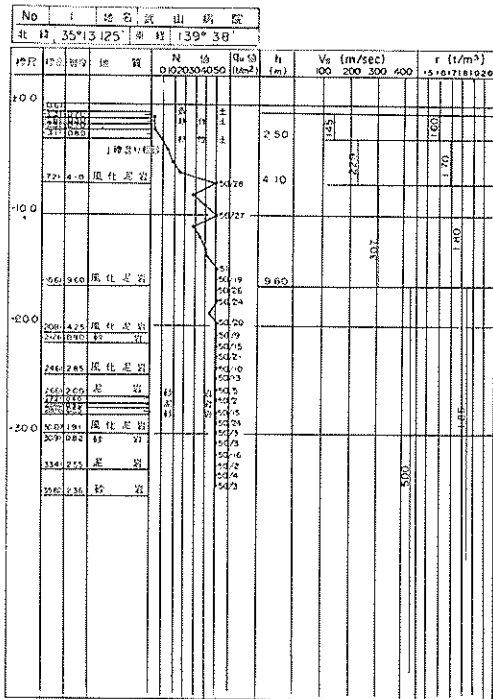
32) 片山, 中野, 蓮見, 山口: 1968年十勝沖地震などの被災例による現行設計法の検討, 港湾技術研究所資料, 第93号, 1969年12月

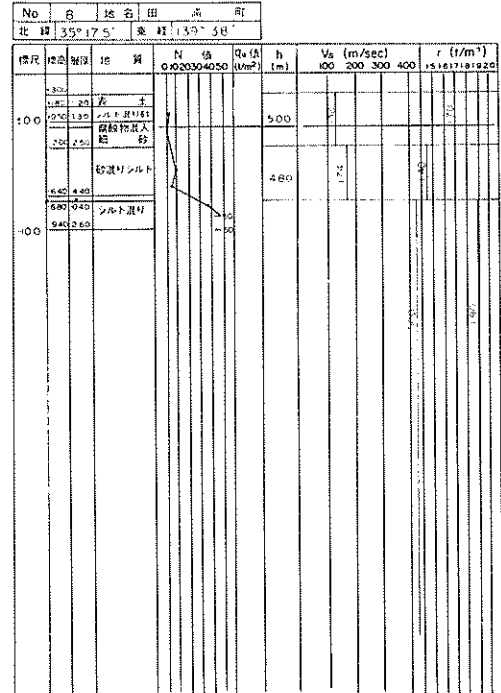
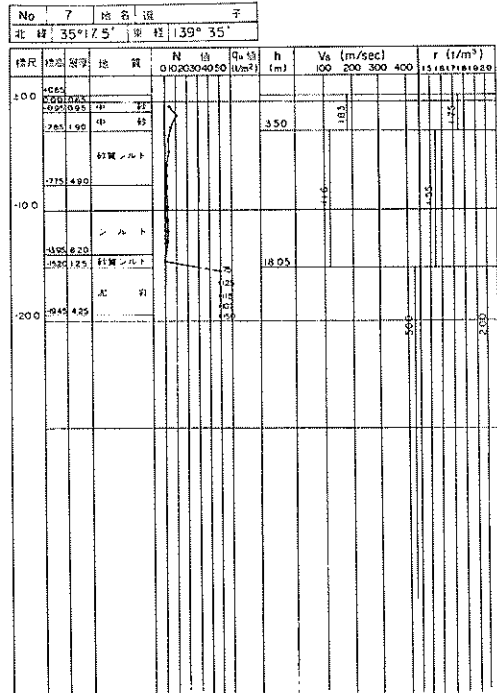
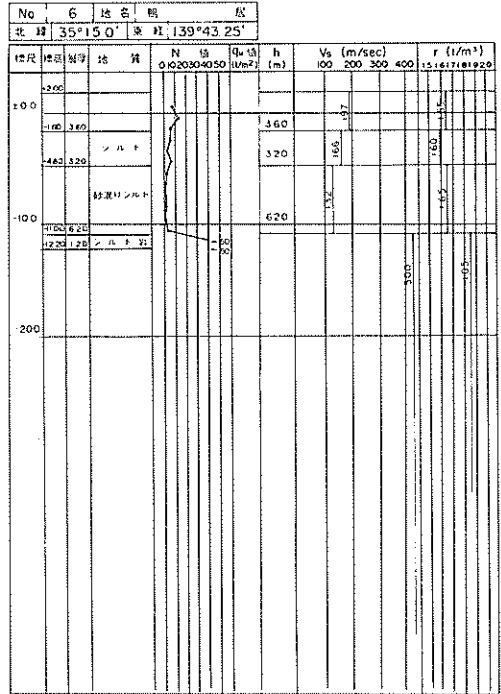
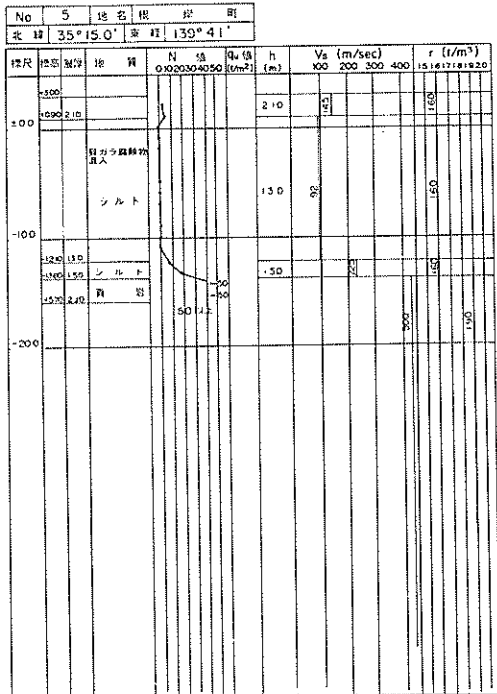
### 記号表

a : 基盤での最大加速度  
a<sub>0</sub> : 震央部での最大加速度  
D : 震央距離  
F<sub>K</sub> : 透過波  
G<sub>K</sub> : 反射波  
G<sub>S</sub> : セン断弾性係数  
M : マグニチュード

N : 標準貫入試験値  
q<sub>u</sub> : 一軸圧縮強さ  
R : 震源距離  
T : 地震波の周期  
t : 時間  
t<sub>0</sub> : 地震の主要動の継続時間  
U : 水平方向の変位  
V<sub>s</sub> : セン断波速度  
Z : 鉛直方向の座標  
α : 波動インピーダンス比  
ρ : 質量密度

## 付録－ 1 土質柱状図と地盤モデル定数





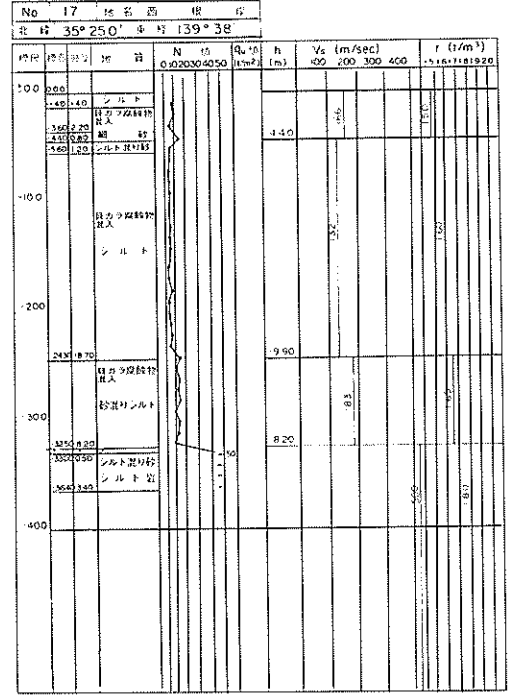
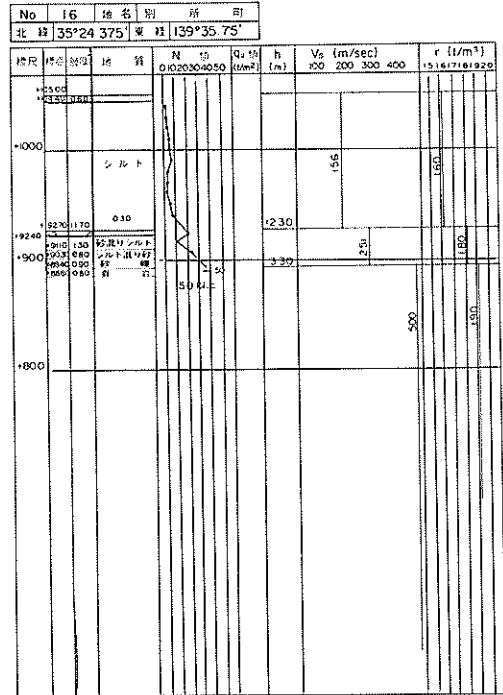
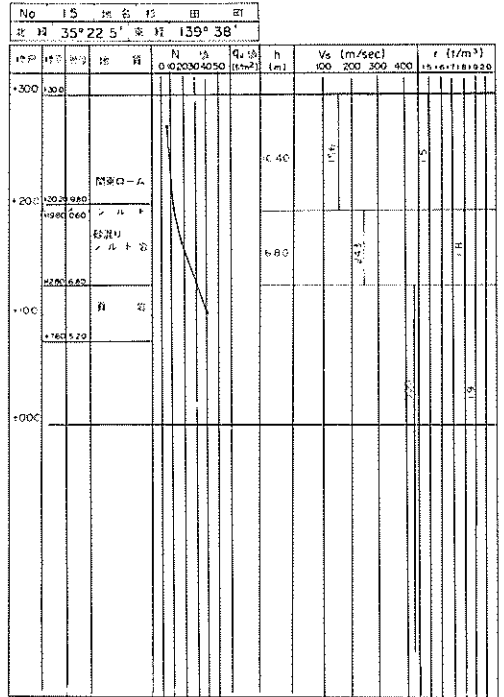
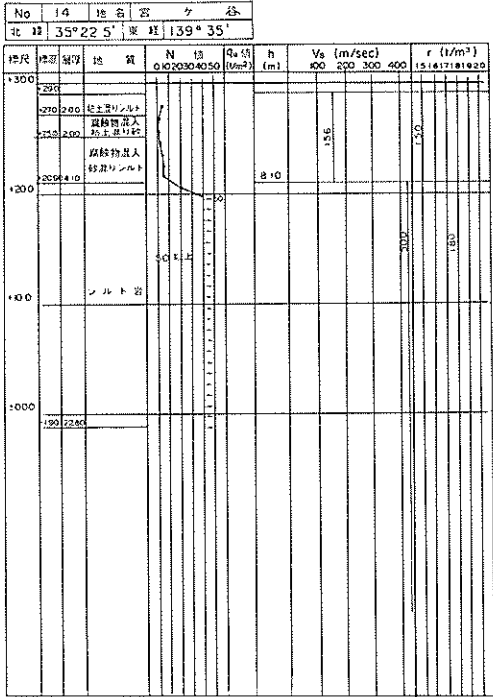


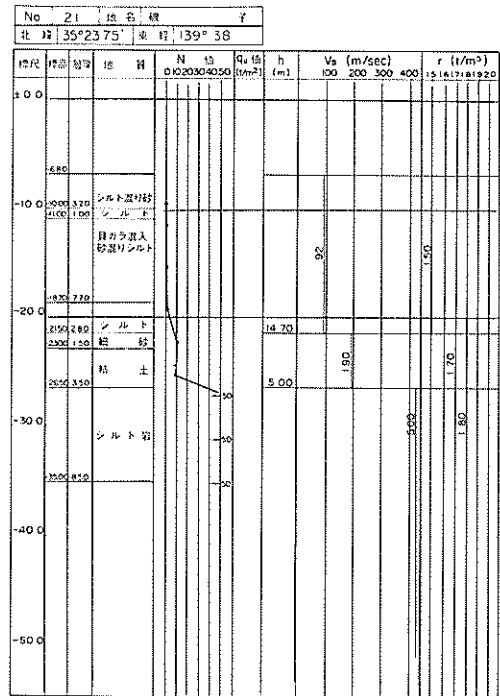
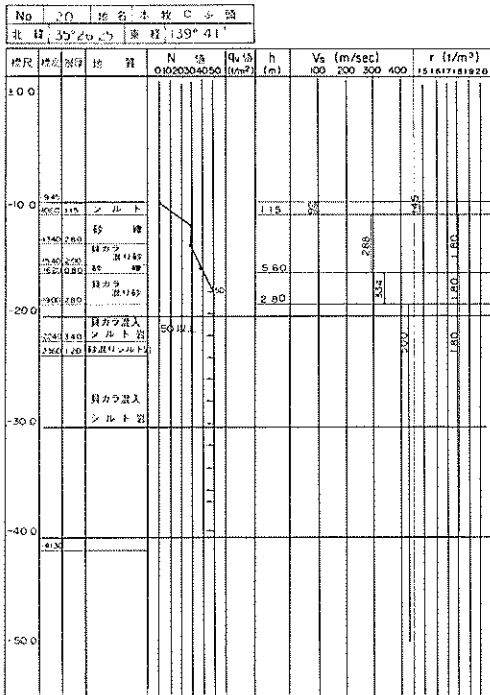
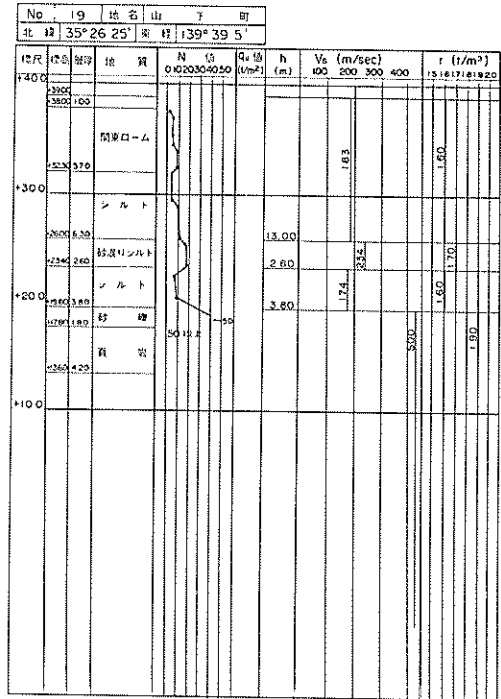
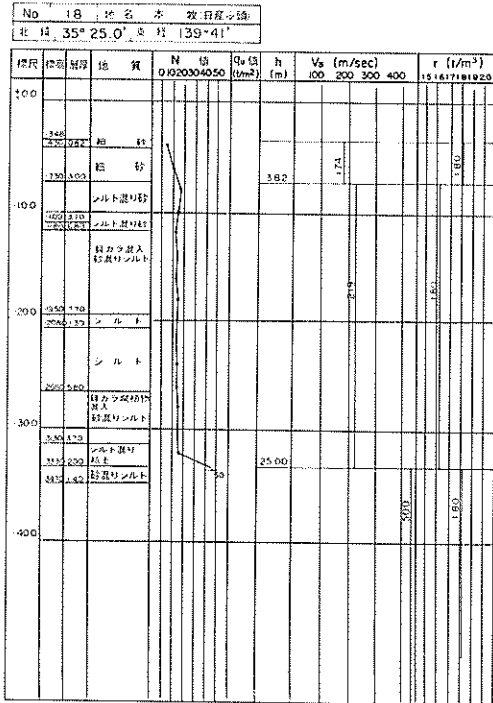
No	10		地名		新 橋 時 計		
北緯	35°20'0"	東経	139°37'25"				
標尺	高さ	地質	N 値	h	Vs (m/sec)		r
			0.10 20 30 40 50	(m)	100 200 300 400	(1/m <sup>2</sup> )	15 16 17 18 19 20
0.00	14.90	表土		5.40		15.6	1.50
0.20	14.60	砂質シルト					
10.00	13.10	シルト		15.60		13.2	1.50
20.00	16.50	細砂					
21.10	16.20	シルト混り砂		14.40		15.5	1.43
23.10	15.90	シルト					
25.20	15.60	粘土混り砂		6.50		24.7	1.70
25.20	15.30	細砂					
27.00	15.00	砂岩					
30.00	14.70						

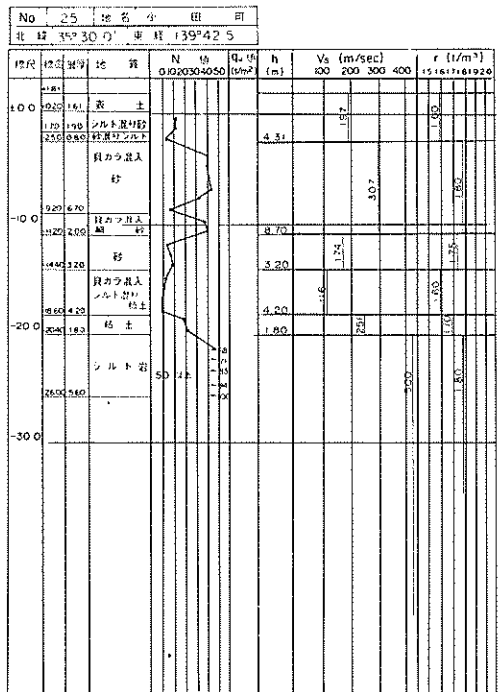
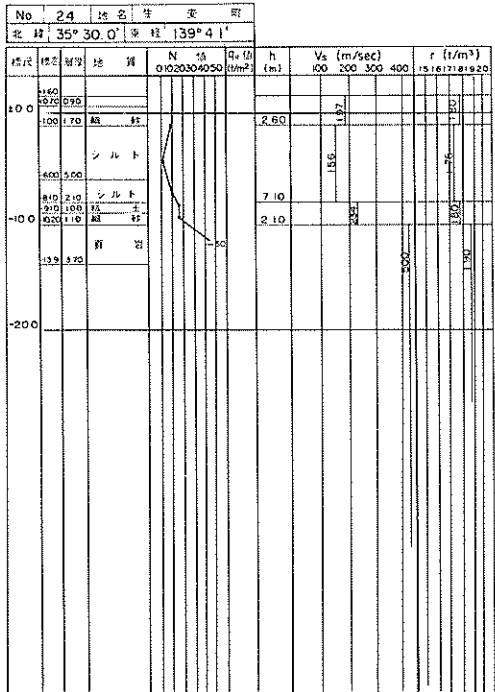
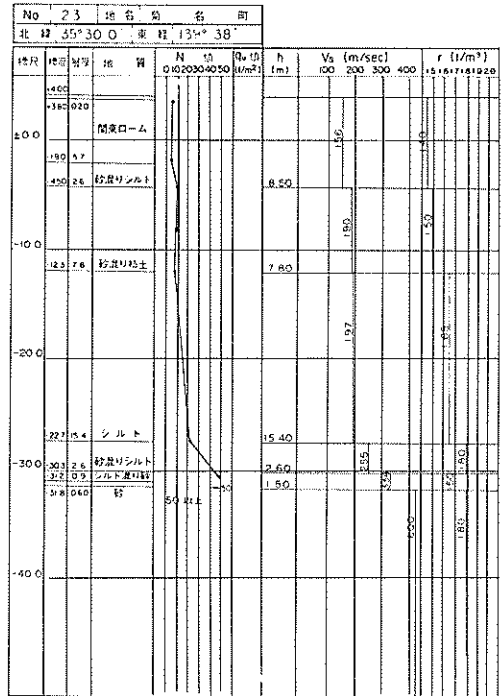
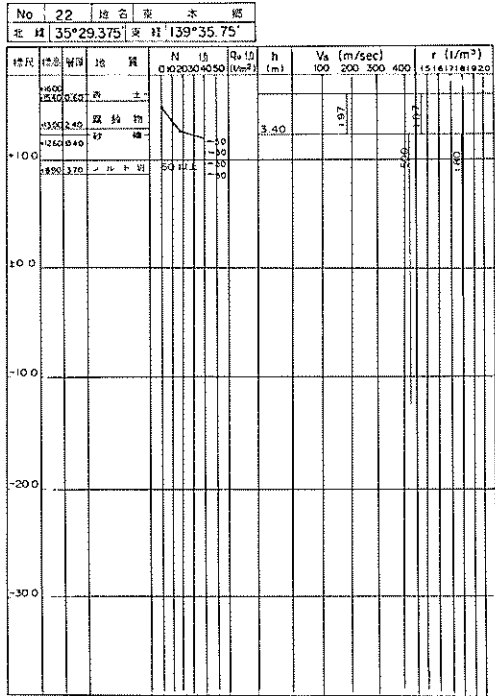
No	11		地名		新 天 台 山		
北緯	35°20'6.25"	東経	139°34'25"				
標尺	高さ	地質	N 値	h	Vs (m/sec)		r
			0.10 20 30 40 50	(m)	100 200 300 400	(1/m <sup>2</sup> )	15 16 17 18 19 20
	2.00	ローム		2.00			
	2.00	粘土質砂					
	5.10						
							0.90
							1.70

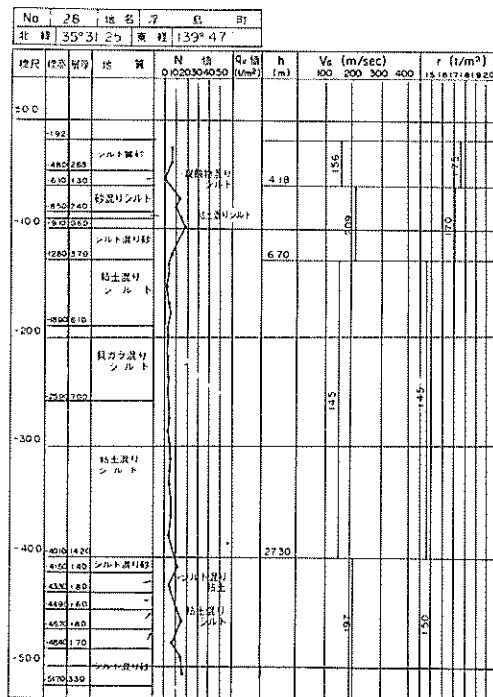
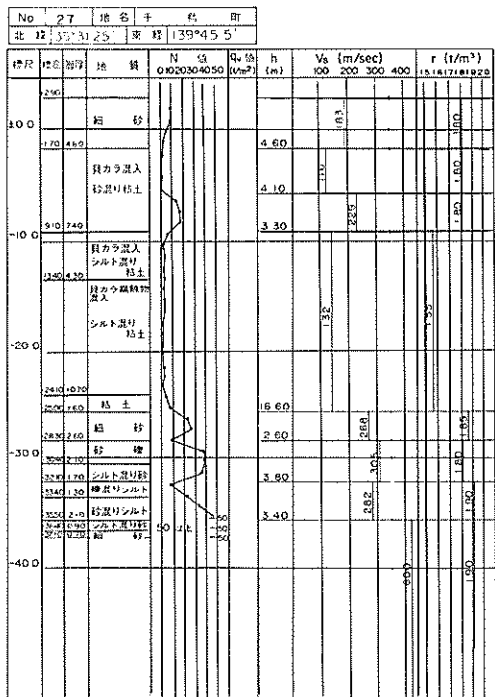
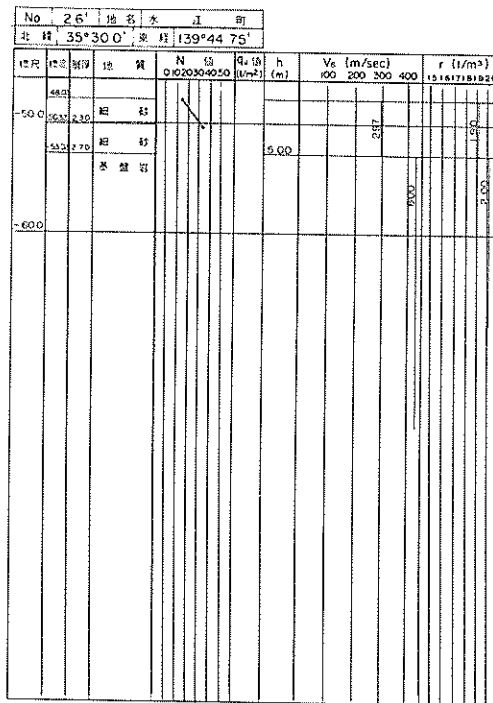
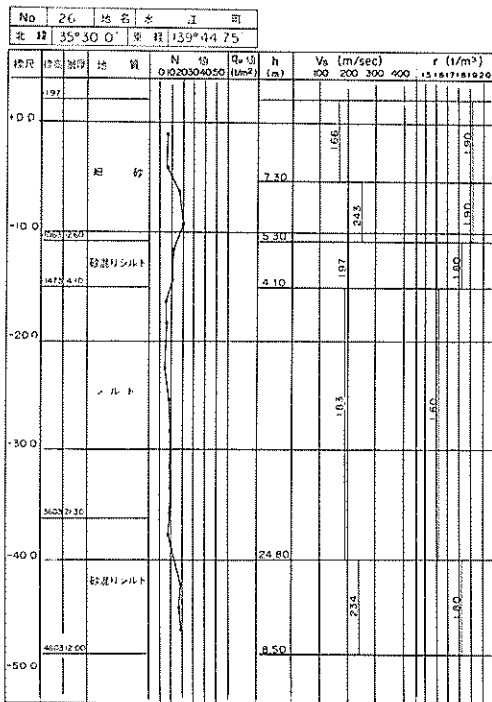
No	12		地名		甲 淵 町		
北緯	35°19'37.5"	東経	139°38'7.5"				
標尺	高さ	地質	N 値	h	Vs (m/sec)		r
			0.10 20 30 40 50	(m)	100 200 300 400	(1/m <sup>2</sup> )	15 16 17 18 19 20
0.00	25.80	表土					
1.00	25.60	砂質シルト					
6.80	25.30	シルト					
10.00		砂質シルト					
19.50	24.20			37.00		9.2	1.60
20.00		貝殻混入シルト					
20.20	23.90	貝殻混入シルト					
20.20	23.60	貝殻混入シルト					
29.50	23.30	貝殻混入シルト					
29.50	23.00	貝殻混入シルト					
31.60	22.70	シルト					
34.40	22.40	貝殻混入シルト		8.40		22.5	1.70
39.40	22.10	シルト					
42.80	21.80	砂質シルト		2.70		24.5	1.60
45.00	21.50	砂					
47.20	21.20	砂					
50.00							

No	13		地名		京 町		
北緯	35°23'12.5"	東経	139°39'7.5"				
標尺	高さ	地質	N 値	h	Vs (m/sec)		r
			0.10 20 30 40 50	(m)	100 200 300 400	(1/m <sup>2</sup> )	15 16 17 18 19 20
20.00							
8.50		貝殻混入					
12.60	4.10	細砂					
		貝殻混入		18.20		21.3	1.70
20.20	4.10	シルト					
20.20	4.10	砂質シルト		2.30		16.6	1.70
29.50	3.90	シルト		2.50		14.5	1.70
31.60	3.70	シルト					
35.00							
							0.70
							1.70

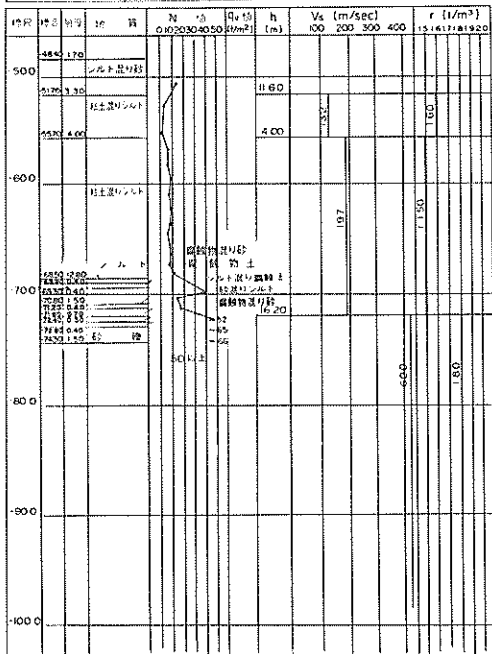




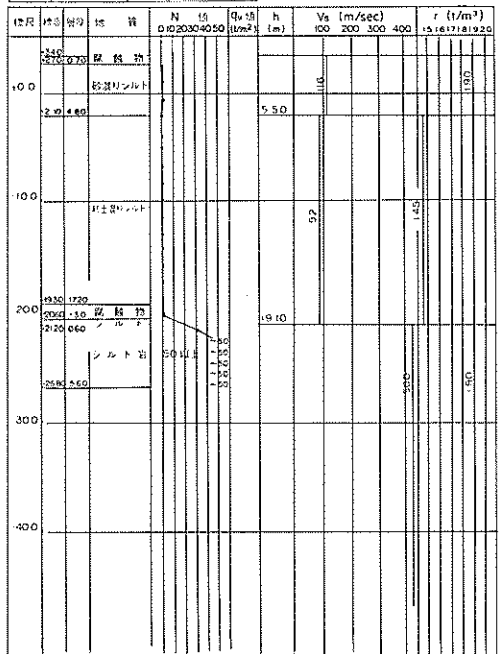




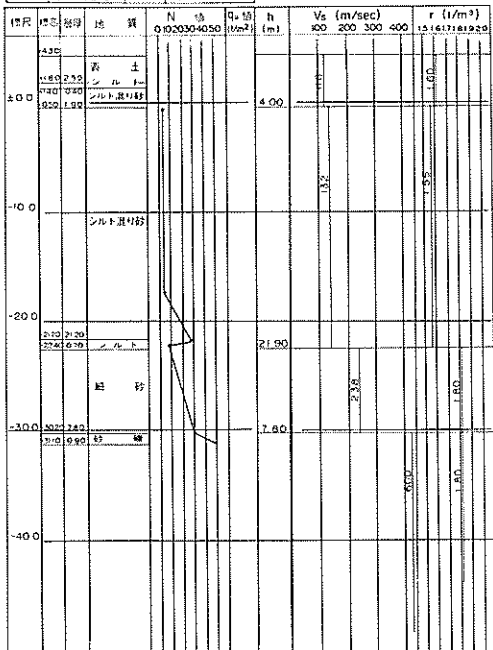
No. 28 地名 京 町  
北緯 35° 34' 25" 東経 139° 47'



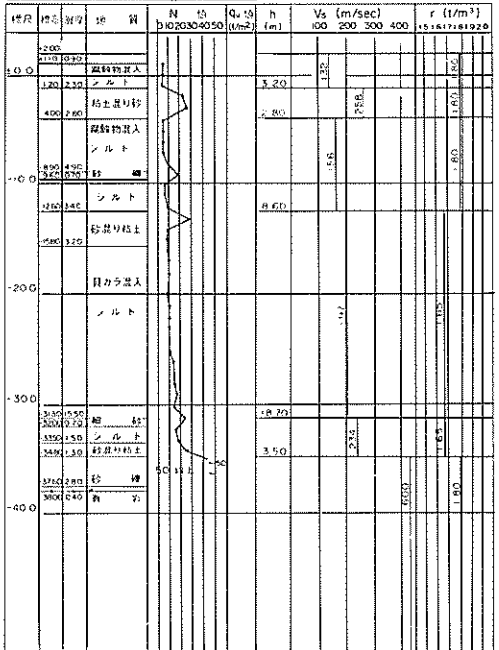
No. 29 地名 北 町  
北緯 35° 32' 5" 東経 139° 38'

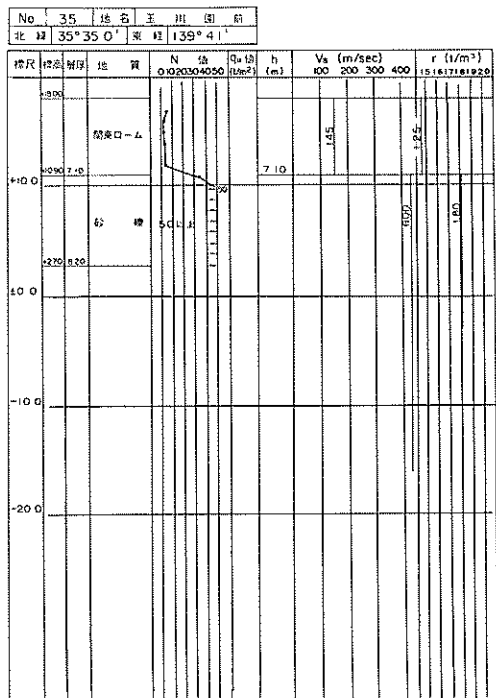
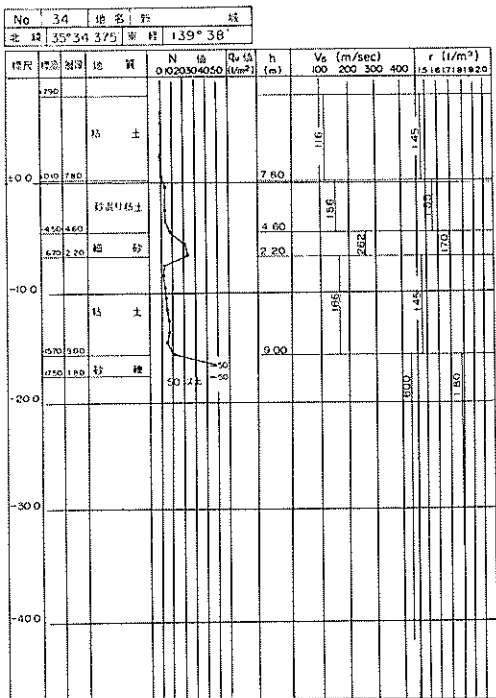
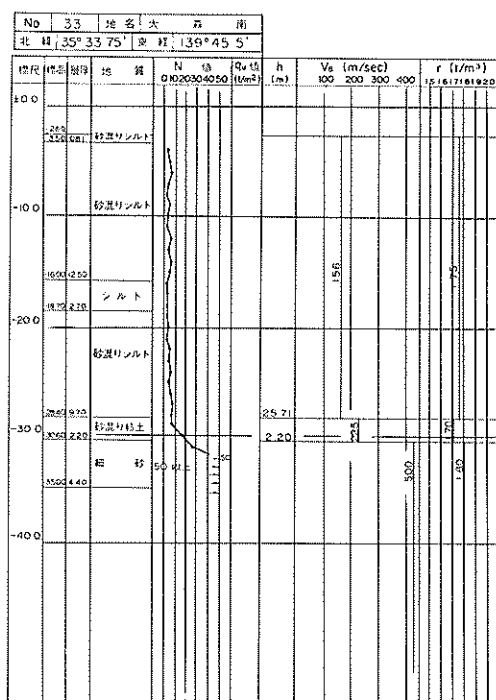
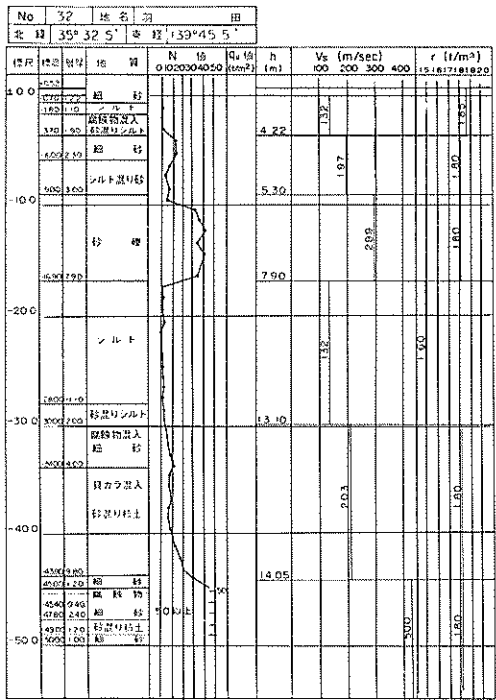


No. 30 地名 京 町  
北緯 35° 32' 5" 東経 139° 41'

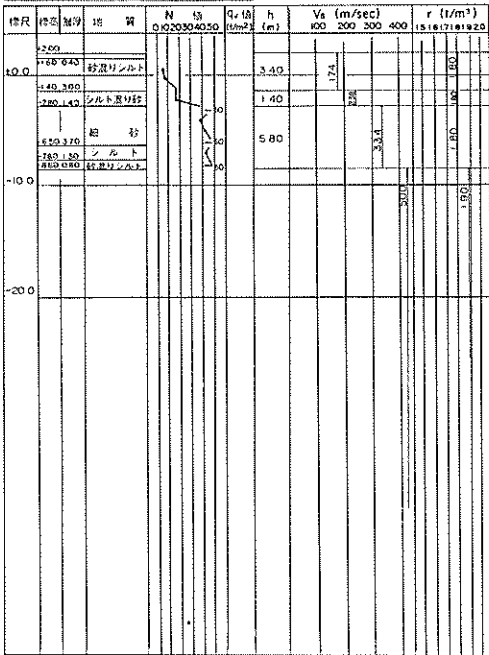


No. 31 地名 南 町  
北緯 35° 32' 5" 東経 139° 38'

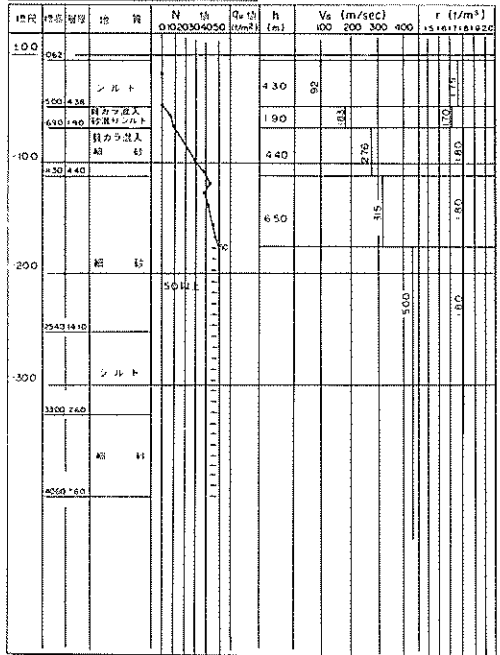




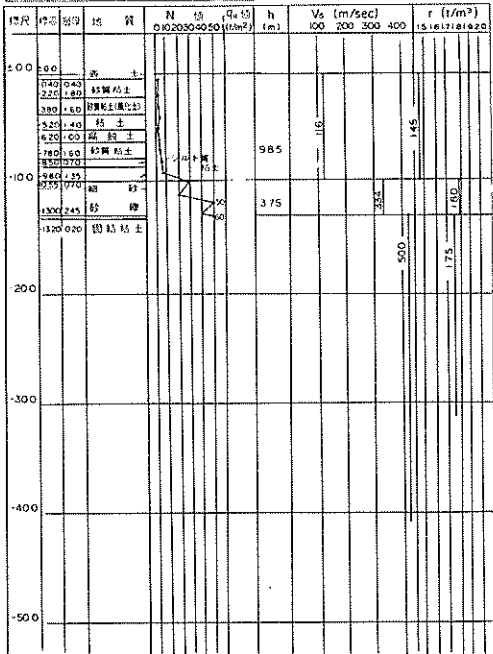
No 36 地名 大森北  
北緯 35°35'0" 東経 139°44'



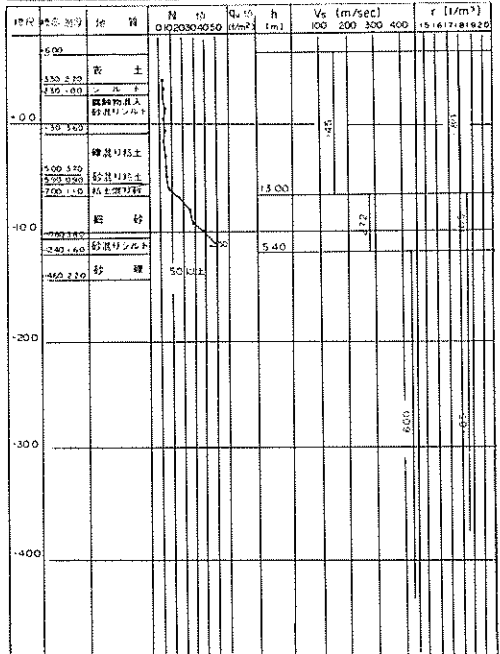
No 37 地名 大井小頭  
北緯 35°35'0" 東経 139°45'5"



No 38 地名 新町  
北緯 35°37'5" 東経 139°44'

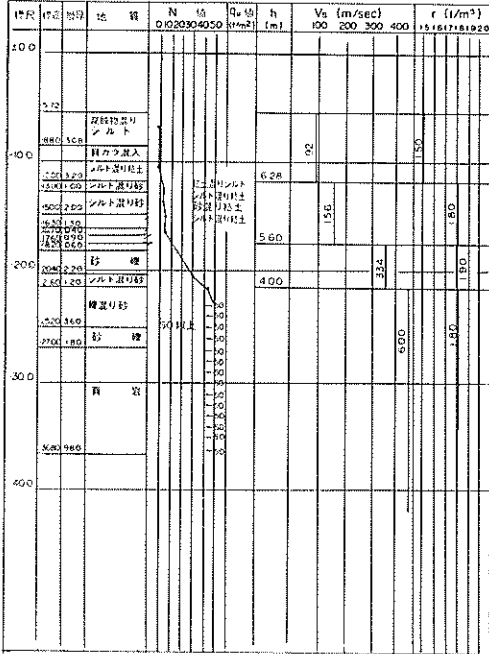


No 39 地名 大井小頭  
北緯 35°36'875" 東経 139°44'

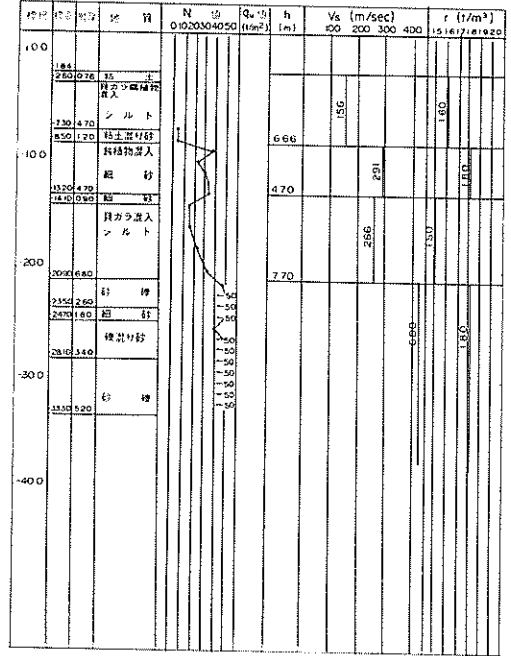




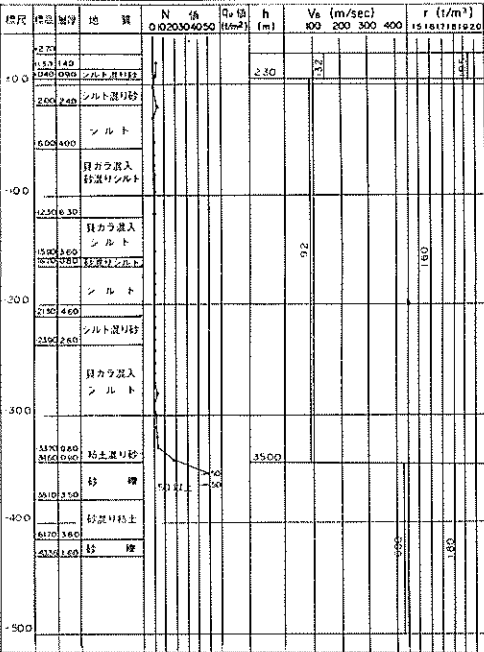
No. 40 地名 品川 水 橋  
北緯 35°37'5" 東経 139°45'5"



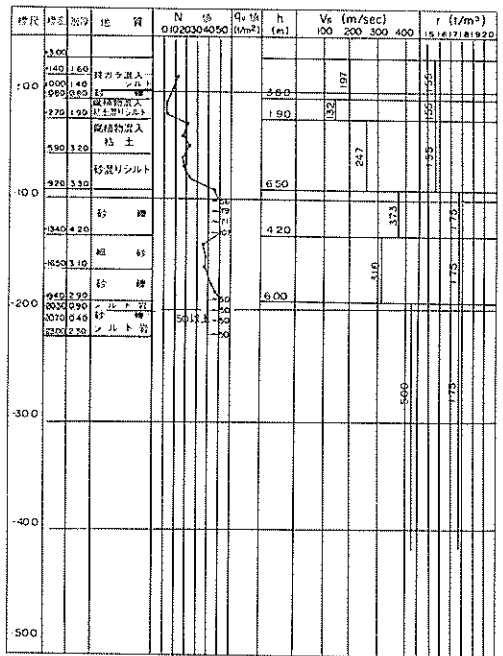
No. 41 地名 品川 水 橋  
北緯 35°37'5" 東経 139°47"

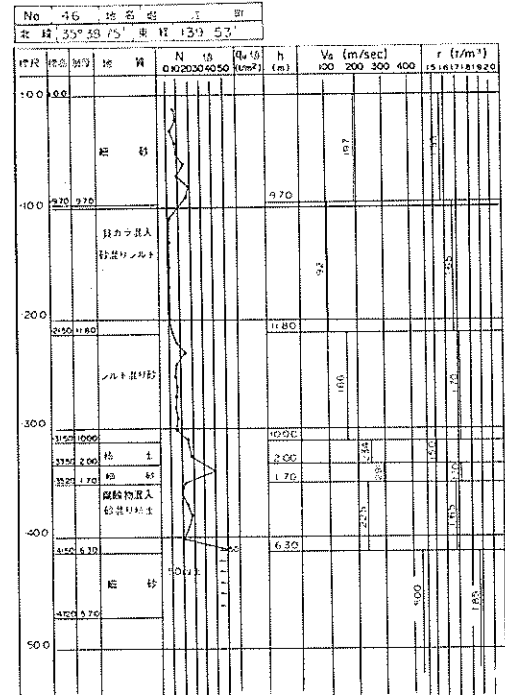
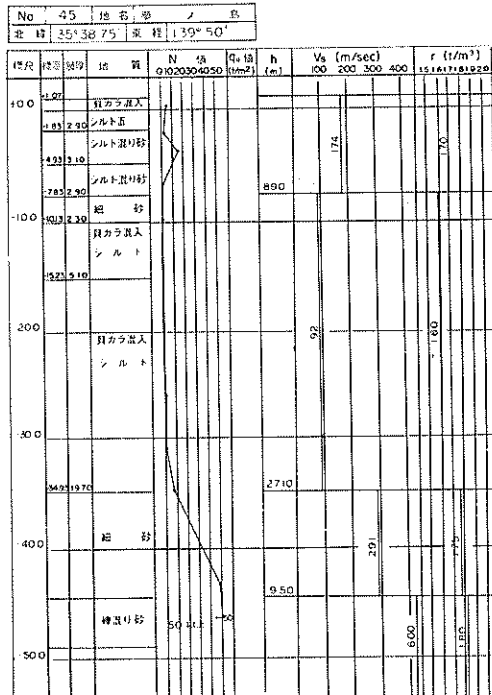
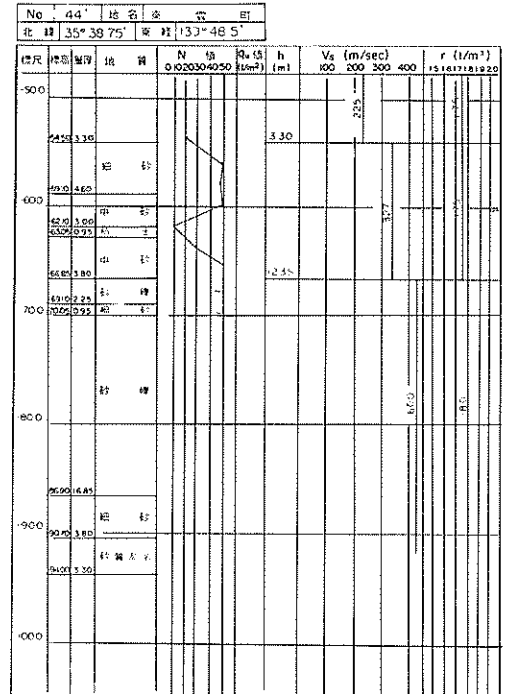
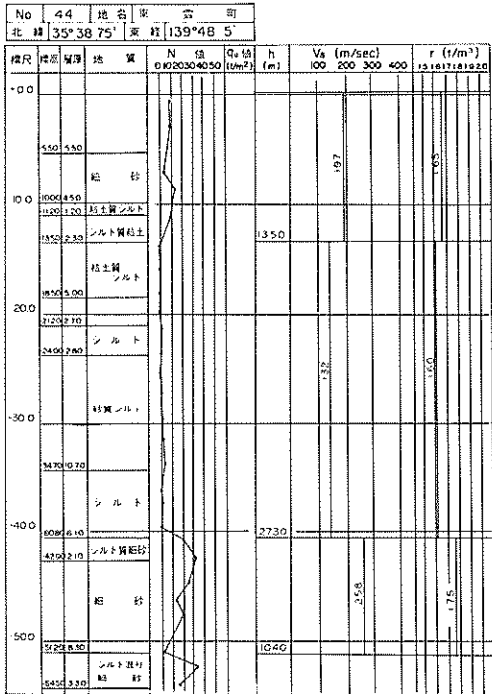


No. 42 地名 品川 水 橋  
北緯 35°38'12.5" 東経 139°47"

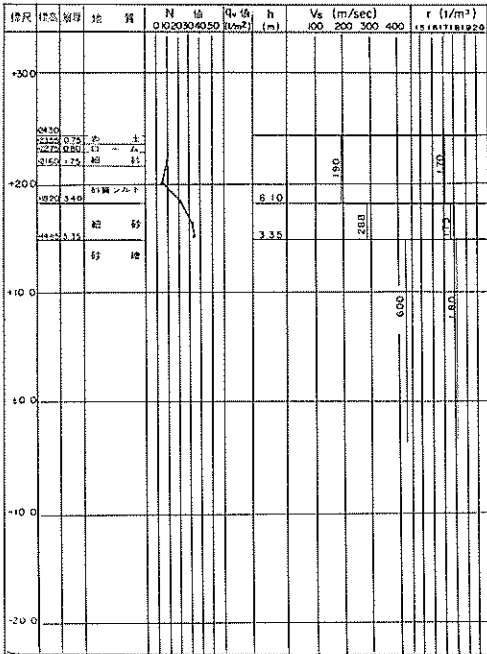


No. 43 地名 品川 水 橋  
北緯 35°38'7.5" 東経 139°45'5"

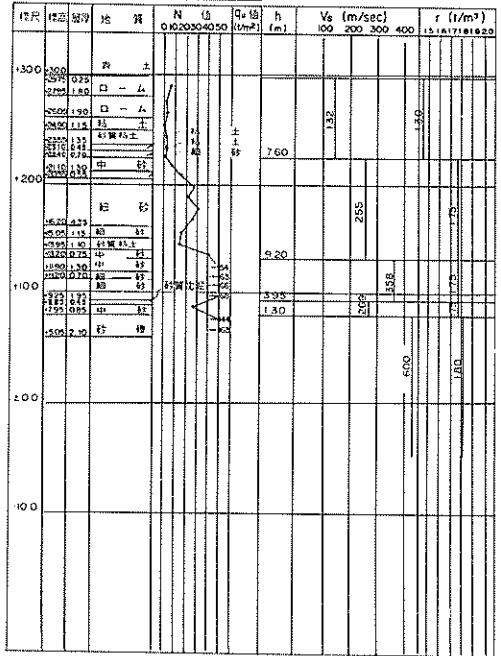




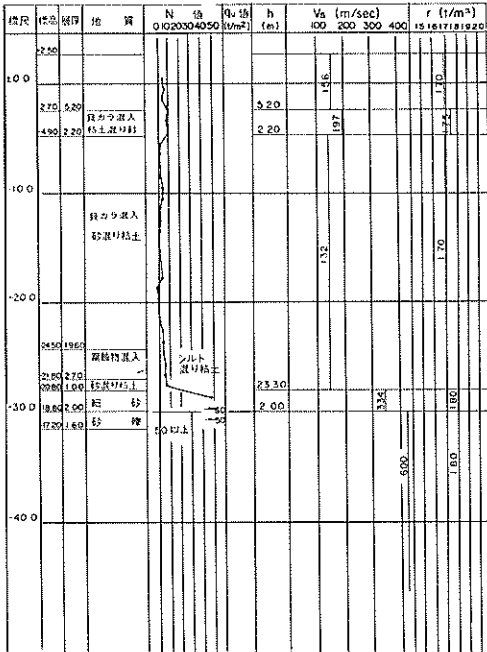
No 47 地名 代々木  
北緯 35°40'0" 東経 139°41'



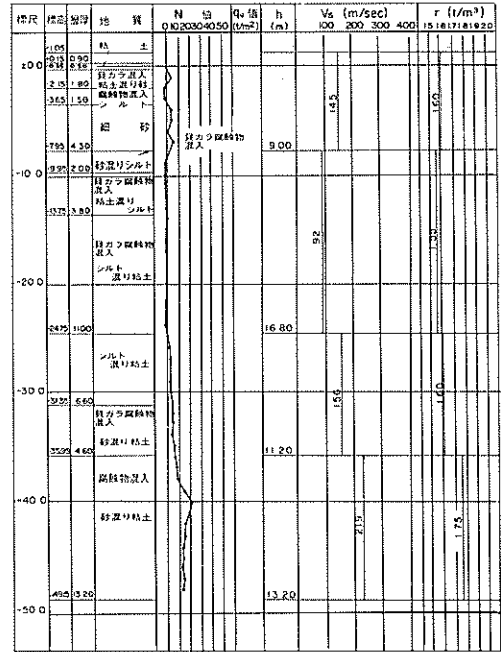
No 48 地名 赤坂  
北緯 35°40'0" 東経 139°43'25"

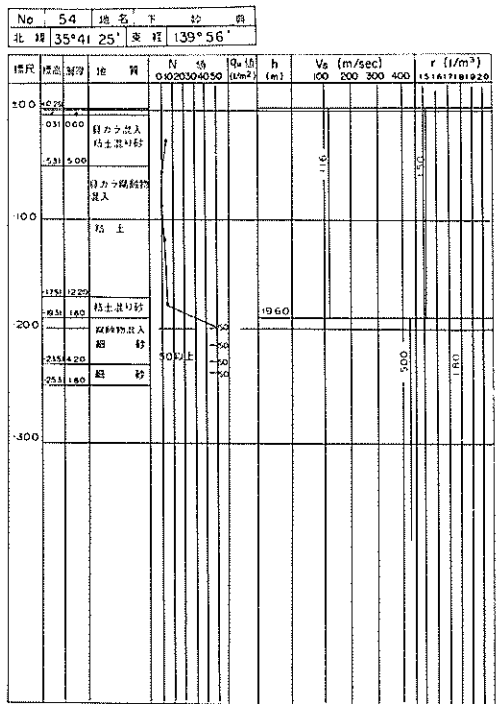
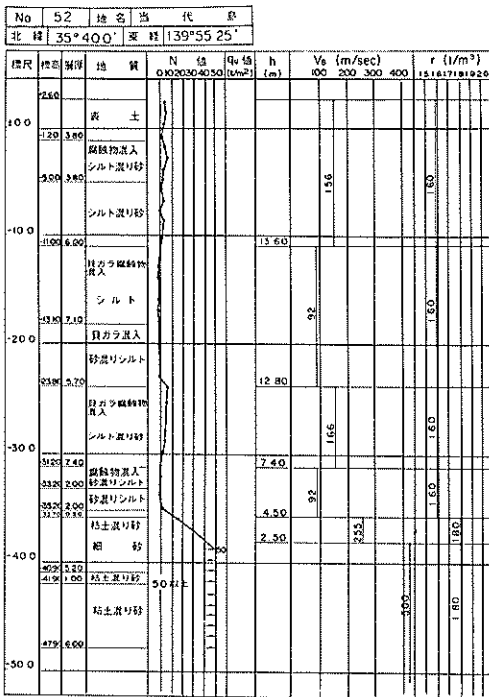
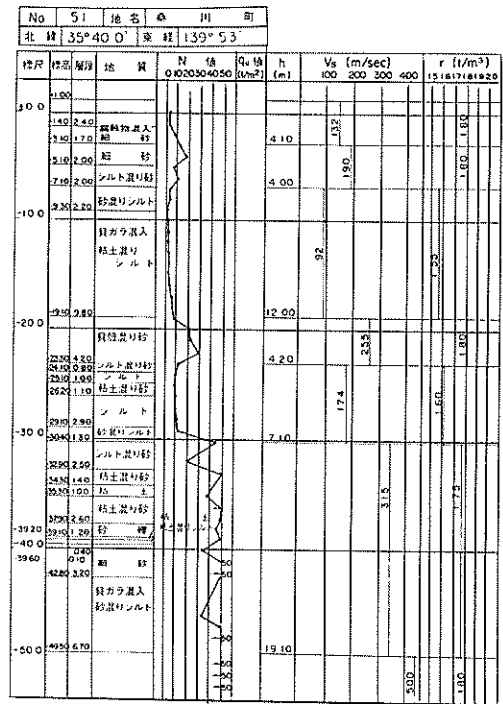
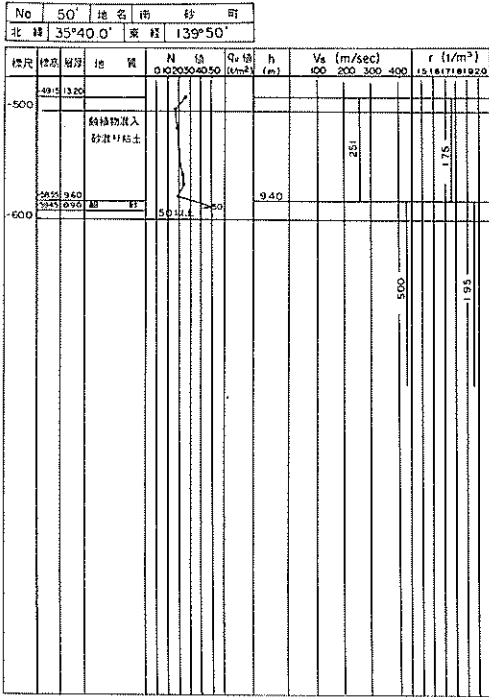


No 49 地名 富厚原  
北緯 35°40'62.5" 東経 139°47'7.5"

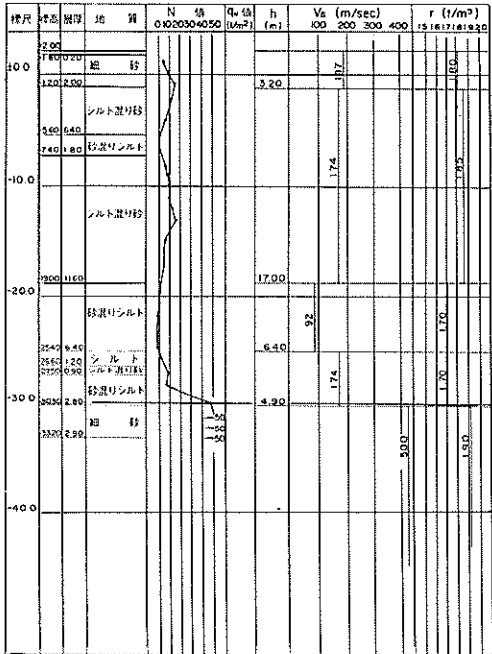


No 50 地名 南砂町  
北緯 35°40'0" 東経 139°50'

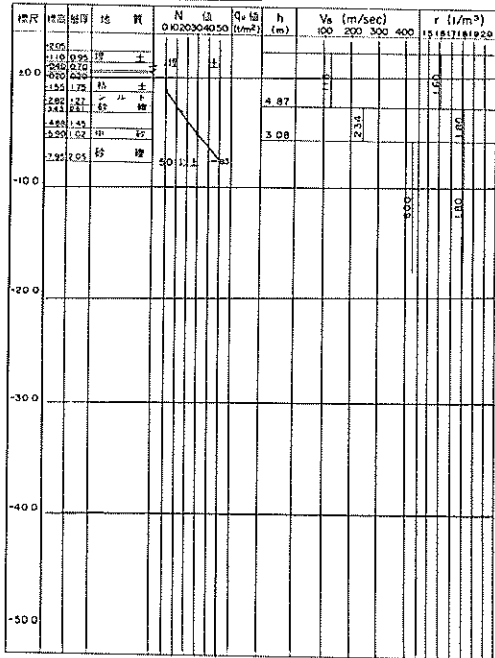




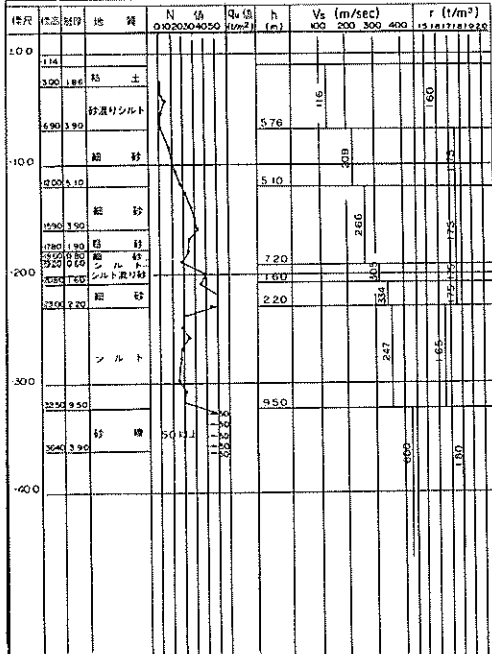
No. 55 地名 海 神 町  
北緯 35°41'25" 東経 139°59'



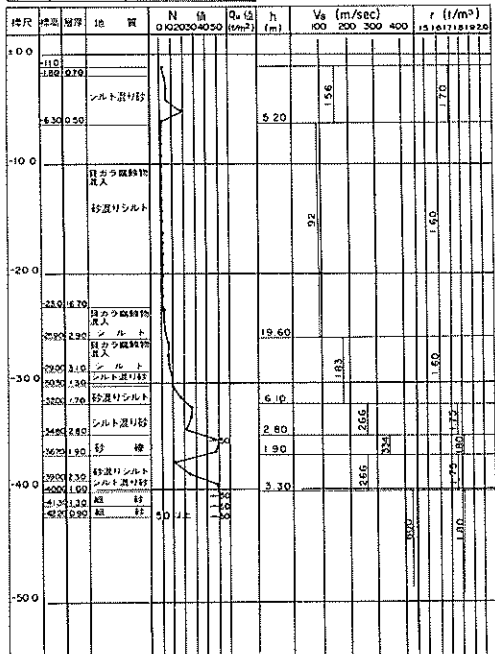
No. 56 地名 小 石 川  
北緯 35°42'5" 東経 139°44'



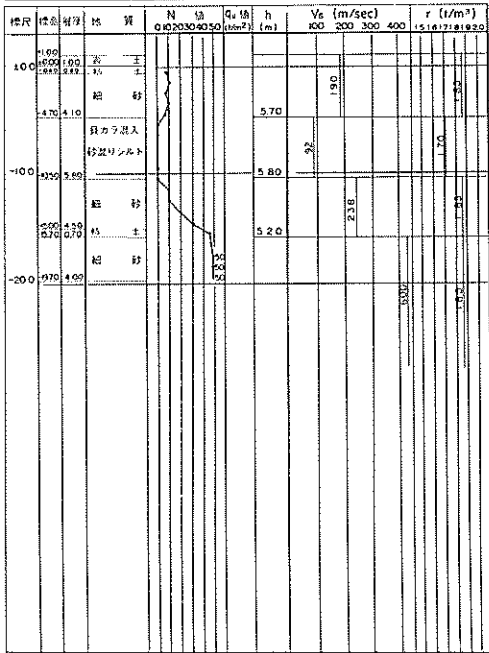
No. 57 地名 橋 本 町  
北緯 35°41'8.75" 東経 139°47'7.5"



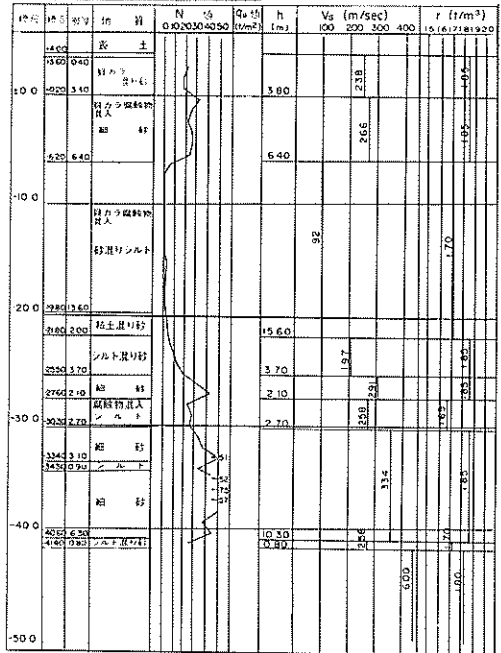
No. 58 地名 谷 塚 町  
北緯 35°42'5" 東経 139°50'



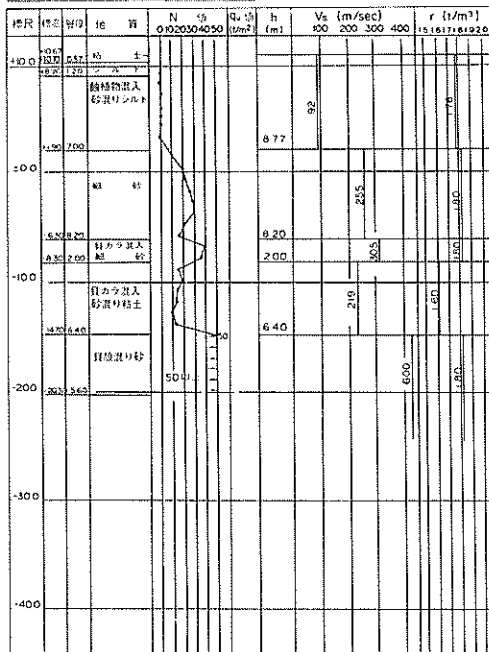
No 59 地名 本 町  
北緯 35°42'5" 東経 139°53'



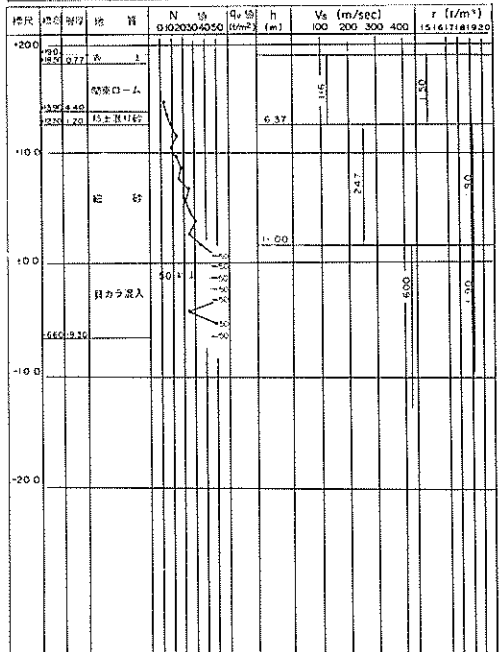
No 60 地名 泉 高 町  
北緯 35°43'25" 東経 139°56'



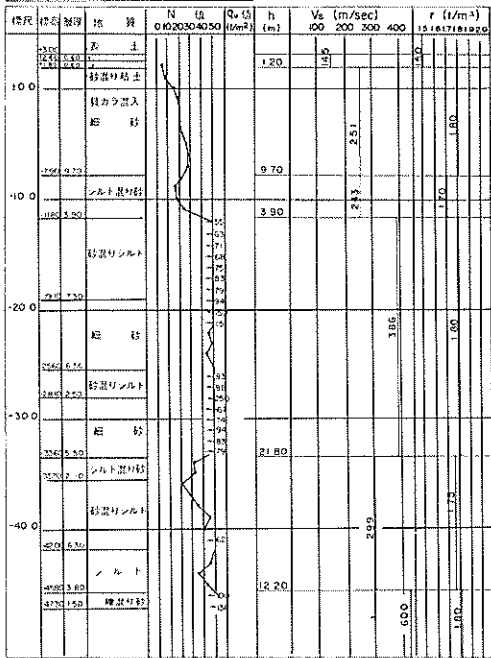
No 61 地名 新 船 橋  
北緯 35°43'125" 東経 139°58'25"



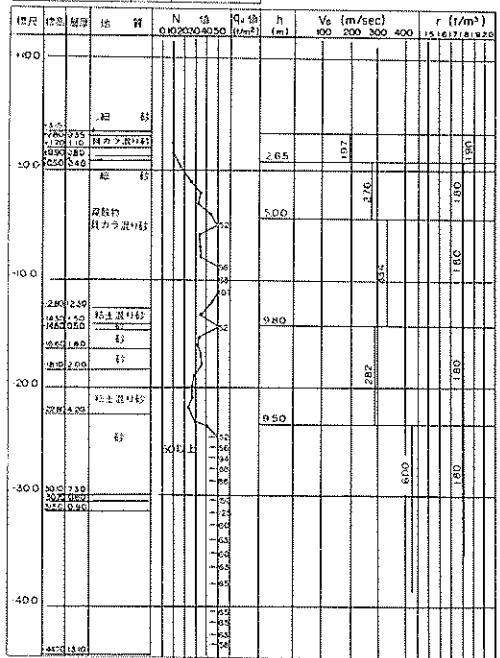
No 62 地名 新 船 橋  
北緯 35°43'25" 東経 140°01'25"



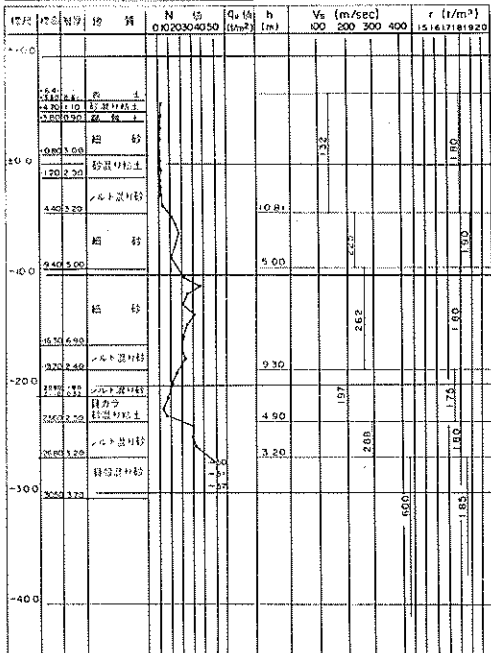
No 63 地名 空 夏  
北緯 35°44' 02" 東経 140°53'



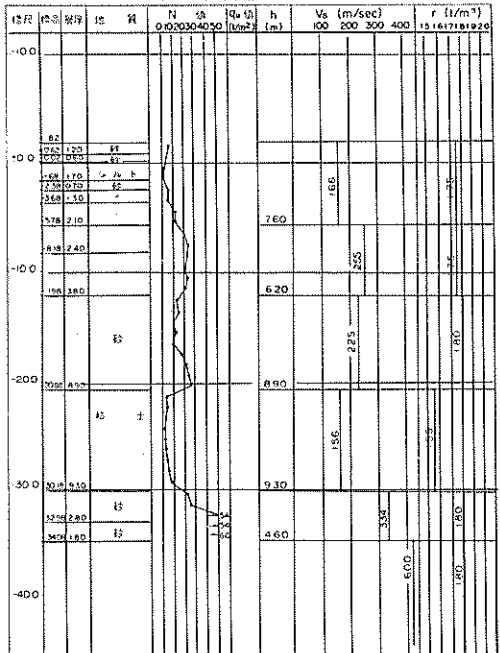
No 64 地名 鷺 沼  
北緯 35°40' 02" 東経 140°02'

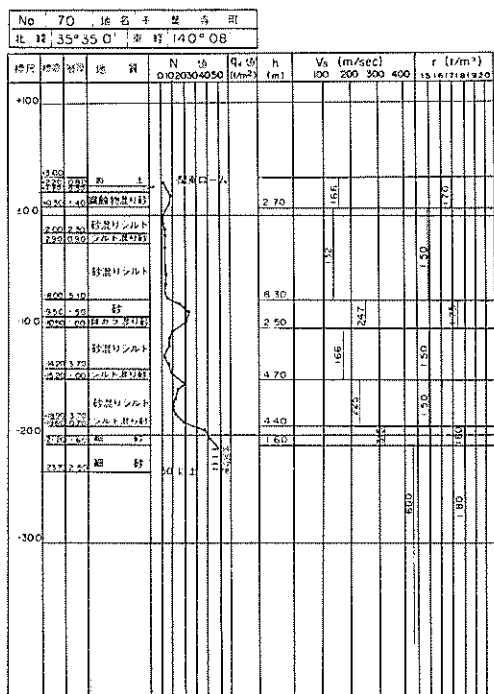
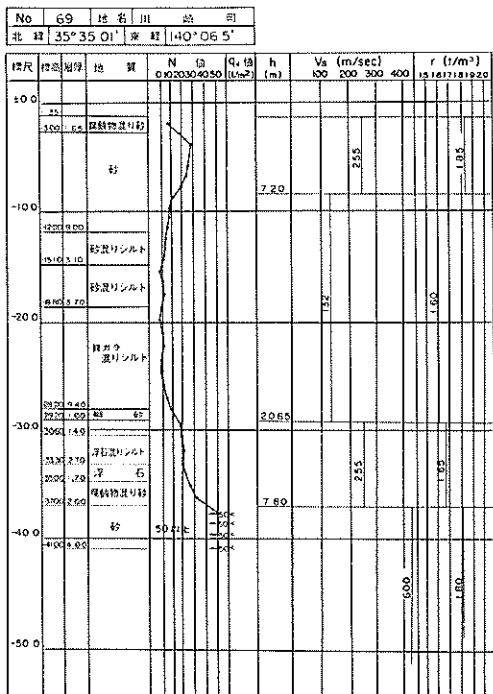
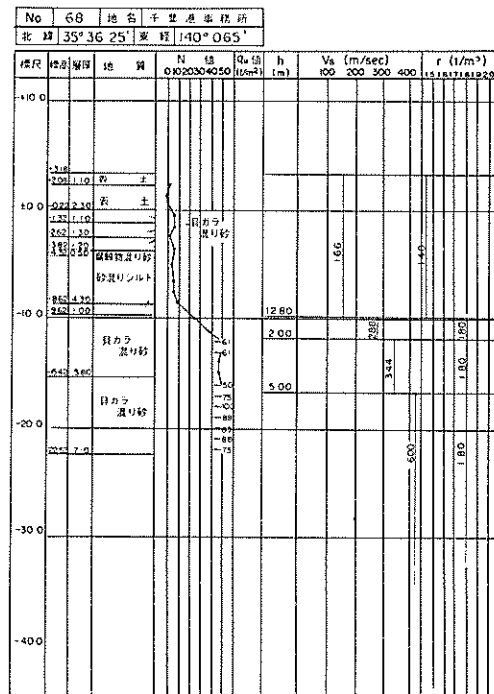
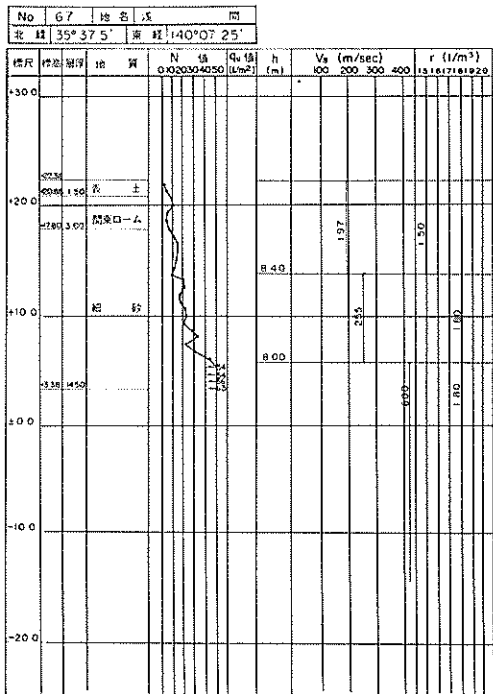


No 65 地名 沼  
北緯 35°40' 01" 東経 140°01' 25"

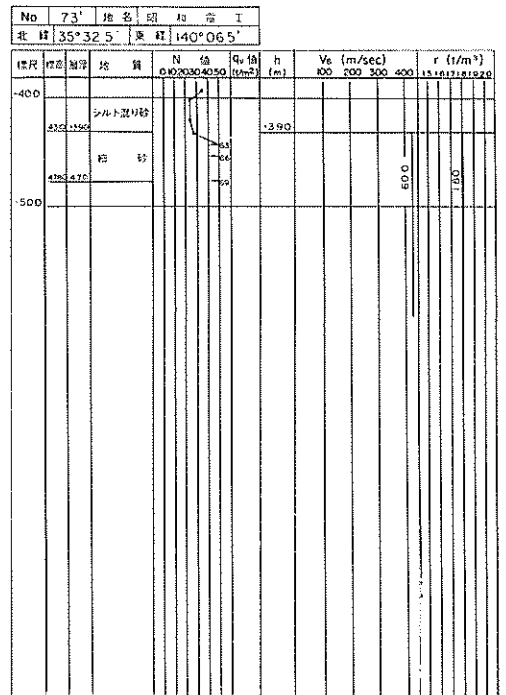
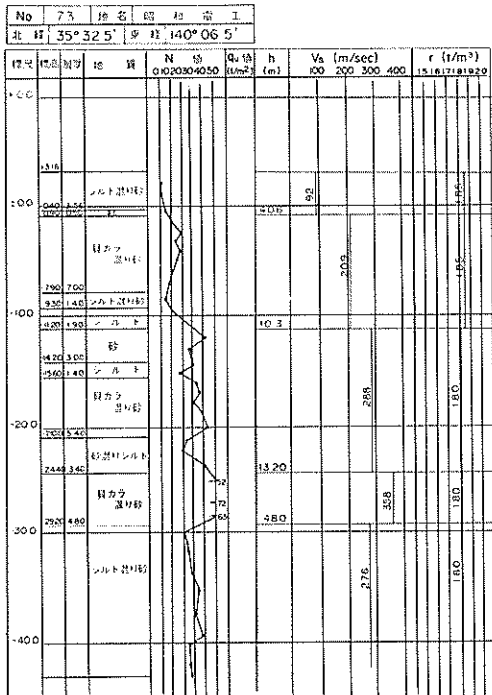
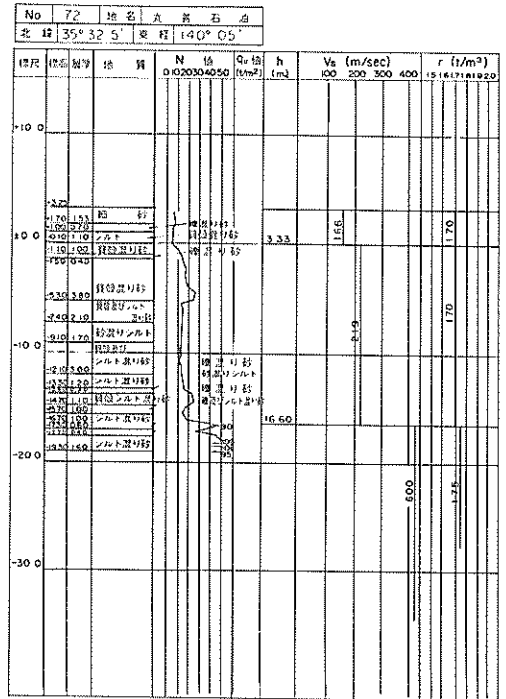
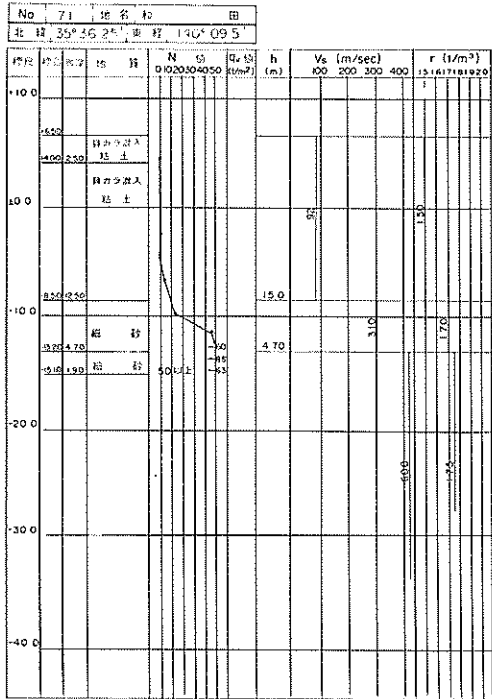


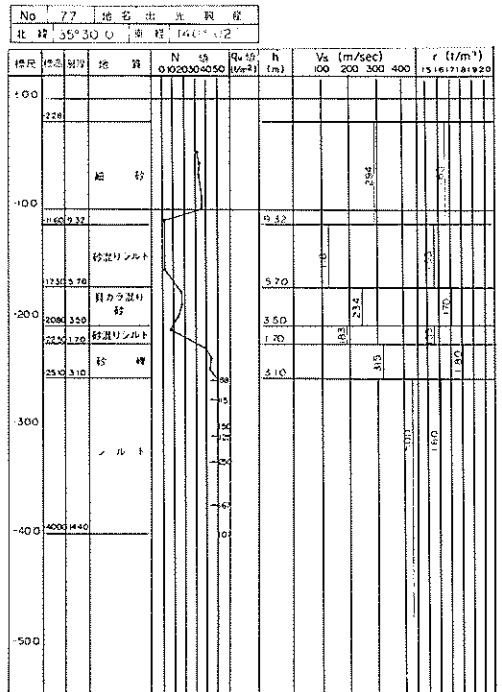
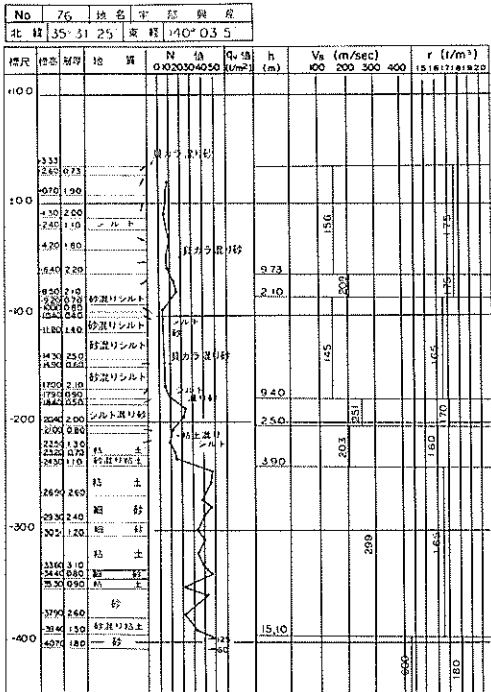
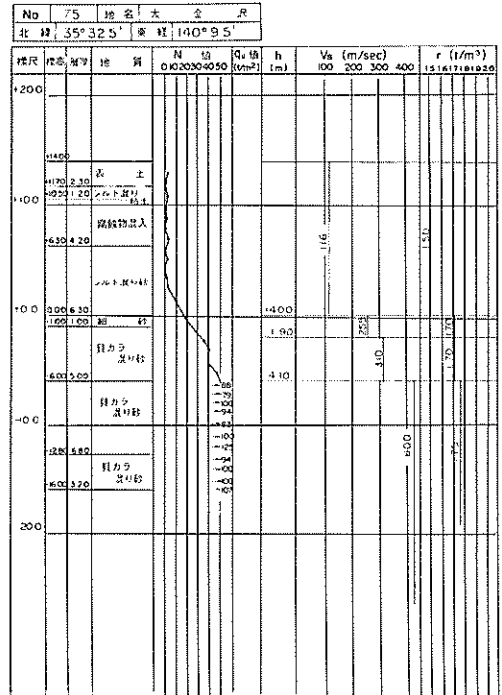
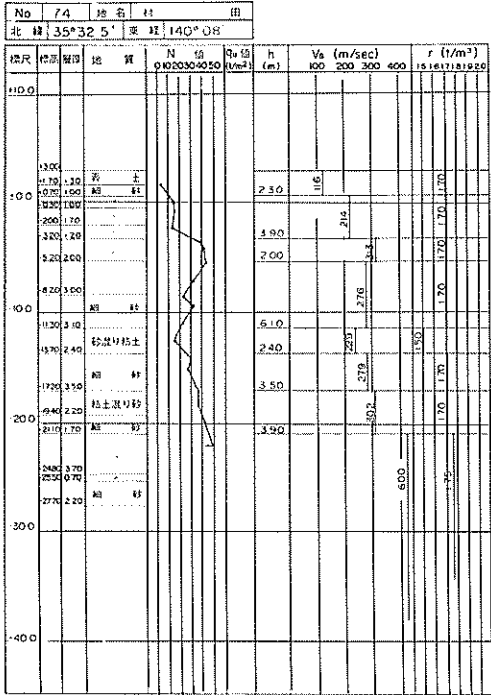
No 66 地名 沼  
北緯 35°38' 12" 東経 140°05'

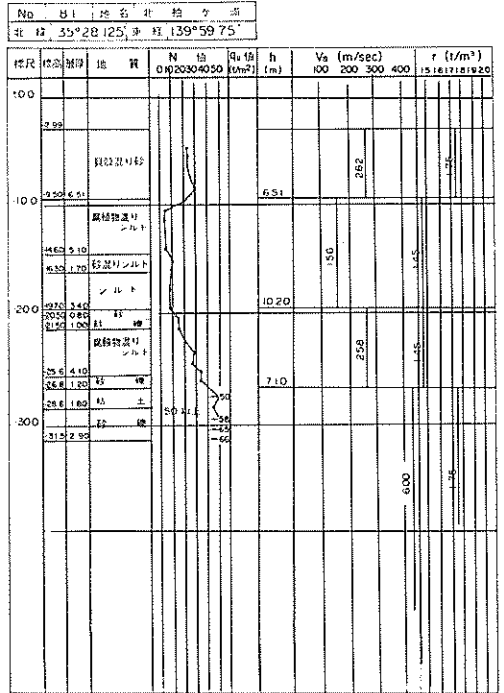
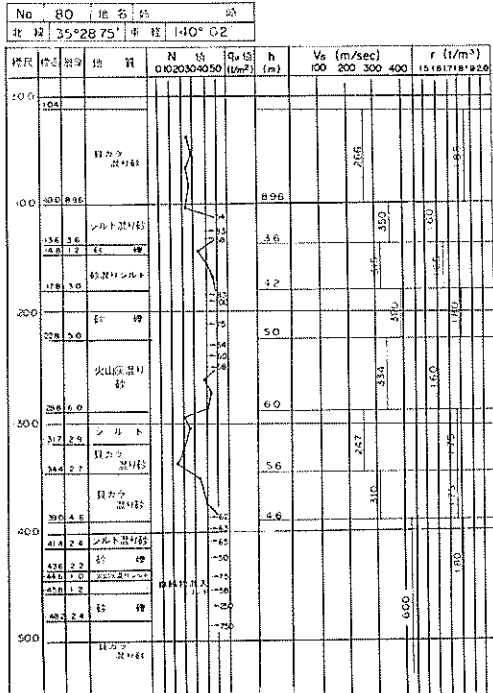
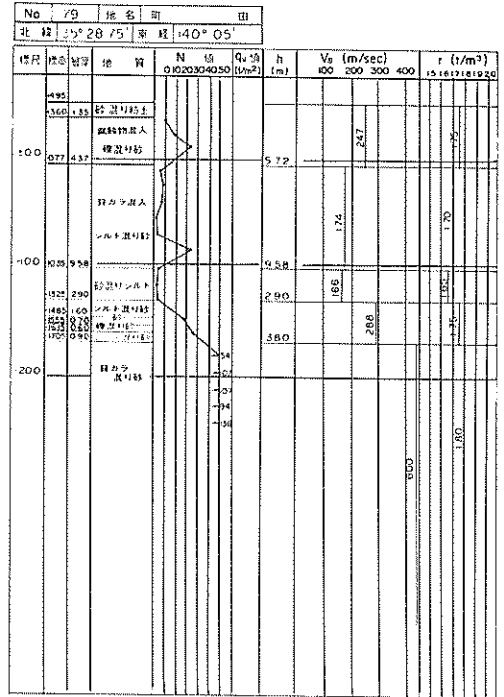
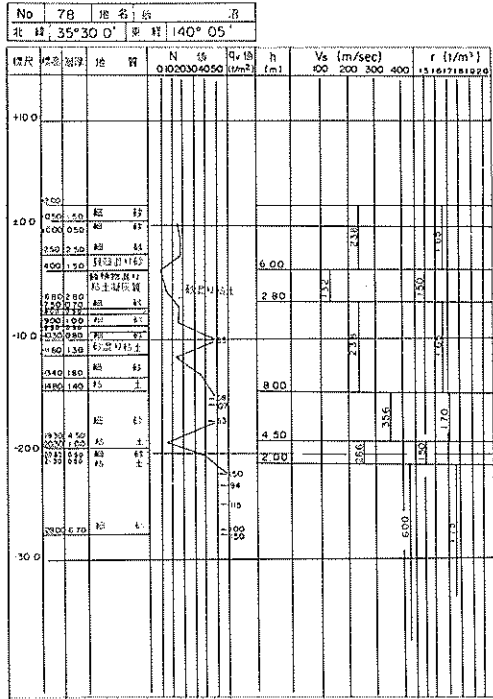


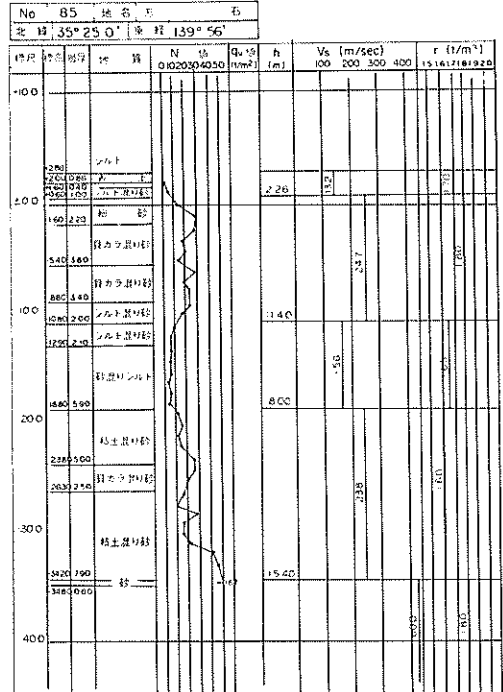
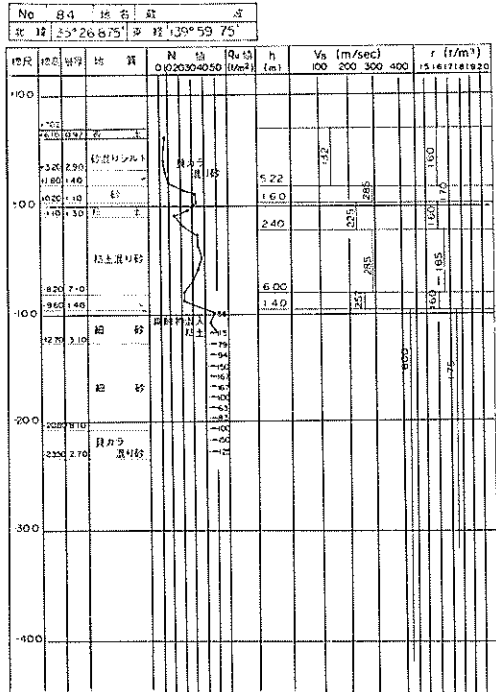
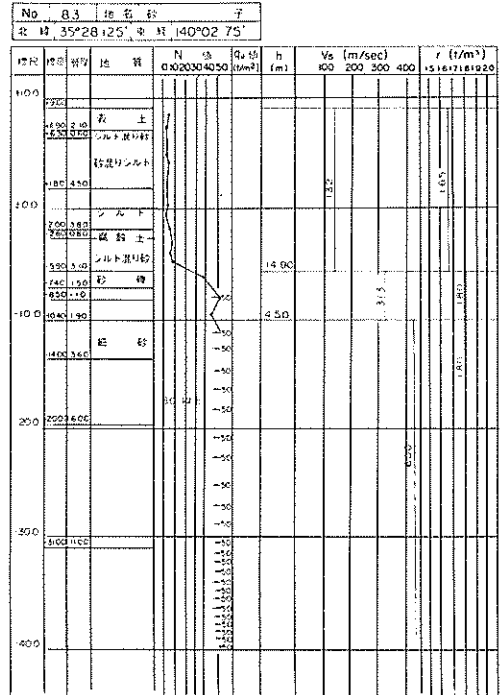
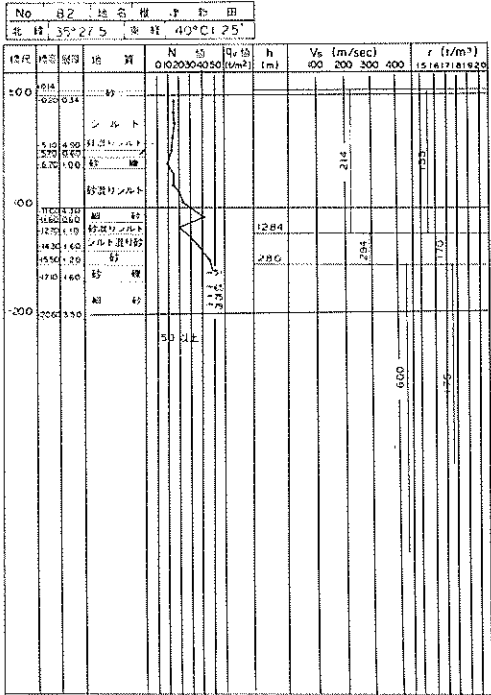


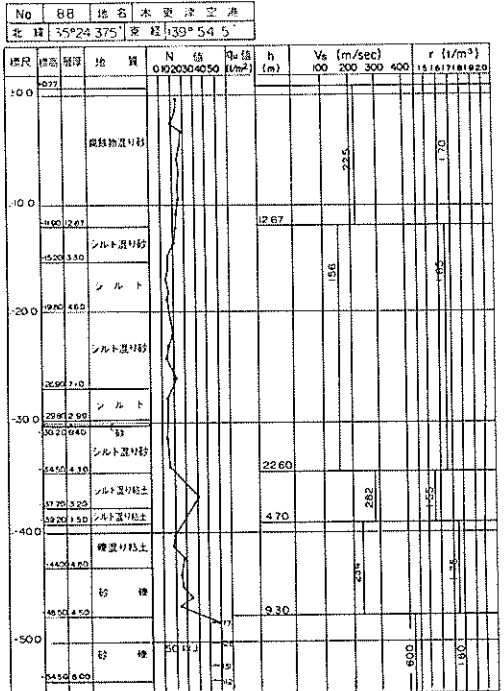
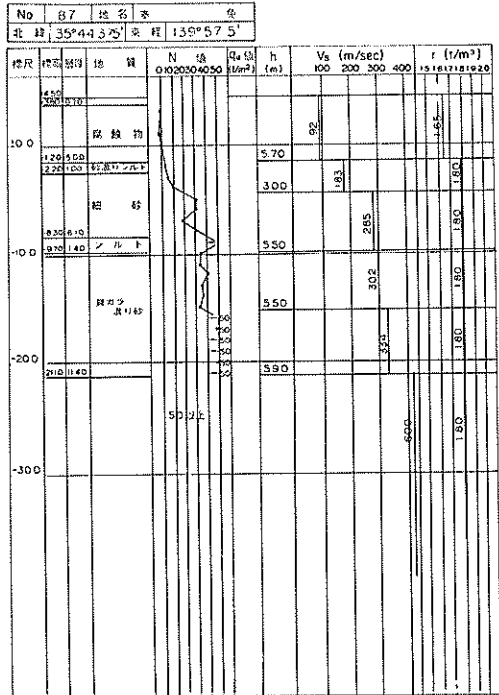
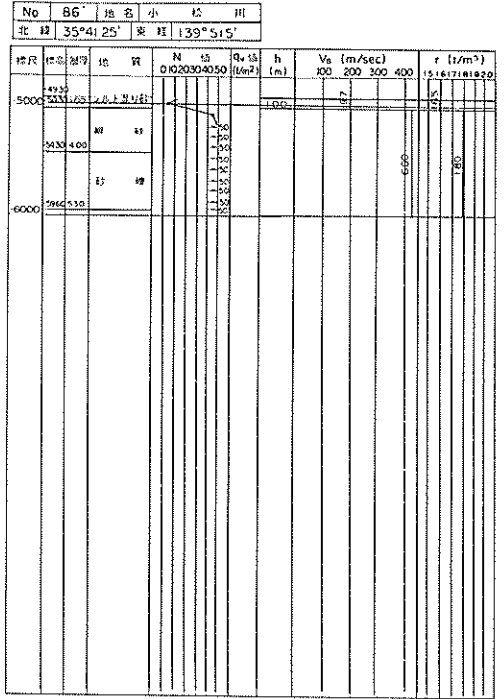
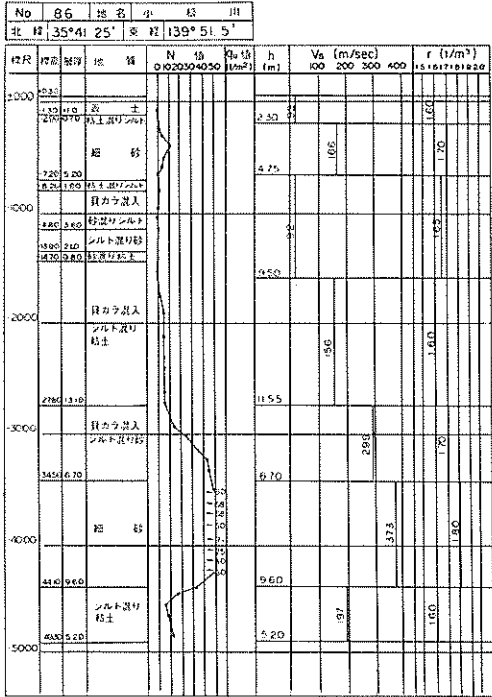


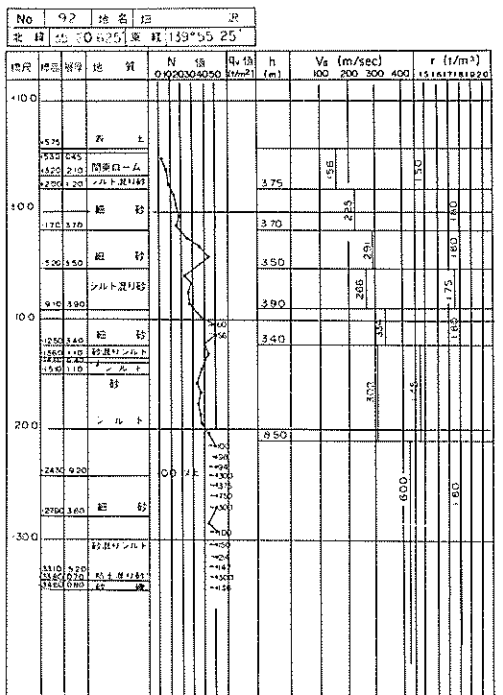
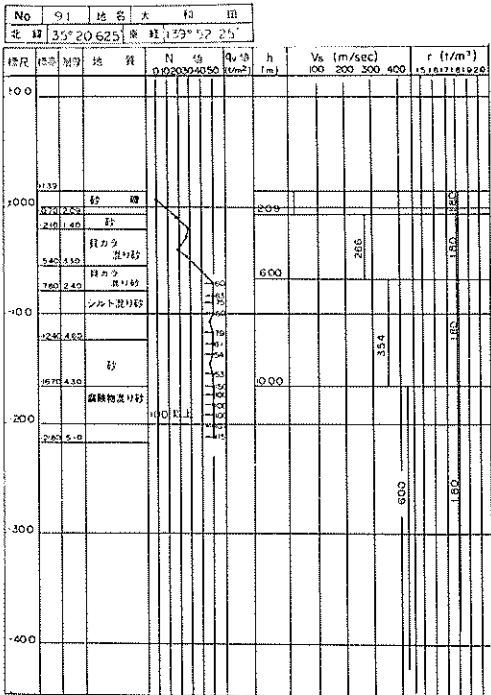
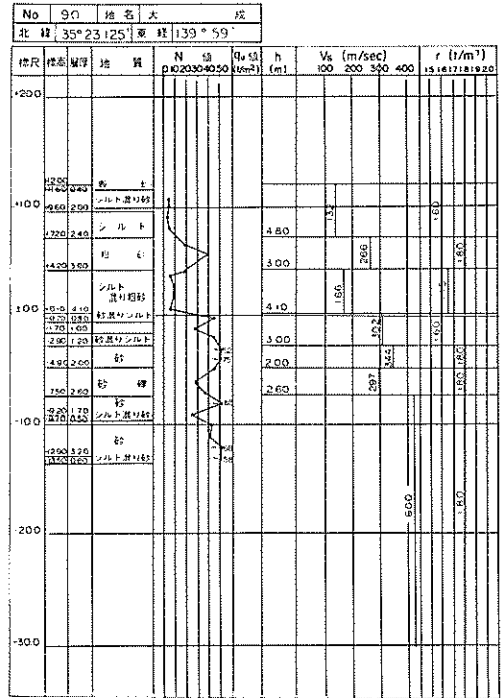
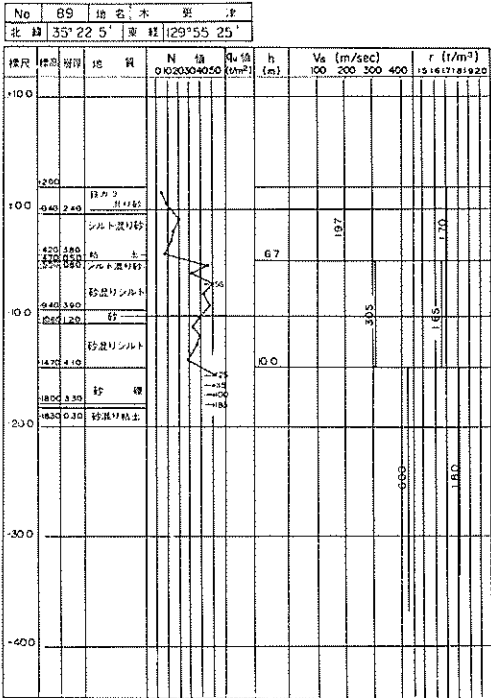




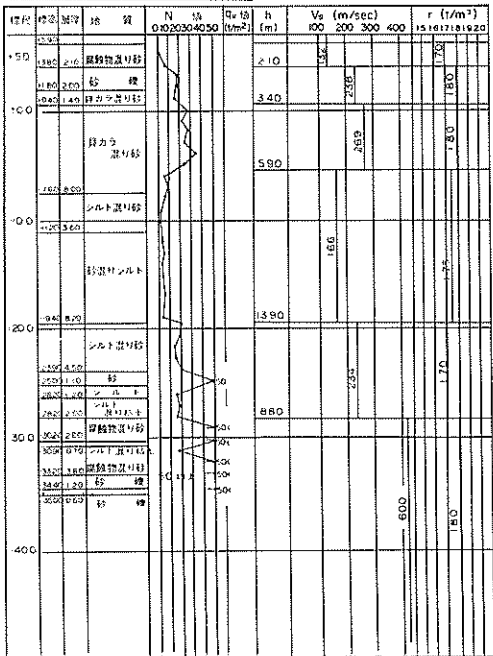




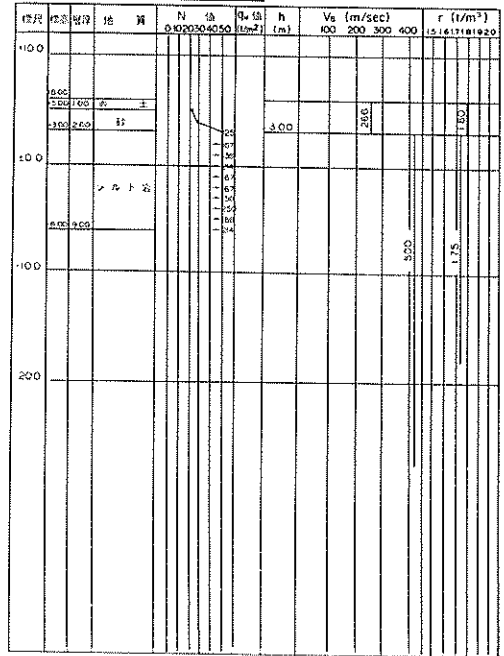




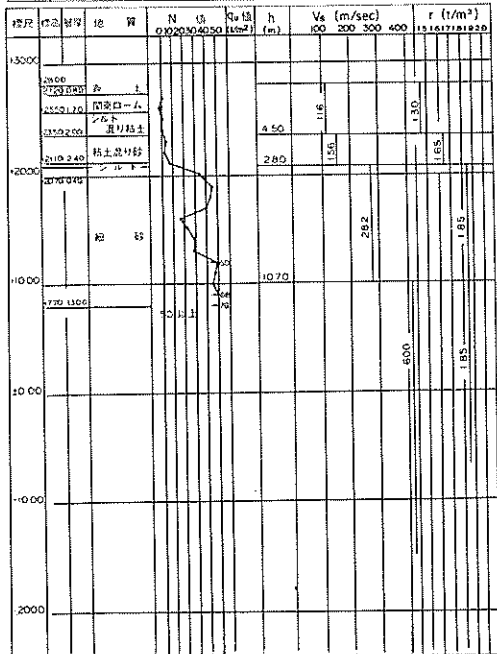
No. 93 地名 青 木  
 北緯 35°18' 75" 東経 139° 50'



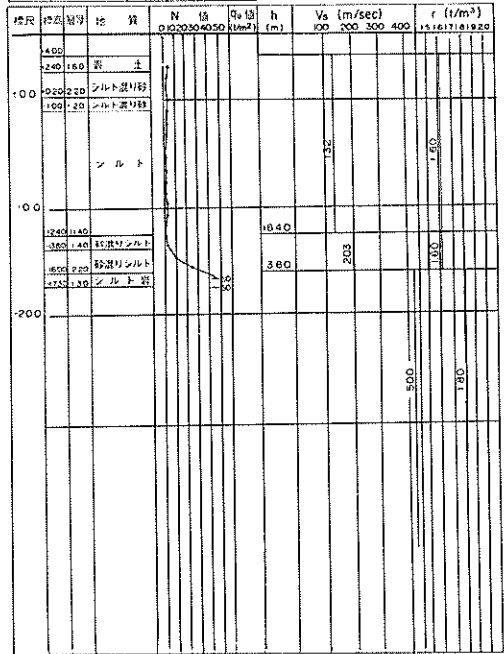
No. 94 地名 千 塚 新 田  
 北緯 35°16' 875" 東経 139° 51' 5"

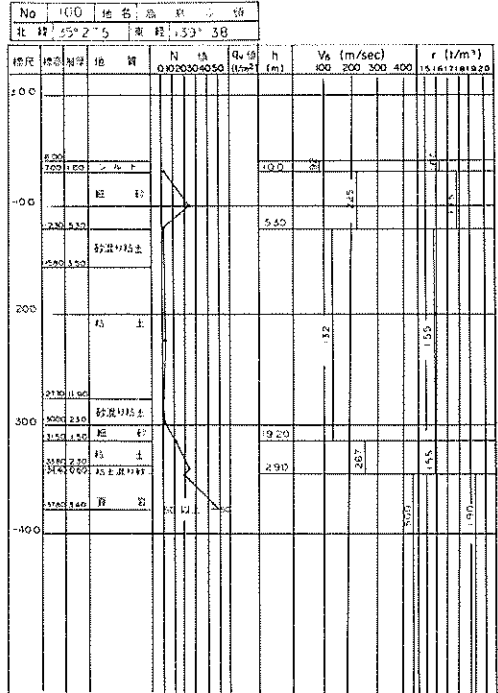
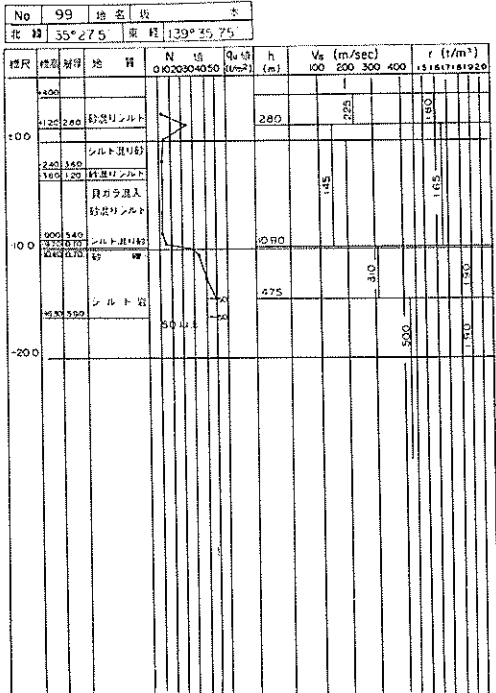
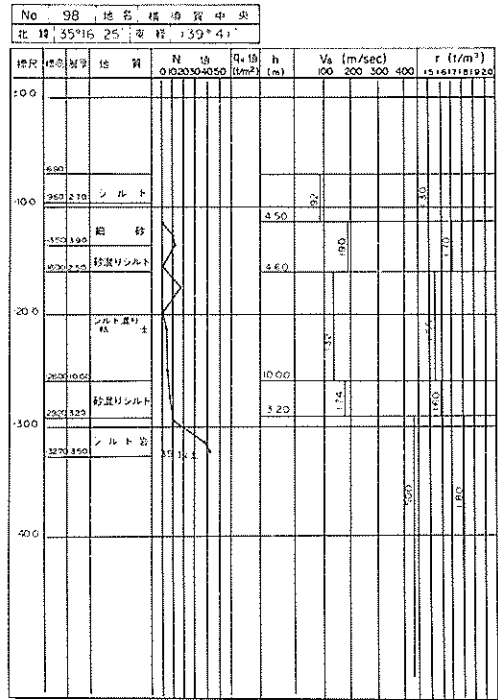
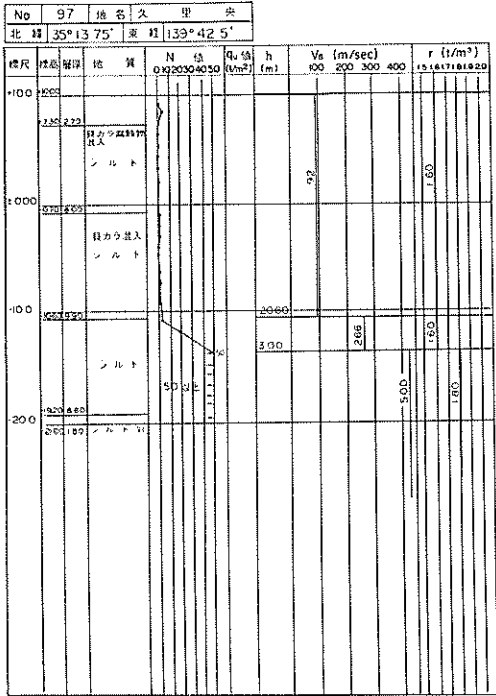


No. 95 地名 深 岡 台  
 北緯 35° 42' 5" 東経 140° 2' 75"



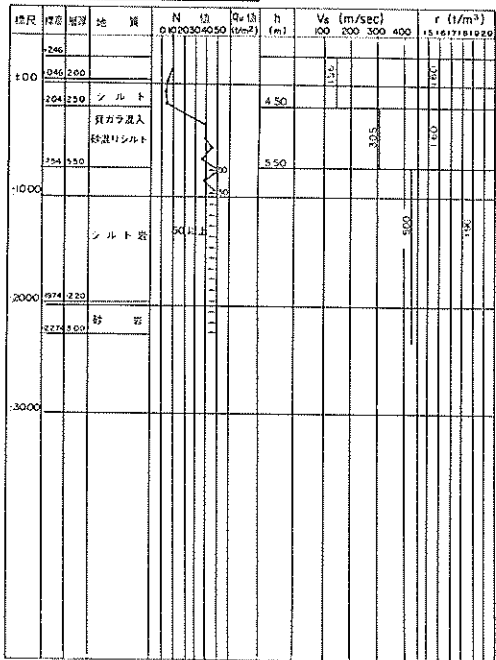
No. 96 地名 赤 浜  
 北緯 35°18' 75" 東経 139° 38'



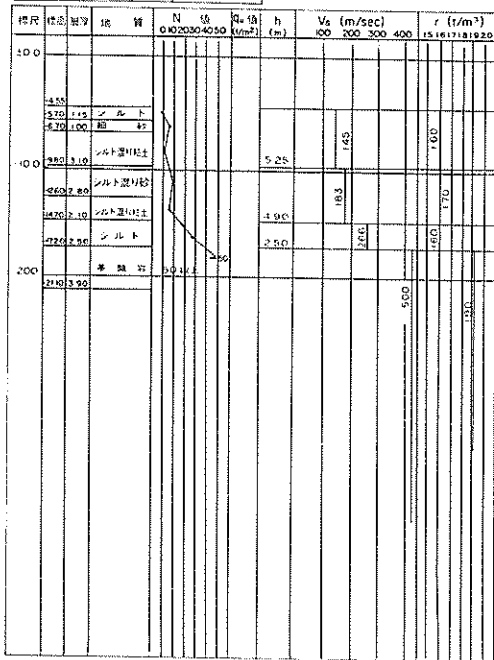




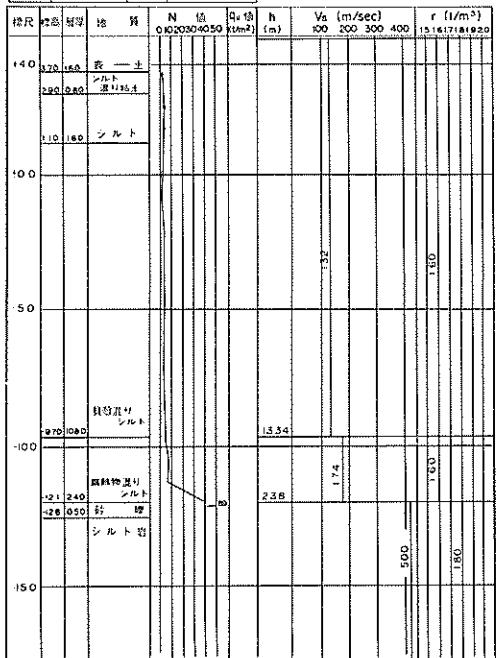
No. 101 地名 新子安  
北緯 35°28'75" 東経 139°39'5"



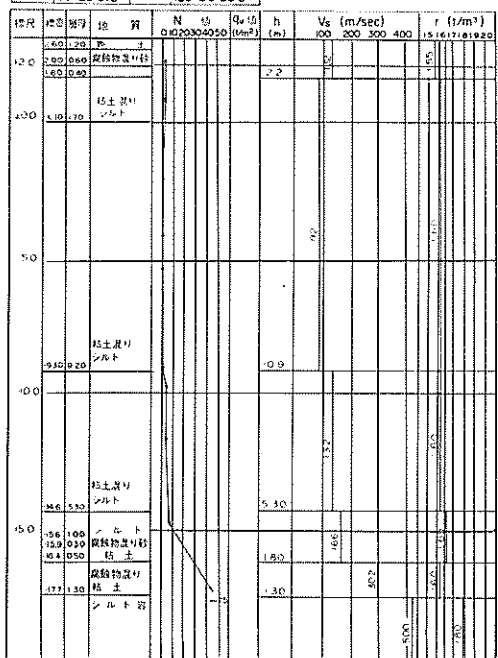
No. 102 地名 大出町  
北緯 35°26'75" 東経 139°41'



No. 103 地名 弘明寺  
北緯 35°25'136" 東経 139°36'167"



No. 104 地名 弘明寺通町  
北緯 35°25'313" 東経 139°36'333"



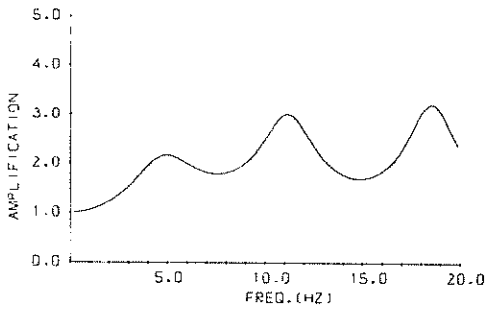




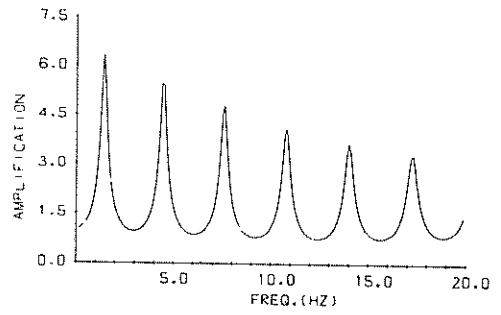


## 付録－ 2 周波数伝達関数

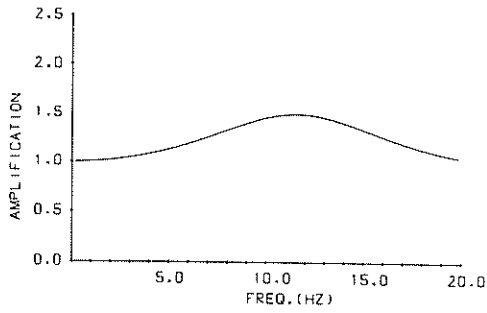
TAKEYAMA H.



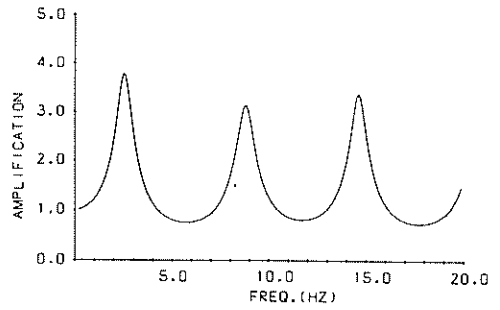
NEGISHI T.



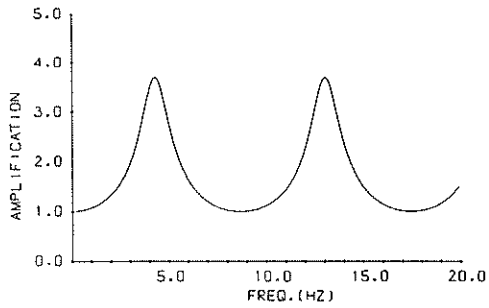
NOBI



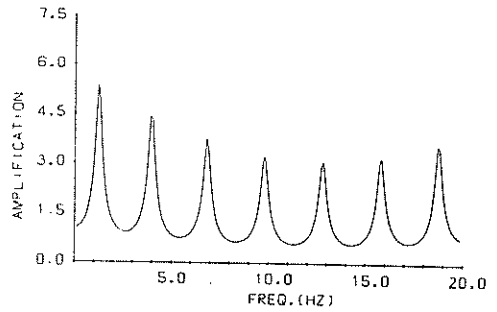
KAMOI



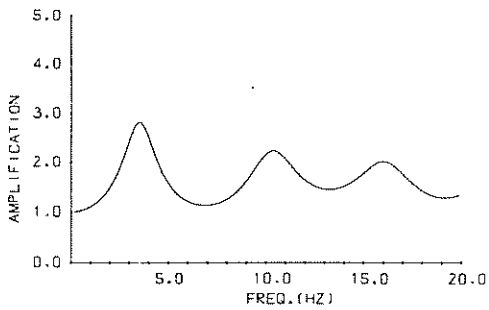
TOKYO DENRYOKU



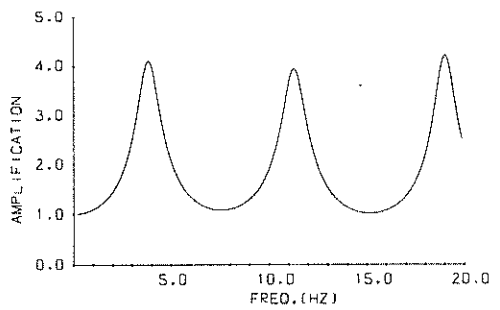
ZUSHI



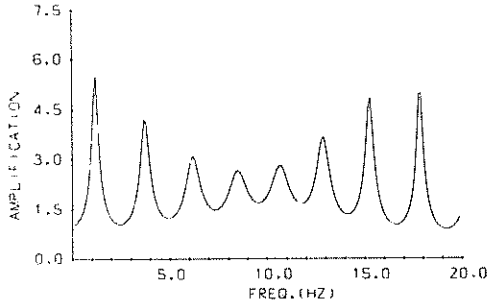
OOKUSUYAMA



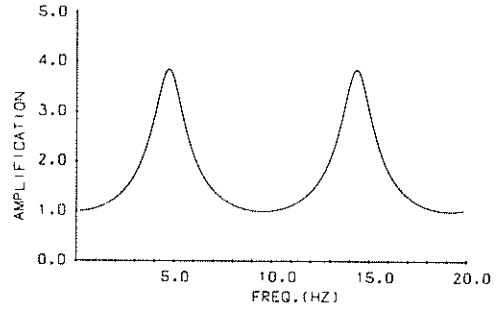
TAURA T.



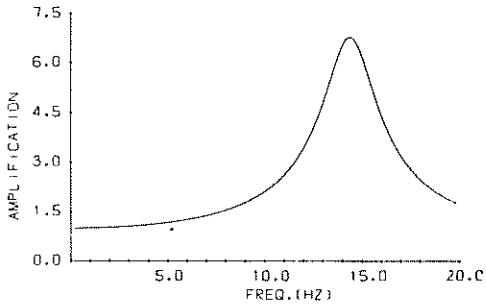
KAMAKURA (TERA)



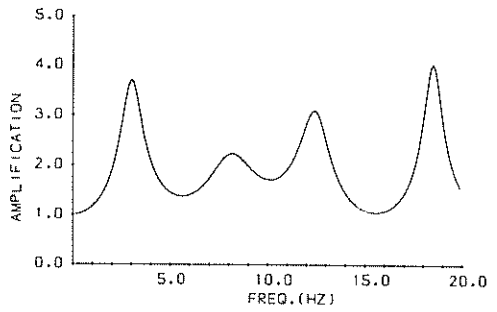
MIYAGATANI



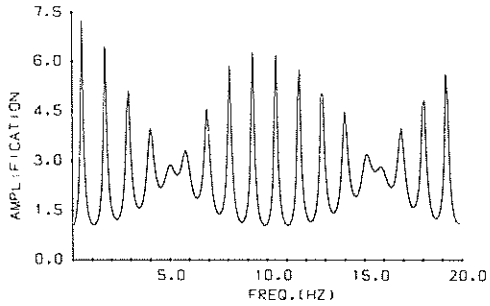
KAMAKURA (TEN)



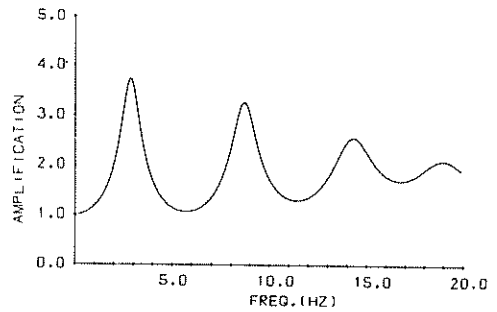
SUGIT T.



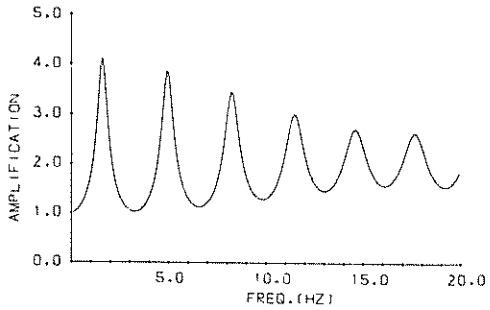
HIRAKATA T.



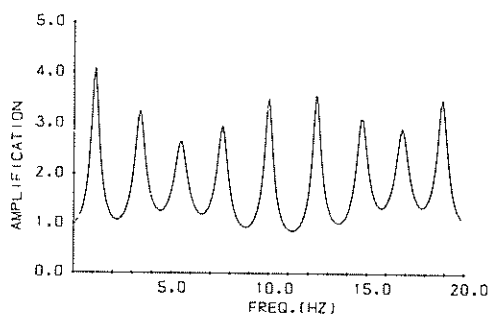
BESSHYO T.



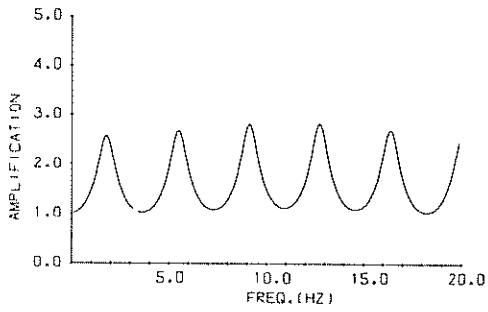
TORIHAMA T.



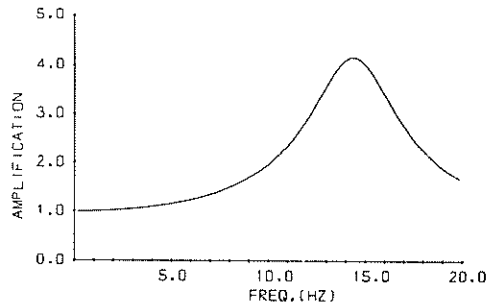
NISHINEGISHI



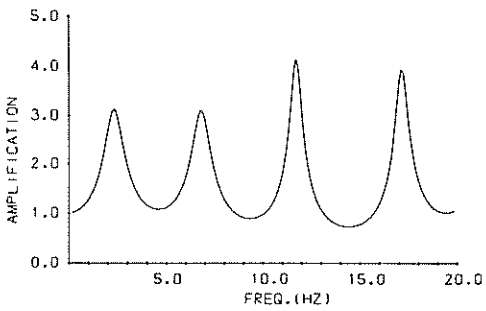
HONMOKU (NISSAN)



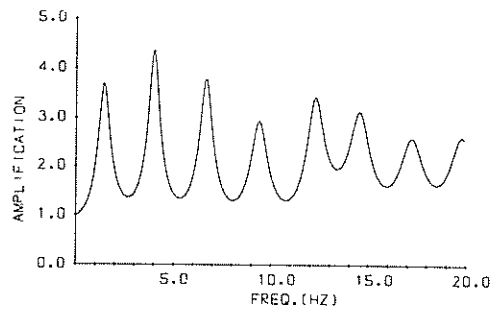
HIGASHIHONGO



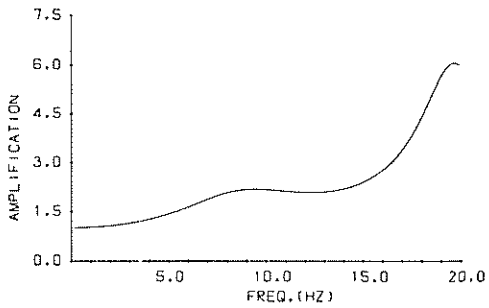
YAMASHITA T.



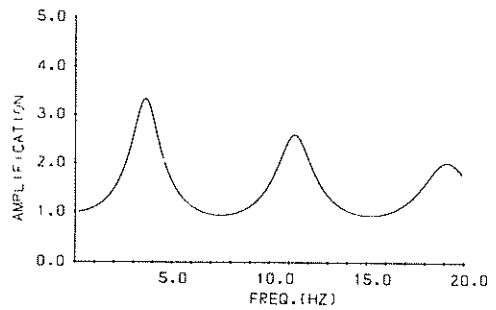
KIKUNA T.



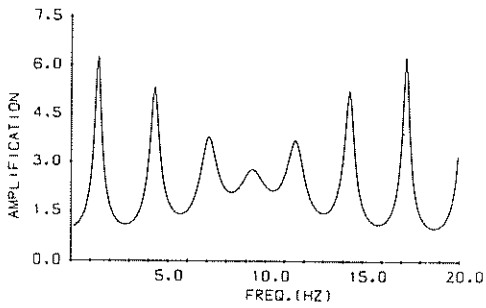
HONMOKU (C)



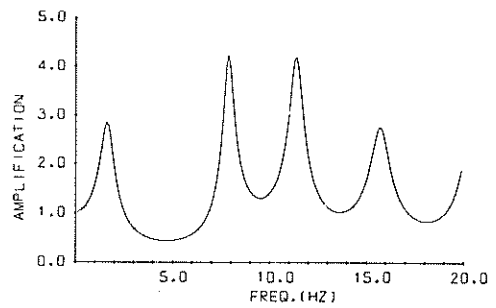
NAMAMUGI T.



ISOGO

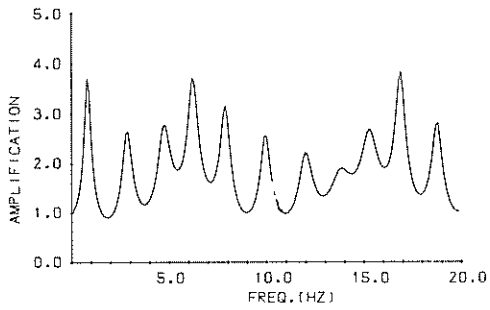


ODA T.

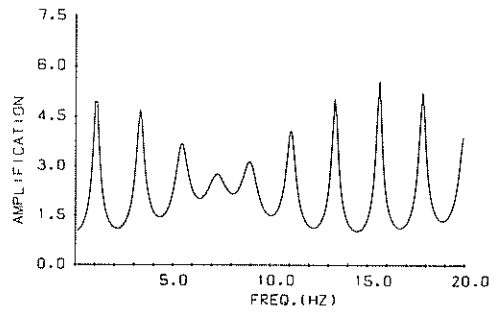




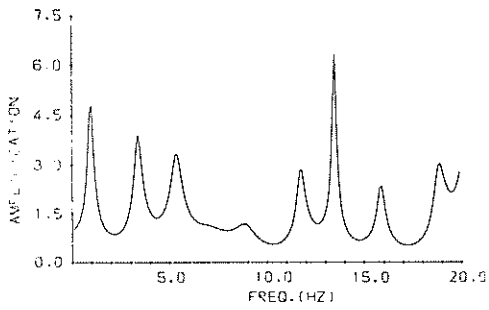
MIZUE T.



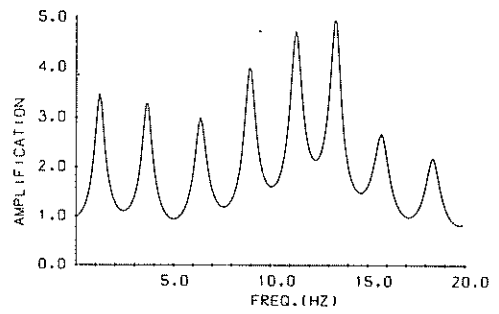
TUKAGOSHI



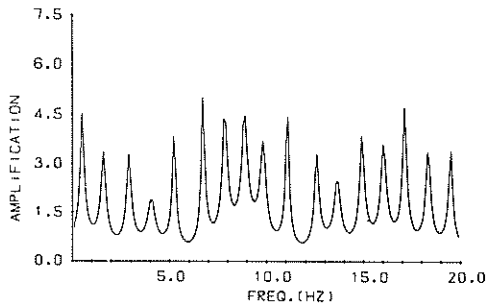
CHIDORI T.



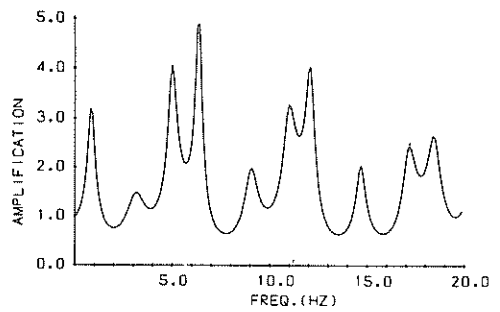
MIMAMIROKUGO



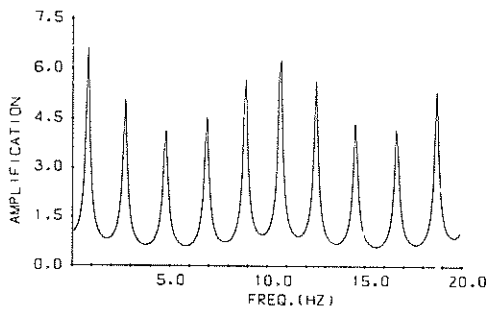
UKISHIMA T.



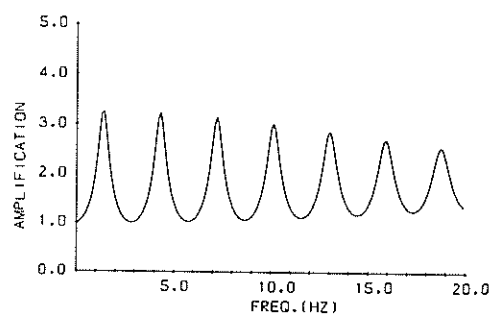
HANEDA

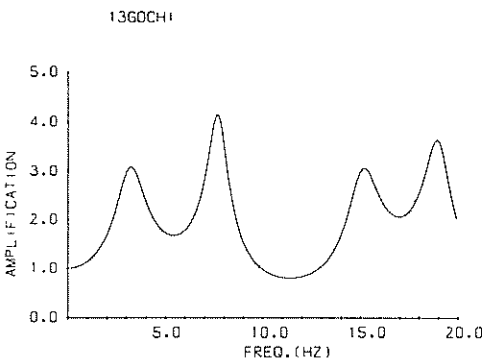
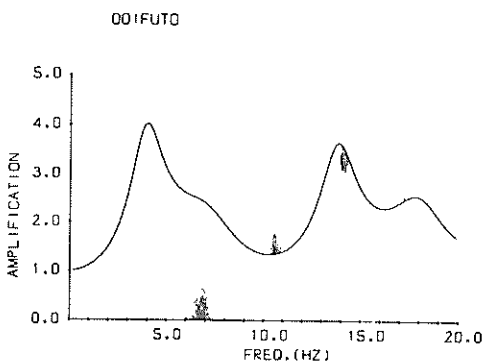
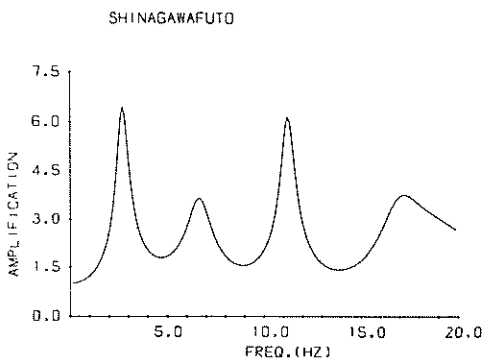
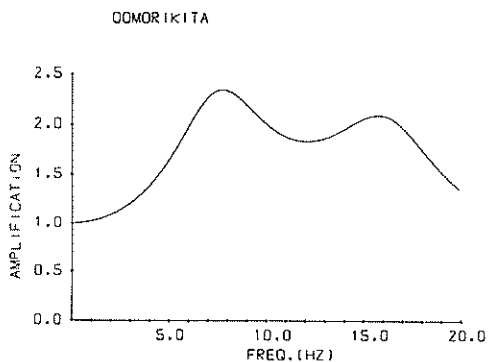
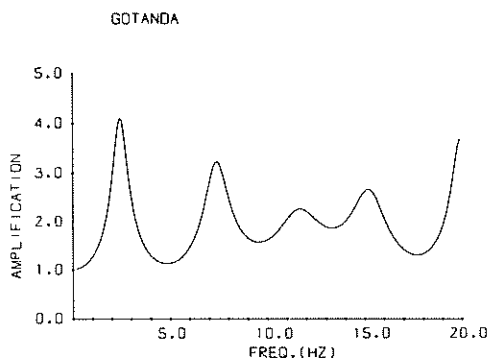
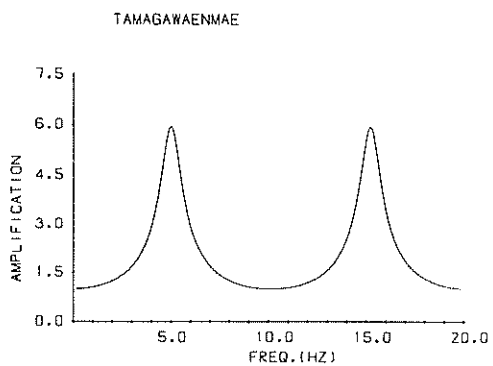
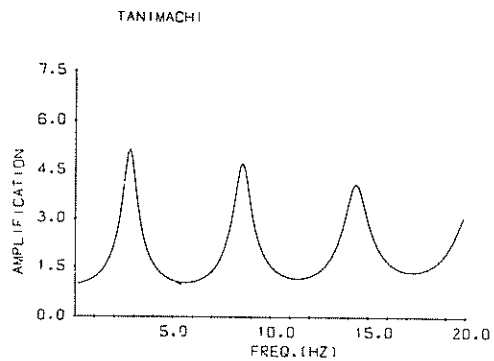
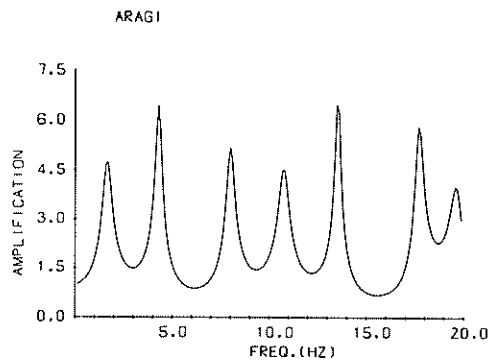


KITATUMASHIMA T.

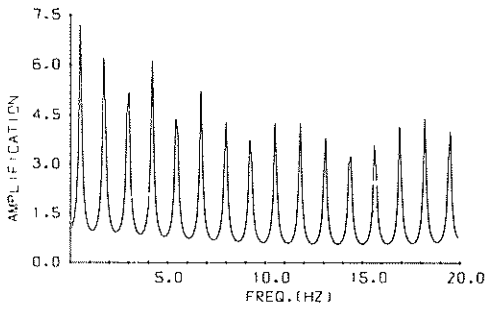


OOMORI MINAMI

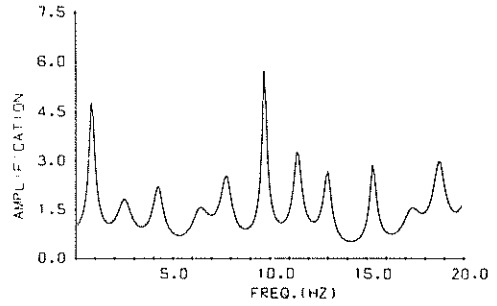




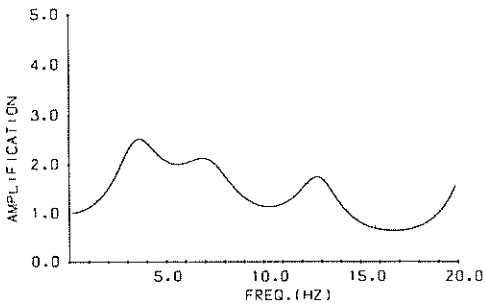
ARIAKE T.



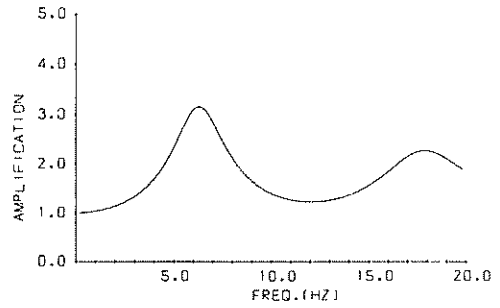
HORIE T.



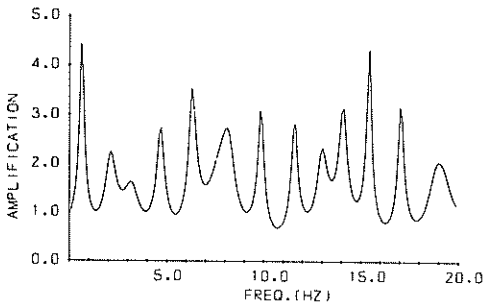
HRUMI



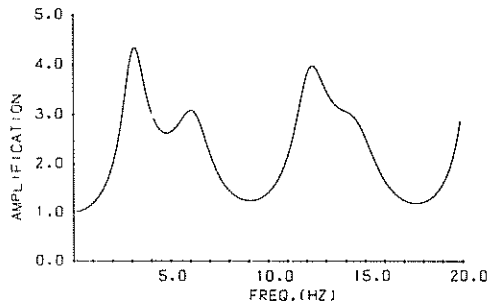
YOYOGI



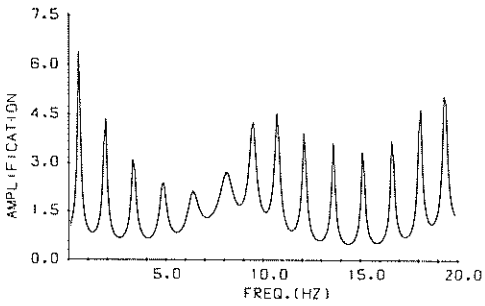
SINONOME



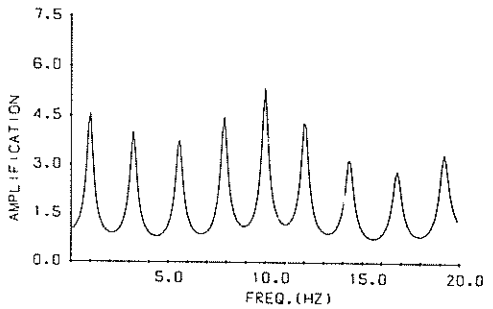
AKASAKA

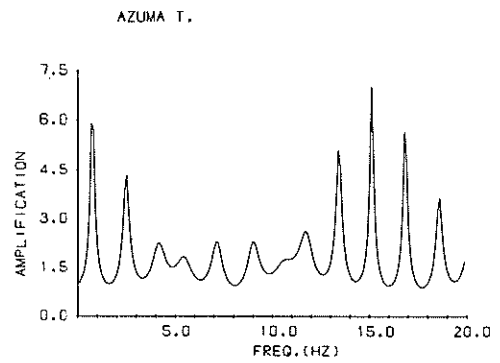
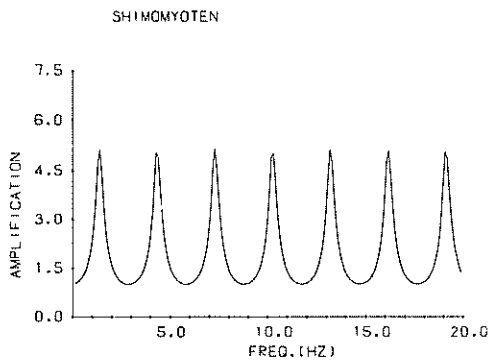
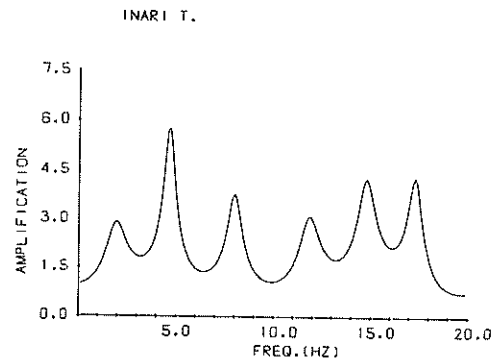
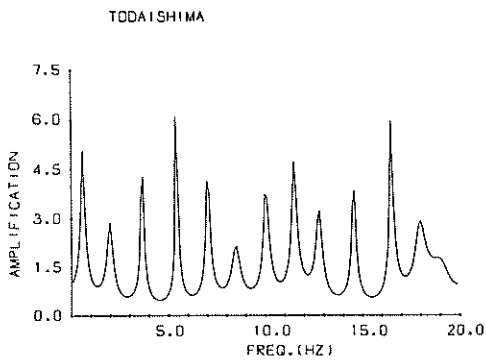
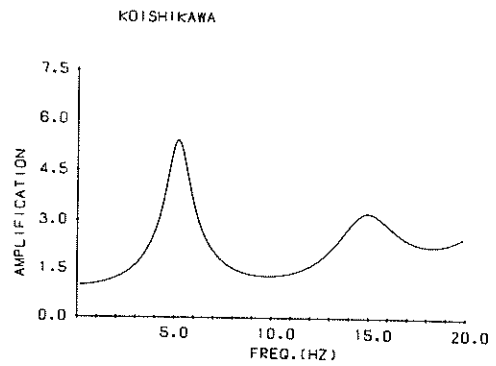
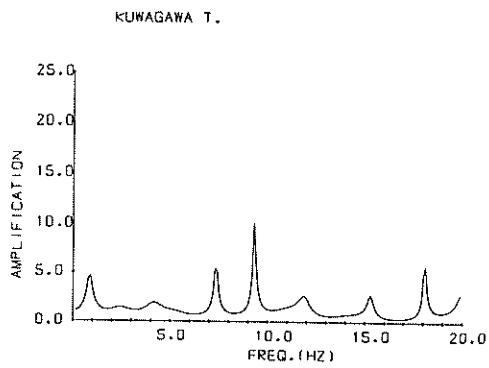
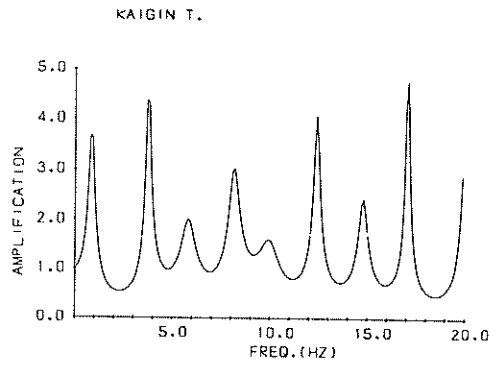
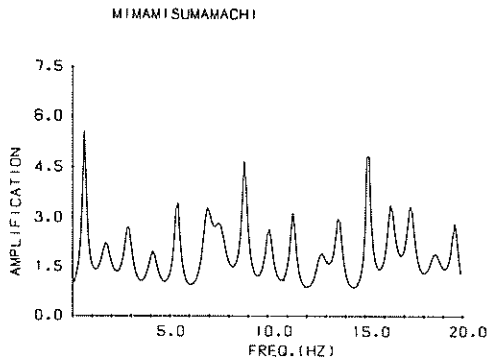


YUMENOSHIMA

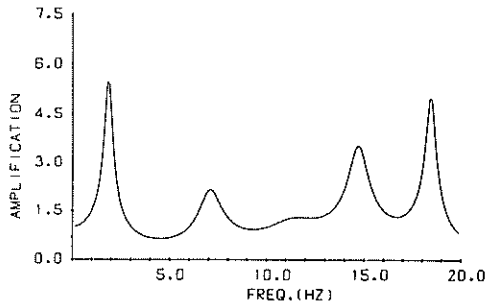


REIGANGIMA

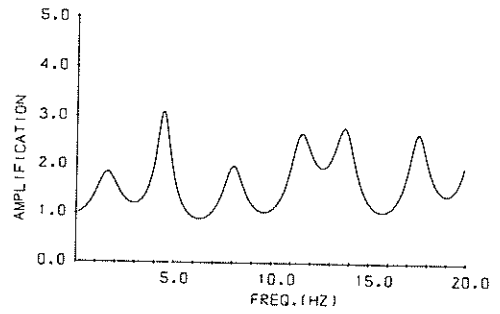




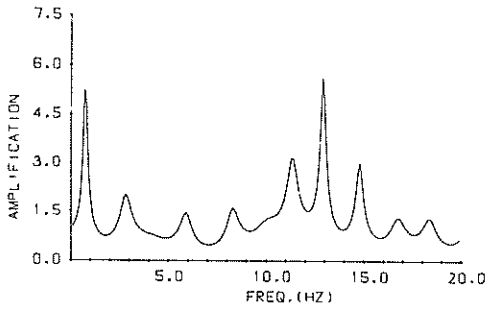
MATUMOTO T.



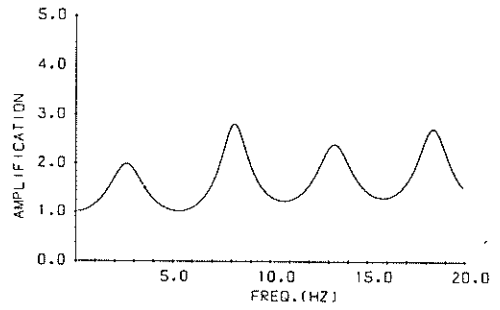
SHIBAMATA



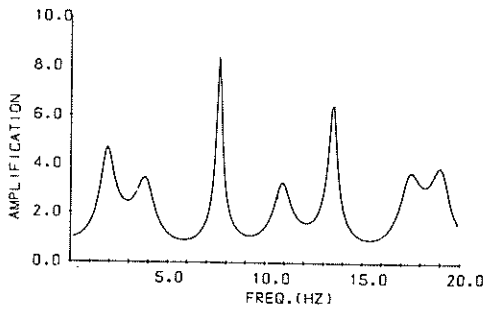
ONITAKA T.



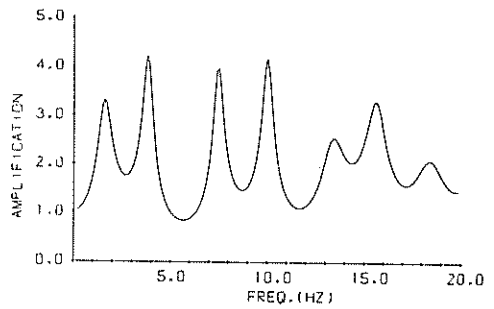
SAGINUMA



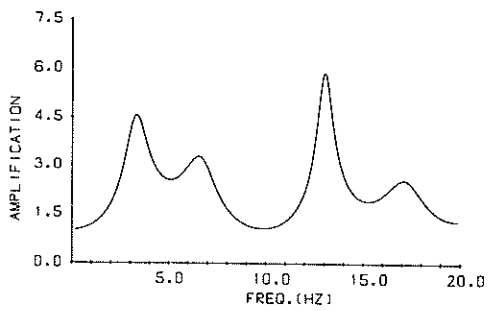
SHINFUNABASHI



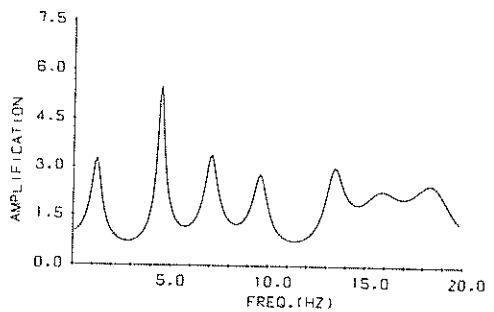
HATA

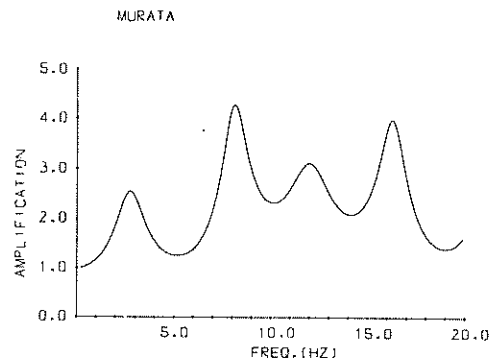
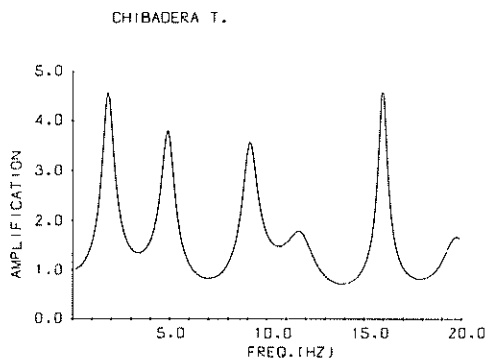
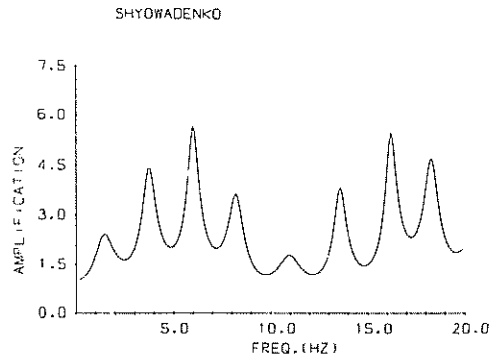
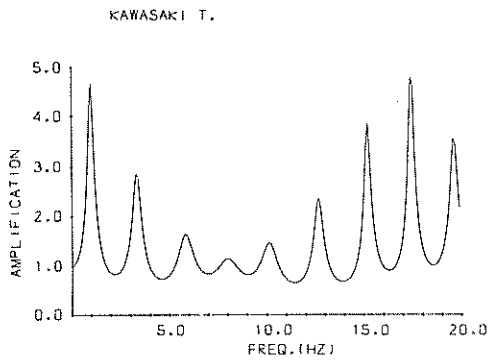
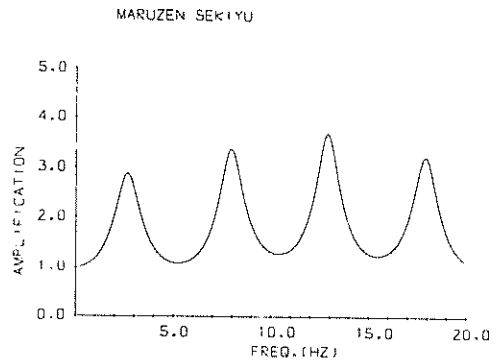
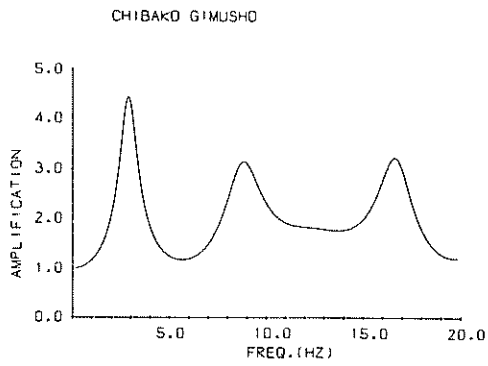
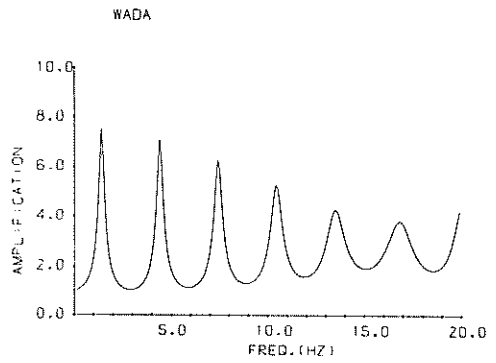
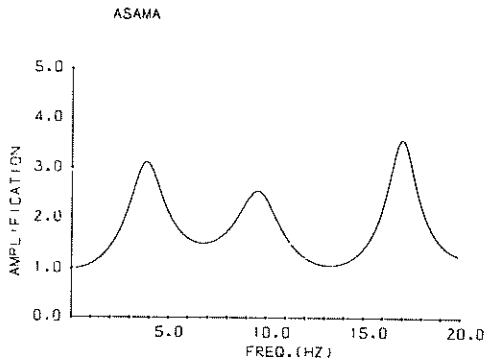


TUDANUMA

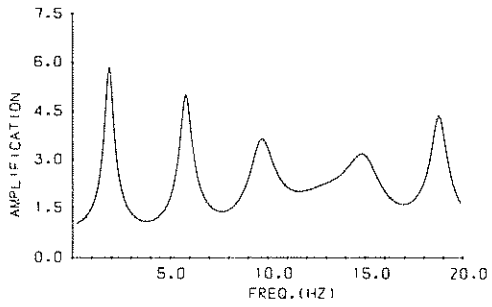


INAGE

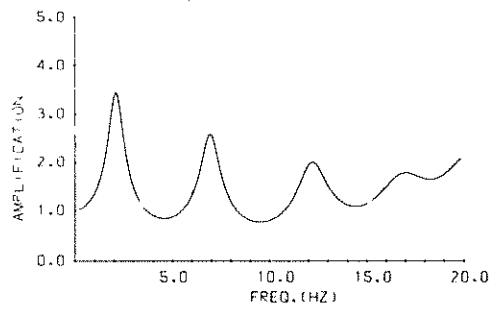




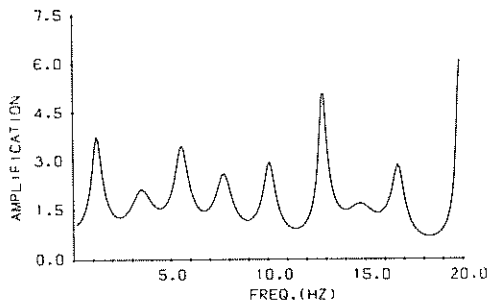
ODKANAZAWA



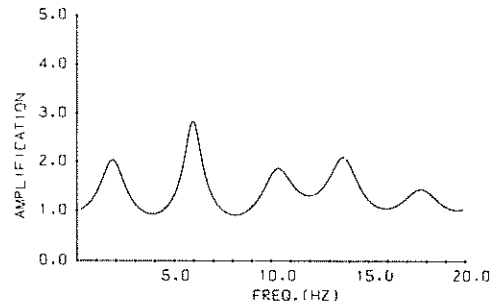
MACHIDA



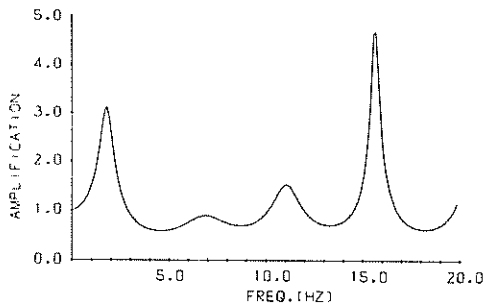
UBEKOSAN



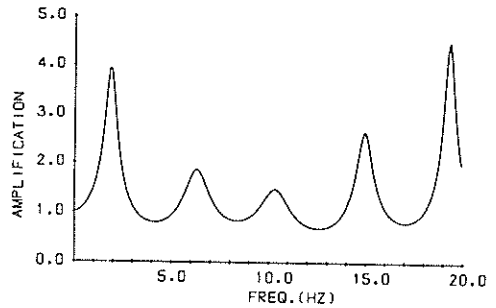
ANEGASAKI



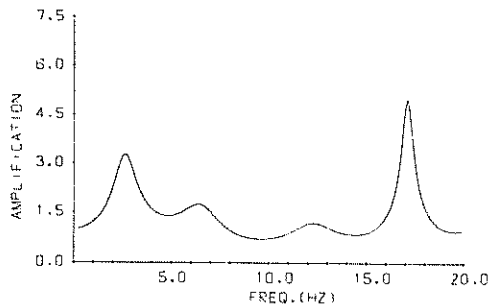
IDEMITUKOSAN



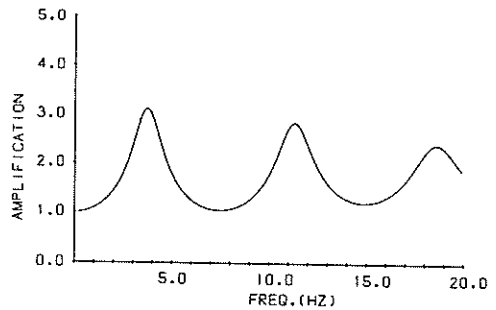
KITASODEGAURA

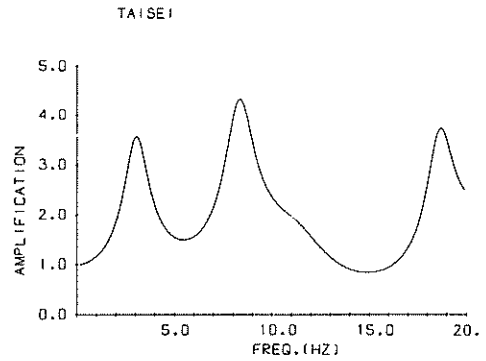
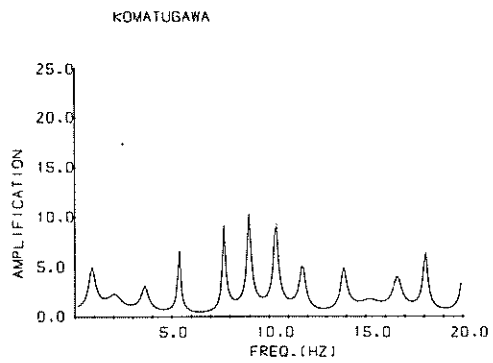
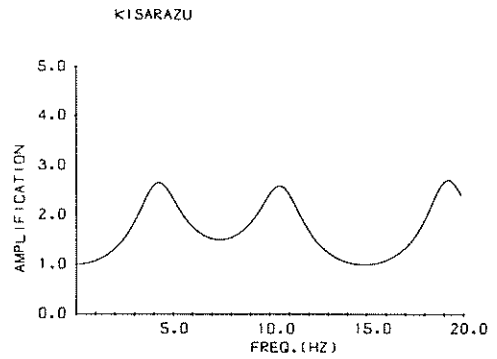
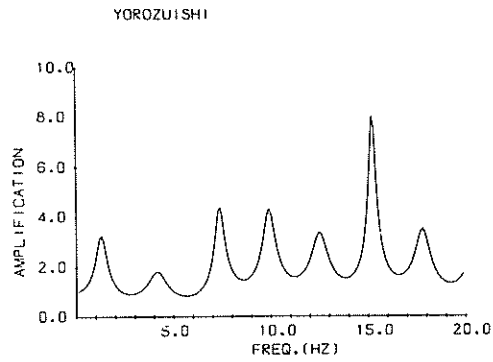
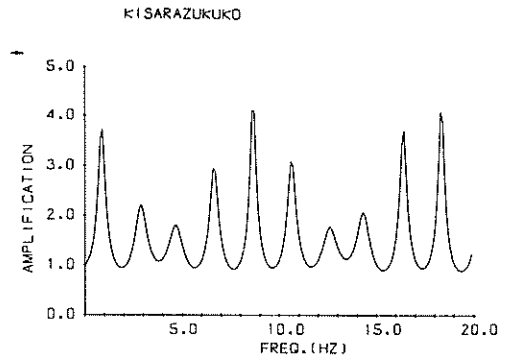
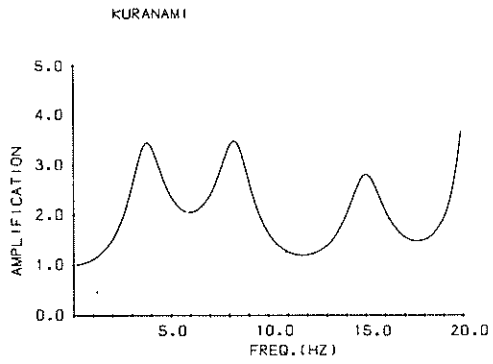
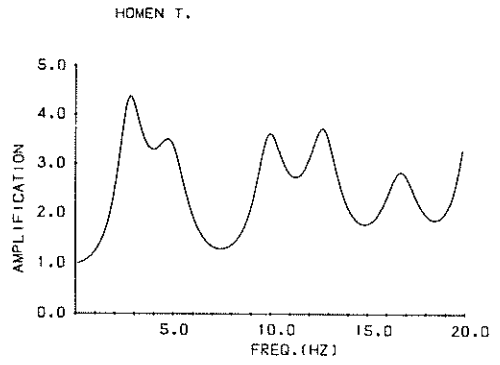
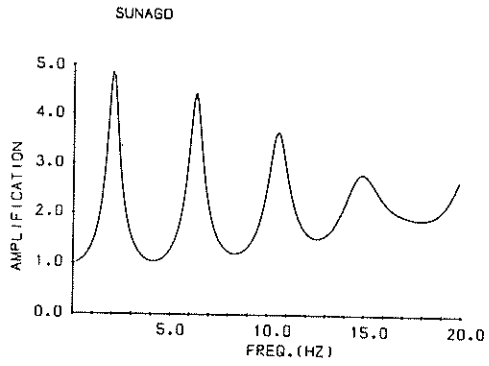


IINUMA

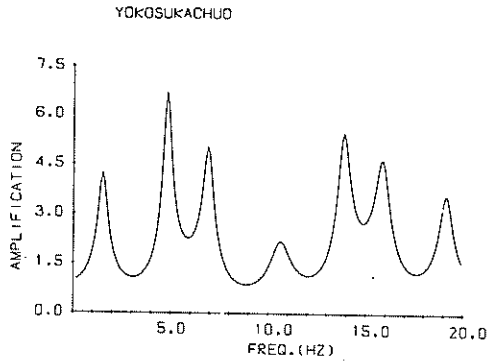
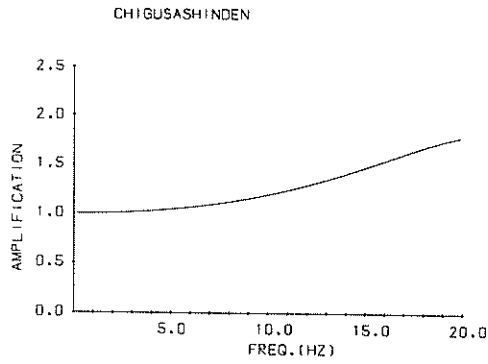
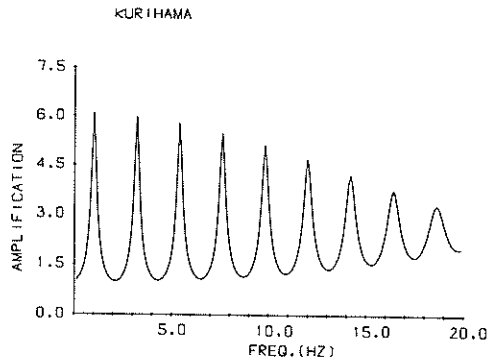
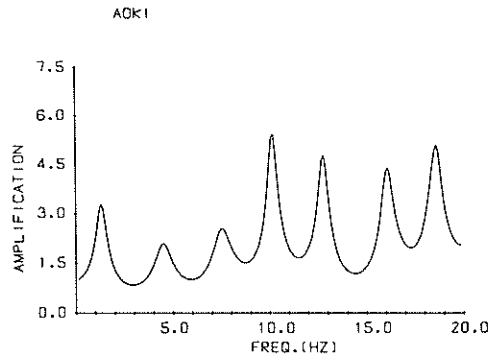
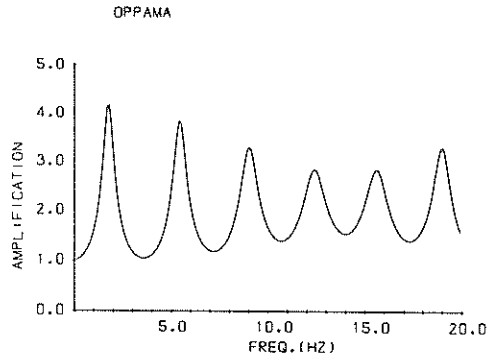
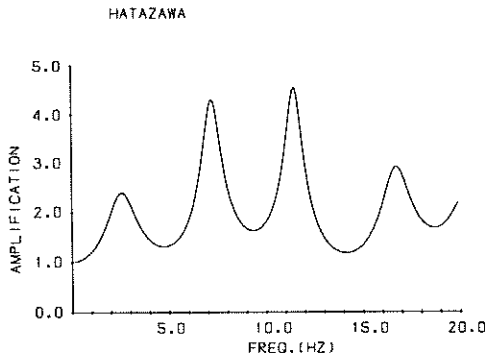
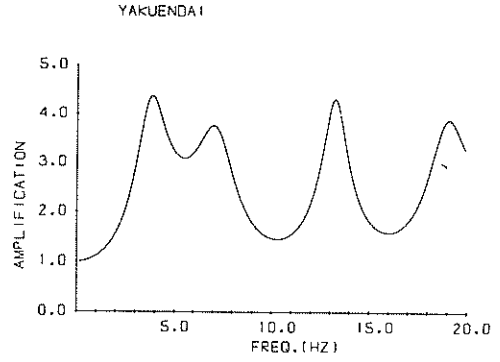
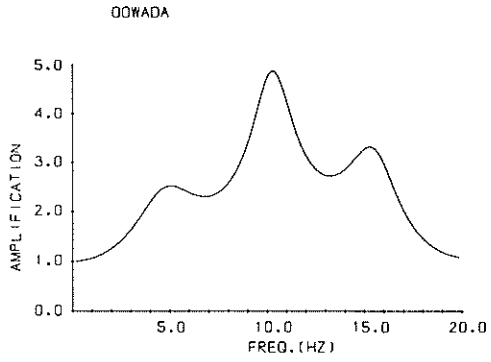


SHIIZUSHINDEN

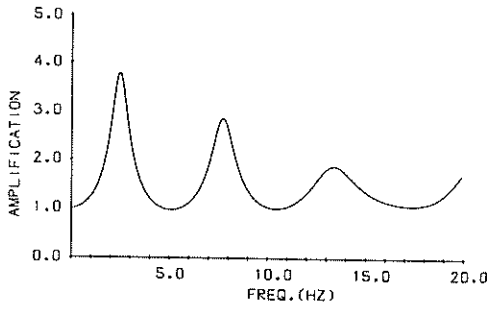




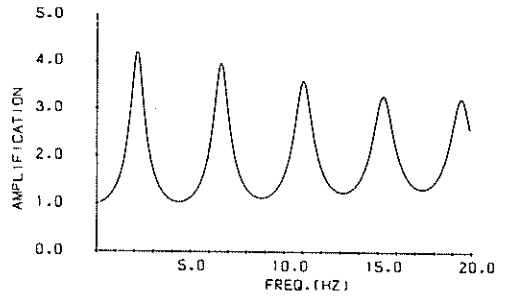




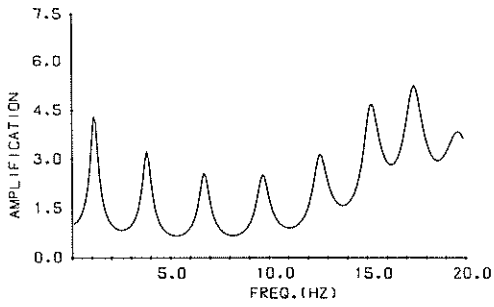
SAKAMOTO



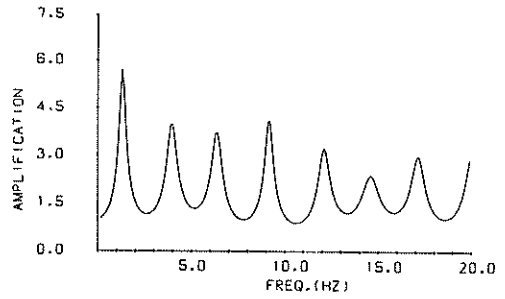
GUMYOJI



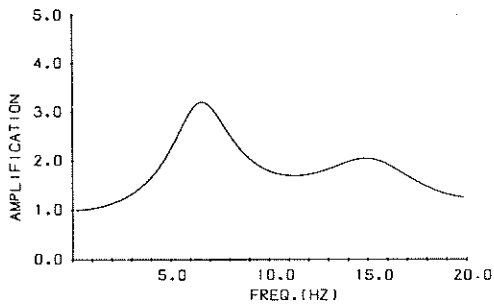
TAKASHIMAFUTO



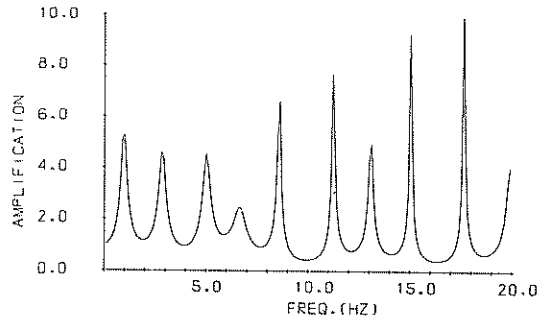
GUMYOJI (TORI)



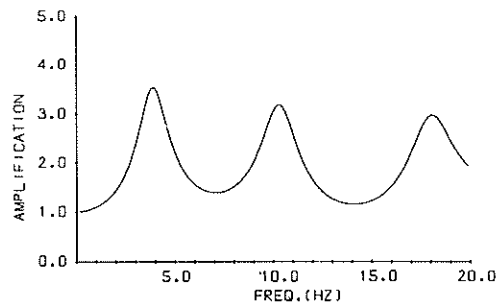
SHINKOYASU



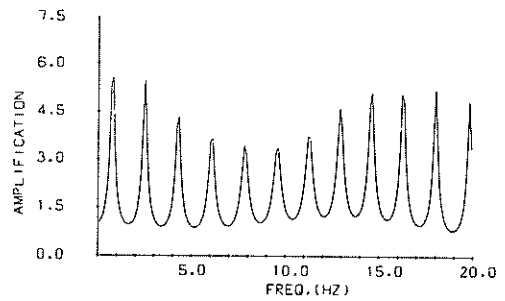
HANANDKI

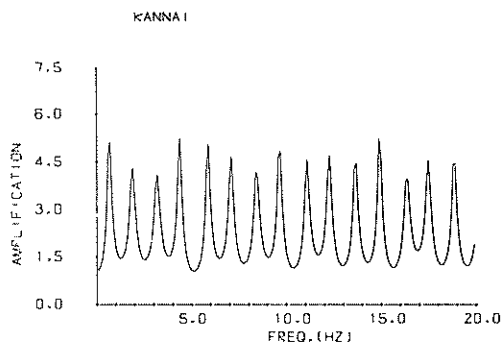
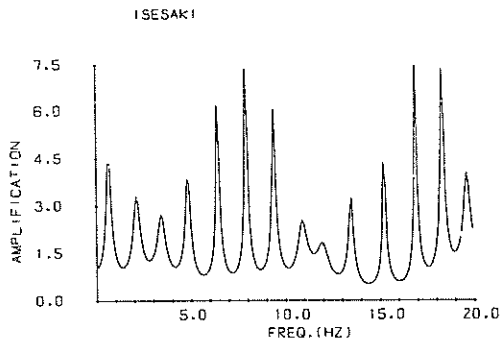
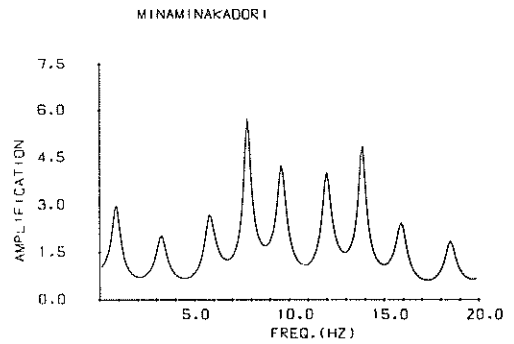
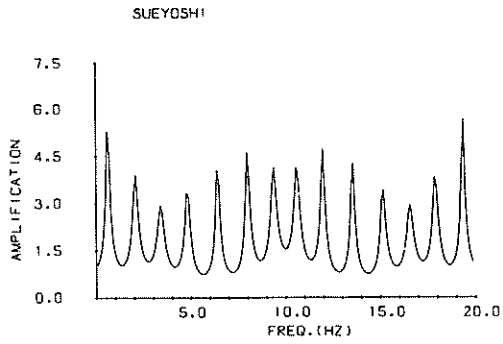
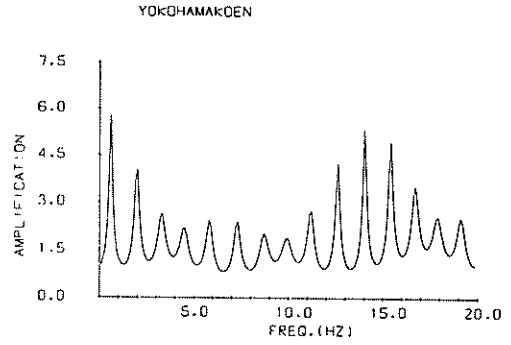
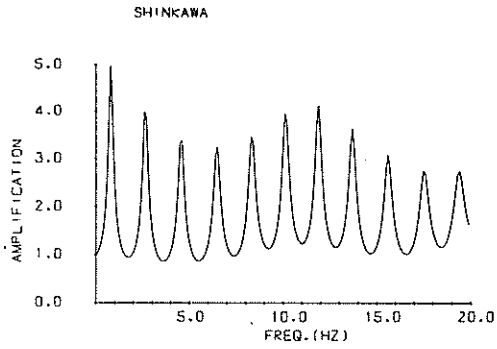


DAIKOKU T.



TAKASUNA





## 付録－ 3 卓越振動数と増幅率

付 - 3 卓越振動数と増幅率

地 点 名	卓越振動数	増 幅 率	地 点 名	卓越振動数	増 幅 率		
1. 武 山	5.1	2.17	11. 鎌倉(天台山)	1.79	4.97		
	11.1	3.01		20.5	4.58		
	18.5	3.24		23.1	3.78		
2. 野 比	11.6	1.50		12. 平 潟 町	14.4	6.76	
	3. 東 京 電 力	4.3			3.72	0.5	7.24
		13.0			3.72	1.7	6.48
21.8		3.72			2.9	5.10	
4. 大 楠 山	3.5	2.83			4.0	4.00	
	10.4	2.25			5.0	2.89	
	16.0	2.02			5.8	3.32	
5. 根 岸 町	22.3	2.59			6.9	4.57	
	1.4	6.36			8.1	5.87	
	4.4	5.48			9.3	6.28	
	7.6	4.83			10.5	6.18	
	10.8	4.13			11.7	5.76	
	14.0	3.69	12.8		5.04		
	17.3	3.31	14.0		4.49		
	20.6	3.03	15.1		3.20		
	23.7	3.11	15.9	2.82			
	6. 鴨 居	2.5	3.79	16.9	3.98		
8.8		3.16	18.1	4.84			
14.6		3.40	19.2	5.61			
7. 逗 子	20.8	3.14	20.4	6.17			
	1.2	5.37	21.6	6.29			
	3.9	4.41	22.8	5.90			
	6.8	3.76	24.0	4.78			
	9.8	3.23	13. 鳥 浜 町	1.6	4.11		
12.8	3.07	4.9		3.87			
15.8	3.20	8.3		3.40			
18.7	3.60	11.5		3.01			
21.6	4.43	14.6		2.71			
8. 田 浦 町	3.8	4.10	17.6	2.64			
	11.3	3.95	20.8	2.74			
	19.0	4.22	24.0	2.84			
10. 鎌倉(寺分)	1.2	5.49	14. 宮 ヶ 谷	4.7	3.85		
	3.7	4.20		14.3	3.84		
	6.2	3.10		24.0	3.84		
	8.5	2.67	15. 杉 田 町	3.0	3.71		
	10.7	2.81		8.2	2.24		
12.9	3.67	12.4		3.10			
	15.3	4.83	18.5	4.04			

地 点 名		卓越振動数	増 幅 率	地 点 名		卓越振動数	増 幅 率
15.	杉 田 町	24.4	2.70			4.0	4.39
16.	別 所 町	2.8	3.73			6.7	3.78
		8.7	3.27			9.4	2.96
		14.3	2.56			12.3	3.44
		18.9	2.10			14.5	3.16
		23.6	2.56			17.2	2.61
17.	西 根 岸	1.1	4.09			19.8	2.63
		3.4	3.26			22.4	3.53
		5.5	2.66			24.8	3.27
		7.6	2.97	24.	生 麦 町	3.6	3.34
		10.0	3.51			11.3	2.61
		12.4	3.60			19.1	2.03
		14.7	3.12	25.	小 田 町	1.6	2.86
		16.8	2.93			7.9	4.24
		18.9	3.50			11.4	4.20
		21.2	4.02			15.7	2.76
		23.6	3.71			20.5	3.24
18.	本牧(日産ふ頭)	1.9	2.58	26.	水 江 町	0.8	3.71
		5.5	2.70			2.9	2.64
		9.1	2.83			4.8	2.79
		12.7	2.85			6.2	3.71
		16.4	2.73			7.9	3.18
		20.1	2.59			10.0	2.56
		23.8	2.58			12.0	2.22
19.	山 下 町	2.3	3.14			13.9	1.90
		6.8	3.11			15.3	2.69
		11.7	4.16			16.9	3.83
		17.1	3.95			18.8	2.81
		21.8	2.48			20.9	2.35
20.	本 牧 C ふ 頭	9.4	2.18			22.6	2.53
		19.6	6.10			24.1	2.65
21.	磯 子	1.4	6.27	27.	千 鳥 町	1.0	4.81
		4.3	5.34			3.4	3.91
		7.1	3.81			5.4	3.33
		9.3	2.79			8.8	1.19
		11.5	3.69			11.8	2.84
		14.3	5.25			13.5	6.33
		17.2	6.29			15.9	2.36
		20.2	6.20			18.9	3.03
		23.1	5.43			20.4	5.68
22.	東 本 郷	14.4	4.19			24.0	1.53
23.	菊 名 町	1.4	3.71				

地 点 名		卓越振動数	増 幅 率	地 点 名		卓越振動数	増 幅 率		
28.	浮 島 町	0.5	4.56	31.	南 六 郷	2.0	4.03		
		1.6	3.39			22.0	2.80		
		2.9	3.31			23.6	2.74		
		4.1	1.89			1.2	3.49		
		5.2	3.84			3.6	3.29		
		6.7	5.05			6.4	3.00		
		7.8	4.40			8.9	3.99		
		8.9	4.49			11.3	4.73		
		9.8	3.74			13.3	4.95		
		11.1	4.45			15.7	2.68		
		12.6	3.31			18.4	2.18		
		13.6	2.50			21.0	1.83		
		14.9	3.88			23.9	2.21		
		16.0	3.63			0.8	3.19		
		17.1	4.74			3.2	1.48		
		18.3	3.40			5.0	4.06		
		19.5	3.41			6.4	4.88		
		21.0	2.59			9.1	1.99		
		23.3	3.76			11.0	3.27		
		24.6	5.33			12.1	4.03		
29.	北 網 島 町	0.8	6.59	32.	羽 田	14.7	2.04		
		2.7	5.09			17.2	2.45		
		4.8	4.16			18.4	2.66		
		6.9	4.54			20.6	2.89		
		8.9	5.69			22.8	6.70		
		10.7	6.25			24.3	2.29		
		12.5	5.64			33.	大 森 南	1.4	3.26
		14.5	4.39					4.3	3.24
		16.6	4.19					7.2	3.16
		18.7	5.36					10.1	3.03
		20.5	6.26					13.0	2.88
		22.3	6.24					15.9	2.71
24.3	4.69	18.7	2.56						
30.	塚 越	1.0	4.95	34.	新 城			21.5	2.43
		3.3	4.72					24.3	2.36
		5.4	3.68					1.6	4.74
		7.3	2.77					4.3	6.45
		8.9	3.16					8.0	5.21
		11.1	4.07			10.7	4.53		
		13.3	5.05			13.5	6.50		
		15.6	5.57			17.7	5.85		
	17.8	5.25	19.6	4.04					

地 点 名		卓越振動数	増 幅 率	地 点 名		卓越振動数	増 幅 率
34.	新 城	23.6	8.73			20.7	4.12
35.	玉 川 園 前	5.0	5.96			22.0	5.32
		15.2	5.96			23.3	4.62
36.	大 森 北	7.7	2.35			24.5	6.19
		15.7	2.10	43.	晴 海	3.6	2.53
37.	大 井 込 頭	4.0	4.03			6.9	2.13
		13.8	3.66			12.8	1.75
		17.8	2.56			21.3	3.00
		23.9	3.22	44.	東 雲 町	0.6	4.43
38.	谷 町	2.8	5.14			2.1	2.25
		8.6	4.73			3.2	1.62
		14.4	4.11			4.7	2.74
		20.4	3.61			6.3	3.53
39.	五 反 田	2.4	4.11			8.1	2.74
		7.4	3.25			9.8	3.10
		11.7	2.28			11.6	2.83
		15.2	2.68			13.0	2.34
		20.0	3.74			14.1	3.15
40.	品 川 込 頭	2.7	6.47			15.4	4.34
		6.6	3.66			17.0	3.18
		11.2	6.17			19.0	2.05
		17.2	3.77			20.9	3.67
41.	1 3 号 地	3.2	3.10			22.3	3.67
		7.7	4.16			23.6	1.99
		15.2	3.08			24.7	2.27
		18.9	3.66	45.	夢 ノ 島	0.5	6.39
42.	有 明	0.5	7.21			1.9	4.36
		1.7	6.22			3.3	3.11
		3.0	5.19			4.9	2.36
		4.2	6.13			6.4	2.13
		5.4	4.40			8.1	2.72
		6.7	5.25			9.5	4.26
		8.0	4.30			10.7	4.54
		9.2	3.76			12.1	3.94
		10.5	4.27			13.6	3.63
		11.8	4.27			15.1	3.38
		13.1	3.82			16.6	3.70
		14.4	3.26			18.1	4.66
		15.6	3.59			19.3	5.06
		16.9	4.18			20.6	3.93
		18.2	4.43			22.0	2.23
		19.5	4.03			23.8	1.87



地 点 名	卓越振動数	増 幅 率	地 点 名	卓越振動数	増 幅 率	
46. 堀 江 町	0.8	4.80	51. 桑 川 町	13.6	2.99	
	2.5	1.84		15.2	4.86	
	4.2	2.21		16.3	3.41	
	6.4	1.58		17.3	3.37	
	7.8	2.54		18.6	1.94	
	9.7	5.77		19.6	2.86	
	11.4	3.29		21.3	3.19	
	13.0	2.68		22.3	2.00	
	15.3	2.88		23.4	4.36	
	17.4	1.56		24.6	3.50	
	18.7	3.01		0.9	4.63	
	20.5	3.36		2.4	1.45	
	21.6	2.36		4.2	1.94	
	23.7	3.19		7.3	5.49	
	47. 代 々 木	6.3		3.16	9.3	10.26
		17.9		2.28	11.9	2.67
	48. 赤 坂	3.1		4.34	15.3	2.78
6.0*		3.09	18.1	5.77		
12.3		3.97	20.2	5.16		
20.6		4.44	22.6	2.47		
23.7		3.48	23.6	1.84		
49. 霊 岸 島	1.0	4.57	52. 当 代 島	0.6	5.08	
	3.2	4.02		2.0	2.90	
	5.6	3.76		3.7	4.31	
	7.9	4.48		5.4	6.11	
	10.0	5.35		7.0	4.18	
	12.1	4.30		8.5	2.16	
	14.3	3.17		10.0	3.77	
	16.8	2.85		11.5	4.77	
	19.2	3.35		12.8	3.25	
	21.4	4.70		14.6	3.87	
	23.3	4.54		16.5	6.00	
	50. 南 砂 町	0.6		5.57	18.0	2.94
1.7		2.25	20.9	2.60		
2.8		2.72	22.5	3.11		
4.1		1.99	23.7	2.79		
5.4		3.46	54. 下 妙 典	1.4	5.14	
6.9		3.31		4.3	5.06	
7.5		2.85		7.3	5.17	
8.8		4.70		10.3	5.04	
10.1		2.67		13.2	5.15	
11.3		3.19		16.2	5.08	
12.8		1.93				

地 点 名		卓越振動数	増 幅 率	地 点 名		卓越振動数	増 幅 率		
54.	下 妙 典	19.1	5.08			18.4	4.99		
		22.1	5.17			23.8	3.18		
55.	海 神 町	0.8	3.69	60.	鬼 高 町	0.7	5.25		
		3.7	4.38			2.8	2.02		
		5.8	2.03			5.9	1.47		
		8.2	3.03			8.3	1.61		
		9.9	1.62			11.3	3.16		
		12.4	4.10			12.9	5.63		
		14.8	2.46			14.8	3.03		
		17.1	4.80			16.8	1.31		
		20.0	3.25			18.4	1.30		
		21.9	3.23			20.6	1.91		
56.	小 石 川	24.7	2.87	61.	新 船 橋	23.3	2.60		
		5.2	5.44			1.9	4.72		
		15.0	3.29			3.8	3.49		
		21.3	2.93			7.6	8.44		
57.	稲 荷 町	2.0	2.92			10.9	3.31		
		4.7	5.77			13.5	6.50		
		8.0	3.80			17.5	3.75		
		11.9	3.11			19.0	3.94		
		14.8	4.27			23.0	6.96		
		17.3	4.31			62.	津 田 沼	3.3	4.58
		22.0	3.59			6.5	3.29		
24.8	4.70	13.0	5.89						
58.	吾 嬬 町	0.7	5.93			17.0	2.56		
		2.5	4.35			22.6	6.54		
		4.2	2.26			63.	柴 又	1.6	1.87
		5.4	1.84			4.4	3.10		
		7.1	2.31			8.0	2.00		
		9.0	2.31			11.5	2.69		
		11.7	2.64			13.7	2.80		
		13.4	5.14			17.5	2.69		
		15.1	7.05			20.7	4.96		
		16.8	5.67			23.5	2.88		
59.	松 本 町	18.6	3.65	64.	篝 沼	2.6	1.99		
		20.1	2.23			8.2	2.82		
		21.6	2.48			13.3	2.41		
		23.4	3.16			18.4	2.72		
		1.8	5.48			23.5	3.17		
		7.1	2.18			65.	畑	1.6	3.33
		11.7	1.31			3.8	4.21		
		14.7	3.56			7.5	3.96		

地 点 名	卓越振動数	増 幅 率	地 点 名	卓越振動数	増 幅 率	
65. 畑	10.0	4.16		7.4	6.29	
	13.4	2.54		10.4	5.27	
	15.6	3.30		13.5	4.29	
	18.4	2.09		16.8	3.83	
	21.3	4.24		20.1	4.49	
	24.3	1.89		23.1	5.56	
	66. 稲 毛	1.2		3.25	72. 丸 善 石 油	2.6
4.5		5.51	8.0	3.38		
7.1		3.37	12.9	3.71		
9.6		2.80	17.9	3.25		
13.4		3.02	23.3	2.84		
15.9		2.29	73. 昭 和 電 工	1.5		2.42
18.3		2.49		3.8		4.42
22.5	2.86	6.0		5.68		
67. 浅 間	3.8	3.13		8.2	3.66	
	9.6	2.56		11.0	1.79	
	17.0	3.61		13.6	3.84	
68. 千葉港事務所	23.6	2.36		16.2	5.51	
	2.9	4.44		18.3	4.74	
	8.8	3.15		20.3	2.14	
	16.6	3.24		23.5	3.30	
69. 川 崎 町	22.5	4.08	74. 村 田	2.8	2.54	
	1.0	4.68		8.2	4.28	
	3.3	2.86		12.0	3.12	
	5.8	2.65		16.3	3.98	
	8.0	1.16		71.4	3.70	
	10.1	1.48	75. 大 金 沢	1.9	5.87	
	12.7	2.37		5.8	5.02	
15.2	3.87	9.7		3.65		
17.4	4.81	14.8		3.17		
19.6	3.58		18.8	4.36		
22.0	1.96		22.7	5.10		
24.2	1.23	76. 宇 部 興 産	1.2	3.76		
70. 千 葉 寺	1.8		4.58	3.5	2.12	
	4.9		3.82	5.6	3.47	
	9.1		3.59	7.7	2.59	
	11.6		1.80	10.1	2.96	
	15.9		4.59	12.9	5.07	
	19.7		1.69	14.8	1.67	
	22.8	5.46	16.7	2.86		
71. 和 田	1.4	7.55	19.9	6.09		
	4.4	7.09	21.9	2.20		

地 点 名	卓越振動数	増 幅 率	地 点 名	卓越振動数	増 幅 率
76. 宇 部 興 産	23.9	2.25	85. 万 石	1.3	3.27
77. 出 光 興 産	1.8	3.12		4.2	1.81
	6.9	0.90		7.4	4.38
	11.1	1.52		9.9	4.31
	15.7	4.68		12.5	3.36
	20.6	1.94		15.2	8.00
78. 飯 沼	2.6	3.29		17.8	3.50
	6.4	1.75		20.6	3.04
	12.3	1.19		23.3	4.74
	17.1	5.00	86. 小 松 川	0.9	5.05
	21.8	3.45		2.0	2.33
79. 町 田	2.1	3.46		3.6	3.13
	6.9	2.58		5.4	6.63
	12.2	2.01		7.7	9.18
	17.0	1.78		9.0	10.40
	20.2	2.14		10.4	9.45
	24.3	2.49		11.7	5.09
80. 姉 崎	1.8	2.03		13.9	4.95
	6.0	2.83		15.2	1.79
	10.4	1.85		16.6	4.04
	13.7	2.08		18.1	6.39
	17.7	1.43		20.0	5.13
	21.7	3.03		21.3	2.46
81. 北 袖 夕 浦	1.9	3.92		23.2	4.20
	6.3	1.85		24.9	5.05
	10.3	1.46	87. 奉 免 町	2.8	4.38
	14.9	2.64		4.7	3.51
	19.3	4.49		10.0	3.63
	23.2	2.84		12.7	3.73
82. 椎 津 新 田	3.7	3.13		16.7	2.85
	11.3	2.84		20.5	4.85
	18.6	2.40		23.6	2.40
83. 砂 干	2.0	4.87	88. 木 更 津 空 港	0.9	3.73
	6.3	4.45		2.9	2.22
	10.5	3.67		4.7	1.81
	14.9	2.82		6.6	2.95
	20.4	2.94		8.7	4.12
	24.7	3.80		10.6	3.10
84. 蔵 波	3.8	3.45		12.6	1.77
	8.3	3.48		14.3	2.07
	15.0	2.82		16.4	3.72
	20.4	5.48		18.3	4.10

地 点 名		卓越振動数	増 幅 率	地 点 名		卓越振動数	増 幅 率
88.	木更津空港	20.4	2.53			5.4	5.79
		22.2	1.71			7.6	5.50
		24.1	2.60			9.8	5.13
89.	木 更 津	4.3	2.66			12.0	4.70
		10.5	2.60			14.2	4.23
		19.2	2.73			16.4	3.75
90.	大 成	3.1	3.57			18.6	3.29
		8.3	4.32			21.0	2.94
		18.7	3.75			23.5	2.98
91.	大 和 田	22.0	4.80	98.	横須賀中央	1.5	4.23
		5.1	2.51			4.8	6.69
		10.3	4.89			6.9	5.02
92.	畑 沢	15.3	3.33			10.6	2.17
		2.6	2.41			13.9	5.47
		7.2	4.32			15.9	4.64
93.	青 木	11.5	4.55			19.1	3.57
		16.7	2.92			22.3	4.01
		20.4	2.42			2.5	3.79
94.	千種新田	1.3	3.29	99.	坂 本	7.7	2.86
		4.5	2.09			13.4	1.89
		7.6	2.53			20.4	1.87
95.	葉 園 台	10.2	5.41	100.	高 島 ぶ 頭	1.1	4.31
		12.8	4.76			3.8	3.24
		16.1	4.38			6.7	2.57
96.	追 浜	18.6	5.06			9.7	2.53
		20.9	3.20			12.6	3.15
		24.1	2.98			15.2	4.71
97.	久 里 浜	22.3	1.83	101.	新 子 安	17.4	5.27
		3.8	4.38			19.6	3.85
		7.0	3.77			22.1	3.44
98.	大 黒 町	13.2	4.33			24.5	4.62
		19.1	3.90			6.6	3.21
		22.4	4.07			14.9	2.05
99.	弘 明 寺	1.8	4.16	102.	大 黒 町	3.9	3.54
		5.4	3.85			10.3	3.19
		9.0	3.30			18.1	2.97
100.	久 里 浜	12.4	2.84			23.8	2.59
		15.6	2.84			2.2	4.19
		19.0	3.29			6.6	3.98
101.	久 里 浜	22.5	3.83			11.0	3.62
		1.0	6.10			15.4	3.24
		3.2	6.00			19.4	3.24

地 点 名		卓越振動数	増 幅 率	地 点 名		卓越振動数	増 幅 率
103.	弘 明 寺	23.7	3.47			10.1	3.95
104.	弘明寺(通町)	1.3	5.72			11.9	4.13
		4.0	3.99			13.7	3.64
		6.4	3.74			15.6	3.07
		9.2	4.10			17.5	2.75
		12.1	3.26			19.4	2.75
		14.6	2.39			21.1	2.97
		17.1	3.00			22.8	3.21
		20.1	3.19			24.5	3.13
		22.7	2.58	108.	未 吉	0.6	5.34
		24.9	3.33			2.1	3.93
105.	花 之 木	1.0	5.28			3.4	2.94
		2.8	4.60			4.8	3.35
		5.0	4.53			6.4	4.06
		6.6	2.45			8.0	4.62
		8.6	6.61			9.4	4.14
		11.2	7.71			10.6	4.13
		13.1	4.93			12.0	4.73
		15.0	9.27			13.6	4.26
		17.6	9.98			15.2	3.41
		19.9	4.05			16.6	2.94
		21.4	3.03			17.9	3.84
		23.3	2.19			19.4	5.64
106.	高 砂	0.8	5.58			20.9	5.03
		2.5	5.48			22.3	3.99
		4.3	4.32			23.6	2.94
		6.1	3.65	109.	伊 勢 崎	0.7	4.37
		7.8	3.42			2.1	3.32
		9.6	3.36			3.4	2.72
		11.2	3.72			4.8	3.85
		12.9	4.61			6.4	6.16
		14.6	5.13			7.9	7.37
		16.2	5.05			9.4	6.06
		18.0	5.21			10.9	2.53
		19.8	4.85			13.5	3.25
		21.6	4.12			15.2	4.35
		23.5	4.51			16.9	7.47
107.	新 川	0.8	4.98			18.3	7.34
		2.6	3.99			19.6	4.03
		4.6	3.37			20.8	2.73
		6.5	3.24			22.3	3.20
		8.3	3.46			23.9	3.47

地 点 名		卓越振動数	増 幅 率	地 点 名		卓越振動数	増 幅 率
110.	関 内	0.7	5.14			7.3	2.41
		1.9	4.32			8.7	2.04
		3.2	4.11			11.2	2.75
		4.4	5.27			12.6	4.27
		5.9	5.07			14.0	5.33
		7.1	4.70			15.4	4.94
		8.4	4.22			16.7	3.53
		9.7	4.86			17.1	3.57
		11.1	4.59			19.1	3.54
		12.3	4.71			20.5	2.41
		13.7	4.47			22.0	2.01
		14.9	5.26			24.4	1.87
		16.4	4.05			0.9	2.97
		17.5	4.57			3.3	1.99
		18.9	4.47			5.8	2.66
		20.2	5.93			7.8	5.74
		21.6	4.19			9.6	4.23
		22.7	4.23			12.0	4.02
		24.1	4.51			13.9	4.85
111.	横 浜 公 園	0.6	5.78	112.	南 仲 通	15.9	2.41
		2.0	4.04			18.5	1.82
		3.3	2.65			21.0	2.73
		4.5	2.20			22.9	3.32
		5.8	2.45				

港湾技研資料 No.177

1974・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 日青工業株式会社

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