

12. 常時微動の測定結果 第6報 (一宮市内)

地震研究所	}	金 井 清
		田 中 貞 二
建築研究所	}	森 下 利 三
		中 川 恭 次

(昭和31年2月28日発表——昭和31年12月31日受理)

1. ま え が き

常時微動の波形は地盤の震動性状と密接な関係がある事がわかつたので、その性質を耐震工学上の地盤係数を求める方面に利用する方法の研究に必要な資料を得るための調査を各地で行っている。

現在までにわかつた常時微動の性質を総合すると次のようになる。

(1) 常時微動は、色々な原因で発生した色々な周期と振巾をもつた波が、四方八方から来たものの集りであつて、地表層内での重複反射によつて、地盤固有の震動性状を呈するものである。

(2) 常時微動の周期は地盤の震動特性に関係深いが、振巾は人工的震動源の遠近大小等の環境条件に大きく支配される。

(3) 常時微動の波形は沖積層の厚さだけではきまらない。卓越周期には第1層の固有周期が出る場合が多く、最大周期は沖積層全体の厚さに関係が深い。

(4) 常時微動の頻度曲線は地震動の周期特性に密接な関係がある。

2. 測 定 方 法

本報告の測定は、昭和30年9月に行つたものである。測定方法は電磁式煤書微動計(換振器は固有周期1秒の動線輪型倒立振子)^{1),2)}によつて5分間の測定を行い、その中の2分間について解析を行つた。

測定場所を第1図並びに第I表に示す。記録の解釈に役立つ意味で、測定場所の環境条件はできるだけ詳細に記入してある。

1) 金井 清・田中貞二・長田甲斐男 地震研究所彙報 **32** (1954), 199.
2) 地震研究所地盤研究会 同上 **33** (1955), 492~495.

第 I 表 常時微動の測定場所

番 号	場 所
1	宮西通り, 体育館 (木造 2 階建物入口)
2	宮西通り, 宮西小学校 (木造 2 階建物入口)
5	葉栗, 葉栗中学 (校庭表土上)
7	杉山, 神明社 (境内)
9	奥町, 奥中学校 (木造 2 階建物コンクリート廊下)
10	奥町, 奥小学校 (木造建物 1 階コンクリート床)
11	西奥, 蘇東橋 (コンクリート小橋)
12	奥町, 野田家 (門のタタキ)
15	吉田, 田のあぜ (道路脇の土の上)
16	今伊勢町, 今伊勢小学校 (工事中の鉄筋コンクリート 3 階建物, 1 階床)
17	東八幡町, 住友銀行 (鉄筋コンクリート建物, 入口)
18	伝馬通り, 商工会議所 (鉄筋コンクリート建物 1 階床)
20	葵町, 市役所 (鉄筋コンクリート建物 1 階床)
21	神山町, 愛知県中宮総合事務所 (入口タタキ)
22	菊安賀, ブロック住宅 (建物の入口コンクリート床)
23	菊安賀, 県立尾張病院 (建築中の 3 階建コンクリート建物 1 階床)
24	萩原, 萩原中学校 (木造 2 階建物入口, コンクリート床)
25	大和町, 大和中学校 (木造 2 階建物入口, コンクリート床)
26	北園通り, 一宮高等学校 (木造建物 1 階廊下, コンクリート床)
27	公園通り, 地方裁判所 (鉄筋コンクリート建物入口)
33	朝日通り, 朝日保育園 (道路傍の木造平家土間)
35	小赤見, バス停留所 (道路上)
36	西成中学校, (木造平家, コンクリート渡り廊下)
37	印田通り, 花祇アパート (鉄筋コンクリート 4 階建物入口)
38	川田町, 大志小学校 (鉄筋コンクリート建講堂内)

3. 測定結果

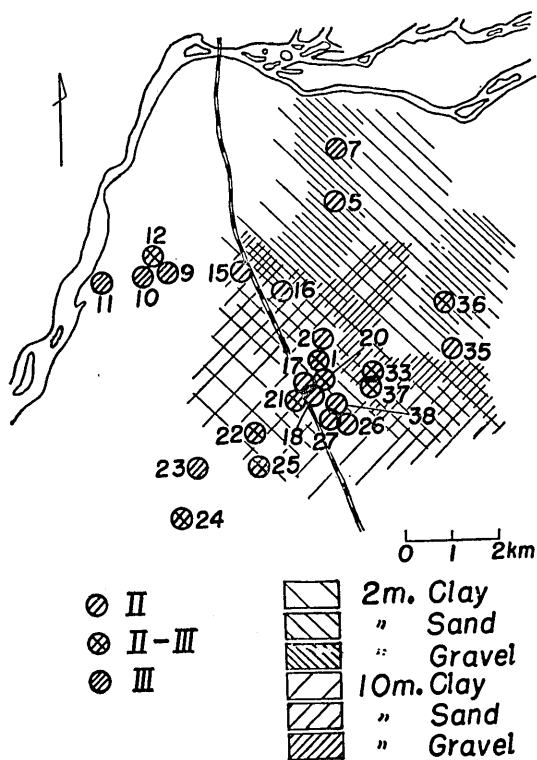
(i) 頻度曲線

2分間の波形について、周期の頻度を求めたものを第2~26図に示す。機業地のため、機械から来る短周期の震動が直接換振器に作用するため、いまの目的

に到底向かない記録が少くなかった。解析結果に欠番の多いのはそのためであり、又、短周期の頻度の大きい測定結果の数が比較的に多いのもそのためである。

頻度曲線の極大になる周期を卓越周期、2分間の波数で時間を割つた値を平均周期、この計器で記録した最も長い周期を最大周期、2分間の記録の中で大振巾が2, 3波続くものの中の最大値を最大振巾と名づけ、それらの値を第II表に示した。

卓越周期と平均周期の関係を第27図に示す。第27図から、この両周期の値は非常に近い事がわかる。但し、頻度曲線が非常に平坦な測定点23(県立尾張病院)と、2つ以上の山のできる測定点33(朝日保育園)、36(西成中学校)の卓越周期は意味が曖昧なので読取らなかつた。



第1図 常時微動の測定場所
(I~IVの記号は建築基準法関係の地盤種別)

(ii) 常時微動の周期と最大振巾との関係

第28図からわかるように、常時微動の平均周期と最大振巾との関係は、余り深くなく、同じ平均周期で振巾は10倍以上もちがう例さえある。これは、振巾は人工的震動源からの直接の影響、いい換えると、環境条件に非常に支配されるためである。即ち、測定点9, 10, 11, 12のように機業の盛んな地域では振巾が大きい。測定点7は昼間は機械震動が激しいので午後11時頃に測定したので振巾が小さい。

(iii) 日中と夜間の常時微動の比較

測定点26(一宮高校)では日中と深夜(午前2時頃)の測定を行った。第20図を見ると、0.3秒附近の頻度の山は、昼夜共一致する。昼のものだけに0.1秒附近の短周期に山ができる。この短周期の山は機械振動からの直接の影響と考えられる。振巾は昼が0.5ミク

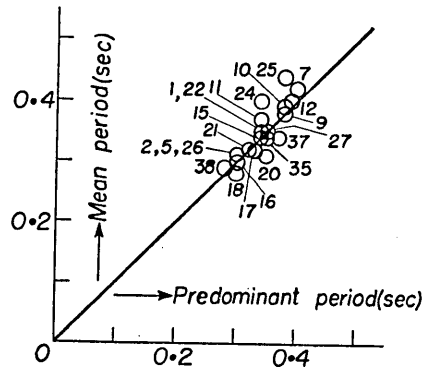
第 II 表 常時微動の周期と最大振幅
(括弧は深夜の測定)

No.	Period (sec)			Largest Amplitude (μ)	Alluvium thick (m)
	Dominant	Mean	Largest		
1	0.34	0.35	0.93	0.5	11
2	0.30	0.31	0.87	0.5	3
5	0.30	0.31	0.79	0.1	3
7	0.40	0.42	1.15	0.05	2
9	0.38	0.38	1.06	1.5	25
10	0.38	0.39	1.17	1.0	25
11	0.34	0.37	1.17	1.5	25
12	0.39	0.40	1.00	3.0	25
15	0.34	0.34	0.85	1.0	1.5
16	0.30	0.30	0.71	1.0	1.5
17	0.33	0.32	0.77	1.0	6
18	0.28	0.30	0.75	1.0	6
20	0.35	0.36	1.02	0.5	15
21	0.32	0.32	1.00	0.5	1
22	0.34	0.35	0.94	0.5	—
23	—	0.47	0.98	0.3	17
24	0.34	0.40	0.96	0.5	17
25	0.38	0.44	0.98	0.5	17
26	0.30	0.27	0.79	0.5	—
27	(0.30)	(0.31)	(0.78)	(0.2)	6
33	—	0.30	0.96	0.2	9
35	0.35	0.34	0.72	0.1	5
36	—	0.27	1.06	0.1	2
37	0.37	0.34	0.98	0.2	9
38	0.28	0.29	0.82	0.3	6

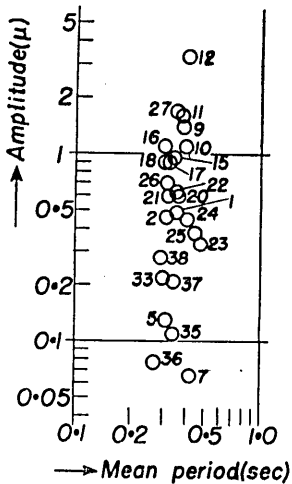
ロンに対して夜は 0.2 ミクロンであり、その比は約 3 倍である。

(iv) 常時微動の平均周期と最大周期

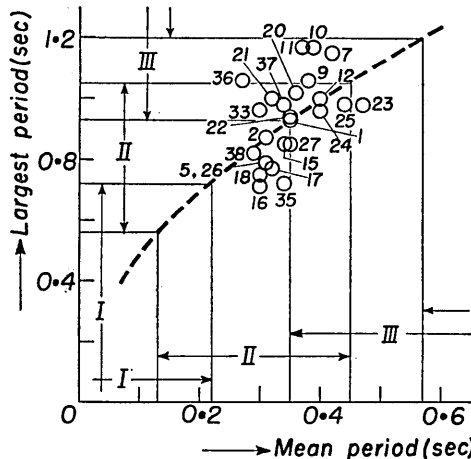
常時微動の平均周期と最大周期の関係を第 29 図に示す。第 29 図を見ると、最大周期や平均周期が特別に大きい場所がないから、この地域に



第 27 図 常時微動の卓越周期と平均周期の関係



第 28 図 常時微動の平均周期と最大振幅の関係

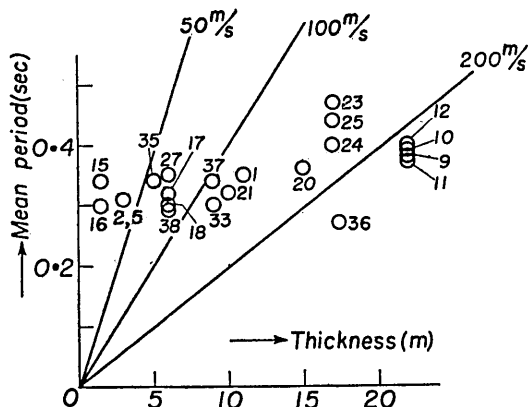


第 29 図 常時微動の平均周期と最大周期の関係 (I~IV の記号は建築基準法関係の地盤種別)

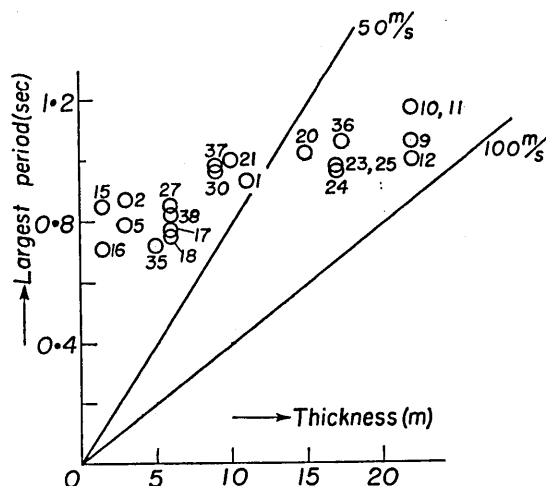
は震動的に厚い軟弱層がない事を意味するものである。

(v) 表土層の深さと常時微動の周期との関係

一宮地域は木曾川流域の、いわゆる底なしの沖積層である。この沖積層は表土層、粘土層、砂層、砂礫層、礫層から成っている。そこで、弾性波地下探査結果³⁾を参考にし



第30図 第1層の厚さと常時微動の平均周期の関係



第31図 第1層の厚さと常時微動の最大周期の関係

て、表土層、粘土層、砂層を最軟弱層と考え、これらの層と砂礫層、礫層との境が弾性的な境界面と仮定し、この境界面と地表との間を第1層という事にする。測定点 21 及び 36 は地表近くが礫層で下が粘土層及び砂層という特別の場合である。

この第1層の厚さと常時微動の平均周期及び最大周期の関係を第30図及び第31図に示す。第30, 31図から、第1層の厚さが大きくなる程、平均周期、最大周期が長くなる傾向が見られる。しかし、速度関係から見て、固有震動を誘発される層は、この第1層よりも深い場合と浅い場合がある事があると考えられる。又、最大周期に関係する層は第1層よりも浅いものはなさそうである。

(vi) 地震動と常時微動の関係

地震動と常時微動の周期特性の比較を第III表に示す。

測定点 26 (一宮高校) における常時微動の頻度曲線 (第20図参照) には、0.3秒附近に1つの顕著な山ができるが、曲線全体に凹凸があり、単純な1層でない事を示している。

2つの自然地震でも、0.3秒附近にはつきりした山ができ、その内の1つの地震では0.3秒の他に0.9秒附近にも僅かな山ができる。この長周期の山は、地下深い所に第2の境界面がある事を意味し、そのために常時微動の頻度曲線が複雑になるものと考えられる。

3) 岩津 潤・林田精郎・中川恭次 一ノ宮市地震調査報告 (昭和29年5月)。

測定点 36 (西成中学校) における常時微動の頻度曲線(第 24 図参照)には 0.15 秒と 0.35 秒の 2 つのはつきりした山ができる。この事から、基盤の上が 2 層に分れており、それらの弾性比と層の厚さが特別な関係になっていると考えるのが自然である。そのため、もともと来た地震波の波形によつて、或地震では 0.15 秒が卓越し、或地震では 0.35 秒が優勢に出るものであろう。

第 III 表 地震動と常時微動の周期特性の比較

No.	Micro-tremor			Earthquake motion		
	Time	Period (sec)		Dominant Period (sec)	No. of Earthq.	Bibli.
		Mean	Domin.			
26	Night	0.31	0.30	0.25	1	4)
	Day	0.27	0.30	0.3, 0.9	1	
36	Day	0.27	0.15	0.15	1	4)
			0.35			

4. む す び

一宮市内の常時微動の測定で新たにわかつた事は、

(I) 礫層との境界面と地表面との間で特別に固有震動がよく誘発されるという事は見出せない。

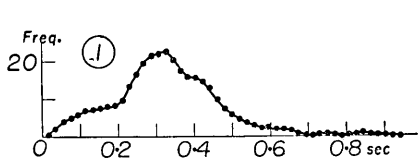
(II) 弾性比と層の厚さが特別な構成から成る 2 層がある場合には、地震によつて、そのうちの 1 つの固有周期が卓越する。

終りに臨み、一宮市内における常時微動の測定に多大の御援助を頂いた 愛知県建築課長水野金市氏、一宮市土木部長加藤徳雄氏、建築課長岩田鏐太郎氏その他の方々に深い謝意を表す。又、色々と御援助と御議論を賜つた地震研究所地盤研究会の方々に厚く御礼を申し述べる。

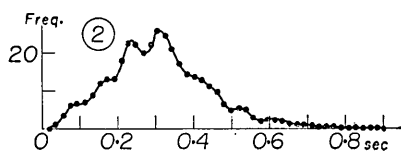
追 記

常時微動の平均周期と最大周期を使つて、建築基準法関係の地盤種別を推定する試案を作つてみた。(筆者 常時微動による地盤種別判定法試案 地震研究所 1956 年 5 月)。第 1 図及び第 29 図の中の I~IV の記号は、その試案によつたものである。

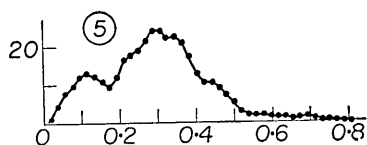
4) 金井 清・他 常時微動と地震観測による一宮市の地盤調査並に地盤震度図案 (地震研究所, 建設省建築研究所 1956)。



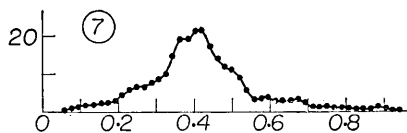
第2図 体育館



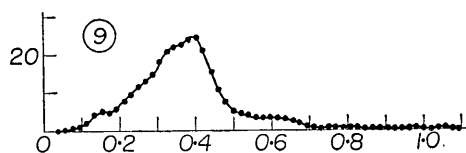
第3図 宮西小学校



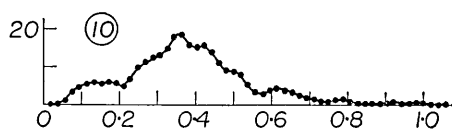
第4図 粟栗中学校



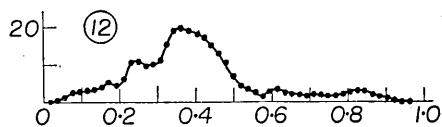
第5図 神明社



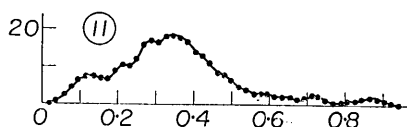
第6図 奥中学校



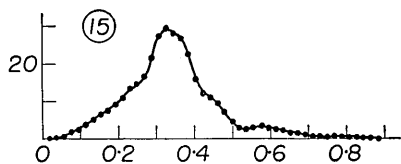
第7図 奥小学校



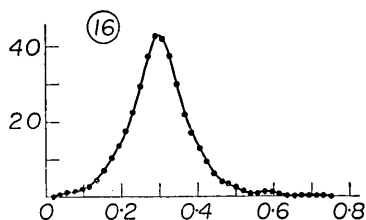
第8図 蘇東橋



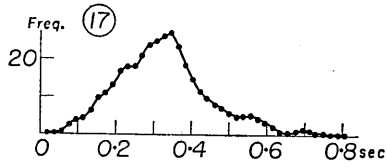
第9図 野田家



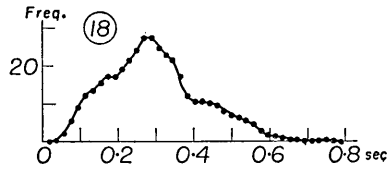
第10図 吉田, 田のあぜ



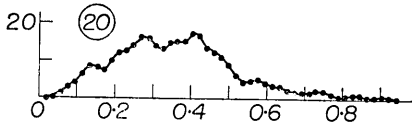
第11図 今伊勢小学校



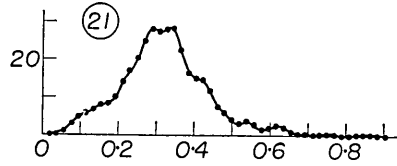
第 12 図 住友銀行



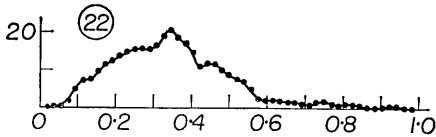
第 13 図 商工会議所



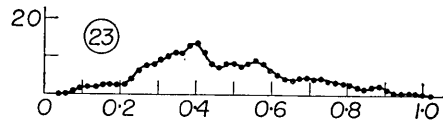
第 14 図 市役所



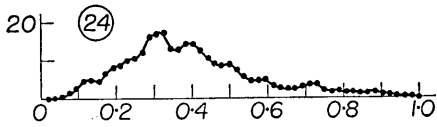
第 15 図 愛知県中宮綜合事務所



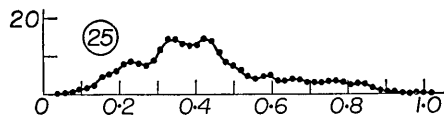
第 16 図 刈安賀ブロック住宅



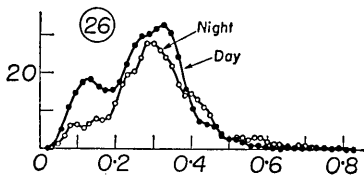
第 17 図 県立尾張病院



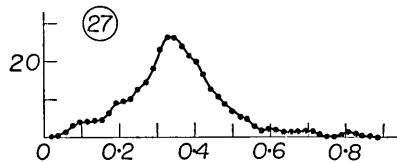
第 18 図 萩原中学校



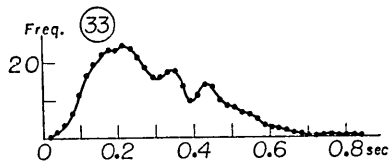
第 19 図 大和中学校



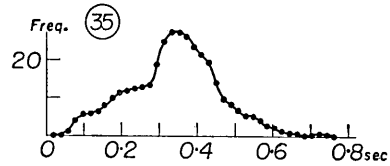
第 20 図 一宮高等学校



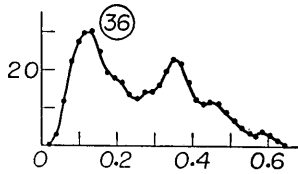
第 21 図 地方裁判所



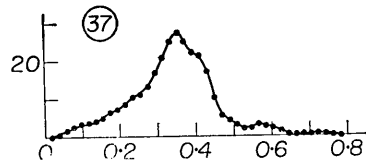
第 22 図 朝日保育園



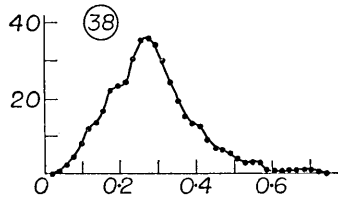
第 23 図 小赤見バス停留所



第 24 図 西成中学校



第 25 図 花祇アパート



第 26 図 大志小学校

12. *Measurement of the Micro-tremor. VI.*
(Ichinomiya City, Aichi Prefecture.)

By Kiyoshi KANAI, Teiji TANAKA, Tosizo MORISHITA.

Earthquake Research Institute;

and Kyoji NAKAGAWA,

Building Research Institute.

The distribution of periods of micro-tremors shows a definite form for different kinds of subsoils. The properties of the ground as inferred from the characteristics of micro-tremor are utilized for the determination of the foundation coefficient relating to earthquake proof construction. Systematic measurements of the micro-tremors have been carried out by us at various places in the great earthquake districts in Japan. This is a

part of a series of our investigations.

Fig. 1 shows the measurement places. Fig. 2-26; frequency distribution of the period of micro-tremors. Fig. 27; the relation between the predominant period and the mean period of micro-tremors. Fig. 28; the relation of the mean period to the largest amplitude. Fig. 29; the relation of the mean period to the largest period. Fig. 30; the relation of the mean period to the thickness of the 1st layer of alluvium. Fig. 31; the relation of the largest period to the thickness of the 1st layer of alluvium.

From systematic measurements, we found many micro-tremor characteristics, which we shall now summarize as follows.

(1) The harder the rigidity of the subsoil is, the sharper the shape of the frequency distribution of the period of micro-tremors and the shorter the predominant period of the distribution curve of period will be. On the especially soft ground the distribution curve of period is flat ranging from a period smaller than 0.2 sec to a period larger than 1.0 sec.

(2) The wave form of micro-tremor can be decided only from not the thickness of alluvium but also from the conditions of each stratum, that is to say, the wave form depends mainly on the vibrational impedance ratio of neighbouring layers and thickness of each layer.

(3) The predominant period of micro-tremor is in many cases influenced by the properties of the first layer. All the properties between the free surface and the bed rock seem to play an important part in deciding the largest period of micro-tremors.

(4) The frequency distribution curve of the period of micro-tremor on fresh rock is flat at periods ranging from less than 0.2 sec to larger than 1.0 sec. From these facts, we can consider that the distribution curve of the period of micro-tremor arrived at bed rock will be flat in form. Then, we can reach the conclusion that the amplitudes of vibration at the surface become relatively large at such periods as are synchronous with the natural period of the stratum from the feature of selective resonance.

(5) The predominant, mean and largest periods of micro-tremors differ slightly according to time and depend greatly on the vibrational characteristics of the subsoil. But, the largest amplitudes of micro-tremor in the daytime is much larger than that at midnight, that is to say, the ratio is 2-10 times, because the amplitudes of micro-tremor depend greatly on the activity of the artificial vibration source surrounding the measuring place.

(6) The predominant period of earthquake motion has a close relation with the distribution curve of period of micro-tremor. In a place in which the distribution curve of period of micro-tremor has a single peak, the peak period coincides clearly with the predominant period of earthquake motion. On the other hand, in a place in which the distribution curve of period of micro-tremor has more than two peaks, the predominant period of earthquake motion coincides with either of them. (See Table III).