

8. 常時微動の測定結果 第2報

(東京都内 III)

地震研究所 { 金 井 清
田 中 貞 二
長 田 甲 斐 男

(昭和29年1月26日, 3月23日, 昭和30年6月28日,
10月25日発表—昭和31年12月31日受理)

1. ま え が き

常時微動は各場所特有の波形を示し、その波形は地盤の構造に密接な関係があることがこれまでの調査で相当はつきり認められた。しかも、常時微動の頻度曲線は同じ場所における地震動の頻度曲線に非常によく似ている。

従つて、地盤には固有の震動特性があり、この特性が地震動にも常時微動にも現われるものと考えられる。

常時微動は振幅がマイクロン位以下の非常に小さいものなので、交通機関、機械振動等の人工的震動源から直接計器にとどく震動の影響を受けて、地盤特有の震動性状を示す筈の波形が大なり小なり乱される。従つて、常時微動の波形から地盤特有の震動性状を求めるために、近接地点で数多くの測定を行わねばならなかつた。その点、本測定は何時でも簡単に行えるから便利である。

本報告の測定結果は昭和27年以来、耐震工学上の地盤係数を求める研究の1つとして行つたものの外、建物の震動試験等の機会をできるだけ利用したものである。

2. 測 定 方 法

常時微動の測定方法は既報^{1),2)}の通りで、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)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。記録の解釈にあつて、主として交通機関などの人工的震動源からの直接の影響の有無大小を推定するための目安にするという意味で、測定場所の環境条件を第I表に詳細に記しておいた。

1) 金井 清・田中貞二・長田甲斐男 地震研究所彙報 **32** (1954), 199.

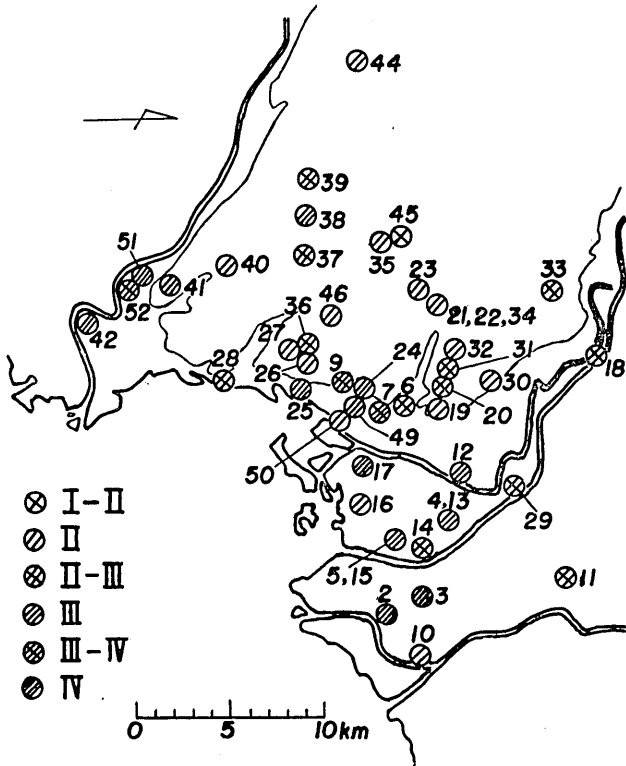
2) 地震研究所地盤研究会 同上 **33** (1955), 492~495.

3. 測定結果

(i) 頻度曲線

2分間の波形についての周期の頻度を求めたものを第2~24図に示す。既に報告済みの場所については頻度曲線は省略して、前論文で使った測定点番号と本報告で使う番号とを対比させて第II表に示しておいた。

日中と夜間(午前2時頃)の頻度曲線はよく似ている場合が多いが、一般に、日中のものは0.1秒附近の頻度が比較的に多い。これは、交通機関等の人工的震動源からの直接の影響によるものと考えられる。大きな建物の地盤などで常時微動の測定を行うと、建物固有の震動性状の影響を受けて、地盤特有の震動性状を知る上に邪魔になるが、この不利よりも、人工的震動源から直接換振器にとどく短周期の震動が建物の重量によつて抑制されるための有利さの方が大きい。それで、繁華な地域とか、工場の近くでの測定では、なるべく地面に直接換振器をおくことを避けるようにした。



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)

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と名づけ、又、この計器で記録した波形の中での最も長い周期を最大周期と名づけて第III表に示した、第III表に書き込んである最大振幅は、2分間の記録の中で、大振幅が2,3波つづくものの中での最大値である。頻度曲線が非常に平坦な場所と頻度の山が2つ以上ある場所については、卓越周期の意味が曖昧になるので、読取は行わなかった。即ち測定点2(江東区西瑞江4丁目)、3(江東区東小松川5丁目)、7(千代田区大手町)、12(台東区隅田公園)、49(中央区東銀座)は頻度曲線が平坦なため、測定点5(江東区大島町)は頻度曲線に山が2つ以上あるため、第III表に卓越周期の値が記入してない。

町)は頻度曲線に山が2つ以上あるため、第III表に卓越周期の値が記入してない。

第 I 表 常時微動の測定場所

番 号	場 所
2	江東区西瑞江4丁目 今井トローバス車庫 (大通り脇, 木造建コンクリート床)
3	江東区東小松川5丁目大杉公園附近 (田圃の中の農家の土間)
4	江東区吾嬬東5丁目吾嬬中学校 (運動場の表土)
5	江東区大島町東京ガス会社敷地 (大通りより約 100 m 奥, 木造平家内土間)
6	千代田区神田電機大学 (電車通りより 150 m, 鉄筋コンクリート4階建地下室床)
7	千代田区大手町富士銀行 (電車通り脇, 鉄筋コンクリート6階建物の地下室床)
9	港区芝明舟町専売公社 (電車通り脇, 鉄筋コンクリート5階建物の地下室床)
10	江戸川区東篠崎町みよし化学 (工場内倉庫コンクリート床上, 周囲は田圃)
11	葛飾区金町東北毛織 (省線より約 300 m 煉瓦造配電室コンクリート床)
12	台東区聖天町隅田公園プール事務所 (隅田川畔, 鉄筋コンクリート1階建床)
13	墨田区吾嬬町5丁目吾嬬ポンプ場 (鉄筋コンクリート1階, ポンプ室床)
14	江戸川区並井1丁目小松川高校 (運動場隅の平家物置内, コンクリート床)
15	江東区大島町5丁目小名木川変電所 (大通りより 50 m 鉄筋コンクリート変電室床)
16	江東区豊住町木場ポンプ場 (大通りより 150 m, 木造平屋内コンクリート床上)
17	江東区深川富岡町数々小学校 (大通りより 200 m 鉄筋コンクリート構堂内)
18	北区志茂町土木研究所赤羽分室 (小路脇の鉄筋コンクリート1階床上)
19	文京区本富士町東大地震研究所 (鉄骨鉄筋コンクリート2階建地下2階床上)
20	文京区柳町保坂氏宅 (大通り脇の木造2階建1階玄関コンクリート床上)
21	新宿区戸塚町高田馬場駅 (小路脇, 南口事務室内のコンクリート床上)
22	新宿区戸塚町日本電話工業 (小路脇, 高台, モルタル塗2階建玄関コンクリート床上)
23	新宿区百人町建築研究所 (小路より 20 m 鉄筋コンクリート2階建地下1階床上)
24	千代田区霞ヶ関厚生省 (大通り脇, 鉄筋コンクリート建物地下1階床上)

(つづく)

第 I 表 (つづき)

番 号	場 所
25	港区芝海岸通り鉄道技術研究所 (鉄筋コンクリート建物1階床上)
26	港区麻布本村町パピリオ (大通より 30 m モルタル塗 2 階建 1 階床上)
27	港区麻布田島町東栄電気 (小路脇の鉄筋コンクリート建 1 階床上)
28	品川区東品川明石製作所 (大通り脇, 本造平屋コンクリート床上, 機械振動あり)
29	足立区千住橋戸町千住アパート (小路脇の鉄筋コンクリート建物入口)
30	豊島区駒込駒込アパート (鉄筋コンクリート建物入口)
31	文京区第六天町第六天アパート (大通より 30 m, 高台, 鉄筋コンクリート建入口)
32	文京区関町町鈴木氏宅 (大通より 50 m, モルタル塗 2 階建入口)
33	板橋区志村前野町志村アパート (小路脇の鉄筋コンクリート建物入口)
34	新宿区戸塚町高田馬場アパート (鉄筋コンクリート建入口, 省線より 100 m)
35	中野区栄町 2 丁目中野アパート (大通より 100 m, 鉄筋コンクリート建入口)
36	港区麻布本村町麻布アパート (大通より 150 m 鉄筋コンクリート建入口)
37	世田ヶ谷区太子堂町太子堂アパート (小路より 100 m, 鉄筋コンクリート建入口)
38	世田ヶ谷区世田ヶ谷豪徳寺アパート (大通より 100 m, 鉄筋コンクリート建入口)
39	世田ヶ谷区経堂町経堂アパート (大通脇, 鉄筋コンクリート建入口, 交通少なし)
40	大田区石川町石川町アパート (鉄筋コンクリート建入口, 周囲は静か)
41	大田区久ヶ原久ヶ原アパート (大通より 50 m, 鉄筋コンクリート建入口)
42	大田区中六郷六郷アパート (鉄筋コンクリート建入口, 鉄道より 60 m)
44	北多摩郡神代町運輸技術研究所 (構内の空地表土上, 周囲は極く静か)
45	杉並区和田本町鈴木氏宅 (小路より 100 m, 木造平屋建玄関コンクリート上)
46	渋谷区緑岡町青山学院 (小路脇校門入口の石の上)
49	中央区東銀座北海道新聞社 (大通り脇の鉄筋コンクリート建地下 1 階床上)

(つづく)

第 I 表 (つづき)

番号	場 所
50	中央区東銀座中央計量検定所 (大通り脇鉄筋コンクリート建物1階床上)
51	大田区下丸子町キヤノンカメラ株式会社 (鉄筋コンクリート建物1階床上)
52	大田区原町昭電グラウンド場内(小路より 150 m, 周囲は空地至極静か)

卓越周期と平均周期の関係を第 25 図に示す。一般に、卓越周期と平均周期の値は非常に近い事が第 25 図からよくわかる。地盤の震動性状を平均周期から解釈する事は容易でないが、前に述べたように、卓越周期は頻度曲線の形によつては決めにくい場合があるが、平均周期はどんな場合にも機械的に決められるので、統計的には卓越周期と平均周期の値が近い事実を利用して、平均周期を卓越周期の代りの意味で使う事にする。

一般に、平均周期は卓越周期よりも僅かに大きい傾向がある。その原因は、主として、交通機関等の人工的震動源から直接換振器にくる 0.1 秒前後の短周期の震動が頻度曲線の形に及ぼす影響、即ち卓越周期を短目にする度合は平均周期に対するものよりも大きいと考えられる。

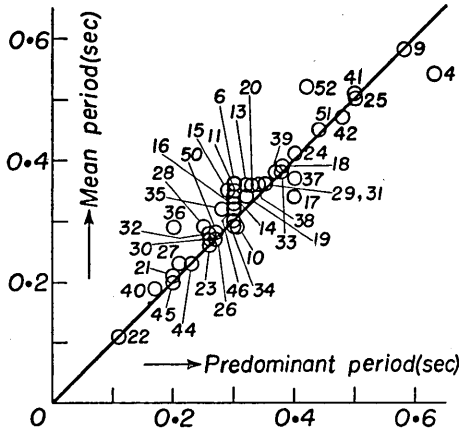
測定点 4 (江東区吾娑東 5 丁目), 17 (江東区深川富岡町) のように、平均周期の方が卓越周期よりも小さい場所の頻度曲線は第 2 図及び第 3 図で見られるように、特別な形をしている。その中で測定点 4 の頻度曲線には 0.7 秒附近の比較的長周期のところに出があるにもかかわらず、最大周期は大きくない。この特性については、軟弱な厚い層があり、その層の中は弾性的に余り変化がないという 1 つの解釈ができる。(軟弱な厚い層がある場合には、層の中が弾性的に多層から成つていてと考えられる場合が多いので、頻度曲線は平坦になるのが普通である。)

第 II 表 本報告と前報告の
測定点番号の対比

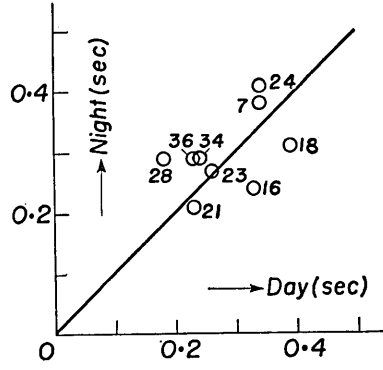
本報告番号	前報告番号	
	脚註 1)	脚註 2)
2	25	8
3	22	7
5	17	—
6	9	—
7	24	—
9	21	—
10	—	1
11	—	3
12	—	6
13	—	4
14	—	2
15	—	5
16	18	—
18	15	—
19	8	—
20	16	—
23	2	—
24	14	—
25	23	—
26	5	—
27	3	—
28	11	—
29	12	—
30	6	—

(ii) 日中と夜間の常時微動の周期の比較

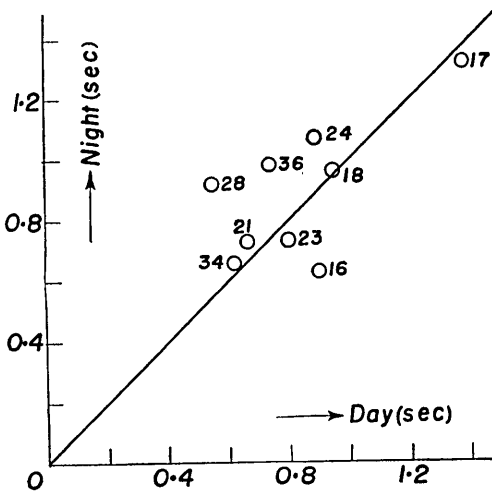
日中と夜間(午前 2 時頃)の平均周期の比較を第 26 図に示す。前にも述べたように、日中は交通機関等の影響のために周期が短目に出る可能性が多い事が第 26 図によく現われている。測定点 28 (品川区東品川)で、夜間に比べて日中の平均周期が特に短いのは、



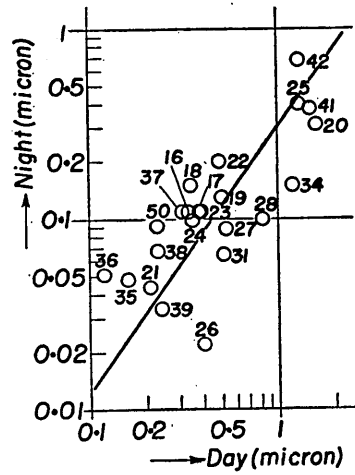
第 25 図 常時微動の卓越周期と平均周期の関係



第 26 図 日中と夜間の常時微動の平均周期の比較



第 27 図 日中と夜間の常時微動の最大周期の比較



第 28 図 日中と夜間の常時微動の最大振巾の比較

第 III 表 常時微動の周期と最大振幅

No.	Period (sec)						Largest Amplitude (μ)		Alluvium Thickness (m)
	Dominant		Mean		Largest		Day	Night	
	Day	Night	Day	Night	Day	Night			
2	—	—	—	0.59	—	1.46	—	—	—
3	—	—	—	0.46	—	1.38	—	—	—
4	0.63	—	0.54	—	1.04	—	—	—	30~40
5	—	—	—	0.39	—	0.94	—	—	30~40
6	—	0.30	—	0.36	—	0.95	—	—	0~10
7	—	—	—	0.56	—	1.25	—	—	0~10
9	0.58	—	0.58	—	1.30	—	—	—	10~20
10	0.30	—	0.29	—	0.70	—	—	0.5	—
11	0.30	—	0.35	—	0.88	—	—	0.3	—
12	—	—	—	0.46	—	1.13	—	—	30~40
13	0.32	—	0.36	—	0.96	—	—	—	30~40
14	0.30	—	0.34	—	0.96	—	—	1.0	—
15	0.29	—	0.35	—	1.04	—	—	—	30~40
16	0.29	0.23	0.33	0.24	0.90	0.63	0.3	0.1	30~40
17	0.40	0.30	0.34	0.38	1.38	1.32	0.3	0.1	30~40
18	0.38	—	0.39	0.31	0.95	0.96	0.3	0.2	—
19	—	0.32	—	0.34	—	0.84	0.5	0.1	0
20	—	0.33	—	0.36	—	0.85	1.5	0.3	0~10
21	0.20	0.20	0.23	0.21	0.66	0.73	0.2	0.05	0
22	—	0.11	—	0.11	—	0.39	0.5	0.2	0
23	0.26	0.26	0.26	0.27	0.80	0.73	0.3	0.1	0
24	0.40	0.40	0.34	0.41	0.89	1.07	0.3	0.1	10~20
25	0.50	—	0.50	—	1.52	—	1.5	0.5	20~30
26	—	0.27	—	0.27	—	0.74	0.5	0.2	0~10
27	—	0.21	—	0.23	—	0.89	0.5	0.1	0~10
28	0.20	0.26	0.18	0.29	0.55	0.92	1.0	0.1	—
29	—	0.35	—	0.36	—	0.92	—	—	30~40
30	—	0.26	—	0.27	—	0.78	—	—	0
31	—	0.35	—	0.36	—	0.70	0.5	0.05	0
32	—	0.26	—	0.28	—	0.90	—	—	0~10
33	0.38	—	0.38	—	0.58	—	0.3	—	—
34	0.24	0.30	0.24	0.29	0.62	0.66	1.0	0.2	0
35	—	0.28	—	0.32	—	0.92	0.2	0.05	0
36	0.20	0.20	0.23	0.29	0.74	0.98	0.1	0.05	0
37	—	0.40	—	0.37	—	0.93	0.3	0.1	0
38	—	0.34	—	0.36	—	1.06	0.2	0.05	0
39	—	0.37	—	0.38	—	0.98	0.2	0.03	0
40	0.17	—	0.19	—	0.76	—	0.2	—	0
41	0.50	—	0.51	—	1.02	—	1.5	0.3	—
42	—	0.48	—	—	—	1.06	1.5	0.5	—
44	0.23	—	0.23	—	0.40	—	0.2	—	0
45	0.20	—	0.20	—	0.66	—	—	—	0
46	0.30	—	0.32	—	0.80	—	0.3	—	0
49	—	—	0.50	—	1.13	—	—	—	0~10
50	—	0.27	—	0.28	—	0.90	0.2	0.1	0
51	—	0.44	—	0.45	—	1.40	—	0.3	—
52	0.42	—	0.52	—	1.20	—	—	0.5	—

この附近に工場の多い影響であろう。測定点 16 (江東区豊住町), 18 (北区志茂町)では、逆に、夜間の方が日中よりも平均周期が短く出ている。前論文³⁾の第 6 図及び第 5 図を見ると、これらの場所の昼と夜の頻度曲線は非常に異り、日中のものは比較的複雑であるが、夜間のもは卓越周期が読取れる位に単純である。この性質に対する 1 つの解釈は、日中は震動勢力が大きくて地中深い所までの震動性状に関係するが、夜間は勢力が、小さくて、地表面近いところの性質だけに関係する。しかも、地表面近くの層と次の層との弾性比は相当に大きい。言い換えると、地表面近くに特に軟弱な層があると考えられるのである。尚、江東区豊住町と同じ場所では以前に地震観測から求めた頻度曲線があり、近地地震の頻度曲線と夜の常時微動のものとが類似し遠地地震と昼とが類似している事については前論文で報告してある。

日中と夜間(午前 2 時頃)の最大周期関係は第 27 図に示すように、平均周期の関係と大体同じ傾向である。平均周期、最大周期共に日中と夜間の差が余りない場合の方が多く、特別な場合でも、その差は最大 50% 位である。

(iii) 日中と夜間の常時微動の最大振幅の比較

日中と夜間(午前 2 時頃)の最大振幅の比較を第 28 図に示す。第 28 図からわかる事は、日中の振幅は夜間よりも 2 倍から 10 倍大きく、その比は、絶対振幅の小さい場所程大きい傾向にある。言い換えると静かな場所程、日中に比べて夜間の静けさの度合いが大きい。

測定点 26 と 36 は共に港区麻布本村町で、その距離も近いのに、26 は比率の大きい方の例外、36 は小さい方の例外となつているから、極く局所的な原因によるものと推察される。何れにしても、常時微動の振幅の昼夜の差は、周期のそれとは比較にならない位に大きい。

(常時微動の振幅や周期の時間的分布に関しては詳しい調査結果があり、別の論文として出す予定である。)

(iv) 常時微動の周期と最大振幅との関係

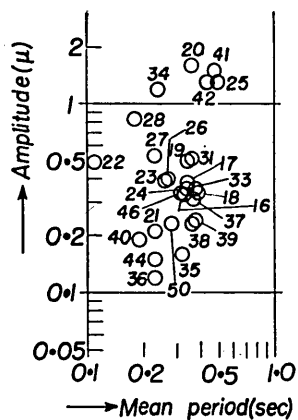
常時微動の平均周期と最大振幅との関係を昼と夜に分けて第 29 図及び第 30 図に示す。第 29, 30 図から、平均周期は大体 0.2 秒から 0.5 秒の間にあるのに対して、振幅は日中で 0.1 ミクロンから 2 ミクロン、夜間で 0.03 ミクロンから 1 ミクロンの間にあり、振幅は場所による差が大きいことがわかる。又、平均周期と振幅の間には相関性はほとんど見られない。

常時微動の周期は、地盤の震動性状とかなり密接な関係がありそうであるが、振幅は測定場所の環境条件に支配される度合いが大きいので、地盤固有の震動的性質を比較法によつて求めるのには不適當と考えられる。

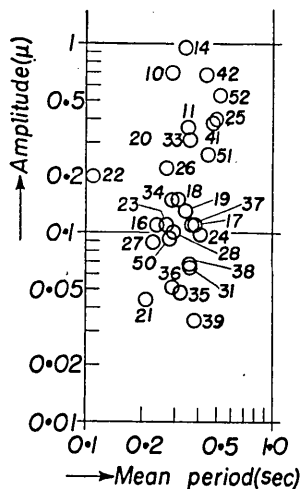
(v) 常時微動の平均周期と最大周期の関係

常時微動の平均周期と最大周期の関係を第 31 図に示す。測定点 2 (江東区西瑞江 4

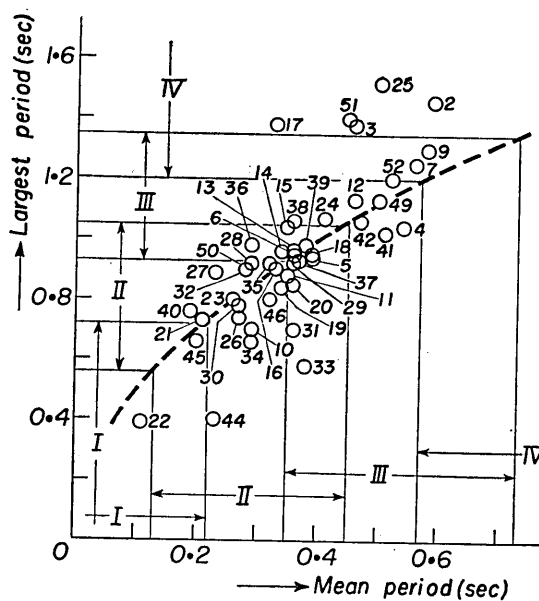
3) 前出 1), 203, 204.



第 29 図 日中の常時微動の平均周期と最大振幅との関係



第 30 図 夜間の常時微動の平均周期と最大振幅との関係



第 31 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)

丁目) 3 (江東区東小松川5丁目), 17 (江東区深川富岡町), 25 (港区芝海岸通), 51 (大田区下丸子町) のように常時微動の最大周期が平均周期に比べて特に長い地盤は, 厚い軟弱層の中が, 何層かの弾性の相当異なる土層から成っているものと考えられる。

又, 測定点 33 (板橋区志村前野町), 44 (北多摩郡神代町) のように常時微動の平均周期に比べ最大周期が余り大きくない地盤は, 弾性的に単層に近い構造と考えられる。測定点 40 については, 平均周期と卓越周期の比較からも弾性的に単層からなるという解釈ができる事は既に述べた。測定点 31, 34 等も, この解釈で余り矛盾は生じない。

(vi) 沖積層の厚さと常時微動の周期の関係

沖積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 32 図及び第 33 図に示す。第 32 図を見て直ちにわかるのは, 常時微動の平均周期(卓越周期と言つてもよい)は沖積層全体厚さだけではきまりそうもないという事である。

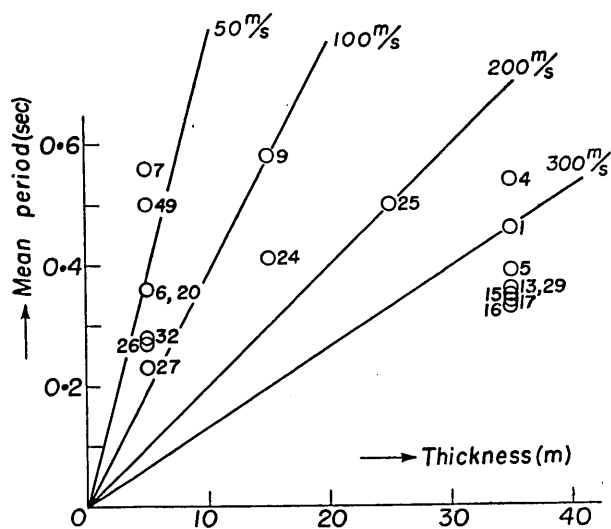
測定点 1, 4, 5, 13, 15, 16, 17, 29 では, 平均周期, 最大周期の両方から見て, 常時微動は相当に薄い層内で誘発されている事になる。従つて, 沖積層は弾性的にはつきり差違のある 2 層以上から成つており, 第 1 層の特性だけが常時微動の波形に現われるものと考えられる。測定点 17, 25 等は平均周期は小さいが最大周期が普通であるから, 深い所の影響が現われていると解釈される。

(vii) 地震動と常時微動の関係

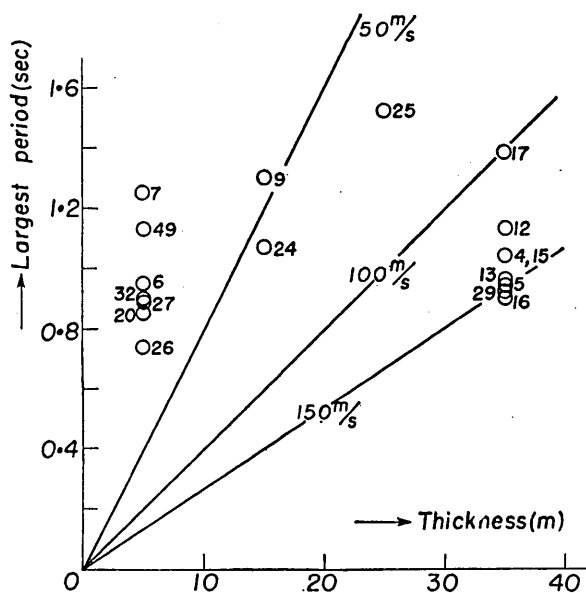
東京都内では, 以前から方々で地震観測が行われて来たから, それらの報告の中から卓越周期に関するものを選び出して, 常時微動の平均周期, 卓越周期と並べて第 IV 表に示した。

地震動の卓越周期は地震によつて異なるので, 観測地震数の多い測定点 6 (電機大学), 11 (金町東北毛織), 18 (土研, 赤羽分室), 19 (地震研究所), 30 (駒込アパート), 46 (青山学院) については, 卓越周期の又頻度をとり, その頻度の多い周期を, その場所の卓越周期として採用した。

測定点 19, 30, 46 のように, 常時微動の周期の頻度に明かな 1 つの山ができる場所においては, 常時微動と地震動の卓越周期はよく合う。測定点 6, 11, 18 のように, 常時微動の周期頻度曲線に 2 つ以上の山がある場所では, 地震動の卓越周期は, 常時微動の頻度の山のうちの長い方に一致する場合が多く, 稀には, 短い方の山と同じ場合がある。言い換えると, 地震動の卓越周期は, 常時微動の頻度曲線の山になる周期の中のどれかに当るわけである。即ち, 地震動は常時微動と同じように地盤の震動特性に大きく支配される事がわかつた。そして, 地盤が 2 つ以上の共振周期をもつような構成になっている場所では, もとから来た地震波によつて, その中の 1 つと選択共振する場合が多い事もわかつた。これらの事は, 発震機構, 震央距離, 地震波の伝播経路等に関する筈であり, 詳細な検討を現在行いつつある。



第 32 図 沖積層の厚さと常時微動の平均周期との関係



第 33 図 沖積層の厚さと常時微動の最大周期との関係

第 IV 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)		Domin.	No. of Earthq.	Bibli.
		Mean	Domin.			
6	Night	0.36	0.30 0.60	0.7	9	2, 3, 4
10	Day	0.29	0.30	0.45 0.3	1 1	7
11	"	0.35	0.30 0.55	0.5	12	7
12	Night	0.46	0.2~1.0	0.6	1	7
13	Day	0.36	0.32	0.35 0.75	1	7
14	"	0.34	0.30	0.35 0.75	1 1	7
15	"	0.35	0.29	0.35	1	7
16	Night	0.24	0.23	0.3	2	2, 4
	Day	0.33	0.29	0.35	2	
18	Day	0.39	0.38	0.4 0.9	10	2, 3, 4
19	Night	0.34	0.32	0.3~0.4	29	1, 2, 3, 4, 5, 7
29	"	0.36	0.35	0.35 0.6	2 3	6
30	"	0.27	0.26	0.35	8	6
46	Day	0.32	0.30	0.35	10	2, 3, 4

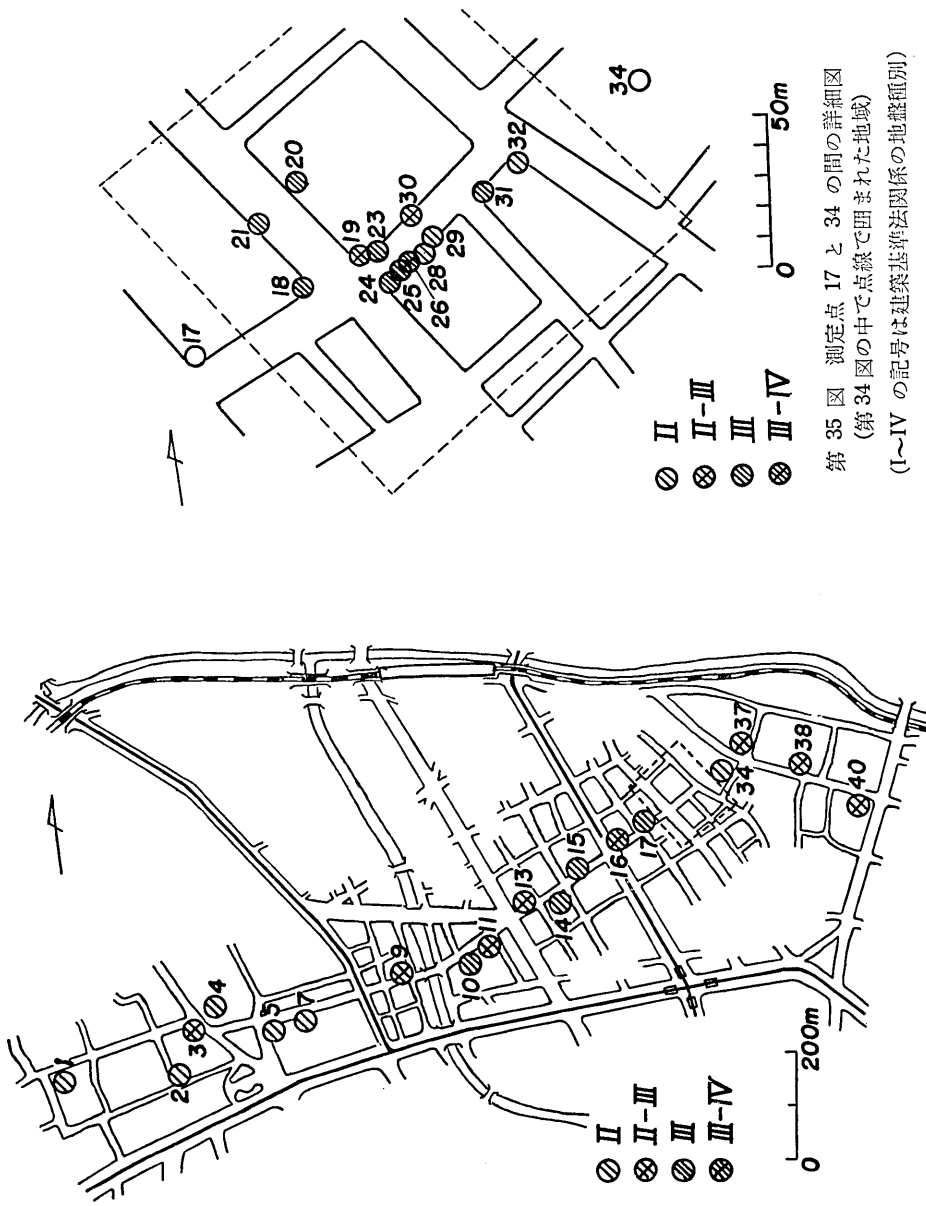
備考

- 文献 (1) 石本巳四雄 地震研究所彙報 **10** (1932), 171.
 (2) 同上 同上 **12** (1934), 234.
 (3) 同上 同上 **13** (1935), 592.
 (4) 同上 同上 **15** (1937), 536.
 (5) 萩原尊礼・表俊一郎 同上 **16** (1938), 632.
 (6) 金井清・鈴木富三郎 同上 **31** (1953), 305.
 (7) 地震研究所地盤研究会 同上 **33** (1955), 471.

4. 九段坂と駿河台の間における常時微動

九段坂と駿河台の間の谷間には、関東地震の被害程度に縞状分布が現われたので、振動学的な解釈をしようという試みから、常時微動の測定を行つた。その結果、被害分布にはつきりした説明を加え得るまでには至らなかつたが、地質構造と常時微動の性質との関係についての興味深い資料が得られた。被害分布とよい対応を示さない1つの理由としては、関東地震当時の家屋の新旧並びに良否の程度に、区画によつて相当の差違があつたらしい事があげられる。

九段坂と駿河台との間で、常時微動の測定を行つた場所を第 34, 35 図及び第 V 表に示



第34図 九段坂と駿河台の間における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)

第35図 測定点17と34の間の詳細図
(第34図の中で点線で囲まれた地域)

(I~IVの記号は建築基準法関係の地盤種別)

第 V 表 常時微動の測定場所(九段坂と駿河台の間)

番 号	場 所
1	千代田区九段 2 丁目白百合学園 (小路脇の鉄筋コンクリート建地下 1 階, 周匝静か)
2	千代田区九段 2 丁目九段高校水泳部 (小路脇の鉄筋コンクリート平屋の外壁下)
3	千代田区九段 2 丁目九段高校 (正面入口門のコンクリート上)
4	千代田区富士見町 1 丁目暁星学園 (鉄筋コンクリート建 1 階床上)
5	千代田区九段 1 丁目 (小路脇のモルタル塗平屋入口コンクリート上)
7	千代田区九段 1 丁目東鉄九段宿舎 (小路脇のモルタル塗建物 1 階床上)
9	千代田区九段 1 丁目東販九段寮 (小路脇のモルタル塗建物入口の石の上)
10	千代田区神田神保町 3 丁目富山房倉庫 (小路脇の平屋建物入口コンクリート上)
11	千代田区神田神保町 3 丁目高陽書院 (モルタル塗 2 階建 1 階入口の床上)
13	千代田区西神田 2 丁目日中友好協会 (大通り脇の鉄筋コンクリート建 1 階入口)
14	千代田区神田神保町 2 丁目 (小路脇の印刷所前の腕跡)
15	千代田区西神田 1 丁目 (小路端の道路上)
16	千代田区西神田 1 丁目 (大通り脇, 三菱銀行横の道路上)
17	千代田区西神田 1 丁目 (印刷所前隣の道路上)
18	千代田区西神田 1 丁目 (小路脇のモルタル 2 階建 1 階床上)
19	千代田区神田猿楽町 2 丁目 (小路脇の交番入口コンクリート上)
20	千代田区神田猿楽町 2 丁目神田女学園 (小路脇鉄筋コンクリート建地下 1 階)
21	千代田区西神田 1 丁目 (小路端道路上)
23	千代田区神田猿楽町 2 丁目 (小路端の交番横道路上)
24	千代田区神田猿楽町 2 丁目 (小路端道路上)
25	千代田区神田猿楽町 2 丁目 (小路端道路上)
26	千代田区神田猿楽町 2 丁目 (小路端道路上)

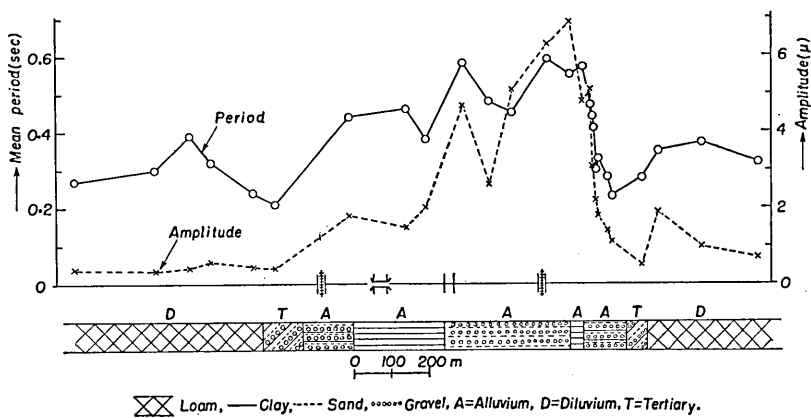
(つづく)

第V表 (つづき)

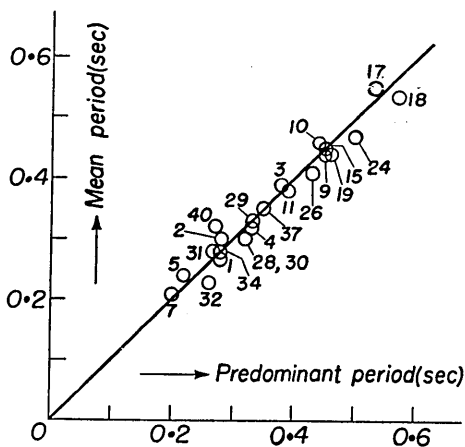
番号	場所
28	千代田区神田猿楽町2丁目 (小路端道路上)
29	千代田区神田猿楽町2丁目 (小路端道路上)
30	千代田区神田猿楽町2丁目 (小路端道路上)
31	千代田区神田猿楽町2丁目 (小路端道路上)
32	千代田区神田猿楽町2丁目 (小路端道路上)
34	千代田区神田猿楽町2丁目明治中学校 (鉄筋コンクリート建1階入口床上)
37	千代田区神田駿河台2丁目 (小路脇の鉄筋コンクリート建1階床上)
38	千代田区神田駿河台2丁目文化学院 (入口アーケード内コンクリート上)
40	千代田区神田駿河台1丁目明治大学文学部 (大通り脇, 鉄筋コンクリート建1階)

す。又、各測定点における常時微動の頻度曲線を第36~66図に示し、平均周期、最大周期、頻度曲線から読み取った卓越周期、並びに最大振幅を第VI表に示す。尚、常時微動の平均周期及び振幅と地質構造との関係を図示したのが第67図である。第67図を見ると、平均周期と振幅とはよい対応を示し、地質と平均周期並びに振幅との関係が極めて深い事がよくわかる。

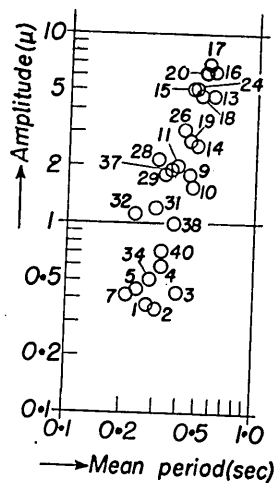
平均周期と卓越周期の関係が第68図に示してあるが、両周期は非常によく一致する事がわかる。



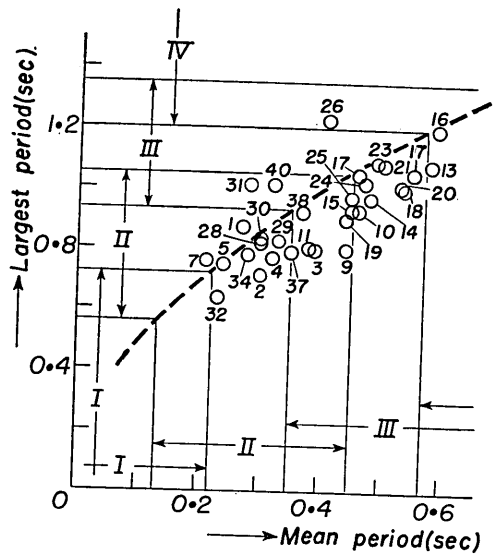
第67図 九段坂と駿河台の間における地質と常時微動との関係



第 68 図 常時微動の卓越周期と平均周期の関係



第 69 図 常時微動の平均周期と最大振幅の関係



第 70 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)

平均周期と最大振巾の関係を第 69 図に示す。第 69 図から、平均周期が長くなると、最大振巾が大きくなる傾向のある事がわかる。狭い地域についての測定結果を集めたものなので、地盤震動を誘発する、もとの勢力が大体似ており、従つて、振巾の方にも地盤震動特性が比較的によく現われたものと考えられる。

第 VI 表 九段坂と駿河台の間における
常時微動の測定結果

No.	Period (sec)			Largest Amplitude (μ)
	Dominant	Mean	Largest	
1	0.28	0.27	0.87	0.3
2	0.27	0.30	0.71	0.3
3	0.38	0.39	0.80	0.5
4	0.33	0.32	0.77	0.5
5	0.22	0.24	0.75	0.5
7	0.20	0.21	0.76	0.5
9	0.45	0.44	0.80	2.0
10	0.44	0.46	0.93	1.5
11	0.39	0.38	0.80	2.0
13	—	0.58	1.08	4.5
14	—	0.48	0.97	2.5
15	0.45	0.45	0.93	5.0
16	—	0.59	1.20	6.5
17	0.53	0.55	1.05	7.0
18	0.57	0.57	1.00	4.5
19	0.46	0.44	0.90	2.5
20	—	0.53	0.96	6.0
21	—	0.50	1.08	—
23	—	0.49	1.09	—
24	0.50	0.47	1.02	5.0
25	—	0.44	0.96	—
26	0.43	0.41	1.23	3.0
28	0.32	0.30	0.82	2.0
29	0.33	0.33	0.83	2.0
30	0.32	0.30	0.82	—
31	0.27	0.28	1.05	1.5
32	0.26	0.23	0.64	1.0
34	0.28	0.28	0.90	0.5
37	0.35	0.35	0.79	2.0
38	—	0.37	0.92	1.0
40	0.27	0.32	1.01	0.5

平均周期と最大周期の関係を示したのが第 70 図である。

次に、この地域の解析結果を九段坂の方から順次列挙する。

(1) 九段の台地(測定点 1~

4)の卓越周期は 0.3~0.4 秒で、東京都内の山手で一般に見られる性質である。

(2) 中坂の途中(測定点5, 7)の頻度曲線は非常に尖り、その卓越周期は約 0.2 秒である。第 3 紀の粘土砂礫層が出ているためであろう。

(3) 中坂を降り切ると、急に周期の長い波形となり、頻度曲線は平坦になる。台地に近い測定点 9, 10, 11 では 0.4~0.45 秒で頻度が卓越する。

(4) 谷間の測定点 13~25 では、頻度曲線が非常に平坦になり、最大周期は非常に長くなる。その平均周期も長い所では 0.6 秒にも達する。振巾も大きく、台地の 10 倍以上で、最大振巾 7 ミクロンの所もある。こ

の辺は、いわゆるノイズレベルの高い事では典型的な様相を示し、重量物を満載したトラックが通過しても、数 m 離れた所では、記録に変化が出ない位である。この事は当然と言えば当然であるが、常時微動の発生機構を研究する上に大事な資料を提供するものと考えられるので、詳細な検討を行う予定である。

(5) 測定点 26 から測定点 34 にかけて周期が次第に短くなり、頻度曲線も尖つてくる。50m位の距離の間で卓越周期は 0.4 秒から 0.2 秒に順次変る。この現象は、常時微動を波動として研究する上で極めて大切な事である。

(6) 駿河台(測定点 37, 38, 39) では、頻度曲線に鋭い卓越性は見られないが、卓越周期は、0.3秒~0.4 秒で東京都内の山手で多く見られる値である。

台地の振巾は 0.3~1 ミクロンであるが、谷間の振巾は、1~7 ミクロンで、最大と最小の振巾比は約 20 倍にも達する。

5. む す び

本研究でわかつた常時微動の性質を次に列記する。

(I) 常時微動の卓越周期と平均周期は略一致する。頻度曲線が平坦な場合、2つ以上の山のできる場合には卓越周期の読取は困難であるから、地盤の震動特性を示す係数の1つとしては平均周期を使う方が便利である。

(II) 一般に厚い軟弱層では、頻度曲線が平坦である。特別な場合として、弾性的に均一に近いと考えられる場所では、0.6 秒以上の長周期で頻度が卓越する。

(III) 日中と夜間の周期(卓越, 平均, 最大)の差違は一般に小さく、特別な場合でも勢々 50% 位の差違である。従つて、常時微動の周期は、地盤固有の震動係数として使うのに適している。

(IV) 日中と夜間の振巾は非常に異り、昼は夜の2倍から10倍に達する。一般に、いわゆる静かな場所程、この比が大きいの、常時微動の発生機構から考えて当然であろう。振巾は測定場所の環境条件に支配されるから、地盤固有の震動係数としては不適當である。

(V) 地盤の震動性状は沖積層の厚さだけではきまらない。沖積層が何層かの土層から成つている場合は第1層の性質が出やすい。

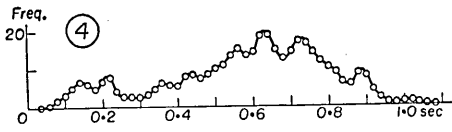
(VI) 常時微動の頻度曲線の山が1つの場合は地震動の卓越周期に一致する。山が2つ以上ある場所では、地震によつて、そのどれかの周期が卓越周期になる。

(VII) 地質が順次変化している場所では、僅か 50 m 位の距離の間で、地質の変化に従つて卓越周期が2倍も変る。

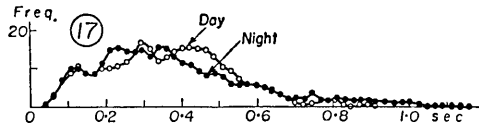
終りに臨み、本調査に当り多大の御援助を賜つた東京都建築局並びに調査地の方々に深い謝意を表す。又、懇ろな御援助と御議論を賜つた地震研究所地盤研究会の方々に厚く御礼を申し述べる。

附 記

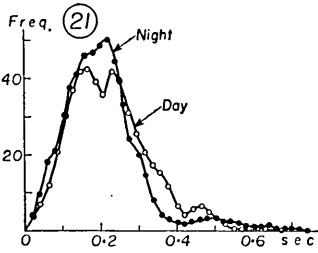
常時微動が地盤の震動性状に密接な関係がありそうな事に眼をつけ、常時微動の平均周期と最大周期とを使つて、建築基準法関係の地盤種別を推定する試案を作つてみた。(筆者 常時微動による地盤種別判定法試案, 地震研究所, 1956年5月)第1図, 第31図第34図, 第35図及び第70図中のI~IVの記号は、その試案によつたものである。



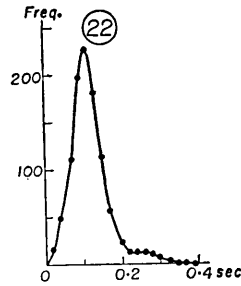
第 2 図 江東区吾孺東 5 丁目吾孺中学校



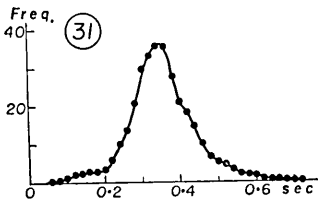
第 3 図 江東区深川富岡町数矢小学校



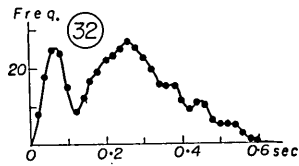
第 4 図 新宿区戸塚町高田馬場駅



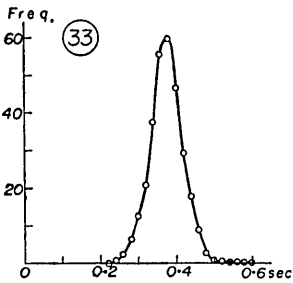
第 5 図 新宿区戸塚町日本電話工業



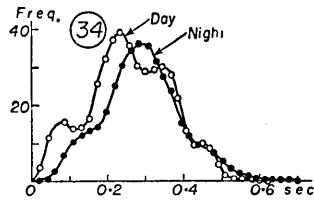
第 6 図 文京区第六天町第六天アパート



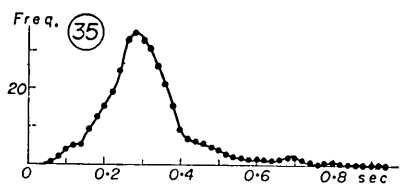
第 7 図 文京区関口町鈴木氏宅



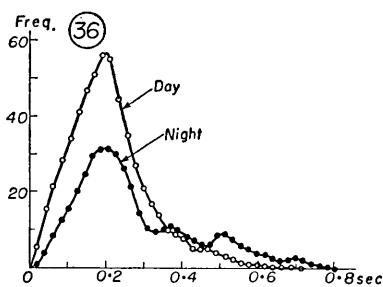
第 8 図 板橋区志村前野町志村アパート



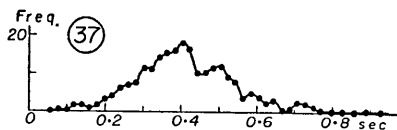
第 9 図 新宿区戸塚町高田馬場アパート



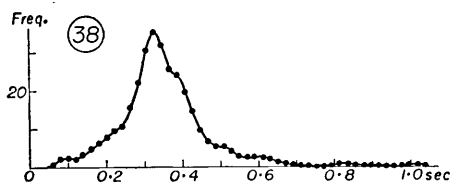
第 10 図 中野区栄町中野アパート



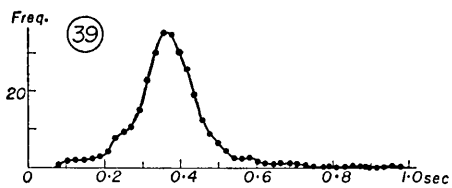
第 11 図 港区麻布本村町麻布アパート



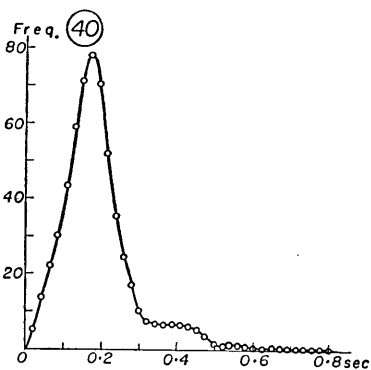
第 12 図 世田ヶ谷区太子堂町太子堂アパート



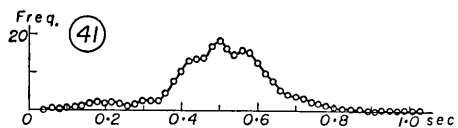
第 13 図 世田ヶ谷区世田ヶ谷豪徳寺アパート



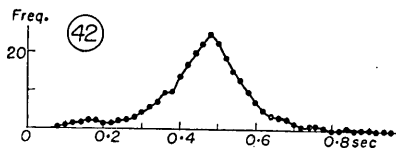
第 14 図 世田ヶ谷区経堂町経堂アパート



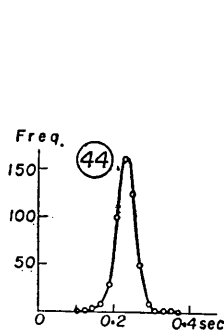
第 15 図 大田区石川町石川町アパート



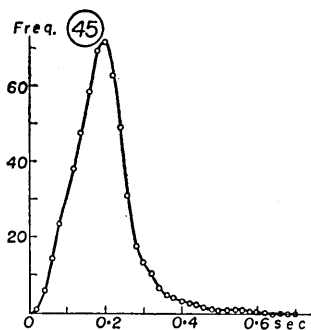
第 16 図 大田区久ヶ原久ヶ原アパート



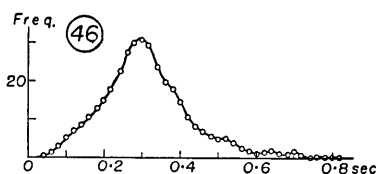
第 17 図 大田区仲六郷六郷アパート



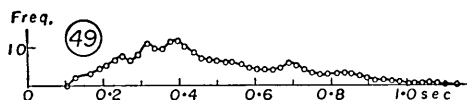
第18図 北多摩郡神代町運輸技術研究所



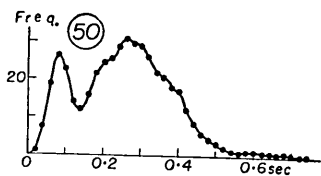
第19図 杉並区和田本町鈴木氏宅



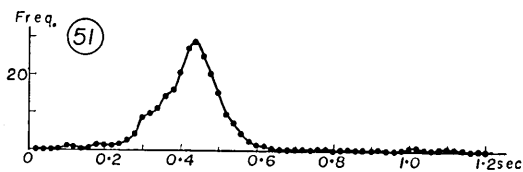
第20図 渋谷区緑岡町青山学院



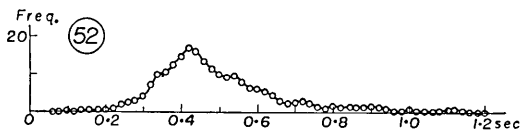
第21図 中央区東銀座北海道新聞社



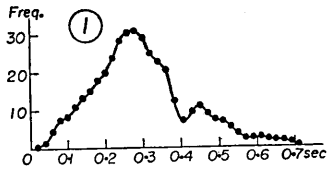
第22図 中央区東銀座
中央計量検定所



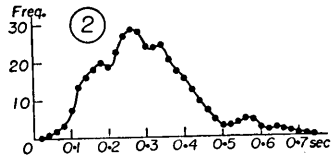
第23図 大田区下丸子キャノンカメラ株式会社



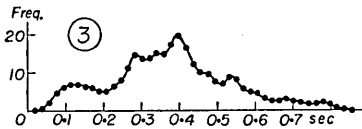
第24図 大田区原町昭電グランド場



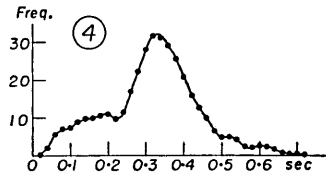
第 36 図 千代田区九段 2 丁目
白百合学園



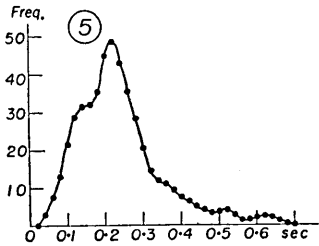
第 37 図 千代田区九段 2 丁目
九段高校水泳部



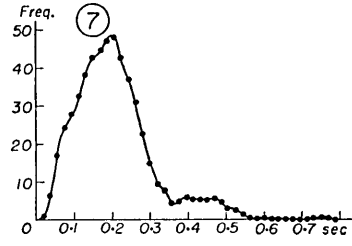
第 38 図 千代田区九段 2 丁目九段
高校



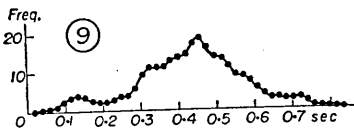
第 39 図 千代田区富士見町 1 丁目
曉星学園



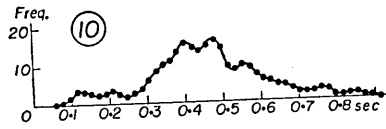
第 40 図 千代田区九段 1 丁目



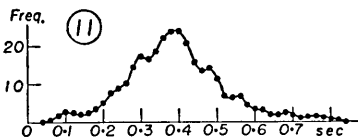
第 41 図 千代田区九段 1 丁目東鉄九段宿舎



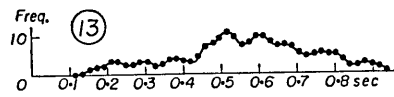
第 42 図 千代田区九段 1 丁目
東販九段駅



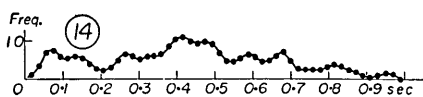
第 43 図 千代田区神田神保町 2 丁目
富山房倉庫



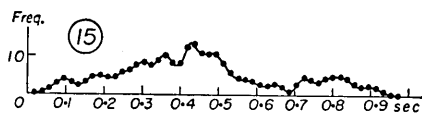
第 44 図 千代田区神田神保町 3 丁目
高陽書院



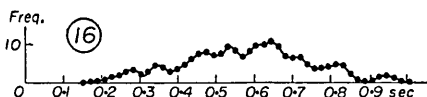
第 45 図 千代田区西神田 2 丁目
日中友好協会



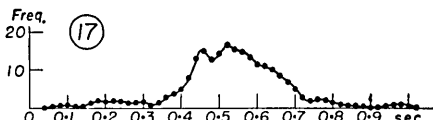
第 46 図 千代田区神田神保町 2 丁目



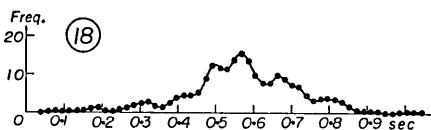
第 47 図 千代田区西神田 1 丁目



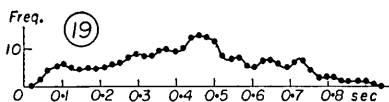
第 48 図 千代田区西神田 1 丁目三菱銀行横



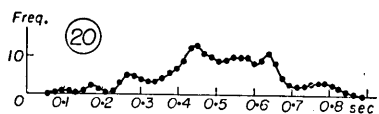
第 49 図 千代田区西神田 1 丁目



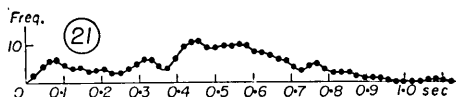
第 50 図 千代田区西神田 1 丁目



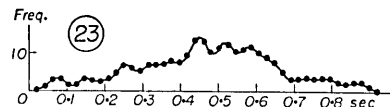
第 51 図 千代田区神田猿楽町 2 丁目交番



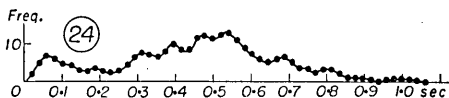
第 52 図 千代田区神田猿楽町 2 丁目
神田女学園



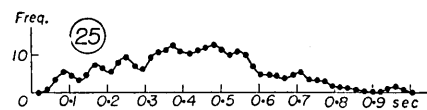
第 53 図 千代田区西神田 1 丁目



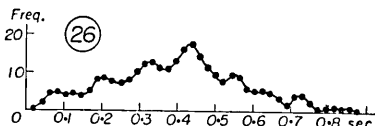
第 54 図 千代田区神田猿楽町 2 丁目



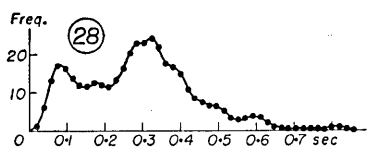
第 55 図 千代田区神田猿楽町 2 丁目



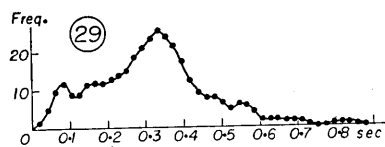
第 56 図 千代田区神田猿楽町 2 丁目



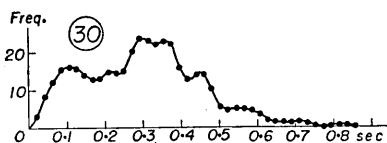
第 57 図 千代田区神田猿楽町 2 丁目



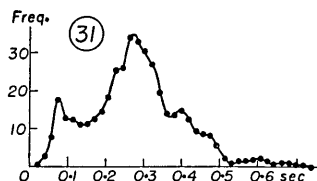
第 58 图 千代田区神田猿楽町 2 丁目



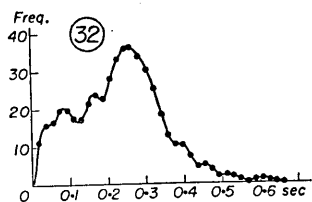
第 59 图 千代田区神田猿楽町 2 丁目



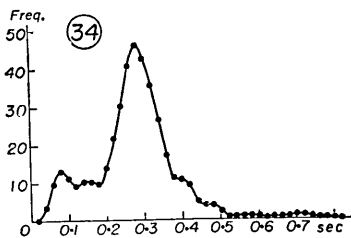
第 60 图 千代田区神田猿楽町 2 丁目



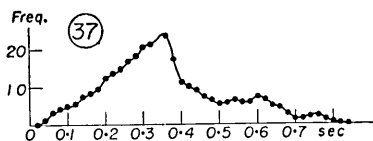
第 61 图 千代田区神田猿楽町 2 丁目



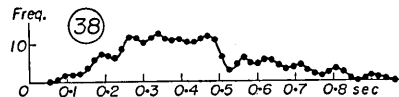
第 62 图 千代田区神田猿楽町 2 丁目



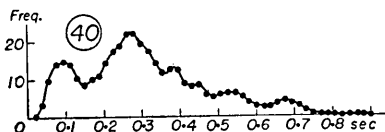
第 63 图 千代田区神田猿楽町 2 丁目
明治中学校



第 64 图 千代田区神田駿河台 2 丁目



第 65 图 千代田区神田駿河台 2 丁目文化学院



第 66 图 千代田区神田駿河台 1 丁目
明治大学文学部

8. *Measurement of the Micro-tremor. II.* (*Tokyo Metropolis.*)

By Kiyoshi KANAI, Teiji TANAKA and Kaio OSADA,

Earthquake 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. Figs. 2-24; distribution of the period of micro-tremors. Fig. 25; the relation between the predominant period and the mean period of micro-tremors. Fig. 26; the relation between the mean period at day time and at midnight. Fig. 27; the relation between the largest period at day time and at midnight. Fig. 28; the relation between the largest amplitude at day time and at midnight. Fig. 29; the relation between the mean period and the largest amplitude at day time. Fig. 30; the relation between the mean period and the largest amplitude at midnight. Fig. 31; the relation of the mean period to the largest period. Fig. 32; the relation of the mean period to the thickness of alluvium. Fig. 33; the relation of the largest period to the thickness of alluvium.

Figs. 34, 35; the measurement places along the lines of Kudan to Surugadai in Tokyo (Misaki area.) Figs. 36-66; the frequency distribution of the period of micro-tremor at Misaki area. Fig. 67; the relation of the mean period as well as the largest amplitude to the geological formation at Misaki area. Fig. 68; the relation of the predominant period to the mean period at Misaki area. Fig. 69; the relation of the mean period to the largest amplitude at Misaki area. Fig. 70; the relation of the mean period to the largest period at Misaki area.

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 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 predominant, mean and largest periods of micro-tremors differ slightly according to time and depend greatly on the vibrational characteristics of the subsoil. (See Figs. 26, 27, 28.) But, the largest amplitude of micro-tremor in the daytime is much larger than that at midnight, that is to say, the ratios are 2-10 times, because the amplitudes of micro-tremor depend greatly on the activity of the artificial vibration source surrounding the measuring place. (See Figs. 29, 30.)

(3) The predominant period of earthquake motion has a close relation with the distribution curve of period of micro-tremor. While, 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, when 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 IV.)