

# 10. 常時微動の測定結果 第4報

## (庄内地方)

地震研究所 { 金 井 清  
那 須 信 治  
田 中 貞 二  
長 田 甲 斐 男

(昭和30年10月25日発表—昭和31年12月31日受理)

### 1. ま え が き

常時微動の波形は地盤の震動性状と密接な関係があることがわかつたので、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のうちの主なものを次に列記する。

- (1) 地盤が堅い程頻度曲線は鋭く卓越周期は短い。非常に厚い軟弱地盤の頻度曲線は広い周期の範囲にわたつて平で卓越周期は存在しない。
- (2) 頻度—周期関係は地盤特性に関係が深いが、振巾はむしろ環境条件に大きく支配される。
- (3) 波形は沖積層の厚さだけではきまらない。卓越周期としては第1層の固有周期が出る場合が多い。
- (4) 最大周期は沖積層全体の震動に関係する。
- (5) 頻度曲線の山が1つの場所では、その山は地震動の卓越周期に一致する。2つ以上の山がある場所の地震動の卓越周期は、地震によつて、その何れかの山の周期となる。頻度曲線が非常に平な場所における地震動は、いつも平な頻度曲線を示す場所と、地震によつて異なる卓越周期が出る場所とがある。

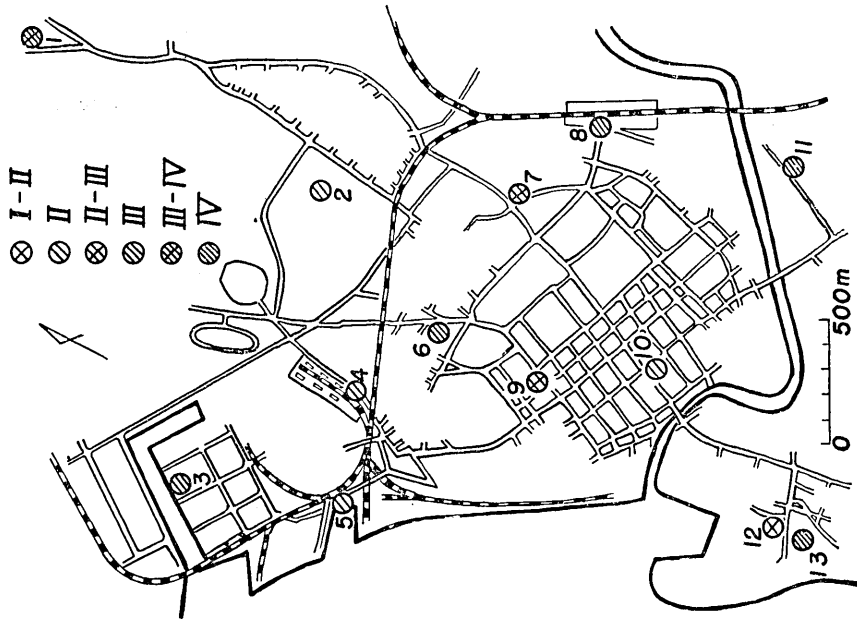
### 2. 測 定 方 法

本報告の測定は昭和30年8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)<sup>1),2)</sup>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。

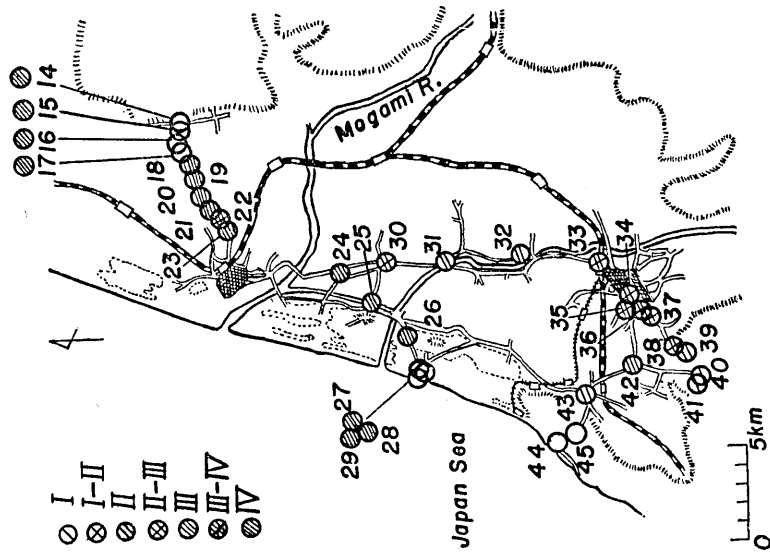
測定場所を第1, 2図並びに第I表に示す。記録の解釈に役立てる意味で、測定場所

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2図 酒田市内の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1図 庄内地方全域の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 I 表 常時微動の測定場所

番 号	場 所
1	酒田市豊里酒田公立病院 (大通より約 60 m 入った木造家屋コンクリート廊下)
2	酒田市北千松境酒田第 1 中学校 (木造 2 階建玄関コンクリート床)
3	酒田市新町光ヶ丘国立食糧倉庫 (倉庫中央の廊下コンクリート床)
4	酒田市新町鉄興社 (大通より約 30 m, 鉄筋コンクリート建 1 階床)
5	酒田市新町建設省港湾事務所 (事務所入口際のコンクリート床)
6	酒田市今町酒田西高等学校 (正面玄関入口のコンクリート上)
7	酒田市浜畑町本間美術館 (小路より 30 m, 木造家屋の玄関タタキ)
8	酒田市酒田駅前 (駅前コンクリート道路上)
9	酒田市伝馬町酒田ホテル (大通り脇の木造建物玄関コンクリート床)
10	酒田市本町酒田市役所 (大通り脇の木造 2 階建正面玄関入口コンクリート床)
11	酒田市苗代堰酒田第 2 中学校 (玄関前の広場の地表 5 cm 位掘る)
12	酒田市小中島酒田第 3 中学校 (木造 2 階建玄関コンクリート床)
13	酒田市小中島酒田測候所 (鉄筋コンクリート建物玄関)
14	酒田市東平田北境 (小路道路上, 交通機関の影響あり)
15	酒田市東平田北境 (小路道路上)
16	酒田市東平田北境 (小路より 3 m, 周囲は田圃)
17	酒田市東平田境興野 (小路道路上)
18	酒田市東平田中興野 (小路より 6 m, 周囲は田圃)
19	酒田市北平田布目 (小路より 5 m, 周囲は田圃)
20	酒田市北平田漆曾根 (小路より 5 m, 周囲は田圃)
21	酒田市北平田漆曾根 (小路より 5 m, 周囲は田圃)
22	酒田市北平田慈観観音 (小路脇の石の上)

(つづく)

第 I 表 (つづき)

番 号	場 所
23	酒田市北平田大多新田 (小路道路上)
24	酒田市広田 (大通より 10 m, 小路道路上)
25	酒田市黒森酒田市役所袖浦支所 (大通より 20 m, 木造建物玄関タタキ)
26	酒田市広岡新田 (大通脇の松林中, 土の上)
27	酒田市袖浦浜中 (部落内道路上, 土の上)
28	酒田市袖浦浜中, 浜中海岸砂丘上 (波打際より 300 m, 土手の上)
29	酒田市袖浦浜中, 浜中海岸砂丘上 (波打際より 200 m, 砂浜を約 30 cm 掘る)
30	酒田市広野新田 (大通り部落内道路上)
31	鶴岡市押切 (大通りより少し奥の表土上)
32	鶴岡市横山 (大通り端の道路上)
33	鶴岡市道形 (大通り端の道路上)
34	鶴岡市馬場町鶴岡市役所 (大通り脇の鉄筋コンクリート建物正面玄関)
35	鶴岡市新町禅竜寺 (小路道路上のふみ石の上)
36	鶴岡市八日町朝陽第 4 小学校 (正面玄関タタキ)
37	鶴岡市番田 (大通り脇道路上)
38	鶴岡市二ツ屋療養所 (正門の際)
39	鶴岡市二ツ屋 (自動車々庫のコンクリート床)
40	鶴岡市湯田川役場 (大通り脇木造建物入口コンクリート床)
41	鶴岡市湯田川琴平神社 (小路脇の石段上)
42	鶴岡市大泉白山林小学校 (木造建物玄関)
43	大山町大山町役場 (役場前の石の上)
44	鶴岡市加茂港 (大通り脇の岩盤に建つ石塔の上)
45	鶴岡市加茂町加茂トンネル (トンネル内道路端)

の環境条件はできるだけ詳細に記入してある。第1図は庄内地方の測定全域であり、第2図は酒田市内の測定場所である。

### 3. 測定結果

第II表 常時微動の周期と最大振幅

#### (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3~47図に示す。

測定点4(鉄興社)、5(港湾事務所)、6(酒田西高校)、9(酒田ホテル)、31(鶴岡市押切)、43(大山町役場)において比較的短周期に頻度の山が出るのは交通機関等の人工的震動源からの直接波の影響であろう。

測定点12(酒田第3中学校)における短周期の卓越震動は砂の薄い表土の固有震動が誘発されたものと考えられる。

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った値を平均周期、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幅が2、3波続くものの中での最大値を最大振幅と名づけ、それらの値を第II表に示した。

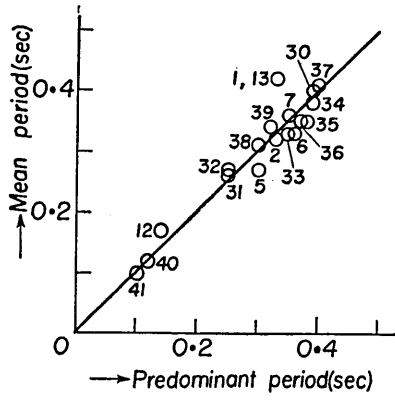
頻度曲線が平坦な測定点8、11、14、15、16、17、18、19、20、21、22、24、26、27、28、29、42、44、45と頻度曲線に2つ以上の山のできる測定点3、4、9、10、23、25、43については、卓越周期の意味が曖昧なので読取らなかつた。

卓越周期と平均周期の関係を示すと第48図になる。第48図から卓越周期と平均周期が非常によく一致し、都会地のように平均周期が卓越周期よりも僅かに大きいという傾向は余り見られない。交通機関等の人工的震動源からの直接の影響を受ける度合いが少ないためであろう。

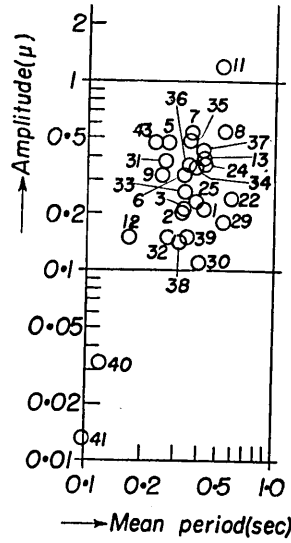
#### (ii) 常時微動の周期と最大振幅の関係

常時微動の平均周期(卓越周期と考えてもよい)と最大振幅の関係を第49図に示す。第

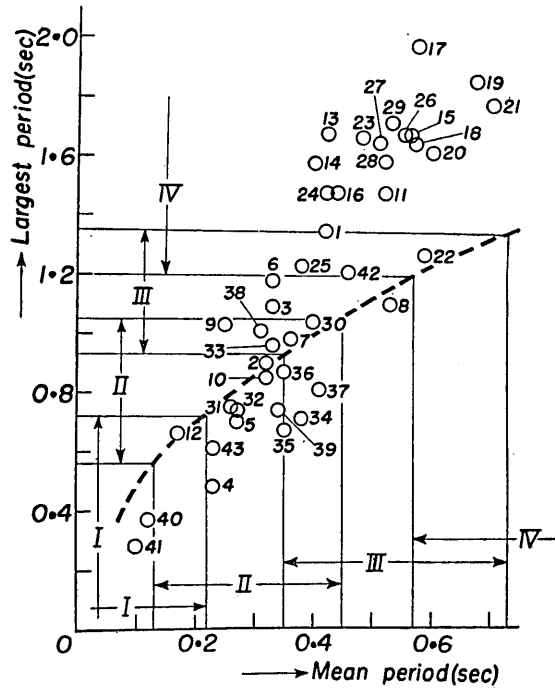
No.	Period (sec)			Largest Ampli. ( $\mu$ )
	Domin.	Mean	Largest	
1	0.33	0.42	1.35	0.2
2	0.33	0.32	0.90	0.2
3	—	0.33	1.09	0.2
4	—	0.23	0.48	—
5	0.30	0.27	0.70	0.5
6	0.36	0.33	1.18	0.3
7	0.35	0.36	0.98	0.5
8	—	0.53	1.10	0.5
9	—	0.25	1.03	0.3
10	—	0.32	0.85	—
11	—	0.51	1.48	1.0
12	0.14	0.17	0.66	0.2
13	0.30	0.27	0.88	0.3
14	0.33	0.42	1.68	0.05
15	—	0.40	1.58	—
16	—	0.56	1.68	—
17	—	0.44	1.48	—
18	—	0.57	1.98	—
19	—	0.57	1.65	—
20	—	0.67	1.87	—
21	—	0.60	1.62	—
22	—	0.70	1.79	—
23	—	0.59	1.27	0.2
24	—	0.48	1.67	—
25	—	0.42	1.48	0.3
26	—	0.38	1.23	0.2
27	—	0.55	1.68	—
28	—	0.51	1.65	—
29	—	0.52	1.59	—
30	0.39	0.53	1.72	0.2
31	0.39	0.40	1.04	0.1
32	0.25	0.26	0.75	0.3
33	0.25	0.27	0.74	0.2
34	0.35	0.33	0.96	0.3
35	0.39	0.38	0.71	0.3
36	0.38	0.35	0.67	0.5
37	0.37	0.35	0.87	0.3
38	0.40	0.41	0.81	0.5
39	0.30	0.31	1.01	0.1
40	0.32	0.34	0.74	0.2
41	0.12	0.12	0.37	0.03
42	0.10	0.098	0.28	0.01
43	—	0.46	1.21	—
44	—	0.23	0.61	0.5
45	—	0.55	1.57	—
46	—	0.55	1.71	—



第 48 図 常時微動の卓越周期と平均周期の関係



第 49 図 常時微動の平均周期と最大振幅の関係



第 50 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)

49 図を見ると、平均周期と最大振巾との関係は、相当にばらつくが、平均周期が長いほど、振巾が大きいう傾向は出ている。詳しく見ると測定点 22 (北平田慈鯰観音)、29 (浜中海岸)、30 (広野新田) のような人里離れた場所の振巾は平均周期の割合にして小さいことがわかる。

### (iii) 日中と夜間の常時微動の比較

測定点 13 (酒田測候所) では日中と深夜(午前 2 時)の測定を行った。第 15 図を見ると、昼夜共に 0.3 秒附近に頻度の山ができる。昼のものには 0.1 秒附近の頻度が多少大きく、0.3 秒附近の山が夜のものよりも少し短かく、長周期が現われにくいのは、測定点のごく近くの工場の影響の多少によるものであろう。なお、振巾は昼が 0.3 ミクロンに対し夜は 0.05 ミクロンで、その比は 6 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 50 図に示す。

長周期の波が多く現われ、頻度曲線が平坦な場所は、測定点 14~23 (東平田村、北平田村の田圃地域)、測定点 11 (酒田第 2 中学校)、測定点 13 (酒田測候所)、測定点 26~29 (袖浦浜中附近)、測定点 44 (加茂港の岩盤上)、測定点 45 (加茂トンネル内) であり、第 50 図の平均周期と最大周期の関係でも飛び離れている。

(14)~(23)、(11)、(13) の場所で長周期の波の出るのは、地盤が特に厚い軟弱層から成っているということから了解される。(26)~(29) の場所は砂丘であるから、その解釈は今後に残される。

ここで先づ不思議に感じられたのは (44)、(45) の場所での常時微動の性質である。岩盤上における震動は短周期が卓越するという従来の常識を全く裏切る現象が出たわけである。この事は次のように考えれば、一応の答にはなる。即ち、岩盤上で短周期が卓越するのは岩盤の表面近くの風化の進んだ部分が震動的な 1 つの層を形成し、その層の固有震動が誘発されると考えるものである。常時微動は色々な原因で発生した色々な周期と振巾とをもつた波が四方八方から集つたものと考えれば、新鮮な岩盤では、もとから来た波がそのままの形で記録されるのでいわゆるホワイト、ノイズに近い性質を示すと考えるわけである。

## 4. む す び

庄内地方の常時微動の測定で、新たにわかつた性質を次に列記する。

(I) 環境条件に大きな差違のない場所の間では、平均周期(卓越周期と同等)が大きい所ほど、振巾が大きいう傾向にある。

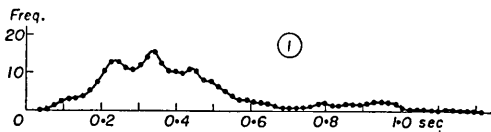
(II) 新鮮な岩盤上の常時微動の頻度曲線は広い範囲にわたつて平坦である。

終りに臨み、本調査に多大の御援助を受けた庄内地方地盤調査会に深い謝意を表する。また調査上に一方ならぬ御協力を戴いた酒田市建設課長菅原士郎氏 其他の方々並びに

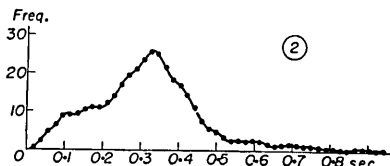
種々の御援助と御議論を賜った 地震研究所地盤研究会の方々に 厚く御礼を申し述べる。

附 記

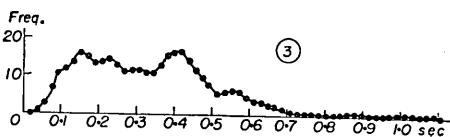
常時微動の平均周期と最大周期を使つて、建築基準法関係の地盤種別を推定する試案を作つてみた。(筆者 常時微動による地盤種別判定法試案 地震研究所 1956年5月). 第1図, 第2図及び第50図の中の I~IV の記号は, その試案によつたものである。



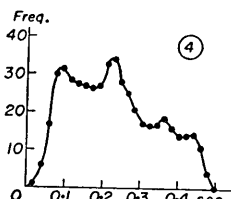
第 3 図 酒田市豊里酒田公立病院



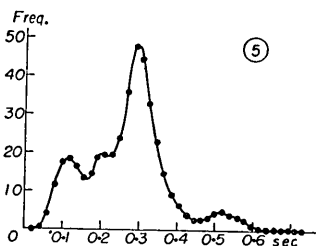
第 4 図 酒田市北千松境酒田第 1 中学校



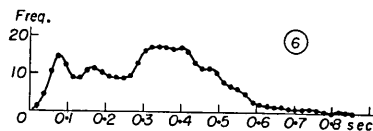
第 5 図 酒田市新町光ヶ丘国立食糧倉庫



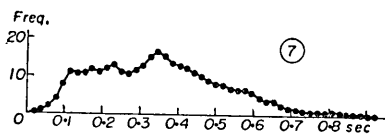
第 6 図 酒田市新町鉄興社



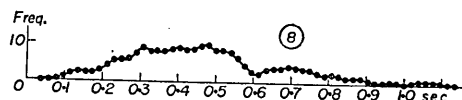
第 7 図 酒田市新町建設省港湾事務所



第 8 図 酒田市今町酒田西高等学校



第 9 図 酒田市浜畑町本間美術館

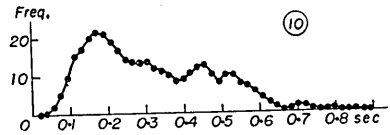


第 10 図 酒田市酒田駅前

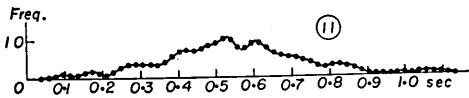




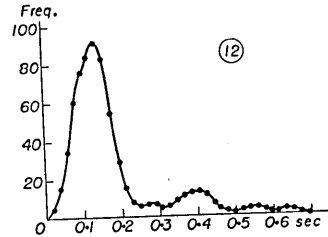
第 11 図 酒田市伝馬町酒田ホテル



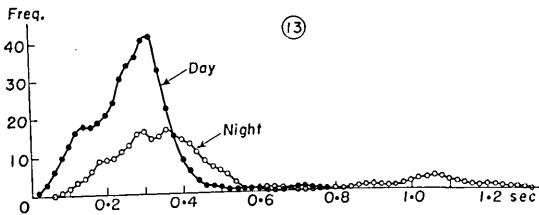
第 12 図 酒田市本町酒田市役所



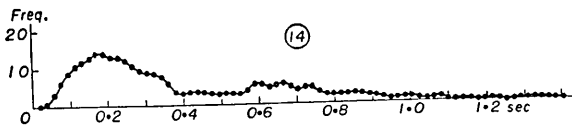
第 13 図 酒田市苗代堰酒田第2中学校



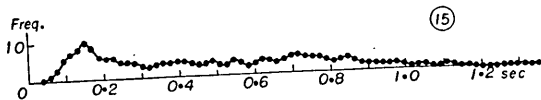
第 14 図 酒田市小中島酒田第3中学校



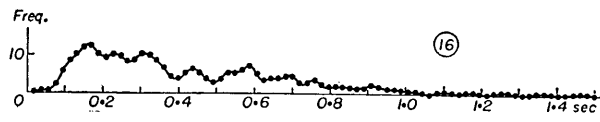
第 15 図 酒田市小中島酒田測候所



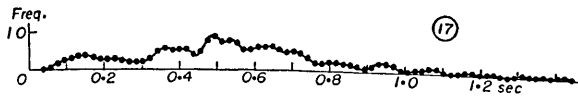
第 16 図 酒田市東平田北境



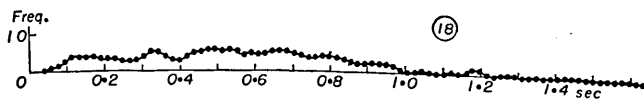
第 17 図 酒田市東平田北境



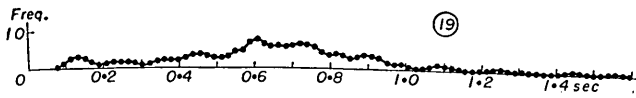
第 18 圖 酒田市東平田北境



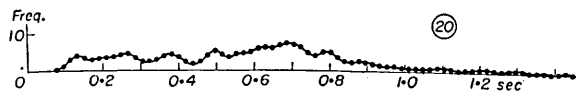
第 19 圖 酒田市東平田境興野



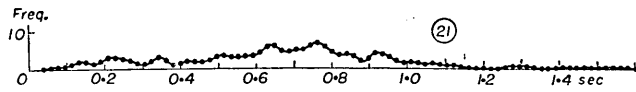
第 20 圖 酒田市東平田中興野



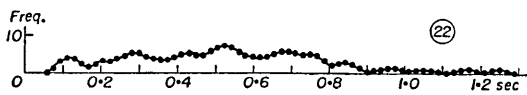
第 21 圖 酒田市北平田布目



第 22 圖 酒田市北平田漆曾根



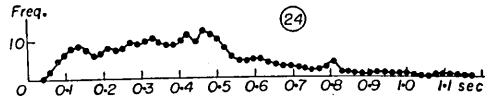
第 23 圖 酒田市北平田漆曾根



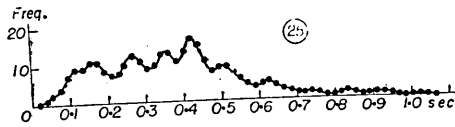
第 24 圖 酒田市北平田慈鯨観音



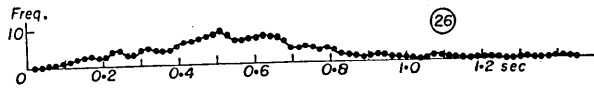
第 25 図 酒田市北平田大多新田



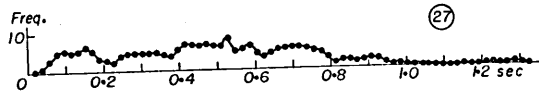
第 26 図 酒田市広田



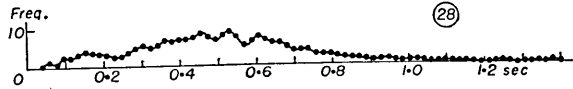
第 27 図 酒田市黒森酒田市役所袖浦支所



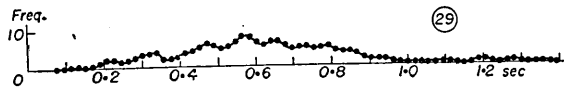
第 28 図 酒田市広岡新田



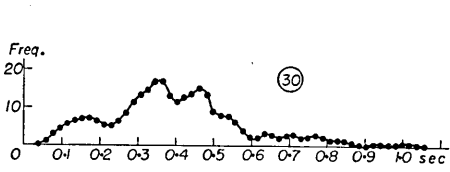
第 29 図 酒田市袖浦浜中



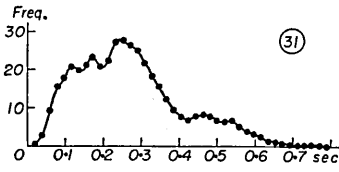
第 30 図 酒田市袖浦浜中



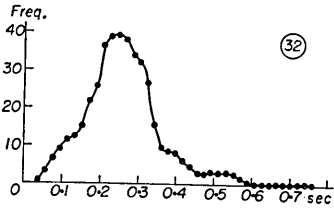
第 31 図 酒田市袖浦浜中



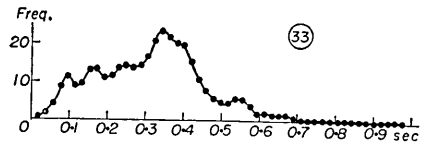
第 32 図 酒田市広野新田



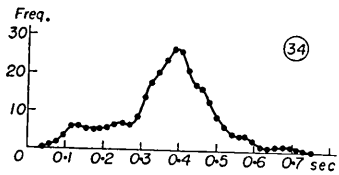
第 33 図 鶴岡市押切



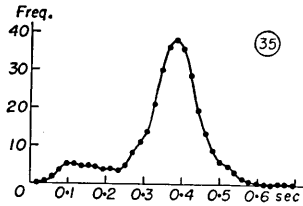
第 34 図 鶴岡市横山



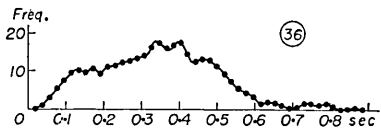
第 35 図 鶴岡市道形



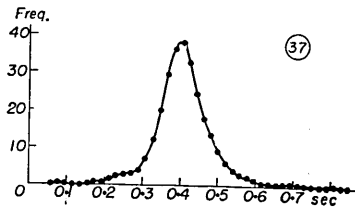
第 36 図 鶴岡市馬場町鶴岡市役所



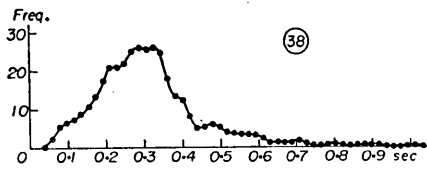
第 37 図 鶴岡市新町禅竜寺



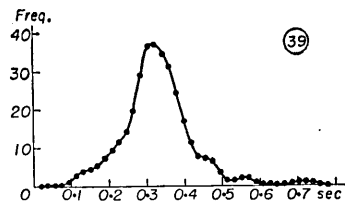
第 38 図 鶴岡市八日町朝陽第 4 小学校



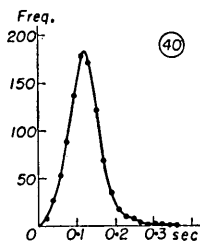
第 39 図 鶴岡市番田



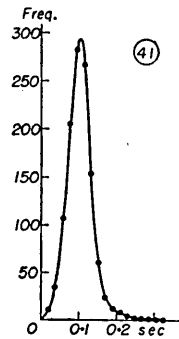
第 40 図 鶴岡市ニツ屋療養所



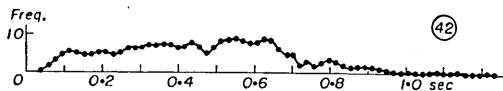
第 41 図 鶴岡ニツ屋



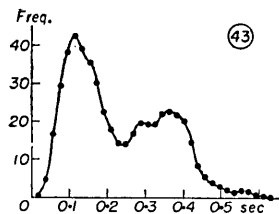
第 42 図 鶴岡市湯田川役場



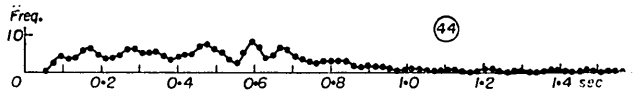
第 43 図 鶴岡市湯田川琴平神社



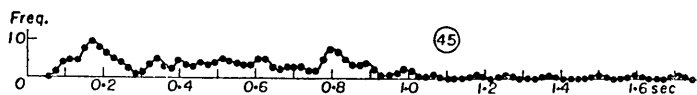
第 44 図 鶴岡市大泉白山林小学校



第 45 図 大山町大山町役場



第 46 図 鶴岡市加茂港



第 47 図 鶴岡市加茂町加茂トンネル

## 10. *Measurement of the Micro-tremor. IV.*

(*Sakata and Tsuruoka.*)

By Kiyoshi KANAI, Nobuji NASU, 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 characteristic 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.

Figs. 1, 2 shows the measurement places. Figs. 3-47; frequency distribution of the period of micro-tremors, Fig. 48; the relation between the predominant period and the mean period of micro-tremors, Fig. 49; the relation between the mean period and the largest amplitude, Fig. 50; the relation of the mean period to the largest period.

From systematic measurements, we found 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. 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 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. (See Figs. 46 and 47). From these facts, we can consider that the distribution curve of the period of micro-tremor arrived at bed rock will 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.

(3) 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 amplitude of micro-tremors 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.

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

(5) 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 micro-tremor has more than two peaks, the predominant period of earthquake motion coincides with either of them.