

地震観測官署の地震計室の地盤について (続報)*

地震課技術係**

550.341

さきに、気象庁管下の全地震観測官署の地震計室の地盤について、文書による調査を、一部官署については、さらに、現用の地震計の記象紙をとりよせて、脈動、雑微動の状況の調査を行い、その結果をまとめて発表した¹⁾。この調査は、将来、高倍率の地震計を整備するときに、その設置場所として、脈動や雑微動がなるべく小さいところを選ぶための資料となるものであるが、文書による調査や、現用の低倍率の地震計の記録からでは、地盤が著しく悪い官署を確認すること以外は、およその見当がわかる程度にとどまるので、1957 (昭和32) 年度から、いくつかの官署について、実際に、現地を高倍率地震計を持ってゆき、雑微動の測定を行うことになった。第1年度に行った官署は次の17か所で、各管区気象台によって実施され、その結果が本庁へ報告された。

- (札幌管区内) 稚内、浦河、
- (仙台管区内) 盛岡、秋田、白河、
- (東京管区内) 銚子、秩父、飯田、相川、御前崎、高山、
- (大阪管区内) 彦根、豊岡、米子、高知、
- (福岡管区内) 富江、屋久島。

§ 1. 調査方法

測定に使用した地震計、測定、整理方法などは次のとおりである。

(i) 使用地震計

可変容量型直視式地震計が使用された。この地震計は石本式地震計水平動 (150 倍, 周期 1 sec) に、2, 3 の装置をとりつけ、電磁式に改造したもので、数千倍の倍率が得られる。次の5部分からなっており、その概要は次に示すとおりである。

- 1) 振子部, 2) 発振増幅器, 3) 記録用電流計, 4) 記録ドラム, 5) 電圧安定装置。

振子部は石本式地震計の振子のフレームの先端付近に、可変容量型変換器をとりつけたもので、変換器は Fig. 1 に示すように、12 枚の羽根のついたバリコン状をなしている。図で A 部は振子部の台に、B 部は振子の先端 C に固定され、C が上下に動けば、それに従って電気容量が増減する。

* On the Ground Conditions of Seismograph Room of Weather Stations attached to J. M. A. (continued), (Received Mar. 31, 1958).

** Seismological Section, J. M. A.

1) 験震時報 22 (1957), 99—114.

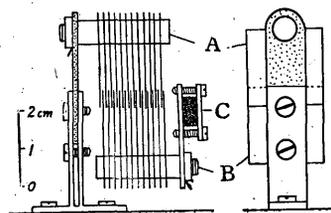


Fig. 1. 可変容量型変換器

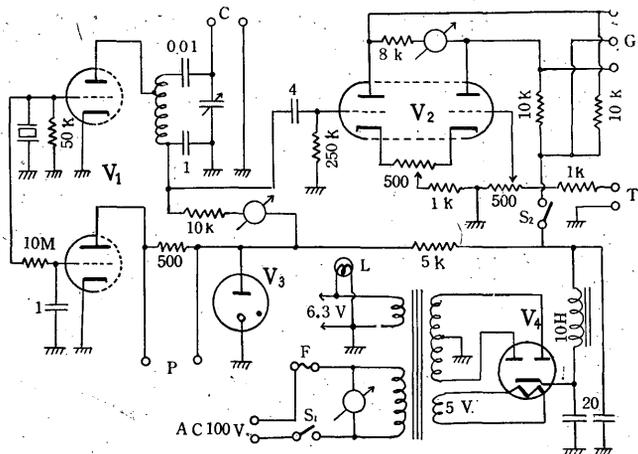


Fig. 2. 発振増幅器部の配線, V_1, V_2 : 6SN7; V_3 : VR150GT, V_4 : 6 X 5, C: 可変容量型変換器へ, G: 記録用電流計へ, P: 補償コイルへ, T: タイムマーク

発振増幅器は Fig. 2 に示すような回路を 1 つのケースに収めたものである。真空管 V_1 の半分は、水晶発振回路を構成し、その負荷の LC 回路の同調周波数が水晶の周波数 4, 100 kc/s に接近していると、 C の変化に応じて Fig. 3 のように発振の強さ変わる。これを真空管 V_2 で増幅して、記

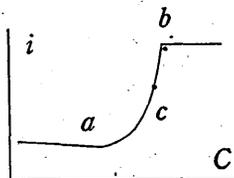


Fig. 3. 変換器の容量 C と発振管のプレート電流 i の関係, c は動作点

録用電流計を動かすようになっていく。 V_1 の他の半分は自動的に LC 回路の容量を適当な値 (Fig. 3 の c 点) に保つ作用をする。記録用電流計は既製品で、規格はコイル抵抗 3.5 k Ω , 感度 10mm/mA 固有周期 15 c/s のものである。

記録ドラムは石本式地震計付属のもので、1 分の送り 60 mm である。記録はすす書きおよびインク書きができるが、この調査に際してはすす書きとした。

電圧安定装置は既製品で鉄共振型のものである。交流電源の電圧変動が著しいとき使用する。

以上の組合せで、地動の周期 1/15 sec から 1sec くらいまでの間、ほぼ一様な倍率、2,000~4,000 が得られる。この地震計は、将来、整備する予定のもの (動コイル型) とは方式がまったく違うが、雑微動の測定には役立つものと考えている。

(ii) 測定方法

この地震計を、対象官署の地震計台のかたすみに設置し、24時間連続記録をとった。測定の前後に検定を行い、また、測定中特別な微動などを記録したときは、その時刻、原因などを記帖した。

(iii) 測定結果の整理

得られた記録について、毎正時の前後数分間に現れた雑微動の振幅、卓越周期を読みとるほか、

最大の雑微動の現れた時刻, 振幅, 周期を読みとりその原因を調べた. その他関連事項, 意見なども添えて報告することにした. 記録の実例を Fig. 4~7 に示す.

§ 2. 調査結果

以下, 測定を担当した各管区気象台からの報告を整理して, 各官署別に調査結果の要約を記載する. なお, I. G. Y. 地震観測所調査のため, 1956年7月, 地震課が根室において同様の調査を行ったので, その結果もあわせ報告する.

Tab. 1 に測定日時, 当日の天候, 使用地震計の倍率, 雑微動(脈動)の平均全振幅(毎時の測定値の平均), 卓越周期, 記録された最大の雑微動の全振幅, 周期を示す.

根室 雑微動はときどき(10分に1回くらいの割合)記録されるが, 継続時間は5 sec程度で, 全振幅は最大のときで 0.06μ , 周期は0.1 sec以下で非常に小さい. 庁舎前の道路の自動車(交通量は少ない), 500 m はなれた汽車との関係も見出されなかった. 地震計台は岩盤に達していると思われる, 地盤としては相当良いと判断される. 脈動は多少あり, 当日は平均全振幅 0.2μ , 最大 0.6μ 程度のものが記録された. 1955年1月~12月のウィーヘルト式水平動1成分の毎日12時前後10時間に現れた脈動の最大の波の全振幅を測って, その月ごとの平均を求めると次表のようになった. たゞし, 記録振幅が0.1 mm以下のときは, 振幅を読みとれないので, このときは0.05 mmであると仮定して計算してある. 周期は4~5 sec程度が多い. 1955年中において最大となったのは2月21日朝の 12μ である.

月	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	平均
全振幅(μ)	1.25	1.20	0.97	1.17	0.85	0.67	0.66	0.75	1.12	1.62	1.04	1.81	1.09

稚内 気象台は市街の中心部にあって, 周囲は道路によって囲まれ, 日中は交通が多い. また, 北東方200 m付近に, 海岸の防波堤があり, 北東風の強いときには, 相当の波の衝撃がある. 測定当日の雑微動は, 比較的小さく, 深夜にはまったくなくなるが, 周期1.2~2.3 sec, 全振幅 $0.2 \sim 0.6 \mu$ の脈動が連続して記録された. 常用の大森式地震計($V=20$, $T_0=15$, $\nu=3$) E~W成分について, 1956年の毎日15時前後の脈動の最大振幅, 周期を読みとって, 年変化を調べてみた. 期間中最大は11月27日の 100μ , 8 secであった.

月	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	平均
全振幅(μ)	12.5	8.0	6.0	7.5	6.5	3.5	2.0	3.0	12.0	7.5	14.0	12.5	7.9
周期(sec)	3.2	3.7	3.9	3.0	3.2	3.0	2.8	2.8	2.8	3.0	3.2	3.5	3.4

測定当日は脈動, 雑微動とも, 最静穏日と考えられ, 脈動は冬期においては恐らく5倍になると恐れ, 付近の交通量も漁期にはさらにひんばんになる. 地震計台は地下約2 mの基盤(泥板岩)

Tab. 1

官 署 名	測 定 日 時	天 氣
根 室 稚 内	1956. VII. 6th 13h—17h	風弱く曇
	1957. VII. 17th 00h—24h	風弱く霧のち曇のち快晴のち曇
浦 河	1957. VIII. 30th 00h—24h	E~S Eの風3~4 m曇
盛 岡	1957. VII. 26th 09h—27th 09h	Sの風1~4 m曇
秋 田	1957. VII. 19th 11h—20th 12h	NNW~Wの風2~4 m曇一時雨
白 河 銚 子 秩 父 飯 田 相 川	1957. VIII. 4th 07h—5th 07h	風弱く晴たり曇ったり
	1957. VII. 16th 13h—17th 13h	N~NEの風3~7 m曇一時雨
	1957. VII. 22nd 19h—23rd 19h	風弱く曇
	1957. VII. 31st 09h—VIII. 1st 09h	両日ともSのちWの風5~6 m晴
高 山 御 前	1958. I. 9th 14h—10th 15h	晴夜間小雨
	1957. XII. 17th 19h—18th 14h	E~NEの風7 m雨のちWの風12 m晴
彦 根	1957. VII. 22nd 15h—23rd 05h*	NE~SEの風1~2 m曇のち雨
	1957. VIII. 22nd 16h—23rd 16h	SSEの風5~10 m晴
豊 岡 米 子	1957. IX. 2nd 12h—3rd 12h	NEの風7~11 m晴
	1957. IX. 16th 12h—17th 12h	NW~Wの風1~3 m, 雨のち曇
高 知 富 江	1957. XII. 7th 18h—9th 07h**	N~NWの風4~5 m曇
	1957. VII. 28th 20h—29th 08h***	NWの風0~3 m晴 WSWの風5~12 m晴

* 途中で電流計断線, ** 昼間送電なし, *** 昼間電源電圧異常低下,

に達しているとはいえ、付近一帯は埋立地であり、よい地盤とはいえない。しかし、現観測点の西方500mの海岸段丘上に、地震計を置くならば条件は相当改善されよう。

浦河 測候所は市街の中心部後方の段丘上にあり、基盤は主として砂岩、頁岩より成っている。雑微動は昼間やや大きい、深夜にはまったく記録されなくなる。原因は150mはなれた汽車によるものももっとも大きく、その他国道のトラック、バスなどによるものも微弱ではあるが認められる。また、300mはなれた海岸の防波堤（長さ600mで外海に突出）に波の衝撃の影響があるように考えられる。脈動は、周期1.7 sec, 平均全振幅0.18 μ 程度のものが記録されたが、当日は普通地震計にも、多少認められ、当所としては割合脈動の大きい日であった。稚内と同様の方法で、常用地震計（ $V=50$, $T_0=5$ sec, $v=8$ ）の記録から、1956年中の年変化をしらべた結果は次表のようである。当所は脈動、雑微動とも多少あるが、地盤としてはおおむね良好と判断される。なお、鉄道から500m以上はなれた山側の地点で観測すれば、雑微動は相当軽減されると思われる。

月	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	平 均
全振幅(μ)	2.7	2.7	2.3	2.2	1.6	1.0	0.6	1.1	1.5	1.1	3.7	3.4	2.0
周期(sec)	3.0	3.6	4.0	4.0	3.4	3.4	2.8	3.0	3.4	3.4	3.6	3.4	3.4

地震計倍率	雑 微 動		最 大 の 雑 微 動		
	平均全振幅	卓越 周期	全 振 幅	周 期	原 因
	μ	sec	μ	sec	
5,000	0.0...	—	0.06	0.1	不明
4,200	{ 0.03	{ 0.2	0.17	0.15	貨物列車
	{ 0.3	{ 2.0\$			
3,400	{ 0.03	{ 0.26	0.26	0.29	貨物列車
	{ 0.2	{ 1.7\$			
2,200	{ 0.55†	{ 0.4	3.6	0.3	野 球 場
4,150	{ 0.0...††	—			
1,200	0.8	0.46	1.2	0.46	不 明
3,000	0.1	1.8\$	0.32	0.2	不 明
1,900	1.8	0.2	4.5	0.2	自 動 車
1,900	0.1	0.3	0.4	0.3	廊下を走る人
1,900	(0.2?)	0.4	0.7	0.4	自 動 車
3,000	0.6	0.3—0.4	1.0	0.4	不 明
4,000	0.2	極短	0.5	極短	自 動 車
4,000	8.5	2.6\$	16	2.2\$	不 明
{ 1,500	(0.5?)	0.5	1.4	0.4	不 明
400					
3,200	0.1	1.0	0.28	0.3	貨物列車
2,500	0.76	0.5	3.8	0.3	不 明
3,200	0.09	1.3	0.25	1.3	不 明
2,400	0.5†††	1.3	2.0	1.3	不 明
2,000	0.5†††	0.7	1.5	0.6	バ ス?

† 26th 昼間のみ値, †† 夜間 22h—8h の値, ††† 夜間のみ平均 \$ 脈動

盛岡 雑微動は 22 時以後翌月の 8 時までは、ほとんど記録されない。しかし、測定当日の昼間から夕刻は相当大きな振幅で記録された。当日、気象台の東方 600 m の市営球場で高校野球県大会が行われたため、1 万人以上の観客が集まり、各種車両および歩行者が、観測点から 40 m および 500 m はなれた道路を往復した。記録された雑微動の振幅は、野球場の状況とよく一致しているのでほとんどこれに原因するものと考えられる。このような野球大会は年数回程度のもので、通常は雑微動はそれほど大きくないと思われる。野球の終わった 19 時から 21 時ころまで、翌日の 9 時ころの微動全振幅は約 0.2μ であるから、これが通常値と考えてよいであろう。なお、気象台の非常電源用エンジンを動かすと、最大全振幅 1.04μ 、周期 0.1 sec 以下の微動が記録された。この観測所の地盤は、堅い岩盤の上にあり、脈動も少く、よい地盤であると思われる。ただ、昼間の雑微動がやや多いが、40m はなれた道路を通過する自動車による影響が大きいので、地震計設置点を、道路から離せば、相当に軽減されると思われる。なお、1,900 m はなれた鉄道、および 1,000 m はなれた市街中心地による影響は認められなかった。

秋田 雑微動はかなり大きく、周期 0.46 sec、全振幅 0.8μ 前後の規則正しい微動が昼夜の別なく連続的に記録される (Fig. 5 参照)。測定当日は、この微動の大きい日に当り、ウィーヘルト式地震計にも現れていた。年間の半分くらいはウィーヘルト式地震計に現れるようで、南北動が大きい

く、東西動が小さい。原因はよくわからないが、日変化がない点、交通機関によるものではない。秋田地方気象台のその後の調査によれば、付近の油田地帯における、汲上用コンプレッサー、泥水ポンプなどの動作状況とウィーヘルト式地震計に現れる微動とを対照してみたが、停電日にすべての動力が止ったときにも、地震計に現れるので、それらによるものでないことがわかった。交通機関による雑微動は、この常時微動があるため、明りょうには記録されないが、2,000 m はなれた奥羽本線の貨物列車によるらしい短周期の微動が入ることがある。当台は脈動も比較的大きい所であり、かつ、0.46 sec の常時微動が存在するので、高倍率地震計の観測には、不適當である。

白河 短周期の雑微動は多少記録されるが、昼間でも、連続的ではない。また、周期2 sec 前後の微動も記録されるが、地震の験測にあまり支障はない程度である (Fig. 4 参照)。雑微動のうち、周期0.2 sec 程度、最大全振幅0.1 μ 前後の、総振動時間の長い、振幅の変化の少ないものは、750 m はなれた東北本線の貨物列車によるものと思われる。250 m および500m はなれた主要道路の交通によるものは認められないようである。また、測候所わきの道路は、測定当日は工事中であったが、ここを大型車が通れば影響はあると思われる。しかし、交通量は少い。当所は脈動も小さく、将来、短周期高倍率の地震計が置かれた場合、小さな雑微動は、ときどき、記録されるが、十分活用できると考える。

銚子 街はずれの洪積層の小さな台地上に、気象台だけが存在し、台地の周囲の道路を自動車かひんぱんに通るので、その振動が、連続して非常に大きく記録される。100 m はなれた電車によるものも大きく記録される。振動は朝8時ころから大きくなり20時ころまで続く。特に13時から16時ころの間が非常に大きい。22時ころから翌朝4時ころまでは、振動は小さくなり、ときどき、自動車によるものがある程度になる (Fig. 6 参照)。漁期には、昼夜を問わず自動車が走るということである。したがって、当台は、高倍率地震計の設置には、まったく不適當である。

秩父 雑微動はわずかに記録されるが、地震の験測に支障をおよぼすほどではない。ただ、測候所の廊下を人が歩くと、その振動がよく記録される。これは、地震計台と床が接しているためと思われる。地震計室から15m くらいのところに、幅3 m の道路があり、1日数回車が通るが、この振動はほとんど記録されない。900m はなれた秩父鉄道、500m はなれた市街の交通、4~5 km はなれた秩父セメントの採石場爆破作業の影響もみとめられない。当所は脈動も小さく、地盤は相当よいと判断される。地震計台を改造すれば、高倍率地震計設置箇所として適當である。

飯田 街はずれの屋根状の台地にあり、50m はなれた4 m 幅の道路は日に数回車が通り、この振動が記録される。飯田線は約1 km はなれ、その振動は記録されない。庁舎の周囲に大きな木立があるので、風の強い日はその振動が入るおそれがある。雑微動は日中は、多少記録され、夜間はなくなる。なお、地震計が輸送中不調になり、電氣的ノイズを発生するので、日平均振幅は求められ

なかったが、ノイズのないときの記録からみると、当所の地盤は、多少の雑微動はあるが、おおむね良いと思われる。

相川 短周期の脈動に重なって、雑微動もかなり記録される。付近は市街地でなく、海岸までは約300mで、当日は海はおだやかであった。150mおよび30mはなれた道路を通る自動車との関係もわからないので、雑微動の原因は不明である。電源は島であるので非常に悪く、電圧変動がはげしく、地震計の動作が安定しなかった。いずれにせよ、雑微動が大きいので、高倍率地震計の設置は不可能である。

高山 脈動と雑微動が多少記録される。雑微動は測候所前の道路(約20mはなれている)を通る自動車によるものが大きく、極短周期で20sec間ぐらいつつ続く。車の通らないときは微動はほとんどない。約500mはなれた鉄道の影響もある。また、廊下を人が歩くと記録がでる。当所は、しっかりした地震計台を、道路から、現在の数倍はなれた所に作れば、高倍率地震計の設置は可能と考えられる。

御前崎 周期2~3secの脈動が非常に大きく記録され、短周期の雑微動も多少記録されているが、大きい脈動と重なっているのでよくわからない(Fig. 7参照)。この雑微動の原因は不明である。100mはなれた道路の自動車の影響は出ないようである。脈動が大きいので、たとえ短周期の地震計でも、1,000倍をこえるものは設置不可能と思われる。ただし、脈動の小さいときはこの限りではない。

彦根 市街のはずれ、びわ湖寄りにあり、湖岸まで400mくらいである。雑微動は、昼間多く、夜間は小さくなる。原因は、15mはなれた道路をとおるトラックによるものが大きいと思われるが、交通量は少ない。100mはなれたバス道路は交通量多く、この影響も考えられる。測定開始後7時間で、電流計が断線したので、日平均はとらななかったが、地盤として、はあまりよくないと思われる。ただし、付近の交通量が、今後も現状どおりで保たれるとすれば、1,000倍程度の地震計を置くことは可能である。

豊岡 風化した安山岩の岩盤上にあり、雑微動は昼間も小さく、夜間になるとなくなる。原因は、350mはなれた鉄道によるものが大きく、貨車通過の際は、1分間くらい連続した微動を記録する。しかし、その他の時は微動は小さい。測定当日は、脈動は小さい時期に当り、ウィーヘルト式地震計は直線状の記象を示していたが、脈動の大きいときは全振幅1mm、周期4sec程度のものが現れる。当所は、高倍率地震計の設置箇所として、最良ではないが、十分役立つと思われる。

米子 周期0.4~0.5secの雑微動が非常に大きく、夜間になれば減少するが、それでも0.3 μ 程度ある。当日は7~10m/secの風があって、この影響もあるかも知れないが、日中の大きな微動は、交通機関によるものと思われる。鉄道は境線が180m、山陰本線が700mはなれており、両者

とも影響がある。当日の普通地震計の記象は、ほとんど直線状で、ときどき、線が少し太くなる程度の微動を記録している程度であったが、調査用高倍率地震計の記録は隣の線と重なりあって、読みとり不能なほど、雑微動を記録した。したがって、当所は高倍率地震計の設置箇所としてはまったく不適当である。

高知 地震計分室は高知公園内にあり、地質は礫岩である。微動は周期 1.0～1.5 sec 程度のものが記録されるが、周期のやや長い点、日変化が認められない点で、人工的原因の雑微動とは思えない。短周期の雑微動はほとんど記録されない。当日は脈動の小さい日で、ウィーヘルト式地震計は直線状の記録を示していた。この 1.0～1.5 sec 周期の微動に季節変化などがあるとすると、問題になるが、測定当日程度ならば、高倍率地震計を設置しても、験測にはたいして支障はないと思われる。

富江 測定は昼間は送電がないので、夜間だけ行った。短周期の雑微動はほとんどなく、周期 1～2 sec の脈動が記録された。これは、風速と関係があり、気象的原因によるものと思われる。当所は、玄武岩の露頭が露場に見られるほどで、また、付近は閑静であり、地盤は良好である。ただ、風が強く、海が荒れると短周期の脈動がでるおそれがある。電力事情も、現在、工事中で 1958 年からは好転し、昼間送電も行われるはずで、また、水道も最近設置された。

屋久島 海に面した砂質の丘陵の上であり、海岸まで 150m である。昼間は、電源電圧、周波数の変動がはげしく (50V まで下る)、地震計が使用不能なので、夜間のみ測定を行った。微動は周期 0.7 sec 前後のものが記録され、平均風速と同じ傾向で増減する。当日は、脈動が比較的大きい時であったが、気象条件によっては、さらに大きくなると思われるので、地盤としては、あまりよくはない。ただし、付近を探せば、比較的短距離でよい地盤が求められると思う。

§ 3. 結 論

以上の調査の結果、雑微動、脈動の小さい所としては、第一に根室が挙げられ、ついで、浦河、盛岡、白河、秩父、豊岡、高知などがよい。これらの所には、3,000 倍程度の短周期地震計を設置して、十分役立つ観測を行うことができよう。飯田、高山も可能性はある。稚内、富江、屋久島は脈動があるので、その年変化を調べて検討しなければ結論を出し難いが、富江は有望で、稚内、屋久島は現在の地震計室のある所では無理のようである。秋田、銚子、相川、御前崎、彦根、米子は雑微動、または、脈動が大きく、高倍率の観測には向かない。なお、全体を通じていえることは、現在の地震計室にとらわれずに、官署の構内、または、その周辺の適当な所に設置点を選べば、雑微動を相当軽減しうるところが多いことである。この場合、そこに設置するのは、小さな変換器だけでよく、記録部は庁舎内に置くことができる。

終りに、この調査について、御尽力下さった本庁観測部、各管区气象台および関係官署の各位に感謝の意を表する。

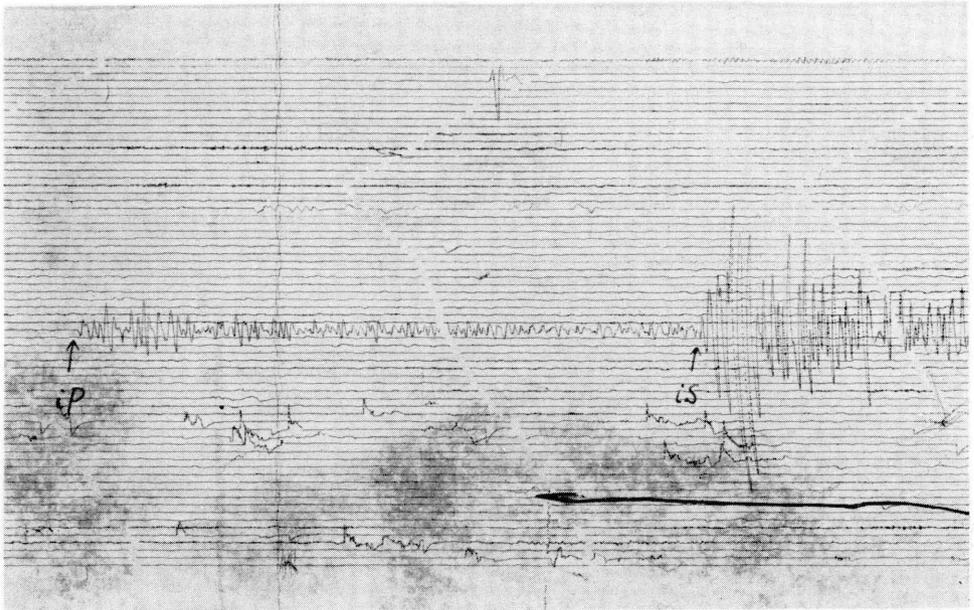


Fig. 4. 雑微動の小さい例 (白河, 8月1日21時—2日9時), 地震は鳥島付近の深発, 現用の普通地震計では S 相の一部が最大振幅0.4mmくらいに記録され, P 相はまったく記録されていない

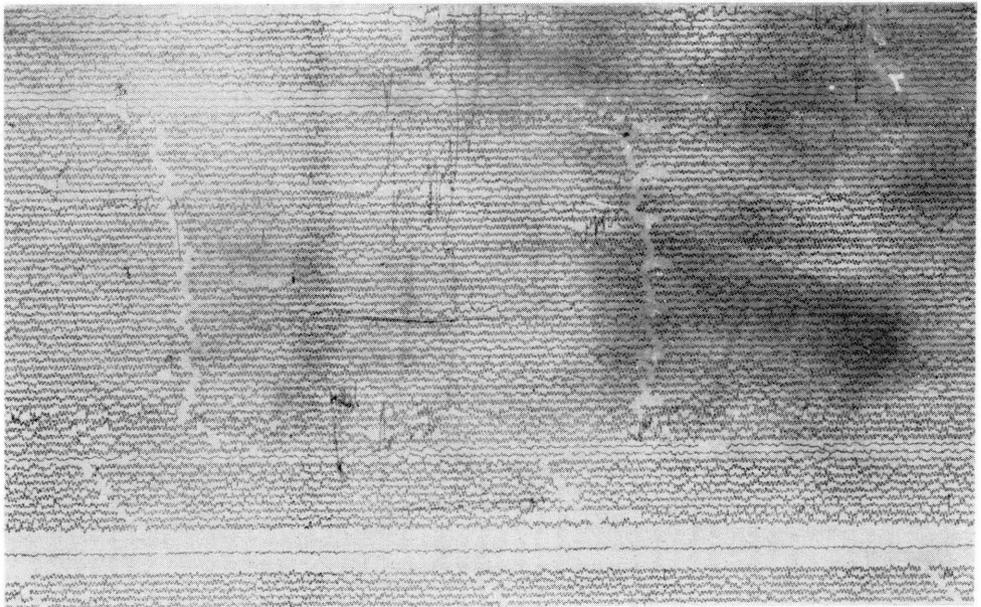


Fig. 5. 連続的な雑微動の例 (秋田, 7月16日20時—17日6時)

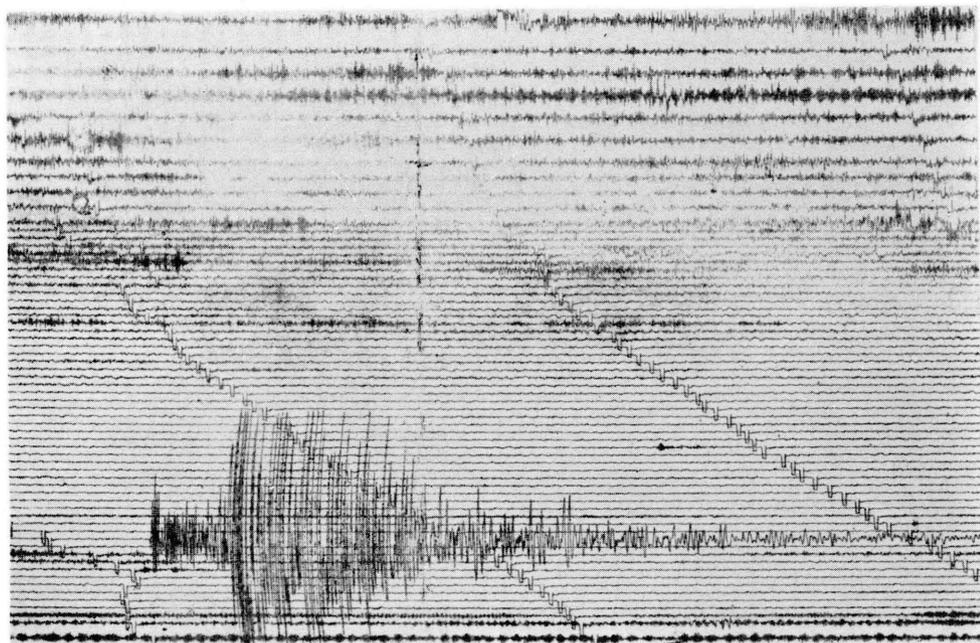


Fig. 6. 交通による雑微動の例 (銚子, 7月16日19時—17日5時), 深夜には微動がなくなる.
地震は茨城県南西部のもの

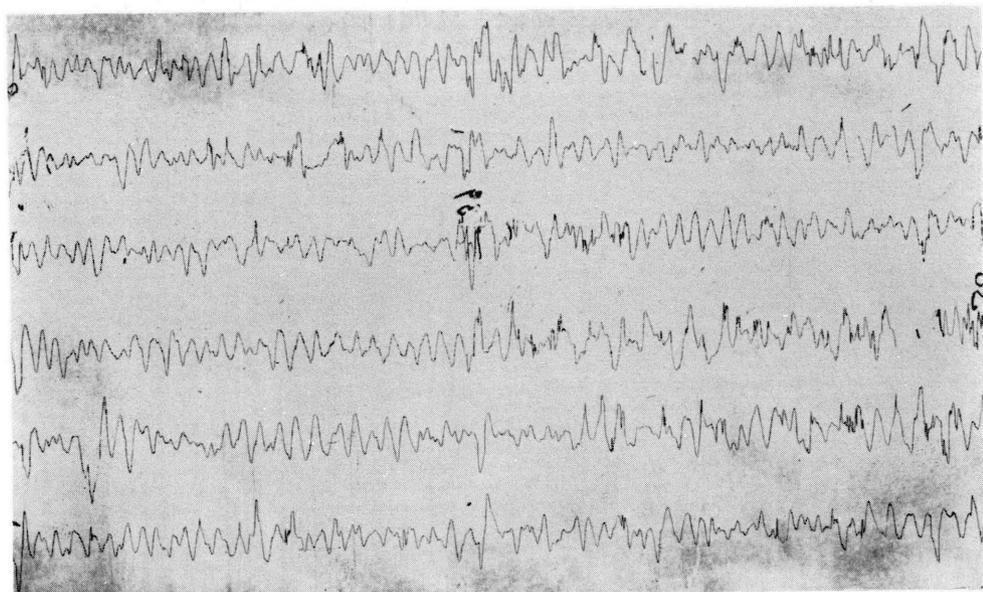


Fig. 7. 脈動の大きい例 (御前崎, 12月17日22時前後)