

発動発電機による地盤振動について*

札幌管区气象台地震係**

550.341

最近、予備電源として気象官署に発電機が整備しはじめたが、特に地震観測実施官署では、これら発動機の運転時に生ずる振動により、しばしば地震観測に支障をきたす事実が散見しはじめた。これは、電源室と地震計室間の接近、あるいは発動機の防振装置の不完全等によるものである。発動機自体の振動状況および、その振動が、距離によりどのように減衰するかについて、旭川地方気象台および札幌管区气象台において振動測定を行ったので、この結果を述べる。

振動測定に使用した器械は、換振器としては動コイル型水平動地震計（周期 1.5 秒、感度 0.1 V/kine）を、記録器としては三栄製 100-A 型携帯用電磁オシログラフ（使用ガルバノメーター：固有周期 300 c/s、感度 32 mm/mA）を使用した。換振器とガルバノメーターは直結し、倍率は地動の周期 10 c/s で約 1500 倍とした。記録紙の送りは約 1.5 cm/sec で、測定時間は各点 20~30 sec 程度とした。発動機を無負荷で運転した場合と、運転停止時とを交互に測定した。測定当日は、特に障害となる気象上あるいは人工的な雑振動はなかった。

旭川地方気象台（1959年9月25日測定）

当所は旭川市の中央部に近い所にあつて、地質的には沖積層上にあるが、上層は砂礫層からなり、地下 10 数 m から頁岩、泥岩があらわれはじめ、一般に建築には適した地盤とされている。

振動源である発動機は、5 KVA 発電用の堅型単動 4 サイクル無気噴射水冷式ディーゼル・エンジン、出力 10 馬力、定格回転数は 1000 R. P. M., エンジン架台とエンジンベッドの間には、金属スプリングで防振装置がほどこしてある。エンジンベッドは上面 270 × 102 cm²、深さ 145 cm のコンクリートブロックでできている。測定点はエンジンベッドの末端を距離 0 m の点として、発動機から種々距離を違え、最遠地点 49 m までの間、9 地点において（Fig. 1 参照）振動を測定した。測定結果は、Table 1 に示すとおりである。なお、この表には常時雑

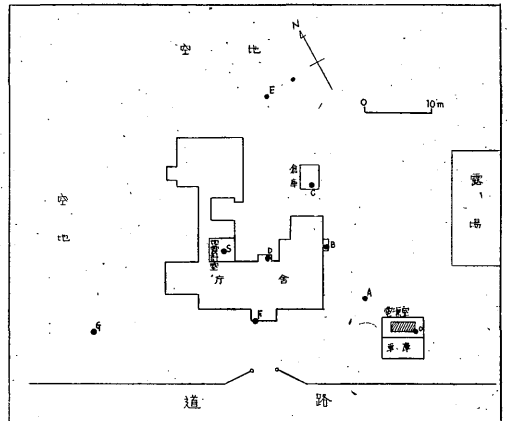


Fig. 1. 旭川地方気象台構内の振動観測点

振動の測定値も掲載した。

発動機の作動開始時期および停止時期には一般に増大するが、定格回転数にて作動している時は、振幅は定常となって、極めて規則正しい正弦波型を示す。この波の

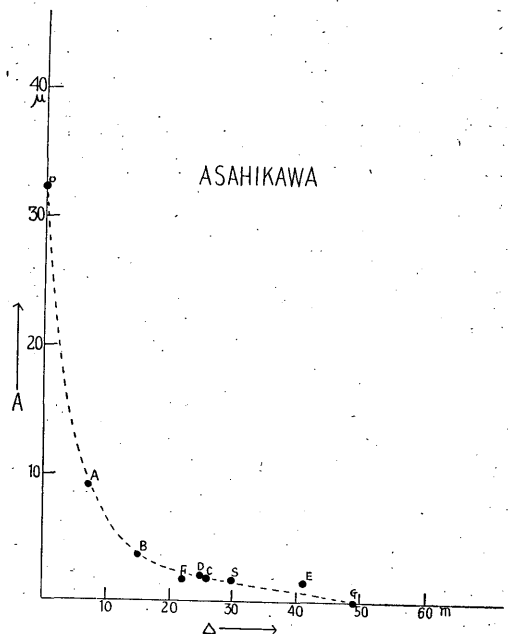


Fig. 2. 振動の距離による減衰（旭川地方気象台）

* Sapporo D. M. O. : Vibration of Ground Caused by a Dynamo. (Received Nov. 20, 1959).

** 大野 譲調査

Table 1. 旭川地方気象台における測定結果

観測点	振源からの距離	発動機によるもの		常時微動*		状 況
		全振幅	周 期	全振幅	周 期	
O	m 0	μ 32.3	c/s 13	μ 1.1	c/s 11	エンヂンベット末端
A	7	9.1	17	0.4	20	地 面 上
B	15	3.6	17	0.8	14	東側入口コンクリート台
C	26	1.8	17	0.5	17	倉庫コンクリート床面上
D	25	2.0	17	0.4	17	中庭入口コンクリート台
E	41	1.5	17	0.4	25	北側空地地面上
F	22	1.7	17	0.7	13	玄関コンクリート台上
G	49	—	—	0.7	13	コンクリートブロック台
S	30	1.7	17	0.6	17	地 震 計 台

* ただし、常時微動の測定は12時～15時の間のものである。

周期は、エンヂンベット台上を除いては、17 c/s でほぼ一定しており、距離による周期の変化は認められなかった。発動機の振動が確認されたのは $\Delta=41$ m の E 点までで、 $\Delta=49$ m の G 点では一般の雑微動中に含まれ、判別は不可能であった。この付近の常時雑微動は日中平均 0.6μ (16 c/s) 程度で、道路に近い所ほど振幅は大きくなっている。

振源からの距離による振幅の減衰状況を知るためにグラフに示すと Fig. 2 のごとくなる。

これで見るとほぼ Exponential な減衰傾向を示している。E 点は特に振幅が大きくなっているが、これは空地上に直接換振器を地面上に置いて測ったものである。一般に、基礎の状況により振幅は異なるが、堅固で地下深いほど振幅は小さい。基礎の点で、最もしっかりしていると考えられる地震計台上での振幅は、 1.7μ が測定された。

当所現用の 53 型 3 成分普通地震計 (倍率 60, 周期 2 sec, 摩擦値 0.1 mm, 制振度 8) で、記象紙上の測定可能最小量は 0.05 mm 程度とすれば、記録可能の下限はほぼ 0.8μ であるので、明らかに発動機の振動の障害を受けることとなる。発動機運転中、記録線が白く太くなるのは当然であり、一般自然地震における初動の読みとりは不可能となる。

札幌管区気象台 (1959 年 9 月 18 日, 10 月 19 日測定実施)

当所は札幌市中心街より西寄りに位置し、第 4 紀沖積層、豊平堆積物、札幌扇状堆積物上にある。表土は 1 m ぐらいで地表下 2 m 付近から砂礫層となっている。岩盤

と思われるものは、相当深部にあるらしいが明らかでない。

電源室は構内の東端道路わきにあつて、地震計室とは 64m はなれている。振動源となる発動機は、7.5 KVA 堅型 4 サイクル無気噴射水冷式ディーゼル・エンジンで、出力 20 馬力、定格回転数 1000 R. P. M.、エンヂン架台はエンヂンベットに直接ボルトで固定し、防振装置はほどこされておられない。基礎のコンクリートベッドは上面 $92 \times 148 \text{ cm}^2$ で深さ 160 cm のものである。

エンヂンベット付近では、振動が激しく測定不能のため、 $\Delta=5$ m の点から $\Delta=64$ m まで 14 点で行った。測定点は Fig. 3 に示す。この中 A, C, F, H および K の 5 点は、直接地面上の測定で、他は構造物の一部を利用した。各点の測定値を Table 2 に示した。

発動機の振動が観測されたのは、 $\Delta=64$ m の地震計台の上でからうじて観測される程度である。常時雑微動は、

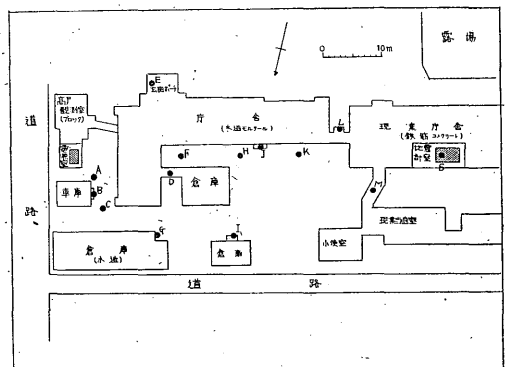


Fig. 3. 札幌管区気象台構内の振動観測点

Table 2. 札幌管区気象台における測定結果

観測点	振源からの距離	発動機によるもの		常時、微動*		状 況
		全振幅	周 期	全振幅	周 期	
A	m 5	51.8μ	c/s 17	μ	c/s	地 面 上
B	8	15.3	17	1.3	10	車庫入口コンクリート台
C	10	18.0	17			地 面 上
D	17	3.1	13	0.9	11	渡り廊下コンクリート床
E	19	4.7	13	0.9	10	正面玄関コンクリートポーチ
F	20	5.0	17			地 面 上
G	20	9.1	17	0.7	13	倉庫コンクリート台
H	30	5.0	17			地 面 上
I	32	3.1	17	0.9	17	倉庫入口置石上
J	34	2.9	13	1.2	17	入口コンクリート台
K	40	3.4	17			地 面 上
L	46	0.9	17	0.4	20	南向入口コンクリート台
M	53	1.5	10	0.6	11	渡り廊下コンクリート床
S	64	0.3	17	0.2	11	地震計台上

* ただし、常時微動の測定時は10時~12時の間である。

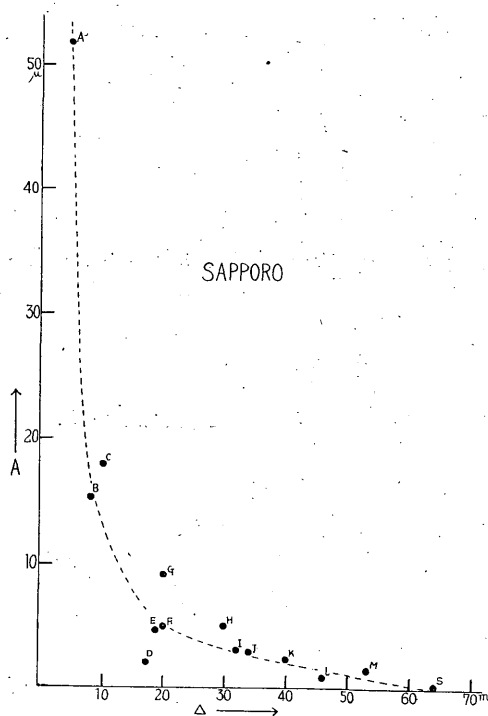


Fig. 4. 振動の距離による減衰 (札幌管区気象台)

平均 0.9μ (14 c/s) であるが、地震計台上では特に振幅は小さく、 0.2μ (11 c/s) 程度であった。

振幅の距離による減衰は、ほぼ Exponential である。振幅に大小のあるのは、測定点の地盤の状況によるものであるが、D、G点を除いてはほぼ減衰曲線上にある。直接地面上で測ったものは、構造物の一部を利用したよりも、振幅が大きく出る傾向を示す。

当所現用のウィーヘルト式地震計 (倍率 90, 周期 5 sec, 摩擦値 0.2mm, 制振度 7) に対する影響を考えてみる。読みとり可能最小量を 0.05 mm とした場合、記録可能下限は 0.6μ となり、これ以下の振動は記録不能である。それ故、発動機による振動の影響は、現用地震計に対してはなことがわかる。

以上旭川、札幌における発動機による振動の状況を述べたが、これらの事実からだいたい次のようなことが結論される。

- (1) 旭川および札幌では、地盤の状態が類似しているため、振幅の減衰状況も極めて類似している。
- (2) エンジンとエンジンベッドの間に、防振装置 (金属コイルばね) をほどこすことにより、振幅は $1/2$ に減じているが、馬力数が異なるので同一には論じられない。
- (3) 現用地震計に及ぼす影響については、一般に沖積層上である程度しっかりした基礎にある場合、地震計と振源とをどれぐらい以上離す必要があるかについては、Table 3 で示される。

Table 3.

地震計	装置有無	防振装置なし	防振装置付
ウイーヘルト地震計		60m 以上	40m 以上
3成分普通地震計		52m "	36m "

本測定は、本庁無線課の依頼により、札幌管区地震係が実施したもので、測定器械は本庁地震課から借用した。

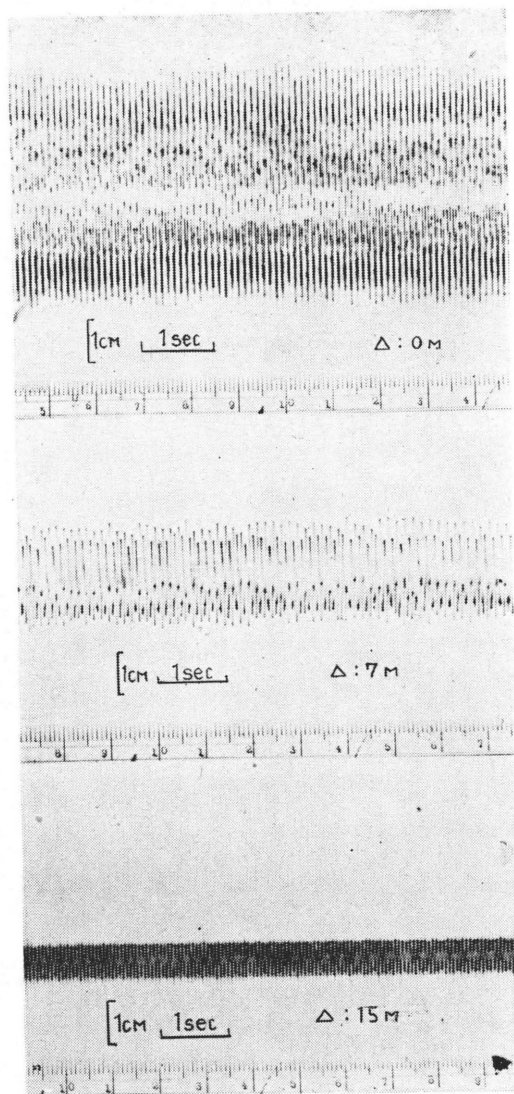


Fig. 5. 旭川における発電機振動の記録