

以上を満足させる計画を樹てねばならぬ訳で、次に述べる3つの計画を検討して見る。

(A) 図-15 の如く港口を北に向ける。

(B) 図-16 の如く港口を南に向ける。

(C) 現在の河流方向に合わせて 図-17 の如くする。

(A) の計画は上流に於いて河口を切替える場合にも良く、i) ii) iii) iv) v) vi) を満足させるものと思う。(B) の計画は i) ii) を余り満足させ得ないので不適当と思う。(C) は i) ii) iii) iv) v) を満足させ、洪水を集中させ得るので水害が良く保たれ、経済性にも富んでいる工法と思われる。唯河口の切替があれば、(A) の計画に移設しなければならぬ。河港の切替の問題は天塩川上流の洪水被害の軽減と、幌延及び天塩川の支流であるサロベツ川附近の泥炭地開発の為(地温上昇水位下降を図る為)、河口により約 8.5km 上流の屈曲部に於いて天塩川を海へ真

直ぐに流そうとするものであるが、これに依り天塩河港の受ける影響は相当大きく、洪水に依るフラッシュが望めないで、防波堤を (一) 6.0m 以上の処迄出さねばならぬ事に依り、(A) 案の拡大したものが必要となる事。次に完全に切替えた場合は港内が海水となるので、不凍港になると思われる。

以上不十分な調査にも拘わらず、思い切つた意見を述べたが、この計画には更に多くの調査が必要と思われる。即ち流量の定期的調査・沿岸流・波の諸原等の調査を行い、海岸工学並びに港湾工学研究の必要が痛切に感じられ慚愧に耐えぬ次第で、諸先輩の御指導御援助を賜れば幸いと思います。

最後にこの報告作製に当り前任諸先輩の苦勞と、北海道大学真嶋助教授並びに溝口助教授の御指導に対して厚く感謝致します。

技 術 資 料

第 十 二 号

新札幌変電所工事の中同期調相機基礎の 振動測定について

準 員 北海道電力株式会社土木部 酒 井 賢 一
同 同 佐 藤 慶 一

1. は し が き

近時種々の機械は、その設計技術と製作技術の発達につれて高度の精密度を有する大型重量機械が製作されるに至つたが、これは機械自体の完成であつて、その機能発揮の凡てではない、機械はこれが設置され運転乃至利用されて始めて機能を発揮するものである。故に機械の設備方式、基礎の設計、据付方法等が機械の機能発揮に及ぼす影響は甚大で、時には機械の使用不能になる場合さえも生ずる。

しかるに基礎の設計、据付方法等については、重要部門であり乍ら種類或は設備方法が多様多様にわたる為、理論的体系的に考究されず、未実験乃至未研究の範囲も少なくない。

この為基礎地盤の不良な新札幌変電所同期調相機基礎地盤について、一部の解明を試みた次第である。

2. 同期調相機の概要

新札幌変電所は、電源開発株式会社にて工事中の、糠

平系発電所と、当社十勝川系発電所の発生電力を受電する目的で、札幌郊外月寒に新設されたもので、受電々圧 196 KV を 66 KV にし札幌変電所に連繫する様計画され、昭和 29 年 10 月着工し、30 年 12 月第 1 期工事の竣工を見たものである。

変電所の位置：札幌郡豊平町字東月寒

変電所の出力：132,000 KVA { 第 1 期 66,000 KVA
第 2 期 66,000 KVA

調 相 設 備：第 1 期 同期調相機

30,000 KVA (進相) 20,000 KVA (遅相)

堅軸水素冷却 1,000 R.P.M 1 基

第 2 期 静電蓄電器

30,000 KVA の予定

調相機の特徴：

(イ) 屋 外 式

建物費の節減の為屋外型とし、寒冷積雪地に適應する様検討した。

(ロ) 堅軸型の採用

占有床面積が小さく、据付分解点検が容易であり、軸

に対し回転子重量による変移がなく振動に対して有利であり、Magnet lager 使用により損失が少なく、且つ起動時軸の jacking を必要としない為配管に便利である。

iv) 高回転数の採用

機器を小型化し且つ損失軽減の為、設計及び機質、工作上の改良を加え、1,000 R.P.M とした。

その他自然冷却池を設け、建設費と保守費を最も経済的なものとした。

3. 基礎の動的設計

構造物の固有振動週期を算出するのは、一般に困難であるので、同期調相機 (R.C) 基礎の場合第 1 図の様な仮定断面により検討する。

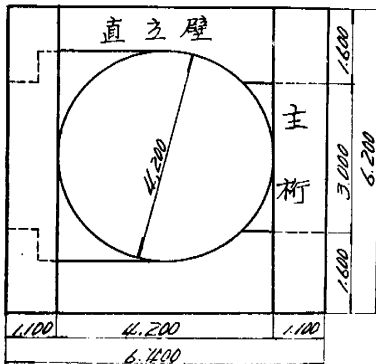


図-1

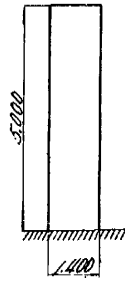


図-2

(1) R.C 基礎のみの固有振動 (単位長)

第 2 図の如き一様断面と仮定すると週期 τ は

$$\tau = \frac{2\pi}{m^2 l^2} \sqrt{\frac{\rho A}{EI}} \quad (\text{物部土木耐震学 p. 193})$$

茲に $ml = 1.875 \quad l^2 = 5^2 \quad \rho = 2.4 \text{ t/m}^3$

$$A = 1.4 \text{ m}^2$$

$$\therefore \tau = 0.0372 \text{ sec}$$

振動数 f は

$$f = 26.9 \text{ サイクル}$$

(2) R.C 基礎に等布荷重が載荷された場合 (常態運転時)

i) 直立壁について考えた場合

6.4m × 1.4m の直立壁 2 箇所に、225 t の荷重が作用したと考えると、壁 1m 当り 17.5 t

A_0, I_0 = 夫々壁断面の面積、及び慣性率

$$= 1.4 \text{ m}, \quad 0.229 \text{ m}^4$$

w_0, w_0 = 夫々単位体積に対する自重及び荷重

$$= 2.4 \text{ t}, \quad \frac{17.5}{5.0 \times 1.4} = 2.49 \text{ t}$$

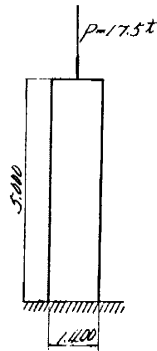


図-3

$$w = w_0 + w_1 = 4.89 \text{ t/m}^3$$

$$\rho = \frac{1}{g} w = 0.50, \quad E = 2.1 \times 10^6 \text{ t/m}^2$$

$$l = \text{壁長} = 5 \text{ m}, \quad W = w A_0 l = 34.3 \text{ t}$$

$$ml = \frac{W}{p} \frac{1 + \cosh ml \cos ml}{\cosh ml \sin ml - \sinh ml \cos ml} \div 1.88$$

$$c = \frac{2\pi}{(ml)^2} = 3.29$$

$$\therefore \tau = cl^2 \sqrt{\frac{\rho A_0}{EI_0}} = 0.0482 \text{ sec}$$

振動数 $f = 20.7$ サイクル

ii) 門型ラーメンについて考えた場合 (第 4 図)

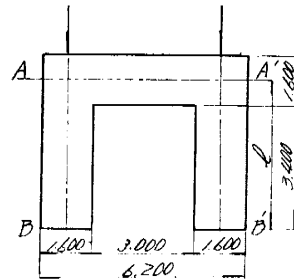


図-4

ローター (R.C) 重量 $p_1 = 225 \times 1/4 \times 1/2 = 28.1 \text{ t}$

桁重量 $p_2 = 13.1 \text{ t}$

計 $p = 41.2 \text{ t}$

1 柱の全重量 $W = 41.2 + 2.4 \times 1.6 \times 1.1 \times 3.4 = 55.6 \text{ t}$

$$\rho = p/g = 4.2 \quad l = 4.2 \text{ m}$$

$$A = \text{柱断面積} = 1.76 \text{ m}^2$$

$$ml = \frac{W}{p} \frac{\cosh ml \sin ml + \sinh ml \cos ml}{1 - \cosh ml \cos ml} \div 1.80$$

$$\therefore \tau = 9.0143 \text{ sec}$$

$$f = 70.0 \text{ サイクル}$$

(3) 短絡故障時 (水平振動) (第 5 図)

I_1 = 柱断面慣性率

$$= 0.314 \text{ m}^4$$

I_2 = 主桁断面慣性率

$$= 0.325 \text{ m}^4$$

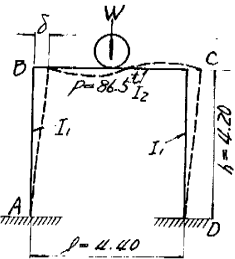


図-5

AB, CD の部材角 R は

$$R = \delta/h = \frac{(3+2\alpha)ph}{6\alpha N^2} \cdot \frac{1}{2E}$$

$$\therefore \delta = 0.0445 \text{ cm}$$

故にバネ常数 k は

$$k = p/\delta = 1940 \text{ t/cm}$$

$$\therefore \tau = 2\pi \sqrt{\frac{W}{kg}} = 2\pi \sqrt{\frac{\delta}{g}} = 0.042 \text{ sec}$$

$$f = 23.5 \text{ サイクル}$$

(4) 構造物振動数総括

R.C 基礎の振動数を取纏めると次の通りとなる。

第1表 振動数一覧表

状 態		振 動 数
R.C 基礎 の み の 場 合		26.9 サイクル
定 常 運 転 時	直立壁について	20.7 "
	門 壁 ラーメン	70.0 "
短 絡 故 障 時		23.5 "
R.C 強 制 振 動 数		16.7 "

上記の通り、強制振動数が比較的構造物の固有振動数に近い値を示している為、基礎地盤の振動週期如何により或は共振現象を生ずるのではないかと考えられ、茲に基礎の調査を実施した次第である。

4. 基礎地盤

本地点は樽前火山噴火による火山灰の堆積層が、(厚さ約 8m) 表層部を形成し、下部の砂利層上に泥炭及び粘土の互層がかみ合つて居り、高速回転体基礎として良好な地質とは言い得ない。構造物基礎底面は地表下 6.75m の位置にあり、緻密な火山灰層中に設置される。本位置に於いて平板載荷試験を行ない、地盤の静的撓みと自由振動数との関係を求めた結果第 6 図の通りであり、第 6 図から載荷重と地盤の固有振動数との関係を示すと第 2 表の通りである。

この計算に於いては、地盤も完全弾性体として扱つた為、多少の誤差はまぬがれ得ないが、一応目安にはなり

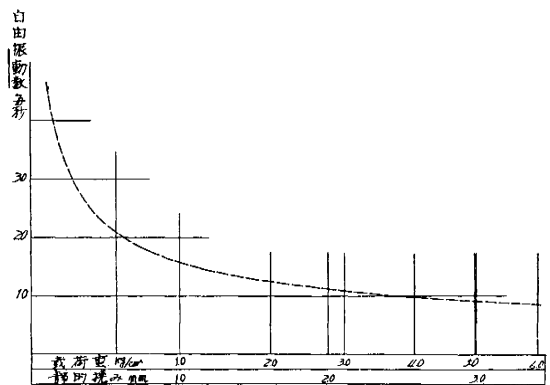


図-6 静的撓みと自由振動数との関係

第2表 平板試験による地盤振動数

状 態	地 盤 反 力	地 盤 振 動 数
R.C 基礎 の み	9.95 t/m ²	15.8 サイクル
定 常 運 転 時	13.0 t/m ²	14.5 "
短 絡 故 障 時	18.5 t/m ²	12.5 "

得る様、これより構造物各部の振動数比は非常に近接している事がうかがわれる。

5. 振動測定法並びにその設備

基礎地盤の振動測定は、昭和 30 年 6 月 6 日～ 6 月 9 日迄、北大工学部前田助教授の指導と当社技術研究所の協力を得て、次の方法で実施した。

(1) 起振器による場合

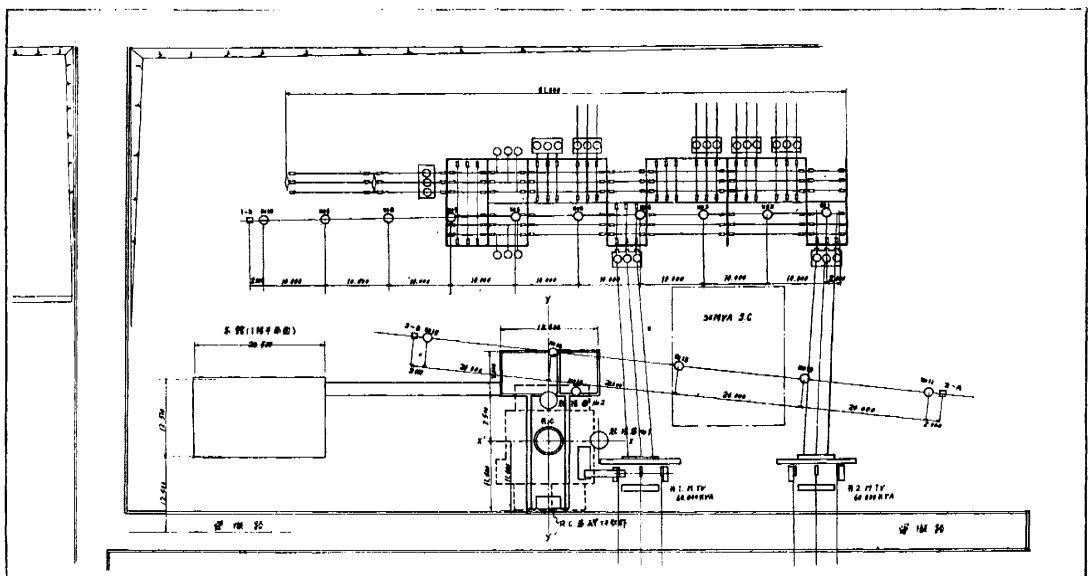
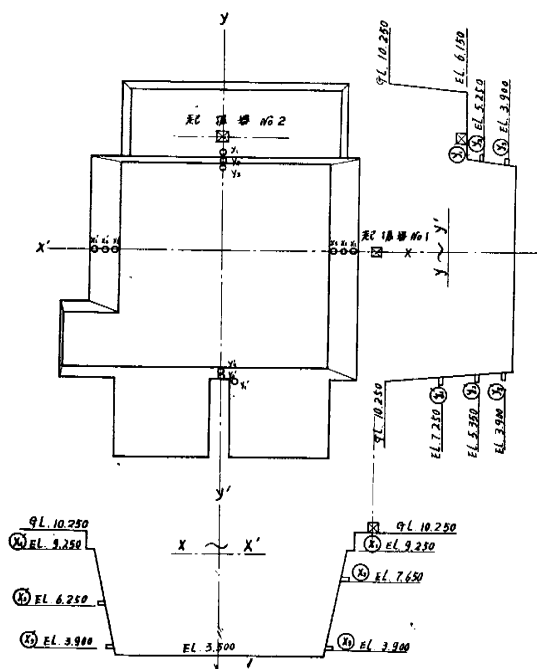


図-7 新札幌変電所振動試験位置図



図—8 振動測定位置図

北大工学部橋梁実験室より起振器を借用し、これを第7, 8 図に示す位置、即ち地表面上及び4m 下段の中間台上に置き、換振器は底盤と地表面及び両者の中間側壁に穴を掘って夫々設置し、その据付に当つては3軸方向を充分検査し、且つ測定中移動のない様留意した。起振器はこれを駆動する電動機の容量が少なかつた為、「スライドトランス」を用いて電圧をあげ回転数の増大をはかつたが、15~16 サイクル程度迄しかあげ得なかつた。尚モーターの回転数は300~600 R.P.M である。測定に際しては、起振器の回転数を2, 4, 6, 8~∞と順次上昇或は下降させ、此の強制振動に対する地盤の振幅を測定して、最大振幅を示した時の回転数から地盤の卓越振動周期を決定した。

換振器は、保坂製動線輪型換振器及び共和無線の抵抗線型加速度変換器を用い、前者は1回積分回路付増幅器を、後者は2回積分回路付増幅器を使用し、電磁「オシログラフ」に導いて記録した。併し後者の増幅感度不鮮明で、今回の測定には失敗した。

(2) ダイナマイト発振による場合

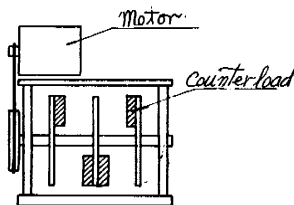
第7 図に示される位置、即ち R.C 基礎から約35m 離れた一直線上に、「ダイナマイト」発破孔を10m 間隔に10 点 (No. 1~No. 10)、孔深1m 孔上部開口45cm² にして設置し、No. 3, No. 8, No. 9 に新桐火薬75g 3本宛装填し、両側 (1-A, 1-B) に保坂の換振器、及び共和無線の換振器を設置し測定した。併し該発破孔附近は、

耕土層厚く、R.C 基礎地盤と地質の相異大きい為、R.C より約15m 離れた直線上に、20m 間隔 (No. 11~No. 15) に発破孔を移し、両側に換振器を設置して測定した。又基礎底盤内に発破孔 No. 16 を設け、換振器を底盤に移して実測した。尙換振器以降の記録は前述と同じである。

発破に当つては、安全の為電気雷管及び2 段スイッチ付電気発破機を用いた。

次に測定設備の概要をのべる。

(1) 発振方法



図—9



写真—1 起振器運転状態

(a) 起振器：(第9 図 写真 1)

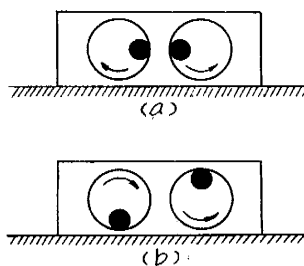
構造寸法：縦 52cm×横 52cm×高 40cm

モーター：100~110 volt 7 amp 0.5 HP

300~600 R.P.M

質性力：1t

回転数の測定には、Ultra High Speed Strobe Light (Type St. 4 A) を用いた。



図—10

起振器の原理は、第10 図に示される様に、2 個の偏心荷重を逆向きに等速回転させるもので、偏心荷重の位相を (a) の様にすると垂直動を与え、(b) の様にすると水平動を生ずる。従つて地盤に与

えられる力は、回転角速度を w 、質量を m 、質量の偏心距離を r_i とすると

$$F = 2w^2 m r_i \sin wt$$

となり、力は角速度の2 乗に比例する。この事は後述の通り測定振幅の修正に大きな意義をもつ。

(b) 「ダイナマイト」による法

(2) 換振器

(3) 記録装置

換振器により伝達された振動は、R.C 基礎位置より約 20 m 離れた位置に、小屋掛して設けられた仮測定所内に第 11 図に示される如く、増幅器及び電磁「オシログラフ」を備え記録した。

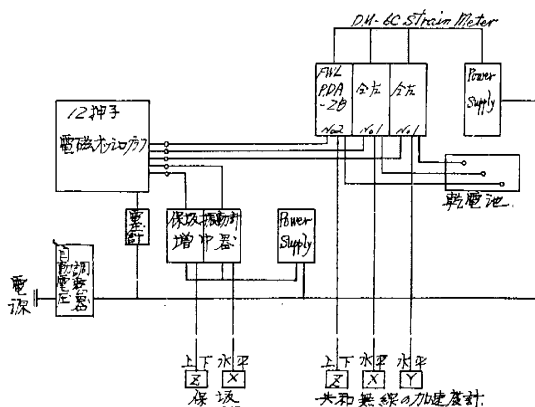


图-11

6. 振動測定記録値の補正について

今回の測定に於いては、当初地盤の週期は非常に小さいものと想定して、換振器の固有振動を検討し裝備したが、実測の結果換振器の固有振動と、地盤の卓越振動週期が、相類似する点にあつた為、記録補正のやむなきに至つた。この事は我々にとりよい示唆となつた。

今茲に換振器の理論から補正係数の誘導を概述する。

換振器の振子の運動方程式は

$$K \frac{d^2\theta}{dt^2} + D \frac{d\theta}{dt} + U\theta = -MH \frac{d^2x}{dt^2} - GI$$

茲に x = 振子をのせた盤の変位

 $K =$ 振子の慣性能率

D = 振子の流体抵抗係数

U = 振子の単位回転角に対する振す力

 $M =$ 振子の質量 H = 振子の重心と回転軸との距離

G = 誘起電圧に関する係数

 $I =$ 振子コイルの電流 θ = 振子の回転角

今振子の質量が充分大で、振子の「コイル」を流れる電流によつて、振子の運動が影響されず、且つ変位が単弦振動で表わされる場合を考えると運動の方程式は

$$-\frac{d^2y}{dt^2} + 2\varepsilon \frac{dy}{dt} + n^2y = x_m p^2 \sin pt$$

$$\text{茲此} \quad 2\varepsilon = \frac{D}{K}, \quad n^2 = \frac{U}{K}$$

$$x = x_m' \sin pt$$

$$x_m = x_m' \frac{1}{l}$$

$$\frac{1}{l} = \frac{MH}{K}$$

従つてこの運動方程式の一般解は

$$\theta = l^{-\varepsilon t} (T_1 \cos n\sqrt{1-h^2}t + T_2 \sin n\sqrt{1-h^2}t) + \frac{x_n}{\sqrt{(u^2-1)^2 + 4h^2u^2}} \sin(pt-\varepsilon)$$

$$\text{但し } u = \frac{n}{p} = \frac{T_p}{T_n}, \quad h = \frac{\varepsilon}{n}$$

茲に $T_n =$ 振子の週期

 $T_p =$ 盤の振動周期

この一般解は、右辺の第1項が自由振動の項であり、第2項は強制振動の項を示す。振子の強制振動は外で起つている振動と同じ過期 T_p をもつ単弦振動で、その振幅は外で起つている振動振幅 x_m に次式の倍率係数を乗じたものに等しい。

$$\frac{1}{\sqrt{(u^2-1)+4h^2u^2}}$$

今回の測定に関しては、一般解の第2項のみ考慮すればよい事になる。

振動線輪型の coil に生ずる起電力は、 $G \frac{d\theta}{dt}$ で、動線輪の内部抵抗が R 、負荷抵抗が r である時 r の為に生ずる電圧降下は

$$E_r = \frac{r}{R+r} G \frac{d\theta}{dt}$$

この電圧を第 12 図の様な積分回路に入れると, その出力電圧 E_i は

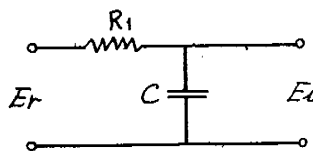


图-12

$$E_i \div \frac{1}{CR_1} \int E_r dt = \frac{rG}{CR_1(R+r)} \theta$$

E_i を増幅器に入れ K_1 倍増幅して記録する故記録された電圧 E は

$$E = K_1 E_i = K_1 \theta$$

換振器の固有振動数を f_n , 与える振動数を f_p とする

$$n = 2\pi f_n$$

$$p = 2\pi f_p$$

即ち換振器に f_n の振動数で, x_m の振幅をもつた振動を与えると, 記録される電圧 E_n は

$$E_n = K_1 \theta_n = -K_1 \left[\frac{x_m p^2}{\sqrt{(n^2 - p^2)^2 + 4\varepsilon^2 p^2}} \sin(pt - \delta) \right]_{n=p}$$

$$= -K_1 x_m \frac{n}{2\varepsilon} \cos nt$$

故に E の振幅 $E_{\max}$ と, E_n の振幅 $E_{n \max}$ との比をとると,

$$\frac{E_{\max}}{E_{n \max}} = \frac{p}{\frac{n}{2\varepsilon} \sqrt{(n^2 - p^2)^2 + 4\varepsilon^2 p^2}}$$

$$= \frac{1}{u^2} \cdot \frac{2h}{\sqrt{\left(1 - \frac{1}{u^2}\right)^2 + 4 \frac{h^2}{u^2}}}$$

$$\text{但し } u = \frac{n}{p}, \quad h = \frac{\varepsilon}{n}$$

即ち上式が換振器の補正係数である。

又起振器の所で一部ふれた如く, 起振器は周波数の自乗に比例した力を発生する。従つて各周波数で一定振幅の力を与えるものに補正する為, f_n の振動数の時の力 f_n の大きさを規準にとり, 任意周波数 f_p の時の力 F_p の大きさの比で記録を補正しなければならない。

$$\frac{F_p}{F_n} = \frac{2p^2 m r_1}{2n^2 m r_1} = \left(\frac{p}{n}\right)^2 = \frac{1}{u^2}$$

故に起振器を使用し, 動線輪型換振器による場合の補正係数 $1/K$ は次の通りである。

$$\frac{1}{K} = \frac{u^2 \sqrt{\left(1 - \frac{1}{u^2}\right)^2 + 4 \frac{h^2}{u^2}}}{2h} \times u^2$$

$$= \frac{u^4}{2h} \cdot \sqrt{\left(1 - \frac{1}{u^2}\right)^2 + 4 \frac{h^2}{u^2}}$$

上式により, 記録値を補正しなければならない。

7. 換振器の特性試験について

今回の測定記録検討の一端として, 保坂の動線輪型換振器の垂直並びに水平成分の特性を測定した結果は次の通りである。

垂直成分:

$$n = 2\pi \times 9.83 = 61.764$$

$$\varepsilon = 3.078$$

$$h = 0.0493$$

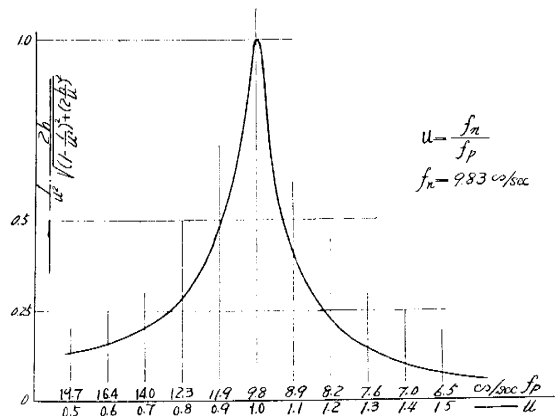
水平成分:

$$n = 2\pi \times 12.82 = 80.551$$

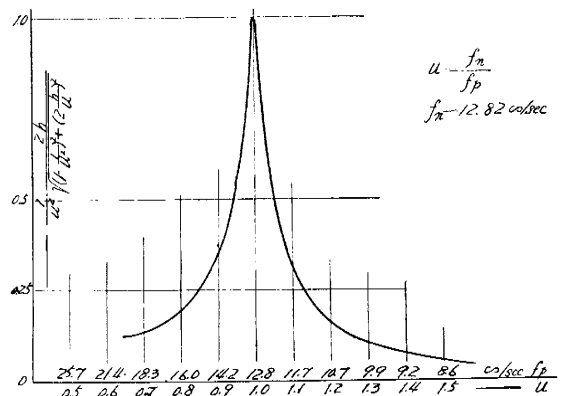
$$\varepsilon = 2.680$$

$$h = 0.0333$$

即ち, 測定後に特性試験を行なつた為, 換振器の固有振動数は, 測定振動数の近傍に存在していた事が判つた訳である。



図—13 垂直換振器特性曲線



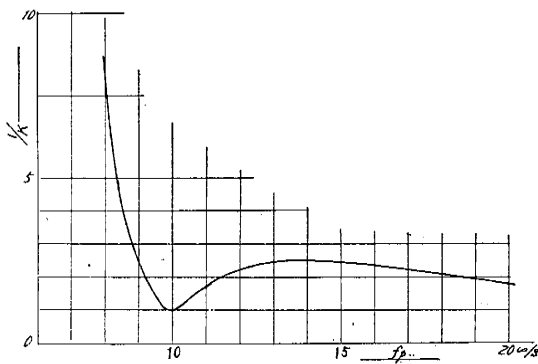
図—14 水平換振器特性曲線

上記の値から, 換振器の特性曲線を求めると第 13, 14 図の通りとなり, 補正係数 $1/K$ を求めると第 15, 16 図の通りである。

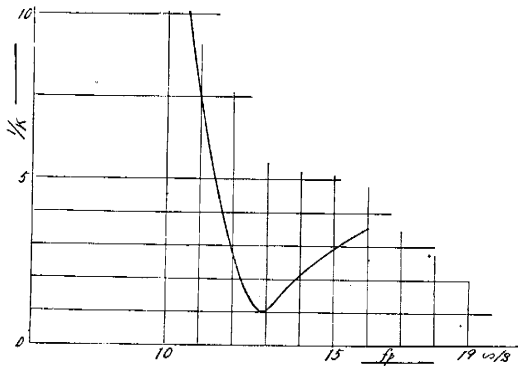
8. 測定結果

(1) 動線輪型換振器による場合

第 13, 14 図より判る通り, 換振器の固有振動週期位置に夫々ピーク点が存在し, 記録値に大きな影響を与えている。



図—15 垂直振動補正係数曲線



図—16 水平振動補正係数曲線

測定結果並びに補正值は次表の通りである。

i) 垂直振動 (起振器 No. 1 の場合)

換振器 位置	強制周波数 f_p サイクル/sec	u	$1/K$	オッシロ グラフ 記録振幅 (mm)	補正振幅 (mm)
X_1	8.05	1.220	7.502	2.5	18.8
"	9.8	1.003	1.010	22.6	22.8
"	12.2	0.805	2.344	28.5	66.8
"	14.1	0.697	2.523	39.0	98.4
"	16.2	0.606	2.345	13.0	30.5
"	18.2	0.540	2.072	18.0	37.3
X_2	8.1	1.213	7.170	2.0	14.3
"	9.9	0.992	0.989	22.6	22.4
"	12.2	0.805	2.344	32.5	76.2
"	13.9	0.707	2.530	45.0	113.9
"	16.0	0.614	2.362	11.7	27.6
"	19.2	0.512	1.951	17.5	34.1
X_3	10.0	0.982	1.006	2.5	2.5
"	12.0	0.819	2.277	2.0	4.6
"	13.9	0.707	2.530	1.8	4.6

ii) 水平振動 (起振器 No. 1 の場合)

換振器 位置	強制周波数 f_p サイクル/sec	u	$1/K$	オッシロ グラフ 記録振幅 (mm)	補正振幅 (mm)
X_2	6.33	2.025	191.125	0.4	76.5
"	8.1	1.583	56.756	1.5	85.1
"	10.2	1.257	13.910	7.9	109.9
"	12.2	1.051	2.052	39.5	81.1
"	13.9	0.922	2.073	83.2	172.5
"	15.3	0.838	3.188	89.0	284.6
X_3	9.8	1.308	18.415	0.8	14.7
"	12.0	1.068	2.676	3.6	9.6
"	14.0	0.916	2.167	34.7	75.2
"	15.3	0.838	3.198	34.7	111.0
X'_3	11.1	1.155	6.869	1.3	8.9
"	13.2	0.971	1.215	4.1	5.0
"	14.5	0.884	2.660	14.6	38.8
"	15.3	0.838	3.198	14.0	44.8

iii) 垂直振動 (起振器 No. 2 の場合)

換振器 位置	強制周波数 f_p サイクル/sec	u	$1/K$	オッシロ グラフ 記録振幅 (mm)	補正振幅 (mm)
X_1	11.3	0.869	1.965	2.0	3.9
"	13.4	0.738	2.528	4.9	12.4
"	14.7	0.668	2.494	6.5	16.2
"	17.2	0.571	2.204	1.5	3.3
X_3	10.0	0.982	1.006	0.5	0.5
"	11.9	0.826	2.250	1.1	2.5
"	13.3	0.739	2.514	2.2	5.5
"	14.1	0.697	2.523	3.3	8.3
"	17.0	0.578	2.245	7.5	16.8
Y_3	11.6	0.847	2.126	1.0	2.1
"	13.6	0.722	2.534	4.7	11.9
"	14.3	0.687	2.520	12.6	31.8
"	17.2	0.571	2.204	47.2	104.0

iv) (水平振動 起振器 No. 2 の場合)

換振器位置	強制周波数 f_n サイクル/sec	u	$1/K$	オシロ グラフ 記録振幅 (mm)	補正振幅 (mm)
X_1	10.0	1.282	16.020	—	—
"	12.1	1.060	2.407	4.6	11.1
"	13.1	0.979	1.118	14.5	16.2
"	13.5	0.950	1.566	22.0	34.5
Y_3	9.4	1.364	24.165	0.8	19.3
"	10.8	1.187	8.792	4.0	35.2
"	12.8	1.002	1.014	33.1	33.6
"	13.9	0.922	2.073	35.8	74.2

上記結果を図示すると、第 17, 18, 19 図の通りで、所謂共振曲線を示すものと考えられる。

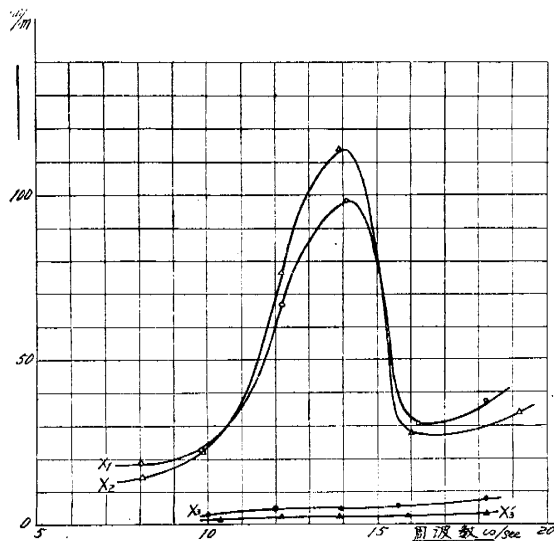
此等の図で共振の山と見做されるのは、僅かに第 17 図の X_1 , X_2 と、第 19 図の X_1 の曲線だけで、他は凡て一方に上昇している。

当初強制周波数を 25 $\sim$ /sec 程度迄上昇させる積りであつたが、起振器駆動用電動機の容量不足のためやむを得なかつた。

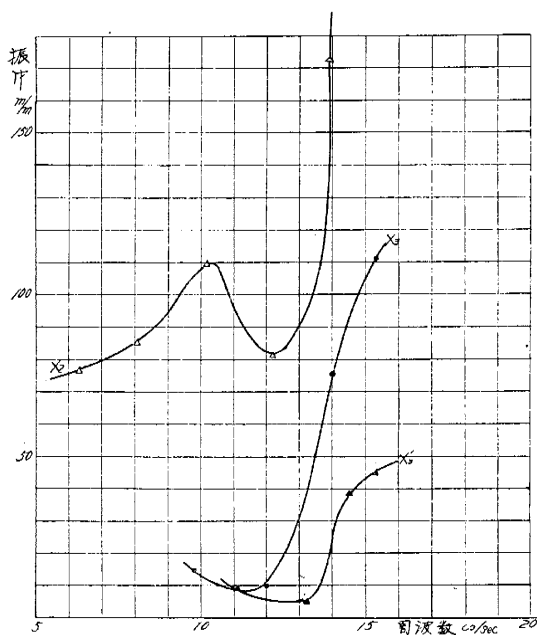
然し強いて共振点を求めるならば、次の様に推定される。

垂直振動：

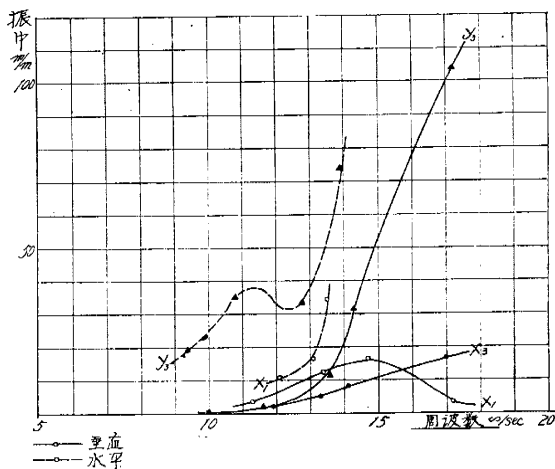
第 17 図 X_1 , X_2 は 14 $\sim$ /sec 附近、 X_3 , X_4 は振幅小さく判然としない。第 19 図 X_1 は 14 $\sim$ /sec 附近、 X_3 , Y_3 は 17 $\sim$ /sec 附近と想定されよう。故に表層附近



図—17 垂直振動曲線 (起振器 No. 1)



図—18 水平振動曲線 (起振器 No. 1)



図—19 垂直水平振動曲線 (起振器 No. 2)

は 14 $\sim$ /sec、底盤で 17 $\sim$ /sec 程度と推察される。

水平振動：

水平振動の共振点は、図より判定困難であるが、15 $\sim$ 16 $\sim$ /sec 附近と想定される。

(2) 人工地震による場合

「ダイナマイト」発破によつた場合の記録を見ると、換振器の固有振動の影響が強力にあらわれ、又増幅器から来る電源周波数の影響の為、正確な卓越振動週期の捕集困難である。

今回の測定に於いて当初地盤の週期は小さいものと仮定して、換振器の調整を行なつた事に不備があり、今後のこの種測定に対するよい示唆ともなつた。

9. 後 記

上記の測定結果に示される通り、地盤の卓越振動周期と、機械の強制周波数とは、互に近傍に存在しているが、これは地盤が無載荷の状態に於けるものであり、第6図から載荷後の状態は安全側に回避され得るという事は想定に難くない。

併し一般に弾性基礎が有効である為には、振動数比が2或は3になる様に、基礎の自由振動数は、強制力の振動数より充分小さくしなければならず、又土壤の様な普通の基礎では大きな振動をさける為に、振動数比が0.5或はそれ以下である事が望ましい。

本測定を総括して上記事項を検討すると、強制力は16.7 $\sim$ /sec, 弾性基礎は共振最悪の状態の部分に於いて20.7 $\sim$ /sec, 基礎地盤は14 $\sim$ /sec となり、弾性基礎は強制力に対し1.24倍、土壤基礎は強制力に対し0.84倍、弾性礎に対し0.68倍とかろうじて共振の域を脱している程度である。

一般に電力施設の回転体は、大きな強制力を持つとしても機械の定状運転に際しては、その最大振幅が2/100 mm を超過する時大きな支障をもたらし、運転不能を惹起するもので、かかる見地よりも充分検討したものである。

最後に施工に際しては土木施工上の立場より次の点を留意し、防振上の対策とした。

即ち、第6図からも想定し得る通り、載荷重の増加に



写真-2 測定用増巾機並にオッシログラフ

つれ土壤基礎の自由振動数は減少の傾向をもつもの故、「コンクリート」基礎の重量を増し得る構造とし、且つ地盤には杭打を行ない。土壤の弾性抵抗の増大をはかった。

この結果、30年12月末機器の据付完了し、現在(31年1月中旬)試験運転を実施しているが、何等の支障も認められない状態である事を附記する。

参考迄に振動測定中の記録写真を掲載する。

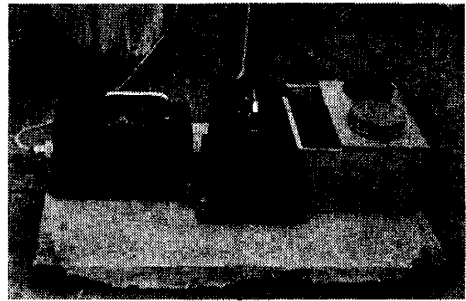


写真-3 換振器設置状況



写真-4 R.C 基礎打上り状況

参考文献

沢潟作雄：機械基礎の設計と据付

物部長穂：土木耐震学

萩原尊礼：振動測定

妹沢克雄：振動学

日本機械学会誌第53巻, 379, 380号“東洋高压ガス圧縮基礎振動対策について”