

片持車軸のつりあい試験 (第1報)

The Balancing of Overhung Wheel (I)

小堀 与一*

Yoichi Kobori

奥山 勝明*

Katsuaki Okuyama

内 容 梗 概

危険速度以上で運転される高速回転片持車軸のつりあい試験に関する実験報告である。危険速度約 1,000 rpm, 運転速度約 6,900 rpm, ロータ自重約 40 kg を有する片持車軸を対象とし, 運転速度において2面同時つりあい試験を行つた。運転中のロータ外側面2箇所の振れの位相と振幅を測定し, つりあい量をベクトル計算から定めることによつて, 従来行われた2軸受単純支持ロータのつりあい試験と同様に試験を行い得ることを確かめた。

1. 緒 言

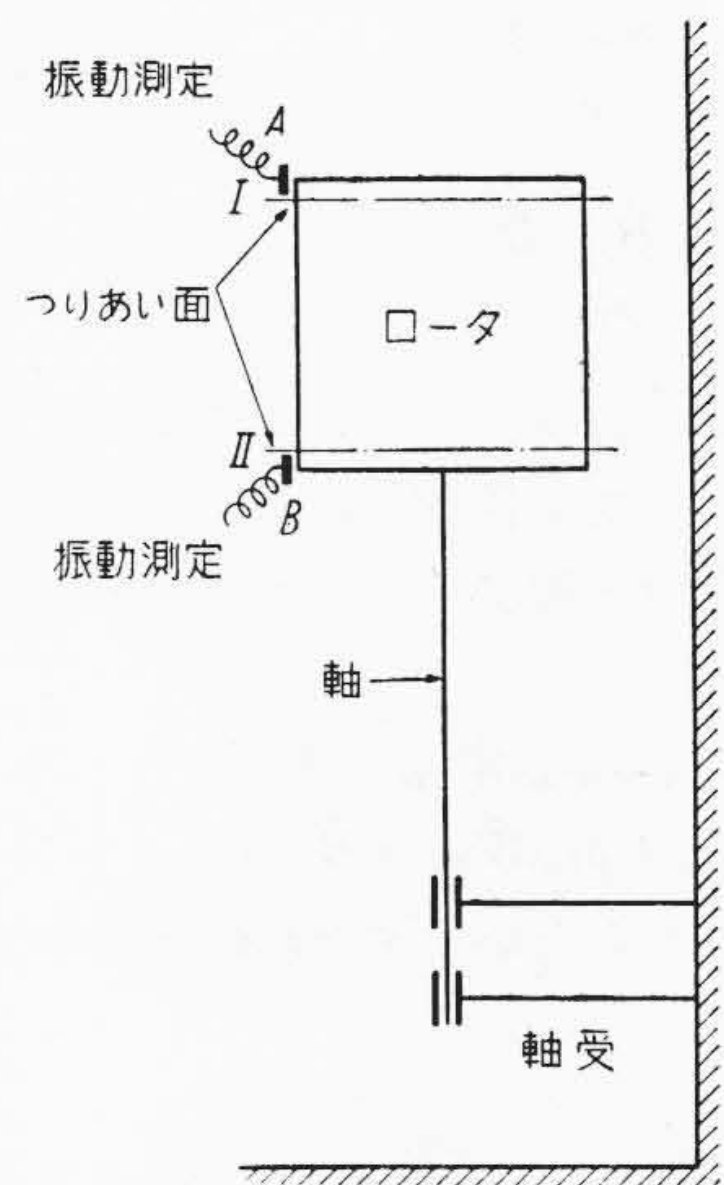
従来のつりあい試験法では単純支持形車軸を対象としているため, 振動ベクトルを得るための測定位置としてロータ両端面2箇所に対応して軸受付近の振動を計測する必要がある。しかし突出端にロータを有する片持車軸の場合は軸受はロータの片側にしかないから, 従来の試験法は適用しにくい。そのため片持車軸のロータのつりあいは主としてロータを商用軸受に組立てる前に, 静つりあいおよび既製のつりあい試験台によつて従来法による動つりあいをを行い, 運転時のつりあいはハイスポット法によつて行っている。

片持車軸は本質上2軸受車軸に比較して振動的に問題が多く, 特に危険速度以上で運転される場合はしばしば振動による事故を起しやすいから, つりあい試験は入念に行う必要がある。本報では縦形の片持車軸に関して運転中におけるロータの2箇所の外周側面の振れを計測することにより, 従来の2軸受車軸に対すると同様に2面同時つりあい試験が行い得るか否かを検討することにした。

2. つりあいの方法および装置

2.1 つりあいの方法

第1図に縦形片持車軸を示す。かかる車軸のロータに不つりあいモーメントあるいは単純不つりあい遠心力が作用するとき, 軸はそれに応じてたわみ状態を異にし, したがつてロータの上下2面AおよびBの回転中の振れもそれに応じた振れ方をする。この理由から縦形片持車軸においても一般の単純支持形車軸の場合と同様に2面同時つりあい試験を行うことができるであろう。単純支持形車軸の2面同時つりあい試験を行う方法は従来の文献⁽¹⁾⁽²⁾と同様で, 普通つりあい量付加面としてロータ両端面付近を選び, また振動ベクトル計測位置としてロー



第1図 縦形片持車軸

タの両端面に近い2箇所の軸受を選んで行っている。しかし図のごとき片持車軸では, つりあい面はロータの両端面付近となし得ても軸受は片側にしかないから, ベクトル計測位置として両軸受を選ぶわけにいかない。そこでこれに代る位置としてロータの両側面A, Bを選びベクトルはこれら両側面の運転中における振れを測ることによつて形成すればよいであろう。

第1図においてつりあい面IおよびIIに試加量をつけず, ある一定の回転速度において得られるAおよびB位置の振動ベクトルの測定値をそれぞれ $\dot{A}$ および $\dot{B}$ とする(・はベクトル量であることを示す)。ベクトルの大きさは振動の全振幅を表わし, 位相はロータ上に任意に選んだ基準点から回転と反対方向に測つた位相角とする。I面に試加量 $\dot{w}_{ra}$ をつけたときのAおよびBにおける振動ベクトルをそれぞれ $\dot{A}_1$ および $\dot{B}_1$ とすると, これは次式によつて表わされる。

* 日立製作所日立研究所

$$\dot{A}_1 = \dot{A} + \dot{\rho}_{1a} \dot{w}_{ra} \quad (1)$$

$$\dot{B}_1 = \dot{B} + \dot{\rho}_{1b} \dot{w}_{ra} \quad (2)$$

$\dot{\rho}_{1a}$ および $\dot{\rho}_{1b}$ は試加量 $\dot{w}_{ra}$ によつて、最初のベクトル $\dot{A}$ および $\dot{B}$ がどの程度影響を受けるかを示す係数で、面係数といわれ一種の影響係数で、やはりベクトル量である。面係数 $\dot{\rho}_{1a}$ および $\dot{\rho}_{1b}$ は試加量を知り、振動ベクトルを計測すれば(1), (2)式より

$$\dot{\rho}_{1a} = \frac{\dot{A}_1 - \dot{A}}{\dot{w}_{ra}} \quad (3)$$

$$\dot{\rho}_{1b} = \frac{\dot{B}_1 - \dot{B}}{\dot{w}_{ra}} \quad (4)$$

として求めることができる。

次につりあい面Ⅰの試加量を最初の状態とし、面Ⅱに試加量 $\dot{w}_{rb}$ をつけたときの面係数を求めると

$$\dot{\rho}_{1a} = \frac{\dot{A}_2 - \dot{A}}{\dot{w}_{rb}} \quad (5)$$

$$\dot{\rho}_{1b} = \frac{\dot{B}_2 - \dot{B}}{\dot{w}_{rb}} \quad (6)$$

つりあい試験を行うということは面Ⅰおよび面Ⅱにそれぞれ適当なつりあい量 $\dot{W}_{rA}$ および $\dot{W}_{rB}$ をつけて、 A および B における振動ベクトルの大きさを 0 にすることであるから

$$\left. \begin{aligned} \dot{\rho}_{1a} \dot{W}_{rA} + \dot{\rho}_{11a} \dot{W}_{rB} + \dot{A} &= 0 \\ \dot{\rho}_{1b} \dot{W}_{rA} + \dot{\rho}_{11b} \dot{W}_{rB} + \dot{B} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

が成りたたねばならない。すなわち所要のつりあい量は(7)より

$$\dot{W}_{rA} = \left(\frac{-\dot{\rho}_{11b}}{\dot{\rho}_{1a}\dot{\rho}_{11b} - \dot{\rho}_{1b}\dot{\rho}_{11a}} \right) \dot{A} + \left(\frac{\dot{\rho}_{11a}}{\dot{\rho}_{1a}\dot{\rho}_{11b} - \dot{\rho}_{1b}\dot{\rho}_{11a}} \right) \dot{B} \quad (8)$$

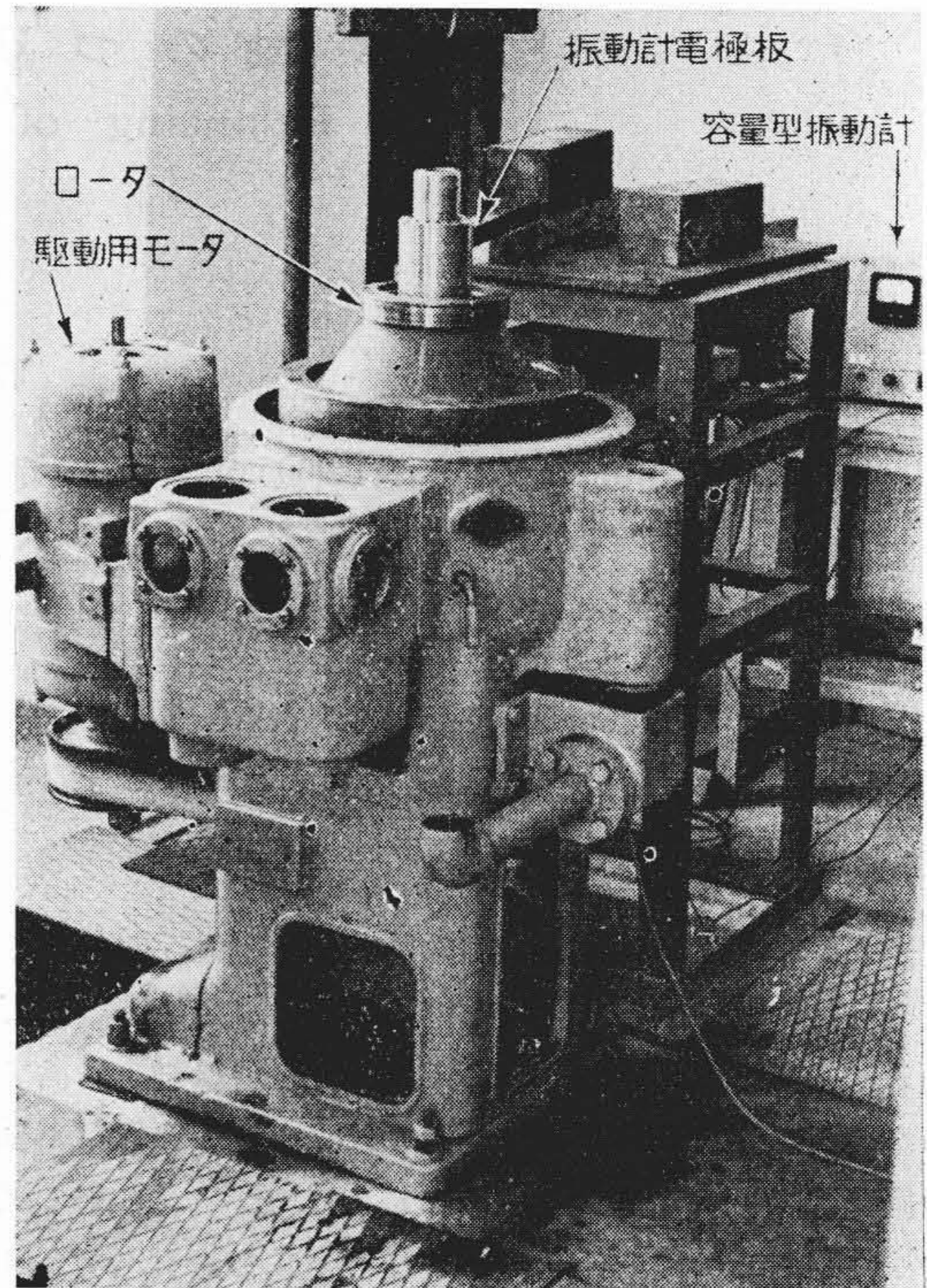
$$\dot{W}_{rB} = \left(\frac{\dot{\rho}_{1b}}{\dot{\rho}_{1a}\dot{\rho}_{11b} - \dot{\rho}_{1b}\dot{\rho}_{11a}} \right) \dot{A} + \left(\frac{-\dot{\rho}_{1a}}{\dot{\rho}_{1a}\dot{\rho}_{11b} - \dot{\rho}_{1b}\dot{\rho}_{11a}} \right) \dot{B} \quad (9)$$

となるからこれらの左辺を計算することにより定めることができる。(8)および(9)の係数(カッコ内のベクトル)は最初あつた不つりあい量と振動ベクトル相互の関係を定めるベクトルオペレータで、一定の機械については速度、据付条件、測定位置およびつりあい面を変えない限り定まつた値である。このオペレータをそれぞれ $\dot{\sigma}_{1a}$, $\dot{\sigma}_{1b}$, $\dot{\sigma}_{11a}$ および $\dot{\sigma}_{11b}$ とすると(8), (9)はそれぞれ

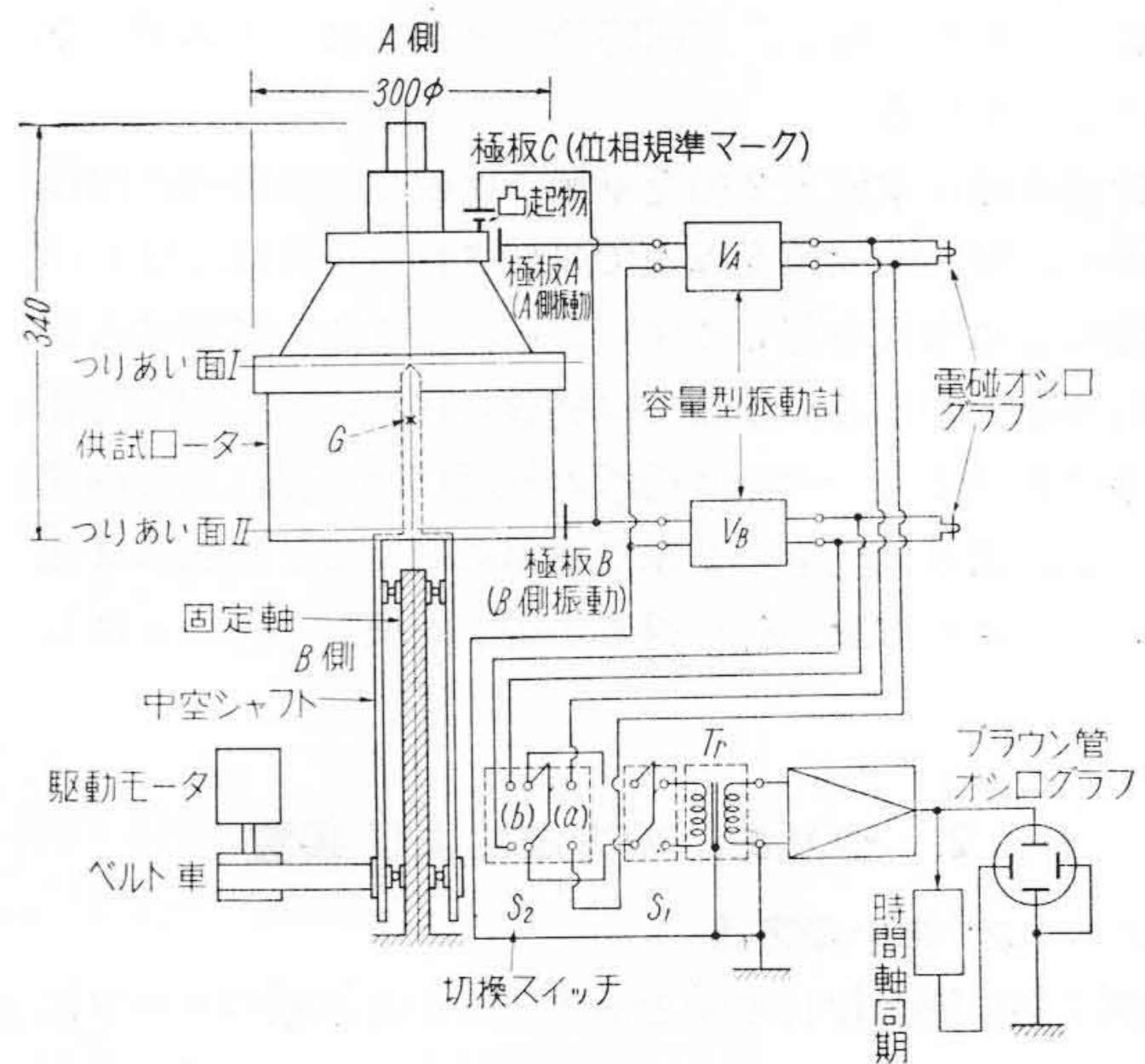
$$\dot{W}_{rA} = \dot{\sigma}_{1a} \dot{A} + \dot{\sigma}_{1b} \dot{B} \quad (10)$$

$$\dot{W}_{rB} = \dot{\sigma}_{11a} \dot{A} + \dot{\sigma}_{11b} \dot{B} \quad (11)$$

となる。同じ種類の回転体を同一軸受台上でいくつかつりあい試験をする場合は最初の回転体についてオペレー



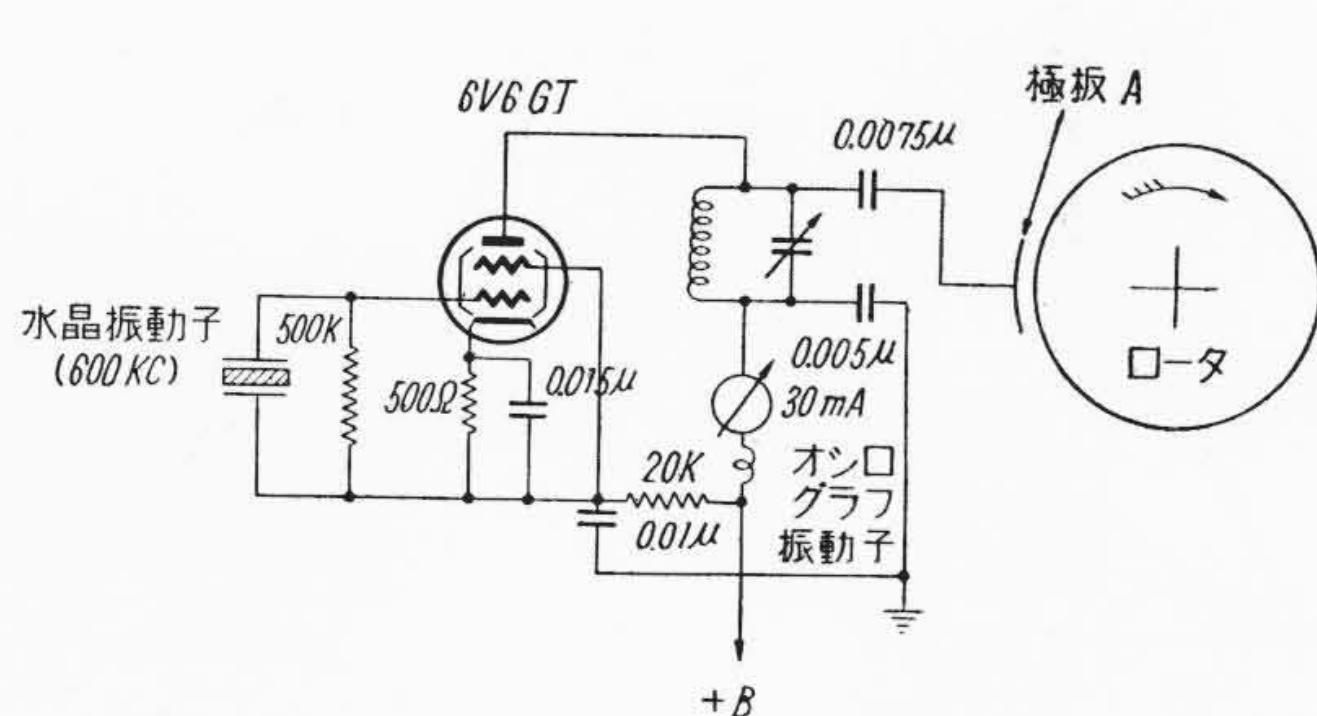
第2図 試験用回転機および測定装置外観



注: ロータとシャフトは点線部分より取りはずし自在な構造となっている。

第3図 ロータおよびつりあい試験装置系統図

タ $\dot{\sigma}_{1a}$, $\dot{\sigma}_{1b}$, $\dot{\sigma}_{11a}$ および $\dot{\sigma}_{11b}$ を決定しておけば以後試加量をつけることなしに $\dot{A}$ および $\dot{B}$ の測定のみ行えばつりあい量を定め得るという便がある。上記各式の計算はベクトル計算であるから、加減は図解により、乗除は計算尺により行うが、実行にあたっては後記のチャートを利用すると便利である。

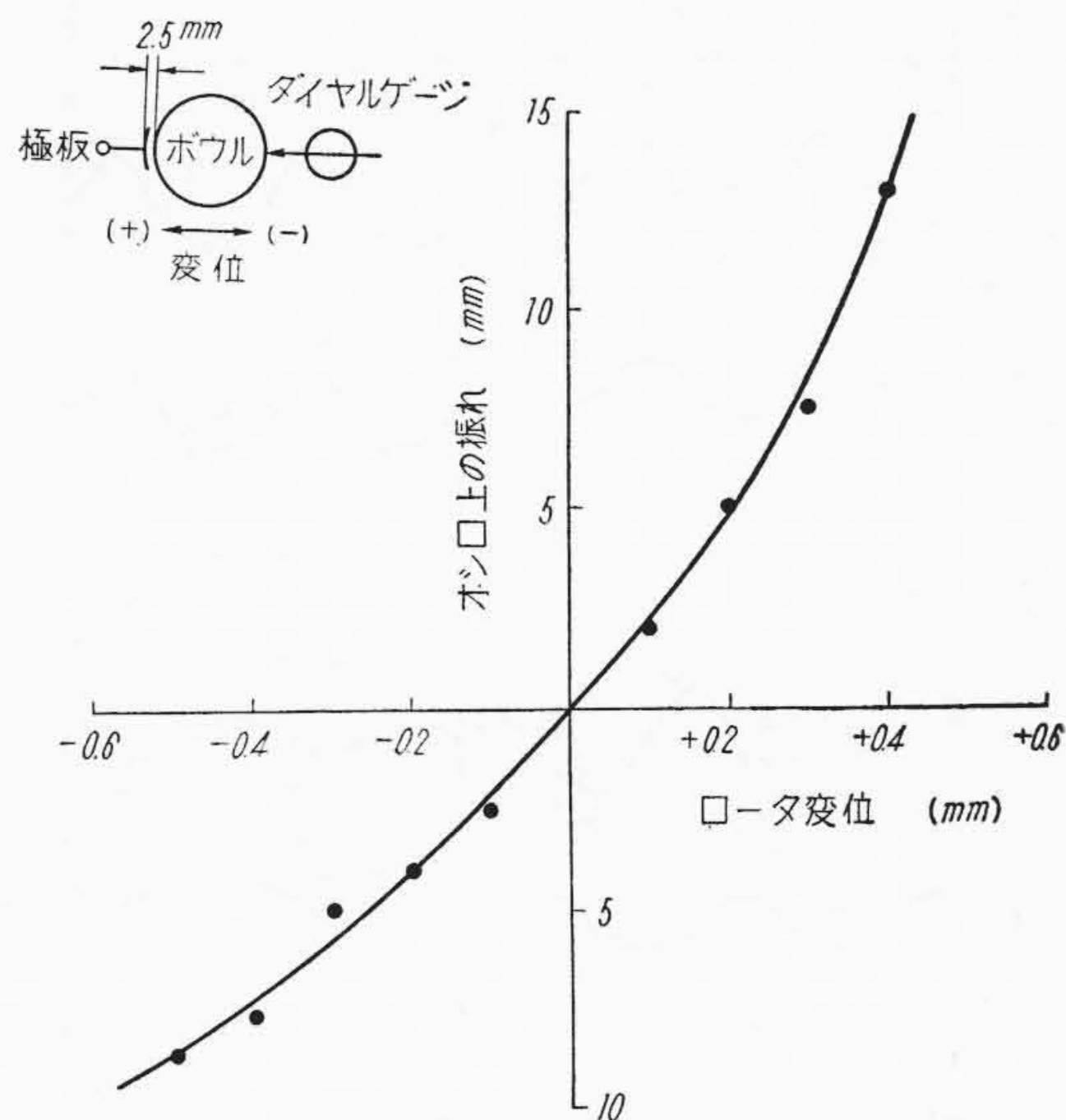


第 4 図 容量形振動計回路

2.2 試験装置

装置の外観を第 2 図にロータおよび装置の系統を第 3 図に示す。このロータは 1 種の倒立振子形突出車軸⁽³⁾で、同一フレームに据付けられた電動機によりベルト駆動される。ロータの自重は約 40 kg あり、倒立振子としての第一次危険速度は約 1,000 rpm であり、定格速度は約 6,900 rpm で、つりあい試験はすべて定格速度で行った。

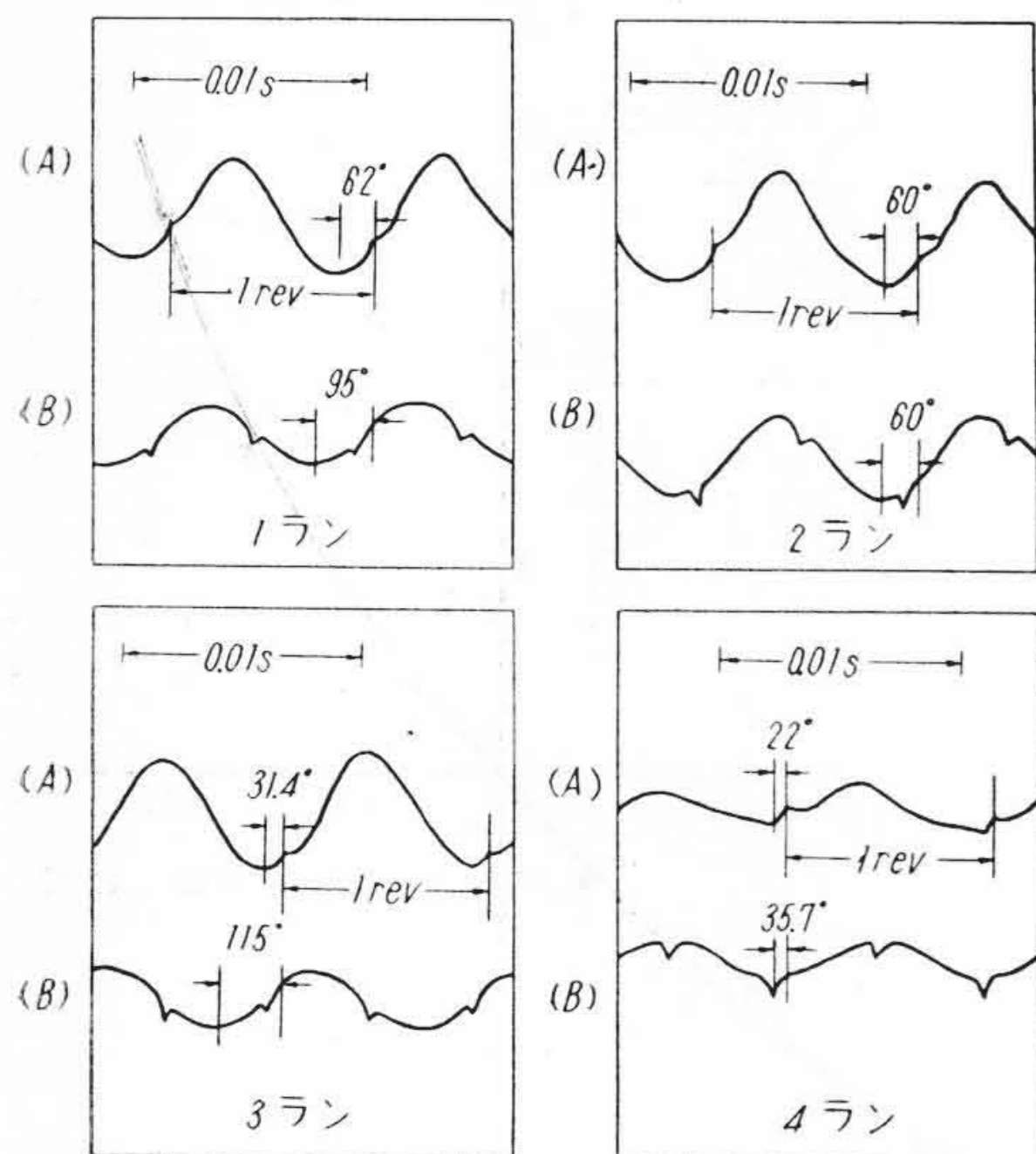
第 3 図において容量形振動計 V_A, V_B および電極板 A, B は振動ベクトルを作る装置で、装置の回路を第 4 図にオシログラム上の感度特性を第 5 図に示す。運転中ロータの A, B 側 2 箇所の振れは振動計により、大体正弦波に近い電流に変換され、電磁オシログラフにより記録される。この記録よりロータの振れの位相すなわちベクトル $\dot{A}$ および $\dot{B}$ の位相が定まる。ベクトルの大きさは別に手持振動計によつて極板 A および B に対向するロータ外周の振幅を直接測定することによつて求める。位相の基準点は極板 B より分岐した極板 C およびそれに対向するロータ上部に設けた凸起物により、1 回転につき 1 回のピーク状電流を作り、これを極板 B より得られた正弦波状の振動電流に重畳せしめることによつて得られる。かくして電磁オシログラフによる記録結果ならびに手持振動計による記録結果より、振動ベクトル $\dot{A}$ および $\dot{B}$ を定めることができる。つりあい試験を行うに際し、ベクトル位相の決定にそのつど振動をオシログラフを用いて撮影する手数が煩雑であるという場合は第 3 図下方に示したブラウン管オシロスコープに現われる振動波形を観察すればよい。ただしベクトルの大きさの決定はこの場合も前記同様手持振動計によらねばならない。



第 5 図 容量形振動計感度特性

第 1 表 テスト No.1 のつりあい量計算 (D 形)

被測定体	D 形片持車軸		月	日	測定者		
A 側	ロータ上部	r_A	11.3 cm	B 側	ロータ下部	r_B	13.0 cm
(a) つりあい面				$\theta = 0^\circ$	つりあい面		
(I)				(II)			
(b) ベクトル	w_{ra}		w_{rb}		量	位 相	備 考
	g-cm	度	g-cm	度	振 幅 (0.01mm)	度	シャフト振れ (全振幅0.01mm)
$\dot{A}$ $\dot{B}$	—	—	—	—	44.6 22.6	62 95	5
$\dot{A}_1$ $\dot{B}_1$	113	0	—	—	43.4 22.4	60 60	8
$\dot{A}_2$ $\dot{B}_2$	—	—	130	0	61 21	31.4 114.8	2.5
$\dot{A}_3$ $\dot{B}_3$	266	-69	166	-103.7	18.6 6.5	22 35.7	5.5
備考: $\dot{A}_3, \dot{B}_3$ はつりあい試験後のベクトル ベクトルの位相角は反時計方向に測る。位相測定は電磁オシロによる。 第 1 回, 第 2 回の試加量はいずれも 10g である。							
(c) 計 算	A 側	量	度	B 側	量	度	
	$\dot{\alpha} = \dot{A}_1 - \dot{A}$	2.0	- 63	$\dot{b} = \dot{B}_1 - \dot{B}$	13.7	-13.3	
	$\dot{\alpha}_1 = \dot{A}_2 - \dot{A}$	31.5	- 13	$\dot{b}_1 = \dot{B}_2 - \dot{B}$	7.5	-152	
	$\dot{\rho}_{Ia} = \dot{\alpha} / \dot{w}_{ra}$	0.018	- 63	$\dot{\rho}_{Ib} = \dot{b} / \dot{w}_{ra}$	0.12	-13.3	
	$\dot{\rho}_{IIa} = \dot{\alpha}_1 / \dot{w}_{rb}$	0.24	- 13	$\dot{\rho}_{IIb} = \dot{b}_1 / \dot{w}_{rb}$	0.058	-152	
	$\dot{\rho}_{Ia} \cdot \dot{\rho}_{IIb}$	0.001	-215	$\dot{\rho}_{Ib} \cdot \dot{\rho}_{IIa}$	0.029	-26.3	
	$\dot{I} = \dot{\rho}_{Ia} \dot{\rho}_{IIb} - \dot{\rho}_{Ib} \dot{\rho}_{IIa}$	0.0302	154	—			
	$\dot{\sigma}_{Ia} = \dot{\rho}_{IIb} / \dot{I}$	1.91	54	$\dot{\sigma}_{Ib} = \dot{\rho}_{IIa} / \dot{I}$	8.0	-167	
	$\dot{\sigma}_{IIa} = \dot{\rho}_{Ib} / \dot{I}$	4.0	-167	$\dot{\sigma}_{IIb} = -\dot{\rho}_{Ia} / \dot{I}$	0.585	143	
	$\dot{\sigma}_{Ia} \dot{A}$	85	116	$\dot{\sigma}_{Ib} \dot{B}$	181	- 72	
	$\dot{\sigma}_{IIa} \dot{A}$	178.4	-105	$\dot{\sigma}_{IIb} \dot{B}$	13.2	238	
	$\dot{w}_{rA} = -\sigma_{rI} \dot{A} + \sigma_{rB} \dot{B}$	266	- 70	$\dot{W}_{rB} = \dot{\sigma}_{IIa} \dot{A} - \dot{\sigma}_{IIb} \dot{B}$	166	-104	
	$\dot{W}_A = \dot{W}_{rA} / r_A$	23.5	- 70	$\dot{W}_B = \dot{W}_{rB} / r_B$	12.8	-104	
	$\dot{\alpha} = \dot{\rho}_{Ia} \dot{W}_{rA}$	4.7	-133	$\dot{\lambda} = \dot{\rho}_{Ib} \dot{W}_{rA}$	32.2	-83.3	
	$\dot{\beta} = \dot{\rho}_{IIa} \dot{W}_{rB}$	39.9	-117	$\dot{\mu} = \dot{\rho}_{IIb} \dot{W}_{rB}$	9.6	-256	
	$\dot{A} + \dot{\alpha} + \dot{\beta}$	0	0	$\dot{B} + \dot{\lambda} + \dot{\mu}$	0	0	

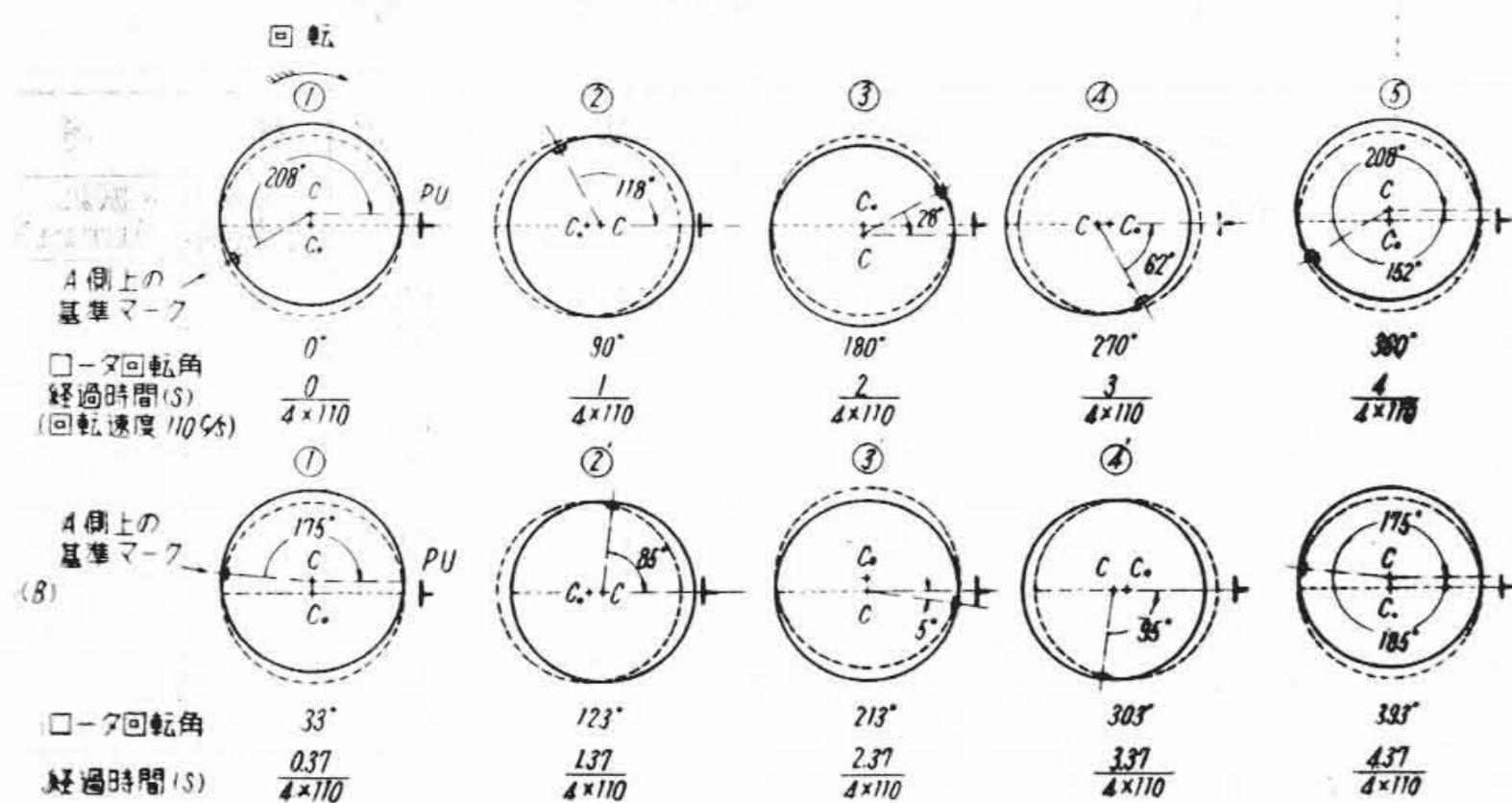


備考: 1ラン=つりあい前, 2ラン=試加量 w_{ra} 付加
3ラン=試加量 w_{rb} 付加, 4ラン=つりあい後
(A) ロータ上部側面振れ, (B) ロータ下部側面振れ,
いずれも電磁オシログラム。

第 6 図 テスト No.1 におけるロータ振れの位相変化

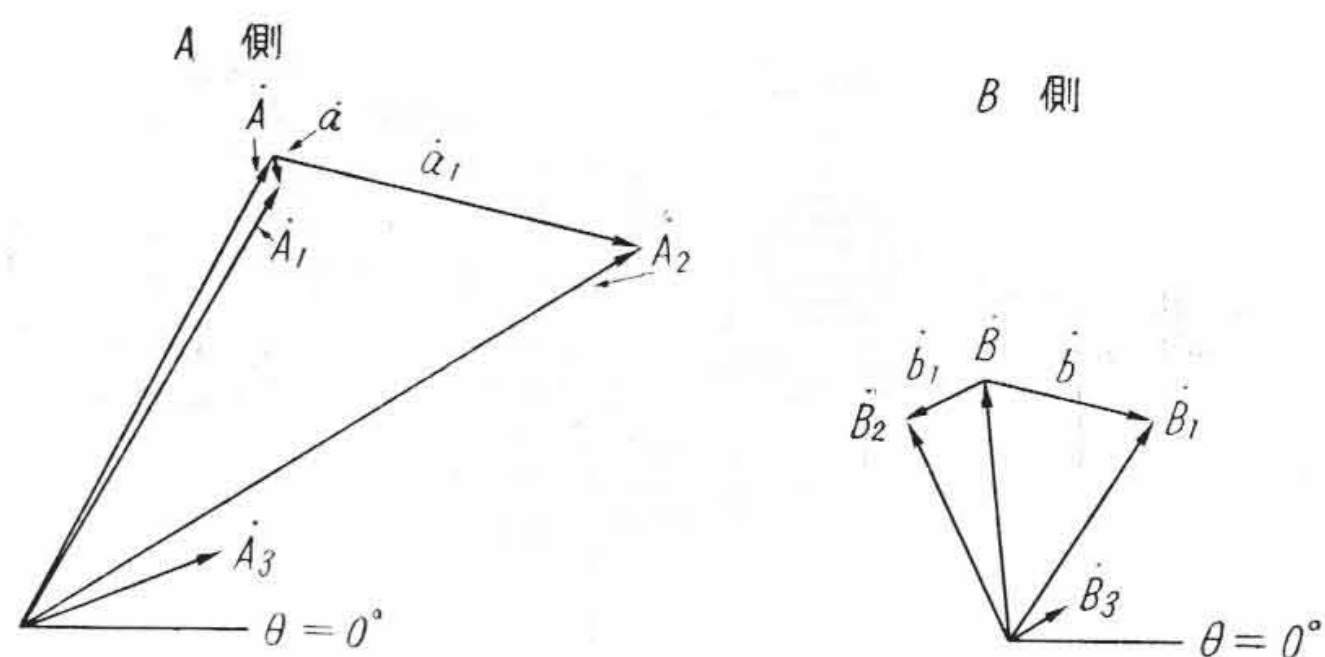
3. つりあい試験の結果

前記試験装置により, 振動ベクトル $\dot{A}, \dot{B}, \dot{A}_1, \dot{B}_1, \dot{A}_2$,
および $\dot{B}_2$ が求められ, また試加量 $\dot{w}_{ra}$ および $\dot{w}_{rb}$ は



備考: 回転速度 6,600rpm におけるロータの振れ。②, ②' はロータ
と P.U. が最も接近した瞬間 ④, ④' はロータと P.U. が最
も離れた瞬間である。最も離れた瞬間における基準マークと
P.U. 間の角度をもつてロータの回転の位相としてある。

第 7 図 ロータの振れとオシログラムとの関係
(テスト No.1)



$\dot{A}$ つりあい前 0.446mm

$\dot{A}_3$ つりあい後 0.186mm

$\dot{B}$ つりあい前 0.226mm

$\dot{B}_3$ つりあい後 0.065mm

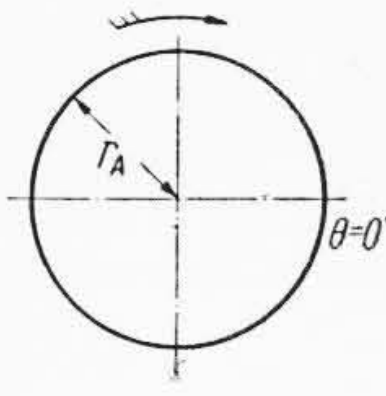
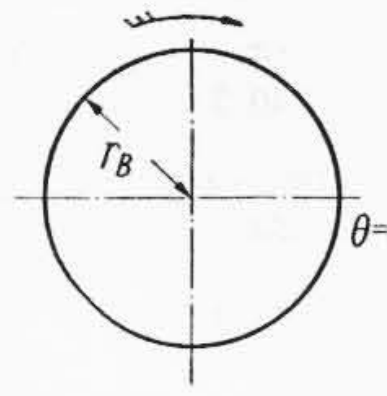
ベクトル $\dot{A}, \dot{A}_1, \dot{A}_2, \dot{A}_3, \dot{B}, \dot{B}_1, \dot{B}_2, \dot{B}_3$ の位相はそれ
ぞれ第 6 図 1 ラン, 2 ラン, 3 ラン, 4 ランの (A), (B) の
位相に対応するものである。

第 8 図 テスト No.1 におけるつりあい前後の
ベクトルの変化

既知とすることができるから (1)~(9) 式によつてつ
りあい量を定めることができる。第 1 表は第 1 回目の試
験におけるつりあい量の計算の経過を示す。表の (a)
欄において $r_A=11.3\text{cm}$ および $r_B=13.0\text{cm}$ はそれぞれ
つりあい面 I および II におけるつりあい溝 (バランスポ
ケットの回転軸心からの距離(半径)であり, $\theta=0$ 度とい
うのは試加量または振れの位相に対し基準点となるロー

タ上の位相を 0 度と約束したという意味である。
(b) のベクトル欄の "量" というのはベ
クトルの大きさの絶対値を表わすもので, 振
動の振幅に比例した数値であれば単位は何で
あつてもよい。この場合は直接ロータ側面で
測定した振れの全振幅が記してある。 $\dot{A}$ およ
び $\dot{B}$ はロータに試加量をつけず回転した場合
の測定値でその大きさはそれぞれ 0.446 mm
および 0.226 mm である。位相すなわち基準
点からロータ側面上回転と逆方向に測つた振
れの極値(極板からロータが最も離れた瞬間)
の角度は A 位置では 62 度, B 位置では 95 度
であつたことを示す(第 6 図左上および第 7
図参照)。第 1 表で振幅の値がミクロンの値
まで記してあるが, 測定できるのは 0.01mm
までで, ミクロンの位は数回測定の平均値で
ある。次に表でベクトル $\dot{A}_1$ および $\dot{B}_1$ は試加
量 10g を I 面につけた場合のベクトルを意味
し, $mr=10 \times 11.3=113\text{g} \cdot \text{cm}$ であり, 大き
さと位相は $\dot{A}_1$ および $\dot{B}_1$ に対しそれぞれ
0.434mm, 60 度および 0.224mm, 60 度であつ
たことを示す。同様にして 2 回目の試加量 10
g を B 側につけた場合のベクトル $\dot{A}_2$ および
 $\dot{B}_2$ はそれぞれ 0.61 mm 31.4 度および 0.21

第 2 表 テスト No.2 のつりあい量計算

被測定体 D 型 ロータ 月 日				測定者			
A 側		ロータ上部 r_A 11.3 cm	B 側		ロータ下部 r_B 13.0 cm		
(a)	つりあい面 (I)			つりあい面 (II)			
(b)	ベクトル	$\dot{A}$	59.6	44.6	$\dot{B}$	31	127
	係数	$\dot{\sigma}_{Ia}$	-1.91	54	$\dot{\sigma}_{Ib}$	8.0	-167
		$\dot{\sigma}_{IIa}$	4.0	-167	$\dot{\sigma}_{IIb}$	0.59	143
	計算	$\dot{\sigma}_{Ia}\dot{A}$	113.6	98.6	$\dot{\sigma}_{Ib}\dot{B}$	248	-40
		$\dot{\sigma}_{IIa}\dot{A}$	238	-123	$\dot{\sigma}_{IIb}\dot{B}$	18	270
		$\dot{W}_{rA} = -\sigma_{Ia}\dot{A} + \dot{\sigma}_{Ib}\dot{B}$	341.5	-52.8	$\dot{W}_{rb} = \dot{\sigma}_{IIa}\dot{A} - \sigma_{IIb}\dot{B}$	223	-125
		$\dot{W}_A = \dot{W}_{rA}/r_A$	30.2	-52.8	$\dot{W}_B = W_{rb}/r_b$	17.2	-125
		$\dot{A}_1$	15 (13~14)	22.6	$\dot{B}_1$	15	40.5

備考: $\dot{A}_1, \dot{B}_1$ はつりあい後の測定値, ベクトルの角度は反時計方向に測つた値を正とする。位相測定は電磁オシロによる。

ベクトルオペレータ $\dot{\sigma}_{Ia} \dots \dots \dot{\sigma}_{IIb}$ は第 1 表 (C) のそれと同一で既知とする。

度の位置につければよいことになる。このつりあい量をつけて運転した場合の振れであるベクトル $\dot{A}_3$ および $\dot{B}_3$ が (b) 欄の最後に記してある。(b) 欄よりつりあい前の振幅は A 側で 0.446 mm がつりあい後 0.186 mm となり, B 側では 0.226 mm が 0.065 mm となり, 計算から期待されるように 0 にはならないが, 振幅はつりあい前の 30~40% となり, つりあい試験の効果があつたことがわかる。つりあいベクトルの計算はすべて作図によつて求める。つりあい前後におけるベクトルの变化状況を第 8 図に示す。

以上はロータに対するベクトルオペレータ $\dot{\sigma}_{Ia}, \dots \dots \dot{\sigma}_{IIb}$ が未知の場合行つた試験であるが, シャフト以外のロータ部分 (ボウル) をシャフトからはずし, 同一軸受台でボウルのつりあい試験ができる場合は最初の試験でベクトルオペレータ $\dot{\sigma}_{Ia} \dots \dots \dot{\sigma}_{IIb}$ があらかじめわかっているから, つりあい試験は前回より簡単になる。第 2 表は第 1

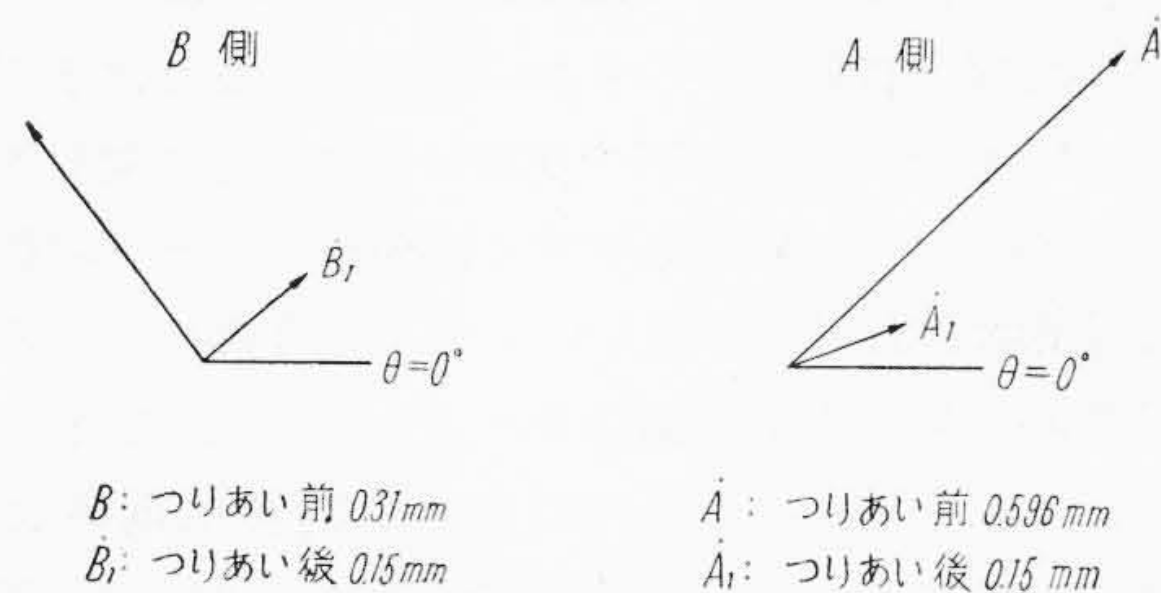
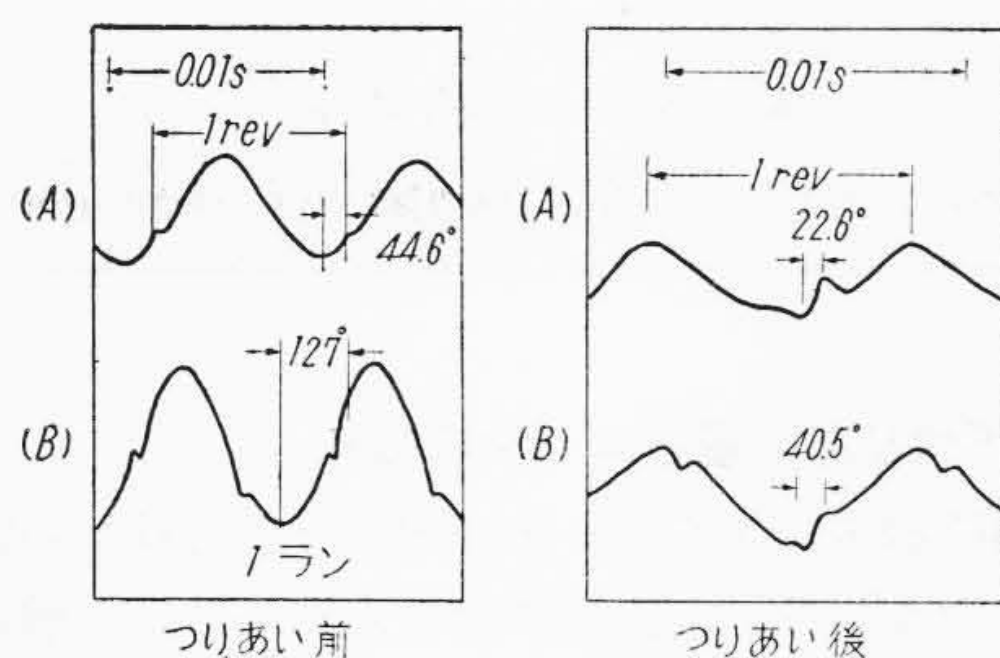
表の場合と同一の軸受およびシャフトに別種の不つりあいボウルを据付けて試験を行つた結果である。つりあい前の振幅 A 側 0.596 mm, B 側 0.31 mm はつりあい後 A, B 側とも 0.15 mm となり, 試験前に比較し A 側では約 25% に, B 側では約 50% に減少している。この場合の振れのベクトルの变化を第 9 図に示す。

前記テスト No.1 および No.2 では位相測定に電磁オシログラフを用いたが, ブラウン管オシログラフを用いてもつりあい試験を行うことができる。この方がオシログラムをそのつど撮影現像する手間がはぶけ簡便である。第 3 表 (a) 欄は前者の方法による結果で, (b) 欄は後者の方法による結果である。いずれの方法によつても試験後振れの振幅は試験前の半分またはそれ以下に減少しているが, 各試験後の位相があまりよく一致しないのはベクトルオペレータが試験運転ごとに若干変動するためと思われる。これに関しては次節に述べる。

4. 結果の検討

4.1 ベクトルオペレータ

本つりあい試験において, ベクトルオペレータは試験条件が同一である限り, 試験の回数あるいは試験時間に無関係に一定であると仮定している。しかし実際は試験ごとに軸受の温度上昇などのため支持条件が異なつてくることが, また本試験ではロータ表面は完全に真円であり振れの位相ならびに大小は完全に不つりあい量の位相ならびに大小を表わしていると仮定しているが, 実際はか



第 9 図 テスト No.2 における振れのベクトルの变化

114.8 度であることを示す。以上 3 回の試験運転の結果より 6 個のベクトル $\dot{A}, \dots \dots \dot{B}_2$ が得られたから, これを基にして (C) 欄において所要のつりあい量 $\dot{W}_A$ および $\dot{W}_B$ が計算される。すなわちつりあい量として A 側には 23.5 g を -70 度の位置につければよく, B 側には 12.8 g を -104

第3表 つりあい前後における振れの変化

位相 測定	テスト No.	全 振 幅 (0.01mm) 位相(°)	A 側		B 側		シャフト全振幅 (0.01mm)		A 側 危 険 速 度 通過時全振幅(0.01mm)		備 考 (つりあい前状態)
			つりあい前	つりあい後	つりあい前	つりあい後	つりあい前	つりあい後	つりあい前	つりあい後	
電 磁 オ シ ロ (a)	1	量 度	44.6 62	18.6 22	22.6 95	6.5 35.7	5 —	5.5 —	54 —	22 —	ハイスポット法によりつりあい試験実施
	2	量 度	59.6 44.6	15 22.6	31 127	15 40.5	8 —	7.5 —	60 —	24 —	つりあい試験実施せず
ブ ラ ウ ン 管 (b)	1'	量 度	44.6 72	26.5 26	22.6 90	5~13.5 54	5 —	3 —	54 —	31 —	テストNo.1と同一
	2''	量 度	59.6 52.7	14 36	31 126	11.4 0	8.5 —	8.5 —	— —	— —	テストNo.2と同一

第4表 ベ ク ト ル オ ペ レ ー タ

テスト No.	σ_{Ia}		σ_{Ib}		σ_{IIa}		σ_{IIb}		備 考		
	量	度	量	度	量	度	量	度	つりあい前状態	位 相 測 定 法	試 加 量
1	1.91	54	8.0	—167	4.0	—167	0.59	143	ハイスポット法で試験 つりあい未試験	電 磁 オ シ ロ 電 磁 オ シ ロ	第1回, 第2回とも 10g 第1回, 第2回とも 20g
3	0.91	—46	11.4	—180	6.4	—176	1.74	25			
1'	3.12	45	9.9	—163	3.9	— 73	0.42	94	No.1 に同じ	ブラウン管オシロ ブラウン管オシロ	No.1 に同じ
3'	2.13	—67	10.3	—182	4.9	—184	2.75	243	No.3 に同じ		

第5表 不 つ り あ い 量 の 振 れ に 及 ぼ す 影 響

テスト No.	全 振 幅 (0.01mm) 位相(°)	A 側		B 側		シャフト振幅		つ り あ い 量
		つりあい前	つりあい後	つりあい前	つりあい後	つりあい前	つりあい後	
3	量 度	59.6 52.7	19.5 171	31 126	15.5 76.5	8 —	8.5 —	つりあい試験のつりあい量 $\dot{W}_A, \dot{W}_B$ No.3 の $\dot{W}_B$ から 10g を取り除いた不つりあい状態
3'	量 度	16 135	— —	18.2 110	— —	6 —	— —	
4	量 度	59.6 52.7	14 36	31 126	11.4 0	8.5 —	8.5 —	つりあい試験のつりあい量 $\dot{W}_A, \dot{W}_B$ No.4 の $\dot{W}_A$ から 10g を取り除いた不つりあい状態
4'	量 度	12 54	— —	12 36	— —	6 —	— —	

かるロータはいかに精密に加工しても製作し得ず、したがってかかる仮定はなりたないこと、さらに試験ごとにロータの回転速度を同一にすることは困難で、速度が変ればオペレータは変ること、これらの理由のため振れのベクトル位相ならびに量の測定結果は真のつりあい試験の対象となるベクトルを完全に現わしていないことになる。かかる結果はベクトルオペレータの不確実性となつて現われるから、この量を基にしてつりあい量を計算しても、これが真のつりあい量になり得ない。試験結果によるとつりあい後の振れはつりあい前の半分程度にはなるが、これより小さくすることは困難である。これは實際上ベクトルオペレータがもともと完全に安定した量でないからである。第4表は最初のつりあい条件を変えて試験運転を行つて求めたベクトルオペレータで、軸受条件、ロータ側面の真円度および回転速度などが一定なら初期のつりあい条件に無関係に各試験をとおし等しいベクトルオペレータが得られるはずである。しかるに実際のオペレータは試験ごとにかなり値が相違していることがわかる。

4.2 不つりあい量とロータの振れ

第3図に示すようにつりあい面Ⅰと重心Gとの距離はつりあい面ⅡとGとの距離に比較して小さい。前者を1とすると後者は2の割合になつている。これに対してつりあい溝の半径はⅠ面で11.3cmⅡ面で13cmである。したがって同一質量の不つりあい量をⅠ面またはⅡ面に取り付けた場合、Ⅰ面の不つりあい量は重心に対し不つりあい遠心力として作用しやすく、運転中ロータの振れに及ぼす影響は比較的小さい。しかるにⅡ面の不つりあい量は重心に対し不つりあいモーメントとして作用しやすく、運転中ロータの振れに及ぼす影響は前者より大である。実際つりあい試験を終つたロータに同じ質量の不つりあい量(この量は本法のつりあい試験後A、B両面の位相差を減らす目的で試験的に付加した調整量であり後に説明する)をⅠ面あるいはⅡ面につけて振れを測定した結果は第5表のごとくで、やはりⅡ面の不つりあい量がⅠ面のそれよりロータの振れに大きく作用していることがわかる。すなわちテストNo.3のB側つりあい後の振幅0.155mmはテストNo.3'では0.182mmに増

し、テスト No.4 のB側つりあい後の振幅 0.114 mm はテスト No.4' では 0.12 mm となりあまり変わらない。これに対しA側振幅は No.3', No.4' とともに No.3, No.4 のつりあい後状態の振幅より同等に若干減り、かつシャフト振幅も減っている。かように正規のつりあい試験を完了したのち、さらに A, B 両面の位相差を減ずるよう調整量を付加することにより、ある程度つりあい状態がさらに改善されるという事実は本つりあい試験において求めたベクトルとオペレータの不確実性によるもので、これはロータの構造、測定精度の限界から生ずるものでやむを得ない。 $\dot{W}_A, \dot{W}_B$ より 10 g を除いたのはA側、B側の振れの位相差を減ずることにより、さらにつりあい状態を改善する目的のためで、位相差を減ずることにより、A側では各テストとも振幅は減じた。表のごとくテスト No.3 では位相差 $171^\circ - 76.5^\circ = 94.5^\circ$ が No.3' では $135^\circ - 110^\circ = 25^\circ$ となり、テスト No.4 では $36^\circ - 0^\circ = 36^\circ$ が No.4' では $54^\circ - 36^\circ = 18^\circ$ となつている。位相差を減ずることにより、シャフトの振幅が減っていることから、シャフトの振れはロータ上下面の位相差が少なくなることがわかる。

5. 結 言

危険速度以上で運転される高速縦形片持車軸について

て、2軸受車軸に適用される2面同時つりあい試験を行った。運転速度においてロータ外表面2箇所の振れの大きさと位相を3回測定し、ベクトル計算から不つりあい量を定めた。つりあい試験後ロータの振れは試験前の半分以下となり、片持車軸についても2面同時つりあい試験を行いうることを確かめた。

試験後のロータの振れを十分小さくし得なかつたがこれは計算上一定なるべきベクトルオペレータが、実際は車軸の構造的関係で試験運転ごとにある程度変動するためと思われる。これに関しては次回究明する予定である。

本研究にあたり、日立製作所日立研究所今尾主任研究員の御指導ならびに日立製作所多賀工場商品部関係者各位の御協力を賜つたことを厚く御礼申し上げる。

参 考 文 献

- (1) 谷口: "回転機械のつりあわせ", 機械振動とその対策第2集111(昭 29-5)
- (2) 今尾: 携帯用回転平衡調整装置, 日評 33, 375 (昭 26-5)
- (3) 小堀: 遠心清浄機の危険速度, 日評 36, 975 (昭 29-6)



特 許 と 新 案



最近登録された日立製作所の特許および実用新案

(その5)

(第30頁より続く)

区 別	登録番号	名 称	工 場 別	氏 名	登録年月日
実用新案	472012	伝 導 装 置	多 賀 工 場	田 沢 卓	33. 2. 21
"	472015	油 清 浄 用 遠 心 分 離 機 回 転 筒	多 賀 工 場	川 崎 光 彦	"
"	472018	遠 心 分 離 機 回 転 筒	多 賀 工 場	門 馬 光 雄	"
"	472023	内 燃 機 関 着 火 断 続 装 置	多 賀 工 場	宮 崎 達 三 郎	"
"	472024	内 燃 機 関 着 火 断 続 装 置	多 賀 工 場	宮 崎 達 三 郎	"
"	472026	遠 心 分 離 機	多 賀 工 場	川 崎 光 彦	"
"	472028	内 燃 機 関 着 火 断 続 装 置	多 賀 工 場	宮 崎 達 三 郎	"
"	472029	内 燃 機 関 着 火 装 置	多 賀 工 場	宮 崎 達 三 郎	"
"	472037	カーボンパイル調整器による電動機の自動速度調整装置	多 賀 工 場	一 木 利 信	"
"	472045	ホ イ ス ト 装 置	多 賀 工 場	滑 川 清	"
"	471959	油 浸 式 X 線 管 球 容 器	亀 戸 工 場	和 田 正 脩	"
"				小 林 長 勝	"
"				馬 場 勝 彦	"
"	471973	電 動 ポ ン プ の 軸 封 装 置	亀 戸 工 場	伊 藤 虎 男	"
"	471975	電 流 継 電 器	亀 戸 工 場	松 田 幸 次 郎	"
"	472016	蛍 光 灯 ス タ ン ド	亀 戸 工 場	川 村 信 一	"
"	472021	電 磁 石 装 置	亀 戸 工 場	千 原 錦 吾	"
"	472042	X 線 断 層 撮 影 装 置	亀 戸 工 場	和 田 正 脩	"
				小 林 長 文	"
				安 藤 平 蔵	"

(次頁へ続く)

最近登録された日立製作所の特許および実用新案
(その6)

(前頁より続く)

区 別	登録番号	名 称	工 場 別	氏 名	登録年月日
実用新案	471958	信 号 音 発 生 装 置	戸 塚 工 場	田 島 喜 平 太 北 村 村 敏 木 二 見 一 古 谷 二 郎 古 谷 勝 美 大 塚 勝 美 若 松 芳 男 水 戸 祥 正 太 田 栄 吾 井 上 一 森 川 実 今 橋 佑 小 林 一 近 林 二 高 野 大 吉 大 滋 吉	33. 2. 21
"	471967	直 列 型 有 極 電 磁 器	戸 塚 工 場		"
"	471983	空 中 線 系 支 持 金 具	戸 塚 工 場		"
"	471984	ア ン テ ナ 素 子 取 付 装 置	戸 塚 工 場		"
"	471998	丸 棒 取 付 器 具	戸 塚 工 場		"
"	472032	薄 肉 材 用 外 径 プ ロ ー チ	戸 塚 工 場		"
"	472041	同 時 送 受 話 自 動 中 継 装 置	戸 塚 工 場		"
"	472022	気 体 洗 浄 器	中央研究所		"
"	472019	直 流 発 電 機 の 自 動 電 圧 制 御 装 置	日立研究所		"
"	472030	サイクロンによる交流電動機の制御装置	日立研究所		"
"	472039	誘 導 電 動 機 の 速 度 調 整 装 置	日立研究所		"

新案の紹介

登録新案 第 467097 号
寺 田 進

渦 卷 ポ ン プ

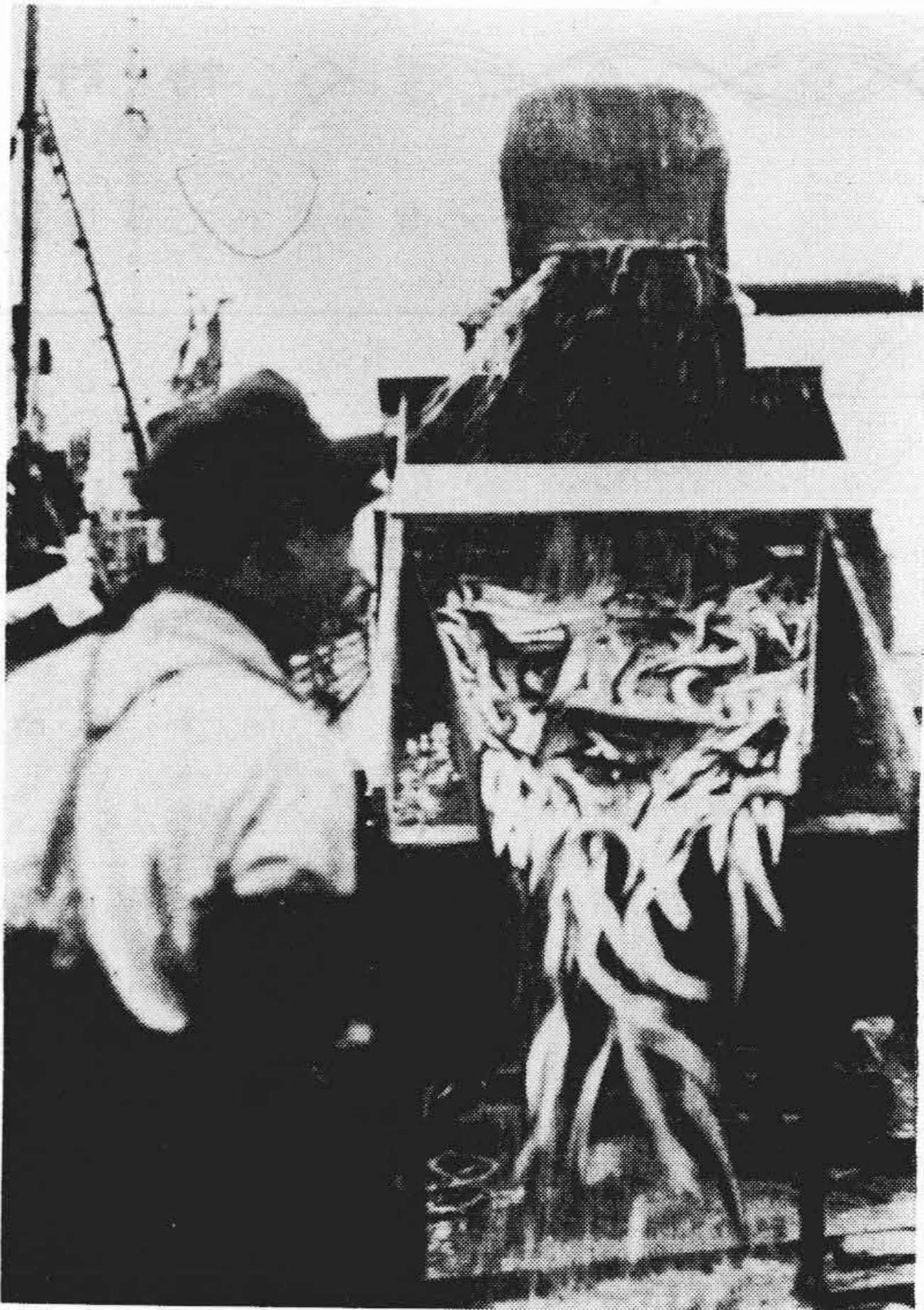
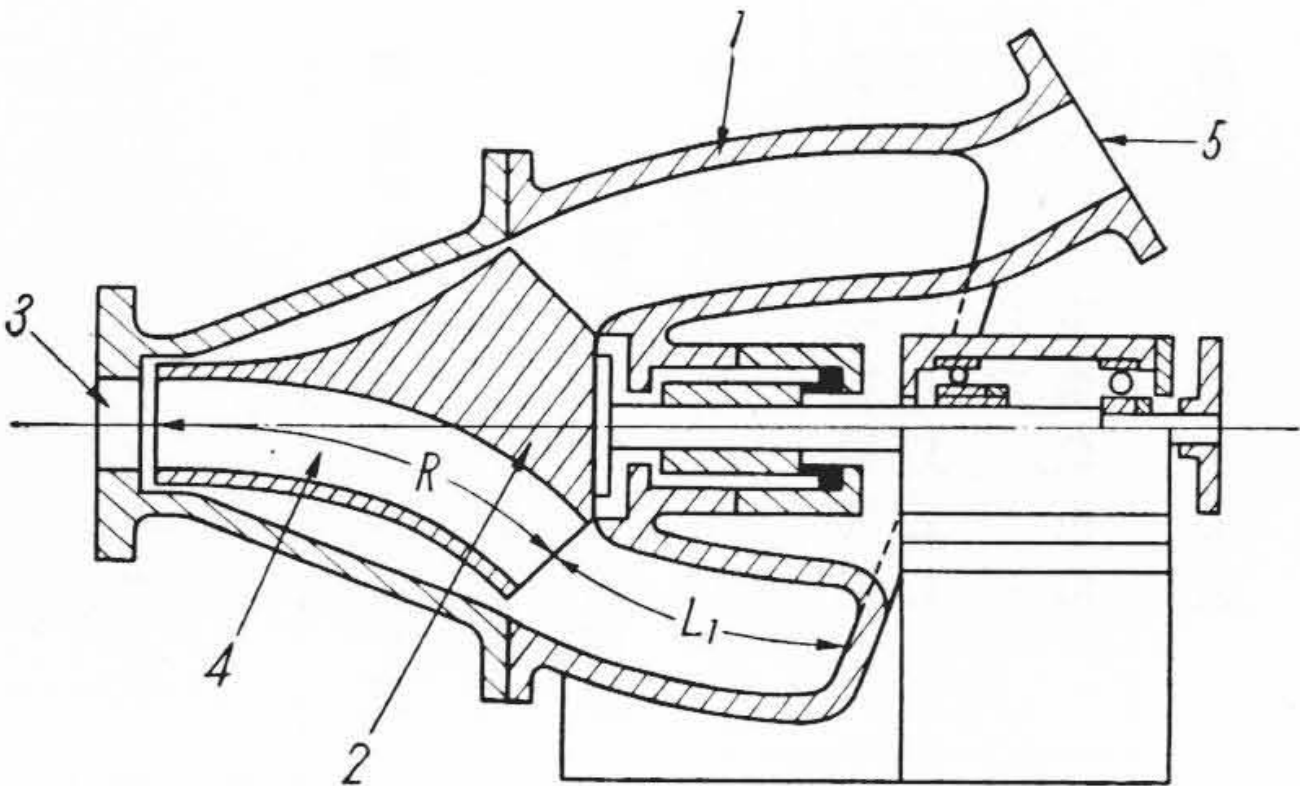
この渦巻ポンプは、流体を軸方向から吸いこみ斜め外方に吐出するブレードレスインペラ2を使用し、渦巻ケーシング1のメリジアン方向の最短部の長さ L_1 がインペラ2のメリジアン方向の長さ R にほぼ等しくなるように構成したものである。

ポンプの吸込口3から生魚を含んだ水がインペラ2内に吸いこまれると、単一の通路4を通過する間に水圧が上昇して渦巻ケーシング1内に水は流れこむが、渦巻ケーシングのメリジアン方向の長さ L_1 が長くなっているから、生魚は折り曲げられず吐出口5から水とともに送り出される。

この渦巻ポンプによれば、大きな生魚でも折り曲げられず、またいたまずに、海中から直接に船中に吸引され、あるいはキャッチャボートから母船に移送したり、運搬船から陸上へ水揚げしたりすることができる。

この渦巻ポンプは現在実用し好成績をあげている。

(富田)



ポンプによるサシマの水揚げ