

シートNO.

8 - 1 - 1

## 回転機械の不釣合による振動

### バランスシング

#### 回転機械に発生する異常

回転機械に発生する異常振動の原因では、不釣合によるものが約30%にも及んでいる。従って不釣合を修正することすなわち、バランスシングは非常に重要な作業である。

#### バランスシング

不釣合により発生した振動の回転周波数成分の振幅を低減させることをいう。バランスシング作業は、下記の方法で行われている。

- ① バランシングマシン
- ② フィールドバランシング

#### バランシングマシン

回転体単体の不釣合を修正するものであり、一般的には、修正時の運転条件と実稼働状態での運転条件が異なるため、現場に回転機械を据付けた後、再び振動が発生することがある。

#### フィールドバランシング

実稼働の状態での運転条件下で振動を低減させる方法である。大多数の回転機械においては非常に有効な方法である。

<メモ>

シート N.O.

バランシング

8 - 1 - 2

## バランシングの原理

バランシングの基本は、図 8-1 に示すように回転体全体としての不釣合の合力  $\bar{U}$  を求め、その反対方向に同じ大きさの質量  $U_c$  を付加することであるが、これでは静的な不釣合は修正できても、偶力による不釣合が残ってしまう。従って、完全なバランシングを行うには、これらを合わせた動的不釣合を修正するということが必要になる。

ただし、長さの短い回転体の場合には、静的不釣合のみで考えてもあまり問題はない。

## バランスの修正方法

- ① 1面修正法
- ② 2面修正法

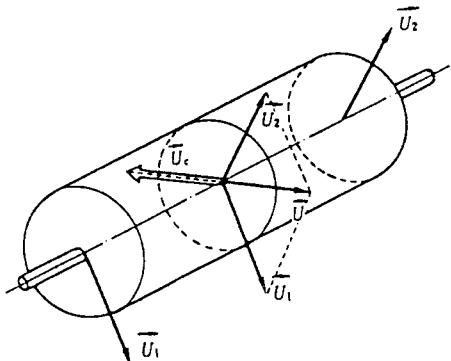


図 8-1 バランシングの基本的な考え方

&lt;メモ&gt;

---



---



---



---



---



---

シート N.O.	<u>バランスの原理</u>	
8 - 1 - 3		

回転体に生じている不釣合い力  $U_n$  とその時に測定した振動（ここではその回転周波数成分） $V_m$ との間には、ガタなどの非線形要素を考えない場合次の式が成り立つ。

$$V_m = \rho_{m n} \times U_n$$

$V_m$  は第  $m$  番目の測定条件で測定した振動（ $m$  番目の測定箇所）

$U_n$  は  $n$  面のアンバランスで、 $\rho_{m n}$  は伝達関数という、この二つの値とも不明である。この式だけでは、二つの値が不明なので、解を求めることができない。

そこで試し重り ( $W_{t n}$ ) を取付けそのときの振動から  $\rho_{m n} \cdot U_n$  を求めることになる。

$$V_m = \rho_{m n} \times (U_n \times W_{t n})$$

従来のベクトル作図法は、1面修正では  $n = 1, m = 1$  の場合であり、2面修正では  $n = 2, m = 2$  の場合に相当する。1面修正では、1軸受の振動を測定すれば完全な解を求めることができる。

<メモ>

---



---



---



---



---



---

シート N.O.

8 - 1 - 4

バランスの原理

実際には、据付け条件、運転条件の影響により、修正したいとしても思うように振動が低下しなかったり、他の軸受の振動が逆に増加する現象がしばしば発生した。このため、実際のバランスは数回以上の修正を必要としていた。この原因として次の点が上げられる。

$$V_m = \rho_m n \times U_n \text{ の式で}$$

$\rho_m n$  : 伝達関数が運転条件や振動測定位置により異なるためである。

つまり、Aという軸受で測定した場合の修正値と、Bという軸受で修正した場合の修正値が異なるにもかかわらず、片側だけの測定結果及び計算結果で修正するためである。本来ならば多条件で修正計算をすべきであるが振動が0になることはなく必ず残留振動が残る。

故に最適修正は、この残留振動が最も少なくなるように計算する必要がある。また、修正面もこの残留振動計算に基づいて決定すべきであるが、これらの計算は非常に煩雑であり従来の手計算では困難であった。しかし、近年プログラム電卓を使用して正しい効率の良い修正作業が実施されている。

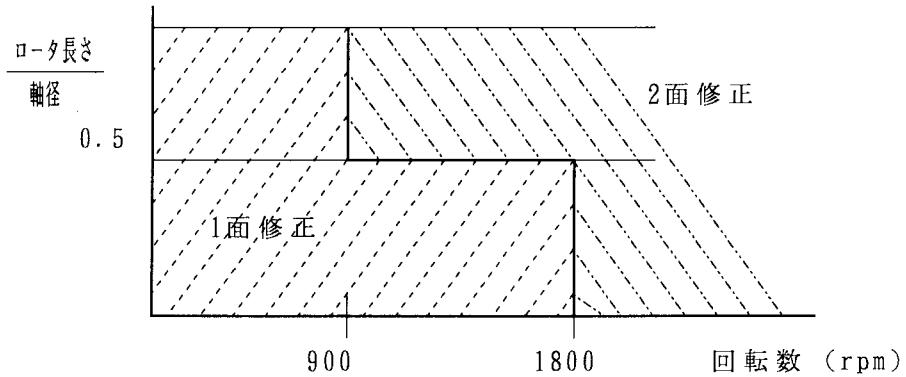


図 8-2 修正面数の選定基準

&lt;メモ&gt;

シート N.O.

8 - 2 - 1

### バランスの測定法

#### 測定法および作業フロー

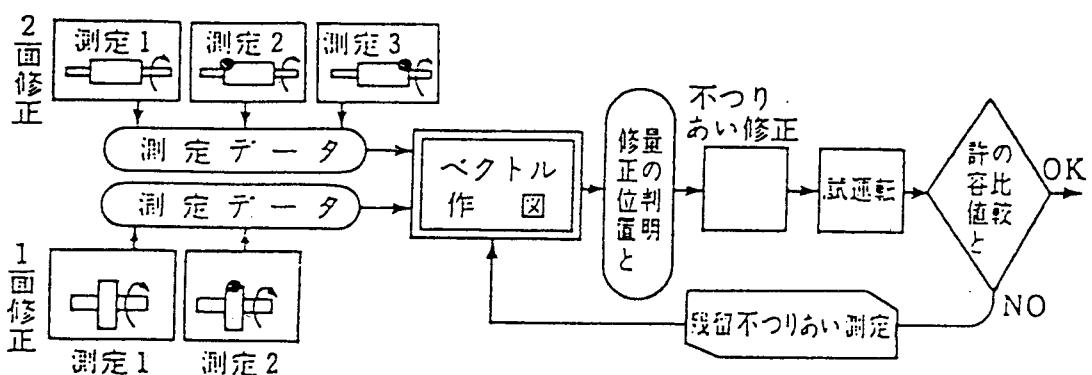
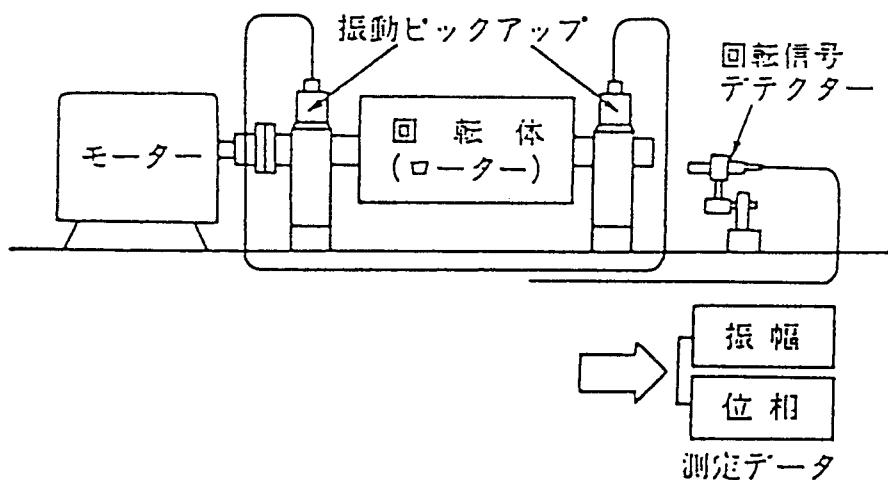


図 8-3 測定作業フロー

<メモ>

シート N.O.	<u>バランスングの測定法</u>	
8 - 2 - 2		

測定は、通常軸受振動を測定し、回転周波数成分だけを抽出してその振幅と位相を読みとる。

#### 測定データ

①現状

②試し重りを取付けた状態

の両方のデータを読みとり、最適修正計算を行う。

ただし、試し重りを取付けることにより、位相・振幅がある程度以上変化する必要がある。また、あわせて試し重りを取付けたとき、必ず振動を減少する方向にする必要がある。なぜなら、アンバランス方向に取付けた場合にはさらに振動が増加するので、軸受やラビリンス等を損傷させるおそれがあるためである。

試し重りの質量を求める計算式には次のものがある。

1200～3000 rpm

$$W_t = \frac{(羽根車の重量 kg) \times (\text{何も付けていないときの振幅: 両振幅 } \mu\text{m})}{(\text{軸心から試し重りを取付ける箇所までの距離 } \text{mm})}$$

1500 rpm

$$W_t = \frac{4 \times W(\text{ロータの重量}) \times D(\text{何も付けていないときの振動})}{R(\text{軸心から試し重りを取付ける箇所までの距離 mm})}$$

1500 rpm以上

$$W_t = \frac{11.26 \times W \times 10^{-2}}{(\text{回転数} / 1000) 2 \times R}$$

<メモ>

---



---



---



---



---



---

シートNO.	<u>フィールドバランス</u>	
8 - 3 - 1	<u>三点法による修正</u>	

### 三点法による修正

三点法による修正は、一般の振動計があれば容易に修正できる方法である。

#### 測定および修正方法

アンバランス状態の振幅  $A_0$  を測定する。機械設備を停止させロータの円周方向に120度ずつへだたった三点を決め、それぞれの点を①・②・③とする。このとき試し重りの取付け位置は半径方向に等距離の位置とし、運転条件は全て同じとする。

#### 測定の手順

- ① 原点Oから120度ずつずらした  $S_1$ ・ $S_2$ ・ $S_3$  の放射線を引く。
- ② 原点からアンバランス状態の振幅  $A_0$  を半径として円を描く。
- ③ 次に  $P_1$  点を中心として半径  $A_1$  の円を描く以下順に  $P_2$ ・ $P_3$  点を中心として半径  $A_2$ ・ $A_3$  の円を描く。
- ④ 描いた三つの円は、点Bでほぼ交わる。このとき線OBの方向が修正重りを取付ける方向を示している。
- ⑤ 次に線OBの長さを測定し、その値をLとする。修正重りの質量は、次の式から求めることができる。

$$W = \frac{E \times A_0}{L}$$

W : 修正重りの質量  
 E : 試し重りの質量  
 $A_0$  : アンバランス状態での振幅  
 L : 線OBの長さ

<メモ>

---



---



---



---



---

シート N.O.

8 - 3 - 2

バランスの解析事例

三点法の作図方法による解析 (cm)

バランスデータ

回数	試し重りの位置	試し重りの質量(g)	振動値(μm)	記号
1			55	A <sub>0</sub>
2	0°	400	36	A <sub>1</sub>
3	120°	400	125	A <sub>2</sub>
4	240°	400	94	A <sub>3</sub>

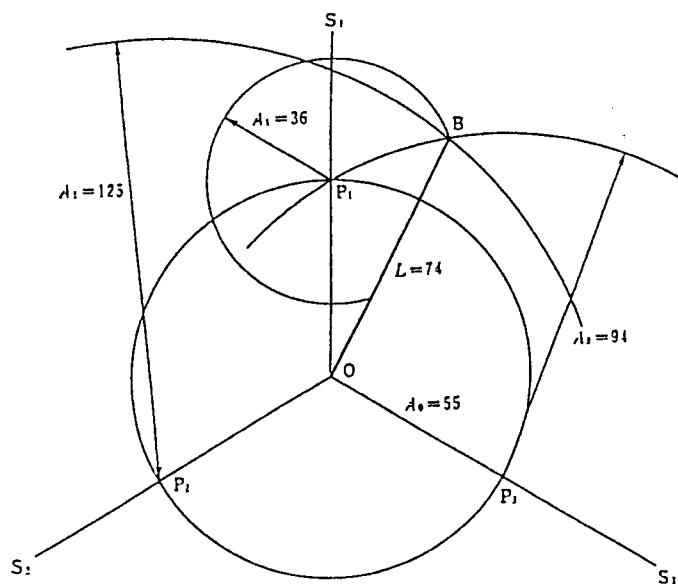


図 8-4 三点法による作図例

&lt;メモ&gt;

シートNO.	<u>バランスの測定実習</u>	
8 - 4 - 1	<u>( 1 / 3 )</u>	

設備の概略図	測定日時 H 年 月 日 ( 時 分 )
	設備名 _____
	管理番号 _____
	使用機械要素
	・軸受 _____
	・歯車 _____
	・モータ k w p

アンバランス状態の振動波形（添付欄）

<メモ>

シートNO.	<u>バランシングの測定実習</u>	
8 - 4 - 2	<u>( 2 / 3 )</u>	

バランシングデータ

回 数	試し重りの位置	試し重りの質量(g)	振動値(μm)	記 号
1				A <sub>0</sub>
2	0°			A <sub>1</sub>
3	120°			A <sub>2</sub>
4	240°			A <sub>3</sub>

バランス修正後の振動波形（添付欄）

<メモ>

---



---



---



---



---



---

シートNO.	<u>バランスの測定実習</u>	
8 - 4 - 3	<u>( 3 / 3 )</u>	
三点法の作図		
<メモ>		
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>		