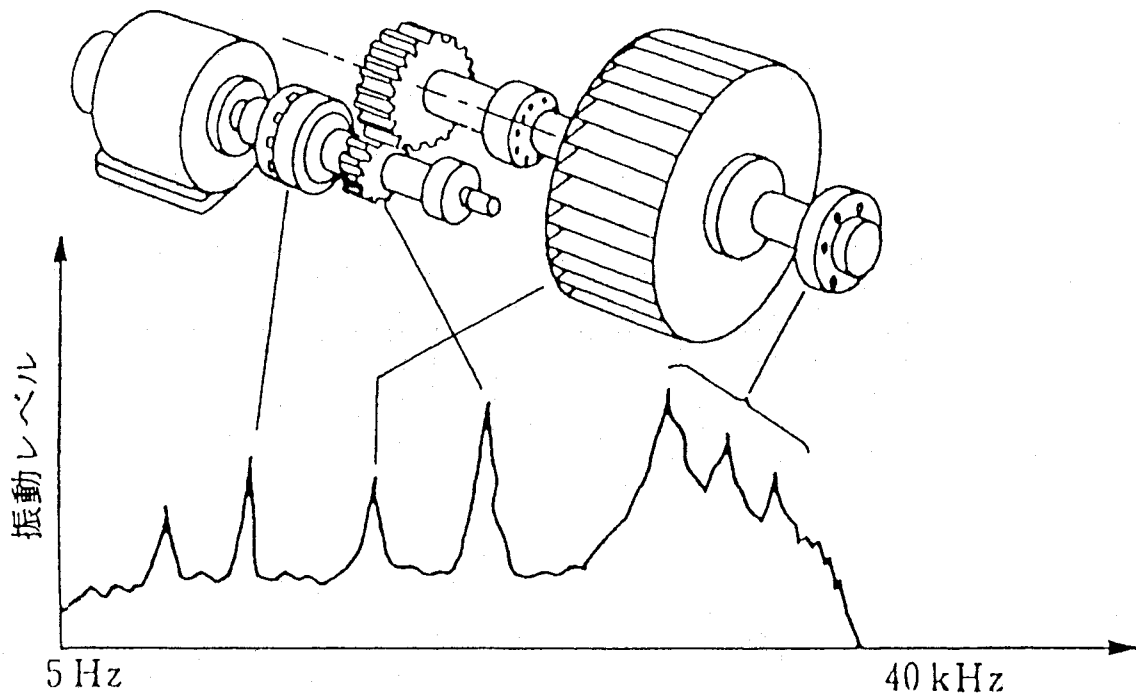


## 4 回転機械診断の原理

異常振動のうち、幾つかの原因はモード、パラメータにより分かる。また、特徴的な方向に振動を発生することも分かっている。

### 1 異常と振動

次に異常の原因と振動の関係を述べる。



←低周波・速度の測定→ ← 中間、高周波・加速度の測定 →

強制力によるトラブル  
自励力によるトラブル  
アンバランス  
ミスアライメント

衝撃力によるトラブル  
共振によるトラブル  
歯車の異常  
摩耗によるトラブル  
転がり軸受の異常

図4-1 回転機械の振動

## アンバランス

アンバランスが原因の時の振動数は、回転周波数に同じ。アンバランス量に比例し、半径方向の振動が大きいものの大部分はアンバランスである。水平方向に振動しやすい。オーバーハングタイプの機械では軸方向も同程度の振動が発生する。

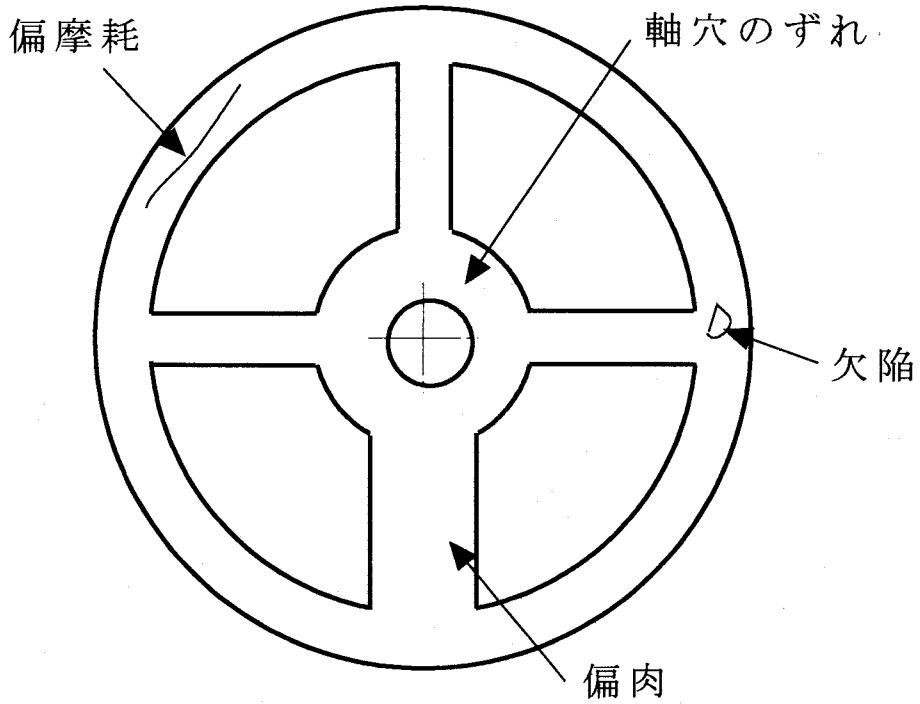
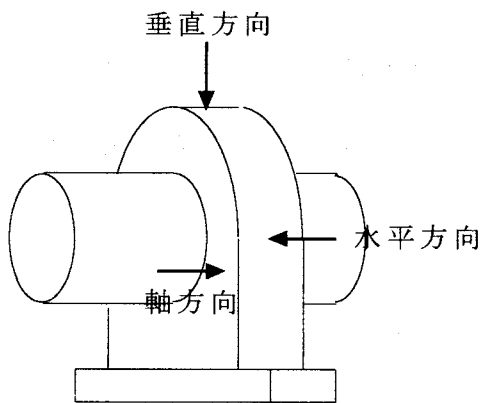


図4-2 アンバランスの原因



半径方向 特に  
水平方向の振動が  
大きくなる。

図4-3 測定の方法

## ミスアライメント

ミスアライメントが原因の時の振動数は、回転周波数に同じ、又はその2倍3倍になる。激しくなると高周波が発生する。軸方向の振動が大きい（半径方向の50%以上）時には半径方向より大きい。軸方向の位相が軸受間で異なる。

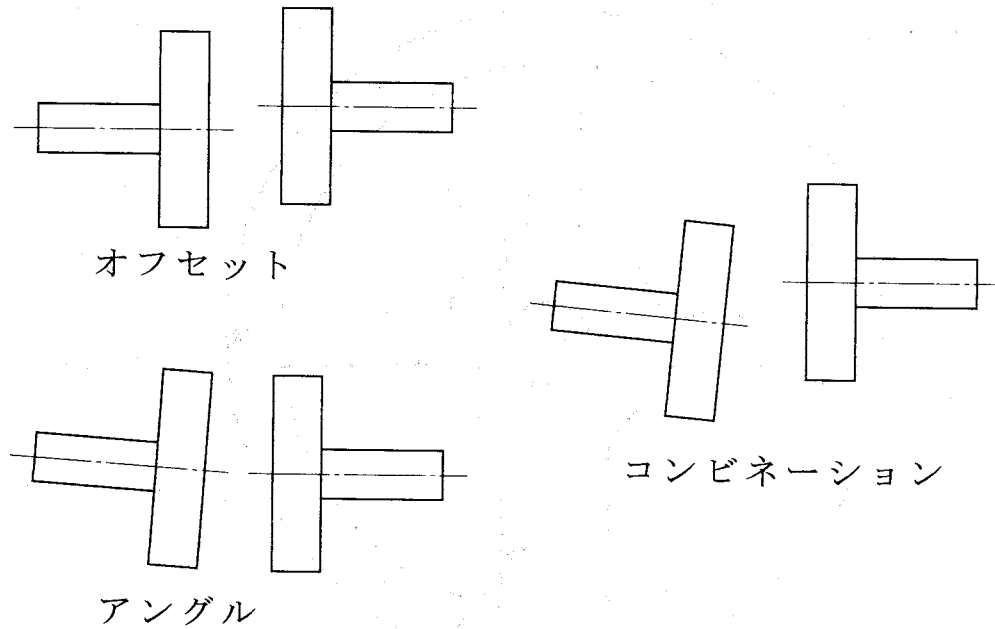
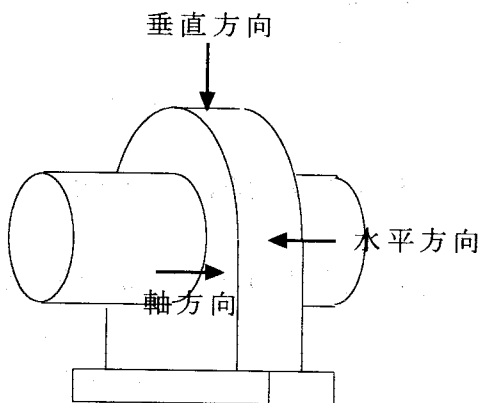


図4-4 ミスアライメントのタイプ



特に

軸方向の振動が

大きくなる。

図4-5 測定方向

## ゆるみ、ガタ

ゆるみやガタが原因の時の振動数は、回転周波数の2倍。クリアランスの過大、取付けボルトの劣化などで発生する。ゆるみ間の位相ずれ。

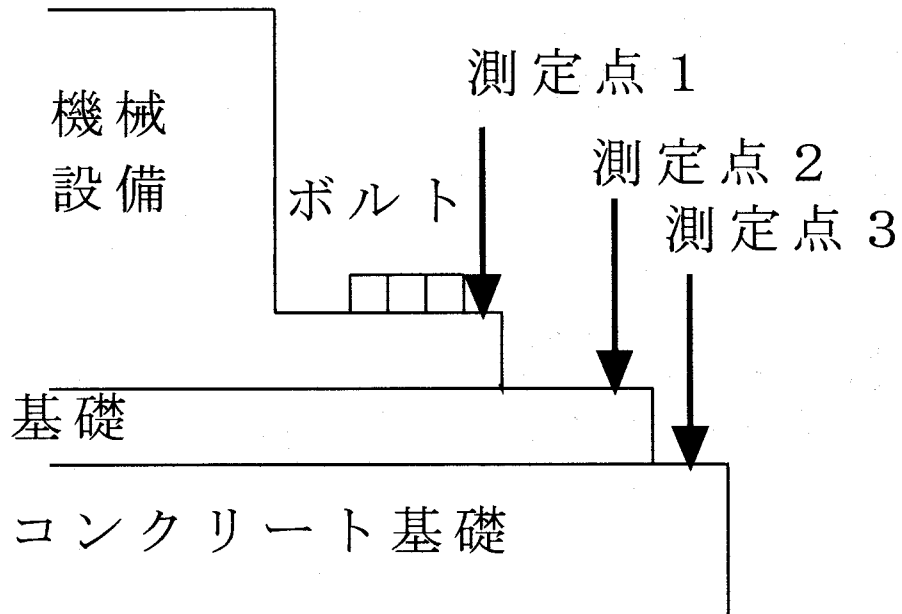


図4-6 測定的位置

振動は、

測定点 1 に対して

2, 3 が著しく減少する。

## ころがり軸受の潤滑不良、摩耗劣化

ころがり軸受の潤滑不良、摩耗劣化の原因の時の振動数は、数100Hz～数10kHz、振動数成分は広域。波高率（＝ピーク値／平均値）の値が小。振動の衝撃は小さい。

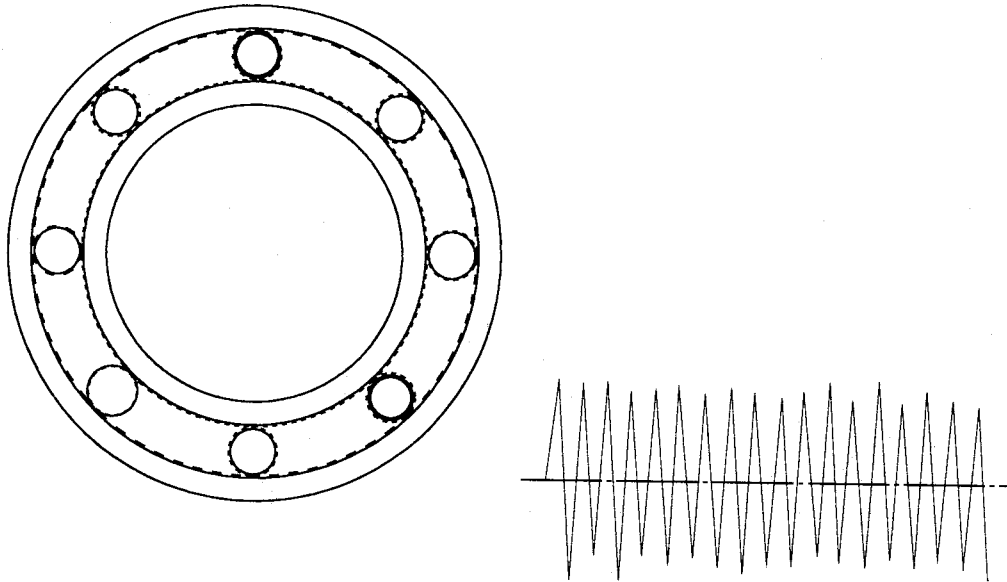


図4-7 軸受劣化での振動波形

$$\text{波高率} = \frac{\text{ピーク値}}{\text{実効値}} \quad \text{が小さい}$$

## ころがり軸受の傷

ころがり軸受の傷の原因の時の振動数は、数100Hz～数10kHz。波高率（＝ピーク値／実効値またはピーク値／平均値）の値が大。振動の衝撃が大きい。

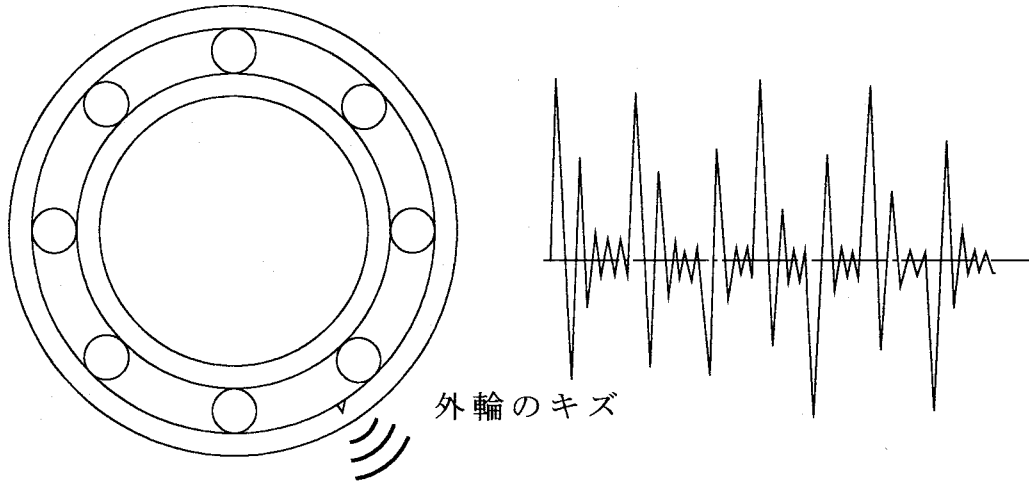


図4-8 軸受傷での振動波形

$$\text{波高率} = \frac{\text{ピーク値}}{\text{実効値}} \quad \text{が大きい}$$

ピーク値が大きい

## 軸の曲がり

振動数は回転周波数の2倍。軸受の軸方向4点の位相が異なり、ねじり振動。

## オイルウィップ

オイルウィップはすべり軸受を使用した機械に現れる最も頻度の高い現象である。振動数は回転周波数の0.4～0.45倍。激しい振動が発生したり、振動に安定性がない。

## オイルホワール

オイルホワールはすべり軸受を使用した機械に現れる現象である。振動数は回転周波数の1/2倍。静かな旋回運動が発生する。

以上を表にしてまとめると表4-1のようになる。

表4-1 異常のタイプ

異常のタイプ	簡易診断器のレンジ	振動の特長、方向
アンバランス	L o	水平方向の振動値増大 オーバハングタイプは軸方向も増大
ミスアライメント	L o	軸方向の振動値増大 水平方向の50%以上の振動
ゆるみ、ガタ	L o	基礎の場所により振動値が異なる
ころがり軸受の潤滑不良	H i	振動値の増大 C.F.値小 *C.F.値は実効値と PEAK 値から換算
ころがり軸受の傷	H i	振動値の増大 C.F.値大 *C.F.値は実効値と PEAK 値から換算
オイルウィップ等	L o	激しい振動がしたり振動に安定がない。

## 2 振動ピックアップの種類と原理

振動ピックアップには変位センサ、速度センサ、加速度センサがある。

### (1) 変位センサ

非接触式渦流型変位計

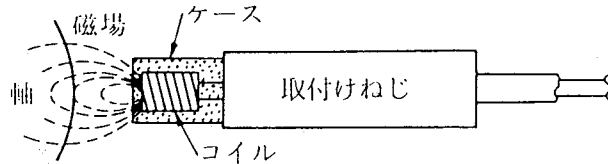


図4-9 変位センサ

タービンの軸振動計等で使用。この検出器は、外部からセンサ内部のコイルに高周波電流を流し、ターゲットの距離によって生じる電流変化を検出するものです。

またこの検出器は、通常高速回転機械の軸振動測定に利用される場合が多い。

### (2) 速度センサ

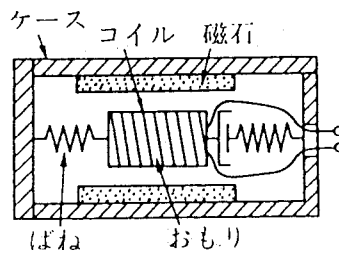


図4-10 速度センサ

ケーシング内に固定された磁石が、振動体とともに振動し、一方内部にバネで固定されたコイルは、動かないので磁石の動く速さつまり振動速度に比例した出力を得ることができる。

従来から使用されてきたオンラインの変位、速度計。



### (3) 加速度センサ

#### 圧電型加速度計

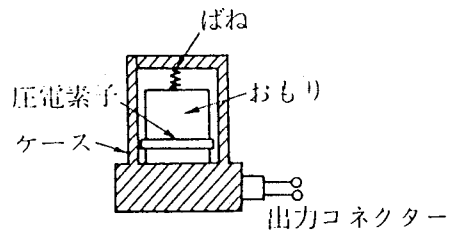


図4-11 加速度センサ

機械的ひずみ加わると、それに比例した電圧が発生する性質を持つ圧電素子と、重り、バネで構成されている。この検出器は一般に小型であり、周波数帯域を広くとることができ、小型軽量、温度範囲の広さ、取扱いのし易さのために、最近の振動測定では広く用いられる。

圧電素子はセラミック（チタン酸バリウムやチタン酸ジルコニウム）が使用されます。

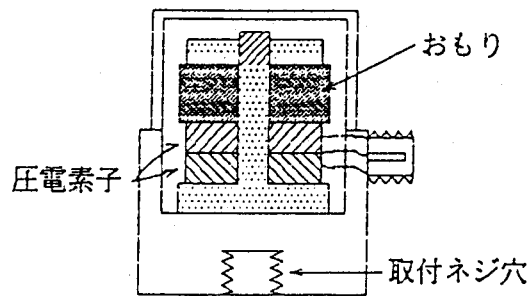


図4-12 コンプレッション型（圧縮型）

ベースと重りの間に圧電素子をはさんだタイプ

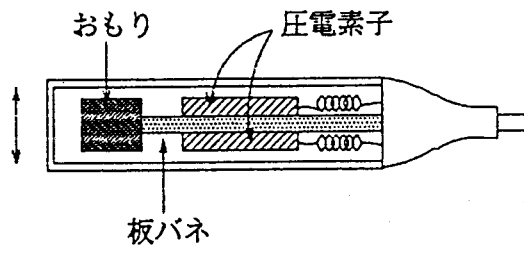


図4-13 ベンディング型

先端についた重りの慣性で圧電素子を曲げることで電荷を発生させるタイプ

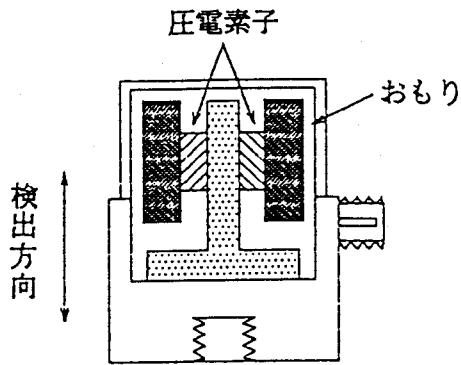


図4-14 シェア型

圧電素子の外側に重りが取付けられる  
ベースの歪みによる影響を受けないタイプ

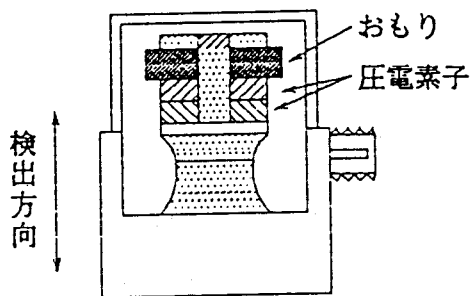


図4-15 アイソベース型

特殊な形状のベースによりケースに加わる力より素子を絶縁するタイプ