

3 機械振動の基礎理論

振動は耳で聞いたり、触れたりして感触で分かるものがある。
この感覚によって機械設備に異常があるかどうか診断される。

測定器を使用して波形を客観的に計測し、人では分からない高周波域を感知し、分析すると故障の原因が分かってくる。

1 振動とは

振動の最も簡単な形は下図で表される。

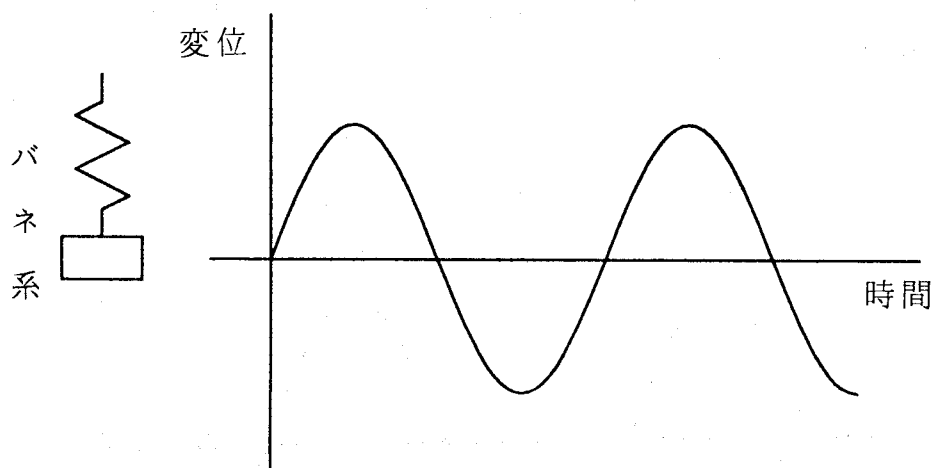


図3-1 バネ振動系

今、このバネ系で重りを引っ張りある位置で放すと、重りは上昇し始める。そして釣合点をすぎてもさらに上昇する。バネには圧縮の力が働きある程度のところまで来ると下降を始める。

もし、空気の抵抗やバネ内部の減衰がなければ、永久に同じ運動を繰り返す。それらがあれば、ある時間を経過した段階で釣合点で静止する。

このように、一定時間内に同じ状態を繰り返す運動を振動という。

2 振幅

振幅は振動の大きさを示す。また、異常の程度を示す。

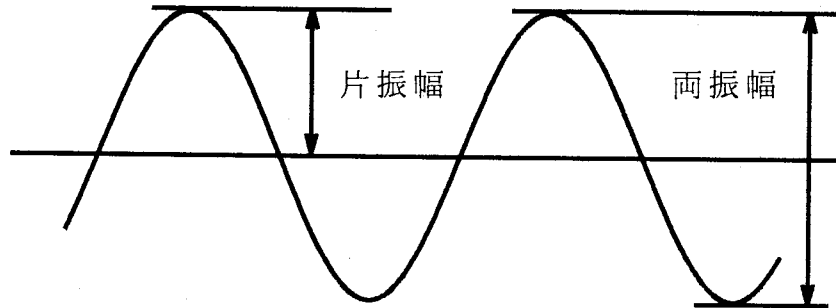


図3-2 振幅

3 振動数（周波数）

振動の運動1工程（サイクル）に要した時間を周期という。単位は秒。単位時間当たりのサイクル数を振動数または周波数と呼ぶ。

振動数 = $1 / \text{周期}$ となる。

振動数の単位はHz（ヘルツ）1秒当たりのサイクル数である。

振動数は、振動の原因を調べる上で、重要な要素を持っている。

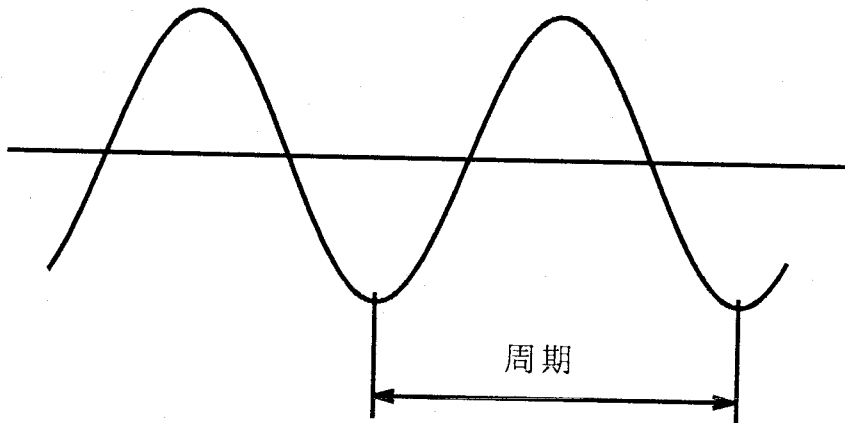


図3-3 振動数（周波数）

周期は時間で表される。

4 位相

振動の運動において、ある時点でどの段階（角度等で表わす。）にあるかを示す変数。

二つ以上の振動が同振幅、同周波数であっても、時間的にズレが生じる場合がある。このことを「こ

これらの振動には位相差がある」という。

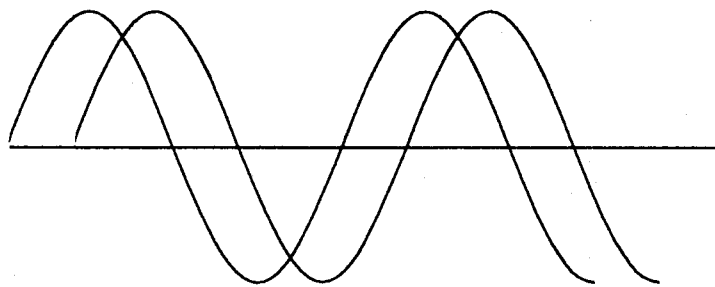


図3-4 位相

位相は角度で表される。

5 振動の3パラメータ

このパラメータには、変位、速度、加速度の三つがある。

変位：D (displacement)

速度：V (velocity)

加速度：A (acceleration)

変位と速度

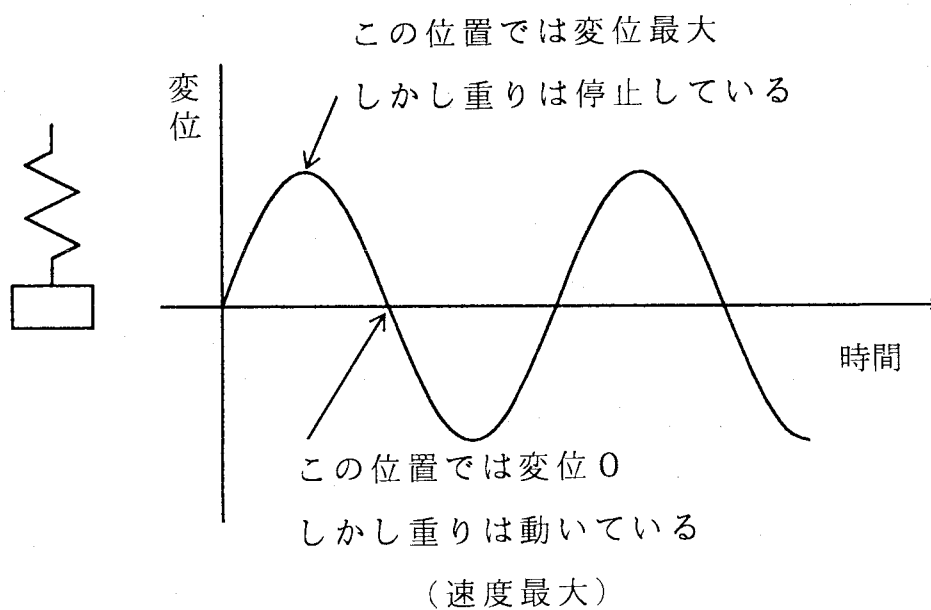


図3-5 変位と速度

変位と加速度

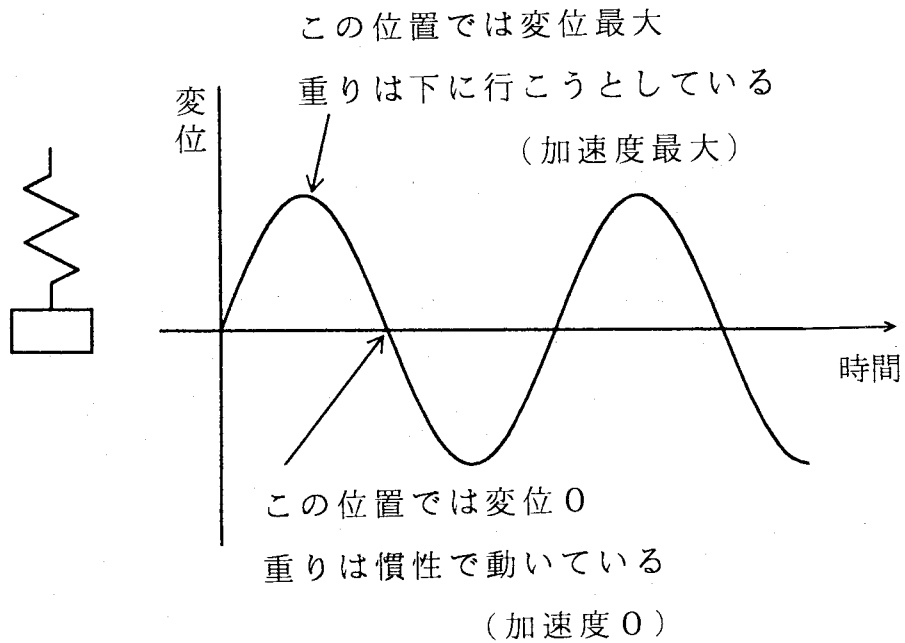


図3-6 変位と加速度

ここで3パラメータは

変位 $D = a \sin \omega t$
変位振幅 a

速度 $V = d/dt (D) = a \omega \cos \omega t$
速度振幅 $a \omega = 2 \pi f a$

加速度 $A = d/dt (V) = -a \omega^2 \sin \omega t$
加速度振幅 $a \omega^2 = (2 \pi f)^2 a$

$\omega = 2 \pi f$ f : 振動数

で表される。

それぞれの振幅は

変位 a mm
速度 $a \omega = 6.28 a f$ mm/sec
加速度 $a \omega^2 = 39.48 a f^2$ mm/sec² 約 $4.02 a f^2 / 1000 G$ (ジー)

となり、1つのパラメータが決まれば、周波数分析により他のパラメータの値は計算できる。

速度を 10mm/sec とした時

表 3-1 各パラメータの関係

	変位 (mm)	速度	加速度 (G)
1Hz の場合	1.59	10	0.00641
10Hz の場合	0.159	10	0.0641
100Hz の場合	0.0159	10	0.641
1,000Hz の場合	0.00159	10	6.41
10,000Hz の場合	0.000159	10	64.1

各パラメータの守備範囲として変位の測定は低周波数域～10Hz、速度の測定は中周波数域～1,000 Hz、加速度の測定は高周波数域 1kHz～で行うとよい。

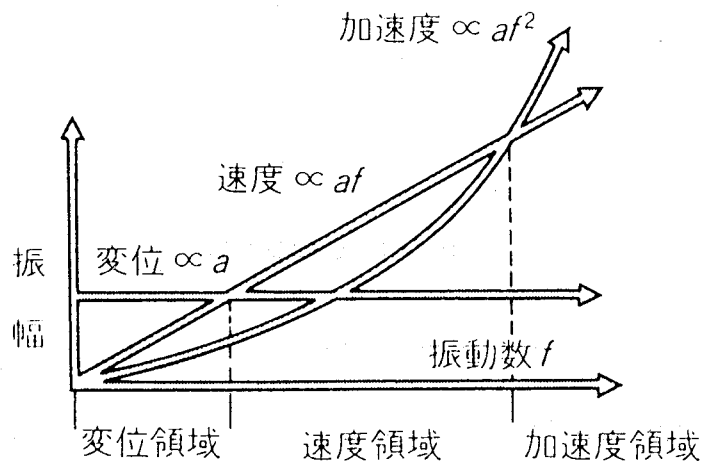


図 3-7 各パラメータの守備範囲

6 機械振動の波形

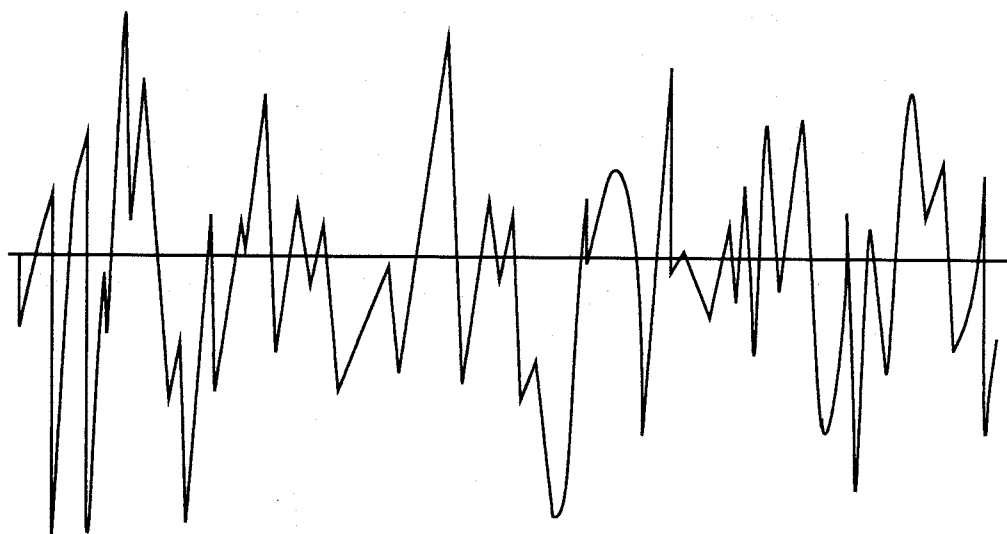


図3-8 機械振動の波形

一般的な機械振動は図3-8のような波形である。

このような波形を次で述べる「モード」で解析していく。

7 モード

振動波形をそのまま計測器に入れても、値がばらつきそのままでは利用できないので、波形を信号処理し、ある一定の値にする必要がある。この信号処理方法をモードと呼び、次の種類がある。

平均値 (アベレージ AVE)

交流の半サイクルの正波の平均値を正弦波の平均値とし、正弦波の場合は、最大値の $2/\pi$ (0.6369)倍となる。

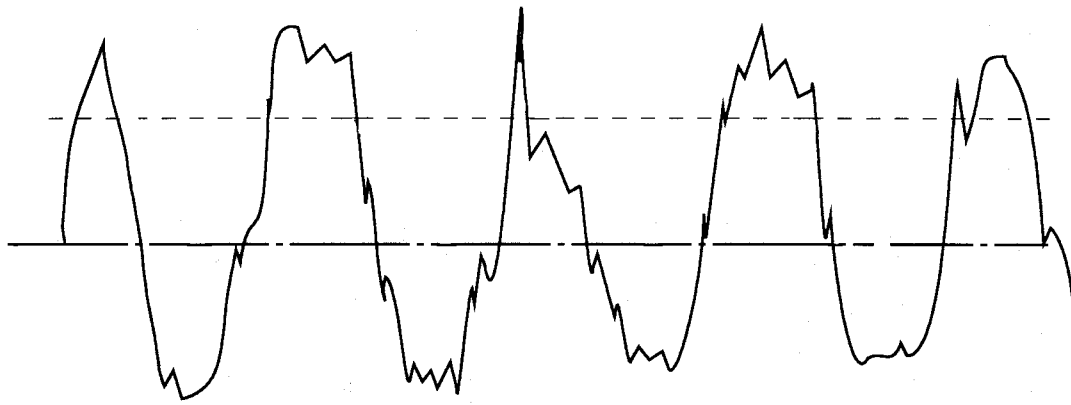


図3-9 平均値

実効値 (RMS)

交流の1サイクルにおけるすべての瞬時値の2乗の平均の平方根とし正弦波の場合は最大値の $1/\sqrt{2}$ (0.7071) 倍となる。振動波形のエネルギーを直接とらえるのに有効である。

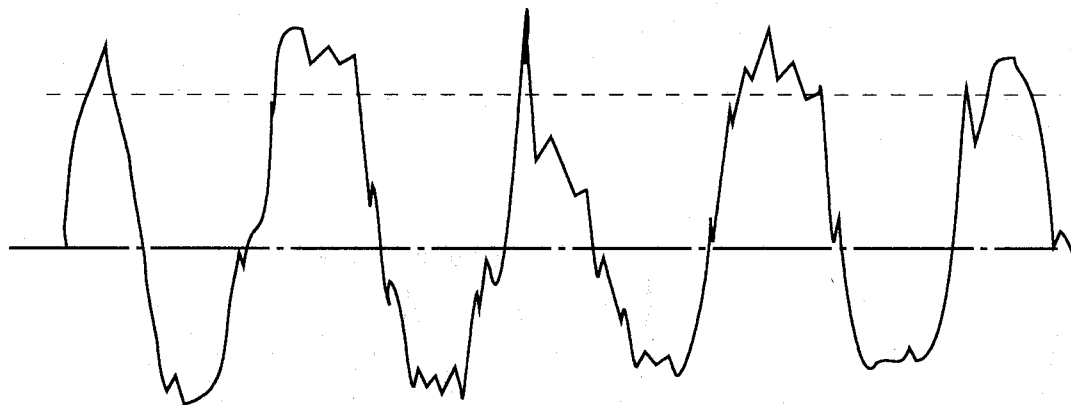


図3-10 実効値

ピーク値 (最大値 PEAK)

振動波形の最大振幅値

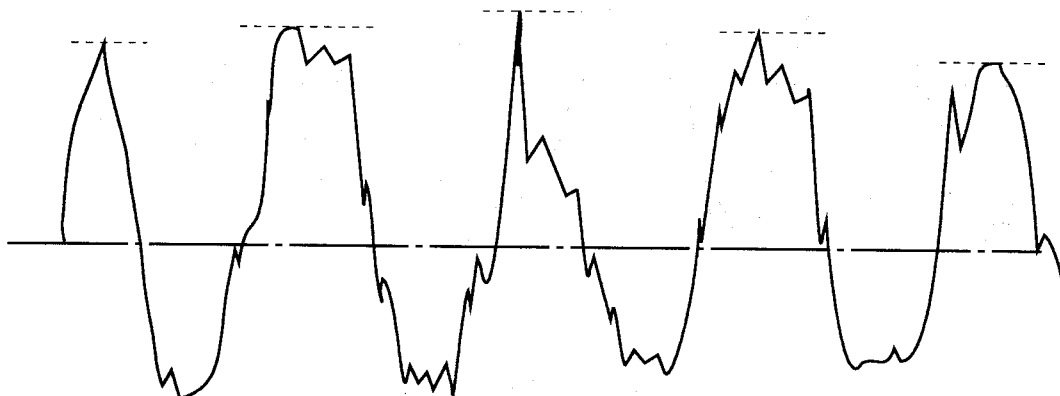


図3-11 ピーク値

等価ピーク値 (EQ-PEAK)

振動波形から実効値を求め、 $\sqrt{2}$ (1.41) 倍する。又は平均値を求め、 $\pi/2$ (1.57) 倍する。波形を正弦波とみなし処理する。

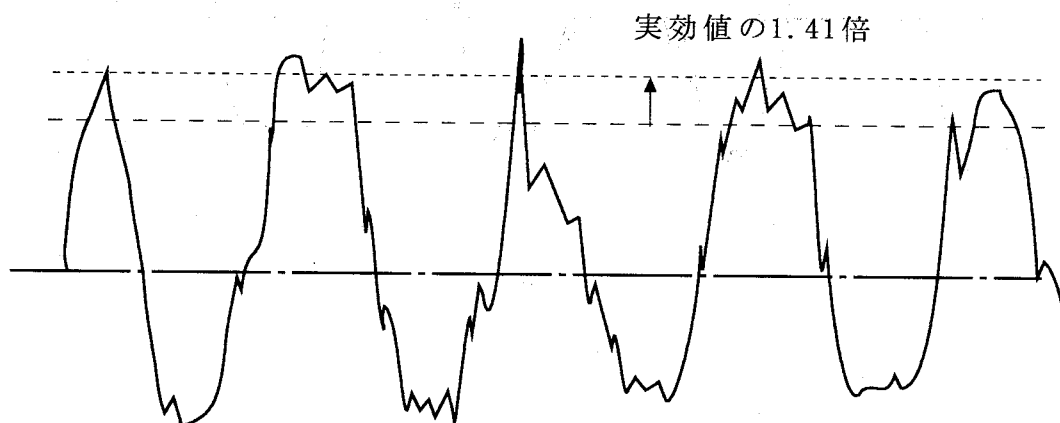


図3-12 等価ピーク値

クレストファクタ (波高率 C. F.)

ピーク値と実効値 (または平均値) の比をクレストファクタ (C.F.) と呼ぶ。

クレストファクタ=ピーク値/実効値

クレストファクタは波形の大まかな状態を表すと考えることができる。クレストファクタを傾向管理することでベアリングなどの部品の劣化状態を診断できる。

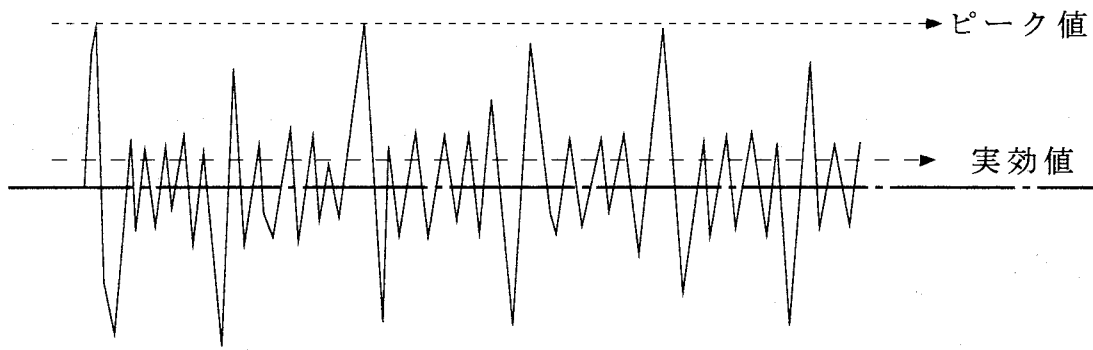


図3-13 クレストファクタが大きい

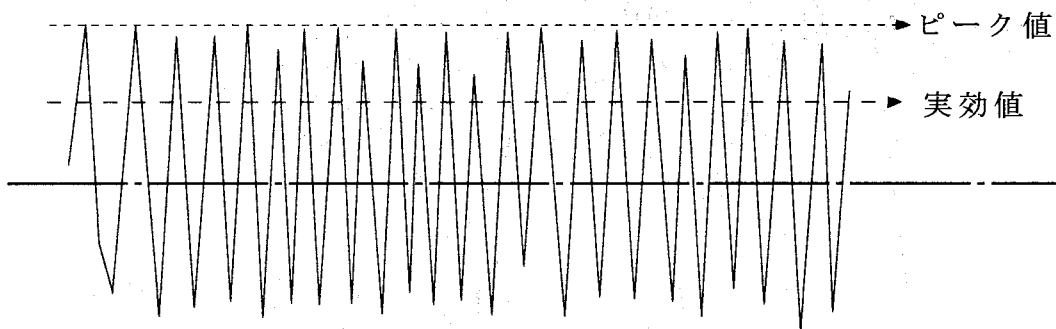


図3-14 クレストファクタが小さい