シートＮＯ． ４－１－１	機械振動の性質	

振動信号の性質（位相の活用）

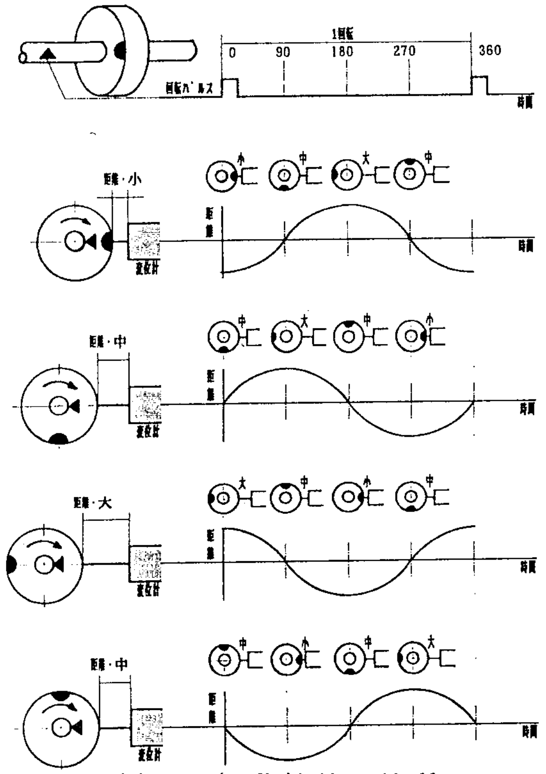


図4-1 振動信号の性質

位相の活用

バランスされたロータに重りをつけ、アンバランスにした状態を観察する。

また、回転角度の目印に回転パルス（ 1回転信号）を取出し、ロータが回転しているときに変位計で距離を測ると、重りの位置により距離が長くなったり短くなったりする。図4-1は、回転パルスを取出す位置（▲印）と重りの位置が各々 0度、90度、180度、270度ずれたときの距離を一回転分についてプロットした。この四個の波形は振幅周波数は同一だが波形がずれていることがわかる。つまり、どこにアンバランスがあるかを知ることができる。

＜メモ＞

シートNO. 4－1－2	機械振動の性質	

波形の合成、分解、スペクトル

（２）２信号の例（初期位相＝0度）

図4-2は、振幅は同一で周波数の異なる二つの波形（周波数はｆ、２ｆ）の合成波形である。（Ｃ）のスペクトルは合成波形を逆にしたものでｆと２ｆのところにピークが発生する。

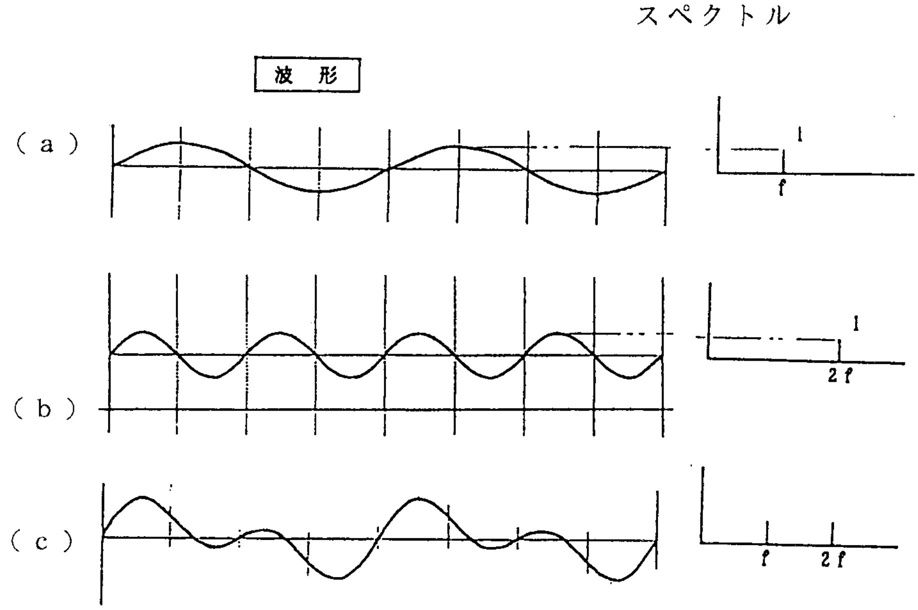


図4-2 波形の合成

＜メモ＞

シートNO. 4－1－3	機械振動の性質	

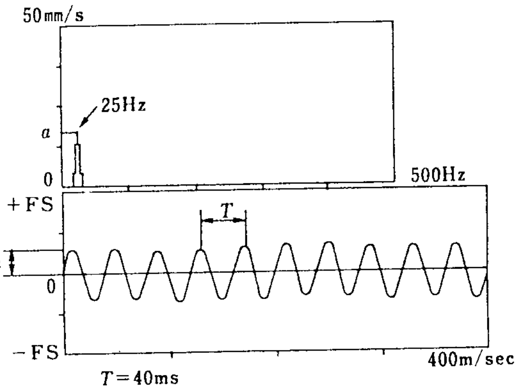
波形の合成、分解、スペクトル

図4-3は、単振動における時間波形とスペクトルを示したものである。

単振動の運動の変化は、一定時間ごとに同じ状態が繰返される。この時間を周期という。図の場合は、T＝1／25秒（40ms）である。

振動数（周波数）fとは、単位時間における繰返しの回数であるから、周期Tの逆数になる。f＝1／T ＝25Hzである。（周波数の単位はヘルツ）

スペクトルは、周波数25Hzの位置に振幅レベルaというピークが発生する。機械から発生する実振動は、各種大小の振動要因が複合した、いわゆる合成振動である。



$T=40ms$

$$f=\frac{1}{T}=\frac{1000ms}{40ms}=25Hz\ (\because 1s=1000ms)$$

図4－3 単振動における時間波形とスペクトル

＜メモ＞

1s=1000ms

シートNO. 4－1－4	機械振動の性質	

波形の合成、分解、スペクトル

図4-4は、合成振動の時間波形とスペクトルを示す。

（a）はf_1、（b）はf_2の周波数それぞれの単振動の時間周波を示す。

（c）は、二つの合成振動、つまり合成時間波形を示す。

（d）は（c）の合成時間波形をスペクトルで示したもので、合成振動を逆に分解し、（a）、（b）の時間波形にしたもののスペクトルである。

f_1とf_2にピークが発生する。

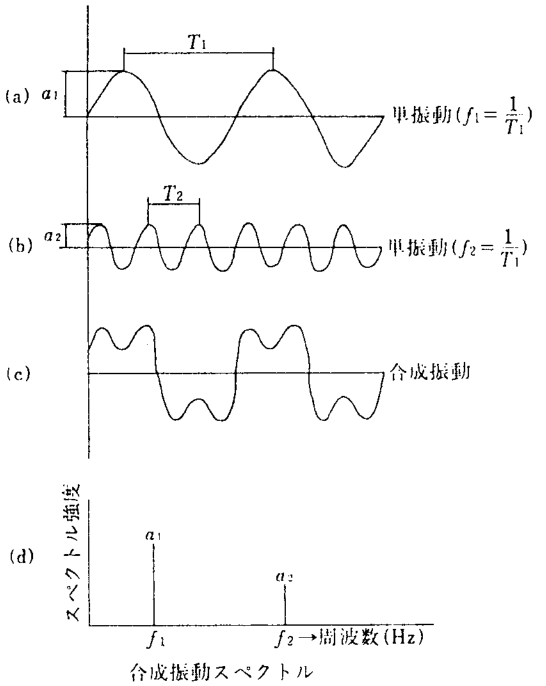


図4－4 合成振動の時間波形とスペクトル

＜メモ＞

シートNO. 4－1－5	機械振動の性質	

実振動の波形

図4-5は、機械から発生する実振動の波形である。図に示すように振幅がある一定周期で変化し、繰返される場合がある。

（ａ）変調波形では、500Ｈｚの振動数のものが（１／120ｓ）＝120Ｈｚ周期で振幅変調している。

（ｂ）振幅変調とスペクトルに示すように、周波数分析によってその波形を見ても、120Ｈｚのスペクトルは現れないので、周期的な振幅変調の周波数（120Ｈｚ）は見出すことができない。

（ｃ）エンベロープ処理（包絡線処理）を行い、そのスペクトルを見ると、振幅変調の120Ｈｚがピークとして現れる。

このエンベロープ波形は、転がり軸受に傷が発生した場合や歯車の欠けのように、衝撃的な振動が発生する場合に非常に有効である。

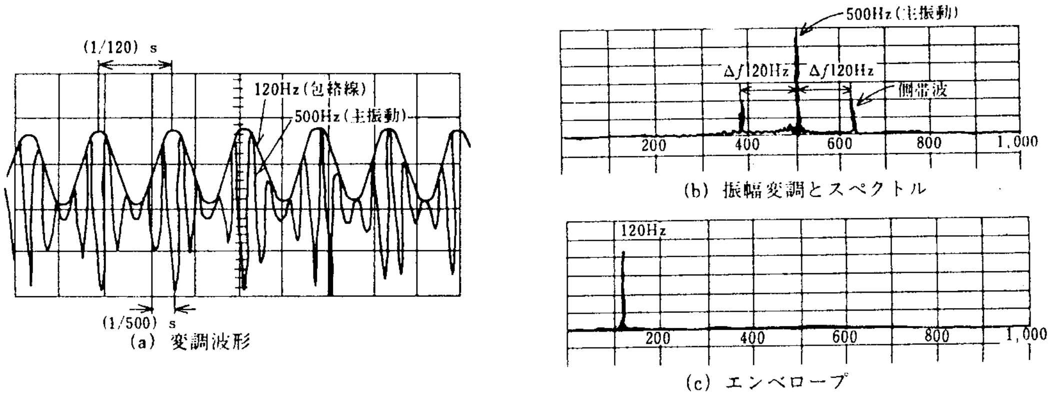


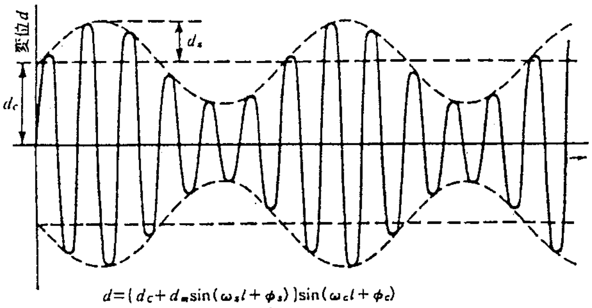
図4-5 実振動の波形

＜メモ＞

シートNO.　4－1－6	**機械振動の性質**	

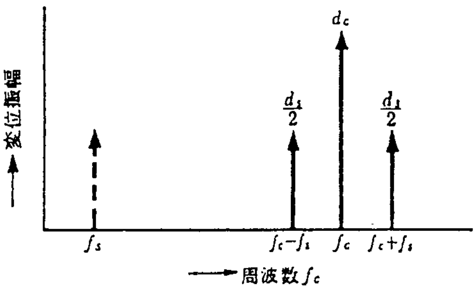
振幅変調を受けた振動と周波数スペクトル

回転機械には図４―６(ａ)のような、振幅変調を受けた波形が見られる。軸受や歯車装置にアンバランスやミスアライメントが存在すると、特に顕著に現れる。歯車装置にアンバランスがあると、かみ合い振動周波数 ｆｍが一回転ごとに回転周波数ｆｒによって変調される。このような波形を周波数分析すると図４―６(ｂ)のように中心周波数ｆｃの両側に｛ｆｃ±ｆｓ｝のサイドバンドが現れる。この成分が重要な診断情報を与える。したがって診断にあたってはメインの周波数成分の両側にサイドバンド成分がないか注意する必要がある。



$$d=\{d_c+d_m\sin(\omega_s t+\phi_s)\}\sin(\omega_c t+\phi_c)$$
$$=d_c\sin(\omega_c t+\phi_c)+\frac{d_s}{2}\cos\{(\omega_c-\omega_s)t+(\phi_c-\phi_s)\}$$
$$-\frac{d_s}{2}\cos\{(\omega_c+\omega_s)t+(\phi_c+\phi_s)\}$$

(a) 振幅変調を受けた振動の波形



$f_s=\omega_s/2\pi$　$f_c=\omega_c/2\pi$

(b) 振幅変調を受けた振動の周波数スペクトル

図4－6 振幅変調を受けた振動波形と周波数スペクトル

＜メモ＞

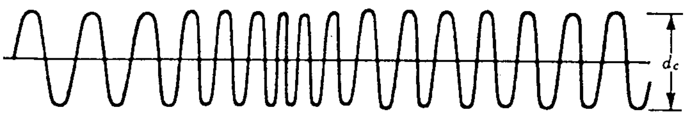
シートNO.

4−1−7

機械振動の性質

周波数変調を受けた振動波形と周波数スペクトル

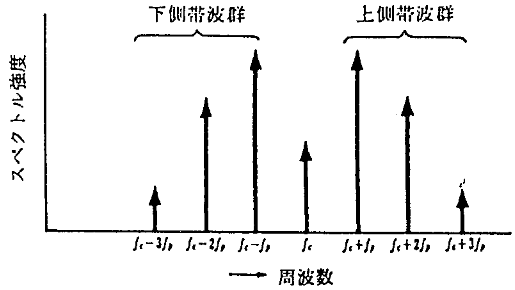
歯車装置に大きなピッチ誤差が存在するときかみ合い振動は、図4−7（a）に示すように、時間によって周波数の変動する波形が見られる。このような波形を周波数変調を受けた波形という。これを周波数分析すると、同図（b）ように中心周波数fcの両側に、サイドバンドが現れる。（理論上は無限個）fcより大きいサイドバンドを上側サイドバンド、fcより小さいサイドバンドを下側サイドバンドという。サイドバンドの間隔は、変調周波数に等しくなる。（fp＝p／2π）



$$d=d_c\sin\left\{\omega_c t+\frac{\omega_d}{p}\sin pt\right\}$$

$\frac{\omega\alpha}{2\pi}$→周波数偏移，$p$→信号角周波数

(a) 周波数変調を受けた振動波形



$f_c=\frac{\omega_c}{2\pi}$, $f_p\frac{p}{2\pi}$

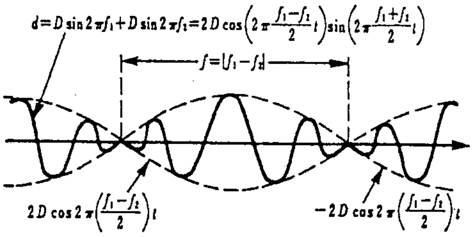
図4−7 周波数変調を受けた振動波形とスペクトル

＜メモ＞

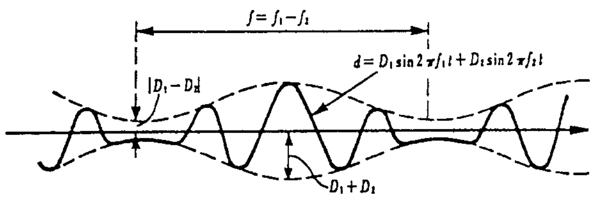
シートNO. 4－1－8	<u>機械振動の性質</u>	

うなりをもつ振動波形と周波数スペクトル

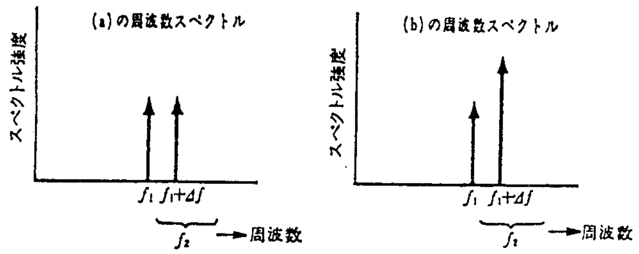
周波数の接近した二つの振動が共存すると、図4－8(a)・(b)に示すような波形にうなりを生じる。特に多軸の回転機械にはこのような場合が多く、フィールドバランシングの際に障害となる。形だけを見ると振幅変調と混同するおそれがあるが、周波数スペクトルを見ると接近した二本のスペクトルがある。うなりの周波数　fb＝｜f1－f2｜になる。



(a) 振幅が等しく周波数の近い2つの振動によるうなりの発生状況



(b) 振幅が異なる周波数の近い2つの振動による"うなり"の発生状況



(c) 上記(a)(b)の周波数スペクトル

図4－8　うなりをもつ振動波形

＜メモ＞