

シートNO. 3 - 1 - 1	<u>設備診断の信号処理</u>	
<p>信号処理</p> <p>設備からは、その構造・動作環境・故障の有無・部品の劣化に応じた多くの音や振動が発生する。</p> <p>設備診断に必要な技術</p> <p>設備診断では、いろいろな原因によって発生する音や振動を精度良く検出する技術と、その信号から診断に必要なとされる信号だけを取り出す信号処理技術が必要になる。</p> <p>近年この信号処理技術の進歩はめざましく、信号処理を高精度で高速(短時間)で行い、測定者が理解しやすいようにグラフや図表に表示し、診断を動的に行い助言を与えるものもできてきている。</p> <p>信号処理技術</p> <p>1965年 Cooley, J. W と Tukey, J. Wによって、発表された高速フーリエ変換法 (FFT : Fast Fourier Transform) により、信号処理技術はデジタル信号処理へと移行した。</p> <p>信号処理技術の目的</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 信号の時間的变化から、正常・異常を区別する。 ② 異常があると判明した場合、その異常の種類を判定する。 ③ 異常の程度を推定し、故障の時期を推定する。 <p>診断は①、②、③の順に難しくなる。</p>		
<p><メモ></p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>		

シート N O. 3 - 1 - 2	<u>振動の波形</u>	
---------------------------	--------------	--

振動の波形
特徴を示すパラメータ

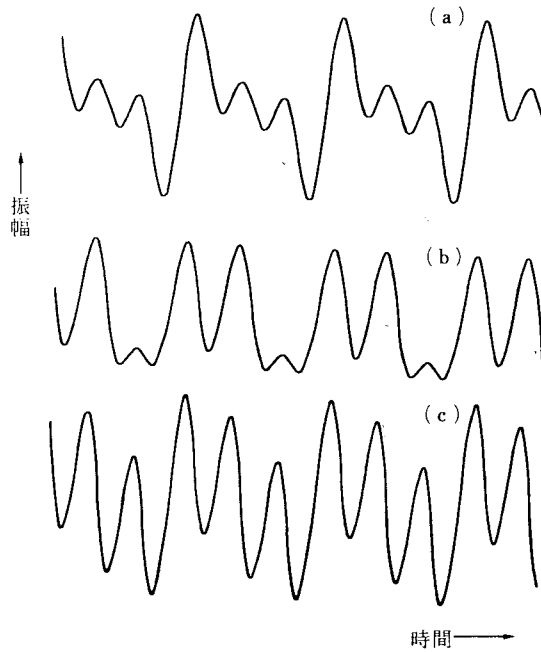


図3-1 周波数比1:2:3の合成波形

図3-1は、周波数比が1:2:3の正弦波 ($X_1 \cdot X_2 \cdot X_3$) を合成した波形である。

- (a) 各正弦波の振幅が同じで、位相が0。
- (b) 振幅は全て同じであるが、一つの正弦波の位相が他の二つより90度遅れている。
- (c) 振幅比は、1 : 0.3 : 2 で、位相差はすべて0。

このように時間と共に変化する信号は、振幅・周波数・位相の三つの情報を持っている。その一つでも異なると観測信号は非常に異なったものになってしまう。

<メモ>

シートNO. 3 - 1 - 3	<u>設備診断の信号処理技術</u>	
-------------------------	--------------------	--

信号処理の具体例

診断する設備の情報は、振幅・周波数・位相のパラメータに含まれている。
 信号処理では、三つのパラメータをどう評価するかが問題となる。

具体例

- 1 振幅のみを処理する。
- 2 振幅・位相により処理する。
- 3 振幅・周波数により処理する。
- 4 振幅・位相・周波数により処理する。

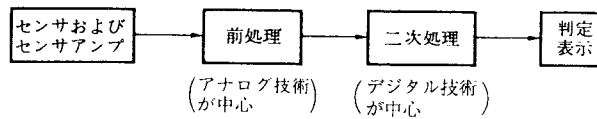


図3 - 2 設備診断における信号処理のブロック図

図3 - 2に、設備診断の基本的な測定ブロック図を示すが、設備診断の信号処理はアナログ技術を中心とした信号前処理とデジタル技術を中心とした信号後処理である。

< メモ >

シート N O. 3 - 2 - 1	<u>信号の処理方法</u>	
<p>信号の前処理</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) フィルタリング (2) 包絡線処理 (3) 積分処理 (4) 平均加算法 <p>時間領域の解析</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 時間波形解析 (2) 確率密度解析 (3) 相関解析 <p>周波数領域の解析</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 周波数解析 (2) 位相解析 (3) トラッキング解析 <p>空間領域の解析</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) リサーチ解析 (2) モーダル解析 		
<p><メモ></p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>		

シートNO.

設備診断の信号処理技術

3-2-2

信号処理は次の二つに大別される。

信号の前処理・・・アナログ技術を中心とした信号前処理

信号の後処理・・・デジタル技術を中心とした信号後処理

信号前処理

(1) フィルタリング

測定された信号の中から診断に必要な特定帯域の周波数成分だけを取り出し、ノイズの周波数成分を分離することをフィルタリングという。

図3-3に各種フィルタの周波数特性を示す。

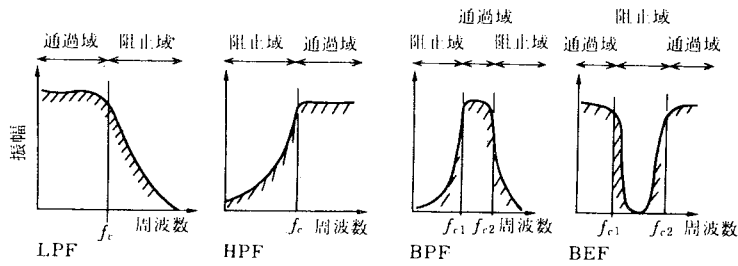


図3-3 フィルタの周波数特性

- 1 ローパスフィルタ (低域通過フィルタ), (LPF)
- 2 ハイパスフィルタ (広域通過フィルタ), (HPF)
- 3 バンドパスフィルタ (帯域通過フィルタ), (BPF)
- 4 バンドエリミネーションフィルタ (帯域阻止フィルタ), (BEF)

<メモ>

シートNO.

信号前処理

3 - 2 - 3

信号前処理 (1)

包絡線処理 (エンベロープ処理)

包絡線処理は、複雑な信号の波形を滑らかに結ぶことによって、必要な情報を取り出す方法である。これには、幾つかの方法があるが、ゼロクロス検出とサンプルホールドを用いる方法と、絶対値検波とローパスフィルタを用いる方法が一般的である。

普通は絶対値検波とローパスフィルタを用いるが、波高率が大きい場合にはゼロクロス検出とサンプルホールドを用いる。

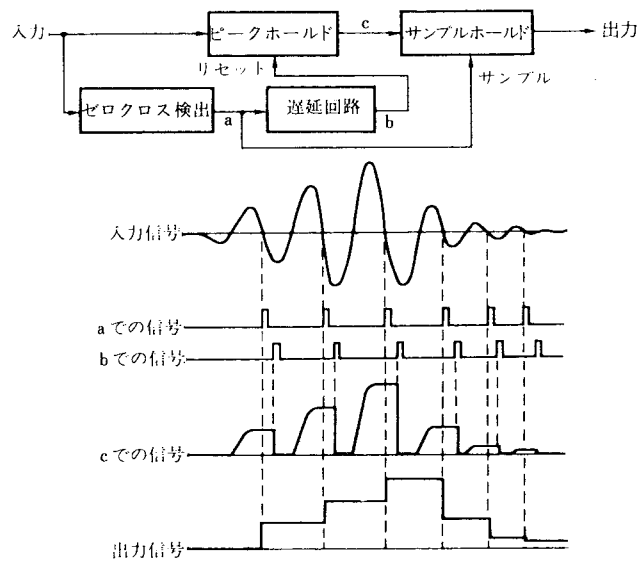


図3-4 ゼロクロス検出とサンプルホールドによる方法

<メモ>

波高率：クレストファクタやインパクトインデックスとも呼ばれ、0/A値や実効値など平均値とピーク値との比により、状態の変化をとらえようとするもので軸受の欠陥の判定などに使用される。

(シートNO 3-3-2参照)

シートNO.

3 - 2 - 4

信号前処理

信号前処理 (2)

包絡線処理 (エンベロープ処理)

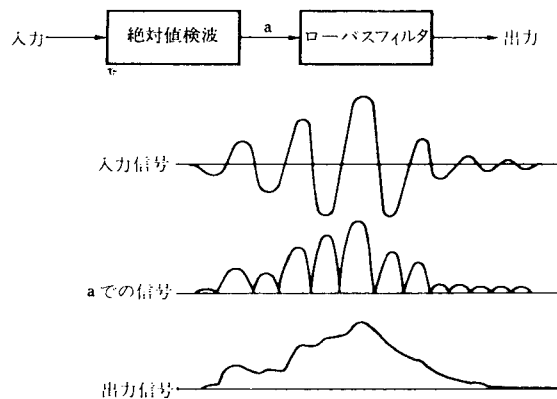
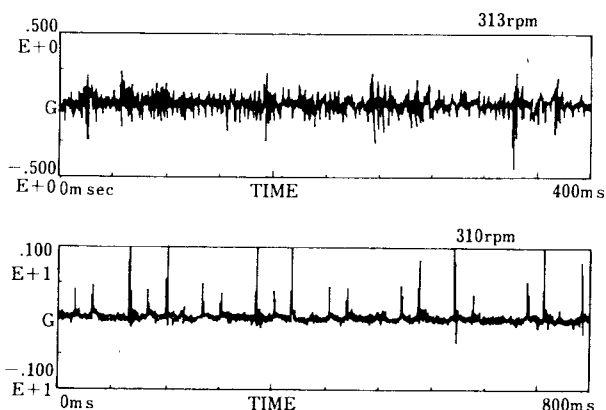


図3-5 絶対値検波とローパスフィルタによる方法



球軸受の固有振動による波形を、傷による繰返し周波数で振幅変調したものと、固有振動数の周波数帯域のバンドパスフィルタをおした後、包絡線処理を行った波形である。変調成分である傷の周期がよく分かる。

図3-6 傷のある軸受の振動波形と包絡線処理後の波形

<メモ>

シートNO. 3 - 3 - 1	信号後処理 振幅解析	
-------------------------	-------------------	--

信号の処理方法には前に示したように4つの方法があるが、ここではその方法と応用例を示す。図3-7は単振動の波形と一般式を示したものである。

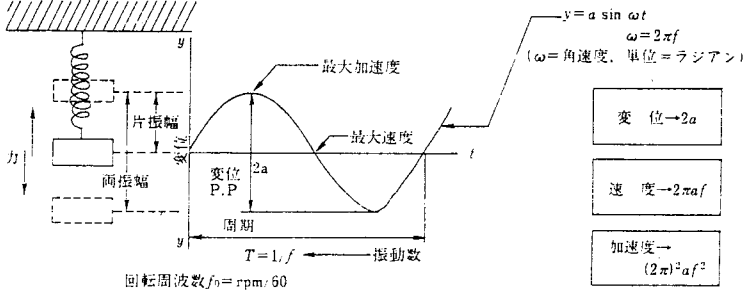


図3-7 単振動波形

(1) 振幅のみの解析

信号のもつパラメータの中で、最も有意義なものは、振幅である。振幅のみを解析する場合には、位相や周波数もっている情報は不必要であり、それらを除去しなくてはならない。その方法はいくつかあり、信号処理の基本となる。

① 平均値 d_{av}

平均値処理は、信号の中から観測時間(T)に対して十分に短い周期成分(高い周波数)を、消去し観測時間に対し直流成分を求めることである。振幅が1の正弦波では、 $2/\pi$ となる。

<メモ>

シート N O. 3 - 3 - 2	<u>信号後処理</u> <u>振幅解析</u>	
<p>② 実効値 d_{rms}</p> <p>実効値には、平均値の情報とばらつき^{ばらつき}の度合いの情報が含まれており、信号のもつエネルギーの平方根を意味する。したがって信号の振幅の大きさ、すなわち、物理量を直接示す値として最も多く用いられる。正弦波では、ピーク値の $1/\sqrt{2}$ となる。</p> <p>③ 波形率 F_r</p> <p>波形率は、実効値を絶対値の平均値で規格化したもので、主として得られた信号の正弦波からのひずみを表す。矩形波、正弦波ではそれぞれ、1.0、1.11となる。</p> <p>④ 波高率 F_c</p> <p>波高率は、信号の観測時間内でのピーク値と実効値との比で定義される。この値は、信号を検出するセンサや使われる増幅器の特性に無関係であり、波形の持つ特徴を現す。矩形波、正弦波では、それぞれ 1.0、1.41となる。</p> <p>⑤ 尖頭度 β^2 (クルトシス)</p> <p>尖頭度は、波形の四次モーメントを標準偏差の四乗で割って規格化したもので、波形率や、波高率と同じく波形の振幅の大きさに無関係で、波形により決まる。正弦波では、1.5、 方形波、三角波では、それぞれ1.0、1.7となる。</p>		
<p><メモ></p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>		

シートNO.	<u>信号後処理</u>	
3-3-3	<u>振幅と位相による解析</u>	

(2) 振幅と位相による解析

位相は、非同期で処理する場合にはあまり意味を持たないが、何らかの方法で同期を取って処理するときには、有効な情報を信号から得ることができる。例えば、回転体の振動などのように、回転に同期して解析する場合などである。さらに、時間信号を同期して加算平均することにより、回転と同期しない成分を除去し、同期した成分のみを抽出することができる。すなわち位相の情報を取り入れることによって、より精度の高い振幅値を得ることが可能になる。図3-8に振幅と位相による歯車検査装置のブロック図を示す。

歯車から発生する振動は、片方に取付けた加速度検出器より検出される。また、歯車からの信号を個々に解析するため、それぞれの回転軸に同期パルスを検出する電磁式回転検出器を取付けてある。

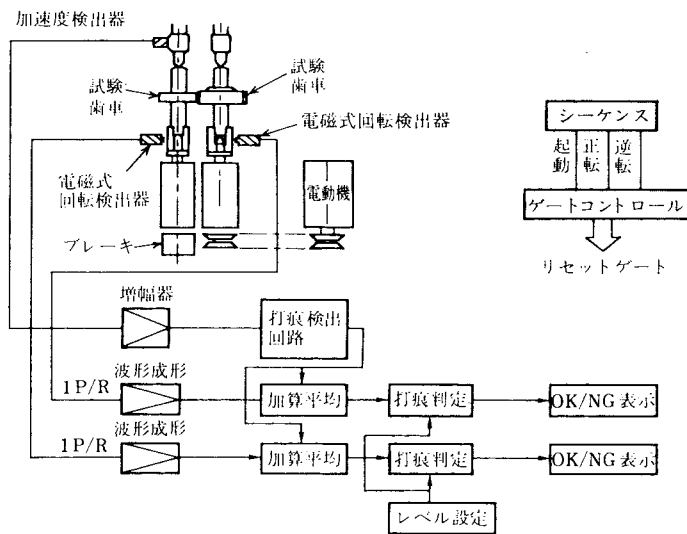


図3-8 振幅と位相による歯車検査装置のブロック図

<メモ>

シートNO. 3 - 3 - 4	<u>信号後処理</u> <u>振幅と周波数による解析</u>	
-------------------------	----------------------------------------	--

(3) 振幅と周波数による解析

処理する信号の中には、診断に必要とされる成分以外の成分が含まれている場合が多く、後述のフィルタリング、あるいは加算平均でも、この成分を取除くことができない場合がある。このように振幅のみの処理方法では十分とはいえない場合に、前項の位相の抽出の他に周波数による信号処理が必要になる。(周波数解析) この周波数解析は、設備診断における故障の原因究明に対しても有効である。手法としては、FFT (高速フーリエ変換) による周波数解析である。

(4) 振幅、位相および周波数による解析

前節までは、一つの信号に対する解析技術について述べた。しかし、二つの信号間の解析においては、振幅と周波数以外に2信号間の位相差も重要な意味を持つてくる。二つの信号を同時に取込み解析することにより、クロススペクトルあるいは伝達関数が得られ、これより二つの位相の差を測定することが可能となる。この位相差まで含んだ信号解析は、パワースペクトルにおける振幅と周波数のみの解析と比べ、より高度な情報が得られる。

<メモ>
