

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3914610号

(P3914610)

(45) 発行日 平成19年5月16日(2007.5.16)

(24) 登録日 平成19年2月9日(2007.2.9)

(51) Int. Cl.

F 1

GO 1 M 7/02 (2006.01)

GO 1 M 7/00

A

請求項の数 15 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平9-186946  
(22) 出願日 平成9年7月11日(1997.7.11)  
(65) 公開番号 特開平10-73511  
(43) 公開日 平成10年3月17日(1998.3.17)  
審査請求日 平成16年4月1日(2004.4.1)  
(31) 優先権主張番号 196 28 100:8  
(32) 優先日 平成8年7月12日(1996.7.12)  
(33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(73) 特許権者 391009671  
バイエリッシェ モーターレン ウエルケ  
アクチエンゲゼルシャフト  
BAYERISCHE MOTOREN  
WERKE AKTIENGESELLS  
CHAFT  
ドイツ連邦共和国 デー・80809 ミ  
ュンヘン パツエルリング 130  
(74) 代理人 100091867  
弁理士 藤田 アキラ  
(72) 発明者 ヘルンハルト フィードラー  
ドイツ連邦共和国 デー・81247 ミ  
ュンヘン カルヴィンスキシュトラーセ  
43

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 耐振動試験における適応性ある現在値補正のための方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基準値よりの現在値の偏倚を検出し、設定基準値を補正基準値に変更することにより現在値を本来の基準値の方向に制御することができる、耐振動試験における適応性ある現在値補正のための方法において、次の諸段階

基準値および現在値に対応する信号をその都度少なくとも1つの個別事象となし、その際前記信号がその都度2つの反転点により限定され、かつ該信号を

第1の反転点における第1の負荷量、

第2の反転点における第2の負荷量、

両反転点の間または両反転点の時点の間の時間間隔、および

両反転点の間の結合曲線の形状

により表わすこと、および

基準値および現在値の互いに対応する事象を比較することにより新しい補正基準値を形成し、ついでこの補正基準値をそれまでの基準値の代りに制御に用いること

を有することを特徴とする方法。

【請求項2】

前記負荷量における相違および(または)基準値と現在値の個別事象の比較における時間的ずれを考慮することを特徴とする、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

数個の負荷成分の場合、それぞれ1つの負荷成分に1つの基準値と現在値とが付属してい

## (2) 耐振動試験における適応性ある現在値補正のための方法

ることを特徴とする、請求項1または請求項2に記載の方法。

### 【請求項4】

補正基準値の検出の際、各チャンネルの信号の正しい位相相互位置の遵守を考慮することを特徴とする、請求項3に記載の方法。

### 【請求項5】

基準値に付属の個別事象を、基準値ファイルに時間的に正しい順序でメモリすることを特徴とする、請求項1ないし4の1つに記載の方法。

### 【請求項6】

数個のチャンネルの場合のメモリを互いに別個に行うことを特徴とする、請求項3ないし5の1つに記載の方法。

### 【請求項7】

数個のチャンネルの場合、1つのマスターチャンネルおよび1つまたは数個の子チャンネルが設けられていることを特徴とする、請求項3ないし6の1つに記載の方法。

### 【請求項8】

子チャンネルをマスターチャンネルに合わせて同期させることを特徴とする、請求項7に記載の方法。

### 【請求項9】

マスターチャンネルとして、試験技術的予備が最も少ないチャンネルに限定されることを特徴とする、請求項7または8に記載の方法。

### 【請求項10】

結合曲線が表に納められた非連続段階で表わされることを特徴とする、請求項1ないし9の1つに記載の方法。

### 【請求項11】

結合曲線の形状が数学的に描かれることを特徴とする、請求項1ないし9の1つに記載の方法。

### 【請求項12】

結合曲線の形状が少なくとも1つの支持点により補正されることを特徴とする、請求項1ないし11の1つに記載の方法。

### 【請求項13】

第1の反転点と第2の反転点との間に少なくとも1つの支持点を挿入し、この支持点にて基準値と現在値を比較しかつ基準値の補正を行うことを特徴とする、請求項1ないし12の1つに記載の方法。

### 【請求項14】

補正基準値が多次元マトリックスにメモリされていることを特徴とする、請求項1ないし13の1つに記載の方法。

### 【請求項15】

第1の反転点と第2の反転点との間の時間 $\Delta t$ が延長または短縮されることを特徴とする、請求項1ないし14の1つに記載の方法。

## 【発明の詳細な説明】

### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、請求項1の前提部に記載の耐振動試験における適応性ある現在値補正のための方法に関する。

### 【0002】

#### 【従来の技術】

構築物の負荷の試験台シミュレーションにおいては、実際の運転時に生ずる負荷を試験台にてできるだけ本物に忠実に再現するという課題がある。この負荷を実際に忠実に再現する可能性は多くの要素に依存しており、これらの要素は試験部品、試験構成、および荷重を生ずる成分と付属の制御系との性能特性により定まる。負荷シミュレーションの品質の善し悪しは、特に達成された負荷（現在値）の設定された所望の負荷（基準値）よりの偏

### (3) 耐振動試験における適応性ある現在値補正のための方法

倚により表わされる。

#### 【0003】

図1に、時間に関する負荷経過（負荷・時間・関数）を基準値として、そして試験台により実際に生ずる負荷経過を現在値として示す。現在値の基準値からの典型的偏倚は、負荷超過または負荷低減および時間的変位である。これらの変位は、主に負荷の反転点においてのみ観察される。その理由は、反転点が耐振動性に対してもっとも重要な負荷・時間・関数のパラメータだからである。 $\Delta t_1$ および $\Delta t_2$ は反転点における時間のずれを、そして $\Delta L_1$ および $\Delta L_2$ は同じ反転点における負荷の相違を示す。

#### 【0004】

同時に試験部品に作用する1つまたは数個の負荷成分を有する耐振動試験は、基本的には区別さるべきである。

現在値の基準値からの偏倚のために、耐振動試験の結果が悪くなり得ることが問題である。このような偏倚は避けなければならない。

#### 【0005】

基本的には、現在値と基準値との間の偏倚を避けるために、いくつかの異なる試みがある。1つのみの負荷成分を有する試験に対しては、特に「マトリックス・指向」法が用いられる。

#### 【0006】

これに対し、数個の負荷成分を有する試験に対しては、実験的に検出すべき伝送関数を介して新しい「歪んだ」基準値・時間関数を算出する方法が用いられる。これは、一般に時間的に本来の耐振動試験の前にある反復的学習行動により行われる。

#### 【0007】

上に述べたマトリックス・指向法は、数個の負荷成分を有する試験のための負荷・時間経過を補正するには、典型的には好適でない。その理由は、このため明確に異なる周波数および曲線形を、2つの反転点の間にあるいわゆる半負荷作動部に対しても考慮しなければならないからである。

#### 【0008】

このような試験に対しては、試験により検出され周波数依存の伝送関数をもった複雑な方法が用いられてきた。しかし、これらの方法は、一般にすべての試験において時間経過により生ずる変化を自動的に（適応して）考慮する可能性がない。

#### 【0009】

##### 【発明が解決しようとする課題】

本発明の課題は、最初に述べた形式の方法を次のように形成することである。すなわち、基準値と実際上の現在値との間の誤差を自動的に補正し、そして対応する制御系の全能力を各力の時間的相関関係を維持して最適に利用できるようにすることである。

#### 【0010】

##### 【課題を解決するための手段】

前記の課題は、請求項1に記載の構成要件により解決される。

#### 【0011】

##### 【発明の作用と効果】

本発明では、最初に述べた形式の方法において、基準値および現在値に付属する信号をその都度少なくとも1つの個別事象となし、その際前記信号を2つの反転点により限定し、かつ該信号を第1の反転点における第1の負荷量、第2の反転点における第2の負荷量、両反転点または両反転点の時点の間の時間間隔、および両反転点の間の結合曲線の形状により表わす。基準値および現在値の互いに対応する事象を相互に比較し、その偏倚より新しい補正基準値を形成し、この補正基準値を試験装置のその後の制御に用いる。

#### 【0012】

現在値の偏倚は常に所望の基準値に関連づけられ、試験装置の制御にのみ用いる補正基準値に関連づけられることはない。所望のまたは実際の基準値は、例えば実験的に決められる。

【0013】

別の有利な実施例が、従属請求項に記載されている。

【0014】

【実施例】

本発明にて、負荷とは例えば圧力、力、膨張、モーメント、変位等の意味である。基準値および現在値におけるこれらの大きさは、デジタルまたはアナログ形式で電気量により表される。

【0015】

本方法の要点は、負荷量、時間配列および結合曲線による2つの反転点の間の個別事象の定義である。これらの個別事象は、半負荷動作部、すなわち2つの隣接する反転点の間の移行部である。

【0016】

各時間信号は、解消可能な個別事象のシリーズとして表すことができる。これらの前提の下に、各個別事象の現在値が(所望の)基準値からどれだけ離れているかを示す情報メモリのために、マトリックスまたは他の値配置が設定される。

【0017】

このマトリックス(誤差・マトリックス)から、各個別事象(半負荷動作部)に対し基準値の一定の補正を表す補正・マトリックスを導き出すことができる。その目的は、検出された補正基準値でもって検査装置を制御することにより、現在値が所望のかつ実際上の基準値とできるだけ一致するように、基準値を補正基準値に変更することである。例えば、個別事象が反転点の間の信号経過の周波数または形状に関して種々の特性を有するために、個別事象がもはや定義できないときに、本方法は限界となる。

【0018】

例えば、数個の負荷成分を有する試験に対しては、解消された半負荷動作部すなわち個別事象を表すために、隣接する反転点の値、それらの時間的間隔、および両反転点が結合される関数(曲線形)が周知でなくてはならない。さらに、各負荷成分間の、従ってそれらの信号間の位相関係も考慮し維持されなければならない。

【0019】

よって、本方法の本質的な思想は、数個の負荷成分を有する試験に対しては、各チャンネルの不安定な短期的の信号をその都度各個別事象にすることである。短期的の基準値・時間関数を各個別事象に分解し、ついでそのデータを時間的に正しい順序でいわゆる「基準値・ファイル」に記憶させる。これは、各チャンネルに対し行われ、その場合各チャンネル相互の位相関係は時間表示により保証される。さらに、位相関係に対しては、各個別事象の第2の反転点が生ずる時点が時間軸に関連していることに注意しなければならない。このため、典型的には負荷成分に対しマスターチャンネルが定義される。このマスターチャンネルは、検査技術上の準備がもっとも少なく、従ってもはや加速できないようなチャンネルまたは負荷成分である。他のチャンネルは、いわゆる「子チャンネル」である。マスターチャンネルの選択基準は、基準値と現在値との間の最大の時間的変位である。

【0020】

負荷反転点とその間にある時間間隔 $\Delta t$ は、具体的な数値により表される。これに対し、曲線形は数個のクラスに分類され、同じく数値によりファイル構成で表される。前記の曲線分類は、選択可能な精緻さで行われる。例えば、図2から判るように、2つの反転点が種々の曲線形により結合されている。この曲線形の1つは、前以て定義した曲線形(測定された基準値)にもっとも近い。

【0021】

曲線形の非連続的値は、基本的にはメモリに、基準値経過とは別に記載されるファイルに入れられる。

基本的には、各個別事象用の曲線形を完全に数学的に表し(例えばいわゆるスプライン形にて)、そして直接ファイルに半負荷動作部毎に入れることも当然に可能である。両曲線形・表示を同一ファイルに組み合わせることが、同じく可能である。

## 【0022】

基準値は、アナログまたはデジタル基準値信号として制御電子系に送られる。これは、数個の負荷成分を有する検査系のすべてのチャンネルに対し、時間により同期的に（位相に忠実に）行われる。検査装置にて測定された各負荷成分の現在値は、同じく個別事象に分解され、ついで個別事象に対応するデータが検出される。

## 【0023】

つづいて、互いに対応するパラメータ（基準値および現在値）、すなわち第2の反転点の負荷値（第1の反転点の負荷値は既に先行の半負荷動作部（個別事象）にて第2の反転点の負荷値として処理された）、時間間隔 $\Delta t$ 、および互いに対応する両個別事象の曲線形のカテゴリーを比較することができる。偏倚に応じて、基準値の（新しい）補正基準値への補正を行うことができる。新たに見出された補正基準値の値は、元の基準値ファイルと並列に補正された基準値ファイルとして納入される。この補正された基準値ファイルは、次の部分シリーズ（繰返し周期）における出力に用いられる。

## 【0024】

このようにして、基準値ファイルは繰返し周期毎に1回（適応して）補正される。この場合、基準値・現在値・比較およびこれより検出される補正值に対し、その都度実際の現在値を第1の繰返し周期の元の（従って実際に測定された）基準値と比較しなければならないことを、当然に顧慮すべきである。基準値・現在値・比較につづく誤差補正の方策は、使用者により広い範囲にてその都度の検査上の問題の重要性に適合させることができる。

## 【0025】

現在値が基準値曲線に対し著しいひずみを有するとき、もし可能な場合曲線形の表示の第3の形状を設ける。極端部の時間的出現とともに、極端部の間に任意に多くの支持位置をさらに設ける。大抵の場合、1つ、2つまたは3つで充分である。これら支持点の出現の時点にも、基準値と現在値は比較され、必要の場合既述の形式で基準値の補正を行い、本来の基準値に対応して現在値に正しい曲線形を得る。

## 【0026】

図3には、2つの支持点を有する適応性ある曲線形適合を示し、その場合負荷・時間グラフにて1つの曲線は基準値曲線を示し、他の曲線はこれに対し変位した現在値曲線を示す。基本的には、支持点を用いる場合基準値と現在値間の時間ずれを考慮に入れねばならない。前記時間ずれは、反転点（ $\Delta T u_1$ 、 $\Delta T u_2$ ）にて読み取ることができる。図3によれば、観察される半負荷動作部の両反転点間に両支持点のある場合、反転点間の全時間 $T_g$ が3等分されている。

## 【0027】

従って基準値では、第1の支持点は反転点間の時間の3分の1（ $1/3 T_g$ ）の後に現出し、第2の支持点は反転点間の時間の3分の2（ $2/3 T_g$ ）の後に現出する。

## 【0028】

現在値はこの時間に対しずれており、実施例では第1反転点で $\Delta T u_1$ だけ、そして第2反転点で $\Delta T u_2$ だけずれている。この場合、 $\Delta T u_1$ と $\Delta T u_2$ とは全く異なる値を取ることができる。

## 【0029】

従って、支持点における基準値と現在値との比較は、次の時間変位 $T_s$ （ $\Delta T_1 s$ 、 $\Delta T_2 s$ ）で行われる。

例えば、第1の支持点においては

$$\Delta T_1 s = \Delta T u_1 + (\Delta T u_2 - \Delta T u_1) / 3 = 2/3 \cdot \Delta T u_1 + 1/3 \cdot \Delta T u_2$$

または第2の支持点では

$$\Delta T_2 s = \Delta T u_1 + 2 \cdot (\Delta T u_2 - \Delta T u_1) / 3 = 1/3 \cdot \Delta T u_1 + 2/3 \cdot \Delta T u_2$$

係数は、第1および第2反転点における時間変位の平均による。これらの時点に現在値が例えば基準値よりも下方にあれば（ $\Delta L_1 s$ 、 $\Delta L_2 s$ ）、基準値は次の繰返し周期にて、基準値の曲線を第1の支持点で対応する量だけ持ち上げて補正される。

## 【0030】

## (6) 耐振動試験における適応性ある現在値補正のための方法

実のところ、上に述べた方法は、個別事象（半負荷動作部）における補正が繰返し周期毎に1回行い得るに過ぎないと言う欠点がある。しかし、このことは、繰返し周期の繰返し頻度の大きい試験では、大した制限となるものではない。

### 【0031】

周辺条件がよいときは、上に述べたことの代りに、補正値を逐次個別事象のファイルから取り出す（ファイル・指向補正）のではなく、多次元補正マトリックスより取り出すことが考えられる。この多次元補正マトリックスにメモリされた種々の補正値は、以下のパラメータを考慮する必要がある。

### 【0032】

反転点パラメータ、時間間隔 $\Delta t$ 、曲線形の 카테고리、および種々の負荷成分の動的混線態様。

各パラメータは、多次元マトリックスの次元を形成する。

### 【0033】

実験の実際から、特殊な場合各パラメータがしばしば一定のままであり、従って補正・マトリックス・考察に際し考慮しないままにできることが判った。

例えば、同じ曲線形が生じ、または負荷動作部の大部分がコサイン形で経過することがあり得る。さらに、個々の個別事象の場合、同一の動的混線態様が生じ得る。これは、数個の負荷成分の場合に取り立てて言う程の方策がないとき普通のことである。

### 【0034】

これらの場合、反転点のマトリックスに対し、付加的になおただ1つの別の次元、すなわち時間 $\Delta t$ を考慮しなければならない。

このようにして、マトリックス・指向補正により、繰返し周期毎に1回よりも頻度の高い補正を行うことができる。これは、特に繰返し周期の少ない実験に対し有利である。

### 【0035】

基本的には、ファイル・指向補正とマトリックス・指向補正の混合も可能である。

試験時間の短縮も大きな意味がある。これは、基本的に高い試験頻度に関して可能である。

### 【0036】

前述の方法により、基準値は、各チャンネルの負荷反転点において元の基準値に対応する正しい現在値が生ずるように負荷方向に歪むようにされる。チャンネル間の位相関係は、時間軸の方向にも基準値の歪みが生じるので維持されたままであり、そのため前記のマスタチャンネルに対しその都度子チャンネルの正しい時間的關係が存在する。これは、マスタチャンネルの時間 $\Delta t$ にて生ずる子チャンネルの反転点が、この時間の同じ百分率の時点に生ずるように考慮する場合である。この措置により、設定基準値の時間的圧縮も達成され、マスタチャンネルの時間 $\Delta t$ を短縮することができる。ついで当然のことながら、反転点が子チャンネルに生ずる時点は適宜時間的に圧縮されなければならない。それによって該時点は元の負荷シリーズにおけると同じく同じ百分率の時点に生ずる。

### 【0037】

しかしながら、このことは、マスタチャンネルにおいて観察された時間 $\Delta t$ 後の反転点にて、負荷が充分な（パラメータ化に際し調整可能な）精度でもって得られると言う前提の下でのみ許容である。同時に、この時間および次の時間 $\Delta t$ に生ずる子チャンネルのすべての反転点も、充分な精度でもって最後の繰返し周期に得られていなければならない。このときにのみ、その次の繰返し周期にこのような時間的圧縮を行うことができる。圧縮（周波数・向上）は、試験のパラメータ化に際しプリセット可能なステップ大きさ（ $\Delta t$ は一定の百分率で縮小される）にて行われることになる。

### 【0038】

同じ手段でもって、試験負荷の精度向上をも達成することができる。基準値のこの半負荷動作部に対し設けられた元の $\Delta t$ をもった反転点が、現在値の負荷方向の補正でもってしても得られないときは、上に述べた方策に対応して $\Delta t$ を延長することができる。これは、基準値経過の負荷変動が大きくかつ非常に速やかである場合、必要になり得るものであ

(7) 耐振動試験における適応性ある現在値補正のための方法

る。

【図面の簡単な説明】

【図1】 基準値と現在値との間の偏倚を示す負荷・時間・グラフである。

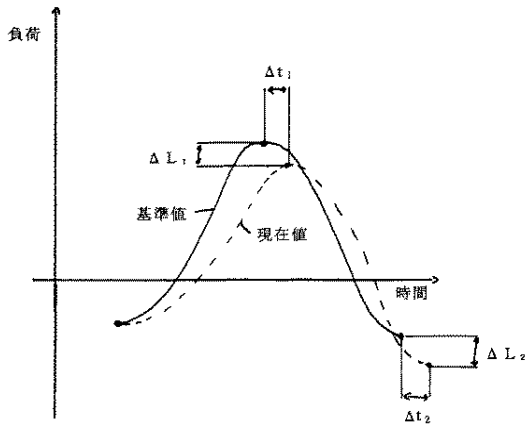
【図2】 1つの事象の2つの反転点の間の種々の曲線形を示す負荷・時間・グラフである。

【図3】 基準値と現在値との間の偏倚を検出するための支持点の機能を示す負荷・時間・グラフである。

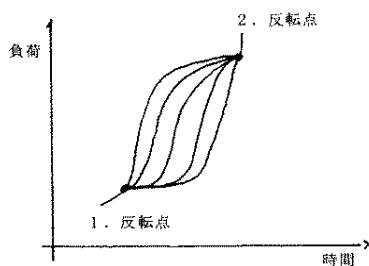
【符号の説明】

$T_g$	反転点間の全時間
$\Delta T_{u_1}$	第1反転点における時間ずれ
$\Delta T_{u_2}$	第2反転点における時間ずれ
$\Delta T_{1s}$ 、 $\Delta T_{2s}$	第1の支持点および第2の支持点における時間ずれ

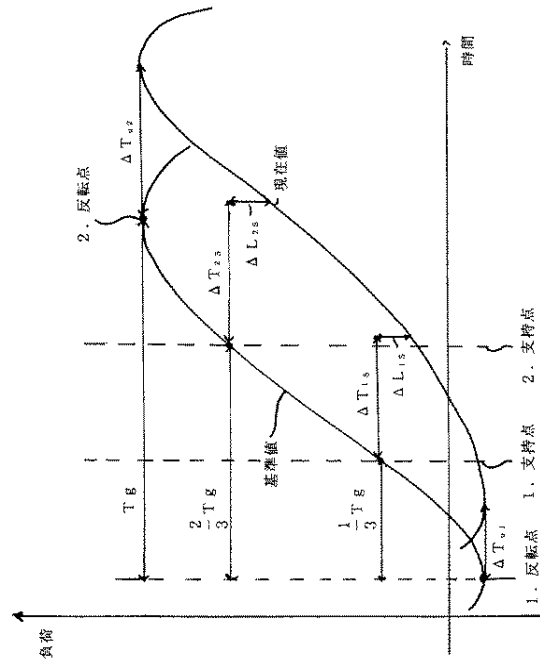
【図1】



【図2】



【図3】



(8) 耐振動試験における適応性ある現在値補正のための方法

(72)発明者 ディーター シュッツ  
ドイツ連邦共和国 デー・64354 ラインハイム アム ディーブルガー ベルク 18

審査官 秋田 将行

(56)参考文献 特開昭58-154639 (JP, A)  
特開平2-144613 (JP, A)  
特開平2-82132 (JP, A)  
特開平5-10846 (JP, A)  
特開平5-142089 (JP, A)  
特開平5-332876 (JP, A)  
特開平6-102815 (JP, A)  
特開平7-27664 (JP, A)  
特開平7-306115 (JP, A)  
特開平8-82571 (JP, A)  
特開平8-285721 (JP, A)  
米国特許第5299459 (US, A)  
米国特許第5511431 (US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01M 7/00-7/08