

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 6 部門第 1 区分

【発行日】平成21年11月19日(2009.11.19)

【公開番号】特開2008-134182(P2008-134182A)

【公開日】平成20年6月12日(2008.6.12)

【年通号数】公開・登録公報2008-023

【出願番号】特願2006-321706(P2006-321706)

【国際特許分類】

G 0 1 M 19/00 (2006.01)

G 0 1 H 17/00 (2006.01)

【F I】

G 0 1 M 19/00 Z

G 0 1 H 17/00 Z

【手続補正書】

【提出日】平成21年10月6日(2009.10.6)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

構造体の監視対象箇所を挟む 2 点 x_i , x_j に設置した複数の振動応答検出センサおよび位置 x_i , x_j とは異なる参照点 x_k に設置した参照応答検出センサと、

前記振動応答検出センサおよび参照応答検出センサから振動計測データを取得し、入力振動計測データから、固有振動の数 N の振動モードの各々において、 n 次モード ($1 \leq n \leq N$) のモードシェイプから抽出した 2 点 x_i , x_j の間の注目軸方向の相対変位量である相対モードシェイプ $\Psi_n(x_i, x_j)$ 、参照点 x_k における n 次モードのモードシェイプの参照軸方向成分である参照モードシェイプ $\phi_n^T(x_k)$ および n 次モードの固有振動数 ω_n を求め、下記の式

【数 1】

$$d_n(x_i, x_j) = \left\{ \frac{\Psi_n(x_i, x_j)}{\omega_n \phi_n^T(x_k)} \right\}^2$$

で定義される d_n を算出し、下記の式

【数 2】

$$DI(i, j) = \frac{\sqrt{\sum_{n=1}^N \{d_n(x_i, x_j)|_{present} - d_n(x_i, x_j)|_{baseline}\}^2}}{\sqrt{\sum_{n=1}^N \{d_n(x_i, x_j)|_{baseline}\}^2}}$$

(ここで添え字 present は現在の d_n の評価値を、添え字 baseline は評価の基準となる健全状態における d_n の評価値を表す) で定義される損傷指標 DI を評価することを含むデータ処理の少なくとも一部を実行するデータ処理装置と

からなる構造物の損傷の診断システム。

【請求項 2】

前記参照点 x_k が位置 x_i , x_j の一方と同じ位置であり、前記複数の振動応答検出センサの 1 つが前記参照応答検出センサとして兼用されることを特徴とする請求項 1 に記載された診断システム。

【請求項 3】

前記振動応答検出センサが、角度、角速度または角加速度を検出するセンサであることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載された診断システム。

【請求項 4】

前記振動応答検出センサが、変位、速度または加速度を検出するセンサであることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載された診断システム。

【請求項 5】

前記参照応答検出センサが、変位、速度または加速度を検出するセンサであることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載された診断システム。

【請求項 6】

前記参照応答検出センサが、角度、角速度、角加速度または歪みを検出するセンサであることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載された診断システム。

【請求項 7】

さらに、複数の監視対象箇所ごとに設けられる前記データ処理装置からデータ処理結果を受け取るホストコンピュータを備えることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載された診断システム。

【請求項 8】

前記データ処理装置が、前記データ処理の一部を実行するデータ処理装置であり、前記ホスト装置は前記データ処理装置から受け取ったデータ処理結果を基に、前記データ処理の残りの部分を実行することを特徴とする請求項 7 に記載された診断システム。

【請求項 9】

前記データ処理装置と前記ホストコンピュータの間でデータが無線で送信されることを特徴とする請求項 7 または 8 に記載された診断システム。

【請求項 10】

前記データ処理装置は、2 点 x_i , x_j における振動応答データの相対量（差）と参照応答データのクロススペクトルおよびパワースペクトルの比により前記 d_n を求め、前記 d_n の変化を非損傷時の基準ベクトル $d_n(x_i, x_j)|_{baseline}$ からの変動分のノルムで評価することを特徴とする請求項 1 ～ 9 のいずれかに記載された診断システム。

【請求項 11】

構造体の監視対象箇所を挟む 2 点 x_i , x_j に設置した複数の振動応答検出センサおよび位置 x_i , x_j とは異なる参照点 x_k に設置した参照応答検出センサとから振動計測データを取得し、

入力振動計測データから、固有振動の数 N の振動モードの各々において、 n 次モード ($1 \leq n \leq N$) のモードシェイプから抽出した 2 点 x_i , x_j の間の注目軸方向の相対変位量である相対モードシェイプ $\Psi_n(x_i, x_j)$ 、参照点 x_k における n 次モードのモードシェイプの参照軸方向成分である参照モードシェイプ $\phi_n^r(x_k)$ および n 次モードの固有振動数 ω_n を求め、

下記の式

【数 3】

$$d_n(x_i, x_j) = \left\{ \frac{\Psi_n(x_i, x_j)}{\omega_n \phi_n^r(x_k)} \right\}^2$$

で定義される d_n を算出し、

下記の式

【数 4】

$$DI(i, j) = \frac{\sqrt{\sum_{n=1}^N \{d_n(x_i, x_j)|_{present} - d_n(x_i, x_j)|_{baseline}\}^2}}{\sqrt{\sum_{n=1}^N \{d_n(x_i, x_j)|_{baseline}\}^2}}$$

(ここで添え字presentは現在の d_n の評価値を、添え字baselineは評価の基準となる健全状態における d_n の評価値を表す)で定義される損傷指標DIを評価する

構造物の損傷の診断方法。

【請求項12】

前記 d_n を2点 x_i, x_j における振動応答データの相対量(差)と参照応答データのクロススペクトルおよびパワースペクトルの比により求め、

前記 d_n の変化を非損傷時の基準ベクトル $d_n(x_i, x_j)|_{baseline}$ からの変動分のノルムで評価することを特徴とする請求項11に記載された診断方法。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0011】

本発明に係る構造物の損傷の診断システムは、構造体の監視対象箇所を挟む2点 x_i, x_j に設置した複数の振動応答検出センサおよび位置 x_i, x_j とは異なる参照点 x_k に設置した参照応答検出センサと、データ処理装置とからなる。データ処理装置は、前記振動応答検出センサおよび参照応答検出センサから振動計測データを取得し、入力振動計測データから、固有振動の数 N の振動モードの各々において、 n 次モード($1 \leq n \leq N$)のモードシェイプから抽出した2点 x_i, x_j の間の注目軸方向の相対変位量である相対モードシェイプ $\Psi_n(x_i, x_j)$ 、参照点 x_k における n 次モードのモードシェイプの参照軸方向成分である参照モードシェイプ $\phi_n^r(x_k)$ および n 次モードの固有振動数 ω_n を求め、

下記の式

【数1】

$$d_n(x_i, x_j) = \left\{ \frac{\Psi_n(x_i, x_j)}{\omega_n \phi_n^r(x_k)} \right\}^2$$

で定義される d_n を算出し、

下記の式

【数2】

$$DI(i, j) = \frac{\sqrt{\sum_{n=1}^N \{d_n(x_i, x_j)|_{present} - d_n(x_i, x_j)|_{baseline}\}^2}}{\sqrt{\sum_{n=1}^N \{d_n(x_i, x_j)|_{baseline}\}^2}}$$

(ここで添え字presentは現在の評価値を、添え字baselineは評価の基準となる健全状態における評価値を表す)で定義される損傷指標DIを評価することを含むデータ処理の少なくとも一部を実行する。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0015】

本発明に係る構造物の損傷の診断システムでは、(a) 構造物の監視対象箇所を挟む2点 x_i , x_j に設置した複数の振動応答検出センサおよび位置 x_i , x_j とは異なる参照点 x_k に設置した参照応答検出センサとから振動計測データを入力し、次に、(b) 入力した振動計測データから、固有振動の数 N の振動モードの各々において、 n 次モード ($1 \leq n \leq N$) のモードシェイプから抽出した2点 x_i , x_j の間の注目軸方向の相対変位量である相対モードシェイプ $\Psi_n(x_i, x_j)$ 、参照点 x_k における n 次モードのモードシェイプの参照軸方向成分である参照モードシェイプ $\phi_n^r(x_k)$ および n 次モードの固有振動数 ω_n を求め、(c) 下記の式

【数3】

$$d_n(x_i, x_j) = \left\{ \frac{\Psi_n(x_i, x_j)}{\omega_n \phi_n^r(x_k)} \right\}^2$$

で定義される d_n を算出し、(d) 下記の式

【数4】

$$DI(i, j) = \frac{\sqrt{\sum_{n=1}^N \{d_n(x_i, x_j)|_{present} - d_n(x_i, x_j)|_{baseline}\}^2}}{\sqrt{\sum_{n=1}^N \{d_n(x_i, x_j)|_{baseline}\}^2}}$$

(ここで添え字 $present$ は現在の評価値を、添え字 $baseline$ は評価の基準となる健全状態における評価値を表す) で定義される損傷指標 DI を評価する。