

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4096091号

(P4096091)

(45) 発行日 平成20年6月4日(2008.6.4)

(24) 登録日 平成20年3月21日(2008.3.21)

(51) Int. Cl. F I
 G O 1 C 7/04 (2006.01) G O 1 C 7/04
 E O 1 C 23/01 (2006.01) E O 1 C 23/01

請求項の数 3 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2002-273165 (P2002-273165)	(73) 特許権者	501253224 藤野 陽三
(22) 出願日	平成14年9月19日(2002.9.19)		東京都目黒区柿の木坂1-20-17 ク
(65) 公開番号	特開2004-108988 (P2004-108988A)		レードルパレス柿の木坂204
(43) 公開日	平成16年4月8日(2004.4.8)	(73) 特許権者	591127098
審査請求日	平成17年8月8日(2005.8.8)		首都高速道路公団 東京都千代田区霞ヶ関1丁目4番1号
		(73) 特許権者	591216473
			財団法人首都高速道路技術センター 東京都港区虎ノ門三丁目10番11号
		(74) 代理人	100058479 弁理士 鈴江 武彦
		(74) 代理人	100084618 弁理士 村松 貞男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 道路診断方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

予め計測車両のモデル化に用いる諸元データが記憶部に登録されたコントローラを前記計測車両に搭載し、この計測車両を、路面凹凸状態を診断する道路を走行させて該計測車両の車両本体床部における鉛直方向の振動を時系列的に計測し、

前記コントローラは、

前記時系列的に計測された前記車両本体床部の鉛直方向振動データと、前記記憶部に登録された計測車両のモデル化に用いる諸元データとから、数値解析により前記計測車両のタイヤと路面とが接する部分の変位をリアルタイムに算出して、前記車両本体床部の鉛直方向振動データを前記道路の路面変位データに変換し、この変換された路面変位データに基づいて前記道路の路面凹凸状態を、前記計測車両を走行させながら診断するようにしたことを特徴とする路面診断方法。

【請求項 2】

前記コントローラは、

道路を走行している前記計測車両の位置を時系列的に計測する位置計測ステップと、この位置計測ステップにより時系列的に計測された前記計測車両の位置データと前記時系列的に計測された前記車両本体床部の鉛直方向振動データとを測定時刻を元に同定する同定ステップを含むことを特徴とする請求項 1 記載の路面診断方法。

【請求項 3】

前記コントローラは、

10

20

前記時系列的に計測された前記車両本体床部の鉛直方向振動データから前記計測車両自身の固有振動数を除去する振動除去ステップを含み、

この振動除去ステップにより前記計測車両自身の固有振動数が除去された鉛直方向振動データを道路の路面変位データに変換することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の路面診断方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、道路の路面状態、例えば段差や凹凸の状態を、車両を走行させて診断する路面診断方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

多くの高速道路は全長の大部分が高架構造であり、特に建設初期の高架構造物は独立した 20～30メートル程度の単純桁構造であるため、伸縮継目部が多数存在している。このような道路では、大型貨物トラック等の超重量車両の度重なる通過によって伸縮継手部が損傷して段差が発生したり、舗装面のひび割れやわだち掘れが発生したりして路面に凹凸を生じ、道路としての性能が低下する懸念があった。このような性能の低下は、騒音や車両の走行安定性を悪化させるばかりでなく、高架構造物自体の劣化という深刻な事態にも繋がりがねない。そこで、路面の段差や凹凸の状態を適時定量的に診断しかつデータベースとして蓄積できるシステムの確立が従来から望まれていた。

【0003】

従来は、巡回監視員が路面を車両によって低速で走行し、目視及び体感によって路面状況の点検を日常的に行なっていた。

【0004】

また、レーザ発振器等のファンビーム光源から路面にファンビーム光を照射し、この光源から照射された光線の軌跡をカメラで撮影して、撮影された光線の軌跡から路面の凹凸状態を測定する装置が知られていた（例えば、特許文献 1 参照）。

【0005】

【特許文献 1】

特開平 4 - 3 2 7 0 5 号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、巡回監視員による日常点検では、監視員の経験に頼らざるを得ず、到底定量的な診断は行なえなかった。また、データベースとして診断結果を蓄積するようなこともできなかった。

【0007】

一方、レーザ光等のファンビーム光を利用した従来の測定装置では、雨天時のように路面が濡れているときにはファンビーム光が乱反射を起こすため正確な測定ができず、適時定量的な診断を行なえとは言い難かった。また、走行中にファンビーム光源を路面に投射しその光線の軌跡をカメラで撮影しなければならないため特別仕様車を用いなければならず、設備費が高い上、その維持コストもかかっていた。しかも、測定に費用が嵩むので、せいぜい年 1～2 回程度の定期点検でしか使用することができず、日常的な点検には不向きであった。

【0008】

本発明はこのような事情に基づいてなされたもので、その目的とするところは、路面の状態を日常的にかつ定量的に低コストで診断できる上、車両として特別仕様車を必要とせず設備費、維持費などのコストもかからない路面診断方法を提供しようとするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

本願請求項 1 に係る発明は、予め計測車両のモデル化に用いる諸元データが記憶部に登録されたコントローラを該計測車両に搭載し、この計測車両を、路面凹凸状態を診断する道路を走行させて該計測車両の車両本体床部における鉛直方向の振動を時系列的に計測し、コントローラは、時系列的に計測された車両本体床部の鉛直方向振動データと、記憶部に登録された計測車両のモデル化に用いる諸元データとから、数値解析により計測車両のタイヤと路面とが接する部分の変位をリアルタイムに算出して、車両本体床部の鉛直方向振動データを道路の路面変位データに変換し、この変換された路面変位データに基づいて道路の路面凹凸状態を、計測車両を走行させながら診断するようにした路面診断方法である。

【 0 0 1 0 】

本願請求項 2 に係る発明は、上記請求項 1 に係る発明の路面診断方法に、道路を走行している車両の位置を時系列的に計測する位置計測ステップと、この時系列的に計測された車両の位置データと振動計測ステップにより時系列的に計測された車両本体床部の鉛直方向振動データとを測定時刻を元に同定する同定ステップとを付加したものである。

【 0 0 1 1 】

本願請求項 3 に係る発明は、上記請求項 1 又は 2 に係る路面診断方法に、振動計測ステップにより時系列的に計測された車両本体床部の鉛直方向振動データから車両自身の固有振動数を除去する振動除去ステップを付加し、変換ステップは、振動除去ステップにより車両自身の固有振動数が除去された鉛直方向振動データを道路の路面変位データに変換するようにしたものである。

【 0 0 1 7 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の一実施の形態を図面を用いて説明する。

【 0 0 1 8 】

図 1 は本実施の形態における路面診断装置の要部構成を示すブロック図である。この路面診断装置は、道路を走行している計測車両の車両本体床部における鉛直方向の振動を時系列的に計測する振動計測手段としての振動計測器 1 と、GPS (Global Positioning System: 全地球測位システム) 衛星からの電波を受信し、その電波が到達するのに要した時間から、道路を走行している前記計測車両の位置を時系列的に計測する位置計測手段としての GPS 受信機 2 と、振動計測器 1 からの振動計測データ及び GPS 受信機 2 からの位置計測データをそれぞれ収集し解析して、計測車両が走行した道路の路面凹凸状態を診断し、路面凹凸状態異常部とその位置を出力するコントローラ 3 とによって構成されている。振動計測器 1 とコントローラ 3 及び GPS 受信機 2 とコントローラ 3 とは、それぞれ専用の通信ケーブル 4, 5 によって着脱自在に接続されている。

【 0 0 1 9 】

振動計測器 1 は、計測車両本体の床面鉛直方向に対する振動加速度を計測する加速度センサ 1 1 と、この加速度センサ 1 1 からのアナログ信号を増幅する増幅器 1 2 と、この増幅器 1 2 によって増幅されたアナログ信号をデジタルデータに変換する A/D 変換器 1 3 とによって構成されている。そして、A/D 変換器 1 3 によってデジタル化された振動加速度データが、通信ケーブル 4 を通ってコントローラ 3 に供給されるようになっている。

【 0 0 2 0 】

GPS 受信機 2 は、3 つ以上の GPS 衛星から発信されている電波を受信し、これらの電波が到達するのに要した時間から各衛星までの距離を算出して、この距離データを元に車両位置 (緯度, 経度), 移動方向, 移動速度を計測するもので、これらの計測データは計測日時データとともに通信ケーブル 5 を通ってコントローラ 3 に供給されるようになっている。

【 0 0 2 1 】

コントローラ 3 は、CPU (Central Processing Unit: 中央処理装置) 等を主体に構成された制御部 3 1 と、操作部としてのキーボード 3 2 と、表示部としてのディスプレイ 3

10

20

30

40

50

3と、日時を計時する時計部34と、プリンタを接続可能なプリンタインタフェース35と、入力ポート36と、GPSドライバ37と、記憶部38とから構成されている。そして、入力ポート36に前記通信ケーブル4が接続され、この入力ポート36を介して前記振動計測器1から制御部31に振動加速度データが与えられる。また、GPSドライバ37に前記通信ケーブル5が接続されて、GPS受信機2からGPSドライバ37に計測データ及び計測日時データが与えられる。

【0022】

記憶部38は、例えばHDD(Hard Disk Drive)装置によって構成されており、諸元データファイル38A、振動データファイル38B、地図データファイル38C及び位置データファイル38D等の各種データファイルが記憶保持される。

10

【0023】

諸元データファイル38Aは、計測車両の車両長、重量、サスペンションばね定数、タイヤばね定数、サスペンション減衰定数、タイヤ減衰定数等の車両諸元値を記憶するものである。これらの車両諸元値は、計測車両のカタログ等から事前に調べられるもので、キーボード32の操作によって手入力することで、当該計測車両の諸元データファイル38Aを記憶部38に設定することができる。

【0024】

振動データファイル38Bは、振動計測器1によって計測された振動加速度データをテキスト形式で時系列的に記憶するもので、図2に示すように、1行目に計測開始日時(年月日時分秒)が記憶され、2行目以降に振動加速度データが測定順に記憶される。

20

【0025】

地図データファイル38Cは、路面凹凸状態を診断する道路が掲載された電子地図データを記憶するもので、GPS対応の市販のものを使用できる。

【0026】

位置データファイル38Dは、GPS受信機2から受信した車両位置(緯度、経度)、移動方向、速度の各計測データを計測日時データとともにテキスト形式で時系列的に記憶するもので、図3に示すように、日付、時刻、緯度、経度、移動方向及び移動速度の各項目を1行として測定順に記憶される。

【0027】

ここに、コントローラ3は、CPUを実装し、キーボード、ディスプレイ、HDD装置、各種の通信インタフェース等を備えた携帯可能なパーソナルコンピュータ(以下、パソコンと略称する)を適用することができる。

30

【0028】

かかる構成の路面診断装置は、路面凹凸状態を診断する道路を走行中の車両の本体床部における鉛直方向の振動と当該車両の位置とをそれぞれ時系列的に計測する測定モードと、これらの計測結果を解析して道路の路面凹凸状態を診断する解析モードとを有している。そして、測定モードを実行する際には、振動計測器1、GPS受信機2及びパソコンからなるコントローラ3をすべて計測車両に搭載する。

【0029】

図4は本実施の形態で使用する計測車両6の模式図であり、同図(a)は側面図、同図(b)は上面図である。本実施の形態では、セダンタイプの乗用車を計測車両6として使用している。そして、この計測車両本体60の運転席61と助手席62との間の床面63に前記振動計測器1を例えば粘着テープを用いて取り付け、後部シート64後方のダッシュボード上に前記GPS受信機2を設置する。また、後部シート64の上に前記コントローラ3を置き、振動計測器1とコントローラ3及びGPS受信機2とコントローラ3を、それぞれ通信ケーブル4、5で接続する。

40

【0030】

この状態で、調査担当者は、路面凹凸状態診断対象の道路を計測車両6で実際に走行するとともに、コントローラ3のキーボード32を操作してコントローラ3に測定モードの実行コマンドを入力する。そうすると、制御部31は、図5の流れ図に示す手順で各部を制

50

御するようになっている。

【 0 0 3 1 】

まず、制御部 3 1 は、測定開始コマンドが入力されるのを待機する (S 1)。そして、キーボード 3 2 の操作により測定開始コマンドが入力されたならば、制御部 3 1 は、時計部 3 4 にて計時されている日時データを読み込み、この日時データを測定開始時刻として振動データファイル 3 8 B の 1 行目に記録する (S 2)。また制御部 3 1 は、GPS ドライバ 3 7 を起動する (S 3)。

【 0 0 3 2 】

しかる後、制御部 3 1 は、予め設定されている振動計測のサンプリングレート (例えば 2 0 回 / 秒) に従い、振動計測器 1 から入力ポート 3 6 を介して供給されている振動加速度データを連続的にサンプリングし、テキスト (数値) データに変換して振動データファイル 3 8 B の 2 行目以降に順次記録する (S 4 , S 5)。

【 0 0 3 3 】

制御部 3 1 は、測定終了コマンドが入力されるまで、振動加速度データのサンプリングと記録とを繰り返す。そして、キーボード 3 2 の操作により測定終了コマンドが入力されたならば (S 6)、制御部 3 1 は、GPS ドライバ 3 7 を停止する (S 7)。また制御部 3 1 は、振動データファイル 3 8 B を記憶部 3 8 に保存する (S T 8)。以上で、制御部 3 1 は、計測モード実行時の制御を終了する。

【 0 0 3 4 】

なお、この計測モードにおいて、制御部 3 1 は、振動計測器 1 からの出力信号をディスプレイ 3 3 にリアルタイムにチャート表示させる。こうすることにより、調査担当者は、計測中に振動計測器 1 が正常に作動していることを確認できる。

【 0 0 3 5 】

一方、GPS ドライバ 3 7 は、制御部 3 1 の制御により起動すると、予め設定されているサンプリングレート (例えば 0 . 5 回 / 秒) の間隔で、GPS 受信機 2 から車両位置 (緯度 , 経度) , 移動方向及び移動速度の各計測データと計測日時データとを入力し、その都度、日付 , 時刻 , 緯度 , 経度 , 移動方向及び移動速度の各項目を 1 行としてテキスト形式で位置データファイル 3 8 D に順次記録する処理を繰り返す。そして、制御部 3 1 の制御により停止すると、位置データファイル 3 8 D を記憶部 3 8 に保存する。

【 0 0 3 6 】

このように、振動計測器 1、GPS 受信機 2 及びコントローラ 3 を搭載した計測車両 6 で路面凹凸状態診断対象の道路を実際に走行することによって、この道路を走行中の計測車両 6 の車両本体床部における鉛直方向の振動加速度データが時系列的に計測され、コントローラ 3 に振動データファイル 3 8 B として記録保存されるとともに、当該計測車両 6 の GPS 位置データが時系列的に計測され、同じくコントローラ 3 に位置データファイル 3 8 D として記録保存される。

【 0 0 3 7 】

さて、路面凹凸状態診断対象の道路を走破して振動加速度データと GPS 位置データとの計測を終えると、調査担当者は、キーボード 3 2 を操作してコントローラ 3 に解析モードの実行コマンドを入力する。そうすると、制御部 3 1 は、図 6 の流れ図に示す手順で各部を制御するものとなっている。

【 0 0 3 8 】

まず、制御部 3 1 は、記憶部 3 8 に当該計測車両 6 の諸元データファイル 3 8 A が保存されているか否かを判断する (S 1 1)。諸元データファイル 3 8 A が保存されていない場合には、計測結果を解析できないので、制御部 3 1 は、解析モードの実行をエラーとして、この制御を終了する。

【 0 0 3 9 】

当該計測車両 6 の諸元データファイル 3 8 A が保存されていた場合には、制御部 3 1 は、前記測定モードの実行により記憶部 3 8 に保存された振動データファイル 3 8 B の 2 行目から振動加速度データを 1 データずつ順次取得する (S 1 2)。そして制御部 3 1 は、同

振動データファイル38Bに記録されている測定開始時刻と、予め設定されている振動計測のサンプリングレートとから、取得した振動加速度データの測定時刻 t を算出する (S13)。また制御部31は、当該振動加速度データを諸元データファイル38Aに設定されている計測車両6の諸元データに基づいて道路の路面変位量 r に変換し [データ変換手段] (S14)、路面変位量 r を測定時刻 t に対応させて記憶する (ST15)。

【0040】

ここで、振動加速度データから路面変位量 r への変換は、計測車両6を図7に示す4自由度系からなるモデルとしてとらえ、各質点の釣り合い式を用いて数値解析により車両のタイヤと路面とが接する部分の変位を算出して行なう。

【0041】

図7において、 m_S は車両本体6の全質量 (kgf)、 m_{TF} は車両本体6の前部質量 (kgf)、 m_{TR} は車両本体6の後部質量 (kgf)、 z_S は車両本体6の床面鉛直方向の変位量 (cm)、 z_{TF} は車両本体6の前部床面鉛直方向の変位量 (cm)、 z_{TR} は車両本体6の後部床面鉛直方向の変位量 (cm)、 l_F は車両本体6の前部車両長 (cm)、 l_R は車両本体6の後部車両長 (cm)、 k_{SF} は前部サスペンションのばね定数 (kgf/cm)、 k_{SR} は後部サスペンションのばね定数 (kgf/cm)、 k_{TF} は前部タイヤのばね定数 (kgf/cm)、 k_{TR} は後部タイヤのばね定数 (kgf/cm)、 c_{SF} は前部サスペンションの減衰率 (kgfs/cm)、 c_{SR} は後部サスペンションの減衰率 (kgfs/cm)、 c_{TF} は前部タイヤの減衰率 (kgfs/cm)、 c_{TR} は後部タイヤの減衰率 (kgfs/cm)、 r_F は前部タイヤと路面とが接する部分の変位量 (cm)、 r_R は後部タイヤと路面とが接する部分の変位量 (cm) である。これらの値のうち、各質量 m_S 、 m_{TF} 、 m_{TR} 、各車両長 l_F 、 l_R 、各サスペンションのばね定数 k_{SF} 、 k_{SR} 、各タイヤのばね定数 k_{TF} 、 k_{TR} 、各サスペンションの減衰率 c_{SF} 、 c_{SR} 、各タイヤの減衰率 c_{TF} 、 c_{TR} は、予め計測車両6の諸元データとして求めることが可能であり、解析モードを実行するにあたり諸元データファイル38Aに設定されている。

【0042】

各質点系の釣り合い式を求めると、次の(1)～(4)式となる。

【0043】

$$m_S z_S + c_{SF} (z_S - z_{TF}) + k_{SF} (z_S - z_{TF}) + c_{SR} (z_S - z_{TR}) + k_{SR} (z_S - z_{TR}) = 0 \quad (1)$$

$$m_{TF} z_{TF} + c_{SF} (z_{TF} - z_S) + k_{SF} (z_{TF} - z_S) + c_{TF} (z_{TF} - r_F) + k_{TF} (z_{TF} - r_F) = 0 \quad (2)$$

$$m_{TR} z_{TR} + c_{SR} (z_{TR} - z_S) + k_{SR} (z_{TR} - z_S) + c_{TR} (z_{TR} - r_R) + k_{TR} (z_{TR} - r_R) = 0 \quad (3)$$

$$l_F \{ c_{SF} (z_S - z_{TF}) + k_{SF} (z_S - z_{TF}) \} - l_R \{ c_{SR} (z_S - z_{TR}) + k_{SR} (z_S - z_{TR}) \} = 0 \quad (4)$$

なお、 $z_S = d^2 z_S / dt^2$ 、

$$z_S = dz_S / dt、$$

$$z_{TF} = dz_{TF} / dt、$$

$$z_{TR} = dz_{TR} / dt、$$

$$r_F = dr_F / dt、$$

$$r_R = dr_R / dt。$$

【0044】

(1)～(4)式において、車両本体6の床面鉛直方向の変位量 z_S は、振動加速度データ z_S から求められるので、未知数は r_F 、 r_R 、 z_{TF} 、 z_{TR} の4つである。そこで、(1)～(4)式に変位量 z_S と、諸元データファイル38Aに設定されている計測車両6の諸元データとを代入することによって、上記未知数 r_F 、 r_R 、 z_{TF} 、 z_{TR} を求めることができる。その結果、路面変位量 r_F 、 r_R が得られる。路面変位量 r_F は前部タイヤと路面とが接する部分の変位量であり、路面変位量 r_R は後部タイヤと路面とが接する部分の変位量である。そこで、路面変位量 r_F と路面変位量 r_R の平均値を求め

て、測定時刻 t に対応した路面変位量 r とするか、いずれか一方の変位量を選択して測定時刻 t に対応した路面変位量 r とする。

【 0 0 4 5 】

制御部 3 1 は、振動データファイル 3 8 B に記録されている各振動加速度データについて、上記の処理を繰り返す。そして、振動データファイル 3 8 B に記録されている最後の振動加速度データについて上記の処理を実行し、次の振動加速度データが振動データファイル 3 8 B に記録されていないことを確認すると (S T 1 6)、制御部 3 1 は、測定時刻 t に対応した路面変位量 r のデータを解析して路面凹凸状態の異常部を検出する (S T 1 7)。具体的には、路面変位量 r が予め設定されたしきい値を超えると、その時刻に計測車両 6 が走行した路面に凹凸状態の異常個所があると制御部 3 1 は判断する [異常部検出手段]。 10

【 0 0 4 6 】

測定時刻 t に対応した路面変位量 r の一例を図 8 に示す。この例では、路面変位量 r が正方向及び負方向にそれぞれ設定されたしきい値 S , $-S$ を超えた時刻 t_1 , t_2 に計測車両 6 が走行した路面が凹凸状態異常部であると判断する。

【 0 0 4 7 】

さて、測定時刻 t に対応した路面変位量 r のデータを解析した結果、路面凹凸状態の異常部有りと判断すると (S T 1 8)、制御部 3 1 は、位置データファイル 3 8 D に時系列的に記録されている位置記録データを参照して、異常部と判定された路面変位量 r に対応した測定時刻 t とほぼ同時刻に測定された計測車両 6 の位置記録データを選択し、この位置記録データにより路面凹凸状態異常部の位置を特定する [異常部位置特定手段]。 20

【 0 0 4 8 】

ここで、前述したように振動記録データのサンプリングレートは 2 0 回 / 秒 (1 秒間に 2 0 回、つまりは 0 . 0 5 秒に 1 回) であり、位置記録データのサンプリングレートは 0 . 5 回 / 秒 (2 秒間に 1 回) なので、路面変位量 r に対応した測定時刻 t と同時刻の位置記録データが保存されているとは限らない。そこで、振動記録データと位置記録データとを測定時刻を元に同定することによって、測定時刻 t とほぼ同時刻の位置記録データを求める必要がある。具体的には、あるタイミングで位置記録データを測定してから次のタイミングで位置記録データを測定するまでの間に、振動記録データは 4 0 回測定されるので、位置記録データに関して直前のデータとの差を 4 0 等分しそれぞれの時刻における位置記録データとする。そして、測定時刻 t に最も近い時刻の位置記録データを、測定時刻 t とほぼ同時刻の位置記録データとする。 30

【 0 0 4 9 】

こうして、測定時刻 t とほぼ同時刻の位置記録データを求めたならば、制御部 3 1 は、図 9 に示すように、地図データファイル 3 8 C に記憶されている電子地図データをディスプレイ 3 3 に表示させる。そして、測定時刻 t とほぼ同時刻の位置記録データが示す電子地図データ上の位置に路面凹凸異常部を知らせるマーク (図では X 印) を表示させて [異常位置出力手段]、解析モードの処理を終了する。

【 0 0 5 0 】

したがって、調査担当者は、ディスプレイ 3 3 の表示内容を一瞥するだけで路面凹凸状態の異常個所を知ることができる。 40

【 0 0 5 1 】

ところで、本実施の形態では、振動計測器 1 を車両本体の床面上部に取り付けて、車両本体床部における鉛直方向の振動加速度を測定しているが、この値には伸縮継手部の段差や、舗装面のひび割れ、わだち掘れ等による路面の凹凸形状に伴う振動の他に、計測車両自身のエンジンに起因する振動も含まれている。また、高速道路などのように高架構造を有する道路においては、橋桁の振動も含まれる。

【 0 0 5 2 】

そこで、車両本体床部における鉛直方向の振動加速度データから、計測車両自身の振動データや橋桁の振動データを除去するために、計測車両から起因する振動の固有振動数と、 50

橋桁から起因する振動の固有振動数とを求める。例えば、計測車両のエンジンをかけたまま地面に停車した状態で振動を測定することにより、計測車両から起因する振動の固有振動数を求める。また、高架橋にエンジンを切って停止した状態で振動を測定することにより、橋桁から起因する振動の固有振動数を求める。そして、車両本体床部における鉛直方向の振動加速度データから、上記固有振動数付近の周波数帯をフィルター処理により除去する〔振動除去手段〕。こうすることにより、生の振動計測波形から車両に起因する振動の振動成分及び橋桁に起因する振動の振動成分を排除し、外部からの加振のみによる振動計測波形を得られるので、この振動計測波形のデータを路面変位データに変換して解析することによって、より正確に路面の凹凸状態を診断することができる。

【0053】

このように、本実施の形態によれば、車両本体の床面63の上部に振動計測器1が取り付けられるとともに、携帯型パソコンからなるコントローラ3とGPS受信機2とが搭載され、コントローラ3と振動計測器1及びコントローラ3とGPS受信機2とがそれぞれ通信ケーブル4,5で接続された計測車両6を、路面凹凸状態診断対象の道路を走行させるだけで、路面の凹凸状態を定量的に診断することができる。

【0054】

この場合において、振動計測器1は車内床面63の上部に粘着テープなどで貼り付けて固定すればよく、取り付けが容易である上、コントローラ3とGPS受信機2も車内に持ち込めばよいので、計測車両として特別な仕様車を用意する必要はなく、車両の諸元データさえわかっているならば、一般の乗用車を計測時にのみ計測車両として使用することができる。しかも、昨今ではGPS受信機2を標準装備している乗用車が増えているばかりか、コントローラ3として適用可能なパソコンも広く普及しているので、設備費を低く抑えることができる上、特別仕様車の維持コストも不要となるので、従来と比較してコストを大幅に低減できる。その結果、定期的な点検のみならず、日常的な点検にも大いに使用できるようになる。

【0055】

また、本実施の形態では、データ解析時にはコントローラ3が振動計測器1やGPS受信機2に接続されている必要はないので、コントローラ3を計測車両6から持ち出してオフィス等でデータを解析することが可能であり、解析作業を効率的に行なうことができる利点もある。

【0056】

また、本実施の形態では、振動計測器1、GPS受信機2及びコントローラ3を搭載した計測車両6で路面凹凸状態診断対象の道路を実際に走行することによって、この道路を走行中の計測車両6の車両本体床部における鉛直方向の振動加速度データが時系列的に計測され、コントローラ3に振動データファイル38Bとして記録保存されるとともに、当該計測車両6のGPS位置データが時系列的に計測され、同じくコントローラ3に位置データファイル38Dとして記録保存されるので、振動データファイル38Bに保存された鉛直方向の振動加速度データと、位置データファイル38Dに保存された当該計測車両6のGPS位置データとを、診断を終了しても例えばハードディスクに残すことによって、日常的な路面診断の結果をデータベース化することができる。これにより、経年劣化に対する診断も容易に行なえるようになる。

【0057】

なお、前記一実施の形態では、電子地図データをディスプレイ33に表示させ、この電子地図上に路面凹凸異常部を知らせるマークを表示させて、路面凹凸異常部の位置を表示するようにしたが、振動記録データから変換された路面変位量 r のグラフ(図8を参照)をディスプレイ33に表示させ(データ出力手段)、このグラフを見て調査担当者が路面の凹凸状態を診断するように構成してもよい。このような構成を採用することにより、予め計測車両6の車両長,重量,サスペンションばね定数,タイヤばね定数,サスペンション減衰定数,タイヤ減衰定数等の車両諸元データを設定した諸元データファイル38Aをコントローラの記憶部38に登録しておくことによって、計測車両6を走行させながらリア

10

20

30

40

50

ルタイムに路面の凹凸状態を診断することが可能となる。また、この場合には位置記録データがなくても路面凹凸異常部を調査担当者が認識できるので、GPS受信機2を搭載していない車両も計測車両6として使用できる利点がある。

【0058】

また前記一実施の形態では、道路を走行している車両の車両本体床部における鉛直方向の振動を振動加速度波形から求めたが、振動速度センサを用いることにより、振動速度波形から車両本体床部における鉛直方向の振動を求めても同様な効果を奏することができる。

【0059】

また前記一実施の形態では、セダンタイプの乗用車を計測車両6として使用したが、計測車両6の車種は特に限定されるものではない。また、前記一実施の形態では、振動計測器1を計測車両本体60の運転席61と助手席62との間の床面63に取り付けたが、振動計測器1の取り付け位置はこの場所に限定されるものではなく、例えば助手席の床面上部等であってもよい。要は、計測車両6の床面鉛直方向の振動データを精度よく計測できる場所であれば何処でもよい。

【0060】

この他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変形実施可能であるのは勿論である。

【0061】

【発明の効果】

以上詳述したように、本願請求項1乃至3に係る各発明によれば、路面の状態を日常的にかつ定量的に低コストで診断できる上、車両として特別仕様車を必要とせず設備費、維持費などのコストもかからない路面診断方法を提供できる。また、車両本体床部における鉛直方向振動データから数値解析によって路面変位データを取得ことができ、コンピュータを有効に活用できる効果を奏する。また、車両の諸元データを車両走行前に設定しておくことで、車両を走行させながらリアルタイムな診断も行なえるようになる。

【0062】

特に、請求項2に係る発明によれば、路面の状態に異常がある道路の位置までも容易に特定できる効果を奏する。

【0063】

また、請求項3に係る発明によれば、路面の状態をより正確に診断できる効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施の形態における路面診断装置の要部構成を示すブロック図。

【図2】 同実施の形態における振動データファイルのデータ構造を示す模式図。

【図3】 同実施の形態における位置データファイルのデータ構造を示す模式図。

【図4】 同実施の形態における計測車両と各構成要素の取り付け状態を示す側面図及び上面図。

【図5】 同実施の形態におけるコントローラの測定モード実行時の要部処理手順を示す流れ図。

【図6】 同実施の形態におけるコントローラの解析モード実行時の要部処理手順を示す流れ図。

【図7】 同実施の形態においてコントローラが振動加速度データを路面変位量 r に変換する際に用いる4自由度系モデルを示す模式図。

【図8】 同実施の形態において測定時刻 t に対応した路面変位量 r の一例を示す波形図。

【図9】 同実施の形態において路面凹凸異常部の一出力例を示す模式図。

【符号の説明】

- 1 振動計測器
- 2 GPS受信機
- 3 コントローラ
- 4, 5 通信ケーブル
- 6 計測車両

10

20

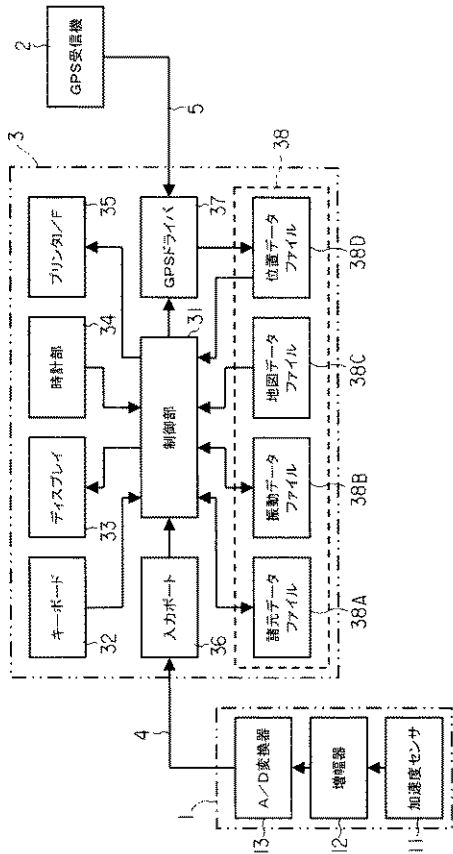
30

40

50

- 1 1 加速度センサ
- 3 1 制御部
- 3 8 A 諸元データファイル
- 3 8 B 振動データファイル
- 3 8 C 地図データファイル
- 3 8 D 位置データファイル
- 6 0 車両本体

【図1】



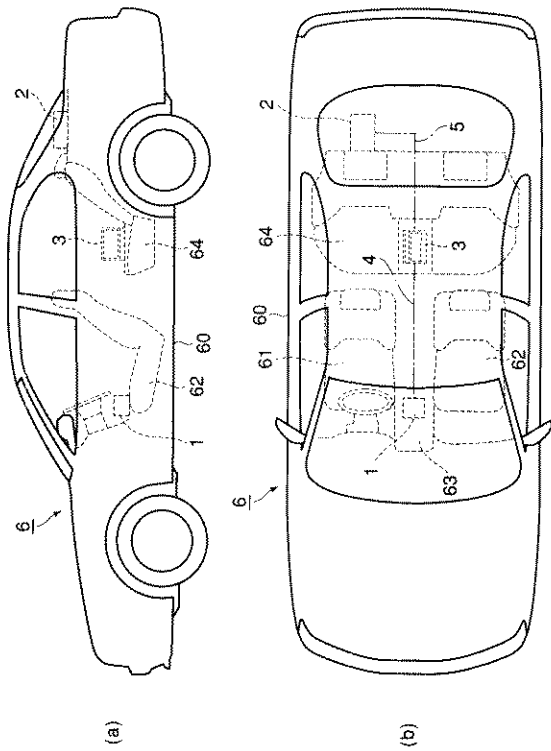
【図2】

2002/08/28 21:00:05	
1	-0.009
2	0.009
3	0.052
4	-0.052
5	-0.026
6	-0.017
7	0.026
8	-0.017
9	0.043

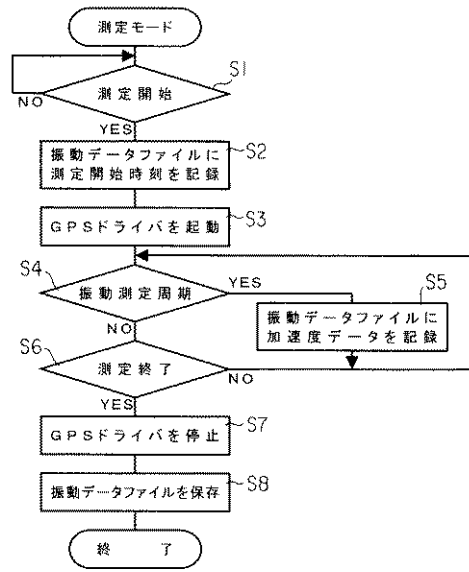
【図3】

日付	時刻	緯度	経度	移動方向	速度
----	----	----	----	------	----

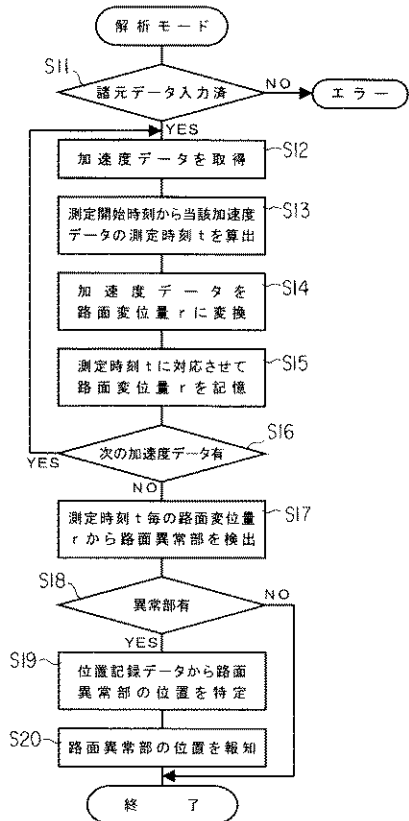
【図4】



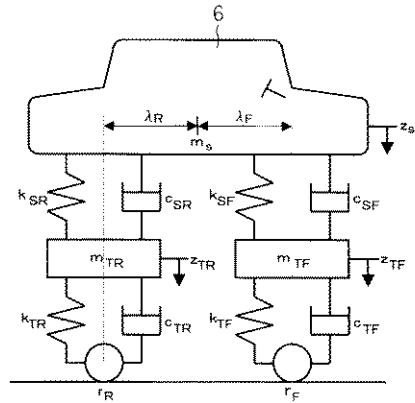
【図5】



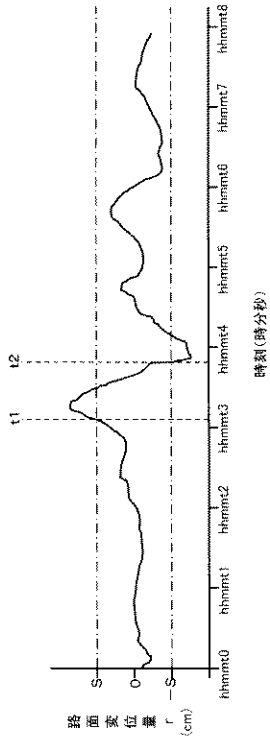
【図6】



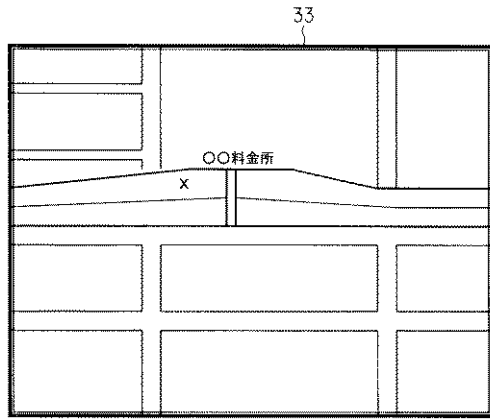
【図7】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

- (74)代理人 100092196
弁理士 橋本 良郎
- (74)代理人 100091351
弁理士 河野 哲
- (74)代理人 100088683
弁理士 中村 誠
- (72)発明者 藤野 陽三
東京都目黒区柿の木坂一丁目20番17号 クレードルパレス柿の木坂204
- (72)発明者 阿部 雅人
神奈川県藤沢市南藤沢16番12号
- (72)発明者 河野 整
埼玉県上尾市柏座三丁目1番48号
- (72)発明者 植木 博
東京都千代田区霞ヶ関1丁目4番1号 首都高速道路公団内
- (72)発明者 平林 望
東京都港区虎ノ門三丁目10番11号 財団法人 首都高速道路技術センター内
- (72)発明者 齋藤 豪
東京都港区虎ノ門三丁目10番11号 財団法人 首都高速道路技術センター内

審査官 うし 田 真悟

- (56)参考文献 特開昭59-202002(JP,A)
特開昭62-269008(JP,A)
特開2000-088568(JP,A)
特開平11-337328(JP,A)
特開平04-368211(JP,A)
河野整, 外2名, 道路高速診察システム(VIMS)の開発, 第57回年次学術講演会講演概要集, 日本, 社団法人土木学会, 2002年 9月 1日, 481-482

(58)調査した分野(Int.Cl., D B名)

G01C 7/04
E01C 23/01
G01B 21/00
JSTPlus(JDream2)