

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5183944号  
(P5183944)

(45) 発行日 平成25年4月17日(2013.4.17)

(24) 登録日 平成25年1月25日(2013.1.25)

(51) Int. Cl. F I  
G O 1 L 5/00 (2006.01) G O 1 L 5/00 1 0 1

請求項の数 6 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2007-66027 (P2007-66027)	(73) 特許権者	000173784
(22) 出願日	平成19年3月15日 (2007.3.15)		公益財団法人鉄道総合技術研究所
(65) 公開番号	特開2008-224564 (P2008-224564A)		東京都国分寺市光町二丁目8番地38
(43) 公開日	平成20年9月25日 (2008.9.25)	(74) 代理人	100089635
審査請求日	平成21年7月21日 (2009.7.21)		弁理士 清水 守
		(74) 代理人	100096426
			弁理士 川合 誠
		(72) 発明者	相川 明
			東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財
			団法人 鉄道総合技術研究所内
		(72) 発明者	名村 明
			東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財
			団法人 鉄道総合技術研究所内
		審査官	公文代 康祐

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 まくらぎ本体下面応力計測用センシングまくらぎ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

まくらぎ本体の底面に実装されるセンシングまくらぎであって、  
 (a) パラスト道床に接する複数個の受圧板と、  
 (b) 該複数個の受圧板のそれぞれの上に個別に配置される、圧電フィルム型変動荷重センサー本体と、  
 (c) 該センサー本体上に個別に配置される金属板と、  
 (d) 該個別に配置される金属板の全てを覆うように配置されるとともに、上方にまくらぎ本体の底面に固定されるユニット板とを具備することを特徴とするまくらぎ本体下面応力計測用センシングまくらぎ。

【請求項2】

請求項1記載のまくらぎ本体下面応力計測用センシングまくらぎにおいて、前記受圧板と前記センサー本体との間にコルク板を配置することを特徴とするまくらぎ本体下面応力計測用センシングまくらぎ。

【請求項3】

請求項1又は2記載のまくらぎ本体下面応力計測用センシングまくらぎにおいて、前記センサー本体の隣り合う空間を該センサー本体からの情報を出力する配線スペースとしたことを特徴とするまくらぎ本体下面応力計測用センシングまくらぎ。

【請求項4】

請求項1又は2記載のまくらぎ本体下面応力計測用センシングまくらぎにおいて、前記

センサー本体は、一体的な連続平面構造を有しながらも、区分的に分割された互いに独立なセンサーとして機能することを特徴とするまくらぎ本体下面応力計測用センシングまくらぎ。

【請求項 5】

請求項 3 記載のまくらぎ本体下面応力計測用センシングまくらぎにおいて、前記センサー本体は、前記まくらぎ本体下面の前記配線スペースを除いた全面に隙間なく貼り付けられ、前記まくらぎ本体下面と前記バラスト道床との接触部分における低周波から高周波までの衝撃荷重の平面分布特性を、物理量として直接的に測定することを特徴とするまくらぎ本体下面応力計測用センシングまくらぎ。

【請求項 6】

請求項 1 又は 2 記載のまくらぎ本体下面応力計測用センシングまくらぎにおいて、前記ユニット板の側面に側板を配置したことを特徴とするまくらぎ本体下面応力計測用センシングまくらぎ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、軌道破壊の要因の一つと見られるまくらぎ本体下面応力を計測するセンシングまくらぎに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、「軌道破壊」というバラスト軌道の劣化現象には「まくらぎ下面応力」と「道床内振動加速度」の2つが大きく関与していると考えられてきた。

図 6 はかかる軌道破壊の説明のための模式図である。

この図において、101 はバラスト道床、102 はそのバラスト道床 101 上に配置されたまくらぎ、103 はそのまくらぎ 102 上に配置されるレール、104 はそのレール 103 上を移動する列車の車輪である。

【0003】

このように構成されているため、まくらぎ 102 の下面には、列車通過により繰り返し荷重がかかり、バラスト道床 101 には、道床内振動加速度が生じることになる。

【特許文献 1】特開 2006 - 153842 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、前者の「まくらぎ下面応力」に関して、直接的に物理量として測定する方法がなく、軌道劣化のメカニズム解明や対策工選定につながっていなかった。

本発明は、上記状況に鑑みて、まくらぎ本体下面応力を客観的かつ定量的な物理量として、直接的に測定することができるまくらぎ本体下面応力計測用センシングまくらぎを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、上記目的を達成するために、

〔1〕まくらぎ本体の底面に実装されるセンシングまくらぎであって、バラスト道床に接する複数個の受圧板と、この複数個の受圧板のそれぞれの上に個別に配置される、圧電フィルム型変動荷重センサー本体と、このセンサー本体上に個別に配置される金属板と、この個別に配置される金属板の全てを覆うように配置されるとともに、上方にまくらぎ本体の底面が固定されるユニット板とを具備することを特徴とする。

【0006】

〔2〕上記〔1〕記載のまくらぎ本体下面応力計測用センシングまくらぎにおいて、前記受圧板と前記センサー本体との間にコルク板を配置することを特徴とする。

〔3〕上記〔1〕又は〔2〕記載のまくらぎ本体下面応力計測用センシングまくらぎに

10

20

30

40

50

において、前記センサー本体の隣り合う空間をこのセンサー本体からの情報を出力する配線スペースとしたことを特徴とする。

【0007】

〔4〕上記〔1〕又は〔2〕記載のまくらぎ本体下面応力計測用センシングまくらぎにおいて、前記センサー本体は、一体的な連続平面構造を有しながらも、区分的に分割された互いに独立なセンサーとして機能することを特徴とする。

〔5〕上記〔3〕記載のまくらぎ本体下面応力計測用センシングまくらぎにおいて、前記センサー本体は、前記まくらぎ本体下面の前記配線スペースを除いた全面に隙間なく貼り付けられ、前記まくらぎ本体下面と前記バラスト道床との接触部分における低周波から高周波までの衝撃荷重の平面分布特性を、物理量として直接的に測定することを特徴とする。

10

【0008】

〔6〕上記〔1〕又は〔2〕記載のまくらぎ本体下面応力計測用センシングまくらぎにおいて、前記ユニット板の側面に側板を配置したことを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、次のような効果を奏することができる。

〔1〕従来広く用いられているひずみゲージ式の荷重センサーは、基本的に点載荷を対象としたもので、面荷重の測定には不向きであり、また構造上その厚さが大きく、まくらぎ下面に取り付けることができなかった。一方、弾性変形を利用した面荷重測定用のシート状荷重センサーも従来から存在していたが、まくらぎ本体下面に取り付けると、碎石の鋭利な角がセンサ表面を破壊するので利用できなかった。

20

【0010】

また、これら2者は、センサーの可動部分や弾性特性のため、高周波の測定には不向きである。

そこで、本発明のセンシングまくらぎでは、表面を保護した圧電フィルム型変動荷重センサー本体を数多く用いることにより、低周波から高周波に至る広帯域においての動的な衝撃荷重についての面的分布特性を測定することができる。

【0011】

〔2〕数多くの圧電フィルム型変動荷重センサーをまくらぎ本体の底面に取り付けると、そのセンサー本体からの配線のスペースが必要である。平面型センサー本体をとりつける場合、センサー本体の背面はまくらぎ本体に固定することになるので、配線スペースをセンサー本体の背面側（まくらぎ側）に確保できない。したがって、配線スペースをセンサー本体の表側に確保し、かつ、配線を外力から保護するためには、センサー本体を密に取り付けることができず、したがって、荷重総量も把握できない構造となる。これに対して、本発明のセンシングまくらぎでは、隣り合うセンサー本体の側面に配線スペースを確保することができる。

30

【0012】

〔3〕本発明のセンシングまくらぎでは、バラスト道床と直接接するセンサー本体表面に剛な受圧板を取り付けて、センサー本体を破壊から保護した。また、センサー本体のサイズを受圧板よりわずかに小さくすることにより、センサー本体背面空間に十分な配線スペースを確保した。これにより、数多くのセンサー本体を隙間なく密着させて面構造を構成しても、センサー本体の配線の問題を解決し、多点における面的な応力分布測定を可能とした。

40

【0013】

〔4〕また、センサー本体をまくらぎのコンクリート面に直に、密に貼り付ける作業は手作業に依らざるを得ず、しかも、技術的にも困難である。一旦センサー本体を貼り付けてしまうと、位置補正などの手戻り時の修正作業ができない。また、コンクリート面の凹凸のため、仕上がりのセンサー本体面の平面性が確保できない。本発明のセンシングまくらぎでは、センサー本体を直接貼り付けるのではなく、薄い金属板上の正確な位置にあ

50

らかじめセンサー本体を固定して一体的なユニット構造とし、その後ユニット構造をまくらぎコンクリート面に取り付けることにより、センサー本体の取り付け誤差をなくした。このことにより、センサー本体が局所的に著大荷重を受けても、隣接するセンサー本体が互いに接触することがなく、安定した測定ができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

本発明のまくらぎ本体の底面に実装されるセンシングまくらぎは、バラスト道床に接する複数個の受圧板と、この複数個の受圧板のそれぞれの上に個別に配置される、圧電フィルム型変動荷重センサー本体と、このセンサー本体上に個別に配置される金属板と、この個別に配置される金属板の全てを覆うように配置されるとともに、上方にまくらぎ本体の底面が固定されるユニット板とを具備する。

10

【実施例】

【0015】

以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

図1は本発明の実施例を示すセンシングまくらぎの断面図(その1)、図2はそのセンシングまくらぎの底面受圧板と圧電フィルム型変動荷重センサー本体の取付図である。

これらの図において、1はバラスト道床、2はそのバラスト道床1上に配置される受圧板、3はその受圧板2上に配置されるコルク板、4はコルク板3上に配置される、表面を保護した圧電フィルム型変動荷重センサー本体、5はそのセンサー本体4上に配置される上面金属ブロック(金属板)、6はその上面金属ブロック5上に配置されるユニット板、7はそのユニット板6上に配置されるまくらぎ本体、8は配線スペース、9はセンサー本体4への接続用コネクタ、10はその接続用コネクタ9へ接続して導出される配線である。

20

【0016】

さらに、各部の詳細な実施例について説明する。

受圧板2は、5mm厚A7075アルミニウム合金であり、長さ79mm×幅79mm×厚さ5mmのサイズである。

コルク板3は、長さ60mm×幅60mm×厚さ1mmのサイズであり、不要ならば削除することができる。

【0017】

センサー本体4は、表面を保護した圧電フィルム型変動荷重センサーであり、センサー本体が受ける垂直荷重を水平方向に変位した圧電フィルムの変量として検出するようにしている(上記特許文献1参照)。そのサイズは、長さ60mm×幅60mm×厚さ4.8mmである。

30

金属ブロック(金属板)5は長さ60mm×幅60mm×厚さ10mmのサイズである。

【0018】

ユニット板6は、断面方向で3列に並んだセンサー本体4を覆うように配置され、5mm厚金属板からなる。

まくらぎ本体7は、幅が240mmであり、通常のみくらぎの下面が20mmカットされて、そのカットされた20mmの空間に上述したセンサー本体4が実装されることになる。

40

【0019】

センサー本体4への接続用コネクタ9は、受圧板2の背面にて受圧板2のサイズをはみ出さないように配線スペース8に配置する。

次に、さらに詳細にセンシングまくらぎのセンサー本体の背面の構造を説明する。

図3は本発明の実施例を示すセンシングまくらぎの圧電フィルム型変動荷重センサー本体の背面の構造を示す断面図、図4はその上面金属板を示す平面図である。なお、この図における主たる符号は、図1及び図2と同様であり、説明は省略する。

【0020】

50

センサー本体 4 は中心間隔 80 mm で 25 個 × 3 列に配置し、まくらぎ本体 7 の底面に固定する。12 は上面金属板 5 にユニット板 6 を固定する止めネジである。ここで、上面金属板 5 は例えば、軽量化を図るためアルミニウム合金が望ましい。また、ユニット板 6 としては、スチール又はステンレス薄板が望ましい。なお、隣り合う上面金属板 5 の間には、19 × 16 本の配線スペースが確保できるように構成されている。

#### 【0021】

上記のように構成したので、本発明のセンシングまくらぎは、

(1) 圧電フィルム型変動荷重センサー本体 4 の荷重接触面に、センサー本体 4 の寸法よりわずかに大きめの金属製受圧板 2 を取り付けて、センサー本体 4 表面をバラスト(砕石)道床 1 の凹凸や著大な衝撃荷重による破壊から保護し、かつ、センサー本体 4 の隣り合う側面に配線スペース 8 を確保することにより、全体として、一体的な連続平面構造を有しながらも、区分的に分割された互いに独立な荷重センサー本体 4 として機能するようにした。また、本発明のセンシングまくらぎは、数多くの荷重センサー本体 4 からなる一体構造を、まくらぎ本体 7 の下面の前記配線スペース 8 を除いた全面に隙間なく貼り付けて、まくらぎ本体 7 の下面とバラスト道床 1 との接触部分における低周波から高周波までの衝撃荷重の平面分布特性を、物理量として直接的に精密測定することができるようにした。

#### 【0022】

(2) まくらぎ本体下面の大きさ・形状に一致するユニット板上の所定位置に、個々の超薄型荷重センサー本体をあらかじめ正確に固定して一体構造をなし、その後ユニット全体をまくらぎ下面に一度で固定することにより、まくらぎ本体の下面にセンサー本体を密に配置しながらも、局所的な大きな衝撃荷重に対しても、互いのセンサー本体は干渉せずに、構造的に安定して独立に機能させることができる。

#### 【0023】

(3) さらに、まくらぎに三軸加速度センサー本体を内蔵することで、まくらぎ本体の下面の荷重測定に同期して、まくらぎの三次元運動を同時測定することもできる。まくらぎ本体の下面の荷重合計値から、まくらぎの運動による影響を減ずることにより、従来測定が困難であった列車から載荷される動的荷重についても正確に求めることができる。

さらに、詳細に述べると、

本発明のセンシングまくらぎは、表面を保護した圧電フィルム型変動荷重センサー本体 4 を数多く用いることにより、低周波から高周波に至る広帯域においての動的な衝撃荷重についての面的分布特性を測定することができる。

#### 【0024】

また、数多くの圧電フィルム型変動荷重センサー本体 4 を取り付けると、そのセンサー本体 4 からの配線スペースが必要である。平面型センサー本体 4 をとりつける場合、そのセンサー本体 4 の背面は、まくらぎ本体 7 に固定することになるので、配線スペース 8 をセンサー本体 4 の背面側(まくらぎ側)に確保できない。したがって、配線スペース 8 をセンサー本体の表側に確保し、かつ、配線 10 を外力から保護するためには、センサー本体 4 を密に取り付けることができず、したがって、荷重総量も把握できない構造となる。本発明のセンシングまくらぎでは、バラスト道床 1 と直接接するセンサー本体 4 表面に剛な受圧板 2 を取り付けて、センサー本体 4 を破壊から保護した。また、センサー本体 4 のサイズを受圧板 2 よりわずかに小さくすることにより、センサー本体 4 の背面空間に十分な配線スペース 8 を確保した。これにより、数多くのセンサー本体 4 を隙間なく密着させて面構造を構成しても、センサー本体 4 への配線の問題を解決し、多点における面的な応力分布測定を可能とした。

#### 【0025】

また、センサー本体 4 をまくらぎのコンクリート面に直に、密に貼り付ける作業は手作業に依らざるを得ず、しかも、技術的にも困難である。一旦センサー本体 4 を貼り付けてしまうと、位置補正などの手戻り時の修正作業ができない。また、コンクリート面の凹凸のため、仕上がり後のセンサー本体面の平面性が確保できない。本発明のセンシングまく

10

20

30

40

50

らぎでは、センサー本体4を直接貼り付けるのではなく、ユニット板6上の正確な位置にあらかじめセンサー本体4を固定して一体的なユニット構造とし、その後、そのユニット構造をまくらぎコンクリート面に取り付けることにより、センサー本体4の取り付け誤差をなくした。このことにより、センサー本体4が局所的に著大荷重を受けても、隣接するセンサー本体4が互いに接触することがなく、安定した測定ができる。

【0026】

また、まくらぎ内部の背筋構造を改善し、詳細な構造計算を行ったことにより、従来品と同じ強度・性能を有しながらも、まくらぎ下面の厚さを数cm薄くできた。よって、まくらぎ下面にセンサー本体4を取り付けたにもかかわらず、まくらぎの大きさ・形状・強度ともに、従来品と全く同じ規格である。そのため、設置作業においては、従来品のまくらぎの交換作業と全く同じ手順で、実軌道への設置が可能である。

10

【0027】

また、図5に示すように、ユニット板6の側面に20mm幅のリブ(側板)11を設けることにより、維持管理時、特に、タイタンパーによる機械つき固め作業時のセンサー本体4の破壊から保護するようにした。そのため、本発明のセンシングまくらぎでは、通常の維持管理機械による通常の維持管理作業が可能である。

さらに、図示しないが、まくらぎ側面に取り付けたPICマイコンによるCPU回路を内蔵することにより、測定位置直近のまくらぎ内部にてAD変換などのデータ処理を行い、光ケーブルにて測定データを外部に転送するようにした。これにより、従来の現場測定作業で隘路となってきた、計測データ取得時およびデータ転送時のノイズを除去し、ノイズのない高品質の計測データ取得を可能とした。また、これらにより、従来の計測のような大がかりな計測装置を現場に搬入・設置する必要がなく、ノート型パソコン1台にて全ての測定が可能である。

20

【0028】

なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づき種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

【産業上の利用可能性】

【0029】

本発明のセンシングまくらぎは、軌道破壊の要因の一つと見られるまくらぎ本体下面応力を簡単に計測できるツールとして利用可能である。

30

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】本発明の実施例を示すセンシングまくらぎの断面図(その1)である。

【図2】本発明の実施例を示すセンシングまくらぎの底面受圧板と圧電フィルム型変動荷重センサー本体の取付図である。

【図3】本発明の実施例を示すセンシングまくらぎの圧電フィルム型変動荷重センサー本体の背面の構造を示す断面図である。

【図4】本発明の実施例を示すセンシングまくらぎの上面金属板を示す平面図である。

【図5】本発明の実施例を示すセンシングまくらぎの断面図(その2)である。

【図6】従来の軌道破壊の説明のための模式図である。

40

【符号の説明】

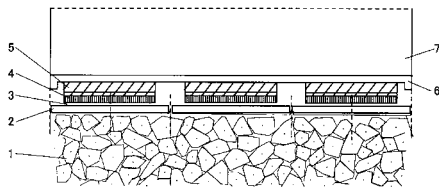
【0031】

- 1 バラスト道床
- 2 受圧板
- 3 コルク板
- 4 圧電フィルム型変動荷重センサー本体
- 5 上面金属ブロック(金属板)
- 6 ユニット板
- 7 まくらぎ本体
- 8 配線スペース

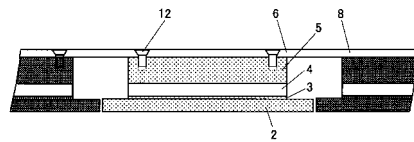
50

- 9 接続用コネクタ
- 10 配線
- 11 リブ(側板)
- 12 止めネジ

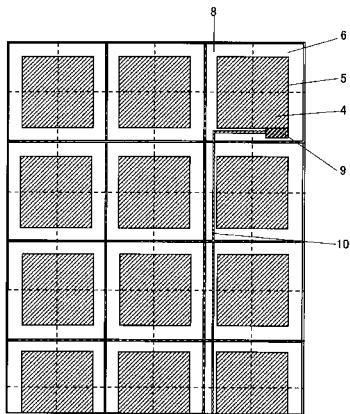
【図1】



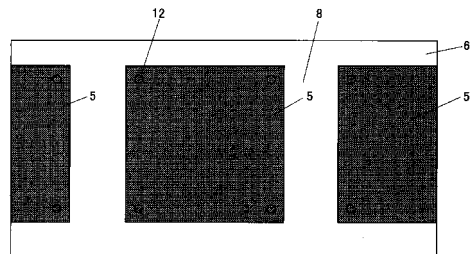
【図3】



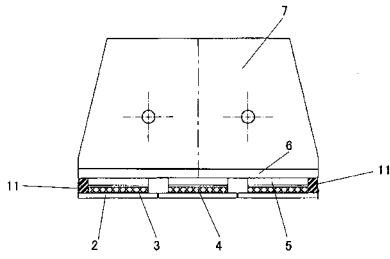
【図2】



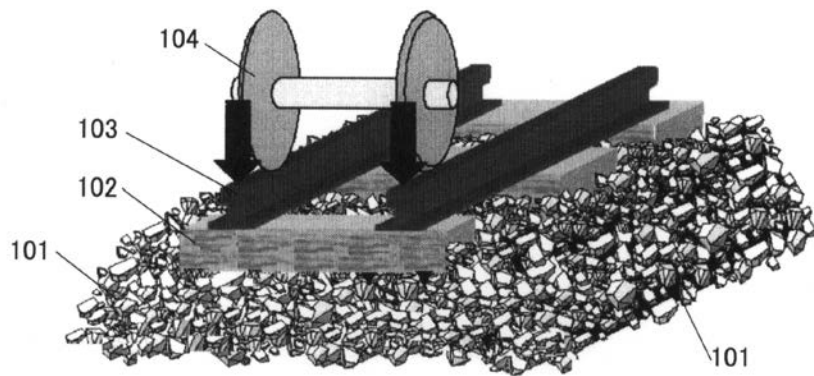
【図4】



【 図 5 】



【 図 6 】





---

フロントページの続き

- (56)参考文献 実開昭61-123948(JP,U)  
特開平11-198813(JP,A)  
実開昭61-184934(JP,U)  
特開昭63-134929(JP,A)  
特開平02-309224(JP,A)  
登録実用新案第3037923(JP,U)  
実開昭48-051380(JP,U)  
特公昭42-016796(JP,B1)  
特開2003-057100(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01L	1/16
G01L	5/00
G01G	19/04
E01B	3/00