

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

**特許第6339460号**  
(P6339460)

(45) 発行日 平成30年6月6日(2018.6.6)

(24) 登録日 平成30年5月18日(2018.5.18)

(51) Int. Cl.		F I		
<b>EO 1 D 22/00</b>	<b>(2006.01)</b>	EO 1 D	22/00	A
<b>EO 1 D 11/04</b>	<b>(2006.01)</b>	EO 1 D	11/04	
<b>EO 1 D 11/02</b>	<b>(2006.01)</b>	EO 1 D	11/02	

請求項の数 9 (全 9 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2014-185059 (P2014-185059)</p> <p>(22) 出願日 平成26年9月11日(2014.9.11)</p> <p>(65) 公開番号 特開2016-56622 (P2016-56622A)</p> <p>(43) 公開日 平成28年4月21日(2016.4.21)</p> <p>審査請求日 平成29年8月24日(2017.8.24)</p>	<p>(73) 特許権者 513273292 サイトテック株式会社 山梨県南巨摩郡身延町寺沢3250</p> <p>(74) 代理人 100097043 弁理士 浅川 哲</p> <p>(72) 発明者 齊藤 邦男 山梨県甲府市徳行三丁目7番22号 サイトテック株式会社内</p> <p>審査官 佐々木 創太郎</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ケーブル検査装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

斜めに張り渡されたケーブルに移動可能に装着された検査車と、この検査車を吊り下げた状態で検査車をケーブル上で移動させる昇降手段とを備えたケーブル検査装置であって、

前記検査車が、前記ケーブルを取り囲むフレームと、このフレームに取り付けられ、ケーブルの周面に当接する転動手段と、ケーブルの表面を検査する検査手段とを備え、前記転動手段が少なくともケーブルの上面側に当接する上部転動体と、ケーブルの下面側に当接する下部転動体とを有し、前記上部転動体が当接する位置からケーブルと直交する方向に下した垂線上より前記下部転動体がケーブルの下端側に位置していることを特徴とするケーブル検査装置。

【請求項 2】

前記下部転動体は、前記ケーブルの上面側に当接する上部転動体の鉛直線上に位置している請求項 1 に記載のケーブル検査装置。

【請求項 3】

前記フレームは、前記ケーブルの径及び傾斜角に応じて、該ケーブルに対する前記上部転動体及び下部転動体の当接位置が調整される角度調整手段を備える請求項 1 に記載のケーブル検査装置。

【請求項 4】

前記検査車と昇降手段との間にリンク機構を設け、このリンク機構によって、前記昇降

手段の動きの変化に追従するように、前記転動手段のケーブルに対する当接位置が調整される請求項 1 に記載のケーブル検査装置。

【請求項 5】

前記リンク機構が前記昇降手段と回動可能に連結され、斜めに張り渡されたケーブルの傾斜角度に応じて前記昇降手段と検査車との連結角度を調整する調整軸を備える請求項 4 に記載のケーブル検査装置。

【請求項 6】

前記昇降手段は、無線操縦によるヘリコプタを備え、ヘリコプタをケーブルに沿って飛行させることで、ヘリコプタに吊り下げられた検査車がケーブル上を移動する請求項 1 に記載のケーブル検査装置。 10

【請求項 7】

前記検査手段は、前記ケーブルの表面の異常を検出する撮像手段を備えている請求項 1 に記載のケーブル検査装置。

【請求項 8】

前記撮像手段は、前記ケーブルの全周面を撮像するために、少なくとも一台のカメラと、このカメラに向けて反射像を送る少なくとも一台の反射ミラーとを備えている請求項 7 に記載のケーブル検査装置。

【請求項 9】

前記転動手段が、少なくともケーブルの上面側に弾性的に当接する上部車輪と、ケーブルの下面側に弾性的に当接する下部車輪とを有し、各車輪が前記フレームに対して回転フリーに取り付けられている請求項 1 に記載のケーブル検査装置。 20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、斜張橋や吊り橋などの橋梁を支えるケーブルを検査するためのケーブル検査装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

斜張橋や吊り橋などの橋梁では、主塔を中心として張られた複数のケーブルによって橋桁を支える構造となっている。このような橋梁におけるケーブルについては定期的に検査する必要がある。従来のケーブルの検査方法としては、検査員が直接目視によって行うのが一般的であり、そのためには、検査車両に備わるゴンドラに乗り込んだ検査者が、ケーブルの近くに寄って目視や打診などの感覚を中心にして行われていた。

【0003】

上記検査員の目視等を中心とした検査方法にあっては、高所にて行うため、常に危険が伴っていた。また、検査車両やゴンドラを使用する場合にあっては、検査車両やゴンドラを移動するための軌道を確認しなければならず、また、検査作業中は、一般車両の通行を制限しなければならないといった問題があった。 40

【0004】

このような問題に対して、検査作業の効率化を目的とした装置や方法が提案されている。特許文献 1、2 では、ケーブルを取り囲むように形成されたフレームに複数の車輪を設け、この車輪を駆動させることによって、ケーブルに沿って移動しながら検査を行うケーブル検査装置が開示されている。また、特許文献 3 には、無人ヘリコプタに撮像装置を搭載し、地上からの指令によって、目的とする場所を撮像することのできる装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

## 【 0 0 0 5 】

【特許文献1】特開2013-245496号公報

【特許文献2】特開2012-163402号公報

【特許文献3】実開平2-131741号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 0 6 】

特許文献1, 2に開示されているケーブル検査装置にあっては、走行駆動部を有しているので、ケーブルに装着するだけで人の手の届かない場所まで移動しながら検査を行うことができる。しかしながら、前記走行駆動部には、バッテリーを搭載しているため、その重量によって、走行に支障を生ずる場合がある。特に、前記ケーブルの傾斜角が急峻になるほど駆動能力及び制動能力を高めなければならないので、ケーブルに沿って移動する際の負荷も大きくなる。また、前記ケーブルの高所を移動中にバッテリーの充電切れや走行機構に支障が生じた場合は、回収することが困難となる場合がある。さらに、前記走行駆動部がケーブルに密接した状態で移動するので、検査する際にケーブルの表面を傷付ける等のおそれがあった。

## 【 0 0 0 7 】

一方、特許文献3に開示されているような無人ヘリコプタに搭載された撮像装置を用いた場合は、ケーブルに直接接しないのでケーブルに損傷を与えることがないが、ケーブルに近接した位置を確保しながら操縦することは難しい。このため、検査の見落としや検査結果にバラツキが生じる場合がある。

## 【 0 0 0 8 】

そこで、本発明の目的は、傾斜したケーブルを取り囲むようにして装着が可能で、昇降手段によって吊り下げた状態で前記ケーブル上を移動させながら検査することのできるケーブル検査装置を提供するものである。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 9 】

上記課題を解決するために、本発明のケーブル検査装置は、斜めに張り渡されたケーブルに移動可能に装着された検査車と、この検査車を吊り下げた状態で検査車をケーブル上で移動させる昇降手段とを備えたケーブル検査装置であって、前記検査車が、前記ケーブルを取り囲むフレームと、このフレームに取り付けられ、ケーブルの周面に当接する転動手段と、ケーブルの表面を検査する検査手段とを備え、前記転動手段が少なくともケーブルの上面側に当接する上部転動体と、ケーブルの下面側に当接する下部転動体とを有し、前記上部転動体が当接する位置からケーブルと直交する方向に下した垂線上より前記下部転動体がケーブルの下端側に位置していることを特徴とする。

## 【発明の効果】

## 【 0 0 1 0 】

本発明のケーブル検査装置によれば、ケーブルの下面側に当接する下部車輪が、ケーブルの上面側に当接する上部車輪からケーブルと直交する方向に下した垂線上よりケーブルの下端側にシフトした位置に配置されていることによって、昇降手段による検査車の昇降動作を無理なく傾斜したケーブルの斜面に沿った動作に変換させることができる。これによって、検査車をケーブルに沿って円滑に移動させながらケーブルの表面を検査することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 1 1 】

【図1】本発明の実施形態のケーブル検査装置を示す斜視図である。

【図2】ケーブルを取り囲む転動手段の断面図である。

【図3】上記ケーブル検査装置によって検査が行われる斜張橋の側面図である。

【図4】上記ケーブル検査装置の側面図である。

【図5】上記ケーブル検査装置の緩やかな傾斜角のケーブルに沿った動きを示す側面図で

ある。

【図6】上記ケーブル検査装置の急峻な傾斜角のケーブルに沿った動きを示す側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、添付図面に基づいて、本発明に係るケーブル検査装置の実施形態を詳細に説明する。図1に示す実施形態のケーブル検査装置15は、図3に示すように、主塔11と橋桁12とを複数の傾斜したケーブル13で支える構造の斜張橋や吊り橋等の橋梁10において、各ケーブル13の表面の劣化や傷等の異常を移動しながら検査するものである。このケーブル検査装置15は、図1に示したように、前記ケーブル13に取り付けられる移動可能な検査車16と、この検査車16を吊り下げた状態で昇降可能な昇降手段（無線ヘリコプタ）17とを備える。

【0013】

図1及び図2に示されるように、前記検査車16は、ケーブル13を取り囲むようにして装着されるフレーム21と、このフレーム21の周方向に沿って回転可能に取り付けられる転動手段18と、前記ケーブル13の表面状態を検査する検査手段19とを備える。前記転動手段18としては、例えばゴムの車輪などからなる転動体が用いられる。

【0014】

前記フレーム21は、転動体を回転支持する複数の回転軸27と、各回転軸27同士を連結すると共に、検査するケーブル13の径及び傾斜角に応じて、前記転動体の当接位置が調整される角度調整手段（連結部材）28とを備える。この連結部材28は、チェーン状に連結され、前記無線ヘリコプタ17からリンク機構22を介して吊り下げられた状態でケーブル13の周囲を囲う。また、前記連結部材28の一部は、着脱可能となっており、装着されるケーブル13の径に合わせるようにして固定される。なお、前記連結部材28の長さを調整することによって、径の異なるケーブルに対しても容易に装着させることができる。

【0015】

本実施形態では、前記転動体が複数の車輪18a～18eによって構成され、ケーブル13の周方向に沿って均等に配置されている。前記各車輪18a～18eは回転軸27に対して回転フリーとなるように取り付けられている。

【0016】

図1及び図2に示したように、前記ケーブル13の傾斜上面（上面）側には、リンク機構22が連結される左右方向に上部転動体（上部車輪）18a、18bが当接し、ケーブル13の傾斜下面（下面）側には、前記リンク機構22と対向する下部転動体（下部車輪）18cが当接している。また、前記上部車輪18a、18bと下部車輪18cとの間には、反射ミラー26を有する側部車輪18d、18eが当接している。

【0017】

図4に示したように、傾斜したケーブル13に対して前記フレーム21を装着した際には、上部車輪18a、18bが当接する位置からケーブル13と直交する方向に下した垂線P1上より側部車輪18d、18e、下部車輪18cの順にケーブル13の下端側にシフトした位置に当接される。これによって、少なくとも前記下部車輪18cが前記上部車輪18a、18bの鉛直線P2上に位置することになる。

【0018】

このように各車輪18a～18eを配置することによって、検査車16をケーブル13の上方に向けて移動させる際には、ケーブル13の下面側に当接する車輪18cが無線ヘリコプタ17の上昇に伴う引き揚げ方向に作用することで、摩擦が少ない状態で円滑に上方移動させることができる。また、前記検査車16をケーブル13の下方に向けて移動させる際には、検査車16の自重が働くので、ケーブル13の上面側に当接している上部車輪18a、18bが主に作用し、無線ヘリコプタ17の下降に伴う浮力をブレーキとして円滑に下方移動させることができる。なお、本実施形態では、検査車16を5個の車輪に

よって移動させるようにしたが、ケーブル13の径が小さい場合には、少なくとも3個の車輪によって構成することができる。

【0019】

前記検査車16は、前述したように、無線ヘリコプタ17の上昇及び下降によって、傾斜したケーブル13の表面を車輪が滑るように進退するため摩擦が少ないが、各車輪18a~18eをクッション性のあるゴム部材によって形成することで、さらに摩擦や騒音を軽減させ、より円滑に移動させることができる。また、前記各車輪18a~18eの回転軸27をバネ部材などによって弾性的に支持することで、ケーブル13の径の変化や表面に凹凸があった場合であっても、検査車16を振動なく、円滑に移動させることができる。これによって、特に画像観察に基づくケーブル13の検査を正確且つ迅速に行うことができる。

10

【0020】

前記リンク機構22は、前記無線ヘリコプタ17に対して回動可能に連結されている。リンク機構22は、無線ヘリコプタ17から検査車16のフレーム21に向けて延びる主軸23と、無線ヘリコプタ17の飛行角度に応じて検査車16との連結角度が調整可能な調整軸24とを有している。これによって、前記無線ヘリコプタ17の飛行姿勢の自由度を確保しつつ、この飛行姿勢の変化に追従するように、各車輪18a~18eのケーブル13の傾斜に沿った当接位置が自動的に調整される。また、前記リンク機構22に対して無線ヘリコプタ17が回轉可能に支持されると共に、この無線ヘリコプタ17の上昇、下降及び旋回等に応じて前記調整軸24がスライドすることによって、検査車16との連結角度が適宜調整される。

20

【0021】

前記検査手段19は、リンク機構22の検査車16との接続部分に設けられ、ケーブル13の上面側を直接撮像可能な撮像手段(カメラ)25と、このカメラ25によって直接撮像できないケーブル13の下面側を写し出す一対の反射ミラー26とを備える。前記カメラ25は、静止画及び動画が撮像可能なムービーカメラが使用される。また、前記一対の反射ミラー26は、前記カメラ25が配置されている位置を基準として、均等な間隔に設けられる。このように、1台のカメラ25及び少なくとも1つの反射ミラー26を配置することによって、ケーブル13の上面側を直接検査できると共に、反射ミラー26によってケーブル13の下面側の状態も同時に検査することができる。

30

【0022】

前記カメラ25の操作は、無線ヘリコプタ17に備わる制御部(図示せず)によって行われる。本実施形態では、1台のカメラ25を搭載したが、前記一対の反射ミラー26をカメラ25に置き換えることによって、ケーブル13の周面全体を直接撮像することもできる。また、本実施形態では、ケーブル13の表面の劣化や傷等の状態を画像で確認するために静止画及び動画が撮像可能なカメラ25を使用した。より精密な検査を行う場合は、音波や赤外線等のセンサを搭載することができる。

【0023】

次に、無線ヘリコプタ17の構成について説明する。この無線ヘリコプタ17は、図1及び図4に示したように、内部に受信部、制御部及びバッテリー等(図示せず)を搭載した円形状の機体本体部31と、この機体本体部31から4方向に延びるアーム部32とによって形成されている。前記各アーム部32には、先端部に配置されるモータ33、このモータ33に取り付けられる2枚羽根によるロータ34が設けられている。

40

【0024】

この無線ヘリコプタ17は、送信部や操作部等を備えたコントローラ(図示せず)から発せられる電波を前記機体本体部31に備わる受信部で受けることによって、各ロータ34を回轉させて飛行させることができる。前記コントローラは、専用品の他、汎用のパソコンや携帯端末等を利用することができ、前記検査手段19に備わるカメラ25を制御することができる。

【0025】

50

また、この無線ヘリコプタ 17 の飛行に関しては、前記コントローラによるマニュアル操縦の他に、前記機体本体部 31 に備わる制御部に GPS を搭載することで、全体の傾きを補正しながら安定して飛行させることができる。さらに、飛行する現場の地形等に合わせ自動操縦させることもできる。このため、図 3 に示したような橋梁 10 において、検査対象となる各ケーブル 13 の傾斜角度や長さ等を予め登録しておくことで、検査するケーブル 13 の軌道に沿って自動的に飛行させることができる。

#### 【0026】

図 5 及び図 6 は、傾斜角の異なるケーブル 13 a , 13 b に対する無線ヘリコプタ 17 の操作例を示したものである。図 5 は、比較的緩やかな傾斜角のケーブル 13 a に対応したものである。この状態では、無線ヘリコプタ 17 のロータ 34 等がケーブル 13 a に接触することがないので、水平状態を維持した状態での上昇及び下降によって検査車 16 をケーブル 13 a に沿って移動させることができる。一方、図 6 のように、傾斜角が急峻なケーブル 13 b の場合は、無線ヘリコプタ 17 のロータ 34 等がケーブル 13 b に接触するおそれがある。このため、例えば、一方のロータの浮力を高め、他方のロータの浮力を弱めることで、無線ヘリコプタ 17 の浮力をケーブル 13 b から傾斜した方向に変更することができる。その際、検査車 16 を吊り下げるリンク機構 22 に備わる調整軸 24 が伸縮するため、検査車 16 に連結した状態で、無線ヘリコプタ 17 の姿勢を適宜変更することができる。これによって、各ロータ 34 の回転力を調整することによって、ケーブル 13 から左右にずれた位置においても検査車 16 をケーブル 13 に沿って移動させることができる。このように、無線ヘリコプタ 17 の上昇する方向や左右方向に障害物があった場合であっても、4 個のロータ 34 の回転力を適宜変更することで、障害物をさけながら検査車 16 を円滑にケーブル 13 に沿って移動させることが可能となる。

#### 【0027】

以上説明したように、本発明のケーブル検査装置にあっては、無線ヘリコプタの上昇及び下降に合わせてケーブルに当接する検査車の車輪の位置をシフトさせたことで、検査車をケーブルに沿って円滑に移動させることができる。このため、画像観察等によるケーブルの表面状態がぶれることなく正確に行うことができる。また、前記検査車の移動を自由飛行が可能な無線ヘリコプタによって行うため、軌道を確認することなく、障害物等を避けながらどのような場所であっても検査が可能であり、動作不良時や検査後における検査車の回収も容易となる。さらに、前記検査車自体が駆動部を要しないため、ケーブルに大きな負荷をかけることなく検査を行うことができる。

#### 【符号の説明】

#### 【0028】

- 10 橋梁
- 11 主塔
- 12 橋桁
- 13 ケーブル
- 15 ケーブル検査装置
- 16 検査車
- 17 無線ヘリコプタ（昇降手段）
- 18 a ~ 18 e 車輪（転動手段）
- 19 検査手段
- 21 フレーム
- 22 リンク機構
- 23 主軸
- 24 調整軸
- 25 カメラ
- 26 反射ミラー
- 27 回転軸
- 28 連結部材

10

20

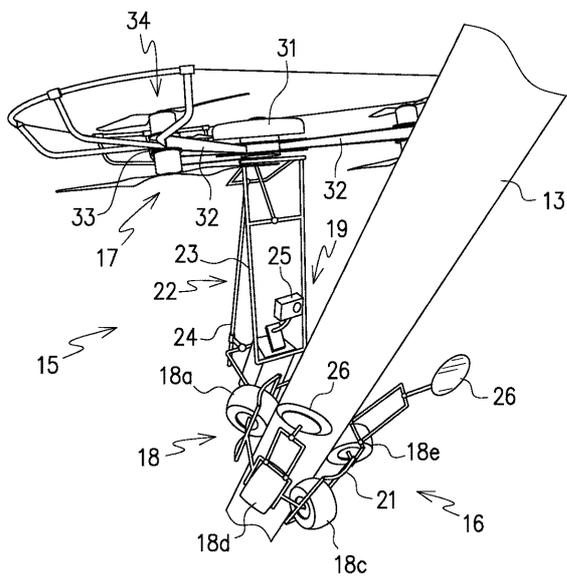
30

40

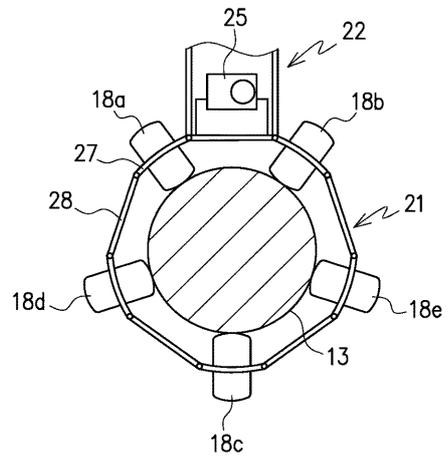
50

- 3 1 機体本体部
- 3 2 アーム部
- 3 3 モータ
- 3 4 ロータ

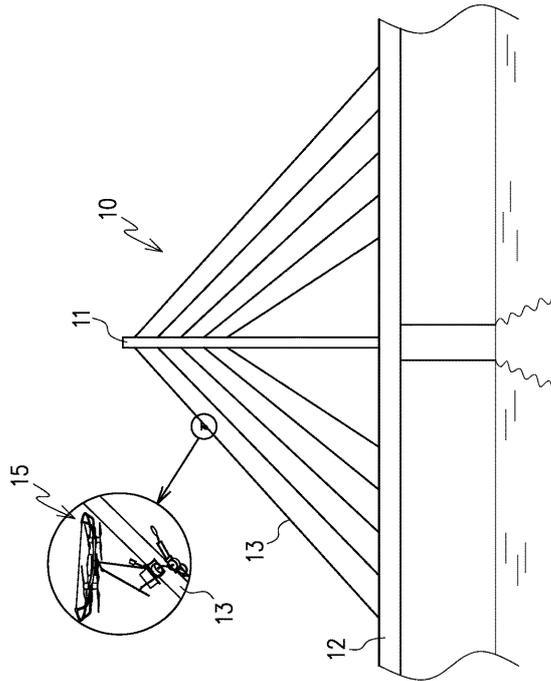
【図 1】



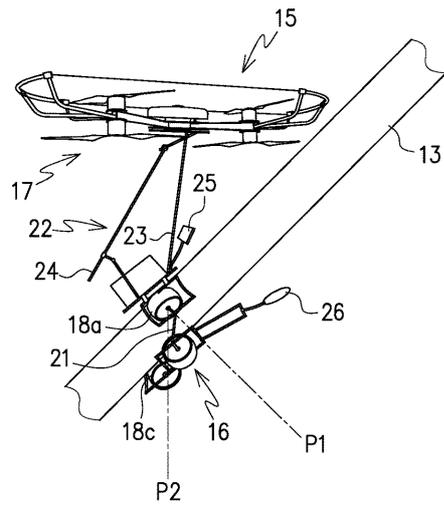
【図 2】



【図3】

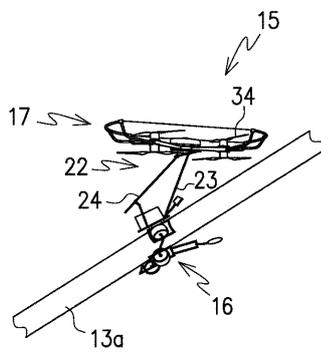


【図4】

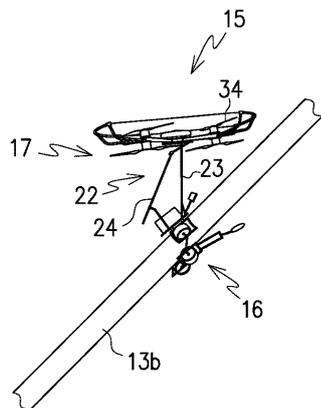


- 13…ケーブル
- 15…ケーブル検査装置
- 16…検査車
- 17…無線ヘリコプタ
- 18a…上部車輪
- 18c…下部車輪
- 19…検査手段
- 21…フレーム

【図5】



【図6】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平05 - 098609 (JP, A)  
特開2013 - 245496 (JP, A)  
特開2012 - 163402 (JP, A)  
特開2002 - 038417 (JP, A)  
特開平07 - 180111 (JP, A)  
特開2013 - 249678 (JP, A)  
特開平08 - 144218 (JP, A)  
米国特許出願公開第2010/0173081 (US, A1)  
特開平02 - 074111 (JP, A)  
特開平02 - 046118 (JP, A)  
米国特許第08590480 (US, B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E01D 1/00 - 24/00