(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3852076号
(P3852076)
(45)発行日　平成18年11月29日(2006.11.29)　(24)登録日　平成18年9月15日(2006.9.15)

(51)Int.Cl.　F I
G01B 11/02 (2006.01)　G01B 11/02 Z

請求項の数 3　(全 13 頁)

(21)出願番号　特願2003-209506(P2003-209506)
(22)出願日　平成15年8月29日(2003.8.29)
(65)公開番号　特開2005-77096(P2005-77096A)
(43)公開日　平成17年3月24日(2005.3.24)
審査請求日　平成15年8月29日(2003.8.29)

(73)特許権者　000196587
西日本旅客鉄道株式会社
大阪府大阪市北区芝田２丁目４番２４号
(73)特許権者　503314576
日本ＧＰＳソリューションズ株式会社
東京都大田区西蒲田７丁目３７番１０号
(74)代理人　100082016
弁理士　内田　敏彦
(72)発明者　片岡　武
大阪市北区芝田二丁目４番２４号　西日本旅客鉄道株式会社内
(72)発明者　山田　裕一
大阪市北区芝田二丁目４番２４号　西日本旅客鉄道株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】レールふく進測定装置及び測定方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

線路の左右のレールを挟んで両脇に設置された基準杭に取り付けた反射面を備える基準杭ターゲットと、この基準杭ターゲットに対して光を照射する発光装置及び基準杭ターゲットからの反射光を受光するフォトセンサーを有する基準杭用測定光学装置と、前記基準杭ターゲットに対して前記基準杭用測定光学装置とは異なる所定角度で光を照射する発光装置及び基準杭ターゲットからの反射光を受光するフォトセンサーを有する基準杭測距用光学装置と、左右のレール側面に取り付けた反射面を備える基準点ターゲットと、この基準点ターゲットに対して光を照射する発光装置及び基準点ターゲットからの反射光を受光するフォトセンサーを有する基準点用測定光学装置と、測定車両の走行位置を計測するエンコーダと、前記基準杭用測定光学装置、基準杭測距用光学装置及び基準点用測定光学装置並びに前記エンコーダそれぞれからの出力信号に基づいて演算処理する演算装置とで構成され、前記基準杭用測定光学装置、基準杭測距用光学装置及び基準点用測定光学装置それぞれの発光装置及びフォトセンサーは測定車両の台車に設けられ、前記演算装置は、前記基準杭用測定光学装置及び基準杭測距用光学装置それぞれにおける反射光の検知信号と前記エンコーダからの出力信号とに基づき、あらかじめ設定した軌間中心から左右の基準杭それぞれまでの各距離を演算すると共に、前記基準杭用測定光学装置及び基準点用測定光学装置それぞれにおける反射光の検知信号と前記エンコーダからの出力信号と前記軌間中心から左右の基準杭それぞれまでの各距離とに基づき、左右のレールのふく進を演算するものであることを特徴とするレールふく進測定装置。

【請求項２】
請求項１に記載のレールふく進測定装置を用いて、左右の基準杭それぞれに取り付けた基準杭ターゲットからの前記基準杭用測定光学装置における反射光の検知信号に基づき、先に受光した基準杭ターゲットの位置からレールに対して垂直な線を引き、該線の長さを前記基準杭用測定光学装置及び基準杭測距用光学装置それぞれにおける反射光の検知信号と前記エンコーダからの出力信号とに基づき前記演算装置で算出した軌間中心から左右の基準杭それぞれまでの距離の和に設定した線分を底辺とし、該底辺の両端と後に受光した基準杭ターゲットの位置とを結んだ直角三角形を算出し、該直角三角形の斜辺と左右のレールとが交差する点の位置を求めると共に、左右のレール側面に取り付けた基準点ターゲットそれぞれからの前記基準点用測定光学装置における反射光の検知信号と前記基準杭用測定光学装置における反射光の検知信号及び前記エンコーダからの出力信号に基づき前記基準点ターゲットの位置を求め、前記左右の基準点ターゲットの位置から前記底辺までの距離と、前記直角三角形の斜辺と左右のレールとが交差する点の位置から前記底辺までの距離との差を演算することによりレールのふく進を算出することを特徴とするレールふく進測定方法。
【請求項３】
前記基準杭ターゲットは、左右のレールの両脇に設置した基準杭において、レールの長手方向に対し垂直な面内に発光させた光線が照射される位置に設置したものであり、前記基準点ターゲットは、上記照射位置においてレールの長手方向に対し垂直な面内に発光させた光線が左右のレール側面に照射された位置を仮の基準点とし、この仮の基準点から、現行の基準杭に水糸を張ってレール側面のポンチマークの位置を計測した現行のふく進量となる位置に設置したものである請求項１に記載するレールのふく進測定装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、ロングレールのふく進を光学的測定機器により自動的に測定する装置及び方法に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
通常、ロングレールにあっては、その伸縮量（ふく進）を定期的に測定し、ロングレールが座屈変形しないように保守点検を行っている。従来のふく進の測定は、レールを挟んだ左右の両脇に基準杭を打ち込んで固定し、当該基準杭どうしに水糸を張り（水糸を基準線とする）、水糸に定規を当てる等して左右の各レールの側面に付けたポンチマークが前記水糸からズレている量を測定し、過去の統計と比較することで、ふく進の度合いを検出するようにしている。
【０００３】
ところが、従来のこれらの測定作業は、現場作業員が手作業で行わなければならず、非能率的であり、作業者個人によるバラツキが生じやすいという欠点があった。また基準杭が線路の両脇に設置されるものであるため、列車との接触事故を避けるために列車見張り員を多数必要とする等の欠点があった。しかも、測定箇所はロングレールの５０～２００ｍごとに行わなければならず、測定する数が多く、作業に要する労力、時間及び移動距離が長くなり、作業員にかなりの負担を強いる結果となっていた。
【０００４】
そのため、従来にあっては、特許文献１に示すように、光学的測定機器により自動的にレールのふく進を測定するようにしている。この特許文献１に記載された技術にあっては、先ず、走行中の車両の両側から光を照射し、基準杭からの反射光信号を受光して左右の反射信号の出力された時間の平均値を算出している。また同様に、左右のレール側面に設置した基準ブロックの立ち上がり及び立ち下がり信号を検出している。そして、前記基準杭からの反射信号が出力された時間の平均値から基準ブロックの立ち上がり信号発生時までの時間を演算し、当該時間に車両の速度を掛け算することで、レールのふく進を求めてい

る。
なお、車両の速度は、基準ブロックの距離が予めわかっているので、基準ブロックからの反射光信号の立ち上がり信号及び立ち下がり信号が出力されたときの時間差から演算している。
【０００５】
【特許文献１】
特開平６－８８７１１号公報
【０００６】
【発明が解決しようとする課題】
ところが、このようなレールのふく進測定方法であると、車両が軌間中心線に対して回転しているか又は車両の左右の光学的測定機器の設置位置が相互間で前後にズレていた場合には、これらのズレ量が検出誤差となって現れる欠点があった。
またレールの左右両脇に設けた基準杭の位置がレールの長手方向に対して前後にズレて位置していた場合にも両者間の平均値が光学的測定機器の設置位置であると認識されるので、前述のズレ量とは異なるズレ量が発生し、検出誤差となる欠点があった。
【０００７】
本発明は従来の前記条件下においてもふく進の測定等ができるようにしたものであって、左右の基準杭の前後のズレや測定車両の軌間中心線に対する回転ズレが発生している場合であっても正確且つ自動的にふく進を測定することのできる装置及びこれによるふく進の測定方法を提供せんとするものである。
【０００８】
【課題を解決するための手段】
而して、前記課題を解決するために本発明が採用した請求項１の手段は、線路の左右のレールを挟んで両脇に設置された基準杭に取り付けた反射面を備える基準杭ターゲットと、この基準杭ターゲットに対して光を照射する発光装置及び基準杭ターゲットからの反射光を受光するフォトセンサーを有する基準杭用測定光学装置と、前記基準杭ターゲットに対して前記基準杭用測定光学装置とは異なる所定角度で光を照射する発光装置及び基準杭ターゲットからの反射光を受光するフォトセンサーを有する基準杭測距用光学装置と、左右のレール側面に取り付けた反射面を備える基準点ターゲットと、この基準点ターゲットに対して光を照射する発光装置及び基準点ターゲットからの反射光を受光するフォトセンサーを有する基準点用測定光学装置と、測定車両の走行位置を計測するエンコーダと、前記基準杭用測定光学装置、基準杭測距用光学装置及び基準点用測定光学装置並びに前記エンコーダそれぞれからの出力信号に基づいて演算処理する演算装置とで構成され、前記基準杭用測定光学装置、基準杭測距用光学装置及び基準点用測定光学装置それぞれの発光装置及びフォトセンサーは測定車両の台車に設けられ、前記演算装置は、前記基準杭用測定光学装置及び基準杭測距用光学装置それぞれにおける反射光の検知信号と前記エンコーダからの出力信号とに基づき、あらかじめ設定した軌間中心から左右の基準杭それぞれまでの各距離を演算すると共に、前記基準杭用測定光学装置及び基準点用測定光学装置それぞれにおける反射光の検知信号と前記エンコーダからの出力信号と前記軌間中心から左右の基準杭それぞれまでの各距離とに基づき、左右のレールのふく進を演算するものであることを特徴とするレールふく進測定装置である。
【０００９】
この測定装置は、前記二つの測定光学装置及び基準杭測距用光学装置から発光される光を前記基準杭及びレール側面の基準点の各ターゲットに照射し、その反射光を受光することにより、各ターゲットの位置及び基準杭までの距離を測定演算している。そして、基準杭に対するレールの伸縮量を演算し、ふく進としている。このレールふく進測定装置は、請求項２に示す以下の方法で使用される。
【００１０】
すなわち、本発明が採用した請求項２の方法は、前記レールふく進測定装置を用いて、左右の基準杭それぞれに取り付けた基準杭ターゲットからの前記基準杭用測定光学装置に

おける反射光の検知信号に基づき、先に受光した基準杭ターゲットの位置からレールに対して垂直な線を引き、該線の長さを前記基準杭用測定光学装置及び基準杭測距用光学装置それぞれにおける反射光の検知信号と前記エンコーダからの出力信号とに基づき前記演算装置で算出した軌間中心から左右の基準杭それぞれまでの距離の和に設定した線分を底辺とし、該底辺の両端と後に受光した基準杭ターゲットの位置とを結んだ直角三角形を算出し、該直角三角形の斜辺と左右のレールとが交差する点の位置を求めると共に、左右のレール側面に取り付けた基準点ターゲットそれぞれからの前記基準点用測定光学装置における反射光の検知信号と前記基準杭用測定光学装置における反射光の検知信号及び前記エンコーダからの出力信号に基づき前記基準点ターゲットの位置を求め、前記左右の基準点ターゲットの位置から前記底辺までの距離と、前記直角三角形の斜辺と左右のレールとが交差する点の位置から前記底辺までの距離との差を演算することによりレールのふく進を算出することを特徴とするレールふく進測定方法である。

【００１１】

この測定方法の発明では、基準杭どうしを結んだ線を斜辺（従来の水糸に相当するものであり、基準線となる）とする直角三角形を求め、これに対するレールと接触する相似形の直角三角形を求めている。そして、レール側面のターゲットの位置と相似形の直角三角形の頂点の位置とのズレ量を求めることにより、ふく進としている。この測定方法は、従来の基準杭どうしを水糸で結んでこれに対するレール側面のポンチマークの位置を測定し、そのズレ量をふく進とする場合と同じ測定をしていることとなる。

【００１２】

更に、請求項３に記載する如く、本発明に係るレールのふく進測定装置において、前記基準杭ターゲットを、左右のレールの両脇に設置した基準杭において、レールの長手方向に対し垂直な面内に発光させた光線が照射される位置に設置したものとし、前記基準点ターゲットを、上記照射位置においてレールの長手方向に対し垂直な面内に発光させた光線が左右のレール側面に照射された位置を仮の基準点とし、この仮の基準点から、現行の基準杭に水糸を張ってレール側面のポンチマークの位置を計測した現行のふく進量となる位置に設置したものとすることが好ましい。

【００１３】

この発明によれば、基準杭に対して光線を照射し、その光線の照射位置に基準杭ターゲットを設置すればよい。一方、レール側面にあっては、当該レール側面に当てた光線の照射位置を仮の基準点とし、これに対し現行のふく進量となるように基準点ターゲットを設置することで、過去のふく進の統計をそのまま引き継いで利用することが可能である。

【００１４】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の構成を図面に示す発明の実施の形態に基づいて説明すると次の通りである。図１乃至図３は本発明の第１の実施の形態のふく進測定装置に係るものであり、図１は全体の構成を模式的に表した斜視図、図２は各ターゲットからの反射光信号を受光したときのタイムチャート、図３はふく進の演算方法を示す図面である。図１に示す如く、この実施の形態のふく進測定装置は、測定車両の台車１に搭載された基準杭用測定光学装置２と、基準点用測定光学装置３と、基準杭測距用光学装置２０と、台車１の走行位置を測定するエンコーダ４と、これらの各装置からの信号を入力してふく進を演算処理する演算装置５とを有している。

【００１５】

図１に示す基準杭用測定光学装置２は、台車１上にレーザ光線の発光装置６を有し、これをハーフミラー７を介して左右に分光し、分光した左右のレーザ光線が一直線状となるようにしている。ふく進測定位置におけるレール８Ａ，８Ｂの両脇には基準杭９Ａ，９Ｂが設置されている。この基準杭９Ａ，９Ｂのレール側の面には半円柱状の反射面を備えた基準杭用ターゲット１０Ａ，１０Ｂが設置されており、前記レーザ光線の発光装置６から照射された光線の基準杭用ターゲット１０Ａ，１０Ｂからの反射光をフォトセンサー１１Ａ，１１Ｂで受光し、その信号をピーク検出器１２を介して演算装置５へ出力するようにな

っている。

【００１６】

また基準点用測定光学装置３も同様の構成を有している。すなわち、同装置３は、台車１上にレーザ光線の発光装置１３を有し、これをハーフミラー１４を介して左右に分光し、分光した左右のレーザ光線が一直線状となるようにしている。更に、左右に分光したレーザ光線は、ミラー１５Ａ，１５Ｂ及び１６Ａ，１６Ｂを介してレール側面に設けた基準点ターゲット１７Ａ，１７Ｂへ照射されるようになっている。この基準点ターゲット１７Ａ，１７Ｂは半円柱状の反射面を備えており、前記レーザ光線の発光装置１３から照射された光線を反射させるようになっている。この基準点用ターゲット１７Ａ，１７Ｂからの反射光は、フォトセンサー１８Ａ，１８Ｂで受光され、その信号がピーク検出器１２を介して演算装置５へ出力されるようになっている。

【００１７】

一方、軌間中心から基準杭９Ａ，９Ｂまでの距離を測定するための基準杭測距用光学装置２０は、左右の基準杭９Ａ，９Ｂに対して所定の角度でレーザ光線を照射する発光装置２１Ａ，２１Ｂと、該発光装置２１Ａ，２１Ｂから照射された光線の基準杭用ターゲット１０Ａ，１０Ｂからの反射光を受光するフォトセンサー２２Ａ，２２Ｂとからなる。フォトセンサー２２Ａ，２２Ｂで受光した信号は、ピーク検出器１２を介して演算装置５へ出力されるようになっている。

【００１８】

更に、台車１の走行位置を測定するエンコーダ４は、レール上を走行する車輪１９に連結されており、車輪１９の回転量に応じて所定のパルスを演算装置５へ出力するようになっている。

【００１９】

次に、このように構成されたレールふく進測定装置によるふく進の算出方法を説明する。基準杭用測定光学装置２及び基準点用測定光学装置３のレーザ光線発光装置６及び１３は、それぞれレーザ光線を台車１の左右方向へ連続して発光している。台車１がレール上を走行すると、車輪１９が回転し、その回転数に応じてエンコーダ４がパルスを発生する。従って、エンコーダ４からのパルス数を計測することにより、台車１の走行位置を求めることが可能である。

【００２０】

台車１がふく進測定箇所に到達すると、基準杭用測定光学装置２及び基準点用測定光学装置３並びに基準杭測距用光学装置２０から照射されたレーザ光線が、それぞれ基準杭９Ａ，９Ｂ及び左右のレール８Ａ，８Ｂの側面に設置されたターゲット１０Ａ，１０Ｂ及び１７Ａ，１７Ｂで反射する。そして、この反射光は、フォトセンサ１１Ａ，１１Ｂ及び１７Ａ，１７Ｂ並びに２２Ａ，２２Ｂによって受光され、ピーク検出器１２を介して演算装置５に出力される。この場合において、基準杭のターゲット１０Ａ，１０Ｂは、半円柱状の反射面を有しており、台車１がレール中心線（軌間中心線）に対して平面視した状態でいずれかの方向へ回転ズレを発生させていたとしてもこれを受光することが可能である。

【００２１】

図２は、各ターゲット１０Ａ，１０Ｂ及び１７Ａ，１７Ｂからの反射光信号を表したタイムチャートである。この例によれば、最初に左の基準杭９Ａの基準杭ターゲット１０Ａから反射光信号ＫＬが検知され、続いて右側レール８Ｂの基準点ターゲット１７Ｂからの反射光信号ＲＲが検知され、次に左側レール８Ａの基準点ターゲット１７Ａからの反射光信号ＲＬが検知され、最後に右側の基準杭９Ｂの基準杭ターゲット１０Ｂからの反射光信号ＫＲが検知されている。

【００２２】

演算装置５は、これら反射光の検知信号と、それぞれに対応するエンコーダ４からの走行位置信号（パルス数）とからレールふく進を演算する。演算は、先ず、最初に検知された反射光信号ＫＬが出力された基準杭ターゲット１０Ａの位置において、レールに向かって垂直な線を引き、当該線を底辺の仮想線とする。そして、基準杭測定用光学装置２から

照射されて基準杭ターゲット１０Ａ，１０Ｂで反射し、フォトセンサー１１Ａ，１１Ｂで受光されたレーザ光線の検知信号と、基準杭測距用光学装置２０のレーザ光線の発光装置２１Ａ，２１Ｂから、基準杭用光学装置２と異なる決まった角度で照射されて基準杭ターゲット１０Ａ，１０Ｂで反射し、フォトセンサー２２Ａ，２２Ｂで受光されたレーザ光線の検知信号とから三角測量の原理を利用して軌間中心から左右の基準杭９Ａ，９Ｂまでの距離（ＬＬ及びＬＲ：図２参照）を算出する。これにより、前記底辺仮想線の両端Ｄ，Ｅが求められる（つまり、底辺の長さ＝ＬＬ＋ＬＲが求められる）。

【００２３】

然る後は、この両端Ｄ，Ｅと、基準杭９Ｂのターゲット１０Ｂの位置（図３では符号Ｆ）とを連結し、直角三角形ＤＥＦを形成する。今、前記底辺ＤＥと左右のレール８Ａ，８Ｂとが交差する点をＭ，Ｈとし、また直角三角形ＤＥＦの斜辺（従来の水糸に相当し、基準線となる）ＦＤと左右のレール８Ａ，８Ｂとが交差する点をＪ，Ｎとし、左右のレール側面に設けた基準点ターゲット１７Ａ，１７Ｂの反射光信号が得られる位置をＳ，Ｑとする。またエンコーダ４のパルス信号の１パルスの間隔をＰとする。

【００２４】

図３に示すように、この状態において、底辺ＤＥの端点Ｅから基準杭９Ｂのターゲット１０Ｂまで距離ＥＦは（ＫＲ－ＫＬ）×Ｐとなり、底辺ＤＥから右側レール８Ｂの基準点ターゲット１７Ｂまでの距離ＨＱは（ＲＲ－ＫＬ）×Ｐとなる。また底辺ＤＥから左側レール８Ａの基準点ターゲット１７Ａまでの距離ＭＳは（ＲＬ－ＫＬ）×Ｐとなる。更に、底辺ＤＥから三角形ＤＥＦの斜辺（基準線）と各レール８Ａ，８Ｂとが交差する点までの距離は、軌間をＧとすると、右側レール８ＢのＨＪの場合が、

【００２５】

【数１】

$$\left\{(KR-KL)\times\frac{LL+G/2}{LL+LR}\right\}\times P$$

となり、左側レール８ＡのＭＮの場合が、

【００２６】

【数２】

$$\left\{(KR-KL)\times\frac{LL-G/2}{LL+LR}\right\}\times P$$

となる。

【００２７】

演算装置５は、前記各距離ＦＥ、ＨＱ、ＭＳと、ＨＪ及びＭＮとから、左右のレール８Ａ及び８Ｂのふく進を求めている。左側レール８Ａのふく進量ＸＬ（＝ＮＳ）は、（ＭＳ－ＭＮ）により求めることができ、また右側レール８Ｂのふく進量ＸＲ（＝ＱＪ）は、（ＨＪ－ＨＱ）により求めることができる。これを数式で表すと、左側レール８Ａのふく進量ＸＬは、

【数３】

$$XL=\left\{(RL-KL)-(KR-KL)\times\frac{LL-G/2}{LL+LR}\right\}\times P$$

となり、また右側レール８Ｂのふく進量ＸＲは、

【数４】

$$XR=\left\{(RR-KL)-(KR-KL)\times\frac{LL+G/2}{LL+LR}\right\}\times P$$

となる。

【００２８】

これにより演算装置５は、自動的に左右のレール８Ａ，８Ｂのふく進量を求めることが可能である。この演算装置５による上記ふく進の算出方法は、従来の基準杭に水糸を張り、定規を用いて作業員が測定する方法と同じ原理となる。つまり、三角形ＤＥＦの斜線ＤＦが従来の基準杭に張設された水糸（基準線）と同じであり、斜線ＤＦに対する左右のレール側面８Ａ，８Ｂのターゲット１７Ａ，１７Ｂのズレ量（ふく進）ＮＳ及びＱＪを求めることは、従来の水糸に対するポンチマークのズレ量を作業員が定規で測定していることと同じ結果が得られる。このような結果が得られるのは、底辺ＤＥを引き、三角形ＤＥＦを作成し、これと相似形である三角形ＤＨＪと、三角形ＤＭＮとを作成してレールふく進量を演算しているためである。

【００２９】

このようなレールふく進の演算方法であれば、台車１がレール８Ａ，８Ｂの軌間中心線に対して回転（レールの向きに対して台車の向きが傾いている姿勢）している場合であっても、各レール８Ａ，８Ｂにおけるふく進は常に同じ数値を示すようになり、回転の影響を受けることがない。これは前記各数式による演算方法で回転ブレのないときと、回転ズレを起こしているときのふく進量を演算して求めたことより明らかである。台車１の回転の影響を受けない理由は、本発明のふく進の演算方法が、底辺ＤＥを引き、三角形ＤＥＦを作成し、これと相似形である三角形ＤＨＪと、三角形ＤＭＮとを作成してレールふく進量を演算しているためである。また軌間中心から基準杭９Ａ，９Ｂまでの距離は、現場によって異なっているがこれを正確に測距することが可能である。更に、レーザ光線を利用した自動的なふく進の測定であり、測定台車１を走行させた状態で連続してふく進の測定が可能となるものである。

【００３０】

次に本発明の第２の実施の形態について説明する。この第２の実施の形態は、前記測定光学装置２及び３により、基準杭及び左右のレール側面に基準となるターゲットを設置せんとするものである。ターゲットの設置に際しては、現行の基準杭に水糸を張り、作業員が手作業で定規をあててレール側面のポンチマークのズレ量を測定し、予めふく進を求めておくことが必要である。この実施の形態における測定光学装置２及び３はレールに対して垂直な同一平面内に設置されている。測定光学装置２及び３は、一つの発光装置から照射されたレーザ光線を四つに分光してレール両脇の基準杭へ照射する基準杭用光線と、左右のレールの側面へ照射するレール用光線とする方式のものであってもよい。なお、図示は省略する。

【００３１】

先ず、ふく進の測定位置において、測定台車１の測定光学装置２から分光して一直線状となるようにしたレーザ光線をレールの両脇に固定設置された基準杭に対して照射する。そして、これに合わせて半円柱状の基準杭用ターゲットを設置すればよい。一方、レール側面に設置する基準点用ターゲットの場合は、測定光学装置３から分光してレール側面へ照射したレーザ光線の位置を仮の基準点とする。そして、予め水糸と定規とを用いて測定しておいた現行のふく進と同じ値になるように基準点ターゲットをレール側面へ設置すればよい。この設置は、自動化することも可能である。これにより、過去のふく進の統計を加工することなくそのまま利用することが可能である。

【００３２】

ところで、本発明は上述した実施の形態に限定されるものではなく、適宜の変更が可能で

ある。例えば、基準杭用測定光学装置２及び基準点用測定光学装置３は、一つのレーザ光線を左右に分光して一直線状になるようにした場合を説明したが、左右にそれぞれ独立した発光装置を用いてレーザ光線を左右の各基準杭又は左右のレールの側面のターゲットへ照射するようにしてもよい。また基準杭用測定光学装置２と、基準点用測定光学装置３とは台車１の前後方向へ離れて設置した場合を説明したが、同一垂直面上において上下に設置することも可能である。更に、基準杭９Ａ，９Ｂ等の反射面を半円柱状にした場合を説明したが、平面状であってもよい。それに加えて、反射面の材質を広範囲の入射角度に対しても受光することのできる例えばテープ材料等を用いることも可能である。

【００３３】

【発明の効果】

以上説明したように本発明に係るレールふく進測定装置は、レールの左右に設置した基準杭ターゲットと、基準杭ターゲットに対し光照射する発光装置及び反射光を受光するフォトセンサーを有する基準杭用測定光学装置と、基準杭ターゲットに対し基準杭用測定光学装置とは異なる所定角度で光照射する発光装置及び反射光を受光するフォトセンサーを有する基準杭測距用光学装置と、左右のレール側面に取り付けた基準点ターゲットと、基準点ターゲットに対し光照射する発光装置及び反射光を受光するフォトセンサーを有する基準点用測定光学装置と、測定車両の走行位置を計測するエンコーダと、演算装置とで構成し、基準杭用測定光学装置、基準杭測距用光学装置及び基準点用測定光学装置それぞれにおける検知信号並びにエンコーダからの出力信号に基づいて、あらかじめ設定した軌間中心から左右の基準杭それぞれまでの各距離を演算すると共に、左右のレールの各ふく進を演算するものとしたから、測定車両を走行させながらふく進の自動測定が可能である。

【００３４】

また本発明にあっては、測定車両の回転ズレや基準杭の前後の位置ズレ等の影響を受けることなく、正確なふく進の測定が可能である。更に、測定車両を走行させて自動的に行うふく進の測定であり、作業員の個人差による測定結果のバラツキもなく、また列車見張り員が不要であり、多数の測定箇所があってもまたその作業範囲の距離が相当に長い場合であっても作業員の負担となる等のこともない。

【００３５】

また本発明に係るふく進測定方法は、前記レールふく進測定装置を用いて、左右の基準杭ターゲットからの基準杭用測定光学装置における反射光の検知信号に基づき、先に受光した基準杭ターゲットの位置からレールに対して垂直な線を引き、該線の長さを基準杭用測定光学装置及び基準杭測距用光学装置それぞれにおける反射光の検知信号とエンコーダからの出力信号とに基づき算出した軌間中心から左右の基準杭それぞれまでの距離の和に設定した線分を底辺とし、該底辺の両端と後に受光した基準杭ターゲットの位置とを結んだ直角三角形を算出し、該直角三角形の斜辺と左右のレールとが交差する点の位置を求めると共に、左右のレール側面に取り付けた基準点ターゲットそれぞれからの基準点用測定光学装置における反射光の検知信号と基準杭用測定光学装置における反射光の検知信号及びエンコーダからの出力信号に基づき基準点ターゲットの位置を求め、左右の基準点ターゲットの位置から底辺までの距離と、直角三角形の斜辺と左右のレールとが交差する点の位置から底辺までの距離との差を演算することによりレールのふく進を算出するものであるから、従来の基準杭どうしを水糸で結んでこれに対するレール側面のポンチマークの位置を定規で測定し、そのズレ量をふく進とする場合と同じ測定を自動化していることとなる。

【００３６】

更に、本発明にあっては、レールのふく進測定位置において、基準杭ターゲットを、左右のレールの両脇に設置した基準杭において、レールの長手方向に対し垂直な面内に発光させた光線が照射される位置に設置し、基準点ターゲットを、上記照射位置においてレールの長手方向に対し垂直な面内に発光させた光線が左右のレール側面に照射された位置を仮の基準点とし、この仮の基準点から、現行の基準杭に水糸を張ってレール側面のポンチマークの位置を計測した現行のふく進量となる位置に設置するものとしたので、過去のふ

く進の統計をそのまま引き継いで利用することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の第１の実施の形態に係る測定装置の全体構成を模式的に表した斜視図である。

【図２】本発明の第１の実施の形態の測定装置に係るものであり、各ターゲットからの反射光信号を受光したときのタイムチャートである。

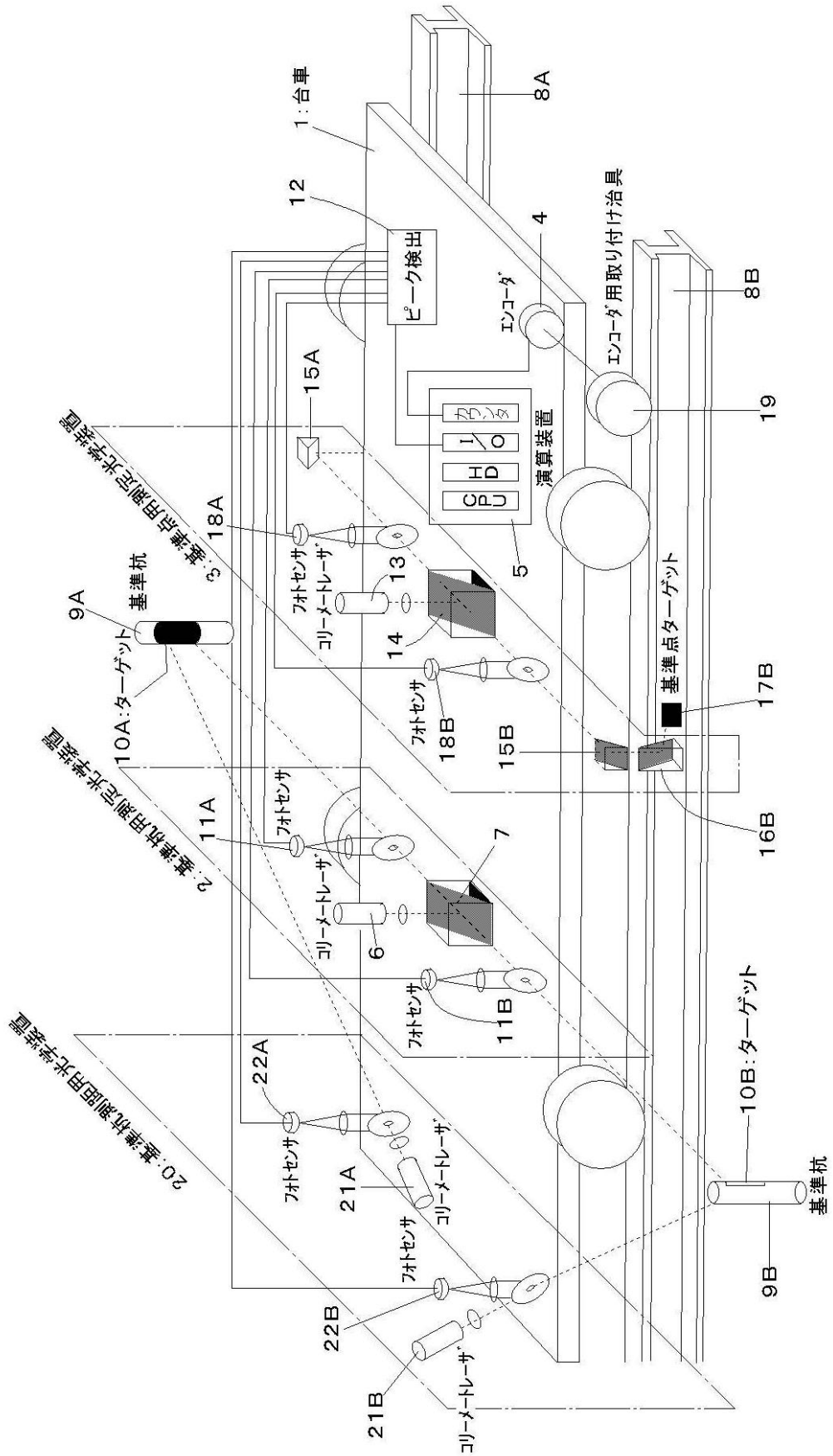
【図３】本発明の第１の実施の形態の測定装置のふく進の演算方法を示す図面である。

【符号の説明】

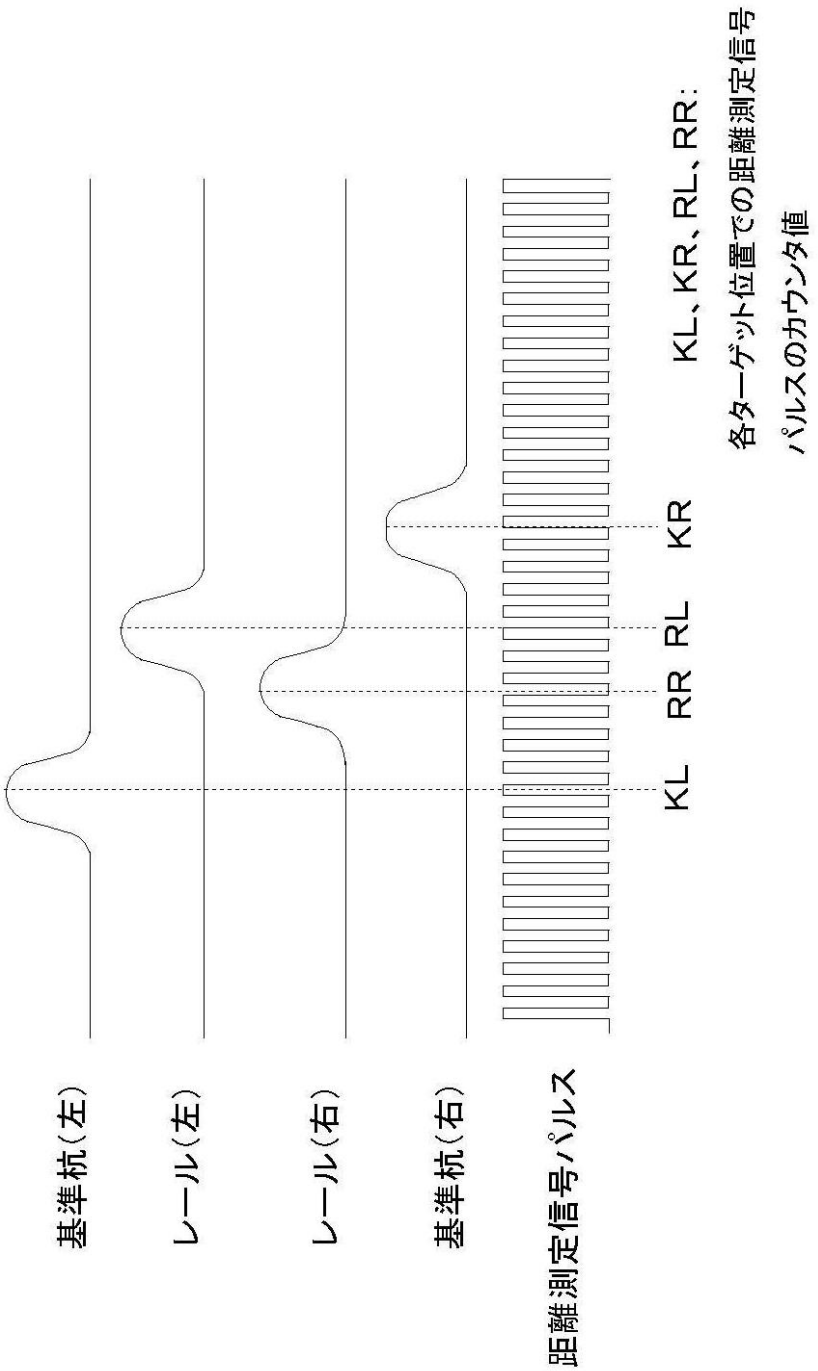
１…測定車両（台車）、２…基準杭用測定光学装置、３…基準点用測定光学装置、４…エンコーダ、５…演算装置、６…レーザ光線発光装置、７…ハーフミラー、８Ａ，８Ｂ…レール、９Ａ，９Ｂ…基準杭、１０Ａ，１０Ｂ…基準杭ターゲット、１１Ａ，１１Ｂ…フォトセンサ、１２…ピーク検出器、１３…レーザ光線発光装置、１４…ハーフミラー、１５Ａ，１５Ｂ，１６Ａ，１６Ｂ…ミラー、１７Ａ，１７Ｂ…基準点ターゲット、１８Ａ，１８Ｂ…フォトセンサ、

１９…エンコーダ用の車輪、２０…基準杭測距用光学装置

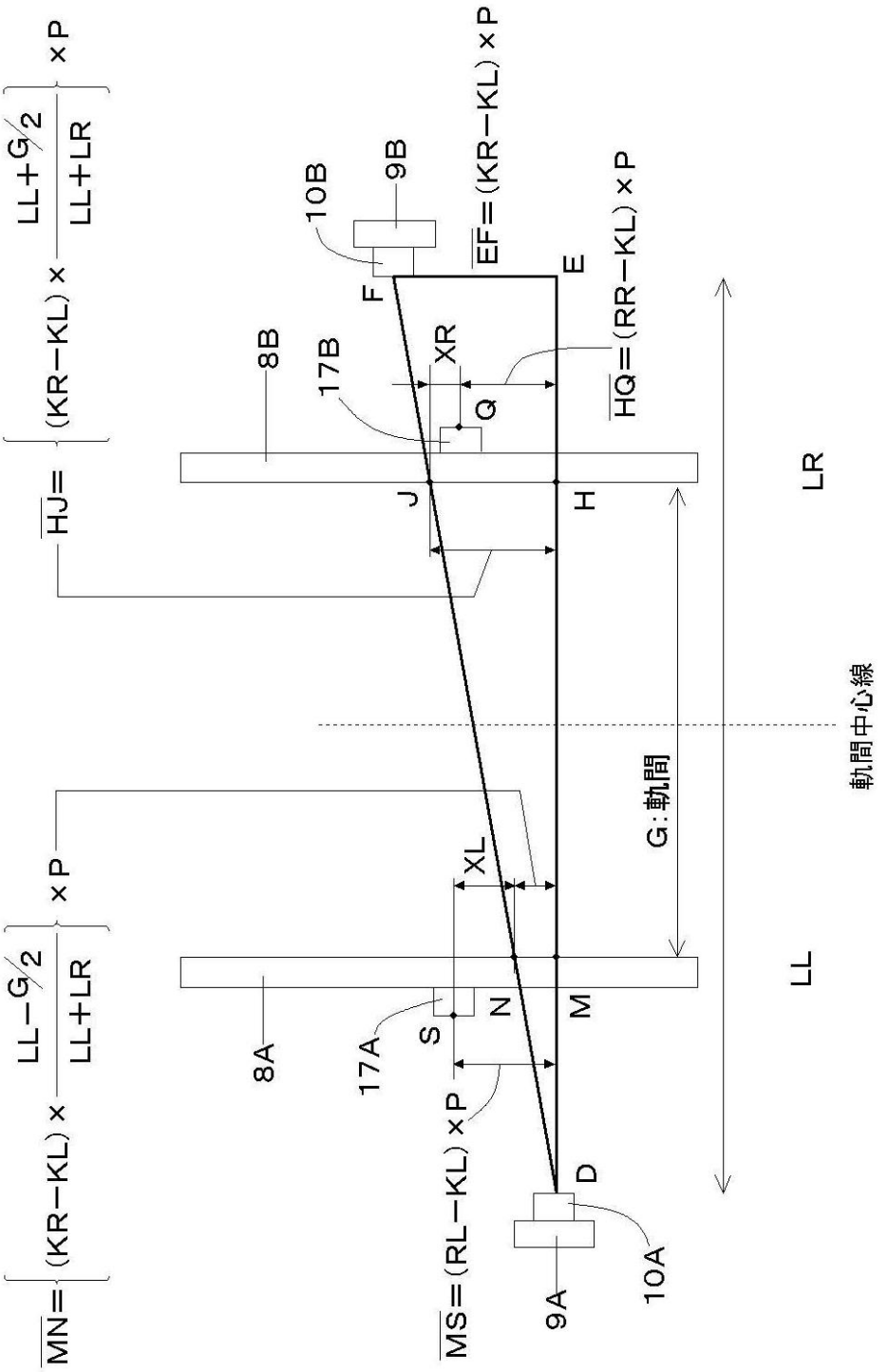
【図１】


1:台車
8A
12
ピーク検出
4
エンコーダ
エンコーダ用取り付け治具
8B
19
15A
CPU
HD
I/O
カウンタ
演算装置
5
3:基準点用測定光装置
18A
フォトセンサ
コリーメートレーザ
13
14
基準杭
9A
10A:ターゲット
フォトセンサ
18B
基準点ターゲット
17B
15B
16B
2:基準杭用測定光装置
11A
フォトセンサ
コリーメートレーザ
7
6
フォトセンサ
11B
20:基準杭用測定光装置
22A
フォトセンサ
21A
コリーメートレーザ
フォトセンサ
22B
21B
コリーメートレーザ
10B:ターゲット
基準杭
9B

【図２】


基準杭(左)
レール(左)
レール(右)
基準杭(右)
距離測定信号パルス
KL
RR
RL
KR
KL、KR、RL、RR:
各ターゲット位置での距離測定信号
パルスのカウンタ値

【図３】


$\overline{HJ}=\left\{(KR-KL)\times\frac{LL+G/2}{LL+LR}\right\}\times P$
$\overline{EF}=(KR-KL)\times P$
$\overline{HQ}=(RR-KL)\times P$
$\overline{MN}=\left\{(KR-KL)\times\frac{LL-G/2}{LL+LR}\right\}\times P$
$\overline{MS}=(RL-KL)\times P$
10B
9B
F
E
8B
17B
XR
Q
J
H
LR
軌間中心線
G:軌間
XL
8A
17A
S
N
M
LL
D
9A
10A

フロントページの続き

(72)発明者　山岡　敦郎
東京都大田区西蒲田７丁目３７番地１０号　日本ＧＰＳソリューションズ株式会社内

審査官　関根　洋之

(56)参考文献　特開２００１－１０８４１４（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－０８８７１１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
G01B 11/02
B61K 9/08
E01B 35/06