

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5335709号
(P5335709)

(45) 発行日 平成25年11月6日(2013.11.6)

(24) 登録日 平成25年8月9日(2013.8.9)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 B 11/00 (2006.01)
 B 6 1 K 9/08 (2006.01)
 B 6 1 B 13/06 (2006.01)
 E O 1 B 25/10 (2006.01)

G O 1 B 11/00 A
 B 6 1 K 9/08
 B 6 1 B 13/06 A
 E O 1 B 25/10

請求項の数 9 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2010-16763 (P2010-16763)
 (22) 出願日 平成22年1月28日(2010.1.28)
 (65) 公開番号 特開2011-153981 (P2011-153981A)
 (43) 公開日 平成23年8月11日(2011.8.11)
 審査請求日 平成24年2月17日(2012.2.17)

(73) 特許権者 501387839
 株式会社日立ハイテクノロジーズ
 東京都港区西新橋一丁目24番14号
 (74) 代理人 110000350
 ポレール特許業務法人
 (72) 発明者 鈴木 一正
 埼玉県児玉郡上里町嘉美1600番地 株
 式会社日立ハイテクノロジーズ 埼玉事業
 所内
 (72) 発明者 宮島 貴範
 埼玉県児玉郡上里町嘉美1600番地 株
 式会社日立ハイテクノロジーズ 埼玉事業
 所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コンクリート製軌道の軌道狂い測定方法および測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

コンクリート製軌道の軌道狂い測定方法において、

検測車両がコンクリート製の軌道を走行して前記検測車両に設けられた第1の距離検出器の測定光を前記軌道の走行路に照射してこの走行路までの距離を非接触で測定し、前記第1の距離検出器の測定信号の値を測定値としてA/D変換回路によりデジタル値に変換して、コンクリート表面の凹凸を除去するために前記デジタル値の測定値に対して前記検測車両に設けられたデータ処理装置において所定の走行距離幅に対応する複数個の前記測定値を単位としてメディアンフィルタ処理を行い、このメディアンフィルタ処理により得られた測定値に基づいて前記データ処理装置が前記軌道の軌道狂い量の算出し、

さらに第2の距離検出器を前記検測車両に設け、前記第2の距離検出器の測定光を前記軌道の側面に照射して前記側面までの距離を非接触で測定し、前記第1および第2の距離検出器の各測定信号の値を測定値としてA/D変換回路によりデジタル値に変換して、前記メディアンフィルタ処理を行うコンクリート製軌道の軌道狂い測定方法。

【請求項2】

前記検測車両は、前記コンクリート製の軌道上を走行するモノレール車両であり、前記第1および第2の距離検出器は、ビームスポット投光型のレーザ変位センサをそれぞれ有し、前記レーザ変位センサにより前記走行路と前記軌道の側面までの変位量をそれぞれ検出して各前記変位量から前記走行路および前記軌道の側面までの距離をそれぞれ算出する請求項1記載のコンクリート製軌道の軌道狂い測定方法。

10

20

【請求項 3】

前記モノレール車両は跨座形モノレール車両であり、前記第 1 の距離検出器の前記レーザ変位センサにより前記走行路のライン上において所定の長さの測定弦が形成されるように前記第 1 の距離検出器が 3 台に設けられ、前記第 2 の距離検出器の前記レーザ変位センサにより前記軌道の側面に沿って前記所定の長さの測定弦が形成されるように前記第 2 の距離検出器が 3 台に設けられ、前記第 1 および第 2 の距離検出器は、前記レーザ変位センサと距離算出回路とを有し、前記レーザ変位センサは、前記変位量をデジタル値として出力するものであり、前記距離算出回路は、前記変位量のデジタル値に基づいて移動平均処理と前記走行路および前記側軌道の面までのそれぞれの測定距離をデジタル値として算出し、これらの各測定距離のデジタル値を D/A 変換してアナログ値の各前記測定距離を発生する請求項 2 記載のコンクリート製軌道の軌道狂い測定方法。

10

【請求項 4】

前記跨座形モノレール車両は、モーターカーに牽引される跨座形の台車である請求項 3 記載のコンクリート製軌道の軌道狂い測定方法。

【請求項 5】

コンクリート製軌道の軌道狂い測定方法において、

検測車両がコンクリート製の軌道を走行して前記検測車両に設けられた距離検出器の測定光を前記軌道の側面に照射してこの側面までの距離を非接触で測定し、前記距離検出器の測定信号の値を測定値として A/D 変換回路によりデジタル値に変換して、コンクリート表面の凹凸を除去するために前記デジタル値の測定値に対して前記検測車両に設けられたデータ処理装置において所定の走行距離幅に対応する複数個の前記測定値を単位としてメディアンフィルタ処理を行い、このメディアンフィルタ処理により得られた測定値に基づいて前記データ処理装置が前記軌道の軌道狂い量の算出を行うコンクリート製軌道の軌道狂い測定方法。

20

【請求項 6】

コンクリート製軌道の軌道狂い測定装置において、

検測車両に設けられ測定光を前記検測車両が走行するコンクリート製の軌道の走行路に照射してこの走行路までの距離を非接触で測定する第 1 の距離検出器と、

この第 1 の距離検出器の測定信号の値を測定値として A/D 変換する A/D 変換回路と、

前記検測車両に設けられ前記 A/D 変換回路によりデジタル値に変換された前記デジタル値の測定値に対してメディアンフィルタ処理を行いかつこのメディアンフィルタ処理により得られた測定値に基づいて前記軌道の軌道狂い量の算出を行うデータ処理装置とを備え、

30

前記データ処理装置は、コンクリート表面の凹凸を除去するために所定の走行距離幅に対応する複数個の前記測定値を単位として前記メディアンフィルタ処理を行い、

さらに第 2 の距離検出器を前記検測車両に設け、前記第 2 の距離検出器の測定光を前記軌道の側面に照射して前記側面までの距離を非接触で測定し、前記第 1 および第 2 の距離検出器の各測定信号の値を測定値として A/D 変換回路によりデジタル値に変換して、前記メディアンフィルタ処理を行うコンクリート製軌道の軌道狂い測定装置。

【請求項 7】

40

前記検測車両は、前記コンクリート製の軌道上を走行するモノレール車両であり、前記第 1 および第 2 の距離検出器は、ビームスポット投光型のレーザ変位センサをそれぞれ有し、前記レーザ変位センサにより前記走行路と前記軌道の側面までの変位量をそれぞれ検出して各前記変位量から前記走行路および前記軌道の側面までの距離をそれぞれ算出する請求項 6 記載のコンクリート製軌道の軌道狂い測定装置。

【請求項 8】

前記モノレール車両は跨座形モノレール車両であり、前記第 1 の距離検出器の前記レーザ変位センサにより前記走行路のライン上において所定の長さの測定弦が形成されるように前記第 1 の距離検出器が 3 台に設けられ、前記第 2 の距離検出器の前記レーザ変位センサにより前記軌道の側面に沿って前記所定の長さの測定弦が形成されるように前記第 2 の

50

距離検出器が3台に設けられ、前記第1および第2の距離検出器は、前記レーザ変位センサと距離算出回路とを有し、前記レーザ変位センサは、前記変位量をデジタル値として出力するものであり、前記距離算出回路は、前記変位量のデジタル値に基づいて移動平均処理と前記走行路および前記側軌道の面までのそれぞれの測定距離をデジタル値として算出し、これらの各測定距離のデジタル値をD/A変換してアナログ値の各前記測定距離を発生する請求項7記載のコンクリート製軌道の軌道狂い測定装置。

【請求項9】

コンクリート製軌道の軌道狂い測定装置において、

検測車両に設けられ測定光を前記検測車両が走行するコンクリート製の軌道の側面に照射してこの走行路までの距離を非接触で測定する距離検出器と、

この距離検出器の測定信号の値を測定値としてA/D変換するA/D変換回路と、

前記検測車両に設けられ前記A/D変換回路によりデジタル値に変換された前記デジタル値の測定信号の測定値に対してメディアンフィルタ処理を行いかつこのメディアンフィルタ処理により得られた測定値に基づいて前記軌道の軌道狂い量の算出を行うデータ処理装置とを備え、

前記データ処理装置は、コンクリート表面の凹凸を除去するために所定の走行距離幅に対応する複数個の前記測定値を単位として前記メディアンフィルタ処理を行いうコンクリート製軌道の軌道狂い測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、コンクリート製軌道の軌道狂い測定方法および測定装置に関し、詳しくは、コンクリート製のモノレール軌道を用いる跨座形モノレールの高低狂い、通り狂い等の測定を検測車両の走行状態において行うことができる非接触型のコンクリート製軌道の軌道狂い測定方法および測定装置に関する。

【背景技術】

【0002】

レール高さ狂い、変位、通り狂い等の軌道狂いを走行状態で測定するためにレーザ光を用いる光学式の非接触式軌道狂い測定装置が鉄道技術の分野ではすでに行われ、よく知られている。これに対してコンクリート製の軌道を使用するモノレールの技術分野では、軌道狂い測定の多くが測定車輪による接触式変位センサで行われてきた。この測定車輪による測定は、一昔前までは鉄道技術の分野で行われていた。

そもそも、モノレール、特に、跨座形モノレールでは、軌道桁の精度が悪く、軌道桁と案内車輪との間に遊間があり、また、軌道桁と軌道桁との継目となる支柱部分では、軌道桁に段差が生じ易いので、軌道の上下方向と幅方向とがそれぞれに調整できるようになっている。

このようなことから測定車輪による測定が行われてきたが、モノレール軌道でのこの測定車輪による測定は、測定車輪の跳ねが多く、それにより測定誤差を発生することから検測車両走行状態での高速測定ができていないのが現状である。しかも、モノレール軌道は、鉄道軌道と比較して遊間量と段差が大きく、また、走行車輪の特性上からして測定精度が低下せざるを得ない。

【0003】

しかし、最近では、測定精度の向上を図るためにモノレール軌道においても非接触センサを使用した測定方法が使用されてきている。非接触式センサを用いたモノレールの軌道狂い測定として跨座形モノレール用幅寸法測定装置がすでに公知である（特許文献1）。また、跨座式モノレールの軌道点検装置として、CCDカメラおよびデジタルビデオカメラを用いた軌道の亀裂、損傷、塗装の剥離や劣化などの点検装置が公知である（特許文献2）。さらに、跨座形モノレールの軌道桁の走行面に設けられる碍子、電線位置に関するアンカ穴などを測定治具をもって測定する測定装置が公知である（特許文献3）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2007-183183号公報

【特許文献2】特開2009-133670号公報

【特許文献3】特開2009-229287号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

遊間量、段差が大きいモノレールの軌道狂い測定においては、検測車両の走行状態において測定をしかつその速度向上並びに精度向上を図る要請がある。この要請に応えるためには機構の簡略化が必須になる。非接触センサによる測定は、測定車輪を取付ける測定台車枠部分が不要となることから機構の簡略化が図れる利点があるが、非接触センサを使用した測定車輪なしでの測定では、直接コンクリート軌道の表面をターゲットとして測定する必要があるため、コンクリート軌道表面の凹凸に影響されて測定信号にノイズが多く入り、走行状態においての測定、特に走行速度を上げた測定となると、段差での測定誤差が大きくなる問題がある。そのため、検測車両の走行状態において段差を考慮した精度の高いモノレール軌道の軌道狂い測定が未だに実用的なレベルに至っていない。

10

例えば、特許文献1の測定方法にあっては、可搬型ということもあり、走行しながら測定をする技術にはなっていない。これに対して特許文献2の測定方法にあっては、走行状態にての点検は可能であるが、モノレールの軌道狂い測定と点検とは使用機器が異なる上に、測定項目の性質も異なる。そのため、このような方式のものをモノレールの軌道狂い測定に利用しても段差での測定誤差の問題は解決されない。その結果、段差の測定を含めての走行状態でのモノレール軌道の軌道狂い測定には適用し難いものとなっている。

20

また、特許文献3の測定装置は、建設中の跨座形モノレールの軌道桁についてのものであり、建設後の車両走行に対するモノレールの軌道狂い測定ではない。

【0006】

そこで、高速走行状態で軌道狂いを測定する鉄道における光学式の非接触式軌道狂い測定技術をモノレール軌道の軌道狂い測定に適用することが考えられるが、鉄道の軌道では通常鉄製のレールとなっているため、表面が滑らかである。したがって、軌道表面の凹凸と段差との影響を受けにくいのが、この点、跨座形モノレールの軌道は、コンクリート製であり、表面には3mm程度の凹凸があるので、鉄道と同様なビームスポット型のレーザを用いた非接触センサ（距離検出器）を使用すると、コンクリート表面の凹凸と段差との影響を受けて検測車両の走行状態においては段差部分での測定誤差が大きくなる欠点がある。

30

この発明の目的は、このような従来技術の問題点を解決するものであって、コンクリート軌道表面の凹凸に影響され難くかつ段差等の軌道の急峻な位置変化に対して対応可能かつ検測車両の走行状態で高低狂い、通り狂い等の測定を行うことができるコンクリート製軌道の軌道狂い測定方法および測定装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

40

このような目的を達成するための第1の発明のコンクリート製軌道の軌道狂い測定方法および測定装置の特徴は、検測車両がコンクリート製の軌道を走行して検測車両に設けられた距離検出器の測定光を軌道の走行路に照射してこの走行路までの距離を非接触で測定し、距離検出器の測定信号の値を測定値としてA/D変換回路によりデジタル値に変換して、コンクリート表面の凹凸を除去するためにデジタル値の測定値に対して検測車両に設けられたデータ処理装置において所定の走行距離幅に対応する複数個の測定値を単位としてメディアンフィルタ処理を行い、このメディアンフィルタ処理により得られた測定値に基づいてデータ処理装置がコンクリート製軌道の軌道狂い量の算出を行うものである。

また、第2の発明は、検測車両がコンクリート製の軌道を走行して検測車両に設けられた距離検出器の測定光を軌道の側面に照射してこの側面までの距離を非接触で測定し、距

50

離検出器の測定信号をA/D変換回路によりデジタル値に変換して、コンクリート表面の凹凸を除去するためにデジタル値の測定信号の測定値に対して検測車両に設けられたデータ処理装置において所定の走行距離幅に対応する複数の測定値を単位としてメディアンフィルタ処理を行い、このメディアンフィルタ処理により得られた測定値に基づいてデータ処理装置が軌道の軌道狂い量の算出を行うものである。

【発明の効果】

【0008】

このようにこの発明にあつては、検測車両の走行状態におけるコンクリート製軌道の軌道狂い測定において、距離検出器から得られるデジタル値の測定信号の測定値に対してコンクリート表面の凹凸を除去する幅を設定したメディアンフィルタ処理を行い、メディア

10

ンフィルタ処理により得られた測定値に基づいてモノレールの軌道狂い量の算出を行うものである。

これにより、測定値がコンクリート製の軌道表面にある最大3mm程度の凹凸の影響を受けないで済むので、検測車両が遊間、段差等により大きな位置変化を受けても、非接触の距離検出器（非接触センサ）の検出は、急峻の変化に追従することができ、測定値が過渡的な影響を受けないで済む。しかも、非接触の距離検出器を使用しているので機構の簡略化を図ることができる。

なお、ここでのメディアンフィルタ処理とは、特異点（高周波等）のノイズを除去するために走行距離において一定の幅の範囲で選択されただけ奇数個の測定データを単位として、例えば、昇順にソートしてソートした値のうちの中央位置の測定値を採用してそれを測定値とし、走行距離における一定の幅においてデータ値を1つずつ順次シフトさせていくことで各中央位置の値からなるデータを各測定値として得るフィルタ処理である。

20

その結果、コンクリート製軌道の表面の3mm程度の凹凸に影響され難くかつ段差等の急峻な測定値の変化にも対応可能な非接触型のコンクリート製軌道の軌道狂い測定方法および測定装置を容易に実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】図1は、この発明の跨座形モノレールの軌道狂い測定方法を適用した牽引形軌道検測車とコンクリート製の軌道との関係を示す断面説明図である。

30

【図2】図2(a)は、牽引形軌道検測車の台車に取り付けられた高低用非接触センサヘッドと通り用非接触センサヘッドの配置についての側面説明図、図2(b)は、その平面説明図である。

【図3】図3は、軌道狂い測定装置において各測定値に対してメディアンフィルタ処理をするデータ収録・処理装置のブロック図である。

【図4】図4は、データ収録・処理装置による軌道狂い測定のフローチャートである。

【図5】図5は、メディアンフィルタ処理による段差部分の誤差要因排除についての説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

40

図1において、1は、跨座形モノレール形の牽引形軌道検測車であつて、牽引形軌道検測車1は、図2(a)に示すように、跨座形モノレール形のモータカー20とこれに連結棒21を介して結合された跨座形モノレール形の台車10とからなる。台車10は、モータカー20に牽引されて走行状態でコンクリート製モノレール軌道（軌道桁5）上を跨って走行して軌道桁5の検出を行う。

図1に示すように、台車10の車体には軌道狂い測定装置本体15が搭載されている。図1の下側には台車10の軌道狂い測定装置本体15のブロック図を示してある。

10aは、台車10の門型の車体フレームであつて、この車体フレーム10aの横梁（上部辺）10bとその脚部には軌道狂い測定装置本体15に接続されて軌道狂い測定装置の6個の変位センサがそれぞれ取付られている。

50

なお、ここでの軌道狂い測定装置は、軌道狂い測定装置本体 15 と 6 個の変位センサ等で構成されている。

台車 10 において、点線で示す 2 a , 2 b は、台車 10 の車体フレーム 10 a の床下に設けられた走行車輪、点線で示す 3 a , 3 b は、台車 10 から両側に垂下した車体フレーム 10 a の一部をなす両側の脚部 7 , 7 にそれぞれ設けられた案内車輪、そして点線で示す 4 a , 4 b は、脚部 7 , 7 の下側にそれぞれ設けられた安定車輪である。これにより両側の脚部 7 , 7 が軌道桁 5 の側面両側に配置され、車体フレーム 10 a が軌道桁 5 に跨ることになる。

6 は、軌道桁 5 上に設けられた走行路である。走行路 6 には、図 1 に示すように走行車輪 2 a , 2 b を受ける窪部 (路面) 6 a , 6 b が所定の間隔をもって平行して設けられている。

10

【 0 0 1 1 】

牽引形軌道検測車 1 では、台車 10 の上部辺の床下から窪部 6 a までの変位 (距離) を測定する変位センサとして高低用非接触センサヘッド 8 a , 8 b , 8 c (図 2 (a) 参照) が窪部 6 a に対応するように台車 10 の横梁 10 b (台車の床下) に取付けられている。

横梁 10 b は、台車 10 の床下において台車 10 の走行方向の長さに対して 4 m の測定弦が形成できるように窪部 (路面) 6 a のライン (走行路 6 のライン) 上に等間隔で設けられている。そこで、横梁 10 b に取付けられた高低用非接触センサヘッド 8 a , 8 b , 8 c も横梁 10 b に対応する等間隔になっている。

20

これを図 2 (a) , 図 2 (b) において説明すると、高低用非接触センサヘッド 8 a , 8 b , 8 c は、4 m 測定弦の軌道狂い測定として前後の走行車輪 2 a , 2 b の間において走行方向中央と前後に約 2 0 0 0 m m の等間隔で床下において設置され、図 2 (b) に示すように、台車 10 の 3 本の横梁 10 b にそれぞれが固定されている。

なお、図 2 (a) , 図 2 (b) においては、説明の都合上、脚部 7 は図示していない。

ところで、4 m 測定弦軌道狂いとは、鉄道における 1 0 m 弦正矢法に対応して 4 m 弦正矢法を用いた測定法であり、4 m 間隔で弦を張り、弦の中央部分 (端から 2 m) の弦の位置から測定箇所までの距離を測定するものである。

【 0 0 1 2 】

支柱 7 a , 7 b , 7 c は、通信用非接触センサヘッド取付用の支柱であって、3本の横梁 10 b にそれぞれ対応した位置において台車 10 に設けられた走行方向左右 2 本の側梁 10 c のうち図 1 において示す右側の脚部 7 に沿って垂下して設けられている。

30

支柱 7 a , 7 b , 7 c には、これらから軌道桁 5 の軌道側面部 6 c までの変位 (距離) を測定する変位センサとして通信用非接触センサヘッド 8 d , 8 e , 8 f が取付けられている。通信用非接触センサヘッド 8 d , 8 e , 8 f は、高低用非接触センサヘッド 8 a , 8 b , 8 c に対応して 4 m 測定弦の軌道狂い測定として軌道側面部 6 c の上部側面に対応するように支柱 7 a , 7 b , 7 c の内側途中にそれぞれが固定されている。

なお、高低用非接触センサヘッド 8 a , 8 b , 8 c と通信用非接触センサヘッド 8 d , 8 e , 8 f は、いずれも同じ構成のボックス型の変位センサを主体とするもの (図 3 参照) であるが、図では説明する都合上、これらを区分けしてそれぞれ異なるシンボルマークとして記述してある。

40

これら通信用非接触センサヘッド 8 d , 8 e , 8 f も台車 10 の 3 本の横梁 10 b にそれぞれ対応して設けられた支柱 7 a , 7 b , 7 c に固定されているので、これらも 4 m の測定弦が形成できるように等間隔配置になっている。

高低用非接触センサヘッド 8 a , 8 b , 8 c および通信用非接触センサヘッド 8 d , 8 e , 8 f は、それぞれ測定基準距離が 4 0 0 m m 、測定範囲が基準距離から $\pm 4 0$ m m 程度の精度をもつビームスポット型 C C D のレーザの変位センサで構成され、さらに後述するようにその内部には A / D 変換回路が内蔵されている。そこで、各センサヘッドの出力はデジタル値として出力される。

一方、走行車輪 2 a には、ロータリエンコーダからなる距離パルス発生器 9 が設置され

50

、その出力パルスが距離パルス発生回路 13 に入力されている（図 3 参照）。

【0013】

高低用非接触センサヘッド 8a、8b、8c および通信用非接触センサヘッド 8d、8e、8f の各検出信号（各変位信号）は、牽引形軌道検測車 1 に搭載された軌道狂い測定装置本体 15 が受ける。

図 3 に示すように、高低用非接触センサヘッド 8a、8b、8c および通信用非接触センサヘッド 8d、8e、8f は、それぞれレーザ投光部 81 と、レーザ受光部 82、そしてレーザ受光部 82 からの検出信号（変位信号）を A/D 変換する A/D 変換回路（A/D）83 とで構成されている。A/D 83 のサンプリング周期は、20 μ sec ~ 1000 μ sec の範囲で選択可能である。

10

一方、軌道狂い測定装置本体 15 は、デジタルセンサアンプ 11、インタフェース 12、距離パルス発生回路 13、そしてデータ収録・処理装置 14 とにより構成される。

なお、デジタルセンサアンプ 11 は、各センサヘッドに対応して設けられていて、図 3 に示すようにデジタルセンサアンプ 11a ~ 11f からなる。デジタルセンサアンプ 11a ~ 11f は、この図 3 に示すように、1 枚の基板（カード）として高低用非接触センサヘッド 8a、8b、8c および通信用非接触センサヘッド 8d、8e、8f 側に一体化されて設けられていてもよい。

【0014】

図 3 は、軌道狂い測定装置において各測定値に対してメディアンフィルタ処理をするデータ収録・処理装置のブロック図である。

20

高低用非接触センサおよび通信用非接触センサヘッドの各センサヘッドの検出信号（変位信号）は、軌道狂い測定装置本体 15 において、まずは各デジタルセンサアンプ 11a ~ 11f にそれぞれ入力され、ここで、各検出値（変位量）のデジタル値がデジタル値として移動平均処理のフィルタ処理された後に検出された各変位量に基づいてそれぞれのセンサヘッドの測定基準位置からターゲットまでの測定距離が算出される。そして、この測定距離を一旦アナログ値に変換してインタフェース 12 に送出し、このインタフェース 12 を介してデータ収録・処理装置 14 に入力する。

すなわち、A/D 83 によりサンプリングされ、デジタル値に変換された高低用非接触センサヘッド 8a、8b、8c および通信用非接触センサヘッド 8d、8e、8f の各検出信号（変位信号）は、各ヘッドセンサに対応して設けられたデジタルセンサアンプ 11a ~ 11f にそれぞれに入力される。各デジタルセンサアンプ 11a ~ 11f は、それぞれにデジタル処理において移動平均処理をし、デジタル処理において各センサヘッドの測定基準位置からの測定距離を演算する DSP（デジタルシグナルプロセッサ）回路で構成されている。

30

すなわち、この実施例では、変位センサとデジタルセンサアンプとにより距離検出器が構成されている。

【0015】

図 3 に示すように、各デジタルセンサアンプ 11a ~ 11f の内部構成は、それぞれコントロール 111 とフィルタ処理 112、そして D/A 変換（D/A）113 の各処理ブロックからなる。受けたデジタル値の検出信号（変位信号）をフィルタ処理 112 のブロックにおいて移動平均値を算出し、この移動平均値から測定距離を演算してその演算値を D/A 113 のブロックでアナログ信号に変換してインタフェース 12 へと送出する。

40

コントロール 111 の処理ブロックは、あらかじめ設定された移動平均値を算出するサンプリング数においてフィルタ処理 112 のブロックに移動平均処理を行わせる。これにより受けた検出信号（変位信号）におけるノイズが除去される。なお、ここでの移動平均は、一瞬の突発的なノイズ成分の影響を多少受ける可能性があるため、出力が安定する程度のサンプリング数に止めるとよい。

フィルタ処理 112 のブロックは、移動平均処理のほかに、ローパスフィルタ、ハイパスフィルタなども選択可能であるが、ここではデータを安定させるために移動平均処理を行っている。

50

フィルタ処理 1 1 2 のブロックの平均値を採る移動平均のデータ数（サンプリング数）は、高低用非接触センサヘッド 8 a、8 b、8 c および通り用非接触センサヘッド 8 d、8 e、8 f の出力から外来ノイズ、段差等による突発的なノイズを除去するために走行速度との関係で決定される。具体的には、走行状態に応じて各センサヘッドから得られる変位信号に対して 3 乃至 5 サンプル数程度の走行距離幅とする。

なお、後述する距離パルスに同期して測定値をサンプリングした場合には、1 パルス / 2 mm 程度の走行距離に対応するために、これは、走行距離にして前記は 6 mm 乃至 10 mm 程度の幅に対応する。

【 0 0 1 6 】

データ収録・処理装置 1 4 は、M P U 1 4 1、メモリ 1 4 2、A / D 変換回路（A / D）1 4 3、そして外部記憶装置（H D D）1 4 4 とからなり、これらがバスを介して接続されている。メモリ 1 4 2 には、測定データ採取プログラム 1 4 2 a、2 0 0 mm サンプルデータ抽出プログラム 1 4 2 b、メディアンフィルタ処理プログラム 1 4 2 c、4 m 測定弦の軌道狂い演算プログラム 1 4 2 d、走行距離算出プログラム 1 4 2 e 等が格納され、作業領域 1 4 2 d が設けられている。

インタフェース 1 2 を介してデータ収録・処理装置 1 4 に取込まれた各デジタルセンサアンプ 1 1 からの各アナログデータ（各距離測定信号値）は、A / D 1 4 3 で A / D 変換されてデジタル信号に変換される。このデジタル値を M P U 1 4 1 が受けて 6 個の各センサヘッドにより検出される測定ターゲット（走行路と軌道側面）までの測定値がメモリ 1 4 2 の作業領域 1 4 2 f に直接あるいは M P U 1 4 1 を介して各センサヘッド対応に記録される。

データ収録・処理装置 1 4 は、走行車輪 2 a に設置した距離パルス発生器 9 の出力信号（距離パルス）を受けたときに M P U 1 4 が走行距離算出プログラム 1 4 2 e をコールして実行し、現在までの走行距離の算出処理をする。

距離パルス発生器 9 の距離パルスは、2 0 0 パルス ~ 2 , 5 0 0 パルス / 1 回転の範囲で選択的に設定が可能である。通常、1 回転に 1 0 0 0 パルス程度で使用される。これにより、距離パルス発生器 9 は、1 パルス / 2 mm 程度において走行距離に応じて発生する。

【 0 0 1 7 】

以下、データ収録・処理装置 1 4 による軌道狂い測定処理について図 4 のフローチャートを参照して説明する。

データ収録・処理装置 1 4 は、データ収録を開始すると、M P U 1 4 1 が測定データ採取プログラム 1 4 2 a をコールして実行する。このプログラムの実行により M P U 1 4 1 は、デジタル信号に変換された 6 個の各センサヘッドの測定値（測定ターゲットまでの測定距離）をインタフェース 1 2 から取得し（ステップ 1 0 1）、メモリ 1 4 2 の作業領域 1 4 2 f に記録する（ステップ 1 0 2）。そして、6 個の各センサヘッドごとに測定ターゲットまでの測定距離についてメディアンフィルタ処理に必要な所定量の測定データがメモリに記録されたか否かを判定する（ステップ 1 0 3）。ここで判定が N O のときにはステップ 1 1 0 へと移り、測定中か否かの判定をして測定中であるときにはステップ 1 0 1 へと戻り、測定データの採取とメモリへの記録とを繰り返す。

【 0 0 1 8 】

ステップ 1 0 3 の判定で Y E S となると、M P U 1 4 1 は、次にメディアンフィルタ処理プログラム 1 4 2 c をリコールして実行する。これにより、作業領域 1 4 2 f に記録された測定ターゲットまでの測定距離を示す各センサヘッドのデータに対してそれぞれにメディアンフィルタ処理が行われ、メディアンフィルタ処理された測定値がメモリの作業領域に記憶される（ステップ 1 0 4）。

ここでのメディアンフィルタ処理とは、前記したように走行距離において一定の幅の範囲で選択されただけ奇数個の測定データを単位として、例えば、昇順にソートしてソートした値のうちの中央位置の値を採用してそれを測定値とし、走行距離における一定の幅においてデータ値を 1 つずつ順次シフトさせていくことで各中央位置の測定値からな

10

20

30

40

50

るデータを各センサヘッドの距離測定値として得るフィルタ処理である。

これにより突発的な特異点のデータや高周波ノイズデータが除去される。走行距離における一定の幅の範囲については、実際のコンクリートを測定し、最適値を設定することになる。

【 0 0 1 9 】

具体的には、跨座形モノレールの軌道桁 5 がコンクリート製であるため、その表面には 3 mm 程度の凹凸がある。ここでは、この凹凸の影響を少なくするためには、測定値から凹凸による特異値を除く必要がある。そこで、コンクリート表面の 3 mm 程度の凹凸が排除されるように、メディアンフィルタ処理における走行距離における一定の幅が決定される。その幅としては、例えば、走行距離 1 0 mm 程度に対応するサンプリング数の幅を選択する。1 距離パルスごとに測定値（変位量）をサンプリングするとすれば、2 mm 程度の走行距離ごとに 1 サンプリングとなるので、1 0 mm に対応するサンプリング数は、5 個となり、奇数値となる。ここでは、この 5 個のサンプリングデータをソートして中央値の測定値を得て、走行距離 1 0 mm の中央位置の距離 5 mm 走行した距離位置での測定値とすることになる。

【 0 0 2 0 】

このようにして、5 個の中に入るサンプリングデータが昇順にソートされてその幅の中での中央値がその幅を移動させながら順次選択されていく。順次、所定のサンプリング数の幅を維持したままに 1 サンプリングずつ後に採取されたデータにシフトさせて各中央値が幅中央位置での測定距離として検出されていく。これによりコンクリート製からくる特異値が測定値から取り除かれる。選択された中央値は、幅の中央位置での測定値（測定ターゲットまでの測定距離）とされる。

メディアンフィルタ処理された各センサヘッドの各測定データは、メモリ 1 4 2 の作業領域 1 4 2 f に順次走行距離とともに記録されていく。

なお、連続的なメディアンフィルタ処理は、測定値（測定ターゲットまでの測定距離）の取得待ちのときには 1 つ前の測定データについてその処理幅分、前記の例では 5 サンプリング分、残されて、残された 5 サンプリング分が次のデータ処理が開始されて連続処理を行う。

【 0 0 2 1 】

次に、2 0 0 mm サンプルデータ抽出プログラム 1 4 2 b を M P U 1 4 1 がコールして実行し、走行距離から前回のメディアンフィルタ処理の開始から検測車両が 2 0 0 mm 走行したか否かを走行距離から判定をする（ステップ 1 0 5 ）。

このように、2 0 0 mm サンプルデータ抽出プログラム 1 4 2 b を用いることにより、2 0 0 mm 走行した場合、メディアンフィルタ処理された測定値データを 2 0 0 mm 走行ごとに一定量取得することができる。

ここでの判定で N O のときにはステップ 1 1 0 へと移り、測定中か否かの判定をして測定中であるときにはステップ 1 0 1 へと戻り、データの採取とメモリへの記録とを繰り返す。これにより、連続的に取得された測定ターゲットまでの測定距離のデータに対してメディアンフィルタ処理が順次繰り返されていく。

ステップ 1 0 5 の判定で Y E S のときには、M P U 1 4 1 が 4 m 弦軌道狂い演算プログラム 1 4 2 d をコールして実行する。この 4 m 弦軌道狂い演算プログラム 1 4 2 d の実行により、走行路 6 の窪部 6 a の高低狂いと軌道側面部 6 c の通り狂いを 2 0 0 mm 走行ごとに演算することができる。

【 0 0 2 2 】

各センサヘッドの測定データに対して走行距離 2 0 0 mm 分のメディアンフィルタ処理が終了した時点でステップ 1 0 5 の判定が Y E S となると、M P U 1 4 1 は、4 m 測定弦の軌道狂い演算プログラム 1 4 2 d をコールして実行する。

メディアンフィルタ処理された測定データ（測定変位量のデータ）がある一定量、ここでは、走行距離 2 0 0 mm 分、作業領域 1 4 2 f に記録されると、メディアンフィルタ処理された測定値のデータを作業領域 1 4 2 f から取得し（ステップ 1 0 6 ）、次に現在の

10

20

30

40

50

走行距離をメモリの作業領域 1 4 2 f に記憶して (ステップ 1 0 7)、各測定値のデータと現在の走行距離とに基づいて 4 m 測定弦の軌道狂いとして、高低狂い、通り狂いの算出が行われる (ステップ 1 0 8)。

【 0 0 2 3 】

ここでの高低狂い算出は、台車 1 0 の床下において前方側に設置した非接触センサヘッド 8 a の出力値により算出された測定距離を a とし、中央に設置した非接触センサヘッド 8 b の出力値により算出された測定距離を b とし、後方に設置した非接触センサヘッド 8 c の出力値により算出された測定距離を c とした場合に、高低狂い量 H として $H = (a + c) / 2 - b$ の式により算出される。ただし、測定距離 a, b, c は、メディアンフィルタ処理後の測定値である。

10

通り狂い算出は、支柱の前方側に設置した非接触センサヘッド 8 d の出力値により算出された測定距離を d とし、中央に設置した非接触センサヘッド 8 e の出力値により算出された測定距離を e とし、後方に設置した非接触センサヘッド 8 f の出力値により算出された測定距離を f としたときに、通り狂い量 S として $S = (d + f) / 2 - e$ の式により算出される。

算出された高低狂い量 H と通り狂い量 S とがこれに対応する 4 m 測定弦の走行距離の位置とともにメモリ 1 4 2 の所定の領域に記憶される (ステップ 1 0 9)。ただし、測定距離 d, e, f は、メディアンフィルタ処理後の測定値である。

次に、測定中か否かの判定をして (ステップ 1 1 0)、ここで NO となると、ステップ 1 0 1 へと戻り、前記の処理を繰り返す。ここで YES となると、この測定を終了する。

20

以上の処理において、ステップ 1 0 6 からステップ 1 1 0 の処理中であってもインタフェース 1 2 には、測定データが記録され続けているので、ステップ 1 0 1 では、連続的に測定データを採取することができる。

測定を終了したときには、作業領域 1 4 2 f に記憶されている高低狂い量 H と通り狂い量 S とがこれらに対応する測定位置での走行距離とが HDD 1 4 4 に転送されて記録される。

【 0 0 2 4 】

図 5 を参照して上記のステップ 1 0 4 のメディアンフィルタ処理による誤差要因排除の効果について説明する。

図 5 (a) は、従来の測定車輪による接触式センサ測定である。図面右から左へ台車 1 0 が走行するものとする。測定車輪 2 2 を使用することでコンクリートの表面の凹凸の影響は少ないが段差部 2 3 では変位量が鈍ってしまい、段差部 2 3 での車輪の跳ね等により図 5 (a) の右側に示すような過渡的な測定信号 2 4 が得られ、測定誤差が発生する。なお、測定信号 2 5 は、段差部分の走行における理想的な測定信号である。

30

図 5 (b) は、単に非接触式センサ、例えば、鉄道の軌道測定装置等のレーザ変位センサを使用しての測定結果である。鉄道における鉄製の軌道は滑らかであるのに対し、コンクリート製のモノレールの軌道桁 5 は表面の凹凸が粗く、同じ測定をした場合、影響を受け、段差部 2 3 における変位量による測定結果としてコンクリートの表面の凹凸の影響を受けた測定信号 2 6 のようになる。

図 5 (c) は、モノレールの軌道桁 5 の表面の凹凸の影響を排除するために非接触センサ出力に対してその測定値を前記のようなメディアンフィルタ処理をしたものである。段差部 2 3 における変位量による測定結果としてコンクリートの表面の凹凸の影響を受けた測定信号 2 7 のように理想的な測定信号 2 5 に近くなる。

40

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 2 5 】

以上の説明してきたが、実施例では、測定ターゲットまでの距離測定としてレーザ変位センサを用いているが、変位センサは、レーザ変位センサに限定されるものではなく、さらに変位センサに限らず、この発明は、反射型距離検出器等の測定光をターゲットに照射して距離測定ができる距離検出器一般であってよい。なお、変位センサを使用した場合には距離検出器として測定距離の換算をする必要があるが、距離検出器を使用する場合には

50

、変位センサで検出された変位量を距離に換算する必要はない。

なお、変位から距離を算出する距離算出回路が変位センサに設けられて、変位センサ自体が距離検出器としての役割を果たす変位センサが用いられてもよい。

また、実施例では4 mの測定弦の例を挙げているが、測定弦は4 mに限定されるものではない。

さらに、実施例では跨座形モノレール軌道の測定について説明してきたが、この発明は、ターゲットがコンクリート面の軌道であれば跨座形モノレールの軌道に限定されるものではない。

【符号の説明】

【0026】

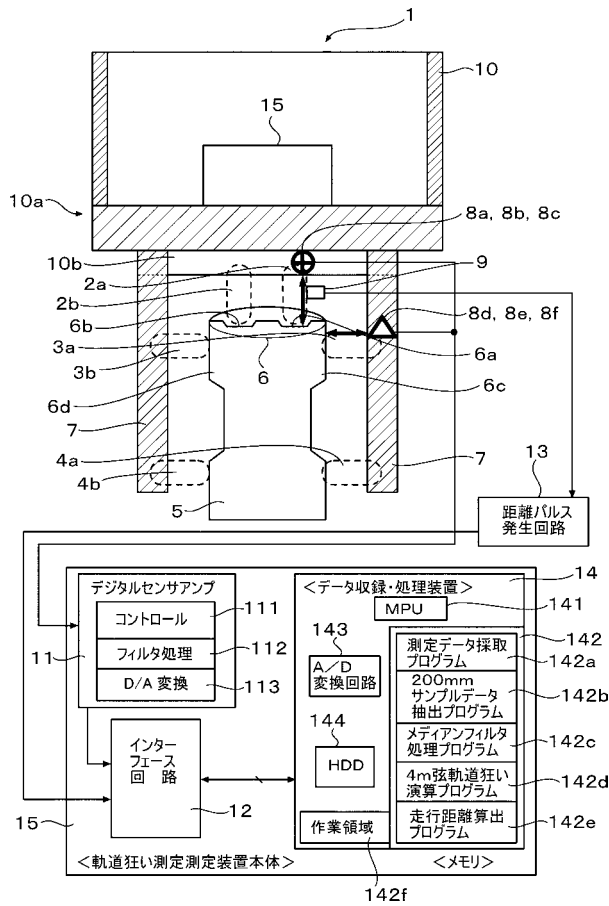
- 1 ... 軌道検測車、2 a , 2 b ... 走行車輪、
- 3 a , 3 b ... 案内車輪、4 a , 4 b ... 安定車輪、
- 5 ... 軌道、6 ... 走行路、6 a , 6 b ... 窪部、
- 6 c , 6 d ... 軌道側面部、7 ... 脚部、
- 7 a , 7 b , 7 c ... 支柱、
- 8 a , 8 b , 8 c ... 高低用非接触式センサヘッド、
- 8 d , 8 e , 8 f ... 通信用非接触式センサヘッド、
- 9 ... 距離パルス発生器、10 ... 台車、
- 10 a ... 車体フレーム、10 c ... 側梁、
- 11 ... デジタルセンサアンプ、12 ... インタフェース、
- 13 ... 距離パルス発生回路、14 ... データ収録・処理装置、
- 15 ... 軌道狂い測定装置本体、
- 81 ... レーザ投光部、82 ... レーザ受光部、
- 83 ... A / D変換回路 (A / D)、
- 111 ... コントロールブロック、112 ... フィルタ処理ブロック、
- 113 ... D / A変換回路 (D / A)、141 ... M P U、142 ... メモリ、
- 142 a ... 測定データ採取プログラム、
- 142 b ... 200 mmサンプルデータ抽出プログラム、
- 142 c ... メディアンフィルタ処理プログラム、
- 142 d ... 4 m測定弦の軌道狂い演算プログラム、
- 142 f ... 作業領域、
- 143 ... A / D変換回路 (A / D)、
- 144 ... 外部記憶装置 (H D D)。

10

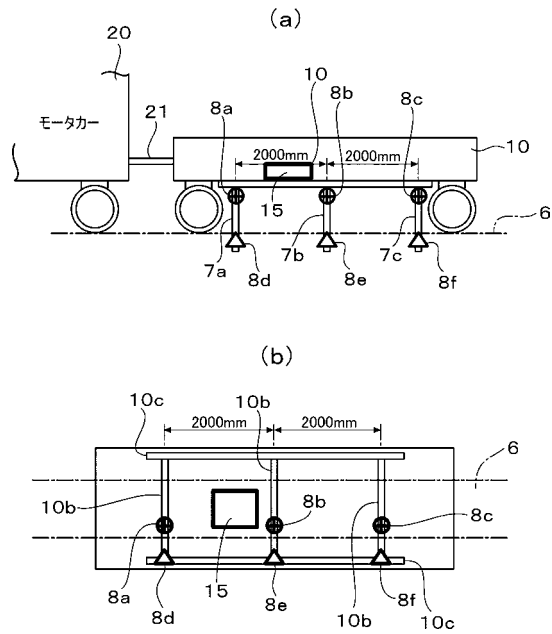
20

30

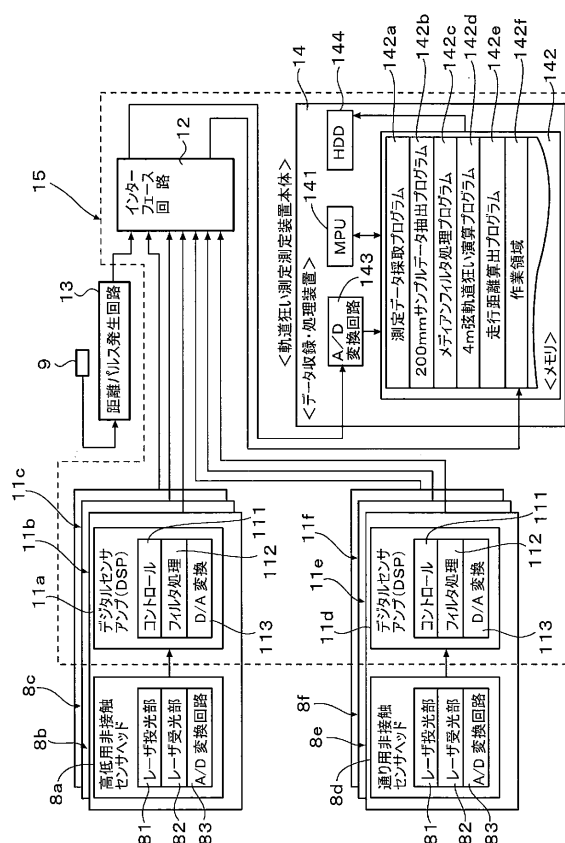
【図 1】



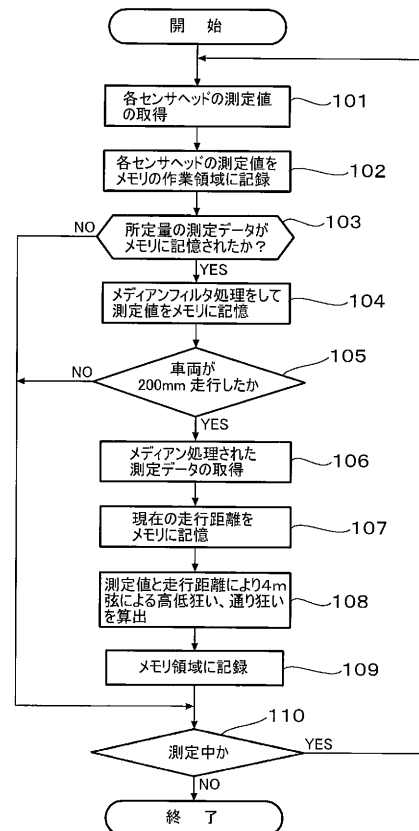
【図 2】



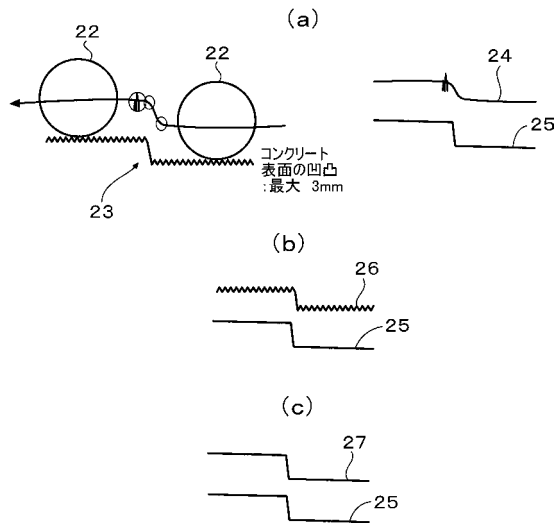
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 大曽根 淳

埼玉県児玉郡上里町嘉美 1 6 0 0 番地 株式会社日立ハイテクノロジーズ 埼玉事業所内

(72)発明者 田邊 和也

埼玉県児玉郡上里町嘉美 1 6 0 0 番地 株式会社日立ハイテクノロジーズ 埼玉事業所内

審査官 中川 康文

(56)参考文献 特開昭 6 1 - 2 8 1 9 1 5 (J P , A)

特表 2 0 0 2 - 5 1 5 1 1 6 (J P , A)

実開平 0 3 - 0 8 9 7 0 3 (J P , U)

特開昭 5 5 - 0 2 6 4 4 7 (J P , A)

特開 2 0 0 2 - 3 4 0 5 3 3 (J P , A)

特開 2 0 0 7 - 1 8 3 1 8 3 (J P , A)

特開 2 0 0 9 - 1 3 3 6 7 0 (J P , A)

特開 2 0 0 9 - 2 2 1 7 3 8 (J P , A)

特開 2 0 0 9 - 2 2 9 2 8 7 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B 6 1 B 1 / 0 0 - 1 5 / 0 0

B 6 1 C 1 / 0 0 - 1 7 / 1 2

B 6 1 D 1 / 0 0 - 1 5 / 1 2

B 6 1 G 1 / 0 0 - 1 1 / 1 8

B 6 1 J 1 / 0 0 - 9 9 / 0 0

B 6 1 K 1 / 0 0 - 1 3 / 0 4

E 0 1 B 1 / 0 0 - 2 6 / 0 0

G 0 1 B 1 1 / 0 0 - 1 1 / 3 0