

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-38827

(P2010-38827A)

(43) 公開日 平成22年2月18日(2010.2.18)

|                                |               |             |
|--------------------------------|---------------|-------------|
| (51) Int.Cl.                   | F 1           | テーマコード (参考) |
| <b>G 0 1 B 11/00 (2006.01)</b> | G 0 1 B 11/00 | 2 F 0 6 5   |
| <b>G 0 1 C 11/06 (2006.01)</b> | G 0 1 C 11/06 |             |

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 18 頁)

|           |                              |          |                        |
|-----------|------------------------------|----------|------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2008-204418 (P2008-204418) | (71) 出願人 | 000134903              |
| (22) 出願日  | 平成20年8月7日 (2008.8.7)         |          | 株式会社ニシヤマ               |
|           |                              |          | 東京都大田区大森北4丁目11番11号     |
|           |                              | (71) 出願人 | 590003825              |
|           |                              |          | 北海道旅客鉄道株式会社            |
|           |                              |          | 北海道札幌市中央区北11条西15丁目1番1号 |
|           |                              | (74) 代理人 | 110000671              |
|           |                              |          | 八田国際特許業務法人             |
|           |                              | (72) 発明者 | 近藤 英記                  |
|           |                              |          | 東京都大田区大森北4丁目11番11号     |
|           |                              |          | 株式会社ニシヤマ内              |
|           |                              | (72) 発明者 | 本多 修                   |
|           |                              |          | 東京都大田区大森北4丁目11番11号     |
|           |                              |          | 株式会社ニシヤマ内              |

最終頁に続く

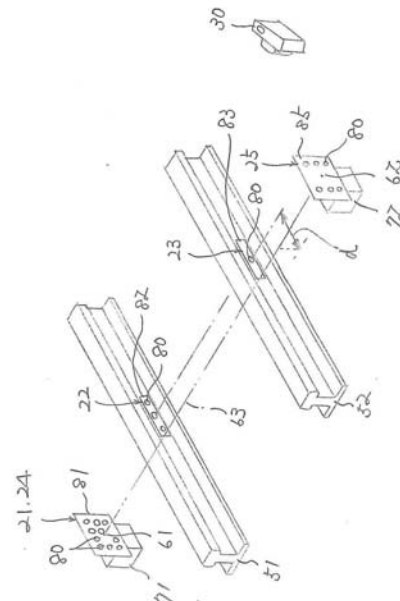
(54) 【発明の名称】 軌道のレールの管理寸法測定方法、およびその装置

## (57) 【要約】

【課題】測定位置に関する情報および管理寸法をセットにして取得することによって、測定作業の省力化を十分に図り得る、軌道のレールの管理寸法測定方法、およびその装置を提供する。

【解決手段】軌道のレールの管理寸法測定装置10は、測定位置に関する情報を光学的に区別可能に示す第1の反射ターゲット21と、左右のレール51、52の測定対象部位を光学的に区別可能に示す第2と第3の反射ターゲット22、23と、第1～第3の反射ターゲットを角度を変えてフラッシュ撮影することによって第1～第3の反射ターゲットの像を含む複数の画像を撮影するデジタルカメラ30と、撮影した画像のデータを解析処理するコントローラ40と、を有している。コントローラは、測定位置に関する情報を識別するとともに、写真測量の原理によってふく進量dなどの管理寸法を算出し、測定位置に関する情報および管理寸法をセットにして取得する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

軌道における左右のレール（５１、５２）について管理の対象となる管理寸法を写真測量を利用して測定する、軌道のレールの管理寸法測定方法であって、

前記レール（５１、５２）に沿う複数の測定位置のそれぞれに、測定位置に関する情報を光学的に区別可能に示す第１の反射ターゲット（２１）を配置し、

前記左レール（５１）における測定対象部位のそれぞれに、測定対象部位を光学的に区別可能に示す第２の反射ターゲット（２２）を配置し、

前記右レール（５２）における測定対象部位のそれぞれに、測定対象部位を光学的に区別可能に示す第３の反射ターゲット（２３）を配置し、

前記第１～第３の反射ターゲット（２１、２２、２３）を角度を変えてフラッシュ撮影することによって前記第１～第３の反射ターゲット（２１、２２、２３）の像を含む複数の画像を撮影し、

撮影した前記画像のデータを解析処理することによって、測定位置に関する情報を識別するとともに、前記左レール（５１）における測定対象部位の三次元座標、および前記右レール（５２）における測定対象部位の三次元座標を算出し、

前記左右のレール（５１、５２）における測定対象部位のそれぞれの三次元座標から前記管理寸法を算出し、測定位置に関する情報および前記管理寸法をセットにして取得する、軌道のレールの管理寸法測定方法。

**【請求項 2】**

前記左右のレール（５１、５２）を間に挟んだ両側の不動点のそれぞれに設置されている基準杭（７１、７２）のそれぞれに、第１の計測基準点（６１）を光学的に区別可能に示す第４の反射ターゲット（２４）、および第２の計測基準点（６２）を光学的に区別可能に示す第５の反射ターゲット（２５）を配置し、

前記第１～第３の反射ターゲット（２１、２２、２３）の像に加えて前記第４と第５の反射ターゲット（２４、２５）の像を含む複数の画像を撮影し、

前記画像のデータを解析処理することによって、前記第１の計測基準点（６１）の三次元座標、および前記第２の計測基準点（６２）の三次元座標をさらに算出し、

前記第１と第２の計測基準点（６１、６２）の三次元座標から前記第１と第２の計測基準点（６１、６２）同士を結ぶ基準線（６３）を算出し、前記基準線（６３）からの移動量を前記管理寸法として算出する、請求項１に記載の軌道のレールの管理寸法測定方法。

**【請求項 3】**

前記第１～第３の反射ターゲット（２１、２２、２３）は、必要な個数の反射体（８０）を配置することによって形成される反射パターンを異ならせることによって、光学的に区別可能に形成されている請求項１または請求項２に記載の軌道のレールの管理寸法測定方法。

**【請求項 4】**

前記第４と第５の反射ターゲット（２４、２５）は、必要な個数の反射体（８０）を配置することによって形成される反射パターンを異ならせることによって、光学的に区別可能に形成されている請求項２に記載の軌道のレールの管理寸法測定方法。

**【請求項 5】**

前記第１の反射ターゲット（２１）は、前記基準杭（７１）に配置され、第４の反射ターゲット（２４）を兼用する請求項２または請求項４に記載の軌道のレールの管理寸法測定方法。

**【請求項 6】**

軌道における左右のレール（５１、５２）について管理の対象となる管理寸法を写真測量を利用して測定する、軌道のレールの管理寸法測定装置であって、

前記レール（５１、５２）に沿う複数の測定位置のそれぞれに配置され、測定位置に関する情報を光学的に区別可能に示す第１の反射ターゲット（２１）と、

前記左レール（５１）における測定対象部位のそれぞれに配置され、測定対象部位を光

10

20

30

40

50

学的に区別可能に示す第２の反射ターゲット（２２）と、

前記右レール（５２）における測定対象部位のそれぞれに配置され、測定対象部位を光学的に区別可能に示す第３の反射ターゲット（２３）と、

前記第１～第３の反射ターゲット（２１、２２、２３）を角度を変えてフラッシュ撮影することによって前記第１～第３の反射ターゲット（２１、２２、２３）の像を含む複数の画像を撮影する撮像手段（３０）と、

撮影した前記画像のデータを解析処理する制御手段（４０）と、を有し、

前記制御手段（４０）は、測定位置に関する情報を識別するとともに、前記左レール（５１）における測定対象部位の三次元座標、および前記右レール（５２）における測定対象部位の三次元座標を算出し、前記左右のレール（５１、５２）における測定対象部位のそれぞれの三次元座標から、前記管理寸法を算出し、測定位置に関する情報および前記管理寸法をセットにして取得する、軌道のレールの管理寸法測定装置。

#### 【請求項７】

前記左右のレール（５１、５２）を間に挟んだ両側の不動点のそれぞれに設置されている基準杭（７１、７２）のそれぞれに配置され、第１の計測基準点（６１）を光学的に区別可能に示す第４の反射ターゲット（２４）、および第２の計測基準点（６２）を光学的に区別可能に示す第５の反射ターゲット（２５）をさらに有し、

前記撮像手段（３０）は、前記第１～第３の反射ターゲット（２１、２２、２３）の像に加えて前記第４と第５の反射ターゲット（２４、２５）の像を含む複数の画像を撮影し、

前記制御手段（４０）は、前記第１の計測基準点（６１）の三次元座標、および前記第２の計測基準点（６２）の三次元座標をさらに算出し、前記第１と第２の計測基準点（６１、６２）の三次元座標から前記第１と第２の計測基準点（６１、６２）同士を結ぶ基準線（６３）を算出し、前記基準線（６３）からの移動量を前記管理寸法として算出する、請求項６に記載の軌道のレールの管理寸法測定装置。

#### 【請求項８】

前記第１～第３の反射ターゲット（２１、２２、２３）は、必要な個数の反射体（８０）を配置することによって形成される反射パターンを異ならせることによって、光学的に区別可能に形成されている請求項６または請求項７に記載の軌道のレールの管理寸法測定装置。

#### 【請求項９】

前記第４と第５の反射ターゲット（２４、２５）は、必要な個数の反射体（８０）を配置することによって形成される反射パターンを異ならせることによって、光学的に区別可能に形成されている請求項７に記載の軌道のレールの管理寸法測定装置。

#### 【請求項１０】

前記第１の反射ターゲット（２１）は、前記基準杭（７１）に配置され、第４の反射ターゲット（２４）を兼用する請求項７または請求項９に記載の軌道のレールの管理寸法測定装置。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【０００１】

本発明は、軌道のレールの管理寸法測定方法、および軌道のレールの管理寸法測定装置に関する。

#### 【背景技術】

#### 【０００２】

鉄道事業者は、軌道における左右のレールについて、列車の安全な運行や乗客の不快感の低減のために、種々の管理寸法を定期的に測定し、必要に応じて保守を行っている。管理の対象となる管理寸法としては、軌道変位や、ロングレールの伸縮量やふく進量などがある。軌道変位（軌道狂い、軌道不整とも称される）としては、左右レールの間隔である「軌間変位」、左右レールの高さの差である「水準変位」、レールの長手方向の位置にお

10

20

30

40

50

いてレールの上下方向の変位である「高低変位」、レールの長手方向の位置においてレールの左右方向の変位である「通り変位」などがある。ふく進とは、レールが長手方向に移動することをいい、列車の走行状態、レールの締結状態などが相互に関連しあって発生する。ロングレールは一般的に200メートル以上の長さを有し、ふく進量を測定することは、座屈変形を防止するために重要なことである。このため、ロングレール毎に複数箇所（例えば、3点または5点）に設定された測定位置のそれぞれにおいてふく進量を測定している。

#### 【0003】

レールの管理寸法、例えば、ふく進量を測定する手法としては、水系方式が周知であるが、軌道の全長にわたる多数の測定位置において、現場作業員が手作業で行わなければならない、測定作業が非常に煩雑である。このため、ふく進量の測定作業を行うための測定装置が提案されている（特許文献1を参照）。特許文献1に記載された測定装置は、測定位置に配置したターゲットを撮影した写真の画像を、演算処理装置のディスプレイ上に表示する。作業者は、ディスプレイ上に表示された画像の中から、ターゲットに含まれる指標の像を探し出し、その像の中心に位置するドットを各指標の座標位置として登録する。その後、登録された各指標の座標に基づいて、ふく進量を算出している。

【特許文献1】特開2003-075116

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0004】

ふく進量は軌道の全長にわたる多数の測定位置において測定しなければならないが、特許文献1に記載された技術では、撮影した写真が多数の測定位置のうちのいずれの位置において撮影したものであるかを認識することができない。このため、現地で、「××枚目の写真はyyキロポストにて撮影」のようなメモなどを取っておき、写真と測定位置との関連付けを、作業者が手作業によって行う必要がある。このため、測定作業の省力化を十分に図ることができていないのが現状である。

#### 【0005】

そこで、本発明の目的は、測定位置に関する情報および管理寸法をセットにして取得することによって、測定作業の省力化を十分に図り得る、軌道のレールの管理寸法測定方法、およびその装置を提供することにある。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0006】

上記目的を達成するための軌道のレールの管理寸法測定方法は、軌道における左右のレールについて管理の対象となる管理寸法を写真測量を利用して測定する、軌道のレールの管理寸法測定方法であって、

前記レールに沿う複数の測定位置のそれぞれに、測定位置に関する情報を光学的に区別可能に示す第1の反射ターゲットを配置し、

前記左レールにおける測定対象部位のそれぞれに、測定対象部位を光学的に区別可能に示す第2の反射ターゲットを配置し、

前記右レールにおける測定対象部位のそれぞれに、測定対象部位を光学的に区別可能に示す第3の反射ターゲットを配置し、

前記第1～第3の反射ターゲットを角度を変えてフラッシュ撮影することによって前記第1～第3の反射ターゲットの像を含む複数の画像を撮影し、

撮影した前記画像のデータを解析処理することによって、測定位置に関する情報を識別するとともに、前記左レールにおける測定対象部位の三次元座標、および前記右レールにおける測定対象部位の三次元座標を算出し、

前記左右のレールにおける測定対象部位のそれぞれの三次元座標から前記管理寸法を算出し、測定位置に関する情報および前記管理寸法をセットにして取得する。

#### 【0007】

また、上記目的を達成するための軌道のレールの管理寸法測定装置は、軌道における左

10

20

30

40

50

右のレールについて管理の対象となる管理寸法を写真測量を利用して測定する、軌道のレールの管理寸法測定装置であって、

前記レールに沿う複数の測定位置のそれぞれに配置され、測定位置に関する情報を光学的に区別可能に示す第 1 の反射ターゲットと、

前記左レールにおける測定対象部位のそれぞれに配置され、測定対象部位を光学的に区別可能に示す第 2 の反射ターゲットと、

前記右レールにおける測定対象部位のそれぞれに配置され、測定対象部位を光学的に区別可能に示す第 3 の反射ターゲットと、

前記第 1 ～ 第 3 の反射ターゲットを角度を変えてフラッシュ撮影することによって前記第 1 ～ 第 3 の反射ターゲットの像を含む複数の画像を撮影する撮像手段と、

10

撮影した前記画像のデータを解析処理する制御手段と、を有し、

前記制御手段は、測定位置に関する情報を識別するとともに、前記左レールにおける測定対象部位の三次元座標、および前記右レールにおける測定対象部位の三次元座標を算出し、前記左右のレールにおける測定対象部位のそれぞれの三次元座標から、前記管理寸法を算出し、測定位置に関する情報および前記管理寸法をセットにして取得する。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、測定位置に関する情報および管理寸法をセットにして取得することによって、測定作業の省力化を十分に図ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

20

【0009】

以下、本発明の実施形態を図面を参照しつつ説明する。

【0010】

図 1 は、軌道のレールの管理寸法としてのふく進量  $d$  を測定する例を示す概念図、図 2 は、軌道におけるレールの管理寸法測定装置 10 を示すブロック図である。図 3 は、第 4 の反射ターゲット 24 を兼用する第 1 の反射ターゲット 21 の一例を示す図、図 4 (A) (B) は、第 2 と第 3 の反射ターゲット 22、23 の一例を示す図、図 5 は、第 5 の反射ターゲット 25 の一例を示す図である。

【0011】

図 1 および図 2 を参照して、軌道におけるレールの管理寸法測定装置 10 (以下、単に「管理寸法測定装置 10」と言う) は、軌道における左右のレール 51、52 について管理の対象となる管理寸法を写真測量を利用して測定する。

30

【0012】

管理寸法測定装置 10 は、概説すれば、レール 51、52 に沿う複数の測定位置のそれぞれに配置され、測定位置に関する情報を光学的に区別可能に示す第 1 の反射ターゲット 21 と、左レール 51 における測定対象部位のそれぞれに配置され、測定対象部位を光学的に区別可能に示す第 2 の反射ターゲット 22 と、右レール 52 における測定対象部位のそれぞれに配置され、測定対象部位を光学的に区別可能に示す第 3 の反射ターゲット 23 と、第 1 ～ 第 3 の反射ターゲット 21、22、23 を角度を変えてフラッシュ撮影することによって第 1 ～ 第 3 の反射ターゲット 21、22、23 の像を含む複数の画像を撮影するデジタルカメラ 30 (撮像手段に相当する) と、撮影した画像のデータを解析処理するコントローラ 40 (制御手段 40 に相当する) と、を有している。コントローラ 40 は、測定位置に関する情報を識別するとともに、左レール 51 における測定対象部位の三次元座標、および右レール 52 における測定対象部位の三次元座標を算出する。コントローラ 40 は、左右のレール 51、52 における測定対象部位のそれぞれの三次元座標から、管理寸法を算出し、測定位置に関する情報および管理寸法をセットにして取得する。

40

【0013】

本実施形態においては、管理寸法として、ふく進量  $d$  を例に挙げる。ふく進量を測定するための管理寸法測定装置 10 は、さらに、左右のレール 51、52 を間に挟んだ両側の不動点のそれぞれに設置されている基準杭 71、72 のそれぞれに配置され、第 1 の計測

50

基準点 6 1 を光学的に区別可能に示す第 4 の反射ターゲット 2 4、および第 2 の計測基準点 6 2 を光学的に区別可能に示す第 5 の反射ターゲット 2 5 を有している。デジタルカメラ 3 0 は、第 1 ～ 第 3 の反射ターゲット 2 1、2 2、2 3 の像に加えて第 4 と第 5 の反射ターゲット 2 4、2 5 の像を含む複数の画像を撮影する。コントローラ 4 0 は、第 1 の計測基準点 6 1 の三次元座標、および第 2 の計測基準点 6 2 の三次元座標をさらに算出する。コントローラ 4 0 は、第 1 と第 2 の計測基準点 6 1、6 2 の三次元座標から第 1 と第 2 の計測基準点 6 1、6 2 同士を結ぶ基準線 6 3 (図 1 の二点鎖線を参照) を算出し、基準線 6 3 からの移動量 (ふく進量 d) を管理寸法として算出する。以下、詳述する。

#### 【0014】

図 3 を参照して、第 1 の反射ターゲット 2 1 は、任意形状 (図示例では、矩形形状) のプレート 8 1 に、丸形状ないし円形状を有する反射体 8 0 を必要個数取り付けて構成してある。反射体 8 0 として、例えば、プレート 8 1 に貼り付け自在な反射シールを用いることができる。第 1 の反射ターゲット 2 1 が示す測定位置に関する情報としては、測定位置の ID、キロポスト情報などが含まれる。第 1 の反射ターゲット 2 1 は、必要な個数の反射体 8 0 を配置することによって形成される反射パターンを異ならせることによって、光学的に区別可能に形成されている。なお、本明細書において「光学的に区別可能」とは、必要な個数 (1 個以上) の反射体 8 0 を配置することによって形成される反射パターンを異ならせることによって、撮影した画像のデータから、他の反射ターゲットとは別の反射ターゲットであることが判別できることを意味している。第 2 ～ 第 5 の反射ターゲット 2 2、2 3、2 4、2 5 についても同様である。

#### 【0015】

本実施形態では、第 1 の反射ターゲット 2 1 は、3 行 4 列の最大 12 個の反射体 8 0 を取り付けることが可能である。図 3 の破線は、反射体 8 0 を取り付けなかった部分を示している。最大個数の範囲内で必要な個数の反射体 8 0 を配列して反射パターンを異ならせることによって、測定位置に関する情報を光学的に区別可能に示している。

#### 【0016】

例えば、角部の 4 個の反射体 8 0 を必須とし、残りの 8 箇所に、最大 4 個まで欠損させて反射体 8 0 を取り付けるとした場合には、コード化できる測定位置の個数は、以下の表 1 に示すとおりとなる。

#### 【0017】

#### 【表 1】

| 欠損数 | 反射体の数 | コード数                       |
|-----|-------|----------------------------|
| 0   | 8     | 1                          |
| 1   | 7     | 8                          |
| 2   | 6     | 28<br>(=8*7/(2*1))         |
| 3   | 5     | 56<br>(=8*7*6/(3*2*1))     |
| 4   | 4     | 70<br>(=8*7*6*5/(4*3*2*1)) |
| 合計  |       | 163                        |

#### 【0018】

図 4 (A) を参照して、左レール 5 1 用の第 2 の反射ターゲット 2 2 は、任意形状 (図示例では、長方形形状) のプレート 8 2 に、丸形状ないし円形状を有する反射体 8 0 を必要

個数（図示例では、３個）取り付けて構成してある。図４（Ｂ）を参照して、右レール５２用の第３の反射ターゲット２３は、任意形状（図示例では、長方形形状）のプレート８３に、丸形状ないし円形状を有する反射体８０を必要個数（図示例では、１個）取り付けて構成してある。第２と第３の反射ターゲット２２、２３も、必要な個数の反射体８０を配置することによって形成される反射パターンを異ならせることによって、光学的に区別可能に形成されている。

【００１９】

第２の反射ターゲット２２における真ん中の反射体８０および第３の反射ターゲット２３における反射体８０は、不動点同士の間には張った水系を基準線として、その基準線に対応する位置に取り付けてある。すなわち、２つの反射体８０は、従来の水系方式において左右のレール５１、５２に付与していたポンチ打刻点に代わるものであり、ふく進の基準点として用いる。

10

【００２０】

左レール５１に取り付けた反射体８０の個数と、右レール５２に取り付けた反射体８０の個数とを異ならせてあるので、左レール５１であるのか、右レール５２であるのかの認識も簡単に行うことができる。

【００２１】

本実施形態にあつては、第１の反射ターゲット２１は、不動点に設置されている基準杭７１に配置され、第４の反射ターゲット２４を兼用している。第１の反射ターゲット２１が第４の反射ターゲット２４を兼用することによって、解析処理のための演算処理数を減らすことができる。

20

【００２２】

第１の反射ターゲット２１は、角部の４個の反射体８０を必須とし、解析処理時に対角線同士の交点を算出することによって、この交点の座標を、第１の計測基準点６１の座標としている。これによって、第１の計測基準点６１は、第４の反射ターゲット２４を兼用する第１の反射ターゲット２１によって、光学的に区別可能となる。

【００２３】

図５を参照して、第５の反射ターゲット２５は、任意形状（図示例では、矩形形状）のプレート８５に、丸形状ないし円形状を有する反射体８０を必要個数取り付けて構成してある。第５の反射ターゲット２５は、必要な個数の反射体８０を配置することによって形成される反射パターンを異ならせることによって、光学的に区別可能に形成されている。

30

【００２４】

第５の反射ターゲット２５は、第１の反射ターゲット２１と同様に、角部の４個の反射体８０を必須とし、解析処理時に対角線同士の交点を算出することによって、この交点の座標を、第２の計測基準点６２の座標としている。これによって、第２の計測基準点６２は、第５の反射ターゲット２５によって、光学的に区別可能となる。

【００２５】

複数個の反射体８０を備える第５の反射ターゲット２５にあつては、反射体８０同士の間の寸法は既知であり、ふく進量を算出するときの基準長さの参照点となる。第１の反射ターゲット２１、または第２の反射ターゲット２２における反射体８０同士の間の寸法を既知としてもよいし、第１、第２、第５の反射ターゲット２１、２２、２５のすべてにおける反射体８０同士の間の寸法を既知としてもよい。

40

【００２６】

第１の反射ターゲット２１のみによって測定位置に関する情報をコード化する例について説明したが、第１の反射ターゲット２１と、他の反射ターゲット２２、２３、２５との組み合わせによって、測定位置に関する情報をコード化してもよい。コード化できる測定位置の個数を簡単に増やすことができる。例えば、第５の反射ターゲット２５が１６個のコードを表現できるとすると、 $163 \times 16 = 2068$ 個の測定位置に関する情報をコード化することができる。反射体８０の数や、反射ターゲットの数を増やすことによって、コード化できる数に制限はない。

50

## 【 0 0 2 7 】

各反射ターゲット 2 1 ~ 2 5 における反射体 8 0 の配列形態は、図示した例に限定されず、適宜の形態をとることができる。第 1 の反射ターゲット 2 1 や第 5 の反射ターゲット 2 5 は、反射体 8 0 を 1 行に配列したものでもよい。この場合には、両端の 2 個の反射体 8 0 を必須とし、解析処理時に両端の 2 個の反射体 8 0 を結ぶ線分の中点を算出することによって、この中点の座標を、第 1、第 2 の計測基準点 6 1、6 2 の座標とすることができる。

## 【 0 0 2 8 】

反射体 8 0 をプレートに取り付けることによって第 1 ~ 第 5 の反射ターゲット 2 1 ~ 2 5 を形成したが、丸穴を形成したプレートをプレート形状の反射体 8 0 に重ねることによって形成することもできる。

10

## 【 0 0 2 9 】

反射ターゲット 2 1 ~ 2 5 をフラッシュ撮影することによって、反射体 8 0 は光を反射してくっきりとした像を作る。像の位置を正確に測定できることから、ふく進量を高精度に測定することが可能となる。フラッシュ撮影のときには、デジタルカメラ 3 0 のシャッター速度を速く、かつ、絞りを絞って写す。暗い背景の中に、反射体 8 0 が白くくっきりと浮き上がるように写すことができるからである。また、測定精度を上げるために、できるだけいろいろな方向・角度から反射ターゲット 2 1 ~ 2 5 を撮影することが好ましい。反射体 8 0 の像は、ある程度の大きさを有しており、解析処理の際には、像の近傍の一定領域を切り出す。そして、像の明度分布から画像処理技法によって像の重心位置を算出し、反射体 8 0 の座標を決定している。

20

## 【 0 0 3 0 】

図 2 を参照して、コントローラ 4 0 は、CPU やメモリ 4 3 を主体として構成している。コントローラ 4 0 は、デジタルカメラ 3 0 において記憶した画像のデータを入力する画像データ入力部 4 1 と、画像のデータを処理し写真測定の原理によって演算処理を行う解析処理部 4 2 と、測定位置に関する情報および管理寸法をセットにしてデータファイル化して記憶するメモリ 4 3 と、プリントまたはディスプレイに算出結果等を出力する出力部 4 4 と、を有している。

## 【 0 0 3 1 】

次に、ふく進量の測定手順を図 6 および図 7 を参照しつつ説明する。

30

## 【 0 0 3 2 】

図 6 は、ふく進量の測定手順を示すメインフローチャート、図 7 は、図 6 に示されるデータ解析処理における手順を示すフローチャートである。

## 【 0 0 3 3 】

図 6 を参照して、ふく進量を測定するときには、まず、各反射ターゲット 2 1 ~ 2 5 を配置する（ステップ S 1 0）。具体的には、レール 5 1、5 2 に沿う複数の測定位置のそれぞれに、測定位置に関する情報を光学的に区別可能に示す第 1 の反射ターゲット 2 1 を配置する。左レール 5 1 における測定対象部位のそれぞれに、測定対象部位を光学的に区別可能に示す第 2 の反射ターゲット 2 2 を配置する。右レール 5 2 における測定対象部位のそれぞれに、測定対象部位を光学的に区別可能に示す第 3 の反射ターゲット 2 3 を配置する。左右のレール 5 1、5 2 を間に挟んだ両側に設定された不動点のそれぞれに設置されている基準杭 7 1、7 2 のそれぞれに、第 1 の計測基準点 6 1 を光学的に区別可能に示す第 4 の反射ターゲット 2 4、および第 2 の計測基準点 6 2 を光学的に区別可能に示す第 5 の反射ターゲット 2 5 を配置する。第 4 の反射ターゲット 2 4 は、第 1 の反射ターゲット 2 1 が兼用している。第 1 ~ 第 3、第 5 の反射ターゲット 2 1、2 2、2 3、2 5 は、レール 5 1、5 2 を新たに敷設するときに配置したり、既設のレール 5 1、5 2 に後付けで配置したりする。第 2 の反射ターゲット 2 2 における真ん中の反射体 8 0 および第 3 の反射ターゲット 2 3 における反射体 8 0 は、不動点同士の間張った水系を基準線として、その基準線に対応する位置に取り付けてある。

40

## 【 0 0 3 4 】

50

次に、デジタルカメラ 30 によって、第 1 ～ 第 3、第 5 の反射ターゲット 2 1、2 2、2 3、2 5 を角度を変えてフラッシュ撮影することによって第 1 ～ 第 3、第 5 の反射ターゲット 2 1、2 2、2 3、2 5 の像を含む複数の画像を撮影する（ステップ S 2 0）。

【0035】

次に、コントローラ 40 は、撮影した画像のデータを解析処理することによって、測定位置に関する情報を識別するとともに、左レール 5 1 における測定対象部位の三次元座標、右レール 5 2 における測定対象部位の三次元座標、第 1 の計測基準点 6 1 の三次元座標、および第 2 の計測基準点 6 2 の三次元座標を算出する。コントローラ 40 は、第 1 と第 2 の計測基準点 6 1、6 2 の三次元座標から第 1 と第 2 の計測基準点 6 1、6 2 同士を結ぶ基準線 6 3 を算出し、左右のレール 5 1、5 2 における測定対象部位のそれぞれの三次元座標から、基準線 6 3 からの移動量（ふく進量）を管理寸法として算出する。これにより、測定位置に関する情報およびふく進量をセットにして取得する（ステップ S 3 0）。

【0036】

1 つの測定位置における複数画像のデータ解析処理が終了すると、次の測定位置における複数画像のデータ解析処理が進行する。すべての測定位置における複数画像のデータ解析処理が終了するまで、測定位置に関する情報およびふく進量をセットにした取得が自動的に継続される（ステップ S 4 0）。

【0037】

その後、過去に取得した統計データと比較して、必要に応じて保守を行う。

【0038】

データ解析処理における手順は、一般的な写真測量と同様である。図 7 を参照しながら、概説する。

【0039】

まず、画像のデータから、反射ターゲット 2 1 ～ 2 5 に相当する部分を自動抽出する（ステップ S 5 1）。反射体 8 0 を用いているので、明度差が顕著に現れるので、反射ターゲット 2 1 ～ 2 5 の抽出を容易に行い得る。

【0040】

反射ターゲット 2 1 ～ 2 5 の種別を認識する（ステップ S 5 2）。つまり、第 4 の反射ターゲット 2 4 を兼用する第 1 の反射ターゲット 2 1 であるのか、第 2 の反射ターゲット 2 2 であるのか、第 3 の反射ターゲット 2 3 であるのか、および第 5 の反射ターゲット 2 5 であるのかを認識する。ステップ S 5 1 および S 5 2 の処理は、ラベリングと称される。

【0041】

1 つの測定位置において撮影した複数の画像間で反射ターゲット 2 1 ～ 2 5 のマッチングを行う（ステップ S 5 3）。デジタルカメラ 30 によって撮影した位置の座標を算出し（ステップ S 5 4）、各反射ターゲット 2 1 ～ 2 5 の三次元座標等を算出する（ステップ S 5 5）。具体的には、第 1 の反射ターゲット 2 1 から測定位置に関するコードデータを識別し、第 2 の反射ターゲット 2 2 から左レール 5 1 の測定対象部位の三次元座標を算出し、第 3 の反射ターゲット 2 3 から右レール 5 2 の測定対象部位の三次元座標を算出し、第 1 の反射ターゲット 2 1（＝第 4 の反射ターゲット 2 4）から第 1 の計測基準点 6 1 の三次元座標を算出し、第 5 の反射ターゲット 2 5 から第 2 の計測基準点 6 2 の三次元座標を算出する。

【0042】

バンドル調整によって全体を同時に、もっとも矛盾のないように補正を行った後（ステップ S 5 6）、第 1 と第 2 の計測基準点 6 1、6 2 の三次元座標から第 1 と第 2 の計測基準点 6 1、6 2 同士を結ぶ仮想的な基準線 6 3 を算出作成し、基準線 6 3 から左レール 5 1 の測定対象部位までのふく進量、基準線 6 3 から右レール 5 2 の測定対象部位までのふく進量を算出する（ステップ S 5 7）。

【0043】

そして、測定位置に関するコードデータと、左右のレール 5 1、5 2 のそれぞれのふく

10

20

30

40

50

進量とをデータファイル化して（ステップ S 5 8）、メインフローに戻る。

【 0 0 4 4 】

上述したように、本実施形態にあつては、測定位置に関する情報および管理寸法としてのふく進量をセットにして取得することによって、ふく進量の測定作業の省力化を十分に図ることができる。また、反射ターゲット 2 1 ~ 2 5 を用いているので、解析処理の対象点を明確に定めることができ、作業者がターゲットの座標を指示する場合に比較して、解析処理を高精度かつ自動的に行うことができる。したがって、ふく進量を高精度に測定でき、処理に要する時間を大幅に削減できる。

【 0 0 4 5 】

なお、管理寸法としてふく進量を例に挙げた実施形態について説明したが、本発明はこの場合に限定されるものではない。

10

【 0 0 4 6 】

例えば、左右のレール 5 1、5 2 の間隔である「軌間変位」や、左右のレール 5 1、5 2 の高さの差である「水準変位」は、ある地点における左右のレール 5 1、5 2 の相対位置によって算出できる管理寸法である。この種の管理寸法を測定するにあたっては、左レール 5 1 の第 2 の反射ターゲット 2 2 および右レール 5 2 の第 3 の反射ターゲット 2 3 がレール 5 1、5 2 の長手方向に対して直交する方向に予め配置してあるので、第 1 と第 2 の計測基準点 6 1、6 2 を光学的に区別可能に示す第 4 と第 5 の反射ターゲット 2 4、2 5 は設ける必要がない。

【 0 0 4 7 】

20

また、レール 5 1、5 2 の長手方向の位置においてレール 5 1、5 2 の上下方向の変位である「高低変位」、レール 5 1、5 2 の長手方向の位置においてレール 5 1、5 2 の左右方向の変位である「通り変位」は、一般的に、「10 m 弦正矢法」と称される測定方法によって測定されている。「10 m 弦正矢法」は、10 メートルの長さの糸（弦）をレール 5 1、5 2 に沿って張り、弦の中央位置（したがって、両端から 5 メートルの位置）においてレール 5 1、5 2 との上下方向の離れ寸法、および左右方向の離れ寸法を測定するものである。この種の管理寸法を測定するにあたっては、左レール 5 1 に第 2 の反射ターゲット 2 2 を 5 メートルの間隔で 3 個配置し、右レール 5 2 に第 3 の反射ターゲット 2 3 を 5 メートルの間隔で 3 個配置し、これらの反射ターゲット 2 2、2 3 の三次元座標から、「高低変位」「通り変位」を測定することができる。この管理寸法を測定するにあつても、左レール 5 1 の第 2 の反射ターゲット 2 2 および右レール 5 2 の第 3 の反射ターゲット 2 3 がレール 5 1、5 2 の長手方向に対して直交する方向に予め配置してあるので、第 1 と第 2 の計測基準点 6 1、6 2 を光学的に区別可能に示す第 4 と第 5 の反射ターゲット 2 4、2 5 は設ける必要がない。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 8 】

【図 1】軌道のレールの管理寸法としてのふく進量を測定する例を示す概念図である。

【図 2】軌道におけるレールの管理寸法測定装置を示すブロック図である。

【図 3】第 4 の反射ターゲットを兼用する第 1 の反射ターゲットの一例を示す図である。

【図 4】図 4（A）（B）は、第 2 と第 3 の反射ターゲットの一例を示す図である。

40

【図 5】第 5 の反射ターゲットの一例を示す図である。

【図 6】ふく進量の測定手順を示すメインフローチャートである。

【図 7】図 6 に示されるデータ解析処理における手順を示すフローチャートである。

【符号の説明】

【 0 0 4 9 】

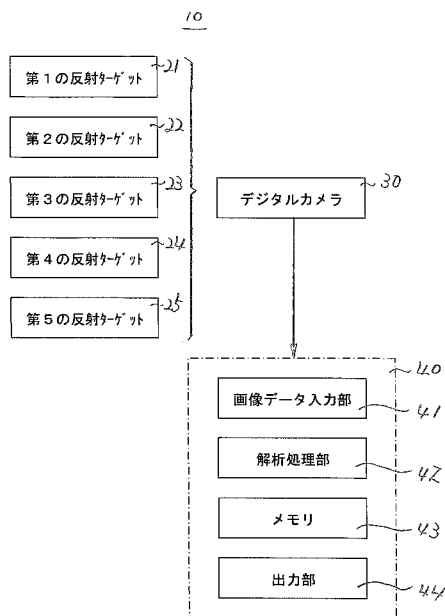
- 1 0 管理寸法測定装置、
- 2 1 第 1 の反射ターゲット、
- 2 2 第 2 の反射ターゲット、
- 2 3 第 3 の反射ターゲット、
- 2 4 第 4 の反射ターゲット、

50

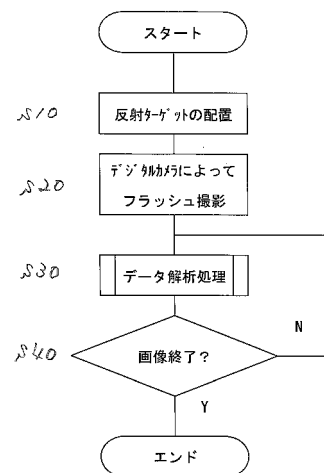
- 2 5 第 5 の反射ターゲット、  
 3 0 デジタルカメラ（撮像手段）、  
 4 0 コントローラ（制御手段）、  
 5 1 左レール、  
 5 2 右レール、  
 6 1 第 1 の計測基準点、  
 6 2 第 2 の計測基準点、  
 6 3 第 1 と第 2 の計測基準点同士を結ぶ基準線、  
 7 1 基準杭、  
 7 2 基準杭、  
 8 0 反射体、  
 d ふく進量。

10

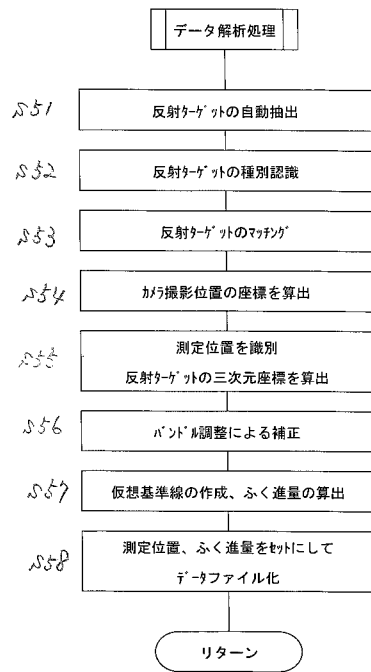
【図 2】



【図 6】

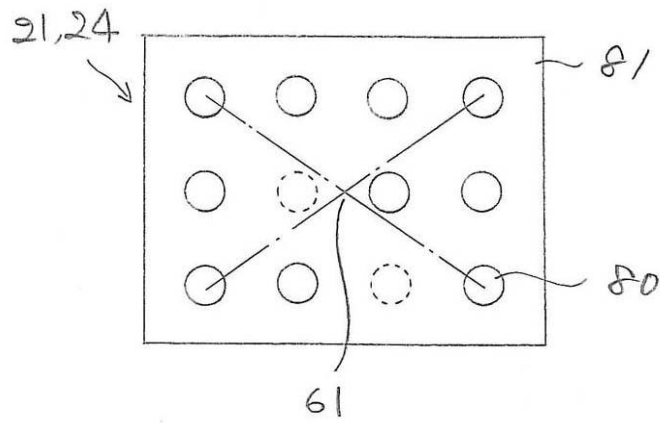


【 図 7 】

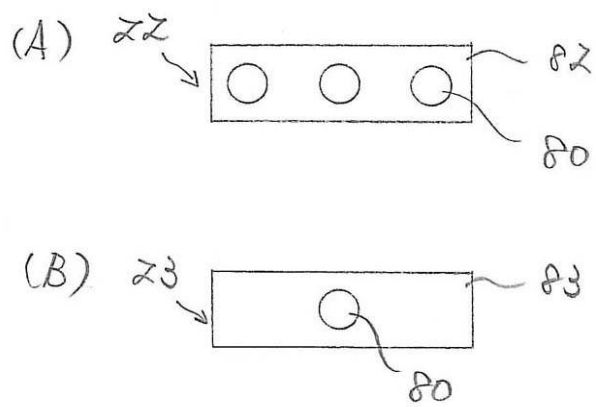




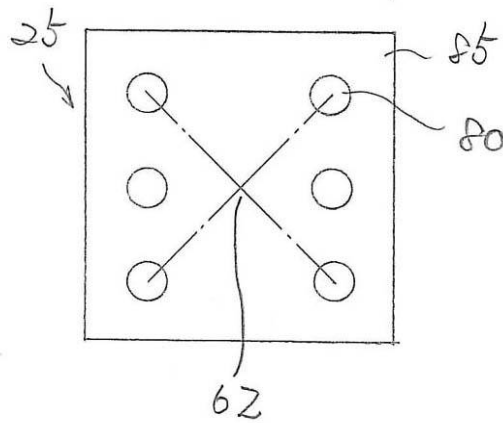
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【手続補正書】

【提出日】平成20年8月13日(2008.8.13)

【手続補正1】

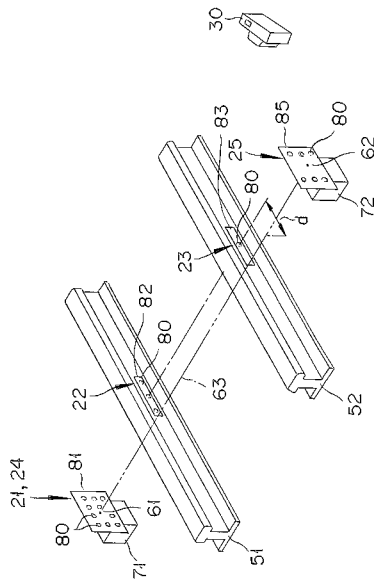
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】全図

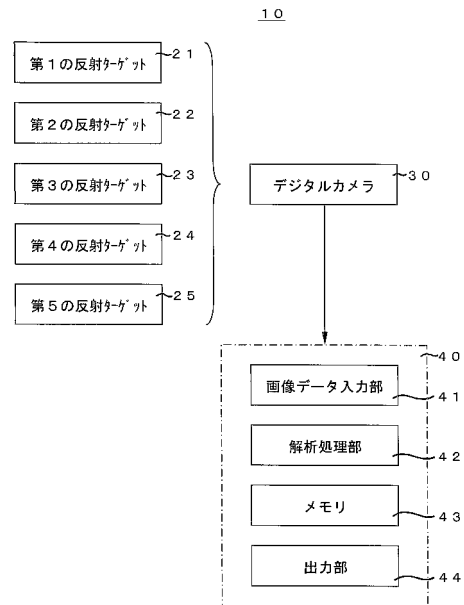
【補正方法】変更

【補正の内容】

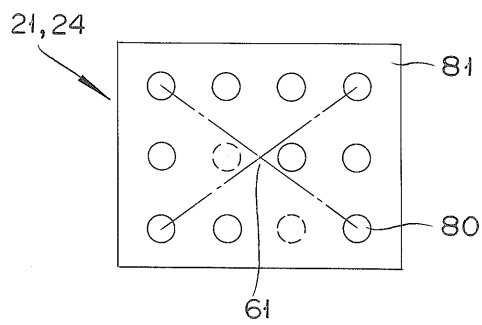
【図 1】



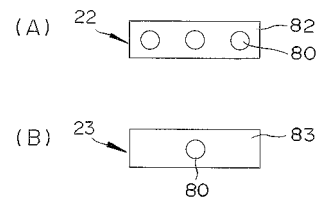
【図 2】



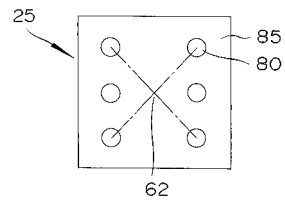
【図 3】



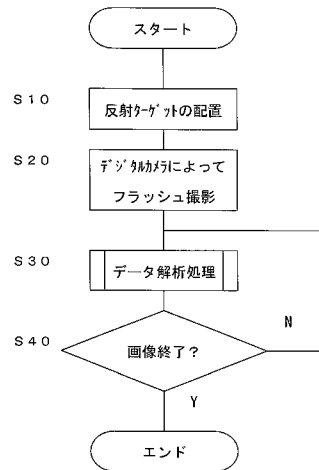
【図 4】



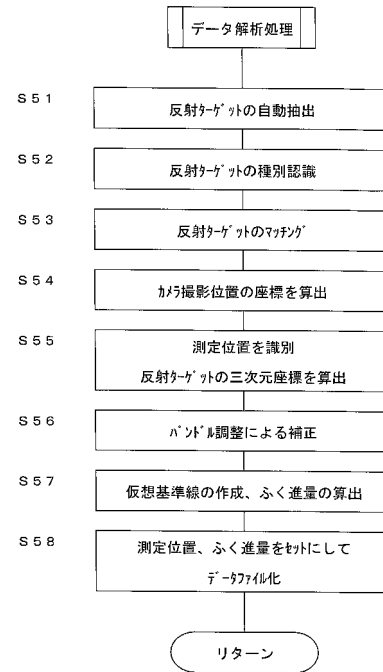
【図 5】



【図 6】



【図 7】



---

フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 恒司

東京都大田区大森北 4 丁目 1 1 番 1 1 号 株式会社ニシヤマ内

F ターム(参考) 2F065 AA04 BB12 CC35 FF04 JJ03 JJ08 JJ19 LL11 QQ31