

(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2004-12152

(P2004-12152A)

(43) 公開日 平成16年1月15日(2004.1.15)

(51) Int.Cl.⁷

F I

テーマコード (参考)

G O 1 B 11/30

G O 1 B 11/30

A

2 F O 6 5

G O 1 B 11/00

G O 1 B 11/00

B

5 B O 4 7

G O 1 C 7/06

G O 1 C 7/06

G O 6 T 1/00

G O 6 T 1/00

4 O O C

G O 6 T 1/00

4 2 O A

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号

特願2002-162133 (P2002-162133)

(22) 出願日

平成14年6月3日(2002.6.3)

(71) 出願人 591074161

アジア航測株式会社

東京都新宿区新宿4丁目2番18号 新宿

光風ビル

(74) 代理人 100083806

弁理士 三好 秀和

(74) 代理人 100068342

弁理士 三好 保男

(74) 代理人 100100712

弁理士 岩▲崎▼ 幸邦

(74) 代理人 100087365

弁理士 栗原 彰

(74) 代理人 100100929

弁理士 川又 澄雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 構造物の壁面調査装置

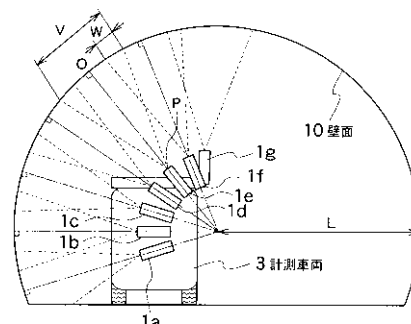
(57) 【要約】

【課題】 構造物の壁面全体について画像の縮尺がほぼ均一な展開画像を作成し、適切にコンクリート構造物表面の劣化状況を評価するのに十分な画像データを取得することができる構造物の壁面調査装置を提供する。

【解決手段】 壁面10と正対させた複数のビデオカメラ1を、壁面10と略垂直な平面上に、壁面10までの距離が各々等しく、かつ、隣り合うビデオカメラ1の視野の端部が重なり合うようにカメラ設置用架台4に取り付け、計測車両3を壁面と略一定の距離を保ちつつ移動させながら壁面10を撮影する。

ビデオカメラ1を壁面10と正対させ、壁面10までの距離を等しくし、かつ撮像視野の端部を重なり合うようにしているので、縮尺が均一な壁面画像を撮影することが出来る。また、画像のラップ率が低い場合や、撮像手段と辺面との距離が変化して画像の縮尺が変わるような場合でも、INS、走行距離計、レーザスキャナによる計測データを利用することで接合が可能となり、縮尺が均一な展開画像を作成することができる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

壁面と正対させた複数の撮像手段と、
前記複数の撮像手段を、壁面と略垂直な平面上に、壁面までの距離が等しく、かつ、各撮像視野の端部が視野の 10 から 30 パーセント程度重なり合うように支持する支持手段と、
前記支持手段を壁面と略一定の距離を保ちながら移動させる移動手段と
を有することを特徴とする構造物の壁面調査装置。
請求項 3 に記載の構造物の壁面調査装置。

10

【請求項 2】

前記撮像手段と壁面までの距離を計測する壁面距離計測手段であって、
レーザ距離計と、
当該レーザ距離計を一点を中心として、前記撮像手段を支持する平面とほぼ同一平面上を回転させる回転手段と
から構成される壁面距離計測手段を有することを特徴とする請求項 1 に記載の構造物の壁面調査装置。

【請求項 3】

前記撮像手段はビデオカメラ、デジタルカメラ、もしくはラインカメラまたはこれらの組み合わせであることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 のいずれか 1 項に記載の構造物の壁面調査装置。

20

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、コンクリート等の構造物壁面のひび割れや表面剥離や内部鉄筋の腐食等の発生状況調査のために壁面全体の展開画像を作成することを目的として、構造物の壁面を撮影する装置に関する。

【0002】**【従来の技術】**

近年、各種インフラ施設が建設されてから多くの年数が経ち、その維持管理・保全が大きな課題となっている。

30

【0003】

特に、運輸・交通機関においては、トンネルなどのコンクリート構造物に関して、ひび割れや表面剥離の発生や内部鉄筋の腐食、内部欠陥による損傷事故が数多く報告されるようになった。これらの公共性の高い施設は、その安全を確保するために、客観的、効率的に点検できることが強く要望されているが、人力主体の表面の目視点検では客観的に損傷劣化状況を把握するのは難しいため、従来、例えば特開平 11 - 32144 号公報に開示されているように、車両に複数のカメラを搭載し、車両に搭載したビデオカメラによって撮影した画像データを画像処理して、小区分毎に出力表示を行って点検範囲のひび割れ情報を作成するシステムが知られている。

【0004】**【発明が解決しようとする課題】**

しかし、上記従来例では、カメラと壁面までの距離が各カメラで異なっている場合は撮影した各カメラの画像尺度が異なる。また、カメラの中心軸と壁面とが垂直でない場合は撮影した画像にゆがみが生じる。このような画像を接合すると縮尺が均一にならず、同一精度の展開図を作成できない。縮尺を均一にするためには画像に対して幾何補正をする必要があるが、これには画像中に幾何学関係のわかる尺度の基準となるものを写し込む必要がある。しかし、構造物によってはそのような基準がなかったり、設置できない場合もある。

40

【0005】

このため、従来例による方法では、壁面全体の均一な展開画像を作成するのが困難な場合

50

があった。

【 0 0 0 6 】

本発明はこのような課題に鑑みてなされたもので、壁面全体において縮尺の均一な展開画像を作成するに十分な画像データを取得することができる構造物の壁面調査装置を提供することを目的とする。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

本発明にかかる構造物の壁面調査装置は、壁面と正対させた複数の撮像手段と、前記複数の撮像手段を、壁面と略垂直な平面上に、壁面までの距離が等しく、かつ、各撮像視野の端部が視野の 10 から 30 パーセント程度重なり合うように支持する支持手段と、前記支持手段を壁面と略一定の距離を保ちながら移動させる移動手段とを有することを特徴とする。

10

【 0 0 0 8 】

撮像手段を壁面と正対させ、壁面までの距離を等しくし、かつ撮像視野の端部を重なり合うようにしているので、ゆがみの少ない壁面画像を撮影することが出来る。そして、かかる画像データから、縮尺が均一でゆがみの少ない壁面全体についての展開画像を接合することが出来る。

【 0 0 0 9 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明にかかる構造物の壁面調査装置の一実施の形態について、図 1 ないし図 1 5 を参照して詳細に説明する。

20

【 0 0 1 0 】

図 1 及び図 2 は本発明の第 1 の実施の形態の全体構成を示したものである。

【 0 0 1 1 】

図 1 及び図 2 に示す通り、本実施の形態にかかる構造物の壁面調査装置は、半径 L (本例では 4 2 5 0 mm) の往路及び復路の 2 車線の幅を持つ自動車用トンネルの壁面 1 0 を調査するためのもので、ビデオカメラ (1 a , 1 b , 1 c , 1 d , 1 e , 1 f , 1 g)、ライト 2、計測車両 3、カメラ設置用架台 4、慣性航法装置 (不図示)、走行距離計 (不図示)、及び壁面距離計測装置 (不図示) から構成されている。

【 0 0 1 2 】

本壁面調査装置は、まず、ビデオカメラ (1 a , . . . , 1 g)、及びライト 2 を所定の位置に取り付けたカメラ設置用架台 4 を計測車両 3 の後部に設置し、更に計測車両 3 に、慣性航法装置 (以降 INS と称する)、走行距離計、及び壁面距離計測装置 (以降レーザスキャナと称する) を積載した状態で、自動車用トンネルの片側車線 (往路) をトンネルの壁面 1 0 と一定の距離を保って計測車両 3 を走行させながら、ビデオカメラ (1 a , . . . , 1 g) でトンネルの片側の壁面 1 0 を撮影する。続いて、反対側の車線 (復路) について往路とは反対方向に計測車両 3 を走行させて、反対側の壁面 1 0 を同様に撮影する。このようにして壁面全体の画像データを得ることができる。

30

【 0 0 1 3 】

ビデオカメラ 1 a , 1 b , 1 c , 1 d , 1 e , 1 f は、各々壁面 1 0 との距離が同じ距離で、かつ壁面と正対するようにカメラ設置用架台 4 に取り付けられている。すなわち、図 1 において、ビデオカメラから壁面 1 0 までの距離 PO は、本例では約 2 m でビデオカメラの光軸 PO と壁面 1 0 とのなす角は直角となるようカメラ設置用架台 4 に取り付けられている。

40

【 0 0 1 4 】

ただし、ビデオカメラ 1 g は、壁面 1 0 までの距離は他のビデオカメラと同じになっているが、壁面に対して正対していない。これは、片側車線ずつ撮影するため斜め方向からトンネル中央真上にある壁面を撮影せざるを得ないからである。すなわち、計測車両 3 はトンネル内二車線道路の往路または復路を走りながら壁面 1 0 を撮影することとしているため、ビデオカメラをトンネル中央真下に配置することが出来ないため、トンネルの中央側

50

に位置するビデオカメラ 1 g をトンネル中央真上の壁面を撮影するようにしたものである。

【 0 0 1 5 】

トンネル中央真上の壁面画像は、往路及び復路で重なり合って撮影されるので、往路及び復路で撮影した画像同士を接合することが出来る。ただし、ビデオカメラ 1 g は壁面 1 0 と正対していないので、撮影した画像に含まれる歪みは、画像処理工程において壁面 1 0 とビデオカメラ 1 g の光軸との傾き等のデータから補正される。

【 0 0 1 6 】

ここで、各ビデオカメラ (1 a , . . . , 1 g) の視野 V は本例では 1 6 0 × 1 2 0 c m で、隣接するカメラの視野の端部が重なり合う部分の長さ、すなわちラップ長さ W は本例では 3 0 c m (ラップ率約 1 9 %) としている。ラップ率を約 1 9 % としたのは、2 0 % 前後のラップ率の時、もっとも効率よく接合処理を行うことが出来るからである。すなわち、ラップ率を大きくすると接合処理において、隣接する上下の連続画像を接合する時にかかる時間が大きくなり、ラップ率を小さくすると、隣接する上下の連続画像を接合することが出来なくなってしまうが、ラップ率を 2 0 % としたとき最も効率よくこの処理が出来る。

【 0 0 1 7 】

さらに、カメラ設置用架台 4 は、計測車両 3 の後部外側に、計測車両 3 の進行方向に対して略垂直な平面を形成するように取り付けられているので、計測車両 3 がトンネルの壁面 1 0 と平行に走行しているとき、各ビデオカメラ (1 a , . . . , 1 g) は壁面と略垂直な平面上に配置されることとなる。

【 0 0 1 8 】

ライト 2 は、ビデオカメラ (1 a , . . . , 1 g) で撮影する壁面 1 0 の照度を確保するためにカメラ設置用架台 4 に取り付けられる。本実施の形態においては、ビデオカメラ (1 a , . . . , 1 g) とは独立にカメラ設置用架台 4 に取り付けただ、各ビデオカメラ (1 a , . . . , 1 g) の頭部に取り付けても良い。計測車両 3 は、トラック等を利用することも可能である。

【 0 0 1 9 】

カメラ設置用架台 4 は、本例では 3 0 m m 角のアルミ材を格子状に組み合わせて製作されたもので、ビデオカメラ (1 a , . . . , 1 g) を、本例ではまず長さ 1 m × 3 0 m m 角のアルミ材で出来たカメラ取り付け台 (不図示) に取り付け、そのカメラ取り付け台をカメラ設置用架台 4 に取り付けることにより、ビデオカメラ (1 a , . . . , 1 g) の位置を固定する。このように、一旦カメラ取り付け台にビデオカメラを取り付けることでビデオカメラの位置調整が容易になる。

【 0 0 2 0 】

I N S 及び走行距離計は計測車両 3 の内部に設置される。I N S は計測車両 3 の前後方向及び左右方向の揺れ、加速度を計測する。前後及び左右方向の揺れデータをビデオカメラ (1 a , . . . , 1 g) で撮影した画像の接合用補正データとして使用することが出来る。

【 0 0 2 1 】

走行距離計は、壁面 1 0 を撮影しているときの計測車両 3 の位置情報を取得するため用いる。走行距離計で得られた計測車両 3 の位置情報は、画像接合の補正データとして使用することができる。

【 0 0 2 2 】

なお、計測車両 3 の位置情報を取得する手段として、本実施の形態において、走行距離計を用いたが、G P S を組み合わせても良い。この場合、G P S が受信できる場所においては絶対位置と走行速度を得ることができる。

【 0 0 2 3 】

レーザスキャナは、計測車両 3 後部外側のカメラ設置用架台 4 付近に取り付けられる。レーザスキャナは、計測車両 3 の進行方向とは垂直な回転方向にレーザ受発信器を回転させ

10

20

30

40

50

つつ、各回転角度において回転中心から半径方向にレーザ発信光を照射させ照射したレーザ発信光が壁面 10 にあたって反射してくるまでの時間を計測することにより、0 ~ 360 度までの角度におけるレーザスキャナから壁面までの距離を測定する装置である。

【0024】

計測車両 3 は、壁面 10 と一定の距離を保ちながら運転されるが、人が運転するため壁面 10 からの距離が多少変動することは避けられない。また、計測車両 3 の左右の揺れにより、壁面 10 までの距離が変動することもあり得る。ここで、レーザスキャナを取り付け、計測車両 3 と壁面 10 までの距離を計測するので、この計測データを画像縮尺の補正データとして使用することが出来る。さらに、レーザスキャナのデータを 2 次元に展開することでトンネルの形状と車両の位置関係をモニタに表示することができる。計測車両の運転時にこの位置関係をモニタすることで、壁面と計測車両の距離を一定に保つ補助とすることが可能である。

10

【0025】

以上のように計測車両 3 により撮影されたデータは、ビデオキャプチャリング処理により動画ファイルに変換してパソコンに取り込まれ、この動画ファイルを接合処理により進行方向へ順次接合し、一枚の展開画像を作成する。次いで、展開画像にはカメラの傾き等による歪みが含まれるので一次補正を行い、カメラ毎の展開画像を距離を基準に円周方向に編集して壁面展開図とする。最後に、壁面展開図を再度歪み補正（二次補正）したものを成果画像とする。

【0026】

ここで、計測車両 3 の位置データ、揺れ角データ、及び壁面までの距離データも同様にパソコンに取り込まれ、一次展開画像作成時のデータとして用いることができる。

20

【0027】

次に、図 3 ないし図 7 を参照して計測車両 3 により得られたデータを利用した場合、成果画像として壁面展開図を作成するまでの一連の処理について述べる。

【0028】

図 3 は、ビデオキャプチャリング処理の模式図である。ビデオカメラ（1a, ..., 1g）で撮影された映像はキャプチャソフト（パソコンへビデオ映像を転送するソフトウェア）を用いてパソコン 5 に画像ファイルとして保存する。画像ファイルはビデオカメラ（1a, ..., 1g）の台数と同じ数量が生成され、これらのそれぞれに対して接合処理に利用する計測車両 3 の位置データ、揺れ角データ、及び壁面までの距離データが付加される。

30

【0029】

図 4 は、連続画像作成処理（接合処理）の模式図である。各画像ファイルは計測車両 3 の進行方向に順次並べられた 1 / 30 秒間隔の静止画連続体である。ここでは動画ファイルから計測車両 3 の進行方向に隣接する画像を順次抽出し、互いに接合して連続画像を作成する。接合は隣接する画像の相対位置をずらしながら重ね合わせ、各ピクセル毎の輝度の差異がもっとも小さくなる位置を選択することにより行う。ここで、図 5 に示すように画像の移動ベクトル及び壁面までの距離データを利用することにより、隣接画像とのラップ率が低くても接合が可能となる。画像の移動ベクトルにおいて、進行方向成分は計測車両の走行距離計のデータから、上下方向成分は（INS で測定された揺れ角）×（壁面までの距離）で求めることができる。ここで、壁面までの距離はレーザスキャナで計測したデータを用いる。

40

【0030】

図 6 は、一次幾何補正の模式図である。連続画像作成処理により作成された連続画像には、撮影時のビデオカメラ（1a, ..., 1g）の傾き等による歪みが含まれるため、画像毎に複数の補正点を設定し、三角形分割法による幾何補正を行って歪みを解消する。

【0031】

図 7 は、画像編集処理の模式図である。以上の処理によってビデオカメラ（1a, ..., 1g）の台数（7 台）の数だけ一次幾何補正を施した連続画像が作成される。これらの

50

処理を道路トンネルの往路及び復路について行い、ビデオカメラ(1a, ..., 1g)の台数(7台)の2倍(14台)の数だけ一次幾何補正を施した連続画像を作成する。そして、一次補正後の連続画像を本例では20m毎に円周方向に順次整列し、隣接する上下連続画像のラップ部分を接合させて壁面展開画像を作成する。

【0032】

さらに、隣接する壁面展開画像間に生じる縦寸法誤差を除去するために、一次補正と同様、補正点を設定して円周方向の幾何補正を行い、成果画像として壁面展開画像を完成させる。この補正により各壁面展開画像間の縦寸法誤差は解消する。

【0033】

このように第1の実施の形態によれば、ビデオカメラ(1a, ..., 1f)を壁面と正対させ、壁面までの距離を等しくし、かつ撮像視野の端部を重なり合うようにしているので、ゆがみの少ない壁面画像を撮影することが出来る。そして、かかる画像データから、縮尺が均一な壁面全体についての展開画像を接合することが出来る。

【0034】

また、壁面10の撮影時に、計測車両3と壁面10の距離の変動や、計測車両3の揺れがあっても、INSで計測された揺れ角及びレーザスキャナで計測した距離データを画像処理における補正データとして用いることが出来るので、連続画像作成処理が容易になる。

【0035】

なお、本実施の形態において、撮像手段としてビデオカメラ(1a, ..., 1g)を用いたが、ビデオカメラの代わりにデジタルカメラやラインカメラを用いても良い。ラインカメラを用いた場合は、連続画像処理を簡略に行うことが出来る。

【0036】

次に、本発明の第2の実施の形態について図8ないし図12を参照して説明する。

【0037】

図8は、本発明の第2の実施の形態の全体構成を示したものである。

【0038】

図8に示す通り、本実施の形態にかかる構造物の壁面調査装置は、本例では半径3.1mの鉄道の円形シールドトンネルの壁面10を調査するためのもので、ビデオカメラ(1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f, 1a', 1b', 1c', 1d', 1e', 1f')、ライト(不図示)、及び計測車両54から構成されている。

【0039】

なお、本実施の形態においては、計測車両54は線路上を走るもので、壁面10と計測車両との間隔は一定に保たれる。また、前後及び左右方向の揺れ及び蛇行も小さいので、壁面までの距離及び計測車両54の揺れは計測しなくても十分精度の良い画像が撮影できるので、INS及びレーザスキャナは設置されない。また、走行距離については画像に写り込んだキロ程を基準とする。

【0040】

各ビデオカメラ(1a, ..., 1f, 1a', ..., 1f')は図9に示すようにカメラ取付治具60に設置され、カメラ取付治具60は図10に示すように計測車体56に取り付けられた治具設置架台74に設置された治具取付板75のカメラ取付治具取付座76に取り付けられる。

【0041】

カメラ取付治具60は、ビデオカメラ1の位置及び方向を微調整するためのものである。すなわち、ビデオカメラ1を壁面10と常に正対するように設置しなければならないが、カメラ取付治具60をカメラ取付治具取付座76に取り付けるときの誤差等により正確な位置が確保できない場合が多いので、カメラ取付治具60により微調整するものである。図9に示すように、カメラ取付治具60は主としてカメラを支持する支持アーム61、ハンドル62, 63, 64、から構成されハンドル62を回転させるにより、ビデオカメラ1を支持アーム61の長手方向に移動させることが出来る。また、ハンドル63は支持アーム61の振れ角を調整するものであり、ハンドル64は支持アーム61を平行移動させ

るものである。

【 0 0 4 2 】

図 1 0 は計測車両 5 4 の構成を示した正面図である。計測車両 5 4 は計測車台 5 5 上の計測車体 5 6 に治具設置架台 7 4 が設置され治具設置架台 7 4 に治具取付板 7 5 が取付られている。ここで、治具設置架台 7 4 及び治具取付板 7 5 は計測車両 5 4 の進行方向に対し略垂直な面を形成するように設置される。治具取付板 7 5 には、8 箇所のカメラ取付治具取付座 7 6 が設けられており、ここにカメラ取付治具 6 0 を取り付けた後、カメラ取付治具 6 0 に設置されたビデオカメラ 1 の位置及び方向を微調整する。

【 0 0 4 3 】

図 1 1 は、計測車両 5 4 の側面図である。図 1 2 に示すように計測車両 5 4 は牽引車 5 1 に牽引されて線路上を走行する。 10

【 0 0 4 4 】

ここで、図 8 に示すようにビデオカメラ 1 a , 1 b , 1 c , 1 d , 1 e , 1 f は計測車両 5 4 の後方の面に、ビデオカメラ 1 a ' , 1 b ' , 1 c ' , 1 d ' , 1 e ' , 1 f ' は計測車両の前方の面に取り付けられる。計測車両 5 4 の後方の面に取り付けられる各ビデオカメラ (1 a , . . . , 1 f) はカメラ取付治具 6 0 に設置され、カメラ取付治具 6 0 を、計測車体 5 6 に取り付けられた治具設置架台 7 4 に設置された治具取付板 7 5 のカメラ取付治具取付座 7 6 に取り付けることで固定される。計測車両 5 4 の前方の面に取り付けられる各ビデオカメラ (1 a , . . . , 1 f) も同様に固定される。

【 0 0 4 5 】

ビデオカメラ (1 a , . . . , 1 f , 1 a ' , . . . , 1 f ') は、各々壁面 1 0 との距離が同じ距離で、かつ壁面と正対するように計測車両 5 4 に取り付けられている。すなわち、図 8 において、ビデオカメラから壁面 1 0 までの距離は本例では約 2 m でビデオカメラの光軸と壁面 1 0 とのなす角は直角となるよう計測車両 5 4 に取り付けられている。また、各ビデオカメラ (1 a , . . . , 1 f , 1 a ' , . . . , 1 f ') の視野は、隣接するカメラの視野とのラップ率が全視野の 2 0 % となっている。これは、2 0 % 前後のラップ率の時、もっとも効率よく接合処理を行うことが出来るからである。 20

【 0 0 4 6 】

本実施の形態においては、図 1 2 に示すように、ビデオカメラ (1 a , . . . , 1 f , 1 a ' , . . . , 1 f ') 及び壁面 1 0 の照度を確保するためのライトを所定の位置に取り付けた計測車両 5 4 を牽引車 5 1 で牽引し、線路上を走行させながらビデオカメラ (1 a , . . . , 1 f , 1 a ' , . . . , 1 f ') でトンネルの全周の壁面 1 0 を撮影する。 30

【 0 0 4 7 】

なお、ビデオカメラ (1 a , . . . , 1 f , 1 a ' , . . . , 1 f ') は計測車両 5 4 の前後面に分けて取り付けたが、前面または後面のどちらかに全て取り付けても良い。また、計測車両 5 4 の後面にのみビデオカメラ (1 a , . . . , 1 f) を取り付けあるいは前面にのみビデオカメラ (1 a ' , . . . , 1 f ') を取り付け、線路上を往復させてトンネル壁面 1 0 の片側ずつ撮影しても良い。

【 0 0 4 8 】

線路上を走行しながら、撮影された画像データは、ビデオキャプチャリング処理により動画ファイルに変換してパソコンに取り込まれ、取り込まれた動画ファイルを接合処理により進行方向へ順次接合し、一枚の展開画像を作成する。次いで、展開画像にはカメラの傾き等による歪みが多少含まれるので一次補正を行い、各カメラ毎の展開画像を距離を基準に円周方向に編集して壁面展開図とする。最後に、壁面展開図を再度歪み補正 (二次補正) したものを成果画像とし、一連の画像処理が完了する。 40

【 0 0 4 9 】

なお、本実施の形態において、撮像手段としてビデオカメラ (1 a , . . . , 1 f , 1 a ' , . . . , 1 f ') を用いたが、ビデオカメラの代わりにデジタルカメラやラインカメラを用いても良いことは言うまでもない。

【 0 0 5 0 】

このように、第2の実施の形態においては、ビデオカメラ(1a, ..., 1f, 1a', ..., 1f')を壁面と正対させ、壁面までの距離を等しくし、かつ撮像視野の端部を重なり合うようにしているので、ゆがみの少ない壁面画像を撮影することが出来る。また、ビデオカメラ1を取り付けるカメラ取付治具60を設けたので、ビデオカメラ1の位置や方向を微調整することが出来、ビデオカメラ1を壁面10に正対させることが容易となる。さらに、ビデオカメラ1と壁面10との距離を調整することも容易になる。さらにまた、ビデオカメラ(1a, ..., 1f, 1a', ..., 1f')を計測車両54の前後に配置したので、計測車両54を一度だけトンネル内を走行させることで、トンネル内壁面10の全面を撮影することが出来る。

【0051】

10

次に、本発明の第3の実施の形態について図13を参照して説明する。

【0052】

図13は、本発明の第3の実施の形態の全体構成を示したものである。

【0053】

図13に示す通り、本実施の形態にかかる構造物の壁面調査装置は、箱形ずい道の壁面10を調査するためのものでビデオカメラ(1a, 1b, 1c, 1d, 1a', 1b', 1c', 1d')、ライト(不図示)、及び計測車両54から構成されている。

【0054】

なお、本実施の形態においては、計測車両54は線路上を走るのので、壁面10と計測車両との間隔は一定に保たれる。また、前後及び左右方向の揺れ及び蛇行も小さいので、壁面までの距離及び計測車両54の揺れは計測しなくても十分精度の良い画像が撮影できるので、INS及びレーザスキャナは設置されない。また、走行距離については画像に写り込んだキ口程を基準とする。

20

【0055】

ここで、図13に示すようにビデオカメラ1a, 1b, 1c, 1dは計測車両54の後方の面に、ビデオカメラ1a', 1b', 1c', 1d'は計測車両の前方の面に取り付けられる。計測車両54の後方の面に取り付けられる各ビデオカメラ(1a, ..., 1d)は第2の実施の形態の場合と同様カメラ取付治具60に設置され、カメラ取付治具60を、計測車体56に取り付けられた治具設置架台74に設置された治具取付板75のカメラ取付治具取付座76に取り付けることで固定される。計測車両54の前方の面に取り付けられる各ビデオカメラ(1a, ..., 1f)も同様に固定される。

30

【0056】

ビデオカメラ(1a, ..., 1d, 1a', ..., 1d')は1cおよび1c'を除いて、各々壁面10との距離が同じ距離で、かつ壁面と正対するように計測車両54に取り付けられている。すなわち、図13において、ビデオカメラから壁面10までの距離は、約2mでビデオカメラの光軸と壁面10とのなす角は直角となるよう計測車両54に取り付けられている。ただし、ビデオカメラ1cおよび1c'は壁面の角を撮影するので、正確に壁面と正対させることは出来ない。従って、ビデオカメラ1cおよび1c'で撮影した画像は、画像処理の段階で、距離及び壁面とカメラ光軸とのなす角により補正する。

【0057】

40

また、各ビデオカメラ(1a, ..., 1d, 1a', ..., 1d')の視野は、本例では隣接するカメラの視野とのラップ率が全視野の20%となっている。これは、20%前後のラップ率の時、もっとも効率よく接合処理を行うことが出来るからである。

【0058】

本実施の形態においても第2の実施の形態の場合と同様に、図12に示すように、ビデオカメラ(1a, ..., 1d, 1a', ..., 1d')及び壁面10の照度を確保するためのライトを所定の位置に取り付けた計測車両54を牽引車51で牽引し、線路上を走行させながらビデオカメラ(1a, ..., 1d, 1a', ..., 1d')でトンネルの全周の壁面10を撮影する。

【0059】

50

なお、ビデオカメラ(1a, ..., 1d, 1a', ..., 1d')は計測車両54の前後面に分けて取り付けしたが、前面または後面のどちらかに全て取り付けても良い。また、計測車両54の後面にのみビデオカメラ(1a, ..., 1d)を取り付けあるいは前面にのみビデオカメラ(1a', ..., 1d')を取り付け、線路上を往復させてトンネル壁面10の片側ずつ撮影しても良い。

【0060】

線路上を走行しながら、撮影された画像データは、ビデオキャプチャリング処理により動画ファイルに変換してパソコンに取り込まれ、取り込まれた動画ファイルを接合処理により進行方向へ順次接合し、一枚の展開画像を作成する。次いで、展開画像にはカメラの傾き等による歪みが多少含まれるので一次補正を行い、カメラ毎の展開画像を距離を基準に円周方向に編集して壁面展開図とする。最後に、壁面展開図を再度歪み補正(二次補正)したものを成果画像とし、一連の画像処理が完了する。

10

【0061】

なお、本実施の形態において、撮像手段としてビデオカメラ(1a, ..., 1d, 1a', ..., 1d')を用いたが、ビデオカメラの代わりにデジタルカメラやラインカメラを用いても良いことは言うまでもない。

【0062】

このように、第3の実施の形態においては、このようにビデオカメラ(1a, 1b, 1d, 1a', 1b', 1d')を壁面と正対させ、壁面までの距離を等しくし、かつ撮像視野の端部を重なり合うようにしているので、箱型の形状を持つトンネルの内壁面10であってもゆがみの少ない壁面画像を撮影することが出来る。また、ビデオカメラ1を取り付けるカメラ取付治具60を設けたので、ビデオカメラ1の位置や方向を微調整することが出来、ビデオカメラ1を壁面10に正対させることが容易となる。さらに、ビデオカメラ1と壁面10との距離を調整することも容易になる。また、ビデオカメラ(1a, ..., 1f, 1a', ..., 1f')を計測車両54の前後に配置したので、計測車両54を一度だけトンネル内を走行させることで、トンネル内壁面10の全面を撮影することが出来る。

20

【0063】

【発明の効果】

このように、本発明の構造物の壁面調査装置によれば、トンネル形状と大きさに応じてカメラ取付位置や角度を容易に変更でき、撮像手段と壁面を正対させ壁面までの距離を等しくし、かつ撮像視野の端部を重なり合うようにしてゆがみの少ない壁面画像を撮影することができ、そして、縮尺の均一な壁面全体についての展開画像を接合することができる。

30

【0064】

また、INS、走行距離計、レーザスキャナによる計測データを利用することで画像のラップ率が低くても接合可能であり、また撮像手段と壁面の距離が変化して各カメラの画像縮尺が変わっても補正することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態の全体構成図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態における計測車両3の構成を示した図である。

40

【図3】ビデオキャプチャリング処理の模式図である。

【図4】連続画像作成処理(接合処理)の模式図である。

【図5】画像の移動ベクトル及び壁面までの距離データを利用した連続画像処理の模式図である。

【図6】一次幾何補正の模式図である。

【図7】画像編集処理の模式図である。

【図8】本発明の第2の実施の形態の全体構成図である。

【図9】図9(a)はカメラ取付治具60正面図、図9(b)はカメラ取付治具60側面図である。

【図10】本発明の第2の実施の形態における計測車両54の構成を示した正面図である

50

。

【図 1 1】本発明の第 2 の実施の形態における計測車両 5 4 の構成を示した側面図である

。

【図 1 2】本発明の第 2 の実施の形態における計測車両 5 4 と牽引車 5 1 との関係を示す模式図である。

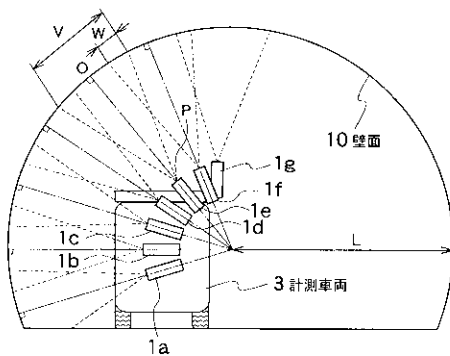
【図 1 3】本発明の第 3 の実施の形態の全体構成図である。

【符号の説明】

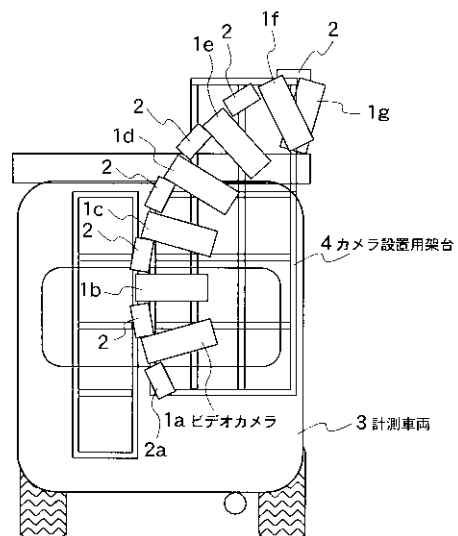
- 1 ビデオカメラ
- 2 ライト
- 3 計測車両
- 4 カメラ設置用架台
- 5 パソコン
- 10 壁面

10

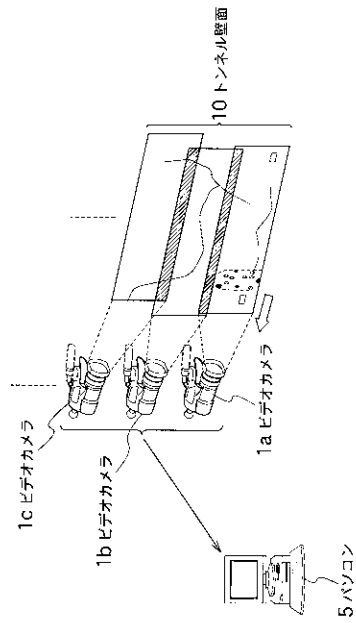
【図 1】



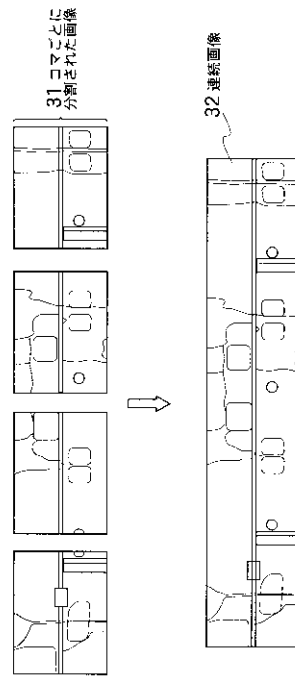
【図 2】



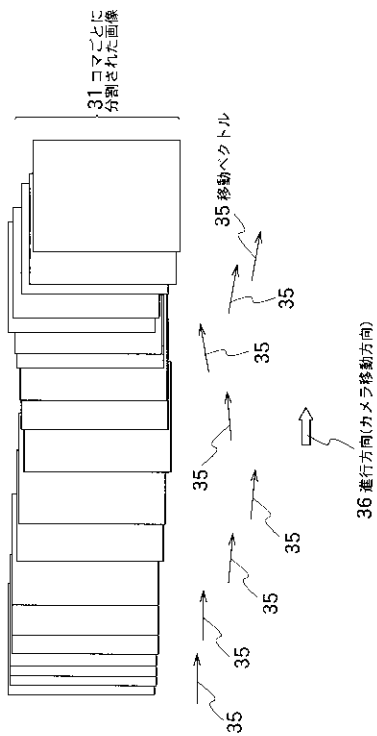
【図 3】



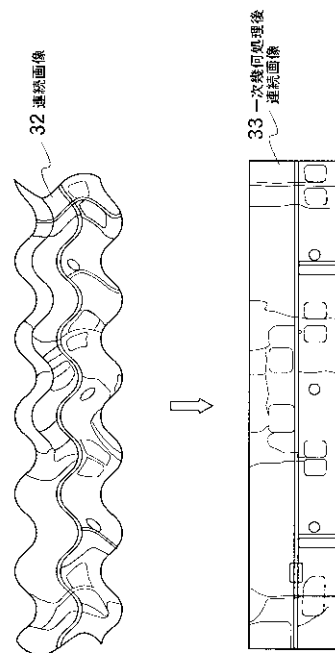
【図 4】



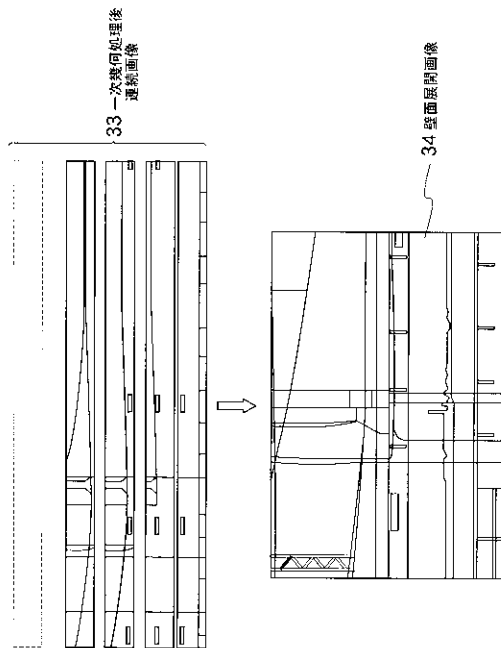
【図 5】



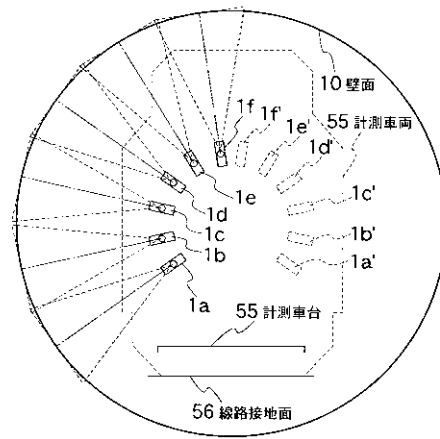
【図 6】



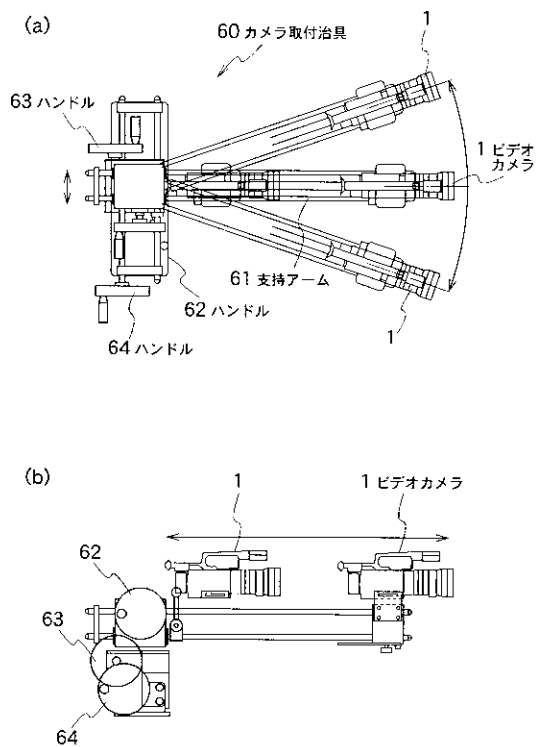
【図 7】



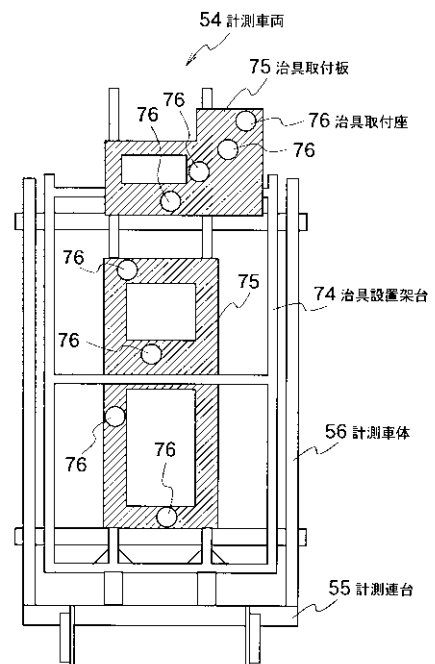
【図 8】



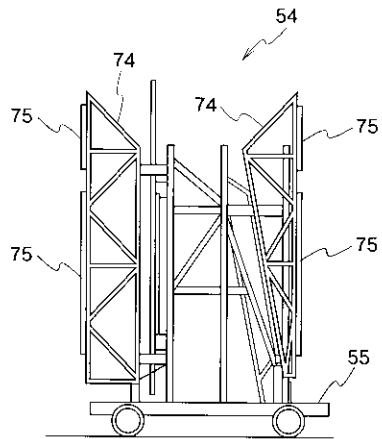
【図 9】



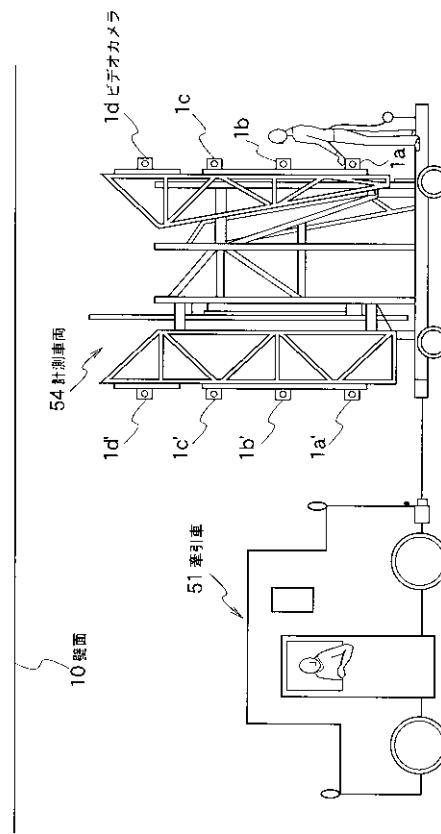
【図 10】



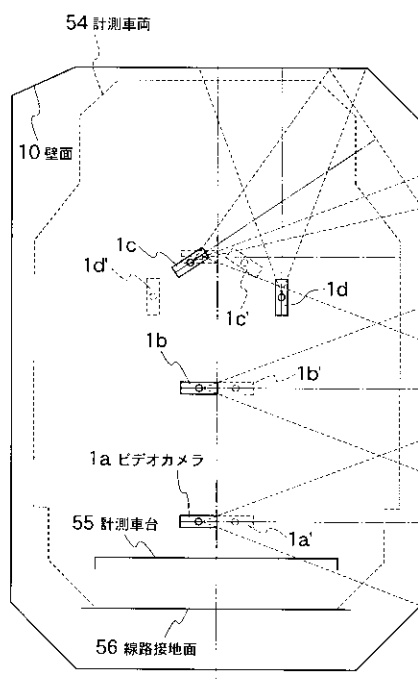
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

(74)代理人 100095500
弁理士 伊藤 正和
(74)代理人 100101247
弁理士 高橋 俊一
(74)代理人 100098327
弁理士 高松 俊雄
(72)発明者 水谷 信之
神奈川県厚木市中町 4 - 9 - 1 7 原田センタービル アジア航測株式会社内
(72)発明者 濱田 史生
神奈川県厚木市中町 4 - 9 - 1 7 原田センタービル アジア航測株式会社内
(72)発明者 滝川 正則
神奈川県厚木市中町 4 - 9 - 1 7 原田センタービル アジア航測株式会社内
(72)発明者 辻 求
神奈川県厚木市中町 4 - 9 - 1 7 原田センタービル アジア航測株式会社内
F ターム(参考) 2F065 AA06 AA49 BB05 CC40 EE08 FF11 FF31 FF41 FF67 GG04
JJ03 JJ26 MM08 MM15 PP01 PP22 QQ00 QQ03 QQ24 QQ29
5B047 AA11 AA30 BB01 BC14 CB09