

(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2005-292043

(P2005-292043A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G01C 7/06

G01B 11/24

F I

G01C 7/06

G01B 11/24

テーマコード (参考)

2 F 0 6 5

A

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2004-110262 (P2004-110262)

(22) 出願日 平成16年4月2日(2004.4.2)

(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 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

(74) 代理人 100095500

弁理士 伊藤 正和

最終頁に続く

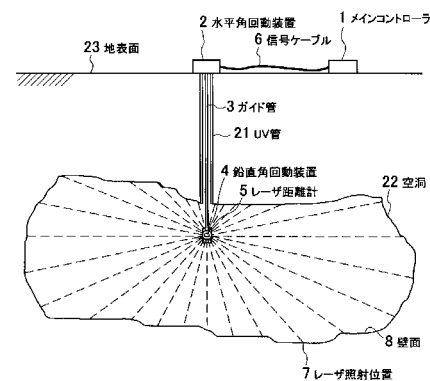
(54) 【発明の名称】 空洞内壁面形状計測装置

(57) 【要約】

【課題】 地上面上に台座等を必要とせず、また、空洞内に凹部があっても正確に空洞内の立体形状を計測することのできる空洞内壁面形状計測装置を提供する

【解決手段】 メインコントローラ1、水平角回動装置2、ガイド管3、鉛直角回動装置4、レーザ距離計5、及び信号ケーブル6により構成され、ガイド管3先端に取り付けたレーザ距離計5を、空洞22内に固定して水平各方向及び鉛直各方向に回動させつつ空洞22の壁面8までの距離を計測する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

地中に存在する空洞の形状や容積を計測する空洞内壁面形状計測装置であって、レーザ距離計を前記空洞内の固定中心に対して互いに垂直な平面上を回転させる駆動手段を有することを特徴とする空洞内壁面形状計測装置。

**【請求項 2】**

地中に存在する空洞の形状や容積を計測する空洞内壁面形状計測装置であって、前記空洞内の空間に固定されたレーザ距離計の距離測定方向を鉛直角方向及び水平角方向に回転させる手段と、

空洞内の前記レーザ距離計の位置と、当該レーザ距離計の計測方向と、当該レーザ距離計により計測した空洞内壁面までの距離とから空洞の立体形状を計測する演算処理部を備えることを特徴とする空洞内壁面形状計測装置。 10

**【請求項 3】**

前記レーザ距離計は、当該空洞に連通する孔や管を介して前記レーザ距離計を先端に取り付けた所定の長さのロッドを前記空洞内に挿入することにより、前記空洞内に固定されることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 2 のいずれか 1 項に記載の空洞内壁面形状計測装置。

**【請求項 4】**

前記レーザ距離計の距離測定方向を鉛直角方向及び水平角方向に回転させる手段は、前記ロッドの先端に設けられていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の空洞内壁面形状計測装置。 20

**【請求項 5】**

前記レーザ距離計の距離測定方向を水平角方向に回転させる手段は、前記ロッド全体を回転させることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の空洞内壁面形状計測装置。

**【請求項 6】**

前記レーザ距離計緑色レーザを用いたことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項に記載の空洞内壁面形状計測装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】**

30

**【0001】**

本発明は、地中に存在する空洞内の空間の一点から空洞内壁面までの距離を測定することにより空洞の形状や容積を計測する空洞内壁面形状計測装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

地下に処理されていない防空壕等の空洞がある場合、空洞の上部を形成する地質及び地下の空洞の位置や大きさから陥没の危険性を予測し、必要ならコンクリートなどで空洞を埋め戻すことにより陥没の危険を回避する必要がある。このためには、空洞の立体的形状を計測して、埋め戻す空間の容量をあらかじめ算出し、埋め戻しに使用するコンクリート量などを決定しなければならない。 40

**【0003】**

この場合、空洞の立体的形状を計測し、その内容積を算出することができる空洞計測装置として特開平 11 - 30518 号公報に記載のものが公知である。この公報に記載された空洞計測装置について簡単に説明する。

**【0004】**

図 7 は特開平 11 - 30518 号公報に記載された空洞計測装置のブロック図である。

**【0005】**

図 7 において、地面から地下に存在する空洞 10B に向けてボーリング孔 10 が削孔され、ボーリング孔 10 の底 10C は空洞 10B より深く削抗されている。ボーリング孔 10 の周囲の地面に台座 89 が設置され、台座 89 にはボーリング孔 10 の上部位置にガイ 50

ドロローラ 88 と、モータ 87 により回転する駆動ローラ 86 とを有している。

【0006】

筒状のロッド 81 は、ガイドローラ 88 に上下自在に支持され、駆動ローラ 86 により任意の深さに自動的に移動する。ロッド 81 の先端には、ガラスやアクリルなどの透明カバー 84 が設けられており、透明カバー 84 の内部にレーザー送受光部 83 が設けられ、レーザー送受光部 83 から透明カバー 84 を通過して空洞 10B の壁面 10A へレーザー光を送出しその反射光を受光しレーザー光送出から受光までのレーザー光往復時間 85 を計測することで、レーザー送受光部 83 から空洞 10B の壁面 10A までの距離を測定する。また、レーザー送受光部 83 の上部には、任意の回転角度方向にレーザー送受光部 83 を回転させる回転部 82 が設けられている。

10

【0007】

また、処理部 91 は、レーザー送受光部 83 からの信号を変換する信号変換部 95、信号変換部 95 からのデータに基づいて壁面 10A までの距離を算出する演算処理部 96、演算処理部 96 により算出された空洞 10B の立体形状や内容積を画面出力あるいは印刷出力するデータ出力部 97、及びレーザー送受光部 83 を駆動するレーザー駆動部 94、ロッド 81 の回転を制御する回転制御部 92、ロッド 81 を上下させる駆動ローラ 86 を制御するためのモータ制御部、並びにこれらを制御する制御部 98 からなる。

【0008】

次に、本公報に記載された空洞計測装置の動作を説明すると以下のようになる。

【0009】

20

まず、モータ駆動部 93 を制御して、筒状のロッド 81 をあらかじめ設定されている計測最下位置まで降下させて停止させる。次に回転制御部 92 を制御して、回転部 82 によりレーザー送受光部 83 を回転させ、レーザー光の送受光方向を所定の基準角度 0 へ向け、レーザー駆動部 94 を制御することによりレーザー光の送受光を行いレーザー送受光部 83 から壁面 10A までの距離  $L$  を算出する。続いて、レーザー送受光部 83 を所定の角だけ回転させそして同様に壁面 10A までの距離  $L$  を算出する。そして、この距離をロッド 81 の深さ  $h$  及び角度  $\theta$  における壁面 10A までの距離  $L$  として記憶する。

【0010】

レーザー光の送受光方向を所定の角だけ回転させ、そのたびに上記の動作を繰り返し、レーザー光の送受光方向を一回転させたなら、ロッド 81 を所定の長さだけ引き上げ、同様にその位置レーザー光の送受光方向 1 ステップずつ回転させ距離を測定記憶させる。一回転したらロッド 81 を所定の長さだけ引き上げ同様の動作を繰り返す。ロッド 81 が最上位置まで来たら計測は完了する。

30

【特許文献 1】特開平 11 - 30518 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

この装置で計測することにより、空洞内の立体形状をある程度正確に計測でき、その内容積をある程度高精度に算出することが可能となるが、計測の過程でレーザー送受光部 83 を設置したロッド 81 を上下させなければならず、ロッド 81 を支えるため地表面に台座 89 を設けなければならない。

40

【0012】

例えば、地表面下 5 メートルの位置から深さ 10 メートルに亘る空洞があったとすると、ロッド 89 は 10 メートル上下させる必要があることになる。従って、この空洞の形状を計測するためには、地表面上に最大 10 メートル程度ロッド 81 が突出しても支えることのできる台座 89 を設けなければならない。

【0013】

また、レーザー光の送受光方向を水平角方向に回転させながら計測するので、図 8 に示すように、空洞の天井面あるいは床面に凹部 71 があった場合うまく計測できない場合がある。

50

## 【 0 0 1 4 】

本発明は、このような課題に鑑みてなされたもので、地中に存在する空洞内の空間の一点から空洞内壁面までの距離を測定することにより、地表面上に突出したロッドを支えるための台座等を必要とせず、また、空洞内天井面や床面に凹部があっても正確に空洞内の立体形状を計測することのできる空洞内壁面形状計測装置を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 1 5 】

本発明にかかる空洞内壁面形状計測装置は、地中に存在する空洞の形状や容積を計測する空洞内壁面形状計測装置であって、レーザ距離計を前記空洞内の固定中心に対して互いに垂直な平面上を回動させる駆動手段を有することを特徴とする。

10

## 【 0 0 1 6 】

このように、本発明にかかる空洞内壁面形状計測装置によれば、レーザ距離計を、空洞内の固定中心に対して互いに垂直な平面上を回動させるので、先端にレーザ距離計を設けたロッドを地表面上に突出させた状態で上下させる必要がなく、このロッドを支えるための台座も必要としない。また、空洞内の固定中心から任意の方向（任意の鉛直角方向及び垂直角方向）における空洞内壁面までの距離を測るので、空洞内天井面や床面に凹部があっても正確に空洞内の立体形状を計測することができる。

## 【発明の効果】

## 【 0 0 1 7 】

上記のように、本発明による空洞内壁面形状計測装置によれば、レーザ距離計を、空洞内の固定中心に対して互いに垂直な平面上を回動させるので、先端にレーザ距離計を設けたロッドを地表面上に突出させた状態で上下させる必要がなく、このロッドを支えるための台座も必要としない。また、空洞内の固定中心から任意の方向（任意の鉛直角方向及び垂直角方向）における空洞内壁面までの距離を測るので、空洞内天井面や床面に凹部があっても正確に空洞内の立体形状を計測することができる。

20

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【 0 0 1 8 】

以下、本発明にかかる空洞内壁面形状計測装置の一実施の形態について、図 1 乃至図 6 を参照して詳細に説明する。

## 【 0 0 1 9 】

図 1 は地下の空洞に本実施の形態に係る空洞内壁面形状計測装置を適用した場合の模式図を示し、図 2 は本実施の形態に係る空洞内壁面形状計測装置の全体構成図を示す。

30

## 【 0 0 2 0 】

本実施の形態に係る空洞内壁面形状計測装置は、メインコントローラ 1、水平角回動装置 2、ガイド管 3、鉛直角回動装置 4、レーザ距離計 5、及び信号ケーブル 6 により構成される。

## 【 0 0 2 1 】

メインコントローラ 1 は、信号ケーブル 6 を介して、水平角回動装置 2、鉛直角回動装置 4、及びレーザ距離計 5 と信号の授受を行う。すなわち、メインコントローラ 1 は、これらの装置及び計器に必要な電源を供給すると共に、水平角回動装置 2 と鉛直角回動装置 4 に回動指令信号を与え、これらの装置からその回動角度信号を受け取る。また、メインコントローラ 1 は、レーザ距離計 5 から空洞内壁面までの距離信号を、レーザ距離計 5 から受け取る。そして、受け取った信号を解析することで、空洞 22 の壁面 8 の座標を計算し、空洞の大きさを算出する。

40

## 【 0 0 2 2 】

水平角回動装置 2 は、地表面 23 から空洞 22 まで穿孔されたボーリング孔 31 の上部に設けられ、ボーリング孔 31 に挿入されたガイド管 3 を介して鉛直角回動装置 4 を水平方向に（水平面上を）回動させる機能を持つ。すなわち、水平角回動装置 2 には、ガイド管 3 を回動させるためのサーボモータ及び回動角検出装置が組み込まれており、サーボモータは、メインコントローラ 1 からの信号に応じてガイド管 3 を所定の角度回動させる

50

。回動角検出装置は、ガイド管 3 の回動角度を検出し、その角度信号をメインコントローラ 1 に伝送する。

【0023】

ガイド管 3 は、水平角回動装置 2 と鉛直角回動装置 4 とを機械的に接続し、地表面 2 3 に設けられた水平角回動装置 2 からの動力を空洞 2 2 内の鉛直角回動装置 4 に伝える。また、ガイド管 3 は、中空構造になっており、管の内側に設けられた信号線を介して、鉛直角回動装置 4 及び鉛直角回動装置 4 に組み込まれたレーザ距離計 5 からの信号をメインコントローラ 1 に伝送する。

【0024】

鉛直角回動装置 4 は、レーザ距離計 5 を鉛直方向に（鉛直面上を）回動させる。すなわち、ガイド管 3 の先端に取り付けられた鉛直角回動装置 4 には、その側面に取り付けられたレーザ距離計 5 を回動させるためのサーボモータ及び回動角検出装置が組み込まれており、サーボモータは、メインコントローラ 1 からの信号に応じてレーザ距離計 5 を所定の角度回動させる。回動角検出装置は、レーザ距離計 5 の回動角度を検出し、その角度信号をメインコントローラ 1 に伝送する。

【0025】

レーザ距離計 5 は、レーザ送光部と受光部とを持ちレーザ光の送受光の時間差に基づいてレーザ距離計 5 から壁面 8 までの距離を計測する。レーザ距離計 5 は鉛直角回動装置 4 の側面に取り付けられ、鉛直角回動装置 4 により鉛直方向（鉛直面上を）に所定の角度回動させられる。一方、鉛直角回動装置 4 は、ガイド管 3 を介して水平角回動装置 2 により水平方向に（水平面上を）所定の角度回動させられるので、空洞 2 2 内において、ガイド管 3 の先端に取り付けられた鉛直角回動装置 4 の位置から任意の方向での空洞 2 2 内の壁面 8 までの距離を計測することができる。

【0026】

なおここで、レーザ距離計 5 の回動方向に関して、例えば、回動の中心軸と直交する平面が水平面をなす場合は「水平方向に回動する（回動させる）」または「水平面上を回動する（回動させる）」と定義し、回動の中心軸と直交する平面が鉛直面をなす場合は「鉛直方向に回動する（回動させる）」または「鉛直面上を回動する（回動させる）」と定義する。

【0027】

つまり、レーザ距離計 5 の回動方向を回動の中心軸と直交する平面により定義するものである。従って、「互いに垂直な平面上を回動させる」とあれば、回動軸が 2 つあって、この 2 つの回動軸と直交する 2 つの平面が互いに垂直であることを意味する。

【0028】

図 2 に示すように、水平角回動装置 2 にはガイド管 3 が軸着され、ガイド管 3 の先端にレーザ距離計 5 を装備した鉛直角回動装置 4 が装着される。ガイド管 3 の先端に装着されたレーザ距離計 5 及び鉛直角回動装置 4 は、地表面 2 3 から空洞 2 2 まで鉛直方向に穿孔されたボーリング孔 3 1 の保孔用 V U 管 2 1 に沿わせて、吊り下ろされ、空洞天端から約 1 m 下方に固定される。

【0029】

水平角回動装置 2 は、ボーリング孔口 V U 管直上部に固定され、水平角回動装置 2 の空間座標（ $X_i, Y_i, Z_i$ ）とレーザ距離計 5 の空間座標（ $X_j, Y_j, Z_j$ ）が確定する。そして、レーザ距離計 5 の計測方向、計測結果から、空洞 2 2 内の壁面 8 におけるレーザ照射位置 7 の座標（ $X_k, Y_k, Z_k$ ）を算定する。

【0030】

ガイド管 3 は、水平角回動装置 2 により、ガイド管 3 の中心軸を中心として水平方向（方向）に回動する。ガイド管 3 の回動に伴いその先端に取り付けられた鉛直角回動装置 4 及びレーザ距離計 5 も水平方向（方向）に回動する。さらに、レーザ距離計 5 は、鉛直角回動装置 4 により、鉛直方向（方向）に回動する。

【0031】

空洞 2 2 内において、レーザ距離計 5 は、壁面 8 にレーザ光を照射し、レーザ距離計 5 から、このレーザ光線が壁面 8 に照射された位置（レーザ照射位置 7）までの距離を測定する。

【0032】

レーザ照射位置 7 までの距離計測は、まず、レーザ距離計 5 の計測方向の基準方向を定める。ここで、基準方向を  $\theta = 0$ 、 $\phi = 0$  の方向とし、基準方向におけるレーザ照射位置 7 までの距離を計測する。

【0033】

次に、メインコントローラ 1 は指令を発し、鉛直角回動装置 4 によりレーザ距離計 5 を鉛直方向に  $\theta$  だけ回動させ、その方向におけるレーザ照射位置 7 までの距離を計測させる。ここで、レーザ距離計 5 の鉛直回転角は、鉛直角回動装置 4 に装備された回動角検出装置によりメインコントローラ 1 にフィードバックされる。計測した距離と角度（鉛直角及び水平角  $\phi$ ）はメインコントローラ 1 に伝送され記憶される。

【0034】

基準方向からレーザ距離計 5 を鉛直方向に  $\theta$  だけ回動させた方向におけるレーザ照射位置 7 までの距離の計測が完了したら、メインコントローラ 1 は、鉛直角回動装置 4 によりレーザ距離計 5 を、さらに、鉛直方向に  $\theta$  だけ回動させ、その方向におけるレーザ照射位置 7 までの距離を計測し、計測した距離と角度を記憶する。

【0035】

このように、メインコントローラ 1 は、レーザ距離計 5 を鉛直方向に、 $\theta$  刻みで回動させ、その方向におけるレーザ照射位置 7 までの距離を計測し、計測した距離と角度を記憶する。そして、 $\theta = 360^\circ$  になるまで  $\theta$  刻みで計測を続ける。従って、例えば  $\theta = 5^\circ$  とすれば、メインコントローラ 1 は、72 方位での鉛直断面データを得ることとなる。

【0036】

鉛直角  $\theta = 0$  から  $\theta = 360^\circ$  までの計測が完了したら、メインコントローラ 1 は水平角回動装置 2 に指令を発し、ガイド管 3 を介してレーザ距離計 5 を水平方向に  $\phi$  だけ回動させる。そして、水平角度をその角度に固定した状態で、レーザ距離計 5 を鉛直方向に、 $\theta$  刻みで回動させ、その各々の方向におけるレーザ照射位置 7 までの距離を  $\theta = 360^\circ$  になるまで計測する。このとき、レーザ距離計 5 の水平回転角は、水平角回動装置 2 に装備された回動角検出装置によりメインコントローラ 1 にフィードバックされる。計測した距離と角度（鉛直角及び水平角  $\phi$ ）はメインコントローラ 1 に伝送され記憶される。

【0037】

鉛直角  $\theta = 0$  から  $\theta = 360^\circ$  までの計測が完了したら、さらに、レーザ距離計 5 を水平方向に  $\phi$  だけ回動させ、同様に、水平角度をその角度に固定した状態でレーザ距離計 5 を鉛直方向に  $\theta$  刻みで回動させ、その各々の方向におけるレーザ照射位置 7 までの距離を  $\theta = 360^\circ$  になるまで計測する。

【0038】

このように、レーザ距離計 5 を水平方向に  $\phi$  刻みで回動させ各角度において鉛直方向の各方向における計測動作を行い、 $\phi = 180^\circ$  になるまで繰り返す。従って、例えば  $\phi = 5^\circ$  とすれば、メインコントローラ 1 は、水平角で  $5^\circ$  ずつ異なった鉛直断面データを 36 面分得ることとなる。

【0039】

次に、計測対象となる空洞について説明する。図 3 は、計測対象となる空洞の断面図である。

【0040】

図 3 に示すように、計測対象となる空洞 2 2 は、地表面 2 3 下 2 ~ 10 m の位置にあって、幅 5 ~ 30 m、深さ 3 ~ 15 m のものであり、D 級軟岩あるいは土砂層を掘削して形成されている（図 3（a））。

【0041】

10

20

30

40

50

空洞の位置を特定するために、まず、資料の収集・分析・聞き込み調査を行い、大まかな見当を付けた上で、レーダー探査あるいは表面波探査で、空洞 2 2 の表面分布範囲と概略の分布深さを明らかにする。

#### 【 0 0 4 2 】

次いで、空洞分布が予想される中央部において、直径 8 6 m m のオールコアボーリングを行う ( 図 3 ( b ) ) 。ボーリング孔は孔壁の崩壊防止を図るため、V U 管 2 1 ( 9 0 m m ) にて保孔する。なお、採取した試料は、コア観察、超音波伝播速度測定、一軸圧縮強度試験、単位体積重量測定などに用いる。

#### 【 0 0 4 3 】

ここで、空洞の位置を特定するため、地表面上に座標の原点を定め、原点から水平面上を互いに直交するように X 座標軸、Y 座標軸を定め、鉛直方向に Z 座標軸を定める。 10

#### 【 0 0 4 4 】

続いて、ガイド管 3 の先端に装着されたレーザ距離計 5 及び鉛直角回動装置 4 を、地表面 2 3 から保孔用 V U 管 2 1 に沿わせて降下させ、空洞天端から約 1 m 下方に固定し、空洞 2 2 の形状及び大きさを計測する。

#### 【 0 0 4 5 】

次に、空洞内におけるレーザ距離計 5 の計測動作について、図 4 のフローチャートを参照して説明する。これらの動作はメインコントローラ 1 の指令により行われる。

#### 【 0 0 4 6 】

メインコントローラ 1 は、まず S T 1 で、レーザ距離計 5 の位置座標 ( X j , Y j , Z j ) を確定し記憶する。レーザ距離計 5 の位置座標 ( X j , Y j , Z j ) は、水平角回動装置 2 の座標 ( X i , Y i , Z i ) とガイド管 3 の長さから算定することができ、水平角回動装置 2 の座標 ( X i , Y i , Z i ) は地表面上に定めた座標の原点からの方向及び距離から定めることができる。 20

#### 【 0 0 4 7 】

次いで S T 2 で、レーザ距離計 5 の水平回動角 ( ) 及び鉛直回動角 ( ) を記憶する。これらの角度は水平角回動装置 2 および鉛直角回動装置 4 に組み込まれた回動角検出装置から伝送されたものである。なお、計測開始時点におけるこれらの角度の初期値は = 0 、 = 0 となる。

#### 【 0 0 4 8 】

続いて S T 3 で、その方向におけるレーザ照射位置 7 までの距離を計測し、S T 4 で、レーザ照射位置 7 の座標 ( X k , Y k , Z k ) を算定し記憶する。レーザ照射位置 7 の座標 ( X k , Y k , Z k ) は、その時の水平回動角及び鉛直回動角を各々、 $\theta_h$ 、 $\theta_v$ 、レーザ照射位置 7 までの距離を R とすれば  $( X k , Y k , Z k ) = ( X j + R \cdot \sin \theta_h \cdot \cos \theta_v , Y j + R \cdot \sin \theta_h \cdot \sin \theta_v , Z j + R \cdot \cos \theta_h )$  となる。 30

#### 【 0 0 4 9 】

次いで S T 5 でレーザ距離計 5 を鉛直角で だけ回動させ、S T 6 で鉛直角が 3 6 0 ° 回動したかどうかを判定し、3 6 0 ° に至っていない場合は、S T 2 に戻り S T 2 から S T 5 までの動作を繰り返す。

#### 【 0 0 5 0 】

鉛直角が 3 6 0 ° 回動していたならば、S T 7 に進み、レーザ距離計 5 を水平角で だけ回動させ、次いで、S T 8 で鉛直角が 1 8 0 ° 回動したかどうかを判定する。水平回動角が 1 8 0 ° に至っていない場合は、S T 2 に戻り S T 2 から S T 7 までの動作を繰り返す。そして、水平回動角が 1 8 0 ° になったところで、計測を終了する。 40

#### 【 0 0 5 1 】

以上の計測から得られるレーザ照射位置 7 の座標 ( X k , Y k , Z k ) は離散値となるが、これらの値から補間を行うことで、任意の断面における空洞 2 2 の壁面座標を求めることができる。また、このようにして、任意の断面における空洞の形状も求めることができる。

#### 【 0 0 5 2 】

図 5 ( a ) は、Y 1 4 m の平面 ( 鉛直平面 ) における空洞 2 2 の鉛直断面を描いたもので、図 5 ( b ) は Z 1 4 m の平面 ( 地下約 1 4 m での水平面 ) における空洞 2 2 の水平断面を描いたものである。また、得られたデータから、三次元空間座標を使用して空洞内壁面形状を三次元図化することも可能である。

#### 【 0 0 5 3 】

さらに、この計測データから、空洞の底面から 1 m 毎の断面形状を求めその断面積を算出し、台形公式を用いて容積を算出することも可能である。ここで容積を V とし各断面における断面積を  $S_i$  とすると、

$$V = 1 / 2 \cdot ( S_i + S_{i+1} ) \cdot h \quad ( h = 1 )$$

で表される。

10

#### 【 0 0 5 4 】

本実施の形態において、空洞 2 2 の底に水が溜まっている場合に、使用するレーザ距離計 5 の種類によっては、水たまり部分の距離計測がうまくゆかない場合がある。すなわち、照射するレーザ光が水に吸収され空洞 2 2 の壁面 8 まで届かないため距離計測不能となる場合である。かかる場合は、緑色レーザを使用したレーザ距離計 5 を用いるのが好ましい。緑色レーザ光は水に吸収されないので水たまりの有無にかかわらず壁面 8 までの距離が計測できるからである。

#### 【 0 0 5 5 】

また、本実施の形態において、水平角回動装置 2 は地表面に設けガイド管 3 を介してレーザ距離計 5 を回動させたが水平角回動装置 2 を 1 つの装置に鉛直角回動装置 4 と共に組み込んでも良い。

20

#### 【 0 0 5 6 】

1 つの装置に、レーザ距離計 5 と水平角回動装置 2 と鉛直角回動装置 4 とを組み込むことにより、水平方向の回動動力を伝達するガイド管 3 が不要でなくなる。従って、水平角回動装置 2 等を組み込んだ上記装置をロープなどでボーリング孔 3 1 からつり下げ固定することが可能になる。

#### 【 0 0 5 7 】

さらに、レーザ距離計 5 を回動させる水平角及び鉛直角は、お互いに回転軸が略直交していれば十分で 2 つの回転角は必ずしも水平と鉛直である必要はない。

#### 【 0 0 5 8 】

30

また、レーザ距離計 5 は、空洞天端から約 1 m 下方に固定されたとしたが、レーザ距離計 5 の固定位置は、空洞天端から約 1 m 下方でなくとも良く、空洞 2 2 の中であれば任意の位置に固定して良い。

#### 【 0 0 5 9 】

また、本実施の形態において、空洞 2 2 の壁面の座標を直角座標系で表現したが、これを円筒座標系あるいは球面座標系で表しても良いことはいうまでもない。

#### 【 0 0 6 0 】

このように、本実施の形態によれば、レーザ距離計 5 を、空洞 2 2 内に固定して水平角方向及び鉛直角方向に回動させつつ空洞 2 2 の壁面 8 までの距離を計測するので、先端にレーザ距離計 5 を設けたロッドを地表面上突出させた状態で上下させる必要がなく、このロッドを支えるための台座も必要としない。また、空洞 2 2 内の固定中心から任意の方向 ( 任意の鉛直角方向及び垂直角方向 ) における空洞 2 2 内壁面 8 までの距離を測るので、空洞内天井面や床面に凹部があっても正確に空洞内の立体形状を計測することができる。

40

#### 【 図面の簡単な説明 】

#### 【 0 0 6 1 】

【 図 1 】 地下の空洞に本発明の一実施の形態における空洞内壁面形状計測装置を適用した場合の模式図である。

【 図 2 】 本発明の一実施の形態における空洞内壁面形状計測装置の全体構成図である。

【 図 3 】 計測対象となる空洞の断面図である。

50



【図 4】本発明の一実施の形態における空洞内壁面形状計測装置の動作を表すフローチャートである。

【図 5】計測結果を断面図として表したものである。

【図 6】空洞の容積計算を説明するための模式図である。

【図 7】従来技術を説明するための図である。

【図 8】従来技術の問題点を説明するための図である

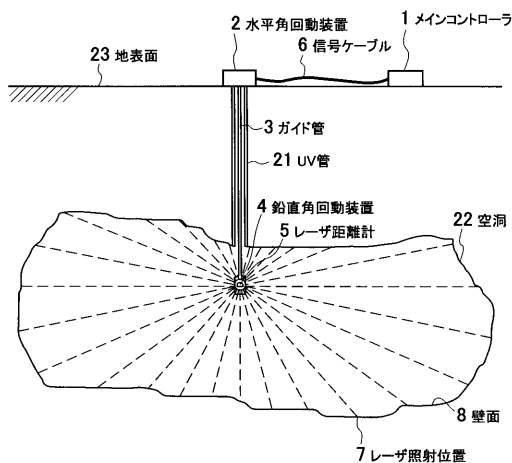
【符号の説明】

【 0 0 6 2 】

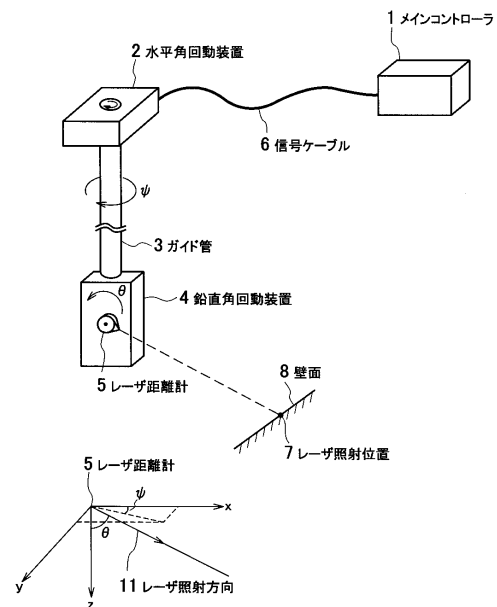
- 1   メインコントローラ
- 2   水平角回動装置
- 3   ガイド管
- 4   鉛直角回動装置
- 5   レーザ距離計
- 6   信号ケーブル
- 7   レーザ照射位置
- 8   壁面
- 2 2   空洞

10

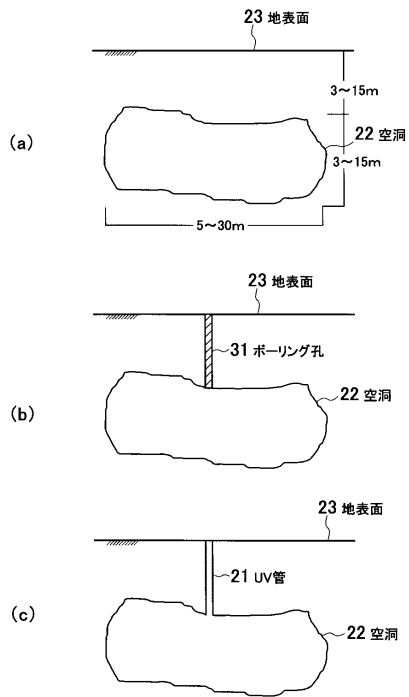
【図 1】



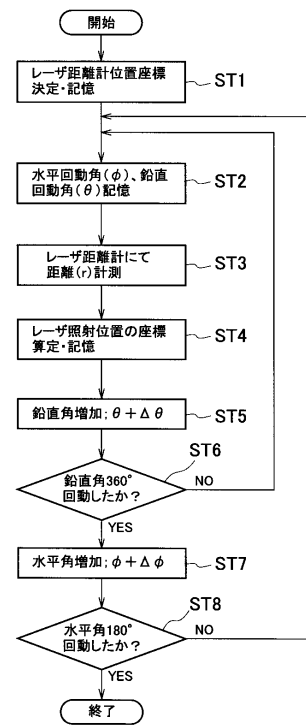
【図 2】



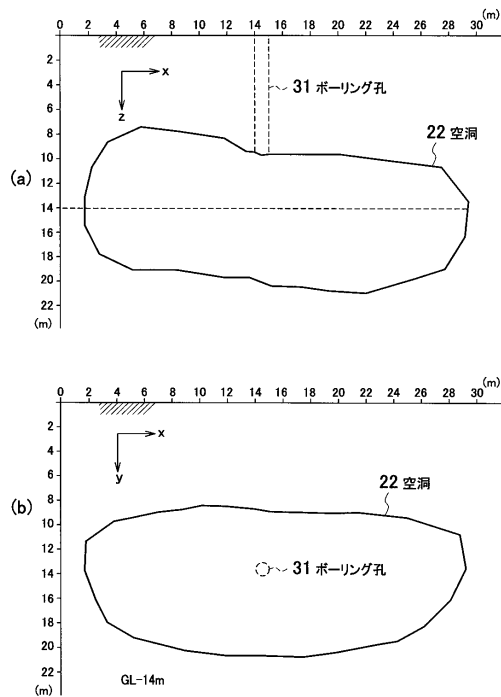
【 図 3 】



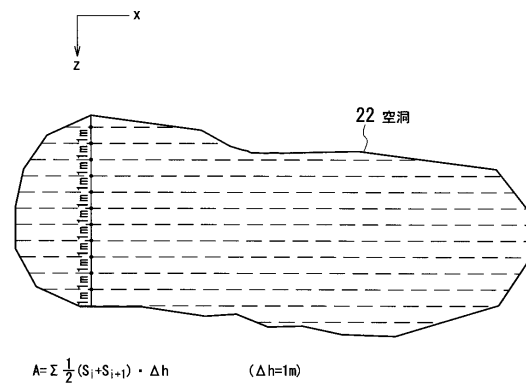
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】





---

フロントページの続き

(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 遠山 茂行

東京都新宿区新宿 4 - 2 - 1 8 新宿光風ビル アジア航測株式会社内

F ターム(参考) 2F065 AA53 AA59 BB05 BB08 CC14 DD02 FF31 FF41 FF65 GG04

MM08 PP03 PP05 PP22 PP26 QQ23 SS02