(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7521964号
(P7521964)

(45)発行日　令和6年7月24日(2024.7.24)

(24)登録日　令和6年7月16日(2024.7.16)

(51)国際特許分類
Ｇ０１Ｃ　15/00　(2006.01)

ＦＩ
Ｇ０１Ｃ　15/00　１０２Ｚ

請求項の数　8　（全18頁）

(21)出願番号　特願2020-130666(P2020-130666)
(22)出願日　令和2年7月31日(2020.7.31)
(65)公開番号　特開2022-26955(P2022-26955A)
(43)公開日　令和4年2月10日(2022.2.10)
審査請求日　令和5年7月24日(2023.7.24)

(73)特許権者　000220343
株式会社トプコン
東京都板橋区蓮沼町７５番１号
(74)代理人　110004060
弁理士法人あお葉国際特許事務所
(74)代理人　100187182
弁理士　川野 由希
(72)発明者　清水 亮介
東京都板橋区蓮沼町７５‐１ 株式会社トプコン内
(72)発明者　宮嶋 基広
東京都板橋区蓮沼町７５‐１ 株式会社トプコン内
(72)発明者　一里山 海洋
東京都板橋区蓮沼町７５‐１ 株式会社
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　測量支援プログラム、測量支援装置、測量支援方法、および測量支援システム

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
コンピュータに、
路線の中心線上に設定された中心点の中心点データと、前記中心点を含み、前記中心線と直交する断面上に設定された構成点の構成点データを含む設計情報を読み込ませ、
被測量装置の現在位置を示す位置情報を所定の周期で取得させ、
前記位置情報と前記設計情報に基づいて、前記現在位置と、指定された断面における参照点との水平距離および鉛直距離を算出させ、
前記水平距離および前記鉛直距離を測量情報として前記コンピュータの表示部の観測画面上に表示させ、
表示を、前記所定の周期毎に更新させ、
前記位置情報と前記設計情報とを前記観測画面上に表示させる測量支援プログラムであって、
前記参照点は、前記中心点または前記構成点から選択される点であり、
前記参照点は、前記観測画面に表示される参照点切替ボタンを押すことにより前記路線と直交する方向の位置が切り替えられ、
前記参照点の切り替えは、指定された断面を路線方向に移動した場合であっても、前記路線と直交する方向の位置が保存されていることを特徴とする測量支援プログラム。
【請求項２】
前記指定された断面として、前記設計情報に含まれる断面から前記被測量装置の前記現

在位置から最も近い断面が選択可能であることを特徴とする請求項１に記載の測量支援プログラム。
【請求項３】
前記コンピュータに、
前記被測量装置の前記現在位置を含み前記中心線と直交する任意断面を、前記現在位置を挟む前記設計情報に含まれる２つの断面を補完することにより生成させ、
前記指定された断面として、前記任意断面を選択可能とさせることを特徴とする請求項１または２に記載の測量支援プログラム。
【請求項４】
前記指定された断面として、
前記設計情報に含まれる断面から作業者によって指定された断面と、
前記設計情報に含まれる断面のうち前記被測量装置の前記現在位置から最も近い断面と、
前記任意断面と、
から選択可能とさせることを特徴とする請求項３に記載の測量支援プログラム。
【請求項５】
前記コンピュータに、
前記被測量装置の位置と、前記指定された断面における最も近い２の構成点を線形で結ぶ面との前記水平距離及び前記鉛直距離を算出し、表示させることを特徴とする請求項１に記載の測量支援プログラム。
【請求項６】
表示部と；
端末制御部と；を備え、
前記端末制御部は、
路線の中心線上に設定された中心点の中心点データと、前記中心点を含み、前記中心線と直交する断面上に設定された構成点の構成点データを含む設計情報を読み込む、設計情報読込部と、
被測量装置の現在位置を示す位置情報を所定の周期で取得する位置情報取得部と、
前記位置情報と前記設計情報に基づいて、前記現在位置と、指定された断面における参照点との水平距離および鉛直距離を算出する距離算出部と、
前記水平距離および前記鉛直距離を測量情報として前記表示部の観測画面上に表示し、表示を、前記所定の周期毎に更新する測量情報表示部と、
前記位置情報と前記設計情報とを前記観測画面上に表示するビュー表示部と、
を備え、
前記参照点は、前記中心点または前記構成点から選択される点であり、
前記参照点は、前記観測画面に表示される参照点切替ボタンを押すことにより前記路線と直交する方向の位置が切り替えられ、
前記参照点の切り替えは、指定された断面を路線方向に移動した場合であっても、前記路線と直交する方向の位置が保存されていることを特徴とする測量支援装置。
【請求項７】
前記被測量装置の前記現在位置を取得する位置取得装置と、
請求項６に記載の測量支援装置とを備え、
前記位置取得装置と、前記測量支援装置とは通信可能に構成されていることを特徴とする測量支援システム。
【請求項８】
コンピュータが、
路線の中心線上に設定された中心点の中心点データと、前記中心点を含み、前記中心線と直交する断面上に設定された構成点の構成点データを含む設計情報を読み込み、
被測量装置の現在位置を示す位置情報を所定の周期で取得し、
前記位置情報と前記設計情報に基づいて、前記現在位置と、指定された断面における参照点との水平距離および鉛直距離を算出し、

前記水平距離および前記鉛直距離を測量情報として前記コンピュータの表示部の観測画面上に表示し、表示を、前記所定の周期毎に更新し、
前記位置情報と前記設計情報とを前記観測画面上に表示する、測量支援方法であって、
前記参照点は、前記中心点または前記構成点から選択される点であり、
前記参照点は、前記観測画面に表示される参照点切替ボタンを押すことにより前記路線と直交する方向の位置が切り替えられ、
前記参照点の切り替えは、指定された断面を路線方向に移動した場合であっても、前記路線と直交する方向の位置が保存されていることを特徴とする測量支援方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、測量支援プログラム、測量支援装置、測量支援方法、および測量支援システムに関する。
【背景技術】
【０００２】
路線等の工事においては、施工計画図が作成され,切土、盛土の土量を考慮しつつ施工計画が立てられる。施工計画を作成するにあたっては、施工計画の基準とするために工事箇所の現況が測量される。また、工事完了後には、出来形観測が行われる。現況の測量には、路線の中心線に設定された中心杭設置点（中心点）からの水平方向と鉛直方向の距離を求める中心杭離れ観測が含まれる。一方、出来形観測では、構成点を測量し、水平方向と鉛直方向の距離を求めて設計情報と比較される。
【０００３】
このような中心杭離れ観測や出来形観測はトータルステーション等の光波装置やＧＮＳＳ装置を用いて行うことが一般的である。また、構成点データを含む設計情報を、携帯情報処理装置に読み込ませ、平面図、横断面図や数値情報を表示部に表示して、トータルステーションやＧＮＳＳ装置を用いる測量装置を支援する技術が提案されている。（例えば、特許文献１、非特許文献１等参照）。
【０００４】
中心杭離れ観測と出来形観測とは、距離算出の対象とする参照点が中心点であるか、構成点であるかという点で相違するが、設計情報上の参照点と、観測点との水平距離および鉛直距離とを求める点で類似する。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００５】
【文献】特許第６２２４６５９号明細書
【非特許文献】
【０００６】
【文献】株式会社トプコン　データコレクターFC-500　監督さん．Ｖ取扱い説明書
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００７】
しかしながら、非特許文献１に開示される技術は、中心杭離れ観測と出来形観測とをそれぞれ別のメニューとしてプログラムを実行するものであり、使い勝手や、製品開発の観点から、１のメニューで中心杭離れ観測と、出来形観測とを可能にすることが求められていた。
【０００８】
本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり１つのメニューで、中心杭離れ観測と出来形観測の支援を可能とする技術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】
【０００９】

上記目的を達成するために、本発明の１つの態様にかかる測量支援プログラムは、コンピュータに、路線の中心線上に設定された中心点の中心点データと、前記中心点を含み、前記中心線と直交する断面上に設定された構成点の構成点データを含む設計情報を読み込ませ、被測量装置の現在位置を示す位置情報を所定の周期で取得させ、前記位置情報と前記設計情報に基づいて、前記現在位置と、指定された断面における参照点との水平距離および鉛直距離を算出させ、前記水平距離および前記鉛直距離を測量情報として前記コンピュータの表示部の観測画面上に表示させ、表示を、前記所定の周期毎に更新させ、前記位置情報と前記設計情報とを前記観測画面上に表示させる測量支援プログラムであって、前記参照点は、前記中心点または前記構成点から選択される点であり、前記参照点は、前記観測画面に表示される参照点切替ボタンを押すことにより前記路線と直交する方向の位置が切り替えられ、前記参照点の切り替えは、指定された断面を路線方向に移動した場合であっても、前記路線と直交する方向の位置が保存されている。

【００１０】

上記態様において、前記指定された断面として、前記設計情報に含まれる断面から前記被測量装置の前記現在位置から最も近い断面が選択可能であることも好ましい。

【００１１】

また、上記態様において、前記コンピュータに、前記被測量装置の前記現在位置を含み前記中心線と直交する任意断面を、前記現在位置を挟む前記設計情報に含まれる２つの断面を補完することにより生成させ、前記指定された断面として、前記任意断面を選択可能とさせることも好ましい。

【００１２】

また、上記態様において、前記指定された断面として、前記設計情報に含まれる断面から作業者によって指定された断面と、前記設計情報に含まれる断面のうち前記被測量装置の前記現在位置から最も近い断面と、前記任意断面と、から選択可能とさせることも好ましい。

【００１３】

また、上記態様において、前記コンピュータに、前記被測量装置の位置と、前記指定された断面における最も近い２の構成点を線形で結ぶ面との前記水平距離及び前記鉛直距離を算出し、表示させることも好ましい。

【００１４】

また、本発明の別の態様に係る測量支援装置は、表示部と；端末制御部と；を備え、前記端末制御部は、路線の中心線上に設定された中心点の中心点データと、前記中心点を含み、前記中心線と直交する断面上に設定された構成点の構成点データを含む設計情報を読み込む、設計情報読込部と、被測量装置の現在位置を示す位置情報を所定の周期で取得する位置情報取得部と、前記位置情報と前記設計情報に基づいて、前記現在位置と、指定された断面における参照点との水平距離および鉛直距離を算出する距離算出部と、前記水平距離および前記鉛直距離を測量情報として前記表示部の観測画面上に表示し、表示を、前記所定の周期毎に更新する測量情報表示部と、前記位置情報と前記設計情報とを前記観測画面上に表示するビュー表示部と、を備え、前記参照点は、前記中心点または前記構成点から選択される点であり、前記参照点は、前記観測画面に表示される参照点切替ボタンを押すことにより前記路線と直交する方向の位置が切り替えられ、前記参照点の切り替えは、指定された断面を路線方向に移動した場合であっても、前記路線と直交する方向の位置が保存されている。

【００１５】

また、本発明のさらに別の態様に係る測量支援システムは、前記被測量装置の前記現在位置を取得する位置取得装置と、上記態様に係る測量支援装置とを備え、前記位置取得装置と、前記測量支援装置とは通信可能に構成されている。

【００１６】

また、本発明のさらに別の態様に係る測量支援方法は、コンピュータが、路線の中心線上に設定された中心点の中心点データと、前記中心点を含み、前記中心線と直交する断面

上に設定された構成点の構成点データを含む設計情報を読み込み、被測量装置の現在位置を示す位置情報を所定の周期で取得し、前記位置情報と前記設計情報に基づいて、前記現在位置と、指定された断面における参照点との水平距離および鉛直距離を算出し、前記水平距離および前記鉛直距離を測量情報として前記コンピュータの表示部の観測画面上に表示し、表示を、前記所定の周期毎に更新し、前記位置情報と前記設計情報とを前記観測画面上に表示する、測量支援方法であって、前記参照点は、前記中心点または前記構成点から選択される点であり、前記参照点は、前記観測画面に表示される参照点切替ボタンを押すことにより前記路線と直交する方向の位置が切り替えられ、前記参照点の切り替えは、指定された断面を路線方向に移動した場合であっても、前記路線と直交する方向の位置が保存されている。

【発明の効果】

【００１７】

上記態様に係る、測量支援プログラム、測量支援装置、測量支援方法、および測量支援システムによれば、１つのメニューで中心杭離れ観測と出来形観測の両方を実行することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【００１８】

【図１】本発明の実施の形態に係る測量支援システムの外観概略図である。

【図２】同測量支援システムの構成ブロック図である。

【図３】同測量支援システムに用いられる設計情報を説明する図である。

【図４】同形態の測量支援装置の端末画面部に表示される観測画面の一例を示す図である。

【図５】各断面指定方法における距離算出の方法を説明する図である。

【図６】同測量支援装置の処理の１つの例を示すフローチャートである。

【図７】同形態の測量支援装置の端末画面部に表示される操作画面の一例を示す図である。

【図８】同形態に測量支援装置の端末画面部に表示される観測画面の一例を示す図であり、横断面図を拡大して表示したものである。

【図９】同測量支援装置の処理の別の例を示すフローチャートである。

【図１０】同形態の１の変形例に係る測量支援システムの構成ブロック図である。

【図１１】同変形例に係る測量支援システムにおける距離算出の方法を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【００１９】

以下、本発明の好適な実施の形態について、図面を参照して説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。また、各実施の形態において、同一の機能および構成を有する部材は同一の符号を付し、重複する説明は適宜省略する。

【００２０】

（実施の形態）

（システムの全体構成）

図１は、本発明の実施の形態に係る測量支援システム（以下、単に「システム」という。）１００の全体概略図であり、図２は、システム１００の構成ブロック図である。システム１００は、位置取得装置３０と、測量支援装置５０とを備える。

【００２１】

（設計情報）

システム１００の構成の説明に先立ち、本システムで用いられる設計情報について説明する。図３は、本システム１００で用いられる設計情報を説明する図である。設計情報は、例えば、絶対座標系で作成された、路線等の工事において必要な路線の設計図を含む情報である。設計情報には、路線の中心線ＣＬを示す中心線データが含まれる。また、中心線ＣＬ上に所定の間隔（例えば２０ｍ間隔）で設定される中心点$ＣＰ_0$，$ＣＰ_1$、$ＣＰ_2$、・・・を示す中心点データが含まれる。中心点は現場において中心杭を設置する点である。

【００２２】

設計情報には、各中心点$ＣＰ_0$，$ＣＰ_1$，$ＣＰ_2$・・・を含み、中心線に直交するそれぞ

れの横断面（以下、単に「断面」ともいう。）Ｎｏ．０，Ｎｏ．１，Ｎｏ．２・・・を示す横断面データを含む。横断面上には、例えば断面Ｎｏ．０上に、構成点Ｐ０$_1$～Ｐ０$_4$というように、構成点が設定されている。構成点は、例えば、道路の幅を規定する点のように現場で目印となる杭を設置する点である。路線方向に沿って、各断面における中心点からの距離が等しくなる位置に、たとえばＰ０$_1$，Ｐ１$_1$，Ｐ２$_1$・・・のように設定される。

【００２３】

（位置取得装置３０の構成）

位置取得装置３０は、測量装置１０と被測量装置４０とで構成されている。

【００２４】

測量装置１０は、トータルステーション（電子式測距測角儀）である。測量装置１０は、三脚２を介して、既知点に設置される。あるいは、測量装置１０を設置した後、例えば後方交会法等により座標既知としてもよい。また、測量装置１０の座標データは、測量支援装置５０に入力され、端末記憶部５３に格納される。

【００２５】

測量装置１０は、外観上、整準部３の上に設けられた基盤部５と、基盤部５の上で軸Ｈ－Ｈ周りに水平回転する托架部７と、托架部７に軸Ｖ－Ｖ周りに鉛直回転する望遠鏡９と、を有する。托架部７には、後述する制御演算部２３が収容されている。

【００２６】

測量装置１０は、自動視準機能および自動追尾機能を備え、望遠鏡９に、図示しない測距光学系および追尾光学系が収容されている。測距光学系および追尾光学系の構成は、従来公知である。測量装置１０では、托架部７の水平回転と、望遠鏡９の鉛直回転の協働により測距光および追尾光が全周にわたって照射される。

【００２７】

図２に示すように、測量装置１０は、測距部１１、追尾部１２、水平回転駆動部１３、鉛直回転駆動部１４、水平角検出器１５、鉛直角検出器１６、通信部１７、チルトセンサ１８、記憶部１９、操作部２１、表示部２２、および制御演算部２３を備える。

【００２８】

測距部１１は、上記測距光学系を用いて測距光を出射し、被測量装置４０が備えるターゲット４１からの反射光を受光して、自動視準およびターゲット４１を測距する。

【００２９】

追尾部１２は、上記追尾光学系を用いて追尾光を出射し、ターゲット４１からの反射光からターゲット４１の位置を捕捉して、ターゲット４１が移動した場合にターゲット４１を自動追尾する。

【００３０】

水平回転駆動部１３は、基盤部５に設けられたモータである。水平回転駆動部１３は、基盤部５に対して托架部７を軸Ｈ－Ｈ周りに回転する。鉛直回転駆動部１４は、托架部７に設けられたモータである、鉛直回転駆動部１４は、望遠鏡９を軸Ｖ－Ｖ周りに回転する。

【００３１】

水平角検出器１５、鉛直角検出器１６は、ロータリエンコーダである。水平角検出器１５は、托架部７の軸Ｈ－Ｈ周りの角度を検出し、鉛直角検出器１６は、望遠鏡９の軸Ｖ－Ｖ周りの角度を検出する。この結果、水平角検出器１５と鉛直角検出器１６が、ターゲット４１を測角する測角部を構成する。

【００３２】

通信部１７は、測量装置１０と測量支援装置５０とを有線または無線で接続する通信制御装置である。通信部１７を実現する通信規格として、無線ＬＡＮ規格の一つであるＷｉ－Ｆｉ（登録商標）や４Ｇ（第４世代移動通信システム）を採用してもよい。あるいはＢｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）、赤外線通信等の近距離無線通信規格を採用してもよい。

【００３３】

チルトセンサ１８は、気泡管式、静電容量式等の傾斜センサであり、基盤部５の回転軸

（図示せず）の上面に固定されている。水平回転駆動部１３の回転軸が１回ずつ正反回転したときのチルトセンサ１８の値が読み取られ、正反回転でのずれ量に基づき、整準部３の水平が調整される。

【００３４】

記憶部１９は、情報を制御演算部２３が処理可能な形式で記憶、保存及び伝達する記憶媒体であり、例えば、ＨＤＤ（Ｈａｒｄ・Ｄｉｓｃ・Ｄｒｉｖｅ）、フラッシュメモリ等が採用される。記憶部１９には、測定した測量データと、制御演算部での各種処理のためのプログラムが格納される。

【００３５】

操作部２１は、托架部７の外面に設けられた複数のボタンである。操作部２１を介して、測量装置１０の動作に関する各種情報が入力可能である。

【００３６】

表示部２２は、托架部７の外面に設けられた液晶ディスプレイであり、測量に関する各種情報を表示する。

【００３７】

制御演算部２３は、ＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ・Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ・Ｕｎｉｔ）、ＲＯＭ（Ｒｅａｄ・Ｏｎｌｙ・Ｍｅｍｏｒｙ），ＲＡＭ（Ｒａｎｄａｍ・Ａｃｃｅｓｓ・Ｍｅｍｏｒｙ）等を集積回路に実装したマイクロコンピュータである。制御演算部２３は、測量装置１０の各部と接続されている。

【００３８】

制御演算部２３は、測量装置１０の各種機能を実行するためのプログラムを、記憶部１９またはＲＡＭから読み出して、測量装置１０の各部を制御して、自動追尾、測距・測角等各種機能を実行する。また、測距・測角により得られたデータに演算処理を行ってターゲット４１の位置情報（位置座標）を取得する。

【００３９】

また、制御演算部２３は、通信部１７を介して、測量支援装置５０と通信し、測量支援装置５０の命令に従って処理を実行し、測量支援装置５０に被測量装置の位置情報を送信する。

【００４０】

被測量装置４０は、ターゲット４１と、ターゲット４１を支持するポール状の支持部材４２とを備える。

【００４１】

ターゲット４１は、複数の三角錐状のプリズムを放射状に組み合わせて構成された、いわゆる全方位プリズムであるが、これに限定されない。ターゲット４１は、入射光を入射方向と反対の方向に再帰反射する。

【００４２】

支持部材４２は、その先端からターゲット４１の中心O_1までの長さH_1が既知である。支持部材４２は、図示しない水準器を備え、鉛直に設置できるようになっている。支持部材４２を介して観測点Ｐに鉛直に設置したターゲット４１を、既知点に設置した測量装置１０で測距・測角して得た測距・測角データから求められる中心O_1の３次元座標から支持部材４２の長さH_1を差し引いて、被測量装置４０の位置情報として、観測点Ｐの３次元座標を求めることができる。

【００４３】

位置取得装置３０の他の実施例としては、ＧＮＳＳ測量装置を用いることができる。この場合、被測量装置４０として、測量支援装置５０と通信可能なＧＮＳＳ受信装置を用いて、被測量装置４０の現在位置の測量を行う。

【００４４】

（測量支援装置の構成）

測量支援装置５０は、位置取得装置３０と通信可能な可搬型情報処理装置である。測量支援装置５０は、例えば、携帯電話、スマートフォン、タブレット、ＰＤＡ、データコレ

クタ等の、携帯コンピュータ端末により実現される。

【００４５】

測量支援装置５０は、端末画面部５１、端末操作部５２、端末記憶部５３、端末通信部５４および端末制御部５５を備える。

【００４６】

端末画面部５１は、例えば、端末操作部５２と一体に構成されたタッチパネル式の液晶ディスプレイである。端末画面部５１は、観測画面６０、断面指定方法選択画面８０等、作業内容に応じた画像を表示するようになっている。

【００４７】

端末記憶部５３は、各種のプログラムおよび各種データを読み書き自在に記憶媒体に格納する。端末記憶部５３は、例えばＨＤＤである。また、端末記憶部５３は、例えば、ＣＤ（Ｃｏｍｐａｃｔ・Ｄｉｓｃ）ドライブ等の光ディスクドライブであってもよい。端末記憶部５３には、通信プログラム、端末画面部５１に作業内容等、通信内容等を表示するための画像表示プログラム、中心杭離れ観測、出来形観測を実行するための各種プログラム等が記憶されている。

【００４８】

また、端末記憶部５３には、測量装置１０の座標、ターゲット４１の高さH_1の初期設定情報、および設計情報が格納されている。また、測量装置１０から受信したターゲット４１の測量データ、中心杭離れ観測および出来形観測の結果を記憶する。

【００４９】

端末通信部５４は、測量装置１０の通信部１７を介して、測量装置１０と通信可能とする通信制御装置であり、通信部１７と同じ通信規格を有する。

【００５０】

端末制御部５５は、少なくともＣＰＵおよびメモリ（ＲＯＭ，ＲＡＭ）等を備える制御ユニットである。端末制御部５５は、端末通信部５４、端末操作部５２等からの入力信号に基づいて、測量支援装置５０および測量装置１０を制御する。端末制御部５５は、ＲＡＭや、端末記憶部５３に記憶された、プログラムを呼び出して実行する。

【００５１】

端末制御部５５は、機能部として、設計情報読込部５５１と、位置情報取得部５５２と、ビュー表示部５５３と、断面指定方法選択部（以下、「指定方法選択部」という。）５５４、参照点選択部５５５と、距離算出部５５６と、測量情報表示部５５７とを備える。

【００５２】

設計情報読込部５５１は、端末記憶部５３に格納された設計情報を読み込む。あるいは、外部の記憶装置に格納された設計情報を、端末通信部５４を介して受信して読み込んでもよい。

【００５３】

位置情報取得部５５２は、測量装置１０が所定の周期で測定するターゲット４１の測量データを、所定の周期で端末通信部５４を介して受信する。位置情報取得部５５２は、端末記憶部５３に記憶された測量装置１０の座標および支持部材４２の長さH_1から、被測量装置４０（観測点）の絶対座標系での位置情報を取得する。

【００５４】

ビュー表示部５５３は、設計情報から路線の中心線ＣＬを真上から見下ろした状態の平面図６１と、任意の横断面における構成点を結ぶ横断面図６２を生成し、端末画面部５１の観測画面６０上に表示する（図４）。また、観測実行中、位置情報取得部５５２の取得する被測量装置４０の位置情報に基づいて、被測量装置４０の位置を平面図上に表示し、位置情報取得の間隔毎に表示を更新する（図４）。

【００５５】

指定方法選択部５５４は、端末画面部５１に、断面指定方法選択画面８０を表示して、作業者の入力により、断面指定方法を、例えば、作業者があらかじめ指定する断面（以下、「指定断面」という。）、被測量装置４０の現在位置から最も近い断面（以下、「最寄

断面」という。）、被測量装置の現在位置として観測される任意の点を含み、中心線ＣＬを含む断面として生成される補間断面（以下、「任意断面」という。）から選択する。

【００５６】

参照点選択部５５５は、設計情報における参照点を、作業者の選択により、参照点を選択する。ここで、参照点は、水平距離および鉛直距離を測定する対象とする点である。例えば、端末画面部５１の観測画面６０に表示された参照点切換ボタン６３ａ，６３ｂを作業者がタップすることにより切り替えられる。参照点の切り替えは、路線方向に断面を移動した場合であっても、路線と直交する方向の位置が保存される。具体的には、例えば、中心線ＣＬの右隣りの構成点$Ｐ０_3$（図３）を参照点として選択していた場合に、断面Ｎｏ．１が指定された場合は、断面Ｎｏ．１における中心線ＣＬの右隣りの構成点$Ｐ１_3$が選択されるようになっている。

【００５７】

距離算出部５５６は、被測量装置４０の現在位置の位置情報と、選択された参照点の設計上の位置情報に基づいて、指定方法選択部５５４によって選択された断面指定方法で指定された断面における、選択された参照点からの水平距離および鉛直距離を算出する。

【００５８】

図５（Ａ）～（Ｃ）は、各断面指定方法における、距離算出の方法を説明する図である。図中黒丸が参照点として指定された点である。すなわち、例えば、断面指定方法として指定断面が選択され、指定断面として断面Ｎｏ．０が指定され、参照点として中心点$ＣＰ_0$が選択されている場合、図５（Ａ）に示すように、断面Ｎｏ．０における中心点$ＣＰ_0$と、被測量装置４０との水平距離$ｄ_1$および鉛直距離$ｄ_2$を算出する。

【００５９】

断面指定方法として、最寄断面が選択される場合には、距離算出部５５６は、被測量装置４０と、被測量装置４０を路線方向に挟む２つの断面との距離を比較して、より近い断面を最寄断面として指定する。そして、被測量装置４０の位置情報と、最寄断面における参照点の位置情報に基づいて、参照点と被測量装置４０との水平距離及び鉛直距離を算出する。

【００６０】

例えば、参照点として中心点$ＣＰ_0$（中心点$ＣＰ_0$，$ＣＰ_1$，$ＣＰ_2$，・・・）が選択されており、例えば、図５（Ｂ）に示すように、被測量装置４０が断面Ｎｏ．０と断面Ｎｏ．１の間にある場合、距離算出部５５６は、まず、被測量装置４０と断面Ｎｏ．０および断面Ｎｏ．１のそれぞれとの距離$ｄ_3$，$ｄ_4$を算出し、距離$ｄ_3$，$ｄ_4$を比較する。ここで、$ｄ_3 < ｄ_4$であるので、より近い断面Ｎｏ．１を、最寄断面として指定する。そして、断面Ｎｏ．1における中心点$ＣＰ_1$と、被測量装置４０との水平距離$ｄ_5$および鉛直距離$ｄ_6$を算出する。

【００６１】

断面指定方法として任意断面が選択され、参照点として中心点$ＣＰ_0$（中心点$ＣＰ_0$，$ＣＰ_1$，$ＣＰ_2$，・・・）が選択されている場合、距離算出部５５６は、図５（Ｃ）に示すように、被測量装置４０の現在位置（観測点）を含み中心線と直交する断面Ｎｏ．Ｘを補間断面として生成する。

【００６２】

補間断面Ｎｏ．Ｘの生成は、被測量装置４０の現在位置を挟む直近の断面Ｎｏ．０およびＮｏ．１と、被測量装置の現在位置との距離の比に基づいて、補間することにより行う。そして、断面Ｎｏ．Ｘにおける中心点$ＣＰ_X$を算出し、中心点ＣＰｘを参照点として被測量装置４０との水平距離$ｄ_7$および鉛直距離$ｄ_8$を算出する。なお、上記説明は、水平距離として、横断方向の水平距離を算出しているが、路線方向の水平距離を同時に算出してもよい。

【００６３】

測量情報表示部５５７は、指定された断面の番号、選択された参照点、算出された水平距離および鉛直距離等を測量情報として端末画面部５１の観測画面６０上に表示する。ま

た、測量情報表示部５５７は、前後の水平距離などの測量情報を観測画面６０に表示してもよい。

【００６４】

各機能部の機能は、回路によって実現されてもよく、またプログラムを実行することにより実現されてもよい。また、プログラムで実現する場合、プログラムは、磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ブルーレイ（登録商標）ディスク、ＤＶＤ等のコンピュータで読み取り可能な記憶媒体に記憶することができる。

【００６５】

（観測画面）

図４は、端末画面部５１に観測実行中に表示される観測画面６０の１例を示す。観測画面６０には、ビュー表示部５５３が生成した平面図６１および横断面図６２が並べて表示される。横断面図６２の中心には、中心線ＣＬが表示されている。

【００６６】

また、平面図６１には、被測量装置４０の位置を示すマーキングＭ１と、選択された参照点を示すマーキングＭ３が表示されている。横断面図６２には、被測量装置４０の位置を示すマーキングＭ２と、選択された参照点を示すマーキングＭ４が表示されている。また、観測画面６０には、参照点を選択するための参照点切換ボタン６３（６３ａ，６３ｂ）が表示されている。参照点切換ボタン６３は、タップすることにより、選択中の参照点を右方向（６３ｂ）又は左方向（６３ａ）に１つ移動させるためのボタンである。

【００６７】

また観測画面６０には、測量情報表示部５５７により算出される、測量情報の測量情報表示６４ａ～６４ｆが表示されている。測量情報表示６４ａ～６４ｆは、例えば、断面番号、指定された参照点、指定された断面から被測量装置４０の路線の前後方向の水平距離、選択された参照点から被測量装置４０の路線の前後方向と直交する左右方向の水平距離、指定された参照点から被測量装置４０の鉛直距離，目標高、すなわち支持部材４２の先端からターゲット４１の中心O_1までの長さH_1を示す。

【００６８】

また、観測画面６０において、平面図６１の東西南北を示す方位表示６５、縮尺を示す縮尺表示６６が表示されるようになっていてもよい。また、観測画面６０上に、各測量作業を補助するための機能アイコン６７ａ，６７ｂ，６７ｃ・・・を表示してもよい。

【００６９】

また、観測画面６０には、測量装置１０に追尾および観測の開始、停止を命令するための、追尾開始ボタン６８と、測量情報の表示の更新を停止して、値を固定するための観測および確認ボタン６９，７１が表示されている。

【００７０】

その他、横断面図６２は、端末操作部５２の指示に応じて端末画面部５１に同時に表示された平面図６１と相対位置を変更可能であり、具体的には、タッチパネル操作により、枠の中で自由に位置を変えることができる。また、横断面図６２の表示/非表示を切り替えることもできる。

【００７１】

（測量支援方法１）

図６は、本実施の形態の測量支援装置５０を用いた中心杭離れ観測と出来形観測の実行を支援する測量支援方法の一つの例の処理を示すフローチャートである。また、図７（Ａ）は、本測量支援方法を開始するための、メニュー画面９０である。図７に示すように、本方法は、Ｒｏａｄ　Ｓｕｒｖｅｙ（路線測量）という１つのメニューとして表示されている。

【００７２】

測量装置１０は、既知点に設置され、ターゲット４１を自動追尾できる状態とされている。

【００７３】

図７（Ａ）の路線測量メニュー９１をタップして、処理を開始すると、ステップＳ０１で、設計情報読込部５１１は端末記憶部５３に格納されている設計情報を読み込む。

【００７４】

次に、ステップＳ０２で、指定方法選択部５５４は、断面指定方法選択画面８０を端末画面部５１に表示する。そして、ステップＳ０３で、作業者が、画面上から選択することにより、指定方法を、指定断面、最寄断面、および任意断面から選択する。

【００７５】

図７（Ｂ）～７（Ｄ）は、断面指定方法選択画面８０の例である。任意断面を選択する場合には、図７（Ｂ）のように「Ｕｓｅ ｉｎｔｅｒｐｏｌａｔｅｄ Ｘ-ｓｅｃｔｉｏｎ」（補間断面を使用）を選択し、進む矢印８１をタップすることで、任意断面を選択して、観測画面６０に移行するようになっている。

【００７６】

また、最寄断面を選択する場合には、図７（Ｃ）のように、上記選択を解除し、「Ａｕｔｏｍａｔｉｃ Ｘ－ｓｅｃｔｉｏｎ Ｓｔａｔｉｏｎ」（最寄断面を使用）を選択し、進む矢印８１をタップすることで、最寄断面を選択して観測画面６０に移行するようになっている。

【００７７】

また、指定断面を選択する場合には、図７（Ｄ）のように、上記選択を解除することで、指定断面が選択できるようになっている。また、指定断面を選択後、進む矢印８１をタップすることで指定断面を指定して観測画面６０に移行するようになっている。

【００７８】

ステップＳ０３で指定断面が選択された場合、ステップＳ０４では、上記の通り作業者が指定断面を例えば断面Ｎｏ．１に指定する。

【００７９】

次に、ステップＳ０５で、参照点選択部５５５が作業者の選択により参照点を選択する。具体的には、図８（Ａ）に示す、観測画面６０に表示された、参照点切換ボタン６３ｂをタップすることにより、中心点$ＣＰ_1$に設定され、マーキングＭ３，Ｍ４で示される参照点を、図８（Ｂ）に示すように、参照点が、右方向にずれた構成点$Ｐ１_3$に切り替えられる。これにより、水平距離および鉛直距離を算出対象とする参照点を、構成点と中心点と変更可能となっている。

【００８０】

次に、ステップＳ０６で、観測開始ボタンがタップされることにより観測を開始すると、測量装置１０は、所定の周期で、ターゲット４１の測量データを測量支援装置５０に送信する。なお、図６のフローチャートには含めないが、ビュー表示部５５３が設計情報から生成した平面図６１、横断面図６２を、端末画面部５１の観測画面６０上に表示する。位置情報取得部５５２が被測量装置４０の現在位置を取得する毎に、ビュー表示部５５３は、マーキングＭ１，Ｍ２の表示を更新する。

【００８１】

次に、ステップＳ０７で、位置情報取得部５５２は、所定の周期で、ターゲット４１の測量データを取得して、被測量装置４０の位置情報を取得する。

【００８２】

次にステップＳ０８で、距離算出部５５６は、指定された断面における、参照点と被測量装置４０間の水平距離および鉛直距離を算出する。

【００８３】

次にステップＳ０９で、測量情報表示部５５７は、測量情報として、水平距離および鉛直距離を観測画面６０上に表示する。

【００８４】

そして、ステップＳ１０で、作業者の指示により、観測終了が判定されるまで、ステップＳ０７～Ｓ１０を繰り返す。観測終了が判定された場合処理を終了する。

【００８５】

一方、ステップＳ０３で最寄断面が選択された場合には、ステップＳ１４で、参照点選択部５５５が、ステップＳ０５と同様に参照点を選択する。

【００８６】

次に、ステップＳ１５で、観測を開始すると、ステップＳ０６と同様に、測量装置１０は、所定の周期でターゲット４１の測量データを測量支援装置５０に送信する。

【００８７】

次に、ステップＳ１６で、位置情報取得部５５２は、所定の周期でターゲット４１の測量データを取得して、被測量装置４０の現在位置の位置情報を取得する。

【００８８】

次に、ステップＳ１７で、距離算出部５５６は、被測量装置４０の現在位置からの最寄断面を指定する。

【００８９】

次に、ステップＳ１８で、距離算出部５５６は、被測量装置４０と、指定された最寄断面における参照点との間の水平距離および鉛直距離を算出する。

【００９０】

次に、ステップＳ１９で、ステップＳ０９と同様に、測量情報表示部５５７は、測量情報として、水平距離および鉛直距離を観測画面６０上に表示する。

【００９１】

そして、ステップＳ２０で、作業者の指示により、観測終了が判定されるまで、ステップＳ１６～Ｓ２０を繰り返す。観測終了が判定された場合処理を終了する。

【００９２】

一方、ステップＳ０３で任意断面が選択された場合には、ステップＳ２４で、参照点選択部５５５が、ステップＳ０５と同様に参照点を選択する。

【００９３】

次に、ステップＳ２５で、観測を開始するとステップＳ０６と同様に、測量装置１０が、所定の周期でターゲット４１の測量データを測量支援装置５０に送信する。

【００９４】

次に、ステップＳ２６で、位置情報取得部５５２は、所定の周期でターゲット４１の測量データを取得して被測量装置４０の位置情報を取得する。

【００９５】

次に、ステップＳ２７で、距離算出部５５６は、被測量装置４０の位置での断面を補間断面として生成し、補間断面を指定断面として指定する。

【００９６】

次に、ステップＳ２８で、距離算出部５５６が、補間断面上の参照点と被測量装置４０の位置との間の水平距離および鉛直距離を算出する。

【００９７】

次に、ステップＳ２９で、ステップＳ０９と同様に、測量情報表示部５５７は、測量情報として、水平距離および鉛直距離を観測画面６０上に表示する。

【００９８】

そして、ステップＳ３０で、作業者の指示により、観測終了が判定されるまで、ステップＳ２６～Ｓ３０を繰り返す。観測終了が判定された場合処理を終了する。

【００９９】

このように、本実施の形態に係る測量支援システム１００では、観測点（被測量装置の現在位置）からの水平距離および鉛直距離を算出する基準とする参照点を、設計情報に含まれる中心点と構成点のいずれも選択可能としたので、測量支援装置５０において、中心点からの水平距離及び鉛直距離を測定する中心杭離れ観測と、中心点および構成点からの水平距離および鉛直距離とを測定する出来形観測という２つの観測方法が１つのメニューで実行可能となる。

【０１００】

上記構成によれば、ユーザとしては、１つのメニューの使用方法を把握すれば２つの観

測方法を使用することができるので利便性が向上する。また、２つの観測方法を切換ながら実行したい場合にも、実行プログラムの切換等をしなくても、一つのプログラム中で実行することが可能となり、操作の負担が軽減する。また、メーカ側としては、２つの類似するプログラムを統一できるので、記憶部に記憶する際の容量を低減することができる。

【０１０１】

また、設計上設定された断面を指定断面として測定する必要がある場合であっても、現場においては障害物などのために測量が困難な場合がある。本実施の形態では、指定断面として、最寄断面を利用できるようにしたので、上記のように設計上設定された断面での測量が困難場合に、最寄の断面における水平距離と鉛直距離を測定することで、近似した値として水平距離と鉛直距離を測定することが可能となる。

【０１０２】

また、設計上での中心点は、例えば２０ｍ間隔など、所定の間隔で設定されている。しかし、実際の現場では、路線が急激に曲がっている点（変化点）や、幅を変更する必要があると考えらえる箇所がある。そのような場合には、設計上に設定された断面以外にも中心杭離れ観測をおこなう必要がある。本実施の形態では、指定断面として、任意の場所で、補間断面を生成し、該補間断面上の中心点（または構成点）を参照して水平距離および鉛直距離を取得可能としたので、設計上の断面がない箇所でも必要に応じた観測を行うことが可能となる。

【０１０３】

また、本実施の形態においては、算出した水平距離および鉛直距離の値は、所定周期で被測量装置の現在位置を取得する毎に表示を更新するが、作業者の所望により、確認ボタンをタップするという簡単な動作で、算出値の表示更新を一時的に停止することを可能とした。上記構成によれば、値が動いて測定に時間がかかるといった場合に、適度な精度で、効率よく測量するのを可能とする。

【０１０４】

（測量支援方法２）

図９は、本実施の形態の測量支援装置５０を用いた中心杭離れ観測と出来形観測の実行を支援する測量支援方法の別の例の処理を示すフローチャートである。

【０１０５】

本方法では、図６のフローチャートのステップＳ０９とＳ１０，Ｓ１９とＳ２０，Ｓ２９とＳ３０の間に、図９のフローチャートに記載の処理を実行しうるものとした。指定断面を選択した例について、説明する。

【０１０６】

ステップＳ０９の終了後、ステップＳ４１で、観測画面６０の観測および確認ボタン６９がタップされると、ステップＳ４２で、測量情報表示部５５７は、現在の表示のまま固定される。

【０１０７】

次にステップＳ４３で、参照点切換ボタン６３ａまたは６３ｂがタップされることにより、参照点が切換られると、ステップＳ４４で、距離算出部５５６は、新たな参照点と、前回のステップＳ０７で取得した、被測量装置４０の位置情報から水平距離および鉛直距離を算出する。次いで、ステップＳ４５で測量情報表示部５５７が表示を更新する。

【０１０８】

次に、ステップＳ４６では、再度観測の確認を続行するか否かを判断し、観測および確認ボタン６９が再度押される等により観測確認が完了した場合には、ステップＳ０１０に移行する。

このように、観測および確認ボタン６９により、現在の位置を固定したまま参照点を切り替えて、別の参照点に関しても距離を算出することができる。上記構成によれば、同じ点について、２つ以上の構成点との水平距離および鉛直距離を算出し確認できる。

【０１０９】

（変形例）

本実施の形態の変形例として、途中機能と称し、水平距離および鉛直距離を測定する際に基準とする参照点に加えて、設計情報上の斜面からも水平距離および鉛直距離を測定可能とした例について説明する。

【０１１０】

図１０は、変形例に係る測量支援システム１００ａの構成ブロック図である。システム１００ａでは、測量支援装置５０ａの端末制御部５５ａは距離算出部５５６に代えて距離算出部５５６ａを備える。

【０１１１】

距離算出部５５６ａは、距離算出部５５６の機能に加えて、以下の機能を有する。すなわち、途中機能を選択した場合に、参照点と、被測量装置４０の位置との間の水平距離および鉛直距離を算出するのではなく、被測量装置４０の現在位置か参照点を含む設計上の平面（斜面または水平面）に対する水平距離および鉛直距離を算出する。

【０１１２】

図１１（Ａ）～（Ｆ）は、横断面図（部分）において、被測量装置４０が様々な位置にいるときの、水平距離および鉛直距離の算出の対象とする平面（斜面または水平面）を示す。図中、実線は設計情報における横断図であり、〇は構成点を示す、被測量装置４０を含む破線は、本機能により求められる水平距離d_9および鉛直距離d_{10}を示す。

【０１１３】

なお、途中機能は、観測画面６０に表示される機能アイコン６７ａ，６７ｂ，６７ｃ，・・・（図４）の一つに割り当てられて実行可能となっていてもよい。

【０１１４】

上記の構成によれば、参照点だけではなく、現在位置の斜面からの水平距離および鉛直距離を求めることができる。このようにすると、特に、測定したい構成点上に障害物などがあることにより測定ができない場合に、構成点に近い点として斜面に対する較差を計算しなければならないという状況にも対応することが可能となる。

【０１１５】

上記のように構成すれば、構成点または中心点からの水平距離および鉛直距離に加えて、被測量装置４０の位置における平面からの水平距離および鉛直距離を測定することができる。

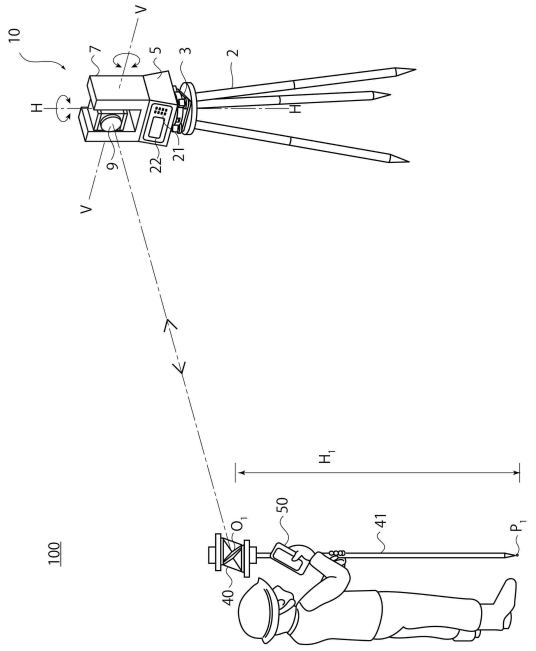
【符号の説明】

【０１１６】

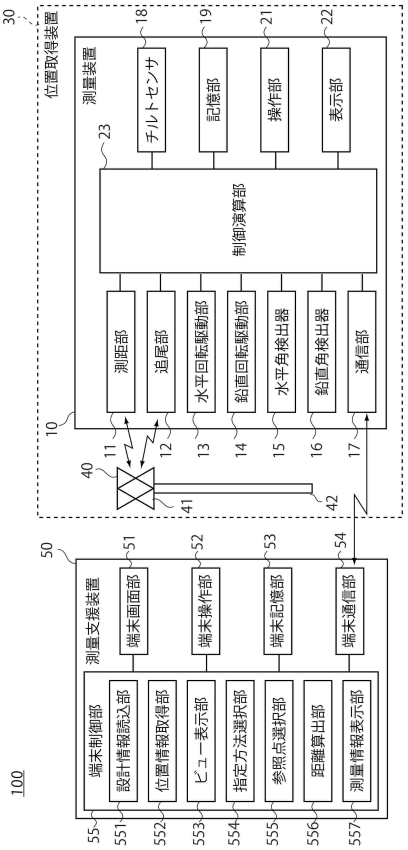
１０　：測量装置
３０　：位置取得装置
４０　：被測量装置
５０　：測量支援装置
５５　：端末制御部
６４ａ　：測量情報表示
６４ｂ　：測量情報表示
６４ｃ　：測量情報表示
６４ｄ　：測量情報表示
６４ｅ　：測量情報表示
１００　：システム
５１１　：設計情報読込部
５５１　：設計情報読込部
５５２　：位置情報取得部
５５６　：距離算出部
５５７　：測量情報表示部

【図面】

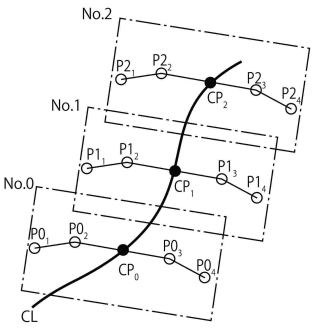
【図１】


10
V
7
5
3
2
H
H
9
22
21
V
V
100
H1
O1
50
41
P1
40

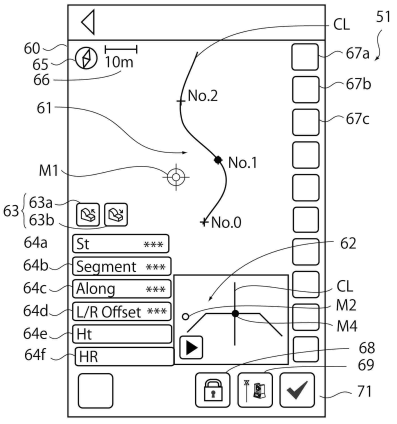
【図２】


30
位置取得装置
測量装置
18
チルトセンサ
19
記憶部
21
操作部
22
表示部
23
制御演算部
測距部
追尾部
水平回転駆動部
鉛直回転駆動部
水平角検出器
鉛直角検出器
通信部
10
11
12
13
14
15
16
17
40
41
42
50
測量支援装置
51
端末画面部
52
端末操作部
53
端末記憶部
54
端末通信部
端末制御部
設計情報読込部
位置情報取得部
ビュー表示部
指定方法選択部
参照点選択部
距離算出部
測量情報表示部
55
551
552
553
554
555
556
557
100

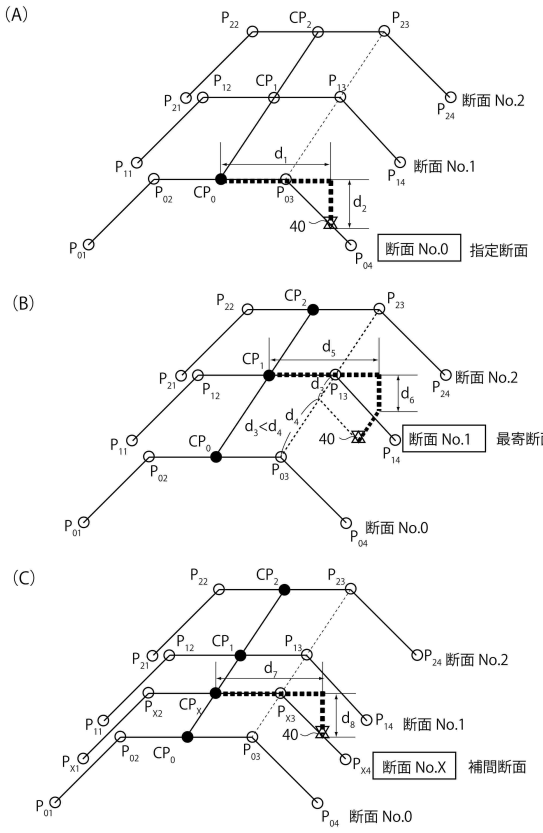
【図３】


No.2
No.1
No.0
P2
P1
P0
CP2
CP1
CP0
CL

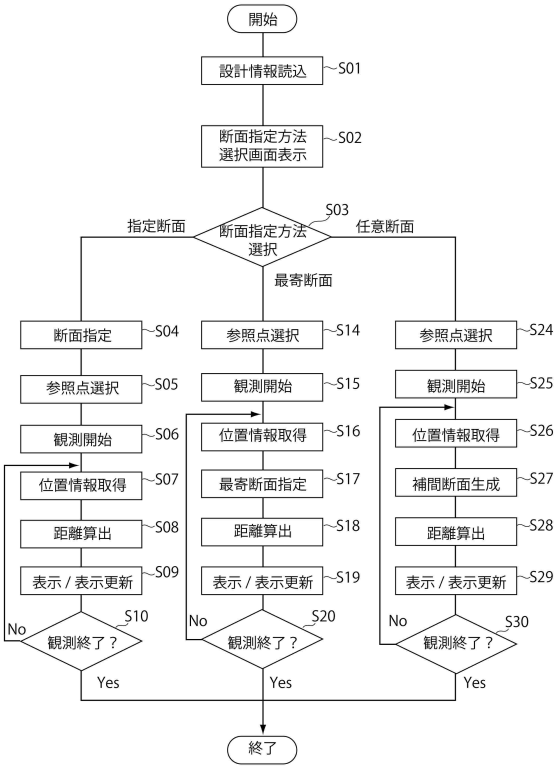
【図４】


CL
51
60
65
66
10m
67a
67b
67c
61
No.2
No.1
No.0
M1
63
63a
63b
64a
St ***
64b
Segment ***
64c
Along ***
64d
L/R Offset ***
64e
Ht
64f
HR
62
CL
M2
M4
68
69
71

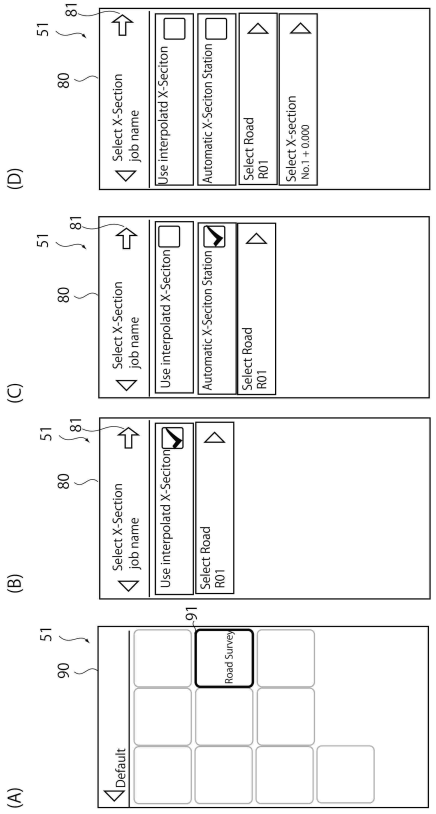
【図５】


(A)
断面 No.2
断面 No.1
断面 No.0
指定断面
(B)
断面 No.2
断面 No.1
最寄断面
断面 No.0
(C)
断面 No.2
断面 No.1
断面 No.X
補間断面
断面 No.0

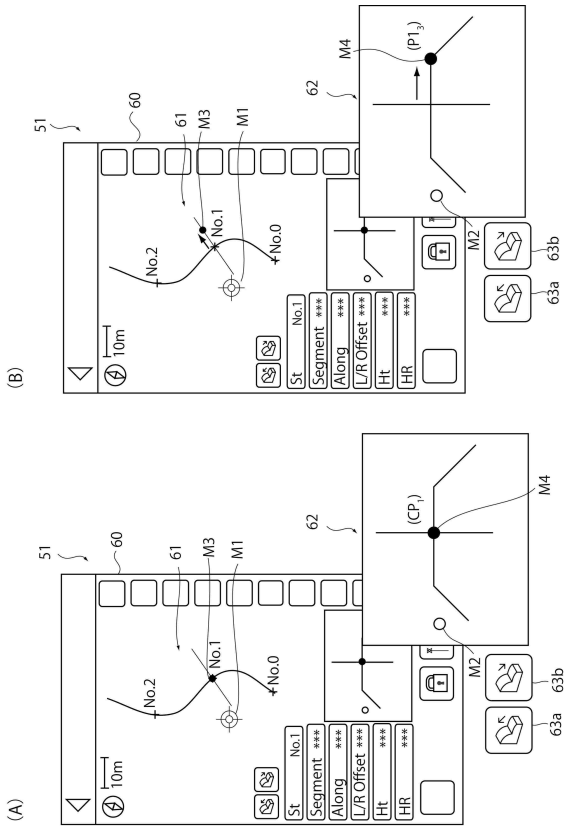
【図６】


開始
設計情報読込
S01
断面指定方法
選択画面表示
S02
断面指定方法
選択
S03
指定断面
任意断面
最寄断面
断面指定
S04
参照点選択
S05
観測開始
S06
位置情報取得
S07
距離算出
S08
表示 / 表示更新
S09
観測終了？
S10
No
Yes
参照点選択
S14
観測開始
S15
位置情報取得
S16
最寄断面指定
S17
距離算出
S18
表示 / 表示更新
S19
観測終了？
S20
No
Yes
参照点選択
S24
観測開始
S25
位置情報取得
S26
補間断面生成
S27
距離算出
S28
表示 / 表示更新
S29
観測終了？
S30
No
Yes
終了

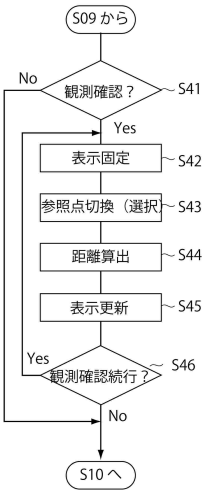
【図７】


(D)
Select X-Section job name
Use interpolatd X-Seciton
Automatic X-Seciton Station
Select Road R01
Select X-section No.1 + 0.000
(C)
Select X-Section job name
Use interpolatd X-Seciton
Automatic X-Seciton Station
Select Road R01
(B)
Select X-Section job name
Use interpolatd X-Seciton
Select Road R01
(A)
Default
Road Survey

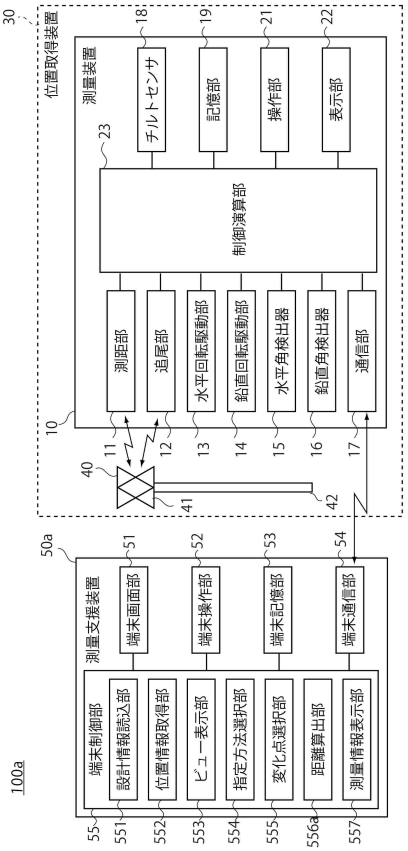
【図８】


(B)
(A)
10m
No.0
No.1
No.2
St
Segment
Along
L/R Offset
Ht
HR
M1
M2
M3
M4
63a
63b

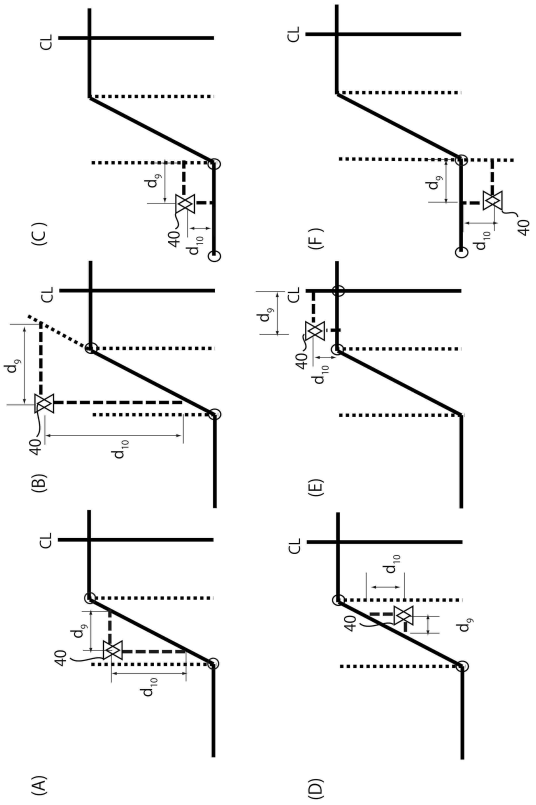
【図９】


S09 から
観測確認？
S41
No
Yes
表示固定
S42
参照点切換（選択）
S43
距離算出
S44
表示更新
S45
観測確認続行？
S46
Yes
No
S10 へ

【図１０】


30
位置取得装置
測量装置
チルトセンサ
記憶部
操作部
表示部
制御演算部
測距部
追尾部
水平回転駆動部
鉛直回転駆動部
水平角検出器
鉛直角検出器
通信部
10
40
41
42
50a
測量支援装置
端末画面部
端末操作部
端末記憶部
端末通信部
端末制御部
設計情報読込部
位置情報取得部
ビュー表示部
指定方法選択部
変化点選択部
距離算出部
測量情報表示部
100a

【図１１】


(A)
(B)
(C)
(D)
(E)
(F)
CL
40

フロントページの続き

トプコン内
(72)発明者　中村 圭佑
東京都板橋区蓮沼町７５‐１ 株式会社トプコン内
審査官　眞岩 久恵

(56)参考文献　特許第６２２４６５９（ＪＰ，Ｂ２）
特開２００６－３２０６（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－３３２３６２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０１Ｃ　１／００－１／１４
Ｇ０１Ｃ　５／００－１５／１４