

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6550358号
(P6550358)

(45) 発行日 令和1年7月24日(2019.7.24)

(24) 登録日 令和1年7月5日(2019.7.5)

(51) Int.Cl.

F 1

E02F 9/26 (2006.01)
E02F 9/20 (2006.01)E O 2 F 9/26
E O 2 F 9/20A
M

請求項の数 4 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2016-182208 (P2016-182208)
 (22) 出願日 平成28年9月16日 (2016.9.16)
 (65) 公開番号 特開2018-44415 (P2018-44415A)
 (43) 公開日 平成30年3月22日 (2018.3.22)
 審査請求日 平成30年7月5日 (2018.7.5)

(73) 特許権者 000005522
 日立建機株式会社
 東京都台東区東上野二丁目16番1号
 (74) 代理人 110001829
 特許業務法人開知国際特許事務所
 (72) 発明者 宇治 克将
 茨城県土浦市神立町650番地
 日立建機株式会社
 土浦工場内
 (72) 発明者 守田 雄一朗
 茨城県土浦市神立町650番地
 日立建機株式会社
 土浦工場内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】建設機械の施工時間予測システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

作業機幅方向に直交する平面上で動作するブーム、アーム及びバケットを有する作業機と、

前記作業機が搭載された上部旋回体と、

前記ブーム、前記アーム及び前記バケットの角度、及び基準面に対する前記上部旋回体の傾斜角をそれぞれ検出する複数の角度検出器と、

前記作業機の作業により形成される施工目標面、及び前記施工目標面に対する前記作業機の先端の位置を画面上に表示する表示装置とを有する建設機械の施工時間予測システムにおいて、

前記平面上に設定した座標系における前記施工目標面及び現在面の位置、並びに、施工対象物において前記施工目標面及び前記現在面と同等の形状の施工目標面及び現在面が前記建設機械の移動方向に続く距離である施工距離を基に作業量を算出し、前記作業量及び前記作業機の処理速度を基に前記作業量の作業の予測所要時間を算出する制御装置と、

操作者によって前記施工距離が入力される入力装置とを備え、

前記制御装置は、

前記複数の角度検出器からの信号を基に前記座標系における前記作業機の先端の位置を演算する位置演算部と、

前記作業機の先端で前記現在面の2点以上を触れた際に前記位置演算部で演算される前記現在面上の2点以上の位置から前記現在面の位置を演算する面演算部と、

前記施工目標面の位置、前記面演算部で演算された前記現在面の位置、及び、前記入力装置から入力された前記施工距離を基に前記作業量を算出する土量推定部と、

前記作業機の処理速度が記憶される施工時間測定・記憶部と、

前記土量推定部で推定された前記作業量、及び、前記施工時間測定・記憶部に記憶された前記処理速度を基に前記予測所要時間を演算する施工時間演算部とを有し、

前記表示装置は、前記施工時間演算部で算出された前記予測所要時間、または前記予測所要時間から算出される予測時刻を表示すること

を特徴とする建設機械の施工時間予測システム。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の建設機械の施工時間予測システムにおいて、

10

前記制御装置は、前記作業機による施工開始後、所定作業量の施工完了に要した時間に基づき前記処理速度を更新し、その更新後の処理速度と残りの作業量から前記予測所要時間を算出することを特徴とする建設機械の施工時間予測システム。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の建設機械の施工時間予測システムにおいて、

前記処理速度は、前記建設機械の操作者の熟練度、又は前記操作者がこれまで行った作業の作業量及び施工時間の実績値に応じた値を選択可能であることを特徴とする建設機械の施工時間予測システム。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の建設機械の施工時間予測システムにおいて、

20

前記制御装置は、前記作業機の非操作時間を加えることで前記予測所要時間を補正することを特徴とする建設機械の施工時間予測システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は建設機械の施工時間予測システムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、建設事業の調査、設計、施工、監督・検査、維持管理という建設生産の各プロセスから得られる電子情報を活用して高効率・高精度な施工を実現する情報化施工技術が注目されている。情報化施工技術では、施工で得られた電子情報を他のプロセスに活用することで、建設生産プロセス全体における生産性の向上や品質確保を図ることも目的としている。

30

【0003】

例えば特許文献 1 には、施工対象を仮想的に複数の 3 次元ブロックに区分し、その 3 次元ブロックの位置座標を基準に施工対象情報をそれぞれ対応づけて複数の情報ユニットとし、その情報ユニットに基づいて 3 次元地形情報を作成し、その 3 次元地形情報と積込機械及び運搬機械の位置情報及び稼動情報とを合成・分析してモニタ画面に表示する精密施工支援システムが開示されている。このシステムは、積込機械と運搬機械間の距離が所定の値よりも小さく、かつ運搬機械の滞留時間が所定時間よりも長い場合に、その積込機械に積み込まれた材料を特定するとともに、その材料別の採土量を算出してモニタ画面に表示している。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特許第 3687850 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

建設機械による各施工作業の完了時間の予測は施工管理上重要である。ところで、情報

50

化施工技術によれば、現況測量の地形データ、設計の平面線形・縦断線形・断面データを基に作成した3次元設計データを利用することで盛土・切土量や法面積を計測できる。盛土・切土量や法面積は作業量の目安となり、施工時間予測の礎となり得る。

【0006】

しかしながら、3次元設計データを利用した施工管理システムの導入は容易とは言い難い。例えば、現況測量の地形データや設計の平面線形・縦断線形・断面データの3次元設計データが事前に必要となるが、これらの3次元設計データを作成するにはコストと時間がかかる。また、たとえ盛土・切土量や法面積を計測することができても、建設機械による施工作業は多岐にわたり処理速度も作業ごとに異なるため、盛土・切土量や法面積だけを基に施工完了までの時間を予測することは容易ではない。

10

【0007】

本発明は、上述の事柄に基づいてなされたもので、その目的は、簡易なシステム構成で施工完了予測時間の演算が可能な建設機械の施工時間予測システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本願は上記課題を解決する手段を複数含んでいるが、その一例を挙げるならば、作業機幅方向に直交する平面上で動作するブーム、アーム及びバケットを有する作業機と、前記作業機が搭載された上部旋回体と、前記ブーム、前記アーム及び前記バケットの角度、及び基準面に対する前記上部旋回体の傾斜角をそれぞれ検出する複数の角度検出器と、前記作業機の作業により形成される施工目標面、及び前記施工目標面に対する前記作業機の先端の位置を画面上に表示する表示装置とを有する建設機械の施工時間予測システムにおいて、前記平面上に設定した座標系における前記施工目標面及び現在面の位置、並びに、施工対象物において前記施工目標面及び前記現在面と同等の形状の施工目標面及び現在面が前記建設機械の移動方向に続く距離である施工距離を基に作業量を算出し、前記作業量及び前記作業機の処理速度を基に前記作業量の作業の予測所要時間を算出する制御装置と、操作者によって前記施工距離が入力される入力装置とを備え、前記制御装置は、前記複数の角度検出器からの信号を基に前記座標系における前記作業機の先端の位置を演算する位置演算部と、前記作業機の先端で前記現在面の2点以上を触れた際に前記位置演算部で演算される前記現在面上の2点以上の位置から前記現在面の位置を演算する面演算部と、前記施工目標面の位置、前記面演算部で演算された前記現在面の位置、及び、前記入力装置から入力された前記施工距離を基に前記作業量を算出する土量推定部と、前記作業機の処理速度が記憶される施工時間測定・記憶部と、前記土量推定部で推定された前記作業量、及び、前記施工時間測定・記憶部に記憶された前記処理速度を基に前記予測所要時間を演算する施工時間演算部とを有し、前記表示装置は、前記施工時間演算部で算出された前記予測所要時間、または前記予測所要時間から算出される予測時刻を表示するものとする。

20

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、現況測量の地形データや設計の平面線形・縦断線形・断面データを基に、3次元設計データを作成することなく、盛土・切土量や施工完了予測時間を演算、表示できるようになる。

30

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の実施形態の油圧ショベルの側面図。

40

【図2】本発明の実施形態の情報コントローラの機能プロック図。

【図3】本発明の第1の実施形態による施工目標面と現在面の概略図。

【図4】本発明の第1の実施形態による施工目標面と現在面の概略図。

【図5】本発明の実施形態における処理速度更新のフローチャート。

【図6】本発明の第1の実施形態における施工完了予測時間算出・表示処理のフローチャート。

50

【図7】本発明の第2の実施の形態による施工目標面と粗掘削目標面、現在面の概略図。

【図8】本発明の第2の実施形態における施工完了予測時間算出・表示処理のフローチャート。

【図9】本発明の第3の実施形態における施工完了予測時間算出・表示処理のフローチャート。

【図10】基準座標系および設定座標系の説明図。

【図11】本発明の実施形態の情報コントローラのハードウェア構成図。

【図12】表示装置の表示画面の一例を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0011】

10

以下、本発明の実施の形態について図面を用いて説明する。本発明に係る建設機械の施工時間予測システムを油圧ショベルに適用した場合の実施形態について説明する。

【0012】

<第1実施形態>

本発明の第1の実施の形態による油圧ショベルの側面図を図1に示す。図1において、下部走行体10は、一対のクローラ11及びクローラフレーム12(図では片側のみを示す)、各クローラ11を独立して駆動制御する一対の走行用油圧モータ13(図では片側のみを示す)及びその減速機構などで構成されている。

【0013】

20

上部旋回体20は、旋回フレーム21と、旋回フレーム21上に設けられた、原動機としてのエンジン22と、旋回用油圧モータ24の駆動力により下部走行体10に対して上部旋回体20(旋回フレーム21)を旋回駆動させるための旋回機構23と、オペレーターが搭乗して操作を行うキャブ(運転室)24などで構成されている。

【0014】

30

上部旋回体20には、ブーム31と、ブーム31を駆動するためのブームシリンダ32と、ブーム31の先端部近傍に回転自在に軸支されたアーム33と、アーム33を駆動するためのアームシリンダ34と、アーム33の先端に回転可能に軸支されたバケット35と、バケット35を駆動するためのバケットシリンダ36などで構成された多関節型のフロント作業機30が搭載されている。フロント作業機30の主構成部材であるブーム31、アーム33及びバケット35は、フロント作業機30の幅方向に直交する平面上で動作する。当該平面はフロント作業機30の幅方向の中心を通過しており、当該平面上には後述するショベル基準座標系(UV座標系)及び設定座標系(xy座標系)が設定される。また当該平面をフロント作業機30の動作平面と称することもある。

【0015】

上部旋回体20の旋回フレーム21上には、走行用油圧モータ13、旋回用油圧モータ24、ブームシリンダ32、アームシリンダ34、バケットシリンダ36などの油圧アクチュエータを駆動するための油圧を発生する油圧ポンプ41、及び各アクチュエータを駆動制御するための、図示されないコントロールバルブを含む油圧システム40が搭載されている。油圧源となる油圧ポンプ41はエンジン22によって駆動される。

【0016】

40

フロント作業機30および上部旋回体20には、ショベルの姿勢(特にバケット35の爪先の位置)を検出するために、ブーム31に取り付けられブーム角 θ_B を検出するブーム角度センサ51と、アームピンに取り付けられアーム角 θ_A を検出するアーム角度センサ52と、上部旋回体20に取り付けられ基準面(例えば水平面)に対する上部旋回体20の傾斜角 θ_T を検出する車体傾斜センサ53と、バケットシリンダ36の伸縮からバケット角 θ_K を検知するためのバケットストロークセンサ54とが搭載されている。なお、各角度センサはストロークセンサに代替でき、ストロークセンサは角度センサに代替できる。そして、角度センサ又はストロークセンサに代えて傾斜角センサや慣性計測装置も利用可能である。

【0017】

50

爪先位置演算部 6 2 は角度センサ 5 1 , 5 2 、傾斜センサ 5 3 及びストロークセンサ 5 4 及び傾斜センサ 5 3 の出力に基づきショベル基準座標系における爪先位置（作業機 3 0 の姿勢）を演算する。作業機 3 0 の姿勢は図 1 0 のショベル基準座標系に基づいて定義できる。図 1 0 のショベル基準座標系は、上部旋回体 2 0 に対して固定された座標系であり、上部旋回体 2 0 に回動可能に支持されているブーム 3 1 の基底部を原点とし、上部旋回体 2 0 における鉛直方向に V 軸、水平方向に U 軸を設定した。

【 0 0 1 8 】

U 軸に対するブーム 3 1 の傾斜角をブーム角 、ブームに対するアーム 3 3 の傾斜角をアーム角 、アームに対するバケット爪先の傾斜角をバケット角 とした。水平面（基準面）に対する上部旋回体 2 0 の傾斜角を傾斜角 とした。ブーム角 はブーム角度センサ 5 1 により、アーム角 はアーム角度センサ 5 2 により、バケット角 はバケットストロークセンサ 5 4 により、傾斜角 は車体傾斜センサ 5 3 により検出される。ブーム角 は、ブーム 3 1 を最大（最高）まで上げたとき（ブームシリンダ 3 2 が上げ方向のストロークエンドのとき、つまりブームシリンダ長が最長のとき）に最大となり、ブーム 3 1 を最小（最低）まで下げたとき（ブームシリンダ 3 2 が下げ方向のストロークエンドのとき、つまりブームシリンダ長が最短のとき）に最小となる。アーム角 は、アームシリンダ長が最短のときに最小となり、アームシリンダ長が最長のときに最大となる。バケット角 は、バケットシリンダ長が最短のとき（図 1 0 のとき）に最小となり、バケットシリンダ長が最長のときに最大となる。

【 0 0 1 9 】

本実施形態では、上記のショベル基準座標系の他に、設定座標系を利用する。設定座標系は、ショベル基準座標系と同様に油圧ショベル（上部旋回体 2 0 ）に対して固定された座標系であり、後述の操作スイッチを含む入力装置 6 9 を押した際のバケット 3 5 の爪先位置（基準点）を原点としている。設定座標系は、上部旋回体 2 0 における鉛直方向に y 軸、水平方向に x 軸を設定している。ショベル基準座標系上の任意の座標は設定座標系上の座標に変換可能であり、逆も可能である。

【 0 0 2 0 】

キャブ内には、操作レバー（操作装置）7 0 、ゲートロックレバー 7 1 、入力装置 6 9 、表示装置 6 7 、通信装置 6 8 、及び情報コントローラ 6 0 （いずれも図 2 参照）が搭載されている。

【 0 0 2 1 】

操作レバー 7 0 は、走行用油圧モータ 1 3 、旋回用油圧モータ 2 4 、ブームシリンダ 3 2 、アームシリンダ 3 4 、バケットシリンダ 3 6 をそれぞれ操作するためのものであり、操作量および操作方向に応じた操作信号を出力する。ロックレバー（ゲートロックレバーとも称する）7 1 は、キャブの搭乗口に設置されており、乗降時にレバー 7 1 を立てるとき操作レバー 7 0 により出力される操作信号が遮断され、レバー 7 2 を倒すと操作信号が出力されるように構成されている。

【 0 0 2 2 】

入力装置 6 9 は、操作スイッチ、テンキー又はタッチパネル等であり、これによりオペレータからの情報コントローラ 6 0 への各種情報の入力が可能になっている。通信装置 6 8 は、外部のコンピュータと情報の授受を行うための装置であり、例えば無線通信装置がこれに該当する。

【 0 0 2 3 】

表示装置 6 7 は、油圧ショベル及び作業に関する各種情報が表示される例えば液晶モニタである。例えば、表示装置 6 7 には、面演算部 6 3 で演算された施工目標面の位置と、爪先位置演算部 6 2 で演算されたバケット 3 5 の位置を基に、図 1 2 に示すような、施工目標面と、施工目標面に対するバケット先端の位置が表示される。この表示によりオペレータは掘削対象物（施工対象物）が施工目標面通りに施工されているかどうかを把握することができる。

【 0 0 2 4 】

10

20

30

40

50

次に情報コントローラ 6 0について説明する。図 1 1 に、図 1 の油圧ショベルに搭載されたコンピュータ（マイコン）である情報コントローラ 6 0 のハードウェア構成を示す。情報コントローラ 6 0 は、入力部 8 1 と、プロセッサである中央処理装置（C P U）8 2 と、記憶装置であるリードオンリーメモリ（R O M）8 3 及びランダムアクセスメモリ（R A M）8 4 と、出力部 8 5 とを有している。入力部 8 1 は、角度センサ 5 1, 5 2 及び傾斜センサ 5 3 及びストロークセンサ 5 4 からの信号、入力装置 6 9 からの信号、並びに操作レバー 7 0 及びロックレバー 7 1 からの信号、を入力し、A / D 変換を行う。R O M 8 3 は、後述する各フローチャートを実行するための制御プログラムと、当該各フローチャートの実行に必要な各種情報等が記憶された記録媒体であり、C P U 8 2 は、R O M 8 3 に記憶された制御プログラムに従って入力部 8 1 及びメモリ 8 3, 8 4 から取り入れた信号に対して所定の演算処理を行う。出力部 8 5 は、C P U 8 2 での演算結果に応じた出力用の信号を作成し、その信号を液晶モニタ等の表示装置 6 7 や通信装置 6 8 に出力することで、油圧アクチュエータを駆動・制御したり、自車（図 1 の油圧ショベル）、バケット 3 5 及び施工目標面等の画像を表示装置 6 7 の画面上に表示させたりする。なお、図 1 1 の情報コントローラ 6 0 は、記憶装置としてR O M 8 3 及びR A M 8 4 という半導体メモリを備えているが、記憶装置であれば特に代替可能であり、例えばハードディスクドライブ等の磁気記憶装置を備えてても良い。10

【 0 0 2 5 】

図 2 に情報コントローラ 6 0 の機能ブロック図を示す。情報コントローラ 6 0 は、設定情報入力部 6 1 と、爪先位置演算部 6 2 と、面演算部 6 3 と、土量推定部 6 4 と、施工時間測定・記憶部 6 5 と、施工時間演算部 6 6 とを備えている。各部 6 1 - 6 6 はR O M 8 3 に記憶されるプログラムでソフトウェア的に構成しても良いし、情報コントローラ 6 0 に含まれる回路でハードウェア的に構成しても良い。20

【 0 0 2 6 】

設定情報入力部 6 1 は、入力装置 6 9 からの信号を基に、基準点の位置（設定座標系の原点の位置）、設定座標系の y 軸方向における基準点から施工目標面までの距離（以下では「基準点からの深さ D」又は「深さ D」と称することがある）、y 軸に対する施工目標面の角度、施工距離 L（施工対象物において同等の施工目標面と現在面が続く距離）といった作業量の算出に必要な各種設定情報を、それぞれの情報を必要とする部分に送信する役割を持つ。30

【 0 0 2 7 】

図 3 に施工目標面、現在面、基準点 O、施工目標面、施工目標面の深さ D 及び角度 を示す。図 3 においてハッチングを付した部分が設定座標系（x y 平面）による掘削対象物の断面であり、現在面上の第 1 点 P 1 及び第 2 点 P 2 と、基準点 O と、施工目標面の断面上の点 P t は当該断面上に存在する。施工目標面は、フロント作業機 3 0 の掘削作業により形成される施工後の地表面のことを示し、現在面は、掘削作業前（施工前）の地表面のことを示す。

【 0 0 2 8 】

爪先位置演算部 6 2 はバケット 3 5 の爪先位置を演算する。爪先位置演算部 6 2 には、フロント作業機 3 0 および上部旋回体 2 0 に搭載された各種角度センサ 5 1, 5 2、バケットストロークセンサ 5 4、車体傾斜センサ 5 3 からの信号と、設定情報入力部 6 1 からの爪先位置決定信号が入力され、それらを基にバケット 3 5 の爪先位置が演算される。40

【 0 0 2 9 】

面演算部 6 3 は、設定座標系における施工目標面及び現在面の位置を演算する。施工目標面の位置は、基準点 O の位置と、設定情報入力部 6 1 から入力される施工目標面の深さ D 及び角度 とから演算可能である。現在面の位置は、現在面上の 2 点以上（図 3 の例では 2 点 P 1, P 2）の位置から演算可能である。本実施形態では、現在面上の 2 点以上をバケット 3 5 の爪先で触れ、その時の爪先位置を通過する直線から演算している。

【 0 0 3 0 】

土量推定部 6 4 は作業量を演算する。面演算部 6 3 で演算された施工目標面及び現在面50

の位置情報と、設定情報入力部 6 1 からの施工距離 L の情報が土量推定部 6 4 に入力され、これらを基に施工対象物の推定体積（推定土量）を演算し、その体積を作業量とする。

【 0 0 3 1 】

施工時間測定・記憶部 6 5 には、フロント作業機 3 0 による作業の処理速度（作業処理速度）が記憶されている。作業処理速度とは、フロント作業機 3 0 で行うことができる作業についての所定作業量（土量）あたりの所要時間のことである。例えば後述の説明では単位土量あたりの掘削時間を作業処理速度としている。

【 0 0 3 2 】

施工時間演算部 6 6 は、土量推定部 6 4 で算出された作業量に係る作業の予測所要時間（「施工完了予測時間」と称することもある）を演算する。土量推定部 6 4 で推定された土量と、施工時間測定・記憶部 6 5 に記憶されたフロント作業機 3 0 による作業処理速度が施工時間演算部 6 6 に入力され、これらを基に施工完了予測時間を演算する。施工完了予測時間は、例えば、土量推定部 6 4 の作業量（推定土量）に作業処理速度を乗じた値とすることができます。

10

【 0 0 3 3 】

施工完了予測時間の演算には、フロント作業機 3 0 の操作や旋回、走行を行うための操作レバー 7 0 の信号と、操作レバー 7 0 の信号の ON / OFF を切り替え制御するロックレバー 7 1 の信号の少なくとも一方から演算されるフロント作業機 3 0 の非操作時間を利用しても良い。非操作時間は、操作レバー 7 0 から信号の出力が無い時間の累積値、または、操作レバー 7 0 の信号を OFF にする切り替え位置（ロック位置）にロックレバー 7 1 が在る時間の累積値から算出可能である。施工完了予測時間に非操作時間を加えて施工完了予測時間を補正することで、施工完了予測時間の精度を向上できる。

20

【 0 0 3 4 】

以上で述べた設定情報や演算結果は、表示装置（例えばキャブ内のモニタ）6 7 に表示される。また、通信装置 6 8 を通じて施工管理などを行う管理システムに送信される。

【 0 0 3 5 】

具体的には、表示装置 6 7 には、施工時間演算部 6 6 で演算された予測所要時間（施工完了までにかかる予測時間）、または、その予測所要時間から算出される予測時刻（施工完了に至る予測時刻）が、予測時間情報として表示される。

30

【 0 0 3 6 】

これにより、作業現場で稼働する各車体から送信された施工完了予測時間を基に、工期の見積もりや施工進捗の管理などを行うことが可能となる。

【 0 0 3 7 】

本実施形態の施工時間予測システムにおいて施工完了予測時間を表示する手順として、1. 作業量の定義、2. 作業の処理速度、3. 施工完了予測時間の算出・表示の3つの手順が必要となる。以下、それぞれの手順について説明する。

【 0 0 3 8 】

（ 1 - 1 ）作業量の定義

ここでの作業量とは、掘削する土量を指し、以下、掘削する土量の推定方法について説明する。バケット 3 5 の爪先位置は基準点 O からの相対位置として演算され、基準点 O を原点とし、ショベルの水平面前後方向を x 軸、垂直面上下方向を y 軸とする、x y 平面（設定座標系）上の点として演算される。

40

【 0 0 3 9 】

操作者は、まず基準点 O となる位置にバケット 3 5 の爪先を合わせ、入力装置 6 9 で設定信号を入力することで基準点 O を設定する。これによりショベルに設定座標系が設定される。

【 0 0 4 0 】

また操作者は施工目標面を設定する。施工目標面は、入力装置 6 9 から設定情報入力部 6 1 に入力される基準点 O からの深さ D と、施工目標面の角度 θ を入力した面演算部 6 3 により決定される。

50

【 0 0 4 1 】

また操作者は現在面を決定する。現在面は、施工前の地表にバケット35の爪先を合わせ、設定座標系での2点以上の地表の点座標取得することで、決定することができる。例えば図3に示すような地形の法面施工の場合、現在面はほぼ平らであることから、第1点P1と第2点P2の2点の位置を取得することで現在面を決定することができる。また、例えば図4に示すような地形の法面施工の場合、第1点P1と第2点P2に加え、最も出っ張った部分である第3点P3の3点の位置を取得することで、現在面を決定することができる。言うまでもなく現在面は4点以上でも定義可能である。施工目標面と現在面は、基準点を原点とするx y平面における1次式で表され、現在面は取得した点数が2点の場合は単一、3点以上の場合は複数の1次式で表される。

10

【 0 0 4 2 】

また操作者は施工距離Lを決定する。施工距離Lは、施工対象物において、先に決定した施工目標面及び現在面と同等の形状の施工目標面及び現在面が続く距離のことである。施工距離Lは、同等の形状の施工対象物の幅とも称することができる。施工距離Lは、操作者が入力装置69を介して設定情報入力部61に入力することで決定できる。この場合、施工対象物の断面形状が「同等」か否かの判断を含め、施工距離Lは人が決定することになる。

【 0 0 4 3 】

土量推定部64では、これらの施工目標面及び現在面の情報と、施工距離Lとから、土量を推定する。土量は現在面と施工目標面の差の積分値と、施工距離Lを掛け合わせることで算出することができる。積分は第1点と第2点のxの値、現在面が複数ある場合は隣り合う現在面と現在面の交点、施工目標面と第1点の高さの交点、施工目標面と第2点の高さの交点、施工目標面と現在面の交点をそれぞれ求め、第1点と第2点のxの値の範囲においてxの値を昇順または降順に並べ、それぞれの範囲で行う。積分の始点と終点をそれぞれ関係する面の式に代入し、少なくとも一方のyの値が大きい式から小さい式を引いて積分を行う。算出した積分値の合計がx y平面（設定座標系）上で施工する土量の面積を表し、これと施工距離を掛け合わせることで土量（作業量）を算出できる。

20

【 0 0 4 4 】

以下では、下部走行体10によって、施工距離Lを規定する直線と平行に移動しながら施工対象物の施工を行うことを想定する。そして、上部旋回体20と下部走行体10を静止した状態で、フロント作業機30が動作可能な面（動作平面）を単位面と称することがある。土量推定部64で算出したx y平面（設定座標系）上で施工する土量の面積に、バケット35の幅を掛け合わせることで、単位面あたりの土量を算出することができる。また、単位面あたりの掘削時間を単位面あたりの土量で除することで作業処理速度を算出できる。

30

【 0 0 4 5 】**(1 - 2) 作業処理速度**

本実施形態では、施工時間測定・記憶部65において、単位面あたりの掘削時間（作業の予測所要時間）を基に作業処理速度を計算する。単位面あたりの掘削時間の測定は、土量推定部64による土量の算出完了後の単位面の掘削の開始時に、まず、掘削開始のトリガを入力し、掘削時間の測定を開始する。その後、単位面の掘削が完了した時点で掘削終了のトリガを入力し、掘削時間の測定を終了する。測定した掘削時間と単位面あたりの土量から、単位土量あたりの掘削時間、つまり作業の処理速度を算出することができる。

40

【 0 0 4 6 】

掘削作業開始・終了のトリガは、例えば入力装置69からの入力とすると良い。また、掘削作業を開始すると油圧シリンダ（例えばアームシリンダ34）のシリンダ圧力が上昇することから、シリンダ圧力が所定値以上になったことを掘削作業開始のトリガとしても良い。或る単位面の掘削作業が完了すると少し走行して位置調整を行った後に他の単位面で掘削作業を再開することから、操作レバー70を介した走行操作の入力を掘削作業終了のトリガとしても良い。さらに、同様の作業現場における作業を実施したことがある場合

50

には、作業現場・作業内容ごとに作業の処理速度を施工時間測定・記憶部65に記憶しておき、作業現場・作業内容に合わせて選択することで、作業の処理速度測定を省略することができるようにも良い。

【0047】

また、設定した施工距離 L とショベルの移動距離から作業の進捗状況を推定しても良い。ここで、ショベルの移動距離はGPSを含むGNSS(Global Navigation Satellite System:全地球航法衛星システム)から得られるショベル位置の変化を基に測定しても良いし、作業開始から走行操作により移動した距離を推定して求めてても良い。

【0048】

情報コントローラ60は、フロント作業機30による施工開始後、所定作業量の施工完了に要した時間(所定作業量の予測所要時間)を基に作業処理速度を更新し、その更新後の作業処理速度と残りの作業量から予測所要時間を再度算出することができる。これにより作業進捗とともに予測所要時間の予測精度を向上できる。

【0049】

例えば、上記のように推定した作業の進捗状況と、作業開始からの経過時間を基に、作業中に随時、作業処理速度を更新し、より正確な処理速度を演算することができる。また、操作者若しくは情報コントローラ60の判断または外部からの指令を基に再度単位面あたりの掘削時間を或る掘削対象物の掘削作業中に計算し直すことで、作業の処理速度を更新するようにしても良い。ここで、施工時間測定・記憶部65による作業の処理速度の更新の一例について、図5のフローチャートを用いて説明する。

【0050】

図5では、まずステップ1で、施工時間測定・記憶部65は、或る単位面の掘削作業が開始されたか否かについて掘削作業開始のトリガを基に判定する。当該判定は入力装置69からの操作者の入力によるものでも良いし、シリンダの圧力が一定の圧力以上になったことにより判定しても良い。単位面の掘削作業が開始したと判定されると(ステップ1でYesの場合)、ステップ2に進み、時間測定を開始する。

【0051】

ステップ3で、操作レバー70の入力なし、またはロックレバー71がロック位置に在るか否かを判定する。操作レバー70の入力なし、またはロックレバー71がロック位置に在ると判定されると(ステップ3でYesの場合)、ステップ4に進み、時間測定を中断する。操作レバー70の入力あり、かつロックレバー71が解除位置(操作レバー70の信号をONにする切り替え位置)に在ると判定されると(ステップ3でNoの場合)、ステップ5に進み、時間測定が継続又は再開される。ステップ5の時点で時間測定が中断されていない場合は、そのまま測定を継続することとする。

【0052】

ステップ6では、当該或る単位面の掘削作業が終了したか否かを掘削作業終了のトリガを基に判定する。当該判定は入力装置69からの入力によるものでも良いし、走行操作が入力されたことにより判定しても良い。掘削作業終了と判定されると(ステップ6でYesの場合)、ステップ7で時間測定を終了する。ステップ8では、ステップ7の測定時間と単位面の作業量を基に処理速度を算出し、ステップ9で処理速度を更新してこのフローチャートを終了する。

【0053】

一方、ステップ6で掘削作業継続と判定されると(ステップ6でNoの場合)、時間測定を継続し、ステップ3に戻る。

【0054】

このように、掘削作業終了まで時間測定が継続される。以上のようにして、実際に掘削作業をしながら掘削時間を測定し、結果を反映することで、より正確な処理速度を算出することができる。処理速度が更新された場合には、その更新後の処理速度と残りの作業量とを基に施工完了予測時間を再計算して、表示装置67上の予測時間情報を更新する。な

お、残りの作業量は、例えば、前述の作業の進捗状況から把握できる。すなわち、施工距離 L からショベルの移動距離を減じた値が施工距離 L の何割に当たるかを算出し、これを全体の作業量に乘じれば残り作業量の把握が可能である。

【 0 0 5 5 】

(1 - 3) 施工完了予測時間の算出・表示

施工完了予測時間は、推定土量と単位土量あたりの掘削時間を掛け合わせることで算出することができる。施工完了予測時間は、表示装置 6 7 に表示される予測時間情報の算出に利用される。予測時間情報としては、施工完了までにかかる予測時間を表示しても良いし、現在時刻に施工完了までの予測時間を加えた施工完了予測時刻を表示しても良い。

【 0 0 5 6 】

予測時間情報を表示する場合、予め設定した休憩時間を加味して演算された時間・時刻を表示するようにしても良い。施工完了予測時間は、設定完了後又は作業開始時からカウントダウンを開始するが、作業が行われていない場合にはカウントダウンを停止する。具体的には、操作レバー 7 0 が操作されていない時間、またはロックレバー 7 1 がロック位置にある場合は作業が行われていないと判断され、カウントダウンを停止する。施工完了予測時刻を表示する設定とした場合には、作業が行われていない時間を、施工完了予測時刻に加えることで、同様の結果が得られる。

【 0 0 5 7 】

次に本発明の第 1 の実施形態において表示装置 6 7 に施工完了予測時間（予測時間情報）が表示されるまでの一連の処理について説明する。情報コントローラ 6 0 は、図 6 に示すフローチャートに沿って各部で処理を実行し、表示装置 6 7 に施工完了予測時間（予測時間情報）を表示する。

20

【 0 0 5 8 】

まずステップ 1 0 で施工完了時間予測のシーケンスを開始する入力の有無を判定する。施工完了時間予測シーケンスを開始する入力のない場合（ステップ 1 0 で N o の場合）は、何もせず終了となる。施工完了時間予測シーケンスを開始する入力がある場合（ステップ 1 0 で Y e s の場合）は、ステップ 1 1 以降に進む。

【 0 0 5 9 】

ステップ 1 1 では基準点 O を設定する。具体的には、バケット 3 5 の爪先を基準点 O に移動させ、基準点 O を決定する入力を操作者に要求する画面を表示装置 6 7 に表示する。操作者により基準点 O が設定されたらステップ 1 2 に進む。

30

【 0 0 6 0 】

ステップ 1 2 、 1 3 では施工目標面を決定する。具体的には、深さ D 及び角度 θ の入力を操作者に要求する画面を表示装置 6 7 に表示する。操作者により施工目標面が決定されたらステップ 1 4 に進む。

【 0 0 6 1 】

ステップ 1 4 ~ 1 7 では現在面を決定する。まず、ステップ 1 4 , 1 5 では、現在面上の第 1 点 P 1 と第 2 点 P 2 を決定する入力を操作者に要求する画面を表示装置 6 7 に表示し、2 点 P 1 , P 2 が決定されたらステップ 1 6 に進む。ステップ 1 6 では、第 3 点 P 3 以降の点を決定する入力の有無を操作者に要求する画面を表示装置 6 7 に表示する。第 3 点 P 3 以降の点の入力の必要が無い場合にはステップ 1 8 に進む。一方、第 3 点 P 3 以降の点を決定する入力が必要な場合には所望の数だけ決定した後にステップ 1 8 に進む。

40

【 0 0 6 2 】

ステップ 1 8 では施工距離 L を決定する。具体的には、施工距離 L の入力を操作者に要求する画面を表示装置 6 7 に表示し、操作者により施工距離 L が決定されたらステップ 1 9 に進む。

【 0 0 6 3 】

ステップ 1 9 では、後述のステップ 2 3 で予測時間情報（施工完了予測時間）を算出・表示する際に考慮されるオプション項目を設定する入力を操作者に要求する画面を表示装置 6 7 に表示する。オプション項目としては、例えば、施工完了までにかかる予測時間と

50

、施工完了予測時刻のどちらを予測時間情報として表示装置 6 7 に表示するかという項目がある。また、操作レバー 7 0 及びロックレバー 7 1 の信号を基に非操作時間（休憩時間）を考慮して予測時間情報を表示するか否かという項目がある。オプション項目の設定が完了したらステップ 2 0 に進む。なお、オプション項目の設定の有無は任意であり、設定無しでステップ 2 0 に進むこともできる。この場合にはオプション項目は施工完了予測時間に反映されない。

【 0 0 6 4 】

ステップ 2 0 では、施工時間測定・記憶部 6 5 に記憶されている複数の作業処理速度の中からステップ 2 3 の施工完了予測時間の演算に利用するものを 1 つ選択するように操作者に要求する画面を表示装置 6 7 に表示する。記憶されている処理速度としては、例えば建設機械の操作者の熟練度ごとの処理速度、操作者がこれまで行った作業の作業量及び施工時間の実績値ごとの処理速度、作業場所・作業内容ごとの処理速度などがある。操作者ごと、作業場所・作業内容ごとに処理速度が異なるが、このように操作者ごと、作業場所・作業内容ごとに処理速度を変更可能に構成すると、より正確に施工完了予測時間を演算できる。

【 0 0 6 5 】

さらにステップ 2 0 では、施工時間測定・記憶部 6 5 に記憶された処理速度を選択したか否かを判定する処理を実行する。ここで選択したと判定された場合（ステップ 2 0 で Yes の場合）はステップ 2 3 に進み、選択しなかったと判定された場合（ステップ 2 0 で No の場合）は処理速度を測定するためにステップ 2 1 に進む。

【 0 0 6 6 】

ステップ 2 1 , 2 2 では処理速度を測定して設定する。ステップ 2 1 では、掘削作業開始のトリガの入力を操作者に要求する画面を表示装置 6 7 に表示する。操作者が掘削作業開始のトリガを入力すると処理速度の測定処理が開始され、掘削作業終了のトリガの入力を操作者に要求する画面を表示装置 6 7 に表示する（ステップ 2 2）。ここでは図 5 と同様に単位面の作業完了に要した時間を測定して処理速度を求める。作業時間の測定は、ステップ 2 1 の掘削作業開始のトリガで開始され、ステップ 2 2 の掘削作業終了のトリガで終了する。掘削作業終了のトリガが入力されたら、測定時間と単位面あたりの作業量を基に処理速度を算出し、当該処理速度を施工完了予測時間の演算に使用することを設定してステップ 2 3 に進む。なお、ステップ 2 1 , 2 2 での処理速度の算出処理の具体的な内容は、図 5 のステップ 2 - 8 と同じなのでここでは説明は省略する。また、ステップ 2 1 , 2 2 のトリガには既述のものが利用可能である。操作レバー 7 0 の操作を掘削開始・終了のトリガとする場合は、画面表示は不要となる。

【 0 0 6 7 】

ステップ 2 3 では、土量（作業量）の演算が行われ、その土量と、S 2 0 又は S 2 1 , 2 2 で設定した処理速度とを基に施工完了予測時間が演算される。そして、当該施工完了予測時間に基づいて演算された予測時間情報を表示装置 6 7 に表示する。

【 0 0 6 8 】

図 1 2 に表示装置 6 7 の表示画面の一例を示す。図 1 2 の表示画面は施工目標面表示部 7 8 と、予測時間情報表示部 7 9 を備えている。予測時間情報表示部 7 9 には、予測時間情報として施工完了予測時間が表示されている。施工目標面表示部 7 8 には、バケット 3 5 と施工目標面の位置関係の他に、施工目標面および施工距離が表示されている。なお、現在面の形状情報が入手可能な場合には、施工目標面表示部 7 8 に現在面を表示しても良い。

【 0 0 6 9 】

以上のステップ毎に表示された画面を基に、操作者はフロント作業機 3 0 の操作や値の入力を行う。その結果として、ステップ 2 3 で予測時間情報が表示される。以上で述べた設定情報の入力は、表示装置 6 7 内に設けたアイコンなどで選択するようにしても良いし、別途キャブ内のコンソールにスイッチやテンキー、ダイヤルを設け、それらを操作することで入力するようにしても良い。

10

20

30

40

50

【0070】

以上のように、第1の実施形態では、作業機幅方向（フロント作業機30の幅方向）に直交する動作平面上で動作する多関節型のフロント作業機30と、施工目標面及びバケット35の位置を画面上に表示する表示装置67とを有する建設機械の施工時間予測システムにおいて、動作平面上に設定した設定座標系における施工目標面及び現在面の位置、並びに、施工対象物において施工目標面及び現在面と同等の形状の施工目標面及び現在面が続く施工距離Lを基に作業量を算出し、当該作業量及び処理速度を基に作業の予測所要時間を算出する情報コントローラ60を備え、表示装置67は、情報コントローラ60（施工時間演算部）で算出された予測所要時間（施工完了予測時間）、または当該予測所要時間から算出される予測時刻を表示することとした。

10

【0071】

上記のシステムによれば、設定座標系上に施工目標面及び現在面を定義し、施工距離Lを入力すれば、施工対象の体積（施工対象が盛土・切土の場合にはその土量）が算出・表示できる。さらに、処理速度を設定すれば、当該施工対象の体積と当該処理速度を基に、施工対象物の施工完了に必要な時間（予測所要時間）を容易に算出・表示できる。これにより、現況測量の地形データや設計の平面線形・縦断線形・断面データを基に3次元設計データを作成することなく、作業現場の建設機械単独で、盛土・切土量や施工完了予測時間を容易に演算・表示できる。

【0072】

特に上記の例では、ショベルに固定された座標系（設定座標系）に対してバケット35の爪先位置を基に施工目標面と現在面を設定できるので、3次元設計データを作成する必要がなく、容易に掘削土量の推定が可能である。

20

【0073】

また、上記のシステムでは、情報コントローラ60は、フロント作業機30による施工開始後、所定作業量（例えば、単位面あたりの作業量）の施工完了に要した時間を基に処理速度を更新し、その更新後の処理速度と残りの作業量から予測所要時間を算出するよう構成され得る。特に油圧ショベルによる掘削作業では単位面ごとの作業が繰り返されるため、単位面ごとの処理速度の更新が容易であるとともに、単位面ごとに同じ作業が繰り返されるために操作者が作業に慣れ易く処理速度が向上し易い。そこで、単位面当たりの作業量の施工完了に要した時間を基に処理速度を更新すれば、予測所要時間の精度を容易に向上できる。

30

【0074】

<第2実施形態>

次に、本発明の第2の実施の形態について説明する。第1の実施の形態の構成と同様とし、以下、異なる部分を説明する。

(2-1) 作業量の定義

第2の実施の形態では2つの作業量を定義する。具体的には、粗掘削土量と、仕上げ掘削土量を定義する。これは、目標面から遠い位置の掘削（粗掘削）の速度と、目標面付近の掘削（仕上げ掘削）の速度が作業内容の性質上異なるためである。施工目標面と現在面の設定方法は第1の実施の形態と同様である。

40

【0075】

ここで図7に示すように、施工目標面から所定の高さ、例えば20cmの位置に粗掘削目標面を設定する。粗掘削目標面は、粗掘削作業と仕上げ掘削作業の境界であり、操作者ごとに異なり得る。現在面と粗掘削目標面の差の積分値の合計がxy平面上の施工する粗掘削土量の面積を表し、これと施工距離を掛け合わせることで粗掘削土量を算出できる。また、粗掘削目標面と施工目標面の差の積分値の合計が、xy平面上の施工する仕上げ掘削土量の面積を表し、これと施工距離を掛け合わせることで仕上げ掘削土量を算出できる。

【0076】

なお、粗掘削目標面は、施工目標面から一定の高さ、例えば20cmと予め決めておく

50

ため、仕上げ掘削土量の算出を簡易化しても良い。つまり、施工目標面の長さに、施工目標面からの高さ、ここでは20cmを掛け合わせることで、仕上げ掘削土量の面積を簡単に算出でき、これと施工距離を掛け合わせることで仕上げ掘削土量を算出することができる。この様にして仕上げ掘削土量を算出する場合は、粗掘削土量は現在面と施工目標面から算出される土量全体から、仕上げ掘削土量を差し引くことで算出される。

【0077】

(2-2) 作業の処理速度

本実施形態では、上記の作業量の定義に適合させるために、粗掘削の処理速度（粗掘削土量当たりの粗掘削時間）と、仕上げ掘削の処理速度（仕上げ土量当たりの仕上げ掘削時間）とが施工時間測定・記憶部65に記憶されている。粗掘削処理速度は、一連の粗掘削動作（粗掘削開始から放土を経由して次の粗掘削開始まで一連の動作）にかかる時間の平均値と、バケット35に積載される土量の平均値とから算出できる。仕上げ掘削処理速度は、同様に、一連の仕上げ掘削動作にかかる時間の平均値と、バケット35に積載される土量の平均値とから算出できる。バケット35に積載される土量はバケット35の種類によって容量が異なるため、バケット35を変更した場合は、バケット35の種類に応じて積載土量の設定値を変更することが好ましい。これらの掘削時間は、標準的な操作者の値を記憶させておいても良いし、操作者の経験年数や実力といった熟練度ごとに設定値を設け、選択できるようにしても良い。また、それぞれ作業中の一連の動作の時間を測定し、その平均値を反映するようにしても良い。これにより、より正確な作業の処理速度を演算することができる。このように第2の実施の形態では、単位面あたりの掘削時間の測定を実施することなく、作業の処理速度を設定することができる。

10

20

【0078】

(2-3) 施工完了予測時間の算出・表示

施工完了予測時間の算出・表示方法は、本発明の第1の実施形態と同様とする。

【0079】

次に本発明の第2の実施形態において表示装置67に施工完了予測時間（予測時間情報）が表示されるまでの一連の処理について説明する。情報コントローラ60は、図8に示すフローチャートに沿って各部で処理を実行し、表示装置67に施工完了予測時間（予測時間情報）を表示する。以下、第1の実施の形態と異なる部分について説明する。

30

【0080】

施工目標面を決定する処理（ステップ12, 13）に後続するステップ24では、粗掘削面を決定するため、粗掘削面高さの入力を操作者に要求する画面を表示装置67に表示する。操作者により粗掘削面が決定されたら、ステップ14に進む。

【0081】

ステップ25では、施工時間測定・記憶部65に記憶されている複数の作業処理速度の中からステップ23の施工完了予測時間の演算に利用するものを1つ選択するよう操作者に要求する画面を表示装置67に表示する。操作者により作業処理速度が選択されたら、第1実施形態と同様に、ステップ23で予測時間情報（施工完了予測時間）を算出・表示する際に考慮されるオプション項目を設定する入力を操作者に要求する画面を表示装置67に表示する。オプション項目の設定が完了したらステップ23に進む。なお、オプション項目の設定の有無は任意であり、その場合にはオプション項目は施工完了予測時間に反映されない。

40

【0082】

以上のように、第2の実施形態では、容易に粗掘削土量と仕上げ掘削土量が推定され、土量当たりの粗掘削時間と土量当たりの仕上げ掘削時間を設定することで施工完了予測時間を演算し、表示装置67に表示させることが可能となる。これにより、作業現場の建設機械単独で、盛土・切土量や施工完了予測時間を演算、表示できるようになる。

【0083】

ところで、粗掘削作業と仕上げ作業では処理速度が異なり、また両処理速度は操作者によっても異なる。例えば、操作者によっては、粗掘削作業は平均より速いが、仕上げ作業

50

は平均より遅い場合もある。さらに、粗掘削目標面の深さも操作者によって異なる場合が少なくない。そのため第1実施形態の単位面での処理速度だけでは正確な作業進捗の把握が難しい場合がある。しかし、本実施形態のように粗掘削作業と仕上げ作業で異なる処理速度を利用して施工完了予測時間を演算すれば、正確な作業進捗の把握が可能になる。

【0084】

<第3実施形態>

次に、本発明の第3の実施の形態について説明する。以下では、第1、第2の実施の形態の構成と異なる部分について説明し、同じ部分の説明は省略する。

【0085】

(3-1) 作業量の定義

10

作業量は、本発明の第1の実施形態の土量に加えて、当該土量を定義した際の設定座標系における施工目標面の長さを利用する。施工目標面の長さは、施工目標面の角度が 0° のときは現在面第1点と第2点のx座標の差、施工目標面の角度が 90° のときは現在面第1点と第2点のy座標の差から算出可能であり、それ以外のときは、施工目標面を斜辺とする直角三角形において、現在面第1点と第2点の差から求められる直角をなす2辺から三平方の定理を用いて算出可能である。

【0086】

(3-2) 作業の処理速度

本実施形態では、上記の作業量の定義に適合させるために、通常の掘削の処理速度（単位土量当たりの掘削時間）と、仕上げ面上での処理速度（施工目標面の単位長さあたりの仕上げ時間）とが施工時間測定・記憶部65に記憶されている。単位土量当たりの掘削時間は、一連の掘削動作（掘削開始から放土を経由して次の掘削開始まで一連の動作）にかかる時間の平均値と、バケット35に積載される土量の平均値とから算出できる。施工目標面の単位長さあたりの仕上げ時間は、単位長さの施工目標面の仕上げ作業にかかる時間の平均値から算出できる。その他の点については第2の実施形態と同様とする。

20

【0087】

(3-3) 施工完了予測時間の算出・表示

施工完了予測時間は、土量と単位土量当たりの掘削時間を掛け合わせて算出される掘削時間と、施工目標面の長さと単位長さ当たりの仕上げ時間を掛け合わせて算出される仕上げ時間を、足し合わせることで算出することができる。施工完了予測時間の算出以外の部分については、本発明の第1の実施例と同様とする。

30

【0088】

次に本発明の第3の実施形態において表示装置67に施工完了予測時間（予測時間情報）が表示されるまでの一連の処理について説明する。情報コントローラ60は、図9に示すフローチャートに沿って各部で処理を実行し、表示装置67に施工完了予測時間（予測時間情報）を表示する。第3の実施の形態のフローチャートは、図8に示した第2の実施の形態のものと概ね同じであるが、図8のステップ24が不要となる。

【0089】

以上のように、第3の実施形態では、容易に掘削土量と仕上げ面長さが推定され、土量当たりの掘削時間と仕上げ面の長さ当たりの仕上げ時間を設定することで施工完了予測時間を演算し、表示装置67に表示させることが可能となる。特に第3の実施の形態では、第2の実施の形態のように、粗掘削目標面を設定することなく、また、粗掘削土量と仕上げ掘削土量の2つの土量の推定を行うことなく、施工完了時間を予測することができる。

40

【0090】

<付記>

施工目標面の決定には角度は必ずしも必要ではなく、任意の複数の点から施工目標面までの深さが判明している場合も決定可能である。この場合は各点まで爪先を移動し、その姿勢で入力装置69から深さを入力すれば、施工目標面を設定座標系上に定義できる。

【0091】

現在面の決定に際して、上記の例は現在面の両端の点P1, P2を入力したが、両端に

50

限らず、面上の 2 点以上であれば決定可能である。この場合、現在面の下端は、バケット爪先で入力した 2 点以上から規定される直線とショベルの設置面の直線の交点に自動的に設定されるように構成できる。また、バケット爪先を基準（制御点）として基準点 O 等の決定を行ったが、爪先以外のバケット 35 上の点や作業機 30 上の点を含む任意の点を制御点に設定できる。

【0092】

作業処理速度は、フロント作業機 30 による施工開始後、所定作業量の施工完了に要した時間を基に更新しても良い。その更新後の作業処理速度と残りの作業量から予測所要時間を算出しても良い。

【0093】

上記の各例では、まず任意の点を原点（基準点 O）とする設定座標系を設定し、その座標系上に施工目標面及び現在面を設定したが、現場の或る点を原点（基準点 O）とする座標系に施工目標面及び現在面を予め設定しておき、バケット爪先を当該或る点に移動させて当該座標系をショベルに設定して施工完了予測時間を演算・表示しても良い。

【0094】

図 5, 6, 8, 9 のフローチャートの各処理は、施工完了予測時間の演算結果が同じであれば適宜前後を入れ替えて構わない。また、図 5 を用いて説明した処理速度の更新処理は第 2 実施形態及び第 3 実施形態にも適用可能である。

【0095】

各実施形態で算出した土量及び施工完了予測時間は油圧ショベルに搭載した無線通信装置などの通信機器で外部のコンピュータに送信するように構成しても良い。また、土量及び施工完了予測時間の算出は、油圧ショベルが搭載している複数のコントローラ（コンピュータ）による分散処理で行っても良いし、外部のコンピュータで行っても良い。

【0096】

上記の 3 つの実施形態では、作業量の定義を建設機械毎に現地で行う方法を示したが、予め現況測量の地形データ、設計の平面線形・縦断線形・断面データを基に、3 次元設計データを作成し、作業量を定義する方法を用いても良い。また、本発明の 3 つの実施形態では、建設機械毎に作業の処理速度を演算する方法を示したが、作業の処理速度を施工管理側で建設機械の稼働状況、作業進捗から演算し、各建設機械に反映するようにしても良い。

【0097】

ところで、本発明は、上記の実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲内の様々な変形例が含まれる。例えば、本発明は、上記の実施の形態で説明した全ての構成を備えるものに限定されず、その構成の一部を削除したものも含まれる。また、ある実施の形態に係る構成の一部を、他の実施の形態に係る構成に追加又は置換することが可能である。

【符号の説明】

【0098】

10 ... 下部走行体、11 ... クローラ、12 ... クローラフレーム、13 ... 左走行用油圧モータ、14 ... 右走行用油圧モータ、20 ... 上部旋回体、21 ... 旋回フレーム、22 ... エンジン、23 ... 減速機、24 ... 旋回用油圧モータ、26 ... モニタ、30 ... フロント作業機、31 ... ブーム、32 ... ブームシリンダ、33 ... アーム、34 ... アームシリンダ、35 ... バケット、36 ... バケットシリンダ、40 ... 油圧システム、41 ... 油圧ポンプ、51 ... ブーム角度センサ、52 ... アーム角度センサ、53 ... 車体傾斜センサ、54 ... バケットストローケンサ、60 ... 情報コントローラ、61 ... 設定情報入力部、62 ... 爪先位置演算部、63 ... 面演算部、64 ... 土量推定部、65 ... 施工時間測定・記憶部、66 ... 施工時間演算部、67 ... 表示装置、68 ... 通信装置、69 ... 入力装置、70 ... 操作レバー、71 ... ロックレバー

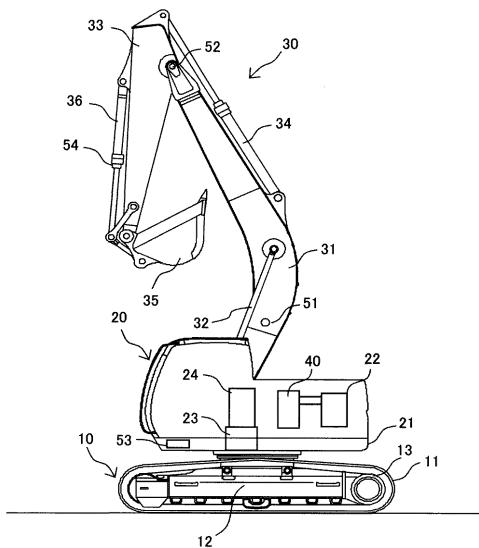
10

20

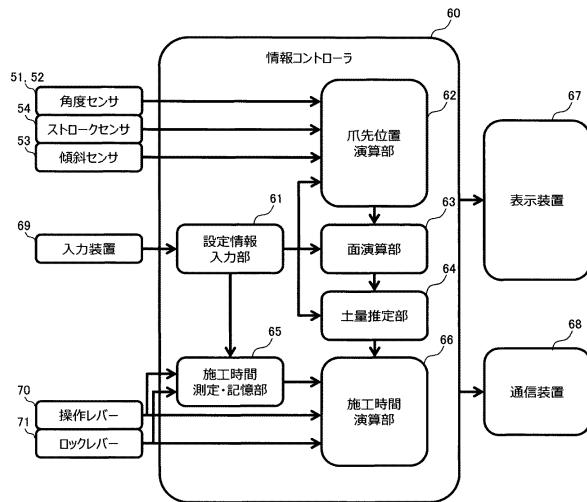
30

40

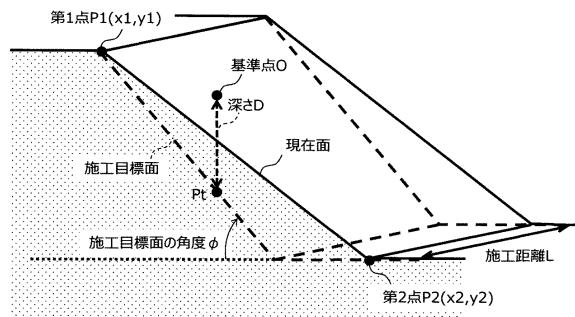
【図1】



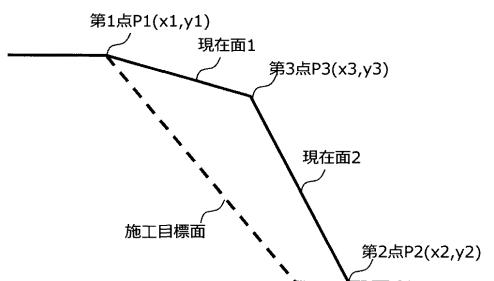
【図2】



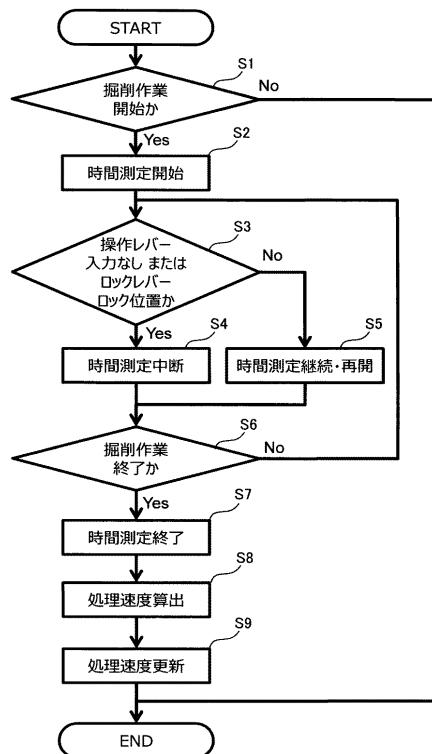
【図3】



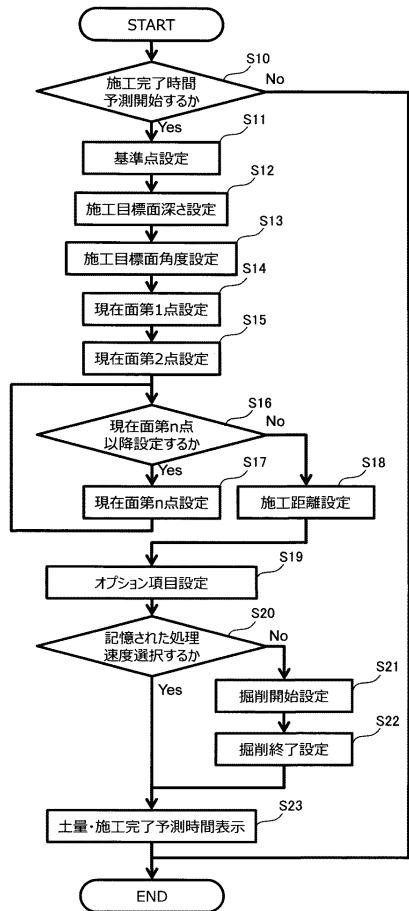
【図4】



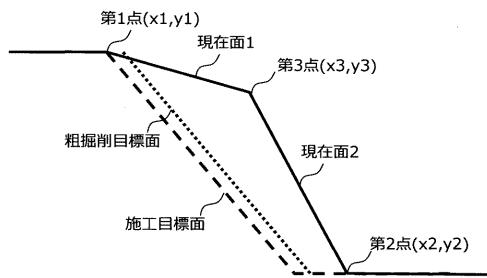
【図5】



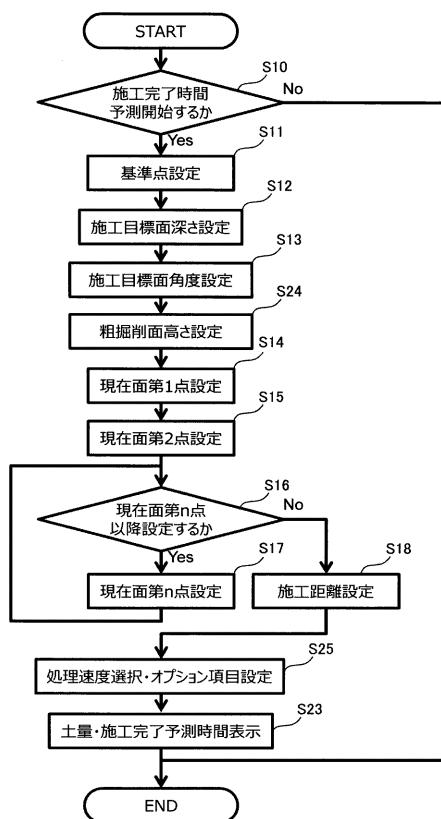
【図6】



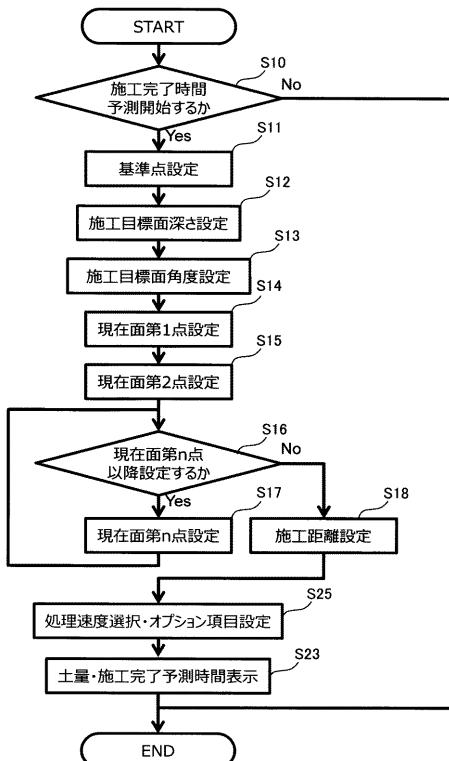
【図7】



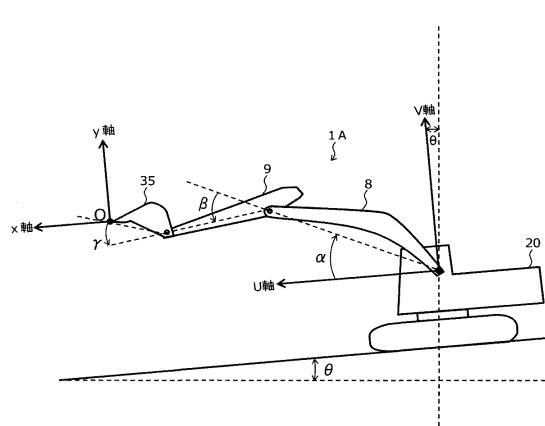
【図8】



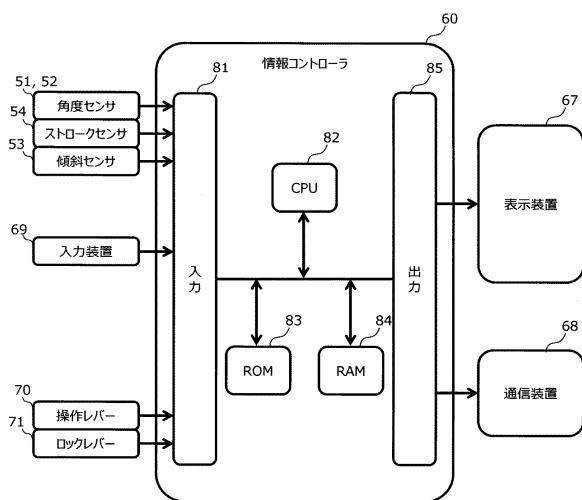
【図9】



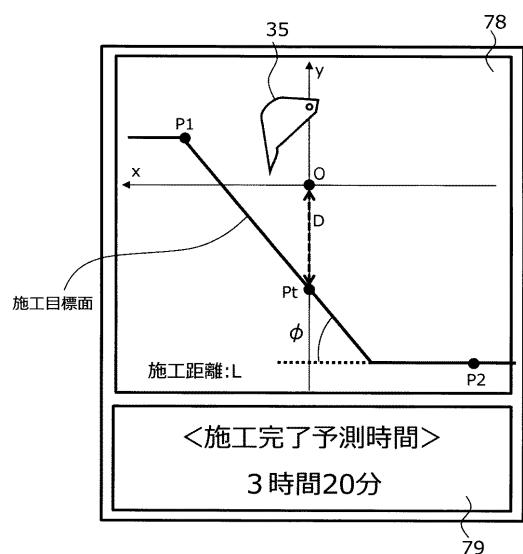
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 柴田 浩一

茨城県土浦市神立町650番地

日立建機株式会社 土浦工場内

審査官 苗村 康造

(56)参考文献 特開2005-11058(JP, A)

国際公開第2016/121010(WO, A1)

特開2002-108975(JP, A)

国際公開第2016/137017(WO, A1)

特開2012-172428(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E 02 F 9 / 26

E 02 F 9 / 20

G 06 F 17 / 60