

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7484731号
(P7484731)

(45)発行日 令和6年5月16日(2024.5.16)

(24)登録日 令和6年5月8日(2024.5.8)

(51)国際特許分類

F I

B 6 6 C 13/46 (2006.01)

B 6 6 C 13/46

E

請求項の数 6 (全11頁)

(21)出願番号	特願2020-572354(P2020-572354)	(73)特許権者	000148759
(86)(22)出願日	令和2年2月14日(2020.2.14)		株式会社タダノ
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/005899		香川県高松市新田町甲3 4 番地
(87)国際公開番号	WO2020/166721	(74)代理人	110002952
(87)国際公開日	令和2年8月20日(2020.8.20)		弁理士法人鷺田国際特許事務所
審査請求日	令和4年11月17日(2022.11.17)	(72)発明者	南 佳成
(31)優先権主張番号	特願2019-24610(P2019-24610)		香川県高松市新田町甲3 4 番地 株式会
(32)優先日	平成31年2月14日(2019.2.14)		社タダノ内
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)	(72)発明者	山内 浩嗣
			香川県高松市新田町甲3 4 番地 株式会
			社タダノ内
		(72)発明者	中岡 翔平
			香川県高松市新田町甲3 4 番地 株式会
			社タダノ内
		審査官	羽月 竜治

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 地切り制御装置及びクレーン

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

起伏自在に構成されるブームと、
ワイヤを介して吊荷の巻上げ及び巻下げを行うウインチと、
前記ブームに作用する荷重を計測する荷重計測手段と、
前記ブーム及び前記ウインチの動作を制御する制御部と、を備え、
前記制御部は、前記ウインチを巻上げて吊荷を地切りする際に、計測された荷重の時間変化と計測期間から前記ブームの起伏角速度を求め、前記起伏角速度から以降の前記ブームの起伏角度の変化量を予測し、該変化量を補うように前記ブームの起伏動作のフィードフォワード制御を行う、地切り制御装置。

【請求項2】

前記ブームの姿勢を計測する姿勢計測手段をさらに備え、
前記制御部は、計測された前記ブームの姿勢の初期値と、計測された荷重の初期値と、に基づいて対応する特性テーブル又は伝達関数を選択し、該特性テーブル又は伝達関数を使用して、計測された荷重の時間変化から前記ブームの起伏角度の変化量を予測する、請求項1に記載の地切り制御装置。

【請求項3】

前記制御部は、前記ウインチを巻上げて吊荷を地切りする際に、定速で巻上げるように前記ウインチを制御する、請求項1又は2に記載の地切り制御装置。

【請求項4】

前記制御部は、前記ウインチを巻上げて吊荷を地切りする地切り中に、前記ウインチの速度を調整することによって、地切りに要する時間を調整する、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の地切り制御装置。

【請求項 5】

前記制御部は、前記ウインチを巻上げて吊荷を地切りする際に、計測された荷重の時系列データを監視し、前記時系列データの最初の極大値を捉えて地切りしたと判定する、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の地切り制御装置。

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載された地切り制御装置を備える、クレーン。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、地面から吊荷を吊り上げる際の荷振れを抑制するための地切り制御装置及びクレーンに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、ブームを備えたクレーンにおいて、地面から吊荷を吊り上げる際に、すなわち吊荷を地切りする際に、ブームに生じるたわみによって作業半径が増大することによって、吊荷が水平方向に振れる「荷振れ」が問題となっている（図 1 参照）。

【0003】

地切りの際の荷振れを防止することを目的として、例えば、特許文献 1 に記載された鉛直地切り制御装置は、エンジン回転数センサによってエンジンの回転数を検出し、ブームの起仰動作をエンジン回転数に応じた値に補正するように構成されている。このような構成によって、エンジン回転数の変化を加味した正確な地切り制御を実施できる、とされている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開平 8 - 1 8 8 3 7 9 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献 1 を含む従来の地切り制御装置は、ワイヤが伸びた分だけウインチで巻上げ、ブームの起伏角を増大することにより作業半径を一定に保つように、2 つのアクチュエータを併用して制御していた。そのため、複雑な制御となることで地切りに時間がかかってしまう、という問題があった。

【0006】

本発明の目的は、荷振れを抑制しつつ、迅速に吊荷を地切りすることのできる地切り制御装置と、地切り制御装置を備えたクレーンと、を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

前記目的を達成するために、本発明の地切り制御装置は、

起伏自在に構成されるブームと、

ワイヤを介して吊荷の巻上げ及び巻下げを行うウインチと、

前記ブームに作用する荷重を計測する荷重計測手段と、

前記ブーム及び前記ウインチの動作を制御する制御部と、を備え、

前記制御部は、前記ウインチを巻上げて吊荷を地切りする際に、計測された荷重の時間変化と計測期間から前記ブームの起伏角速度を求め、前記起伏角速度から以降の前記ブームの起伏角度の変化量を予測し、該変化量を補うように前記ブームの起伏動作のフィードフォワード制御を行う。

10

20

30

40

50

【０００８】

本発明のクレーンは、上記の地切り制御装置を備える。

【発明の効果】

【０００９】

本発明によれば、荷振れを抑制しつつ、迅速に吊荷を地切りすることができる。

【図面の簡単な説明】

【００１０】

【図１】図１は、吊荷の荷振れについて説明する説明図である。

【図２】図２は、移動式クレーンの側面図である。

【図３】図３は、地切り制御装置のブロック図である。

【図４】図４は、地切り制御装置の全体のブロック線図である。

【図５】図５は、地切り制御のブロック線図である。

【図６】図６は、地切り制御のフローチャートである。

【図７】図７は、地切り判定の手法について説明するグラフである。

【図８】図８は、荷重－起伏角の関係を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【００１１】

以下、本発明に係る実施例について図面を参照して説明する。ただし、以下の実施例に記載されている構成要素は例示であり、本発明の技術範囲をそれらのみに限定する趣旨のものではない。

【００１２】

本発明の地切り制御装置を適用可能なクレーンとしては、例えば、ラフテレーンクレーン、オールテレーンクレーン、トラッククレーン等が挙げられる。以下、本実施例では、移動式クレーンであるラフテレーンクレーンを例に説明するが、他のクレーンにも、本発明に係る地切り制御装置を適用することができる。

【００１３】

（移動式クレーンの構成）

まず、図２の側面図を用いて、移動式クレーンの構成について説明する。本実施例のラフテレーンクレーン１は、図２に示すように、走行機能を有する車両の本体部分となる車体１０と、車体１０の四隅に設けられたアウトリガ１１、・・・と、車体１０に水平旋回可能に取り付けられた旋回台１２と、旋回台１２の後方に取り付けられたブーム１４と、を備えている。

【００１４】

アウトリガ１１は、スライドシリンダを伸縮させることによって、車体１０から幅方向外側にスライド張出／スライド格納可能であるとともに、ジャッキシリンダを伸縮させることによって車体１０から上下方向にジャッキ張出／ジャッキ格納可能である。

【００１５】

旋回台１２は、旋回モータ６１の動力が伝達されるピニオンギヤを有しており、このピニオンギヤが車体１０に設けた円形状のギヤに噛み合うことで旋回軸を中心に回転する。旋回台１２は、右前方に配置された操縦席１８と、後方に配置されたカウンタウェイト１９と、を有している。

【００１６】

さらに、旋回台１２の後方には、ワイヤ１６の巻上げ／巻下げを行うためのウインチ１３が配置されている。ウインチ１３は、ウインチモータ６４を正方向／逆方向に回転させることによって、巻上げ方向（巻き取る方向）／巻下げ方向（繰り出す方向）の２方向に回転するようになっている。

【００１７】

ブーム１４は、基端ブーム１４１と（１つ又は複数の）中間ブーム１４２と先端ブーム１４３とによって入れ子式に構成されており、内部に配置された伸縮シリンダ６３によって伸縮できるようになっている。先端ブーム１４３の最先端のブームヘッド１４４にはシ

10

20

30

40

50

ームが配置され、シーブにワイヤ１６が掛け回されてフック１７が吊下げられている。

【００１８】

基端ブーム１４１の付け根部は、旋回台１２に設置された支持軸に回転自在に取り付けられており、支持軸を回転中心として上下に起伏できるようになっている。そして、旋回台１２と基端ブーム１４１の下面との間には、起伏シリンダ６２が架け渡されており、起伏シリンダ６２を伸縮することでブーム１４全体を起伏することができるようになっている。

【００１９】

（制御系の構成）

次に、図３のブロック図を用いて、本実施例の地切り制御装置Ｄの制御系の構成について説明する。地切り制御装置Ｄは、制御部としてのコントローラ４０を中心として構成されている。コントローラ４０は、入力ポート、出力ポート、演算装置などを有する汎用のマイクロコンピュータである。コントローラ４０は、操作レバー５１～５４（旋回レバー５１、起伏レバー５２、伸縮レバー５３、ウインチレバー５４）からの操作信号を受けて、図示しない制御バルブを介してアクチュエータ６１～６４（旋回モータ６１、起伏シリンダ６２、伸縮シリンダ６３、ウインチモータ６４）を制御する。

【００２０】

さらに、本実施例のコントローラ４０には、地切り制御の開始／停止を指示するための地切りスイッチ２０と、地切り制御におけるウインチ１３の速度を設定するためのウインチ速度設定手段２１と、ブーム１４に作用する荷重を計測する荷重計測手段２２と、ブーム１４の姿勢を検出するための姿勢検出手段２３と、が接続されている。

【００２１】

地切りスイッチ２０は、地切り制御の開始／停止を指示するための入力機器であり、例えば、ラフテレーンクレーン１の安全装置に付加する構成とすることが可能であり、操縦席１８に配置されることが好ましい。

【００２２】

ウインチ速度設定手段２１は、地切り制御におけるウインチ１３の速度を設定する入力機器であり、あらかじめ設定された速度から適切な速度を選択する方式のものや、テンキーによって入力する方式のものがある。さらに、ウインチ速度設定手段２１は、地切りスイッチ２０と同様に、ラフテレーンクレーン１の安全装置に付加する構成とすることが可能であり、操縦席１８に配置されることが好ましい。このウインチ速度設定手段２１によってウインチ１３の速度を調整することで、地切り制御に要する時間を調整することができる。

【００２３】

荷重計測手段２２は、ブーム１４に作用する荷重を計測する計測機器であり、例えば、起伏シリンダ６２に作用する圧力を計測する圧力計を適用することができる。圧力計によって計測された圧力信号は、コントローラ４０に伝送される。

【００２４】

姿勢検出手段２３は、ブーム１４の姿勢を検出する計測機器であり、ブーム１４の起伏角を計測する起伏角度計と、起伏角速度を計測する起伏角速度計と、から構成される。具体的には、起伏角度計としては、ポテンショメータを用いることができる。また、起伏角速度計としては、起伏シリンダ１５に取り付けられたストロークセンサを用いることができる。起伏角度計によって計測された起伏角度信号、及び、起伏角速度計によって計測された起伏角速度信号は、コントローラ４０に伝送される。

【００２５】

コントローラ４０は、ブーム１４及びウインチ１３の動作を制御する制御部であり、地切りスイッチ２０がＯＮにされることでウインチ１３を巻上げて吊荷を地切りする際に、荷重計測手段２２によって計測された荷重の時間変化に基づいて、ブーム１４の起伏角度の変化量を予測し、予測された変化量を補うようにブーム１４を起仰させる。

【００２６】

より具体的に言うと、コントローラ 40 は、機能部として、特性テーブル又は伝達関数の選択機能部 40 a と、実際に地切りされたか否かを判定することによって地切り制御を停止させる地切り判定機能部 40 b と、を有している。

【0027】

特性テーブル又は伝達関数の選択機能部 40 a は、荷重計測手段 22 としての圧力計からの圧力の初期値と、姿勢計測手段 23 としての起伏角度計からの起伏角の初期値と、の入力を受けて、適用する特性テーブル又は伝達関数を決定する。ここにおいて、伝達関数としては、以下のように、線形係数 a を用いた関係を適用することができる。

【0028】

まず、図 8 の荷重－起伏角のグラフに示すように、荷振れが生じないようにブーム先端位置が常に吊荷の真上にくるように調整した場合に、荷重と起伏角（先端対地角度）は線形の関係にあることがわかっていて、地切り中に、時刻 t_1 から時刻 t_2 の間に荷重 $Load_1$ が $Load_2$ へ変化したと仮定すると、時刻 t_1 、 t_2 のときの起伏角 θ_1 、 θ_2 は、式（1）で表される。

【数 1】

$$\begin{array}{lcl} \text{近似式} & \theta = a \cdot Load + b & \\ & \left. \begin{array}{l} t_1 \quad \theta_1 = a \cdot Load_1 + b \\ t_2 \quad \theta_2 = a \cdot Load_2 + b \end{array} \right\} \cdots (1) \end{array}$$

【0029】

2 式の差から、差分方程式を求めると、起伏角 θ_1 、 θ_2 の差分 $\Delta \theta$ は、式（2）で表される。

【数 2】

$$\left. \begin{array}{l} \theta_2 - \theta_1 = a(Load_2 - Load_1) \\ \Delta \theta = a \cdot \Delta Load \end{array} \right\} \cdots (2)$$

【0030】

起伏角を制御するためには、起伏角速度を与える必要がある。起伏角速度 V_{Drc} は、式（3）で表される。

【数 3】

$$V_{Drc} = \frac{\Delta \theta}{(t_2 - t_1)} = a \cdot \frac{\Delta Load}{\Delta t} = a \cdot \dot{L}_{Load} \quad \cdots (3)$$

ここで、 a は定数（線形係数）である。

すなわち、起伏角制御は、荷重の時間変化（微分）が入力になる。

【0031】

地切り判定機能部 40 b は、荷重計測手段 22 としての圧力計からの圧力信号から計算した荷重の値の時系列データを監視し、地切りの有無を判定する。地切り判定の手法については、図 7 を用いて後述する。

【0032】

（全体のブロック線図）

次に、図４のブロック線図を用いて、本実施例の地切り制御を含む全体の要素間の入力・出力関係を詳細に説明する。まず、荷重変化算出部７１において、荷重計測手段２２によって計測された荷重の時系列データに基づいて荷重変化が計算される。計算された荷重変化は、目標軸速度算出部７２に入力される。この目標軸速度算出部７２における入力・出力関係については、図５を用いて後述する。

【００３３】

目標軸速度算出部７２では、起伏角の初期値と、設定ウインチ速度と、入力された荷重変化と、に基づいて、目標軸速度が算出される。目標軸速度は、ここでは、目標起伏角速度（及び、必須ではないが、目標ウインチ速度）である。算出された目標軸速度は、軸速度コントローラ７３に入力される。ここまでの前半部分の制御が、本実施例の地切り制御に関する処理である。

10

【００３４】

その後、軸速度コントローラ７３、軸速度の操作量変換処理部７４を経て操作量が制御対象７５に入力される。この後半部分の制御は、通常の制御に関する処理であり、計測された起伏角速度に基づいてフィードバック制御されている。

【００３５】

（地切り制御のブロック線図）

次に、図５のブロック線図を用いて、特に地切り制御の目標軸速度算出部７２における要素の入力・出力関係について説明する。まず、起伏角の初期値が、特性テーブル／伝達関数の選択機能部８１（４０ａ）に入力される。選択機能部８１では、特性テーブル（Look up Table）又は伝達関数を使用して、最も適切な定数（線形係数） a が選択されるようになっている。

20

【００３６】

そして、数値微分部８２において、荷重変化の数値微分（時間に関する微分）が実施されて、この数値微分の結果に定数 a を乗ずることで、目標起伏角速度が計算される。すなわち、前述した（式３）の計算が実行されることで、目標起伏角速度が計算される。このように、目標起伏角速度の制御は、特性テーブル（又は伝達関数）を用いて、フィードフォワード制御されている。

【００３７】

（フローチャート）

30

次に、図６のフローチャートを用いて、本実施例の地切り制御の全体の流れについて説明する。

【００３８】

はじめに、オペレータが地切りスイッチ２０を押して地切り制御が開始される（Start）。このとき、地切り制御の開始前にあらかじめ又は開始後に、ウインチ速度設定手段２１を介して、ウインチ１３の目標速度が設定される。そうすると、コントローラ４０は、目標速度で、ウインチ制御を開始する（ステップＳ１）。

【００３９】

次に、ウインチ１３が巻上げられると同時に、荷重計測手段２２によって吊荷荷重計測が開始されて、コントローラ４０に荷重値が入力される（ステップＳ２）。そうすると、選択機能部４０ａでは、荷重の初期値と、姿勢計測手段としての起伏角度計２３からの起伏角の初期値と、の入力を受けて、適用する特性テーブル又は伝達関数が決定される（ステップＳ３）。

40

【００４０】

次に、コントローラ４０は、適用される特性テーブル又は伝達関数と、荷重変化と、に基づいて、起伏角速度を算出する（ステップＳ４）。すなわち、フィードフォワード制御によって、起伏角速度制御がなされている。

【００４１】

そして、コントローラ４０は、計測されている荷重の時系列データに基づいて地切りの有無を判定する（ステップＳ５）。なお、判定手法については後述する。判定の結果、地

50

切りされていない場合は（ステップ S 5 の N O）、ステップ S 2 へ戻って、コントローラ 4 0 は、荷重に基づくフィードフォワード制御を繰り返す（ステップ S 2 ～ステップ S 5）。

【0042】

判定の結果、地切りされている場合は（ステップ S 5 の Y E S）、コントローラ 4 0 は、地切り制御を緩停止する（ステップ S 6）。すなわち、ウインチモータによるウインチ 1 3 の回転駆動を、速度を落としながら停止するとともに、起伏シリンダ 6 2 による起伏駆動を、速度を落としながら停止する。

【0043】

（地切り判定）

次に、図 7 のグラフを用いて、本実施例の地切り判定の手法について説明する。本実施例では、コントローラ 4 0 は、地切り制御においてウインチ 1 3 を巻き上げている途中に、計測された荷重の時系列データを監視しており、この時系列データの最初の極大値を捉えて地切りしたものと判定するようにされている。

【0044】

より具体的に言うと、図 7 に示すように、一般に、荷重データの時系列をとると、地切りした次の瞬間にオーバーシュートし、さらにアンダーシュートし、その後、振動し続けるように推移する。したがって、振動の最初の山の頂点の時刻、すなわち、最初の極大値、を捉えることで、地切りしたことを判定することができる。ただし、実際には、地切りしていると判定した時刻である、最初の極大値を記録した時刻では、慣性力を受けてややオーバーシュートしている状態と考えられる。

【0045】

（効果）

次に、本実施例の地切り制御装置 D の奏する効果を列挙して説明する。

【0046】

（1）上述してきたように、本実施例の地切り制御装置 D は、ブーム 1 4 と、ウインチ 1 3 と、荷重計測手段 2 2 と、ブーム 1 4 及びウインチ 1 3 の動作を制御するとともに、ウインチ 1 3 を巻き上げて吊荷を地切りする際に、計測された荷重の時間変化に基づいてブーム 1 4 の起伏角度の変化量を求め、変化量を補うようにブーム 1 4 を起仰させる、制御部としてのコントローラ 4 0 と、を備えている。地切り制御装置 D によれば、荷振れを抑制しつつ、迅速に吊荷を地切りすることができる。

【0047】

つまり、本実施例の地切り制御装置 D では、荷重と起伏角の関係が線形関係であることに着目し、荷重値の時間変化のみに基づいてフィードフォワード制御を実施することで、従来のように複雑なフィードバック制御を実施することなく、迅速に吊荷を地切りすることができる。

【0048】

（2）また、ブーム 1 4 の姿勢を計測する姿勢計測手段 2 3 をさらに備え、コントローラ 4 0 は、計測されたブーム 1 4 の起伏角の初期値（姿勢の初期値）と、計測された荷重の初期値と、に基づいて対応する特性テーブル又は伝達関数を選択し、特性テーブル又は伝達関数を使用して、計測された荷重の時間変化からブーム 1 4 の起伏角度の変化量を求めるようになっていることが好ましい。

【0049】

このように構成すれば、地切り制御の開始時に、ウインチ 1 3 を一定速度で巻き上げ、荷重変化に合わせて特性テーブル（又は伝達関数）から起伏角制御量を算出してフィードフォワード制御を実施することで、荷振れなく迅速に地切りすることができる。加えて、調整するパラメータが少なくなることで、出荷時の調整を迅速かつ容易に実施できる。

【0050】

（3）さらに、コントローラ 4 0 は、ウインチ 1 3 を巻き上げて吊荷を地切りする際に、定速で巻き上げるようにウインチ 1 3 を制御することが好ましい。このように構成すれば、慣

10

20

30

40

50

性力等の外乱の影響を抑制して、応答（計測された荷重値）を安定させることで、地切り判定を容易にすることができる。

【0051】

（４）また、コントローラ４０は、ウインチ１３を巻上げて吊荷を地切りする際に、ウインチ１３の速度を調整することによって、地切りに要する時間を調整することが好ましい。このように構成すれば、吊荷の重量や環境条件に応じて適切なウインチ１３の速度を選択することで、安全かつ効率よく作業することができる。

【0052】

（５）さらに、本実施例のコントローラ４０は、ウインチ１３を巻上げて吊荷を地切りする際に、計測された荷重の時系列データを監視し、時系列データの最初の極大値を捉えて地切りしたと判定する。このように荷重のみに基づいて制御することによって、簡易かつ迅速に地切りを判定することができる。

【0053】

（６）また、本実施例の移動式クレーンであるラフテレーンクレーン１は、上述したいずれかの地切り制御装置Ｄを備えることで、荷振れを抑制しつつ、迅速に吊荷を地切りすることができ、クレーン作業を安全かつ効率よく行うことができる。

【0054】

以上、図面を参照して、本発明の実施例を詳述してきたが、具体的な構成は、この実施例に限らず、本発明の要旨を逸脱しない程度の設計の変更は、本発明に含まれる。

【0055】

例えば、実施例では特に説明しなかったが、ウインチ１３としてメインウインチを使用して地切りする場合でも、サブウインチを使用して地切りする場合でも、本発明の地切り制御装置Ｄを適用することができる。

【0056】

２０１９年２月１４日出願の特願２０１９－０２４６１０の日本出願（に含まれる明細書、図面および要約書の開示内容は、すべて本願に援用される。

【符号の説明】

【0057】

D 地切り制御装置

a 線形係数

1 ラフテレーンクレーン

10 車体

12 旋回台

13 ウインチ

14 ブーム

16 ワイヤ

17 フック

20 地切りスイッチ

21 ウインチ速度設定手段

22 荷重計測手段

23 姿勢検出手段

40 コントローラ

40a 選択機能部

40b 地切り判定機能部

51 旋回レバー

52 起伏レバー

53 伸縮レバー

54 ウインチレバー

61 旋回モータ

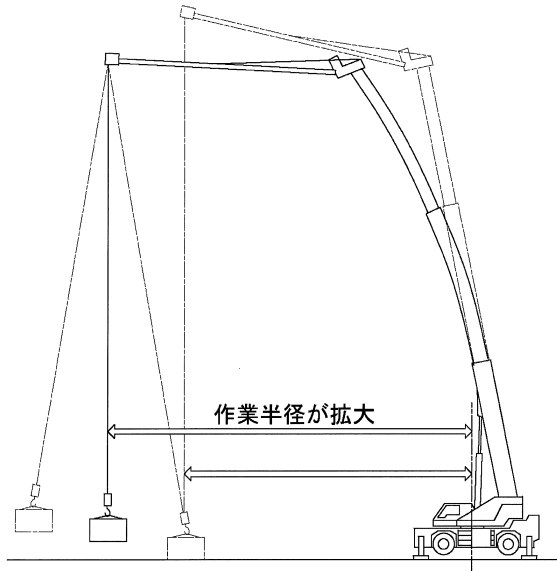
62 起伏シリンダ

6 3 伸縮シリンダ

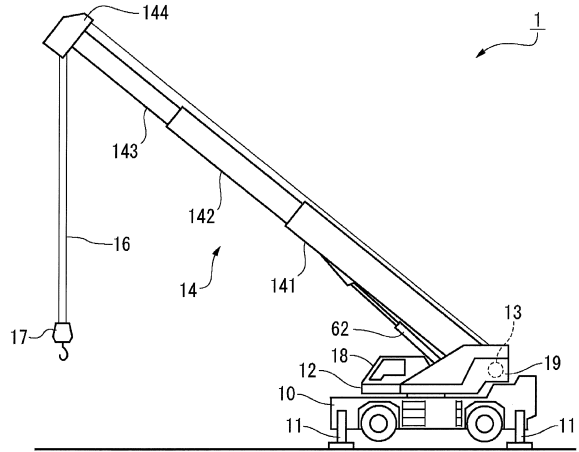
6 4 ウインチモータ

【図面】

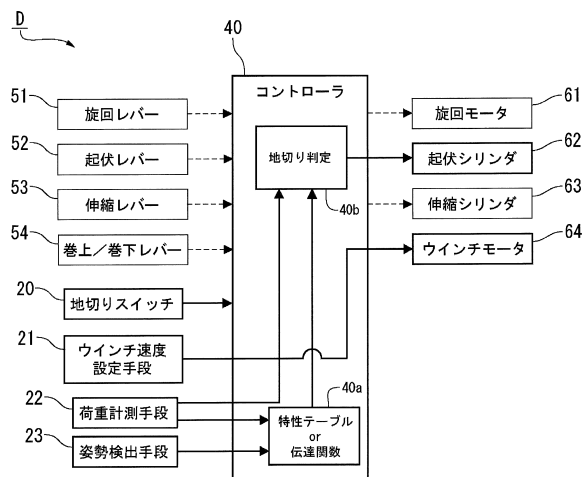
【図 1】



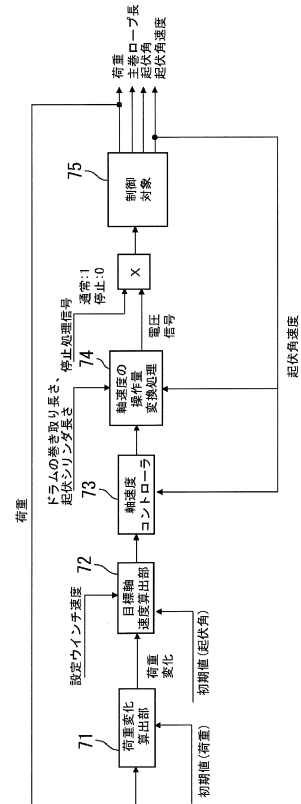
【図 2】



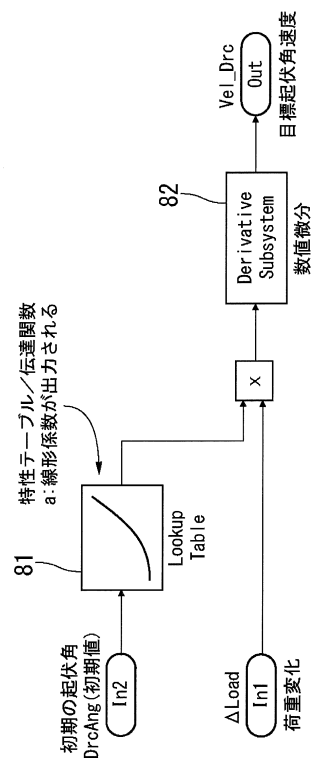
【図 3】



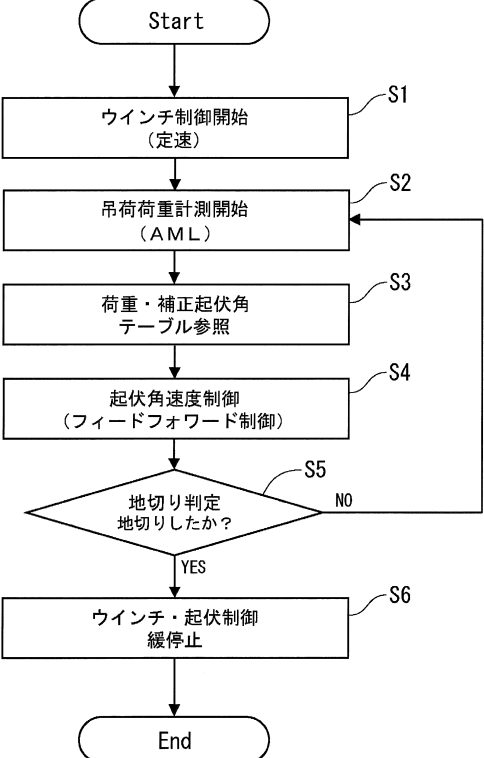
【図 4】



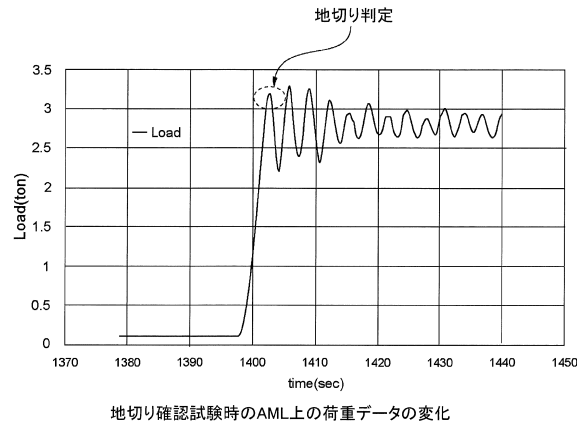
【図 5】



【図 6】

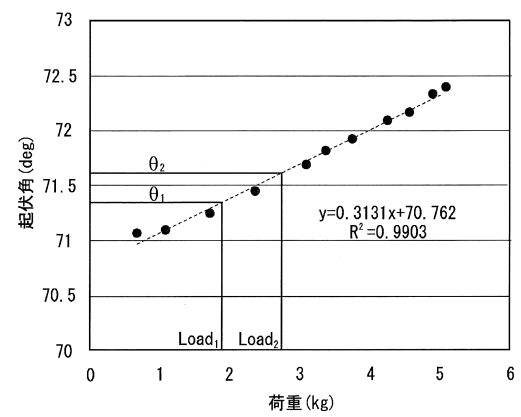


【図 7】



地切り確認試験時のAML上の荷重データの変化

【図 8】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 01-256496 (JP, A)
特開平 07-010469 (JP, A)
特開 2012-131496 (JP, A)
特開平 03-284599 (JP, A)
特開 2001-335284 (JP, A)
特開平 08-188379 (JP, A)
特開平 06-144789 (JP, A)
特開 2002-362880 (JP, A)
米国特許出願公開第 2009/0008351 (US, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B 66 C