

明 細 書

発明の名称：フック位置算出装置

技術分野

[0001] 本発明は、クレーンのフックの位置を算出するフック位置算出装置に関する。

背景技術

[0002] 例えば特許文献1 などに、フックの位置に関する情報（同文献では吊荷の揚程）を求める技術が記載されている。同文献に記載の技術では、巻上ロープの移動量およびアタッチメントの起伏角度から、フックの位置に関する情報が算出される（同文献の要約、明細書の[0022] および[0029]などを参照）。

[0003] しかし、アタッチメントの起伏角度、および巻上ロープに作用する吊荷重などによって、アタッチメントのたわみ量が変化し、フックの位置が変化する。また、巻上ロープに作用する吊荷重などによって、巻上ロープのたるみ（伸び）量が増加し、フックの位置が変化する。同文献に記載の技術では、アタッチメントのたわみ、および巻上ロープのたるみによる、フックの位置の変化は考慮されていない。そのため、フックの位置に関する情報を精度良く算出することができない。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2001-146385号公報

発明の概要

[0005] そこで、本発明は、フックの位置に関する情報を精度良く算出することができるフック位置算出装置を提供することを目的とする。

[0006] フック位置算出装置は、機械本体と、アタッチメントと、巻上ロープと、フックと、巻上ウインチと、アタッチメント角度センサと、吊荷重センサと、巻上量センサと、記憶部と、演算部と、を備える。前記機械本体は、クレ

ーンの本体部である。前記アタッチメントは、前記機械本体に起伏可能に取り付けられる。前記巻上ロープは、前記アタッチメントから吊り下げられる。前記フックは、前記アタッチメントから前記巻上ロープを介して吊り下げられ、吊荷を取り付け可能に構成される。前記巻上ウインチは、前記巻上ロープの巻き取りおよび繰り出しを行う。前記アタッチメント角度センサは、前記アタッチメントの起伏角度を検出する。前記吊荷重センサは、前記巻上ロープに作用する吊荷重を検出する。前記巻上量センサは、前記巻上ウインチによる前記巻上ロープの巻上量を検出する。前記記憶部は、前記起伏角度の大きさと前記吊荷重の大きさとに関連付けられた揚程誤差に関する情報である揚程誤差情報を記憶する。前記演算部は、前記アタッチメント角度センサに検出された前記起伏角度である起伏角度検出値と前記巻上量センサに検出された前記巻上量である巻上量検出値とに基づいて前記フックの揚程の計算値である揚程計算値を算出する。前記揚程誤差は、前記揚程計算値と前記フックの実際の揚程との差である。前記演算部は、前記起伏角度検出値と、前記吊荷重センサに検出された前記吊荷重である吊荷重検出値と、に対応する前記揚程誤差である揚程誤差対応値を、前記揚程誤差情報を用いて決定し、決定された前記揚程誤差対応値に基づいて前記揚程計算値を補正する。

[0007] 上記構成により、フックの位置に関する情報を精度良く算出することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施形態に係るフック位置算出装置を備えるクレーンを示す側面図である。

[図2]図1に示すフック位置算出装置のブロック図である。

[図3]図1に示す揚程誤差 ΔL を取得するための処理を示すフローチャートである。

[図4]図2に示す記憶部に記憶される揚程誤差情報を示す図である。

[図5]図1に示す起伏角度 θ と揚程誤差 ΔL との関係を示すグラフである。

[図6]記憶部から揚程誤差 ΔL を読み込むための処理および揚程計算値 L_c を

補正するための処理を示すフローチャートである。

[図7]図1に示すクレーンでの作業半径Rの計算の説明図である。

[図8]実施形態の変形例に係るクレーンを示す側面図であり、当該クレーンはジブを備える。

発明を実施するための形態

[0009] 図1～図8を参照して、本実施形態に係るフック位置算出装置を備えるクレーン1について説明する。

[0010] クレーン1は、図1に示すように、アタッチメント14を用いて作業を行う機械である。クレーン1は、例えば建設作業を行う建設機械である。クレーン1は、機械本体11と、アタッチメント14と、ブーム起伏装置17と、フック巻上装置19と、を備える。クレーン1は、図2に示すように、アタッチメント構成取得部31（図2ではATT構成取得部）と、吊荷重センサ33と、アタッチメント角度センサ35（図2ではATT角度センサ）と、巻上量センサ37と、を備える。クレーン1は、記憶部51と、演算部53と、表示部55と、を備える。クレーン1は、コントローラを備え、コントローラは、演算部53と、記憶部51と、を含む。コントローラは、コンピュータを含む。

[0011] 機械本体11は、図1に示すように、クレーン1の本体部分である。機械本体11は、下部走行体11aと、上部旋回体11bと、を備える。下部走行体11aは、クレーン1を走行させる。下部走行体11aは、クローラを備えてもよく、ホイールを備えてもよい。クレーン1は、クローラクレーンでもよく、ホイールクレーンでもよい。上部旋回体11bは、下部走行体11aに旋回可能に搭載される。

[0012] アタッチメント14は、上部旋回体11bに取り付けられる。アタッチメント14は、巻上ロープ19aおよびフック19bを介して吊荷21を吊り上げる部材である。アタッチメント14は、ブーム15を備える。ブーム15は、上部旋回体11bに起伏可能に取り付けられる部材（起伏部材）である。例えば、ブーム15は、ラチス構造を有するラチスブームでもよく、伸

縮可能な伸縮ブーム（図示なし）でもよい。アタッチメント１４は、ジブ１５（図８参照）をさらに備えてもよい（後述）。

[0013] ブーム起伏装置１７は、上部旋回体１１ｂに対してブーム１５を起伏させる装置である。ブーム起伏装置１７は、ガントリ１７ａと、ブームガイドライン１７ｂと、ブーム起伏ロープ１７ｃと、ブーム起伏ウインチ１７ｄと、を備える。ガントリ１７ａは、コンプレッションメンバ１７ａ１と、テンションメンバ１７ａ２と、を備える。コンプレッションメンバ１７ａ１は、上部旋回体１１ｂに取り付けられる。テンションメンバ１７ａ２は、コンプレッションメンバ１７ａ１の先端部（上部旋回体１１ｂに取り付けられる側とは反対側の端部）と上部旋回体１１ｂの後端部とに接続される。ブームガイドライン１７ｂおよびブーム起伏ロープ１７ｃは、コンプレッションメンバ１７ａ１の先端部とブーム１５の先端部（上部旋回体１１ｂに取り付けられる側とは反対側の端部）とに接続される。ブーム起伏ウインチ１７ｄは、例えば上部旋回体１１ｂに搭載される。ブーム起伏ウインチ１７ｄがブーム起伏ロープ１７ｃを巻き取りおよび繰り出すと、上部旋回体１１ｂに対してブーム１５が起伏する。なお、ガントリ１７ａに代えて、上部旋回体１１ｂに起伏可能に取り付けられるマストが設けられてもよい。マストが設けられる場合、マストが上部旋回体１１ｂに対して起伏する結果、ブーム１５が上部旋回体１１ｂに対して起伏する。

[0014] フック巻上装置１９は、フック１９ｂを巻上および巻下する装置である。フック巻上装置１９は、巻上ロープ１９ａと、フック１９ｂと、巻上ウインチ１９ｃと、を備える。巻上ロープ１９ａは、アタッチメント１４（例えばブーム１５の先端部）から吊り下げられる。フック１９ｂは、アタッチメント１４（例えばブーム１５の先端部）から巻上ロープ１９ａを介して吊り下げられる。フック１９ｂは、吊荷２１を取り付け可能に構成される。巻上ウインチ１９ｃは、上部旋回体１１ｂまたはブーム１５に搭載されるウインチである。巻上ウインチ１９ｃが巻上ロープ１９ａを巻き取るとフック１９ｂが上昇し、巻上ウインチ１９ｃが巻上ロープ１９ａを繰り出すとフック１９

bが下降する。

- [0015] アタッチメント構成取得部31（図2参照）は、アタッチメント14の構成に関する情報であるアタッチメント構成情報を取得する。例えば、アタッチメント構成取得部31が取得するアタッチメント構成情報は、ブーム15の長さに関する情報を含んでいてもよい。アタッチメント構成情報は、後述するジブ115（図8参照）の長さに関する情報を含んでいてもよく、ジブ115の有無に関する情報を含んでいてもよい。アタッチメント構成取得部31は、作業者が手動で入力したアタッチメント構成情報を取得してもよい。アタッチメント構成取得部31は、アタッチメント構成情報をセンサなどにより自動的に取得してもよい。
- [0016] 吊荷重センサ33（図2参照）は、巻上ロープ19aに作用する吊荷重Fを検出する。例えば、吊荷重センサ33は、巻上ロープ19aが掛けられるシーブ（図示なし）に作用する荷重を検出することで、吊荷重Fを検出してもよい。吊荷重センサ33は、巻上ウインチ19cに作用する荷重を検出することで、吊荷重Fを検出してもよい。吊荷重センサ33は、例えばロードセルなどを含んでもよい。
- [0017] アタッチメント角度センサ35（図2参照）は、アタッチメント14の起伏角度 θ を検出する。例えばアタッチメント角度センサ35は、ブーム15の起伏角度 θ を検出するブーム角度センサを含む。アタッチメント14がジブ115（図8参照）を有する場合は、アタッチメント角度センサ35は、ジブ115の起伏角度 ϕ を検出するジブ角度センサを含んでもよい。ここでは、主に、アタッチメント角度センサ35がブーム角度センサである場合について説明する。
- [0018] このアタッチメント角度センサ35に検出される起伏角度 θ （起伏角度検出値）は、概ね、水平方向と、ブーム15の中心軸が延びる方向と、がなす角度である。ブーム15のたわみにより、ブーム15の中心軸は、曲線状となる。そのため、アタッチメント角度センサ35の位置などによって、アタッチメント角度センサ35に検出される起伏角度 θ が変わる。例えば、アタ

タッチメント角度センサ35は、上部旋回体11bに対するブーム15の回転角度を検出することで、起伏角度 θ を検出してもよい。アタッチメント角度センサ35は、水平面に対するブーム15の傾斜角度を検出することで、起伏角度 θ を検出してもよい。クレーン1は、1つのアタッチメント角度センサ35のみを備えていてもよい。例えば、アタッチメント角度センサ35は、ブーム15の基端部（上部旋回体11bに取り付けられる側の端部）に設けられてもよい。クレーン1は、複数のアタッチメント角度センサ35を備えていてもよい。例えば、第1のアタッチメント角度センサ35は、ブーム15の基端部に配置され、第2のアタッチメント角度センサ35は、ブーム15の先端部に配置されていてもよい。この場合、例えば、複数のアタッチメント角度センサ35が検出する複数の検出値の平均値に基づいて、ブーム15の起伏角度 θ （起伏角度検出値）が算出されてもよい。

[0019] 巻上量センサ37（図2参照）は、巻上ウインチ19cによる巻上ロープ19aの巻上量を検出する。巻上量は、巻上ウインチ19cに巻き取られる巻上ロープ19aの量または巻上ウインチ19cから繰り出される巻上ロープ19aの量である。例えば、巻上量センサ37は、巻上ウインチ19cの回転数を検出することで、巻上量を検出してもよい。例えば、巻上量センサ37は、巻上ロープ19aに接触させたローラの回転を検出することで、巻上ロープ19aの移動量を検出し、この移動量に基づいて巻上量を検出してもよい。例えば、巻上量センサ37は、巻上ロープ19aの画像に基づいて巻上量を検出（例えば推定）してもよい。この場合、例えば、巻上量センサ37は、カメラと、画像認識部と、を備えてもよい。例えば、カメラは、巻上ウインチ19cの胴部に巻かれている巻上ロープ19aの状態を撮影する。例えば、カメラは、巻上ロープ19aの繰り出し位置や、胴部に巻かれている巻上ロープ19aの大きさを画像認識部が認識できるような画像を撮影する。例えば、画像認識部は、AI（Artificial Intelligence）により、カメラに撮影された画像から巻上量を推定してもよい。具体的には例えば、画像認識部は、カメラに撮影された画像から、巻上

ウインチ 19c の胴部の何層目の何列目に、巻上ロープ 19a の繰り出し位置があるかを認識してもよい（この認識ができるように画像認識部が予め学習する）。また、画像認識部は、巻上ロープ 19a の繰り出し位置に基づいて、巻上ウインチ 19c からの巻上ロープ 19a の繰り出し量、または、巻上ウインチ 19c への巻上ロープ 19a の巻き取り量を認識してもよい（この認識ができるように画像認識部が予め学習する）。そして、巻上量センサ 37 は、画像認識部が認識した巻上ロープ 19a の状態に基づいて、巻上ロープ 19a の巻上量を推定してもよい（巻上量の推定は、巻上量の検出に含まれる）。

[0020] 記憶部 51（図 2 参照）は、アタッチメント 14 の起伏角度 θ の大きさと吊荷重 F の大きさとに関連付けられた揚程誤差 ΔL に関する情報である揚程誤差情報を記憶する。揚程誤差情報は、例えば、後述する図 4 に示すように、アタッチメントの起伏角度 θ の大きさと吊荷重 F の大きさとに関連付けられた複数の揚程誤差 ΔL を含んでいてもよい。また、揚程誤差情報は、例えば、後述する図 5 に示すように、起伏角度 θ と揚程誤差 ΔL との関係を表す関数を含んでいてもよい。揚程誤差情報は、複数の関数を含んでいてもよく、前記複数の関数は、互いに異なる大きさの複数の吊荷重 F （図 5 では 3 つの吊荷重 $W1$, $W2$, $W3$ ）に対応するものであってもよく、この場合、前記複数の関数のそれぞれは、起伏角度 θ と揚程誤差 ΔL との関係を表す関数である。

[0021] 演算部 53 は、図 2 に示すように、信号の入出力、および演算（処理）などを行う。例えば、演算部 53 には、アタッチメント構成取得部 31 からアタッチメント構成情報が入力され、吊荷重センサ 33、アタッチメント角度センサ 35 および巻上量センサ 37 を含む複数のセンサのそれぞれから情報が入力される。演算部 53 には、記憶部 51 から揚程誤差 ΔL （図 1 参照）に関する情報が入力されてもよい。演算部 53 は、記憶部 51 に情報を記憶させてもよい。演算部 53 は、表示部 55 に表示を行わせてもよい。演算部 53 は、図 1 に示す揚程 L （後述）の算出、および作業半径 R （後述）の算

出を行う。演算部53は、クレーン1を作動させるための信号をアクチュエータ（例えばブーム起伏ウインチ17dなど）に出力してもよい。演算部53は、クレーン1の自動運転制御を行ってもよい。演算部53は、フック19bを移動可能な領域を決定（例えば制限）する制御などを行ってもよい。

[0022] 演算部53は、アタッチメント角度センサ35に検出された起伏角度 θ （起伏角度検出値）と、巻上量センサ37に検出された巻上量（巻上量検出値）と、に基づいて、フック19bの揚程の計算値である揚程計算値 L_c を算出する。演算部53は、前記起伏角度検出値と、吊荷重センサ33に検出された吊荷重 F （吊荷重検出値）と、に対応する揚程誤差 ΔL （揚程誤差対応値）を、記憶部51に記憶された前記揚程誤差情報を用いて決定する。演算部53は、決定された前記揚程誤差対応値に基づいて揚程計算値 L_c を補正する。

[0023] 表示部55（図2参照）は、情報の表示を行う。表示部55は、揚程 L を表示してもよい。表示部55は、作業半径 R を表示してもよい。

[0024] （作動）

図1に示すクレーン1は、次のように作動するように構成される。クレーン1でクレーン作業が行われる前に（事前に）、複数の揚程誤差 ΔL を含む揚程誤差情報の取得（事前取得）が行われる。そして、クレーン1でクレーン作業が行われる時に、事前取得された複数の揚程誤差 ΔL を含む揚程誤差情報に基づいて、揚程計算値 L_c が補正される。この補正については、下記の「（揚程誤差 ΔL の読み込みおよび揚程計算値 L_c の補正）」の段落以降において説明する。

[0025] （複数の揚程誤差 ΔL の取得）

クレーン1では、記憶部51は、複数の揚程誤差 ΔL を含む揚程誤差情報を記憶する。複数の揚程誤差 ΔL のそれぞれは、揚程 L の計算値である揚程計算値 L_c と、フック19bの実際の揚程 L と、の差である（図3のステップS22参照）。揚程 L は、図1に示すようにフック19bの高さを表す値である。例えば、揚程 L は、基準となる面から、フック19bの特定部位ま

での高さであってもよい。特定部位は、例えば、フック 19 b の上端部であってもよく、フック 19 b の下端部であってもよく、フック 19 b の他の部位であってもよい。上記「基準となる面」は、下部走行体 11 a の底面でもよく、下部走行体 11 a の底面よりも上の面でも下の面でもよく、地面でもよい。

[0026] 揚程計算値 L_c は、アタッチメント 14（例えばブーム 15）の起伏角度 θ と、巻上ロープ 19 a の巻上量と、に基づいて算出される揚程 L の計算値である。例えば、コントローラは、揚程 L に関する基準をリセットするための入力器（例えば図略のボタン）に対する入力が例えば作業者によって行われたときのクレーン 1 の状態を「基準状態」に設定してもよい。コントローラは、この基準状態のときの揚程 L を、揚程基準値 L_s （図 3 のステップ S14 参照）に設定する。揚程基準値 L_s は、例えばゼロに設定されてもよく、他の値に設定されてもよい。基準状態から、ブーム 15 の起伏角度 θ が変化すると、演算部 53 は、起伏角度 θ の変化量に基づいて、起伏角度 θ が変化した後の揚程 L を算出する。また、基準状態から、巻上ロープ 19 a の巻上量が増加すると、演算部 53 は、巻上量の変化量に基づいて、巻上量の変化後の揚程 L を算出する。これらのように、基準状態からのブーム 15 の起伏角度 θ の変化量、および、基準状態からの巻上ロープ 19 a の巻上量の変化量に基づいて算出される揚程 L が、揚程計算値 L_c である。

[0027] 揚程計算値 L_c には、実際の揚程 L に対する誤差が生じる。この誤差の詳細は、例えば次の通りである。

[0028] [例 A 1] アタッチメント 14（本実施形態ではブーム 15）のたわみによって、揚程計算値 L_c と実際の揚程 L とに誤差が生じる。ブーム 15 のたわみ量は、吊荷重 F およびブーム 15 の起伏角度 θ によって変わる。そのため、吊荷重 F および起伏角度 θ に応じて、この誤差が変わる。

[0029] [例 A 2] 巻上ロープ 19 a のたるみによって、揚程計算値 L_c と実際の揚程 L とに誤差が生じる。

[例 A 2-1] 巻上ロープ 19 a のたるみ量は、吊荷重 F によって変わる

。そのため、吊荷重Fに応じて、この誤差が変わる。

〔例A2-2〕巻上ロープ19aのたるみ量は、巻上ロープ19aの巻上量によって変わる。具体的には、巻上ウインチ19cからの巻上ロープ19aの繰り出し量が少なければ巻上ロープ19aの伸びの影響（たるみ量）は小さく、巻上ロープ19aの繰り出し量が多ければ、その分、巻上ロープ19aの伸びの影響が大きくなる。そのため、巻上ロープ19aの巻上量に応じて、揚程計算値Lcと実際の揚程Lとの誤差が変わる。

[0030] 巻上ロープ19aのたるみ量は、上記以外の条件（吊荷重Fおよび巻上ロープ19aの巻上量以外の条件）によっても変わる。例えば、巻上ロープ19aのたるみ量は、巻上ロープ19aが掛けられるシーブの影響によって変わる。具体的には例えば、巻上ロープ19aのたるみ量は、巻上ロープ19aが掛けられるシーブのシーブ効率による巻上ウインチ19cの引張力（引張力＝吊荷重F／シーブ効率）の大きさによって変わる。また、例えば、巻上ロープ19aのたるみ量は、巻上ロープ19aが掛けられるシーブの量（個数）によって変わる。さらに詳しくは、巻上ロープ19aが掛けられるシーブが多いと、巻上ロープ19aがたるみ、巻上ウインチ19cが繰り出した巻上ロープ19aの量に対して、フック19bの巻き下げ量が小さくなる（巻上ウインチ19cが繰り出した量がそのまま伝わらない）。また、例えば、巻上ロープ19aのたるみ量は、ロープの種類（材質、太さなど）によって変わる。また、例えば、巻上ロープ19aのたるみ量は、巻上ロープ19aの経年変化による局所伸びの影響によって変わる。これらの影響（シーブの影響、ロープの種類、経年変化）を受けて巻上ロープ19aがたるんだ状態で（これらの影響を考慮した状態で）、揚程誤差 ΔL が取得される。

[0031] 揚程誤差 ΔL は、ブーム15のたわみによって生じる誤差（上記〔例A1〕）と、巻上ロープ19aのたるみによって生じる誤差（上記〔例A2〕）と、の和である。なお、上記〔例A1〕および〔例A2-1〕に比べ、上記〔例A2-2〕による誤差は小さいので、上記〔例A2-2〕による誤差は考慮されなくてもよい。

[0032] 記憶部51は、アタッチメントの起伏角度 θ の大きさと吊荷重Fの大きさとに関連付けられた複数の揚程誤差 ΔL を、前記揚程誤差情報として記憶している。例えば、記憶部51は、互いに異なる複数の起伏角度 θ と、互いに異なる複数の吊荷重Fと、を用いて作ることができる複数の組み合わせのそれぞれに関連付けられた揚程誤差 ΔL を記憶していてもよい。複数の組み合わせのそれぞれは、複数の起伏角度 θ のうちの何れか1つと、複数の吊荷重Fのうちの何れか1つと、の組み合わせであってもよい。具体的には、複数の揚程誤差 ΔL は、記憶部51（図2参照）に、例えば次の[例B1]のように記憶されていてもよい。

[0033] [例B1] ブーム15の複数の起伏角度 θ ごと、かつ、吊荷重Fの複数の大きさごとに、揚程誤差 ΔL が記憶部51に記憶されていてもよい。具体的には例えば、図4に示すように、吊荷重FがF1のときの様々な起伏角度 θ （ θ_1 、 $\theta_2 \cdots \theta_n$ ）ごとに、揚程誤差 ΔL が記憶部51（図2参照）に記憶される。また、吊荷重FがF1とは異なるF2のときの様々な起伏角度 θ （ θ_1 、 $\theta_2 \cdots \theta_n$ ）ごとに、揚程誤差 ΔL が記憶部51に記憶される。図4におけるブーム角度 θ は、アタッチメントの起伏角度の一例である。同様に、起伏角度 θ が θ_1 のときの様々な吊荷重F（F1、F2 $\cdots$ Fn）ごとに、揚程誤差 ΔL が記憶部51に記憶される。また、起伏角度 θ が θ_1 とは異なる θ_2 のときの様々な吊荷重F（F1、F2 $\cdots$ Fn）ごとに、揚程誤差 ΔL が記憶部51に記憶される。すなわち、複数の吊荷重Fのそれぞれについて、複数の起伏角度 θ に関連付けられた複数の揚程誤差 ΔL が記憶部51に記憶される。

[0034] 前記揚程誤差情報は、起伏角度 θ の大きさと、吊荷重Fの大きさと、アタッチメントの構成と、に関連付けられた揚程誤差 ΔL に関する情報であることが好ましい。記憶部51は、アタッチメントの起伏角度 θ の大きさと、吊荷重Fの大きさと、アタッチメントの構成と、に関連付けられた複数の揚程誤差 ΔL を、前記揚程誤差情報として記憶していることが好ましい。

[0035] 例えば、記憶部51は、互いに異なる複数の起伏角度 θ と、互いに異なる

複数の吊荷重 F と、アタッチメント 14 についての互いに異なる複数の構成と、を用いて作ることができる複数の組み合わせのそれぞれに関連付けられた揚程誤差 ΔL を記憶していてもよい。複数の組み合わせのそれぞれは、複数の起伏角度 θ のうちの何れか 1 つと、複数の吊荷重 F のうちの何れか 1 つと、複数の構成のうちの何れか 1 つと、の組み合わせであってもよい。前記揚程誤差情報におけるアタッチメント 14 についての複数の構成は、第 1 の構成と、第 2 の構成と、を含む。第 1 の構成は、少なくとも一つの第 1 の構成内容を含み、第 2 の構成は、少なくとも一つの第 2 の構成内容を含み、第 1 の構成内容と第 2 の構成内容とは互いに異なる。例えば、第 1 の構成内容及び第 2 の構成内容のそれぞれは、ブーム 15 の長さであってもよい。第 1 の構成内容及び第 2 の構成内容のそれぞれは、ジブ 115 (図 8 参照) の長さであってもよい。第 1 の構成内容及び第 2 の構成内容のそれぞれは、ジブ 115 の有無に関する情報であってもよい。具体的には、複数の揚程誤差 ΔL は、記憶部 51 に、例えば次の [例 B 2] のように記憶されていてもよい。

[0036] [例 B 2] 図 1 に示す具体例では、アタッチメント 14 についての複数の構成は、第 1 の構成と、第 2 の構成と、を含む。第 1 の構成は、ブーム 15 の長さが第 1 の長さであるという第 1 の構成内容を含んでいてもよく、第 2 の構成は、ブーム 15 の長さが第 1 の長さとは異なる第 2 の長さであるという第 2 の構成内容を含んでいてもよい。また、図 1 及び図 8 に示す具体例では、アタッチメント 14 についての複数の構成は、第 1 の構成と、第 2 の構成と、を含み、第 1 の構成は、ブーム 15 を含むという第 1 の構成内容を含んでいてもよく、第 2 の構成は、ブーム 15 とジブ 115 とを含むという第 2 の構成内容を含んでいてもよい。また、この場合、第 1 の構成は、第 1 のブーム長さを有するブーム 15 を含むという第 1 の構成内容を含んでいてもよく、第 2 の構成は、第 2 のブーム長さを有するブーム 15 と第 2 のジブ長さを有するジブ 115 とを含むという第 2 の構成内容を含んでいてもよい。

[0037] 記憶部 51 に記憶される前記揚程誤差情報は、第 1 情報と、第 2 情報と、

を含む。具体的には例えば、第1情報は、図4における上側の表に示される情報であってもよく、第2情報は、図4における下側の表に示される情報であってもよい。第1情報は、アタッチメント14についての複数の構成のうち第1の構成に関連付けられた情報であり、第2情報は、アタッチメント14についての複数の構成のうち第2の構成に関連付けられた情報である。具体的には例えば、図4における上側の表に示すように、アタッチメント14の構成が第1の構成である場合において、複数の吊荷重 F (F_1 、 $F_2 \cdots F_n$)のそれぞれについて、複数の起伏角度 θ (θ_1 、 $\theta_2 \cdots \theta_n$)に関連付けられた複数の揚程誤差 ΔL が記憶部51に記憶されていてもよい。また、図4における下側の表に示すように、アタッチメント14の構成が第1の構成とは異なる第2の構成である場合において、複数の吊荷重 F のそれぞれについて、複数の起伏角度 θ に関連付けられた複数の揚程誤差 ΔL が記憶部51に記憶されていてもよい。すなわち、アタッチメント14についての複数の構成のそれぞれについて、複数の起伏角度 θ と、複数の吊荷重 F と、を用いて作ることができる複数の組み合わせのそれぞれに関連付けられた揚程誤差 ΔL が記憶部51に記憶されていてもよい。

[0038] [例B3] なお、図1に示す巻上ロープ19aの様々な巻上量ごとに、様々な起伏角度 θ に対応する複数の揚程誤差 ΔL が、記憶部51（図2参照）に記憶されてもよい（上記[例A2-2]参照）。

[0039] 揚程誤差 ΔL を取得する手順（記憶部51が記憶する手順）の具体例は、次の通りである。

[0040] [例C1] 例えば、ブーム15がある起伏角度 θ で配置され、巻上ロープ19aがある巻上量に調節される。この状態で揚程計算値 L_c が算出される。この状態から起伏角度 θ および巻上量が変わらずに、吊荷重 F が様々な大きさに変えられる。具体的には例えば、フック19bに取り付けられるおもり（吊荷21に相当）が様々な質量のものに取り替えられる。この場合において各吊荷重 F のときの揚程 L が実測される。実測された揚程 L と揚程計算値 L_c との差が、揚程誤差 ΔL として算出され、算出された揚程誤差 ΔL

が記憶部 51 に記憶されてもよい。上記のような手順により、記憶部 51 は、アタッチメントの起伏角度 θ の大きさと、吊荷重 F の大きさと、に関連付けられた複数の揚程誤差 ΔL を記憶してもよい。

[0041] [例 C 2] 例えば、吊荷重 F が変えられずに、起伏角度 θ および巻上ロープ 19 a の巻上量の少なくともいずれかが様々な大きさに変えられる。この場合において各大きさのときの揚程 L が実測される。そして、実測された揚程 L と揚程計算値 L_c との差が、揚程誤差 ΔL として算出され、算出された揚程誤差 ΔL が記憶部 51 に記憶されてもよい。上記のような手順により、記憶部 51 は、アタッチメントの起伏角度 θ の大きさおよび／または巻上ロープ 19 a の巻上量と、吊荷重 F の大きさと、に関連付けられた複数の揚程誤差 ΔL を記憶してもよい。

[0042] [例 C 2-1] 例えば、吊荷重 F が変えられずに、起伏角度 θ が様々な大きさに変えられる。このとき、揚程計算値 L_c が一定になるように巻上ロープ 19 a が巻上または巻下されながら、揚程 L が実測される。そして、実測された揚程 L と揚程計算値 L_c との差が、揚程誤差 ΔL として算出され、算出された揚程誤差 ΔL が記憶部 51 に記憶されてもよい。上記のような手順により、記憶部 51 は、アタッチメントの起伏角度 θ の大きさと、吊荷重 F の大きさと、に関連付けられた複数の揚程誤差 ΔL を記憶してもよい。

[0043] [例 C 2-2] 例えば、吊荷重 F が変えられずに、起伏角度 θ が様々な大きさに変えられる。このとき、揚程 L の実測値が一定になるように（すなわちフック 19 b が水平移動するように）、巻上ロープ 19 a が巻上または巻下される（後述）。そして、起伏角度 θ および巻上ロープ 19 a の巻上量に基づいて算出された揚程計算値 L_c と、揚程 L の実測値との差が、揚程誤差 ΔL として算出され、算出された揚程誤差 ΔL が記憶部 51 に記憶されてもよい。上記のような手順により、記憶部 51 は、アタッチメントの起伏角度 θ の大きさと、吊荷重 F の大きさと、に関連付けられた複数の揚程誤差 ΔL を記憶してもよい。

[0044] 以下、この [例 C 2-2] の具体例について、図 3 に示すフローチャート

を参照して説明する。

[0045] (揚程誤差 ΔL の取得の具体例)

ステップS 1 1では、図1に示すアタッチメント1 4の構成が、演算部5 3 (図2参照)に入力される。例えば、演算部5 3に入力されるアタッチメント1 4の構成は、アタッチメント構成取得部3 1 (図2参照)に取得された情報でもよく、アタッチメント構成取得部3 1に取得された情報でなくてもよい。なお、図3では、アタッチメント1 4は、「A T T」と記載されている (図6も同様)。

[0046] ステップS 1 2では、吊荷重Fが、演算部5 3に入力される。例えば、演算部5 3に入力される吊荷重Fは、自動的に取得された値、例えば吊荷重センサ3 3 (図2参照)で検出された値などであってもよく、作業者により手動で入力された値でもよい。

[0047] このように、「揚程誤差 ΔL の取得」において、各種センサが用いられてもよい。この「揚程誤差 ΔL の取得」に用いることができるセンサは、後述する「揚程誤差 ΔL の読み込みおよび揚程計算値 L_c の補正」に用いられるセンサと、共通のセンサであることが好ましいが、共通のセンサでなくてもよい。具体的には、図2に示す吊荷重センサ3 3、アタッチメント角度センサ3 5、および巻上量センサ3 7は、少なくとも「揚程誤差 ΔL の読み込みおよび揚程計算値 L_c の補正」に用いられるセンサであるところ、これらのセンサは「揚程誤差 ΔL の取得」に用いられてもよく、用いられなくてもよい。

[0048] ステップS 1 3では、図1に示すアタッチメント1 4 (本実施形態ではブーム1 5)の起伏角度 θ 、および巻上ロープ1 9 aの巻上量が、演算部5 3に入力される。例えば、演算部5 3に入力される起伏角度 θ は、アタッチメント角度センサ3 5で検出された値でもよく、アタッチメント角度センサ3 5で検出された値でなくてもよい。例えば、演算部5 3に入力される巻上量は、巻上量センサ3 7で検出された値でもよく、巻上量センサ3 7で検出された値でなくてもよい。

- [0049] ステップS 1 4 では、現在の揚程計算値 L_c が、揚程基準値 L_s として記憶部5 1に記憶される。さらに詳しくは、演算部5 3は、現在のアタッチメント1 4の起伏角度 θ 、および巻上ロープ1 9 aの巻上量に基づいて、現在の揚程計算値 L_c を算出する。演算部5 3は、算出した揚程計算値 L_c を、揚程基準値 L_s として記憶部5 1に記憶させる。
- [0050] ステップS 2 1では、フック1 9 bが水平に移動するように（すなわち実際の揚程 L が一定に維持されるように）、アタッチメント1 4および巻上ウインチ1 9 cが作動させられる。具体的にはブーム1 5の起伏および巻上ロープ1 9 aの巻上または巻下が行われる。例えば、フック1 9 bが上部旋回体1 1 bに近づけられる場合（水平引きが行われる場合）は、ブーム1 5が起こされながら、巻上ロープ1 9 aが巻き下げられる。フック1 9 bが上部旋回体1 1 bから遠ざけられる場合は、ブーム1 5が伏せられながら、巻上ロープ1 9 aが巻き上げられる。なお、アタッチメント1 4がジブ1 1 5（図8参照）を有する場合は、ジブ1 1 5の起伏および巻上ロープ1 9 aの巻上または巻下が行われる。アタッチメント1 4および巻上ウインチ1 9 cを作動させる操作は、手動でも自動でもよい。さらに詳しくは、フック1 9 bが水平移動するように、アタッチメント1 4および巻上ウインチ1 9 cをオペレータが手動で操作してもよい。また、例えばクレーン1の外部に設置されたセンサが揚程 L を検出し、検出された実際の揚程 L が一定になるように、アタッチメント1 4および巻上ウインチ1 9 cが自動操作されてもよい。揚程 L を検出するための「クレーン1の外部に設置されたセンサ」は、例えばカメラでもよく、例えば光（具体的にはレーザ光など）や電波などを用いた非接触センサでもよい。
- [0051] ステップS 2 2では、揚程誤差 ΔL が、演算部5 3によって算出される。さらに詳しくは、演算部5 3は、アタッチメント1 4の起伏角度 θ および巻上ロープ1 9 aの巻上量に基づいてフック1 9 bを水平移動させているときの複数の位置において揚程計算値 L_c を算出する。そして、演算部5 3は、フック1 9 bを水平移動させているときの複数の位置において算出された複

数の揚程計算値 L_c のそれぞれと、揚程基準値 L_s と、の差（すなわち揚程誤差 ΔL ）を算出する。

[0052] この例では、アタッチメント14のたわみ、および巻上ロープ19aのたるみを考慮した揚程誤差 ΔL を取得することができる。さらに詳しくは、揚程基準値 L_s が取得されたとき（ステップS14のとき）、アタッチメント14にはたわみがあり、巻上ロープ19aにはたるみがある。この状態から、アタッチメント14の起伏角度 θ および巻上ロープ19aの巻上量が変化させられる。ここで、上記の例では、起伏角度 θ および巻上量が変化させられる際、フック19bは水平移動している。そのため、仮に、アタッチメント14にたわみ量の変化がなく、巻上ロープ19aにたるみ量の変化が無ければ、フック19bが水平移動したときの揚程計算値 L_c は、揚程基準値 L_s から変化しないはずである。一方、実際には、アタッチメント14にたわみ量の変化があり、巻上ロープ19aにたるみ量の変化があるので、フック19bが水平移動したときに揚程計算値 L_c が変化し、揚程基準値 L_s からずれる。揚程計算値 L_c から揚程基準値 L_s を引くことで、アタッチメント14のたわみ、および巻上ロープ19aのたるみを考慮した、揚程誤差 ΔL が算出される。

[0053] ステップS23では、算出された揚程誤差 ΔL が、記憶部51に記憶される。例えばアタッチメント14の可動範囲の全体または略全体で、アタッチメント14が起伏されながら、揚程誤差 ΔL が算出および記憶される。次に、フローはステップS11に戻る。そして、吊荷重 F が変えられて、上記と同様に揚程誤差 ΔL が記憶部51に記憶される。また、アタッチメント14の構成が変えられて、上記と同様に揚程誤差 ΔL が記憶部51に記憶される。これにより、記憶部51は、アタッチメントの起伏角度の大きさと、吊荷重の大きさと、アタッチメント14の構成と、に関連付けられた複数の揚程誤差 ΔL を記憶することができる。

[0054] （揚程誤差 ΔL の記憶の他の具体例）

記憶部51は、例えば次のように揚程誤差 ΔL に関する揚程誤差情報を記

憶してもよい。

[0055] [例D 1] 起伏角度 θ が連続的に変化させられながら、揚程誤差 ΔL が連続的に取得された場合、記憶部 51 は、連続的に変化する起伏角度 θ と連続的に変化する揚程誤差 ΔL との関係を記憶してもよい（例えば図 5 に示すグラフを参照）。

[0056] [例D 2] 図 1 に示す起伏角度 θ が変化させられながら、揚程誤差 ΔL が非連続的に（間欠的に）取得された場合、記憶部 51 は、非連続的に取得される起伏角度 θ と非連続的に取得される揚程誤差 ΔL との関係を記憶してもよい。

[0057] [例D 3] 記憶部 51 は、起伏角度 θ と揚程誤差 ΔL との関係に基づいて導出された計算式（後述）を記憶してもよい。

[0058] [例D 4] 記憶部 51 は、非連続的な揚程誤差 ΔL のデータに基づいて導出された計算式から算出された揚程誤差 ΔL の値を記憶してもよい。

[0059] 上記 [例D 3] および [例D 4] の計算式は、例えば、起伏角度 θ を変数とする関数（例えば 2 次関数など）であってもよい（図 5 に示すグラフを参照）。具体的には例えば、揚程誤差 ΔL は、次の式 1 で表される。

[0060] $\Delta L = a \theta^2 + b \theta + c$ （式 1）

ここで、 a 、 b 、および c は定数である。この式 1 は、様々な吊荷重 F ごとに求められる。図 5 に示す例では、3 種類の吊荷重 F （ $W1$ （小）、 $W2$ （中）、 $W3$ （大））のそれぞれについて、起伏角度 θ を変数とする関数が設定されている。

[0061]（揚程誤差 ΔL の読み込みおよび揚程計算値 L_c の補正）

上記の揚程誤差 ΔL の取得は、クレーン 1 でクレーン作業が行われる前に（事前に）行われる。クレーン 1 での作業時に、揚程誤差 ΔL に関する揚程誤差情報に基づいて、揚程計算値 L_c が補正される。さらに詳しくは、クレーン 1 でクレーン作業が行われる際に、現在のクレーン 1 の状態（現在の稼働状態）が、演算部 53（図 2 参照）に入力される。具体的には、アタッチメント角度センサ 35 に検出された起伏角度 θ （現在の起伏角度 θ ）と、吊

荷重センサ 33 に検出された吊荷重 F （現在の吊荷重 F ）と、が演算部 53 に入力される。

[0062] 演算部 53（図 2 参照）は、現在の起伏角度 θ と、現在の吊荷重 F と、に対応する揚程誤差 ΔL （揚程誤差対応値）を記憶部 51 から読み込む。

[0063] [例 E 1] 例えば、演算部 53 は、図 4 に示すような揚程誤差情報に含まれる複数の揚程誤差 ΔL の中から、現在の起伏角度 θ と現在の吊荷重 F とに一致するまたは最も近い揚程誤差 ΔL を選択してもよい。

[0064] [例 E 2] 演算部 53 は、揚程誤差 ΔL に関する計算式（例えば上記の式 1）を記憶部 51 から読み込み、この計算式を用いて、現在の起伏角度 θ と現在の吊荷重 F とに対応する揚程誤差 ΔL を算出してもよい。

[0065] [例 E 3] 演算部 53 は、上記の計算式から予め算出された計算結果であって、現在の起伏角度 θ と現在の吊荷重 F とに対応する揚程誤差 ΔL の計算結果を記憶部 51 から読み込んでもよい。なお、上記 [例 E 2] および [例 E 3] の処理も、「演算部 53 が、揚程誤差 ΔL を記憶部 51 から読み込む」ことに含まれる。

[0066] 図 4 における上側の表および下側の表に示すように、アタッチメント 14 の複数の構成ごとに複数の揚程誤差 ΔL が記憶部 51 に記憶されている場合は、アタッチメント構成取得部 31 に取得された現在のアタッチメント 14 の構成が、演算部 53（図 2 参照）に入力される。演算部 53 は、現在のアタッチメント 14 の構成が第 1 の構成である場合には、現在の起伏角度 θ と、現在の吊荷重 F と、に対応する揚程誤差 ΔL を記憶部 51 に記憶された上側の表に示す第 1 情報から読み込む。同様に、演算部 53 は、現在のアタッチメント 14 の構成が第 2 の構成である場合には、現在の起伏角度 θ と、現在の吊荷重 F と、に対応する揚程誤差 ΔL を記憶部 51 に記憶された下側の表に示す第 2 情報から読み込む。

[0067] なお、上記のように、巻上ロープ 19a の複数の（様々な）巻上量ごとに揚程誤差 ΔL が記憶部 51（図 2 参照）に記憶されてもよい。この場合、演算部 53 は、巻上量センサ 37 に検出された巻上量（現在の巻上量）と、現

在の起伏角度 θ と、現在の吊荷重 F と、に対応する揚程誤差 ΔL を記憶部51から読み込む。また、演算部53は、現在のアタッチメント14の構成と、現在の巻上量と、現在の起伏角度 θ と、現在の吊荷重 F と、に対応する揚程誤差 ΔL を記憶部51から読み込んでもよい。

[0068] 演算部53は、現在の起伏角度 θ と、現在の巻上量と、に基づいて算出した揚程計算値 L_c を、記憶部51から読み込んだ揚程誤差 ΔL に基づいて補正する。例えば、演算部53は、揚程計算値 L_c と揚程誤差 ΔL との和を、補正後の揚程 L としてもよい。

[0069] (揚程誤差 ΔL の読み込みおよび揚程計算値 L_c の補正の具体例)

揚程誤差 ΔL の読み込みおよび揚程計算値 L_c の補正の具体例を、図6に示すフローチャートを参照して説明する。

[0070] ステップS31～S33では、図1に示すクレーン1の現在の稼働状態が、演算部53に入力される。さらに詳しくは、ステップS31では、アタッチメント構成取得部31に取得された、現在のアタッチメント14の構成に関する情報であるアタッチメント構成情報が、演算部53に入力される。ステップS32では、アタッチメント角度センサ35に取得された、現在のアタッチメント14の起伏角度 θ が、演算部53に入力される。ステップS33では、吊荷重センサ33に取得された、現在の吊荷重 F が、演算部53に入力される。

[0071] ステップS41では、演算部53は、現在の稼働状態に対応する揚程誤差 ΔL を記憶部51から読み込む。さらに詳しくは、演算部53は、現在のアタッチメント14の構成と、現在のアタッチメント14の起伏角度 θ と、現在の吊荷重 F と、に対応する揚程誤差 ΔL （揚程誤差対応値）を、記憶部51に記憶された揚程誤差情報から読み込む。演算部53は、例えば上記の計算式（式1）を用いて揚程誤差対応値を算出してもよい。

[0072] ステップS43では、演算部53は、揚程計算値 L_c を揚程誤差 ΔL で補正する。さらに詳しくは、演算部53は、現在の起伏角度 θ と現在の巻上量とに基づいて、揚程計算値 L_c を算出する。演算部53は、揚程計算値 L_c

に対して、ステップS 4 1で読み込んだ揚程誤差 ΔL （揚程誤差対応値）を例えば加算または減算することで、揚程計算値 L_c を補正し、補正後の揚程 L を得る。

[0073] ステップS 4 4では、演算部5 3は、補正後の揚程 L を表示部5 5（図2参照）に表示させる。演算部5 3は、補正後の揚程 L を利用して、クレーン1の自動運転を行ってもよい。

[0074] （作業半径 R の算出）

演算部5 3は、揚程誤差 ΔL を利用して、作業半径 R を算出してもよい。作業半径 R は、下部走行体1 1 aに対する上部旋回体1 1 bの旋回中心1 1 oから、フック1 9 bまでの水平距離（水平方向における距離）である。図1に示す例では、作業半径 R は、ブーム1 5の基端部からフック1 9 bまでの水平距離（第1距離 R_a ）と、旋回中心1 1 oからブーム1 5の基端部までの水平距離（第2距離 R_b ）と、の和である。例えばブーム1 5が伸縮ブーム（図示なし）の場合などには、ブーム1 5の基端部が旋回中心1 1 oよりも上部旋回体1 1 bにおける後側に配置される場合は、作業半径 R は、第1距離 R_a から第2距離 R_b を引いた値である。第2距離 R_b は、定数であり、作業半径 R の算出が行われる前に（予め）演算部5 3に設定される。演算部5 3は、第1距離 R_a を算出する。さらに詳しくは、演算部5 3は、記憶部5 1（図2参照）から揚程誤差 ΔL を読み込む。そして、演算部5 3は、揚程誤差 ΔL と、アタッチメント角度センサ3 5に検出された起伏角度 θ （現在の起伏角度 θ ）と、アタッチメント1 4の長さ（例えば図7に示すブーム1 5の長さ M ）と、に基づいて、第1距離 R_a を算出する。演算部5 3は、算出した第1距離 R_a と、第2距離 R_b （定数）と、に基づいて、作業半径 R を算出する（ステップS 5 1）。演算部5 3は、算出した作業半径 R を表示部5 5に表示させる（ステップS 5 2）。演算部5 3は、第1距離 R_a を表示部5 5に表示させてもよい。演算部5 3は、算出した作業半径 R （または第1距離 R_a ）を利用して、クレーン1の自動運転を行ってもよい。

[0075] （作業半径 R の算出の具体例）

具体的には例えば、演算部53は、次のように作業半径Rを算出する。アタッチメント角度センサ35に検出された起伏角度 θ （現在の起伏角度 θ ）を、図7に示すように起伏角度 θ_a とする。ここで、ブーム15が、起伏角度 θ_a であり、かつ、たわみがない（またはできるだけ少ない）状態を基準状態とする（図7に示すブーム15aを参照）。そして、現在のアタッチメント14の構成、現在の起伏角度 θ_a 、および現在の吊荷重F（図1参照）に基づき、現在の稼働状態での揚程誤差 ΔL が決定される。

[0076] ブーム15の長さ（さらに詳しくはブーム15の長手方向におけるブーム15の長さ）を、長さMとする。長さMは、ブーム15がたわんでいない状態のときのブーム15の基端部から先端部までの直線距離でもよい。長さMは、たわみを考慮したブーム15の長さでもよい。例えば、長さMは、ブーム15の起伏角度 θ が所定角度であり、吊荷重Fが所定の大きさのときの、実際のブーム15の基端部から先端部までの直線距離でもよい。

[0077] 現在の稼働状態での、ブーム15の基端部から先端部までの高さHは、次の式2で表される。

[0078] $H = M \sin \theta_a + \Delta L$ （式2）

なお、基準状態のブーム15aは実際にはたわんでいるので、高さHは、「 $M \sin \theta_a + \Delta L$ 」と厳密には一致はしないが、略一致する。

[0079] また、たわみのない仮想的なブーム15bを考える。この仮想的なブーム15bの先端部の位置と、たわみのある実際のブーム15の先端部の位置と、が同じであるとする。この仮想的なブーム15bの起伏角度 θ を、起伏角度 θ_b とする。このとき、ブーム15bの高さHは、次の式3で表される。

[0080] $H = M \sin \theta_b$ （式3）

[0081] 式2および式3により、次の式4が成り立つ。

[0082] $M \sin \theta_b = M \sin \theta_a + \Delta L$ （式4）

[0083] よって、次の式5が成り立つ。

[0084] $\theta_b = \sin^{-1} ((M \sin \theta_a + \Delta L) / M)$ （式5）

第1距離 R_a は、この θ_b を用いて、 $M \cos \theta_b$ で表される。よって、

作業半径 R は、「 $M \cos \theta b + R b$ 」で表される。

[0085] (第1の発明の効果)

本実施形態に係るフック位置算出装置を備えるクレーン1による効果は、次の通りである。クレーン1は、機械本体11と、アタッチメント14と、巻上ロープ19aと、フック19bと、巻上ウインチ19cと、図2に示すアタッチメント角度センサ35と、吊荷重センサ33と、巻上量センサ37と、記憶部51と、演算部53と、を備える。図1に示すように、アタッチメント14は、機械本体11に起伏可能に取り付けられる。巻上ロープ19aは、アタッチメント14から吊り下げられる。フック19bは、アタッチメント14から巻上ロープ19aを介して吊り下げられ、吊荷21を取り付け可能に構成される。巻上ウインチ19cは、巻上ロープ19aの巻き取りおよび繰り出しを行う。アタッチメント角度センサ35(図2参照)は、アタッチメント14の起伏角度 θ を検出する。吊荷重センサ33(図2参照)は、巻上ロープ19aに作用する吊荷重 F を検出する。巻上量センサ37(図2参照)は、巻上ウインチ19cによる巻上ロープ19aの巻上量を検出する。

[0086] [構成1] 記憶部51(図2参照)は、アタッチメント14の複数の起伏角度 θ ごと、かつ、吊荷重 F の複数の大きさごとに、揚程誤差 ΔL を記憶する(図3参照)。揚程誤差 ΔL は、揚程計算値 L_c (図3参照)と、フック19bの実際の揚程 L と、の差である。揚程計算値 L_c は、アタッチメント14の起伏角度 θ 、および巻上ロープ19aの巻上量に基づいて算出されるフック19bの揚程 L である。演算部53(図2参照)は、アタッチメント角度センサ35に検出された起伏角度 θ と、吊荷重センサ33に検出された吊荷重 F と、に対応する揚程誤差 ΔL を記憶部51から読み込む(図6のステップS41参照)。演算部53は、アタッチメント角度センサ35に検出された起伏角度 θ と、巻上量センサ37に検出された巻上量と、に基づいて算出した揚程計算値 L_c を、記憶部51から読み込んだ揚程誤差 ΔL に基づいて補正する(図6のステップS32～S43参照)。

[0087] 上記〔構成１〕により、次の効果が得られる。アタッチメント１４の起伏角度 θ 、および吊荷重 F の少なくともいずれかが変化すると、アタッチメント１４のたわみ量、および巻上ロープ１９ａのたるみ量の少なくともいずれかが変化する。そのため、アタッチメント１４の起伏角度 θ 、および巻上ロープ１９ａの巻上量に基づいて算出される揚程計算値 L_c （図３参照）は、実際の揚程 L に対してずれる。そこで、クレーン１は、上記〔構成１〕を備える。よって、アタッチメント角度センサ３５に検出された起伏角度 θ （現在の起伏角度 θ ）と、吊荷重センサ３３に検出された吊荷重 F （現在の吊荷重 F ）と、に対応する揚程誤差 ΔL により、揚程計算値 L_c が補正される。したがって、フック１９ｂの位置に関する情報（具体的には揚程 L ）を精度良く算出することができる。その結果、フック１９ｂの位置に関する情報（揚程 L ）を利用した制御（例えばクレーン１の自動運転など）が行われる場合は、この制御の精度を向上させることができる。

[0088] （第２の発明の効果）

〔構成２〕クレーン１は、アタッチメント１４の構成を取得するアタッチメント構成取得部３１（図２参照）を備える。記憶部５１は、アタッチメント１４の複数の構成ごとに揚程誤差 ΔL を記憶する（図４参照）。演算部５３が記憶部５１から読み込む揚程誤差 ΔL は、次の通りである。この揚程誤差 ΔL は、アタッチメント構成取得部３１に取得されたアタッチメント１４の構成と、アタッチメント角度センサ３５に検出された起伏角度 θ と、吊荷重センサ３３に検出された吊荷重 F と、に対応する揚程誤差 ΔL である。

[0089] 上記〔構成２〕により、次の効果が得られる。クレーン１では、アタッチメント１４の構成（例えばブーム１５の長さ、ジブ１１５（図８参照）の有無や長さなど）が変えられる場合がある。そこで、上記〔構成２〕では、アタッチメント１４の複数の構成ごとに揚程誤差 ΔL が記憶され（図４参照）、アタッチメント１４の構成に対応した揚程誤差 ΔL が演算部５３に読み込まれる（図６のステップＳ３１およびＳ４１参照）。よって、アタッチメント１４の構成に対応した揚程誤差 ΔL により、揚程計算値 L_c を補正するこ

とができる。

[0090] (第3の発明の効果)

〔構成3〕演算部53は、記憶部51から読み込んだ揚程誤差 ΔL と、アタッチメント角度センサ35に検出された起伏角度 θ と、アタッチメント14の長さM(図7参照)と、に基づいて、第1距離 R_a を算出する。第1距離 R_a は、アタッチメント14の基端部からフック19bまでの水平距離である。

[0091] 上記〔構成3〕では、第1距離 R_a の算出に、揚程誤差 ΔL が用いられる。よって、揚程誤差 ΔL が用いられない場合、例えば揚程計算値 L_c のみに基づいて第1距離 R_a が算出される場合などに比べ、フック19bの位置に関する情報(具体的には第1距離 R_a)を精度良く算出することができる。その結果、フック19bの位置に関する情報を利用した制御(例えばクレーン1の自動運転など)が行われる場合は、この制御の精度を向上させることができる。

[0092] (変形例)

図8に示すように、アタッチメント14は、ジブ115を備えてもよい。クレーン1は、ジブ起伏装置127を備えてもよい。ジブ115は、ブーム15に起伏可能に取り付けられる部材(起伏部材)である。ジブ115は、巻上ロープ19aおよびフック19bを介して吊荷21を吊り上げる。

[0093] ジブ起伏装置127は、ブーム15に対してジブ115を起伏させる装置である。ジブ起伏装置127は、ストラット127aと、ジブガイドライン127bと、ストラットガイドライン127cと、ジブ起伏ロープ127dと、を備える。ストラット127a(リアストラット127a1、フロントストラット127a2)は、ブーム15の先端部またはジブ115の基端部に回転可能に取り付けられる。ジブガイドライン127bは、フロントストラット127a2の先端部とジブ115の先端部とに接続される。ストラットガイドライン127cは、リアストラット127a1の先端部と、例えばブーム15とに接続される。ジブ起伏ロープ127dは、リアストラット127a1

のシーブとフロントストラット 1 2 7 a 2 のシーブとに掛けられてもよい。ジブ起伏ロープ 1 2 7 d は、ストラットガイライン 1 2 7 c の下端に接続されるスプレッド（図示なし）と、例えばブーム 1 5 に設けられるスプレッド（図示なし）と、に掛けられてもよい。上部旋回体 1 1 b またはブーム 1 5 に搭載されるジブ起伏ウインチ（図示なし）が、ジブ起伏ロープ 1 2 7 d を巻き取りおよび繰り出しする。すると、リアストラット 1 2 7 a 1 の先端部とフロントストラット 1 2 7 a 2 の先端部との間隔が変わる、または、ブーム 1 5 に対してストラット 1 2 7 a が起伏する。その結果、ジブ 1 1 5 がブーム 1 5 に対して起伏する。なお、ストラット 1 2 7 a は 1 本のみ設けられてもよい。

[0094] アタッチメント角度センサ 3 5（図 2 参照）は、ジブ 1 1 5 の起伏角度 ϕ を検出するジブ角度センサを含む。

[0095] 揚程誤差 ΔL は、例えば次のように取得される。ブーム 1 5 の起伏角度 θ が固定された状態で、様々な吊荷重 F で、様々なジブ 1 1 5 の起伏角度 ϕ で、揚程誤差 ΔL が、記憶部 5 1（図 2 参照）に記憶される。そして、ブーム 1 5 の起伏角度 θ が様々な変えられて、様々な吊荷重 F で、様々なジブ 1 1 5 の起伏角度 ϕ で、揚程誤差 ΔL が、記憶部 5 1（図 2 参照）に記憶される。

[0096] クレーン 1 の作業時には、演算部 5 3（図 2 参照）は、アタッチメント 1 4 の構成、ブーム 1 5 の起伏角度 θ 、ジブ 1 1 5 の起伏角度 ϕ 、および吊荷重 F に対応する揚程誤差 ΔL を読み込む。また、演算部 5 3 は、ブーム 1 5 の起伏角度 θ 、ジブ 1 1 5 の起伏角度 ϕ 、および巻上ロープ 1 9 a の巻上量に基づいて、揚程計算値 L_c （図 3 参照）を算出する。そして、演算部 5 3 は、算出した揚程計算値 L_c を、読み込んだ揚程誤差 ΔL で補正する。

[0097]（他の変形例）

上記実施形態は様々な変形されてもよい。例えば、上記実施形態の各構成要素の配置や形状が変更されてもよい。例えば、図 2 に示す構成要素どうしの接続は変更されてもよい。例えば、図 3 および図 6 に示すフローチャート

のステップの順序が変更されてもよく、ステップの一部が行われなくてもよい。例えば、構成要素の数を変更されてもよく、構成要素の一部が設けられなくてもよい。例えば、構成要素どうしの固定や連結などは、直接的でも間接的でもよい。例えば、互いに異なる複数の部材や部分として説明したものが、一つの部材や部分とされてもよい。例えば、一つの部材や部分として説明したものが、互いに異なる複数の部材や部分に分けて設けられてもよい。

[0098] 例えば、上記実施形態においてクレーン 1 の構成要素であったもの、例えば記憶部 5 1、演算部 5 3、表示部 5 5 などは、クレーン 1 の外部に設けられてもよい。例えば、ブーム 1 5 は伸縮ブームでもよい。この場合、ブーム 1 5 のたわみの向きは、図 1 に示すブーム 1 5 のたわみとは逆となる。具体的には、図 1 ではブーム 1 5 は下に凸にたわむが、伸縮ブームでは上に凸にたわむ。

請求の範囲

[請求項1]

クレーンの本体部である機械本体と、
前記機械本体に起伏可能に取り付けられるアタッチメントと、
前記アタッチメントから吊り下げられる巻上ロープと、
前記アタッチメントから前記巻上ロープを介して吊り下げられ、吊荷を取り付け可能に構成されるフックと、
前記巻上ロープの巻き取りおよび繰り出しを行う巻上ウインチと、
前記アタッチメントの起伏角度を検出するアタッチメント角度センサと、
前記巻上ロープに作用する吊荷重を検出する吊荷重センサと、
前記巻上ウインチによる前記巻上ロープの巻上量を検出する巻上量センサと、
前記起伏角度の大きさと前記吊荷重の大きさとに関連付けられた揚程誤差に関する情報である揚程誤差情報を記憶する記憶部と、
前記アタッチメント角度センサに検出された前記起伏角度である起伏角度検出値と前記巻上量センサに検出された前記巻上量である巻上量検出値とに基づいて前記フックの揚程の計算値である揚程計算値を算出する演算部と、を備え、
前記揚程誤差は、前記揚程計算値と前記フックの実際の揚程との差であり、
前記演算部は、前記起伏角度検出値と、前記吊荷重センサに検出された前記吊荷重である吊荷重検出値と、に対応する前記揚程誤差である揚程誤差対応値を、前記揚程誤差情報を用いて決定し、決定された前記揚程誤差対応値に基づいて前記揚程計算値を補正する、フック位置算出装置。

[請求項2]

請求項1に記載のフック位置算出装置であって、
前記アタッチメントの構成に関する情報であるアタッチメント構成情報を取得するアタッチメント構成取得部を備え、

前記揚程誤差情報は、前記起伏角度の大きさと、前記吊荷重の大きさと、前記アタッチメントの前記構成と、に関連付けられた前記揚程誤差に関する情報であり、

前記揚程誤差対応値は、前記アタッチメントの前記構成と、前記起伏角度検出値と、前記吊荷重検出値と、に対応する前記揚程誤差である、フック位置算出装置。

[請求項3]

請求項 1 または 2 に記載のフック位置算出装置であって、

前記演算部は、決定された前記揚程誤差対応値と、前記起伏角度検出値と、前記アタッチメントの長さと、に基づいて、前記アタッチメントの基端部から前記フックまでの水平距離を算出する、フック位置算出装置。