

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6192559号
(P6192559)

(45) 発行日 平成29年9月6日(2017.9.6)

(24) 登録日 平成29年8月18日(2017.8.18)

(51) Int.Cl. F 1
B 6 6 C 13/22 (2006.01) B 6 6 C 13/22 M

請求項の数 4 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2014-24527 (P2014-24527)	(73) 特許権者	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(22) 出願日	平成26年2月12日 (2014.2.12)	(74) 代理人	100089118 弁理士 酒井 宏明
(65) 公開番号	特開2015-151211 (P2015-151211A)	(72) 発明者	寺部 亮佑 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三 菱電機株式会社内
(43) 公開日	平成27年8月24日 (2015.8.24)	(72) 発明者	山本 勉 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三 菱電機株式会社内
審査請求日	平成28年6月29日 (2016.6.29)	(72) 発明者	葉石 敦生 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三 菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 クレーン装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ロープに懸垂された吊り荷を昇降可能なトロリーを駆動するトロリー駆動モータと、前記トロリーに入力されるトロリー速度指令を設定するトロリー速度指令設定部と、前記ロープのロープ長から共振周波数を演算する共振周波数演算部と、時間遅れフィルタの構造を有し、前記共振周波数に基づいて前記トロリー速度指令から補正トロリー速度指令を生成する振動成分除去部と、

前記補正トロリー速度指令と前記トロリーの速度とに基づいて前記トロリー駆動モータにトロリー駆動電圧を印加するトロリー用コントローラ・ドライバと、を有するクレーン装置であって、

前記振動成分除去部には、前記トロリー速度指令に基づいて決定される振動低減率と振動減衰周波数帯域と整定時間とを調節する調節パラメータが指令整定時間調節部から入力され、

前記調節パラメータには、前記トロリーの操作レバーのオンオフ操作回数に応じた前記振動低減率と前記振動減衰周波数帯域と前記整定時間とが設定されており、

前記トロリーの操作レバーのオンオフ操作回数が増加すると、前記調節パラメータは、前記振動低減率を高く、前記振動減衰周波数帯域を広く、前記整定時間を長くし、

前記トロリーの操作レバーのオンオフ操作回数が減少すると、前記調節パラメータは、前記振動低減率を低く、前記振動減衰周波数帯域を狭く、前記整定時間を短くするように設定されることを特徴とするクレーン装置。

【請求項 2】

ロープに懸垂された吊り荷を昇降可能なトロリーを駆動するトロリー駆動モータと、前記トロリーに入力されるトロリー速度指令を設定するトロリー速度指令設定部と、前記ロープのロープ長から共振周波数を演算する共振周波数演算部と、時間遅れフィルタの構造を有し、前記共振周波数に基づいて前記トロリー速度指令から補正トロリー速度指令を生成する振動成分除去部と、

前記補正トロリー速度指令と前記トロリーの速度とに基づいて前記トロリー駆動モータにトロリー駆動電圧を印加するトロリー用コントローラ・ドライバと、を有するクレーン装置であって、

前記振動成分除去部には、検出または演算によって生成された前記吊り荷の振れ幅に基づいて決定される振動低減率と振動減衰周波数帯域と整定時間とを調節する調節パラメータが指令整定時間調節部から入力され、

前記調節パラメータには、前記トロリーの操作レバーのオンオフ操作回数に応じた前記振動低減率と前記振動減衰周波数帯域と前記整定時間とが設定されており、

前記吊り荷の振れ幅による振れ幅レベルが高い場合には、前記調節パラメータは、前記振動低減率を高く、前記振動減衰周波数帯域を広く、前記整定時間を長くし、

前記吊り荷の振れ幅による振れ幅レベルが低い場合には、前記調節パラメータは、前記振動低減率を低く、前記振動減衰周波数帯域を狭く、前記整定時間を短くするように設定されることを特徴とするクレーン装置。

10

【請求項 3】

前記指令整定時間調節部が、

前記トロリー速度指令が入力されて、加加速度指令を出力する 2 階微分器と、

前記加加速度指令が入力されて、加加速度指令絶対値を出力する絶対値演算器と、

前記加加速度指令絶対値及び操作によるオンオフ信号が入力されて、インパルス総数を出力する加加速度インパルスカウンタ部と、

前記インパルス総数から前記調節パラメータを出力する調節パラメータテーブルと、を備えることを特徴とする請求項 1 に記載のクレーン装置。

20

【請求項 4】

前記指令整定時間調節部が、

前記吊り荷の振れ幅及び操作によるオンオフ信号が入力されて、前記振れ幅レベルを出力する振れ幅レベル比較部と、

前記振れ幅レベルから前記調節パラメータを出力する調節パラメータテーブルと、を備えることを特徴とする請求項 2 に記載のクレーン装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、クレーン装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、トロリーを備え、該トロリーから懸垂したロープに吊り荷を吊り下げて移動するクレーン装置がある。このようなクレーン装置の操縦において、加減速を有する速度指令に従ってトロリーを移動させると、トロリーの移動に伴って吊り荷に振動が発生する。トロリーの停止後にも振動が残留すると、吊り荷を下ろす際の作業性が低下する。このような残留した振動を抑制することを目的とした振れ止め方法として、様々な技術が提案されている。

40

【0003】

振れ止め方法としては、例えば、クローズドループ方式とオープンループ方式が挙げられる。クローズドループ方式は、吊り荷の振れ角、振れ角速度、ロープ長等をセンサで検出し、検出した値をトロリー駆動系にフィードバックすることで所望の振れ角になるよう制御する方式である。オープンループ方式は、トロリー停止時に振動がなくなるように速

50

度指令を補正する方式である。

【0004】

クローズドループ方式は、初期揺れ、突風または摩擦などの外乱には強いが、振れ幅や振れ角を検出に用いるセンサが必要となるためコストが増大する。クローズドループ方式としては、例えばPID (Proportional Integral Derivative) 制御を用いた手法が挙げられる。クローズドループ方式では、オブザーバや推定器を用いることでセンサレス化が進められているが、推定値に誤差を含むなどの課題がある。

【0005】

オープンループ方式は、外乱には弱い、センサが不要であるためコストが抑えられる、という長所がある。オープンループ方式としては、例えば指令ノッチ法やInput Shaping法が挙げられるが、いずれもクレーンの共振周波数をもとに振動を抑制する時間遅れフィルタの構造を有するという点は共通する。

【0006】

オープンループ方式の具体例として、指令ノッチ方式が挙げられる。指令ノッチ方式では、クレーン装置が備える振動成分除去手段がノッチフィルタとなる。

【0007】

例えば、特許文献1には、コンテナ搬送クレーンにおいて、トロリーの移動を行うためのワイヤ駆動装置の制御に、ノッチフィルタを用いることで振動抑制を行う技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2007-223745号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、上記従来技術によれば、時間遅れフィルタによる振れ止めでは、補正前に比べて補正後の速度指令の整定時間（トロリーが目標速度へ到達する時間）が遅れてしまう。そのため、操縦者によってはこのような補正によって操作性が阻害されてしまう、という問題があった。

【0010】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、時間遅れフィルタによるクレーンの振れ止め制御において、クレーンの操縦者の能力に応じてトロリーの速度応答性（整定時間）が調整されるクレーン装置を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、ロープに懸垂された吊り荷を昇降可能なトロリーを駆動するトロリー駆動モータと、前記トロリーに入力されるトロリー速度指令を設定するトロリー速度指令設定部と、前記ロープのロープ長から共振周波数を演算する共振周波数演算部と、時間遅れフィルタの構造を有し、前記共振周波数に基づいて前記トロリー速度指令から補正トロリー速度指令を生成する振動成分除去部と、前記補正トロリー速度指令と前記トロリーの速度とに基づいて前記トロリー駆動モータにトロリー駆動電圧を印加するトロリー用コントローラ・ドライバと、を有するクレーン装置であって、前記振動成分除去部には、前記トロリー速度指令に基づいて決定される振動低減率と振動減衰周波数帯域と整定時間とを調節する調節パラメータが指令整定時間調節部から入力され、前記調節パラメータには、前記トロリーの操作レバーのオンオフ操作回数に応じた前記振動低減率と前記振動減衰周波数帯域と前記整定時間とが設定されており、前記トロリーの操作レバーのオンオフ操作回数が増加すると、前記調節パラメータは、前記振動低減率を高く、前記振動減衰周波数帯域を広く、前記整定時間を長くし、前記トロ

10

20

30

40

50

リーの操作レバーのオンオフ操作回数が減少すると、前記調節パラメータは、前記振動低減率を低く、前記振動減衰周波数帯域を狭く、前記整定時間を短くするように設定されることを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、時間遅れフィルタによるクレーンの振れ止め制御において、クレーンの操縦者の能力に応じてトロリーの速度応答性（整定時間）が調整されるクレーン装置を得ることができる、という効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】図1は、実施の形態1にかかるクレーン装置の構成を示す図である。

【図2】図2は、実施の形態1にかかるクレーン装置が備える指令整定時間調節部の構成を示す図である。

【図3】図3は、実施の形態2にかかるクレーン装置の構成を示す図である。

【図4】図4は、実施の形態2にかかるクレーン装置が備える指令整定時間調節部の構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下に、本発明にかかるクレーン装置の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

【0015】

実施の形態1.

図1は、本発明にかかるクレーン装置の実施の形態1の構成を示す図である。図1に示すクレーン装置は、オープンループ方式の振れ止め制御機能を有するクレーン装置であり、トロリー速度指令設定部1と、巻上げ速度指令設定部2と、振動成分除去部3と、共振周波数演算部4と、ロープ長演算部5と、トロリー用コントローラ・ドライバ6と、巻上げ用コントローラ・ドライバ7と、トロリー駆動モータ8と、トロリーモータ回転角・速度検出/演算部9と、巻上げ駆動モータ10と、巻上げモータ回転角・速度検出/演算部11と、指令整定時間調節部20と、を備える。

【0016】

トロリー速度指令設定部1は、トロリー速度指令を設定する。巻上げ速度指令設定部2は、巻上げ速度指令を設定する。

【0017】

振動成分除去部3は、共振周波数演算部4で演算された共振周波数と、指令整定時間調節部20にて決定した調節パラメータと、に基づいて、トロリー速度指令から振動成分を除去した補正トロリー速度指令を生成する。なお、振動成分除去部3は、振動成分を除去する時間遅れフィルタの構造を有し、指令ノッチ法におけるノッチフィルタまたはInput Shaping法におけるInput Shaperに相当する。

【0018】

共振周波数演算部4は、ロープ長演算部5が出力したロープ長から共振周波数を演算し、振動成分除去部3に出力する。ロープ長演算部5はロープ長を演算する。ただし、これに限定されず、ロープ長演算部5がロープ長を検出するロープ長検出演算部であってもよい。

【0019】

トロリー用コントローラ・ドライバ6は、振動成分除去部3が出力した補正トロリー速度指令と、トロリーモータ回転角・速度検出/演算部9が出力したトロリーモータ回転角・速度と、に基づいて、速度制御、電流制御、PWM(Pulse Width Modulation)制御等を行って、トロリー駆動モータ8にトロリー駆動電圧を印加する。巻上げ用コントローラ・ドライバ7は、巻上げ速度指令設定部2が出力する巻上げ速度指令と、巻上げモータ回転角・速度検出/演算部11が出力した巻上げモータ回転角・速

10

20

30

40

50

度と、に基づいて速度制御、電流制御、PWM制御等を行って、巻上げ駆動電圧を巻上げ駆動モータ10に印加する。

【0020】

トロリー駆動モータ8は、トロリー用コントローラ・ドライバ6により印加されたトロリー駆動電圧に基づいて正逆駆動を行い、トロリーを水平移動させる。トロリーモータ回転角・速度検出/演算部9は、トロリー駆動モータ8の回転角・速度を検出または演算し、出力する。

【0021】

巻上げ駆動モータ10は、巻上げ用コントローラ・ドライバ7により印加された巻上げ駆動電圧に基づいて正逆駆動を行い、吊り荷を昇降させる。巻上げモータ回転角・速度検出/演算部11は、巻上げ駆動モータ10の回転角・速度を検出または演算し、出力する。なお、ロープ長演算部5がロープ長を演算する場合には、例えば、巻上げモータ回転角に基づいて算出される。

10

【0022】

トロリーモータ回転角・速度及び巻上げ回転角・速度は、エンコーダ等のセンサから回転角を検出し、回転角を微分して速度を算出する。または、センサを用いずに、オブザーバまたは推定器を用いて回転角・速度の推定値を算出して、出力してもよい。

【0023】

オープンループ方式である指令ノッチ方式を採用した図1に示すクレーン装置において、振動成分除去部3はノッチフィルタである。ノッチフィルタは、伝達関数として下記の式(1)で与えられる。

20

【0024】

【数1】

$$G_{\text{notch}} = \frac{s^2 + 2dw\omega_n s + \omega_n^2}{s^2 + 2w\omega_n s + \omega_n^2} \quad \dots(1)$$

【0025】

ここで、dはノッチ深さ、wはノッチ幅を決定するパラメータである。 ω_n はノッチ周波数であり、ワイヤ長lと重力加速度gから下記の式(2)より得られるクレーンの共振周波数として設定する。

30

【数2】

$$\omega_n = \sqrt{\frac{g}{l}} \quad \dots(2)$$

【0026】

共振周波数演算部4は、上記の式(2)に基づいて、ロープ長から共振周波数を算出して振動成分除去部3(ノッチフィルタ)に出力して反映させる。共振周波数演算部4で逐次共振周波数を演算することで、ロープ長が変化した場合にも振動抑制効果を維持することが可能である。

40

【0027】

このようにオープンループ方式では、速度指令を補正する時間遅れフィルタを用いることが一般的である。時間遅れフィルタによる振れ止めは、フィルタの特性上、補正前の速度指令(振動成分除去部の入力)と補正後の速度指令(振動成分除去部の出力)とを比較すると、補正前の速度指令に比べて補正後の速度指令では、トロリーが目標速度へ到達する時間(整定時間)が遅れる。例えば、熟練したクレーン操縦者は補正の掛かっている速度指令の操作に慣れているため、補正が掛かった速度指令で操作すると、操縦者は意図した入力への応答性が低下したように感じる。また、熟練したクレーン操縦者の中には、補正の掛かっている速度指令で残留振動を抑制する追いノッチと呼ばれる操縦技術を有

50

する者も存在し、この追いノッチでは加速と減速を切り替えて操作するため、補正により大幅に操作性が低下すると、追いノッチの妨げになる。

【0028】

そこで、本実施の形態のクレーン装置は、指令整定時間調節部20を備え、指令整定時間調節部20は、トロリー速度指令設定部1が設定して出力するトロリー速度指令に基づいて、振動成分除去部3に調節パラメータを出力して反映させる。指令整定時間調節部20が行う調節パラメータの調節方法について以下に説明する。

【0029】

前述のように、振動成分除去部3は、振動成分を除去する時間遅れフィルタの構造を有し、指令ノッチ法におけるノッチフィルタまたはInput Shaping法におけるInput Shaperに相当する。調節パラメータは、振動成分除去部3が出力する補正(トロリー)速度指令の振動低減率、振動減衰周波数帯域及び指令整定時間等のクレーンの操作性と因果関係を有し、ノッチフィルタにおけるノッチ深さ、ノッチ幅及びInput Shaping法におけるインパルス数等に相当する。振動成分を除去する時間遅れフィルタにおいて、振動低減率及び振動減衰周波数帯域は、指令整定時間と相関関係にある。例えば、ノッチ深さを深くし、またはノッチ幅を広くすると、振動低減率が高まって振動減衰周波数帯域は広がるが、指令整定時間は長くなる。またInput Shaping法では、インパルス数を増やすと振動低減率が高まり、振動減衰周波数帯域は広がるが、指令整定時間は長くなる。そこで、指令整定時間調節部20では、トロリー速度指令によりクレーン操縦者の操縦能力を判断し、調節パラメータを振動成分除去部3に反映することで、操作性(振動低減率、振動減衰周波数帯域及び指令整定時間)の調節を行う。

【0030】

本発明において、操縦能力の低いクレーン操縦者と操縦能力の高いクレーン操縦者は、以下のように区別する。一般に、クレーン操縦には加速度と最高速度が一定値として割り付けられたボタンやレバー等が配置された操縦卓を用いる。操縦能力の低いクレーン操縦者がトロリーを目的地まで水平移動すると、操縦能力の高いクレーン操縦者と比較して振れ幅の大きな残留振動が発生する。更に、操縦能力の低いクレーン操縦者は、発生した残留振動を抑制しようとしてトロリーの移動操作を繰り返す傾向にあるため、操縦能力の高いクレーン操縦者と比較して、操縦卓に設けられたトロリー速度指令を制御するトロリー操縦レバーのオンオフ操作回数が多い。したがって、操縦者の操縦能力は、トロリー操縦レバーのオンオフ操作回数から判断することが可能である。

【0031】

トロリー操縦レバーのオンオフ操作回数は、トロリーの加減速回数に比例し、加減速回数はトロリー速度指令を2階微分した加加速度から検知可能である。加速度と最高速度が一定値であるトロリー速度指令において、加加速度の波形には加減速の開始・終了時にインパルスが現れるため、加減速回数は加加速度波形におけるインパルス総数の半分となる。したがって、トロリー操縦レバーのオンオフ操作回数は、トロリー速度指令から求めることができる。

【0032】

図2は、図1に示すクレーン装置が備える指令整定時間調節部の構成を示す図である。図2に示す指令整定時間調節部20は、2階微分器21と、絶対値演算器22と、カウンタスイッチ23と、加加速度インパルスカウント部24と、調節パラメータテーブル25と、操縦者設定部26と、パラメータ記憶部27と、を備える。

【0033】

2階微分器21は、トロリー速度指令を2階微分し、加加速度指令を生成する。絶対値演算器22は、加加速度指令の絶対値を出力する。操縦卓のスイッチに設けられたカウンタスイッチ23は、加加速度インパルスカウント部24のカウントの開始と停止を切り替え、クレーン操縦者によってオンオフ操作される。加加速度インパルスカウント部24は、カウンタスイッチ23より出力される信号(ON/OFF信号)がオフからオンに切り

10

20

30

40

50

替わった時に加加速度指令絶対値のインパルス数のカウントを開始し、オンからオフに切り替わった時にインパルス数のカウントを停止し、カウントしたインパルス総数を出力する。調節パラメータテーブル 25 は、加加速度インパルスカウント部 24 が出力するインパルス総数から、インパルス総数と調節パラメータの関係が予め設定されたテーブルを参照して調節パラメータを出力する。

【0034】

操縦者設定部 26 は、氏名等の操縦者情報が入力されて設定される。パラメータ記憶部 27 は、操縦者設定部 26 にて入力された操縦者情報と調節パラメータとを対応させて記憶しており、操縦者設定部 26 からの操縦者情報に応じて調節パラメータを出力する。すなわち、各操縦者に対応する調節パラメータがパラメータ記憶部 27 に記憶されている場合には、クレーン操縦者は操縦前に操縦者設定部 26 で操縦者情報を入力するのみでパラメータ記憶部 27 に記憶された調節パラメータが出力され、調節パラメータが振動成分除去部 3 に反映され、操縦者能力に応じた操作性が提供される。

10

【0035】

操縦能力の低いクレーン操縦者が操縦する場合には、トロリー操作レバーのオンオフ操作回数が多くなるので、インパルス総数が多くなる。調節パラメータテーブル 25 の設定値は、インパルス総数が多い場合には振動低減率が高く、振動減衰周波数帯域が広く、指令整定時間が長くなるように設定されている（例えば、ノッチフィルタの場合には、ノッチ深さを深くし、ノッチ幅を広くする）。逆に、操縦能力の高いクレーン操縦者が操縦する時には、トロリー操作レバーのオンオフ操作回数が少なくなるので、インパルス総数が少なくなる。調節パラメータテーブル 25 の設定値は、インパルス総数が少ない場合には振動低減率が低く、振動減衰周波数帯域が狭く、指令整定時間が短くなるように設定される（例えば、ノッチフィルタの場合には、ノッチ深さを浅くし、ノッチ幅を狭くする）。このように調節パラメータテーブル 25 を設定すると、クレーン操縦者の操縦能力が低い場合には、トロリー操縦レバー操作におけるトロリー駆動の応答性（指令整定時間）よりも振動低減率と振動減衰周波数帯域を優先させ、クレーン操縦者の操縦能力が高い場合には、振動低減率と振動減衰周波数帯域よりもトロリー操縦レバーの操作におけるトロリーの応答性（指令整定時間）を優先させることができる。したがって、クレーンの操縦者の能力に応じてトロリーの速度応答性（整定時間）を調整することができるクレーン装置を得ることができる。

20

30

【0036】

ここで、指令整定時間調節部 20 による調節の手順について説明する。まず、クレーン操縦者はカウントスイッチ 23 をオンにした状態でトロリーを移動させる。次に、クレーン操縦者は、トロリーの振幅が抑制できたと判断すると、カウントスイッチ 23 をオフにする。ただし、カウントスイッチ 23 がオンになった後、一定時間が経過すると、自動的にオフになる。カウントスイッチ 23 がオンからオフに切り替わるまでの間は、インパルス総数がカウントされ、インパルス総数に応じた調節パラメータがパラメータ記憶部 27 に出力される。その後、クレーン操縦者が操縦者設定部 26 で氏名等の操縦者情報を入力すると、パラメータ記憶部 27 にて操縦者情報と調節パラメータが関連付けて記憶される。このように、操縦者能力に応じた操作性が提供される。このように行ったパラメータ調節により、調節以後には、クレーン操縦者は操縦前に操縦者設定部 26 で操縦者情報を入力するのみでパラメータ記憶部 27 に記憶された調節パラメータが出力され、調節パラメータが振動成分除去部 3 に反映され、操縦者能力に応じた操作性が提供される。

40

【0037】

以上説明したように、クレーン装置において、トロリー速度指令に応じて調節パラメータを決定する指令整定時間調節部 20 を有する構成とすると、操縦者の能力に応じた操作性の調節ができる。

【0038】

実施の形態 2 .

図 3 は、本発明にかかるクレーン装置の実施の形態 2 の構成を示す図である。図 3 に示

50

すクレーン装置は、オープンループ方式の振れ止め制御機能を有するクレーン装置であり、トロリー速度指令設定部 1 と、巻上げ速度指令設定部 2 と、振動成分除去部 3 と、共振周波数演算部 4 と、ロープ長演算部 5 と、トロリー用コントローラ・ドライバ 6 と、巻上げ用コントローラ・ドライバ 7 と、トロリー駆動モータ 8 と、トロリーモータ回転角・速度検出/演算部 9 と、巻上げ駆動モータ 10 と、巻上げモータ回転角・速度検出/演算部 11 と、指令整定時間調節部 30 と、振れ幅検出/演算部 40 と、を備える。

【0039】

トロリー速度指令設定部 1、巻上げ速度指令設定部 2、振動成分除去部 3、共振周波数演算部 4、ロープ長演算部 5、トロリー用コントローラ・ドライバ 6、巻上げ用コントローラ・ドライバ 7、トロリー駆動モータ 8、トロリーモータ回転角・速度検出/演算部 9、巻上げ駆動モータ 10 及び巻上げモータ回転角・速度検出/演算部 11 のそれぞれは、実施の形態 1 にて説明した図 1 に示す構成と同じであるため、実施の形態 1 の説明を援用し、ここでの説明は省略する。

10

【0040】

本実施の形態のクレーン装置は実施の形態 1 のクレーン装置と同様の構成であるが、本実施の形態のクレーン装置には、実施の形態 1 の指令整定時間調節部 20 に代えて指令整定時間調節部 30 及び振れ幅検出/演算部 40 が備えられている。指令整定時間調節部 30 は、振れ幅検出/演算部 40 が出力した振れ幅に基づいて振動成分除去部 3 に調節パラメータを出力して反映させる。振れ幅検出/演算部 40 は、センサを用いて振れ幅を検出し、出力する。また、振れ幅検出/演算部 40 は、センサを用いずに、オブザーバまたは推定器を用いて振れ幅の推定値を算出して、出力してもよい。実施の形態 1 における指令整定時間調節部 30 は、トロリー速度指令を入力として調節パラメータを決定するが、本実施の形態における指令整定時間調節部 30 は、振れ幅検出/演算部 40 が出力する振れ幅から調節パラメータを決定する。指令整定時間調節部 30 が行う調節パラメータの調節方法について以下に説明する。

20

【0041】

実施の形態 1 で述べたように、操縦能力の低いクレーン操縦者がトロリーを目的地まで水平移動した時、操縦能力の高いクレーン操縦者と比較して振れ幅の大きな残留振動が発生する。本実施の形態では、振れ幅検出/演算部 40 より出力される残留振動の振れ幅に基づいて調節パラメータを調節する。

30

【0042】

なお、本発明において、操縦能力の低いクレーン操縦者と操縦能力の高いクレーン操縦者は、実施の形態 1 で述べたように、トロリー操縦レバーのオンオフ操作回数から判断する。

【0043】

図 4 は、図 3 に示すクレーン装置が備える指令整定時間調節部の構成を示す図である。図 4 に示す指令整定時間調節部 30 は、オンオフスイッチ 31 と、振れ幅レベル比較部 32 と、調節パラメータテーブル 33 と、操縦者設定部 34 と、パラメータ記憶部 35 と、を備える。

【0044】

操縦卓のスイッチに設けられたオンオフスイッチ 31 は、クレーン操縦者によって操作されてオンオフ指令信号を振れ幅レベル比較部 32 に出力する。振れ幅レベル比較部 32 は、クレーン操縦者の操縦能力に対応した振れ幅の基準領域が予め降順にレベル設定され、オンオフスイッチ 31 からオン指令が送られた時に設定された基準値と振れ幅を比較し、振れ幅の基準値を超える度に対応する振れ幅レベルを更新することで、振れ幅の最大値に応じた振れ幅レベルを出力する。なお、振れ幅レベル比較部 32 に入力される振れ幅の最大値が大きいほど振れ幅レベルは大きくなる。調節パラメータテーブル 33 は、振れ幅レベル比較部 32 が出力する振れ幅レベルから、振れ幅レベルと調節パラメータの関係が予め設定されたテーブルを参照して調節パラメータを出力する。操縦者設定部 34 は、実施の形態 1 の操縦者設定部 26 と同じであり、パラメータ記憶部 35 は、実施の形態 1 の

40

50

パラメータ記憶部 27 と同じであるため、その説明を援用し、ここでの説明は省略する。

【0045】

操縦能力の低いクレーン操縦者が操縦する時には、振れ幅の大きな残留振動が発生するので、振れ幅レベルが高くなる。調節パラメータテーブル 33 の設定値は、振れ幅が大きい場合、すなわち、振れ幅レベルが高い場合には振動低減率が高く、振動減衰周波数帯域が広く、指令整定時間が長くなるように設定されている（例えば、ノッチフィルタの場合には、ノッチ深さを深く、ノッチ幅を広くする）。逆に、操縦能力の高いクレーン操縦者が操縦する時には、振れ幅の小さな残留振動しか発生しないので、振れ幅レベルが低くなる。調節パラメータテーブル 33 の設定値は、振れ幅が小さい場合、すなわち、振れ幅レベルが低い場合には振動低減率が低く、振動減衰周波数帯域が狭く、指令整定時間が短くなるように設定されている（例えば、ノッチフィルタの場合には、ノッチ深さを浅く、ノッチ幅を狭くする）。このように調節パラメータテーブル 33 を設定することで、クレーン操縦者の操縦能力が低い場合には、トロリー操縦レバー操作におけるトロリー駆動の応答性（指令整定時間）よりも振動低減率と振動減衰周波数帯域を優先させ、クレーン操縦者の操縦能力が高い場合には、振動低減率と振動減衰周波数帯域よりもトロリー操縦レバーの操作におけるトロリーの応答性（指令整定時間）を優先させることができる。したがって、クレーンの操縦者の能力に応じてトロリーの速度応答性（整定時間）を調整することができるクレーン装置を得ることができる。

10

【0046】

ここで、指令整定時間調節部 30 による調節手順について説明する。まず、クレーン操縦者はトロリーを目的地まで移動させる。トロリーが目的地に到達後、クレーン操縦者がオンオフスイッチ 31 をオンにすると、振れ幅レベル比較部 32 にて残留振動の振れ幅レベルの比較が行われる。ただし、オンオフスイッチ 31 はオンになった後、一定時間が経過すると、自動的にオフになる。オンオフスイッチ 31 がオンからオフに切り替わった時に、振れ幅レベル比較部 32 は振れ幅レベルを出力し、振れ幅レベルに応じた調節パラメータがパラメータ記憶部 35 に出力される。その後、クレーン操縦者が操縦者設定部 34 で氏名等の操縦者情報を入力すると、パラメータ記憶部 35 にて操縦者情報と調節パラメータが関連付けて記憶される。以上の手順により行ったパラメータ調節により、調節以後に操縦する時、クレーン操縦者は操縦前に操縦者設定部 34 で操縦者情報を設定することでパラメータ記憶部 35 に記憶された調節パラメータが出力され、振動成分除去部 3 に反映され、操縦者能力に応じた操作性が提供される。

20

30

【0047】

実施の形態 1 では、トロリーを目的地に移動した後に、振動抑制をするためにクレーン操縦者がトロリー操縦レバーのオンオフ操作を行わなければならないが、本実施の形態によれば、クレーン操縦者はトロリーを目的地に移動して静止するだけでよいため、操縦負荷を低減することができる。

【0048】

以上説明したように、クレーン装置において、振れ幅を求める振れ幅検出/演算部 40 と振れ幅に応じて調節パラメータを決定する指令整定時間調節部 30 とを有する構成にすると、操縦者の能力に応じた操作性の調節ができる。

40

【0049】

なお、実施の形態 1, 2 において、トロリーモータ回転角・速度検出/演算部 9、巻上げモータ回転角・速度検出/演算部 11 及び振れ幅検出/演算部 40 はセンサを有する構成としているが、本発明はこれに限定されず、既知のパラメータを用いて未知のパラメータを求める推定器またはオブザーバを有する構成としてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0050】

以上のように、本発明にかかるクレーン装置は、様々な操縦者に操縦されるクレーン装置に有用である。

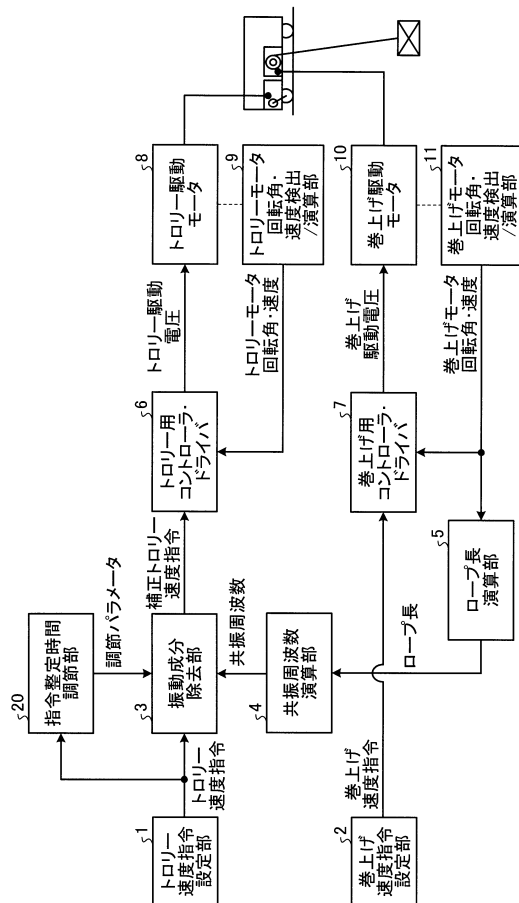
【符号の説明】

50

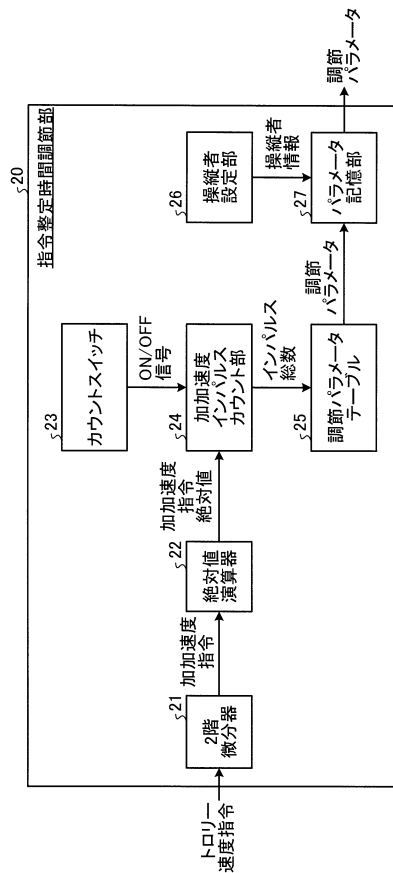
【 0 0 5 1 】

1 トロリー速度指令設定部、2 巻上げ速度指令設定部、3 振動成分除去部、4 共振周波数演算部、5 ロープ長演算部、6 トロリー用コントローラ・ドライバ、7 巻上げ用コントローラ・ドライバ、8 トロリー駆動モータ、9 トロリーモータ回転角・速度検出/演算部、10 巻上げ駆動モータ、11 巻上げモータ回転角・速度検出/演算部、20 指令整定時間調節部、21 2階微分器、22 絶対値演算器、23 カウントスイッチ、24 加加速度インパルスカウンタ部、25 調節パラメータテーブル、26 操縦者設定部、27 パラメータ記憶部、30 指令整定時間調節部、31 オンオフスイッチ、32 振れ幅レベル比較部、33 調節パラメータテーブル、34 操縦者設定部、35 パラメータ記憶部、40 振れ幅検出/演算部。

【 図 1 】



【 図 2 】



フロントページの続き

審査官 井上 信

(56)参考文献 国際公開第2005/012155(WO, A1)

特開平11-79663(JP, A)

特開平9-40364(JP, A)

特開平11-335069(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B66C 13/18 - 13/50