

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6449744号
(P6449744)

(45) 発行日 平成31年1月9日(2019.1.9)

(24) 登録日 平成30年12月14日(2018.12.14)

(51) Int.Cl.

B 6 6 C 13/22 (2006.01)

F 1

B 6 6 C 13/22

M

請求項の数 5 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2015-177006 (P2015-177006)	(73) 特許権者	000200334
(22) 出願日	平成27年9月8日 (2015.9.8)		J F E プラントエンジニア株式会社
(65) 公開番号	特開2017-52601 (P2017-52601A)		東京都台東区蔵前二丁目17番4号
(43) 公開日	平成29年3月16日 (2017.3.16)	(74) 代理人	100066980
審査請求日	平成29年10月6日 (2017.10.6)		弁理士 森 哲也
		(74) 代理人	100108914
			弁理士 鈴木 壯兵衛
		(74) 代理人	100103850
			弁理士 田中 秀▲てつ▼
		(74) 代理人	100105854
			弁理士 廣瀬 一
		(74) 代理人	100116012
			弁理士 宮坂 徹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 クレーンの制御装置、及びクレーンの制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

吊りロープのロープ長を変更しながら、前記吊りロープで吊り荷を懸垂して目標位置まで搬送すると共に、前記吊り荷が目標位置に到達したときに前記吊り荷の振れを止まらせるトロリーの水平方向の速度パターンを生成し、生成された速度パターンでトロリーを制御するクレーンの制御装置であって、

前記速度パターンを生成する振れ止め制御装置と、前記トロリーの位置を検出するトロリー位置検出装置と、前記速度パターンと前記トロリーの位置とに基づき前記トロリーに対する速度指令を生成し出力するトロリー制御部装置と、を備え、

前記振れ止め制御装置は、

予め定められた仮のロープ長から求められる前記吊り荷の振れ周期に基づき、前記吊り荷が前記目標位置に到達したときに前記吊り荷の振れが止まる、前記トロリーの水平方向の加速度または速度のパターンである基準パターンを生成する基準パターン生成部と、

前記仮のロープ長と前記吊り荷の搬送時のロープ長の目標パターンに基づく経過時間毎のロープ長との差による前記加速度または速度への影響を補償する補償量を算出する補償量算出部と、

前記基準パターンを前記補償量で補償した補償結果に基づき、前記速度パターンを生成する速度パターン生成部と、を備えたことを特徴とするクレーンの制御装置。

【請求項2】

前記補償量算出部は、予め定めた前記搬送の開始時からの経過時間それぞれに対し、前

10

20

記吊りロープのロープ長の変化を考慮しない場合の吊りロープの振れ角の角加速度に関する第1の運動方程式に基づき第1の角加速度を算出し、前記吊りロープのロープ長の変化を考慮した場合の吊りロープの振れ角の角加速度に関する第2の運動方程式に基づき第2の角加速度を算出し、前記第1の角加速度と前記第2の角加速度との差に基づき、前記補償量を算出することを特徴とする請求項1に記載のクレーンの制御装置。

【請求項3】

前記第1の運動方程式は、下記(1)式であり、

$$d^2 \theta_s / dt^2 = - (d^2 X / dt^2) / L - g / L \cdot \theta_s \quad \dots\dots\dots (1)$$

(θ_s : 吊りロープのロープ長の変化を考慮しない場合の吊りロープの振れ角、 X : トロリーの水平方向への移動距離、 L : 仮のロープ長、 g : 重力加速度)

前記第2の運動方程式は、下記(2)式であり、

$$d^2 \theta / dt^2 = -d^2 X / dt^2 / (L - \Delta L) - 2 dL / dt \cdot d\theta / dt / (L - \Delta L) - g / (L - \Delta L) \cdot \theta \quad \dots\dots\dots (2)$$

(θ : 吊りロープのロープ長の変化を考慮した場合の吊りロープの振れ角、 $(L - \Delta L)$: 吊り荷の搬送時のロープ長)

前記補償量算出部は、前記経過時間それぞれに対し、前記(1)式に従って角加速度 $d^2 \theta_s / dt^2$ を算出し、前記(2)式に従って角加速度 $d^2 \theta / dt^2$ を算出し、前記角加速度 $d^2 \theta_s / dt^2$ と前記角加速度 $d^2 \theta / dt^2$ との差に基づき、下記(3)式に従って前記補償量 $\Delta d^2 X / dt^2$ を算出することを特徴とする請求項2に記載のクレーンの制御装置。

$$\Delta d^2 X / dt^2 = (d^2 \theta / dt^2 - d^2 \theta_s / dt^2) \times (L - \Delta L) \quad \dots\dots\dots (3)$$

【請求項4】

前記速度パターンは、前記トロリーが一定速度で移動する一定速度区間を含み、

前記補償結果に従って前記トロリーを水平方向へ移動させた場合の前記吊り荷の位置と前記目標位置との間のずれ量が低減するように、前記速度パターン生成部で生成した速度パターンに含まれる前記一定速度区間の時間長を変化させる速度パターン補償部を更に備えたことを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載のクレーンの制御装置。

【請求項5】

吊りロープのロープ長を変更しながら、前記吊りロープで吊り荷を懸垂して目標位置まで搬送すると共に、前記吊り荷が目標位置に到達したときに前記吊り荷の振れを止まらせるトロリーの水平方向の速度パターンを生成し、生成された速度パターンでトロリーを制御するクレーンの制御方法であって、

予め定められた仮のロープ長から求められる前記吊り荷の振れ周期に基づき、前記吊り荷が前記目標位置に到達したときに前記吊り荷の振れが止まる、前記トロリーの水平方向の加速度または速度のパターンである基準パターンを算出し、前記仮のロープ長と前記吊り荷搬送時のロープ長の目標パターンに基づく経過時間毎のロープ長との差による前記加速度または速度への影響を補償する補償量を算出し、前記基準パターンを前記補償量で補償した補償結果に基づき、前記速度パターンを生成し、前記速度パターンと前記トロリーの位置とに基づき、前記トロリーに対する速度指令を生成し出力することを特徴とするクレーンの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、クレーンの制御装置、及びクレーンの制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、クレーンの振れ止め制御の技術としては、例えば、特許文献1～4に記載の技術がある。この特許文献1に記載の技術では、吊りロープで吊り荷を懸垂して目標位置まで搬送すると共に、吊り荷が目標位置に到達したときに吊り荷の振れが止まるように、トロリーの水平方向の速度パターンを生成し、生成した速度パターンをクレーンに出力するようになっている。その際、速度パターンの算出は、吊り荷の振れ周期を用いて行われる。

これにより、横行・走行の終了時に、吊り荷の残留振れを抑制するようになっている。

しかしながら、上記特許文献1に記載の技術では、クレーンの搬送能率を向上させるために、横行・走行中に吊りロープのロープ長の変更を行うようにすると、横行・走行の終了時に、吊り荷の残留振れが発生するという問題があった。この問題を解決するため、特許文献2～4に記載の技術では、吊り荷の搬送経路を区分して設定した各区分毎に、吊りロープの代表値や最適値を求めて吊り荷の振れ周期を算出するようになっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平6-305686号公報

10

【特許文献2】特開平7-257876号公報

【特許文献3】特開平11-35277号公報

【特許文献4】特開2011-193022号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、吊り荷の振れ周期は、吊りロープのロープ長の変化にともない次々と変化する。それゆえ、上記特許文献2～4に記載の技術では、設定した各区分毎の代表値や最適値等の1つの数値を吊りロープのロープ長として、吊り荷の振れ周期を算出するようになっているため、横行または走行の終了時に、吊り荷に残留振れが発生する可能性があった。

20

本発明は、上記のような点に着目し、より高精度の振れ止めを可能とするクレーンの制御装置、及びクレーンの制御方法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】

【0005】

本発明の一態様は、吊りロープのロープ長を変更しながら、吊りロープで吊り荷を懸垂して目標位置まで搬送すると共に、吊り荷が目標位置に到達したときに吊り荷の振れを止まらせるトロリーの水平方向の速度パターンを生成し、生成された速度パターンでトロリーを制御するクレーンの制御装置であって、前記速度パターンを生成する振れ止め制御装置と、前記トロリーの位置を検出するトロリー位置検出装置と、前記速度パターンと前記トロリーの位置とに基づき前記トロリーに対する速度指令を生成し出力するトロリー制御部装置と、を備え、前記振れ止め制御装置は、予め定められた仮のロープ長から求められる吊り荷の振れ周期に基づき、吊り荷が目標位置に到達したときに吊り荷の振れが止まる、トロリーの水平方向の加速度または速度のパターンである基準パターンを生成する基準パターン生成部と、仮のロープ長と吊り荷の搬送時のロープ長の目標パターンに基づく経過時間毎のロープ長との差による加速度または速度への影響を補償する補償量を算出する補償量算出部と、基準パターンを補償量で補償した補償結果に基づき、速度パターンを生成する速度パターン生成部と、を備えたことを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0006】

40

本発明の一態様によれば、仮のロープ長から求められる吊り荷の振れ周期に基づくトロリーの水平方向への加速度または速度のパターンである基準パターンを、仮のロープ長と吊り荷の搬送時のロープ長の目標パターンに基づく経過時間毎のロープ長との差によるトロリーの水平方向への加速度または速度への影響を補償する補償量で補償し、補償結果を基に速度パターンを生成し、生成された速度パターンでトロリーを制御する。それゆえ、ロープ長の変化にあわせて基準パターンをより適切に補償することができ、例えば、代表値や最適値等を用いて速度パターンを生成する方法に比べ、残留振れをより適切に抑制することができ、より高精度の振れ止めを行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

50

- 【図１】クレーンの概略構成を表す概念図である。
【図２】基準パターン及びトロリー速度を表すグラフである。
【図３】速度パターン演算処理を表すフローチャートである。
【図４】補償量及び補償後の加速度を表すグラフである。
【図５】クレーンの動作を表すシーケンス図である。
【図６】実施例を表すグラフである。
【図７】比較例を表すグラフである。
【発明を実施するための形態】
【０００８】

以下、本発明の実施形態を図面に基づき説明する。

10

本実施形態は、本発明を、吊りロープ１１のロープ長を変更しながら、吊りロープ１１で吊り荷１２を懸垂して目標位置まで搬送すると共に、吊り荷１２が目標位置に到達したときに吊り荷１２の振れを止まらせるトロリー２の水平方向の速度パターンを生成し、生成された速度パターンでトロリー２を制御するクレーン１の制御装置に適用したものである。なお、本実施形態では、理解の容易のため、クレーン１の水平方向への運動、つまり、横行・走行のうち、横行にのみ着目し、トロリー２の水平方向の速度パターンとして、横行時の速度パターンを生成する。

また、本実施形態は、本発明の技術的思想を具体化するための装置や方法を例示するものであって、本発明の技術的思想は、構成部品の形状、構造、及び配置等を下記のものに特定するものでない。本発明の技術的思想は、特許請求の範囲に記載された請求項が規定する技術的範囲内において、種々の変更を加えることができる。

20

【０００９】

（構成）

図１に示すように、本実施形態のクレーン１は、トロリー２と、ホイスト３と、ロープ長検出装置４と、トロリー位置検出装置５と、移動条件入力装置６と、ホイスト制御装置７と、振れ止め制御装置８と、トロリー制御装置９とを備える。

トロリー２は、ガーダ１０上に配置され、吊りロープ１１で吊り荷１２を懸垂する。また、トロリー２は、走行用モータ２１０で駆動され、ガーダ１０に沿って走行する。

ホイスト３は、トロリー２に搭載されている。ホイスト３は、巻上用モータ３１０で駆動され、吊りロープ１１の巻き上げ及び巻き下げ、つまり、ロープ長の変更を行う。

30

ロープ長検出装置４は、吊りロープ１１のロープ長を検出する。そして、ロープ長検出装置４は、検出結果をホイスト制御装置７に出力する。

トロリー位置検出装置５は、ガーダ１０に沿った方向のトロリー２の位置を検出する。そして、トロリー位置検出装置５は、検出結果をトロリー制御装置９に出力する。

【００１０】

移動条件入力装置６は、クレーン１のオペレータの操作により、横行時の吊り荷１２の始点と終点（目標位置）、及び横行中の吊りロープ１１のロープ長の目標パターンが入力される。そして、移動条件入力装置６は、入力された情報（以下、「移動条件」とも呼ぶ）をホイスト制御装置７と振れ止め制御装置８とトロリー制御装置９とに出力する。

なお、本実施形態では、クレーン１のオペレータが、移動条件を入力する例を示したが、他の構成を採用することもできる。例えば、移動条件入力装置６が、各種センサの検出結果を基に、移動条件を自動的に入力する構成としてもよい。

40

【００１１】

ホイスト制御装置７は、振れ止め制御装置８からトロリー制御装置９に速度パターンが入力されると、横行を開始すると判定し、ロープ長検出装置４が出力した検出結果（ロープ長の実値）と、移動条件入力装置６が出力した移動条件（ロープ長の目標パターン）とを同一とするモータ速度指令を生成する。そして、ホイスト制御装置７は、生成したモータ速度指令を巻上用モータ３１０に出力する。これにより、巻上用モータ３１０は、横行の実行中、つまりクレーン１による吊り荷１２の搬送中に、モータ速度指令に従って回転速度を制御し、吊りロープ１１の長さをロープ長の目標パターンどおりに変化させる。

50

【0012】

振れ止め制御装置 8 は、吊りロープ 11 のロープ長を変更しながら、吊りロープ 11 で吊り荷 12 を懸垂して目標位置まで搬送すると共に、吊り荷 12 が目標位置に到達したときに吊り荷 12 の振れを止まらせるトロリー 2 の水平方向の速度パターンを搬送開始前に生成する。具体的には、振れ止め制御装置 8 は、基準パターン生成部 810 と、補償量算出部 820 と、速度パターン生成部 830 と、速度パターン補償部 840 とを備える。

基準パターン生成部 810 は、予め定められた仮のロープ長 L から求められる吊り荷 12 の振れ周期 T_1 に基づき、吊り荷 12 が目標位置に到達したときに吊り荷 12 の振れが止まる、トロリー 2 の水平方向の加速度のパターン（以下、「基準パターン」とも呼ぶ）を生成する。仮のロープ長 L としては、例えば、横行開始時のロープ長を採用できる。

10

【0013】

基準パターンは、図 2 (a) に示すように、加速区間 I と、一定速度区間 II と、減速区間 III とから構成され、加速区間 I は、走り始め部 A と、等速連結部 B とからなる。

走り始め部 A では、基準パターン生成部 810 は、トロリー 2 の加速度 d^2X/dt^2 を振れ周期 T_1 時間だけ一定の勾配で「0」から直線的に増大させる。すなわち、走り始め部 A では $d^2X/dt^2 = \alpha t$ ($\alpha > 0$) と設定する。これにより、トロリー速度 v は、下記 (4) 式のように、二次関数的に増大するので、図 2 (b) に示すように緩和曲線を描く。

$$v = (1/2) \alpha t^2 \dots\dots\dots (4)$$

ここで、 X はトロリーの水平方向（ガーダ 10 に沿った方向）への移動距離である。

【0014】

20

等速連結部 B では、基準パターン生成部 810 は、トロリー 2 の加速度 d^2X/dt^2 を、振れ周期 T_1 時間だけ走り始め部 A と同じ勾配で、 αT_1 から「0」に直線的に減少させる。すなわち、等速連結部 B では $d^2X/dt^2 = -\alpha t + 2\alpha T_1$ と設定する。これにより、トロリー速度 v は、下記 (5) 式のように、二次関数的に減少するので、図 2 (b) に示すように、走り始め部 A の緩和曲線と連続した二次関数の緩和曲線を描く。

$$v = -(1/2) \alpha t^2 + 2\alpha T_1 t - \alpha T_1^2 \dots\dots\dots (5)$$

この結果、加速区間 I では、トロリー 2 の急激な速度切替を防止できる。それゆえ、トロリー 2 は、滑らかに走行し、車輪のスリップや駆動系のガタ等の発生を抑制できる。

【0015】

また、一定速度区間 II では、基準パターン生成部 810 は、トロリー 2 の加速度 d^2X/dt^2 を「0」に保持し、トロリー速度 v を維持する。

30

また、減速区間 III では、基準パターン生成部 810 は、加速区間 I の加速度のパターンを一定速度区間 II の中間点 Q を中心に負側に反転させた加速度のパターンとする。

なお、基準パターンの生成方法としては、他の構成を採用することもでき、仮のロープ長 L から求められる吊り荷 12 の振れ周期 T_1 に基づくものであればよい。例えば、特許文献 1 に記載された加速度のパターンの生成方法を採用してもよい。

【0016】

また、補償量算出部 820、速度パターン生成部 830、及び速度パターン補償部 840 は、速度パターン演算処理を実行する。速度パターン演算処理では、補償量算出部 820 等は、移動条件入力装置 6 が出力した移動条件を基に、仮のロープ長 L と吊り荷 12 の搬送時のロープ長 ($L - \Delta L$) との差による加速度への影響を補償する補償量 $\Delta d^2X/dt^2$ を算出し、算出した補償量 $\Delta d^2X/dt^2$ で基準パターンを補償した補償結果に基づき、トロリー 2 の速度パターンを生成する。速度パターン演算処理の詳細については後述する。

40

トロリー制御装置 9 は、振れ止め制御装置 8 から速度パターンが入力されると、横行を開始すると判定し、入力された速度パターンと、トロリー位置検出装置 5 が出力した検出結果（トロリー 2 の位置）とを基に、モータ速度指令を生成する。そして、トロリー制御装置 9 は、生成したモータ速度指令を走行用モータ 210 に出力する。これにより、走行用モータ 210 は、横行の実行中に、モータ速度指令に従って回転速度を制御し、トロリー 2 を速度パターンどおり、つまり、補償後の加速度パターンどおりに制御する。

【0017】

50

(速度パターン演算処理)

次に、図3を参照し、補償量算出部820、速度パターン生成部830、及び速度パターン補償部840が実行する速度パターン演算処理について説明する。

図3に示すように、まず、ステップS101に移行して、補償量算出部820は、横行の開始時(搬送の開始時)からの経過時間 t を設定する。経過時間 t は、初期値を0[sec]とし、その後、このステップを実行するたびに0.1[sec]ずつ大きくする。

続いてステップS102に移行して、補償量算出部820は、ステップS101で設定した経過時間 t における、吊りロープ11の振れ角 θ_s の角加速度 $d^2\theta_s/dt^2$ を算出する。振れ角 θ_s とは、吊りロープ11のロープ長の変化を考慮しない場合の吊りロープ11の振れ角である。具体的には、補償量算出部820は、基準パターン生成部810で生成した加速度パターンから、経過時間 t における加速度 d^2X/dt^2 を取得し、取得した加速度 d^2X/dt^2 に基づき、下記(9)式に従って、振れ角 θ_s の角加速度 $d^2\theta_s/dt^2$ を算出する。下記(9)式は、吊りロープ11のロープ長の変化を考慮しない場合の吊りロープ11の振れ角 θ_s の角加速度 $d^2\theta_s/dt^2$ に関する第1の運動方程式である。

$$d^2\theta_s/dt^2 = -(d^2X/dt^2)/L - g/L \cdot \theta_s \quad \dots\dots (9)$$

ここで、 g は重力加速度である。

【0018】

続いてステップS103に移行して、補償量算出部820は、ステップS101で設定した経過時間 t における、吊りロープ11の振れ角 θ の角加速度 $d^2\theta/dt^2$ を算出する。振れ角 θ とは、吊りロープ11のロープ長の変化を考慮した場合の吊りロープ11の振れ角である。具体的には、補償量算出部820は、基準パターン生成部810で生成した加速度パターンから、経過時間 t における加速度 d^2X/dt^2 を取得する。続いて、補償量算出部820は、移動条件(横行中の吊りロープ11のロープ長の目標パターン)に基づき、経過時間 t におけるロープ長の変化速度 dL/dt とロープ長 $(L-\Delta L)$ とを算出する。

続いて、補償量算出部820は、取得した加速度 d^2X/dt^2 と、変化速度 dL/dt と、ロープ長 $(L-\Delta L)$ とに基づき、下記(10)式に従って、振れ角 θ の角加速度 $d^2\theta/dt^2$ を算出する。下記(10)式は、吊りロープ11のロープ長の変化を考慮した場合の吊りロープ11の振れ角 θ の角加速度 $d^2\theta/dt^2$ に関する第2の運動方程式である。

$$d^2\theta/dt^2 = -d^2X/dt^2 / (L-\Delta L) - 2dL/dt \cdot d\theta/dt / (L-\Delta L) - g / (L-\Delta L) \cdot \theta \quad \dots\dots (10)$$

【0019】

続いてステップS104に移行して、補償量算出部820は、ステップS102で算出した振れ角 θ の角加速度 $d^2\theta_s/dt^2$ と、ステップS103で算出した振れ角 θ_s の角加速度 $d^2\theta/dt^2$ とに基づき、下記(11)式に従って補償量 $\Delta d^2X/dt^2$ を算出する。

$$\Delta d^2X/dt^2 = (d^2\theta/dt^2 - d^2\theta_s/dt^2) \times (L-\Delta L) \quad \dots\dots (11)$$

続いてステップS105に移行して、補償量算出部820は、基準パターン生成部810で生成した加速度パターンから、経過時間 t における加速度 d^2X/dt^2 を取得する。続いて、補償量算出部820は、取得した加速度 d^2X/dt^2 に、ステップS104で算出した補償量 $\Delta d^2X/dt^2$ を加算し、補償後の加速度 d^2X_a/dt^2 を算出する。

$$d^2X_a/dt^2 = d^2X/dt^2 + \Delta d^2X/dt^2 \quad \dots\dots (12)$$

【0020】

続いてステップS106に移行して、補償量算出部820は、ステップS101で設定した経過時間 t が、基準パターン生成部810で生成した基準パターンでトロリー2を移動させた場合に吊り荷12の目標位置への到着にかかる到着時間 T_e 以上であるかを判定する。そして、補償量算出部820は、到着時間 T_e 以上であると判定した場合には(Yes)、ステップS107に移行する。一方、補償量算出部820は、到着時間 T_e 未満であると判定した場合には(No)、ステップS101に戻る。

これにより、ステップS101～S106のフローを繰り返し実行し、図4(a)に示すように、ステップS101で設定した経過時間 t それぞれに対し、補償量 $\Delta d^2X/dt^2$ を算出し、図4(b)に示すように、補償後の加速度 d^2X_a/dt^2 を算出する。そして、算出

10

20

30

40

50

した加速度 $d^2 Xa/dt^2$ に基づき、補償後の加速度パターンを算出（生成）する。

【0021】

続いてステップS107に移行して、速度パターン生成部830は、ステップS101～S106で算出した補償後の加速度パターン（加速度 $d^2 Xa/dt^2$ ）を時間積分し、トロリー2の水平方向の速度パターンを算出する。続いて、速度パターン生成部830は、算出した速度パターン（速度 dXa/dt ）を時間積分し、トロリー2の総移動距離 Xa を算出する。

ここで、算出した速度パターンには、トロリー2が水平方向、つまり、ガーダ10に沿った方向に一定速度で移動する一定速度区間が含まれる。

続いてステップS108に移行して、速度パターン生成部830は、移動条件入力装置6が出力した移動条件に基づき、横行時の吊り荷12の始点と終点（目標位置）との距離（以下、「目標総移動距離」とも呼ぶ）と、ステップS107で算出したトロリー2の総移動距離 Xa とが同一であるか否かを判定する。そして、速度パターン生成部830は、同一であると判定した場合には（Yes）、ステップS109に移行する。一方、速度パターン生成部830は、同一でないと判定した場合には（No）、ステップS110に移行する。

【0022】

ステップS109では、速度パターン生成部830は、ステップS107で算出した速度パターンをトロリー制御装置9に出力した後、この演算処理を終了する。

一方、ステップS110では、速度パターン補償部840は、ステップS101～S106で算出した補償後の加速度パターン（補償結果）に従ってトロリー2を水平方向へ移動させた場合の吊り荷12の位置と目標位置との間のずれ量が「0」となるように、ステップS107で生成した速度パターンに含まれる一定速度区間の時間長を変化させる。

続いてステップS111に移行して、速度パターン生成部830は、ステップS110で補償した速度パターンをトロリー制御装置9に出力した後、この演算処理を終了する。

【0023】

（動作その他）

次に、図5を参照し、クレーン1の動作について説明する。

まず、クレーン1のオペレータが、搬送対象となる吊り荷（例えばコイル）12を選択し、図5に示すように、横行時の吊り荷12の始点と終点（目標位置）、及び横行中の吊りロープ11のロープ長の目標パターン（移動条件）を選択する（ステップS201）。続いて、オペレータが、移動条件入力装置6を操作し、選択した移動条件を入力する（ステップS202）。すると、移動条件入力装置6が、入力された移動条件をホイスト制御装置7と振れ止め制御装置8とトロリー制御装置9とに出力する（ステップS203）。

【0024】

続いて、振れ止め制御装置8の基準パターン生成部810が、図2（a）に示すように、仮のロープ長 L （例えば、横行開始時のロープ長）から求められる吊り荷12の振れ周期 T_1 に基づき、基準パターンを生成する（ステップS204）。続いて、振れ止め制御装置8の補償量算出部820、速度パターン生成部830、及び速度パターン補償部840が、速度パターン演算処理を実行し、図4（a）に示すように、移動条件入力装置6が出力した移動条件を基に、仮のロープ長 L と吊り荷12の搬送時のロープ長（ $L - \Delta L$ ）との差による加速度への影響を補償する補償量 $\Delta d^2 X/dt^2$ を算出する。そして、図4（b）に示すように、算出した補償量 $\Delta d^2 X/dt^2$ で基準パターンを補償し、補償後の加速度 $\Delta d^2 Xa/dt^2$ に基づき、トロリー2の速度パターンを生成する（ステップS205）。

【0025】

ここで、生成された速度パターンに基づくトロリー2の総移動距離 Xa と、横行時の吊り荷12の始点と終点（目標位置）との距離（目標総移動距離）とが同一であったとする。即ち、速度パターンに補償の必要がなかったとする。すると、速度パターン生成部830が、生成された速度パターンをトロリー制御装置9に出力する（ステップS206）。

続いて、トロリー制御装置9が、出力された速度パターンと、トロリー位置検出装置5

10

20

30

40

50

が出力したトロリー２の位置とを基にモータ速度指令を生成する。そして、トロリー制御装置９が、生成したモータ速度指令を走行用モータ２１０に出力する（ステップＳ２０７）。これにより、走行用モータ２１０が、モータ速度指令に従って、回転速度を制御し、トロリー２を速度パターンどおり、つまり、補償後の加速度パターンどおりに制御する。
【００２６】

また同時に、ホイスト制御装置７が、移動条件入力装置６が出力した移動条件（ロープ長の目標パターン）と、ロープ長検出装置４が出力した検出結果（ロープ長の実値）とを同一とするモータ速度指令を生成する。そして、ホイスト制御装置７が、生成したモータ速度指令を巻上用モータ３１０に出力する（ステップＳ２０８）。これにより、巻上用モータ３１０が、モータ速度指令に従って回転速度を制御し、トロリー２の水平方向への移動と同時に、吊りロープ１１の長さをロープ長の目標パターンどおりに変化させる。

10

これにより、本実施形態のクレーン１によれば、吊りロープ１１のロープ長を変更しながら、吊りロープ１１で吊り荷１２を懸垂して目標位置まで搬送すると共に、吊り荷１２が目標位置に到達したときに吊り荷１２の振れを止まらせることができる。また、ロープ長の変化にあわせて基準パターンをより適切に補償でき、残留振れをより適切に抑制でき、より高精度の振れ止めを行うことができる。それゆえ、吊り荷１２の巻き下ろしを行いながら、横行を行うことが可能になり、クレーン１の搬送能率を向上することができる。

【００２７】

一方、トロリー２の総移動距離 X_a と、横行時の吊り荷１２の始点と終点（目標位置）との距離（目標総移動距離）とが同一でなかったとする。即ち、速度パターンに補償の必要があったとする。すると、速度パターン生成部８３０が、生成した速度パターンに含まれる一定速度区間の時間長を、補償後の加速度パターン（補償結果）に従ってトロリー２を水平方向へ移動させた場合の吊り荷１２の位置と目標位置との間のずれ量が「０」となるように変化させる。そして、補償した速度パターンをトロリー制御装置９に出力する。

20

これにより、本実施形態によれば、吊り荷１２をより適切な位置で停止できる。

【００２８】

（本実施形態の効果）

本実施形態に係る発明は、次のような効果を奏する。

（１）本実施形態に係る振れ止め制御装置８では、基準パターン生成部８１０は、予め定められた仮のロープ長 L から求められる吊り荷１２の振れ周期 T_1 に基づき、吊り荷１２が目標位置に到達したときに吊り荷１２の振れが止まる、トロリー２の水平方向の加速度または速度のパターンである基準パターンを生成する。また、補償量算出部８２０は、仮のロープ長 L と吊り荷１２の搬送時のロープ長（ $L - \Delta L$ ）との差による加速度への影響を補償する補償量 $\Delta d^2 X / dt^2$ を算出する。そして、速度パターン生成部８３０は、基準パターンを補償量 $\Delta d^2 X / dt^2$ で補償した補償結果に基づき、速度パターンを生成する。

30

【００２９】

このような構成によれば、仮のロープ長 L から求められる吊り荷１２の振れ周期 T_1 に基づくトロリー２の水平方向への加速度のパターンである基準パターンを、仮のロープ長 L と吊り荷１２の搬送時のロープ長（ $L - \Delta L$ ）との差によるトロリー２の水平方向への加速度への影響を補償する補償量 $\Delta d^2 X / dt^2$ で補償し、補償結果を基に速度パターンを生成する。それゆえ、代表値や最適値等を用いることなく速度パターンを生成する。それゆえ、ロープ長の変化にあわせて基準パターンをより適切に補償することができ、例えば、代表値や最適値等を用いて速度パターンを生成する方法に比べ、残留振れをより適切に抑制することができ、より高精度の振れ止めを行うことができる。

40

【００３４】

（変形例）

（１）なお、本実施形態では、クレーン１の横行にのみ着目し、振れ止め制御装置８が、トロリー２の水平方向の速度パターンとして、横行時の速度パターンを生成する例を示したが、水平方向の速度パターンであればよく、走行時の速度パターンを生成する構成としてもよいし、横行時の速度パターンと走行時の速度パターンとの両方を生成する構成とし

50

てもよい。横行時の速度パターンと走行時の速度パターンとの両方を生成する場合、これらの速度パターンの時間長にずれがあるか否かを判定する。そして、ずれがあると判定した場合には、時間長のずれが「0」となるように、時間長の短い速度パターンの速度変化率（加速度）を低減する。これにより、横行と走行とを同時に終了することができる。

【0036】

（実施例）

以下、図6、図7を参照し、本実施形態の実施例及び比較例を説明する。

本実施例では、横行時の吊り荷12の始点と終点（目標位置）とを、平面視で45[m]離れた位置に設定した。また、吊りロープ11のロープ長の目標パターンを、10[m] → 6[m] → 10[m]の順に変更するパターンに設定した。吊りロープ11の巻上げ速度及び巻き下げ速度を0.3[m/s]に設定した。そして、本実施形態の振れ止め制御装置8を用い、これらの数値を基に、図6(a)(c)(d)に示すように、基準パターン、補償量 $\Delta d^2 X / dt^2$ 、及び補償後の加速度パターンを算出した。続いて、算出した補償後の加速度パターン（補償結果）に基づき、速度パターンを生成した。

そして、生成した速度パターンを用いて、クレーン1の横行を行った場合をシミュレーションした。シミュレーション結果を図6(e)(f)に示す。これら図6(e)(f)より、横行の終了時に、振れ角、振れ角速度が「0」になることが確認できた。

【0037】

（比較例）

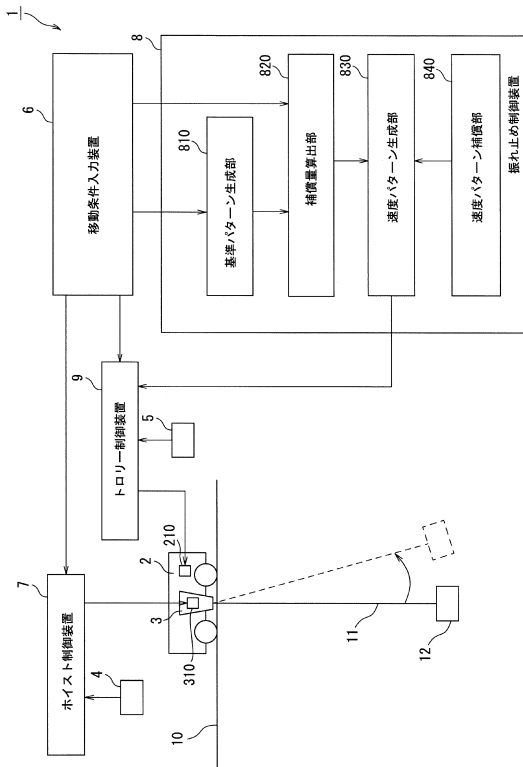
比較例では、横行時の吊り荷12の始点と終点（目標位置）とを、平面視で45[m]離れた位置に設定した。また、吊りロープ11のロープ長の目標パターンを、10[m] → 7[m] → 10[m]の順に変更するパターンに設定した。吊りロープ11の巻上げ速度及び巻き下げ速度を0.3[m/s]に設定した。そして、これらの数値を基に、図7(a)に示すように、基準パターンを算出し、算出した基準パターンに基づき速度パターンを生成した。そして、生成した速度パターンを用いてクレーン1の横行を行った場合をシミュレーションした。シミュレーション結果を図7(c)(d)に示す。このように、比較例では、横行の終了時に、振れ角、振れ角速度が「0」にならなかった。

【符号の説明】

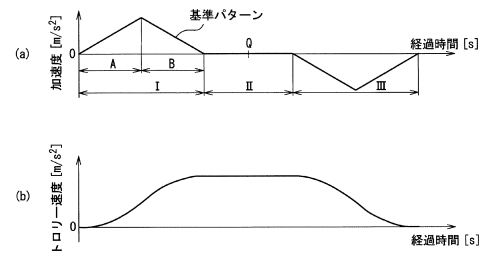
【0038】

1	クレーン	30
2	トロリー	
210	走行用モータ	
3	ホイスト	
310	巻上用モータ	
4	ロープ長検出装置	
5	トロリー位置検出装置	
6	移動条件入力装置	
7	ホイスト制御装置	
8	止め制御装置	
810	基準パターン生成部	40
820	補償量算出部	
830	速度パターン生成部	
840	速度パターン補償部	
9	トロリー制御装置	
10	ガーダ	
11	吊りロープ	
12	吊り荷	

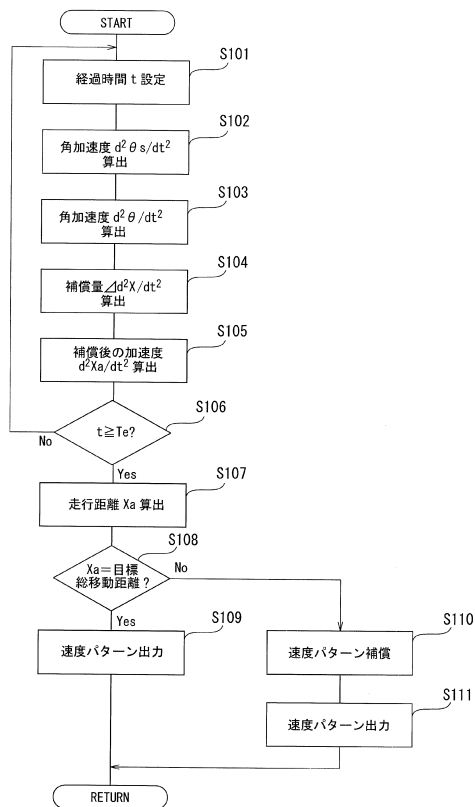
【図 1】



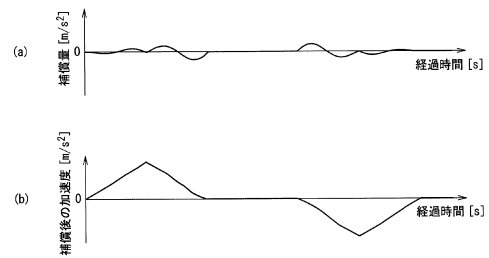
【図 2】



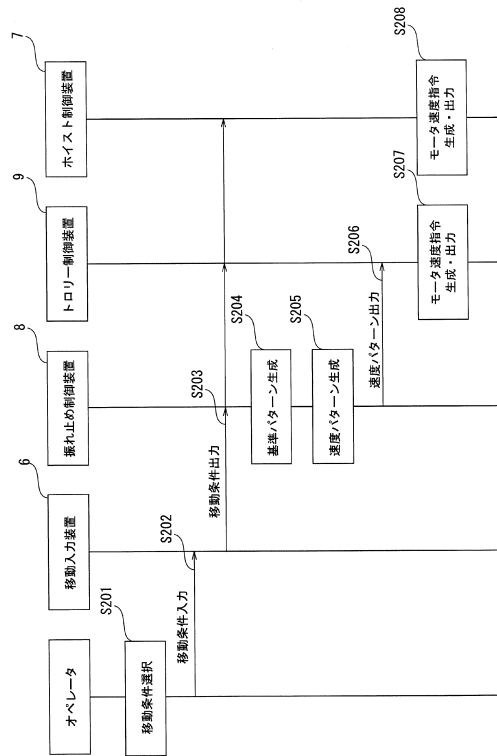
【図 3】



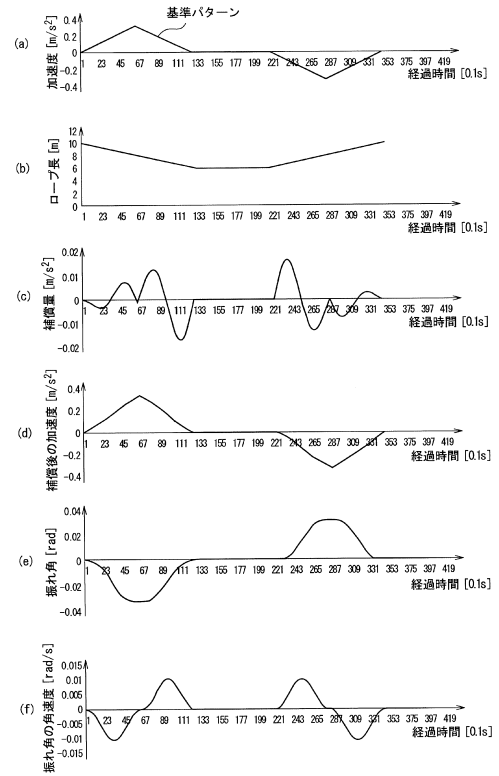
【図 4】



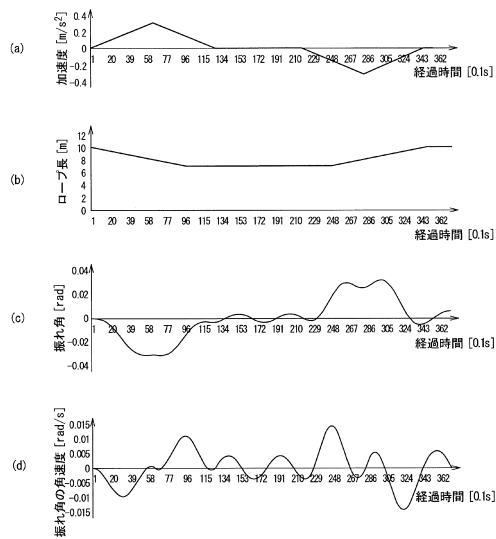
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 木村 亮介
東京都港区芝大門一丁目9番9号 J F E電制株式会社内

審査官 有賀 信

(56)参考文献 特開2003-155192 (JP, A)
特開平04-243796 (JP, A)
特開2000-313586 (JP, A)
特開2001-278579 (JP, A)
米国特許第05443566 (US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B66C 13/00-15/06