

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-13977
(P2017-13977A)

(43) 公開日 平成29年1月19日(2017.1.19)

(51) Int.Cl.

B65H 23/192 (2006.01)
G05D 15/01 (2006.01)

F I

B65H 23/192
G05D 15/01

テーマコード(参考)

3F105

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2015-133506(P2015-133506)
(22) 出願日 平成27年7月2日(2015.7.2)

(71) 出願人 501137636
東芝三菱電機産業システム株式会社
東京都中央区京橋三丁目1番1号
(74) 代理人 100082175
弁理士 高田 守
(74) 代理人 100106150
弁理士 高橋 英樹
(72) 発明者 田邊 武
東京都中央区京橋三丁目1番1号 東芝三菱電機産業システム株式会社内
Fターム(参考) 3F105 AA08 AB11 BA02 BA37 CA16
CB01 CC02 CC04 DA02

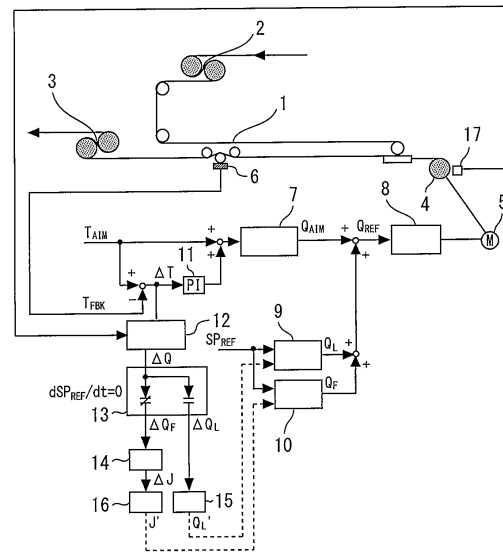
(54) 【発明の名称】 学習型張力制御装置

(57) 【要約】

【課題】 張力制御に用いられるメカロトルクや加減速トルクの経時変化による誤差拡大を低減し、張力制御精度の悪化を低減できる学習型張力制御装置を提供する。

【解決手段】 張力・トルク変換回路12は、目標張力 T_{AIM} と実張力 T_{FBK} と張力偏差 ΔT をループカー4のロールの実半径で除算してトルク偏差 Q に変換する。メカロトルク更新回路15は、ロールが一定速度である場合に、トルク偏差 Q をメカロトルク誤差 Q_L とみなして、メカロス補償回路9に記憶された速度基準 SP_{REF} に応じたメカロトルク Q_L をメカロトルク誤差に基づいて更新する。慣性モーメント更新回路16は、ロールが加速または減速している場合に、加減速補償回路10に記憶された前記慣性モーメントを、トルク偏差 Q と速度基準 SP_{REF} から計算された慣性モーメント誤差 J に基づいて更新する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

材を搬送するロールと、前記ロールを駆動するモータとを備えるプロセスラインに用いられる学習型張力制御装置であって、

前記材の実張力を検出する張力検出器と、

速度基準に応じたメカロトルクを出力するメカロス補償回路と、

前記ロールおよび前記モータの慣性モーメントと、前記速度基準とに基づいて加減速トルクを出力する加減速補償回路と、

目標張力と前記実張力との張力偏差が零になるように前記目標張力を補正した補正後目標張力を目標トルクに変換し、前記目標トルクを、前記メカロス補償回路から出力されたメカロトルクおよび前記加減速補償回路から出力された加減速トルクで補正したトルク基準に基づいて、前記モータを制御する制御回路と、

前記張力偏差を前記ロールの実半径で除算してトルク偏差に変換する変換回路と、

前記ロールが一定速度である場合に、前記トルク偏差をメカロトルク誤差とみなして、前記メカロス補償回路に記憶された前記速度基準に応じたメカロトルクを前記メカロトルク誤差に基づいて更新するメカロトルク更新回路と、

前記ロールが加速または減速している場合に、前記トルク偏差と前記速度基準から慣性モーメント誤差を計算する計算回路と、

前記加減速補償回路に記憶された前記慣性モーメントを前記慣性モーメント誤差に基づいて更新する慣性モーメント更新回路と、

を備えることを特徴とする学習型張力制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、プロセスラインの学習型張力制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

図2は、非鉄金属プロセスラインの張力制御装置をループカーに適用した構成例を示す図である。1は金属材料（鉄および非鉄金属）からなるストリップ、2、3はブライドルロール、4はループカーである。ループカー4はモータ5により駆動される。6はストリップ1の張力を測定する張力検出器である。

【0003】

ストリップ1に与えられる目標張力 T_{AIM} は、張力・トルク変換回路7で目標トルク Q_{AIM} に変換される。目標トルク Q_{AIM} に、メカロトルク Q_L と加減速トルク Q_F が加算されて、トルク基準 Q_{REF} として、トルク制御回路8へ導入される。トルク制御回路8は、トルク基準 Q_{REF} に基づいて電力変換器（図示せず）を介してモータ5のトルクを制御する。

【0004】

目標張力 T_{AIM} と、張力検出器6により検出された実張力 T_{FBK} との張力偏差 T は、増幅器11に導入され、比例・積分計算を行って補正信号を出力し、張力偏差 T が零となるように制御される。

【0005】

尚、出願人は、本発明に関連するものとして、特許文献1を認識している。特許文献1は、フィードフォワード補償を要しない張力制御装置を開示する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特許4904739号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【0007】

上述したメカロトルク Q_L は、ループカー 4 とモータ 5 の摩擦などの機械損トルクであり、速度基準 S_{PREF} 毎に関数テーブルに保存されている。また、上述した加減速トルク Q_F は、加減速時に必要なトルクであり、ループカー 4 とモータ 5 の慣性モーメント（機械慣性モーメント）の和 J に基づいて算出される。上述の張力制御装置では、メカロトルク Q_L や、慣性モーメント J は、定数として記憶されている。そのため、当初は現物に合っているにもかかわらず、機械の経時変化（すなわち、機械摩耗などによるメカロスの増加や、ロール摩耗による慣性の減少）が進むと、メカロトルク補償量や加減速トルク補償量が実際に必要な適正值に対して、徐々に乖離が大きくなる。その結果、補償不足あるいは過補償となり、その分が目標張力 T_{AIM} との差となって、張力制御精度を悪化させる要因となっていた。

10

【0008】

上述のように、張力偏差 T は、増幅器 11 に導入され、比例・積分計算を行って補正信号を出力し、 T が零となるように制御されるが、フィードバック制御系のため遅れが生じるため十分とはいえない。

【0009】

この発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、張力制御に用いられるメカロトルクや加減速トルクの経時変化による誤差拡大を低減し、張力制御精度の悪化を低減できる学習型張力制御装置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】

20

【0010】

この発明は、上記の目的を達成するため、材を搬送するロールと、前記ロールを駆動するモータとを備えるプロセスラインに用いられる学習型張力制御装置であって、

前記材の実張力を検出する張力検出器と、

速度基準に応じたメカロトルクを出力するメカロス補償回路と、

前記ロールおよび前記モータの慣性モーメントと、前記速度基準とに基づいて加減速トルクを出力する加減速補償回路と、

目標張力と前記実張力との張力偏差が零になるように前記目標張力を補正した補正後目標張力を目標トルクに変換し、前記目標トルクを、前記メカロス補償回路から出力されたメカロトルクおよび前記加減速補償回路から出力された加減速トルクで補正したトルク基準に基づいて、前記モータを制御する制御回路と、

30

前記張力偏差を前記ロールの実半径で除算してトルク偏差に変換する変換回路と、

前記ロールが一定速度である場合に、前記トルク偏差をメカロトルク誤差とみなして、前記メカロス補償回路に記憶された前記速度基準に応じたメカロトルクを前記メカロストルク誤差に基づいて更新するメカロストルク更新回路と、

前記ロールが加速または減速している場合に、前記トルク偏差と前記速度基準から慣性モーメント誤差を計算する計算回路と、

前記加減速補償回路に記憶された前記慣性モーメントを前記慣性モーメント誤差に基づいて更新する慣性モーメント更新回路と、を備えることを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0011】

この発明に係る学習型張力制御装置によれば、プロセスラインにおいて、機械の経時変化によって機械データが変わる場合であっても、目標張力と実張力との張力偏差に基づいて、速度基準に応じたメカロトルクや、慣性モーメントを更新することができる。そのため、この発明によれば、張力制御に用いられるメカロトルクや加減速トルクの経時変化による誤差拡大を低減し、張力制御精度の悪化を低減できる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図 1】本発明の実施の形態 1 に係るシステム構成を説明するための構成図である。

【図 2】非鉄金属プロセスラインの張力制御装置をループカーに適用した構成例を示す図

50

である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

実施の形態1.

[実施の形態1のシステム構成]

図1は、本発明の実施の形態1に係るシステム構成を説明するための構成図である。

図1に示すシステムは、プロセスラインおよびその張力制御装置を備える。プロセスラインは、材であるストリップ1を搬送する複数のロールを備える。ストリップ1は、金属材料（鉄および非鉄金属）である。図1には、複数のロールとして、ブライドルロール2、3、ループカー4が描かれている。ループカー4は、ギアボックス（図示省略）を介してモータ5に接続されている。モータ5は、ループカー4を回転駆動する。

10

【0014】

張力制御装置は、ストリップ1の実張力（張力の実績値）を検出する張力検出器6、ループカー4のロール半径（実半径）を検出する検出器17を備える。また、張力制御装置は、基本的な制御回路を備える。制御回路は、目標張力 T_{AIM} と実張力 T_{FBK} との張力偏差 T が零になるように目標張力 T_{AIM} を補正した補正後目標張力を目標トルク Q_{AIM} に変換し、目標トルク Q_{AIM} を、メカロス補償回路9から出力されたメカロストルク Q_L および加減速補償回路10から出力された加減速トルク Q_F で補正したトルク基準 Q_{REF} に基づいて、モータ5を制御する。

【0015】

上述した制御回路の具体的構成について説明する。目標張力 T_{AIM} は、ストリップ1に与える張力の目標値である。目標張力 T_{AIM} は、張力・トルク変換回路7で目標トルク Q_{AIM} に変換される。目標トルク Q_{AIM} に、メカロストルク Q_L と、加減速トルク Q_F が加算され、トルク基準 Q_{REF} として、トルク制御回路8へ導入される。トルク制御回路8は、トルク基準 Q_{REF} に基づいて電力変換器（図示せず）を介してモータ5のトルクを制御する。

20

【0016】

また、目標張力 T_{AIM} と、張力検出器6により検出された実張力 T_{FBK} との張力偏差 T は、増幅器11に導入され、比例・積分計算を行って補正信号を出力し、張力偏差 T が零となるようにフィードバック制御される。

30

【0017】

ここで、メカロストルク Q_L は、ループカー4とモータ5の摩擦などの機械損トルクである。メカロス補償回路9は、速度基準 SP_{REF} 毎にメカロストルク Q_L を定めた関数テーブルを記憶している。メカロス補償回路9は、関数テーブルから、速度基準 SP_{REF} に対応するメカロストルク Q_L を出力する。

【0018】

また、加減速トルク Q_F は、加減速時に必要なトルクであり、ループカー4とモータ5の慣性モーメントの和 J と、速度基準 SP_{REF} を微分した加速度とを乗算することで（1）式より求められ、加減速補償回路10から出力される。

【0019】

【数1】

$$Q_F = J \cdot \frac{dSP_{REF}}{dt} \quad (1)$$

40

【0020】

メカロス補償回路9に予め記憶されたメカロストルク Q_L や、加減速補償回路10に予め記憶された慣性モーメント J は、当初は現物に合っているも、機械の経時変化（すなわち機械摩耗（ベアリングやギアボックスの摩耗を含む）などによるメカロスの増加やロール摩耗による慣性の減少）が進むと、メカロストルク補償量や加減速トルク補償量が実際に必要な適正值に対して、徐々に乖離が大きくなる。その結果、補償不足あるいは過補償

50

となり、その分が目標張力 T_{AIM} との差となって、張力制御精度を悪化させる要因となる。

【0021】

そこで、本発明の実施の形態1に係る張力制御装置では、機械の経時変化に応じて、メカロトルク補償、加減速補償を更新する学習機能を備えることとした。以下、本発明の実施の形態1に係る学習型の張力制御装置の主な特徴について説明する。

【0022】

張力制御装置は、張力偏差 T をトルク偏差 Q に変換する張力・トルク変換回路12を備える。具体的には、トルク偏差 Q は、張力偏差 T をループカー4のロール半径(実半径)で除算して算出される。実半径は、検出器17により検出される。

10

【0023】

張力制御装置は、トルク偏差 Q が検出された時の速度基準 SP_{REF} から、トルク偏差 Q がメカロトルク誤差 Q_L および加減速トルク誤差 Q_F のいずれであるかを判断して振り分ける判断回路13を備える。

【0024】

メカロトルク誤差 Q_L の同定方法について説明する。ループカー4が一定速度で運転しているときは、加減速補償回路10の出力は零 ($dSP_{REF}/dt = 0$) であり、張力偏差 T を変換したトルク偏差 Q を、メカロトルク誤差 Q_L とみなすことができる。よって、判断回路13は、トルク偏差 Q をその速度基準 SP_{REF} におけるメカロトルク誤差 Q_L と判断する。その後、メカロトルク更新回路15は、ループカー4のロールが一定速度である場合に、メカロス補償回路9が有する関数テーブルに記憶された速度基準 SP_{REF} に応じたメカロトルク Q_L を、メカロトルク誤差 Q_L に基づいて更新する。例えば、メカロトルク Q_L にメカロトルク誤差 Q_L を加算又は減算した値 Q_L' で更新する。

20

【0025】

次に、加減速トルク誤差 Q_F の同定方法と、慣性モーメント J の計算方法について説明する。ループカー4が定速運転から加速あるいは減速に転じたときには、張力偏差 T を変換したトルク偏差 Q を、加減速トルク誤差 Q_F とみなすことができる。よって、判断回路13は、トルク偏差 Q を加減速トルク誤差 Q_F と判断する。 J 計算回路14は、ループカー4のロールが加速または減速している場合に、トルク偏差 Q と、その時の速度基準 SP_{REF} を用いた式(2)により慣性モーメント誤差 J を算出する。

30

【数2】

$$\Delta J = \Delta Q \frac{dSP_{REF}}{dt} \quad (2)$$

【0026】

慣性モーメント更新回路16は、加減速補償回路10に記憶された慣性モーメント J を慣性モーメント誤差 J に基づいて更新する。例えば、慣性モーメント J に慣性モーメント誤差 J を加算又は減算した値 J' で更新する。

【0027】

以上説明したように、本実施形態に係る張力制御装置によれば、機械の経時変化により機械データが変化した場合であっても、目標張力 T_{AIM} と実張力 T_{FBK} との張力偏差 T に基づいて、速度基準 SP_{REF} に応じたメカロトルク Q_L や、慣性モーメント J を更新することができる。そのため、張力制御に用いられるメカロトルクや加減速トルクの経時変化による誤差拡大を低減し、張力制御精度の悪化を低減できる。

40

【0028】

(変形例)

ところで、上述した実施の形態1のシステムにおいて、メカロトルク更新回路15、および慣性モーメント更新回路16におけるデータ更新方法は、上述した方法に限定されるものではない。例えば、過去データを保存しておき、新データと過去データの平均値を

50

用いて更新してもよい。また、通過したコイル数の平均値に基づいて更新してもよい。また、次の関係式、新データ = 旧データ (Q_L 又は J) \times ($1 - \alpha$) + 測定データ (Q_L' 又は J') $\times \alpha$ を用いて更新してもよい。なお、 α は重みであり、予め設定されているものとする。

【 0 0 2 9 】

また、上述した実施の形態 1 のシステムにおいて、材はストリップ 1 としたが、材は金属材料に限定されるものではない。材は紙であってもよい。即ち、本発明は抄紙機における張力制御装置にも適用可能である。

【 0 0 3 0 】

また、上述した実施の形態 1 のシステムにおいて、ロールはループカー 4 のロールとしたが、ループカー 4 のロールに限定されるものではない。モータにより駆動されるロールであればよい。

10

【 0 0 3 1 】

尚、上述した実施の形態 1 においては、ループカー 4 のロールがこの発明における「ロール」に、上述した基本的な制御回路がこの発明における「制御回路」に、「張力・トルク変換回路 1 2」この発明における「変換回路」に、「J 計算回路 1 4」がこの発明における「計算回路」に、それぞれ相当している。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 2 】

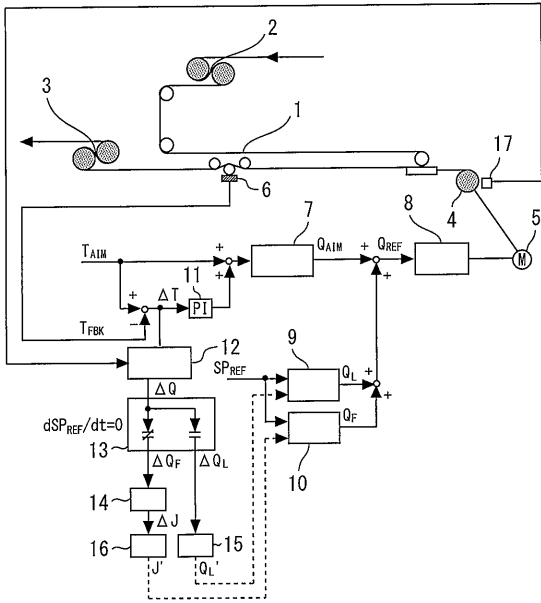
- 1 ストリップ
- 2、3 ブライドルロール
- 4 ループカー
- 5 モータ
- 6 張力検出器
- 7 張力・トルク変換回路
- 8 トルク制御回路
- 9 メカロス補償回路
- 10 加減速補償回路
- 11 増幅器
- 12 張力・トルク変換回路
- 13 判断回路
- 14 J 計算回路
- 15 メカロストルク更新回路
- 16 慣性モーメント更新回路
- 17 検出器
- Q_{AIM} 目標トルク
- Q_F 加減速トルク
- Q_L メカロストルク
- Q_{REF} トルク基準
- S_{REF} 速度基準
- T_{AIM} 目標張力
- T_{FBK} 実張力
- J 慣性モーメント誤差
- Q トルク偏差
- Q_F 加減速トルク誤差
- Q_F 慣性モーメント誤差
- Q_L メカロストルク誤差
- T 張力偏差

20

30

40

【 図 1 】



【 図 2 】

