

(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2021-16888
(P2021-16888A)

(43) 公開日 令和3年2月15日(2021.2.15)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B 21 B 37/68	(2006.01)	B 21 B 37/68 Z 4 E 1 2 4
B 21 B 38/08	(2006.01)	B 21 B 38/08
B 21 C 51/00	(2006.01)	B 21 C 51/00 C

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2019-134681 (P2019-134681)	(71) 出願人	000001258 J F E スチール株式会社 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
(22) 出願日	令和1年7月22日 (2019.7.22)	(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
		(74) 代理人	100066980 弁理士 森 哲也
		(72) 発明者	山口 英仁 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内

最終頁に続く

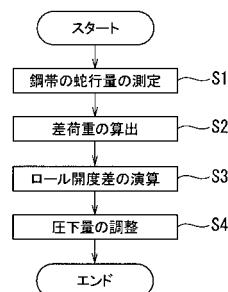
(54) 【発明の名称】熱間圧延鋼帯の蛇行制御方法、蛇行制御装置及び熱間圧延設備

(57) 【要約】

【課題】熱間圧延鋼帯の蛇行の制御において、制御目標値を適切に設定することによって、蛇行挙動を安定して制御することができる、熱間圧延鋼帯の蛇行制御方法、蛇行制御装置及び熱間圧延設備を提供する。

【解決手段】熱間圧延鋼帯の蛇行制御方法におけるレベルリング制御演算ステップ(ステップS3)によって演算される制御対象の圧延機F7における操作側及び駆動側のロール開度差の目標値を、走行する鋼帯10の尾端部10aが制御開始箇所(圧延機F6)を抜けてから蛇行量測定装置5を抜けるまでの第1制御区間Aにおいて、蛇行量測定装置5によって測定される鋼帯10の蛇行量が、尾端部10aが第1制御区間Aの制御開始箇所を抜けたときの蛇行量となり、かつ、制御対象の圧延機F7の操作側及び駆動側の差荷重が、尾端部10aが第1制御区間Aの制御開始箇所を抜けたときの圧延機F7の操作側及び駆動側の差荷重となるようなロール開度差とする。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

操作側及び駆動側の圧延荷重を検出する荷重検出器と、操作側及び駆動側の圧下量を調整するレベリング装置とをそれぞれが有する複数の圧延機を備えた仕上圧延設備で圧延される熱間圧延鋼帯の蛇行を制御する熱間圧延鋼帯の蛇行制御方法であって、

隣り合う圧延機間に設置された蛇行量測定装置により、走行する熱間圧延鋼帯の蛇行量を測定する蛇行量測定ステップと、

レベリング制御演算装置により、前記蛇行量測定装置が設置されている位置の下流側直近にある制御対象の圧延機に設けられた荷重検出器により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から操作側及び駆動側の差荷重を求める差荷重算出ステップと、

レベリング制御演算装置により、走行する前記熱間圧延鋼帯の尾端部が制御開始箇所としての前記熱間圧延鋼帯の搬送ライン上の所定箇所を抜けてから前記蛇行量測定装置を抜けるまでの第1制御区間において、前記蛇行量測定装置によって測定された前記熱間圧延鋼帯の蛇行量と、前記制御対象の圧延機に設けられた前記荷重検出器により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重とに基づいて、前記制御対象の圧延機における操作側及び駆動側のロールギャップの開度差であるロール開度差を演算し、演算されたロール開度差を前記制御対象の圧延機に設けられた前記レベリング装置に送出するレベリング制御演算ステップとを含み、

前記レベリング制御演算ステップによって演算される前記制御対象の圧延機における操作側及び駆動側のロール開度差の目標値を、前記第1制御区間において、前記蛇行量測定装置によって測定される前記熱間圧延鋼帯の蛇行量が、前記尾端部が前記第1制御区間の制御開始箇所を抜けたときの前記蛇行量測定装置によって測定された前記熱間圧延鋼帯の蛇行量となり、かつ、前記制御対象の圧延機に設けられた前記荷重検出器により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められる操作側及び駆動側の差荷重が、前記尾端部が前記第1制御区間の制御開始箇所を抜けたときの、前記制御対象の圧延機に設けられた前記荷重検出器により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重となるような前記制御対象の圧延機の操作側及び駆動側のロール開度差とすることを特徴とする熱間圧延鋼帯の蛇行制御方法。

【請求項 2】

前記レベリング制御演算ステップでは、走行する前記熱間圧延鋼帯の尾端部が制御開始箇所としての前記蛇行量測定装置を抜けてから前記制御対象の圧延機を抜けるまでの第2制御区間において、前記制御対象の圧延機に設けられた前記荷重検出器により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重とに基づいて、前記制御対象の圧延機における操作側及び駆動側のロール開度差を演算し、演算されたロール開度差を前記制御対象の圧延機に設けられた前記レベリング装置に送出することを特徴とする請求項1に記載の熱間圧延鋼帯の蛇行制御方法。

【請求項 3】

前記レベリング制御演算ステップによって演算される前記制御対象の圧延機における操作側及び駆動側のロール開度差の目標値を、前記第2制御区間において、前記制御対象の圧延機に設けられた前記荷重検出器により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められる操作側及び駆動側の差荷重が、前記尾端部が前記第1制御区間の制御開始箇所を抜けたときの、前記制御対象の圧延機に設けられた前記荷重検出器により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重となるような前記制御対象の圧延機の操作側及び駆動側のロール開度差とすることを特徴とする請求項2に記載の熱間圧延鋼帯の蛇行制御方法。

【請求項 4】

前記レベリング制御演算ステップによって演算される前記制御対象の圧延機における操作側及び駆動側のロール開度差の目標値を、前記第2制御区間において、前記制御対象の圧延機に設けられた前記荷重検出器により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められる操作側及び駆動側の差荷重が、前記尾端部が前記第2制御区間の制御開始箇所を

10

20

30

40

50

抜けたときの、前記制御対象の圧延機に設けられた前記荷重検出器により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重となるような前記制御対象の圧延機の操作側及び駆動側のロール開度差とすることを特徴とする請求項2に記載の熱間圧延鋼帯の蛇行制御方法。

【請求項5】

前記第1制御区間の制御開始箇所である前記熱間圧延鋼帯の搬送ライン上の所定箇所は、前記蛇行量測定装置が設置されている位置の上流側直近にある圧延機であることを特徴とする請求項1乃至4のうちいずれか一項に記載の熱間圧延鋼帯の蛇行制御方法。

【請求項6】

操作側及び駆動側の圧延荷重を検出する荷重検出器と、操作側及び駆動側の圧下量を調整するレベリング装置とをそれぞれが有する複数の圧延機を備えた仕上圧延設備で圧延される熱間圧延鋼帯の蛇行を制御する熱間圧延鋼帯の蛇行制御方法であって、

隣り合う圧延機間に設置された蛇行量測定装置により、走行する熱間圧延鋼帯の蛇行量を測定する蛇行量測定ステップと、

レベリング制御演算装置により、前記蛇行量測定装置が設置されている位置の下流側直近にある制御対象の圧延機に設けられた荷重検出器により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から操作側及び駆動側の差荷重を求める差荷重算出ステップと、

レベリング制御演算装置により、走行する前記熱間圧延鋼帯の尾端部が前記熱間圧延鋼帯の搬送ライン上の所定箇所を抜けてから前記蛇行量測定装置を抜けるまでの第1制御区間を複数の制御区間に分割した各制御区間において、前記蛇行量測定装置によって測定された前記熱間圧延鋼帯の蛇行量と、前記制御対象の圧延機に設けられた前記荷重検出器により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重とに基づいて、前記制御対象の圧延機における操作側及び駆動側のロールギャップの開度差であるロール開度差を演算し、演算されたロール開度差を前記制御対象の圧延機に設けられた前記レベリング装置に送出するレベリング制御演算ステップとを含み、

前記レベリング制御演算ステップによって演算される前記制御対象の圧延機における操作側及び駆動側のロール開度差の目標値を、前記各制御区間において、前記蛇行量測定装置によって測定される前記熱間圧延鋼帯の蛇行量が、前記尾端部が前記各制御区間の制御開始箇所を抜けたときの前記蛇行量測定装置によって測定された前記熱間圧延鋼帯の蛇行量となり、かつ、前記制御対象の圧延機に設けられた前記荷重検出器により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められる操作側及び駆動側の差荷重が、前記尾端部が前記各制御区間の制御開始箇所を抜けたときの、前記制御対象の圧延機に設けられた荷重検出器により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重となるような前記制御対象の圧延機の操作側及び駆動側のロール開度差とすることを特徴とする熱間圧延鋼帯の蛇行制御方法。

【請求項7】

操作側及び駆動側の圧延荷重を検出する荷重検出器と、操作側及び駆動側の圧下量を調整するレベリング装置とをそれぞれが有する複数の圧延機を備えた仕上圧延設備で圧延される熱間圧延鋼帯の蛇行を制御する熱間圧延鋼帯の蛇行制御装置であって、

隣り合う圧延機間に設置された、走行する熱間圧延鋼帯の蛇行量を測定する蛇行量測定装置と、

走行する前記熱間圧延鋼帯の尾端部が制御開始箇所としての前記熱間圧延鋼帯の搬送ライン上の所定箇所を抜けてから前記蛇行量測定装置を抜けるまでの第1制御区間において、前記蛇行量測定装置によって測定された前記熱間圧延鋼帯の蛇行量と、前記蛇行量測定装置が設置されている位置の下流側直近にある制御対象の圧延機に設けられた前記荷重検出器により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重とに基づいて、前記制御対象の圧延機における操作側及び駆動側のロールギャップの開度差であるロール開度差を演算し、演算されたロール開度差を前記制御対象の圧延機に設けられた前記レベリング装置に送出するレベリング制御演算装置とを備え、

該レベリング制御演算装置によって演算される前記制御対象の圧延機における操作側及

10

20

30

40

50

び駆動側のロール開度差の目標値を、前記第1制御区間において、前記蛇行量測定装置によって測定される前記熱間圧延鋼帯の蛇行量が、前記尾端部が前記第1制御区間の制御開始箇所を抜けたときの前記蛇行量測定装置によって測定された前記熱間圧延鋼帯の蛇行量となり、かつ、前記制御対象の圧延機に設けられた前記荷重検出器により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められる操作側及び駆動側の差荷重が、前記尾端部が前記第1制御区間の制御開始箇所を抜けたときの、前記制御対象の圧延機に設けられた前記荷重検出器により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重となるような前記制御対象の圧延機の操作側及び駆動側のロール開度差とすることを特徴とする熱間圧延鋼帯の蛇行制御装置。

【請求項8】

前記レベリング制御演算装置は、走行する前記熱間圧延鋼帯の尾端部が制御開始箇所としての前記蛇行量測定装置を抜けてから前記制御対象の圧延機を抜けるまでの第2制御区間において、前記制御対象の圧延機に設けられた前記荷重検出器により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重に基づいて、前記制御対象の圧延機における操作側及び駆動側のロールギャップの開度差であるロール開度差を演算し、演算されたロール開度差を前記制御対象の圧延機に設けられた前記レベリング装置に送出するように構成されていることを特徴とする請求項7に記載の熱間圧延鋼帯の蛇行制御装置。

【請求項9】

前記レベリング制御演算装置によって演算される前記制御対象の圧延機における操作側及び駆動側のロール開度差の目標値を、前記第2制御区間において、前記制御対象の圧延機に設けられた前記荷重検出器により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められる操作側及び駆動側の差荷重が、前記尾端部が前記第1制御区間の制御開始箇所を抜けたときの、前記制御対象の圧延機に設けられた荷重検出器により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重となるような前記制御対象の圧延機の操作側及び駆動側のロール開度差とすることを特徴とする請求項8に記載の熱間圧延鋼帯の蛇行制御装置。

【請求項10】

前記レベリング制御演算装置によって演算される前記制御対象の圧延機における操作側及び駆動側のロール開度差の目標値を、前記第2制御区間において、前記制御対象の圧延機に設けられた前記荷重検出器により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められる操作側及び駆動側の差荷重が、前記尾端部が前記第2制御区間の制御開始箇所を抜けたときの、前記制御対象の圧延機に設けられた荷重検出器により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重となるような前記制御対象の圧延機の操作側及び駆動側のロール開度差とすることを特徴とする請求項8に記載の熱間圧延鋼帯の蛇行制御装置。

【請求項11】

前記第1制御区間の制御開始箇所である前記熱間圧延鋼帯の搬送ライン上の所定箇所は、前記蛇行量測定装置が設置されている位置の上流側直近にある圧延機であることを特徴とする請求項7乃至10のうちいずれか一項に記載の熱間圧延鋼帯の蛇行制御装置。

【請求項12】

操作側及び駆動側の圧延荷重を検出する荷重検出器と、操作側及び駆動側の圧下量を調整するレベリング装置とをそれぞれが有する複数の圧延機を備えた仕上圧延設備で圧延される熱間圧延鋼帯の蛇行を制御する熱間圧延鋼帯の蛇行制御装置であって、

隣り合う圧延機間に設置された、走行する熱間圧延鋼帯の蛇行量を測定する蛇行量測定装置と、

走行する前記熱間圧延鋼帯の尾端部が前記熱間圧延鋼帯の搬送ライン上の所定箇所を抜けてから前記蛇行量測定装置を抜けるまでの第1制御区間を複数の制御区間に分割した各制御区間において、前記蛇行量測定装置によって測定された前記熱間圧延鋼帯の蛇行量と、前記蛇行量測定装置が設置されている位置の下流側直近にある制御対象の圧延機に設け

10

20

30

40

50

られた前記荷重検出器により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重とに基づいて、前記制御対象の圧延機における操作側及び駆動側のロールギャップの開度差であるロール開度差を演算し、演算されたロール開度差を前記制御対象の圧延機に設けられた前記レベリング装置に送出するレベリング制御演算装置とを備え、

該レベリング制御演算装置によって演算される前記制御対象の圧延機における操作側及び駆動側のロール開度差の目標値を、前記各制御区間において、前記蛇行量測定装置によって測定される前記熱間圧延鋼帯の蛇行量が、前記尾端部が前記各制御区間の制御開始箇所を抜けたときの前記蛇行量測定装置によって測定された前記熱間圧延鋼帯の蛇行量となり、かつ、前記制御対象の圧延機に設けられた前記荷重検出器により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められる操作側及び駆動側の差荷重が、前記尾端部が前記各制御区間の制御開始箇所を抜けたときの、前記制御対象の圧延機に設けられた荷重検出器により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重となるような前記前記制御対象の圧延機の操作側及び駆動側のロール開度差とすることを特徴とする熱間圧延鋼帯の蛇行制御装置。

【請求項 1 3】

請求項 7 乃至 1 2 のうちいずれか一項に記載の熱間圧延鋼帯の蛇行制御装置を有することを特徴とする熱間圧延設備。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、熱間圧延鋼帯の蛇行制御方法、蛇行制御装置及び熱間圧延設備に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

一般に、熱間圧延鋼帯の製造ライン（ホットストリップミル）では、加熱されたスラブが粗圧延工程や仕上圧延工程などの製造工程を経て、所定の板幅及び板厚の鋼板が製造される。

仕上圧延工程では、図 6 に示すように、複数台（例えば 7 台）の圧延機 F 1 ~ F 7 からなる仕上圧延設備 1 で熱間圧延鋼帯（以下、単に鋼帯という）1 0 が同時に仕上圧延されるタンデム圧延を行い、所定の板厚の鋼板を製造する。

【0 0 0 3】

タンデム圧延では、図 7 に示すように、鋼帯 1 0 の幅方向の板厚分布、鋼帯 1 0 の幅方向の温度差、及び鋼帯 1 0 の幅方向の曲がりによって、鋼帯 1 0 が幅方向に移動する蛇行と呼ばれる現象が生じことがある。各圧延機 F 1 ~ F 7 の幅方向（鋼帯 1 0 の幅方向と同じ方向）の中心 C L 1 から鋼帯 1 0 の幅方向の中心 C L 2 までの距離を蛇行量 と呼ぶ。ここでは、鋼帯 1 0 が、各圧延機 F 1 ~ F 7 の操作側に蛇行している場合を「+」とし、各圧延機 F 1 ~ F 7 の駆動側に蛇行している場合を「-」とする。各圧延機 F 1 ~ F 7 の駆動側とは、搬送ロール（図示せず）のモータ（図示せず）に接続されている側を表し、各圧延機 F 1 ~ F 7 の操作側とは、駆動側と幅方向の反対側を表す。なお、図 6 及び図 7 における矢印は、圧延時における鋼帯 1 0 の進行方向を示している。

【0 0 0 4】

ここで、鋼帯 1 0 の尾端部 1 0 a の蛇行が大きくなつた場合、鋼帯 1 0 を幅方向に拘束するためのガイドと接触して、鋼帯 1 0 が折れ込み、その状態で圧延されることで絞りと呼ばれるトラブルが生じことがある。絞りが発生すると、鋼帯 1 0 を圧延する各圧延機 F 1 ~ F 7 のワーカロール 1 a（図 6 参照）に疵が入りロール交換が必要になる。ロール交換のために一時的に操業を停止する必要があり、絞りが頻繁に発生する場合には、大きなダウンタイムとなる。そのため、鋼帯 1 0 の蛇行を低減し、絞りの発生を抑制することは熱間圧延鋼帯のタンデム圧延では重要な課題となっている。

【0 0 0 5】

鋼帯の蛇行を防止する方法の一つとして、圧延機のレベリング量を変更する方法がある

10

20

30

40

50

。レベリング量とは、圧延機の操作側と駆動側のロールギャップの開度差のことである。ここでは、操作側のロールギャップの開度が大きい場合を「+」、駆動側のロールギャップの開度が大きい場合を「-」とする。

例えば、圧延中に圧延機のレベリング量を+側に変更すると、操作側より駆動側の圧下量が相対的に大きくなるため、操作側よりも駆動側の鋼帯が長くなり、圧延機出側では鋼帯は操作側に蛇行する。逆に、圧延中に圧延機のレベリング量を-側に変更すると、駆動側より操作側の圧下量が相対的に大きくなるため、駆動側よりも操作側の鋼帯が長くなり、圧延機出側では鋼帯は駆動側に蛇行する。

【0006】

従来にあっては、このレベリング量を変更することにより鋼帯の蛇行を防止するものとして、例えば、特許文献1及び特許文献2に示すものが提案されている。

特許文献1に示す熱間仕上圧延における鋼板尾端蛇行制御方法は、タンデム圧延において、蛇行検出装置をスタンド間ほぼ中央に設置し、蛇行制御を行い、圧延材尾端が蛇行検出装置通過後は、差荷重方式にて蛇行制御を行うことにより高応答かつ安定した制御を達成すると共に、低温材でもセンサ方式蛇行制御を可能とするものである。

【0007】

また、特許文献2に示す被圧延材の蛇行制御方法は、圧延スタンドF5を被圧延材の尾端が通過すると、第1の制御ゲインよりも低い第2の制御ゲインでフィードバック制御を行って「センサ方式蛇行制御」を実施する。また、圧延スタンドF6を被圧延材の尾端が通過すると、第1の制御ゲインでフィードバック制御を行って「センサ方式蛇行制御」を実施すると共に、第3の制御ゲインよりも低い第4の制御ゲインでフィードバック制御を行って「差荷重方式蛇行制御」を実施する。更に、蛇行量検出センサを被圧延材の尾端が通過すると、「センサ方式蛇行制御」を終了すると共に、第3の制御ゲインでフィードバック制御を行って「差荷重方式蛇行制御」を実施する。また、圧延スタンドF7を被圧延材の尾端が通過すると、「差荷重方式蛇行制御」を終了するものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開平7-144211号公報

【特許文献2】特開2013-212523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、これら従来の特許文献1に示す熱間仕上圧延における鋼板尾端蛇行制御方法及び特許文献2に示す被圧延材の蛇行制御方法にあっては、以下の問題点があった。

即ち、特許文献1に示す熱間仕上圧延における鋼板尾端蛇行制御方法の場合、圧延材尾端が蛇行検出装置通過前は蛇行検出装置により蛇行を検出し、蛇行制御に最適な制御量を算出して蛇行を制御するが、この制御における制御量の目標値が定かではない。また、圧延材尾端が蛇行検出装置通過後はロードセルによって検出される差荷重を基にしてロールチョックの最適な圧下量を算出するが、この制御における圧下量の目標値が定かではない。

【0010】

また、特許文献2に示す被圧延材の蛇行制御方法の場合にあっても、「センサ方式蛇行制御」の実施及び「差荷重方式蛇行制御」の実施に際し、その制御量の目標値が定かではない。

熱間圧延鋼帯の蛇行の制御において、蛇行挙動を安定して制御するためには制御目標値を適切に設定する必要がある。

従って、本発明はこの従来の問題点を解決するためになされたものであり、その目的は、熱間圧延鋼帯の蛇行の制御において、制御目標値を適切に設定することによって、蛇行挙動を安定して制御することができる、熱間圧延鋼帯の蛇行制御方法、蛇行制御装置及び

10

20

30

40

50

熱間圧延設備を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記課題を解決するために、本発明の一態様に係る熱間圧延鋼帯の蛇行制御方法は、操作側及び駆動側の圧延荷重を検出する荷重検出器と、操作側及び駆動側の圧下量を調整するレベリング装置とをそれぞれが有する複数の圧延機を備えた仕上圧延設備で圧延される熱間圧延鋼帯の蛇行を制御する熱間圧延鋼帯の蛇行制御方法であって、隣り合う圧延機間に設置された蛇行量測定装置により、走行する熱間圧延鋼帯の蛇行量を測定する蛇行量測定ステップと、レベリング制御演算装置により、前記蛇行量測定装置が設置されている位置の下流側直近にある制御対象の圧延機に設けられた荷重検出器により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から操作側及び駆動側の差荷重を求める差荷重算出ステップと、レベリング制御演算装置により、走行する前記熱間圧延鋼帯の尾端部が制御開始箇所としての前記熱間圧延鋼帯の搬送ライン上の所定箇所を抜けてから前記蛇行量測定装置を抜けるまでの第1制御区間ににおいて、前記蛇行量測定装置によって測定された前記熱間圧延鋼帯の蛇行量と、前記制御対象の圧延機に設けられた前記荷重検出器により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重とに基づいて、前記制御対象の圧延機における操作側及び駆動側のロールギャップの開度差であるロール開度差を演算し、演算されたロール開度差を前記制御対象の圧延機に設けられた前記レベリング装置に送出するレベリング制御演算ステップとを含み、前記レベリング制御演算ステップによって演算される前記制御対象の圧延機における操作側及び駆動側のロール開度差の目標値を、前記第1制御区間ににおいて、前記蛇行量測定装置によって測定される前記熱間圧延鋼帯の蛇行量が、前記尾端部が前記第1制御区間の制御開始箇所を抜けたときの前記蛇行量測定装置によって測定された前記熱間圧延鋼帯の蛇行量となり、かつ、前記制御対象の圧延機に設けられた前記荷重検出器により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められる操作側及び駆動側の差荷重が、前記尾端部が前記第1制御区間の制御開始箇所を抜けたときの、前記制御対象の圧延機に設けられた前記荷重検出器により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重となるような前記制御対象の圧延機の操作側及び駆動側のロール開度差とすることを要旨とする。

【0012】

また、本発明の別の態様に係る熱間圧延鋼帯の蛇行制御方法は、操作側及び駆動側の圧延荷重を検出する荷重検出器と、操作側及び駆動側の圧下量を調整するレベリング装置とをそれぞれが有する複数の圧延機を備えた仕上圧延設備で圧延される熱間圧延鋼帯の蛇行を制御する熱間圧延鋼帯の蛇行制御方法であって、隣り合う圧延機間に設置された蛇行量測定装置により、走行する熱間圧延鋼帯の蛇行量を測定する蛇行量測定ステップと、レベリング制御演算装置により、前記蛇行量測定装置が設置されている位置の下流側直近にある制御対象の圧延機に設けられた荷重検出器により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から操作側及び駆動側の差荷重を求める差荷重算出ステップと、レベリング制御演算装置により、走行する前記熱間圧延鋼帯の尾端部が前記熱間圧延鋼帯の搬送ライン上の所定箇所を抜けてから前記蛇行量測定装置を抜けるまでの第1制御区間に複数の制御区間に分割した各制御区間ににおいて、前記蛇行量測定装置によって測定された前記熱間圧延鋼帯の蛇行量と、前記制御対象の圧延機に設けられた前記荷重検出器より検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重とに基づいて、前記制御対象の圧延機における操作側及び駆動側のロールギャップの開度差であるロール開度差を演算し、演算されたロール開度差を前記制御対象の圧延機に設けられた前記レベリング装置に送出するレベリング制御演算ステップとを含み、前記レベリング制御演算ステップによって演算される前記制御対象の圧延機における操作側及び駆動側のロール開度差の目標値を、前記各制御区間ににおいて、前記蛇行量測定装置によって測定される前記熱間圧延鋼帯の蛇行量が、前記尾端部が前記各制御区間の制御開始箇所を抜けたときの前記蛇行量測定装置によって測定された前記熱間圧延鋼帯の蛇行量となり、かつ、前記制御対象の圧延機に設けられた前記荷重検出器により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められる

10

20

30

40

50

操作側及び駆動側の差荷重が、前記尾端部が前記各制御区間の制御開始箇所を抜けたときの、前記制御対象の圧延機に設けられた荷重検出器により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重となるような前記制御対象の圧延機の操作側及び駆動側のロール開度差とすることを要旨とする。

【0013】

また、本発明の別の態様に係る熱間圧延鋼帯の蛇行制御装置は、操作側及び駆動側の圧延荷重を検出する荷重検出器と、操作側及び駆動側の圧下量を調整するレベリング装置とをそれぞれが有する複数の圧延機を備えた仕上圧延設備で圧延される熱間圧延鋼帯の蛇行を制御する熱間圧延鋼帯の蛇行制御装置であって、隣り合う圧延機間に設置された、走行する熱間圧延鋼帯の蛇行量を測定する蛇行量測定装置と、走行する前記熱間圧延鋼帯の尾端部が制御開始箇所としての前記熱間圧延鋼帯の搬送ライン上の所定箇所を抜けてから前記蛇行量測定装置を抜けるまでの第1制御区間において、前記蛇行量測定装置によって測定された前記熱間圧延鋼帯の蛇行量と、前記蛇行量測定装置が設置されている位置の下流側直近にある制御対象の圧延機に設けられた前記荷重検出器により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重とに基づいて、前記制御対象の圧延機における操作側及び駆動側のロールギャップの開度差であるロール開度差を演算し、演算されたロール開度差を前記制御対象の圧延機に設けられた前記レベリング装置に送出するレベリング制御演算装置とを備え、該レベリング制御演算装置によって演算される前記制御対象の圧延機における操作側及び駆動側のロール開度差の目標値を、前記第1制御区間において、前記蛇行量測定装置によって測定される前記熱間圧延鋼帯の蛇行量が、前記尾端部が前記第1制御区間の制御開始箇所を抜けたときの前記蛇行量測定装置によって測定された前記熱間圧延鋼帯の蛇行量となり、かつ、前記制御対象の圧延機に設けられた前記荷重検出器により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められる操作側及び駆動側の差荷重が、前記尾端部が前記第1制御区間の制御開始箇所を抜けたときの、前記制御対象の圧延機に設けられた前記荷重検出器により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重となるような前記制御対象の圧延機の操作側及び駆動側のロール開度差とすることを要旨とする。

【0014】

また、本発明の別の態様に係る熱間圧延鋼帯の蛇行制御装置は、操作側及び駆動側の圧延荷重を検出する荷重検出器と、操作側及び駆動側の圧下量を調整するレベリング装置とをそれぞれが有する複数の圧延機を備えた仕上圧延設備で圧延される熱間圧延鋼帯の蛇行を制御する熱間圧延鋼帯の蛇行制御装置であって、隣り合う圧延機間に設置された、走行する熱間圧延鋼帯の蛇行量を測定する蛇行量測定装置と、走行する前記熱間圧延鋼帯の尾端部が前記熱間圧延鋼帯の搬送ライン上の所定箇所を抜けてから前記蛇行量測定装置を抜けるまでの第1制御区間を複数の制御区間に分割した各制御区間において、前記蛇行量測定装置によって測定された前記熱間圧延鋼帯の蛇行量と、前記蛇行量測定装置が設置されている位置の下流側直近にある制御対象の圧延機に設けられた前記荷重検出器により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重とに基づいて、前記制御対象の圧延機における操作側及び駆動側のロールギャップの開度差であるロール開度差を演算し、演算されたロール開度差を前記制御対象の圧延機に設けられた前記レベリング装置に送出するレベリング制御演算装置とを備え、該レベリング制御演算装置によって演算される前記制御対象の圧延機における操作側及び駆動側のロール開度差の目標値を、前記各制御区間において、前記蛇行量測定装置によって測定される前記熱間圧延鋼帯の蛇行量が、前記尾端部が前記各制御区間の制御開始箇所を抜けたときの前記蛇行量測定装置によって測定された前記熱間圧延鋼帯の蛇行量となり、かつ、前記制御対象の圧延機に設けられた前記荷重検出器により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められる操作側及び駆動側の差荷重が、前記尾端部が前記各制御区間の制御開始箇所を抜けたときの、前記制御対象の圧延機に設けられた前記荷重検出器により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重となるような前記制御対象の圧延機の操作側及び駆動側のロール開度差とすることを要旨とする。

10

20

30

40

50

また、本発明の別の態様に係る熱間圧延設備は、前述の熱間圧延鋼帯の蛇行制御装置を有することを要旨とする。

【発明の効果】

【0015】

本発明に係る熱間圧延鋼帯の蛇行制御方法、蛇行制御装置及び熱間圧延設備によれば、熱間圧延鋼帯の蛇行の制御において、制御目標値を適切に設定することによって、蛇行挙動を安定して制御することができる、熱間圧延鋼帯の蛇行制御方法、蛇行制御装置及び熱間圧延設備を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の第1実施形態に係る蛇行制御装置を備えた仕上圧延設備の概略構成図である。

【図2】本発明の第1実施形態に係る蛇行制御装置による処理の流れを示すフローチャートである。

【図3】本発明の第2実施形態に係る蛇行制御装置を備えた仕上圧延設備の概略構成図である。

【図4】本発明の第2実施形態に係る蛇行制御装置による処理の流れを示すフローチャートである。

【図5】実施例1及び比較例1に係る蛇行制御装置で蛇行制御を行った場合の圧延機F7での蛇行量の時間変化を示すグラフである。

【図6】一般的な仕上圧延設備の概略構成図である。

【図7】鋼帯の蛇行現象を説明するための模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。以下に示す実施形態は、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、構成部品の材質、形状、構造、配置等を下記の実施形態に特定するものではない。また、図面は模式的なものである。そのため、厚みと平面寸法との関係、比率等は現実のものとは異なることに留意すべきであり、図面相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれている。

【0018】

(第1実施形態)

図1には、本発明の第1実施形態に係る蛇行制御装置を備えた仕上圧延設備の概略構成が示されている。

熱間圧延鋼帯の熱間圧延設備では、加熱炉(図示せず)で加熱されたスラブが粗圧延工程、仕上圧延工程及び冷却工程を経て、所定の板幅及び板厚の鋼板が製造され、巻き取られる。つまり、熱間圧延設備は、加熱炉と、粗圧延機(図示せず)と、仕上圧延設備1(図1参照)と、冷却設備(図示せず)と、巻取設備(図示せず)とを備えている。

仕上圧延工程では、図1に示す仕上圧延設備1で熱間圧延鋼帯(以下、単に鋼帯という)10が同時に仕上圧延されるタンデム圧延が行われる。仕上圧延設備1は、鋼帯10を仕上圧延する複数(本実施形態にあっては7台)の圧延機F1～F7を備えている。各圧延機F1～F7には、操作側及び駆動側の圧下量を調整するレベリング装置2と、操作側及び駆動側の圧延荷重を検出する荷重検出器3とが設けられている。鋼帯10は、図1における矢印で示す方向に走行する(搬送される)。なお、各圧延機F1～F7における駆動側とは、搬送ロール(図示せず)の駆動モータがある側を意味し、操作側とはその反対側を意味する。

【0019】

各レベリング装置2は、各圧延機F1～F7の操作側に取り付けられた圧下装置(図示せず)による圧下量と、各圧延機F1～F7の駆動側に取り付けられた圧下装置(図示せず)による圧下量とを調整する。

10

20

30

40

50

また、荷重検出器3は、各圧延機F1～F7の操作側と駆動側との双方に取り付けられて操作側及び駆動側のそれぞれの圧延荷重を検出する。

また、仕上圧延設備1には、鋼帯10の蛇行を制御する蛇行制御装置4が設けられている。蛇行制御装置4は、走行する鋼帯10の尾端部10a(図7参照)が圧延機F6を抜けてから蛇行量測定装置5を抜けるまでの第1制御区間Aにおいて、「蛇行計方式の蛇行制御」及び「差荷重方式の蛇行制御」を併用する。また、蛇行制御装置4は、当該尾端部10aが蛇行量測定装置5を抜けてから制御対象の圧延機F7を抜けるまでの第2制御区間Bにおいて、「差荷重方式の蛇行制御」によって鋼帯10の蛇行を制御する。

【0020】

ここで、「蛇行計方式の蛇行制御」は、後に述べる蛇行量測定装置5が設置されている位置の下流側直近にある制御対象の圧延機F7のレベリング量(圧延機F7における操作側及び駆動側のロールギャップの開度差であるロール開度差)を、蛇行量測定装置5で測定された蛇行量に比例するように変更するものである。鋼帯10の蛇行が操作側に生じていれば、操作側が閉まるように(「-」側に)レベリング量を変更し、鋼帯10の蛇行が駆動側に生じていれば、駆動側が閉まるように(「+」側に)レベリング量を変更する。

【0021】

また、「差荷重方式の蛇行制御」は、制御対象の圧延機F7のレベリング量を、圧延機F7に設けられた荷重検出器3から検出された操作側及び駆動側の差荷重に比例するよう変更するものである。操作側の圧延荷重が駆動側の圧延荷重よりも大きい場合、差荷重は「+」、駆動側の圧延荷重が操作側の圧延荷重よりも大きい場合、差荷重は「-」とする。そして、鋼帯10に幅方向の板厚偏差、幅方向の温度差がない場合、鋼帯10が圧延機F1～F7の中心を通板されていれば、差荷重は生じない。そして、鋼帯10の蛇行が操作側に生じたときに差荷重は「+」となり、鋼帯10の蛇行が駆動側に生じたときに差荷重は「-」となる。この「差荷重方式の蛇行制御」では、差荷重が「+」であれば操作側が閉まるようにレベリング量を変更し、差荷重が「-」であれば駆動側が閉まるようにレベリング量を変更する。

【0022】

そして、蛇行制御装置4は、隣り合う圧延機F6と圧延機F7との間に設置された、走行する鋼帯10の蛇行量を測定する蛇行量測定装置5を備えている。蛇行量測定装置5は、1次元カメラや2次元カメラで構成され、例えば、鋼帯10の幅方向の輝度分布を測定しこの輝度分布から蛇行量を算出する。

また、蛇行制御装置4は、制御対象の圧延機F7に設けられた荷重検出器3により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から操作側及び駆動側の差荷重を求めるレベリング制御演算装置6を備えている。

【0023】

このレベリング制御演算装置6は、走行する鋼帯10の尾端部10aが制御開始箇所としての圧延機F6を抜けてから蛇行量測定装置5を抜けるまでの第1制御区間Aにおいて、蛇行量測定装置5によって測定された鋼帯10の蛇行量と、制御対象の圧延機F7に設けられた荷重検出器3により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重とに基づいて、制御対象の圧延機F7における操作側及び駆動側のロール開度差を演算する。

【0024】

また、このレベリング制御演算装置6は、走行する鋼帯10の尾端部10aが制御開始箇所としての蛇行量測定装置5を抜けてから制御対象の圧延機F7を抜けるまでの第2制御区間Bにおいては、制御対象の圧延機F7に設けられた荷重検出器3により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重のみに基づいて、制御対象の圧延機F7における操作側及び駆動側のロール開度差を演算する。

そして、レベリング装置2は、レベリング制御演算装置6から送出されたロール開度差に基づいて、制御対象の圧延機F7のロール開度差がレベリング制御演算装置6から送出されたロール開度差となるように、制御対象の圧延機F7の操作側に取り付けられた圧下

10

20

30

40

50

装置による圧下量と、圧延機 F 7 の駆動側に取り付けられた圧下装置による圧下量とを調整する。これにより、制御対象の圧延機 F 7 のレベリング量が鋼帯 10 の蛇行量及び圧延機 F 7 の操作側及び駆動側の差荷重に比例して変更され、鋼帯 10 の蛇行量が抑制される。

【 0 0 2 5 】

ここで、鋼帯 10 の尾端部 10 a が第 1 制御区間 A にあるときのレベリング制御演算装置 6 によって演算される制御対象の圧延機 F 7 における操作側及び駆動側のロール開度差の目標値は、第 1 制御区間 A において、蛇行量測定装置 5 によって測定される鋼帯 10 の蛇行量が、尾端部 10 a が第 1 制御区間 A の制御開始箇所（圧延機 F 6）を抜けたときの蛇行量測定装置 5 によって測定された鋼帯 10 の蛇行量となり、かつ、制御対象の圧延機 F 7 に設けられた荷重検出器 3 により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められる操作側及び駆動側の差荷重が、尾端部 10 a が第 1 制御区間 A の制御開始箇所（圧延機 F 6）を抜けたときの、制御対象の圧延機 F 7 に設けられた荷重検出器 3 により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重となるような制御対象の圧延機 F 7 における操作側及び駆動側のロール開度差とする。

10

【 0 0 2 6 】

ここで、鋼帯 10 の尾端部 10 a が各圧延機 F 1 ~ F 6、特に圧延機 F 6 を抜けると、圧延機 F 6、F 7 間の張力が失われることになり、鋼帯 10 の蛇行が急激に大きくなる。

一方、鋼帯 10 の尾端部 10 a が第 1 制御区間 A にあるときのレベリング制御演算装置 6 によって演算される制御対象の圧延機 F 7 における操作側及び駆動側のロール開度差の目標値を、第 1 制御区間 A において、蛇行量測定装置 5 によって測定される鋼帯 10 の蛇行量が 0 mm（鋼帯 10 の中心 CL 2 が圧延機 F 1 ~ F 7 の中心 CL 1 上にくるようにする）となるようなロール開度差とすると、尾端部 10 a が圧延機 F 6 を抜けて大きくなる鋼帯 10 の蛇行を無理やり蛇行量が 0 mm となるようにするので、鋼帯 10 の蛇行挙動が逆転し（例えば、操作側に蛇行していた場合、逆に駆動側に蛇行する）、かえって蛇行量が大きくなってしまうことがある。

20

【 0 0 2 7 】

これに対して、本実施形態のように、鋼帯 10 の尾端部 10 a が第 1 制御区間 A にあるときのレベリング制御演算装置 6 によって演算される制御対象の圧延機 F 7 における操作側及び駆動側のロール開度差の目標値を、第 1 制御区間 A において、蛇行量測定装置 5 によって測定される鋼帯 10 の蛇行量が、尾端部 10 a が第 1 制御区間 A の制御開始箇所（圧延機 F 6）を抜けたときの蛇行量測定装置 5 によって測定された鋼帯 10 の蛇行量となるようなロール開度差とすると、大きくなる鋼帯 10 の蛇行を無理なく制御開始時の蛇行量となるようにするので、鋼帯 10 の蛇行挙動が逆転することなく、蛇行挙動を安定して制御することができる。

30

【 0 0 2 8 】

また、本実施形態では、鋼帯 10 の尾端部 10 a が第 1 制御区間 A にあるときのレベリング制御演算装置 6 によって演算される制御対象の圧延機 F 7 における操作側及び駆動側のロール開度差の目標値を、第 1 制御区間 A において、前述の蛇行量に加えて、制御対象の圧延機 F 7 に設けられた荷重検出器 3 により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められる操作側及び駆動側の差荷重が、尾端部 10 a が第 1 制御区間 A の制御開始箇所（圧延機 F 6）を抜けたときの、制御対象の圧延機 F 7 に設けられた荷重検出器 3 により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重となるようなロール開度差としている。制御対象の圧延機 F 7 における操作側及び駆動側のロール開度差の目標値を、制御対象の圧延機 F 7 に設けられた荷重検出器 3 により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められる操作側及び駆動側の差荷重が 0 tonf となるようなロール開度差とすると、尾端部 10 a が圧延機 F 6 を抜けて大きくなる鋼帯 10 の蛇行を無理やり蛇行量を 0 とするのと同様の現象が生じ、鋼帯 10 の蛇行挙動が逆転する現象が生じてしまう。このため、本実施形態のように、圧延機 F 7 におけるロール開度差の目標値を、蛇行量が制御開始時の蛇行量となり、かつ、差荷重が制御開始時の差荷

40

50

重となるようなロール開度差とすることで、鋼帯 10 の蛇行挙動が逆転することなく、蛇行挙動をより安定して制御することができる。

【0029】

なお、圧延機 F1 ~ F7 の操作側及び駆動側の差荷重は、蛇行以外の要因（例えば、鋼帯 10 の板幅方向の温度偏差など）によっても発生する。このため、制御対象の圧延機 F7 における操作側及び駆動側のロール開度差の目標値を、制御対象の圧延機 F7 に設けられた荷重検出器 3 により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められる操作側及び駆動側の差荷重が 0 ton f となるようなロール開度差とすると、蛇行以外の差荷重要な分、過剰な制御となり、蛇行挙動を逆転させる不安定な制御となってしまう。

【0030】

また、鋼帯 10 の尾端部 10a が第 2 制御区間 B にあるときのレベリング制御演算装置 6 によって演算される制御対象の圧延機 F7 における操作側及び駆動側のロール開度差の目標値は、第 2 制御区間 B において、制御対象の圧延機 F7 に設けられた荷重検出器 3 により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められる操作側及び駆動側の差荷重が、尾端部 10a が第 1 制御区間 A の制御開始箇所（圧延機 F6）を抜けたときの、制御対象の圧延機 F7 に設けられた荷重検出器 3 により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重となるような制御対象の圧延機 F7 における操作側及び駆動側のロール開度差とする。

【0031】

これにより、第 1 制御区間 A 及び第 2 制御区間 B の双方において、制御対象の圧延機 F7 に設けられた荷重検出器 3 により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められる操作側及び駆動側の差荷重の制御目標値が、尾端部 10a が第 1 制御区間 A の制御開始箇所（圧延機 F6）を抜けたときの、制御対象の圧延機 F7 に設けられた荷重検出器 3 により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重となる。このため、差荷重の制御目標値を一回設定すれば良く、レベリング量の制御を簡単なものにすることができる。

【0032】

なお、鋼帯 10 の尾端部 10a が第 2 制御区間 B にあるときのレベリング制御演算装置 6 によって演算される制御対象の圧延機 F7 における操作側及び駆動側のロール開度差の目標値を、第 2 制御区間 B において、制御対象の圧延機 F7 に設けられた荷重検出器 3 により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められる操作側及び駆動側の差荷重が、尾端部 10a が第 2 制御区間 B の制御開始箇所（蛇行量測定装置 5）を抜けたときの、制御対象の圧延機 F7 に設けられた荷重検出器 3 により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重となるような制御対象の圧延機 F7 における操作側及び駆動側のロール開度差としてもよい。

これにより、蛇行挙動をより安定して制御することができるようになる。

【0033】

次に、第 1 実施形態に係る蛇行制御装置 4 による処理の流れを図 2 に示すフローチャートを参照して説明する。

まず、鋼帯 10 の仕上圧延が開始され、鋼帯 10 の先端部が制御対象の圧延機 F7 を通過したら、ステップ S1 において、隣り合う圧延機 F6、F7 間に設置された蛇行量測定装置 5 が走行する鋼帯 10 の蛇行量を測定する（蛇行量測定ステップ）。

次いで、ステップ S2 に移行し、レベリング制御演算装置 6 は、制御対象の圧延機 F7 に設けられた荷重検出器 3 により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から操作側及び駆動側の差荷重を求める（差荷重算出ステップ）。

【0034】

次いで、ステップ S3 に移行し、レベリング制御演算装置 6 は、走行する鋼帯 10 の尾端部 10a が制御開始箇所としての圧延機 F6 を抜けてから蛇行量測定装置 5 を抜けるまでの第 1 制御区間 A において、蛇行量測定装置 5 によって測定された鋼帯 10 の蛇行量と、制御対象の圧延機 F7 に設けられた荷重検出器 3 により検出された操作側及び駆動側の

10

20

30

40

50

圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重に基づいて、制御対象の圧延機 F 7 における操作側及び駆動側のロールギャップの開度差であるロール開度差を演算し、演算されたロール開度差を制御対象の圧延機 F 7 に設けられたレベリング装置 2 に送出する（レベリング制御演算ステップ）。

【0035】

ここで、鋼帯 10 の尾端部 10 a が第 1 制御区間 A にあるときのレベリング制御演算装置 6 によって演算される制御対象の圧延機 F 7 における操作側及び駆動側のロール開度差の目標値を、第 1 制御区間 A において、蛇行量測定装置 5 によって測定される鋼帯 10 の蛇行量が、尾端部 10 a が第 1 制御区間 A の制御開始箇所（圧延機 F 6）を抜けたときの蛇行量測定装置 5 によって測定された鋼帯 10 の蛇行量となり、かつ、制御対象の圧延機 F 7 に設けられた荷重検出器 3 により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められる操作側及び駆動側の差荷重が、尾端部 10 a が第 1 制御区間 A の制御開始箇所（圧延機 F 6）を抜けたときの、制御対象の圧延機 F 7 に設けられた荷重検出器 3 により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重となるような制御対象の圧延機 F 7 における操作側及び駆動側のロール開度差とする。

これにより、前述したように、鋼帯 10 の蛇行挙動が逆転することなく、蛇行挙動を安定して制御することができる。

【0036】

そして、鋼帯 10 の尾端部 10 a が蛇行量測定装置 5 を抜けたときに第 2 制御区間 B が開始する。レベリング制御演算装置 6 は、走行する鋼帯 10 の尾端部 10 a が制御開始箇所としての蛇行量測定装置 5 を抜けてから制御対象の圧延機 F 7 を抜けるまでの第 2 制御区間 B においては、制御対象の圧延機 F 7 に設けられた荷重検出器 3 により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重のみに基づいて、制御対象の圧延機 F 7 における操作側及び駆動側のロール開度差を演算し、演算されたロール開度差を制御対象の圧延機 F 7 に設けられたレベリング装置 2 に送出する（レベリング制御演算ステップ）。

【0037】

ここで、鋼帯 10 の尾端部 10 a が第 2 制御区間 B にあるときのレベリング制御演算装置 6 によって演算される制御対象の圧延機 F 7 における操作側及び駆動側のロール開度差の目標値を、第 2 制御区間 B において、制御対象の圧延機 F 7 に設けられた荷重検出器 3 により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められる操作側及び駆動側の差荷重が、尾端部 10 a が第 1 制御区間 A の制御開始箇所（圧延機 F 6）を抜けたときの、制御対象の圧延機 F 7 に設けられた荷重検出器 3 により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重となるような制御対象の圧延機 F 7 における操作側及び駆動側のロール開度差とする。

これにより、前述したように、差荷重の制御目標値を一回設定すれば良く、レベリング量の制御を簡単なものにすることができる。

【0038】

なお、前述したように、鋼帯 10 の尾端部 10 a が第 2 制御区間 B にあるときのレベリング制御演算装置 6 によって演算される制御対象の圧延機 F 7 における操作側及び駆動側のロール開度差の目標値を、第 2 制御区間 B において、制御対象の圧延機 F 7 に設けられた荷重検出器 3 により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められる操作側及び駆動側の差荷重が、尾端部 10 a が第 2 制御区間 B の制御開始箇所（蛇行量測定装置 5）を抜けたときの、制御対象の圧延機 F 7 に設けられた荷重検出器 3 により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重となるような制御対象の圧延機 F 7 における操作側及び駆動側のロール開度差としてもよい。

これにより、蛇行挙動をより安定して制御することができるようになる。

【0039】

次いで、ステップ S 4 に移行し、レベリング装置 2 は、レベリング制御演算装置 6 から送出されたロール開度差に基づいて、制御対象の圧延機 F 7 のロール開度差がレベリング

10

20

30

40

50

制御演算装置 6 から送出されたロール開度差となるように、制御対象の圧延機 F 7 の操作側に取り付けられた圧下装置による圧下量と、圧延機 F 7 の駆動側に取り付けられた圧下装置による圧下量とを調整する（圧下量調整ステップ）。

これにより、制御対象の圧延機 F 7 のレベリング量が、鋼帯 10 の尾端部 10 a が第 1 制御区間 A にあるときは鋼帯 10 の蛇行量及び圧延機 F 7 の操作側及び駆動側の差荷重に比例して変更され、鋼帯 10 の尾端部 10 a が第 2 制御区間 B にあるときは圧延機 F 7 の操作側及び駆動側の差荷重に比例して変更され、鋼帯 10 の蛇行量が抑制される。

【 0 0 4 0 】

(第 2 実施形態)

次に、本発明の第 2 実施形態に係る蛇行制御装置について図 3 及び図 4 を参照して説明する。図 3 には、本発明の第 2 実施形態に係る蛇行制御装置を備えた仕上圧延設備の概略構成が示されている。図 4 には、本発明の第 2 実施形態に係る蛇行制御装置による処理の流れを示すフロー チャートが示されている。

第 2 実施形態に係る蛇行制御装置 4 は、第 1 実施形態に係る蛇行制御装置 4 と基本構成は同様であるが、第 1 実施形態に係る蛇行制御装置 4 における第 1 制御区間 A を、走行する鋼帯 10 の尾端部 10 a が圧延機 F 6 の 1 つ上流側の圧延機 F 5 を抜けてから蛇行量測定装置 5 を抜けるまでとし、当該第 1 制御区間 A を、走行する鋼帯 10 の尾端部 10 a が圧延機 F 5 を抜けてから圧延機 F 6 を抜けるまでの制御区間 A 1 と、尾端部 10 a が圧延機 F 6 を抜けてから蛇行量測定装置 5 を抜けるまでの制御区間 A 2 に分割したものである。

【 0 0 4 1 】

この第 2 実施形態に係る蛇行制御装置 4 において、レベリング制御演算装置 6 は、分割した各制御区間 A 1 , A 2 において、圧延機 F 6 と圧延機 F 7 との間に設置された蛇行量測定装置 5 によって測定された鋼帯 10 の蛇行量と、制御対象の圧延機 F 7 に設けられた荷重検出器 3 より検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重に基づいて、制御対象の圧延機 F 7 における操作側及び駆動側のロール開度差を演算する。そして、レベリング制御演算装置 6 は、演算されたロール開度差を制御対象の圧延機 F 7 に設けられたレベリング装置 2 に送出する。

【 0 0 4 2 】

また、このレベリング制御演算装置 6 は、走行する鋼帯 10 の尾端部 10 a が蛇行量測定装置 5 を抜けてから制御対象の圧延機 F 7 を抜けるまでの第 2 制御区間 B においては、制御対象の圧延機 F 7 に設けられた荷重検出器 3 により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重のみに基づいて、制御対象の圧延機 F 7 における操作側及び駆動側のロール開度差を演算する。そして、レベリング制御演算装置 6 は、演算されたロール開度差を制御対象の圧延機 F 7 に設けられたレベリング装置 2 に送出する。

そして、レベリング装置 2 は、レベリング制御演算装置 6 から送出されたロール開度差に基づいて、制御対象の圧延機 F 7 のロール開度差がレベリング制御演算装置 6 から送出されたロール開度差となるように、制御対象の圧延機 F 7 の操作側に取り付けられた圧下装置による圧下量と、圧延機 F 7 の駆動側に取り付けられた圧下装置による圧下量とを調整する。

【 0 0 4 3 】

ここで、鋼帯 10 の尾端部 10 a が制御区間 A 1 にあるときのレベリング制御演算装置 6 によって演算される制御対象の圧延機 F 7 における操作側及び駆動側のロール開度差の目標値は、制御区間 A 1 において、蛇行量測定装置 5 によって測定される鋼帯 10 の蛇行量が、尾端部 10 a が制御区間 A 1 の制御開始箇所（圧延機 F 5 ）を抜けたときの蛇行量測定装置 5 によって測定された鋼帯 10 の蛇行量となり、かつ、制御対象の圧延機 F 7 に設けられた荷重検出器 3 により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められる操作側及び駆動側の差荷重が、尾端部 10 a が制御区間 A 1 の制御開始箇所（圧延機 F 5 ）を抜けたときの、制御対象の圧延機 F 7 に設けられた荷重検出器 3 により検出された操作

10

20

30

40

50

側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重となるような制御対象の圧延機 F 7 における操作側及び駆動側のロール開度差とする。

【0044】

また、鋼帯 10 の尾端部 10 a が制御区間 A 2 にあるときのレベリング制御演算装置 6 によって演算される制御対象の圧延機 F 7 における操作側及び駆動側のロール開度差の目標値は、制御区間 A 2 において、蛇行量測定装置 5 によって測定される鋼帯 10 の蛇行量が、尾端部 10 a が制御区間 A 2 の制御開始箇所（圧延機 F 6）を抜けたときの蛇行量測定装置 5 によって測定された鋼帯 10 の蛇行量となり、かつ、制御対象の圧延機 F 7 に設けられた荷重検出器 3 により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められる操作側及び駆動側の差荷重が、尾端部 10 a が制御区間 A 2 の制御開始箇所（圧延機 F 6）を抜けたときの、制御対象の圧延機 F 7 に設けられた荷重検出器 3 により検出された操作側及び駆動側の差荷重となるような制御対象の圧延機 F 7 における操作側及び駆動側のロール開度差とする。

これにより、各制御区間 A 1, A 2 の制御開始時に算出される制御対象の圧延機 F 7 におけるロール開度差の変更量が大きくなることはなく、鋼帯 10 の蛇行拳動が逆転することなく、蛇行拳動をより安定して制御することができる。

【0045】

ここで、鋼帯 10 の尾端部 10 a が制御対象の圧延機 F 7 の 2 つ上流側の圧延機 F 5 を抜けた時刻において、制御対象の圧延機より 1 つ上流側の圧延機 F 6 と制御対象の圧延機 F 7 の双方に鋼帯 10 は噛み込まれた状態ではあるが、制御対象の圧延機 F 7 と圧延機 F 6 との間でも鋼帯 10 は多少蛇行する場合がある。このため、第 1 制御区間 A を、走行する鋼帯 10 の尾端部 10 a が圧延機 F 5 を抜けてから圧延機 F 6 を抜けるまでの制御区間 A 1 と、尾端部 10 a が圧延機 F 6 を抜けてから蛇行量測定装置 5 を抜けるまでの制御区間 A 2 に分割し各制御区間 A 1, A 2 において、制御開始時点から蛇行制御しておくことは有効である。

【0046】

また、鋼帯 10 の尾端部 10 a が第 2 制御区間 B にあるときのレベリング制御演算装置 6 によって演算される制御対象の圧延機 F 7 における操作側及び駆動側のロール開度差の目標値は、第 2 制御区間 B において、制御対象の圧延機 F 7 に設けられた荷重検出器 3 により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められる操作側及び駆動側の差荷重が、尾端部 10 a が制御区間 A 2 の制御開始箇所（圧延機 F 6）を抜けたときの、制御対象の圧延機 F 7 に設けられた荷重検出器 3 により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重となるような制御対象の圧延機 F 7 における操作側及び駆動側のロール開度差とする。

【0047】

なお、鋼帯 10 の尾端部 10 a が第 2 制御区間 B にあるときのレベリング制御演算装置 6 によって演算される制御対象の圧延機 F 7 における操作側及び駆動側のロール開度差の目標値を、第 2 制御区間 B において、制御対象の圧延機 F 7 に設けられた荷重検出器 3 により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められる操作側及び駆動側の差荷重が、尾端部 10 a が第 2 制御区間 B の制御開始箇所（蛇行量測定装置 5）を抜けたときの、制御対象の圧延機 F 7 に設けられた荷重検出器 3 により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重となるような制御対象の圧延機 F 7 における操作側及び駆動側のロール開度差としてもよい。

【0048】

次に、第 2 実施形態に係る蛇行制御装置 4 による処理の流れを図 4 に示すフローチャートを参照して説明する。

先ず、鋼帯 10 の仕上圧延が開始され、鋼帯 10 の先端部が制御対象の圧延機 F 7 を通過したら、ステップ S 1 1 において、隣り合う圧延機 F 6, F 7 間に設置された蛇行量測定装置 5 が走行する鋼帯 10 の蛇行量を測定する（蛇行量測定ステップ）。

次いで、ステップ S 1 2 に移行し、レベリング制御演算装置 6 は、制御対象の圧延機 F

10

20

30

40

50

7に設けられた荷重検出器3により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から操作側及び駆動側の差荷重を求める(差荷重算出ステップ)。

【0049】

次いで、ステップS13に移行し、レベリング制御演算装置6は、走行する鋼帯10の尾端部10aが制御開始箇所としての圧延機F5を抜けてから蛇行量測定装置5を抜けるまでの第1制御区間Aを2つの制御区間A1,A2に分割した各制御区間A1,A2において、蛇行量測定装置5によって測定された鋼帯10の蛇行量と、制御対象の圧延機F7に設けられた荷重検出器3より検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重とに基づいて、制御対象の圧延機F7における操作側及び駆動側のロールギャップの開度差であるロール開度差を演算し、演算されたロール開度差を制御対象の圧延機F7に設けられたレベリング装置2に送出する(レベリング制御演算ステップ)。

10

【0050】

ここで、鋼帯10の尾端部10aが制御区間A1にあるときのレベリング制御演算装置6によって演算される制御対象の圧延機F7における操作側及び駆動側のロール開度差の目標値は、制御区間A1において、蛇行量測定装置5によって測定される鋼帯10の蛇行量が、尾端部10aが制御区間A1の制御開始箇所(圧延機F5)を抜けたときの蛇行量測定装置5によって測定された鋼帯10の蛇行量となり、かつ、制御対象の圧延機F7に設けられた荷重検出器3により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められる操作側及び駆動側の差荷重が、尾端部10aが制御区間A1の制御開始箇所(圧延機F5)を抜けたときの、制御対象の圧延機F7に設けられた荷重検出器3により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重となるような制御対象の圧延機F7における操作側及び駆動側のロール開度差とする。

20

【0051】

また、鋼帯10の尾端部10aが制御区間A2にあるときのレベリング制御演算装置6によって演算される制御対象の圧延機F7における操作側及び駆動側のロール開度差の目標値は、制御区間A2において、蛇行量測定装置5によって測定される鋼帯10の蛇行量が、尾端部10aが制御区間A2の制御開始箇所(圧延機F6)を抜けたときの蛇行量測定装置5によって測定された鋼帯10の蛇行量となり、かつ、制御対象の圧延機F7に設けられた荷重検出器3により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められる操作側及び駆動側の差荷重が、尾端部10aが制御区間A2の制御開始箇所(圧延機F6)を抜けたときの、制御対象の圧延機F7に設けられた荷重検出器3により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重となるような制御対象の圧延機F7における操作側及び駆動側のロール開度差とする。

30

【0052】

これにより、各制御区間A1,A2の制御開始時に算出される制御対象の圧延機F7におけるロール開度差の変更量が大きくなることはなく、鋼帯10の蛇行挙動が逆転することなく、蛇行挙動をより安定して制御することができる。

40

そして、鋼帯10の尾端部10aが蛇行量測定装置5を抜けたときに第2制御区間Bが開始する。レベリング制御演算装置6は、走行する鋼帯10の尾端部10aが制御開始箇所としての蛇行量測定装置5を抜けてから制御対象の圧延機F7を抜けるまでの第2制御区間Bにおいては、制御対象の圧延機F7に設けられた荷重検出器3により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重のみに基づいて、制御対象の圧延機F7における操作側及び駆動側のロール開度差を演算し、演算されたロール開度差を制御対象の圧延機F7に設けられたレベリング装置2に送出する(レベリング制御演算ステップ)。

【0053】

ここで、鋼帯10の尾端部10aが第2制御区間Bにあるときのレベリング制御演算装置6によって演算される制御対象の圧延機F7における操作側及び駆動側のロール開度差の目標値を、第2制御区間Bにおいて、制御対象の圧延機F7に設けられた荷重検出器3

50

により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められる操作側及び駆動側の差荷重が、尾端部 10 a が制御区間 A 2 の制御開始箇所（圧延機 F 6）を抜けたときの、制御対象の圧延機 F 7 に設けられた荷重検出器 3 により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重となるような制御対象の圧延機 F 7 における操作側及び駆動側のロール開度差とする。

【0054】

なお、前述したように、鋼帯 10 の尾端部 10 a が第 2 制御区間 B にあるときのレベリング制御演算装置 6 によって演算される制御対象の圧延機 F 7 における操作側及び駆動側のロール開度差の目標値を、第 2 制御区間 B において、制御対象の圧延機 F 7 に設けられた荷重検出器 3 により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められる操作側及び駆動側の差荷重が、尾端部 10 a が第 2 制御区間 B の制御開始箇所（蛇行量測定装置 5）を抜けたときの、制御対象の圧延機 F 7 に設けられた荷重検出器 3 により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重となるような制御対象の圧延機 F 7 における操作側及び駆動側のロール開度差としてもよい。

10

【0055】

次いで、ステップ S 14 に移行し、レベリング装置 2 は、レベリング制御演算装置 6 から送出されたロール開度差に基づいて、制御対象の圧延機 F 7 のロール開度差がレベリング制御演算装置 6 から送出されたロール開度差となるように、制御対象の圧延機 F 7 の操作側に取り付けられた圧下装置による圧下量と、圧延機 F 7 の駆動側に取り付けられた圧下装置による圧下量とを調整する（圧下量調整ステップ）。

20

これにより、制御対象の圧延機 F 7 のレベリング量が、鋼帯 10 の尾端部 10 a が第 1 制御区間 A（制御区間 A 1, A 2）にあるときは鋼帯 10 の蛇行量及び圧延機 F 7 の操作側及び駆動側の差荷重に比例して変更され、鋼帯 10 の尾端部 10 a が第 2 制御区間 B にあるときは圧延機 F 7 の操作側及び駆動側の差荷重に比例して変更され、鋼帯 10 の蛇行量が抑制される。

これにより、蛇行挙動をより安定して制御することができるようになる。

30

【0056】

以上、本発明の実施形態について説明してきたが、本発明はこれに限定されずに種々の変更、改良を行うことができる。

先ず、第 1 実施形態及び第 2 実施形態に係る蛇行制御装置 4 において、制御対象となる圧延機は上流側から数えて 7 番目の圧延機 F 7 としてあるが、蛇行量測定装置 5 が設置されている位置の下流側直近にある圧延機であれば、圧延機 F 7 以外の圧延機 F 6、圧延機 F 5、圧延機 F 4 などであってもよい。また、制御対象となる圧延機を、圧延機 F 7 の他に、圧延機 F 6、圧延機 F 5、圧延機 F 4 などを加えても良い。

40

【0057】

ここで、鋼帯 10 の蛇行は、鋼帯 10 の尾端部 10 a が圧延機を抜けると、隣り合う圧延機間の張力が失われるため、一般的に最下流の圧延機よりも上流側の圧延機から蛇行制御した方がよい。上流側の圧延機から蛇行制御する場合、上流側の圧延機において鋼帯 10 が操作側に蛇行している状況を想定すると、蛇行計方式と差荷重方式のそれぞれの制御目標値が、それぞれ圧延機中央（蛇行量 0 mm）、0 ton f であれば、制御開始時刻から急激なレベリングを操作するため、前述したように、鋼帯 10 の蛇行挙動が逆転してしまう可能性が非常に高い。このため、最下流の圧延機よりも上流側の圧延機から蛇行制御する場合において、蛇行計方式と差荷重方式のそれぞれの制御目標値を、第 1 形態のように、それぞれ制御開始時の蛇行量、差荷重とする。

40

【0058】

また、第 1 実施形態及び第 2 実施形態に係る蛇行制御装置 4 において、圧延機の数が 7 つであるが、この圧延機の数は 7 つ以外であってもよい。

また、第 1 実施形態に係る蛇行制御装置 4 において、第 1 制御区間 A の制御開始箇所は、制御対象となる圧延機 F 7 よりひとつ前の圧延機 F 6 としてあるが、第 1 制御区間 A の制御開始箇所として蛇行量測定装置 5 より上流側の鋼帯の搬送ライン上の任意の所定箇所

50

であればよく、第2実施形態のように、圧延機F7よりふたつ前の圧延機F5や圧延機F7より三つ前の圧延機F4などとしてもよい。

【0059】

また、第2実施形態に係る蛇行制御装置4において、第1制御区間Aの制御開始箇所は、制御対象となる圧延機F7よりふたつ前の圧延機F5としてあるが、第1制御区間Aの制御開始箇所として蛇行量測定装置5より上流側の鋼帯の搬送ライン上の任意の所定箇所であればよく、圧延機F7より三つ前の圧延機F4や圧延機F7より四つ前の圧延機F3などとしてもよい。

【0060】

そして、第2実施形態に係る蛇行制御装置4において、第1制御区間Aを、2つの制御区間A1, A2に分割しているが、第1制御区間Aの分割数は2つに限らず、3つ以上であってもよい。この場合、レベリング制御演算装置6によって演算される制御対象の圧延機F7における操作側及び駆動側のロール開度差の目標値を、各制御区間にいて、蛇行量測定装置5によって測定される鋼帯10の蛇行量が、尾端部10aが各制御区間の制御開始箇所を抜けたときの蛇行量測定装置5によって測定された鋼帯10の蛇行量となり、かつ、制御対象の圧延機F7に設けられた荷重検出器3により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められる操作側及び駆動側の差荷重が、尾端部10aが各制御区間の制御開始箇所を抜けたときの、制御対象の圧延機F7に設けられた荷重検出器3により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重となるような制御対象の圧延機F7における操作側及び駆動側のロール開度差とすることが好ましい。

10

20

30

【実施例】

【0061】

本発明者らは、比較例1及び実施例1に係る蛇行制御装置を備えた仕上圧延設備1を用いて鋼帯10を仕上圧延し、それぞれについて鋼帯10の蛇行量を測定した。鋼帯10の幅は1200mm、仕上圧延設備1の入側の鋼帯10の板厚は21mm、仕上圧延設備1の出側の鋼帯10の板厚は2mmとした。また、鋼帯10の材質は、低炭素鋼とした。

比較例1に係る蛇行制御装置及び実施例1に係る蛇行制御装置とも図1に示す蛇行制御装置とし、レベリング制御演算装置6が、走行する鋼帯10の尾端部10aが制御開始箇所としての圧延機F6を抜けてから蛇行量測定装置5を抜けるまでの第1制御区間Aにおいて、蛇行量測定装置5によって測定された鋼帯10の蛇行量と、制御対象の圧延機F7に設けられた荷重検出器3により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重とに基づいて、制御対象の圧延機F7における操作側及び駆動側のロールギャップの開度差であるロール開度差を演算し、演算されたロール開度差を制御対象の圧延機F7に設けられたレベリング装置2に送出し、レベリング装置2で圧下量の調整を行った。

40

【0062】

また、比較例1に係る蛇行制御装置及び実施例1に係る蛇行制御装置のレベリング制御演算装置6が、走行する鋼帯10の尾端部10aが蛇行量測定装置5を抜けてから制御対象の圧延機F7を抜けるまでの第2制御区間Bにおいて、制御対象の圧延機F7に設けられた荷重検出器3により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重に基づいて、制御対象の圧延機F7における操作側及び駆動側のロール開度差を演算し、演算されたロール開度差を制御対象の圧延機F7に設けられたレベリング装置2に送出し、レベリング装置2で圧下量の調整を行った。

50

【0063】

比較例1に係る蛇行制御装置のレベリング制御演算装置6によって演算される制御対象の圧延機F7における操作側及び駆動側のロール開度差の目標値は、表1に示すように、第1制御区間Aにおいて、蛇行量測定装置5によって測定される鋼帯10の蛇行量が0mm(鋼帯10の幅方向の中心が圧延機F1～F7の中心に一致する)、かつ、制御対象の圧延機F7に設けられた荷重検出器3により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から

50

求められる操作側及び駆動側の差荷重が 0 tonf となるような制御対象の操作側及び駆動側のロール開度差とした。

【0064】

また、比較例 1 に係る蛇行制御装置のレベリング制御演算装置 6 によって演算される制御対象の圧延機 F7 における操作側及び駆動側のロール開度差の目標値は、表 1 に示すように、第 2 制御区間 B において、制御対象の圧延機 F7 に設けられた荷重検出器 3 により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められる操作側及び駆動側の差荷重が 0 tonf となるような制御対象の操作側及び駆動側のロール開度差とした。

【0065】

一方、実施例 1 に係る蛇行制御装置のレベリング制御演算装置 6 によって演算される制御対象の圧延機 F7 における操作側及び駆動側のロール開度差の目標値は、表 1 に示すように、第 1 制御区間 A において、蛇行量測定装置 5 によって測定される鋼帯 10 の蛇行量が、尾端部 10a が第 1 制御区間 A の制御開始箇所を抜けたときの蛇行量測定装置 5 によって測定された鋼帯 10 の蛇行量である 31mm となり、かつ、制御対象の圧延機 F7 に設けられた荷重検出器 3 により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められる操作側及び駆動側の差荷重が、尾端部 10a が第 1 制御区間 A の制御開始箇所を抜けたときの、制御対象の圧延機 F7 に設けられた荷重検出器 3 により検出された操作側及び駆動側の差荷重である 27tonf となるような制御対象の圧延機 F7 の操作側及び駆動側のロール開度差とした。

【0066】

また、実施例 1 に係る蛇行制御装置のレベリング制御演算装置 6 によって演算される制御対象の圧延機 F7 における操作側及び駆動側のロール開度差の目標値は、表 1 に示すように、第 2 制御区間 B において、制御対象の圧延機 F7 に設けられた荷重検出器 3 により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められる操作側及び駆動側の差荷重が、尾端部 10a が第 1 制御区間 A の制御開始箇所を抜けたときの、制御対象の圧延機 F7 に設けられた荷重検出器 3 により検出された操作側及び駆動側の圧延荷重から求められた操作側及び駆動側の差荷重である 27tonf となるような制御対象の圧延機 F7 の操作側及び駆動側のロール開度差とした。

【0067】

表 1 に、比較例 1 及び実施例 1 に係る蛇行制御装置の制御目標値と蛇行制御結果とを示す。また、図 5 に、比較例 1 及び実施例 1 に係る蛇行制御装置で蛇行制御を行った場合の圧延機 F7 での蛇行量の時間変化を示す。

なお、鋼帯 10 が操作側に蛇行した時の鋼帯 10 の蛇行量を「+」、鋼帯 10 が駆動側に蛇行した時の鋼帯 10 の蛇行量を「-」としている。また、差荷重は、圧延機 F7 の操作側の圧延荷重から駆動側の圧延荷重を引いた値である。

また、図 5において、T1 は鋼帯 10 の尾端部 10a が圧延機 F6 を抜けたときの時刻、T2 は鋼帯 10 の尾端部 10a が圧延機 F7 を抜けたときの時刻を示す。

【0068】

【表 1】

	第 1 制御区間 A における 制御目標値		第 2 制御区間 B における 制御目標値	圧延機 F7 抜け時の蛇行量 (mm)
	蛇行量 (mm)	差荷重 (tonf)		
比較例 1	0	0	0	-46
実施例 1	31	27	27	32

10

20

30

40

50

【0069】

比較例1に係る蛇行制御装置で前述の制御目標値で蛇行制御を行った結果、圧延機F7抜け時の鋼帯10の蛇行量は、目標値が0mmであるのに対して-46mmであり、蛇行挙動を逆転させている。

一方、実施例1に係る蛇行制御装置で前述の制御目標値で蛇行制御を行った場合、圧延機F7抜け時の鋼帯10の蛇行量は、目標値が31mmであるのに対して32mmであり、蛇行挙動は安定している。

これにより、本発明に係る蛇行制御装置及び蛇行制御方法を用いれば、鋼帯10の蛇行抑制効果は十分得られ、かつ蛇行挙動を逆転させる不安定な制御になることはない安定した蛇行制御が実施可能となることが確認された。

10

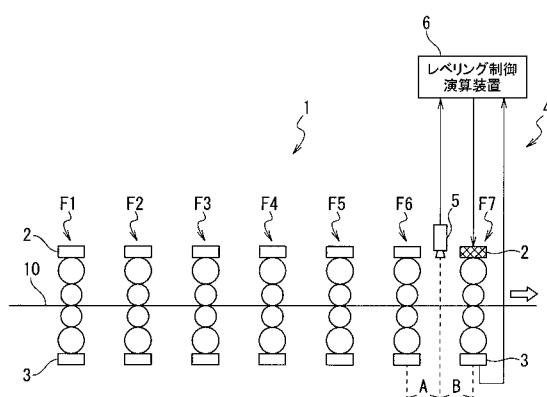
【符号の説明】

【0070】

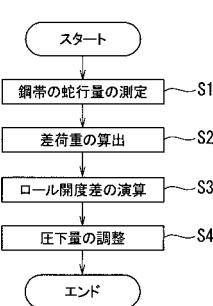
- 1 仕上圧延設備
- 2 レベリング装置
- 3 荷重検出器
- 4 蛇行制御装置
- 5 蛇行量測定装置
- 6 レベリング制御演算装置
- 10 熱間圧延鋼帯
- 10a 尾端部
- F1 ~ F7 圧延機

20

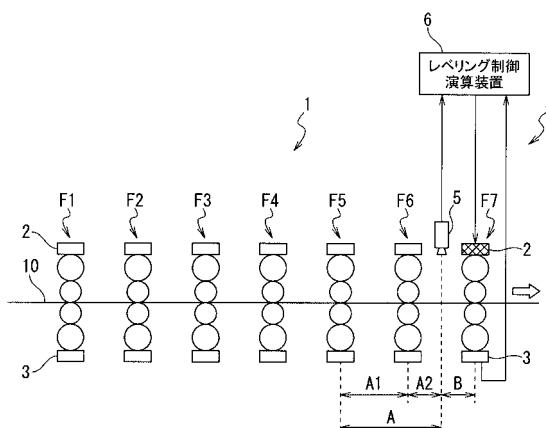
【図1】



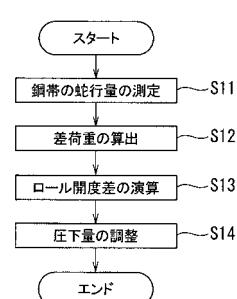
【図2】



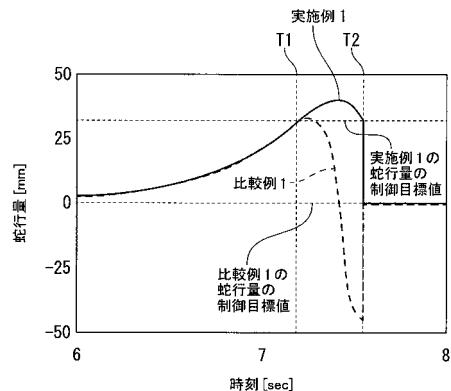
【図3】



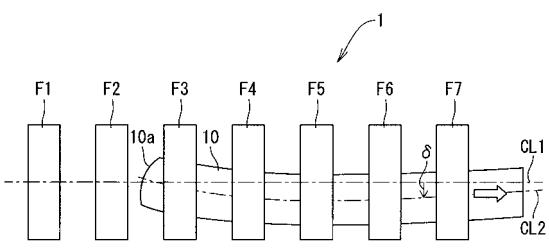
【図4】



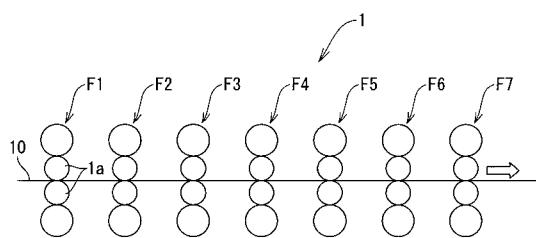
【図5】



【図7】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 後藤 寛人
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 JFEスチール株式会社内

(72)発明者 須江 龍裕
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 JFEスチール株式会社内

(72)発明者 高嶋 由紀雄
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 JFEスチール株式会社内

F ターム(参考) 4E124 BB18 CC02 EE01 EE14 GG03 GG08