

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第5765456号
(P5765456)

(45) 発行日 平成27年8月19日(2015.8.19)

(24) 登録日 平成27年6月26日(2015.6.26)

(51) Int.Cl.	F I
B 2 1 B 37/68 (2006.01)	B 2 1 B 37/68 A
B 2 1 B 37/00 (2006.01)	B 2 1 B 37/68 D
	B 2 1 B 37/68 Z
	B 2 1 B 37/00 B B M

請求項の数 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2014-52332(P2014-52332)	(73) 特許権者 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 平成26年3月14日(2014.3.14)	(74) 代理人 100089118 弁理士 酒井 宏明
審査請求日 平成27年4月2日(2015.4.2)	(72) 発明者 館野 純一 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
(31) 優先権主張番号 特願2014-9555(P2014-9555)	(72) 発明者 山口 慎也 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
(32) 優先日 平成26年1月22日(2014.1.22)	(72) 発明者 木村 圭佑 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
(33) 優先権主張国 日本国(JP)	
早期審査対象出願	最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧延機の制御装置及び制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

仕上圧延機の第1スタンド入側における被圧延材の先端部のオフセンター量を測定するオフセンター量測定手段、

粗圧延後の被圧延材の長手方向各位置におけるキャンパー量を測定するキャンパー量測定手段と、

被圧延材の先端部が第1スタンドを通過するまでの間に前記オフセンター量測定手段によって測定されたオフセンター量に基づいて前記第1スタンドの圧下レベリング量を設定し、被圧延材の先端部が第1スタンドを通過した後は前記キャンパー量測定手段によって測定されたキャンパー量に応じて第1スタンドの圧下レベリング量を調整し、仕上圧延機の第2スタンド以後の圧延スタンドについては、圧延条件及び各スタンドの左右のミル剛性差に基づいて作業側と駆動側とで圧延ロールの間隙が等しくなるように圧下位置を調整する制御手段と、

を備えることを特徴とする圧延機の制御装置。

【請求項2】

仕上圧延機の第1スタンド入側における被圧延材の幅方向の温度分布を測定する温度測定手段を備え、前記制御手段は、被圧延材の先端部が第1スタンドを通過するまでの間に前記オフセンター量測定手段によって測定されたオフセンター量及び前記温度測定手段によって測定された被圧延材の幅方向の温度分布に基づいて前記第1スタンドの圧下レベリング量を設定することを特徴とする請求項1に記載の圧延機の制御装置。

【請求項 3】

仕上圧延機の第 1 スタンド入側における被圧延材の先端部のオフセンター量を測定するオフセンター量測定ステップと、

粗圧延後の被圧延材の長手方向各位置におけるキャンパー量を測定するキャンパー量測定ステップと、

被圧延材の先端部が第 1 スタンドを通過するまでの間に前記オフセンター量測定ステップにおいて測定されたオフセンター量に基づいて前記第 1 スタンドの圧下レベリング量を設定し、被圧延材の先端部が第 1 スタンドを通過した後は前記キャンパー量測定ステップにおいて測定されたキャンパー量に応じて第 1 スタンドの圧下レベリング量を調整し、仕上圧延機の第 2 スタンド以後の圧延スタンドについては、圧延条件及び各スタンドの左右のミル剛性差に基づいて作業側と駆動側とで圧延ロールの間隙が等しくなるように圧下位置を調整する制御ステップと、

を含むことを特徴とする圧延機の制御方法。

【請求項 4】

仕上圧延機の第 1 スタンド入側における被圧延材の幅方向の温度分布を測定する温度測定ステップを含み、前記制御ステップは、被圧延材の先端部が第 1 スタンドを通過するまでの間に前記オフセンター量測定ステップにおいて測定されたオフセンター量及び前記温度測定ステップにおいて測定された被圧延材の幅方向の温度分布に基づいて前記第 1 スタンドの圧下レベリング量を設定するステップを含むことを特徴とする請求項 3 に記載の圧延機の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、熱間圧延ラインにおける圧延機の制御装置及び制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

鋼板等の被圧延材を圧延する際には、圧延中の被圧延材が、圧延機の幅方向中心位置に安定的に存在せず、圧延の進行と共に圧延機の幅方向端部側へ移動する現象が発生することがある。この現象は、一般に「蛇行」と呼ばれている。

【0003】

被圧延材が蛇行した場合、被圧延材の尾端部が上流側の圧延機から抜け出した際にサイドガイドに衝突し、被圧延材の幅方向端部が折れ込んだ状態で下流側の圧延機で圧延されることにより、絞り込みと呼ばれる欠陥が発生することがある。

【0004】

また、圧延中に被圧延材が蛇行によってオフセンター（幅方向中心位置が駆動側又は作業側に移動すること）すると、荷重バランスが変化することによって圧延ロールの間隙が左右方向（駆動側／作業側）で非対称になり、被圧延材のオフセンター量がさらに増加して蛇行が拡大する。

【0005】

このような背景から、従来より、被圧延材の蛇行を防止する技術が提案されている。

【0006】

具体的には、特許文献 1 には、圧延機の入側及び出側のいずれか一方又は双方に設置された蛇行検出器を用いて被圧延材の蛇行量を検出し、蛇行検出器によって検出された蛇行量に基づいて圧延機の圧下レベリング量を制御する技術が記載されている。

【0007】

また、特許文献 2 には、圧延機の入側における被圧延材のキャンパー量及び板厚ウェッジ量を測定又は推定し、測定又は推定結果に基づいて圧延機の圧下レベリング量を設定する技術が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 8 】

【特許文献1】特開平8 - 3 1 8 3 0 5号公報

【特許文献2】特開2 0 0 2 - 1 2 6 8 1 3号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 9 】

圧延機の入側又は出側で蛇行が発生する場合としては、被圧延材に長手方向での曲がり（以下、キャンパーと表記）が発生していないが被圧延材が全体的にオフセンターしている場合と被圧延材にキャンパーが発生している場合とがある。

【 0 0 1 0 】

特許文献1記載の技術は前者の場合に対しては適切に作用すると考えられる。しかしながら、特許文献1記載の技術によれば、後者の場合、キャンパーの形態が円弧状又はS字状の曲がりのどちらであるのかによって、圧延機の入側での被圧延材の蛇行量に応じた圧下レベリング量の制御がその後の被圧延材の位置での蛇行制御に対しては不適切な制御になる可能性がある。

【 0 0 1 1 】

一方、特許文献2記載の技術は、前者の場合、すなわち被圧延材にキャンパーが発生していないが被圧延材が全体的にオフセンターしている場合に対しては制御効果がない。

【 0 0 1 2 】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであって、その目的は、被圧延材にキャンパーが発生していないが被圧延材が全体的にオフセンターしている場合及び被圧延材にキャンパーが発生している場合のいずれの場合においても被圧延材が蛇行することを抑制可能な圧延機の制御装置及び制御方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 3 】

本発明の発明者らは、仕上圧延機において被圧延材が蛇行することを抑制するために、蛇行に対する被圧延材のオフセンター量の影響、被圧延材のキャンパー量とオフセンター量との関係、及び仕上圧延機の各スタンドでの蛇行特性について鋭意検討した結果、最適な制御方法が存在することを知見した。

【 0 0 1 4 】

上記知見に基づき想倒された本発明に係る圧延機の制御装置は、仕上圧延機の第1スタンド入側における被圧延材の先端部のオフセンター量を測定するオフセンター量測定手段、粗圧延後の被圧延材の長手方向各位置におけるキャンパー量を測定するキャンパー量測定手段と、被圧延材の先端部が第1スタンドを通過するまでの間に前記オフセンター量測定手段によって測定されたオフセンター量に基づいて前記第1スタンドの圧下レベリング量を設定し、被圧延材の先端部が第1スタンドを通過した後は前記キャンパー量測定手段によって測定されたキャンパー量に応じて第1スタンドの圧下レベリング量を調整し、仕上圧延機の第2スタンド以後の圧延スタンドについては、圧延条件及び各スタンドの左右のミル剛性差に基づいて作業側と駆動側とで圧延ロールの間隙が等しくなるように圧下位置を調整する制御手段と、を備えることを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

本発明に係る圧延機の製造装置は、上記発明において、仕上圧延機の第1スタンド入側における被圧延材の幅方向の温度分布を測定する温度測定手段を備え、前記制御手段は、被圧延材の先端部が第1スタンドを通過するまでの間に前記オフセンター量測定手段によって測定されたオフセンター量及び前記温度測定手段によって測定された被圧延材の幅方向の温度分布に基づいて前記第1スタンドの圧下レベリング量を設定することを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

上記知見に基づき想倒された本発明に係る圧延機の制御方法は、仕上圧延機の第1スタンド入側における被圧延材の先端部のオフセンター量を測定するオフセンター量測定ステ

10

20

30

40

50

ップと、粗圧延後の被圧延材の長手方向各位置におけるキャンパー量を測定するキャンパー量測定ステップと、被圧延材の先端部が第1スタンドを通過するまでの間に前記オフセンター量測定ステップにおいて測定されたオフセンター量に基づいて前記第1スタンドの圧下レベリング量を設定し、被圧延材の先端部が第1スタンドを通過した後は前記キャンパー量測定ステップにおいて測定されたキャンパー量に応じて第1スタンドの圧下レベリング量を調整し、仕上圧延機の第2スタンド以後の圧延スタンドについては、圧延条件及び各スタンドの左右のミル剛性差に基づいて作業側と駆動側とで圧延ロールの間隙が等しくなるように圧下位置を調整する制御ステップと、を含むことを特徴とする。

【0017】

本発明に係る圧延機の製造方法は、上記発明において、仕上圧延機の第1スタンド入側における被圧延材の幅方向の温度分布を測定する温度測定ステップを含み、前記制御ステップは、被圧延材の先端部が第1スタンドを通過するまでの間に前記オフセンター量測定ステップにおいて測定されたオフセンター量及び前記温度測定ステップにおいて測定された被圧延材の幅方向の温度分布に基づいて前記第1スタンドの圧下レベリング量を設定するステップを含むことを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0018】

本発明に係る圧延機の制御装置及び制御方法によれば、被圧延材にキャンパーが発生していないが被圧延材が全体的にオフセンターしている場合及び被圧延材にキャンパーが発生している場合のいずれの場合においても被圧延材が蛇行することを抑制できる。

20

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】図1は、本発明の一実施形態である圧延機の制御方法が適用される熱間圧延ラインの構成を示す模式図である。

【図2】図2は、図1に示す仕上圧延機を構成する圧延機の構成を示す模式図である。

【図3】図3は、被圧延材が蛇行するメカニズムを説明するための模式図である。

【図4】図4は、被圧延材が作業側を中心として円弧状に曲がっている場合のキャンパー量の定義を示す図である。

【図5】図5は、被圧延材がS字状に曲がっている場合のキャンパー量の定義を示す図である。

30

【図6】図6は、粗圧延機の出側で測定されたキャンパー量の一例を示す図である。

【図7】図7は、発明例及び比較例における各スタンドでの被圧延材の蛇行量を示す図である。

【図8】図8は、発明例及び比較例において被圧延材20本を圧延した時の蛇行トラブルの発生率を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、図面を参照して、本発明の一実施形態である圧延機の制御方法について詳細に説明する。

【0021】

〔熱間圧延ラインの構成〕

始めに、本発明の一実施形態である圧延機の制御方法が適用される熱間圧延ラインの構成について説明する。

【0022】

図1は、本発明の一実施形態である圧延機の制御方法が適用される熱間圧延ラインの構成を示す模式図である。図1に示すように、本発明の一実施形態である圧延機の制御方法が適用される熱間圧延ライン1は、矢印で示す被圧延材の搬送方向（圧延方向）に沿って粗圧延機2及び仕上圧延機3を備えている。

【0023】

粗圧延機2は、粗第1スタンド2a、粗第2スタンド2b、及び粗第3スタンド2bの

40

50

3つの圧延スタンドを備え、これら3つの圧延スタンドを用いて加熱された被圧延材を中間厚まで圧下する。

【0024】

仕上圧延機3は、仕上第1スタンド3a～仕上第7スタンド3gの7つの圧延スタンドを備え、これら7つの圧延スタンドを用いて粗圧延機2によって圧延された被圧延材を仕上厚まで圧下する。

【0025】

〔圧延機の構成〕

次に、図2を参照して、上記仕上第1スタンド3a～仕上第7スタンド3gを構成する圧延機の構成について説明する。

10

【0026】

図2は、上記仕上第1スタンド3a～仕上第7スタンド3gを構成する圧延機の構成を示す模式図である。図2に示すように、上記仕上第1スタンド3a～仕上第7スタンド3gを構成する圧延機10は、4段式のロール配置を有する圧延機によって構成され、上下2本のワークロール11a, 11bと、ワークロール11a, 11bを上下方向から支持する上下2本のバックアップロール12a, 12bと、を備えている。

【0027】

バックアップロール12a, 12bの駆動側及び作業側はそれぞれロールチョック13a, 13bによって回転可能に支持されている。ロールチョック13a, 13bにはそれぞれ、油圧シリンダや電動スクリュウ等によって構成された圧下装置14a, 14bが接続されている。圧下装置14a, 14bからロールチョック13a, 13bに圧下力（和荷重又は単に荷重ともいう）を付与することによって、ワークロール11a, 11b間の被圧延材Sを圧下することができる。

20

【0028】

なお、図2中の符号15a, 15bはそれぞれ、圧下装置14a, 14bの圧下力を測定するための駆動側及び作業側のロードセルを示し、符号16a, 16bは駆動側及び作業側のハウジングを示している。また、本明細書中において、駆動側とは、バックアップロール12a, 12bを回転駆動させるための電動機と連結している方のバックアップロール12a, 12bの幅方向端部側のことを意味する。また、作業側とは、駆動側とは反対側のバックアップロール12a, 12bの幅方向端部側のことを意味する。

30

【0029】

〔蛇行発生のメカニズム〕

次に、図3を参照して、被圧延材Sが蛇行するメカニズムについて説明する。なお、以下の説明では、圧下装置14a, 14bによる圧下量はワークロール11a, 11bが密着している状態ではゼロであるとし、そこからの圧下装置14a, 14bの圧下量の変更量を締込み量と定義する。また、駆動側及び作業側の締込み量をそれぞれ L_{dr} , L_{op} と定義し、駆動側及び作業側の締込み量 L_{dr} , L_{op} の偏差を圧下レベリング量と定義する。

【0030】

被圧延材Sの厚さが左右方向（駆動側/作業側）で均等であれば、駆動側及び作業側の締込み量 L_{dr} , L_{op} を同じ大きさに設定することによって被圧延材Sも左右均等に圧下され、駆動側及び作業側のロールチョック13a, 13bに付加される荷重 P_{dr} , P_{op} も等しくなる。しかしながら、圧延中に被圧延材Sがオフセンターすると、左右方向での力の釣り合いから荷重バランスが変化する。

40

【0031】

例えば図3を用いて説明すると、被圧延材Sの幅方向中心位置 S_c がワークロール11a, 11bの幅方向中心位置 M_c よりも駆動側に移動した場合には、作業側のロールチョック13bに付加される荷重 P_{op} が駆動側のロールチョック13aに付加される荷重 P_{dr} よりも大きくなり、ワークロール11a, 11b間の間隙は駆動側の方が広がる。このため、被圧延材Sのロール間隙の小さい側、すなわち作業側の方が薄く圧延され、そ

50

の結果として、被圧延材 S の作業側の長手方向での伸びが大きくなり、被圧延材 S はさらに駆動側へと移動する。これが被圧延材 S が蛇行するメカニズムである。

【 0 0 3 2 】

〔 圧延機の制御方法 〕

次に、本発明の一実施形態である圧延機の制御方法について説明する。なお、以下では、作業側を中心として円弧状に曲がったキャンバーのキャンバー量は、図 4 に示すように、被圧延材 S の先端部の幅方向中心位置 S_c を基準位置とした幅方向中心位置の偏差 C_x で定義する。また、S 字状に曲がったキャンバーのキャンバー量も同様、図 5 に示すように、被圧延材 S の先端部の幅方向中心位置 S_c を基準位置とした幅方向中心位置の偏差 C_x で定義する。

10

【 0 0 3 3 】

図 3 において、被圧延材 S のオフセンター量をワークロール 1 1 a , 1 1 b の幅方向中心位置 M_c と被圧延材 S の幅方向中心位置 S_c との偏差 Y_c で定義すると、駆動側のロールチョック 1 3 a に付加される荷重 P_{dr} と作業側のロールチョック 1 3 b に付加される荷重 P_{op} との偏差 (差荷重) P_{def} は以下に示す数式 (1) のように表される。ここで、 P は圧延荷重、 L はロールチョック 1 3 a , 1 3 b を圧下する圧下装置 1 4 a , 1 4 b (図 2 参照) 間の距離を示す。

【 0 0 3 4 】

【 数 1 】

$$P_{def} = 2 \times P \times Y_c / L \quad \dots(1)$$

20

【 0 0 3 5 】

また、駆動側と作業側との間の圧下位置の調整量である圧下レベリング量 L は、圧下装置 1 4 a , 1 4 b での締込み量をそれぞれ L_{dr} , L_{op} で表すと、以下に示す数式 (2) のように表される。ここで、圧下装置 1 4 a , 1 4 b での締込み量を大きくすると、ワークロール 1 1 a , 1 1 b 間の間隙は小さくなる。

【 0 0 3 6 】

【 数 2 】

$$\Delta L = L_{dr} - L_{op} \quad \dots(2)$$

30

【 0 0 3 7 】

一方、圧下レベリング量 L と差荷重 P_{def} との比は、平行剛性 K と定義され、以下に示す数式 (3) のように表される。

【 0 0 3 8 】

【 数 3 】

$$K_1 = P_{def} / \Delta L \quad \dots(3)$$

【 0 0 3 9 】

従って、被圧延材 S にオフセンター量 Y_c が発生した場合、被圧延材 S をそれ以上蛇行させない (オフセンター量が拡大しない) ために必要な圧下レベリング量 L は以下に示す数式 (4) のようになる。なお、数式 (4) 中の平行剛性 K_1 及び距離 L の値は圧延機 1 0 の形式に応じて予め算出しておくことができ、圧延荷重 P は被圧延材 S の変形抵抗や圧下率等の圧延条件に応じて圧延前に予測計算することができる。

40

【 0 0 4 0 】

【 数 4 】

$$\Delta L = P_{def} / K_1 = 2 \times P \times Y_c / (L \cdot K_1) \quad \dots(4)$$

【 0 0 4 1 】

そこで、本発明の一実施形態である圧延機の制御方法では、被圧延材 S の先端部が仕上第 1 スタンド 3 a に到達するまでの間に、図 1 に示すように、制御装置 1 0 1 が、仕上第

50

1 スタンド 3 a の入側に設置されたオフセンター量測定器 1 0 2 を利用して仕上第 1 スタンド 3 a の入側における被圧延材 S のオフセンター量 Y_c を測定し、測定されたオフセンター量 Y_c を上述の数式 (4) に代入することによって圧下レベリング量 L を算出する。そして、制御装置 1 0 1 は、仕上第 1 スタンド 3 a の圧下レベリング量を算出された圧下レベリング量 L に設定する。

【 0 0 4 2 】

なお、被圧延材 S の幅方向に温度分布がある場合、被圧延材 S の変形抵抗が幅方向で変化するために、差荷重 P_{def} が発生することによって圧下レベリング量 L に影響が生じる。そこで、温度測定器 1 0 4 を利用して被圧延材 S の幅方向の温度分布を測定し、測定された温度分布に基づいて圧下レベリング量 L を設定することが望ましい。

10

【 0 0 4 3 】

具体的には、被圧延材 S の幅方向の温度分布及びこの温度分布に起因する変形抵抗の分布が線形に変化すると仮定すると、幅方向の温度分布による差荷重 P_{def} は以下に示す数式 (5) のように表される。ここで、数式 (5) 中、 b は被圧延材 S の板幅、 K_{Fop} は被圧延材 S の作業側端部の変形抵抗、 K_{Fdr} は被圧延材 S の駆動側端部の変形抵抗を示している。

【 0 0 4 4 】

【数 5】

$$P_{def} = 1/3 \times b/L \times (1 - K_{Fdr}/K_{Fop}) / (1 + K_{Fdr}/K_{Fop}) \quad \dots(5)$$

20

【 0 0 4 5 】

一般に、熱間圧延操業での被圧延材 S の変形抵抗の値としては、被圧延材 S の化学成分や温度をパラメータするモデル式やテーブルで算出、設定された値が用いられている。従って、数式 (5) 中のパラメータ K_{Fdr} / K_{Fop} の値は、被圧延材 S の化学成分及び温度測定器 1 0 4 によって測定された被圧延材 S の幅方向の温度分布を用いて算出することができる。

【 0 0 4 6 】

従って、被圧延材 S の幅方向に温度分布がある場合には、数式 (1) によって算出されるオフセンターによる差荷重 P_{def} に、数式 (5) によって算出される幅方向の温度分布による差荷重 P_{def} を加算した値を用いればよい。すなわち、このときの圧下レベリング量 L は、以下に示す数式 (6) のように表される。

30

【 0 0 4 7 】

【数 6】

$$\begin{aligned} \Delta L &= P_{def}/K_1 \\ &= \{2 \times P \times Y_c + 1/3 \times b \times P(1 - K_{Fdr}/K_{Fop}) / (1 + K_{Fdr}/K_{Fop})\} / (L \cdot K_1) \quad \dots(6) \end{aligned}$$

【 0 0 4 8 】

さらに、被圧延材 S にキャンバーが発生した場合、圧延の進行に伴い仕上第 1 スタンド 3 a の所でオフセンターが発生する。このオフセンターを仕上第 1 スタンド 3 a の入側で測定して圧下レベリング量を制御することも可能であるが、この場合、測定から制御までの時間遅れによって未制御部分が生じ、特に圧延速度が速い定常部ではその影響は顕著になる。

40

【 0 0 4 9 】

そこで、本発明の一実施形態である圧延機の制御方法では、被圧延材 S の先端部が仕上第 1 スタンド 3 a を通過した後は、制御装置 1 0 1 が、粗圧延機 2 の出側に設定されたキャンバー測定器 1 0 3 を利用して粗圧延後の被圧延材 S の長手方向各位置でのキャンバー量 C_x を測定し、測定されたキャンバー量 C_x を以下に示す数式 (7) に代入することによって圧下レベリング量 L' を算出する。そして、制御装置 1 0 1 は、算出された圧下レベリング量 L' に従って仕上第 1 スタンド 3 a の圧下レベリング量を制御する。

【 0 0 5 0 】

50

【数7】

$$\Delta L' = 2 \times P \times C_x / (L \cdot K1) \quad \dots(7)$$

【0051】

すなわち、制御装置101は、被圧延材Sの先端部が仕上第1スタンド3aに到達するまでの間に、被圧延材Sの先端部の幅方向中心位置Scのオフセンター量Ycに合わせて仕上第1スタンド3aの圧下レベリング量Lを設定する。そして、被圧延材Sの先端部が仕上第1スタンド3aを通過した後は、制御装置101は、粗圧延後の被圧延材Sの長手方向各位置でのキャンパー量Cxに応じて仕上第1スタンド3aの圧下レベリング量を圧下レベリング量L'に調整する。一方、制御装置101は、仕上第2スタンド3b～3gについては、圧延条件及び各スタンドの左右のミル剛性差に基づいて作業側と駆動側とでワークロール11a, 11b間の間隙が等しくなるように圧下位置を調整する。これにより、時間遅れによる未制御部分を発生させることなく、蛇行を抑制しつつ被圧延材Sを圧下することができる。ここで、本実施形態では、作業側と駆動側とでワークロール11a, 11b間の間隙が等しくなるように圧下位置を調整したが、ワークロール11a, 11b間の間隙は作業側と駆動側とで厳密に等しくある必要は無い。すなわち、ワークロール11a, 11b間の間隙は、被圧延材Sの蛇行量が許容範囲内に収まる限り作業側と駆動側とで若干異なっても良く、作業側と駆動側とで実質的に等しければ良い。

10

【0052】

なお、上記キャンパー測定器103としては、被圧延材Sの長手方向3カ所に被圧延材Sの幅方向位置を測定する撮像装置を有し、被圧延材Sの搬送と共に被圧延材Sの曲率を測定することによって被圧延材Sの長手方向各位置でのキャンパー量を算出するものを用いることが望ましい。また、圧延機の左右のミル剛性差がある場合には、圧延機の左右のミル剛性差に基づいて作業側と駆動側とで等しいワークロールの間隙に圧下位置を調整すべく、以下に示す数式(8)で表されるような従来から用いられている数式を用いて圧下レベリング量Lを調整するとよい。なお、数式(8)中、Kdr, Kopはそれぞれ駆動側及び作業側のミル定数を示している。

20

【0053】

【数8】

$$\Delta L = \left\{ (1/Kop - 1/Kdr) \cdot P / 2 \right\} \quad \dots(8)$$

30

【0054】

以上の説明から明らかなように、本発明の一実施形態である圧延機の制御方法では、被圧延材Sの先端部が仕上第1スタンド3aに到達するまでの間に、制御装置101が、オフセンター量測定器102によって測定されたオフセンター量に基づいて仕上第1スタンド3aの圧下レベリング量を設定し、被圧延材Sの先端部が仕上第1スタンド3aに到達した後は、キャンパー量測定器103によって測定されたキャンパー量に応じて仕上第1スタンド3aの圧下レベリング量を調整し、仕上第2スタンド3b以後の圧延スタンドについては、圧延条件及び各スタンドの左右のミル剛性差に基づいて作業側と駆動側とでワークロール間の間隙が等しくなるように圧下位置を調整する。これにより、被圧延材Sにキャンパーが発生していないが被圧延材Sが全体的にオフセンターしている場合及び被圧延材Sにキャンパーが発生している場合のいずれの場合においても被圧延材Sが蛇行することを抑制できる。

40

【実施例】

【0055】

本発明を全7スタンドからなる仕上圧延機に適用した場合の実施例について説明する。本実施例における仕上圧延機のワークロールの直径及び胴長はそれぞれ800mm、2000mmであり、バックアップロールの直径及び胴長はそれぞれ600mm、2000mmである。また、荷重支点間距離は3000mmである。また、仕上圧延機の入側には、被圧延材の先端部のオフセンター量を測定するためのセンサ及び被圧延材の幅方向の温度

50

分布を計測する温度測定器が設置され、上流の粗圧延機の出側には被圧延材のキャンパー量を測定するためのセンサが設置されている。また、仕上圧延機のミル定数等の条件は以下の表 1 に示す通りである。

【 0 0 5 6 】

【表1】

[表1]						第1スタンド	第2スタンド	第3スタンド	第4スタンド	第5スタンド
	入側オフセンター量	mm	20	-	-					
圧延条件	圧延荷重	kN	20000	20000	20000					
	作業側ミル定数Kop	kN/mm	6000	5950	6000					
	駆動側ミル定数Kdr	kN/mm	5800	6050	5900					
	先端オフセンターに対する レベルング補正	mm	0.067	-	-					
レベルング 設定量	被圧延材の幅方向温度 分布に対するレベルング量	mm	-0.02	-	-					
	圧延機剛性差に対する レベルング量	mm	-0.057	0.028	-0.028					
	発明例1	mm	0.009	0.028	0.000					
レベルング 設定量	圧延中の調整		あり							
	発明例2	mm	-0.011	0.028	-0.028					
	圧延中の調整		あり							
	比較例1	mm	-0.057	0.028	-0.028					
比較例2	mm	なし								
		mm	0	0	0					

【0057】

また、被圧延材は、板幅1500mmの低炭素鋼板であり、入側板厚及び出側板厚をそれぞれ40mm、2mmとし、各スタンドでは20～40%の圧延を施す。このとき、圧

10

20

30

40

50

延荷重は工業的に実用化されている圧延理論式によって20000kNになると予想され、平行剛性 K_1 は4000kN/mmである。なお、粗圧延機の出側に設置されたセンサによって測定された被圧延材のキャンパー量は図6に示す通りであった。また、仕上圧延機の入側に設置されたセンサによって測定された被圧延材の先端部のオフセンター量は駆動側へ20mmであった。また、被圧延材の幅方向の温度分布は作業側端部と駆動側端部との間で30程あり、被圧延材Sの駆動側端部の変形抵抗 K_{Fdr} と被圧延材の作業側端部の変形抵抗 K_{Fop} との比 K_{Fdr}/K_{Fop} の値は1.05であった。以下、蛇行量は駆動側にオフセンターした時を正とする。

【0058】

〔発明例〕

発明例1では、仕上第1スタンドでの圧下レベリング量を以下の手順で設定した。すなわち、始めに、被圧延材を圧延した際の圧延荷重を予測した。圧延荷重は、被圧延材の化学成分や温度等の材料条件及び圧延ロール径や圧延速度等の圧延条件を入力情報として、工業的に使用されている圧延荷重計算モデル式を用いて算出することができる。次に、発明例1では、上述の数式(4)を利用して仕上圧延機の入側で測定された被圧延材の先端部のオフセンター量から仕上第1スタンドの圧下レベリング量 L_1 (本例では0.067)を算出した。また、発明例2では、数式(6)を利用して、被圧延材の幅方向の温度分布による圧下レベリング量0.02を算出した。

【0059】

次に、上述の数式(8)を利用して、仕上第1スタンドの駆動側及び作業側の弾性変形を補償するためのレベリング量 L_2 (本例では0.057)を算出した。次に、仕上第1スタンドの圧下レベリング量を圧下レベリング量 L_1 と圧下レベリング量 L_2 との和(本例では0.124)に設定した。次に、仕上第2スタンド以後では、各スタンドの圧延荷重と各スタンドのハウジングのバネ定数差に基づいて圧下レベリング量を設定した。そして、圧延中は、粗圧延機の出側で測定されたキャンパー量に応じて上述の数式(7)を用いて仕上第1スタンドの圧下レベリング量を調整した。また、第2仕上スタンド以後では、圧延機の左右のミル剛性差に基づいて駆動側と作業側とでワークロール間の間隙が等しくなるように圧下位置を調整した。

【0060】

〔比較例1〕

比較例1では、各スタンドのミル定数に基づいて左右の剛性差を補償するように圧下レベリング量を比例制御した。各スタンドでの圧延荷重は発明例と同様に圧延荷重計算モデル式を用いて算出した。また、仕上圧延機の入側での被圧延材の先端部のオフセンター量に応じた圧下レベリング量の設定、調整は行わなかった。

【0061】

〔比較例2〕

比較例2では、左右のワークロール開度差が均等になるように圧下レベリング量を設定したまま全く制御を行わなかった。

【0062】

〔評価〕

図7は、発明例1, 2及び比較例1, 2における各スタンドでの被圧延材の蛇行の様子を示す図である。なお、蛇行量は、スタンド間の上方に設置したテレビカメラによって撮影した被圧延材の尾端部の幅方向中心位置の軌跡を示している。図7に示すように、比較例2では、被圧延材の進行と共に蛇行が始まり、蛇行量はそのまま拡大した。そして、比較例2では、仕上第3スタンド以後において被圧延材がサイドスタンドに接触し、エッジ部の折れ込みが発生した。また、比較例1でも同様、比較例2と比べて蛇行量は小さいが、やはり後段の仕上スタンドに行くに従って蛇行量が拡大した。これに対して、発明例1では、当初のオフセンター量が維持され、その後はほとんど蛇行しなかった。また、発明例2では、被圧延材の幅方向の温度分布による影響を除去できたので、蛇行はさらに抑制された。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 3 】

図 8 は、発明例 1 , 2 及び比較例 1 , 2 において被圧延材 2 0 本をそれぞれ圧延した時の蛇行トラブルの発生率を示す図である。ここで、蛇行トラブル発生とは、被圧延材の幅方向端部がサイドガイドに接触することによる品質トラブルや被圧延材の折れ込みが発生したことを意味する。図 8 に示すように、比較例 1 , 2 では、蛇行トラブルが発生したのに対して、発明例 1 , 2 では、蛇行トラブルは全く発生しなかった。

【 0 0 6 4 】

以上のことから、本発明によれば、被圧延材にキャンバーが発生していないが被圧延材が全体的にオフセンターしている場合及び被圧延材にキャンバーが発生している場合のいずれの場合においても被圧延材が蛇行することを抑制できることが確認された。

10

【 0 0 6 5 】

以上、本発明者らによってなされた発明を適用した実施の形態について説明したが、本実施形態による本発明の開示の一部をなす記述及び図面により本発明は限定されることはない。すなわち、本実施形態に基づいて当業者等によりなされる他の実施の形態、実施例、及び運用技術等は全て本発明の範疇に含まれる。

【符号の説明】

【 0 0 6 6 】

- 1 熱間圧延ライン
- 2 粗圧延機
- 3 仕上圧延機
- 1 0 圧延機
- 1 1 a , 1 1 b ワークロール
- 1 2 a , 1 2 b バックアップロール
- 1 3 a , 1 3 b ロールチョック
- 1 4 a , 1 4 b 圧下装置
- 1 5 a , 1 5 b 圧下装置
- 1 6 a , 1 6 bハウジング
- 1 0 1 制御装置
- 1 0 2 オフセンター量測定器
- 1 0 3 キャンバー量測定器
- 1 0 4 温度測定器
- S 被圧延材

20

30

【要約】

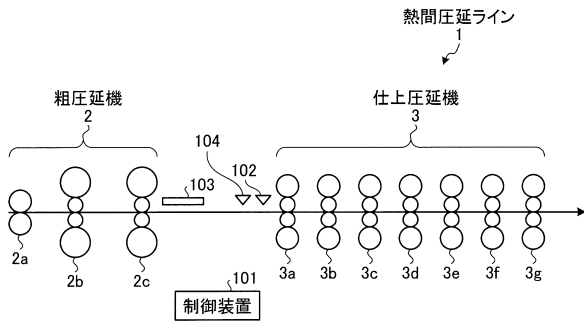
【課題】被圧延材にキャンバーが発生していないが被圧延材が全体的にオフセンターしている場合及び被圧延材にキャンバーが発生している場合のいずれの場合においても被圧延材が蛇行することを抑制すること。

【解決手段】制御装置 1 0 1 が、被圧延材の先端部が仕上第 1 スタンド 3 a を通過するまでの間にオフセンター量測定器 1 0 2 によって測定されたオフセンター量に基づいて仕上第 1 スタンド 3 a の圧下レベリング量を設定し、被圧延材の先端部が仕上第 1 スタンド 3 a を通過した後はキャンバー量測定器 1 0 3 によって測定されたキャンバー量に応じて仕上第 1 スタンド 3 a の圧下レベリング量を調整し、仕上第 2 スタンド 3 b 以後の圧延スタンドについては、圧延条件及び各スタンドの左右のミル剛性差に基づいて作業側と駆動側とでワークロール間の間隙が等しくなるように圧下位置を調整する。

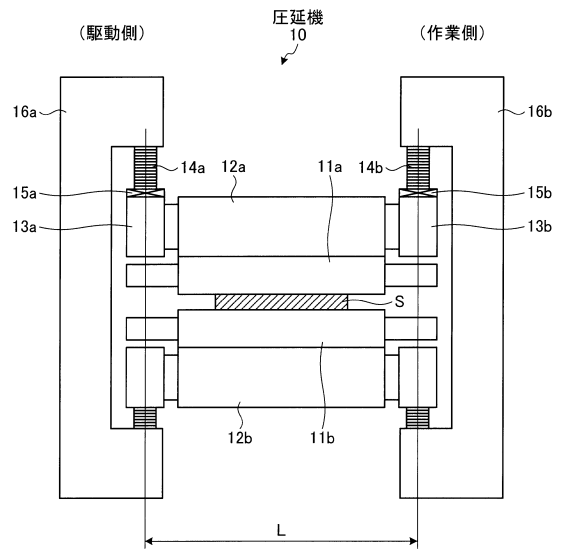
40

【選択図】図 1

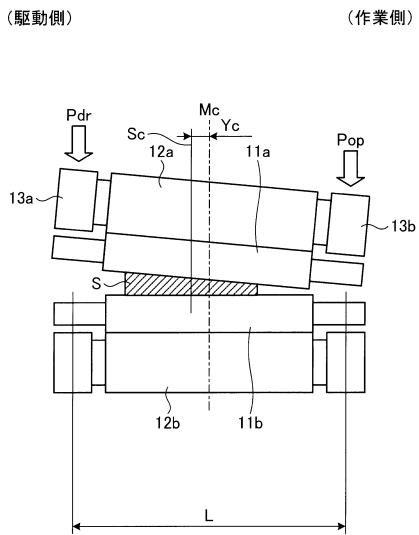
【図1】



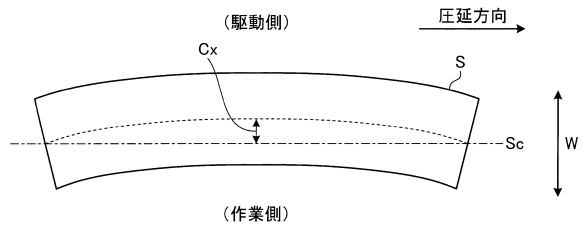
【図2】



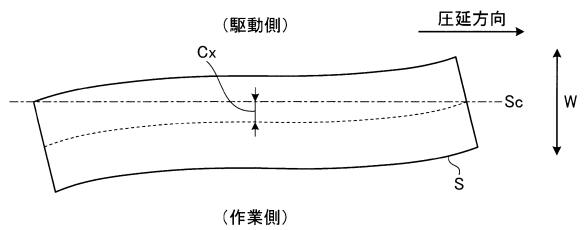
【図3】



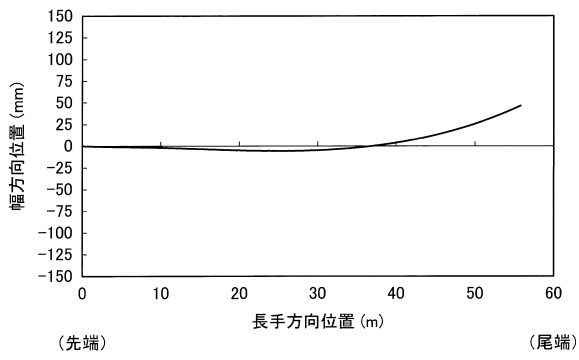
【図4】



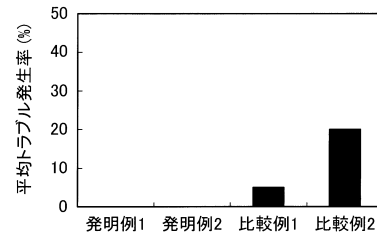
【図5】



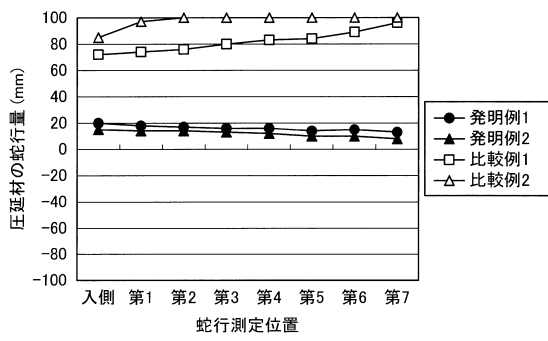
【図6】



【図8】



【図7】



フロントページの続き

- (72)発明者 陣内 達也
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 平松 正嗣
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

審査官 池ノ谷 秀行

- (56)参考文献 特開昭59-191510(JP,A)
特開昭60-61110(JP,A)
特開平8-318305(JP,A)
特開2002-137012(JP,A)
特開2002-126813(JP,A)
特開昭64-2713(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B21B 37/00 - 37/78