

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3844280号
(P3844280)

(45) 発行日 平成18年11月8日(2006.11.8)

(24) 登録日 平成18年8月25日(2006.8.25)

(51) Int. Cl.	F I
B 2 1 B 37/58 (2006.01)	B 2 1 B 37/00 1 4 2 A
B 2 1 B 37/00 (2006.01)	B 2 1 B 37/00 B B M
B 2 1 B 37/30 (2006.01)	B 2 1 B 37/00 1 1 9 A

請求項の数 7 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2000-324999 (P2000-324999)	(73) 特許権者	000006655
(22) 出願日	平成12年10月25日(2000.10.25)		新日本製鐵株式会社
(65) 公開番号	特開2002-126813 (P2002-126813A)		東京都千代田区大手町2丁目6番3号
(43) 公開日	平成14年5月8日(2002.5.8)	(74) 代理人	100068423
審査請求日	平成16年12月17日(2004.12.17)		弁理士 矢葺 知之
		(74) 代理人	100080171
			弁理士 津波古 繁夫
		(72) 発明者	山田 健二
			千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株
			式会社 技術開発本部内
		(72) 発明者	小川 茂
			千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株
			式会社 技術開発本部内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 板圧延における圧下レベリング設定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

2台以上の圧延機を有するタンデム板圧延ミル入側での被圧延材のキャンパー量⁰および板厚ウェッジ量 h_{df}^0 を測定もしくは推定し、該ミル入側キャンパー量⁰およびミル入側板厚ウェッジ量 h_{df}^0 およびタンデム板圧延ミルの圧下スケジュールに基づき各圧延機の圧下レベリング量 $S_{df}^{i:1 \sim N}$ を設定するに際して、タンデム板圧延ミルの第一圧延機を含む1台以上の前段圧延機群においては該ミル入側キャンパー量⁰を該前段圧延機群出側で目標とするキャンパー量^{a i m}に修正するべく各圧延機の圧下レベリング量 $S_{df}^{i:1 \sim M}$ を設定し、該ミル入側板厚ウェッジ量 h_{df}^0 、該前段圧延機群の圧下スケジュールおよび圧下レベリング設定値 $S_{df}^{i:1 \sim M}$ に基づき該前段圧延機群出側での板厚ウェッジ量 h_{df}^M を平均板厚 h^M で除した値、即ち該前段圧延機群出側の板厚ウェッジ比率^Mを予測し、該前段圧延機群に後続する後段圧延機群においては各圧延機出側の板厚ウェッジ比率^{i: M + 1 ~ N}を該前段圧延機群出側の板厚ウェッジ比率^Mと等しくするべく各圧延機の圧下レベリング量 $S_{df}^{i: M + 1 \sim N}$ を設定することを特徴とする、板圧延における圧下レベリング設定方法。

10

【請求項2】

該前段圧延機群内の第i圧延機出側の板厚ウェッジ比率^{i: 1 ~ M}の絶対値が該第i圧延機入側の板厚ウェッジ比率^{i - 1}の絶対値より大きくなる場合には、該第i圧延機出側の板厚ウェッジ比率ⁱが該第i圧延機入側の板厚ウェッジ比率^{i - 1}と一致するように該第i圧延機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

20

板圧延における圧下レベリング設定方法。

【請求項 3】

前記の目標とするキャンパー量 $a_{i,m}$ を前材までの圧延データを考慮して設定することを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の板圧延における圧下レベリング設定方法。

【請求項 4】

2 台以上の圧延機を有するタンデム板圧延ミル入側での被圧延材の板厚ウェッジ量 h_{df}^0 を測定もしくは推定し、該ミル入側板厚ウェッジ量 h_{df}^0 およびタンデム板圧延ミルの圧下スケジュールに基づき各圧延機の圧下レベリング量 $S_{df}^{i:1 \sim N}$ を設定するに際して、タンデム板圧延ミルの第一圧延機を含む 1 台以上の前段圧延機群においては該ミル入側板厚ウェッジ量 h_{df}^0 を該前段圧延機群出側で目標とする板厚ウェッジ量 $h_{df}^{a_{i,m}}$ に修正するべく各圧延機の圧下レベリング量 $S_{df}^{i:1 \sim M}$ を設定し、該前段圧延機群の圧下スケジュールおよび圧下レベリング設定値 $S_{df}^{i:1 \sim M}$ に基づき該前段圧延機群出側での板厚ウェッジ量 h_{df}^M を平均板厚 h^M で除した値、即ち該前段圧延機群出側の板厚ウェッジ比率 M を予測し、該前段圧延機群に後続する後段圧延機群においては各圧延機出側の板厚ウェッジ比率 $^{i:M+1 \sim N}$ を該前段圧延機群出側の板厚ウェッジ比率 M と等しくするべく各圧延機の圧下レベリング量 $S_{df}^{i:M+1 \sim N}$ を設定することを特徴とする、板圧延における圧下レベリング設定方法。

10

【請求項 5】

前記の目標とする板厚ウェッジ量 $h_{df}^{a_{i,m}}$ を前材までの圧延データを考慮して設定することを特徴とする、請求項 4 に記載の板圧延における圧下レベリング設定方法。

20

【請求項 6】

該前段圧延機群内の第 i 圧延機の入側と出側における板厚ウェッジ比率の差、即ち板厚ウェッジ比率変化 $^{i:1 \sim M}$ の絶対値が、予め定められた板厚ウェッジ比率変化の上限値 $^{i(Limit)}$ 以下となるように、圧延機の圧下レベリング量 $S_{df}^{i:1 \sim M}$ を設定することを特徴とする、請求項 1 ~ 5 の何れか 1 項に記載の板圧延における圧下レベリング設定方法。

【請求項 7】

前記の板厚ウェッジ比率変化の上限値 $^{i(Limit)}$ を前材までの圧延データを考慮して設定することを特徴とする、請求項 6 に記載の板圧延における圧下レベリング設定方法。

30

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、タンデム板圧延ミルにおいて圧延中、特に板先端通板中の蛇行やキャンパー（横曲がり）の発生を抑制し、被圧延材の通板性を向上させるための圧下レベリング設定方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

圧延中の蛇行やキャンパーの発生を防止もしくは修正・制御するため、一般には、圧延機の作業側および駆動側（以下、左右と称する）のロール開度の差（以下、圧下レベリング量と称する）を調整する、いわゆる圧下レベリング操作が行われている。この圧下レベリング操作を自動的に行う技術は、圧延中の各種検出値（およびその変化）に応じて圧下レベリング量を調整する（以下、圧下レベリング制御と称する）方法と、圧延開始前に測定および/もしくは予測した各種情報に基づき、予め圧下レベリング量を設定する（以下、圧下レベリング設定と称する）方法に大別される。

40

【0003】

圧下レベリング制御技術に分類される従来技術としては、圧延中の圧延荷重検出値の左右差（以下、圧延荷重差と称する）に応じて圧下レベリング量を調整する方法（例えば、特開昭 62 - 166016 号公報に開示されている従来技術）や、圧延中の蛇行量の検出値に応じて圧下レベリング量を調整する方法（例えば、特開昭 64 - 2712 号公報に開示

50

されている従来技術)、および両検出値を用いて圧下レベリング量を調整する方法が一般的である。

【0004】

また、圧下レベリング設定技術に分類される従来技術としては、特開昭62-68619号公報に開示されているように、ミル入側の板厚ウェッジを実測し、これを考慮して圧下レベリング設定量を調整する方法や、特開昭63-180315号公報に開示されているように、前材圧延中の蛇行量(キャンパー量)検出値を考慮して圧下レベリング設定量を調整する方法がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

圧延中の蛇行やキャンパーは、圧延機入側の板の左右温度差(偏熱)、左右板厚差(板厚ウェッジ)、キャンパー形状などの被圧延材に内在する左右非対称性、圧延機のガタ、剛性の左右差などの圧延機固有の左右非対称性、などの種々の左右非対称要因により当該圧延パスでの板の延伸に左右差が生じて発生すると考えられる。圧延中に発生する板の蛇行や圧延後に残存するキャンパーおよび板厚ウェッジは、圧延製品の寸法精度不良のみならず、左右ガイドとの接触やいわゆる絞り込みによる通板事故や、比較的軽微な場合でも巻き取り後のコイル形状不良やこれに起因したコイル搬送中の板エッジ部の損傷、後工程でのトリム不良などの原因となるため、蛇行、キャンパーの直接要因である板の左右延伸差を修正する圧下レベリング調整が必要となる。タンデム板圧延ミルにおいては、特に、板先端の通板中に上流側圧延機で発生した蛇行やキャンパーは、下流側圧延機入側ガイドとの接触などにより容易に座屈し、通板事故に繋がりがやすいため、その防止もしくは制御技術の必要性は極めて高い。

【0006】

前述した従来技術の内、圧延中の各種検出値を用いる圧下レベリング制御技術では、板先端がタンデム板圧延ミル内の各圧延機を通過する、極めて短い時間内で検出計算圧下レベリングを行う必要があり、かつ板先端が圧延機に噛み込む際の衝撃力に起因した圧延荷重の顕著な振動や、板先端の波形状、フライングなどによる蛇行量検出誤差など、検出値に無視し得ない外乱が混入するため、板先端通板中の蛇行、キャンパーを修正することは極めて困難である。

【0007】

通板開始前に予め圧下レベリング量を設定する圧下レベリング設定技術では上述の困難さは生じないが、前述した特開昭62-68619号公報に開示されている従来技術では圧延ミル入側のキャンパー形状が考慮されておらず、実際にはミル入側の板先端に無視し得ないキャンパー(いわゆる鼻曲がり)が生じ易いことを考えると、不十分である。厚板圧延ミルのようなリパス圧延機の場合には、入側および/もしくは出側にキャンパー量検出器および板厚ウェッジ検出器を有し、両検出器からの検出値に基づき次圧延パスの圧下レベリング量を設定する技術もあるが、タンデム板圧延ミル(例えば、薄板の熱間仕上げ圧延機)のように圧延機台数が多く、かつ各圧延機間の間隙が小さいため、設備費増および設備寸法制約等の観点で適用することは事実上不可能である。

【0008】

前述した特開昭63-180315号公報に開示されている従来技術は、本質的に当該材が前材と同一程度の左右非対称要因を有していることを前提としており、被圧延材寸法やタンデム板圧延ミルの上流の圧延機(例えば、薄板の熱間粗圧延機)での圧下スケジュール、加熱炉での加熱スケジュールの変化により当該非対称要因の度合いが容易に変化し得ることを考えると、実用上十分な効果を得ることは期待し難い。

【0009】

本発明は、上記した従来技術に見られる種々の問題を解消し、被圧延材の左右非対称要因によるタンデム板圧延ミルでの蛇行、キャンパーの発生を抑制し、かつ圧延後の寸法精度を可能な限り向上させ得る、タンデム板圧延ミルの圧下レベリング設定方法を提供することを目的とする。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】

本発明者らは、綿密な調査分析および検討の結果、先ず、熱間薄板圧延工程の仕上げ圧延ミル（タンデム板圧延ミル）の入側材料、即ち粗圧延後の材料、いわゆる粗バー先端のキャンパー量と板厚ウェッジ量の相関関係が、被圧延材の寸法や粗圧延での圧下スケジュールが同一条件の場合でも無視し得ない誤差（分散）を有することを知見し、タンデム板圧延ミル入側のキャンパー量と板厚ウェッジ量の測定もしくは推定がミル内の各圧延機の圧下レベリング量設定に不可欠であることを結論した。また、比較的板厚が厚いタンデム板圧延ミル中の前段圧延機では、各圧延機の入側から出側の板厚ウェッジ量変化（正確には該圧延機入側もしくは出側の平均板厚で除した板厚ウェッジ比率の変化：後述の（ ））が生じるように該圧延機の圧下レベリング設定を行った場合でも、より板厚の薄い後段圧延機で同程度の板厚ウェッジ比率変化が生じた場合に比べ、圧延中の蛇行やキャンパーの発生が少ないことも知見した。

10

【 0 0 1 1 】

本発明は上記の知見に基づき為されたもので、前記の目的を達成するため、本発明の請求項1では、2台以上の圧延機を有するタンデム板圧延ミル入側での被圧延材のキャンパー量 h_{df}^0 および板厚ウェッジ量 h_{df}^0 を測定もしくは推定し、該ミル入側キャンパー量 h_{df}^0 およびミル入側板厚ウェッジ量 h_{df}^0 およびタンデム板圧延ミルの圧下スケジュールに基づき各圧延機の圧下レベリング量 $S_{df}^{i:1 \sim N}$ を設定するに際して、タンデム板圧延ミルの第一圧延機を含む1台以上の前段圧延機群においては該ミル入側キャンパー量 h_{df}^0 を該前段圧延機群出側で目標とするキャンパー量 a^{iM} に修正するべく各圧延機の圧下レベリング量 $S_{df}^{i:1 \sim M}$ を設定し、該ミル入側板厚ウェッジ量 h_{df}^0 、該前段圧延機群の圧下スケジュールおよび圧下レベリング設定値 $S_{df}^{i:1 \sim M}$ に基づき該前段圧延機群出側での板厚ウェッジ量 h_{df}^M を平均板厚 h^M で除した値、即ち該前段圧延機群出側の板厚ウェッジ比率 R^M を予測し、該前段圧延機群に後続する後段圧延機群においては各圧延機出側の板厚ウェッジ比率 $R^{i:M+1 \sim N}$ を該前段圧延機群出側の板厚ウェッジ比率 R^M と等しくするべく各圧延機の圧下レベリング量 $S_{df}^{i:M+1 \sim N}$ を設定することを特徴とする、板圧延における圧下レベリング設定方法を提案している。

20

本発明の請求項2では、該前段圧延機群内の第 i 圧延機出側の板厚ウェッジ比率 $R^{i:1 \sim M}$ の絶対値が該第 i 圧延機入側の板厚ウェッジ比率 R^{i-1} の絶対値より大きくなる場合には、該第 i 圧延機出側の板厚ウェッジ比率 R^i が該第 i 圧延機入側の板厚ウェッジ比率 R^{i-1} と一致するように該第 i 圧延機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に記載の板圧延における圧下レベリング設定方法を開示している。

30

本発明の請求項3では、前記の目標とするキャンパー量 a^{iM} を前材までの圧延データを考慮して設定することを特徴とする、請求項1または2に記載の板圧延における圧下レベリング設定方法を開示している。

【 0 0 1 2 】

本発明の請求項4では、2台以上の圧延機を有するタンデム板圧延ミル入側での被圧延材の板厚ウェッジ量 h_{df}^0 を測定もしくは推定し、該ミル入側板厚ウェッジ量 h_{df}^0 およびタンデム板圧延ミルの圧下スケジュールに基づき各圧延機の圧下レベリング量 $S_{df}^{i:1 \sim N}$ を設定するに際して、タンデム板圧延ミルの第一圧延機を含む1台以上の前段圧延機群においては該ミル入側板厚ウェッジ量 h_{df}^0 を該前段圧延機群出側で目標とする板厚ウェッジ量 $h_{df}^{a^{iM}}$ に修正するべく各圧延機の圧下レベリング量 $S_{df}^{i:1 \sim M}$ を設定し、該前段圧延機群の圧下スケジュールおよび圧下レベリング設定値 $S_{df}^{i:1 \sim M}$ に基づき該前段圧延機群出側での板厚ウェッジ量 h_{df}^M を平均板厚 h^M で除した値、即ち該前段圧延機群出側の板厚ウェッジ比率 R^M を予測し、該前段圧延機群に後続する後段圧延機群においては各圧延機出側の板厚ウェッジ比率 $R^{i:M+1 \sim N}$ を該前段圧延機群出側の板厚ウェッジ比率 R^M と等しくするべく各圧延機の圧下レベリング量 $S_{df}^{i:M+1 \sim N}$ を設定することを特徴とする、板圧延における圧下レベリング設定方

40

50

法を開示している。

本発明の請求項5では、前記の目標とする板厚ウェッジ量 h_{df}^{aim} を前材までの圧延データを考慮して設定することを特徴とする、請求項4に記載の板圧延における圧下レベリング設定方法を開示している。

【0013】

本発明の請求項6では、該前段圧延機群内の第 i 圧延機の入側と出側における板厚ウェッジ比率の差、即ち板厚ウェッジ比率変化 $i:1 \sim M$ の絶対値が、予め定められた板厚ウェッジ比率変化の上限値 $i(Limit)$ 以下となるように、圧延機の圧下レベリング量 $S_{df}^{i:1 \sim M}$ を設定することを特徴とする、請求項1～5の何れか1項に記載の板圧延における圧下レベリング設定方法を開示している。本発明の請求項7では、前記の板厚ウェッジ比率変化の上限値 $Limit$ を前材までの圧延データを考慮して設定することを特徴とする、請求項6に記載の板圧延における圧下レベリング設定方法を開示している。

10

【0014】

【発明の実施の形態】

以下に添付の図面を参照して本発明の実施の形態について詳細に説明する。図2は、本発明の方法を実施対象となるタンデム板圧延ミルの一形態を示した模式図であり、圧下レベリング量設定が可能な圧下装置6を各々装備した7台の板圧延機5と、タンデム板圧延ミル入側での板4のキャンパー量(曲率 θ)を測定するキャンパー測定器2、板厚ウェッジ量(左右板厚差 h_{df}^0)を測定する板厚分布測定器3、および測定された両測定値および圧下スケジュールなどから後述する計算手順により各圧延機5の圧下レベリング設定値(S_{df}^i)を算出し、かつ各圧延機5の圧下装置6に圧延に先立って送出する、圧下レベリング設定計算機1を有している。

20

【0015】

図1は、本発明の請求項1に示した方法の一実施形態を示すフロー図である。上述のキャンパー検出器2、板厚分布測定器3の出力、もしくはタンデム板圧延ミルの上流側圧延機での圧延実績などから、ミル入側のキャンパー量(例えば、以下では曲率 θ を用いる)および板厚ウェッジ量(左右板厚差 h_{df}^0)を測定もしくは推定する。次に、タンデム圧延ミル内の各圧延機の圧下スケジュール(入/出側(平均)板厚 H/h 、板幅 b 、予測圧延荷重 P など)の入力と、予め指定された前段圧延機群(例えば、以下では第1圧延機から第 M 圧延機とする)出側の目標キャンパー量 aim の設定を行う。

30

【0016】

これら測定値(もしくは推定値)、入力値、設定値に基づき、前段圧延機群内の各圧延機の圧下レベリング設定値 $S_{df}^{i:1 \sim M}$ (以下、 $X^{i:1 \sim n}$ は $i = 1 \sim n$ の何れかの X^i を表す)を計算する。前段圧延機群内の各圧延機の圧下レベリング設定値 $S_{df}^{i:1 \sim M}$ の計算については、例えば、下記の手順によればよい。まず、下記の(1)式で各圧延機でのキャンパー量(曲率)変化 $i:1 \sim M$ を決定する。

$$i = F_1^i(\theta^0, aim, H^1, \dots, H^M, h^1, \dots, h^M, b^1, \dots, b^M, \dots) \quad (1)$$

【0017】

上記(1)式で計算された各圧延機でのキャンパー量(曲率)変化 i から、下記の(2)式を用いて各圧延機の圧下レベリング設定量 S_{df}^i を計算し、次いで、(3)式を用いて各圧延機出側の板厚ウェッジ比率を計算する。

$$S_{df}^i = F_2^i(i, H^i, h^i, h_{df}^{i-1}, b^i, i-1, i, P^i, D^{(i)}, K^{(i)}, \dots) \quad (2)$$

$$i = F_3^i(S_{df}^i, H^i, h^i, h_{df}^{i-1}, b^i, i-1, i, P^i, D^{(i)}, K^{(i)}, \dots) \quad (3)$$

ここで、 $i-1$ 、 i は第 i 圧延機入り出側張力、 P^i は予測荷重、 $D^{(i)}$ 、 $K^{(i)}$ は各々第 i 圧延機の寸法パラメータ、剛性パラメータである。(2)式および(3)式の右辺中の第 i 圧延機入側板厚ウェッジ量 h_{df}^{i-1} は、第 $i-1$ 圧延機について(3)式で得ら

40

50

れる板厚ウェッジ比率 ϵ^{i-1} に板厚 h^{i-1} を乗じることで評価される。

【0018】

前段圧延機群の出側の板厚ウェッジ比率 ϵ^M は、上記(3)式を前段圧延機群の最終圧延機 ($i = M$) に適用することで計算され、これを下流の後段圧延機群 ($i = M + 1 \sim N$) で維持する ($\epsilon^{i:M+1 \sim N} = \epsilon^M$) ように、下記の(4)式に代入することで後段圧延機群の圧下レベリング設定量 $S_{df}^{i:M+1 \sim N}$ が計算され、上述の(2)式の計算結果(前段圧延機群の圧下レベリング設定量)と併せて、圧延開始に先だってタンデム板圧延ミル内の各圧延機の圧下装置6に送出、圧下レベリング調整が為される。

$$S_{df}^i = F_4^i (\epsilon^M, H^i, h^i, h_{df}^{i-1}, b^i, \epsilon^{i-1}, \epsilon^i, P^i, D^{(i)}, K^{(i)}, \dots) \quad (4)$$

10

【0019】

タンデム板圧延ミル入側での板キャンパー量の測定値もしくは推定値が0もしくは実用上無視し得る程度に小さい場合や、板厚ウェッジ量の修正を優先して圧下レベリング設定を行いたい場合には、図3にその一実施形態をフロー図として示した、本発明の請求項4の方法を用いればよい。この方法では、上述のミル入側の板厚分布測定器3の出力、もしくはタンデム板圧延ミルの上流側圧延機での圧延実績などから、ミル入側の板厚ウェッジ量(左右板厚差 h_{df}^0)を測定もしくは推定する。次に、タンデム板圧延ミル内の各圧延機の圧下スケジュールの入力と、予め指定された前段圧延機群出側の目標板厚ウェッジ量 h_{df}^{aim} の設定を行う。これら測定値(もしくは推定値)、入力値、設定値に基づき、前段圧延機群内の各圧延機の圧下レベリング設定値 $S_{df}^{i:1 \sim M}$ を、下記(5)式による各圧延機出側の板厚ウェッジ量 h_{df}^i の計算を経て、(6)式により算出する。

20

$$h_{df}^i = F_5^i (h_{df}^0, h_{df}^{aim}, H^1, \dots, H^M, h^1, \dots, h^M, b^1, \dots, b^M, \dots) \quad (5)$$

$$S_{df}^i = F_6^i (h_{df}^i, H^i, h^i, h_{df}^{i-1}, b^i, \epsilon^{i-1}, \epsilon^i, P^i, D^{(i)}, K^{(i)}, \dots) \quad (6)$$

【0020】

後段圧延機群内の各圧延機の圧下レベリング設定値 $S_{df}^{i:M+1 \sim N}$ については、下記(7)式による前段圧延機群の出側の板厚ウェッジ比率 ϵ^M の計算後、上述した本発明の請求項1の方法と同手順(上述の(4)式など)で計算され、前段圧延機群の圧下レベリング設定量と併せて圧下装置6への送出、圧下レベリング調整が為されることとなる。

30

$$\epsilon^M = h_{df}^M / h^M \quad (7)$$

【0021】

上述した、例えば、(2)式もしくは(6)式で計算された前段圧延機群の圧下レベリング設定量 $S_{df}^{i:1 \sim M}$ に従って圧延が行われた場合、一般には、前段圧延機群内の各圧延機の入側から出側の板厚ウェッジ比率変化 ϵ^i ($= \epsilon^i - \epsilon^{i-1}$) は零ではなく、当該圧延パス中には当該板厚ウェッジ比率変化 ϵ^i に略比例する蛇行やキャンパー発生(例えば、公知文献: 社団法人日本塑性加工学会発行・昭和55年度塑性加工春季講演会論文集、P. 63、(10)式など)が懸念される。しかしながら本発明の方法では、前述した知見に基づいて板厚ウェッジ比率変化を生じさせる圧延機を比較的板厚が厚い前段圧延機群に限定しているため、従来技術に比べ、発生する蛇行、キャンパーの程度は相当に軽減される(板厚が厚い場合には圧延中の幅方向メタルフローが生じ易いため、板厚ウェッジ比率変化の一部が当該幅方向メタルフローに吸収され、蛇行やキャンパーの発生が軽減されるものと考察される)。

40

【0022】

上述した、前段圧延機群で目標とするキャンパー量 aim や目標とする板厚ウェッジ量 h_{df}^{aim} は、零、もしくは通板性、製品の寸法精度、巻き形状精度等の観点で実用上問題とならない程度の小さい数値で設定されればよい。

【0023】

キャンパー形状を極力修正し、かつ板厚寸法精度上、板厚ウェッジ比率を悪化させたくな

50

い場合には、例えば、前述の(3)式で計算された第*i*圧延機の出側板厚ウェッジ比率 ϵ^i と入側板厚ウェッジ比率 ϵ^{i-1} を比較し、[出側板厚ウェッジ比率 ϵ^i の絶対値] [入側板厚ウェッジ比率 ϵ^{i-1} の絶対値]となる場合には、例えば、(4)式の右辺中の M を ϵ^{i-1} に代えて当該圧延機*i*の圧下レベリング設定量 S_{df}^i を計算すればよい。

【0024】

上述の前段圧延機群において過度の板厚ウェッジ比率変化に起因した過度の蛇行、キャンパーの発生が予想される場合には、前段圧延機群内の第*i*圧延機で許容される板厚ウェッジ比率変化の上限値 $\epsilon^{i(Limit)}$ を予め定め、例えば、(3)式で計算される第*i*圧延機の入側および出側の板厚ウェッジ比率 ϵ^{i-1} 、 ϵ^i (但し、 ϵ^0 は、測定もしくは推定されたミル入側板厚ウェッジ h_{df}^0 をミル入側板厚 h^0 で除した値を用いる)の差の絶対値が該上限値を越える場合には、下記(8)式で制限された第*i*圧延機出側の板厚ウェッジ $h_{df}^{i(Limited)}$ を計算し、例えば、前記(6)式の右辺中の h_{df}^i に代えて $h_{df}^{i(Limited)}$ を用いて該第*i*圧延機の圧下レベリング設定量 S_{df}^i を計算すればよい。

$$h_{df}^{i(Limited)} = [\epsilon^{i-1} + \text{sign} \{ \epsilon^i - \epsilon^{i-1} \} \times \epsilon^{i(Limit)}] \times h^i \quad (8)$$

ここで、 $\text{sign} \{ X \}$ は、 $X > 0$ では+1、 $X < 0$ では-1、 $X = 0$ では0となる関数である。

【0025】

上述の前段圧延機群とは、少なくともタンデム板圧延ミル内の第1圧延機を含む1台以上の圧延機群であればよく、例えば、第1圧延機のみを前段圧延機とし、第2圧延機から最終圧延機を後段圧延機群としてもよい。この場合には、上述した(1)式~(3)式、(5)式、(6)式に代えて、下記の比較的単純な(1)式~(3)式、(5)式、(6)式を用いてもよい。

$$\epsilon^1 = \epsilon^{aim} - (\epsilon^0 / \epsilon_1^2) \quad (1)$$

$$S_{df}^1 = (a^1 / b^1) \times \{ (1 + m^1 K_D^1) h_{df}^1 - m^1 K_D^1 h_{df}^0 \} \quad (2)$$

$$\epsilon^1 = h_{df}^1 / h^1 = b^1 \epsilon^1 + h_{df}^0 / h^0 \quad (3)$$

$$h_{df}^1 = h_{df}^{aim} \quad (5)$$

$$S_{df}^1 = (a^1 / b^1) \times \{ (1 + m^1 K_D^1) h_{df}^{aim} - m^1 K_D^1 h_{df}^0 \} \quad (6')$$

ここで、 ϵ^i は第*i*圧延機での延伸(= H^i / h^i)、 m^i は塑性係数、 K_D^1 は平行剛性、 a^i は圧下装置6の支点間距離である。

また、(4)式についても、より簡易的な下記(4)式を用いてもよい。

$$S_{df}^i = (a^i / b^i) \times \{ (1 + m^i K_D^i) h_{df}^i - m^i K_D^i h_{df}^{i-1} \} \quad (4')$$

但し、 $h_{df}^i = h^i \times M$ 。上述の前段圧延機群出側で目標とするキャンパー量 ϵ^{aim} 、目標とする板厚ウェッジ量 h_{df}^{aim} 、板厚ウェッジ比率変化の上限値 $\epsilon^{i(Limit)}$ 、などに対していわゆる学習を適用し、例えば、前材までの圧延実績データを用いて該諸量を設定してもよい。

また、本発明の方法で予め各圧延機の圧下レベリング量を設定し、圧延を開始した後、圧延中の各種検出値を用いる圧下レベリング制御のための従来技術を適用してもよい。

【0026】

【実施例】

ミル入側にキャンパー計および板厚分布計を有する、7台の4段圧延機から成る熱間仕上げ板圧延ミルに本発明の方法を適用した。その際、前段圧延機群としては第1圧延機のみを指定し、目標とするキャンパー量を零とし、当該圧延機で許容する板厚ウェッジ比率変化の上限値を板幅、板厚、圧下率毎に定め、請求項2および請求項6の方法を用いた。その結果、いわゆる板先端の蛇行に起因した通板事故は皆無となり、また、巻き取り後の板厚ウェッジ量、キャンパー量も略半減し、製品寸法精度も著しく向上した。

【0027】

10

20

30

40

50

【発明の効果】

以上詳述した様に、本発明の方法によれば、タンデム板圧延ミルにおいて圧延中、特に板先端通板中の蛇行やキャンパー（横曲がり）の発生を抑制することで被圧延材の通板性を飛躍的に向上させ、かつ圧延後の寸法精度を可能な限り向上させ得る等、産業上裨益するところ大である。

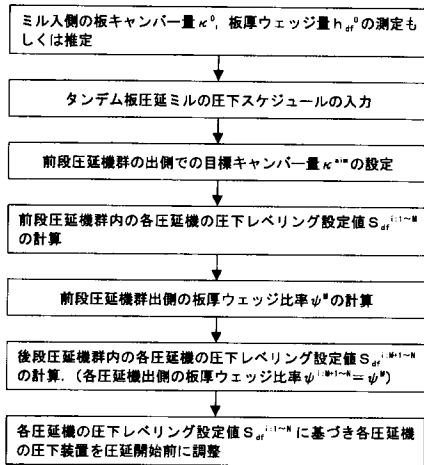
【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の請求項1の方法の一実施形態を示すフロー図である。

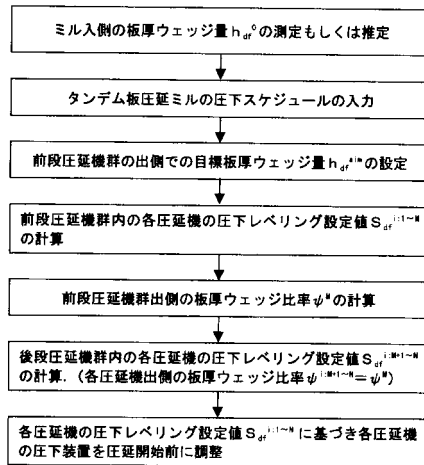
【図2】 本発明の方法を実施対象となるタンデム板圧延ミルの一形態を示した模式図である。

【図3】 本発明の請求項4の方法を示すフロー図である。

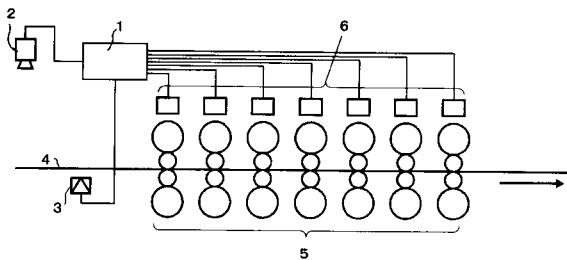
【図1】



【図3】



【図2】



フロントページの続き

- (72)発明者 石井 篤
千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社 技術開発本部内
- (72)発明者 池田 明弘
愛知県東海市東海町5-3 新日本製鐵株式会社 名古屋製鐵所内
- (72)発明者 山崎 幸一
愛知県東海市東海町5-3 新日本製鐵株式会社 名古屋製鐵所内

審査官 國方 康伸

- (56)参考文献 特開平03-086309(JP,A)
特開平10-291013(JP,A)
特開2000-094023(JP,A)

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