

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7597279号
(P7597279)

(45)発行日 令和6年12月10日(2024.12.10)

(24)登録日 令和6年12月2日(2024.12.2)

(51)国際特許分類			F I		
B 2 1 B	37/26	(2006.01)	B 2 1 B	37/26	
B 2 1 B	37/00	(2006.01)	B 2 1 B	37/00	2 4 1
B 2 1 C	51/00	(2006.01)	B 2 1 C	51/00	K
B 2 1 B	38/04	(2006.01)	B 2 1 B	38/04	B
B 2 1 B	38/00	(2006.01)	B 2 1 B	38/00	E
請求項の数 2 (全15頁)					
(21)出願番号 特願2024-529328(P2024-529328)			(73)特許権者 000001258		
(86)(22)出願日 令和6年1月4日(2024.1.4)			J F E スチール株式会社		
(86)国際出願番号 PCT/JP2024/000011			東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号		
(87)国際公開番号 WO2024/147346			(74)代理人 100103850		
(87)国際公開日 令和6年7月11日(2024.7.11)			弁理士 田中 秀▲てつ▼		
審査請求日 令和6年5月16日(2024.5.16)			(74)代理人 100105854		
(31)優先権主張番号 特願2023-1212(P2023-1212)			弁理士 廣瀬 一		
(32)優先日 令和5年1月6日(2023.1.6)			(74)代理人 100116012		
(33)優先権主張国・地域又は機関			弁理士 宮坂 徹		
日本国(JP)			(74)代理人 100066980		
早期審査対象出願			弁理士 森 哲也		
			(72)発明者 吉田 翔		
			東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号		
			J F E スチール株式会社知的財産部内		
			(72)発明者 森 麻佑		
最終頁に続く					

(54)【発明の名称】 走間板厚変更方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

金属板である先行材と後行材とが接合された被圧延材をタンデム圧延機により連続圧延する際の走間板厚変更方法であって、

板厚変更を行う圧延スタンドである対象スタンドと、前記対象スタンドの前段の圧延スタンドである前段スタンドとの対象スタンド間にて、前記被圧延材の板速を連続的に測定し、

前記先行材と前記後行材との接合部近傍の前記前段スタンドで板厚変更が開始された板厚変更位置を、前記板速の測定結果からトラッキングし、

前記対象スタンド間で測定される前記板速を用いて、前記前段スタンドでの圧延後のテーパー状板厚部の長さを算出し、

前記テーパー状板厚部の長さを前記板速で除することで時間 t_N を算出し、

前記対象スタンドにおける圧下位置の変更量 ΔS_N と前記時間 t_N とから前記圧下位置の変更速度を算出し、

前記板厚変更位置が前記対象スタンドに到達するタイミングに、算出される前記変更速度で前記対象スタンドのロールギャップを変更する、走間板厚変更方法。

【請求項 2】

前記被圧延材は、電磁材又はハイテン材の鋼板である、請求項 1 に記載の走間板厚変更方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、走間板厚変更方法に関する。

【背景技術】

【0002】

鋼板の冷間圧延においては、能率や歩留まりの向上を目的として、圧延機をできる限り止めることなく圧延を継続するために、走間板厚変更と呼ばれる技術が使用されている。走間板厚変更とは、規格の異なるコイルの溶接部を圧延する際に、先行コイルにおけるアクチュエータの設定から後行コイルにおけるアクチュエータの設定へと連続的に変更することで圧延機を止めることなく連続的に圧延するものである。走間板厚変更時のアクチュエータの設定変更の際、特に圧下位置等の変更量が大きい場合には設定の変更に時間がかかるため、一時的に定常状態が破れることで張力が不安定となり板破断等の原因となる。

10

【0003】

従来では、走間板厚変更時の張力変動を抑制する方法として、中間板厚を設ける方法が用いられている。例えば、特許文献1には、張力変動を抑制するための中間板厚を決定する方法として、板厚の変動量を変数とした評価関数を作成し、その評価関数がある閾値以内に収まるように中間板厚を決定する方法が開示されている。また、特許文献2には、張力変動の値を決定し、ロールギャップ及びロール周速の設定値をパススケジュールAからパススケジュールBへ変更する走間板厚変更時間を再設定することで張力変動を抑制する手段が開示されている。特許文献2では、張力変動の値は、実際の走間板厚変更時の張力変動を教師データとして学習したニューラルネットワークによる張力変動学習手段が予測する張力変動値に基づいて決定される。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2022-12423号公報

【文献】特開平10-249423号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

近年の技術革新や鋼板の用途拡大により、様々な鋼板（特に電磁材やハイテンに代表される高変形抵抗材）が圧延されるようになり、規格（板厚や変形抵抗など）が大きく異なるコイルの繋ぎでの走間板厚変更が実施されるようになった。この結果、走間板厚変更時の張力変動が大きくなり、前述したような従来技術を用いた解決が図られている。

30

【0006】

しかし、特許文献1のような方法では、中間板厚を設けるため、板厚オフゲージ長が長くなるという問題点がある。また、特許文献2のような方法では、接合部通過時の張力変動は先行材と後行材との板厚差や変形抵抗差等、接合部前後での圧延条件の変化に依存するのに対して、それらの影響を必ずしも考慮した予測モデルとはなっていない。このため、特許文献2のような方法には、例えば張力変動の予測精度が低く、張力変動が大きくなる場合があった。

40

【0007】

そこで、本発明は、上記の課題に着目してなされたものであり、張力変動を小さくすることができる、走間板厚変更方法を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

(1) 本発明の一態様によれば、金属板である先行材と後行材とが接合された被圧延材をタンデム圧延機により連続圧延する際の走間板厚変更方法であって、板厚変更を行う圧延スタンドである対象スタンドと、上記対象スタンドの前段の圧延スタンドである前段スタンドとの対象スタンド間にて、上記被圧延材の板厚又は板速を連続的に測定し、上記先

50

行材と上記後行材との接合部近傍の板厚変更位置を、上記板厚の測定結果から検出又は上記板速の測定結果からトラッキングし、上記板厚変更位置が上記対象スタンドに到達するタイミングで上記対象スタンドのロールギャップを変更する、走間板厚変更方法が提供される。

【0009】

(2) 上記(1)の構成において、上記対象スタンド間で測定される上記板速を用いて、上記前段スタンドでの圧延後のテーパ状板厚部の長さを算出し、上記テーパ状板厚部の長さを上記対象スタンドにおける圧下位置の変更量で除することにより上記圧下位置の変更速度を算出し、算出される上記変更速度で上記対象スタンドのロールギャップを変更する。

10

【0010】

(3) 上記(1)又は(2)の構成において、上記被圧延材は、高変形抵抗鋼板である。

【発明の効果】

【0011】

本発明の一態様によれば、張力変動を小さくすることができる、走間板厚変更方法が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の第1実施形態における冷間圧延設備を示す模式図である。

【図2】従来の走間板厚変更方法を示す説明図であり、(A)は板厚変更位置 S_1 が第1スタンドよりも上流側に在る状態を示し、(B)は板厚変更位置 S_1 が第1スタンドに到達した状態を示し、(C)は接合部が第1スタンドに到達した状態を示し、(D)は板厚変更位置 S_1 が第2スタンドに到達した状態を示し、(E)は板厚変更位置 S_2 が第2スタンドに到達した状態を示し、(F)は接合部が第2スタンドに到達した状態を示す。

20

【図3】従来の走間板厚変更方法における、第1スタンドと第2スタンドとのスタンド間の張力変化を示すグラフである。

【図4】第1実施形態に係る走間板厚変更方法を示す説明図であり、(A)は板厚変更位置が第1スタンドよりも上流側に在る状態を示し、(B)は板厚変更位置が第1スタンドに到達した状態を示し、(C)は接合部が第1スタンドに到達した状態を示し、(D)は板厚変更位置が第2スタンドに到達した状態を示し、(E)は接合部が第2スタンドに到達した状態を示す。

30

【図5】第1実施形態に係る走間板厚変更方法における、第1スタンドと第2スタンドとのスタンド間の張力変化を示すグラフである。

【図6】本発明の第2実施形態における冷間圧延設備を示す模式図である。

【図7】本発明の第2実施形態における走間板厚変更方法を示す説明図であり、(A)は板厚変更位置が第1スタンドよりも上流側に在る状態を示し、(B)は板厚変更位置が第1スタンドに到達した状態を示し、(C)は接合部が第1スタンドに到達した状態を示し、(D)は接合部が第1スタンドを通過し、板厚変更位置が第2スタンドよりも上流側に在る状態を示し、(E)は板厚変更位置が第2スタンドに到達した状態を示し、(F)は接合部が第2スタンドに到達した状態を示す。

40

【図8】本発明の第2実施形態における走間板厚変更方法を示すフローチャートである。

【図9】走間板厚変更の終了が早い場合における、第1スタンドと第2スタンドとのスタンド間の張力変化を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下の詳細な説明では、図面を参照して、本発明の実施形態を説明する。図面の記載において、同一又は類似の部分には同一又は類似の符号を付し、重複する説明を省略する。各図面は模式的なものであり、現実のものとは異なる場合が含まれる。また、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、構造、配置等を下記のものに特定するもので

50

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。

【0014】

＜第1実施形態＞

（冷間タンデム圧延機の構成）

はじめに、本発明の第1実施形態に係る走間板厚方法について説明する。図1は、本発明の第1実施形態における冷間連続圧延設備1の一例を示す概略構成図である。なお、図1では、設備に附帯する他の装置（例えば、入側の巻戻機、溶接機およびルーパ、並びに出側の切断機および巻取機等の装置）については図示を省略している。

【0015】

図1に示すように、冷間連続圧延設備1は、タンデム圧延機2と、複数の板厚測定装置3と、タンデム圧延機2を制御する圧延制御コントローラ（PLC）4と、圧延制御コントローラ4を含む冷間連続圧延設備を管理する制御用計算機（プロセスコンピュータ）5とを備える。

【0016】

タンデム圧延機2は、通板方向の入側から順に、第1スタンド2A～第5スタンド2Eを有する連続式冷間タンデム圧延機である。

【0017】

第1スタンド2A～第5スタンド2Eの各スタンドには、ワークロール21と、ワークロール21のロール速度を変更する電動機であるロール速度制御装置22と、上下のワークロール21のロールギャップを変更する圧下制御装置23とがそれぞれ設置されている。

【0018】

複数の板厚測定装置3は、第1スタンド2A～第5スタンド2Eの隣り合うスタンドの間（スタンド間）に設けられ、スタンド間を通過する金属板である被圧延材6の板厚を連続的に測定する。板厚測定装置3による板厚の測定方法は特に限定されないが、例えば、γ線あるいはX線を照射し被測定物を透過したγ線（X線）の減衰量を測定して厚みに換算する測定装置が考えられる。板厚測定装置3による板厚の測定結果は、制御用計算機5へと送信される。

【0019】

制御用計算機5は、各スタンドのロールギャップ値やロールギャップ変更量、ロール速度、ロール速度変更量等を設定する。そして、圧延制御コントローラ4は、制御用計算機5から取得した各値に基づき、第1スタンド2A～第5スタンド2Eの各スタンドのロール速度制御装置22及び各スタンドの圧下制御装置23を制御するための演算と処理とをオンラインで実行する。

【0020】

このような冷間圧延設備1では、被圧延材6は、タンデム圧延機2の入側に配設された図示されていない溶接機により、先行材61の尾端と後行材62の先端とが接合部Wで溶接等により接合される。次いで、被圧延材6は、冷間圧延機の第1スタンド2Aから最終スタンドである第5スタンド2Eまで順次に圧延されることで、所定の仕上板厚に圧延される。その後、先行材61と後行材62との接合部Wあるいはその近傍において走間切断機により切断され、切断された後行材52は、先行材51とは別のテンションリールにより巻き取られる。

【0021】

ここで、母板板厚や仕上板厚、変形抵抗等の圧延条件が先行材61と後行材62とで異なる場合、冷間圧延機で先行材61と後行材62とを連続して圧延するときには、走間（つまり、被圧延材6がタンデム圧延機2内で搬送されている状態）で圧延条件が変更される、走間板厚変更が行われる。

【0022】

一般的な従来の方法では、接合部Wのトラッキングに基づいて（接合部Wを基準として）、接合部よりも所定距離だけ離れて先行材61側に設定される板厚変更位置がスタンド

10

20

30

40

50

に到達するタイミングで、ロールギャップ設定値の変更が行われる。具体的には、図 2 (A) ~ 図 2 (F) に示す方法で、走間板厚変更が行われる。また、この際の第 1 スタンド 2 A と第 2 スタンド 2 B とのスタンド間での張力変動について、図 3 に示す。なお、図 3 における (a) ~ (f) のタイミングは、図 2 (A) ~ 図 2 (F) の状態におけるタイミングにそれぞれ相当する。

【0023】

まず、図 2 (A) に示すように、各スタンドのロールギャップ値が先行材 6 1 用のものに設定された状態で圧延が行われる。なお、図 2 (A) において、先行材 6 1 の尾端側の S_1 で示される位置は、第 1 スタンド 2 A においてロールギャップ設定値の変更が行われる位置である。

【0024】

さらに圧延が進むと、図 2 (B) に示すように、先行材 6 1 の板厚変更位置 S_1 が第 1 スタンド 2 A に到達し、第 1 スタンド 2 A のロールギャップ設定値が後行材 6 2 用になるように、第 1 スタンド 2 A のロールギャップ設定値の変更が開始される。板厚変更位置 S_1 は、先行材 6 1 の尾端側の接合部 W から所定距離だけ離間した位置に設定される。板厚変更位置 S_1 の位置は、後述するように、ロールギャップ変更に要する時間や通板速度等によって設定される。

【0025】

さらに圧延が進むと、図 2 (C) に示すように、第 1 スタンド 2 A のロールギャップ設定値の変更が終了し、第 1 スタンド 2 A では後行材 6 2 の圧延が開始される。通常、板厚変更位置 S_1 は、ロールギャップ設定値の変更が、第 1 スタンド 2 A に接合部 W が到達するまでに終了するように設定される。そして、図 2 (B) 及び図 2 (C) のようなロールギャップ設定値の変更が行われることで、先行材 6 1 の尾端から接合部 W にかけては板厚がテーパ状に変化するようになる。

【0026】

さらに圧延が進むと、図 2 (D) に示すように、第 1 スタンド 2 A での板厚変更位置 S_1 が第 2 スタンド 2 B に到達する。後述するように、第 2 スタンド 2 B でのロールギャップ設定値の変更は、板厚変更位置 S_2 が第 2 スタンド 2 B に到達することで開始される。板厚変更位置 S_2 は、板厚変更位置 S_1 と同様に、先行材 6 1 の尾端側の接合部 W から所定距離だけ離れた位置に設定される。なお、図 2 (D) に示すように、第 1 スタンド 2 A を通過した先行材 6 1 は圧延されて長手方向の長さが延びているため、第 1 スタンド 2 A の板厚変更位置 S_1 と第 2 スタンド 2 B の板厚変更位置 S_2 とは異なる位置となる。

【0027】

図 2 (D) に示す状態では、第 2 スタンド 2 B のロールギャップの変更前に、被圧延材 6 のテーパ状に変化する板厚部分が第 2 スタンド 2 B に到達する。この際、第 2 スタンド 2 B のロールギャップ設定値は先行材 6 1 用のものとなっているため、図 3 に示すように、第 1 スタンド 2 A と第 2 スタンド 2 B との間の張力が低下する。このため、大きな張力変動が発生し、破断リスクが大きくなる。

【0028】

さらに圧延が進むと、図 2 (E) に示すように、板厚変更位置 S_2 が第 2 スタンド 2 B に到達し、第 2 スタンド 2 B のロールギャップ設定値が後行材 6 2 用になるように、第 2 スタンド 2 B のロールギャップ設定値の変更が開始される。

【0029】

さらに、図 2 (F) に示すように、第 2 スタンド 2 B のロールギャップ設定値の変更が終了し、第 2 スタンド 2 B では後行材 6 2 の圧延が開始される。第 3 スタンド 2 C 以降についても、第 2 スタンド 2 B と同様にロールギャップ設定値の変更が行われることで、走間板厚変更が行われる。つまり、第 3 スタンド 2 C 以降の各スタンドにおいても、それぞれ設定される板厚変更位置 S が各スタンドを通過することで、ロールギャップ設定値の変更が行われる。なお、いずれのスタンドにおいても、ロール周速の設定変更は、このロールギャップ設定変更に同期して行われる。

10

20

30

40

50

【0030】

(走間板厚変更方法)

図4(A)～図4(E)は、第1実施形態に係る走間板厚変更方法を示す説明図である。図4(A)～図4(C)は、第1スタンド2Aのロールギャップ設定値の変更を示すものであり、図2(A)～図2(C)と同様な方法でロールギャップ設定値が変更される。また、この際の第1スタンド2Aと第2スタンド2Bとのスタンド間での張力変動について図5に示す。なお、図5における(a)～(e)のタイミングは、図4(A)～図4(E)の状態におけるタイミングにそれぞれ相当する。

【0031】

また、第1実施形態では、第1スタンド2Aと第2スタンド2Bとの間には、板厚測定装置3が設けられ、スタンド間を通板する被圧延材6の板厚が連続的に計測される。そして、制御用計算機5は、板厚測定装置3の測定結果から、被圧延材6の板厚が変化する板厚変更位置Sを検出する。検出される板厚変更位置Sは、第1スタンド2Aにて設定される板厚変更位置Sであり、板厚がテーパ状に変わる位置である。

【0032】

次いで、第1スタンド2Aと第2スタンド2Bとの間で板厚変更位置Sが検出されると、制御用計算機5は、図4(D)に示すように、板厚変更位置Sが第2スタンド2Bに到達するタイミングで、第2スタンド2Bのロールギャップ設定値の変更を行う。この際、第2スタンド2Bのロールギャップ設定値は、先行材61用の設定値から後行材62用の設定値へと変更される。第2スタンド2Bのロールギャップ設定値は、板厚変更位置Sで変更されるため、図5に示すように、テーパ状の板厚部分が第2スタンド2Bに到達しても張力の減少が補償され、張力減少による破断リスクを小さくすることができる。

【0033】

そして圧延が進むと、図4(E)に示すように、第2スタンド2Bのロールギャップ設定値の変更が終了し、第2スタンド2Bでは後行材62の圧延が開始される。第3スタンド2C以降についても、第2スタンド2Bと同様にロールギャップ設定値の変更が行われることで、走間板厚変更が行われる。つまり、第3スタンド2C以降の各スタンドにおいても、各スタンド間に設けられた板厚測定装置3の測定結果から板厚変更位置Sが検出され、板厚変更位置Sが各スタンドに到達することでロールギャップ設定値の変更が行われる。なお、いずれのスタンドにおいても、ロール周速の設定変更は、このロールギャップ設定変更に同期して行われる。

【0034】

また、第1実施形態では、被圧延材6は金属板であり、鋼板、特に高変形抵抗鋼板であることが好ましい。高変形抵抗鋼板は、例えば電磁材やハイテン材等の鋼板である。このような高変形抵抗鋼板は、走間板厚変更時に圧下変更量が大きくなり、前段スタンドでの走間板厚変更による溶接部前部分の板厚が設定板厚から大きく剥離し、張力変動が大きくなる。このため、第1実施形態に係る走間板厚変更方法を適用することにより、破断等のトラブルが防止でき、安定して製造を行うことができる。

【0035】

第1実施形態に係る走間板厚変更方法は、金属板である先行材61と後行材62とが接合された被圧延材6をタンデム圧延機2により連続圧延する際の走間板厚変更方法であって、対象スタンド間にて、被圧延材の板厚を連続的に測定し、接合部W近傍の板厚変更位置Sを検出し、板厚変更位置が対象スタンドに到達するタイミングで対象スタンドのロールギャップを変更する。なお、対象スタンドは板厚変更を行う圧延スタンドであり、前段スタンドは対象スタンドに圧延方向の上流側に隣り合って設置される圧延スタンドである。例えば、図4において、第2スタンド2Bのロールギャップを変更する場合には、第2スタンド2Bが対象スタンドとなり、第1スタンド2Aが前段スタンドとなる。

【0036】

第1実施形態に係る走間板厚変更方法によれば、特許文献1のような方法に比べて、中間板厚を設ける必要がないため、板厚オフゲージ長を短くすることができる。また、第1

10

20

30

40

50

実施形態に係る走間板厚変更方法によれば、前段スタンドにおける板厚変更点を後段スタンドにおける板厚変更点としてロールギャップを変更するため、被圧延材 6 の素材や規格によらず、張力変動を抑えることができる。

【0037】

＜第 2 実施形態＞

（冷間タンデム圧延機の構成）

次に、はじめに、本発明の第 2 実施形態に係る走間板厚方法について説明する。図 6 は、本発明の第 2 実施形態における冷間連続圧延設備 1 の一例を示す概略構成図である。なお、図 6 では、図 1 と同様に、設備に附帯する他の装置については図示を省略している。

【0038】

図 6 に示すように、冷間連続圧延設備 1 は、タンデム圧延機 2 と、タンデム圧延機 2 を制御する圧延制御コントローラ（PLC）4 と、圧延制御コントローラ 4 を含む冷間連続圧延設備を管理する制御用計算機（プロセスコンピュータ）5 と、複数の板速計 7 とを備える。

【0039】

タンデム圧延機 2 は、通板方向の入側から順に、第 1 スタンド 2 A ～第 5 スタンド 2 E を有する連続式冷間タンデム圧延機である。

【0040】

第 1 スタンド 2 A ～第 5 スタンド 2 E の各スタンドには、ワークロール 2 1 と、ワークロール 2 1 のロール速度を変更する電動機であるロール速度制御装置 2 2 と、上下のワークロール 2 1 のロールギャップを変更する圧下制御装置 2 3 とがそれぞれ設置されている。

【0041】

制御用計算機 5 は、各スタンドのロールギャップ値やロールギャップ変更量、ロール速度、ロール速度変更量等を設定する。そして、圧延制御コントローラ 4 は、制御用計算機 5 から取得した各値に基づき、第 1 スタンド 2 A ～第 5 スタンド 2 E の各スタンドのロール速度制御装置 2 2 及び各スタンドの圧下制御装置 2 3 を制御するための演算と処理とをオンラインで実行する。

【0042】

複数の板速計 7 は、第 1 スタンド 2 A ～第 5 スタンド 2 E の隣接するスタンドの間（スタンド間）に設けられ、スタンド間を通過する金属板である被圧延材 6 の搬送方向への速度である板速を連続的に測定する。板速計 7 による板速の測定方法は特に限定されないが、例えば、レーザードップラー速度計等が考えられる。板速計 7 による板速の測定結果は、制御用計算機 5 へと送信される。

【0043】

第 1 実施形態と同様に、冷間圧延設備 1 では、被圧延材 6 は、タンデム圧延機 2 の入側に配設された図示されていない溶接機により、先行材 6 1 の尾端と後行材 6 2 の先端とが接合部 W で溶接等により接合される。次いで、被圧延材 6 は、冷間圧延機の第 1 スタンド 2 A から最終スタンドである第 5 スタンド 2 E まで順次に圧延されることで、所定の仕上板厚に圧延される。その後、先行材 6 1 と後行材 6 2 との接合部 W あるいはその近傍において走間切断機により切断され、切断された後行材 5 2 は、先行材 5 1 とは別のテンションリールにより巻き取られる。そして、第 1 実施形態と同様に、母板板厚や仕上板厚、変形抵抗等の圧延条件が先行材 6 1 と後行材 6 2 とで異なる場合、走間板厚変更が行われる。

【0044】

（走間板厚変更方法）

図 7（A）～図 7（F）及び図 8 は、第 2 実施形態に係る走間板厚変更方法を示す説明図である。図 7（A）～図 7（C）は、第 1 スタンド 2 A のロールギャップ設定値の変更方法（走間板厚変更方法）を示すものであり、図 2（A）～図 2（C）と同様な方法でロールギャップ設定値が変更される。

【0045】

以下の説明では、第 2 スタンド 2 B のロールギャップ設定値の変更方法、つまり走間板

10

20

30

40

50

厚変更方法について説明する。第2スタンド2Bの走間板厚変更は、図8に示す処理フローに従って行われる。なお、第2スタンド2B以降の圧延スタンドについても、第2スタンド2Bと同様な方法で走間板厚変更が行われる。ここで、第1実施形態と同様に、走間板厚変更を行う圧延スタンドを対象スタンド、対象スタンドの前段の圧延スタンドを前段スタンドともいう。また、図8に示す処理フローは、前段スタンド（第1スタンド2A）の走間板厚変更が開始すること、つまり、図7（B）の状態となることで開始される。

【0046】

第1スタンド2Aでの走間板厚変更が開始すると、まず、対象スタンド間に設けられた板速計7を用いて、対象スタンド間を通板する被圧延材6の板速を連続的に計測する（S100）。対象スタンド間とは、対象スタンドと前段スタンドとの間のことであり、対象スタンドが第2スタンド2Bの場合には、第2スタンド2Bと第1スタンド2Aとの間となる。また、板速の計測は、少なくとも対象スタンドでの走間板厚変更が行われるまで連続して行われる。つまり、対象スタンドが第2スタンド2Bの場合には、図7（B）に示す板厚変更位置Sが第1スタンド2Aに到達してから、図7（E）に示す板厚変更位置Sが第2スタンド2Bに到達するまでの間、少なくとも連続して板速の計測が行われる。さらに、制御用計算機5は、板速計7による対象スタンド間での板速の計測結果から、被圧延材6の板厚変更位置Sをトラッキングする。

【0047】

ステップS100の後、制御用計算機5は、前段スタンドでの圧延後のテーパ状板厚部の長さ L_{N-1} を算出する（S102）。なお、Nは対象スタンドの番号（第Nスタンド）を示すものである。つまり、対象スタンドが第2スタンド2Bの場合には、第1スタンド2Aでの圧延後のテーパ状板厚部の長さ L_1 が算出される。テーパ状板厚部は、前段スタンドの走間板厚変更によって生じる被圧延材6の板厚がテーパ状に変化する部位である。対象スタンドが第2スタンド2Bの場合には、テーパ状板厚部は、図7（D）における板厚変更位置Sから接合部Wまで部分となる。

【0048】

テーパ状板厚部の長さ L_{N-1} は、前段スタンドでの走間板厚変更が終了するまで、（前段スタンドの板速）×（時間）を積算することで算出される。具体的には、テーパ状板厚部の長さ L_{N-1} は、下記（1）式を用いて算出される。（1）式では、板速の計測タイミングをタイムステップとし、各タイムステップにおける板速 $v_{N-1}(i)$ と、時間 T_i とから長さ L_{N-1} が算出される。なお、タイムステップ数は、走間板厚変更の開始の計測タイミングが1、走間板厚変更の終了の計測タイミングがmとなる。また、時間 T_i は、起点となる所定のタイミングから、各タイムステップまでの経過時間をそれぞれ示す。

【0049】

【数1】

$$L_{N-1} = \sum_{i=1}^m \frac{T_{i+1} - T_i}{2} (v_{N-1}(i) + v_{N-1}(i+1)) \cdots (1)$$

ここで、

T_i ：タイムステップiにおける時間[s]

$v_{N-1}(i)$ ：タイムステップiにおける対象スタンド間での板速[m/s]

【0050】

ステップS102の後、制御用計算機5は、対象スタンドにテーパ状板厚部が全て入るまでの時間 t_N を算出する（S104）。ステップS104では、対象スタンドで走間板厚変更を行う直前、つまりステップS104の直前に板速計7により計測される対象スタンド間の板速と、ステップS102で算出される長さ L_{N-1} とを用いて時間 t_N が算出される。第2実施形態では、時間 t_N は、被圧延材6の板厚変更位置Sが対象スタンドに入ってから、接合部Wが対象スタンドに入るまでの時間に相当する。時間 t_N は以下記（

2) 式を用いて算出することができる。

【0051】

【数2】

$$t_N = \frac{L_{N-1}}{v_{N-1}} \dots (2)$$

【0052】

ステップS104の後、制御用計算機5は、対象スタンドにおける圧下位置の変更量 Δs_N と、時間 t_N とから圧下位置の変更速度 R_N を算出する(S106)。対象スタンドにおける圧下位置の変更量は、対象スタンドのロールギャップの調整量に相当するものであり、板厚変更に伴う上下の各ワークロール21の被圧延材6の厚み方向における移動量となる。また、板厚変更量は、予め設定される値である。対象スタンドにおける圧下位置の変更速度 R_N は、圧下位置を変更する際(つまり、走間板厚変更を行う際)の各ワークロール21の移動速度である。変更速度 R_N は、下記(3)式を用いて算出することができる。なお、ステップS104までの処理は、板厚変更位置Sが対象スタンドに到達するまでに行われる。また、ステップS102, S104の処理は、テーパ状板厚部が対象スタンドに到達する直前に行われることが好ましい。

【0053】

【数3】

$$R_N = \frac{\Delta s_N}{t_N} \dots (3)$$

【0054】

ステップS106の後、板厚変更位置Sが対象スタンドに到達すると、制御用計算機5は、ステップS106で算出される変更速度 R_N 及び板厚変更量 Δs_N で走間板厚変更、つまりロールギャップ設定値の変更を行う(S108)。上述のように、板厚変更位置Sは板速の計測結果からトラッキングされており、制御用計算機5は、トラッキングの結果から、板厚変更位置Sの対象スタンドへの到達を検知することで、走間板厚変更を行う。ステップS108では、変更速度 R_N 及び板厚変更量 Δs_N で走間板厚変更を行うことで、接合部Wが対象スタンドに到達するタイミングで走間板厚変更が終了する。対象スタンドが第2スタンド2Aの場合には、図7(D)に示すように、板厚変更位置Sの第2スタンド2Aへの到達がトラッキングにより検知されることで、第2スタンド2Bにおけるロールギャップ設定値の変更が行われる。そして、ステップS108では、変更速度 R_N 及び板厚変更量 Δs_N で走間板厚変更を行うことで、図7(F)に示すように、接合部Wが第2スタンド2Bに到達するタイミングで走間板厚変更が終了する。

【0055】

なお、上述のように第3スタンド2C～第5スタンド2Eについても第2スタンド2Bと同様に走間板厚変更が行われる。この場合、第1スタンド2Aからの複数の対象スタンド間での板速の測定結果を用いることで、タンデム圧延機2のライン内において板厚変更位置Sをトラッキングすることができる。

【0056】

また、第2実施形態では、被圧延材6は金属板であり、鋼板、特に高変形抵抗鋼板であることが好ましい。高変形抵抗鋼板は、例えば電磁材やハイテン材等の鋼板である。このような高変形抵抗鋼板は、走間板厚変更時に圧下変更量が大きくなり、前段スタンドでの走間板厚変更による溶接部前部分の板厚が設定板厚から大きく剥離し、張力変動が大きくなる。このため、第2実施形態に係る走間板厚変更方法を適用することにより、破断等の

トラブルが防止でき、安定して製造を行うことができる。

【0057】

第2実施形態に係る走間板厚変更方法は、金属板である先行材61と後行材62とが接合された被圧延材6をタンデム圧延機2により連続圧延する際の走間板厚変更方法であって、対象スタンド間にて、被圧延材の板速を連続的に測定し、接合部W近傍の板厚変更位置Sをトラッキングし、板厚変更位置が対象スタンドに到達するタイミングで対象スタンドのロールギャップを変更する。

【0058】

このような方法によれば、第1実施形態と同様に、中間板厚を設ける必要がないため、板厚オフゲージ長を短くすることができる。また、第2実施形態に係る走間板厚変更方法によれば、前段スタンドにおける板厚変更点を後段スタンドにおける板厚変更点としてロールギャップを変更するため、被圧延材6の素材や規格によらず、張力変動を抑えることができる。

【0059】

また、第2実施形態に係る走間板厚変更方法は、対象スタンド間で測定される板速を用いて、前段スタンドでの圧延後のテーパ状板厚部の長さ L_{N-1} を算出し、テーパ状板厚部の長さ L_{N-1} を対象スタンドにおける圧下位置の変更量で除することにより圧下位置の変更速度 R_N を算出し、算出される変更速度 R_N で対象スタンドのロールギャップを変更する。

【0060】

ここで、図9には、第2スタンド2Bにおいて、走間板厚変更がテーパ状板厚部の途中で終了した場合、つまり、走間板厚変更の終了が第2実施形態よりも早い場合における第1スタンド2Aと第2スタンド2Bとのスタンド間の張力変化を示す。走間板厚変更の終了が早すぎると、図9の(f)のタイミング近傍に示すように、テーパ状板厚部の途中でロールギャップの変更が終了してしまうことから、その後のテーパ状板厚部の圧延において張力が過大となる場合がある。しかし、第2実施形態に係る走間板厚変更方法によれば、テーパ状板厚部の開始点(図7の板厚変更位置S)と終了点(図7の接合部W)とが対象スタンドを通過するタイミングを、ロールギャップの変更の開始及び終了のタイミングとすることができる。これにより、第2実施形態に係る走間板厚変更方法によれば、張力が過大となることを抑制することができる。

【0061】

なお、第1実施形態における板厚及び第2実施形態における板速は、総称して操業データともいう。つまり、本発明に係る走間板厚変更方法は、対象スタンド間にて測定される被圧延材6の操業データから、板厚変更位置Sを検出又はトラッキングすることで、板厚変更位置Sが対象スタンドに到達するタイミングで走間板厚変更を行うものである。

【0062】

<変形例>

以上で、特定の実施形態を参照して本発明を説明したが、これら説明によって発明を限定することを意図するものではない。本発明の説明を参照することにより、当業者には、開示された実施形態とともに種々の変形例を含む本発明の別の実施形態も明らかである。従って、特許請求の範囲に記載された発明の実施形態には、本明細書に記載したこれらの変形例を単独または組み合わせて含む実施形態も網羅すると解すべきである。

【0063】

例えば、第1及び第2実施形態では、図1に示すタンデム圧延機2は5つのスタンドを有する圧延機としたが、本発明はかかる例に限定されない。タンデム圧延機2のスタンドの数は、2つ以上の複数であればよく、6つ以上であってもよい。なお、一般的なタンデム圧延機2の場合には、スタンドの数の上限は6である。

【0064】

また、第1及び第2実施形態では、被圧延材6が先行材61の板厚に比べて後行材62の板厚の方が薄い場合について説明したが、本発明はかかる例に限定されない。被圧延材

6 は、先行材 6 1 の板厚に比べて後行材 6 2 の板厚の方が厚くてもよい。この場合、スタンド間の張力は大きくなるように変動する。

【0065】

さらに、第 1 及び第 2 実施形態では、4 個の板厚測定装置 3 又は板速計 7 を設け、4 個の板厚測定装置 3 又は板速計 7 の測定結果から第 2 スタンド 2 B ～第 5 スタンド 2 E でのロールギャップ設定値を変更するとしたが、本発明はかかる例に限定されない。例えば、張力変動が大きく問題となるスタンド間のみに対して、上記実施形態と同様にロールギャップ設定値の変更を行い、それ以外のスタンド間については従来と同様な制御方法でロールギャップ設定値の変更を行ってもよい。また、この場合、必要なスタンド間のみに板厚測定装置 3 又は板速計 7 を設けるようにしてもよい。さらに、異なるスタンド間に板厚測定装置 3 と板速計 7 とをそれぞれ設け、スタンド間に設けた板厚測定装置 3 又は板速計 7 に応じて、対象スタンド毎に第 1 実施形態又は第 2 実施形態に対応した走間板厚変更を行ってもよい。

10

【0066】

さらに、第 2 実施形態では、板速の測定方法として板速計 7 を用いるとしたが、本発明はかかる例に限定されない。例えば、PLG やアブソコーダーにより測定した各圧延スタンドのモーター回転速度と、操業データより算出される先進率とを計算することによって板速を算出してよい。なお、測定精度を考慮すると、板速計 7 で測定することが好ましい。

【符号の説明】

20

【0067】

- 1 冷間圧延機設備
- 2 タンデム圧延機
- 2 A ～ 2 E 第 1 スタンド ～ 第 5 スタンド
- 2 1 ワークロール
- 2 2 ロール速度制御装置
- 2 3 圧下制御装置
- 3 板厚測定装置
- 4 圧延制御コントローラ
- 5 制御用計算機
- 6 被圧延材
- 6 1 先行材
- 6 2 後行材
- 7 板速計

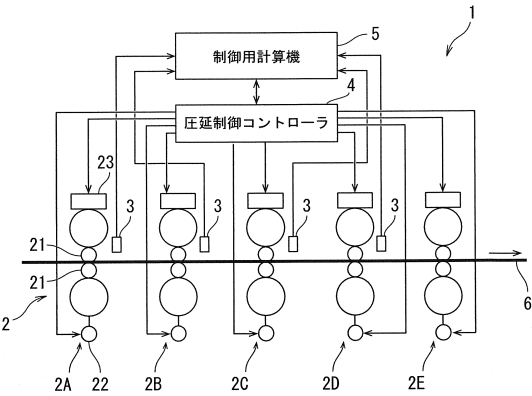
30

40

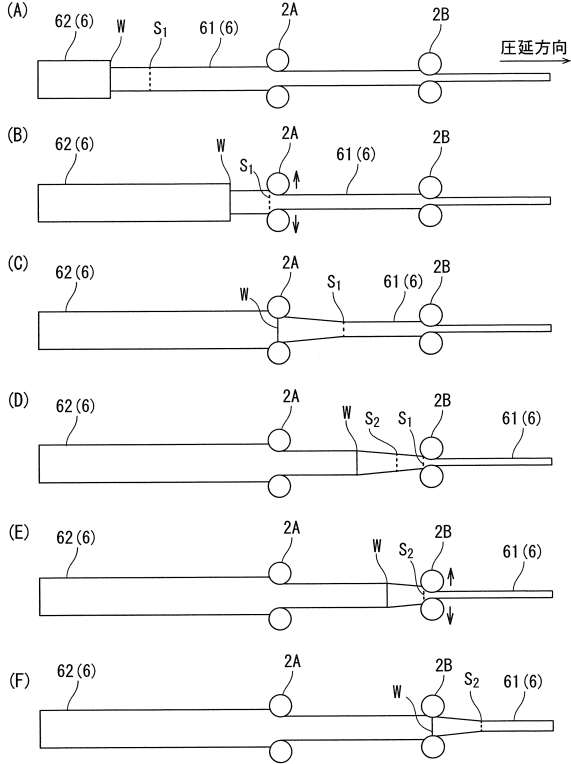
50

【図面】

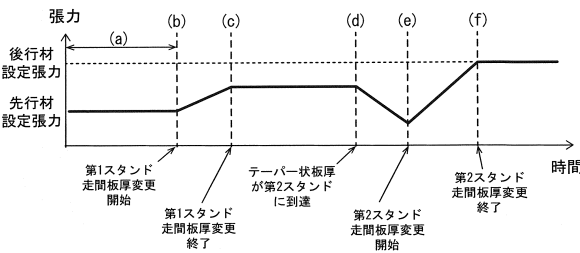
【図 1】



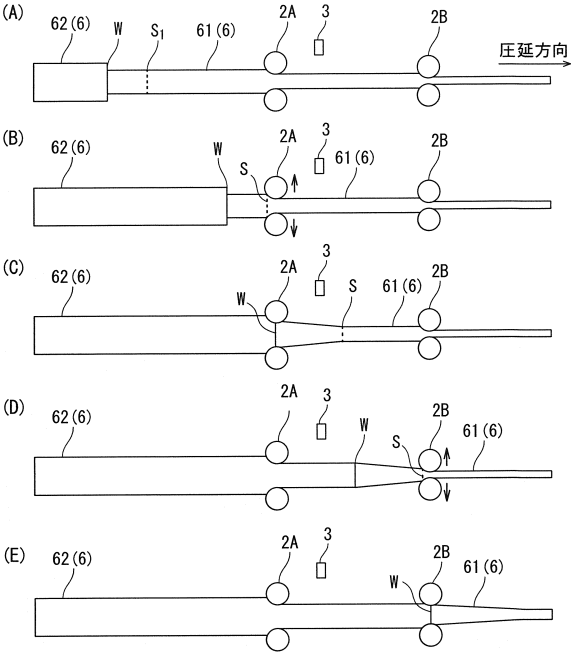
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

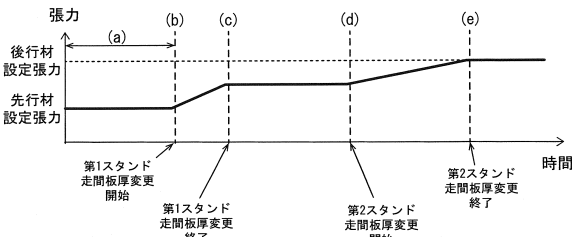
20

30

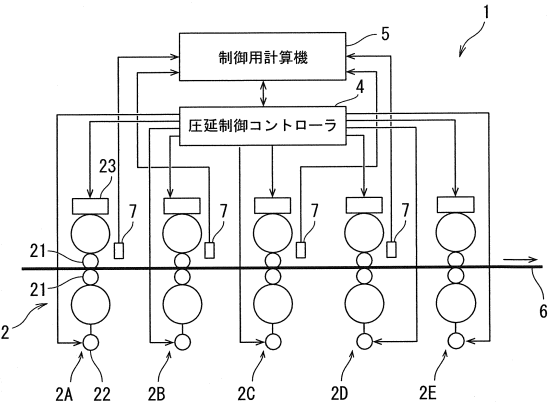
40

50

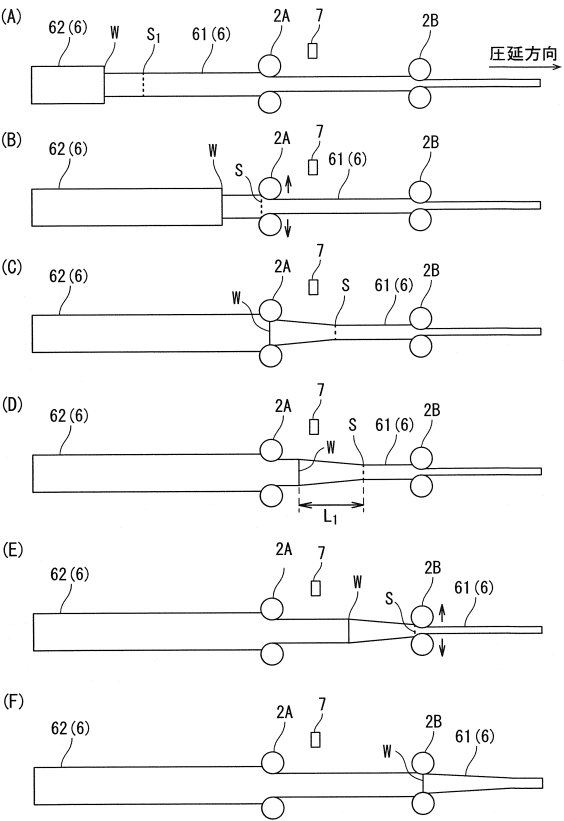
【図 5】



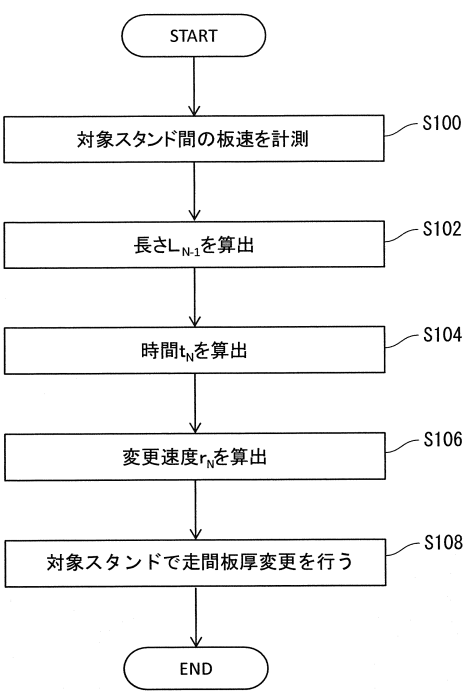
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

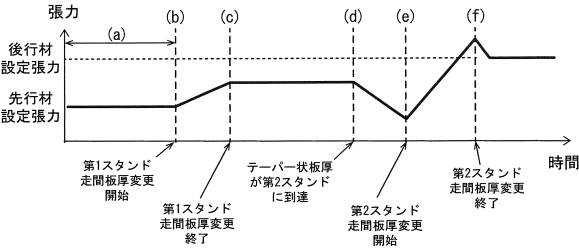
20

30

40

50

【図 9】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 東京都千代田区内幸町二丁目２番３号　ＪＦＥスチール株式会社知的財産部内
- (72)発明者　永廣　昭浩
- 東京都千代田区内幸町二丁目２番３号　ＪＦＥスチール株式会社知的財産部内
- (72)発明者　竹中　佑太郎
- 東京都千代田区内幸町二丁目２番３号　ＪＦＥスチール株式会社知的財産部内
- 審査官　池ノ谷　秀行
- (56)参考文献　特開２００５－１８６０８５（ＪＰ，Ａ）
- 特開平１１－１０４７２５（ＪＰ，Ａ）
- 特開２０２０－１０４１２３（ＪＰ，Ａ）
- 特表２０１２－５０６７７６（ＪＰ，Ａ）
- 特開平１０－１９２９３６（ＪＰ，Ａ）
- (58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
- Ｂ２１Ｂ　３７／００－３７／２６