

(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2005-296985

(P2005-296985A)

(43) 公開日 平成17年10月27日(2005. 10. 27)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

B 2 1 B 37/28

B 2 1 B 37/00

B 2 1 B 37/38

F I

B 2 1 B 37/00

B 2 1 B 37/00

B 2 1 B 37/00

B 2 1 B 37/00

1 1 6 K

B B J

1 1 7

1 1 6 P

テーマコード (参考)

4 E 0 2 4

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2004-114999 (P2004-114999)

(22) 出願日 平成16年4月9日(2004. 4. 9)

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(74) 代理人 100097995

弁理士 松本 悦一

(74) 代理人 100074790

弁理士 椎名 彊

(72) 発明者 高町 恭行

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

Fターム(参考) 4E024 AA03 AA05 GG10

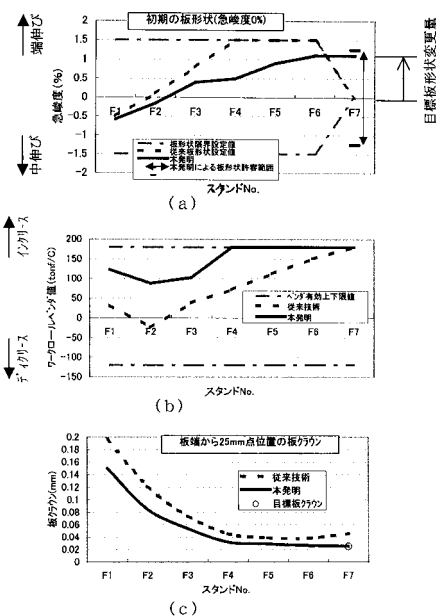
(54) 【発明の名称】 板圧延における板クラウンおよび形状制御方法

(57) 【要約】

【課題】設定計算時に板クラウンおよび板形状設定計算精度を良好にし、熱延鋼板の圧延後の目標板クラウンおよび板形状を得るための板クラウンおよび形状制御方法を提供する。

【解決手段】複数の圧延スタンドを有する熱間連続圧延機列で、最終スタンド出側で目標とする板クラウンおよび板形状を得るための板クラウンおよび板形状設定計算を行う方法において、最終スタンド出側の初期設定の目標板クラウンおよび板形状を基に、板クラウンおよび板形状設定計算を行い、ついで前記設定計算で算出された板クラウンと初期設定の目標とする板クラウンとの誤差を算出し、前記誤差を減少させる方向に、目標とする最終スタンド出側の目標板形状を変更し、板クラウン形状制御装置の設定値を算出することを特徴とする板圧延における板クラウンおよび形状制御方法。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

複数の圧延スタンドを有する熱間連続圧延機列で、最終スタンド出側で目標とする板クラウンおよび板形状を得るための板クラウンおよび板形状設定計算を行う方法において、  
最終スタンド出側の初期設定の目標板クラウンおよび板形状を基に、板クラウンおよび板形状設定計算を行い、ついで前記設定計算で算出される最終スタンド出側板クラウンと初期設定の目標とする板クラウンとの誤差を算出し、前記誤差を減少させる方向に目標とする最終スタンド出側の目標板形状を変更し、板クラウン形状制御装置の設定値を算出することを特徴とする板圧延における板クラウンおよび形状制御方法。

## 【請求項 2】

厚板圧延の仕上圧延機で、最終パス出側で目標とする板クラウンおよび板形状を得るための板クラウンおよび板形状設定計算を行う方法において、  
最終パス出側の初期設定の目標板クラウンおよび板形状を基に、板クラウンおよび板形状設定計算を行い、ついで前記設定計算で算出される最終パス出側板クラウンと初期設定の目標とする板クラウンとの誤差を算出し、前記誤差を減少させる方向に目標とする最終パス出側の目標板形状を変更し、板クラウン形状制御装置の設定値を算出することを特徴とする板圧延における板クラウンおよび形状制御方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、複数の圧延スタンドを有する熱間連続圧延機列で、最終スタンド出側で目標とする板クラウンおよび板形状を得るための板クラウンおよび板形状設定計算を行う方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

圧延材の板クラウンおよび板形状を計算機制御によって、圧延後の目標板クラウンおよび板形状を達成するためには、圧延条件が与えられた時点で、先ず、その圧延で生じる板クラウンおよび板形状を実用的精度で表現するモデル、すなわち板クラウン形状予測モデルが必要となる。ここで、板形状とは中伸びまたは端伸びのことを指す。このモデルは、  
圧延現象を表現する物理モデルとして、たとえば、特許文献 1 で開示されている『圧延制御方法』が知られている。この方法では、ロール変形を代表するパラメータとして、圧延材とワークロールとの間の幅方向荷重分布が一樣である場合に実現される板クラウン定義点位置での板クラウンをメカニカル板クラウン C として定義している。圧延条件によって計算されるメカニカル板クラウン C は、ミル形式によって異なるが、たとえば、次式のように計算されることが知られている。

$$C = A_p \cdot P + A_F \cdot F + C_0 \quad (1)$$

ここで、P は圧延荷重、F はワークロールベンディング力、C<sub>0</sub> はロールプロフィルの影響項、A<sub>p</sub>、A<sub>F</sub> はミル形式、ミルディメンジョン、圧延材板幅などの圧延条件の関数として求められるモデル係数である。

## 【0003】

このメカニカル板クラウン C は、圧延機の変形特性のみで決まる変形量であるが、実圧延での幅方向荷重分布は入側板クラウンや圧延材の幅方向メタルフローなどに起因する材料変形特性によって様々に変化することから、出側板クラウン C<sub>h</sub> は、メカニカル板クラウンには一致せず、一般的に次式で表される。

$$C_h = (1 - \eta) C + \eta (1 - r) C_H \quad (2)$$

ここで、η はクラウン比率遺伝係数、r は圧下率、C<sub>H</sub> は入側板クラウンである。

また、複数の圧延スタンドを有する熱間連続圧延機列で、最終スタンドの目標板クラウンおよび板形状を達成するための最適スケジュール計算、すなわち上述したメカニカル板クラウン、上記関係式と圧延材の板形状限界（中伸び限界または端伸び限界）を考慮して

10

20

30

40

50

、板クラウン形状制御装置における制御量を計算する方法が特許文献 2 に開示されている。

ここで、上記制御装置とは、たとえばワークロールベンダ装置、ペアクロス装置、6 Hiミルの中間ロールシフト装置など当該スタンドで板クラウンおよび板形状を変更できる制御装置である。すなわち、この計算方法には、実圧延操業で与えられた最終スタンド出側の目標板クラウンおよび板形状を達成し、かつ各圧延スタンド出側での板形状限界を考慮した最適な各スタンド出側の板クラウンおよび板形状を算出する方法が記載されている。

#### 【 0 0 0 4 】

図 4 には、従来技術において、最終スタンド出側で目標とする板クラウンが達成できなかった例を示す。従来技術において、図 4 ( b ) に示すように、最終スタンドのワークロールベンダがインクリース最大値になり、かつ図 4 ( a ) に示すように、最終スタンド前方のスタンドで板形状が端伸び限界の設定計算になった場合、図 4 ( b ) に示すように最終スタンドより前方のスタンド(以下、「最終スタンド前方スタンド」という)のクラウン制御能力(インクリースベンダ能力)があるにも関わらず、それを使用できず、図 4 ( c ) に示すように、目標とする板クラウンが達成不可能になってしまっていた。すなわち、上述したような場合、最終スタンド出側の目標とする板形状は達成可能であるが、目標とする板クラウンを達成できないという問題があった。

【特許文献 1】特開昭 59-130614 号公報

【特許文献 2】特開昭 59-76605 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

#### 【 0 0 0 5 】

本発明は、上述した従来技術の問題を解決し、設定計算時に板クラウンおよび板形状設定計算精度を良好にし、熱延鋼板の圧延後の目標板クラウンおよび板形状を得るための板クラウンおよび形状制御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】

#### 【 0 0 0 6 】

上記目的を達成するために本発明の要旨とするところは、

(1)複数の圧延スタンドを有する熱間連続圧延機列で、最終スタンド出側で目標とする板クラウンおよび板形状を得るための板クラウンおよび板形状設定計算を行う方法において、最終スタンド出側の初期設定の目標板クラウンおよび板形状を基に、板クラウンおよび板形状設定計算を行い、ついで前記設定計算で算出される最終スタンド出側板クラウンと初期設定の目標とする板クラウンとの誤差を算出し、前記誤差を減少させる方向に目標とする最終スタンド出側の板形状を変更し、板クラウン形状制御装置の設定値を算出することを特徴とする板圧延における板クラウンおよび形状制御方法である。

(2)また、厚板圧延の仕上圧延機で、最終パス出側で目標とする板クラウンおよび板形状を得るための板クラウンおよび板形状設定計算を行う方法において、最終パス出側の初期設定の目標板クラウンおよび板形状を基に、板クラウンおよび板形状設定計算を行い、ついで前記設定計算で算出される最終パス出側板クラウンと初期設定の目標とする板クラウンとの誤差を算出し、前記誤差を減少させる方向に目標とする最終パス出側の板形状を変更し、板クラウン形状制御装置の設定値を算出することを特徴とする板圧延における板クラウンおよび形状制御方法である。

(3)また、目標とする最終スタンドまたは最終パスの板形状の変更量に許容範囲を設けることを特徴とする特許請求項 1 または 2 記載の板圧延における板クラウンおよび板形状制御方法である。

【発明の効果】

#### 【 0 0 0 7 】

以上説明してきたように、本発明を適用すれば、従来技術に比べて、最終スタンドまたは最終パス出側の目標とする板形状設定起因で、目標とする板クラウンが達成できないという不具合を最小限にすることができ、熱延鋼板の目標とする板クラウンおよび形状を安

10

20

30

40

50

定的に提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

特開文献2に記載されている従来技術の場合、最終スタンドの目標とする板形状を予め設定し、それを加味して最終スタンドの目標板クラウンを達成し得る板クラウンスケジュールが計算されている。しかしながら、[背景技術]でも述べたように、図4(b)に示すように、最終スタンドのワークロールベンダがインクリース最大値になり、かつ図4(a)に示すように、最終スタンド前方スタンドで板形状が端伸び限界の設定計算になった場合、図4(b)に示すように、最終スタンド前方スタンドのクラウン制御能力(インクリースベンダ能力)があるが、それを使用すると、板形状限界を超えてしまうため、その能力を最大限に有効利用できず、図4(c)に示すように、目標とする板クラウン(より低クラウン側)が達成不可能になってしまっていた。

10

【0009】

ところで、上述した目標とする板クラウン(低クラウン側)を得るためには、図4(b)に示した最終スタンド前方スタンドのワークロールベンダ設定値をさらにインクリース側へ設定できれば、目標板クラウンに達成可能、またはそれに近づけることが可能となる。しかしながら、従来技術では、たとえば、図4(b)に示したF6スタンドのワークロールベンダ値をインクリース側へ変更した場合、当該スタンド出側の板クラウンは小さくなり、そのため、最終スタンド出側形状が目標板形状より端伸び側になり、従来技術では目標とする板形状が達成できないことがわかる。また、図4(b)に示したF5スタンドのワークロールベンダ値をインクリース側に変更した場合、上述した同様の理由で、F6スタンド出側の板形状は、さらに端伸び側になり、この場合、図4(b)からもわかるようにF6スタンド出側の板形状限界を超えてしまうことになる。すなわち、従来技術による設定計算ではこれ以上低クラウンに設定することができなかった。上記には、低クラウン側について述べてきたが、大クラウン側の設定でも上記と同様な設定(板形状は反対側)になった場合にも、従来技術では、目標とする板クラウンは得ることができなかった。

20

【0010】

一方、圧延操業中の最終スタンドの板形状は、上述した目標設定形状の前後(許容範囲内)であれば、通板トラブルになることはなく、操業上問題がないことを発明者らは知見していた。そこで、発明者らは、上述した問題で目標とする板クラウンを実現不可能な場合(低クラウンが実現できない場合)において、最終スタンド出側の目標板形状を変更することを考えた。

30

まず、最終スタンド出側板形状を中伸び形状にすることを考える。上述した問題の場合、最終スタンドのワークロールベンダ設定値はインクリース最大値となっているため、上記形状を得るためには、入側板クラウンを大きくする必要がある。しかしながら、入側板クラウンを大きくすれば、式(2)からもわかるように出側板クラウンも大きくなってしまい、低クラウンを実現することは不可能となる。

【0011】

つぎに、最終スタンド出側板形状を端伸び形状にすることを考える。最終スタンドのワークロールベンダ設定値を小さくすれば(インクリースをディクリース方向に変更)、当該スタンド出側形状は端伸び形状になるが、板クラウンは大きくなり、この場合も低クラウンを実現することが不可能となる。

40

また、最終スタンド出側板形状を端伸びにする上記以外の方法として、最終スタンド入側板クラウンを小さくすればよいことが考えられる。この場合、最終スタンド出側板形状が端伸び形状になり、式(2)からもわかるように、最終スタンド出側板クラウンも小さくなる。すなわち、最終スタンド前方スタンドのワークロールベンダがインクリース方向に余裕がある場合、最終スタンド出側の目標形状を変更すれば、従来技術では達成できなかった目標板クラウンを実現できることを見出した。

【0012】

そこで、発明者らは最終スタンド出側目標板形状に、通板トラブルが生じない範囲で、

50

板形状の変更許容範囲を設け、その許容範囲で板クラウン形状スケジュール計算を実施すれば、目標とする板クラウンを実現、もしくはその近傍にまで達成することができることを見出した。本発明の具体的な計算方法を実施例の欄で詳しく説明するものとする。

また、上記最終スタンドの目標板形状およびその許容範囲は、圧延操業上通板トラブルが発生しない範囲で設定すればよい。その設定値は、たとえば出側板厚、板幅、圧下率、ロール径などの圧延因子でモデル化した値を使用してもよい。

また、本発明は、複数の圧延スタンドを有する熱間圧延機列のみならず、厚板のようなリバースミルにも適用できる。

#### 【実施例】

##### 【0013】

10

本発明を複数の圧延スタンドを有する熱間連続圧延機列で適用した具体事例を以下に示す。発明者らは、最終スタンド出側での目標板クラウンおよび形状を達成するための各スタンドにおける最適板クラウン形状スケジュール計算手法は、基本的には特許文献2に開示されている従来技術を用い、本発明を加味した板クラウンおよび板形状設定計算ロジックを構築した。

##### 【0014】

本発明と従来技術の設定計算手順の一例を図2に示す。図2に示すように、従来技術では判定基準になっていない最終スタンド出側目標板クラウンに達したかを判定し、達成していない場合、最終スタンドの目標形状を「発明を実施するための最良の形態」でも述べたように、目標板クラウンを達成する方向に、最終スタンド目標板形状の変更を実施し、再度、最適板クラウン形状スケジュール計算を行えばよい。また、最終スタンド出側板形状の変更量であるが、たとえば、上記変更方向に徐々に変更していけばよい。その際、たとえば収束の判定方法として、一般的に用いられる『はさみ打ち法』や『直接代入法』など数学的に、順次、解に近づけていく方法を採用してもよい。また、図2に示すように、収束判定として、現在の最終スタンド板形状と前回のそれとの差が収束判定範囲内であれば収束したとしてもよい。その際、上記収束判定範囲は予め設定しておけばよい。また、本発明は収束計算を必要とするため、設定計算時間に問題（計算時間が長くなりすぎる）がある場合には、予め最大修正回数を設けておけばよい。

20

##### 【0015】

図1および図3には、本発明の実施形態の一例を示す。発明者らは、複数の圧延スタンドを有する熱間連続圧延機列で本発明を実施した。その際、各スタンドの板形状限界を図1に示すように、たとえば急峻度として $\pm 1.5\%$ 、目標板クラウンを板端から25mm点位置で0.025mm、目標とする初期設定の最終スタンド出側板形状をゼロとし、本発明の板形状設定許容範囲を急峻度として $\pm 1.25\%$ として適用した。

30

図1に示すように、上記条件において、従来技術では、目標とする板クラウンは達成不可能であることがわかる。このような場合、最終スタンド出側の目標とする板形状の変更を実施し（今回：急峻度0.110%へ変更）、最終スタンド前方のワークロールベンダ制御能力を有効に利用した板クラウンスケジュールを実施することで、図1に示すように、目標とする板クラウンを実現可能になっていることがわかる。

##### 【0016】

40

また、最終スタンド出側での目標板形状の変更方向は、たとえば上述の場合、図1に示すように、最終スタンド出側形状は端伸び方向へ、たとえば図3に示すように、最終スタンドのワークロールベンダ値に余裕がある場合（前スタンドでは設定限界値）は、中伸び方向へ修正することが最適である。すなわち、図1、3に示すように、最終スタンドを含め後段の制御能力を最大限に活用し、目標とする板クラウンを達成できる方向へ最終スタンドの板形状を変更すればよいことがわかる。

本発明は、低クラウン側への修正について説明してきたが、大クラウン側への修正が必要な場合、上述した方法と逆の設定を行えば実現可能であることは言うまでもない。

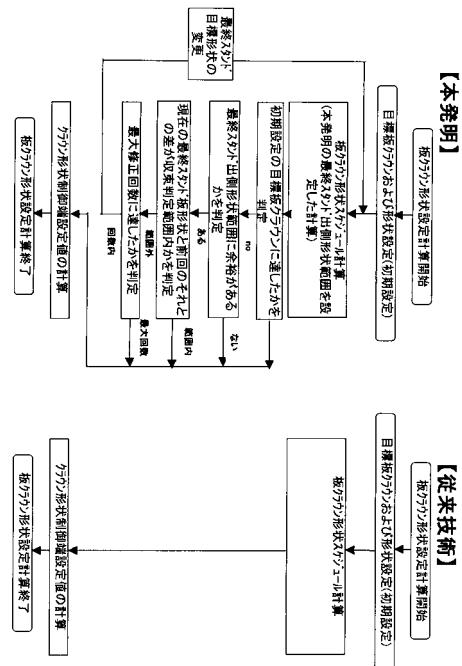
また、本発明は、複数の圧延スタンドを有する熱間圧延機列のみならず、厚板のようなリバースミルにも適用できる。

50

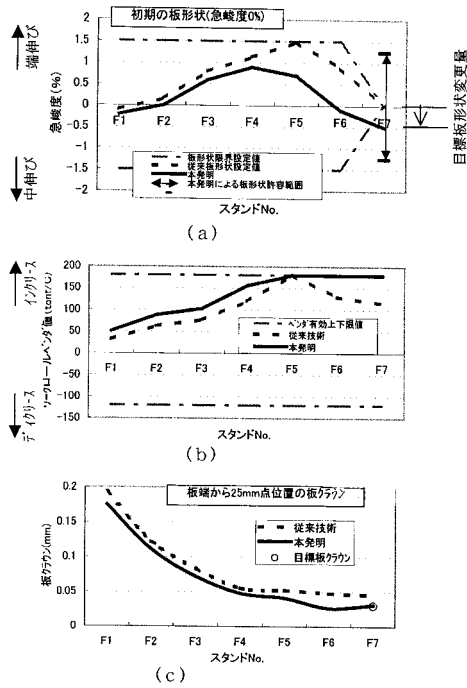
【 0 0 1 7 】

【図 4】従来技術の問題点を説明するための図である。

【 図 2 】



【図3】



【図4】

