

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5544589号
(P5544589)

(45) 発行日 平成26年7月9日(2014.7.9)

(24) 登録日 平成26年5月23日(2014.5.23)

(51) Int. Cl.

F 1

B 2 1 B	45/02	(2006.01)	B 2 1 B	45/02	3 2 O S
B 2 1 B	37/76	(2006.01)	B 2 1 B	37/00	1 3 2 A
B 2 1 B	37/00	(2006.01)	B 2 1 B	37/00	B B M
B 2 1 B	1/26	(2006.01)	B 2 1 B	45/02	3 2 O U
			B 2 1 B	1/26	E

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2010-250364 (P2010-250364)
 (22) 出願日 平成22年11月9日 (2010.11.9)
 (65) 公開番号 特開2012-101237 (P2012-101237A)
 (43) 公開日 平成24年5月31日 (2012.5.31)
 審査請求日 平成25年2月12日 (2013.2.12)

(73) 特許権者 000006655
 新日鐵住金株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
 (74) 代理人 100104547
 弁理士 栗林 三男
 (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 御手洗 拡史
 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新
 日本製鐵株式会社内
 (72) 発明者 阿部 博
 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新
 日本製鐵株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱延鋼板の冷却制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

冷却水を上部及び下部から噴射する冷却設備を用いて、熱間仕上圧延された熱延鋼板に冷却水を噴射して冷却する際の冷却制御方法であって、前記冷却設備はランアウトテーブルの搬送方向に区分された複数の冷却セクションからなり、各冷却セクションは冷却水の噴射のオンオフを独立して制御可能であり、上部の冷却セクションに冷却特性の異なる複数の冷却手段が併設されており、前記冷却装置全体での使用水量が最小となり、且つ、冷却中の熱延鋼板の表面温度がクエンチ点以下とならないように、圧延速度の変化に応じて上部の冷却セクションに併設された冷却特性の異なる複数の冷却手段から、一つの冷却手段を選択することを特徴とする熱延鋼板の冷却制御方法。

10

【請求項 2】

前記冷却手段として、各冷却セクションにパイプミナー冷却手段が配置されると共に、上流側の上部の冷却セクションにはスリットミナー冷却手段が併設され、下流側の上部の冷却セクションにはスプレー冷却手段が併設されていることを特徴とする請求項 1 に記載の熱延鋼板の冷却制御方法。

【請求項 3】

前記下流側の上部の冷却セクションから、流量当りの冷却効率が高い冷却手段を優先して選択することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の熱延鋼板の冷却制御方法。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、熱間仕上圧延された熱延鋼板をホットランテーブル上に配置した冷却設備で冷却する際の、熱延鋼板の冷却制御方法に関する。具体的には、冷却水を噴射する冷却設備を用いて、熱間仕上圧延された熱延鋼板に冷却水を噴射して冷却する際の冷却制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に熱延鋼板は、熱間仕上圧延された後、ホットランテーブル上に配置された冷却設備によって所定の温度まで冷却されて、巻取り機で巻き取ることによって製造される。熱延鋼板の生産性を上げるために、冷却設備の最大冷却能力にあわせて圧延速度が決められる。一方、熱間仕上圧延された熱延鋼板の先端が巻取り機に噛み込むまでは、安定して通板させるために圧延速度を低下させる。所定の巻取り温度を得るために、圧延速度の低下にあわせて、冷却条件を変える必要があり、従来から様々な冷却制御方法が提案されている。

10

【0003】

例えば、特許文献1には、急速冷却する冷却工程と緩冷却する冷却工程からを具備した冷却方法で、熱延鋼帯の圧延速度に応じて、温度降下量が鋼帯内で一定となるように、急速冷却工程の冷却ゾーン長を制御する冷却方法が開示されている。即ち、圧延速度が遅いときには急冷却工程の冷却ゾーン長を短くして冷却時間が鋼帯全体で同じになるように冷却する方法である。

20

【0004】

また、特許文献2には、開度が独立して制御可能であって、噴射する冷却水の水量を調整する水量調整バルブを有する水冷装置で、圧延速度によって水量調整バルブの開度の設定値を修正する冷却方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2001-246409号公報

【特許文献2】特開2009-56504号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1に開示された方法では、圧延速度が遅い状態のときに、熱延鋼板は急冷却工程の前段で冷却水を噴射され冷却された後、冷却水を噴射しない空冷ゾーンを経て、緩冷却工程で冷却されることになる。熱延鋼板は空冷ゾーンで復熱して鋼板表面温度が上昇してしまうために、緩冷却工程入側での温度を圧延速度が速い場合と同じにするためには、急冷却工程でより低温まで冷却する必要が生じる。また、一般に冷却水流量が多いほど冷却効率は低くなるため、使用冷却水量の増加により電力コストが高いという問題点があった。さらに、より低温まで冷却すると鋼板表面温度がクエンチ点よりも低くなる場合が発生し、膜沸騰領域から遷移沸騰領域に移行することで、局所的に過冷となる部分が生じ冷却水が鋼板表面に滞留し、水模様やスケール剥離を引き起こし、熱延鋼板の表面品位が劣化するという問題点があった。

40

【0007】

特許文献2に開示された方法ではバルブの開度を調整して水量を変化させるが、バルブ開度を変えて実際に流量が変わるまで時間差を生じるため、温度コントロールが難しい。特に圧延速度を低い状態から加速させていく場合、圧延速度の変化に流量変化を追従させることが非常に難しいという問題点があった。

【0008】

そこで、本発明は、従来技術が有するこのような課題に鑑みてなされたものであり、圧

50

延途中で圧延速度が変わる場合にも、熱延鋼板の表面品位を劣化させることなく、必要最小限の冷却水量で所定の巻取り温度まで冷却するための熱延鋼板の冷却制御方法を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

前記課題を解決するための、本発明の熱延鋼板の冷却制御方法は、以下の通りである。

(1) 冷却水を上部及び下部から噴射する冷却設備を用いて、熱間仕上圧延された熱延鋼板に冷却水を噴射して冷却する際の冷却制御方法であって、前記冷却設備はランアウトテーブルの搬送方向に区分された複数の冷却セクションからなり、各冷却セクションは冷却水の噴射のオンオフを独立して制御可能であり、上部の冷却セクションに冷却特性の異なる複数の冷却手段が併設されており、前記冷却装置全体での使用水量が最小となり、且つ、冷却中の熱延鋼板の表面温度がクエンチ点以下とならないように、圧延速度の変化に応じて上部の冷却セクションに併設された冷却特性の異なる複数の冷却手段から、一つの冷却手段を選択することを特徴とする熱延鋼板の冷却制御方法。

10

(2) 前記冷却手段として、各冷却セクションにパイプラミナー冷却手段が配置されると共に、上流側の上部の冷却セクションにはスリットラミナー冷却手段が併設され、下流側の上部の冷却セクションにはスプレー冷却手段が併設されていることを特徴とする(1)に記載の熱延鋼板の冷却制御方法。

(3) 前記下流側の上部の冷却セクションから、流量当りの冷却効率が高い冷却手段を優先して選択することを特徴とする(1)または(2)に記載の熱延鋼板の冷却制御方法。

20

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、冷却特性の異なる冷却手段を併設した冷却設備を用いて、圧延速度の変化に応じて冷却手段を選択することにより、冷却装置全体での使用冷却水量を削減することができる。また、クエンチ点を回避した冷却が可能となるため、表面品位の良好な熱延鋼板を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明を実施する冷却設備配置の1例を示す設備配置図である。

【図2】本発明における板厚方向温度分布を計算するモデルの概念図である。

【図3】本発明における使用冷却水流量を削減する冷却制御の実施例を説明する図である。

【図4】本発明におけるクエンチ点を回避し鋼板の表面品位を向上させる冷却制御の実施例を説明する図である。

【図5】鋼板の表面温度と熱伝達率及びクエンチ点を示す図である。

【図6】従来の冷却方法で冷却した際に、鋼板表面温度がクエンチ点以下となり局所的に水模様ができる様子を説明する図である。

【図7】本発明を実施する際の制御ロジックを示す図である。

【図8】図7のS105の冷却手段決定までを表す図である。

【図9】図7のS110の冷却手段決定までを表す図である。

【図10】図7のS115の冷却手段決定までを表す図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の実施の形態を、図面を参照しながら説明する。

【0013】

本発明の実施の形態に係る冷却設備の一例を図1に示す。熱間仕上圧延機と巻取り機の間のランアウトテーブル1上に、長手方向に区分された複数の冷却セクションが設けられており、図1の左側が上流側であり、右側が下流側である。各冷却セクションの上部冷却手

30

40

50

段は、上流側の冷却セクションではパイラミナー冷却手段 2 とスリットラミナー冷却手段 4 が併設され、下流側の冷却セクションはパイラミナー冷却手段 2 とスプレー冷却手段 5 が併設されている。各冷却セクションの下部冷却手段は、パイラミナー冷却手段 3 である。各冷却手段の仕様を表 1 に示す。表 1 は、各冷却手段の冷却特性を示す表である。

【表 1】

冷却手段	熱伝達率 α [W/m ² /K]	流量 Q [m ³ /min/ヘッド ⁻¹]	α/Q	クエンチ点 [°C]
スリットラミナー	2000	5.5	364	650
パイラミナー	880	0.69	1275	550
スプレー	300	0.063	3226	300

10

【 0 0 1 4 】

また、仕上圧延機出側には仕上出側温度計 (F T 7) 6、冷却設備の間には N o . 1 中間温度計 (M T 1) 7、N o . 2 中間温度計 (M T 2) 8、巻取機直前には巻取温度計 (C T) 9 が設置され、鋼板上面の幅中心部の温度を全長に渡って測定する。N o . 1 中間温度計 (M T 1) 7、N o . 2 中間温度計 (M T 2) 8 及び巻取温度計 (C T) 9 によって測定された温度データは、冷却計算のフィードフォワード/フィードバック制御機能に反映される。

20

【 0 0 1 5 】

圧延速度 (鋼板速度) に応じた各冷却セクションの冷却手段の選択は図 7 に示すフローの手順で行う。

【 0 0 1 6 】

各冷却制御手段における冷却曲線は、板厚方向温度分布を予測できる冷却計算モデル (図 2) を用いて、算出する。鋼板が一定の長さ進む毎に、その間の搬送速度、鋼板温度、水温、鋼板温度を基に図 7 の手順で目標の巻取温度となるように冷却手段を選択する。以下、図 7 に示す冷却手段の選択手段について説明する。

【 0 0 1 7 】

S 1 0 1 : 熱間圧延ラインに配置した各測定装置 (図示せず) で、仕上圧延された鋼板の板厚、鋼板速度、鋼板温度、水温、を測定する。

30

【 0 0 1 8 】

S 1 0 2 : 図 8 に示すように、C T 側から上流側に向けて各冷却セクションでスプレー冷却手段で冷却した場合の温度計算を実施し冷却曲線を求め、また、F T 側から下流側に向けて各冷却セクションでパイラミナー冷却手段で冷却した場合の温度計算を実施し冷却曲線を求め、両者の交点 a を求める。

【 0 0 1 9 】

S 1 0 3 : 図 8 に示す交点 a がスプレー冷却手段を配置した冷却セクション内かどうかを判断する。

【 0 0 2 0 】

S 1 0 4 : 図 8 に示すように、S 1 0 3 が Y e s の場合、交点 a の温度がパイラミナー冷却手段のクエンチ点以上かどうかを判断する。

40

【 0 0 2 1 】

S 1 0 5 : 図 8 に示すように、S 1 0 4 が Y e s の場合、F T 側から交点 a までの冷却セクションをパイラミナー冷却手段とし、交点 a の次の冷却セクションから下流側の冷却セクションをスプレー冷却手段に決定する。

【 0 0 2 2 】

S 1 0 6 : 図 9 に示すように、S 1 0 4 が N o の場合、交点 a をスプレー冷却手段の冷却曲線上でパイラミナー冷却のクエンチ点となるまで高温側に移動させ、その点を交点 a ' とする。

50

【 0 0 2 3 】

S 1 0 7 : 図 9 に示す交点 a ' がスプレー冷却手段を配置した冷却セクション内かどうかを判断する。

【 0 0 2 4 】

S 1 0 8 : 図 9 に示すように、S 1 0 7 が Y e s の場合、F T 側から下流側に向けて各冷却セクションでスリットラミナー冷却手段で冷却した場合の温度計算を実施し冷却曲線を求め、交点 a ' を通るように移動させたパイラミナー冷却手段の冷却曲線との交点を交点 b とする。

【 0 0 2 5 】

S 1 0 9 : 図 9 に示す交点 b がスリットラミナー冷却手段でのクエンチ点以上かどうかを判断する。 10

【 0 0 2 6 】

S 1 1 0 : 図 9 に示すように、S 1 0 9 が Y e s の場合、F T 側から交点 b までの冷却セクションをスリットラミナー冷却手段とし、交点 b の次の冷却セクションから交点 a ' の冷却セクションまでをパイラミナー冷却手段とし、交点 a ' の次の冷却セクションから下流側の冷却セクションをスプレー冷却手段に決定する。

【 0 0 2 7 】

S 1 1 1 : S 1 0 9 が N o の場合、鋼板速度を一定量減速させた条件で、S 1 0 2 からの計算を再度実行する。

【 0 0 2 8 】

S 1 1 2 : S 1 0 7 が N o の場合、鋼板速度を一定量減速させた条件で、S 1 0 2 からの計算を再度実行する。 20

【 0 0 2 9 】

S 1 1 3 : 図 1 0 に示すように、S 1 0 3 が N o の場合、スプレー冷却手段を配置した最上流側の冷却セクション入側まで交点 a を移動させその点を交点 a " とし、交点 a " から空冷の冷却曲線とパイラミナー冷却手段の冷却曲線との交点を交点 c とする。

【 0 0 3 0 】

S 1 1 4 : 図 1 0 に示す交点 c の温度がパイラミナー冷却手段のクエンチ点以上かどうかを判断する。

【 0 0 3 1 】

S 1 1 5 : 図 1 0 に示すように、S 1 1 4 が Y e s の場合、F T 側から交点 c までの冷却セクションをパイラミナー冷却手段とし、交点 c の次の冷却セクションから交点 a " の冷却セクションまでを空冷とし、交点 a " の次の冷却セクションから下流側の冷却セクションをスプレー冷却手段に決定する。 30

【 0 0 3 2 】

S 1 1 6 : S 1 1 4 が N o の場合、鋼板速度を一定量減速させた条件で、S 1 0 2 からの計算を再度実行する。

以上の計算を鋼板が一定の長さ進む毎に繰返し行い、各冷却セクションの冷却手段を逐次設定して冷却を実施する。

【 0 0 3 3 】

上記手順により、下流側の冷却セクションから、流量当りの冷却効率が高い冷却手段を優先して選択することによって、冷却装置全体での使用冷却水量を削減することができる。 40

【 実施例 1 】

【 0 0 3 4 】

下記条件の熱延鋼板を対象とし、従来 of 冷却方法と本発明の冷却方法との使用冷却水流量を比較した。

鋼種 : 4 4 0 M P a 級高強度熱延鋼板

板厚 : 4 . 0 m m

目標巻取温度 : 5 0 0

搬送速度 : 6 3 0 m p m 1 0 0 0 m p m (加速圧延) 50

【 0 0 3 5 】

図 3 に圧延初期の搬送速度 6 3 0 m p m における従来冷却方法と本発明の冷却方法との使用冷却水流量の比較を示す。従来の冷却方法では、最大圧延速度 1 0 0 0 m p m での冷却方法をまず設定し、圧延初期の圧延速度が遅い場合にはパイラミナー冷却を行う長さを短くする。一方、本発明の冷却方法では、冷却設備全長で注水し冷却効率の高いスプレー冷却手段を最大限使用するため、パイラミナー冷却の使用範囲を短縮することができ、従来の冷却方法に対し使用冷却水流量を 1 6 . 2 % 削減することができた。搬送速度の加速に伴ってパイラミナー冷却水の使用範囲も拡大して冷却水削減量は低減していき、最大通板速度での使用冷却水量は同じになるものの、全体で 2 . 6 % の冷却水削減が可能であった。

10

【 0 0 3 6 】

前記条件の熱延鋼板を対象とし、従来の冷却方法と本発明の冷却方法との冷却履歴を比較した。

【 0 0 3 7 】

図 4 に冷却設備内の鋼板表面温度の冷却履歴を示す。従来の冷却方法では、ラミナー冷却をクエンチ点以下（図 5）まで使用しており、図 6 のように局所的に過冷却となる部分が生じ表面品位が低下した。一方、本発明の冷却方法では、クエンチ点を低下する直前に弱冷却に切替えるようにするため、表面品位の優れた鋼板を製造することができた。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 3 8 】

本発明は、使用冷却水流量を削減することにより、鋼板の製造コスト削減に寄与すると共に、鋼板の基本品質である表面品位を向上させる冷却方法として熱延鋼板の冷却分野において利用することができる。

20

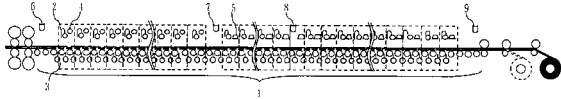
【 符号の説明 】

【 0 0 3 9 】

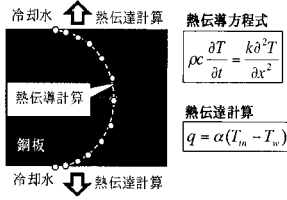
- 1 : ランアウトテーブル
- 2 : 上部パイラミナー冷却手段
- 3 : 下部パイラミナー冷却手段
- 4 : 上部スリットラミナー冷却手段
- 5 : 上部スプレー冷却手段
- 6 : 仕上出側温度計 (F T 7)
- 7 : N o . 1 中間温度計 (M T 1)
- 8 : N o . 2 中間温度計 (M T 2)
- 9 : 巻取温度計 (C T)

30

【図1】



【図2】

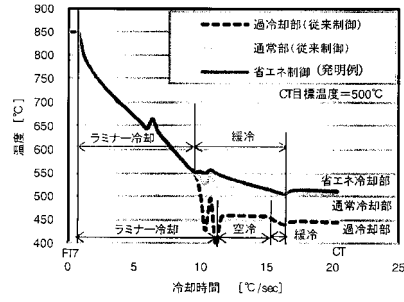


【図3】

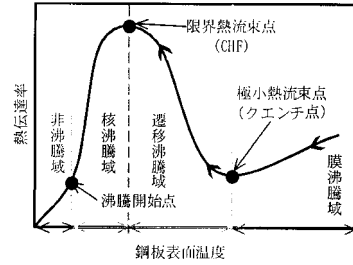
比較例		使用冷却水量 63.0 m ³ /min
設備配置	スリットラミネー冷却	スプレー冷却
セクション	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42	
冷却手段	ハイブリッド冷却	スプレー冷却
流量	59	4

発明例		使用冷却水量 52.8 m ³ /min
設備配置	スリットラミネー冷却	スプレー冷却
セクション	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42	
冷却手段	ハイブリッド冷却	スプレー冷却
流量	43.6	9.2

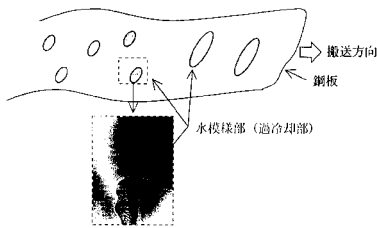
【図4】



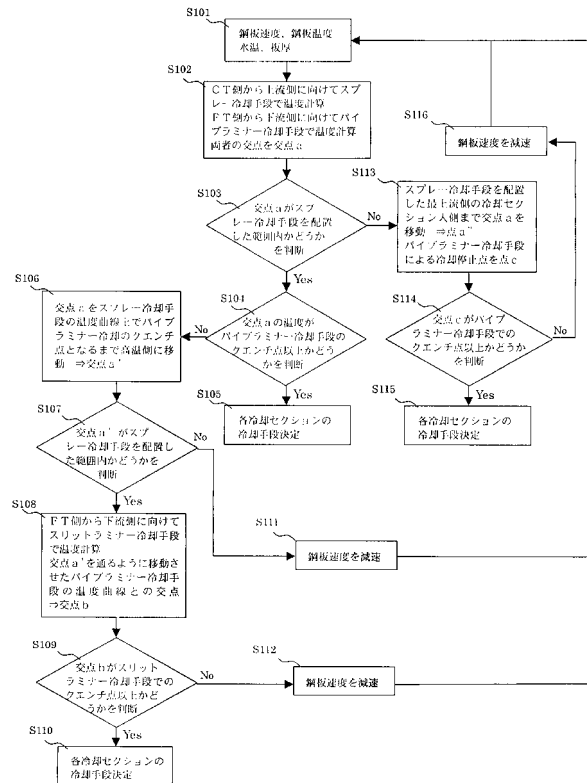
【図5】



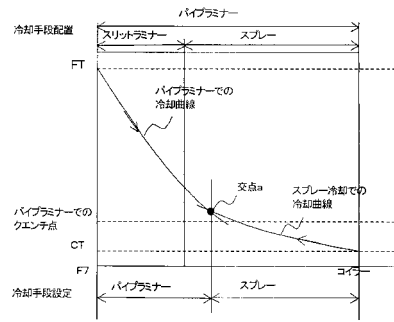
【図6】



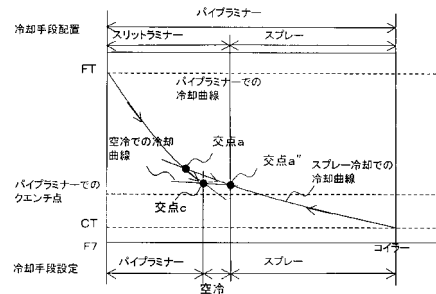
【図7】



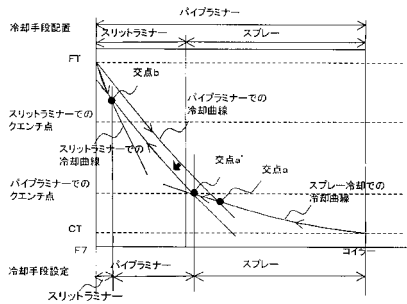
【図 8】



【図 10】



【図 9】



フロントページの続き

- (72)発明者 松尾 慎二
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日本製鐵株式会社内
- (72)発明者 田崎 文規
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日本製鐵株式会社内
- (72)発明者 池永 隆則
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日本製鐵株式会社内

審査官 田代 吉成

(56)参考文献 特開2000-158036(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 2 1 B 4 5 / 0 2
B 2 1 B 1 / 2 6
B 2 1 B 3 7 / 0 0
B 2 1 B 3 7 / 7 6