

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6172110号
(P6172110)

(45) 発行日 平成29年8月2日(2017.8.2)

(24) 登録日 平成29年7月14日(2017.7.14)

(51) Int. Cl. F 1
B 2 1 B 1/26 (2006.01) B 2 1 B 1/26 B

請求項の数 6 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2014-208550 (P2014-208550)	(73) 特許権者	000001258
(22) 出願日	平成26年10月10日(2014.10.10)		J F E スチール株式会社
(65) 公開番号	特開2016-78028 (P2016-78028A)		東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
(43) 公開日	平成28年5月16日(2016.5.16)	(74) 代理人	100158665
審査請求日	平成28年5月25日(2016.5.25)		弁理士 奥井 正樹
		(74) 代理人	100127513
			弁理士 松本 悟
		(72) 発明者	上岡 悟史
			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
		(72) 発明者	後藤 寛人
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱延鋼板の圧延方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

加熱した鋼スラブを少なくとも1機以上の可逆式圧延機を含む粗圧延機群により粗圧延する粗圧延工程と粗圧延後の鋼板を仕上圧延機群により仕上圧延する仕上圧延工程とを有する熱延鋼板を製造する方法であって、

粗圧延工程では、板厚みを薄くする圧延の最終パスを、前記少なくとも1機以上の可逆式圧延機のうち最下流にある可逆式圧延機において下流側から上流側に向かって行い、次いで、同圧延機において、上流側から下流側に向かってロールギャップを板厚みよりも広く一定に保持して平坦化パスを行うことを特徴とする熱延鋼板の圧延方法。

【請求項 2】

前記の平坦化パスが、通過する鋼板の板厚みに対して + 3 mm 以上 ~ + 5 0 mm 未満の範囲内にロールギャップを設定して通板するパスであることを特徴とする請求項 1 に記載の熱延鋼板の圧延方法。

【請求項 3】

前記粗圧延機群が前記可逆式圧延機のうち最下流にある可逆式圧延機より下流側に少なくとも1機以上の非可逆式圧延機を備えることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の熱延鋼板の圧延方法。

【請求項 4】

前記少なくとも1機以上の非可逆式圧延機のいずれかの圧延機において、前記平坦化パスを行うことを特徴とする請求項 3 に記載の熱延鋼板の圧延方法。

10

20

【請求項 5】

前記の非可逆式圧延機における平坦化パスが、通過する鋼板の板厚みに対して + 3 mm 以上 ~ + 50 mm 未満の範囲内にロールギャップを設定して通板するパスであることを特徴とする請求項 4 に記載の熱延鋼板の製造方法。

【請求項 6】

粗圧延完了時の鋼板の板厚みが 50 mm 以上 ~ 100 mm 以下であることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の熱延鋼板の圧延方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、粗圧延工程と仕上圧延工程を有する熱延鋼板の圧延方法に関するものであり、特に粗圧延後のシートバー厚みが 50 mm を超える高強度厚肉熱延鋼板を安定的に製造するための圧延方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

一般的な熱延鋼板の製造工程では、図 1 に示すように、鋼スラブを連続加熱炉 1 により 1200 程度まで加熱した後に、サイジングプレス 2 により板幅方向に鍛造を行い、板幅を調整した後に、粗圧延機群 3 により熱間圧延を行い、おおよそ 30 ~ 50 mm 程度のシートバーと呼ばれる半製品の鋼板にした後に、このシートバーを連続圧延可能な 6 ~ 7 スタンドの仕上圧延機群 6 により熱間圧延して板厚み 1.2 ~ 2.5 mm の熱延鋼板に仕上げる。次いで、仕上圧延された鋼板は、ランアウトテーブルの冷却装置 7 により冷却された後にコイラー（巻取装置）8 で巻き取られる。

また、通常、粗圧延機群 3 と仕上圧延機群 6 の間にはクロップシャー 5 が設けられ、粗圧延後の鋼板のクロップ部が切断される。

【0003】

粗圧延での圧延では、鋼板の先端部もしくは後端部に圧延反りが発生することが多く、粗圧延工程で鋼板の先端部や後端部に反りが発生すると、次工程での仕上圧延機群 7 で圧延する際に、噛み込み不良を起こし安定した通板が確保できなくなる。

【0004】

このように、熱延鋼板の製造工程は、粗圧延工程と仕上圧延工程を有しているが、粗圧延中に鋼板の先端部もしくは後端部に圧延反りが発生することが多い。

粗圧延工程での圧延により鋼板の先端部や後端部に反りが発生すると、次工程での仕上圧延機群 6 で圧延する際に、噛み込み不良を起こし安定した通板が確保できなくなる。

【0005】

また、粗圧延が完了した鋼板（シートバー）は、クロップ部をクロップシャーで切断した後に次工程の仕上圧延機群による仕上圧延が施されるが、クロップ部を切断するに当たり、シートバー 10 の先後端部に大きな反りが発生していると、切断不良を招くだけでなく、目標切断位置で切断できないリスクもある。

【0006】

図 1 に示した熱延鋼板の製造ラインでは、サイジングプレス 2 やエッジャー 4 といった幅圧下装置により板幅調整がなされるが、幅圧下するとスラブの幅方向端部近傍の厚みが増肉されることで、その後の水平圧延により、鋼板の長手方向先端及び後端は、図 4 (a) の上面図に示すように、いわゆるフィッシュテールと呼ばれる平面形状となる。

鋼板（シートバー）10 の先後端部に反りが発生している場合は、図 4 (b) の側面図に示すように、シートバーに対してクロップシャー刃 15 でクロップ部を斜めにせん断することになるため、トラッキング誤差などが発生しやすくなり、せん断位置が安定せず、フィッシュテールの一部分のみを切断することから、次工程の仕上圧延において鋼板の通板性を不安定にする原因になる。

このように粗圧延工程で発生した鋼板先後端部の反りを放置したまま、次工程に搬送す

10

20

30

40

50

ると、様々なトラブルを引き起こす可能性がある。

【0007】

反りの発生原因については後述するが、スラブの片熱に起因したものや、圧延機噛み込み時のパスラインの誤差に起因したものがある。

したがって、鋼板の反りを回避するためには、粗圧延工程でのパスラインを厳格に制御して、鋼板（シートバー）の厚み中心とロールギャップの中心を一致させなければならないが、圧延パスの進行と共に、板厚みが薄くなっていくため、テーブルローラーのレベルを各圧延パスで変更する必要がある。このような機構を安定的に稼働させることは、鉄鋼設備のような大型機器では機械精度のばらつきが避けられないことから実質困難である。

【0008】

また、鋼板の上下面の温度偏差については、シートバーの上面若しくは下面を加熱若しくは冷却することで調整可能であるが、上下面の温度を正確に測定する必要がある。製鉄プロセスラインでは、シートバーが搬送されるテーブルローラーの下部に放射温度計を設置すると、シートバーに生成したスケールが剥離・落下や水蒸気等により放射温度計を汚染し、長期間に亘り測定精度を確保することが困難である。そのため、シートバーの搬送路に設置された冷却装置や加熱装置の出力を精度良く調整することは困難である。

【0009】

粗圧延時のシートバーの先後端部に発生した圧延反りを改善する手段として、従来より以下のような技術が開示されている。

特許文献1に記載の技術は、粗圧延機の直後に第一の反り矯正装置を、仕上圧延機前に第二の反り矯正装置を設置して、シートバーの形状を修正する技術である。反りの矯正装置としてロールにより繰り返し曲げが可能なローラーレベラータイプが記載されている。

特許文献2には、同文献中の図5に示されているように、粗圧延機の出側に反り矯正ロールを設置して、圧延反りを修正する技術が記載されている。

【0010】

ところで、近年、高強度厚肉熱延鋼板の需要が高まっているが、高靱性仕様の高強度厚肉熱延鋼板では、靱性を確保するために、温度950以下で仕上圧延時の圧下率を60%以上の高圧下率の圧延条件で制御圧延することがある。このような場合、粗圧延終了時のシートバー厚みは50mm以上、最大100mmにもなる。

しかし、このように肉厚のシートバーの先端部および後端部に反りが発生すると、特許文献1、2に記載された技術を適用して反りを矯正することは以下のとおり実質上困難である。

特許文献1に記載のローラーレベラーなどの矯正装置として、十分な矯正反力を付与可能なローラーレベラーを導入すれば、反り低減に十分な効果を発揮することができるが、粗圧延機出側でのシートバー厚みが50mm以上～最大100mm程度となるケースでは、耐荷重が200トンを超えるような極めて高い矯正反力を持つローラーレベラーの導入が必要となる。このような設備は、設置するには設備の改造をとめない、また設備自体も高コストである。

特許文献2に記載の矯正手段についても、通常、圧延機の近傍には、板厚計や幅計等の最終製品に大きく影響を及ぼすセンサー類が設置されており、矯正用ロールをセンサーとともに設置することは、スペースの確保が困難であり、また、この装置も設置するには設備の改造をとめない、大きな矯正反力を必要とするため、設備自体がかなり高コストである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】特開2004-351484号公報

【特許文献2】特開平5-57317号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 2 】

そこで、本発明は、以上の課題を解決するために、ローラーレベラーなど反り矯正機を使用せずに、粗圧延機群の可逆式圧延機や非可逆式圧延機を活用して、粗圧延機群での圧延時に発生する反りを低減することにより、クランプシャーでの切断が良好に行えるとともに、仕上圧延機群での圧延において安定した通板ができる熱延鋼板の圧延方法を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 3 】

本発明は以下の手段を有する。

本発明は、以下の手段を採用する。

[1] 加熱した鋼スラブを少なくとも 1 機以上の可逆式圧延機を含む粗圧延機群により粗圧延する粗圧延工程と粗圧延後の鋼板を仕上圧延機群により仕上圧延する仕上圧延工程とを有する熱延鋼板を製造する方法であって、粗圧延工程では、板厚みを薄くする圧延の最終パスを、前記少なくとも 1 機以上の可逆式圧延機のうち最下流にある可逆式圧延機において下流側から上流側に向かって行い、次いで、同圧延機において、上流側から下流側に向かってロールギャップを板厚みよりも広く一定に保持して平坦化パスを行うことを特徴とする熱延鋼板の圧延方法。

[2] 前記の平坦化パスが、通過する鋼板の板厚みに対して + 3 mm 以上 ~ + 5 0 mm 未満の範囲内にロールギャップを設定して通板するパスであることを特徴とする [1] に記載の熱延鋼板の圧延方法。

[3] 前記粗圧延機群が前記可逆式圧延機のうち最下流にある可逆式圧延機より下流側に少なくとも 1 機以上の非可逆式圧延機を備えることを特徴とする [1] または [2] に記載の熱延鋼板の圧延方法。

[4] 前記少なくとも 1 機以上の非可逆式圧延機のいずれかの圧延機において、前記平坦化パスを行うことを特徴とする [3] に記載の熱延鋼板の圧延方法。

[5] 前記の非可逆式圧延機における平坦化パスが、通過する鋼板の板厚みに対して + 3 mm 以上 ~ + 5 0 mm 未満の範囲内にロールギャップを設定して通板するパスであることを特徴とする [4] に記載の熱延鋼板の製造方法。

[6] 粗圧延完了時の鋼板の板厚みが 5 0 mm 以上 ~ 1 0 0 mm 以下であることを特徴とする [1] ~ [5] のいずれかに記載の熱延鋼板の圧延方法。

【発明の効果】

【 0 0 1 4 】

以上説明したように、本発明による熱延鋼板の圧延方法によれば、粗圧延工程中に鋼板の先端部および後端部に発生する反りを低減することができ、以後の工程において、クランプ切断位置の精度の安定化や仕上圧延機群での安定通板を実現することができ、熱延鋼板を安定して製造することができる。また、本発明では、粗圧延機群の圧延機を活用するから、反りの低減のためにローラーレベラーなどの反り矯正装置を設置する必要がなく、しかも既存の設備を利用できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 5 】

【図 1】一般的な熱延鋼板の製造ラインを示す。

【図 2】鋼板の先端部での圧延を示す。

【図 3】鋼板の後端部での圧延を示す。

【図 4】鋼板のフィッシュテール形状を示す。

【図 5】本発明が適用される熱延鋼板の製造ライン設備の 1 例を示す。

【図 6】本発明における鋼板の先後端部の反りを修正する方法を示す。

【図 7】ロール ~ 鋼板ギャップを示す。

【図 8】発明が適用される熱延鋼板の製造ライン設備の他の 1 例を示す。

【図 9】発明が適用される熱延鋼板の製造ライン設備の他の 1 例を示す。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための形態】**【0016】**

本発明では可逆圧延機の圧延を活用するので、可逆圧延での圧延パスについて、簡単に説明しておく。

一般的な熱延鋼板の製造ラインについてはすでに図1に示した。この図1に示す熱延鋼板の製造設備では、粗圧延機群がリバース圧延可能な可逆式圧延機31と下流側への搬送方向のみの圧延が可能な非可逆式圧延機32からなり、圧延機の下に示される矢印（実線）が圧下パス（板厚みを薄くする圧延パス）を表している。そして、可逆式圧延機31では、通常、5～11パス程度の圧下パスが可逆の方向に（上流側から下流側、あるいは下流側から上流側に）行われるが、可逆式圧延機において、最終のパスでは、圧延と次の圧延機への搬送とを同時に実施するため、可逆式圧延機31の圧延パス回数は必ず奇数となり、圧延をしつつ下流側にある圧延機へシートバー10を搬送する。そのため、可逆式圧延機における最終パスの圧延方向は、次圧延機へのシートバー10の搬送方向と必ず一致する。

10

なお、上記の「上流側から下流側」とは、図1に示されるような熱延鋼板の製造ラインにおいて、加熱炉1からコイラー9への方向を指し、「下流側から上流側」とは、図1に示されるようなコイラー9から加熱炉1への方向を指しており、以下においても同様である。

【0017】

本発明の実施形態を説明する前に、粗圧延工程での圧延においてシートバーの先端部および後端部に発生する反りについて詳細に説明する。

20

圧延時に発生する反りの原因は、その大きな原因として圧延機噛み込み時のパスラインの誤差による鋼板先端の反りがある。

図2に、粗圧延時に、圧延方向に対して鋼板（シートバー）の先端側に発生する反りを模式的に示す。

図2(a)は、鋼板（シートバー）10が左から右に搬送されて上下の圧延ロール（ワークロール）33、33に噛み込まれた状態を示している。また、図2(b)は、鋼板が上下圧延ロールに噛み込んだ後、さらに鋼板の先端部の圧延が進行した状態を示している。圧延方向は左から右に向かう方向である。

【0018】

30

図2(a)から分かるように、上下圧延ロールのロールギャップ中心に対して、鋼板10のパスラインが低くなっており、鋼板の板厚み中心がロールギャップの中心よりも低い位置にある状態で鋼板が搬送されているため、鋼板先端部の下端が先に下側の圧延ロール33に先に接触する。そのため、鋼板10の先端は下側の圧延ロール33により、上方に押されることで、曲がった状態で圧延機に噛みこむことになる。その結果、図2(b)から分かるように、圧延後の鋼板先端部は上反りとなる。

【0019】

図3は、図2に示す圧延が進行し、鋼板の後端部側が圧延される状態を模式的に示している。

図3(a)は、圧延が進行し、鋼板10の後端部が上下の圧延ロール（ワークロール）にこれから圧延される状態を示している。また、図3(b)は、さらに圧延が進行し、鋼板10の後端が上下の圧延ロールのロールギャップから抜け出ようとしている状態を示している。

40

図3(a)から分かるように、後端部側では、ロールギャップ中心とシートバー10の板厚み中心がほぼ一致した状態で圧延が進行しており、そのため、図3(b)から分かるように、鋼板10に垂直方向の力は発生せずに、後端部では反りの発生がないが、発生しても反りの程度は小さく、圧延形状はほぼ平坦となる。

【0020】

反り発生の原因の2つ目の原因として、シートバーの上面及び下面の温度偏差が挙げられる。通常、加熱炉内ではスラブを支えるためにスラブ下面にスキッドを配置しているが、炉内

50

の放射熱がスキッドにさえぎられるためスラブ下面の温度が低くなる傾向がある。また、スラブ抽出後の圧延ラインには、被圧延材のスラブやシートバーを搬送するためのテーブルローラーがあり、被圧延材の下面は熱が逃げにくくなっているため、上面の温度は低くなる傾向になる。そのため、圧延初期は被圧延材の上面が下面よりも高温になり、圧延時間の進行と共に、被圧延材の下面の温度が高くなる傾向にある。このように、上下面に温度偏差がある状態で圧延を実施するとシートバーの上面側と下面側の変形抵抗が異なるため、温度が高く変形抵抗が低い面がよく延ばされるために反りが発生する。

一般的には、1つ目の原因である圧延機かみ込み時のパスラインのズレによる反り量は、2つ目の原因である温度偏差を起因とする反り量よりも大きい。

【0021】

以上のとおり、圧延方向に対して圧延ロール噛込み側となる鋼板の先端部側では、圧延後に大きな反りが発生しやすい。

ところで、粗圧延工程の一般的な操業では、可逆式圧延機31や非可逆式圧延機32より鋼板(シートバー)の圧延が施される。

可逆式圧延機では、必ず圧延機の上流側から下流側に向かったパス(奇数パス)で圧延が完了するため、常に反りは下流側の鋼板端部に発生する。

また、非可逆式圧延機では、圧延機の上流側から下流側に向かう1パスで圧延が完了するため、反りはやはり圧延機の下流側の鋼板端部に発生する。

このように、いずれの形式の圧延機の圧延においても、反りは下流側の端部に発生するから、粗圧延が終了した鋼板の先端部には反りが発生しやすい。

また、可逆圧延では、偶数目のパスで、下流から上流に向かって圧延がなされるので、上流側の鋼板端部に反りが発生するが、図3で説明したように、続く上流から下流に向かう奇数パス目の圧延により上流側の鋼板端部の反りは低減される傾向にある。

【0022】

本発明の実施形態を図5～図7に基づいて説明する。

図5には、本実施形態が適用される熱延鋼板の製造ライン設備の1例が示されている。

本実施態様の熱延設備では、粗圧延機群が少なくとも1機以上の可逆式圧延機と少なくとも1機以上の非可逆式圧延機から構成されているが、図5では、1機の可逆圧延機31とその下流に1機の非可逆圧延機32のみが示されている。

また、粗圧延機群3に非可逆式圧延機32を備えなくとも粗圧延は可能であるから、非可逆圧延機32は必須のものではない。

そして、粗圧延機群の下流には、クロップシャー5、仕上圧延機群、鋼板を冷却するランアウトテーブルに設けられた冷却装置7およびコイラー8が設けられている。

【0023】

図5には、本実施形態におけるパスパターンが矢印により示されているが、実線の矢印が板厚みを薄く圧延する圧下パス、破線の矢印が平坦化パスを示している。平坦化パスについては後述する。

本実施形態では、加熱されたスラブをまず1機以上の可逆式圧延機で可逆圧延を行うことにより板厚みを薄くする圧延を行うが、可逆式圧延機のうちで最下流にある(すなわち最もコイラー8側寄りにある)可逆式圧延機31において、偶数パス目のパスにより圧下パス(すなわち板厚みを薄くする圧延パス)を完了させる。したがって、この最終の圧下パスは、鋼板(シートバー)10が下流側から上流側に向かう方向に行われることになる(図5の粗圧延機31下に示す実線の矢印参照)。

なお、1機以上の可逆式圧延機が1機のみからなる場合はこの1機の圧延機が、可逆式圧延機のうちで最下流にある可逆式圧延機となる。

【0024】

そして、最終の圧下パスに続いて、上記の最下流側にある可逆式圧延機31において、鋼板10を上流側から下流側に向かって、ロールギャップを板厚より広くして平坦化パスと呼ぶ通板パスを以下のようにして行い(図5の粗圧延機31下に示す破線の矢印参照)、鋼板を下流側に通板する。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 5 】

図 6 に、可逆式圧延機のうちで最下流側にある可逆式圧延機 3 1 において行われる、上述した最終の圧下パスと最終の圧下パスに続いて行われる平坦化パスの通板状況を示した。

図 6 (a) には最終の圧下パスが、図 6 (b) ~ (e) には最終の圧下パスに続いて行われる平坦化パスが、それぞれ示されている。

この平坦化パスと呼ぶ通板パスは、ロールギャップを、鋼板 (シートバー) が上下の圧延ロールと同時に接触することがないように十分に広く設定して、鋼板の先端部を通過させ [図 6 (b) 、 (c) 参照] 、かつ鋼板の後端部の反りに矯正力が発生する程度に狭く設定して、鋼板の後端部を通過させるパスである [図 (d) 、 (e)] 。

10

【 0 0 2 6 】

可逆圧延機 3 1 において鋼板の圧下パスを偶数パスで終了した場合は、鋼板の下流側の端部に発生する反りは 3 mm 前後以下にすることができる [図 3 および図 6 (a) 参照] 。

そこで、この平坦化パスと呼ぶ通板パスの具体例としては、ロールギャップを鋼板の板厚みに対して、+ 3 mm 以上 ~ + 5 0 mm の間に (すなわちロールギャップを通過する鋼板の板厚みよりも 3 mm 以上 ~ 5 0 mm 未満の範囲でより厚く) 設定して通板するのが好ましい。

ロールギャップを板厚みに対して + 3 mm 未満に設定した場合は、圧延機下流側の端部にわずかな反りが残存していた場合、その際パスラインのズレなどによってシートバー 1 0 が可逆式圧延機 3 1 へ進入するとき、上圧延ロールもしくは下圧延ロールにシートバー 1 0 が衝突する可能性があり、シートバー噛み込み側端部が折れ曲がり、再び反りが発生するリスクがある。また、ロールギャップ設定を板厚み + 5 0 mm 以上に設定した場合は、以下に説明するように、圧延機下流側の反りの矯正効果が少なくなってしまう。

20

【 0 0 2 7 】

なお、図 7 に上下圧延ロールが形成するロールギャップと板厚みの関係を示した。ロールギャップを鋼板の板厚みに対して + 1 0 mm 以上に設定するとは、ロールギャップを板厚みより 1 0 mm 以上より厚く設定することであり、図 7 での「ロール ~ 鋼板ギャップ」を 1 0 mm 以上にすることである。

【 0 0 2 8 】

この平坦化パスにより、前回の可逆式圧延機での最終の圧下パスで発生した鋼板の上流側先端部の反り、すなわち今回の平坦化パスでの鋼板の後端部に反りが発生している部位は、上下の圧延ロールと接触することにより矯正されて、反りが低減して平坦化する [図 6 (d) 、 (e) 参照] 。

30

【 0 0 2 9 】

また、図 5 に示した熱延製造設備では、可逆式圧延機 3 1 の下流側に、非可逆式圧延機 3 2 を設けているが、すでに記載したように、少なくとも 1 機以上の非可逆式圧延機を設けてもよく、この非可逆式圧延機のいずれかにおいても、上記と同様のロールギャップ設定を行い、平坦化パスを行なうことにより、更なる矯正効果を狙ってもよい。

非可逆式圧延機 3 2 での矯正が不要な場合は、ロールギャップを板厚み + 5 0 mm 以上まで開放して通板 (以後空パスと呼ぶ) してもかまわない。

40

平坦化パスを経て、粗圧延を終了したシートバーは次工程に搬送され、クランプシャーでのクランプ部の切断を経て、仕上圧延機群で連続圧延が行われる。

【 0 0 3 0 】

なお、本実施形態では、粗圧延機群 3 が 1 機の可逆式圧延機 3 1 、 1 機の非可逆式圧延機 3 2 から構成されている例について説明したが、粗圧延機群が少なくとも 1 機以上の可逆式圧延機を備えるものであれば、本実施形態を適用することができることは明らかである。

【 0 0 3 1 】

図 8 には、図 5 に示されるものとは異なり、粗圧延機群 3 が 3 機の可逆式圧延機 3 1 、

50

3 1、3 1で構成されている熱延鋼板の製造ライン設備に適用される本発明の実施形態を模式的に示している。

この実施形態では、可逆式圧延機3 1のうちで最下流にある可逆式圧延機を除く2機のいずれの可逆式圧延機においても、鋼板の板厚みを薄くする圧下パスを奇数回行い、前記の可逆式圧延機のうちで最下流側にある可逆式圧延機において、圧下パスを偶数パス目で完了し、続く奇数回目の最終パスを平坦化パスとしている。

平坦化パスを経て粗圧延を終了したシートバーは次工程に搬送され、クロップシャーでのクロップ部の切断を経て、仕上圧延機群で連続圧延が行われる。

なお、本実施形態では、粗圧延機群3が3機の可逆式圧延機3から構成されている例について説明したが、1機以上の可逆式圧延機で構成される粗圧延機群があれば、本実施形態を適用することができることは明らかである

10

【0032】

図9には、図5や図8に示されるものとは異なり、粗圧延機群3が1機の可逆式圧延機3 1と4機の非可逆式圧延機3 2で構成されており、この1機の可逆式圧延機の上流側に1機の、下流側に3機の非可逆式圧延機がそれぞれ設置されている場合の製造ライン設備の例が示されている。

この場合は、粗圧延機群3の最下流側にある可逆式圧延機3 1(図中の左から2番目の圧延機)の圧下パスを偶数パス目で完了し、その後の3機の非可逆式圧延機3 2(図中の左から3番目、4番目、5番目の圧延機)において、平坦化パスとして、ロールギャップを設定すればよい。また、非可逆式圧延機3 2で矯正が不要な場合は、1機もしくは複数機の非可逆式圧延機3 2のロールギャップを板厚+50mm以上まで開放する空パスとしてもかまわない。さらに、可逆式圧延機3 1で平坦化パスをせずに、その後の非可逆式圧延機3 2のいずれか1つのみで平坦化パスを実施してもかまわない。

20

この実施形態においても、粗圧延機群の可逆式圧延機3 1を複数機にすることや非可逆式圧延機3 2の機数を変更できる。

【0033】

なお、本発明は、図5、図8および図9に示された設備に限らず、少なくとも1機以上の可逆式圧延機を含む粗圧延機群と仕上圧延機群とを備える熱延鋼板の製造設備に適用できることは明らかである。

また、本発明は、その技術思想から、粗圧延完了後の鋼板の厚みが50mm以上、仕上圧延後の鋼板の板厚みが20mm以上となるような高強度厚肉熱延鋼板の製造のみならず、通常の熱延鋼板の製造にも適用できることは明らかである。

30

【実施例】

【0034】

本発明の実施例について説明する。対象とした材料は、シートバー厚みが50mm以上であり、一般的な矯正機によるシートバー反り形状改善が困難な高強度高靱性熱延鋼板である。

以下の実施例では、粗圧延工程が完了したシートバーの厚みが50~64mmであり、仕上圧延後の鋼板の厚みが20~25mmである。

(本発明例1および比較例1)

40

本発明の実施例である本発明例1および比較例1では、図5に示す熱延鋼板の製造ライン設備により以下の工程を経て鋼板を製造した。

すなわち、1機の可逆式圧延3 1および1機の非可逆式圧延3 2の順で配置された粗圧延機群3により、厚み250mm、幅1850mm、長さ9090mmの寸法の鋼スラブを64mm厚みまで圧延してシートバー10を製造した。次いで、仕上圧延工程前にシートバー10をオシレーション待機し、シートバー10の表面温度が900以下になったところで、クロップシャー5でシートバー10のクロップ部を切断した後に、仕上圧延機群6で仕上圧延して厚み25mmに仕上げ、ランアウト冷却装置7にて480まで冷却したのちにコイラー8にて巻き取った。

【0035】

50

表 1 は本発明例 1 における粗圧延時のパススケジュール（パスパターン）を、表 2 は比較例 1 における粗圧延時のパススケジュールをそれぞれ示す。なお、圧延パス数は粗圧延開始からとし、圧延機 No は最上流側から順に記載している。

【 0 0 3 6 】

ここで、表における「ロール～鋼板ギャップ」は、図 7 から分かるように、上下の圧延ロールが形成するロールギャップの値からシートバーの板厚みの値を差し引いた値を指している。また、また、「ロール～鋼板間ギャップ」が 0（ゼロ）mm の場合は、圧延において圧下パス（板厚みを薄くするパス）を行うことを示している。

【 0 0 3 7 】

【表 1】

（本発明例 1）

圧延パス	圧延機 No	圧延機形式	圧延方向	圧延機出側厚み(mm)	ロール～鋼板ギャップ(mm)	圧延パスの種類
1	1	可逆式 31	下流側	240	0	圧下パス
2	1	可逆式 31	上流側	220	0	圧下パス
3	1	可逆式 31	下流側	190	0	圧下パス
4	1	可逆式 31	上流側	160	0	圧下パス
5	1	可逆式 31	下流側	130	0	圧下パス
6	1	可逆式 31	上流側	105	0	圧下パス
7	1	可逆式 31	下流側	85	0	圧下パス
8	1	可逆式 31	上流側	64	0	圧下パス
9	1	可逆式 31	下流側	64	+10	平坦化パス
10	2	非可逆式 32	下流側	64	+10	平坦化パス

【 0 0 3 8 】

10

20

30

【表 2】

(比較例 1)

圧延 パス	圧延機 No	圧延機 形式	圧延方向	圧延機出側 厚み (mm)	ロール～鋼板 ギャップ (mm)	圧延パスの 種類
1	1	可逆式 31	下流側	240	0	圧下パス
2	1	可逆式 31	上流側	220	0	圧下パス
3	1	可逆式 31	下流側	187	0	圧下パス
4	1	可逆式 31	上流側	160	0	圧下パス
5	1	可逆式 31	下流側	135	0	圧下パス
6	1	可逆式 31	上流側	115	0	圧下パス
7	1	可逆式 31	下流側	98	0	圧下パス
8	1	可逆式 31	上流側	84	0	圧下パス
9	1	可逆式 31	下流側	72	0	圧下パス
10	2	非可逆式 32	下流側	64	0	圧下パス

10

20

【0039】

本発明例 1 では、表 1 から分かるように、粗圧延機群 3 の可逆式圧延機 31 において、8 パス目まで圧下パス（すなわち板厚みを薄くする圧延パス）を行い、続く上流側から下流側へのパスである 9 パス目では、ロールギャップを板厚みに対して +10 mm 広くした平坦化パスとした。さらに、続く 10 パス目も非可逆式圧延機 32 で、ロールギャップを板厚みに対して +10 mm 広くした平坦化パスとした。

30

これに対して、比較例 1 では、粗圧延機群 3 において、表 2 から分かるように、粗圧延機群 3 の可逆式圧延機 31 において 9 パスの圧下パスを行い、次いで可逆式圧延機 32 において 1 パスの圧下パス（10 パス目のパス）を行ない、粗圧延を終了した。したがって、比較例 1 では平坦化パスは行っていない。

【0040】

(本発明例 2)

本発明の実施例である本発明例 2 として、図 5 に示される、実施例 1 や比較例 1 が適用された熱延鋼板の製造ライン設備と同じ設備において、厚み 250 mm、幅 1850 mm、長さ 9090 mm の寸法の鋼スラブを熱間圧延ラインの粗圧延群 3 により 50 mm 厚みまで圧延してシートバー 10 を製造した。

40

粗圧延が終了した鋼板（シートバー）は、仕上圧延工程前にシートバー 10 をオシレーション待機し、シートバー 10 の表面温度が 930 以下になったところで、クロップシャー 5 によりシートバーのクロップ部を切断した後に、仕上圧延機群 6 の圧延を行って厚み 20 mm の鋼板に仕上げ、ランアウトテーブルの冷却装置 7 にて 500 まで冷却してコイラー 8 にて巻き取った。

表 3 は本発明 2 における粗圧延時のパススケジュールを示す。

【0041】

【表 3】

(本発明例 2)

圧延パス	圧延機 No	圧延機形式	圧延方向	圧延機出側厚み (mm)	ロール～鋼板ギャップ (mm)	圧延パスの種類
1	1	可逆式 31	下流側	240	0	圧下パス
2	1	可逆式 31	上流側	220	0	圧下パス
3	1	可逆式 31	下流側	190	0	圧下パス
4	1	可逆式 31	上流側	160	0	圧下パス
5	1	可逆式 31	下流側	130	0	圧下パス
6	1	可逆式 31	上流側	95	0	圧下パス
7	1	可逆式 31	下流側	80	0	圧下パス
8	1	可逆式 31	上流側	50	0	圧下パス
9	1	可逆式 31	下流側	50	+5	平坦化パス
10	2	非可逆式 32	下流側	50	+200	空パス

10

20

【0042】

本発明例 2 では、表 3 から分かるように、粗圧延機群 3 の可逆式圧延機 31 において 8 パス目まで圧下パスを行い、可逆式圧延機 31 の上流側から下流側へのパスである 9 パス目では、ロールギャップを板厚みに対して +5 mm 広くした平坦化パスとした。

続く 10 パス目は、非可逆式圧延機 32 でロールギャップを板厚みに対して +200 mm 広くした空パスとした。

30

【0043】

本発明の実施例である本発明例 3 として、図 8 に示す熱延鋼板の製造ライン設備により以下の工程を経て鋼板を製造した。

すなわち、3 機の可逆式圧延 31、31、31 から構成された粗圧延機群 3 により、厚み 250 mm、幅 1800 mm、長さ 9000 mm の寸法の鋼スラブを 50 mm 厚みまで圧延してシートバー 10 を製造した。

粗圧延が終了した鋼板 (シートバー) は、仕上圧延工程前にシートバー 10 をオシレーション待機し、シートバー 10 の表面温度が 900 以下になったところで、クロップシャー 5 によりシートバーのクロップ部を切断した後に、仕上圧延機群 6 の圧延を経て厚み 20 mm に仕上げ、ランアウトテーブルの冷却装置 7 により 500 まで冷却したのちに

40

コイラー 8 で巻き取った。

表 4 は本発明例 3 における粗圧延時のパススケジュールを示す。

【0044】

【表 4】

(本発明例 3)

圧延パス	圧延機 No	圧延機形式	圧延方向	圧延機出側 厚み(mm)	ロール～鋼板 ギャップ(mm)	圧延パスの 種類
1	1	可逆式 31	下流側	240	0	圧下パス
2	1	可逆式 31	上流側	220	0	圧下パス
3	1	可逆式 31	下流側	190	0	圧下パス
4	2	可逆式 31	上流側	160	0	圧下パス
5	2	可逆式 31	下流側	130	0	圧下パス
6	2	可逆式 31	上流側	95	0	圧下パス
7	3	可逆式 31	下流側	80	0	圧下パス
8	3	可逆式 31	上流側	50	0	圧下パス
9	3	可逆式 31	下流側	50	+5	平坦化パス

10

20

【0045】

表 4 から分かるように、本発明例 3 では、粗圧延機群 3 の 3 機の可逆式圧延機 31 のうち、最下流にある可逆圧延機を除く 2 機の可逆圧延機で、それぞれ 3 回の圧下パスを計 6 パス行い、続いて、前記可逆圧延機のうちで最下流にある可逆圧延機 31 において、2 回の圧下パスを行った後に、上流側から下流側への計 9 回目のパスを、ロールギャップを板厚みに対して +5 mm 広くした平坦化パスとした。

【0046】

本発明の実施例である本発明例 4 として、図 9 に示す熱延鋼板の製造ライン設備により以下の工程を経て鋼板を製造した。

30

すなわち、粗圧延機群 3 が 1 機の可逆式圧延機 31 と 4 機の非可逆式圧延機 32 で構成されており、この 1 機の可逆式圧延機の上流側に 1 機の、下流側に 3 機の非可逆式圧延機がそれぞれ設置されている粗圧延機群 3 により、厚み 250 mm、幅 1900 mm、長さ 8000 mm の寸法の鋼スラブを 50 mm 厚みまで圧延してシートバー 10 を製造した。

次いで、仕上圧延工程前にシートバー 10 をオシレーション待機し、シートバー 10 の表面温度が 930 以下になったところで、クロップシャー 5 によりシートバー 10 のクロップ部の切断をした後、仕上圧延機群 6 で仕上圧延して厚み 20 mm の鋼板に仕上げ、ランアウトテーブルの冷却装置 7 にて 500 まで冷却したのちにコイラー 8 にて巻き取った。

40

表 5 は本発明の実施例 4 における粗圧延時のパススケジュールを示す。

【0047】

【表 5】

(本発明例 4)

圧延パス	圧延機 No	圧延機形式	圧延方向	圧延機出側厚み (mm)	ロール～鋼板ギャップ (mm)	圧延パスの種類
1	1	非可逆式 32	下流側	240	0	圧下パス
2	2	可逆式 31	下流側	220	0	圧下パス
3	2	可逆式 31	上流側	190	0	圧下パス
4	2	可逆式 31	下流側	160	0	圧下パス
5	2	可逆式 31	上流側	130	0	圧下パス
6	2	可逆式 31	下流側	95	0	圧下パス
7	2	可逆式 31	上流側	80	0	圧下パス
8	2	可逆式 31	下流側	65	0	圧下パス
9	2	可逆式 31	上流側	50	0	圧下パス
10	2	可逆式 31	下流側	50	+5	平坦化パス
11	3	非可逆式 32	下流側	50	+5	平坦化パス
12	4	非可逆式 32	下流側	50	+200	空パス
13	5	非可逆式 32	下流側	50	+200	空パス

10

20

【0048】

本発明例 4 では、表 5 から分かるように、粗圧延機群 3 の最上流側の非可逆式圧延機 3 2 で、1 パス目の圧下パスを行い、その下流側にある可逆式圧延機 3 1 において粗圧延工程の 9 パス目（可逆式圧延機のみでは 8 パス目）まで圧下パスを行い、10 パス目（可逆式圧延機のみでは 9 パス目の上流側から下流側へのパス）では、ロールギャップを板厚みに対して +5 mm 広くした平坦化パスとした。続いて、可逆式圧延機 3 1 の下流側にある非可逆式圧延機 3 2 のうち最上流側の非可逆式圧延機 3 2 でのみロールギャップを板厚みに対して +5 mm 広くした平坦化パスとし、それ以降の非可逆式圧延機 3 2 ではロールギャップを板厚みに対して +200 mm 広くした空パスとした。

30

【0049】

表 6 に本発明の実施例と比較例における圧延結果を示す。なお、表 6 における「シートバー先後端部の反り」は、粗圧延が終了した、粗圧延機出側での「下流側」の端部（すなわち鋼板の先端部）と「上流側」の端部（すなわち鋼板の後端部）の反り量を示す。

40

【0050】

【表 6】

(本発明例および比較例の結果)

	粗圧延の パススケジュール	シートバー先後端部の反り		クロップシャー 切断状況	仕上圧延 通板
		下流側	上流側		
本発明例 1	表 1	1 mm	10 mm	良好	良好
本発明例 2	表 3	3 mm	5 mm	良好	良好
本発明例 3	表 4	2 mm	6 mm	良好	良好
本発明例 4	表 5	2 mm	4 mm	良好	良好
比較例 1	表 2	200 mm	2 mm	不良	不良

10

【0051】

本発明例 1 における粗圧延機群 3 のパススケジュールでは、最終パス後のシートバー 10 の下流側端部の反り（すなわちシートバー先端部の反り）が 1 mm、上流側端部の反り（すなわちシートバー後端部の反り）が 10 mm であり、いずれも 10 mm 以下と良好であった。このため、クロップシャー 5 で良好に切断でき、その後の仕上圧延機群 6 の通板も良好であった。

20

一方、比較例 1 では、平坦化パスを実施しなかったため、最終パス後のシートバー 10 の上流側端部の反りは 2 mm 以下と良好であったものの、下流側端部では、200 mm と大きな反りが発生した。そして、反りが大きく、シートバー 10 が反った状態でクロップシャー 5 により切断したため、シートバー 10 の形状が非定常になっているフィッシュテール部を切断してしまい、一部フィッシュテールが残存したまま、仕上圧延を実施した結果、仕上圧延機 6 に噛みこまずそれ以降の通板が不能となった。

以上のことから本発明による反り低減効果が確認できた。

本発明例 2 における粗圧延機群 3 のパススケジュールでは、シートバー 10 の下流側端部の反りが 3 mm、上流側端部の反りが 5 mm であり、いずれも良好であった。続くクロップシャー 5 での切断では、クロップ部の狙った部位を良好に切断でき、その後の仕上圧延機群 6 の通板も良好であった。

30

本発明例 3 における粗圧延機群 3 のパススケジュールでは、シートバー 10 の下流側端部の反りは 2 mm、上流側端部の反りはいずれも良好であった。また、クロップシャー切断時も狙った部位を良好に切断でき、その後の仕上圧延機群 6 の通板も良好であった。

本発明例 4 における粗圧延機群 3 のパススケジュールでは、シートバー 10 の下流側端部の反りが 2 mm、上流側端部の反りが 4 mm であり、いずれも良好であり、クロップ部の切断についても、狙った部位を良好に切断でき、その後の仕上圧延機群 6 の通板も良好であった。

40

【0052】

以上で説明したように粗圧延機群の圧延機が可逆式あるいは可逆式圧延機と非可逆式圧延機のいずれから構成されていても、粗圧延機群にある可逆式圧延機を本発明のように活用することで、シートバー矯正機を設置する必要がなく、粗圧延時に発生する反りを低減することができた。

【符号の説明】

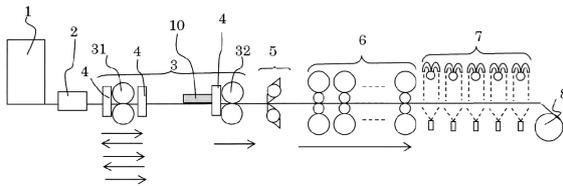
【0053】

- 1 連続加熱炉
- 2 サイジングプレス
- 3 粗圧延機群

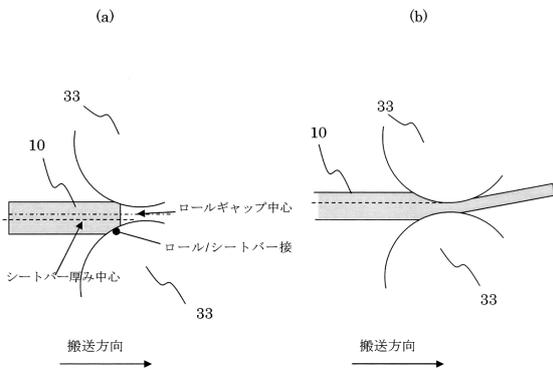
50

- 4 エッジャー
- 5 クロップシャー
- 6 仕上圧延機群
- 7 冷却装置
- 8 コイラー
- 10 鋼板(シートバー)
- 15 クロップシャー刃
- 31 可逆式圧延機
- 32 非可逆式圧延機
- 33 圧延ロール

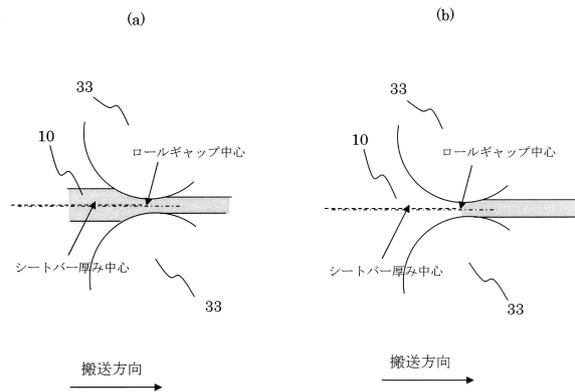
【図1】



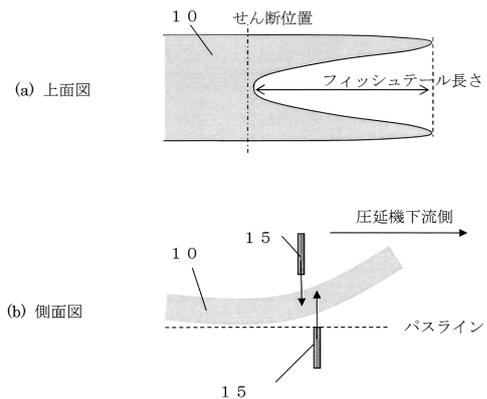
【図2】



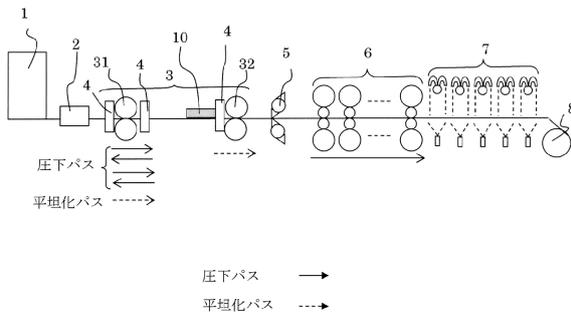
【図3】



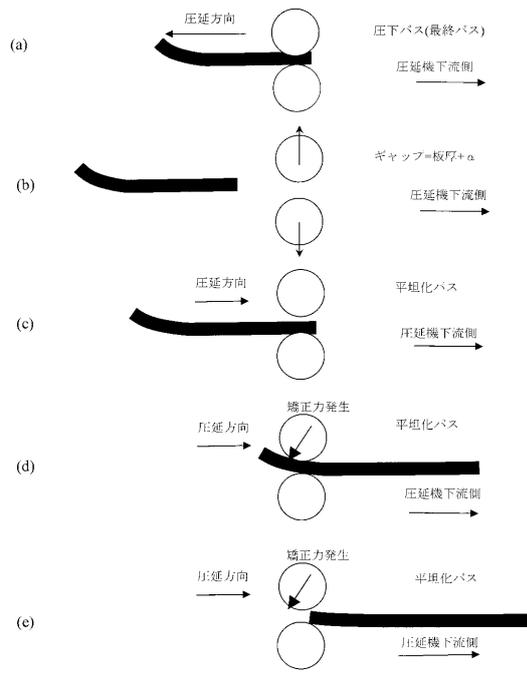
【図4】



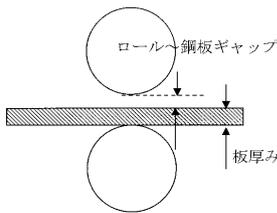
【図5】



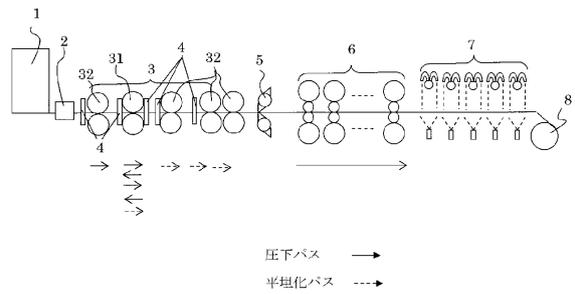
【図6】



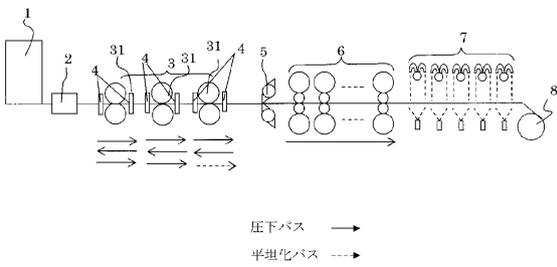
【図7】



【図9】



【図8】



フロントページの続き

- (72)発明者 西浦 伸夫
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
- (72)発明者 白崎 園美
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
- (72)発明者 飯島 慶次
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

審査官 國方 康伸

- (56)参考文献 特開平03-234304(JP,A)
特開平02-217102(JP,A)
特開2008-238235(JP,A)
特開2004-290979(JP,A)
特開平11-226642(JP,A)
特開2015-042410(JP,A)
欧州特許出願公開第00904861(EP,A1)
米国特許第04433566(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B21B 1/00 - 11/00
B21B 15/00 - 15/02
B21D 1/00 - 1/14