

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5664830号
(P5664830)

(45) 発行日 平成27年2月4日 (2015.2.4)

(24) 登録日 平成26年12月19日 (2014.12.19)

(51) Int.Cl.

F I

B 2 1 B 45/02 (2006.01)

B 2 1 B 39/12 (2006.01)

B 2 1 B 39/14 (2006.01)

B 2 1 B 45/02 3 2 O V

B 2 1 B 39/12 C

B 2 1 B 39/14 B

請求項の数 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2014-526329 (P2014-526329)	(73) 特許権者	000006655
(86) (22) 出願日	平成25年11月29日 (2013.11.29)		新日鐵住金株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2013/082250		東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
(87) 国際公開番号	W02014/084373	(74) 代理人	100095957
(87) 国際公開日	平成26年6月5日 (2014.6.5)		弁理士 亀谷 美明
審査請求日	平成26年6月3日 (2014.6.3)	(74) 代理人	100096389
(31) 優先権主張番号	特願2012-262225 (P2012-262225)		弁理士 金本 哲男
(32) 優先日	平成24年11月30日 (2012.11.30)	(74) 代理人	100101557
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 萩原 康司
早期審査対象出願		(74) 代理人	100128587
			弁理士 松本 一騎
		(72) 発明者	征矢 勝秀
			東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱延通板ガイド

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

熱間圧延ラインにおいて熱延鋼板を搬送するテーブルロール間に配置される熱延通板ガイドであって、

前記テーブルロール間に配設された冷却ノズルに対応する位置に設けられた複数のノズル孔と、搬送される前記熱延鋼板の板幅方向に隣接する前記ノズル孔同士の間形成された排水孔と、

を備え、

前記排水孔は、搬送される前記熱延鋼板の通板方向に向けて延在する第1の孔部と、前記第1の孔部の前記通板方向の両端部に形成され、前記板幅方向に拡大された第2の孔部とからなり、前記第1の孔部の幅W1と前記第2の孔部の幅W2とが下記式(1)を満たすように形成され、

鉛直方向上方から見て、前記熱延通板ガイドの上面全体の面積に対する前記ノズル孔及び前記排水孔の開口面積の割合である開口面積比Shが、0.13以上かつ0.18以下の範囲内に設定されていることを特徴とする、熱延通板ガイド。

$$1.00 < W2 / W1 \leq 1.70 \quad \cdots (1)$$

【請求項 2】

前記熱延通板ガイドは、熱延鋼板より軟質な材料である樹脂から形成されていることを特徴とする、請求項1に記載の熱延通板ガイド。

【請求項 3】

前記熱延通板ガイドを形成する材質のビッカース硬度は、36以上125未満であることを特徴とする、請求項2に記載の熱延通板ガイド。

【請求項4】

前記熱延通板ガイドは、前記テーブルロールのロール幅の中央部に配置され、前記熱延通板ガイドの幅は前記テーブルロールのロール幅の1/2以下に構成されることを特徴とする、請求項1～3のいずれか1項に記載の熱延通板ガイド。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、熱間圧延ラインにおいて熱延鋼板を搬送するテーブルロール間に配置される熱延通板ガイドに関する。

10

【背景技術】

【0002】

熱間圧延ラインにおいては、加熱炉でスラブを所定温度に加熱し、加熱したスラブを粗圧延機で所定厚みに圧延して粗圧延材とし、この粗圧延材を複数の圧延スタンドを備えた仕上圧延機で圧延して所定厚みの熱延鋼板を製造する。そして、仕上圧延機で圧延された熱延鋼板は、テーブルロールを備えた冷却床において所定の温度にまで冷却された後、巻取機においてコイル状に巻き取られる。

【0003】

上述の冷却床においては、搬送される熱延鋼板の上方にはノズルを備えた上面冷却装置が配設され、熱延鋼板を搬送するテーブルロール間に冷却ノズルを備えた下面冷却装置が配設されており、通過する熱延鋼板の上下面を冷却する構成とされている。

20

【0004】

ここで、冷却床においては、仕上圧延機で圧延された熱延鋼板の先端がテーブルロール間に落ち込んでしまうトラブルが発生することがある。特に、熱延鋼板の板厚が薄い場合には、剛性の不足により先端が変形しやすいため、上述のトラブルが発生しやすい傾向にある。そこで、熱間圧延ラインにおいては、熱延鋼板の先端がテーブルロール間に落ち込んでしまうことを防止するために、例えば特許文献1～3に示すような熱延通板ガイド（エプロン）がテーブルロール間に配設されている。

【0005】

30

テーブルロール間に配設された熱延通板ガイドには、熱延鋼板の下面を冷却するために、上述の冷却ノズルに対応する位置にノズル孔が設けられている。ここで、熱延通板ガイドを配設した箇所においては、冷却ノズルから噴射された冷却水は、熱延鋼板の下面に衝突した後に熱延通板ガイドの上に滞留することになる。このため、熱延通板ガイドが配設された部分の冷却が促進されることになり、下面の冷却むらが生じ、その後の品質特性に問題が生じるおそれがある。

【0006】

そこで、上述した特許文献1～3に記載された熱延通板ガイドにおいては、ノズル孔に加えて排水孔を形成して、熱延通板ガイドの上に滞留した冷却水を、排水孔を介して排出するように構成されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2002-239623号公報

【特許文献2】特開2010-42445号公報

【特許文献3】特許第5015034号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかし、上記特許文献1では、熱延通板ガイドをテーブルロールの全幅に設置している

50

ため、冷却水が熱延鋼板と熱延通板ガイドとの間に滞留しやすい。この滞留した冷却水のほとんどはガイドの端部から排出されることとなり、結果として板幅方向に冷却偏差が発生してしまう。

【 0 0 0 9 】

また、上記特許文献 2 では、熱延通板ガイドに碁盤の目に複数形成された貫通孔のうち一部の貫通孔に対して冷却水を噴射するノズルを千鳥格子状に配置し、残りの貫通孔を排水孔として用いている。ここで、特許文献 2 においては多量の高圧水を冷却水として用いている。このため、熱延鋼板と熱延通板ガイドとの間がほぼ冷却水で満たされた状態で、鋼板表面に対して冷却水が高圧力で噴射されていると考えられる。したがって、特許文献 2 においても熱延通板ガイドの排水性は十分ではない。

10

【 0 0 1 0 】

熱延通板ガイド上の滞留水による熱延鋼板の冷却温度むらの問題は、熱延鋼板の幅方向に加えて、長手方向にも存在する。熱間圧延ラインによって得られた熱延鋼板を冷間圧延した場合に、熱延鋼板の一端側において、長手方向で板厚変動が生じることがある。この板厚変動の周期を調査した結果、熱間圧延ラインの巻取機前の熱延鋼板の温度変動とよく一致していることが判明した。

【 0 0 1 1 】

ここで、上述の熱間圧延ラインにおいては、仕上圧延機で圧延された熱延鋼板が巻取機に巻き取られるまでの間は、熱延鋼板に張力が作用していないことから、搬送される熱延鋼板が大きく上下に蛇行することがある。上下に大きく蛇行した熱延鋼板は、下に凸となった部分が熱延通板ガイドに近接・接触することによって温度が低下するため、上述のように、熱間圧延ラインの巻取機前の熱延鋼板の温度が長手方向で周期的に変化することが判明した。

20

【 0 0 1 2 】

このように、熱延鋼板が下に凸となった部分は熱延通板ガイドに近接・接触するため、熱延通板ガイドの上に冷却水が滞留していた場合には、熱延鋼板が局所的に冷却されて大きく温度低下することになる。このため、単に排水孔を設けただけでは熱延通板ガイド上に滞留した冷却水の排出が十分ではなく、熱延鋼板の長手方向の温度変動を抑制することができなかった。すなわち、熱延鋼板の長手方向の温度変動を抑制するためには、熱延通板ガイドの排水性のさらなる向上が必要であった。

30

【 0 0 1 3 】

上記特許文献 3 では、このような観点から、図 7 に示すような、ノズル 2 7 が配置されるノズル孔 3 a と、ノズル孔 3 a の中間に通板方向直線状の排水孔 3 b とが形成された熱延通板ガイド 3 が提案されている。この方式は一定の効果は示すものの、熱延鋼板の幅方向および長手方向の温度変動を抑制するためには、熱延通板ガイドの排水性をさらに向上させる必要があった。

【 0 0 1 4 】

また、熱延通板ガイドは、熱延鋼板と接触することによって摩耗していく。特に、熱延鋼板に疵が発生しないように熱延通板ガイドを熱延鋼板よりも軟質な材料で構成した場合には、早期に摩耗してしまい寿命が短くなるといった問題があった。最近では、熱間圧延ラインにおける生産性を向上させることを目的として、通板速度の上昇が図られており、熱延通板ガイドの早期損耗が促進される傾向にある。熱延通板ガイドを交換する場合には操業を中断することになるため、生産効率向上の観点から熱延通板ガイドの寿命延長が求められている。

40

【 0 0 1 5 】

そこで、本発明は、前述した状況に鑑みてなされたものであって、熱延鋼板の下面に向けて噴射された冷却水を熱延通板ガイドの上から効率的に排出することによって熱延鋼板の長手方向の温度変動を抑制でき、かつ、早期損耗を抑制して寿命延長を図ることが可能な熱延通板ガイドを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

50

【 0 0 1 6 】

上記の課題を解決することを目的に、本発明者らは、熱間圧延ラインを模擬した試験機を用いて、ノズルによって熱延鋼板の下面に吹き付けられた水の流れを詳細に観察した。具体的には、透明のアクリル板を熱延鋼板に見立て、アクリル板の下面に熱延通板ガイドを配置し、熱延通板ガイドのノズル孔に配置されたノズルからアクリル板の下面に対して水を吹き付けた際の水の流れを、アクリル板の上面側から観察した。その結果、吹き付けられた水が以下のように挙動することを知見した。

【 0 0 1 7 】

図7の熱延通板ガイド3において、ノズル27から噴射された冷却水は、アクリル板下面に衝突し、上面から見て同心円状にアクリル板下面を流れる。このとき、冷却水の速度が大きいことおよび衝突する物体が液体であることのため、アクリル板に衝突した水の多くが、すぐに跳ね返って落下することなくアクリル板下面に沿って流れる。アクリル板下面に衝突した後、隣接するノズル27の間に流れた水のうち、アクリル板下面衝突部からの距離が短い部分に流れた水は、排水孔3bの直上で他のノズルから供給された水と衝突し、排水孔3bを通して落下する(S1)。アクリル板下面衝突部からの距離が短い部分においては、衝突する水の単位面積あたりの運動量や各部での速度差がほとんどない。そのため、衝突した水は拡散することなく強い水の勢いを保ったまま排水孔3bを通して落下する。

【 0 0 1 8 】

一方、アクリル板下面衝突部からの距離が長い部分に流れた水は、排水孔3b端部あるいはその延長部直上だけではなく、その周囲に広がり揺らぎを持って衝突していることが認められた(S2)。これは、アクリル板下面衝突部からの距離が長いので、以下の要因の影響が大きくなり、2つの方向から流れてきて衝突する水の運動量や速度に違いが生じるためと考えられる。さらに、これらの水の運動量や速度は、時間とともに変動するので揺らぎを持った衝突をするものと考えられる。このような水の流れとなる要因としては、以下のものが考えられる。

【 0 0 1 9 】

1) 水が接触する、アクリル板の表面状態、動き(鋼板の走行中の動きに相当する。)や傾きのごくわずかな違い

2) 水を供給するノズル向きの微妙な位置のずれ

3) ノズル内面にランダムに脱着することでノズル吐出流の向きの微妙な変動の原因になる、水に含まれる気泡

ノズル内面への気泡の付着によりノズル吐出流の向きは微妙に傾く。その気泡が脱離するとノズル吐出流の向きは真っ直ぐに戻る。この現象が各部位でランダムに繰り返し発生してノズル吐出流の向きが微妙に変動すると考えられる。

【 0 0 2 0 】

上記の新たな知見に基づき、課題を解決するために、本発明に係る熱延通板ガイドは、熱間圧延ラインにおいて熱延鋼板を搬送するテーブルロール間に配置される熱延通板ガイドであって、前記テーブルロール間に配設された冷却ノズルに対応する位置に設けられた複数のノズル孔と、搬送される前記熱延鋼板の板幅方向に隣接する前記ノズル孔同士の間形成された排水孔と、を備え、前記排水孔は、搬送される前記熱延鋼板の通板方向に向けて延在する第1の孔部と、前記第1の孔部の前記通板方向の両端部に形成され、前記板幅方向に拡大された第2の孔部とからなることを特徴としている。

【 0 0 2 1 】

本発明の熱延通板ガイドにおいては、前記テーブルロール間に配設された冷却ノズルに対応する位置に複数のノズル孔が設けられている。このノズル孔を介して熱延鋼板の下面に向けて噴射された冷却水は、熱延鋼板の下面に衝突して放射状に広がり、幅方向に隣接するそれぞれのノズル孔から噴射された冷却水同士が衝突することになる。ここで、本発明においては、搬送される前記熱延鋼板の板幅方向に隣接する前記ノズル孔同士の間排水孔が形成されているので、隣接するそれぞれのノズル孔から噴射された冷却水同士が衝

10

20

30

40

50

突する領域に排水孔が配置されることになり、熱延通板ガイドと熱延鋼板の下面との間に存在する冷却水の排出が促進される。

【 0 0 2 2 】

ここで、本発明の熱延通板ガイドにおいては、前記排水孔は、搬送される前記熱延鋼板の通板方向に向けて延在している。この場合、幅方向に隣接するそれぞれのノズル孔から噴射された冷却水同士が衝突する領域において、排水孔の開口面積を確保することができ、冷却水の排出をさらに促進することができる。

【 0 0 2 3 】

また、本発明の熱延通板ガイドにおいては、前記排水孔の前記通板方向の端部には、前記板幅方向に拡大された第 2 の孔部が設けられている。ノズル孔を介して熱延鋼板の下面に向けて噴射された冷却水は、熱延鋼板の下面に衝突して放射状に広がって通板方向にも流れていく。このため、前記排水孔の通板方向の端部に第 2 の孔部を設けることにより、冷却水の排出を確実に促進することが可能となる。

10

【 0 0 2 4 】

ここで、前記排水孔は、前記第 1 の孔部の幅 W_1 と前記第 2 の孔部の幅 W_2 とが下記式 (1) を満たすように形成するのが望ましい

$$1.00 < W_2 / W_1 \leq 1.70 \quad \cdots (1)$$

【 0 0 2 5 】

また、本発明の熱延通板ガイドにおいて、前記熱延通板ガイドは、熱延鋼板より軟質な材料である樹脂から形成してもよい。これにより、熱延通板ガイドが熱延鋼板と接触した際に熱延鋼板に疵が生じることを抑制できる。例えば、前記熱延通板ガイドを形成する材質のビッカース硬度は、36 以上 125 未満とするのがよい。

20

【 0 0 2 6 】

そして、本発明においては、鉛直方向上方から見て、前記熱延通板ガイドの上面全体の面積に対する前記ノズル孔及び前記排水孔の開口面積の割合である開口面積比 S_h が 0.13 以上とされているので、熱延通板ガイドと熱延鋼板の下面との間に存在する冷却水を確実に排水孔から排出することができ、熱延通板ガイドの上に冷却水が滞留することを抑制できる。よって、熱延鋼板が大きく上下に蛇行して下に凸となった部分が熱延通板ガイドに近接・接触した場合であっても、熱延鋼板が大きく温度低下することが抑制されることになり、熱延鋼板の長手方向の温度変動を抑制することができる。また、本発明においては、前記開口面積比 S_h が 0.18 以下とされているので、熱延鋼板との接触面積が確保され、この熱延通板ガイドの早期摩耗を抑制でき、寿命延長を図ることができる。

30

【 0 0 2 7 】

また、本発明の前記熱延通板ガイドは、前記テーブルロールのロール幅の中央部に配置され、前記熱延通板ガイドの幅は前記テーブルロールのロール幅の 1 / 2 以下に構成されるようにしてもよい。これにより、冷却水を排出しやすくすることができる。

【発明の効果】

【 0 0 2 8 】

本発明によれば、熱延鋼板の下面に向けて噴射された冷却水を熱延通板ガイドの上から効率的に排出することによって熱延鋼板の長手方向の温度変動を抑制でき、かつ、早期損耗を抑制して寿命延長を図ることが可能な熱延通板ガイドを提供することが可能となる。

40

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 9 】

【図 1】本発明の一実施形態である熱延通板ガイドが用いられる熱間圧延ラインの概略説明図である。

【図 2】本実施形態である熱延通板ガイドがテーブルロール間に配設された状態を示す側面説明図である。

【図 3】本実施形態である熱延通板ガイドがテーブルロール間に配設された状態を示す平

50

面説明図である。

【図４】本実施形態である熱延通板ガイドの説明図である。

【図５】本実施形態である熱延通板ガイドを用いた場合の冷却ノズルからの冷却水の挙動を示す説明図である。

【図６】本実施形態に係る熱延通板ガイドの変形例を示す平面図である。

【図７】従来の熱延通板ガイドにおける冷却水の挙動を説明するための説明図である。

【発明を実施するための形態】

【００３０】

< １．熱間圧延ラインの概要 >

以下に、本発明の一実施形態である熱延通板ガイドについて、図１～図４を参照して説明する。本実施形態である熱延通板ガイド３０は、例えば図１に示す熱間圧延ライン１０において使用されるものである。

【００３１】

[１－１．熱間圧延ラインの構成例]

図１に示す熱間圧延ライン１０は、スラブ１を加熱する加熱炉１１と、加熱されたスラブ１を粗圧延して粗圧延材５ａとする粗圧延機１２と、粗圧延材５ａを再加熱する誘導加熱装置１３と、を備えている。また、熱間圧延ライン１０は、粗圧延材５ａを圧延して所定厚さの熱延鋼板を製造する仕上圧延機１５と、仕上圧延後の熱延鋼板５を所定温度に冷却する冷却床２０と、冷却された熱延鋼板５を巻き取るコイラー１８と、を備えている。

【００３２】

ここで、冷却床２０は、図２に示すように、熱延鋼板５の通板方向Ｆに向けて間隔を開けて配設された複数のテーブルロール２１、２１と、搬送される熱延鋼板５の上面を冷却する上面冷却装置２２と、テーブルロール２１、２１間に配設され、搬送される熱延鋼板５の下面を冷却する下面冷却装置２５と、を備えている。そして、通板方向Ｆにおいて、テーブルロール２１、２１間には、本実施形態である熱延通板ガイド３０が配置されている。

【００３３】

上面冷却装置２２は、冷却水が供給される給水配管２３と、給水配管２３に接続され、搬送される熱延鋼板５の上面に向けて冷却水を供給するラミナーノズル２４と、を備えている。

【００３４】

下面冷却装置２５は、図２及び図３に示すように、冷却水が供給される給水配管２６と、給水配管２６に複数配設された冷却ノズル２７と、を備えている。下面冷却装置２５の給水配管２６は、図３に示すように、搬送される熱延鋼板５の板幅方向に延在するように配置されており、複数の冷却ノズル２７は、熱延鋼板５の板幅方向に並列するように配置されている。

【００３５】

熱延通板ガイド３０は、仕上圧延機１５で圧延された熱延鋼板５の先端がテーブルロール２１、２１間に落ち込んでしまうことを防止するために通板方向Ｆに隣接するテーブルロール２１、２１間に配設される。本実施形態では、熱延通板ガイド３０は、熱延鋼板５よりも軟質な材料で構成されており、具体的には樹脂で構成されている。熱延通板ガイド３０を熱延鋼板５よりも軟質な材料により構成することで、熱延鋼板５と熱延通板ガイド３０とが接触した場合であっても、熱延鋼板５に疵が生じることを抑制できる。

【００３６】

具体的には、熱延通板ガイド３０は、熱延鋼板５にスリキズ等のような品質に影響する疵を付けないようにするため、熱延鋼板５よりも軟質な材料で構成される。例えば、普通鋼の硬度（ピッカース硬度）は約１２５Ｈｖである。普通鋼を用いた場合には熱延鋼板５が疵付く可能性が高いことから、熱延通板ガイド３０の硬度は１２５Ｈｖ以下であるのが望ましい。一方、熱延通板ガイド３０の耐久性の観点から、熱延鋼板５に接触してもすぐに摩耗しない程度の硬度があることが望ましい。例えば、熱延通板ガイド３０は、３６Ｈ

10

20

30

40

50

v以上の硬度があることが望ましい。

【0037】

熱延通板ガイド30は、図2に示すように、その上面がテーブルロール21の上端位置よりも一段下方に後退した位置となるように配置されている。また、熱延通板ガイド30は、図3に示すように、テーブルロール21のロール幅の中央部に配置されており、板幅が異なる熱延鋼板5に対応可能とされている。ここで、板幅方向（すなわち、テーブルロール21のロール幅方向）において、熱延通板ガイド30の幅は、テーブルロール21のロール幅の1/2以下に構成されるのがよい。このように、通板方向Fに隣接するテーブルロール21、21間において熱延通板ガイド30が配置される部分を小さくすることで、熱延鋼板5と熱延通板ガイド30との間に冷却水がさらに滞留しにくくすることができる。

10

【0038】

熱延通板ガイド30は、図3及び図4に示すように、下面冷却装置25の冷却ノズル27に対応する位置にノズル孔31が設けられている。本実施形態に係る熱延通板ガイド30には、図4に示すように、3つのノズル孔31が、搬送される熱延鋼板5の板幅方向に並列するように配設されている。また、板幅方向に隣接するノズル孔31、31同士の間、それぞれ排水孔32が設けられている。本実施形態では、この排水孔32は、図3及び図4に示すように、搬送される熱延鋼板5の通板方向Fに向けて延在している。排水孔32は、板幅方向に隣接するノズル孔31の間に位置し、熱延鋼板5の通板方向Fに延在する第1の孔部である延在部34と、排水孔32の通板方向Fにおける延在部34の両端部に形成され、板幅方向に開口面積が拡大された第2の孔部である幅広孔部33とから構成されている。

20

【0039】

また、本実施形態である熱延通板ガイド30においては、鉛直方向上方から見て、熱延通板ガイド30の上面全体の面積に対するノズル孔31及び排水孔32の開口面積である開口面積比Shが0.13以上、かつ0.18以下の範囲内となるように設定されている。なお、排水孔32の形状および開口面積比Shの詳細な説明は後述する。

【0040】

[1-2. 熱間圧延ラインによる熱延鋼板の製造手順]

次に、この熱間圧延ライン10を用いて熱延鋼板5を製造する手順について説明する。図1に示すように、まず、スラブ1が、加熱炉11に装入されて入口側から出口側に向けて搬送されるとともに加熱される（加熱工程）。加熱されたスラブ1が粗圧延機12に装入される。粗圧延機12によって粗圧延がなされ、粗圧延材5aが製造される（粗圧延工程）。

30

【0041】

次に、粗圧延材5aが誘導加熱装置13に装入され、再加熱される。（再加熱工程）。そして、誘導加熱装置13を通過した粗圧延材5aが仕上圧延機15に供給される。この仕上圧延機15によって仕上圧延がなされ、所定厚さの熱延鋼板5が製造される（仕上圧延工程）。

【0042】

仕上圧延機15で圧延された熱延鋼板5は、冷却床20において、テーブルロール21によって通板方向Fに向けて搬送されるとともに、上面冷却装置22及び下面冷却装置25によって所定温度にまで冷却される（冷却工程）。そして、所定温度にまで冷却された熱延鋼板5がコイラー18に巻き取られる（巻き取り工程）。

40

【0043】

<2. 熱延通板ガイド>

本実施形態に係る熱延通板ガイド30は、冷却水の排水性向上と強度向上とを両立させるため、板幅方向における排水孔32の幅広孔部33を延在部34より拡張させることで、より多くの衝突流を排水孔32より排出させるように構成されている。

50

【 0 0 4 4 】

まず、図 5 に基づいて、冷却床 2 0 によって熱延鋼板 5 を冷却する冷却工程における下面冷却の状態について説明する。図 5 は、図 4 の I - I 切断線において熱延鋼板 5 の通板方向 F 前方側から見た図である。冷却床 2 0 において、熱延通板ガイド 3 0 のノズル孔 3 1 に挿通された冷却ノズル 2 7 から、熱延鋼板 5 の下面に向けて冷却水 W が噴射される。熱延鋼板 5 の下面に衝突した冷却水 W は、熱延通板ガイド 3 0 の上面と熱延鋼板 5 の下面との間の空間を放射状に広がっていく。そして、隣接するノズル孔 3 1、3 1 にそれぞれ挿通された冷却ノズル 2 7、2 7 同士からの冷却水 W は、隣接するノズル孔 3 1、3 1 同士の間の空間で衝突する。熱延鋼板 5 の下面に衝突した冷却水 W のほとんどは、このように挙動する。

10

【 0 0 4 5 】

上述したように、本実施形態に係る熱延通板ガイド 3 0 は、テーブルロール 2 1、2 1 間に配設された冷却ノズル 2 7 に対応する位置に設けられた複数のノズル孔 3 1 と、板幅方向に隣接するノズル孔 3 1、3 1 同士の間に形成された排水孔 3 2 と、を備えている。排水孔 3 2 は、板幅方向に隣接する各ノズル孔 3 1、3 1 を介して冷却ノズル 2 7 から噴射された冷却水 W 同士が衝突する領域に配置される。これにより冷却水 W の排水が促進される。

【 0 0 4 6 】

より詳細にみると、図 4 に示すように、排水孔 3 2 は、板幅方向に隣接するノズル孔 3 1 の間に位置し、熱延鋼板 5 の通板方向 F に延在する延在部 3 4 と、延在部 3 4 の両端部に形成され、板幅方向に開口面積が拡大された幅広孔部 3 3 とから構成されている。各冷却ノズル 2 7、2 7 から噴射される冷却水 W の排水量が略同一であるとき、各冷却ノズル 2 7、2 7 から噴射され放射状に広がった冷却水 W は、隣接するノズル孔 3 1、3 1 間で通板方向 F に沿って直線状に衝突する。冷却水 W が直線状に衝突する空間には、排水孔 3 2 の延在部 3 4 が配置されている。また、冷却水 W は、熱延鋼板 5 の通板に伴って通板方向 F 下流側に流れる。この熱延鋼板 5 の通板に随伴する冷却水 W が流れる通板方向 F 下流側には幅広孔部 3 3 が形成されている。

20

【 0 0 4 7 】

従って、延在部 3 4 の上で衝突した冷却水 W は、排水孔 3 2 を介して熱延通板ガイド 3 0 の下方側へと速やかに排出される。また、延在部 3 4 にて排出されない一部の冷却水による衝突流が、延在部 3 4 から逃げるように通板方向 F に流れるが、これらは幅広孔部 3 3 によって効率的に排出される。すなわち、熱延通板ガイド 3 0 は、その上面に冷却水 W が滞留しないように構成されている。なお、排水孔 3 2 は、通板方向 F 上流側にも幅広孔部 3 3 が形成されている。通板方向 F 上流側にも幅広孔部 3 3 は、当該熱延通板ガイド 3 0 が配置されているテーブルロール 2 1、2 1 のうち通板方向 F 上流側に位置するテーブルロール 2 1 の回転に伴って流れてくる冷却水 W を排出するのに役立つ。

30

【 0 0 4 8 】

ここで、排水孔 3 2 は、板幅方向における幅広孔部 3 3 の幅 W_2 と延在部 3 4 の幅 W_1 とが下記式 (1) の関係を満たすように形成されるのがよい。ここで、幅 W_2 、 W_1 は、幅広孔部 3 3、延在部 3 4 のそれぞれの板幅方向における最大幅であるとする。

40

【 0 0 4 9 】

$$1.00 < W_2 / W_1 \leq 1.70 \quad \cdots (1)$$

【 0 0 5 0 】

上述したように、延在部 3 4 の上での衝突流が通板方向 F に流れるため、延在部 3 4 の両端に形成された幅広孔部 3 3 の幅 W_2 を延在部 3 4 の幅 W_1 より大きくすることで、延在部 3 4 で排出されなかった冷却水を効率よく排出することができる。一方、幅広孔部 3 3 の幅 W_2 を大きくし過ぎると、熱延通板ガイド 3 0 のうち幅広孔部 3 3 が形成されている部分の強度が低下してしまう。これより、幅広孔部 3 3 の幅 W_2 は延在部 3 4 の幅 W_1

50

の 1.70 倍までの大きさとするのがよい。

【0051】

なお、排水孔 32 の通板方向 F における長さ L は大きいほどよいが、熱延通板ガイド 30 の耐久性やテーブルロール 21、21 との位置関係によっては、熱延通板ガイド 30 の通板方向端部付近を開口できない場合もある。排水孔 32 の長さ L はこれらを考慮して適宜決定される。

【0052】

このような本実施形態に係る熱延通板ガイド 30 は、鉛直方向上方から見て、熱延通板ガイド 30 の上面全体の面積に対するノズル孔 31 及び排水孔 32 の開口面積である開口面積比 S_h が 0.13 以上となるように形成されている。これにより、熱延通板ガイド 30 と熱延鋼板 5 の下面との間に存在する冷却水 W を確実に排水孔 32 から排出することができる開口面積を確保することができ、熱延通板ガイド 30 の上に冷却水 W が滞留することを抑制できる。

10

【0053】

ここで、冷却床 20 において熱延鋼板 5 を冷却する冷却工程では、熱延鋼板 5 の先端がコイラー 18 に巻き付くまでの間は熱延鋼板 5 には張力が作用していない。このため、熱延鋼板 5 のうち上下方向に大きく蛇行して下に凸となった部分が熱延通板ガイド 30 に近接・接触することになる。しかし、本実施形態に係る熱延通板ガイド 30 の構成により、熱延通板ガイド 30 上における冷却水 W の滞留が抑制されているので、熱延鋼板 5 の局部的な温度低下を抑制することができ、熱延鋼板 5 の長手方向の温度変動を抑制することができる。

20

【0054】

また、本実施形態において熱延通板ガイド 30 は、鉛直方向上方から見て、熱延通板ガイド 30 の上面全体の面積に対するノズル孔 31 及び排水孔 32 の開口面積である開口面積比 S_h が 0.18 以下となるように構成されている。冷却水 W の排出効率を高めるには熱延通板ガイド 30 の開口面積を大きくするのがよいが、開口面積を大きくし過ぎると熱延通板ガイド 30 の耐久性に影響する。そこで、開口面積比 S_h を 0.18 以下とすることで熱延通板ガイド 30 と当該熱延通板ガイド 30 に近接・接触する熱延鋼板 5 との接触面積を確保する。これにより、熱延通板ガイド 30 が早期に摩耗することを抑制でき、寿命延長を図ることができる。

30

【0055】

< 3. まとめ >

以上、熱間圧延ラインの概要と本実施形態に係る熱延通板ガイド 30 の構成およびその作用とについて説明した。本実施形態である熱延通板ガイド 30 においては、排水孔 32 は、通板方向 F に向けて延在する延在部 34 と、通板方向 F における延在部 34 の両端部に、板幅方向に拡大された幅広孔部 33 とからなる。したがって、板幅方向に隣接するそれぞれのノズル孔 31、31 を介して噴射された冷却水 W 同士が衝突する領域に形成された延在部 34 から隣接するノズル孔 31、31 を介して噴射された冷却水 W の衝突流が排出される、排水孔 32 の開口面積を確保することができ、冷却水 W の排水をさらに促進することができる。

40

【0056】

さらに、本実施形態においては、熱延通板ガイド 30 が熱延鋼板 5 よりも軟質な材料である樹脂で構成されているので、熱延鋼板 5 と熱延通板ガイド 30 とが接触した場合であっても、熱延鋼板 5 に疵が生じることを抑制できる。また、熱延通板ガイド 30 を軟質な材料で構成した場合であっても、上述のように、開口面積比 S_h を 0.18 以下とすることから、熱延通板ガイド 30 の早期摩耗を抑制することができる。さらに、熱延通板ガイド 30 は、テーブルロール 21 のロール幅の中央部に配置され、熱延通板ガイド 30 の幅はテーブルロール 21 のロール幅の 1/2 以下に構成される。このように熱延通板ガイド 30 の設置面積自体を小さくすることで、熱延鋼板 5 の下面に向けて噴射された冷却

50

水Wを排出し易くすることができる。

【0057】

上述の構成とすることで、熱延鋼板5の下面に向けて噴射された冷却水を熱延通板ガイド30の上から効率的に排出して熱延鋼板5の長手方向の温度変動を抑制し、かつ、早期損耗を抑制することができる。

【0058】

以上、本実施形態である熱延通板ガイドについて説明したが、本発明はこれに限定されることはなく、その発明の技術的思想を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。例えば、図1に示す構成の熱間圧延ラインの冷却床に配設されるものとして説明したが、これに限定されることはなく、他の構成の熱間圧延ライン等に配設されるものであってもよい。

10

【0059】

また、ノズル孔の個数及び形状、排水孔の個数及び形状は、実施形態において図示したものに限定されることはなく、適宜設計変更してもよい。さらに、樹脂で構成したものとして説明したが、これに限定されることはなく、他の材料で構成したものであってもよい。

【0060】

例えば、排水孔の形状を、図6に示す熱延通板ガイド30Aのように、通板方向の上流側と下流側とで異なるようにしてもよい。図6の熱延通板ガイド30Aは、図4の熱延通板ガイド30と比較して、排水孔32Aの形状が相違する。図6の排水孔32Aは、通板方向上流側の幅広孔部33aおよび通板方向下流側の幅広孔部33bと、ノズル孔31Aの間に形成され、幅広孔部33a、33bを連結する延在部34とからなる。この場合にも、排水孔32は、板幅方向における幅広孔部33a、33bの幅W₂と延在部34の幅W₁とが上記式(1)の関係を満たすように形成されるのがよい。

20

【0061】

延在部34にて排出されない一部の冷却水による衝突流は、通板方向上流側よりも熱延鋼板の通板に伴って通板方向下流側に流れる量の方が多いと考えられる。これより、通板方向上流側の幅広孔部33aよりも通板方向下流側の幅広孔部33bを通板方向に長くするようにすることで、より効率よく冷却水を排出できるようにすることができる。

30

【実施例1】

【0062】

以下に、本発明の熱延通板ガイドの効果を確認すべく実施した実験結果について説明する。実施例1では、熱延鋼板の長手方向の温度変動について確認した。本発明の実施例として、図4に示すように、板幅方向に隣接するノズル孔31同士の間に通板方向に向けて延在する排水孔32を形成した熱延通板ガイド30を用いた。また、比較例として、図4の排水孔を設けていない熱延通板ガイド(比較例1)とを用いた。

【0063】

上述の熱延通板ガイドを、冷却床のテーブルロール間に配置して、熱延鋼板の冷却を実施し、冷却床を通過した熱延鋼板の先端から50mの領域における温度バラツキを測定した。熱延鋼板の温度は、単色温度計を用いて、熱延通板ガイドが配設された板幅中央部と、熱延通板ガイドが配設されていない幅端部から板幅1/3の位置で測定した。測定された温度データから、以下の式によって、熱延通板ガイドの影響による温度変動幅Eを算出した。

40

$$E = (\text{板幅中央部の温度変動幅}) - (\text{1/3位置における温度変動幅})$$

【0064】

従来例の熱延通板ガイドを用いた場合には、熱延通板ガイドの影響による温度変動幅Eが10.3であった。これに対して、本発明例の熱延通板ガイドを用いた場合には、熱延通板ガイドの影響による温度変動幅Eが5.8であった。本発明例の熱延通板ガイド

50

を用いることにより、熱延鋼板の長手方向の温度変動を抑制できることが確認された。

【実施例 2】

【0065】

実施例 2 では、排水孔の幅広孔部と延在部との幅比 (W_2 / W_1) と開口面積比 S_h とを変化させたときの熱延通板ガイドの排水性能について検証した。本発明の実施例として、図 4 に示すように、板幅方向に隣接するノズル孔 31 同士の間に通板方向に向けて延在する排水孔 32 を形成した熱延通板ガイド 30 を用いた。また、比較例として、図 7 に示したような幅広孔部のない排水孔を有する熱延通板ガイド 30A を用いた。

【0066】

10

実施例 2 では、図 2 に示したような熱間圧延ライン 10 を模擬した試験機を用いて、実施例および比較例の熱延通板ガイドの排水性能および耐久性を確認した。下記表 1 に、その結果を示す。ここで、排水性については、単位時間当たりの冷却水の排水量を測定して評価した。排水性評価は下記表 2 に基づき行った。なお、冷却ノズル 27 の水量密度は $0.52 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{min}$ とした。また、耐久性については、熱延通板ガイドの月当たりの消耗量を測定して評価した。耐久性評価は下記表 3 に基づき行った。

【0067】

【表 1】

No.	W_2 / W_1	開口面積比 S_h [-]	排水性	耐久性
1 (比較例 1)	1.00	0.090	△	○
2 (比較例 2)	1.00	0.128	△	○
3 (比較例 3)	0.88	0.135	△	○
4 (比較例 4)	1.80	0.142	○	×
5 (実施例 1)	1.52	0.135	○	○
6 (実施例 2)	1.68	0.139	○	○
7 (実施例 3)	1.10	0.151	○	○
8 (実施例 4)	1.27	0.154	○	○
9 (実施例 5)	1.37	0.179	○	○
10 (比較例 5)	1.00	0.183	○	△
11 (比較例 6)	1.00	0.232	○	×

20

30

【0068】

【表 2】

排水性評価	排水量 [L/s]
×	0.4 以下
△	0.4-0.7
○	0.7 以上

40

【0069】

【表 3】

耐久性評価	月間消耗量 [mm/月]
×	1.2 超または破壊
△	1.0 超-1.2 以下
○	1.0 以下

【0070】

50

表 1 より、開口面積比 S_h を変化させた場合、No. 1、2 より、開口面積比 S_h が 0.13 より小さくなると、耐久性は良好であるが、排水孔の開口面積が小さすぎるため排水性が低下することがわかる。一方で、No. 10、11 より、開口面積比 S_h が 0.18 より大きくなると、排水性は良好であるが、排水孔の開口面積が大きすぎるために耐久性が低下することがわかる。

【0071】

また、開口面積比 S_h を 0.13 以上 0.18 以下とした場合であっても、No. 3 のように排水孔の幅広孔部と延在部との幅比 (W_2 / W_1) が 1.00 未満となると、延在部の幅より幅広孔部の幅が狭くなるため、排水性が劣る。また、No. 4 のように排水孔の幅広孔部と延在部との幅比 (W_2 / W_1) が 1.70 より大きくなると、延在部と幅広孔部との境界部分であるネック部に過大な負荷がかかってしまう。このため、ネック部で割れが発生して破壊してしまい、耐久性に問題がある結果となった。

10

【0072】

一方、No. 5 ~ 9 のように、開口面積比 S_h を 0.13 以上 0.18 以下とし、排水孔の幅広孔部と延在部との幅比 (W_2 / W_1) を 1.00 より大きく 1.70 以下とすることで、排水性、耐久性ともに良好となった。

【0073】

なお、本実施例においては No. 1 ~ 11 で用いた熱延通板ガイドは、ビッカース硬度が 36 ~ 41 Hv の材質を用いた。破壊した No. 4 を除き、No. 1 ~ 3、5 ~ 11 のいずれも所定期間 (6 か月) 使用しても鋼板に疵が付くことはなく、耐疵付き性は良好であった。

20

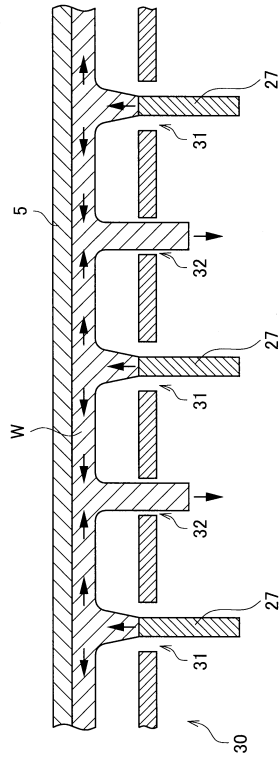
【符号の説明】

【0074】

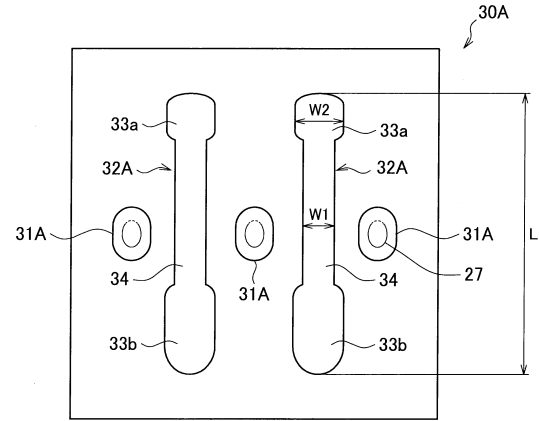
- 5 熱延鋼板
- 10 熱間圧延ライン
- 15 仕上圧延機
- 18 コイラー
- 20 冷却床
- 21 テーブルロール
- 27 冷却ノズル
- 30 熱延通板ガイド
- 31 ノズル孔
- 32 排水孔
- 33 幅広孔部 (第 2 の孔部)
- 34 延在部 (第 1 の孔部)

30

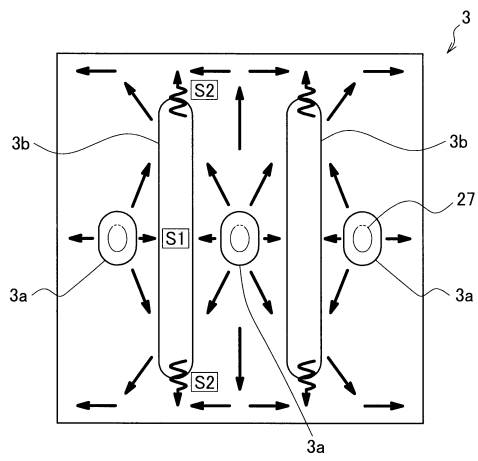
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 大内 一也
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内

審査官 山本 雄一

(56)参考文献 特開2009-202174(JP,A)
特開平10-323709(JP,A)
特開平08-238518(JP,A)
特開昭59-137111(JP,A)
特開平10-137833(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B21B 45/00 - 45/08
B21B 39/14