

(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2017-192968

(P2017-192968A)

(43) 公開日 平成29年10月26日(2017.10.26)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B 2 2 D 11/06 (2006.01)	B 2 2 D 11/06 3 3 0 B	4 E 0 0 4
	B 2 2 D 11/06 3 7 0 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2016-85064 (P2016-85064)	(71) 出願人	000006655
(22) 出願日	平成28年4月21日 (2016. 4. 21)		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	100064908
			弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100175802
			弁理士 寺本 光生
		(74) 代理人	100106909
			弁理士 棚井 澄雄
		(74) 代理人	100134359
			弁理士 勝俣 智夫
		(74) 代理人	100188592
			弁理士 山口 洋

最終頁に続く

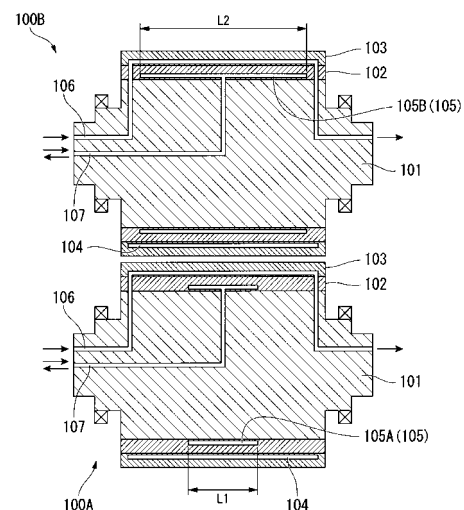
(54) 【発明の名称】 鋳造ストリップ製造設備、及び、鋳造ストリップの製造方法

(57) 【要約】

【課題】鋳造ストリップの板プロフィールを調整することで、より早いフライングタッチが可能となり、板破断やオフゲージが減少し歩留りを向上させることができ、かつ、製造コストの低減を図ることが可能な鋳造ストリップ製造設備を提供する。

【解決手段】鋳造ストリップ製造設備において、一对の冷却ドラムは、内部に配設された加圧室105への圧力媒体の供給及び排出によって前記冷却ドラムのクラウン量が制御される可変クラウンロールとされ、加圧室105を加圧しない状態でドラム幅方向中央部の径がドラム幅方向両端部の径よりも小径とされた凹クラウン形状をなすとともに、加圧室105を加圧することで少なくとも前記ドラム幅方向中央部の径を変更可能とされており、前記一对の冷却ドラムの一方の冷却ドラム100Aの加圧室105Aのドラム幅方向長さL1が、他方の冷却ドラム100Bの加圧室105Bのドラム幅方向長さL2よりも短くされている。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

回転する一对の冷却ドラムにより金属溶湯を凝固させて鑄造ストリップを製造する双ドラム式連続鑄造装置と、前記鑄造ストリップを所定の厚さに圧延するインラインミルと、を備えた鑄造ストリップ製造設備において、

前記一对の冷却ドラムは、内部に配設された加圧室への圧力媒体の供給及び排出によって前記冷却ドラムのクラウン形状が制御される可変クラウンロールとされ、前記加圧室を加圧しない状態でドラム幅方向中央部の径がドラム幅方向両端部の径よりも小径とされた凹クラウン形状をなすとともに、前記加圧室を加圧することで少なくとも前記ドラム幅方向中央部の径を変更可能とされており、

10

前記一对の冷却ドラムの一方の冷却ドラムの前記加圧室のドラム幅方向長さ L_1 が、他方の冷却ドラムの前記加圧室のドラム幅方向長さ L_2 よりも短くされていることを特徴とする鑄造ストリップ製造設備。

【請求項 2】

前記一方の冷却ドラムの前記加圧室のドラム幅方向長さ L_1 と、前記他方の冷却ドラムの前記加圧室のドラム幅方向長さ L_2 との比 L_1 / L_2 が、 $0.6 \leq L_1 / L_2 \leq 0.9$ の範囲内とされていることを特徴とする請求項 1 に記載の鑄造ストリップ製造設備。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の鑄造ストリップ製造設備を用いた鑄造ストリップの製造方法であって、

20

前記冷却ドラムの熱膨張によるクラウン形状の変化に応じて、それぞれの冷却ドラムにおいて前記加圧室に対して圧力媒体の供給及び排出を行い、前記冷却ドラムのクラウン形状を制御し、

前記インラインミル入側の鑄造ストリップの板プロフィールを調整することを特徴とする鑄造ストリップの製造方法。

【請求項 4】

予め鑄造開始からの時間と前記インラインミル入側の前記鑄造ストリップの板プロフィールの経時変化との関係を求めておき、

この関係に応じて、予め設定された板プロフィールとなるようにそれぞれの冷却ドラムにおいて前記加圧室に対して圧力媒体の供給及び排出を行って圧力媒体の圧力量を調整し、前記冷却ドラムのクラウン形状を制御することを特徴とする請求項 3 に記載の鑄造ストリップの製造方法。

30

【請求項 5】

前記冷却ドラムから製出される前記鑄造ストリップの板プロフィールを計測し、計測された前記鑄造ストリップの板プロフィールに応じて、それぞれの冷却ドラムにおいて前記加圧室に対して圧力媒体の供給及び排出を行って圧力媒体の圧力量を調整し、前記冷却ドラムのクラウン形状を制御することを特徴とする請求項 3 に記載の鑄造ストリップの製造方法。

【請求項 6】

前記冷却ドラムのプロフィールを計測し、計測された前記冷却ドラムプロフィールに応じて、それぞれの冷却ドラムにおいて前記加圧室に対して圧力媒体の供給及び排出を行って圧力媒体の圧力量を調整し、前記冷却ドラムのクラウン形状を制御することを特徴とする請求項 3 に記載の鑄造ストリップの製造方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、双ドラム式連続鑄造装置及びインラインミルを備えた鑄造ストリップ製造設備、及び、この鑄造ストリップ製造設備を用いた鑄造ストリップの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

50

鑄造ストリップを製造する場合、例えば特許文献 1 に示されるように、一対の連続鑄造用冷却ドラム（以下、冷却ドラムという。）を平行に配置し、対向する周面をそれぞれ上方から下方に回転させ、これら冷却ドラムの周面によって形成された湯溜まり部に金属溶湯を注入し、金属溶湯を冷却ドラムの周面上で冷却、凝固させて、鑄造ストリップを連続鑄造する双ドラム式連続鑄造装置と、ピンチロールと、インラインミルと、巻取装置と、を備えた鑄造ストリップ製造設備が用いられている。

【0003】

双ドラム式連続鑄造装置は、特許文献 1 に記載されるように、湯溜まり部に注入された金属溶湯を回転する冷却ドラムの周面で凝固、成長させて、鑄造ストリップとして下方へ送り出す。

10

そして、冷却ドラムから送り出された鑄造ストリップは、ピンチロールによって水平方向へ送り出されて、下流のインラインミルによって所望の板厚に調整される。インラインミルによって所望の板厚に調整された鑄造ストリップは、インラインミルの下流に設置された巻取装置によってコイル状に巻き取るようになっている。

【0004】

また、双ドラム式連続鑄造装置においては、鑄造ストリップの先端にダミーシートを接続して、鑄造ストリップを引き出して鑄造を開始するようになっている。

ダミーシートを先導するダミーバーは、鑄造ストリップに比べてかなり厚く形成されており、鑄造ストリップの先端とダミーシートとの接続部には、鑄造ストリップの板厚よりも厚い突起部が形成されている。

20

そして、インラインミルによる圧延は、上述の突起部がインラインミルを通過した後に開始される。

【0005】

双ドラム式連続鑄造装置は、鑄造開始前には、冷却ドラムは低温であることが一般的である。鑄造を開始すると、冷却ドラムは高温の金属溶湯との接触により昇温する。また、冷却ドラムは、内面から冷却媒体（例えば、冷却水）によって一定温度以上にならないように冷却されている。冷却ドラムの温度が一定に到達して以降の期間を定常鑄造時といい、定常鑄造時の冷却ドラムの温度を定常温度という。

【0006】

冷却ドラムのプロフィールは、鑄造を開始してから定常鑄造時に到達するまでに、経過時間とともに変化する（熱膨張する）。そのため、冷却ドラムの初期プロフィールは、定常鑄造時における鑄造ストリップの板プロフィール（板クラウン）が所望の板プロフィールとなるように冷却ドラムの中央部の方が冷却ドラムの端部よりもドラム径が小さい凹クラウンに設定されている。なお、鑄造ストリップにおいて、幅中央部における板厚と幅縁部から所定の距離に設けられたクラウン定義点における板厚との差を板クラウンと呼び、幅方向の板厚分布を板プロフィールと呼んでいる。同様に、冷却ドラムにおいて、幅中央部におけるドラム径と幅端部から所定の距離に設けられたクラウン定義点におけるドラム径との差をドラムクラウンと呼ぶ。ドラムクラウンは半径差、あるいは直径差の両方で使うことがあり、それぞれ半径当りドラムクラウン、直径当りドラムクラウンと定義する。幅方向のドラム径分布あるいはドラム径差分布をドラムプロフィールと呼ぶ。

30

40

【0007】

上述したように、冷却ドラムは、鑄造開始により熱影響を受け、その結果、熱膨張する。このような理由で、初期冷却ドラムの外周面（ドラムプロフィール）は凹型に加工されているのが一般である。従って、鑄造開始直後の鑄造ストリップの板プロフィールは板中央部の板厚は厚く、板端部の板厚は薄くなるような分布となっており、鑄造時間の経過とともにこの板厚偏差は減少して行き、定常鑄造時の鑄造ストリップの板プロフィールは板中央部の板厚と板端部の板厚との差が小さくなり、平坦な板面に近づいていく。この定常鑄造時の鑄造ストリップの具体的なクラウン量は、最終製品の板厚の際に顧客のニーズ要求を満足するように設定される。

【0008】

50

このような双ドラム式連続鋳造装置を備えた鋳造ストリップ製造設備において、鋳造ストリップをインラインミルで圧延する場合に以下の問題があった。

インラインミルでは、インラインミル入側の鋳造ストリップの温度が比較的高温であることから、圧延時に多少の板幅方向のメタルフロー（幅広がり）が生じ若干の板クラウン調整は可能なものの、上述した冷却ドラムの熱膨張による鋳造ストリップの板プロフィール変化に対応するほどのクラウン制御能力はない。このときに、あえて圧延を強行すると、鋳造ストリップの板中央部が板幅端部よりも多く延ばされ、極端な中伸び形状となり、鋳造ストリップが板破断するおそれがある。

【 0 0 0 9 】

このため、鋳造開始し、上記定常鋳造時の鋳造ストリップの先端がインラインミルを通過後に、インラインミルのロールを回転させながらロールギャップを締め込み、圧延を開始している。この圧延方法はフライングタッチと呼ばれている。

したがって、フライングタッチまでの間の定常鋳造状態前の鋳造ストリップは、板厚外れすなわちオフゲージとなり、その部分は後工程で切断されスクラップ処理されるため、結果として製造効率や歩留まりが低下するという問題があった。

これらの問題は、双ドラム式連続鋳造設備において冷却ドラムの鋳造開始時の熱影響による鋳造ストリップの板プロフィール変化が要因である。よって、製造効率及び歩留りの向上を図るために、鋳造開始時の鋳造ストリップの板プロフィールを可能な限り早くフライングタッチ可能な状態にすることが求められている。

【 0 0 1 0 】

上記課題を解決する方法として、予め冷却ドラムを加熱し、定常鋳造時の状態に近づけることが考えられる。

具体的な加熱方法としては冷却ドラムではないが、例えば特許文献 2 には、外部加熱として高周波誘導加熱装置を用いてロールを加熱する方法が開示されている。

また、特許文献 3 には、外部加熱としてバーナーを用いてロール（ピンチロール）を加熱する方法が開示されている。

【 0 0 1 1 】

また、冷却ドラムのクラウン形状を制御することによって板プロフィールを調整する技術も提案されている。

例えば、特許文献 4 には、金属板を連続鋳造するロールにおいて、凹クラウンを有するスリーブを嵌装し、ロール軸内に供給された冷却水圧によりスリーブを膨張させる技術が開示されている。

また、特許文献 5 には、双ロール式連続鋳造装置において、冷却水を利用して水冷ドラム内部より加圧制御し、運転中に水冷ドラム外周面を常に直円筒状に保つ技術が開示されている。

さらに、特許文献 6 には、双ロール式連続鋳造装置において、ロール本体外周に内スリーブと外スリーブの 2 層のスリーブが装着され、内スリーブと外スリーブの間に冷却水路を設け、内スリーブとロール本体との間に形状制御用加圧室を設ける技術が開示されている。

また、特許文献 7 には、圧力流体溝を少なくとも中央部および両縁部の三カ所に有し、これらの圧力流体溝への圧力流体の供給を少なくとも中央部と両縁部とで個別に行う供給システムを備える冷却ロールの技術が開示されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 2 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 0 - 3 4 3 1 0 3 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 0 - 2 2 5 4 0 6 号公報

【 特許文献 3 】 特開昭 6 4 - 0 7 8 6 0 6 号公報

【 特許文献 4 】 特開昭 6 0 - 0 3 3 8 5 7 号公報

【 特許文献 5 】 特開昭 6 1 - 0 3 8 7 4 5 号公報

10

20

30

40

50

【特許文献 6】特公平 07 - 121440 号公報

【特許文献 7】特開昭 59 - 163057 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

しかしながら、特許文献 2, 3 に開示されている技術においては、外部加熱装置によって冷却ドラムを幅方向に均一に加熱することが困難であった。また、双ロール式連続鋳造装置では、鋳造開始時にダミーシートを用いており、ダミーシートのセット時には冷却ドラムは停止している。よって、予め外部加熱装置で冷却ドラムを全周に亘って加熱したとしても、ダミーシートと接触した部分からの放熱の影響でこの部分での温度低下が進み、冷却ドラムの円周方向で熱膨張量が異なってしまう。このため、鋳造ストリップの板プロフィールが冷却ドラムのドラム円周長ピッチで変動してしまい、上述したフライングタッチ開始の時期を早めることができなかった。

10

【0014】

また、鋳造開始時には、冷却ドラムのプロフィール（クラウン形状）が急変するが、この冷却ドラムのプロフィール（クラウン形状）の幅方向に亘っての経時変化は高次関数の形となる。

しかしながら、特許文献 4 ~ 6 に開示されている技術では、2 次関数でしか冷却ドラムのプロフィールを変更できなかった。このため、冷却ドラムのプロフィールの変化量が一定に落ち着いた後、フライングタッチを実施せざるをえず、オフゲージが長くなり、歩留りが悪化するという問題がある。

20

【0015】

なお、特許文献 7 に記載の技術では、1 つのロールに 2 つ以上の流体供給系統を備えることになり、機構が複雑になってしまう。また、形状制御の手順が複雑となって精度良く冷却ドラムのクラウン形状の調整を行うことができないといった問題があった。

このように従来の技術においては、設備コストを増大させるもののオフゲージ減少効果は得られない、または設備機構が複雑になってしまい設備コストが非常に高いという問題があった。

【0016】

本発明は、双ドラム式連続鋳造装置において製造される鋳造ストリップの板プロフィールを調整することで、インラインミルによってより早いフライングタッチが可能となり、その結果板破断やオフゲージが減少し歩留りを向上させることができ、かつ、製造コストの低減を図ることが可能な鋳造ストリップ製造設備、及び、この鋳造ストリップ製造設備を用いた鋳造ストリップの製造方法を提供することを課題とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0017】

上記課題を解決するために、本発明者らは、従来技術として冷却ドラムに定常鋳造時で所望の板プロフィールになるように凹クラウンを付けた場合の鋳造ストリップの板プロフィール変化を調査した。この際インラインミルでの圧下は行わなかった。図 11 に鋳造開始から定常鋳造時に至るまでの鋳造ストリップの板プロフィール概念図を示す。

40

【0018】

図 11 において、状態 1 は鋳造開始直後の冷却ドラムのプロフィールと鋳造ストリップ S の板プロフィールであり、冷却ドラムのプロフィールは、初期状態において、冷却ドラムの外周面がドラム幅方向のほぼ中央に向けて凸となるように湾曲した、全体として大きな凹型のものである。このため、鋳造ストリップ S の板プロフィールは、板幅方向の中央にいくに従って板厚が大きくなるように板表面が湾曲した、全体として大きな凸型となる。

【0019】

状態 2 は鋳造開始からしばらく時間がたった場合の冷却ドラムのプロフィールと鋳造ストリップ S の板プロフィールであり、冷却ドラムは溶融金属からの熱影響により膨張するため、冷却ドラムのプロフィールは、前記状態 1 に比べ、冷却ドラムの外周面の湾曲が緩やかな

50

凹型となっている。従って鑄造ストリップSの板プロファイルは、前記状態1に比べて板表面の湾曲が緩やかな凸型となる。

【0020】

状態3は状態2の状態からさらに時間がたった場合の冷却ドラムのプロファイルと鑄造ストリップSの板プロファイルであり、冷却ドラムのプロファイルは溶融金属からの熱影響により、前記状態2よりさらに膨張し、前記状態2に比べ、冷却ドラムの外周面の湾曲がさらに緩やかな若干の凹型となっている。従って鑄造ストリップSの板プロファイルは、前記状態2に比べて板表面の湾曲がさらに緩やかな若干の凸型となる。

【0021】

状態4は状態3からさらに時間がたって定常鑄造状態に達した場合の冷却ドラムのプロファイルと鑄造ストリップSの板プロファイルであり、冷却ドラムのプロファイルは、溶融金属からの熱影響により前記状態3よりもさらに膨張して、その結果ほぼ矩形（あるいは、前記状態3に比べ、冷却ドラムの外周面の湾曲がさらに緩やかな若干の凹型）に、従って、鑄造ストリップSの板プロファイルもほぼ矩形（あるいは、前記状態3に比べて板表面の湾曲がさら緩やかな若干の凸型）になっている。

【0022】

この状態1から状態4までの変化は、溶融金属の鋼種（溶融温度）や鑄造ストリップSの厚さにもよるが、例えば今回の例では、状態2が鑄造開始から18秒後、状態3が鑄造開始から28秒後、状態4が鑄造開始から32秒後である。

【0023】

さらに、状態1～4に亘っての冷却ドラムのプロファイル変化の特徴を以下に示す。

状態1～2への変化：幅中央から幅端部に亘って全体が熱膨張する。関数形で表現すると状態1～2の冷却ドラムのプロファイル変化量は二次関数となっている。

状態2～3への変化：幅中央から幅端部に亘って全体が熱膨張するが、幅中央でのプロファイルの相対的な変化は小さく、幅端部でのプロファイルの相対的な変化が大きい。関数形で表現すると状態2～3の冷却ドラムのプロファイル変化量は高次関数となっている。

状態3～4への変化：状態2～3の変化とほぼ同様で、幅中央から幅端部に亘って全体が熱膨張するが、幅中央でのプロファイルの相対的な変化は小さく、幅端部でのプロファイルの相対的な変化が大きい。関数形で表現すると状態3～4の冷却ドラムのプロファイル変化量は高次関数となっている。ただし、その絶対量は状態2～3の変化と比較して小さい。

状態4：定常状態となり、冷却ドラムのプロファイル変化量は小さく、冷却ドラムのプロファイルはほぼ一定となる。

【0024】

この時、フライングタッチを開始しインラインミルにて、圧延率30%の圧延をどのタイミングでやれば良いかの検討を実施した。なお、フライングタッチ開始から圧下設定完了までの時間は約1秒である。

先ず、状態2（鑄造開始から18秒内）にフライングタッチをした場合、圧延直後は良好な板形状であったが、直後にインラインミルにて、鑄造ストリップの幅方向の両端部に異常な耳波が生じ、鑄造ストリップの破断が生じた。

状態3以降（鑄造開始から28秒以降）にフライングタッチをした場合鑄造ストリップは破断することなく、かつ良好な板形状の薄く圧延された鑄造ストリップを製造することができた。ただし、この場合、冷却ドラムの加速レートが150m/min、/30秒であるので、約40m弱のオフゲージが発生した。

【0025】

このように、鑄造ストリップに対する所定の圧延を早期に開始することによりオフゲージ部の発生を可能な限り抑制するためには、冷却ドラムのプロファイルの経時的な変化に起因する鑄造ストリップの板プロファイルを調整して、インラインミルにおける鑄造ストリップに対するフライングタッチをできるだけ早期に実施できる状態とする必要がある。

本発明者らの研究の結果、冷却ドラムを、初期状態においてドラム幅方向中央部の径がドラム幅方向両端部の径よりも小径とされた凹クラウン形状のものとして、冷却ドラム

10

20

30

40

50

ロフィルを経時的に且つ高次関数の形に変化できるようにすれば、冷却ドラムにおいて形成される鑄造ストリップの板プロフィールを、インラインミルにおいて早期にフライングタッチできる形状に調整することが可能となるとの知見を得て、本発明に想到するに至った。

【 0 0 2 6 】

本発明は、上述の知見に基づいてなされたものであって、本発明に係る鑄造ストリップ製造設備は、回転する一対の冷却ドラムにより金属溶湯を凝固させて鑄造ストリップを製造する双ドラム式連続鑄造装置と、前記鑄造ストリップを所定の厚さに圧延するインラインミルと、を備えた鑄造ストリップ製造設備において、前記一対の冷却ドラムは、内部に配設された加圧室への圧力媒体の供給及び排出によって前記冷却ドラムのクラウン形状が制御される可変クラウンロールとされ、前記加圧室を加圧しない状態でドラム幅方向中央部の径がドラム幅方向両端部の径よりも小径とされた凹クラウン形状をなすとともに、前記加圧室を加圧することで少なくとも前記ドラム幅方向中央部の径を変更可能とされており、前記一対の冷却ドラムの一方の冷却ドラムの前記加圧室のドラム幅方向長さ L_1 が、他方の冷却ドラムの前記加圧室のドラム幅方向長さ L_2 よりも短くされていることを特徴としている。

10

【 0 0 2 7 】

この構成の鑄造ストリップ製造設備によれば、前記一対の冷却ドラムは、内部に配設された加圧室への圧力媒体の供給及び排出によって前記冷却ドラムのクラウン量が制御される可変クラウンロールとされており、前記加圧室を加圧することで少なくともドラム幅方向中央部の径を変更可能とされている。さらに、前記一対の冷却ドラムの一方の冷却ドラムの前記加圧室のドラム幅方向長さ L_1 が、他方の冷却ドラムの前記加圧室のドラム幅方向長さ L_2 よりも短くされている。このため、一方の冷却ドラムの加圧室と他方の冷却ドラムの加圧室とによってドラム幅方向中央部のクラウン量を制御し、幅広の他方の冷却ドラムの加圧室によってドラム幅方向両端のクラウン量を制御することで、鑄造開始時の熱膨張による冷却ドラムの高次の形状変化に対しても精度良くクラウン形状を制御することができ、インラインミル入側の鑄造ストリップの板プロフィールを早期にフライングタッチ可能な形状とすることが可能となる。

20

【 0 0 2 8 】

ここで、本発明の鑄造ストリップ製造設備においては、前記一方の冷却ドラムの前記加圧室のドラム幅方向長さ L_1 と、前記他方の冷却ドラムの前記加圧室のドラム幅方向長さ L_2 との比 L_1 / L_2 が、 $0.6 \leq L_1 / L_2 \leq 0.9$ の範囲内とされていることが好ましい。

30

この場合、鑄造開始時の熱膨張による冷却ドラムの高次の形状変化に対して、ドラム幅方向全体で冷却ドラムのクラウン形状をより精度良く制御することが可能となる。

【 0 0 2 9 】

本発明の鑄造ストリップの製造方法は、上述の鑄造ストリップ製造設備を用いた鑄造ストリップの製造方法であって、前記冷却ドラムの熱膨張によるクラウン形状の変化に応じて、それぞれの冷却ドラムにおいて前記加圧室に対して圧力媒体の供給及び排出を行い、前記冷却ドラムのクラウン形状を制御し、前記インラインミル入側の鑄造ストリップの板プロフィールを調整することを特徴としている。

40

【 0 0 3 0 】

この構成の鑄造ストリップの製造方法によれば、前記冷却ドラムの熱膨張によるクラウン形状の変化に応じて、それぞれの冷却ドラムにおいて前記加圧室に対して圧力媒体の供給及び排出を行い、前記冷却ドラムのクラウン形状を制御することから、前記インラインミル入側の鑄造ストリップの板プロフィールを早期にフライングタッチ可能な形状とすることができる。よって、板破断やオフゲージを減少させることができ、鑄造ストリップの製造効率及び歩留りを大幅に向上させることが可能となる。

【 0 0 3 1 】

ここで、本発明の鑄造ストリップの製造方法においては、予め鑄造開始からの時間と前

50

記インラインミル入側の前記鑄造ストリップの板プロフィルの経時変化との関係を求めておき、この関係に応じて、予め設定された板プロフィルとなるようにそれぞれの冷却ドラムにおいて前記加圧室に対して圧力媒体の供給及び排出を行って圧力媒体の圧力量を調整し、前記冷却ドラムのクラウン形状を制御する構成としてもよい。

この場合、予め鑄造開始からの時間と前記インラインミルに導入される前記鑄造ストリップの板プロフィルの経時変化との関係を求め、この関係に応じて前記冷却ドラムのクラウン形状を制御するので、比較的簡単に、前記インラインミル入側の鑄造ストリップの板プロフィルを早期にフライングタッチ可能な形状とすることができる。

【0032】

また、本発明の鑄造ストリップの製造方法においては、前記冷却ドラムから製出される前記鑄造ストリップの板プロフィルを計測し、計測された前記鑄造ストリップの板プロフィルに応じて、それぞれの冷却ドラムにおいて前記加圧室に対して圧力媒体の供給及び排出を行って圧力媒体の圧力量を調整し、前記冷却ドラムのクラウン形状を制御する構成としてもよい。

この場合、前記冷却ドラムから製出される前記鑄造ストリップの板プロフィルを計測し、この計測結果に応じて前記冷却ドラムのクラウン形状を制御するので、精度良く鑄造ストリップの板プロフィルを調整でき、前記インラインミル入側の鑄造ストリップの板プロフィルを早期にフライングタッチ可能な形状とすることができる。

【0033】

さらに、本発明の鑄造ストリップの製造方法においては、前記冷却ドラムのプロフィルを計測し、計測された前記冷却ドラムのプロフィルに応じて、それぞれの冷却ドラムにおいて前記加圧室に対して圧力媒体の供給及び排出を行って圧力媒体の圧力量を調整し、前記冷却ドラムのクラウン形状を制御する構成としてもよい。

この場合、前記冷却ドラムのプロフィルを計測し、この計測結果に応じて前記冷却ドラムのクラウン形状を制御するので、精度良く鑄造ストリップの板プロフィルを調整でき、前記インラインミル入側の鑄造ストリップの板プロフィルを早期にフライングタッチ可能な形状とすることができる。

【発明の効果】

【0034】

上述のように、本発明によれば、双ドラム式連続鑄造装置において製造される鑄造ストリップの板プロフィルを調整することで、インラインミルによってより早いフライングタッチが可能となり、その結果板破断やオフゲージが減少し歩留りを向上させることができ、かつ、製造コストの低減を図ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】本発明の実施形態である鑄造ストリップ製造設備の概略構成を示す説明図である。

【図2】本発明の実施形態である鑄造ストリップ製造設備に備えられた双ドラム式連続鑄造装置、ピンチロール、インラインミルを示す説明図である。

【図3】本発明の実施形態に係る冷却ドラムの概略説明図である。

【図4】本発明の実施形態に係る双ドラム式連続鑄造装置により鑄造ストリップを製造する際の鑄造開始時の概要を説明する概念図である。

【図5】本発明の実施形態において、鑄造開始時における冷却ドラムのプロフィル制御の手順を示す概略説明図である。

【図6】冷却ドラムの熱膨張量（サーマルクラウン）を計算した結果と、本発明の実施形態におけるクラウン制御範囲を示すグラフである。

【図7】冷却ドラムから製出される鑄造ストリップの板プロフィルを計測する場合の説明図である。

【図8】冷却ドラムから製出される鑄造ストリップの板プロフィルを計測して冷却ドラムのクラウン形状を制御する場合のフロー図である。

10

20

30

40

50

【図 9】冷却ドラムのプロフィールを計測する場合の説明図である。

【図 10】冷却ドラムのプロフィールを計測して冷却ドラムのクラウン形状を制御する場合のフロー図である。

【図 11】従来の双ドラム式連続鋳造装置によって鋳造ストリップを製造する際の冷却ドラムのプロフィールと鋳造ストリップの板プロフィールの鋳造開始後の経過時間にもなう変化を示す概念図である。

【発明を実施するための形態】

【0036】

以下、添付した図面を参照して、本発明の一実施形態について説明する。

図 1 は、本実施形態である鋳造ストリップ製造設備の概略構成を説明する図であり、図 2 は、双ドラム式連続鋳造装置、第 1 ピンチロール、インラインミルの一例を説明する概略構成図である。また、図 3 は、本実施形態に係る冷却ドラムの概略構成を説明する図である。

10

【0037】

鋳造ストリップ製造設備 1 は、図 1 に示すように、例えば、タンディッシュ（貯蔵装置）1 と、双ドラム式連続鋳造装置 10 と、酸化防止装置 20 と、冷却装置 30 と、第 1 ピンチロール 40 と、インラインミル 50 と、第 2 ピンチロール 60 と、巻取装置 70 とを備えている。

【0038】

また、双ドラム式連続鋳造装置 10 と第 1 ピンチロール 40 の間には送りロール 81 が配置されている。

20

また、第 1 ピンチロール 40 とインラインミル 50 の間にはテンションロール 82 が配置され、インラインミル 50 と第 2 ピンチロール 60 の間にはテンションロール 83 が配置されている。

また、第 2 ピンチロール 60 と巻取装置 70 の間にはデフレクタロール 84 が配置されている。

【0039】

双ドラム式連続鋳造装置 10 は、図 1、図 2 に示すように、例えば、一对の冷却ドラム 100 と、一对の冷却ドラム 100 の幅方向両側に配置されたサイド堰（不図示）とを備え、一对の冷却ドラム 100 とサイド堰は、金属溶湯貯留部 15 を構成するようになって

30

【0040】

一对の冷却ドラム 100 は、第 1 冷却ドラム 100A と第 2 冷却ドラム 100B とを備え、製造する鋳造ストリップ S の板厚（内部品質）と対応させて、第 1 冷却ドラム 100A と第 2 冷却ドラム 100B の間隔を調整可能とされている。

この実施形態では、第 1 冷却ドラム 100A、第 2 冷却ドラム 100B は、例えば、外径 800mm、ドラム胴長（幅）1500mm とされている。なお、一对の冷却ドラム 100 の外径、ドラム胴長（幅）は、これに限定されないことはいうまでもない。

【0041】

ここで、発明の実施形態における一对の冷却ドラム 100（第 1 冷却ドラム 100A 及び第 2 冷却ドラム 100B）の構造を図 3 に示す。

40

図 3 に示すように、第 1 冷却ドラム 100A 及び第 2 冷却ドラム 100B は、ドラム本体 101 の外周に内層スリーブ 102 及び外層スリーブ 103 が装着されている。外層スリーブ 103 と内層スリーブ 102 の間に冷却媒体（例えば水）が流通される冷却媒体用流路 104 が設けられ、内層スリーブ 102 とドラム本体 101 の間には、圧力媒体（例えば油）が供給又は排出される加圧室 105 が設けられている。また、ドラム本体 101 の内部には、冷却媒体用流路 104 へ冷却媒体を供給する冷却媒体供給路 106、及び、加圧室 105 へ圧力媒体を供給及び排出する圧力媒体供給路 107 が設けられている。

【0042】

そして、第 1 冷却ドラム 100A の加圧室 105A のドラム幅方向長さ L1 は、第 2 冷

50

却ドラム１００Ｂの加圧室１０５Ｂのドラム幅方向長さＬ２よりも短くされている。第２冷却ドラム１００Ｂの加圧室１０５Ｂはドラム幅方向のほぼ全幅にわたって設けられ、第１冷却ドラム１００Ａの加圧室１０５Ａは、ドラム幅方向の中央に位置し、且つ、第２冷却ドラム１００Ｂの加圧室１０５Ｂのドラム幅方向長さＬ２よりも短くされている。したがって、第１冷却ドラム１００Ａと第２冷却ドラム１００Ｂとは、冷却ドラム１００のプロフィルを制御する範囲が相互に異なっている。

【００４３】

また、図示されていないが、冷却媒体供給路１０６及び圧力媒体供給路１０７には、それぞれロータリージョイントを介して、冷却媒体供給配管及び圧力媒体供給配管に接続されている。

10

なお、本発明は上記実施形態に示したものに限定されるものではなく、冷却方式は内部冷却を示しているが、その他冷却方式を採用してもよい。例えば、外部から冷却媒体（冷却水）を噴射してもよく、冷却ドラムを中空にして中空部に冷却媒体（冷却水）を噴射して冷却してもよい。

【００４４】

酸化防止装置２０は、鑄造直後の鑄造ストリップＳの表面が酸化してスケールが発生するのを防止するものであり、酸化防止装置２０内では、例えば、窒素ガスによって酸素量を調整するようになっている。酸化防止装置２０は、鑄造する鑄造ストリップＳの材質等を考慮し、必要に応じて適用することが好ましい。

【００４５】

双ドラム式連続鑄造装置１０の下流側では、圧下装置（不図示）によって送りロール８１が鑄造ストリップＳを挟圧するとともに、一対の冷却ドラム１００と送りロール８１の間における鑄造ストリップＳのループ長を計測しながら、このループ長が一定となるように回転数を制御して、鑄造ストリップＳに水平方向の搬送力を付与するようになっている。

20

なお、送りロール８１は、例えば、ロール径２００ｍｍ、ロール胴長（幅）２０００ｍｍの一対のロールにより構成されている。

【００４６】

冷却装置３０は、例えば、多数のスプレーノズル（不図示）を備えていて、鑄造ストリップＳの材質に応じて、スプレーノズルから鑄造ストリップＳの表面（上下面）に冷却水を噴出して鑄造ストリップＳを冷却するようになっている。

30

【００４７】

第１ピンチロール４０は、鑄造ストリップＳに押付力を付与し、インラインミル５０の入側の張力を付与する装置である。

なお、図示していないが、上ピンチロールＲ４０Ａと下ピンチロールＲ４０Ｂは中空構造となっており、内部から水冷による冷却を行っている。

【００４８】

インラインミル５０は、鑄造ストリップＳを圧延して、鑄造ストリップＳを所望の板厚に薄くする装置であり、この実施形態では、６段圧延機とされている。

インラインミル５０は、図１、図２に示すように、対向配置されたワークロール５１Ａ、５１Ｂと、ワークロール５１Ａ、５１Ｂの背後に配置された中間ロール５２Ａ、５２Ｂと、中間ロール５２Ａ、５２Ｂの背後に配置されたバックアップロール５３Ａ、５３Ｂと、インラインミル制御装置（図示なし）と、板厚計５５とを備えている。

40

【００４９】

インラインミル５０は、下流に配置された板厚計（例えば、Ｘ線板厚）５５によって鑄造ストリップＳの板厚を測定して、その測定結果に基づいて、鑄造ストリップＳが予め設定された板厚に形成されるようにロールギャップを調整する。

この実施形態では、例えば、ワークロール外径４００ｍｍ、中間ロール外径４５０ｍｍ、バックアップロール外径１２００ｍｍ、胴長（幅）はいずれも２０００ｍｍとされている。

50

【 0 0 5 0 】

第 2 ピンチロール 6 0 は、例えば、上下に対向配置された一对のロールと、ピンチロールを駆動するモータ（モータ）と、圧下装置（油圧）（不図示）を備えていて、圧下装置によってピンチロールを圧下させて、鑄造ストリップ S に、インラインミル 5 0 との間で張力を発生させるようになっている。

【 0 0 5 1 】

インラインミル 5 0 と第 2 ピンチロール 6 0 の間の張力は、テンションロール 8 3 により測定され、予め設定された張力となるように第 2 ピンチロールの速度が制御されるようになっている。

なお、第 2 ピンチロール 6 0 のロールは、例えば、外径 4 0 0 mm、ロール胴長（幅）2 0 0 0 mm とされている。

10

【 0 0 5 2 】

巻取装置 7 0 は、インラインミル 5 0 で圧延されて第 2 ピンチロール 6 0 から送り出された鑄造ストリップ S を、デフレクタロール 8 4 を介して受取り、コイル状に巻き取るようになっている。

【 0 0 5 3 】

以下、鑄造ストリップ製造設備 1 による鑄造ストリップの製造方法について説明する。

（ 1 ）まず、タンディッシュ T が金属溶湯を一時的に貯蔵する。

（ 2 ）次に、タンディッシュ T に貯蔵された金属溶湯を、タンディッシュ下部に形成されたノズルを介して、双ドラム式連続鑄造装置 1 0 の金属溶湯貯留部 1 5 に注入する。このとき、ノズルを制御して、金属溶湯貯留部 1 5 に貯留される金属溶湯の量を一定とする。

20

（ 3 ）次いで、一对の冷却ドラム 1 0 0 を回転させながら、金属溶湯貯留部 1 5 に貯留された金属溶湯を一对の冷却ドラム 1 0 0 の周面で凝固、成長させて、鑄造ストリップ S を鑄造する。

双ドラム式連続鑄造装置 1 0 において鑄造を開始する際は、例えば、図 4 に示すように、鑄造ストリップ S の先端となる部分にダミーシート 1 1 を接続する。このとき、ダミーシート 1 1 の進行方向先端側には鑄造ストリップ S に比べてかなり厚いダミーバー 1 3 が設けられ、鑄造ストリップ S とダミーシート 1 1 の接続部には、鑄造ストリップ S の板厚よりも厚い突起部 1 2 が形成される。

この実施形態では、鑄造ストリップ S の寸法は、例えば、板厚 2 mm、板幅 1 2 0 0 mm とされ、一对の冷却ドラム 1 0 0 の周速（鑄造速度）は、例えば、1 5 0 m / m i n である。ただし、これに限定されない。

30

（ 4 ）一对の冷却ドラム 1 0 0 で形成された鑄造ストリップ S は、必要に応じて、酸化防止装置 2 0 において、酸化防止処理をする。

（ 5 ）次いで、送りロール 8 1 によって、冷却ドラム 1 0 0 と送りロール 8 1 の間における鑄造ストリップ S のループ長を一定に保ちながら、鑄造ストリップ S を下流側に搬送する。

（ 6 ）次に、必要に応じて、冷却装置 3 0 によって鑄造ストリップ S を冷却する。

（ 7 ）次いで、第 1 ピンチロール 4 0 によって、鑄造ストリップ S に第 1 ピンチロール 4 0 とインラインミル 5 0 間の張力を発生させながらインラインミル 5 0 に送る。

40

（ 8 ）インラインミル 5 0 は、突起部 1 2 がインラインミル 5 0 を通過した後、鑄造ストリップ S の板プロフィルが所定の形状となる見込みの予め設定したタイミングでフライングタッチを開始する。

（ 9 ）インラインミル 5 0 は、鑄造ストリップ S を圧延して、所望の板厚に調整する。

（ 1 0 ）次に、第 2 ピンチロール 6 0 によって、鑄造ストリップ S にインラインミル 5 0 と第 2 ピンチロール 6 0 間の張力を発生させながら、鑄造ストリップ S をインラインミル 5 0 から巻取装置 7 0 に送る。

（ 1 1 ）巻取装置 7 0 は、送られてきた鑄造ストリップ S を巻き取る。

【 0 0 5 4 】

ここで、本実施形態においては、鑄造開始時において一对の冷却ドラム 1 0 0 （第 1 冷

50

却ドラム 1 0 0 A 及び第 2 冷却ドラム 1 0 0 B) のクラウン形状を制御し、製出される鋳造ストリップ S の板プロファイルを調整している。

具体的には、図 5 (a) に示すように、第 1 冷却ドラム 1 0 0 A 及び第 2 冷却ドラム 1 0 0 B は、それぞれ圧力媒体によって加圧室 1 0 5 A、1 0 5 B の圧力量を調整することで、クラウン形状を変更可能 (すなわち可変クラウンロール) になっており、第 1 冷却ドラム 1 0 0 A 及び第 2 冷却ドラム 1 0 0 B において加圧室 1 0 5 A、1 0 5 B のドラム幅方向長さは異なっている。上述したように、これら加圧室 1 0 5 A、1 0 5 B における圧力媒体の圧力はそれぞれ独立して制御可能となっている。

【 0 0 5 5 】

鋳造開始前および開始直後の状態 1 ' について、図 5 (b) を用いて説明する。なお、図 5 (b) において破線が初期状態のドラムクラウン形状を示しており、実線が圧力室 1 0 5 によって制御した後のドラムクラウン形状を示す。図 5 (b) に示すように、本実形態においては、圧力室を加圧しない初期状態で、冷却ドラムは凹クラウン形状をなしている。

鋳造開始前および開始直後の状態 1 ' では、第 2 冷却ドラム 1 0 0 B (加圧室幅広) の加圧室 1 0 5 B の圧力を高く、かつ、第 1 冷却ドラム 1 0 0 A (加圧室狭幅) の加圧室 1 0 5 A の圧力を低くする。すると、図 5 (b) に示すように、第 1 冷却ドラム 1 0 0 A はドラム幅中央部が径方向内側に後退した凹クラウンとなり、第 2 冷却ドラム 1 0 0 B はドラム幅中央部が径方向外側に突出した凸クラウンとなり、第 1 冷却ドラム 1 0 0 A 及び第 2 冷却ドラム 1 0 0 B の間の鋳造ストリップ S は幅方向で一定の厚さとなる。なお、第 2 冷却ドラム 1 0 0 B (加圧室狭幅) の加圧室 1 0 5 B の圧力は調整していないため、第 2 冷却ドラム 1 0 0 B は初期状態 (破線) のままである。

【 0 0 5 6 】

次に、状態 2 ' について図 5 (c) 及び図 5 (d) を用いて説明する。なお、図 5 (c)、図 5 (d) において破線が状態 1 ' のドラムクラウン形状を示しており、一点鎖線が熱膨張した後のドラムクラウン形状、実線が圧力室 1 0 5 によって制御した後のドラムクラウン形状を示す。

状態 1 ' ~ 2 ' の変化では、冷却ドラム 1 0 0 のプロファイルは二次関数で変化し、図 5 (c) に示すように、それぞれ破線で記載された形状から一点鎖線で記載された形状に変化する。

そこで、第 2 冷却ドラム 1 0 0 B (加圧室幅広) の加圧室 1 0 5 B の圧力を低くして、第 2 冷却ドラム 1 0 0 B のドラム幅中央部の突出量 (凸クラウン) を減少させる。これにより、図 5 (d) に示すように、第 1 冷却ドラム 1 0 0 A 及び第 2 冷却ドラム 1 0 0 B の間の鋳造ストリップ S は幅方向で一定の厚さとなる。なお、第 2 冷却ドラム 1 0 0 B (加圧室狭幅) の加圧室 1 0 5 B の圧力は調整していないため、第 2 冷却ドラム 1 0 0 B は熱膨張した後のドラムクラウン形状 (一点鎖線) のままである。

【 0 0 5 7 】

次に、状態 3 ' について図 5 (e) 及び図 5 (f) を用いて説明する。なお、図 5 (e)、図 5 (f) において破線が状態 2 ' のドラムクラウン形状を示しており、一点鎖線が熱膨張した後のドラムクラウン形状、実線が圧力室 1 0 5 によって制御した後のドラムクラウン形状を示す。

状態 2 ' ~ 3 ' の変化では、冷却ドラム 1 0 0 のプロファイルは高次関数で変化し、図 5 (e) に示すように、それぞれ破線で記載された形状から一点鎖線で記載された形状に変化する。

そこで、第 1 冷却ドラム 1 0 0 A (加圧室幅狭) の加圧室 1 0 5 A の圧力を高くして、第 1 冷却ドラム 1 0 0 A のドラム幅中央部を径方向外側に向けて突出させるとともに、第 2 冷却ドラム 1 0 0 B (加圧室幅広) の加圧室 1 0 5 B の圧力を低くして、第 2 冷却ドラム 1 0 0 B のドラム幅中央部を径方向内側へと後退させる。これにより、図 5 (f) に示すように、第 1 冷却ドラム 1 0 0 A 及び第 2 冷却ドラム 1 0 0 B の間の鋳造ストリップ S は幅方向で一定の厚さとなる。

【 0 0 5 8 】

次に、状態 4' について図 5 (g) 及び図 5 (h) を用いて説明する。なお、図 5 (g)、図 5 (h) において破線が状態 3' のドラムクラウン形状を示しており、一点鎖線が熱膨張した後のドラムクラウン形状、実線が圧力室 1 0 5 によって制御した後のドラムクラウン形状を示す。

状態 3' ~ 4' の変化では、冷却ドラム 1 0 0 のプロファイルは高次関数で変化し、図 5 (g) に示すように、それぞれ破線で記載された形状から一点鎖線で記載された形状に変化する。

そこで、第 1 冷却ドラム 1 0 0 A (加圧室幅狭) の加圧室 1 0 5 A の圧力を高くして、第 1 冷却ドラム 1 0 0 A のドラム幅中央部を径方向外側に向けてさらに突出させるとともに、第 2 冷却ドラム 1 0 0 B (加圧室幅広) の加圧室 1 0 5 B の圧力を低くして、第 2 冷却ドラム 1 0 0 B のドラム幅中央部を径方向内側へとさらに後退させる。これにより、図 5 (h) に示すように、第 1 冷却ドラム 1 0 0 A 及び第 2 冷却ドラム 1 0 0 B の間の鑄造ストリップ S は幅方向で一定の厚さとなる。

10

【 0 0 5 9 】

状態 4' では、定常状態となり、冷却ドラム 1 0 0 のプロファイルはほとんど変化しない。状態 3' ~ 4' の変化時の最終圧力制御量を維持することで、鑄造ストリップ S の板プロファイルは定常状態が維持される状態となる。

【 0 0 6 0 】

なお、冷却ドラム 1 0 0 の初期プロファイルとして、定常状態のドラムのサーマルクラウン量を求め、そのサーマルクラウン量だけ初期の冷却ドラムを凹プロファイルとすることで、初期状態から定常状態に亘って、低クラウンの鑄造ストリップ S を製造することができる。

20

図 6 に定常状態における冷却ドラムの熱膨張量の計算結果例を示す。計算条件は、ドラム径が 5 0 0 mm、ドラム胴長が 1 2 0 0 mm である。また、二次での近似曲線を併せて示す。

【 0 0 6 1 】

図 6 (a) より、板幅端部 (ドラム幅端部) において熱膨張量は高次の関数となっていることが分かる。またドラム幅方向無次元化位置 (ドラム幅端部を - 0 . 5 , + 0 . 5 、ドラム幅中央を 0 とする) で - 0 . 3 7 5 近傍、+ 0 . 3 7 5 近傍よりも幅端部側で二次曲線との乖離が大きくなることが分かる。

30

【 0 0 6 2 】

ここで、図 6 (b) に示すように、第 1 冷却ドラム 1 0 0 A の加圧室 1 0 5 A 及び第 2 冷却ドラム 1 0 0 B の加圧室 1 0 5 B 内の圧力を制御することで、フラットなドラムプロファイルから熱膨張時のドラムプロファイルを表現することができれば、圧力制御によって、冷却ドラム 1 0 0 (第 1 冷却ドラム 1 0 0 A 及び第 2 冷却ドラム 1 0 0 B) の熱膨張量が板プロファイルに及ぼす影響を安定的に打ち消すことが可能となる。

【 0 0 6 3 】

そのため、第 1 冷却ドラム 1 0 0 A の加圧室 1 0 5 A のドラム幅方向長さを L_1 、第 2 冷却ドラム 1 0 0 B の加圧室 1 0 5 B のドラム幅方向長さを L_2 とし、各加圧室 1 0 5 A、1 0 5 B の幅中央とドラムの幅中央を同一としたときに、 L_1 / L_2 の比率を適宜変更してドラムプロファイルを測定した。この結果、 $0.6 \leq L_1 / L_2 \leq 0.9$ の範囲内、さらに望ましくは $0.7 \leq L_1 / L_2 \leq 0.8$ の範囲内のときに、冷却ドラム 1 0 0 (第 1 冷却ドラム 1 0 0 A 及び第 2 冷却ドラム 1 0 0 B) の幅方向全体に亘って、冷却ドラム 1 0 0 (第 1 冷却ドラム 1 0 0 A 及び第 2 冷却ドラム 1 0 0 B) の熱膨張量の高次関数をより精度良く表現可能であることが分かった。

40

【 0 0 6 4 】

なお、 L_1 / L_2 の比率を 0 . 6 以上とすることで耳波の発生を的確に抑制することができ、 L_1 / L_2 を 0 . 9 以下とすることで中伸びの発生を的確に抑制することができる。以上のように、 L_1 / L_2 を上述の範囲内とすることにより、サーマルクラウンの経時

50

変化を $\pm 20 \mu\text{m}$ 以内に制御可能となり、その後の圧延工程において平坦形状不良の発生を十分に抑制することが可能となる。

【0065】

したがって、第1冷却ドラム100Aの加圧室105Aのドラム幅方向長さ L_1 と、第2冷却ドラム100Bの加圧室105Bのドラム幅方向長さ L_2 との比率 L_1/L_2 を、 $0.6 \leq L_1/L_2 \leq 0.9$ の範囲内としたとき、圧力制御によってドラム熱膨張量が板プロファイルに及ぼす影響をさらに的確に打ち消すことができる。これにより、鑄造開始直後から定常状態に亘って、ほぼ同じ鑄造ストリップSの板プロファイルを安定的に造り込むことが可能となる。

【0066】

ここで、上述の冷却ドラム100（第1冷却ドラム100A及び第2冷却ドラム100B）におけるクラウン形状の制御は、予め鑄造開始からの時間とインラインミル50に導入される鑄造ストリップSの板プロファイルの経時変化との関係を求めておき、この関係に応じて、第1冷却ドラム100A及び第2冷却ドラム100Bのそれぞれの加圧室105A、105Bの圧力量を調整してもよい。

【0067】

また、図7に示すように、冷却ドラム100から製出された鑄造ストリップSの板プロファイルを固定板厚計16及びスキャン板厚計17によって計測し、計測された鑄造ストリップSの板プロファイルに応じて、図8に示すフロー図に示すように、第1冷却ドラム100A及び第2冷却ドラム100Bのそれぞれの加圧室105A、105Bの圧力量を制御してもよい。

【0068】

あるいは、図9に示すように、冷却ドラム100（第1冷却ドラム100A及び第2冷却ドラム100B）のプロファイルを、冷却ドラム100の幅方向に一定間隔で配設した複数のレーザ距離計18による計測により得ることができる。そして、これらのレーザ距離計による計測により得られた冷却ドラム100（第1冷却ドラム100A及び第2冷却ドラム100B）のプロファイルに応じて、図10に示すフロー図に示すように、第1冷却ドラム100A及び第2冷却ドラム100Bのそれぞれの加圧室105A、105Bの圧力量を制御してもよい。

【0069】

以上、本実施形態によれば、一对の冷却ドラム100は、内部に配設された加圧室105への圧力媒体の供給及び排出によって冷却ドラム100のクラウン量が制御可能とされ、第1冷却ドラム100Aの加圧室105Aのドラム幅方向長さ L_1 が、第2冷却ドラム100Bの加圧室105Bのドラム幅方向長さ L_2 よりも短くされている。そのため、第1冷却ドラム100Aと第2冷却ドラム100Bの加圧室105A、105Bに対してそれぞれ圧力媒体を供給及び排出することにより、鑄造開始時の熱膨張による冷却ドラム100の高次の形状変化に対しても精度良くクラウン形状を制御することができ、インラインミル50入側の鑄造ストリップSの板プロファイルを早期にフライングタッチ可能な形状とすることが可能となる。よって、板破断やオフゲージを減少させることができ、鑄造ストリップSの製造効率及び歩留りを大幅に向上させることが可能となる。

【0070】

また、本実施形態においては、第1冷却ドラム100Aの加圧室105Aのドラム幅方向長さ L_1 と、第2冷却ドラム100Bの加圧室105Bのドラム幅方向長さ L_2 との比 L_1/L_2 が、 $0.6 \leq L_1/L_2 \leq 0.9$ の範囲内とされ、より望ましくは $0.7 \leq L_1/L_2 \leq 0.8$ の範囲内とされているので、鑄造開始時の熱膨張による冷却ドラム100の高次の形状変化に対しても、ドラム幅方向全体で冷却ドラム100のクラウン形状をより精度良く、また安定的に制御することが可能となる。

【0071】

ここで、本実施形態において、予め鑄造開始からの時間とインラインミル50に導入される鑄造ストリップSの板プロファイルの経時変化との関係を求めておき、この関係に応じ

10

20

30

40

50

て、第1冷却ドラム100A及び第2冷却ドラム100Bのそれぞれの加圧室105A、105Bの圧力量を調整し、冷却ドラム100のクラウン形状を制御する構成とした場合には、比較的簡単に、インラインミル50入側の鑄造ストリップSの板プロフィールを早期にフライングタッチ可能な形状とすることができる。

【0072】

また、本実施形態において、冷却ドラム100から製出される鑄造ストリップSの板プロフィールを計測し、計測された鑄造ストリップSの板プロフィールに応じて、第1冷却ドラム100A及び第2冷却ドラム100Bのそれぞれの加圧室105A、105Bの圧力量を調整し、冷却ドラム100のクラウン形状を制御する構成とした場合には、精度良く鑄造ストリップSの板プロフィールを調整でき、インラインミル50入側の鑄造ストリップSの板プロフィールを早期にフライングタッチ可能な形状とすることができる。

10

【0073】

さらに、本実施形態において、冷却ドラム100のプロファイルを計測し、計測された冷却ドラム100のプロファイルに応じて、第1冷却ドラム100A及び第2冷却ドラム100Bのそれぞれの加圧室105A、105Bの圧力量を調整し、冷却ドラム100のクラウン形状を制御する構成とした場合には、精度良く鑄造ストリップSの板プロフィールを調整でき、インラインミル50入側の鑄造ストリップSの板プロフィールを早期にフライングタッチ可能な形状とすることができる。

【0074】

なお、この発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、発明の趣旨を逸脱しない範囲において、種々の変更をすることが可能である。

20

例えば、本実施形態では、鑄造開始時にダミーシートを用いるものとして説明したが、これに限定されることはなく、他の構成の双ドラム式連続鑄造装置に適用してもよい。

【実施例】

【0075】

次に、本発明の効果を確認した実験結果について説明する。

本実験に用いた設備は、図1及び図2に示したものと同一である。鑄造ストリップの板厚は2mm、板幅は1200mmの鋼である。鑄造開始からの冷却ドラムの加速レートが150m/min・/30秒で定常鑄造状態の冷却ドラム回転速度は159m/min・である。その際インラインミルで圧下率30%の圧延が行われ、インラインミル出側の板厚は1.4mmである。

30

【0076】

(比較例1)

定常鑄造状態で鑄造後の鑄造ストリップの板クラウンが30μmになるように冷却ドラムにはドラム胴長は1200mmに亘って凹クラウン(100μm/半径)が付与されている場合を比較例1とする。なお、この比較例1においては、冷却ドラム内の加圧室は設置されていない。

【0077】

(比較例2)

定常鑄造状態で鑄造後の鑄造ストリップの板クラウンが30μmになるように冷却ドラムにはドラム胴長は1200mmに亘って凹クラウン(100μm/半径)が付与されており、かつ、一对の冷却ドラムにおいて加圧室が同じ幅で設置され、圧力媒体によってロールクラウンを制御する方法を比較例2とする。

40

【0078】

(本発明例1~4)

冷却ドラムとして、ドラム胴長は1200mmに亘って凹クラウン(100μm/半径)が付与され、鑄造設備の冷却ドラムに加圧室を設置し圧力媒体によってクラウン量を制御する可変クラウンロールを用いた。さらに、一对のドラムのそれぞれで加圧室を異なる幅とした。ここで、狭幅の加圧室幅をL1、広幅の加圧室幅をL2とし、各加圧室の幅中央とドラムの幅中央を同一としたときに、L1/L2の比率を表1に示すものとした。

50

さらに、予め実験を行い鑄造開始からの時間と鑄造ストリップの板プロフィール変化の関係を予め求めておき、予め設定された板プロフィールになるように鑄造ストリップの板プロフィール変化から該冷却ドラムの圧力媒体の圧力量を制御した。

【 0 0 7 9 】

比較例 1、2 および本発明例 1 ～ 4 においてフライングタッチを開始し、インラインミルにて板破断の発生しないフライングタッチ開始タイミングを調査した。結果を表 1 に示す。

【 0 0 8 0 】

【表 1】

	ドラム直径 (mm)	ドラム胴長 (mm)	初期プロフィール (μ m/半径)	L1/L2	フライングタッチ 開始時間(秒)	オフゲージ長 (m)	総合 評価
比較例1	500	1200	100	-	28	37	×
比較例2	500	1200	100	1	28	37	×
本発明例1	500	1200	100	0.9	12	16	○
本発明例2	500	1200	100	0.75	8	10	◎
本発明例3	500	1200	100	0.6	10	13	○
本発明例4	500	1200	100	0.4	20	26	○

【0081】

比較例1では、鑄造開始から10秒でフライングタッチを開始した場合、フライングタッチ開始直後に極端な中伸びが発生して板破断した。板破断が発生しないフライングタッチ開始時間は鑄造開始から28秒以降となり、フライングタッチ開始を鑄造開始から28

10

20

30

40

50

秒にした場合約 40 m 弱のオフゲージが発生した。この場合の鑄造ストリップの板クラウン（インラインミル入側の板クラウン、エッジ 75 mm 位置）は初期 160 μm 、定常部 30 μm であった。

【0082】

比較例 2 では、鑄造開始から 10 秒でフライングタッチを開始し、インラインミル入側の板クラウンを一定とするよう、圧力制御も行った。鑄造開始から 18 秒後まではインライン出側は平坦な形状であったが、鑄造開始から 20 秒を過ぎた頃から耳波が発生し、鑄造開始 24 秒後には、下工程通板が不可能なほどの異常な耳波が発生したため、圧延を中止した。下工程通板が可能な程度の平坦形状不良に抑えるためのフライングタッチ開始時間は鑄造開始から 28 秒以降となり、フライングタッチ開始を鑄造開始から 28 秒にした場合約 40 m 弱のオフゲージが発生した。この場合の鑄造ストリップの板クラウン（インラインミル入側の板クラウン、エッジ 75 mm 位置）は初期 50 μm 、定常部 30 μm であった。

10

【0083】

本発明例 1 では、鑄造開始から 12 秒でフライングタッチを開始し、インラインミル入側の板クラウンを一定とするよう、圧力制御も行ったところ問題は発生しなかった。フライングタッチ開始を鑄造開始から 12 秒にした場合約 16 m のオフゲージが発生した。この場合の鑄造ストリップの板クラウン（インラインミル入側の板クラウン）は、初期 36 μm 、定常部 30 μm であった。

【0084】

20

本発明例 2 では、鑄造開始から 8 秒でフライングタッチを開始し、インラインミル入側の板クラウンを一定とするよう、圧力制御も行ったところ問題は発生しなかった。フライングタッチ開始を鑄造開始から 8 秒にした場合約 10 m のオフゲージが発生した、この場合の鑄造ストリップの板クラウン（インラインミル入側の板クラウン）は初期定常部ともに 30 μm であった。

【0085】

本発明例 3 では、鑄造開始から 10 秒でフライングタッチを開始し、インラインミル入側の板クラウンを一定とするよう、圧力制御も行ったところ問題は発生しなかった。フライングタッチ開始を鑄造開始から 10 秒にした場合約 13 m のオフゲージが発生した、この場合の鑄造ストリップの板クラウン（インラインミル入側の板クラウン）は初期 35 μm 、定常部 30 μm であった。

30

【0086】

本発明例 4 では、鑄造開始から 10 秒でフライングタッチを開始し、インラインミル入側の板クラウンを一定とするよう、圧力制御も行った。鑄造開始から 18 秒後まではインライン出側は平坦な形状であったが、鑄造開始から 24 秒を過ぎた頃から耳波が発生し、下工程通板が不可能なほどの異常な耳波が発生したため、圧延を中止した。下工程通板が可能な程度の平坦形状不良に抑えるため、初期ドラムプロフィルの調整と、フライングタッチ開始時間の調整を行った。下工程通板が可能な程度の平坦形状不良に抑えるためのフライングタッチ開始時間は鑄造開始から 20 秒以降となり、フライングタッチ開始を鑄造開始から 20 秒にした場合約 26 m のオフゲージが発生した。この場合の鑄造ストリップの板クラウン（インラインミル入側の板クラウン、エッジ 75 mm 位置）は初期 42 μm 、定常部 30 μm であった。

40

【0087】

本発明例 1 ～ 4 では、いずれもフライングタッチの時期を比較例 1, 2 よりも早めることができ、その結果オフゲージを削減することができた。

以上のことから、本発明によれば、双ドラム式連続鑄造装置及びインラインミルを備えた鑄造ストリップ製造設備において、フライングタッチ時期を早めることでオフゲージを減少させ製造コストを低減できることが明らかとなった。

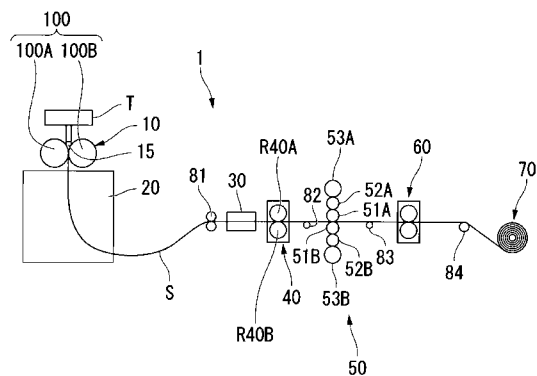
【符号の説明】

【0088】

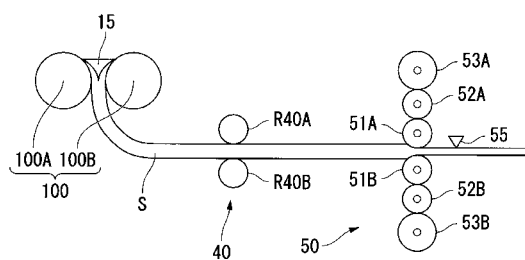
50

S 鋳造ストリップ
 1 鋳造ストリップ製造設備
 10 双ドラム式連続鋳造装置
 50 インラインミル
 100 冷却ドラム
 100A 第1冷却ドラム
 100B 第2冷却ドラム
 105 (105A、105B) 加圧室

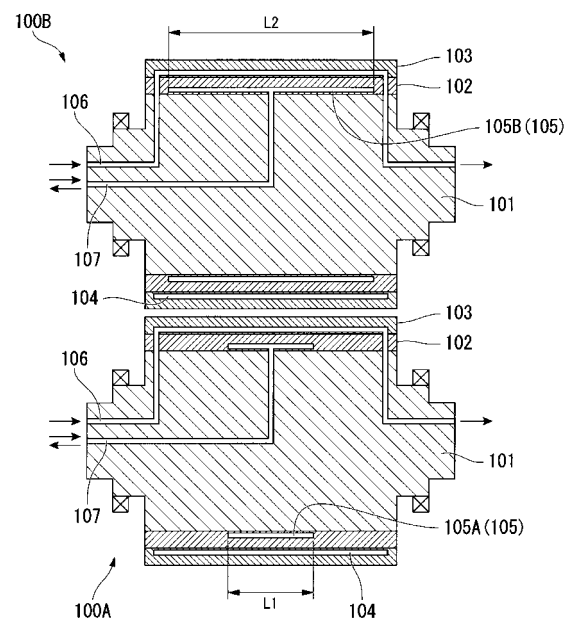
【 図 1 】



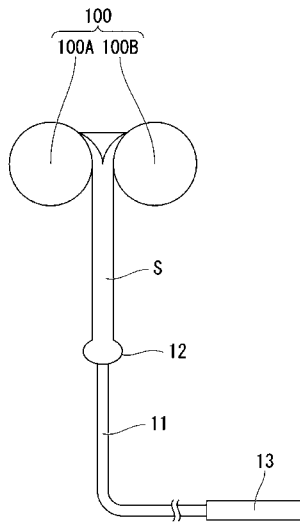
【 図 2 】



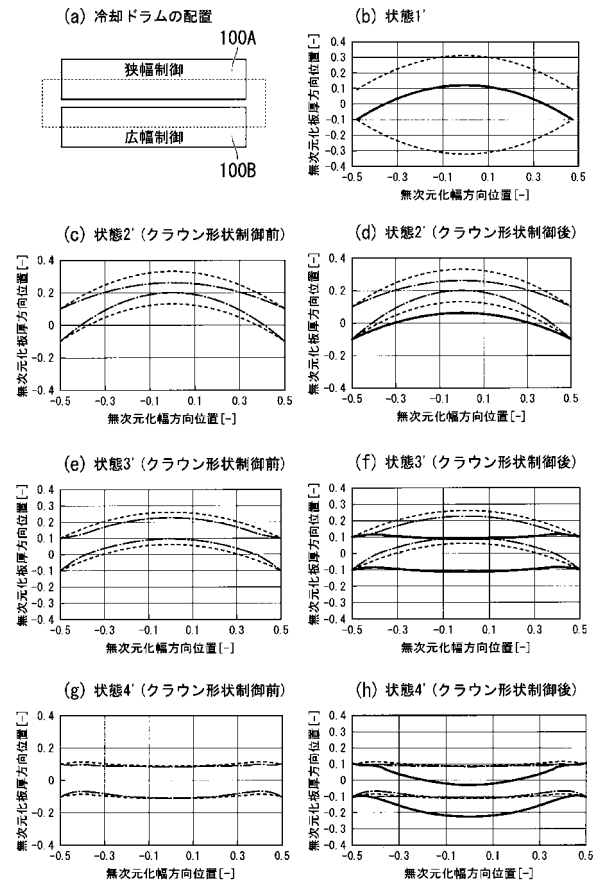
【 図 3 】



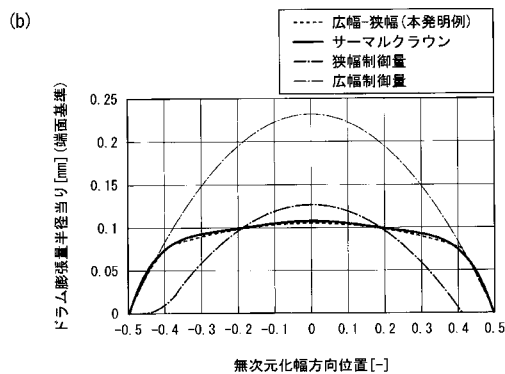
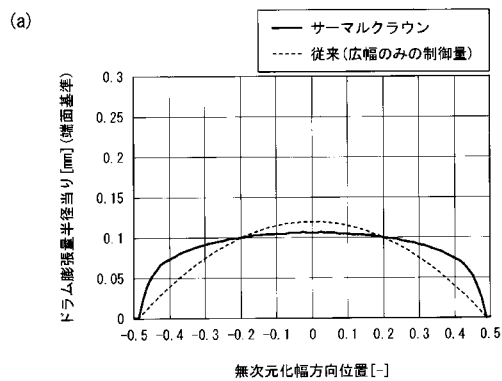
【図4】



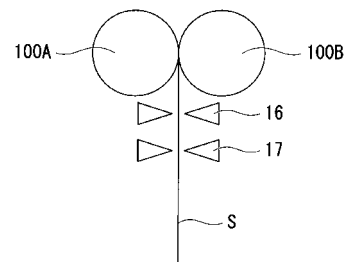
【図5】



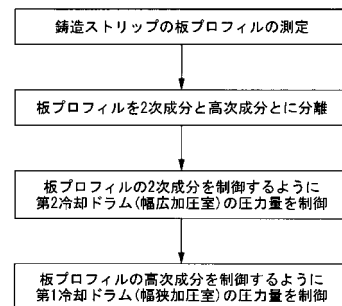
【図6】



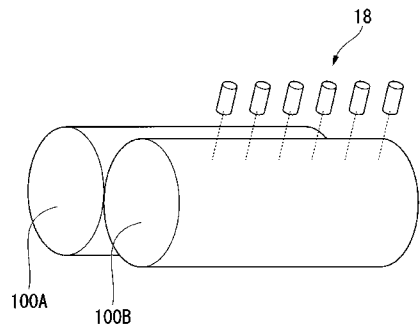
【図7】



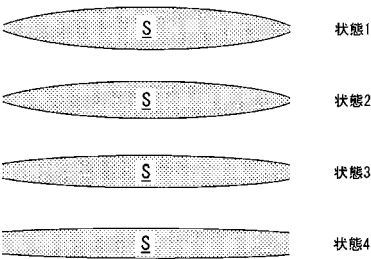
【図8】



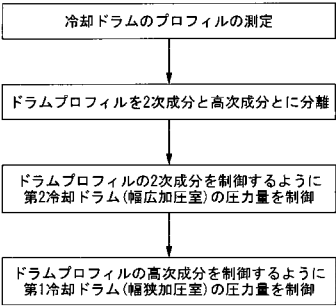
【図 9】



【図 1 1】



【図 1 0】



フロントページの続き

- (72)発明者 新國 大介
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
- (72)発明者 白石 利幸
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
- (72)発明者 江藤 学
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
- (72)発明者 宮寄 雅文
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
- Fターム(参考) 4E004 DA13 DB20 QA01 QA08