

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5962283号
(P5962283)

(45) 発行日 平成28年8月3日(2016.8.3)

(24) 登録日 平成28年7月8日(2016.7.8)

(51) Int.Cl.

F 1

B21B 15/00 (2006.01)
B21B 1/02 (2006.01)B21B 15/00
B21B 1/02E
E

請求項の数 2 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2012-160083 (P2012-160083)
 (22) 出願日 平成24年7月19日 (2012.7.19)
 (65) 公開番号 特開2013-208648 (P2013-208648A)
 (43) 公開日 平成25年10月10日 (2013.10.10)
 審査請求日 平成27年2月23日 (2015.2.23)
 (31) 優先権主張番号 特願2011-233608 (P2011-233608)
 (32) 優先日 平成23年10月25日 (2011.10.25)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)
 (31) 優先権主張番号 特願2012-43022 (P2012-43022)
 (32) 優先日 平成24年2月29日 (2012.2.29)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000001258
 JFEスチール株式会社
 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
 (74) 代理人 100105968
 弁理士 落合 憲一郎
 (74) 代理人 100099531
 弁理士 小林 英一
 (72) 発明者 佐々木 俊輔
 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
 三宅 勝
 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】熱間スラブの形状調節方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

加熱炉から抽出された熱間スラブである板の、板厚方向両側に対向配置される水平圧延ロールを有する水平圧延機と、板幅方向両側に対向配置される一対の幅プレス金型を有する幅プレス機とを、スラブ搬送方向の上流側から前記水平圧延機である入側水平圧延機、前記幅プレス機の順に、加熱炉抽出時のスラブ長よりも短い配置間隔で設置してなる、熱間スラブの形状調節設備を用いた熱間スラブの形状調節方法であって、1つの熱間スラブに対し前記水平圧延機による板厚圧延と前記幅プレス機による幅圧下とを同時に施し、前記幅プレス機による幅圧下中に圧延スリップが起こらず且つ前記水平圧延機出側の板に圧縮力が作用するように前記水平圧延機の圧延速度制御を行う事を特徴とする、熱間スラブの形状調節方法。

【請求項 2】

加熱炉から抽出された熱間スラブである板の、板厚方向両側に対向配置される水平圧延ロールを有する水平圧延機2機と、板幅方向両側に対向配置される一対の幅プレス金型を有する幅プレス機とを、スラブ搬送方向の上流側から前記水平圧延機である入側水平圧延機、前記幅プレス機、前記水平圧延機である出側水平圧延機の順に、加熱炉抽出時のスラブ長よりも短い配置間隔で設置してなる熱間スラブの形状調節設備を用いる形状調節方法であって、加熱炉から抽出された熱間スラブをスラブ全長に亘り幅プレス機で1回或いは2回以上幅圧下するにあたり、スラブ先尾端の幅圧下の間に入出側水平圧延機での水平圧延により圧縮力・引張力を付与し、且つ出側水平圧延機での圧延開始の際に入側水平圧延

機にて圧縮力を加えることを特徴とする熱間スラブの形状調節方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、熱間スラブの形状調節設備及び形状調節方法に関し、詳しくは、連続鋳造にて製造されたスラブの板厚、板幅を成形するにあたり、スラブ先尾端の平面形状を制御してクロップロスを低減するとともに、スラブ先端幅中央部の局部的な増厚を抑制して粗圧延のパス数低減と搬送不良の問題を解消する、熱間スラブの形状調節設備及び形状調節方法に関する。

【背景技術】

10

【0002】

連続鋳造機で鋳込まれるスラブの鋳込み速度はスラブ幅にほとんど依存しない事から、生産性向上を目的として広幅でスラブを鋳込み、熱間圧延ラインにて製品幅に応じた所定板幅に幅圧下する手法がとられている。幅圧下を行う装置としては、サイジングミルやサイジングプレスが開発されており使用されている。このサイジングミルは板幅方向両側に対向配置される圧延用ロールによりスラブ幅圧延を施す装置であるが、ロールとスラブの接触長が短いためスラブ幅端部へのせん断歪が大きく、フィッシュテールと呼ばれるスラブ先尾端での凹形状を引起こし歩留まり悪化の原因となっていた。そういった背景から、スラブとの接触長を増加させフィッシュテールを抑制する目的でサイジングプレスが開発され、大幅な歩留まりの向上を達成している。このサイジングプレスによる加工は、幅圧下荷重がスラブ 金型間の接触長にほぼ比例する。このため、設備の荷重制約の観点から最大 300mm 程度の幅変更が行われている。しかし、一般的な熱延鋼帯製品の幅は 700mm ~ 2200mm 程度と様々であり、熱間圧延ラインにてサイジングプレス装置を活用したとしても、連続鋳造工程では別チャンスにて複数水準の幅のスラブを鋳込む必要がある。

20

【0003】

また、サイジングプレスの能力を増大して幅圧下量を大きくした場合、サイジングプレス加工には次の 2 つの問題が生じる。1 つは、大幅圧下によりスラブ先端厚が増加して幅プレス後の粗圧延のパス数が増加し、生産能率が低下するという問題（問題A）であり、もう 1 つは、スラブ非定常部（長手方向両端部）の平面形状を矩形状に造り込むことができず、図 14 の如く、粗圧延後にクロップロスが増加して歩留まりが悪化するという問題（問題B）である。

30

【0004】

前記問題Aに対し、従来、幅圧下後の噛込性を向上させる為に、図 15 に示される金型傾斜角 θ を大きくし、スラブ厚方向の増厚位置をコントロールして増厚を防ぐ方法（方法A）が知られている（特許文献 1 参照）。

前記問題Bに対し、従来、図 16 に示されるスラブと金型の接触長 L を調整して先尾端形状を調節する方法（方法B）が知られている（特許文献 2 参照）。

【0005】

40

一方、設備への負担を増加させる事無く、かつ歩留まり落ちの原因となる先尾端でのフィッシュテールと呼ばれる凹形状を抑えつつ連続鋳造スラブの幅変更量を拡大する方法として、サイジングミルとサイジングプレスを組合せた方法が提案されている（特許文献 3）。これはフィッシュテールを防止するため、サイジングプレスによりスラブ先尾端にあらかじめ予成形を行った後にサイジングミルで定常部の幅変更を行う方法であり、650mm 程度の大きな幅変更を達成している。また、サイジングプレス予成形での大幅変更時にはスラブ先端の板厚が増加し、搬送用ロールに衝突する事で搬送が困難となるため、搬送ラインに設けられた上方向に荷重を付与できる下ロールにより機械的にスラブ先端を矯正する装置も考案されて運用されている（特許文献 4）。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【0006】

- 【特許文献1】特開2009-6361号公報
 【特許文献2】特許第2561251号公報
 【特許文献3】特開2008-254036号公報
 【特許文献4】特開2008-254033号公報
 【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかし、上述の従来技術では、以下のような課題があった。

前記従来の方法Aでは、スラブ先端厚増加低減への効果は小さく、大幅な能率向上には繋がっていない。金型の角度は一定なので、スラブ幅によっては十分な効果が得られない。又、前記従来の方法Bでは、金型長が有限である為、効果には限界がある。増厚抑制効果については特に言及しておらず、効果に乏しいと考えられる。

【0008】

また、特許文献3では、豊型圧延機での1パス毎の幅変更量が小さく、スラブの幅変更を大きくするためには多くの圧延パス数が必要であるため生産性が悪いとともにスラブ温度が低下する。さらに、スラブ先端をサイジングプレスにより大幅圧下するために、先端部で大増厚がおこり、特許文献4にあるような矯正装置の導入が前提条件となっているため、設置スペース、設備費、ランニングコスト等々、多くの点で問題を有している。

【0009】

つまり、従来技術では、スラブ幅圧下時の先後端部非定常変形に起因する歩留まりロスと板厚の増加を最小限に抑制し、かつ高い生産性で所望の目標寸法にスラブを成形する事ができないという課題があった。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明者らは前記課題を解決する為に鋭意考究し、以下の要旨構成からなる本発明を成した。

(1) 加熱炉から抽出された熱間スラブである板の、板厚方向両側に対向配置される水平圧延ロールを有する水平圧延機と、板幅方向両側に対向配置される一対の幅プレス金型を有する幅プレス機とを、スラブ搬送方向の上流側から前記水平圧延機である入側水平圧延機、前記幅プレス機の順に、加熱炉抽出時のスラブ長よりも短い配置間隔で設置してなる、熱間スラブの形状調節設備を用いた熱間スラブの形状調節方法であって、1つの熱間スラブに対し前記水平圧延機による板厚圧延と前記幅プレス機による幅圧下とを同時に施し、前記幅プレス機による幅圧下中に圧延スリップが起こらず且つ前記水平圧延機出側の板に圧縮力が作用するように前記水平圧延機の圧延速度制御を行う事を特徴とする、熱間スラブの形状調節方法。

(2) 加熱炉から抽出された熱間スラブである板の、板厚方向両側に対向配置される水平圧延ロールを有する水平圧延機2機と、板幅方向両側に対向配置される一対の幅プレス金型を有する幅プレス機とを、スラブ搬送方向の上流側から前記水平圧延機である入側水平圧延機、前記幅プレス機、前記水平圧延機である出側水平圧延機の順に、加熱炉抽出時のスラブ長よりも短い配置間隔で設置してなる熱間スラブの形状調節設備を用いる形状調節方法であって、加熱炉から抽出された熱間スラブをスラブ全長に亘り幅プレス機で1回或いは2回以上幅圧下するにあたり、スラブ先端の幅圧下の間に入出側の水平圧延機での水平圧延により圧縮力・引張力を付与し、且つ出側圧延機での圧延開始の際に入側圧延機にて圧縮力を加えることを特徴とする熱間スラブの形状調節方法。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、サイジングプレス工程でのスラブの幅変更により発生する先尾端のフイッシュテール形状を小さく抑えつつ、搬送不良や、幅変更後のスラブを下流の粗圧延機で水平圧延する際の噛込み不良、パス数増加の原因となるスラブ先端幅中央部の局部的な

10

20

30

40

50

増厚を防ぐ事ができる。又、本発明によれば先尾端形状を良好に維持しつつ大幅な幅変更を行えるから、歩留まりの向上と連鉄機の能率向上が期待できる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】請求項1に記載の本発明に係る熱間スラブの形状調節設備の概要を示す側面図(a)及び平面図(b)である。

【図2】請求項2に記載の本発明に係る熱間スラブの形状調節設備の概要を示す側面図(a)及び平面図(b)である。

【図3】従来の幅プレス機による幅圧下時の後方分力を示す説明図である。

【図4】従来の幅圧下によりフィッシュテール部が形成された場合の板幅中央部の増厚を示す説明図である。

10

【図5】水平圧延機下流側より押込力を負荷した際の中立点の移動例を示す線図である。

【図6】実施例1における幅プレス後のスラブ先端部の平面形状の変化例を示す線図である。

【図7】実施例1における幅プレス後のスラブ先端部のスラブ幅方向に対する板厚分布の変化例を示す線図である。

【図8】実施例1における幅プレス後のスラブ幅中央部の長手方向に対する板厚分布の変化例を示す線図である。

【図9】実施例2における幅プレス後のスラブ先端部の平面形状の変化例を示す線図である。

20

【図10】入側(a)、出側(b)の各水平圧延機による圧縮力を示す線図である。

【図11】本発明例と比較例との幅調節後のスラブ先端部平面形状を示す線図である。

【図12】本発明例と比較例との幅調節後のスラブ先端部平面形状を示す線図である。

【図13】実施例5の幅調節方法の概要を示す側面図である。

【図14】粗圧延後のシートバーのクロップロスを示す平面図である。

【図15】金型傾斜角 θ を示す平面図である。

【図16】スラブと金型の接触長 L を示す平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

30

以下、本発明の実施形態について作用効果を交えて説明する。以下の説明において、“荷重”、“力”は、共に単位面積当たりの量である。

通常のサイジングプレスによるスラブの幅圧下では、幅圧下量を大きくする場合には金型ストロークが足りないため金型2Kの傾斜部より幅圧下を開始する。その際に、金型傾斜角が大きくなるに従いスラブ先端でのフィッシュテール量が増加し、それにともないスラブ先端板幅中央部での局所的な板厚の増加が起こる。

【0014】

本発明者らは、サイジングプレスによる幅圧下で生じるスラブ先端変形メカニズムについて詳細に検討した結果、その有利な制御方法を着想した。サイジングプレスによる幅圧下では、幅圧下荷重 P は金型傾斜角 θ により分解され、図3に示す如くスラブを後退させる力 $P_{sin\theta}$ を生じる。一方で、金型2Kとスラブ10の接触域では摩擦力 μP (μ は摩擦係数である)が働きその水平方向分力 $\mu P_{cos\theta}$ がスラブ10の後退を阻止する。これら2つの力により、スラブ先端部には大きなせん断力が生じ、スラブ10の後退と共にフィッシュテール部10FTを形成する。また、この後方分力 $P_{sin\theta}$ によるせん断力は金型傾斜角度が大きくなるに従い増加する。

40

【0015】

スラブ先端形状がフィッシュテールになった場合、スラブ先端部においてスラブ幅中央部10WCの局所的な板厚増加が引起される。図4にスラブ先端がフィッシュテール形状になった後のスラブ幅中央部10WCの増厚のメカニズムと増厚後のスラブ幅中央部10WCの長手方向板厚分布の外観を示す。先端にフィッシュテール部10FTが形成され

50

るとスラブ先端に材料の無い部分（材料無部）ができ、この部分の材料の拘束が無くなる。これにより、フィッシュテール部 10FT は材料からの反力を受けずに塑性歪量が小さくなり、一方で幅圧下により変形する材料の体積は一定であるためスラブ先端部においてスラブ幅中央部 10WC に変形が集中し、局部的な増厚を引起す。

【0016】

上述のメカニズムによると、先端フィッシュテールと板厚の局所増厚の抑制には、根本原因である後方分力の低減が有効であると考えられる。

本発明の実施形態について図 1 を用いて説明する。図 1 は前記（1）に記載の本発明に係る熱間スラブの形状調節設備の概要を示す側面図（a）及び平面図（b）あり、板厚方向両側に対向配置される水平圧延ロール 1HR を有する水平圧延機（入側水平圧延機）1 と、板幅方向両側に対向配置される一対の金型（幅プレス金型）2K を有する幅プレス機 2 とを、スラブ搬送方向の上流側から水平圧延機 1、幅プレス機 2 の順に、加熱炉抽出時のスラブ長よりも短い配置間隔 l_0 で設置してなる。即ち、加熱炉抽出時のスラブ長を L_0 で表すと、 $0 < l_0 < L_0$ 、である。尚、好ましくは、 $0 < l_0 < 0.3 \times L_0$ 、である。

10

【0017】

この設備を用いて、1つの熱間スラブに対し水平圧延機 1 による板厚圧延と幅プレス機 2 による幅圧下とを同時に施すのである。これにより、幅プレス機 2 の金型 2K による幅圧下中にその上流側の水平圧延機 1 の水平圧延ロール 1HR による送りでスラブへ前記後方分力 P_{sin} に対抗する圧縮力を加える事ができ、以て先端形状を制御するのである。この方法により、スラブ幅や幅圧下量によらず先端部のフィッシュテールを抑制でき、かつフィッシュテール部が起因となって起こるスラブ幅中央部の局部的な増厚も抑制した大幅圧下が可能になる。

20

【0018】

ここで、水平圧延機 1 は圧延スリップが起こらず且つ該水平圧延機出側の板に圧縮力が作用するように圧延速度制御を行う事が好ましい。

板圧延におけるスリップの発生条件は、ロールバイト内に中立点が存在するか否かで判定可能であり、水平圧延機により圧縮力を負荷する事を想定した圧延解析を行った結果を図 5 に示す。解析条件は厚み 260mm、温度 1000 相当のスラブを 1000mm のロールによる 245mm 厚みまでの水平圧下とした。水平圧延機の下流側から押込力を負荷する事により中立点がロールバイト出口側に移動するが、本圧延条件では約 11MPa 以下の押込力であればスリップの発生が無い事が分かった。この押込力即ち圧縮力によりスラブ先端部の形状制御を行った。

30

【実施例 1】

【0019】

実施例 1 として、幅 1450mm、スラブ厚 260mm のスラブを対象として、2 度に分けて 3 25mm ずつの幅圧下を施し、合計幅圧下量 650mm とした場合について本発明を適用した。幅圧下は金型傾斜部から開始し、1 パス目のみ後方分力に対抗する圧縮力 9MPa を水平圧延機により与えた。図 6 に幅圧下後の先端平面形状を示す。通常の幅圧下（圧縮力 0 MPa）では巨大なフィッシュテール形状となるが、圧縮力を加えた条件ではフィッシュテール形状を抑制でき、クロップロスを 76.2% 削減できた。又、図 7 にスラブ先端の板厚プロファイルを示すが、圧縮力の付与により先端部の板厚増加を 15% 程度防げた。又、図 8 にはスラブ幅中央部長手方向の板厚分布を示すが、スラブ最先端部の局所的な増厚が抑制され、粗圧延のパス数低減効果とスラブの搬送不良問題の解決が期待できる。

40

【実施例 2】

【0020】

実施例 2 として、幅 1650mm、スラブ厚 260mm のスラブを対象として、1 度の幅圧下で幅圧下量 250mm とした場合について本発明を適用した。スラブ幅に対して幅圧下量が小さい条件では増厚の問題は無いが、フィッシュテール変形が顕著になる。このような条件下の圧縮力付与によるフィッシュテール抑制効果を示す。幅圧下は金型傾斜部から開始し、後方分力に対抗する圧縮力として 7MPa、9MPa を与えた。図 9 に幅圧下後の先

50

端平面形状を示す。結果より、適切な圧縮力の付与により先端平面形状を制御し、クロップロスを92%削減できる事を確認した。

【0021】

図2は前記(2)に記載の本発明に係る熱間スラブの形状調節設備の概要を示す側面図(a)及び平面図(b)である。図示の様に、本発明に係る形状調節設備は、加熱炉(図示せず)から抽出された熱間スラブを形状調節する設備であって、左右一対の金型でスラブを幅圧下する幅プレス機2と、該幅プレス機2に近接して該幅プレス機の上流側である入側と下流側である出側とに夫々配置された、上下一対のロールでスラブを水平圧延する、入側水平圧延機1と出側水平圧延機3とを有する。

【0022】

入側水平圧延機1と出側水平圧延機3とのロール軸心間距離は、幅圧下後スラブ長さ以内とされる。

本発明に係る形状調整方法では、前記形状調節設備を用い、加熱炉から抽出された熱間スラブをスラブ全長に亘り幅プレス機2で1回或いは2回以上幅圧下するにあたり、スラブ先尾端の幅圧下の間に入出側の水平圧延機での水平圧延により圧縮力・引張力を付与し、且つ出側水平圧延機での圧延開始の際に入側水平圧延機にて圧縮力を加える。

【0023】

前記圧縮力・引張力は、入出側の水平圧延機における圧延中立点がロールバイト内に存在するという要件(スリップが生じない要件)を満足するように付与する事が肝要である。この要件を満たす圧縮力の範囲は圧延理論から計算できる。例えば図10は、入側(a)、出側(b)の各水平圧延機で、スラブを幅プレス機へ押込み可能な圧縮力を算出した結果を示す線図である。計算条件は、初期スラブサイズ=260mm厚×1450mm幅、温度=1100、ロール径=1000mm、摩擦係数=0.3、入側、出側の各水平圧延機の出側厚=245mmとした。

【0024】

図10(a)より、入側水平圧延機では、ロールバイト出口側からの押込み力(圧延機から幅プレス機への圧縮力)が増加するにつれて中立点がロールバイト出口側に移行するが、11.0MPa以下の圧縮力であればスリップは生じない。

図10(b)より、出側水平圧延機では、ロールバイト出口側からの押込み力(圧延機から幅プレス機への圧縮力)が増加するにつれて中立点がロールバイト出口側に移行するが、17.2MPa以下の圧縮力であればスリップは生じない。

【実施例3】

【0025】

図2に示した形態の形状調節設備(ここでは、入側水平圧延機と出側水平圧延機のロール軸心間距離 初期スラブ長とした)を用い、初期サイズが幅1450mm厚さ260mmであるスラブに幅プレス機にて全長に亘る250mm幅圧下を1回行うに際して、先端部幅圧下時に入側水平圧延機にてスラブ進行方向に対して7.7MPaの圧縮力、尾端部幅圧下時に出側水平圧延機にてスラブ進行方向に対して7.7MPaの圧縮力を加える場合(本発明例)と、前記圧縮力を加えない場合(比較例)との二通りの条件で幅調節を実施し、クロップロス量の比較を行った。その結果、図11に示す通り、本発明例()では幅調節後のスラブ先尾端平面形状が比較例()に比べより矩形に近い形状とする事ができ、(a)先端クロップ重量が対比較例比で84.3%減(計算式:(1-本発明例クロップロス重量/比較例クロップロス重量)×100(%))、(b)尾端クロップ重量が対比較例比で22.3%減(計算式:(1-本発明例クロップロス重量/比較例クロップロス重量)×100(%))となった。

【実施例4】

【0026】

実施例3に用いたのと同じ幅調節設備を用い、初期サイズが幅1450mm厚さ260mmであるスラブに幅プレス機にて全長幅圧下を2回に分けて各回325mm、計650mmの幅圧下を行うに際して、各幅圧下回につき、先端部幅圧下時に入側水平圧延機にて

10

20

30

40

50

スラブ進行方向に対して 7.7 MPa の圧縮力、尾端部幅圧下時に出側圧延機にてスラブ進行方向に対して 7.7 MPa の圧縮力を加える場合（本発明例）と、前記圧縮力を加えない場合（比較例）との二通りの条件で幅調節を実施し、クロップロス量の比較を行った。その結果、図 12 に示す通り、本発明例（ ）では幅調節後のスラブ先尾端平面形状が比較例（ ）に比べより矩形に近い形状とする事ができ、（a）先端クロップ重量が対比較例比で 85.0 % 減（計算式：（1 - 本発明例クロップロス重量 / 比較例クロップロス重量）× 100（%））、（b）尾端クロップ重量が対比較例比で 80.5 % 減（計算式：（1 - 本発明例クロップロス重量 / 比較例クロップロス重量）× 100（%））となった。

【実施例 5】

10

【0027】

実施例 3 に用いたのと同じ形状調節設備を用い、初期スラブサイズが幅 900 mm 厚さ 260 mm であるスラブに幅プレス機にて全長に亘る 350 mm 幅圧下を 1 回行い、引続き出側水平圧延機で水平圧延するに際して、図 13 に示すように、該水平圧延の開始時（先端噛込時）に、入側水平圧延機にてスラブ進行方向に対し種々異なる圧縮力（押込圧力）を加える場合（本発明例）と、加えない場合（比較例）との複数通りの条件で幅調節を実施し、出側水平圧延機の出側スラブ厚（出側圧延機出側厚と略称する）、圧下率、噛込角度（詳しくは噛込角度の上限）、圧延荷重を調査した。その結果を表 1 に示す。

【0028】

20

幅圧下後（出側水平圧延機入側）のスラブは、スラブ先端部の幅中央部で最大 400 mm まで増厚した。表 1 より、押込圧力を加えなかった比較例では出側圧延機出側厚は初期スラブ厚 260 mm よりも大であり、且つ圧下率、噛込角度、圧延荷重とも低レベルであり、次工程の粗圧延におけるパス数削減（それによる生産性向上）は望みえなかった。これに対し、押込圧力を加えた本発明例では、押込圧力を増していくと、出側圧延機出側厚は大きく低減し、圧下率、噛込角度、圧延荷重は何れも増大した。押込圧力 10 MPa では比較例に比べて、出側圧延機出側厚を 1/3 以下に低減させる事ができ、噛込角度を 2 倍以上に増大させる事ができ、次工程の粗圧延でのパス数削減（それによる生産性向上）に繋がった。

【0029】

30

尚、圧延荷重は比較例に比べて最大 3 倍程度に増大したものの、装置能力の範囲内なので問題にはならなかった。

【0030】

【表 1】

条件 No.	押込圧力 (MPa)	出側圧延機出側厚 (mm)	圧下率 (%)	噛込角度 (度)	圧延荷重 (t)	備考
1	0.0	316	18	21	394	比較例
2	3.0	190	50	36	879	本発明例
3	5.0	150	60	39	1029	本発明例
4	7.0	120	68	42	1221	本発明例
5	10.0	90	77	44	1380	本発明例

40

【符号の説明】

【0031】

- 1 水平圧延機（入側水平圧延機）
- 1 HR 入側水平圧延ロール
- 2 幅プレス機
- 2 K 金型（幅プレス金型）
- 3 出側水平圧延機
- 3 HR 出側水平圧延ロール
- 1 0 スラブ（熱間スラブ）
- 1 0 WC スラブ幅中央部

50

10FT フィッシュテール部

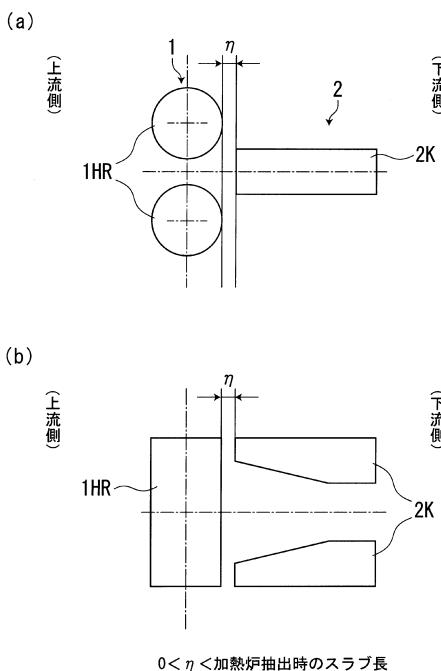
水平圧延機と幅プレス機の配置間隔

P 幅圧下荷重

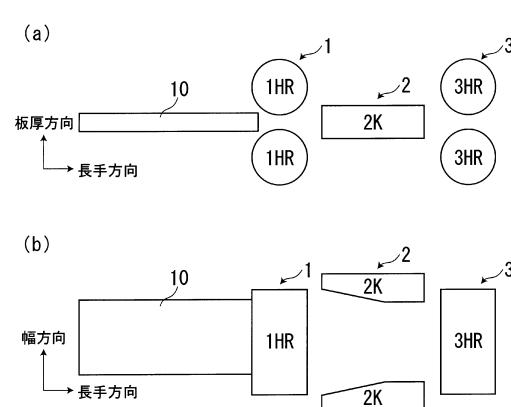
金型傾斜角

 μ 摩擦係数

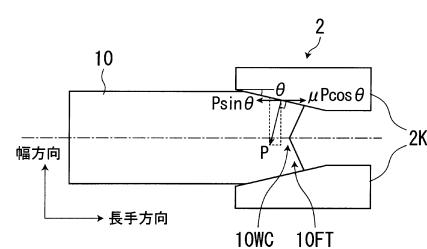
【図1】



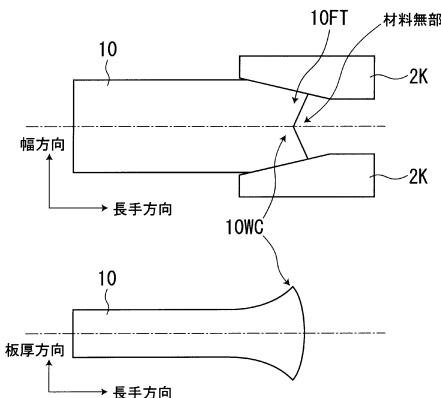
【図2】



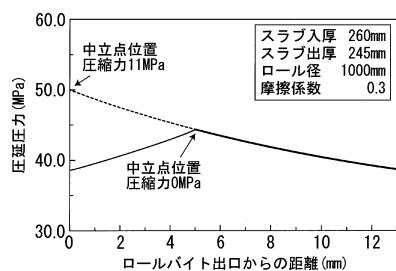
【図3】



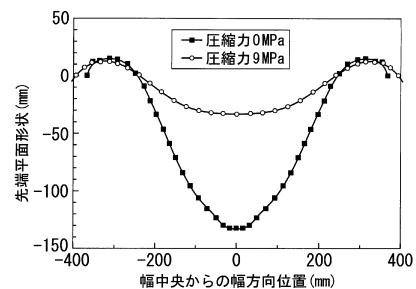
【図4】



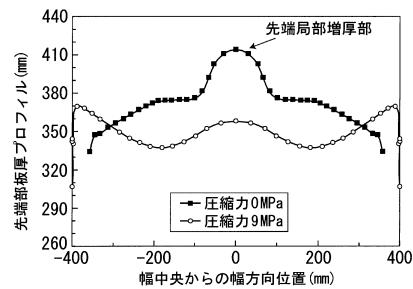
【図5】



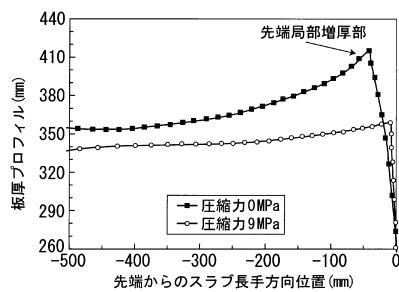
【図6】



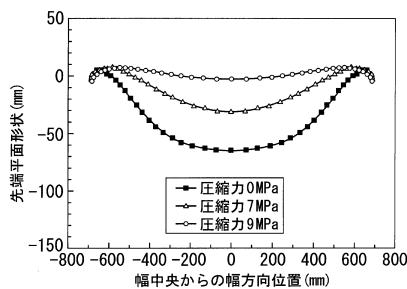
【図7】



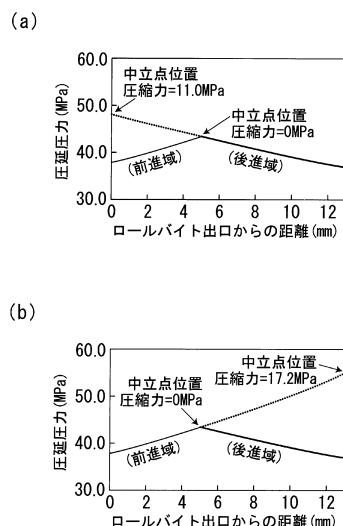
【図8】



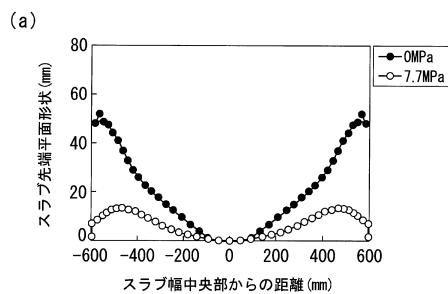
【図9】



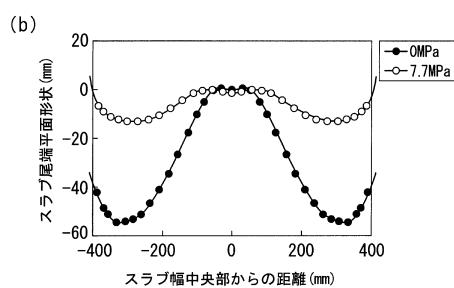
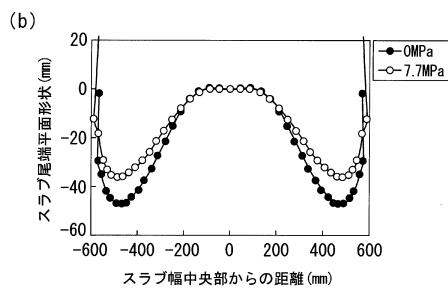
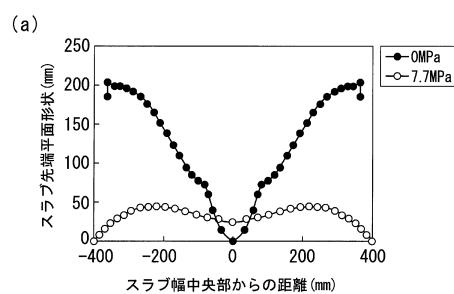
【図10】



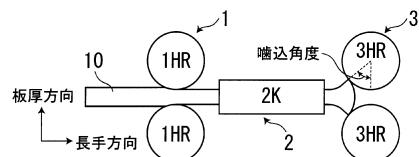
【図11】



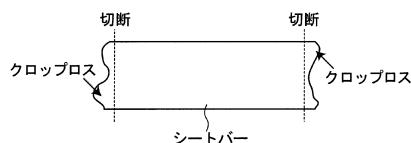
【図12】



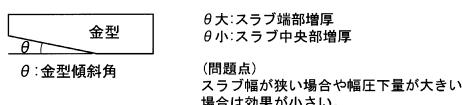
【図13】



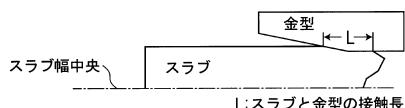
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(72)発明者 木村 幸雄
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 JFEスチール株式会社内

審査官 井上 由美子

(56)参考文献 特開平01-284401 (JP, A)
特開平07-275901 (JP, A)
特開2001-018001 (JP, A)
実開平07-037402 (JP, U)
特開平06-269813 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B21B 1/02
B21B 15/00