(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3541973号
(P3541973)
(45)発行日　平成16年7月14日(2004.7.14)　(24)登録日　平成16年4月9日(2004.4.9)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
B21B 37/28	B21B	37/00	118
B21B 31/16	B21B	31/16	
B21B 37/00	B21B	37/00	BBP

請求項の数 1　(全 7 頁)

(21)出願番号　特願平7-3153
(22)出願日　平成7年1月12日(1995.1.12)
(65)公開番号　特開平8-192213
(43)公開日　平成8年7月30日(1996.7.30)
審査請求日　平成13年12月18日(2001.12.18)

(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　100072051
弁理士　杉村　興作
(74)代理人　100081307
弁理士　仁平　孝
(73)特許権者　000006208
三菱重工業株式会社
東京都港区港南二丁目１６番５号
(74)代理人　100065363
弁理士　佐藤　安徳
(74)代理人　100089576
弁理士　冨田　典

最終頁に続く

(54)【発明の名称】冷間圧延におけるエッジドロップ制御方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
ロール胴の片側端部に先細り研削を施した一対の作業ロールを、該片側端部の交互配置において上下に重ね合わせ、かつロール軸方向にシフト可能としてミルハウジングに組み込み、該先細り研削域を被圧延材の両側端部に位置させて圧延しつつ、作業ロールを適宜シフトさせることからなる冷間圧延におけるエッジドロップ制御方法において、
上下作業ロールを被圧延面と平行な面で互いにクロスさせ、そのクロス角度を次式(1)を満足する角度αに常時維持すると共に、作業ロールのシフトに際し、次式(2)に従い、ロール周速に比例させてシフト速度を設定することを特徴とする冷間圧延におけるエッジドロップ制御方法。

$$\alpha > \tan^{-1}(Vs_{ab,max}/Vr_{stea}) \quad \cdots (1)$$

$$Vs_{ab} = \min\{Vs_{ab,max}/Vr_{stea}\cdot Vr,\ Vs_{ab,max}\} \quad \cdots (2)$$

ここで$Vs_{ab,max}$：エッジドロップ制御を実施する作業ロールシフト速度の上限値の絶対値（mpm）
Vr_{stea}：基準圧延状態でのロール周速（mpm）
Vs_{ab}：作業ロールシフト速度の絶対値（mpm）
Ｖｒ：ロール周速（mpm）
α　：クロス角度（°）
【発明の詳細な説明】
【０００１】

【産業上の利用分野】
この発明は、冷間圧延におけるエッジドロップ制御方法に関し、特に制御の安定化を図ったものである。
【０００２】
【従来の技術】
冷間圧延では、板材の両板幅端部にエッジドロップと呼ばれる急激な板厚減少が生じることが知られている。
このエッジドロップ量が大きいと、所望の板厚品質を確保するために多大の耳切りが必要となり、その結果、歩留りならびに生産効率の低下を余儀なくされる。
【０００３】
かようなエッジドロップの改善策として、例えば特公平２－4364号公報では、一対の作業ロールの少なくとも片側端部に先細り研削を施し、この先細り研削域を被圧延材の両側端部に位置させて圧延するという、ロールギャップの幾何学的形状の改良によって、エッジドロップの軽減が有利に達成され、しかも冷間タンデム圧延機列に適用する場合には、少なくとも第１スタンドに当該先細り研削域をそなえた作業ロールを組み込んだ圧延機を配置する一方、少なくとも出側最終スタンドにはプレーンな形状の作業ロールを組み込んだ圧延機を配置することが有利である旨が開示されている。
【０００４】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、従来、タンデム圧延機列出側のエッジドロップ計からの出力等を利用して、同一コイル内で作業ロールをシフトしてエッジドロップを常時制御する場合、シフトする方向が逆転するとシフト装置のガタによりシフトが滑らかに実行できず、振動が生じて安定した制御ができないという問題があった。
この発明は、上記の問題を有利に解決するもので、冷間圧延において作業ロールをシフトする場合に、シフト方向に関係なく、シフトに要する力の方向を一定にすることにより、シフト装置のガタの発生をなくして制御を安定化し、併せてシフト位置精度の向上を図ることにより、板幅方向にわたる板厚偏差の少ない冷延ストリップ製品を安定して製造することができる、冷間圧延におけるエッジドロップ制御方法を提案することを目的とする。
【０００５】
【課題を解決するための手段】
すなわち、この発明は、ロール胴の片側端部に先細り研削を施した一対の作業ロールを、該片側端部の交互配置において上下に重ね合わせ、かつロール軸方向にシフト可能としてミルハウジングに組み込み、該先細り研削域を被圧延材の両側端部に位置させて圧延しつつ、作業ロールを適宜シフトさせることからなる冷間圧延におけるエッジドロップ制御方法において、
上下作業ロールを被圧延面と平行な面で互いにクロスさせ、そのクロス角度を次式(1) を満足する角度αに常時維持すると共に、作業ロールのシフトに際し、次式(2) に従い、ロール周速に比例させてシフト速度を設定することを特徴とする冷間圧延におけるエッジドロップ制御方法である。

$$\alpha > \tan^{-1}(Vs_{ab,max} / Vr_{stea}) \quad \text{--- (1)}$$

$$Vs_{ab} = \min\{Vs_{ab,max} / Vr_{stea} \cdot Vr,\ Vs_{ab,max}\} \quad \text{--- (2)}$$

ここで$Vs_{ab,max}$：エッジドロップ制御を実施する作業ロールシフト速度の上限値の絶対値（mpm）
Vr_{stea}：基準圧延状態でのロール周速（mpm）
Vs_{ab}：作業ロールシフト速度の絶対値（mpm）
Ｖｒ：ロール周速（mpm）
α：クロス角度（°）
【０００６】
以下、この発明を具体的に説明する。
図１に、この発明の実施に用いて好適な圧延機をその制御系統と共に示す。

図中、番号１は被圧延材である。また番号10で圧延機の全体を示し、11は作業ロール、12は補強ロールである。さらに21は作業ロールのシフト制御装置、22は作業ロールのクロス制御装置、そして23がシフト速度設定装置、24がクロス角度設定装置である。
さて、上記の装置において、圧延機10の作業ロール11には、その片側端部に先細り研削を施し、この片側端部を交互配置として上下に重ね合わせてミルハウジングに組み込んである。そして、この先細り研削域を被圧延材１の両端部に位置させると共に、シフト制御装置21により板幅方向に上下ロールそれぞれ逆にシフトされる。また、作業ロール11は、圧延方向に対して左右逆方向にチョックを移動させるクロス制御装置22により、補強ロール12および被圧延材１に対して、上下で逆にクロスされる。

【０００７】

クロス角度を０°に設定した場合における、作業ロールのシフト速度比Ｖｓ／Ｖｒ（Ｖｓ：シフト速度、Ｖｒ：ロール周速）とシフトに要する力Ｆｓとの関係について調べた結果を、図２に示す。
この条件では、作業ロールは、補強ロールと被圧延材の両方に逆らってシフトされるため、シフトする方向とシフトに要する力の方向が一致しており、負方向にシフトする場合にはシフトに要する力の方向も負方向になっている。

【０００８】

次に、図３に、クロス角度を 0.1°に設定した場合の作業ロールのシフト速度比Ｖｓ／Ｖｒとシフトに要する力Ｆｓとの関係を示す。
この条件では、シフト速度比が小さい場合には、正負どちらの方向にシフトするにしても、シフトに要する力は負の方向に作用する。しかしながら、正方向にシフト速度比が大きくなるとシフトに要する力も正方向に変更される。

【０００９】

次に、クロス角度をα°に設定した場合における、シフト速度比の大きさとシフトに要する力の発生機構について調べた結果を、図４に示す。
シフト方向が正負どちらの場合（同図ａ，ｄ）でも、シフト速度比が小さい場合には、作業ロールのクロス角度＝α°によって生じる作業ロールと補強ロール間のすべりが大きく、作業ロールは補強ロールから負方向に大きな力を受けるため、被圧延材からは正方向に力を受けているものの、全体ではシフトに要する力は負となる。
シフト速度比Ｖｓ／Ｖｒを tanαまで大きく設定すると、クロス角度によって生じる作業ロールと補強ロール間のすべりの量とシフトによって生じるすべりの量が等しくなり、作業ロールと補強ロール間にはすべりがなくなるため、力が発生しない。その結果、シフトに要する力は被圧延材から受けるシフト方向と逆方向の力だけとなり、正方向の小さな力となる。
さらに、シフト速度比を増加すると、作業ロールと補強ロール間でもシフトによって生じるすべりの量が作業ロールをクロスすることによって生じるすべりの量より大きくなり、作業ロールは補強ロールからもシフト方向と逆方向の力を受けるようになるため、シフトに要する力は正方向の大きな力となる。

【００１０】

逆に、シフト速度比Ｖｓ／Ｖｒを - tanαにすると、クロス角度によって生じる作業ロールと被圧延材間のすべりの量とシフトによって生じるすべりの量が等しくなり、作業ロールと被圧延材間では幅方向へのすべりがなくなるため、力が発生しない。その結果、シフトに要する力は補強ロールからだけの力となる。
さらにシフト速度比を負方向に大きくすると、被圧延材からも負方向に力を受けるようになるため、シフトに要する力は負方向の大きな力となる。

【００１１】

以上のことから、シフトに要する力の方向をシフトする方向に関係なく、常に負の方向にするためには作業ロールが補強ロールから受ける力が常に負の方向になるように次式を満足する角度αに作業ロールのクロス角度を設定すればよいわけである。

$$\alpha > \tan^{-1}(Vs_{ab}/Vr)$$

ここでVs_{ab}：シフト速度の絶対値（mpm）
Ｖｒ　：ロール周速（mpm）
【００１２】
しかしながら、作業ロールをシフトするたびにクロス角度を上記の関係式を満たすように変更していては、シフトとクロスを連動して制御するなど非常に複雑な制御が常時必要とされるのに加え、クロス角度の変更による圧延材の形状変化も考慮しなければならないため、実際上は不可能である。
また、常時、上掲式を満たすようにクロス角度αを設定することは、作業ロールと補強ロール間の滑りが大きく、両ロールの摩耗が激しくなるため、寿命が短命化し長期にわたり使用することができない。
【００１３】
そこで、この発明では、高速の基準圧延状態において、エッジドロップ制御を作業ロールのシフトで行っている間のみ、上掲式を満たすようにクロス角度としては次式(1) に示す角度を設定しておき、かつロール周速のシフトに要する力の方向への影響は、次式(2) に従い、作業ロールのシフト速度をロール周速に比例させて変更することにより、減少させるのである。
なお、基準圧延速度以上の速度については、作業ロールシフト速度の最大値：$Vs_{ab,max}$でシフトすることになる。

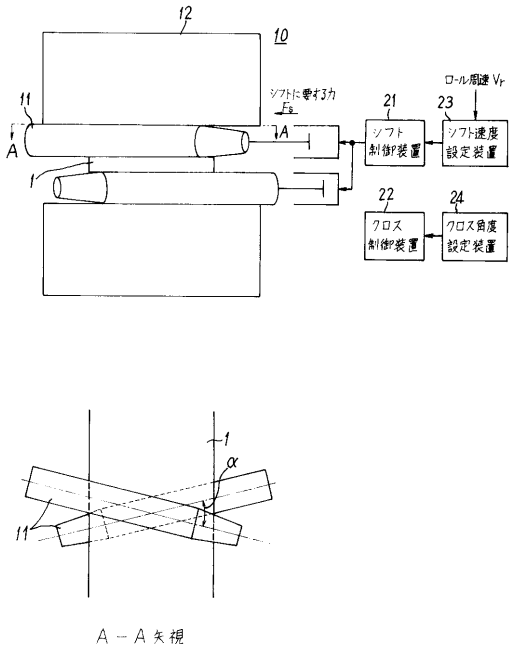
$$\alpha > \tan^{-1}(Vs_{ab,max} / Vr_{stea}) \quad \text{--- (1)}$$

$$Vs_{ab} = \min\{Vs_{ab,max} / Vr_{stea} \cdot Vr,\ Vs_{ab,max}\} \quad \text{--- (2)}$$

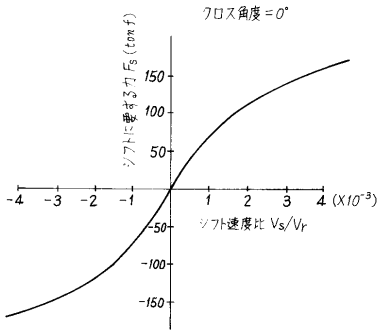
ここで$Vs_{ab,max}$：エッジドロップ制御を実施する作業ロールシフト速度の上限値の絶対値（mpm）
Vr_{stea}：基準圧延状態でのロール周速（mpm）
【００１４】
【作用】
上述したとおり、この発明に従って、作業ロールのクロス角度およびシフト速度を設定してやれば、圧延速度に関係なく、作業ロールに一定方向のスラスト力を発生させることができるので、シフト装置のガタに起因した制御の不安定化や位置精度の悪化を効果的に回避でき、その結果、コイル全長にわたってエッジドロップの抑制が可能となる。
【００１５】
【実施例】
板幅：1100mm、板厚：2.6 mmの鋼板を、５スタンドの冷間タンデム圧延機列により、0.3 mmまで冷間圧延した。上記の冷間タンデム圧延機列において、第１スタンドでは、作業ロールとして、ロール胴の片側端部に先細り研削を施した作業ロールを用い、かつ該ロールのシフト制御装置およびクロス制御装置を配置した。
上記の冷間圧延において、出側のエッジドロップ計によりフィードバック制御するに当たり、
(イ) クロス角度＝０°で作業ロールをシフトする場合（従来例）、
(ロ) フィードバック制御に用いる作業ロールのシフト速度の最大値（Vs_{max}：２mm/s）とロール周速の最大値（Vr_{stea}：150 mpm)から前掲(1) に従う下記式によりクロス角度を設定（α＝0.05°）し、かつ作業ロールシフト速度は常に最大値（Vs_{max}：２mm/s）で作業ロールをシフトする場合（比較例）
Vs_{max}：２mm/s、Vr_{stea}：150 mpm
$\alpha > \tan^{-1}(Vs_{ab,max} / Vr_{stea}) = \tan^{-1}(0.12/150)$　0.046
∴　α＝0.05（°）
(ハ) フィードバック制御に用いる作業ロールのシフト速度の最大値（Vs_{max}：２mm/s）とロール周速の最大値（Vr_{stea}：150 mpm)から、上記(ロ) と同様にしてクロス角度を設定（α＝0.05°）し、作業ロールのシフト速度をロール周速に比例させてシフトする（シフト速度：０～２mm/s）場合（発明例）のそれぞれについて、圧延を実施した。
【００１６】

シフト位置の変更目標値（破線）と実績値（実線）を、圧延速度が低速または高速の場合に分けて、図５に示す。
従来例の場合、圧延速度が低速、高速いずれの場合も、シフト方向が逆転するたびにシフト装置のガタのためにシフトに要する力が発生しない領域があり、制御が不安定になるだけでなく、この間は実質的に作業ロールはシフトされてないので、制御の遅れも生じている。
また、比較例の場合は、高速の圧延速度では、常に一定の方向にスラスト力が働いているため、制御は安定し、遅れも存在しない。しかしながら、低速の圧延速度ではシフト方向の変更に伴いシフトに要する力の方向が変化するため、良好な制御は行えなかった。
これに対し、発明例の場合は、圧延速度が低速、高速いずれの場合にも、作業ロールには常に一定の方向にスラスト力が働いているため、シフト位置は遅れなしに安定して制御でき、その結果、コイル全長にわたって的確なエッジドロップ制御が達成できた。
【００１７】
【発明の効果】
かくして、この発明によれば、冷間圧延において、圧延速度の如何にかかわらず、作業ロールには常に一定の方向にスラスト力が働いているため、シフト位置は遅れなしに安定して制御でき、常時、的確なエッジドロップ制御が行えるので、コイル全長にわたってエッジドロップ量を保証でき、板幅方向の板厚偏差の少ない冷延ストリップ製品を安定して製造することができる。
【図面の簡単な説明】
【図１】この発明の実施に用いて好適な圧延機をその制御系と共に示した図である。
【図２】作業ロールをクロスしない場合のシフト速度比とシフトに要する力との関係を示した図である。
【図３】作業ロールをクロスした場合のシフト速度とシフトに要する力との関係を示した図である。
【図４】作業ロールにおけるスラスト力の発生機構を示した図である。
【図５】圧延速度が低速および高速の場合における、シフト位置の変更目標値と実績値とを示した図である。
【符号の説明】
１　被圧延材
10　圧延機
11　作業ロール
12　補強ロール
21　シフト制御装置
22　クロス制御装置
23　シフト速度設定装置
24　クロス角度設定装置

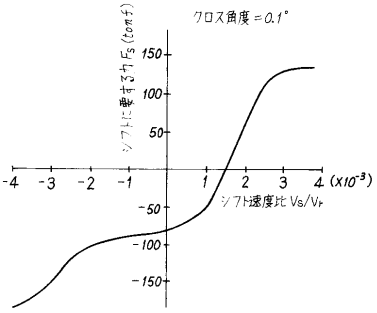
【図１】


12
10
11
A
1
シフトに要する力 Fs
21
シフト制御装置
23
シフト速度設定装置
ロール周速 Vr
22
クロス制御装置
24
クロス角度設定装置
α
A－A 矢視

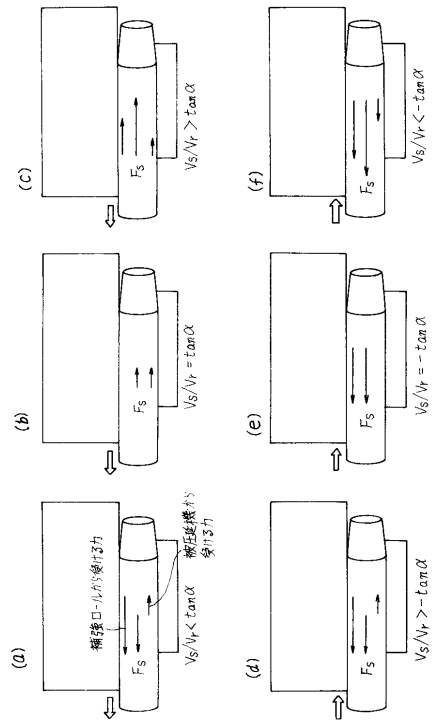
【図２】


クロス角度＝0°
シフトに要する力 Fs (tonf)
150
100
50
-50
-100
-150
-4
-3
-2
-1
1
2
3
4
(X10⁻³)
シフト速度比 Vs/Vr

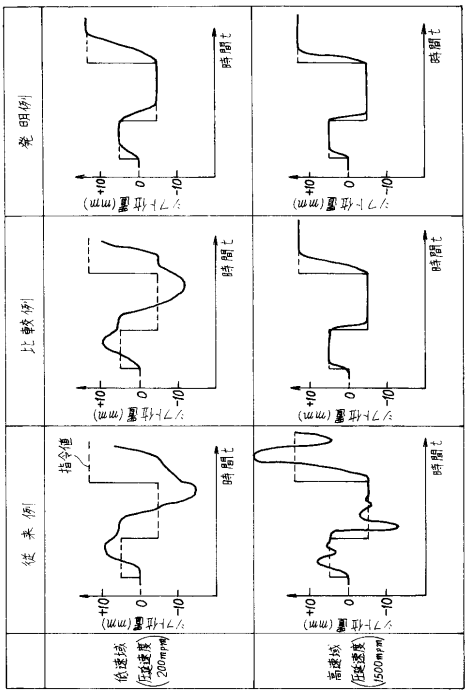
【図３】


クロス角度＝0.1°
シフトに要する力 Fs (tonf)
150
100
50
-50
-100
-150
-4
-3
-2
-1
1
2
3
4
(X10⁻³)
シフト速度比 Vs/Vr

【図４】


(c)
Fs
Vs/Vr > tanα
(f)
Fs
Vs/Vr < -tanα
(b)
Fs
Vs/Vr = tanα
(e)
Fs
Vs/Vr = -tanα
(a)
補強ロールが受ける力
被圧延機が受ける力
Fs
Vs/Vr < tanα
(d)
Fs
Vs/Vr > -tanα

【図５】


発明例
比較例
従来例
指令値
シフト位置 (mm)
+10
0
-10
時間 t
低速域 (圧延速度 200m/min)
高速域 (圧延速度 1500m/min)

フロントページの続き

(74)代理人　100073313
　　弁理士　梅本　政夫
(72)発明者　山下　道雄
　　千葉県千葉市中央区川崎町１番地　川崎製鉄株式会社　鉄鋼研究所内
(72)発明者　磯辺　邦夫
　　千葉県千葉市中央区川崎町１番地　川崎製鉄株式会社　鉄鋼研究所内
(72)発明者　斉藤　輝弘
　　千葉県千葉市中央区川崎町１番地　川崎製鉄株式会社　千葉製鉄所内
(72)発明者　山田　恭裕
　　千葉県千葉市中央区川崎町１番地　川崎製鉄株式会社　千葉製鉄所内
(72)発明者　長南　富雄
　　千葉県千葉市中央区川崎町１番地　川崎製鉄株式会社　千葉製鉄所内

審査官　小柳　健悟

(56)参考文献　特開平０５－０１５９１１（ＪＰ，Ａ）
　　特開昭５７－２０２９１１（ＪＰ，Ａ）
　　特開昭５７－２０６５０３（ＪＰ，Ａ）
　　特開平０５－１８５１２５（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.^{7}，ＤＢ名)
　　B21B 37/00-37/78
　　B21B 31/16