

明 細 書

発明の名称：

鋼矢板の矯正装置、矯正方法および鋼矢板の製造方法

技術分野

[0001] 本発明はウェブ部とその両側にフランジ部とさらにその外側両端部に継手部とを備えた概略U形鋼矢板やフランジ部と継手部との間に腕部を有するハット形鋼矢板などの幅方向両端部に継手部を有する鋼矢板の矯正装置、矯正方法およびそのような鋼矢板の製造方法に関するものである。

背景技術

[0002] 鋼矢板は、土木工事の大型化や新工法の開発により、種々の断面形状を有するものが開発されており、フランジ部の幅方向両端部に直接継手部を設けたU形鋼矢板形式と、フランジ部と継手部の間に腕部を設けたハット形鋼矢板形式に大別される。図3はU形鋼矢板110の断面形状を示す図であり、図4はハット形鋼矢板120の断面形状を示す図であり、左右継手部104の外縁間の距離を全幅Wと呼ぶ。

[0003] 上記鋼矢板の製造方法としては、連続鋳造した鋳片または適度な大きさ・形状に整えた鋼片を目標形状に造形するカリバーロールを用いて熱間圧延するのが一般的である。この圧延工程を経て冷却されたU形鋼矢板やハット形鋼矢板は、フランジ部102とウェブ部101の板厚差による圧延終了温度の相違から、圧延・冷却後に長手（搬送）方向に変形が生じることが知られている。具体的には、たとえば、図5に示すようにハット形鋼矢板120がウェブ部101側を内側にして湾曲する、いわゆる上反りと呼ばれる変形や、図6に示すようにハット形鋼矢板120が腕部103側を内側にして湾曲する、いわゆる下反りと呼ばれる変形が生じる。

[0004] このような反りを除去し、まっすぐな製品とするため、製品出荷前に冷間矯正工程を施すのが一般的である。たとえば、ロール矯正方法では、このような反りが発生した鋼矢板のウェブ部101の上下をロールで拘束し、当該

鋼矢板が部分的に塑性変形する程度の力を上下交互に与えて曲げ・曲げ戻しを行い、反りを取り除いている。

[0005] 図7はロール矯正方法における矯正装置21のロール2、3の一般的な配置を示し、鋼矢板100の通材方向Fに、ウェブ部101の上側に上ロール2とウェブ部101の下側に下ロール3とが上下に千鳥状（交互）に配置されている。

[0006] 更に、これら上下のロール2、3は、上ロール2の各ロールの外周面の最下端が、下ロール3の各ロールの外周面の最上端より下になるように配置され、鋼矢板100は上下方向に交互に凹凸を有する通材路（パスラインP）を通過する。

[0007] その結果、鋼矢板100は上ロール2と下ロール3の各ロール間で3点支持され、上下方向から交互に曲げ・曲げ戻しが付与されて反りを取り除くことが可能となる。

[0008] たとえば、特許文献1では、ハット形鋼矢板の矯正方法について、サイドロールのロール面間の幅方向間隔を、通材路の上流側から下流側へ行くにしたがって小さくなるように設定している。そして、上ロールのロール面と下ロールのロール面との間にウェブ部、両フランジ部、および両腕部を挟み、かつ、サイドロールのロール面で両継手部を幅方向外側から挟むように、ハット形鋼矢板を通材路に通している。そうすることで、ウェブ部、両フランジ部、および両腕部に対して上下方向の曲げおよび曲げ戻しを交互に繰り返し行って前記ハット形鋼矢板の反りを矯正するとともに、ハット形鋼矢板の全幅を小さくしている。

[0009] また、特許文献2には、水平ロールを含み、H形鋼のウェブを圧下することによって曲がりを矯正するロール矯正機に、H形鋼のフランジ両側面を圧下する縦ロールおよびそのウェブの高さ方向に前記縦ロールを介して圧下力を発生する装置を備え、ウェブ断面にウェブ圧下による曲げ応力と縦ロールによる圧縮応力が負荷されるように、水平ロールと縦ロールとを水平ロールの軸方向にオフセットして配置し、上下曲げと同時にH形鋼の強軸方向の曲

げを加えることによってH形鋼の形状を矯正する技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特開2017-131899号公報

特許文献2：特開平08-174071号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] しかしながら、上記従来技術には、未だ解決すべき以下のような問題があった。

上記特許文献1に開示された技術は、ハット形鋼矢板に関する矯正技術であり、U形鋼矢板に適用できるものではない。また、サイドロールのロール面間の幅方向間隔およびサイドロールのロール面の傾斜角度を変更するには、時間がかかる問題がある。

[0012] また、特許文献2に開示された技術は、H形鋼に関する矯正技術であり、U形鋼矢板およびハット形鋼矢板に適用できるものではない。つまり、フランジ両側面を圧下する縦ロールの数が大幅に増えるため設備投資費用が膨大であるのと同時に、鋼矢板に対しては適正条件の予測が難しい。

[0013] 本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、幅方向の両端部に継ぎ手部を有する鋼矢板、U形鋼矢板やハット形鋼矢板に適用でき、設定幅の変更が容易であって、同一製造タイミングの製品毎での設定値変更が可能な鋼矢板の反りと幅方向の変形を同時に矯正する技術を提供することにある。加えて、メンテナンス性や費用対効果が優れ、効率的に矯正する技術を提供する。

課題を解決するための手段

[0014] 上記課題を解決し、上記の目的を実現するため開発した本発明にかかる鋼矢板の矯正装置は、幅方向両端部に継ぎ手部を有する鋼矢板を矯正する装置であって、複数の上ロールと複数の下ロールとが互いに千鳥配置されたロール

矯正部と、該ロール矯正部よりも前記鋼矢板の搬送方向下流側に配された一对の竖ロールと、を有し、前記一对の竖ロールの離間距離は、前記鋼矢板の製品の全幅より狭く設定されていることを特徴とする。

[0015] なお、本発明にかかるハット形鋼矢板の矯正方法については、

a. 前記ロール矯正部は、前記複数の下ロールのうちの少なくとも1の下ロールまたは前記複数の上ロールのうちの少なくとも1の上ロールにおいて、前記継手を加圧して、前記鋼矢板の製品の全幅を矯正する一对の継手矯正部を備え、前記一对の継手矯正部の離間距離は、前記一对の竖ロールの前記離間距離より広いこと、

b. 前記一对の竖ロールは、縦置きフラットロールにより構成されていること、

c. 前記一对の竖ロールの前記離間距離が前記鋼矢板の製品の全幅に応じて調整可能に構成されていること、

d. 前記一对の竖ロールの離間距離 WL と、前記鋼矢板の製品の全幅 W とが下記(1)式を満たすこと、

などがより好ましい解決手段になり得るものと考えられる。

$$0.70 \leq WL/W \leq 0.98 \quad \cdots (1)$$

[0016] 上記課題を解決し、上記の目的を実現するため開発した本発明にかかる鋼矢板の矯正方法は、上記いずれかの鋼矢板の矯正装置を用い、幅方向両端部に継手を有する鋼矢板を、前記ロール矯正部で矯正した後に、前記一对の竖ロールにより前記継手を前記鋼矢板の幅方向中央に向かって加圧することを特徴とする。

[0017] 上記課題を解決し、上記の目的を実現するため開発した本発明にかかる鋼矢板の製造方法は、上記鋼矢板の矯正方法を用いた、鋼矢板の矯正工程を有することを特徴とする。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、幅方向両端部に継手を有する、U形鋼矢板やハット形鋼矢板の製品端部と製品長手方向の全幅の差を矯正前よりも小さく矯正する

ことができる。さらに、竖ロールの数を大幅に削減できメンテナンス性、費用対効果が優れていることに加えて、竖ロールを効率的に調整することが可能である。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の一実施形態にかかる鋼矢板の矯正装置のロール配置を示す概念図であって、(a)は、側面概略図を表し、(b)は、上面図を表す。

[図2]上記実施形態の鋼矢板の矯正装置を用いて鋼矢板を矯正し、矯正前後での長手方向の全幅を調査した結果を示すグラフであって、(a)は、竖ロールを使用しない場合を表し、(b)は、竖ロールによる圧下を施した場合を表す。

[図3]本発明の矯正対象であるU形鋼矢板の一例を示す断面図である。

[図4]本発明の矯正対象であるハット形鋼矢板の一例を示す断面図である。

[図5]ハット形鋼矢板の上反りを説明する概念図である。

[図6]ハット形鋼矢板の下反りを説明する概念図である。

[図7]従来のロール矯正方法におけるロールの一般的な配置を示す概略説明図であって、(a)は側面概略図を表し、(b)は、上面図を表す。

[図8] (a)は、ロール矯正部のロール形状を示す模式図であり、(b)は、被矯正材であるハット形鋼矢板を示す模式図である。

[図9]竖ロールを使用しない従来の矯正条件で矯正前後での長手方向の全幅を調査した結果を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。なお、本実施の形態において鋼矢板の形状はウェブ部がフランジ部より上方に位置する姿勢（いわゆる逆U姿勢）で取り扱われるものとして説明するが、当然本発明の適用範囲はその他の姿勢（例えばU姿勢）での取り扱いにも及ぶ。

[0021] 発明者らは、ロール矯正中のハット形鋼矢板 10H（壁幅 1 m 当たりの断面二次モーメントが約 10,000 × 10⁻⁸ m⁴/m の製品）の全幅 W の寸法変化を詳細に調査した。

図7は調査に用いた従来のロール矯正装置21のロール配置を示す模式図である。ロール矯正装置21には上下で合計9組のロール2、3が通材路（パスライン）Pを挟んで千鳥状（上下交互）に配置されている。上ロール2は、鋼矢板100の凸状の外面に沿う形状のロール面を有し、下ロール3は、鋼矢板100の凹状の内面に沿う形状のロール面を有する。

[0022] 図8（a）は従来のロール矯正装置21のロール形状を示す模式図であり、図8（b）は被矯正材であるハット形鋼矢板120を示す模式図である。図8（a）は、通材方向Fから見た上下ロール2、3の左側半分の模式図である。上ロール2は、上アーバー4にハット形鋼矢板120のウェブ部101圧下用の上ロール用スリーブ5およびその外側に腕部103圧下用の上ロール用スリーブ9が嵌合されている。下ロール3は、下アーバー6にハット形鋼矢板120のウェブ部101圧下用の下ロール用スリーブ7およびその外側に腕部103圧下用の下ロール用スリーブ10が嵌合されている。図8（a）の実施形態では下アーバー6にさらに継手部104外縁を拘束する外側ロール11を嵌合している。対象としたハット形鋼矢板120の寸法は、有効幅 $W0 = 900\text{ mm}$ 、有効高さ $H = 230\text{ mm}$ およびウェブ板厚 $t = 10.8\text{ mm}$ の規格10H製品である。

[0023] 調査として、図7および図8に示すロール矯正装置21を用い、従来の矯正条件で矯正前後での長手方向の全幅Wを調査した。結果を図9に示す。矯正前の形状は、製品長手方向で中央部が両端よりも全幅Wが5 mm程度大きくなっており、長手方向中央部で全幅Wの許容値（二点鎖線で表示した $928 \sim 942\text{ mm}$ の範囲）を超えている。また、先尾端部は他の部位より全幅が狭くなっており、外側ロール11によって幅矯正した後もその傾向が残存している。

[0024] 鋼矢板100のロール矯正において、繰り返し曲げ戻しにより反りを取り除くとともに、製品長手方向の全幅Wを許容寸法範囲内に入れることが必要である。すなわち、全幅Wを小さくするよう外側ロール11の設定幅を小さくしすぎると局部的に反りが発生する問題がある。一方、外側ロール11の

設定幅が広すぎると幅方向の拘束力が低下して長手方向の全幅の変動量が増加するか、または反りの矯正効果の向上が見込めない。

[0025] 本発明は、これらの調査から得られた知見を元に、さらに検討を加えてなされたものである。

[0026] 図1は本発明の一実施形態にかかる鋼矢板の矯正装置のロール配置を示す概念図であって、(a)は側面概略図を表し、(b)は、上面図を表す。本実施形態では、鋼矢板100の矯正装置20は、ロール矯正部1および縦ロール12からなる。図1の例では、ロール矯正部1には上下で合計9組のロール2、3が鋼矢板100の上下に千鳥状(交互)に配置されている。縦ロール12は、ロール矯正部1の最終軸(第9軸)から所定距離だけ離隔して配置されている。本実施形態では、縦ロールは、フラットロールを使用している。縦ロール12とロール矯正部1の最終軸との軸心距離LLは、それぞれのロールの最大半径の和より大きく、被矯正材である鋼矢板100の長さの半分以下であることが好ましい。

[0027] ハット形鋼矢板120の製品規格10Hのものについて、ロール矯正部1の矯正条件は同一条件に固定し、図2(a)縦ロールを使用しない条件、図2(b)縦ロールを片側20mm締め込んだ条件の2条件での矯正前後の全幅Wを調査した。調査結果を図2に示す。また、その際のロール矯正部1の矯正条件を表1に示す。表1に示す圧下量(mm)は、真っ直ぐな鋼矢板100のパスラインPに対し、下ロール3の押上げ量を示す。

[0028] [表1]

下ロール軸No.	1	3	5	7	9
圧下量[mm]	8	14	12	10	4

[0029] 縦ロール12を活用しない図2(a)の条件では、矯正前に製品先尾端と中央部で全幅Wの差が4~10mmあったが、縦ロール12を活用した図2(b)の条件では、矯正後に先尾端ともに全幅Wの差が1mm以下へと低減されている。また特に、継手部やフランジ部の変形もなく、良好な形状の製

品が得られた。これに対し縦ロール12を使用しない条件(a)では、反り矯正後に製品先尾端と中央部で全幅の差が大きすぎ、その後、プレス矯正で全幅を修正する必要が生じた。

以上より、本発明の効果が明らかである。

[0030] なお、本実施形態では、ハット形鋼矢板のうち、製品規格10Hについて示したが、他の断面サイズ(例えばU形鋼矢板2W、ハット形鋼矢板25H)についても同様の効果があることを確認している。また、複数個の縦ロールをロール矯正機の後面に配列して矯正する場合でも1対の条件と同等の矯正効果が確認されており、縦ロールの個数はいくつでも良い。

[0031] 本実施形態において、一对の縦ロール12間の離間距離WLは、鋼矢板100製品の全幅Wより狭く設置することで、鋼矢板100の全幅Wを矯正できるので好ましい。また、継手部矯正部としての、ロール矯正部1の外側ロール11の離間距離と、一对の縦ロール12間の離間距離WLとの関係は、縦ロール12の圧下効果を十分に発揮するために、外側ロール11の離間距離を、一对の縦ロール12間の離間距離WLより広くすることが好ましい。加えて、一对の縦ロール12間の離間距離WLを鋼矢板100の全幅Wの0.70倍~0.98倍の範囲にすることが好ましい。下限未満では、鋼矢板100の局所的な塑性変形による寸法外れや縦ロール12間での材料詰まりが発生する可能性があり、一方、上限超えでは、縦ロールの全幅W圧下の効果が十分に発揮できないおそれがある。

[0032] 縦ロールは、鋼矢板100の継手部104外縁位置が上下する場合に備えて、フラットロールとすることが好ましい。また、一对の縦ロール12の離間距離WLを鋼矢板100製品の全幅Wの変化に応じて、調節可能に構成することが好ましい。

[0033] 本発明にかかる鋼矢板の矯正方法は、上記実施形態のロール矯正部1および縦ロール12を備える矯正装置20を用いる鋼矢板の矯正方法である。その方法は、幅方向両端部に継手部を有する鋼矢板の反りをロール矯正部1で矯正するとともに、全幅Wを所定範囲に収める。その後、縦ロール12で両

端の継手部 104 を挟持して圧下することで、全幅Wの偏差を小さくするものである。

[0034] 本発明にかかる鋼矢板の製造方法において、鋼矢板 100 を熱間圧延する工程は、常法が適用できる。具体的には、連続鑄造した鋳片または適度な形状に成形した鋼片を、加熱炉で加熱後、複数段のカリバーロールで熱間圧延する工程が適用できる。熱間圧延した鋼矢板 100 は、冷却後、上記実施形態の矯正装置 20 に通材され、上記矯正方法を適用する。

産業上の利用可能性

[0035] 本発明は、熱間圧延によって、反りを生じる長尺の鋼材等の矯正にあたり、全幅を制御する必要がある場合に適用して好適である。

符号の説明

- [0036] 1 ロール矯正部
2 上ロール
3 下ロール
4 上アーバー
5 上ロール用スリーブ(ウェブ部圧下用)
6 下アーバー
7 下ロール用スリーブ(ウェブ部圧下用)
9 上ロール用スリーブ(腕部圧下用)
10 下ロール用スリーブ(腕部圧下用)
11 外側ロール (外側拘束ロール)
12 縦ロール
20 矯正装置
21 従来のロール矯正装置
100 鋼矢板
101 ウェブ部
102 フランジ部
103 腕部

1 0 4 継手部

1 1 0 U形鋼矢板

1 2 0 ハット形鋼矢板

F 通材方向（搬送方向）

P パスライン

O 基準位置

請求の範囲

- [請求項1] 幅方向両端部に継手部を有する鋼矢板を矯正する装置であって、
 複数の上ロールと複数の下ロールとが互いに千鳥配置されたロール矯正部と、
 該ロール矯正部よりも前記鋼矢板の搬送方向下流側に配された一对の
 縦ロールと、を有し、
 前記一对の縦ロールの離間距離は、前記鋼矢板の製品の全幅より狭く
 設定されていることを特徴とする鋼矢板の矯正装置。
- [請求項2] 前記ロール矯正部は、前記複数の下ロールのうちの少なくとも1の下
 ロールまたは前記複数の上ロールのうちの少なくとも1の上ロールに
 おいて、前記継手部を加圧して、前記鋼矢板の製品の全幅を矯正する
 一对の継手部矯正部を備え、
 前記一对の継手部矯正部の離間距離は、前記一对の縦ロールの前記離
 間距離より広いことを特徴とする請求項1に記載の鋼矢板の矯正装置
 。
- [請求項3] 前記一对の縦ロールは、縦置きフラットロールにより構成されてい
 ることを特徴とする請求項1または2に記載の鋼矢板の矯正装置。
- [請求項4] 前記一对の縦ロールの前記離間距離が前記鋼矢板の製品の全幅に応じ
 て調整可能に構成されていることを特徴とする請求項1～3のいずれ
 か1項に記載の鋼矢板の矯正装置。
- [請求項5] 前記一对の縦ロールの離間距離 WL と、前記鋼矢板の製品の全幅 W と
 が下記(1)式を満たすことを特徴とする請求項1～4のいずれか1
 項に記載の鋼矢板の矯正装置。

$$0.70 \leq WL / W \leq 0.98 \quad \cdots (1)$$
- [請求項6] 請求項1～5のいずれか1項に記載の鋼矢板の矯正装置を用い、幅方
 向両端部に継手部を有する鋼矢板を、前記ロール矯正部で矯正した後
 に、
 前記一对の縦ロールにより前記継手部を前記鋼矢板の幅方向中央に向

かって加圧することを特徴とする鋼矢板の矯正方法。

[請求項7] 請求項6に記載の鋼矢板の矯正方法を用いた、鋼矢板の矯正工程を有することを特徴とする鋼矢板の製造方法。