

カートリッジ式ロールユニットによる 大形形鋼、平鋼兼用製造ラインの実現 ～最小投資で製造品種拡大へ～

Development of the flexible production mill for H section and flat bar
by using cartridge type roll unit
～Expand product kinds in an investment minimum～

池崎 徹 Toru IKEZAKI
技術本部
技術開発研究所
機械商品開発室長

上園 健治 Kenji UEZONO
技術本部
製造管理技術センター
マネジャー

吉屋 元志 Motoshi YOSHIYA
日鉄プラント設計棟
製鉄 PE 部チーフ

吉村 泰史 Yasushi YOSHIMURA
技術本部
制御システム技術センター
マネジャー

北里 武 Takeshi KITAZATO
日鉄プラント設計棟
製鉄 PE 部参与

神田 哲彦 Tetsuhiko KANDA
製鉄プラント事業部
製鉄プラントエンジニアリング部
第二部プロジェクト室 シニアマネジャー

保木本達也 Tatsuya HOKIMOTO
北九州技術センター
北九州技術企画室長

須田 清次* Seiji SUDA
製鉄プラント事業部
製鉄プラントエンジニアリング部
第二部商品技術室 シニアマネジャー

抄 録

従来、平鋼の生産は、専用のミル、中形形鋼との兼用ミル、熱延ミルとの兼用ミルと
なっているのが一般的で、大形形鋼ミルとの兼用ミルはほとんど存在していない。中龍鋼
鉄(旧桂裕)から、既設大形形鋼ミル(当社1998年納入)を形鋼と平鋼の両方の生産ができる
兼用ミル化したいとの要求を受け、当社は既設の大形形鋼ラインにおいて最も簡便な改造
で平鋼の生産ができる世界初のVE(バーチカルエッジャー)ロールユニットを提案・具現
化した。これにより、ユニバーサルミルを有する形鋼ラインで、平鋼生産を最小投資で、
且つ、短工期で実現できるようになった。本ラインの概要、開発ポイントについて、以下
に紹介する。

Abstract

Commonly, flat bar is produced by exclusive rolling line or using medium section mill
or using hot strip mill. But, flat bar is not usually produced by using large section mill.
Dragon steel co. Ltd., requested us to study the additional production of flat bar by us-
ing the existing large section mill line. We proposed and realized the Vertical Edger
unit to product flat bar in the large section mill line. Then, we realized the Dragon
steel's request by the minimum investment and the shortest line stoppage time.

1 緒言

平鋼は、表1に示すようにそのサイズによって専用ミル、中形形鋼との兼用ミル、熱延ミルと兼用ミルで一般的に生産されている。

表1 平鋼生産
Table 1 Flat bar production

平鋼専用	中形形鋼兼用	熱延ミル兼用
500mm 以下		800mm 以上

上記兼用ミルの場合、板厚と幅を圧延するミルが初期段階から計画的に設置されているが、大形形鋼では通常平鋼との兼用生産を考慮しておらず、幅を圧延するミルが設置されていないため、平鋼との兼用ミルは殆ど存在していない。また、既設形鋼ラインから兼用ラインへの改造は投資額や工期、さらに平鋼に要求される厳しい品質(製品精度、表面品質)の面から敬遠される場合が多かった。

今回、中龍鋼鉄より大形形鋼製造ラインにおいて1～2万トン/月規模の平鋼(板厚:19～50mm、板幅:300～914mm)製造兼用ラインへの改造依頼があり、その検討に着手した。本報では、世界初のVEロールユニットを織り込んだ大形形鋼、平鋼兼用新概念製造ライン化に向けた取組内容とその設備概要について述べる。

2 大形形鋼ラインでの兼用化における課題と取組み

平鋼は通常、板厚方向の圧延(H圧延:Horizontal圧延)と専用孔型堅ロール(駆動式)を用いた板幅方向の圧延(VE圧延:Vertical Edging圧延)を交互に行い製品形状に仕上げている。平鋼専用ミルのライン構成を、図1に示す。中形形鋼との兼用の場合、粗ユニバーサルミル(URミル)の無駆動の堅ロールではVE圧延を行うことができないため、図2に示すようにURミル・Eミル(エッジャーミル)のリバース圧延の入側にVEミルを設置している。しかし、既設形鋼ラインを平鋼兼用ラインへ改造する場合、既設URミルの前後に新たなVEミルを設置することは、追加ミル設置に伴う基礎工事の実施や搬送設備の改造・撤去など大規模な工事が必要となり、工期(30日程度)や投資額の面で課題があっ

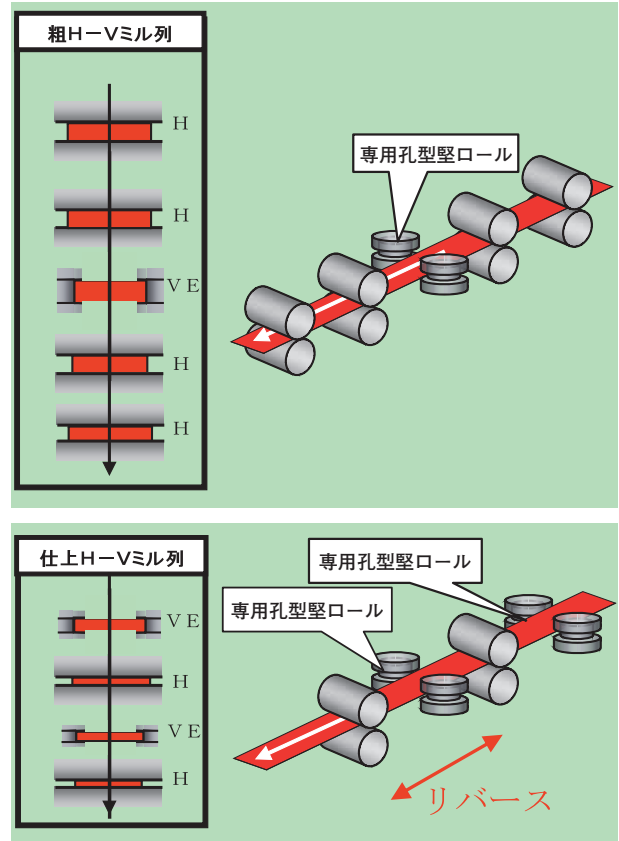


図1 平鋼専用ミルライン
Fig. 1 Flat bar production line

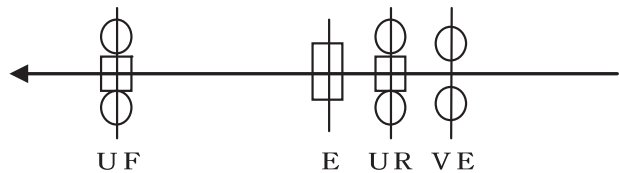


図2 中形形鋼・平鋼兼用ライン(後段圧延列)
Fig. 2 Downstream rolling line for medium section and flat bar

た。

そこで、ミルの追加設置ではなく、形鋼から平鋼への生産切替をミルの形鋼用ロールセットとの組替により実現可能な、世界初のカートリッジ式のVEロールユニットの開発に着手した。

また、平鋼ではメッキ処理時のひび割れやメッキ剥がれを防止するために形鋼よりも厳しい表面品質が要求され、さらに直線性が求められるコラム材対応として材料長手方向の曲りに対する精度も求められるため、圧延から精整にわたる全ての設備について品質上の問題点の抽出と解決に取り組んだ。

3 VE ロールユニットの具現化

3.1 兼用ミルライン圧延コンセプト

VE ロールユニットはミル内スペースの広さとVE ミルと同様に縦ロールを持つ構造の観点からユニバーサルミル(UR1)へ組み込むこととした。形鋼と平鋼それぞれの生産における圧延コンセプトを図3に示す。

H形鋼の圧延では、ブレイクダウンミルの後、ユニバーサル圧延(UR1)・エッジャー圧延(E)・ユニバーサル圧延(UR2)のリバース圧延を繰り返し行い、最終仕上ユニバーサル圧延(UF)を行う。一方、平鋼圧延の場合は、エッジャーミルは空パスとし、ブレイクダウンミルの後、VE圧延・H圧延のリバース圧延を繰り返し行い、最終仕上げH圧延を既設UFミルにて行うこととした。この際、リバース圧延のラストパスでは、最終板厚の幅圧延時の端部角部品質を確保するため、板厚に合わせたカリバー(孔型)にてVE圧延を行うミルラインコンセプトとした。

3.2 VE 圧延ユニットの必要機能

上記ミルラインコンセプトを満たすための、VE

圧延ユニットに必要な機能を以下に示す。

「ロール孔型シフト」機能

一つのVE ロールに2つの孔型を持たせ板厚に応じてロールを上下にシフトさせることで孔型の切替を可能とする

: H 圧延を繰り返すことで圧延材の厚みが変化するが、VE 圧延最終パスでは最終板端角部形状を確保するため、板厚に応じた孔型が必要

「ロール開度調整」機能

所定の板幅に仕上げるためロール間隔を調整

「ロール駆動」機能

幅圧延時に必要とされるトルクを伝達

ユニバーサルミルの水平ロール及び縦ロールを抜き出した狭隘なスペースの範囲内でこれらの機能を組み込んだ VE ロールユニットを開発する必要があった。

3.3 VE ロールユニット主要機構

VE ロールユニットの必要機能を限られたスペース内で満足させるためには、UR ミルに備わっている図4に示す以下の既設機構を有効活用することが、非常に重要であった。

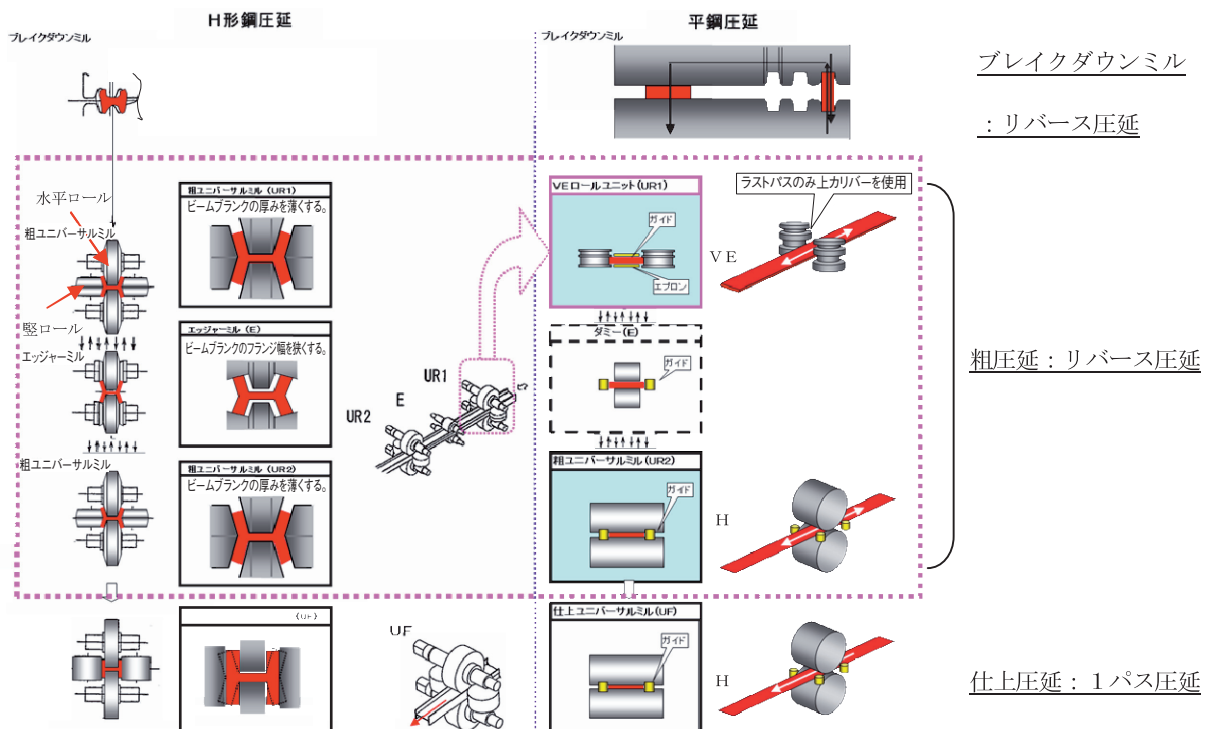


図3 ミルライン基本コンセプト
Fig. 3 Basic concept for mill line

(1)「水平ロール圧上機構」

下水平ロールの位置を決定

(2)「縦ロール開度調整」機構

所定のH形鋼のフランジ厚み及びウェブ高さを調整する

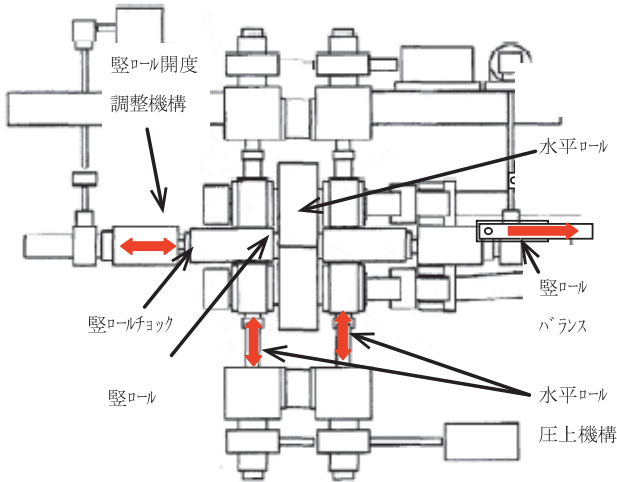


図4 URミル機構
Fig. 4 Mechanism of UR mill

以下に既設機構を活用したVEロールユニットの新考案構造について述べる(図5参照)。

①2重化構造

VEロールユニットは、全体を覆うユニットケースの中にVEロールチョックを内蔵した2重構造とし、VEロールチョックはケース内を水平方向のみ移動可能な構造とした。この水平方向への移動にURミルの「縦ロール開度調整」機構を活用することで、VE圧延に必要な「ロール開度調整」を可能とした。この際、ユニバーサルミルに装備されている縦ロールバランスも活用することで、VEロールチョックが縦ロール開度調整機構に追従して移動可能とした。

また、「水平ロール圧上機構」を活用し、ケース全体を昇降させることで「ロール孔型シフト」を可能とした。

②ユニバーサルジョイント内蔵型ウォーム減速機

今回の開発で最も大きな課題は、VE圧延時必要な「ロール開度調整」の機能を保ちながらの「ロール

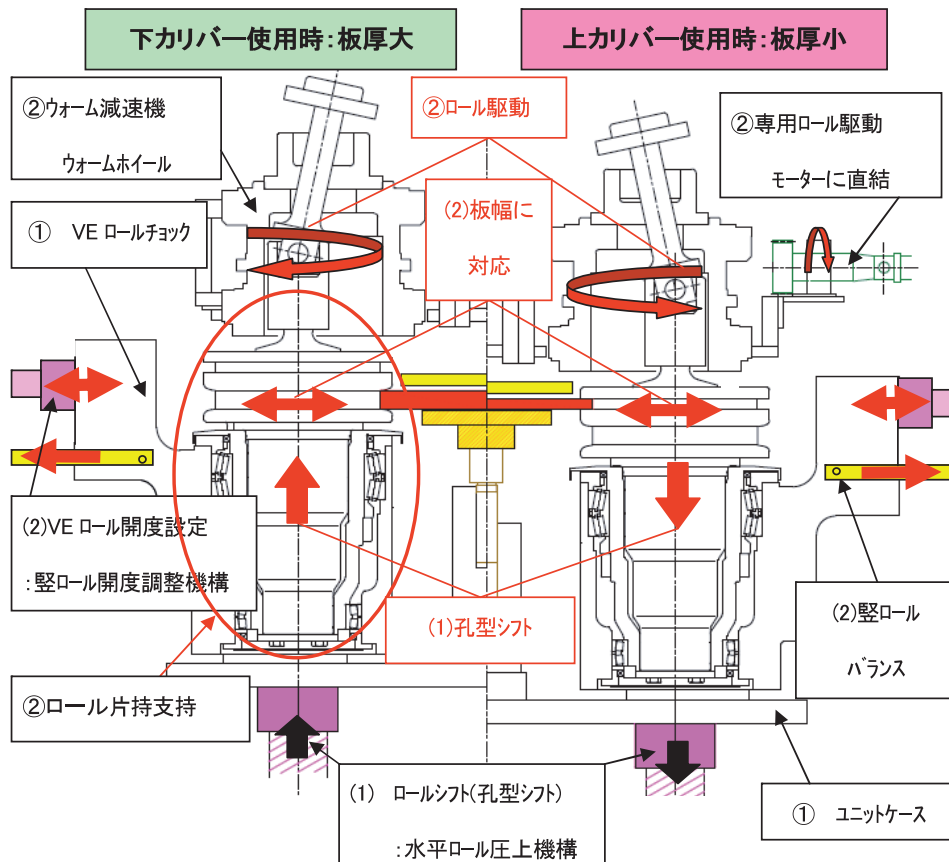


図5 VEロールユニット(カートリッジ式)
Fig. 5 VE roll unit (Cartridge type)

駆動」機能の実現である。

駆動モーターはDSに既設駆動モーターがありWSにロール交換装置があるため基礎に固定するスペースを確保できなかった。このため図6に示す既設URミルのロール交換台車を活用して、平鋼圧延時のみに作業側(WS)に移動設置出来るモーターユニット台車方式とした。

この際、ロール軸は垂直、モーター軸は水平となるためウォーム減速機のウォームホイールの回転トルクをロール軸に伝える駆動機構とした。

ウォーム減速機は、二重構造のVEロールチョック側に設置するとVEロール摩耗時のロール交換が困難となるため、ユニットケースに固定とした。その際、VEロールの水平移動に追従出来るようにウォームホイールにユニバーサルジョイントを内蔵した構造とした。なお、この構造ではスペース制約上ロールの駆動側を固定出来ないため、反駆動側のみでロールを支持する片持ち構造とした。

以上の通り、既存装備を極力流用し、機械要素技術を駆使した構造を考案することにより、VE圧延に必要な3つの主要機能[(1)孔型シフト (2)ロール開度設定 (3)ロール駆動]を狭隘なスペース内で具現化した。

4 平鋼品質対策

平鋼では、形鋼より厳しい品質が求められ、特に疵及び製品精度に対して、下記の対策を施した。

4.1 VE圧延時品質対策

VE圧延時には、材料が所定の孔型にスムーズに導入されるように、図7に示す昇降式エプロンとアジャスタブルガイドを設置し、製品品質確保と機械損傷防止のために次のような配慮も行った。昇降式エプロンについては、幅狭材圧延時、板幅より昇降

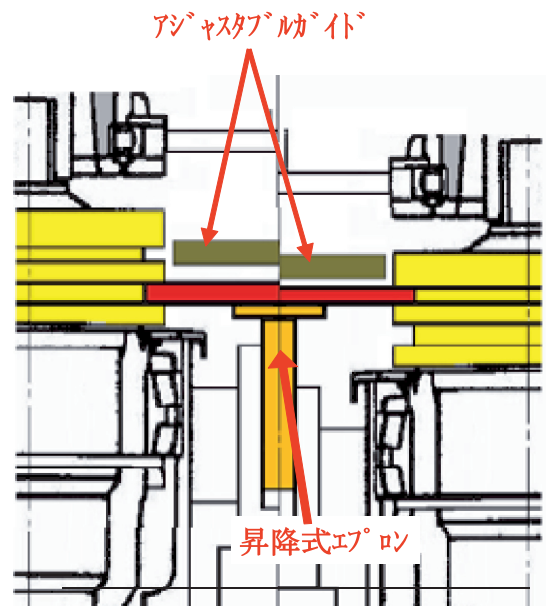


図7 昇降式エプロンとアジャスタブルガイド
Fig. 7 Up/down apron and adjustable guide

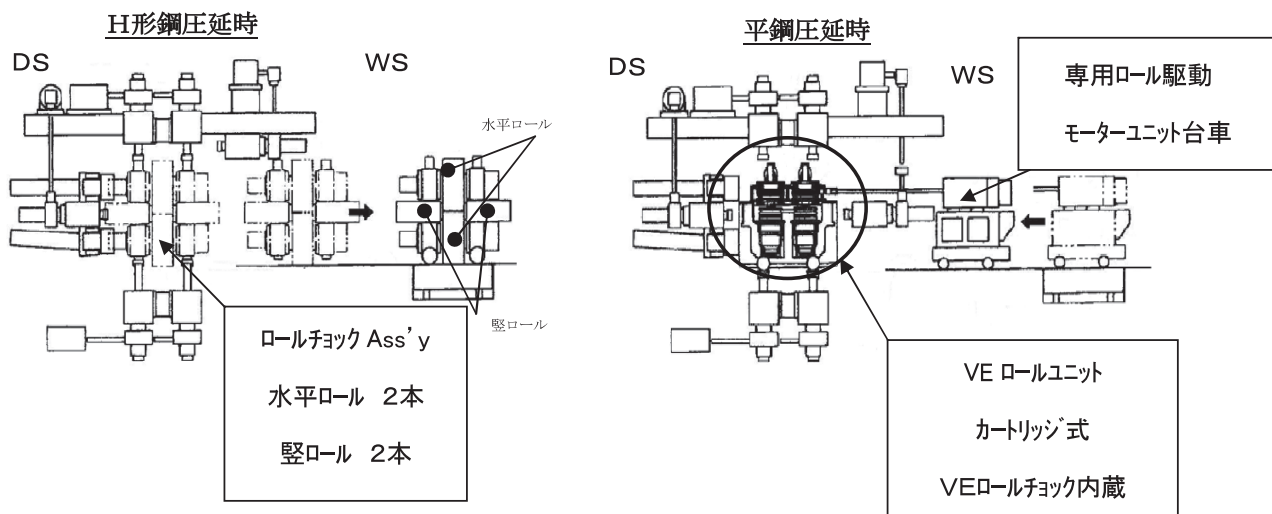


図6 H形鋼・平鋼圧延切替
Fig. 6 Production change from H beam to flat bar

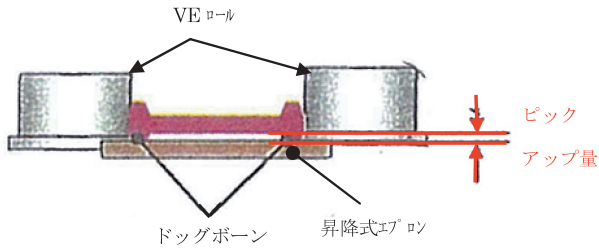


図8 昇降式エプロンとドッグボーン
Fig. 8 Up/down apron and dog bone

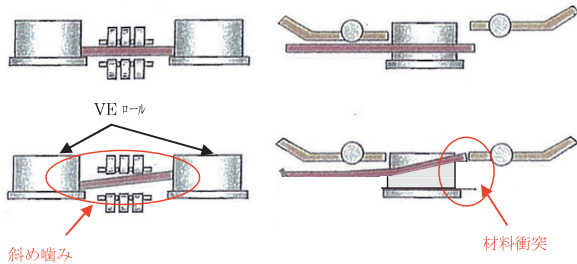


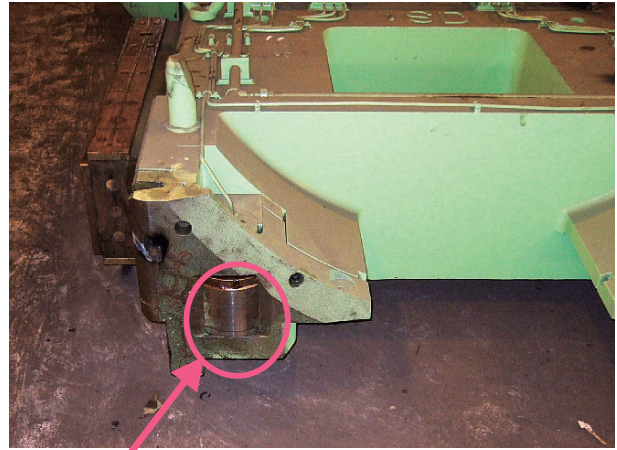
図9 アジャスタブルガイド
Fig. 9 Adjustable guide

エプロンの幅が大きくなり、VE圧延で発生するドッグボーン部によって昇降エプロンが擦傷されるということが懸念された。そこで、予測ドッグボーン量よりピックアップ量を常に大きくなるような位置に昇降式エプロンを調整することにより、擦傷の発生を防止した(図8参照)。

またアジャスタブルガイドについては、図9に示すように疵が発生しにくいローラーをVEロール直近に設置し、更上記ドッグボーンによる疵影響等の制約条件を整理し、圧延材との最適な隙間を設定した。このことによりガイドによる擦り傷、斜め噛みによる端部成形不良及び後面ガイドへの材料の衝突の発生を防止した。

4.2 材料長手方向曲り対策

材料長手方向の曲りについては、断面係数の大きなH形鋼ではあまり問題とならないが、平鋼圧延実施時には、曲り精度に対して十分配慮する必要があった。今回のレイアウトにおいては、リバース圧延の逆パス時にEミル側から材料が幅方向にセンタリングされていない状態でUR1ミルに押し込まれるため、左右の幅圧下量に違いが生じ曲りが発生することが懸念された。このため、常に材料がセンタリングされた状態でVEロールに噛み込み可能とするためUR2ミル及びUFミルで材料を幅方向に



縦コロガイド

図10 縦コロガイド(写真)
Fig. 10 Vertical roller guide(Photo)

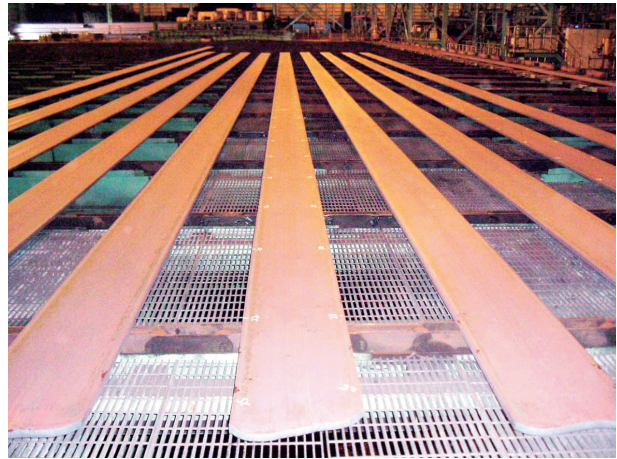


図11 圧延後製品(写真)
Fig. 11 As rolled products(Photo)

センタリングするための縦コロガイドを追加設置し、Eミルでもミル中心に縦コロガイドを設置した(図10参照)。

この結果、図11に示すように材料長手方向の曲りが殆どない無曲平鋼の生産を可能とした。

4.3 材料搬送時の疵対策

精整ラインの搬送チェーン上で発生する平鋼との相対滑り動作による疵発生が懸念されたため、オフラインにて平鋼とチェーンの滑りテストを実施した。平鋼と接触するプレートとローラーについてテストを実施し、品質不良となる疵が発生しないチェーン角部のR寸法を見出した(図12 ※参照)。

上記以外にも搬送時の疵対策を綿密に施すことにより、品質欠陥のない材料搬送を実現できた。

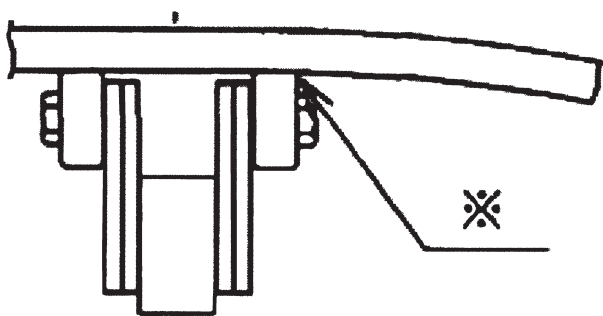


図12 搬送チェーン
Fig. 12 Transfer chain

5 結言

VE ロールユニットは、全く新しいコンセプトの機構であったが、既設を有効活用しながら機械要素技術を最適に組み合わせた新構造を具現化するという弊社が得意とする技術を駆使し、非常に狭隘なスペースに必要機能を織り込むことに成功した。また、圧延及び精整搬送時の疵対策や曲り対策を、着実なステップを踏んで実行した結果、大形鋼ラインにおいて、平鋼の品質を確保しながら、形鋼と兼用生産可能なラインを実現した。今回の中龍鋼鉄形鋼ラインにおいても、現地休止期間が5日と非常に短期となり、投資額もミルを新規設置する案に比べ1/3以下に抑えることができ、客先から高い評価を得られた。今後も顧客満足度の高い商品開発や最適提案を行うことで、社会に貢献し続ける必須の存在を目指していく所存である。

最後に、H形鋼・平鋼兼用製造ラインの商品化に当たり、佐々木靖人氏、児玉雅生氏(新関西製鉄(株)堺製造所 専務執行役員)、森花博明氏(新関西製鉄(株)堺製造所)、林政徳氏(新関西製鉄(株)堺製造所)には多くの助言を頂いた。ここに謝意を表す。