

# 討18 新鋼片工場における連鑄 - 圧延間の連続化・同期化操業

川崎製鉄(株) 水島製鉄所 ○得丸豊久 中西輝行 児玉正範  
山崎順次郎

本 社 大杉賢三 <sup>1)~3)</sup>

**1. 緒 言** 当社水島製鉄所条鋼素材製造における連鑄～圧延間の連続化・同期化操業達成の課題としては、  
(1) ホットチャージ化のため連鑄鑄片の品質向上 (2) 離れた連鑄・圧延間をあたかも断熱ローラーテーブルで搬送すると同じ効果の得られる搬送システムの開発 (3) 連鑄と圧延の能力アンバランスの吸収機能  
(4) 多品種小ロットのニーズに対応したロールチャンスフリー機能 (5) 製鋼から圧延・出荷まで全工程をカバーする一貫生産管理システムの構築 などであった。これら課題に対し、連鑄設備改造、HCCVの開発、新鋼片工場建設、一貫同期化生産管理システムの構築などハード・ソフト一体となった建設を推進し、高度な連鑄～圧延間の連続化・同期化を達成した。本報ではその概要について報告する。

**2. 連 鑄** (1) 連鑄設備：新鋼片工場への連続化・同期化操業に対応すべく、水島第1連鑄機を2タンディッシュ8ストランドタイプから1タンディッシュ6ストランドタイプへ昭和58年2月に改造した。本改造は年々厳しさを増す鑄片品質や高熱鑄片直送率のニーズを満たすためのものである。主仕様をTable 1に示す。

Table 1 Main specification of No.1 CCM.

Item	Before reconstruction	After reconstruction
Machine type	Curved (12.5mR)	Curved (12.5mR)
Capacity of tundish bath depth	10.5ton x 2 550mm	50ton x 1 850mm
Number of strands	8	6
Mold size	200 x 220 250 x 250 250 x 300	200 x 220 250 x 300 270 x 340
Oscillation	Guide roller type	Short Lever type
Secondary cooling zone	Water spray	Mist spray and water spray
E. M. S.	2 seg.	2 seg. 6 seg.
Instrumentation	Analog	D. D. C.

鑄片品質の向上対策としては、非金属介在物の浮上分離を促進するため、容量50ton鋼浴深さ850mmの大型タンディッシュを採用した。モールドサイズは既設ピンチロールを通過する最大幅の270×340mmサイズへと大断面化した。鑄片表面割れ対策としては、モールド直下の冷却方式に気水ノズルを採用し、オンレーション機構をショートレバー方式とした。

連鑄計装設備は、新鋼片工場への熱片直送システムを確立するため、従来のアナログ機器をDDC化し、CRTによる操業状況の集中監視・操作を可能にした。

また、熱片の加熱炉装入温度向上を図るため、昭和60年9月にはピンチロール以降、トーチ後面搬出ラインまでに保温カバーを設置している。

(2) 品質保証システム：連鑄における品質を保証するため操業異常が発生した場合、計算機がその内容とレベルを自動判定し、その結果により基準検索して切断変更や搬送先変更を行う。異常管理対象範囲は異常の内容により、溶鋼の混合部までも考慮して切断ロジックへ反映している。

鑄片切断は切断命令を圧延順にリアルタイムに割付ける制御をしており、圧延での命令採取率を向上させるため、ピレット長さを考慮した連鑄ファイナル調整切断を実施している。

また、Fig. 1に示すように格落判定部への命令割付けの回避および格落鋼片の命令をオンラインで再発行する機能を持ち、圧延との連続化・同期化を図っている。さらにFig. 2のようにロールチャンスや合否判定結果によりロット組みし、圧延順どおりに熱片搬送台車にて搬送する仕組である。

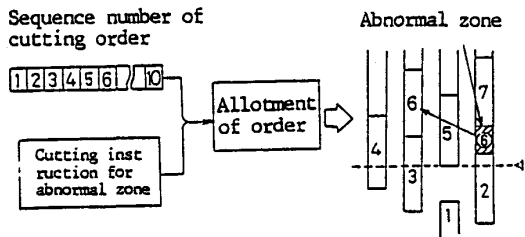


Fig. 1 Allotment of order for cutting

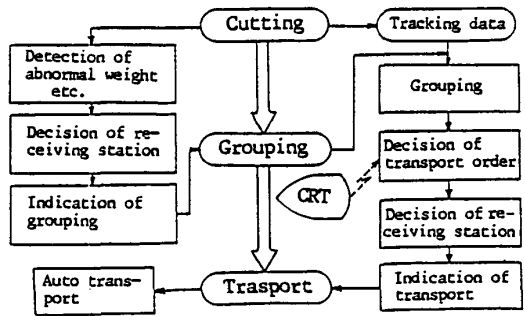


Fig. 2 Schema of grouping and transport process

3. 熱鋳片無人搬送台車 (HCCV)

第1製鋼工場1・2・3連鋳機と約1km離れた新鋼片工場・大形工場を熱鋳片無人搬送台車で結び、1品ごとのトラッキング管理による品質保証と徹底した省エネルギー・省力を図りつつ高度な連続化・同期化が達成可能なHCCV (Highly Computer-Controlled Vehicle) システムを開発した。全体のレイアウトをFig. 3, 台車の構造をFig. 4, 主仕様をTable 2に示す。HCCVの主な特徴は以下の通りである。

- a) 台車走行方向切換方法：ステーションに設置したターンテーブルで、ボギー台車を回動させ直行と横行の走行方向が切換可能。
- b) 鋳片受払いの自動化：台車の横行機能とステーションの受払い設備を組み合わせて、鋳片の自動受払いが可能。
- c) 積載荷姿：鋳片は一段積みとして、圧延順通りのトラッキング保証。
- d) 熱鋳片の保温：搬送中の熱鋳片の降温を極力小さくできる断熱扉付き保温室設置。
- e) 駆動システム：電源はトロリーとバッテリーの並用とし、工場内の安全を確保。

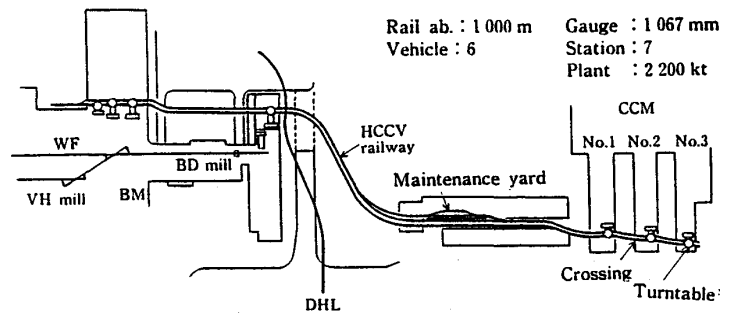


Fig. 3 Layout of HCCV system

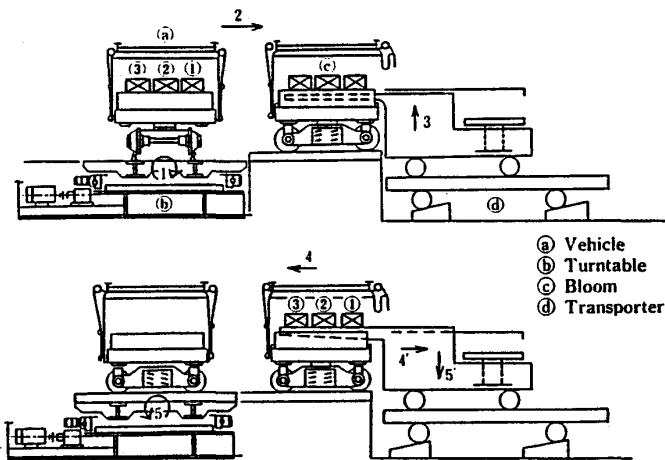


Fig. 4 Motion of vehicle and transporter

Table 2 Specification

Type : Straight-Transpose Change Type Buggy with Turn Table	
Capacity : Max. load 30 tons, Bloom Temp. 900°C, Speed 15km/H, Car weight 60 ton	
Performance : Constant Acceleration & Deceleration 1km/H/sec, Accuracy Fix Point Stoppage ±75mm	
Power : Trolley & Battery Dual mode	
Drive : G.T.O. chopper Control (Power Generation)	
Control : Station-Station Multiplexing, Station-Vehicle Inductive Radio	

- 11 Roll changing device
- 12 Profile meter
- 13 VH hot saw
- 14 Automatic stamper
- 15 Colling beds
- 16 Automatic labeller
- 17 Automatic label reader
- 18 Debaring machine
- 19 Automatic press
- 20 Shot blast
- 21 Surface defect detector
- 22 Automatic conditioning device
- 23 Magnetic particle detection device
- 24 Shipping device

4. 新鋼片工場概要 新鋼片工場のレイアウトをFig. 5に示す。連鋳との連続化・同期化操作を達成する手段を圧延側のロールチャンスフリー機能に求め、品質判定をオンラインで行うべく種々の品質保証機器を設置している。

以下に連続化・同期化操作に関する主要設備についてその概要を述べる。

- 1 HCCV
- 2 Continuous reheating furnace
- 3 Soaking pits
- 4 Roughing mill (BD mill)
- 5 Hot scarfer
- 6 Shear
- 7 BD hot saw
- 8 Turn table
- 9 Hot surface defect detector
- 10 Finishing mill (VH mill)

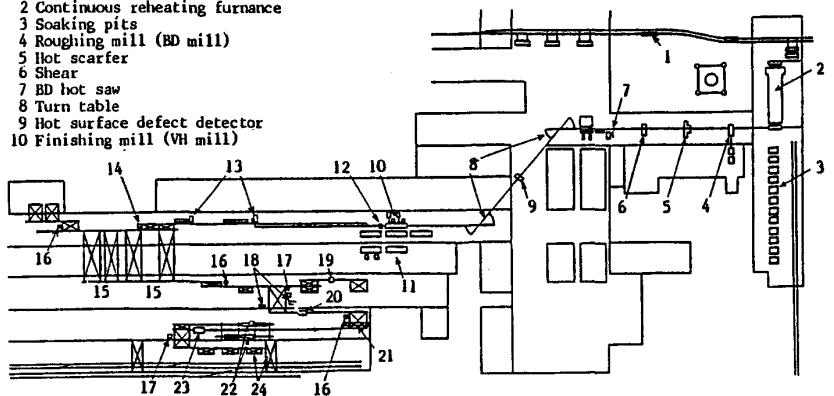


Fig. 5 Layout of the billet mill

(1) 加熱炉設備：連続加熱炉は1基で、これに付帯する熱鑄片の受入・装入設備と抽出設備とからなる。Fig. 6に概略図を示す。この連続加熱炉は連続と同期化された連続操業形態となるホットチャージ専用の省エネルギー型炉である。以下にその主な特徴をあげる。

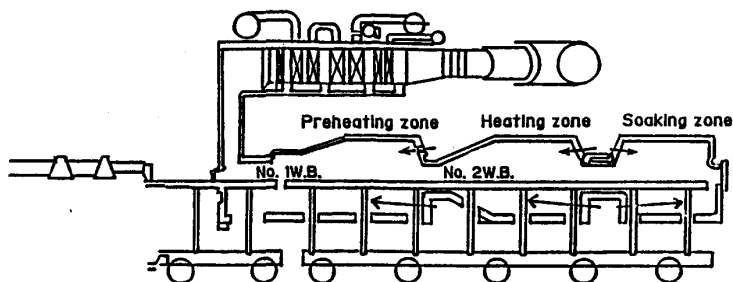


Fig.6 Schema of furnace profile

a) 2分割ウォーキングビーム方式：炉長方向にウォーキングビームを2分割し、任意ストロークの速度制御を行うことにより装入ピッチと抽出ピッチのアンバランスを吸収し、炉内材料のピッチコントロールを行う。

b) 高効率レキュペレーターの設置：高温鑄片の装入により炉尻排ガス損失が大きくなるため、空気レキュペレーターとガスレキュペレーターの併用により回収効率の向上を図っている。

c) 軸流バーナーの採用：炉幅方向の温度均一化を狙い全ゾーン軸流バーナーとした。

(2) 仕上ミル設備：仕上ミルではVH4スタンド搭載の台車を迅速交換する方法を開発し、ロールチャンスフリーを達成した。

a) 圧延機主仕様：迅速スタンド交換を達成しつつ安定した圧延を行うため、VH各スタンド芯間距離2.5m、1ロール1カリバー方式で、最大950mmφ×500mmのロールを使用したコンパクトミルとしている。その概略をFig. 7に示す。

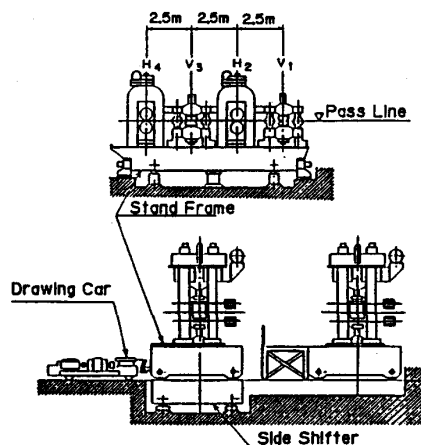


Fig.7 Stand changing device

b) オンラインスタンド交換設備：丸ビレット90mmφ～250mmφ、角ビレット82mmφ～150mmφのサイズ替時、次圧延予定のロールをオフラインで組んでおきスタンド台車入替により圧延サイズ替を5分以内で行う。

c) オフラインロール・ガイド交換設備：交換された旧スタンドはロールショップに引込み、Vスタンドはターナーにより90°転回され、Hスタンドと同様の状態にして、ロールとガイドを組替える。

このとき、次サイズの圧延に備えるセットアップは完全自動で4スタンド同時に行われる。

Fig. 8にオンライン・オフラインの組替フローを示す。

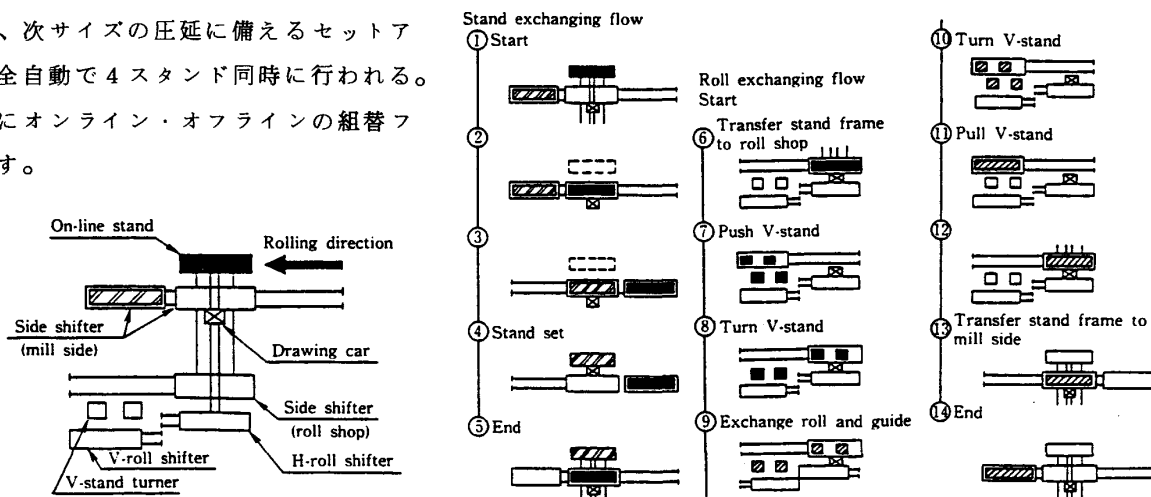


Fig. 8 Exchanging flow of stand and roll

5. 製鋼～圧延同期化操業支援システム 本システムは生産工程管理サブシステム、オンライン操業支援サブシステム、スケジュール調整サブシステムの3つのサブシステムから構成され、その製鋼～圧延同期化操業を支援するための基本的機能は、(1)次工程圧延ロットの保証、(2)工程攪乱に対する迅速な調整、(3)オンラインでの品質保証の3点である。これを具体化するため各サブシステムが具備している機能を以下に示す。

- a) 生産工程管理
  - ・連続鋳込順、ビレット圧延順およびビレット出荷ロットを意識した素材計算
  - ・連続化操業に対応した各種製造仕様項目の決定
- b) スケジュール調整
  - ・製鋼～圧延間の進捗状況把握およびスケジュール修正
  - ・異常発生時の命令変更、連々鋳込再編成
  - ・冷片材や造塊材の圧延チャンス調整
- c) オンライン操業支援 (連続操業)
  - ・鋳込速度のばらつきや鋳込異常を反映した連続切断命令の割り付け
  - ・ビレット長さを考慮した連続ファイナル調整切断
  - ・連続切断命令へのブルーム秤量結果や熱間探傷結果のフィードバック
  - ・連続出側でのビレットミル圧延ロットの順序保証および異常材仕分け
- d) オンライン操業支援 (ビレットミル操業)
  - ・連続での鋼片採取実績、可否判定結果を反映したビレットミル本命令の作成
  - ・加熱炉、プロフィールメータ、熱間探傷などの実績を反映したビレットの鋸断
  - ・次工程圧延ロット単価の払出し

これらの各機能は、特に操業支援の場面において、熱鋳片無人搬送システム、ロールチャンスフリーの仕組、各種の品質保証機器および設備の自動制御に支援されて有効に機能している Fig. 9 に各機能関連概念図を示す。本システムの稼働により、条鋼素材の製造について製鋼から圧延まで1つのオンライン設備としての操業が可能となりビレットの受注、素材計算、鋳造、ビレット圧延、出荷まで通して次工程圧延ロットを反映させる一貫同期化生産管理システムが完成した。

6. 操業実績 昭和59年2月新鋼片工場稼働後、操業の安定化に伴ってホットチャージ率92.1%、ホットチャージ材の平均加熱炉装入温度734℃、圧延中原単位(保昇熱原単位除く)  $120 \times 10^3$  kcal/t を達成し連続～圧延間の連続化・同期化操業の効果が顕著にあらわれている。

一方、仕上ミルにおいては、粗ミルを停止することなく、多品種小ロットのニーズに対応して月間200回以上におよぶサイズ替を行い、そのロールチャンスフリーの機能を遺憾なく発揮している。

7. 結 言 条鋼素材製造プロセス合理化計画の中核をなす新鋼片工場の稼働により、高度な連続～圧延間の連続化・同期化を達成し、順調に稼働している。

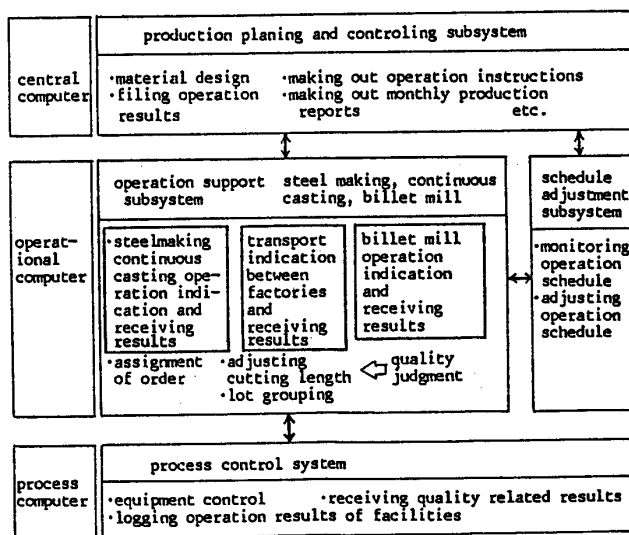


Fig. 9 Functional Relations

<参考文献> 1) 蜂谷ら; 鉄鋼界 (1983) 7, 52  
 2) 河野ら; 鉄と鋼67(1981)12, S947  
 3) 原田ら; 鉄と鋼67(1982) 4, S213