

線材加熱炉の増強

Installation of New Reheating Furnaces for Wire Rod Mill

新日本製鉄(株)釜石製鉄所

山形和也*・千田与一・帯向敏春

岡庭憲一

君津製鉄所

吉村康嗣・池田 仁

1. 緒言

新日本製鉄(株)釜石製鉄所並びに君津製鉄所の線材加熱炉は、1989年に相次いで線材マルチストランドミルとして国内で初めて最新鋭のウォーキングビーム(WBと略す)式に増強され、順調に稼働中である。この増強の目的は、高級線材の表面品質改善にあった。この結果、1989年3月に釜石製鉄所(釜石と略す)、12月に君津製鉄所(君津と略す)と相次いで新加熱炉を完成し、所期の効果を得ることが出来たので、以下に報告する。

2. 加熱炉設備

2. 1 設備の基本計画

設備の基本計画で留意した点は、品質向上は勿論、品質以外に操業の安定性(特に細長いビレットの搬送、抽出問題)、建設費の低減対策、省エネ対策、ミル休止期間短縮対策、自動化の織込みによる省力等を配慮して基本計画を検討した。

2. 2 釜石製鉄所加熱炉の設備概要

Table 1 に主要仕様を示す。Fig. 1 に材料フローを、Fig. 2 に加熱炉断面図を示す。また、今回の加熱炉改造の特徴としては、以下の5点が挙げられる。

- (1)加熱帯にドライスキッド(非水冷)方式のビームを導入し、且つ3帯式を採用する事で、燃料原単位及び設備費の低減を図った。
- (2)加熱後の曲がったビレットでも安定して抽出できるよう、ビレットの長手方向位置をレーザービームで検出しエキストラクタが個々のビレットの所定位置に移動する方式を採用した。
- (3)シフトダブルV型ローラーによる炉内ストランド配分とした。

Table 1 Main specifications of reheating furnace at Kamaishi wire rod mill

Item	Specification
(1) Furnace type	Three-zone walking-beam furnace
(2) Heating capacity	130 t/h
(3) Fuel	Fuel oil A
(4) Furnace dimensions	Effective length 13.7 m × width 19.7 m
(5) Burners	15 in top heating zone, 15 in top soaking zone, and 14 in bottom heating zone
(6) Charge method	Side charge
(7) Hearth	Heating zone: Dry skids Soaking zone: Water-cooled skids
(8) Discharge method	Side discharge (strand selection by combination of extractor shift and in-furnace V-shaped roller shift)
(9) Out-furnace transfer	Insulated roller table
(10) Recuperator	Channel type, 4-pass, parallel flow and counterflow mixing

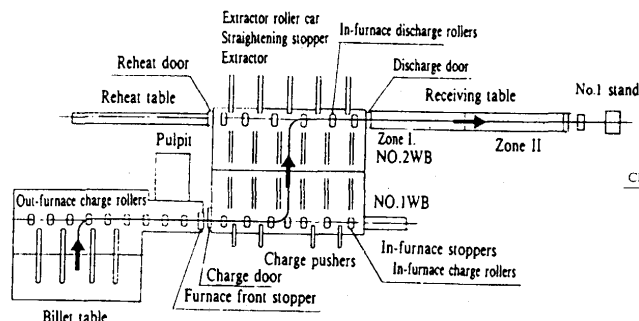


Fig. 1 Material flow of billet reheating furnace at Kamaishi wire rod mill

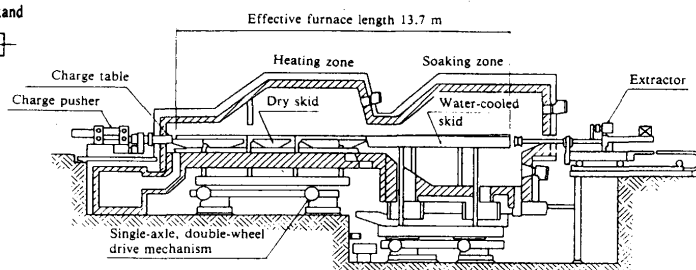


Fig. 2 Cross-sectional view of billet reheating furnace at Kamaishi wire rod mill

平成5年7月7日受付 (Received on July 7, 1993)

*Kazuya Yamagata (Kamaishi Works, Nippon Steel Corp., 23-15 Suzuko-cho Kamaishi 026)

(4)ビレット転倒等により隙間の無くなったビレットをエキストラクタにより自動で切離して抽出する方法を採用した。

(5)プロセスコンピュータを最大限に活用し、装入・抽出運転、記録収集の自動化を図った。

2. 2. 1 炉本体

加熱炉仕切壁効果と能力 130 t/h 条件及び加熱帯雰囲気上限条件から、加熱帯は非水冷のドライスキッド (HK-40)を採用し、しかも加熱帯上部、均熱帯上下部の3帯式とした。

又、炉下構造を浅くするため、リフト・シフト兼用の1車軸2車輪のWB駆動方式を採用した。スキッドマーク対策としては千鳥配置のスキッドボタンとした。

2. 2. 2 抽出装置

軸流バーナーを使用するため進行方向へのビレット曲りがあり、これを取りに行くエキストラクタ5本それぞれを個別駆動とし、それぞれ対応するビレット位置へ移動する方式とした。

又、ビレットの位置決め及び大曲りがある程度矯正する目的で、抽出V型ローラーに載置する前にエキストラクタとプッシャーで挟持する方式を採用している。

2. 2. 3 レシーピングテーブル

既設加熱炉を稼働させつつ工事対応する目的で、設備の干渉の無い隣棟に新加熱炉を建設した。このため、No.1スタンドに噛み込んだ後のビレット尾端の温度降下を補償するため、保熱ローラーテーブルのI・IIゾーンとも重油焚きバーナーを設置している。

2. 2. 4 自動制御システム

自動制御システムの特徴は装入から抽出までの自動搬送制御の中で、装入ビレットピッチ、ロット替り制御及び抽出間ピッチ制御を行う点、並びに特定鋼種の指定ヒートパターンに見合う設定温度がCRTガイダンスされる点にある。又、異材混入防止のためのトラッキング機能については、特に重点的に配慮している。このように、装入から抽出までの操業およびデータ収集まで、ほぼ完全自動化されたシステムである。

2. 3 君津製鐵所加熱炉の設備概要

Table 2 に主要仕様を示す。Fig. 3 に材料フローを、Fig. 4 に加熱炉断面図を示す。また、今回の加熱炉改造の特徴としては、以下の3点が挙げられる。

(1)既設スキッドからのフロントチャージ方式の採用と4帯式により急速加熱化をはかり、コンパクトな炉構造とした。

(2)安定した抽出作業を行うための加熱後のビレット曲り矯正は、炉出口にストランド選択可能なホットレベラーを配置し、これにより行うこととした。

(3)プロセスコンピューターを最大限に活用し、運転、加熱、記録収集の自動化をはかった。

Table 2 Main specifications of reheating furnace at Kimitsu wire rod mill

Item	Specification
(1) Furnace type	Four-zone walking-beam furnace
(2) Heating capacity	165 t/h
(3) Fuel	Coke-oven gas
(4) Furnace dimensions	Effective length 15.0 m × width 19.7 m
(5) Burners	13 in top heating zone, 15 in bottom heating zone, 13 in top soaking zone, and 15 in bottom heating zone
(6) Charge method	Front charge
(7) Hearth	Heating zone: Water-cooled skids Soaking zone: Water-cooled skids
(8) Discharge method	Side discharge (combination of extractors and in-furnace rollers)
(9) Out-furnace transfer	Strand selection by hot leveler Insulated roller table
(10) Recuperator	Channel type, 4-pass, counterflow

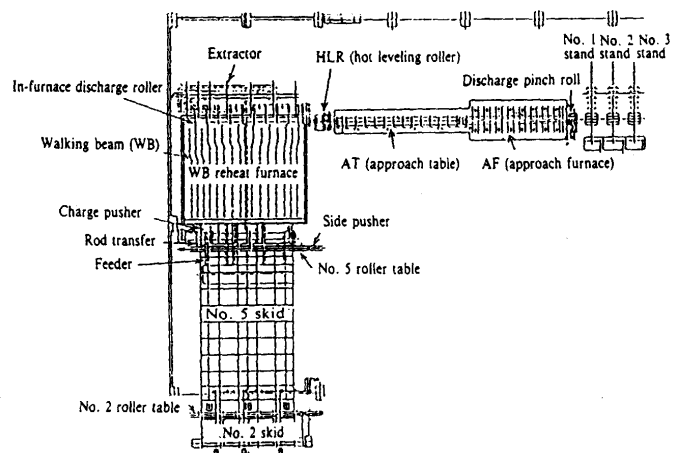


Fig. 3 Material flow of billet reheating furnace at Kimitsu wire rod mill

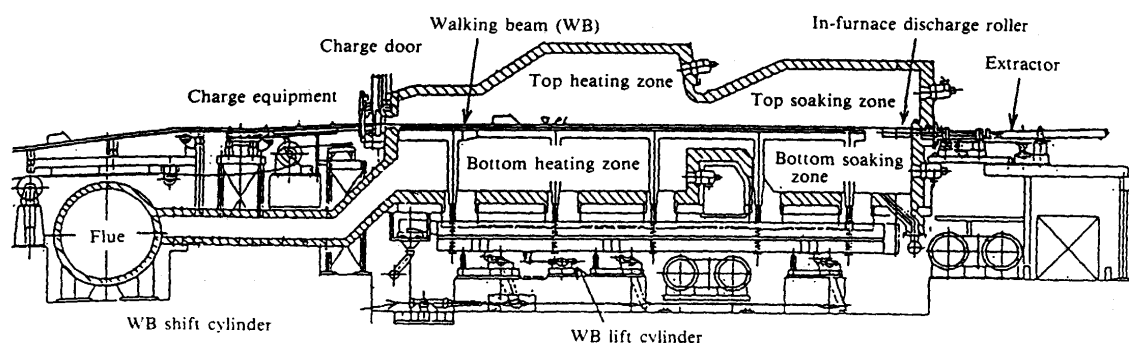


Fig. 4 Cross-sectional view of billet reheating furnace at Kimitsu wire rod mill

2. 3. 1 炉本体

有効炉長は、能力 165 t/h、既設レイアウトから15m とした。スキッドはビレットの炉内でのたれ下りを考慮し、配置した。また、スキッドマークを押えるため、スキッドを途中で曲げビレットの同じ位置に置かないようにした。ビレット温度は1本毎に実時刻計算を行っている。炉温設定はこれらのデータをもとに、目標温度、残り在炉時間等を判断しながら自動制御で行っている。

2. 3. 2 抽出～矯正装置

加熱が完了したビレットは、エキストラクタによりWBから持ち上げられ、炉内ローラーの所定のストランド位置におろされる。炉内ローラーにより抽出されたビレットはホットレベラーで矯正され、ストランド選択も同時に行う。

2. 3. 3 搬送装置

圧延機までの搬送装置は約22m のアプローチテーブル (AT)、約16m のアプローチングファネス (AF) で構成される。AFではコークス炉ガスを燃焼し、ビレット温度低下の防止をはかっている。

2. 3. 4 自動制御システム

加熱炉プロセスコンピュータはビジネスコンピュータ側からトラッキング情報を受け取り、加熱炉全体を制御する。機能は炉内トラッキング、自動搬送制御、自動燃焼制御、実績記録の収集に分けられる。装入から抽出までの搬送装置はシーケンサにより自動運転されているが、プロセスコンピュータで制御されている。燃焼制御についても、ほぼ完全自動化を達成した。順調に圧延が続く場合、1本毎に熱伝導差分方程式で実時刻計算されたビレット温度を基に、目標温度、残りの在炉時間、鋼種毎の加熱特性等から自動的に炉温設定され適切な昇温パターンに制御される。これまでオペレータの判断に頼っていた部分を規則化し、高度に自動化されたシステムを開発した。

3. 操業

設備立上げ初期トラブルはあったものの、その後の設備、操業の改善もあり、短期間に計画通りの能力及び燃料原単位を達成している。又、ヒートパターン、材料ピッチの最適化も進展し、品質に影響を与えるビレット温度ばらつきについては Fig.5 に示すように従来ブッシャーでは考えられない均一性が得られている。

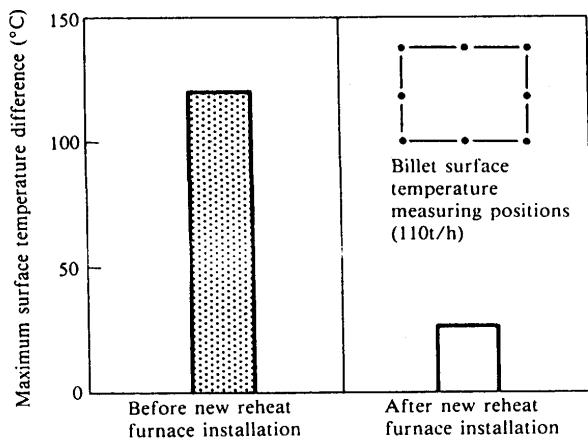


Fig. 5 Maximum billet surface temperature difference

Billet pitch (mm)	Pro-duction (t/h)	Furnace temperature (°C)			Residence time (min)			Average cross-sectional temperature at discharge (°C)
		Charge end	Heat zone	Soak zone	Heat zone	Soak zone	Total	
327	105	585	850	1 180	28	21	49	1 080

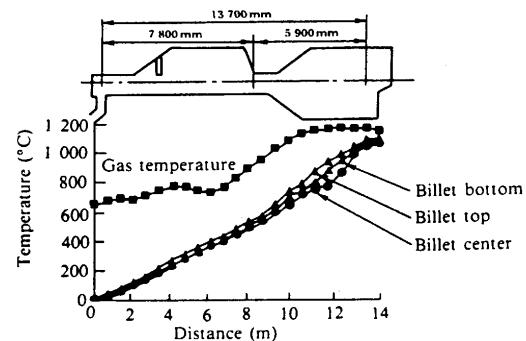


Fig. 6 Example of heat pattern (Kamaishi wire rod mill)

4. 品質

高級特殊線材の脱炭、表面疵の要求水準は厳しく、加熱炉増強前は、脱炭対応のための低温加熱が表面疵対応と両立せず、操業上の大きな難題となっていたが、WB化による急速加熱パターンの採用 (Fig. 6 参照) と入熱コントロール等により、Fig. 7 に示すように良好な脱炭レベルが達成されている。一方、へげ疵については、従来は650 °C以上の雰囲気中で炉床れんがに溶着する硬いスケール塊が摺動するビレット表面に深いすり疵を発生させていた。しかし、加熱炉増強後、れんがとの摺動部分が皆無となり、へげ疵原因となるすり疵は解消された。

Fig. 8 に熱間渦流探傷機によるへげ疵検出評点を示すが、圧延ライン上の影響を含め、へげ疵はほとんど見られなくなっている。

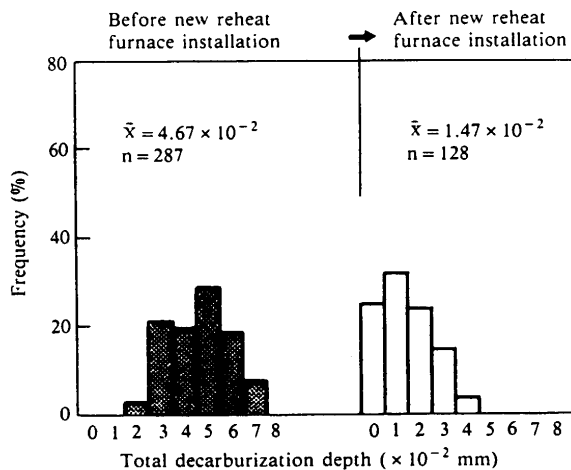


Fig. 7 Total decarburization depth of high carbon steel wire rod

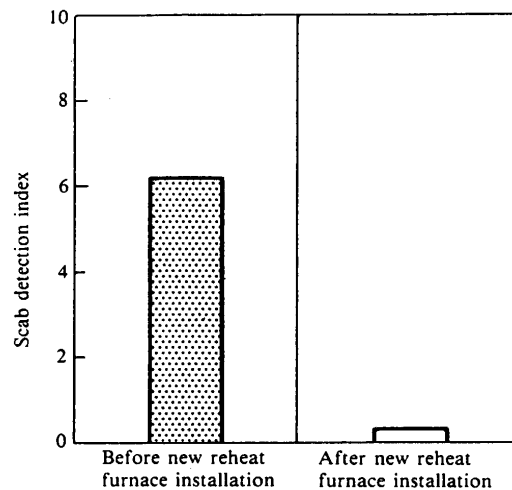


Fig. 8 Hot eddy-current tester ratings of billets

5. 結言

釜石製鐵所、次いで君津製鐵所線材工場は国内線材マルチストランドミルとして初めて加熱炉をWB化した。設計の難しさ、並びに建設立上げ時の困難はあったが、順調に計画通り操業成績を達成し、品質については、予想以上の成果を上げることができ、需要家からも品質改善効果を高く評価されている。