

(論文)

第8 線材工場鋼片精整・加熱炉設備の更新

平賀範明*・白井正明*・三宅昭二**・濱口理彦***

*鉄鋼カンパニー・加古川製鉄所・厚板・線材部 **鉄鋼カンパニー・加古川製鉄所・設備・エネルギー部 ***鉄鋼カンパニー・加古川製鉄所・制御部

Revamping of the No. 8 Wire Rod Mill

Noriaki Hiraga・Masaaki Usui・Shoji Miyake・Michihiko Hamaguchi

A new billet cooling bed in the billet conditioning yard, a new billet reheating furnace and the installation of a complete billet rolling mill were completed at the No.8 Wire Rod Mill of the Kakogawa Works in May 1999. The cooling bed was changed to a rake type bed. The reheating furnace of the walking-beam type was equipped with regenerative burners. The new billet rolling mill has a single strand H-V-H design arrangement. These additions resulted in a highly stable production process, billet camber and wire rod surface quality improvements, and billet size unification with the Kobe Works.

まえがき = 当社加古川製鉄所では、第8 線材工場のリフレッシュ工事が、1999 年5月に完成した。

本工事の目的は、老朽化した設備の更新による安定操業の確保、品質と労働生産性の向上、および当社神戸製鉄所との鋼片寸法統一化による両製鉄所間の鋼片振分け自由度を確保することである。

主な更新箇所は鋼片精整ヤードにおける、転回式鋼片冷却床への更新、鋼片探傷・きず取りラインの改造、線材圧延設備におけるウォーキングビーム式加熱炉への更新、鋼片寸法の変更にもなう鋼片圧延機の新設である。

建設工事は、1997 年5月に着工し、2年をへて1999 年5月に切替工事をこない竣工した。以下に、各設備の特徴と概要を述べる。

1. 新鋼片精整設備

1.1 設備構成

更新範囲を含む鋼片精整ヤードのレイアウトを第1図に、新鋼片冷却床設備を写真1に示す。

鋼片冷却床はプッシュ式であったNO.1冷却床を転回式に更新し、その出側にドッグ付チェーンコンベア方式

の集材装置を2基設置した。

鋼片探傷・きず取りラインについては、鋼片寸法の115mm角から155mm角への変更にもない搬送設備の改造をおこなった。

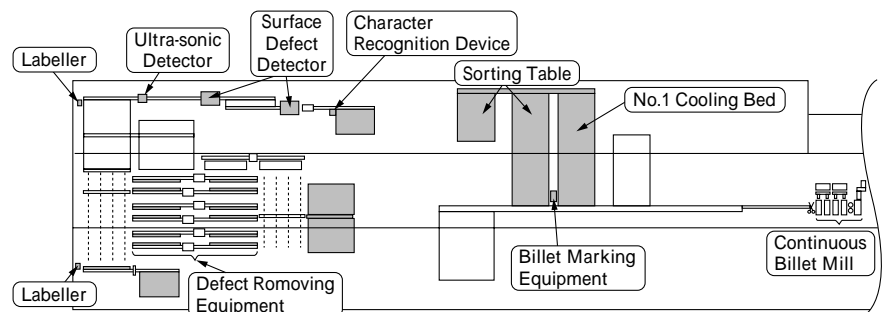
1.2 新鋼片冷却床

新鋼片冷却床の概略図を第2図に、設備の主な仕様を第1表に示す。

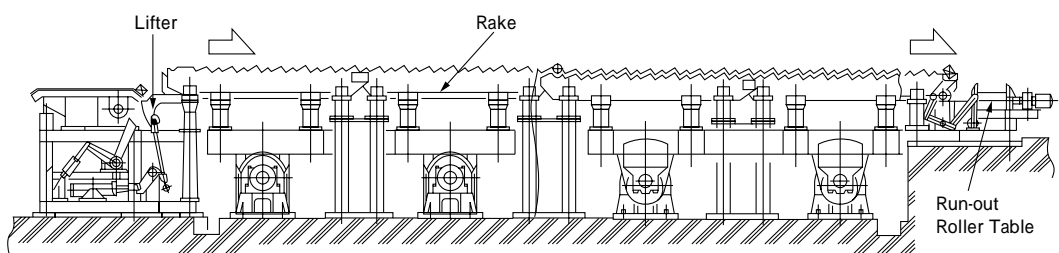
新鋼片冷却床は、移動レイクと固定レイクで構成され、鋼片の安定した搬送および均一な冷却による鋼片曲がり



写真1 冷却床
Photo 1 Cooling bed



第1図 新鋼片精整設備全体のレイアウト
Fig. 1 Layout of new billet conditioning yard



第2図 冷却床
Fig. 2 Cooling bed

第1表 新鋼片冷却床設備仕様

Table 1 Specifications of new billet cooling bed

Equipment	Item	Specification
Cooling Bed	Type	Rake
	Length	39 745mm
	Width	12 500mm
	Numbers of Rake	158
	Cycle Time	17s
Sorting Table	Type	Chain Conveyor with Dog
	Length	No .1 : 46 900mm No 2 : 14 900mm
	Width	12 500mm
	Numbers of Dog	No .1 : 17 No 2 : 6

の大幅な低減を実現するために、それぞれのレイクが独自の形状の溝を有する。また、本冷却床は2分割されており、単独運転・連動運転が可能である。

鋼片1本の取込みピッチは、分塊圧延ラインの生産性を考慮し、最短で17秒となっている。

分塊圧延ラインから搬送されてきた鋼片は、リフトによって転回式冷却床に取込まれ、約50分で出側まで搬送されたのち、ランアウトローラテーブルにて2本単位で送られ、集材装置により最大8本単位で移載される。

さらに、冷却床上では鋼片1本ごとに製造から分塊圧延までのロット情報をトラッキングすることにより、2基の集材装置にてロットの自動振り分けが可能になっている。

1.3 鋼片1本管理の実現

熱間マーキング後の鋼片を写真2に、ラベル貼付後の鋼片を写真3に示す。

新冷却床上での鋼片1本単位のトラッキングとともに、当冷却床上に熱間マーキング装置を設置し、鋼片端面への鋼番・ロットNo.・鋼片No.の表示を可能とした。さらに探傷ライン入側に設置した画像解析式の鋼片端面文字読取装置で、マーキング内容を読み取り、探傷ライン出側のラベル貼付装置で内容をバーコードを含むラベルに出力させ、鋼片に自動的に貼り付けされる。

そののち、線材工場加熱炉装入台に設置したリーダにてバーコードを読み取ることにより、鑄片から線材製品までの一品管理を実現した。

2. 新加熱炉設備

2.1 設備構成

更新範囲を含む第8線材工場のレイアウトを第3図に、新加熱炉設備の写真を写真4に示す。



写真2 マーキング文字

Photo 2 Marking characters on billet



写真3 バーコード印字後のラベル

Photo 3 Label with bar code on billet

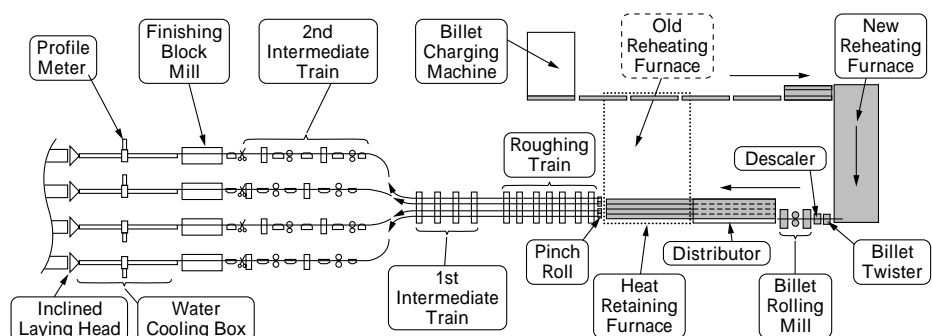


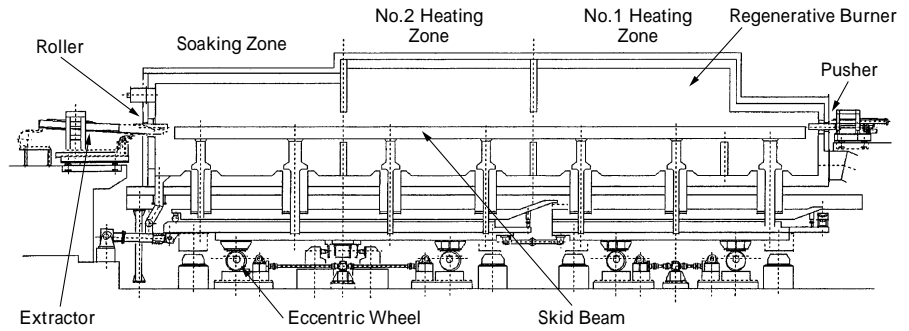
写真4 新加熱炉と鋼片圧延機

Photo 4 New reheating furnace and billet rolling mill

第3図 線材工場新加熱炉設備レイアウト

Fig. 3 Layout of new reheating furnace equipment





第4図 加熱炉断面図

Fig. 4 Cross sectional view of reheating furnace

第2表 加熱炉設備仕様

Table 2 Specifications of reheating furnace

Item	Specification
Furnace Type	Walking Beam Type
Furnace Dimensions	Effective Hearth Length : 26 500mm Inside Refractory Width : 13 100mm
Billet Size	Square : 115 ~ 155mm Length : 8 000 ~ 12 500mm
Discharging Temperature	850 ~ 1 180
Heating Capacity	240t/h
Burner Configuration	No.1 Heating Zone : Side Fired Burner (Top/Bottom) Regenerative Type No.2 Heating Zone : Side Fired Burner (Top/Bottom) Soaking Zone : Longitudinal Fired Burner (Top) Side Fired Burner (Bottom)
Walking Beam Mechanism	Lift : Motor Drive Eccentric Wheel Traverse : Motor Drive Cylinder
Charging Mechanism	Charging Pusher & Roller
Discharging Mechanism	Extractor & Roller

加熱炉を含む新設備は、旧加熱炉横のロールショップを移設しその跡地に設置した。新加熱炉出側から既設粗圧延機の上に、鋼片転回装置・デスクーラ3台の鋼片圧延機・鋼片振分装置・保熱炉およびピンチロールを設置した。

建設工事にあたっては、切替工事を可能なかぎり短縮するために、加熱炉本体、鋼片圧延機およびその前後の付帯設備の据付け・熱間試運転を切替工事前に完了させた。

切替工事においては、旧加熱炉を撤去後、装入設備、保熱炉および粗列入側のピンチロールの据付けをおこなう、プロコンモードでの熱間試運転を含めた全工程を18日間で完了させた。

2.2 加熱炉

加熱炉の設備仕様を第2表に、炉長方向の断面図を第4図に示す。

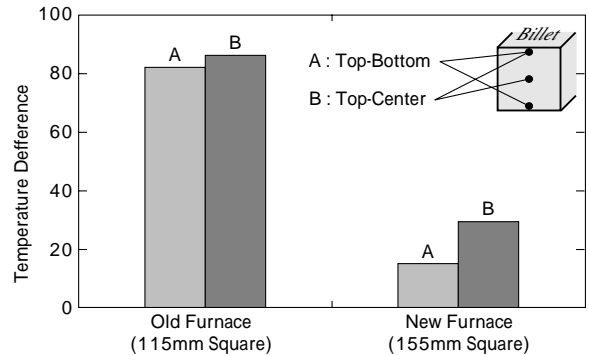
旧加熱炉はウォーキングハース式で、鋼片は上面方向のみからの加熱で、また、鋼片の抽出はサイドプッシャーによりおこなわれていた。このため、旧加熱炉においては、鋼片の断面内および長手方向の温度偏差が大きく、また、抽出時に鋼片と炉床との摺動が生じていた。

新加熱炉は、鋼片の上下両面方向からの加熱をおこなうウォーキングビーム式を採用し、また、鋼片の抽出を無摺動にておこなうためにエキストラクタと抽出ローラ

第3表 鋼片圧延機仕様

Table 3 Specifications of billet rolling mill

Stand No.	Type	Roll		Motor		Gear Ratio
		Diameter × Length mm	Material	kW	rpm	
1HB	H	630 × 600	Ductile Cast Iron	1 100	800/1 050	1/24.9
2VB	V	630 × 700	Ductile Cast Iron	1 750	800/1 050	1/18.6
3HB	H	630 × 600	Ductile Cast Iron	1 100	800/1 050	1/15.3



第5図 鋼片温度均一性

Fig. 5 Improvement of temperature difference in cross section of billet

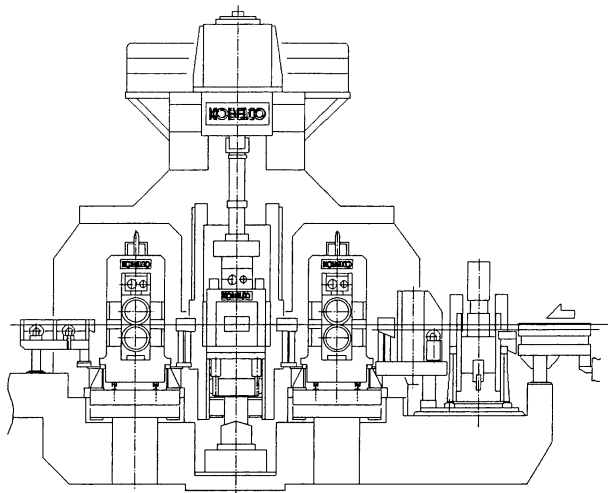
を設けた。

第5図に旧炉と新炉で実測した鋼片の温度偏差を示す。鋼片角が115mm角から155mm角にサイズアップしているにもかかわらず、新炉での上下面の温度偏差は旧炉にくらべて約25%に減少している。また、鋼片長さ方向の温度偏差(スキッドマーク)についても、スキッドシフトおよびスキッドボタンの最適設計により十分な温度均一性を確保している。

燃焼技術面では、第1加熱帯にリジェネバーナ(蓄熱式バーナ)を設置し、高い効率での排熱回収と炉内温度の均一化に効果を発揮している。リジェネバーナは、バーナ内部にセラミックス製の蓄熱体を有しており、燃焼と蓄熱(炉内ガス吸引)を周期的に繰り返すことにより炉内温度に近い高温の燃焼空気での燃焼が可能である。加えて、オールセラミックファイバの採用による炉壁断熱強化やバーナ間引き燃焼制御による排ガス損失熱低減などで、省エネルギーを追求している。さらに、炉内への直接燃料吹込みや二段燃焼等の低NO_x(窒素酸化物)技術により、NO_xの発生を旧炉の半分程度に抑制しており、省エネルギーによるCO₂排出低減とあわせて環境に配慮した加熱炉としている。

2.3 鋼片圧延機

鋼片圧延機の設備仕様を第3表に、全体図を第6図に示す。鋼片圧延機は3台で構成され、水平 垂直 水平 交互配列の1ストランドであり、4ストランドからなる既設圧延機の能力にバランスした高生産能力を有する。



第6図 鋼片圧延機
Fig. 6 Billet rolling mill

パススケジュールは菱 菱 角であり、155mm 角の鋼片を 110~115mm 角に仕上げる。

本圧延機は、既設列に増設されたため、徹底した省人化および準備時間の短縮が必須になる。このため、油圧・ロールネック潤滑・ロール冷却水の配管結合の自動化、圧延機の組替え・カリバ替えの全自動化、および運転台からのロール隙間調整の遠隔操作化をおこなった。また、熱鋼誘導装置については、全カリバ分をスタンドに装着させ、カリバ替え時の誘導装置の着脱や調整を不要としている。

圧延機の初期設定は、プロコンに登録された設定値より自動的におこない、回転調整は、モータトルクから算出した張力制御を実施し、オペレータの負荷を軽減している。

圧延機のロールネック軸受への潤滑にはオイルエアを採用し、ロールショップの作業性を向上させるとともに、廃油は専用配管で回収することにより、循環水の汚濁を回避している。

2.4 鋼片圧延機付帯設備

鋼片振分装置全体図を第7図に、鋼片圧延機付帯設備の仕様を第4表に示す。

加熱炉から抽出された鋼片は、鋼片転回装置により45度転回され、デスケアラにより1次スケールが除去されたのちに鋼片圧延機により圧延される。新加熱炉抽出口から鋼片圧延機出側までは1ストランドであり、既設ラ

第4表 鋼片圧延機付帯設備仕様

Table 4 Specifications of auxiliary billet rolling mill

Equipment	Item	Specification
Billet Twister	Type	Hydraulic
	Roller Speed	0.16-1.60m/s
Descaler	Water Pressure	10MPa
Distributor	Length	25 500mm
	1) Run-in Roller Table	
	Roller Type	V Roller
	Roller Speed	0.16-1.60m/s
	2) Transfer	
	Type	Chain Conveyor, Pneumatic Lift
	Lifting Time	2.0s
	Conveyor Speed	0.3m/s
	3) Run-out Roller Table	
Roller Type	Flat Roller	
Roller Speed	0.16-1.60m/s	
Pinch Roll	1) Upper Roll	Free Roll, Pneumatic Lift
	Lifting Time	1.5s
	2) Lower Roll	Motor Drive
	Roller Speed	0.16-1.60m/s

第5表 保熱炉設備仕様

Table 5 Specifications of heat retaining furnace

Item	Specification
Furnace Type	Roller Hearth Type (4 Lines)
Effective Hearth Length	25 740mm
Discharging Temperature	850~1 150

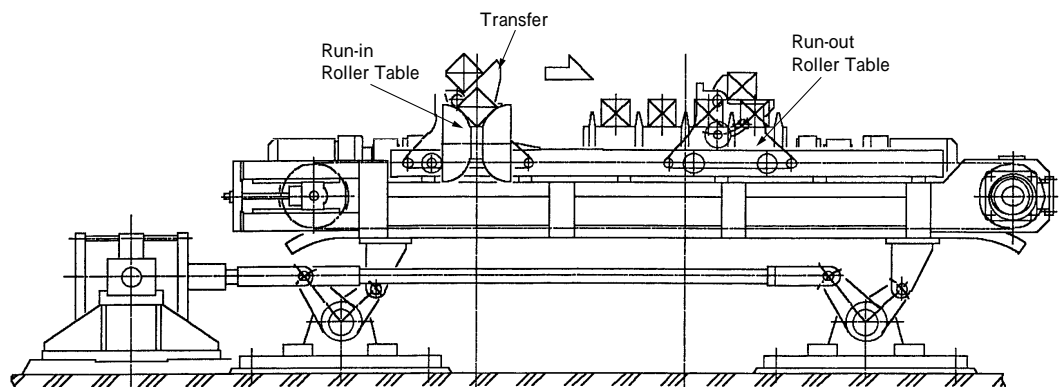
インは4ストランドである。このため鋼片圧延機の後方に、受入テーブル・トランスファおよび保熱炉への払出テーブルからなる鋼片振分装置を設置した。

鋼片圧延機から放出された鋼片は、エアシリンダにより持ち上げられた状態で電動チェーンにて搬送されるため、摺動することなく各ストランド位置へと振り分けられる。ストランドの選択は、下流列の稼働状況に応じて全自動でおこなわれる。

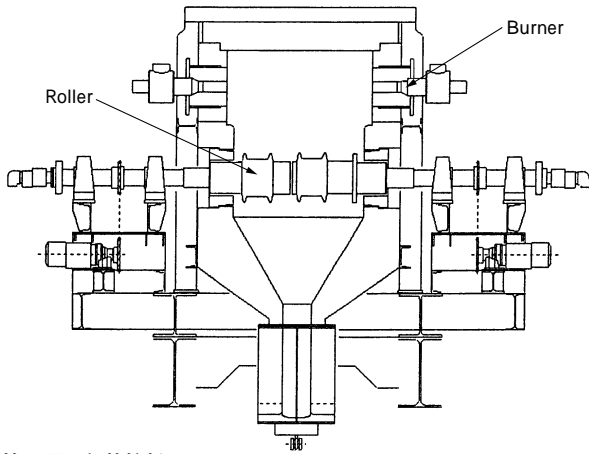
鋼片振分装置と既設圧延機列の間には、保熱炉およびピンチロールが設置されている。

保熱炉は、新加熱炉の設置により、加熱炉から既設圧延機までの搬送距離が長くなることによる鋼片の温度低下防止のために設置した。

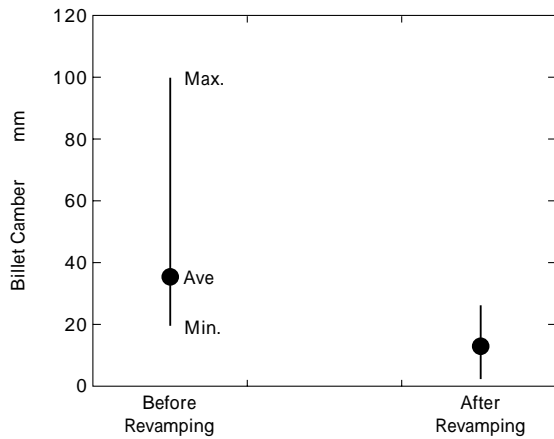
保熱炉の設備仕様を第5表に示す。第8図の炉幅方向断面図に示すように、設備は4ストランドの駆動ローラとパーナにより構成されている。圧延時、粗圧延機入側で鋼片の先端と後端では約2分の時間差があり、先後端の温度差が発生するが、保熱炉により鋼片先後端の温



第7図 鋼片振分装置
Fig. 7 Distributor



第8図 保熱炉断面図
Fig. 8 Cross sectional view of heat retaining furnace



第9図 鋼片曲がり量の改善効果
Fig. 9 Comparison of billet camber before and after revamping

度均一性が確保されている。

ピンチロールは、既設圧延機列へ鋼片先端をかみ込ませるための装置で各ストランドに設置されており、次材の間ピッチ調整は自動制御されている。

3 品質改善効果

3.1 鋼片曲りの改善

鋼片冷却床通過後の鋼片曲り量を第9図に示す。曲り量は大幅に改善され、外販鋼片の合格率向上および線材工場での搬送性向上に寄与している。

3.2 線材表面品質の改善

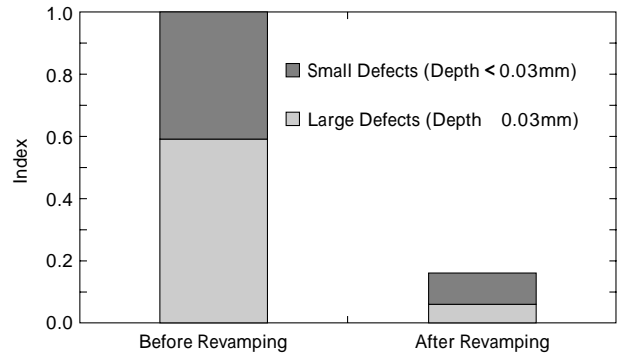
線材の表面きず発生指数を第10図に示す。表面きずについては、加熱炉からの鋼片抽出の無摺動化により大きなきずがなくなったことに加えて、デスクーラと鋼片圧延機による脱スケール効果によりスケール圧着に起因する微細なきずも減少している。

3.3 線材の機械的性質のばらつき低減

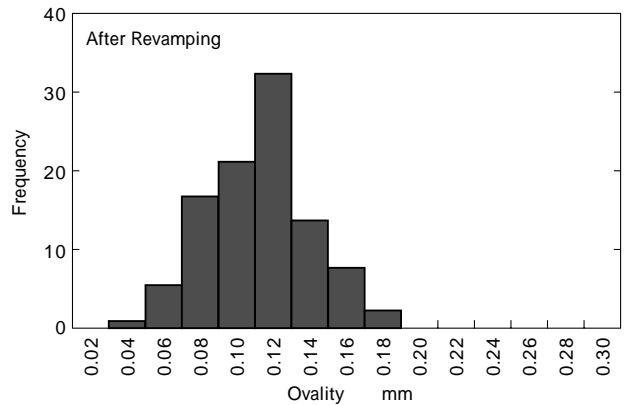
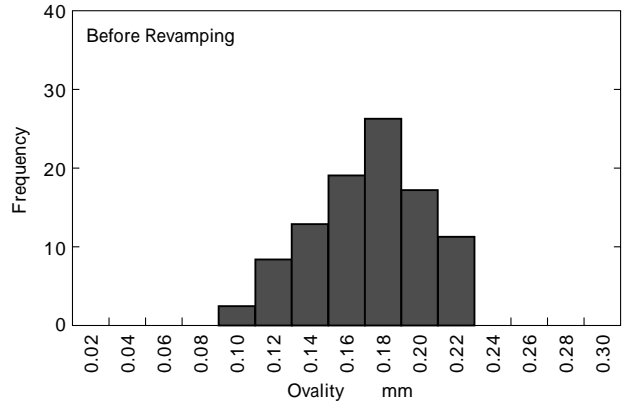
2.2節で述べたように鋼片加熱時の温度均一性の向上により、SWRS82Bに相当する11mmの線材における機械的性質のばらつきが、標準偏差で従来の22MPaから16MPaと向上している。

3.4 寸法精度の向上

5.5mm線材の偏径差の分布を第11図に示す。機械的性質におけるばらつきの低減と同様に、鋼片加熱時



第10図 線材の表面きず改善効果
Fig. 10 Comparison of surface defects per coil before and after revamping



第11図 5.5mm線材の偏径差の改善効果
Fig. 11 Comparison of ovality at 5.5mm rod between before and after revamping

の温度均一性の向上により、線材の寸法精度が向上している。

むすび=当社第8線材工場は、リフレッシュ切替工事直後より順調に立ち上がり、生産性・品質ともに所期の目的を達成している。

今後とも、本設備の能力を最大限に発揮させ、コストダウンの推進と需要家の品質要求に対応していく所存である。

本加熱炉第1加熱帯へのリジェネバーナ設置はNEDO(新エネルギー産業技術総合開発機構)との共同研究事業である「高性能工業炉導入フィールドテスト事業」として実施しており、NEDOより研究助成を受けたことを記し、感謝の意を表す。