
水島製鉄所棒鋼工場の概要

Outline of Mizushima Works' Bar Mill

松岡 逸雄(Itsuo Matsuoka)

要旨：

1972 年 7 月水島製鉄所棒鋼工場が稼働開始した。当設備の生産能力は第 1 次計画では、月産 30,000t、第 2 次計画では、55,000t であり、生産可能寸法は 16～70mmφ である。第 2 次計画の設備が全部完成すると、直棒とバーインコイルの両方が生産可能であるが、今回完成した第 1 次計画の設備では、直棒だけの生産である。当工場の特徴は、素材ビレットに 145mm 角を用いて単重 2t とし、大型化による生産性を増大するとともに、圧延機は H-V 配列による連続圧延機を採用して、高速度圧延ならびに高品質の生産を可能としたことである。

Synopsis：

The new bar mill at Mizushima Works went into operation in July 1972. The mill is designed to produce round bars and coils ranging from 16mm to 70mm in diameters with monthly production of 55,000t at final stage. At present, it produces only round bars with monthly production of 30,000t. Features of the mill include large weight billet of 145mm square, 2,000kg for high productivity, no-twist continuous H-V arrangement of mill-stands, high rolling speed of 20mps for the smallest size and high quality.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

本文は次のページから閲覧できます。

水島製鉄所棒鋼工場の概要

Outline of Mizushima Works' Bar Mill

松 岡 逸 雄*

Itsuo Matsuoka

Synopsis:

The new bar mill at Mizushima Works went into operation in July 1972.

The mill is designed to produce round bars and coils ranging from 16mm to 70mm in diameters with monthly production of 55,000 t at final stage. At present, it produces only round bars with monthly production of 30,000 t.

Features of the mill include large weight billet of 145mm square, 2,000kg for high productivity, no-twist continuous H-V arrangement of mill-stands, high rolling speed of 20mps for the smallest size and high quality.

1. 緒 言

当社水島製鉄所棒鋼工場は、昭和47年7月から本格的な操業を開始した。従来当社における棒鋼製品の生産は、大径品については当水島製鉄所大形工場と葺合工場の条鋼工場、中径品については当所鋼片工場、小径品については当所線材工場で生産されていた。これらの工場はいずれも棒鋼生産の専用ミルとして設計されたものではないため多品質小量の生産を余儀なくされ、なakanずく線材工場においては、寸法範囲が5.5~50mmφにもおよび生産サイズ数は異形棒鋼を含めて35種程度になり、型替・調整の頻度がおのずから高くなるため稼働率や圧延能率の向上が望まれず、また一部の寸法範囲のものは隔月生産をしなければならぬような現状であった。この問題解決のため棒鋼専用ミルの稼働は早くから待望されていた。

当設備は昭和44年末具体的計画に着手し、翌45年5月、主要設備の注文先が決定された。建設期

間はほぼ2年でやや長期であるが、諸般の理由により稼働が延期されていたものである。

設備公称能力は第1次計画で月産30,000 t 第2次計画では月産55,000 t である。

生産可能製品は、16~70mmφの直棒鋼と、16~44mmφのバーインコイル、およびD16~D38の異形棒鋼である。第1次計画では冷却床（クーリングベッド）長さが90mで第2次計画の132 mに対して短いこと、またバーインコイル用捲取設備が未設置であることにより、生産可能製品は制約され、現状での圧延可能寸法は20~70mmφである。

2. 設備の概要

棒鋼工場は、棒鋼専用ミルとして計画され高級品質の特殊棒鋼を主体とし、その他普通棒鋼、鉄筋コンクリート用棒鋼を高能率で生産することを目標として、鋼片工場ならびに線材工場との寸法区分の合理化、ビレット単重の大形他、設備の自

* 水島製鉄所第一圧延部棒鋼課課長

動省力化を考慮して鋭意建設完成されたものである。

2.1 基本仕様

(1) 素材（ビレット）

寸法：145mm×145mm×13,000mm
（最大寸法）

重量：2,080kg

(2) 製品

直棒：16~70mmφ×3.0~14.0m

バーインコイル：（2次計画）

16~44mmφ×1.0~2.0t

コイル外径=1,500mmφ

コイル内径=1,100mmφ

コイル高さ=400~1,500mm

異形棒鋼：

D16~D38（D51 計画中）

(3) 生産能力

第1次計画：30,000t/month

第2次計画：55,000t/month

(4) 圧延速度

最高圧延速度を 20m/sec とし、適用サイズは 16~22mmφ である。当速度はバーインコイル製品圧延時に可能なもので、直棒圧延時は冷却床設備の制約により、最高が 18m/sec、現状第1次計画時では 14m/sec に制限されている。

2.2 設備配置

棒鋼工場は、製鉄所内圧延北地区に配置され、既設鋼片工場の北側、中形工場と冷延工場の間に位置している。

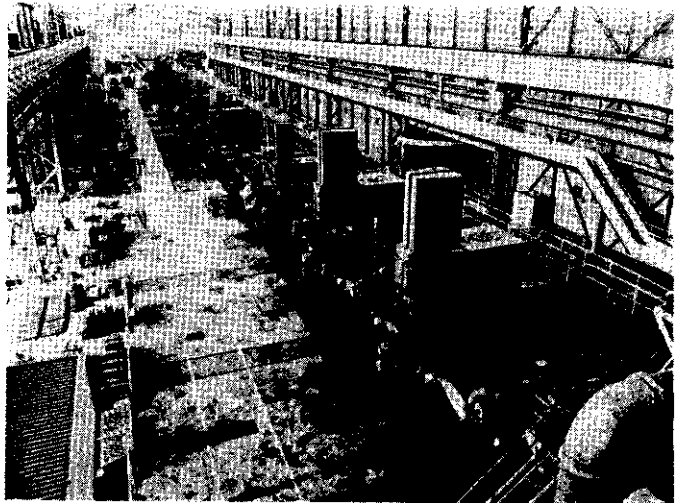


写真 1 棒鋼工場圧延機全景

工場建家全長は 609m、総面積約 42,000m² である。図 1 に示したように建家南端を素材ヤードとし、工程の流れを順次北方に進めていき、直棒出荷は北東、バーインコイル出荷は北西というように、素材から製品まですべての経路について途中の交錯を皆無とするように計画されている。

(1) 省力化と増設容易な配置

素材の受入れ以降製品の出荷までの各工程途中での、マテリアルハンドリングは可能な限りオンライン化して、クレーンなどによる横持ち回数を極力削減するとともに、各設備間の移送機器は自動運転機構を最大限に活用して、最小の人員で最大の作業性がえられるように考慮されている。

その顕著な例として、ビレットの手入設備があげられる。棒鋼工場の主力製品である SC 棒

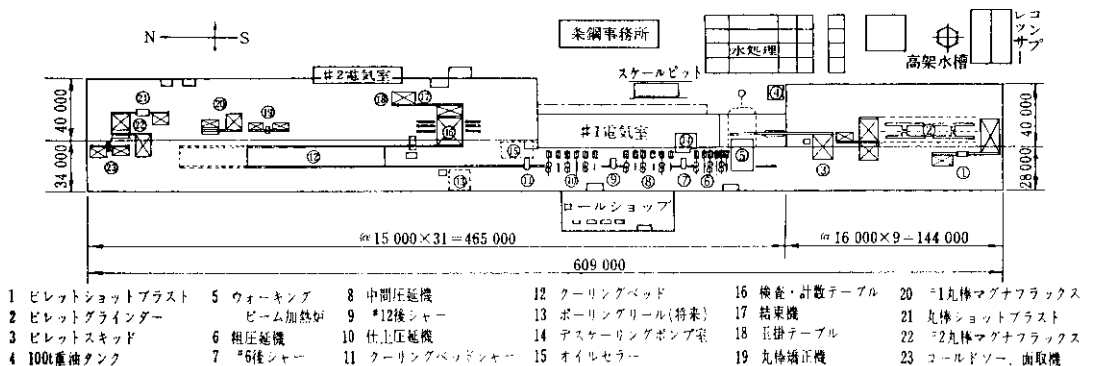


図 1 棒鋼工場全体配置図

鋼、ならびに磨棒鋼は、素材ビレットの表面疵手入が行なわれるが、この工程で、ショットブラスト、磁気探傷（略称ラインマグナ）、表面疵研削（ビレットグラインダー）の3つの設備を、連続作業ができるように配置した。最初にショットブラスト設備の給材テーブルにリフティングマグネットで載せられたビレットは、研削完了の集材まで、すべて自動的に移送されており、作業員はショットブラスト運転に1名、ラインマグナとグラインダーは同時運転で1組1台について1名づつで4名、合計5名の配置で十分に能力を発揮している。従来の設備と比較すると、要員数は半減している。

また設備の増設に際しては、その増設工事時点で、現行作業を阻害することなく、建家増設や、設備拡張が容易にかつ能率よく進められるよう最適の配置がとられている。

将来増設が予定されているものは、ビレットヤードの拡張（南方へ2スパン、西方の1棟17スパン）、バーインコイルヤードの拡張（冷却床西方1棟31スパン）、ならびに建家全棟の北方への5スパン拡張などである。

(2) 品質、歩止りおよび能率の向上

加熱炉抽出口から、圧延機群の中心線、冷却床入側テーブルまでを、一直線として、鋼材の通過過程におけるすり疵、かき疵の防止、高速圧延による温度低下の防止など品質面の向上をねらい、さらに、冷却床長さは最終完成時には132m（現状90m）であり、素材ビレット重量2tから圧延される製品径50mmφの棒鋼が、圧延長さのままで、冷却可能であり、それ以下の径で分割される製品も、分割回数は最小限に、分割長さは最適に選択ができるため、歩止りの向上が期待されるとともに、高能率が確保されている。

(3) 補助設備の適性配置

電気関係設備は主要機器に隣接して配置され、火災防止、保守管理を容易とするよう、機械設備との連絡配線を最短とし、トンネルを使用した。

給油脂ならびに油圧装置についても同様の配慮がなされ、オイルセラー、配管トンネル、お

よび各種ユニットは、効率よく管理されている。また循環水、圧縮空気の供給系は、中形工場と棒鋼工場の中間に、環水センターとコンプレッサー室とを設けることにより、臨機応変の相互共有体制が確立されており、建設費用の軽減や効率的な運用の面で大きな効果がえられた。

3. 主要設備の仕様とその特徴

棒鋼の製造工程の概略は、分塊工場ならびに連続鑄造工場から供給されるブルームを、鋼片工場または、中形工場で145mm角のビレットに圧延後、棒鋼工場に搬送してくるものを素材として、この受入作業からスタートする。

受入れされたビレットは、鋼番、規格ごとに管理山積される。製品用途に応じて、表面疵の探傷と同時に、欠陥部を研削手入したのち、圧延命令により、加熱炉へ装入される。加熱されたビレットは、1本づつ連続圧延機により、所定のロールスタンドを通過して圧延され、要求された断面寸法に仕上げられる。製品長さに応じて熱間走間切断機で分断された棒鋼は、冷却床に取込まれて、空冷ののち、コールドシャーで需要家から注文された製品長さに切断される。その後オンライン検査、自動計数の工程を経て所定本数ごとに結束され、出荷ヤードに山積み管理される。

特別仕様の製品またはオンライン検査で仕掛け品として格付け除去された棒鋼は、矯正機、丸棒ショットブラスト、磁気探傷、コールドソー（冷間鋸断機）あるいは手入工程などを經由して、最終的に合格品となり、荷揃い完了したのち順次出荷される。

製造工程中の各主要設備の仕様は以下に示す通りである。これら設備はいずれも高級品質の棒鋼を能率よく生産できるように、構造・機能ともに多くの特色を備えている。

3.1 ビレット手入設備

(1) ビレットの大形化

高い生産能率と歩止り向上のために、取扱い単位重量の大形化は最も基本的なものであり、今回稼動した棒鋼工場では、単重2,000kgのバ

ーインコイルを生産可能とするため、ビレット単重をそれをやや上回る2,080kgとした。

最大寸法は145mm $\square$ ×13,000mm/とし、従来線材工場での104mm $\square$ ビレットの2倍を超える重量である。リフマグ付き天井クレーンによる運搬は同時に8本(16.6t)の吊上げが可能であり、能率向上が期待され、さらに設備配置の最適性、自動運転による移送方式の採用により、クレーンの効率が高まり、玉掛け・合図作業員の省力化が目立っている。

(2) 設備の合理化

ビレット表面疵の手入に先立ち、表面疵の検出を容易とするための脱スケールは、高能率なビレットショットブラストで行なう。処理能力は月間約50,000tであり、棒鋼工場の公称能力55,000t時における、手入処理能力を具備している。ビレットを同時に4本づつ処理可能であり、給材テーブルからの取込み、脱スケール、研削ラインへの移送まですべて自動化されている。

研削ラインには、現状4台のビレットグラインダーが設置されていて、1台当り標準能力は月間5,000tである。将来の増産計画に対処して、さらに6台を増設すべく、基礎工事は完成している。研削ラインでの最大の特色は、グラインダーの前後に設置したラインマグナ装置である。従来はビレットの表面疵検出のために、別ラインに単独に設置され、疵検出要員を配置して疵発見と当該位置に標識マーキングをおこなっていた。グラインダーによる手入れは、その標識上を盲目的に研削するのみであったため、疵の残存が問題とされた。新配置では、グラインダーの直前、直後に疵検出装置をつけているので、グラインダーの運転者自身が、ビレットの表面疵の発見と手入れ、研削後の疵の残存の有無確認を行なうことができるようになった。この効果は大きく設備合理化による人員の削減、ならびに素材表面疵の完全除去による品質向上、製品合格率の大幅な上昇が確約されたといえる。表1にビレット手入設備仕様を示す。

3.2 加熱炉とその前後設備

加熱炉本体設備は、石川島播磨重工業㈱製であり、ウォーキングビーム方式を採用している。煙突は、川崎重工業㈱製でその高さは80m、鋼板製である。レキュベレーター(換熱装置)は、久保田鉄工製でメタリックパイプ対流式である。

前後設備には、ビレットを加熱炉へ装入するまでの設備としてビレットスキッドや装入テーブルがあり、また加熱完了のビレットを圧延ラインに供給する抽出ラム、ビレットチルターなどがあるが、これらは後述の圧延設備、剪断設備、冷却床設備とともに日立造船㈱製である。

(1) 余裕のある加熱能力

燃焼容量の大きなバーナーを上下4帯に配列して、その温度制御は6区域に分けて行なうことができる。下部加熱帯はサイドバーナーを採用し、炉幅方向の燃焼条件を最適とするためvariable-flame-burnerを用いて、ビレットの長手方向の焼きむらを防止している。加熱能力は公称150t/hであるが、このときの炉床負荷は650kg/m²/hであることから、最大能力は180t/hにもおよぶものを期待できる。ウォーキングビームの動作は標準ストロークが、前後進300mm、上下方向±100mmで、1サイクル36secの高速性能である。運転はすべて遠隔操作室からのテレビ受像器監視によるワンマンコントロールであり自動・半自動・手動の操作が自由自在にできる。

(2) 表面脱炭ならびにすり疵の防止

従来型のプッシャー方式の加熱炉では、材料の在炉時間の調整が自由にできず、長時間の滞留による焼け過ぎ(burning)により表面層の脱炭を生じたり、また炉床材によるすり疵などがでて製品へ悪影響をおよぼしていたが、ウォーキングビーム方式を用いている当工場の加熱炉は、その方式の特長を生かして、在炉時間を調整して急速加熱を行なうことができるため、SC棒鋼、なかんずく高炭素成分のものの表面脱炭を極小に止められる。またすり疵についてはウォーキングビーム方式の最大利点であるためほとんどその発生をみない。

表 1 ビレット手入設備仕様

設 備 名	数 量	型 式 ・ 能 力
ショットブラスト	1 台	処理能力 : 50,000t/month 同時処理本数 : 145□ビレット 4 本 材料通過速度 : 3,0~12,0m/min ロートブラストユニット仕様 型 式 : OMCO-PANGBORN 195-4RI型 数 量 : 4 基 ショット投射量 : 485kg/min (1 基あたり) // 投射速度 : 88m/sec 駆動モーター : A. C. 30kW, 1800rpm × 4 台 メーカー : 大洋鋳機 (株)
ビレットマグナ	4 式	疵検出能力 : 疵深さ 0.2mm以上 検出速度 : 60m/min (走間検出) 磁化コイル : A. C. 440V, 1φ, 40A/coil × 6coil 探 傷 灯 : 100W × 16ヶ メーカー : 特殊塗料 (株)
ビレットグラインダー	4 式	手入能力 : 5,000t/月/式 型 式 : ノリタケ NBG-7AP 砥石寸法 : 610φ × 75t × 203.2φmm // 周速 : max, 4,870m/min // 回転数 : 2,540~4,000rpm 駆動モーター : DC75kW 1,500/2,650rpm 研削材速度 : 20~60m/min メーカー : 日本陶器 (株)

表 2 に加熱炉関係設備の仕様を示す。

3.3 圧延関係設備

棒鋼工場の主軸となる圧延機は、基本仕様にしめされたように、素材ビレットの大形化、圧延棒鋼の製品寸法の精度向上、ならびに高速圧延を目的とし、さらに稼動能率や作業性を高めることのできるものでなければならない。棒鋼圧延の専用ミルとして国内では近年H-V、V-Hなどの配列による連続圧延機が採用されはじめ、当工場でもその例にもれずH-V配列のものを採用している。

圧延機は水平圧延機 9 基、垂直圧延機 9 基で合計18基からなり、No. 1 スタンドから No. 18 スタンドまで、水平スタンドと垂直スタンドが交互に配列されたいわゆる H-V 配列の連続圧延機で

ある。18基のスタンドはそれぞれ6基ずつの3グループに大別され、粗圧延機列、中間圧延機列、仕上圧延機列とからなる。各スタンドのパスラインは一直線であり、カリバースフトの調整により、圧延材は加熱抽出口から仕上げスタンドまで真直に通過することができる。また材料はノーツイスト (no twist) 圧延方式であり、高速圧延が可能である。

表 3 に圧延関係設備の主要諸元を示す。表 4 に圧延スケジュール、ミルモーター、ロールの諸元を示す。

加熱炉からのビレット抽出はside discharge方式である。抽出口と No. 1 スタンドの間には、ピンチロール式チルターとデスケラーがあり、ビレットの 45° 回転と表面スケール除去を行なっ

表 2 加熱関係設備仕様

設 備 名	数 量	型 式 ・ 能 力	
ビレットスキッド	1 式	型 式	: ドッグ付チエントラフアー
		寸 法	: 9,000W×12,000Lmm
		搬送能力	: max. 67 t (ビレット32本)
		メーカー	: 日立造船 (株)
ビレットスケール	1 式	型 式	: メカニカルレバー式自動秤り (SLC-100型)
		容 量	: 500~5,000kg
		メーカー	: 当社計量器工場
抽 出 ラ ム	1 式	抽出ラム	: ビンチロール式
		ラム速度	: 抽出時 0.8m/sec 戻り時 1.6m/sec
チ ル タ ー	1 式	チルター	: ビンチロール式
		回転角度	: 45°
		メーカー	: 日立造船 (株)
加 熱 炉	1 式	型 式	: 上下4帯型 ウォーキングビーム方式
		能 力	: 150t/h
		有効炉長	: 17,000mm
		炉 幅	: 13,800mm
		使用燃料	: ミナス重油またはC重油との混合
		レキュベレーター	: メタリックパイプ対流式 (久保田鉄工製)
		送風ブローワー	: 1,600Nm ² /min 1100mmAq
		WB駆動源	: 油圧方式
		メーカー	: 石川島播磨重工業 (株)
デ ス ケ ー ラ ー	1 基	ポンプ容量	: 圧力 130kg/cm ² 容量 1.2m ³ /min モーター AC450kW, 1750rpm
		ノズル設置位置	: No. 1, 7, 9, 13スタンド前
		メーカー	: 荏原製作所

ている。デスケラーはこのほかに、No. 7, No. 9 および No. 13 スタンドの前に設置され、ミルスケールの完全除去をねらっている。

No. 6, No. 12 スタンド後面および No. 18 スタンド出側には、それぞれロータリーシャーが設置されており、必要に応じて材料の先尾端カット、トラブル発生時のコブルカット (cobble cut) や、圧延長さの適宜分割を行なっている。圧延設備におけるその他の特徴は次の通りである。

(1) ロール組替, スタンド交換の迅速化

粗圧延機列の水平スタンド用ロールは上下2

本同時組替え機構を採用している。垂直圧延機はスタンド引出し後、左右ロールを別個にクレーンで吊上げる方式である。

中間・仕上げ圧延機列では、12基の完全予備交換スタンドを準備しており、スタンド交換台車方式による各列の6基同時スタンド交換が可能である。これらにより圧延スケジュールの変更を短時間 (完全自動システムで所要時間は約5 min) とし多品種少量圧延による型替え回数の増加に対処して、稼働率の向上がえられる。

(2) 製品寸法精度向上

表 3 圧延設備仕様

設備名	数量	型式・能力
粗圧延機列		
水平圧延機	3 基	スタンド型式 : 2 重閉頭式ハウジング ロールバランス : 油圧式 (100kg/cm ²) ロール圧下 : 電動・手動併用式 ロール交換 : 交換レールによる 2 本同時引出
垂直圧延機	3 基	ロール交換 : スタンドシフト後ロール交換 他の仕様は水平に同じ
中間・仕上げ圧延機列		
水平圧延機	6 基	ロール圧下 : 手動式
垂直圧延機	6 基	ロール交換 : スタンド交換台車による各スタンド同時交換 他の仕様は粗列に同じ
No. 6 スタンド後シャー	1 式	型式 : ロータリー式 切断可能寸法 : 86mmφ, 71mm□ 切断速度 : 1.5m/sec 1.8m/sec 駆動モーター : DC. 110/242kW, 500/1100rpm × 1 台
No. 12 スタンド後シャー	1 式	型式 : ロータリー式 切断可能寸法 : 29mmφ, 60mmφ 切断速度 : 5.5~9.0m/sec, 2.2~3.0m/sec 駆動モーター : DC 185/425kW, 435/1000rpm × 2 台
ルーバー	5 基	型式 : エジェクトローラー式アップルーバー ローラ押上シリンダー, タブルシリンダー方式, 空気圧 10kg/cm ²

注: 機械メーカーは、西独-DEMAG 社設計による日立造船(株)製作

先述のように H-V 配列ミルは、圧延材がノーツイストであるため、圧延パススケジュール過程で、ダイヤモンド (diamond-square)、オーバル-丸 (oval-round) の各パス間で、従来方式で行なわれていた材料の 90° 捻り回転は皆無となり、理想的なカリバー圧延が成立され寸法変動の要因は少くなっている。それに加えて下記の電氣的制御を実施することにより、格段の精度向上対策がとられている。

(a) F. T. C. 制御 (Free Tention Control)

粗および中間圧延機列の各スタンド間の圧延材の張力を希望する値に調整可能である。相隣接するスタンド間で、材料の先端が後方スタンドに噛込んだ直後における前方スタン

ドの主電動機電流の微小変化を入力として、電流-トルクの関数として得られる速度変化に変換して前方スタンドの速度制御を行ない、あらかじめ設定された張力の希望値での圧延が可能である。

(b) アップルーバーの採用

仕上げ圧延機列にはアップルーバーを採用して各スタンド間の、圧延材の無張力制御を行ない寸法精度良好な製品の圧延を可能としている。

通常、線材、棒鋼圧延において無張力制御方式として、ダウンルーバー サイドルーバー レビーター などが多用されているが、表面疵発生や構造、ならびに制御性において

表 4 圧延スケジュールとモータおよびスタンド仕様

スタンド No	直 径 ビレット 寸法	16~19 ϕ	20~28 ϕ	30~36 ϕ	38~48 ϕ	50~55 ϕ	60~65 ϕ	70 ϕ	モータ仕様		スタンド仕様			
		145 $\square$	"	"	"	"	"	145 $\square$	容量 (kW)	速度 (rpm)	ギア比	ローラ速度 (rpm)	ローラ直径 (mm)	胴長 (mm)
1	H $\square$	◆	◆						450	600/1000	40.096	15.0/ 24.9	550	900
2	V ∞	◆	◆						"	"	32.627	18.4/ 30.6	550	"
3	H $\square$	◆	◆						"	"	17.576	34.1/ 56.9	460	"
4	V ∞	◆	◆						"	"	13.563	44.2/ 73.7	460	"
5	H $\square$	◆	◆						"	"	8.844	67.8/113.1	440	"
6	V ∞	◆	◆				●	●	450	600/1000	7.340	81.7/136.2	400	900
7	H $\square$	◆	◆			●	●		450	600/1000	5.706	105/175	400	700
8	V ∞	●	●			●	●		450	600/1000	4.981	120/201	"	"
9	H $\square$	●	●	●	●	●	●	●	600	480/1000	3.344	144/299	"	"
10	V ∞	●	●	●	●	●	●	●	600	"	2.688	179/372	"	"
11	H $\square$	●	●	●	●				900	"	2.086	230/479	"	"
12	V ∞	●	●	●	●				900	480/1000	1.777	270/563	400	700
13	H $\square$	◆	◆	◆					1000	480/1000	1.346	357/ 743	365	700
14	V ∞	●	●	●					1000	"	1.111	432/ 900	"	"
15	H $\square$	◆	◆	◆					900	"	1.000	480/1000	"	"
16	V ∞	●	●	●					1000	480/1000	0.909	528/1100	"	"
17	H $\square$	◆	◆						1200	480/1200	1.000	480/1200	"	"
18	V ∞	●	●						1200	480/1200	0.909	528/1320	365	700
仕上速度(m/sec)		20	20~12.4	10.8~7.5	6.7~4.2	3.9~3.2	2.7~2.3	2.0	G.T.					
圧延長さ(m)		1300~921	837~425	371~257	232~145	134~110	91~79	67.5	12 900					
能力(t/h)		85~116	126~150	150	"	"	"	150						

やや難点があり、早くからアップルーバーの採用が検討されていた。当方式の唯一の欠点は制御性であり、微小振動、挫屈などの危険性をはらんでいたが、当工場では、欧州における DEMAG 社の実績と東芝電気との再三にわたる慎重討議とにより、アップルーバー採用に踏切った。試圧開始以降何らの危険もなく確実な制御性が認められている。

制御方法は、隣接スタンド間を通過する圧延材の先端が後方スタンドに噛込んだ直後に、スタンド間の材料をエジェクトローラーにより持ち上げ、前後スタンドの中央に設置した H. M. P. D. (Hot Metal Position Detector) により通過材料の高さを検出し、あらかじめ設定された一定のループ高さを保持するように前方スタンドの速度を連続して制御する方法である。

(3) 製品表面疵の防止

表面スケール除去を完全にするために、随所にデスケリングノズルを備え、130kg/cm²の水圧でスケールと微小ヘゲによる欠陥発生を防止している。また各Vスタンドにはローラーエ

ントリーガイドを採用、さらにスタンド間トラフには要所所にローラーを取付けて、すり疵、かき疵などの表面疵発生を徹底的に排除している。

3.4 精整関係設備

圧延可能寸法範囲は 16~70mm ϕ であり、径に応じて圧延パス回数、仕上がりスタンドならびに圧延長さ変わる。最終仕上げスタンドから放出された棒鋼は、No. 12 スタンド後シャーやクーリングベッドシャーで大分割されたのち、クーリングベッドまで搬送され制動停止すると同時に 1 本ずつ、可動レイクにより矯正プレート上に取り込まれる。

クーリングベッド全長は現在 90m であるが、将来第 2 期工事完成時には、132m に延長され最大ビレット単重 2,080kg から圧延される 50mm ϕ の直棒を圧延長さのままで取り込み可能であり、48mm ϕ 以下のものは 2 分割以上、圧延最小径 16mm ϕ では 10~11 分割となる。最高圧延能力のとき、クーリングベッドの冷却能力は、仕上げ温度から 300°C 以下に冷却するように、幅 15m とし



写真 2 粗圧延機列と No. 6 スタンド後シャー



写真 3 仕上げ圧延機列とアップルーバー使用状況

ている。レイク上の棒鋼は冷却されつつ、ウォーキング動作で末端に搬送され、アライニングローラーで尾端が整列されたのち、トランスファチェーンに1本ずつ積載される。トランスファチェーンは1リンク50mmピッチ、鋸状形をしており、これが棒鋼の径に応じて所定間隔に分離しながら棒鋼を受取り、デリバリーテーブルに払い出しの機能をもっている。さらに、デリバリーテーブルには所要本数分の昇降式カリバーローラーが設置されていて、所定間隔を保持して払出された棒鋼をそのまま受取り、コールドシャーのカリバーナイフに移送できる。精整設備の特徴は次のとおりである。

表5に精整設備の主要仕様を示す。

(1) 冷却床処理能力

ウォーキングレイク方式により、搬送過程で棒鋼の曲がりは矯正作用を受け、真直性がよい。クーリングベッドは長さ、幅ともに国内では最大級のものであり、冷却能率が高い。圧延機から高速で移送される(20m/sec)棒鋼を手際よく制動・停止し取り込むための制御性が良好である。

(2) E. T. (Electric Tie), A. P. C. (Automatic

表5 冷却床設備仕様

設 備 名	数 量	型 式 ・ 能 力
クーリングベッドシャー	1 基	型 式 : 偏心ロータリー式 切断可能寸法 : 16~44mm ϕ 切断速度 : 20~4.0m/sec 駆動モーター : DC150/375kW, 480/1200rpm $\times$ 2台
クーリングベッド	1 面	型 式 : レイク, トランスファチェーン式 寸 法 : 幅 15.0m 長 90.0m (将来132.0m) 駆動モーター ヤックアウト用 : DC 37/48kW, 575/750rpm $\times$ 1台 可動レイク用 : DC 75/140kW, 515/960rpm $\times$ 3台 (将来4台) チェーン用 : DC 15/37kW, 725/1800rpm $\times$ 6台 (8台)
コールドシャー	1 基	型 式 : ダウンカット式 剪 断 力 : max. 1,000 t 〃〃面積 : max. 9,000mm ² ナイフ寸法 : 厚さ 80mm 長さ 1,500mm 切断ストローク : 180mm 切断回数 : 300回/h 駆動モーター : DC 280/560kW, 360/720rpm $\times$ 2台

Position Control) の採用

冷却床は長手方向に30mずつ区分されており駆動電動機はそれぞれ別個である。レイク、トランスファチェーンについてこれらの搬送動作を、誤差を極小に抑えて制御するために、E. T.ならびに A. P. C. 装置を用いている。コールドシャーの成形双物の配列に合わせて棒鋼径ごとの間隔分離動作を完全自動化するために不可欠のものであり、自動化・省力化さらに能率向上に有効に活用されている。機構については西独 DEMAG の特許であり、制御については、当社と東京芝浦電気工業㈱の共同考案である。

(3) 剪断能力・歩止りの向上

圧延長さの大分割については、ロータリーシャーの切断時期を電氣的なパルス制御で行なうことにより、切断長さは正確で余剰品の発生が少ない。冷却後棒鋼のコールドシャーでの剪断は、頑強な閉頭式ハウジング構造、刃長 1,500 mm、剪断力 1,000 t の能力を発揮して、多本数の棒鋼の同時剪断が可能である。棒鋼径16~19mmφ については平刃による同時52本の剪断、20~70mmφ については、同時29~5本の剪断ができる。また運転制御はシャー前後テーブル、コールドシャー本体、シャゲージストッパー昇降の一連の動作が系統的に連続自動制御され、切断本数の累計表示も自動的に電子管表示される。

3.5 検査・結束設備

(1) オンライン検査

コールドシャーで定尺剪断した棒鋼を、端部を揃えて検査ラインに移送し、測長、表面外観、形状ならびに寸法のチェックを行ない、乱尺品、仕掛品、不用品などの格付けを完全にオンライン化している。格付けに応じて除去テーブルローラーと集積クレードルが設置されている。

(2) 自動計数・自動結束機の使用

オンライン検査で合格一級となった棒鋼は、需要家の要望に応じた結束単位重量または本数にまとめなければならない。従来当工程ではほとんど人海戦術による作業であったが、新設備では完全自動省力化を狙って新機軸を採用し

た。すなわち計数については、棒鋼の集団的な連続移動の途中で棒鋼間隔の分離、光電管による計数、所定計数後の移送停止が可能な設備を採用し、計数精度向上、省力化に絶大な期待がよせられている。また結束ラインにはスウェーデン Suns 社の自動結束機を2台設置して、5.5 mmφ ワイヤーによる3~4点結束を完全自動運転化している。結束完了した棒鋼の束はテーブルローラーで玉掛テーブルに集積し、3~4束をまとめて天井クレーンにより、出荷ヤードに搬送し山積みとする。出荷ヤードは建家幅が40m、天井クレーンの運転室は横行方向に移動自由な構造となっているため、製品占積率、作業性の面ですぐれている。

(3) 仕掛処理、出荷業務の高能率化

材料の手入から加熱、圧延、冷却の各設備は、前述のように高性能のものが採用され、製品合格率は高いレベルを示しているが、高級棒鋼の性格上仕掛品は絶無とはならない。製品表面ショット、磁気探傷による微細割疵の検出と手入れ、ならびにコールドソーによる鋸断など、需要家の要求に呼応して各種処理をしなければならない。

そのほか、棒鋼表面への刻印や端面への塗色、職別色ラベル添付など枚挙にいとまがないほどであるが、これら処理工程の遅延は出荷体制への悪影響を及ぼして、納期遅れの要因となる。短期即納体制を確保するため、処理業務を迅速にする必要があり、各仕掛処理機器は能力に余裕をもたせ適性配置と自動化採用により、当工場ではそれらの問題が解決されている。

表6に検査・結束設備の仕様を、表7に検査補助設備の仕様を示す。

3.6 巻取設備(第2次計画)

磨棒鋼製品の引抜き業界や、冷間、熱間鍛造用棒鋼の需要家筋から、コイル巻取状の棒鋼、すなわちバーインコイルへの要望が高い。能率向上・歩止り向上を狙いとするもので、早急にその要望にこたえる必要がある。当初計画段階から設備仕様は決定されており、間もなく第2期工事として着工される予定である。

表 6 検査設備仕様

設備名	数量	型式・能力
検査テーブル	1 式	型式 : チェーントランスファー式 面積 : 16.4m×12.0m (2 系列) 構成機器 : 測長検査ライン乱尺テーブル 表面検査ライン仕掛テーブル 寸法検査ライン不合テーブル メーカー : 日立造船 (株)
計数テーブル	1 式	型式 : チェーン式, スクリュー式併用 面積 : 11.2m×15.0m (2 系列) 構成機器 : 計数トランスファー プールコンベヤー カウント供給コンベヤー 分割装置, 速送りコンベヤー メーカー : クレイドル, 移送機 滝川工業 (株)
結 束 機	2 台	型式 : スンスバル K N S B-6 型 結束束径 : max. 400mmφ 結束ワイヤー : 5.5mmφ 結束締付力 : max. 350kg 結束時間 : 7.5sec メーカー : スェーデンスンズ社

バーインコイルは、仕上スげタンドを出た棒鋼を、所定の巻取温度に冷却しつつ、円筒形の巻取装置で巻取るものである。当工場では巻取機を2基設置する。概略の仕様は次のとおりである。

型 式	ボーリング式
製品寸法	16~44mmφ
巻取速度	最高 20m/sec
コイル寸法	外径 1,500mmφ
	内径 1,100mmφ
	高さ 400~1,500mm
コイル重量	最大2,000kg (2 分割可)

巻取製品寸法 44mmφ および単重 2,000kg は、世界最大級のものであり、成果が期待される。バーインコイルは、その用途上表面疵の発生を、きびしく回避しなければならない。このため巻取機前後装置や、搬送設備、コイル結束、ならびに秤量設備を通じて、外的要因による表面疵の絶無を期している。

4. 補助設備の概略

4-1 電気関係設備

主機・補機とも電気品はほとんど全般にわたり東芝電気工業㈱から納入されている。

オンライン設備を地区別に2分し、電気室を2ヶ所に設置した。集中監視室は一方の電気室にまとめ、他方を無人化としている。

制御上の特色として、

- (i) 主要電動機は速度設定に自動デジタル方式を採用していること
- (ii) テーブルローラーの速度について、SCR 回路による可変周波数変換 (V.V.V.F.) の採用
- (iii) クーリングベッドでは先述 A.P.C. の採用
- (iv) 各自動運転回路はロジックカード採用により、完全無接点方式としたこと、

表 7 検査補助設備の仕様

設 備 名	数 量	型 式 ・ 能 力
矯 正 機	1 基	型 式 : 川副KVS-60型 上下 2 本ロール可傾型 ロール寸法 : 350mmφ×530mm ℓ 上ロール凸型, 下ロール凹型 矯正能力 : 3,000t/month 駆動モーター : AC22kW, 1200rpm×2 台 メーカー : (株)川副機械製作所
コールドソー	1 台	型 式 : KALTENBACH HDM-800型 能 力 : 5,000t/month 鋸 刃 : 径max. 910mmφ 厚さ 6.5mm 駆動モーター : AC 5/7.5kW, 900/1800rpm メーカー : 西独-KALTENBACH社
面 取 設 備	1 式	型 式 : スパイラル駆動, グラインダー式 能 力 : 16~28mmφ.....5.5~7.0sec/本 32~50mmφ.....8.5~9.0sec/本 55~70mmφ.....11.0sec/本 メーカー : 愛知製鋼(株)
丸棒ショットブラスト	1 式	型 式 : OMCO-PANGBORN 195-4RI 型 ロートブラストユニット 4 基 ショット投射量 : 605kg/min/基 駆動モーター : AC37kW, 1800rpm×4 台 メーカー : 大洋鑄機(株)
磁 気 探 傷 機	1 式	型 式 : 湿式・交流磁化通電法 能 力 : 480本/h メーカー : (株)島津製作所

など高度な電気技術を結集していることがあげられる。

4.2 給油脂設備

圧延機用減速機ならびにコールドシャー用減速機については、強制循環給油装置を採用した。

給脂については、自動給脂ユニットを多方面に活用し、その上、各ユニットに対しては一括供給装置自動システムによる、グリースの供給を行ない従来工場で経験したドラム缶からの補給をいっさい無くしている。

作動油供給についても、最適配置、作業性向上の観点から、ユニット・バルブスタンドの設置がなされている。これらの制御、監視は中央監視室から可能であり、省力化が進んでいる。

5. 結 言

水島製鉄所棒鋼工場について、設備の概略仕様ならびに特徴を紹介した。設備と人員配置の合理化構想を積極的に進め、品質の向上と高能率化をめざして建設された結果、操業開始後の立上りは順調で今後の発展が期待されている。

本格稼動による各設備の機能確認の段階で、改善すべき点も散見されており、名実ともに最新鋭設備として行くため、なおいっそうの努力を惜しまない。

最後に、当工場の建設計画、工事施行、生産開始にさいして、ご指導、ご協力していただいた社内外の関係者の皆様に、心からお礼を申し上げます。