技術資料

UDC 621.771.252 BM

ブロックミルによる特殊鋼線材の圧延

高井 慶和*, 稲守 宏夫*, 加藤 善夫*

Rolling of Special Steel Wire Rod by Block Mill

Yoshikazu Takai, Hiroo Inamori and Yoshio Katô

Synopsis

At Hoshizaki Plant of Daido Steel Co., Ltd. there was completed a replacing construction of the second intermediate and finishing train of wire rod mill with the block mill of 10 stands made by MOELLER UND NEUMANN GMBH (West Germany) at the end of August in 1976 and an industrial operation started from October in the same year.

This mill produces those special steels such as structural carbon steel and alloy steel, spring steel, bearing steel, free-machining steel, alloy tool steel, stainless steel, heat resistance steel etc. with the finishing rolling speed of 50m/sec.

1. 緒 言

大同特殊鋼(株)星崎工場の線材ミルは、1947年に設置され、当初は並列配置の手圧延によるミルであったが、その後、レビータの導入、仕上列(並列配置4スタンド)の増設、ウォーキングハース炉の設置などの改造と2本通し圧延化により、生産性と品質の向上をはかり、最近では細サイズ($\phi 5.5 \sim 7\text{mm}$)を主体に6000 t/月程度生産してきた。しかしながら、需要家の好評を維持し、増大する需要を吸収するために、“生産性の飛躍的向上”がせまられていた。

当社は、1969年稼働した知多工場線材ミルにおいて、中・太サイズ($\phi 7 \sim 32\text{mm}$)の特殊鋼線材を最高 35m/sec で圧延¹⁾している技術を基に、近年普通鋼線材ミルに普及し、生産性と品質の向上に

多大な成果をもたらしているブロックミル²⁾を導入することに決定した。

建設は1976年8月末完了し、1カ月間従来ミルとの交互運転による試運転期間を経て、10月には早くも2直稼働を開始し、量産体制に入った。

以下に、設備概要、新設備の特徴、特殊鋼圧延の問題について報告する。

2. 設 備 概 要

2.1 生産諸元

当線材ミルの生産諸元を第1表に示す。

2.2 設備配置

当線材ミルの設備配置を第1図に示す。図にみられるように、新設の仕上列(ブロックミル)と巻取設備は、従来設備とは別に設置され、フックコンベアで合流するように配置されている。したがって建設工事は、従来ミルの操業と並行して進められ、工事休転は全くなく、また新旧ミルの切替も容易であり、試運転期間の生産損失も最小限

昭和52年2月25日 受付

*大同特殊鋼(株) 星崎工場

第1表 生産諸元

項 目	諸 元
鋼 片 寸 法	90mm角×5,000mm (300kg)
製 品 寸 法	φ5.5~8 mm (max φ12mm)
生 産 品 種	構造用炭素鋼および合金鋼、ばね鋼、軸受鋼、 快削鋼、合金工具鋼、ステンレス鋼、耐熱鋼
生 産 量	9,000t/月 (2直稼働)、12,000t/月 (3直稼働)

第1図 設備配置図

に止め得た。

2. 2. 1 従来設備

(1) 加熱炉

鋼片加熱炉は、1967年設置された当社高蔵製作所製のウォーキングハース炉で、種々の加熱温度と良好な均熱度と脱炭レベルが要求される特殊鋼には最適なものであり、その諸元を第2表に示す。

鋼種と品質等級に応じて手入れされた鋼片は、本炉に後方より装入され、所定の温度に加熱された後、側方より抽出されて、粗列へ搬送される。

(2) 粗中間列圧延設備

粗列と中間列は従来設備のままであり、粗列第

1スタンドで往復圧延後は、レビータによる連続圧延となり、粗列で11パス、中間列で4パス圧延後φ15~17mmで仕上列(ブロックミル)に送られる。

過去1960年代までは、特殊鋼用にはレビータ圧延が適当³⁾とされてきたが、今回の改造により従来設備は能力(中間列の制約により仕上圧延速度50m/sec)、コイル単重(加熱炉、粗列の制約により300kg)両面で新設備とはバランスのとれぬものとなっており、当社ではつぎの機会にリプレースを計画している。

第2表 加熱炉諸元

項 目	諸 元
型 式	2帯(燃焼系3帯)式ウォーキングハース
加 熱 能 力	24t/hr
有効炉長×炉幅	11,900mm×5,500 mm
燃 料	軽 油
レキュベレータ	直交流型金属多管式
バ ー ナ ー	均熱帯 前方焚 6本×40ℓ/hr 加熱帯 側方焚 6本×80ℓ/hr 予熱帯 側方焚 4本×50ℓ/hr

写真1 ブロックミルの外観

2. 2. 2 新設設備

(1) 仕上列圧延設備

仕上列圧延機(ブロックミル)は10スタンドよりなり、特殊鋼に最適な減面率バランスをもち、 $\phi 5.5 \sim 6$ mmの線材を 60m/sec で圧延可能である。本ブロックミルの外観を写真1に、全圧延設備の諸元を第3表に示す。

(2) 精整設備

ブロックミルを出た線材は、水冷ラインを通過後、水平型レイングヘッドにより、リング状に形成されて、ループコンベア上に載置される。普通鋼線材ミルの場合、ループコンベアに風冷設備を付加し、直接熱処理(Direct Patenting)を行うのが通例となっているが、徐冷を要する鋼種の比率が高い本ミルの場合、風冷設備はなく、搬送距離を短かくし、搬送速度範囲を広くして、冷却速度と集束温度をコントロールしている。

リング状の線材は、コイルリフォーマでコイル状に集束された後、軸受鋼、合金工具鋼などは徐

第3表 圧延設備諸元

列	スタンド No.	圧 延 機		ロ ー ル		電 動 機	
		形 式	軸 受	寸 法(mm)	材 質	容 量 (kW)	回転数 (rpm)
粗 列	1	開頭三重式	樹脂メタル	$\phi 475 \times 1600$	ダクタイル 铸鋼	A C 2550	445
	2~4	"	"	$\phi 475 \times 1500$	グレン		
中間列	1	開頭二重式	ローラー・ ベアリング	$\phi 302.5 \times 780$	ダクタイル	A C 1230 D C 435 (クレーマーセット)	440/640
	2	"	"	$\phi 361 \times "$	ダクタイル		
	3	"	"	$\phi 320 \times "$	グレン		
	4	"	"	$\phi 373 \times "$	チルド		
仕上列	1~2	片持二重式	プレーン・ ベアリング	$\phi 210 \times 70$	タングステン カーバイド	D C 1400×2	650/1050
	3~10	"	"	$\phi 170 \times 65$	"		

第4表 精整設備諸元

設備名	項目	諸元
水冷ライン	長さ 水圧・水量 水切り	4,380mm×3ゾーン 8 kg/cm ² , 3m ³ /min エアーバージ式
ビンチロール	型式 ロール 電動機	上ロール空圧作動式 φ280 mm×20 DC 20kW×1200/3200 rpm
レイングヘッド	型式 リング径 電動機	水平式 φ1050 mm DC 45 kW×1800 rpm
ループコンベア	型式 全長 搬送速度 電動機	2連チェーン搬送式 (先端部チルトテーブル付, 後部ローラーテーブル) 26,000mm 0.1~1.4m/sec DC 22kW×1000 rpm

冷ヤードへ、その他の鋼種は従来設備のフックコンベアへ搬送される。精整設備の主仕様を第4表に示す。

全ての線材は、所定の検査を受けた後結束され、需要家あるいは二次加工工場へ送られる。

3. 新設備の特徴

3.1 ブロックミル

従前の線材圧延機と比較して、ブロックミルの一般的な特徴を要約するとつぎのことが挙げられる。

- (1) 振動の原因となるスピンドルがなく、特殊滑り軸受の採用と相俟って、50m/sec以上の高速圧延が可能。
- (2) 超硬ロール使用により孔型寿命長く、組替、型替も容易なため稼働率が向上。
- (3) 各ロールは水平に対し45°,各ロール間で90°傾いたX型配列となっており、ノーズイスト圧延を行うので、ミスロール、表面きず共に減少。
- (4) 各スタンド間隔狭いため、端末の寸法不良部が短かく、切捨量減少。
- (5) 小径ロールによる高速テンション圧延のため、高減面率、低電力消費と圧延効率良好。
- (6) 10スタンド共通駆動のため電気設備が単純。
- (7) 全体がコンパクトでスペース効率良く、予

備設備も少ない。

メーカー・ノイマン製ブロックミルは、こうした特徴を備えていると共に、最近開発されたため、従来普及してきたブロックミルと比較すると、つぎの特色がある。

- (1) 初段増速機を省略すると共に、ベベルギヤを全スタンド共通化して各スタンド間の速度比をギヤユニット内で得る機構とし、駆動系と予備品の単純化がはかられている。
- (2) ロール固定を、テーパースリーブによるロール内径側と、テンションボルトによるロール側部からとで折半させることにより、ロールに発生する引張応力を抑えて、超硬ロールの薄肉化と割損防止がはかられた。
- (3) ロール圧下調整によりギヤの噛合いが変化しない機構を採用し、ロール径の使用率は10%と向上した。

3.2 精整設備

- (1) レイングヘッドは、パスラインが直線化された水平式を採用し、従来よく用いられてきた垂直式と比較して、きずの発生や、俗に腰が弱いといわれる特定鋼種の巻取トラブルの軽減をはかった。
- (2) 従来ループコンベア後部には、リングを引込むトラクターチェーンや接触式の線材検出器が用いられてきたが、本設備ではきずの発生を抑えるため、これらのものを一切使用し

ていない。

4. 特殊鋼圧延の問題

特殊鋼の場合、総じて変形抵抗が高く、圧延圧力や所要動力が増すため、機械的強度が要求されると共に、鋼種により寸法精度が変化する。また圧延可能な温度範囲が狭く末端が裂け易いとか、圧延材の昇温による内質の変化と冷却過程に起因する折損、などの懸念がある。これらの理由から、ブロックミルによる特殊鋼の圧延には、鋼種制約や速度限界がある。との意見が一般的であった。最近二三の特殊鋼用ブロックミルの稼働例⁴⁾が報告されているが、いずれも生産品種は当社のごとく幅広くはなく、また当社の計画段階ではこれらのミルも計画段階で稼働していなかった。したがって当社は、独自の検討結果に基づき仕様を決定した。

4.1 入口サイズと電動機容量

ブロックミルの基本仕様となる入口サイズは、鋼種間での減面率差を考慮し、 $\phi 5.5\text{mm}$ 線材の場合 $\phi 15\text{mm}$ とした。この結果、普通鋼用ブロックミルの平均減面率が20%に対し、本ミルの場合18%と1割方軽減されている。

主電動機容量は、上記の平均減面率で全ての鋼種を最も効率的に圧延する前提で 2800kW とした。SUS316 の $\phi 6\text{mm}$ 線材を、50m/sec の仕上圧延速度で圧延する場合、設計値 2,230 kW に対し、実績値 2,340kW とほぼ想定値通りであり、将来仕上圧延速度を 60m/sec まで上げた場合に、主電動機容量とミートする。

4.2 パススケジュールと寸法精度

パススケジュールは、当社の幅張りデータと孔

型法を基として、独自に設計したものである。幅張り特性で両極端を示す超快削鋼とフェライト系ステンレス鋼を含めて、若干のロール調整により共通孔型で圧延しており、設計値と実績値の若干の誤差は寸法調整上良い方向にあり、作業上および寸法精度上満足し得るものであった。

寸法精度については、粗列、中間列でのレビータ圧延から生ずる本内温度差による寸法変化、末端のテンションフリー部の寸法太り、鋼種間の寸法変動などの影響を受けるが、第2図に示すごとく、末端切捨量1巻程度(約3m)で、全鋼種にわたる本間寸法ばらつきを含めて、寸法公差 $\pm 0.25\text{mm}$ と良好な結果を得ている。

4.3 10パス連続圧延と先端裂け

従来ミルでは、超快削鋼(含S,Pb,Te)や快削ステンレス鋼(SUS303, SUS416)といった末端の裂け易い鋼種では、6パス圧延、減面率を緩和しても8パス圧延を限度として末端切断が必要であった。ブロックミルは切断なしでの10パス連続圧

冷却水コントロール前

冷却水コントロール後

写真2 SUS303の先端裂け状況

第2図 ブロックミル材の寸法精度

従来ミル圧延材

ブロックミル圧延材

写真3 軸受鋼の圧延後マイクロ組織(×400)

延であり、端末裂けの懸念があったが、圧延結果によれば、一部の鋼種でロール冷却水制限を要するものの、順調な操業を実現できた。SUS303の端末状況を写真2に示す。

4.4 昇温による内質変化

超高速圧延による圧延材の昇温が内質に及ぼす影響については、現状50m/secの仕上圧延速度では、ブロックミル内の昇温は60～100℃であり、仕上温度は軸受鋼で1040℃以下、オーステナイト系ステンレス鋼で1100℃以下となっており、内質は全鋼種についてこれまでの品質と同等である。写真3は軸受鋼の圧延状態のマイクロ組織を示すが、ブロックミル内での昇温による網状炭化物の析出や、結晶粒の粗大化は全く認められず、球状化焼鈍により細かな球状黒鉛が様に分布した組織を得るには、より好ましい組織となっている。

4.5 製品冷却速度と折損問題

本設備では、レイングヘッドで線材をリング状に成形の上コイルリフォーマでコイル状に集束する間接巻取方式のため、従来ミルと比較して製品の冷却速度が速く、調整段階で軸受鋼や合金工具鋼の折損事故が散発したが、巻取～集束～徐冷ヤード間の温度と搬送時間管理により、問題は解消した。第3図は軸受鋼の圧延後の機械的性質を示す。ブロックミル圧延材は、冷却速度の差により、硬さの平均値はやや高くなっているが、マイクロ組織の改善により絞りも向上しており、熱処理なしで135°以上曲げ可能な韌性に富んだ性質を備えている。本件については、なお最適条件への改善を試みている。

5. む す び

超快削鋼から耐熱鋼を含むほとんどの特殊鋼線材をブロックミルにより超高速、テンション圧延する計画は、2直稼働後5カ月にして目標能率の80%レベルにあり、設備的、品質的調整をはかりながら逐月生産を伸ばしている。今後さらに操業面、品質面での確立と超合金鋼の確性など多くの課題を残しているが、計画達成の見通しを得た。

本計画の成功は、当社の長年にわたる特殊鋼線材圧延で得たノウハウを、新設備にフルに盛り込んで得たものであり、少量多品種で高品質という特殊鋼の宿命的な条件下での、生産性向上の方向を示し、また新開発のメーラー・ノイマン製ブロックミルの実用性を実証したといえる。当社では今後、加熱炉から中間列までの従来設備をリプレイスし、ミル全体をリフレッシュして、需要家から要請の強いコイル単重増と、生産性および品質の改善に取り組む計画である。

本報告では、操業の緒についた状況について総括的に述べたが、残された機械的、金属学的課題については、さらに調査を進めた上で、つぎの機会に報告したい。

第3図 軸受鋼の機械的性質

(文 献)

- 1) 大同製鋼㈱：特殊鋼，19 (1970) 3, 68
- 2) 松井，鎌倉，近藤：住友金属，23 (1971) 1, 95, 原田，松岡，雨川，：製鉄研究，(1972) 274, 10088, 池田，三宮，前田，：R&D, 24 (1974) 3, 100他多数
- 3) 富岡，：鉄と鋼，59 (1973) 13, 1726
- 4) Iron and Steel International, 48 (1975) 1, 33, Iron and Steel Engineer, 53 (1976) 5, 65