

ぶりき原板用超高速連続焼鈍設備^{*1}佐藤 直也^{*2} 武藤 振一郎^{*3} 下山 雄二^{*4}

Equipment of New Ultra-High Speed Continuous Annealing Line for Tin Mill Black Plates

Naoya Sato Shinichiro Muto Yuji Shimoyama

1 はじめに

飲料缶などに用いられるぶりきやティンフリースチール用の鋼板品質に対する需要家の要求は、近年ますます高度化してきている。なかでも板厚に関しては、製缶工程での省コスト、ひいては省資源につながるため、精力的に薄肉化が進められてきている。これに対し、特に連続焼鈍炉 (CAL) のようなプロセスラインにおいては、薄肉化は、生産性の低下、エネルギーコストの増大につながるため、これを防止する面から、薄肉ぶりき原板の高効率製造技術確立が必須である。そこで、当社においては、全ての規格のぶりき原板を単一の設備で飛躍的に高効率で製造できる連続焼鈍設備として千葉製鉄所第一冷間圧延工場に No. 4 連続焼鈍設備 (No. 4 CAL) を設置した¹⁻³⁾。本報では、連続焼鈍設備における薄肉厚材の高効率製造技術についての紹介、およびこれによる経済効果と最近の操業実績について報告する。

2 設備概要

No. 4 CAL の特徴は、0.15 mm の極薄鋼板を世界最高速の 1 000 m/min で連続焼鈍できること、および極低碳素鋼と低碳素鋼を使い分けて、すべての規格のぶりき原板を単一の設備で製品化 (CAL-Up) できることである。No. 4 CAL の主仕様を Table 1 に示す。本ラインは大きく分けて、クリーニングおよびニッケルめっきを含む入側設備、炉設備、多目的圧延設備、トリマーおよびオイルを

む出側精整設備から構成されている。ライン全体のレイアウトを Fig. 1 に示す。

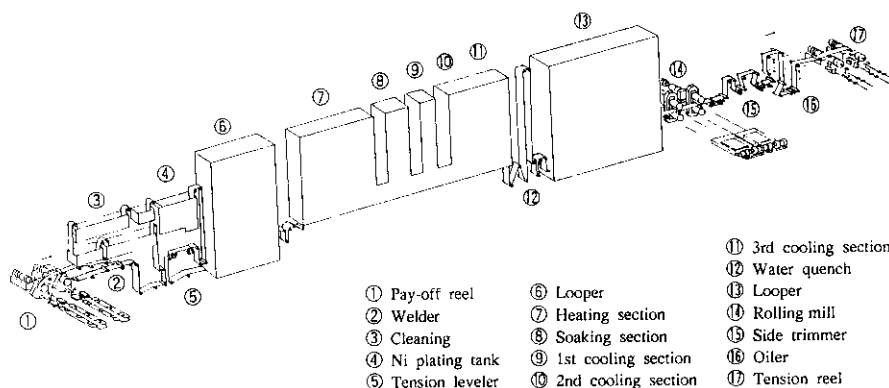
3 炉内高速安定通板技術

高速の鋼板搬送においては、搬送ロール上における鋼板の蛇行が顕著になる。これを防止することは、ロール上でのセンタリング力を大きくすること、すなわちロールクラウンや鋼板張力を大きくすることにより可能であるが、逆に炉内での鋼板の座屈現象 (バックリング) が起こりやすくなる。特に極薄鋼板や軟質な極低碳素鋼は、バックリングの発生が顕著である。鋼板の蛇行とバックリングは本

Table 1 Main specification of No.4 CAL

Strip	Thickness (mm)	0.15 ~ 0.40
	Width (mm)	600 ~ 1 067
Coil	Max. weight (t)	22
	Inner diameter	Entry (mm) 419, 508
		Exit (mm) 406, 419, 508
Maximum speed	Entry (m/min)	1 200
	Furnace (m/min)	1 000
	Delivery (m/min)	1 400
Furnace capacity (t/h)		100

Fig. 1 Layout of No.4 CAL

^{*1}平成 8 年 7 月 16 日原稿受付^{*2}千葉製鉄所 第 1 冷間圧延部冷延技術室^{*3}千葉製鉄所 第 1 冷間圧延部表面処理課長^{*4}エンジニアリング事業本部 圧延技術部冷延技術室 主査 (部長補)

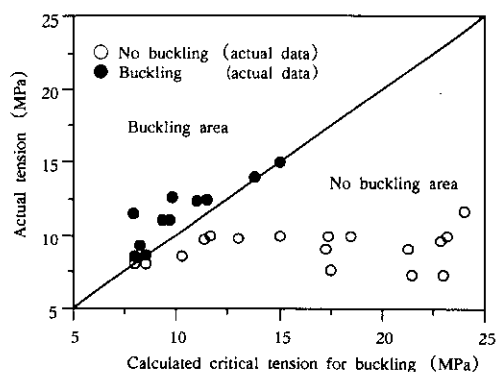


Fig. 2 Relation between actual tension and calculated critical tension for buckling

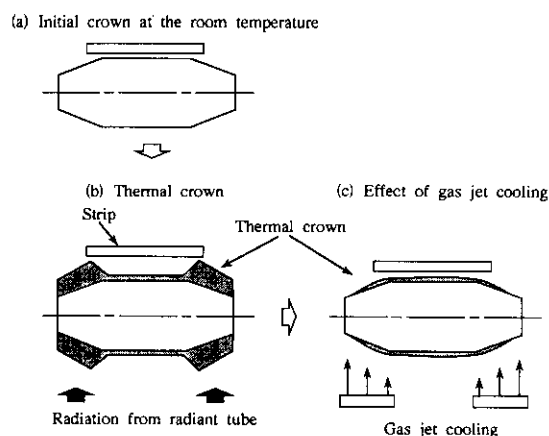


Fig. 3 Schematic diagram of roll thermal crown control in furnace

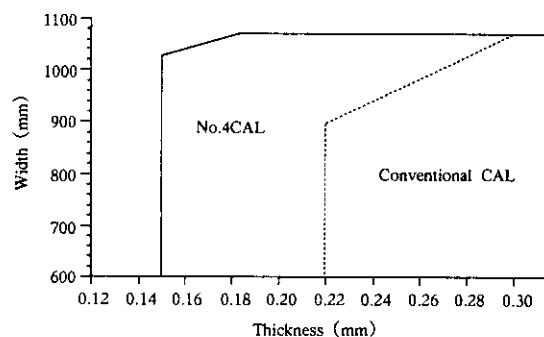


Fig. 4 Stable threading region without buckling for ultra low carbon steel in No.4 CAL and in conventional CAL

質的に二律背反するものであり、これらを両立させるために以下の技術を開発した。

(1) か内ロールクラウンの最適設計

バックリングが発生する限界ロールクラウンや張力条件を正確に予測できるモデルを開発した。Fig. 2は、本モデルを用いて導いたバックリング限界張力算出式により実際の操作データを整理したものであり、精度良くバックリングの発生が予測できている。このモデルを用いて板厚0.15mmの極低炭素鋼でもバックリングが発生せず、センタリング力が最大となるロールクラウンの設計を行なった。

Table 2 Main automated items

Section	Item	Contents
Entry	Coil handling	Band cutting Coil insertion in reel Diameter change of reel Top/end reject and threading
		Sleeve handling
		Drawing out and removal
Furnace	Strip temperature control	Furnace temperature calculation Cooling condition calculation
	Rolling condition control	Rolling force and tension calculation Flatness control
Mill	Work roll handling	Shuttle transporter Automatic crane Work roll changer
Delivery	Side trimmer	Flying width change Reject of width changing portion
	Oiler	Change of kinds of oil
	Products finishing	Coil dividing Quality assurance Coil tail end stopping Weld marker insertion Sleeve handling and insertion in reel Diameter change of reel Drawing out of coil ID marker Coil insertion at inspection line
	Scrap handling	Conveying scrap to outdoor scrap bag

(2) か内ロールの最適表面粗度設計

通板速度が速くなると鋼板とロール間に巻き込まれる流体層による鋼板の浮上現象が無視できなくなり、スリップが発生しやすくなる。そこで、流体層厚さを求めてその影響を無視できるようにロール表面粗度を持つ高速操業に適した炉内ロールを開発した。

(3) 炉内ロールのサーマルクラウン制御

加熱帯ハースロールエッジ部へのラジエントチューブからの輻射熱を低減するためのロール室とロールエッジ部に対するガスジェット冷却装置を設け、サーマルクラウン制御を可能とし、蛇行およびバックリングを防止した。Fig. 3にサーマルクラウン制御の概要を示す。

(4) 張力制御精度向上

高速下における蛇行やバックリングの発生要因の一つである張力変動によるスリップなどを徹底的に防止するために、高機能ベクトルインバーターと低慣性高応答テンションデバイスを開発し、炉内側加減速時の鋼板張力変動を従来の1/5に低減した。

以上の新技術導入の結果、Fig. 4に示すように、極低炭素鋼の炉内安定通板領域が従来と比較して飛躍的に拡大された。

4 自動化技術

少数のオペレーターにより、洗浄、焼鈍、調質圧延、精整工程を連続化した設備を高速安定操業するためには、徹底した自動化が必

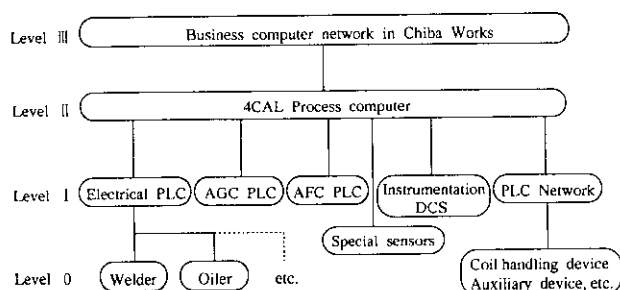


Fig. 5 System configuration of No.4 CAL

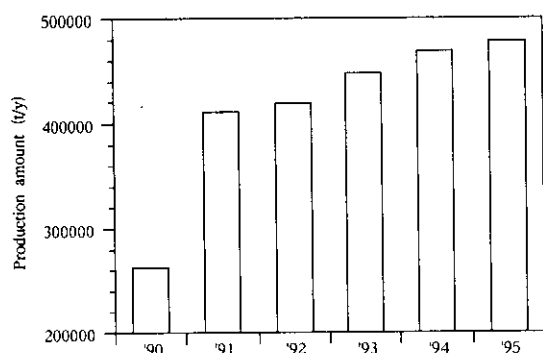


Fig. 6 Production record of No.4 CAL

須であった。そこで、特に従来不十分になりがちであったコイルハンドリングや付帯業務を含めて、Table 2 に示す項目の自動化を行った。また、ライン操業に必要な条件は、Fig. 5 に示すように、プロセスコンピューターを中心に電気 DDC、計装 DDC、及び形状制御 DDC をはじめとする各種制御装置を有機的に結び付けることにより、自動的に設定される。この結果、複数工程を連続化した単一ラインでの安定した CAL-Up が可能となった。

5 操業実績

Fig. 6 は、稼働以来の生産量および CAL-Up 率の推移を、また Table 3 は、1995 年の稼働率および破断回数の実績を示したものである。また、Fig. 7 は、従来プロセスとの製品一級率を比較したものであり、製造プロセスの単一化により、大幅に向上した。

6 経済効果

Fig. 8 は、製造コストについて、従来法との比較を示したものである。製品一級率向上、要員削減、ライン集約による修繕費削減、エネルギーコスト削減等により、洗浄から精整工程までの Production cost を 50% 削減した。また、お客様においても、製品品質の均一化による製缶工程の自動化および、缶の薄肉化による省資源推進に寄与している。

7 おわりに

千葉製鉄所におけるぶりき原板超高速連続焼鈍設備は、高度化する需要家の品質要求に応え、かつ高い生産性を達成できる最新鋭プロセスである。この建設・稼働にあたっては、数多くの新技術を開発し、これによる多大な効果を発揮することができた。

Table 3 Operation record of No.4 CAL in 1995

Item	Record
Operating ratio	96.2%
Strip break in the furnace	0.2 times/month
Strip break out of the furnace	1.8 times/month

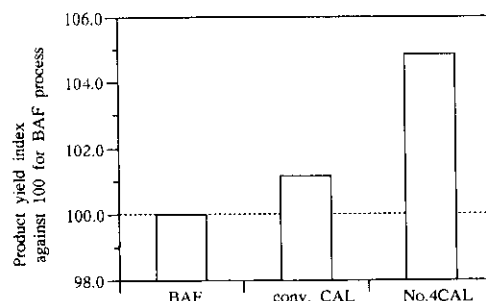


Fig. 7 Prime yield of conventional CAL process and No.4 CAL in comparison with batch annealing furnace process

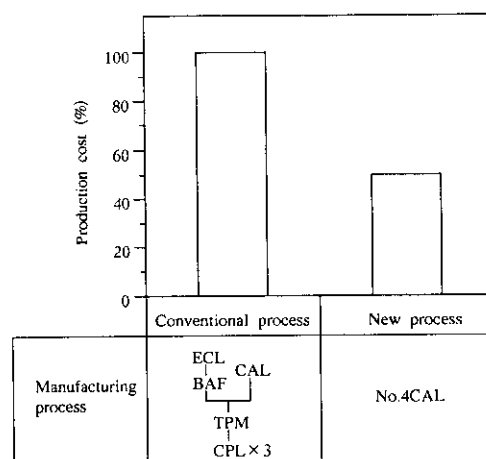


Fig. 8 Comparison of production cost in conventional process and new process

参考文献

- 久々英雄, 加藤寿勝, 西川 稔, 白石昌司, 下山雄二, 藤長千香子: 川崎製鉄技報, 23(1991)4, 308
- 大野浩伸, 八角忠明, 下山雄二, 大西建男, 中村武尚, 千野俊彦: 川崎製鉄技報, 23(1991)4, 300
- 森 忠洲: 鉄と鋼, 79(1993)6, 619

問い合わせ先

エンジニアリング事業本部

製鉄・プラント営業部 TEL 03(3597)4250

FAX 03(3597)4208

圧延技術部 TEL 03(3597)4274

FAX 03(3597)4630