
連続酸洗設備の自動化

Automatic Operations of Continuous Pickling Line

豊坂 秀夫(Hideo Toyosaka) 松永 彦作(Hikosaku Matsunaga) 鈴木 広勝(Hirokatsu Suzuki) 園山 光吉(Mitsuyoshi Sonoyama) 灘 晴之(Haruyuki Nada) 片桐 秀明(Hideaki Katagiri)

要旨：

千葉製鉄所第 1 熱間圧延工場に、表面処理鋼板用素材の高品質化および物流改善を目的として、新鋭連続酸洗設備を建設し、59 年 11 月より稼動を開始した。酸洗ラインにはテンションレベラーとブラシの組合せによるメカニカルデスケーリング装置を付加し、完全脱スケールを行うとともに、新型リフターレス酸タンクやカローゼルリールなどの自動化機器を採用した。また入側コイルヤードのコイルハンドリングを自動化し、これを酸洗ラインと結合し連続化を図るとともに、階層構造のコンピュータネットワークで全自動運転を行うことにより、省力化、品質の安定化および生産能率の向上が達成できた。

Synopsis：

At Chiba Works, a new pickling line was installed as an extension to the No.1 hot strip mill and started operation in November 1984. It has a nominal capacity of 112000 t/month with a rated capacity of 175 t/h. Features which distinguish this line from conventional pickling facilities include a mechanical descaling system, a new pickling tank, a carrousel tension reel and other automatic facilities. This line adopted a mechanical descaling system, in which scale breaking and removal are done by tension leveler and brush to save acid consumption ratio and improve strip flatness. Administration of the entry coil storage yard and the scheduling of pickling commands are automatically controlled and also combined with the pickling line operations. The computer network of a hierarchy system is adopted from the entry of the coil storage yard to the pickling line, which means fully automatic operations, high quality products and high labor productivity.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

Automatic Operations of Continuous Pickling Line



豊坂 秀夫

Hideo Toyosaka

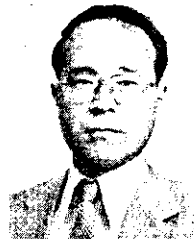
千葉製鉄所 熱間圧延
部熱延技術室 主査(課
長補)



松永 彦作

Hikosaku Matsunaga

千葉製鉄所 熱間圧延
部第一熱間圧延課
掛長



鈴木 広勝

Hirokatsu Suzuki

千葉製鉄所 設備技術
部機械技術室 主査(課
長)



岡山 光吉

Mitsuyoshi Sonoyama

千葉製鉄所 設備技術
部機械技術室



灘 晴之

Haruyuki Nada

千葉製鉄所 設備技術
室電気計装技術室



片桐 秀明

Hideaki Katagiri

千葉製鉄所 設備技術
室電気計装技術室

1 緒 言

当社の高級表面処理鋼板(ぶりき、ティンフリースチールなど)の高品質化に対応して、素材である熱延脱スケール鋼帯の品質を飛躍的に向上させるために、メカニカルデスケリング¹⁾および自動化新技術などを具備した新酸洗設備を建設し、昭和59年11月より稼動を開始した。

本酸洗設備は、完全脱スケールを行うとともに多品種・小ロット生産を高効率で行い、次の工程の複数のタンデムコールドミルとの同期化を図り、かつ高度の品質保証が可能となっている。このために酸洗ライン前のコイルハンドリングは全自動化し、冷間圧延順序に任意に、タイマーにコイルを処理して供給できるようにしている。酸洗ラインの運転もインテリジェント機能を持ったCRT装置を含むDDCにより、マンマシンインターフェースの充実を図り、運転操作の全自動化を行った。

本報告では、自動運転のシステムと設備の概要について紹介する。

* 昭和60年7月23日原稿受付

要旨

千葉製鉄所第1熱間圧延工場に、表面処理鋼板用素材の高品質化および物流改善を目的として、新鋭連続酸洗設備を建設し、59年11月より稼動を開始した。酸洗ラインにはテンションレベラーとブラシの組合せによるメカニカルデスケリング装置を付加し、完全脱スケールを行うとともに、新型リフターレス酸タンクやカラーゼリールなどの自動化機器を採用した。また入側コイルヤードのコイルハンドリングを自動化し、これを酸洗ラインと結合し連続化を図るとともに、階層構造のコンピュータネットワークで全自動運転を行うことにより、省力化、品質の安定化および生産能率の向上が達成できた。

Synopsis:

At Chiba Works, a new pickling line was installed as an extension to the No. 1 hot strip mill and started operation in November 1984. It has a nominal capacity of 112 000 t/month with a rated capacity of 175 t/h. Features which distinguish this line from conventional pickling facilities include a mechanical descaling system, a new pickling tank, a carousel tension reel and other automatic facilities. This line adopted a mechanical descaling system, in which scale breaking and removal are done by tension leveller and brush to save acid consumption ratio and improve strip flatness. Administration of the entry coil storage yard and the scheduling of pickling commands are automatically controlled and also combined with the pickling line operations. The computer network of a hierarchy system is adopted from the entry of the coil storage yard to the pickling line, which means fully automatic operations, high quality products and high labor productivity.

2 設備概要

2.1 ライン全体配置

2.1.1 設備の配置

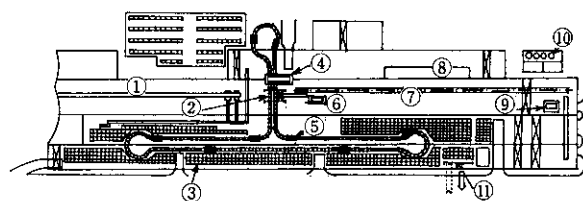
設備の全体配置を Fig. 1 に示す。酸洗ラインの入側にホットコイルを冷却および保管するヤードがあり、このヤードにはコイルの受入・払出し用に自動倉庫機能を有するループ軌道のコイル自動搬送設備 CATS (Coil automatic transportation system) を設置した。この CATS から酸洗ラインへのコイル供給はループカー・自動移載機 (Shifter) により行う。

2.1.2 酸洗ラインの設備構成

設備の構成を Fig. 2 に示す。本酸洗ラインの特徴は、脱スケールにメカニカルデスケリング装置(テンションレベラーとメカニカルブラシ)を付加し、新機種として出側にフライングシャーとカラーゼリールテンションリールを採用した点にある。

2.2 ライン設備仕様

酸洗ラインの主仕様を **Table 1** に示す。入側コイル仕様は 1 400 PIW (Pound per a inch width, 25 t/m 幅) とし、現状 1 000 PIW (18 t/m 幅) からの拡大可能としてある。タンクセクションスピードは現状の処理能力では 260 m/min でよいが、将来の能力アップのため 330 m/min とした。ライン全長は、従来の同規模ラインに比べて約 50 m 短縮されている。



- | | |
|-------------------------|--------------------|
| ① Hot mill line | ⑦ Pickling line |
| ② Coil shifter | ⑧ Electric room |
| ③ Hot coil storage area | ⑨ Delivery pulpit |
| ④ Yard control pulpit | ⑩ Acid storage |
| ⑤ Coil car | ⑪ Tandem cold mill |
| ⑥ Entry pulpit | |

Fig. 1 Located layout of new pickling line

2.3 コイル自動搬送設備仕様

コイルカーの仕様を **Table 2** に示す。コイルカーは、案内軌道を持たない 2 本レール上をフランジレス車輪で走行し、回転半径 10 m、停止精度 ± 50 mm で搬送できる設計とした。

3 自動化設備の特徴

3.1 コイルハンドリングの自動化

3.1.1 コイルハンドリング

コイル物流の模式図を **Fig. 3** に示す。上工程のホットストリップミルよりフォークリフトあるいはトレーラーにより搬送されて来た熱延コイルを、天井クレーン (有人) で受入れ、**Fig. 1** に示した保管ヤードの指定の置場に一旦置き冷却する。冷却後クレーンでループカーに乗せて酸洗ライン入側まで搬送し、シフターで移載する一連の作業を全自動で運転するようになっており、このようなシステム全体を CATS と呼んでいる。

3.1.2 CATS の構成

システムの構成を **Fig. 4** に示す。情報処理・ヤード管理および主制御用ミニコンピュータ 1 台と、ループカー制御用 DDC 2 台で

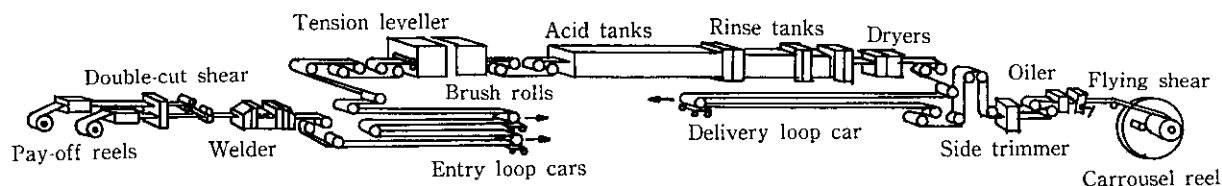


Fig. 2 Schematic diagram of new pickling line

Table 1 Main specifications of new pickling line

Start-up date			Nov. 1984
Capacity (t/month)			112 000 (139 000 max)
Strip	Thickness (mm)		1.8~4.5
	Width (mm)		600~1 310
	Max. yield strength (kg/mm ²)		36
Coil size	Entry	inside dia (mm)	762 / 610
		max. outside dia (mm)	2 200
		max. weight (t)	32.5
	Delivery	inside dia (mm)	610 / 762
		max. outside dia (mm)	2 400
		max. weight (t)	28.0
Max. line speed (m.p.m)		Entry section	600
		Tank section	330
		Delivery section	400
Strip accumulator		Entry (m)	500
		Delivery (m)	250
Acid treatment			HCl
Line length (m)			228

Table 2 Specifications of coil car

Carrying coil	Max. weight	32.5 t
	Width	600~1 310 mm
	Outside dia	914~2 200 mm
	Max. temperature	700°C
Coil car	Running speed	100 m.p.m
	Drive motor	22 kW × 1 AC 400 V 3φ
	Wheel dia	800 mm
	Min. revolution radius	4.0 m
	Dead weight	21 t
	Accuracy of car stop	±50 mm
	Rail gauge	1400 mm
	Rail size	JIS 60 kg/m
	Length of rail circle	738 m
	Numbers	8
	Process computer	PFU-1500 II
	Coil car controller	CP 320

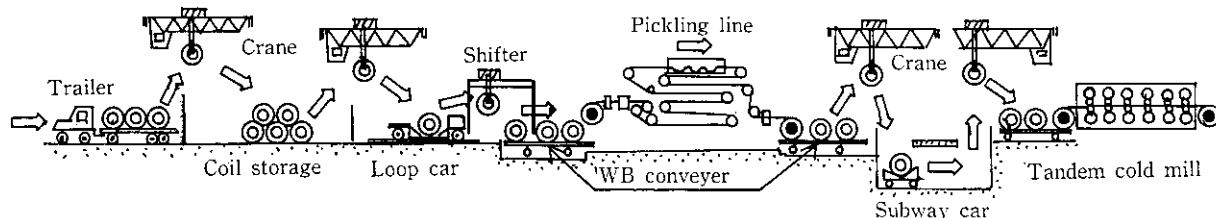


Fig. 3 Material handling flow from coil storage yard to tandem cold rolling

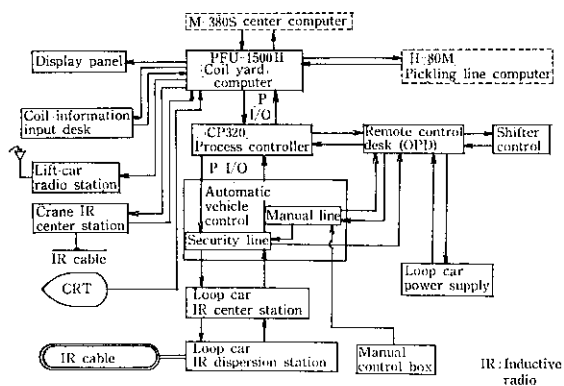


Fig. 4 Configuration of CATS



Photo 1 View of yard control pulpit

構成し、コイル地番管理、クレーンとフォークリフトへのオペレーターガイダンス、コイル受払い作業のスケジューリングなどが行われる。

3.1.3 システムの運転

ヤード管制室を Photo 1 に示す。コイルハンドリングの作業指示は生産管理用コンピュータの情報で一元的に行っている。管制室では、グラフィックディスプレイにより、自動運転システムの監視を1名のオペレータで行っている。

3.2 酸洗ラインの自動化

3.2.1 コイル装入事前処理装置

事前処理装置は Fig. 5 に示すように、

- (1) ループカー上のコイルをシフターで、ウォーキングビームコンベアー上に移載する時のコイル幅センサー検出装置^{2,3)}
 - (2) ペイオフリール内での先端口出しのための、コイルエンド検出装置
 - (3) コイルに結束してあるバンドを切断および除去するためのバンド位置検出、スキッドシフト、カッター、リールなどからなるバンドカッター
- などで構成されている。

3.2.2 自動通板

ペイオフリールでのコイル先端口出しは、前記のコイルエンド検出情報によりドラム回転角を制御することにより行い、コイルオープナー装置で口出しされたコイルは、ピンチロールレベラー、クロップシャーと送り出される。No. 1 ペイオフリールは、クロップシャーまでの距離が長いので、ストリップ先端の突っ掛りトラブルを考えて、グリフトランスファーが設けられている。クロップシャーでは、コイルエンドカットをプリセット方式により行い、クロップはシフターおよびコンベアーによりライン外へリジェクトする方法とし、これら一連の動作⁴⁾を全自動で行っている。

3.2.3 酸洗タンクの制御

自動濃度制御の系統図を Fig. 6 に示す。塩酸および塩化鉄の自動制御の成功例は少ないが、当所では No. 5 酸洗ラインの実績をベースに改良を加えてオンライン化に成功した。酸洗タンクには新形式のストリップリフターレス・不等分割方式⁵⁾を採用し、酸ヒュームの漏洩防止とカタナリー制御の安定化を図っている。ライン停止時にはテンシンパッド⁶⁾により酸タンク内ストリップをリフトアップする。

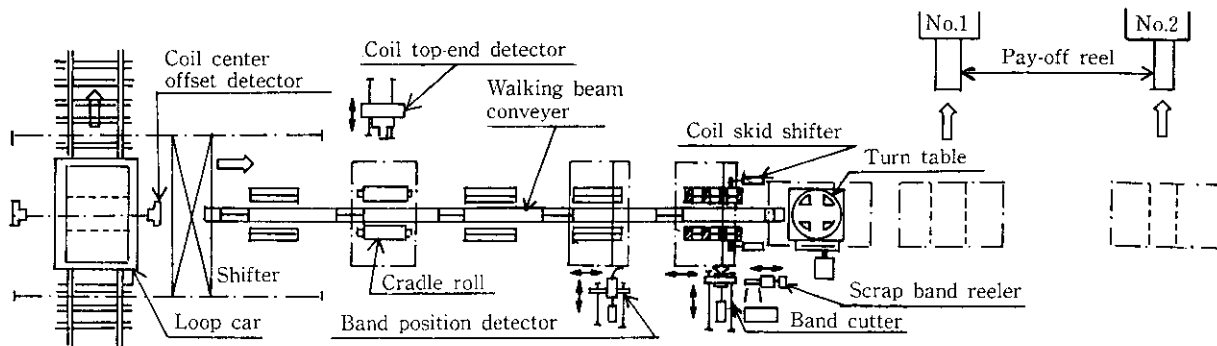


Fig. 5 Facilities for coil preparation on entry side

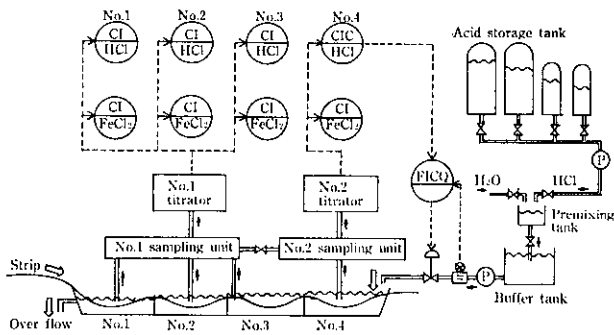


Fig. 6 Control of concentration of hydrochloric acid and iron

3.2.4 サイドトリマー前ストリップ案内装置

トリマー前のストリップセンタリング装置を Fig. 7 に示す。従来のラインでは、トリマー前にフリーループを有するものが多いが、当ラインではタイトテンション方式を採用し、エントリガイド^{7,8,9)}とステアリングロールとの協調により、トリマー内でのセンタリングの向上を図った。これによりエッジ片切れや耳外れなどのトラブルが減少し、かつ高剛性トリマーの採用により切断面の形状改善を図り、高速トリミング (400 m/min) を達成した。

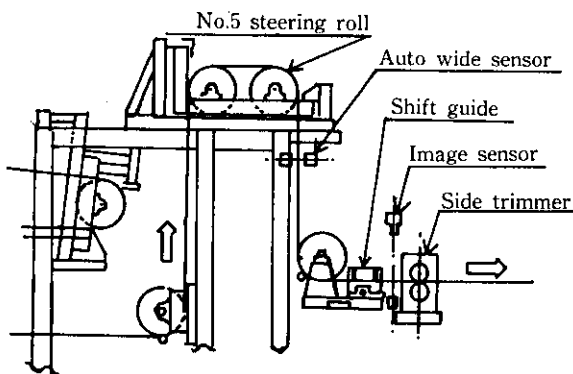


Fig. 7 Guiding of strip at side trimmer

3.2.5 テンションリールの自動巻取り

テンションリールを Fig. 8 に示す。カラーゼルテンションリール¹⁰⁾とフライングシャーにより、分割、クロップカット、サンプルカットおよび巻取長さ制御を含む一連の動作を全自動で行っている。

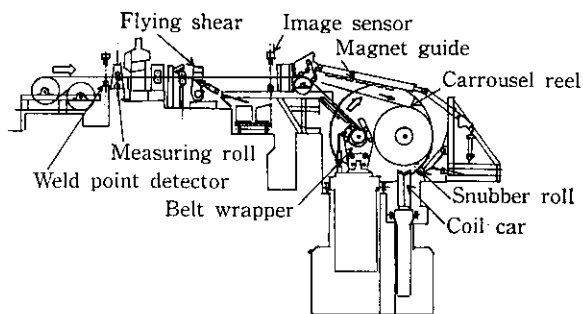


Fig. 8 Automatic coiling

3.3 全自動運転システム

3.3.1 コンピュータネットワーク

コンピュータネットワークを Fig. 9 に示す、情報の一元化、機

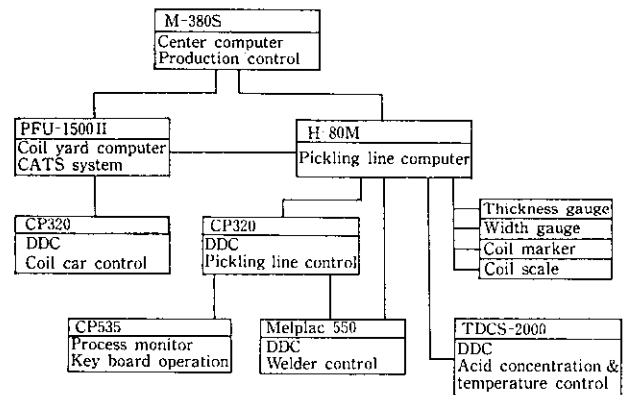


Fig. 9 Block diagram of computer control system

能分担の明確化によりイニシャルコストダウンを図るとともにシステムダウンの危険分散とメンテナンス性アップを目的として、

- (1) 上位の生産管理用ビジネスコンピュータ
- (2) コイルヤード管理とライン運転用ミニコンピュータ
- (3) ライン制御用 DDC¹¹⁾

からなる階層構成とした。

3.3.2 ライン運転用ミニコンピュータ

機能系統図を Fig. 10 に示す。ライン内コイルトラッキングとライン制御値のプリセットをメインとし、一般計装機器および自動化機器の制御、モニターおよびデーターロギングを行っている。

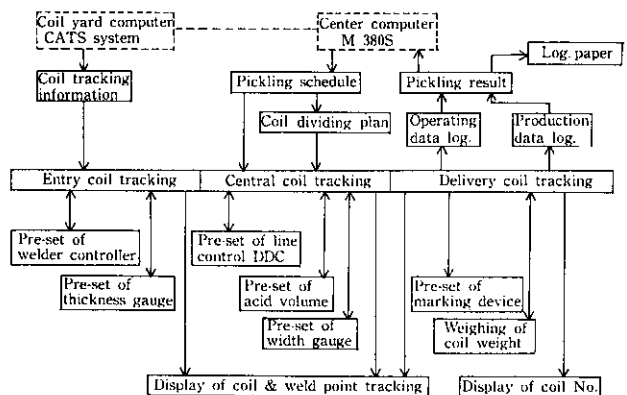


Fig. 10 Function of pickling line computer control system

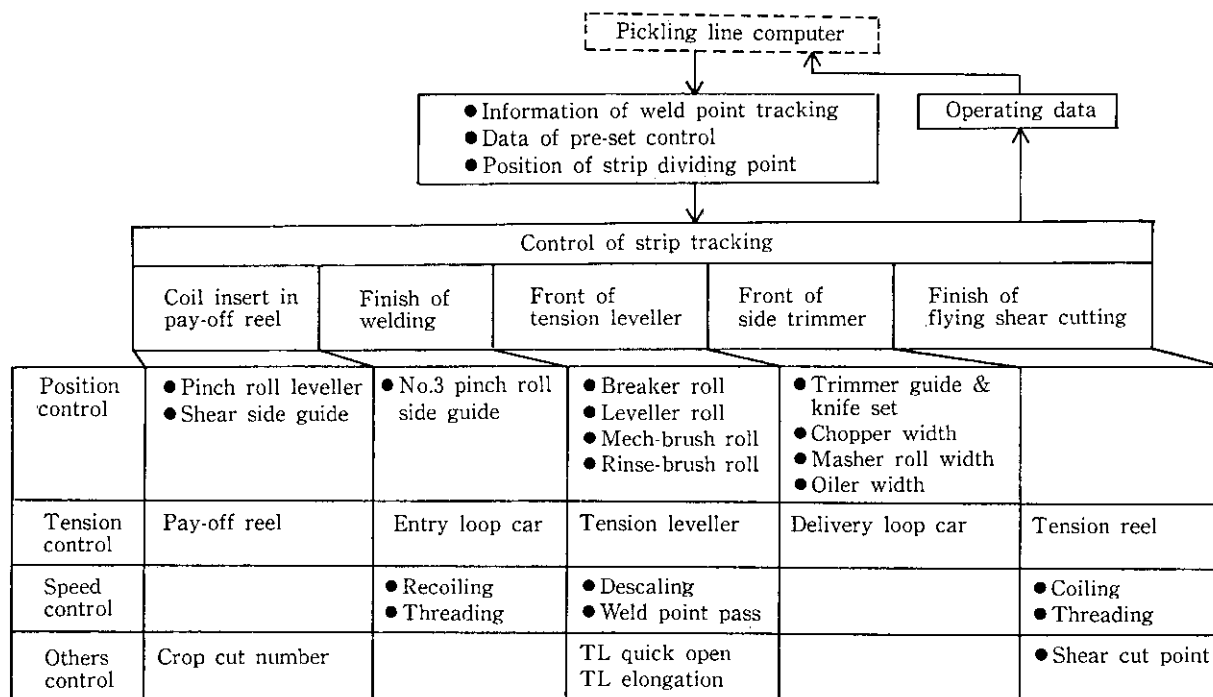
3.3.3 ライン制御 DDC

機能系統図を Fig. 11 に示す。ライン運転用ミニコンピュータからの運転制御情報により、入側から出側までの設備と装置を自動制御するものであり、ライン内を5つのゾーンに区分しマクロ的なトラッキングを行うとともに、ウェルターを基点とするストリップ測長によるミクロ的なトラッキングを行い、確実に高精度な制御を行うようにした。

3.3.4 マン・マシンインターフェースの充実

CRT オペレーションのシステムを Fig. 12 に示す。入側運転室、出側運転室に設置した CRT ディスプレー装置により、運転操作と監視を行っている。CRT オペレーションの機能は

- (1) 溶接点トラッキング表示
- (2) 自動運転進行状態表示
- (3) 自動運転インターロック表示
- (4) ライン運転条件成否表示



TL: Tension leveller

Fig. 11 Function of pickling line DDC system

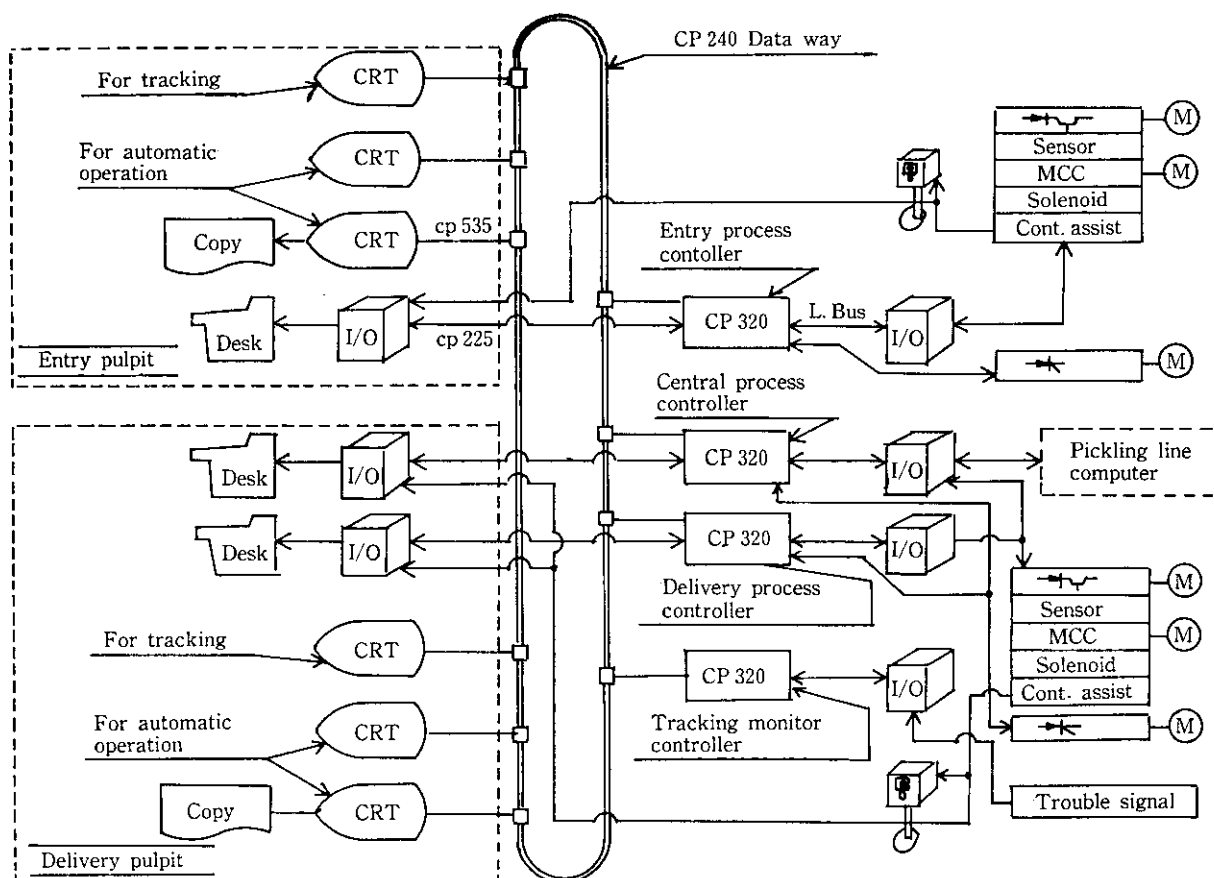


Fig. 12 Control system of pickling line

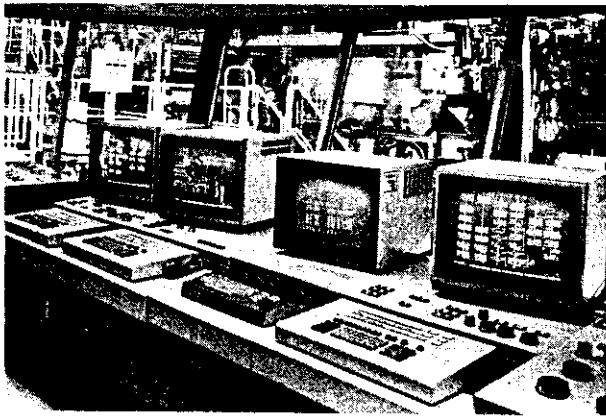


Photo 2 View of entry pulpit

- (5) 操業データ設定/実績表示
 - (6) センサー動作・タイムオーバーチェック表示
 - (7) 主要設備の制御状態監視
 - (8) 電気系統故障表示
 - (9) 油圧・機械系故障表示
- である。Photo 2 に入側運転室の CRT ディスプレー装置を示す。

4 操業実績

1984 年 11 月稼動以来順調に生産量は伸び、高品質の製品を高効率で安定して生産している。以下に生産量と自動化の効果について説明する。

4.1 生産量

月間生産量を Fig. 13 に示す。1985 年 6 月には 10 万 t/month のレベルに到達し初期目標を達成した。処理材の平均サイズ 2.2 mm $\times$ 870 mm W で作業能率 154 t/h は業界のトップレベルである。

4.2 自動化の効果

運転要員の削減と品質向上への寄与が大きく、運転要員は従来ラインでは 7~10 名/シフトであったのが当ラインは現在 3 名/シフトで運転している。品質向上として、

- (1) コイルハンドリング自動化による表面疵欠陥の低減
- (2) ASR 制御による張力バランスの安定化およびブライドロールのノンスリップ制御による微細スリップ疵の低減

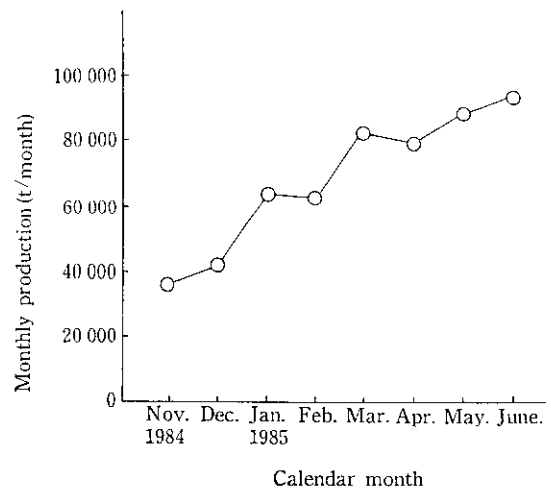


Fig. 13 Start-up performance of monthly production

- (3) テンションレベラーとメカブラシによる脱スケール性の向上および平坦度の向上
- (4) 高剛性トリマーとストリップセンターリングの向上によるストリップエッジ断面形状の改善などの成果が得られた。

5 結 言

連続酸洗設備の自動化について、システムと設備の概要を紹介した。自動運転のシステムと設備は、稼動直後よりその効果を発揮し、生産量も順調に増加し少数の運転要員で、高効率に、かつ高品質の製品を安定して生産している。さらに自動化率アップを図り 2 名/シフトの運転体制にする予定である。表面処理鋼板への顧客の要求は今後ますます多様化、高級化するものと考えられ、多品種・小ロット生産に移行しても、安定して製品をタイムリーに、安価に製造するための機能保持が必須のものになると予想される。今後さらに技術開発ならびに操業改善に積極的に取り組んでいく所存である。終りに、本設備の主要部分を設計・製作されかつ建設にあたり、多大な御協力をいただいた株式会社日立製作所、株式会社安川電機製作所および川崎重工業株式会社に対して深く感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 秦 和宣, 山口琢雄, 三井裕光, 菊池有二, 伊藤雅彦: 日立評論, 67 (1985) 4, 309
- 2) 川崎製鉄 (株): 特願昭 59-164631
- 3) 川崎製鉄 (株): 特願昭 59-270344
- 4) 川崎製鉄 (株): 特願昭 59-258266
- 5) 川崎製鉄 (株): 特願昭 59-104599
- 6) 川崎製鉄 (株): 実公昭 59-40441
- 7) 川崎製鉄 (株): 特公昭 56-37931
- 8) 川崎製鉄 (株): 特開昭 56-82112
- 9) 川崎製鉄 (株): 特開昭 59-151621
- 10) 前原俊二, 岸田 朗, 八角忠明, 柳島章也, 井田幸夫, 塩田 勇: 川崎製鉄技報, 16 (1984) 2, 100
- 11) 三浦博孝, 柴山真一郎, 大西隼人, 福田敏彦, 大矢伸宏, 村上和彦, 八木 喬, 有田光生, 中西洋七郎, 井上敬誠: 安川電機, 45 (1981) 4, 312