

藤原 俊二^{*2} 岸田 朗^{*3} 八角 忠明^{*4} 柳島 章也^{*5} 井田 幸夫^{*6} 塩田 勇^{*7}

An Outline of Temper and Processing Line for Steel Coils

Shunji Fujiwara, Akira Kishida, Tadaaki Yasumi, Fumiya Yanagishima, Yukio Ida, Isamu Shioda

要旨

千葉製鉄所第1冷間圧延工場に、ぶりき原板および輸出用ローモ材の増産対応、高品質化および物流改善を目的として、調質圧延、精整およびコイル梱包を連続化した新鋭ライン Temper & processing line (TPL) を建設し、58年4月より稼動を開始した。調質圧延と精整を連続化するための溶接部スキンパス技術・ストップマーク防止技術、高速化するための高速トリミング技術を開発し、高速連続ラインを実現させた。また、入側・出側にカラーゼリールを採用してコイルハンドリングを自動化するとともに、新開発の自動化設備・自動計装機器をプロセス計算機と有機的に結合させることで大幅な省力を行い、高品質・高歩留りを達成した。

Synopsis:

At Chiba Works, the newly designed line, named "Temper & Processing Line (TPL)," started its operation in April 1983. TPL has a 2 stand-6high skinpass mill, combined with a high speed coil preparation line and a packaging line, and produces ultra-thin cold rolled steel for tin plates, black plates and tin-free steel. To actualize a continuous and high speed line, the technique of skinpass rolling on the weld line, method of eliminating the stop mark and a high-speed side-trimmer of 1600 m/min, the highest in the world, were developed. Carrousel reels, adopted as pay-off and tension reels, and newly designed automatic instruments are combined with the process computer system and contribute largely to high quality, high yield and labor saving.

1 緒 言

千葉製鉄所第1冷間圧延工場では、ぶりき・ティンフリースチール・亜鉛メッキ用原板等の表面処理用薄物冷延鋼板を生産しているが、調質圧延・精整処理能力の増強を狙って新たに薄板用調圧・精整高速ライン Temper & processing line (TPL) を建設し、昭和58年4月より営業運転を開始した。以下に本ラインの概要を報告する。

2 建設の背景

本ライン建設の背景には、ぶりき、ローモおよびティンフリースチールの需要拡大による増産要求の他に、近年ますます厳しくなっている品質、納期短縮およびコスト競争力確保の要求があり、これらの多くの要求を満足する必要があった。

ことにコスト低減・納期短縮のためには、連続化による省力、歩留り向上および工程省略を図ることが最近の鉄鋼製造プロセスの趨勢であり、各社とも競って連続プロセスラインの新設・改造を進めている。TPLは従来の調質圧延(スキンパス)とコイル精整の2つの工程を直結して連続化したものであり、しかも扱う処理材が極薄のぶりき原板であるため多くの新技術の導入が必要であった。すなわち、最高速度の異なるラインを直結し極薄材を高効率で処理してゆくための高速化技術、通板作業をなくすための溶接技術と、これに伴う溶接部スキンパス技術を開発すると同時に、近年ますます厳

しくなっている高品質化要求に対応してゆくことが大きな課題であった。

また、省力のための各種自動化設備を実用化するとともに、品質管理用の自動計装機器を連続ラインの中に合理的に配置し、これらを工程管理用オンラインコンピュータ、操業管理用プロセス計算機、および自動運転を行うDDC(Direct digital control)で構成される計算機システムと有機的に結合させて、品質管理精度の向上および自動化による省略に結びつけることも重要であった。

3 設備概要

3.1 ライン全体仕様

本ラインの設備仕様をTable 1に示す。本ラインは処理材料としてローモ材をはじめとするぶりき原板を主として生産するため、板幅はぶりきサイズの1100mm以下とした仕様で全体が設計されている。

調質圧延機とコイル精整ライン(CPL)の連続化に際し、最高速度は従来のCPLの1342m/min(当工場No.3CPL)よりさらに20%増速して1600m/minと高速化しており、CPLの機能を有するラインとしては世界最高速を誇っている。

3.2 ライン全体配置

本ラインの全体配置をFig. 1に示す。本ラインの特徴は、ペイオフリール・テンションリールにカラーゼリールを採用したこと

*1 昭和59年8月10日原稿受付

*2 千葉製鉄所冷間圧延部第一冷間圧延課(掛長)

*3 千葉製鉄所冷間圧延部第一冷間圧延課(課長)

*4 千葉製鉄所冷間圧延部第一冷間圧延課

*5 千葉製鉄所管理部ステンレス管理室主査(部長補)

*6 千葉製鉄所設備技術部機械技術室主査(課長)

*7 千葉製鉄所設備技術部機械技術室主査(掛長)

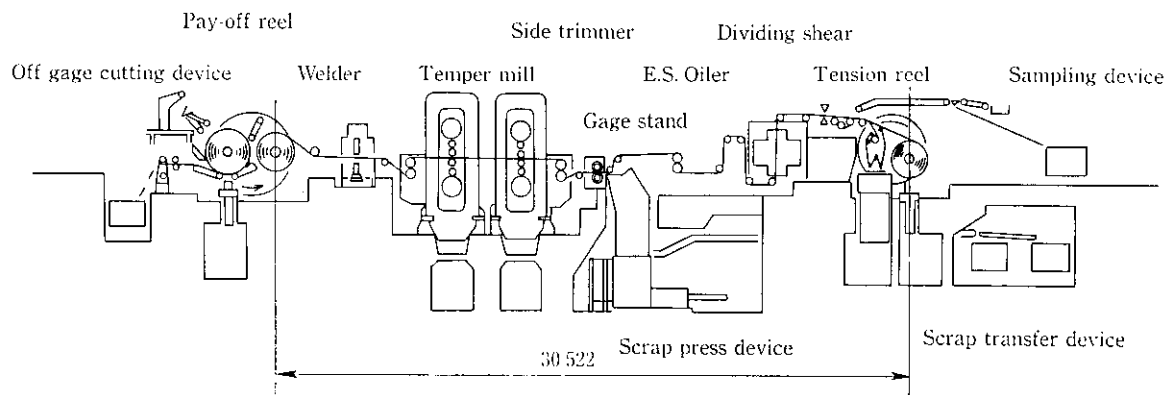


Fig. 1 Layout of TPL

Table 1 Specifications of TPL

Item			Specification
Strip	Thickness		0.15~0.60 (mm)
	Width		580~1 100 (mm)
Coil	Weight (max.)		21 (t)
	Outer diameter (max.)		2 134 (mm)
Rolling	Speed (max.)		1 600 (m/min)
	Productivity		37 000 (t/mon)
Mill	Type		2 stand 6-high mill
	Roll dimension (Nos. 1, 2 std.)	WR	460 ϕ (mm)
		IMR	460 ϕ (mm)
		BUR	950 ϕ (mm)
	Motor power (Nos. 1, 2 std.)		1 120 (kW) each
Reel	Pay-off reel		Carrousel type
	Tension reel		Carrousel type
Oiler	Type		Electro static type
Packing	Line capacity		3 (min/coil)

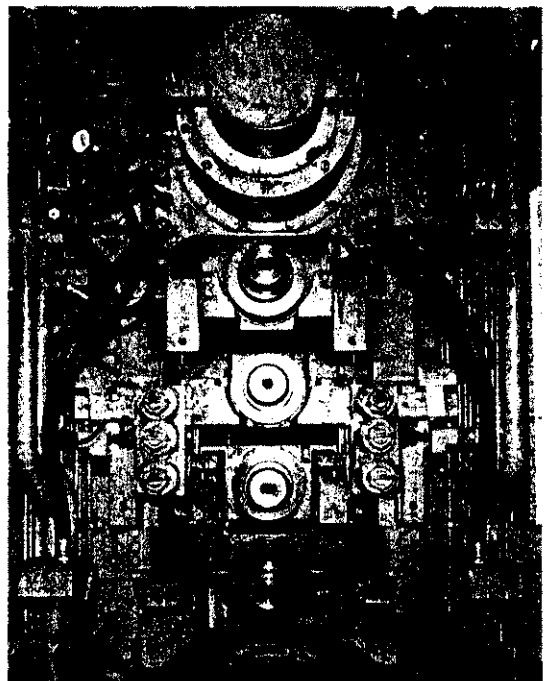


Photo 2 View of 6Hi mill



Photo 1 View of entry section

により設備が簡素化され、入側・出側のコイルハンドリングの自動運転を容易としている点にある。またミル部は、高圧下時の形状制御能力の向上を目的として、No. 1, No. 2 スタンドに 6Hi (HC ミ

ル)を採用した。入側およびミル部を **Photo 1, 2** にそれぞれ示す。

調圧圧延されたストリップは、1 600 m/min の高速で安定して製品幅にトリミングされ、表面検査された後、静電塗油装置で防錆油が均一塗布され製品コイルとなる²⁾。この間、ペイオフリールからテンションリールまでの距離 30.5 m、ストリップ長さ約 45 m と連続ラインとしてもコンパクトで合理的な配置となっている。

このラインの主操作室 (Pulpit) は、テンションリール前に設置されており、出側での製品巻取り・搬出状況を監視できるようになっている。

TPL と No. 3 CPL は平行に隣りあった配置になっており、2つのラインから出た製品コイルは、ウォーキングビーム・コイル搬送台車で直結しているコイル梱包ラインへと自動搬送され、ただちに梱包されて製品出荷が可能となる。

3.3 入側設備

入側設備は Photo 1 に示したように、入側ウォーキングビーム、コイル装入用コイルカー、カラーゼルペイオフリール、先後端オフゲージ処理装置、バンドカッター、スプール格納装置および溶接機

からなっている。入側のコイルハンドリングの自動化については後述するが、溶接機は以下のような特徴を持つ。

- ① サイリスタを直流電源とする直流シーム溶接機であり、均質連続溶接が可能のため、溶接ビード部がなめらかである。
- ② 溶接電極の直後に圧下ローラー (Planish roller) を設置し、溶接ビード部を押し潰すことにより、溶接部の板厚を薄くする。
- ③ 自動電極手入れ装置を有し、電極ホイール表面を常に最良に保つ。
- ④ プロセス計算機により最適溶接条件が自動的にプリセットされる。

3.4 調質圧延機

調質圧延機は、Photo 2 に示した 2 スタンド 6Hi ミルである。2 基のスタンド間中心距離は、3 400 mm であり、従来の当工場の 2 スタンド 4Hi ミルの 4 267 mm に比較して 867 mm 縮まっている。また、No. 1, No. 2 スタンドとも油圧圧下であり、ハイドロスタティック装置、ワークロールロッククランプ、ストリップありの状態にてワークロールと中間ロール組替の可能な全自動ロールチェンジャーを有している。

パスラインは、各ロール径が変化してもミル上部のロッカープレート、ウェッジ、アジャスタライナーの組み合わせで一定となる機構になっており、パスラインの変化に起因する形状の変動が生じないように設計されている。

バックアップロール、中間ロールおよび出側テンションブライドルロールにはロールポリッシャーが配備されている。また、ドライスキンプラスで問題となるストリップへの油付着を防止するため、ストリップより上方に油圧シリンダー、油圧配管を置かない設計とした。

3.5 精整設備

3.5.1 サイドトリマー

サイドトリマーは、2 ヘッドターン式サイドトリマーを採用して、待機中のトリマーヘッドで念入りの刃組調整が行え、刃替時間

が短縮されている。また、電動式の刃物クリアランスおよびオーバーラップ調整機能を持たせ遠隔操作を可能にし、プロセス計算機によりトリマー幅設定替も自動で行われる。設定精度を改善するためにバックラッシュをなくす工夫もされている。

3.5.2 防錆油塗布装置

防錆油は静電塗油装置 (Electro-static micron oiler) で均一塗布される。本装置はプロセス計算機により塗油量と塗油幅が自動設定され、油種切替と配管洗浄も自動で行う。さらに、塗油・無塗油の切替に際して、ストリップが存在する状態で本体のリトラクトが可能な構造となっている。

3.6 電気・計装・計算機システム

3.6.1 電気設備

Fig. 2 にラインの電気制御方式の概略を示す。ミル部はデジタル自動速度制御 (Digital Automatic speed regulator) であり、No. 2 スタンドをピボットスタンドにとってスタンド間張力制御が行われる。スタンド間、ミル出側およびテンションリール前にはロードセルが配置されており、ユニット張力を張力計に表示させるとともに、スタンド間とミル出側張力の実張力制御を行う。

3.6.2 自動計装機器

Fig. 3 に自動計装機器の配置を示す。 γ 線厚み計は、先端オフゲージカット用、後端オフゲージ検出用および製品板厚の検出用と 3 台が設置されている。その他、入側板幅計、ピンホール検出器、出側板幅計、C 反り検出器、オンライン自動粗度計、コイルマーキング装置、コイル秤量器等の自動検査装置が配置されている。

また、No. 1, No. 2 スタンドとも油圧圧下制御装置 (HYROP-F) を備えており、ドライスキンプラスでは定位置制御として使われるが、将来のウェットスキンプラスを考慮してミル定数可変制御機能も有している。

3.6.3 計算機システム

操業管理用プロセス計算機 (HIDIC-80E) は、上位の工程管理用オンラインコンピュータとのデータ伝送、下位 DDC へのセットアップデータ送信、コイルトラッキング、自動計装機器の自動設

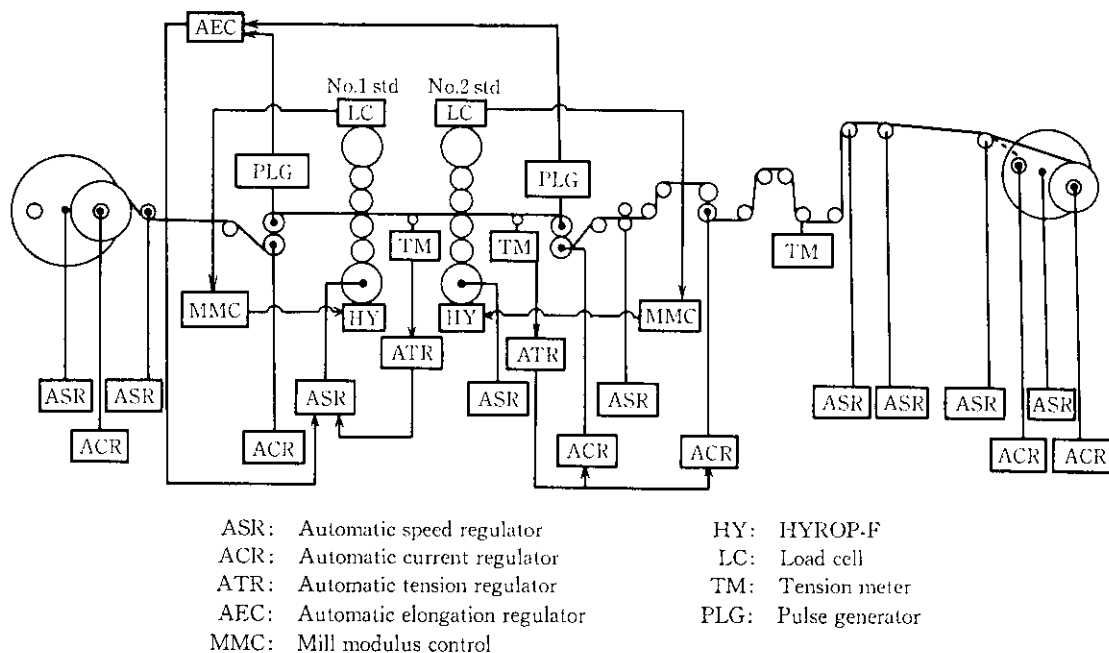


Fig. 2 Schematic diagram of electric control system

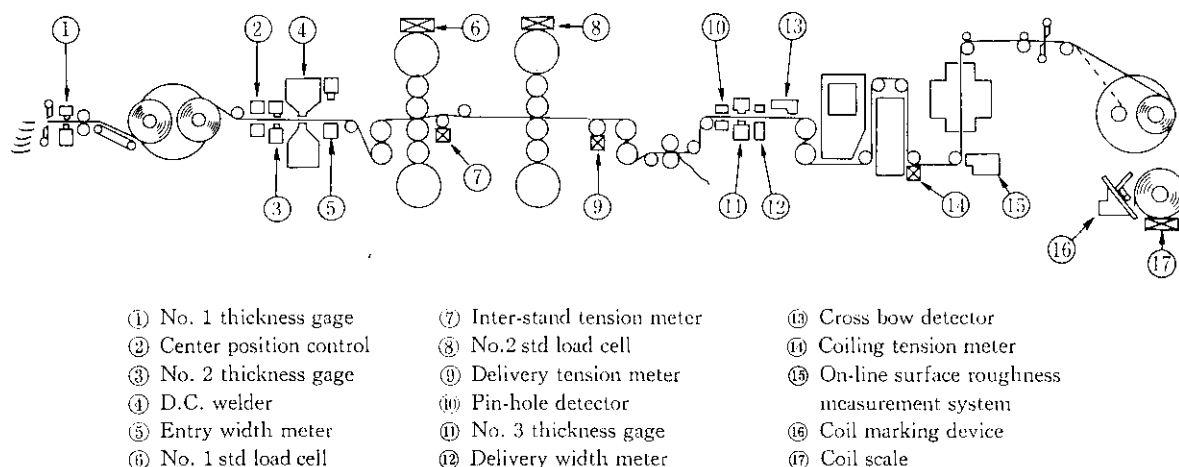


Fig. 3 Layout of automatic measurement instruments

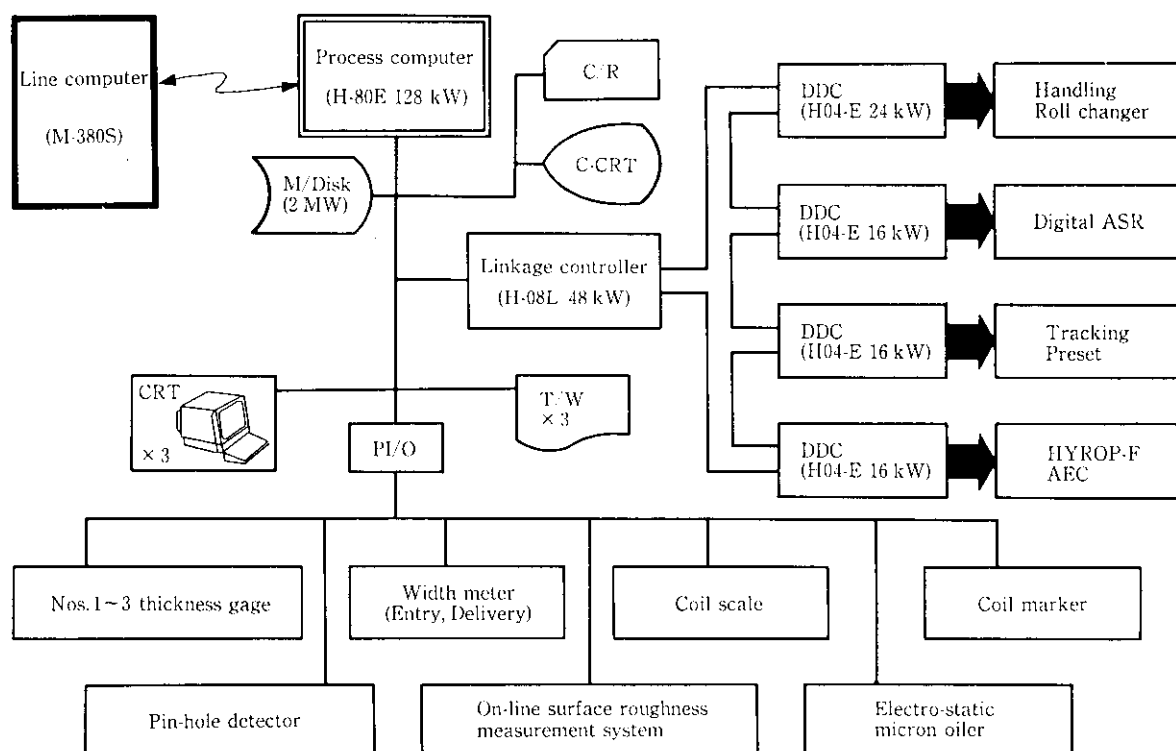


Fig. 4 Configuration of computer system

定、操業実績の収集および帳票作成等の処理を行う。

リンケージコントローラ (HIDIC-08L) は、プロセス計算機と DDC のデータ伝送制御を行うほか、下位 DDC の故障監視の役割を果たす。なお、リンケージコントローラと DDC 間のデータ伝送には、信号多重伝送装置 (STU) を採用した。

ミル主幹制御、張力制御、伸び率制御、入出側およびミルまわりの自動化設備のシーケンス制御は、4 台の DDC (HISEC-04E) が行う。

Fig. 4 に、これら計算機のシステム構成を示した。

4 高速化および連続化技術

4.1 カローゼルリールの高精度高速化

カローゼルリールの採用は、設備の簡素化と自動化には効果的であるが、回転の伝達系が複雑であるため振動や公転時の水平度と平行度の変化が問題となる。そのため、従来のカローゼルリールの高速化実績は冷間圧延機出側に限られていた。

本ラインでは、焼鈍工程を経て軟質化した材料を扱うため、カローゼルリールの高速化にあたっては、表面品質に悪影響を及ぼす機械振動やバックラッシュを最小限に抑制するよう配慮した。以下に

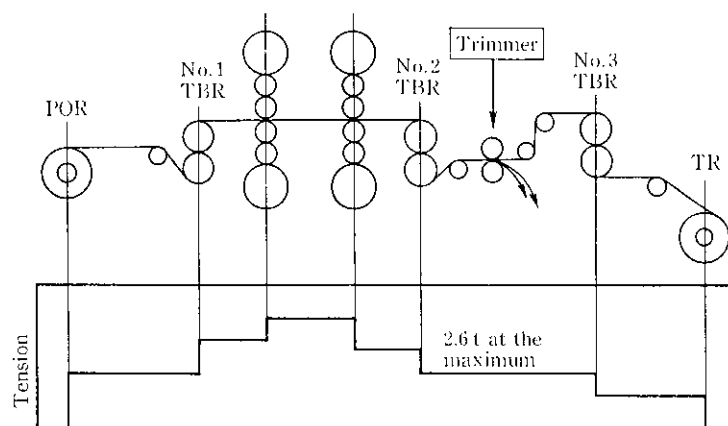


Fig. 5 Tension map of TPL

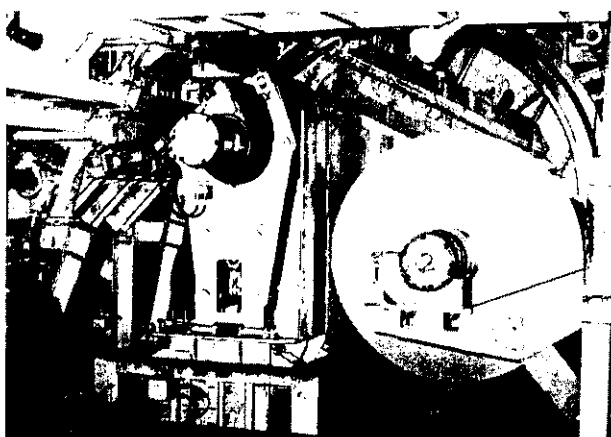


Photo 3 View of carousel tension reels

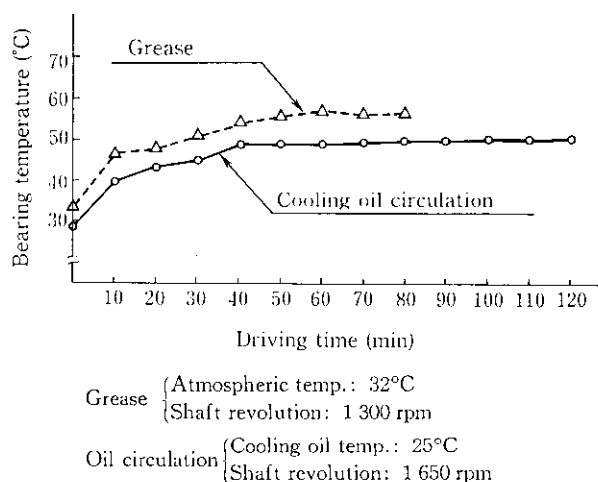


Fig. 6 Effect of driving time on bearing temperature

主な対策項目を示す。

- (1) リールマンドレルとライン芯（平行度，直交度）との精度向上のため調整機構を設けた。
- (2) リールマンドレルの加工精度を高めた。
- (3) ベアリング隙間の最小化。
- (4) リール開閉プッシュロッドの振動防止。

これらの対策により，カラーゼリール公転中においても，1 600 m/min の高速巻取りを可能にした。Photo 3 に，カラーゼリールと製品コイルの巻き姿を示す。

4.2 高速トリミング技術

調質圧延機とコイル精整ラインを連続化する場合に問題となることは両者の最高ラインスピードの差であり，トリミング速度に律則される。従来のトリミング最高速度は 1 342 m/min であるが，本ラインは 1 600 m/min とさらに 20% 増速するため，以下のような対策をとり安定した高速トリミングを可能にした。

- (1) 刃物の面振れ

刃物の面振れを抑制するため，個々の機械精度を上げるとともにベアリング等の隙間を最小限にした。

- (2) トリミング張力

従来のサイドトリマーでは，ストリップにかかる張力はリールの巻取り張力のみであったが，Fig. 5 に示すようにテンション

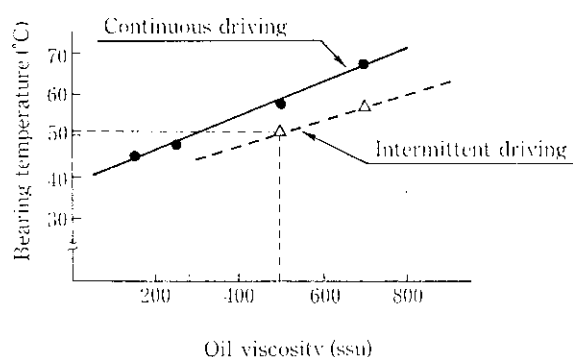


Fig. 7 Effect of oil viscosity on bearing temperature

ブライドルロール間にサイドトリマーを設置し，常時ストリップに適切なトリミング張力を与えられるようにした。

- (3) 運転中のクリアランス変動の抑制

運転中は刃物を取り付けているシャフトのベアリングの発熱により上下刃物のクリアランスが変化する。本ラインのように薄物のストリップをトリミングする場合には，30 μ 程度のクリアランスを保たなければならず，シャフトの温度上昇および上下シャ

フトの温度差を抑制する必要があった。

従来のシャフトのベアリング潤滑はグリース封入方式が一般的であったが、給脂量の不均一や高速運転による温度上昇によりクリアランス変化を生ずるため、本ラインではオイル冷却装置付の強制給油方式とし、さらに低粘度オイルを採用した。その結果は Fig. 6, 7 に示したように、従来のグリース封入式の発熱状況より低レベルに抑制することができた。しかしながら、強制給油方式はシャフトネック部より油漏れが発生することから、油切りの迷路化とシールを追加することにより油漏れを完全に防止した⁹⁾。

4.3 溶接部スキンパス技術

ミル入側で先行板と後行板をシーム溶接し、そのまま溶接部をスキンパスすると重ね合わせ溶接部がミルのワークロールに転写してしまう。このような痕入りを防止するため⁴⁾、Fig. 8 に示すような新設計のブラニッシュローラー付直流ウェルダを設置した。Photo 4 に従来の交流シーム溶接部、TPL の直流シーム溶接部およびブラニッシュ後の溶接部の断面写真を示したが、溶接電極の直後に配置したブラニッシュローラーで圧下することにより溶接部の板厚を大幅に減少させることができ、溶接部のスキンパス圧延が可能となった。

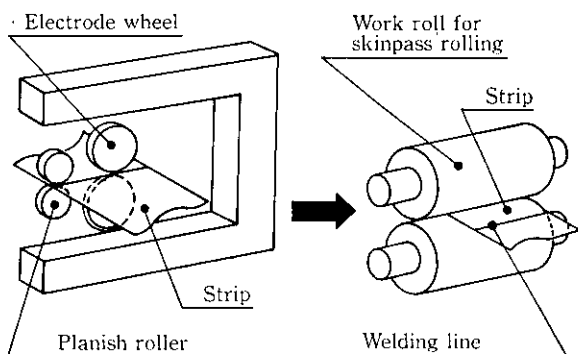
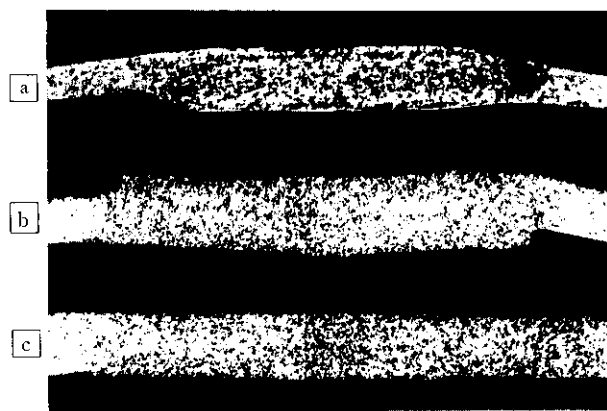


Fig. 8 Skinpass rolling on seam welding line

4.4 ストップマーク防止技術

調質圧延中にミルを停止し張力を切ると、ワークロールのストリップと接触している部分にスリップ痕が発生する。ルーバーのない



- a: Ordinary AC welding
- b: DC welding, as-welded
- c: DC welding, after planishing

Photo 4 Comparison of weld thickness (cross section of welds)

連続ラインでは、溶接時やロール替、点検、ライン手入れ時にはミルを停止せざるをえず、このようなストップマークの発生が問題となる。本ラインでは、停止時においても圧延時の張力の一定比率を静止張力として保持することにより、ストップマークの発生を防止している⁶⁾。

5 自動化技術

5.1 入側コイル準備

カラーゼリルを採用しての入側コイル準備設備を Fig. 9 に、また自動運転の状況を Fig. 10 に示す。

入側ウォーキングビーム上の圧延待コイルは、コイルカーで高さ調整された後、リジェクト側リールのセンターに自動装入される。ここでパッチ焼鈍材のように外周をスチールバンドで結束されているコイルは、バンドカッターによりバンド層の処理も含めて自動除去される。装入されたコイルの先端オフゲージは、No. 1 γ線厚み計で検知されながらフライングシャーで切除される。

運転側のリールでは、コイルエンド近くで自動減速され、No. 2

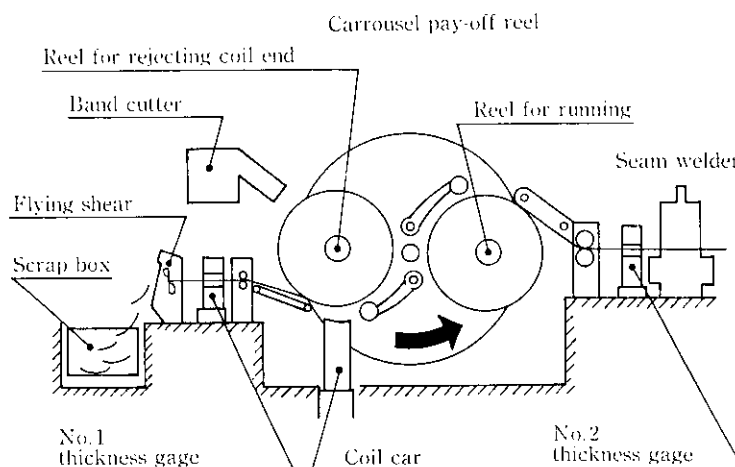


Fig. 9 Layout of entry section

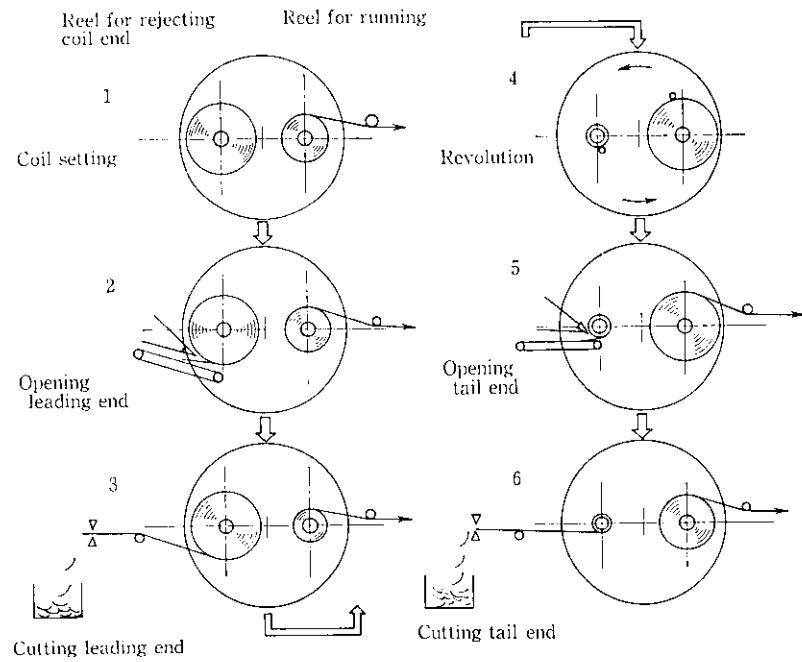


Fig. 10 Coil preparation in entry section

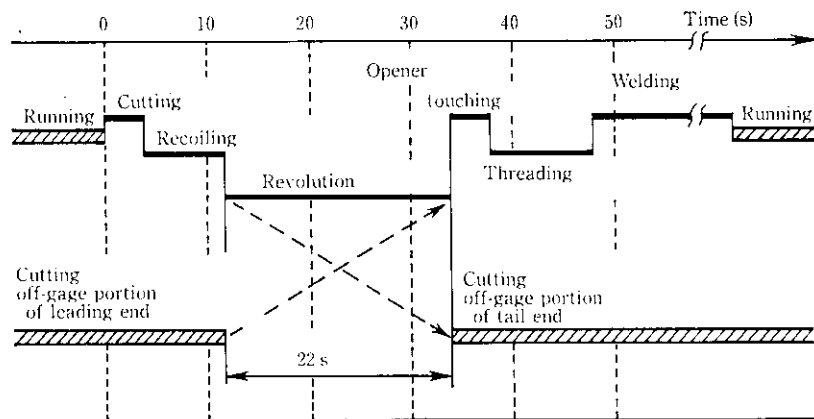


Fig. 11 Time chart of entry preparation

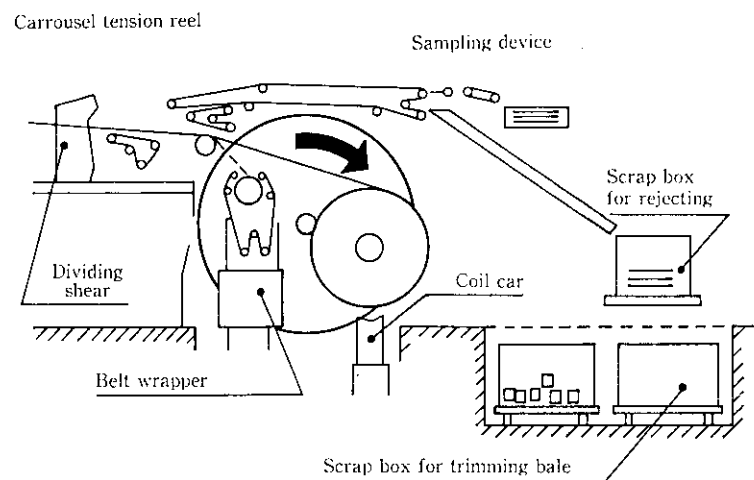


Fig. 12 Layout of delivery section

γ線厚み計で後端オフゲージが検出されると運転停止となり、ウェルド内シャーで切断されて巻戻される。この後、カラーゼリールが公転して準備済の次のコイルが通板され、先行板と溶接される。

巻き戻された後端オフゲージ部は、運転中にフライングシャーで切断処理される。また、コイル内径保護用のスプールが入っている場合は、自動抜き取りされて格納パケットに納められる。

Fig. 11 に入側コイル準備のタイムチャートを示すが、コイル両端部のオフゲージ処理は、ライン運転中に行うことができ、しかもコイルの運転側への装着はカラーゼリールの公転により迅速に完了する。

5.2 出側コイル分割

カラーゼリールによる出側コイル分割設備を Fig. 12 に示す。プロセス計算機により採取する製品ロット単重の重量範囲、溶接点

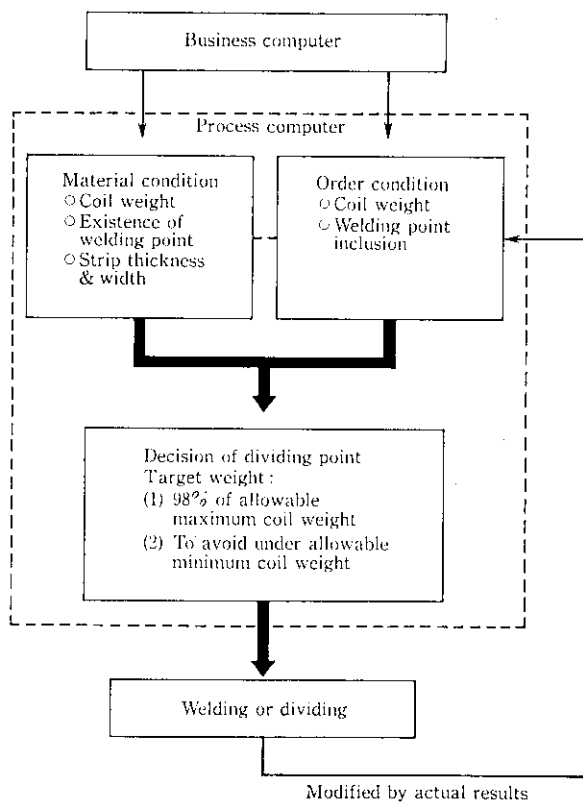


Fig. 13 Schematic flow of coil dividing

混入条件等を考慮し、Fig. 13 のように自動分割を行う。また、分割点ではサンプルの採取も可能であり、製品コイルに内径保護用スプールが必要な場合のために、スプール自動装入装置も備えている。

出側シャーで切断されたストリップ尾端は、巻き取り後コイルの一定位置になるよう制御され、自動抜き取り後自動秤量されて、秤量実績がプロセス計算機経由で上位コンピュータに伝送される。

この後、新しく開発されたコイルマーキング装置が、出側識別番号を印字したシールで、一定位置になっているストリップ尾端を固定する。

Table 2 Specifications of press type scrap baler

Item		Specification
Capacity		3.2 t/h
Bale	Size	400 × 400 × 400 mm
	Weight	100 kg
Press cycle time		72 s
Press force	No. 1 press	10 tf
	No. 2 press	24 tf
	No. 3 press	50 tf

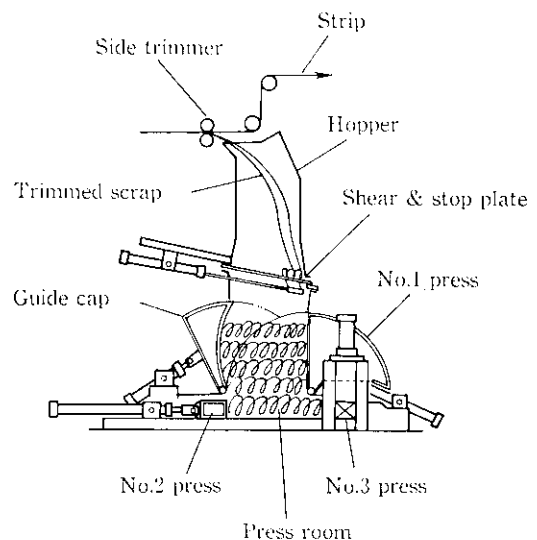


Fig. 14 Press type continuous scrap baler

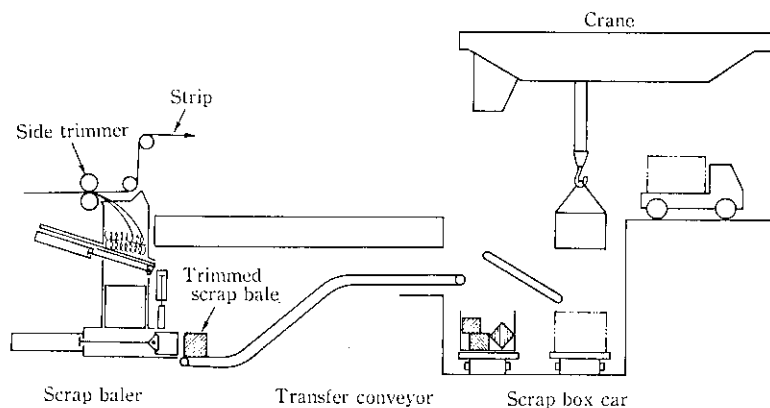


Fig. 15 Automatic trimmed scrap transfer device

5.3 全自動スクラップペーラー

高速トリマーで発生する耳屑は、3方向プレス方式のスクラップペーラーで完全自動処理される。スクラップペーラーの仕様をTable 2に示す。耳屑重量はDDCにより常に演算されており、設定重量に達するとFig. 14のように耳屑を角ブロックへとプレス成形し、Fig. 15に示すようにコンベアーで自動搬出する。

6 高品質化への対応

6.1 連続化の効果

従来の調質圧延機は、コイルの先後端オフゲージ部も通板していたため、コイルの内外径に付着した汚れや異物がミル内へ持ち込まれ、調質圧延特有のデントの発生原因となっていた。本ラインでは、連続化したことにより、コイルの先後端オフゲージが除去された後調質圧延されるため、異物のミル内への持ち込みがなくなり、調質圧延特有のデントが大幅に減少した。

また、調質圧延されたストリップは、防錆油を塗布した後巻き取られる。このため、防錆油がストリップ間の摩擦係数を下げるので、巻き取り時にストリップ同士がすれ合って生ずる圧着疵の問題を解消した。

6.2 クリーンミル思想

ストリップより上方に油圧配管・油圧シリンダーを置かないというクリーンミル設計により、ドライスキップ時に問題となるストリップへの油付着の問題を解消した。

6.3 機械精度向上

各ロール径が変化してもパスラインを一定に保つ機構の採用により、パスライン変動に起因する形状の変化がなくなった。

また、ミル精度の向上およびワールロールチェックのクランプ装

置の設置により、ロール配列系の精度上の問題により生ずる幅方向の光沢差および長手方向の反り（L反り）の変動がなくなった。

6.4 制御精度向上

スタンド間およびミル出側に設置されたテンションメーターによる実張力制御により、ミルの加減速時においても一定張力に制御されるため、張力変動に起因するL反り変動がなくなった。

また、テンションリール前に設置したテンションメーターにより、テーパテンションの精度が向上し、キンクおよび潰れの問題を解消した。

6.5 オンライン検査装置

新しく開発されたレーザーを用いたオンライン自動粗度計⁹⁾、C反り検出器⁹⁾の実用化により、連続的に板面粗度・C反り管理ができるようになり、品質管理の精度が向上した。

7 結 言

ぶりき・ローモ等の極薄冷延鋼板の増産が要求されているなかで、調質圧延・精整処理能力の増強を図るとともに、高品質、納期短縮、省力およびコスト競争力の確保という厳しい要求をうけ、ぶりき原板の製造工場の中で培ってきた個々の操業、機械および電気計装技術を結集するとともに、新たな技術を生んで薄板用調圧・精整高速連続ラインの稼動をみた。

今後とも顧客の要求は多様化・高級化し続け、小ロット、多品種でしかも高級化へ対応してゆくことが使命であると考えている。そのような変化する状況下で、安定した商品をタイムリーに、しかも安価に製造する技術改善・開発に積極的に取り組んでゆく所存である。

終わりに、本ラインの建設にあたり、多大な御協力をいただいた関係各位に対して深く感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 柳島章也, 手柴東光, 藤原俊二, 井田幸夫, 岸田 朗: 鉄と鋼, **69** (1983) 13, S 1201
- 2) 川崎製鉄(株): 特願昭 57-190512
- 3) 柳島章也, 手柴東光, 藤原俊二, 井田幸夫, 塩田 勇: 鉄と鋼, **69** (1983) 13, S 1203
- 4) 川崎製鉄(株): 特願昭 57-166658
- 5) 川崎製鉄(株): 特願昭 58-236040
- 6) 川崎製鉄(株): 特願昭 58-150059
- 7) 柳島章也, 手柴東光, 藤原俊二, 井田幸夫, 塩田 勇: 鉄と鋼, **69** (1983) 13-S 1202
- 8) 浅野有一郎, 塩住基仁, 栗田邦夫, 矢部直, 守屋 進: 鉄と鋼, **70** (1984) 9-1095
- 9) 藤原俊二, 増野豊彦, 田宮隆士, 柳島章也, 下西幾二, 手柴東光: 鉄と鋼, **69** (1983) 5, S 429