
千葉製鉄所 No.3 CPL の概要

An Outline of No.3 CPL (Coil Preparation Line) at Chiba Works

柳島 章也(Fumiya Yanagishima) 菅沼 七三雄(Namio Suganuma) 藤原 俊二(Syunji Fujiwara) 角南 秀夫(Hideo Sunami) 井田 幸夫(Yukio Ida) 勝島 剛二(Goji Katsushima) 増野 豊彦(Yasuhiko Mashino)

要旨：

最高速度 1220mpm という世界最高速のテンションレベラーを有する No.3 CPL (Coil Preparation Line) が、昭和 53 年 5 月から操業を開始した。当 CPL は板厚 0.1~1.0mm、板幅 457~1067mm の極薄フルハード材、ローモ材、ブリキ、DCR 材を処理可能である。高速テンションレベラーは、フラットネス性向上の機能を遺憾なく発揮し、需要家の要求を満たしている。さらには、高速ピンホール検出器、縦型ミクロンオイル、ウォーキングビーム方式コンベヤ等、品質向上に有効に新しい方式の設備も設置している。

Synopsis：

No.3 Coil Preparation Line with a high speed tension leveller of 1220 mpm line speed. the highest in the world, came into operation in March 1978. This CPL processes ultra-thin full-hard cold-rolled strip, blackplates, tinplates and double reduced strip with thickness of from 0.1 to 1.0 mm and width of from 457 to 1067 mm, incl. The high speed tension leveller fully improves flatness, and so satisfies users' requests. In addition, such new type equipment as a high speed pin hole detector, a horizontal micron oiler, walking beam conveyers and others contribute largely to improving quality.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

本文は次のページから閲覧できます。

千葉製鉄所 No. 3 CPL の概要

An Outline of No. 3 CPL (Coil Preparation Line) at Chiba Works

柳 島 章 也*
Fumiya Yanagishima

菅 沼 七三雄**
Namio Suganuma

藤 原 俊 二***
Syunji Fujiwara

角 南 秀 夫****
Hideo Sunami

井 田 幸 夫*****
Yukio Ida

勝 島 剛 二*****
Goji Katsushima

増 野 豈 彦*****
Yasuhiko Mashino

Synopsis:

No. 3 Coil Preparation Line with a high speed tension leveller of 1220 mpm line speed, the highest in the world, came into operation in March 1978. This CPL processes ultra-thin full-hard cold-rolled strip, blackplates, tinplates and double reduced strip with thickness of from 0.1 to 1.0 mm and width of from 457 to 1067 mm, incl. The high speed tension leveller fully improves flatness, and so satisfies users' requests. In addition, such new type equipment as a high speed pin hole detector, a horizontal micron oiler, walking beam conveyers and others contribute largely to improving quality.

1. 緒 言

千葉製鉄所冷延工場では、従来薄物コイルをNo. 1, 2 CPL (Coil Preparation Line) および No. 3 SL (Slitter Line) で処理してきた。しかし最近では、薄物コイルの処理量は増加の一途をたどっており、また需要家からの形状に対する要求もきわめて厳しくなっている。そこで、これらの動向に対処するため、第1冷間圧延工場に高速テンションレベラー付 No. 3 CPL を新設し、昭和53年5月（テンションレベラーは同年11月）から営業運転を開始した。

以下にその概要を紹介する。

2. 建設のいきさつ

2.1 コイル処理能力の増強

第1冷間圧延工場では、板厚0.6mm以下の亜鉛メッキ原板およびブリキ原板、ローモ板を製造している。これらの品種は製造には高度の製造技術が必要とされるが、競争力が強く、また採算性も良いことから、2～3年前より営業部門とタイアップし拡販に努めている。この結果、ブリキ、ローモの生産量は、昭和49年と比べて52年には1.4倍、54年には1.7倍(処理ベース予想)と順調に需要が増加している。また、フルハード極薄物につ

* 千葉製鉄所冷間圧延部冷延技術室主任(課長待遇)

*** 千葉製鉄所冷間圧延部第1冷間圧延課

**** 千葉製鉄所設備部設備技術室主任(掛長待遇)

(昭和54年4月12日原稿受付)

** 千葉製鉄所冷間圧延部第1冷間圧延課掛長

***** 千葉製鉄所冷間圧延部部长

***** 千葉製鉄所設備部設備技術室

いても受注量は増加の一途をたどっている。しかしコイル処理能力という観点では、能力ギリギリの生産を続けており、一方では受注制限をしているのが現状であった。したがって将来を予測し、従来のCPLと同等あるいはそれ以上の処理能力をもつラインが必要であった。

2.2 形状向上対策

最近ではブリキ、フルハードの形状要求は年を追って厳しくなっている。そこで最高のフラットネス性を誇る鋼板を量産するため、高速テンションレベラーの設置が必要であった。本来は圧延時の対策による形状向上を基本とするが、それには限度があり、また圧延対策だけでは十分な形状が得られない場合にはテンションレベラーで形状矯正を行う。これにより

- (1) スキンパス能力増強
- (2) ブリキおよびブリキ原板歩留向上
- (3) 電気錫メッキライン(ETL)の能率向上
- (4) ブリキ原板、フルハード材の形状向上

の効果を期待した。従来はテンションレベラーの高速化が困難なため、ライン長の短い高速コイルライン中に設置されることはなく、ETL等の最終

ラインに設置されていた。しかし、これらのラインは非常に長く、入側で形状修正した場合のフィードバックが難しい欠点があった。今回はCPLへの設置に踏切り、テンションレベラーの高速化を実現した。

3. ライン仕様

3.1 ライン全体配置

No. 3 CPLの全体配置をFig. 1に示す。

ライン長さは製品の品質管理という立場からは短いほうがよいので、可能な限り全長を縮め、ベイオフリール、プライムテンションリール間は22mとした。No. 2 CPLは19.41mであり、テンションレベラー(長さ6m以上)やピンホール検出器を組込んだ割にはライン全体がコンパクトに収められた配置になっている。

3.2 ライン全体仕様

処理可能材料およびラインスピードをTable 1に、電動機のリストをTable 2に示す。電動機は将来ライン最高速度を1500mpmで運転可能なように定

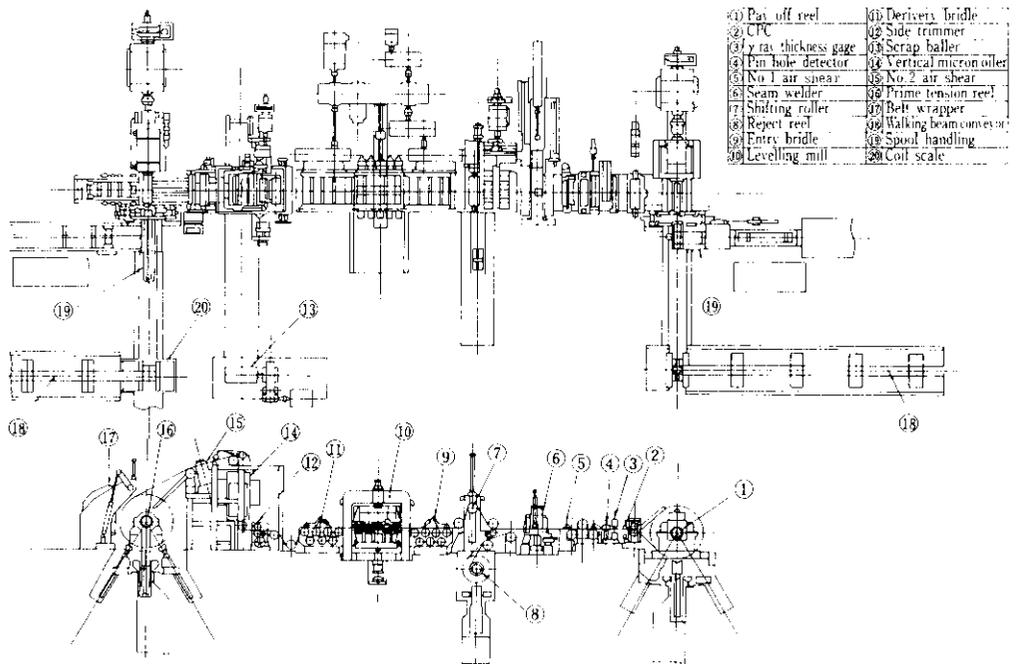


Fig. 1 Layout of No. 3 CPL.

Table 1 Coiling materials and line speed

Item	Specification
Materials	Full hard cold strip, blackplate, tin plate, double reduced strip
Thickness	0.1~1.0mm
Width	457~1067mm (before trimming) 440~1050mm (after trimming)
Size of coil	Inner dia. 406mm (16in), 508mm (20in) Outer dia: Max. 2134mm (pay off reel) Max. 1200mm (reject reel) Max. 2134mm (prime reel)
Entry coil weight	Max. 21t
Product coil weight	Prime coil Max. 21t Reject coil Max. 8t
Line speed	Max. 1342mpm (not using tension leveller) Max. 1220mpm (using tension leveller) Max. 1500mpm (in future, not using tension leveller)

Table 2 Motor list

Application	Type	Output (kW)	Speed (rpm)	Voltage (V)	Ampere (A)
Pay off reel	DC	275	200/1052	440	745
Prime tension reel	DC	385	200/1052	440	1020
Side trimmer	DC	45	1150/1800	440	115
Reject reel	DC	37	500/1800	440	102
Tension leveller	DC	530	1000/1450	440	1300
Stretch sun gear	DC	75	1150/1750	440	195
Scrap baller	DC	55	515	220	284
Unit of hydropressure equipment	AC	55	1000	400	

格を従来より増強している。現在は既設CPLでライン最高速度1342mpmの運転を続けても品質上のトラブルが発生していないので、とりあえず当ラインも最高速度1342mpmで運転している。

4. テンションレベラー

4-1 仕様

導入したテンションレベラー(Photo. 1参照)は、MMCミル(Mitsubishi-Mesta-CAFL mill)と呼ばれ、昭和43年に三菱重工業(株)がフランスのCAFL社と技術提携して製作以来、数10基の国内納入実績がある。しかし、従来の実績ではレベリング最

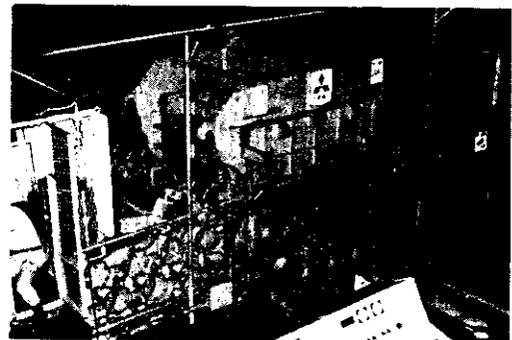


Photo. 1 Tension leveller

高速度は550mpm(テスト機を除く)であり、今回No. 3 CPLに新設されたような最高速度1220mpmの高速テンションレベラーは初めてである。

ダブルブライドル方式で最大張力13 000kg,伸び率は最大1.0%である。

4-2 ロール配置

テンションレベラーは入側・出側ブライドルユニットとレベリングミル本体より成り、レベリングミル上下両方のユニットまたは下部ユニットのみをワークサイドに引き出すことができる構造になっている。

Fig. 2はテンションレベラーの全体配置図, Fig. 3はレベリングミル本体のロール配置図である。使

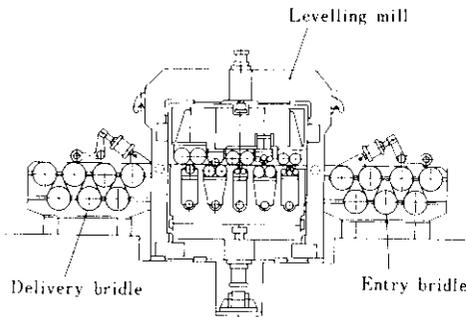


Fig. 2 Tension leveller

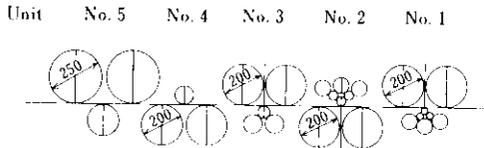


Fig. 3 Roll arrangement of levelling mill

用ワークロールは Table 3 に示すとおりで、使用ワークロール径によりレベリング最高速度が制限される。ワークロールに相対する2本1組のロールはデフレクターロールで、インターメッシュの変動が他ユニットに及ばないようにする機能を有している。下部ユニットは各ユニットごとに独立に昇降し、操作デスクのセルシン目盛を見ながらインターメッシュを調整できるようになっている。

4-3 伸び率制御方式

「伸び率運転モード」と「テンション運転モード」の2段切換方式で、入側ブライドルと出側ブライドルの速度差により、伸び率または、張力が一定に制御される。両ブライドルの速度差は、遊星歯車機構を介して与えられ、その中央に位置する太陽歯車(サンギヤ)に接続されるストレッチサンギヤモーターのトルクを変化させることにより伸び率または張力を一定に制御する。この制御方式の特徴は、両ブライドルが機械的に結合されているので主駆動電動機は1台のみであるが、ストレッチサンギヤモーターという伸び制御専用電動機を付加することにより、両ブライドルに可変の速度差を与えている点である。

伸び率運転時は、次式に従って n_e を決定し伸び率を制御する。

$$\frac{n_e}{n_m} = 47.488315(\epsilon - 1) \left(\frac{D_u}{D_c} \right) + 48.101081$$

ただし、

n_e : ストレッチサンギヤモーターの回転数

Table 3 Work roll size of leveller

Unit	Work roll diameter (mm)	Maximum speed (mpm)	Unit in use & max. line speed							
			Full hard		DCR		Blackplate, tinplate, soft			
			$t \leq 0.2$	$0.2 < t$	$t \leq 0.2$	$0.2 < t$	$t \leq 0.6$	$0.6 < t$		
No. 1	15	600	In use	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
	20	900								
No. 2	20	900		↓	↓	↓	↓	↓	↓	
	30	1 220								
No. 3	35	1 220								
No. 4	90	1 220								
No. 5	120	1 220								

t: Strip thickness (mm)

- n_m : 出側ブライドルロール(メインモーター)の回転数
 ϵ : 伸び率
 D_0 : 出側ブライドルロールの直径
 D : 入側ブライドルロールの直径

4・4 形状矯正試験

4・4・1 インゴット材

本来、テンションレベラーを使用して原板の不均一伸びを矯正することは、不均一伸び量以上の伸び率を与えて、ストリップの長さが均一になるようにすることである。原板の波の高さとピッチを測定することにより原板の不均一伸び率 ϵ_0 がわかるので、少なくともこの不均一伸び率と材料のスプリングバックに相当する伸び率 ϵ_h の和以上に伸び率 ϵ_p を設定し、不均一伸びを矯正することができる(Fig. 4参照)。

ところがフルハードインゴット材(GKT1Q)の場合、Fig. 5(a)に示すように必要な伸び率を与えても耳伸びは消失しない。これは、幅方向の耐力の差が大きいので板中央部より耐力が小さい板縁部の方が伸びやすいためである。

したがって、耐力が高く幅方向の耐力差が大きいフルハードインゴット材の耳伸びを矯正するた

めには、ロールにクラウンを付けて板中央部を強制的に伸ばすかワークロール径を小さくする方法を採らざるを得ない。当初、ロールクラウンを変えて実験を行った(Fig. 5(b)~(e)参照)が、耳伸びを消失させるためには大きなインターメッシュ量が必要であり、そのために幅反り、長手反りが矯正できない結果となった。そこで、ワークロールを従来の $\phi 25$ から $\phi 18$ (No. 1ユニット)、 $\phi 35$ から $\phi 20$ (No. 2ユニット)、 $\phi 55$ から $\phi 35$ (No. 3ユニット)に小径化した。

これによりレベリング後の耳伸びは、フルハード材でもほぼ全量が指数で10、山高さで3mmに収まるようになった(Fig. 5(f)参照)。なお、指数は長手方向長さ1mあたりの山高さ(mm)×山数で表されるものである。

4・4・2 連鋳材

連鋳材は幅方向の耐力差がほとんどないので、インゴット材用のロールをそのまま使用すると腹伸びとなる。No. 4, No. 5ワークロールは交換が簡単にできないので、インゴット材用と兼用にしたい。そこで、インゴット材、連鋳材の両方に使用しても形状に悪い影響を与えないようなロールプロフィールを決定しなければならない。連鋳材はストレートロールを使用することによってフラットな板が得られている。

なお、レベリング後の材質の変化については、今後調査を進めてゆく。

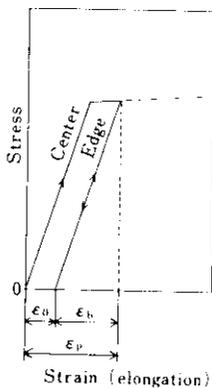
5. 付帯設備の新しい試み

No. 3 CPLの主な付帯設備をTable 4に示す。

5・1 ミクロンオイル

Fig. 6のような構造の縦型静電式ミクロンオイル(Photo. 2参照)とした。その仕様をTable 5に示す。

このミクロンオイルは縦型で高電圧印加可能なので、Fig. 7に示すように速度による塗油量の変化が少なく、また大きな油滴の落下も見られず、表裏とも均一な塗油が得られる。油の付着効率が高い分だけミクロンオイル系外に出るミストの量も少なく、環境対策面でも優れた性能を発揮し



- ϵ_0 : Difference of elongation between strip center and edge
 ϵ_h : Elongation equivalent to spring back
 ϵ_p : Necessary elongation for straightening strip

Fig. 4 Relation between elongation and spring back

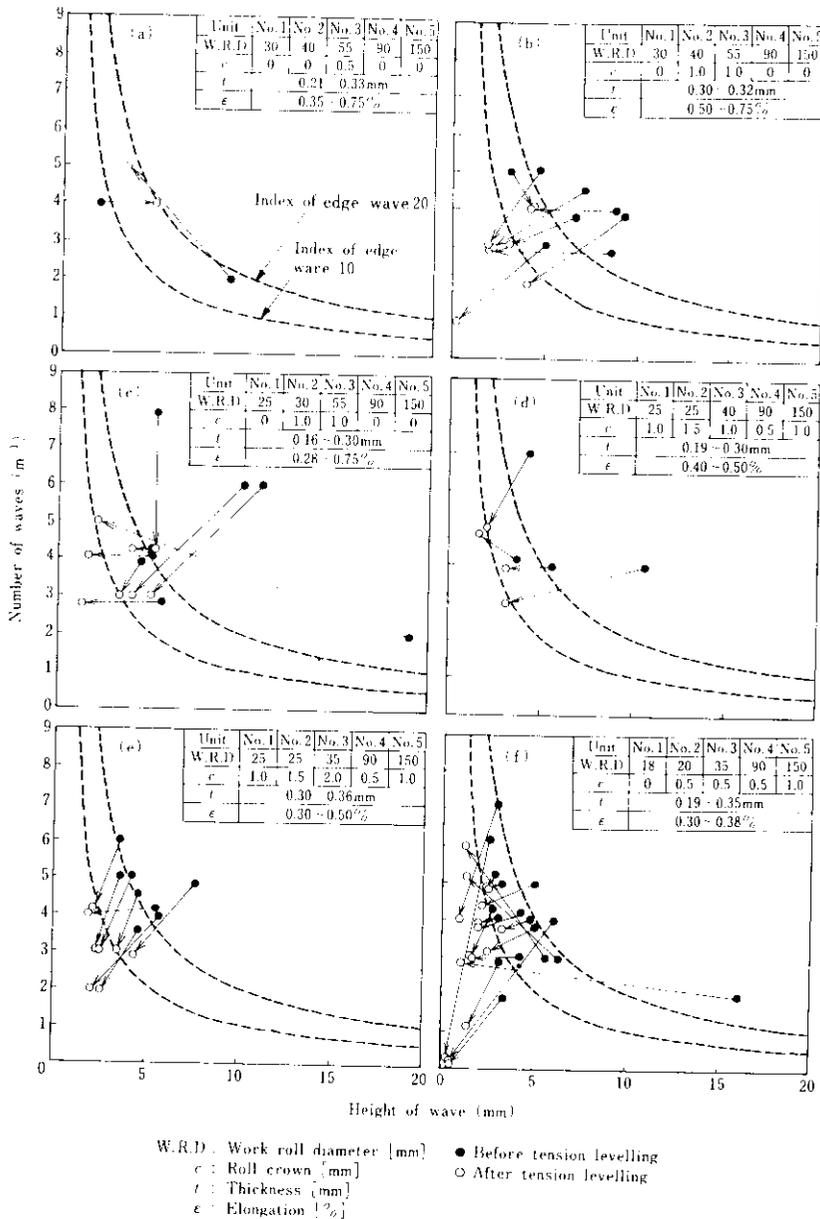


Fig. 5 Decreased edge wave by using tension leveller in full hard rolled strip

ている。

なお、最近では15mg/m²の極低塗油にも成功している。

5・2 ピンホール検出器

ピンホール検出器の仕様をTable 6に示す。ブラシレス方式の採用により、初の高速ラインピンホール検出器が実現した。ピンホール検出表示は、

Table 6 Pin hole detector facilities

Item	Specification
Detection sensitivity	25μφ, 100μφ, 1000μφ, (Three-step change) Photomul-dinode voltage change type
Time of holding a signal	5ms.
Type of light shield	Brushless

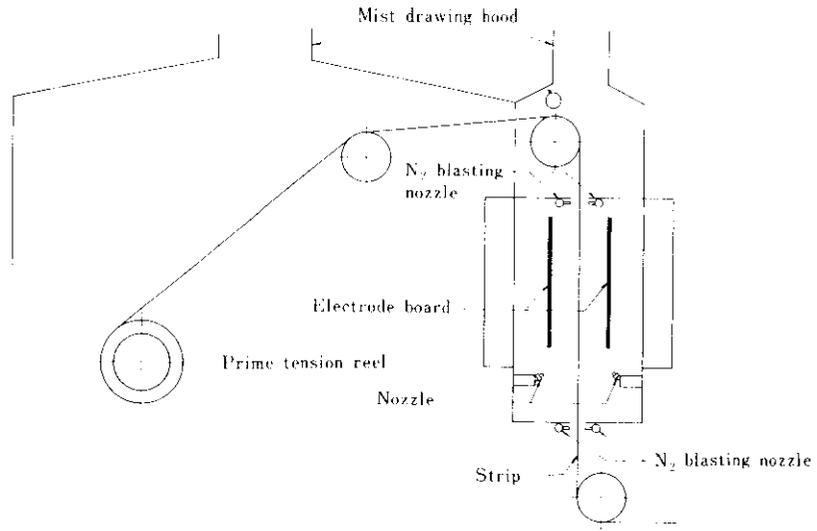


Fig. 6 Schema of vertical micron oiler

Table 4 Auxiliary facilities of No. 3 CPL

Equipment	Type
Coil handling	Walking beam type
γ -ray thickness gauge	Tosgage 151
Pin hole detector	Model K2 (52 in. inspection window width)
Micron oiler	Horizontal type MO-LM10WVR
Welder	Horizontal narrow wrap seam welder JRM 516
Spool handling	
Coil scale	Load-cell type
Length & Weight calculator	Equivalent to INTEL 8080A (CPU), 1.5kB (ROM), 0.25kB (RAM)
CPC	Autowide type

Table 5 Micron oiler facilities

Item	Specification
Nozzle arrangement	Both side 40 pieces (50mm distance)
Width	500 ~ 1067mm
Static electricity	DC - 45 ~ -55kV Max. 10mA
Antirust oil tank	40l \times 4unit
Recirculation pump	Pumping capacity 6l/min, pressure 3atg
Heater	Capacity 3kW, set in the pumping pipe and the No. 1 tank
Volume of antirust oil	20 ~ 1000mg/m ² (one side)



Photo. 2 Vertical micron oiler

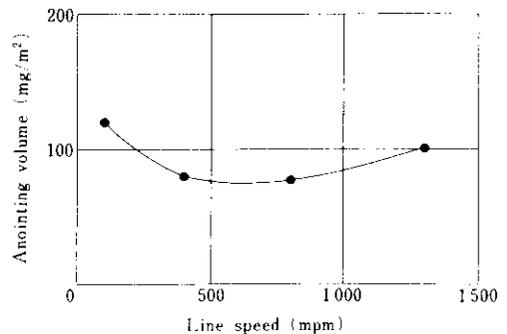


Fig. 7 Change of anointing volume by line speed

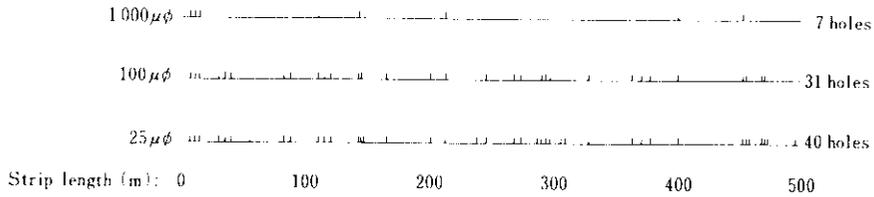


Fig. 8 An example of pin hole detecting chart

操作デスクの個数デジタル表示とγ線厚み計チャート上の長手方向記録の2本立てである。また、ピンホール検出器の検出感度は、25μφ、100μφ、1000μφの3段階に切換えることができるようになっているので、材料によって使い分けている。ピンホール検出記録の一例をFig. 8に示す。

5.3 コイル秤量器

仕様はTable 7に示すとおりで、Fig. 9のようなコイルスキッドを利用したロードセル方式とした。ロードセル方式は基礎工事が浅くて済むという利点がある。

5.4 コイル搬送装置

入側および出側のコイル搬送装置にFig. 10のようなウォーキングビーム方式の搬送装置を採用した。本装置は、コイルを乗せたビームの偏心カムによる上昇、シリンダによる水平移動、偏心カムによる下降という3動作でコイルを搬送するもので、従来のチェーンコンベアに比べて次の特徴がある。

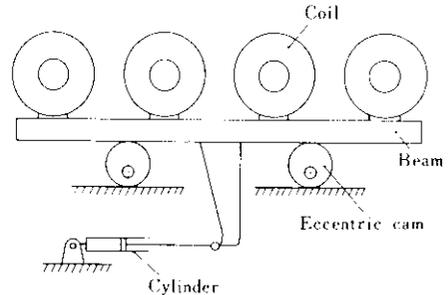


Fig. 10 Walking beam conveyor

- (1) 停止精度がよい(ピッチ2 500+1.5mm)
- (2) 基礎が浅い
- (3) メンテナンスが簡単である

なお、当初ハンドリングの増加による当砵が心配されたが、問題は発生していない。

6. 結 言

No. 3 CPLは、処理能力の増大をねらっていると同時に、品質向上、コストダウン等にも対処するための各種の新しい試みを取り入れられている最新鋭ラインである。したがって、他のCPLラインとは異なる長所が数多くある。以下にそれらを列挙する。

(1) 形状対策

テンションレベラーを高速で使用することにより、フルハード材でも耳伸びが山高さ3mm、指数10以内に収まるようになった。

(2) 塗油対策

高性能縦型ミクロナイラーの採用により、従来不能であった極低塗油が可能になり、長手方向、表裏の均一性も向上した。また原単位、環境面でも有利である。

(3) ピンホール検出

ブラシレス方式の採用により、初の高速ラインのピンホール検出器が実現した。

Table 7 Coil scale facilities

Item	Specification
Accuracy	±5kg
Type	Load cell (Tokyo Baldwin TP20, 4 pieces)

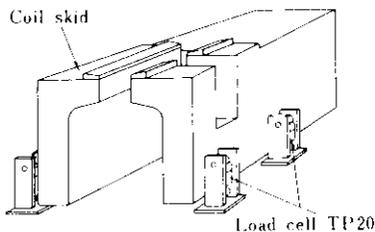


Fig. 9 Coil scale

(4) 圧着・当疵対策

従来のCPLの張力制御方式では、コイル（ブライム）の巻取り張力はベイオフリールの逆トルク（発電機として働く）の大きさにより決定される。ところが、ベイオフリール張力は入側コイルの巻戻し張力となり、前工程のスキンプスミルでの巻取り張力を超える高張力で巻戻しを行うと巻ずれにより、圧着疵がはいりやすいとされていた。（特にブリキ原板）しかし、一方では、製品コイル（CPL）は当疵・圧潰防止のため、なるべく高張力で巻取った方が良くとされている。当CPLラインでは電気制御方式が改良されているので加減速時での張力変動が小さく、またラインの張力制御を入側張力帯、ブライドル間張力帯、出側張力帯の3張力帯に完全に分離しているので、CPLの巻取張力はスキンプスミルでの巻取張力より弱く、CPLの

巻取張力はスキンプスミルでの巻取張力に関係なく出側で決定することができ、圧着・当疵の対策を両立させることができると考えられる。

一方、最大の短所としては、テンションレベリングの必要がない場合でも、入側と出側のブライドルを通過させなければならず、ロスが多く、またロールの通過回数の増加分だけ押疵等の板表面疵がはいりやすくなる点があげられる。そのためこれらの疵防止のためにロール手入器具を設置し、効果をあげている。

営業運転開始以来、以上のような特色を生かした運用を図り、処理量も順調に伸び2万t/monthを超えるようになった。テンションレベラーについてはさらにテストを繰返し、形状レベルを一層高度で安定したものにし、多くの需要家からの要請にこたえていく所存である。