

## 討12 ストリップにおける平坦不良についての2, 3の検討

住友金属 中研 河野 輝雄 ○益居 健 美坂 佳助  
鹿島 中田 紀夫

### 1. まえがき

ストリップ圧延時の平坦不良トラブルには種々のものがあるがそのうちで絞り込みとリッジバックルについては従来よりあまり取り上げられていない。またこのような問題の一つとしてテンションリール巻取りによる平坦崩れの問題がある。ここではこれらの問題につき基礎的実験を行ないこれらの問題点の解明をはかった結果につき報告する。

### 2. ストリップの絞り込みについての検討

絞り込みはストリップがロールのバレル方向中央部へたたみ込まれるような現象で軽度の場合は局部的なバックリング状態を示すがひどくなると破断となりロール替を余儀なくさせられる。

#### 2.1 絞り込み発生圧延条件についての実験的検討

表1に示す条件でアルミ切板を圧延し圧延条件と圧延後の絞り込み発生状況の関係をみたものが図1である。図1で“中のび破断”とは中のび大で圧延方向と直角方向の裂け疵を発生する場合であり“絞りマーク”は絞り破断にいたる直前の局部的バックリング状の形状となった場合を示す。図1より絞り込みは圧延形状が耳波となると発生することを示しており発生限界線はかなり明確である。

#### 2.2 理論的考察

絞り込みは圧延による板クラウン%の変化がある一定限界に達すると生ずるものと仮定する。すなわち

$$\frac{C_{R2}}{h_2} - \frac{C_{R1}}{h_1} = C \quad (1)$$

ここで、 $C_{R1}$ 、 $C_{R2}$  は圧延前後の板クラウン量、 $h_1$ 、 $h_2$  は圧延前後の板厚、 $C$  は絞り込み発生限界のクラウン%値（耳波方向へのクラウン%変化を正值とする）。一方  $C_{R2}$  は次式で表わすことができる。<sup>1)</sup>

$$C_{R2} = \alpha_P \cdot P - \left\{ \alpha_C + \left( \frac{B}{W} \right)^2 \right\} \cdot R_{CW} - \alpha_B \cdot P_B \quad (2)$$

(2)式で  $\alpha_P$ 、 $\alpha_C$ 、 $\alpha_B$  はそれぞれ圧延荷重 ( $P$ )、ロールクラウン ( $R_{CW}$ )、ロールベンド力 ( $P_B$ ) に基づく板クラウン変化量を表わす影響係数である。また  $W$  はロールバレル長、 $B$  は板幅を示す。本実験では  $C_{R1} = 0$  であることを考慮して(1)、(2)より

$$P_B = \left[ \alpha_P \cdot P - \left\{ \alpha_C + \left( \frac{B}{W} \right)^2 \right\} R_{CW} - h_2 \cdot C \right] / \alpha_B \rightarrow \frac{dP_B}{dP} = \frac{\alpha_P + C/M_P}{\alpha_B} \quad (3)$$

なお、 $dP/dh_2 = -M_P$  ( $M_P$  は圧延材塑性曲線の傾き) の関係を用いて(3)式を導いている。

圧延機寸法	圧延条件
ワークロール直径 ; 105mm	圧延試料 ; 1/2 H アルミ
バックアップロール直径 ; 330	0.2 <sup>t</sup> x 150 <sup>w</sup> x 400 <sup>l</sup>
ロールバレル長 ; 400	潤滑 ; ドライ(トリクレン脱脂)
バックアップロール支点間距離 ; 850	目標圧下率 ; 2 ~ 30 %
ロール周速 ; 20 m/min	ロールベンド力 ;
ロールクラウン 上 0	インクリーズ 0-200 kg/cm <sup>2</sup> (14.3ton)
下 0.10mm	ディクリーズ 0-200 kg/cm <sup>2</sup> (7.2ton)
	(ディクリーズは上部のみ設置)

表1 圧延機寸法と圧延条件

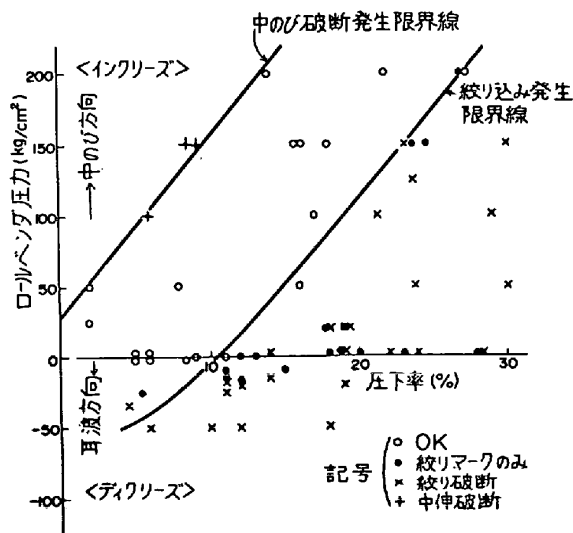


図1 絞り込み発生と圧延条件の関係

すなわち圧延荷重 ( P ) とロールベンド力 ( P<sub>B</sub> ) の関係でみた場合の絞り込み発生限界線の傾き

( dP<sub>B</sub>/dP ) は(3)式の右辺のように与えられる。

$\alpha_P, \alpha_B$  の値はロールたわみの計算より本実験ミルについて

$$\alpha_P = 0.85 \times 10^{-3} \text{ mm/ton}$$

$$\alpha_B = 1.5 \times 10^{-3} \text{ mm/ton}$$

また C の値は、絞りマーク発生材の実測値より

$$C = \frac{C_{R2}}{h_2} = \frac{0.003}{0.17} = 0.018$$

実測圧延データより M<sub>P</sub> = 500 ton/mm

以上の数値を(3)式に代入すると dP<sub>B</sub>/dP = 0.59

図1のデータにつき圧延荷重とロールベンド力で表わしたのが図2であり、図中に今推定した限界線の傾きを示した。なおこの理論限界線は図2のA点で実測限界線と一致させている。この傾きは実測データの傾向とよく一致しており絞り込みは板クラウン%が耳波方向にある一定値となる圧延条件で発生することを示している。

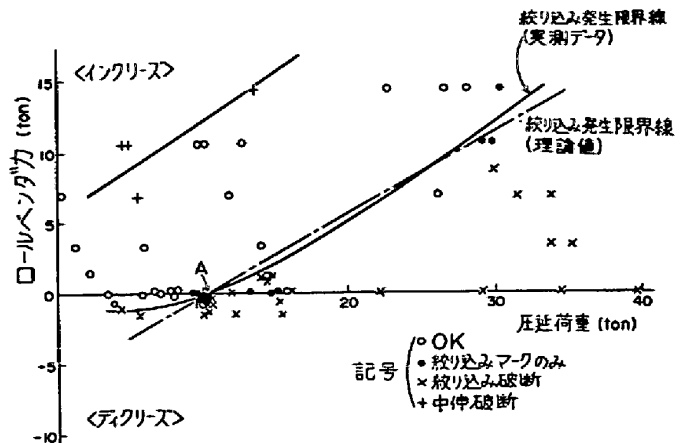


図2 絞り込み発生限界線(理論値との対照)

### 3. コールドタンデムミルにおけるリッジバックル発生に関する一考察

図3に示すようにコールドタンデム圧延後のコイルの幅中央部がビルトアップしこれを巻き出すと板幅中央部に局所的なバックリング(リッジバックル)を生ずるという問題があり、その発生原因について検討を行なった。

#### 3.1 実験的検討

このようなリッジバックル発生の原因は種々考えられるがその一つとして図4に示すような入側での圧延板の折れ曲りが考えられた。そこでこのような折れ曲りによる圧延後の板厚分布変化を実験的にシミュレートした。結果の一例を図4に示す。圧延材は0.8<sup>t</sup>×150<sup>w</sup>の鋼板である。圧延後のプロフィールは入側折れ曲り部で急変し5~10μ厚くなっている。これは圧延材の板幅方向応力分布が折れ曲り部で急激に変化し、この部分で板幅方向への材料の横流れが生じているためと思われる。

#### 3.2 リッジバックル材の板厚分布測定

リッジバックルが発生しているコイルの板厚分布を調べるため954mm幅の冷圧後の切板を25mm幅にスリットし各スリット材より22<sup>φ</sup>の円板を65枚打抜き精密秤量により各部の板厚を求めた。その測定結果を図5に示すがリッジ部の板厚は0.5~0.7μ局所的に厚くなっている。そしてこの板プロフィールは折り曲げ材の圧延後板プロフィール(図4)の傾向とよく一致している。

#### 3.3 リッジバックル発生原因の推定

リッジバックル発生の原因として圧延材の入側での折れ曲りが懸念されたのでタンデム圧延時の途中止め材につき各スタンド間での板プロフィールを測定した。その結果第1スタンド出側ですでに異常プロフィールが生じていることが判った。そこで第1スタンド入側に設置されているガイドクランプロール部を調べたところ、ここにおいてストリップが若干折り曲げられていることが判明し、ただちにこのような折れ曲りを防ぐような対策がとられた。その結果このようなリッジバックル・リッジビルトアップは全く解消された。

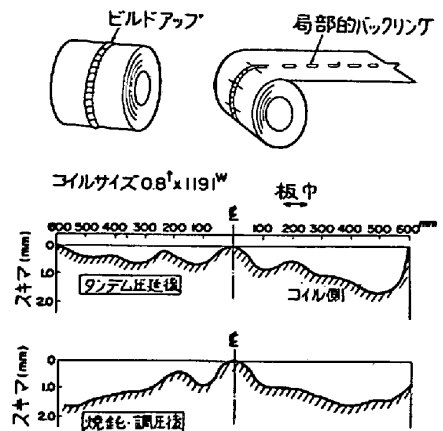


図3 リッジビルトアップの状況

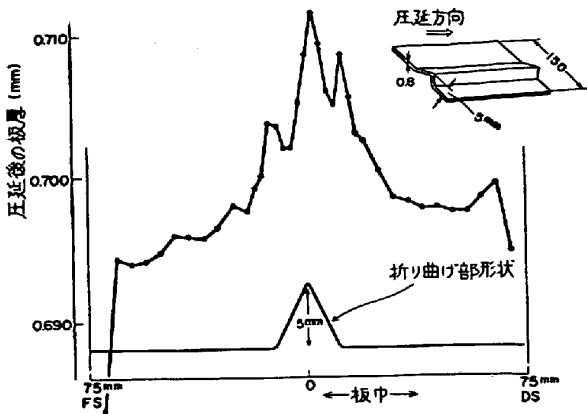


図4 折り曲げ材の圧延後板厚分布

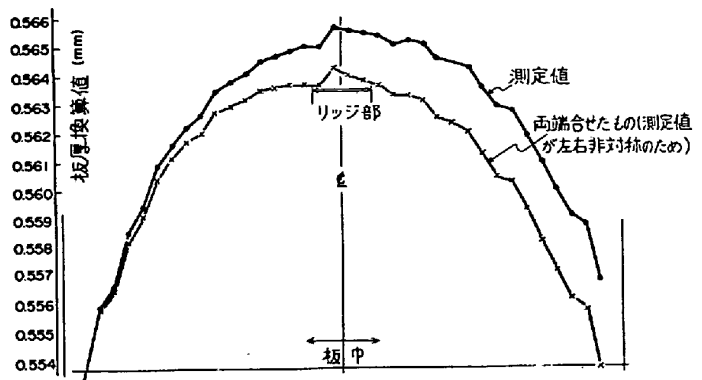


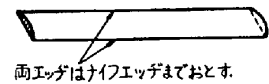
図5 打抜秤量法による板厚分布精密測定

4. テンションリール巻取りによる平坦崩れに関する実験的検討

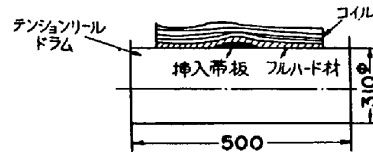
スキンプスミルあるいはテンションレベラで平坦修正しても、リールで巻取り、巻戻しを行なうと平坦が崩れると云う問題があり、特にリッジを有するコイルでの平坦悪化が顕著である。これらの発生原因につき実験的検討を行なった。

4.1 リッジ厚さと巻取張力が平坦悪化に及ぼす影響

局部的に板厚が厚いこと(リッジ)を想定して図6(a)に示すごとき帯板(フルハード材)を作成し、この上にフルハード材(0.25<sup>t</sup>×400<sup>w</sup>)を重ね、テンションリールのドラムに巻きつけ、巻取り径を局部的に大きくしてリッジコイルを巻取った状態を模擬する。この上に0.19<sup>t</sup>×380<sup>w</sup>の焼鈍済みコイルを、テンションレベラで平坦修正した後に種々の張力で巻取り(図6(b))、巻戻し後の切板の平坦を測定したところ図7の結果を得た。挿入帯板は厚み3種類、幅2種類の組合せ6種類である。図より挿入帯板の板厚が大なる程、板幅が小なる程低張力でリッジバックルが発生すること、また巻取張力が高い程平坦悪化度合が大であることが判明した。但し巻取張力が1 kg/mm<sup>2</sup>以下では平坦悪化はみられない。



(a) 挿入帯板(リッジ模擬)



(b) リールに巻取った状態

図6 実験方法(リッジ模擬)

形状基準	目視観察	波高/波長
0	平坦悪化せず	フラット
1	目視でややリッジ認め	0.1~0.4/150~200
2	リッジバックル 小	0.5~0.8/150~200
3	リッジバックル 中	0.9~1.5/150~200
4	リッジバックル 大	1.6~2.0/100~150

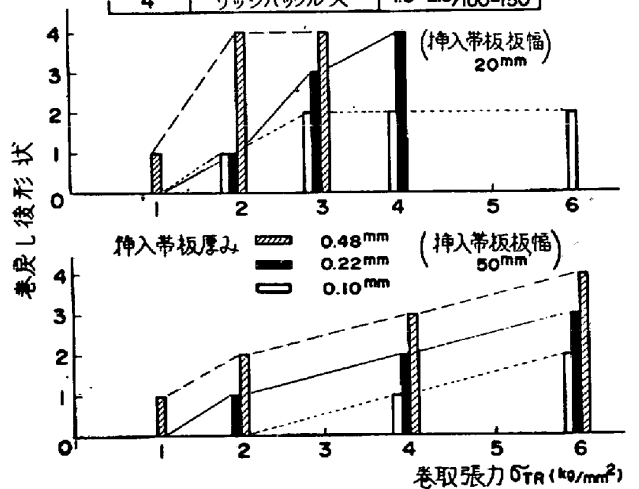


図7 巻取りによる平坦悪化(リッジ模擬)

4.2 板クラウンと巻取張力が平坦悪化に及ぼす影響

板クラウンが大きいコイルを巻取ると太鼓状にビルトアップすると想像される。この太鼓状の大きさと巻取張力が平坦悪化に及ぼす影響を調査するため、図8(a)に示すごとく、板厚30μの銅箔を積み重ねてゆき、中高量0.5mmと1.0mmの挿入板を作成した。これをドラムに巻きつけた上に、テンションレベラで平坦修正した0.4<sup>t</sup>×395<sup>w</sup>の焼鈍済みコイルを種々の張力で巻取り(図8(b))、巻戻し後の切板の形状を測定したところ図9の結果が得られた。

図より中高板を挿入しないでそのままリールに巻取った場合は平坦悪化はみられないが、1.0mmの中高板を挿入した場合は巻取張力0.5 kg/mm<sup>2</sup>から、0.5mmの中高板を挿入した場合は巻取張力2 kg/mm<sup>2</sup>から中のびが発生し、高張力巻取り程形状悪化度合は大である。

以上リッジが大なる程、板クラウンが大なる程、巻取張力が高い程平坦悪化度合が大なることが確認された。

#### 4.3 平坦悪化の防止

テンションレベラによりデッドフラットなストリップが容易に得られるようになったが、コイルで客先に提供する材料の平坦度に対する要求も格段に厳しいものとなり、巻取り作業の再検討を行なった。従来はできる限り堅く巻いていたが図10(a)のごとく通常のプロフィール(板厚の板幅方向分布状態)でも悪影響がある。中のびは悪化するが耳波はほとんど変化しないことからストリップのクラウンによるものと考えられる。巻取張力を1 kg/mm<sup>2</sup>に低下すると外径1500φ以下のコイルならば図10(b)のごとくほとんど平坦悪化はみられない。またある程度の異常プロフィール(リッジ、ウェッジ)でも平坦悪化は生じないことも確認できた。この様に低張力で巻取った製品コイルは輸送、保管段階でのコイルのつぶれが懸念されたが現在までのところそのような問題は発生していない。また熱延プロフィールのきめ細かな管理が徹底し最近ではこの種の問題は激減した。

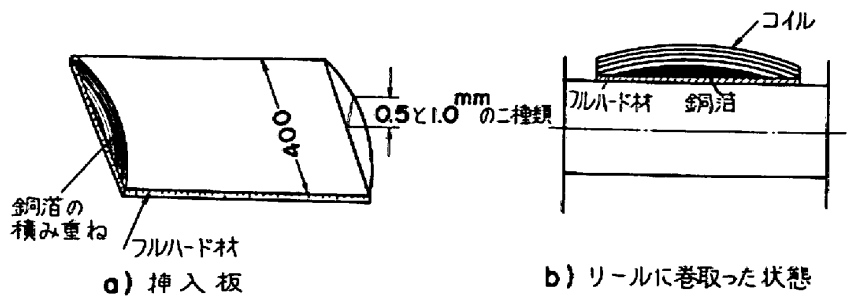


図8 実験方法(板クラウン模擬)

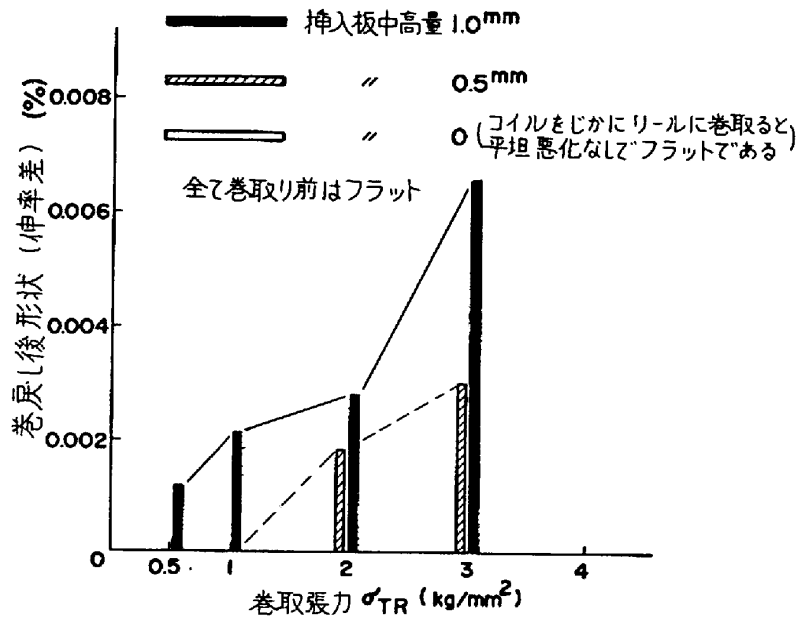


図9 巻取りによる平坦悪化(板クラウン模擬)

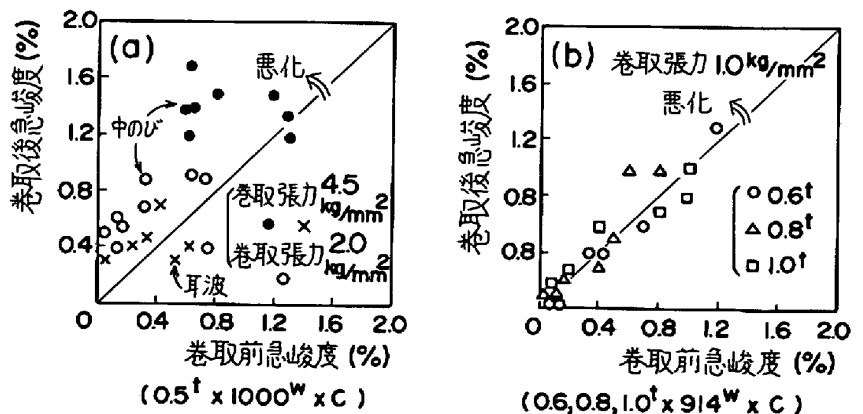


図10 実機テンションリールでのテスト結果

5. 参考文献 1) 河野：昭47 塑性加工春季講演会(1972-5)前刷 P.169