

(426)

連続焼鈍炉におけるストリップの座屈と蛇行の発生機構  
(連続焼鈍炉における安定操業技術の研究…第1報)

川崎製鉄 技術研究所 ○比良隆明、阿部英夫、佐々木 徹  
川崎製鉄 千葉製鉄所 柳島章也、下山雄二、太田範男  
川崎製鉄 阪神製造所 田原 紘一

1. 緒言

連続焼鈍炉内のハースロールはストリップの蛇行を防止する目的で種々の形状のクラウンが付与されている。板幅が広く、かつ高温焼鈍が要求されるストリップは、前述のクラウンにより発生する圧縮応力が過剰になり板幅方向の座屈（ヒートバックルと称されている）が発生することがある。これらの問題を解決するために解析ならびにモデル実験を行った結果を報告する。

2. 座屈の発生機構

Fig.1 に示す境界条件を与えた時にストリップ面内に発生する圧縮応力分布を有限要素法によって計算した結果、同図のようにハースロールのテーパ肩部及び平行部の下部に比較的強い圧縮応力が発生することが認められる。これは実機での座屈現象とよく似ており、従って座屈の発生はハースロールによる不均一張力でストリップ面内に誘起される圧縮応力に起因すると考えられる。

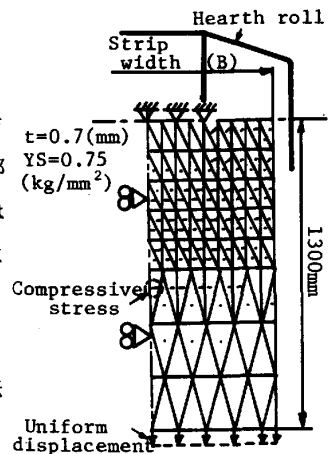


Fig.1 FEM Analysis

3. ハースロールによるストリップの蛇行矯正機構

ストリップがハースロールのテーパ部に巻き掛けられた状態でロールが回転すると幅方向の外径差による周速差でストリップはFig.2のようなモーメントを受け、破線のように回転(β)すると考え、βとハースロールテーパ勾配(θ)が比例するとした。この仮定によりロール1回転当りのストリップの中央への移動量(Δx)は 
$$\Delta x = \alpha \cdot 2\pi R \cdot 1/B \cdot \int_{x_0}^{x_1} \theta dx \dots\dots (1)$$
 で近似される。

(α; 比例定数, R; ロール半径, B; ストリップ幅, x; ストリップの幅方向位置)

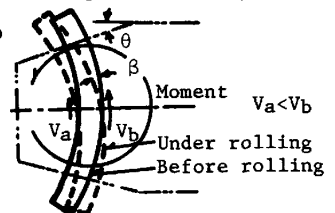


Fig.2 Movement of strip on the roll.

4. 座屈のモデル実験

Al箔を供試材とした座屈のモデル実験を行った。ロール寸法は実機の1/2である。材料の張力を増加させると実機および計算で予想された場所に座屈が発生する。種々の形状のロール(R1~R4)を用いた時の限界座屈張力(Tcr)をFig.3に示す。R3はR2のテーパ肩部に丸みを付したものであり、R4はロール下部の材料を平坦にするための円筒ロールである。R4 > R3 > R2 > R1の順でTcrが大きく座屈しにくい。

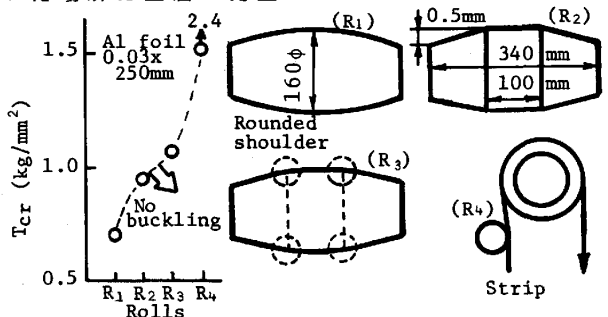


Fig.3 Relation between buckling limit tension (Tcr) and roll profile.

5. 蛇行のモデル実験

実験ハースロールにラバーバンドを巻き掛けし、Δxと幅方向位置(x)との関係を調べた。Fig.4にはFig.3のR1, R2ロールを用いた時のΔxとxの実測値と(1)式の計算結果を示す。ラバーがロール中心に近づくとともにΔxが小さくなり、計算値と実測値とは良く一致している。

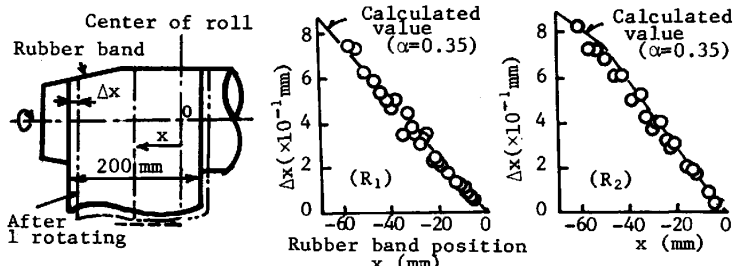


Fig.4 Self-centering behavior of band during roll rotating.

6. 結言

以上の解析およびモデル実験結果を今後実ラインで検証する予定である。