

(400) 連続焼鈍炉内でのヒートバックル発生原因の考察

新日本製鐵(株)名古屋技術研究部 ○的場 哲, 阿高 松男

New York 事務所 青木 至, 名古屋製鐵所 辺見 直樹

1. はじめに

ヒートバックルを挫屈現象と考えた。ロール間の板に働く各種の力(図1a)を図1bのように均一な板幅方向の圧縮応力 σ_y でモデル化して解析的に検討した。

2. 解析結果

1) 図1bの挫屈に対する抵抗: 挫屈応力 σ_{cr} を求めると,

$$\sigma_{cr} = -(2h/a)\sqrt{E\sigma_x} \quad (1)$$

ここで、h:板厚, E:弾性係数, a:ロール間隔, σ_x :張力
2) 幅方向に凸型の不均一張力があると幅圧縮応力が発生する²⁾。ロールに凸の半径クラウン ΔR がある場合は,

$$\sigma_y = -0.8 E \Delta R b^2 / a^3, \quad b: \text{板幅} \quad (2)$$

3) 張力で板幅が縮むことを考慮したモデル¹⁾では,

$$\sigma_y = -h\sigma_x^2 [\ln(b/h) - 1] / 4R\sigma_e \quad (3)$$

ここで、 σ_e :材料の降伏応力, R:ロール半径

4) 幅方向の温度偏差 ΔT を図2aのようにモデル化すると図2bの中伸び形状の挫屈モードが得られる。熱応力 $\sigma_y = -\alpha \Delta T$ は図2bの挫屈応力 $\sigma_{cr} = -3.6 * E * (h/b)^2$ より実機の冷却帯では大きい。熱応力は歪を解放すれば無くなる力である。熱での挫屈は急峻度 λ に換算して,

$$\lambda = (2/\pi)\sqrt{\alpha \Delta T}, \quad \alpha: \text{熱膨脹率} \quad (4)$$

の波高さに止まる。 $\Delta T = 30^\circ\text{C}$ で $\lambda = 1.4\%$ の形状不良材の通板に相当する。熱での挫屈を応力の大小だけで比較するのは不適當である。

5) 凸クラウンロールを回転させるとテーバ部の板は幅中心に登ってくるが(図3a), 定常状態では幅が一定なので, 図3bのように面圧のかかったものを滑らせているモデルで置き換えられる。この力をロール間の平均圧縮応力に換算すると, μ :摩擦係数, B' :テーバ部幅とし,

$$\sigma_y = -\pi \mu \sigma_x B' / a \quad (5)$$

この力は挫屈応力を越すし(図4), 熱応力と違ってロールの回転でいくらかでも板幅を圧縮して行く働きを持つ。

3. むすび

ヒートバックルの主原因はロールクラウンと推定される。ロール間に発生した挫屈がロールに乗り上げてきずになる所の検討が今後必要である。

[参考文献] 1) 的場, 青木: 32回塑加連講(1981)579
2) 吉田, 林ほか: 8th Congress of IDDRG, (1974)

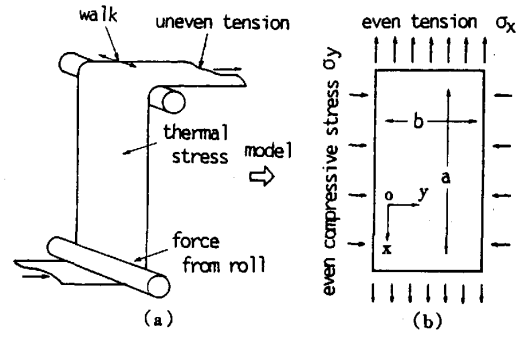


Fig.1 Dynamic model of heat buckling

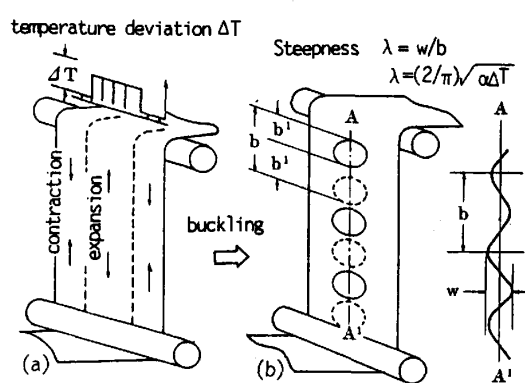


Fig.2 Buckling of strip with temperature deviation

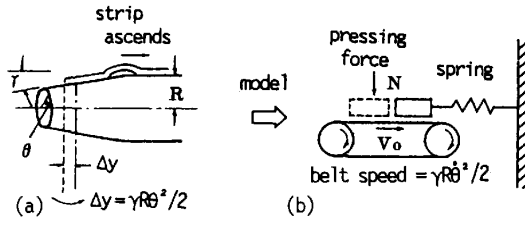


Fig.3 Centering effect of strip by roll revolution

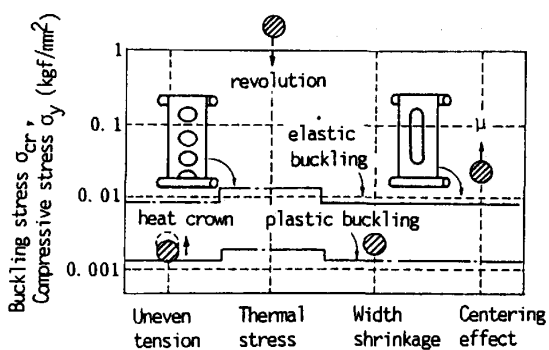


Fig.4 Comparison between buckling stress and width compressive stress