

Fig. 3. Shore hardness and residual stress distribution along the thermally shocked zone on the cold rolling work roll by 1000°C molten zinc.

際には、各部の焼戻し程度に応じて生ずる残留応力分布に応じて、例えば Fig. 2 のごとく焼戻し部の中央にたて割れが発生したり、あるいは Fig. 3 のごとく複雑な割れ方を生ずる。Fig. 3 の場合、焼戻し部の面積が広くなり、最高引張応力域が広がっているのが観察される。

Fig. 4 は再硬化層のできる場合であるが、これより、再硬化層は圧縮応力に、焼戻し層は引張応力になることがわかる。しかも引張応力は一番硬度の低下した、戻し効果が一番大きいところで最高を示している。しかし酸による遅れ破壊は引張応力最高位置よりずれた、焼戻し層と健全部の境目あたりから生じており非常に面白い現象だと思われる。

5. 結 言

- (1) 鍛鋼製焼入ロール表面の絞り込み焼戻し層に引張残留応力の存在を認めた。これが絞り込み疵入りの原因になると考えられる。
- (2) 熔融金属による実体ロールの熱衝撃部の調査より硬度分布と残留応力分布とがだいたい一致していることがわかった。
- (3) 酸による遅れ破壊の位置は焼戻し層の場合、だいたい最高の引張応力域にあるが、再硬化層ができる場合には最高の引張応力域よりずれた、焼戻し層と健全部の境目あたりから生じている。

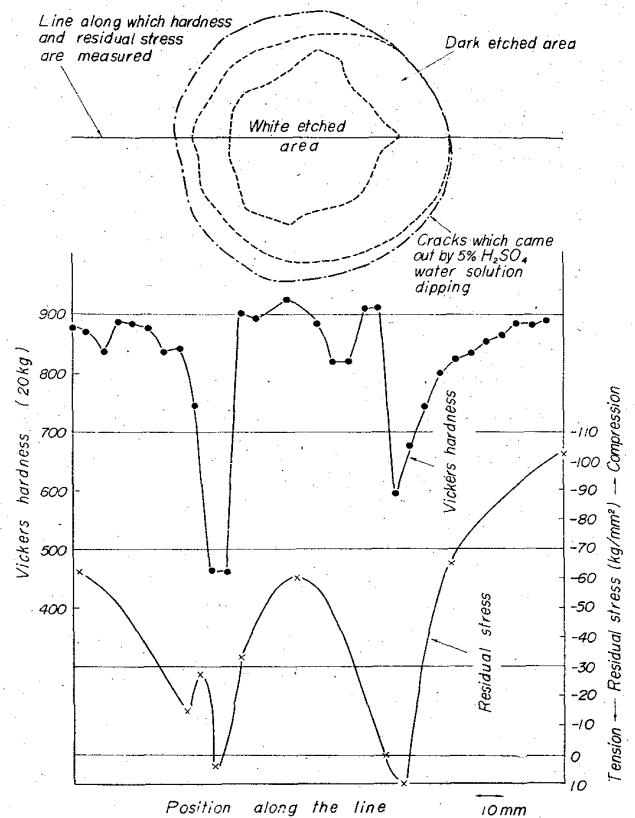


Fig. 4. Shore hardness and residual stress distribution along the thermally shocked zone on the cold rolling work roll by 1200°C molten copper.

文 献

- 1) 堀, 荒木田, 田部: 鉄と鋼, 51 (1965) P. 2004

621,771,237,019 : 621,982,4  
(148) テンションレベラーによる薄鋼板の形状向上について

日本鋼管, 技術研究所

日下部 俊・○平沢 忠夫

On the Shape Improvement of Thin Steel Strip by Means of a Tension Leveller.

Takashi KUSAKABE and Tadao HIRASAWA.

1. 結 言

薄鋼板の精度は、近時ますます良好なものが要求され、これにともなつて圧延技術も向上しており、A. G. Cの発達により、冷延コイルの長手方向の板厚はきわめて精度の高いものとなつた。しかしながら板の形状については、多くの問題を残している。これは圧延プロセス中で高速高張力下で、形状の良否を検出、あるいは制御できないため、種々の要因で生じた形状不良が圧延のみで除去できないことが原因となつている。このため形状不良コイルについては、再調質圧延およびローラー・レベラーにより矯正しているが、耳波、中伸び等の大きな塑性歪を有する板の矯正は不可能である。最近、矯正法として、ロール矯正法と引張り矯正法の効果を組合わせた矯正法が開発され、ローラ・ストレッチャー、あ

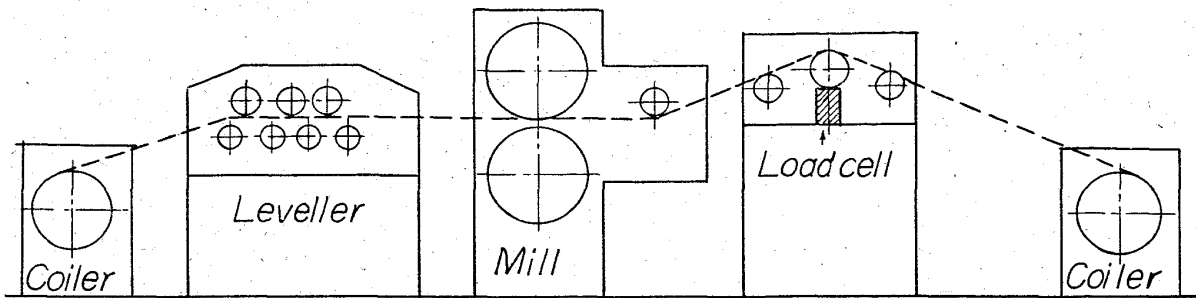


Fig. 1. Pass line of tension leveller.

るいはテンション・レベリング・ラインと称され主として、アルミニウムなど非鉄分野で実用化され始めているが、鉄鋼の分野にも応用されるものと考えられる。この実験では、同一効果を持つテンション・レベラーを製作し、薄鋼板に対するテンション・レベラーの形状矯正効果と矯正にともなう寸法変化、および機械的性質の変化を調べ、その効果を確かめた。

## 2. 実験装置

Fig. 1 に示したように、実験装置のラインは、両端に巻取機を備え、レベラー、圧延機、張力測定用ロールを設置しラインを構成する。レベラーのみのラインとして使用する場合は、圧延機のロール間隔を広げた状態で使用する。レベラーは図のように配列された、50 mm  $\phi$   $\times$  400 mm  $l$  で上側、3本、下側4本の作業ロールで構成され、上部3本のロールは同一軸受箱内に支持され、ウォームギヤーによりパス・ラインより上下に移動、または入側より、出側に行くにしたがって傾斜することも可能である。ストリップをロール間にそう入する間は、レベラーの上側半分は、上方に開かれ、ストリップ通過後は、固定ボルトで結合され、正しい位置に保持される。ロールのインター・メッシュは側面にきざまれた目盛により測定された。

張力は、両端に置かれた巻取機により付加され、張力の測定は張力測定用ロールの中央ロールの下に置かれたロードセルにより測定した。レベラーのロールはアイドラーでストリップとの摩擦で駆動される。

## 3. 実験方法と結果

3.1 テンション・レベラーによる、鋼板の形状矯正効果  
巾 100 mm、板厚 0.476 mm のコイルを用い、故意に縁波状のコイルに圧延した。成分は C: 0.09, Si: tr, Mn: 0.28, P: 0.014, S: 0.015, Cu: 0.08% の軟鋼板である。縁波状のコイルをテンション・レベラーを通

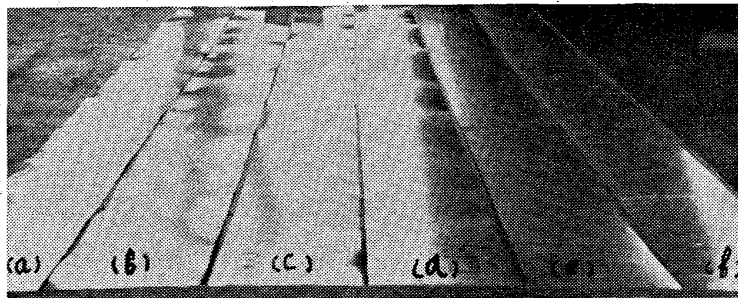
し、引張り曲げ作用を与え、形状矯正効果を測定した。形状改善におよぼす要因として、実験では、ロールのインターメッシュ、張力を変化させた。板形状の平坦さに関する測定方法は、完全に確立されていないため測定では 1.5 m 当たりの縁波の数と波の高さを測定し、これによつて平坦さを判断した。Photo. 1 に、矯正過程の例を示した。(a)より(f)にテンション・レベラーで与えた伸び率  $(l-l_0/l_0)$  は増加している。写真より形状が改善されていることが明らかである。縁波状の原板に、0.5%程度の伸びを与えることによつて良好な形状が得られている。0.5%の伸びに対する単位面積当たりの張力は 16 kg/mm<sup>2</sup> であつた。同一材料の引つ張り試験結果では、同一伸びを得るのに 56 kg/mm<sup>2</sup> を要する。両者を比較すると、テンション・レベラーでは、単純引張りの 1/3~1/4 で同一伸びが得られ、小さい張力で形状矯正することができる。

### 3.2 長手方向に沿つたく状変形の矯正

Photo. 1 の 0.534% と 0.741% の伸びを与えた鋼板に見られるように、縁波は完全に消去されているが、鋼板の長手方向に沿つたく状変形(以下クロス・ボーイングと呼ぶ)が認められる。これはレベラーのインターメッシュを水平に保つた場合に生じた。この実験では、クロス・ボーイングに注目し、ストリップ巾、張力、インターメッシュの影響を確かめた。張力、インターメッシュを一定に維持し、ストリップ巾を 100, 150, 200 mm に変化させ、テンション・レベラーを通しクロス・ボーイング量を測定したが、巾の変化による影響は認められない。同様にストリップ巾、インターメッシュを一定に保ち張力を変化させた。低張力域では明りようでない、クロスボーイングは張力の増加に伴つて顕著に現われ、その傾向は助長される。Fig. 2 はクロスボーイングにおよぼすインターメッシュの影響を示す。図より、入側ロールのインターメッシュは、影響が少なく出側ロールのセットによつて平坦な板が得られることが確かめられた。クロスボーイングを消去するためにはレベラーの出側を零近辺にセットすることが必要である。このためロールの機構は、パスラインに対して傾斜できるようにすることが必要である。また出側に進むにしたがって径の大きなロールを用いることも一方法である。

### 3.3 矯正にともなう寸法変化

鋼板の矯正にともなう長手方向の伸びは、厚み減少、巾縮みによつて補なわれる。Fig. 3 はこの関係を示している。伸びの増加にともなつて、



Elongation  $(l-l_0/l_0)$ , a: 0, b: 0.017, c: 0.034, d: 0.086, e: 0.534, f: 0.741  
Photo. 1. Effect of tension leveller on steel strip.

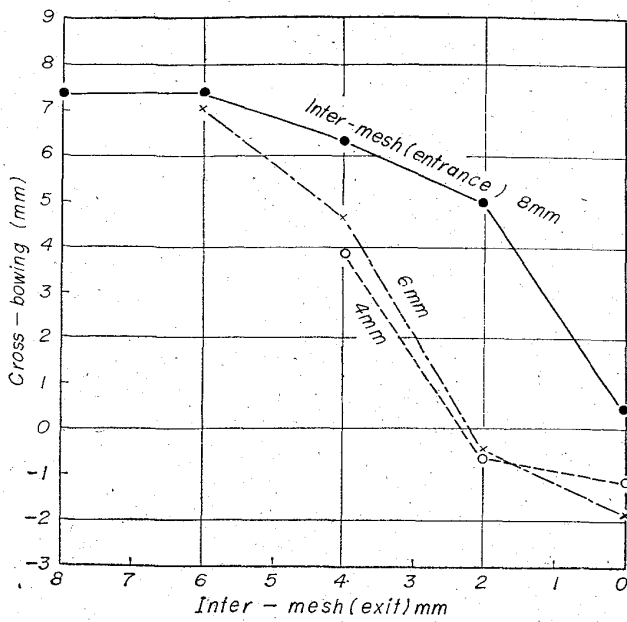


Fig. 2. Relation between roll inter-mesh and cross-bowing.

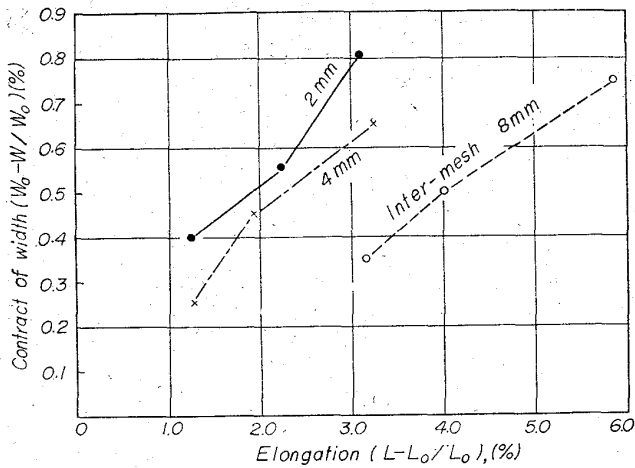


Fig. 3. Relation between elongation and contract of width.

巾縮み率 ( $W_0 - W/W_0$ ) は増加する。巾縮み量に対するインターメッシュの効果は、長手方向の同一伸びに対して、インターメッシュが深いほど巾縮み量は少ないように作用する。すなわち板厚の減少によつて伸びが与えられる。以上の結果より、テンション・レベラーの形状矯正効果は顕著であることが確かめられた。

### 3.4 機械的性質の変化

この実験では、矯正の機械的性質におよぼす影響を調べるため、伸びに対する硬度 ( $H_R-30T$ )、降伏点、降伏

Table 1

|                         | Elongation ( $l-l_0/l_0$ ) (%) |       |       |      |      |      |      |      |
|-------------------------|--------------------------------|-------|-------|------|------|------|------|------|
| Tension leveller        | 0.127                          | 0.167 | 0.333 | 1.24 | 2.39 | 3.09 | 3.92 |      |
| Skin pass               | 0.380                          | 0.743 | 1.05  | 1.60 | 1.90 | 2.43 | 2.83 |      |
| Skin pass + T. leveller | 0.840                          | 0.873 | 1.05  | 1.35 | 2.21 | 2.97 | 3.82 | 4.26 |

伸び、エリクセン値、表面粗さ、フルーティング試験などを行なった。材料は C: 0.03, Si: tr, Mn: 0.27, P: 0.010, S: 0.021, Cu: 0.07% で 700°C まで昇熱 4.5 hr, 8 hr 均熱後炉冷の前処理を行なった。スキンプスの効果と比較するため、焼鈍後の材料に、異なる三方法で伸びを与えた。その結果を Table 1 に示す。表中スキンプス + T・レベラーによる伸び量は、0.67% のスキンプスによる伸長率を含む。軟鋼板の機械的性質は、テンション・レベラー処理によつて、はなはだしく変化はしなかつたが、降伏点、降伏伸び等に多少の変化が認められた。レベラーによる伸びが小さい範囲では、降伏点は明瞭に現われるが他の二方法では認められない。0.2% 耐力の分布は、各三つの加工とも、1% の伸びまでは伸びの増加にしたがつて低下し、それ以上の加工度では上昇するが、テンション・レベラー処理されたものは、スキンプスに比較して上昇の勾配は小さい。降伏点に関連して降伏伸びの測定結果では、テンション・レベラー処理した、低い加工域で認められた。人工時効処理した試験結果では、スキンプスのみに比較して、他の方法では、時効の回復が早い。その他、焼鈍後、直接テンション・レベラー処理したものでは、鋼板の表面に“ちりめん状模様”が現われたが、スキンプス圧延後の鋼板をテンション・レベラー処理したものでは認められない。

### 4. 結 言

薄鋼板の形状矯正に対して、テンション・レベラーは非常に効果があることが確かめられた。すなわち普通のレベラーでは矯正不可能な縁波なども矯正でき、張力は引つ張矯正機に比較して 1/3~1/4 で同一伸びが得られる。

一方矯正にとまなう機械的性質の変化もはなはだしくなく、降伏伸びのない鋼板であれば問題のないことが確かめられた。薄鋼板の形状矯正には有効であると考えられる。

### 文 献

- 1) BOXALL: Sheet Metal Ind., 39 (1962) 417, p. 41
- 2) 曾田: 塑性と加工, 15 (1964) 41, p. 345