

ほうがわずかに小さい。

4.5 残留応力

減面率 30% の場合の円周方向の残留応力の分布を Fig. 4 に示す。空引きの場合 S 形, R 形ダイスのいずれも内面側が圧縮応力, 外面側が引張り応力を受けるが, 芯引きの場合 S 形ダイス+円筒プラグは内面側が圧縮応力, 外面側が引張り応力を示し R 形ダイス+円錐プラグでは全く逆の分布を示した。

外径および肉厚減少率と残留応力の大きさの関係は, 使用工具の形状に関係なく, 空引きが最も大きく肉厚減少率が大きいものが最も小さく, W. DAHL らの結果と同じ傾向を示した。

硬さと残留応力の関係は, 残留応力が平衡する肉厚の中心部が一番低く, 内外表面が高く, 空引きの場合は内面が外面より高かったが, 残留応力の大きさと硬さとの関係はみられなかった。

5. 結 言

軟鋼管の冷間引抜きについて調査を行ない次の結果を得た。

(1) 降伏点, 抗張力および硬さは減面率の増加とともにほぼ直線的に増加し, 伸びは減少するが, 工具の形状による差はみられない。また同じ減面率では肉厚減少が小さいほど降伏点, 抗張力および降伏比が小さく, 伸びが大きい。

(2) 偏肉度は減面率の増加とともに小さくなるが, 減面率 30% 以上では変化は認められない。外径変量は S 形ダイス+円筒プラグは引細り, R 形ダイス+円錐プラグは引太るが, 変量は前者のほうが小さい。

(3) 引抜き応力は減面率の増加とともに増加し, 工具間の差はないが, 芯金応力は円錐プラグのほうが大きい。

(4) 内外面の表面あらさは減面率の増加とともにほぼ直線的に小さくなるが, 外面は S 形ダイス+円筒プラグが, 内面は R 形ダイス+円錐プラグのほうが, あらさは小さくなる。

(5) 残留応力の分布は, 空引きの場合は常に内面側が圧縮応力, 外面側が引張り応力で芯引きの場合は, 工具の形状により独自の分布を示す。残留応力の大きさは外径減少率が大きいほど大きく, 肉厚減少率が大きいほど小さい。硬さは残留応力が平衡する肉厚中心部が一番低い, 硬さと残留応力の大きさとの関係はみとめられない。

文 献

- 1) 矢沢, 向江脇, 谷, 田村: 塑性と加工, 4 (1963) 33, p. 694
- 2) G. SACHS & G. ESPEY: AIME Tech, (1941) p. 1383
- 3) 今井: 鉄と鋼, 42 (1956) 1, p. 23
- 4) 岡本: 住友金属, 5 (1953) 2, p. 62
- 5) W. DAHL & H. MÜHLENWEG: Stahl u. Eisen, 84 (1964) 20, p. 1250

(169) ホットストリップミル作動ロールの稼働中の温度

日立製作所, 日立研究所 ○新山英輔
高見勝巳・理博 奥本武臣・森竜太郎
富士製鉄, 広畑製鉄所 田中俊章

Hot Strip Mill Work Roll Temperature during Rolling.

Eisuke NIYAMA, Katsumi TAKAMI,
Dr. Takeomi OKUMOTO, Ryutarō MORI
and Toshiaki TANAKA.

1. 緒 言

稼働中の作動ロールの温度は, 一方では圧延作業の効率, あるいは製品の寸法などに影響し, 他方ではロール自体の寿命に影響する。さきに焼入鋼埋込法を応用してホットストリップミル作動ロールの表面温度を測定し, ファイヤグラックおよび流星疵との関連を検討したり。それによれば, 最表面の温度は 600°C 近くになるが, 深さ 1mm の点は 200°C 程度にしかならないことがわかった。この方法ではこれより内部の 200°C 以下の測定はできず, また回転に伴う温度の時間変化も検出できない。ところが, ロールの熱膨張の問題などを考察するためにはこの種のデータが必要で, しかも従来測定例がなく, 理論計算による推定が行なわれているにすぎない²⁾³⁾。

そこで今回はこの目的に適うように別の方法で測定を試みた結果について報告する。なお測定方法の詳細については別に報告している⁴⁾ので, ここでは簡単にとどめる。

2. 測定方法

測定の対象は高炭素合金鋼ロールで, ホットストリップミル仕上第 1 スタンドの下ロールとして稼働している状態で測定した。測定の原理としては, 温度の時間変化を記録するために熱電対を用い, スリッピング・ブラシを介して出力を外部にとりだすことにした。

熱電対をロール本体に直接に接触させるのは困難なので, ロールと同材質の小片に穴をあけ, 表面から 1~2, 5, 20 または 25mm の 3 個所に 0.5φ の CA 熱電対を溶接し, これをロール胴部中央の表面にはめこんだ。胴部の半径および軸方向の孔を通して熱電対を引き出し, ワーカーサイドの軸につけたスリッピングに接続した。記録にはペン書オシロを用いた。

埋込小片の設計などを変えて何回か測定したが, そのうち 2 回の測定結果について, それぞれわけて述べる。

3. 測定結果 (その 1)

1 枚の板の噛みこみから噛み出しまでのロールの温度記録例の一部を Fig. 1 に示す。深さ 1mm の点は 1 回転ごとに温度が上下している。極大値は約 1000°C に加熱された板の接触によるもので, 噛みこみ時の第 1 回の接触で 70°C (室温との差, 以下同様) に達し, 次第に上昇して 10 回目に 100°C となり, 以後は変わらず, 30 回転で板が噛み出され, 以後約 60 回転ではほぼ室温に戻る。極小値は回転中に水冷によつて到達した下限を示すものでこれも接触をくり返すうちに, はじめ 20°C であつたものが噛み出し直前には 40°C に達する。

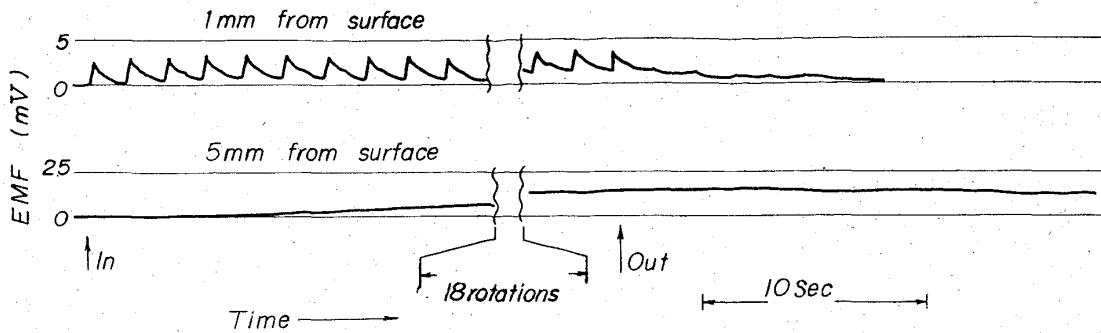


Fig. 1. An example of temperature record during rolling of a single strip.

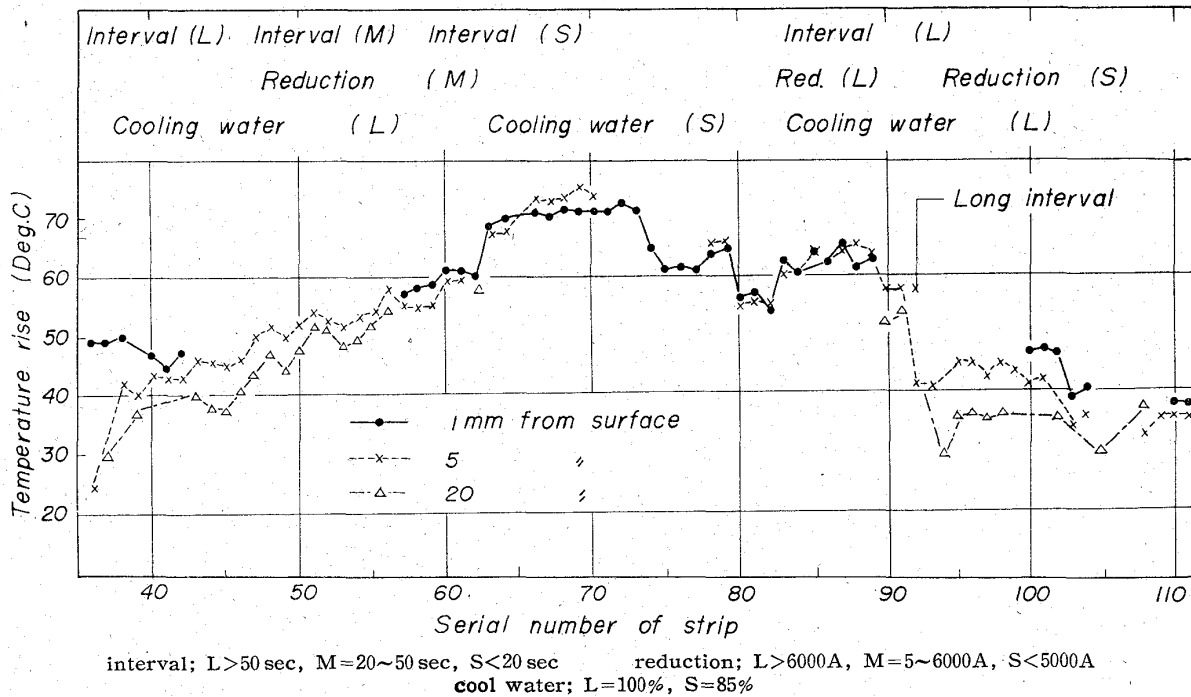


Fig. 2. Change of maximum temperature rise with the change in rolling variables.

さらに詳細にみると測定部が板と接触後半回転して真下に来たときに、微小な温度上昇がみられるが、これは補強ロールとの接触に対応するもので、おそらく水冷の中絶によるものと考えられる。また噛み出し後数回転のあいだ、測定部が真上に来たときに微小な温度上昇がみられるが、これもおそらくこの時点でノズルからの噴射水が直接に当たらなくなるためと考えられる。

深さ 5mm の点は回転に対応した温度変化を示さず、1枚の板の噛みこみから次第に上昇し、噛み出し後数回転おくれで最高値約 40°C に達し、以後徐冷される。したがってこの時期には 1mm の点よりも高い値になる。

ここで測定点の位置を深さ 1mm といっているが、熱電対線の直径が 0.5mm、孔の直径が 1.5mm あることを考えれば、1ないし 2mm の範囲内にあると表現する方が正確であろう。焼入鋼埋込法によれば 1mm の点の温度は 200°C となつているが、この付近では 0.1mm あたり 40°C の温度勾配があるから、今回の測定値がたかだか 100°C であつたことも、測定位置が実際には 1mm よりもわずかに深かつたためと考えられる。このことを考慮すれば、ふたつの異なつた方法による実測値はよく一致しており、また計算で予想された値もこれらに

よく一致しているといえる。

なおこの回の測定は、埋込小片の事故のために 5枚の板を圧延したのみで中止した。

4. 測定結果 (その2)

測定方法を若干改めて第2次の測定を行なつたが、こんどは深さ 1mm の点にも回転に対応した温度の上下が前回のように明瞭に現われず、また温度の値自体も 50~80°C にとどまつた。これはおそらく測定位置が前回よりもさらに若干深くなつたものと推定される。

約80枚の類似寸法の板の圧延を続けて行ない、この間の温度変化を記録することができた。Fig. 2にそれぞれの板による最高加熱温度を示す。横軸は板の番号であるが、時間の経過に対応している。圧延作業の条件のうち(1)1枚の板の噛み出しからつぎの板の噛み込みまでの時間々隔、(2)第1スタンドにおける圧下の大小(電動機駆動電流で表わす)、(3)ロール冷却水量、を人為的に変化させてそれが温度におよぼす影響を調べた。

板番号 No. 35 から 62 まで温度が上昇しているのは主に圧延間隔の縮小に対してである。No. 62 と 63 の間の急激な上昇は冷却水の減少による。No. 72 以降の降下はふたたび間隔を広げたことによる。No. 82以降の上

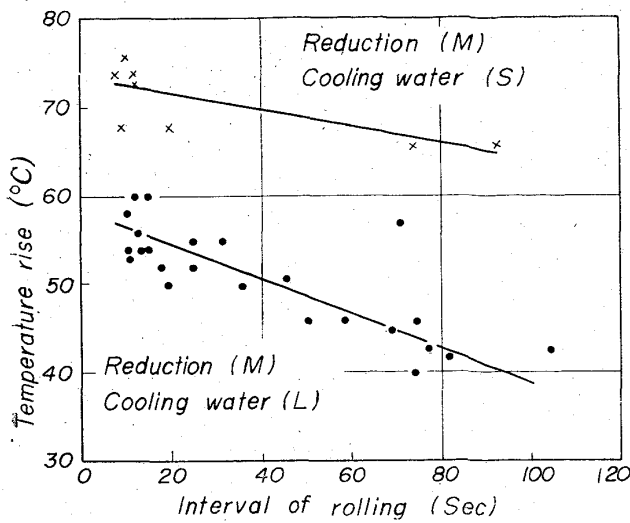


Fig. 3. Effect of interval of rolling on roll temperature rise.

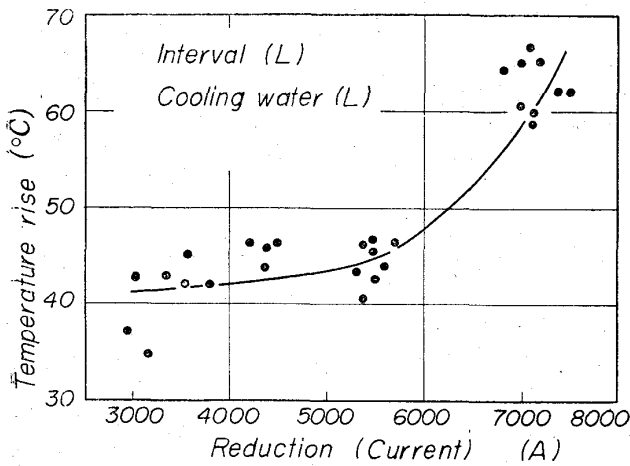


Fig. 4. Effect of reduction of roll temperature rise.

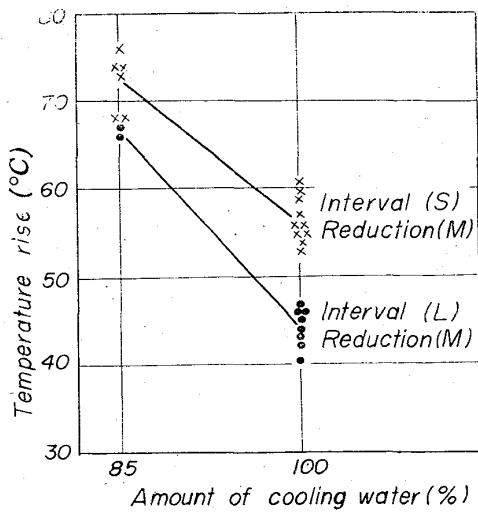


Fig. 5. Effect of amount of cooling water on roll temperature rise.

昇は圧下量の増加による。No. 91 と 92 の間の急激な降下は作業を一時中断したためと、圧下量を小さくしたためである。このように圧延の条件によつてロール温度が微妙な変化を示すことがわかつた。

つぎに測定点の深さとの関係を見ると、作業開始後の数枚の圧延中には表面に近いほど温度が高く、1 mm と 20 mm とでは約 15°C の差がある。しかし、30枚圧延後には差はほとんどなくなり、温度が高くなるような条件の下では、1 mm の点よりも 5 mm の点の方がやや温度が高い場合さえみられる。これは内部に熱が蓄積したためと考えられ、内部の温度分布が複雑なものであることがうかがわれる。

そこで仮に 5 mm の点を代表に選び、圧延作業の諸条件の影響を個別にまとめると Fig. 3, 4, 5 のようになる。

Fig. 3 によれば、たとえば圧延間隔 60sec のときのロールの温度上昇が 45°C であるのに対し、30sec のときは 52°C となつており、間隔が短くなると温度が下ることがわかる。

Fig. 4 によれば、標準圧下量ときの電流値 5~6000 A に対する温度上昇は 45°C であり、圧下を小さくしても温度はわずかに下るだけであるが、逆に圧下を大きくし電流値を 7000A 前後にすると温度上昇は 65°C に急増する。

Fig. 5 によれば、標準量の冷却水に対して 45°C であるが、冷却水を約 15% 減少することにより 67°C にまで上昇する。

以上の結果を数値的に整理するとつぎのよういことができる。

- (1) 圧延間隔を 1% 短縮するとロール温度は約 0.2°C 上昇する。
- (2) 圧下量を電流値で表わして 1% 増加するとロール温度は約 0.7°C 上昇する。
- (3) 冷却水量を 1% 減少するとロール温度は約 1.5°C 上昇する。

このような見方をすれば、冷却水の影響がもつとも大きいといえる。たとえば生産上の必要から圧延間隔を 1% 短縮しなければならないときには、冷却水を 1% 増加してやればロール温度上昇を十二分に防ぐことができることになる。

5. 結 言

ロールの温度分布およびその時間的変化について従来の推定を裏づける実測値がえられたほか、実際に起きる微妙な温度変化をも明らかにすることができた。また、圧延条件のうち冷却水量がロール温度に強く影響すること、圧下量、圧延間隔がこれについて影響を有することがわかつた。

文 献

- 1) 奥本, 新山: 鉄と鋼, 50 (1964) 4, p. 601
- 2) PECK, 他: Iron & Steel Eng., 31 (1954) 6, p. 45
- 3) 関本: 日立評論別冊, 42 (1961) 5, p. 43
- 4) 高見, 他: 自動制御, (1964) 12, p. 421