

【技術資料：phifitcodec292007_01】

平成19年12月29日

加速圧延を適用した7スタンドタンDEM板圧延の温度解析

PHIFITCO™ (ファイフィット株式会社) 技術開発 吉田忠継

< 概要 >

公開特許などによると薄板の熱間仕上げ圧延工程では厚さ30～40mm程度の粗バー(今回は36mmと設定)を最小1.2mm程度まで圧下する。圧延機出側の最高速度は1200mpm程度に制限されるので、圧延機入り側の材料の送り速度は出側の30分の1で40mpm以下となる。長さ60m程度のシートバーの後端部は先端部に比べて1分半程噛み込みの時間が遅れるので、その間の大気中放冷で100以上の温度低下が生じる。また、板の先端部がコイラーに巻き取られるまではバツキを低減するために送り速度が最大能力の半分程度にまで制限され、素材は巻き取り開始直後から最大送り速度に達するまで加速される。従って、素材は後端になる程圧延機の通過時間が短くなるため、デスケーリングの注水や工具接触などによる素材の失熱が緩和され、温度補償が行われる。

加速圧延の条件で板の先端部、中央部、後端部において、『タンDEM板圧延の温度解析プログラム ECOMERITM』によるシミュレーションを実施し、本解析の有効性を検討した。

< 解析方法 >

板厚方向に二次形状関数の線状有限要素を用い、対称性から板厚半分を4要素、各スタンドの接触領域ではロールの一部を1要素、接触界面のスケールを1要素に設定した。また、送り方向は入り側に噛み込み時の板の後端から1号のロールバイト直前の区間を3領域に分割し、出側に1領域(5m)および各スタンド間に1領域(5m)を設けて各7ステップ、ロールとの接触領域を各8ステップとして時間積分を行った。直径0.8m、表面温度127のワークロールを用いて、初期厚36mmの粗バー(粗圧延した板)を1号から6号では40%、7号では29%圧下して出側で1.2mmと設定した。放冷の領域では輻射と対流による熱伝達境界条件を設定し、ロールバイトでは変形抵抗を各スタンド一律に6kgf/mm²、塑性ひずみによる板の内部発熱、摩擦摺動仕事をスケール要素の内部発熱と仮定し、金属接触条件で要素分割を行った。板の対称面とロールの内側端は断熱条件である。加速圧延の速度パターンから先端、中央、後端は一定速度と仮定しても誤差は少ない。

また、先端が噛み込んだ直後の粗バーの温度を1100と全長で均一に設定した。

< 条件1 > 出側の圧延速度650mpmのまま尻抜けする条件で入り側の板先端から1m、30m、59mの3点の温度履歴を調べた。

< 条件2 > 加速圧延を考慮して、出側の圧延速度1200mpmで入り側の板先端から30m、59mの2点の温度履歴を調べた。

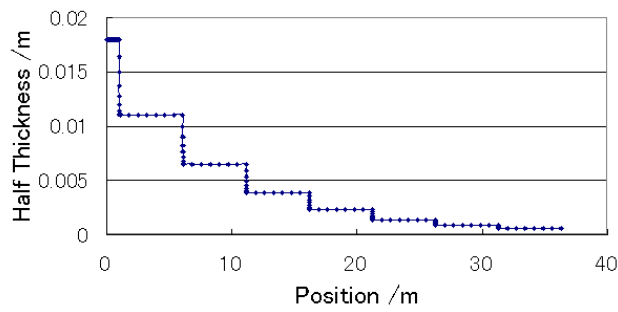


Fig.1 Temperature of Sheet in 7 Stand Tandem Rolling

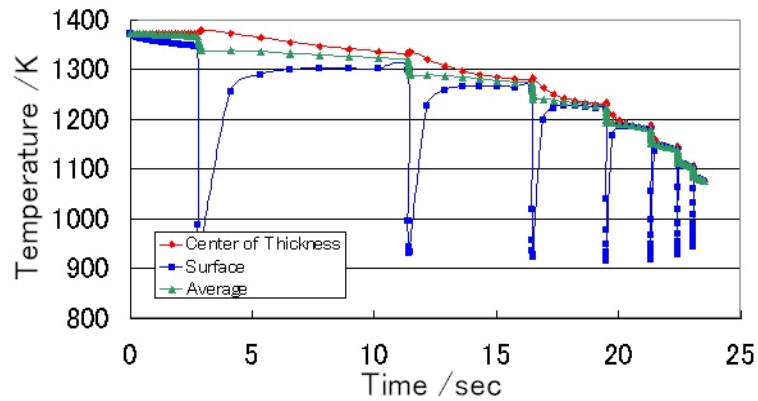


Fig.2 Temperature of Sheet in 7 Stand Tandem Rolling (650mpm, 1m)

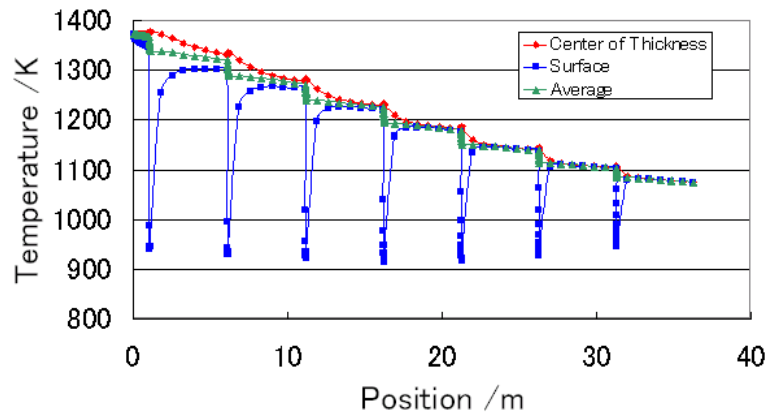


Fig.3 Temperature of Sheet in 7 Stand Tandem Rolling (650mpm, 1m)

図1は板厚の変化を示す。仕上げ板厚1.2mmの場合、後段の压下率を無理して大きく設定しても入り側板厚が3.6mm程度であり、放冷による温度低下が懸念される。

図2、図3は出側の圧延速度が650mpmの場合に、先端から1mの部位での板の中央、表面および平均の温度の変化を示しており、図2は横軸が時間、図3は横軸が送り方向位置である。650mpmと送り速度が小の場合には圧延機内での温度低下が大きい。また、板厚が小になる後段では時間当たりの温度低下量が増加する。

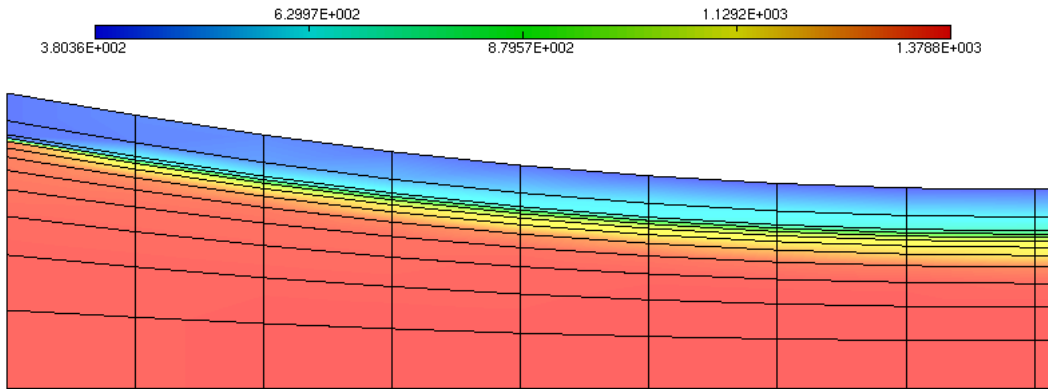


Fig.4 Temperature Distribution in L-Section of Sheet and C-Section of Roll (1st Stand, 650mpm, 1m)

図4は650mpmの場合に1号スタンドのロールバイト内の材料とこれに接触するロールの温度分布を示す。入り側速度が21.7mpmでありロールとの接触時間が大きいいためロール表面への失熱による表面温度低下が生じている。

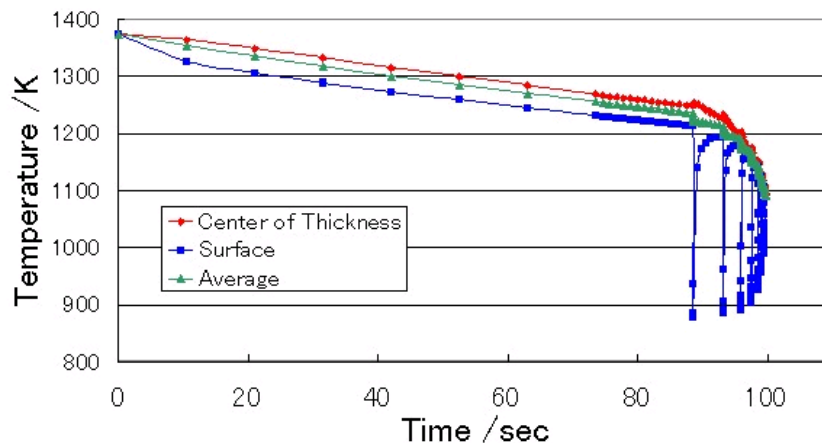


Fig.5 Temperature of Sheet in 7 Stand Tandem Rolling (1200mpm, 59m)

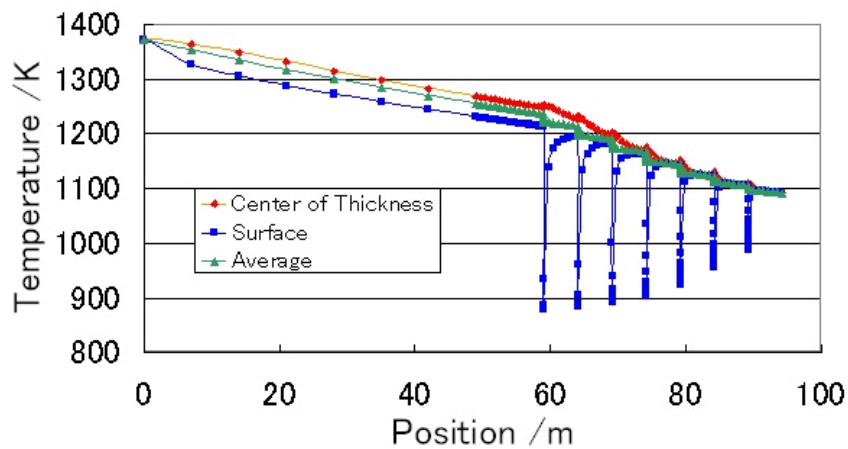


Fig.6 Temperature of Sheet in 7 Stand Tandem Rolling (1200mpm, 59m)

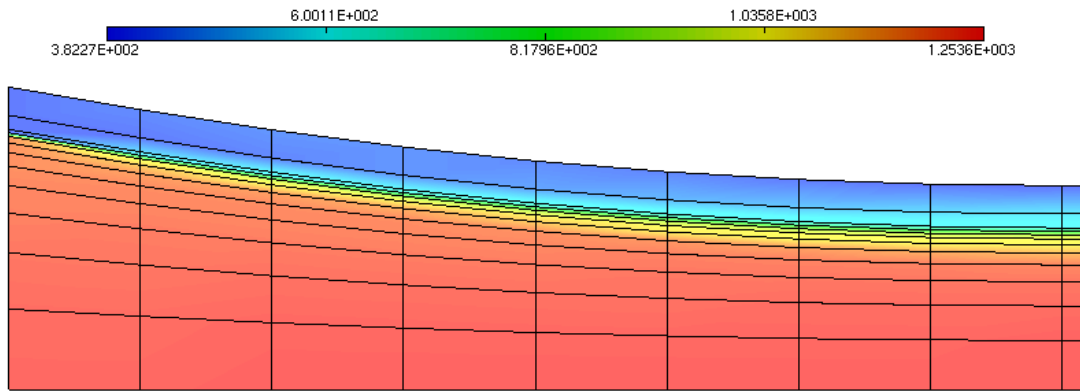


Fig.7 Temperature Distribution in L-Section of Sheet and C-Section of Roll
(1st Stand, 1200mpm, 59m)

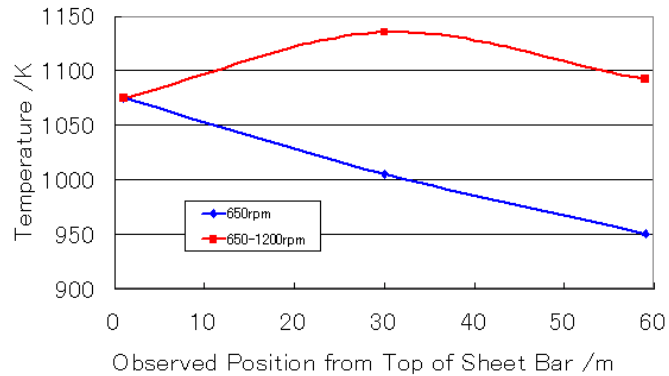


Fig.8 Effect of Rolling Speed on Temperature

図5、図6は出側の圧延速度が1200mpmの場合に、先端から59mの部位での板の中央、表面および平均の温度の変化を示しており、図5は横軸が時間、図6は横軸が送り方向位置である。図2および図3の650mpmの場合に比べて噛み込みまでの放冷時間が大きいこと、そのために噛み込み時に145の温度低下が生じている。しかしながら、圧延機内の滞留時間が半分程度であるので温度低下が緩和され、出口温度は650mpmの場合よりも若干高くなっている。

図7は1200mpmの場合の図4と同様の図である。接触時間が約半分に減少しているため表面の温度低下も少ない。

図8は縦軸に圧延機出側から5m位置における素材の平均温度、横軸に入り側の粗バー先端からの観測位置をとり、噛み込み速度650mpmでそのまま尻抜けさせた場合を青印で、1200mpmまで加速圧延した場合を赤印で示す。加速圧延により素材の温度が上昇することが分かる。また、当然ながら最高速度に達した後は大気中放冷による温度低下(サーマルランダウン)により目標温度を下回るので素材長さが制限される。

< 結論 >

『タンデム板圧延の温度解析プログラム ECOMERI™』による簡単な解析でサーマルランダウンの特性と加速圧延による温度補償効果を予測した。各社のプロセス条件に合せ込むことにより、簡便な設計ツールとなることが期待される。

以上

(ポスト処理には INRIA プロジェクトの MEDIT を使用)

(著作権：ファイフィット株式会社が所有する)