

【技術資料：phifitcodec062007\_02】

平成19年12月07日

### 6スタンドタンデム板圧延の温度解析

PHIFITCO™ (ファイフィット株式会社) 技術開発 吉田忠継

#### < 概要 >

タンデム圧延では状態が時間によらない定常変形を仮定できるため、温度解析も比較的容易に行える特徴がある。特に板材の場合は温度勾配が板厚方向に顕著であり、幅及び送り方向は無視して差し支えない場合が多い。古くから、差分方程式による板厚方向の1次元非定常熱伝導解析が実施されてきた。一般に差分法は理論の理解は容易だが、収束条件などの制限が厳しいので初心者には使い難い可能性がある。そこで、汎関数を最小化する有限要素法を導入することにより、収束条件を緩和して使いやすさの改善を図った。

#### < 解析方法 >

二次の線要素を用い、対称性から板厚半分を4要素、接触部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、送り方向は入りと出側の領域およびスタンド間領域を5mとして各7ステップ、ロールとの接触部を各8ステップとして時間積分を行った。直径0.8mで表面温度1270Kのワークロールを用いて、初期厚40mmの板を上流から順に40%、40%、40%、39.5%、36.5%、18.2%で圧下した。放冷の領域では輻射と対流による熱伝達境界条件として設定し、ロールバイトでは変形抵抗を各スタンド一律に6kgf/mm<sup>2</sup>、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他端は断熱条件である。板厚方向平均温度の時間変化に及ぼす圧延速度の影響を『タンデム板圧延の温度解析プログラム ECOMERI™』によるシミュレーションで調査した。

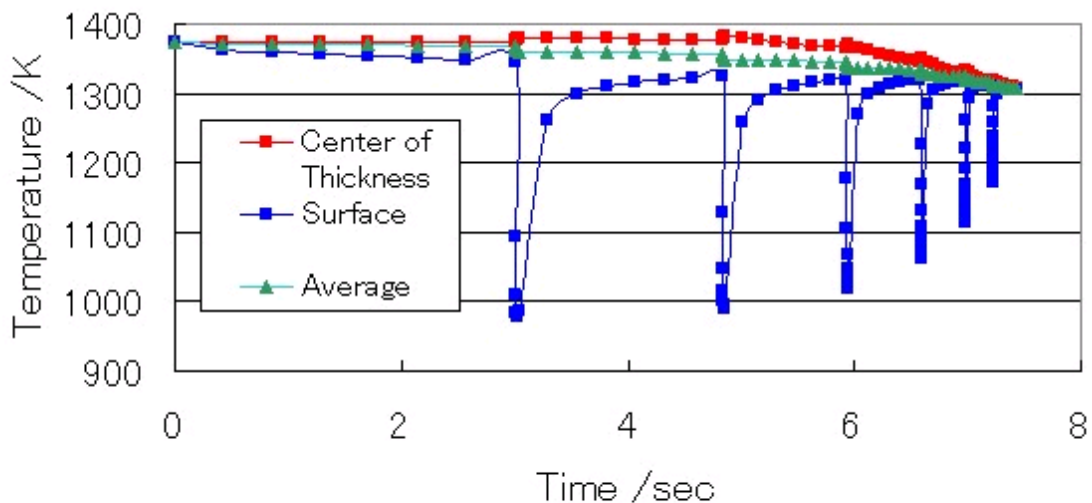


Fig. 1 Temperature of Sheet in 6 Stand Tandem Rolling

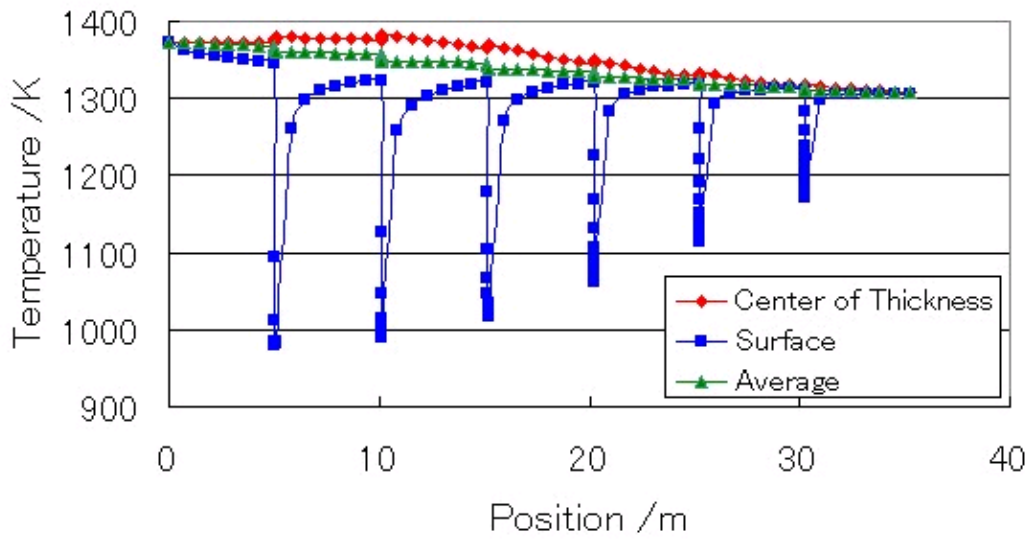


Fig. 2 Temperature of Sheet in 6 Stand Tandem Rolling

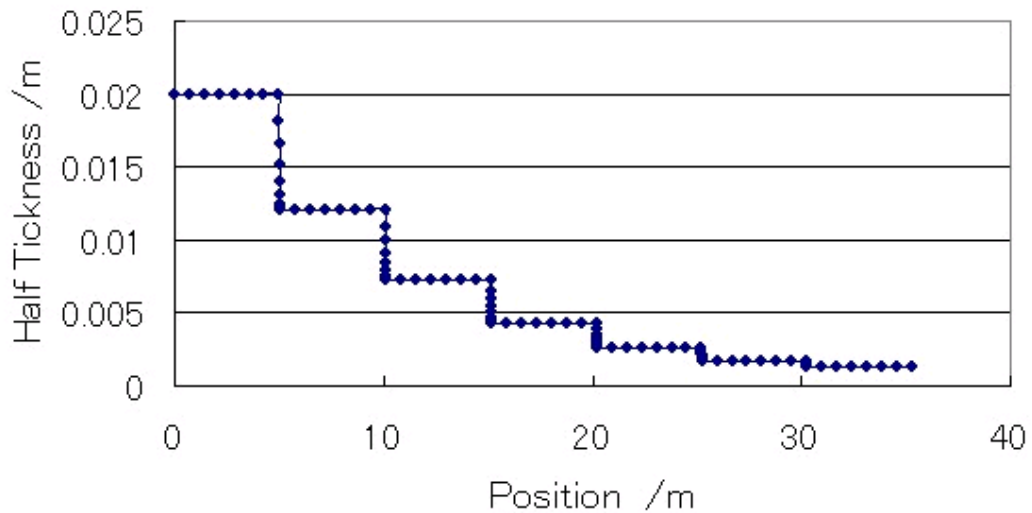


Fig. 3 Thickness of Sheet in 6 Stand Tandem Rolling

図1と図2は板厚方向で板の対称面と表面および板厚平均の温度変化を調べた図である。任意C断面の時間当たり体積流量は一定であるから、時間と送り方向位置は関数関係があり一方から他方を換算出来る。図1は横軸に時間、図2は送り方向位置をとり調べた。1号、2号スタンドでは加工発熱で中心部温度が上昇するが、3号スタンド以降は板厚が小さくなるので表面の失熱のために減少する。接触界面の温度は概ね板とロールの入り側平均だが、後段スタンド程最低温度が高いのはスケール要素の摩擦発熱でみかけのロール表面温度が上昇している可能性がある。

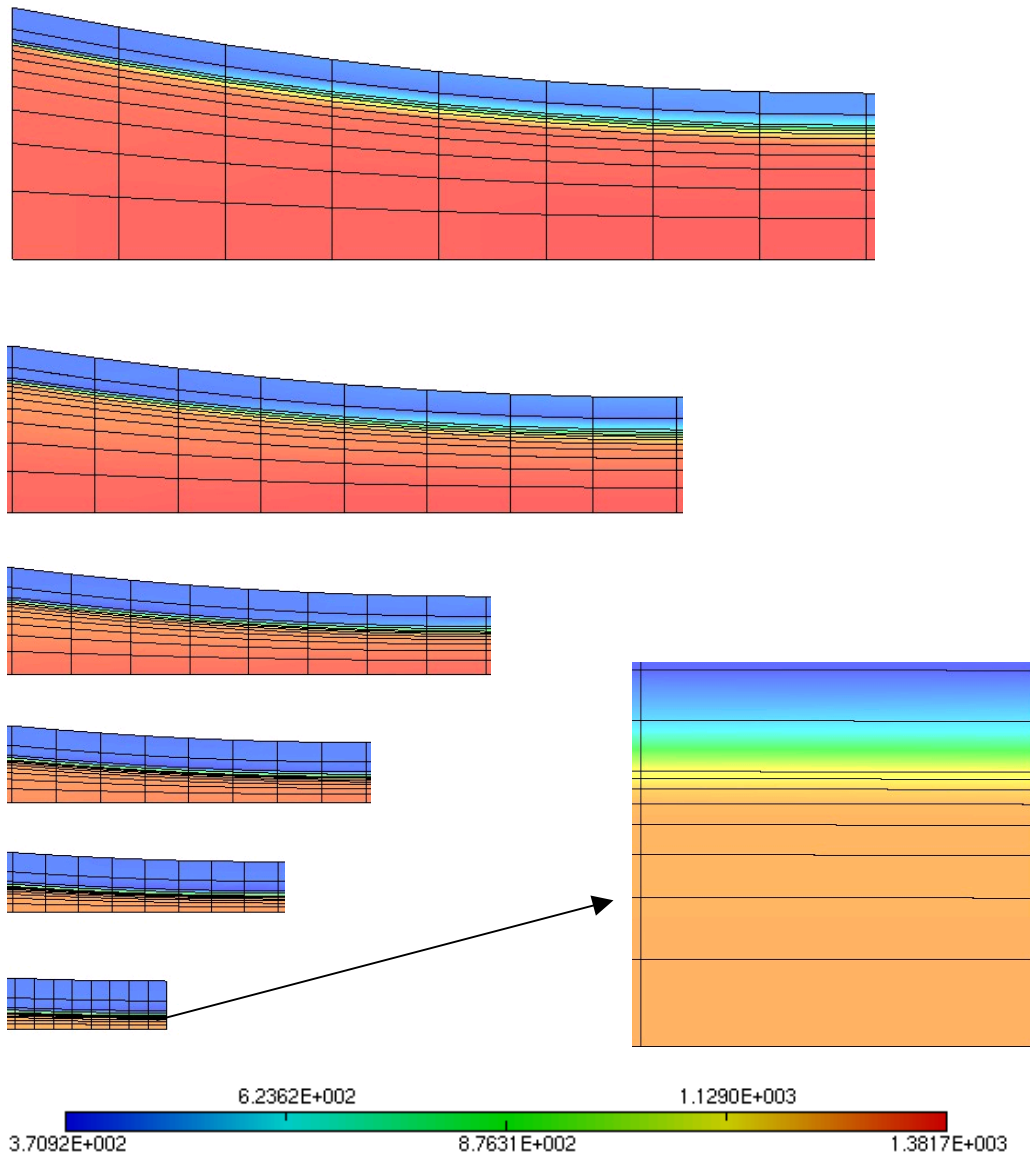


Fig.4 Temperature Distribution in L-Section of Sheet and C-Section of Roll  
(Left Side: #1 to #6 Stand, Right Side: Temperature at Exit of #6 Stand)

図3は板厚変化を長手方向の位置で調べた。板厚の減少の分板速度が増加するので、図1に示すように、後段の通過時間が短くなる。

図4は各スタンドの板のL断面とロールのC断面の温度分布を調べた。前段ではロールへの失熱のため板表面の温度低下が見られるが、後段では接触時間が短いため温度変化が小さく、タンデム圧延の温度工程能力の高さが伺える。

時間積分に完全陰解法を用い、全長35.3mの解析領域を工具も含めて98ステップ、882個の未知数で解析出来た。加工発熱が不安定要因となるので、局部圧下が大となるロールバイト入り口のメッシュ密度を粗にしないようにして不安定振動を防止することが重要である。

(著作権：ファイフィット株式会社が所有する)