

【技術資料：phifitcodec182007_01】

平成19年12月18日

Mg合金の物性による切り板の温間圧延工程の温度解析

PHIFITCO™ (ファイフィット株式会社) 技術開発 吉田忠継

< 概要 >

Mgは基本結晶構造が稠密六方格子(HCP)とされており、滑り系が少ないことから素材の加工性が改善される再結晶温度近くまで温度を上げて加工される。Mg合金も同様の性質を有しており、圧延ロールと焼き付きやすいようであり圧延速度は抑制される。その結果、ロールとの接触時間の増加にともなう熱伝導のため素材温度が低下して素材加熱の効果を損なう問題があった。ロール表面を加熱して素材温度を適正加工温度に保つ温間圧延法の採用もその対策であるが、プロセスが複雑になる。切り板を用いたラボ試験により潤滑など適正加工条件が探索され、本格的な実用化に向けたプロセス開発が進められつつある。

Mg材料の温間圧延の温度工程能力を評価した報告が少ないようであり、板厚方向平均温度の時間変化に及ぼす圧延速度およびロール温度の影響を『タンデム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で調査した。

< 解析方法 >

切り板圧延実験(鎗田ほか2名：塑性と加工47巻第549号、67頁)を参考に、インターネットで調査した物性値を用いて入力データを作成した。板厚2.5mmの常温の素材を473Kに設定した加熱炉で30分間保持した後、炉出後10sec、直径150mmの鉄系ロールで圧下率25%、圧延速度0.07m/secの圧延を行い、加熱初期から圧延後1分までの温度変化を調査した。変形抵抗は190Mpaと仮定し、加熱、放冷、ロールバイト、放冷の4ゾーンに分け、各ゾーンを10ステップ、合計40ステップで解析を行った。また、比較のために素材を鉄系の物性に変更して同様の解析を実施した。

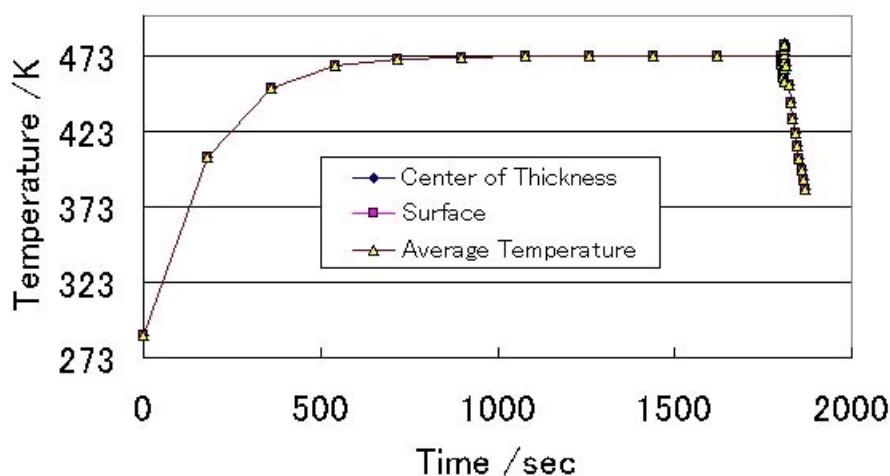


Fig.1 Temperature (AZ31,4.2mpm,Troll=473K)

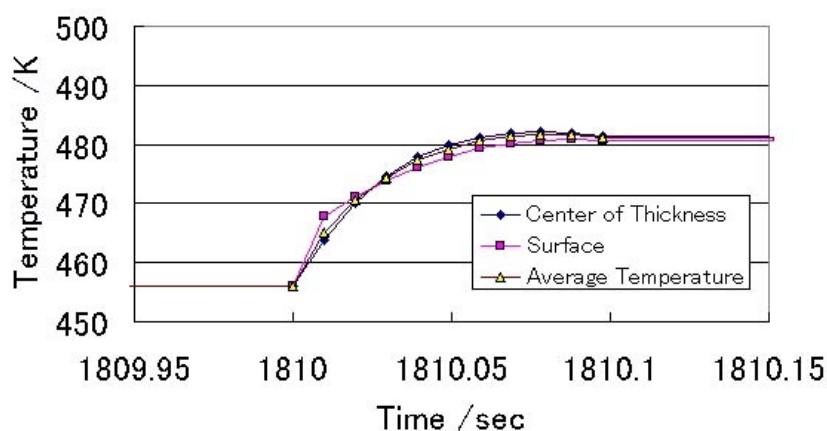


Fig.2 Temperature (AZ31,4.2mpm,Troll=473K)

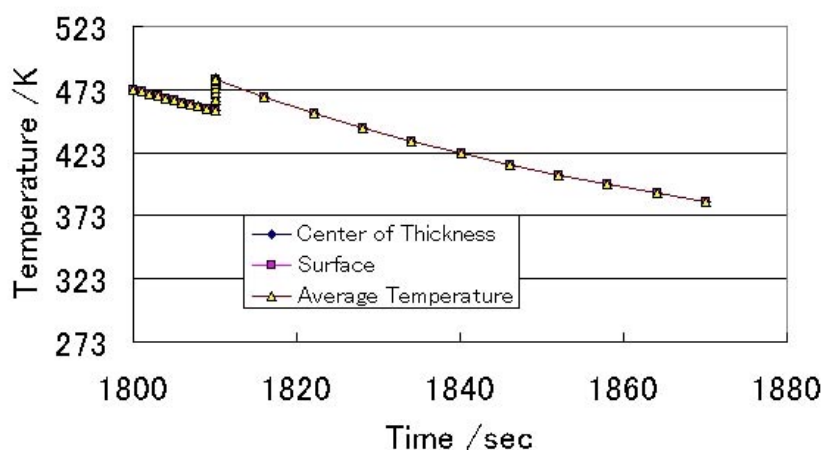


Fig.3 Temperature (AZ31,4.2mpm,Troll=473K)

図1～図3は圧延速度が4.2 mpm、ロール表面温度を473 Kに設定した場合の素材の板厚中央、表面、平均の各温度の時間変化を調べた。

図1は加熱から圧延終了までの全体の状況であり、加熱時間の半分は均熱になっている。圧延による加工発熱で上昇した後、大気中放冷で急速に低下する。

図2はロールとの接触時の状況であり、放冷で加熱温度より7 K程度低下した素材が温度の高いロールと接触して表面が高くなる。その後加工発熱により内部がロール表面温度よりも高くなるとロールへの失熱のため板中央部が最大になる。短時間に25 K程度の温度上昇が得られた。ロールの表面温度を素材の加熱温度と同じに設定した場合、板厚方向の温度差が小である。

図3は大気中放冷の様子であり、板厚が小のため急速に温度低下を生じる。

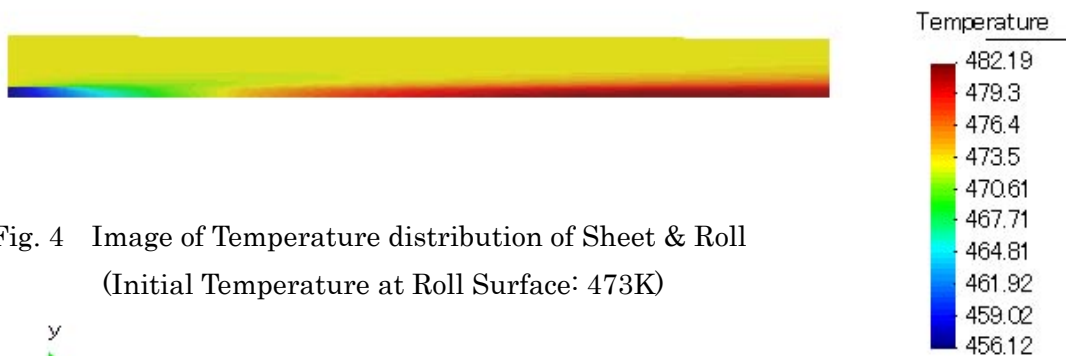


Fig. 4 Image of Temperature distribution of Sheet & Roll
(Initial Temperature at Roll Surface: 473K)

図4は図2に対応した高温のロール接触による素材とロール表面近傍の板厚方向の温度分布の変化を示すイメージ図である。横軸は接触開始から終了までの時間で左から右方向に圧延が進行する。縦軸は板厚方向で、下側が板厚中央、入り側が半板厚1.25mmで低温のため青色である。これに接して高温のスケール相(摩擦発熱用)が0.1mm、ロール表層が6mm金属接触条件で接している。出側では板厚の減少と加工発熱による素材の温度上昇のため板厚中央が最も温度が高く、また表面からの熱移動によりロール表面が加熱されるので接触境界が判別しにくくなる。

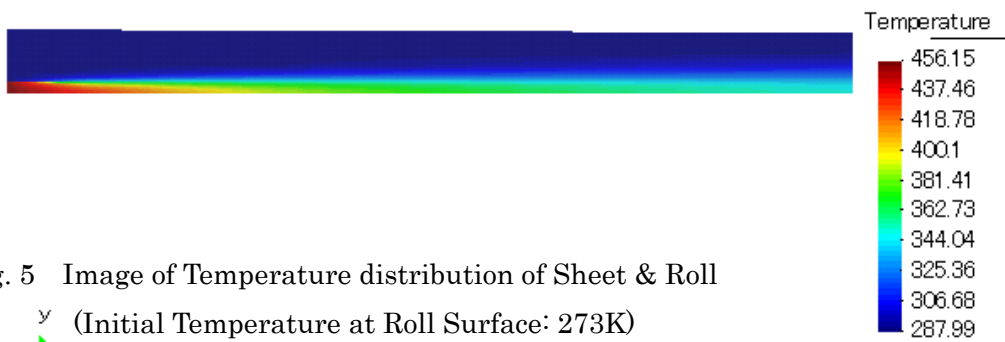


Fig. 5 Image of Temperature distribution of Sheet & Roll
(Initial Temperature at Roll Surface: 273K)

図5は低温のロール接触による素材とロール表面近傍の板厚方向温度分布の変化を示す図4と同様のイメージ図である。接触開始直後から素材表面近傍の温度低下が生じており、ロールバイト出口では板厚中央まで影響していることが判る。但し、ロールの圧下特性から板厚減少の大半はロール入り側の後進域(遅進域)で発生する。この部分では素材加熱の効果が残っているので、変形能低下の影響は出口に比べて少ない。ローカルな温度分布と割れ発生の関係など実験結果と比較した詳細な検討が望ましい。

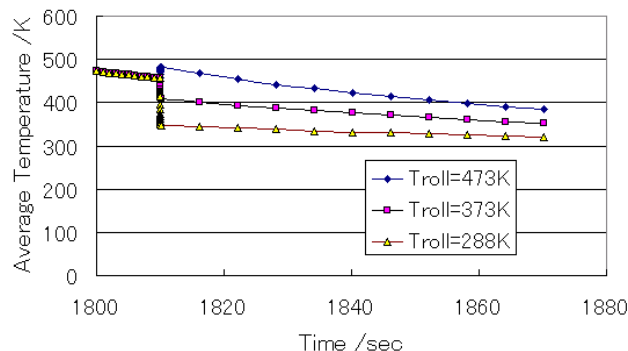


Fig.6 Effect of Roll Temperature

図6はロールの表面温度を常温、373K、473Kの3条件に変更した場合の圧延から放冷までの素材平均温度の変化を示す。圧延速度が4.2m/mと低く制限される場合にはロール加熱の効果は絶大であることが伺える。

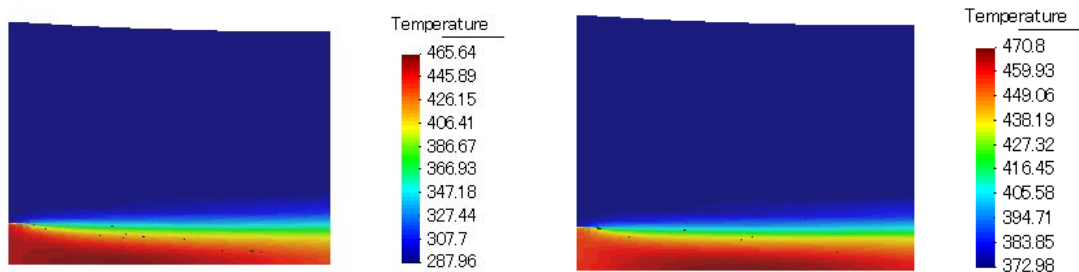


Fig.7 Image of Temperature distribution of Sheet & Roll in High Speed Condition (42mpm, Initial Temperature at Roll Surface: Left 288K, Right 373K)

図7はロール速度を4.2m/mと10倍に設定した場合の図4および図5と同様のイメージ図である。横軸の時間が10分の1に圧縮されて表示されている。図の左側は初期ロール温度が常温であり、右側は373Kに加熱されている。図5の入り側から10分の1を取り出したような状況であり、当然ながら温度低下が緩和される。

図8は図7のロール温度の相異を調べた図6と同様の図である。ロール温度373Kで加工発熱によりロールへの失熱が相殺されることが判る。

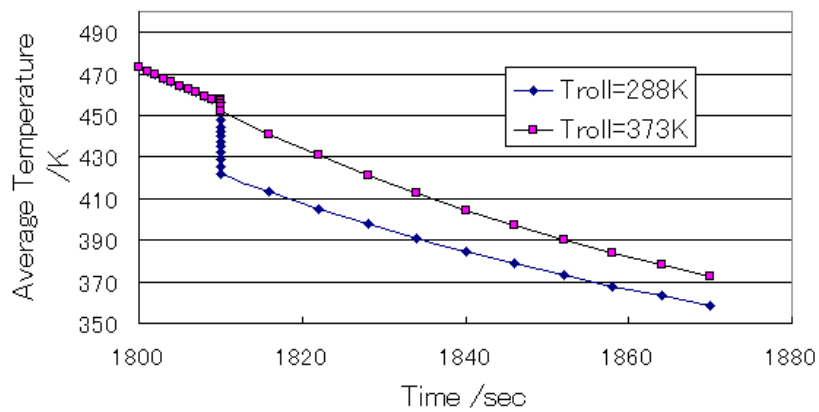


Fig.8 Effect of Roll Temperature in High Speed Condition

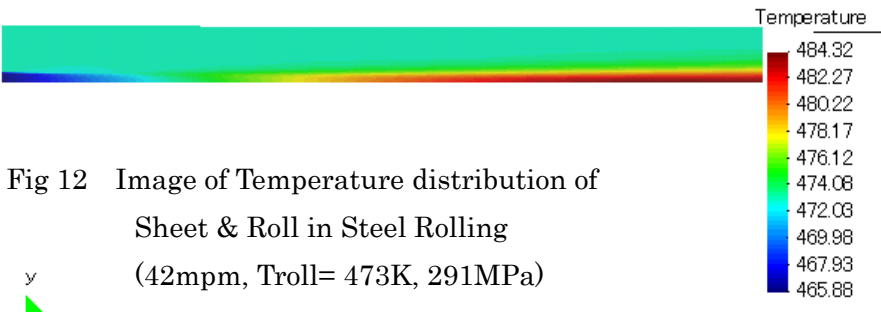
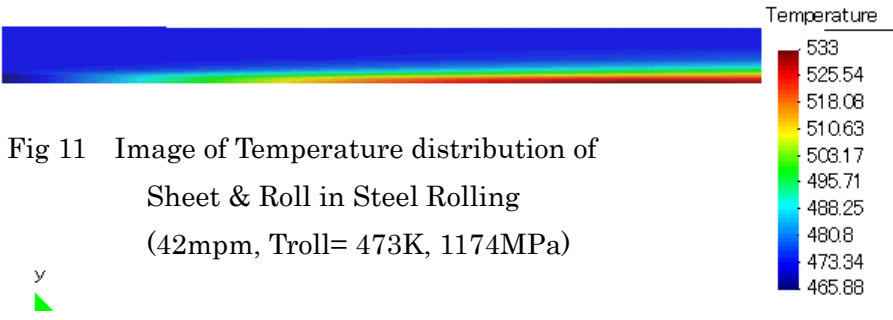
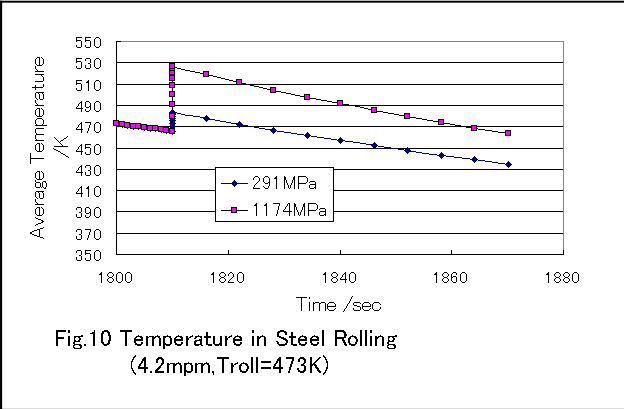
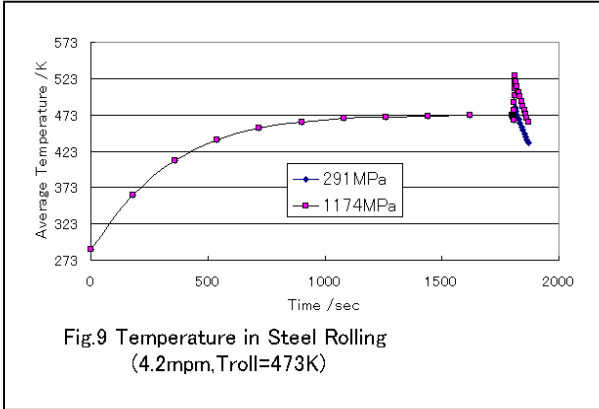


図9～図12は図1と同じ圧延条件で、鉄合金の硬脆材料の物性値を用いて解析を行った結果である。変形抵抗を 1174MPa および加工発熱を低減するための人為的な 291MPa の2条件に設定し比較した。

図9で均熱時間が図1の場合に比べて少ない。また、図10で冷却速度が図3と比べて小である。何れも物性の相異による熱マスの差と考えられる。また、変形抵抗に依存して加工発熱による温度上昇が異なり、素材の物性による熱マスも影響する。

< 結論 >

温度工程能力の評価シミュレーションによりロール接触部の複雑な温度分布を可視化することが出来た。割れ発生や潤滑挙動などでは局部圧下率分布と温度分布を対応させた詳細な解析が重要になると示唆される。

以上

(イメージの表示のためのポストプロセスにはCIMNE社のGID™を利用した)
 (著作権：ファイフィット株式会社が所有する)