



CHAM Limited
Pioneering CFD Software for Education & Industry

再加熱炉内鋼片のCFD 非定常計算モデル

by Rama devi Pathakota

はじめに

CHAM のコンサルタントチームは、再加熱炉のモデル化のために SABIC（サウジ基礎産業公社）への支援を行いました。再加熱炉は、鋼線などの最終製品を生産する圧延に必要な温度までスチールブロック（またはビレット）を加熱するための製鉄所の中の設備です。

典型的な加熱炉は「予熱」、「加熱」、「均熱」の3つの段階を含んでいます。以下に示す例では、ビレットは、「供給」扉を通して炉内に入り、三つの段階の目標温度を達成するため前方へ進み、「排出」扉を出て圧延処理（図には示さず）に向かいます。

予備加熱中に、ビレットは加熱炉内の支配的な雰囲気温度のみによって温められます。次に直接加熱は必要なレベルまでその温度を上昇させるためにガスバーナーを用いて上方から行われます。一度その温度を達成すると、バーナーは、最終の均熱段階で各ビレットが均一な温度を維持できるように、熱量を下げます。この最初のプロセスの目的は、ビレットの機械的な破損や損傷を回避しながら、それらを可鍛性にするために、縦断面内、横断面内ともに一様に最適な温度に加熱することです。



写真：再加熱炉

ビレットの加熱炉及び加熱プロセス内の動作条件の非定常 CFD 解析は、炉の設計の最適化を支援するために行われた。



CFD モデル

図1は予備的な2次元CFDモデルで流入口の供給扉、流出口の排出扉、鋼ビレットとバーナーが配置されていて最後の二つの加熱段階では周囲のガス温度は1200℃となります。このシミュレーションではビレットは40秒ごとに断続的に移動するためにウォーキングビーム法を用いており、炉全体での通過時間は1時間になります。2D非定常シミュレーションは炉中で1時間後のビレット断面の温度上昇及び温度分布を予測するために行いました。ビレットが炉に入ってきた時の初期温度や、ある時間毎に次の場所に移動するビレットの温度を転送するためにPHOENICSのInForm機能を使用しました。この革新的なアプローチは、ビレット自体の動きをモデル化するのではなく、簡単にビレットの温度を移動させています。ビレットの形状は全て同じで、その静止時間に対して移動時間は非常に短いためこの方法は適切であるといえます。

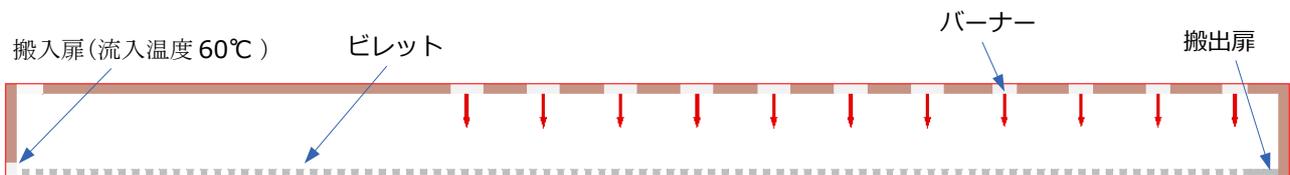


図1 2次元非定常CFDモデル (供給扉、排出扉、ビレット、バーナー)

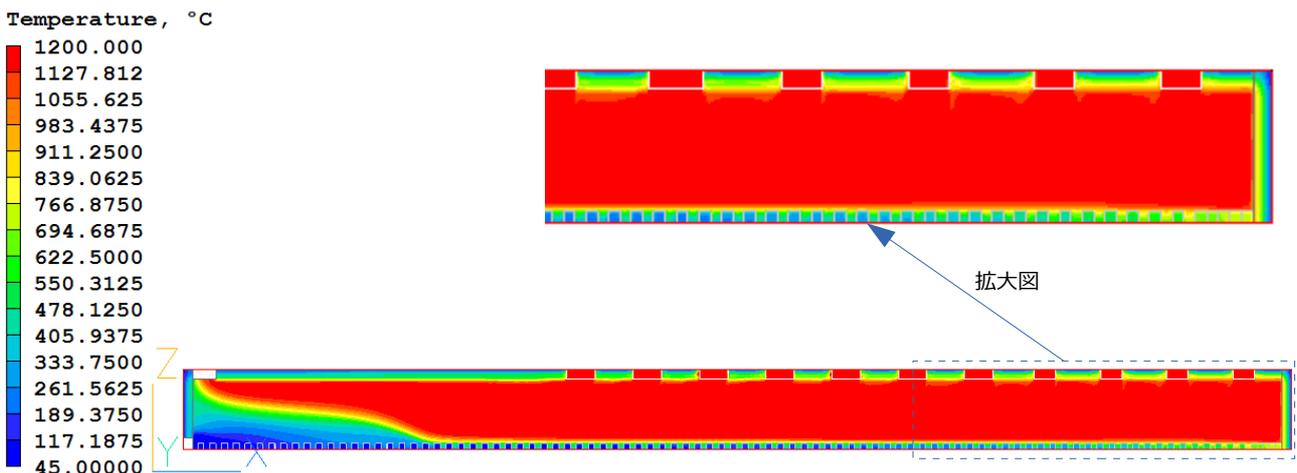


図2 温度分布 (62.5分後)

結果

図2は、炉内の1時間後のビレット断面の温度分布を示しています。比較的低温(60℃)の空気は供給扉から入り込み、一緒に入る各ビレット温度は入口で45℃となっています。次にバーナーが1200℃程度の高温ガスを供給している加熱段階を通過する際にビレットの温度が徐々に増加していきます。シミュレーションは、45℃で入ってきたビレットが1時間後に750℃で排出扉から出るまでの温度を予測しています。その2次元モデルを基本として、CHAMはSABICのエンジニアが完全な3D非定常CFDモデルを構築するための手助けをしました。現在は縦断面、横断面の両方において、スパンに沿ったビレットの温度分布を予測するために使用され、さらにPHOENICS FANオブジェクトを使用して、より正確にバーナーによって生じる旋回流を表しています。

モデル化された熱伝達プロセスは、(a)炉内壁間、バーナーおよび外部とビレット間の放射熱伝達、(b)高温ガスからの対流熱伝達からなります。ビレットとバーナーや供給扉外側の空気との間の放射熱伝達はPHOENICSで利用可能な「IMMERSOL」法を使い外部リンク温度を設定することによりモデル化した。