

キーワード：鋳造、湯流れ、凝固、シミュレーション

はじめに

近年、顧客の鋳物製品に対する納期、価格、品質への要求が厳しさを増し、これらの要求を満足させることがますます重要になってきています。このような状況の中で、鋳造方案に起因する欠陥を予測することが可能な鋳造シミュレーションは、これまで経験や試行錯誤によって導かれてきた方案設計において大きな効果をもたらすと思われま

す。くわえて、熟練技能者の不足が危惧される鋳造業界では、鋳造シミュレーションが今後重要な地位を占めていくと予想されます。当所では平成10年度の「ものづくり試作開発支援センター整備事業」によって、湯流れ・凝固シミュレーションソフト「JSCAST」を導入いたしました。ここではJSCASTの概要といくつかの解析例を紹介いたします。

JSCASTの適用範囲

JSCASTでは解析を行う鋳造合金、鋳型材料の物性値を入力することによって、生型鋳造、金型鋳造、ダイカストなど様々な鋳造法に対応することができます。また、冷し金、冷却水、発熱スリーブなどの設定も可能で、これらの効果も解析することができます。なお、当所では湯流れ解析専用のオプションソフト「MULTI-FLOW」も同時に導入し、傾斜鋳造の解析も可能になっています。

JSCASTによる解析の手順

解析を行うために必要な各種設定はすべてメニュー表示にしたがって進められます。設定する項目は鋳造合金や鋳型材料の材料物性値、鋳込温度、速度(または時間)などの鋳造条件、解析を行う形状データの3種類に大別されます。なお、代表的な材料物性値については、初期データとして与えられています。

形状データの輸入はタブレットを用いた紙画面からの入力、JSCAST中で単純立体図形を組み上げる方法、3次元CADのSTL形式データからの読み込みなどによって行います。

形状入力後、解析を実行するために要素分割を行います。要素分割は主に自動で行いますが、手動での分割も可能です。なお、当所の装置構成では最大要素分割数は100万要素になっています。

湯流れ解析例

湯流れ解析は溶湯の流入口や重力方向などを設定してから解析を行います。図1はダイカスト製品を想定した外径100mm、高さ25mm、厚さ4mmのリング状試験片の1/2モデルを使用した解析例です。溶湯の充填時間表示では、ゲート部周辺に充填の遅れる箇所(A)が発生し、この部位で空気の巻き込みによる鋳造欠陥の発生が予測されます。【要素数：約70万 計算時間：7.5時間】

図2は生型鋳造によるVプーリ素材(外径170mm×240mm)の解析例です。速度ベクトル表示を行うと、この方案では湯道中での乱流の発生(B)と中子への溶湯の激しい衝突(C)が見られ、製品内への介在物の巻き込みが予想されます。【要素数：約31.4万 計算時間：7時間】

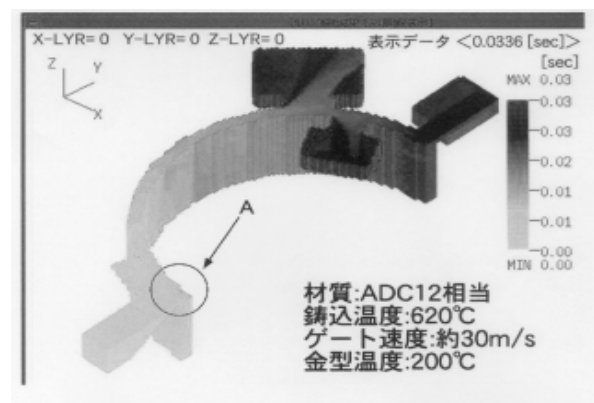


図1 溶湯の充填時間表示

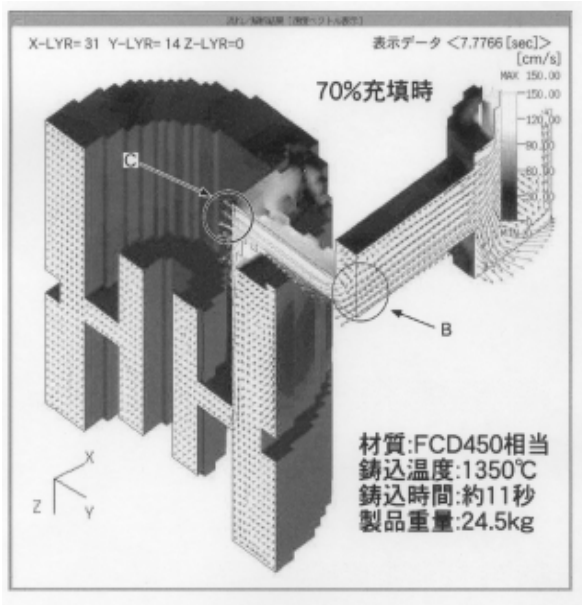


図2 溶湯の速度ベクトル表示

湯流れ解析ではその他に最大50分割での溶湯の充填状況、温度分布などがカラー表示され、湯回り不良や湯境いなどの予測に利用できます。

凝固解析例

凝固解析では湯流れ解析によって得られた温度分布データを初期値として解析を行うことができます。図3は前出のVプリー素材で方案の変更を行って凝固解析した結果を等凝固時間表示によって示しています。この例では押し湯が有効に機能せず、製品内面に引け巣欠陥の生じ

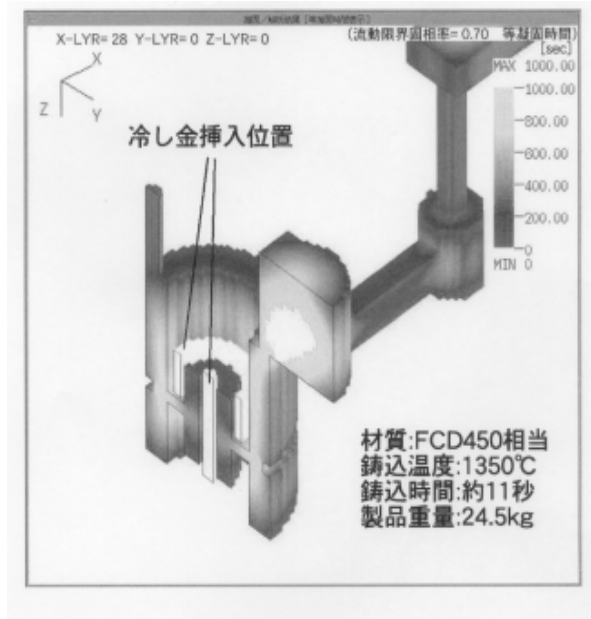


図3 等凝固時間表示

る可能性のあることが分かります。凝固解析ではその他に固相率勾配や冷却速度分布表示などによって凝固現象を表現することができます。

【要素数：約31.4万 計算時間：30分】

また、凝固解析を繰り返し行うことによってダイカスト金型の温度分布を解析することも可能です。図4は図1のリング状試験片を30回繰り返し鑄造した場合の金型温度分布を示しています。このような結果を利用することで、金型の過熱対策に役立てることができます。なお、この解析例では要素数を大幅に減し、計算時間の短縮を図っています。

【要素数：約2.5万 計算時間：湯流れ4分、凝固6.3分×30】

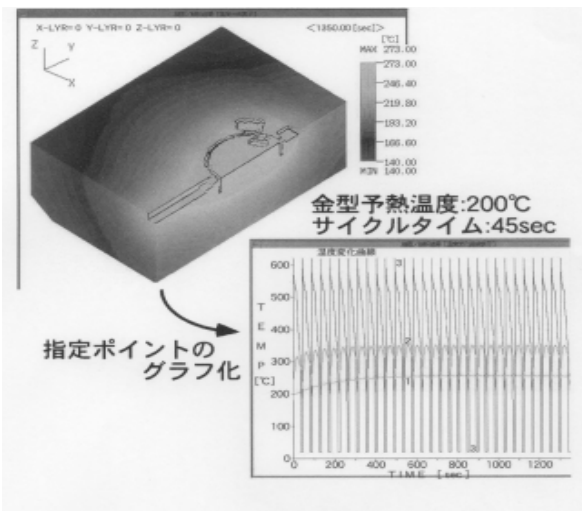


図4 温度分布とグラフ表示

おわりに

現在のJSCASTでは消失模型鑄造法、半熔融凝固鑄造法には未対応であるなど、いくつかの問題もあります。しかし、鑄造シミュレーションは日頃生産している鑄造品の湯流れ・凝固現象を仮想的に可視化することで、鑄造欠陥を改善するためのヒントを与えてくれる重要なツールであると思います。本装置は開放機器となっておりますので、詳細につきましては当所までお問い合わせください。