

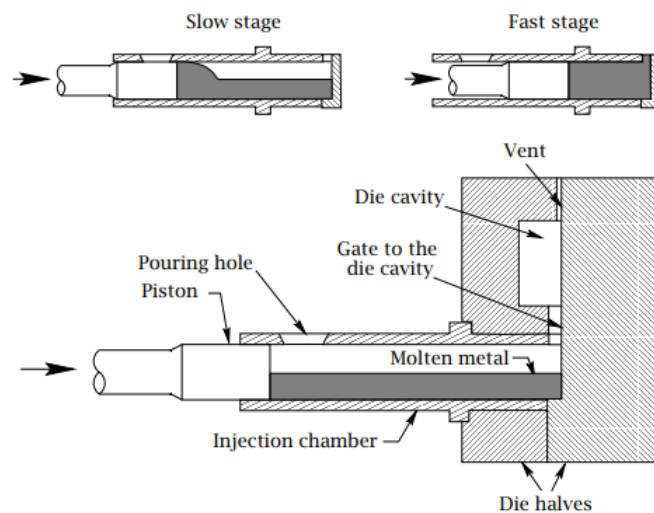


CHAM Limited
Pioneering CFD Software for Education & Industry

横置き冷却チャンバーでのダイカスト 分散化・差分スキーム等の比較検討

はじめに

横置き冷却チャンバーでのダイカストを考えます。溶融金属は、プランジャーによって押される水平ショットスリーブから金型キャビティに射出されます。ダイキャビティおよびショットスリーブ内の初期空気が溶融金属内への閉じ込められる（金属が凝固する時の気泡）状況を確認します。



水平ショットスリーブやプランジャーの大きな加速に対する反力によって、波面のロールオーバーが引き起こされます。



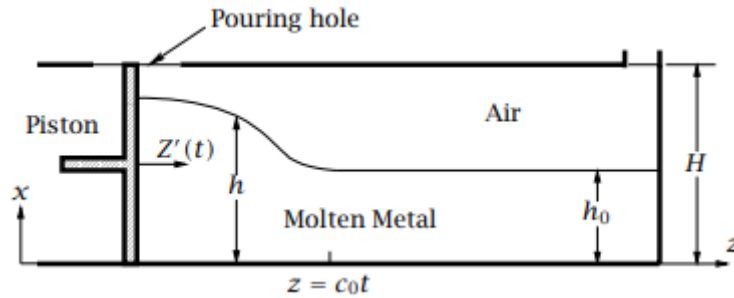
ピストンとチャンバーの端壁の間の相対運動は、デカルトグリッドを使用して再現され、ピストン表面または端壁のいずれかを動かすことによって収縮します（ピストンは静止していると仮定 / 単位質量あたりの水平体積力）。特定の動作条件では、特に波が砕け始めた後、グリッドに依存しない結果を得ることが困難でした。

ここで、質量保存を満足するスカラー輸送方程式の数値解法が重要になります。PHOENICS に実装されたスカラー方程式手法は、Van Leer (1977) の陽的な分散化スキームを使用して数値拡散を削減しようと

しますが、Gómez et al. (2000)の研究から流体マーカー変数 F が変化する領域で許容できない拡散が排除できないことが知られています。今回はこのスカラー方程式手法に対してレベルセットモデルを導入してより界面形状を明瞭に扱えるようにした。

計算モデル

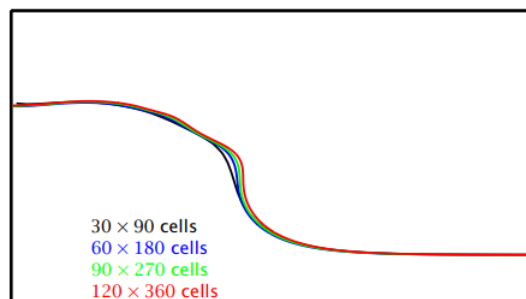
計算は下図のように初期液面形状を決めた状態から開始します。計算時間は、熔融金属がチャンバー天井に到達するよりも十分小さい時間です。ピストンの移動は、単位体積当たりの体積力として液体に与えます。



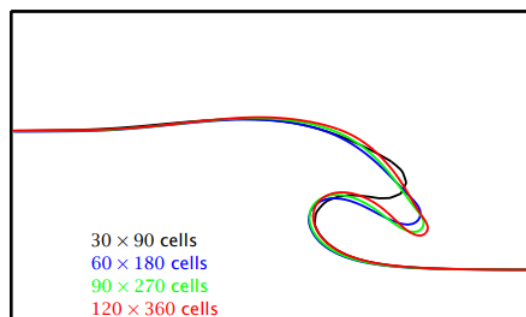
メッシュの依存性を知るために、いくつかの分割数で比較してみました。全てのメッシュでは CFL 条件が 0.05 になるように Δt を決めていきます。

計算結果

計算開始直後(a)と少し進みロールオーバーが見られる時刻(b)の界面分布をしめします。メッシュ分割が細かい方が、より液の移動が進んでいることがわかります。



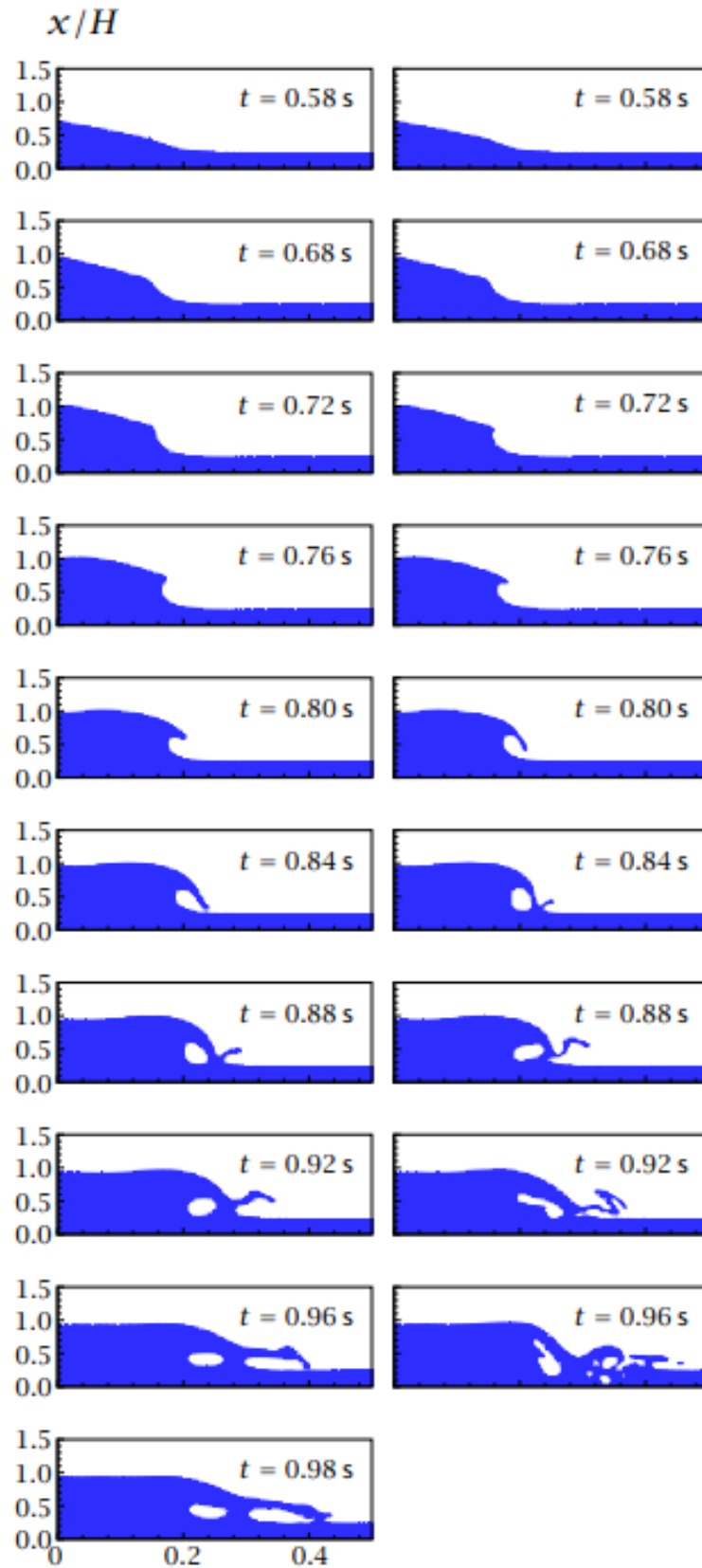
(a)



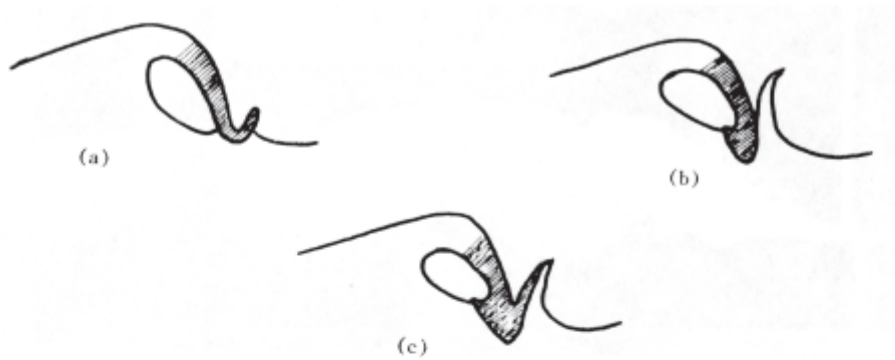
(b)

次に、解法の違いについて比較してみます。下図の(a)は PHOENICS のデフォルトの Hybrid スキーム、(b)は対流項の計算に非線形高次差分の MUSCL スキームを使用したものです。MUSCL スキームではターン

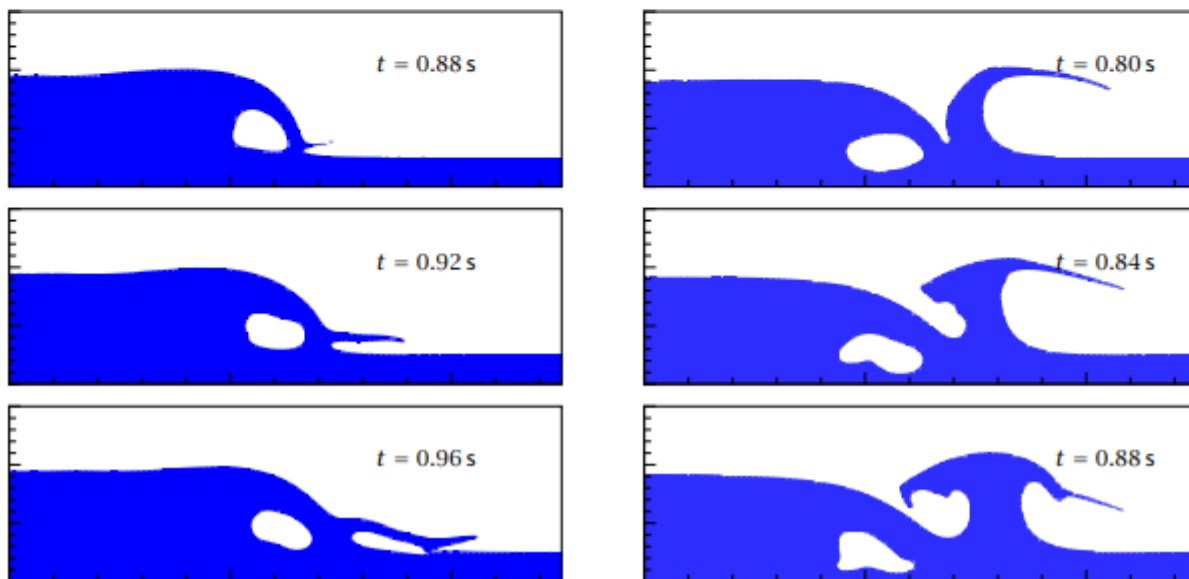
オーバー後のスプラッシュが見られます。



以下にスプラッシュ部分を拡大したものを示します。



(Peregrine, 1983)



まとめ

モデルは流れの全体的な特性を適切に予測しており、その結果は、砕波問題を正確かつ効率的にシミュレートする際のモデルの機能と限界を示しています。PHOENICS で得られた結果は、ナビエ・ストークス方程式のメッシュの離散化の比較、スキームの比較、およびレベルセット法に基づいて界面流れのシミュレーション用に特別に開発されたコードの結果と比較されました。計算結果ではターンオーバーによる気泡の混入が表現できており、コードをいくつかのベンチマーク問題を解決するために適用することで効率と精度が評価されることがわかります。