

川崎製鉄㈱ 水島製鉄所 ○八百 升 岩崎 健 一宮正俊
技術研究所 小沢三千晴

1. 緒言

流体装置内の速度分布を正しく評価することは、装置の設計や改善及び最適な操業方法の検討にとって欠かせない課題であり、鉄鋼プロセスにおいても溶銑・溶鋼流の影響の評価を無視しては解析が不十分となるケースが多い。そこで直接差分法¹⁾(外節点法)を流体問題に適用して複雑な形状の領域内の非圧縮性粘性流を取り扱える汎用プログラムを開発し実用化への目途をつけたので紹介する。

2. 計算手法

二次元直交座標系で非圧縮性粘性流の運動は次の二式で表現される。

Navier-Stokes 式 : $Du/Dt = -\nabla\phi + \nu\nabla^2u + F$

連続の式 : $\nabla \cdot u = 0$

差分式は直接差分メッシュに有限体積法²⁾を応用して得られる。計算フローは次に示す。定常解析は time marching 法による。

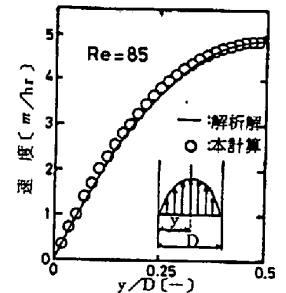
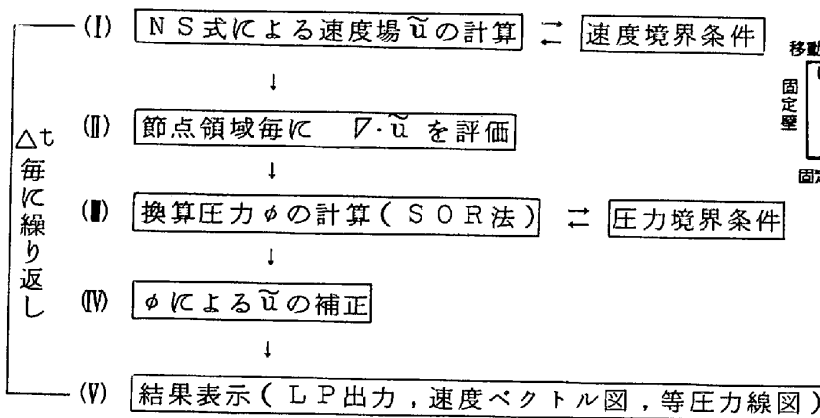


図1 ポアズイユ流れの速度分布

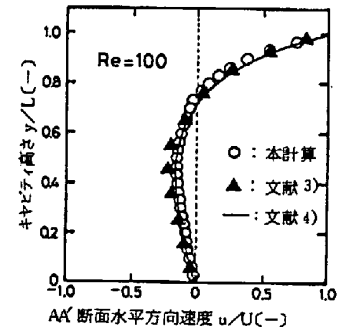


図2 キャビティフローの速度分布

3. 適用結果

上記手法により有限要素法と同一の入力データを用いる汎用プログラムを作成してポアズイユ流れ(図1)、キャビティフロー(図2)を計算したがそれぞれ解析解、文献値ともよく一致した。

更に風上差分法⁵⁾とSmagorinsky-Deardorff乱流モデル⁶⁾の導入によりRe数 10^5 程度の乱流域でも解が安定に得られ、自然対流もブジネスク近似により扱うことができる。実設備の溶銑・溶鋼流速は現在計測不可能なので、本手法は今後連鑄・脱ガス・転炉プロセス等の流れ解析に非常に有効であると考えられる(図3参照)。

4. 参考文献

1)例えば、大中逸雄：金属50(1980)6,P15 2)MacCormac et al.:AIAA PaPer(1972),72-154
3)内田博幸：IHI技報20(1980)4,P195 4)O.R.Burgraff:J.Fluid.Mech.24(1966),P113
5)S.P.Flankel:Proc.6th.symp.in Appl.Math.,AMS6(1956),P73
6)Deardorff:J.Fluid.Mech.41(1970),P453

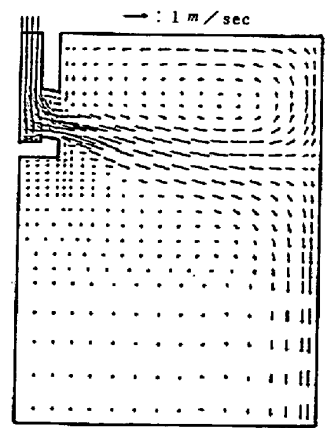


図3 計算例(連鑄モールド内ノズル噴流)