

Title	CIP法を用いた管内流れにおける弾性壁面と流体の三次元解析
Author(s)	小西, 徹
Citation	
Issue Date	2003-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1696
Rights	
Description	Supervisor:松澤 照男, 情報科学研究科, 修士

CIP 法を用いた管内流れにおける弾性壁面と流体の三次元解析

小西 徹 (110045)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2003 年 2 月 14 日

キーワード: CIP 法, 移流方程式, 三次元.

固体と流体の境界を持つようなモデルでは, その境界の扱いが難しい. このようなモデルが移動境界問題である. 現在, この移動境界問題に対する数値流体解析が, 様々な手法で行われている. 計算方法は, 液体領域と計算領域を常に一致させ, 液体の運動や自由表面の変形に合わせてメッシュを変形させるラグランジェ手法と, 固定されたメッシュ上で液体を移動させるオイラー手法の 2 つに大別される. 一般に, 移動境界問題のような流体領域と固体領域の境界が移動する問題に対しては, ラグランジェ手法が用いられている. これは流体と固体の境界に合わせて格子を設定出来るため, 自由表面の定義が容易である. しかし, ラグランジェ手法で格子を定義すると, 時間ステップ毎に格子の張り替えを必要とし, 格子が極端に変形する等の問題がある. これに対してオイラー手法では, 空間に固定されているため扱いやすい, 流体と固体の境界を表現するためには工夫が必要であり, 境界を精度良く表現することが難しい, これは流体と固体の境界の追跡を行う際に, 運動方程式における移流項の計算を行うが, 数値拡散による精度の低下が生じるためである.

矢部孝らによって提案された Cubic-Interporated Propagation(CIP) 法はオイラー手法の固定格子を用い, 各格子点で保持している値と勾配を利用して 3 次関数で補間することで, 移流成分を精度良く解くことが出来る手法である. CIP 法を利用することで, 固体移動が流体に与える影響や, 流体が固体に与える影響の解析が出来ると考えられる.

古田は CIP 法による弾性管内流れの解析を行った. 計算モデルとして, 壁を強制的に移動させた場合の流体解析に CIP 法を適用し, 管壁が移動する流れの解析を行った. また荒木は CIP 法を用いた管内流れの解析を領域分割に基づき並列化を行った. 計算モデルとして, 壁面が振動する管内流れの解析および流入条件に振動するポアズイユ流れを与え, 凹部を持つ管内流れの解析を行い, それぞれの流れ場を精度良く捉えた. 松澤は, 流体と弾性壁面の相互作用の解析を行い, 流体による壁の変形をともなう流れの解析を CIP 法を用いて行った. 本研究では CIP 法を三次元モデルに適用することを目的とした. はじめに MAC 法でキャビティー問題についての解析を行い, 速度計算に CIP 法を適用した.

レイノルズ数 $Re = 100$ のデータは Ku 氏の 3 次元キャビティの論文と照らし合わせてみると, 本研究ではグリッド数が少ないにも関わらず比較的精度があることが速度ベクトルを比べてみて確認された. これは CIP 法が格子点に勾配という情報を保持していることによるものであると推測される.

しかし境界付近でのデータがあまりよくないのでそれに関しては検討が必要であると思われる.

今後は管内流れに CIP 法を適用し, 管の壁面の移動による流れ場の解析などが計算対象になる.