

Title	CIP法を用いた管内流れにおける流体と弾性壁面の相互作用の解析
Author(s)	松澤, 崇
Citation	
Issue Date	2001-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	none
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/1450">http://hdl.handle.net/10119/1450</a>
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 流体と弾性壁面の相互作用の解析

松澤 崇

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2001年2月15日

キーワード: CIP法、移動境界、相互作用.

我々の身近に存在している流れの現象の多くは、移動境界を有する流れである。河川や海域で見られる流れ、油と水の二層流れ、変形する構造物まわりの空気の流れはその代表的な例である。

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が、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。

本研究では、流体と弾性壁面の相互作用の解析を目的とした。流体解析によって得られた圧力値から壁面の変形量を求め、流体による壁の変形をともなう流れの解析に CIP 法を用いて行う。軸対称モデルを考え 2 次元デカルト座標の基礎方程式を円筒座標の基礎方程式に変換して、2 次元から準 2 次元への拡張を行った。予備実験として、管内に凹部を持つ流れの解析を行い、軸対称モデルにおける解析結果を検証した。次に、壁が振動するモデルについての解析を行った。この計算モデルは、まっすぐな管の中央部がゆっくりと移動し、また元に戻るという運動を繰り返し壁面の移動による流れの影響を調べた。移動する壁部分の境界条件に移動速度を設定した。

実験として、管内に凹部を持つ計算モデルにおいて、流体解析によって得られた壁に掛る圧力量から変形量および変形速度を求め、壁部分の境界に設定することで、流体と弾性壁面の相互作用の解析を行った。計算モデルはシェルモデルとした。圧力差から変形量を求め、タイムステップ  $\Delta t$  で割ることで変形速度を得る。凹部の速度境界条件に変形速度を与え解析を行った。その結果、変形量が小さい場合においては凹部での圧力変化に壁が変形し、流れ場に影響を与える様子を見る事ができたが、変形量の値が大きいと安定した圧力解や速度解が得られなかった

以上の実験から以下のような結果が得られた。

1. 変形量が非常に小さいケースにおいて、流入側では壁を押し上げ、流出側では内側に引っ張る力が働き、凹部の形状変化に伴い流れに影響を与え、流体と弾性壁面の相互作用の解析を行った。
2. 課題として変形量の大きい場合でも、計算が行われる様な工夫が必要である。