

審査の結果の要旨

氏名 ヘフニー モハマッド モハマッド

本論文は「FVMに基づくCFDにおけるセル形状が数値予測精度に及ぼす影響」と題して、CFD解析に関わる技術者の最適な格子タイプの選択を支援することを目的とし、CFD解析結果の格子依存性に関する定性的且つ定量的な評価を行っている。

計算機技術の劇的な発展とともに、様々な業種においてCFD解析による複雑な流れ場解析が汎用的に実施されるようになってきた。都市空間など複雑な流れ場を同様にCFDを用いて解析する場合、格子の複雑幾何形状への適合性の高さから非構造格子を用いた有限体積法を用いる場合が多い。非構造格子システムでは、単純な六面体だけでなく、複雑な幾何学形状に適合するため、四面体やプリズム等様々な異形格子が利用される。しかしながら、これらの非構造格子システムにおける異形格子の採用が、数値予測精度に及ぼす影響を検討した例は少ない。そこで、本論文は、非構造格子を用いた有限体積法における数値予測精度の格子依存性を定量的且つ定性的に示している。

本論文の構成は以下の通りである。

第1章では、非構造メッシュを用いた流れの解析やその誤差評価に関する既往の研究の概要、および研究背景と本論文の研究目的について述べている。

第2章では、CFDの基礎として、CFDコードやその支配方程式、乱流モデル、境界条件の設定に関して解説している。

第3章では、有限体積法による離散化に関して解説するとともに、離散化過程における数値誤差の発生に関して述べている。

第4章では、非構造格子とその数値誤差評価として、CFDにおける格子形成方法やコントロールボリュームの定義から、リチャードソン補外法等の数値予測精度評価方法に関して述べている。

第5章では、セル形状が数値予測精度に及ぼす影響を定量的に評価することを行っている。ここでは、セル形状の影響を明解に示すことを目的として、キャビティ

内自然対流場、単体建物モデル周りの乱流流れ場、単体建物モデル近傍での濃度場、後ろ向きステップ上の乱流流れ場等の数値実験を種々のセル形状を用いて行っている。これらの数値実験を通し、本章で対象としている全てのケースに対して、セル形状が数値予測精度に大きく影響を及ぼすことが確認されている。特に六面体のメッシュが、四面体のメッシュと比較して、数値誤差の値が小さくなる結果を算出しており、実験データと良い整合性を示すことが確認された。

第6章では、セル形状が数値予測精度に及ぼす影響を、離散化による打ち切り誤差を評価することにより、解析的に検討している。ここでは、接点中心法に基づくFVMにおいて広く用いられている補間方法である **Differ Correction Method** の問題点を明らかにした。さらに、CFD解析に関わる技術者に、解析対象に非構造格子を用いる場合の留意点、及び指針を示している。

第7章において本論文の総括を示し、併せて今後の研究課題を示して結論としている。

以上を総括するに、本論文では都市空間等の複雑幾何形状を対象とした流れ場をCFDにより解析する場合に必要な非構造格子システムの利用に関して、その精度と適応性を定量的且つ定性的に示している。これまでの検討例が少ない本課題に対して、種々のアプローチにより定性的且つ定量的な評価を行い、CFD解析に関わる技術者に非構造格子システムを利用するうえでの注意事項や指針を示した点が評価に値する。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。