

乱流構造に基づく SGS モデルを用いた微気象場の数値計算手法の構築 Development of Computational Method for Micrometeorological Field using Subgrid-Scale Model Based on Turbulence Structures

○井上実

○Minoru INOUE

The purpose of this study is development of computational method for solving the micrometeorological field by large-eddy simulation, and investigation of the turbulence structure near density interface. The present computational method is applied to subgrid-scale model based on turbulence structures. This subgrid-scale model has no need to change the model parameter due to flow fields, and has the robustness of numerical stability. Using this computational method, large-eddy simulation for stratified flow field in the complex terrain is carried out to investigate the influence of turbulent flow for diffusion field near density interface.

1. はじめに

密度界面近傍の乱れによる熱や物質の拡散現象は、局地的な集中豪雨や大気汚染物質の高濃度化に係わる現象の一つとして挙げられる。近年、このような現象に対応するため、時空間スケールがより細かな気象予測に対するニーズが高まっている。しかし、一般的に用いられる気象予測モデルでは、密度界面近傍の拡散現象を十分に解像することができず、微細な乱流構造を把握した上で適切なモデル化を施す必要があると考えられる。

そこで本研究では、時空間スケールがより細かな気象予測の実現に資する基礎研究の一つとして、微細な乱流構造を捉えることができる LES モデルを構築し、密度界面近傍の物質拡散に関わる乱流構造を明らかにすることを目的とする。

2. 数値計算手法の構築

本研究では、日本の国土に特徴的な複雑地形上の乱流構造を解析するため、これまでに開発済の一般曲線座標系を用いた $k-\epsilon$ モデルをベースに、LES モデルを構築する。

SGS(Subgrid-Scale)モデルは様々なモデルが提案されており、代表的なものに SM(Smagorinsky Model)と DSM(Dynamic Smagorinsky Model)がある。それぞれ乱流の研究において成果を挙げているが、SM では流場に応じてモデル係数を変更する必要があり、DSM ではモデル係数が可変となる一方、計算不安定が生じやすいという問題がある。Kobayashi¹⁾はこれらの問題を克服するため、SM の

モデル係数を乱流構造に基づいて算出する新しいモデル CSM (Coherent-structure Smagorinsky Model) を提案した。本手法の特徴は、モデル係数が流場に依存しないこと、計算安定性に優れることなどが挙げられる。

本研究では、SGS モデルに Kobayashi のモデルを導入し、まずは SM との比較検討を行う。

3. 今後の研究方法

これまでに、ベースとなる $k-\epsilon$ モデルの精度確認を行った。今後は以下の方法で研究を進める。

- ① LES の実行に向けて、ベースモデルに SM および CSM を導入し、両者の比較検討を行う。
- ② 成層化された流体中の LES を実行し、密度界面近傍の乱流性状および物質拡散の様子を詳細に調べる。
- ③ $k-\epsilon$ モデルによる同様の計算結果を LES の計算結果と比較し、乱れの非等方性が拡散場に与える影響を考察する。

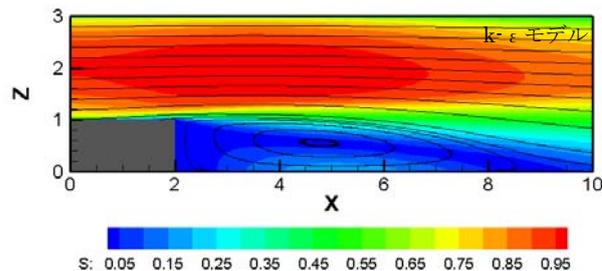


図1 バックステップ流れの風速と流線図

参考文献 1) H. Kobayashi: Phys. Fluids, 17, 2005.