

## 第 I 部門 温度成層の影響を受ける混合物拡散の LES

神戸大学工学部建設学科 学生員 朝倉 啓介  
 神戸大学大学院工学研究科 正会員 中山 昭彦

## 1. 目的

本研究では環境汚染の一つとして知られる大気汚染や水質汚濁などに注目していく。これらの汚染源の特徴の一つとして一点に留まることなく大気流や水流に伴って拡散していくため、現在では地域間、さらには国際間での問題となっている。そのため汚染源がどのような動きをするのか大気層や地形、構造物、風の動きを事前に考えた上でシミュレーションしていく必要がある。今回は一点から混合物が常時定量を放出し続けるという仮定の下で拡散の状況を確認する。この際に、地形や構造物により突風や突発的な乱れの発生が考えられ、これらも考慮していくので解析手法として時間的に変化の細かい流れを捉えられる LES(Large-Eddy-Simulation)を利用することにする。

## 2. 解析方針

本研究では混合物拡散の計算を行う領域(主領域)と、事前に大気の乱れを作成する領域(助走領域)に分けて考えることにする。支配方程式は連続式、Navier-stokes 方程式、熱および混合物拡散方程式である。ただし Navier-stokes 方程式は熱に依存し、混合物には依存しないこととする。乱流モデルには SGS モデルを利用し、空間差分には移流項のみ QUICK 法、その他に二次中心差法を利用する。また時間進行には Navier-stokes 方程式では半陰解法を、拡散方程式には陽解法を利用し、格子はコロケート格子を設定する。

## 3. 結果

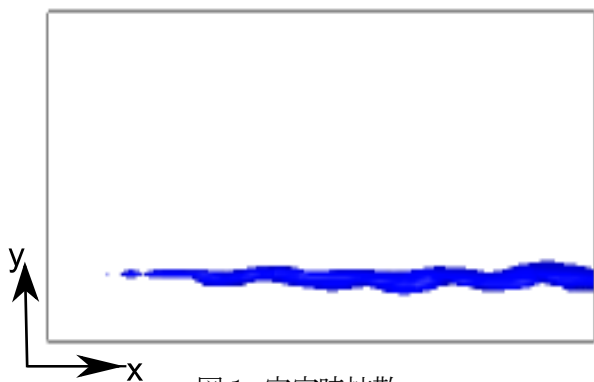


図1 安定時拡散

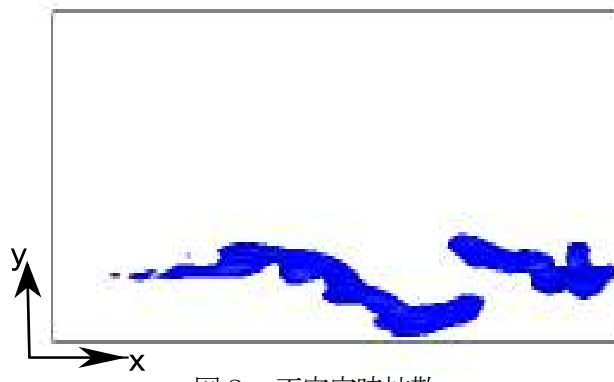


図2 不安定時拡散

大気の安定した状態と不安定な状態で混合物拡散の解析を行う。大気の状態は温度成層に依存しているものとし、境界条件として下端と上端での温度を与える。バルクリチャードソン数は安定条件の時 0.01, 不安定条件の時 0.01 とする。これらの条件のもとで計算をおこない上図の結果を得た。左側に安定条件、右側に不安定条件下での瞬時濃度の最大値の 0.01 の等値面図である。不安定条件では流下するに従い拡散しており、地表から離れた位置にまで広がる。これは浮力効果によって鉛直方向への乱れが促進されているためといえる。一方、安定条件のもとでは混合物は不安定時と同様の方向へと流下するものの乱れは生じず、一定の形状を保ち流下する。

Keisuke ASAKURA、Akihiko NAKAYAMA

[0624004t@stu.kobe-u.ac.jp](mailto:0624004t@stu.kobe-u.ac.jp)

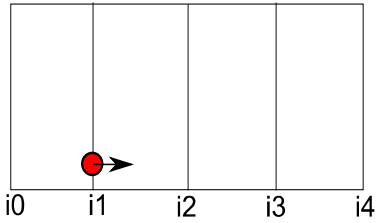


図5 断面設置図

ここで不安定条件下での混合物拡散状況を粗い格子 A と細かい格子 B で解析する。格子 A は(37,83,25), 格子 B は(57,83,37)であり格子間隔は流下, 鉛直, 奥行きすべての方向に等間隔にとる。それぞれの格子で計算を行い結果で得られたデータを平均した上で比較をしていく。比較の際には図5のように格子を4等分し, 左端から  $i_0, i_1, i_2, i_3, i_4$  と置きこの代表的な断面で比較を行う。

ただし混合物放出の点源は  $i_1$  上にあり,  $i_0, i_2$  では局所的な変動が見られるため比較を行うのは  $i_3, i_4$  の断面上とする。奥行き方向断面は放出点の存在する断面とする。図6, 図7に結果を示す。この際  $C_{max}$  は放出点での濃度である。同時に既存のデータとの比較を行う。今回は Fackrell & Robins<sup>1)</sup> らの研究データとの比較を行い, 図8, 図9に示した。 $C_{max}$  は断面上の最大で,  $y$  は高さ、 $H$  は境界層の厚さである。

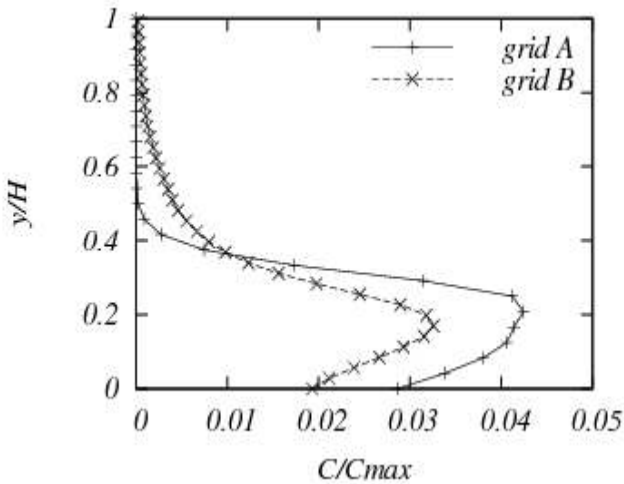


図6  $i_3$  断面濃度比較グラフ

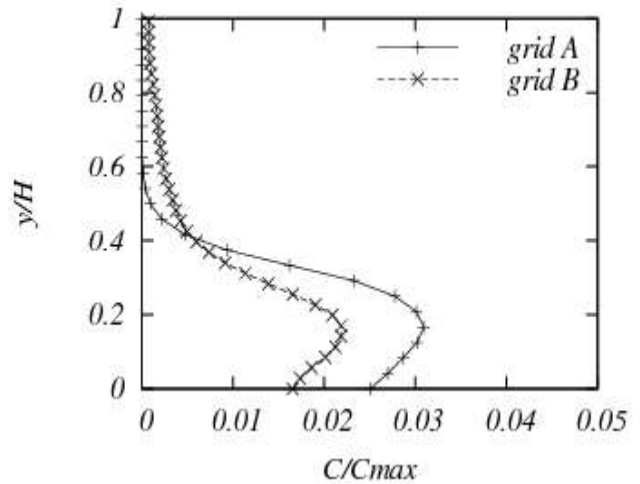


図7  $i_4$  断面濃度比較グラフ

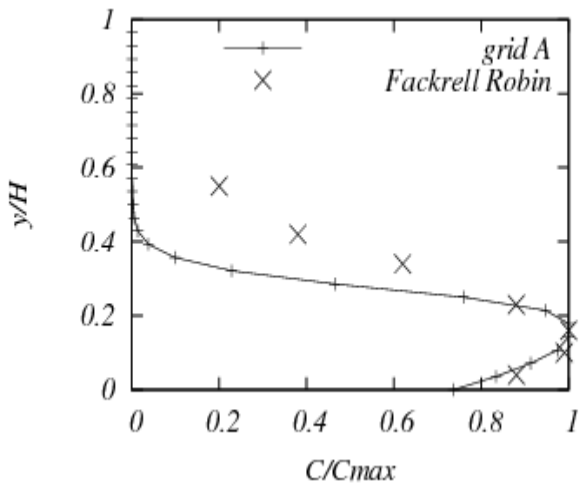


図8 既存データ1との濃度比較

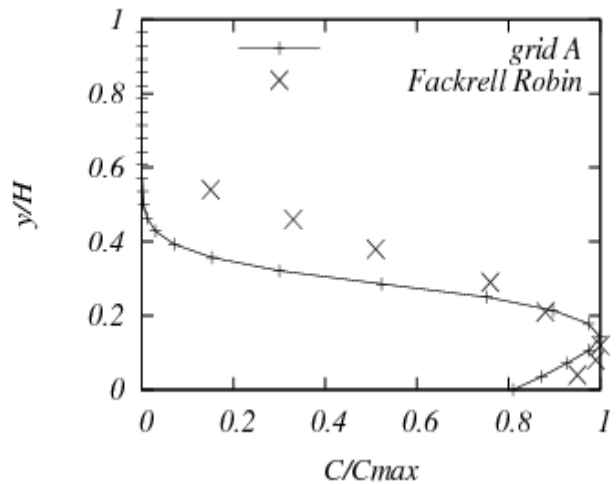


図9 既存データ2との濃度比較

#### 4. 結論

格子 A と B との比較では最高点で 0.01 程の誤差が出た。さらに Fackrell & Robins らの解析との比較にも誤差が見られる形となった。共通して格子 A の濃度分布が上方で小さな値を取っていることがわかり, これらの原因として鉛直方向への拡散が不十分であったことが考えられる。今後はこの点の改善を行うとともに DNS の格子数を増やし長期間かけてより正確な解析を行う。

#### 参考文献

1) J.E.Fackrell & A.G.Robins, J Fluid Mech, vol,117, pp.1-26, 1982