

非中立大気拡散 CFD モデルの行政規制への適用性に関する研究

A Study on the Applicability of CFD Model for Atmospheric Diffusion
under Various Stable Conditions to Administrative Regulations

*佐々木 岳¹, 米田 次郎¹

¹三菱重工株式会社

本研究は、互いに影響し合う気流場と温度場を、基礎研究の観点で風洞実験や数値シミュレーションによる実現現象の再現（気流）を試みた先行研究を参考にして、非中立（高さ方向に温度（温位）分布あり）時の行政規制（拡散幅）が再現できるか検討を行ったものである。

キーワード：大気拡散、LES、被ばく評価

1. 緒言

原子炉施設における安全解析の被ばく評価では、風洞実験を用いて地形や建屋影響を考慮した放射性物質の放出源高さとして有効高さを算出する必要がある。その算出にあたっては、実験の制約上、高さ方向に温度（温位）分布がない気象条件（大気安定度が中立）を前提としている。一方で、実大気中で出現し、かつ拡散場が異なる非中立状態での評価を実現するためには、困難さ（温度成層風洞の整備、行政規制が規定する諸条件の再現など）を伴うことから、技術的課題となっている。そこで本研究では、基礎研究の観点で風洞実験や数値シミュレーションによる実現現象の再現（気流）を試みた先行研究を参考に、シミュレーションでの非中立への適用性（非中立時の行政規制^[1]として定められた拡散幅）を検討した。

2. 非中立時の拡散幅再現に関する検討（不安定時の気流再現）

過去の研究例^[2]整理し、互いに影響し合う気流場と温度場を、実測データを参考にして諸量を制御（風速、高さ方向の温度分布、地面熱フラックス など）することで不安定層における気流をCFDで再現した。ここで、大気中における高さ方向の温度分布が勾配を持つ非中立状態を再現するには、N-S 方程式に温度を考慮する項を導入する必要があるため、式1に示した N-S 方程式を採用している。

$$\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial t} + \bar{u}_j \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial \bar{p}}{\partial x_i} + \nu \frac{\partial^2 \bar{u}_i}{\partial x_j \partial x_j} - \frac{1}{\rho} \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j} + \beta (\bar{T} - T_0) g \delta_{i3} \quad (1)$$

x_i : i 方向座標 (x_1 : 主流方向、 x_2 : 水平方向、 x_3 : 鉛直方向)、

u_i : 速度の i 方向成分、 p : 圧力、 T : 温度、 ρ : 密度、 τ_{ij} : サブグリッドスケール応力、 β : 体膨張係数、 g : 重力加速度

3. 結論（不安定時の拡散幅再現）

再現した不安定層（制御パラメータ値は図1凡例参照）において、地上に煙源を設定し拡散解析を行い、風下の各位置における拡散幅を計算した。その結果、行政規制が定めた不安定時の拡散幅（図1のB~Cの間）を再現することができた。なお、今回は限られたケースでの検討であるため、実機適用を視野にいたれたパラメータスタディを実施し、非中立時の拡散幅再現技術の妥当性をさらに検証していく予定である。

参考文献

[1] 原子力安全委員会、発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針について、平成6年4月21日

[2] 大屋 他、上空に強い逆転層を伴う対流境界層の風洞実験、日本風工学誌、第75号、平成10年4月

記号	風洞実験スケール ^{注1)}			
	U (m/s)	q_0 (m/s·K)	w_e (m/s)	z_i (m)
x	0.9	0.204	0.11	0.30

注1) 拡大率1000にて実機換算

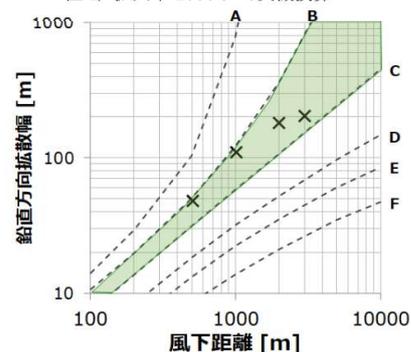


図1 再現した拡散幅

※図1中のA~Fは大気安定度である

*Gaku Sasaki¹, Jiro Yoneda¹

¹Mitsubishi Heavy Industries, LTD.