

# 都市街区における換気塔からの排ガス拡散シミュレーション

Exhaust Gas Convection and Diffusion Analysis from Ventilation Tower in the Wide Urban Area

\* 藤本 猛, 阪田 升, 小原久典 (株)環境シミュレーション)

Takeshi Fujimoto, Minoru Sakata, Hisanori Ohara ( Environment Simulation Inc. )

Polution problems originated from Exhaust gas from mobile are critical in urban area. CFD convection onde deffusion analysis has achieved with new grid generation technique form GIS ( Geographical Infomation System ) data. As a Realistic Problem, concentration distribution for Eexhaust gas from ventilation tower of Gaikan-doh through Shinjuku-Hatsudai district is solved.

Key Words: Numerical Analysis, CFD, Moving Boundary, Thermal Environment, Rotation Door, Sliding Door

## 1. 目的

高層ビルを含む都市街区において、熱または有害成分を含む排ガスの拡散は、周辺住民にとって住環境を悪化させる大きな問題となっている。しかしながら、複雑な地形や気象条件の変動などの要因のため、広域での排ガスの拡散分布を正確に求めるのは容易ではなかったため、公的機関においてさえも FOGモデル<sup>1)</sup>のような極めて荒い近似モデルを用いた評価しか現在もされていない。データの電子化が進んだ今日、安価かつ迅速にレーザプロファイラデータや国土数値情報などのGIS(地図情報システム)データや1時間毎の各アメダスポイント気象データなどが入手できる現状では、モデル構築や境界条件設定が格段に速く正確になり、CFDによる移流拡散解析を実務として行うことが可能となってきた。ここでは、新宿区を通る外環状都市計画道路を題材とした換気塔からの自動車排ガスの移流拡散問題でのCFDの適用について述べる。

## 2. 解析手法

運動方程式たる Navier-Stokes 式と質量保存を満たすための連続の式、及び熱の移流拡散を扱う熱エネルギー方程式、物質の移流拡散方程式を用い、SOLA法<sup>2)</sup>で解いた。定常解は時間進行法による。流体は空気とし、浮力の評価には Boussinesq 近似を用いている。解析には3次元熱流体解析コード WindPerfect<sup>3)</sup>を用いた。

## 3. 解析モデル

今回作成したCFD解析モデルは図1のようである。

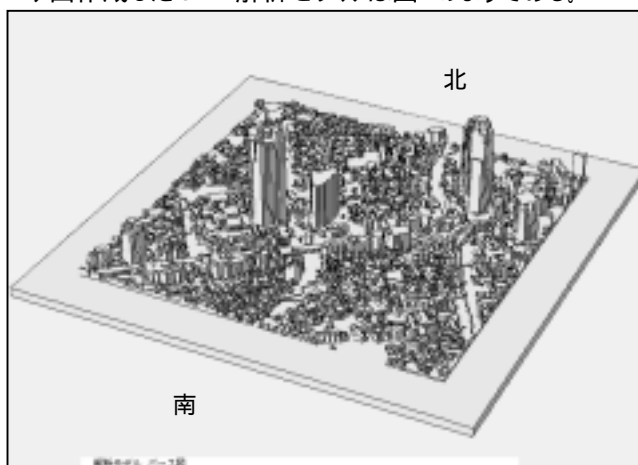


図1 新宿区初台周辺街区モデル

空間の大きさは  $1000\text{m} \times 1000\text{m} \times 400\text{m}$  で、総格子数は、 $186 \times 172 \times 46 = 1471632$ である。解析モデル作成には(株)国際航業製の航空測量点群データ RAMSe から独自開発のアルゴリズムで格子生成を生成した。本解析の対象地区は新宿区甲州街道沿いの1km四方の一角であり、この地区の初台付近に練馬から延伸した外環道が地下化して敷設される。高さ15mの換気塔(図2参照)が一定間隔毎に設置され、地下の高速道路で発生した自動車排ガスが地上の空気と置換されるが、この排ガスが周辺に与える影響を数値計算で予測する。

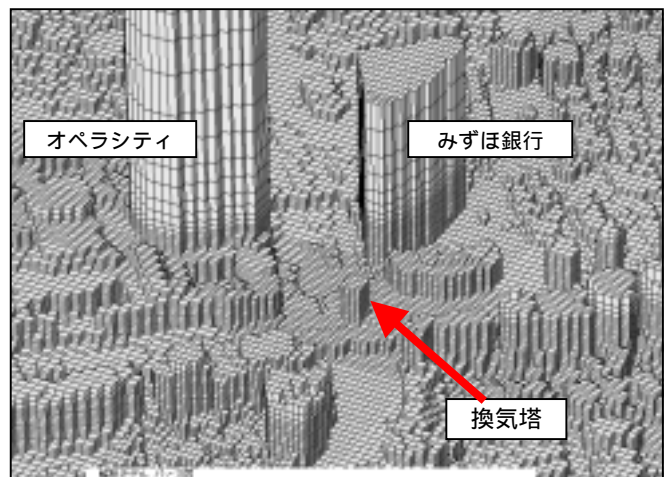


図2 換気塔周辺のモデル拡大図と格子分割

外気温は東京地区の夏季中間平均気温である  $33.4$  (冬季  $0$ ) とし、外部風速は  $3\text{m/sec}$ 、換気塔から排出される排ガス温度は  $15$ ピックアップとし、 $48.4$  に設定した。排ガス量は毎分  $4067$ リットルである。外部風速はべき乗則(粗度区分  $V$ ,  $n=0.33$ )に従うとした。解析は夏季(南風)と冬季(北西風)の2ケースについて行った。

## 4. 解析結果と考察

図3-1, 2にそれぞれ夏季および冬季における風速分布を粒子軌跡で示した。いずれの場合も、風は初台オペラシティとみずほ銀行の手前側から風下側に向かって大きく乱れていることが分かる。両者の間に位置する換気塔周辺の風況もこれら高層ビルの影響を大きく受けていると考えられる。

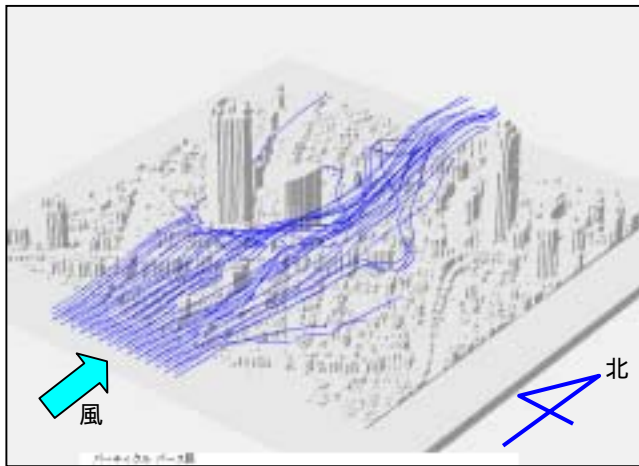


図3 - 1 粒子軌跡パス図(夏季:南風)

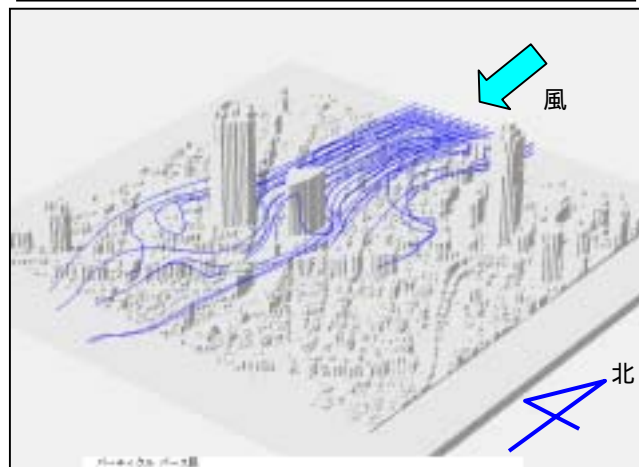


図3 - 2 粒子軌跡パス図(冬季:北西風)

図4 - 1, 2には夏季・冬季における換気塔から移流拡散した排ガスの分布を示す。夏季では、排出したガスと外気との温度差が少ないためにガスは地表面近くに分散し、市街区の風の影響を受け四方に分散する。これに対し冬季では、ガスは外気との大きな温度差のため大きな浮力を持つので、換気塔から排出された後上空に拡散する。

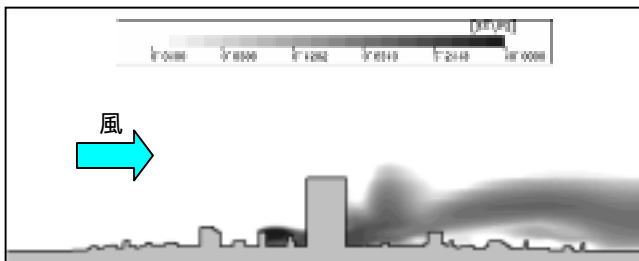


図4 - 1 排ガス濃度分布断面図(夏季:南風)

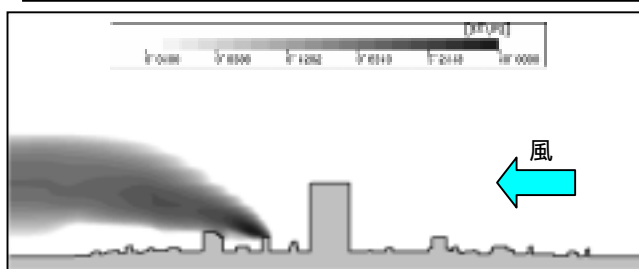


図4 - 2 排ガス濃度分布断面図(冬季:北西風)

これらの状況を3次的に表現したのが、図5 - 1、2である。ここでは、換気塔から移流拡散した排ガス濃度をボリュームレンダリング(等濃度面)で表現している。

この結果から、夏季においては排ガスが周辺街区のいたるところに分散し、低層部の気流分布の影響で特風下側に特に排ガス濃度の集中する街区があることが分かる。高い濃度の排ガスに長期間被曝すれば何らかの形で人体に影響があるのは必至であるので、本来このような観点から換気塔の位置や高さは十分に吟味されてしかるべきである。

冬季においては、排ガスは外気温との温度差のために上空に上昇し市街区のはるか上を飛び越すので大きな問題になる事はないと考えるが、冬季以外の季節で北風が吹いた場合には排ガスは地上に降りてくるので注意が必要である。

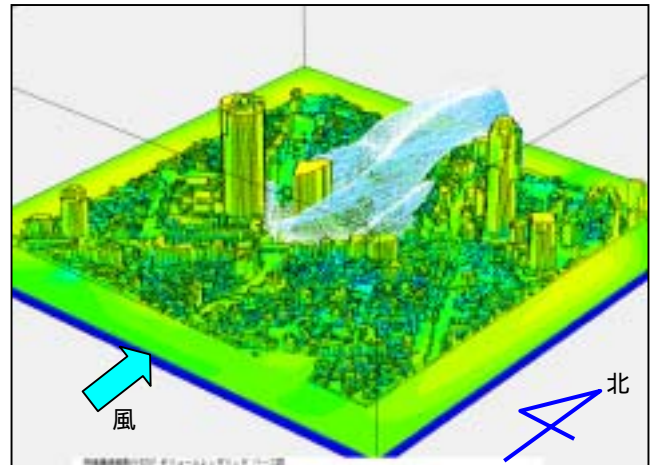


図5 - 1 排ガス等濃度面パス図(夏季:南風)

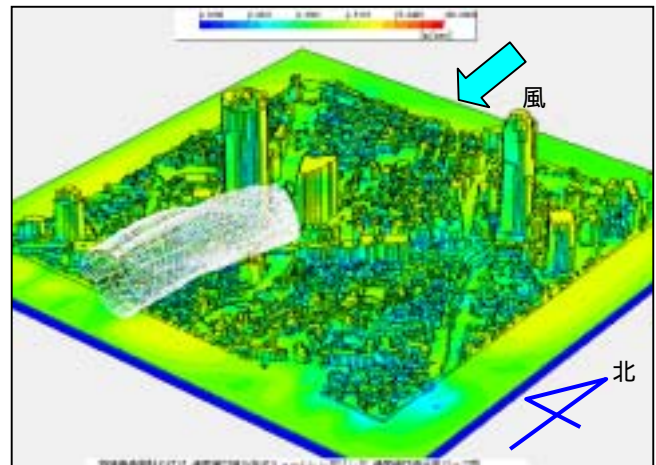


図5 - 2 排ガス等濃度面パス図(冬季:北西風)

## 5. まとめ

GISデータに基づく詳細な都市街区モデルの構築により、物質移流拡散をともなうCFD解析が容易になった。実例を挙げて環境アセスメントに対する有用性を確認したが、従来FOGモデルなどで実施されている検討よりも高精度である事は明白であり、今後の適用事例増加を待ちたい。

## 6. 参考文献

- 1) URL: <http://www.earthtech.com/>
- 2) C.W. Hirt, B.D. Nichols, N.C. Romero, Los Alamos Scientific Laboratory Report, LA-5852(1975)
- 3) WindPerfectは(株)環境シミュレーションの自社開発コード  
URL: { HYPERLINK "<http://www.env-simulation.com/>" } を参照。