

地区スケールの気流・気温分布のCFD解析のための地表面境界条件の簡易生成手法

自治会住民との実測および住環境マップの作成を通じた住環境改善行動の支援に関する研究 その5

準会員 桜井 修*1 正会員 大山直樹*2 同 久保田徹*3 同 桑田 仁*4
同 三浦昌生*5 同 持田 灯*6 同 富永禎秀*7

自治会 住民参加 住環境マップ
CFD

1. はじめに

数値流体シミュレーション(Computational Fluid Dynamics: CFD)に基づいて建築空間・都市空間の熱環境を予測する際には建物をはじめとした地表面形態や地表面素材別の表面温度データを入力する必要がある。こうした地表面境界条件に関するデータは対象空間を適当な大きさのメッシュ単位に分割して処理することが一般的であるが、このメッシュ変換を手作業でおこなうには多大な労力を要する。そこで本報ではこの地表面境界条件に関するデータをCFD解析のための計算条件として簡易に生成するプログラムを作成した。ここではケーススタディ結果を通じて作成したプログラムの内容を報告する。

2. ケーススタディ対象地区の概要

本報におけるケーススタディ対象地区は、さいたま市に立地する堀の内地区(700m×600m)である(図1)。対象地区内の東側には大規模な公園が立地しており、西側の住宅地との間に幅約6mの農業用水路がある。住宅地内は庭木などの緑が比較的多く建物はそれほど密集していない。

3. 地表面素材データのメッシュ変換プログラムの開発

ここでは対象地区の航空写真と現地調査により対象地区内の建物の高さ及び地表面素材を分類したものをCAD上で簡易にメッシュマップ化の一連のプログラムを作成した。なお、本研究ではプログラム機能を有する市販のCADソフト(エアンドエー社 Vector Works)を使用した。

はじめに対象地区の建物形状や土地利用分類を任意の間隔のメッシュに割り当てるプログラムを作成した。x, y方向の分割メッシュ数を入力しCAD上で原点を設定すれば自動的にメッシュへの割り当てが行われる。結果を図2に示す。本ケーススタディでは148(x)×136(y)×12(z)メッシュの分割を行った。最小メッシュサイズは3m, 最大は10mである。

自動的に割り当てられた一つ一つのメッシュにおいて、事前に入力した建物やその他の地表面要素(以下、オブジェクト)がそのメッシュに対して占有する面積の割合により各オブジェクトをメッシュデータに変換させた。メッシュ変換する判別方法は図3のとおりで、メッシュを分割する9つのメッシュの中心とオブジェクトが重なる数を自動的にカウントし、それが5以上(50%を越える)の場合にオブジェクトと判定した。

対象地区において地表面素材データをメッシュ変換した結果を図4に示す。斜線など建物外形線がメッシュ分割方向と大

きく異なる場合の再現性について検討の余地があるが、一方ではメッシュ分割方位を適宜変えながら適切な方位を容易に検討できるなどメッシュ変換の簡易化によるメリットは大きい。

4. ケーススタディ結果

ここではCFDにより夏季の気温・風速分布の計算を行った。乱流モデルは標準k-モデルを使用した。流入境界条件につい

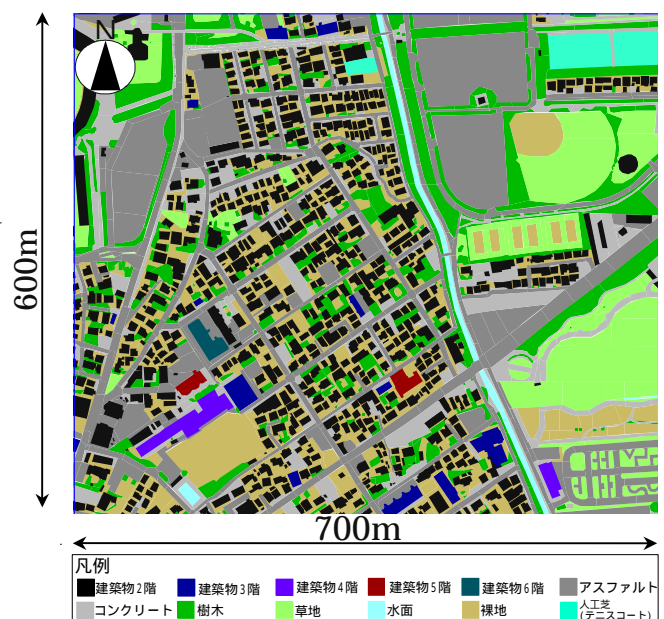


図1 対象地区における地表面素材の分類

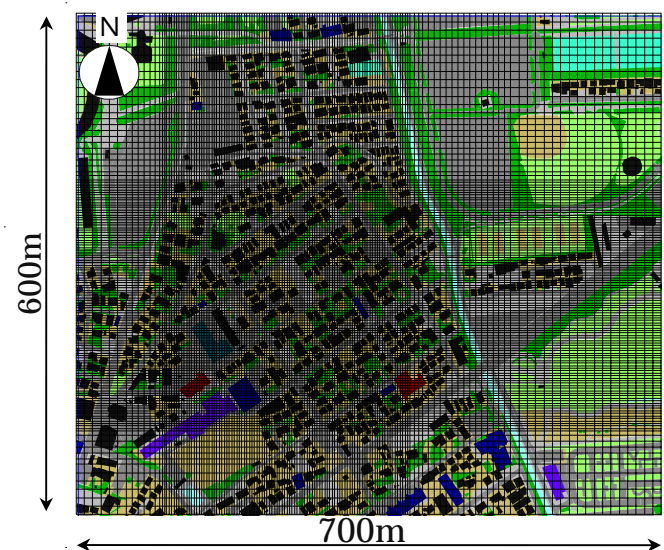


図2 対象地区において自動的にメッシュ分割した状態

A Study on the Simplified Generating Method of the Boundary Condition of the Ground Surface for CFD Simulation of the Wind Velocity and the Temperature in the Area of District Scale
A Study on the Supporting Method for Improving own Living Environment based on the Collaborative Survey and Making the Living Environmental Map with the Residents' Association
Part5

SAKURAI Osamu, OHYAMA Naoki, KUBOTA Tetsu, KUWATA Hitoshi, MIURA Masao, MOCHIDA Akashi and TOMINAGA Yoshihide

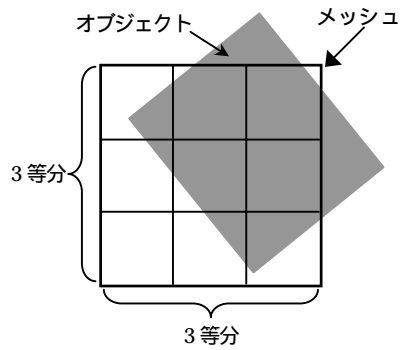


図3 1メッシュにおけるオブジェクトの判別方法

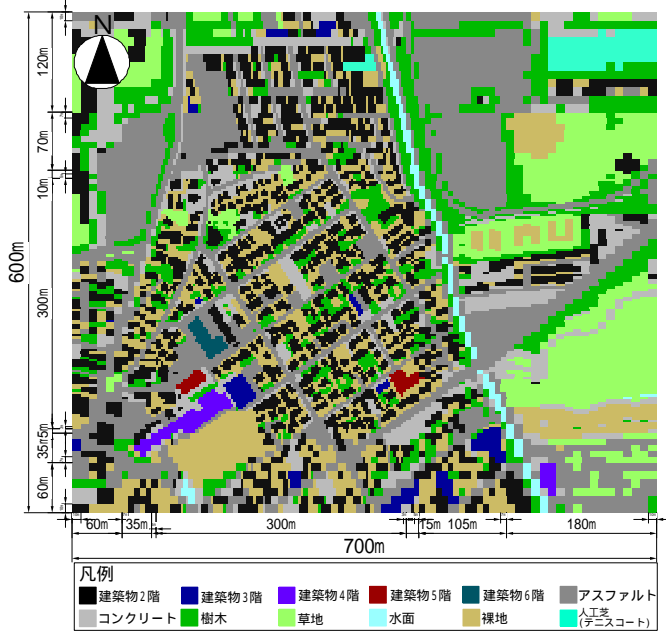


図4 対象地区における地表面素材のメッシュマップ

ではまず対象地区に近接する AmedAS 浦和測定局の過去 15 年間のデータから 8 月の時刻別平均気温を求め、その時刻別平均値が最高となる時刻における卓越風向、平均風速を求めて、べき指数 1/4 の指数法則に従う鉛直分布を仮定して与えた。平均風速は 1.5m/s (地上 1.5m)、卓越風向は SSE である。また気温は 31.5 を高さ方向に一定値として与えた。建物や地表面の表面温度については放射計算を連成させ精緻に予測することも可能であるが¹⁾、本研究では計算の簡易さを重視し素材別の表面温度と対流熱伝達率を仮定して熱的境界条件とした。表面温度データは 02 年 8 月に対象地区で放射温度計による実測を行い、表面素材別のデータを収集してその平均値を入力した²⁾。

結果の一例として地上 1.5m の風速分布を図 5 に、気温分布を図 6 に示す。対象地区の風速はエリア内北東の公園内で 0.5~0.8m/s 程度、住宅地内では 0.2m/s 程度で全体に弱い(図 5)。気温は表面温度の上昇の影響を受けエリア内北東の公園内のアスファルト面上で気象データ値(31.5)よりも 2 ほど高く、住宅地内部では 3 ほど高い箇所もある。地区内で最も気

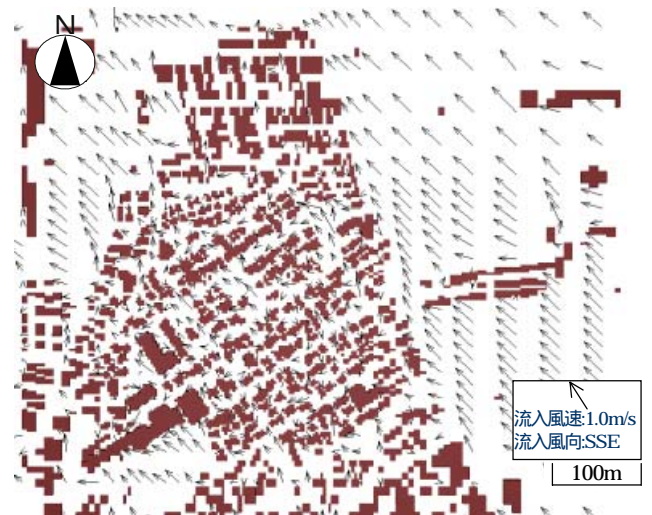


図5 対象地区における夏季の風速ベクトルの分布(地上 1.5m)

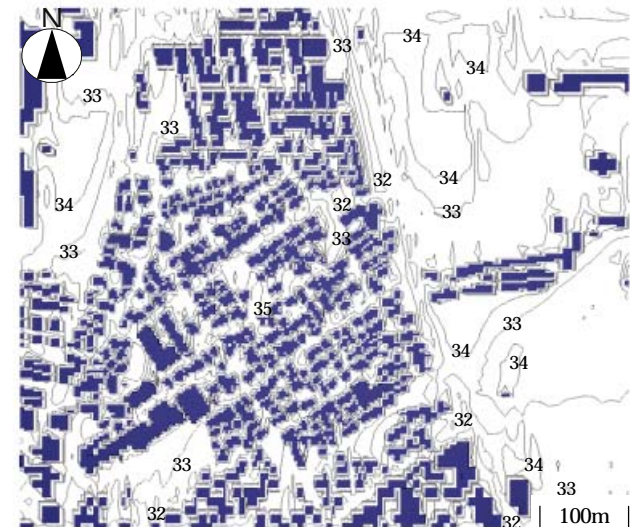


図6 対象地区における夏季の気温分布(地上 1.5m, 単位)

温が低いのはエリア東側の公園と西側の住宅地の間にある農業用水路上であり、概ね気象データ値に近い約 32 であった。

5. まとめ

本報では地区スケールの気温・気流分布を CFD により予測する際の地表面境界条件を簡易に生成する手法を検討し、それを用いたケーススタディ結果を報告した。ここで示した手法は、対象エリアが比較的大きく建物形態のメッシュ変換が特に困難な場合に有効となる。特に本研究で扱うような地区スケールを対象とする場合には、シミュレーション技術の研究の一方で、こうした建物の効率的かつ簡易的なモデル化手法についての検討が一層必要と考えられる。

【参考文献】1) 吉田伸治, 村上周三, 持田灯, 大岡龍三, 富永禎秀, Sangjin Kim: 対流・放射・湿気輸送を連成した屋外環境解析に基づく緑化の効果の分析, 日本建築学会計画系論文集, 第 529 号, pp.77-84, 200.3

2) 富永禎秀, 持田灯, 赤林伸一, 坂口淳, 吉田伸治: k-モデルによる新潟地方の市街地温熱空気環境の数値解析(第一報) 河川や緑地が街区内の風速分布, 温度分布に及ぼす影響, 日本建築学会北陸支部報告集, 第 39 号, 238-241, 1966.7

本研究は科学研究費補助金基盤研究(C)「住民との協調に基づく地区環境計画の基礎と試作」(代表研究者: 三浦昌生)によるものである。

*1 芝浦工業大学学部生

*2 クリナップ 修士(工学)

*3 国立マレーシア工科大学 ポストドクター研究員 博士(工学)

*4 芝浦工業大学システム工学部環境システム学科 講師 工博

*5 芝浦工業大学システム工学部環境システム学科 教授 工博

*6 東北大学大学院工学研究科 都市・建築学専攻 助教授 工博

*7 新潟工科大学工学部建築学科 教授 工博

Bachelor Student, Shibaura Institute of Technology

Cleanup Corp., M.Eng.

UTM Post-Doctoral Fellow, Malaysia University of Technology, Dr. Eng.

Lecturer, Dept. of Architecture and Environment Systems, Shibaura Institute of Technology, Dr. Eng.

Prof. Dept. of Architecture and Environment Systems, Shibaura Institute of Technology, Dr. Eng.

Assoc. Prof. Dept. of Architecture and Building Science, Graduate School of Engineering, Tohoku Univ., Dr. Eng.

Prof. Dept. of Architecture and Building Engineering, Niigata Institute of Technology, Dr. Eng.