

環境工学協働による地球環境対応型都市づくりに関する体系的研究
その4 CFDを用いた街区スケールの温熱・風環境解析

正会員 ○鏡 俊*¹
同 富永 禎秀*²
同 佐藤 裕一*³
同 佐土原 聡*⁴

CFD 街区スケール 温熱・風環境

1. はじめに 本研究では、CFD (数値流体力学 ; Computational Fluid Dynamics) による街区スケールの温熱・風環境の時空間分布予測手法を構築することを目指す。本報では、その第一段階として、秦野市を対象としたケーススタディによって、その精度や有効性を確認することを目的とする。

2. 研究方法

2-1. 研究対象 2011年8月に秦野駅近くにある今泉名水桜公園湧水池周辺で実施した温熱環境実測調査を対象とする*¹。本稿では8月9日14時(南風)を対象とした結果を示す。解析領域及び対象地区の概要を図1に示す。

2-2. 解析方法 GISデータからCFD解析用データを作成する流れを図2に示す。CFD解析にはANSYS 13のFluentを使用した。解析条件を表1に示す。温度の設定条件は、実測結果や過去の観測結果等を参考にして表2のように与えた。池の周辺の樹木については、多孔質媒体としてモデル化し、風の遮蔽効果を組み込んだ。

3. 結果及び考察

3.1 樹木の風遮蔽効果の最適化

建築学会のガイドブック*²でベンチマークテストとして提示されている樹木モデルを対象に解析を行った結果を図3に示す。慣性抵抗を表現するパラメータである C_i を変化させた結果、 $C_i=4$ とした場合が乱流エネルギーの分布も含め、最も実測結果や既往の計算結果*²との対応がよかった。よって本研究では、 $C_i=4$ を用いた。

表1 解析条件

ソフトウェア	ANSYS 13 Fluent
メッシュ	テトラ&プリズムメッシュ
流入境界	流入条件 : べき指数 $\alpha:0.20$ 南風 3.2m/s (基準高さ Z:10m, Z_G : 450m)
上空境界	対称条件
流出境界	流出条件
内側地表面境界	壁法則
周辺領域の地表面境界	壁法則 : Roughness Height(Ks):0.02 Roughness Constant(Cs):0.33
乱流モデル	標準 k- ϵ モデル

表2 温度設定条件

流入気温	建物表面	地表面	水面
30.1°C	36.0°C	50.0°C	27.3°C

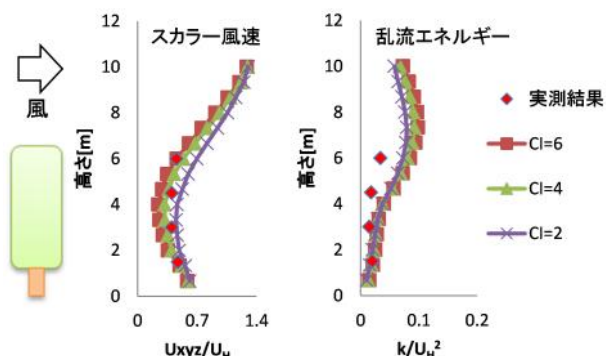


図3 樹木ベンチマークテストの結果 (x/H=2 の位置)

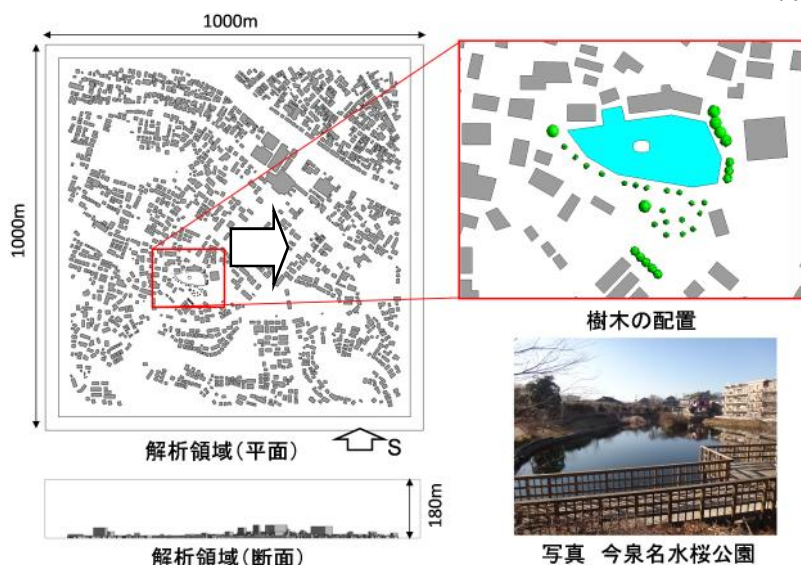


図1 解析領域及び対象地区の概要

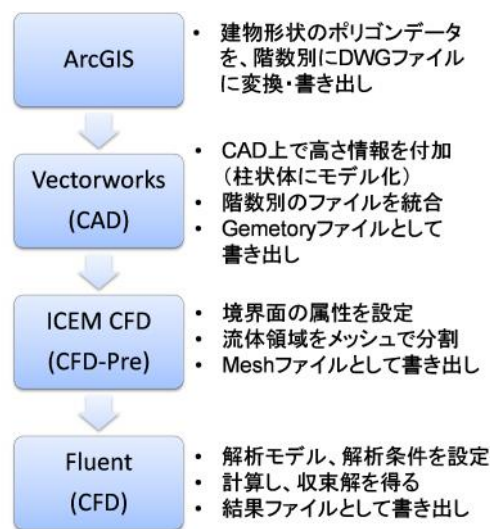


図2 解析データの流れ

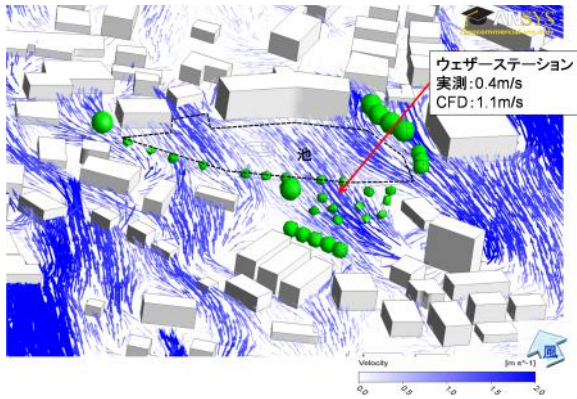


図4 風速ベクトル分布 (地上 2.0m)

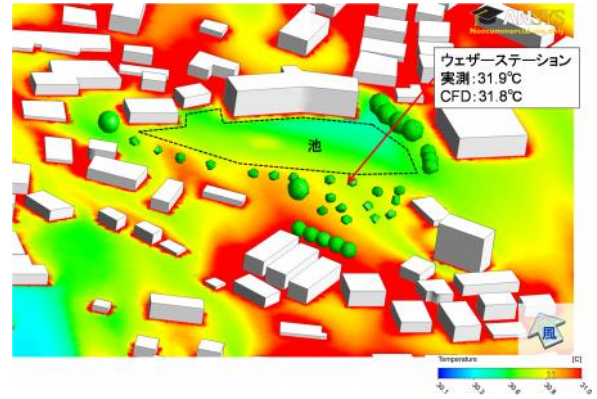


図5 気温分布 (地上 2.0m)

3.2 湧水池付近の風・温熱環境の予測結果

地上 2.0m の風速ベクトルの分布を図4に示す。基準点の数値を比較すると実測に比べて CFD の方がやや風速が大きい。池の上に南側からの風が吹き込むものの、北側に建つ集合住宅によって遮られている様子が分かる。同じ高さの気温分布を図5に示す。基準点の気温は実測と CFD でよく一致している。建物近傍の気温に対して、池の直上及びその東西側周辺では 1~2°C 低下しており、池による冷却効果が確認できる。

実測実施個所における解析結果と実測結果の比較を図6に示す。No.5, 18, 19 の測定点がやや異なった傾向を示している。それ以外の点は全体に CFD の結果が高めになる傾向があるものの相対的な関係は再現できていると言える^{注)}。

図7に、湧水池が存在せず、その場所が地表面となっているものとした仮想的条件の解析を行い、現状のケースとの気温差 (地上 2.0m) を可視化した結果を示す。池の直上において温度差の大きい領域は存在するものの、気流は北側の集合住宅で遮られているためあまり周辺には広がっていない。このような解析を行うことによって、池や河川などのクールスポットの影響範囲や程度を容易に把握することが可能となる。

4. 結論

秦野市の市街地を対象とした街区スケールの温熱・風環境 CFD 解析を行い、湧水池周辺を対象に実測結果の温度分布と比較した。

- ① 気温分布について、CFD と実測結果には一定の相関は見られた。しかしながら狭い路地など測定点では、分布の傾向の異なる点も存在した。
- ② CFD の結果から、湧水池等のクールスポットの冷却効果及び範囲を示すことが可能であり、CFD の環境設計への利用可能性を示すものである。
- ③ より効率的で精度の高い地表面条件の設定方法、メッシュ分割方法の確立などが今後の課題である。

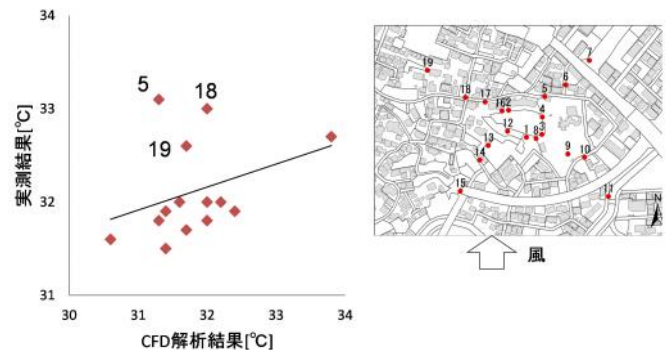


図6 CFD 解析結果と実測結果の比較

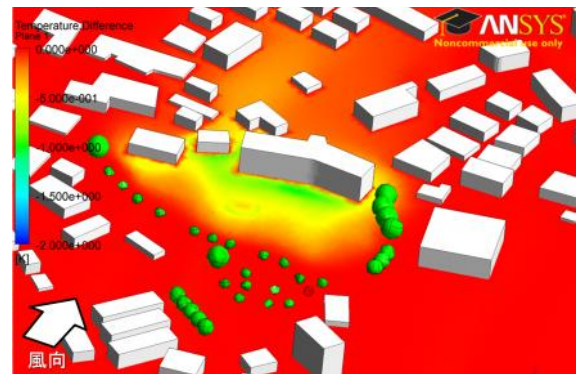


図7 湧水池の気温低下への影響範囲の可視化結果

謝辞 本研究の一部は、文部科学省科学研究費補助金・基盤研究(A)『環境工学協働による地球環境対応型建築都市の評価手法・体系の構築』(課題番号: 23246100)の研究成果に基づくものである。また解析対象日の選定には、広島大学・田中貴宏准教授のご指導を頂いた。記して謝意を表す。

注) 傾向の異なる3点は狭い路地内にあり、日陰や植栽などによる地表面温度の違いの影響を強く受けているものと推察される。全体的に CFD の結果が低めになるのは境界条件として与えている表面温度の影響と考えられる。

参考文献

- 1) 平尾, 田中, 佐藤, 佐土原, 吉田: 本稿と同題(その2)市街地における湧水池の夏季の環境調整効果に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集・環境工学, 2012.9
- 2) 日本建築学会: 市街地風環境予測のための流体数値解析ガイドブックガイドラインと検証用データベース, 日本建築学会, 2007.7

*1 新潟工科大学建築学科
 *2 新潟工科大学建築学科 教授 博(工)
 *3 横浜国立大学大学院都市イノベーション研究院
 *4 横浜国立大学大学院都市イノベーション研究院 教授 工学博士

*1 Niigata Institute of Technology
 *2 Prof., Niigata Institute of Technology, Dr. Eng.
 *3 Yokohama National University
 *4 Prof., Yokohama National University, Dr. Eng.