

建築物周辺の風環境評価法検討

-その3 CFDと風洞実験の比較-

(株)WindStyle ○吉田幸彦 日大生産工 丸田榮蔵
日大生産工 岡田玲 (株)WindStyle 松山哲雄

1. はじめに

ビル風のシミュレーション方法としては、主に風洞実験と数値流体解析（以下CFD）が挙げられる。CFDは風洞実験と比べてコストが小さいことや近年のコンピュータ処理能力の劇的な向上などに伴って急速に利用頻度が上がってきている。ただし、風洞実験と比べると信頼性では劣る面が有るとされている。

これまでは単体建物、複合建物から市街地モデルまでCFDと風洞実験の比較について報告¹⁾され、多くの知見が得られているものの、シミュレーション精度の向上に対する検討は未だ不十分であるのが現状である。

本研究では、大きく分けて「上空風の観測」「地上レベルの実測」「風洞実験」「CFD」の4項目から検証を進め、ビル風のシミュレーション精度の向上を目的としている。

ここではまず風洞実験とCFDから得られた平均風速の比較について報告する。

2. 市街地のビル風シミュレーション

2. 1 対象とした市街地

日本大学生産工学部大久保キャンパス周辺の市街地を比較検証の対象とした。

2. 2 風洞実験

日本大学生産工学研究所所有のエッフェル型境界層風洞を用い、風洞気流は地表面粗度区分IV(べき指数 $\alpha=0.27$)²⁾に見合った乱流境界層を縮尺1/300で再現した。実験模型は22号館を中心とし半径300m範囲内の建築物、キャンパス内の樹木及び街路樹を再現した。実験風向は16方位、実験風速は風洞床面から1m高さで約5m/sとした。歩行者レベル(地上2m高さ相当)のスカラ風速の測定に多点型サーミスタ風速計を使用し、計測時間および間隔を130sec、1000Hzとした。Photo.1に実験状況、Fig.1に実験気流特性、Fig.2に評価点位置(55点)を示す。なお、評価点12のみX型熱線風速計による測定も行った(測定条件はサーミスタ風速計と同様)。

2. 3 CFD

数値流体解析ソフトはSTREAM for Windows Ver.7.0を使用した。樹木のモデル化パラメータの設定は参考文献3)に従った。解析モデルをFig.3、解析方法の概要をTable.1に示す。



Photo.1 風洞実験状況

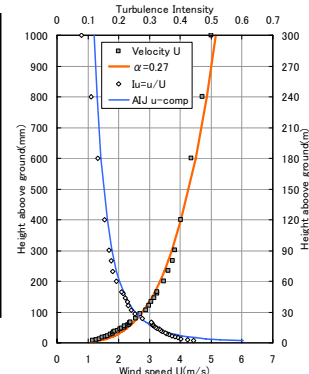


Fig.1 実験気流分布

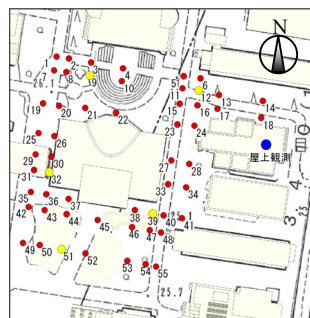


Fig.2 評価点位置図

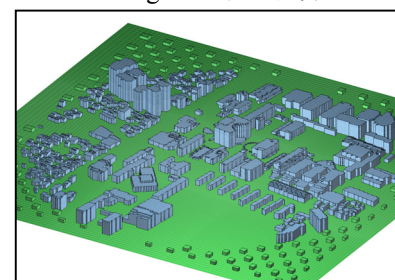


Fig.3 解析モデル

Table.1 解析方法の概要

アルゴリズム	有限体積法 SIMPLEC法
乱流モデル	LKモデル
空間差分	風速(u,v,w)の移流項: 3次精度(QUICK) その他: 1次精度(風上差分)
計算領域	$X \times Y \times Z = 660\text{m} \times 700\text{m} \times 500\text{m}$
計算格子数	$N_x \times N_y \times N_z = 270 \times 270 \times 66$
最小格子幅	$dx = 1.5\text{m}$ $dy = 1.5\text{m}$ $dz = 1.0\text{m}$
流入境界	風速の鉛直プロファイル: 風洞実験に従う 乱流エネルギー: 風洞実験の乱れ強さより変換
その他境界	流出境界=流入境界、上空面境界=FreeSlip 地表面境界および壁面境界=Log-Law

Consideration for the Methodology of Wind Environment Assessment in the Vicinity of Buildings

-Part3 The comparison of CFD and wind tunnel testing-

Yukihiko YOSHIDA, MARUTA Eizo, Rei OKADA, Tetsuo MATSUYAMA

3. 結果

風洞実験と CFD からそれぞれ得られた各評価点の平均風速比 R と R' について比較する。基準風速は 10m 高さの流入風速とした。なお、RANS の定常解析から直接得られる風速値は平均ベクトル風速であるため、風速比 R' には既報の補正方法⁴⁾に従い補正を行った値を用いる。

3. 1 平均風速比の相関性

Fig.4 に平均風速比 R と R' の相関性を示す。結果としては、ある程度相関性が見られたが、ばらつきの大きさも目立った。既報¹⁴⁾において報告されているように高風速領域は低風速領域に比べて相関がとれるといわれているが、今回の結果はその傾向に当てはまらず高風速領域においてもばらつきが目立った。Fig.4 から相関性のばらつき具合に関する傾向を判別するのは困難である。

3. 2 代表点の比較

平均風速比の相関性のばらつき具合について要因を検証するために、地上レベルでの実測を行う予定の評価点 5 箇所 (Fig.2 の黄丸) について分析を行った。Fig.5 に各点の比較結果を示す。

評価点 9 では、風向 7~12 において CFD の風速比の方が小さいが、風向別の傾向は似ていることから、樹木モデルの防風効果に相違があったことが考えられる。評価点 12 では、風向 13~16 で CFD の風速比の方が大きくなっている。これは風洞実験においてコンピュータ棟の樹木モデルが壁のような役割を果たしている事が考えられる。評価点 32 では、風向 8~12 で CFD の風速比の方が小さくなっている。周辺に樹木などがいないため、モデル化に相違があった可能性が考えられる。評価点 39 では、CFD の風速比の方が全体的に小さいが、風向別の傾向としては似ていることから、樹木モデルの防風効果に違いがあったことが考えられる。評価点 51 では、風向 11~15 で CFD の風速比の方が大きくなっている。要因として丘状のモデル化に相違があった可能性が考えられる。

4. まとめ

- 比較的相関がとれるとされる高風速領域においてもばらつきが目立った。
- ばらつきの主な要因としては、建築物のモデル化(配置場所)に相違があった可能性が高いことと、樹木のモデル化(葉の部分の充実率や、樹木帯の取り扱い)が挙げられる。
- CFD、風洞実験共に樹木のモデル化について検証が必要である。

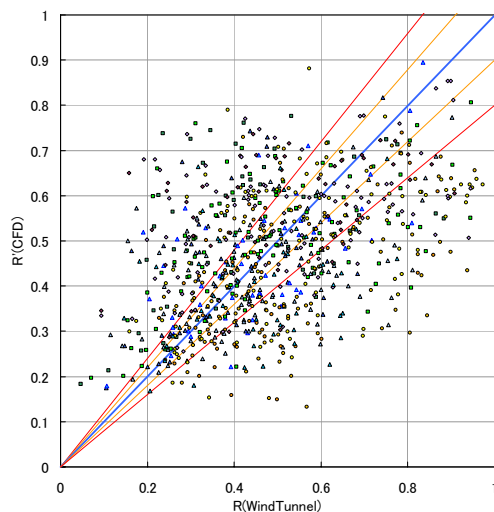


Fig.4 風速比の相関性

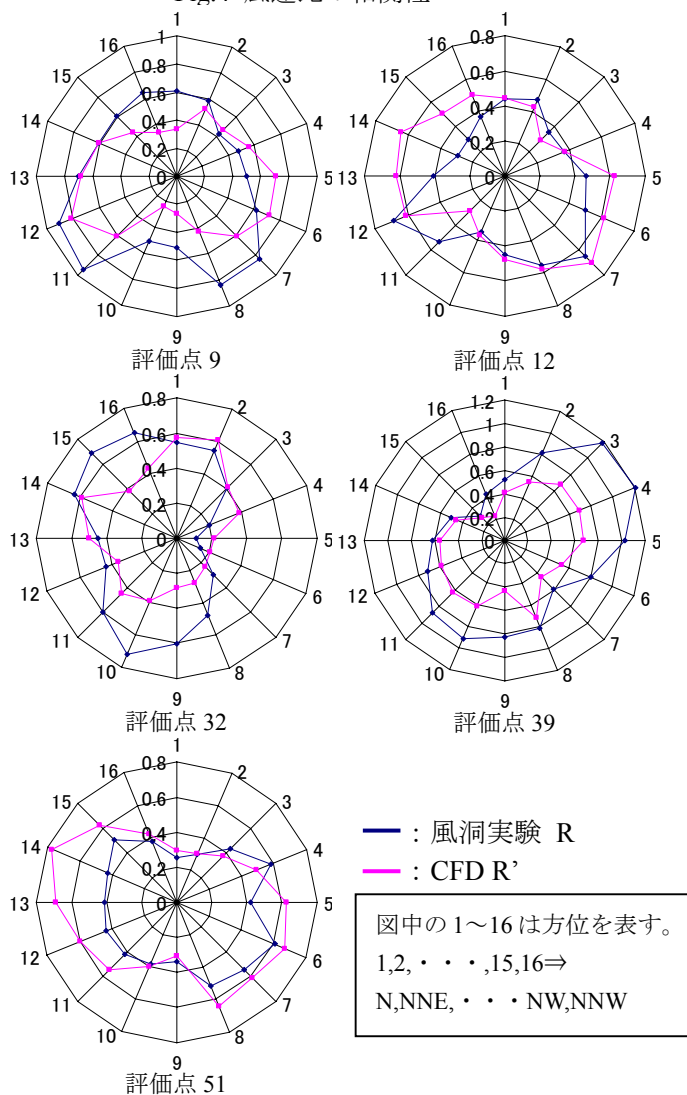


Fig.5 代表点の比較

参考文献

- 1) 風環境数値計算 WG: CFD を利用した高層建築物周辺の風環境予測手法の開発、日本建築学会技術報告集(2004)
- 2) 日本建築学会: 建築物荷重指針・同解説
- 3) 持田ら: 植生 Canopy モデルの風工学への応用のための諸パラメータの実用的設定法、第 17 回数値流体力学シンポジウム(2003)
- 4) 松山ら: ビル風シミュレーションに関する研究 その 2 数値流体解析の誤差特性と補正方法について、日本大学生産工学部第 39 回学術講演会(2006)