

平成 25 年度 風工学研究拠点 共同研究成果報告書

研究分野：屋外環境

研究期間：H25 ～ H26 [平成 26 年度も研究継続]

課題番号：133012

研究課題名（和文）：気象スケールと工学スケールを統合した一貫解析手法の開発

－気象スケール解析の結果を境界条件とした市街地気候の LES 解析－

研究課題名（英文）：Integration of simulation models of meso-micro climates

- Prediction of microclimate in built-up environment based on LES analysis using meteorological simulation result as boundary conditions -

研究代表者：大風 翼

交付決定額（当該年度）：700,000 円

1. 研究の目的

近年、都市温暖化や気候変動がもたらす異常気象により、都市空間の暑熱化が進み、熱中症等の健康被害も急増している。これに対する都市計画、建築設計上の対応策として、風の道の創出や都市部の緑化が積極的に進められている。

これら対応策の定量的評価のために気象スケール(数 10km 程度)の解析結果を流入境界条件として、工学スケール(1km 程度)の解析を行う一貫解析の研究がなされてきた。最近では、工学スケールにおいて、流れ場を高精度に予測するため Large-eddy simulation(LES)を用いる研究例もみられ、建物によって形成される乱流の影響の統計的性状を満たす時系列の風速変動データを付加する新たな手法も提案されているが、温度変動を適正に付加する研究例については殆ど無い。

そこで本研究では、気象スケールの解析結果に風速・温度変動を付加した流入変動風の生成手法を開発し、気象スケールの解析から工学スケールの LES 解析へ接続した一貫解析システムを構築することを目的とする。

2. 研究の方法

- 1) 都市境界層の流れ場の統計的性状を満たす時系列の風速変動データを付加する既往の手法を、温度変動の時系列データを考慮できるよう、理論的な拡張を行う。
- 2) 上記の手法により生成した人工的な変動風の流れ場の再現性を検証するために中立状態の平板境界層を対象とした予備的風洞実験を実施し、平均風速、乱流統計量の空間分布を PIV やスプリット・フィルム・プローブを用いて計測する。
- 3) 安定及び不安定条件の条件下での平板境界層や都市境界層(建物配置は屋外都市モデル COSMO と同様)風洞実験を実施し、平均風速、乱流エネルギー、PIV を用いた流れ場の空間相関を測定するとともに、温度に関して、平均値、統計量、自己相関関数を得る。
- 4) 1) で拡張した手法を用いて、3) を対象とした LES 解析を実施し、2) の手法の有効性を示す。必要に応じて、手法の改良を行う。

3. 研究成果

3. 1. 乱流フラックスのこれスキー分解に基づく人工的な流入変動風の生成法の構築

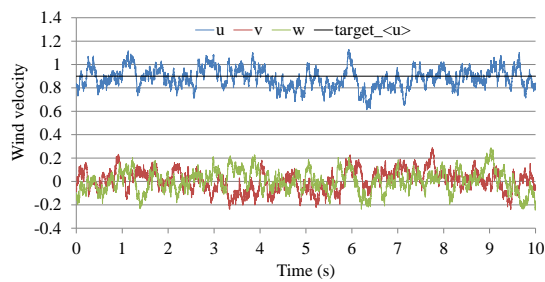
Xie and Castro(2008)により提案され、近藤・飯塚(2012)によって指数関数型の空間相関をより精度よく再現できるよう改良された Reynolds stress のコレスキー分解より人工的な変動風を生成する手法を拡張し、スカラー変動を考慮した変動風を生成する手法を構築した。

LES の流入境界条件として用いることを念頭に置き、 1.0×1.0 の鉛直面に風速および温度の変動データを生成した例を以下に示す。主流方向は生成面の法線方向(x 方向)とし、生成面を y 方向、 z 方向ともに 100 分割し、各々の格子点上で変動データを生成した。積分長さスケール L は、生成面高さの $1/10$ とし、積分時間スケール T は Taylor の Frozen turbulence の仮定より与えた。

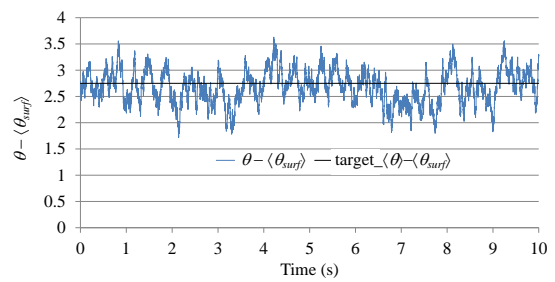
図 1 に生成面中心($y = 0.5, z = 0.5$)での、諸量の時系列データを示す。主流風向風速 u および温度 $\theta - \langle \theta_{surf} \rangle$ には、目標とした平均値を直線で示している。いずれの量も、目標とした値の前後で変動している様子がわかる。

3. 2. 平板境界層での乱流統計量の把握

中立状態の平板境界層において、平均風速、乱流エネルギー、Reynolds stress の分布を計測した。



(1) Wind velocity



(2) $\theta - \langle \theta_{surf} \rangle$

図 1: 人工的に生成した境界層中の風速および温度の生成面中心における時刻歴データ

4. 主な発表論文等

- 1) 大風翼、持田灯：スカラー変動を考慮した LES のためのコレスキー分解に基づく人工的な流入変動風の生成、第 29 回生研 TSFD シンポジウム講演論文集、pp49-52、2014.3

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 1 件)

[図書] (計 0 件)

[その他] なし

5. 研究組織

(1) 研究代表者

大風翼 (東北大学)

(2) 研究分担者

義江龍一郎 (東京工芸大学)

持田灯 (東北大学)

弓野沙織 (東北大学)

高野芳央 (東北大学)

環貫陽 (東北大学)

切石薫 (東北大学)

内田大貴 (東北大学)

加藤冨佳 (東北大学)

渡部朱生 (東北大学)

三浦翔 (東京工芸大学)

宮里龍太郎 (東京工芸大学)

田辺剛志 (東京工芸大学)