

対流境界層の乱流熱輸送機構における都市キャノピーの影響

服部康男*, 石原修二**, 須藤仁*, 中尾圭佑*, 長谷部憂磨**, 平口博丸*

*電力中央研究所, **電力計算センター

◆ 概要 (Abstract)

We have numerically examined a turbulence process above heated roughness [Fig. 1], which mimics urban canopy in the atmospheric boundary layer by using LES's. Comparison with the LES for ideal case (w/o roughness) show that the roughness yields the dissimilarity between thermal (temperature) and flow (velocity) fields, i.e., the vertical profiles of turbulence flux [Figs. 2, 3] and also coherence structures [Figs. 4, 5] in the thermal fields significantly differ from those in the flow fields.

◆ 背景・目的

■ 数値気象モデルの予測精度の向上などに資するべく、大気境界層内の都市キャノピーにおける乱流熱・運動量輸送過程の解明が進められている。

■ 数値気象モデルの高解像度化→都市(市街地)非一様加熱条件の影響？

■ 市街地を模擬した非一様加熱粗面を対象にしたLESを実施。一様滑面を対象としたLESとの比較から非一様加熱粗面の影響を把握。

◆ 対象・手法・条件

1. 対象

■ 大気境界層

理想対流境界層⁽¹⁾

地衡風 $U_G = 10 \text{ ms}^{-1}$

コリオリパラメータ $f = 1 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$

鉛直温度分布 $T_o = 300 \text{ K}$

$dT/dz = 0 \text{ K m}^{-1}$ ($z < 940 \text{ m}$)

$= 8/120 \text{ K m}^{-1}$ ($940 \text{ m} < z < 1060 \text{ m}$)

$= 3/1000 \text{ K m}^{-1}$ ($1060 \text{ m} < z$)

■ 模擬街区(粗面)

理想市街地⁽²⁾

規則配置立方体ブロック $H = 40 \text{ m}$ (立方体間隔も同じ)

$q_{\text{roof}}, q_{\text{ground}} = 0.24 \text{ K m s}^{-1}$; $q_{\text{west}} \dots q_{\text{north}} = 0 \text{ K m s}^{-1}$

2. 手法

■ ベースコード:

OpenFOAM

■ 基礎方程式:

Boussinesq近似

■ Subgrid-scale (SGS) モデル:

1方程式モデル

■ 空間離散・時間積分

2次精度中心差分・2次精度後退Euler

3. 条件

■ 領域・解像度

150H × 150H (水平), 50H (鉛直)

H/4 ($z < 200 \text{ m}$), H/2 ($200 \text{ m} < z < 400 \text{ m}$)

H ($400 \text{ m} < z < 1300 \text{ m}$), 2H ($1300 \text{ m} < z$)

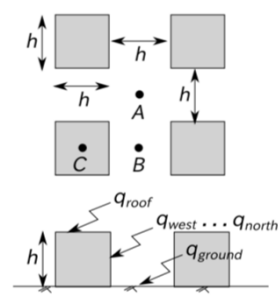


Fig. 1 Flow configuration

◆ 結果・考察

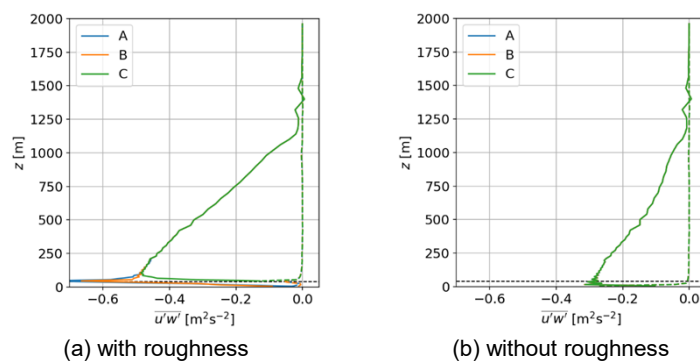


Fig. 2 Vertical profile of turbulence momentum flux in atmospheric boundary layer

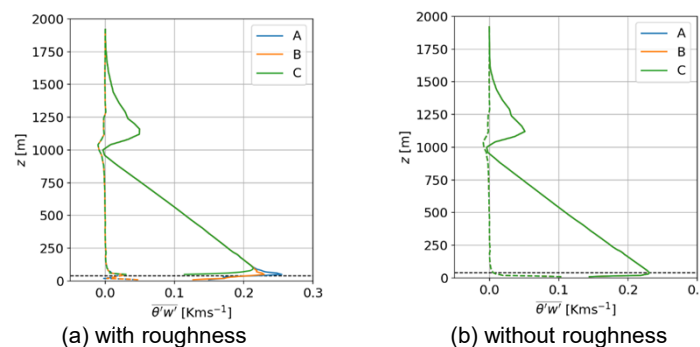


Fig. 3 Vertical profile of turbulence heat flux in atmospheric boundary layer

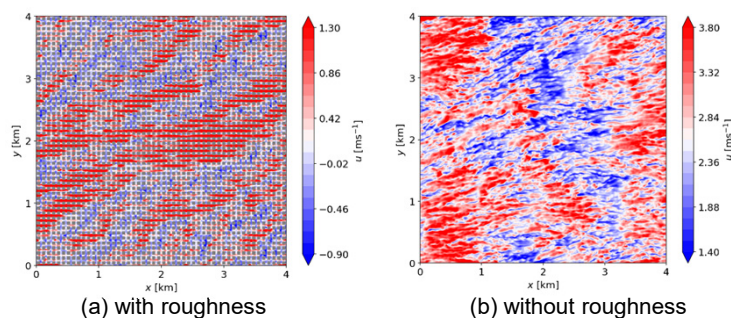


Fig. 4 Instantaneous velocity field in horizontal plane near ground

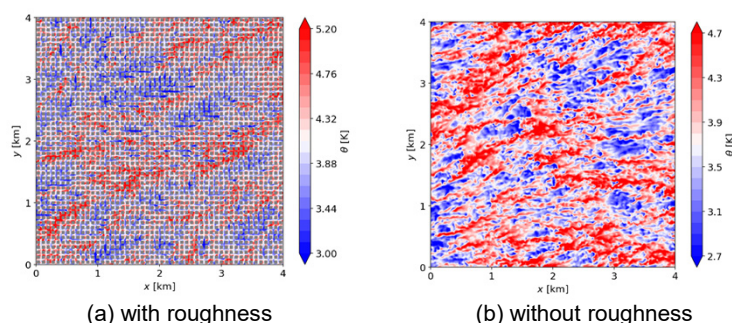


Fig. 5 Instantaneous temperature field in horizontal plane near ground

◆ 参考文献

- (1) Moeng C-H and Sullivan PP, J Atmos Sci 51 (1994) 999.
- (2) Kanda M et al., J Appl Meteorol Climatol 46 (2007) 1067.