

超高解像度 LES モデルによる都市街区スケールでの暴風リスクの評価 Assessing Gusty Wind Risks in Urban Districts by Using Very-High-Resolution LES Model

竹見哲也

Tetsuya TAKEMI

Strong gusty winds are one of the major meteorological hazards in urban areas. During the typhoon passage, such wind gusts are extremely hazardous. Typhoon Jebi (2018) caused significant damages in urban areas because of strong gusty winds. This study investigates the turbulent airflows and maximum wind gusts in urban areas of Osaka City during the passage of Typhoon Jebi with the use of large-eddy simulations. The effects of stability on flows and gusts are examined. It was found that higher building-height variability strengthens the maximum wind gusts. A more unstable stability condition enhances this feature. The impacts of urban geometrical characteristics as well as the climate change impacts on typhoons should be taken into account for assessing the risks of gusty winds in urban areas.

1. はじめに

2018年9月に近畿地方を縦断した台風21号は、大阪湾沿岸での高潮・高波、近畿地方各地での強風により、広域で様々な被害が生じた。この台風21号は、1934年室戸台風や1961年第二室戸台風と似たコースを辿り、大阪市内の気象台観測点では、室戸台風・第二室戸台風に次いで観測史上歴代3位となる最大瞬間風速47.4 m/s、京都市内の気象台観測点では室戸台風に次ぐ最大瞬間風速39.4 m/sが記録された。将来の地球温暖化により懸念される台風の強大化を考えると、今後は室戸台風級の台風による気象外力を想定しなければならない。さらに、近年の都市の再開発と建物の高層化という状況を踏まえると、都市の構造の変化に伴い、暴風に対する脆弱性も変わっていくと考えられる。気候変動と都市構造変化という異なる環境変化を考慮して都市での暴風リスクを評価することが求められている。

本研究では、2018年台風21号を想定し、Large Eddy Simulation (LES)モデルにより市街地での暴風シミュレーションを行った。大阪市の市街地を解析対象とし、実際に市街地内で吹くと想定される風が、建物の高さ分布や密集度合いに応じてどのように変わるかに着目し、また大気安定度の違いが及ぼす影響を解析した。

2. LESモデルと解析手法

LESモデルとしてPALM (Maronga et al. 2015)

を用いた。モデル下端境界に実在都市の建物データにより、都市の形状を2 m解像度で陽に設定した。都市の建物データとして、国際航業によるDSMデータPAREA-LiDARを用いた。市街地建物分布の幾何学的特徴を定量化するため、建物平均高さ、建物高さ変動の標準偏差、建物面積密度などの指標により評価した。水平格子幅2 mでLESを実施することから、大阪市街地のうち南北3 km (主流方向)・東西1 km (スパン方向)の領域を解析対象とした。なお、鉛直高度は500 mまでとした。この解析対象領域の中で、250 m四方の範囲で各幾何学的指標を算出し、市街地の幾何学的形態と風速変動との関係を調べた。安定度の設定には、上端高度での温度を300 Kとし、地上温度(上端高度での温度差 ΔT)を8通りに変化させ、温度の高度分布を線形とした。

3. 結果とまとめ

最初に、安定時 $\Delta T=-4$ と不安定時 $\Delta T=4$ の計算結果から、乱流運動エネルギー(TKE)の分布を示す(図1)。不安定時の場合に、TKEはより大きな値となっていることが分かる。同様に、最大鉛直風速、レイノルズ応力、熱フラックスといった各種乱流統計量も、同じ傾向を示していた。

次に、市街地の幾何学的形態と風速変動に係る物理量との関係を調べた。図2および3は、地上高10 mでの突風強度(上端高度風速で規格化した最大瞬間風速)と都市形態指標との関係を示す。

建物密度が低いほど、また高さのばらつきが大きいほど、突風が強くなり、この傾向は不安定時により顕著である。バルクリチャードソン数により整理した結果、不安定なほど突風が強まることが分かった。

街区毎に暴風リスクが異なることを理解し、今後の都市計画や気候変動適応策を策定することが求められる。

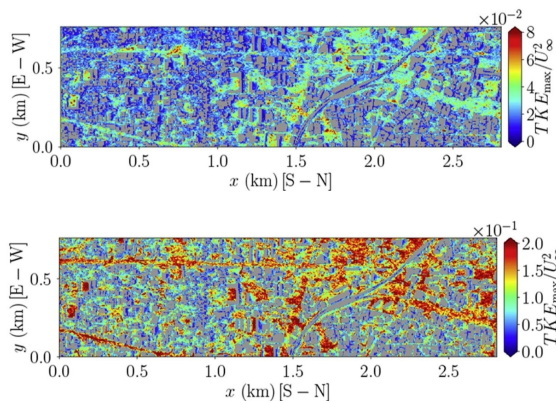


図 1: 地上高 10 m における乱流運動エネルギーの水平分布. (上)安定時 $\Delta T=-4$, (下)不安定時 $\Delta T=4$.

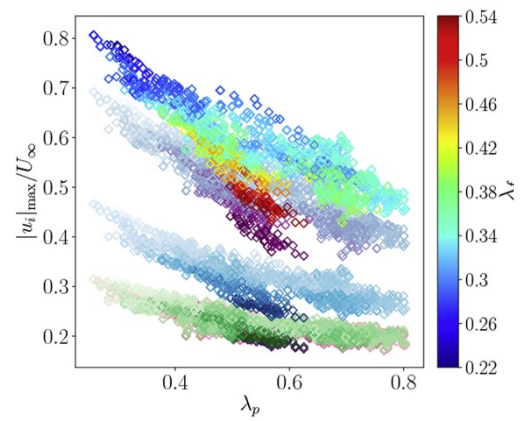


図 2: 異なる安定条件での突風強度の建物密度に対する依存性

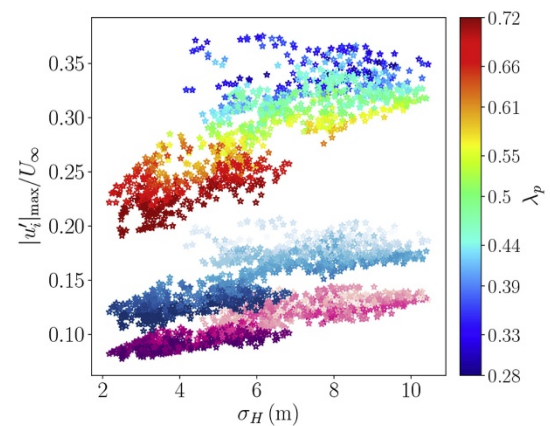


図 3: 図 2 と同じ、ただし建物高さのばらつきへの依存性