

気象モデルとLESモデルの融合による都市域での強風変動の乱流解析 Turbulent analysis of strong wind variability by merging numerical weather prediction and large-eddy simulation models

竹見 哲也^{1*}, 中山 浩成², 永井 晴康²
Tetsuya Takemi^{1*}, Hiromasa Nakayama², Haruyasu Nagai²

¹ 京都大学防災研究所, ² 日本原子力研究開発機構

¹Kyoto University, ²Japan Atomic Energy Agency

都市域での風の変動は、気象擾乱や地形が原因となって生じるばかりではなく、建築・土木構造物などの人工構造物の存在によっても生じる。特に、高層ビルが林立する大都市においては、ビルや道路の配置に応じて強風・弱風域や変動が顕著な領域が局所的に存在するような特有の風系が形成される。このような局所的な風系の存在は、都市における防災・環境・エネルギーの問題を考えるうえでは重要な因子となる。都市における局所的な風系を把握するためには、高密度での地上観測網を展開したりリモートセンシングによる広域観測網を構築したりといった監視網の整備が必要であるとともに、数値モデルによる計算機シミュレーションも有力な手段である。数値シミュレーションに頼る場合には、解析対象に適した数値モデルを構築する必要がある。一般に、気象や地形に起因する変化を捉える場合には、気象モデルを用いるのが有効である。例えば、天気予報は数値気象予報モデルによる数値シミュレーション技術が根幹となっており、これが日々の気温・風などの日常的な気象情報として提供されている。計算機能力の持続的な発展により、気象モデルによる計算は数 km 規模（研究面では数 100 m 規模）にまで高分解能化されている。しかし、都市のような複雑な地形表面形態を取るような地域においては、地形よりもさらに小さな規模の建物の存在が局所的な風系に影響を及ぼすため、現実的な建物情報を取り扱うことのできない気象モデルで都市域での風を計算することは極めて困難である。一方では、現実的な都市構造を持つ領域での局所的な風の解析は数値流体力学の分野で近年活発に進められている。この局所風の解析技術を気象モデルと併用して活用すれば、現実の気象条件のもとで生じる都市域での風の変動を数値的に解析することが可能であると考えられる。数値流体力学モデルの中でも乱流解析で広く用いられるラージ・エディ・シミュレーション (LES) の技術が、都市のような複雑形状場での風速変動の解析に適していると考えられる。そこで本研究では、気象モデルと LES モデルを融合することで、現実都市での風速変動を定量的に解析する技術を構築することを目的とする。解析対象領域を東京都心部（大手町・丸の内およびその周辺地区）とし、2009 年台風 18 号の通過に伴って生じた強風・突風を定量的に評価することを試みる。気象モデルとして WRF モデルを用い、気象庁メソスケール解析値を初期値・境界値条件として WRF モデルに与え、台風 18 号の領域気象シミュレーションを行った。4 段階ネスティングにより東京都心部およびその周辺部の領域を 60 m 格子で解像し、時間・空間の風速データを生成した。WRF より得られたこの風速データを LES モデルの初期値・境界値データとして与えた。LES モデルでは、実際の建物の高さデータにより下端境界条件を設定した。LES モデルにより都市キャノピー内部での風速変動のシミュレーションを実行し、都心の気象庁観測点（北の丸公園内）での風速変動を実際の観測値と比較した結果、変動性状や極大値をかなりよく再現することに成功した。

キーワード: 乱流, 都市, 気象モデル, ラージ・エディ・シミュレーション, 突風, 環境流体力学

Keywords: Turbulent flow, Urban, Meteorological model, large-eddy simulation, wind gust, environmental fluid dynamics