

# LES-based CFD モデルと気象モデルとの融合による都市域強風変動解析

\*中山浩成（原子力機構）、竹見哲也（京都大学）、永井晴康（原子力機構）

## 1. はじめに

大気の運動は主に気象擾乱と乱流の2つの要素によって特徴づけられる。特に、地表面の凹凸の激しい都市域では、高層建物の存在が大気乱流場に及ぼす影響は大きい。気象擾乱によりもたらされる強風時においては、防災対策の観点から都市域上に発生する突風の評価が重要である。

都市の風系を把握するには、数値シミュレーション技術がよく用いられる。実大気を再現あるいは予報するには、気象モデルが有効である。しかしながら、このモデルは都市の建物効果を陽的に取り扱うのは難しい。一方、個々の建物の存在による風速場の影響を調べるには計算流体力学（CFD）が有効である。よって、両者のモデルの特徴を有効に生かすことで、実気象場での建物の影響を考慮した風速変動を予測することが可能になると思われる。

本研究では、台風時を対象にした数値シミュレーションを行い、風速変動データを観測値と比較することで本融合解析手法の有効性について吟味することを目的とする。

## 2. 計算条件

本モデルでは、領域気象モデル WRF により気象場を計算し、LES 乱流モデルに基づく CFD モデルにより都市域風速場を計算する。解析対象事例は2009年10月8日8-9時（JST、以下同様）の台風18号通過時とする。WRF モデルでは、初期値・境界値に気象庁メソ客観解析値および海面水温 MGD SST を用い、2009年10月8日9時を初期時刻とし、水平格子幅を4.5 km/1.5 km/300 m/60 m（鉛直レベル数43）とした4重ネスト領域を設定し、数値シミュレーションを行った。格子幅60 mの計算領域は25 km×30 kmであり、この計算領域の結果をLESの入力条件として用いる。

一方LESモデルでは、東京都心部の5 km×2 kmを対象領域とし、その上流側に1 km×2 kmの境界層乱流生成領域を設けている。この領域の流入境界では、WRFで得られた風速データを与え、片岡らの手法(2002)を用いて乱流変動の生成を行う。この計算領域では、水平格子幅を20 mである。さらに、1 km×1 km四方の領域を5 mの高分解能計算格子によって個々の建物を解像した計算領域を設けて結合させ、現実気象条件下での建物スケールの風速変動を再現する。

渦動粘性係数は標準 Smagorinsky モデルにより評価し、建物効果は Feedback forcing (Goldstein ら、

1993)により陽的に表現している。鉛直格子幅は2.5 m-64 mの不等間隔としている。

## 3. 結果と考察

図1、2は、東京都千代田区北の丸公園内でのLESの風速データを、観測による最大瞬間風速・平均風速（10分移動平均）と比較したものである。なお、風速値は地上高約35 mのものである。

まず、10分移動平均データについては、LESは観測値に対しやや大きく評価している。しかしながら、観測値との差異は10%程度である（図1）。LESの瞬間風速も、基本的には観測値の最大瞬間風速データの変動と同程度の規模で変動しているのが分かる。さらに、ガストファクターを算出すると、ピーク頻度や2.0を超えた所でのガストファクターの頻度に定量的な差異が見られるが、基本的には類似した分布になっている（図3）。

以上により、本融合解析手法の有効性が示されたものと判断できる。

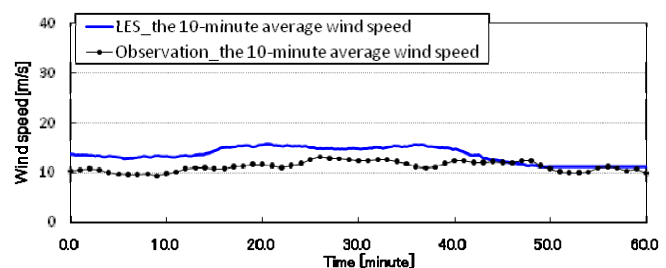


図1 平均風速

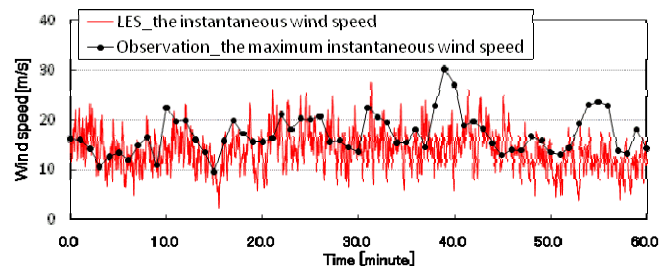


図2 LES瞬間風速と観測値の最大瞬間風速

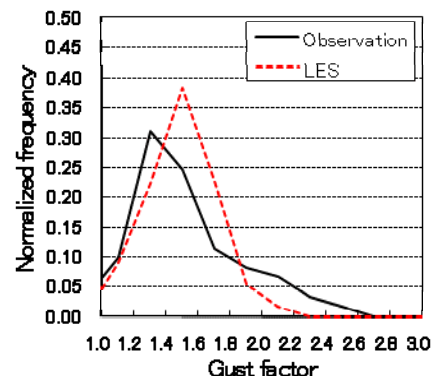


図3 ガストファクター