

風力発電設置位置選定のための気流数値解析

神戸大学 学生員 ○松酒 大基
 神戸大学 正会員 中山 昭彦

1. 緒言

風力発電の適切な計画や、効率よい運用には、実地形上の気流特性の適切な予測が必要不可欠である。そのため、数百 m から数 km 程度のスケールの地形上気流特性を高精度に予測する計算法の開発が期待されていて、LES 法は複雑な地形上気流の予測に有効とされている。しかし、流況の細部を再現するため格子を細かくとると対象領域を大きくとれず、周囲の影響を反映できない。領域を広くとると再現できる流れ場の解像度が低くなる。本研究では、実地形の流れ場を2つの異なる解像度の格子で計算し、結果の違いを検証する。また、それぞれの短所を補うために、その組み合わせを工夫するネスティング手法を検討する。



図-1 計算領域

2. 計算領域と計算格子

風力発電所の導入を検討している種子島宇宙センター付近(図-1 の四角で囲った領域)を対象とする。

大きい四角で囲った領域(広域)は北西から南東方向に 8km, 北東から南西方向に 5km, 小さい四角で囲った領域(局所域)は北西から南東方向に 1.8km, 北東から南西方向に 1km である。計算格子は国土地理院発行の数値地図を基に作成しており、広域の計算格子の水平方向の解像は 50m 間隔と粗く、局所域の計算格子の水平方向の解像は 10m と細かい。鉛直方向の格子は共に不等間隔とし、流れの変化の大きい地表面付近が密となるようにしている。流入風は北西からで、主流方向(北西—南東)を x 軸, 鉛直方向を y 軸, 主流横断方向(北東—南西)を z 軸とする。

広域及び局所域格子の 1.8km×1km の同一部分をそれぞれ図-2, 3 に示す。これらの曲線は 10m ごとの等高線を表し、局所域格子では広域格子に比べ細かい起伏が表されている。

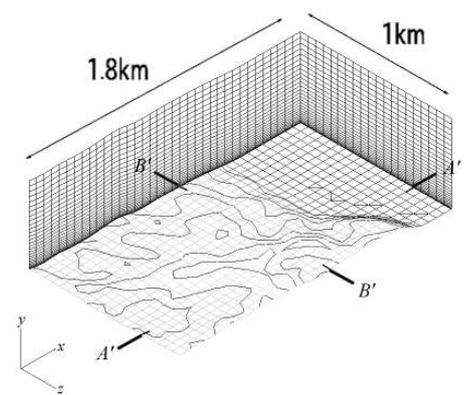


図-2 粗い格子(広域)

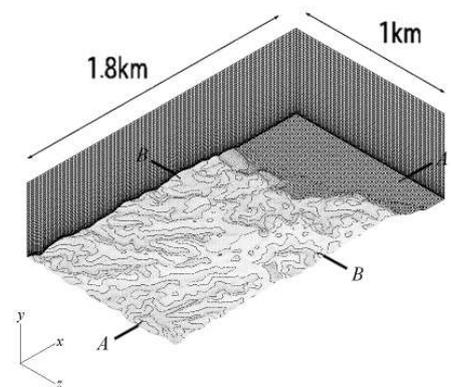


図-3 細かい格子(局所域)

3. 計算方法

標準 Smagorinsky モデルを用いた LES 法を基に、変数の計算格子にはコロケート格子, 座標系は境界適合座標であるシグマ座標系, 時間進行法には半陰解法な方法を用いる。境界条件は、地表面はすべり無し, 側面と上端面はすべり条件を課す。また、流入条件は指数 1/5 のべき乗則を用いる。ただしネスティングを用いた局所域では広域での計算により得られた値を用いる。流出条件はどちらも流れ方向に変化無し自由流出とする。

キーワード 風力発電, 風況予測, LES, ネスティング

連絡先 〒657-002 兵庫県神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学 工学研究科 中山研究室 TEL 078-803-6280

4. 結果と考察

検証するために2つの格子における計算結果をそれぞれ示す. 図-4, 5 は地上 30m 付近の鉛直方向から見た瞬時風速ベクトルで, 図-6, 7 は主流横断方向から見た瞬時風速ベクトル, 図-8, 9 は主流方向から見た瞬時風速ベクトルである. 図-4, 5 で地上 30m 付近の結果を示しているのは, 中規模の風力発電所の適地選定に必要とされる風況場が地上 30m 付近のためである.



図-4 y方向から見た風速ベクトル(広域)

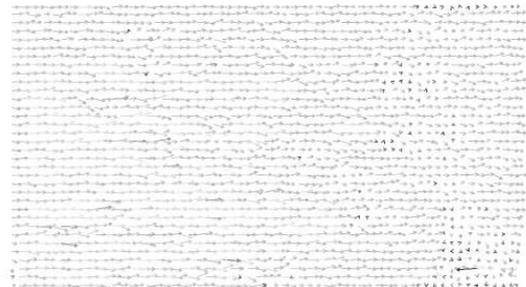


図-5 y方向から見た風速ベクトル(局所域)

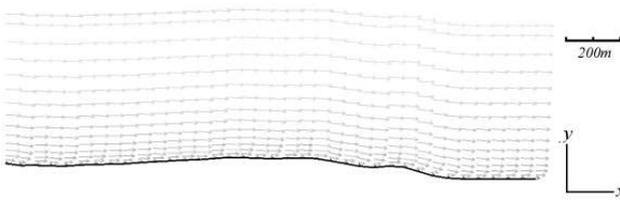


図-6 z方向から見た風速ベクトル(広域A'断面)

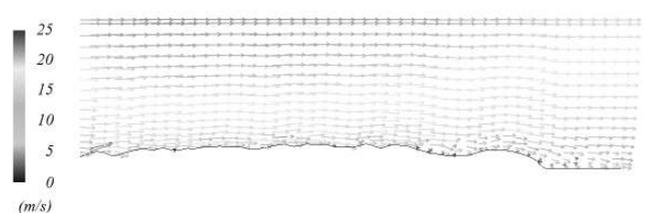


図-7 z方向から見た風速ベクトル(局所域A断面)

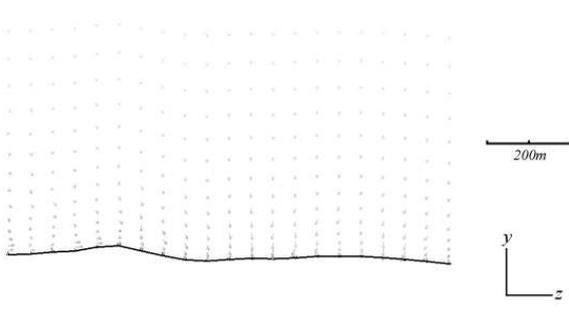


図-8 x方向から見た風速ベクトル(広域B'断面)

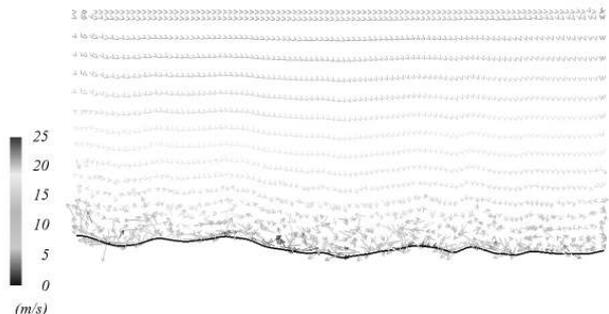


図-9 x方向から見た風速ベクトル(局所域B断面)

結果から細かい格子では詳細な予測が可能となり, 流れの主流方向では大きな起伏の後ろで渦が確認でき, 流れの直角方向にも大きく乱れが発生していることが分かる. しかし細かい格子では周囲の影響を反映できない. そのため広域での計算により得られた値を局所域の初期に用いることにより, 高解像度でかつ効率的に計算するネスティング手法が有効とされる.

4. 結論

注目する領域の詳細な気流予測は, 風力発電の適地選定に有益な情報を与えてくれる. 平均風速から風力発電に必要な風が定常的に吹いている場所が分かる. また発電機の特長として鉛直方向の風では発電することができないため, 水平方向の平均速度合成ベクトルと鉛直方向の平均速度ベクトルから迎角を求めることにより, 平均風速だけでは分からない風力発電に適さない鉛直成分の大きい風の場所を知ることができる. 風速が平均風速の周りでのどの程度変動するかの尺度である乱れ強度からも風力発電に適さない場所を知ることができる. ただし今回は風向を北西に設定したが, 風力発電の適地選定にはあらゆる方向からの風を検討する必要がある.