

洋上風力発電の高効率化に向けた高精度解析手法の開発
 - 障害物の配置による空気流れの比較 -

Development of a High-Precision Analysis Method for High Efficiency of Offshore Wind Power Generation
 - Comparison of Air Flow due to Obstacle Arrangement -

○柴垣裕紀¹, 岸本誠也², 大貫進一郎²

*Hironori Shibagaki¹, Seiya Kishimoto², Shinichiro Ohnuki²

Abstract: Construction plan of offshore wind power generators has been announced in Japan. In offshore wind power generators, it is required to optimize the shape and arrangement of the wings. When time variation of wave form is significant, accuracy may drop significantly in computational method of current mainstream. In this report, the flow of air around an obstacle is analyzed using the constrained interpolation profile method which can perform high-precision analysis.

海の上で風力発電を行う洋上風力発電は欧米で普及しており、日本国内でも建設計画が相次いで発表されている。洋上風力発電は一度設置すると大きな変更ができないことから、翼の形状や配置をできる限り最適にすることが求められる^[1]。この際、数値計算には、オイラー法や風上差分、Harten の TVD スキームが用いられている^[2]。ただし、物理量の時間変化が大きい場合、これらの計算手法は精度が劣化する。

洋上風力発電の高効率化を目的にする場合、空気流れを高精度に解析する必要がある。そのため、流体解析手法の一つである CIP 法 (Constrained Interpolation Profile method)を用いる。これは、双曲型の移流方程式を差分法を用いて解く数値解法であり、物理量の変化が急な場合にも精度を維持できる特徴がある^[3]。

$$\frac{\partial f}{\partial t} + u \frac{\partial f}{\partial x} = 0 \tag{1}$$

式(1)において、 f は移流する物理量、 u は移流速度を表す。CIP 法では、隣接する空間離散格子点間のプロファイルを 3 次関数及びそれを微分した関数で補間する。流体解析のように速度が大きく変化する場合、物理量は必ずしも保存が保証されず、(1)式の右辺に非移流項が加えられる^[4]。ここでは、非移流項を考慮した計算手法である CIP-CSL(Conservative Semi-Lagrangian)法を用いる。

本解析モデルを図 1 に示す。 $x = 0$ の地点で流入、 $x = L_x$ の地点で流出すると想定し、 x - y 平面において複数の角柱を縦横に配置している。複数の障害物を配置した際の空気流れの空間分布変化と、時間応答を CIP-CSL 法により求め、高精度解析手法の実現性を検証する。そして、洋上風力発電の高効率化に適した柱状形状の配置を比較検討する。

謝辞

本研究を行う上で日頃より研究討論を頂いている、(地独)東京都立産業技術研究センター山口隆志様に深謝の意を表す。

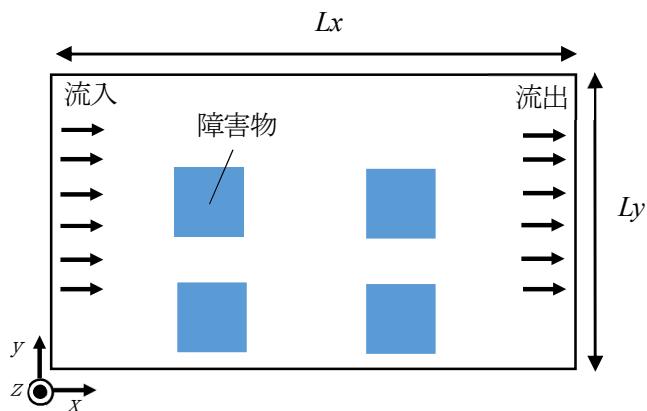


図 1. 障害物を設置したときの解析モデル

参考文献

- [1] 石原孟, “急拡大する洋上風力発電の現状と将来展望”, 風力エネルギー Vol.35, No.2, pp4-8, 2011.
- [2] 荒川忠一, 飯田誠, “風車のシミュレーション”, 日本流体力学会数値流体力学部門誌, Vol.10, No.4, p294, 2011
- [3] 矢部孝, 内海隆行, 尾形陽一, 「CIP 法」, 森北出版, 2003
- [4] 矢部孝, 尾形陽一, 滝沢研二 「CIP 法と Java による CG シミュレーション」, 2003

1 : 日大理工・学部・電気 2 : 日大理工・教員・電気