

流体解析に基づく羽なし風力発電機の配置の最適化 Optimizing the placement of wingless wind turbines based on fluid analysis

○石川直也¹, 岸本誠也², 大貫進一郎²Naoya Ishikawa¹, * Seiya Kishimoto², Shinichiro Ohnuki²

Abstract: Since the wingless wind power generator does not cause noise damage or bird damage, it can be installed near a residential area similar to solar power generation. In this report, we analyze the movement of fluids when the arrangement of wingless wind power generators is changed under the condition of average wind speed in Japan. The optimization of the arrangement is examined for highly efficient power generation.

羽なし風力発電機は、騒音被害や鳥被害が生じないため、太陽光発電と同じような住宅地付近でも設置場所とすることができる。本報告では、日本の平均風速という条件で羽なし風力発電機の配置を変えた場合について、流体の動きを解析し、高効率の発電が可能な配置の最適化について検討する^[1]

羽なし風力発電機の配置を最適化し、高効率な発電が可能な配置を検討するため、空気流れを高精度に解析する必要がある。そのため Navier-Stokes 方程式に基づく有限要素解析を行う。Navier-Stokes 方程式は、以下に示す運動量保存則と 質量保存則により構成されている。

$$\nabla(\mu\nabla\mathbf{u}) + \rho\mathbf{u}\nabla\mathbf{u} + \mathbf{I}p = 0 \quad (1)$$

$$\nabla\mathbf{u} = 0 \quad (2)$$

ここで \mathbf{u} は空間上任意の点における流体の速度を表すベクトル場、 p は圧力、 \mathbf{I} は単位行列、 ρ と μ はそれぞれ密度と粘性である。有限要素解析するために、モデル化する領域と境界条件を指定し、Navier-Stokes 方程式を設定することにより指定された間隔のメッシュ上で方程式を解く^[2]。

本報告における解析モデルを図 1 に示す。 $Lx \times Ly$ [m] の解析領域内に半径 r [m]の羽なし風力発電機を想定した円柱などを複数置き、流体の様子を観察する。空気が $x=0$ mの地点で流入、 $x=Lx$ [m]の地点で流出が起こっているものとする。ここで流入の速度は、日本の平均風速を想定する。領域内は等温かつ重力や磁力などの外力が影響を及ぼさないものを想定し、空気の密度 $\rho=1.2047$ [kg/m³]、粘性 $\mu=1.8134[10^{-5}\text{Pa}\cdot\text{s}]$ で満たされているとする^[3]。この解析領域内にて、円柱の配置を変え高効率の発電が可能な配置の最適化について検討する。

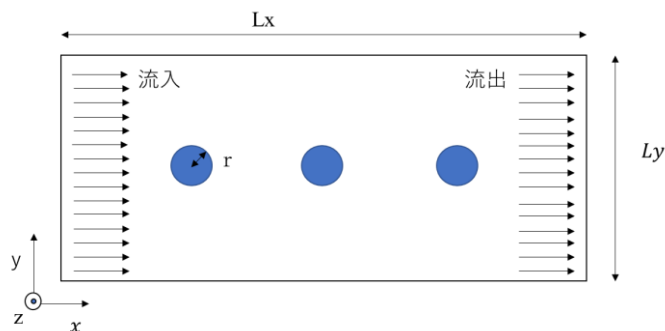


Figure 1 複数の円柱障害物を想定した解析モデル

参考文献

[1] D. J. Yáñez. "VIV resonant wind generators," VORTEX TECHNICAL PAPER, pp. 1-6,2018.

[2] 川原睦人:「有限要素法流体解析」, 日科技連, 1985.

[3] U. S. STANDARD ATMOSPHERE, UNITED STATES AIR FORCE, Washington D.C., USA, p.52, p.100,1976.

1 : 日大理工・学部・電気 2 : 日大理工・教員・電気