

水平軸風車の三次元非定常数値解析

Unsteady three dimensional numerical analysis of horizontal axis wind turbine

飯田 誠, 東大工, 東京都文京区本郷7-3-1, iida@cfdl.t.u-tokyo.ac.jp
荒川 忠一, 東大環, 東京都文京区本郷7-3-1, arakawa@cfdl.t.u-tokyo.ac.jp
松宮 輝, 産総研, 茨城県つくば市並木1-2, h-matsumiya@aist.go.jp

Makoto IIDA, School of Engineering, The University of Tokyo, 7-3-1Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo, 113-8656, JAPAN
Chuchi ARAKAWA, Interfaculty Initiative in Information Studies, The University of Tokyo, Ditto
Hikaru MATSUMIYA, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), 1-2 Namiki, Tsukuba, Ibaraki-ken, 305-8564, JAPAN

It is very important to analyze the unsteady phenomena such as various wind speeds, their directions, influence of other wind turbines, the effects of tower and so on. The authors simulate the unsteady flow field around the horizontal axis wind turbine of WINDMEL III with their own code of pseudo-compressibility and moving overset grid method. The computational results are compared with the blade element and momentum method. When the blade overlaps with the tower, the thrust coefficient is instantaneously reduced in 20% of averaged one.

1 概要

安定的なエネルギー供給を達成することは、風力発電において非常に重要な課題の一つである。その解決策の一つとして、ブレードに発生する非定常現象への対応と説明が挙げられる。本稿は、水平軸風車 WINDMEL III に対する、非定常流れ数値解析の結果、主にタワーとの干渉問題について検討する。

2 解析対象と数値解析方法

計算対象は水平軸風車 WINDMEL III である。WINDMEL III は直径 15m, 定格出力 15kW のアップウィンド型 2 枚風車である。WINDMEL III は、構成翼型として低レイノルズ数で既存の低レイノルズ数翼型に比べ高性能を有し、レイノルズ数や迎角の変化にも安定的な性能を達成出来る翼型 MEL 翼型⁽¹⁾を使用している。

本研究では、Chorin⁽²⁾が開発した擬似圧縮性解法と松野⁽³⁾が圧縮性流れを解析するために開発した δ^2 -Scheme を利用し非定常解析が行えるように改良を行った。計算領域は、図 1 に示すように全部で 7 つ生成した。外部流れを解く領域、タワー周りの流れを解く領域、2 枚のブレード周りの流れを解く 2 領域である。それぞれの領域間のデータ補間を滑らかに行うための 3 つの中間領域である。物理量の補間には、最小二乗補間法を用い時間ステップ毎に行う。

3 結果

アジマス角 Ψ をブレードの回転角を水平位置 0° を基準として時計回りに大きくなるように定義する。ブレードは $\Psi = 90^\circ, 270^\circ$ のときにタワーと重なり合う。図 2 には、スラスト係数 C_T のアジマス角に対する変化を示している。スラスト係数とは、ブレードに作用する流れ方向の力である。アジマス角 $\Psi = 90^\circ, 270^\circ$ つまりタワーとブレードが重なり合う部分でスラスト係数が平均値の約 20% 程度の減少が確認できる。これは、流れとは反対方向に力が発生していることを表わしている。また、このタワー干渉領域以外でもブレードに作用する力は変動していることがわかる。

4 結論

数値流体力学を用い、タワーも含めた 3 次元非定常風力タービン周り流れの解析を、WINDMEL III に対して行った結果について報告した。ブレードがタワーと重なりあうアジマス角前後でスラスト力の変動が発生し、タワーと重なり合った

アジマス角では、平均スラスト係数に対し約 20% の変動が発生していることが分かった。

参考文献

- (1) 松宮 輝, 第 11 回風力エネルギー利用シンポジウム, (1990)
- (2) Chorin, A. J., J. of Computational Physics, 2 (1967) pp. 12-26
- (3) K. Matsuno, Theoretical and Applied Mechanics 37, 424, (1988), pp.91-99

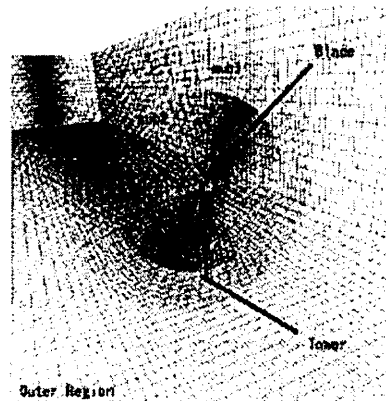


Figure 1: Computational grid system

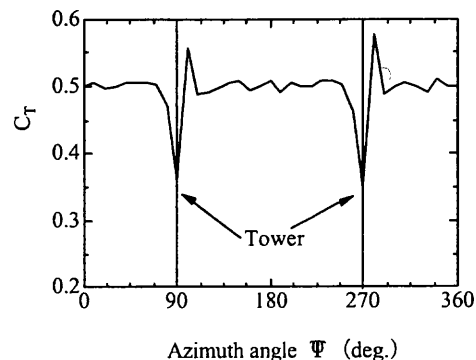


Figure 2: Thrust coefficient for each Azimuth angle