

機関番号 : 3 2 6 1 3

研究種目 : 基盤研究 (C)

研究期間 : 2008 ~ 2010

課題番号 : 2 0 5 6 0 1 6 8

研究課題名 (和文) 風力発電用直線翼縦軸風車の空力性能改善に関する研究

研究課題名 (英文) Study on the improvement of the aerodynamic performance of a straight winged vertical axis wind turbine

研究代表者 水野明哲 (MIZUNO AKISATO)

工学院大学・工学部・教授

研究者番号 : 8 0 1 3 3 3 2 0

研究成果の概要 (和文) : 直線翼縦軸風車の性能予測を数値解析とフィールド試験の両面から行った。この結果、実用化が可能な性能が得られることが確認された。数値解析においては、第 1 段階として単独翼の性能を解析するため、メッシュ分割を行い、乱流モデルの検討を行った。後に回転翼の改正を行う必要があったため、できるだけ粗いメッシュで実験性能に合う結果を得るための乱流モデルを試行したところ、Spalart-Allmaras モデルによる DES 解析が安定で高性能であることがわかった。このメッシュ分割と乱流モデルを用いて回転翼の解析を行った。3 枚の翼を 120 度間隔で設置した風車をスライディングメッシュを用いて回転させた。この計算においては流れが 2 次元的であるという制約を除いてはきわめて現実的な解析で、非定常の失速を表現できている。解析の結果として、NACA0018 対称翼を用いてソリディティ 0.079、周速比 3.75 で運転するとき、出力係数 0.45 を得ることができることが確認できた。さらに、フィールド試験においては、実機モデルによる実験を行い、周速比一定運転のための制御ソフトの開発を行い、これにか回転防止のためのブレーキとその制御システムを組み合わせた。これらにより自動運転が可能となり、性能の評価を行うことができた。運転結果より、周速比 3 のあたりで、先に開発した理論性能曲線に近い出力が得られることを確認した。

研究成果の概要 (英文) : We studied the performance estimation of the straight winged vertical axis wind turbine by means of numerical analysis and a field test. Through the investigation, we could confirm that the SWVAWT can reach the performance, which can be commercially realized. In numerical simulation, we have tested the performance test of the turbulence models as the first step for the flow around a single wing. It was necessary to find an appropriate model with a rather rough meshing, so that rotating wing analysis can be performed. In this study, we found that a DES analysis with Spalart-Allmaras model is the best way of our numerical simulation. We applied this model to the analysis of rotating wind turbine with three NACA0018 wings. By performing unsteady flow analysis, we obtained an optimal design condition of the wind turbine to be with a solidity of 0.079 and the tip speed ratio of 3.75, which gave power coefficient of 0.45. In the field test, we have developed a control system, which enables the operation of constant tip speed ratio, as well as braking system to avoid over-rotation. Through stand-alone operation we could confirm the power coefficient to be close to the on by theory at the tip speed ratio of 3.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2009年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：機械工学・流体工学

キーワード：直線翼縦軸風車、実用化設計、数値解析、性能評価、ビンの方法、自動運転、出力係数、周速比

1. 研究開始当初の背景

直線翼縦軸風車は、実用化されているプロペラ型風車に対してさまざまな利点を持っているが、性能評価法や制御法が確立していないために実用化が遅れている。

2. 研究の目的

直線翼縦軸風車の実用化に向けて、数値解析による性能評価を行うと同時に、実験機による自動運転システムを構築する。

3. 研究の方法

直線翼縦軸風車の性能を評価するため、非定常の翼の回転を直接表現できる数値解析を行う。また、実機と同スケール(3kWクラス)の試験機を制作し、制御ソフトの構築を行う。

4. 研究成果

得られた成果は以下のとおりである。

1. 風車性能の数値解析による評価： まず単独翼の数値解析により失速特性を表現できるDES乱流モデルを用いた数値解析手法を確立した。その後、回転する直線翼縦軸風車全体の流体力学的特性をDESにより解析し、風車の性能を評価した。これにより動的失速を織り込んだ風車性能の評価を行うことができるようになった。
2. 風速、風車回転数、トルク、発電量などをコンピュータに取り込み、制御を行うシステムを構築した。このシステムには高風速時、高回転時の自動ブレーキシステムも組み込んだ。屋外自然風下での自動運転を行い、ビンの方法を用いて実運転時の直線翼縦軸風車の性能評価を行った。
3. DES乱流モデルを用いた風車全体の流れ解析を、さまざまなパラメータのもとで実施した結果、回転半径3.2m、翼長3.2mの実用化モデルに対して、翼弦長260mmの3枚翼(ソリディティ0.079)を、周

速比 3.75 で回転させたときに、最大出力係数 0.38 を得ることができ、定格時の 12m/s で 3kW の発電が可能であることが確認できた。

4. 構築したコンピュータ制御システムを用いて自然風による自動運転を行い、性能評価を試みた。八王子市内はさほど風況が良いとは言えない状況の中で、限られた周速比(3程度)において、2006年の渋谷による性能予測(理論)に近い値がビンの方法で確認できた。

以上の成果により、風車実用化の方向性が示されたことにより、NEDO 新エネルギーベンチャー技術革新事業に採択され、実用化を目指す方向が強化された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計6件)

杉山武令、水野明哲、直線翼縦軸風車のフィールド試験環境の構築、日本機械学会 2009 年度年次大会、2009

脇坂英佑、水野明哲、低レイノルズ数における風車翼型の性能評価のための数値計算法の検討、日本機械学会 2009 年度年次大会、2009

杉山武令、水野明哲、フィールド試験による直線翼縦軸風車の性能評価、日本機械学会 2010 年度年次大会、2010

脇坂英佑、水野明哲、直線翼縦軸風車における性能評価の数値解析、日本機械学会 2010 年度年次大会

水野明哲、乱流促進装置を備えた直線翼縦軸風車の実用化、日本太陽エネルギー学会日本

風力エネルギー協会合同研究発表会、2011

Akisato Mizuno, Performance estimation of the straight-winged vertical axis wind turbine, Colloquim Pusan National University, 2011

[産業財産権]

○出願状況 (計1件)

名称：垂直軸風車

発明者：水野明哲

権利者：タマティーエルオー株式会社

種類：特許

番号：特願 2002-066092

出願年月日：2002年2月5日

国内外の別：国内

○取得状況 (計1件)

名称：垂直軸風車

発明者：水野明哲

権利者：タマティーエルオー株式会社

種類：特許

番号：特許第 4151940号

取得年月日：2008年7月11日

国内外の別：国内

6. 研究組織

- (1) 研究代表者 水野明哲 (AKISATO MIZUNO)
工学院大学・工学部・教授

研究者番号：80133320

- (2) 研究分担者

加藤千幸 (CHISACHI KATO)

東京大学・生産技術研究所・教授

研究者番号：00313114

飯田明由 (AKIYOSHI IIDA)

豊橋技術科学大学・工学部・教授

研究者番号：30338272

- (3) 連携研究者 金野祥久 (AKIHISA KONNNO)
工学院大学・工学部・准教授

研究者番号：60322070