

低レイノルズ数垂直軸小型風車の製作及び性能調査

北川 一敬 (愛知工業大学工学部機械学科)

目的

現在、再生可能エネルギーとして風力発電が注目されている。再生可能エネルギーとは、資源が非枯渇性の自然現象から得られるエネルギーのことである。環境汚染物質を排出する従来の化石燃料と比べ、無尽蔵かつクリーンなエネルギー資源ともみなされている。しかし、風力エネルギーは不規則でエネルギー密度が小さいため、効率良く風を受けることが重要となる。

本研究の最終目標は市街地に設置できるサイズで且つ、発電効率の良い小型風車を設計・開発することである。特に、ビル風の想定風速 2~10[m/s]で発電でき、街灯などの電力を賄える 20~200[W]を発電するような、小型かつ発電効率の良い風車の設計・開発を行う。

結果

本研究では垂直軸直線翼式風車をモデルにした。実験用風車を製作するために相似則を用いて寸法決定した。実験用風車は NACA0009 の翼型で、材料には発砲塩ビ及び硬質塩ビを採用し、卓上フライス盤で加工を行った。製作した実験用風車を用いて、時系列 PIV による風車周りの速度分布の可視化実験、実験用風車の起動実験、実験用風車のトルク測定実験を行った。

時系列 PIV による風車周りの速度分布の可視化実験(図 1, 2)では、一様流速 5[m/s]のとき、実験用風車の回転数は 15.15[rps]である。また、回転軸付近の上部及び下部では一様流速 5[m/s]に対して、最大 8.18[m/s](1.64 倍)まで加速していることが確認された。翼の上端及び下端から渦が発生している様子が確認された。

起動実験では、発砲塩ビ翼の 4 枚あたりの慣性モーメントは $3.1 \times 10^{-4}[\text{kg} \cdot \text{m}^2]$ 、硬質塩ビ翼の 4 枚あたりの慣性モーメントは $5.4 \times 10^{-4}[\text{kg} \cdot \text{m}^2]$ となり、硬質塩ビ翼の慣性モーメントは発砲塩ビ翼の 1.7 倍となった。よって、硬質塩ビ翼のほうが回転しにくい。また、4 枚翼(硬質塩ビ翼)における一様流速 5[m/s]のときの定常回転までの時間は約 1 分 40 秒であり、翼の設置方法に依存しなかった。

小型風車のトルク(図 3 青線)は、風速 3.5[m/s]のときトルク係数は 23.6[%]となり最も低い値を示し、風速 8.0[m/s]のときトルク係数は 54.7[%]となり最も高い値を示した。

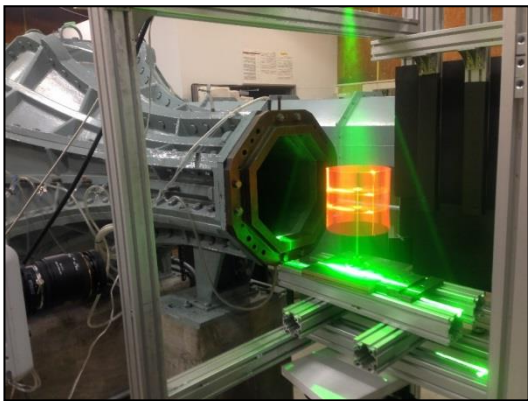


図 1 風車の風洞試験

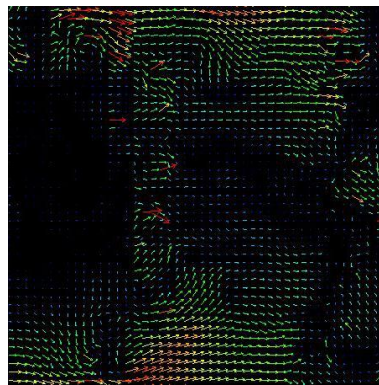


図 2 風車周りの速度場

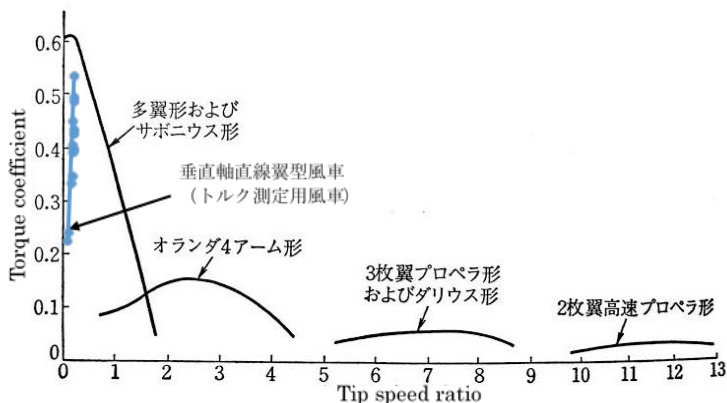


図 3 各種風車のトルク曲線