

5EE05 井上拓馬 5EE06 今井涼
指導教員 山下健一郎

1. まえがき

近年、地球温暖化をはじめとする環境問題やエネルギー問題の有効な解決策として、風力発電や太陽光発電などの再生可能エネルギーが注目されている。小型風車もその一つであり、本研究室では始動性や効率の面で優れた特徴を有する小型風車として、可変翼枚数風力発電装置を提案し、種々な検討を行っている^[1]。図1に可変翼枚数風力発電装置を示す。同装置は2つの三枚翼ロータが同一シャフト上に取り付けられた構造となっており、高トルク型の六枚翼風車で始動し、始動後には高効率な三枚翼風車として駆動する風力発電装置である。本提案風車の諸特性に大きな影響を及ぼす要因の一つとして、前後翼の距離 d があげられる。既に翼間距離と風車の始動性との関係は報告されているが、風車効率に及ぼす翼間距離の影響については殆ど検討されていない。そこで、本研究では同風力発電装置の出力特性に及ぼす翼間距離の影響について調べると共に、最適な翼間距離を有する供試可変翼枚数風車の開発を行う。

2. 翼間距離とブレード揚力との関係

一般的に揚力型風車のブレード揚力はブレード上下の流速差に基因する圧力差によって生ずることが知られている(ベルヌーイの定理)。本研究対象である可変翼枚数風車は三枚翼駆動時に前後のブレードが重なり(図1参照)、翼間距離によっては十分な揚力を得ることができない可能性がある。実際に流線を可視化するために複数の糸を貼り付けたブレードを2枚重ね合わせ、いくつかの翼間距離で実験したところ、翼間距離が短すぎると(供試装置では $d \leq 4\text{cm}$) 前後のブレードが干渉し合うことが判明した。

3. 翼間距離がシステム効率に及ぼす影響

以上の検討より、翼間距離が近すぎると、十分な揚力を得られないことが判明した。また前論文[1]では翼間距離が広すぎると始動性能が低下することが明らかになった。そこで本章では、種々な翼間距離における出力特性を測定し、供試装置における最適な翼間距離並びに、同翼間距離で設計した供試可変翼枚数風車の出力特性を実験的に調べることにする。図2はその一例で、翼間距離 d を $4\text{cm}, 6\text{cm}, 8\text{cm}$ とした場合の出力特性である(出力係数 C_p は風車の効率を表す)。図中のプロット点

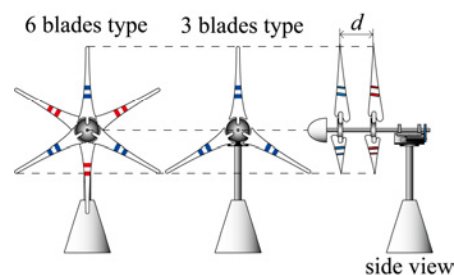


図1 可変翼枚数風力発電装置

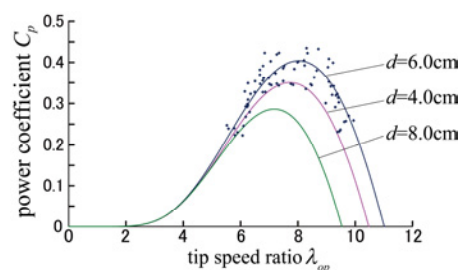


図2 三枚翼の翼間距離による出力特性

は $d=6\text{cm}$ における実験値であり、実線は同実験値を基に導出した近似曲線である(近似曲線については文献[2]を参照されたい)。図より、翼間距離が広すぎると($d=8\text{cm}$)、多翼型風車のような高トルクタイプの特徴が表れることがわかる。また、翼間距離が狭すぎると($d=4\text{cm}$) 前章で述べたように十分な揚力が得られなくなるため、供試風力発電装置における最適な翼間距離は $d=6\text{cm}$ となることが判明した(周速比 $\lambda_{op}=8.1$ で出力係数最大値 $C_{pmax}=0.41$)。

4. むすび

本研究では可変翼枚数風力発電装置における翼間距離と出力特性の関係について検討を行い、最適な翼間距離を有する供試可変翼枚数風車の開発を行った。今後残された課題として、本風車の最大電力点追従制御装置を搭載した供試可変翼枚数風車を対象に、フィールド実験などの実用化を目的とした研究を行うことがあげられる。

参考文献

- [1] 山下健一郎、南浦慶太、中内誠:「可変翼枚数風力発電装置の提案」、pp.73-77、玉川大学 ソーラーヴィークルとソーラーバイクに関するワークショップ 2006 報告論文会(2006)
- [2] S.Heier, "Grid Integration of Wind Energy Conversion Systems," John Wiley & Sons, Ltd., 1998, ISBN 0-471-97143-X