

1. はじめに

今日、世界では環境問題が深刻化しており、再生可能なエネルギーに注目が集まっている。そこで本研究室では風のエネルギーを利用することにより環境への影響が少ない風力発電装置に着目し、風車の翼の枚数を可変させることにより高い始動性、高効率を兼ね備えた可変翼枚数風力発電装置を提案した。本研究では、提案した風力発電装置を常に最大効率で運転させるための制御法について検討を行う。

2. 提案した装置の C_p 曲線算出法について

風車の制御を行うためには、まず風車の効率を表す C_p 曲線を求める必要がある。本章では提案風車の C_p 曲線の算出に必要な様々なパラメータの測定法について検討を行なう。まず出力係数 C_p は次式により表される。

$$C_p = (P_{out} + P_{loss}) / P_w \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 P_{out} : 発電機出力電力、 P_w : 風力エネルギーであり、 P_{loss} は次式により表される損失である。

$$P_{loss} = r \cdot I^2 + R_\omega \cdot \omega_m^2 + G_{loss} \cdot \omega_m \dots\dots\dots (2)$$

但し、 r : 発電機電機子抵抗、 I : 発電機電機子電流、 ω_m : 風車の機械角速度、 R_ω : 風車回転時の制動係数、 G_{loss} : ギヤ損失係数。

(2)式の右辺第一項は銅損、第二項は摩擦損、第三項はギヤ損を表している。以上(1)、(2)式より、出力係数 C_p を求めるためにはシステムの損失である P_{loss} を求める必要がある。

3. 機械損失の測定と算出

製作した風車において、発電機を電動機として無負荷で駆動し、入力電力(無負荷のため損失に相当する)を測定した。得られた損失から発電機の電機子抵抗より銅損を分離し、残った機械損失から最小二乗法を用いることにより制動係数、ギヤ損失係数を求めることができる。算出した本風車の値を以下に示す。

$$R_\omega = 0.0001325 \quad G_{loss} = 0.0456834$$

これらの定数を利用すれば(1)式より C_p を算出することができるため、実験により本風車の C_p 曲線を測定することが可能となる。

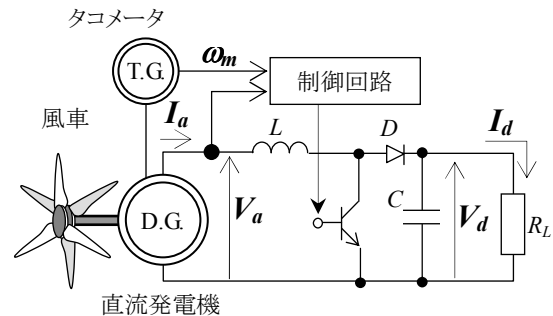


図1 昇圧チョップを用いた制御回路

4. 最大電力点追従制御法について

本システムの制御法として、負荷を調整し風車の回転速度を制御する方法が前論文^[1]により提案されている。この制御法に必要な最適な発電機電機子電流 I_{aref} は次式により表される。

$$I_{aref} = \left\{ K \cdot \omega_m^3 - (R_\omega \cdot \omega_m^2 + G_{loss} \cdot \omega_m) \right\} / V_a \dots\dots (3)$$

但し、 V_a : 発電機電機子電圧、 K : 最適な周速比 λ_{op} ならびに出力係数最大値 C_{pmax} から算出される風車特有の定数。

発電機出力電流が(3)式となるように負荷を調整することにより、本風力発電装置は最大効率を得ることができる。これを実現することのできる回路を図1に示す。同図は昇圧チョップを用いた本システムの最大電力点追従制御回路である。本制御回路では図示のように風車の機械角速度 ω_m 、発電機の電機子電流 I_a を検出し、これらから推定された電機子電圧 V_a と検出した ω_m を用いて最適な電機子電流 I_{aref} を算出する。 I_a が I_{aref} となるように V_d を制御することにより、本風力発電装置の最大電力点を追従することが可能となる。

5. おわりに

本研究では提案した可変翼枚数風力発電装置の制御に関する検討を行い、制御に必要なシステムの定数の算出法について検討し、その制御法を提案した。

参考文献

[1]中内誠, 山下健一郎: 「可変翼枚数風力発電装置の最大電力点追従制御に関する研究」, pp.162-163, 八王子産学連携機構 第7成果発表会, (2006)