

1. はじめに

現在、地球温暖化や化石燃料の枯渇といった環境問題が深刻化しており、再生可能な自然エネルギーの利用に注目が集まっている。本研究では環境負荷の少ない小型風力発電装置として駆動しやすい多翼枚数風車で始動し、駆動後効率の高い3枚翼風車へと変形する可変翼枚数風力発電装置の研究を行っている。本システムは小型ながら出力係数 0.4 という高い効率で運転できるが、これを維持するためには運転状況にあわせた最適な負荷を与える必要がある。そこで本研究では可変翼枚数風力発電装置の最大電力点を追従することのできる方法とこれを実現する制御装置の開発を行うこととする。

2. 提案風車の最大電力点追従制御方法

一般的に風力発電装置の効率をあらわす出力係数 C_p は周速比 λ によって変化するため、風力発電装置の最大電力点を追従するためには出力係数が最大値 C_{pmax} となる最適な周速比 λ_{op} を追従すればよい^[1]。これを実現するには風車の回転速度を調節する必要がある。そこで、本風力発電装置の最大電力点追従制御法として、負荷電流調整による回転速度制御を採用することとする。これまでの検討より $\lambda = \lambda_{op}$ となる最適な電機子電流の指令値 I_{aref} は次式により表される。

$$I_{aref} = \frac{K\omega_t^3 - (R\omega_t^2 - G_{loss}\omega_t)}{V_a} \quad \dots (1)$$

$$V_a = 0.1003 \cdot \omega_t - (R_a + 0.27)I_a - 0.6 \quad \dots (2)$$

但し、 K : 本風車の定数、 ω_t : ロータの機械角速度、 R : 制動係数、 G_{loss} : ギヤによる損失、 R_a : 電機子抵抗、 V_a : 電機子電圧。

以上が本システムの制御に必要な方程式であり、検出した I_a が (1) 式より得られる I_{aref} と等しくなるように負荷を調整することができれば、本システムの最大電力点を追従することが可能となる。図1に本風力発電装置の最大電力点追従制御装置の構成を示す。図示のような昇降圧チョップ回路を本システムの負荷調整装置として採用し、 $I_a = I_{aref}$ となる duty 比をチョップ回路の FET に与えることにより、風車の負荷を常に最適な状態に保つことができるのである。

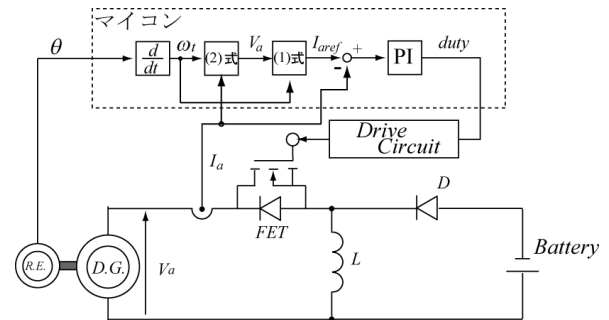


図1. 昇降圧チョップ回路を用いた制御回路

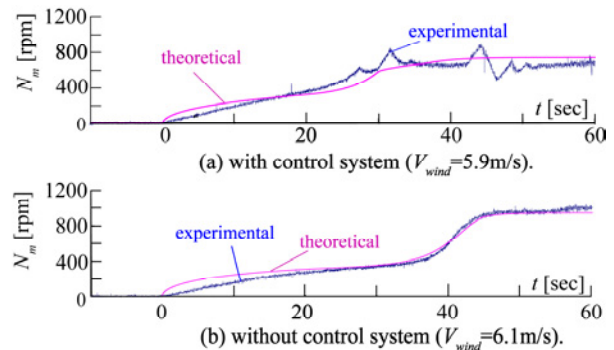


図2. システム始動時の過渡応答

3. 提案する制御装置を有する可変翼枚数風力発電装置の過渡特性

提案する制御装置の有用性を確認するため、制御装置の有無がシステムの過渡特性へ及ぼす影響について調べることにする。図2は風車始動時の過渡応答実測値並びにシミュレーション計算値を示したものである。同図 (a) には前章で提案した制御装置を有する場合の応答を示し、(b) には純抵抗負荷時 (25Ω) の応答を示した。図 (a) より、制御を有する場合の方が非常に素早く最適な回転速度となっていることが判明した。

4. むすび

本稿では、過渡応答特性より本制御システムが可変翼枚数風力発電装置に有用であることが確認できた。

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)