

エネルギーキャッシュ向け

フライホイールの回生電力制御

田中 賢太・大沼 喜也・伊東 淳一（長岡技術科学大学）

1. はじめに

近年，新エネルギー導入に向けてエネルギー貯蔵装置の研究が進められている。エネルギー貯蔵装置として，バッテリー，電気二重層キャパシタ(EDLC)，フライホイール(FW)が現在有力である(1)が，著者らは応答性や耐環境性に優れる FW を風力・太陽光発電向けのエネルギーキャッシュシステム(ECS)へ適用することを検討している。本論文では，ECS への適用を目指し，高速回転型 FW を製作し，基礎実験として回生電力の制御を行ったので報告する。

2. 実験システムの構成，制御方法

図 1 および表 1 に製作した FW の仕様を示す。本装置は，低コスト，小型化を両立することを目標とするため，磁気浮上を用いた軸受を使用せず，皮膜処理を施したボールベアリングを採用している。

図 2 に制御ブロック図を示す。電力補償法は，インバータの出力電力  $P_{inv}$  と負荷側の電力  $P_{load}$  を検出し，比例制御器の出力  $P^*$  を用いて速度指令値  $\omega^*$  を生成する。本システムでは，FW を駆動するために誘導機を使用し，速度制御に V/f 制御を用いている。回生動作時は FW を減速することで電力を放出し，充電動作時は FW を加速することでエネルギーを貯蔵する(2)。速度指令の計算式を(1)式に示す。

$$\omega_1 = \sqrt{\omega_2^2 - \frac{2}{J} \frac{P^*}{P_{rate}} \Delta t} \dots \dots \dots (1)$$

ここで， $\omega_2$  は 1 サンプル前の速度， $J$  は慣性モーメント， $P_{rate}$  は定格電力， $\Delta t$  はサンプリング時間を示す。

3. 実験結果

図 3 に(1)式を用いた回生電力制御の実験結果を示す。ここで，FW の定常回転速度は 6300r/min とし，負荷電力  $P_{load}$  は 0.5kW のステップ状の負荷とする。

実験結果より，負荷電力が増加すると回生が開始し，定常状態では回生電力が負荷電力に追従することが分かる。また，負荷電力が減少すると，速度指令値が増加することで回生電力が負の値を取り，充電動作に入ることが分かる。以上より，製作した FW システムを用いた回生電力制御を確認できた。

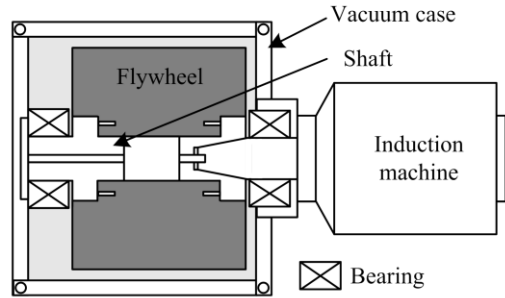


Fig. 1. Configuration of the flywheel.

Table 1. Specification of the flywheel.

Outward form	58.25 × 34 × 35.3cm
Diameter of FW	30cm
Weight of FW	110kg
Rated speed of rotation	15000rpm
Accumulated energy	1.53MJ
Motor capacity	43.4kVA

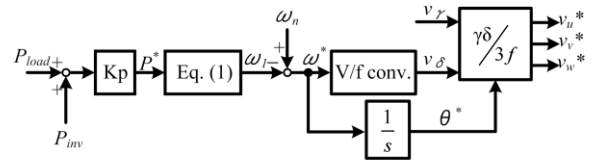


Fig. 2. Control block diagram.

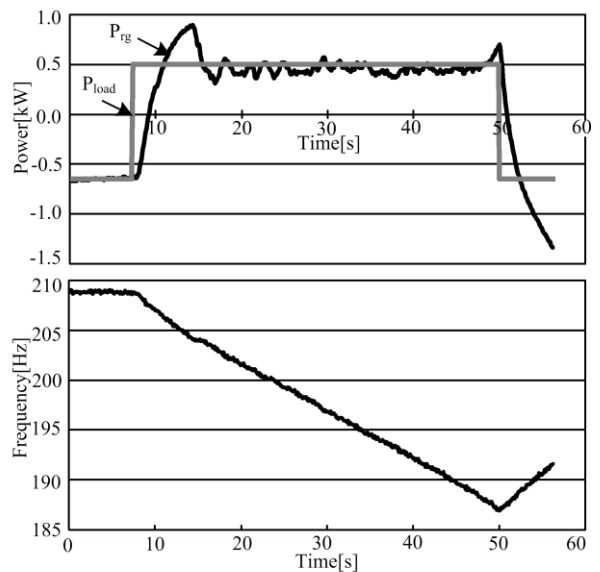


Fig. 3. Experimental results.

今後は，応答性能の向上と，風力・太陽光発電を負荷とした場合の電力平準化について検討する。

文 献

- (1) 矢後賢次, 腰一昭：富士時報, Vol.1.78, No.6(2005)
- (2) 村井啓介, 伊東淳一：電気学会産業応用部門大会, Y-30(2010)