

フライホイール発電機と高速起動ガスエンジンによる 大容量停電対策装置

日大生産工 ○加藤 修平 日大生産工(院) 関原 啓史

1. はじめに

停電は日本では稀であるが、東南アジアでは 1 日に数回の停電の場合もある。本研究は停電対策装置として、これまで広く利用されてきたバッテリー式の弱点を克服できるフライホイールとエンジンによる無停電電源装置の実用化を目的とし、停電多発地域における工場の安定操業を目指している。提案システムは停電の際にフライホイール電動発電機の慣性により高速に起動するエンジンを備えている点に特徴がある。これにより切れ目なく長時間電力供給可能なシステムが実現できるが、エンジンの高速起動が鍵となる。以下に提案システムと基礎実験結果について述べる。

2. 提案するフライホイール無停電電源装置

フライホイールによる無停電電源装置は従来、数万 rpm の超高速回転や真空などの大掛かりな装置によるものであったが、提案装置は商用周波数で回転する。Fig.1 に提案システム構成図を示す。また、動作シーケンスを Fig.2 に示す。停電直後、フライホイール電動発電機は原動機のない発電機として負荷に電力を給電する。この際、出力電気周波数は回転数とともに多少低下するが、近年の重要負荷は各種整流器により DC 化されているため、問題とならない場合が多い。その後、クラッチが接続し始めるとフライホイール動力はエンジンへも供給され、フライホイールはエンジン起動を高速にアシストする。この時、エンジン側も高速起動を実現すべく空燃比制御を行い着火からフルパワー出力まで速に行う。Fig.2 に示すように、これまでの実験によりクラッチの動作時間(励磁遅れや機械遅れ)は約 0.3 秒と試算している。

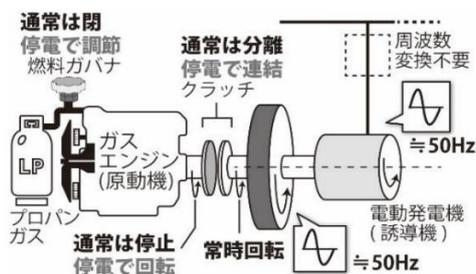


Fig. 1 Proposed system configuration of the flywheel UPS

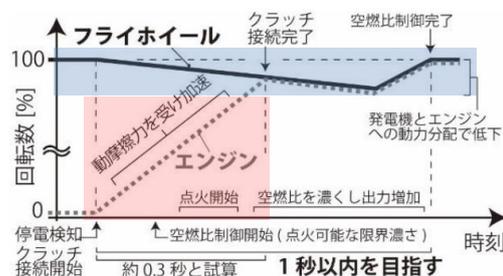


Fig. 2 Proposed system timing chart of the flywheel UPS

そして停電検出からフライホイール回転数回復までの一連の動作時間が 1 秒以内を目指している。

3. 実験対象

今回の実験の対象は、Fig.2 の赤点線で示すように停電を検知しクラッチの接続開始を経て動摩擦力を受け加速しクラッチ接続完了までの時間を短縮する。クラッチ接続完了までの時間短縮方法として、本実験で使用するクラッチに印可する電圧の上限値を変化させる。つまりコイル電流の立ち上げを速くすることによってクラッチ接続までの時間の短縮を目指す。

4. 実験結果および検討

24 V をクラッチに印可した際の実験結果を Fig.4 に示す。グラフから読み取れる通り 24 V から 60 V へ印可電圧の最大値を変化させたとき Fig.4 と Fig.5 のグラフを比較すると Fig.5 のほうがコイル電流の立ち上げの速度が速くなっていることがわかる。24 V 印可した際の目標エンジン回転数到達時間は約 0.6 秒で、最大 60 V 印可した際の到達時間は約 0.5 秒となり約 0.1 秒の時間の短縮に成功した。



Fig.3 External appearance of proposed system

Uninterruptible power system using a flywheel generator and a fast-starting engine with
air-fuel ratio control

Shuhei KATO, Hiroshi SEKIHARA

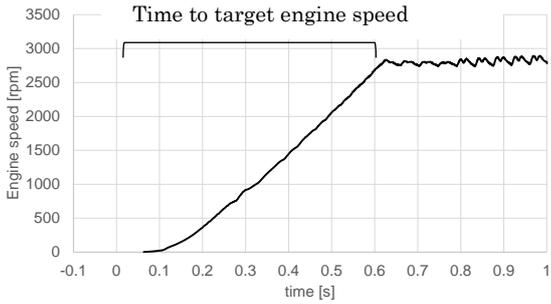
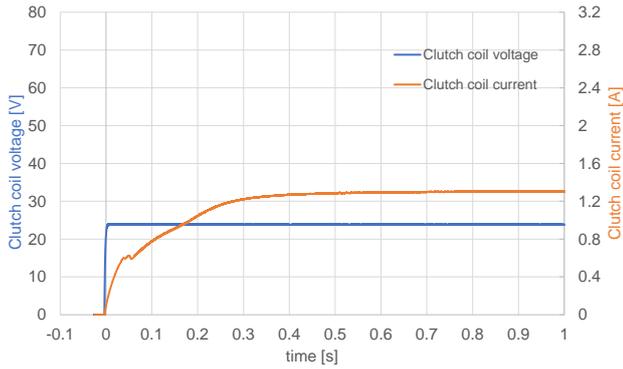


Fig.4 Engine acceleration time when 24 V is applied

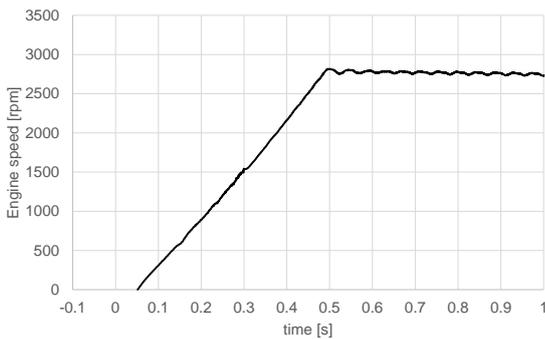
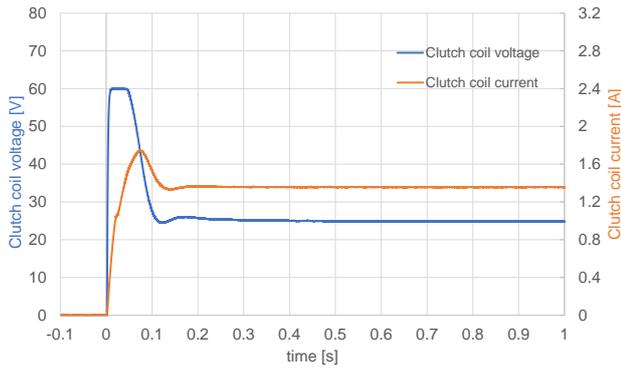


Fig.5 Engine acceleration time when max. 60 V is applied

クラッチの励磁コイル等価回路を Fig.6 に示す。Fig.7 の縦軸は、Fig.4 に示した目標エンジン回転数までの時間を各印可電圧でまとめたものである。同図よりクラッチに印可する電圧をフォーシングさせることで、接続までの時間を短縮できることがわかる。実験ではコイル励磁電源の制限により最大印可電圧が 60 V までしか印加することが出来なかった。クラッチ印可電圧をより大きくすることが出来れば、接続時間をさらに短縮できると考えられる。コイルの絶縁

性能の観点から印加電圧の最大値を 80 V として接続時間を推定すると約 0.45 秒となり、24 V の際と比較すると約 0.15 秒の短縮が出来ることがわかった。

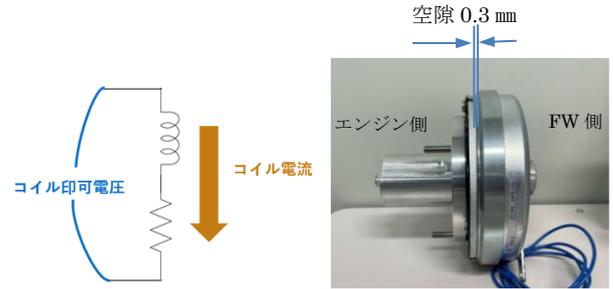


Fig.6 Clutch excitation coil equivalent circuit

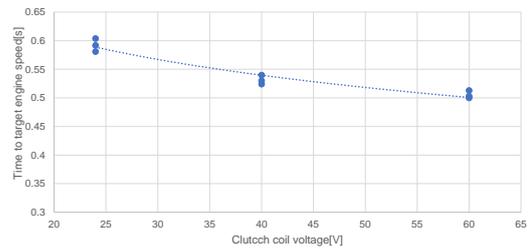


Fig.7 Engine acceleration time for each output

5. フライホイール発電機の基礎実験

Fig.2 の青点線部分について基礎実験を行った。Fig.8 にフライホイール誘導電動機が停電/瞬停を検出しパワー半導体により電力系統を切離なし、フライホイール誘導発電機に切り替わった際の実験結果を示す。同図より適切に負荷電圧を維持し停電を保護できている。

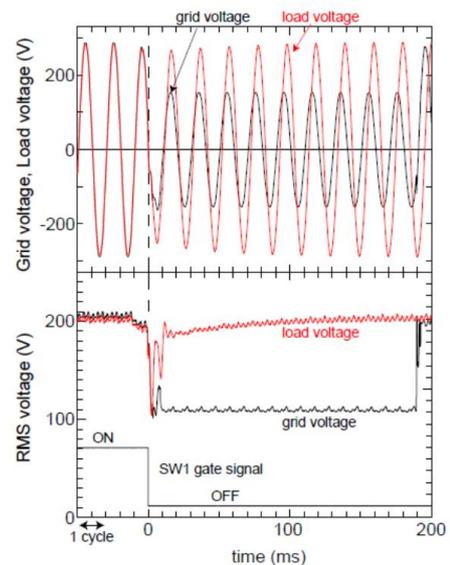


Fig. 8 Voltage waveforms at the start of the compensation

6. まとめ

クラッチ励磁コイルに印加する電圧を一時的に上昇させることで、接続応答時間が短縮できた。今後は空燃比制御を行うステップモータの実装と制御を行う。