

# フライホイールと高速起動エンジンによる無停電電源の アイドリング損失低減

日大生産工 ○宮本 慧梧 日大生産工 加藤 修平  
株式会社シグマエナジー 川口 卓志 塩島 大輔

## 1. まえがき

日本企業が東南アジアなどの発展途上国に工場進出する際に問題がいくつか存在する。問題の一つに停電が挙げられる。東南アジアなどの発展途上国では経済の急成長によりインフラ整備が追いついておらず、停電が多発している。そのため、日本企業の工場進出に向けた大きな障壁の一つになっている。

本研究は停電多発地域における工場の安定操業を目指している。よって、長寿命かつ特殊設備が不要で切れ目なく長時間の停電保護が可能な方法が必要である。

現在、停電対策装置の主流はバッテリー方式である。しかし、数年程度の短寿命、廃棄時のリサイクル不可、性能が環境温度に依存するという弱点がある。そのため、あまり導入が進んでいない。他の方式としてフライホイール方式が挙げられる。この方式では磁気浮上受け、気密性の高い真空装置、巨大なインバータが必要という弱点がある。提案方法ではこれらの弱点を克服し、長寿命かつ特殊設備が不要で切れ目のない長時間の停電保護が可能である。

## 2. 提案手法

提案するシステムの構成図をFig.1 に示す。通常時、フライホイールを回転させておく。停電時、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。フライホイールだけでは停電を1秒間しか保護できない。そのため、今まで分離状態だったクラ

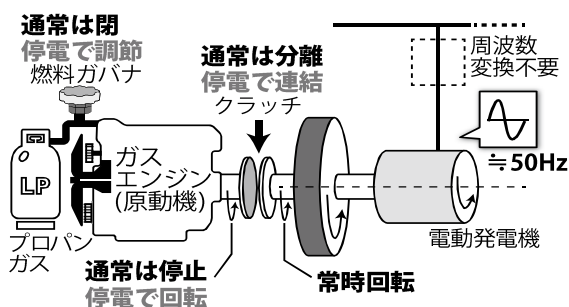


Fig.1 提案方法の構成

ッチを接続状態にする。クラッチにより、フライホイールの動力は押し掛けするようにしてエンジンに供給され、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の出力まで速やかに行う。

## 3. 実験方法および測定方法

本実験では、縦軸の遊星歯車機構を組み合わせた装置を使用した。Fig.2に実験に使用した装置の外観、Fig.3に遊星歯車の外観を示す。

本実験では、フライホイールのみの場合と遊星歯車機構を組み合わせた際のフリーラン試験を行った。遊星歯車機構を組み合わせた理由について、これまで主たる電力経路にフロントエンドが能動素子であるコンバータやインバータといった巨大な半導体電力変換器を設け、これらを経由して電動発電機の周波数を変化させる必要があった。近年の半導体電力変換器は小型化が進んでいるとは言え、装置の大型化や充放電効率の低下の一因となっている。これに対し、フライホイール軸と電動発電機軸の軸



Fig.2 装置の外観

Uninterruptible power supply with flywheel and fast starting engine  
Idling loss reduction

Keigo Miyamoto, Shuhei Kato and Takayuki Kawaguti, Daisuke Shiojima



Fig.3 遊星歯車の外観

間に遊星歯車機構を設けることで電動発電機は電力系統に直結でき、再生可能エネルギー平滑化や数秒程度の短時間停電対策としてのエネルギー蓄積装置として簡素で充放電効率の優れたフライホイール装置が期待できるからである。また、巨大な半導体電力変換器に頼らず、電気と機械の利点を併せ持った装置としても期待ができると考え遊星歯車機構を組み合わせた。

#### 4. 実験結果および検討

フリーラン試験の結果をFig.4 に示す。

実験結果より、フリーラン時間は遊星歯車機構を組み合わせた装置の方がフライホイールだけの装置と比べ、回転数の終了が9000s 付近であり、長くなっていることが分かる。よって、遊星歯車機構を組み合わせてもベアリング損は無いことが分かる。

今後は、さらなるアイドルリング損失低減の検証を行う予定である。具体的な方法として、フライホイールケース内の流体を空気からヘリ

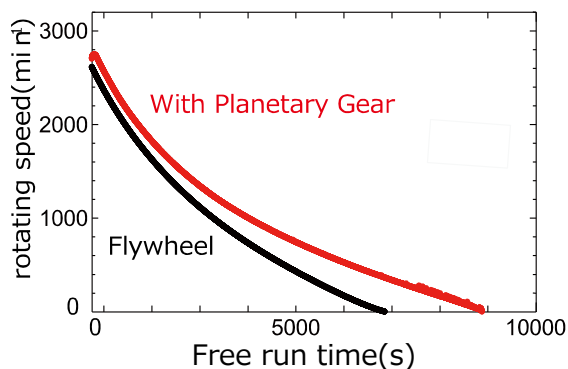


Fig.4 フリーラン試験

ウムガスに変更する。フライホイールケース内の流体を空気からヘリウムに変更することで風損の低減が期待できる。多くのフライホイール装置は風損低減のためにフライホイールを真空中で回転させるなどの措置がとられているが、気密性の高い真空装置を導入した場合、費用が大きくなってしまう。そのため、今回はヘリウムガスの使用を提案する。希ガス元素「ヘリウム」は、水素に次いで軽く、理想気体に最も近い気体である。化学的に非常に安定で他の元素と化合物を作らず、印加による爆発の危険性も無い。また、ヘリウムの分子量・気体密度は、空気と比較して約1/7 程度であり、このことから非常に軽い気体であることがわかる。以上より、ヘリウムガスを採用する予定である。

#### 5. まとめ

本稿ではフライホイールからの動力を利用した高速起動エンジンによる無停電電源装置を提案した。

実験結果から装置に遊星歯車機構を加えると慣性でフライホイールが回り続け、遊星歯車機構を組み合わせることによるベアリング損が無いことを確認した。

また、今後の研究の展望としてフライホイール内の流体を空気からヘリウムガスに変更した場合のアイドルリング損失について更なる検討を行い、検証結果をFig.1 の装置にも応用したいと考えている。

#### 参考文献

- 1) 加藤, 他: 「フライホイール誘導電動機による瞬低保護装置とエンジン発電機併設によるUPS」, 電学論D 127巻, 8号, pp. 844-850(2007)
- 2) 加藤, 他: 「フライホイール誘導機式瞬低保護装置の貯蔵容量設計と50kW機による実験的検証」, 電学論D, 129巻, 4号, pp. 446-452(2009)
- 3) 加藤修平: 電気学会 半導体電力変換研究会 「フライホイール電動発電機の各種電源への応用」 (2022)