

# 鉄道用超電導フライホイール蓄電システム

Superconducting flywheel energy storage systems for railway system

## 1. まえがき

当社は東日本旅客鉄道株式会社から鉄道用超電導フライホイール蓄電システムの実証実験に向けた機器製作、試験報告書の作成等に係る業務を受託した。このシステムは、2018年3月29日に山梨県、公益財団法人鉄道総合技術研究所、東日本旅客鉄道株式会社において締結された「鉄道用超電導フライホイール蓄電システムの技術開発に関する基本合意」に基づき、鉄道分野における世界初の実用化に向けて開発が進められているもので、当社は電力変換装置の設計製造を行うとともに、株式会社ミラプロと連携し本蓄電システム構築の全体取りまとめを担う。

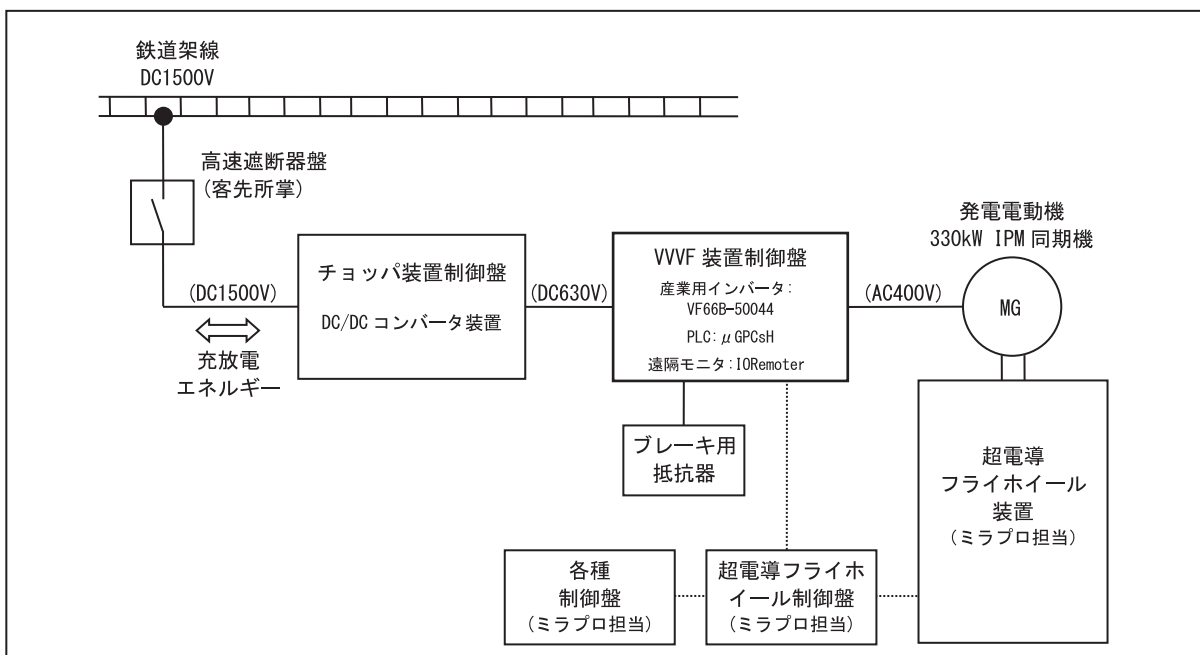
## 2. 概要

鉄道用超電導フライホイール蓄電システムとは、装置の内部にある大型の回転体(フライホイール)を回転させることによって電車の回生電力を回転運動エネルギーとして蓄え(充電)、必要に応じて回転運動エネルギーを再び電力に変換(放電)するシステムである。フライホイール蓄電はバッテリー蓄電と異なり化学反応を使用しないため、充放電を繰り返しても劣化がほとんどなく充放電の回数を気にせずに使用できる。また、フライホイールの回転数により蓄電エネルギー量が算出できるため、現在の蓄電エネルギー量が容易に把握できる。

本件で使用する鉄道用超電導フライホイール蓄電システムは、軸受部分に鉄道総合技術研究所が考案し山梨県米倉山での実証試験等を通じて確立した超電導技術を採用し、フライホイールを浮上させ非接触とすることで回転損失を低減し省メンテナンスを実現する。また、回転損失の低減のために回転体容器の内部は真空状態にして使用する。

## 3. 電力変換装置の構成

電力エネルギーと回転運動エネルギーを変換する電力変換装置は当社製の制御装置を使用する。鉄道架線側にチョッパ装置として、当社鉄道用の電力変換装置として実績があるDC/DCコンバータ装置を接続し、その先にVVVF装置として当社産業用インバータVF66Bを組み合わせて、VVVF装置から発電電動機に接続し、発電電動機は超電導フライホイール回転体に接続され、電力変換装置を構成する。発電電動機はIPM同期回転機を使用する。VVVF装置制御盤内には当社産業用PLCであるμGPCsHが搭載され、チョッパ装置とVVVF装置の総括制御および外部装置との情報入出力を行う。また、VVVF装置制御盤内に当社の遠隔モニタ装置であるIORemoterを設置し、現在の稼働状況をクラウドサーバー経由で遠隔からのモニタリングを可能とする。図1にシステム構成図を示す。



■ 図1 システム構成図  
Fig.1 Figure of system configuration

#### 4. 制御概要

図2に制御構成図を示す。

通過する電車が回生しながら走行することにより架線電圧が上昇し基準電圧値よりも高くなった場合、架線側からエネルギーを吸収する必要があると判断し、チョップ装置は架線側からVVVF装置側にエネルギーを供給するよう電流を制御する。VVVF装置はエネルギーが流入したことを受けて発電電動機にプラス(力行)のトルクを出力し、これによって超電導フライホイールの回転数は上昇する。これら一連の動作により、架線側から超電導フライホイール装置側にエネルギーを充電することを実現する。

通過する電車が力行しながら走行することにより架線電圧が下降し基準電圧値よりも低くなった場合、架線側にエネルギーを供給する必要があると判断し、チョップ装置はVVVF装置側から架線側にエネルギーを供給するよう電流を制御する。VVVF装置はエネルギーが流出したことを受けて発電電動機にマイナス(回生)のトルクを出力し、これによって超電導フライホイールの回転数は減少する。これら一連の動作により、超電導フライホイール装置側から架線側にエネルギーを放電することを実現する。

異常発生時に架線側と本装置を切り離して超電導フライホイールを停止する必要がある場合、蓄えられているエネルギーをブレーキ用抵抗器で消費することにより、超電導フライホイールを安全に停止させる。

#### 5. 設置場所

本装置は山梨県韮崎市のJR中央線穴山駅に隣接する穴山変電所(東日本旅客鉄道株式会社所有)に隣接して設置される。当該地区は勾配が連続する区間に隣接しており通過列車は連続回生するが、列車密度は比較的低いため蓄電システムによる効果が高いと考えられる。

#### 6. 諸元

今回使用する超電導フライホイール装置回転体部分のスペックを以下に示す。

質量：15000kg

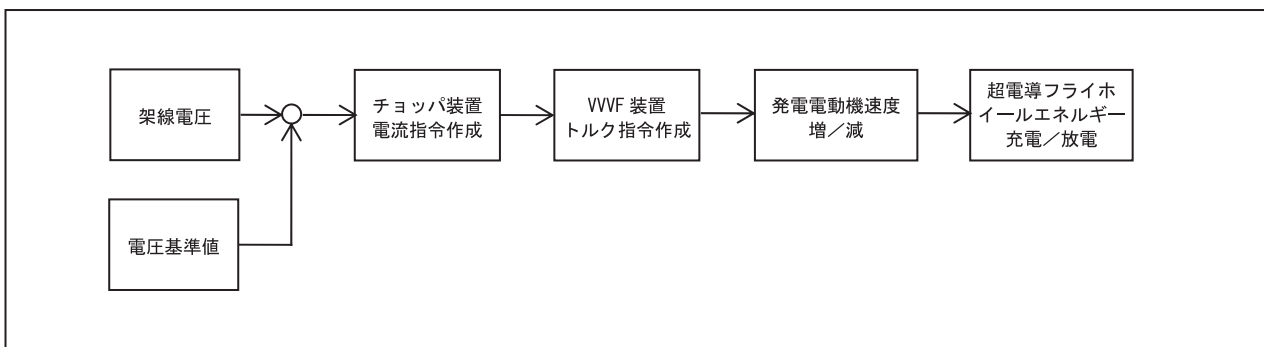
蓄電容量：47kWh

#### 7. むすび

近年の環境に対する意識の高まりからエネルギー貯蔵に対する期待が大きくなっている。今後も顧客のニーズに応える製品を提供し、地球の環境負荷低減に貢献できれば幸いである。最後に、数々の助言をいただいた関係各位に深く感謝申し上げます。

#### 参考文献

- [1] J-RAIL2019 / S3-4-1 / 鉄道用超電導フライホイール蓄電システムの実証試験に向けた検討



■ 図2 制御構成図  
Fig.2 Figure of control configuration