

# 西日本旅客鉄道株式会社向け電力貯蔵システム（試作機）

## Energy Storage System for DC Electric Railways (Prototype) for West Japan Railway Co.

### 1. まえがき

西日本旅客鉄道株式会社では、回生電力を有効活用するためにリチウムイオン電池を用いた電力貯蔵システムを開発中であり、現在実線区において試験中である。

近年、省エネに対する要求から電力回生が可能な電車の比率が年々増加してきている。このため、列車の運行条件によっては回生失効が発生し、せっかく回生したエネルギーをブレーキチョップにより消費したり、機械ブレーキに頼る、といった状況が発生している。

一方、列車密度が低い場合、変電所の容量が小さかったり、変電所間隔の長い線区では、架線電圧が低下して、車両の性能が発揮できないという問題がある。

これらの問題を解決する手段として、架線電圧を監視し、必要に応じて電圧が低下したときに電力を放出、電圧が上昇したときに電力を吸収することが可能な電力貯蔵システムが有効である。

当社は、株式会社ジーエス・ユアサ コーポレーション製リチウムイオン電池を蓄電媒体とした、電力貯蔵システム用DC/DCコンバータ装置を製作した。

図1に製品外観を示す。



図1 製品外観

Fig.1 Appearance of product

### 2. 納入機器概要

本装置の主要諸元を表1に示し、主回路接続図を図2に示す。

表1 主要諸元

Table1 Principal features

項目	仕様	
方式	主回路方式	高耐圧IGBT採用双方向DC/DCコンバータ
	制御方式	昇降圧チョップパによる電流制御
	冷却方式	ファンモータによる強制風冷
	PWM周波数	700Hz
電圧	架線標準電圧	DC1500V
	架線電圧変動範囲	DC900~1850V
	電池公称電圧	DC655V
	電池電圧変動範囲	DC500~780V
回生吸収モード時	架線定格入力電流	DC230A(DC1700V定電流制御時)
	架線定格出力電流	DC142A(DC1300V定電流制御時)
	電池定格充電電流	570A
	電池定格放電電流	300A
電圧補償モード時	架線定格入力電流	DC120A(DC1700V定電流制御時)
	架線定格出力電流	DC272A(DC1300V定電流制御時)
	電池定格充電電流	300A
	電池定格放電電流	570A

本装置は単相昇降圧チョップパにより構成されるDC/DCコンバータであり、コンバータの高圧側に断路器・遮断器を介して架線と接続し、コンバータの低圧側で、遮断器を介してリチウムイオン電池に接続する。

国内の直流電化区間は1500Vで、き電されており、一方のリチウムイオン電池の電圧は公称電圧でDC655Vである。このため、架線の電力を吸収する場合は一次側の架線電圧を降圧してリチウムイオン電池を充電し、架線に電力を放出する場合は、二次側に接続されているリチウムイオン電池の電圧を昇圧して放電動作を行うというように双方向に電力のやりとりを行うことが可能なDC/DCコンバータとしている。

#### 2.1 電力補完充放電制御

通常、ある区間の架線電圧は、列車及び変電所間の路線インピーダンスにより、近傍を走行する列車が力行すると電圧が低下し、回生すると電圧が上昇する。

電力貯蔵システムは、通常の電圧レベルから離れると、その電圧変化分に比例した電流を放出・あるいは吸収し、架線電圧の変動を一定範囲内に抑える制御を行う。

本装置では、電力貯蔵システムを設置する線区における様々な架線電圧状況に対応するため、次の2つのモードを有している。

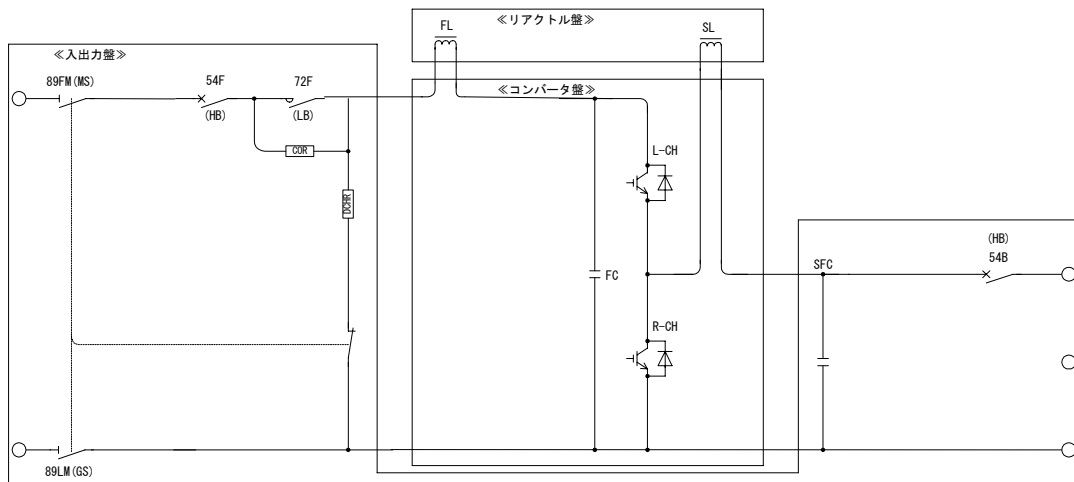


図2 主回路接続図

Fig.2 Power circuit schematics

(1) 回収吸収モード

大都市圏の列車稠密区間において発生する回生失効対策に主眼をおいた動作モードである。

システム近傍に回生しながら走行する列車が存在し、架線電圧が上昇した場合、上昇した電圧に応じてリチウムイオン電池の充電能力の上限まで電力を充電し、エネルギーを蓄える。

そして、システム近傍に力行しながら走行する列車が存在する状態で、蓄えたエネルギーを徐々に放出する。

(2) 電圧補償モード

列車密度が低く、変電所の容量が小さい線区での架線電力供給をアシストすることに主眼をおいた動作モードである。

システム近傍を力行しながら走行する列車が存在し、架線電圧が低下した場合、低下電圧に応じてリチウムイオン電池の放電能力の上限まで電力を放出し、架線電圧を補償する。

そして、システム近傍を走行する列車が存在せず、架線電圧が正常な状態で電池を徐々に充電し、次の列車通過時の放電に備える。

2.2 電池電圧調整充放電制御

電力補完充放電制御のみを行っている場合、リチウムイオン電池のエネルギー残量が非常に少なくなってしまうと架線電圧が低下しても電力の放出ができなくなったり、逆にエネルギーがリチウムイオン電池の容量いっぱいまで充電されてしまい、架線電圧が上昇しても電力を吸収できなくなる状況が想定される。

こういった状況を防止するため、本装置では、電池電圧調整充放電制御を搭載している。

電池電圧調整充放電制御では、電池の S.O.C.(State Of Charge:充電深度)が充電側、あるいは放電側に偏りはじめた

ときに、架線電圧が通常範囲にある場合、架線電圧に大きな影響を与えない程度の小電流により S.O.C を設定した範囲内に調整し、電力補完充放電制御に支障をきたさず状況を未然に防ぐことができる。

3. 機器構成

本装置は、入出力盤、コンバータ盤、リアクトル盤の3面から構成されており、装置の設置・監視・点検等、設備面での取り扱いを容易にするための配慮をした。

5. むすび

本稿では、西日本旅客鉄道株式会社に納入した電力貯蔵システムの試作機について紹介した。本システムは、実線区にて試験中であり、量産が期待される。

終わりに、本装置の開発にあたり、多大なご指導、ご助言を賜った西日本旅客鉄道株式会社並びに株式会社ジーエス・ユアサ コーポレーションの関係者各位に深く感謝する次第である。