

西日本旅客鉄道株式会社新疋田変電所向け電力補完装置

Energy Storage System for DC Electric Railways for West Japan Railway co

1. まえがき

2006年9月24日、西日本旅客鉄道株式会社の湖西線・北陸本線において交流電化から直流電化への切換え工事が完了した。これに伴い新設された新疋田変電所に、リチウムイオン電池を用いた電力補完装置用 DC/DC コンバータを納入したので紹介する。



図 1 製品外観

Fig.1 Appearance of Product

電力補完装置とは、架線電圧を監視し、電圧が降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装置である。

新疋田変電所では、電力会社からの受電回線が1回線となっており、これを停止した際の異常な電圧降下を補償するため、電力補完装置が設置された。

また、直流電化により同線区を走行する223系などは、回生ブレーキを使用する車両であり、近隣にエネルギーを消費する列車がない場合には回生失効することがあるが、本装置により回生電力を吸収することができ、回生したエネルギーを有効に再利用することが可能となる。

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、電力補完装置用 DC/DC コンバータ装置を製作した。

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

Table 1 Specifications

項目		仕様
方式	主回路方式	高耐压IGBT採用双方向DC/DCコンバータ
	制御方式	PWM制御による電流制御
	冷却方式	ファンモータによる強制風冷
	PWM周波数	720Hz
電圧 電流	標準電圧	DC1500V
	電圧変動範囲	DC900~1850V
	最大入力電流	DC357A(3セット合計):DC1700V時
	最大出力電流	DC1041A(3セット合計):DC1000V時
	公称電圧	DC641V
	電池	電圧変動範囲
最大充電電流		DC300A
最大放電電流		DC570A

本装置は、2レベル PWM コンバータにより構成されており、コンバータの一次側に断路器・遮断器を介して架線と接続し、コンバータの二次側で、遮断器を介してリチウムイオン電池に接続する。

以上を1セットとし、3セットを並列に接続した構成としている。相互の DC/DC コンバータは制御伝送により協調運転を行う。

直流架線は DC1500V で電圧されており、一方のリチウムイオン電池の電圧は公称電圧で DC641V 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。

電力補完装置は、定格近傍の電圧範囲から逸脱すると、その電圧変動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、電力補完装置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、下記の2つのモードを有している。

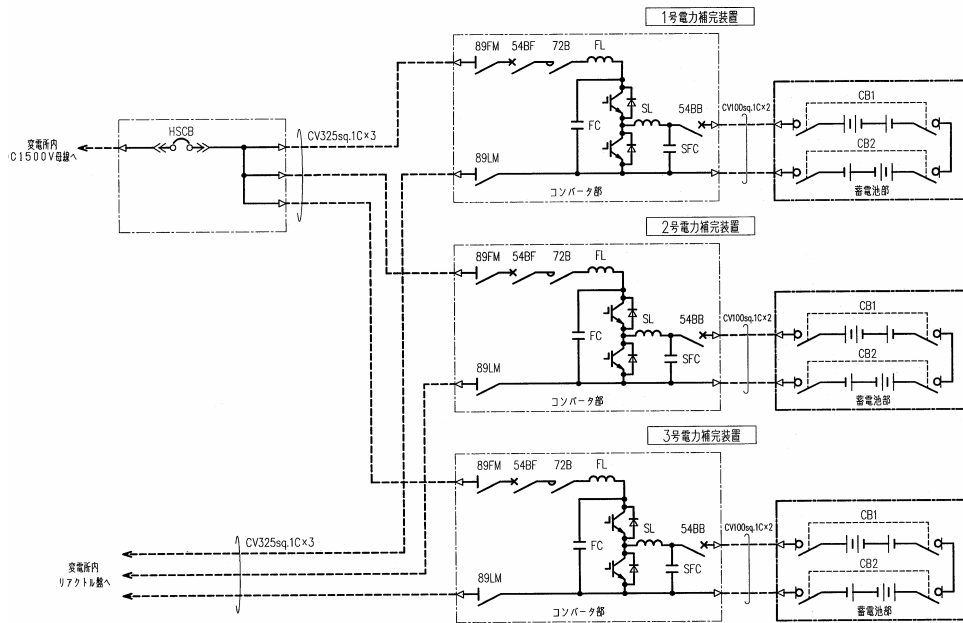


図2 主回路接続図

Fig.2 Power Circuit Schematics

(a) 回収吸収モード

変電所が健全である場合の動作モードであり、回生失効対策に有効なモードである。

本装置近傍に、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況で、蓄えたエネルギーを徐々に放出する。

(b) 電圧補償モード

何らかの理由により、変電所の整流器が停止しているときの動作モードであり、架線電圧低下をアシストすることを主眼においたモードである。

本装置近傍に、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とき、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:充電状態)が充電側、あるいは放電側に偏り始めたときに、架線電圧が通常の範囲にある場合、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す状況を未然に防ぐことができる。

2.3 電池保温充放電制御

新厩田変電所は冬季に低温となることが予想される。しかし、電池は低温環境下では充放電性能が低下してしまうことから、保温する必要がある。本装置では、3台の電力補完装置を相互に充放電させて電池に電流を流し、電池の内部抵抗による発熱で保温動作を行う。

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面で1セットが構成されており、トラック等による輸送が容易な形態となっている。

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について紹介した。本システムは、実線区にて稼働中であり、増設が期待される。

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す。