

東日本旅客鉄道株式会社 E217系用 静止形補助電源装置

Static Inverter for Auxiliary Power Supply
for Series E217 Train of East Japan Railway Co.

East Japan Railway Company is advancing renewal of equipments for E217 series train used for Yokosuka Line and Sobu Line, and recently we made delivery of the static auxiliary power supply (SIV) as the renewal of one of equipments for E217 series train. We introduce detail of the static auxiliary power supply (SIV).

鈴木 修一 大田 一之 上原 秀和 大山 裕二
Shuichi Suzuki Kazuyuki Ohta Hidekazu Uehara Yuji Ohyama

1. まえがき

東日本旅客鉄道株式会社では横須賀・総武快速線で使用しているE217系電車の機器更新を進めており、このたび、E217系電車更新用として、静止形補助電源装置(SIV)を納入したので紹介する。

2. システム概要

SIVの主回路接続図を図1、主要諸元を表1に示す。

主回路方式は、高耐圧IGBTを使用した電圧形インバータで構成し、低騒音化に有利な3レベル方式としている。

一台のSIVに初充電回路からインバータ出力部、及び制御回路部を二台搭載しており、故障時にインバータ出力部に接続された切替器により切替えることで正常にインバータ動作させ、電力を供給する待機型を採用した。なお、正常時は、運転率の平準化のため毎日運転する系を切り替えている。

また、一般的に故障率の低い電子機器以外の高速度遮断器、リアクトル、トランス等の部品を共通化することで、システム全体の小型化を実現している。このことにより、インバータ故障時においても車両側で従来行っている負荷低減(主に空調装置の低減運転)をさせる必要がなくサービス向上につながっている。

インバータ部は、デバイスとしてIGBTを使用することと3レベル方式としたことで、当社標準の2レベル方式より、高周波動作が可能となり、低騒音化、出力波形の歪率の低減、及び三相交流フィルタ回路部品の小形軽量化を実現した。

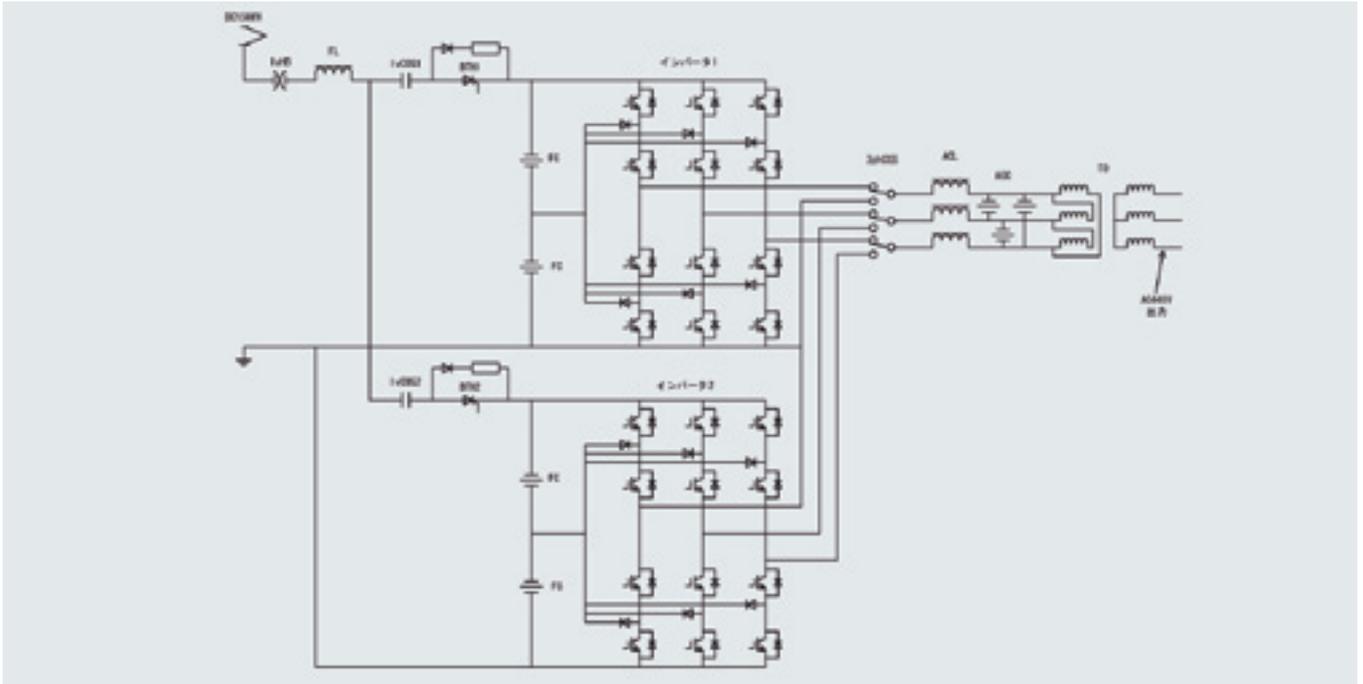
SIVの制御にはマイクロプロセッサ(MPU)を採用し、瞬時値制御を行うことで、入力電圧変動及び負荷変動時においても、常に安定した三相出力電圧を出力する。

■ 表1 主要諸元

Table 1 Principal features

項目	仕様	
主回路方式	電圧形3レベルインバータ	
制御方式	PWMによる出力電圧制御	
冷却方式	自然冷却方式(冷媒:純水)	
入 力	定格電圧	DC1500V
	電圧変動範囲	DC900 ~ 1800V(動作範囲) DC1000 ~ 1800V(性能保証)
	定格入力容量	194kW
	定格入力電流	DC130A
出 力	出力種別	三相交流(4線式)
	定格出力容量	210kVA
	定格電圧	AC440V
	定格電流	AC276A
	周波数	60±1Hz
	歪率	5%以下
	負荷力率	0.85(遅れ)
	過負荷	150% -15秒 200%超過-瞬時
	電圧精度	±5%以内(入力電圧:1000~1800V) +5%, -10%以内(入力電圧:900~1000V)
	電圧瞬時変動	±5% (100%⇔70%負荷急変時)
同上整定時間	1サイクル以内(100%⇔70%負荷急変時)	
制 御	定格電圧	DC100V
	電圧変動範囲	DC70 ~ 110V(但し60Vで起動可能)
	所要容量	0.4kW(起動時2kW, 100ms)
その他	周囲温度	-10°C ~ +40°C
	効率	92%以上(定格時)
	騒音	67dB(Aレンジで1m離れた地点)以下
	非停電離線時間	60ms保証(定格電圧時)
	制御伝送IF	カレントループ方式
	機器構造	普通箱構造(一重パッキン)

■ 図1 主回路接続図
Fig.1 Power circuit diagram



3. 機器構成

3.1 断流器箱

図2に高速度遮断器の外観写真を示す。

高速度遮断器は、ユーザーである東日本旅客鉄道株式会社で標準的に使用しているセシュロン社製のものを採用した。

■ 図2 高速度遮断器
Fig.2 DC high speed circuit breaker



3.2 インバータ装置

図3にインバータ装置の外観写真を示す。

装置正面より見て右端より制御ユニットと継電器類、パワーユニット、初充電用サイリスタユニット、入力開放用接触器、三相切替器とその隣に交流フィルタリアクトルが配置されている。

装置裏面には、直流フィルタコンデンサ、交流フィルタコンデンサ、充放電抵抗器と放電用接触器等が収納されている。

制御ユニット収納スペースには、メンテナンス時に取り扱う「耐圧試験コネクタ」、「試験スイッチ」を集中配置し、メンテナンス性に配慮している。

制御ユニットは、SIVを制御する機能のほかに機器モニタ機能及び制御伝送装置との伝送機能が内蔵されている。機器モニタ機能はSIV運転状態の表示や記録を行う。

伝送機能は、SIVの出力電圧、電流などを送信しており、運転台モニタ画面より確認ができる。また制御伝送装置からの指令でSIVの試験が実施できる機能を搭載している。

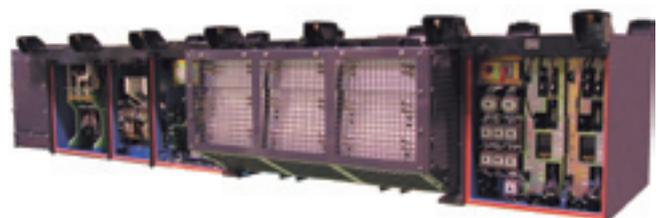
パワーユニットは2系のIGBT、ゲートドライバ基板をユニット化しているが、IGBTが破損した場合を考慮し、1, 2系の間に仕切りをつけるなど極力分離した構成とし他系の故障に影響を受けないように配慮した。またIGBTの接続部分は、積層ブスバー等を使用することで低インダクタンス構造とすることにより、スナバ回路を不要とした。

IGBTを駆動するゲートドライバは、メンテナンス性及び信頼性向上の面からゲート信号を電気信号として光ファイバレス化としている。

素子の冷却にはヒートパイプを使用し、冷媒には純水を使用することで環境性を考慮した装置としている。

直流フィルタコンデンサには長寿命化を図るために、高耐圧フィルムコンデンサを使用している。

■ 図3 インバータ装置
Fig.3 Inverter



3.3 トランス・フィルタ装置

図4にトランス・フィルタ装置の外観写真を示す。

トランス・フィルタ装置には電車線に有害な高調波電流を流出させないための直流フィルタリアクトル、離線保証時間確保用直流フィルタコンデンサ、絶縁降圧用の三相出力トランス、三相元接触器、により構成されている。

トランスのコアについては樹脂を真空含浸して騒音の低減を図っている。

■ 図4 トランスフィルタ装置
Fig.4 Transformer and filters



4. 試験結果

工場内において各種試験を行い、良好な結果が得られた。性能試験の概要は以下のとおりである。

(1) 定常試験結果

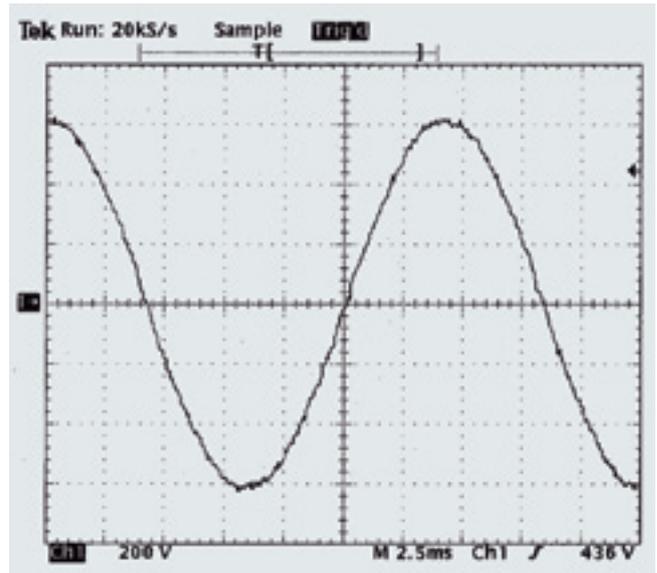
- ①出力電圧精度 : $-2 \sim +1\%$
(精度保証入力電圧・全負荷範囲)
- ②出力周波数精度 : $\pm 0\%$ (精度保証入力電圧・全負荷範囲)
- ③出力波形歪率 : 1.8%以下 (DC1500V・定格負荷)
- ④効率 : 93% (DC1500V・定格負荷)
- ⑤騒音 : 62.3dBA (DC1500V・定格負荷)

図5に出力電圧波形を示す。

(2) 過渡変動試験

負荷変動試験、入力電圧変動試験、電力中断再加圧試験を実施し、良好な結果が得られた。また、切替試験、及び電動空気圧縮機との組み合わせ試験を実施し、良好な結果を確認した。(図6～図8)

■ 図5 出力電圧波形
Fig.5 Waveform of output voltage



5. むすび

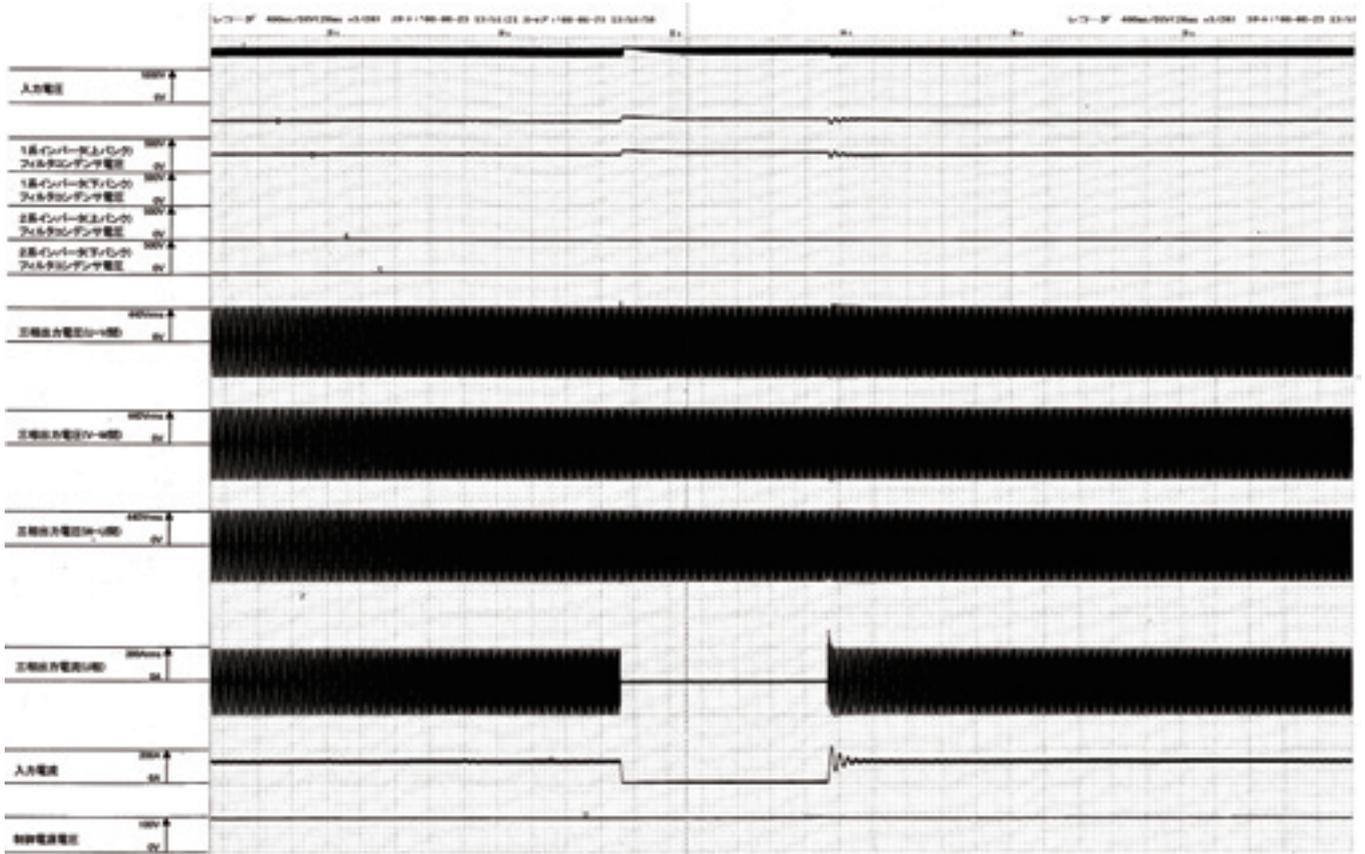
工場内試験において、当社初の車両用補助電源装置システムの性能について検証し、その結果は良好であった。

電動空気圧縮機のように起動時に大きなピーク電流が流れる負荷に対しても安定して出力を供給し、高速制御による制御追従性が良好であることを検証した。

本システムは、2008年4月より営業運転に入り、順調に稼動している。今回得られた結果を踏まえて、今後ともより良い製品を提供していく所存である。

終わりに、今回のシステムを完成させるにあたり、多大なご指導を賜った東日本旅客鉄道株式会社、並びにご協力いただいた関係各位に厚くお礼申し上げます。

■ 図6 負荷変動試験結果 (0%⇔100%変動)
 Fig.6 Test result of load variation (0%⇔100%)



■ 図7 系切替試験結果
 Fig.7 Test result of operation of the backup system

