

東京都交通局都電荒川線9000形車両用主回路システム

Propulsion System of Series 9000 Tram for Transportation Bureau of Tokyo Metropolitan Government.

1. まえがき

東京都交通局では、都電荒川線用車両として9000形車両を新造し、2007年5月から営業運転を開始した。

9000形は、通常の営業運転のほか各種イベントに使用可能な車両として製作され、外観・室内は、レトロ調のイメージで統一されている。しかし、レトロ調の外観とは異なり、走行システムとしては近年の新造車と同様に三相かご型誘導電動機を駆動するVVVFインバータシステムを採用して、保守作業と消費電力量の低減をはかっている。また、主回路素子にIGBTを使用したことにより走行時の騒音低減を実現し、トルク制御の応答性向上によるスムーズな加減速や乗り心地の向上など、近年の社会の動向やニーズに応えたシステムとなっている。

車両の主要諸元を表1に、車両の外観を図1に示す。

当社は、9000形車両用電気品として、VVVFインバータ装置、断流器箱、高速度遮断機箱、フィルタリアクトル、主電動機、ブレーキ抵抗器、主幹制御器、ブレーキ制御器、及びパンタグラフ等を納入した。

以下に納入した電気品のうち主回路システムについて紹介する。

表1 車両主要諸元

Table 1 Major features of vehicle

項目	仕様
車両構成	単車
空車自重・定員	自重 18.5 t ・ 定員 64 人
車両最大寸法	長さ13000mm－幅2210mm－高さ3800mm
最高速度	40 km/h
加速度	3.0 km/h/sec (0.83m/sec ²) 応荷重付
常用最大減速度	4.5 km/h/sec (1.25m/sec ²)
架線電圧	DC600V
制御装置	2レベル方式三相電圧形PWMインバータ、ベクトル制御、回生発電ブレンディングブレーキ付
主電動機	TDK6051-A 三相かご形誘導電動機
歯数比	85/13=6.54
車輪径	660 mm (新製時) 660 max－600 min
集電装置	シングルアーム式パンタグラフ (ばね上昇空気下降式)
ブレーキ方式	電気指令式電磁直通空気ブレーキ



図1 東京都交通局都電荒川線9000形車両
Fig.1 Series 9000 Tram

2. 主回路システム

2.1 主回路システムの構成と主な特徴

主回路システムは、高速度遮断機箱、断流器箱、フィルタリアクトル、VVVFインバータ装置、主電動機等で構成されている。都電荒川線では、すべての停留所が従来車の出入口との段差がなくなるようバリアフリー対応に改修されているため、他路面電車に多数導入されている超低床車に対応した屋根上設置用主回路システムではなく、従来車と同等の床下ぎ装有効高さ(約500mm)に対応した床下吊り下げ設置方式の主回路システムとなっていることが特徴として挙げられる。

主回路接続を図2に示す。

2.2 VVVFインバータの特長

VVVFインバータの特長を以下に示す。

(1)主回路素子は定格1.7kV 800AのIGBTで、1つのパッケージに2素子を納めた2イン1形モジュール素子を4個使用している。

(2)モジュール素子のうち1個は、回生/発電ブレンディングブレーキのチョップ素子として動作する。

回生電力が架線側で消費し切れない場合は、直ちにチョップ動作を行い、回生電力をブレーキ抵抗器にて消費させ、電制動作を最大限に利用する事ができる。

(3)床下ぎ装スペースが限られていることから、フィルタリアクトルを屋根上ぎ装とすると共に、インバータ装置に収納される三相インバータ用素子とブレーキチョップ素子を一体

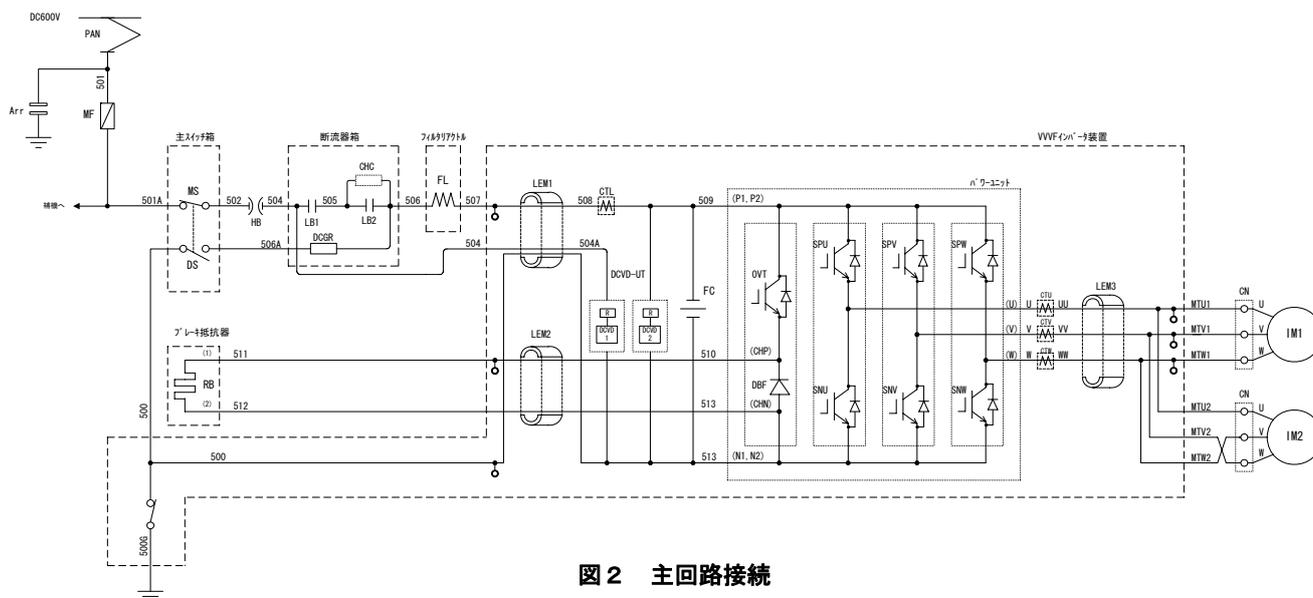


図2 主回路接続

Fig.2 Main circuit diagram of Traction system

化ユニットとして構成した。主回路素子の冷却には、機器内デッドスペースを風洞構造として主回路ユニットの放熱部を配置の上、風洞内をファンモータにて送風することによって、主回路の冷却を確実にを行うと共に、機器の小型化を実現している。

(4) デアイオングリッド方式のアーケスタイプ高速度遮断器、単位スイッチの採用により、高速度遮断器箱及び断流器箱のぎ装に吊り下げ碍子が不要な構成とし保守を軽減している。

(5) ベクトル制御によるトルク演算機能と、主電動機からの情報により瞬時に速度演算を行う機能の複合化による、ハイブリッドベクトル制御を採用し、トルク制御の応答性向上を図っている。

VVVFインバータ装置の外観を図3に示す。



図3 VVVFインバータ装置外観

Fig3 VVVF Inverter

2.3 主電動機

主電動機は小形・軽量・高効率の三相かご形誘導電動機で、1時間定格は60kWである。

ストレーナは通気抵抗が少なく塵埃の分離効率が高い遠心分離式のクリーンストレーナを採用している。また、万一機内侵入した水や塵埃は、冷却ファンの吸引力により反駆動側フレーム下部から駆動側まで設けたダクトを通して機外に排出され、機内に溜まるのを防止しており、保守の低減を図っている。

主電動機的主要諸元を表2、主電動機外観を図4に示す。

表2 主電動機主要諸元

Table 2 Main feature of traction motor

項目	仕様
定格の種類	1時間
出力	60 kW
電圧	440 V
電流	107 A
周波数	55 Hz
回転速度	1610 min ⁻¹



図4 主電動機外観

Fig.4 Traction Motor (front view)

3. むすび

東京都交通局都電荒川線9000形電車は、5月下旬より営業に入った。かつて、自動車の普及に伴い各地で路面電車が多数廃止されたが、近年、路面電車が人や環境にやさしい乗り物であると見直されつつある。9000形電車は都電として唯一残された路面電車のよさ・便利さを見直す機会となり、都電荒川線共々、末永く地域住民・観光客に愛されることを願ってやまない。

最後に、本システムの完成にあたり多大なご指導を賜った、東京都交通局、アルナ車両株式会社に厚く御礼申し上げます。