

広島高速交通株式会社アストラムライン新型車両 7000系用電機品

Electric equipment of Series 7000 Train for Hiroshima Rapid Transit Co., Ltd.

1. まえがき

広島高速交通株式会社では、このたびアストラムラインに6000系、1000系の更新車両として、新型車両7000系を導入した。

7000系は、車体に軽量で高い耐久性とリサイクル性を備えたアルミ構体を採用し、また、軽量・高耐久性・低振動・低騒音・メンテナンスの容易性を備えた新型台車、快適性を追求した次世代の車両用シートなどを採用し乗り心地の向上を図った車両となっている。

7000系車両の外観を図1に示す。



(写真提供：広島高速交通株式会社)

■ 図1 車両外観
Fig.1 Exterior of vehicle

当社は、7000系車両用の電機品として、主制御装置、主電動機、補助電源装置、集電装置などを納入した。

以下に納入した主な電機品について紹介する。

2. 車両諸元

7000系は、Tc1-M2-T3-M4-M5-Tc6の6両編成で構成される。M2・M4・M5車に主制御装置、主電動機、Tc1・Tc6車に補助電源装置を搭載している。

車両はゴムタイヤの2軸車で、主電動機はこのうちM車の各軸をそれぞれ駆動し1両2台の電動機を1ユニットとして制御している。

7000系車両の主要諸元を表1に示す。

■ 表1 車両主要諸元

Table1 Specification of vehicle

項目	仕様
編成	Tc1-M2-T3-M4-M5-Tc6
空車重量	10.8t-10.5t-8.4t-10.2t-10.5t-10.8t
定員	40人(先頭車) 46人(中間車)
車体	長さ8210mm×幅2441mm×高さ3325mm(先頭車) 長さ8000mm×幅2441mm×高さ3325mm(中間車)
軌間	案内軌条式(側方案内方式)
電気方式	剛体複線式(走行路側壁) 直流750V
制御方式	VVVFインバータ制御
主電動機	三相誘導電動機 110kW
歯車比	6.83
最高運転速度	60km/h(設計70km/h)
加速度	0.97m/s ² (3.5km/h/s)
減速度	0.97m/s ² (3.5km/h/s) 常用最大 1.25m/s ² (4.5km/h/s) 非常

3. 主回路システム

省エネルギー、省メンテナンス、高性能化を目的として、VVVFインバータ方式を採用した。

制御方式は、1台の主制御装置で2台の誘導電動機を並列駆動する1C2Mとし、編成内に3台配置することで冗長性を確保した。

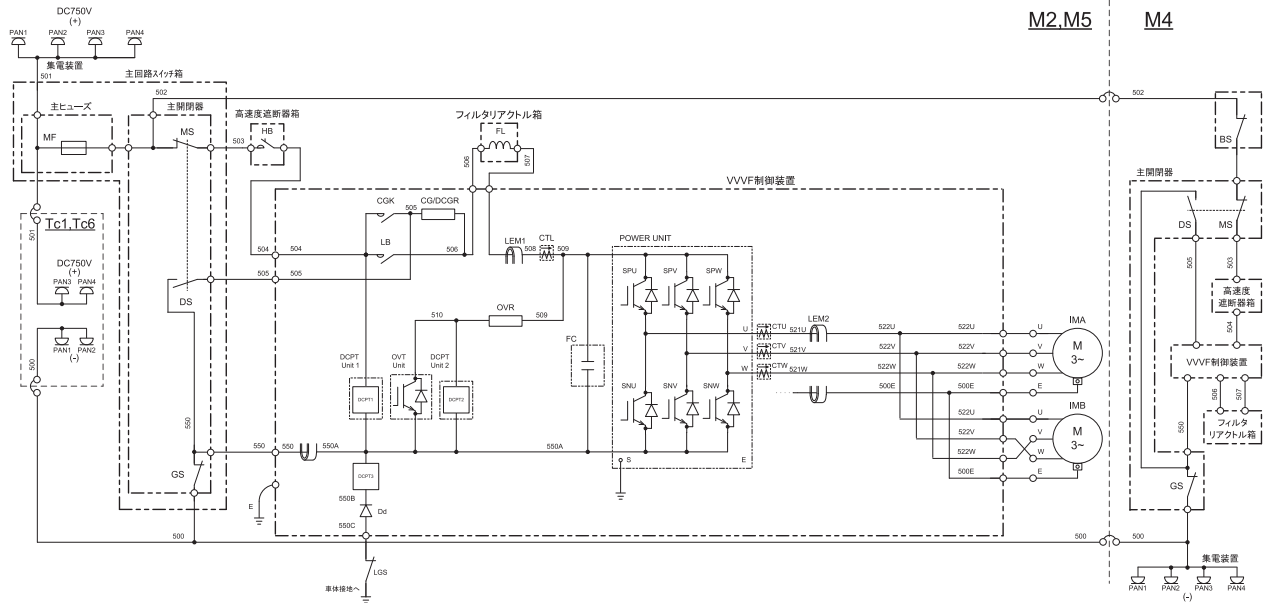
主回路システムは、主制御装置(VVVFインバータ装置)、高速度遮断器箱、フィルタリアクトル、主電動機の機器で構成されている。

主回路システムの機器構成を表2に、主回路接続図を図2に示す。

■ 表2 主回路機器構成

Table2 List for equipment

項目	仕様
VVVF装置 (RG6042-A-M)	IGBT使用2レベル電圧形PWMインバータ ベクトル制御によるVVVF制御 1C2M接続
高速度遮断器箱 (SA419B-B-M)	定格750V 800A 電磁式高速度遮断器1台
フィルタリアクトル (L3069-A)	空芯 強制風冷方式 DC750V 260A 2mH
主電動機 (TDK6459-A)	三相かご形誘導電動機 110kW,550V,152A



■ 図2 主回路接続図
Fig.2 Main circuit diagram

3.1 主制御装置 (RG6042-A-M)

VVVFインバータ装置は編成内に、1C2Mタイプを中間M車に合計3ユニット搭載している。

VVVFインバータ装置は、主回路接触器(LB)、充電接触器(CGK)、パワーユニット、直流フィルタコンデンサ(FC)、制御アンプ等から構成された装置である。

主回路構成はIGBT素子を使用した2レベル方式で、シンプルな構成により高信頼化・高効率化を図っている。冷却方式は装置の小型化を考慮し強制風冷方式としている。

高速度遮断器はデアイオングリッド方式のアーケレスタイプを採用し、保守の軽減を図っている。

VVVFインバータ装置の外観を図3に、フィルタリアクトルの外観を図4に示す。



■ 図3 主制御装置
Fig.3 Propulsion inverter



■ 図4 フィルタリアクトル
Fig.3 Filter reactor

3.2 主電動機 (TDK6459-A)

主電動機は、小型・軽量化を図った、定格出力110kWの自己通風形の三相かご形誘導電動機で、車体装架され駆動軸を介して台車内の差動歯車を駆動している。

留置ブレーキ装置、ATC用の速度センサ、列車制御システム用の速度センサの取り付けの有無により5種類の種別が存在する。なお、VVVF用の速度センサはすべての種別に取り付けられている。

主電動機が搭載される車両位置によって車体ぎ装配線の方が異なるため、口出し線を左右どちら側にも振り分けることができる構造となっている。

軸受構造はグリース給油方式を採用し分解せずに給油を可能としている。また、電食を防止するために絶縁軸受を採用している。

主電動機の定格一覧を表3に、外観を図5に示す。

■ 表3 主電動機仕様

Table3 Specification of traction motor

項目	仕様
方式	三相かご形誘導電動機
駆動方式	車体装架直角カルダン駆動方式
通風方式	自己通風
定格	1時間
出力	110kW
電圧	550V
電流	152A
周波数	52Hz
極数	4極
回転速度	1520min ⁻¹
すべり	2.5%
効率	92.0%
力率	84.0%



■ 図5 主電動機(駆動側)
Fig.5 Traction motor

4. 補助電源装置 (RG4094-A-M)

補助電源装置は、容量60kVAの静止型インバータ装置 (SIV) で編成に2台搭載されている。出力電圧は三相AC400VでAC100V用トランス、DC100V用整流装置、DC24V用DC-DCコンバータを内蔵している。主回路方式はハイブリッドSiCモジュールを使用した直接変換方式の2レベルPWMインバータである。ハイブリッドSiCモジュールを採用することで素子冷却部は自然冷却方式となりファンレス化によるメンテナンスフリー化を推進した。三相交流フィルタ回路はリーケージトランスを採用することで交流リアクトル削減による小型化を図り、交流コンデンサは直流コンデンサと同様に乾式化することで主回路コンデンサのオイルレス化を実現した。

補助電源装置の主要諸元を表4に、外観を図6に、SIV回路接続図を図7に示す。

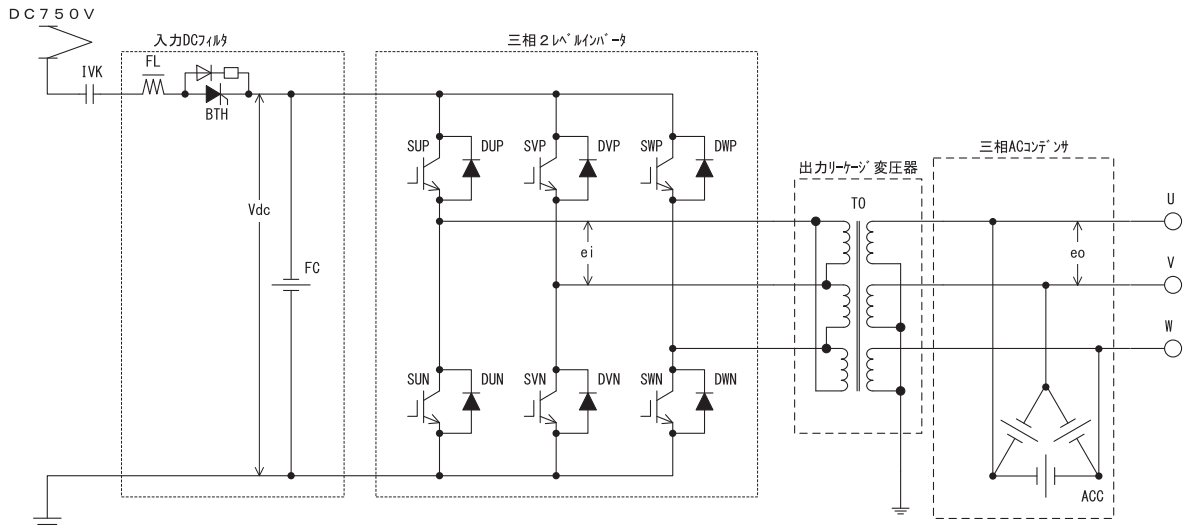
■ 表4 補助電源装置主要諸元

Table4 Specification of SIV

項目	仕様					
方式	主回路方式	ダイレクト変換 2レベルインバータ				
	制御方式	PWM制御による 出力電圧制御				
	冷却方式	自然冷却方式				
入力	定格電圧	DC750V				
	電圧変動範囲	DC450 ~ 900V				
	定格電流	DC75.6A				
出力	定格容量	60kVA				
	定格電流	AC86.6A				
	出力種別	三相交流 4線式 AC400V	単相交流 AC100V	直流 DC100V	直流 DC24V	
	定格容量	49kVA	2.5kVA	7.5kW	0.5kW	
	周波数	60Hz±1Hz			—	
	負荷力率	0.85 (遅れ)			—	
	電圧精度	±5%				
	歪率	5%以下			—	
	その他	効率	90%以上			



■ 図6 補助電源装置
Fig.6 Static inverter



■ 図7 補助電源装置回路接続図
Fig.7 Circuit diagram of SIV

5. 集電装置 (PT6504-A)

集電装置は、台車の左右に各1台6両編成12台車計24台が搭載される。左右の取り付け位置および正極用・負極用により、-A1形、-A2形と分類される。

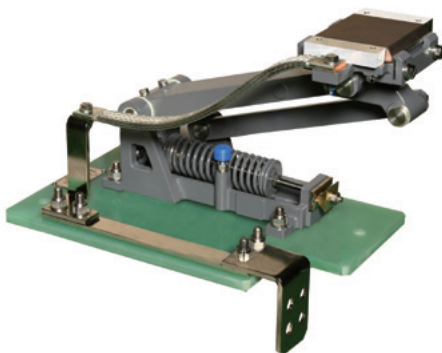
6000系車両に搭載しているPT6001-A形集電装置に対し、メンテナンスおよび組み立て作業性の向上を図っている。

枠組みは組み立て時の調整作業が少ない構造としており、従来型に比べてメンテナンス性が大幅に改善されている。

また、押付力の発生方法を見直したことにより、押付力の調整が可能な構造となっている。

台枠の材質として樹脂積層板を採用し、従来品であるGFRPより絶縁性能の向上を図っている。

集電装置の外観を図8に示す。



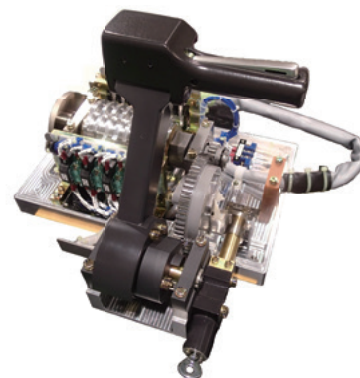
■ 図8 集電装置
Fig.8 Pantograph

6. 主幹制御器 (ES9239-A-M)

主幹制御器は、力行4段・定速・切位置1段・常用ブレーキ5段・非常ブレーキ1段の小型・軽量の右手ワンハンドル形で、デッドマン機構を有している。握り部はどのノッチ位置でもリンク機構により手と平行を保つため、手首に無理が掛からず、ごく自然な手首の動きを実現している。

運転操作卓内に収納されるので、主幹制御器本体のカバーは省略している。

主幹制御器の外観を図9に示す。



■ 図9 主幹制御器
Fig.9 Master controller

7. むすび

以上、7000系車両用に納入した電機品の概要について紹介した。本システムを搭載した7000系新型車両は2020年3月より第1編成が営業運転を開始した。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広島高速交通株式会社、三菱重工エンジニアリング株式会社、ご協力いただいた関係メーカ各位に厚く御礼申し上げます。