

伊予鉄道株式会社3000系VVVFインバータ制御システム

Propulsion System of Series 3000 Train for Iyo Railway Co., Ltd

1. まえがき

伊予鉄道株式会社では、鉄道線用の新型車両として3000系車両を導入した。

3000系は、京王電鉄・井の頭線3000系3M2T：5両編成を1M2T：3両編成に組み替えて転用したもので、性能向上、消費電力量の低減とメンテナンスフリー化を目的として、主回路システムをVVVFインバータ化、補助電源装置をSIV化改造している。

当社は、3000系車両用電気品として、VVVFインバータ装置、断流器箱、フィルタリアクトル、ブレーキ抵抗器、及び主電動機を納入した。

車両の主要諸元を表1に、VVVFインバータ制御システムの主回路接続を図1に示す。

以下に納入した電機品について紹介する。

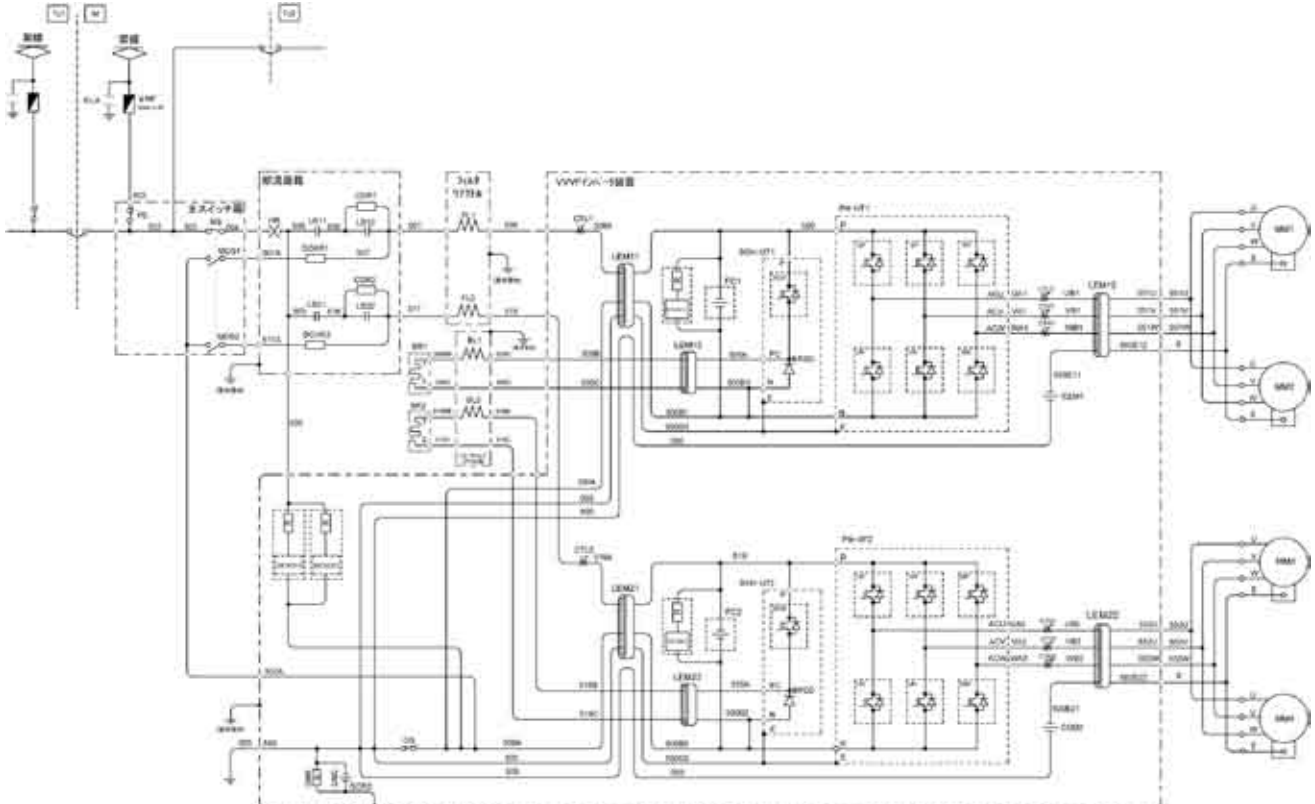
■ 表1 車両主要諸元

Table1 Major features of vehicle

| | |
|----------|--------------------------------|
| 編成 | Tc1-M-Tc2 |
| 空車質量 | 27.9t-32.1t-26.1t |
| 定員 | Tc1：128人 M：138人 Tc2：129人 |
| 車体寸法（最大） | 長さ 18500mm 幅 2844mm 高さ 4100mm |
| 軌間 | 1067mm |
| 電気方式 | 架空電車線方式 DC750V/DC600V |
| 制御方式 | VVVF インバータ制御 |
| ブレーキ方式 | HSC 電磁直通ブレーキ |
| 歯車比 | 85/14=6.07 |
| 最高速度 | 70 km/h |
| 加速度 | 2.4 km/h/s |
| 減速度 | 3.5 km/h/s(常用最大) 4.0km/h/s(非常) |

■ 図1 主回路接続図

Fig.1 Main circuit diagram for Propulsion system



2. 主回路システム

2.1 主回路システムの構成と主な特長

主回路システムは、VVVFインバータ装置、断流器箱、フィルタリアクトル、ブレーキ抵抗器、主電動機・等で構成されている。1M2T編成のため制御単位は1C2M×2群の構成とし、冗長系を確保している。

主回路機器の概要を表2に示す。

■ 表2 主回路機器構成
Table2 List for equipment

| | |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| インバータ装置 (RG6010-A-M) | IGBT使用2レベル電圧形PWMインバータ センサレスベクトル制御によるVVVF制御 回生 / 発電ブレンディングブレーキ付 |
| 断流器箱 (SA144-A-M) | 定格 1500V 800A 電磁式高速度遮断器 1台 電磁式単位スイッチ 4台 |
| フィルタリアクトル (L3037-A) | 空芯 乾式自然冷却方式 DC750V 276A 4.2mH × 2回路 |
| ブレーキ抵抗器 (R2153-A-M) | 1.31 オーム 自然冷却方式 |
| 主電動機 (TDK6333-A) | 三相かご形誘導電動機 120kW 550V 162A 1920min ⁻¹ 65Hz 速度センサなし |

2.2 VVVFインバータ(RG6010-A-M)

VVVFインバータの特長を以下に示す。

- (1)インバータ制御は、ハイブリッドベクトル制御を採用している。この制御により無負荷回生時においても回生失効することはなく、また、速度検出においてPG回路を必要としないPGセンサレス制御を行っており、空転・滑走制御に対しても検知遅れが少なく、空転・滑走差速度が小さい状態で再粘着制御を開始する高速な制御を実現している。
- (2)主回路素子は定格1.7kV 1200AのIGBTモジュール素子を使用した2レベル方式で、シンプルな回路構成により高信頼化、高効率化を図っている。また、VVVFインバータ装置の主回路冷却は、冷媒に純水を使用したヒートパイプで行っている。
- (3)ブレーキシステムは、回生/発電ブレンディングブレーキを採用している。これは、電気ブレーキにて発生した回生電力が、電車線にて接続された他編成力行電力や自他編成補助回路用電力などより大きい場合は、直ちにブレーキチョップを動作させて抵抗器負荷にて消費させ、車両として安定した電気ブレーキを確保して高効率な電力回生を行うことで、省エネルギー及びブレーキシュー磨耗量の低減を実現している。

VVVFインバータ装置の外観を図3に示す。

■ 図2 VVVFインバータ装置外観
Fig.2 VVVF Inverter equipment



2.3 断流器箱(SA144-A-M)

電磁式高速度遮断器、電磁式単位スイッチ、主回路充電用抵抗器・等を内蔵する。デアイオングリッド方式のアーケレスタイプ高速度遮断器、単位スイッチの採用により、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。断流器箱外観を図3に示す。

■ 図3 断流器箱外観
Fig.3 Line breaker box



2.4 フィルタリアクトル(L3037-A)

定格4.2mH、276Aの空芯リアクトル2組を自然冷却方式の外箱に納めている。外観を図4に示す。

■ 図4 フィルタリアクトル外観
Fig.4 Filter reactor



2.5 主電動機(TDK6333-A)

主電動機は、小形・軽量化を図った自己通風の三相かご形誘導電動機で、定格は表3に示す。

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。制御に速度センサレス方式を採用しているため、速度センサは取り付けしていない。

主電動機外観を図5に示す。

■ 表3 主電動機定格
Table3 Traction motor ratings

| | |
|---------|-----------------------|
| 形 式 | TDK6333-A |
| 出 力 | 120kW |
| 電 圧 | 550V |
| 電 流 | 162A |
| 周 波 数 | 65Hz |
| 回 転 速 度 | 1920min ⁻¹ |

■ 図5 主電動機外観
Fig.5 Traction Motor



3. むすび

以上、3000系車両用に納入した主回路電機品の概要について紹介した。本システムを搭載した3000系は、平成21年8月下旬より営業運転を開始する予定である。

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、伊予鉄道株式会社、京王重機整備株式会社に厚く御礼申し上げます。