

江ノ島電鉄（株）500形電車用電機品

Electric Equipment of Series 500 Train for Enoshima Electric Railway Corporation

From the spring of 2006, a new train set, Series 500 EMU (new), has been introduced to traveling line for the Enoshima Electric Railway Co. This new train set is adopted induction motors and a VVVF inverter for the first time for the Enoshima Electric Railway Co. while reusing some under floor equipments such as bogies, driving gears, and an auxiliary power unit from the antiquated Series 300 EMU.

Our company worked on VVVF inverter equipment, filter reactor, brake resistor, traction motor, driving gear (modified), pantograph, and master controller as the electrical equipment for the new Series 500 EMU.

Following paragraphs describe brief summary of the Series 500 EMU (new) as well as traction power circuit system, traction motor, and driving gear unit.

土嶺 好生 奥津 正 小野 寛
Yoshio Tsuchimine Tadashi Okutsu Hiroshi Ono

1. まえがき

平成18年春より、江ノ島電鉄（株）に新造車両（新）500形が導入された。（**図1**）この車両は、その車形式のとおり旧500形車の車体イメージを踏襲しているが、江ノ島電鉄では初となるVVVFインバータシステムを採用した新機軸の車両である。

また、この車両は、平成17年秋に老朽化により廃車となった300形の床下機器のうち、比較的経年の浅い台車や駆動装置、補助電源装置を流用するなどエコロジーにも配慮している。

当社では、この500形電車用電機品として、VVVFインバータ装置、フィルタリアクトル、ブレーキ抵抗器、主電動機、駆動装置（改造）、パンタグラフ、主幹制御器等主要電機品を納入した。（流用した補助電源装置も当社製である）

以下、500形電車の概要と主回路システム、主電動機、駆動装置について紹介する。



図1 500形電車
Fig.1 Series 500

2. 車両諸元

500形電車の車両諸元を**表1**に示す。

この車両は、2両固定連接車を1編成としているが、多客時等には、江ノ島電鉄保有の他編成と連結され、4両編成として運用されることから、車両性能は、他編成と同一としている。

表1 車両諸元

Table 1 Specification of Series 500 EMU

項目	仕様		
形 種	2車体3台車連接車 Mc1-Mc2		
車両重量及び定員	車 種	自 重	定 員
	Mc1	20.8t	71人
	Mc2	21t	72人
最高設計速度	60 km/h		
直線加速度	0.56m/sec ² (2.0 km/h/sec) 応荷重制御付、高加速モード有		
最大減速度 (常用)	0.97m/sec ² (3.5 km/h/sec) 応荷重制御付		
電気方式	DC600V 架空電車線方式		
制御装置	ATR-M460-RG695A IGBT-VVVF インバータ 2M1C×2制御 回生/発電ブレンディング方式		
主電動機	TDK6252-A 三相かご形誘導電動機		
駆動装置	KD110-B-M		
補助電源装置	10kVA IGBT-静止形インバータ		
集電装置	シングルアーム式パンタグラフ		

3. 主回路システム概要

制御方式は、IGBT 素子を使用した2レベル方式の三相電圧形PWMインバータで、60kWの主電動機2台を駆動するVVVFインバータ2組が1台の箱に構成され、編成に搭載された主電動機4台を駆動する構成としている。

3.1 VVVF インバータ装置

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、主電動機等の機器にて構成されている。主回路接続を図2に示す。

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センサを必要としない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乗り心地の良い制御を実現している。

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、他編成力行電力や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動作を行うことで発電抵抗で消費させ、車両として安定した電気ブレーキを確保するとともに高効率な電力回生を行い、省エネルギー及びブレーキシュー磨耗量の低減を実現するものである。

また、VVVFインバータは、2インバータ（2バンク）方式であり、万一のインバータ故障時においても、1バンク開放にて運転可能となるシステム形態である。

構造面では、高速度遮断器及び単位スイッチとして、電流遮断時に遮断器の外側にアークが飛散しないアークレス遮断器（ダイオングリッド方式）を使用したことにより保守低減が図られるとともに、高速度遮断器及び単位スイッチ類を1箱に収納した断流器箱は、碍子を使用せずに直接車体ぎ装としている。インバータ装置および断流器箱の外形を図3に示す。

パワーユニットは、強制風冷方式により小型化して冷却部も装置内部に収納したことにより、装置外部に冷却部が飛び出ない構造とした。

なお、車両として冗長性を確保するため、主電動機を2台開放した時でも、高加速モードにより35%勾配において起動可能としており、運転への影響を極力少なくしている。

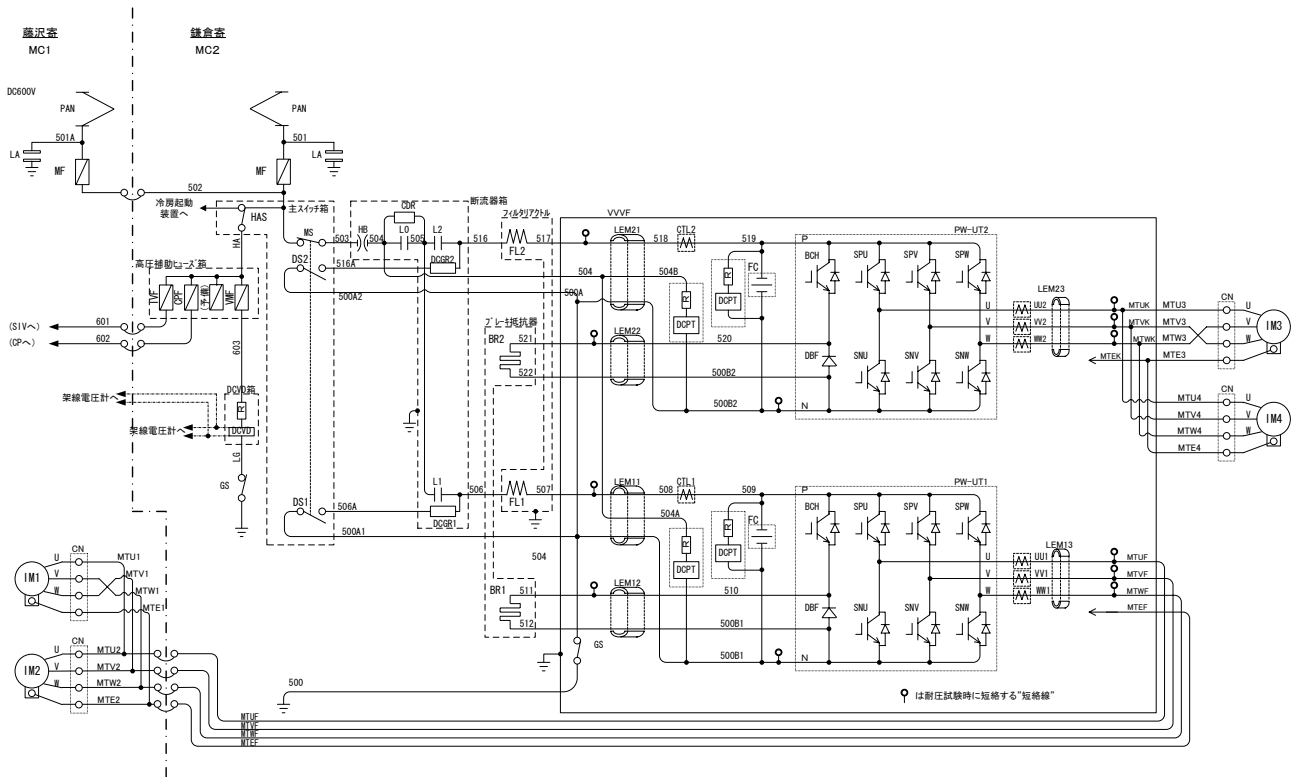


図2 主回路接続

Fig.2 Traction power circuit schematic diagram



図3 インバータ装置・断流器箱外観

Fig.3 Inverter equipment/Circuit breaker box

3.2 主電動機

主電動機は、小型軽量化を図った自己通風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。

インバータ制御に完全 PG レス制御方式を採用したため、速度センサ(PG センサ)は取付いていない。

主電動機の外観写真を図4に、定格一覧を表2に示す。



図4 主電動機外観

Fig.4 Traction Motor

表2 主電動機定格

Table 2 Traction motor ratings

形式	TDK6252-A
出力	60kW
電圧	440V
電流	106A
周波数	55Hz
回転速度	1615min ⁻¹

4. 駆動装置

駆動装置は、分割型斜め吊り方式で、300形中空カルダン方式向けに納入した駆動装置:KD110-A-M を中実の TD 継手方式に改造したものである。TD 継手は、300形台車の走行中の車軸に対する相対変位を吸収するため、在来線で広く採用されている対角ピッチ282mmの CFRP (炭素繊維強化プラスチック) 製のたわみ板を採用し、ハードロック方式の特殊ナットで締結し信頼性を向上させている。歯車装置は、中実化にともない小歯車周りを新製し、歯車箱は旧品を流用している。

駆動装置の外観を図5に、諸元を表3に示す。



図5 駆動装置外観

Fig.5 Driving gear unit

表3 駆動装置諸元

Table 3 Main features of driving gear unit

形式	KD110-B-M
歯数比	82/13=6.31
モジュール	6mm
歯幅	80mm
圧力角	26°
ねじれ角	20°
TD継手形式	TD282C-J
たわみ板対角ピッチ	282mm
たわみ板中心間距離	150mm
継手全長	212mm

5. むすび

以上、500形電車電機品の概要について紹介した。

この車両は、平成18年3月27日より営業運転に入り、500形単独編成はもとより、江ノ島電鉄保有の他編成と連結の上、湘南江ノ島・古都鎌倉を順調に疾走している。

なお、この500形電車用主回路機器は電車線電圧がDC750Vの事業者向けにも小変更で対応できるよう開発・設計している。本電機品の技術を応用した車両が、各地で見られる日を期待してやまない。

最後に、500形電車電機品の完成に多大なご指導を賜った江ノ島電鉄株式会社、本電機品の製作に際して多大なご協力いただいた関係メーカー各位に厚く御礼申し上げる。

執筆者略歴



土嶺 好生

1994年入社。横浜製作所交通工場制御設計グループにて電源システム設計業務に従事。現在、制御設計グループにて走行システム設計に従事。



奥津 正

1993年入社。鉄道工場設計部配属。その後、産業設計部にて回転機の機構設計に従事。現在、交通設計グループ（電動機設計）に所属し車両用回転機の機構設計に従事。



小野 寛

1980年入社。鉄道工場設計部配属。現在、電機設計グループ（駆動装置設計）に所属し車両用駆動装置の設計に従事。