

長崎電気軌道（株）3000形駆動装置

Driving gear unit of Series 3000 Train

For Nagasaki Corporation

This paper introduces outline of Series 3000 train for Nagasaki Corporation, its propulsion system and driving gear unit. Nagasaki Corporation has introduced Series 3000 train with first domestically produced super low-floor type bogies. It was put into revenue service in Nagasaki City since spring in 2004. 100% low-floor including area above the bogies was realized first as a fully domestically produced super low-floor LRV. To realize this, new bogie system was developed. It has axles as usual bogie, however it adopts right angle cardan drive system that is driven through universal coupling by traction motor mounted on the car body. This super low-floor train consists of 3 cars with 2 articulated bogies; therefore control equipment is mounted on roof. We delivered mainly VVVF inverters, filter reactors, brake resistors, master controllers, traction motors, driving gear units, and pantographs, etc.

後藤 研一
Kenichi Gotou

星 吉輝
Yoshiteru Hoshi

1. まえがき

平成16年春より国産初の超低床台車の新形式車両3000形が異国情緒あふれる長崎の街に営業導入された。

この車両は純国産の超低床式路面電車としては初めて台車部分を含む100%の低床化を実現した。

この実現のため、従来通りの車軸付き台車でありながら、直角カルダン駆動装置を装備し、車体に装荷した主電動機から自在継手で駆動する新発想の台車方式を新規に開発した。

3車体連接2台車にて構成された超低床車両のため、制御装置関連機器は屋根上に装着している。

当社では、この3000形車両用電気品として 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、力行指令器、パンタグラフなどの主要電機品を納入した。

以下、3000形電車の概要と駆動装置について紹介する。

2. 車両諸元

図1に3000形電車の外観を示す。

3000形電車の車両諸元を表1に示す。

超低床式の他、特徴としてエアレス化が挙げられる。

ブレーキ方式は電気機械式ブレーキを採用し、回生発電ブレーディングブレーキを併用したブレーキシステムである。

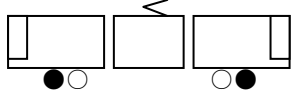


図1 3000形電車

Fig.1 Series 3000

表 1 車両諸元

Table 1 Main features of the car

項 目	仕 様
形 種	3車体連接電動客車  (●印は駆動軸を示す)
車 両 質 量	22.0ton
定員(着席定員)	63 (28) 人
最高運転速度	40 km/h
直線加速度	0.83m/sec ² (3.0 km/h/sec)
最大減速度	1.28m/sec ² (4.6km/h/sec)
電 気 方 式	DC600V 直吊架空・シブ・ルナリ方式
軌 間	1450mm
主 制 御 装 置	RG678-A-M 形 2レベル IGBT-VVVF インバータ 2M1C (2軸制御) 回生発電ブレンディング方式
フィルタリアクトル	L3000-A2形 4mH/150A
主 電 動 機	TDK6407-A 形 三相かご形誘導電動機85kW
駆 動 装 置	KD220-A-M 形 電動機車体装架式直角カルダン軸 駆動方式 (スライルベールギヤ 一段減速)
集 電 装 置	TP7153-A-E 形 シングルアーム式パンタグラフ

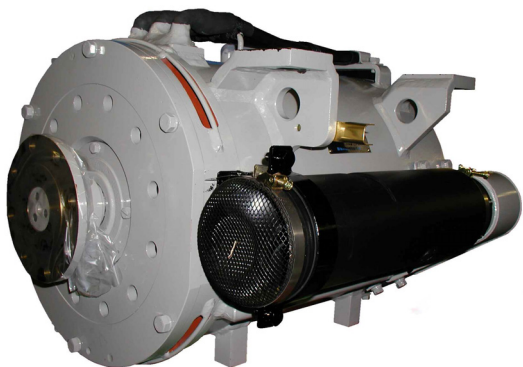


図 2 主電動機外観

Fig.2 Traction Motor(rear view)

3. 主回路システム概要

主回路システムの構成は、VVVF インバータ装置、フィルタリアクトル装置、ブレーキ抵抗器、主電動機等の機器で構成されている。

超低床式車両のため、VVVF インバータ装置、フィルタリアクトル装置、ブレーキ抵抗器は屋根上置きとしている。

3.1 VVVFインバータ装置

接触器類はデアイオングリッド式のアークレスタイプ高速遮断器及び単位スイッチを使用し、VVVF インバータ装置内に収納している。

制御方式は IGBT 素子を使用した2レベル方式三相電圧形 PWM インバータにて車体に装荷した85kW の主電動機を2台駆動するシステムである。

また、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、回生電力が架線側で消費できない場合は、直ちにブレーキチョップ動作を行い、回生電力をブレーキ抵抗器に消費させ、安定した電気ブレーキと高効率な電力回生が行えることで省エネルギー及びブレーキシューの低減を実現している。

3.2 パンタグラフ

エアレス対応のため、電動アクチュエータによる降下方式シングルアームのパンタグラフを採用した。

3.3 主電動機

主電動機は小型・軽量・高効率の三相かご形誘導電動機で、出力は85kW である。

100%低床式路面電車用に対応するため、車体装荷タイプ直角カルダン・ユニバーサルジョイント方式を新規に開発した。

電動機の冷却風除塵方式としては、路面電車にて実績のあるクリーンストレナ（電動機冷却風流を利用した塵埃の遠心分離機構）方式を適応している。

主電動機の外観写真を図2に、定格一覧を表2に示す。

表 2 主電動機定格

Table 2 Main features of traction power system

形 式	TDK6407-A
定格の種類	1時間
出 力	85kW
電 圧	440V
電 流	144A
周波数	60Hz
回転速度	1760rpm

4. 駆動装置

4.1 概要

駆動装置は、主電動機の回転力を車輪に伝達する装置で、減速方式にはスパイラルベベルギヤーによる一段減速を用いている。

主電動機は、車体側に防振ゴムを介し装架されており、自在軸継手により減速機に連結されている。

4.2 駆動装置関連機器の構造と特徴

駆動装置関連機器の構造を図3に示す。

(1) 主電動機

主電動機は防振ゴムを介し車体に装架されている。

(2) 自在軸継手

① 自在軸継手は、主電動機の軸端と減速機を結んでいる。車体、台車の偏奇、上下動などによる主電動機と減速機の相対変位を吸収しながら、動力の伝達を行っている。

② 主電動機および減速機との接続は、フランジをボルトにより固定する方法である。

(3) 駆動装置

駆動装置の外観を図4に示す。

① 駆動装置は輪軸1対に1組取り付けられており、自在軸継手にて主電動機と連結されている。

② 駆動装置はスパイラルベベルギヤーによる一段減速で、減速機箱は上下分割方式である。

- ③ 大歯車は車軸に圧入された座に取り付けられ、小歯車は軸一体構造である。
- ④ 軸受は小歯車側は複列方式、大歯車側は単列の正面合わせ方式である。
- ⑤ 駆動装置箱は吊り装置により、緩衝ゴムを介して台車枠から支持され、主電動機トルクによる反力から減速機箱を支えている。
- ⑥ 駆動装置箱下部には磁石付き油栓を設け、油中の鉄粉を除去している。
- ⑦ 潤滑油の状態（油量・色調）は、油面計により目視にて行う。
- ⑧ ギヤ比は5.82である。

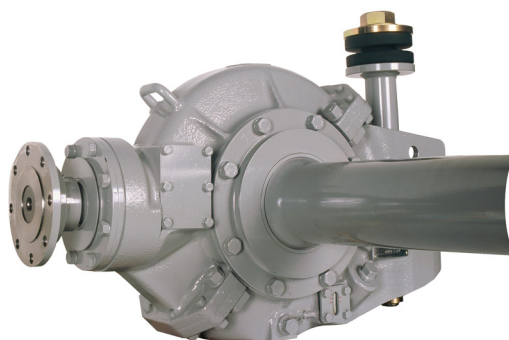


図4 駆動装置外観

Fig.4 Driving Gear Unit (rear view)

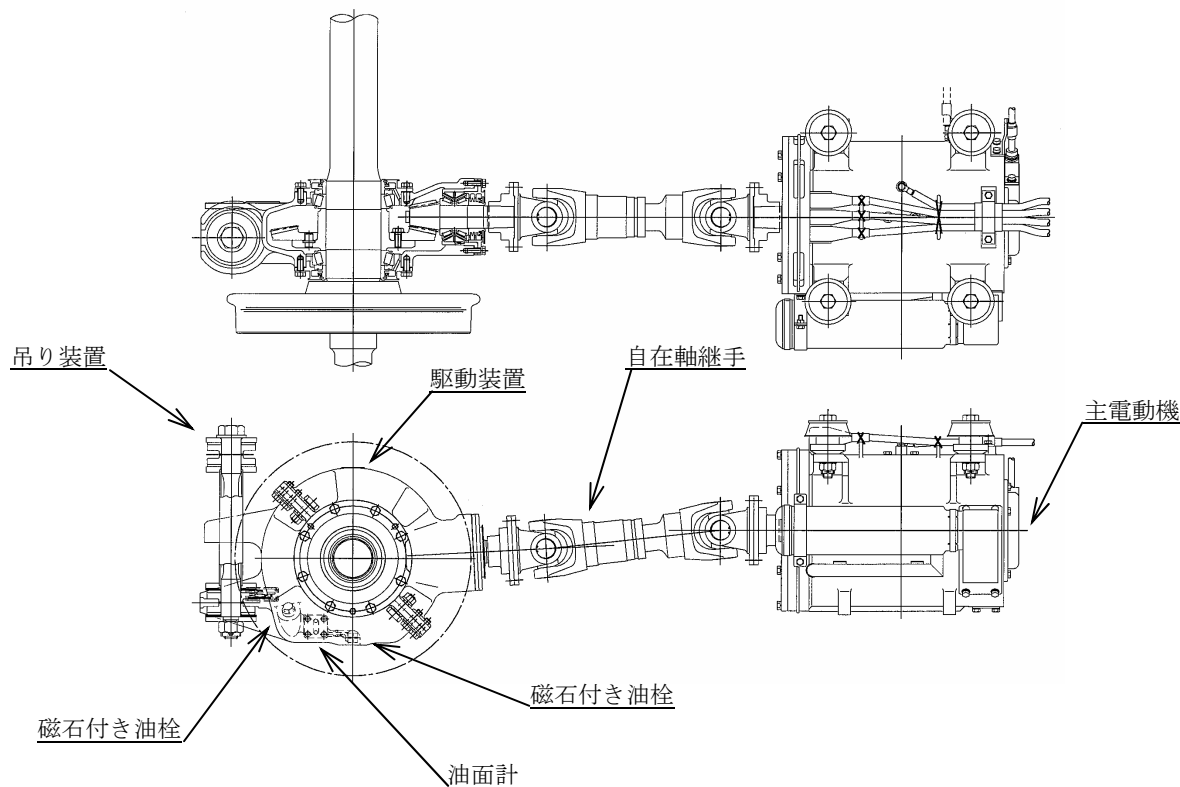


図3 駆動装置関連機器構成

Fig.3 Driving Gear Unit System

4. むすび

長崎では初めての超低床式電車の導入となる3000形は、平成16年3月1日から営業運転を開始し順調に稼動している。

この車両の導入により、子供から高齢者の方まで、より多くの方に喜んで利用していただける路面電車となることを期待している。

また、この3000形を基本とし路面電車各社においても、国産の超低床車が多数導入されることを期待している。

最後に、3000形の超低床車用駆動装置の完成に多大なご指導を賜った長崎電気軌道株式会社、アルナ車両株式会社、ご協力頂いた関係メーカ各位に厚く御礼申し上げます。

執筆者略歴



後藤 研一

1980年入社。横浜工場技術部にて車両用駆動装置および継手の開発設計に従事。現在、生産本部横浜製作所交通グループに所属、電機設計グループにて機械装置設計に従事。



星 吉輝

1986年入社。相模工場鉄道設計部にて車両用VVVFインバータ装置の開発設計に従事。本社鉄道本部技術部を経て、現在営業本部交通システム技術グループ大阪駐在に所属、車両システムエンジニアリングに従事。