

# 四国旅客鉄道株式会社8600系特急形直流電車用電機品

Electric equipment of series 8600 limited express DC train for Shikoku Railway Company

## 1. まえがき

四国旅客鉄道株式会社では、予讃線電化区間で運行されている特急「しおかぜ」、 「いしづち」の2000系特急形気動車をすべて電車に置き換えるため、8600系特急形直流電車を計画し、その量産先行車を導入した。

当社は8600系電車用電機品として、VVVFインバータ装置による主回路システム、主電動機、駆動装置、集電装置などを納入している。

以下に8600系電車の概要と納入した主な電機品について紹介する。

## 2. 車両概要と主要諸元

走行性能は従来の8000系特急形直流電車と同等とし、今後の特急車両の設備の指針となるようなサービス設備を取り入れている。デザインはレトロフューチャーをコンセプトとし、未来特急のデザイン、ビジネス特急と鉄道旅行の高揚感を併せ持つ演出としている。

曲線での速度向上運転のため、従来の2000系特急形気動車、8000系特急形電車の制御付き振り子方式に対して、空気ばね式車体傾斜方式を採用している。

8600系特急形直流電車の量産先行車の車両諸元を表1に、車両の外観を図1に示す。

■ 表1 車両主要諸元  
Table1 Major features of vehicle

項目	仕様	
編成	8600 (Mc)	8750 (Tc)
最高運転速度	130km/h(設計最高速度140km/h)	
定員	56人	45人
車両質量空車	41.6t	38.3t
架線電圧	DC1500V	
車輪径	新製810mm	
加速度	0.556m/s <sup>2</sup> (2.0km/h/s)	
減速度	常用最大時 1.444m/s <sup>2</sup> (5.2km/h/s)	

将来は2両編成のほかに3両編成 (Mc-T-Tsc) も計画している。



■ 図1 車両外観  
Fig.1 Exterior of vehicle

## 3. 主回路システム概要

主回路システムは、VVVFインバータ装置、ブレーキチョップ装置、フィルタリアクトル、ブレーキ抵抗器、主電動機などで構成されている。

主回路システムの機器構成を表2に、代表的な機器の外観としてVVVFインバータ装置を図2に、フィルタリアクトルを図3に、ブレーキチョップ装置を図4に示し、主回路接続図を図5に示す。

VVVFインバータ装置は高速度遮断器、単位スイッチを内蔵し、電動車1両分の主電動機4台を装置内の4群分のインバータで個別制御する。故障時は1群単位(主電動機1台単位)で制御開放可能とし、インバータ故障時の冗長性、走行システムの信頼性向上を図っている。

インバータのゲート制御はセンサレスベクトル制御演算によって主電動機回転数を推定演算し、同時にこの演算結果を元に主電動機の高精度トルク制御を行う。

高速度遮断器および単位スイッチは電磁操作式で、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(デアイオングリッド消弧式)を使用することにより、保守低減を図っている。高速度遮断器および単位スイッチを収納した機器については車体に対する絶縁が不要となり、吊りがいしなどを使用せずにVVVFインバータ装置内に収納し、機器の集約化を図っている。

ブレーキシステムはブレーキチョップ装置を併用した回生/発電ブレンディングブレーキを採用している。回生負荷が

ある場合は回生ブレーキを優先してブレーキ力を得るとともに、常用ブレーキは速度0km/h付近まで回生ブレーキ制御が可能で、省エネルギーおよび機械ブレーキの磨耗量低減を図っている。

列車編成モニタ装置との伝送により各群のVVVFインバータの状況が運転台で確認可能としている。また車上試験機能を有し、保守の効率化を図っている。



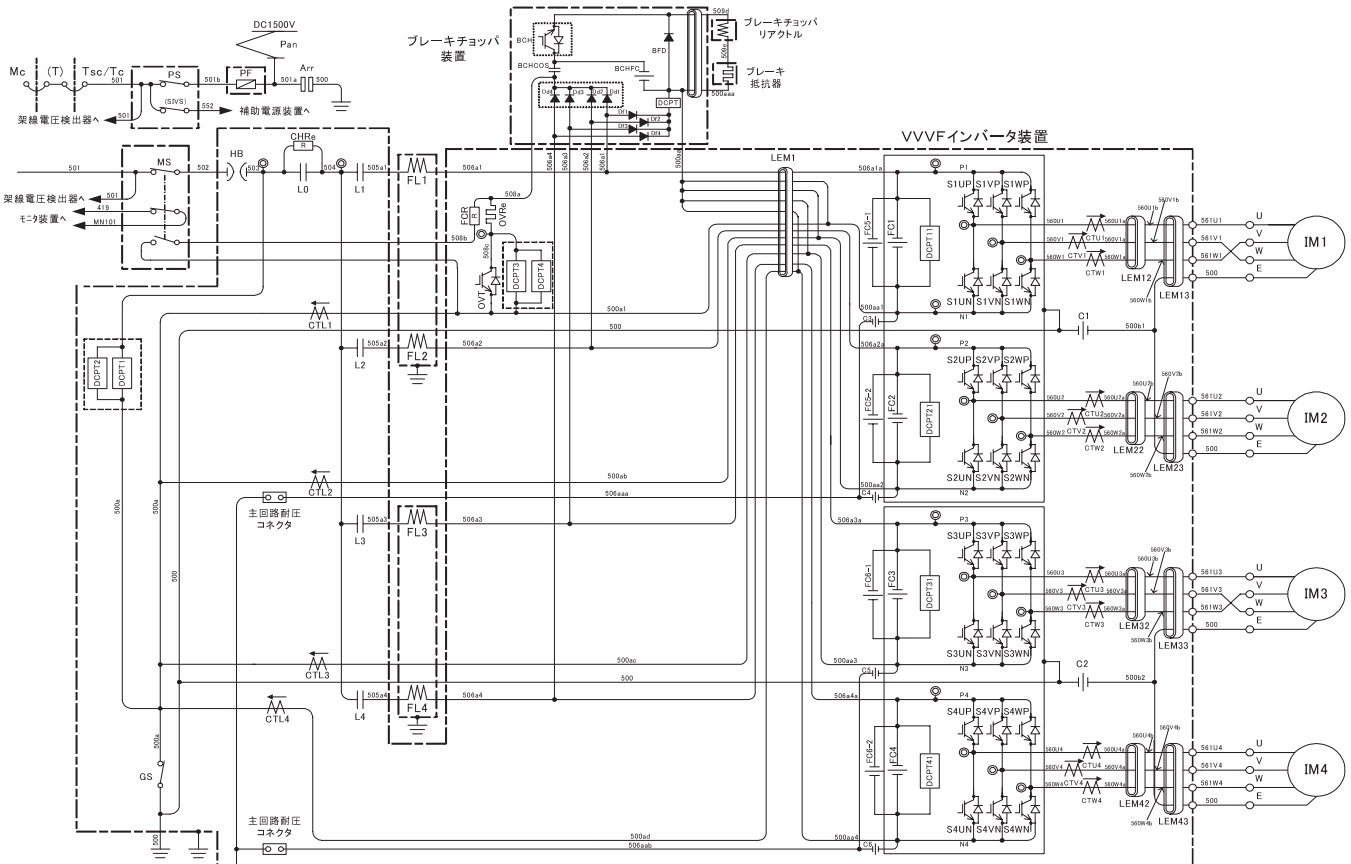
■ 図3 フィルタリアクトル  
Fig.3 Filter reactor



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



■ 図4 ブレーキチョッパ装置  
Fig.4 Brake chopper



■ 図5 主回路接続  
Fig.5 Circuit schematics

■ 表2 主回路システム機器構成  
Table2 List of control equipments

項目	仕様
VVVFインバータ装置 (S-SC63)	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 1C1M接続×4群 電磁式高速度遮断器(HB) 1台 定格1500V 800A 電磁式単位スイッチ(LB) 5台 定格1500V 800A
フィルタリアクトル (S-FL63)	空芯 乾式 自然冷却方式 23mH×2群 2台
ブレーキチョッパ装置 (S-CH63)	IGBT使用ブレーキチョッパ装置
ブレーキチョッパリアクトル (S-IC63)	空芯リアクトル 自然冷却 0.8mH
ブレーキ抵抗器 (S-MR63)	自然冷却 2.36Ω

■ 表3 主電動機定格  
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	台車装荷平行カルダン軸駆動方式
通風方式	全閉外扇形
定格	1時間
出力	220kW
電圧	1100V
電流	161A
周波数	172Hz
極数	6極
回転速度	3400min <sup>-1</sup>
すべり	1.2%
効率	93.5%
力率	77.0%

4. 主電動機 (S-MT63)

三相かご形誘導電動機で省保守・高効率化の目的から全閉外扇構造を採用している。全閉外扇構造としては当社初の量産化である。

全閉外扇構造は固定子コイルや回転子周辺への塵埃の侵入を防ぐことができる構造であり、従来の開放形主電動機で必要であった分解作業を伴う機内の定期的な清掃作業が不要となるため、保守の軽減を図ることができる。損失の少ない材質を採用したことにより高効率化を図り、発熱を抑えている。また、外扇ファンによる冷却風が固定子鉄心と軸受を直接冷却するため、全閉内扇構造の主電動機と比較して、冷却効率に優れている。

主電動機の外観を図6に、定格一覧を表3に示す。

5. 駆動装置

たわみ板型継手を用いた平行カルダン駆動方式で、歯車装

置は、はすば歯車による一段減速方式である。歯車の諸元は、歯車比は89/16=5.56、モジュール6mm、中心間距離337mm、ねじれ角20°である。

歯車箱の材質は鋳鋼製で、上下分割構造とし分解しやすい形状となっている。

軸受は、大歯車側が円錐ころ軸受による片持ち支持で、小歯車側が円錐ころ軸受による両持ち支持である。大歯車がかきあげた潤滑油による飛沫潤滑方式である。

歯車箱は防振ゴムを介して吊りリンクにより台車に対して斜めに支持され、主電動機軸と小歯車軸との相対高さ調整を歯車装置側防振ゴムの上下に組み込まれたライナを入れ換えることにより行う。

歯車装置には接地装置が設けてあり、車軸に圧入された集電環にメタリックカーボン製ブラシを定圧ばねにより接触させて車軸軸受や歯面などの電食を防止している。

駆動装置の外観を図7に示す。



■ 図6 主電動機  
Fig.6 Traction motor



■ 図7 駆動装置  
Fig.7 Driving gear unit



## 6. 集電装置(S-PS61)

四国旅客鉄道株式会社として初めてシングルアーム方式のパンタグラフの採用となった。

動作方式は電磁かぎ外し装置を使用したばね上昇空気下降式方式で、すり板はメタライズドカーボンすり板を使用し、側面にはアーク保護板を取り付けている。またオイルダンパーを取り付けて、高速走行の追従性向上へ対応させた。

車体への取付け寸法は従来の8000系特急形電車用S-PS59形パンタグラフと共通とし、取付互換を持たせている。パンタ取付板は台車とワイヤーロープで結ばれ、屋根上のガイドに沿って車体の左右方向にスライドする仕組みとなっていて、車体傾斜に関係なく軌道中心線上にパンタグラフを維持するようになっている。

集電装置の外観を図8に示す。



■ 図8 パンタグラフ  
Fig.8 Pantograph

## 7. むすび

8600系電車2両編成の2編成は2014年6月23日から高松-松山間の特急「いしづち」として営業運転を開始した。なお、営業運転開始前に、予讃線の主要駅における車両展示会ならびに試乗会が開催され、地元沿線へのアピールの場は盛況であった。車両展示会の様子を図9に示す。

今後、この編成の実績をもとにデータを集め、3両編成を含む増備車が計画されている。

最後に、本システムの完成にあたりご指導を賜った四国旅客鉄道株式会社、川崎重工業株式会社ならびにご協力いただいた関係会社各位に厚くお礼申し上げます。



■ 図9 車両展示会の様子  
Fig.9 Exhibition of rolling stock