

東日本旅客鉄道株式会社E129系一般形直流電車用電機品

Substitute electric equipment of Series E129 Train for East Japan Railway Company

1. まえがき

東日本旅客鉄道株式会社では、新潟支社管内の普通電車で運用されている115系電車・E127系電車に替わる、E129系一般形直流電車を新造し、信越本線(直江津～新潟)、上越線(水上～宮内)、越後線(柏崎～新潟)、弥彦線(弥彦～東三条)、羽越本線(新津～村上)、白新線(新潟～新発田)で運用する。

弊社では、このE129系一般形直流電車用電機品として、主回路システム、主電動機、駆動装置、補助電源装置、戸閉装置などを納入した。

以下にE129系一般形直流電車の概要と納入した主な電機品について紹介する。



■ 図1 車両外観
Fig.1 Appearance of vehicle

2. 車両諸元

E129系一般形直流電車の車両諸元を表1に、車両の外観を図1に示す。

編成形態は2両編成と4両編成の固定編成があり、フレキシブルに対応できるように、2+2の4両編成や、2+4、2+2+2の6両編成も構成可能となっている。また、1車両2台車のうち1台車を電動台車、もう一方を付随台車とする0.5M車構成を採用したオール電動車構成としている。

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

項目	仕様
編成	2両編成 M_c-M_c' 4両編成 $M_c-M'-M-M_c'$
空車重量	2両編成 37.2-37.2(t) 4両編成 37.2-31.6-32.7-37.0(t)
定員	2両編成 273人/編成 4両編成 581人/編成
架線電圧	DC1500V
架線電圧変動範囲	DC900V-DC1800V
車輪径	860-774mm
最高運転速度	営業：110km/h 設計：120km/h
加速度	$0.556m/s^2$ (2.0km/h/s)
減速度	常用最大時 $1.000m/s^2$ (3.6km/h/s) 最大粘着係数 $\mu=18.0\%$ まで回生負担

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内蔵)、断流器箱、フィルタリアクトル、ブレーキ抵抗器、主電動機などの機器で構成されている。

各機器は、寒冷地での運用となるため耐寒耐雪仕様としている。

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、代表的な機器の外観としてVVVFインバータ装置の外観を図3に、断流器箱を図4に、フィルタリアクトルを図5に示す。

VVVFインバータ装置は、2群一体箱構成で1群あたり電動車1両分の主電動機2台を制御する。車両としての冗長性を確保するため、故障時は1群単位(主電動機2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。2両編成単独運転時に主電動機2台開放

した場合でも、限流値増機能により35%の上りこう配にて起動可能な性能を有しており、運転への影響を極力少なくしている。

また、ハイブリッドベクトル制御を採用し、空転・滑走制御に対して高速な再粘着制御を実現している。

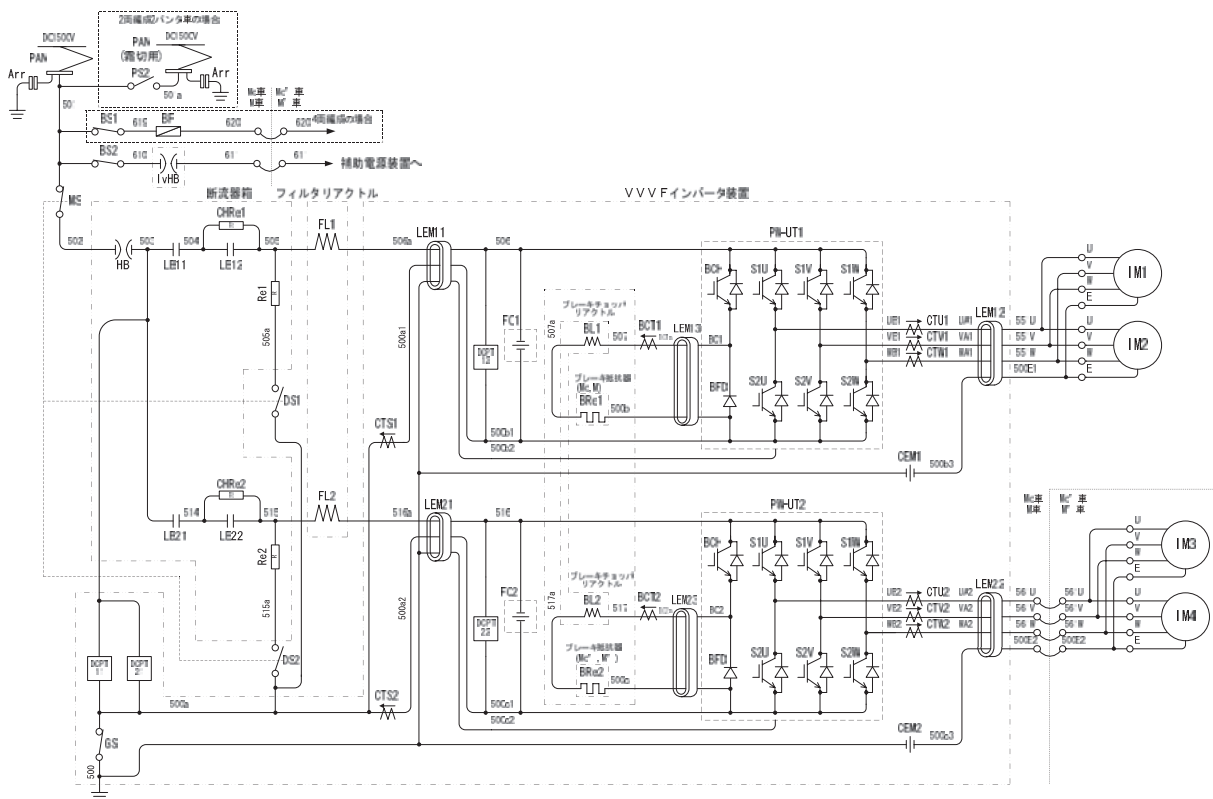
高速度遮断器および単位スイッチは電流遮断時に遮断器の外側にアークが飛散しないアークレス遮断器(デアイオングリッド方式)を使用したことにより、保守低減が図られるとともに、高速度遮断器および単位スイッチ類を収納した断流器箱については、車体に対する絶縁が不要となるため、吊りがいしを使用せずに直接車体へぎ装している。

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、常用ブレーキは速度0km/h付近まで電気ブレーキ制御を行っている。電気ブレーキにて発生した回生電力が、電車線を介し接続された他編成の力行電力や自他編成の補助回路用電力などより大きい場合は、その比率に応じて直ちにブレーキチョッパを動作させて抵抗器にて消費させ、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うことで、省エネルギーならび機械ブレーキの磨耗量低減を図っている。

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た。また、車上試験機能を有し、通常保守の効率化を図っている。

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

項目	仕様
インバータ装置	SC102形 <VVVF部> IGBT 2レベル電圧形PWMインバータ 1C2M×2群 ベクトル制御によるVVVF 駆動制御 <ブレーキチョッパ部> IGBT使用チョッパ装置×2群
断流器箱	LB89形 電磁式高速度遮断器(HB) CB51H形 1台 定格1500V 800A 電磁式単位スイッチ(LB) UM630-8B-M 4台 定格1500V 800A
フィルタリアクトル	IC131形 24mH×2群 2台 空芯乾式 自然冷却方式
ブレーキ抵抗器	MR183形 4.136Ω 1台/群 屋根上ぎ装 自然冷却方式
ブレーキチョッパリアクトル	IC132形 1.36mH 1台/群 空芯乾式 自然冷却方式
主電動機	MT75B形 三相かご型誘導電動機 140kW



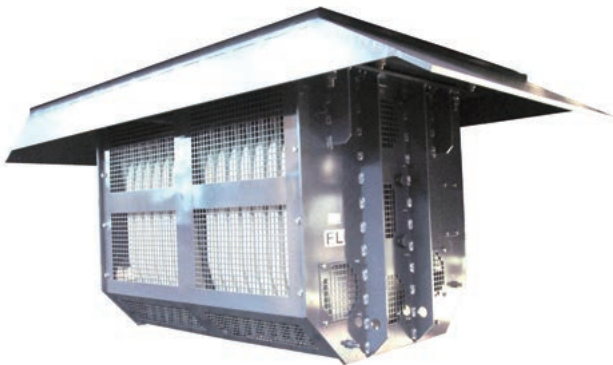
■ 図2 主回路接続
Fig.2 Traction power circuit schematic diagram



■ 図3 インバータ装置外観
Fig.3 Propulsion inverter



■ 図4 断流器箱外観
Fig.4 Line breaker



■ 図5 フィルタリアクトル外観
Fig.5 Filter reactor

4. 主電動機 (MT75B)

主電動機はE531系から採用されたMT75を車体風道対応としたMT75Bで、E259系で採用された主電動機と同一である。自己通風の三相かご形誘導電動機で、1時間定格は140kWである。主電動機の外観を図6に示す。

5. 駆動装置 (KD355/1-C-M)

歯車装置は、TD継手式平行カルダン軸駆動方式である。

歯車は、はすば歯車による一段減速で歯車比は $97:16 \div 6.06$ である。

歯車箱は、走行中に発生する騒音・振動を抑制するために、FCD(球状黒鉛鑄鉄)製の歯車箱を採用している。また、一体型歯車箱真円形状を採用することにより、潤滑性能の向上も図られている。

歯車と軸受への潤滑は共通の潤滑油によって行い、大歯車



■ 図6 主電動機外観
Fig.6 Traction motor

の回転による完全飛沫潤滑方式としている。また、歯車箱は防振ゴムを介し、吊りリンクにより斜めに台車から支持される。この方式は主電動機軸中心と小歯車軸中心の相対変位を少なくすることができる。

歯車装置の外観を図7に示す。

TD継手は、CFRP製のわみ板を採用している。継手には耐水、耐雪対策を施し、歯車装置内への水浸入防止を図っている。

TD継手の外観を図8に示す。



■ 図7 駆動装置外観
Fig.7 Driving gear unit



■ 図8 TD継手外観
Fig.8 TD coupling

6. 補助電源装置(SC103)

6.1 システム概要

補助電源装置(SIV)の主要諸元を表3に、主回路接続図を図9に示す。

回路方式はIGBTを使用した直接変換方式の3レベルPWMインバータで、定格入力電圧：DC1500V、定格出力電圧：AC440V、3相、60Hz、定格容量：210kVAである。

回路用デバイスとして高耐圧IGBTモジュールを採用した直接変換形インバータ方式とすることで、シンプルな回路構成とした。

■ 表3 主要諸元
Table3 Specifications

項目	仕様	
方式	主回路方式	ダイレクト変換 3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	DC1500V
	電圧変動範囲	DC900～1800V
	定格電流	DC130A
交流出力	定格容量	210kVA
	定格電流	AC276A
	定格電圧	AC440V
	出力種別	三相交流 (四線式：中性点接地)
	周波数	60Hz
	負荷力率	0.85(遅れ)
	電圧精度	+5, -10%
	歪率	5%以下
その他	効率	92%以上(定格時)
	騒音	67dB(Aレンジ)

IGBTの採用により高周波動作を行い、低騒音化、出力波形の歪率の低減、および三相交流フィルタ回路部品の小型軽量化を実現した。

IGBTを駆動するゲートドライバは、メンテナンス性および信頼性向上の面からゲート信号を電気信号方式として光ファイバレスとしている。

素子の冷却にはヒートパイプを使用し、冷媒には純水を用いることで環境性を考慮した装置としている。

直流フィルタコンデンサには長寿命化を図るために、高耐圧フィルムコンデンサを使用している。

SIVの制御にはマイクロプロセッサ(MPU)を採用し、瞬時値制御を行うことで、入力電圧変動および負荷変動時においても、常に安定した三相出力電圧を出力する。

6.2 アークレス高速度遮断器の採用

高速度遮断器(IvHB)の採用により、主回路はシンプルな構成となっている。

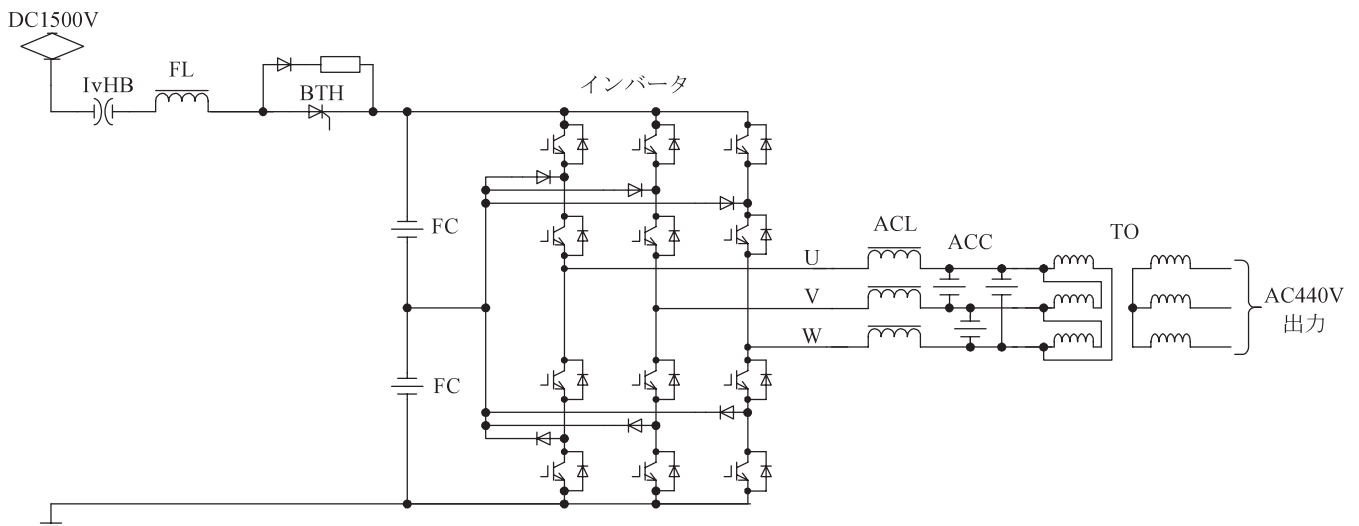
この高速度遮断器(IvHB)は、デアイオングリッドによる遮断アーク処理方法を採用することで、本体外部へのアークの漏出をなくしている。

6.3 長大軌道回路対策の実施

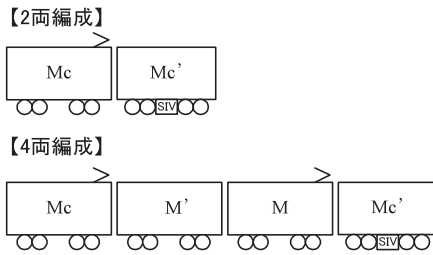
誘導障害の低周波領域で課題となる長大軌道回路対策としてトランス・フィルタ装置内の入力フィルタリアクトルの定

■ 表4 機器構成(2両編成の場合)
Table4 Configurations

装置名	形式	搭載車
インバータ装置	SC103	Mc'
トランス・フィルタ装置	ICD38	Mc'
断流器箱	LB90	Mc



■ 図9 SIV回路接続図
Fig.9 SIV power circuit schematics



- ・2両編成と4両編成の組み合わせで最大6両編成。
- ・2両編成×3編成時にSIVは3台搭載となる。

■ 図10 車両編成と補助電源装置の構成
 Fig.10 Organization of appearance and components of power supply equipment



■ 図11 インバータ装置外観
 Fig.11 Static inverter

数を同容量の弊社標準のSIVと比較して約1.6倍にしている。

6.4 機器構成

E129系一般形直流電車ではMc'車に210kVAのSIVが搭載されている。搭載数としては2両編成時に1台、4両編成時に最大2台、6両編成時に最大3台搭載となる。

SIVは、断流器箱、インバータ装置、トランス・フィルタ装置で構成されている。

機器構成を表4に、車両編成と補助電源装置の構成を図10に、代表例としてインバータ装置の外観を図11に示す。

7. むすび

以上、本システムを搭載した東日本旅客鉄道株式会社のE129系一般形直流電車は、2014年12月より営業運転が開始され順調に稼働している。

今回の主回路システムおよび補助電源装置の完成にあたり、多大なご指導を賜った東日本旅客鉄道株式会社、ならびにご協力いただいた関係各位に厚く御礼申し上げます。