

埼玉新都市交通株式会社伊奈線 ニューシャトル新型車両2020系用電機品

Electric equipment of Series 2020 Train for Saitama New Urban Transit Co., Ltd

1. まえがき

埼玉新都市交通株式会社では、このたび伊奈線に1000系車両の更新車両としてニューシャトル新型車両2020系を導入した。2007年より安全性・良好な乗り心地・省エネルギー・省メンテナンスなどの高い性能を持つ2000系を導入していたが、2020系はより未来感のあるデザインを採用し、個性的な都市交通のあり方を目指すとともに、車体の軽量化によりさらなる省エネルギーを追求した車両となっている。

2020系車両の外観を図1に示す。



■ 図1 車両外観
Fig.1 Exterior of train

当社は、2020系車両用の電機品として、主制御装置、主電動機、補助電源装置、集電装置などを納入した。

以下に納入した主な電機品について紹介する。

2. 車両諸元

2020系は2000系と同様に(M1-M2-M3)+(M4-M5-M6)の2ユニット6両編成で構成される。M1・M6車に補助電源装置、M2・M5車に主制御装置、M3・M4車に遮断器を搭載している。

車両はゴムタイヤの2軸車で、主電動機はこのうち各車1軸を駆動し3両3電動機を1ユニットとして制御している。なお、ニューシャトルは大宮方がループ線であるため従来と同様方向区分はしていない。

運転はワンマン運転でATCにより列車の速度制御を行っている。キャブシグナルとしてATC速度が運転台の速度計に表示される。最高運転速度は60km/hとなっている。

2020系車両の主要諸元を表1に示す。

■ 表1 車両主要諸元

Table1 Specification of train

項目	仕様
編成	6両編成(M1-M2-M3-M4-M5-M6)
空車質量	10.8t(先頭車) 10.0t(中間車)
定員	38人(先頭車) 46人(中間車)
車体	長さ7550mm×幅2480mm×高さ3240mm
軌間	案内軌条式(側方案内方式)
電気方式	剛体3線式(走行路側壁) 三相交流600V 50Hz
制御方式	コンバータ/インバータ制御
主電動機	三相誘導電動機 125kW
歯車比	6.83(41/6)
最高運転速度	60km/h(設計70km/h)
加速度	0.97m/s ² (3.5km/h/s)
減速度	0.97m/s ² (3.5km/h/s) 常用最大 1.25m/s ² (4.5km/h/s) 非常

3. 主回路システム

2000系と同様に、高性能化、保守の低減、高調波の低減を目的として、「コンバータ/インバータ(C/I)」方式を採用した。

制御方式は、1台の主制御装置で3台の誘導電動機を並列駆動する1C3Mとした。

主回路システムは、主制御装置(C/I装置)、遮断器箱、主電動機の機器で構成されている。

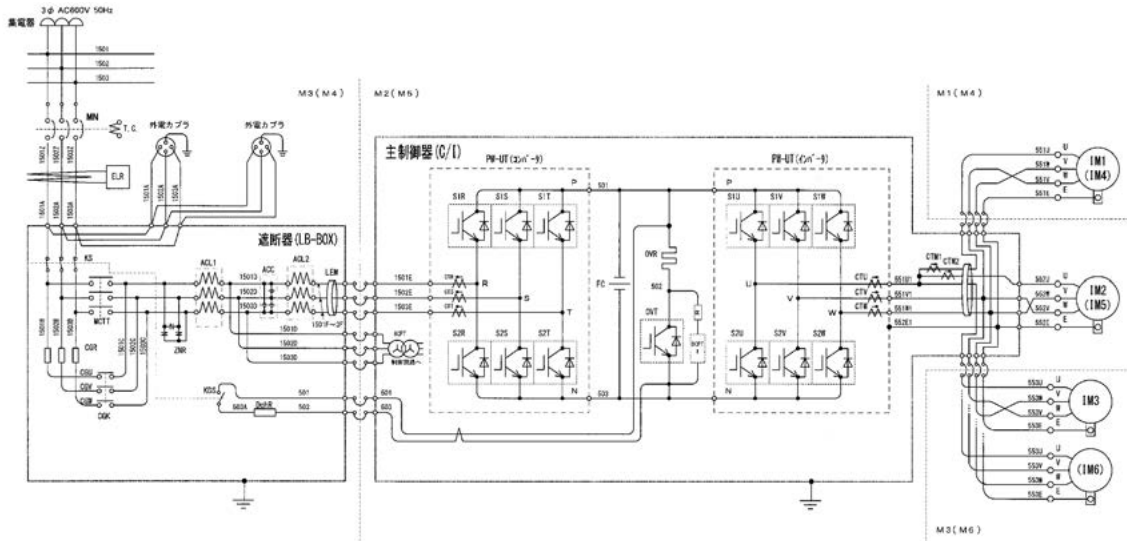
主回路接続図を図2に示す。

3.1 主制御装置(RG697-B-M)

主制御装置は、コンバータユニット(COV-UT)、インバータユニット(INV-UT)、直流フィルタコンデンサ(FC)、制御アンプ等から構成されている。

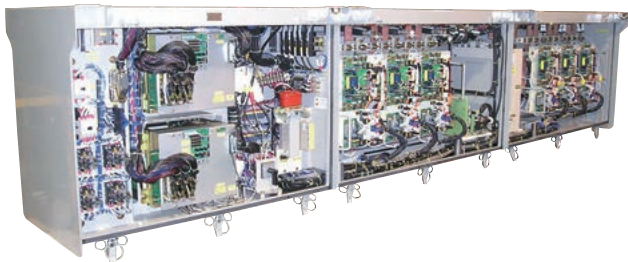
大容量のIGBTを使用したCOV-UTとINV-UTは同一のユニットを使用し標準化を、FCにはフィルムコンデンサを使用し長寿命化を図った。

制御アンプは、シーケンス制御部、ゲート制御、各種電源とインターフェイス回路を内蔵・一体化したユニットとして、機器構成を簡素化している。



■ 図2 主回路接続図
Fig.2 Power circuit diagram

主制御装置の外観を図3に示す。



■ 図3 主制御装置外観
Fig.3 Propulsion converter

3.2 コンバータユニット

125kW主電動機3台分の電力を制御する容量を有しており、IGBT素子の冷却は強制風冷方式としている。

コンバータ制御は正弦波PWM制御方式で、デジタル制御回路に最適な制御方式を採用し、安定した系を実現している。表2にコンバータ部の仕様を示す。

■ 表2 コンバータ仕様
Table2 Specification of converter

項目	仕様
主回路方式	IGBT電圧形2レベルPWMコンバータ
素子構成	1700V 1200A 1S1P6A
制御方式	定キャリア方式
キャリア周波数	1500Hz
入力	400 ~ 600V 三相50Hz
電圧歪率	5%以下
電源効率	95%以上
定格出力電圧	DC900V
素子冷却	強制風冷方式

3.3 インバータユニット

1台のインバータで3台の主電動機を一括制御している。ユニットはコンバータと同じユニットを使用して構成し、制御アンプもハード的には同一である。素子の冷却はコンバータと同様に強制風冷としている。

制御はベクトル制御とし、回転速度を演算により算出する速度センサレス制御を行い、応答性の高い、高精度の制御を行っている。またPWM制御は応答性と低速度域の低騒音化を目的に非同期モードのキャリア周波数を高く設定し、またパルスの切り換わりを非同期→9パルス→1パルスとすることにより、パルスモードの切り換わりの音色の変化を極力少なくした。

2000系と同様に定速度運転機能を採用した。新交通システムは走行抵抗が大きいために惰行で運転される状態は少なく、低トルクをかけた定速度運転を多用する。このような運転状態のとき、インバータは出力電圧を下げ鉄損、励磁分電流などを少なくする省エネルギー運転を行う。

表3にインバータ部の仕様を示す。

■ 表3 インバータ部仕様
Table3 Specification of inverter

項目	仕様
主回路方式	IGBT電圧形2レベルPWMインバータ
素子構成	1700V 1200A 1S1P6A
制御方式	速度センサレス瞬時値ベクトル制御方式
キャリア周波数	1050Hz (非同期モード)
定格入力電圧	DC900V
出力周波数	-7Hz ~ 200Hz
定格出力電圧	AC700V
定格出力電流	400A
素子冷却	強制風冷方式

3.4 遮断器箱(SA138-A-M)

主制御装置の主接触器，試験解放スイッチ，交流フィルタなどを収納した装置である。交流フィルタ部はコンバータの低歪制御により，またフィルタリアクトルは開放部分に配置し走行風による冷却を考慮し，小型，軽量の装置になっている。

表4に遮断器箱の仕様を，図4に外観を示す。

■ 表4 遮断器箱仕様

Table4 Specification of circuit breaker

項目	仕様
主接触器	定格電圧：600V 三相50Hz 定格電流：800A
試験解放スイッチ	定格電圧：600V 三相50Hz 定格電流：800A 直流フィルタコンデンサ放電接点付き
交流フィルタ	定格電圧：600V 三相50Hz 定格電流：330A連続 冷却：リアクトルは走行風自冷
抵抗器	直流フィルタコンデンサ充，放電抵抗



■ 図4 遮断器箱外観

Fig.4 Circuit breaker box

3.5 主電動機(TDK6450-B)

主電動機は，定格出力125kWの自己通風形の三相かご形誘導電動機で，車体装架され駆動軸を介して台車内の差動歯車を駆動している。すべての電動機には伝動側にばね圧による駐車ブレーキを備えている。

主電動機内に侵入した水や塵を，外枠下部に設けたダクトと冷却ファンの排圧を利用して外部に自動排出する構造としたこと，軸受構造にグリース給油方式を採用し分解せずに給油を可能にしたこと，誘導電動機であることなどで保守の大幅な軽減を図っている。

なお，誘導形速度発電機(SMG)，無電源Wパルスセンサ(PG)の取り付けの有無により3種類の種別が存在する。また，駐車ブレーキは全機種に取り付けられている。

今回から，メンテナンスの容易化を図るためストレナの形状を変更した。金網タイプを採用し，ワンタッチで取り外し可能な構造とした。

主電動機の仕様を表5に，外観を図5，図6に示す。

■ 表5 主電動機仕様

Table5 Specification of traction motor

項目	仕様
方式	三相かご形誘導電動機
駆動方式	車体装架直角カルダン駆動方式
通風方式	自己通風
定格	1時間
出力	125kW
電圧	700V
電流	133A
周波数	55Hz
極数	4
回転速度	1610min ⁻¹
すべり	2.4%
効率	91.5%
力率	85.0%
回転速度センサ	種別1：なし 種別2：誘導形速度発電機2台付 種別3：無電源パルスセンサ1台付



■ 図5 主電動機外観(種別2 駆動側)

Fig.5 Traction motor



■ 図6 主電動機外観(種別3 反駆動側)

Fig.6 Traction motor

4. 補助電源装置 (S4389-A-M)

補助電源装置は、架線電圧AC600Vから空調装置、運転室暖房器などの電源としてのAC200V、浮動充電のバッテリー、室内灯、および制御用の電源としてのDC100Vを供給する装置で編成に2台搭載されている。

AC200Vは、三相AC600Vをそのままトランスで降圧して出力している。

DC100Vはサイリスタ位相制御により定電圧化し、ATC装置など重要な装置の電源となるためバッテリーでバックアップし、通常はそのバッテリーの充電も行う。編成間は引き通され二重系の構成となっている。

補助電源装置の回路接続図を図7、外観を図8、主要諸元を表6に示す。

■ 表6 補助電源装置主要諸元
Table6 Specification of APS

項目	仕様	
入力	定格電圧	3φ AC550V
	電圧変動範囲	AC440 ~ 600V
	定格電流	10.9A
出力1	定格容量	5kW
	定格電圧	DC100V
	定格電流	50A
	制御方式	サイリスタ位相制御による定電圧制御
出力2	定格容量	25kVA
	定格電圧	三相200V
	定格電流	72A
トランス方式	乾式 自冷 F種絶縁	

5. 集電装置 (PT6502-A)

集電装置は中間電動台車の左右に各1台、編成中計8台が搭載される。

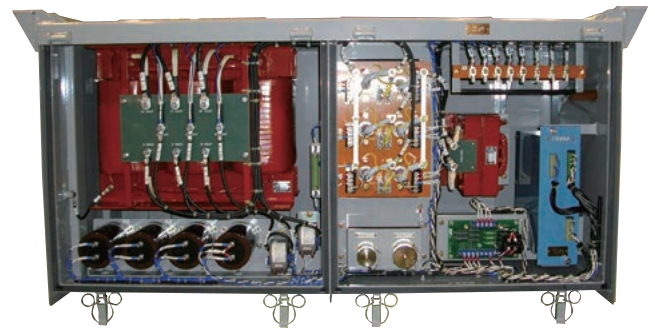
2000形車両に搭載されているPT66形集電装置に対しメンテナンス性と組立作業性の向上を図っている。

枠組は組立時の調整作業が少ない構造としており、従来型に比べメンテナンス性が大幅に改善されている。

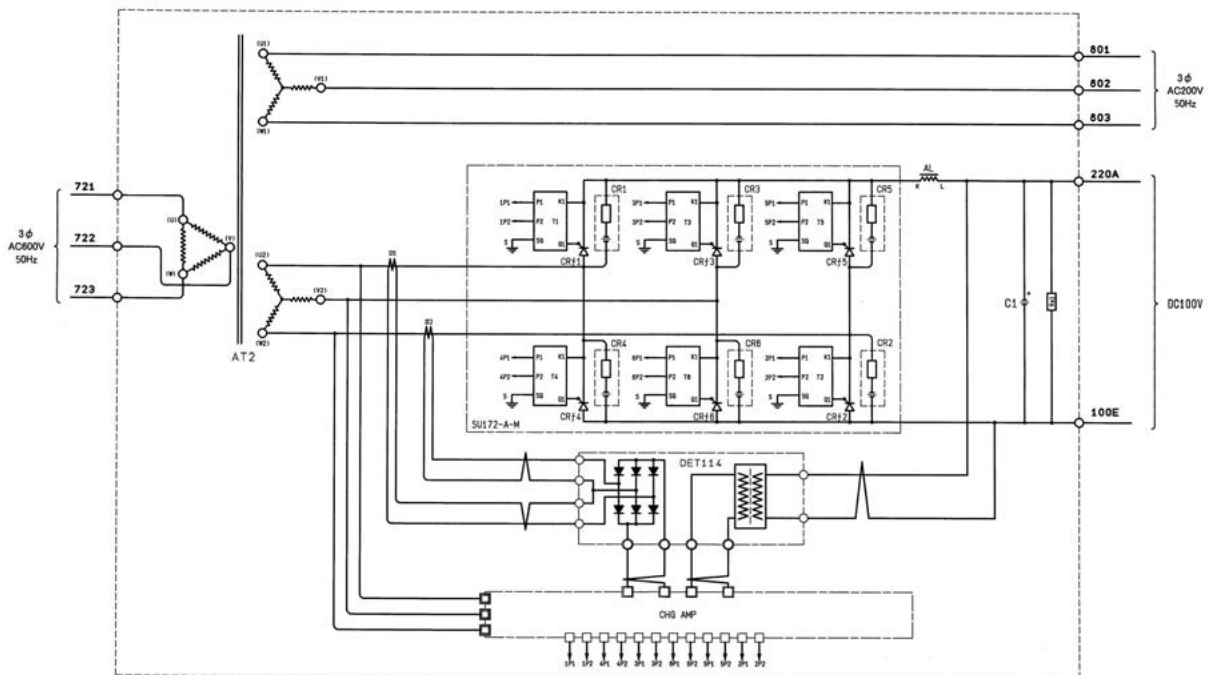
また、押付力の発生方法を見直したことにより、押付力の調整作業が容易となっている。

台枠には樹脂積層板を採用し、従来使用していたGFRPから絶縁性能の向上を図っている。

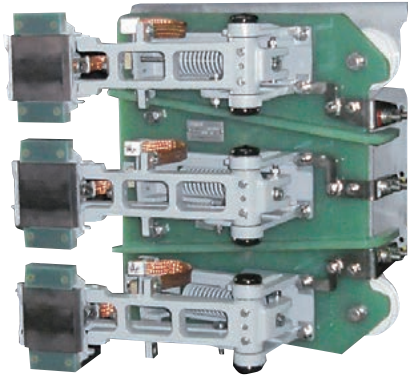
集電装置の外観を図9に示す。



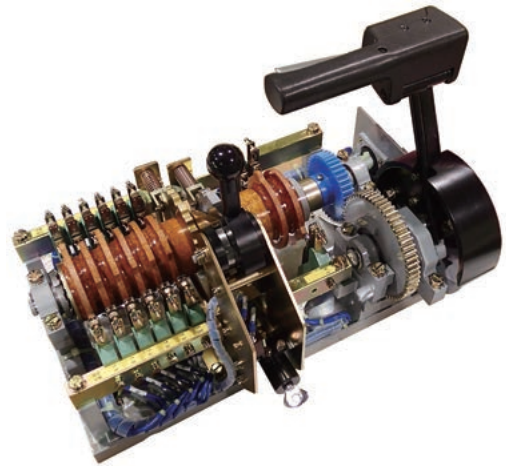
■ 図8 補助電源装置外観
Fig.8 Auxiliary power supply



■ 図7 補助電源装置回路接続図
Fig.7 Circuit diagram of APU



■ 図9 集電装置外観
Fig.9 Pantograph



■ 図10 主幹制御器外観
Fig.10 Master controller

6. 主幹制御器 (ES9233-A-M)

主幹制御器は、力行3段・切位置1段・常用ブレーキ5段・非常ブレーキ1段の小型・軽量のワンハンドル形で、デッドマン機構を有している。

今回、運転台のデザイン変更に伴い、逆L形の握り部を右手から左手握りタイプに変更した。握り部はどのノッチ位置でもリンク機構により手と平行を保つため、手首に無理が掛からず、ごく自然な手首の動きを実現している。

運転操作卓内に収納されるので、主幹制御器本体のカバーは省略している。

主幹制御器の外観を図10に示す。

7. むすび

以上、2020系車両用に納入した電機品の概要について紹介した。本システムを搭載した2020系新型車両は平成27年11月より第1編成が営業運転を開始し、現在は3編成が活躍している。

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埼玉新都市交通株式会社、ご協力いただいた関係メーカ各位に厚く御礼申し上げます。