

名古屋鉄道(株) EL120形直流電気機関車

EL120 DC Electric Locomotive for Nagoya Railroad Co., Ltd.

山田 真広

■ YAMADA Masahiro

名古屋鉄道(株)では、東芝が1943年に設計、製造したデキ600形直流電気機関車4両を含めた6両を使用して、主にバラスト散布やレール運搬などの保線作業や電車回送を行っている。既存の電気機関車は製造後70年以上経過し老朽化していることから、当社はその置換えとして2014年度にEL120形を2両製造し、2015年1月に納入した。本線での試運転後、2015年5月から運用を開始した。

In the railway system of Nagoya Railroad Co., Ltd. (known as Meitetsu), six electric locomotives, including four DEKI600 DC electric locomotives that were designed and manufactured by Toshiba in 1943, have been used for more than 70 years for track maintenance operations such as ballast sprinkling, rail transportation, and so on, as well as for the transfer of rolling stock.

To replace these aging electric locomotives, Toshiba developed the EL120 DC electric locomotive and delivered two locomotives to Meitetsu in FY2014. The EL120 was put into service in May 2015 after completing test runs.

1 まえがき

名古屋鉄道(株)では、瀬戸線を除く全線のバラスト散布やレール運搬などの保線作業や電車回送を、電気機関車で行っている。その中で、デキ600形は1943年製造の軸重10tの4軸センターキャブ方式の凸型直流電気機関車で、運用には重連運転をしている。このデキ600形を含めた既存の電気機関車6両は経年により老朽化していることから、東芝はその置換えとしてEL120形を開発し納入した。開発したEL120形は2014年度に2両を製造し、本線での試運転を終えた2015年5月から運用を開始した(図1)。

ここでは、EL120形直流電気機関車の概要と主要機器について述べる。

2 車両の概要

開発したEL120形は、既存のデキ600形の設計思想を継承した4軸の直流電気機関車である。車両の主要諸元を表1に示す。車体長(連結面間距離)はデキ600形の11,050mmに対して12,000mmと少し長い。運転整備質量は同一とし、電気機関車としての性能は1時間定格出力760kWとした。

運用は、主に単機での走行と貨車などの負荷車を牽引(けんいん)する走行とに大別されるが、それぞれの走行において最大牽引力を切り換える車両性能切換え機能を搭載した。また運用パターンには、電気機関車単機での運用、2両の電気機関車を連結した重連運用、及び2両の電気機関車の間に負荷車を連結したブッシュプル運用の三つがあり、それらは運転



図1. EL120形直流電気機関車(重連時) — 2両のEL120形を連結した、重連運転走行中の写真である。

Double-headed EL120

台に設けた前後切換器での車両位置設定により、それぞれの制御を変更可能にしている。

3 車体及び機器配置

車両の主要寸法と機器配置を図2に示す。車体は本線での100km/h走行を考慮して、箱型両運転台車体とした。車体の外板は一般鋼板を使用し、車体の色はスカーレットレッドを採用した。車体側面には吸気用ルーバ、屋根には換気用ルーバと換気ファンを搭載することで、機械室内の温度を極力機械室外の温度と同程度に保てるように機器を冷却している。

機器を搭載する機械室は1室で構成し、機器を中央に配置することで機械室内の両側を通路とした。運転室後方の3か所を貫通扉とすることで、機械室へのアクセス性にも配慮し

た。また、機器のユニット引出しスペースを通路に充て、車両制御装置のパワーユニットは車体側面のルーフを取り外して車

外に引き出すことで、メンテナンス性を確保した。

機器の艤装（ぎそう）は、機械室内に取付け枠を設けることで、通勤電車で実績のある床下つり方式を継承した。

床下には、電動空気圧縮機や、ブレーキ作用装置、ATS（Automatic Train Stop）装置用車上子などを配置した。

表1. EL120形の主要諸元
Main specifications of EL120

項目	仕様	
電気方式	DC 1,500 V	
軸配置*	Bo-Bo	
運転整備質量	40 t (軸重10 t)	
最高速度	100 km/h	
主要寸法	連結面間	12,000 mm
	車体幅	2,731 mm
	車体高さ	4,095 mm (パンタグラフ折り畳み時)
性能	出力	760 kW (1時間定格)
	最大牽引力	8,000 kgf
台車	形式	FS571MB形
	軸箱支持方式	モノリンク式
	車体支持方式	ダイレクトマウント式
	引張力伝達方式	ボルスタアンカ式
	歯数比	6.53 (98/15)
	固定軸距	2,100 mm
制御方式	力行	三相電圧形PWMインバータ
	ブレーキ	電気指令式空気ブレーキ (回生ブレーキ併用)
主電動機	形式	SEA-435形×8台
	方式	三相かご形誘導電動機
	出力	190 kW (1時間定格)
パンタグラフ	シングルアーム式	
保安装置、無線装置	M式ATS	

DC：直流 PWM：パルス幅変調

* 機関車の動軸（主電動機が付いている車軸）の配置。A、B、Cは動軸の配置を表し、Aは1軸、Bは2軸、Cは3軸である。Bo-Boは、動軸が2軸ずつある台車を2台持つ機関車を表す

4 運転室

運転室は操作性を考慮して、運転席右手の袖机に灯類のスイッチ、運転席左手に無線装置関連をそれぞれ配置し、運転士が操作しない電源の元スイッチなどは運転室後方にユニット化して設置した。折り畳み椅子を2か所に設け、必要な場合にだけ使用し通常時は折り畳むことで、運用性を向上させた。

主幹制御器には右手操作のワンハンドル マスタコントローラを採用し、通勤電車との操作性の統一を図った。

正面窓には、曇り止めのための熱線ヒータを備えた平面熱処理強化ガラスを採用し、ワイパ装置を搭載した。また側面窓には、平面強化ガラス製ユニット式の引き窓を採用した。

5 主要機器

5.1 車両制御装置（主回路及び補助回路）

図3に示した車両制御装置の駆動用インバータ装置は、IGBT（絶縁ゲートバイポーラトランジスタ）素子を使用した三相電圧型PWM（パルス幅変調）インバータとした。

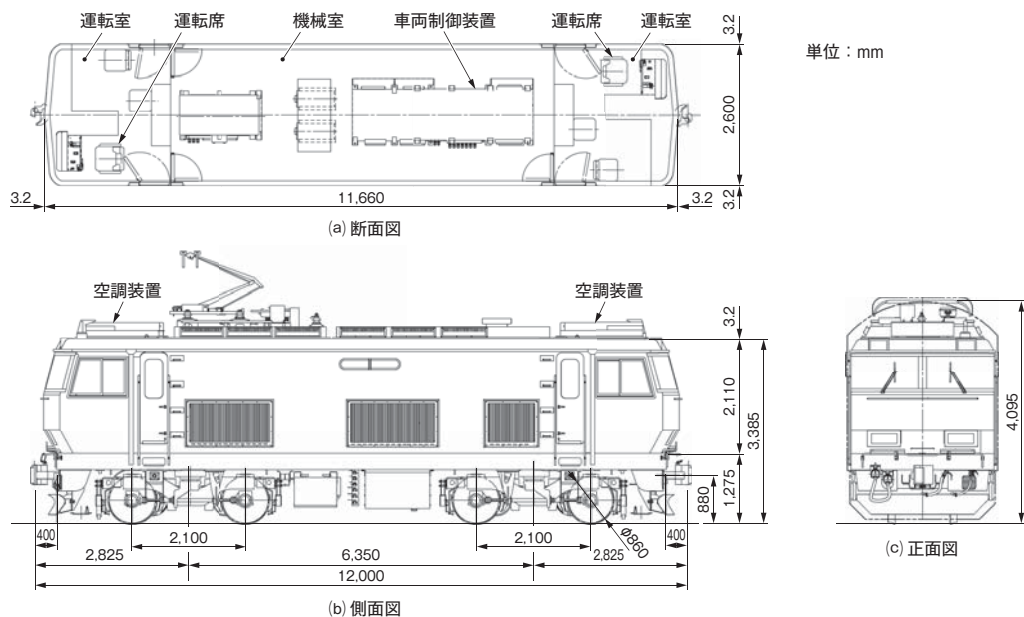


図2. EL120形の主要寸法と機器配置 — EL120形の断面図、側面図、及び正面図で、進行方向の前後に運転室、中央に機械室がある。
Main dimensions and equipment layout of EL120

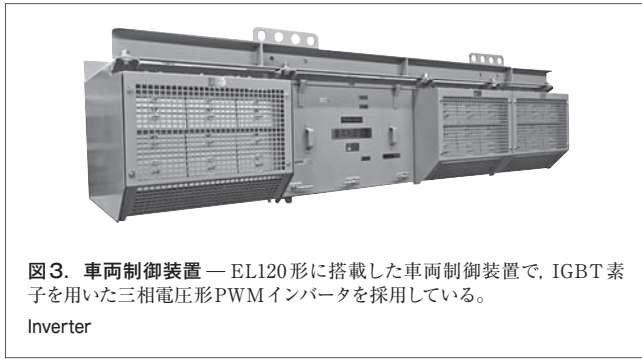


図3. 車両制御装置 — EL120形に搭載した車両制御装置で、IGBT素子を用いた三相電圧形PWMインバータを採用している。
Inverter

すべり周波数型ベクトル制御を採用して主電動機トルクの制御応答性を高めている他、1C2M (1インバータ2モータ) 制御方式とした。電気ブレーキには回生ブレーキを併用した。

EL120形は、夜間のバラスト散布を主な使用目的としているため、架線電圧により回生量を絞る軽負荷回生機能を持つ他、バラスト散布時は5 km/h程度の低速一定運転を行うため低速制御を採用した。また、負荷車を牽引する際は重連運用を基本とするため、重連総括制御を採用し、電気連結器を編成全体にわたって接続した場合は、本務機側の機関車 (以下、本務機側と略記) での力行指令により補機側の機関車 (以下、補機側と略記) でも同じ制御を行うようにした。

補助電源用インバータは、駆動用と同じ三相電圧型PWMインバータとした。万一の補助電源インバータ故障発生時においても、表示灯類の電源が確保できるようにデュアルモード方式を採用し、運転室に設けたスイッチを操作することで、駆動用インバータ1台を補助電源用インバータに切り換えて使用する構成とした。

補助回路の出力は三相AC (交流) 220 V、単相AC 100 V、及びDC (直流) 100 Vであり、電動空気圧縮機や、空調装置、灯装置などへ電源を供給している。

5.2 主電動機

主電動機は、1時間定格190 kWの三相かご形誘導電動機を採用した (図4)。各主電動機は速度センサを備え、車両制御装置及びブレーキ装置の制御に使用している。

また、主電動機は全密閉形とし塵埃 (じんあい) などによる



図4. 主電動機 — EL120形に搭載した、全密閉形の主電動機である。
Traction motor

内部汚損に配慮した。冷却は回転子の両端に装備した冷却仕切り円盤により主電動機内外の熱交換を行うとともに、最小限のファン機能により外気を固定子外周に配置したダクトに通風し、鉄心背面をより効率的に冷却できるようにした。

5.3 換気ファン

機械室内の空気を換気するために、機械室の屋根にファン1台を設置した。風量130 m³/min、回転速度1,680 min⁻¹のファンで、特に夏季高温時の換気に使用する。

5.4 蓄電池

蓄電池は、出力電圧DC 100 V、容量30 Ahの焼結型アルカリ蓄電池を搭載しており、駆動・ブレーキ制御回路に電源を供給する。

5.5 ブレーキ装置

ブレーキ装置は、主幹制御器からのブレーキ指令を受信して車両制御装置との電空演算^(注1)制御や空制補足^(注2)を行うブレーキ受信装置、電空変換弁や調整弁を搭載したブレーキ作用装置、留置ブレーキのための留置ブレーキ装置、及び滑走制御指令により滑走制御を行う滑走防止弁装置の四つから成る。ブレーキ受信装置は、同一ユニットを2台搭載して冗長性の向上を図った。

常用ブレーキは、主幹制御器から車両制御装置とブレーキ受信装置のブレーキ指令に基づいて、ブレーキ作用装置により必要な電気ブレーキ又は空気ブレーキが作用する。重連総括制御の対象としており、電気連結器が接続された編成の場合は、本務機側でのブレーキ指令で補機側でも同様のブレーキが作用する。一方、電気連結器が接続されていない編成においては、本務機側からのBP (ブレーキ管) 圧力指令を補機側のブレーキ作用装置で検知し、ブレーキ受信装置とブレーキ作用装置を経由してBP圧力指令に基づいたBC (ブレーキシリンダ) 圧力がブレーキとして作用する。

非常ブレーキは、ブレーキ作用装置内に搭載した常時励磁方式のBC非常電磁弁が消磁されることで作用する。2章で述べた各運用パターンにおける車両の位置を設定する前後切換器の設定が正しくない場合でも、非常ブレーキが作用する回路として、安全性を高めている。

5.6 電動空気圧縮機

電動空気圧縮機は、スクロール回転式圧縮機及び中空糸膜式除湿装置を採用し、アフタークーラなどとともにユニット化して床下に搭載した (図5)。通勤電車採用実績のある電動空気圧縮機であり、機器の共通化も図った。

5.7 運転台計器

速度計や各種圧力計とともに、電気機関車の状態表示と故障表示を行う角型LED (発光ダイオード) 表示灯を運転台の

(注1) 電気ブレーキの力と空気ブレーキの力を調整すること。

(注2) 必要なブレーキ力に対し、電気ブレーキだけでは不足する分を空気ブレーキで補完すること。

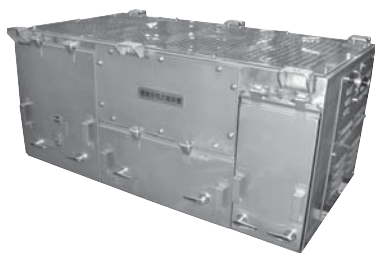


図5. 電動空気圧縮機 — EL120形の電動空気圧縮機で、ユニット化して床下に搭載した。
Electric air compressor

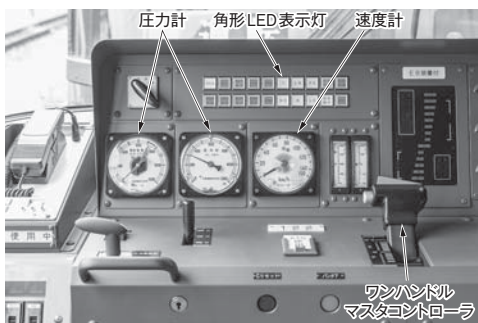


図6. 運転台計器 — EL120形に搭載した運転台計器は、操作性及び視認性ともに通勤電車との共通化を図っている。
Cab indicator display unit

計器盤に設けた(図6)。電気連結器を接続した重連運用の場合、補機側の故障の有無も本務機側で識別できるように回路を構成した。またノッチ表示器などについては、通勤電車で採用されている装置をベースに操作性及び視認性ともに共通化を図った。

5.8 空調装置及び暖房装置

4,000 kcal/hの冷房能力を持つ空調装置(図7)を、各運転室の屋根上に1台ずつ搭載した。電源は三相AC 220 Vであり、冷媒はオゾン層を破壊しないR-407Cを使用している。また、各運転室内の1か所に700 W、2か所に200 Wのシーズ線ヒータを搭載し、運転室内に設けた切換スイッチで暖房に切り換えられる。

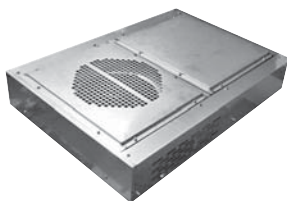


図7. 空調装置 — EL120形に搭載した空調装置は、4,000 kcal/hの冷房能力を持っている。
Air conditioner

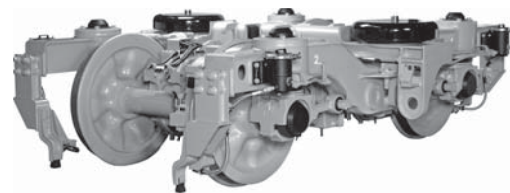


図8. 台車 — EL120形に搭載した、ボルスタ付き台車である。
Bogie with bolsters

5.9 台車

台車は、通勤電車で採用実績のある台車をベースに、運転最高速度100 km/h仕様のボルスタ付き台車とした(図8)。軸箱支持装置は、両端にゴムブッシュを組み込んだリンクと、軸ばね内にゴムを取り付けたモノリンク式とした。輪軸組立ては、電車に合わせた860 mmのB種波打車輪を使用し、密封式円筒ころ軸受を使用した。台車枠は一体溶接構造とし、側ばりと横ばりともに鋼板を使用した。車体支持装置はボルスタ付きダイレクトマウント式とし、枕ばねには空気ばねを使用して直接車体に取り付け、2点で支持する方式とした。牽引装置は、両端にゴムを組み込んだボルスタアンカにより上下・左右方向の動きを許容し、前後方向の駆動力と制動力を伝達できる構造とした。

全車輪に踏面片押しユニットブレーキを搭載し、全軸位にセラジェット、更に両先頭側にだけ排障器を搭載した。また主電動機は、台車装荷方式とした。

6 あとがき

EL120形電気機関車の受注にあたっては、約30年間にわたる当社の機関車事業実績と、通勤電車との機器共通化が評価されたものと考えられる。

老朽化が進んだ保線作業用電気機関車は国内に多く存在することから、今後も日本貨物鉄道(株)に納入実績のある主力のEH800形電気機関車に加え、EL120形のような40～50tクラスの電気機関車もラインアップに加えて国内に広く展開していく。

謝 辞

EL120形の開発にあたり多大なご指導とご協力をいただいた名古屋鉄道(株)の関係各位に、深く感謝の意を表します。



山田 真広 YAMADA Masahiro

インフラシステムソリューション社 鉄道システム事業部 車両システム技術部。車両システムのエンジニアリング業務に従事。
Railway Systems Div.