

# 東部丘陵線（リニモ）車両用電気品

## Electrical Equipment for “Linimo” Vehicle

Tobu Kyuryo Line(called “Linimo”) is now under construction at eastern hillside in Nagoya city, by Aichi Rapid Transit Co.,Ltd, for the opening schedule in March of 2005. This line has the route of 8.9km that connects nine stations in all, and it is constructed by HSST technology that is the normal conducting Maglev system driven by Linear Induction Motors. This line will be the first commercial line of urban MAGLEV transport system in the world, though Shanghai Transrapid system has already started its operation as inter-city Maglev transport.

The development of HSST was started by Japan Airlines in around 1974, and has been transferred to Chubu HSST Development co. Ltd. Toyo Denki Seizo K.K. has been cooperating in development and manufacturing the electrical equipments on HSST vehicles since 1987, and has supplied various electrical equipment to the Linimo vehicle, such as Linear Induction Motor, traction VVVF Inverter, brake controller, auxiliary power unit, power collector, etc.

This paper briefly introduces these our products on Linimo vehicle.

畠山 卓也      草野 研作      土嶺 好生      花岡 幸司      村井宗信  
Takuya Hatakeyama    Kensaku Kusano    Yosio Tuchimine    Kouji Hanaoka    Munenobu Murai

### 1. まえがき

愛知県東部に建設中の東部丘陵線(愛称:リニモ/Linimo)は、名古屋市交通局藤ヶ丘駅及び愛知環状鉄道八草駅間を含め全9駅/約8.9kmを複線・高架(一部地下)で結ぶ路線であり、「都市内交通型」磁気浮上式リニアモーターカーとしては世界初の営業路線となる予定である。この路線には、1974年前後に日本航空㈱により開発が始められ、現在は中部HSST開発㈱が引き続き開発を進めているHSST方式と呼ばれる常電導磁気浮上型リニア推進方式が採用されている。

当社は1987年からHSST車載電装品の開発・製造を担当しており、今般、愛知高速交通㈱を中心に建設が進められ、2005年3月開業予定のリニモの車両についても、車載電装品を納入したので、その製品の概要を紹介する。

### 2. リニモ車両諸元

リニモ車両の編成は、先頭車(Mc1, Mc2)及び中間車(M車)の3両固定編成で、編成長は43.3m、編成定員は244人(座席104人)である。基本となる車両は、95年に完成し、中部HSST開発㈱大江実験線にて各種の試験走行を終了したHSST-100L型車両であるが、3両固定編成とするために車載電気システムの一部が変更されている。

車両の基本となる浮上及び推進は、HSSTシステム特有の

モジュール方式によるが、これは、鉄道車両の台車に相当するものであり、リニアモーター次側や浮上用電磁石及び油圧ブレーキなどを組み込み、ユニット化したものである。左右2台のモジュールは連結されて可とう式台車を構成している。

図1にリニモ車両の外観を示す。



図1 リニモ車両外観  
Fig.1 Picture of Linimo vehicle

リニモ車両には、長さ2.5mの浮上台車が1両当り5台装備され、1編成当りのモジュール数としては合計30モジュールとなるが、これらにより表1に示す走行性能を得ている。

編成全体の電気システムは、集電器正負2セットを各々両先頭車に装備し、合計8台により集電したDC1500V電力を、引き通し線により中間車に設置した遮断器及びフィルタリアクトルと両先頭車に設置した補助電源装置（PSU）へ給電する構成としている。なお、推進用VVVFインバータ装置は各車両に1台、補助電源装置（PSU）は1編成に2台、蓄電池も1編成について2組装備されている。(1)、(2)

表1 リニモ車両諸元

Table 1 Features of Linimo vehicle

編成	3両固定編成 (Mc1-M-Mc2)
旅客定員	244人 (座席数100+4)
編成長	43.3m
最高速度	100km/h
加速度	最大：4.0km/h/s
減速度	常用最大：4.0km/h/s 非常：4.5km/h/s
浮上案内方式	常電導吸引式 浮上案内兼用型
浮上ギャップ	8mm
推進方式	リニアインダクションモータによる非粘着駆動方式
制動方式	電気ブレーキ優先による電油協調ブレーキ
浮上台車数	1両5台 (10モジュール)
電気方式	DC1500V
運転方式	ATOによる自動運転

### 3. リニモ車両車載電装品

#### 3.1 補助電源システム

リニモ車両の補助電源システムは、補助電源装置及び蓄電池などにより構成され PSU (Power Supply Unit) と称している。

PSU は、車両の浮上装置に電源を供給するとともに、空調装置、照明装置、各種制御装置などに必要な電源を供給する。PSU 全体は、起動装置、H-INV (高圧側変換器)、L-INV (低圧側変換器) の3箱で構成しており、H-INV 装置は、IGBT 素子による3レベル DC-DC コンバータであり、DC1500V を矩形波交流へ変換し、変圧器で降圧後に整流して DC275V を出力する方式である。PSU の出力を表2に示す。

DC275V を入力とする L-INV 装置は、1石降圧チョップパ式の DC-DC コンバータにより DC100V を、量産型 PWM インバータ

(VF64シリーズと称す) の単相出力により AC100V を出力し、車両内に供給している。

DC275V 電源は、車両電源の中心的な電圧であり、重要負荷が接続されていることから、この出力は車両間を引き通され、さらに、停電時のバックアップのために蓄電池が接続されている。したがって、H-INV 1台故障時や停電時においても重要負荷に対して最小限の電力を供給できるシステムとなっている。また、PSU 1台の DC275V 出力は100kW30分の過負荷定格を持つが、これは、編成中の H-INV が1台故障した時にも車両基地まで運転可能なよう設定された仕様である。

表2 PSU 装置出力表

Table 2 Output table of PSU equipment

出力	直 流	単相交流	直 流
定格電圧	DC275V	AC100V	DC100V
連続定格	85kW	2.6kVA	8.7kW
過負荷定格	30分100kW	サ-マル特性	-
電圧精度	±5%	±10%	±5%



図2 PSU H-INV 装置外観

Fig.2 Picture of H-INV box of PSU

#### 3.2 推進制動システム

推進制動システムは、高速度遮断器、フィルタリアクトル、VVVF インバータ装置、ブレーキ制御装置、リニアモータ等の機器で構成されている。高速度遮断器は、いわゆるデアイオングリッド方式のアーケスタイプであり、軽量化のため3両1編成に対して1台とすべく新規開発して大容量化したものである。主回路接続を図3に示すとともに、以下に VVVF インバータ装置、リニアモータ等について簡単に紹介する。

##### 3.2.1 VVVF インバータ装置

VVVF インバータは、高耐圧 IGBT 素子を使用した、2レベル電圧型インバータである。100L 車両では3レベル方式を一部に採用したが、リニモ車両では素子数低減による信頼性の向上と騒音などのメリット・デメリットを再評価し、2レベル方式を採用することとした。各車両に1台設置され、10台のリニアモータを5S2P接続して制御している。VVVF インバータ装置の仕様を表3、装置外観を図4に示す。

インバータの力行制御は、LIM から発生する垂直力が浮上制御に与える影響を最小限にするため、すべり周波数を一定

として電圧を制御することによってLIM電流を必要推力に対応した値に制御する方式である。電気ブレーキ時にもこの制御方式が適用され、高速域では回生ブレーキとなるが、すべり周波数以下の車両速度領域では自動的に逆相ブレーキになる。

非常ブレーキ等の指令を除き、インバータへの指令は車両情報制御装置を介して行われる。力行及びブレーキのステップ数は、自動運転では力行ブレーキとも31ステップであり、手動運転では力行3ノッチ及びブレーキ4ノッチに設定している。さらに、救援運転のための高推力モードがあり、この時インバータは最大電流を出力する。

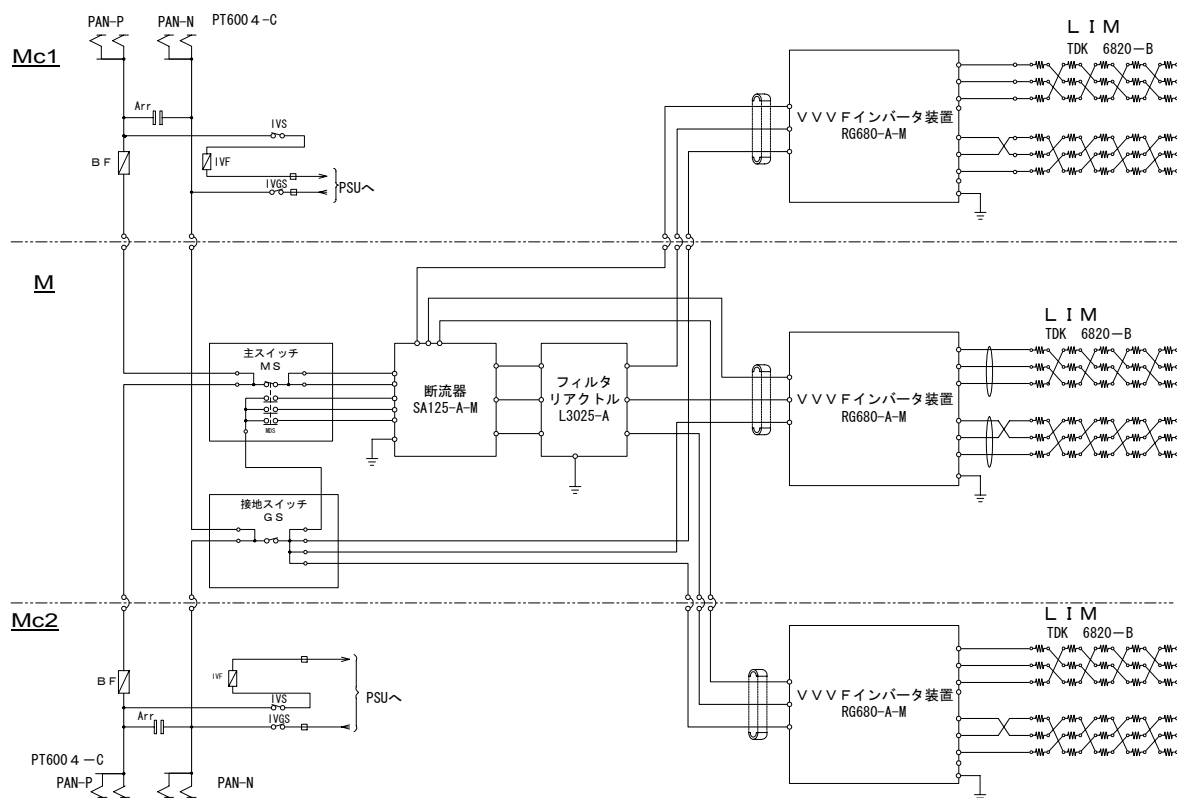


図3 主回路接続

Fig.3 Traction power circuit schematics

表3 VVVFインバータ装置主要仕様

Table 3 Characteristics of VVVF inverter

定格入力電圧	DC1500V
VVVF制御方式	PWM制御(非同期・パルスモード切替)
出力電圧	AC1130V(フィルタ電圧1450V時)
出力電流(最大)	380A×2バンク/1インバータ
出力容量	1487kVA/1インバータ
出力周波数	0-90Hz
すべり周波数	13.69Hz一定

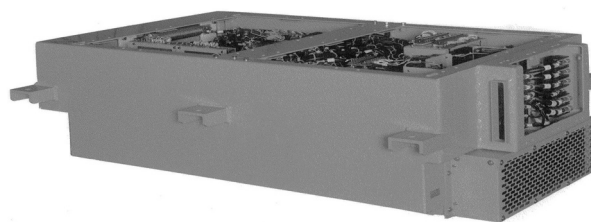


図4 VVVFインバータ装置外観

Fig.4 Picture of VVVF inverter box

### 3.2.2 ブレーキ制御装置

ブレーキ制御装置は、ブレーキ受量器部と油圧ブレーキ制御部等により構成されている。

ブレーキ受量器部は、車両情報制御装置からノッチ指令などの制御情報を受け、応荷重信号をもとに必要なブレーキ力を演算し、電気ブレーキ優先油圧協調方式によりブレーキ制御を行っている。油圧ブレーキ制御部は、油圧電磁弁や油圧制御弁を制御するとともに、油圧センサからの入力を受け、異常時には警報送出や非常ブレーキ動作を行う。

HSST では、電油協調ブレーキ方式による制動を行っているが、停止制御において、できるだけ電気ブレーキ領域を拡大することが望まれている。大江実験線における先行車両のシステム調整結果では、通常運転での制動停止パターンでは、ほぼ、電気ブレーキのみによって停止することが可能であった。この成果を反映し、本線における営業運転においても、機械式油圧ブレーキのシュー磨耗量の低減を期待している。

### 3.2.3 リニアモータ

リニアモータは車上一次リニアインダクション方式であり、モータの仕様は100L型車両に搭載したものと同一である。ただし、従来のモータ鉄心部が長手方向に複数枚の鋼板を結合して構成していたことに対し、今回は、長手方向を1枚の鋼板で構成することに成功した。この鋼板を横方向に積み上げる形でモータ鉄心を構成しているが、長手方向1枚化によってその剛性が上がり、鉄心に起因する特定の振動モードがほぼ解消した。すなわち、このことにより、車両浮上システムの浮上安定範囲が、従来に比べ広がったことになる。

リニアモータ一次側写真を図5、仕様を表4に示す。



図5 リニアモータ 一次側外観  
Fig.5 Picture of LIM primary side

表4 リニアモータ仕様

Table 4 Characteristics of LIM

一次側寸法	1800×571×83mm
一次側重量	173kg
相数・極数	3相・8極
極ピッチ	202.5mm
空隙長	13.5mm（機械的空隙）
冷却方式	自冷
1時間定格電流	222A
絶縁種別	H種
リアクションプレート	幅220mm×厚さ4mm

### 4. 集電装置

メタライズドカーボンをすり板とする集電装置は、大江実験線における長期走行試験において良好な性能を発揮したことから、大きな変更を加えず、今回のリニモ車両に採用された。ただし、従来は溶接加工等で製作した部材の多くを型材に変更しており、これは、結果的に集電装置の軽量化に結びついた。

### 5. むすび

東部丘陵線“リニモ”は、都市内交通型リニアモーターカーとして、世界的にも大きな注目を浴びて開業運転に入るものと思われる。HSSTシステムが、その優れた登坂能力や対環境性及び整備性を十分にアピールし、今後、世界各地へ展開することを期待している。

また、当社の技術が、夢の乗り物、未来の乗り物と呼ばれたHSSTの実用化に、いささかの貢献をなし得たのであれば幸いであり、これまでご指導、ご協力頂いた関係各位に厚く御礼を申し上げる次第である。

### 参考文献

- (1) 日比 修：「愛知高速交通 東部丘陵線と100形車両の概要」 R&M 2003年4月号, PP. 4-12
- (2) 手嶋, 田中：「愛知高速交通 HSST100形車両「Linimo」車両技術227号 2004年3月 PP. 86-97
- (3) 大沢, 村井：「HSST-100L リニアモーターカー車載電気品」 東洋電機技報第93号 1995年11月 PP. 21-27

---

## 執筆者略歴



**畠山卓也**

1985年入社。  
現在、横浜製作所交通  
設計グループにて走行  
システム設計に従事。



**草野研作**

1993年入社。  
現在、横浜製作所制御  
器設計グループにて、  
走行システム設計に従  
事。



**土嶺好生**

1994年入社。  
現在、横浜製作所制御  
器設計グループにて鉄  
道車両用電源システム  
設計に従事。



**花岡幸司**

1993年入社。鉄道工場  
設計部にて鉄道車両用  
主電動機の設計開発業  
務に従事。現在、横浜  
製作所電動機設計グル  
ープにて鉄道車両用主  
電動機の開発設計に従  
事。



**村井宗信**

2001年入社  
現在、営業本部付横浜  
製作所駐在としてHSST  
関連技術業務に従事、  
中部HSST開発棟兼務。  
電気学会会員。