

# 都市モノレール小倉線モノレールカー

## Urban Type Monorail Cars for Kokura Line

都市交通の新しい手段として、モノレール方式による新線建設が具体化されている。現在北九州市で、都市モノレール小倉線（小倉～志井車庫間建設キロ数8.7km）の建設が進められており、うち1.1kmを昭和56年3月試験運転線として、先行製作の1編成（4両固定編成）による試験運転が開始された。

この小倉線モノレールカーは、通勤輸送を目的としており、輸送力を増大するため車両の大形化、省エネルギーと運転性能向上のためチョッパ制御と自動運転方式が採用されている。更に、乗客サービスの向上のための空調設備など新機能が導入され、都市交通にマッチした新形車両となっている。現在先行製作車両による各種試験と乗員訓練が行なわれており、全線開業へ向かって、量産車の製作の計画が進められている。

岡田恭一\* *Yasuichi Okada*  
 譲原荘次\*\* *Shōji Yuzurihara*  
 佐藤賢一\*\*\* *Ken'ichi Satō*  
 小沢 勉\*\*\*\* *Tsutomu Ozawa*  
 辻本静夫\*\*\*\*\* *Shizuo Tsujimoto*

### 1 緒 言

都市モノレール小倉線の建設が、北九州市で進められており、全線開業に先立ち、志井～志井車庫前間1.1km区間で試験運転が開始された。小倉線モノレールカーは、新しい都市交通機関として、従来のモノレールカーの実績を生かし、最新の技術を導入した車両で、本格的な通勤輸送を目的として運用される。

現在、先行製作の1編成4両〔Mc<sub>1</sub>（制御電動車）-M<sub>2</sub>（中間電動車）-M<sub>1</sub>（中間電動車）-Mc<sub>2</sub>（制御電動車）〕が完成し、試験運転に入った。このモノレールカーは、乗客サービスの向上、省エネルギー化及び自動化の導入など、新たな性能、機能を備えており、これらの特徴を主に以下に記述する。

### 2 路線概要と車両諸元

都市モノレール小倉線は、北九州市の中心である小倉北区と小倉南区のベッドタウンを結ぶ全長8.4kmの営業路線<sup>1)</sup>で、開業時には、1日に8万5,000人程度の輸送量が見込まれている。

この路線の軌道は、市街地の地形、他の交通機関との交差のため、最大勾配40‰、最小曲線半径80m（本線）であり、ゴムタイヤ式交通方式の特長を生かして建設されている。また軌道の許容軸重は、輸送力の増大、チョッパ制御機器、空

表1 小倉線モノレールカーの主仕様表 4両固定編成、アルミ車体として軽量化が図られている。

項 目	主 要 諸 元	
形 式	跨座形モノレール(大形)	
車 種	2軸ボギー電動客車	
編 成	4両固定編成(2両1ユニット)	
定 員	Mc車 114人, M車 125人	
電 気 方 式	直流 1,500V	
軌 道 寸 法	幅 850mm, 高さ 1,500mm	
荷 重	軸重(最大) 11t	
性 能	直線加速度 3.5km/(h·s)	
	減速度	常用最大 4.0km/(h·s) 非 常 4.5km/(h·s)
	平衡速度	約80km/h(定員, 平坦線)
最 急 勾 配	60/1,000	
最 小 曲 線 半 径	50m(軌道桁中心)	
主 電 動 機	直流直巻電動機 1編成当たり75kW×16個	
制 御 装 置	主回路チョッパ制御方式	
ブ レ ー キ 装 置	電力回生ブレーキ(空気ブレーキ補足)	
信 号 保 安	連続列車検知式, 車内信号現示自動列車制御方式	
通 信 設 備	列車無線(非常発報及び発報信号付)	
運 転 方 式	自動列車運転方式	
低 圧 電 源	65kVA電動発電機 1編成当たり2台	
集 電 装 置	軌道桁側面電車線摺動パンタグラフ方式	
空 調 装 置	冷暖房共用ヒートポンプ方式	
非 常 脱 出 具	「スローダン」 1両当たり1組み	

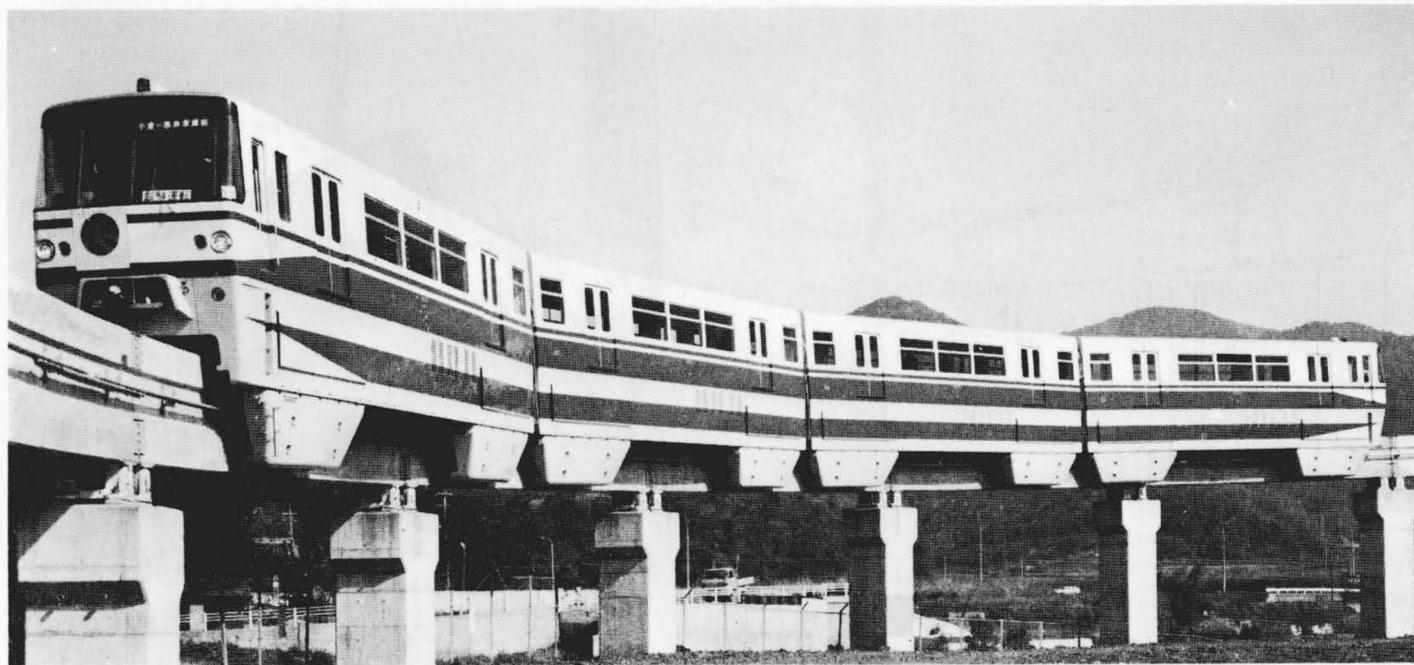


図1 小倉線モノレールカーの外観 4両固定編成とし、都市交通用として1編成当たり1,080人の輸送力をもっている。

\* 北九州市都市計画局 \*\* 日立製作所笠戸工場 \*\*\* 日立産機エンジニアリング株式会社 \*\*\*\* 日立製作所水戸工場  
 \*\*\*\*\* 日立製作所日立工場

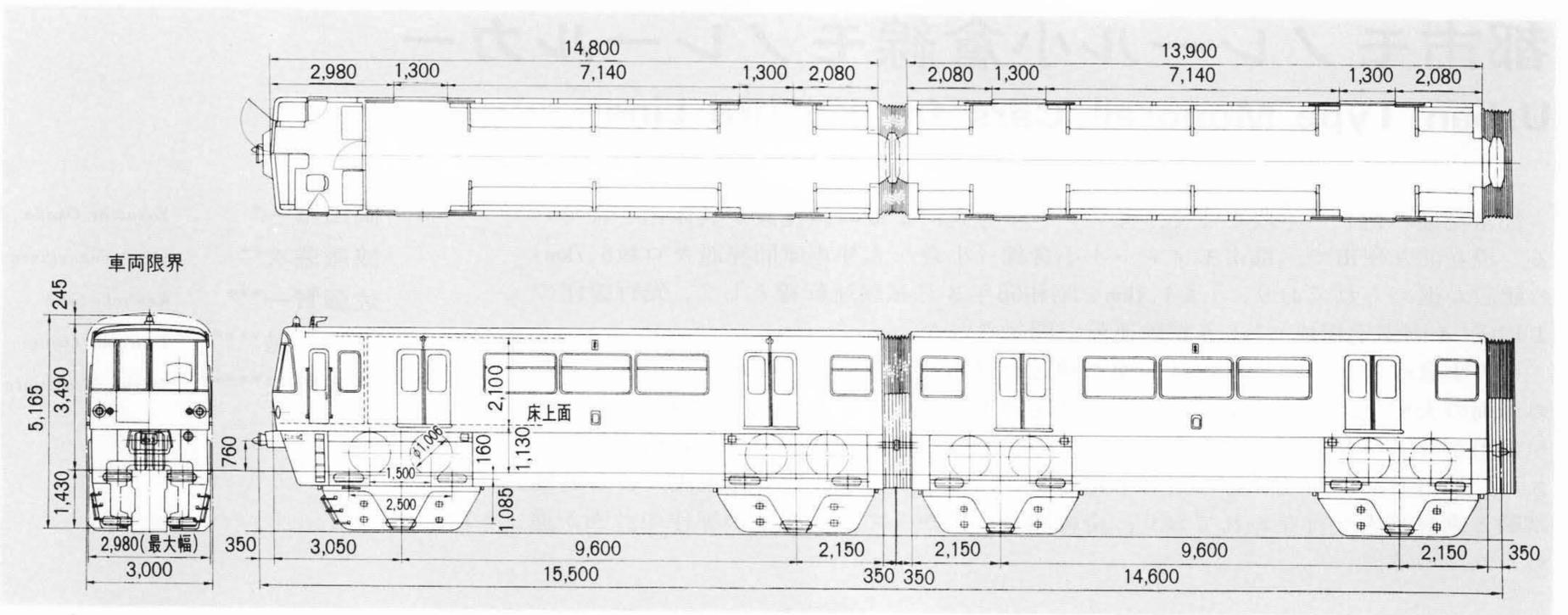


図2 小倉線モノレールカー形式図 4両固定編成(Mc1-M2-M1-Mc2)の構成で、全長約60mである。

調装置などが車両に増備されたため11tとなり、軌道寸法も幅850mm、高さ1,500mmと従来のものに比べ大形となっている。輸送力は、1編成当たり最大約1,080人で、従来のモノレール<sup>2)</sup>に比べ30%増加している。

車両の主な仕様を表1に、外観を図1に、形式図を図2にそれぞれ示す。

### 3 車両構造

車両構造は、都市モノレールカーとしての効果を最大限に発揮するため、輸送力の増大と省力化、乗客サービスの向上のための新たな構造が採用されている。

#### (1) 輸送力増大のための改良点

- (a) 全軽合金製溶接構造による車体の軽量化
- (b) 床面の平坦化による客室空間の増大
- (c) 両開き側引戸とロングシート配列の採用による乗客の流れの向上

#### (2) 環境改善のための新機能

- (a) 大形曲面ガラスを用いた先頭部形状による都市景観に調和した車両デザイン

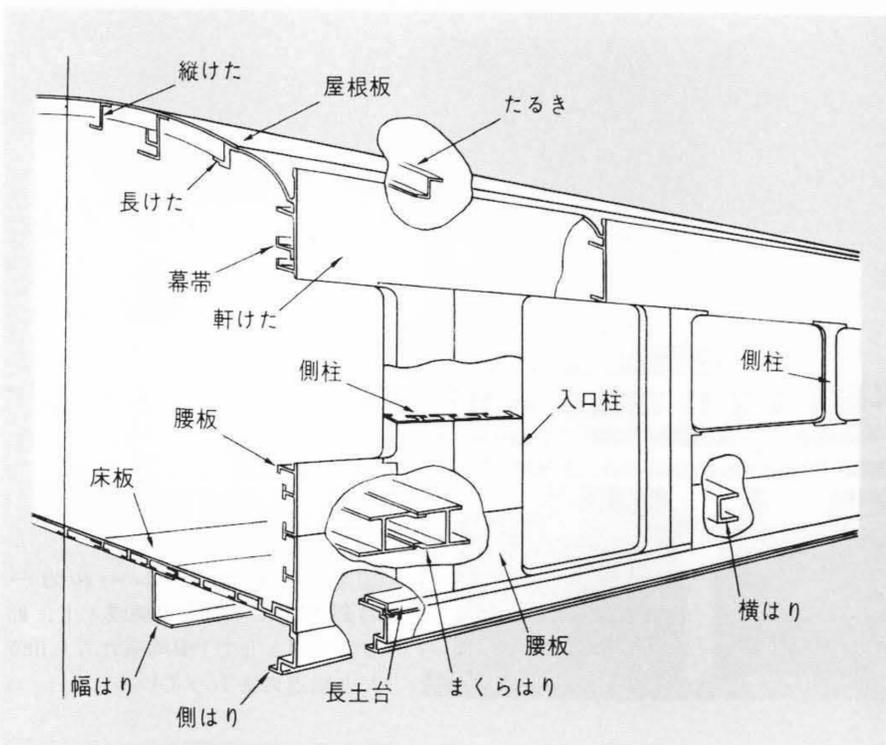


図3 構体断面図 側はり、軒けたの大形型材の採用に加え、腰板、床板などの型材導入により部材の減少を図っている。

- (b) ヒートポンプ式空調装置の採用による冷暖房時の室内温度の均一化
  - (c) 貫通路と大形幌の採用による車内見通しの向上
  - (d) 機器音の低減及び音源周囲の吸音、しゃ音対策による低騒音化
- (3) 省力化、省エネルギー化のための機構
- (a) チョップパ制御方式による回生ブレーキの採用
  - (b) 自動運転方式の採用による1人乗務の指向
  - (c) ヒートポンプ式空調装置と電気暖房器廃止による軽量化、暖房効率の向上
  - (d) 自動検査装置の導入による保守点検の合理化



図4 乗員室 乗員室には、手動運転用主幹制御器ハンドルと自動運転用出発押しボタンスイッチが設けられている。

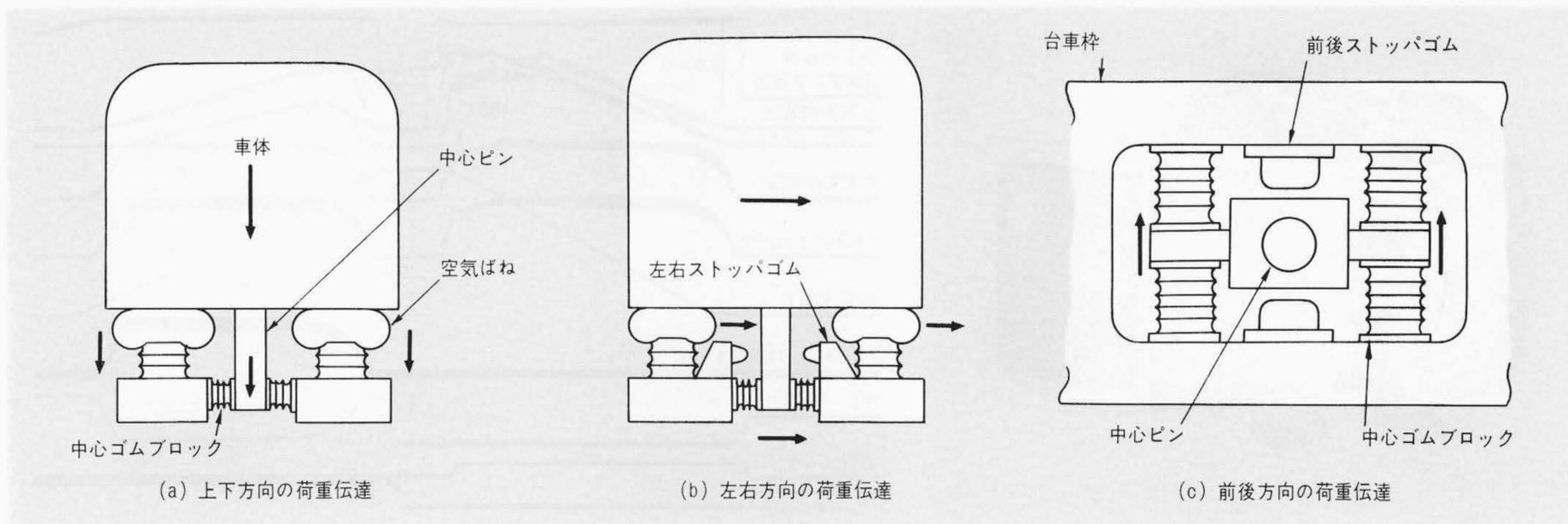


図5 車体支持方式 ボルスタレス構造での車体と台車の荷重伝達機能を示す。

- (e) ボデーマウント機器の側面点検方式の採用
- (f) 大形型材の導入による構体の簡略化及び軽量化  
構体断面を図3に、乗員室の外観を図4に示す。

#### 4 台車

このモノレールカーの台車は、2軸ボギー式であり、走行輪と水平輪(案内輪及び安定輪)から構成され、台車枠の上面に、横方向の変位が大きくとれる空気ばねを用いて車体を直接支持するボルスタレス構造を採用している。この機構の採用により、軽量化、乗心地の向上及び摺動部の削減による保守性向上が図られている。

ブレーキ方式は、自動運転に対する応答性を確保するため、駐車ブレーキ付空油変換式ディスクブレーキを採用しており、合わせて機器の集約化を図っている。

台車と車体との間は図5に示すように、台枠側に設けられた中心ピンと台枠側の中心ゴムブロックにより結合される構造で、上下荷重は、空気ばねにより伝達され、左右方向荷重は、中心ゴムブロックの剪断力と左右ストップゴムの圧縮力の組合せにより、前後方向荷重は、中心ゴムブロックと前後ストップゴムの圧縮力の組合せにより伝達される。したがって、この台車には摺動部がなく、ゴムを介した車体～台車間の結合となっているため、乗心地と保守性の向上に役立っている。

車体支持方式を図5に、台車の構造を図6に示す。

#### 5 主要電気機器

##### 5.1 主回路制御装置

制御装置は、回生ブレーキ付電機子チョップ制御方式(応荷重装置付)で、省エネルギーと保守性向上及び乗心地の向上が図られている。チョップ装置本体の外観を図7に示すとともに、その主な特徴を下記に記す。

- (1) 主電動機の接続方式は、力行時4箇直列の2群並列接続で、回生ブレーキ時4箇直列接続の2群を界磁交差並列接続としている。
- (2) 力行、回生とも、定電流制御(定周波平均値制御)と定電圧制御の併用方式で、止めノッチは通流率固定の電圧制御方式である。
- (3) 各ノッチの通流率は、1ノッチ→0.1、2ノッチ→0.5、3ノッチ、4ノッチ→0.97で、界磁率は、4ノッチで55%、回生時は、55%の一定弱界磁である。
- (4) チョップ周波数は、400Hz(200Hz×2)二相二重とし、

起動方式は、低周波制御方式(100Hz×2)として、起動時の過大トルクの発生を抑制している。

(5) ユニット開放、遅れ回復及び勾配起動のために、限流値増制御を採用している。

##### 5.2 制御機器

###### (1) 断流器箱

断流器箱は床下スカート内に収納され、しゃ断時の電弧発生消弧のため、ステンレスパイプの特殊格子による二次アーク流しを設けている。アークチップ、アーク流しの点検のため片面点検としている。

###### (2) 転換器、高圧機器枠及び制御枠

逆転器、制動転換器、高圧電磁接触器類及び制御回路開放器は、床下機器室に裸の機器枠の状態に収納し、保守時の点

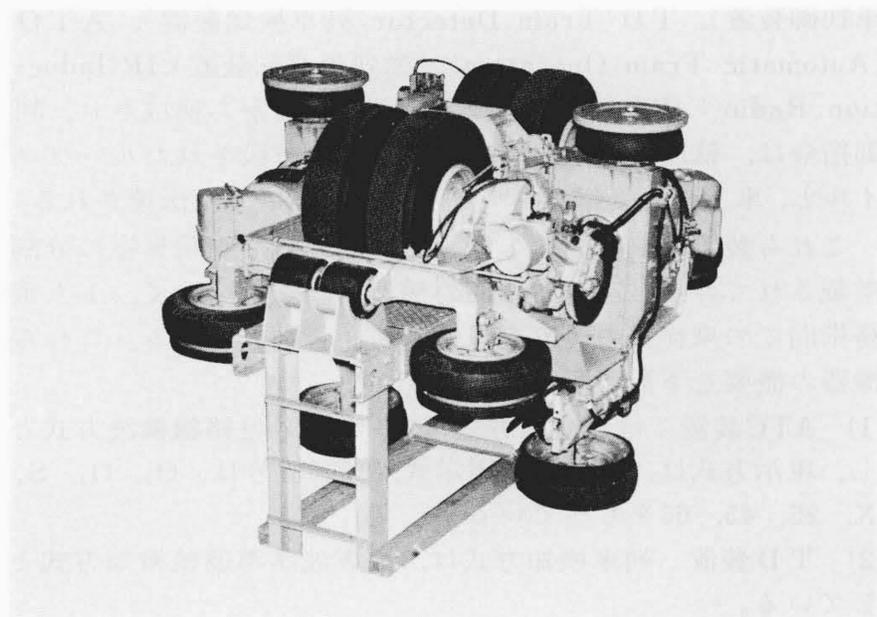


図6 モノレール用ボルスタレス台車 大形空気ばねの採用、油圧キャリパブレーキの採用により、新方式のボルスタレス台車が完成した。

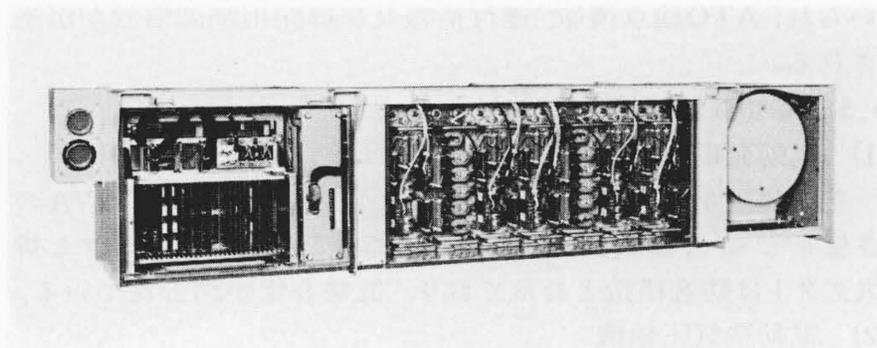


図7 チョップ制御装置 都市モノレール用として、機器の小形化と前面からの点検性向上が図られている。

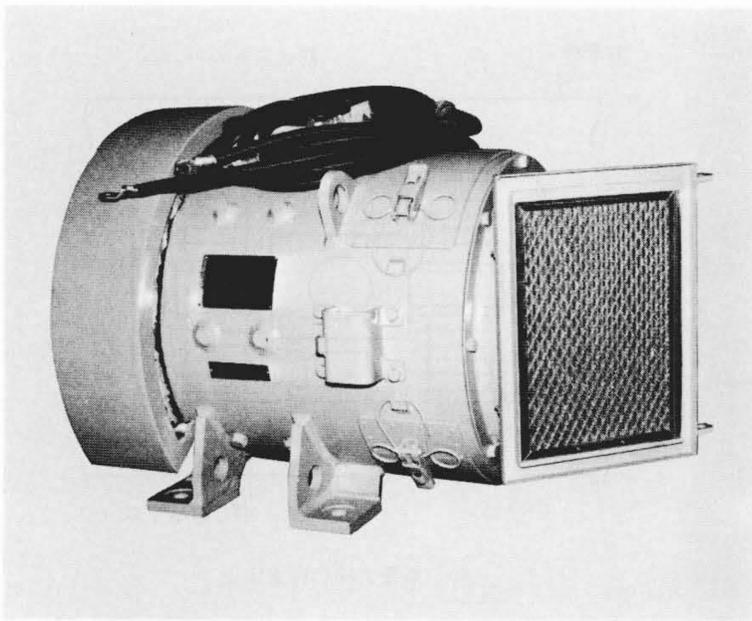


図8 主電動機 C種ハイパクト絶縁の適用による小形・軽量化、消音器による低騒音化が図られている。

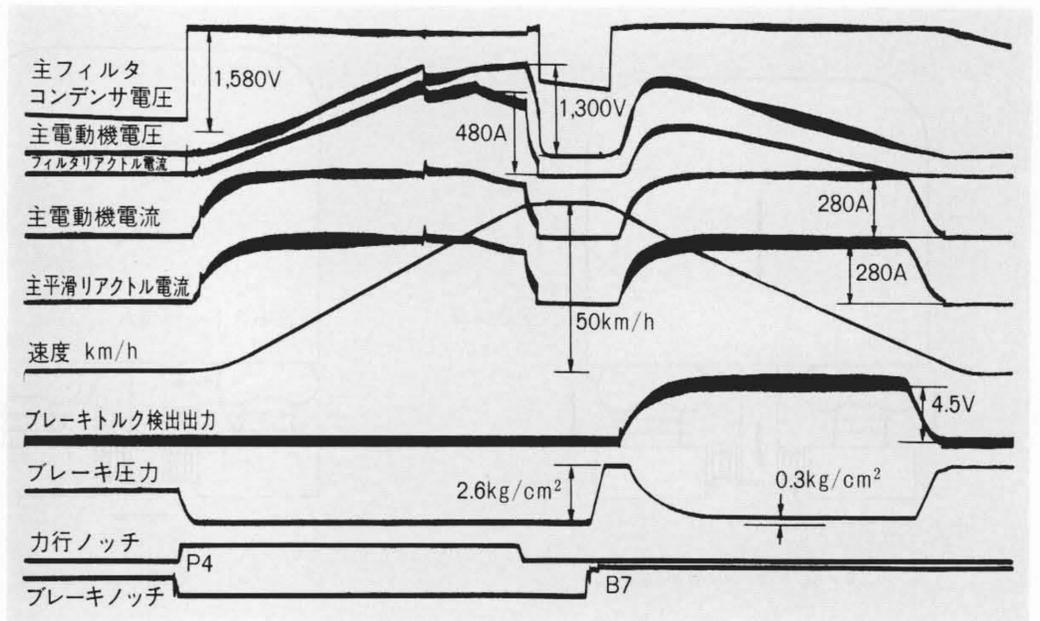


図9 現地走行特性 試験運転が開始され、加速及び減速特性の測定が実施され、所期の運転性能が確認された。(下り勾配30‰区間)

検性向上と軽量化を図っている。

(3) リアクトル(フィルタリアクトル, 主平滑リアクトル)は、径を小形化し、リード線引出し構造として、床下下段への収納を可能にしている。

### 5.3 主電動機

主電動機は、小形・軽量化のため、絶縁システムとしてC種ハイパクト絶縁を採用し、軸受には、パック式軸受構造を採用して保守性の向上を図っている。

機器音の低減のため、冷却ファン形状の改良及び磁気音の低減を図るとともに、排気側に消音器を設けている。

図8に主電動機の外観を示す。

### 5.4 自動運転装置

自動運転装置は、ATC (Automatic Train Control: 自動列車制御装置), TD (Train Detector: 列車検知装置), ATO (Automatic Train Operation: 自動列車運転装置), IR (Induction Radio: 誘導無線情報伝送装置) などから構成され、制御指令は、軌道上面の両肩部及び下部に布設されたループコイルと、車上の送受信コイルとの電磁結合により伝達される。

これら装置は1編成に1組みで構成され、両乗員室に分割搭載されており、運転席背面の機器は高さを抑えて、1人乗務指向での乗務員の客室側見通しの便を図っている。これら機器の概要を下記に記す。

- (1) ATC装置 信号受信方式は、誘導信号包絡線検波方式とし、現示方式は、車内信号現示式、制御信号は、O<sub>2</sub>, O<sub>1</sub>, S, X, 25, 45, 65をもっている。
- (2) TD装置 列車検知方式は、高周波誘導連続検知方式としている。
- (3) ATO装置 運転方式は、車上パターン、比例制御式であり、地上との情報伝送は、誘導無線方式による。
- (4) IR車上装置 誘導無線直接結合方式による通信方式が用いられ、ATO地点情報、運行情報及び扉開閉制御信号が伝送される。

### 5.5 補助機器関係

#### (1) 電動発電機

空調装置などの交流電源のための電動発電機は、65kVAの容量をもち、1編成に2台搭載されている。吸気フィルタと排気ダクトは防音構造となっており、低騒音化が図られている。

#### (2) 電動空気圧縮機

電動空気圧縮機は、1,200l/minの吐出し容量をもち、1編成に2台搭載されている。吸気音、吐出し音の低減のため、

特殊消音器の採用と吐出し弁構造の改良が図られている。

#### (3) ブレーキ制御装置

ブレーキ制御装置は、電気指令式デジタル制御方式とし、電空演算装置によって電気ブレーキと空気ブレーキの演算を行なっている。

#### (4) 空調装置

冷房能力16,000kcal/h、暖房能力12,000kcal/hの容量のヒートポンプ式空調装置が、1両に2台、左右の床下に搭載されており、客室内への空気は、床面から天井部への立上りダクトを経て天井グリルから送風し、室内温度の分布を均一化している。

客室からの還気は、腰掛内のロールフィルタを介して、床下の空調装置に戻している。

## 6 試験運転線

志井～志井車庫前間及び車庫線の一部完成に伴い、先行製作の1編成による各種試験が開始されている。

試験運転としては、加速性能・減速性能の確認、走行抵抗の測定及び騒音・振動測定、自動運転性能などの項目が実施されており、また信号系については、送受信レベルの測定と誘導障害の影響の試験調整が進められ、これら試験項目の終了後、乗員訓練が行なわれる。

今後全線開業のためには、10編成(40両)の車両が必要で、先行製作車両の試験結果を反映させて、量産車の製作が進められる。図9に走行状態の性能試験記録を示す。

## 7 結 言

都市モノレール小倉線の車両は、市街地の通勤輸送を目的として、輸送力の増大と省エネルギー化を主体に設計、製作され、現在先行製作の車両による現地試験が進められている。車両の基本性能は、所期の目標を満足しており、この成果を生かして量産車の製作を進め、全線開業に備える考えである。

終わりに、新形モノレールカーの設計製作に、御指導、御協力をいただいた、主務官庁、北九州市、北九州高速鉄道株式会社及びモノレール共同企業体の関係各位に対して深謝の意を表わす次第である。

### 参考文献

- 1) 北九州市、北九州市都市モノレール計画概要書、(昭54-2)
- 2) 大谷：東京モノレール600形の概要、モノレール協会誌、41、47～53、(昭55-7)