

全国新幹線網用961形試作電車の
主回路方式と主要電気品

Traction System and Equipments of Type 961 Experimental
Cars for Nationwide Shinkansen Network

Six experimental cars, Type 961, for Nationwide Shinkansen network service have recently been completed and various performance and characteristic tests have been going on since July, 1973.

To achieve simplified maintenance and reduction in weight and size, many new engineering concepts have been introduced in the manufacture of these 260 km/h super express electric cars. Especially in their traction system and electrical traction equipment which constitute a deciding factor of their performance has been adopted the most advanced technology, as detailed in this report.

辻本 静夫* Shizuo Tsujimoto
鈴木 豊* Yutaka Suzuki
三浦 昭鎚** Shotsuchi Miura
土器屋 哲郎** Tetsurô Dokiya
小林 悌二*** Teiji Kobayashi
浜 武 鴻 蔵**** Kozô Hamatake

1 緒 言

昭和48年6月961形試作電車6両が完成し、翌7月から各種性能試験が開始された。

この電車は昭和52年に開業を予定されている東北新幹線、上越新幹線などの全国新幹線網を対象にした試作車で、現用新幹線電車ならびに951形試験電車(山陽新幹線を対象にして昭和44年度に製作された試験電車)に対して次のような開発要素が盛り込まれたものである。

(1) 速度向上, 連続こう配, 長大トンネルに伴う出力増大
(2) 異なった電源周波数区間を走行するための50/60Hz 両用

方式

(3) 耐寒耐雪対策

(4) 軽量化

上記(1)~(3)まではいずれも重量増加につながるもので(4)の条件を満たすために最新の技術が導入された。特に床下の大半のスペースと重量を占める主回路電気品については数多くの新しい試みが採り入れられている。

以下、主回路方式と日立製作所が製作した主回路電気品について述べる。

表1 961形試作電車のおもな仕様 961形試作電車のおもな仕様を951形試験電車および現行新幹線電車と比較して示す。
Table 1 Specification of Type 961 Experimental Cars

項目		車種	9 6 1 形 試 作 電 車	9 5 1 形 試 験 電 車	現 行 新 幹 線 電 車
電 気 方 式			単相 50／60Hz 両用, 25kV	単相 60Hz, 25kV	同 左
電 車 方 式			全電動車, 2両1ユニット	同 左	同 左
連 続 定 格 出 力			2,200kW／1ユニット	2,000kW／1ユニット	1,480kW／1ユニット
最 高 運 転 速 度			260km／h	260km／h	210km／h
主電動機	連 続 定 格		275kW, 700V, 435A, 2,850rpm	250kW, 650V, 420A, 2,500rpm	185kW, 415V, 490A, 2,200rpm
	接続	力 行 時	2S×4P 接続	同 左	4S×2P 接続
		ブレーキ時	4S×2P接続	2S×4P接続	4S×2P接続
速 度 制 御 方 式			ATC および ATO	ATC および 速度指令方式	ATC および 手動
力 行 制 御			主変圧器二次 5 不等分割 サイリスタによる連続位相制御	主変圧器二次 4 等分割 サイリスタによる連続位相制御	25ステップ低圧タップ切換制御
ブレーキ 制 御	電 気 ブ レ ー キ		発電ブレーキ, パーニア式チョップパによる連続制御	発電ブレーキ, パーニア式チョップパによる連続制御 渦電流ブレーキ	発電ブレーキ, 17ステップ カム軸制御
	機 械 ブ レ ー キ		電気指令空気ブレーキ	電磁油圧ブレーキ	電磁直通空気ブレーキ
	制 御 単 位		電気は1両単位, 機械は1台車単位	電気, 機械共1台車単位	電気, 機械とも1両単位
そ の 他	車体長(連結器間)		25m	同 左	同 左
	自 重		約58t	61～62.5t	52.5～57.6t
	車 輪 径		980mm (計算 940mm)	1,000mm (計算 960mm)	900mm (計算 860mm)
	歯 車 比		25：60 (1：2.4)	27：56 (1：2.07)	29：63 (1：2.17)
	補 助 電 源		集中電動発電機方式, 三相 440V	主変圧器三次巻線, 単相 440V	主変圧器三次巻線, 単相 220V
電 気 品 装 架 法			ボデーマウント形	同 左	床下つり下げ方式

注: ATC=列車自動制御 ATO=列車自動運転

* 日立製作所日立工場 ** 日立製作所国分工場 *** 日立製作所水戸工場 **** 日立製作所機電事業本部 交通技術本部

2 主回路方式の概要

表1は961形試作電車の主要要目および性能を現用新幹線電車、951形試験電車と対比して示し、また図1は、主回路つなぎを示すものである。以下、図1により主回路方式の概要につき述べる。

2.1 力行主回路

2.1.1 主電動機接続

小形軽量化の観点から、出力の増大分を主電動機の定格電圧を上げて得るようにした。このため、力行時の主電動機接続は、2台直列に接続された主電動機群4群を並列に接続した、いわゆる2S-4P方式が採用された。

2.1.2 力行制御

- (1) 無接点による制御性能の向上と保守の簡素化を図るために、サイリスタ位相制御による連続制御方式が採用された。
- (2) 誘導障害対策と小形軽量化のために、不等分割方式と位相止め制御方式が採用された。一般に誘導障害対策として、高調波吸収用のフィルタが設置されるが、重量、スペースとも大きく(60Hz専用の951形で2両1ユニットあたり約2t)、50、60Hz両方に効果のあるフィルタの搭(とう)載は困難であった。このため、5不等分割によって8分割相当の制御をし、かつ位相止め制御を行なって誘導障害を抑制する方式が採用された。

2.2 ブレーキ主回路

2.2.1 主電動機接続

小形軽量化と電気ブレーキの有効利用を考慮して、1車ごとに独立した発電ブレーキ回路とした。ブレーキ時には主電動機4台が直列に接続され、各回路の主抵抗器に接続されるいわゆる4S-2P方式になっている。

2.2.2 ブレーキ制御

- (1) 速度向上に伴い、より高い減速制御性能を得るためにサイリスタチョップによる発電ブレーキの連続制御方式が採用された。
- (2) チョップ軽量化のために、バーニア制御方式が、またエレメントとして新規に開発された高耐圧、高速度の逆導通形サイリスタが採用された。
- (3) 滑走時の再粘着促進方式として、滑走台車の主電動機の界磁を短絡する方式が採用された。

3 主電動機

主電動機のおもな仕様は表2に、外観は図2に示すとおりである。本主電動機は、東海道新幹線用MT200A形主電動機に比べ、表2に示すとおり約1.5倍の大幅な容量増加となった。

表2 主電動機仕様 961形試作電車用主電動機の仕様を現用新幹線電車用主電動機と比較して示す。前者は後者に比べ、容量が約1.5倍になっているが寸法重量はほぼ同一になっている。

Table 2 Specification of Traction Motor

項目	用途	961形試作電車用	現用新幹線電車用
形 式		MT920	MT200A
方 式		開放自己通風形、脈流直巻、補極付	同 左
定 格	連 続	275kW, 700V, 435A, 2,850rpm	185kW, 415V, 490A, 2,200rpm
	1時間	305kW, 700V, 475A, 2,750rpm	204kW, 415V, 540A, 2,100rpm
絶 縁 種 別		F種 (電機子は全カプトン絶縁)	F種
重 量		880kg (電機子281kg)	870kg (電機子280kg)
わく外径×長さ		585mm×723mm	580mm×750mm

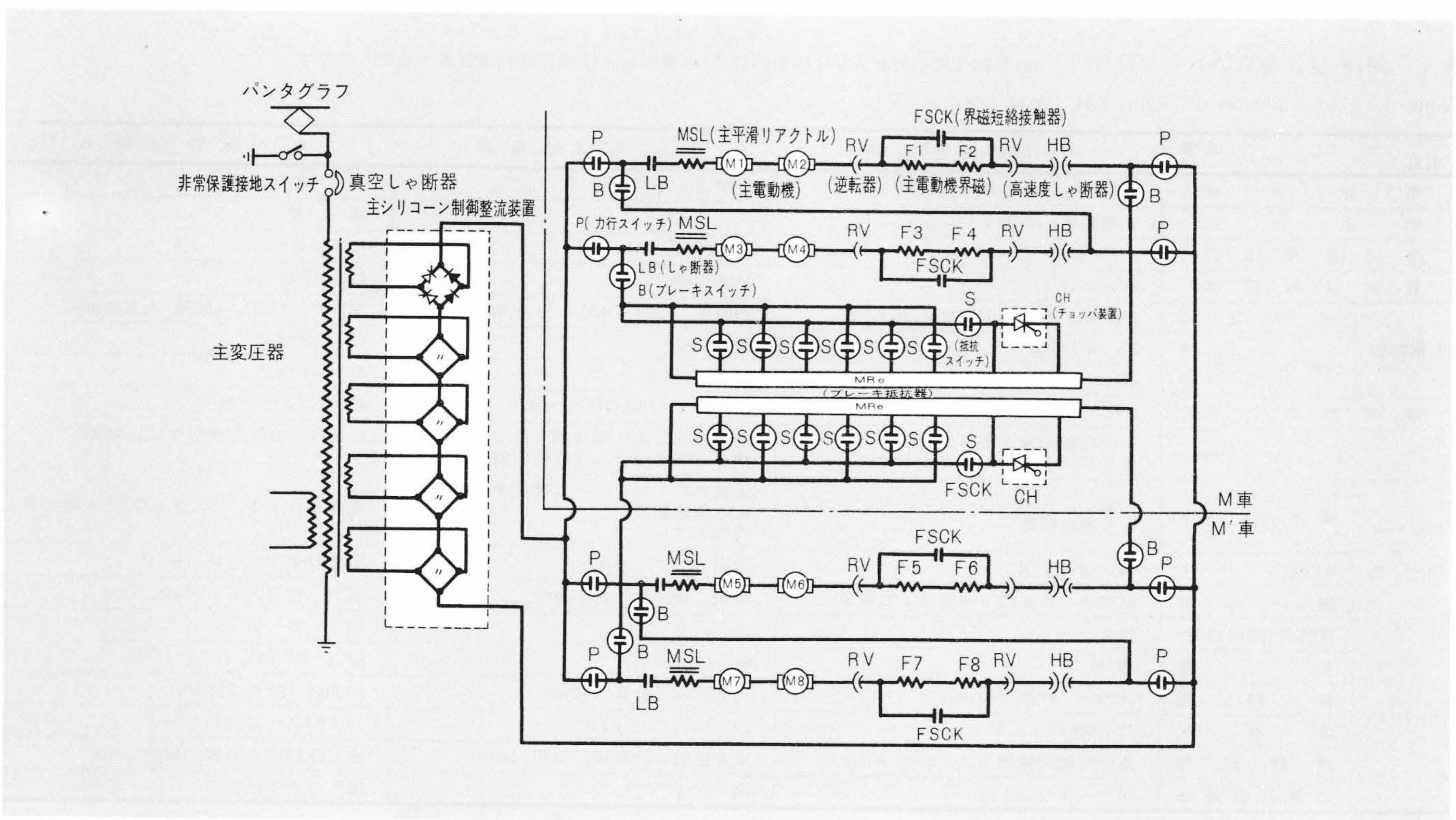


図1 961形試作電車主回路簡略つなぎ 961形試作電車の主回路簡略つなぎを示す。力行はシリコン制御整流装置により、また発電ブレーキはチョップ装置により制御される。なお誘導障害対策のため、主変圧器二次側は不等5分割となっている。

Fig. 1 Schematic Diagram of Traction Circuit of Type 961 Experimental Cars

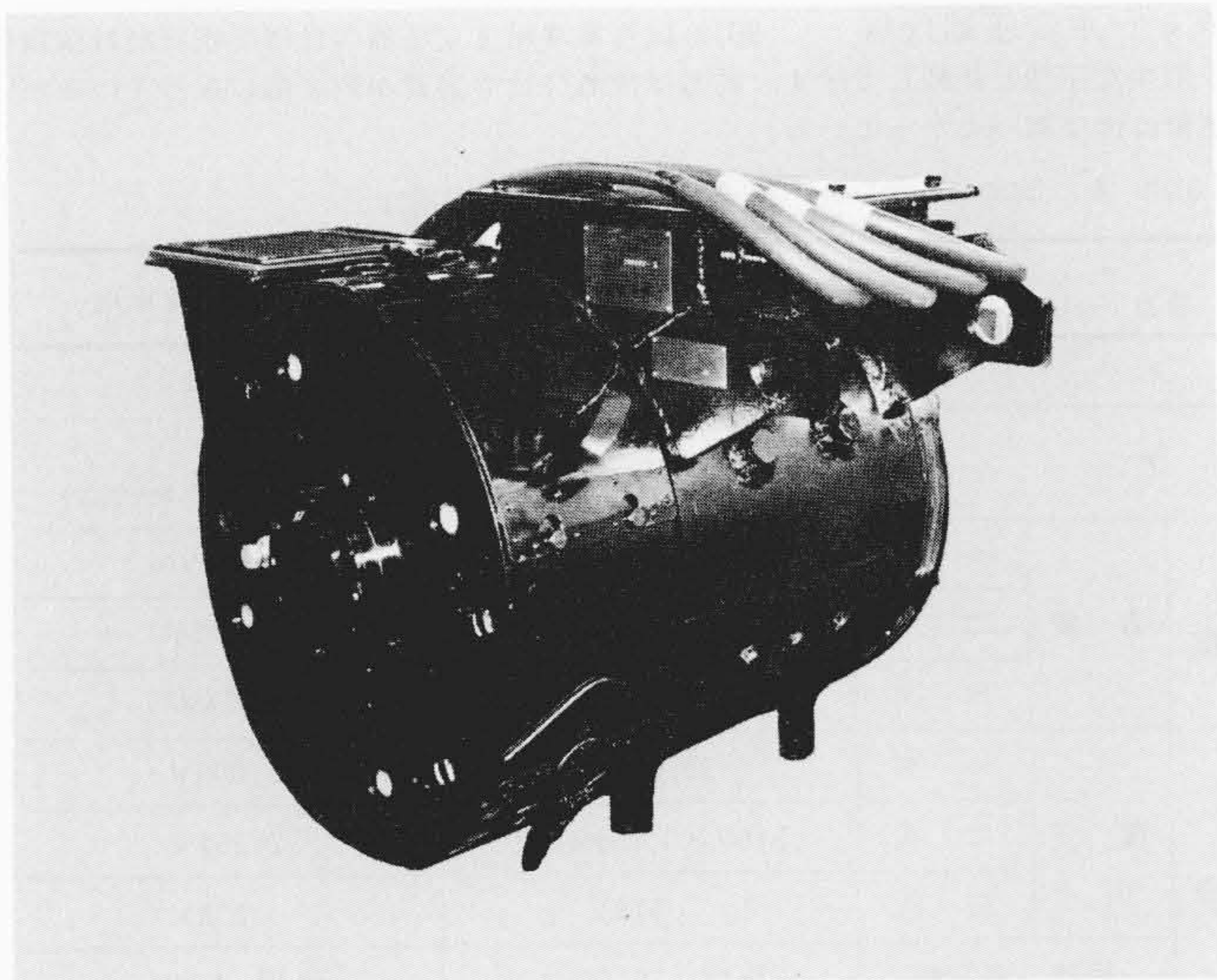


図2 MT920形主電動機 本図は点検ふた側からみた外観である。
Fig. 2 Outside View of MT920 Type Traction Motor

ているが、車両の重量制限、取付スペースの制約などから、ほぼ同一寸法および重量に収める必要があった。このため、定格回転数をMT200A形に比べて約1.3倍に上げるとともに、電機子コイル絶縁の厚さが従来のマイカ絶縁に比べ、約40%薄い全カプトン絶縁を採用することにより、この要求を満たすことに成功した。おもな特長は次のとおりである。

- (1) 電機子コイルの絶縁に使用したカプトンは、H種ないしそれ以上の耐熱性を有しているが、F種の温度上昇に押えたこと、整流子片間絶縁に耐熱性の高い無機質マイカを使用したことなどにより、著しく主電動機の信頼性を高めることができた。
- (2) 上記のような容量増大、回転数上昇により整流条件がきびしくなったにもかかわらず、新しく開発した日立製作所独自の複式うず巻ばねを持つ適圧モールドブラシ保持器の採用により、MT200A形主電動機に劣らない良好な整流性能が得られた。
- (3) この保持器は従来形に比べ、使用範囲が約50%長いブラシを摩耗限度までの全範囲にわたって、最適のブラシ圧力で使用できるため、日常保守業務の大幅な軽減が期待される。
- (4) さらに軸受部については、日立製作所独自のバック式構造を採用し、保守周期の延長および簡易化を図った。

4 主シリコン制御整流装置

4.1 仕様および特長

おもな仕様は、951形試験電車用と比較して表3に示すとおりである。本装置は小形、軽量およびメンテナンスフリー化を図るため随所に画期的新技術が盛り込まれた記録的な整流装置である。951形試験電車用主シリコン制御整流装置と比較すると次のような特長を有する。

- (1) 使用素子の電流容量が従来素子の2倍に大容量化された(ダイオードは2,500V 1,600A、サイリスタは2,500V 1,000A)。
- (2) サイリスタの並列接続は、アノードリアクトルの付かない直接並列接続(ダイレクトパラ)である。
- (3) 大容量素子の冷却は、冷媒の核沸騰領域で得られる高い熱伝導率を利用した沸騰冷却方式である。
- (4) 使用冷媒はフロンR-113であり、無公害化されている。

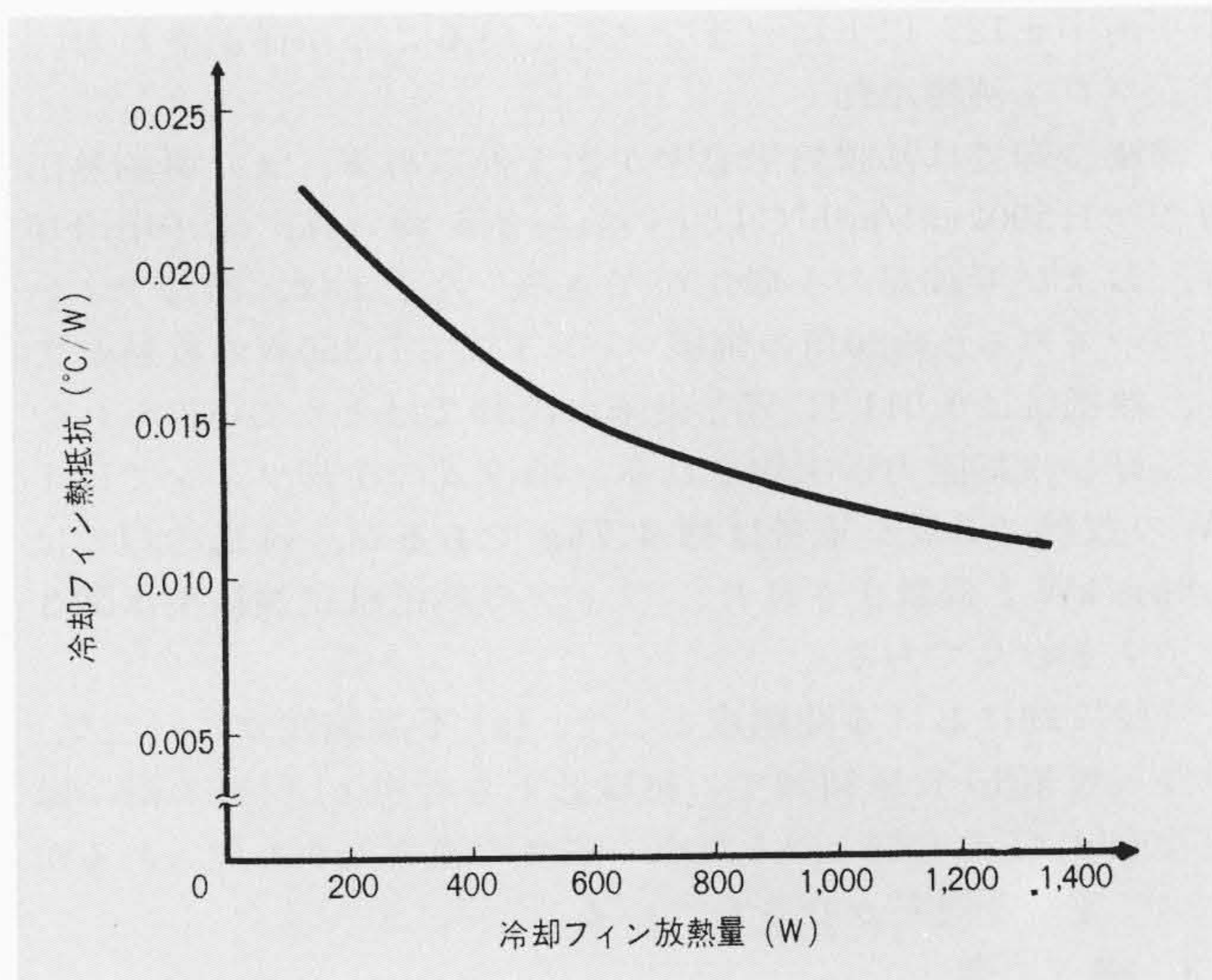


図3 フロン沸騰冷却フィン試験結果 フロンによる沸騰冷却において放熱量に対する冷却フィン熱抵抗の変化を示す。
Fig. 3 Testing Results of Freon Evaporative Cooling Fin

4.2 構成

本装置は単相混合ブリッジを5段直列接続された不等5分割方式であり、また50Hz、60Hz両区間を通して走行できるよう主回路定数、フィルタ、送風機などが設計されている。

(1) サイリスタのダイレクトパラ

ダイレクトパラではサイリスタジャンクション温度の変動に対し、また点弧電圧(位相角)の変化などに対し安定した電流分担が維持されなければならない。素子順電圧降下、フィン電圧など静特性、さらに広がり速度などの動特性をマッチングさせターンオン電流、ピーク電流の平衡が取られている。RS920形主シリコン制御整流装置の電流分担試験において

表3 主シリコン制御整流装置仕様 961形試作電車用主シリコン制御整流装置の仕様を、951形試験電車用主シリコン制御整流装置と比較して示す。前者は後者に比べ、容量増にもかかわらず大幅に軽量化されている。

Table 3 Specification of Thyristor Converter

項目		用途	961形試作電車用	951形試験電車用
形		式	RS920	RS906
方		式	単相混合ブリッジ 不等5分割	単相混合ブリッジ 等4分割
定 格	容	量	2,440kW	2,200kW
	直流電圧, 電圧		1,400V, 1,740A(連続)	1,300V, 1,680A(連続)
素子構成	サイリスタ		CSI 1,000-25 (CA01F) 2,500V 1,000A 1S×2P×2A×5U=20	CSI 400-25 (CH03) 2,500V 400A 1S×4P×2A×4U=32
	ダイオード		SI 1,600-25 (A01CF) 2,500V 1,600A 1S×2P×2A×5U=20	SI 800-25 (C01) 2,500V 800A 1S×4P×2A×4U=32
交流入力	一	次	1φ 50/60Hz 25kV	1φ 60Hz 25kV
	二	次	518V×3+259V×2	464V×4
冷 却		方 式	フロン冷却風冷式	送油風冷式(不燃油)
重		量(本 体)	1,685kg	3,025kg

不平衡率±12%以下にバランスしていることが確認された。

(2) フロン沸騰冷却

沸騰冷却では沸騰熱伝導率が数千熱電導率，また凝縮熱伝導率が1,500kcal/m²h°C以上の高い値が得られ，素子用冷却片，および凝縮器の小形化ができる。たとえば，冷却フィンについてみると約80角の銅製フィン1枚で1,350Wの放熱ができ，熱抵抗は0.011°C/Wと従来の冷却ではとうてい得られない良好な冷却能力が実現される。油冷式の冷却フィンでは1kWの放熱に必要な重量は約4.7kgであるが，沸騰冷却では0.8kg/kWと軽量化された。フィンの熱抵抗試験結果は図3に示すとおりである。

沸騰冷却における問題点として，(a) 不凝縮性ガス（空気）の侵入対策(b) 負圧領域での絶縁低下の考慮(c) 材料の耐冷媒性考慮(d) 圧力容器となるための法令考慮などがあげられるがすべて完全な対策がなされている。

4.3 構造

RS920形主シリコン制御整流装置の外観は，図4に示すとおりである。

主平滑リアクトル2台が本装置の架台にマウントされ，サイリスタを通った風で冷却されている。フロンタンク本体は蒸発タンクと凝縮器とから成り，結合配管を介することなく蒸発タンク上部に凝縮器が直接気密溶接され，コンパクトにまとめている。凝縮器頭部には微量に残留する不凝縮性ガスまたは微少リークによる侵入空気を押し込めるヘッダを設け，高い凝縮熱伝導率の長期にわたる維持がなされている。端子引出部は特製ブッシングを使用し，蒸発タンクに気密溶接されている。またフロン注入は真空置換法で行なわれ，最終封じ切りは冷間圧接法で完全に外気としゃ断される。

フロンタンクは小形圧力容器の範囲に小形化されており，溶接方法，使用材料，強度などすべて小形圧力容器構造規格に合致し製作されている。

5 主変圧器

5.1 仕様および特長

おもな仕様は，現行新幹線用主変圧器と比較して表4に示すとおりである。

961形試作電車用主変圧器は，現行新幹線電車用主変圧器に

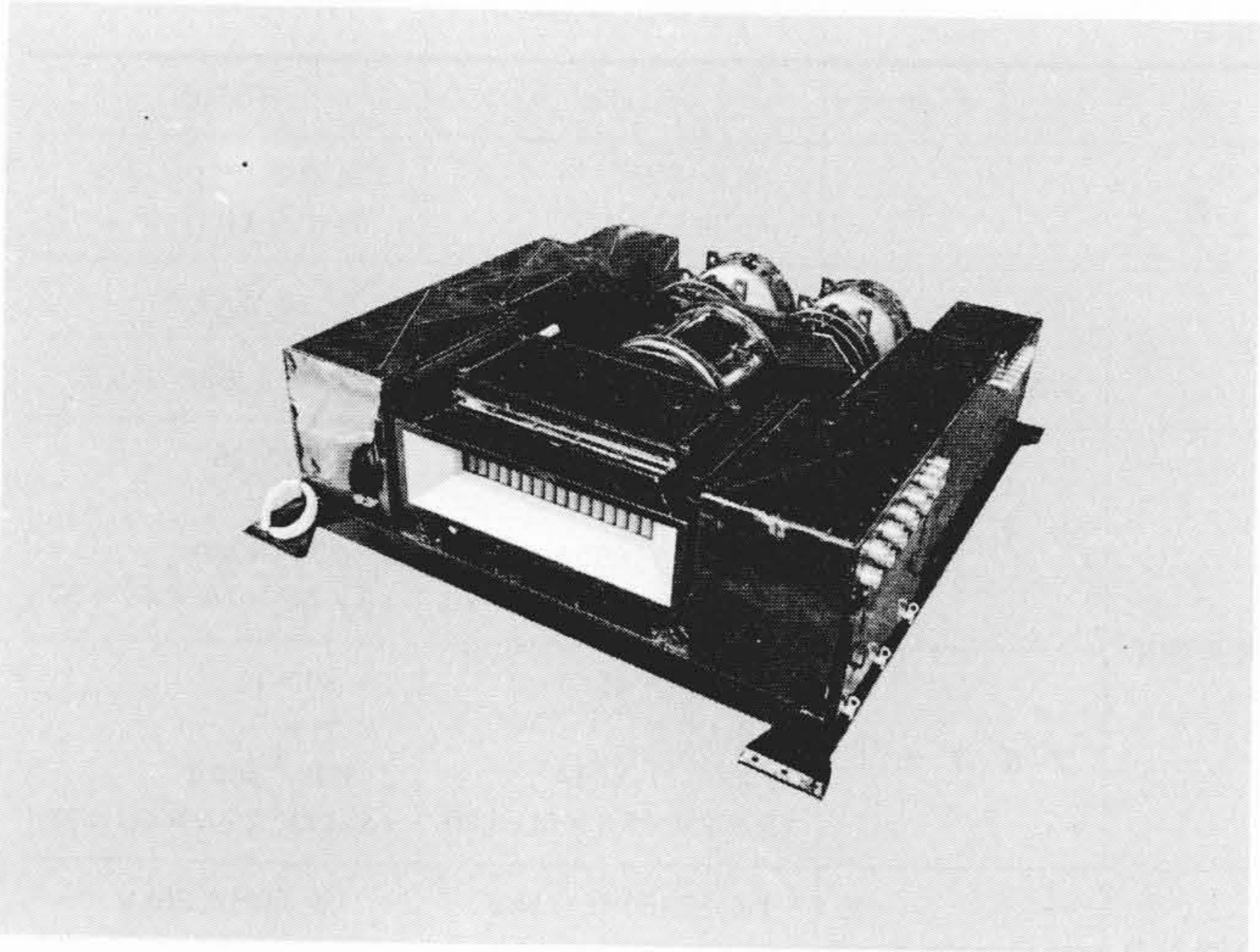


図4 RS920形主シリコン制御整流装置 フロン冷却整流タンク，制御装置，送風機および主平滑リアクトルが，同一架台にコンパクトにまとめられている。

Fig. 4 Outside View of RS920 Type Thyristor Converter

表4 主変圧器仕様 961形試作電車用主変圧器の仕様を現行新幹線電車用主変圧器と比較して示す。前者は後者に比べ容量が約2倍になっているが重量はほぼ同一になっている。

Table 4 Specification of Main Transformer

項目		用途	96I形試作電車用	現行新幹線電車用
形 式			TM920A	TM200
方 式			外鉄形無圧密封式 送油風冷式(シリコン油)	外鉄形密封式 送油風冷式(不燃性油)
定 容 量	一 次	3,300kVA	1,650kVA	
	二 次	2,950kVA	1,500kVA	
	三 次	350kVA	150kVA	
格 電 圧	一 次	25,000 V	25,000 V	
	二 次	518V×3,259V×2	2,261 V	
	三 次	518 V	232 V	
相数, 周波数		単相, 50/60Hz	単相, 60Hz	
温度上昇限度	巻 線	125deg	85deg	
	油	85deg	65deg	
絶 縁 油		シリコン油	不燃性絶縁油	
容 積		5 m³	5.5 m³	
総 重 量		3,400 kg	3,500 kg	

表5 絶縁油の特性比較 961形試作電車用主変圧器に使用したシリコン油の特性を従来の絶縁油と比較して示す。現行新幹線用主変圧器に使用されている不燃性絶縁油に比べ，比重，低温特性などすぐれた特長をもっている。

Table 5 Comparison of Insulating Oils

No.	項 目	条 件	シリコン油	鉱 油	不燃性絶縁油
1	比 重	— 25°C	0.96	0.92	1.52
2	粘 度 (cSt)	30°C 75°C	46 22	12~14 3	10 2.5
3	流 動 点 (°C)	—	—50以下	—27.5以下	—30以下
4	引 火 点 (°C)	—	300以上	135以上	—
5	比 熱 (cal/g°C)	—	0.352	0.45	0.277
6	膨 張 係 数 (cc/cc/°C)	—	10.6×10 ⁻⁴	7.2×10 ⁻⁴	7×10 ⁻⁴
7	熱 伝 導 率 (cal/cm/s/°C)	—	3.6×10 ⁻⁴	2.9~3.3×10 ⁻⁴	2.4×10 ⁻⁴
8	N ₂ ガス溶解量 (%)	—	16	9	2.5
9	誘 電 正 接 (%)	50°C, 50Hz	0.01以下	0.2以下	3以下
10	比 誘 電 率	— 50°C, 50Hz	2.72	2.2	4.6
11	固 有 抵 抗 (Ω cm)	50°C	1×10 ¹⁴ 以上	5×10 ¹² 以上	1×10 ¹² 以上
12	破 壊 電 圧 (kV/2.5mm)	25°C	70	65	65
13	動 摩 擦 係 数 鋼 対 鋼	—	0.36	0.15	—

比べ，次のような特殊条件が要求された。

- (1) 不燃性絶縁油は，公害の点から使用できない。
- (2) 大幅に容量増大となるが重量，寸法の増加は極力押える。
- (3) 誘導障害対策を必要とする。

これに対して，次のような新機軸を盛り込み設計，製作されている。

- (1) 無害で，かつ難燃性であるシリコン油（ジメチルポリシロキサン系，25°Cにおける粘度50cSt）を使用した。
- (2) シリコン油の耐熱性を活用し，絶縁物にポリアミド紙（商品名：ノーメックス）を使用し，変圧器の温度上昇限度を上げ，小形軽量化した。
- (3) 二次巻線の分割は誘導障害および素子耐圧から5不等分

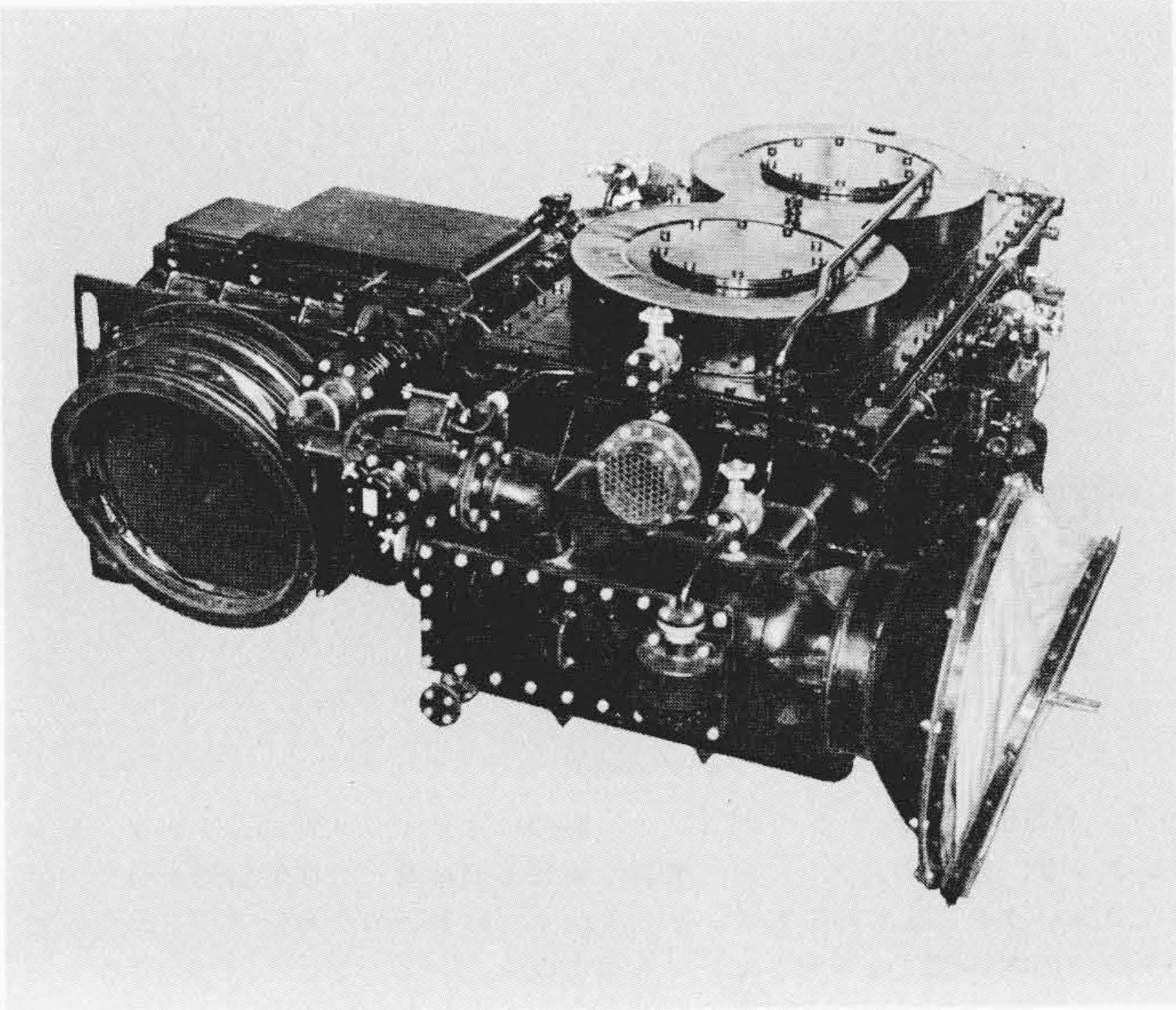


図5 TM920A形主変圧器 現行新幹線用主変圧器に比べ、特にシリコーン絶縁油を使用したことおよびコンサベータ内に2個の金属ベローズを内蔵し、無圧密封式にしたことが異なっている。また、タンクはコイル、コアにあわせて外接した形状としているため、コンパクトにまとめられている。

Fig. 5 Outside of TM920A Type Transformer

割方式とした。

本変圧器は上記のように、シリコーン油、ポリアミド紙を使用したことが大きな特徴となっているが、従来使用された不燃性絶縁油と鉱油およびシリコーン油の代表的特性の比較は、表5に示すとおりである。

5.2 構造

変圧器の構造としては無圧密封方式にした以外、東海道新幹線旅客電車用変圧器に比べ大きな相違はなく、図5に変圧器の外観を示した。タンクには高抗張力鋼板を用いて重量の軽減と強度の確保を図った。なおブッシングは、エポキシ樹脂、冷却器は全アルミニウム冷却器を使用し、小形軽量化に大きな効果をあげている。これらを採用した結果、表4に示すとおり現行新幹線電車用主変圧器に比べ容量が約2倍でありながら寸法、重量はほぼ同じ値となっており、大幅な小形軽量化がなされた。

シリコーン油を絶縁油とする車両用変圧器は、PCB公害の点から開発されたが今後本変圧器の量産にあたっては、さらに細部の改良を加えてゆく予定である。

6 真空しゃ断器

交流電気車は主回路の開閉および保護しゃ断を行なうため、交流しゃ断器が搭載されている。このしゃ断器として従来空気しゃ断器が使用されていたが、近年小形軽量で、長寿命、保守点検の容易な真空しゃ断器が使用され始めた。96I形試作電車では真空しゃ断器が採用され、現行新幹線用空気しゃ断器と同じく走行抵抗を減少させるため、避雷器とともに高压機器箱内に収めて車体床下に取り付けられている。図6は外観を、表6は現行新幹線電車用空気しゃ断器と比較したおもな仕様を示すものである。性能は従来の空気しゃ断器と同一であるが、表6に示すように大幅に小形軽量化を図ることができた。

しゃ断部は保護筒の中に収納された真空バルブ2個（直列接続）により構成されており、高压機器箱の側板を兼ねたベ

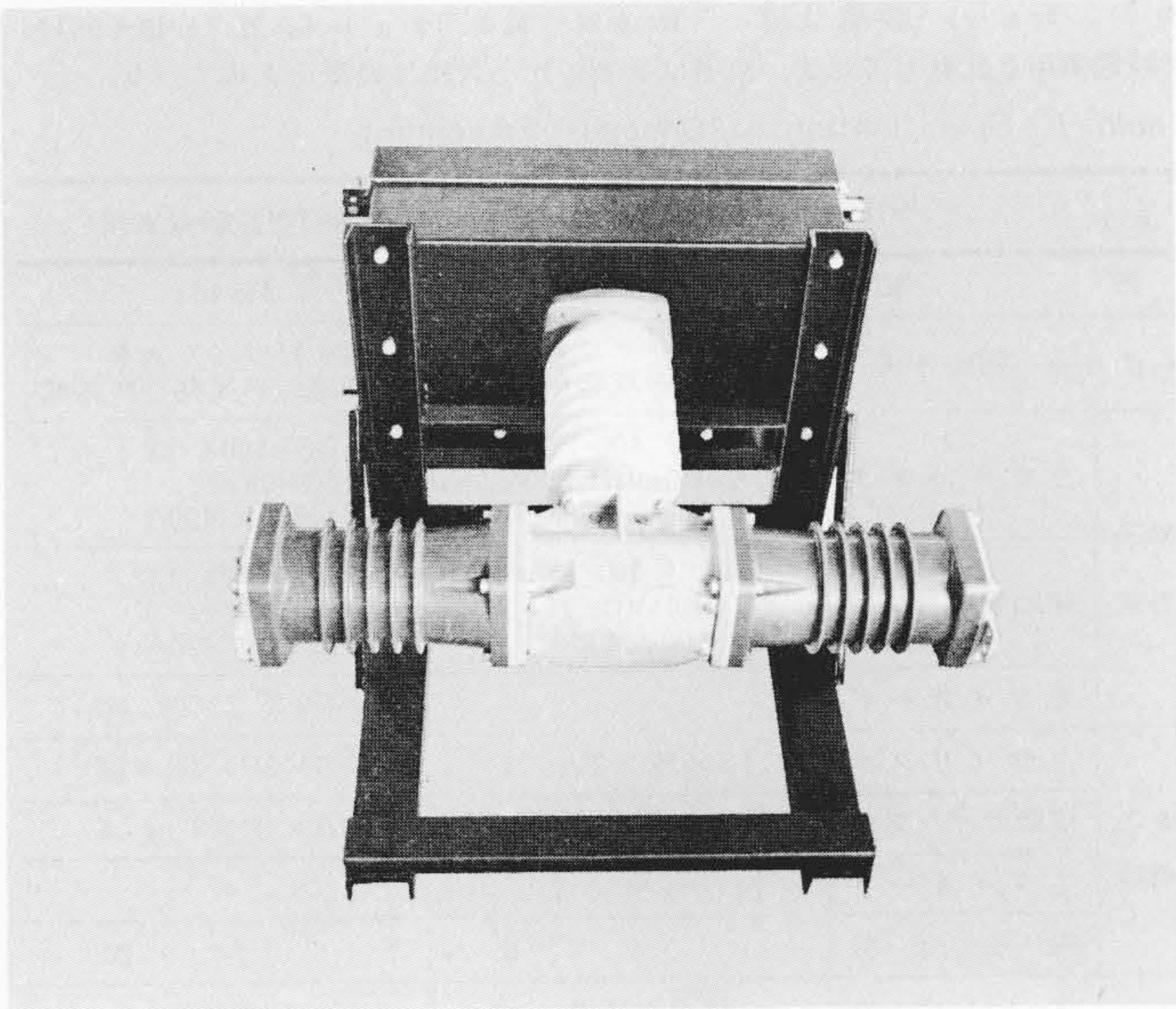


図6 CB201K形真空しゃ断器 CB201K形真空しゃ断器の外観を示す。しゃ断部は保護筒の中に収納された真空バルブ2個（直列接続）から構成されており、支持がい子により操作機構部とT字形に接続されている。

Fig. 6 Outside View of CB201K Type Vacuum Circuit Breaker

ースに水平に取り付けられた支持がい子によりT字形に支持されている。しゃ断部重量低減のため保護筒は耐アーク性の良いエポキシ樹脂注形品を用いている。また真空バルブには低サージ形電極を使用しているので、しゃ断器として特に開閉サージ抑制のための装置は備えていない。ベースの外側には操作に必要な操作機構が配置され、水密防塵(じん)カバーで密閉されており、開閉操作とも圧縮空気を使用しているが消費量がきわめて少ないので補助空気だめを備えていない。

このしゃ断器は単体の形式試験および特殊試験のほか主変圧器、主整流器との組合せ開閉サージ試験も行なったがいずれも良好な成績を得ている。

表6 真空しゃ断器仕様 96I形試作電車用真空しゃ断器の仕様を現行新幹線電車用空気しゃ断器と比較して示す。仕様は同一であるが、寸法、重量は大幅に小さくなっている。

Table 6 Specification of Vacuum Circuit Breaker

項目 \ 用途		96I形試作電車用	現行新幹線電車用
形 式		CB201K（真空しゃ断器）	CB200（空気しゃ断器）
定 格	電 圧	AC 30kV	同 左
	電 流	AC 200A	同 左
	しゃ断容量	100MVA	同 左
	しゃ断電流	3,400A	同 左
	短時間電流	4,000A（2秒）	同 左
操 作	しゃ断時間	3サイクル以下	同 左
	制 御 電 圧	DC 100V	同 左
	操 作 圧 力	8 kg/cm ²	同 左
標 準 動 作 責 務		CO-5秒-CO	同 左
操 作 方 式		電磁空気式	同 左
容 積		0.434m ³	0.965m ³
重 量		125kg	225kg

表 7 チョップパ装置仕様 961形試作電車用チョップパ装置の仕様を951形試験電車用と比較して示す。前者は後者に比べ大幅に軽量化されている。

Table 7 Specification of Chopper Equipment

項目		用途	961形試作電車用	951形試験電車用
形 式			RS921	RS907
チョップパ回路方式			逆導通形サイリスタ 直列消弧形反発パルス式	逆阻止形サイリスタ 並列消弧形反発パルス式
素子 形式	主サイリスタ		RCSI 400-25 (CF01VCF); 2,500V 400A	CSI 400X-13 (CH03V); 1,300V 400A
	補助サイリスタ		RCSI 400-25 (CF01VCF); 2,500V 400A	CSI 400X-13 (CH03V); 1,300V 400A
	主ダイオード		—	SL-400-25 (2,500V, 400A)
	素子 総 数		6	20
素子 構成	主サイリスタ		IS×2P×2U= 4	IS×3P×4U=12
	補助サイリスタ		IS×1P×2U= 2	IS×1P×4U= 4
	主ダイオード		—	—
	素子 総 数		6	20
冷却 方式	タ ン ク 外		自然空冷	強制風冷
	タ ン ク 内		フロン・対流	不燃油・強制循環
定格最大直流電源			785A×2回路 (脈流平均値)	780A×4回路 (脈流平均値)
定格最大直流電圧			1,600V	900V
定 格 周 波 数			120Hz	120Hz
重 量			776kg	1,837kg

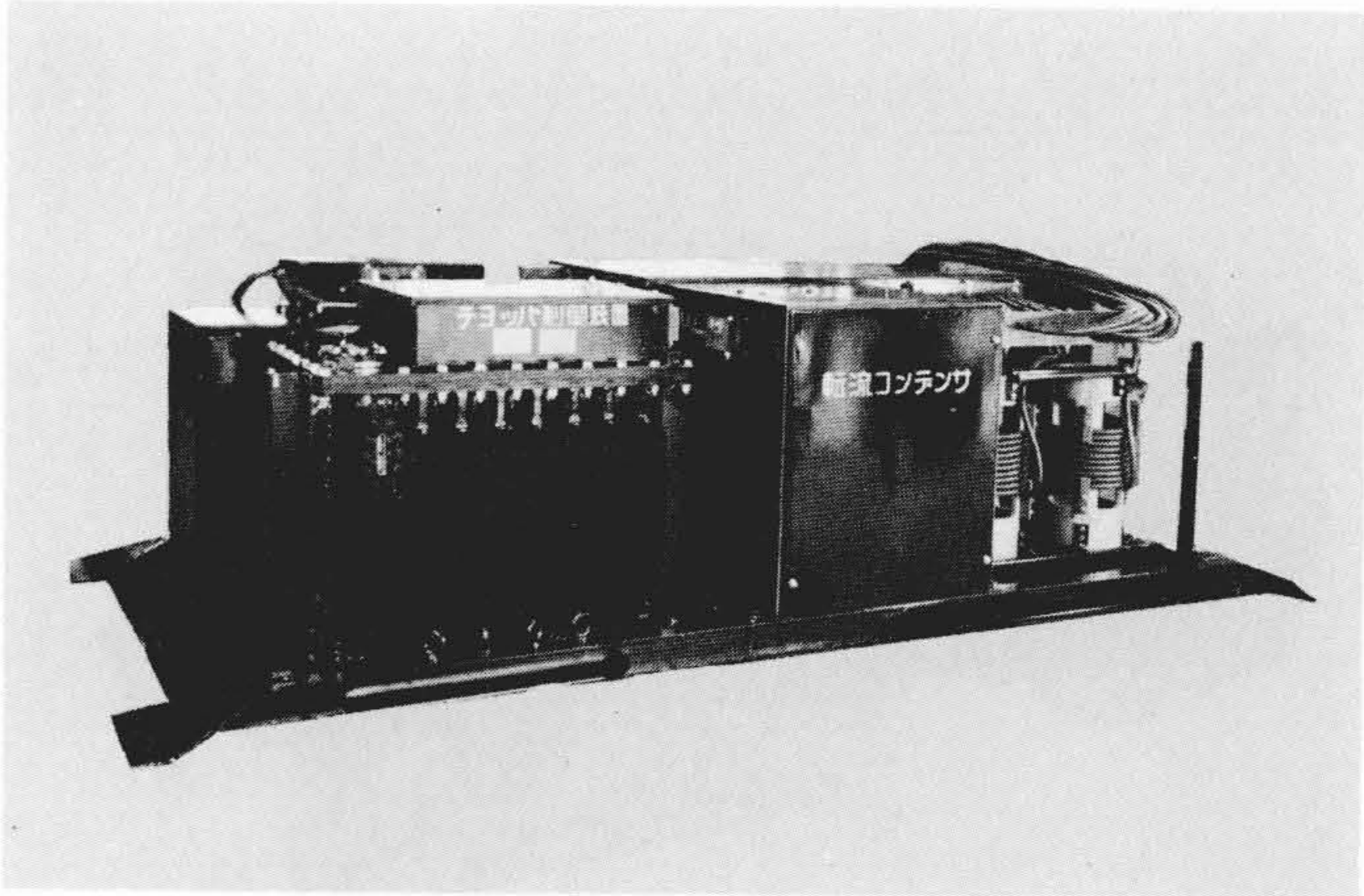


図 7 RS921形チョップパ装置 表側に主サイリスタ冷却タンク、転流コンデンサ、転流リアクトルが、裏側に電流制御装置と抵抗制御器が一つの架台にコンパクトにまとめられている。タンクは軽量化のため全アルミニウム製でタンクの内外壁には冷却フィンをもっている。

Fig. 7 Outside View of RS921 Type Chopper Equipment

性が良いことおよび公害の問題がないことによる。

(2) フロン浸せき冷却方式の採用

フロン R113 は 4. で述べたように沸騰冷却に最適な冷媒であるが、次の理由によりブレーキチョップパにおいては、フロン浸せき冷却方式を採用した。すなわち、常用ブレーキをかける間隔は900秒で、ブレーキを作用させる時間は140秒という使用条件であるので、発熱が間欠的である。このため、ブレーキ時に発生した熱量を一気に外気に放散するのではなく、熱容量の大きい冷媒などに熱量をいったん蓄積し、休止時間を含めた1周期で外気に逐次放散するようにしたほうが、表面積の縮小と過負荷耐量の増大が図られて得策である。またタンク自体の気密構造も沸騰冷却の場合のように、全溶接構造にする必要がないためである。

(3) サイリスタ用冷却フィンおよびスタック

サイリスタ用冷却フィン は 2.3mm の銅板 4 枚を重ねた多層フィンとし、ブレーキ1回路分のサイリスタ（主サイリスタ2個、補助サイリスタ1個）とともにスタックに組み込まれている。

(4) 冷却タンク

冷却タンクは軽量化のため、全アルミニウム製とし、タンクの内外壁には多くの冷却フィンを持つアルミニウム押出し材を用い、これらを組み合わせた溶接構造とした。タンク内にはサイリスタスタック、コンデンサ、抵抗、可飽和リアクトル、ゲートトランスなどが収納されている。またこれらの収納品は、すべてタンク上ぶたにまとめて取り付けられている。

8 結 言

全国新幹線網用 961形試作電車の主回路方式と、おもな電気品についてその概要を述べた。これらの機器は工場内で、力行回路関係および電気ブレーキ回路関係に分けて組合せ試験を行ない、性能確認後、電車に搭載され昭和48年7月～8月にかけ行なわれた走行試験ではほぼ所期の上記電車としての性能が得られることを確認できた。さらに現在は、詳細に各種性能の確認試験が現車を使用して行なわれつつあり、すぐれた運転成績を示すものと期待している。

終わりに臨み、これらの諸機器の設計、製作にあたって多大のご指導、ご援助を賜った日本国有鉄道の関係各位に対し厚くお礼申し上げます。

7 発電ブレーキ用チョップパ制御装置

発電ブレーキ用チョップパ装置は抵抗制御器と一つの共通台わく上にまとめられ、発電ブレーキ制御装置と総称されている。

7.1 仕様および特長

おもな仕様は表 7 に、外観は図 7 に示すとおりである。バーニア式発電ブレーキチョップパとしては、951形試験電車用の RS907 形および RS909 形があるが、これらのチョップパと比較して 961 形試作電車用の RS921 形チョップパは次のような特長を有している。

- (1) 新規に開発された高耐圧、高速度（2,500V 400A、ターンオフ時間40μs）の逆導通形サイリスタを使用し、
 - (a) 使用素子個数の低減
 - (b) 制御段数の低減
 - (c) 制御性能の向上
 - (d) 転流装置の小形化を図っている。
- (2) また全く新しいフロン冷却の採用により、
 - (a) 主サイリスタの並列数の低減
 - (b) 冷媒循環ポンプの省略
 - (c) タンク外壁冷却ファンの省略を図っている。
- (3) サイリスタおよび付属回路部品を収納しているタンクは、全アルミ製として軽量化を図っている。

7.2 構 造

RS921 形チョップパ装置は、サイリスタおよび付属品を収納した冷却タンク、転流リアクトル、転流コンデンサ、電流制御装置およびこれらの機器取付用の台わくから成っている。以下冷却面を主体にした構造について説明する。

(1) フロンの選定

冷媒としてフロン R113 を用いた。これは 4. の主シリコン制御整流装置で述べたように、不燃油に比較して、冷却特