

般*

赤 星 国 夫**

1. まえがき

東海道新幹線に用いる車両については、電化方式、保安方式、電車列車方式など基本的な条件について種々慎重な審議が行なわれ決定した方針に基いて設計が進められた。10月1日から開業の旅客電車列車については、すでに量産車両が逐次完成しているが、貨物列車についてはなお種々検討の段階にある。またこのほか建設工事および保守作業に用いる工事用車両たとえばディーゼル機関車、ホッパ車や、高速軌道試験車、電気試験車等があるがこれらについては省略し、以下旅客電車についてのみ述べる。

2. 車両の設計に当って重要な方式の決定

2.1 電車方式 旅客列車に電車方式を採用した理由については「東海道新幹線計画の概要」を参照されたい。

電車列車の電動機方式についても種々の方式を検討のうえ、シリコン整流器による脈流を電源とした脈流電動機を用いることとした。また各車両の重量配分、床下機器配置などについて種々検討した上、1両は電源関係機器を、他の1両は制御機器や抵抗器を積んだ2両を1ユニットとしたマルチユニット電車列車方式をとることとした。

2.2 電化方式 当初はディーゼル化も検討したが出力の点で不相当と認め、また直流1500V方式は将来の16両編成運転まで考えると10000A以上に達する大電流を要し、架線構造や地上電気施設が大きく、変電所間隔も小さくなり、建設費が増大する。また3000Vに電圧を上げればこれらがかなり楽になるが、車上機器の絶縁にも問題が出てくる。直流電化では高速集電についても問題があり、また1箇列車の負荷電流が大きいため、接地事故の場合の事故電流と運転電流の区別が付きにくいなどの問題があり、交流電化方式でゆくこととなった。

電圧については、現在線の20kVから40kVまで

* 原稿受付 昭和39年7月10日。

** 正員、日本国有鉄道臨時車両設計事務所（東京千代田区丸の内1の1）。

各種の利害が検討された上で、国際標準の25kVを採用することとなった。この電圧の変動範囲は+20%、-10%におさえることとした。

東京一大阪間の商用周波数は富士川を境にして、東西で50、60c/sのちがいがあり車上設備を両用にすることも検討したが、将来大阪以西に新幹線が延びる場合も考慮し、50c/s区間はわずかであるので、車上装置は60c/s専用とし富士川以東は、地上の周波数変換機で60c/sに変換することとした。

2.3 保安方式 車両には自動列車制御装置(ATC)を、また地上には列車集中制御装置(CTC)を設備し、また各列車と中央指令所間には列車無線を設備して、列車運転の保安の万全と輸送能率の向上をはかっているが、詳細については本号1782ページ「東海道新幹線の運転計画と保安方式」を参照されたい。

3. 車両の各部の量産車設計に至る経過と概要

3.1 車体ぎ装関係 戦後湘南電車から「こだま」に至るまで車体関係技術は著しい進歩をとげたが、200km/h以上の高速を出すとなると、空気抵抗、軽量化などの問題のほかさらに気密化の問題まで解決の要があった。

(1) 空気抵抗、走行抵抗 200km/h以上の高速では空気抵抗は相当に大きいので、特に先頭形状の決定に当っては数種の模型による風洞試験を行なった。なお側面のスカートや車両間の外ぼろなどはあまり空気抵抗に大きな影響がないことがわかったので、主として床下機器冷却風の取入口形状や美観などから形をきめた。

走行抵抗については上記のほか「こだま」高速試験などの資料からきめて試作車の試運転で確認した式によって車両の設計が進められた。

(2) 列車風 列車の高速運転に伴って生ずる列車風は、通過駅ホーム上の人員、線路際の保守要員の安全や道床じャりの飛散、列車のすれ違い時の風圧、トンネル進入時の気圧変動等いろいろの問題を生むが、各種の模型および現車試験の結果から、線路間隔、その他の各種基準がつくられ、車両の窓ガラス、車体等の安全も確かめられた。

(3) 車両気密 列車が高速でトンネルにはいる場合、車内気圧が著しく変動して乗客に対し不快感をもたらすので、車両各部を気密化し、特に各部とびらの気密装置や、トンネル通過時以外にのみ働く車室換気装置など苦心したが、航空機なみの気密が保てるようになった。

(4) 軽量化 「こだま」クラスに比し床面積で140%、出力で200%の交流電車を55t程度におさめるため車体をはじめ各部の軽量化には特に苦心した。耐候性高力鋼板や軽合金の使用、プレス型押材利用などで、張かく構造とあいまって所期の目標が達せられた。

(5) 腰掛、塗色、空気調和装置 1等車は1列に2人+2人、2等車は1列に2人+3人としたが、2等については1列6人がけ案や、腰掛も固定式、転換式等種々検討された。細部の形状寸法については、人間工学的研究委員会で研究された結果をとり入れた。

車体外部塗色については、国鉄部外の学識経験者を交えた委員会で検討の上、アイボリーホワイトとブルーの2色塗り分けときまった。車体内部色も、外部塗色とのバランスを考えてきめられた。

天井に取付けるユニット形の空気調和装置は、「こだま」形と同様であるが、さらにヒートポンプ機構を組み込み、冬期暖房を兼ねる方式とした。

(6) 汚物処理、ごみ処理 便所の汚物処理は、現在線でもいろいろ検討されているが、新幹線では高速であるため特に確実な方法を研究し、結局最も単純確実なため式とし、電車基地にもち帰って浄化装置へ流出させることとした。

また車内のごみも各デッキの床下に取付けたごみ箱に落とし込み、ユニットロード式に袋詰めして終端駅ホーム下で処理することとした。

(7) 前頭部強化 新幹線は完全立体交差であり、沿線には立入防止さくを設けるなど事故防止につとめるが、万一の線路上の障害物をはね飛ばすように、前頭部スカートが強固なものとし、さらにその内部に強固な排障装置を取付けた。またスカートとレールのすきまに異物が侵入するのを防ぐため、厚いゴム製の補助排障器を取付けてある。さらに先頭車輪の直前にも軸箱から腕を出しもう一つの排障器を取付けて万全を期した。

(8) その他 ぎ装は軽量化と製作、保守を容易にするため、できるだけ単純化と標準化をはかり、ユニットブロックごとに部品交換がきわめてたやすくできる方式をとり、配線もとい配線を採用した。

3.2 台車 戦後高速台車振動研究については理論的にも実際的にも非常に発展をとげてきたが、特に

高速を出す新幹線ではあらためて検討すべき問題も多々あった。

(1) だ行動 車体、台車、ばね装置等の固有振動で起る第1次のだ行動を適当なダンピング装置で押えることとしたが、高速で特に出てくる第2次だ行動をも押える必要があり、これに対しおもにつぎのような処置が研究試験の結果からとられた。

車輪踏面こう配を従来の半分の1/40とした。

試作車においてミンデン式、アルストム式、シュリーレン式、重ね板ばね式、リンク式、IS式等8種の軸箱支持装置を試作試験し検討した結果、軸箱を台車わくに取付ける部分に遊間をなくしかつ前後、左右方向にそれぞれ適当な剛性のある取付方法のできる国鉄で開発したIS式軸箱支持装置を採用した。

全側受支持台車として、車体と台車の回転に対し摩擦抵抗を付し、異常なだ行動を防止する効果を与えた。

(2) 空気ばね ダイアフラム式空気ばねを開発し横方向の復元力をもたせることができたので、揺れまくらつき装置を省略して台車軽量化と乗りごこち改善が図られた。

(3) ボルスタアンカ取付 前後動に対しては、ボルスタアンカと台車または車体との取付部に特殊な前後動防止装置を開発し、取付けてだ行動の防止に効果があった。

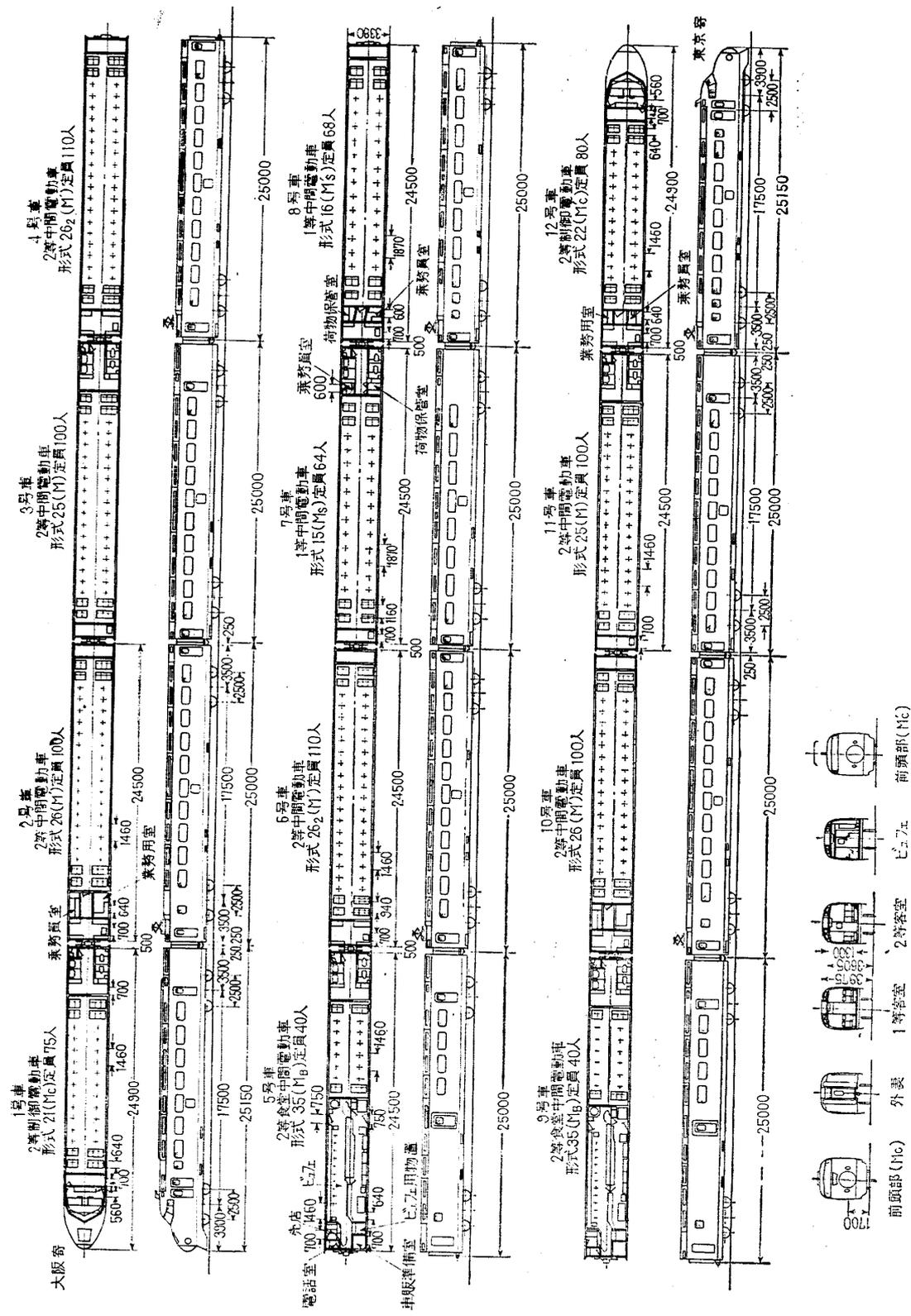
(4) 輪軸 一体車輪構造とし、車軸も高周波焼入れをして疲れ破壊に対する強度を高め、またしばしば超音波探傷検査を行なって車軸折損を防止するため軸端部構造を点検、検査の容易な構造とした。

(5) 軸受 2列ころ軸受で油潤滑方式をとった。特にスラスト軸受には左右動によるスミアリングを防止する構造を採り入れた。

(6) 駆動装置 平行カルダン方式とし、たわみ歯車継手を用いた。

(7) 円板ブレーキ 走行エネルギーの過半は電気ブレーキで吸収するが、低速常用と、非常用は円板ブレーキを用いる。ブレーキライニングは高熱に耐え適当な摩擦係数のえられる焼結合金系のものを用いた。

3.3 集電 軌道、架線等の技術が進歩したのでパンタグラフは著しく小形化されたが、200 km/hの高速集電についてはなお研究解決すべき問題が多かった。風圧による影響など風洞試験の成績を設計に反映させ各部を改良した結果、従来線よりも集電性能の非常に良いものが完成された。すり板の材質についても各種の試作試験を行ない、相当に良い成績を納めたが、今後さらに寿命が永くかつ集電性能の良いものの研究が望まれている。



第1図 新幹線旅客電車12両編成

3.4 電気機器 (1) 主変圧器 床下装置のためきわめて小形軽量化設計を行ない、タップ切替も高圧、低圧の比較検討の上、低圧切替方式の新しい構造を開発した。ステップ数の決定に当たっても停車駅数の少ないこと、比較的高加速度を要しないこと、全電動車列車であることなどを考慮し起動加速時の乗りごこ

ち改良に重点を置いた。
 (2) 主電動機 沿線の通信施設に対する誘導障害をさけるため脈流率を上げることを検討し、整流機能、温度上昇等に改良を行なった構造を採用した結果、従来線の脈流率30%よりも高い50%脈流率を採用することとした。また主電動機の出力は、ルート、運転曲

線、運転条件等から検討して 185 kW とした。

(3) 補助回転機 従来の交流電気車両では、補助回転機に 3 相を用いていたが、新幹線電車では、これらの数、容量ともに大きく、重量軽減のためにも、極力これらを単相誘導回転機とした。

(4) シリコン整流器 従来線で使用され信頼度が上がってきたシリコン整流素子を標準化し、回路結線法、故障検出装置も標準化したものを使用することとなった。試験の結果信頼度もきわめて向上したことが確かめられた。

(5) 防じん、気密 試作車の走行試験の結果、床下機器の防じん、トンネル通過時の気圧変動に対する気密が特に必要であることがわかり、また道床ジャリの飛散衝撃に対する十分な保護箱も必要であることがわかったので、これらの所要の処置を施した。

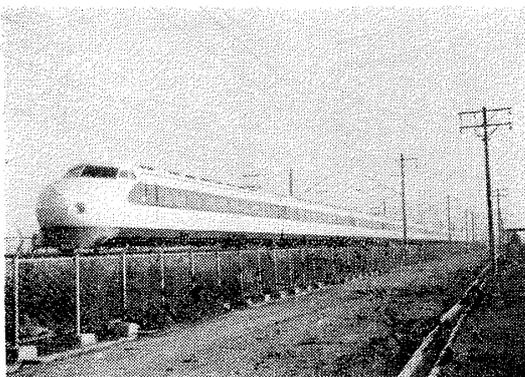
(6) 軽量化 車両重量の約 40% をしめる電気機器に対して、きわめて細心に重量軽減の設計を行なった結果、たとえば、主変圧器が 3.5 t (試作車の 20% 減)、主抵抗器 1.5 t (試作車の 40% 減) 等車両重量の軽減に著しい成果を上げた。

3.5 ブレーキ方式 50 km/h 以下の低速域常用と電気ブレーキ故障時の全速度に用いる非常ブレーキには空気ブレーキを用いることとしたが、その方式については、全電気制御方式、SAP 方式、BP 方式などが検討された結果、従来から使用経験のある SAP 方式を採用し、全列車を 1 往復する常時加圧電気回路 (緊急ブレーキ回路) で列車分離の防護をすることとした。

4. 車両の概要

10 月 1 日の開業当初は、旅客電車は 12 両編成 30 本、合計 360 両であるが、将来列車本数も増加し、また列車の編成両数も 16 両までにできるように考慮して設計してある。

12 両の編成は、大阪寄から数えて 7, 8 号車は 1 等



第 2 図

車で定員 132 名、5, 9 号車は半車ビュフェ食堂付 2 等車、その他は全部 2 等車で定員 855 名、合計定員 987 名である。この編成列車の形式図を第 1 図に示す。

次に新幹線用電車の主要要目を示す。

電気方式 単相交流 60 c/s, 25 kV
 電圧変動範囲 +20% (30 kV)
 -10% (22.5 kV)
 電車方式 シリコン整流器式全電動車式
 1 単位 2 両
 電車性能 (1 単位 2 両の性能)
 主電動機数 4×2
 連続定格出力 1 480 kW

主要寸法

車体長さ (連結面間)	25 000 mm
車体高さ (レール面上)	3 975
車体外部最大幅	3 380
床面高さ (レール面上)	1 300
連結器高さ (レール面上)	1 000
パンタグラフ折たみ高さ (レール面上)	4 490
心ざら間距離	17 500

台車および動力伝達装置

台車方式	2 軸ボギー, IS 式, 空気ばね式
固定轴距	2 500 mm
車輪方式	ブレーキ用円板付一体車輪
車輪径	910 mm (計算用 870 mm)
動力伝達方式	たわみ歯車継手付一段歯車減速
歯数比	2.17

主変圧器

方式	外鉄形送油風冷式不燃性油使用
連続定格	1 650 kVA

主整流器

方式	ブリッジ結線強制風冷式
連続定格	1 627 kW
素子構成	網目接続 10S-4P-4A

主電動機

連続定格出力	185 kW
--------	--------

制御方式

力行	低圧タップ切換	25 ステップ
ブレーキ	発電ブレーキ	17 ステップ
制御電圧	DC	100 V

ブレーキ

方式	発電ブレーキ	50 km/h 以上
	空気ブレーキ	全速度域
制御	ATC および手動制御	
基礎ブレーキ	円板ブレーキ	