

625.2-185.4

## 新幹線用高速電動列車と基礎研究\*

加藤 一郎\*\*

昭和 37 年半ば新幹線用試作旅客電車が完成し、以後鴨宮基地にあって各種試験を実施している。この試作車製作の経験と、試験の結果をもとにして昭和 38 年は量産車の設計が完了し、製作にはいり、昭和 39 年には開業のはこびとなる予定である。以下試作旅客電車の簡単な紹介、かかる電車がつくれるようになった戦後の車両技術の進歩、超高速列車に対する基礎研究と動向、の順で述べる。

## 1. 試作旅客電車の紹介

第 1 図に形式図を、第 1 表に要目を示す。A 編成 2 両と B 編成 4 両の計 6 両が製作された。これは最少限の両数で有効な試験、訓練ができるよう考えられており、A と B を連結して 6 両で総括制御も可能である。

車両は、今後製作される量産車ももちろん同じであるが、全電動車方式となっている。その理由は

(1) 列車全体に動力を分散し、各車輪の負担重量を平均化して、線路や構造物の規格を大きくしないで、高速運転を可能とするため。

(2) 高速からのブレーキとしては、電気ブレーキが一番合理的であるが、このためには各軸に電動機をもった電車列車が一番都合がよい。

(3) 電車列車にするとこう配が苦にならず、軌道のこう配選定が楽になる。

(4) 機関車で引張る場合等に比べて、車体にかかる引張力が小さく、車体強度が楽である。

(5) 折返し運転が簡単になり、始終端駅設備や作業が簡素化され、車両の利用率も高められる。

(6) 動力を分散しておくこと、万一車両故障の場合でも運転に支障をきたすことが少ない。

等々である。

また電気方式が交流 25 kV、60 c/s に統一されたがその理由は

(1) 高速化にともない 1 列車の動力が非常に大きくなるため、直流電化では変電所の数が非常に多くなり、建設費が高くなる。

(2) 交流だと高圧にでき、直流の場合より電流が少

ないので集電が楽である。

(3) 直流で 3.0 kV ぐらいの高圧も考えられるが、主電動機、しゃ断器、補機等がかえって絶縁上不利になる。

(4) 交流の場合 20 kV から 40 kV ぐらいまで検討したが、変電所間隔をのばすことと、空間絶縁距離を大きくとるための建設費の増や設計上の不便を考え合わせて、世界的に標準となっている 25 kV と決定された。

(5) 東京-大阪間は、商用周波数 50 c/s と 60 c/s の両地域にまたがっているが、両サイクル電化にすると車両構造が複雑になり、また 60 c/s 地域が東京-大阪間の約 3/4 であること、将来山陽にのびる可能性や、車両技術の発展の余地ものこす意味で 60 c/s 統一にふみきった。

等々である。

試作車の要点は

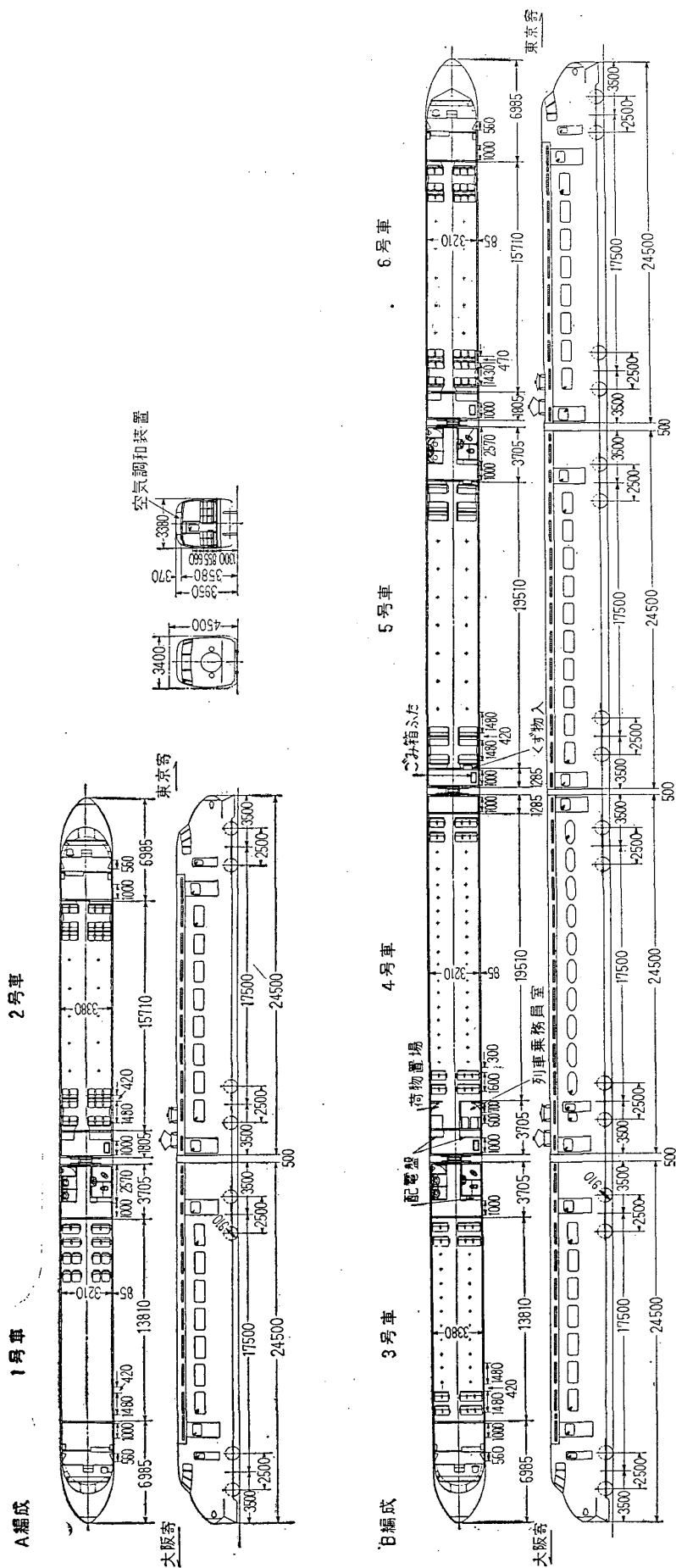
(1) 量産車と同じにする予定であるが、2 両ずつが 1 ユニットになっており、そのうち 1 両はパンタグラフ、主変圧器、タップ切換装置、シリコン整流装置等主として電源装置関係をもち、他の 1 両には主平滑リアクトル、主制御器、発電ブレーキ抵抗器等とし

第 1 表 新幹線試作電車要目表

軌 間	1435 mm
電 気 方 式	単相交流 25 kV 60 c/s
電 車 方 式	全電動車、総括制御式
電車の電気方式	シリコン整流器式
	2 両を 1 ユニットとする主回路構成
	主電動機つなぎ：4 個 (1 両分)
	永久直列、1 両ごと並列
	低圧タップ切換による電圧制御
1 ユニットの性能 (連続定格)	出力 170 kW × 8 = 1360 kW
	引張力 約 2860 kg
	速度 166 km/h
主 電 動 機	方 式：脈流直巻補極付 (50% 弱界磁付)
	連続定格：170 kW, 415 V, 450 A, 2200 rpm
駆 動 方 式	平行カルダンたわみ歯車継手式
歯 車 比	29 : 63 = 1 : 2.17
車 輪 直 径	910 mmφ
ブレーキ方式	ATC 制御および手動制御
ブレーキ装置	電気ブレーキ、空気ブレーキ (油圧に変換して円板ブレーキ操作)
最高許容速度	250 km/h
車 両 重 量	1 両当り 約 58 t

\* 原稿受付 昭和 37 年 9 月 7 日。

\*\* 正員、日本国有鉄道新幹線総局(東京都千代田区丸の内 1 の 1)。



第1図 東海道新幹線試作電車形式図

て直流関係の主回路機器をもっている。主電動機はシリコン整流器で整流した脈流で駆動される。

(2) この車両は在来線の 20 m 車に比べて床面積で 40% 程度大きい。しかも電源装置をもつ交流車両で、高速を出すため出力も大きい。これを量産時は 1 両定員乗車で 60 t 以下におさめることになっている(地上施設との関係で)。試作車でも車体関係をはじめ、各部分とも非常に軽量化をはかったが、1 両約 58 t (空車) になった(試験的要素で一部重くなっている部分もあるが)。したがって量産時までには約 5 t 程度の軽量化を行なわねばならない。

試作車のうち、4号車の車体はずじ違い柱を使った従来と違った側構で、外板も 1.2 mm 厚の耐候性高力鋼板を使用し、極端な軽量化を行なっている。

車体ではこのほか、全軽合金製の上屋根構造、新しい防音防熱材の使用、列車の空気抵抗を考え完全に上屋根の中にはいってしまう空気調和ユニット構造、各種腰掛、汚物処理装置等々みるべきものが多い。

(3) 台車関係は、高速における異常だ行動防止に主眼をおき、また空気ばねを十分活用した構造になっている。軸箱支持装置の違いで数種の台車が採用されている。また耐摩耗性車輪開発のため 3 種の車輪材料を使用している。次に高速のため軸受関係は特に重要で、十分試験を行なったが、潤滑油、密封部分等今後さらによく検討せねばならない点である。

(4) 集電も高速のため重要な点で、風洞試験等で吟味した 3 種のパンタグラフが比較のためついている。

(5) 電気機器は、一般的に言って高速運転と直接の関係はないのであるが、重量軽減、保守に手のかからない方式等に特に力を入れ、新設計

の電気機器は数種類試作し、比較するようにしたものが多い。

(6) ブレーキは ATC に完全にたよることになっている。ATC は新幹線ではじめて実用化されたもので、地上の信号によって列車を自動的に制御する装置である。すなわち軌道回路の速度段階別信号を運転室速度計内に指示し、信号による指示速度と列車速度を比較して、列車速度のほうが高ければ、指示速度まで所定の減速度で自動的にブレーキがかかるようになっている。高速運転の保安上絶対の必要と 100% の信頼を要する。また車両のブレーキは主として電気ブレーキによるわけで、電気ブレーキの作用しない低速時とか、非常ブレーキの場合の補助に円板ブレーキをもっている。しかし万一電気ブレーキ故障の場合は、全部円板ブレーキにきりかわる。

(7) 安全装置として種々採用しているが、特に軸受故障等で固着輪軸が出た場合の発見のため、各軸に固着検出装置をとりつけた。

(8) 床下機器の取付はブロック式にし、修繕の便をはかった。

## 2. 戦後の車両技術の進歩

上記新幹線用試作旅客電車や、これから設計製作される量産車は一朝一夕の技術研究で完成されるものではない。もちろん、次項で述べるような新幹線の話が出てから特に急速な進歩をみた研究もあるが、大きな基盤はなんといっても長年月つちかわれた車両技術の進歩、特に戦後の技術進歩によるものである。東京-大阪間 3 時間、最高 200 km/h の営業運転ということは簡単なことではない。ただ 1 回や 2 回、200 km/h や 250 km/h を出すということならともかく、これを毎日の営業に使うということは、底の広い進歩発達がなくてはできないことである。

前項で、新幹線が電車列車になる理由を述べたが、戦前の電車の技術水準が基礎だとしたら、とうてい電車にふみきれものではない。また日本以外の国でかかる鉄道を現在計画したとしても、電車列車となる国はあまりないのではなからうか。国鉄では昭和 25 年、中距離用湘南電車が出現し、電車でも相当距離の旅行ができることを示し、昭和 32 年には発電ブレーキや、台車装荷の主電動機（カルダン式）をもった 101 系電車（当時はモハ 90 と称した）が出現し、電動車でも十分乗りごちのよいことを示し、ついでこれをもとにして、さらに空気ばねや円板ブレーキ、車両に向いた空気調和装置と固定窓構造をもった「こだま」が昭和 33 年に出現し、東京-大阪間を 6 時間台で走った。

これらの一連の電車列車に対する技術研究が大きくものをいっているわけである。これに昭和 30 年仙山線ではじめて交流電化を採用して以来、急速にのびてきた機関車や電車に対する交流技術が加味されて、新幹線超高速電動列車の基盤となっているわけである。言いかえると、この新幹線列車に収束するように車両、特に電車の技術が戦後進んできたと言えるであろう。

## 3. 超高速電動列車に対する基礎研究と動向

**3.1 台車関係 3.1.1 だ行動** 車両の振動に関しては、戦後間もなく国鉄が主催してもたれた「高速台車振動研究会」を中心として、理論的に、また実際面でも非常な進歩をとげ、最近の空気ばね台車までに至っていることは周知のとおりである。しかし超高速なるがためにあらためて取りあげねばならぬ問題にだ行動がある。一般にボギー車のだ行動には、比較的低速度にあられて車体が台車ばね装置の固有振動で大きくゆれる第一次だ行動と、それより高速度で起り車体はあまりゆれずに台車はげしくゆれる第二次だ行動の 2 種類がある。第一次だ行動については、上記の固有振動数をできるだけ低くし、また適当なダンピングをあたえることにより防止することができる。新幹線に対して主として問題となるのは第二次だ行動である。これは昭和 34 年「こだま」の車両を使って高速試験（最高 163 km/h）を行なった際、摩耗踏面の車輪をつかった車両が 120 km/h 程度からこの第二次だ行動が大きくなり、軌道にあたる影響も大きく、とうてい速度向上が不可能になり、車輪を正規に削正し直して再試験を行なった経験等からもあきらかである。理論や第 2 図に示す模型車両試験、さらに第 3 図に示す実物台車試験等から、この第二次だ行動の限界速度を高めるためには次のことが有効なことが明らかにされた。

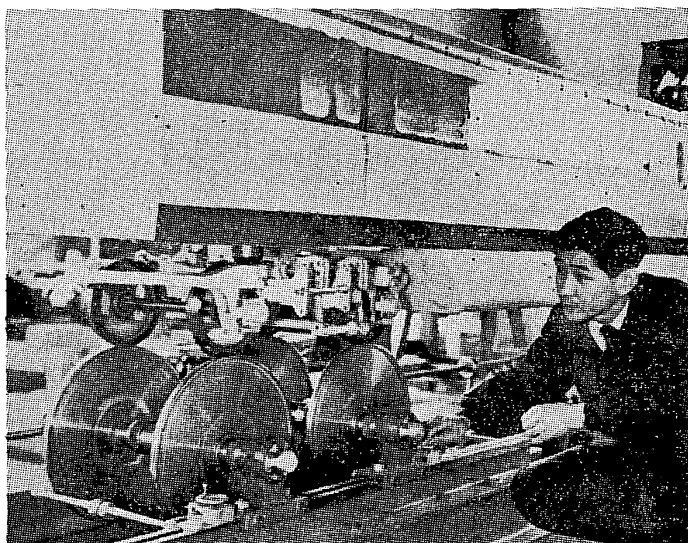
(i) 車輪の踏面こう配を小さくすること。

踏面こう配を小さくすれば、だ行動の波長がのびることは周知であるが、車輪がレールの片側に寄ったままで復元性を失うことがない程度として踏面こう配 1/40（在来国鉄では 1/20）ぐらいが最良ということになった。なおこの場合左右車輪の直径差は 0.2 mm 程度におさえる必要がある。

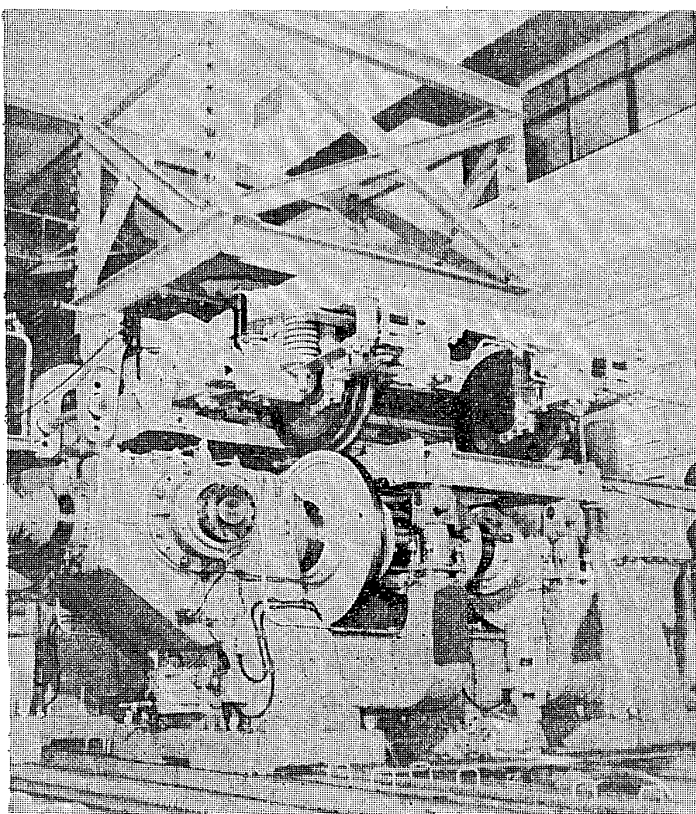
(ii) 車軸の台わくに対する支持部の遊間をなくして、支持剛性に適値をえらぶこと。

従来車軸を台車わくに支持する弾性として前後方向は極力堅く、左右方向をやわらかくすることがよいとされていたが、最近の理論計算により、従来とは逆に

左右方向をかたく、前後方向をやわらかくしたほうがだ行動の限界速度が高くなることがわかった。車両試験台による実物台車試験でもこの傾向があらわれている。しかし左右方向にむやみとかたくすることは曲線通過時や、レールの通りくるいということを考えると実際は無理である。新幹線のように軌道状態がよく、曲線半径が 2500 m 以上では、1 軸箱当り左右方向 1000 kg/mm, 前後方向 500 kg/mm 程度がよいとされた。これらについてはさらに今後試作車や車両試験台で十分検討されなければならない。また台車わく



第2図 模型車両試験



第3図 実物台車試験

に対して、車軸を前後方向にやわらかく支持しても、車軸同志前後をしっかりとむすんだ場合の効果については今後調査せねばならない。

(iii) 台車の回転に対して摩擦抵抗をあたえること。

台車のだ行動抑制のために、側受に摩擦抵抗を与えることが有効と考えられ実施されてきたが、理論計算によっても、台車の回転に対してばねによる復元モーメントを与えると、あるばね定数以上でだ行動が起らなくなり、また油圧ダンパによる粘性抵抗をあたえても限界速度が向上することが明らかになった。しかしばねによる方法は曲線通過時の横圧増加をきたし、またダンパによらなくとも側受や、大きい心ざらの摩擦を利用するほうが構造上現実的である。新幹線の場合で、限界速度を摩擦なしの場合の50%向上させるのに約 700 kg・m が適当という数値を得た。この数値についても今後の試験で十分たしかめることになっている。

**3.1.2 空気ばねと上下動および左右動** 空気ばねが出現してから上下振動は特に改善された。しかし一方ばねがやわらかいので、ローリングが大きくなる傾向にあり、一般にはアンチローリング機構が使用されている。しかし台車機構が複雑になり、重量も大きくなる。ローリングを小さくするにはなるべく空気ばねの位置を高くすることが望ましい。しかし一方空気ばねの位置を高くすると従来の揺れまくらつりが使用しにくくなる。新幹線では、空気ばねを最大限に高い位置に使用し、空気ばねに左右動まで受けもたせ、アンチローリング機構や揺れまくらつりを廃し、軽量ですっきりした台車とすることに目標がおかれた。その結果必然的に空気ばねの研究、特に横方向剛性の研究が進められ、最初は 20 mm 程度の横偏位で座屈の現象を示したものが、最近では 40 mm まで直線的横剛性を示し、しかも従来のつりリンクに近いやわらかい横剛性のものが得られつつある。この問題は超高速とは直接の関係はないが、空気ばね台車の将来の発展につながり、重要な研究で、今後まだ相当検討すべき点がこのこされている。第4図に高い位置に空気ばねをおいた試作車の台車を示す。

**3.1.3 前後動** 従来の車両では前後振動の絶縁はほとんど考えられていないが、高速車両では車輪の回転数が高いので、台車の車体に対する前後の固有振動数をさげて、積極的に前後振動の絶縁をはかる研究も進められ、試作車の一部に試用されている。

**3.1.4 輪軸** 高速に対する保安上からも輪軸関係は重要な点である。まず車軸の強度等を検討するためにどの程度の荷重がかかるかが問題となる。静荷重はわかっているわけであるが、超高速走行中の輪重の変化についてはまだ推定の段階である。「こだま」高速試験等で 160 km/h くらいまでは速度に比例して変化も大きくなることがわかっている。試作車ではこれらの試験結果等より、車軸の強度計算には、垂直荷重で静荷重の 1.7 倍、横荷重を垂直静荷重の 0.5 倍（「こだま」等では 1.4 と 0.3）と一応とっている。これはあとにのべるブレーキ時のスリップにも影響するわけであり、超高速域の状況を今後つまびらかにせねばならない。また軸ばね剛性との関係等も調査すべき点である。

次に車輪であるが、安全のためもちろん一体車輪とするが、国鉄においてはここ 10 年ほど一体車輪については経験をつみ、強度上の問題その他種々解決してきた。ただ新幹線の場合は、1 日の走行キロが大きいので、なんとかタクヤ踏面を長もちさせることを考えねばならない。これは前記で行動防止のためタイヤ踏面をなるべく正規に保つことにも相通ずる。現在 STY-80（長年使っているもの）、SCM-5（マルチプルウエヤ形に適するように、焼入れ性よく、厚い硬化層ができ、じん性に富む）、高炭素 CrMo 鋼（表層部を SCM-5 よりいっそうかたく焼入れできる）の 3 種の材料を現車試験中である。摩耗状態、使用中にき裂等おこるおそれがないか、摩耗後の保守の難易、経済性

等の見地から調査され、また今後さらにより材質も望まれる。

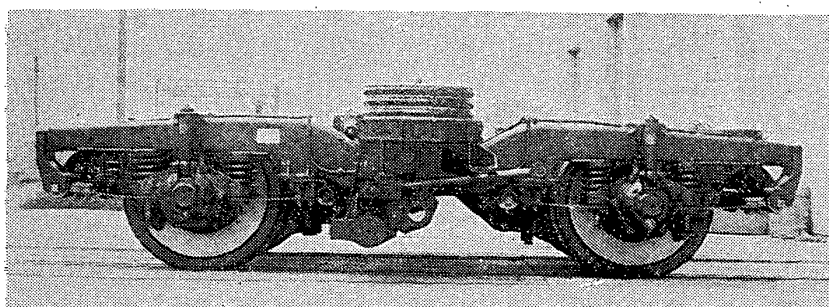
**3.1.5 軸受** 車両用ころがり軸受は戦前から一部車両に使用されていたが、戦後客車、電車、機関車等に全面的に使用されるようになってからの進歩が大きい。新幹線で速度と直接関係し、技術的にもぎりぎりの限度近く、また故障等起った時影響の大きいもの一つにこの軸受がある。特にジャーナル軸受と歯車箱軸受が重要である。これらの軸受は輪軸等周囲から形状大きさ等を制限される点が多く、かかる意味からもむずかしくなるのである。現在試作車に使用しているものは、ジャーナル用として内径 130 mm、外径 280 mm の円筒ころ軸受で、スラスト用としてラジアル玉軸受付である。また歯車箱用は内径 220 mm、外径 340 mm の円すいころ軸受（車軸側用）である。200 km/h 時の回転数が約 1200 rpm であるから、軸受の  $d_m n$  値も相当大きな値になる。

ジャーナル軸受は従来グリース潤滑だったが、今回は油潤滑である。200 km/h 程度で連続走行すると、基礎試験の結果からみても 100°C 前後の温度になりそうである。軸受研究会をもって、材料、精度、検査等全面的に再検討し、従来の車両用軸受から一段レベルアップを行なった。軸受構造等についてもなお検討中である。今後潤滑油に関して十分の研究がのぞまれている。またオイルシール等についても問題の起ってくる可能性大で、十分な研究にはいらねばならない。さらに将来の問題として、どの程度で、どんな現象を

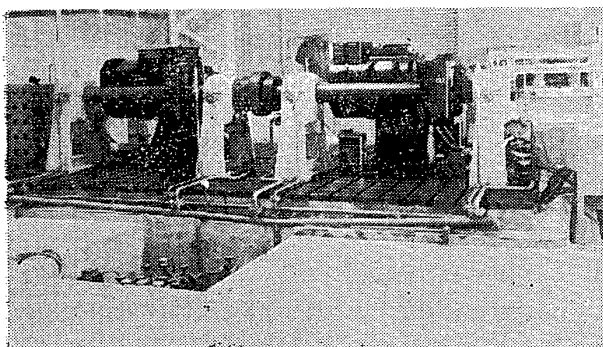
つかまえて軸受を交換するか取扱限度基準を確立する問題にぶつかるわけである。

**3.1.6 駆動装置** 「こだま」時代で平行カルダン駆動方式は確立された。新幹線でも歯車装置として形状的にはほとんど変りがない。歯車も大歯車モジュール 8（工具）、ねじれ角 20°、圧力角 20°、歯数 63 枚、小歯車歯数 29 枚、ともに幾分の転位修正をしたはず

ば歯車で、従来のものより少し大きい程度である。ただし使用条件となると、200 km/h で歯車周速約 35 m/s となり、歯の強度の面、歯および軸受の潤滑の面でいろいろ問題のおこるおそれがある。一般機械用なら別に設けられた給油装置により、軸受および歯車が潤滑され、また潤滑油は冷却器により冷却されるのであるが、鉄道車両用の歯車装置では種々の制約から、強制潤滑を行なうのが困難で、なんとか飛まつ潤滑によりたい。しかも歯車は両方向に回る。というような



第4図 新幹線試作車用台車

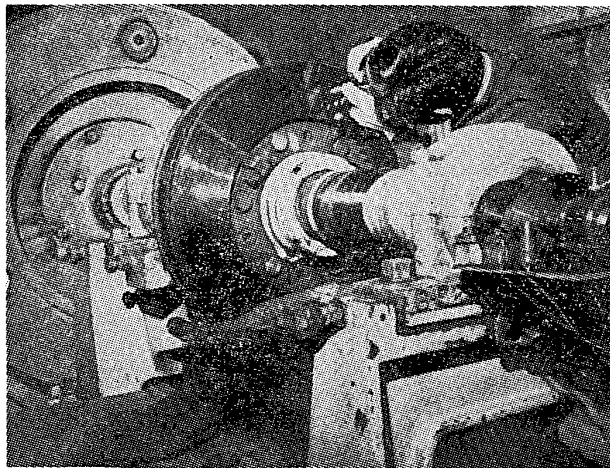


第5図 駆動装置試験

ことによりますます苦しくなるのである。試作車製作の前に、給油状態を変えた4種類の歯車装置を製作し、第5図に示す実物試験装置で各種調査を行ない、何とか見込を得て試作車にうつったのであるが、これも技術的に相当ぎりぎりの線になっており、特に潤滑面で今後とも十分の研究を必要とする。なお試作車の平行カルダン式は、いわゆるWN式と称されるたわみ歯車継手によるもので、これと「こだま」等に使用されている中空軸平行カルダンとの比較は今後の問題である。

**3・1・7 円板ブレーキ** 新幹線車両のブレーキは電気ブレーキが主である。円板ブレーキは50 km/h程度以下の電気ブレーキがかからない範囲と、非常ブレーキの場合電気ブレーキに付加される分だけ受持つのが普通の状態である。このくらいなら場合によると踏面制輪子でもできないことはないくらいなのである。しかしここに一つ問題がある。電気ブレーキ故障の時には、円板ブレーキだけにたよらねばならない点である。チャンスは少ないけれども、1度でも2度でも全ブレーキ力を円板ブレーキだけでまかなうとすると非常にむずかしい問題となった。

円板ブレーキの技術はすでに「こだま」等で経験済みであるが、速度が倍近く、重量が5割増程度となると吸収エネルギーが非常に大きくなる。かかる点から円板およびライニングの研究が強力に推進された。第6図は基礎試験に使用された円板ブレーキ試験機である。円板も鋳鋼系、鋳鉄系各種を試験し、ライニングは「こだま」等に使用している合成樹脂系から新規開発による焼結合金まで比較した。その結果1軸に2組という条件では、現在のところ、合成樹脂系ライニングは160 km/h以上は無理で、試作車には銅系焼結合金製を使用している。また円板は鋳鉄系のほうが良いようで、試作車にはNiCrMo鋳鉄製を大部分使用し、



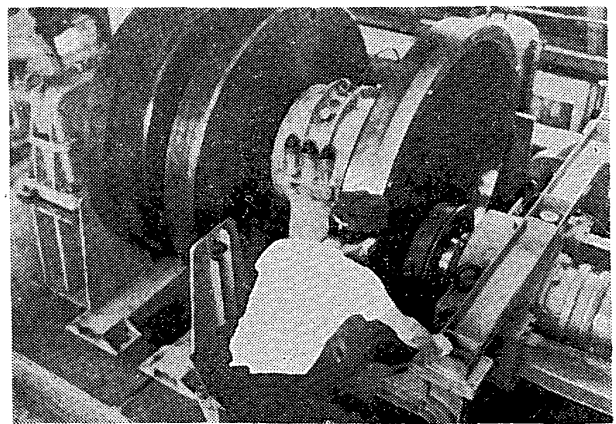
第6図 円板ブレーキ試験

比較にCrMo鋳鋼製を一部に使用している。なにぶんにもこの円板ブレーキは普通状態ではたいした容量はいらないわけで、今後円板の簡略化、ライニングも鉄系焼結合金、さらにできれば合成樹脂系等で軽量のものが望ましく、今後の研究が期待される。

なお円板ブレーキ自体ではないが、主として電気ブレーキによる新幹線車両のような場合、空気ブレーキ機構全体も、もう少し簡略にならないか、これも今後研究を進めるべき点である。

**3・1・8 車輪とレール間の粘着力** これはブレーキ力を定めるに重要な研究であり、高速域に対しては十分信用すべき資料もないので、第7図に示す粘着力試験装置等で研究が進められている。しかし実際の車輪とレールの関係は非常に変化の大きいものと思われ、また車輪は走行中に輪重の変化もあるので、実際のブレーキ力はどのくらいが一番の確かはまだつかめていない。試作車では、この試験装置による数値とか、低速ではあるが従来の現車試験の成績等を利用して、しかも相当余裕をみて低めのブレーキ力を設定した。高速になると粘着力がだいぶ下がるので、ブレーキ力も160 km/h以上、160~110 km/h、110 km/h以下の3段階に分けている。160 km/h以上のブレーキ力を非常ブレーキで2.0 km/h/sの減速度相当と一応定めたので、粘着係数0.06程度あればよいことになる。ともかく高速の場合の粘着力に対しては今後十分検討の要がある。

**3・2 車体関係 3・2・1 空気抵抗、走行抵抗** 列車抵抗には周知のごとく機械抵抗と空気抵抗がある。100 km/h程度までは空気抵抗はあまり問題とならないが、200 km/h程度になると相当大きな影響を示してくる。したがって車体の先頭、その他の形状が問題になる。新幹線为目标に、第8図に示すごとき数次にわたる風洞試験が行なわれ、試作車にみるごとき空気抵抗が少なく、現実性のある先頭形状が定められた。



第7図 粘着力試験装置

なお試作車では側のスカート部は取付、取りはずし可能になっている。今後現車で、スカートの有無、車両間ホロの有無等と抵抗の関係が調査される。

またこの種風洞試験の研究を進めるとともに、「こだま」高速試験や、内外の高速試験のデータを整理して、新幹線車両用として次のごとき走行抵抗式を予定した。

$$R = (1.6 + 0.035 V) W + CV^2 \text{ (kg)}, \quad V: \text{列車速度 (km/h)}, \quad C = \frac{1}{2} \rho \cdot C_x \cdot F, \quad C_x = 0.46 + 0.00225l,$$

$$l: \text{列車長さ (m)}, \quad F: \text{車体断面積 (m}^2\text{)}, \quad W: \text{列車重量 (t)}, \quad \rho: \text{空気密度} \left\{ \frac{1}{8} \left( \frac{1}{3.6} \right)^2 \text{kg} \cdot \frac{\text{h}^2}{\text{km}^2 \cdot \text{m}^2} \right\}^*$$

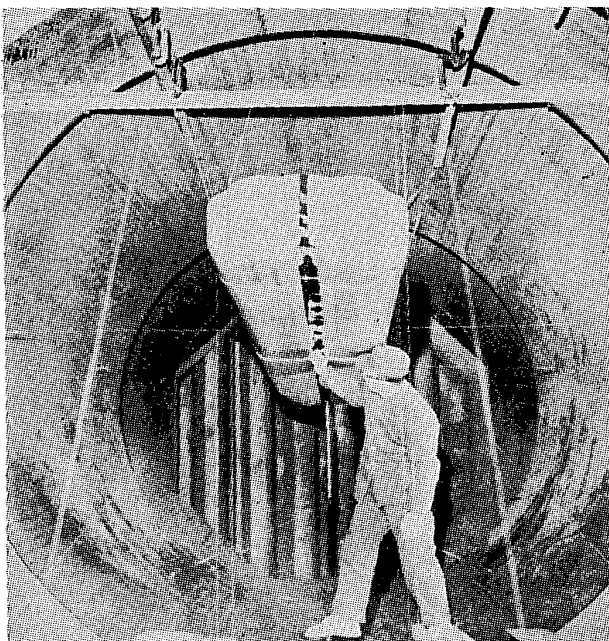
これは列車の出力決定に関係するわけで、影響するところが大きい。なるべく早く試作車の試験成績と対照し、量産時までには正確なものとならねばならぬ点である。

**3・2・2 列車風** 列車の運転に伴って生ずる列車風は、高速になると種々の問題を提起する。単一の列車が走行する場合を考えても、通過駅のプラットホームの乗客の安全や、線路ぎわの保守要員の安全に影響し、道床じャりの飛散にも関係する。また二つの列車のすれ違い時の風圧の問題、トンネルに進入時の影響、トンネル内での列車のすれ違いの問題等々検討すべき問題が多い。これらにより線路中心間隔、トンネルの大きさ、トンネル入口形状等もきまってくるわけである。これらについては理論計算、第9図に一例を示すごとき各種の模型試験、「こだま」高速試験等の現

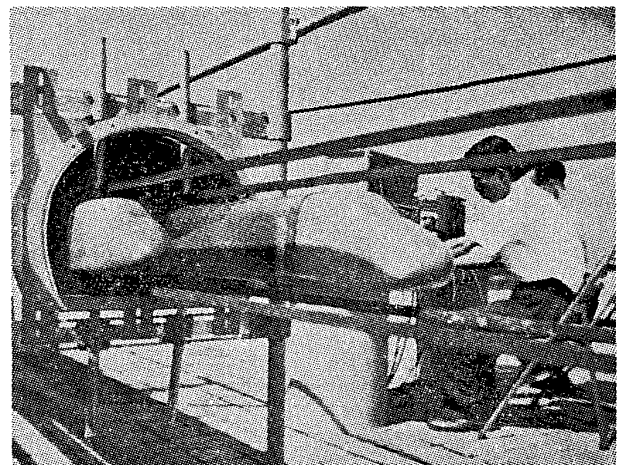
車試験等から研究が進められてきた。その結果、線路中心間隔 4 200 mm (停車場構内では 4 600 mm) その他各種建設基準が定められた。今後試作車により実際の数値を求め、車両の窓ガラス強度等も再検討すべき段階である。

**3・2・3 軽量化** 高速で走る車両に当然要求される事項であるが、新幹線では、地上の構造物に対する影響が大きいため車両に対する重量制限はきびしくした。各部門ともこの点努力しているが、鋼体関係の軽量化研究は一段と進んだ。一般に鋼体の軽量化は軽量客車(ナハ 10)あたりから特に進んできたのであるが、試作車では台わく、柱などのプレス材、側板の厚さ等最近の軽量車両よりさらに薄め、かつ合理的な使用をはかった。これにはこの試作車に先だって行なわれた第 10 図に示すような実物大試験鋼体の試験研究がおおいに役立った。

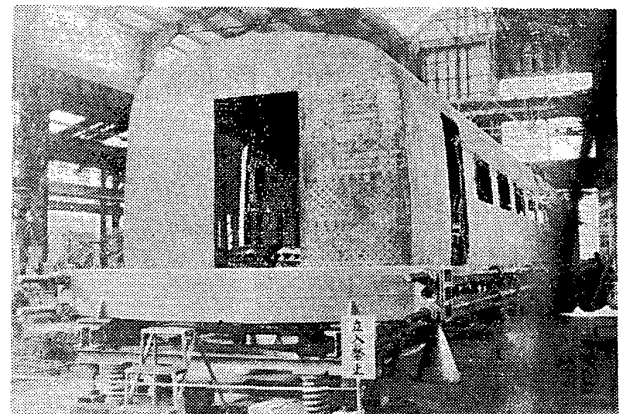
**3・2・4 空気調和装置、床下機器に対する冷却風の取入れ** 空気調和装置は屋根の中へ、床下機器はスカートの中へとはいつてしまったので、これら機器に対する冷却風の取入れが問題となった。外には高速の空気の流れがあるので、これをどのように取り入れるかである。いろいろ実験した結果、車体の一方の側面か



第 8 図 車体模型風洞試験



第 9 図 トンネル—列車間模型試験

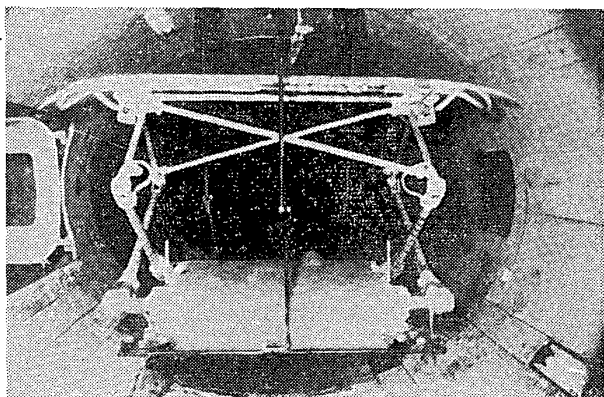


第 10 図 実物大試験鋼体荷重試験

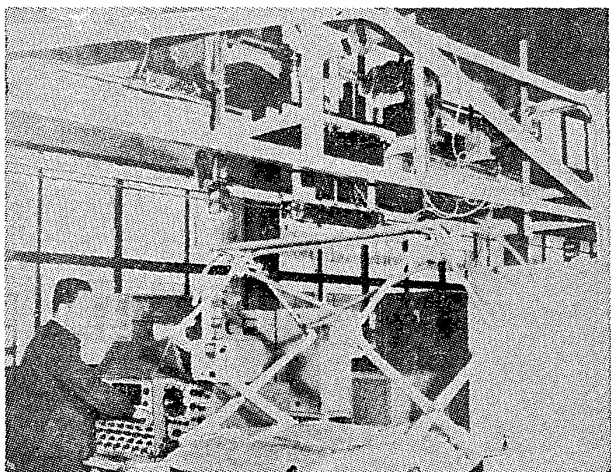
\*  $\rho$  は空気密度で標準大気状態 (15°C, 760 mmHg) では  $1/8 \text{ kg} \cdot \text{s}^2/\text{m}^4$  であたえられる (機械工学便覧第 10 編, 第 1 章)。

ら風を吸い反対側へ出すのがよいことがわかり、この口に使うよろい窓の断面形状各種を風洞試験により試験し、形状の決定、吸込、排出の抵抗等の調査が行なわれ、試作車に應用された。今後は現車で検討される段階である。

**3.3 集電** 架線関係の技術進歩にあわせて軌道や車両構造が改良されたこと、東京-大阪間を架線高さ一定に張ることができ、パンタグラフを小形軽量化できること等のため、条件はだいぶ良いのであるが、それにしても 200 km/h 時の集電はむずかしい問題である。集電委員会等も開催され数年にわたって研究が続けられた。また架線試験車による集電試験も数次におよんだ。パンタグラフの形態についてはZ形や特殊形も検討されたが、一応現在のところは従来形を小形化することに落着いている。パンタグラフでまず第1に問題になったのは、高速気流の中で押上力に影響のない舟その他の形状決定である。これに対しても数種の実物パンタグラフを試作して、第11図に示すごとく風洞中に入れ、風速 100 m/s (360 km/h に相当)までの試験を行ない、数次にわたる改良、試験の繰返しで、現在試作車についているものとなった。また架線



第11図 パンタグラフ風洞試験



第12図 パンタグラフ追随性能試験

に対する追従性に対しては第12図に示すような試験機による試験や、架線試験車にこのパンタグラフを取付けて 175 km/h までの高速試験を行なうなどして検討された。なおこの間パンタグラフの振動理論も発表された。今後は試作車で試験ができるわけであるが、離線を少なくする研究と同時に、舟に使っているすり板の材質研究に力をそそぐべき段階にきている。またすり板の潤滑も重要な問題である。

**3.4 ATC とブレーキ** 200 km/h で、また昭和50年には、運転時隔5分という高密度が予想されている。とうてい従来の地上信号機と運転士の勘による運転はできない。このため新幹線電車には ATC (自動列車制御装置) を設け、地上の信号によって列車を自動的に制御することになった。この ATC の技術的前身となるものは、昭和 32 年の参宮線の事故対策として取りあげられた車内警報装置である。ATC とそれにとまなうブレーキのシステムについては車両性能、運転能率、列車保安、閉そく区間長、粘着等、広範な分野からどう察されなければならない。国鉄では昭和34年から35年にかけて、運転信号研究会を設け、運転、車両、電気の関係者により、システムの設計が行なわれ、これに基づいて試作車の ATC 装置が製作された。試作車の ATC は、地上からの指示信号が 210 km/h, 160 km/h, 110 km/h, 70 km/h, 30 km/h-(1), 30 km/h-(2), 絶対停止の7種類で、列車が指令された速度以上で運転する場合は自動的にブレーキが作用するように構成されている。試作車に取付ける前に北陸線 60 サイクル交流区間で試験を行ない良い成績をおさめている。今後の研究方向としては、部品の信頼度をあげること、機器の簡易化、さらに十分な Fail Safe に対する検討等がある。この ATC の研究と平行して、定位置停止装置、プログラムによる列車自動運転装置の研究も進められている。定位置停止装置については近く現車試験も行なう予定である。

**3.5 その他** 以上主として超高速にこだわるための研究を主として述べたが、速度にはあまり関係なくとも、新幹線を機会に新しく研究した部品等はこのほかにも車体関係、電気品関係その他多々ある。床下ぎ装のブロック化等もはじめてのころみである。新幹線は交流電化で、宿命として車両内に電源装置をもっている。この電源装置関係が車両重量の1割近くをしめ、車両価格の中でも大きな割合を示している。これをいかに軽量化、低廉化するかが電気品関係では大きな研究問題で、また交流電化の真価にも関係してくる点である。