

# 国鉄東海道新幹線工事について

国鉄東海道新幹線支社監査役 松 重 聰 香

## 1. ま え が き

昭和34年4月20日新丹郡ずい道東口において起工式を挙げて以来、満5カ年以上の歳月を経過した東海道新幹線工事は、さる7月25日に東京大阪間の全線直通試運転を実施し、工事もいよいよ最終段階に入って、現場では必死の追込整備工事が日夜を分たずつづけられている。途中予算不足や用地問題その他で幾多の話題を提供し、果してオリンピックに間に合うだろうか懸念された夢の超特急が、ただいま大阪米原間では毎日200 km/hの速度で練習運転をつづけており、8月中には全線にわたって200 km/hの速度に向上される予定である。しかし用地買収の難行により路盤工事が予定よりおくれたため、路盤が固まらない部分で速度制限箇所が相当残る予定なので、目標の東京、大阪間3 hr運転は困難な模様であるが、10月1日東京、大阪間4 hr運転による営業開始はまず心配ないものと思われる。

ここに新幹線の工事内容を紹介するが、限られた紙数なので、ごく概要に止ることをお断りしなければならない。

## 2. 新幹線の必要性

東海道沿線地域は面積では日本全土の約17%を占めるにすぎない。しかし、この地域には京浜、中京、阪神の三大工業地帯をはじめとして、多数の商工業都市が集中し、工業生産では全国の68%を産出し、人口においては約4,000万人で全国の43%を占め、人口密度は全国平均の2.6倍に達している。しかも、今後経済活動の進展による雇用の増大にともなって人口集中度はますます増大していくことが予想される。

現東海道線は東京―神戸間589.5 kmで国鉄全営業キロの約3%にすぎないが、その輸送量はきわめて大きく昭和36年度の実績は旅客輸送量で335億人km、貨物輸送量で135億tkであって、それぞれ全国鉄輸送量の1/2を占めている。しかも、東海道沿線地域を中心とする全国

的なめざましい経済成長にともない、この輸送量は年率で旅客7.6%（全国鉄6.1%）、貨物4.8%（全国鉄4.1%）の割合で伸長しているために昭和50年度には旅客、貨物とも昭和33年度の2倍以上になることが予想される。

このため国鉄ではあらゆる手段をつくして輸送力の増強、輸送速度の向上に努めてきた。昭和37年10月現在において、東京、京都間を例にとると片道で旅客列車120本、貨物列車70本、臨時列車10本、計204本もの列車が設定されていて、東海道線の輸送力はすでに限度にきているので、ますます増加する今後の輸送需要に対処するためには、新たに別線を増設するよりほかに方法はない。このため昭和32年に「日本国有鉄道幹線調査会」が設置されたのをけい機として新幹線の建設が急速に具体化した。

新幹線は世間では「夢の超特急」としてはなやかなものに考えられがちであるが、実際は東海道線の輸送の行詰りを打開するため、新線、現在線をあわせて最大の輸送力をもち、経営的にも最善であるということで標準軌別線が採用されたものである。

## 3. 新幹線の概要

新幹線は東京、新大阪間515 km（現在線556.4 km）間を最高計画速度210 km/hで電車運転を行うものである。新幹線には高速の旅客列車とコンテナ列車、現在の東海道線には、通勤列車、普通旅客列車、貨物列車を使いわけることによって、将来東海道線全体の輸送力は格段の増強となる。当初旅客電車は1日30往復程度、20～30 min間隔で東京、大阪間を超特急3時間、特急4時間で運転する計画であったが、前述のごとく開業当初は4～5 hrを要するものと思われる。山陽線との接続も十分考慮され、新大阪駅には山陽線列車を着発して乗換えすることになる。貨物については、将来夜間にコンテナ専用電車を5時間半程度で運転することが考慮されているが、これによって夜遅く受付けた貨物は翌朝に相手方に引渡しできる予定である。

### 4. 建設基準

曲線半径	一般基準 2,500 m 以上	
	停車場内 乗降場に沿う部分	1,000 m 以上
		乗降場両端部 500 "
		分岐器に附帯する場合 500 "
こう配	1,000 分 15 以下 (こう配延長が 1km 以内の場合 1,000 分の 20 まで)	
カント	最大	200 mm
軌道中心間隔	停車場外	4.2 m 以上
	停車場内	4.6 m "
車両限界	高さ	4.450 mm
	幅	3,400 mm
建築限界	高さ	6.450 mm
	幅	4.400 mm
電気方式	単相交流 60 サイクル	25,000 V
電車線高さ	標準高さ (レール面上)	5,000 mm
運転保安設備	自動列車制御装置を設ける。	

### 5. 路盤および構造物

高速運転のためルートはなるべく直線として、東京都内とかその他停車場附近で速度が出ない部分以外は、曲線半径は 2,500 m 以上としている。

高架橋	駅を除き延長	103.8 km
橋りよう	長大の延長	約 21.0 km
ずい道	延長	約 68.2 km
立体交差	高架、盛土などにより道路とはすべて立体交差とし、踏切はない。(現在線踏切 1,115 カ所)	

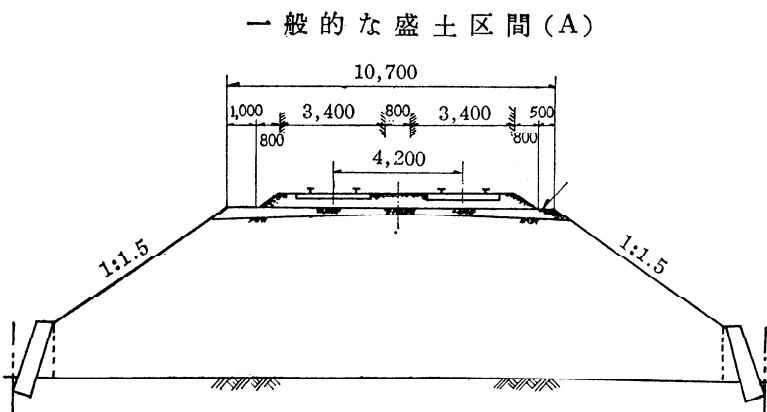


図 1 — A

図 1 (A) は一般的な盛土区間の断面図であるが、法尻には主としてコンクリートよう壁を設けてある。また、路盤面の片側の 1 m は作業用通路である。

ずい道標準断面図 (B)

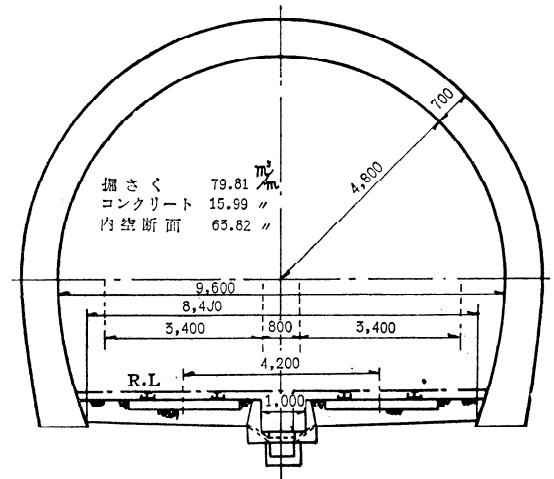


図 1 — B

図 1 (B) はずい道の標準断面で、保守用通路は掛員の安全のため、ト下の線路の中間に一段下げて設けてある。

橋りようの桁の設計については、単純化をはかるために標準設計がとりいれられた。標準設計として、鉄筋コンクリート桁 (2 ~ 30 m)、PC 桁 (8 ~ 35 m)、鋳桁 (10 ~ 35 m)、合成桁 (10 ~ 35 m)、鋼構桁 (3 × 60 m, 1 × 60 m) がつくられた。

新幹線の通過地はわが国のうちでも発達した地域で、市街地が多いため、盛土によるものより用地の少なくすむ高架橋を相当長い区間にわたり建設している。

### 6. 停車場

停車場は図 2 のごとく、東京、新横浜、小田原、熱海、静岡、浜松、豊橋、名古屋、岐阜羽島、米原、京都および新大阪の 12 駅が設置されるが、このうち新横浜、岐阜羽島、新大阪駅以外の 9 駅は東海道本線の現在駅に併設される。すべての列車が停車する駅は 2 本のホームのそれぞれの両面で旅客を扱う形とし、超特急列車の停車しない駅では通過列車はホームに沿わない真中の線を通り、停車列車のみがホーム沿いの副本線に着発する形としてある。

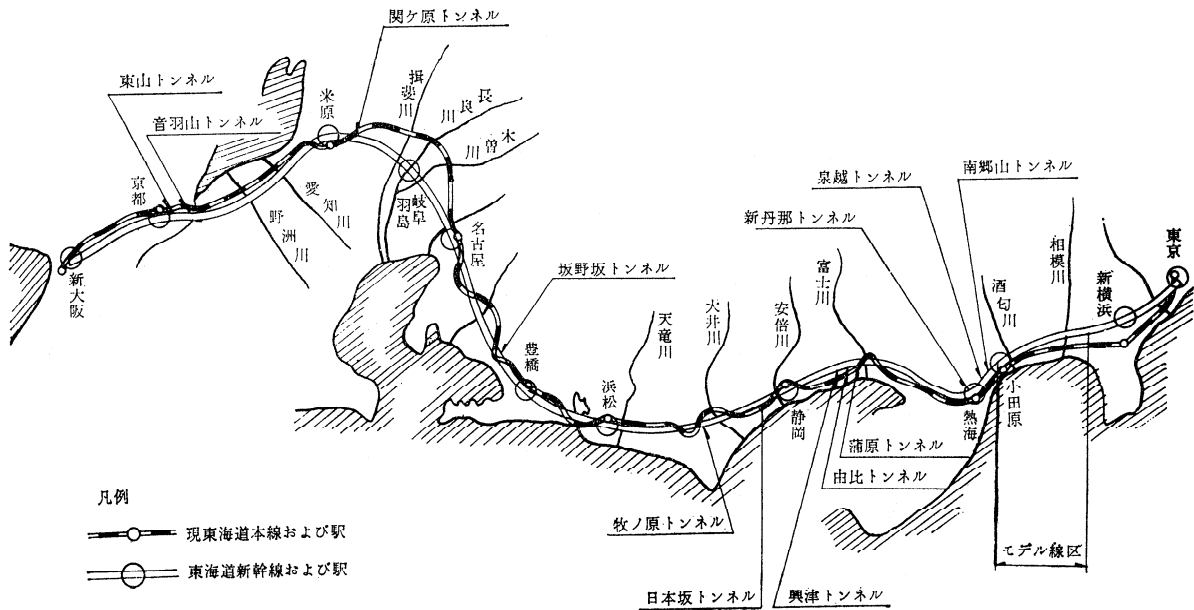


図2 東海道新幹線線路略図

## 7. 軌道

軌間は1,435 mmの標準軌を採用し（現在線は1,067 mm）レールの重量は53.3 kg，レールの長さは乗心地の改良および継目部の弱点をなくするために約1.5 kmのロングレールが採用された。まくら木はプレストレストコンクリートまくら木（PCまくら木）を使用し，締結装置は図3に示すような二重弾性締結を用いた。すなわ

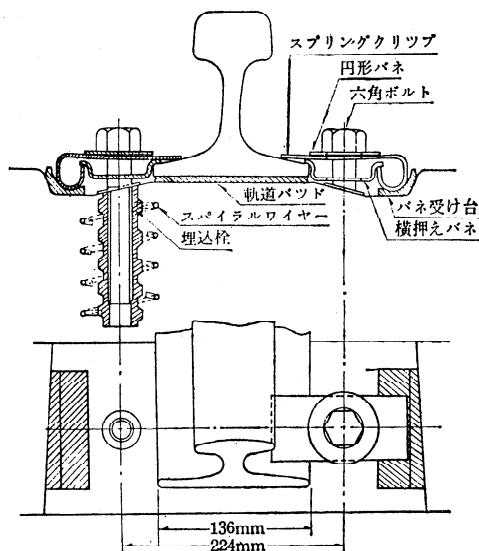


図3 レール締結装置

ちレールの下にゴムパッドを敷き，レールの上から板バネを使って，レールを上下とも弾性的に押さえて振動を吸収し，軌道に対する破壊力を減少させている。

本線分岐器の通過速度としては，直線側 200 km/h(現

在線95 km/h)，分岐器側 70 km/h（現在線 60 km/h）を予定しているため，ノーズ可動形分岐器が設計された。これはクロッシングのノーズ部分を長くして，弾性的に転換することによって，ノーズの先端がウイングレールに密着するよう設計しており，従来の固定クロッシングにある欠線部をなくしたもので，ガードレールも不要となり，車両通過の際の衝撃がほとんどないのが特長である。

また信号用軌道回路を構成するため，約1.5 kmごとにレール絶縁を要するので，その箇所には絶縁継目付伸縮継目器を採用している。これは伸縮継目部を両端に設け，中央に絶縁部をおいたもので，絶縁部にはレール軸力は作用せず，動かないので絶縁材をレールに接着している。

## 8. 車両

開業時には360両の旅客電車の配置を行い，12両編成の運転を行なうが，将来は16両編成になる予定である。検修箇所として東京（品川）大阪（鳥飼）に車両基地が設けられる。

新幹線を電車のみの鉄道とした理由は，終端駅折返し の簡便さ，動力分散による重量の平均化と一部故障の際の列車運行におよぼす影響の軽減，強力かつ円滑な電気ブレーキの活用などの優れた利点が多いからであり，貨物列車にも電車を採用する予定である。

## 8.1 電 気 方 式

電車は単相交流 25,000 V, 60 サイクルを架線からパンタグラフで集電し、車内に装置した主変圧器で 1,500 V 以下にステップダウンしたあと、シリコン整流器によって直流になおして各車軸を駆動する直流巻電動機を回転する。電氣的には 2 両を一つの単位として 1 両の電源車にパンタグラフ、主変圧器、タップ切換器、シリコン整流器、その他高圧の保護機器および駆動用の主電動機 (4 個) を持っている。もう 1 両は普通の電動車であるが、駆動用の主電動機 (4 個) の他に主制御器、抵抗器、電動発電機などを 2 両分装置している。速度制御は主変圧器の 2 次側タップを 25 段に切替え、電動機にかかる電圧を加減して行う方式である。

## 8.2 高 速 台 車

高速台車の方式は、2 軸ボギー台車で枕バネ装置としては特殊ダイヤフラム式の空気バネを使用し、振動を吸収するとともに、横方向復元力は空気バネの特性として有する横剛性を利用する。台ワクはプレス鋼板を熔接組立した構造で軽量かつ強固なものとしており、軸箱はコロ軸受 (ローラーベヤリング) で油潤滑としている。主電動機は高速軽量の設計 (1 個あたり 170 kW) で車台装荷され、可撓歯車接手で伝達駆動する。電動機の軸と車軸は平行に位置する形式のいわゆる平行カルダン式である。車輪は一体圧延車輪で高速運転に十分耐え得るように設計してある。車輪輪心の内外はディスクブレーキが取り付けられる。

## 8.3 車 体

車体は軽量で強固な張力の構造とし、高速運転による空気抵抗を減少するため先頭の流線形をはじめ外面の凹凸をなくし、裾はスカートで被われている。またずい道に高速で突入する際の車内気圧の急変によって受ける乗客の耳の不快感を防止するため、車体は気密構造とし鋼体は連続溶接にしたうえ車体内外を貫く電線、配管をはじめ、あらゆる部分に対して気密構造としてある。車内天井部には空気調和装置が設けられ、室内換気と冷暖房を行なう。これらの吸排気も一両分を集中ダクトでまとめ、ずい道進入時には地上装置の地点検知装置からの信号電流を受けて、吸排気口の弁を自動的に閉じ車内を密閉する。

また線路上の障害物を排除するため、列車先頭部スカートはとくに厚くし、裏側には 16 mm 鋼板 5 枚合せの排障装置を設け、さらにレール上の小障害物に対しては特殊ゴム製の排障器と台車先端の排障器の二段がまえで排除するようになっている。

## 8.4 ブレーキ自動制御

高速からのブレーキ装置としては、主電動機を発電機として作用させる電気ブレーキ (発電ブレーキ) をはたらかせ、低速域の 50 km/h 以下停止までは在来の空気ブレーキにより、台車に取り付けられたディスクブレーキをかける。ブレーキ制御は自動化され、ATC 自動列車制御装置により軌道を通る信号電流を運転台で受信し、速度計と照査して電子頭脳である論理回路機構によって 6 現示の信号にもとづき速度制御が行なわれ、この信号を確認しブレーキをかける段階から、ゆるめる段階までが自動化される。運転士は電車を出発させ速度をあげることだけ行えば、あとは ATC 自動列車制御装置によって速度制御が行なわれることになる。

## 8.5 車 内 設 備

座席数は 12 両編成の場合、1 等 132 名、2 等 855 名、計 987 名である。1 等室はゴールド系、2 等室はシルバー系を基調とした色調にし、前者には金茶色の 2 人掛の回転式リクライニングシートを、後者には青と灰色を取り合せの 2 人掛と 3 人掛の背すり転換式シートが取り付けられている。なお、1 編成中 2 カ所にビューフェが設けられ、内部は椅子席と立席になっている。便所、洗面所は 2 両 1 単位として片方の車に 2 組ずつ設備され、汚物は床下タンクに収容し、電車基地で処理される。

## 9. 電 力 設 備

### 9.1 き 電 設 備

新幹線は交流 25,000 V で電気運転する。このため約 20 km 間隔に東京、大阪間に 25 カ所のき電用変電所を設け、原則として近くの電力会社から 70,000 V の 3 相電力を 2 回線受電し、これを 30,000 KVA スコット結線の変圧器で 25,000 V の単相電力に変えて電車線に流す。新幹線では 1 列車に必要な電力が非常に大きいので直流方式では電力の供給が困難であるから、国際標準の交流 25,000 V 方式が採用された。

項目	新幹線	現東海道線
1列車当出力	8,160 kW (旅客12両)	2,400 kW (こだま)
変電所間隔	平均 20 km	平均 11 km
変電所容量	30,000 KVA	6,000~ 10,000 KVA
電車線電圧	単相交流 60 c/s 25 kV	直流 15 kV

現在線のき電方式では変電所より方面別にき電しており、変電所および変電所中間に異相用のセクションをおき、電車はセクション通過ごとにノッチオフする必要がある。新幹線は列車速度が200 km/hとなり、セクション通過ごとにノッチオフすることは不可能である。従って2変電所の中間に特殊な区分所を設けることにして、列車がこの区間をノッチインのまま通過できるようにするため、動作ひん度が1日に100~150回の切替しや断器が設置された。

### 9.2 周波数統一設備

わが国の電力系統は東海道沿線では富士川を境として東は50 c/s、西は60 c/sと異っている。このため交流電車によって東京、大阪間を直通運転するには、50 c/s—60 c/s 両用電車を使用するか、地上設備によって周波数統一をする必要がある。新幹線では車両の重量増の点および将来西方延伸の場合には60 c/s区間が大部分を占めるなどの点から、富士川以東に回転機による周波数変換変電所2カ所と連絡送電線約145 kmを設けて、全線に60 c/sの電力を供給することになった。

### 9.3 遠方監視制御設備

東京、大阪間に分布する25変電所、22区分所および2

カ所の周波数変換変電所は東京の総合指令所から遠方監視制御され、変電所および区分所は全部無人である。その制御方式は従来米の継電器式をトランジスタ式に改良し、また高速度符号伝送技術を利用した新方式を採用している。

### 9.4 電車線路

高速になると、架空電車線からパンタグラフに電力を送り込むには従来のままの架線方式では困難となるのでいろいろの架線方式の検討を行なった結果、集電特性が良好でかつ経済的な「合成素子付コンパウンド架線」を採用した。これは在来のコンパウンド架線のドロッパーの一部を合成架線素子に入れかえたものである。なお普通コンパウンド架線およびシンプル架線も使用されている。

架空電車線路の標準支持柱としては、コンクリートポールを使用し、長幹がい子によって絶縁された可動ブラケットでメッセンジャーを支持している。支持物の標準経間は60mとするが、沿線の風速データにより風速が40 m/s以上の地区では経間を50m以下とする。新幹線では高架、橋りょうが多いので、この区間の支持物は軽量でそのうえ取り付け容易で風圧の影響の少ない鋼管柱を使用する。トンネル内では中央部上壁から下束をおろしてこれに可動ブラケットを取り付けている。

なお、通信誘導を軽減するための吸上高圧器を一般箇所は3 km 間隔、都市近郊は1.5 km 間隔に設備してある。

電車線路標準構造図を図4に示す。

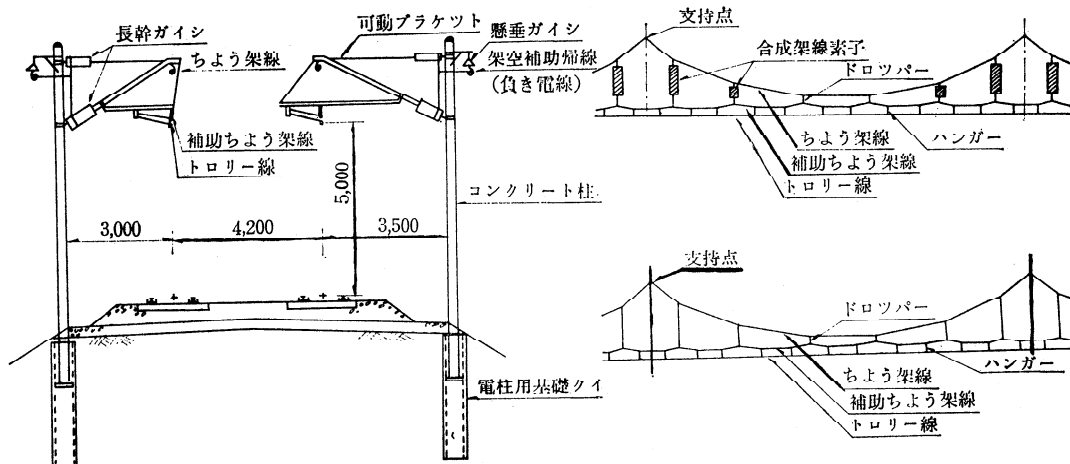
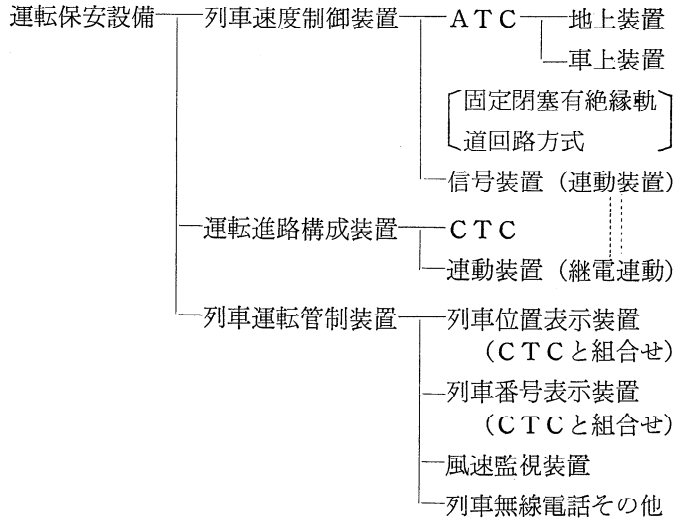


図4 電車線路標準構造図—コンパウンド架線

## 10. 信号設備

新幹線に採用された運転保安設備全体の構成を示すつぎの通りである。



### 10.1 自動列車制御装置 (ATC) と車内信号装置

高速高密度で安全運転を行なうため、従来の地上信号機を廃して、先行列車の間隔および線路の条件に応じて列車の許容運転速度を示す信号を車内に現示させる。そして列車の力行制御は車内信号の現示に従って運転士が行ない、ブレーキ制御は信号現示以上の速度になれば、自動的にブレーキが動作するものである。速度の制御段階は6段階とし、運転速度をそのまま信号現示の名称とし、210信号、160信号、110信号、70信号、30信号、停止信号と呼び、その指示速度以下の速度で運転する。

ATCの地上設備は、約1000c/sの搬送電流に、列車の許容運転速度を表わす特殊な符号電流を乗せて軌道回路に流し、車上でこれを受けて運転台に信号を現示し、かつブレーキと連動させる。

設備としては図5 ATC機器の構成図のごとき、地上設備(軌道回路の送受信器など)および車上装置を図6のATC機器の配置図のように配置してある。機器はすべてトランジスタ化し、地上の軌道回路送受信器は集中して機器室に収容し(全線29カ所)軌道回路と機器室の間は直埋のケーブルで結ぶ。

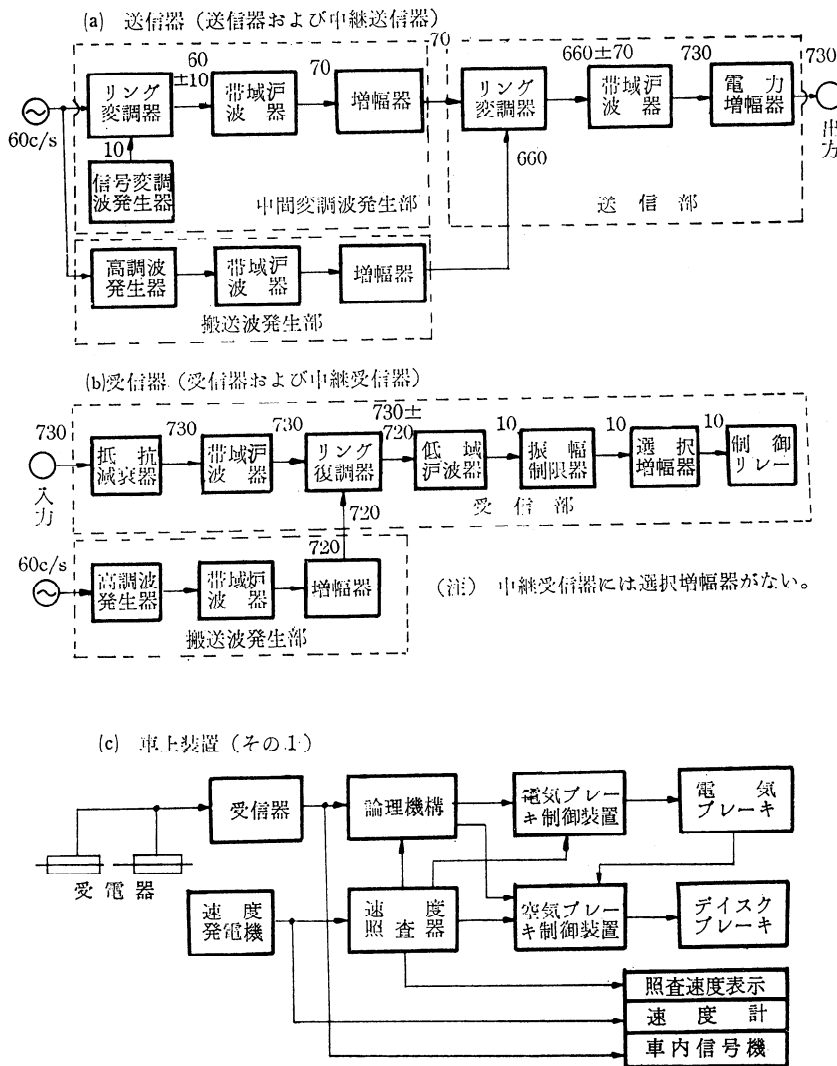


図5 ATC機器構成ブロック図

### 10.2 列車集中制御装置 (CTC)

新幹線では東京の総合指令所で全線の列車運転を制御するため、全線の列車位置および列車番号らびに機器の故障を東京の指令所に表示する装置を設備する。停車場における列車の進路については、列車自身が自動的に設定してポイント転換をする装置を設けるとともに、上記の表示装置を利用して指令所から全線を制御できる。さらに全線の風速監視装置、き電区分所の自動切換装置の表示も指令所に出るようになっている。新幹線のCTCは表示情報約

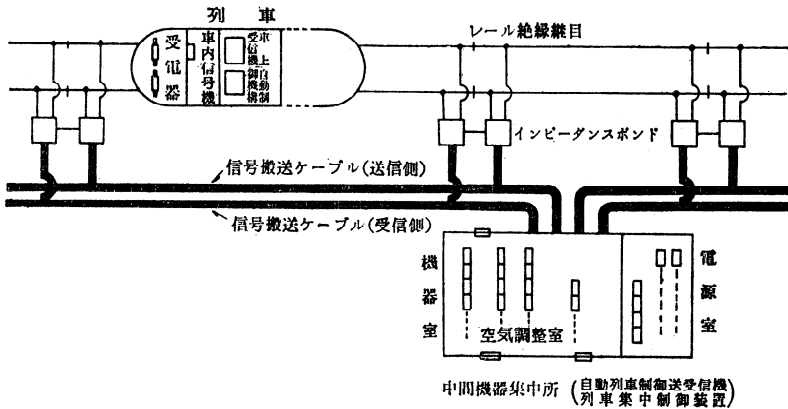


図 6 ATC 機器配置図

1,400 制御情報 250 という規模なので、トランジスタやダイオードを使用して、全線のスキヤニング約 1 sec という方式を開発している。

列車位置表示装置は信号機器室内にある ATC 地上装置の軌道継電器の状態を、符号により駅の搬送機から指令所に送って、列車位置を表示する。列車番号表示装置は列車上に送信器および車上子が設備され、列車乗務員は列車番号送信器にあらかじめ列車番号をセットし、CTC 回路で指令所に送る。自動進路設定装置は、CTC の指令所における信号で取扱を軽減する目的で設備されたもので、超特急、特急、貨物列車はそれぞれ 106 kc, 100 kc, 94 kc の周波数を地上に送信し、地上ではこれを受けて列車を選別して進路を自動的に設定するものである。

## 11. 通信設備

### 11.1 情報伝送設備

変電所遠方制御、列車集中制御、指令電話、沿線電話その他の電氣的な信号や電話などの通信のため、細心同軸搬送方式という安定で経済的な新しい情報伝送方式を採用する。このため線路に沿って東京、大阪間に細心同軸ケーブルを埋設し、各駅所在地に搬送端局装置を設置する。

### 11.2 列車無線電話装置

新幹線では駅間距離が非常に長く高速高密度な運転を行なうために、列車無線電話で直接乗務員に運転指令および旅客指令を行なう必要がある。このため現東海道線の列車無線と異り、ずい道内などでも通話の出来ることが必要である。これに対していろいろ検討の結果現東海

道線の実績を基にした技術の硬実性と経済性から、UHF 空間波方式を採用し、ずい道内にずい道中継設備と平行二線式の輻射設備を設けている。

## 12. 輸送の安全を確保するための追加事項

新幹線の輸送に対する安全対策は、前述の各設備にできる限り考慮してあるが、これ以外に下記の事項がある。

### 12.1 立入防護柵と立入規制法の制定

新幹線が 200 km/h で走っている場合、非常制動をかけてもブレーキ距離は 2 km 以上を必要とするので、運転士の肉眼による注意力で列車を非常停車させ危険を防ぐことは不可能である。このため線路内に無用の者が絶対に立入れないように、全線に亘って必要な箇所には厳重な立入防護柵を設ける。しかし、さらに万全を期するため、政府は「東海道新幹線鉄道における列車運行の安全を妨げる行為の処罰に関する特別法案」を制定して、線路内の不法侵入や妨害行為に対して法的にも規制することにした。

### 12.2 列車防護非常スイッチ

障害物に対しては立体交差、防護柵、排障器などで対策を講じてはあるが、巡回者が線路上に障害を発見し急ぎよ列車を停止させる必要も考えられる。この列車防護は線路沿いに 50m おきに非常スイッチを設置し、必要の際このスイッチを操作すれば ATC により付近の列車はただちに自動的に停止させるようになっている。

### 12.3 限界支障報知装置

新幹線が他の鉄道や道路と並行している区間では、他の鉄道が脱線したり自動車が事故をおこしたりして、新幹線を支障することも考えられる。この装置は、常時電流の流れている電線を張っておいたり、電線を埋め込んだ柱を立てておき、支障があるとこの電線が切れて、この信号が ATC により付近の列車を自動的に停止させるようになる。

(著者は前国鉄大阪幹線工務局長)