



## 新幹線の信頼性について\*

石沢應彦\*\*, 小野純朗\*\*\*

### 1. まえがき

新幹線が開業してから11年を経過したことになる。最初の1年間はスピードダウンして走ったので210 km/hの本格的な輸送をはじめてからちょうど10年経過している。

当初、輸送の限界に達した東海道線の救済が目的で建設された新幹線は、日本経済の高度成長と共にめざましい発展をとげ、今や東京—博多間1000 kmを超える長大線区となり、日本列島の西半分を貫く国の大動脈として大きな役割りを果たしている。これまで運んだ乗客の数は9億人、走った距離は3億2000万 km、地球と月との間を416往復したのに相当する。

この間、旅客の死亡事故を1件も起こしていないことは、この世に交通機関が登場して以来の記録である。

この高い信頼性が得られる新幹線の安全システムとはどんなものか。今後ともこの高い信頼性を維持していくためには現在どのような問題をかかえているのかを紹介してみたい。

### 2. 新幹線の信頼度

新幹線は前述のごとく開業以来死亡事故0である。これだけ高い安全性を保ち得ているのは決して偶然ではなく、それなりの配慮がなされているからである。

すなわち新幹線には鉄道100年の経験をベースに人間のちえで考えられる一段にも二段にも高級な方策が系統的にとられている。特に人命にかかわる脱線、衝突などの防止システムは次章で述べるように抜け穴がないように二重三重に構成してある。したがって乗客の死亡事故が発生する確率はこれまでの実績が物語るようにきわめて0に近いものといえようが、新幹線がこれまでに例のない新しいシステムによって運行されており、又システムを構成する部品の数も膨大であるためこれを定量的に表現することはむずかしい。しかし、いかに確率が小さくとも万一事故が発生すれば大量輸送であるからその被害は空前絶後のものとなる

だけに人命にかかわる事故の発生率0への限りない努力が要求されるわけである。

人身事故にはつながらないが列車の運休や遅延となる事故の最近の発生状況(昭和50年4月~50年12月)を調べてみると、列車走行100万 km当たり(約1週間分の列車キロに相当)でみて列車の運休となる事故は0.5件、列車の遅れが10分以上となる事故は4.3件発生している。

これは新幹線の安全機構がもし車両や設備にトラブルがあれば直ぐ列車を止めるようにできているからで、高い安全性のいわば副作用のようなものともいえるが輸送機関として決して好ましいものでないことはいうまでもない。したがって人命にはかかわりがない事故といえども極力なくすよう努力をしているところである。

最近、新幹線がまともにダイヤどおり走る日が少ないとの声を耳にする。新幹線の遅れの状態を東京駅到着列車で調べてみると、新幹線が最も安定していた昭和45年度(万国博の年)では遅れの平均が4分以内の日は全体の約90%あったのが、博多開業後の昭和50年度(昭和50年4月~50年12月)では約60%と低下している。

この理由は、以前に比べて列車密度が高くなったとか、運転区間が博多までのびたとかのほかに、最近第4章で説明する新幹線の体質改善工事を東京—新大阪間の全域にわたって実施しており、この工事に伴う徐行によってダイヤ上の余裕時分がなくなり、遅れの回復力が失われたことがあげられる。

現在行われている体質改善工事がある程度進めば工事に伴う徐行が減るのはもちろんのこと体質強化によって列車を止めるようなトラブルの発生が減少するので再び以前のような高い正常運行率が得られるものと予測している。

### 3. 新幹線の安全構造

新幹線の安全構造の特色は一言でいえば鉄道の特性を最大限に発揮させたことである。つまり、航空機(三次元運動)、自動車(二次元運動)に比べて鉄道は一次元運動であるから運動制御ははるかにやりやすい

\* 原稿受付 昭和50年10月15日。

\*\* 正員、日本国有鉄道新幹線総局(東京都千代田区丸の内1-6-5)。

\*\*\* 日本国有鉄道新幹線総局。

ことに着目し徹底した機械化をはかり、トラブルがあれば直ちに安全サイドに止めるというフェールセーフ機構を採用し、また信頼性をあげるため必要箇所が多重系を取り入れている。この典型的な例は ATC (自動列車制御装置) の採用であり、三重系にもなっている。

新幹線の安全にして正確な輸送を可能ならしめているトータルシステムを図 1 に示すが、これらについて具体的に説明してみたい。

3.1 脱線・衝突防止システム

(a) 列車のスピード制御 列車が先行列車に接近したり、駅のポイントやカーブにさしかかったとき、地上から信号を受けて自動的にブレーキが作用し速度を制御する機構で ATC と呼んでおり、安全システム中最も重要なものである。

(b) 走行安定性の保持 車両の走行装置の機能を

正常に保つため走行距離 30 万 km ごとに台車の解体検査をするほか、3 万 km ごとに在姿状態で車軸の超音波探傷を行い、また 7 万 km ごとに営業列車で振動加速度を測定し、それぞれ限度を超えたものについては所要の加修をしている。

万一、走行装置に異常 (例えば軸受過熱) があれば運転台に警報が鳴り直ちに停止手配をとるようにしてある。

軌道については、10 日ごとに軌道検測車により軌道狂いを測定し、限度を超えた箇所は修理する。又、少しでも異常な動揺があればその都度運転士が CTC (列車集中制御装置) に報告し、直ちに徐行手配をして調査することになっている。そのほか、

i) レールが折損した場合: 軌道回路に異常が出るので、ATC が作動して列車は自動的に停止する。

又、CTC の表示盤にも表示が出るので沿線の線路検査班にすぐ出動を指示することができる。

ii) 地震の場合: 振動加速度が 40 gal (震度 4 に相当) 以上になると変電所に設置された感震器が動作して約 40 km にわたって停電させ、列車を自動的に停止させる。

iii) 強風の場合: 沿線に設置された風速計により、風速が 20 m/s, 25 m/s, 30 m/s になったとき、CTC の表示盤にそれぞれ警報が出るようになっており、列車の速度制限 (20 m/s 以上で 160 km/h, 25 m/s 以上で 70 km/h)、又は停止手配 (30 m/s 以上) を行う。

iv) 大雨の場合: 沿線約 13 km ごとに設置された雨量計により雨量がある一定の限度を超えたとき保線の詰め所に警報が鳴り、係員は CTC に連絡すると共に線路の警戒に入る。CTC では雨量の程度により列車を徐行させるかあるいは停止させる。

(c) 障害物の侵入の防止と排除 在来線では線路上の支障物は運転士の注意力で回避しているが、新幹線では高速運転の

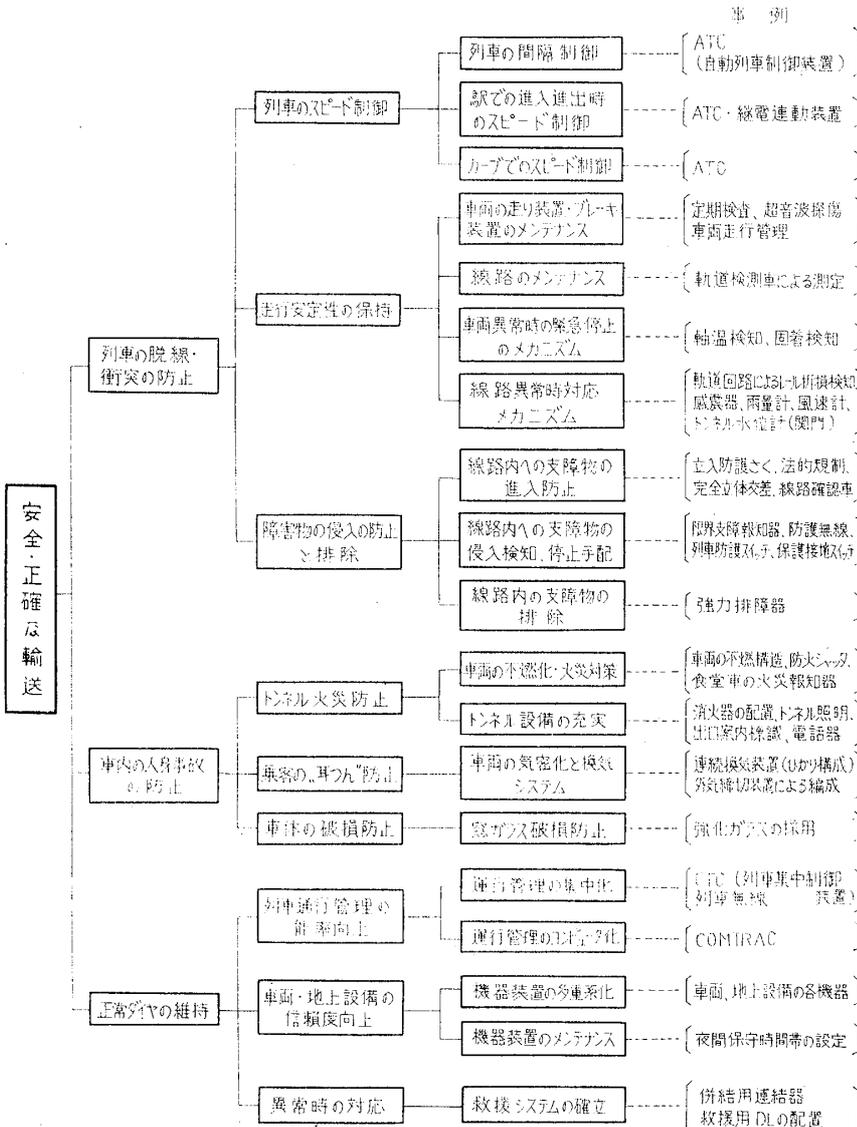


図 1 新幹線の安全構造

ため人間の力に依存しない方式としている。

まず第一に線路内に障害物が入らないように沿線に立入防護さくをめぐらし、かつ厳しい法的規制を行うこととした。もちろん、在来線のような踏切はいっさいなくしてある。

また、夜間、線路などを修理したあとを点検するため、全区間にわたって早朝、初列車の前に確認車（モータカー）を走らせている。

万一、大きな障害物が線路内に侵入した場合、これを検知して自動的に列車を止める「限界支障報知器」を要所ごとに設置するとともに、線路巡回員がこれを発見して直ちに列車を止めることができるように、携帯形の「防護無線」や沿線 500 m 間隔に設置してある「列車防護スイッチ」があるほか、運転士からも他の列車を止められるように運転台に「保護接地スイッチ」を設けている。

万一、列車が障害物に衝撃した場合に備えて列車の先頭部の下まわりのスカートは厚さ 16 mm の鋼板を 6 枚重ねた強力なものとしている。

以上について事故防止の情報の流れを図 2 (a), (b) に示す。

**3.2 車内の人身事故防止** 新幹線が高速運転であるがため脱線、衝突にいたらなくとも車内の旅客の安全には十分配慮する必要がある。

新幹線は長大トンネルが多いので列車火災に対しては万全の対策をとっている。車両は徹底した不燃化、難燃化をはかっており、客室内の持込荷物以外の出火はほとんど考えられない。万一、車内で出火した場合は乗客を前後の車両に避難させ、貫通戸（鉄製）を締め切り、トンネルの外まで運転して停止し消火活動をするようマニュアルを決めている。なお、食堂車は調理に火を使うので火災報知器、煙検知器を設けている。

万一、何らかの理由で、確率的にはきわめて小さいと考えられるが、トンネル内で出火して止まった場合に備えて長大トンネルには 500 m 間隔に大形消火器、電話器、照明のいっせい点滅スイッチを配置している。

高速運転の宿命であるトンネル通過時の気圧変化による“耳つん”対策として、各車を気密にすると共に換気装置に特殊な機構を採用し、気圧変化が車内に急速に及ばないようにしてある。

また高速運転時の窓ガラス破損による傷害事故防止のため運転台の前面ガラスは約 12 mm の合せ強化ガラスを、客室の窓ガラスは外側が 8 mm の合せガラスと内側 5 mm の強化ガラスの複層ガラスを使用している。

**3.3 正常ダイヤの保持システム** いかにか安全な輸

送機関でも輸送の安定性に欠ければその使命を失う。新幹線では次のような列車ダイヤの復元性を容易ならしめるシステムを採用している。

(a) 列車運行管理の能率向上 全線の列車群の運行管理を能率的に行うため、列車運転に関するあらゆる情報を集め、これをもとに駅、運転所、乗務員らに必要な指示を与えると共に直接各駅のポイントや信号を操作するシステム、CTC を採用している。CTC には全線区の表示盤があり、列車の位置、列車番号、駅の進路の構成状況、徐行状況、風速などが時々刻々表示される。

各駅の進路構成、つまりポイントや信号の操作はコンピュータがダイヤを記憶して自動的に行う。指令員はディスプレイ装置によりコンピュータとやりとりをする。このシステムはこのほか、ダイヤの予測、車両運用、情報伝達なども行っており、コムトラックシステムと呼んでいる。

(b) 車両及び地上設備の信頼度向上 故障によって列車が長時間停止にならないよう主要な各機器は多重系になっている。例えば新幹線の車両は 2 両ずつの単位で各機器を分散配置してあり、もし故障があってもその部分をカットして運転を継続することが可能である。又、沿線にある変電所にトラブルがあれば中央の監視盤に表示されるのでリモートコントロールでカットして隣接の送電所から延長き電することができる。

(c) 異常時の対応 長時間駅間に列車が止まったままになると乗客の迷惑ははかり知れないものがあるので一刻も早く、旅行が継続できるよう配慮しなければならない。そこで次のような救援システムを考えている。

i) 車両のトラブルの場合：先行又は後続列車と併結して最寄りの駅まで運転する。このため、列車の先頭部には救援用の特殊な連結器を内蔵している。

ii) 架線故障の場合：通常反対線は生きているので救援列車を横づけして、各列車にとう載している特殊な“板”を渡して乗客を安全に移乗させる。残留車は架線故障復旧後收容する。

iii) 営業電車で救援できない場合：例えば長時間の全面停電（これは開業以来 1 件も発生していないが）に備えて 2000 PS ディーゼル機関車を要所に配置している。

#### 4. トラブルの現状と対策

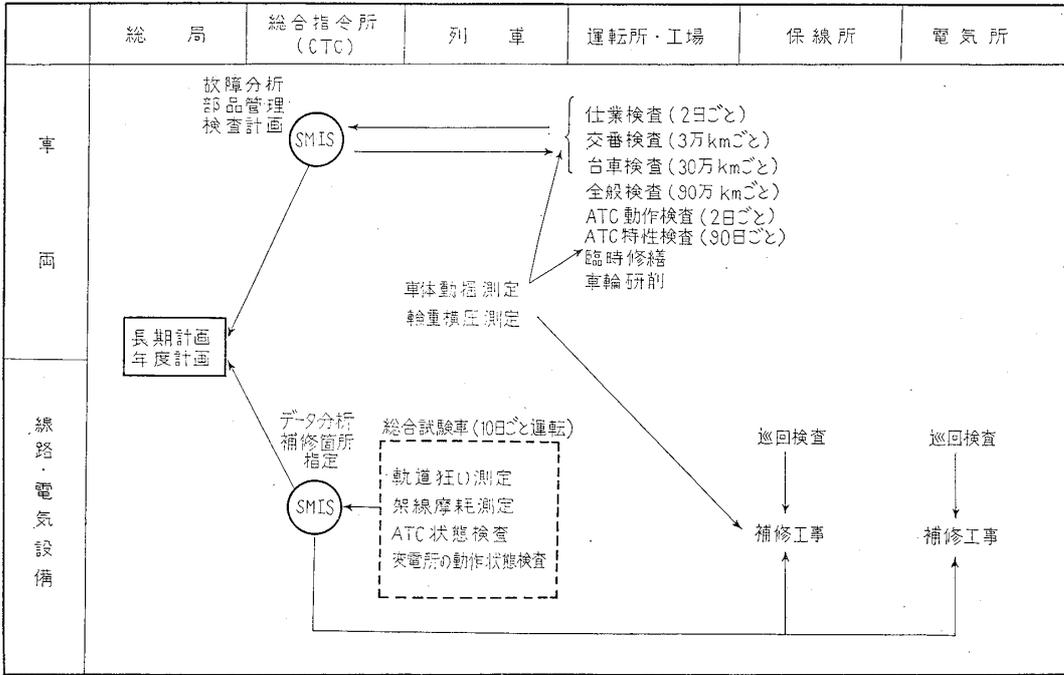
国鉄では列車の遅れの原因となったトラブルを「運転阻害」、比較的大きなトラブルを「運転事故」として

整理している。

運転事故には、新幹線初めての列車脱線事故である鳥飼事故（昭和48年2月21日）、ATCの異常現示が問題となった品川事故（昭和49年9月12日）や新大阪事故（昭和49年10月24日）などが含まれ、10年間に数件程度発生している。これらの事故については

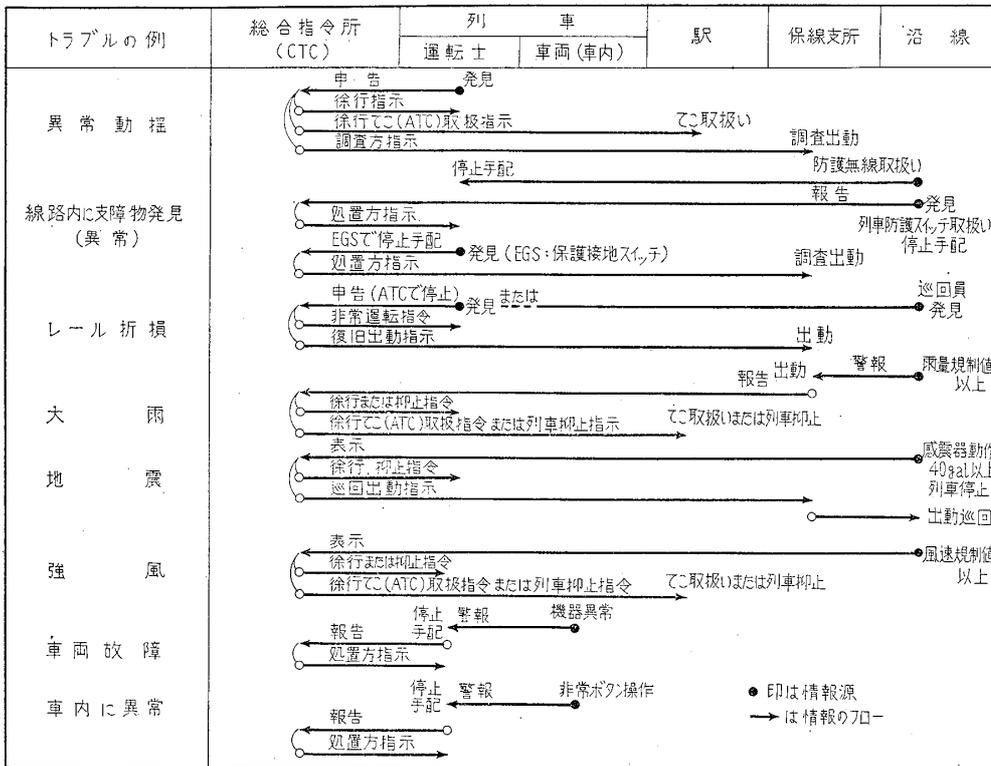
徹底した原因調査がなされ、考えられるすべての対策を既に実施した。

運転障害は通常“事故”と呼ばれる重大でないトラブルで開業以来10年間に約1700件発生している。その内容については多角的に検討され、系統的な対策をすすめてきている。対策完了には時間がかかるので、



(注) SMISは新幹線情報処理システムで車両・設備の保守管理などを行っており、中央と現場とがオンラインでつながっている。

(a) 事故の予防



(b) 事故の処理

図2 新幹線の事故防止情報の流れ

ほとんどが対策完了までにおこる繰返しのものかあるいは予測したものであるが、なお“宝探し”的に常に新しい目で事故の卵の発掘につとめている。

この内訳は車両故障、線路故障、送電故障、信号装置故障などが約65%、列車妨害など部外に關係したものが約15%、災害が約20%である。運転阻害の大半を占める車両及び地上設備故障の発生傾向を列車キロ当たり換算して表したのが図3である。これによると昭和46年度ごろからやや増加の傾向を示しているが、これがすぐ重大事故に結びつくといったものではないにしても開業以来10年を経た東京—新大阪間の設備が現在の輸送事情に少し無理になってきたことを物語っている。

東海道新幹線の建設に当たっては資金、工期などの制約があったことはいなめないが、もし山陽新幹線と同じ設備レベルでつくられていたとしたら運転阻害も今よりはるかに少なく、今日の輸送事情にさらに十分対応できたことであろう。そこで、東海道の設備レベルを山陽新幹線なみに引き上げることをもっか事故防止対策の最重点にしている。

このため、国鉄では約1100億円をかけて計画的に東京—新大阪間の線路の強化、架線など電気設備の強化、古い車両の取り替えを行うこととし既に実施に移している。これらの取り替えは新しく線を建設するのとは異なり、列車を動かしながら行うのであるから一挙に進めるわけにはいかず、早く取り替えるための方策についていろいろ研究しているところである。

なお総体的に新幹線（特に東京—新大阪間）の将来対策を審議するため部外の専門家も入っていただいた「新幹線総合調査委員会（委員長 滝山技師長）」を設置し、逐次実行に移している。

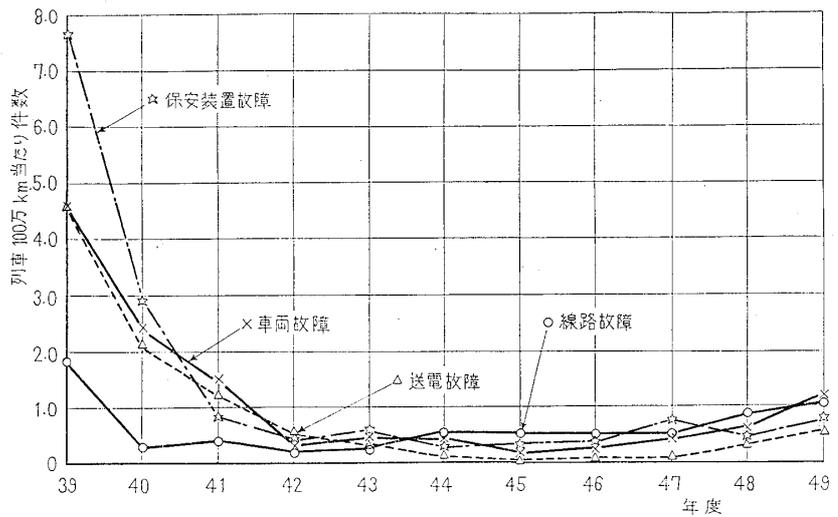


図3 新幹線車両及び設備故障の傾向

## 5. むすび

新幹線は博多開業（昭和50年3月）後比較的順調な輸送を続け、太平洋ベルト地帯1000kmの大動脈としての大きな役割りを果たしている。日本経済は安定形になったとはいえ新幹線の輸送量の伸びはとどまるどころを知らないかのようなのである。いずれ近い将来、新幹線の東京—新大阪間は輸送の限界に達することが予想される。そのときまで現在の東京—新大阪間の体質を強化したうえで極力輸送要請にこたえていくことになるが、それには限度があるので、もう1本東京—大阪間に新幹線をつくることがぜひ必要になる。建設に要する期間を考えた場合、その決断は急がれるのではあるまいか。

ともあれ、新幹線が新幹線たるゆえんはその類まれな安全性である。安全を守るのは最後は人間であり、安全には“絶対”というものはないことを新幹線に關係する職員ひとりひとりが強く心にとどめながらいっそうの努力をしていきたいと思っている。