

〔基調講演〕

これからの新幹線 ―環境適合性という課題―

Future of The Shinkansen - a subject of environment-friendly -

〔正〕 ○ 森村 勉 (JR 東海)

Tsutomu Morimura, Central Japan Railway Company

Tokaido Shinkansen, which began service in 1964, entered into new era this October .. New Shinagawa station was inaugurated and all Tokaido shinkansen trains run by maximum speed of 270km/h. This paper describes how we have developed the technology for noise reduction and energy conservation. And it also touches upon a future prospect on this issue.

Key word : railway, shinkansen, high-speed, weight reduction, noise, global environment

1. はじめに

東海道新幹線は 2003 年 10 月 1 日、新たに品川駅が開業し、また全編成が 270km/h 化されることにより、そのサービスは飛躍的に改善されることとなった。例えば東京南西部から新幹線へのアクセス時間は大いに短縮され、また全編成の性能が揃うことで従来の「ひかり」中心から「のぞみ」中心へと理想的な輸送体系が実現し、東京～新大阪間の標準所要時間が 3 時間から 2 時間半となった。まさに東海道新幹線は 1964 年の開業以来 39 年目にして「新たな時代」に入ったといえる。本稿では東海道新幹線のこの間の発展のなかから、とりわけ今後ますます重要な課題となるであろう環境適合性について紹介する。

2. 東海道新幹線の特徴

東海道新幹線は、当時既に鉄道の時代は終わったといわれる中であって 1964 年に開業し、大きな成功を収めた。なにがその理由であったのだろうか。以下の 4 点がその特徴としてあげられる。

第 1 に安全で安定であること。開業以来旅客死亡事故が無く、また列車の平均遅れ時間は 1 分未満である。

2 点目に大量輸送であること。一日の列車本数は上下合わせて 289 本、一列車は 1300 席以上を提供し、一日のご利用者数は 30 万人を越えている。

3 点目に到達自分を短縮したこと。現在では東京と新大阪の間 515 km を約 2 時間 30 分で結んでいる。

そして 4 点目が、本日の主題である環境への高い適合性

である。ただこの環境適合性は東海道新幹線の開業時からその特徴として挙げられていたわけではない。たとえば沿線騒音問題は、開業直後にむしろ公害問題という形で認識されたのであった。しかしもともと省エネルギー性に優れた高速鉄道は、これからの 21 世紀において、地球規模の環境保全という点から大きな意味を持つであろう。これはまさに新幹線の今日的な特徴といえる。そこで本稿では沿線環境という観点から騒音を、地球環境という観点から省エネルギー性をとりあげる。

3. 沿線騒音という問題

3-1 安全の基本コンセプト

日本の鉄道の多くは建物が立ち並ぶ都市の中心部を貫通して走り、多くの道路と交差することになるのが普通である。(Fig.1)



Fig.1 Aerial view of Shizuoka station

特に東京～名古屋～大阪という日本の中心をなす大都市を結ぶ東海道の沿線人口は全体の40%にも達する。実際当時の在来の東海道線には東京～大阪間に約550箇所もの踏切りがあった。これでは到底高速鉄道の安全は確保されない。そこで東海道新幹線は特に都市部で高架橋構造を採用し安全を確保することとした。

3-2 初期の課題と対策

しかしこの高架橋構造の採用は、開業後に沿線の騒音と振動の問題を発生させることとなった。当時の高架橋は簡単なハンドレールが取り付けられたもので防音のための措置はされていなかった。(Fig.2)

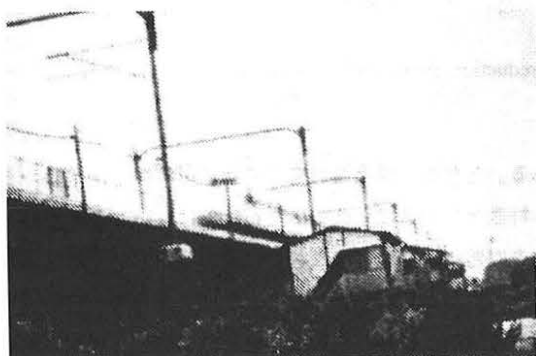


Fig.2 The Structure at the Time of Opening (Hand Rail)

そこで地上側の対策として学校や病院のある地区を手始めに防音壁の設置が急遽進められた。また、たとえば車輪が転がる際に発生する音の低減のためバラストマットの設置や、鉄橋下部への防音カバーの設置などが行なわれた。

開業後10年ほどした1975年には新幹線騒音に対する暫定基準として75dB(A)以下とするというガイドラインが定められたが、これは世界的に見ても極めて早い時期に設けられたものであった。

3-3 比較的最近の課題と対策

Fig.3は高架橋上を走行する車両と、一般的な騒音評価地点との位置関係を示している。車両の下部の音は防音壁でシールドされたが一方、車体上部からの音が直接届くことが見てとれる。特にパンタグラフ周りの集電系の対策が重要であることが判る。

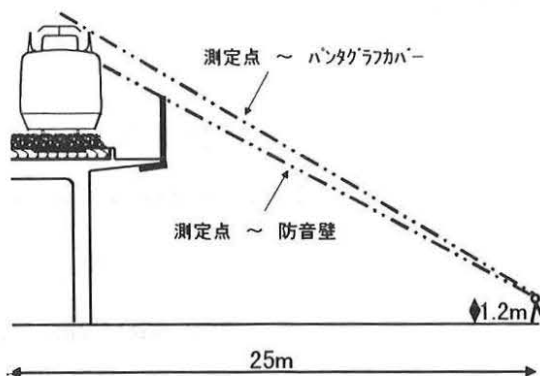
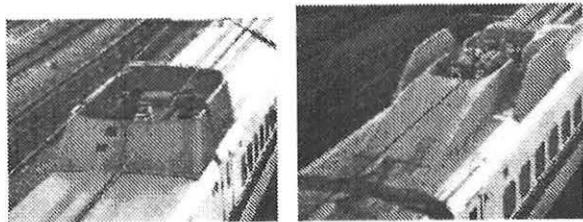


Fig.3 Relationship between Measuring Point and Structure

このためには車両間に高圧引通し線を設けてパンタグラフの数を削減し、さらにパンタグラフに対してカバーをつけることが対策として考えられた。しかし東海道新幹線のき電方式はその後の新幹線が採用したオートトランス(AT:単巻変圧器)き電方式と異なり、上下線異相のブースタートランス(BT:吸い上げ変圧器)き電方式というものであった。このため異相のつぎ合わせ部分となるポイントのわたり線があり、また誘導障害を防ぐための特殊なBTセクションがあって、これらはいずれも短絡できないため、車両のパンタグラフをつなぐ高圧引通し線を設けることが出来なかった。東海道新幹線でATき電化工事が完成し車両のパンタグラフ数を削減することはようやく1991年になって可能となった。

これと平行して、パンタグラフとそのカバーについても開発と改良が重ねられた。100系のパンタグラフカバーはパンタグラフを覆う単純な形状のものであったが、300系では車体を低くして車体自体の騒音低減をねらったため、逆にカバーはかなり大きなものを取り付けた。その後JR東海では最新・最良の高速鉄道システムのあり方を追究するための300Xという試験車両を用いて数多くの試験が行なわれた。低騒音シングルアームパンタグラフや特高圧直ジョイント化による車体の平滑化などがこの成果である。またカバーについては、最新の700系ではJR西日本が開発したカバーとJR東海が開発したパンタグラフを組み合わせることとし、現在では300系もこのタイプに改造された(Fig.4)。



300系改造前 700系タイプ

Fig.4 Development of Low Noise Pantograph and Cover

これらの騒音対策の効果を、Fig.5 に超指向性マイクで通過する列車の音の大きさをとった波形で示す。これは列車のどこからどれくらいのレベルの音が出ているかを見るためのものである。300系、700系は速度が高いので、横軸の時間に関して圧縮されたように見えている。速度を向上しつつ先頭部、後尾部で騒音レベルが低減している。問題の集電部については700系になると、もう車両間のそれとあまり区別がつかないところまで低くなった。これからはパンタグラフ周りだけでなく、車両間から発生する音を低下させなければならないことが判る。

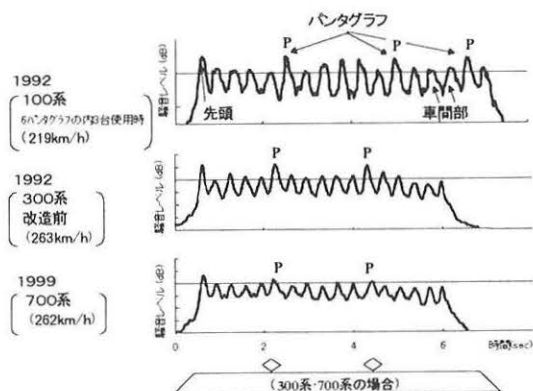


Fig.5 Latest Outcome of Noise Reduction

4. 地球環境保全という問題

4-1 車両の省エネルギー化

続いて、地球環境に対する重要な問題すなわち省エネルギー性について紹介する。新幹線の省エネルギー化は主に次の3つの項目、すなわち軽量化と走行抵抗の低減、そして回生ブレーキの採用から実現されている。この面での発展は特に1992年の300系といわれる車両、つまり日本の第二世代の新幹線車両の投入以降著しいものである。

①軽量化

Fig.6 は新幹線車両の1編成定員乗車時の総重量の比較を示している。300系導入時、すなわち運行最高速度を220km/hから270km/hに向上した際には沿線振動の低減を主目的に大幅な軽量化を実現した。これはアルミニウム合金車体や新しいボルスタレス台車および誘導電動機を用いたVVVF制御の実用化等によって可能となった。

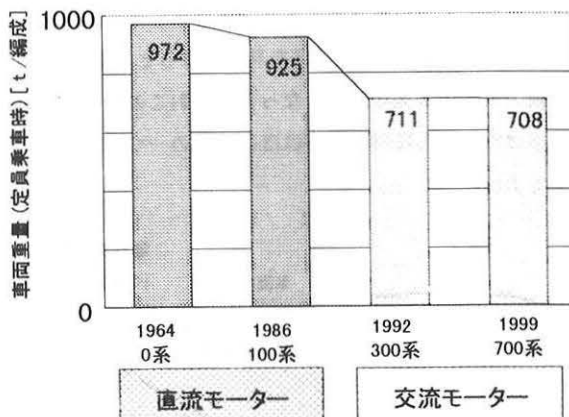


Fig.6 Reduction of Weight

②走行抵抗の低減

車両が走行中に受ける抵抗は主に機械的な抵抗と空力抵抗に大別される。機械抵抗は車両の質量に比例するため軽量化などにより低減している。また新幹線の場合高速走行時、特に占める割合が大きくなる空気抵抗については、車体断面積の小型化や、台車部や床下にカバーの設置などによる車体表面の平滑化などにより大幅な低減を図っている (Fig.7)。

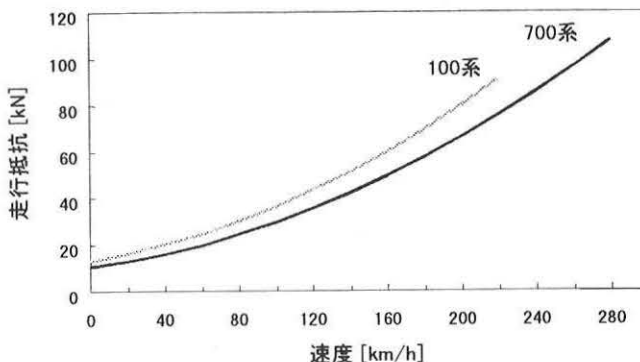


Fig.7 Reduction of Running Resistance

③回生ブレーキの採用

車両の高速化に伴う最大の問題はブレーキ、それもブレ

ーキ力ではなくブレーキ容量である。従来の機械ブレーキにより、高速で走行中の運動エネルギーをすべて熱エネルギーに変換するには限界がある。また変換された熱は空气中に放熱するしかない。電気回生ブレーキは大きなブレーキ容量をもった極めて優れたブレーキ装置であり、またエネルギーを捨てることなく有効に使うことが出来る。

Fig.8 は東海道新幹線の実際の消費電力の推移である。300 系、700 系といった省エネルギー車両の増加に伴い、消費電力は減少し、1990 年度を基準とすると、2002 年度は実績として 16% の削減となった。なおこの例でいえば先に挙げた 3 つの項目の寄与はほぼ 3 分の一つくらいと考えてよい。

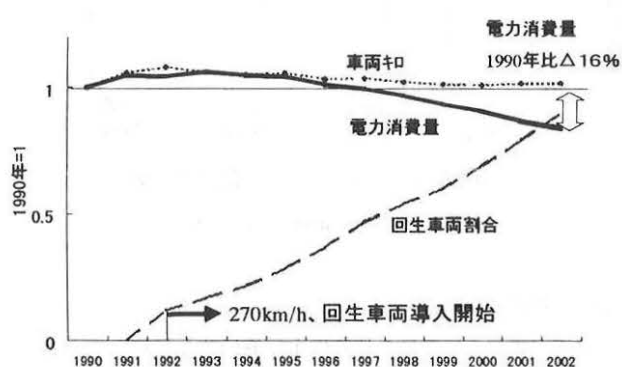


Fig.8 Actual Trend of Electric Power Consumption

4-2 省エネルギーに対する評価

さてこの消費エネルギーの低減はいったいどのように評価されるべきであろうか。

鉄道事業者の経営、および結果としての利用者へのサービスという面からは、当然に鉄道の内部コストという観点がある。一般に省エネルギーあるいは軽量化の方策をとれば、設備に関しては初期投資額の増となるであろう。しかし、一方で運転にかかわる動力費（消費電力）や、回生ブレーキ採用による機械ブレーキなどの保守費の低減が図られ、また軽量化によって地上設備の保守費も減るはずである。これらのコスト低減に初期コストの増を上回る効果が期待できればよい。

しかし実はこの問題はこのような内部コストだけから考えられるべきものではない。地球温暖化の原因とされる二酸化炭素排出量の削減は社会全体への貢献であり、採られるべき選択の筈である。この外部コストの削減効果を社会全体として正しく経済的に評価しなければならないのであ

る。しかし現実はそのようになっていない。

5. 結言

これからの鉄道はどのような役割を社会の中で果たすべきであろうか。21世紀は環境の世紀といわれ、特に地球温暖化防止は世界共通の重要な課題である。元来鉄道はエネルギー効率がよく、環境適合性の高い輸送手段であるといわれる。しかしまた多くの利用者がいなければその特性を十分に発揮することはできないのも事実である。したがって、鉄道は、さらに効率的で省エネルギー性に優れた鉄道を実現することによりその効用を社会に問い、同時にさらに安全、快適で多くの旅客から選択される鉄道を実現することこそが重要な役割となるであろう。それはまた個々の鉄道会社や国を超えた、全ての鉄道技術者共通の使命であると考えられる。

参考文献

- 1) 森村勉、関雅樹「東海道新幹線全編成 270km/h 化への技術の歩み」『J R E A』Vol.46, No.5, No.6, No.7、2003
- 2) 森村勉「高速鉄道システムとしての新幹線」日本機械学会、第 11 回交通物流部門講演論文集