

## 新幹線の高速化と空力問題

### 1. はじめに

1997年3月22日、JRグループはいっせいにダイヤを改正し新幹線のスピードアップを図っている。(株)東日本旅客鉄道は新たに開発された新幹線車両「こまち」を投入し、東京から秋田まで3時間49分の運行を可能にし、また500系車両を「のぞみ」に投入した(株)西日本旅客鉄道は、300 km/hの営業運転を日本で初めて可能にしている。その結果、東京から仙台への最短アクセス時間が1時間36分、大阪から博多へは2時間17分にまで縮まった。

交通システムの高速化にはさまざまなメリットがある。その最大のものは意識、価値観の共通化、および一局集中化、過疎化の解消であろう。しかし高速化はさまざまな難問を解決しなければ可能にならない。その中の重要な一つに空力問題がある。210 km/hの営業運転まではほとんど問題にならなかった空力問題であるが、山陽新幹線(トンネル区間が50%以上)の開業や「のぞみ」の270 km/h営業運転開始に伴いにわかに生じ始めた。以下に空力問題について大まかに述べてみる。

### 2. トンネル空力問題

亜音速の速度域でもトンネル内走行では、突入時に先頭車両がかき分ける空気流が圧力波を形成し、長いトンネル壁と干渉し伝ばするうちに有振振幅の圧力波に成長する。やがて切り立ち、衝撃波となって他端から強烈な音を放射(トンネルソニックブーム)し、折り返し膨張波となってトンネル内を戻り、再び圧力波となり…、というプロセスを繰り返す。この圧力波は同時にトンネル内で強い圧力変動を引き起こし、人体に対しては「耳ツン」現象を、車両に対しては繰り返し応力による疲労破壊の可能性をつくる。

### 3. 空気抵抗

現在の形状の場合、300 km/hの速度域に達すると全車両抵抗の約90%が空気抵抗で占められる。空気密度のいちはん濃い地表を高速走行することを加味すると、正に航空機以上に厳しい問題にな

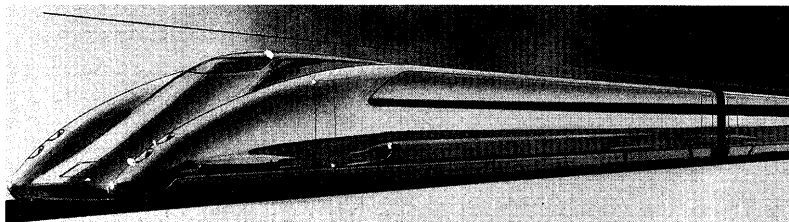


図1 空力性能を考慮した未来の新幹線車両のイメージスケッチ

る。特に線路に面した床下部の抵抗が大きく、全体の半分近くを占める。またパンタグラフカバー部の抵抗も大きく、当初の形状は車両一両分の抵抗を発生していた。従って16両編成の列車は三つのパンタグラフと合わせて空気抵抗の面から見ると19両編成と同じ、ということになる。21世紀に向けて地球環境問題が最重要視されている現在、少しでもエネルギー消費量を減らす技術の開発を最優先すべきであり、そんな点から考えると次世代新幹線の開発には、航空機同様空力を重視して研究を行わなければならない。

### 4. 空力騒音

現在の新幹線はハード的には300 km/h走行も十分可能であるが、このような環境基準をクリアできないために速度向上できない場合がある。騒音レベルはパンタグラフまわりがいちばん大きく、カバーも騒音対策のために設けられた。現在使用されているパンタグラフは構造上極めて強い騒音を発生するのでカバーで対処しているが、抜本的には空力騒音などを考慮したものを開発する必要がある。現在そのようなシステムが開発中である。おそらく数年以内には新幹線の屋根上からカバーは撤去されるであろう。

### 5. 列車風

先頭車両が空気をかき分けることにより生じる流れを列車風と呼ぶ。この現象は先頭車両の形状と車両の断面積に大きく起因しており、高速化に伴い重要な設計因子になりつつある。これまでの先頭車両の形状は主としてデザイン的な点を重視して決定されてきたが、今後は航空機同様、空力的な面を重視して決定されなければならない。筆者が理想的と考えた形状のイメージ・スケッチを図1に示

す。先頭車両の両側にフィンを設け、流れを制御している<sup>(1)</sup>。

### 6. 空力関連車両揺動

仙台から東京への出張の折、行きも帰りも1号車に乗ることが多いが、帰りの方が車両の揺れが大きく感じられる。本を読むと気分が悪くなることがある。すなわち、先頭車両よりも最後尾車両の方が揺れが大きい<sup>(2)</sup>。また、のぞみに三つのパンタグラフがあった頃、グリーン車の揺れや騒音が大きく、評判が悪かったようであるが、これも同様であり、構造物(後尾車両、パンタグラフカバー)後流中に発生する規則的な渦構造が原因と考えられている。カルマン渦的な構造が存在すると、流体力の反作用で構造物が左右に揺すられることになる。新幹線は往復走行する乗り物ゆえ、先頭車両は同時に後尾車両になる。これまでの先頭車両は後尾状態での空力がほとんど考慮されておらず、従って揺動が大きいタイプが多い。500系が初めてそれを考慮しており、ジャンボ機の後部絞角を先頭車両のスロープに考慮したという。

### 7. おわりに

新幹線のような大量高速輸送システムは人々に確実に福音をもたらす。従って日本の技術力を集結し、将来日本の輸出の目玉に新幹線システムを育てるべきと考える。(原稿受付 1997年3月3日)

[小濱泰昭 東北大学]

### 文献

- (1) 小濱・ほか2名, 総合空力特性の優れた高速列車先頭形状, ながれ13別冊, (1994), 13.
- (2) 小濱・ほか8名, 高速列車後尾車まわりの流れと横方向加速度の関係について, ながれ12別冊, (1993), 43.