トンネル内車両動揺防止用フィン

新幹線のような高速列車がトンネルの中を走行するときに，変動空気力が列車に加わり車両が動揺することがあり，乗り心地が問題となることがあります。この対策としては，車両系の防振技術を基本とした「アクティブサスペンション」や「車体間ヨーダンパ」などが開発され，すでに営業列車に採用されています。しかし，今後の高速化を考えていく上で，抜本的な対策として，変動空気力そのものを低減することが重要になってきます。ここでは，その方法についてご紹介します。

変動空気力を低減するには，車両の形を工夫する必要があります。列車を揺らす変動空気力は，床下付近の気流の乱れが，トンネル壁に面した列車側面に広がることによって発生します。そこで，気流の乱れが列車側面に広がらないようにしてやればよいわけです。そのために，車両の両側面の下に薄い板（フィン）を付けます（図1）。

このフィンを車両の全側面につけた時の変動空気力を風洞試験で測定したものを図2に示します。対策をしなかったものに比べ，大幅に変動空気力を小さくすることができています。

図3には，実際に新幹線列車にフィンを装着して空気力を測定した結果を示します。ただし，このときのフィンは，台車のメンテナンスを考慮して，台車の側面部分には取り付けていません。それでも，約2～3割ほど，変動空気力が小さくなっています。

また，フィンを装着することにより，車両床下部からの騒音が低減されることも期待できると考えられます。

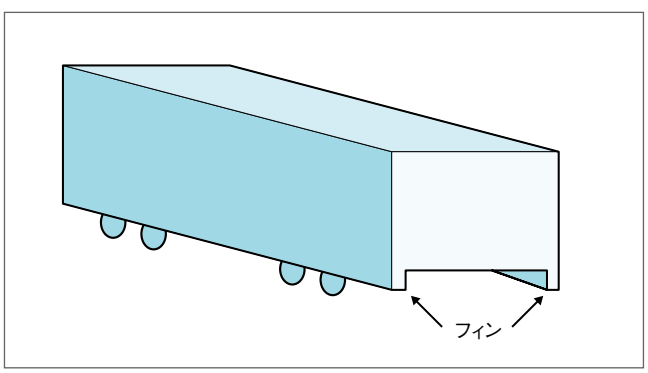


図1　フィンの取り付け位置

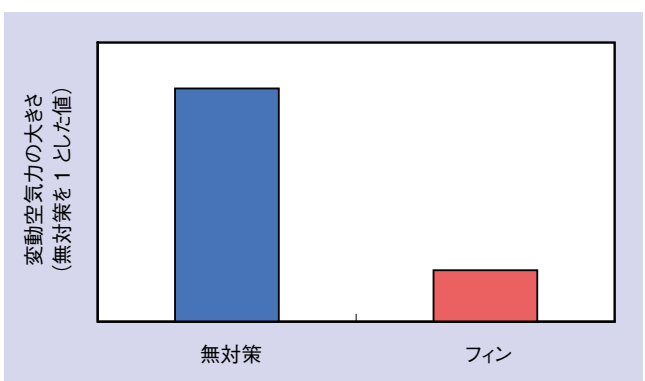


図2　フィンの効果（風洞試験結果）

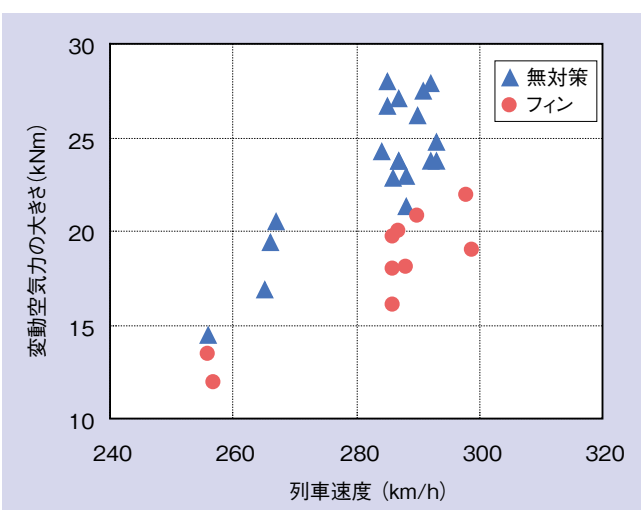


図3　フィンの効果（現車試験結果）
（フィンは台車側面部には未装着）
（鉄道総研報告 Vol.22,No.5,2008より転載）

発明余話

空気力により列車が揺れるという現象が問題となり始めたのは，国鉄が民営化された頃だったと聞いています。それまで，210km/hだった営業最高速度を220km/hに上げたところ，列車の動揺が増加したので，その原因を探るために，色々な測定が行われました。最初は，軌道変位（レールのゆがみ）のせいではないかと考えられたようですが，調べてみると，軌道変位がある地点と列車が揺れる地点が一致しませんでした。

その後，さらに列車速度が270km/hに上がり，トンネル走行中の乗り心地が問題になるようになり，空気力の影響が注目されてきました。そうした中，様々な列車での測定や，風洞試験が行われ，トンネル内走行中の列車には，車両を揺らすような変動空気力が加わっていることがわかってきたのです。

しかし，なぜ，そのような空気力が発生するのかは，依然としてなぞのままでした。そこで，スーパーコンピュータを用いた列車周りの空気の流れのシミュレーションを行ってみました。すると，車両の床下付近で発生した気流の乱れが，トンネル壁に面した列車側面に広がっている様子が捉えられました(図4)。これが，空気力の発生要因だったのです。気流の乱れが列車側面に広がらないようにするには，車両側面にフィンを付ければよいのではないかと思いつき，すぐに風洞試験で調べてみました。すると，はたして，変動空気力は小さくなっています。この結果をもとに，実際の列車での確認試験が行われました。今だから白状しますが，走行前に車両に取り付けられたフィンを見て，もし効果がなかったらどうしようかと不安でした。幸いなことに，測定結果を解析すると空気力が低減しており，ほっと胸をなでおろしたのでした。

（環境工学研究部　空気力学　鈴木昌弘）

《権利メモ》
発明の名称：鉄道車両動揺抑制方法及び鉄道車両
概要：車体の側面下端部にフィンを取り付けることにより，トンネル内走行中の高速列車に加わる変動空気力を低減する方法，及び鉄道車両を提供する。
出願番号：特願2000-240689　（2000.8.9）
公開番号：特開2002-53037　（2002.2.19）
登録番号：特許第3653213号　（2005.3.4）
総研発明者：鈴木昌弘

※記事に関するお問合せ先
情報管理部（知的財産）
ＮＴＴ：042-573-7220
Ｊ　Ｒ：053-7220

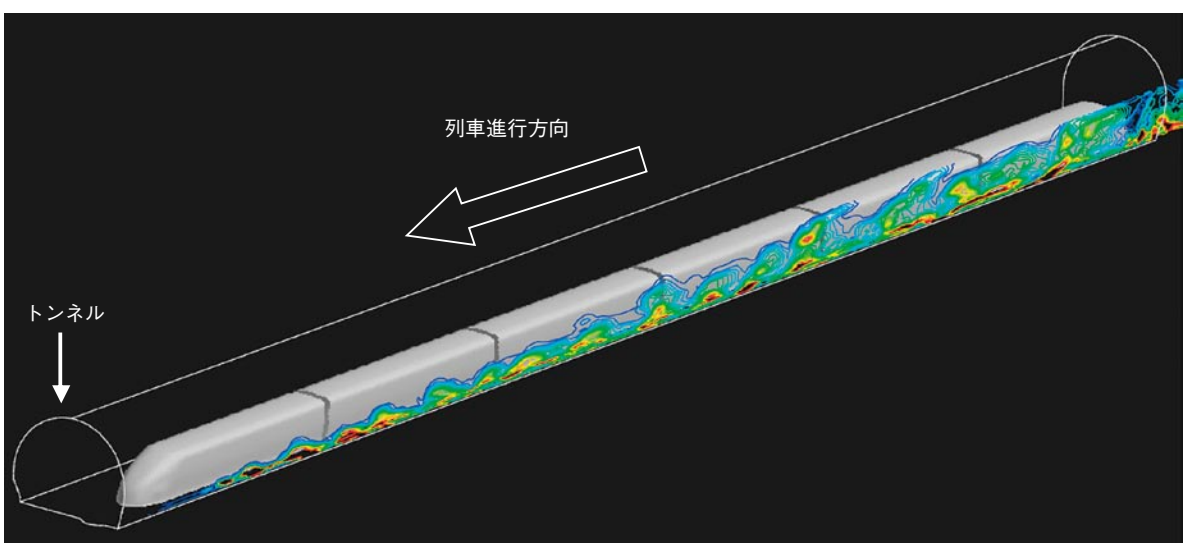


図４　トンネル内走行中の列車側面に発達する気流の乱れ