

# 床下機器の配置により 空気抵抗を低減した鉄道車両

空気抵抗の小さな車両とはどのような形状なのでしょう？高速で走行する新幹線車両は、在来線車両と比較すると、先頭・後尾部が流線形で屋根上や床下の凹凸が少なく、空気抵抗の小さな形状となっています(図1)。そのため、新幹線車両のさらなる空気抵抗低減の余地はあまり大きくありません。一方で、在来線車両は新幹線車両と比較して走行速度が低いため、その空気抵抗はほとんど注目されてきませんでした。しかし、在来線車両においても速度向上(最高速度は160km/h)が進んだことや車両の軽量化や電動機の高効率化が進んだ結果、走行抵抗に占める空気抵抗の割合が増大してきています。空気抵抗低減という視点で見た場合、在来線車両の形状はそれほど進歩しておらず改良の余地は大きいと考えられます。

在来線車両の空気抵抗の原因となる部位は大きく分けて、先頭・後尾部、屋根上部、床下部があります。本発明では、これらの部位のなかの床下部に注目し、空気抵抗が小さくなるような床下の機器配置を考案しました。

床下機器は、重量バランスやメンテナンス性などを考慮して配置されています。床下には各種の機器が取り付けられていますが、それらの機器の配置によって空気抵抗が異なります。空気抵抗は、断面積(流れの方向から見た場合

の投影面積)と空気抵抗係数に比例して大きくなりますので、これらを小さくすることで空気抵抗を低減させることができます。

まずは、断面積について考えてみます。例えば2個の機器を配置する場合(図2)、マクラギ方向に並べるよりも、レール方向に並べるほうが断面積を小さくすることができ、空気抵抗の低減につながります。

次に、空気抵抗係数について考えます。断面積を小さくするためには、レール方向に機器を並べることが有利であると述べましたが、レール方向の並べ方によっても空気抵抗は変化します。並べ方の効果を風洞実験により確認しました(図3)。車両の床下に同じ形状の直方体の機器を複数個配置した場合に、床下機器の個数と空気抵抗係数の関係を調べました。床下機器の数を増やしても断面積は同じですが、床下機器の個数が増えると空気抵抗も大きくなります。風洞実験の結果はその逆を示しています(図4)。つまり、床下機器の個数を増やして直方体の間隔をつめることにより空気抵抗係数が小さくなります。

これらの事から、車両の床下機器をマクラギ方向、レール方向ともに詰めることにより車両の空気抵抗を低減することが可能となることがわかります。

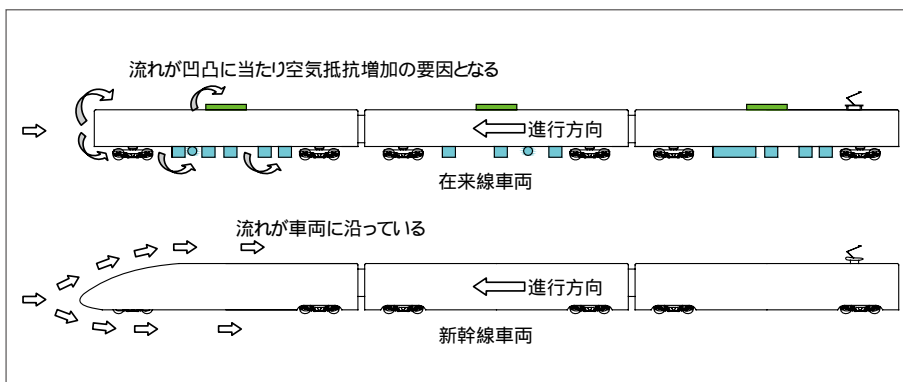


図1 在来線車両と新幹線の形状

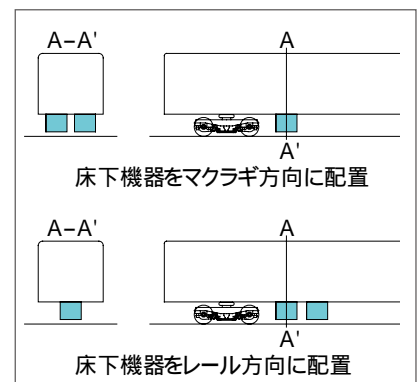


図2 床下機器の配置例

## 発明余話

空気抵抗を小さくする方法と言われてすぐに思いつくのは、航空機や新幹線車両の先頭部のような形状の流線形化かと思います。本発明で考案したような機器配置による空気抵抗低減方法は身近に例が無いように思われますが、スポーツの競技の中でも見つけることができます。

例えば、自転車競技で団体追抜競争という4名で速さを競う競技があります。ここで「4人に作用する空気抵抗の和」に注目してこの競技を見てみます。全員が速く走行するためには、走行中は、4人の空気抵抗の和を最も小さくするフォーメーションを組むはずですが、この競技では、通常、4人は1列に並び前後の間隔をできる限りつめて走行しています。4人が横方向に並んで走行すると4人ともに通常の風圧を受けてしまいますが、前の人の後ろにつくことにより、後ろの人は受ける風圧を緩和することができます。このことは、風圧を受ける面積を小さくすること、すなわち、4人全体としての流れ方向の断面積を小さくすることを意味しています。また、たとえ一列であったとしても前の人との距離が離れてしまうと、風圧を緩和する効果が減ってしまいます。つまり、前後の間隔を極力詰めるこ

### 《権利メモ》

発明の名称：鉄道車両

概要：列車走行時の床下空気流による空気抵抗を低減させ得るよう床下機器を配置した鉄道車両。

出願番号：特願2003-207476 (2003. 8. 13)

公開番号：特開2005- 59621 (2005. 3. 10)

登録番号：特許第4167948号 (2008. 8. 8)

総発明者：井門 敦志

とにより風圧を緩和する効果を最大限に得ることができるのです。これは、4人全体としての空気抵抗係数を小さくすることを意味しています。空気抵抗を小さくする床下機器の配置はこの競技の自転車のフォーメーションと同じなのです。

なかなか気がつかないかも知れませんが、実は、数多くの空気抵抗の低減のアイデアを様々な場所で見つけることができます。鉄道車両の空気抵抗の低減のためには、全く新しいアイデアを開発することも大切ですが、現実には、既存のアイデアをどのようにして鉄道車両に応用するかが重要となります。

(環境工学研究部 空気力学 井門敦志)

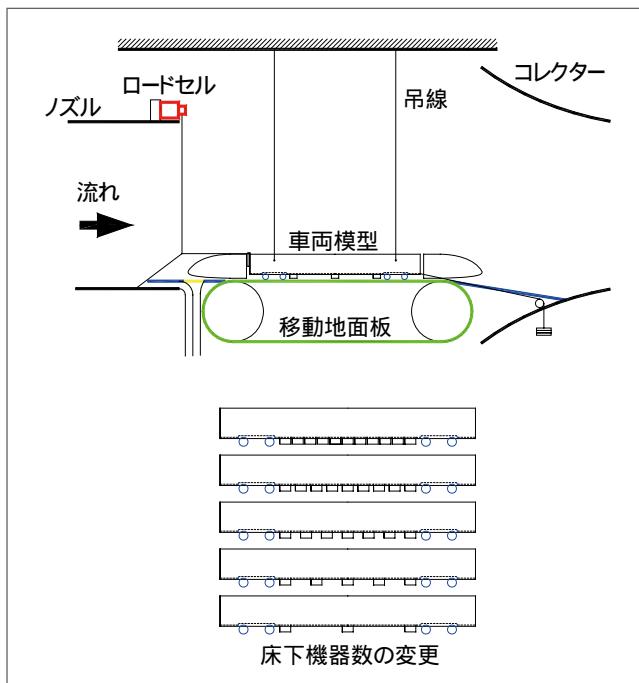


図3 風洞実験状況

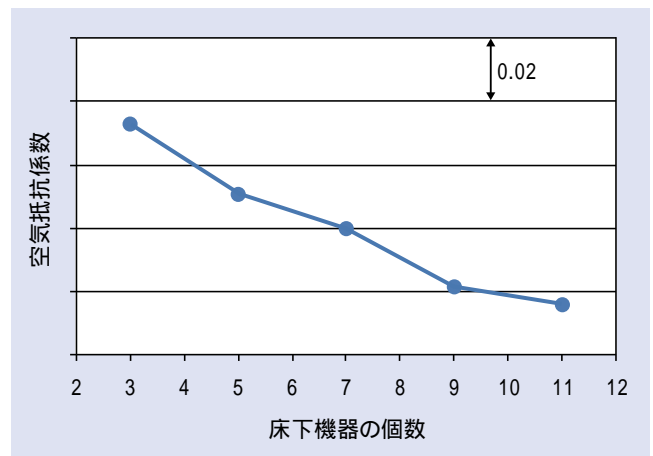


図4 床下機器の個数と空気抵抗係数の関係