

# 高速低騒音風洞および流体力計測システムの開発

## 1. はじめに

世界中で鉄道の整備計画が進む中、飛行機との競争力強化の観点から、都市間鉄道は高速化傾向にある。高速化する際には、車両から発生する騒音の低減や、走行安全性の向上などの課題があり、その事前評価が必要不可欠である。とくに、空力騒音や車両に働く流体力の特性は重要であり、風洞設備で縮尺車両模型を用いて実験を行うのが一般的である。

(株)日立製作所は従来から、自社保有の風洞設備を活用してきた。今回、さらなる高速化や多様な評価ニーズに対応するため、能力を向上させた風洞設備を開発したので、ここで紹介する<sup>(1)</sup>。

## 2. 高速低騒音風洞の開発：車両の高速化に対応した騒音予測精度の向上

鉄道車両が走行する際の気流から発生する騒音（以下、空力騒音）は、速度のおよそ6乗から8乗に比例することが知られている。そのため、走行速度の増加に従い、車両からの発生騒音全体に占める空力騒音の割合が顕著となる。したがって、高速車両においては、空力騒音の低減が重要な課題の一つである。

車両の模型を用いた風洞実験から実車両の空力騒音を精度よく予測するためには、①実車両と同一風速で実験する、②空気密度変化の抑制、すなわち気流の温度変化を抑制する、ことが重要である。上記課題の解決のため、水平回流方式のGöttingen型風洞を採用した。この方式の特徴として、空気を回流させるため送風機の動力を小さくでき、気流の高速化が容易な利点がある。一方で、送風機によって流れに与えたエネルギーの大半が熱となり、運転とともに気流の温度が上昇するという欠点があるが、これは気流温度調整用の熱交換器を流路内に設置することで解決した。図1に高速低騒音風洞の構成を示す。送風機下流側に熱交換器を設置し、気流温度を $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 以内で制御した。また、測定対象物から発生する空力騒音のみを精度よく測定

するため、流路内にサイレンサを設置し、送風機騒音が測定室内に伝播することを抑制した。測定室は、壁、床、および天井のすべてを吸音構造とし、室内の反射音を抑制した。図2に測定室内の写真を示す。車両模型は、耐振性能に優れた地面板（図示せず）によって、気流吐出口の下流側に支持される。以上により、高い静粛性（300km/h時82dB）と、最高風速420km/hの両立を達成した。

## 3. 鉄道車両横風環境時の流体力計測システムの開発：ヨーロッパ規格に準拠した車両安全性評価設備の確立

車両の高速化や軽量化には、横風に対する車両の走行安全性の向上が必要であり、横風環境下での車両に働く流体力の把握が重要となる<sup>(2)</sup>。そのため、欧州では、車両開発時に横風環境下での走行安全性を確保することを目的として、欧州規格EN 14067-6<sup>(3)</sup>を制定した。この規格では、鉄道車両が強風を受ける際の車両の安全性を評価する風洞設備の仕様を定めており、車両の開発段階で本規格が定める風洞設備で車両の模型を用いた実験が必要となる。そこで、高速低騒音風洞の付加設備として、上記欧州規格を満足する流体力計測システムを新たに開発した。

上記欧州規格では、風洞実験の方法について、①気流の乱れ度、境界層（壁面付近の流れが遅くなる領域）厚さ等の気流の風質、②風洞の寸法等の設備条件、③基準車両模型を用いた流体力の計測精度、に対する要求がある。これらの要求達成を目的に、①境界層を抑制するスプリットプレート、②車両模型に一樣に風を当てるための横長気流吐出口（ワイドノズル）、③流れに対する迎角を変化させるターンテーブルと多分力計による一体計測システムの開発を行い、車両が走行時に横風を受ける状況を再現した（図3）。以上により、風洞設備条件および気流の風質、すべての項目について、本風洞の測定結果が規格仕様値を満足することを確認した。

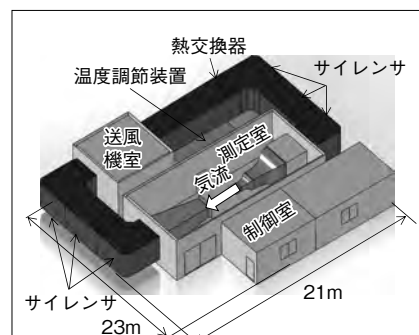


図1 高速低騒音風洞の構成



図2 風洞測定室（無響室）内

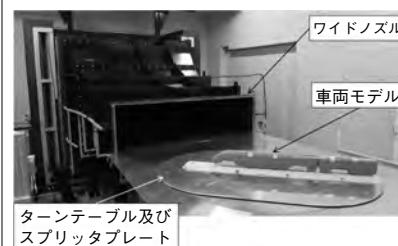


図3 車両安全性評価設備

## 4. おわりに

鉄道車両向けの高速低騒音風洞、および鉄道車両横風環境時の流体力計測システムの開発について述べた。本風洞設備を、鉄道車両等の輸送機械の騒音低減、流体性能の向上に活用していく。

（原稿受付 2015年1月26日）

〔森田 潔（株）日立製作所〕

## ●文 献

- (1) 松居亮稔・ほか、欧州横風規格に対応した流体力計測システムの開発、日本機械学会2014年度年次大会DVD論文集、(2014-9)、S0510305。
- (2) 鈴木 実、模型走行装置を用いた横風に対する鉄道車両の風洞試験、日本風工学会誌、128 (2011)、258-263。
- (3) British Standards Institution, BS EN 14067-6 : 2010 ; Railway applications- Aerodynamics, Requirements and test procedures for cross wind assessment, (2010)。