

風洞試験設備による空力とデザインの最適化

Optimizing Aerodynamic Design through Testing with a Wind Tunnel Facility



山本 義信① Yoshinobu Yamamoto
 帆刈 幸誠② Kousei Hokari
 坂川 佳司③ Keiji Sakagawa
 白銀 英之④ Hideyuki Shirogane

モーターサイクルでは開発初期段階での空力性能とデザインの作り込みが重要であり、風洞は欠くことのできない設備である。風洞試験により、モーターサイクルの空力性能を計測することで、空力とデザインの最適化を図っている。

本稿では、2009年に設置した風洞試験設備の概要を紹介する。

A critical aspect of designing a motorcycle is to create a design that optimizes aerodynamic performance during the initial stages of development. For this purpose, a wind tunnel is an indispensable facility. Through tests conducted with a wind tunnel, engineers search for a design that optimizes the aerodynamic performance of a motorcycle.

This paper provides an overview of Kawasaki's wind tunnel testing facility that was established in 2009.

まえがき

モーターサイクル（二輪車）の開発において、風洞試験は新車開発での空力性能とデザインの作り込み（最適化）において重要なステージである。そのため当社ではデザイン性、空力性能のさらなる向上のため、2009年に二輪車専用の実車風洞試験設備を設置した。

1 風洞試験設備

(1) 風洞本体

風洞設備の諸元を表1に、全体概要を図1に示す。本設備は当社で設計、製作した。全体寸法が長さ68m、幅29m、高さ10mの回流型でありセミオープン型の測定部を有する。

- ① 気流性能に大きく影響する吹き出しノズル前後の縮流比は1:7として気流の一様性を確保している。
- ② 吹き出し部寸法は標準で幅3m×高さ2.5mであり、最大風速180km/hを発生し、吹き出し部にさらにノズルを取り付けることで最大風速205km/hまで対応可能である。
- ③ 測定部には境界層吸い込み装置および、六分力天秤を備えターンテーブル上で、1,160~1,960mmの間で二輪車のホイールベース長を調整した計測ができる。
- ④ 8mの測定部長さを有していて、レース車両の追い抜き時空力特性で重要となる前後に2台並んだスリップストリームの計測にも対応している。
- ⑤ 四輪車ではMULE（多用途四輪車）タイプの車両で耐風性能を評価するためターンテーブル上で180km/h

の風を当てることが可能である。

- ⑥ トラバース装置は耐風速108km/hで熱線風速計、ピトー管などによる3次元計測にも対応している。また煙発生器を取り付けることで、任意の位置からの煙放出による可視化ができる。

表1 風洞諸元

Table 1 Specifications of the wind tunnel

形式	回流式セミオープン
最大風速 (km/h)	180 (~205)
全体寸法 (m) 長さ×幅×高さ	68×29×10
測定部長さ (m)	8
吹き出し部寸法 (m) 幅×高さ	3×2.5
縮流比	7
送風機	直径：4.5m, 電動機：500kW
主要設備	六分力天秤, 境界層吸い込み装置, トラバース装置

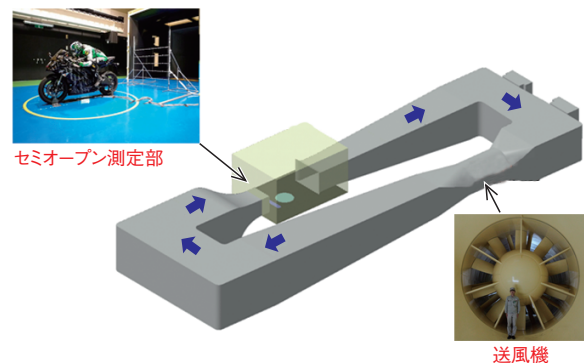


図1 風洞概要

Fig. 1 Overview of the wind tunnel

表2 気流性能
Table 2 Airflow performance

項目	性能
風速分布	±0.67%以内：吹き出し口
乱れ強さ	0.25%以下：吹き出し口
境界層厚さ	31.3mm：ターンテーブル中央

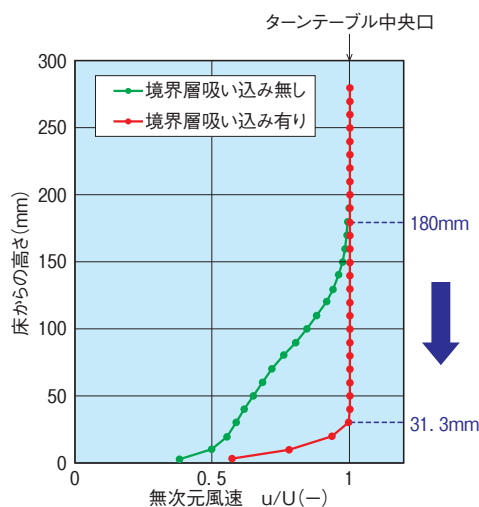


図2 境界層吸い込み装置の有無による境界層特性
Fig. 2 Effect of boundary layer absorber on boundary layer properties

(2) 風洞性能

本設備の気流性能を表2に示す。吹き出し口の風速分布の変動は±0.67%以内、乱れ強さも0.25%以下であり、十分な精度を確保している。また、境界層特性を図2に示す。二輪車の実走を模擬するには、地面近傍の流れを主流に近い状態にする必要がある。境界層吸い込み装置により、ターンテーブル中央部で180mmあった境界層を30mm近傍まで薄くすることができ、境界層吸い込み装置が有効であることが分かる。

2 風洞計測

(1) 二輪車での計測法と風洞用ダミーライダーの開発

自動車と異なり二輪車では、ライダーに直接風が当たるのでライダー自身が空力のパーツであり空力特性に極めて大きな影響を与える。そのため、二輪車の風洞試験では実際のライダーが乗車し、180km/hの風速で計測を実施している。

一方、トラバース装置を使った風速、圧力分布計測では長時間の計測となり、ライダーが一定の姿勢を取り続けることは困難である。また、レーザー計測では乗車したままの計測は安全上不可能である。そのため、風洞用のダミーライダーを開発し、実際のライダーでは難しい計測に対応している(図3)。

(2) 可視化計測

楕円ノズルによる複数の煙で、二輪車周りの流れを可視化している。トラバース装置により水平、垂直に取り付け



(a) ヘルメットへの流れ (b) ラジエータへの流れ

図3 楕円ノズルによる可視化計測 (ダミーライダーにて計測)
Fig. 3 Visualization measurement using comb-shaped nozzles (measurement taken with a dummy rider)

た楕円ノズルから任意の位置で煙放出できる。ヘルメットへの当たりとフロント部のラジエータへの流れを可視化した計測結果を図3に示す。

(3) 風速、圧力計測

風速については、ピトー管および小型の熱式風速計による計測が可能である。熱式風速計は、プローブ部がマッチ棒大と小さく、多点での計測にも対応している。本プローブをラジエータに多点で取り付けることで、空力六分力の計測と同時にラジエータ通過風速を計測し、風洞での空力とエンジン冷却の最適化に対応することができる。

圧力計測では、電子スキャナー式の多点圧力計を有し、車体、ライダーおよび車体周りの空間の詳細計測も可能となっている。

3 汎用風洞としての活用

本設備は二輪車の計測を主目的として製作されたが、セミオープン型であり、トラバース装置に多点圧力計、風速計を取り付けた詳細計測ができるなど、汎用的な風洞設備としての使用が可能である。これまで、船舶の空力特性試験で成果を出すなど空力問題に対し当社全体で有効活用する体制を取っている。

あとがき

モーターサイクルの開発では、商品性の向上のために、風防性にみられるようなライダーの快適性なども一層求められるようになってくる。本風洞試験設備を活用することで、新たな価値を付加した商品を世に送り出していきたい。



山本 義信 帆刈 幸誠 坂川 佳司 白銀 英之