

整理番号 2017M-17MC1001-004
補助事業名 平成29年度 車輪周りの空気抵抗に関する研究 補助事業
補助事業者名 同志社大学 平田勝哉

1 研究の概要

競輪は、ライダーが自転車に乗車しタイムを競う競技であり、空気抵抗低減は大変重要な課題である。競輪競技において、自転車が受ける全抵抗（機材抵抗、路面抵抗、空気抵抗）の内、空気抵抗の占める割合は、時速15km/hで50%、時速30km/hで80%、時速70%で90%であり、競輪は、空気抵抗との戦いであることが分かる。そのため、これまで空気抵抗に関する数々の研究がなされてきたが、自転車そのものに対する研究は少ない。そこで、研究では、自転車本体、その中でも、車輪に関する研究を行う。なぜなら車輪は、進行方向へその向きを適宜変える必要があるため、空気抵抗の影響を直接受ける部位であり、空気抵抗低減のためには、より詳細にその流れ場を調べる必要性を感じるからである。そこで、精度高く車輪周りの流れ場を再現するため、本研究では、移動地面板を用いて実験を行う。移動地面板とは、2つの回転ローラー及び1つのテンションローラーにより、ローラーに搭載されたベルト（地面）を回転し、自転車模型を固定したままで、相対的に自転車が走行している環境を実現する装置のことである。従来の風洞試験では、地面は固定壁で、空気力を計測していたため、自転車が停止した状態の流れ場を再現しており、実環境とは異なる。移動地面板を使用した、本研究の実用性は大きい。車輪には、流れを拡散し、空気抵抗を低減させる境界層制御を施す（フリップフロップジェットノズルを予定）。空気力の計測には、三分力天秤を用いる。流れ場は、グリコールを主成分とした白煙を流路内に流入させ、連続光レーザーを流れ場へ照射し、ハイスピードカメラで撮影することで可視化する。可視化動画は粒子画像流速測定法により、その流れ場の挙動を詳細に分析する。最終的には、空気抵抗が最も低減する車輪条件を特定し、競輪の空気抵抗低減技術への応用を試みたい。

2 研究の目的と背景

これまで、車輪周りの空気抵抗は、①路面抵抗があること、②自転車唯一の可動部であることから、詳細な流れ場の把握は、難しいとされてきた。そこで、この問題に着目し、詳細な流れ場を把握し、境界層制御（フリップフロップジェットノズルを使用）を行うことで、空気抵抗低減に関する一提案を行う。

3 研究内容

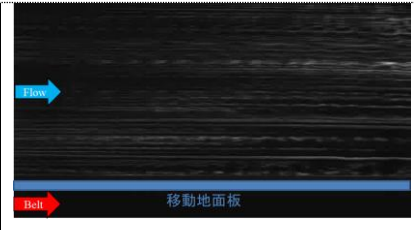
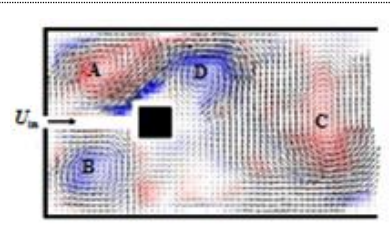

移動地面板（ムービングベルト）を使用し、実環境に即した速度分布を風洞内で、再現する。実際の車輪周りの流れ場を正確に模擬する事で、より実用的に、車輪周りの流れ場の対策（主に空気抵抗の低減）を行うことを可能にする。

車輪には、流れの剥離を抑制するために、フリップフロップノズルを使用する。これは、

(別紙 5)

航空機の境界層制御でも実用例があり、機械的な可動部がなく動作することから、その汎用性は広い。この装置を用いて、空気抵抗を低減する技術を提案する。

(<https://se.doshisha.ac.jp/education/laboratory/mechanical/hydrodynamics.html>)

		
キャプション:移動地面板を用いた風洞での地面近くの流れ場の再現	キャプション:空気抵抗の低減に有効なフリップフロップノズル	キャプション:風洞試験装置

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

競輪競技は、空気抵抗を極限まで減らし、そのタイムを競う競技である。そのため、空気抵抗を精度高く評価・計測すること、及び、空気抵抗を低減させる技術の向上は重要である。本研究では、車輪周りの流れ場を再現した風洞実験を行った。また、新たな空気力制御（フリップフロップノズル）を採用し、空気力低減を狙った。本研究結果は、精度高く車輪に加わる空気抵抗を計測しており、更に空気抵抗を低減させた競輪用自転車の開発に有用である。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

流体、中でも空気や水に着目し、その挙動について研究している。中でも最近関心を持っているのが、移動地面板を用いた風洞試験である。風洞内に移動地面板を取り付けたことにより、従来では難しかった実環境に即した風洞試験をすることが可能になった。本設備を用いて車輪周りの空気力に関する研究を行うことで、他のモデルで実験する際の指標にでき、大変有用であった。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

平成29年5月11日 国際学会「The 13th International Symposium on Experimental Computational Aerothermodynamic of Internal Flows」にて、
タイトル「On Oscillating Performance of a Flip-Flop Jet Nozzle by double-port Control」で発表

平成29年8月30日 国内学会「日本流体力学会 年会2017」にて、タイトル「地面近くを移動する矩形板まわりの流れ」で発表

(別紙 5)

平成29年9月17日 国内学会「日本機械学会第30回計算力学講演会」にて、タイトル「単純なフリップフロップ・ジェット・ノズルの二次元解析」で発表

平成29年10月11日 国際学会「International Conference on Jets, Wakes and Separated Flows 2017」にて、タイトル「On Oscillation Mechanism of Flip-Flop Jet Nozzle」で発表

平成29年11月3日 国際学会「14th International Conference on Flow Dynamics」にて、タイトル「2D Analysis on a Simplified Flip-flop Jet Nozzle」で発表

平成30年3月4日 JSMEのMechanical Engineering Journalに論文「Two-dimensional analysis of a simplified fluidic oscillator」が掲載

平成30年3月12日 国内学会「日本機械学会関西支部第93期定時総会講演会」にて、タイトル「実験と数値解析によるフリップフロップ・ジェット・ノズルの発振特性に関する研究」で発表、タイトル「地面付近を移動する矩形板の周囲流れ」でポスター発表

7 補助事業に係る成果物

「6 本研究に関わる知財・発表論文」にて発表論文及び投稿論文を記載