

## 加速するホイールの空力特性と可視化解析

伊藤慎一郎<sup>\*1</sup>, 大岩純平<sup>\*2</sup>, 村越堅吾<sup>\*3</sup>

### Aerodynamic specification and flow visualizaiton on disk wheel which produces forward lift

Shinichiro ITO<sup>\*1</sup> Jumpei OIWA and Kengo MURAKOSHI

<sup>\*1</sup>Kogakuin University, Dept. of Mechanical Engineering  
1-24-2Nishi-Shinjuku, Shinjuku-ku, Tokyo, 163-8677 Japan

In recent years, bicycles are attracted as lower environmental burden transfer. Then, amateur competitors keep increasing, and they began to indicate data of aerodynamic specification of bicycle components as frames, spokes, helmets and wheels. This study verified the effects of Sub9 produced by Zipp. Zipp argues this wheel “produce forward lift” in a wind angle of 12 to 18 degrees. Therefore, we made 3 kinds of wheels, plain disk, normal disk wheel and Sub9 model. Those were used as a drag force measurement and flow visualization, and investigated in non-rotate conditions and rotate conditions. Drag force of each model was measured with three components load cell. Flow visualization in a smoke wind tunnel was also carried out in a vertical plane. As a result, Sub9 produced little thrust over wind angle of 16 degrees. Plain disk have similar specification to Sub9, and normal disk wheel is the worst wheel in this study. The results of the flow visualization also explain these phenomena well.

**Key Words** : Bicycle disk wheel, Forward lift, Aerodynamic specification, Smoke tunnel

## 1. 緒 言

近年の健康志向やエコ意識向上の中で、CO<sub>2</sub> 排出量が自動車に比べ非常に少なく、環境に配慮した移動手段として自転車が注目されている。それに伴ってアマチュアの競技人口も増加しており<sup>[1]</sup>、そこでは競技用自転車（ロードバイク）のフレームやホイール、ヘルメット等の自転車やその競技者に付属するパーツや装備品についての流体力学的な研究のデータに対する需要も高まっており、それらに関する数多くの研究が行われている<sup>[2]</sup>。その中で、本研究で注目したのは Zipp 社が発売している Sub9 というディスクホイールである。このディスクホイールは Zipp 社のホームページによると「12 deg ~ 18 deg の横風を受けると Sail 効果によって加速するホイールである」<sup>[3]</sup>として発売されている。この研究では縮小模型を用いた可視化実験と流体力計測を行い、この真偽を明らかにする。

## 2. 実験方法

### 2.1 実験に使用した模型について

図 1, 2, 3 に示すような断面形状のディスクホイールの縮小模型をデュラコンを削り出して作成し、実験を行った。それぞれを平円板、凸レンズ形状、Sub9 と呼称することとした。凸レンズ形状は一般的に使われているディスクホイールの断面形状であり、平円板は実験値を比較するために作成し、実験を行った。縮小模型の直径は

<sup>\*1</sup> 正員, 工学院大学 (〒163-8677 東京都新宿区西新宿 1-24-2)

<sup>\*2</sup> 学生員, 工学院大学大学院 工学研究科

<sup>\*3</sup> (株) アルトソフト

E-mail: ito@cc.kogakuin.ac.jp

それぞれ 250mm である。

## 2.2 可視化実験

縮小模型周りの流脈線を可視化するため、煙風洞を用いて側方から撮影を行った。撮影を行う断面は図 4 に示すような中心部分、半径の 48%、96%の部分で行った。風速は 2.3m/s、回転数は 175rpm、トレーサー粒子にはポリエチレングリコールを使用した。

## 2.3 流体力計測

縮小模型に作用する抗力、揚力をロードセルで計測した。実験時の風速は 5.2m/s、その時の回転数は 0rpm と 400rpm ( $Re=8.60 \times 10^4$ ) とし、400rpm の状態で周速比が 1 になるように風速を設定した。また、迎角は 0 ~ 20deg まで 1deg 刻みで角度を変え、それぞれの力を計測した。

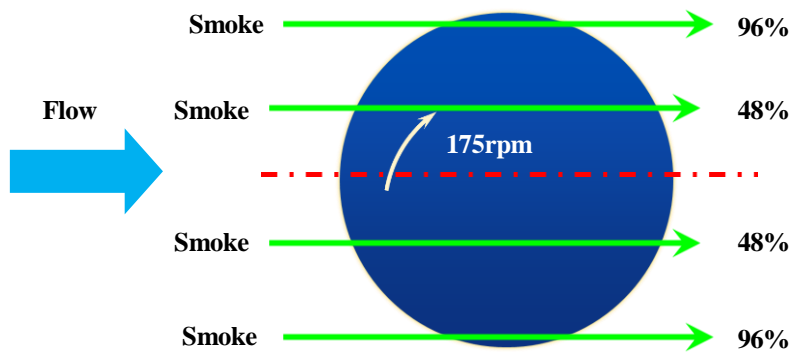


Fig.4 Flow visualization experiment

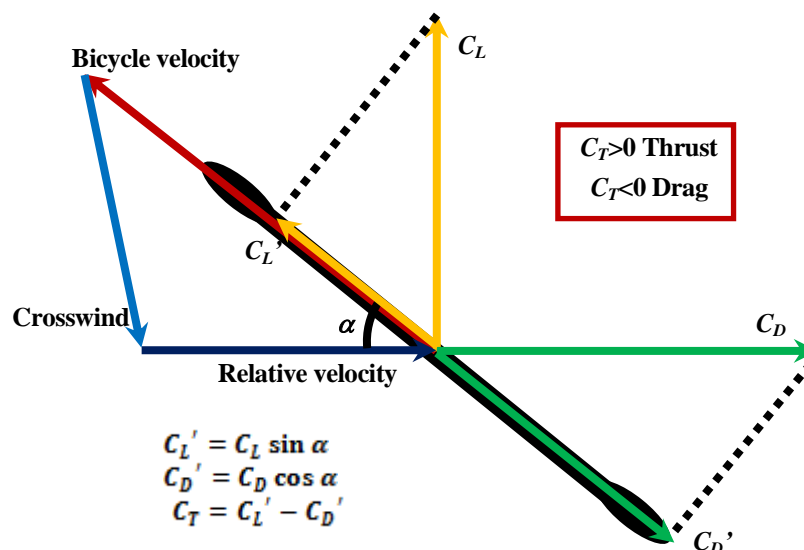


Fig.5 Calculation of thrust

### 3. 実験結果及び考察

本研究では Sub9, 円盤形状, 凸レンズ形状の 3 種類のホイールの流体力計測、可視化実験を行った。流体力計測は図 5 で示している通り、 $C_D$ ,  $C_L$ それぞれの進行方向成分を差し引きした値である  $C_T$  が正の値になれば加速すると判断できる。0rpm, 400rpm の実験結果をそれぞれ図 6, 7 に示す。これらの結果を見ると、本研究の実験では加速するホイールと言われている Zipp Sub9 は迎角が 16deg 以上になれば加速推進力を生むことが分かった。また、ディスクホイールの典型的な形を模した凸レンズ形状のホイールは円盤形状のホイールより抗力が大きくなっていることが分かった。しかし、本実験の Zipp Sub9 のモデルは形状を再現する事は出来たが、実物の表面にはディンプル加工が施されており、その作用について把握することは出来なかった。今後はディンプル表面の模型ホイールを同じように実験し、その効果を検証する必要がある。

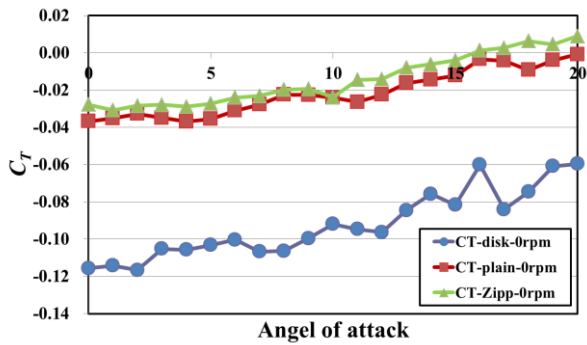


Fig.6 Calculation result of  $C_T$ (0rpm)

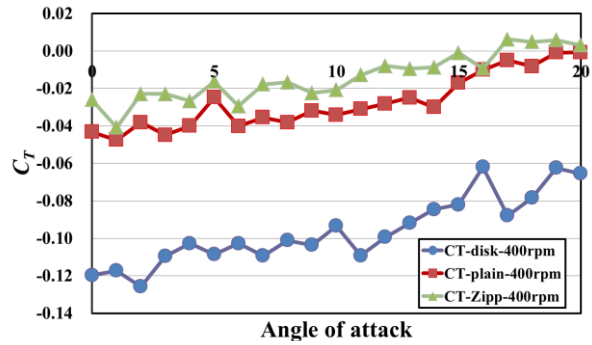


Fig.7 Calculation result of  $C_T$ (400rpm)



Fig.8 Flow visualization (plain disk)



Fig.9 Flow visualization (Sub 9)



Fig.10 Flow visualization (normal disk wheel)

#### 4. 結論

「12 deg ~ 18 deg の横風を受けると Sail 効果によって加速するホイール」として発売されている Zipp 社製のディスクホイール, Sub9 は向かい風に対して、迎角 16°以上で自転車を加速させることが分かった。Sub9, 円盤形状, 凸レンズ形状のホイールの中では最も一般的なディスクホイールの形状に近い, 凸レンズ形状のホイールが最も性能が悪いことが分かった。

#### 文 献

- [1] “日本における自転車人口構成と自転車競技者”, <http://schoin.blog91.fc2.com/blog-entry-567.html> (2013/9/20 アクセス)
- [2] G.S. Tew , A.T. Sayers, ”Aerodynamics of yawed racing cycle wheels”, *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics* 82 (1999) , pp.209-222
- [3] “Zipp, Wheels, Discs, Sub9 Disk Tubular ”, <http://www.zipp.com/wheels/sub-9-disc-tubular/> (2013/9/20アクセス)