

# 回転する側壁平板に再付着する放射状噴流

## Radial Jet Reattaching on a Rotating Disk

○ 学 齒黒 信行 <sup>\*1</sup> (岐阜大院) 正 小里 泰章 <sup>\*2</sup> (岐阜大)  
正 菊地 聡 <sup>\*2</sup> (岐阜大) 正 今尾 茂樹 <sup>\*2</sup> (岐阜大)

Nobuyuki HAGURO <sup>\*1</sup>, Yasuaki KOZATO <sup>\*2</sup>, Satoshi KIKUCHI <sup>\*2</sup> and Shigeki IMAO <sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> Graduate School of Gifu University, 1-1, Yanagido, Gifu-shi, Gifu, 501-1193, Japan

<sup>\*2</sup> Gifu University, 1-1, Yanagido, Gifu-shi, Gifu, 501-1193, Japan

**Key Words:** Radial Jet, Rotating Disk, Reattachment, Three Dimensional Flow

### 1. 緒 言

噴流は、各種の産業分野で多方面に応用されるが、一般に、噴流を吹き出したままの状態を利用することは極めて稀であり、その方向を変える必要が生じることもある。隣接壁の存在から壁面への再付着現象を伴うこともある。これらは、物体表面の加熱・冷却をはじめ拡散・洗浄などに関連して、工学的にも非常に重要である。さらに、実際の応用面においては、流れ場は単純ではなく、三次元的であり、回転などの外力の影響を受けることがあるため、より複雑な流れ場の取り扱いが必要となる。

そこで、著者らは、再付着を伴う三次元流れとして、円柱状ノズルから放射状に流出する噴流が、噴出方向と平行にオフセット状態にして設置された側壁平板に再付着する現象に注目し、オフセット距離（ステップ高さ）の変化、さらに側壁平板の回転により生じる横流れが、噴流の再付着位置や流れ場の特性および流れの構造にどのような影響を及ぼすか明らかにすることを目的とした。

本報告では、壁面への再付着位置および噴流の拡がりや速度の減衰など平均流の基本特性の変化を調べ、回転により現れる流れ場の特徴を明らかにする。

### 2. 実験装置および方法

本実験にて使用した実験装置の概略を図1に示す。送風機からの流れは、円形流路④から整流筒⑤、吹出し風路⑥を経て円柱状ノズル⑦に達し、放射状噴流として流出する。ノズルの外径  $D$  は 45mm、ノズル幅  $L$  は 3mm であり、噴流のノズル出口における断面平均流速は  $U_0=10\text{m/s}$  に設定された。ここで、本研究室における従来の研究 <sup>(1)</sup> では、ノズル出口における速度分布は一様な分布を示していたが、側壁円板⑧の回転機構の追加に伴い、装置の小型化と噴流形成方法の変更が必要となり、その結果出口速度分布は、発達した管内流の速度分布形となった。

側壁平板は、直径 500mm のアルミ製円板であり、プーリーとベルトで接続された DC モーター⑨により回転制御される。ノズル下部から側壁面までのオフセット距離（ステップ高さ  $H$ ）は、 $H/L=0\sim 10$  まで変化し、円板の回転数  $n$  は、0, 400, 800rpm と変化された。なお、円

板表面の平滑度は、 $\pm 0.04\text{mm}$  程度である。

噴流内の速度の測定には、単線形およびタンデム形 <sup>(2)</sup> 熱線プローブと定温度型熱線流速計が使用され、直線化された流速計出力を A-D 変換（分解能：12bit、サンプリ

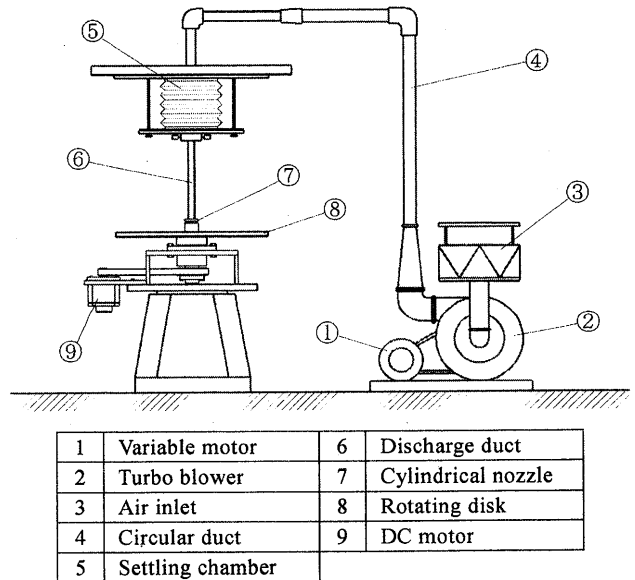


Fig.1 Experimental apparatus

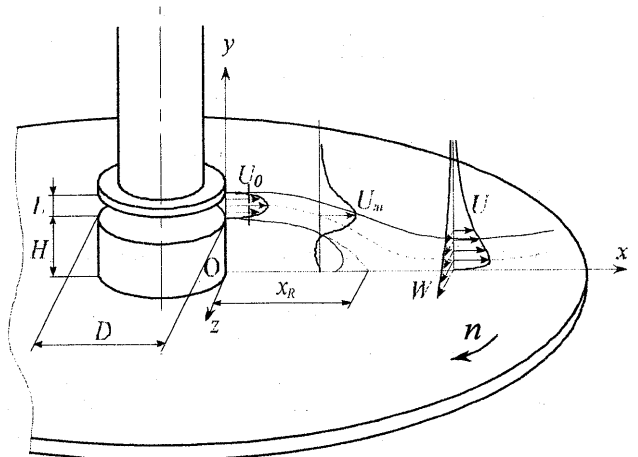


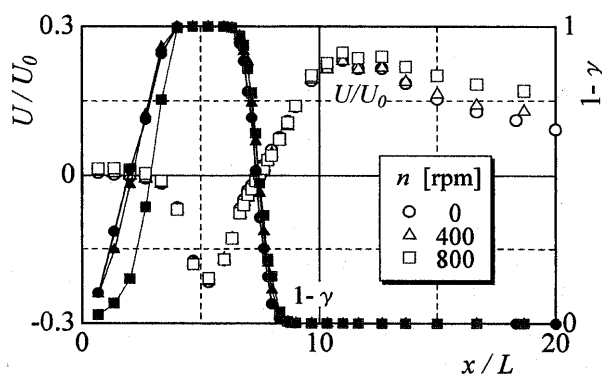
Fig.2 Coordinate system and main notations

ング周波数：10kHz，観測時間：約13s）してパーソナルコンピュータに記録した後，演算処理された。

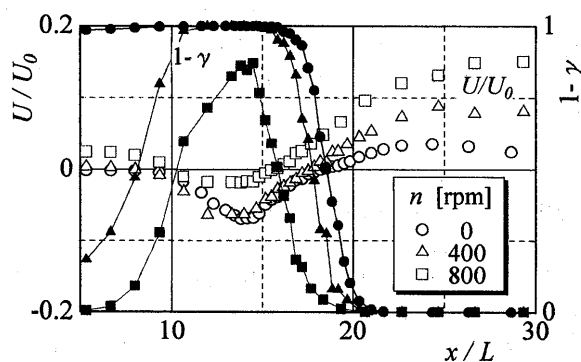
図2は，本研究における座標系と主な記号を示す。円柱状ノズルの外周と側壁円板の接点を原点Oとし，半径方向を $x$ ，円柱状ノズルの軸方向を $y$ ， $x$ - $y$ 平面に垂直な方向を $z$ とする。

### 3. 実験結果と考察

図3は，ステップ高さがそれぞれ $H/L=4, 10$ における壁面近傍（ $y/L=0.17$ ）の $x$ 方向時間平均速度と流れの順流率の下流方向への変化を示す。各図の縦軸は，無次元の時間平均速度 $U/U_0$ および逆流率 $1-\gamma$ を表し，横軸は無次元 $x$ 方向距離 $x/L$ である。ここで，順流率 $\gamma$ は，測定時間内に占める $x$ 方向速度成分の順流の時間的割合を示す。図より，ステップ高さが比較的小さい $H/L=4$ の場合には，側壁円板の回転に関わらず，壁面近傍の速度は負の値をとり， $\gamma=0$ の完全逆流の領域を示した後，順流へと変化する。完全順流となる下流で円板の回転の影響を受け，回転数 $n$ の増加に伴い時間平均速度は増加する。これに対し，ステップ高さの大きい $H/L=10$ の場合になると，完全順流域で回転数の増加に応じた流れの増速現象が現れるだけでなく，回転のない場合に完全に逆流を示した上流域（再循環流領域に対応）においても円板の回転は流れに影響を及ぼし，回転数の増加に伴い，逆流領域が減少するとともに，速度の大きさが小さくなる。さらに，時間平均速度が零となる位置も， $n$ の増加に応



(a)  $H/L = 4$



(b)  $H/L = 10$

Fig.3 Time-mean velocity and forward flow fraction on the side wall

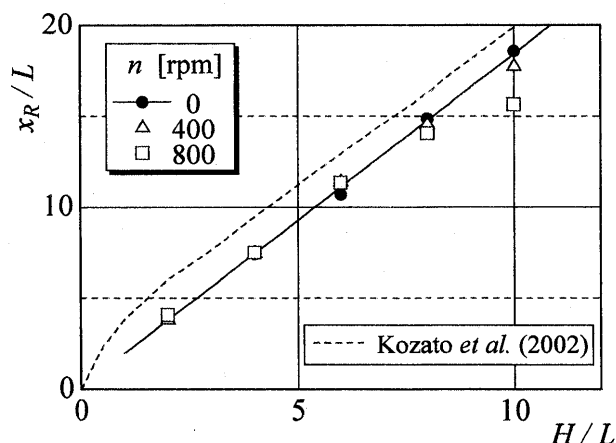


Fig.4 Variation of the Reattachment position

じて上流側に移動する。これは，主に壁面近傍で円板の回転により生じる外向きの流れ（順流）と再循環流による逆流が干渉することによって考えられる。なお，円板の回転，ステップ高さの変化に関わらず，順流率が0.5を示す位置と時間平均速度が零となる位置はよく一致し，流れが平均的に見てその位置に再付着していると判断される。そこで，本研究では，従来の研究<sup>(1)</sup>と同様に， $x$ 方向への壁面近傍流れの順流率が $\gamma=0.5$ となる位置を再付着位置と定義する。

図4は，上記定義に従い求めた噴流の再付着位置の変化を示す。図中の破線は，従来<sup>(1)</sup>の実験装置にて測定された結果を示す。図より，実験装置の改造（小型化とノズル出口速度分布形の変化）の結果，円板の非回転時の再付着位置もこれまでの結果と異なった値を示すが，ステップ高さの変化に対する変化の度合いは同様であり，流れ場に大きな変化が生じているとは考え難い。しかし，円板の回転数が増加すると，ステップ高さが大きいほど回転による影響が現れ，再付着位置は上流側へ移動する。

### 4. 結 言

回転する側壁平板に再付着する放射状噴流に関して，壁面近傍の速度の変化を調べ，以下の結論を得た。

- (1) 側壁円板上の流れは，円板の回転数が高くステップ高さが大きいほど回転の影響を受け，再付着前の上流域では逆流の領域が減少し，再付着後の順流域では速度が増加する。
- (2) 噴流の再付着位置は，ステップ高さが大きくなると，円板の回転数の増加に応じて上流側へと移動する。

### 参考文献

- (1) 小里，ほか3名：日本機械学会論文集，B 編，68-667(2002)，748-754。
- (2) 村上，小峯：生産研究，30-8(1978)，295-301。