

# 1902 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 橋戸 達矢<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)

Tatsuya HASHIDO<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

This study is concerned with the characteristics of the radial jet flow which reattaches on a rotating disk. The velocity fields near the side wall and in the jet were measured to clarify the variation of the basic characteristics of the mean flow. As the step height becomes high, the reattachment position of the jet moves to the upstream side depending on the increase of the disk rotating speed. The maximum velocity and the jet half-width change like the radial free jet until reattaching on a disk, and they show the change similar to the radial wall jet after the reattachment.

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

### 1. 緒 言

噴流の側壁面への再付着現象は、物体表面の加熱・冷却をはじめ拡散・洗浄などに関連して、工学的に非常に重要であるとともに、実際の応用面においては、三次元的な流れ場となり、回転など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。

本研究は、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）の変化や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。

そこで本報告では、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的特性の変化を調べ、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②からの流れは、円形流路④、整流筒⑤および吹出し風路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。噴出ノズルの外径  $D$  は 45mm、ノズル幅  $L$  は 3mm であり、噴流のノズル出口 ( $x/L \approx 0$ ) 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、著者のこれまでの研究<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、側壁平板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同様な分布となった。

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、 $H/L=0\sim 12$  まで変化し、円板の回転数  $n$  は、 $0\sim 800\text{rpm}$  と変化された。なお、本実験

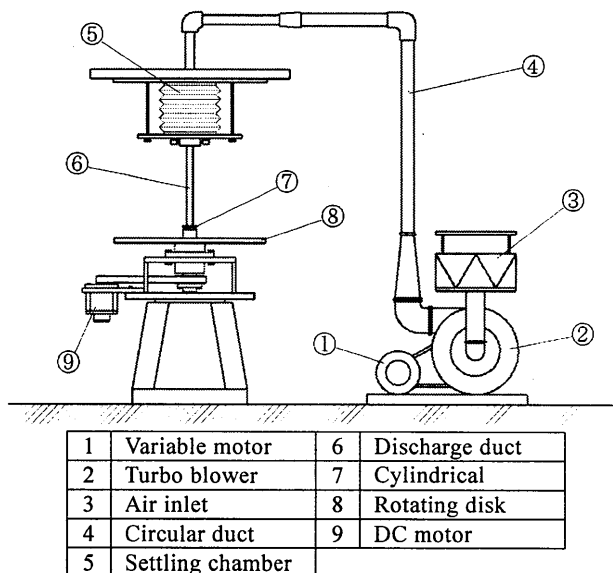


Fig.1 Experimental apparatus

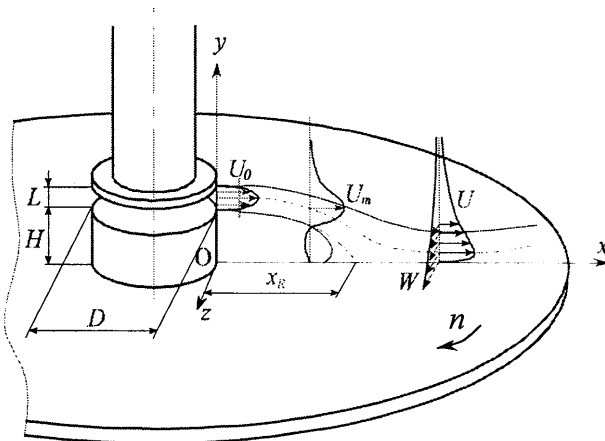


Fig.2 Coordinate system and main notations

における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。

### 3. 実験結果と考察

図 3 は、側壁円板の回転数が変化した場合のステップ高さに対する再付着位置の変化を示す。なお本研究では、円板の回転の有無によらず、 $x$  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。また、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、今回の実験装置の改造（小型化とノズル出口速度分布形の変化）により、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、 $H/L \geq 2$  ではほぼ等しい勾配で直線的に変化していることから、流れ場に大きな変化が生じているとは考え難い。これに対して、側壁平板が回転している場合には、ステップ高さが小さい時には円板の回転による変化は見られないが、 $H/L \geq 8$  で回転の影響が現れ始め、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顕著に現れ、再付着位置は上流側へ移動する。

次に、図 4、5 はそれぞれ、ステップ高さが  $H/L = 4$  の場合における再付着噴流内の時間平均速度の最大値（最大速度）と噴流半値幅の下流方向への変化を示す。図中の破線（Free jet）は側壁平板のない放射状自由噴流の実験結果を示し、破線（Wall jet）は放射状壁面噴流（ステップ高さ  $H/L = 0$  に対応）の実験結果を示す。さらに、実線（Wall jet with Rot）は側壁平板が回転している場合の放射状壁面噴流の実験結果を示す。

各図より、壁面へ再付着するまでの噴流は、円板の回転の有無によらず、最大速度・半値幅ともに放射状自由噴流と同様な変化を示し、その後再付着にともなって速度が急激に減少する。再付着後の下流では、回転・非回転時とも増速し噴流幅が狭まる区間が現れるが、その後

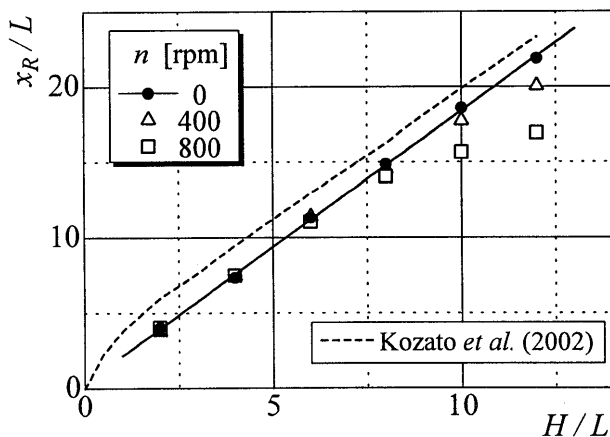


Fig.3 Variation of the Reattachment position

は回転・非回転の各条件に対応した放射状壁面噴流の変化と同様な傾向を示す。しかし、再付着後の噴流では、円板の回転の有無に関わらず、速度の値や噴流の幅がステップのない壁面噴流の場合より小さい。

### 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、壁面近傍および噴流内の速度の変化を調べ、以下の結論を得た。

- (1) 噴流の壁面への再付着位置は、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。
- (2) 再付着噴流の最大速度および噴流半値幅は、側壁平板の回転に関わらず、再付着するまでは放射状自由噴流的な変化を示し、再付着後は回転・非回転の各条件に対応した放射状壁面噴流と同様な変化を示す。

### 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.

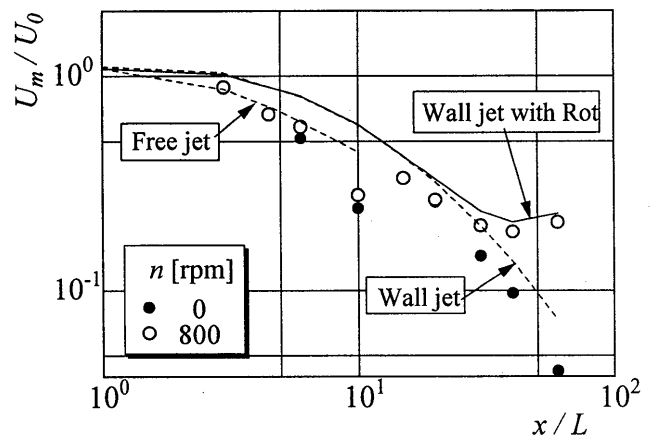


Fig.4 Decay of the maximum velocity

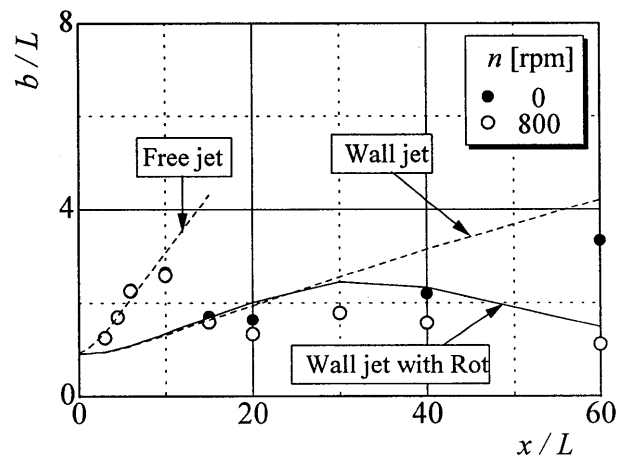


Fig.5 Variation of the jet half-width