

S053054

コアンダ現象を利用した非接触吸着デバイスの特性

阿部 裕幸^{*1}, 菊島 義弘^{*1}, 壹岐 典彦^{*1}

Characteristics of non-contact type suction device by Coanda phenomenon

Hiroyuki ABE^{*1}, Yoshihiro KIKUSHIMA and Norihiko IKI

^{*1} National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)
East, 1-2-1, Namiki, Tsukuba, Ibaraki, 305-8564 Japan

This paper describes the experimental study of the characteristics of a new non-contact type suction device. The present study has been carried out for handling technology in various environments. The main aim was to obtain high suction force in non-contact. We propose a new non-contact type suction device. The jet of nozzle ring flows along surface of device by coanda effect. Eject effect caused by the coanda effect decreases pressure in inside area of nozzle ring. The pressure brings strong suction force. The force distribution vs. parts alignment refers optimal size and condition. This time, we confirmed the suction force by the new method. However, the improvement is depended on suitable alignment. That is suggested that we have to consider relation between coanda and eject effect in thin space put between device and object.

Key Words : Fluid Dynamics, Fluid Force, Gap Flow, Coanda Effect, Eject Effect

1. 緒 言

最近の半導体製造や液晶製造における搬送技術には、搬送物体と吸着部との間において直接的な接触を行わない非接触型吸着搬送技術⁽¹⁾ が実用化されている。従来の真空吸着方法では直接接触による対象表面への傷や対象表面上の付着物を吸い込む可能性があるのに比べ、非接触型吸着方法ではこれらの心配がない。本研究では、コアンダ効果を利用した非接触吸着デバイス⁽²⁾の開発を行っている。圧縮空気をデバイス吸着面の環状ノズルから対向・近接した壁面方向に噴流を噴き出すと、コアンダ効果により流れは直接衝突せずにデバイス面に沿って流れ、その結果デバイス環状ノズル内側の壁面に挟まれた空間は噴流のエジェクト効果により負圧となる。本発表では、供給流量などを変えた場合の壁面に作用する吸着力の実験結果について報告する。

2. 実験装置と実験方法

図1にコアンダ効果を利用した非接触吸着デバイスの概要を示す。外形の円筒内部を空洞とし、圧縮空気の噴き出し部で円環状のノズルが形成されるように隙間を保った内部の円筒形から構成される。隙間から噴き出された噴流は、コアンダ効果により円形のデバイス面に沿って流れる。図2は、シュリーレン法によって流れを可視化した画像である。噴流はデバイスに沿って上方に上っている様子が認められる。またこの流れにより下部の空気がノズル面に向かって引き込まれているのが見られる。図3は、壁面から距離 G にデバイスのノズル部が位置するように設置した場合を示す。この時の各寸法の記号を図に示す。 S は内部円筒のデバイス最下面からの距離、 B はノズル隙間、 D はノズル円形出口部の外径 2 mm、 θ はノズルの角度 60 度である。

^{*1} 正員, (独) 産業技術総合研究所 (〒305-8564 茨城県つくば市並木 1-2-1 つくば東事業所)
E-mail: abe.hiroyuki@aist.go.jp

吸着力は電子天秤上に載ったアルミニウム製円筒を吸着することにより計測した。電子天秤は、エーアンドデイ社製 FZ-3000i を用いた。この際、デバイスは上方からマイクロノメーターにより位置決めし、アルミニウム製円筒はレーザー式変位計により逐次計測することでデバイスと壁面との正確な距離 G を算出した。また S は、ノズル内側を形成する内部円筒を上下に動かすことで変えた。

3. 実験結果

図4は、電子天秤上のアルミニウム製円筒に作用する空気力 f を運動エネルギー $(\rho \cdot Q^2)/(2 \cdot \pi d \cdot B)$ で規格化した F の S/D に対する変化を示す。ここで ρ は標準状態での空気密度、 Q は標準状態での空気流量、 d は円環状ノズルの外径 15mm である。 F の符号は、マイナス値が吸着力、プラス値が押し力とする。但し G は、各設定条件において空気力が吸着力として最大になるように調整されている。図より吸着力が最大となるのは $S/D=0.2$ 付近であり、 Q は少ない量で達成されていることがわかる。

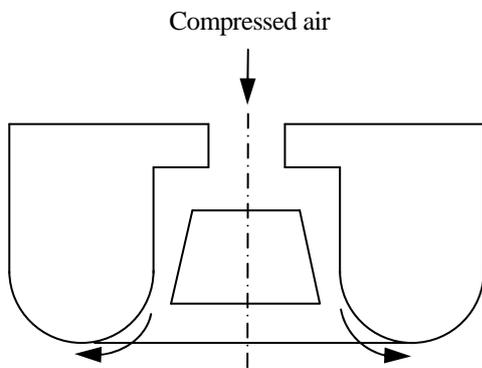


Fig.1 Cross section of the suction device

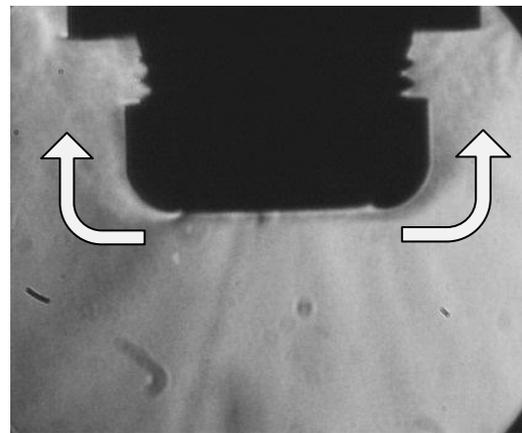


Fig.2 Flow visualization by schlieren method

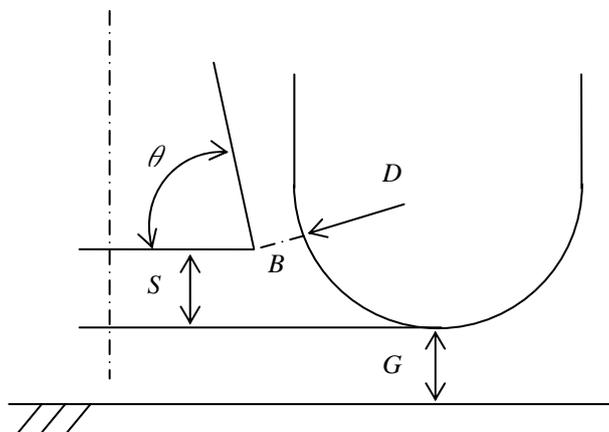


Fig.3 Schematic of nozzle section

図5は、 G/D と B/D の F に対する分布を示す。これより S が 0.2 より小さい場合は G より B が大きく、 S が 0.2 より大きい場合は B より G が大きいことがわかる。このことは、 S を小さく、つまり内側円筒を下げるとノズル幅は大きくなるが、それに伴い壁面との距離も大きくなるわけではないことになる。同様に S が 0.2 より大きくなる場合はノズル幅が小さくなくても壁面との距離の変化は小さい。今回の実験では、吸着力を発揮する範囲において $0.2 < G < 0.3$ 程度に収まる。このことはエジェクト効果との関係が考えられるが今後の課題である。また図から吸着力の最大値は、ノズル幅と壁面との距離が同程度になった時に発生すると推察されるが、この時 B/D は 0.1 程度である。八木田ら⁽³⁾は、開放空間中の2次元円柱においてコアンダが発生する条件として $h/D < 0.1$ とし、0.1 付近では不安定であると述べている。ここで h は、ノズル幅である。本実験では準3次元形状ではあるが同じ程度の値になる。

4. 結 語

本研究では、非接触型吸着デバイスとして新しい吸着方法に基づく実験を行い、吸着力の有効性を確認できた。しかしながら、非常に狭い環状ノズルからの噴流とコアンダ効果、壁面との極所におけるエジェクト効果の様子は十分把握できていない。今後は、壁面圧力分布、ノズル面圧力分布の計測を進め、ノズル部形状を検討しながら、さらに効率の良い非接触吸着技術を目指す予定である。

文 献

- (1) 香川利春, 黎しん, “非接触吸着”, 油空圧技術, 日本工業出版, Vol.47, No.10 (2008), pp. 1-6.
- (2) 阿部裕幸, 菊島義弘, 非接触吸着装置, 特願 2010-243754.
- (3) 八木田幹, 鹿野一郎, 清野将人, “コアンダ効果を受ける円柱に沿う壁面噴流の剥離の不安定性について”, 日本機械学会論文集 (B 編), Vol.70, No.691 (2004), pp. 594-601.

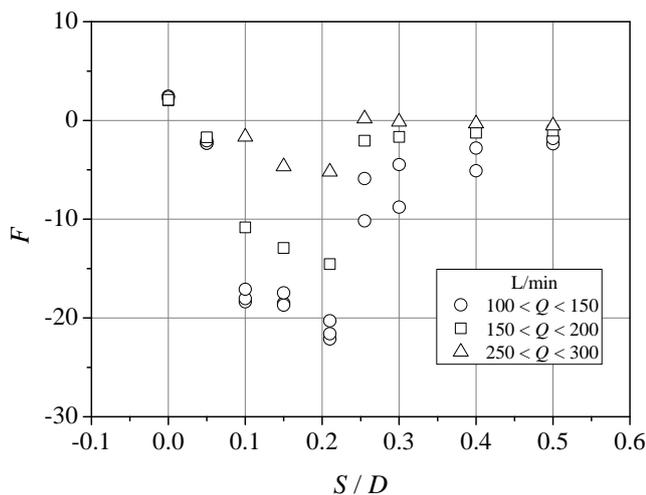


Fig.4 F vs. S/D

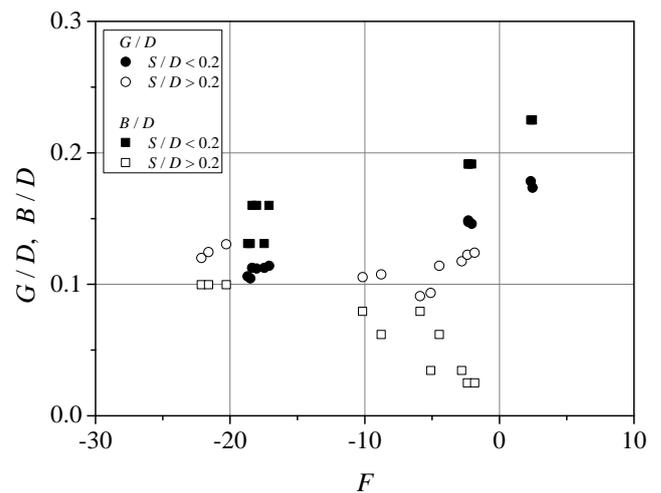


Fig.5 F vs. G/D and B/D