

水 噴 流 の 側 壁 付 着 現 象

Coanda Effect of Water Jet

大 島 康 次 郎*・木 下 修**

Yasujiro OSHIMA and Osamu KINOSHITA

1. ま え が き

純流体素子の研究は近年大いに進展し、理論的、実験的ともに多くの業績があがっているが、その基礎となる噴流の側壁付着現象や低圧渦など内部流れについてはあまり究明されていないため、種々の仮定を設けて議論せねばならないのが現状である。

本報告は、大形素子を用い、水を作動流体として行なった、内部流れについての基礎的実験の実験結果を中間的にまとめたものである。

3. 実験素子、付着点および付着流線について

用いた素子モデルはアスペクト比 1.9、スプリッタなしの単純化された側壁付着形素子である。図1の記号を用いると、主ノズル幅 $b=9.9\text{mm}$ 、オフセット $D=0\sim 3.0)b$ (可変)、側壁角 $\alpha=0^\circ\sim 30^\circ$ (可変)である。

付着点と付着流線はノズル出口に設けられた0.2mmφの注射針より挿入されたエアバブルをトレーサとして観察するようにした。付着流線は付着点を通る流線であって、ノズル出口壁および側壁とともに閉じた領域を形成し、内部の渦と外部の噴流の境界をなしている。

3. 側壁にそった圧力分布

図2に側壁にそった全圧、静圧分布を示す。全圧は、0.7mmφの全圧ピトー管を側壁にそわせて測定したもので、壁付近の静圧と動圧の壁に平行な成分の和となる。また静圧は後述の図3の静圧分布を求めたときの上板にあけられた静圧孔の一部を利用して測定した。

付着点はトレーサを入れて測定したもので、全圧と静圧の交点、すなわち動圧の側壁平行成分が0の点とよく一致している。オフセット、側壁角を種々変化させてもよく一致する。

他に付着点を測定する方法として側壁に直角に圧力孔をあけて動圧を測定する方法もあるが、噴流の速度分布と流線の方向から考えて、求めた動圧のどの点が付着点なのか定義にくく、上述の方法で動圧0の点を付着点とするのがよいように思われる。

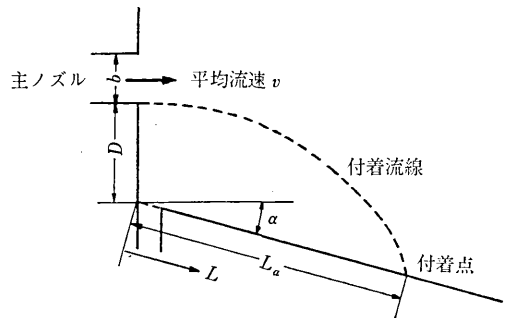


図 1 実験用素子モデルの記号

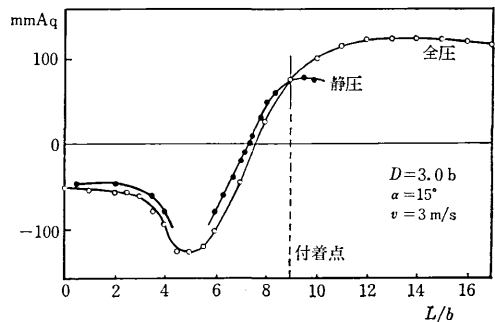


図 2 側壁にそった圧力分布

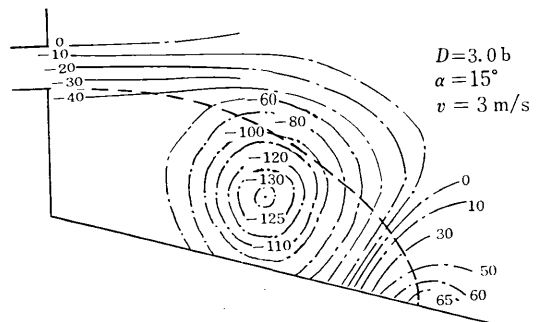


図 3 静 圧 分 布

4. 渦付近の静圧分布

渦付近の静圧分布を測定するため総計 240 個の静圧測定孔を素子の上板に設けた。 $D=3.0b$ 、 $\alpha=15^\circ$ 、 $v=3.0\text{ m/s}$ のときの等圧線図を図3に示す。

この等圧線は渦の上流側に粗く、下流側(付着側)に密になっているが大体円形をしている。渦部の各点の圧

* 東京大学生産技術研究所 第2部
** 大阪府立大学工学部

力は渦の内部で中心からの距離の 2 乗にほぼ比例し、その外部では渦の中心からの距離の 2 乗にほぼ反比例して強制渦と自由渦をとまう、いわゆる混成渦となっているが、渦の流線は中心近くでもだ円のような形をしており、一般にいわれている流線、等圧線ともに円形の渦と異なる渦となっている。

オフセットを小さくすると渦外部の壁付近ではゆがみを生じるが、内部での形はあまり変化がない。

また、図 3 中の破線は付着流線を示す。この流線は圧力分布と考えあわせると、ノズルから出た所で流れに直角方向の圧力勾配がほぼ一定のため、ゆるい円弧でありその下流で渦の影響をうけ急に曲り、渦の等圧線と接する所で曲率が小さく、付着点付近で再び曲率が大きくなる。この関係はオフセットを小さくしても定性的には変わらない。

出口速度を変化させた場合、速度を増してゆくと渦中心が上流へ移動し、付着点も後述のように上流へ移動するから、全体的に曲率も大となると考えられる。

5. 付着側低圧部

付着側低圧部は渦による低圧部とその渦上流でノズル出口壁付近の流れがあまり関係しない様な圧力部との 2 つの部分に分けられ、付着流線の曲率に関係するのはこれらの 2 つの低圧部と付着点付近の高圧部のようである。付着側低圧部の圧力強さの目安として、渦上流ノズル出口付近の圧力ほぼ一様な部分の圧力 P_0 と渦中心圧力 P_c の変化を図 4 に示す。図中の P_0 は大気圧であり、レイノルズ数 R_e はノズル出口幅を代表長さとしている。

6. 付着距離

R_e 変化に対する付着距離の変化の一例を $\alpha=15^\circ$ 、 $D=3.0b$ の素子について図 5 に示す。付着距離は R_e の増加とともに減少し、ある一定値に近づく。側壁角や

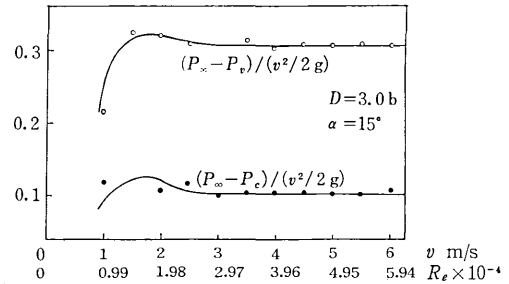


図 4 低圧部圧力

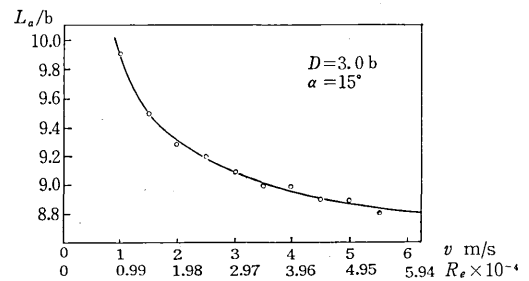


図 5 付着距離

オフセットを変化させても同様の傾向であるが、近づく一定値 L_a/b とそのときの R_e は側壁角やオフセットにより種々の値をとる。

このように、付着距離が R_e の増加とともに減少し、ある一定値に近づく。 R_e の高い所で一定になる現象は図 4 の圧力変化、図 3 の圧力分布の流速による変化、および渦中心の流速による変化、移動などに原因すると考えられる。

7. あとがき

オフセット、側壁角の変化、さらにスプリット距離の変化を考えると現象は非常に複雑である。現在、実験を続行中であるから、まとまり次第報告する予定である。

(1971年1月23日受理)

