



液流切換素子の利用可能範囲

メタデータ	言語: jpn 出版者: 室蘭工業大学 公開日: 2014-07-25 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 山下, 光久, 久保田, 譲 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10258/3690

液流切換素子の利用可能範囲

山下 光久・久保田 讓

Utility and Limit of Liquid Flow Switching Device

Mitsuhsisa Yamashita and Yuzuru Kubota

Abstract

Characteristic of a liquid flow device which switches a liquid jet into air is very different from a bistable fluid amplifier which is usually used.

For example, liquid jet into air is more stable than into liquid. Because of this reason, the occurrence of the attachment of the main jet to an adjacent wall is difficult. In order to make the attachment occur, we choose the method of introducing the control flow that is the same liquid with a jet.

In this paper, effect on the occurrence of the attachment by the variables which describe a simplified shape, and limit of each variable to make use of this type are indicated.

1. ま え が き

一般に用いられている純流体素子は、同一流体中に噴出する噴流の挙動を基礎としている。しかし、応用面では、液体流の切換動作を気体雰囲気中に行なうことが、しばしば、要求される。この機能をもつ純流体素子は、液流切換素子と呼ばれている。

このように気体中へ液体が噴出する場合には、噴流の周囲気体へ与える運動量は、小さく、そのため付着現象の発生は、従来と大きく異なることが予想される。

本研究では、空気中に水を噴出する場合を取り扱い、切換の手法として、噴流と同種液体を副流として流入する方法を用いた。素子の形状は、単純化し、実験により素子の形状パラメータが、付着現象発生限界の副流流量および副流圧力に及ぼす影響を調べ、最後に、液流切換素子としての利用可能範囲を示している。

2. 実験素子および使用記号

素子の各部名称および使用記号を図-1に示す。素子は20 mm厚さの亚克力板から製作されている。

素子の各部寸法は、

$$w_s = w_c = 10 \text{ mm}$$

アスペクト比=2.0

スプリッタ角度は、スプリッタ壁が側壁と平行になるようにする。

α , h , D は可変量 (表-1 に示す)

本文では, h , D は w_s で無次元化して

h/w_s : スプリッタ距離

D/w_s : オフセット

としている。また,

P_s : 主噴流圧力

P_c : 副流入口圧力

Q_s : 主噴流流量

Q_c : 副流流量

Re : レイノルズ数 ($=uw_s/\nu$)

である。

3. 噴流切換の方法

液体噴流が非常に安定であるため、一般の論理素子に対して用いられている左右制御ポートの圧力差、運動量差、あるいは、出力ポート負荷による切換えの方法を本素子に対して用いることが出来ない。

このため、本研究では、次の方法を採用した。

付着を起こす側の副流ポートから、主噴流と同種の液体 (水) を注入し、噴流と側壁間の空間を満たすか、もしくは、主噴流を拡散させ、不安定状態を生じさせることにより付着現象を起こす。

実際的な切換の手順は、次のようになる。

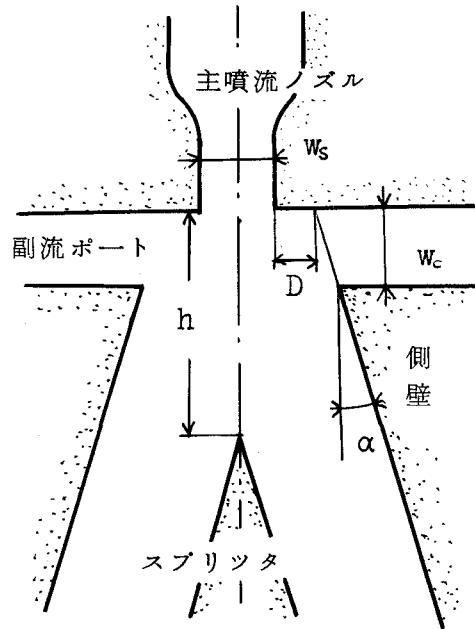
- 1° 付着側へ流入している副流を停止し、噴流を直進させる。
- 2° 反対側副流ポートより副流を注入し、付着現象を生じさせる。

4. 実験装置と実験方法

図-2 に実験装置の概略を示す。

主噴流流量は、弁 1 で設定し、弁 2 により徐々に副流を注入し、付着現象が生じたときの各流量、圧力を測定する。

実験を行なった各パラメータの値を表-1 に示す。



w_s	主噴流ノズル巾
w_c	副流ポート巾
α	側壁傾斜角
h	スプリッタ距離
D	オフセット量

図-1 素子形状および使用記号

$Re \times 10^4$	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
D/w_s	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8
h/w_s	4	5	6	7	8
α	5	10	15		

表-1

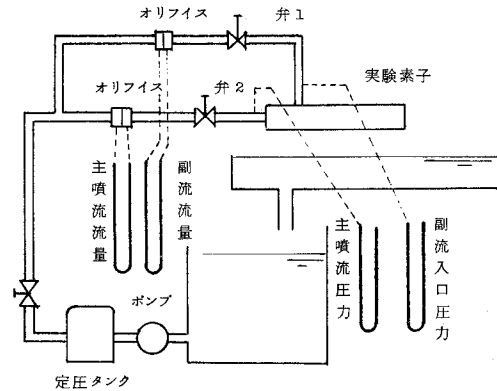


図-2 実験装置

5. 実験結果と考察

実験より得られた副流流量，副流入口圧，主噴流流量，主噴流圧力で無次元化して表示する。

5-1 スプリッタ位置の影響

全実験点において，スプリッタ位置による，副流流量比，副流圧力比の影響は認められなかった。また，図-3に示すように，副流の流量-圧力特性に対しても影響を与える因子ではない。

一般の論理素子に対しては，スプリッタの最小位置は，噴流の付着点距離（即ち，主噴流供給圧より得られる。）から求められ，最適位置は，出力圧力が最大となる位置であるが，現段階での本素子のスプリッタは，付着噴流全体を受け取る位置に設定すれば良いことになる。

5-2 オフセットの影響

オフセットの増加は，副流流量比，副流圧力比を増加させる（図-4-a，-b，-c，-d）。

流量比に対し，この傾向は同種流体で動作する論理素子と同じである。圧力比に対し，

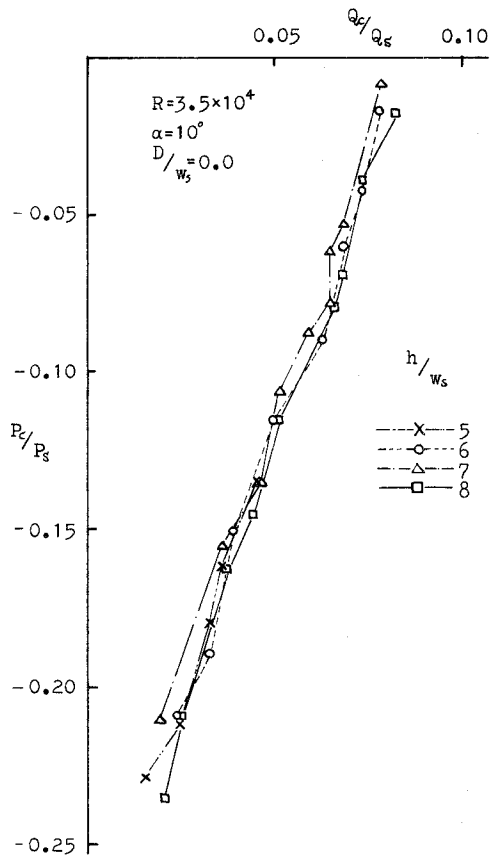


図-3 副流流量-圧力特性

同種流体の場合は、極大値をもつオフセット位置があるものとみられているが⁽¹⁾、今回の実験では生じていない。

論理動作に対してもゲインの表現を用いれば、オフセットは、小さいほうが望ましいが付着噴流外側が、スプリッタ先端に接触する場合は生じることを考慮しなければならない。

5-3 側壁傾斜角の影響

本実験では、 $D/w_s=0.0$ のときの $\alpha=10^\circ$ と 15° に対してのみ結果を得ることができず、明確な影響を述べるには至らないが、図-5に結果を示す。

$\alpha=15^\circ$ に対して付着噴流下流から、低圧うず部への気泡の巻き込みが観察された。

これは、他の条件の場合と比較して噴流の側壁への衝突角が大きいこと、および、低圧うず領域内の圧力が、かなり低いことが原因と推測される。図-5の副流圧力比の線図にも、この影響が表われている。

5-4 レイノルズ数の影響

図-7に示すように、副流流量比へのRe数の影響は、オフセット量とも関連がある。

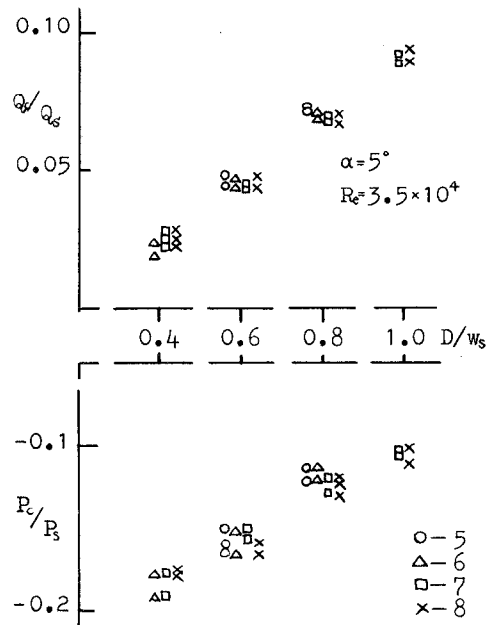


図-4 a)

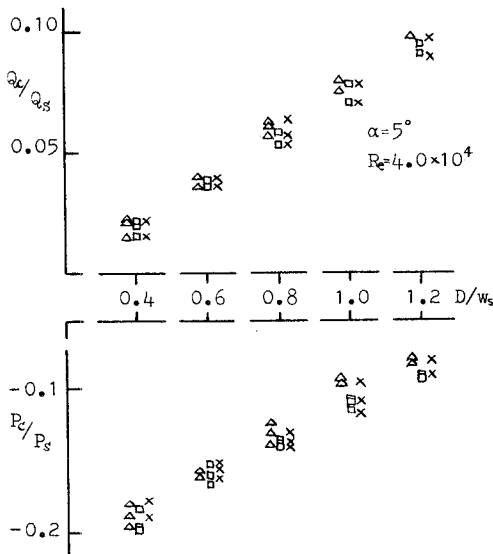


図-4 b)

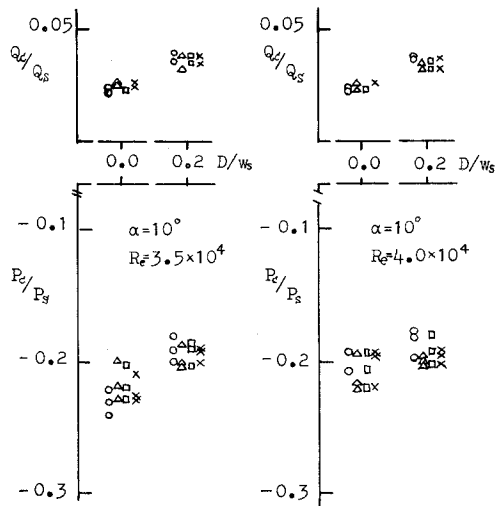


図-4 c), d)

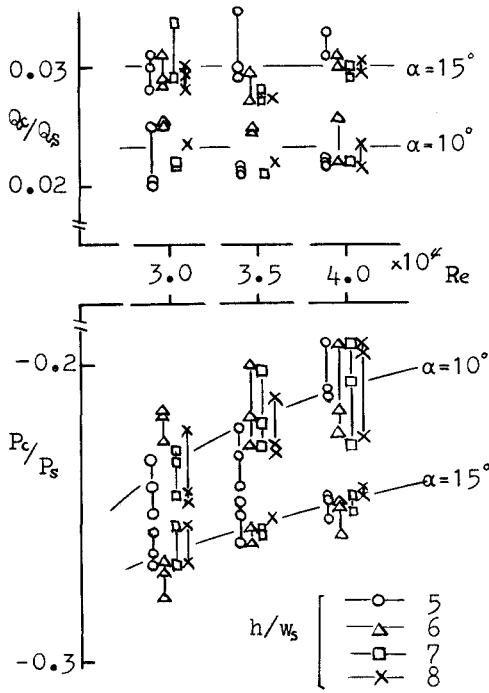


図-5 側壁傾斜角と副流特性

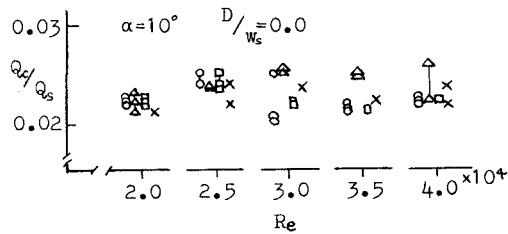


図-8

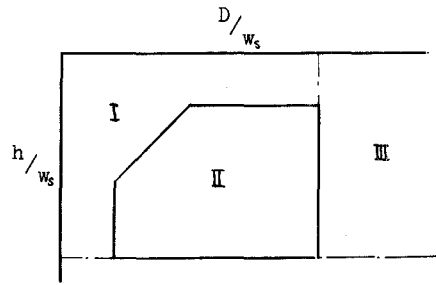


図-6

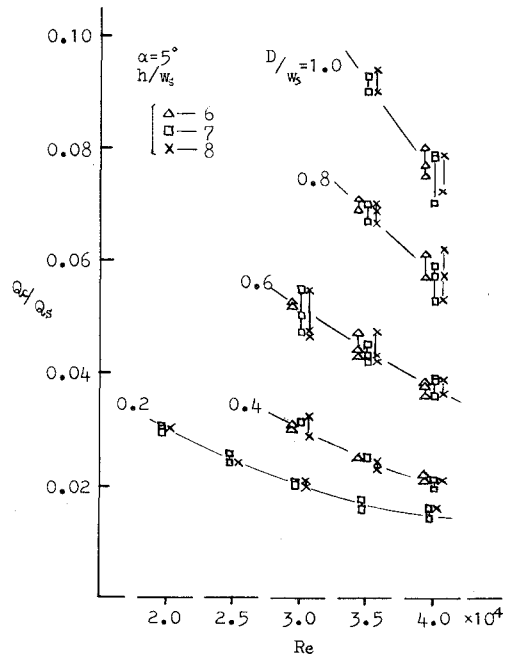


図-7

オフセットが小さくなるにつれ流量比減少の勾配は、小になる。図-8に示すように、 $h/w_s = 0.0$ では、流量比はRe数によって変化せず、一定の値を示している。副流流路の設計に対して、このことは、有効な条件となるであろう。

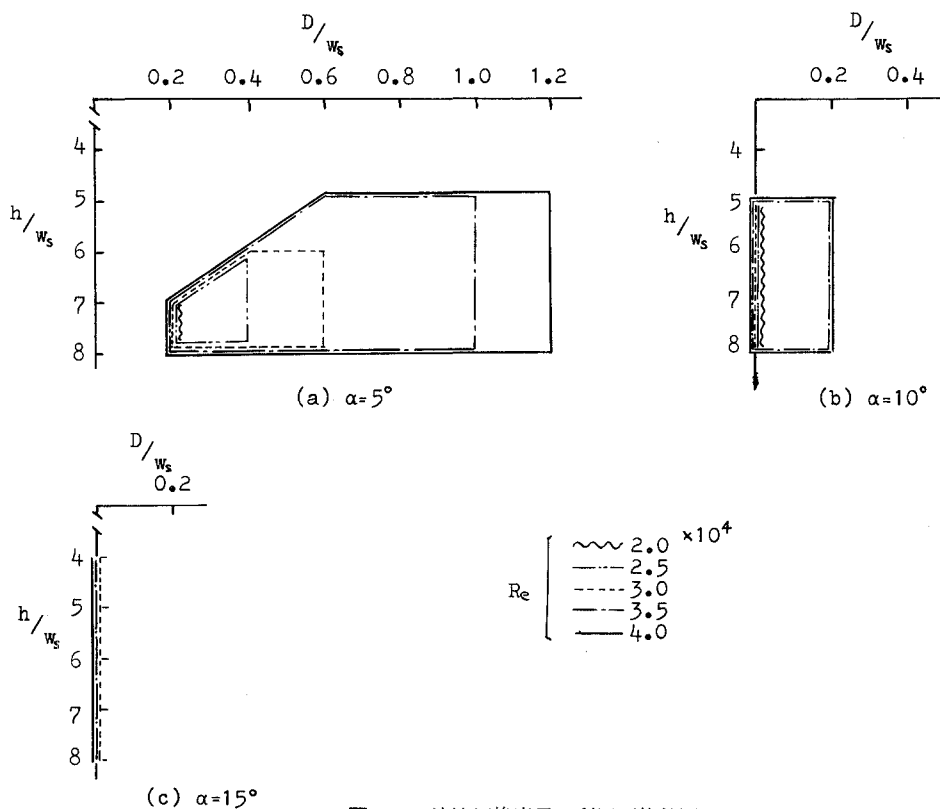
5-5 液流切換素子の利用可能範囲

以上の結果より、各側壁傾斜角に対して、図-9に示す利用可能範囲が得られた。

図-6により各領域を説明する。

領域I. 副流注入により付着現象は発生するが、スプリッタで付着流を完全に左右に分離することが不可能な領域。

領域II. 液流切換素子として利用可能領域。



図—9 液流切換素子の利用可能範囲

領域Ⅲ. 付着現象は発生せず、主噴流と副流の運動量比により主噴流が偏向する領域、即ち、増巾素子として利用可能な領域。

同種流体で用いられる論理素子と比較して、液流切換素子の利用可能範囲は小さい。

特に、側壁傾斜角に対する制限は著しい。一般の論理素子の実験例では、 $\alpha=30^\circ$ に対する各特性の結果があり、実際的な付着可能範囲は、これより大きいことが予想される。通常の素子の側壁傾斜角は、 $10\sim 15^\circ$ で製作されており、この角度は自由噴流の拡がりに関連がある。これに対し、空气中に水を噴出した場合は、噴流は拡がらず、また、コア長さがノズル巾の $200\sim 300$ 倍に達したという例⁽¹⁾があるように、素子内部の噴流と側壁の間隙は、通常の論理素子と比較して大きい。このことが側壁傾斜角に対する著しい制約の原因と考えられる。

6. ま と め

1. 付着現象の発生には、2つの要因がある。1つは側壁のエッジに、副流を巻き込んだ噴流が接触し付着現象を誘発する場合。他は、副流により噴流全体が、ゆらぎ現象を起こし側壁後方より、噴流付着が始まる場合である。前者は、オフセットが小さくなるほど明確に表われて

くる。

2. スプリッタ位置は、流量比、圧力比、さらに副流流量—圧力特性に対しても影響を与える因子ではない。スプリッタの効果を得るためには、先端の角度を鈍角に切り落とすとか、丸めるという方法が有効となるかも知れない。

3. 同種流体で用いられる一般の論理素子と異なり、液流切換素子では形状パラメータに対する制約の著しい事が認められた。

今回の液流切換素子では、流量ゲイン、付着流の安定性等を考慮すると、

$$\alpha=10^\circ \quad D/w_s=0.0$$

$$\alpha=5^\circ \quad D/w_s=0.2 \quad h/w_s=7, 8$$

の形状を、 $Re=3.0\sim 4.0\times 10^4$ の範囲で用いるのが良いと思われる。このとき副流流量比は、0.02~0.25程度で十分に切換動作を行う。

4. 本実験では、切換は静的な状況下で行なわれたが、反対側側壁からの切換えのように、動的な要因を含む場合は、今回、示した利用可能範囲が拡大することが予想される。

(昭和53年5月20日受理)

文 献

- (1) 原田正一、尾崎省太郎; 流子工学, 養賢堂
- (2) JOSEPH M.KIRSHNER, FLUID AMPLIFIERS, MCGRAW-HILL