19 混合室内の対向衝突噴流の可視化

(第2報: 円形混合室の場合)

幾徳工業大学 根本 光正^o 赤池 志郎 石綿 良三

Flow Visualization of Coaxial Impingement of Opposing Jets in Mixing Chamber
(2nd Report)

Mitumasa NEMOTO^{*}, Shiro AKAIKE^{*}, and Ryoza ISHIWATA^{*}

This study is intended to clarify the mixing effect of coaxial impingement of opposing jets in the mixing chamber of reaction injection molding. Flow pattern in the chamber is visualized by the hydrogen bubble method by using water as working fluid. In this report, the mixing chamber has a circular cross section and the distance of the impinging surface from the exit of nozzle is less than that of the preceding report.

Experiments were carried out for the jet Reynolds number from 200 to 1200. The flow pattern in the impinging surface was made clear, and the mixing effect also discussed.

1. まえがき 著者らは、これまでウレタンフォーム成形の際の原液供給に高圧を必要とせずに混合効果を高めることのできる混合室の開発を目的とし、油による実験および可視化実験を行ってきた⁽¹⁾⁽²⁾。対向衝突噴流の特性についてフルイディクスに関連してこれまでにいくつかの研究⁽³⁾があり、また反応射出法を対象として混合室内の噴流の特性を検討しているものもあるが⁽⁴⁾、混合効果等はこれまで明らかにされていないようである。

本報告は、前報告の角形混合室⁽²⁾と同様に、実際に稼動している円形の混合室の約10倍モデルを新たに製作し、対向衝突水噴流の衝突時の流れの状態を水素気泡法を用いて可視化を行った。円形混合室では、ノズル径 d に対する衝突面の位置 x は $x/d = 2.5$ となっており、前報告の角形の $x/d = 6.0$ に比べ小さく、実際に稼動している混合室に近い形になっている。なお、単一噴流の可視化はすでに報告してある⁽⁵⁾。

2. 実験装置および方法 実験には水道水を用い、装置の概略を図1に示す。外水槽①(600×600mm²)内に混合室をモデル化した観測用水槽②(内径φ100mm)を設け、外水槽は水道からの水をオーバーフローさせ水位を一定に保つ。バルブ③により水槽①と②に水面差を作り、対向した内径 $d = \phi 20\text{mm}$ のノズル④からの噴流を対向衝突させた。ノズルは図2に示すような断面形状であり、両ノズルの軸中心あわせについては十分注意をはらった。

ノズル中心断面上に、ノズル出口と衝突面とに2対(計4ヶ所)のタングステン線Ⅰ、Ⅱ⑥(外径φ50μm)を張り、パルス発生器⑤(計測技研製)でパルス電圧を与えて水素

* Ikutoku Technical University, 1030 Shimo-Ogino, Atsugi, Kanagawa, 243-02

気泡を発生させ、上部のステルカメラ⑧にて写真撮影した。フィルムにはフジネオパン400(ASA 400)を用い、バンドールにて4倍(ASA 1600相当)の増感現像を行った。

流量はバルブ③の出口にて量水し、実験は一つのノズルからのレイノルズ数 $Re = \bar{v}d/\nu$ ($\bar{v}$:ノズル出口における平均流速、 d :ノズル直径、 ν :動粘度) = 200 ~ 1200 について行った。

3. 可視化写真 ノズル出口のタングステン線Ⅰによる対向衝突噴流の可視化写真を図3(a)~(h)に示す。Tはパルス周期を示し、図(a)は $Re=230$ のもので衝突は安定しており、衝突後も流れは外周にきれいに分かれる。ノズル径に比べノズル間距離が小さいため ($x/d=2.5$)、噴流が完全発達領域に達する前に衝突が行われている。図(b)の $Re=297$ でも同様である。図(c), (d)の $Re=395, 498$ では多少衝突面が不安定になり、また衝突後の流れも不安定になりはじめる。図(e)~(h)の $Re=600$ 以上では衝突前の噴流自体も多少不安定になりやすいが衝突面は安定しており、衝突後はただちに乱れてくるようになる。また混合室壁面での流れのはね返りがよく可視化できた。

図4(a)~(d)は片側からの噴流だけを可視化したもので、衝突面がよく可視化できている。

図5(a)~(d)は衝突側面にタングステン線Ⅱ(図1)を張って衝突後の流れを示したものである。レイノルズ数の小さいものほど衝突後の流れの広がりやが多少大きくなる傾向にあり、またレイノルズ数によって衝突後の流れが不安定になっていく様子がわかる。

前報の正方形の混合室の場合のように $200 \leq Re \leq 500$ でわずかな外乱によって衝突面が不安定になるようなことは円形では顕著にはあらわれない。これはノズル径に対する衝突面距離の相違によるものと思われる。

4. むすび 本報告では、より実際の混合室に近い円形断面モデルを用い、対向衝突噴流の可視化実験を行った。

文献: (1) 赤池・根本, 幾徳工業大学研究報告, No.B-8(1984), p.73. (2) 赤池・ほか2名, 流れの可視化, Vol.4, No.14(1984), p.191. (3) たとえば山本・ほか2名, 油圧と空気圧, Vol.6, No.4(1975), p.8. (4) Charles L. et al., Polymer Eng. and Sci., Vol.20, No.13(1980), p.875 and p.887. (5) 赤池・ほか2名, 流れの可視化, Vol.3, No.10(1983), p.143.

Fig.1 Schematic view of apparatus (unit, mm)

Fig.2 Cross section of nozzle (unit, mm)

(a) $Re=230$, $T=0.6s$

(b) $Re=297$, $T=0.3s$

(c) $Re=395$, $T=1.0s$

(d) $Re=498$, $T=0.5s$

(e) $Re=600$, $T=0.01s$

(f) $Re=737$, $T=0.2s$

(g) $Re=850$, $T=0.01s$

(h) $Re=900$, $T=0.2s$

Fig.3 Photographs of coaxial impingement of opposing jets

(a) $Re=273$

(b) $Re=478$

(c) $Re=717$

(d) $Re=1088$

Fig.4 Photographs of impinging surface ($T=0.01s$)

(a) $Re=311, T=0.4s$

(b) $Re=415, T=0.2s$

(c) $Re=606, T=0.2s$

(d) $Re=1108, T=0.01s$

Fig.5 Photographs of flow downstream of impinging surface