

大阪府立工業高等専門学校

柳井田勝哉

(株) 鴻池組 技術研究所

正員 ○大橋 昭

//

正員 吉田清司

1 まえがき

前報において基礎工事等に発生する廃泥水と凝集剤の混合攪拌のために、自己発振効果を内蔵する流体素子を応用した混合装置の基本特性について報告している。Coanda 効果を利用した発振現象は、前報の素子に限らず上面に自由表面を有する開放型素子においても現われ、混合攪拌領域を形成する。開放型素子の場合には、噴流速度がある限界値以下の領域で、噴流は側壁に強く影響を受け、それ以上の領域において自由表面に向って偏向されるという複雑な噴流挙動を呈する。筆者らは、発振現象が維持される噴流速度内での力学特性に注目し、廃泥水処理装置としての適合性に関して若干の知見を得たので報告する。

2 実験装置及び方法

図1に発振器モデルとノズル仕様を示す。実験装置及び計測法は前報と同様であるが、発振特性実験には主として単孔ノズル、泥水処理実験には環状ノズルをそれぞれ用いた。一般に流体素子の発振現象には素子の下流条件によって影響されることが明らかにされているので、本実験でもこの観点から堰の高さを下流条件として与え吐出負荷と水深を確保した。 l 寸法は他の条件を設定したのち、最良の発振状態が保たれるように適宜選定した。渦強さは渦深さとして発振器の側面より写真撮影すること求めた。

3 実験結果と考察

3.1 発振特性

図2に流量と発振周波数との関係を示した一例をあげる。密閉型素子については「粘性によらず流量と発振周波数とは直線関係」という特性が成り立っているが、開放型素子の場合には、§3.2で述べるごとく自由表面に向って噴流が偏向・噴出するために、その特性に限界が生じる。図2の結果には明らかにピークが見られ、その運動量は $h=45\text{mm}$ の場合無給水時の偏流限界値に、又 $h=80\text{mm}$ の場合給水時の値に近い。堰高さが増すほど、ピーク値はより高速流側へ移り直線関係(真に直線関係といえる特性をもつ素子条件

は限られものであることを図3の St 数は示しているが)が保たれる領域が拡大する。制御隙間 a 、或いは素子巾 w の発振周波数に及ぼす影響としては、密閉型素子と同じく a が大、或いは w が小なる方が高い周波数を示す傾向にある。攪拌渦の形成状況例を写真1に示す。渦深さの変化はほぼ流量と周波数の関係に類似しており、堰の高さと隙間 a の相

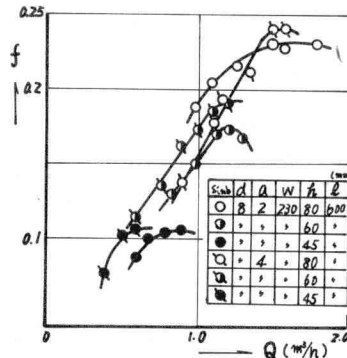
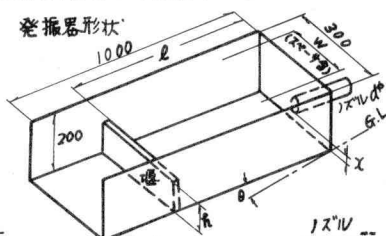


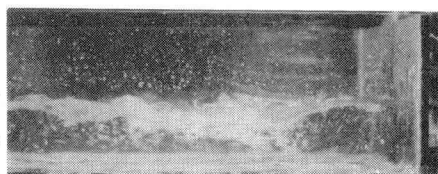
図2 流量と発振周波数



- 注
1. 隙間 $a = x/d$
2. 環状ノズルの場合
前報と同じ組合せ
3. x, l は連続可変
4. 側板堰はアクリル

Symbol	d	a	w	h	l
○	8	2	230	80	600
●	8	2	230	80	600
△	8	2	230	80	600
×	8	2	230	80	600
◇	8	2	230	80	600
□	8	2	230	80	600
+	8	2	230	80	600
-	8	2	230	80	600
.	8	2	230	80	600
~	8	2	230	80	600
^	8	2	230	80	600
_	8	2	230	80	600
	8	2	230	80	600
%	8	2	230	80	600
@	8	2	230	80	600
*	8	2	230	80	600

図1 実験モデルの仕様



素子条件; $d=8^\phi$ $a=3$ $l=700$
 $h=60$ $w=300$ $\theta=3^\circ$ $Q=1.5\text{m}^3/\text{h}$

写真1 攪拌渦の形成状況

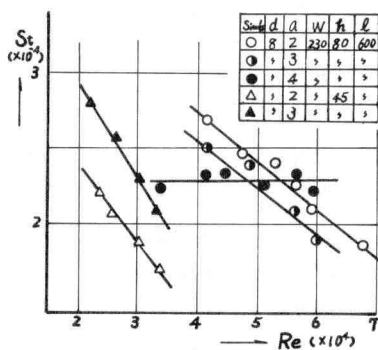


図3 Re数とSt数

関関係が重要な因子となる。図2の結果をストロハル数で整理したのが図3である。Re数の増加に伴いSt数が低下する傾向をもつものと、Re数にかかわらず一定なSt数をもつ素子形状が存在し、特に後者の場合、安定な最適発振状態を保っていると考えられ w/d が大、ないし $h > 2a+d$ の領域でそれらがみられる。素子に傾斜角度をつけることによってノズル出口付近の制御空間を増すことは、堰を高くした場合と同様な発振効果が得られるものと推察され、実験を行った結果が図4である。本実験では $\theta=4^\circ$ 前後にて発振特性に及ぼす影響が最大になることがわかった。

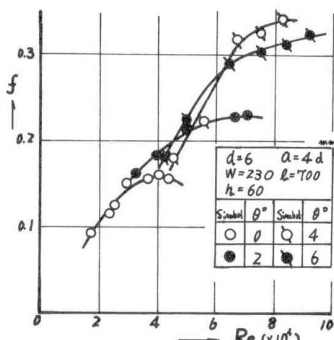


図4 発振特性と素子傾斜角

3.2 噴流偏向と運動量 噴流は流速を増すと自由水面を変動動させ、素子内に非定常なフローパターンを形成する。流速がある限界値に達すると水面に向かって偏向し、噴流上面の水を排除して自由表面に付着する。写真2は偏流直後の流れの状態であり、気液混合領域を形成している噴流側面が明示されている。図5の実験条件で求めた偏流限界値を運動量で整理したものが図6である。

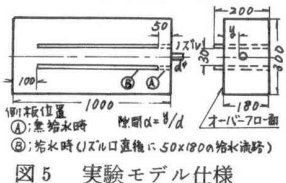


図5 実験モデル仕様

値を運動量で整理したものが図6である。給水時のヘッドは二重槽にして一定に保ち、給水能力が不足する噴流速度において不安定な偏向状態のまま気液境界線の一部がノズル取付高さまで到達する。開放型素子の写真2 偏向時の噴流挙動

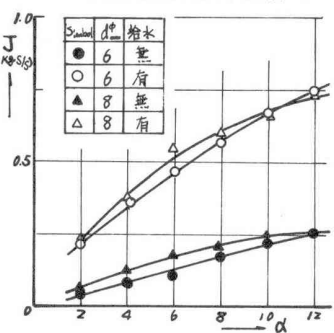


図6 限界運動量値と制御隙間

発振限界値は堰高さに応じて二種の限界運動量値間にとられることがわかった。

3.3 曝気効果と混合攪拌性能 種々のトレーサ溶液による時間因子を含めた混合攪拌性能の定量的測定は、均相系の場合においてすら極めて困難であり、それ故性能の評価基準も明確に定まっていなといえるが、装置内で形成される渦流の広さと渦度が混合性能の代替値として適切な指標を与える混合装置類も少なくないと考えられる。本実験装置の場合、噴流の巻込効果と渦流によって混合攪拌が促進されるため、攪拌渦による空気

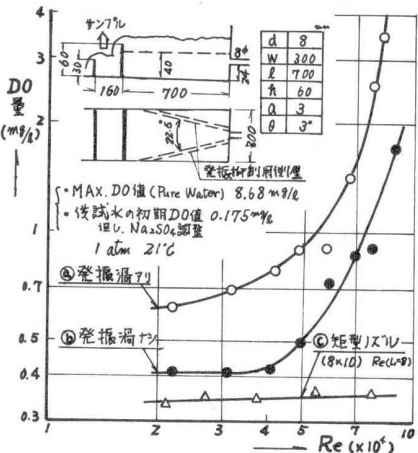


図7 渦による空気巻込効果

4 むすび 密閉型素子に加えて開放型素子においても発振効果が確認され、混合攪拌装置としてその用途は多方面にわたるものと考えられる。素子形状は密閉型に比べて更に簡素化され、小規模の混合装置以外に、多目的攪拌槽として大量の処理性能が要求される分野、特に下水処理システム等に利用することが望まれる。今後、更に研究を進め実際規模のシステムによって実験を行う予定である。なお、泥水処理実験及び二液混合攪拌実験の結果については講演時に報告する。

参考文献: 1) 土木学会講演 27 th・II-168 2) 機械学会講演 710-15, 1971-10 3) 機械学会投稿中 48-10 発表 4) 折田; 拘束水噴流の偏向現象 6 th 純流体シンポジウム 4) E.LEVI; "MOMENTUM TRANSFER FROM JET TO A VORTEX" International Association for Hydraulic Research