

(Ⅱ - 27) 深層水揚水筒の流れに水面が及ぼす影響

宇都宮大学 正 員 池田 裕一
宇都宮大学 学生員 ○山田 明弘
宇都宮大学 正 員 須賀 堯三

1 はじめに

深層水揚水筒は、湖沼・貯水池・海洋などの底層付近にある流体を水面付近まで揚水し、上層の流体と混合させるもので、閉鎖性水域の富栄養化防止や人工的な漁場の確保に有効であると考えられている。このような揚水筒は、その先端を水面直下まで伸ばし、そこから上方に底層水を放出してやれば効率の高いシステムとなることが報告されているが、その際、揚水筒から放出された流れに水面がどのような影響を与えるのかを詳細に検討した例はほとんど見られない。

本研究は、こうした背景のもとに、水面直下から上方に放出された密度噴流の挙動を調べることを目的とし、今回はまずその手始めとして密度が一樣な流体を用いて実験を行い、その流れパターンを可視化して若干の考察を加えたものである。

2 実験装置及び方法

実験においては断面 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ 深さ 1 m の水槽を用いその中央に揚水筒を設置した。そして、図1に示すように水槽の底から取水し、ポンプを用いて揚水筒先端から水面に向けて水を放出できるようにした。流れのパターンは揚水筒の中途から染料（ウラニン）を注入し、鉛直断面にスリット光を差入れることにより可視化した。実験条件は、表1に示す通りである。

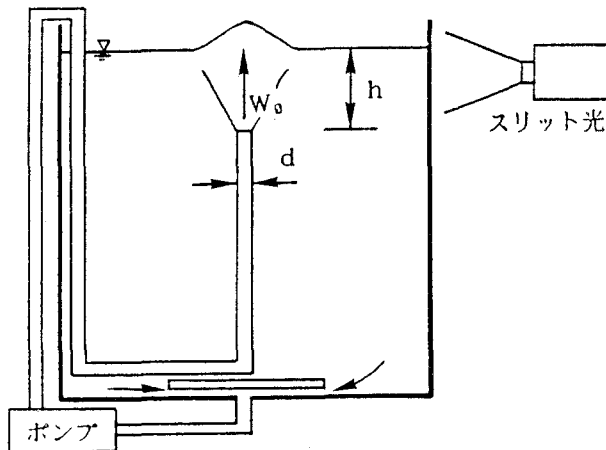


図1. 実験装置

表1. 実験条件

$d(\text{cm})$	h/d	$w_a(\text{cm/s})$
1.8	0~9.14	31.6~128.0
2.5	0~4.54	16.8~74.3
4.0	0~0.03	14.7~28.8

3 実験結果及び考察

一樣密度場においては、通常、水面に達した鉛直噴流は、その方向を水平に変えて、水面に沿って流れるものと考えられる（図2（1）-タイプA）。ところが噴流の初期流速がある程度大きくなると、水面がかなり盛り上がるようになりその後の流れは水面に沿って広がらずに水面下においても鉛直下方に落ちていくことが分かった（図2（2）-タイプB）。こうした現象が生ずる現象の要因を考えるために、同じ条件下で水面に平板をおいて固定壁とすると、どんな条件においてもタイプAの流れしかみられなかった。これよ

り、タイプBの流れが現れるのは水面が自由表面であり、初期流速が大きいときは水面がかなり盛り上がることに起因するものと考えられる。

そこで、現象に関与する物理量に重力加速度 g を付け加えて、これから導かれる無次元量であるフルード数 $Fr = W_0 / \sqrt{gd}$ と h/d を用いてタイプA、Bの遷移点を整理したところ図3の様な結果が得られた。

この図から明らかなように、揚水筒の内径にかかわらず、タイプAとBとの遷移は $Fr \sim h/d$ 図の一定の領域において生じ、その遷移曲線は、おおまかに

$$Fr = 0.9 + 0.15 (h/d)^{1.12}$$

と表すことができる。この遷移曲線の式は、あくまで経験則であり、厳密な関数形は理論解析の結果を待つしかないが、およそその判断の基準として用いることができるであろう。

いずれにしても、タイプAとBでは流れの様相が異なり、揚水した流体の混合にも大きな影響を及ぼすことになる。すなわち、揚水流量を増やせば単純に混合量が大きくなるわけではなく、揚水筒の使用目的に応じて水面の影響を今後も詳細に検討する必要があるといえる。

なお本研究の遂行に当たり平成元年度文部省科学研究費・試験研究(1)(代表:浅枝 隆、埼玉大学、課題番号01850118)の補助を得た。ここに記して謝意を表します。



図2(1)タイプA($d=1.8$, $h=5.0$, $W_0=109.3$)

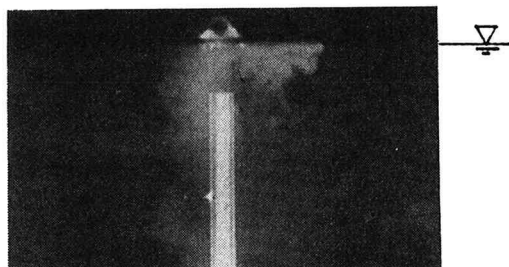


図2(2)タイプB($d=1.8$, $h=5.0$, $W_0=154.5$)

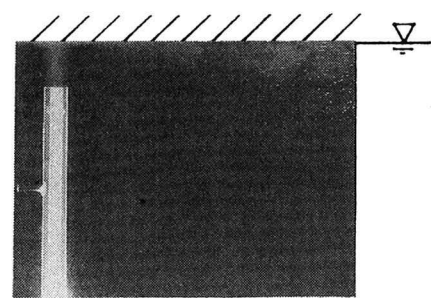


図2(3)固定壁($d=1.8$, $h=5.0$, $W_0=154.5$)

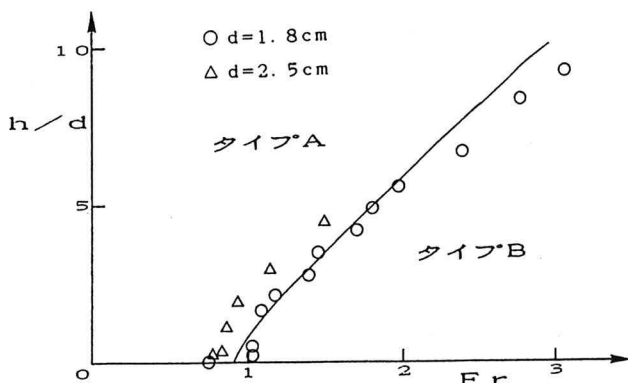


図3. 流れパターンの区分図

【参考文献】

- 1) 小島 貞男: 空気揚水筒による富栄養化湖沼の水質改善(I), 用水と排水, Vol. 24, 1982
- 2) 浅枝 隆・中井 正則: 気泡を用いた高密度の深層水揚水施設の解析, 土木学会論文集, 411(II-12), 1989
- 3) 浅枝 隆・中井 正則・玉井 信行: 水面に衝突する高密度噴流の拡がり幅, 土木学会論集, 411(II-12)

1989