

円管吸込流と吹出流

金沢工業大学 正員 中川 武夫
 金沢工業大学 学生員 ○高井 秀人
 金沢工業大学 中原 隆之

1. 緒言

円管吸込流と吹出流はいずれもわれわれにとって非常に身近な流れである。吹込流の例としては風呂の排水時の流れを、また吹出流の例としては水道の蛇口からの流れを挙げることができよう。

本研究の主な目的は水槽の水深が小さくなった時に形成される吸込渦の挙動を明らかにすることである。

2. 実験

本実験においては縦300mm、横300mm、深さ355mmの亚克力製水槽底面中央に取り付けた内径10mmのビニール・パイプから水槽内の水を排水することによって吸込渦を発生させた。水槽内の水深は水槽底面に設置された与えられた高さの土切板の上から水を越流させることによって一定に保たれた。本実験の測定項目は渦発生水深、渦形成水深、渦の断面形状および渦の周速度の測定である。ここで、渦発生水深とは一定深さの静水を吸込口を通して一定流量排水していった時に吸込渦の形成が開始する瞬間の水深であり、渦形成水深とはさらに排水を継続した結果として吸込渦の形成が完了する瞬間の水深である。渦発生水深と渦形成水深の決定は目視により行なわれた。渦の断面形状の測定は先端に針を取り付けた小型ポイント・ゲージを用いて実施した。また、渦の周速度は水槽内の水表面に散布された微小紙片が一定時間に描く軌跡の長さを写真撮影することによって求めた。

3. 実験結果および考察

Fig. 1に本実験中に撮影した吸込渦を例示した。なお、この時の吸込流量 Q は $4.13 \text{ (cm}^3/\text{s)}$ であり、水深 h は 4 cm であった。Fig. 2は渦発生水深並びに渦形成水深と初期水深との関係を示した。この図から渦発生水深は初期水深にはほぼ独立であって、その値は 2 cm 程度であり、渦形成水深は初期水深には何んら依存することなく 1.3 cm であることがわかる。

Fig. 3に吸込流量 $Q = 3.12 \text{ (cm}^3/\text{s)}$ 、 $H = 4.6 \text{ cm}$ における渦の断面形状を示した。図中にはベルヌーイ方程式を吸込渦表面の一本の流線に適用することによって求められた理論曲線

$$h - z = \frac{K^2}{2g} r^2 \quad (K = 1.347 \text{ (cm}^3/\text{s)}) \quad \text{at } r = 1.15 \text{ cm}$$

も同時に示した。ここで、 K は定数であり、 g は重力加速度である。この図から、実験により求められた吸込渦は理論的に求められた吸込渦のように中心軸に対して完全に対称ではなく、左右に傾斜していること、並びに前者の方が後者に比べてかなり細いことがわかる。しかしながら、ここで導入した簡単な理論結果がここでの実験結果と定性的には良い一致を示していることは注目に値しよう。

Fig. 4に吸込流量 $Q = 3.12 \text{ (cm}^3/\text{s)}$ 、 $h = 4.6 \text{ cm}$ の条件下で吸込渦によって水面上に誘起される渦の周速度が渦の中心からの距離 r にどのように依存するかを示した。この図から渦の周速度 c が渦の中心からの距離 r に反比例することがわかる。このような渦のことを一般にポテンシャル渦と呼称しているが、本実験で対象とした吸込渦がポテンシャル渦としての性質を備えていることを理解することができる。なお、渦の核の部分の周速度の測定は行なわなかったが、この部分での周速度 c は渦の中心からの距離に比例するいわゆる剛体渦としての性質を示すものと考えられる。

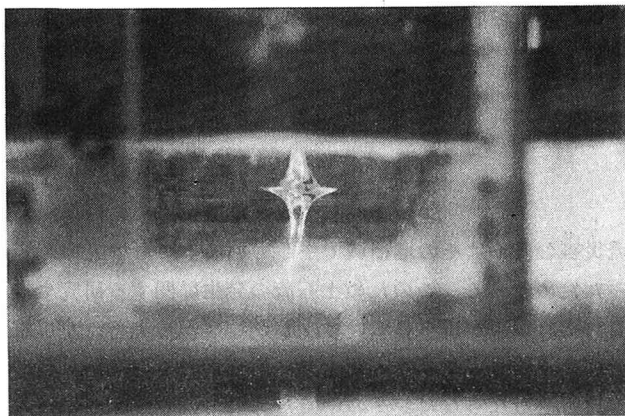


Fig.1 Sink Vortex
 $Q=41.3[\text{cm}^3/\text{s}], h=4[\text{cm}]$.

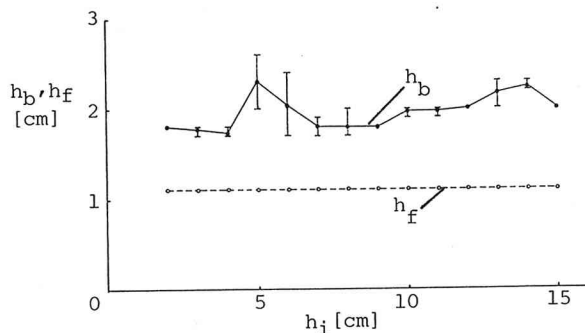


Fig.2 Vortex birth depth h_b vs. Initial depth h_i and Vortex formation depth h_f vs. Initial depth h_i .

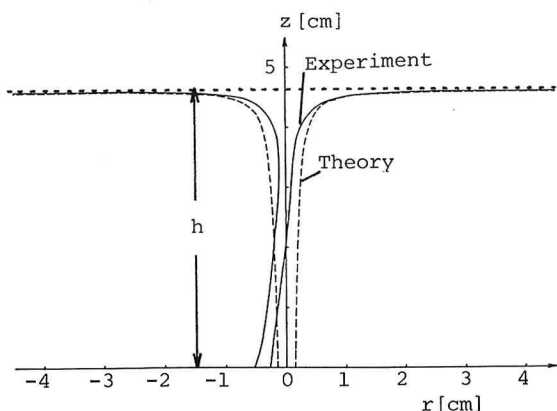


Fig.3 Cross-section of Sink Vortex
 $Q=31.2[\text{cm}^3/\text{s}], h=4.6[\text{cm}]$.

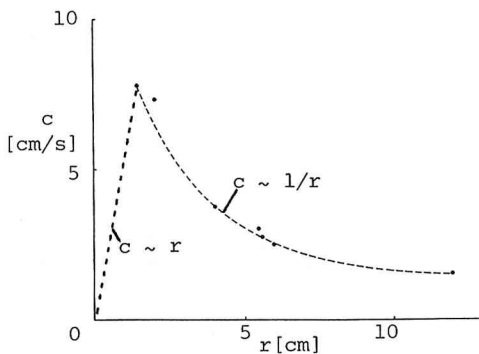


Fig.4 Peripheral velocity c of vortex vs. Radial distance r