

(II-26) 可視化手法による密度噴流の流速測定

足利工業大学大学院 学生員○左 京 弘太郎
足利工業大学工学部 正 員 上 岡 充 男
足利工業大学工学部 正 員 長 尾 昌 朋
足利工業大学工学部 正 員 新 井 信 一

1. はじめに

自由落下噴流の挙動を明らかにすることは、工場や発電所などから河川、湖沼、海洋中に放出されるさまざまな濃度、温度、粒子を持つ排水の動きを予測するために重要である。今までの研究では噴流を3次元流として取り扱ったものは少なく、加えて冷排水に着目して行われたものはきわめて希である。そこで、本研究では、水槽実験を行い温度差を伴う自由落下噴流の挙動を流速の測定によって3次的に捉えることを試みた。

2. 実験装置および実験要領

実験は $500 \times 1200 \times 50\text{cm}$ の平面水槽に水を水深が 30cm になるように満たし、水槽底面から 20cm の位置に設けてある直径 3cm の放出口から、フルオレセインナトリウムで染色した冷排水を流量 4 l/min で放出することにより行った。冷排水の内部フルード数 $Fr_0 = 8.7$ である。座標系は放出口の直下底面を原点とし主流方向を X 、幅方向を Y 、鉛直方向を Z とする。流速の測定は図1に示す自由落下噴流域の縦断面を $Y = 0\text{cm}$ から 1cm おきに $Y = 10\text{cm}$ までをレーザーシート光で照射し、それによって得られた可視化画像をビデオカメラに収め、1断面あたり 128 枚 (0.2秒 毎 25.6秒 間分) の静止画像を相関関数法を用いて解析し、 $X = 25\text{cm}$ と $X = 50\text{cm}$ ので $u(X\text{方向})$ と $w(Z\text{方向})$ の流速分布を求めた。

3. 実験結果と考察

図2は $X = 25\text{cm}$ での流速であり、図2(a)は u の流速分布、図2(b)はその等流速分布、図2(c)は w の流速分布である。図2(b)において等流速線は Z 方向を長軸に持つ楕円を描いているが、これは、水面と底面に境界条件がある Z 方向よりも Y 方向から連行水が多く流入するためと思われる。また、図2(a)の u と図2(c)の w を併せて考えると、その合速度が噴流の中心付近で最も速くなっており、噴流中心では連行水の影響は少なく温度差による負の浮力が強く働き、そこでは w が大きくなると考えられる。

図3は $X = 50\text{cm}$ での流速であり、図3(a)は u の流速分布、図3(b)は u の等流速分布、図3(c)は w の流速分布である。図3(b)も図3(a)と同様な楕円を描いている。ただし、噴流下方からの周囲流体の連行は水槽底面によって抑えられるため、流速 u の Z 方向の変化量は噴流上方と比べて緩やかになっている。 $X = 50\text{cm}$ 地点の u と w の Z 方向の変化量は図3(a)、図3(c)より $X = 25\text{cm}$ 地点に比べ噴流中心付近でも緩やかになっており、周囲流体が噴流内部まで連行され負の浮力の作用が弱まった結果と思われる。

またさらに、図2(a)の $Y = 0\text{cm}$ での u の分布を最大流速の $Z = 17\text{cm}$ で上下に分けガウス分布に当てはめると、 0cm から 17cm までのガウス分布の半値半幅 B_u は $B_u = 3.37\text{cm}$ 、 17cm から 30cm までのガウス分布の半値半幅 B_l は $B_l = 3.84\text{cm}$ となる。さらに $X = 25\text{cm}$ 、 $Z = 17\text{cm}$ での Y 方向の u の分布をガウス分布に当てはめると半値半幅 B_h は $B_h = 2.58\text{cm}$ となり、 $B_h < B_u < B_l$ という関係が得られる。この半値半幅の比較により流速の変化量は噴流の側方、上方、下方の順で大きくなっていることがわかる。これは、いまままで述べてきた周囲流体の連行量が、噴流の側方、上方、下方の順で少なくなっていることを裏付けている。

4. 結論

以上より、噴流側方からの連行水は境界条件のある噴流上下方向の連行水より多く流入し、かつ噴流上下方向では噴流の落下に伴い上方の連行量の方が多くなるということが結論づけられる。

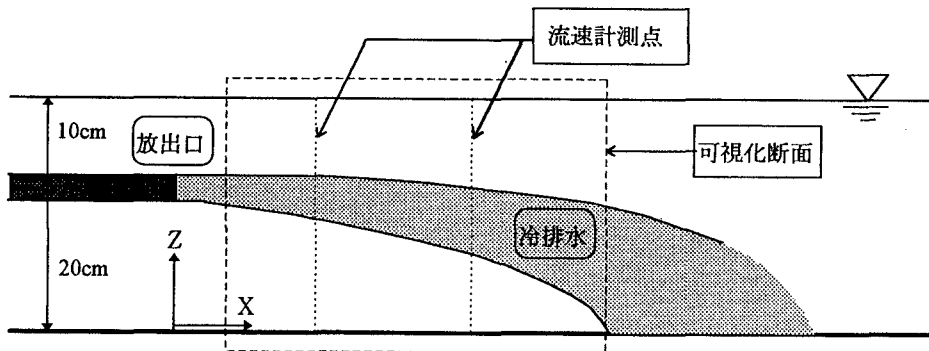
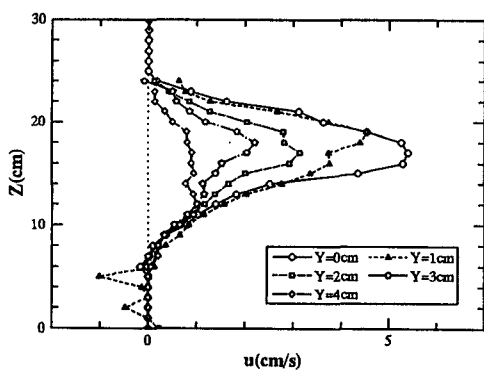
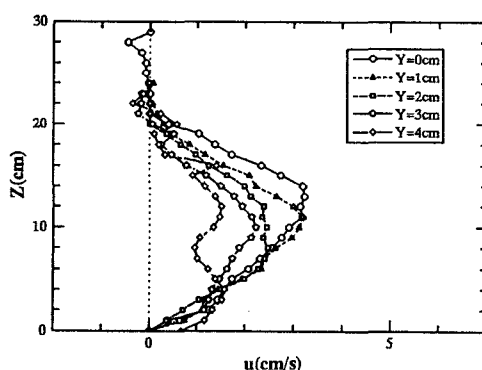


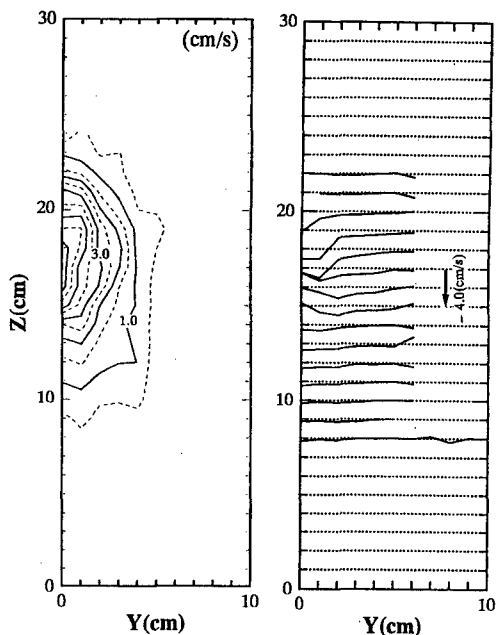
图 1. 可视化断面



(a)主流方向平均流速

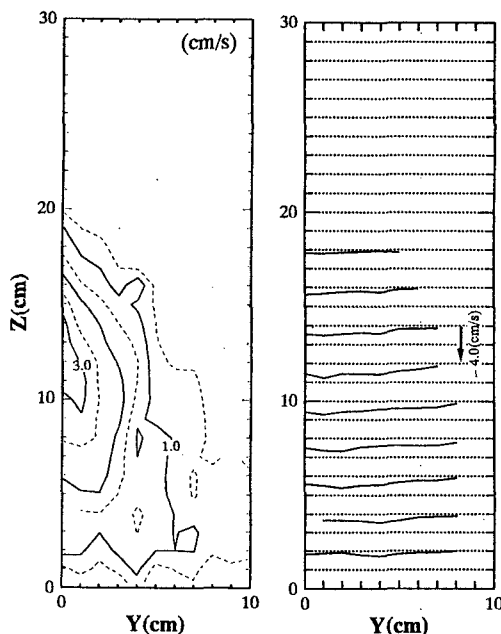


(a)主流方向平均流速



(b)主流方向等流速分布 (c)铅直方向平均流速

图 2. 流速计测结果(X=25cm)



(b)主流方向等流速分布 (c)铅直方向平均流速

图 3. 流速计测结果(X=50cm)