

II-414

密度噴流の自由落下領域における流速分布特性

足利工業大学大学院 学生員○新井 孝法
フジテコム㈱ 正 員 左京弘太郎
足利工業大学工学部 正 員 新井 信一
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 上岡 充男

1. はじめに

環境問題が深刻視される現代において、水質汚濁などを改善するために密度流現象を明らかにしていくのは重要な事である。過去の研究により、噴流の分野での流速分布は相似の特性を示す場合が非常に多い事などが知られている。本研究では、密度噴流における速度成分を計測し、流況を調べると同時に速度分布について考察する。

2. 実験装置及び方法

実験は $500 \times 1200 \times 50$ cm の平面水槽に水を水深が 30 cm になるように満し、水槽底面から 20 cm の位置に設けてある直径 3 cm の放出口から、温度調整して重くした水をフルオレセインナトリウムで染色して流量 4 l/min で放出した。放出流体の内部フルード数は $Fro = 8.7$ である。座標系は図 1 に示す通り XZ 座標をとり、噴流軸方向を s 、噴流軸に垂直な方向を r とし、 s 方向の流速を u とする。流速分布は縦断面(XZ 断面)をレーザーシート光で照射して得られた可視化画像の輝度分布の

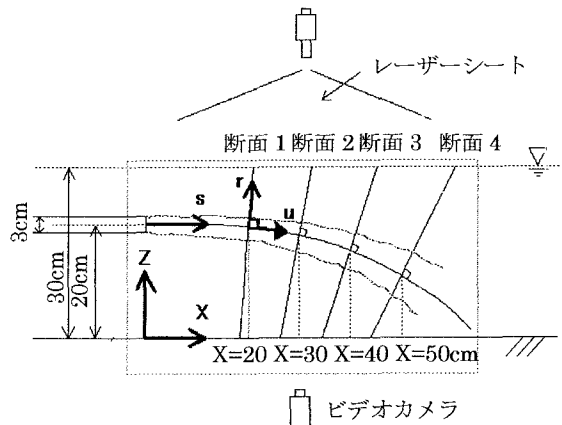


図 1 実験装置

移動に着目した PIV 法により求め、100 秒間の平均流速とした。また、断面 1~4 については噴流軸方向流速 u の分布について整理した。

3. 実験結果

図 2 は速度分布をベクトルで示したものである。放出口に近い地点($X < 10\text{ cm}$)では噴流が層流であり、模様がないため正しい流速が計測できない。 $X = 20\text{ cm}$ 付近の速度分布に注目すると、放出直後の

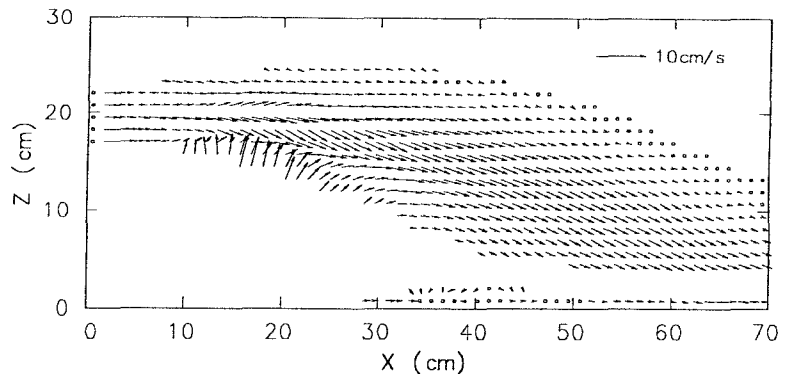


図 2 流速分布

Key Words : 密度流、自由落下噴流、PIV 法、相似則

〒326-8558 栃木県足利市大前町 268-1, 電話 0284-62-0605 (内線 583), FAX 0284-64-1061

密度噴流は一旦落下し、その後周囲流体との混合が始まることが解る。

図3に断面1～4の流速分布を示す。各断面の噴流軸の位置は片野¹⁾の実験式より定めた。噴流軸上では各断面の流速が最大になると考えられるが、実験によって得られた流速分布は片野の式からずれていることが解る。最大流速は放出口から離れるに従って減衰していき、流速が生じている範囲は広がっていく様子が解る。

図4は流速 u をその断面の最大流速 u_m で規格化し、 r は流速の半値半幅 b で割って整理したものである。各断面の実験値はほぼ同じような形で分布している事が解る。その相似速度分布を軸対称噴流のGoertler型解²⁾の流速分布と比較した。それによると、底面側ではややGoertler型解を上回る傾向があり、水面側では下回っている結果となった。これは、放出流体が周囲流体よりも密度が大きいために負の浮力がはたらき、噴流の水面側よりも底面側の方が混ざり易いため多くの周囲流体を連行するためだと考えられる。

図5は u_m を放出口での流速 U_0 で割った値の逆数と放出口からの距離 s を放出口の内径 d で割った値の関係である。ただし、Rajaratnamの実験値³⁾は比較し易くするために仮想原点を本実験結果にあわせた。本実験の方が流速の減衰率が小さい。これは、周囲流体が放出流体に比べ密度が小さいために流速が減衰しにくいからだと考えられる。

4. おわりに

本研究では速度分布について検討を行った。その結果、密度差のある噴流の流速分布は、噴流軸に対して対称形にはならない事などが解った。今後はフルード数を変えた実験を行い、それが流速分布にどのような影響を及ぼすのか検討していく予定である。

参考文献

- 1) 片野尚明・川村博美：単一水平放流管による温排水の水温低減化に関する研究、電力中央研究所土木技術研究所研究報告、No.376012.
- 2) Goertler, H.: Berechnung von Aufgaben der freien Turbulenz auf Grund eines neuen Näherungsansatzes, Z.A.M.M., 22, pp.244-254, 1942.
- 3) ラジャラトナム, N.: 噴流, 森北出版, p.43, 1981.

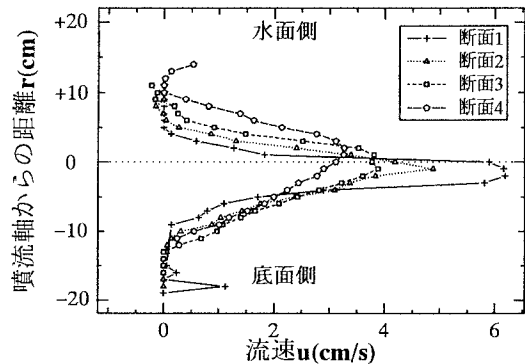


図3 各断面の流速分布

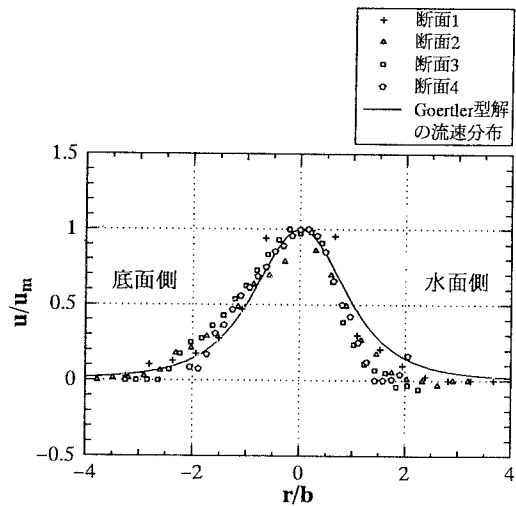


図4 各断面の規格化した流速分布

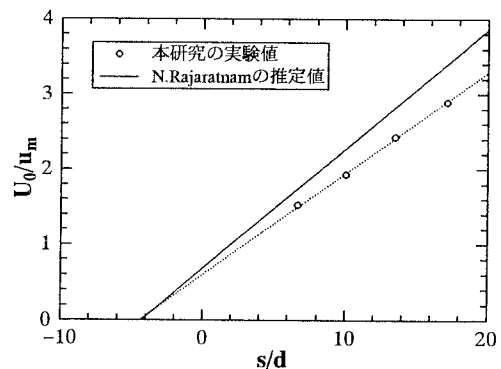


図5 密度噴流の速度尺度