

密度噴流の積分法による解析についての検討

長岡技術科学大学 学生会員 ○大内 啓之
長岡技術科学大学 フェロー 早川 典生

1. はじめに

密度噴流とは、周囲の流体と異なる密度の流体が運動量を有して排出される時の流れを言い、密度差が無い場合は噴流と呼ばれ、運動量が無い場合はプルームと呼ばれる。応用しては、発電所の温排水の排出、貯水池への濁水の流入、煙突の煙の広がりなどが例としてあげられる。密度噴流の種類は中心軸の軌跡に注目して一次元密度噴流、二次元密度噴流、三次元密度噴流の三種類に分類できる。

1.1. 一次元密度噴流

静止環境に鉛直上向きに噴出される密度噴流。

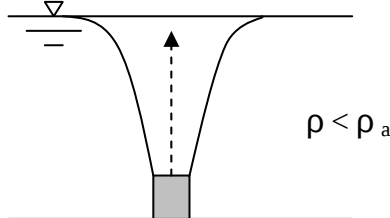


図1 一次元密度噴流

1.2. 二次元密度噴流

静止流体に鉛直でない方向に噴出され、流速をもって進みながら密度差によって浮力をうけて上へ浮き上がっていく場合の密度噴流など。

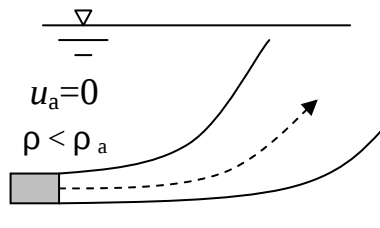


図2 二次元密度噴流

1.3. 三次元密度噴流

重力の方向、周囲流れの方向と密度噴流の初期向きが同じ平面をつくらない場合に起こり、周囲の流れの方向に曲げられながら上方へ浮き上がっていき、中心軸の軌跡は空間中に三次元の曲線を描く。

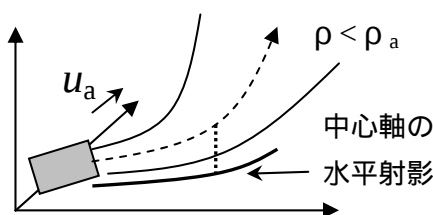


図3 三次元密度噴流

都市排水や発電所からの温排水の放出、大気への工場排煙の環境問題について評価する時、これらの放流や排煙の物理的特性をまず知らなければならない。その特性を知る過程において、密度噴流の解析の問題について研究を行った。

2. 目的

境界条件において、周囲の流れが噴出方向に対して全く対向している場合、解析を行うことが非常に難しいと思われる。本研究では噴出先の角度によって噴流の挙動がどのような変化を示すか、数値解析を行い検討するのを目的とする。

3. 乱流の基礎方程式

二次元の基礎方程式は以下の式を用いた。

・連続の方程式

$$\frac{\partial u_s}{\partial s} + \frac{\partial(ru_r)}{r\partial r} = 0 \quad (1)$$

・運動の方程式

(S 方向)

$$u_s \frac{\partial u_s}{\partial s} + u_r \frac{\partial u_s}{\partial r} = \frac{\rho_a - \rho_s}{\rho_a} g - \frac{\partial(ru'_s u'_r)}{r\partial r} \quad (2)$$

・濃度の保存式

$$u_s \frac{\partial C}{\partial s} + u_r \frac{\partial C}{\partial r} = - \frac{\partial(rc'u'_r)}{r\partial r} \quad (3)$$

s : 縦座標 (中心軸方向) u_s : s 方向の流速、r : 横座標 (中心軸方向に対して垂直) u_r : r 方向の流速、 ρ_a : 周囲の流体の密度分布、C : 濃度、プライム'をつけた量は乱流成分、——は時間平均である。

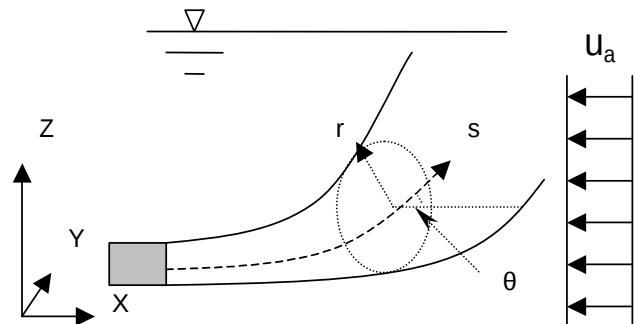


図4 変数の定義

キーワード 密度噴流, 数値解析, 積分法 連絡先 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学

T E L 0258-47-9664 E-mail : ouchi@hydro.nagaokaut.ac.jp

2) 楊 宏選：非一樣流れ場における密度噴流の解析