

## 密度噴流の拡散特性に対する境界の影響

|           |     |    |   |     |
|-----------|-----|----|---|-----|
| 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  |    | 長 | 尾昌朋 |
| 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  |    | 上 | 岡充男 |

## 1. はじめに

密度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。そこで、密度噴流の挙動を可視化手法を用いた流速測定によって3次元的に捉え、水面が噴流の拡散特性にどのような影響を与えるかを調べた。

## 2. 実験概要

実験には500×1200×50cmの平面水槽を使用し、水深が30cmになるように水を満たし、水平に設置した直径3cmの放出管から冷水を流量を4ℓ/minとなるように放出し、水温を調節して内部フルード数を $Fr_0 = 8.7$ とした。密度噴流を可視化するため、フルオレセインナトリウムで着色した。また、放出口の高さを底面から $h^* = 20\text{cm}$ 、 $h^* = 25\text{cm}$ 、 $h^* = 28\text{cm}$ と変化させた。図1に示すような座標系を用い、密度噴流域の縦断面を $Y = 0\text{cm}$ 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から相関関数法を用いて流速を求める。1断面あたり128枚(0.2秒毎25.6秒間分)の可視化画像を用い、 $X = 25\text{cm}$ での $u(X\text{方向})$ 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は各ケースの流速分布を放出口の高さを揃えてまとめたものである。 $h^* = 20\text{cm}$ 、 $h^* = 25\text{cm}$ のケースでは、 $u$ の最大流速に差はあるものの、流速分布形はほぼ同じで、特に噴流下部では流速分布は重なっている。 $h^* = 28\text{cm}$ は、これらの2ケースとは異なり流速 $u$ の分布形は全体的に上にずれている。これは水面の境界条件によって噴流が引きつけられているためと考えられる。また、 $h^* = 25\text{cm}$ 、 $h^* = 28\text{cm}$ のケースでは、水面で流速を持っているが、これは噴流の拡散が水面まで達しているためと考えられる。

図3は各ケースの $u$ の等流速線を表したものである。どのケースとも縦長の楕円形になっているが、これは水面および底面の影響により側方からの連行が促進されたためと考えられる。この傾向は噴流が水面に近いほど顕著である。 $h^* = 25\text{cm}$ のケースは、水面に噴流の一部が届き、水面も動いていることが分かる。また $h^* = 28\text{cm}$ のケースでは、噴流は完全に水面に届き、水面は噴流と同じ流速を持つことが分かる。

図4は各ケースの $w$ の等流速線を表したものである。水面に近いケースほど鉛直方向の流速は小さくなり、なかなか噴流が落下しないことが分かる。

図5は各ケースの $X = 25\text{cm}$ における噴流断面の可視化写真である。3つの写真の断面積を比べてみると $h^* = 20\text{cm}$ では $99\text{cm}^2$ 、 $h^* = 25\text{cm}$ では $80\text{cm}^2$ 、 $h^* = 28\text{cm}$ では $51\text{cm}^2$ となり自由水面に近いケースほど噴流が周囲に広がっていないことがわかる。また、流量を比較すると、 $h^* = 20\text{cm}$ では $191.7\text{cm}^3/\text{s}$ 、 $h^* = 25\text{cm}$ では $231.3\text{cm}^3/\text{s}$ 、 $h^* = 28\text{cm}$ では $254.5\text{cm}^3/\text{s}$ となる。これらのことから水面によって周囲流体の連行が妨げられていると考えられる。

## 4. まとめ

噴流の近くに水面が存在すると、水面方向からの周囲流体の連行の抑制され、逆に他の方向からの連行が促進される。その結果、周囲流体より重い密度噴流は水面に近いほど拡散が妨げられ、しかも、落下が遅れると考えられる。

キーワード: 密度噴流、拡散、可視化

〒326 足利市大前町268 Tel. 0284-62-0605 Fax. 0284-64-1061

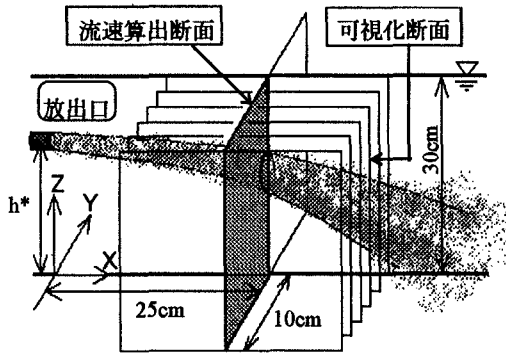


図1. 可視化断面

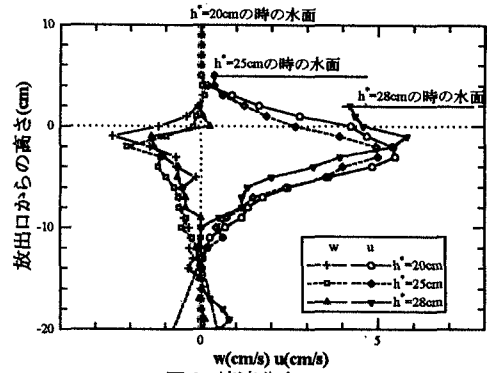


図2. 流速分布

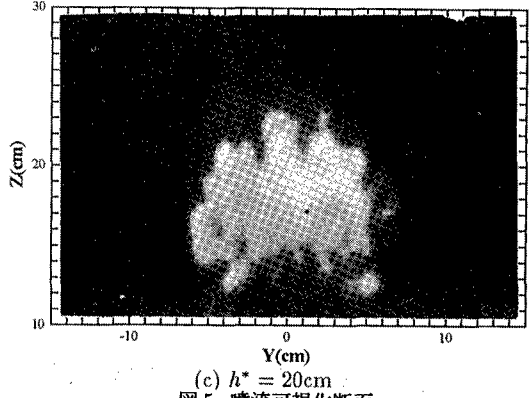
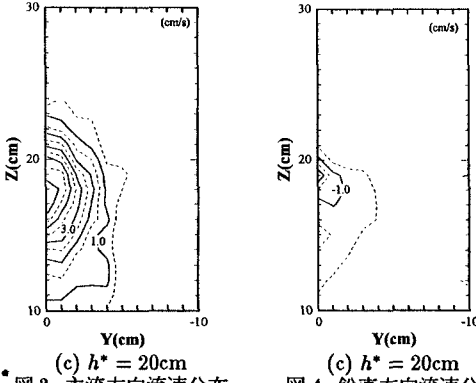
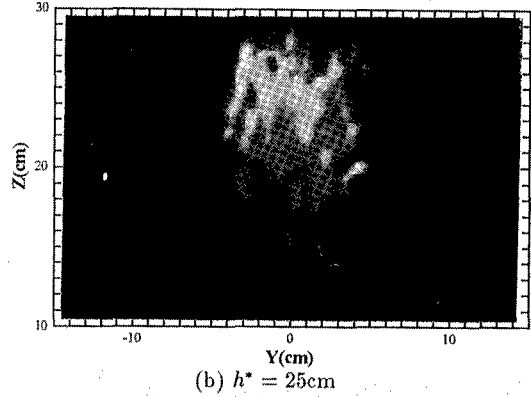
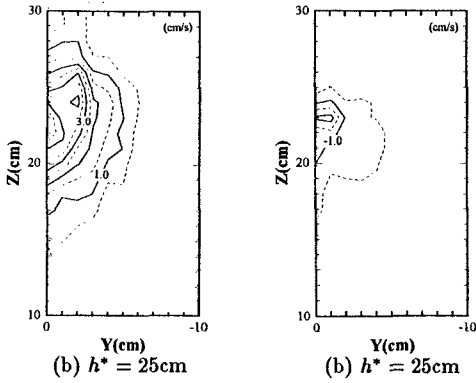
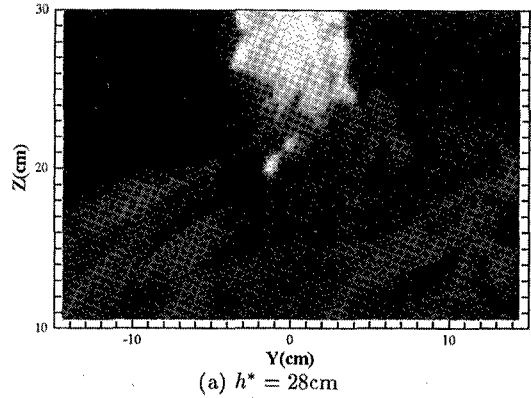
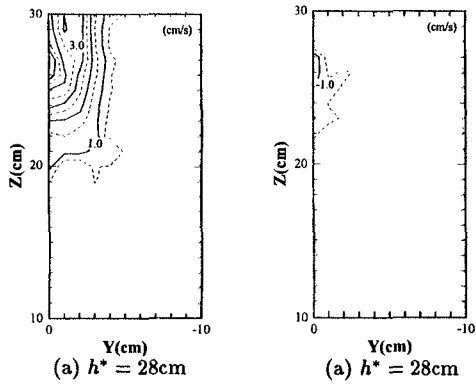


図3. 主流方向流速分布

図4. 鉛直方向流速分布

図5. 噴流可視化断面