

II-236

密度躍層に衝突する二次元密度噴流の流速分布と密度分布

長岡技術科学大学

正員 福嶋 祐介

(株)大東設計コンサルタント

正員 三尾 孝一

長岡技術科学大学

正員 早川 典生

1. はじめに

密度成層をなす周囲流体中に密度噴流が流れ込む場合には、周囲流体の密度と密度噴流自身の密度との関係によって、一様流体中に流入する密度噴流とは大きく異なる流動を示す。このような流れでは、密度噴流や周囲流体の密度との構造とそれに伴う流速構造を知る必要がある。このような流れの特性を明らかにするため、三尾ら¹⁾は主として流れの可視化により流れの巨視的な流動特性について考察をおこなった。本報告では、密度躍層に衝突する二次元密度噴流の流速分布と密度分布の測定結果について述べる。

2. 実験装置と実験方法

実験装置は三尾ら¹⁾に示したとおりである。流れの内部構造を明らかにするため、本報告では図-1に示すように、周囲流体の密度躍層の高さを $X = 0$ cm として、噴流の流下方向にいくつかの断面で流速分布と密度分布の測定をおこなった。流速分布は水素気泡法により測定した。密度分布の測定では所定の断面に取り付けた採水管からサイフォンで試料を採水した後、導電率計で塩分濃度を求め、密度に換算した。流速及び密度の測定は密度噴流が密度躍層を貫入した後、貫入部がほぼ定常になった時点で測定を行った。

3. 流速分布

図-2は一様流体の区間で得られた流速分布を最大流速と流速の半値半幅で無次元化したものである。これより、周囲流体の部分での密度噴流の流速は従来より指摘されているようにガウス分布で近似できることがわかる。図-3に2.の方法で得た貫入部の流速分布を示す。図-3は三尾らの分類によればTYPE(I)の実験結果である。すなわち、密度噴流は密度躍層を貫入するが噴流の密度が下層の密度に比べて小さいので、貫入した噴流を構成する流体が貫入部の外側から浮上する流れである。流速分布は最下層 ($x_d/H_d=0.68$) では下方の流速となっているが、測定位置が上方にいくに従って、上向きの流速の範囲が広がってゆく。従ってTYPE(I)の流速分布は流下方向に(下方に)相似とはならない。このことをより明確に示すため、TYPE(I)、TYPE(II)、TYPE(III)のそれぞれの流速分布を最大流速と流速の半値半幅で無次元化したものが、図-4、図-5、図-6である。これより、密度躍層の存在にも関わらず一様流体中の密度噴流とほぼ同じ流動形態となるTYPE(III)では流

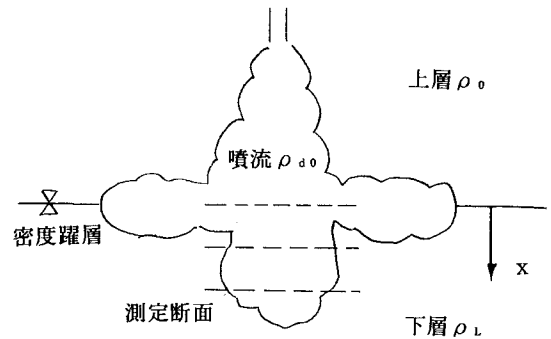


図-1 密度噴流の概況と測定位置

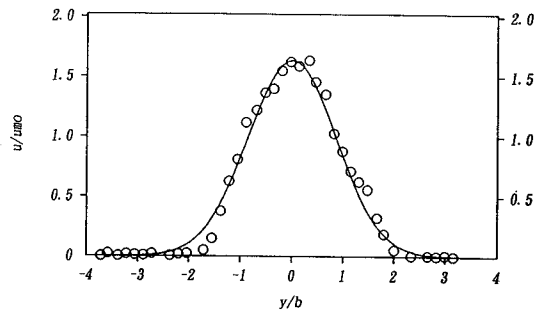


図-2 一様流体中の無次元流速分布

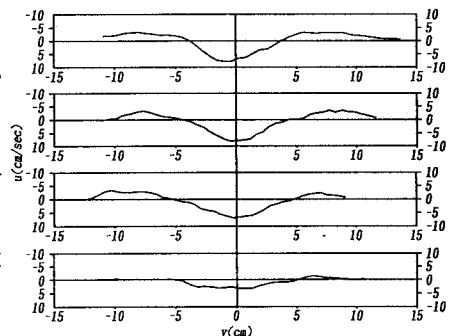


図-3 TYPE(I)の流速分布

速分布がほぼ相似になることが示される(図-6)。一方、有限な貫入長となるTYPE(I), TYPE(II)では噴流の外側が上向きの逆流の範囲が大きく広がっており、この部分まで含めて考えると、流速分布は相似分布とならないことが分かる。

4. 密度分布

図-7, 8, 9にTYPE(I), (II), (III)の密度躍層より若干下流位置での密度分布を示す。図中直線は下層流体の密度である。TYPE(I)の噴流部の密度は下層の周囲流体の密度より小さい密度となっている。一様流体中の密度噴流

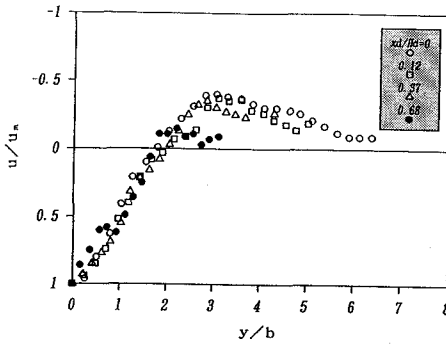


図-4 TYPE(I)の無次元流速分布

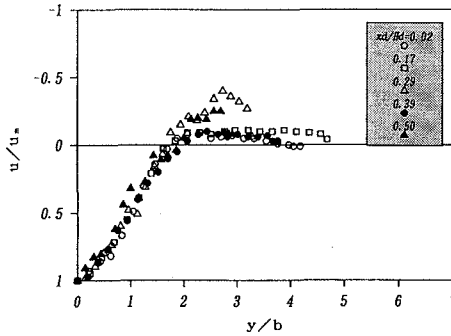


図-5 TYPE(II)の無次元流速分布

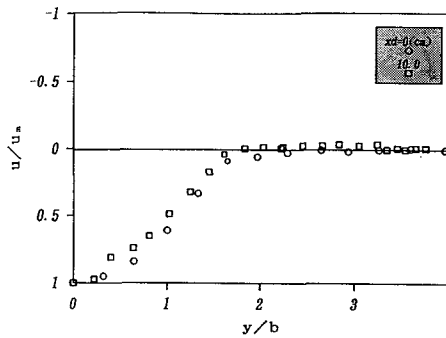


図-6 TYPE(III)の無次元流速分布

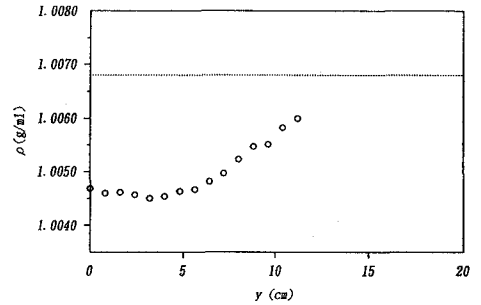


図-7 TYPE(I)の密度分布

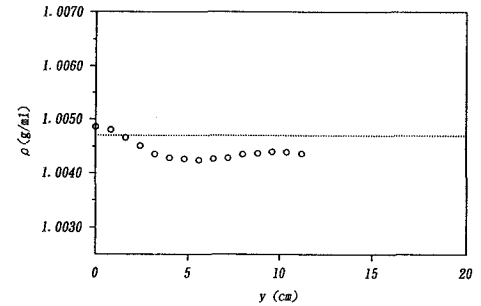


図-8 TYPE(II)の密度分布

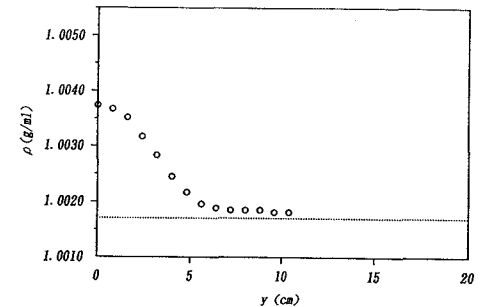


図-9 TYPE(III)の密度分布

の密度分布はガウス分布で近似される。一方、図-7に示されるようにTYPE(I)の密度分布は中心軸付近で一様となりガウス分布とは大きく異なる分布形状をなすことが分かる。また、図-8よりTYPE(II)の密度は下層の周囲流体の密度に比べてやや小さい密度となる。この密度分布もまたガウス分布では近似できない。図-9より、TYPE(III)の密度分布は一様流体中の密度噴流の密度分布とはほぼ同じような分布形状となっていることが分かる。以上のような密度分布の測定から、TYPE(I)、TYPE(II)は負の密度噴流であることが分かる

5. おわりに

周囲流体が密度躍層をなす場に流入する二次元密度噴流の流速分布と密度分布を測定した。その結果、このような流れの流動形態が周囲水と流入水の密度分布によって大きく支配されていることが示された。流速分布、密度分布は流下方向に相似ではなく、このような流れの解析を行う上では流速分布と密度分布の評価が重要であることが示された。

参考文献 1)三尾孝一ら：密度躍層に衝突する平面二次元密度噴流の流動特性、第49回年講、1994。