

傾斜壁面プリュームとサーマルの実験的研究

新日本製鐵（株） 正員 近藤 敏
 長岡技術科学大学 正員 福嶋祐介
 長岡技術科学大学 正員 早川典生

1. はじめに 重力影響下で発生する密度流は、気象、海洋、環境、防災等の様々な分野に関連している重要な現象である。それに関わらず、周囲の環境や発生状況によって多種多様な流動形態を現すため、そして非定常な運動を伴い測定が困難であるためなどの理由から必ずしも十分には解明されていない。本研究では密度流の中でも下層密度流について着目し、特に2次元的に考える傾斜壁面密度流について取りあげ、流入流体の供給が一定かつ連続的に保持される傾斜壁面プリューム（以下プリューム）と流入流体の供給が瞬間的な傾斜壁面サーマル（以下サーマル）の実験的研究を行い、未解明な部分が多いフロント部について流動特性を調べ、比較・検討した。

2. 実験概要 実験内容としては、プリュームとサーマルとを淡水中への塩水流入で同一条件の下で再現し、流入流体濃度が1%, 3%, 5%、流下斜面傾斜角が 5° , 10° , 30° と変化した場合の流下距離に対するフロント部の流下速度と最大厚さ、そして内部濃度分布の測定を行った。またサーマルにおいてのみ硫酸バリウム混合液を用いた実験についても行い、同一条件下での沈降性を有する流入流体のフロント部の流下速度と最大厚さの測定を行った。図-1 および図-2 に実験装置の概略を示す。測定方法については、フロント部流下速度と最大厚さについては矩形アクリル製水槽で発生させたプリュームとサーマルを2台のビデオカメラを用いて側方から撮影し、後にその映像からストップモーションアナライザーを用いてフロント部先端が5cm流下するごとのフロント部の流下速度と最大厚さを測定した。また内部濃度分布は6本の導電率計を用いて測定を行い、水路底面に直角上向きの方向に1cm間隔で12点のフロント内部の電圧変化をとり、A/D変換を行い、後に濃度に換算した。

3. 実験結果 流下速度の結果の一例として、傾斜角を固定して濃度をパラメータにとったグラフを図-3～図-5に示す。これにより、プリューム、サーマルそして沈降性のサーマルいずれも流入流体濃度が高くなるに従い流下速度の値も増加する傾向が確認される。また、濃度を固定して傾斜角をパラメータにとった場合もプリューム、サーマルそして沈降性のサーマルいずれも傾斜角が大きくなるに従い流下速度の値も増加している傾向が確認された。流下距離に対する流下速度の特性としては、プリュームの場合わずかづつではあるが増加する傾向がみられ、サーマルの場合はほぼ一定の値が保持され、沈降性のサーマルの場合はわずかづつ減少していく傾向が確認された。

また最大厚さについては、プリューム、サーマルそして沈降性のサーマルいずれも傾斜角の増大に対して増大の傾向を示すことが確認された。しかし、流入流体濃度の変化に対しては最大厚さの変化の差はほとんど認められなかった。流下距離に対する特性としては、プリュームとサーマルはほぼ一次関数的に増大し、沈降性のサーマルについては増大率が流下距離に対して徐々に減少していく傾向が確認された。

濃度分布は経過時間、測定断面、傾斜角、流入流体濃度の変化について比較を行った。そのうちのひとつ

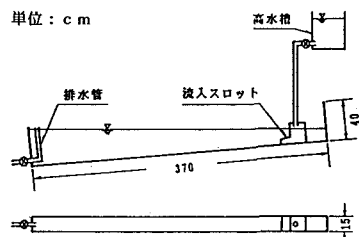


図-1 傾斜角 5° , 10° の実験装置
(傾斜壁面プリューム)

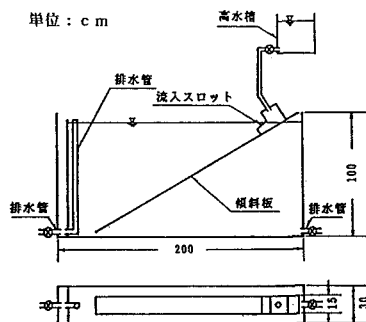


図-2 傾斜角 30° の実験装置
(傾斜壁面プリューム)

経過時間に対する比較の結果、図-6のような濃度分布のパターンに分類できることが確認された。

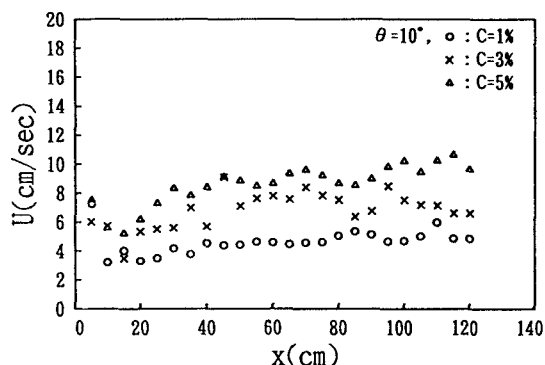


図-3 流下距離に対する流下速度の変化
（傾斜壁面プリューム）

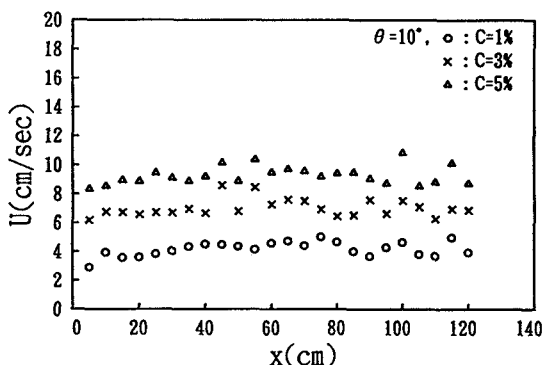


図-4 流下距離に対する流下速度の変化
（傾斜壁面サーマル）

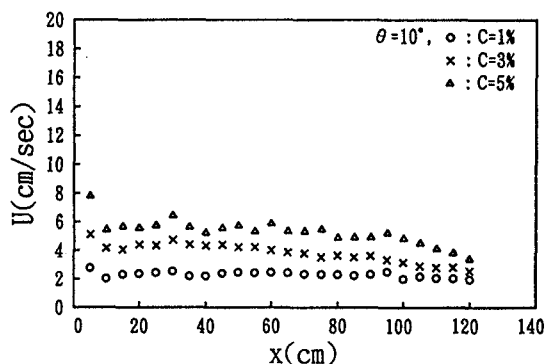


図-5 流下距離に対する流下速度の変化
（非保存性傾斜壁面サーマル）

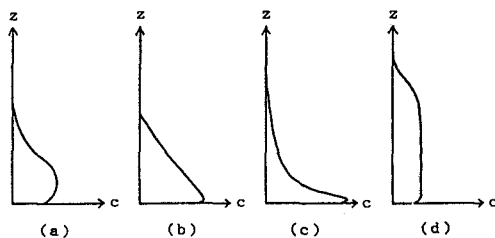


図-6 濃度分布パターン

4. 結論 本研究の結果、以下のことが結論として得られた。

- 1) 傾斜壁面プリュームとサーマルは、流下方向距離に対する流下速度の特性において相違を示すが、それ以外の傾斜角と流入流体濃度に対する特性においては非常によく類似した特性を示す。
- 2) 傾斜壁面プリュームとサーマルの内部濃度分布は、傾斜壁面プリュームにおいて定常部の濃度分布が存在することと連続的な流体の供給による濃度分布の保存があるが、それ以外では経過時間、測定断面、傾斜角、流入流体濃度に対する基本的な特性は非常によく類似している。
- 3) 保存性と非保存性傾斜壁面サーマルは流下方向距離に対する流下速度と最大厚さの特性において決定的な相違を示す。しかし傾斜角と濃度に対する特性は保存性も非保存性も良く類似した流下特性を示す。

参考文献

- 1) 福永和久、福嶋祐介、早川典生：鉛直壁面密度噴流に関する研究，第28回水理講演会論文集，1984。
- 2) 大加健一：定常傾斜プリュームの流動機構に関する実験的研究，九州工業大学卒業論文，1990。
- 3) 加納仙一：下層密度流フロントの流動機構に関する研究，長岡技術科学大学修士論文，1991。
- 4) Beghin, P., Hopfinger, E. J. and Britter, R. E., Gravitational convection from instantaneous sources on inclined boundary, J. Fluid Mech., Vol. 107, pp. 407-422, 1981.
- 5) 備前 亨：三次元傾斜サーマルについての基礎的研究，長岡技術科学大学修士論文，1992。