

Ⅱ-203

密度カレントの制御に関する実験的検討

東京電機大学理工学部 正会員 中井正則

東京電機大学理工学部 正会員 有田正光

1. はじめに

密度が異なる流体が周囲流体中に侵入していく際には、「密度楔」あるいは「密度カレント」と呼ばれる現象が生じる。侵入流体の先端部に、これらの流動形態のいずれが出現するかは、周囲流体の接近流速の分布形状に依存する（Jirka and Arita(1987)）。彼らの報告は、接近流速分布を制御することによって、「密度楔 ⇔ 密度カレント」のように流動形態を変更できることを意味している。この原理は、水域の水質改善、室内空気の循環の制御などに応用することが可能であり、工学的有用性は高い。以上の点を踏まえて、本研究では、彼らの理論の妥当性を実験的に検討した。

2. 現象の概要

Jirka and Aritaによれば、密度流先端部における周囲流体の接近流速分布が、一様分布と比較して、1) 欠損している場合には密度流は密度楔となり、2) 過剰な場合には密度カレントとなる（図-1 参照）。

3. 実験方法

実験は、図-2に示すような長さ2m×幅5cm×高さ19cmのアクリル製水路を用いて行った。水路内には、流速5cm/s程度の流れ（接近流）を右→左の向きに発生させた。また、水路の左側の表層より、温水を左→右の向きに放流した。接近流速分布の調整には、ベルトコンベアを用いた。水表面付近にベルトコンベアを取り付け、それを時計回りに回転させて、表層付近の流速欠損部を制御した。

実験は、定常状態でいき、そのときの密度流（温水）の先端部の流動形態を観察した。定常状態、すなわち「密度流先端部が移動しない状態」は、温水流量を調節することによって作り出した。なお、密度流先端部の位置は、ベルトコンベアの下流端（左端）から約3cm下流とした。

4. 実験結果

図-3は、実験結果の一例である。同図には、密度流先端部の可視化写真、その模式図、ならびに接近流速分布を示してある。なお、ベルトコンベアの回転速度は、A、B、Cの順に、それぞれ20cm/s、10cm/s、5cm/sである。図-3のAは、接近流速分布が一様分布より過剰の場合である。同図より、密度流先端部に大きなサイズの密度カレントが形成されていること、先端の角度は90°に近いことがわかる。この角度は、一

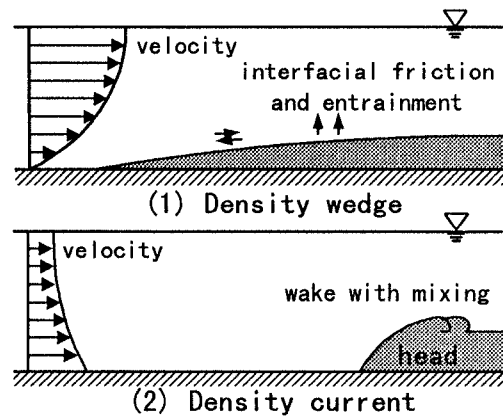


図-1 密度楔と密度カレント

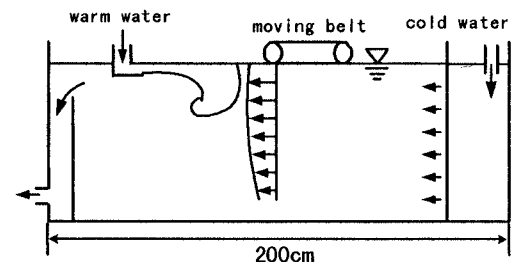


図-2 実験水路（側面図）

Key words : Buoyant intrusion, Density wedge, Density current, Approach velocity profile

〒350-03 埼玉県比企郡鳩山町石坂 TEL 0492-96-2911 FAX 0492-96-6501

様分布の接近流に対する理論値（ $=60^\circ$ ）に比べて、かなり大きい。このことは、接近流速分布が一様分布より僅かに変化しただけで、流況が大きく変化することを意味しており、興味深い。図-3のBは、接近流速分布に欠損が存在する場合である。この場合には、先端部に極めて短い密度楔が観察されるが、その後部には、Aよりも小さいサイズの密度カレントが接続している。また、密度カレント部の先端の角度は、Aより小さくなっていることが認められる。図-3のCも、Bと同様に接近流速分布に欠損が存在する場合である。この場合、ベルトの速度が遅いので、表層付近の流速欠損は、Bのそれより僅かに大きい。同図よりわかるように、先端部は密度楔の流動形態になっている。

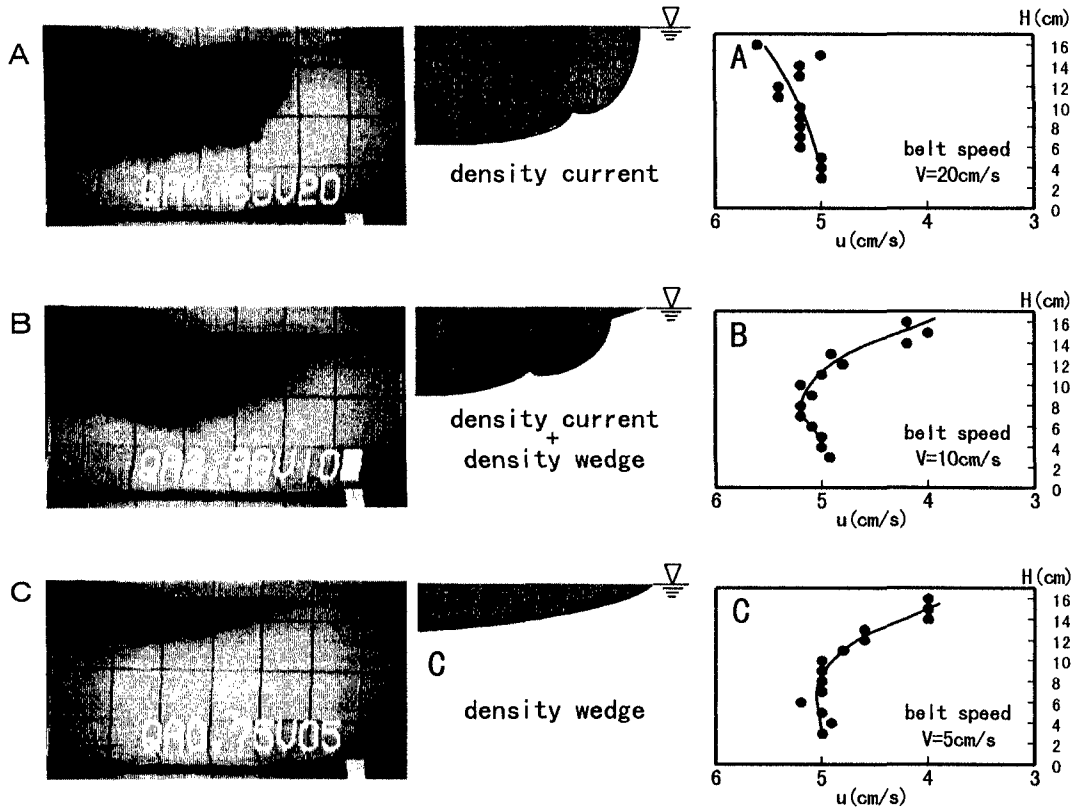


図-3 実験結果の一例（左から、密度流先端部の可視化写真、その模式図、接近流速分布）

〔実験条件〕 水温：放出温水 36.4℃・周囲水 15.6℃、周囲水の水深：17cm

温水流量：A 46.5cc/s・B 28.8cc/s・C 7.5cc/s

5. むすび

以上のように、接近流速の分布形状の僅かな違いによって、密度流先端部の流動形態が大きく変化することがわかった。このような特性は、Jirka and Arita(1987)の理論結果と定性的に良く一致している。今後は、この現象について定量的な検討を進めていく予定である。

参考文献

- 1) Jirka and Arita : J. Fluid. Mech., vol.177, pp.187-206, 1987.