

二層界面に流入する密度流先端部の挙動

水工学研究室 山口 祐矢
指導教官 福嶋 祐介

1. はじめに

ダムの上層部と低層部では太陽光などの影響により水温が異なり密度成層が生じている。そこに降雨、雪解けなどによって流れ込む濁水の挙動を知ることは重要である。本研究では、上層と下層に密度分布がある成層した場に流入する水の挙動を知ることを目的として、実験を行ったものである。さらに、中層密度流先端部の移動速度に関する実験結果と先端移動速度に関する Kao(1977)の理論式を比較する。

2. 先端移動速度に関する Kao の理論式の仮定

Kao の理論式で仮定している周囲流体の成層状態と実験の密度分布とは大きく異なる点がある。Kao の理論式では上層水、下層水の水深が無限に大きく、躍層部が無限小であると仮定されている。実際には、中層密度流が進行するときに周囲水との混合・連行が生じ、さらに周囲水は逆流する。

3. 実験結果の検討

以下では実験により測定された中層密度流の先端移動速度と Kao の理論式を比較し、検討する。図 1 は流入水が二層界面に流入してからの中層密度流の層厚の経時変化を示したものである。層厚は、RUN1-1 が最も小さく、RUN2-3 が最も大きい。また、層厚の経時変化量は RUN2-3 で大きく、RUN1-1 は最も小さい。この原因としては、中層密度流の先端移動速度が関係していると考えられる。先端移動速度は相対密度差によって変化している。つまり流入水と上層水の密度差、上層水と下層水との密度

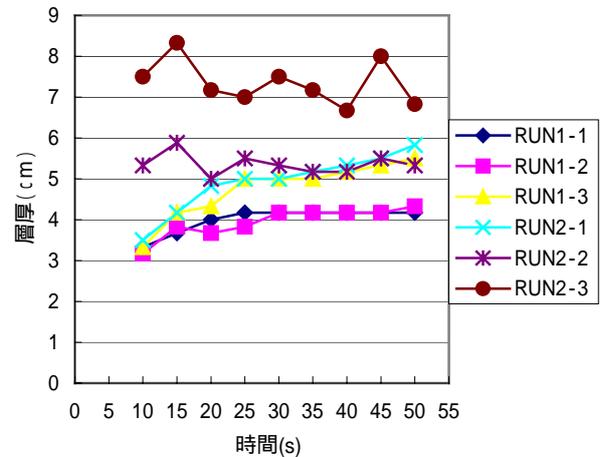


図 1 中層密度流の層厚の経時変化

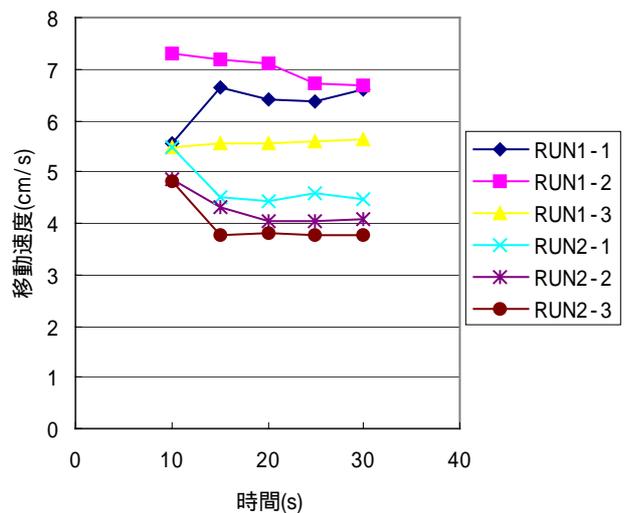


図 2 中層密度流の先端移動速度

差が大きければ先端移動速度が大きい。反対に先端移動速度が小さいと、層厚の変化量は大きくなる。

図 2 は、実験条件毎の中層密度流の先端移動速度を比較したものである。RUN1-2 が最も大きな値となっており、RUN2-3 で最も小さな値となっている。

このように中層密度流の層厚、先端移動速度は流入水と周囲流体、また上層水と下層水との相対密度差の大小によって変化する。本実験では RUN1-1 において流入水と周囲流体、上層水と下層水の相対密度差が最も大きく RUN2-3 が最も小さくなっている。このことから流入水とその周囲流体、また上層水と下層水との相対密度差が大きければ層厚は小さく、先端移動速度は大きくなると考えられる。

図 4 は先端移動速度の RUN2-3 の実測値と Kao の理論式より得られた値を比較したものである。Kao の理論式による値が実測値を大きく上回っている。この理由として以下のことが考えられる。これは理論解析の仮定では無視されている混合、逆流、粘性が影響しているものと考えられる。また Kao の理論式および実測値の双方で、流入水と周囲流体、上層水と下層水との相対密度差が大きいほど先端移動速度が大きくなり、相対密度差が小さいほど先端移動速度が小さくなる。

4 . 結論

本研究により以下の結論を得た。

- (1) 密度流先端部は、流入直後に大きく変動するが次第に落ち着き、中層密度流特有の特徴ある形状を保ちながら進行していく。
- (2) 流入水と周囲流体、また上層水と下層水の相対密度差が小さくなるにつれて先端移動速度は減少し、層厚は大きくなる。

今後の課題としては、Kao の理論式で無視されている、逆流、混合、粘性による影響を考慮する必要がある。

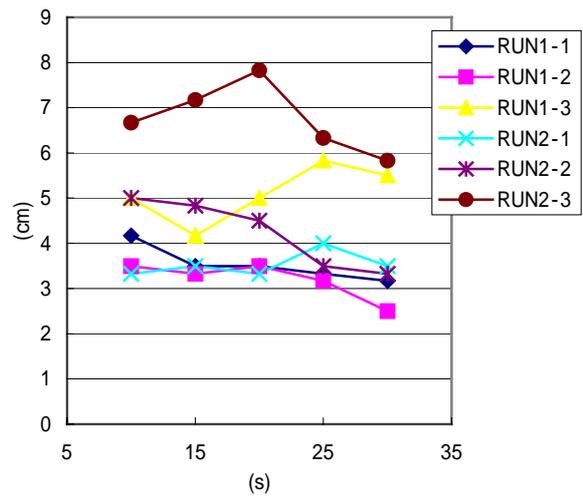


図 3 先端部層厚経時変化

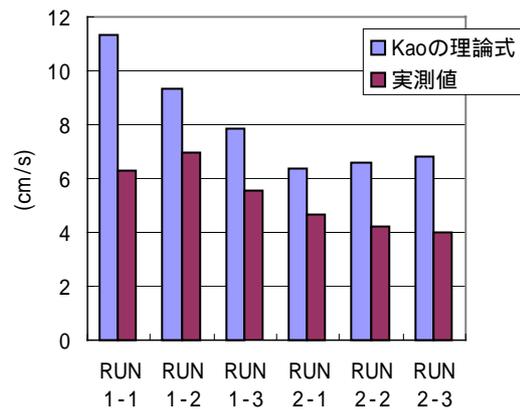


図 4 先端移動速度の実験条件による変化

5 . 参考文献

- (1) 福嶋祐介：成層化した貯水池に流入する濁水の流動機構に関する基礎的研究、東京大学学位論文、1981.
- (2) 早川典夫：水工学の基礎と応用、彰国社
- (3) 玉井信行：密度流の水理、技報堂、1980.
- (4) 萩原達司：成層場に流入する鉛直密度噴流の流動機構に関する研究、長岡技術科学大学課題研究論文、1987.