

II-219 ダム貯水池の選択取水設備の水理機能

建設省土木研究所 正員 宮脇 千晴

正員 高須 修二

1. はじめに

選択取水設備の機能設計は、軸対称流を基本としているが流動層厚さを計算する際の設備の形状に係わる因子および設備の規模を規定する取水平均流速の設定に不明確な部分があり、改善の必要がある。本報告は、ダム貯水池に設置される直線型多段式選択取水設備の表層取水時の水理機能について調査したものである。

2. 実験概要

実験装置は図-1に示すものを用いており、水温成層は水槽上部のランプ群を用いて形成している。取水による流れは水素気泡を用いて流れの可視化を行い、流動層厚等を計測した。水槽内の水温変化は、サーミスタ式温度計により計測している。模型は直線型選択取水設備を単純化したものでピアの張り出しが比較的大きい形状Aとピアの張り出しが無視出来る形状B、Cを使用した。（図-2参照）実験は模型を実験水槽内に設置して、実験水槽内に水道水を給水し、温度成層形成装置を用いて実験水槽内に水温成層を形成させた後、取水深、取水量を決めて取水を行い、実験水槽内の水温変化や流動層厚などの測定および流況観察を行うものである。この検討では取水量と同じ量でしかも流れを乱さないように底層水温と同じ水温の水を上流より水槽底部に給水している。

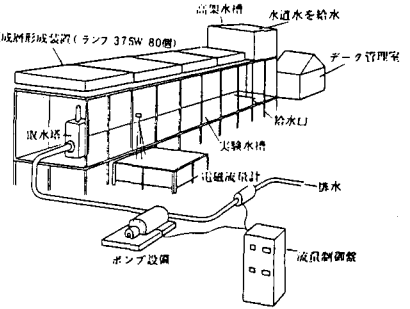


図-1 実験装置

形状A、Cを使用した。（図-2参照）実験は模型を実験水槽内に設置して、実験水槽内に水道水を給水し、温度成層形成装置を用いて実験水槽内に水温成層を形成させた後、取水深、取水量を決めて取水を行い、実験水槽内の水温変化や流動層厚などの測定および流況観察を行うものである。この検討では取水量と同じ量でしかも流れを乱さないように底層水温と同じ水温の水を上流より水槽底部に給水している。

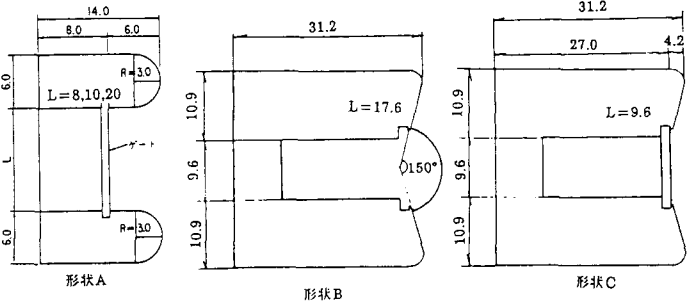


図-2 模型

3. 検討結果

現象を支配する因子は取水量 Q 、取水深 H_1 、取水長 L 、密度勾配 ϵ 、ピア形状、重力加速度 g 、流動層厚 d であると考えられる。なお、形状Aのピア形状は同一であり、密度勾配の変化があまりないため、密度勾配、ピア形状を省略する。ここで、得られる独立な無次元パラメータとして流動層厚 d と取水深 H_1 の比 d/H_1 、流動層厚 d と取水長 L の比 d/L 、呑口位置でのフルード数を表す $Q/LH_1\sqrt{gH_1}$ の3つを選び、その傾向について調べたのが図-3である。図-3より、 $Q/LH_1\sqrt{gH_1}$ が大きくなると d/H_1 も大きくなる傾向が見られる。また、この関係は d/L にも依存している。次に同様の検討を形状B、Cについて実施したものが図-4である。なお、図-4では、形状Bの取水長を形状Cと同じ9.6cmとして計算している。図-4より、形状B、Cの傾向にはほとんど変化がなく、やや形状Bが取水機能に優れていることがわかる。また、密度勾配の違いによりその傾向は上方ヘシフトしており、密度勾配の影響がかなりあると考えられる。

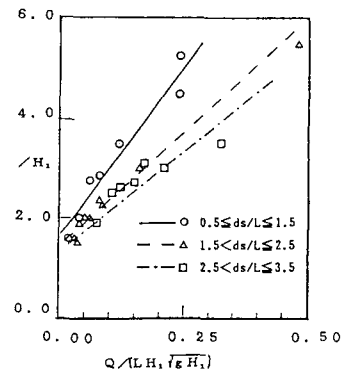


図-3

一方、大西・日野¹⁾は、軸対称流れの研究を發展させて有限寸法の取水設備への流れを理論的に求めている。大西・今村等は²⁾その解析の中で選択取水数 G が R/d に強く依存することを示している。直線型選択取水設備では、軸対称流れにおける R および θ との関係が明確ではないため、ここでは、 G と L/d との関係を調べてみることにする。図-5は、形状A、B、Cについて G と L/d との関係を求めたものである。各形状とも L/d の増加に伴い G が大きくなるのがわかる。また、形状A、B、Cの順に勾配が大きくなっており、これは、取水機能が良くなることを示している。つまり、同じ L/d の時に G が大きくなることからいえる。また、これらの取水機能の違いは、特にピア形状によるものと考えられる。すなわち、形状Bについて取水長 L を9.6cmとして整理したものと形状Cを比べてみるとやや形状Bの方が良いが、取水長を大きくして流入流速を小さくしてもさほど変化はなくピアによる平面流入角度 θ に影響されることが大きいといえるからである。

今までは、水理現象を基本的には軸対称流れであると考え、検討を加えてきたが、形状Aのようなピアの影響を考えると二次元流として取り扱うことも必要である。ここで一定密度勾配の連続底層水域の線吸い込みへの二次元流れを研究し、選択取水の条件を理論的に示したYih³⁾の式を用いて検討を加えた。表層取水に関する結果は(1)式の通りである。

$$F = q_c / \sqrt{\beta g d^2} \quad \beta = (\rho_0 - \rho_1) / \rho_0 h \quad (1)$$

ここで、 q_c ：単位幅流量、 d ：流動層厚、 ρ_0 ：水面での密度、 ρ_1 ：水深 h での密度、 F ：Yihの選択取水数

図-6は、形状Aに関する実験データを二次元流れとしての F と H_1/d の関係で整理したものである。図-6より、ピアの影響は明確ではないが取水長 L が大きいと二次元流れの理論解と一致する傾向になることがわかる。

4. おわりに

本検討は、直線型多段式選択取水設備について実施したものであるが、その流れは基本的には軸対称流であるがピアの形状により二次元流として取り扱うことができると判断している。しかし、選択取水設備の直線型と異なる他の型式の取水設備と水理機能の比較をするためには、日野・大西の選択取水数 G を用いた整理によるものが必要となるため、取水設備の形状因子と G の関連を明確にすることを目標に研究を継続していくつもりである。

参考文献

- 1) 大西外明, 日野幹雄; 「深層取水の流れへの考察(Ⅱ)」第15回海岸工学講演会講演集, 1969年
- 2) 大西外明, 今村建二, 寺田博, 渋谷八郎; 「選択取水における取水口寸法の影響」第28回海岸工学講演会論文集, 土木学会, 1981年
- 3) Yih, C.H.; "On the flow of a stratified fluid", 3rd U.S. Nat. Cong. Appl. Mech., 1958

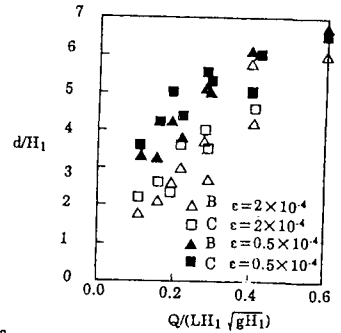


図-4

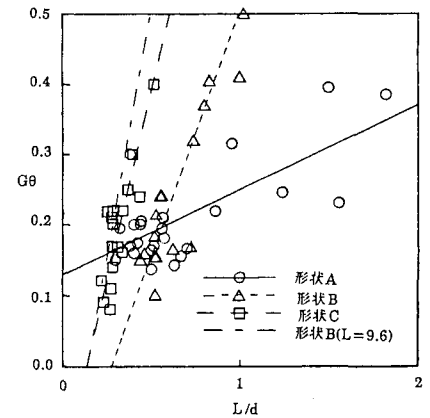


図-5

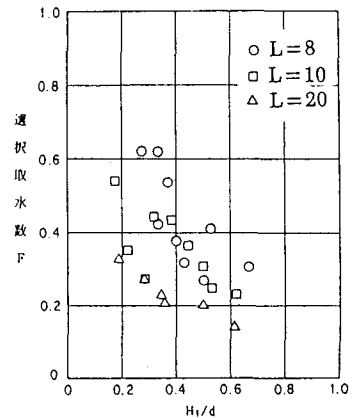


図-6