

II-213 選択取水における流動層厚に関する実験的検討

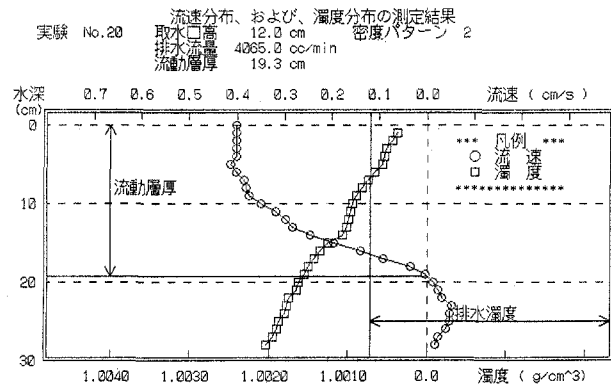
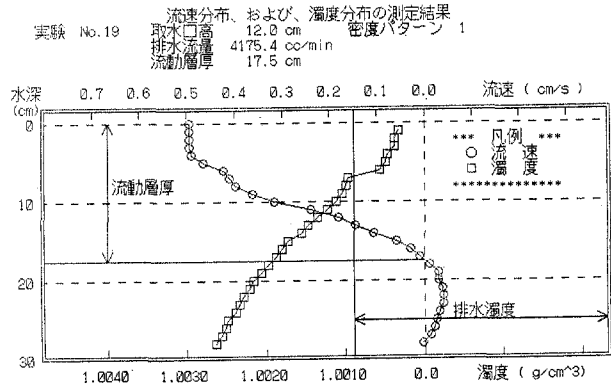
東京理科大学

学生会員 木村 康彦

正員 大西 外明

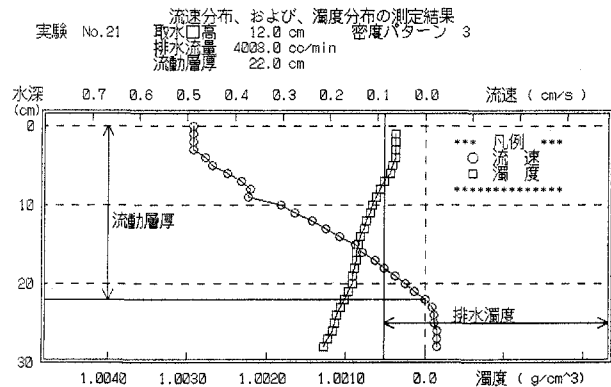
1. はじめに

河川に建設されるダムについて、下流河川の地域に及ぼす環境問題の低減、解決のために、1つの手段として、ダム貯水池に選択取水設備を設ける例が多い。ダムの規模が大きくなればなるほど水深方向での水温差が大きく密度差が生じ、この性質を利用したのが密度流における選択取水である。従来より、取水口高に関する研究が数多く行われているが、その多くは、取水口高さが全水深に比べて極めて小さい場合についてである。一方、実際の貯水池では取水口高さを全水深の15%から20%で運転されていることが多い。そのことを考慮して、本研究では、全水深の約15%から25%程度の取水口高が流動層厚に及ぼす影響を模型実験により検討を行った。



2. 実験装置と実験方法

実験水槽は長さ4.01m、幅0.12m、深さ0.60mの両面強化ガラス張りの長方形断面水路である。実験中の水槽内の水位を一定に保つために、貯水池模型区間の上流端には余水吐を設けた。また、水を送り込む際に、流動層厚に影響を出さないように、水槽の3.21m～3.41mの所に人工藻を入れて、水の流れが伝わらないようにした。水の流出部は四角堰で、この堰の高さを変えることによって、取水口高さを調整する。流量は、四角堰の先端についているバルブで調整した。取水口高さを8cm、10cm、12cm、14cmと変化させ、それぞれの場合について流量を4 l/min、3 l/min、2 l/minと変えた。密度分布はA貯水池に置ける観測結果を参考にし



て作成した3種類の密度分布について実験を行った。（ただし、本実験では、水の密度差を塩分濃度差によりつくり、塩分濃度は電気伝導度を媒介として間接に測定することとした。また、塩分濃度差によって作った密度勾配を、完全な連続成層にするのは、殆ど不可能に近いことなので、違った密度の水を何層かに分けて実験水槽に流入させ、24時間層を放置することによってほぼ連続成層に近い状態にすることができる。）

実験中は、排水流量に等しい高濃度塩水を給水して水位を一定に保った。鉛直流速分布の測定は、実験水槽の中に、可視化染料（WATER BLUE）を、数個鉛直糸状に落とし、ある一定時間毎事に写真撮影をし、流れの分布を読み、流速が0となる点の深さを流動層厚とした。（流動層厚さの決定位置は、流動層厚さが平行となる取水口から十分上流の断面を選んだ。）

3. 実験結果についての考察

Y_i/h は、内部フルード数と（流動層厚さと全水深）との比の関係を次式で示している。

$$(D/h)^2 = \pi \cdot F$$

この式は線吸い込み条件下のものであり、一方本実験では、有限取水口高を対象としているので、次式のように、式中の π の代わりにある係数 K をおいてみた。

$$(D/h)^2 = K \cdot F \quad (1)$$

図1は、まず実験Data

より取水口高別に K を求め、その K と（取水口高／全水深）の関係を示したグラフである。図を見てわかるように、取水口高が増すと K が直線的に増加しているのが分かる。（ただし、昨年の年次講演会で報告したように、取水口高が6 cm以下の場合にはほぼ一定である。）つまり、限界フルード数に相当する K の逆数は取水口高の増加にともない減少するというので流動層厚を決定づける支配要素である流量と密度が同じ場合取水口高が大きければ限界状態に速く達しやすく流動層厚は増加することがわかる。この図1に示した K と（ b/h ）の間の関係を定式化しそれを（1）に代入すると次式を得る。

$$(D/h)^2 = \{a_1 (b/h) + a_0\} \cdot F \quad (2)$$

ここで D ：流動層厚， h ：全水深， b ：取水口高さ， a_1 と a_0 をある定数とする。ただし、 $a_0 = 0.856$ ， $a_1 = 16.57$ 。同じ内部フルード数 F に対する流動層厚 D は非粘性解式によるものより大きくなるが、この差が生じる原因としては、流体の粘性が挙げられる。粘性の作用により境界面沿いにせん断力が働き、境界面が不安定化し、上下層間の混合が生じ流動層厚が増加する結果となる。

4. 結語

取水口高が流動層厚に及ぼす影響を模型実験により検討を行った。その結果、例年までの我々の研究結果より、6 cm以下の取水口高では流動層厚には、余り影響を及ぼさないことを先に報告したが、取水口高が増加すると、内部フルード数と流動層厚の関係は式（2）により表わされることが明らかになった。

図1. 係数 K と b/h の関係

