

III-10 貯水池の表層取水に関する一考察

北海道開発局土木試験所 正員 山岡 勲
全 上 正員 ○内山 博

近時河川総合開発の一環として、河川上流部に多目的ダムが築造され、水資源の高度利用が進められている。これら高ダムによる取水時における貯水池内の水温は、灌漑期においては特徴ある垂直分布を示している。北海道のK貯水池における実測例を図-1に示す。

表層取水に関する研究としては、すでに二・三の研究が発表されている。すなわち1959年のI.A.H.R総会でALB.Schlagが、また第15回年次学術講演会で嶋・椎貝氏らが、上下二層に分かれた密度差のある流体の上層取水について研究されており、また取水温度の推定法については高月・南氏の研究がある。筆者らはここに研究の第一段階として二次元的に問題を取り扱い、ついで実測値から三次元の場合に補正した取水温度の推定法を提案する。いま二次元の非回転運動を考えれば、流線 $\psi_0, \psi_1, \psi_2, \dots$ と等ポテンシャル線 $\phi_0, \phi_1, \phi_2, \dots$ とは直交網目で表わされる。したがって

$$z = a \cdot \cos h w \quad (\text{ただし } a \text{ は実数})$$

$$x = a \cdot \sinh y \cdot \sin \psi, \quad y = a \cdot \cosh y \cdot \cos \psi \quad \dots (1)$$

(1)式において $y = \text{Const}$ は楕円、 $\psi = \text{Const}$ は双曲線を表わ

している。これより図-2のようなFlow netが作図され流速が計算できる。

つぎに水温変化によって生ずる流速変化量の修正をする。今0-0面(図-2)を考えこの面の密度を ρ_0 、水温の高低による密度変化を $\frac{\rho}{\rho_0} = \alpha$ 、 $\frac{dz}{dz} = 0$ 、ただし α は定数とする。 ρ_0 の単位体積の水が流線にそって ds だけ動いたとき、その流速を v 、圧力を p とすれば重力の大きさは $\alpha \cdot g \cdot y$ であり、接線方向への分力は $\alpha \cdot g \cdot y \cos \theta = \alpha \cdot g \cdot y \frac{dy}{ds}$ である。したがって、流体運動に付随する摩擦力を無視して、流れの方向における運動方程式を表わせば

$$\rho_0 v \frac{dv}{ds} = -\frac{dp}{ds} + \alpha \cdot g \cdot y \frac{dy}{ds} \quad \dots (2)$$

均一なる密度 ρ_0 の流動に対しては

$$\rho_0 v \frac{dv}{ds} = -\frac{dp}{ds} \quad \dots (3)$$

0-0面近傍では $dp \div dp'$ 、 $ds \div ds'$ が成立するものと仮定すれば

$$\rho_0 v \frac{dv}{ds} = \rho_0 v \frac{dv'}{ds'} + \alpha \cdot g \cdot y \frac{dy}{ds} \quad \dots (4)$$

$$\therefore v = \sqrt{v'^2 + \alpha \cdot g \cdot y \frac{dy}{ds}} \quad \dots (5)$$

となり、 v' には密度均一の場合における流速を使用する。

単位中当りの取水量 $q = 2.35 \text{ m}^3/\text{s}$ 、取水水位 $H = 20 \text{ m}$ における、

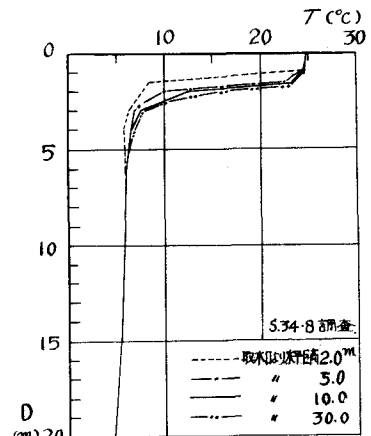


図-1

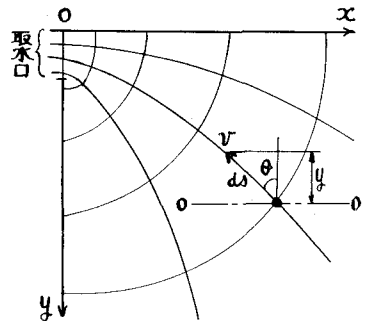


図-2

K貯水池の実測例における解析の結果、

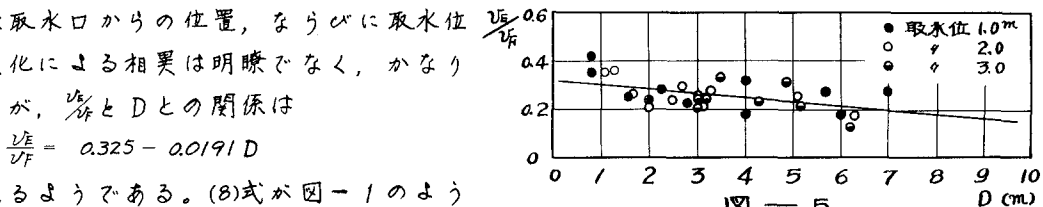
(5)式により計算された流速を v_c 実測流速を v とすれば、 $\frac{v}{v_c}$ と水深 D との相関は図-3の如くなる。これを実用上近似的に一次式で表わせば

$$\frac{v}{v_c} = 0.5044 - 0.0191/D \quad \text{---- (6)}$$

(6)式による流速 v を用いて、取水温度

$$T = \frac{\sum t_m v_c}{\sum v_c} \quad \text{---- (7)}$$

より計算すれば $T = 10.85^\circ\text{C}$ を得た。この場合の実測取水温度は 11.7°C であったから約 1°C の誤差範囲に入り実用的にはよく適合したものである。なおこの T の計算値は水深約75mまでの貯水量を均等に取水した場合の温度に相当する。つぎに堅伸縮シリンダー部をもつし型取水管の水理模型実験を $40\text{m} \times 40\text{m}$ のガラス水槽で、密度均一の場合について行った。水の流動を知るためメチルバイオレットにより垂直に多くの線を作り、この移動量から求めた。取水位水深1.0, 2.0, 3.0mおよび長さ5.0m(取水位2.0mのみ)の円形ツバを付した場合の実験結果は、深部より取水される限界深さ D_H と取水口先端の平均流速 v_a との関係として図-4に示され、 $D_H \propto \sqrt{v_a}$ なる関係が明らかにされた。したがって表層取水は、(i)取水流速 v_a を小にする。(ii)取水深 H を小にするの2点について工夫すればよい。実験から求めた流速を v_c 、Flow net から求めた流速を v とすれば、 $\frac{v}{v_c}$ と深さ D との関係は図-5の如くなる。この図では取水口からの位置、なりびに取水位水深の変化による相関は明瞭でなく、かなりばらつくが、 $\frac{v}{v_c}$ と D との関係は



と表わせるようである。(8)式が図-1のような水温分布、すなわち密度差のある場合にも

成立するものとし、検査面を10mにとり取水温度を計算してみた。その結果は図-6の如くなり、この範囲の取水位水深の変化(10~30m)、なりびに取水量変化では、取水温度にはそれ程顕著な変化はみられずほぼ一定温度となる。

したがって、かような水温分布の場合における表層取水

のためには、取水位水深をもっと浅くしなければならないであらうし、またこの程度の取水温度でよい場合には、もう少し取水位水深を深くしてもよいものと考えられる。なお T と H との詳しい関係については、講演の折に述べたいと考えている。

