沈澱池流入溝の設計について

九州大学工学部　遠山　啓

1. はしがき

矩形沈澱池では、原水は流入口から、池の全幅にわたつて、均等な流量で流出されることが望ましい。

某都市における沈澱池には、池の全幅にわたつた矩形の原水導入溝があり、この溝の底にあけた円孔を流入口として、原水が沈澱池に流出されている。なお、この円孔は、溝の全長に等間隔に等しい直径で設けられている。しかし諸調査の結果、導入溝の入口と終端とでは、流出量が異り、入口では少く、終端では多いことがわかつた。

そこで、流出量を導入溝の全長にわたつて等しくするためには、孔の大きさをどのように変化させねばならないかを理論的に解析し、実際例につき数値計算を行つた。

2. 理論的考察

長さ ℓ、幅 B の矩形の開渠を考え、この底は、水面から H の深さに水平に置くものとする。開渠の底の孔を連続にあけたものとして、幅 b のスリツトと考える。このスリツトを通つて、水は一様に流出するものとする。(図－1参照)

開渠の入口における全流量を Q とすれば、開渠の単位長さ当りの流出量は、

$$q = Q/\ell \qquad (1)$$

である。いま、x，y 座標軸を図－1のようにとれば、運動の方程式は次のようになる。

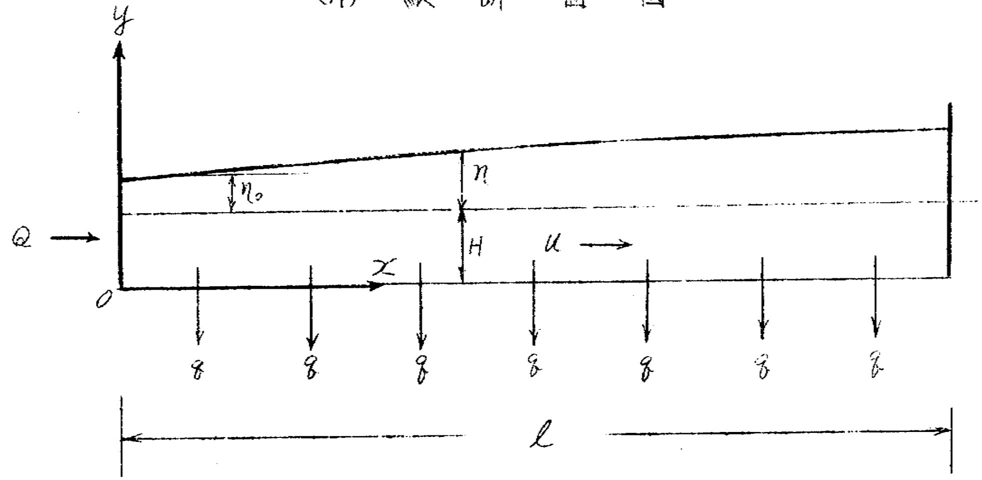
$$u\frac{du}{dx} + g\frac{dy}{dx} = -n^2 u^2 g/R^{\frac{4}{3}} \qquad (2)$$

u：水路の流速、y：水路の水深

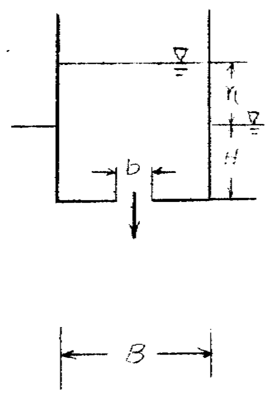
n：水路の粗度係数、g：重力加速度、

$R = By/(B+2y)$：径深

(A) 縦 断 面 図



(C) 横断面図



(B) 平 面 図

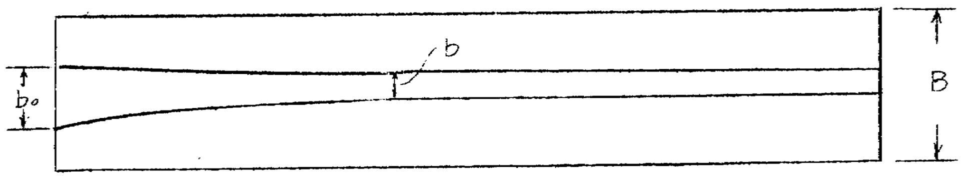


図 — 1

岩垣氏[7]は、横から一様な流入のある場合の運動方程式を次式によって示した。

$$u\frac{du}{dx}+g\frac{dy}{dx}=-n^2u^2g/R^{\frac{4}{3}}-\frac{qu}{By} \qquad (3)$$

式中のqは、横からの一様な流入量であり、他の記号はすべて(2)式と同じである。

横からの流入がある場合には、水路の本来の流れのエネルギーが、横からの流入によって減らされるため、合流した流量を流すためには、この減らされたエネルギーを補うだけの余分な勾配が必要である。しかるに、流出の場合には、流出水は開渠内での水頭をそのまゝもって行くから、　開渠本来の流れのエネルギーは何等変化しない。従って流出の場合には、(3)式の最後の項は不要である。

いま、$y=H+\eta$とすれば、(2)式は次のように書き換えられる。

$$u\frac{du}{dx}+g\frac{d\eta}{dx}=-n^2u^2g/R^{\frac{4}{3}} \qquad (4)$$

連続の方程式は

$$u=\frac{Q(\ell-x)}{B(H+\eta)\ell} \qquad (5)$$

となるから、(5)式を(4)式に代入すれば、(4)式は次のようになる。

$$-\frac{Q^2(\ell-x)}{B^2(H+\eta)^2\ell^2}+g\frac{d\eta}{dx}=-\frac{n^2Q^2(\ell-x)^2g}{B^2(H+\eta)^2\ell^2}\left\{\frac{B(H+\eta)}{B+2(H+\eta)}\right\}^{-\frac{4}{3}}$$

$$\frac{d\eta}{dx}=-\frac{n^2Q^2(\ell-x)^2}{B^2(H+\eta)^2\ell^2}\left\{\frac{B+2(H+\eta)}{B(H+\eta)}\right\}^{\frac{4}{3}}+\frac{Q^2(\ell-x)}{B^2(H+\eta)^2\ell^2g}$$

この方程式は、非線型であるから、このまゝでは解けない。しかし実際の場合には、ηの変化は$H+\eta$に比べて極めて小さいので、上式の右辺のηとして、開渠の入口におけるηの値（η_0）を用いると簡単に解ける。すなわち、

$$\eta=\frac{n^2Q^2(\ell-x)^3}{3B^2(H+\eta_0)^2\ell^2}\left\{\frac{B+2(H+\eta_0)}{B(H+\eta_0)}\right\}^{\frac{4}{3}}-\frac{Q^2(\ell-x)^2}{2B^2(H+\eta_0)^2\ell^2g}+C \qquad (6)$$

となり、$x=0$にて　$\eta=\eta_0$より

$$C = \eta_0 - \frac{n^2Q^2\ell}{3B^2(H+\eta_0)^2}\left\{\frac{B(H+\eta_0)}{B+2(H+\eta_0)}\right\}^{\frac{4}{3}} + \frac{Q^2}{2B^2(H+\eta_0)^2g}$$

$$\therefore \eta = \frac{n^2Q^2(\ell-x)^3}{3B^2(H+\eta_0)^2\ell^2}\left\{\frac{B+2(H+\eta_0)}{B(H+\eta_0)}\right\}^{\frac{4}{3}} - \frac{Q^2(\ell-x)^2}{2B^2(H+\eta_0)^2\ell^2g} + \eta_0$$

$$- \frac{n^2Q^2\ell}{3B^2(H+\eta_0)^2}\left\{\frac{B(H+\eta_0)}{B+2(H+\eta_0)}\right\}^{\frac{4}{3}} + \frac{Q^2}{2B^2(H+\eta_0)^2g} \qquad (7)$$

(7)式で明らかなように、ηはη_0によって変化する．またη_0は開渠の入口におけるスリットの幅b_0，すなわち孔の大きさによって決まる．従って開渠の入口における孔の大きさをまず仮定すると、それに対してη_0がきまる。このη_0を用いて(7)式によりηを求めることができる。開渠の各点における内外の水位差はηであるから、このηを用いて各点の孔の大きさを決定することができる．

以上の理論によってわかるように、開渠の各点の孔の大きさは、開渠の入口における孔の大きさb_0の仮定いかんによって変化する．従って、開渠の入口の孔の大きさb_0を最初どのように仮定するかが問題となる．

流入量Qが一定であれば、η_0 ($\eta_0 > 0$) をどのように選んでも、流出量qは一定である．しかし一般にQは変化するものであるから、Qが多少変化しても、qに大きな変化を与えないような孔の分布が望ましい。そのためにはη_0をなるべく大きくとればよいことは式から明らかである，しかるにη_0を余り大きくとれば、孔からの流出速度が大きくなり過ぎて、沈澱池に悪影響を及ぼす。流出速度がどの程度まで許されるかは、池の構造、整流壁の有無、性能によって異る．

実際例につき、近似計算を行ったが、この結果は発表会において示す．

参　考　文　献

1) 岩垣雄一、末石富太郎、横から一様な流入のある開水路の不定流について。土木学会誌、39巻、11号、P.1（昭.29.11.）