

水門操作に伴う淡水・海水二層の流れ (主として塩水侵入の限界状態について)

II-121

坂城工業高校

正員

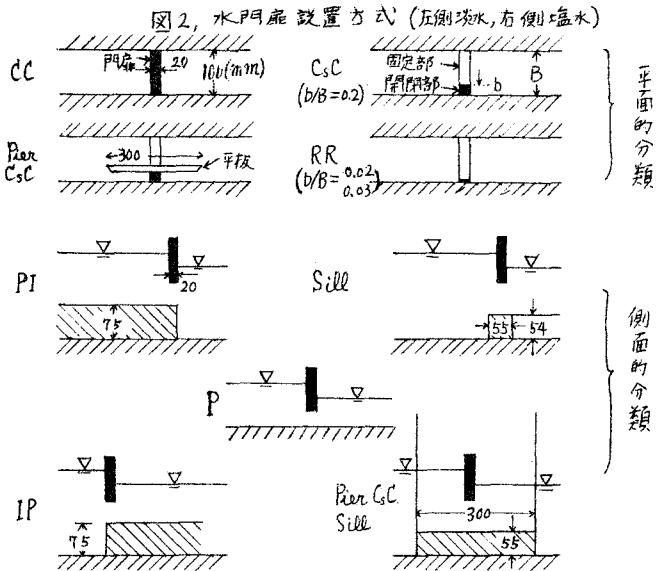
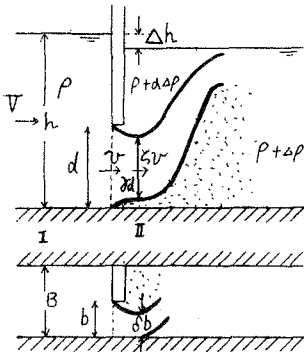
横田 一 秋

近時わが国水資源の開発に關係する要望施策として河口湖の建設調査が進められている。また防災や地盤対策としても河口付近に水門が設置されることも多くなった。これらの水門は防潮水門であつて、その開閉の操作には塩水が侵入しないことが要求される。本研究は模型実験により各種の水門扉設置形式で門扉開放による海水側二層の状態での内外両水位、両密度、門扉開度および門扉下の流速などの關係から、水門操作上塩水の侵入限界の条件を求めたものである。

1. 実験装置と方法 主要水路槽

として、高さ×長さ=60×360 (cm) の前面ガラスの装置で、任意の水位と流量を自由に設定できるものであ

図1, 限界状態



る。門扉を開放して門扉下を海水が侵入しようとする「限界状態」を図1のように塩水くさび先端が門扉左面直下に来たときとした。実験は原則として二次元的観測のものであるが、実験での門扉設置方法を図2のようにして水路中に対する門扉開放巾を b/B として、三次元的考察を加味した。このことから水路中に対する水門全開 (CC), 部分開 (CsC) および水門前後に水路がない場合 (RR) は b/B の値が非常に小さいときに相当するものとしてみた。

実験の方法はまず門扉を閉じた状態で左側に淡水、右側に塩水 (主として海水に近い比重 1.024 前後のものを使用) を入れ、つぎに門扉を開放して限界状態を設定してそのときの門扉開放高さ (d)、両水位 (h と h') および門扉下の淡水流量 (Q) を測定する。ここで門扉開放直後に設定した限界状態を「直後の状態」とし、さらに時間経過とともに塩水層の低下 (最初に入れた塩水が淡水と混合しつつ減少していく) につれて同一の門扉開度のもとで限界状態を保つように Δh を設定していったときを「時間経過の状態」として、特性をみる上で二大別した。時間経過の状態は実際的にもあり得るものである。

2 測定値の整理 記号は図1のほか、 $\varepsilon = \Delta\rho/\rho$, $v = Q/(bd)$, $Fr_i = b/\sqrt{g d}$, $G_g = (Q/bd)/\sqrt{2g d h}$, ①はすべて淡水だけのとき、 h_1 : 塩水側の上層の淡水 (または淡水に近い) 層, h_2 : 塩水側の下層 (最初に入れたものと同密度の塩水) とする。

直後の限界状態の測定値を側面的にP形の場合について示したものが図3である。この関係での塩水の侵入と不侵入の領域は図4の通りである。時間経過の場合の測定値は後で示す。

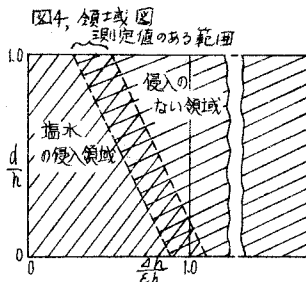
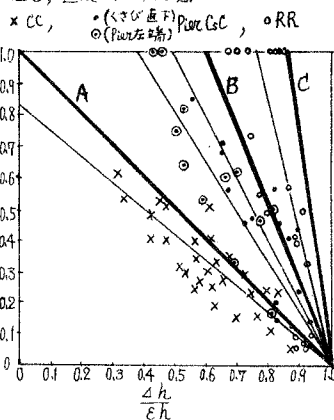


図3, 直後の限界状態



3. 理論式と実験式

図1で断面Iと

$$\frac{\Delta h}{Eh} = \alpha - \frac{d}{h} \left[\frac{1}{2} Fr_1^2 \left\{ \left(\frac{b}{B} \right)^2 \left(\frac{d}{h} \right)^2 - \xi^2 \beta \right\} + \alpha \left\{ \frac{\Delta h}{d} + \beta + \frac{d}{d} \right\} \right] \quad (3.1)$$

ただし β : 速度水頭係数, $\beta \cdot \gamma = 1$ とする。ここで α は複雑なものであるが $\alpha = 1 - b/B \cdot d/h$ と仮定して $\Delta h/Eh = 1 - d/h$ の形で [] 内が b/B に関係するものとみて図3の測定値の特性をA, BおよびCで示すとこれは直後の状態のほぼ安全側である

って次式となる。

$$\Delta h/Eh = 1 - \xi (b/B)^{1/2} \cdot d/h \quad (\xi = 0.9 \sim 1.0) \quad (3.2)$$

つぎに d/h を一定にしたときの時間経過の状態は塩水の侵入, 不侵入の領域を上の方法では示すことができないので, 塩水側二層の高さの関係を導入して図5より運動量方程式をたてると

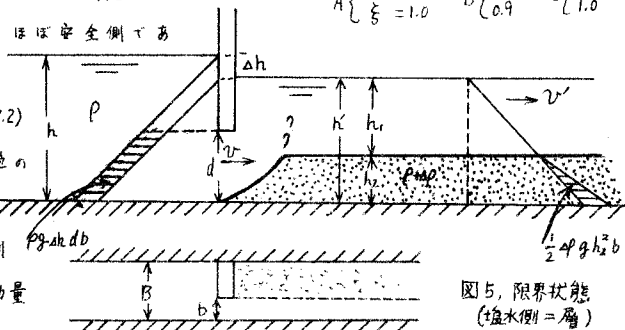


図5, 限界状態 (塩水側二層)

$$\frac{\Delta h}{Eh} = \frac{d}{h} Fr_1^2 \left(1 - \frac{db}{hB} \right) + \frac{1}{2} \frac{h_2^2}{hd} \quad (3.3)$$

さて h , Δh , d , v , p , ρ および g の γ の Factor は次の無次元積の関係で示される。

$$\Delta h/Eh = \frac{1}{2} \cdot d/h \cdot Fr_1^2 \cdot 1/C_g^2 \quad (3.4)$$

上式から d/h を一定にしたときの時間経過の限界状態は $\Delta h/Eh$ と Fr_1 (または C_g) の関係で示せばよいことがわかる。図6はその一例である。また (3.3) と (3.4) から

$$\frac{1}{C_g^2} = \left\{ 2 \left(1 - \frac{db}{hB} \right) + \left(\frac{h_2}{d} \right)^2 / Fr_1^2 \right\} K \quad (3.5)$$

とにおいて実験値の h_1 および h_2 の値を代入したときの各種の門扉設置形式での K の値は約 1 ~ 3 の範囲にある。これは式の仮定が単純であって実際の塩水側の境界面と動きが複雑であるからであって、さらに検討中である。なお同一の門扉開度での C_g と C_{g0} の関係は図7のようであって極く微小な $\Delta h/h$ の値 (約 0.006) 以上での C_g/C_{g0} の値の平均的な特性値は 0.53 ~ 0.65 の範囲であった。

4. まとめ 水門操作上塩水の侵入限界の状態の特性が各種門扉形式で捕えることができ、塩水側の流れの状態がある程度明瞭になった。以上の研究は河口湖に関するものの一部で、東京大学、嶋教授および東京工大、権貝助教授のご指導を得たものである。(1966.1)

図6, 時間経過の状態

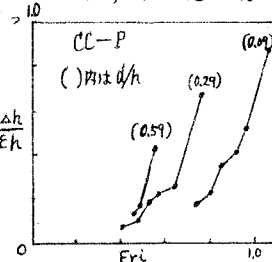


図7, C_g と C_{g0} の関係

