

II-26 空気壁による防潮 (特に並列空気壁の効果について)

抜出工業高校

正会員

横田 一 秋

1. まえがき

近來河川下流部または海岸地帯の総合開発が重要視され、海岸地帯の都市化と工業地帯の土地造成などで水資源の開発が一層増大している。これに関連して河口部に貯水池を設けるという、いわゆる河口湖の構想が各地でたてられるようになった。この場合湖内に船が出入することもあり得ることで、それには防潮上1つまたは2つの水門(閘室をつくる)を用いることもあるが他の方法として水路底部から空気を放出して空気壁をつくることを考えられる。この方法を最初に実施したのがオランダの閘室での G. Abraham と P. v. d. Burgh による現地実験であらう。¹⁾ さらに Henry B. Simmons はアメリカのニューヨーク湾とハドソン河口およびデラウェア河口部の大形模型による実験がある。²⁾ 筆者もこれに関連して河口湖開発調査研究委員として若干の点について言及したが、³⁾ その後並列効果について実験研究を加えたものについてここに要約する。

空気壁の効果は上述のように①塩水の河道内侵入を減少させる、ほかにつきの諸点がある。②水門のように水路の障害にならない。③施設、構造が簡単で建設費が安い。④波高を小さくする。⑤水質の向上と保全(浄水作用)。⑥水の上下部の攪拌(停滞域の防止、氷結防止)。⑦河床の上砂の移動(河床対策)。⑧フラッシュ効果(廢棄物の拡散、分散)など考えられる。とくに公害対策と関連して空気エネルギーの高効率的利用は今後大いに検討されるまで、並列効果の新しい研究意義があるであらう。

2. 実験装置と実験の方法

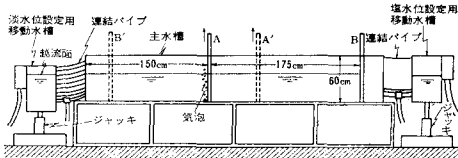
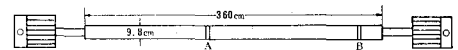
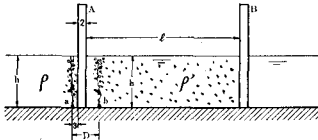


図1. 実験装置



(a) 測定室内が塩水の場合



(b) 測定室内が淡水の場合

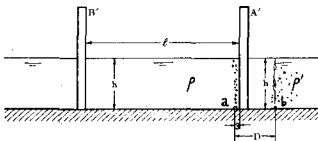


図2. 実験測定室

図1に装置の概要を示す。主水槽は片面ガラス張り
で自由に上下できる隔壁(AまたはA')で仕切る。そ
の両側に測定に当っては左側が淡水、右側が塩水を所
定の水位に設定できる。気泡は径5mmのパイプに径
1mmの穴が等間隔に10箇所あけてあるものを水路に
直角に設置してある。空気はコンプレッサーからテー
パー管式流量計で送られる。塩水は比重1.024のも

のを使用した。図2に測定室内が塩水の場合と淡水の場合および気
泡の設置状態を示す。単列(1列)では2の位置で、並列では2と
bの位置である。

実験の手順はまずA, B (A', B')の門扉で測定室を設定して、
室内外の水位(h)を同じ高さに傾斜に合せて、所定の空気量(Qa)
)と泡出した状態に、所定時間(t)だけA(A')を閉鎖した。空
気量はわずかの変動も常時補正した。A(A')を閉鎖すれば直ちに
測定室内を十分攪拌混合して室内中央中心部の比重(ρ'')を測定し
た。

3. 測定値の整理

ρ : 淡水密度(比重), ρ' : 塩水密度(比重), h : 水位 cm, l : 測定室長さ cm, Q_a : 泡出空気量 cc/s, t : 測定時間 sec, $f^{\frac{1}{2}} = (q_a g)^{\frac{1}{2}} / (\varepsilon g h)^{\frac{1}{2}}$, $T = \tau / (4l) \cdot (\varepsilon g h)^{\frac{1}{2}}$, $\varepsilon = (\rho' - \rho) / \rho$, q_a : 単位中当りの空気量, g : 重力加速度, ρ'' : 測定時間後の室内密度(比重), $\rho' - \rho''$: 塩水室の測定前後の密度差, $\rho' - \rho$: 淡水室の測定前後の密度差, D : 並列の間隔 cm, C : 測定室の区別で(S)が塩水室で(F)が淡水室とする。 U_e : 測定室の密度差の度合(交感度)で塩水室の場合が $(\rho' - \rho'') / (\rho' - \rho)$ で淡水室の場合が $(\rho' - \rho) / (\rho' - \rho)$, U_e' : 気泡を泡出しないときの($Q_a = 0$)の U_e , $n_T = U_e / U_e'$ 。

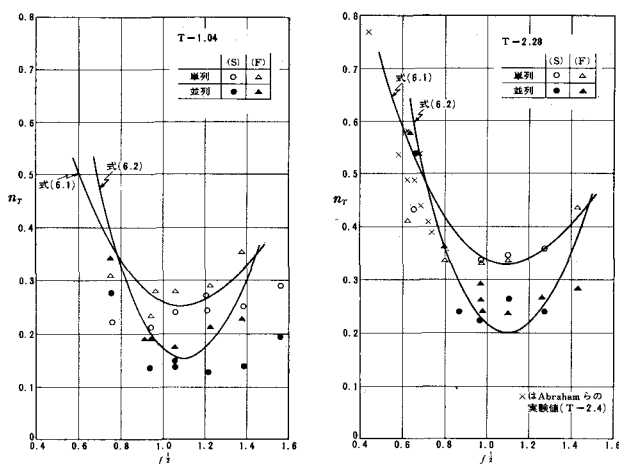


図3. n_T と $f^{\frac{1}{2}}$ の関係

並列の場合

$$\left. \begin{aligned} n_T &= (-8.86 F^{\frac{1}{2}} + 0.186 F^{-\frac{1}{2}} + F^{\frac{3}{2}}) + 0.6(0.2 + 0.05T) \\ F &= 0.6(1 + h/H_0)^{-\frac{1}{2}} f^{\frac{1}{2}} \end{aligned} \right\} (6.2)$$

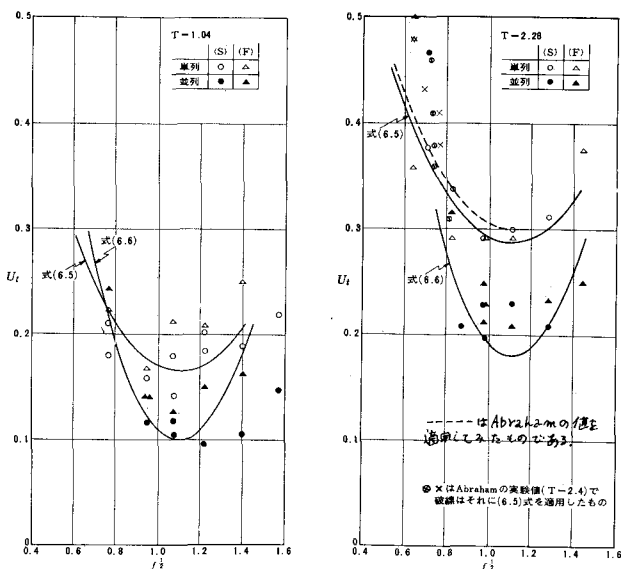


図4. U_e と $f^{\frac{1}{2}}$ の関係

実験結果の一例を Abraham らの方法で示したのが図3である。並列の間隔は別の実験考察から $D/h \approx 1 \sim 2$ 程度にした。図中の曲線は Abraham らの式を少しく補正したつぎのものである。(もちろん Abraham らの実験式は単列である。)

単列の場合

$$\left. \begin{aligned} n_T &= (-8.86 F^{\frac{1}{2}} + 0.186 F^{-\frac{1}{2}} + F^{\frac{3}{2}}) \\ &\quad + (0.2 + 0.05T) \\ F &= 0.6(1 + h/H_0)^{-\frac{1}{2}} f^{\frac{1}{2}} \end{aligned} \right\} (6.1)$$

上式はいずれも概ね $0.5 < f^{\frac{1}{2}} < 1.5$ の範囲に適用され、 H_0 は水柱の大き気圧である。

図4は U_e' の値の関係を除外される方法で示したもので、(S) と (F) の実験値が接近して表れ Abraham らの値もさらに今回の特性に近づく。図中の曲線は簡易実用式として導いたつぎのものである。

$$(\text{単列}) \quad U_e = (f^{\frac{1}{2}} - 1.1)^2 + 0.1(T + 0.6) \quad \dots (6.5)$$

$$(\text{並列}) \quad U_e = 2(f^{\frac{1}{2}} - 1.1)^2 + 0.6[0.1(T + 0.6)] \quad \dots (6.6)$$

以上のことから同一空気量を二分して並列にすれば $f^{\frac{1}{2}} \approx 1.0 \sim 1.2$ 付近で非常に効率よく塩水の混合を阻止することが明確になった。

4. 文献

- 1) G. Abraham and P.v.d. Burgh, Pneumatic Reduction of Salt Intrusion through Locks. (1964)
- 2) Henry B. Simmons, Potential Benefits of Pneumatic Barriers in Estuaries. (1967)
- 3) 横田一秋, 「防潮的な水門操作と塩淡水二層の流し, 4の地」 河口湖工学基礎編 (昭和43年)