

1. 緒言 火力、原子力発電所の放水口は設置位置、放流量、海象条件から形状が決定されるが、外海に面して設置される場合、前面海域への航行に支障のないよう通常1%以下で放流すること、放水路への侵入波を低減させること等の条件が課せられている。放流方式として直接放流型、潜堤型、透過堤型、水中放流型等があげられる。このうち消波ブロックをもつた透過堤型は施工維持容易、均等流建化、侵入波高の低減等の利便さもある反面、堤背後に水位上昇を生じる。この現象は循環ポンプの揚程負荷を高め消費電力も少なくない。本論ではこの透過堤型について他の型との比較、水利特性について二つの検討をこころみた。比較した他へ型とは、(1)直接放流型、(2)下流水深と同じ高さをも有する潜堤の二種である。(図-1)

2. 透過堤形状 検討した透過堤断面が図-1に示される。A、B二種あるが、A型は乱積で1:1.33の法勾配をもつ、B型は層積(4層)で1:0.63の法勾配をもつ。用いた消波ブロックはテトラポッド、500³、250³、157³の縮尺比 $1/45 \sim 1/36$ 、実物換算、5³~8³に相当する。なお実験はA型が三次元、B型が二次元模型で行なった。堤設置水深は3, 4, 6.6m(現地換算)

3. 流速 図-2にある同一流量における流速分布が示されるが、直接放流型は流速が平面的にX方向にひろがらないため流速の低減化は期待できない。(2)の潜堤型も(1)と同様である。(3)の透過堤型は堤中1/3ばいに均等流速が得られている。

4. 侵入波高 一般に流れをさかのぼる波の変形については、流れの速度分布、渦動粘性係数、周期、波高等で一概に言えない。図-3にある流量における波高が無流量時の波高で示されている。一般の放水口附近の波と流れの挙動は直接放流の場合、解放直前まで波高が増大する。透過堤内では流速が少ないため波高が増大するか、流速が大きくなると透過流により透過堤前面で侵入波が解放するため波高は減少する。本実験のA型の透過率は0.3程度である。

5. 水位上昇量 図-4に各型による水位上昇量が示されるが、一般に透過堤を通過する流れはブロックの間がきと断面種の変化、方向変化などの形状抵抗と摩擦抵抗をうけて運動エネルギーを消費するが、いづれの損失水頭も $0.25h$ (T:定数)で表わされるから、富永らの検討と同様、透過堤

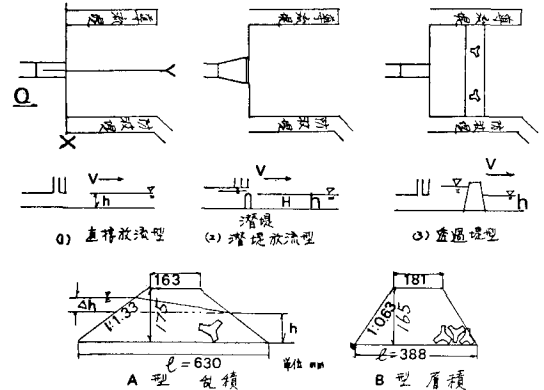


図-1 各型の放水口平面、縦断面と透過堤断面図

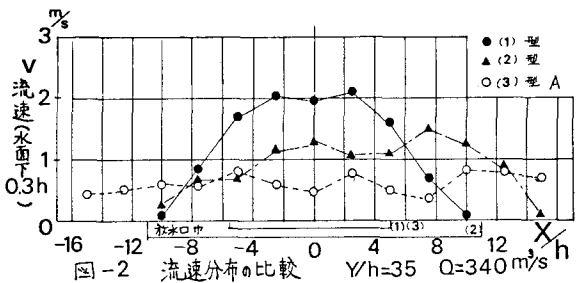


図-2 流速分布の比較 (Y/h=35, Q=340m³/s)

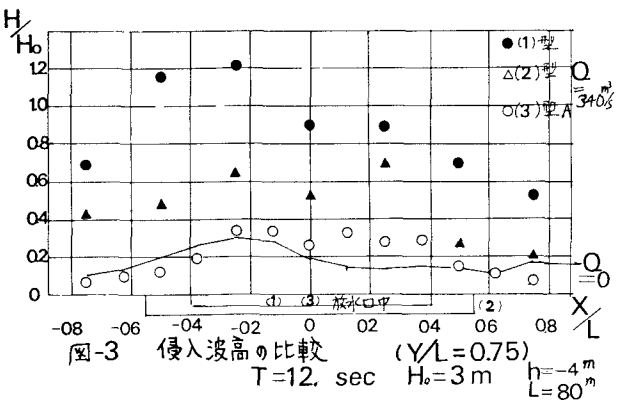


図-3 侵入波高の比較 (Y/L=0.75, T=12, sec, H0=3m, h=4m, L=80m)

の損失水頭すなわち水位上昇分 Δh (図-4の値)を

$$\Delta h = f \cdot \frac{L}{R} \cdot \frac{V^2}{2g} \text{ -----(1) であらう。} f \text{ について検討を加えてみる。ここに}$$

f : 抵抗係数

L : 透過堤上下断面中央と結ぶ長さ

V : 透過堤内の平均流速 $V = Q/BAE$

Q : 流量, B : 透過堤巾, A : 堤中平均水深

E : ブロック空けき率 A : 51%, B : 50%

R : ブロック空けきと管路と見做した場合の径深

$R = EV/A$ V : 透過堤の通過部流速

A : ブロックの総表面積

$E=50\%$ のテトラポッド (乱積) 1ヶの高さ E と

すると $R=0.102A$ の関係が形状求められる。

以上の定義により, A, B 型 Δh の f と Re

$= R \cdot f / L$ L : 動粘性係数, 図-5に示される。

実験結果から同一の Re に対して乱積みでは層積み

の2倍以上の f 値をとる。この違いの原因として

考えられることは1. 二次元実験の側壁の影響,

2. 積み形式が異なるため, 場合のところで明らかに

管長を意味する L の表わ(方)にも問題があるようにおも

われ検討する必要がある。

また fRe と Re との関係をしめしたものが, 図-6であ

る。図によれば実験範囲の fRe は Re と直線関係で表され

る。いま $fRe = \text{一定} = 2/K$ (K : 無次元透水係数) とおけば

$f = K \cdot \frac{Re^2}{L^2} \cdot \frac{L}{R}$ なるダルシーの層流法則がえらわれる。

図-6から $fRe = \text{一定}$ がいくつになるかは明らかでない

が $fRe = 400$ とすれば $K = 5 \times 10^{-3}$ となり, この値は,

コエッシーのもとめた空けき率による透過係数の $E=50$

%の値と一致する。

つぎに f の現地への適用を考える場合, Re 数の増大に

伴い, f の値も減少することが予想される。内田²⁾は $Re >$

10^3 に対し $Re f / (Re f_0) = [1 - A + A \sqrt{1 + (Re / Re_0)^2}] = \sigma \text{ -----(2) とした。ここに } Re_0 = 5 \times 10^4 K, A = 0.2,$

また(2)式は乱流領域

では $(Re f)_{\text{乱流}} / (Re f)_{\text{層流}} = \sigma$ とおけることを表わしている。いま図-6の実験データより $fRe = 600$ ($f = 4, Re =$

$150, 1/40$ 模型値) が層流状態を表わす流況とすれば, $K = 3.33 \times 10^{-3}$ $Re_0 = 166$ とわり実地換算 $Rep = 150 \times 40^2$

より $\sigma = 1.205 \times 10^{-3} Rep$ によって $f_p = \text{現地} = 0.723$ とはり模型による f の18%の値となる。また $Re > 400$ 以上の

模型実験値は遷移状態での流況と考えられ, 現地への適用については現在検討中である。

6 結論 透過堤水位上昇量の現地適用については模型実験による値が Re の函数の領域にあるため, 大型模型

実験および現地観測資料によるチェックが必要であり, 収集検討中である。

7 参考文献 1) 富永, 首藤, 橋本 オ14回 海峯工学講演集

2) 本間, 石原 応用水理学 (上)

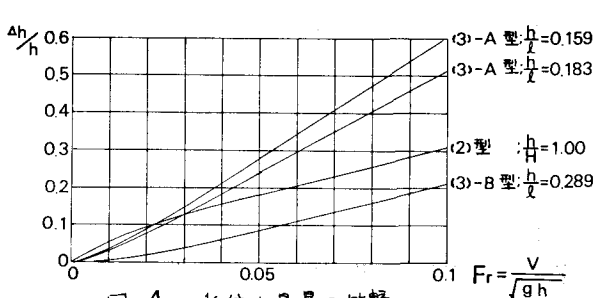


図-4 水位上昇量の比較

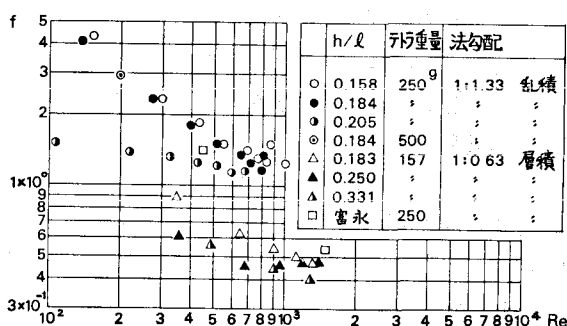


図-5 f と Re の関係

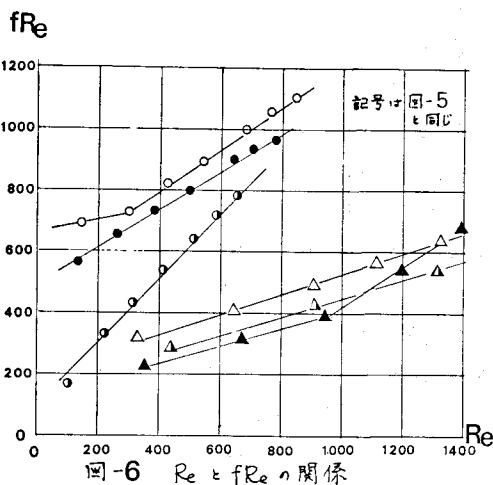


図-6 Re と fRe の関係