

中部工業大学 正会員 高田 彰

1. まえがき 消波構造にする場合の消波堤について注意すべき点と埋立地防波護岸の越波水量、越波の飛散分布、飛散軌跡および越波の排水計算について実験的に検討を加えた結果、二、三の新しい成果が得られたのでここに報告する。

2. 実験結果とその考察

(1) 消波堤の天端幅 B と天端高さ H_c について

図-1に示す消波堤の一般図において B および H_c を変化させて Q_i との関係を調べた結果が図-2に示される。これより B は少なくとも H_c より大きいことが必要であることがわかる。また、 $H_r=H_c$ の場合は Q_i の減少効果が悪く、逆に H_r/H_c の小さい場合より Q_i が増大する特異点であることがわかる。このことは、消波堤を設置する場合に $H_r=H_c$ になる事を避けなければならないし、これまで云われてきた H_r が大きいほど効果的であるという考え方に誤りのある事が指摘される。

(2) 消波堤の層内の空隙率 P_i について

図-1において P_i を変化させて Q_i との関係を調べた結果が図-3に示される。これより P_i が大きいほど Q_i の減少効果が著しいことが明らかであるので P_i の大きい異型ブロックほど効果的と云える。しかし $P_i=0.74 \sim 1.00$ の実験は行っていないので最適空隙率を見いだすまでには至っていない。それゆえ、引き続き検討を加えている。

(3) 越波の飛散について

i) 水平飛散水量 ΔQ_x および累加飛散率 $\int_0^x \Delta Q_x dx / Q_i$

図-1において、飛散距離 x と ΔQ_x および $\int_0^x \Delta Q_x dx / Q_i$ の関係を調べた結果が、図-4および図-5に示される。図-4より Q_i の少ない消波堤の場合は ΔQ_x も小さく、無風に比べると風のある場合の方が ΔQ_x は大きい。図-5より消波堤のある場合の方が距離的に狭い分布となり累加飛散率は x が小さい。又風のある場合の方が累加飛散率は距離的に広い分布となる。以上より消波堤は越波の飛散を防止する効果のある事が分る。

ii) 越波の飛散軌跡

図-6において、越波の水塊を球とみなす場合と水の壁(平板状)とみなす場合の二つに分けて考える。

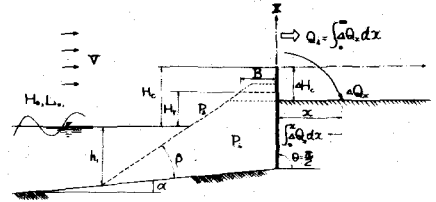


図-1 消波堤と越波

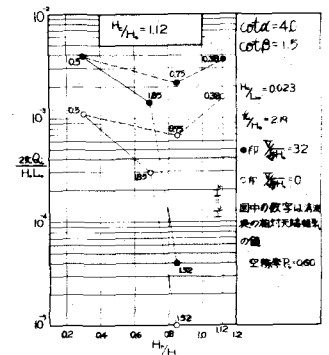


図-2 B, H_r, Q_i の関係

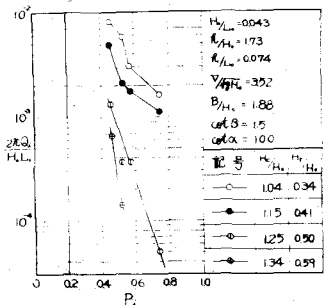


図-3 P_i と Q_i の関係

④越波の水塊を球とみなす場合
時刻 t における軌跡 (x, y) は

$$x = \frac{3}{16} \frac{\rho_a}{\rho} \frac{V_i^2}{d} t^2 - U_0 t \cos \phi \quad \text{----- (1)}$$

$$y = U_0 t \sin \phi - \frac{1}{2} g t^2 \quad \text{----- (2)}$$

ρ_a : 空気の密度, ρ : 海水の密度
 U_0 : パラペットを離れる水塊の初速
 d : 水塊の直径

$y = -H_c$ に落下するまでの所垂時間 t_1 は

$$t_1 = \frac{U_0 \sin \phi + \sqrt{U_0^2 \sin^2 \phi + 2gH_c}}{g} \quad \text{----- (3)}$$

温度 20°C ($\rho_a/\rho = 1/827$) として式(1), (2)を計算すれば図-7の点線 ($d=1.2$ および 3cm) のように軌跡が求まる。ただし $R/H_0=1.2$, $H_0=5.0\text{m}$, $U_0=55\text{m/sec}$, $\phi=70^\circ$ として計算した。

⑤越波の水塊を平板状とみなす場合

$$x = \frac{1}{2} \frac{\rho_a}{\rho} \frac{V_i^2}{b_0} t^2 - U_0 t \cos \phi \quad \text{----- (4)}$$

$$y = U_0 t \sin \phi - \frac{1}{2} g t^2 \quad \text{----- (5)}$$

式中, b_0 : 平板状の水塊の厚さ

前述の④と同様の条件で計算をすれば図-7の実線のような軌跡が求まる。ただし, $b_0=2, 3$ および 5cm 。

(4) 越波の排水計算

越波の排水を可能にする排水路および流出口の所要深さ, および所要幅は次式で求める。

$$h_d > h_m + Q_i/B + H_Q \quad \text{----- (6)}$$

i) 掃流排水方式 (水路勾配有り) の場合

式(6)において
$$h_m = \left(\frac{n \cdot g_i \cdot l}{i \cdot B'} \right)^{\frac{2}{3}} \quad \text{----- (7)}$$
 n : 水路の粗度係数
 g_i : 1秒間単位幅当りの越波水量

i : 水路勾配, B' : 排水路幅, l : 防波護岸の長さ。

$$H_Q = \frac{3}{4} \frac{1}{h_m} (Q_i \cdot h_Q)^{\frac{2}{3}} \quad \text{----- (8)}$$

ただし, $H_Q \leq (0.73 \sim 0.78) h_m$ ----- (9)

ii) 堰排水方式 (水路勾配無し) の場合

$$h_m = \left(\frac{g_i \cdot l}{\frac{2}{3} \cdot C \cdot \sqrt{2gB'}} \right)^{\frac{2}{3}} \quad \text{----- (10)}$$

いま, 図-8において, $g_i=0.05\text{m}^3/\text{sec}/\text{m}$, $N=0.015$, $l=1$

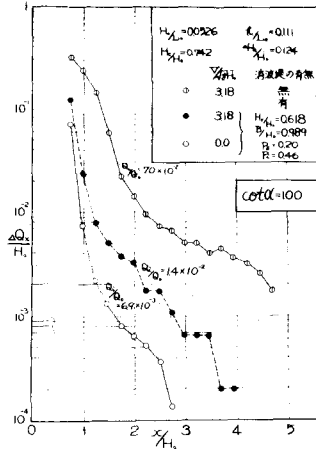


図-4 ΔQ_x と x の関係

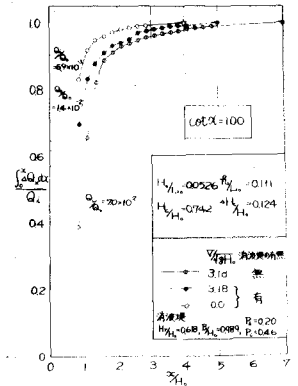


図-5 $\int_0^x \Delta Q_x / Q_x$ と x の関係

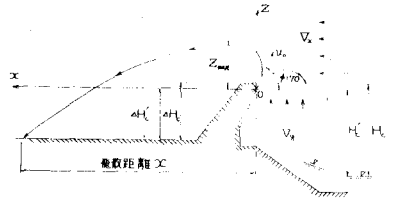


図-6 越波の飛散

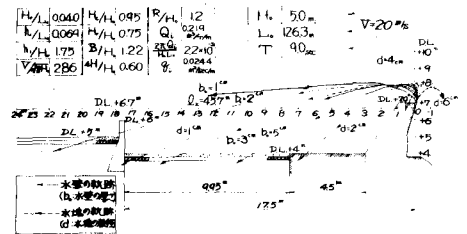


図-7 越波の飛散の軌跡 (計算値)

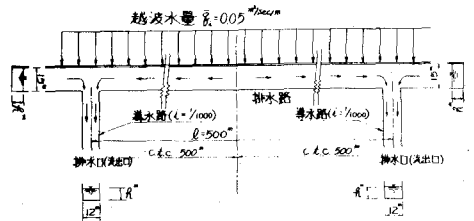


図-8 越波の排水計算

$l=500\text{m}$, $i=1/1000$, $B=15\text{m}$, $B'=12\text{m}$ と計算すれば i) 方式では $h_d > 0.706\text{m}$,
ii) 方式では $h_d > 1.99\text{m}$ となる。