

津波荷重の算定過程および載荷方法

1. レベル1津波（非越流時）

津波を考慮した胸壁の設計の考え方（暫定版）（案）の2.2(1)波力算定式の選択（非越流時）に示される①フルード数による津波波力算定法により算出する。

1.1 基本条件

基本条件を表 1 に示す。

表 1 基本条件一覧

海水に関する条件	
海水の単位体積質量 ρ_w (t/m ³)	1.03
海水の単位体積重量 γ_w (kN/m ³)	10.10
レベル1津波に関する条件	
進行波の最大流速 U (m/s)	5.10
進行波の最大水深 η_{max} (m)	2.48 2.36
堤防(水門)に関する条件	
必要堤防高(T.P. Om)	8.00
水門位置(高水敷高)(T.P. Om)	2.12 2.24
水門上端の高さ H _G (m)	5.88 5.76

※進行波の最大水深は TP+4.60m-TP+2.12m=2.48m

※進行波の最大水深は TP+4.60m-TP+2.24m=2.36m

1.2 算出過程および載荷方法

上述の設計の考え方示される式(1)に基づき、津波波力を算出する。

$$\frac{P_{max}}{\rho_w g \eta_{max}} = \alpha \left(1 - \frac{Z}{\alpha' \eta_{max}} \right) \quad 0 \leq \frac{Z}{\eta_{max}} \leq \alpha' \quad \text{式(1)}$$

ここに、 P_{max} ：最大波圧(kN/m²)、 g ：重力加速度(m/s²)、 α ：波圧に関する係数、 α' ：浸水高に関する係数 ($\alpha' = \max(3, \alpha)$)、 Z ：地盤から波圧作用位置までの高さ(m)である。

(1) α および α' の算出

フルード数 $F_r = \frac{U}{\sqrt{g \eta_{max}}} = \frac{5.10}{\sqrt{9.81 \times 2.48}} = 1.03$

$$F_r = \frac{U}{\sqrt{g \eta_{max}}} = \frac{5.10}{\sqrt{9.81 \times 2.36}} = 1.06$$

波圧に関する係数 : $\alpha = 1.0 + 1.35F_r^2 = 1.0 + 1.35 \times 1.03^2 = 2.44$
 $\alpha = 1.0 + 1.35F_r^2 = 1.0 + 1.35 \times 1.06^2 = 2.52$

浸水高に関する係数 : $\alpha' = \max(3, \alpha) = \max(3, 2.44) = 3$

$\alpha' = \max(3, \alpha) = \max(3, 2.52) = 3$

(2) 波圧強度の算定

算出した係数により、最大波圧は次の通りとなる。

最大波圧 : $p_{\max} = \rho_w g \eta_{\max} \alpha \left(1 - \frac{Z}{\alpha' \eta_{\max}} \right) = 61.2 \left(1 - \frac{Z}{7.44} \right)$

$p_{\max} = \rho_w g \eta_{\max} \alpha \left(1 - \frac{Z}{\alpha' \eta_{\max}} \right) = 60.0 \left(1 - \frac{Z}{7.08} \right)$

式(2)

(3) 波力の算定及び載荷方法

式(2)に基づき、水門前面への作用波力を算出する。図 1 には、進行波における波力分布図を示しており、この台形の分布荷重を水門前面に載荷する。

水門上端($Z=H_G=5.88\text{m}$) : $p_{\max.T} = 61.2 \left(1 - \frac{5.88}{7.44} \right) = 12.8 \text{ (kN/m}^2\text{)}$

水門上端($Z=H_G=5.76\text{m}$) : $p_{\max.T} = 60.0 \left(1 - \frac{5.76}{7.08} \right) = 11.2 \text{ (kN/m}^2\text{)}$

水門下端($Z=0\text{m}$) : $p_{\max.D} = 61.2 \left(1 - \frac{0}{7.44} \right) = 61.2 \text{ (kN/m}^2\text{)}$

$p_{\max.D} = 60.0 \left(1 - \frac{0}{7.08} \right) = 60.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$

作用波力 : $P = \frac{(p_{\max.T} + p_{\max.D})H_G}{2} = \frac{(12.8 + 61.2)5.88}{2} = 217.7 \text{ (kN/m)}$

$P = \frac{(p_{\max.T} + p_{\max.D})H_G}{2} = \frac{(11.2 + 60.0)5.76}{2} = 205.0 \text{ (kN/m)}$

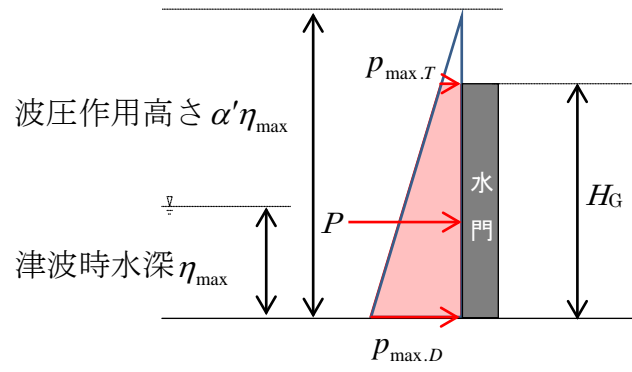


図 1 波力分布（非越流時）

2. レベル2津波（越流時）

津波を考慮した胸壁の設計の考え方（暫定版）（案）2.2 津波波力の算定法に示される(3)波力算定式の選択（越流時）により算出する。

2.1 基本条件

基本条件を表 2 に示す。なお、海水及び堤防(水門)に関する条件は、表 1 と同じである。

表 2 基本条件一覧

レベル2津波に関する条件	
水門前面の最大水深 η (m)	12.48 12.36

※進行波の最大水深は $TP+14.60m-TP+2.12=12.48m$

※L2 津波時の算定式には、進行波の最大水深 $TP+11.70m$ に水門による堰上がりを考慮した水深 $TP+14.60$ を用いる。

$$TP+14.6m - TP+2.24m = 12.36m$$

2.2 算出過程および載荷方法

上述の設計の考え方に示される式(3)に基づき、津波波力を算出する。なお、背面波力については、安全側への配慮から考慮しないこととする。

$$p_1 = \rho g \eta \times a_1 \quad , \quad p_2 = \frac{p_1(\eta - H_G)}{\eta} \quad \text{式(3)}$$

$$P = \frac{1}{2}(p_1 + p_2)H_G \quad \text{式(4)}$$

ここに、 p_1 ：水門下端の波圧(kN/m²)、 p_2 ：水門上端の波圧(kN/m²)、 a_1 ：波圧に関する係数である。

(1) a_1 の算出

水門前面の最大水深 η を用いる場合($0.4 \leq H_G/\eta < 1.0$)は、次式により算出する。

$$\text{波圧に関する係数} : a_1 = -0.17 \times \frac{H_G}{\eta} + 1.27 = -0.17 \times \frac{5.88}{12.48} + 1.27 = 1.19$$

$$a_1 = -0.17 \times \frac{H_G}{\eta} + 1.27 = -0.17 \times \frac{5.76}{12.36} + 1.27 = 1.19$$

(2) 波力の算定及び載荷方法

式(3)、(4)に基づき、水門前面への作用波力を算出する。図 2 には波力分布図を示しており、この台形の分布荷重を水門前面に載荷する。

水門下端 : $p_1 = 126.0 \times 1.19 = 150.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$

$$p_1 = 124.8 \times 1.19 = 148.7 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

水門上端 : $p_2 = \frac{150.0(12.48 - 5.88)}{12.48} = 79.3 \text{ (kN/m}^2\text{)}$

$$p_2 = \frac{148.7(12.36 - 5.76)}{12.36} = 79.4 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

作用波力 : $P = \frac{1}{2}(150.0 + 79.3)5.88 = 674.2 \text{ (kN/m)}$

$$P = \frac{1}{2}(148.7 + 79.4)5.76 = 656.7 \text{ (kN/m)}$$

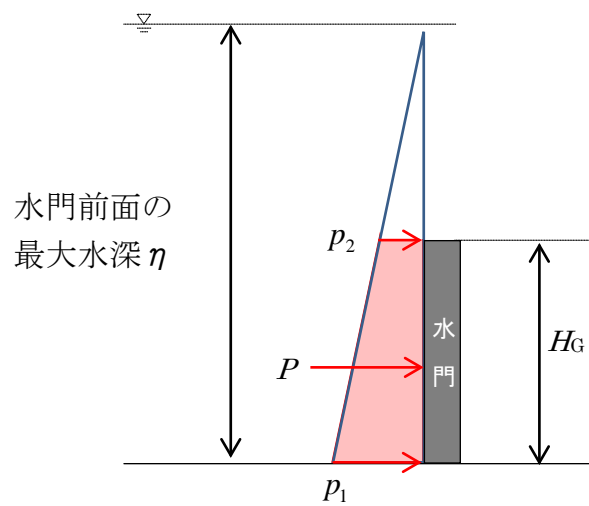


図 2 波圧分布 (越流時)