

徳島大学工学部 正会員 三井 宏

徳島大学工学部 学生員 〇川村 勇二

1. まえがき

波が防波堤に入射した場合、従来のカンフルー公式による波圧は防波堤前面において完全重複波、背後では静水として求めていた。ところが、実際には防波堤先端から回折・散乱波が発生するため、防波堤前面では極大・極小波高が発生し、背後では回折波が存在する。そこで、この現象を考慮した波圧を具体的に計算し、従来から行なわれていたところの前面が完全重複波、背後が静水とした場合の重複波圧を比較する。

2. 散乱波を考慮した場合の波圧

重複波の波圧を求めるにはカンフルー公式が用いられている。防波堤前面で散乱波のために生じる極大波高で重複波圧を計算するため、この式中の入射波高 H のかわりに、前面波高から換算した入射波高 H_1' を用いてみる。また、これまで防波堤背後を静水面と考えていたが、ここでは堤背後に回り込む回折波をも考慮するため、回折波高から換算した入射波高 H_2' により回折波による背後波圧も求める。このように換算すると H_1' 、 H_2' は次式のようになる。

$$H_1' = K_1 H / 2 \quad \text{----- (1)}$$

$$H_2' = K_2 H / 2 \quad \text{----- (2)}$$

$$K_1 = 2 + 1 / \sqrt{2 \pi^2 x / L \cdot (1 + \cos \alpha)} \quad \text{----- (3)}$$

$$K_2 = 1 / \sqrt{2 \pi^2 x / L \cdot (1 + \cos \alpha)} \quad \text{----- (4)}$$

ここに、 K_1 、 K_2 は波高1の入射波により生じる前面波高および背後の回折波高、 α は入射角、 H は入射波高を示す。図-1は防波堤に波高1の波が入射した場合の堤前面と背後の同時水位を示したもので、(a)、(b)、(c)は入射角がそれぞれ $\pi/2$ 、 $\pi/4$ 、 $3\pi/4$ の場合に生じる水位分布である。(a)図は防波堤に及ぼす波圧が最大になると考えられる時点のもの、すなわち、堤前面において重複波の山が発生したときの水位の分布を表わす。水位は極大・極小となっており散乱波の影響が現われていることがわかる。ここで、興味ある現象として、堤前面の極大水位に対し、堤背後は極小水位となっている。このことは、堤前面と背後において、散乱波の波高は等しいが、位相は π ずれている²⁾。したがって、堤前面では重複波の山と散乱波の山が重なって極大水位となるが、その丁度背面では回折波の谷が位置することにより極小水位が生じる。たとえば前面の第1次極大波高は $x/L = 0.375$ 地点に現われ、水位 η は約1.20となるが、背面では-0.2となる。そして、1波長間隔に極大水位が発生する。同様に、(b)、(c)図の堤合にも第1次極大波高発生地点はそれぞれ $x/L = 0.22$ 、1.28となり、水位はいずれも前面において $\eta = 1.2$ 、背後で $\eta = -0.2$ となる。ここで注意が必要なのは、(a)図で現われているような $\eta = 1$ 以上の第2、3の

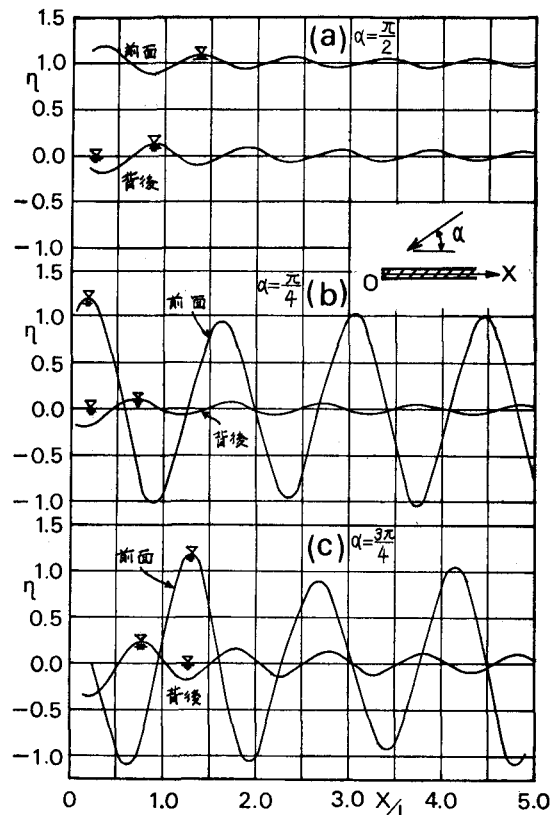


図-1 防波堤前面と背後の水位分布

極大水位が (b), (c) 図では現われていないことである。これは散乱波の波長と、重複波の山の間隔が一致していないだけであり、実際には時間の経過により第 2, 3 の極大水位が式 (5) の x_n 地点に発生すべきものである。

$$x_n/L = (\pi - 5/8)/(1 + \cos \alpha) \quad \text{----- (5)}$$

上で述べた第 1 次極大波高地点における波圧を図-2 のように示す。図-2 の P_1 は堤背後を静水と見なした場合の堤前面の重複波および散乱波による岸向きの波圧であり、 P_2 は堤前面を静水と見なした場合の回折波の谷による岸向きの波圧である。サンフルーの簡略公式に式 (1), (2) を代入すれば、図-2 の P_1, P_2, P_1', P_2' を与える式が得られる。

$$P_1 = (P_2 + \omega h) \left(\frac{H_1' + h_0}{h + H_1' + h_0} \right) \quad \text{----- (6)}$$

$$P_2 = \frac{\omega_0 H_1'}{\cosh(2\pi h/L)} \quad \text{----- (7)}$$

$$P_1' = \omega_0 (H_2' - h_0') \quad \text{----- (8)}$$

$$P_2' = \frac{\omega_0 H_2'}{\cosh(2\pi h/L)} \quad \text{----- (9)}$$

$$h_0 = \frac{\pi H_1'^2}{L} \coth \frac{2\pi h}{L} \quad \text{----- (10)}$$

$$h_0' = \frac{\pi H_2'^2}{L} \coth \frac{2\pi h}{L} \quad \text{----- (11)}$$

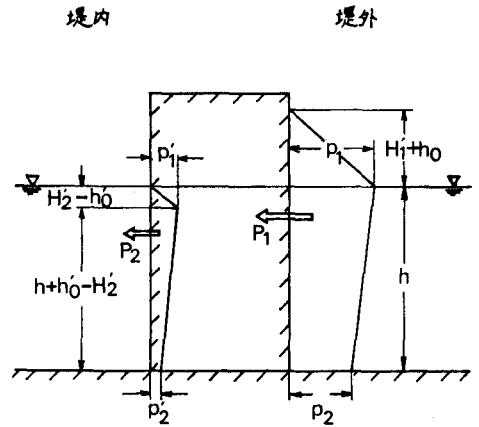


図-2 防波堤の波圧

上式による波圧算定の具体例として水深 $h = 15\text{m}$ の地点に設置し

た防波堤に波高 $H = 7\text{m}$, 周期 $T = 11\text{sec}$, 波長 $L = 100\text{m}$ の進行波が入射する場合の波圧を計算してみる。

- i) 前面は完全重複波高, 背後は静水: 129.0 t/m
- ii) 前面は第 1 次極大波高, 背後は静水: 162.6 t/m
- iii) 前面は第 1 次極大波高, 背後は回折波の谷: 178.3 t/m

i), ii) を比較すればわかるように, 前面の極大波高を考慮しただけでも完全重複より約 26.1% 波圧が増大する。

i), iii) を比較すれば, 完全重複波より 38.2% も大きいことがわかる。

3. 結 論

以上, 防波堤背後の回折波を考慮した場合の波圧と, 完全重複波の波圧を具体的に計算し比較した結果, 入射角によらず第 1 次極大波高による波圧は完全重複波の波圧に比べ約 4 割も増大することがわかった。

ここでは碎波圧の場合を論述しなかったが, 同様に背後の回折波を考慮する必要がある。すなわち, この場合には碎波するので, 堤脚水深により波高は限定される。この入射波高により底井公式などで算定するので, 防波堤前面における碎波圧は一樣になる。しかし, このような碎波圧が前面にかかった時点での堤背後における回折波の波圧分布は一樣でないのである。

参 考 文 献

- 1) 三井 宏・筒井 茂明: 海岸構造物不連続部の波高分布について (第 5 報), 第 17 回海岸工学講演会論文集, PP. 85~90, 1970.
- 2) 三井 宏・筒井 茂明: 海岸構造物不連続部の波高分布について (第 4 報), 第 16 回海岸工学講演会論文集, PP. 301~308, 1969.