

II-29

人工構造物による越波量の算定法

九州大学大学院 学生員 岡田知也 九州大学工学部 正会員 小松利光
九州大学総理工 正会員 松永信博 日本文理大学工学部 正会員 樋田 操
九州大学工学部 正会員 藤田和夫

1. はじめに

波浪エネルギーの有効利用法の一つとして、一様法面勾配をもつ越波堤部と広範囲に分布している波浪エネルギーを集めるV字状の集波堤部からなる3次元越波構造物を用いて波を効率良く越波させ、獲得された水位差と越波量を利用して一方向流れを発生させる技術が提案されている。このような技術は、半島や岬を横切って外海の海水を湾内に流入させたり、貧酸素化した底層部に溶存酸素の豊富な表層水を送り込んで水質浄化力の強化を図ることに利用可能である。

これまでの研究^{1),2)}では、3次元越波構造物に対して種々の2次元規則波、2次元不規則波、斜め入射波を入射させる実験を系統的に行い、獲得された越波量と水位差を定量的に評価した。そこで本報は、これまでの研究で得られた越波量の算定図を用いて、3次元越波構造物により獲得される越波量の算定の具体例を示すものである。

2. 越波量の算定

一様勾配の直線海浜に図-1に示す3次元越波構造物が設置された場合を想定する。集波堤出口幅 $B_O = 0.80$ m, 入口幅 $B_I = 6.00$ m, 集波比 $B_I/B_O = 7.5$, 集波堤の波の進行方向長さ $l = 4.00$ m, 越波堤の法面勾配 $\theta = 30^\circ$, 平均水面からの天端高 $h_C = 0.45$ m, 法先部での水深 $h = 2.00$ m である。以下、図-2に示すフローに従って算定を行う。入射波の沖波での条件を波高 $H_0 = 0.60$ m, 周期 $T = 4.0$ s, 波長 $L_0 =$

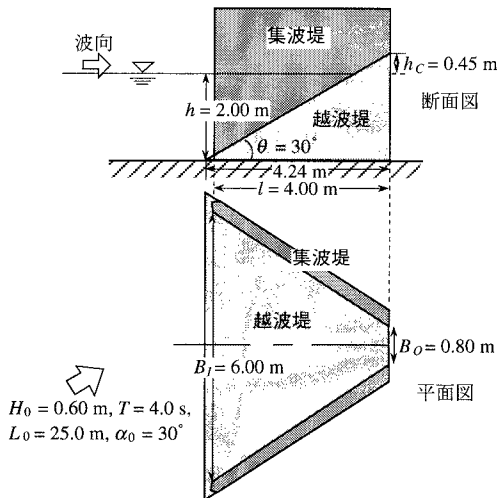


図-1 3次元越波構造物の寸法

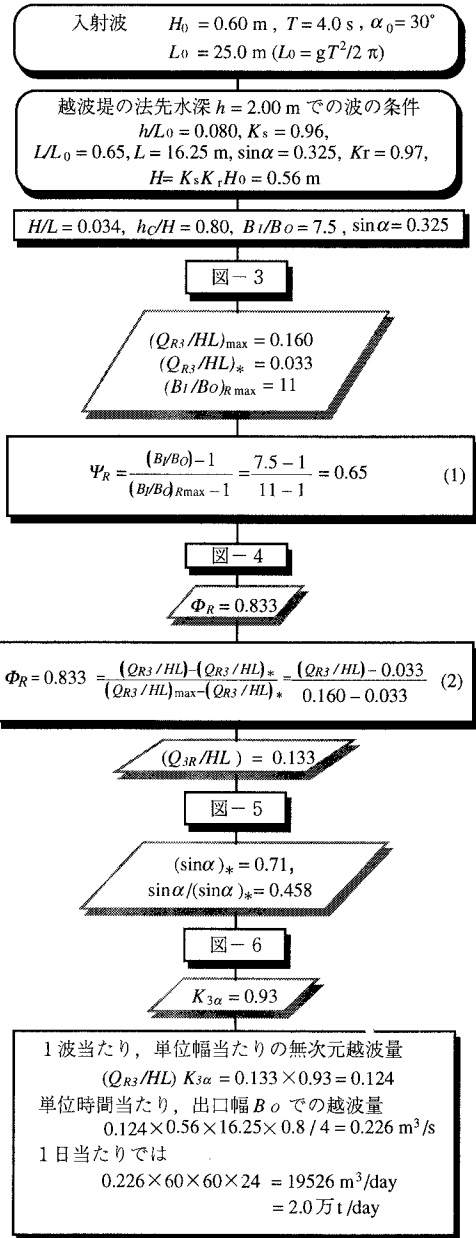


図-2 越波量算定の為のフローチャート

$1.56 \times 4.0^2 = 25.0 \text{ m}$ ，入射角 $\alpha_0 = 30^\circ$ とする。法先水深 $h = 2.00 \text{ m}$ の相対水深は $h/L_0 = 2/25 = 0.080$ であり浅水係数の算定図から $K_s = 0.96$ 。また、波長・波速の算定図から $L/L_0 = C/C_0 = 0.65$ であり、 $L = 16.25 \text{ m}$ および $\sin \alpha = C/C_0 \sin \alpha_0 = 0.65 \times 0.5 = 0.325$ ， $K_r = (\cos \alpha_0 / \cos \alpha)^{1/2} = 0.97$ を得る。よって $h = 2.00 \text{ m}$ の波高は $H = K_s K_r H_0 = 0.96 \times 0.97 \times 0.60 = 0.56$ 。従って、越波量へ影響力をもつ無次元パラメータは $h_c/H = 0.80$ ， $H/L = 0.034$ ， $\sin \alpha = 0.325$ となる。

$(Q_{R3}/HL)_{\max}$ と $(Q_{R3}/HL)_*$ を $h_c/H = 0.80$ ， $H/L = 0.034$ に対して図-3 から読みとると $(Q_{R3}/HL)_{\max} = 0.153$ ， $(Q_{R3}/HL)_* = 0.033$ 。ここで Q_{R3} は一波当たり単位出口幅当たりの越波量である。 $(Q_{R3}/HL)_{\max}$ は B/B_0 を 1~14 まで変化させた場合の Q_{R3}/HL の極大値， $(Q_{R3}/HL)_*$ は $B/B_0 = 1$ のときの Q_{R3}/HL の値である。また、 $Q_{R3}/HL = (Q_{R3}/HL)_{\max}$ のときの B/B_0 の値 $(B/B_0)_{\max}$ は、ほぼ一定値 11 をとる。越波量を普遍表示するにあたっては、次式を用いて Q_{R3}/HL と B/B_0 の規格化を行っている。

$$\Psi_R = \frac{(B/B_0) - 1}{(B/B_0)_{\max} - 1}, \quad \Phi_R = \frac{(Q_{R3}/HL) - (Q_{R3}/HL)_*}{(Q_{R3}/HL)_{\max} - (Q_{R3}/HL)_*} \quad (1), (2)$$

よって (1) 式から $\Psi_R = 0.65$ 。図-4 から Φ_R を $\Psi_R = 0.65$ に対して読みとると $\Phi_R = 0.833$ 。(2) 式から $Q_{R3}/HL = 0.133$ となる。

さらに、斜め入射波の影響を考慮した越波量を求めるには減少係数 $K_{3\alpha}$ が必要である。図-5 から h_c/H と B/B_0 に対応する $(\sin \alpha)_*$ が 0.71 と求められ、 $\sin \alpha / (\sin \alpha)_* = 0.325 / 0.71 = 0.458$ 。図-6 から $K_{3\alpha} = 0.93$ を得る。従って、無次元越波量は $K_{3\alpha} Q_{R3}/HL = 0.93 \times 0.133 = 0.124$ となる。

これらから出口幅当たり単位時間当たりに獲得される越波量は $(K_{3\alpha} Q_{R3}/HL) B_0 T H L = 0.124 \times 0.56 \text{ m} \times 16.25 \text{ m} \times 0.80 \text{ m} / 4 \text{ s} = 0.226 \text{ m}^3/\text{s}$ となる。潮汐に伴う水位差 h_c の変化による越波量への影響は、図-3 の $(Q_{R3}/HL)_{\max}$ と $(Q_{R3}/HL)_*$ を変化した h_c に応じて随時対応させて考えればかなり取り込むことができるが、実際には水深も変化するため完全に取り込むのは容易ではない。ここでは簡単化し、干潮時での水位差増大による越波量の減少と満潮時での水位差減少による越波量の増大がほぼ等しいと仮定する。このとき一日当たり 2.0 万 t/day の越波量が獲得されることとなる。

3. おわりに

ある寸法を持った3次元越波構造物に規則波が入射した場合の越波量の算定を行ったが、逆に、必要水位差と所要越波量が与えられた場合の最適な構造物寸法の決定も可能である。また、不規則波に対しても同様に越波量の算定および最適な構造物寸法の決定が可能になっている。

参考文献

- 小松ら：3次元構造物によって効率的に獲得された越波量，水工学論文集，第38巻，pp. 493-497，1994。
- 油谷ら：前面に直立壁を持つ越波構造物による効率的な越波量・水位差の獲得，海岸工学論文集，第42巻，pp. 1001-1005，1995。

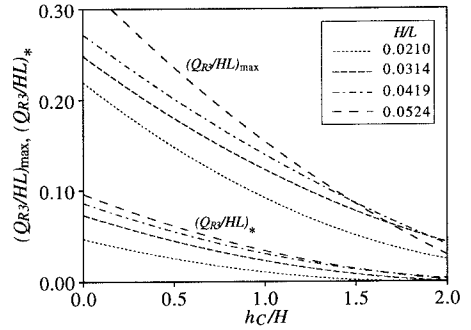


図-3 $(Q_{R3}/HL)_{\max}$ および $(Q_{R3}/HL)_*$ と h_c/H の関係

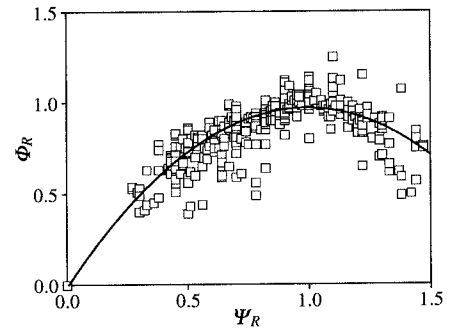


図-4 Q_{R3}/HL の普遍表示

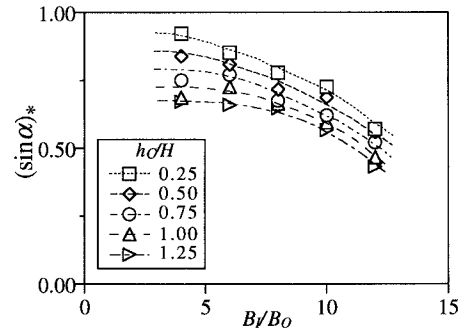


図-5 $(\sin \alpha)_*$ と B/B_0 の関係

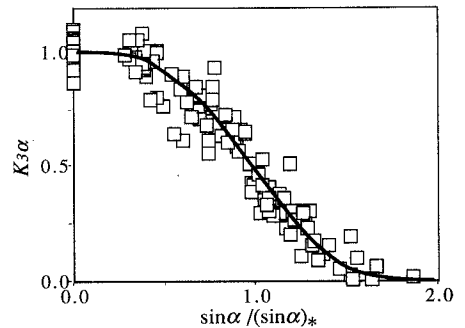


図-6 $K_{3\alpha}$ の普遍表示