

越波による水位差獲得に関する基礎的研究

九州大学工学部 学生員○岡田 知也
九州大学工学部 正 員 小松 利光
九州大学総理工 正 員 松永 信博
日本文理大学 正 員 櫛田 操
九州大学工学部 正 員 藤田 和夫

1. 緒言

海洋・大気に内在する自然エネルギーを利用して湧昇流や下降流を発生させることにより、海域の水質改善を行ったり人工漁場を開発したりする計画が現在検討されている。自然エネルギーの有効な利用法の一つとして、人工構造物を用いて波浪を増幅させた後、越波させることにより獲得された水位差を利用することが考えられる。本研究は、最も効率的に越波量を獲得するための構造物の設計指針を確立することを目的としている。

2. 実験条件および実験方法

実験は、長さ40m、幅25m、深さ1mの大形平面造波水槽を用いて行った。水槽中央に、越波堤に集波堤を取り付けた3次元構造物を設置し、2次元規則波を堤内に入射させた。3次元構造物に関する諸量は、図-1で定義されている。

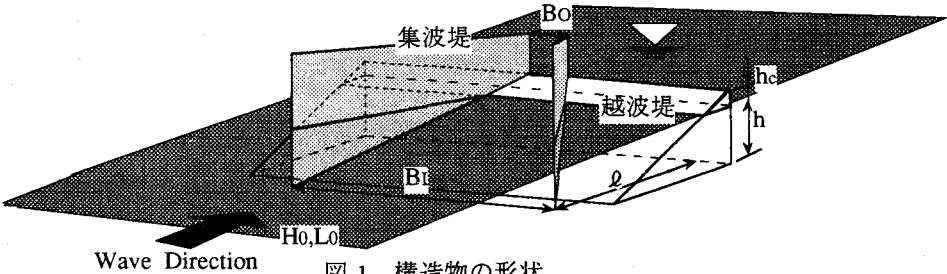


図-1 構造物の形状

全ての実験において、平均水深 h は 50cm、波の周期は1.3秒とする。したがって、微小振幅波理論から沖波波長 L_0 は 264cmとなる。増輪は越波堤のみの場合の2次元越波量の研究結果から、最大越波量をとる条件を与えている。これらのデータを参考にして、今回の実験では、 $H_0/L_0=0.05$, $h_c/H_0=0.5$, $\cot\theta=1.73$ を採用することにした。沖波波高 H_0 は13.2cm、天端高 h_c は6.6cm、のり面勾配角度 θ は30度となる。

越波量に関する諸量を次元解析により無次元表示すると

$$\frac{Q_3}{Q_2} = f\left(\frac{B_1}{B_0}, \frac{B_0}{l}, \frac{l}{L_0}\right) \tag{1}$$

となる。ここで Q_2 は、越波堤のみの場合の越波量すなわち2次元越波量、 Q_3 は越波堤と集波堤の3次元構造物で得られる越波量すなわち3次元越波量を表す。なお、越波量に関与する他の諸量は、全て Q_2 に含まれているものとする。

予備の実験から、越波量は B_0/l にそれ程強くは依存しないことが分かったので、最適値に近い値と思われる 0.2 に固定して、次式で表すことにする。

$$\frac{Q_3}{Q_2} = f\left(\frac{B_0}{l}\right) \cdot f\left(\frac{B_1}{B_0}, \frac{l}{L_0}\right) \tag{2}$$

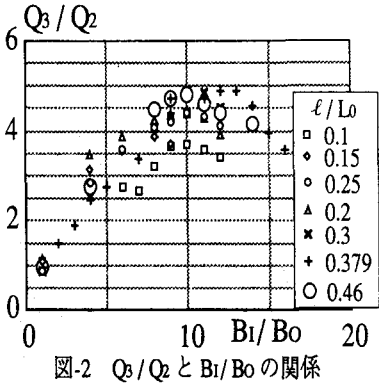


図-2 Q_3/Q_2 と B_1/B_0 の関係

残りの2つのパラメータについては、 $B_1/B_0=1\sim 16$, $\ell/L_0=0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3, 0.379, 0.46$ と独立に変化させて実験を行った。

3. 実験結果およびその考察

図-2は、 Q_3/Q_2 と B_1/B_0 の関係を ℓ/L_0 をパラメータとして示したものである。

Q_3/Q_2 と B_1/B_0 の関係を普遍表示するために、図-3に示されるような代表諸量を定義する。 $(Q_3/Q_2)_{\max}$ は最大無次元越波量であり、そのときの B_1/B_0 の値を $(B_1/B_0)_{\max}$ とする。 $B_1/B_0=1$ と $(B_1/B_0)_{\max}$ を1:2に内分する B_1/B_0 の値を $(B_1/B_0)_{1/3\max}$ とし、その時の無次元越波量を $(Q_3/Q_2)^*$ と定義する。図-4はこれらの代表量を読み取り Q_3/Q_2 を規格化したものであり、 Φ と Ψ を次のように定義する。

$$\Phi = \frac{\left(\frac{Q_3}{Q_2}\right) - \left(\frac{Q_3}{Q_2}\right)^*}{\left(\frac{Q_3}{Q_2}\right)_{\max} - \left(\frac{Q_3}{Q_2}\right)^*}, \quad \Psi = \frac{\left(\frac{B_1}{B_0}\right) - 1}{\left(\frac{B_1}{B_0}\right)_{\max} - 1} \quad (3)$$

$\Psi=1$ 付近で若干のばらつきがみられるが、最小二乗近似で得られた実線から $\Psi=0.3\sim 1.0$ で Φ がかなりよく普遍表示されていることが分かる。

図-4から任意の B_1/B_0 に対する Q_3/Q_2 を算定するには、水理条件 B_0, B_1, ℓ, L_0 から $(Q_3/Q_2)_{\max}, (Q_3/Q_2)^*, (B_1/B_0)_{\max}$ が評価される必要がある。

図-5は $B_0/\ell=0.2$ のときの $(Q_3/Q_2)_{\max}, (Q_3/Q_2)^*$ と ℓ/L_0 の関係であり、図-6は $(B_1/B_0)_{\max}$ と ℓ/L_0 の関係である。

沖波波高 H_0 、沖波波長 L_0 の波が入射してくる海域において3次元構造物の形状が設定されたならば($hc/H_0=0.5$ と限定されているが)、図-5, 6より $(Q_3/Q_2)_{\max}, (Q_3/Q_2)^*, (B_1/B_0)_{\max}$ を読み取ることが出来る。また図-4にその値を代入すれば、構造物の設計条件である B_1/B_0 に応じた無次元越波量 Q_3/Q_2 を求めることが出来る。

これらの結果により、最大越波量が得られる形状決定のみならず、海岸地形、波の状態、構造物の構造力学的制約、コスト等、様々な要求に応じた多様な構造物の越波量を推定することが可能となる。

最後に本研究を行うに当たり、実験に協力頂いた日本文理大海岸研の江口君・河地君・下地君・濱田君・乃村君に深く感謝致します。

【参考文献】

- 1) 小松利光・松永信博・増輪一彦・榎田操・藤田和夫：二次元越波堤による波浪エネルギーに関する基礎的研究，海洋開発論文集，Vol.8, pp.105-110, 1992

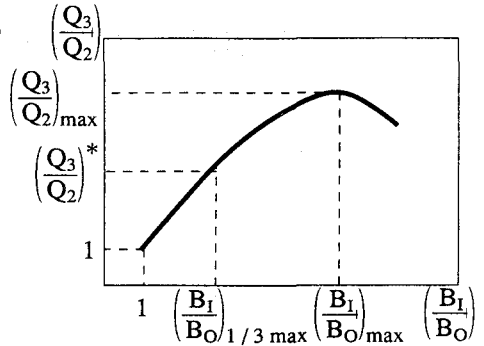


図-3 無次元越波量を普遍表示するため代表諸量

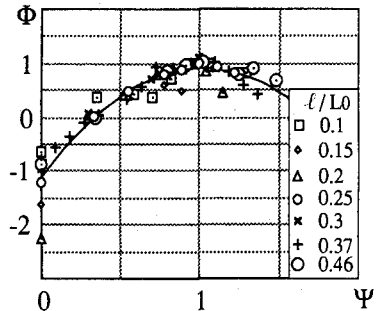


図-4 Φ と Ψ の関係

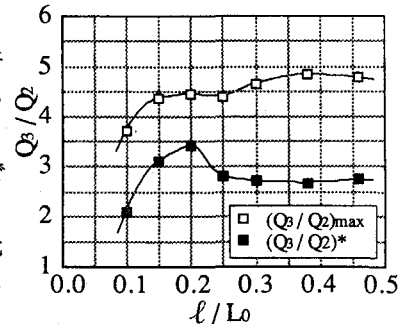


図-5 $(Q_3/Q_2)_{\max}, (Q_3/Q_2)^*$ と ℓ/L_0 の関係

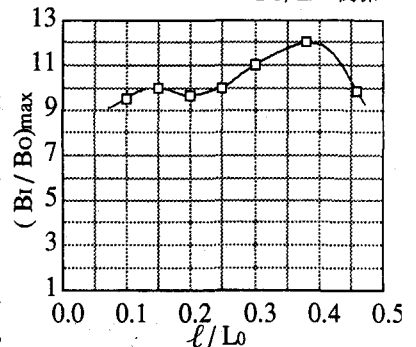


図-6 $(B_1/B_0)_{\max}$ と ℓ/L_0 の関係