

3次元構造物によって効率的に獲得された越波量

日本文理大学 学生員 ○石丸 尚宏 正員 樋田 操

九州大学 正員 小松 利光 正員 松永 信博 学生員 岡田 和也

1、はじめに 自然エネルギーを利用して人工湧昇流や下降流を定常的に発生させることにより、海水交換を促進させて浄化したり、人工漁場を開発することが考えられる。著者らは自然エネルギーの有効な利用法の一つとして、3次元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方法を提案した。本研究は、越波堤にV字状集波堤を取り付けた3次元構造物の模型に対して、構造物の形状諸元を系統的に変化させた場合の越波量を測定し、その定量化を試みたものである。

2、実験方法 実験は、長さ40cm、幅25m、深さ1mの大型平面水槽を用いて行った。水槽中央に3次元構造物を設置し、2次元規則波を入射させた。3次元構造物に関する諸量は図-1で定義されている。ここに、 H_o :沖波波高、 L_o :沖波波長、 B_i :集波堤の入口幅、 B_o :集波堤の出口幅、 h_c :越波堤天端の静水面上の高さ、 h :平均水深、 l :集波堤長の入射波高方向への投影長さ、 θ :越波堤の法面勾配である。越波量は、入射波が安定してから反射波の影響が現れるまでの連続3波を測定した。この測定を3回～5回繰り返すことにより越波量の平均値を求めた。この越波量を測定波数と B_o で割ることにより、3次元構造物の単位幅1波当りの越波量 Q_3 ($\text{cm}^3/\text{1波}$)とした。 Q_3 は図-1に定義された8つの量に依存するので、次元解析を行うと、無次元越波量 Q_3/H_oL_o は、

$$Q_3/H_oL_o = f(H_o/L_o, h_c/H_o, h/L_o, \cot\theta, B_i/B_o, B_o/l, l/L_o) \quad (1)$$

で表わされる。本研究では、越波堤の2次元実験の結果より、最適法面勾配として $\theta=30^\circ$ に固定した。水深は、 $h=50\text{cm}$ に固定し、入射波は $L_o=264\text{cm}$ 、 $H_o=13.2\text{cm}$ ($H_o/L_o=0.05$)の1条件とした。また、 Q_3 の B_o/l の依存性はそれほど強くないことから、 $B_o/l=0.2$ に固定した。従って、(1)式は

$$Q_3/H_oL_o = f(h_c/H_o, B_i/B_o, l/L_o) \quad (2)$$

に簡単化される。表-1に実験条件を示す。表中の3つの無次元パラメータ h_c/H_o 、 B_i/B_o 、 l/L_o の値はそれぞれ独立に変えられた。

3、実験結果とその考察 l/L_o のそれぞれの値に対して、無次元越波量 Q_3/H_oL_o と集波比 B_i/B_o との関係を h_c/H_o をパラメータとして調べた結果、いずれの条件においても B_i/B_o が増加するにつれて Q_3/H_oL_o は増大し、極大値に達した後減少する傾向が見られた。 Q_3/H_oL_o と B_i/B_o の関係を普遍表示するために無次元越波量と集波比に関する代表量を図-2で定義する。 $(Q_3/H_oL_o)_{\max}$ は最大無次元越波量であり、その値における集波比を $(B_i/B_o)_{\max}$ とする。 $(Q_3/H_oL_o)_*$ は、 $B_i/B_o=1.0$ つまり集波効果がない場合における越波量とする。図-3は、図-2で定義した代表量を用いて、無次元越波量を規格化したものである。ここで Φ と Ψ は、

$$\Phi = \frac{(Q_3/H_oL_o) - (Q_3/H_oL_o)_*}{(Q_3/H_oL_o)_{\max} - (Q_3/H_oL_o)_*}, \quad \Psi = \frac{(B_i/B_o) - 1}{(B_i/B_o)_{\max} - 1} \quad (3)$$

と定義する。図中の曲線は、これらのデータに対する最小二乗近似曲線である。 $\Psi=0.5$ 付近で多少のばらつきが見られるものの、無次元越波量は近似曲線で十分普遍表示されることが分かる。任意の B_i/B_o 、 l/L_o 、 h_c/H_o の値に対して、図-3を用いて越波量を算出するには、代表量 $(Q_3/H_oL_o)_{\max}$ 、 $(Q_3/H_oL_o)_*$ 、 $(B_i/B_o)_{\max}$ の定量化が必要である。図-4は、 $(Q_3/H_oL_o)_{\max}$ を、図-5は $(Q_3/H_oL_o)_*$ を l/L_o をパラメータとして h_c/H_o に対してプロットしたものである。両者とも l/L_o に依存せず、 h_c/H_o の増加とともに減少することが分かる。図-6は、 $(B_i/B_o)_{\max}$ と h_c/H_o との関係を、 l/L_o をパラメータとして示したものである。 l/L_o の値に対して多少のばらつきが見られるものの図中の実線ではほぼ近似できると思われる。以上のことから、図、3、4、5、6を用いることにより、計画対象海域において最適な3次元構造物の設計条件が決定されることになる。

参考文献1) 小松利光他4名：二次元越波堤による越波エネルギー獲得に関する基礎研究、海洋開発論文集vol.8, pp.105-110, 1992.

2) 小松利光他4名：V字状集波堤による二次元規則波の増幅率に関する基礎研究、水工学論文集、第36巻、pp.717-720, 1992.

3) 岡田和也他4名：越波による水位差獲得に関する基礎的研究、平成4年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集、pp.142-143, 1993.

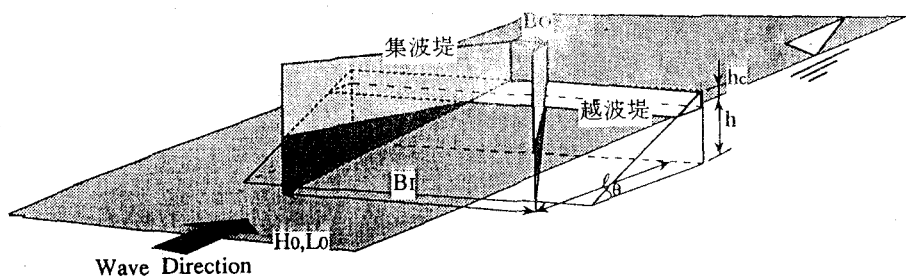


図-1 3次元構造物の形状様式

表-1 実験条件

hc/H_0		B_1/B_0	l/L_0	
0.25	0.50	1 ~ 14	0.10	0.15
0.75	1.00		0.20	0.25
1.25	1.50		0.30	0.379
			0.46	

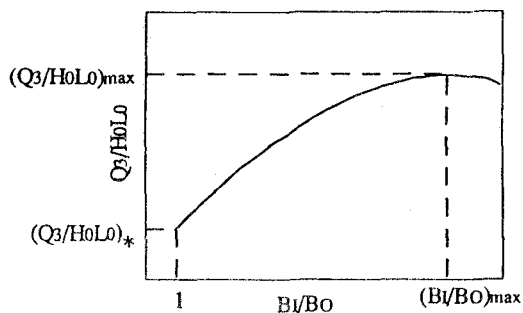


図-2 普遍表示するための代表諸量の定義図

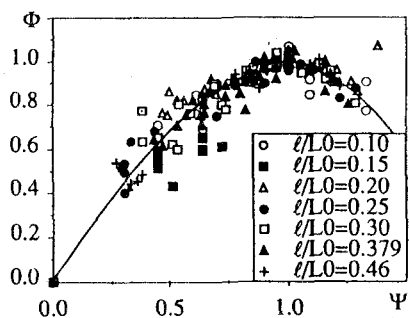


図-3 Φ と Ψ の関係

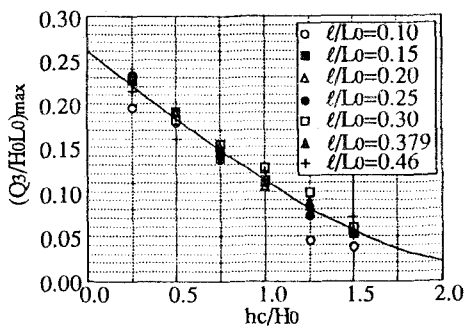


図-4 $(Q_3/H_0Lo)_{\max}$ と hc/H_0 の関係

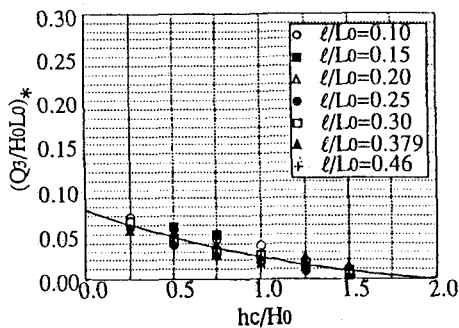


図-5 $(Q_3/H_0Lo)_*$ と hc/H_0 の関係

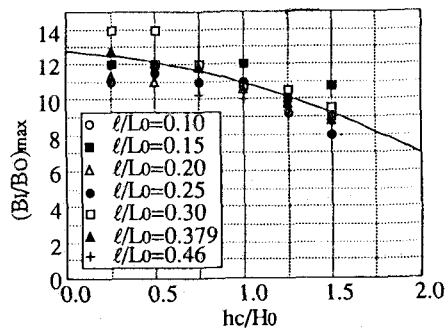


図-6 $(B_1/Bo)_{\max}$ と hc/H_0 の関係