

二次元規則波による越波量の評価

九州大学 大学院 学生員 ○増輪一彦
 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
 九州大学 工学部 正会員 藤田和夫

1.はじめに

海洋に内在する自然エネルギーを利用することにより、沿岸海域の水質改善や人工漁場の開発を試みる研究¹⁾が盛んに行われている。その一環として、先に著者ら²⁾は前面に一樣勾配を設けた堤体—これを越波堤と称す—による越波現象を利用して波浪エネルギーを位置エネルギーに変換する水理模型実験を行った。そして、様々な入射波に対する越波堤の最適勾配および越波量を定量的に評価した。本研究の目的は、前回の研究では検討されなかった越波堤前面の水深—これを法先水深と称す—と越波量との関係について明かにすることである。

2.実験について

一周期、単位幅当りの越波量 Q は、沖波波高 H_0 、沖波波長 L_0 、法先水深 h 、 $\cot\theta$ および天端高 h_c に依存するものと考えられる。これらの関係は次元解析の結果、5つの無次元量によって次のように表示される。

$$Q/H_0L_0 = f\{H_0/L_0, h_c/H_0, \cot\theta, h/L_0\}$$

これによれば、無次元越波量 Q/H_0L_0 に対するそれぞれの無次元パラメータの影響が、互いに独立に評価される必要がある。前回著者らは無次元パラメータ h/L_0 の影響が他の無次元パラメータ H_0/L_0 、 h_c/H_0 、 $\cot\theta$ に比べて無視しうとの立場から、 Q/H_0L_0 と H_0/L_0 、 h_c/H_0 、 $\cot\theta$ との関係を互いに独立に評価し、任意の入射波、越波堤に対する越波量の普遍表示を得た。しかし、宮江ら³⁾は越入エネルギー $\eta(\equiv 32\pi h_c Q/gT^2H_0^3)$ が h/L_0 に依存することを指摘している。そこで、本研究では Q/H_0L_0 に対する h/L_0 の効果を明かにするために h/L_0 を種々変化させた実験を行った。

実験には、長さ16m、高さ0.6m、幅0.25mの二次元造波水槽を用い、海底勾配を1/30に設定した。装置の概観を図-1に示す。

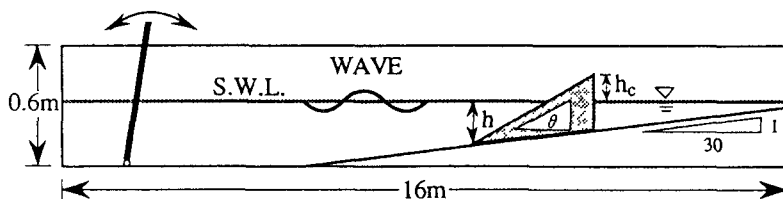


図-1 実験装置

水槽平坦部の水深は、常に35cmに保たれた。波は周期 T を0.8secに設定し、造波板の振幅を変えることにより2種類作られた。微小振幅波理論より沖波波長 L_0 は波によらず99.8cmとなる。比水深 h/L_0 は越波堤を3つの法先水深 h に設置することによって変えられた。法先水深 h は碎波水深より大きくとられている。越波堤の天端高 h_c は、越波を生じる範囲で適当に変えられた。沖波波形勾配 H_0/L_0 、法先水深 h 、比水深 h/L_0 およびアーセル数 $Ur(\equiv gHT^2/h^3)$ を表-1に示す。

表-1 実験条件

H_0/L_0	$h(\text{cm})$	h/L_0	Ur
2.75×10^{-2}	1.01	0.100	15.4
	8.50	0.085	22.0
	6.80	0.068	35.4
3.63×10^{-2}	1.01	0.100	22.4
	8.50	0.085	32.8
	6.80	0.068	61.6

図-2は、 $(Q/H_0L_0)_{\max}$ を生じる $(\cot\theta)_{\max}$ と H_0/L_0 との関係を示したものである。また、図中の実験はMiche⁴⁾によるもので、角度 α の一樣斜面上で碎波を生じない限界波形勾配 $(H/L)_{\text{cri}}$ が次のように与えられる。

$$(H/L)_{\text{cri}} = \sqrt{2\alpha/\pi} \sin^2 \alpha / \pi$$

波形勾配がこれより大きい場合は斜面上で碎波を生じ、小さい場合は碎波せずに遡上する。この限界条件において、入射波はエネルギーを失うことなく斜面を遡上するため最大越波を生じることが予想される。実際、Micheの式と実験結果とを比較しても両者はよく一致しており、これを最大越波を生じる条件式と見なしてもよいと思われる。

今回行われた実験では、図-2より最大越波を生じるように $\cot\theta=2$ と決定された。したがって、 Q/H_0L_0 に対し $\cot\theta$ の影響は除かれており、 h/L_0 と H_0/L_0 の効果をみる実験が行われたことになる。

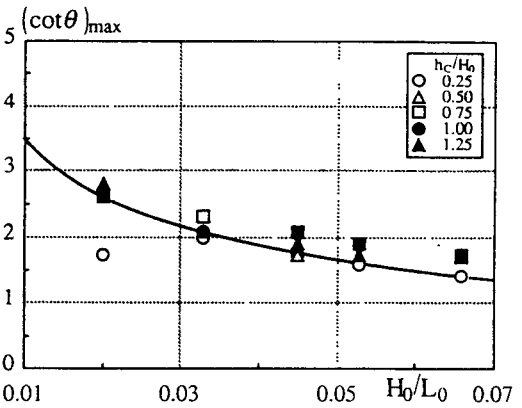


図-2 最大越波を生ずる法面勾配と沖波波形勾配の関係

3. 実験結果およびその考察

図-3は、 Q/H_0L_0 と h/L_0 との関係を示したものである。図中の×印は、図-2にプロットされた各々の点に対応する Q/H_0L_0 すなわち $(Q/H_0L_0)_{\max}$ の値に相当する。

この図から無次元越波量 Q/H_0L_0 は2つの無次元パラメータ h/L_0 および H_0/L_0 に依存せず、相対天端高 h_c/H_0 が増加するにつれほぼ線型的に減少することが明かとなった。

4. おわりに

今回の実験では、 h/L_0 が0.068～0.100の範囲で行われ、 Q/H_0L_0 は h/L_0 あるいはアーセル数 Ur によらないことが示されたが、宮江らによれば、

h/L_0 が0.030～0.040の範囲で η が最大値をとるとされている。これは、越波堤の前面に集波堤を設けた場合の結果ではあるが、本研究の結果とは矛盾するものである。今後、 h/L_0 が可能な限り小さい範囲までの実験を行い、越波量に及ぼす比水深の効果をより詳細に調べる予定である。

最後に、本研究は人工湧昇流開発利用研究会の援助を受けて行われたことを付記する。

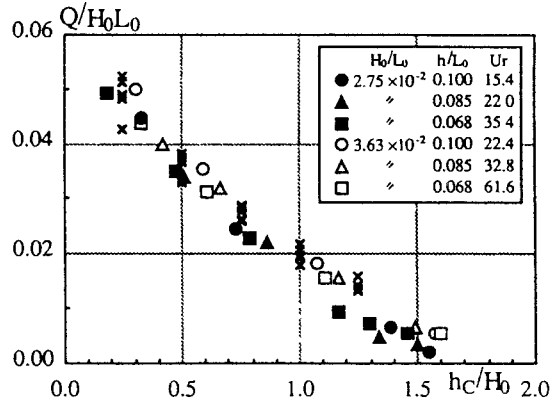


図-3 無次元越波量と無次元天端高の関係

【参考文献】

- 1) 川村正司・他4名：海岸工学論文集，第36巻，pp.623～627，1989.
- 2) 小松利光・他5名：水工学論文集，第35巻，pp.549～554，1991.
- 3) 宮江伸一・手操能彦：第1回波浪エネルギー利用シンポジウム，pp.145～154，1984.
- 4) 高田彰：土木学会論文報告集，第182号，pp.19～30，1970.