

二次元規則波による最大越波量の評価

九州大学工学部	学生員	○増輪	一彦
九州大学工学部	正会員	小松	利光
九州大学工学部	正会員	松永	信博
日本文理大学工学部	正会員	櫛田	操

1. 緒言：1988年から、土木学会水理委員会に環境水理部会が設置されたが、それ以後の打ち合せにより「海域における人工湧昇流の発生とその応用」が基本テーマの1つとして決定された。さらに議論を重ね、沿岸環境の保全と人工漁場の開発といった、より現実的な問題へと発展させることが必要であるとの結論に達した。この研究プロジェクトの目的は、海洋・大気に内在している自然エネルギーを利用して沿岸海域の水質改善を図り、また、湧昇流を発生させ人工漁場を開発しようとするものである。

我々のプロジェクトチームは沿岸の波浪を人工構造物を用いて越波させ、水位差を獲得し、導水パイプで深層に表層水を送り込むことによって人工湧昇流を発生させる方法を考案した。また、水質が悪化している閉鎖性内湾を埋設パイプで外海と結び、外海のきれいな海水を越波により獲得された水位差を利用して流入させ、湾内の水質改善を図ることも可能である。

これまで海岸工学において越波に関する数多くの研究¹⁾がなされてきたが、これらは堤内地の保護のため極力越波を防ぐという立場からのものであった。本研究では、それとは逆により多くの越波量および水位差を得るためにどのような構造物をつくればよいかという点が主目的となる。すでに、このような立場から越波の研究がなされた例²⁾は2, 3ある。しかしながら、これら2つの研究において、獲得された最大越波量が十分正確に、また普遍的に評価されているとはいえない。本研究の目的は、二次元規則波が入射したとき、越波によって効率よく水位差を獲得するために最も有利な二次元構造物の形状を決定すると同時に、最大越波量の定量的評価を行うことである。

2. 実験結果およびその考察：単位幅当り1入射波による越波量 Q は、沖波波長 L_0 、沖波波高 H_0 、天端高 h_c 、堤脚水深 h および堤体のり面角度 θ に依存するものと考えられ、以下の議論では、無次元越波量 $Q/H_0 L_0$ と沖波波形勾配 H_0/L_0 、相対天端高 h_c/H_0 、 $\cot \theta$ との関係が明らかにされている。

$Q/H_0 L_0$ と $\cot \theta$ の関係を普遍表示するために、図-1に示されるように代表諸量を定義する。 $(Q/H_0 L_0)_{\max}$ は無次元最大越波量であり、そのときの $\cot \theta$ の値を $(\cot \theta)_{\max}$ とする。 $(\cot \theta)_{\max}/2$ における無次元越波量を $(Q/H_0 L_0)^*$ と定義する。図-2はこれらの代表量を読み取り、 $Q/H_0 L_0$ を規格化したものである。 $\cot \theta / (\cot \theta)_{\max} > 2$ と $\cot \theta / (\cot \theta)_{\max} < 1/2$ ではデータにかなりのばらつきが見られる

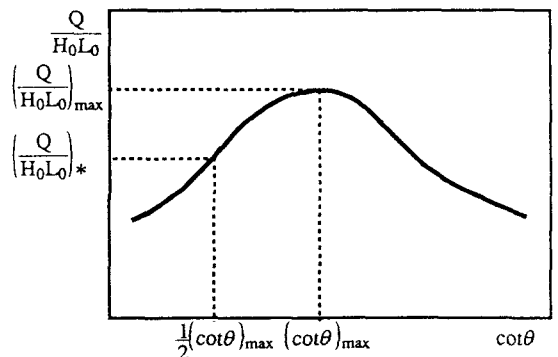


図-1 無次元越波量を普遍表示するための代表諸量

が、最小二乗近似で得られた実線によって、最大値付近の越波量はかなりよく普遍表示されることがわかる。図-2 から最大越波量を算定するには水理条件 $\cot \theta$, h_c , H_0 , L_0 を用いて $(Q/H_0 L_0)_{\max}$, $(Q/H_0 L_0)^*$, $(\cot \theta)_{\max}$ が評価される必要がある。図-3 は、 H_0/L_0 を変化させたときの $(Q/H_0 L_0)_{\max}$ と h_c/H_0 との関係を示した図である。 $(Q/H_0 L_0)_{\max}$ は H_0/L_0 にはほとんど依存せず h_c/H_0 が増加するに連れて単調に減少することがわかる。図-4 は $(Q/H_0 L_0)^*$ と h_c/H_0 の関係を示している。 $(Q/H_0 L_0)^*$ もまた H_0/L_0 に依存せず h_c/H_0 が増加するにつれ減少する。従って、 $(Q/H_0 L_0)_{\max}$ および $(Q/H_0 L_0)^*$ は h_c/H_0 のみの関数として、それぞれの図中で示された最小二乗近似曲線で与えられるものと考えられる。図-5 は $(\cot \theta)_{\max}$ と H_0/L_0 の関係を示している。 H_0/L_0 の変化により $(\cot \theta)_{\max}$ の値も多少の幅をもつが、図中の実線で示されているように $2.02 \times 10^{-2} < H_0/L_0 < 6.59 \times 10^{-2}$ の波に対し無次元越波量を最大にするのり面勾配 $\tan \theta$ は $1/\sqrt{3} \sim 1/2.5$ の範囲の値をとることがわかる。

従って、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、水位差を獲得し海水交換や湧昇流の発生のために必要な水位差 h_c が与えられた場合、図-2, 3, 4, 5 を用いることにより堤体の最適のり面勾配と最大越波量が決定されるのみならず任意のり面勾配に対する越波量の評価も可能となる。今後は、平面造波水槽を用いて集波堤の最適形状を決定し、得られる最大越波量を評価する予定である。

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。

参考文献

- 1) 合田良実：防波堤の越波流量に関する研究，第9巻，第4号，p. 1-41, 1970
- 2) 宮江伸一・手繰能彦：集波堤による波浪エネルギーの位置エネルギーへの変換実験，第1回波浪エネルギー利用シンポジウム，pp. 145-154, 1984

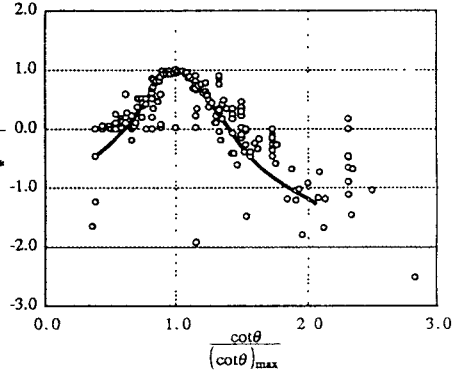


図-2 無次元越波量の普遍表示

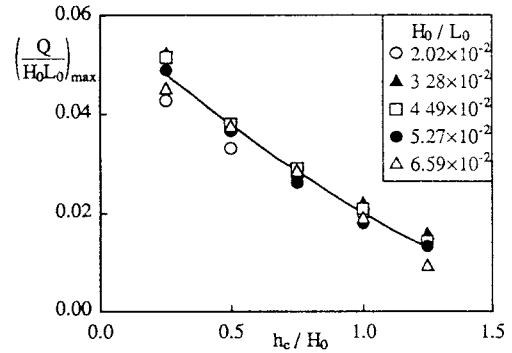


図-3 最大無次元越波量と相対天端高との関係

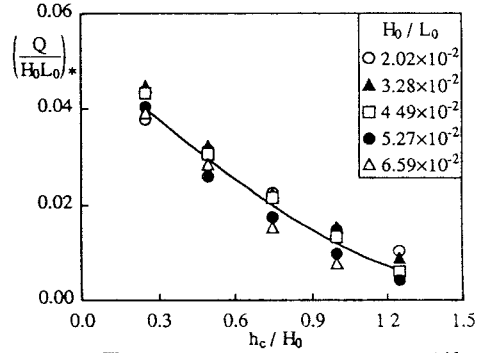


図-4 $(Q/H_0 L_0)^*$ と h_c/H_0 との関係

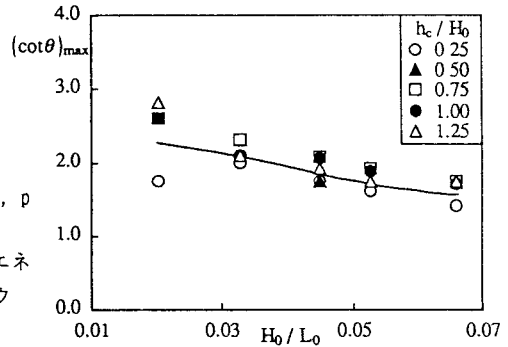


図-5 $(\cot \theta)_{\max}$ と H_0/L_0 との関係