

II-294

水路床に置かれた障害物による造波の特性

神戸大学 正会員 市成 準一

神戸大学 正会員 中山 昭彦

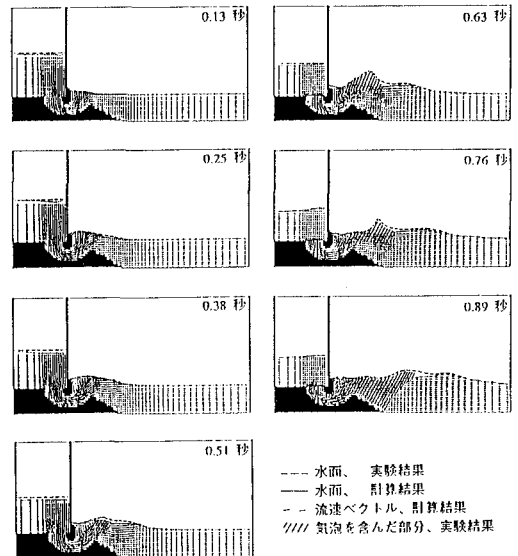
1. はじめに

水路床に置かれた障害物（リーフ）により流れを屈折させ、表面波を造る装置が沿岸波のシミュレーション等で応用され始めている¹⁾。減衰の少ない孤立波を生成するには、水槽に貯めた水を流し出す方式の実験装置が最適であると思われる。本実験方式では静水中を伝播する波が形成されるので、形の特定期間波高の大きな波を単数個造るのに適しており、また扉開閉時間間隔の制御、障害物（リーフ）の形状を変化させる事等により波の形状や特性の調整が可能になるからである。水槽出口付近の流体の動きは下流で形成される波の高さ、特性を決定する意味で重要である。自由水面を有する流れを扱う数値計算法には、これまで数多くの数値解析法が提案されている。しかし路床起伏が激しく形状の複雑な場合、レイノルズ数が大きくなる場合、気泡が混入する場合など必ずしも精度ある実用的計算はなされていない。特に実験結果と計算結果の詳細を比較し検証した例は少ない。本研究では上記の造波装置の流れに関する実験及び数値計算を同じ条件で行い、結果を比較する事により本装置による造波の特性を調べ、類似した起伏のある底面形状による自由水面を持つ流れに適した数値計算法の検討を行う事を目的とする。なお生成された波は水路を進行していく途中で変形していくが、本研究では波形成初期の局所流れに注目し、波の伝播、変形および砕波の現象を扱うことはしない。

2. 実験結果と計算結果

実験は4台のビデオカメラで流れの状況を撮影し、実験後ビデオを低速で再生し、水槽下部に設けられた扉を開くのに要した時間・開いた状態の時間・閉じるのに要した時間、水面形、波の高さ、そして伝播速度などを求めた。数値計算は二次元非定常流のナビヤ・ストークスの式を Hirt and Nichols²⁾の改良による SOLA法とVOF法で解き、水面の位置と方向は「ドナー・アクセプター法」で算定した。

図-1に $H_0=38\text{cm}$, $t_1=0.61\text{秒}$ のケースの結果が、図-2に $H_0=68\text{cm}$, $t_1=0.73\text{秒}$ の結果が示されている。水面形の計算結果は実線、実験結果は波線で水面形が表されている。扉開閉のタイミングは図の扉の開き加減から分かる。また気泡混入の多い部分は斜線で示されている。図-1の場合、この図で分かるように水飛沫の多い部分を除けば、本計算は全体的に実験結果と良く合致していると言える。図-2の場合も0.38秒まではよく一致しているが、その後は水泡のない滑らかな波先端部でも大きく食い違っているのが見られる。この場合水槽初期水位が高く、流速も大きくなり、リーフ下流側の剥離域は拡大している。数値計算では乱れの影響を入れるため渦動粘性係数を大きくとったが結果は実験結果とは反対であった。乱流の影響を正しく反映させるのは渦動粘性係数では難しいと思われる。図-3に前述の基

図-1 実験結果と数値計算結果との比較、 $H_0=38\text{cm}$, $t_1=0.61\text{秒}$

本リーフ以外に2種類のリーフについて行った実験結果と計算結果を比較し、得られた波の基準点での波高を初期水位の関数としてプロットしてある。実験結果と計算結果は H_0 が低いときのみ一致しているのが見られ、実験時の波高は計算値の2倍近い値を示している。これは初期水槽水位を高くすれば流速も速くなり気泡混入、乱流の影響が大きくなるためと考えられる。

3. おわりに

水路床に置かれた障害物（リーフ）により表面波を起こさせる装置での水槽出口付近の局所流れを実験的に計測し、数値計算を行い結果を詳しく比較した。計算結果は流速の低い乱れの少ない、気泡混入の少ない場合は非常に精度良く実験結果と合うが、流量が多くなり乱れが多くなる場合、計算による波の高さは実験値を大きく下回る事が分かった。今後は混入気泡の影響を考慮に入れ、精度の良い乱流モデルの導入がなされるべきである。

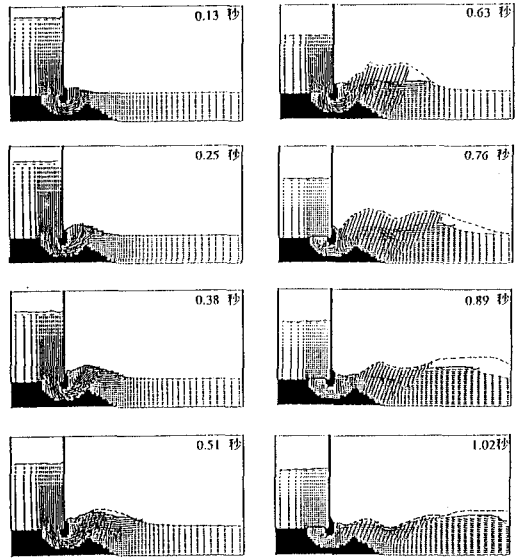


図-2 実験結果と数値計算結果との比較、 $H_0=68\text{cm}$ 、 $t_1=0.73\text{s}$

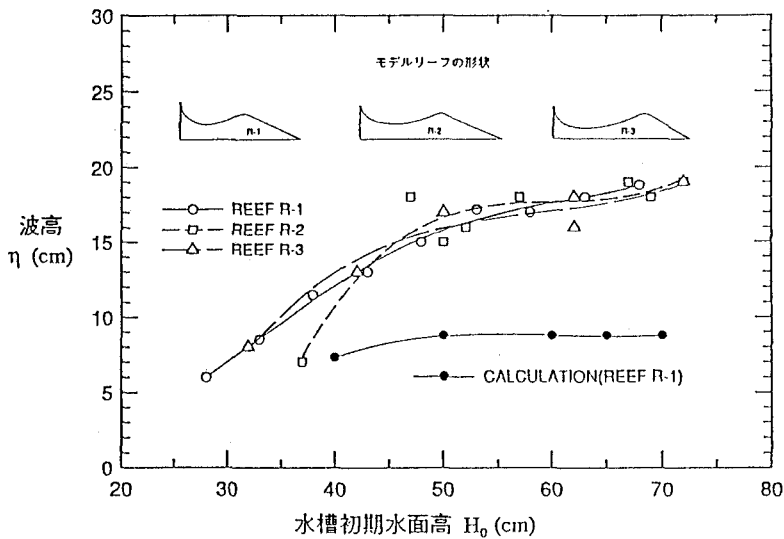


図-3 波高の実験値と計算値の比較

参考文献

- 1) Hornung, H. G. and Killen, P., A Stationary oblique breaking wave for laboratory testing of surboard, J. Fluid Mech, Vol. 78, pp. 459-480, 1976.
- 2) Hirt, C. W. and Nichols, B. D., Volume of fluid (VOF) method for the dynamics of boundaries, J. Computational Physics, Vol. 39, pp. 201-225, 1981.