

II-466

反射波を考慮した逆流中の浅水変形解析

東北大学工学部 学生員 ○ CHAN CHEE SENG

東北大学工学部 正 員 真野 明

東北大学工学部 正 員 沢本 正樹

1. はじめに

著者らは河口付近で波の屈折・回折現象を解明するため、KIRBY¹⁾の緩勾配方程式を用いて有限要素解析を行ってきた。本論文ではこの方程式の精度を調べるため、逆流中の浅水変形の計算を行い、堺ら²⁾の水利実験の結果と比較した。この方程式を使うと、従来の浅水変形の理論では考慮されていなかった反射波を扱うことが出来る。

2. 解析方法

KIRBYの緩勾配方程式は定常1次元の条件で、

$$\frac{d}{dx} \left\{ (U^2 - C C g) \frac{d\phi}{dx} \right\} - 2 i \omega U \frac{d\phi}{dx} + (\sigma^2 - \omega^2 - i \omega \frac{dU}{dx} - k^2 C C g) \phi = 0 \quad (1)$$

$$\omega = \sigma + U k \cos \theta, \quad \sigma^2 = g k \tanh k h$$

ここで、C は波速、Cg は群速度、 σ は固有周波数、U は流速、k は波数、h は水深、 ϕ は速度ポテンシャルであり、それぞれxの関数である。i は虚数単位、 θ は波と流れがなす角度(= π)、 ω は絶対周波数、g は重力の加速度である。

境界条件は次のようになる。

$$\frac{d\phi}{dx} = i (k + k^*) \phi^1 - i k \phi \quad (x = 0) \quad (2a)$$

$$\frac{d\phi}{dx} = i k \phi \quad (x = L) \quad (2b)$$

k* は共役波数³⁾と呼び、逆方向の流れに対する波数である。 ϕ^1 は入射波振幅であり、(x = L)の境界は完全透過境界とする。また、碎波点の十分条件として、次の式を用いる。

$$C g < U \quad (3)$$

地形条件と計算条件は堺らの実験条件に合わせて、図-1と表-1とした。水底勾配は1/30、T は周期、 H_0' は換算沖波波高、 L_0 は沖波波長、q は単位幅流量である。解析では水位は一定、流速分布は一様分布と仮定している。①式は線形方程式であり、②a、bの境界条件を2点境界値問題としてルンゲ・クッタ法で解いた。この解の精度はメッシュを変えて計算し、収束していることを確かめた。

4. 結果と考察

図-2～図-4に伝播に伴う波高変化の数値解と実験値の比較を示す。数値解の方は反射を考慮しているため、部分重複波ができ、振動しながら波高が増大している。一方実験は測定間隔が広く、振動はあまり明かでない。図-2は周期の異なる条件で比較した。沖の方では数値解と実験値はよく合うが、

表-1 計算条件

CASE	$\frac{g}{(\text{cm}^2/\text{s})}$	T (s)	H_0'/L_0
1A	297	2.4	0.0097
1B	297	1.2	0.0091
2A	297	1.6	0.0413
2B	297	1.6	0.0095
3A	169	1.6	0.0406
3B	771	1.6	0.0338

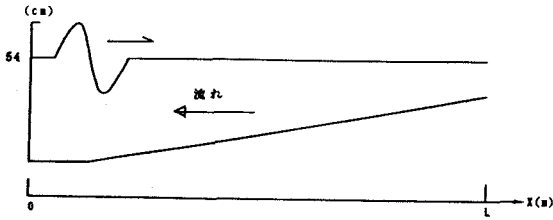


図-1 地形条件

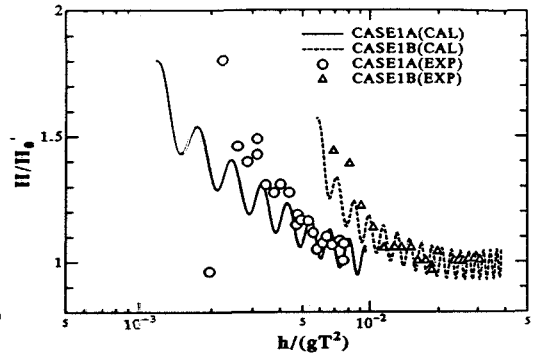


図-2 波高変化

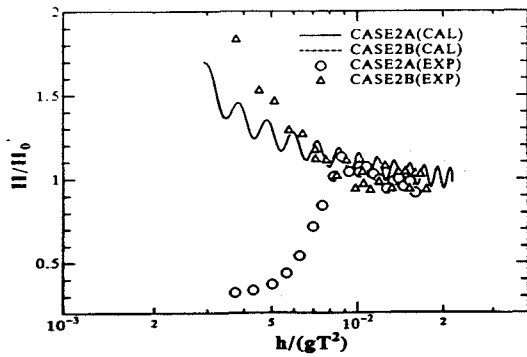


図-3 波高変化

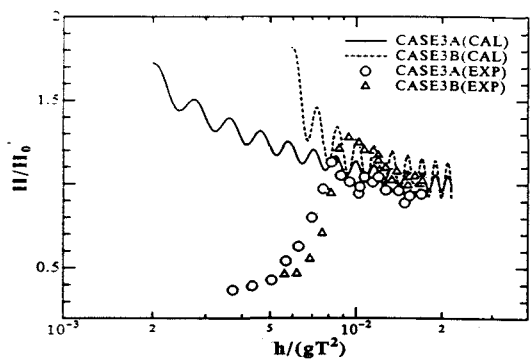


図-4 波高変化

浅くなると実験値が早く大きくなる傾向が現れる。この一つの原因として、流速分布形が両者で違うことが挙げられる。図-3は波形勾配の異なる条件での比較である。計算は③式の条件まで示してあるが、波形勾配の小さな実験はこの条件の比較的近くで碎波し、大きなものは沖合いで碎波している。図-4は流量の異なる条件での比較である。実験の波形勾配が大きいため、碎波が③式の条件より沖で生じているが、碎波前は両者の一致性はよい。

おわりに、本研究を行うにあたり、岩手大学工学部堺茂樹助教授より貴重な助言を得た。ここに謝意を表す。

《参考文献》

- 1) James T. Kirby : A note on linear surface wave-current interaction over slowly varying topography, Journal of Geophysical Research, Vol. 89, pp. 745-747, 1984.
- 2) 堺茂樹・佐伯浩・尾崎晃 : 浅水変形に及ぼす流れの影響に関する基礎的研究, 第29回海岸工学講演会論文集, pp. 70~74, 1982.
- 3) Chan・真野明・澤本正樹 : 河口付近の波の屈折解析, 土木学会東北支部技術研究発表会(平成元年度), pp. 142~143, 1990.