

マウンドを越える波・流れ相互干渉の数値計算

長崎大学工学部	学生員	木之下 一也
長崎大学大学院	学生員	森田 敏徳
長崎大学工学部	正 員	富樫 宏由

1. 序 論

波・流れの共存場では、様々な要素が互いに影響を与えているため、極めて複雑である。しかし、海岸、港湾に関する事業を進める際に、波・流れ共存場における様々な現象の予測は不可欠である。そこで本研究では、3次元流体解析汎用ソフト α -FLOW を用い、マウンドを越える波・流れ共存場をシミュレートすることによって解析し、更に、須藤・藤井(1996)の大型水槽を用いた水理実験と比較し、解析結果の有用性を検討する。

2. 数値実験水槽

α -FLOW は、本来は波浪現象を解析対象として開発されたものではないため、波のパラメータを直接入力して造波させる機能がない。そこで、図 1 のような数値造波装置を設置することにした。造波方法は、水槽の左端底床に開口部を設け、一様な鉛直振動流

$$w = W \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right) \quad (1)$$

を与え、進行波を発生させることにした。ただし、 w は鉛直振動流速、 W は最大鉛直振動流、 T は鉛直振動流の周期、 t は時間である。ここで、 W を求めるために、合田(1964)による理論式

$$\frac{H}{W} = \frac{4T}{\pi} \frac{\sinh 2\pi(h/L)}{\sinh 4\pi(h/L) + 4\pi(h/L)} \sin \frac{2\pi}{L}a \quad (2)$$

を用いる。 H は波高、 h は水深、 L は波の波長である。この鉛直振動流を発生させてから水槽内の波が定常化するのを確認した後、解析時間を決定する。

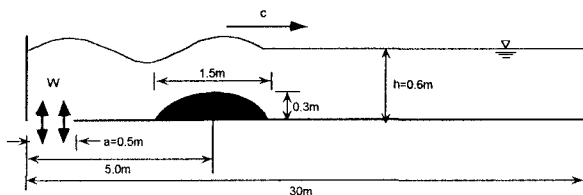


図 1 数値造波装置

3. 波・流れの諸条件

マウンドを越える波・流れの相互干渉を調べるために、次の条件でシミュレーションを行う。波・流れの条件は、流れを波の進行方向と同一とし、流れの大きさ、すなわち水平流速のみを次のように変化させる。① $u=0$ (m/s) [$u/c=0$] ② $u=0.2416$ (m/s) [$u/c=0.14$] ③ $u=0.3105$ (m/s) [$u/c=0.18$] ④ $u=0.3780$ (m/s) [$u/c=0.22$] の 4 ケースである。その他のパラメータ、最大振動流 $W=0.2651$ (m/s)、周期 $T=1.159$ (s)、波長 $L=2.0$ (m)、波速 $C=1.7256$ (m/s) は一定とする。解析対象の流体は 20°C の水として、密度、粘性係数をそれぞれ $\rho=1000$ (kg/m^3) $\mu=0.001$ ($\text{Pa}\cdot\text{s}$) とした。

4. 結 果

水理実験の結果と比較するために、平均水位、波高、水面変動の観測点の位置を、マウンドの頂点を中心にして、前後に 30cm おきに計 15 個設置し、実験と条件を同じにした。数値シミュレーションの計算結果と水理実験の結果を比較した図の一部を図 2～図 8 に示す。点で表わされているのが水理実験で、実線で表わされているのが数値計算である。図 2 はケース②における波高分布である。数値計算は、水理実験よりも波高が小さく、水理実験で現れたマウンド頂上の波高の増幅が、数値計算では現れなかった。図 3 はケース②における平均水位である。水理実験では、マウンドの頂点を過ぎると平均水位の回復が見られるが、数値計

算からは、平均水位の回復が見られない。これは、マウンド背後で流れの剥離渦が生じ、後流の影響が実験よりも大きいと思われる。図 4～図 8 はケース②における水面変動で、2 周期にとって比較したものである。図 4 は観測の起点、図 5 はマウンドの頂点、図 6, 7 は頂点から 30cm, 60cm 離れた点、図 8 は頂点から 210cm 離れた観測の終点である。マウンド頂点の手前では、数値計算の位相は水理実験の位相とほぼ同じであるが、頂点から背後では、数値計算の位相が水理実験の位相から少しずつずれて、やや遅れている。

【参考文献】

- (1) 椿東一郎：水理学 I，森北出版，1994
- (2) 合田良実：鉛直振動流による造波の理論について；第 11 回海岸工学講演会講演集，1964
- (3) 服部昌太郎：土木系大学講義シリーズ⑬ 海岸工学，コロナ社，1994
- (4) 須藤貴光 藤井和憲：波・流れ共存場に関する基礎的研究；長崎大学工学部社会開発工学科卒業論文，1996

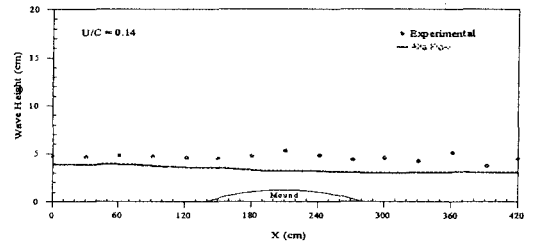


図 2 波高の距離的分布

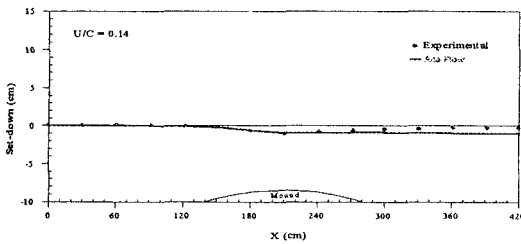


図 3 平均水位の距離的分布

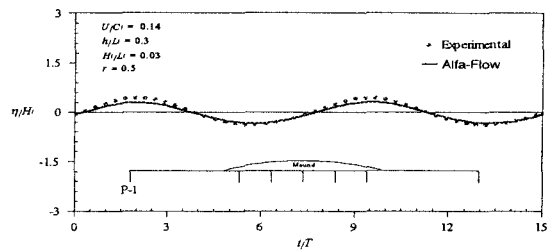


図 4 P-1 における水面変動の時間的変化

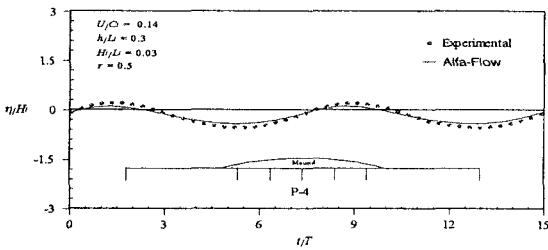


図 5 P-4 における水面変動の時間的変化

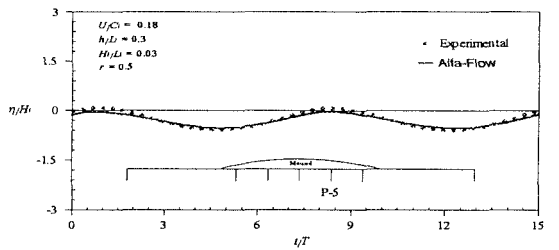


図 6 P-5 における水面変動の時間的変化

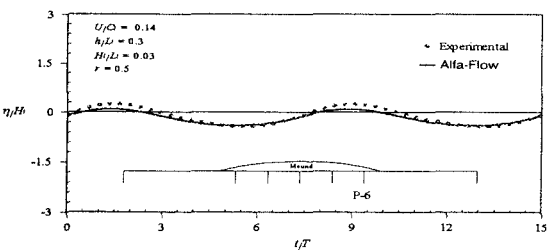


図 7 P-6 における水面変動の時間的変化

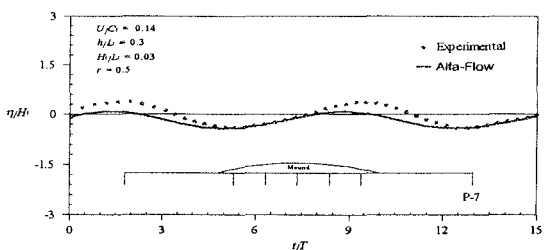


図 8 P-7 における水面変動の時間的変化