

II-50 急拡部を通過する長波数値計算の精度

東北大学大学院 学生員 ○富澤 大
東北大学工学部 正 員 今村文彦
東北大学工学部 正 員 首藤伸夫

1. はじめに

狭搾部を通過して湾内に進出した津波は、波としてよりも流れの性質を持つ。過去の津波による被害のうち、貯木場からの木材流失や養殖水産業の被害は水位上昇よりも流速によって生じたといわれる。そのような被害をあらかじめ予測するためには、大流速が生じるような地形での数値計算の精度を明らかにする必要がある。本研究では急拡部を設けた実験水路で水位と流速を測定し、数値計算結果と比較する。特に運動量方程式の各項の大きさについて詳細に検討する。

2. 実験及び計算方法

全長6.5m、幅0.3m、水深30cmの実験水路は、造波端より3.5mの地点で幅方向に1m程拡幅されている。実験では、ピストン形造波装置により押し波1波のみを造波した。造波当初の波高水深比は約0.1、立ち上がりからゼロクロスダウンまでの波長は約2.5mである。水位測定にはサーボ式水位計を、流速には電磁流速計を用い、ほぼ全領域で詳細に水位と流速が測定された。数値計算の支配方程式として浅水理論を適用した。ただし、造波当初の波は波形の曲率が大きく分散効果が無視できないため、伝播方向（X方向）には分散項を考慮している。計算方法の詳細は参考文献(1)による。

3. 計算結果及び実験との比較

図-1には実験と計算での再現時間4.2secにおける水位分布と流速ベクトルが、それぞれ示されている。等水位線は0.2cm毎に実線で、1cm毎に破線で描かれている。図中左端で造波された進行波は幅30cmの水路を伝播し、再現時間3.0secにおいては波先端部は拡幅部分に到達する。4.2secでは進行波のピークは $X=33.0$ cm付近にあるのが図よりわかる。拡幅部分を通過した波は幅方向に広がっている。

図-1より計算結果は水位において先端付近の分布は若干異なるものの、実験結果を良く再現している。

図-2, 3, 4は実験と計算での同時刻(4.2sec)における運動方程式中の局所項、移流項、圧力勾配項の大きさを示したものである。分散項については拡幅部内での効果は小さいことよりここでは除いた。実線は正の値を、破線は負の値を表す。局所項の大きさについては実験と計算で $100(\text{cm}^2/\text{sec}^2)$ のラインについて多少の違いはあるものの、全体的にはほぼ同様の分布を示しており、計算の再現性がよいことを表している。ただし、移流項については両者の間で多少異なった結果が現れた。すなわち計算では拡幅部を過ぎてすぐの所でX,Y方向ともに大きな負の値が生じているのに対して、実験ではそれほど大きな値が出ていない。これは計算では拡幅部で幅方向に拡がる大きな流速が生じているためと考える。これにより計算での圧力勾配項は拡幅部付近において実験より小さい値が生じている。

図-5には回転 $=(\partial v/\partial x - \partial u/\partial y)/2$ の値が流速ベクトルとともに示されている。この図より実験結果の方が広範囲にわたって回転が存在していることがわかる。この拡幅部分は幅方向の運動量が急激に生じる場所である。実際にはこの局所的に大きい運動量を拡散させる作用が生じたが、計算ではこのような拡散効果は考慮されておらず、局所的な移流効果が大きく見積られたものとする。

4. おわりに

本研究では水理実験を行うことにより、急拡作用を受ける場所での長波数値計算の精度に関して、水位と流速ベクトルの定性的な比較のみならず、運動方程式中の各項に関しても実験と計算の間で定量的に比較した。その結果、運動量の拡散効果の含まれていない数値計算は、拡幅部に於て移流項が局所的に過大になることがわかった。計算の支配方程式に水平拡散項を含めれば、この現象はかなり良く説明されることが予想される。しかし、全体的な運動に与える影響でみれば、この運動量拡散効果はさほど大きなものではないため水位分布、流速ベクトルに関する計算結果は実験値と良く一致するという結果となった。

参考文献 1) 著者ら：非線形分散波理論の数値計算と大型水槽実験との比較/第44回年次学術講演会講演概要集第二部, pp748-749

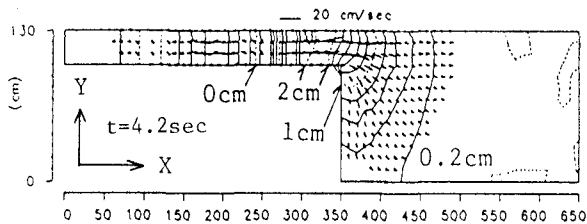


図-1 (a) 水位流速ベクトル (実験) (cm)

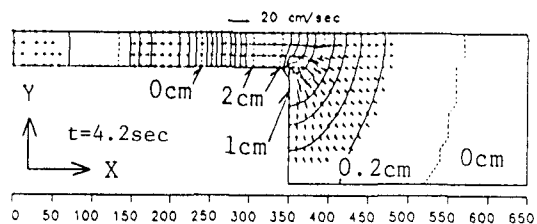


図-1 (b) 水位流速ベクトル (計算) (cm)

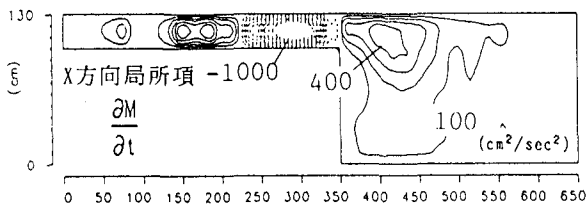


図-2 (a) 局所項の大きさ (実験) (cm)

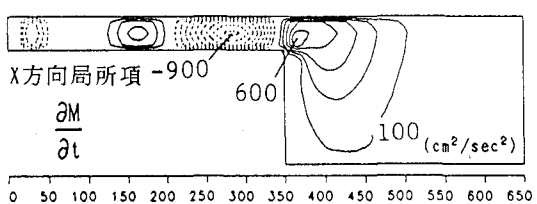


図-2 (b) 局所項の大きさ (計算) (cm)

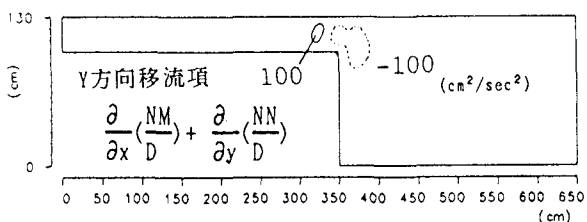


図-3 (a) 移流項の大きさ (実験)

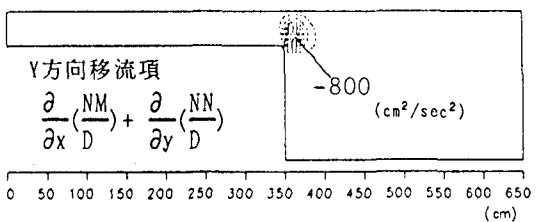


図-3 (b) 移流項の大きさ (計算)

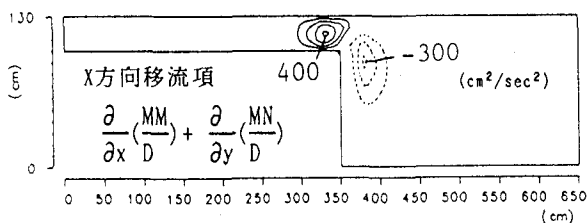


図-4 (a) 圧力勾配項の大きさ (実験)

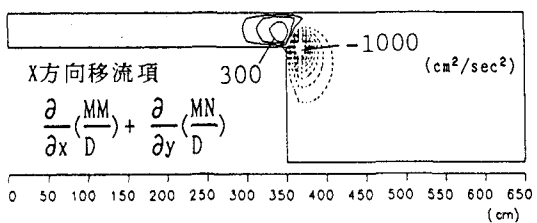


図-4 (b) 圧力勾配項の大きさ (計算)

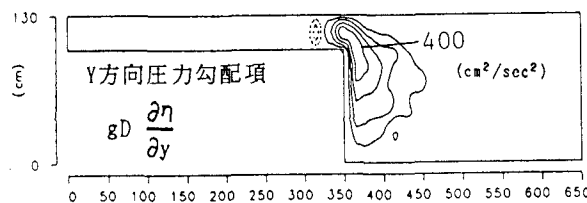


図-5 (a) 回転成分の分布 (実験)

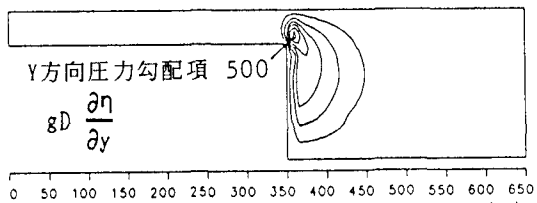


図-5 (b) 回転成分の分布 (計算)

ただし M: X方向線流量 ($M=u(\eta+h)$) N: Y方向線流量 ($N=v(\eta+h)$) η : 水位