

潮汐変動を受ける開水路網の数値計算

九州大学大学院 総理工 学生会員○鶴崎賢一

(株)日本海洋コンサルタント 安藤満 佐々木康子

九州大学大学院 総理工 正会員 杉原裕司 正会員 松永信博

1.はじめに

千葉県東部、九十九里浜沿岸にある長生村の一宮川河口流域における道路・住宅などの冠水問題は、地域住民の日常生活にとって大きな支障となっている。また、水門の開閉に伴う淡水・塩水の流出入調整によって、現地ののりの養殖にとっても弊害が出ている。本研究では、この冠水の予報システムを構築することを目的として、図-1に示すような現地の水路網をモデル化し、一次元モデルによる潮位変動の数値シミュレーションを試みた。今回は、その第一段階として、図-2に示すような分岐・合流、断面急縮のある水路網のモデル計算を行い、こうした場での潮位変動の伝播の特性を検討した。

2.計算方法

計算は、次の一次元開水路流に対する連続方程式と運動方程式に基づいて行った。

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad \dots(1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{2Q}{A} \frac{\partial Q}{\partial x} - \left(\frac{Q}{A} \right)^2 \frac{\partial A}{\partial x} + gA \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{A}{B} + z \right) + gA \frac{n^2 |Q| Q}{R^{4/3} A^2} = 0 \quad \dots(2)$$

ここで、A:断面積、Q:流量、g:重力加速度(=9.8m/s²)、B:水路幅、z:水路床高、R:径深、n:マンニングの粗度係数(=0.035)である。計算は上式を陰的に離散化し、これらの差分方程式の行列を直接法により解いた。非線形項には風上差分を用いた。計算ステップはΔt=1.0s、メッシュ幅はΔx=200mでモデルの全長を50点に分割した。初期水深は1.0mとし、境界条件として水路網の開口端(Pos. 1)で振幅0.2m、周期12hrの正弦波を与え、水路奥端では流量を0.0m³/sとした。また分岐・合流や断面急縮がある点においては、急縮によるエネルギー損失を考慮したエネルギー保存則と連続の式で境界条件を与えた。

3.計算結果

図-3(a)および(b)は、各々Pos. 1, 2, 3, 4ならびにPos. 1, 5における水位hの時系列を示したものである。これによると、水路開口端と水路奥端では約10分程度の位相差が生じており、その位相差は上げ潮最大時よりもむしろ下げ潮最大時に顕著にみられることがわかる。また、振幅は水路奥にむかってあまり減衰せず、およそ0.2mの振幅を保って伝播することがわかる。図-4(a)および(b)は、各々Pos. 1, 2, 3ならびにPos. 1, 5における流量Qの時系列を示したものである。これによると流量は、分岐による流量の分配を考慮しても、運動方程式において摩擦損失の項を考慮していることから、Pos. 1において10m³/sの振幅がPos. 2では7m³/s、Pos. 5で1m³/sというように水路奥に進むにしたがって次第に減少していくことがわかる。また、Pos. 2とPos. 5の比較から、水路幅10mの狭い水路においては、流量が極端に減少していることがわかる。

4.まとめ

モデル化した水路網に対して、一次元モデルによる潮位変動の予測シミュレーションを行い、こうした場の潮位変動の伝播の特性を検討した。今回は比較的簡単な分岐・合流、断面急縮のある場合の数値計算にとどまったが、今後、より現地のものに近い水路網の計算を進め、かつ塩分濃度の拡散計算も行っていく予定である。

参考文献

松永康孝、小松利光、松永信博：洞海湾の潮流・拡散計算、平成2年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集、1991. 3

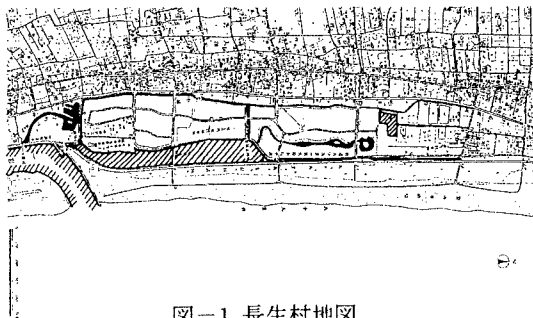


図-1 長生村地図

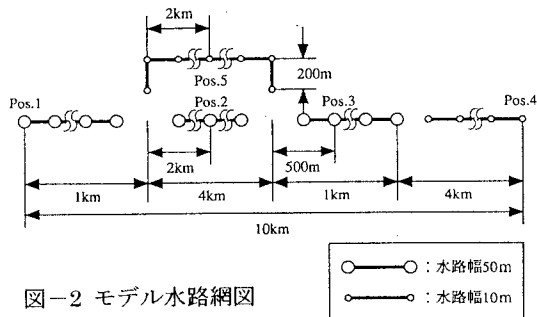


図-2 モデル水路網図

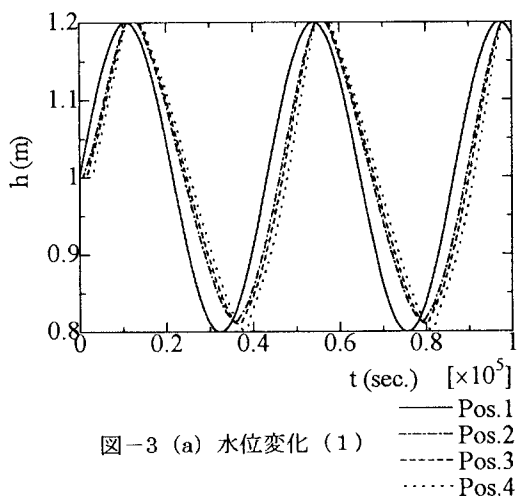


図-3 (a) 水位変化 (1)

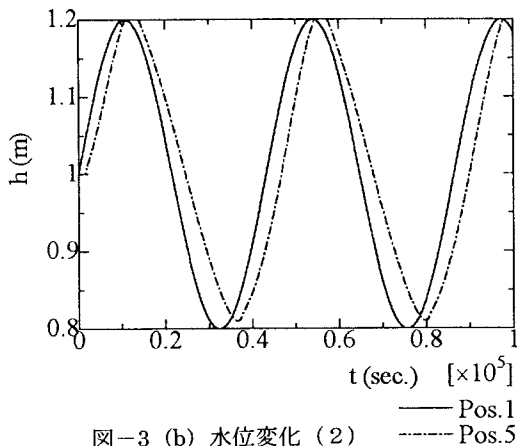


図-3 (b) 水位変化 (2)

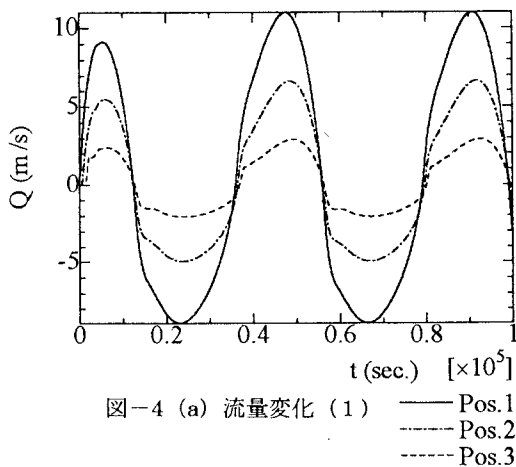


図-4 (a) 流量変化 (1)

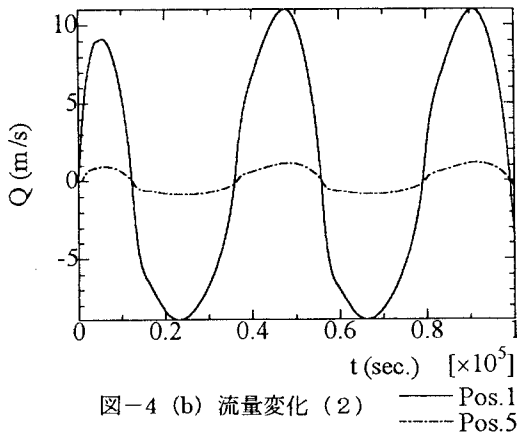


図-4 (b) 流量変化 (2)