

II-349

平面2次元モデルによる鳴門の渦潮の数値計算

東京電力 正員 友近文志 和歌山工業高等専門学校 正員 木村一郎
京都大学工学部 正員 細田 尚 京都大学大学院 学生員 安永 良

1. はじめに：鳴門海峡では、世界でも有数の激しい潮流が生ずることが知られている。これは、瀬戸内海側と太平洋側の潮位変動の位相がほぼ π ずれることに起因するといわれている[1]。この激しい潮流によって大小無数の渦潮が発生し、合体等を経て成長する。鳴門海峡の地形は複雑で潮流は3次元性が強いものと思われるが、渦潮の発生の主要な原因の1つは平面的なせん断不安定であると考えられている。従って、平面2次元モデルによる数値解析によって、渦潮の発生、発達過程ががある程度再現可能と思われる。そこで、本研究ではこれまで開水路急拡部、死水域界面等の渦現象への適用例が報告されている比較的簡単な平面2次元モデルを用いて、鳴門の渦潮の再現計算を試みることにする。



図1 計算対象領域の地形

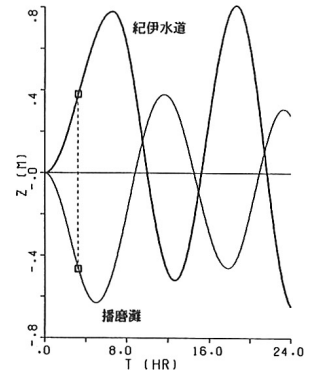


図2 南北境界の潮位入力データ

2. 数値計算法：静水圧を仮定した開水路流れの平面2次元モデルを基礎式とし、移流項にQUICKスキームを、時間積分にアダムス・バッシュフォース法を用いて離散化し、陽解法により計算を行った。計算格子は可変格子系とし、狭窄部で最も細かい5.0m間隔、岸辺付近で最も粗く50.0m間隔とした。図1に計算対象領域の地形を示す。海峡部の地形が鞍点となっていることがわかる。開口部の境界条件としては播磨灘側と紀伊水道側とでそれぞれ一様な潮位を与えることとした。図2は用いた潮位変動のデータで、1年の内で潮位差が最大となる春秋の大潮時のものを採用した。岸辺の条件はslip条件とした。初期条件として播磨灘側と紀伊水道側の潮位が等しく領域全体の流速を0とした状態を採用し、これより約3時間の計算を行った。

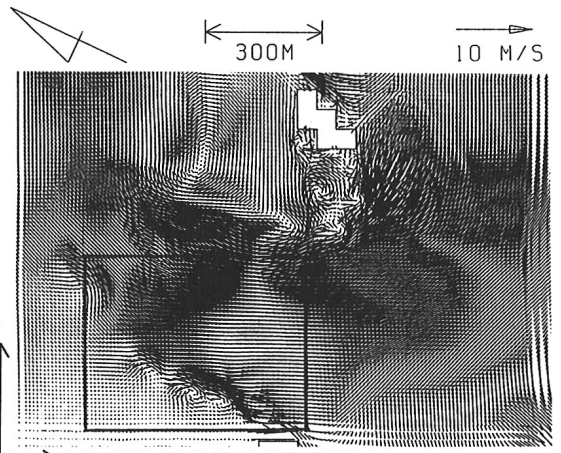


図3 海峡付近の流速ベクトル

3. 結果の考察：図3は海峡付近の流速ベクトル図である。図1の地形と比較すると水深の大きいところで流速が大きくなっていることがわかり、最大流速は約3m/sで、実際に観測される流速値とほぼ一致する。また、渦は流速の大きい領域と小さい領域の境界付近で発生している点も現象と一致する。ただし、渦の直径は実際の渦潮の直径（15-20m）よりも大きく再現されている。これは、計算格子の粗さに起因すると思われる。渦の進行速度は海峡中央部の最大流速のほ

ば0.5倍となった。次に渦の周辺をさらに拡大して考察を行う。図4は図3中の枠で囲んだ領域を拡大して示した流速ベクトル図と水深の鳥瞰図である。2つの近接した渦が合体していく様子が再現されている。鳥瞰図より渦の中心の水深は極小となっていることがわかり、このくぼみの深さは約0.5mで実際の渦潮のくぼみ（1.5m程度）と比較してかなり小さい。これも、計算格子が粗く、渦の直径が現象より大きく再現されていることに起因すると思われる。

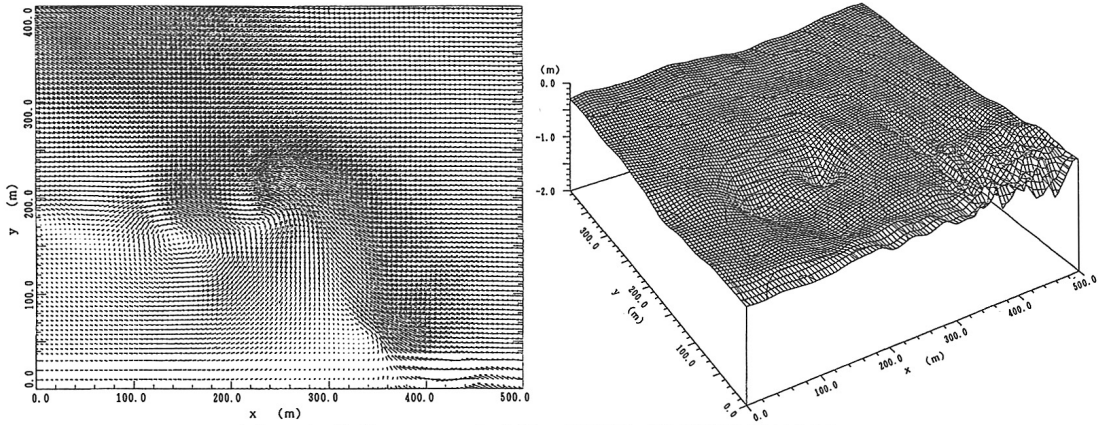


図4(a) 流速ベクトルと水深の鳥瞰図（計算開始後197分）

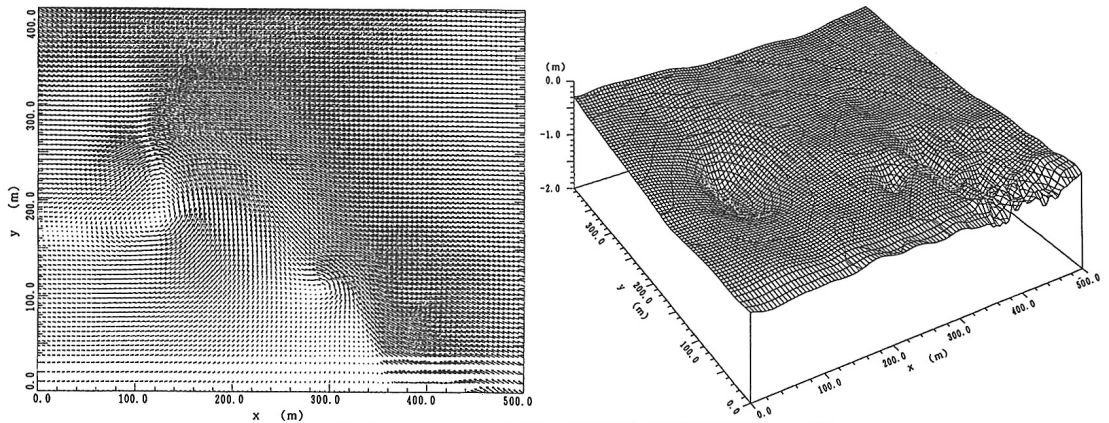


図4(b) 流速ベクトルと水深の鳥瞰図（計算開始後198分）

図5は渦潮の軌跡を追跡したものである。点線は渦の合体を表す。この図より、渦潮は開水路急拡部の渦運動と同様に、合体を繰り返しながら成長していくことがわかる。渦の軌跡には揺動がみらるが、これは海峡の両側で非対称に発生した渦が、成長しながら流下するにつれて主流に影響を及ぼすためと考えられる。

4. おわりに：本研究より比較的簡単な平面2次元モデルにより鳴門の渦潮が再現可能であることが確認され、いくつかの定性的な渦の特性について、実現象との一致が確認された。しかしながら渦の直径や水深のくぼみの深さ等の定量的な特性については現象との相違がみられた。今後、より精度の高い計算方法について検討していきたい。

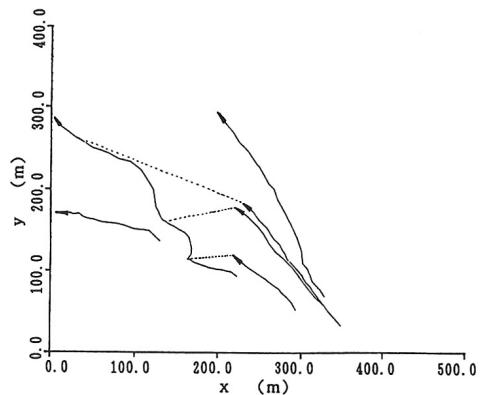


図5 渦潮の軌跡

参考文献 [1] 西村 司：鳴門の渦潮－宇宙からその謎を追う－，山文社，1986。