

長崎漁港の流況特性について

九州大学大学院 学生員 ○清水 崇 小橋乃子 甲斐一洋 神山 泰  
九州大学大学院 フェロー 小松利光 正会員 安達貴浩 藤田和夫  
長崎大学 正会員 中村武弘 多田彰秀 矢野真一郎 西ノ首英之

1.はじめに 閉鎖性海域のような停滞性水域における水質問題に対処するために、著者らは海底粗度ブロックを用いた海水交換促進技術を提案している<sup>1)</sup>。海底粗度ブロック（以下、粗度と略す）とは流れにより抵抗特性が異なる人工構造物のことであり、物質輸送に大きな影響を及ぼす潮汐残差流の創造・制御が可能となっている。現在までに室内実験やモデル湾における数値シミュレーション<sup>1),2)</sup>によりその効果が確認されているが、実際の海域では地形・気象の影響等複雑な要因により、予想外の結果がもたらされる可能性も考えられる。そこで、実海域において粗度の効果を確認するために現地実験が計画され、平成12年春季より事前調査が実施されている。本研究では長崎漁港水質改善プロジェクトの一環として平面2次元潮流シミュレーションにより、漁港全体の流況を予測し、流速観測データとの比較・検討を行った。

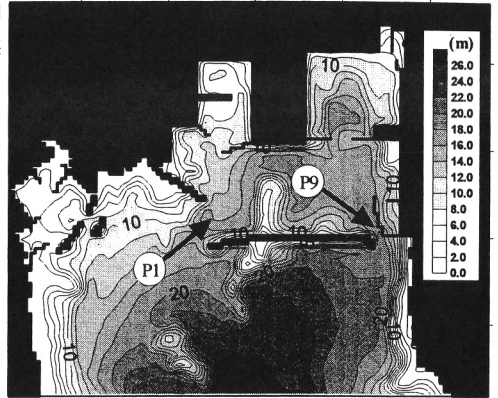


図-1 長崎漁港

(水深はDLからの値、座標は計算上のもの)

2.連続観測と数値計算の概要 流速の連続観測は平成12年7月13日～9月1日までのおよそ45日間にわたって、2箇所の港口部(図-1中のP1とP9)においてADCP (RD社製WH600、1200Hz)を用いて実施された。ADCPによる流速測定は10分毎に2分(あるいは1分)間の平均流速として出力されるが、今回は流動場の大まかな変動特性の把握を目的としたため、更に1時間の移動平均を行って検討した。また、P9では同時に潮汐観測も行った。

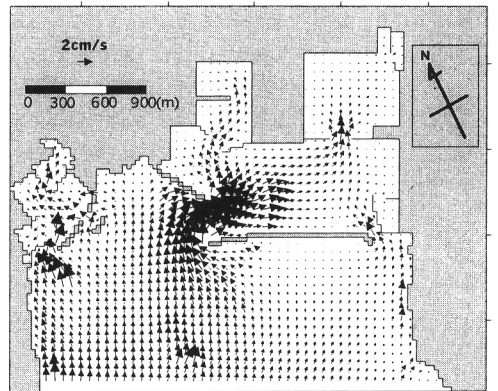


図-2 最大上げ潮時計算結果

平面2次元計算はADI法による潮流シミュレーションを行い、長崎漁港全体に対して図-1に示す計算領域で計算を行った。計算に用いたメッシュ間隔は $\Delta X = \Delta Y = 30m$ で、時間格子間隔は $\Delta t = 1sec$ とした。また、対象潮汐を $M_2$ 潮とし、沖側開境界における潮位振幅を84cm(日本海洋データセンターによる実測値)、渦動粘性係数を $1.0m^2/s$ 、コリオリ係数を $8.3 \times 10^{-5}1/s$ 、海底摩擦係数を0.0026とした。具体的な計算の概要は矢野ら<sup>3)</sup>を参照されたい。

以上の条件の下、 $M_2$ 潮の周期に対してcyclicalな流れがほぼ定常になるまで計算を行った。最大上げ潮時の計算結果を図-2に示す。港口P1、P9付近断面で急縮により流速が速くなっているが、港内への流入は西側港口のほうがはるかに大きくなっている。下げ潮時の結果もほぼ同様の結果が得られており、長崎漁港への潮の入退はほぼ西側港口でまかなわれていることが分かった。また、港外数箇所の地点で周囲より流速が大きくなっている地点があるが、図-1の等深線を見るとその付近の水深が小さくなっている地点に対応していることが確認された。

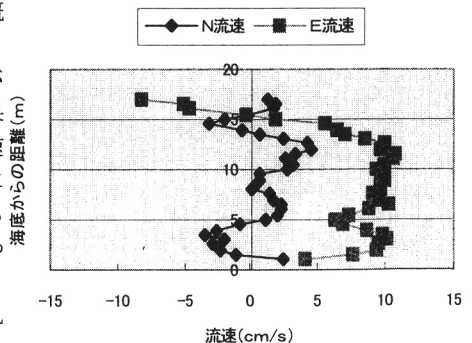


図-3 流速鉛直プロファイル (2000/7/18 AM06:10)

### 3. 流速の比較・検討

上記の計算結果の現況再現性を確かめるために、実測結果と計算結果の比較を行った。ところで本研究では平面2次元計算による検討を行っているため、あくまで断面平均流速の比較しか行えない。しかしながら夏季に現地観測を行っていることもあり、密度流による流動の変化が懸念されたため、測定点における実測流速の鉛直プロファイル調べた。図-3に7月18日午前6時10分(最大上げ潮時)のP1における流速の北方成分(N流速)と東方成分(E流速)の鉛直プロファイルを示す。表層でE流速がマイナスに振れている部分があるが、それ以外では流速がほぼ東向きに様な鉛直分布を示している。海底固定型のADCPは水面近傍の測定精度が落ちるといった問題があることや、残差流よりも潮汐流の方が十分大きいことを考慮して、この期間においても第一次近似として平面2次元的な取り扱いができるものと考えた。そこで、計算で採用したM<sub>2</sub>潮と同程度の振幅をもち、かつ隣り合った満潮位が大きく変化しない1潮汐間を実測潮汐より選定した(図-4: T1~T3)。更にもその中でも、気象条件(平均気温、降水量、日照時間、平均風速)が最も安定していて、しかも図-3に示すように流動が水深方向に比較的一様である期間T2の断面平均流速の時系列変化を用いて検討を行った。その結果を計算結果と併せて図-5、6に示す。なお、紙面の都合上T1、T3の結果は載せていないが、流速鉛直プロファイル、断面平均流速の経時変化ともに概ねT2と同じ傾向を示すことが確認された。P1における断面平均流速の実測結果と計算結果を比較すると、下げ潮時の変動はほぼ一致するが、上げ潮時には計算結果の流速がやや小さくなっていることが分かる。P9においても上げ潮流速に不一致が見られるが、その違いは2倍以上に及んでいる。P9は港口が狭く、壁面の影響を受けやすいことから、水平方向の流速分布に局所性が現れやすい地点であることが推察されるが、計算では湾口幅に対し2~3メッシュの分解能しかもたないことからこのような相違が生じたものと考えられる。

次に、潮汐残差流の計算を行った。図-7の計算結果から、西側の港口では比較的海水交換が活発に行われているが、東側の港口ではほとんど海水交換が行われていないことが推察される。

**4. 今後の予定** 成層の影響が比較的小さい時期の流況を明らかにするため、平成13年1月現在、冬季の流速を夏季連続観測と同一地点で計測中である。さらに夏季には実施されなかったが、定点調査と並行して漁港港口の横断的な流速分布を調べるADCPの曳航調査を行う予定である。また本研究の結果を踏まえて、平面2次元計算の精度を上げるために、空間分解能を高めるとともに渦動粘性係数のより精度の高いモデル化を行い、プログラムに組み込む予定である。

#### [参考文献]

- 1) 小松ら: 水工学論文集, 第41巻, pp323-328, 1997
- 2) 小松ら: 水工学論文集, 第42巻, pp577-582, 1998
- 3) 矢野ら: 第52回年次学術講演会講演概要集2, pp196-197

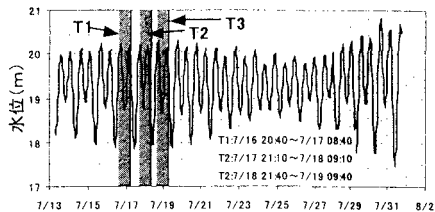


図-4 潮汐変化

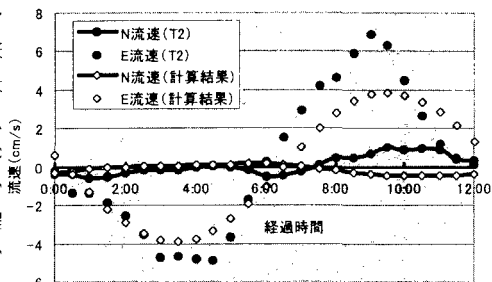


図-5 P1における断面平均流速の時系列変化

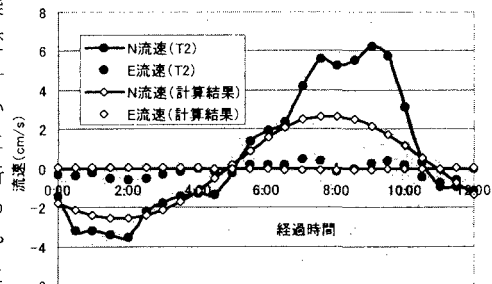


図-6 P9における断面平均流速の時系列変化

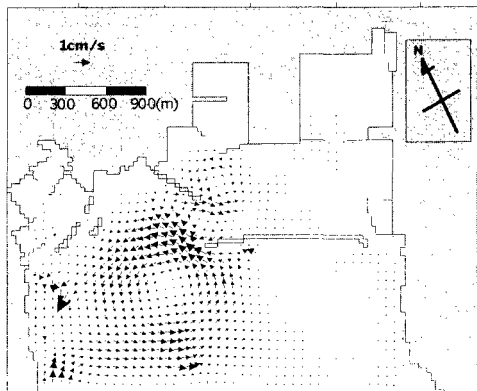


図-7 潮汐残差流の計算結果

図-7の計算結果から、西側の港口では比較的海水交換が活発に行われているが、東側の港口ではほとんど海水交換が行われていないことが推察される。