

透過堤を考慮した松山港の海水交換

愛媛大学大学院	学生員	○安永圭作
愛媛大学地域共同研究センター	正会員	井内国光
愛媛大学工学部	正会員	高 学平
愛媛大学工学部	正会員	柿沼忠男

1. はじめに

近年、沿岸海域において水質汚濁が大きな社会問題となっている。これは人口増加、産業発展の影響の他に海水交換が悪いことも原因の一つとして挙げられる。従って、沿岸海域における海水や物質の交換機能を解明し、交換量を正確に把握しなければならない。本研究の対象海域である松山港は発展も著しく、四国西部の海の玄関口として重要な役割を担っている。本港では、上記の問題を対処する手段の一つとして透過堤を設置している。本研究では松山港において、どの程度の海水交換が行われているかを把握するため数値解析を行った。

2. 解析方法

本研究では2段階ラックス・ウエンドロフ有限要素法を用いて潮流解析を行った(kawahara et al.;1982)。解析領域は、図-1に示すA-A'とB-B'で囲まれる松山港周辺の海域である。境界条件は半日周潮成分の潮位データを与えた。境界A-A'における振幅は、1.00m、位相は0.034rad、境界B-B'における振幅は、1.00m、位相は0.000rad、境界A-Bにおける振幅は、1.00m、位相は線形内挿した。両境界の位相差は、0.034radとなる。これを時間に換算すると0.068時間である。また、解析に用いたselective lumping係数は0.8、渦動粘性係数は $1.0 \times 10^6 \text{ cm}^2/\text{s}$ 、Chezy 摩擦係数は $61.4 \text{ m}^{1/2}/\text{s}$ （この値は、潮流の解析で一般に用いられている海底摩擦係数0.0026をChezy摩擦係数に換算した値である）とした。解析の時間ステップは0.1sとし4周期計算した。ラグランジュ法による流れ場の解析では29時に松山港内に1696個の粒子を設置し、43時まで粒子を追跡した。

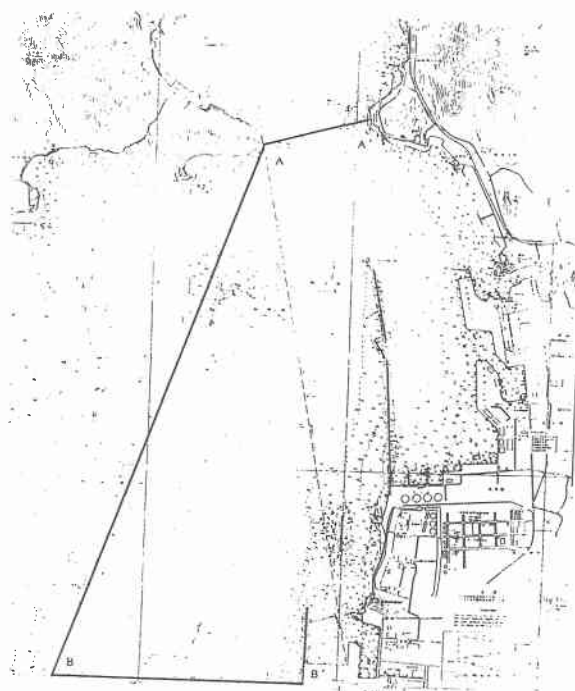


図-1 解析領域

3. 解析結果

図-2に 梅津寺町、三津浜からなる松山港と興居島で囲まれた海域の流速ベクトル図を示す。この海域では、横枕礁があり、水深が急激に変化するため、その付近では潮流の向き及び大きさが地形の影響を受けて変化している。興居島付近は松山市高浜との狭部となり、流速は大きくなっている。陸地に平行して設置された外港1, 2号防波も流況に影響を与えており、防波堤で囲まれた松山港内では流速が約10cm/s程度と小さくなっている。上げ潮時では境界A-A'の伊予灘方面から流入し、境界B-B'の高浜瀬戸方面へと流出する。下げ潮時では高浜瀬戸から流入し、伊予灘へと流出する。防波堤にスリットがない場合とスリットがある場合の防波堤周りの流速はスリットがない場合の方がスリットがある場合と比べて防波堤周辺で流速が小さい。32時の上げ潮最強時ではスリットがない場合は防波堤周りで12.5cm/s程度の流速がでているが、スリット

がある場合は10.0cm/s程度と小さくなっている。これは防波堤付近の流速を小さくするという透過堤の特徴を表している。

図-3に29時の粒子設置図を示す。外港2号防波堤につけたスリットからどの程度の粒子が港内から排出されるかを視覚的にとらえるためスリット付近に設置した粒子を○で表わし、それ以外の松山港内に配置された粒子を●で表わす。港内における粒子の移動に対して、本質的には潮流による流れの機構が重要な役割を果たしているが、同時に粒子自身を持つ広がり機能を考慮することが必要である。この粒子の広がり機能は分散という現象で知られ、海洋中に放出された物質の広がり方の強さを表す係数として分散係数によって表される。この分散係数の決定に当たっては、既往の種々の諸研究を参考とし $5.0\text{m}^2/\text{s}$ とした。図-5、6に粒子の位置図を示す。上げ潮時には粒子は高浜瀬戸方面の港外へと移動する。下げ潮時には伊予灘に向かって移動する粒子と港内に戻ってくる粒子がある。港内に残る粒子の数はスリットをつけた場合、スリットがない場合よりも外港2号防波堤付近の港内でかなり少なくなっている。これを図-6の残留率でみると港内に粒子を配置してから1周期後にはスリットがない場合は73.8%となり、スリットがある場合は65.8%となっている。

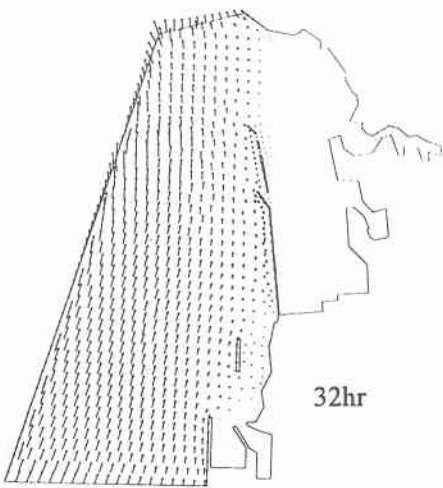


図-2 流速ベクトル図

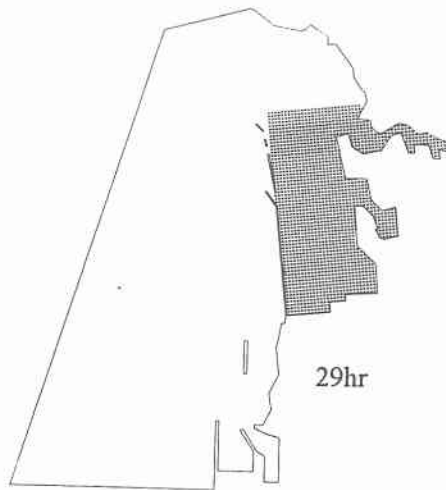


図-3 粒子設置図



図-4 粒子の位置図
(スリットがない場合)

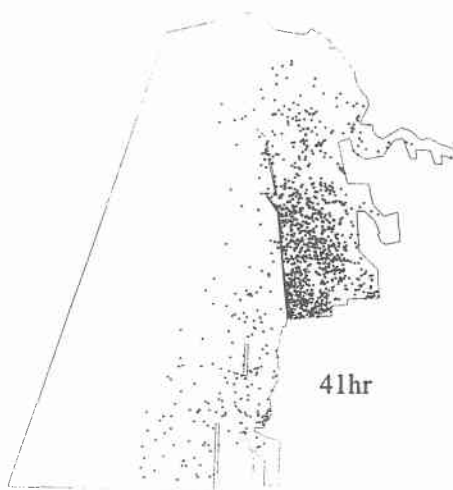


図-5 粒子の位置図
(スリットがある場合)

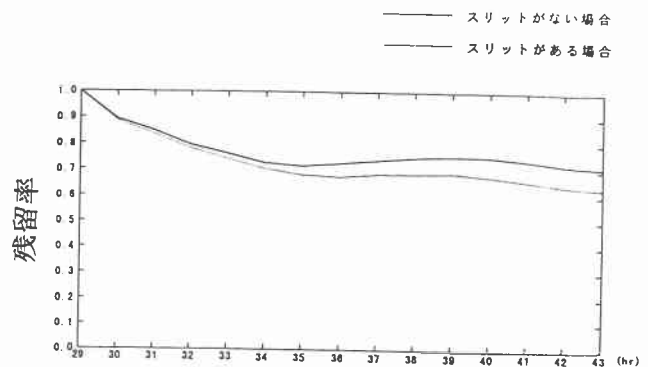


図-6 粒子の残留率