

松山港の海水交換

岡村ゼミナール

愛媛大学地域共同研究センター

愛媛大学工学部

愛媛大学工学部

正会員

正会員

正会員

正会員

○本城育男

井内国光

高 学平

柿沼忠男

1. はじめに

松山港の流況特性を詳しく解析するために有限要素法を用い、さらに分散を考慮した汚濁物質の挙動を解析するためにオイラー・ラグランジェ法を開発して、現地に適用した。

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)。有限要素法を用いる利点としては、複雑な形状の境界を良く表現できることが挙げられる。解析対象は、図-1に示すA-A'-A''とB-B'で囲まれる松山港周辺の海域である。境界条件は以下のとおりである。半日周潮成分の振幅と位相を与え、境界A-A'における振幅は1.00m、位相は0.0794rad、境界A'-A''における振幅は1.00m、位相は線形内挿し、A''で0.055rad。また、境界B-B'における振幅は1.00m、位相は0.0radであり、両境界の位相差は0.1222radとなる。これを時間に換算すると0.16時間である。また、渦動粘性係数は、 $5.0 \times 10^5 \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ 、Chezy摩擦係数は、 $61.4 \text{ m}^{1/2} \cdot \text{s}^{-1}$ (この値は、潮流の解析で一般的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。解析の時間ステップは、0.2sとし、4周期計算した。また、松山港周辺に約6000個の粒子を種々の投入法で配置して、分散を考慮しない場合と考慮した場合の両者について検討した。

3. 解析結果

流速ベクトル 松山港周辺の海域の流速ベクトルを図-2に示す。松山港の沖合には興居島があり、この島の影響で潮流の向きおよびその大きさは複雑に変化する。上げ潮時では、西の境界A-A'から流入した海水は、興居島にぶつかり伊予灘に流出していくか、または松山市高浜と興居島間の最狭部を通り高浜瀬戸へと流出する。上げ潮時、下げ潮時ともに興居島の由良湾では流速は小さく海水の停滞域がみられる。しかし、高浜瀬戸ではかなり流速が大きく最大



図-1 解析領域

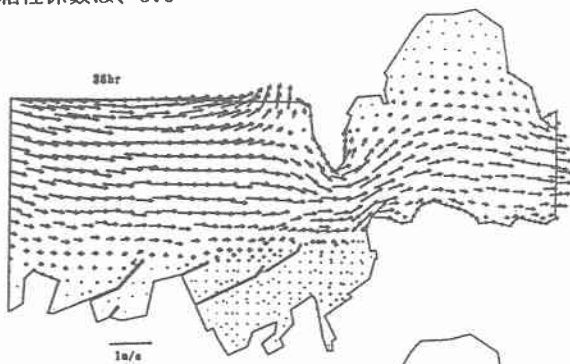


図-2 流速ベクトル

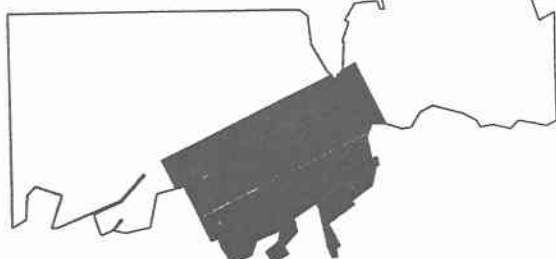


図-3 粒子投入位置図

流速は70.23cm/sである。また、振幅を1.5mにした場合の流速は、振幅1.0mの場合に対して1.3倍程度大きくなるが流域全体では流向に大きな相違はみられない。粒子の挙動 29時の下げ潮時に粒子を投入し、42時までの13時間の粒子の挙動について考察する。図-3に粒子の投入図を示す。港内に配置した粒子は●、港外に配置した粒子は□で示している。分散を考慮しない場合の粒子の位置図を図-4に示す。粒子は潮流によってのみ運ばれる。港内に投入された粒子は港内での流速が小さいためほとんど動かない。次に、分散を考慮した場合は、本解析領域のスケールでは種々の諸研究から分散係数が $5.0\text{m}^2/\text{s}$ 程度となる。分散係数 $5.0\text{m}^2/\text{s}$ を与えた場合の粒子の位置図を図-5に示す。港外に投入された粒子は港内にほとんど進入してこず、潮流と乱れ的作用を受け海域全体を右往左往している。一方、港内に投入された粒子は乱れ作用によって位置を変えており、港内では港奥東南隅に粒子が停滞している。また、分散係数 $20.0\text{m}^2/\text{s}$ を与えた場合の粒子の位置図を図-6に示す。港外に投入された粒子と港内に投入された粒子は、分散係数 $5.0\text{m}^2/\text{s}$ を与えた場合よりも良く混合している。残留率 残留率とは、一つの領域に投入した粒子のうち、その領域内に残っている粒子数の割合である。残留率の変化を図-7に示す。分散を考慮しない場合、34時頃まで残留率は低下しているがそれ以後は40時頃まで向上している。分散を考慮し分散係数 $5.0\text{m}^2/\text{s}$ を与えた場合、残留率は分散を考慮しない時と同じように34時頃まで低下するが、それ以降は向上しない。また、振幅と残留率の関係についてみるため振幅1.5mを与えた場合、残留率は若干低くなっている。さらに、分散係数と残留率の関係をみるために、分散係数 $20.0\text{m}^2/\text{s}$ を与えてみると、残留率はさらに低くなる。

投入後 12 時間

図-4 粒子の位置図 (分散係数 $0.0\text{m}^2/\text{s}$)

投入後 12 時間

図-5 粒子の位置図 (分散係数 $5.0\text{m}^2/\text{s}$)

投入後 12 時間

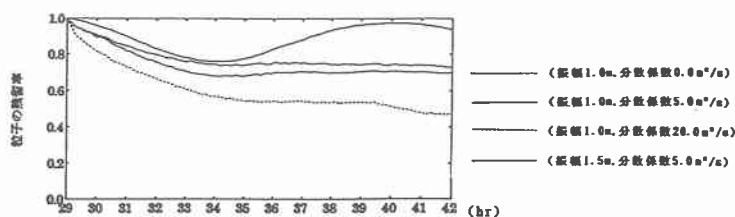
図-6 粒子の位置図 (分散係数 $20.0\text{m}^2/\text{s}$)

図-7 残留率