

2 段階陽解法を用いた有明海の潮流解析

佐賀大学 学生員 ○佐田 英一郎

佐賀大学 正 員 荒牧 軍 治

1. まえがき

有明海は閉鎖的な水域で、干満差が大きくかつ流入河川の影響の大きい特異な海域である。この水域には諫早湾干拓をはじめとする大型土木工事がいくつか計画されており、大きな環境変化が予想される。今回は、有明海に関する環境解析の第一歩として潮流解析について基礎的研究を行った。

これまで、有限要素法を基本とし2段階陽解法を用いた有明海の潮流解析は、何度か研究されていたが、その結果には数々の問題点があった。そこで、本研究では川原スキームを導入して解析を行い、従来の結果と比較することにより、より信頼性が高く、実際の現象にできるだけ近い解析結果を得ることを目的とした。

解析に2段階陽解法を用いたのは、連立方程式を解く陰解法より、マトリックス乗算のみを行う陽解法のほうが、スーパーコンピュータを手軽に使用できるようになったとき、計算が速くできるという将来的展望からである。

2. 解析概要

有明海・島原湾の海図をもとにして陸地境界・海上境界を設定し、メッシュ分割を行った。(図1) 要素数913、節点数553である。節点座標は、領域に x, y 座標軸を任意にとりデジタイザーで読み取って、実際の距離(m)での座標をそのままデータとした。各節点の平均水深は、海図の値をそのまま利用した。海図に水深が表示されていない箇所にある節点は、その周囲の水深より平均値を出し平均水深とした。

このようにして作成したデータを潮流解析プログラムに入力し、海上境界において潮位の変化として $\sin$ 波を与え、時間増加量 Δt ごとの各々節点の潮位と流速を計算する。海上境界の $\sin$ 波は、周期12時間・振幅1mとして与えた。これまでの本研究室における有明海・島原湾の潮流解析では、実際の現象と比べても、有限要素法の基本的定理からみても明らかに間違っている結果が出ていた。そこで潮流解析プログラムの全体マトリックス $[M]$ に川原スキームを導入した。

$$[\tilde{M}] = e [\bar{M}] + (1 - e) [M]$$

e は選択集中係数。

一般には $e = 0.9$ が勧められている。

解析時間は、48時間で行った。 Δt を10, 20, 30, ..., e を0.6, 0.7, 0.8, ... と、いろいろ変化させて計算し、 Δt と e の計算結果に及ぼす影響を調べた。

3. 従来の結果と本研究の解析結果

(1) 従来の解析における問題点

有明海の実際の現象として、一般に湾の奥になるほど潮汐の変化が大きくなる。これまでの解析では、湾の奥になるほど潮位が上らないという全く逆の結果が生じていた。例えば、住之江港付近の節点519では海上境界で振幅1mを与えているにも関わらず、 $\Delta t = 20$ で計算した場合、わずか0.6mほどにしか潮位が上らないのである。

また、有限要素方は Δt を小さくするほどある一定の

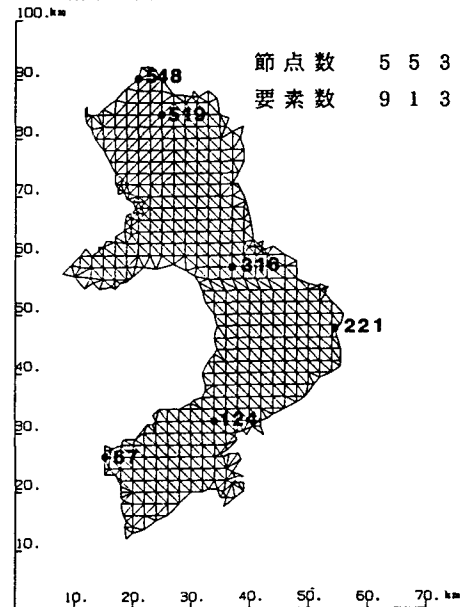


図1 解析に用いたメッシュ図

値に収束していき正解値に近づくものだが、図2を見ると分かるようにどの節点においてもその様子がみられない。さらに、潮位は1 m以上になってほしいのだが、 Δt が小さくなるほど潮位も下がり、むしろ Δt が大きいほど求める結果に近くなってしまっている。この様にこれまでの解析では数々の矛盾した問題が生じている。

(2) 本研究における解析結果

表1は、改良した潮流解析プログラムにより計算した節点519における潮位の最大値を書いたものである。eは川原スキームにある選択集中係数である。×印以下は、計算の途中で解が発散し結果が得られなかった。eが一定としてみると、以前同様に Δt が小さくなるほど潮位も下がっているが、各 Δt ごとの最大値をみると、どれもほぼ同じ値を示している。しかもどの Δt においても1.8 m以上にまで上がり、発散する直前で最大値がでている。この表を見るかぎりでは、eの値を操作することにより Δt の値に関わらず、潮位を上げることができるようだ。図3は、各節点の48時間の変化を表したもののだが、これを見ても Δt が違っても、潮位はほとんど同じ変化を示している。このことから、計算時間を考慮すれば、 Δt の値は30~40がこのプログラムにおいては最適だと思われる。またこの図3から、湾の奥になるほど潮位が下がるという以前の欠点も改善され、実際の現象に近づいたといえる。

4. むすび

今回の解析で、選択集中係数eが潮位変化に及ぼす影響の大きいことが分かった。潮位曲線や、有明海全体の潮流の図など、実際の現象に近いものが得られた。

表1 Δt とeによる潮位の変化

e \ Δt	10	20	30	35	40
0.60	0.6887	1.0022	1.2626	1.3767	1.4814
0.70	0.8054	1.1821	1.4836	1.6233	1.7455
0.73					1.8651
0.74					
0.75			1.6498	1.7948	
0.76				1.8426	
0.77					
0.78			1.7701		
0.79			1.8204		
0.80	0.9962	1.3836			
0.85		1.7514			
0.86		1.8267			
0.87					
0.90	1.3853				
0.93	1.8319				
0.94					

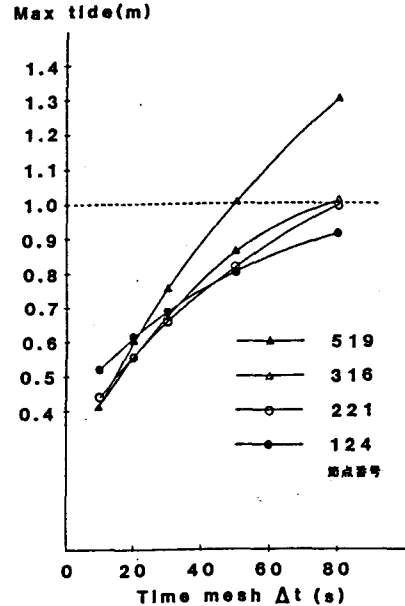
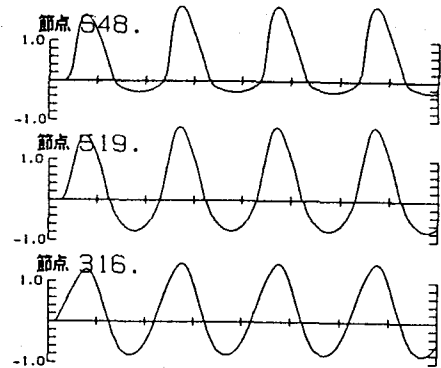


図2 Δt を変化させた時の潮位の最大値の変化

$\Delta t = 30$, $e = 0.79$



$\Delta t = 10$, $e = 0.93$

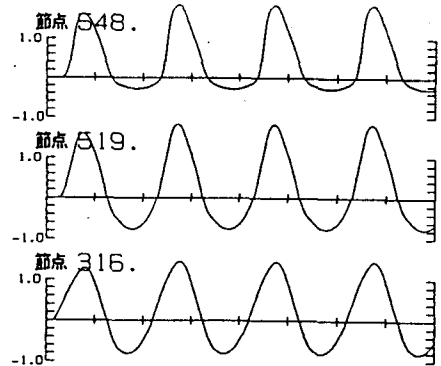


図3 潮位曲線