

# 気仙沼湾における津波の数値解析

東北大学工学部 正 員 岩崎敏夫  
 東北大学工学部 学生員 ○西宮宜昭  
 東北大学工学部 学生員 荒井 唯

## 1. はじめに

気仙沼湾は大島によって西湾と東湾とに分けられ、西湾が細長い水路で結ばれている複雑な湾である。この湾に津波が侵入して来ても、東湾では増幅されるが西湾では逆に減衰する傾向があると言った興味ある現象がみられる<sup>1)</sup>。そこで、気仙沼湾の津波に対する特性を明らかにするため、1896年の津波モデルを用いて数値実験を行ない検討を加えた。

## 2. 数値実験概要

(1)基礎方程式と計算領域 基礎方程式は、慣性項、摩擦項を含んだ浅水長波の運動方程式と連続方程式である。これを leap frog scheme を用いて差分化し計算している。計算領域は図-1、図-2 に示すようにB、C、D、Eに分割し、Bメッシュは10/3 kmであり、順次1/3ずつメッシュを細かくして、最終的にはE領域を1/9 kmで表現している。

(2)境界条件 図-1に示すようにa b c dに仮想入力境界を設け、外界計算で得られた境界上の水位、流量を用いて線型特性曲線法により入射波成分を分離して入力した。陸岸境界は、護岸の場合は後部の波が越えないうえであると思われる部分までは波を越えさせ、防潮堤とその他の場合は完全反射として直角方向の流量を0とした。また空間メッシュ間隔Δsが異なる計算領域を接続させる場合には、境界上で線流量の線型内挿により計算を行っている。

## 3. 計算結果

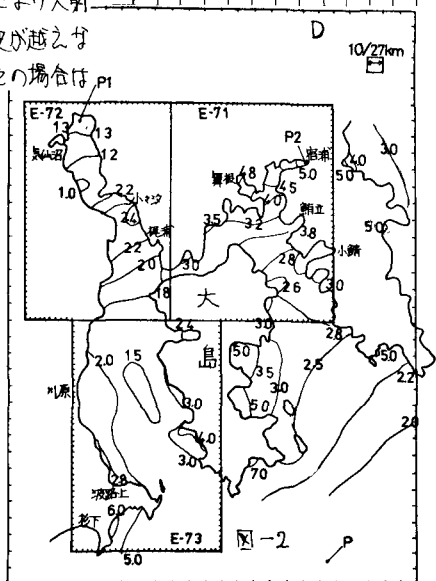
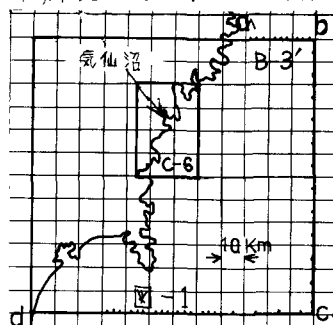
(1)津波記録との比較 図-2に最大水位の空間分布を示す。図-3には海岸沿いの最大水位をプロットしたものと記録値を示す。記録は土木試験所の松尾氏のものを用いた。計算によると、東湾で増幅され高い分布を示し、西湾では低い分布となっており、この傾向は記録とよく一致している。また西湾の外側で高い分布を示す場所があるが、この場合もほぼ一致している。計算値と記録値との比の幾何平均を(1)式で定義すると

$$K = \left( \prod_{i=1}^n k_i \right)^{1/n} \quad (1)$$

K=0.86 となり1に近い値を示している。

(2)津波の伝播 図-4に外海波形として点Pの波形、湾奥の波形として東湾ではP2、西湾ではP1の波形を示す。第一波が最大波となるが、その増幅率を求めるとP2では1.9、P1では0.58と逆に減衰している。図-5は最初の引き波が表われる時間の分布を示したものである。これを見ると西湾では東湾に比べて10分程度遅れて波が到達している。また大島の瀬戸を通して東から侵入した波が先に西湾に到達する様子がわかる。

(4)湾口の流量変動 図-6には湾口1-1、2-2(図-4)の断面を通して流入する流量の時間変化と断面の形状を示してある。おおよそ3-3も同様に示しており西向きを正とした。これより東湾に流入する流量の変



化は非常に大きく、西湾では小さいことがわかる。断面横と形状が大きな因子となっていると思われる。また大島の瀬戸を通して出入りする流量は非常に小さく、西湾には東湾の影響はほとんどないことが考えられる。

(4) 最大水位の分布 図-7に東湾の軸G-K、図-8に西湾の軸線A-Pに沿った最大水位の分布、水深と幅、そして進行波の特性値 $\Sigma$ を(2)式で計算して示した。

$$\Sigma = \xi + \eta / \sqrt{gh} \quad (2)$$

ここで $\xi$ は水位、 $\eta$ は単位幅、単位時間当りの流量、 $h$ は水深である。東湾についてはI点までは $\Sigma$ と最大水位がほぼ一致し、進行波を示している。I-J間で急に $\Sigma$ が下がるのは水路が西側に分岐しているためであり、最大水位のほうはJを過ぎると急激に増幅して高くなっている。西湾について見るとB-C間で水深と幅の影響で徐々に水位が増大して行き、Eを過ぎると急激に減衰する。これは水深が相当浅く、また突出部の影響で湾奥へ波がそれほど侵入しないためと思われる。それ以後は再び増幅し、 $\Sigma$ も減少して反射の影響が大きくなっているが、湾口から比べるとかなり減衰しているのがわかる。

#### 4. 結 語

以上により気仙沼湾の特性をまとめる。

- ・西湾と東湾の湾口の断面横、形状、位置の違いにより東湾のほうが津波の侵入する度合いが大きい。
- ・西湾と東湾は大島の瀬戸で結ばれているが、この部分を通して出入りする流量は小さく、計算上は両湾はつぎ合っていないとしてもそれほど支障はない。
- ・東湾で津波はかなり増幅されるが、西湾のほうは減衰し、特に狭窄部の影響で波が反射されるため西湾奥は最大水位が低く津波に対して比較的安全である。また水深の影響で東湾のほうで波の伝達早い。

上記のような結果が得られたが、今回の計算では防潮堤を越流する計算は行っていないし、細部についてはさらにメッシュを細かくして計算する必要があると思われる、今後計算を進めて行きたい。最後に本計算においては東北大学工学部助手 真野 明氏に多大な助言を頂いた。ここに深く感謝します。

<参考文献> (1) 松尾春夫：土木試験所報告 第24号 1933

(2) 岩崎敏夫 真野 明：オイラー座標による二次元津波の数値計算 第26回海岸工学講演会論文集 1979

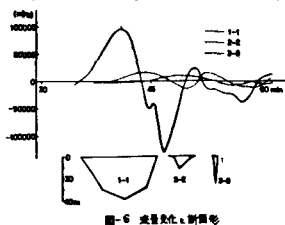


図-6 流量変化と断面形

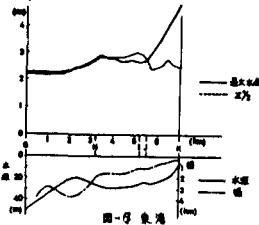


図-7 東湾

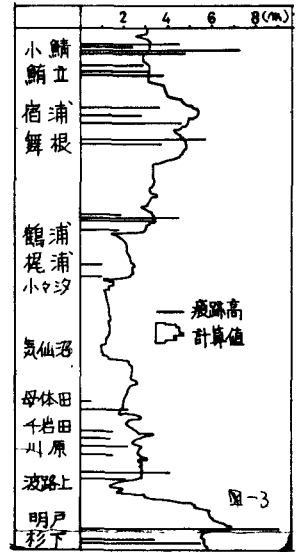


図-8

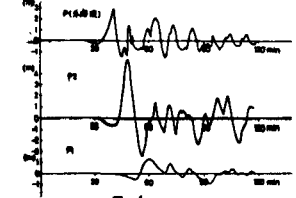


図-9

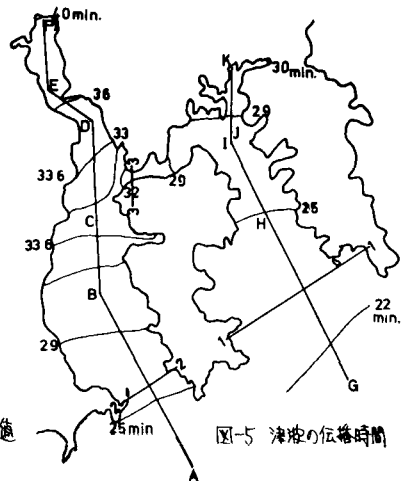


図-10 津波の伝播時間