

II - 68

気仙沼湾における津波予報の可能性

東北大学工学部 学生員 ○今中 剛
東北大学工学部 正会員 今村 文彦
東北大学工学部 正会員 首藤 伸夫

1. 研究の目的

現在の津波予報警報は気象庁によって行われているが、広域での定性的な情報に留まっている。しかし、浅海域で地形の影響を受けて実際の津波は沿岸で局所的に増幅するため、地域により津波波高は大きく変わるのが通常であり、予報の精度の点で問題となっている。この結果、信頼性が低下し、実際に津波予報が発令されても多くの住民が避難しないという現状が報告されている。そのため、各地域での精度の高いしかも詳細な津波情報が必要と考えられている。

本研究では、三陸沿岸地域で、早くから津波対策のため潮位観測システムを導入した気仙沼湾を取りあげ、これを利用した地域津波予報の可能性を検討する。

2. 気仙沼の観測システムと対象津波

潮位計は、湾口の杉ノ下と湾奥（街の中心部）の神明崎（過去は南町）に設置されている。津波が湾口で観測され、約 10 から 20 分前後に湾奥に到達するといわれている。この杉ノ下の観測データを利用すれば、湾奥での正確かつ詳細な津波予報ができる可能性がある。本研究では、この第一段階として、数値シミュレーションを組み合わせた予報システムの基礎検討を行う。今回、1994 年 12 月 28 日の三陸はるか沖地震津波の際に観測された波形を対象に、杉ノ下から湾奥までを再現するモデルの開発を行う。特に、気仙沼湾のように複雑な地形により周期特性及び増幅率が変化するため、数値モデルの開発には特に注意を要する。

3. 数値計算

非線形長波理論に基づく以下に示す支配方程式を用いる。

$$\begin{aligned} \frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} &= 0 \\ \frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{M^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{MN}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{gn^2}{D^{7/3}} M \sqrt{M^2 + N^2} &= 0 \\ \frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{MN}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{N^2}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{gn^2}{D^{7/3}} N \sqrt{M^2 + N^2} &= 0 \end{aligned}$$

M, N は流量、 η は静水深からの水位上昇量、 g は重力加速度、 n はマニングの相当粗度、 D は全水深（水位と静水深）である。

境界条件について、陸側は汀線を鉛直壁とし、沖側は X 軸において波形を強制入力し、Y 軸においては特性曲線法を用いた自由透過とした。そして、強制入力に用いた波形は、図.1 の杉ノ下の波形を以下に示すグリーンの定理を用いて換算した波形である。

$$\text{グリーンの定理} \quad \frac{H}{H_0} = \left(\frac{b_0}{b} \right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{h_0}{h} \right)^{\frac{1}{4}}$$

ここで、 $b = b_0$ 、 h : 杉ノ下の水深、 h_0 : 境界上の水深とした。計算に用いた水深データは、図.2 に示す領域で、格子間隔は 50m とし、津波の波速は $\sqrt{gh}$ あることを考慮して等水深上にできるだけ波形を

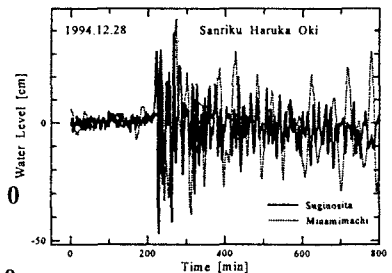


図.1：三陸はるか沖津波の波形

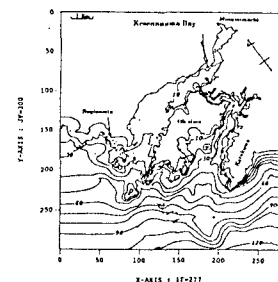


図.2：計算領域とそのコンター

入力できるように領域をとった。

4. 計算結果

図.3 及び図.4 は杉ノ下及び南町における観測波形（実線）と計算波形（破線）である。沖側で観測波形を強制入力したが、杉ノ下での観測値と一致させることは難しかった。しかし、第一波や後半の波高を除いて良好に再現できていると考える。ここでの誤差は、湾奥（南町）での値においては無視することができる。南町では、観測値の第一波と最大波高が再現されているが、計算値には短周期成分（15 分程度）が残されている結果となった。

杉ノ下から南町への周期成分に注目した増幅率をみるために、スペクトル解析を行った。その結果図.5 及び図.6 に示す。杉ノ下では主要な周期 17 分と 11 分の 2 つの成分が卓越している。計算値では両成分の対応（比率）の再現が十分ではないことがわかる。これは、杉ノ下周辺の地形（湾）が十分でなく、ここでの振動特性が再現できていないと思われる。一方、南町では、主要 17 分周期成分の他に 35 分程度の成分が増幅している。観測値では、この傾向が顕著であるが計算値では小さい。まず、17 分の成分に関しては、杉ノ下でみたように、計算値の方がもともと過大であったことと、湾奥部の小々汐・蜂ヶ崎での狭窄部があり、短周期成分を低下させるような機構が表現できなかった可能性がある。実際、今回 50m 格子間隔を採用しているが幅 300m ほどのこの狭窄部を近似するには十分でなかった可能性はある。また、30 分以上の長周期の増幅がやはり再現されていないことは、この狭窄部での増幅機構に問題があることが示唆されている。Mehta&Ozsoy(1978)による湾・潟に接続された感潮狭窄部での解析によると、狭窄部での断面積・長さ・損失などの特性により、湾内で増幅や減衰などの特性が生じている。今後は、このような部分での解析を、観測値と計算値を対比させながら行う必要がある。

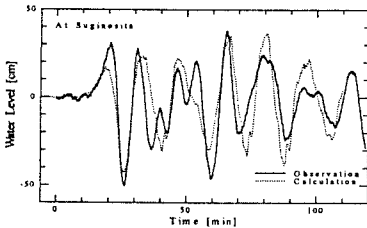


図.3：杉ノ下における波形

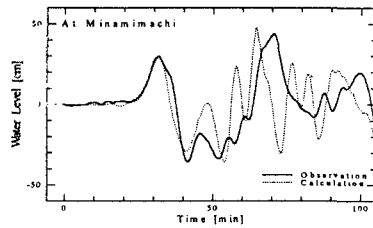


図.4：南町における波形

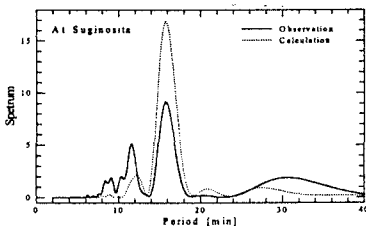


図.5：杉ノ下におけるスペクトル

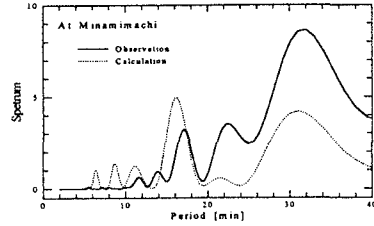


図.6：南町におけるスペクトル

5. 今後に向けて

今回の研究において、気仙沼湾の津波を計算したが、波高や到達時間を再現できるモデルを提案できたが、増幅機構に関する問題が残った。狭窄部に注目した解析を進める必要がある。さらに、今回は一つの津波の着目したがいくつかの津波についても検討していこうと考えている。

最後に、今回の研究における津波の観測記録を気仙沼市役所に提供していただいた。ここの記して謝意を表す。

参考文献：Mehta&Ozsoy(1978):Inlet hydraulics, Stability of tidal inlets,Elsevier,pp.83-102.