

II — 3 4 熊野灘における1960年チリ津波の再現計算

東北大学大学院 学生員 ○永野修美

東北大学大学院 学生員 今村文彦

東北大学工学部 正会員 首藤伸夫

1. はじめに

我国は近海で発生した津波だけでなく、遠く離れた海域で発生した津波によっても被害を受けている。現在、津波災害対策として数値計算を利用することの有効性が認められているが、その対象とする範囲は近海で発生した津波に限られており、遠地津波に対する数値計算の精度は未だ明らかにされていない。本研究では1960年チリ津波を対象として、三陸と並び被害の大きかった熊野灘での再現計算を行い、痕跡や被害状況と比較することにより、その精度を検討する。

2. 最大水位に関する検討

本計算は、まず著者らの行った外洋伝播計算結果¹⁾を外海境界条件とする深海域計算を実施し、その結果を浅海域計算に接続する。計算対象領域は潮岬から房総半島までの東経135度40分から140度50分、北緯32度40分から35度40分の範囲であり、格子間隔は沿岸に近づくに従い細かくして、最終的に熊野灘沿岸を0.2kmの格子で分割した。採用した支配方程式は線形長波理論及び浅水理論である。図-1は尾鷲湾からの矢湾に至る最大水位分布の計算結果である。図中の等水位線は0.5m間隔である。また、図の下側では沿岸に沿った最大水位分布の計算値と痕跡記録を比較している。実線が計算値、丸印が痕跡記録である。計算値と痕跡記録は全体的に一致しているが、英虞湾、的矢湾では計算値の方が過大である。尾鷲湾や五カ所湾では良い一致を示す。この領域全体での痕跡記録と計算値の比は0.8となり、計算値の方が2割程過大となった。

3. 最大流速に関する検討

チリ津波により熊野灘で生じた被害の特徴は、波高のあまり大きくなかった的矢湾、英虞湾等で、津波に伴う急潮流により養殖筏の流出、破壊が発生したことである。ここでは的矢湾を対象に流速に関する検討を行った。図-2は津波発生後20時間から30時間の間の最大流速分布である。格子間隔は50mを採用している。湾口や水道部の流速の速い所では、2.0m/s以上の値を示す。最大水位に関しては、痕跡記録等と比較できるが、流速に関しては実測値はないので、ここでは養殖筏の被害分布と比較することにより流速に関する検討を行うことにした。図-3は最大流速分布に佐藤²⁾による養殖筏の被害分布を重ねたものである。最大流速値の大きい所では被害も大きく、流速の小さい所では被害は小さい。さらに、計算結果と被害の関係を明確にするために、図-3の結果をもとに、計算最大流速、計算最大水位と被害程度の関連をみたのが図-4である。この図を見ると被害は水位にはあまり関係がなく、主に流速に関係することが分かる。また、被害有りと無しの境界が流速約1.0m/sのところに存在しており、この値が養殖筏に被害が生じ始める最低の流速であると予想される。図-3の結果は最大流速と被害状況の対応が良く、本計算結果は定性的な流速分布は再現できているといえる。

4. 格子間隔の違いによる流速の差

次に、計算格子間隔の違いによる離散化誤差が流速値に与える影響を調べる。この問題に対しては、次に示すRichardsonにより示唆された事後接近の方法が有効である。今、 u を厳密解とし、格子間隔 $\Delta x_1, \Delta x_2, \Delta x_3$ に対する近似解 u_1, u_2, u_3 の離散化誤差が Δx のべき乗に比例すると仮定すると、

$$u - u_1 = A(\Delta x_1)^p, \quad u - u_2 = A(\Delta x_2)^p, \quad u - u_3 = A(\Delta x_3)^p$$

と表され、 u を求めるにはこの連立方程式を解けばよいことになる。 $\Delta x_1 = \Delta x_2/2 = \Delta x_3/4$ であれば、

$$p = \log_2 \left(\frac{u_2 - u_1}{u_2 - u_3} \right), \quad u = \frac{(\Delta x_2)^p u_1 - (\Delta x_1)^p u_2}{(\Delta x_2)^p - (\Delta x_1)^p}$$

となり、厳密解 u を求めることができる。但し、ここで言う厳密解とは、格子間隔を零の極限に近づけたときの数値解の収束値である。ここでは $\Delta x_1=50\text{m}$, $\Delta x_2=100\text{m}$, $\Delta x_3=200\text{m}$ として計算を行った。図-5は代表的な地点での $\Delta x_1=50\text{m}$ の場合の厳密解に対する相対誤差の分布である。湾口から湾央では誤差は小さいが、水道部のように断面が急変するところでは誤差が大きい。平均の誤差は13%であり、的矢湾の蒙な幅の狭い複雑な水道部を有する湾では、格子間隔は50m以下にした方が望ましいといえる。格子間隔の選定には、沿岸形状の近似度や水道部横幅の分割数等が目安になると考える。

5. おわりに

チリ津波の熊野灘での挙動を数値計算により再現し、最大水位については痕跡記録、最大流速については養殖筏の被害状況と比較した。その結果、水位については妥当な結果が得られ、定性的な流速分布も再現できていることが分かった。また、地形の複雑な箇所では格子間隔を50m以下にする必要があることも分かった。

(参考文献)

- 1) 今村文彦・永野修美・後藤智明・首藤伸夫(1987):第34回海岸工学講演会論文集, pp. 172-176
- 2) 佐藤忠勇(1960):水産増殖, Vol. 8, No3, pp. 193-202

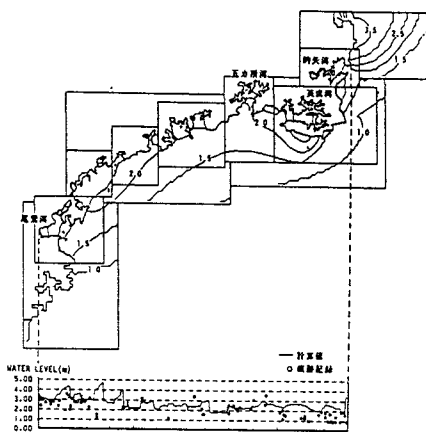


図-1 最大水位分布



図-2 最大流速分布

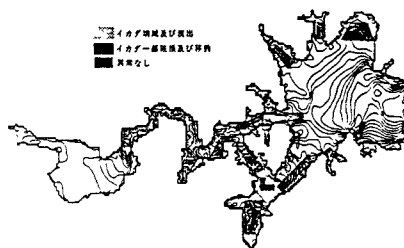


図-3 最大流速分布と筏被害状況

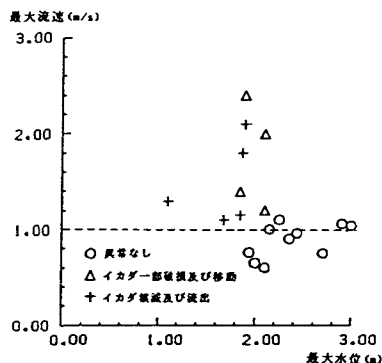


図-4 計算結果と筏被害の関係

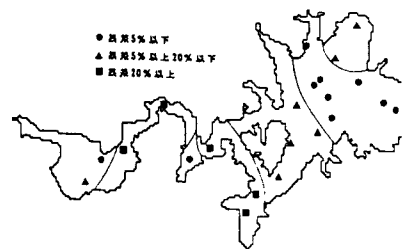


図-5 厳密解との誤差の分布