

四国沿岸域における歴史津波の屈折計算

徳島大学工業短期大学部 正 村上 仁士
 阿南工業高等専門学校 正 島田富美男
 徳島大学工業短期大学部 正 伊藤 禎彦
 徳島大学大学院 学○石塚 淳一

1. はじめに

従来、四国沿岸域の津波の防災対策の一貫として、津波の挙動の数値シュミレーションが行われてきた。本研究を行うに先立っても、断層モデルより得られた海底変位をもとに流体の運動および連続式を解くこと(以下、断層モデルを用いた津波計算と呼ぶ)によって、四国沿岸域での津波高が数値計算により求められている。しかし、計算格子間隔の大きさ等の問題から、近海域での伝播を理論的に取り扱うまでには至らなかった。そこで、本研究においてはこのような点を補うために、外洋での伝播を断層モデルを用いた津波計算で、近海域での伝播を屈折計算でそれぞれ取り扱うことにより、実際の観測値と計算値との比較を試みた。

2. 数値計算方法

まず、断層モデルを用いた津波計算においては、計算領域を豊後水道から熊野灘に設定し、1946年、1854年、1707年の各津波に対し、それぞれの発生要因となった海底での鉛直変位を相田の断層モデルModel19', 20', 29'¹⁾とMansinha-Smylieの解析解²⁾から求めた。そして、上記計算領域において差分時間間隔を5秒、計算格子間隔を5kmとしてleap-frog法により、流量と水面上昇量をNavier-Stokesの運動方程式と水の連続式を差分化して解くという方法を用いて繰り返し計算を行った。

次に、先述の数値計算より得られた水深200m線上での流量と水面上昇量から、屈折計算を行うに際しての最適な初期波向きと波高を各津波について、それぞれ選択した。

最後に、計算領域を高知県南岸域に絞り込み、差分時間間隔を10秒、計算格子間隔を1kmとして、以下に示す基礎式を差分化して解くことにより各津波に関する屈折計算を行った。

波向線方程式

$$\frac{D\alpha}{Dt} = \sin\alpha \cdot \frac{\partial c}{\partial x} - \cos\alpha \cdot \frac{\partial c}{\partial y} \quad (1)$$

波向線間隔方程式

$$\frac{D^2\beta}{Dt^2} + p \cdot \frac{D\beta}{Dt} + q \cdot \beta = 0 \quad (2)$$

$$p = -2 \left(\frac{\partial c}{\partial x} \cos\alpha + \frac{\partial c}{\partial y} \sin\alpha \right) \quad (3)$$

$$q = c \left(\frac{\partial^2 c}{\partial x^2} \sin^2\alpha - \frac{\partial^2 c}{\partial x \cdot \partial y} 2 \sin\alpha \cdot \cos\alpha + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \cos^2\alpha \right) \quad (4)$$

ここで、 β は波向線間隔係数、 c は波速、 α は波向きである。図1に示された、二つの波向線で囲まれる部分での波のエネルギーは等しいので、これらの波向線に直交する波峰線の間隔より波高の変化を知ることができる。このような原理を用いて、一定時間ごとの波向きと波峰線の間隔を計算していく。

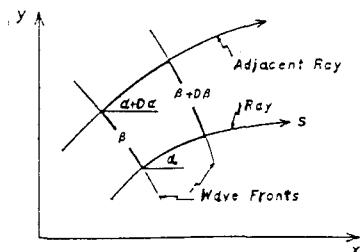


図1 波向線と座標系

3. 計算結果および考察

本研究の計算結果をもとに屈折図を描き、以下のような考察を行った。

まず、図2は各津波における見掛けの増幅率を表したものである。ここでいう見掛けの増幅率とは、各々の波向線の初期波高と屈折図において伝播した地点での実際の観測値の比をとったものであり、近海から沿岸までの伝播の過程において波高がどの程度増幅されたかを意味している。

また、図3、4ではこの見掛けの増幅率をもとに1854年、1707年の津波の沿岸における津波高を推算し、実際の観測値と比較を行ったものである。方法としては、1946年の津波に関する各観測地点での見掛けの増幅率をもとに、これに1854年、1707年の各津波について屈折図から各観測地点に伝播した波向線を選択し、その波向線の初期波高を掛け合わせることで津波高を推算している。これらの図より、1707年の津波に関しては、高知県南西部において観測値と推算値との間にひらきがみられるが、1854年の津波も含めて他の観測地点ではかなりの一致がみられる。このことより、地震断層の挙動が類似していれば、津波高の予測がほぼ可能であるといえる。

4. まとめ

見掛けの増幅率という概念を用いることにより、歴史津波の沿岸での津波高をほぼ推定することができた。しかし、計算初期値の選択等の問題点も残されているので、さらなる検討を行ってきたい。

参考文献

- 1) 相田勇：南海道沖の津波の数値実験，地震研究所業報，pp.713～730,1981
- 2) Mansinha-Smylie: THE DISPLACEMENT FIELDS OF INCLINED FAULTS, Bulletin of The Seismological Society of America, Vol. 61, No. 5, pp. 1433～1440, October, 1971
- 3) 防災研究会：琵琶湖自然護岸計画調査－自然護岸の計画断面に関する調査研究－，京都大学防災研究所，pp.19～28, 1976

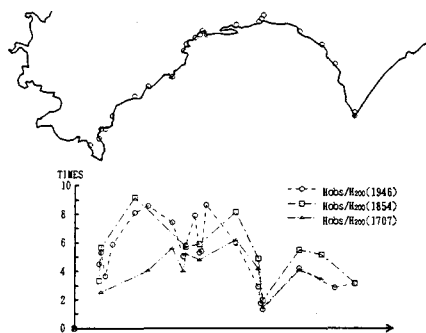


図2 各津波における見掛けの増幅率

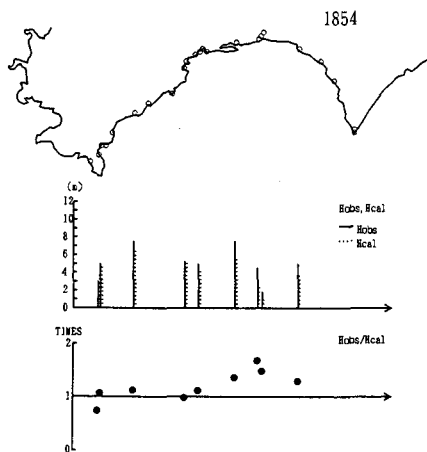


図3 見掛けの増幅率からの推算値(1854年)

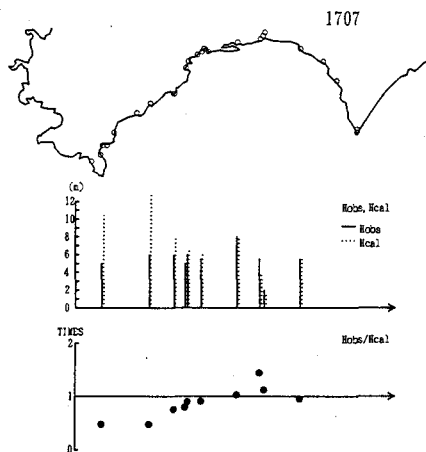


図4 見掛けの増幅率からの推算値(1707年)