

紀伊水道、大阪湾における津波の伝播特性に関する考察

徳島大学工学部 フェロー 村上 仁士 京都大学工学研究科 正 会 員 伊藤 禎彦
 四国総合研究所 正 会 員 山本 尚明 徳島大学大学院 学 生 員 佐藤 広章
 徳島大学大学院 学 生 員 〇後藤田忠久

1. はじめに

四国、紀伊半島沿岸域は、南海トラフ沿いを震源とするM8以上の巨大地震による津波により、繰り返し多大な被害を受けてきた。そして、2030年までにもこれらと同規模の巨大地震発生の可能性が予測されている。地震にともなう津波に対し、防災、減災対策を検討するため、津波の数値シミュレーションが行われてきた。大阪湾、紀伊水道においては、すでに河田ら¹⁾が断層モデルから得られた海底面変動をもとに水理量を算出する数値計算（以下、断層モデル計算と呼ぶ）を用いて、津波の数値シミュレーションを行っている。本研究では、断層モデル計算と波向線、波峰線方程式から屈折計算を行う波源域モデルを併用して、紀伊水道、大阪湾における津波の伝播特性について考察した。

2. 数値計算方法

ここでは、1946年昭和南海、1854年安政、1707年宝永の各地震の断層モデルからMansinha・Smylie²⁾の方法を用いて、断層付近の海底面での鉛直変位分布を求めた。そして、この海底地盤変動の鉛直変位を海面上の水位変動とし、Navier-Stokesの運動方程式と水の連続式をleap-frog法によって差分化することにより、線流量と水位上昇量を求めた。ここで、差分の安定性を考慮し、断層モデル計算の計算時間間隔を10秒、計算格子間隔を1250mとした。

次に、断層モデル計算を行うことにより、屈折計算の計算初期値を与えた。図-1に屈折計算の計算領域および初期仮想点を示す。断層モデル計算を外洋から図-1に示した初期仮想点まで行い、初期仮想点上の線流量と水位上昇量を求めた。これより屈折計算を行うために最適な初期波向きと初期波高を各津波について選択した。



図-1 屈折計算の計算領域と初期仮想点

これらの計算初期値をもとに計算時間間隔を10秒、計算格子間隔を625mとし、以下に示す基礎方程式を差分化し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

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

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

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

ここで、 α は波向き、 β は波向線間隔係数、 c は波速である。

3. 計算結果および考察

3つの歴史津波について屈折図を描いた結果、各モデルについて波向線の伝播状況は同じような傾向を示した。このことから、紀伊水道、大阪湾では断層モデルの形状や大きさによらず、同じような伝播状況を示すことができる。

図-2は、1946年南海地震津波の地震発生からの到達時間分布を示している。これより、紀伊水道、大阪湾の各計算領域で、初期仮想点から離れるにしたがって到達時間が遅くなる様子がわかる。到達時間の最も早いところは紀伊水道の入り口付近で25分、最も遅いところで淀川付近の110分程度であった。また、津波は大阪湾に入ると速度が極端に遅くなることがわかった。観測値との比較を行った結果、大阪湾の最も湾奥の地域で計算値が小さい値を示したが、全体的に一致した。

次に、図-3は1946年の津波の波高増幅率を示したものである。ここで、波高増幅率とは各波向線での初期波高を1.0mとしたときの、波向線が陸地に到達した時点の波高をとする。これより、津波が各初期仮想点に到達したとき各領域を伝播する過程において、どの程度増幅されるのかわかる。紀伊水道をみると、初期仮想点に近いところで最も大きく約3～5倍を示し、淡路島の南側は波高増幅率の平均が約1.5倍を示した。大阪湾では淡路島の洲本付近で2倍をこえるところがあったが、大阪、神戸で約1倍となった。こうしたことから、津波を進行波としてとらえた場合、波高増幅率は初期仮想点から離れるにつれて小さくなる傾向にあることがわかる。

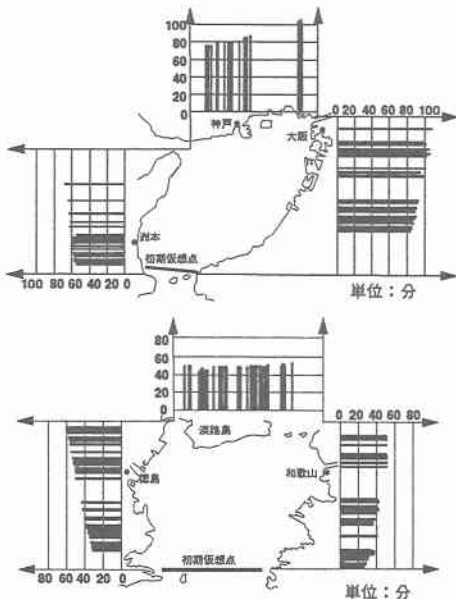


図-2 到達時間の分布

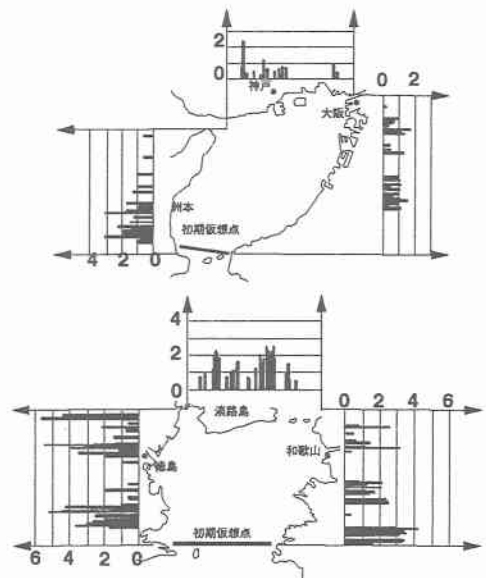


図-3 波高増幅率の分布

4. おわりに

今回の数値計算から、巨視的にはあるが屈折計算により紀伊水道、大阪湾における津波の伝播特性を知ることができた。今後は、初期仮想点の設定位置、計算初期値の選択法について検討する必要がある。

最後に、本研究は文部省科学研究費一般研究(C)〔代表者: 村上仁士〕による補助を受けたことを記し、ここに謝意を表する。

【参考文献】 1) 河田恵昭・小池信昭: 危機管理と津波避難マニュアル, 京都大学防災研究所年報 第38号 B-2, PP.157-211, 1995年4月, 2) Mansinha・Smylie: The displacement fields of inclined faults, Bulletin of Seismological America, Vol. 61, NO. 5, 1971, pp. 1433-1440.