

II-47

2 段階修正アルゴリズムによる津波予報の改良

東北大学大学院 学生員 ○大垣 圭一
東北大学大学院 正 員 越村 俊一
東北大学大学院 正 員 今村 文彦

1. はじめに

日本近海で地震が発生すると、気象庁が地震後3分を目標に津波予報を発表している。この予報では、事前に断層位置、規模について約10万通りのシミュレーションを行い、その結果をまとめたデータベースから津波予報を発表する¹⁾形式を取っており、断層メカニズムを限定して計算を行っていることが原因で予報精度が問題となることがある。特に、津波地震の場合、予報値が過小評価になると予想される。一方、現在、海底ケーブルネットワーク ARENA²⁾の計画があり、リアルタイム観測情報が津波予報に利用できる可能性がある。本研究では、ARENAをシミュレーション上で想定し、そこで得られる情報を利用して2段階で予報値を修正する手法の提案を行う。第1段階では観測波高から簡易的に予報値の修正を行い、第2段階では津波波源推定、リアルタイム計算という流れで修正を行う。

2. 計算諸元

図-1に示す領域を対象領域内に津波観測点と津波予測点を配置する。津波伝播計算には線形長波理論を staggered leap-frog 法で差分化し、伝播計算を行った。また、第1段階修正では波向線法、第2段階修正では逆伝播手法を利用している。

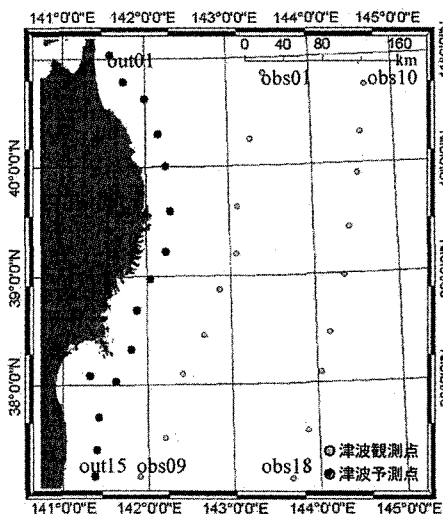


図-1 対象領域内の津波観測点、津波予測点

3. 第1段階修正法

気象庁のデータベース型の予報システムと同様の津波伝播計算を行い、津波予測点と津波観測点における最大波高、第1波波高についてデータベースを構築した。第1段階修正法は即時性を重視した修正法であり、津波地震の事例を用いて説明する。津波地震の想定は、気象庁ではM=8.1に対応する津波を予測したが、実際はM=8.5の津波が発生していたというケースとした。

(1) データベースを利用した予報値の算出

震央とマグニチュードを入力し、津波観測点、津波予測点の第1波波高と最大波高の予報値を算出する。

(2) 津波観測点1における波高比 α

データベースから算出した第1波予報値 $z_{db,i}$ と観測値 $z_{obs,i}$ を用いて(1)式から波高比を求める。津波地震に対して、 α を求めた結果を図-2に示すが、実際の津波は予報値より2倍以上大きいことが分かる。

$$\alpha_i = z_{obs,i} / z_{db,i} \quad (1)$$

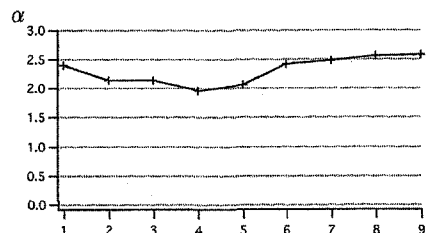
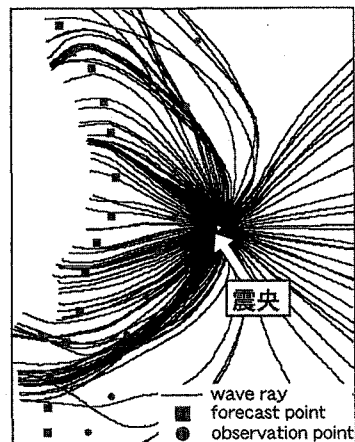

図-2 波高比 α の分布（横軸：観測点番号）


図-3 震央からの波向線（図-1と対応）

(3) 津波観測点と津波予測点との関連付け

波源から津波観測点、津波予測点という津波の伝播を特定するため、図-3 のように震央から 360° 方向に波向線を描き、観測点と予測点の対応行列を求める。

(4) 津波予測点の修正係数 β の算出

α と行列式を用いて(2)式から修正係数 β を求める。次に、 β とデータベースによる津波予測点の予測値との積を求め、予測値を修正した結果を図-4 に示す。修正予測値は真値の分布と良く一致しており、津波地震に対して第1段階修正は有効であることが分かった。

$$\beta_j = \sum_{i=1}^n (n_{i,j} \times \alpha_i) / \sum_{i=1}^n n_{i,j} \quad (2)$$

4. 第2段階修正法

第2段階修正は、限られた時間の中で正確性を上げることを目的とした修正であり、逆伝播手法により波源域や断層パラメータを推定する。時系列波形から津波到達時刻を読み取り、観測位置を起点に図-5 のような逆伝播波面を描く。この逆伝播波面に内挿する四角形を考え、断層長さ、断層幅、走向を決定する。また、ここで地震波解析結果のメカニズム解を利用し、傾斜角やすべり角を決定する。全ての断層パラメータを決定した後、リアルタイムで再現計算を行うことで予測値の修正を行う。

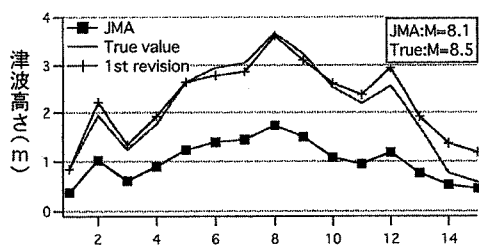


図-4 予測値の修正結果 (横軸：予測点番号)

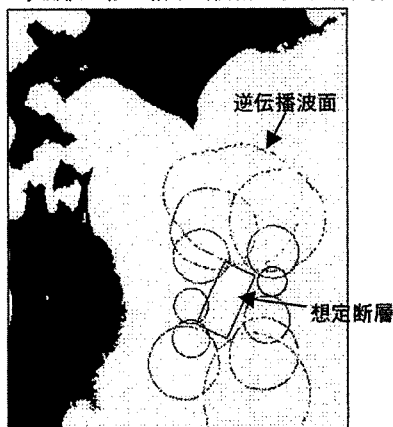


図-5 逆伝播結果

5. 昭和三陸地震津波に対する適用例

適用結果を図-6 に示すが、データベースは逆断層に対する津波伝播計算を行った結果であり、初期水位分布のタイプが異なる正断層に対して、第1段階では、高い精度で予測することは難しいと考えられる。一方、第2段階では、メカニズムを考慮しているため、精度良く予測できることが出来た。また、沿岸への津波到達時刻から、予測所要時間(観測時間と計算時間)を差し引いて、各予測法の猶予時間を算定した結果を表-1 に示す。第1段階では全地点で有効であるが、第2段階では宮古において予測前に津波が到達していることが分かる。

6. まとめ

本研究により、第1段階修正は津波地震に有効であることが分かった。また、正断層型の地震に対して、第2段階ではややリアルタイム性に劣るものの、精度の高い情報を発信できるものと考えられる。

<謝辞>

本研究を行うに当たり、気象庁精密地震観測室館畑秀衛様にはデータベースに関する資料を頂いた。ここに記して謝意を表す。

<参考文献>

- 1) 館畑秀衛(1998)：津波数値計算技術の津波予報への応用，月刊海洋/号外 No.15, pp.23-30.
- 2) 社団法人海洋産業研究会(2004)：海底ケーブルネットワーク高度利用の経済的効果に関する調査報告書

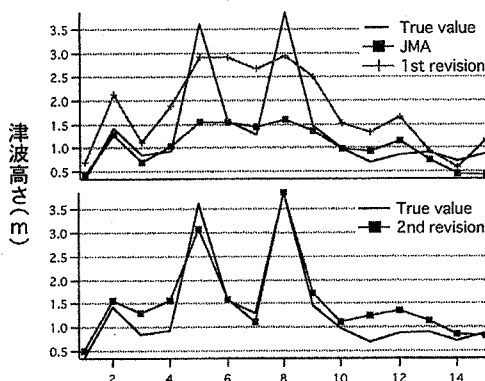


図-6 予測値の修正結果 (横軸：予測点番号)

表-1 各予測法の猶予時間 (単位：分)

	気象庁	第1段階	第2段階
八戸	50	44	21
宮古	29	23	-1
気仙沼	45	35	16
仙台	76	62	47