

## 津波の短時間予測手法の開発に関する二、三の検討

大成建設株式会社技術センター	正会員	○織田 幸伸
大成建設株式会社技術センター	正会員	伊藤 一教
大成建設株式会社技術センター	正会員	高山 百合子

## 1. 目的

津波の予報において、その津波高さや遡上高を推定するには非線形性を考慮する必要がある、さらに浅海域では、分裂波により津波高さがより大きくなる可能性があることが指摘されていることから、波の分散性を考慮する必要がある。津波高さや遡上高は、栈橋等の損傷や浸水による陸域施設の被災等、事業継続性へ直接影響するため、この分裂波を含む波形レベルの予測は防災上重要であるが、分散性を考慮した波浪解析は、非常に細かな計算格子が必要であり、津波予測に適用することは難しい。そこで本研究では、分裂波を含む津波の予報を短時間に提供することを目的に、新たな予測手法を開発することを目的としている。本報では、その概要と適用性について検討した結果について報告する。

## 2. 津波予測手法の概要

本手法では、代表的な非線形分散性波動方程式であるブシネスク方程式を津波予測に適用する。ただし、数100km四方に及ぶ平面二次元場にブシネスク方程式を直接適用するのは、計算能力の観点から現実的でない。そこでまず、断層から海岸までの間で波向線法により津波の伝播方向を定義する。津波のエネルギーは、この波向線を横切ることがないと仮定し、2本の波向線に挟まれた、水路幅が緩やかに変化する水路を津波が伝播すると考える。これにより、平面二次元の波浪解析を一次元伝播解析(準二次元)に変換することが可能となる。図-1は西日本太平洋側を対象にした波向線の例であるが、例えば、対象地点をAとした場合、斜線で示した領域を水路とし津波の一次元伝播計算を実施する。本手法では、反射波や回折波が考慮できないため、対象は第一波に限定されるが、津波対応において第一波の分裂波を迅速に予測出来ることは実務上有用である。

波向線を決定する上では、波の周期情報が必要となる。本来、津波のような非周期性の波には複数の周波数成分が含まれるため、周期を決定することは困難である。また、周期の長い波では、地形によっては臨界角を超え、波向線が海岸に到達しない場合もあり、実現象を反映していないものとなる。別途実施した、図-1の断層モデルを入力とした非線形長波モデルによる津波伝播解析によると、水深500~1000mより浅い海域で、顕著な波の屈折が確認された。水深750m以浅において波速が水深の影響を受ける波の周期は約30sであるため、ここでは周期30sの場合の波向線を適用した。ただし、この周期の妥当性については、今後さらに検討が必要である。

## 3. ブシネスク方程式による分裂波の再現計算

津波のソリトン分裂については、実験あるいは数値解析による研究が数多くある。ここでは、間瀬ら<sup>1)</sup>の実験結果を対象に、DHI(デンマーク水理環境研究所)の開発したブシネスクモデルを用いて数値計算を行い、その再現性について検討した。結果を図-2に示す。入射波は振幅3cm周期20sの規則波である。実験では、WG3以降で分裂波が生じており、計算結果はこれを再現出来ている。次に、計算格子を $\Delta x=5, 10, 25\text{cm}$ の3種類について同条件で計算した結果を図-3に示す。 $\Delta x$

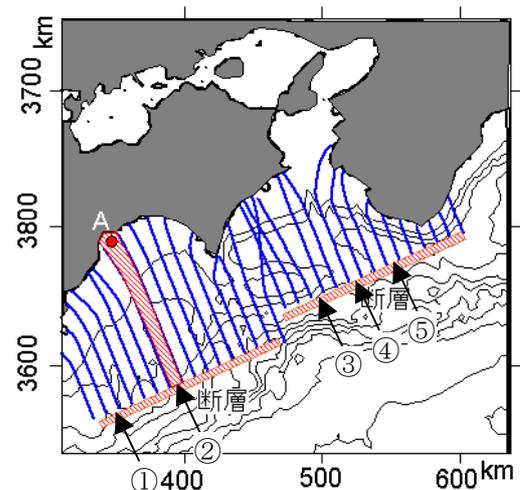


図-1 波向線の算定例

キーワード 津波, 分裂波, 波向線, ブシネスク方程式

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町344-1 大成建設(株)技術センター TEL045-814-7234

が5cmと10cmの計算結果はほぼ等しいが、25cmと粗くすると、位相の遅れが生じていることが分かる。入射波の波長は約20mであるため、分裂波を対象とする場合には、波長の1/80よりも細かな計算格子が必要であることが分かる。

4. ブシネスク方程式による分裂波の再現

本手法に基づき、ブシネスク方程式を実際の海域における長周期波の計算に適応した例を図-4に示す。ここでは、図-1に矢印で示した①~⑤の波向き線で挟まれた部分を水路と見なし、海底地形をモデル化して鉛直二次元計算を行った。入射条件として、周期140s、沖波波高3mの規則波を与え、分裂波の発生状況を確認した。なお、本来は水路幅が漸変する効果を考慮する必要があるが、ここでは幅一様水路として計算している。Δxは5mとした。いずれの場合も、水深が200m以下で徐々に波高が大きくなり、波の分裂が生じている。ただし、分裂の発生する水深や発生状況は地形によって異なっており、津波の再現計算のためには、各地点の地形を考慮した解析が必要であることが分かる。

5. 結言

分裂波を対象にした平面二次元場の数値計算は非常に多くの計算格子が必要となり、実務に適用することは難しい。本研究で提案する方法は、平面場の計算を複数の水路計算に変換することにより、計算効率を向上することが可能となる。本報では、いくつかの試計算により、本手法の有効性を確認した。今後、水路幅の漸変する場合のブシネスク方程式の適用や波向線の決定方法等について検討を加え、実際の津波の再現計算を通じて精度の向上を図っていく予定である。

参考文献

1) 間瀬 肇・安田誠宏・高山知司・加次淳一郎・沖和哉：津波のソリトン分裂過程に関する実験解析と数値解析モデルによる再現性の検討，海洋開発論文集，23巻，pp165-170，2007。

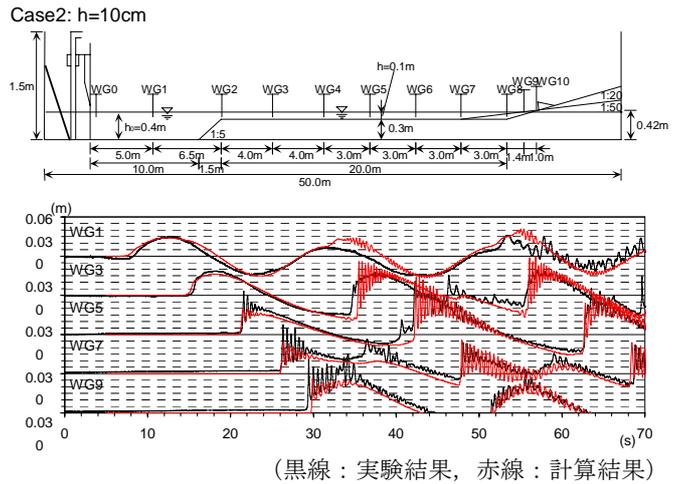


図-2 分裂波の再現計算

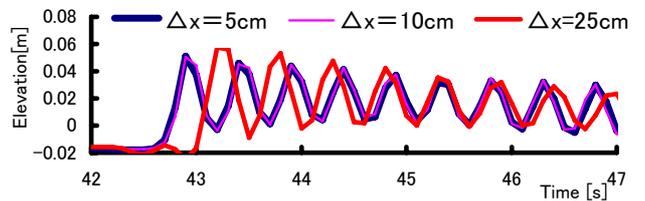


図-3 計算格子と分裂波の関係

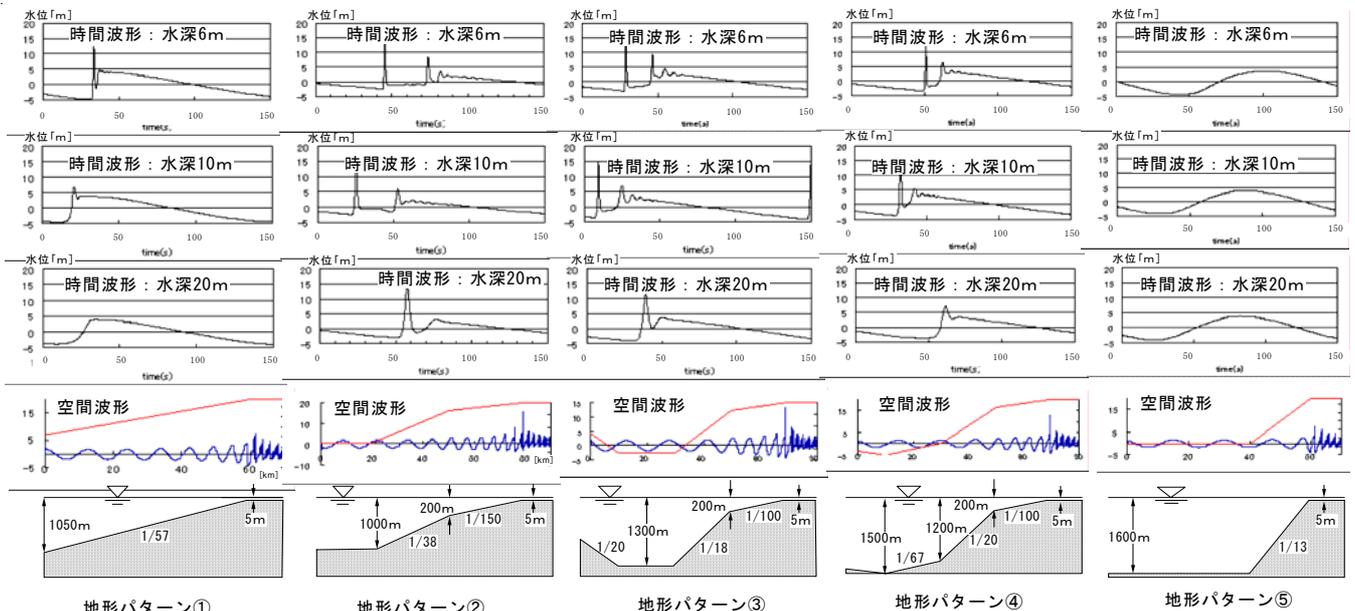


図-4 本手法による分裂波の計算例