

## 南海トラフ地震下の潮汐を考慮した 岡山市沿岸における津波ピークのリアルタイム予測法

岡山大学 学生会員 ○工代 健太  
 岡山大学 フェロー会員 前野 詩朗  
 岡山大学 正会員 赤穂 良輔  
 岡山大学 正会員 吉田 圭介

### 1. 序論

岡山市には海拔ゼロメートル地帯が広がり、南海トラフ地震発生時に甚大な津波災害が想定されている。そこで沿岸に到達する津波の挙動をリアルタイムで予測することが津波防災上重要である。図-1 に示す方向に津波が瀬戸内海を伝播し、岡山市は紀伊水道からの津波の影響を受ける<sup>1)</sup>。また、鳴門海峡と明石海峡を経由した津波が表-1 に示すように合流し、岡山市沿岸の津波波高が増幅される<sup>1)</sup>(以降、紀伊水道の津波と岡山市の津波を区別するため、観測順に前者を波①から波③、後者を波Ⅰから波Ⅲと表記)。以上を踏まえ、著者ら<sup>1)</sup>は両海峡の外側(図-1)の津波波形から、波高の相関関係式を用いて岡山市近隣の山田港(図-1)の津波波形を到達の約80分前に予測可能であることを示した。本研究では津波対策のさらなる迅速化を目標に、より波源に近い紀伊水道入口部(図-1)の津波波形から、山田港の津波ピーク予測を行う手法(以下簡易予測法)を数値解析結果から検討する。そして、潮汐場における簡易予測法の実用可能性を検証する。

### 2. 津波数値解析と岡山市に到達する津波の特徴

初期水位を2012年の山田港の最高潮位であるT.P. 1.29 mに設定し、波源域を含む広範囲で2次元の津波解析<sup>2)</sup>を実施した。中央防災会議(以下中防災)が2012年に想定した11の震源ケースの内、基本的な検討5ケース(Case1~Case5)において得られた山田港の波形を図-2に示す。どのケースも周期が約60分の津波が見られる。また、ピーク到達時刻や各波の山部と谷部の水位の平均値も波源の位置によらずほぼ一定となっている。ここから山田港の津波波高を予測することで、津波ピークを事前に予測できると考えられる。

### 3. 簡易予測法の構築

各海峡外側から山田港にかけての波高相関関係式は著者ら<sup>1)</sup>により検討されているため、ここでは紀伊水道入口部(以下波形抽出点)の津波波高と各海峡外側の津波波高の相関関係を検討する。図-3に波形抽出点と各海峡外側の津波波形を3ケースについて示す。この図では波の区切り方および波高の取り方はCase4の解析結果をもとに表示している。波形抽出点では、陸側からの反射波など、岡山方面に伝わる津波よりも短い周期の波を含む不規則波になっていることが分かる。

そこで生データの波高から各海峡部の波高を求めることは困難であると考えられる。しかし、初期水位を基

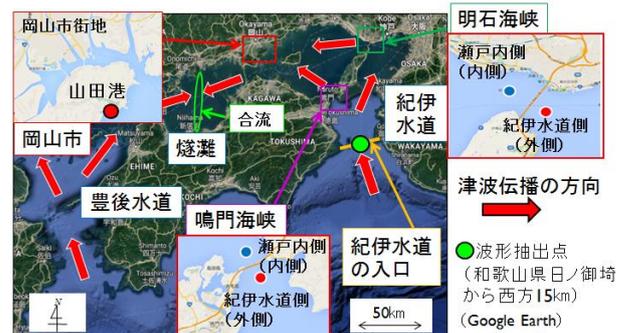


図-1 主要地点の位置と津波伝播の方向

表-1 紀伊水道の津波と岡山市の津波の関係

紀伊水道の波	波①	波①	波②	波②	波③
経由する海峡	鳴門	明石	鳴門	明石	鳴門
岡山市沿岸の津波	波Ⅰ	波Ⅱ	波Ⅲ		

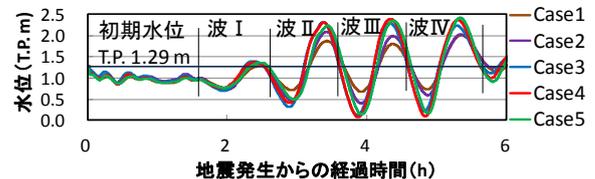


図-2 岡山県山田港の波形

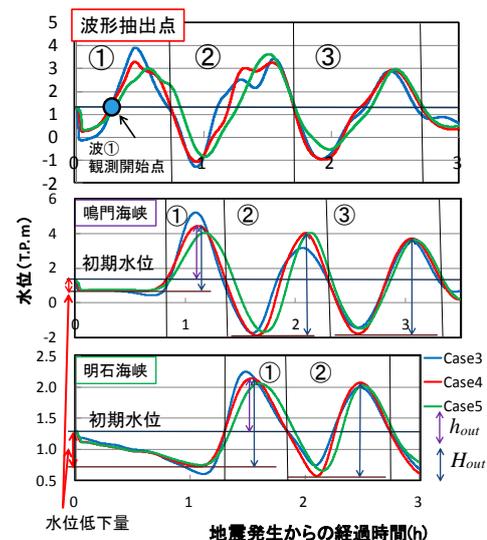


図-3 各地点の津波波形

キーワード 南海トラフ地震, 津波, 潮汐, フーリエ解析, リアルタイム予測  
 連絡先 〒700-0081 岡山市北区津島中3-1-1 岡山大学大学院環境生命科学研究科  
 TEL 086-251-8151

準にゼロダウクロス法でとった各津波の周期は、両海峡部や岡山市沿岸で卓越する津波と等しい約60分となっていることが分かる。そこで、各波1波長分にフーリエ解析を適用し、異なる周期の規則波に分解した。図-4はCase4の波②を例に、分解波を3次成分まで示したものであり、さまざまな周期の波が含まれていることが分かる。その中から元々の津波と周期が等しい基本波<sup>2)</sup>の波高 $H_{Kii}$ と各海峡外側の波高 $H_{out}$ の相関関係式を波ごとに検討した。ただし、波③は紀伊水道内で生じたセイシュ<sup>2)</sup>であることが分かっており、波形抽出点の波②の結果から直接鳴門海峡の波③の波高との相関をとり、波高予測の早期化の可能性を検討した。図-5は $H_{Kii}$ と鳴門海峡の $H_{out}$ の相関関係式のうち、波②の結果を示したものである。7ケースのデータの並びから両者の間に高い相関関係があることが分かる。表-2に全ての波高相関関係式を示す。いずれにおいても高い相関係数の値( $R^2$ 値)が得られ、 $H_{Kii}$ から $H_{out}$ に換算が可能であることが分かる。ここで波①の $H_{out}$ は海峡外側の半波高 $h_{out}$ を波形抽出点の半周期分のデータから予測し、波形抽出点から別途推定した各海峡部の水位低下量(図-3)の予測値<sup>2)</sup>を加えて求める。

#### 4. 潮汐場における津波解析と簡易予測法の適応

比較的大きな干満差が岡山市近隣の宇野港<sup>1)</sup>で観測された大潮日(2013年1月14日)<sup>1)</sup>に南海トラフ地震の発生を仮定した潮汐と津波の同時解析を既往研究<sup>1)</sup>と同様の手法で実施した。波源のケースは中防災の派生的な検討6ケースの内、岡山市の津波波高が最大となるCase10に設定した。解析は地震発生が宇野港の満潮のそれぞれ5時間前、4時間前および3時間前となる3ケース(以下CaseA, B, C)について実施した。解析結果をもとに簡易予測法を[1]~[3]の手順で適応する。[1]波形抽出点において、潮汐のみの再現計算で得た同地点の潮位を基準にゼロダウクロス法で各津波をとる。[2]各津波観測終了時にフーリエ解析を適用し、基本波を抽出する。この波高より、各波高相関関係式(表-2)と既往研究<sup>1)</sup>の結果を用いて経由海峡ごとの山田港到達時の津波波高を予測する。[3]基本的な検討5ケースの解析結果(図-2)をもとに算定した各波の山部と谷部の平均的な水位<sup>2)</sup>について、初期水位(T.P. 1.29 m)との差を求める。各津波ピーク到達時の山田港の潮位(解析値)にこの値を加えた水位を基準に、両海峡経由の予測波高を半分ずつ足し合わせ、津波ピーク水位を推定する。なお、津波ピークの山田港への到達時点は別途検討した手法<sup>2)</sup>により、波形抽出点の波①到達時点から予測する。

#### 5. 潮汐場における予測精度の検証および結論

図-6は3ケースにおいて、解析で求めた山田港の津波波形(青線)上に津波ピークの予測値(赤点)をプロットしたものである。CaseAの波I、波IIのように潮汐による潮位(紺色の線)の変化が大きい時間帯に到来した津波では、津波ピーク水位の予測値が解析で求めた結果に対してやや過大評価になる傾向がある。瀬戸内海の潮位変動が大きい時刻では、鳴門海峡の外

側と内側(図-1)生じる潮位差が瀬戸内側に伝わる津波波高を減衰させること<sup>1)</sup>が分かっており、原因の一つとして考えられる。例えば、CaseAの波Iの波高は、到来が山田港の満潮時に重なるCaseCの結果と比較すると小さいことが分かる。一方で、山田港の満潮時頃に到来する津波ピークは、3ケースともその水位と到達時刻がほぼ正確に予測できている。最後に主な結論を示す。(1)波形抽出点と山田港の時間ごとの潮位が事前に予測できれば、潮汐場においても簡易予測法が適用可能である。(2)簡易予測法により、波形抽出地点における各津波観測終了時と山田港への津波ピークの到達の時間差から、波I、IIでは到達の約100分前、波IIIでは約160分前にピークの予測が可能となる。

#### 参考文献

- 1) 工代健太, 前野詩朗, 赤穂良輔, 吉田圭介: 南海トラフ地震下の鳴門・明石海峡部の津波波形を用いた岡山市に襲来する津波の予測モデルの検討, 土木学会論文集B1(水工学), Vol.72, No.4, pp.379-384, 2016.
- 2) 工代健太, 前野詩朗, 赤穂良輔, 吉田圭介: フーリエ解析を用いた岡山市沿岸における津波ピークのリアルタイム予測法の検討, 土木学会論文集B1(水工学), Vol.73, No.4, pp.1027-1032, 2017.

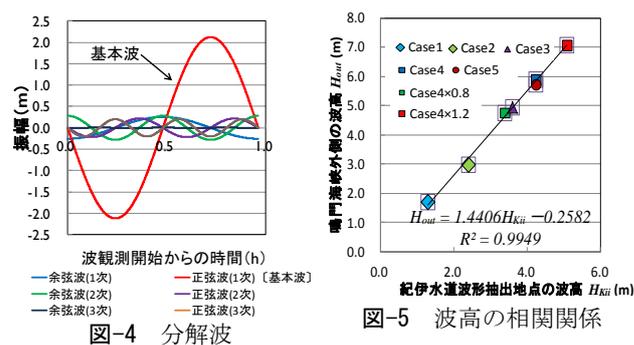


図-4 分解波

図-5 波高の相関関係

表-2 波高相関関係式

経由する海峡	説明変数(m)	目的変数(m)	相関関係式	$R^2$ 値
鳴門海峡	$H_{Kii}$ (①)	$h_{out}$ (①)	$h_{out} = 1.726H_{Kii} - 0.013$	0.9835
鳴門海峡	$H_{Kii}$ (②)	$H_{out}$ (②)	$H_{out} = 1.441H_{Kii} - 0.258$	0.9949
鳴門海峡	$H_{Kii}$ (②)	$H_{out}$ (③)	$H_{out} = 1.032H_{Kii} + 1.068$	0.9638
明石海峡	$H_{Kii}$ (①)	$h_{out}$ (①)	$h_{out} = 0.398H_{Kii} + 0.081$	0.9685
明石海峡	$H_{Kii}$ (②)	$H_{out}$ (②)	$H_{out} = 0.361H_{Kii} - 0.059$	0.9897

\* 括弧内の数字は波番号 \* 相関関係式の傾きと切片は小数第3位まで表示

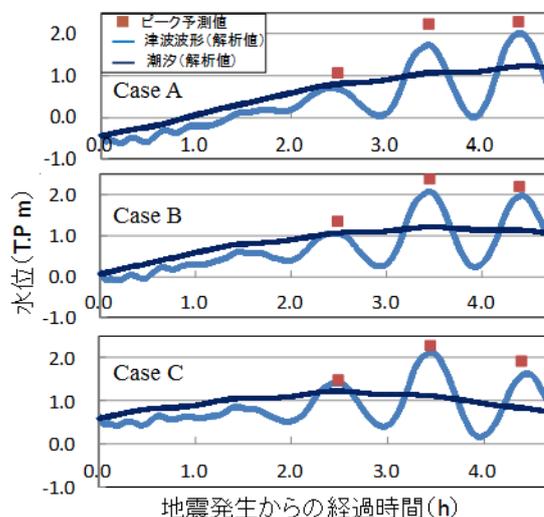


図-6 岡山県山田港の津波ピーク予測精度