

Ⅱ-46

湾内における津波増幅の評価・予測精度向上に関する検討

東北大学工学部 学生員 ○安間 友輔

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

現在の日本の気象庁による津波予報は、数値シミュレーションの計算結果をデータベース化し、津波を発生させる可能性がある地震が起きると、そのデータベースをもとに予報値を決定する。しかし、データベースで用いられているシミュレーションモデルの地形表現精度は必ずしも十分ではないため、三陸のリアス式海岸等の複雑な地形では、津波の湾内での振動などの挙動は正確に予測できないという問題がある。そのため、津波の周期と湾の固有振動周期が一致した場合には、予報より津波波高が増幅される可能性が高くなる。

一方で、GPS 津波計などの沖合津波観測網を展開し、津波防災に役立てようという社会的要請が高まっている。このような技術の利用方法として、GPS 津波計によって沖合で津波を観測することにより、湾内での津波増幅を予測することができれば、津波予報を補完する有効な情報になる。

本研究では、津波予報の即時性を考慮し、地震発生直後に湾内の津波増幅を予測し、津波予報の精度向上を図る手法について検討する。また、実際に GPS 津波計で津波を観測した場合には、同様の手法により、より正確な湾毎の津波に対する危険度を示すことができると期待される。

2. 湾の固有振動周期の計算

各湾の固有振動周期の計算には Loomis の手法¹⁾を用いた。これは運動方程式と連続方程式を用いて、差分化により解くべき方程式を行列で表し、その行列の固有値と固有ベクトルを求めることで、湾の固有振動周期と固有振動モードを得るものである。解析対象湾は、久慈湾、宮古湾、山田湾、大槌湾、大船渡湾、気仙沼湾、志津川湾とし、計算に用いた地形データの grid size は 40m,60m,80m,120m,180m,240m,360m,480m,600m,720m,840m,960m として、湾毎の共振周波数を 3 次モードまで理論的に求めた。計算する際の地形データにいくつかの grid size を用いたのは、湾の固有振動周期が地形表現精度に影響されるためである。計算結果の例として、大槌湾の固有振動周期を図 1 に、1 次振動モードの結果を図 2 に示す。また、他の湾の固有周期の計算結果の例を表 1 に示す。

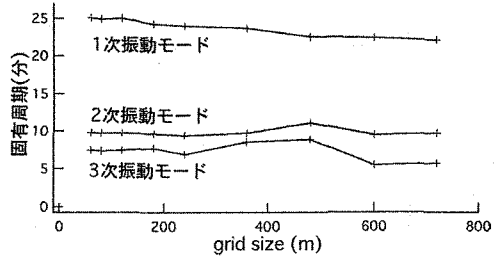


図 1. 大槌湾での固有振動周期の変化

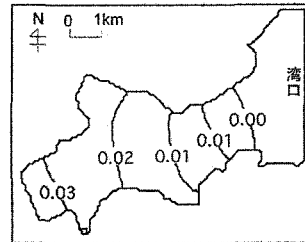


図 2. 大槌湾での 1 次振動モード

表 1. 各湾の固有振動周期の計算結果例

	1次モード(分)	2次モード(分)	3次モード(分)
久慈湾	20	15	10
宮古湾	44	20	12
志津川湾	31	13	12

図 1 は、大槌湾の固有振動周期は 1 次振動モードが 25 分前後、2 次モードが 9.7 分前後、3 次モードが 7.5 分前後であることを示している。また、図 2 中の数値は、固有値に対応する固有ベクトルであり、振動する際のそれぞれの位置の振幅と位相を表している。例えば、図上で 0.01 と記入されている位置で振幅が 1.0m であれば、図上で 0.03 と記入されている位置での振幅は 3.0m となり、またその振動は同位相となる。

3. 津波数値計算による津波周期の解析

津波数値計算による、GPS 津波計での波形出力データ（マグニチュード 7.7, 8.0, 8.3 の地震を考慮し、断層位置数 56 の計 168 ケース、再現時間 6 時間）をスペクトル解析することにより、2. で求めた固有振動周期と一致する周期をもつ津

波を発生させる地震を検索した。GPS 津波計の設置位置は、青森県から宮城県にかけての太平洋沿岸の、陸域から20km~30kmの距離に35箇所とし、スペクトル解析には、各湾に最も近い津波計の位置での波形出力データを用いた。スペクトル解析の例として、マグニチュード7.7のある位置の想定断層について、大槌湾沿岸のGPS 津波計での波形出力データ(図3)とそのスペクトル(図4)を示す。

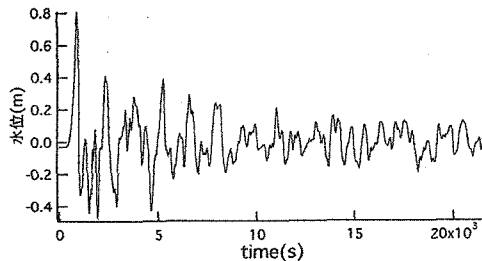


図3. GPS 津波計での波形出力データ(大槌湾沿岸)

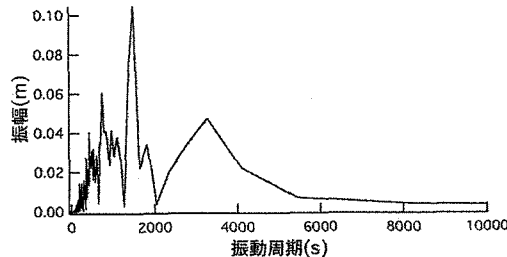


図4. 波形出力データのスペクトル解析結果

図4より、この想定地震により発生する津波の周期は、1500秒(25分)付近の周期成分が多く含まれていることがわかる。また、大槌湾の固有振動周期も1500秒(25分)程度であることから、このケースでは湾水振動が励起される可能性があり、大槌湾では津波波高が高まり、津波継続時間の長い持続が予測される。

4. 想定地震に対する湾毎の津波危険度

以上の手法により、湾毎の危険度の高い津波が発生する想定地震を検索した。その結果の例を図5に示す。

図5は、気象庁の想定地震断層位置を白丸で示し、大槌湾に対して、危険度の高い津波が発生する想定地震断層の位置を黒丸で示している。その際、図4のように、湾の固有振動周期と一致する周期成分が最も多く含まれるケースを、危険度の高い津波が発生する断層位置とみなした。また、想定地震マグニチュードは、8.3、8.0、7.7の3種類であるが、図5には、3種類のうち一つでも危険な津波が発生する断層位置

とみなされた場合には、黒丸をプロットした。つまり、図5で示された断層位置で、マグニチュード7.7から8.3の地震が起きますと、大槌湾では、湾の固有周期と津波の固有周期が一致し、津波増幅が起こる可能性が高いといえる。

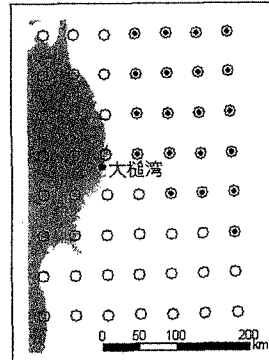


図5. 大槌湾に対して危険な津波が発生する想定地震断層位置

5. まとめと今後の課題

以上の手法を用いれば、地震発生直後に、湾水振動による津波増幅を考慮した湾毎の津波危険度を示すことができる。

今後の課題としては、特定の周期の津波が何波入射すると、実際に湾水振動が励起されるのかを調べる必要がある。そのために、湾毎の津波危険度の高い想定地震に対して津波数値計算を行うことにより、湾水振動による津波増幅を考慮した湾毎の津波波高を予測でき、また、振動が励起された場合の津波継続時間の持続も予測できると思われる。さらに、実際に津波が発生し、GPS 津波計で津波が観測された場合にも、今回示した手法により、各湾でより正確な津波増幅と津波継続時間を予測することができ、津波予報の精度向上や行政の避難勧告解除等の対応の助けになると思われる。また、津波地震等に対しても、より正確な予報とすることができる。

謝辞

本研究においては、大垣圭一氏(東北大学工学部)に多くの助言およびデータを頂いた。ここに記して謝意を表する。

<参考文献>

- 1) Loomis, H. G. : Normal modes of oscillation of Honokohau Harbor, Hawaii, Hawaii Inst. Geophys. Rep., HIG-75-20, pp.20(1975).
- 2) 荒井賢一: 津波によって励起された湾の固有振動中のモード欠落, 月刊海洋, No.15, pp.77-81(1998).