

日本沿岸域における遠地津波および近地津波，波浪の違いについて

建設工学課程 澁谷 有紀
指導教官 犬飼 直之

1. はじめに

日本は，四方を海に囲まれた島国であるため，沿岸部では古くから多くの波による被害を経験してきた．沿岸部に被害をもたらす波は発生要因により高潮，津波，高波などに区別され，その中でも特に津波は大きな被害をもたらしてきた．

2003 年に発生した十勝沖地震による津波では，大津港の波高 1m～1.3m程度であったにもかかわらず大きな被害を受けた．(図 1)

このように，1m 以下の津波でも大きな被害を受けることがある．しかし「普段，天気予報などで波高 3m～4m の波浪注意報をよく聞く耳にすることがあるため，波高 50cm や 1m の津波も大丈夫」と考えている人が多く，波浪と津波の違いについて理解している人が少ない．実際に，昨年度の修士論文『新潟県中越地震で発令された津波注意報に関する聞き取り調査』の中で杉本が行った『危険と感じ始める津波の高さ』についてのアンケート結果からも津波に対する意識が低いことがいえる．(図 2)

また，地震津波には遠地津波と近地津波の 2 種類ある．遠地津波とは日本沿岸から 600km 以上離れた場所で発生した地震による津波のことであり，近地津波とは日本沿岸から 600km 以内の場所で発生した地震による津波のことである．遠地津波の場合，地震の揺れを感じないにもかかわらず，大きな津波が襲来するため，津波による犠牲者が多くなる可能性が高い．

今後，津波による人的被害を減らすためにも，津波に対する知識を高めることが重要であると考えた．



図 1 2003 年十勝沖地震による津波被害

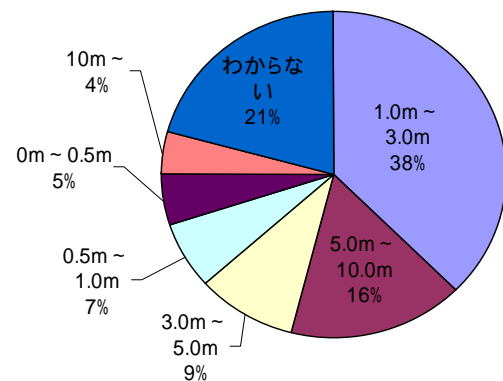


図 2 危険と感じる津波の高さ

2. 目的

津波と波浪の違いを明確にするために，津波の伝播計算を行い，遠地津波と近地津波が日本に到達する際の津波の挙動を把握することを目的とした．

3. 研究内容

津波の伝播計算には，初期波を与える際に海底地盤の隆起を用いる．そのため，正確な海底地盤の変位量を求める必要がある．

3.1 断層変位量計算

断層運動による海底地盤の変位量計算には，断層パラメータを用いた既存の方法 (Okada 1992) を利用した．

計算により求めた地盤の変化量を以下に示す。

(図3, 図4)

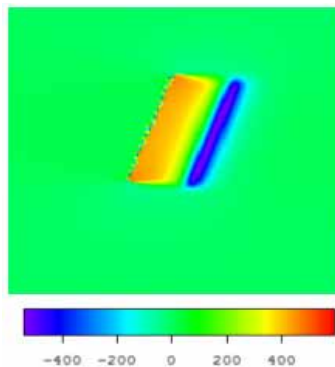


図3 チリ地震の地盤変化量

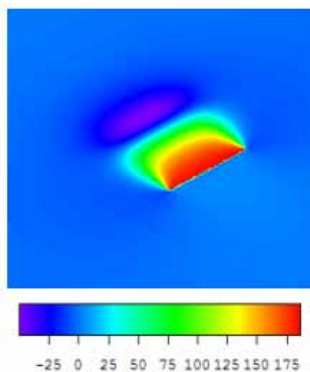


図4 2003年十勝沖地震の地盤変化量

2.3 津波の伝播計算

津波の数値シミュレーションは、以下に示すように運動方程式と連続式を陽的に差分する手法を利用して計算を行う。津波を起こすための水位の変動量は前項で断層パラメータより求めたものを与えた。

・運動方程式

(a) 経度方向

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} - fv + g \frac{\partial \xi}{\partial x} - A_h \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) + \frac{gu\sqrt{u^2 + v^2}}{(\xi + h)C^2} = 0$$

(b) 緯度方向

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + fu + g \frac{\partial \xi}{\partial y} - A_h \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) + \frac{gv\sqrt{u^2 + v^2}}{(\xi + h)C^2} = 0$$

・連続式

$$\frac{\partial \xi}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \{ (\xi + h)u \} + \frac{\partial}{\partial y} \{ (\xi + h)v \} = 0$$

ここで、

h :水深(m), ξ :水位(m), f :コリオリ係数,

A_h :渦粘度(m²/s), A_v :垂直粘度(m²/s), C : Chezy係数とする。

今回は、遠地津波と近地津波の比較を行うため、チリ地震(遠地津波)と2003年十勝沖地震(近地津波)において、津波の伝播計算を行った。その結果を実際の伝播状況と比較し津波の伝播予測手法としての妥当性を検証した。検証にはチリ地震の際に観測データの残っている宮城県江ノ島と2003年十勝沖地震の際の震源に最も近い十勝港での観測を利用した。

4. 計算結果

4.1 津波の伝播状況比較

図5より、チリ地震津波(遠地津波)では津波が約22時間後の日本に到達しており、国土地理院発表の到達時間と同様の結果が得られた。

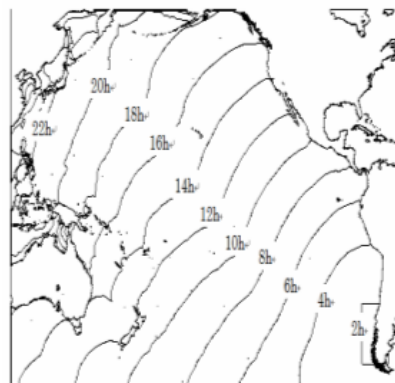


図5 チリ地震の津波の伝播状況



図6 国土地理院発表の津波の伝播状況

また,2003年十勝沖地震(近地津波)においても計算結果と観測結果が一致した。(図7, 図8)

今回の津波の伝播計算により実際の津波が再現できたことが確認できた。

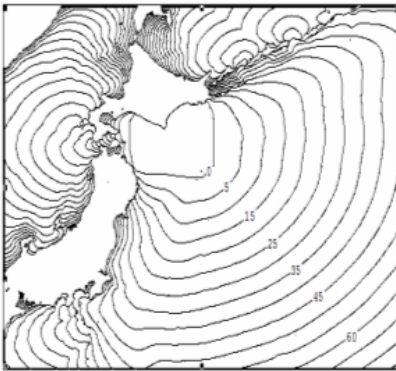


図7 2003年十勝沖地震の津波の伝播状況

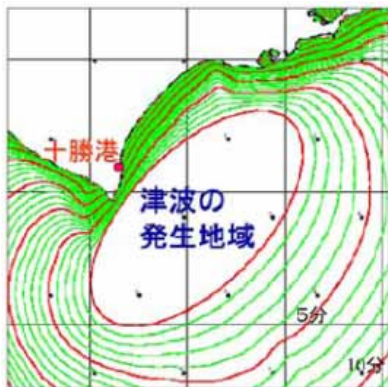


図8 国土地理院発表の津波の伝播状況

4.2 津波の波形比較

遠地津波と近地津波を比較するために,同じ観測点(宮城県江ノ島)で伝播計算を行った。

計算により得られた波形を比較した結果,遠地津波と近地津波では周期が大きく異なることが確認された。また,津波と波浪についても周期が大きく異なることが確認された。(図9, 図10)

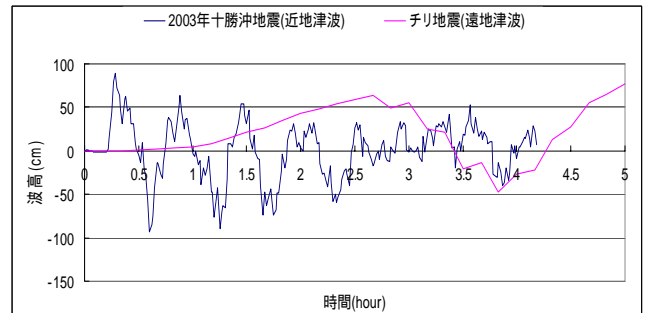


図9 遠地津波と近地津波の波形比較

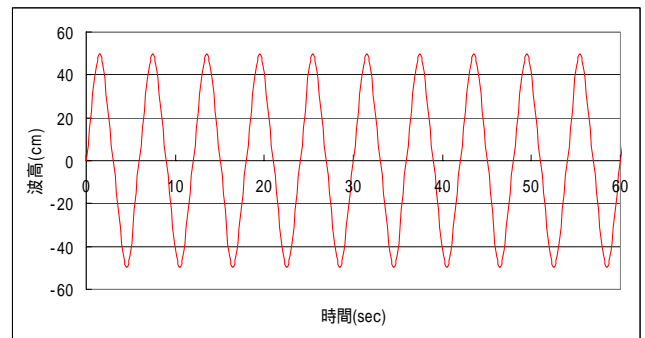


図10 波浪の波形

4.3 1回の水位変動量

以下に示した式を用いて1回の水位変動量の計算を行った。

$$\text{波の進行速度} = \sqrt{g(h+H)}$$

ここで, h:水深(m), H:波高(m)とする。

その結果,津波の水位変動量は波浪の何十倍も大きくなることが確認できた。

5. 結論

- ・遠地津波での周期は数分～数時間，近地津波の周期は数分～数十分と，遠地津波と近地津波では周期が大きく異なることが確認できた．
- ・津波は周期が波浪の何十倍も大きいため，同じ波高でも1回の押し波・引き波で移動する水の量が波浪よりも膨大となり危険であることが確認できた．

6. 参考文献

- 1) Y .Okada : INTERNAL DEFORMATION DUE TO SHEAR AND TENSILE FAULTS IN A HALF-SPACE , Bulletin of the Seismological Society of America , Vol .82 ,No.2 ,pp1018-1040 , 1992
- 2) 尾崎晃(1987)『概説海岸工学』 森北出版
- 3) 佐藤勝弘(1994)『海岸波動【波・構造物・地盤の相互作用の解析法】』 土木学会
- 4) 伊藤正義 他(2002)『わかりやすい数理統計の基礎』 森北出版
- 5) 成田浩明(2008)「新潟県中越沖地震で発生した津波の挙動解析」pp.13-22，長岡技術科学大学学士論文
- 6) 能登兵衛(2009)「津波速報のための津波発生判断モデルの開発」pp.6-8，長岡技術科学大学学士論文
- 7) 井上修作，大町達夫(2003)『レイリー波を用いる津波早期の検知手法提案』海岸工学論文集，第50巻，pp316-320
- 8) 大町達夫 他(1998)『断層運動に伴う動的地盤変位を考慮した津波シミュレーションの評価』海岸工学論文演習，第46巻，pp321-330
- 9) 小笠原敏記 他(2006)『海底地震の地盤変動に伴う津波発生過程の物理特性』海岸工学論文演習，第53巻，pp36-40
- 10) 佐藤良輔(1989)『日本の地震断層パラメーター・ハンドブック』 鹿島出版会
- 11) 「国土地理院」<http://www.gsi.go.jp/> (2010/1/27アクセス)
- 12) 「気象庁」<http://www.jma.go.jp/jma/> (2010/2/14アクセス)