

平成 21 年 3 月 31 日現在

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2007～2008

課題番号：19760311

研究課題名 (和文) 近地津波の早期検知警報システムの開発

研究課題名 (英文) Development of Early Warning System for Near Field Tsunami

研究代表者

井上 修作 (INOUE SHUSAKU)

東京工業大学・大学院総合理工学研究科・教務職員

研究者番号：50361762

研究成果の概要：

2003 年十勝沖地震，及び，2007 年能登半島地震の際に発生した津波に関する海底水圧，海底地震動，水位，及び地表で得られた GPS データや地震動記録の収集を行い，さらに数値解析を行った．その結果，津波に先立ち，水中音波による圧力変動，および，海底地盤の地震動により励起される水圧変動を確認した．またこれらを数値解析により検証し，動的津波解析の有用性を確認した．

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	2,800,000	0	2,800,000
2008 年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,400,000	180,000	3,580,000

研究分野：地震工学，海岸工学

科研費の分科・細目：土木工学・構造工学・地震工学・維持管理工学

キーワード：津波，2003 年十勝沖地震，2007 年能登半島地震，NOWPHAS，海底水圧，地震，海底モニタリングシステム，動的津波解析

1. 研究開始当初の背景

(1) 1993 年北海道南西沖地震では，奥尻島近海で発生した津波が地震発生後約 5 分で奥尻島を襲い 200 名以上の犠牲者を出した．これを機に，わが国では新津波警報システムが運用されたが，警報発信までに少なくとも 4～5 分の時間を要する．そのため，奥尻津波のような近地津波に対してはほとんど無効と言わざるを得ない．

(2) 1998 年のパプアニューギニアの地震

で発生した近地津波では 2000 名以上の犠牲者が出たが，その原因はいまだに明確化されていない．

これらの事例から明らかなように，近地津波は現在の津波防災上の盲点となっている．

2. 当初の研究目的

海底地盤の動的作用によって発生する震源近傍の津波とそれに関わる諸現象を調べ，

近地津波を早期に検知し警報を発令するためのシステムを開発することを目的とする。具体的には、それぞれ以下の通りである。

(1) 動的な海底地盤の隆起・沈降に伴う津波の発生・伝播を厳密に再現する新たな数値解析モデルを開発すること。

(2) 現地観測により得られたデータの解析、並びに数値解析を用いて、近地津波と関連する物理現象の検証すること。

(3) 津波早期検知手法の妥当性を観測記録を用いて検討し、より信頼性の高いシステムを開発すること。

3. 研究の方法

動的な地盤の隆起・沈降を考慮した数値解析モデルは既往の研究で開発済みであるが、これまでの手法では、海岸線を鉛直壁として扱っていた。しかしながら、近地津波の場合、波源域と津波の遡上域が同一領域に存在するため、沿岸域の津波遡上を考慮しなければ、津波の反射波の影響が無視できない問題となる。また、海水領域を3次元で離散化するため、計算領域が膨大となる問題もある。これに関しては、沖合では粗いグリッドで、沿岸付近は細かなグリッドを使用して計算のコストを下げることによって、より効率的な計算方法を開発する。

波源近傍の津波現象の解明のため、海洋研究開発機構が十勝沖、室戸沖に設置している既設の類似設備である海底地震総合観測システム(海底水圧計・海底地震計・海底ケーブルで構成される地震津波観測システム)で観測されたデータと港湾空港技術研究所が日本全国の沿岸沖合に設置している波浪監視システム(海底水圧、流速、水位、通称NOWPHAS)を使用する。

検証には震源域で観測された波高記録と地震動記録が必要となるが、設置している海底地震総合観測システムでは、2003年十勝沖地震津波、2004年紀伊半島南東沖地震津波、2007年能登半島地震など本研究手法の妥当性検証に有用なデータを観測している。特に、2003年十勝沖地震津波では、観測システム直下においてM8クラスの巨大地震が発生しこれにより津波が発生しており、貴重な観測記録が蓄積されている。また、2007年能登半島地震においても、津波の規模は微小ながら、津波に先立つ短周期の水圧変動や、通常の津波伝播経路では説明できない到達時刻の早い津波が観測されている。これらの観測記録を動的津波解析を用いて再現するとともに、シミュレーションと実測データ両方の結果を使用しシステムの妥当性を検証する。また、観測データを補うため、国内に蓄積されている地震動観測データも併せて用いる。

4. 研究成果

2003年十勝沖地震や2007年能登半島地震の際に発生した津波に関する海底水圧、海底地震動、水位、及び地表で得られたGPSデータや地震動記録の収集を行い、さらに数値解析を行った。得られた成果は以下の通り。

(1) 解析対象領域のモデル化にネスティングを適用することで計算効率が上がり、既往の数値解析手法の実用性が大幅に向上した。また、遡上解析の機能を付加するとともに、遡上域に構造物を配置することで沿岸地域での3次元津波氾濫解析が可能となった。

(2) 2007年の能登半島地震では、石川県沿岸で津波が観測されたが、富山湾では通常の伝播経路、すなわち震源から能登半島を回ってきたと考えると説明のつかない早い時刻に津波が観測された。港湾空港技術研究所のNOWPHASにより得られたものに関しては、データに短周期成分が多く混入して津波波形の判読が困難なため、バンドパスフィルターを通して津波波形を抽出した。実測記録からは、輪島で10時頃津波第一波の立ち上がり観測されており、富山ではそれより早い9時50分ごろに津波第一波が到達していた。数値シミュレーションから、富山での早い津波を除けば、津波の到達時刻、波高ともに通常の断層モデルと津波初期波形モデルよく再現できることが確認された。また、富山湾西岸、能登島のあたりに第二の波源があったものと推察された。

(3) 2003年十勝沖地震では、津波波源域の海底で観測された水圧記録、地震動記録を解析したところ、津波に先立ち、水中音波による圧力変動、および、海底地盤の地震動により励起される水圧変動を確認した。またこれらを数値解析により検証し、近年、筆者らのグループが開発した、動的津波解析の有用性を確認した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計4件)

- ① 大町達夫, 井上修作, 今井哲治, 2003年十勝沖地震による津波の生成過程, 海岸工学論文集, 査読有り, Vol. 55, pp. 336-340, 2008.
- ② 井上修作, 大町達夫, 高橋茜, 実測データを用いた2007年能登半島地震による津波の解析, 海岸工学論文集, 査読有り,

55, pp. 341-345, 2008.

- ③ 久保剛太, 大町達夫, 井上修作, 近地津波の発生・伝播・遡上過程のシミュレーション手法の開発, 海岸工学論文集, 査読有り, Vol. 54, pp. 221-225, 2007.
- ④ Shusaku Inoue, Anil Wijeyewickrema, Hiroyuki Miura, Toru Sekiguchi, Field Survey of Tsunami Effects in Sri Lanka due to the Sumatra-Andaman Earthquake of December 26, 2004, Pure and Applied Geophysics, 査読有り, Vol. 164, No. Nos.2-3, pp. 395-411, 2007.

[学会発表] (計 12 件)

- ① 井上修作, 村上陽一郎, 大町達夫, 数値シミュレーション及び、強震記録・GPS記録に基づく震源域における地震時地盤変位の評価, 日本地震工学会大会-2008 概要集, 2008. 11. 3, 仙台, 日本.
- ② Tatsuo Ohmachi, Shusaku Inoue, Dynamic Tsunami Generation Process Observed in the 2003 Tokachi-oki Earthquake, Asia Oceania Geosciences Society 5th Annual Meeting, OS18-A025, 2008. 6. 19. Busan, Korea.
- ③ Shusaku Inoue, Tatsuo Ohmachi, Akane Takahashi, Estimation of the Tsunami Caused by the 2007 Noto Hanto Earthquake, Asia Oceania Geosciences Society 5th Annual Meeting, OS18-A027, 2008. 6. 18, Busan, Korea.
- ④ 村上陽一郎, 大町達夫, 井上修作, 数値シミュレーション及び、強震記録・GPS記録に基づく震源域における地震時地盤変位の評価, 第 32 回地震工学・応用地学に関するシンポジウム, pp. 21-22, 2008. 3. 14, すずかけ台, 日本.
- ⑤ 高橋茜, 大町達夫, 井上修作, 実測データを用いた能登半島地震による津波の解析, 第 32 回地震工学・応用地学に関するシンポジウム, pp. 13-14, 2008. 3. 14, すずかけ台, 日本.
- ⑥ Tatsuo Ohmachi, Shusaku Inoue, Recent Verification of the Dynamic Tsunami Simulation, Fifth International Conference on Urban Earthquake Engineering, pp. 425-42, 2008. 3. 4, Tokyo, Japan.
- ⑦ Shusaku Inoue, Tatsuo Ohmachi, Akane Takahashi, Mysterious Small Tsunami in Toyama Bay Caused by the 2007 Noto Hanto Earthquake, Fifth International Conference on Urban Earthquake Engineering, pp. 435-439, 2008. 3. 4, Tokyo, Japan.

- ⑧ Shusaku Inoue, Gota Kubo, Tatsuo Ohmachi, Numerical Simulation Technique for Tsunami Propagation and Runup in Near Field, Proceedings of 2007 Taiwan-Japan Symposium on the Advancement of Urban Earthquake Hazard Mitigation Technology, No. J7, pp. 49-54, 2007. 9. 26, Taiwan.
- ⑨ 久保剛太, 井上修作, 大町達夫, 断層運動を考慮した津波遡上シミュレーションの開発, 土木学会第 62 回年次学術講演会, No. II-285, 2007. 9. 14, 広島, 日本.
- ⑩ Shusaku Inoue, Gota Kubo, Tatsuo Ohmachi, Development of Numerical Tsunami Simulation Technique in Near Field, IUGG2007, No. JSS002-75, 2007. 7. 11, Perugia, Italy.
- ⑪ Shusaku Inoue, Gota Kubo, Tatsuo Ohmachi, Development of Numerical Tsunami Simulation Technique in Near Fault Area, Fourth International Conference on Urban Earthquake Engineering, No. 4, pp. 453-458, 2007. 3. 5, Tokyo, Japan.
- ⑫ Anil Wijeyewickrema, Shusaku Inoue, Hiroyuki Miura, An Introduction to Tsunamis and Report of Tsunami Field Survey in Sri Lanka due to the Sumatra-Andaman Earthquake of December 26, 2004, Proceedings of Design of Foundations in Seismic Areas: Principles and Some Applications, pp. 1-26, 2007. 3. 5, Tokyo, Japan.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

井上 修作 (INOUE SHUSAKU)
東京工業大学・大学院総合理工学研究科・教務職員
研究者番号 : 50361762

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

久保 剛太 (KUBO GOTTA)
東京工業大学・大学院総合理工学研究科・大学院生

今井 哲治 (IMAI TETSUJI)

東京工業大学・大学院総合理工学研究科・大学院生

高橋 茜 (TAKAHASHI AKANE)
東京工業大学・理工学部・学部学生