

2011 年東北地方太平洋沖地震を対象とした地震動シミュレーションから得られる鉛直変位を用いた津波シミュレーション

伊藤忠テクノソリューションズ 正会員 ○秋山 伸一
 伊藤忠テクノソリューションズ 正会員 河路 薫
 伊藤忠テクノソリューションズ 非会員 是永眞理子

1. はじめに

海底下で断層運動が起こると、地震動が発生するとともに海底地盤の変動に伴う津波も発生する。したがって、ひとつの断層モデルによって地震動と津波を同時に評価することは自然の姿と言える。しかしながら、実際には両者をひとつの断層モデルで評価するのは難しく、地震動と津波は別々の震源モデルで評価されるのが現状である。ところで、2011 年東北地方太平洋沖地震では膨大な地震観測記録や津波観測記録が得られ、これらのデータから多数の震源モデルが提案されている。これらのモデルを概観すると、その多くは日本海溝沿いで大きなすべりが発生することで概ね一致している。このように地震観測記録や津波の観測記録から求められた双方の震源モデルから共通する性質が見出せるということは、地震動と津波がひとつの震源モデルから同時に評価できる可能性が示唆される。そこで、本研究では 2011 年東北地方太平洋沖地震を対象とした地震動シミュレーション¹⁾から得られる海底面の鉛直変位を用いた津波シミュレーションを試みる。

2. 2011 年東北地方太平洋沖地震の地震動シミュレーション

図 1 に示す Yoshida et al.²⁾による震源モデルと東日本全域を含む地域の地下構造モデルを用いて、ボクセル有限要素法による地震動シミュレーションを行った。図 2 にシミュレーションから求められる鉛直変位分布の時間変化を示す。図 2 によると、地震発生後、震源付近の宮城県沖で急速な隆起と沈下が発生し、50 秒では震源の東側で 8m の隆起、西側で 3m の沈下となる。その後、これらの隆起や沈下は範囲を徐々に拡大が続けるが、逆にピークは減少し、100 秒では震源東側の隆起が 6m に、西側の沈下が 1m となる。100 秒以降では、震源付近の隆起と沈下は一定となるが、断層運動の進展により震源から南側である茨城県の沖合で 2m の隆起範囲が拡大する。その後、断層運動の終了に伴い 200 秒付近で地盤の変動も収束する。この時の鉛直変位は、図 3 に示す国土地理院が求めた変位³⁾と同等の 5~6m 程度の隆起であり、妥当な結果と考えられる。

3. 地震動シミュレーションから得られる海底地盤の鉛直変位を用いた津波シミュレーション

津波シミュレーションは、図 3 に示す海底地盤の変動を水位の変動とした上で、浅水理論に基づく差分法により図 4 に示す海底地形モデルを用いて行う。シミュレーション結果と図 5 に示す GPS 波浪計による記録の比較を図 6 に示す。図 6 によると、シミュレーション波形の振幅や山と谷の現われる時刻は概ね観測波形に対応する。ただし、最大波高となる第一波目に着目すると、シミュレーション波形は観測波形に比べて振幅が小さい。特に、岩手県沖では観測波形が長周期の波と短周期の波が重なり合って大振幅の津波を形成しているのに対して、シミュレーション波形には短周期の波が見られない。佐竹ら⁴⁾によると、今回の地震は陸地に近く比較的深いプレート境界における断層運動が長周期の津波を発生させたと同時に、日本海溝に近く比較的浅い場所で起こった大きなすべりが短周期で大振幅の津波を発生させたことを示している。以上から判断して、今回のシミュレーションでは、比較的深い位置での断層運動による津波が再現されているが、日本海溝付近の大きなすべりによる津波が再現されていないものと考えられる。

4. まとめ

今回のシミュレーションでは、防災上、最も重要な津波最大波高の評価に課題を残したが、地震観測記録から設定された震源モデルを用いて津波を評価できる可能性があることもわかった。今後は震源モデルや地下構

キーワード 2011 年東北地方太平洋沖地震, 地震動, 津波, 震源モデル, シミュレーション

連絡先 〒100-6080 東京都千代田区霞が関 3-2-5 伊藤忠テクノソリューションズ(株) TEL 03-6203-7404

造モデルを見直し、再検討を進めたい。

謝辞

本研究では、国土交通省の GPS 波浪計の津波観測データを使用しました。津波シミュレーションには、解析ソルバーとして東北大学の TUNAMI-N2 を使用しました。

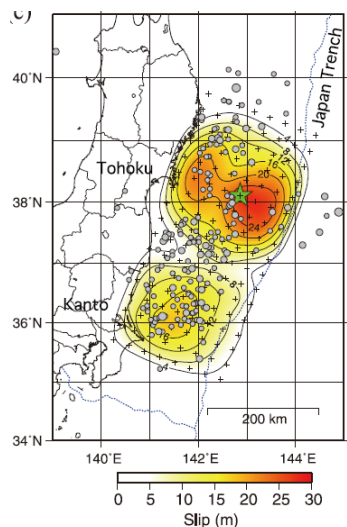


図1 震源モデル²⁾

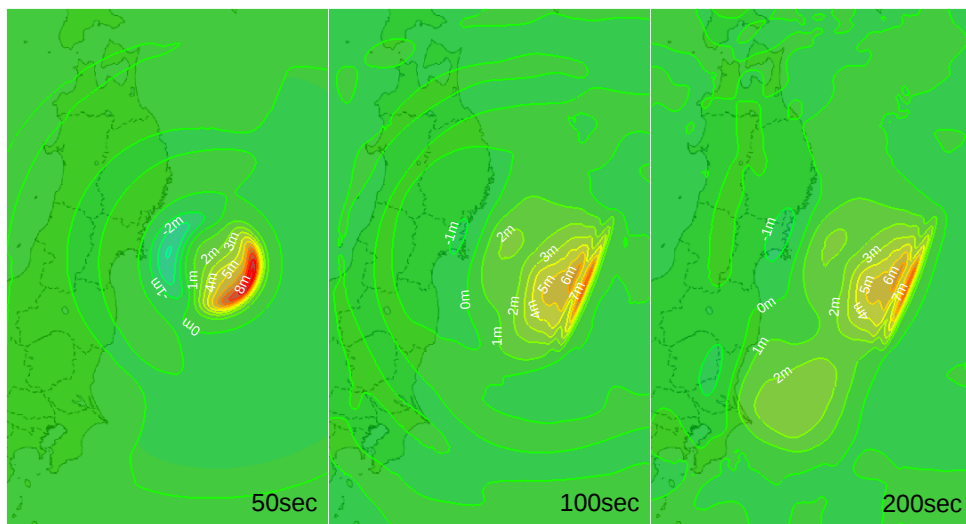


図2 地震動シミュレーションから得られた鉛直変位分布の時間変化

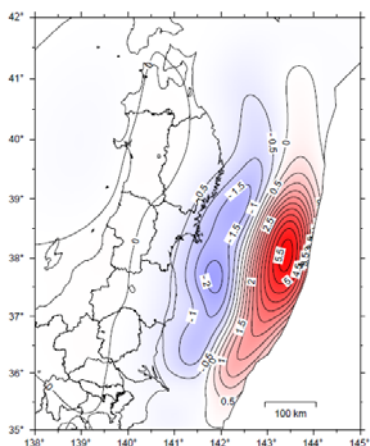


図3 鉛直変位 (国土地理院³⁾)

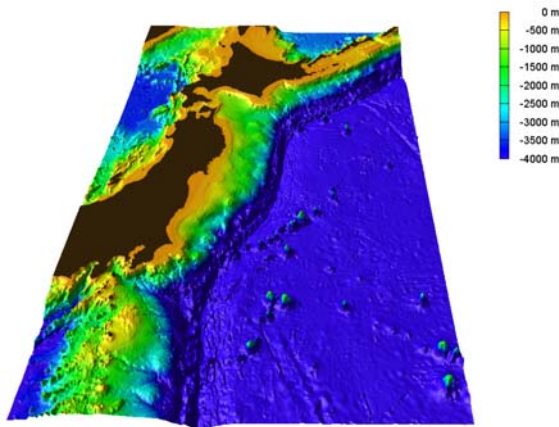


図4 津波解析に用いる海底地形モデル



図5 GPS 波浪計の設置位置

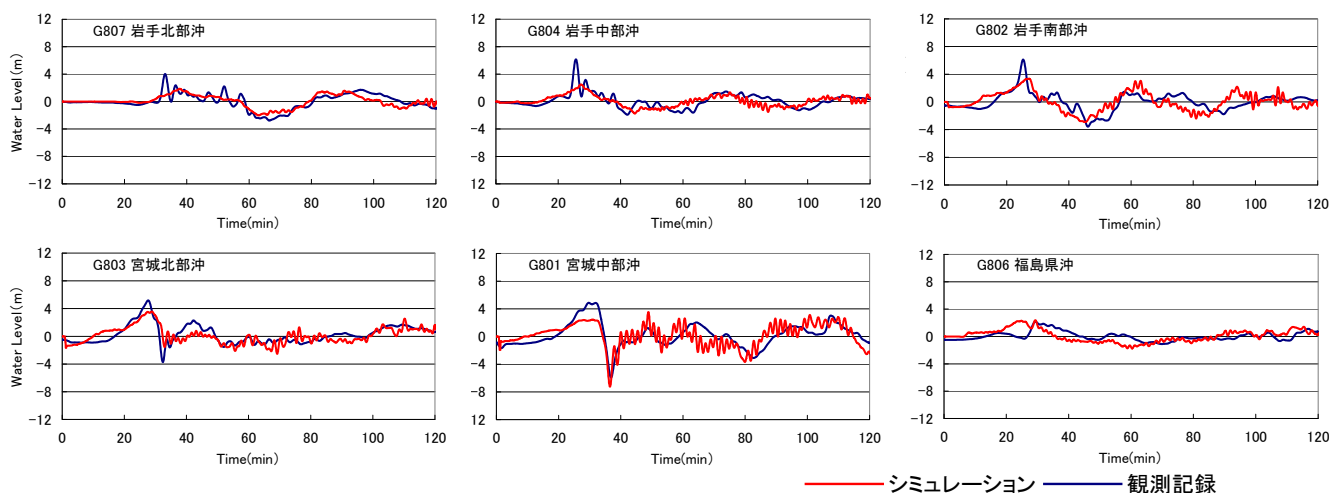


図6 GPS 波浪計設置点における津波シミュレーション波形と観測記録の比較

参考文献 1)河路,秋山: 2011 年東北地方太平洋沖地震を対象とした広域地震動伝播シミュレーション,土木学会論文集 A1 特集号,2011. (掲載予定) 2)Yoshida, Y., et al.: Source Process of the 2011 off Pacific Coast of Tohoku Earthquake with the Combination of Teleseismic and Strong Motion Data, EPS, 63, 565-569, 2011. 3)水藤,他: GEONET による平成 23 年東北地方太平洋沖地震に伴う地震時の地殻変動と震源断層モデル,国土地理院時報,122,2011. 4)佐竹,他: 東北地方太平洋沖地震の津波波源,科学,81, 5, 407-410, 2011.