

東北地方太平洋沖地震津波の教訓とは？

- ◆想定していなかった巨大地震(マグニチュード9.0)が発生した。
- ◆巨大地震に伴う巨大津波(最大遡上高40.1m)が発生した。
- ◆これら地震・津波により東北地方太平洋沿岸に甚大な被害が発生した。
⇒想定津波ハザードの問題(どのように想定するのが妥当か?)
- ◆事前に想定されていた津波ハザードマップを超える地域が浸水した。
- ◆住民の津波避難などに影響を及ぼした。
⇒津波ハザードマップの問題(想定をどのように見せるか?)

想定津波ハザード問題への対処例

- ◆過去には発生していないが、地球物理学的に考えられる最大規模の地震を検討する(内閣府、北海道、九州電力株式会社など)(図1、図2)。
- ◆過去には発生していないが、断層の滑り位置を複数検討する(図3)。
- ◆想定マグニチュードを複数設定する。
- ◆地震の平均発生間隔を複数想定する。
- ◆レベル1(L1)とレベル2(L2)の津波高さを想定して対策を実施する(土木学会)。



図1: 最大規模の地震検討例(内閣府(2012))

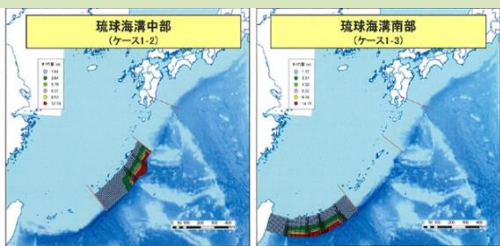


図2: 最大規模の地震検討例(九州電力株式会社)

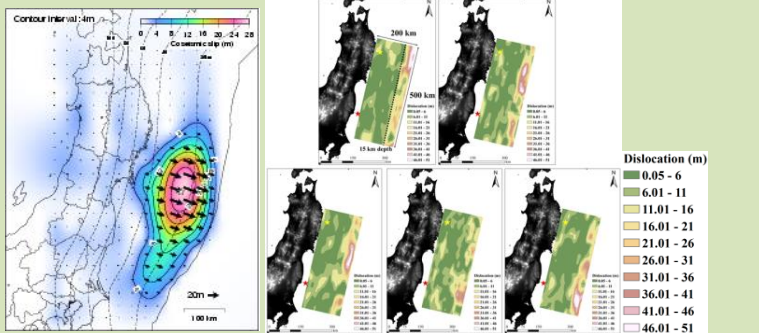


図3: 断層滑り位置の複数検討例(Fukutani et al. (2014))

- ◆左下に示したような複数のケースを考慮して津波計算を実施することで、津波波高の不確かさが評価できる(確率論的津波ハザード評価(図4))
- ◆事前に評価される津波波高は一意に決まらない
- ◆理論的に1000年に1回の津波波高の頻度分布を確認できる(図5)

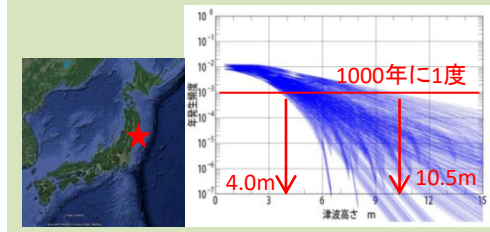


図4: 津波高さと年発生頻度の関係(土木学会(2012))

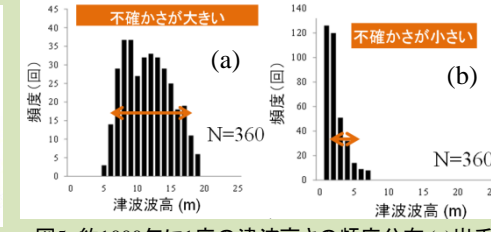


図5: 約1000年に1度の津波波高の頻度分布 (a) 岩手県沖合, (b) 福島県沖合 (Fukutani et al.(2014))

津波ハザードマップの問題に対する対処例

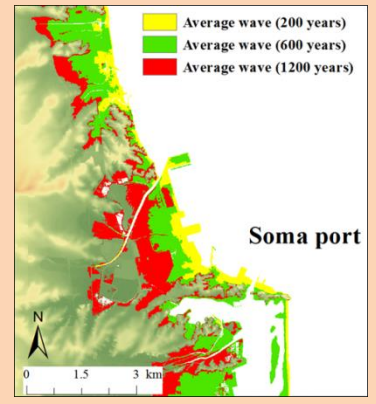


図6: 発生確率別の津波ハザードマップ(福谷ら(2014))

確率論的ハザード評価を利用した津波リスクの定量化

- ◆確率論的津波ハザード情報と建物の脆弱性情報を統合することで津波リスクカーブを描くことができる(図7左)
- ◆津波リスクカーブの下方の面積を計算すると、津波リスクの期待値が求まる(図7右)

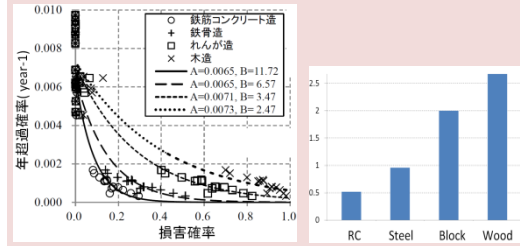


図7: 津波リスクカーブ(左図)と定量化した津波リスク(右図)

参考文献

土木学会 (2012), 確率論的津波ハザード解析の方法, http://committees.jsce.or.jp/ceofnp/system/files/PTHA20111209_0.pdf (accessed on 19 January, 2015)

内閣府 (2012), 南海トラフの巨大地震モデル検討会, <http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/model/> (accessed on 19 January, 2015)

Fukutani, Y., Suppasri, A., and Imamura, F (2014), Stochastic analysis and uncertainty assessment of tsunami wave height using a random source parameter model that targets a Tohoku-type earthquake fault, Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, doi 10.1007/s00477-014-0966-4. (published online)

福谷陽, サッパシー・アナワット, 安倍祥, 今村文彦 (2014), 確率論的津波遡上評価と津波リスクの定量化, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 70(2), 11381-11385. (土木学会海岸工学論文奨励賞受賞)

What was the lessons learned from the Tohoku Tsunami?

- ◆ Huge tsunamis (Max inundation height 40.1m) associated with the mega earthquake that was not included in earthquake hazard assessment generated.
- ◆ These earthquakes and tsunamis caused a vast amounts of damages.
⇒ How should we assess tsunami hazard before the earthquake?
- ◆ The excess regions assumed in tsunami hazard map was inundated.
- ◆ This influenced on the tsunami evacuation action by residents.
⇒ How should we visualize tsunami hazard assessment?

Example of handling methods for assumed tsunami hazard

- ◆ To consider maximum scale of earthquake that have not occurred in the past, but is possible to occur geophysically in the future (The Cabinet Office, Kyusyu Electric Power Co. Ltd., Hokkaido Prefecture) (Fig.1, Fig.2)
- ◆ To consider few kinds of slip distributions that is possible to occur (Fig.3)
- ◆ To consider few kinds of moment magnitude
- ◆ To set the level 1 tsunamis and the level 2 tsunamis (Japan Society of Civil Engineering)

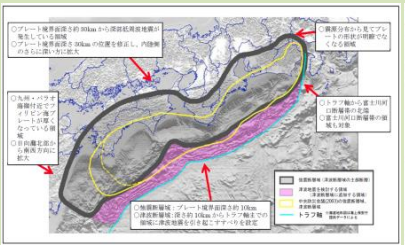


Fig.1: Nankai Trough Mega Earthquake (The Cabinet Office, 2012)

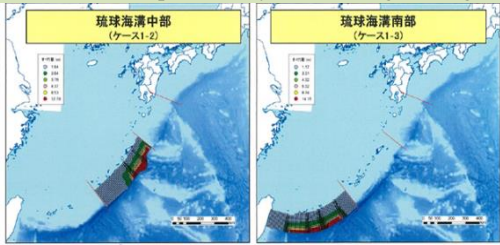


Fig.2: Ryukyu subduction zone Mega Earthquake (Kyusyu Electric Power Company)

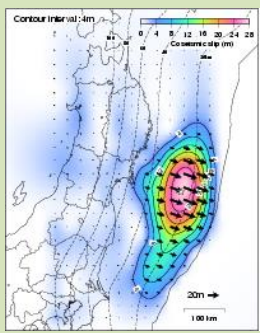


Fig.3: Few kinds of slip distribution for the Tohoku Earthquake (Fukutani et al. (2014))

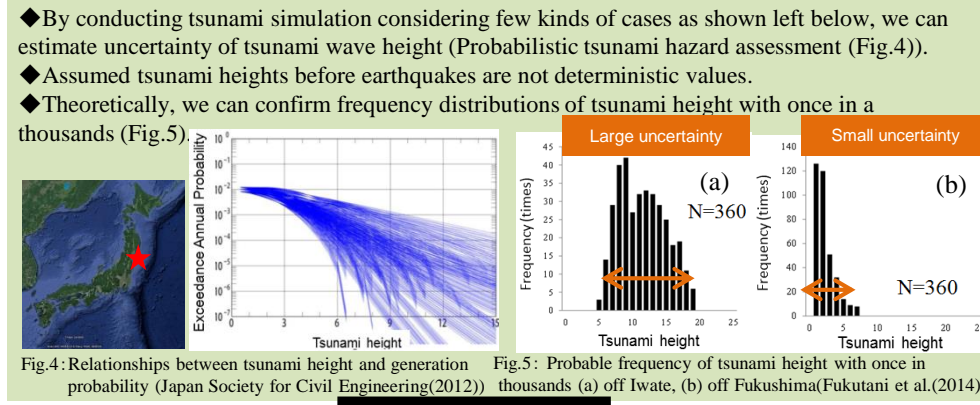
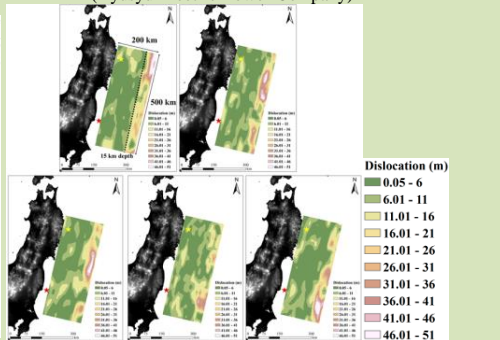


Fig.4: Relationships between tsunami height and generation probability (Japan Society for Civil Engineering(2012))
Fig.5: Probable frequency of tsunami height with once in thousands (a) off Iwate, (b) off Fukushima(Fukutani et al.(2014))

Dealing with the problem of tsunami hazard maps

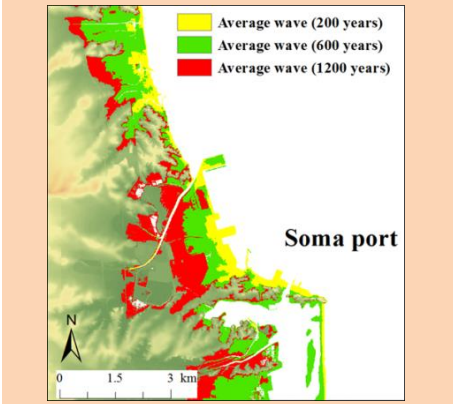


Fig.6: Probabilistic tsunami hazard map (Fukutani et al.(2014))

Quantification of tsunami risk using the results of probabilistic assessment

- ◆ By integrating information for probabilistic tsunami hazard and fragility assessment, we can develop tsunami risk curve. (Fig.7 left)
- ◆ Expected value of tsunami risk is equivalent to area below tsunami risk curve. (Fig.7 right)

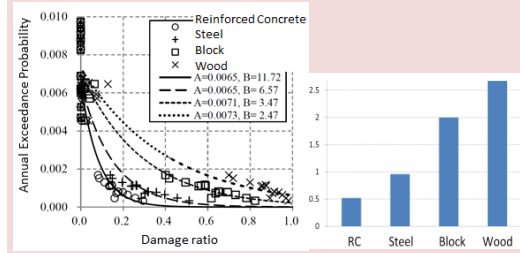


Fig.7: Tsunami risk curve (left) and expected value of tsunami risk (right)

参考文献

Japan Society for Civil Engineering (2012), A method for probabilistic tsunami hazard assessment, http://committees.jsce.or.jp/ceofnp/system/files/PTHA20111209_0.pdf (accessed on 19 January, 2015)
The Cabinet Office (2012), Mega earthquake model conference for the Nankai trough, <http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/model/> (accessed on 19 January, 2015)
Fukutani, Y., Suppasri, A., and Imamura, F (2014), Stochastic analysis and uncertainty assessment of tsunami wave height using a random source parameter model that targets a Tohoku-type earthquake fault, Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, doi 10.1007/s00477-014-0966-4. (published online)
Fukutani, Y., Suppasri, A., Abe, Y., and F. Imamura (2014), Stochastic evaluation of tsunami inundation and quantitative estimating tsunami risk, Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B2(Coastal Engineering), 70(2), 1_1381-1-1385. (in Japanese)