

地震規模に関するスケーリング則の違いが予測津波高と津波到達時間に及ぼす影響について

宮崎大学工学部 学生会員 市川信也
宮崎大学 正会員 村上啓介

1. はじめに

2011年3月に発生した東日本大震災は、想定を超える巨大な地震と津波によって甚大な被害をもたらすとともに、地震、津波対策のあり方に課題を与えた¹⁾。特に、発生頻度が極めて低い巨大地震に対する津波防災の考え方が問われた。

津波防災を考える上で被害想定は欠かせない。従来の津波被害想定は、既往最大規模の地震外力をベースに実施されている²⁾。一方で、既往最大を超える極めて低頻度の地震外力に対して津波被害想定を同様の手法でおこなうことは可能ではあるが、その想定をもとに防災対応を立案することが合理的ではない場合も多い。

原子力分野や航空機分野では、発生しうる事故を対象に、発生頻度と影響を定量的に評価して安全性の度合いを検討する手法（確率論的リスク評価）が取られる場合がある。この手法は、原子力発電所の津波防災を考える際の津波外力の評価（確率論的津波ハザード評価）への適用が広げられつつある³⁾。地震による津波外力を確率論的に評価するためには、地震動の多様性を考慮に入れて検討する必要がある。具体的には、起こりうる地震動のパターンを可能な限り考慮に入れて津波外力を評価することになる。

津波外力の評価では、地震動を幾つかの断層パラメータでモデル化し、そのパラメータを用いた津波伝播計算がおこなわれる。断層パラメータは地震規模や現地の地殻構造によって決まる数値で、地震規模と断層パラメータの間には幾つかのスケーリング則が提案されている³⁾。従って、同一の地震規模であっても用いるスケーリング則によって断層パラメータの値は異なり、結果として得られる津波波形も違ったものとなる。

本研究は、断層パラメータの設定に関わるスケーリング則の違いが予測津波高さや津波到達時間に及ぼす影響について評価することを目的とする。

2. 適用したスケーリング則と解析方法

本研究では以下の三つのスケーリング則を対象とした。なお、図-1に断層の模式図を示す（記号については表-1参照）。

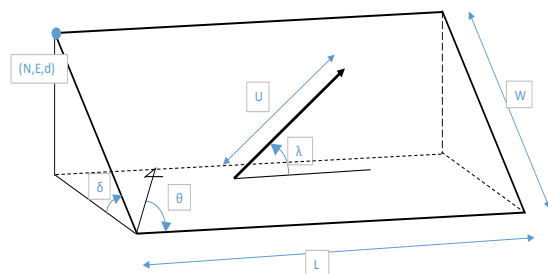


図-1 断層パラメータの定義

表-1 断層パラメータの定義

N,E,d	断層面の位置 (経度, 緯度, 深さ)
θ	断層面の角度
δ	断層面の傾き角
λ	食い違い方向
L,W	断層面の大きさ
U	食い違い量

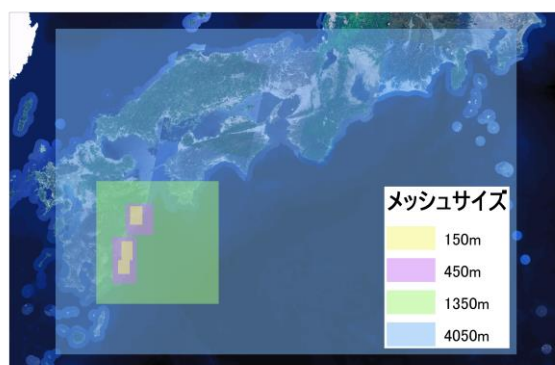


図-2 計算対象エリア

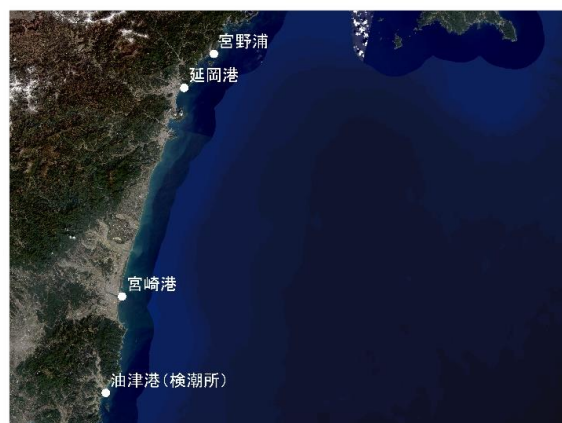


図-3 計算結果の出力地点

- ① L , W , U の何れにも限界を設定しない方法. この方法では, モーメントマグニチュード M_w が 0.1 増加すると L , W , U が 1.12 倍になる.
- ② W のみに限界を設定する方法. この方法では, M_w が 0.1 増加すると L , U が 1.19 倍になる.
- ③ U と W に限界を設定する方法. この方法では, M_w が 0.1 増加すると L が 1.41 倍になる.

これらのスケーリング則を宝永地震(1707)と安政南海地震(1854)の断層に適用し, M_w を 8.2 から 8.7 の間で変化させて津波伝播計算を行い, 沿岸近くでの津波波形を比較した. 数値計算は平面二次元の非線形長波理論を用い, 津波の初期波源は断層パラメータからマンシンハ・スマイリー式で地盤変位を算定し, その変位を海面変位

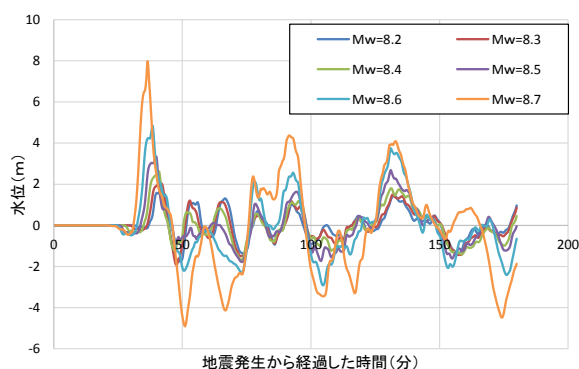


図-4 時系列水位 (宮崎港)

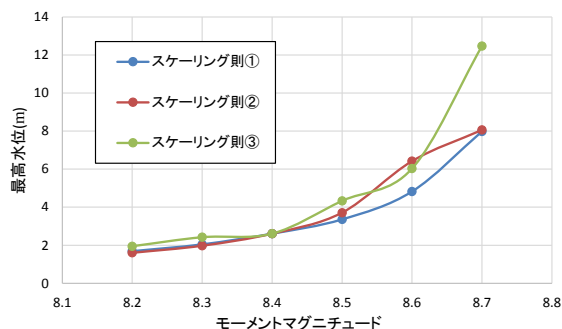


図-5 M_w と最高水位の比較 (宮崎港)

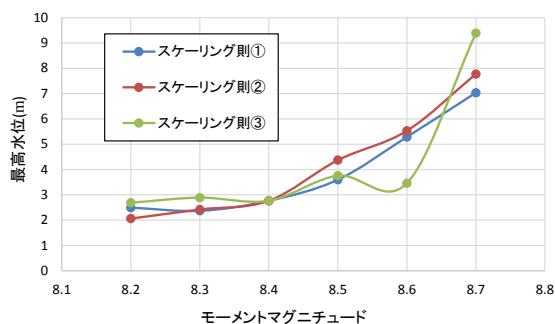


図-6 M_w と最高水位の比較 (油津港)

として与えた⁴⁾.

図-2は計算領域を示したものである. 計算は大領域の4050メートルメッシュから開始し, 沿岸部の地形を150mメッシュで表現している.

3. 解析結果

図-4は宝永地震に①のスケーリング則を適用して求めた宮崎港(図-3参照)の水位変化の時系列である. M_w が大きくなるにつれ水位変動量が大きくなっている.

次に, 各スケーリング則で計算された最高水位を宮崎港と油津港で比較した結果を図-5と図-6に示す. ①と②のスケーリング則では, M_w が大きくなるにつれて最高水位も増大する傾向が見られる. 一方, ③のスケーリング則では M_w に応じて変動する傾向が見られ, M_w の変化に対して U と W に制限を与えているためと考えられる.

また, 最大波の到達時間は, スケーリング則の違いによって第一最大波と第二最大波が入れ替わることで大きく変化するが, スケーリング則の違いによる第一波到達時間の差は小さいことを確認した.

4. まとめ

スケーリング則の違いが予測津波高さや津波到達時間に及ぼす影響について評価した. 3つのスケーリング則について検討した結果, 各スケーリング則で M_w が大きくなると津波の最高水位は増大することを確認した. ただし, U と W を制限するスケーリング則では, 予測最高水位と津波到達時間が他のスケーリング則とは異なる変動特性を示した. 地震規模と断層パラメータの間には幾つかのスケーリング則が提案されているが, 津波外力を評価する際には, スケーリング則の違いが計算結果に与える影響を十分に把握しておくことが重要である.

参考文献

- 1) 内閣府：東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会中間とりまとめ, <http://www.bousai.go.jp/kaigirep/chousakai/tohokukyokun/pdf/tyuukan.pdf>, 2011.
- 2) 内閣府：南海トラフ巨大地震対策について, http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku_wg/pdf/20130528_honbun.pdf, 2013.
- 3) 土木学会原子力土木委員会：原子力発電所の津波評価技術 講習会資料, 2016.
- 4) 後藤智明・小川由信：Leap-frog 法を用いた津波の数値計算法, 1982.