

津波解析コードの高速化とそれに伴う誤差に対する実務への影響評価

(株)水域ネットワーク 正会員 ○吉岡 征志

(株)水域ネットワーク 非会員 大森 政則

(株)水域ネットワーク 正会員 荒川 洋

東北学院大学 正会員 柳澤 英明

1. 目的

耐津波の外力算定や津波の浸水予測を行う場合、一般的には平面2次元の津波解析を実施して外力を得る。津波解析は波源域から対象地域までを格子データで細分化したモデルを用いて、津波が伝播する時間をシミュレーションするため計算時間を長く要する。逼迫している津波への対策や、より高度な津波解析を実施していくためには津波解析の一般化が必要であり、そのためには津波解析コードの高速化が求められる。

津波解析の高速化では OpenMP によるスレッド並列化が多く用いられているが、本研究では並列化と併せてベクトル化により高速化を行った場合に、計算時間や計算結果にどのような影響が生じるかを検証する。

2. 比較する解析コードと解析モデル

使用する津波解析コードは表-1に示す3種類とし、計算するモデルは図-1に示す4種類とする。計算時間を各コードで比較し、計算スレッド数による短縮効果についてもコード③(ベクトル化)において確認する。計算結果の比較は最小領域の最大水位分布に着目し、差異が生じている箇所やその傾向を把握する。

表-1 使用する津波解析コード

① 従来	OpenMP によるスレッド並列化をした一般的な解析コード
② 効率化	計算を効率化したコード (パラメータ化、allocate の削除、ループの分割・単純化など)
③ ベクトル化	②にコンパイラによるベクトル化オプションを加えた解析コード

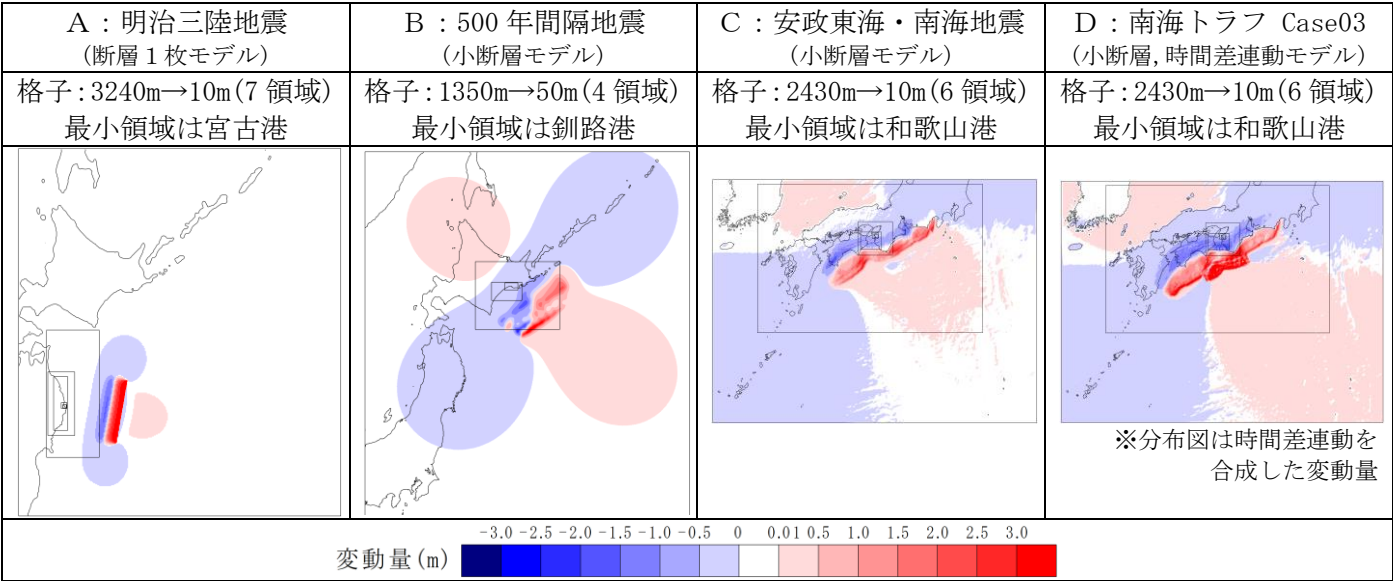


図-1 計算モデル

3. コード改良による計算時間の比較

各解析コードにおける計算時間の比率を図-2に示す。①(従来)を基準に比率を算定し、②(効率化)は90%~80%程度、③(ベクトル化)は55%~65%程度の計算時間となった。計算の効率化を行うとともに、コンパイラによるオプションを加えることで、高速化の効果をより得られることが判る。

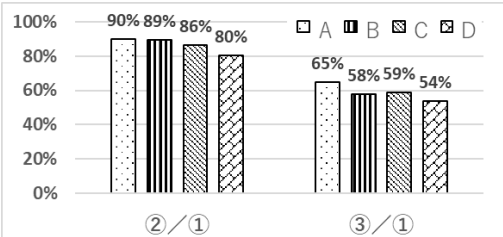


図-2 計算時間の比較(解析コード)

キーワード 津波解析, 高速化, 効率化, ベクトル化, 影響評価, 差異

連絡先 〒134-0088 東京都江戸川区西葛西 6-8-10 (株) 水域ネットワーク TEL 03-5667-6888

4. スレッド数による計算時間の比較

コード③(ベクトル化)についてスレッド数を1, 2, 3, 5, 10に設定して, 解析を実施した計算時間について結果を図-3に示す。

スレッド数については2スレッドにした際に計算時間が55%~60%と大きく短縮し, その後は大幅な短縮効果は得られず, スレッド数を増やしても35%程度の短縮効果に収束していく結果となった。

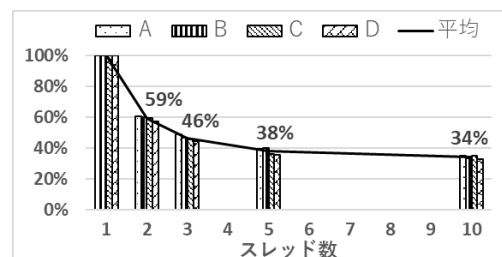


図-3 計算時間(スレッド数1比)

5. 最大水位分布の比較 (③(ベクトル化)－①(従来))

計算結果において最大水位分布を最小領域で比較した。地盤変動が計算開始時に全て発生するモデルA, B, Cでは差は小さく, その差は一部を除き概ね $\pm 1\text{cm}$ 程度である。構造物付近や港内においては差が大きくなる傾向にあるが, モデルA, Bにおいては全体的な増減は釣り合っている。モデルCにおいては全体的に③(ベクトル化)の方が小さい結果となっている。波源が時間差連動のモデルDについては, モデルCと同様に全体的に③(ベクトル化)の方が小さい結果となる傾向でやや差が大きくなっている。モデルDの結果は波源が複数になることで差が大きくなっていると考えられる。

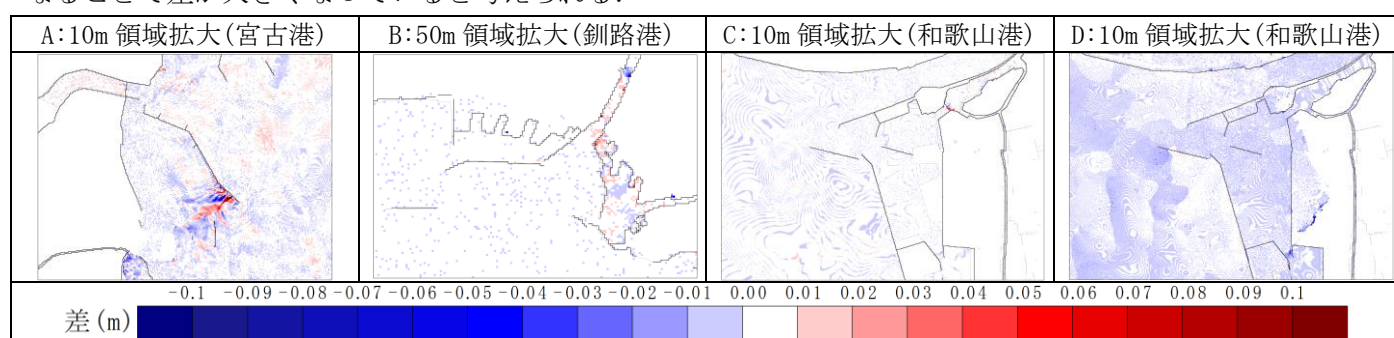


図-4 最大水位分布の比較(③－①)

6. 構造物周辺の差異

モデルAにおいて構造物背後に大きな差が生じていたため, 最大差 $-0.15\text{m}, +0.12\text{m}$ を記録している図-5に示す箇所に着目し時刻歴波形を確認した。図-6に示すように時刻歴波形全体としてはコードによる大きな違いは見られないが, 最大水位を記録している箇所では, 波形が切り立っておりこの時に最大水位に差が生じている。明治三陸地震は断層幅が細いため, 波形が先端部において切り立つことがあり, 解析コードにおける誤差の違いが影響しやすく, 構造物の影響と併せて差が大きくなったと考えられる。

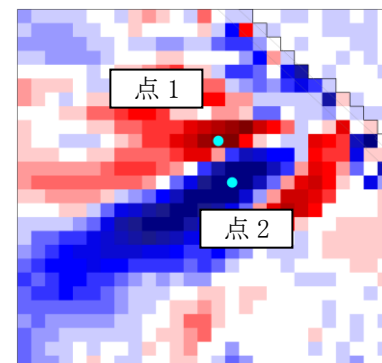


図-5 水位の差③－①(A)

7. 終わりに

津波解析コードはベクトル化の改良を加えることで, 高速化することが可能であるが, これまでの解析結果と差が生じる可能性がある。特にモデルAのように波形が切り立つケースにおいては, 部分的に差が大きくなることもある。またモデルDのように時間差連動のモデルで地域一帯の差が同じ傾向に変化する場合も差が大きくなる可能性があるため, これらの影響について今後さらに検証を進める。

参考文献

- ・高橋 智幸 (2004): 津波防災における数値計算の利用, 日本流体力学会数値流体力学部門 Web 会誌, 第12巻 第2号, pp. 23-32
- ・内閣府 (2012): 南海トラフの巨大地震モデル検討会(第二次報告) 津波断層モデル編 -津波断層モデルと津波高・浸水域等について-, http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/model/pdf/20120829_2nd_report01.pdf

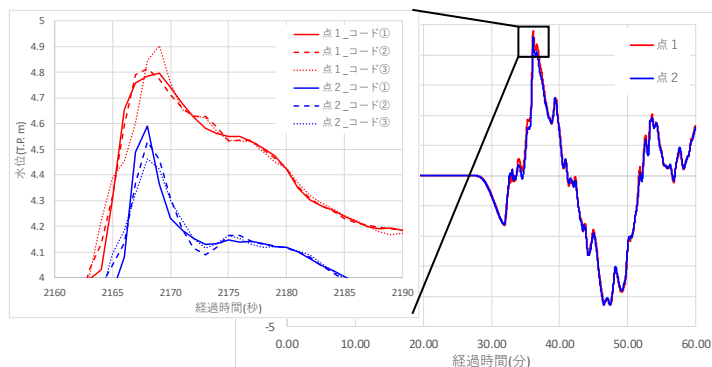


図-6 最大水位時の時刻歴波形(A)