

インド洋南方を対象としたスマトラ沖地震津波の数値解析

防衛大学校システム工学群建設環境工学科 ○学生会員 白田 悠人
 防衛大学校システム工学群建設環境工学科 正会員 嶋原 良典
 防衛大学校システム工学群建設環境工学科 正会員 藤間 功司

1. 背景と目的

2004年12月26日00:58(UTC時間)スマトラ島沖で発生したM9.0の巨大地震は大津波を引き起こし、インド洋沿岸各国に甚大な被害をもたらした。今回の津波に関しては、検潮記録や衛星画像・ビデオ映像などのデジタルデータや、現地調査による津波遡上高や浸水高など様々な物理データが残されているため、数値解析からこれらのデータの整合性を議論することは、今後の津波防災に貴重な資料と成り得るといえる。

さて、インド洋南方に位置する島国の中で、モルディブで得られたデータはインド洋津波の全体像を解明するため重要である。これは、モルディブが津波エネルギーの指向性の強い波源短軸方向上に位置すること、また、津波の波長に比べて環礁のスケールが小さく、津波水位が受ける局所地形の影響が小さいと予想でき、津波来襲時の潮位データが正確に記録されていると考えられるためである。以上の理由から、本研究ではモルディブの最南端に位置するSeenu環礁を対象に津波数値計算を行い、環礁に進入する津波の特徴について考察し、さらに地形データの解像度による数値計算結果の検潮記録・痕跡高の再現性への影響について検討した。

2. Seenu環礁の概要と来襲した津波の特徴

本研究の解析対象領域であるSeenu環礁は、島の地盤高が平均海面上1.0m程度、環礁の大きさが約18km、環礁内の水深は最大70m程度であり、環礁から4km沖は水深1000~2000mに達する。ここでは津波来襲時の潮位が観測されており、その観測位置をFig.1に示す。A地点は津波来襲時に若築建設が水位変動を時々刻々と実測した地点であり、B地点はハワイ大学による検潮記録所の観測地点である。この環礁に来襲した津波は、島の東側から来襲し、第1波目が最大であった。また引き波の際、環礁の北側のチャンネルが露出するほど強い流れが発生した。

3. 数値計算の概要

数値計算は、東経60度~100度、南緯20度~北緯20度の範囲とし、Fig.2に示すようなインド洋の海域とする。これを1分格子(約1.8km)の大領域、30秒格子の中領域、6秒格子(約180m)の小領域で領域接続を行った。各領域をFig.2の赤枠内で示す。支配方程式は大・中領域は極座標の線形長波理論式を使用し、小領域は極座標の非線形

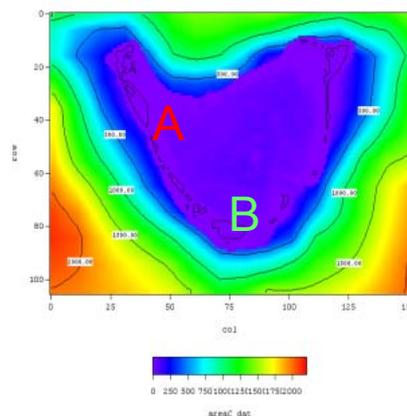


Fig.1 小領域における観測地点

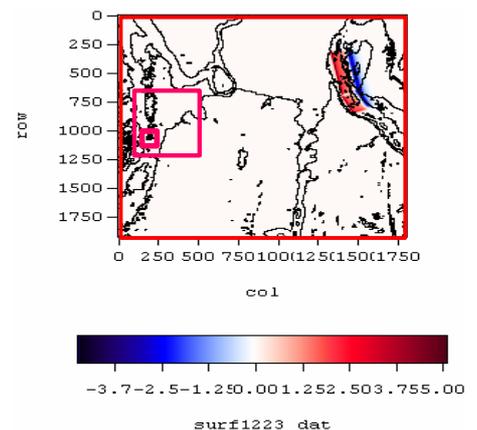


Fig.2 初期波源水位と領域区別

長波理論式を使用した。支配方程式はStaggered Leap-Frog法によって差分化し、境界条件として大・中領域においては岸側を完全反射、沖側境界を透過条件とした。また、小領域では沖側で遡上を考慮した。時間ステップは0.6秒、再現時間を6時間とした。

キーワード 津波 モルディブ Seenu 環礁 非線形長波理論 計算格子間隔

連絡先 〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校システム工学群建設環境工学科

TEL 046-841-3810 E-mail s50273@ed.nda.ac.jp

4. 計算結果

(1) 津波の伝播状況

大領域における津波数値計算の結果、津波は震源からモルディブに至るまでに約 3 時間で到達することを確認した。これは観測記録による到達時刻と計算結果が一致している。また、Fig.3 での環礁内における津波挙動であり、小領域(6 秒格子)での結果である。環礁の外側では引き波であっても環礁の内側では津波は抜けておらず正の振幅を示している。よって環礁の内外において津波の挙動に多少の時間差が生じていることがわかる。

(2) 検潮記録と計算結果との比較

Fig.4 に Seenu 環礁での A 地点と B 地点における検潮記録との計算結果の水位時刻歴の比較を示す。上下図とも黒丸は検潮記録を示しており、実線は 6 秒格子での計算結果、破線は 1 分格子での計算結果である。6 秒格子での結果は、到達時刻、最高水位のピーク、全体的な水位変動まで検潮記録を良好に再現できている。一方 1 分格子での結果では、津が波検潮記録よりも早く到達し、その後の水位変動にも差が生じている。潮位計は環礁の内側に配置されているため、環礁の外を既に津波が到達していても潮位計が水位変動を捉えた時刻はそれより遅いと考えられ、これは、計算結果から環礁内外での津波の挙動に時間差が生じていることでも説明できる(Fig.3 参照)。ゆえに 1 分格子での計算では環礁地形の再現性が十分でなく、6 秒格子のように詳細な地形データを利用することで、環礁内の津波の出流入を正確に再現することが必要であることを示している。

表-1 は Fig.5 における各点の痕跡高と算結果による浸水高を比べた結果である。計算結果は痕跡高よりも値が小さくなっているのが分かる。この原因は、地形データの解像度が未だ不十分であることが考えられ、さらに詳細な地形データを用いることでより検潮記録に近づいた結果が得られると考える。

5. まとめ

本報告ではモルディブ・Seenu 環礁を対象としたインド洋津波の数値計算を実施し、計算結果と津波観測記録との比較を行った。6 秒格子間隔による詳細な地形データで計算することで、環礁内での津波挙動と検潮記録を再現できることが分かった。今後は Seenu 環礁以外で検潮記録のある、Diego Garcia と Cocos 島を対象に計算を行い、環礁における津波の挙動特性について明らかにする必要がある。

参考文献 1)Koji Fujima et al. : Preliminary Repotr on the Survey Results of 26/12/2004 Indian Ocean Tsunami in the Maldives



Fig.3 Seenu 環礁での津波の進入
(赤：押し波, 青：引き波)

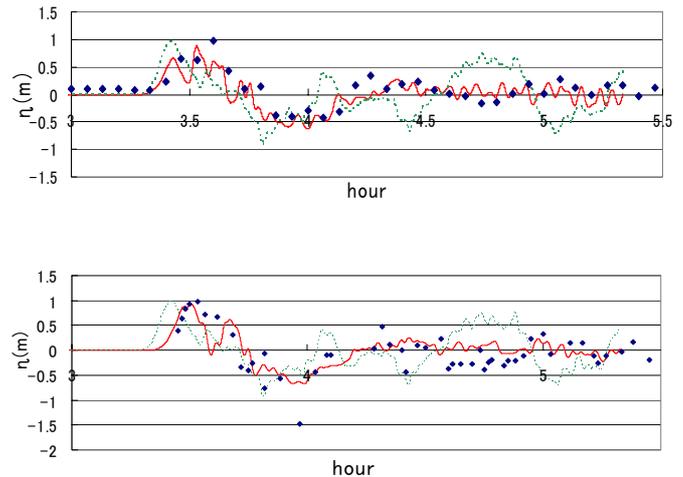


Fig.4 A 地点(上)と B 地点(下)での検潮記録と数値解析結果の比較

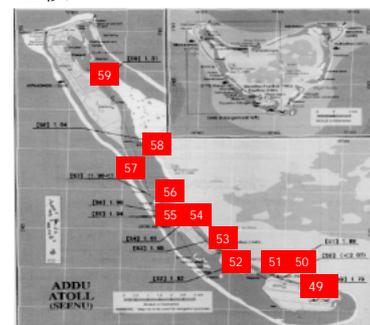


Fig.5 各痕跡高の記録地点

表-1 検潮記録の痕跡高と計算結果の比較

No	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
痕跡高(m)	1.79	<2.0	1.89	1.62	1.65	1.65	1.94	1.98	1.3	1.04	1.31
計算結果(m)	1.11	1.07	1	1	1	1.06	1.14	1	1.01	1.05	1.03