

II-45

地滑りにより発生する津波の数値シミュレーション (1792年島原眉山による津波の検討)

東北大学工学部 学生員 ○中嶋貴也
東北大学工学部 正 員 今村文彦
東北大学工学部 正 員 首藤伸夫

1. はじめに

津波を引き起こす原因は、主に地震による海底の断層運動であるが、地震以外でも過去に海底火山噴火や海底地滑りなどによって、大規模な津波が発生している。海底地盤の変動により発生する津波の研究及び再現には、これまで多くの力が注がれてきたが、地滑りにより発生する津波の研究には、地震津波と比べて研究が少ない。本研究では、1792年に発生した島原眉山の大規模山体崩壊による津波を例に挙げ、発生から伝播過程までの再現を試みて、現在の計算上の問題点を明らかにする。

2. 計算方法及び計算領域

地滑り及び津波を連続体（流体）と見なし、非線形長波理論を基礎方程式と仮定した。数値計算にはLeap-frog法を使用し、計算時間間隔の決定にはC.F.L条件を考慮している。

計算領域は、津波計算の境界条件を与えるために、山体（眉山）の崩壊から土石流が海に突入するまでを第1段階とし、突入から津波の発生及び伝播を第2段階とした。第1段階は一辺を36mとする130×111のメッシュに区切り（図-1）、第2段階は一辺を250mとする140×140のメッシュに区切った（図-2）。また、計算境界での発散を抑えるために最低水深を15mとし、陸上は全て30mとしている。

3. 地滑りの流体計算

従来の研究では、地滑りの海中への突入過程は考慮されていなく、地滑りの総量を海域へ流すという手法がとられていた。ここでは、地滑りが短時間に終了するものと仮定し、崩壊前後の地形差を初期条件と与え流体計算を行っている。これにより、今まで未知であった地滑り運動を正しく推定できると考える。図-3には、代表的な海岸線付近での土石流の厚さ及び流量FLUXを示す。

4. 津波計算の地滑り入力条件

図-3で得られた流量または水位を津波数値計算に入力すれば、その挙動が再現できることになる。ここでは、従来用いられてきた仮定の妥当性とどれだけ入力条件を簡便化できるかという検討のために、この計算結果だけでなく図-4に示す4パターンの形態を用いている。この際に、継続時間は地滑りの結果から60秒と仮定し、崩壊総量 $2) 3.4 \times 10^8 \text{m}^3$ を一定にする条件で流量FLUXの最大値を決定した。

5. 観測された津波痕跡と計算結果

崩壊前後の地形の差より初期条件を与えた計算結果と4パターンの流出形態による沿岸付近の最大波高の計算結果、及び最近の都司¹⁾の古文書研究と現地調査による痕跡高とを比較したものをそれぞれ図-5、図-6に示す。

図-5には、地滑り計算に重要である摩擦項のexplicitとimplicitとの計算結果を入れている。両者は一致しており、この計算法の違いによる最高水位に与える差は見られない。都司の結果と比較すると、計算値が大手原と清田で過小評価、網田と樽崎で過大評価になっている他は、痕跡高に近い値を表している。大手原での測定値は、18mと7.5mの2つのデータがあり局所的に浸水高さに違いがあることを示している。なお、計算により7.5mは良好に再現できている。一方、網田と樽崎は地形勾配の緩やかな海岸地域であり、実際に3km以上に渡り浸水した箇所である。恐らく、津波の陸上遡上の過程でエネルギーが減衰し、波高が低くなったものと思われる。これは本数値計算モデルには考慮されていない。

図-6には、図-4に示した4パターンの流入形態による計算結果を示している。sinタイプの結果がやや大きな値を示し、非対称タイプが小さい値であるが、地滑り入力パターンの違いによる差も顕著には見られない。これより、最高水位に限って言えば、土石流の海域への突入量とその継続時間が分かれば、良好に再現できることを示している。

6. おわりに

1792年に発生した島原眉山の大規模山体崩壊による津波を例に挙げ、地滑りによる土石流と津波との挙動を数値計算により再現した。比較データがないために土石流モデルの妥当性を直接検討することは出来なかったが、調査された痕跡高は津波数値計算で良好に再現されており、間接的ながら本研究で示した土石流計算モデルが妥当であることを示している。また、地滑りの入力パターンを変えた津波数値計算を行った結果、その違いによる差はなく、地滑り総量と海面突入継続時間が分かれば、最高水位に関する限り良好に再現できることが分かった。

参考文献

- 1) 都司ら(1991) 歴史地震研究会「歴史地震」第7号 p.39-42.
- 2) 明日へのJCCA (1992.) 「火の国 九州」 vol.174, p.17.

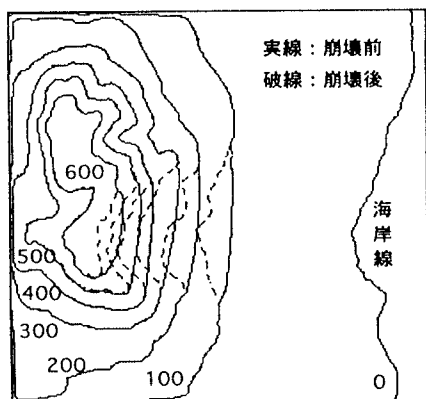


図-1：眉山崩壊前後の地形変化

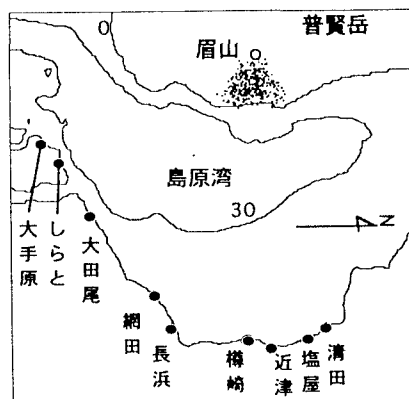


図-2：津波計算領域

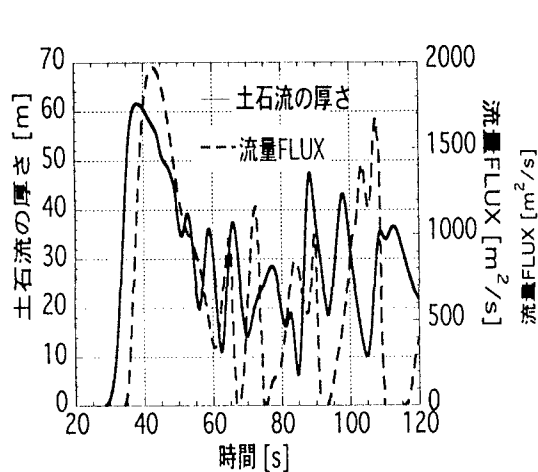


図-3：海岸線での土石流の厚さと流量変化

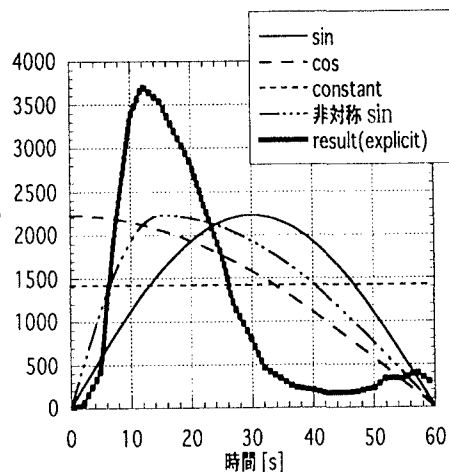


図-4：モデル化した流量（入力値）

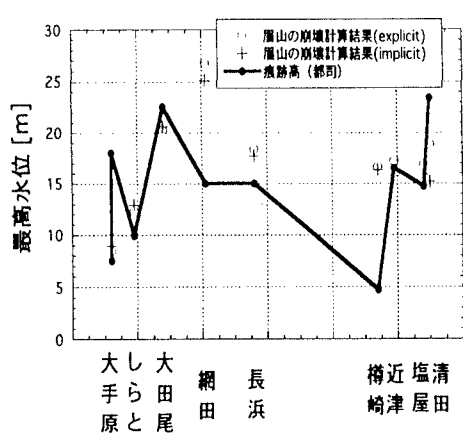


図-5：最高水位（流量を数値計算したもの）

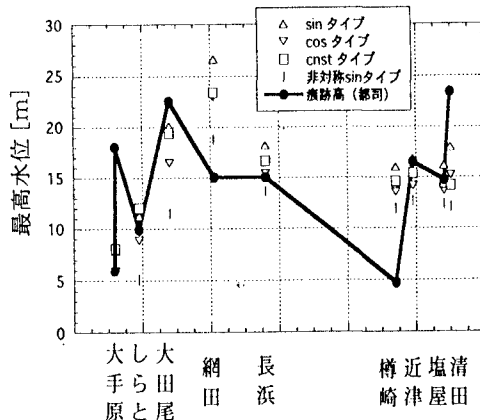


図-6：最高水位（モデル化したもの）