

カルデラ形成による津波の数値計算

東北大学大学院 学生員 ○川俣 奨
 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

津波はそのほとんどが地震活動によって引き起こされるが、まれに、火山活動や地滑りといったものに起因するものが報告されている。さらに火山活動に起因する津波に関して、その発生メカニズムには従来より様々なモデルが提案されている。本研究では、これら火山の噴火活動によって引き起こされる津波のうち、火山体のカルデラ形成メカニズムによって引き起こされる津波の数値計算方法を見直す。そしてこの計算方法を1883年 Krakatau 津波に適用し、検証を行う。

2 鉛直加速度を考慮した修正浅水理論

カルデラの形成された波源付近の波の挙動を見ると、浅水理論を支配方程式として用いている今までの計算方法では、現象を正確に再現出来ているとは考え難い。浅水理論では、鉛直方向の運動や鉛直方向の加速度は十分小さいものとして、近似的に解いているからである。

波源付近では、崩壊したカルデラ部分に水塊が急流入し、そのため周囲より集まってきた波がお互いに衝突しあい、局所的かつ短時間のうちに波が高くあがる。つまりここで局所的に鉛直方向の加速度が大きくなり、浅水理論では考えにくいといった状況が生ずる。そこで鉛直方向の運動の効果を浅水理論に取り込む事を考えた。

鉛直方向の運動の式を考慮に入れると、次の様に変形できる。

$$P(z) = -\rho \left\{ g(z - \eta) + \int_{\eta}^z \left(\frac{\partial w}{\partial t} + u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} \right) dz \right\} \quad (1)$$

ここで、積分の中の第1項を考慮に入れることとする。

w_{surf} 、 w_{bot} を水表面と底面での鉛直方向流速とし、

$$w(z) = w_{bot} + \frac{w_{surf} - w_{bot}}{h + \eta} (h + z) = w_1(x, y, t) w_2(x, y, z) \quad (2)$$

と仮定すると、運動の式は最終的に次式のような形となる。

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{MN}{h + \eta} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{MN}{h + \eta} \right) + (h + \eta) \frac{\partial \eta}{\partial x} \left\{ g + (h + \eta) \frac{\partial w_1}{\partial t} \right\} = 0 \quad (3)$$

つまり重力加速度に加え、時間的空間的な補正が入ることとなる。2次元水平床での試験計算の結果を、従来の計算方法によるものと比較して図に示す。両者とも、瞬間的に矩形状に水位を陥没させた場合の時系列波形断面である。

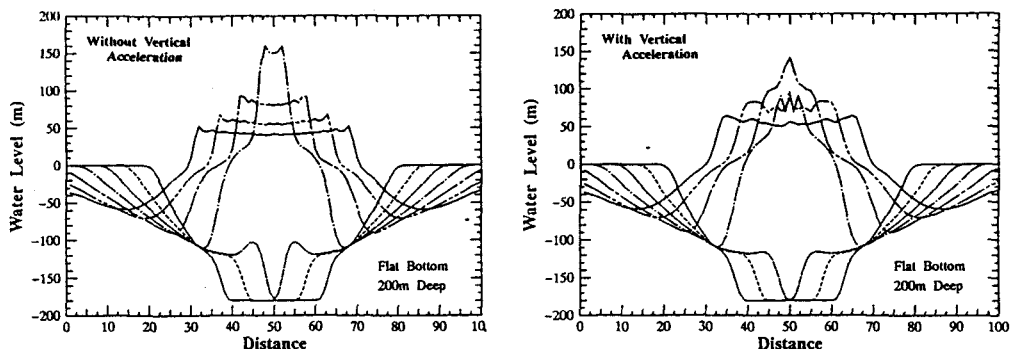


Fig-1. 浅水理論 (左) と修正された浅水理論 (右) による計算結果の比較

3 Krakatau 津波への適用

従来よりの線形長波理論による計算結果と、波源付近で修正された浅水理論による詳細な計算を行い、さらに線形長波理論による外洋伝播計算との接続計算を行った場合の、2通りの計算結果を比較検討する。

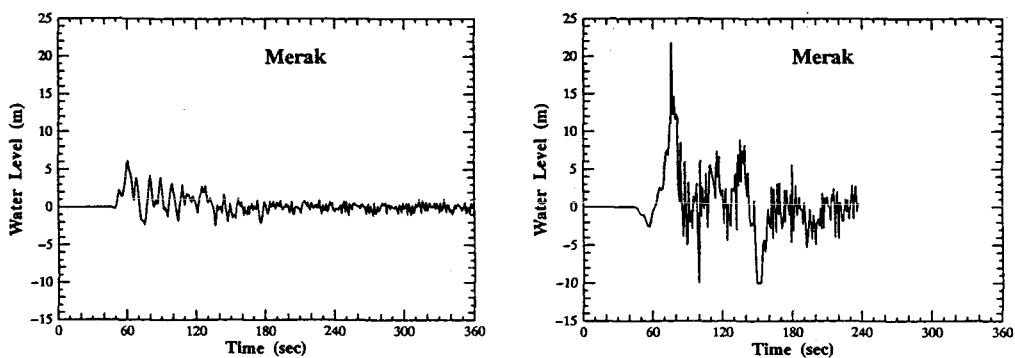


Fig-2. Sunda 海峡内 Merak での計算波形の比較
線形長波理論 (左) と、修正浅水理論との接続計算 (右)

4 おわりに

水面下へのカルデラ崩壊による津波の発生現象は、水粒子の鉛直加速度が大きくなり、浅水理論では近似できない。本研究では、鉛直加速度を考慮した津波発生計算法を、浅水理論を基に検討した。最後に、1883 年 Krakatau 津波に適用して検証を行い、良好な結果を得ることが出来た。

参考文献

- [1] Kawamata, S., F. Imamura and N. Shuto, "NUMERICAL SIMULATION OF THE 1883 KRAKATAU TSUNAMI", Proc. IAHR, vol. 2, pp. 24-31, 1992.