

II-57

カルデラ形成による津波発生計算法の検討

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

火山活動により引き起こされる津波の発生計算法には、現在までのところ確立されたものが無い。本研究では、水面下にカルデラを形成する発生メカニズムを考え、その数値計算法を検討する。鉛直方向に100mのオーダーで急速に沈降するカルデラ形成の結果として発生する津波では、鉛直方向の運動が大きくなると考えられる。通常の津波計算モデルではこの効果は考慮されていない。この点について、1次元水路での実験を行い、さらに計算モデルの改良を行うものとする。また実際現象をよく説明する、最適計算条件をも考察した。

2 1次元水路による実験

実際現象での、波の鉛直方向の運動を調べるため、1次元水路で実験を行った。実験装置の概要を図-1に示す。ゲートは可動式で、下流側長さを任意に設定できる。ゲート急開による波の挙動を、容量式波高計および、ビデオカメラを用いて測定した。

3 実験結果

波が鉛直壁に衝突すると、壁に沿ったある厚さを持った水脈として急激に上昇する。この水脈先端の高さとその厚さを表-1に示す。また波高計で観測された全水深時系列を、実験条件と共に図-2に示す。反射して伝播してゆく波の規模は、初期条件の上流側水深と同程度であることがわかる。

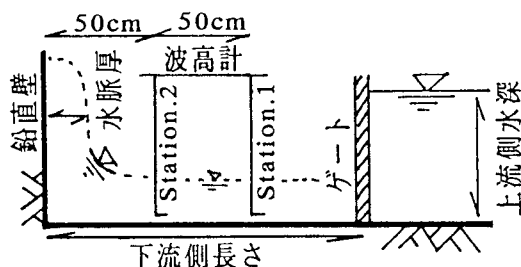


図-1 実験装置の概要

表-1 最大全水深と波の厚さ

下流側長さ	上流側水深	波峰高	水脈厚
200 cm	17.7 cm	24 cm	5 cm
200 cm	14.0 cm	21 cm	4 cm
200 cm	11.0 cm	13 cm	4 cm
250 cm	17.7 cm	26 cm	5 cm
250 cm	14.1 cm	18 cm	5 cm
250 cm	10.9 cm	11 cm	5 cm

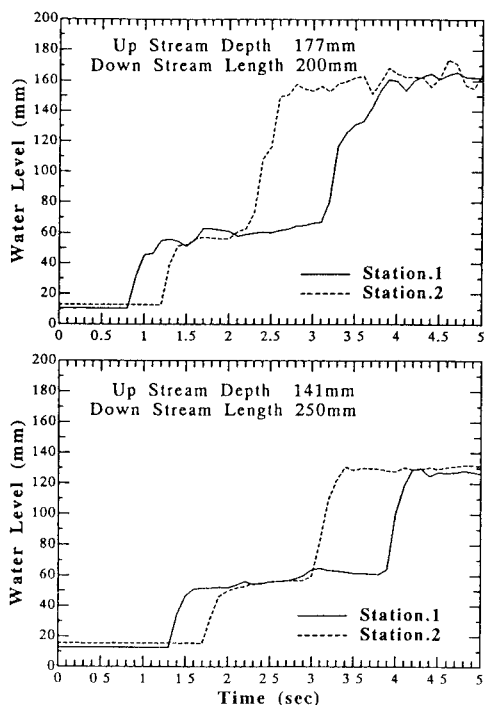


図-2 波高計の時系列実験結果

4 津波発生計算法の検討

通常の津波計算モデルに、鉛直方向の運動による効果を取り込むことを考える。従来の計算モデルでは、鉛直方向の運動の式 (1) の左辺を零と近似しているが、ここでは少なくとも第1項(局所項)を考慮する。水平方向流速を u 、鉛直方向流速を v とする。

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -g - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} \tag{1}$$

ところで、流体粒子の鉛直加速度は深さの関数であるが、水底で零、水表面では波面の鉛直加速度に一致する線形分布をすると仮定し、(2) 式のようにおく。これにより、積分モデルでの水平方向の圧力項は (3) 式となり、比較的容易に計算に取り込むことが出来る。

$$\frac{\partial v}{\partial t} = \frac{\partial^2 \eta}{\partial t^2} \frac{y+h}{(h+\eta)} \tag{2}$$

$$\frac{\partial P}{\partial x} = \rho(h+\eta) \frac{\partial \eta}{\partial x} \left(g + \frac{\partial^2 \eta}{\partial t^2} \right) + \rho g \frac{(h+\eta)^3}{3} \frac{\partial^3 \eta}{\partial x^3} \tag{3}$$

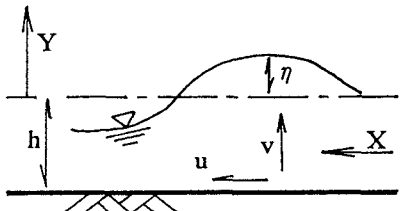


図-3 計算に用いた座標系

5 計算条件の最適化と計算結果

表-1 から計算の最適格子間隔を考える。計算条件を、実験から求めた場合、任意に選んだ場合、それぞれの比較を図-4 に示す。どちらも計算は安定に行われたが、波形に違いが現れた。実験から求めた計算条件を用いて、1次元水路での数値計算を行った。計算結果を計算条件と共に、図-5 に示す。新たに計算モデルに取り込んだ鉛直方向の加速度の影響は小さかった。いずれの計算でも伝播してゆく津波の規模は、実験結果と殆ど変わらず、鉛直方向の加速度の影響は小さいということがわかった。

6 おわりに

実際にカルデラ形成による津波を数値計算するにあたり、その波形に影響を及ぼす格子間隔の検討が必要である。また伝播してゆく津波の規模は1次元の場合、計算モデルによらず実験値をよく説明するものであった。また鉛直壁での水位急上昇を1次元の積分モデルで計算することは難しい。今後、鉛直運動のより大きい2次元モデルについての検討が望まれる。

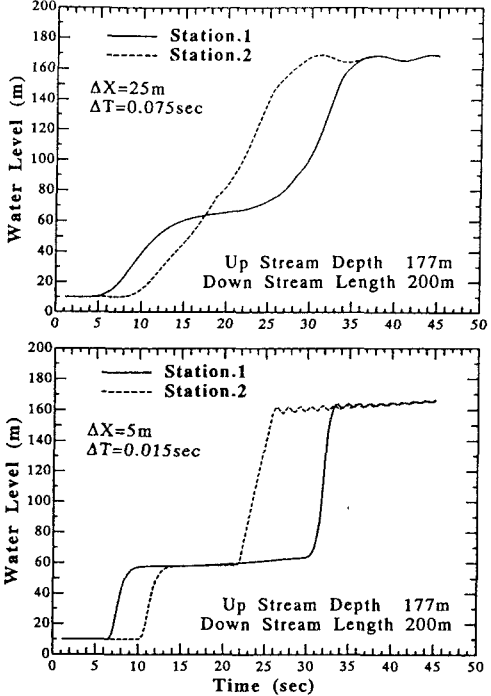


図-4 計算条件の比較

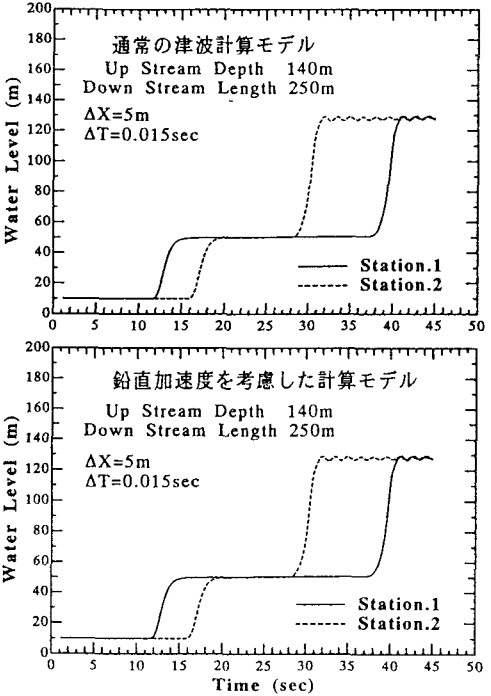


図-5 計算モデルの比較