

京都大学工学部 学生員 ○高林 努
 京都大学防災研究所 正 員 山下 隆男
 名城大学理工学部 正 員 土屋 義人

1. 緒 言 1993年7月12日22時過ぎに北海道南西沖を震源とするマグニチュード7.8の地震により奥尻島では津波による大災害が発生した。本研究は、この地震津波と奥尻島青苗地区での津波の氾濫数値シミュレーションを行い、津波の伝播、氾濫の再現を試みると共に災害時の空中写真を解析し、氾濫災害の発生過程を検討する。

2. 津波数値モデル

(1) 津波伝播モデル 陸上への遡上(氾濫)計算を含む津波の数値解析には、非線形項の処理が適切な数値モデルが必須である。すなわち、非線形項の離散化に起因する数値粘性の除去に配慮する必要がある。本研究では、山下・山中・土屋¹⁾により開発された数値モデルを用いる。このモデルは、基礎方程式を移流計算(流れ自身により運動量が輸送される影響を表す項)、水平拡散計算(水平方向の運動量拡散を表す項、コリオリ力を含めて考える)、および伝播計算(圧力勾配、海底面、自由水面上での摩擦力に関係する部分および連続式)の3段階時間分割法を用いて、各項に最も適した計算スキームを用いるもので、移流項には特性曲線法(Two-point Fourth-order Scheme)、拡散項にはADI法(交互陰解法)、伝播項にはIterative ADI法(繰り返し交互陰解法)を適用している。

(2) 移動境界条件 伝播計算の差分近似で水位を離散化する際の格子点の情報加重みを表すパラメーター γ ($h_{i+1/2} = \beta h_{up} + (1-\beta)h_{dw} = \gamma_{i+1/2}h_{i+1} + (1-\gamma_{i+1/2})h_i$)に海底摩擦-水面勾配の釣合条件が近似的に成り立つという力学的機構を組み込む。すなわち、フロント部での流れは水面勾配と底面摩擦が支配的であることから、これらが釣り合うよう運動を仮定すると、次式で記述される。

$$\frac{Z_{up} - Z_{dw}}{\Delta x} + \frac{Q_x |\bar{Q}|}{C^2 h^3} = 0, \quad \frac{\partial Q_x}{\partial Z_{dw}} < 0 \quad (1)$$

Q_x について整理し、 $h_{i+1/2} = \beta h_{up} + (1-\beta)h_{dw}$ を用いると、 β の表示として次式を得る。

$$\beta = \frac{3(Z_{up} - Z_{dw}) - h_{dw}}{3(Z_{up} - Z_{dw}) + h_{up} - h_{dw}} + \frac{1}{3(Z_{up} - Z_{dw}) + h_{up} - h_{dw}} \frac{2\Delta x Q_x}{c^2 h^2} \frac{\partial Q_x}{\partial Z_{dw}} \quad (2)$$

ここで、最大流量の定理により限界水深は $\partial Q_x / \partial Z_{dw} \rightarrow -0$ で生じることから、 β は近似的に次式で示される。

$$\beta \sim \frac{3(Z_{up} - Z_{dw}) - h_{dw}}{3(Z_{up} - Z_{dw}) + h_{up} - h_{dw}} \quad (3)$$

β が得られたならば、流れの向きにより重み γ を決定でき、流れの特性によって上、下流の伝播への寄与率を決定することができる。具体的には、まず、現在浸水している計算点において、線流量 Q により流れの方向を決定する。ある基準によりフロント部と判定されれば、 β を式(3)より計算し、流れの方向を考慮して β を γ へ変換する。

(3) 波源モデル 従来の研究に習い、地盤の鉛直変動量と同量の水位変化が海水表面に生じて初期波形を形成するという条件を仮定する。地盤の鉛直変動量を断層運動から推定するため、媒質のポアソン比を1/4とし矩形断面を仮定して、Volterraの式で示された食い違いと変位の関係式を解析的に誘導したMansinha & Smylie²⁾の解の鉛直成分を与える。

¹⁾Tsutomu TAKABAYASHI, Takao YAMASHITA, Yoshito TSUCHIYA

3. 津波の数値シミュレーション 計算領域は図-1に示すように、広領域 ($\Delta x=1,350\text{m}$, $\Delta y=1,800\text{m}$)、狭領域 ($\Delta x=450\text{m}$, $\Delta y=600\text{m}$)、および氾濫計算領域 ($\Delta x=25\text{m}$, $\Delta y=25\text{m}$) の3領域からなり、狭領域から広領域への反射波は考慮していない。波源モデルは、図-2に示す西落ち高角断層または東落ち底角断層の2通りの「く」の字型の断層を与え、両者の津波とその氾濫特性に及ぼす相違を検討する。なお、各断層パラメータは表-1のようである。

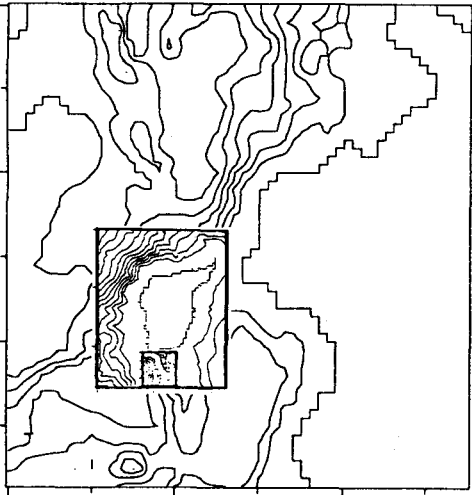
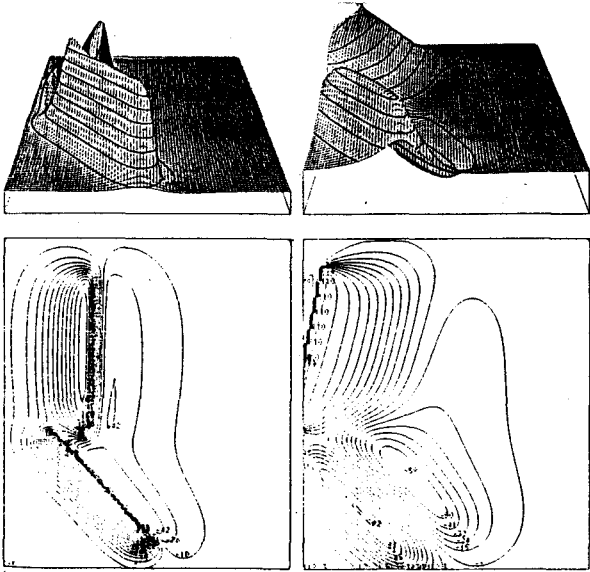


図-1 計算領域



西落ち高角断層 東落ち底角断層

図-2 「く」の字型の断層モデルによる初期波形

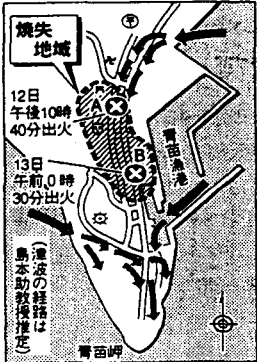


図-3 青苗地区での津波の氾濫経路
(読売新聞 7月5日)

表-1 断層モデルのパラメータ

	西落ち高角断層	東落ち底角断層
M_0	4.8×10^{27} dyne-cm	6.4×10^{27} dyne-cm
北断層長さ	90km×25km	90km × 50km
南断層長さ	75km×15km	75km × 25km
北断層変位	(400cm, 21cm)	(100cm, 10cm)
南断層変位	(500cm, 0cm)	(300cm, 0cm)
北断層すべり角	55°	-35°
南断層すべり角	55°	-10°
北断層走向	N181°E	N9°E
南断層走向	N145°E	N35°W

4. 氾濫シミュレーションと空中写真による災害の実態 青苗地区では地震直後に火災が発生し、図-3のような経路で津波が陸上へ氾濫し大災害を発生させたことが報告されている。これを災害前後の空中写真および氾濫シミュレーションにより定量的に検証するが、氾濫シミュレーションおよび空中写真による災害の調査結果の詳細は講演時に示す。

参考文献 1) 山下隆男・山中久生・土屋義人：エスチャリーにおける長周期波の数値計算 ―田辺湾の潮流・吹送流シミュレーション―，京大防災研究所年報，第34号 B-2，1991，pp449～469。 2) Mansinha,L. and D.E. Smylie：The displacement fields of inclined faults, Bull. Seism. Soc. Ame., Vol. 61, 1971, pp.1433～1440。