

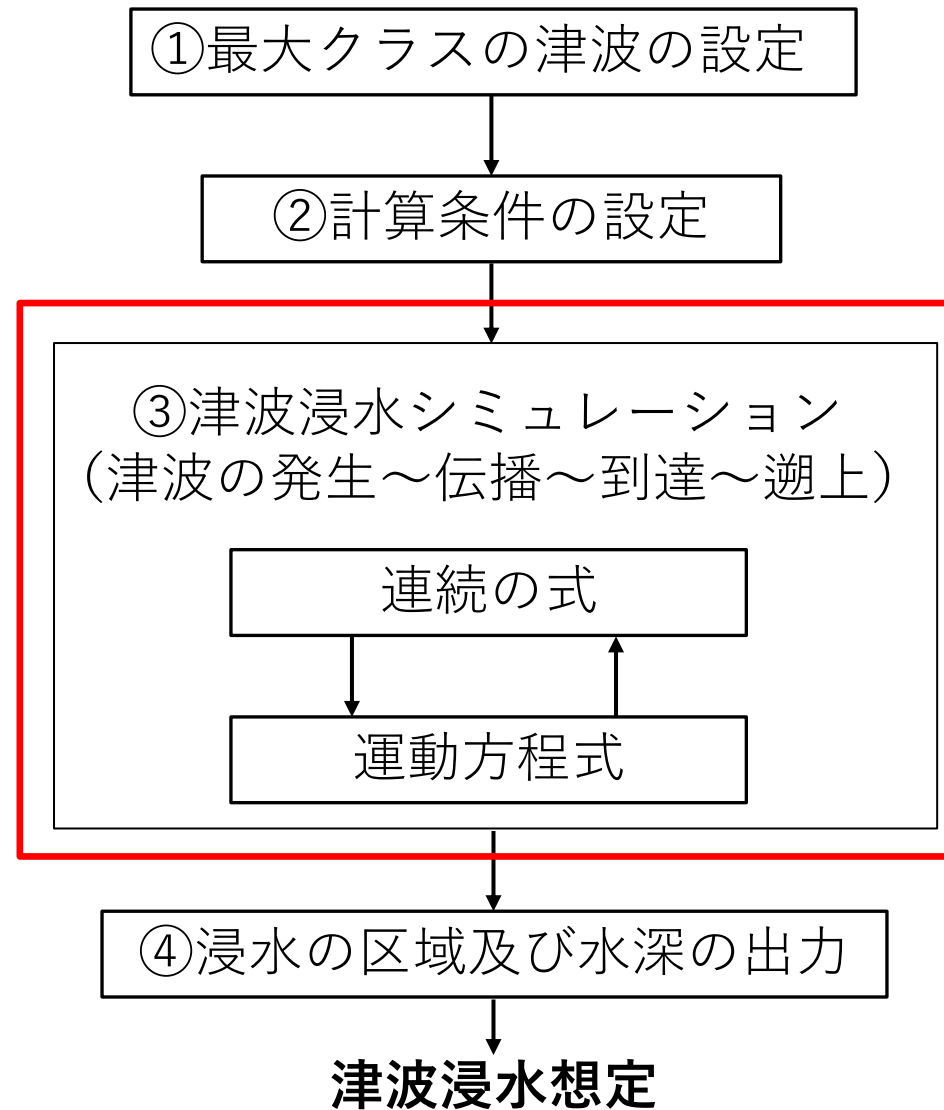
津波浸水想定の実施内容

3 津波浸水想定手法

令和 7 年6月23日(月)
兵庫県防災会議総合部会

津波浸水想定手法

- 津波浸水シミュレーションは、地震の断層モデルから計算された津波の発生プロセスを踏まえた初期水位のもとで、①外洋から沿岸への津波の伝播・到達、②沿岸から陸上への津波の遡上、の一連の過程を連続して数値計算を行う。
- 津波浸水シミュレーションは、海底での摩擦及び移流項を考慮した非線形長波理論（浅水理論）を適用する。



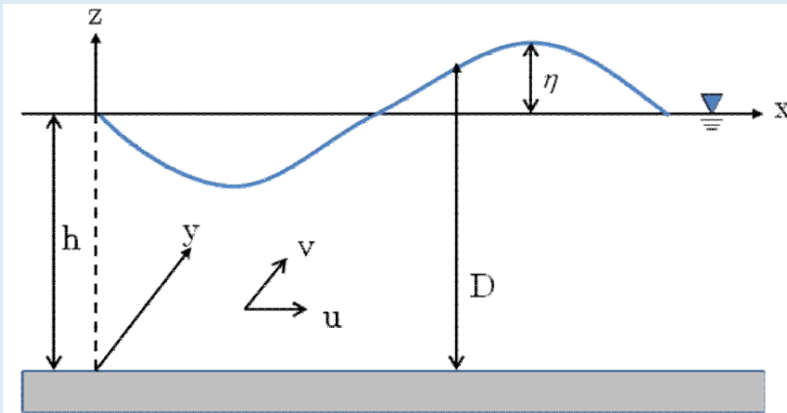
津波浸水想定手法

(1) 支配方程式

- 津波のような長い周期の波に対してはその分散性が小さく長波理論が適用できる。凡その目安として50m以上の深海では線形長波理論、それ以下の浅海では非線形長波理論が用いられている。
- 長波理論は、質量保存則から導かれる連続式と運動保存則から導かれる運動方程式から構成される。いずれも鉛直方向に水底から水面まで積分して求められる積分モデルの支配方程式は以下のとおりである。

(連続の式)
$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0$$

(運動方程式)
$$\left\{ \begin{aligned} \frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{M^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{MN}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{gn^2 M \sqrt{M^2 + N^2}}{D^{7/3}} &= 0 \\ \frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{MN}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{N^2}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{gn^2 N \sqrt{M^2 + N^2}}{D^{7/3}} &= 0 \end{aligned} \right.$$



η : 水位 (津波高)

M, N : x, y 方向の流量

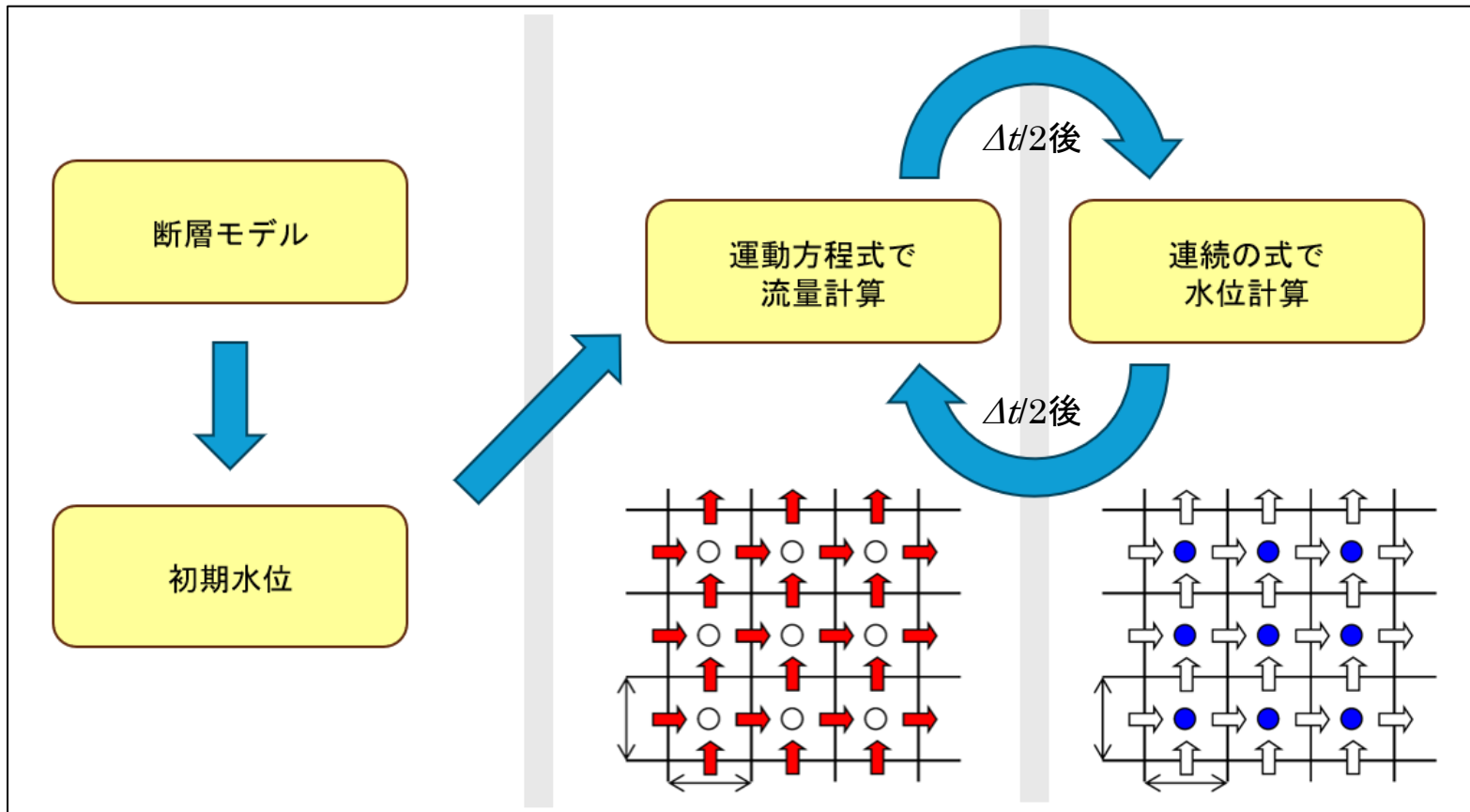
g : 重力加速度

D : 全水深 (= 水深 h + 水位 η)

n : マニングの粗度係数

津波浸水想定手法

- 津波計算においては、非線形長波方程式をLeap-Frog差分法を用いて近似して数値計算を行う。差分法による計算では、連続の式および運動方程式について、流量(M, M)と水位(η)を交互に解いていく。
- ステップ0) 断層モデルから鉛直地殻変動量を求めて、初期水位分布とする
- ステップ1) 初期水位分布から $T1 = \Delta t$ における流量分布を求める
- ステップ2) 得られた流量分布から、 $T1 = \Delta t$ における水位分布を求める
- ステップ3) 得られた水位分布から、 $T2 = 2\Delta t$ における流量分布を求める
- ステップ4) 得られた流量分布から、 $T2 = 2\Delta t$ における水位分布を求める (Δt : 計算時間間隔)



(CFL条件)

$$\Delta t \leq \frac{\Delta x}{\sqrt{2gh_{max}}}$$

(2) 境界条件

① 陸側境界

津波浸水シミュレーションにおいては、陸上への遡上や引き波による干出を計算する必要がある。このような津波の先端条件の処理には、計算過程で時刻ステップ毎に各計算格子に水があるか否かを判別し、隣接する計算格子の水位との関係も考慮して流量を設定することが必要であり、岩崎・真野（1979）や小谷ら（1998）の方法がよく使われている。遡上域以外では、海岸は直立壁と考え完全反射と仮定する。即ち、岸に直角な流量の成分を0と与える。

② 沖側境界

計算領域は有限であるから沖側に人工的な境界を設定する。沖側境界へは完全無反射で通過するものと仮定する。

⇒陸側境界は、岩崎・真野（1979）の方法を改良した小谷ら（1998）の遡上先端条件とする。沖側境界は透過境界条件とする。

