§3 次元差分法の概要

長周期地震動の計算は、3 次元差分法により行う。但し、作成する地盤モデルの精度や計算を行う地点数に応じて、他の長周期地震動を計算できる理論的手法を採用する場合も検討する。使用する差分法の概略は以下のとおりである。

基本となる差分スキームは、速度ー応力のスタガード・グリッド[Virieux(1986)]であり、時間二次、空間四次近似[Levander(1988)]で計算を行う。

三次元(i,j,k＝x,y,z)でリラクゼーション・メカニズムを一つとした場合、応力テンソルの対角成分(i＝j)は下記の式で計算される[Robertsson *et al.*(1994)]。

$$\frac{\partial \sigma_{ij}}{\partial t}=\left(\pi\frac{\tau_\varepsilon^p}{\tau_\sigma}-2\mu\frac{\tau_\varepsilon^s}{\tau_\sigma}\right)\frac{\partial v_k}{\partial k}+2\mu\frac{\tau_\varepsilon^s}{\tau_\sigma}\frac{\partial v_j}{\partial i}+r_{ij} \qquad \cdots(2)$$

また、非対角成分(i≠j)は下記の式で計算される。

$$\frac{\partial \sigma_{ij}}{\partial t}=2\mu\frac{\tau_\varepsilon^s}{\tau_\sigma}\left(\frac{\partial v_j}{\partial i}+\frac{\partial v_i}{\partial j}\right)+r_{ij} \qquad \cdots(3)$$

同様にメモリー・バリアブルの対角成分は下記の式で計算される。

$$\frac{\partial r_{ij}}{\partial t}=-\frac{1}{\tau_\sigma}\left(r_{ij}+\left(\pi\frac{\tau_\varepsilon^p}{\tau_\sigma}-2\mu\frac{\tau_\varepsilon^s}{\tau_\sigma}\right)\frac{\partial v_k}{\partial k}+2\mu\frac{\tau_\varepsilon^s}{\tau_\sigma}\frac{\partial v_j}{\partial i}\right) \qquad \cdots(4)$$

また、非対角成分は下記の式で計算される。

$$\frac{\partial r_{ij}}{\partial t}=-\frac{1}{\tau_\sigma}\left(r_{ij}+\mu\frac{\tau_\varepsilon^s}{\tau_\sigma}\left(\frac{\partial v_j}{\partial i}+\frac{\partial v_i}{\partial j}\right)\right) \qquad \cdots(5)$$

最後に、ニュートンの法則より粒子速度は下記の式で計算される。

$$\frac{\partial v_i}{\partial t}=\frac{1}{\rho}\frac{\partial \sigma_{ij}}{\partial j} \qquad \cdots(6)$$

ここで、σ_{ij} は ij 成分の応力テンソル、v_i は i 成分の粒子速度、r_{ij} は ij 成分のメモリー・バリアブル、τ_ε^p、τ_ε^s は、それぞれPおよびS波に対する歪みリラクゼーション・タイム、τ_σ は応力リラクゼーション・タイム、μ はS波に対するレラクゼーション・モジュラス、π はP波に対するリラクゼーション・モジュラス、ρ は密度である。

自由表面(Z=0)では、表面に直行する下記の応力テンソルおよび対応するメモリー・バリアブルをゼロとする。

$$\sigma_{zz}=\sigma_{xz}=\sigma_{yz}=0\big|_{Z=0} \qquad \cdots(7)$$

$$r_{zz}=r_{xz}=r_{yz}=0\big|_{Z=0} \qquad \cdots(8)$$

地表面以外のモデル境界の計算には、吸収境界条件をおく。