

強震動予測のばらつき評価について（その2）

On evaluation of deviation for the strong motion prediction (No.2)

河合 伸一[1], 藤原 広行[1]

Shinichi Kawai[1], Hiroyuki Fujiwara[2]

[1] 防災科研

[1] NIED, [2] NEID

水平成層構造モデルによる地震動の計算において、有限要素法の一つである薄層要素法を用い、問題を固有値問題を解くことに帰着させ、構造パラメータの不確定性を確率的な変動ととらえることにより固有値や波動場にどのような影響を与えるか、そのばらつきの程度を評価する。

ばらつき評価の方法としては、パラメータの値を変動させて薄層要素法の計算を多数行い、その結果から統計量を求めるモンテカルロ的方法と、目的とする確率変数の統計量を、固有値問題から摂動法等を用いて近似的に直接求める方法がある。本研究では、主にモンテカルロ的手法でばらつき評価を行うが、計算により直接評価する方法を検討することも今後の課題である。

弾性波動論に基づいた数値シミュレーションにより、強震動を予測しようとした時、予測された結果がどの程度の信頼性を持っているかを評価することが重要である。予測を行うためには、震源や構造に関する数多くのパラメータをあらかじめ設定しておく必要がある。しかし、これらのパラメータの中には、十分な精度を持って決定することが現状では困難なものが含まれている。強震動の予測結果を利用する場合、こうしたパラメータの不確定性が予測結果におよぼす影響を見積もることが必要となっている。

本研究では、地震動の計算モデルとして、水平成層構造モデルを考え、構造パラメータの不確定性によるばらつきの評価を行う。

水平成層構造媒質中での地震動の計算手法として、ここでは、有限要素法の一つである薄層要素法を用いた。これにより、問題を固有値問題を解くことに帰着させることができる。この時、種々の構造パラメータを設定するが、対象となるパラメータに関する情報が不足するために、パラメータの値を確定できず、ある範囲の値をとることを想定するような状況が考えられる。このようなパラメータを確率変数ととらえ、パラメータの確率的な変動が、固有値や波動場にどのような影響を与えるか、そのばらつきの程度を評価する。パラメータの確率的変動は、解くべき固有値問題を構成する行列の成分の確率的変動を意味する。このため、固有値や固有ベクトルも確率的に変動し、固有関数展開によって求められるグリーン関数も確率的に変動する。構造パラメータが確率的に変動することにより、周波数領域における各々の周波数での固有値がどの程度ゆらぐかを見積もることにより、どの程度の周波数の時に、パラメータの確率的変動の影響を大きく受ける、あるいはほとんど影響しないかを見ることができる。

ばらつきを評価する方法としては、次の2種類が考えられる。1つは、確率変動するパラメータに対して、適当な確率分布を仮定し、この分布に従う標本を多数抽出し、これをパラメータの値としてそれぞれ薄層要素法により計算を行い、平均・分散（標準偏差）・変動係数（＝標準偏差／平均）などの統計量を多数の計算結果から求めるモンテカルロ的手法である。もう一つは、目的とする確率変数の統計量を、固有値問題から摂動法等を用いて近似的に直接求めることである。モンテカルロ的手法は、無限に計算機資源があれば簡便な方法であるが、多量の計算を必要とし、計算時間もかかるため、統計量を直接計算できるような方法を開発することが必要である。本研究では、主にモンテカルロ的手法でばらつきの評価を行うが、計算により直接評価する方法を検討することも今後の課題である。