

PGA/PG と強震動予測

The ratio PGA/PGV and strong ground motion prediction

増田 徹 [1]; 横田 崇 [2]; 後藤 真希枝 [3]
Tetsu Masuda[1]; Takashi Yokota[2]; Makie Goto[3]

[1] 応用地質 (株) 技術本部; [2] 気象庁; [3] 応用地質
[1] Oyo Corporation; [2] JMA; [3] OYO Corporation

1. はじめに

近年強震動予測において物理的モデルに基づいた波形計算手法が広く用いられている。波形計算の基本的手順は、背景領域やアスペリティの形状、広がり、配置、強さ、開放される応力降下量や地震モーメント、破壊開始位置、破壊伝播様式、及び伝播速度など震源に関する物理量を想定したうえで、断層を適宜小断層に分割し小断層から放射される地震波振幅スペクトルの低周波数域のレベル、コーナー周波数、及び高周波数域での振幅減衰率をモデル化し、それぞれの小断層からの地震波を震源距離に応じて合成するものである。背景領域やアスペリティにおける震源物理量の適切な想定は、計算される地震波形が観測される波形の様々な特徴を再現できるようにするために重要であることはもちろんであるが、このほかに実際的には小断層におけるすべり角に与えるゆらぎや破壊開始時刻のゆらぎ、断層の分割数、補正関数やライズタイムの設定も計算される地震動の特徴に大きな影響をもち、統計的グリーン関数法においては乱数時系列の選択も重要であることは、先に報告したとおりである。

波形計算を行う際に計算された地震動が妥当なものであるか否かの判断は、例えば合成波形のスペクトル振幅と観測スペクトルあるいはモデルスペクトルとの比較(増田・横田、2008)、計算される地震動の強さと経験的に期待される値との比較(中央防災会議、2001、増田・横田、2007、2008)などによって行われている。予測強震動は地震被害の想定に利用されるが、地震被害を受ける構造物の種類により最大加速度振幅、最大速度振幅、あるいは震度等の異なる指標が用いられていることを踏まえ、本報告では地震動の最大加速度振幅と最大速度振幅との比に着目し、観測波形における最大加速度振幅と最大速度振幅との比が震央距離、マグニチュード、あるいは観測地点の地下構造等にどのように依存しているかを解析し、計算される波形が観測値を再現するうえで、波形計算の際に与えられる断層分割数、ライズタイム、 f_{max} 等のパラメタ設定の影響を考察した。

2. 最大加速度振幅と最大速度振幅の比の観測値

内陸地殻内あるいは陸域近くのプレート境界で発生した大きな地震及びその余震の観測波形から S 波部分の最大加速度振幅と最大速度振幅との比を求めた。波形記録は強震観測網 K-NET、KiKnet および気象庁観測網のものをを用いた。解析の対象とした地震は、2000 年鳥取県西部地震、2003 年宮城県北部地震、2003 年宮城県沖地震、2003 年十勝沖地震、2004 年中越地震、2005 年福岡県西方沖地震、2005 年宮城県沖地震、2007 年能登半島沖地震、2007 年三重県北部地震、2007 年中越沖地震、2008 年岩手・宮城内陸地震の本震および余震である。マグニチュードの範囲は 3~8、震央距離の範囲は数 km から 400km 程度であった。

上記地震で求められた最大加速度振幅と最大速度振幅との比は震源近傍(震源から震央距離数 km)から震央距離 100km 程度までは緩やかに増加し、距離 100km 程度を超えるとかなり急激に減少する傾向にある。振幅比の距離依存性は、断層近傍では地震波に含まれる遠地頂に対する近地頂及び中間頂の寄与率が遠方に比べて相対的に大きく長周期成分振幅が相対的に大きいこと、震央距離が 100km 程度より遠方では非弾性減衰の影響により短周期成分が減少することが原因であると考えられる。

同じ震央距離で較べると振幅比は地震のマグニチュードが小さいほど大きい傾向にある。これは、震源スペクトルのコーナー周波数が小さい地震ほど大きくなる傾向にあるためであると考えられる。

3. 強震動予測のパラメタの設定と振幅比

強震動を予測する際に波形計算における様々なパラメタの設定の違いにより計算される強震動の強さやスペクトル構造が相違することは先に報告したとおりであるが、計算される地震波の最大加速度振幅と最大速度振幅との比が観測値を再現できることも重要な条件である。最大加速度振幅と最大速度振幅との比が波形計算で設定されるパラメタによりどのように変動するかを調べた。

地震波の短周期成分が長周期成分に比べて相対的に減少すると地震波の卓越周波数は小さくなるから、小断層振幅スペクトルの f_{max} を小さくすると振幅比は小さくなる。震源からの距離がある程度以上の地点では地震波の受ける非弾性減衰の影響が大きくなるので、実際の値よりも過小な Q 値を設定した場合には振幅比は過小評価となる。

断層分割数が多くなればそれぞれの小断層の広がりが小さくなり小断層から放射される地震波のコーナー周波数は高くなる。このため合成される地震波の最大加速度振幅と最大速度振幅との比は増加する傾向にある。また、設定するライズタイムが大きいと振幅比は小さく見積もられる。