

1995年兵庫県南部地震の震源モデルの違いによる神戸市域での最大速度分布の比較

Comparison of peak velocity distribution in the Kobe area derived from various source models of the Hyogo-ken Nanbu earthquake

松島 信一 [1], 川瀬 博 [2]

Shinichi Matsushima [1], Hiroshi Kawase [2]

[1] 清水建設和泉研, [2] 九大・人環・都市共生

[1] IRI, Shimizu Corp., [2] Grad. School of Human-Environ. Studies, Kyushu Univ.

複数の兵庫県南部地震の震源モデルを対象に三次元盆地構造を考慮して神戸市域における強震動を計算し、その最大速度分布の比較を行った。解析の対象としたのは、インバージョンによるWaldモデル、波形合成法によるKamaeモデル及び本検討で推定した理論解による松島・川瀬モデルである。Waldモデルでは周期2秒までしか再現できないため幅の広い分布となった。Kamaeモデルでは2個所に大振幅領域が限定された。松島・川瀬モデルでは震度7の領域とほぼ一致する分布が得られた。つまりエッジ効果は入射波の卓越周波数に依存するので、震源モデルは松島・川瀬モデルのように周期1秒のパルスを充分うまく再現できる必要があることがわかった。

1995年兵庫県南部地震の際に被害の著しかったいわゆる震災帯が生じた第一の原因について我々は、六甲断層系による神戸市下部の段差構造が作り出すエッジ効果[Kawase, SRL1996]により周期1秒前後の速度パルスが増幅されたことであることを明らかにしてきた[川瀬他,地震1998]。実際の震災帯は被害の著しかった地域においては島状に複雑に分布していて、これを定量的に評価するためには震源過程の不均質性と複雑な盆地構造の影響を精度よく評価する必要があることも指摘した[川瀬・松島, 建論報1998]。そこでここでは、複数の震源モデルを対象に三次元盆地構造を考慮して三次元有限差分法[Graves, BSSA1996]により神戸市域における大阪層群上面での強震動を計算し、その最大速度分布の比較を行った。

解析の対象としたのは、インバージョン[Wald, BSSA1996]、波形合成法を用いたフォワードインバージョン[Kamae and Irikura, BSSA1998]及び理論解を用いたフォワードインバージョンにより推定された震源モデルとした。Waldモデルは0.05~0.5Hzでバンドパスフィルタをかけた強震動記録、広帯域遠地実体波記録及び地殻変動データを用いてインバージョンしているので、その震源モデルから発生される強震動は周期2秒以上のやや長周期域まで評価できる。KamaeモデルはSekiguchi et al. (JPE1996)の断層モデルをもとにアスペリティ部分のみを用いて経験的グリーン関数法により神戸大学の本震記録が説明できるように推定したものである。このモデルを差分法で用いる為にKamae et al. (BSSA1998)にならってすべり速度関数を決め、破壊方向としては純横ずれのみとした。両者とも神戸側のセグメントのみを用いた。理論解を用いたフォワードインバージョンによる震源モデルについては、震源近傍での強震記録をよく説明できるMatsushima and Kawaseモデル(ESG1998)を若干修正したものをを用いた。修正したモデルは、Matsushima and Kawaseモデルでは4つ目のアスペリティに対応する諏訪山断層が五助橋断層に走行をかえる位置よりも東に延長していたが諏訪山断層に相当する部分のみになるように長さを短くし長さ8kmx幅10kmとした。他のアスペリティはMatsushima and Kawaseモデルと全く同じでそれぞれ4.5kmx5km、4.5kmx5km、8kmx10kmであり、最終すべり量から求められる地震モーメント M_0 はそれぞれ0.62、1.07、2.59、4.83[x10¹⁸ Nm]で合計9.11x10¹⁸[Nm]とした。破壊方向としては純横ずれのみとした。この震源モデルの特徴は断層の動的破壊に関する研究を参考に立ち上がり部が急峻なすべり速度関数を個々のアスペリティ毎に同定していることにある。この震源モデルを用いて波数積分法[Hisada, BSSA1993]により計算したJMAの基盤での理論波はMatsushima and Kawaseモデルによるものと同様にJMAでの観測記録から求められた逆算基盤波[川瀬・林, 建論報1996]の周期1秒のパルスを良く再現することができた。

川瀬・松島(建論報1998)が大阪層群上面($V_s=400$ m/s)まで考慮して作成した三次元盆地構造モデルを用い、上記の3つの震源モデルについて三次元差分法によりモデル最上層での最大速度分布を求めた。最大値を求めるときに周期0.5秒のローパスフィルタをかけた。Waldモデルではピークは明石海峡付近で得られ、神戸市域では盆地境界から海岸線にかけてほぼ一様にピーク値の約50%が幅広く帯状に分布する結果となった。これは後にも述べるように、震源モデルが周期2秒以上までしか評価できないことに起因している。次にKamaeモデルでは長田区、兵庫区一帯でピークとなり、東灘区の一部と合わせ2個所に振幅の大きい領域が限定される結果となった。最後に松島・川瀬モデルにより計算した結果ではピークは中央区で得られ、兵庫区から芦屋市にかけて幅約1kmの振幅の大きい領域が帯状に分布した。特に灘区から芦屋市にかけては深度7の分布とよく一致した。この分布は川瀬・松島(建論報1998)がWaldモデルと三次元地盤構造モデルにより計算した結果からコンポリューションにより求めた最大速度分布と良く一致する。つまりエッジ効果は入射波の卓越周波数に依存するので、兵庫県南部地震の場合、震源モデルは周期1秒のパルスを充分うまく再現できる必要があることを意味する。さらに、震源域の東の浅い

部分にソースが有る松島・川瀬モデルの場合にはディレクティビティの影響により東への大振幅領域の延びが生じ、その生成のためという観点からは諏訪山断層東端から南側に分岐するセグメントは必ずしも必要ないことを示唆している。ただし松島・川瀬モデルでは宝塚での大振幅を再現できない問題は依然残されている。

解析に際しGraves氏開発の三次元差分法コードと久田氏開発の波数積分法コードを使用しました。記して感謝の意を表します。