

兵庫県南部地震の震源モデルから計算される基盤最大速度の距離減衰特性

Attenuation characteristics of the basement PGVs calculated from a source model of the Hyogo-ken Nanbu earthquake

川瀬 博 [1], 松島 信一 [2], 久田 嘉章 [3], 山本 俊六 [4]

Hiroshi Kawase [1], Shinichi Matsushima [2], Yoshiaki Hisada [3], Shunroku Yamamoto [4]

[1] 九大・人環・都市共生, [2] 清水建設和泉研, [3] 工学院大・建築, [4] (財)地震予知総合研究振興会

[1] Grad. School of Human-Environ. Studies, Kyushu Univ., [2] IRI, Shimizu Corp., [3] Kogakuin Univ., [4] Assoc. for Development of Earthq. Prediction

我々は三次元地盤構造と神戸側セグメント上の4asperityモデルを用いて兵庫県南部地震による震源域での強震動波形を再現することに成功した。ここではその震源モデルを用いて、地震基盤上の理論速度波形を計算し、距離減衰特性について検討した。計算測線は震央から同心円状に広がる直線とした。走向方向では進行方向破壊伝播によるdirectivity効果(RDE)のため断層直交成分が卓越し150km遠方でもそれは明瞭に認められること、方位角15°までは進行方向RDEはほぼ同等に生じること、180°の場合断層直交成分には逆行方向RDEで短周期波動が生成されるが、最大速度値は最小とはならないことがわかった。

我々は三次元有限差分法[Graves, BSSA1996]とフォワードモデリングによって求めた震源過程[Matsushima and Kawase, ESG1998]を若干修正した4アスペリティより構成される震源モデルを用いて、兵庫県南部地震の神戸市域における強震動波形を計算し、被害の直接的な原因となった周期1秒前後の速度パルスが再現できることを確認した[松島・川瀬, JEPS1999]。このモデルは少なくとも震源域の観測データに対してはすぐれた適合性を有している。この松島・川瀬モデルが兵庫県南部地震の震源として妥当なものだとした場合に、それがより遠方場においてどのような計算波形をもたらすものであるかを検討することは、将来の強震動予測の観点から重要である。またそれは今後より広範囲の強震動記録も含めて松島・川瀬モデルの妥当性を検証していくための基礎的検討としても役に立つ。そこでここでは、まず地盤モデルとしてサイト特性のない一様地震基盤モデルを考え、その露頭における理論速度波形を求め、その距離減衰特性について検討する。地盤モデルはSekiguchi et al. [JPE1996]の岩盤地点用モデルの表層風化層のS波速度を2,500m/secとしたモデルを用いた。解析は震央距離150kmまでの地動を高振動数域(5Hz)まで評価するため、波数積分法[Hisada, BSSA1993]を用い、方位角として0°(断層の走向破壊進行方向)から180°まで7方向の測線について計算した。なお松島・川瀬モデルは純横ずれアスペリティのみによって構成されている。

まず測線方向が走向方向のとき(方位角0°)には、進行方向破壊伝播によるdirectivity効果(forward RDE)のため、断層直交成分が著しく卓越し、震央距離150km遠方でもその影響は明瞭に認められること、測線の方位角が15°まではこのforward RDEはほぼ同等に生じること、また測線の方位角が30°の場合にはまだforward RDEがある程度認められるが45°となると有意とはいえないことがわかった。なお方位角0°の場合の震源域の計算基盤速度は40cm/sec強で、関震協/神戸大学の観測記録55cm/secの80%弱であった。神戸大学の観測記録が風化花崗岩層上の地震動相当だとすると両者はよく対応しているといえる。方位角90°の場合は特異角で、断層平行成分だけが有意な成分となる。逆に方位角180°の場合には、断層直交成分には逆行方向破壊伝播によるdirectivity効果(backward RDE)で振幅の小さな短周期波動が長い継続時間生成されるが、スムーズな破壊から期待されるように最大速度値は最小とはなっておらず、ある程度の増幅的干渉が起きていることがわかった。これは、複数の破壊が次々に起こる不均質震源の場合、逆行方向破壊伝播であっても断層方位に沿う方向では異なる部分からの地震波の増幅的干渉が起こり、最大速度値は増大するというを意味している。

各測線上の最大速度の距離減衰特性を比較すると、それは断層走向との相対角度によって大きな影響を受けることが明らかである。特に方位角が0°や15°の時には距離減衰は非常に小さく、かつ距離が大きくなるにつれて徐々に傾きがきつくなっていくのに対し、方位角が45°~135°の範囲ではそれは急峻でかつ震源近傍から直線的となっていることがわかる。これらをすべて混合して平均的な最大水平地動速度の距離減衰特性を求めると、これまで得られてきたような震源域で頭打ちする経験式に近い特性が得られるが、このことは経験式を作成したデータには今回の理論計算値が示唆しているような強い破壊伝播方位依存性が含まれている可能性を示唆している。また、この距離減衰特性が方位によって大きく異なることから、これが観測記録でも確認されれば、より定量的な強震動評価においては震源近傍ばかりか遠方での強震動の評価にも破壊伝播効果を考慮する必要があることが指摘される。