

2004年新潟県中越地震と長周期地震動による関東平野の大揺れ

Large shaking in the Kaoto Basin due to long period ground motions during the 2004 Niigata-ken Chuetsu earthquake

古村 孝志[1]; 竹内 宏之[2]

Takashi Furumura[1]; Hiroyuki Takeuchi[2]

[1] 東大地震研; [2] 立命館・理工・物理科学科

[1] ERI, Univ. Tokyo; [2] Physical Sciences Faculty of Science and Engineering Ritsumeikan Univ

<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/furumura/04Chuetsu/>

はじめに

2004年新潟県中越地震(Mj6.8)の強い揺れは、震源から180~200km以上離れた関東平野を大きく揺すった。都心の震度は最大で3~4程度であったが、周期7秒前後の「長周期地震動」が5cmを超える振幅で3分以上にわたって長く続いた。平野外のPGV値は司・翠川(1999)式の距離減衰式の倍・半分の範囲にほぼ収まっているのに対し、関東平野ではこれより2~20倍も大きくなっている。K-NETの波形記録を見ると、大振幅の地動は平野の北端の群馬/埼玉県境付近で生成した表面波であることがわかる。震動方向の解析からは、表面波にはLove波とRayleigh波の成分が同程度の振幅で含まれているように見える。

関東平野での長周期地震動

平野での長周期地震動の生成過程と波動伝播の様子をよく見るために、K-NET, KiK-netに加えて、自治体等の震度計データを集めた首都圏強震動総合ネットワーク(SK-net)のデータを併合処理した。このデータセットには、伊豆半島から北関東の範囲にあるK-NETが110点、KiK-netが66点、そしてSK-netが263点(現時点で入手済みのもの)ある。震動軌跡の時間変化をムービーにすると、都心ではS波の到達から約3.5秒遅れて平野の北部で生成したRayleigh波が到来し、それから20秒後には平野の西側の山地で生成したLove波がおよそ1km/sの速度で向かってくることがよくわかる。二つの表面波が重なり合うことにより都心では地動振幅が大きくなるとともに、震動が3分以上にわたって続くこともわかる。山地からの表面波の回り込みは現象これまでもよく知られており、伊豆半島沖の地震を用いた詳しい調査研究がある(Koketsu and KiKuchi, 2000)。

長周期地震動の励起限界

関東平野を大きく揺すった周期7秒の表面波は、たとえば10月27日の余震(Mj6.1)や25日の余震(Mj5.8)のように、Mの小さな地震ではほとんど見られない。本震と余震の入射波動場のスペクトルを、平野の手前の観測点(GNM009)記録のフーリエスペクトルを用いて比較すると、M6以下の地震では周期3秒以上の長周期成分が著しく弱く、周期7秒の表面波を強く生成させることができないことがわかる。7秒という周期はM6.5程度の地震のコーナー周期に相当するので、これより大きな地震で初めて長周期地震動が強く励起されるものと考えられる。2003年伊豆半島沖の地震(Mj7.4)において千葉県姉崎で10~12秒の長い周期帯で20cm/sを超える大きな応答が起きたが、中越地震では同様の理由により観測されなかったものと思われる。

3次元シミュレーション

関東平野の3次元基盤構造と表面波の生成と伝播特性の理解を深めるため、地球シミュレータを用いて波動伝播計算を実施した。関東平野の基盤モデルは山田・山中(2002)のものを、また関東-甲信越の地下構造モデルには中央防災会議のもの(2004,暫定版)を用い、FDM計算により周波数1Hzまでの波動伝播を評価した。震源モデルには、近地地震波形インバージョンから求められた山中(2004)の滑り分布を用い、震源時間関数に三角パルスを用いた運動力学震源モデルに加えて、中村・宮武(2000)の滑り時間関数と破壊伝播速度にK-2ランダム揺らぎを与えた擬動力学震源モデルの利用も試みた。計算結果を可視化することにより、震源から放射された大振幅のS波が平野に入射し、表面波を形成するとともに山側に向かった地震動が平野に回り込んで別種の表面波を生成する様子が良く再現された。計算から求められた表面波の群速度と後続相の振幅特性の比較から、地下構造モデルの物性値のチューニングを進めた。求められた地下構造モデルは、将来発生が予想される大地震の強震動を正確に予測する目的に活用される。