

関東平野における3次元地下構造モデルと地震動シミュレーション

Numerical simulation of ground motion using 3D basin model in Kanto plain

山中 浩明[1], 山田 伸之[1]

Hiroaki Yamanaka[1], Nobuyuki Yamada[2]

[1] 東京工大・総理工

[1] T.I.Tech, [2] T.I.Tech.

<http://yama1.depe.titech.ac.jp/>

計算機能力の向上により1990年代後半から大規模な平野を伝播するやや長周期地震動の3次元数値シミュレーションが比較的容易に可能となった。こうしたシミュレーションでは、現実的な堆積層の3次元構造モデルが必要となる。関東平野では、すでに地震基盤に至るまでの堆積層の3次元構造モデルが提案され(鈴木, 1999等), それらを用いた地震動予測も行なわれている(Sato et al, 1999)。ここでは、最近の関東平野の堆積層の3次元構造モデル及びそれらを用いた強震動評価の結果について紹介し、今後の研究課題に対する意見を述べる。

現在、提案されている関東平野全域の3次元地下構造モデルには、地質的考察によるモデル(鈴木, 1999)による、重力データによるモデル(駒澤, 1985)、人工地震データによるモデル(瀧澤, 1995)、微動アレイ探査によるモデル(山田・山中, 2001)がある。これらのモデルは、モデル構築に用いたデータの出所が明らかであり、1次的モデルである。また、地震動評価に用いられている3次元地下構造モデルもいくつか提案されているが、複数のデータの組み合わせやモデル修正、離散化などの操作を加えたものであり、モデル構築の根拠が必ずしも明らかでない場合もある。

最近、文部科学省の支援により神奈川県、千葉県、横浜市、川崎市により地下構造調査が実施され、多くの物理探査が行われた。とくに、横浜市では、反射法・屈折法地震探査、微動探査に加えて、高密度な地震観測網による地震記録の初動走時トモグラフィ解析が行われ、市内の3次元地下構造モデルも作成されている。

最近、差分法による3次元堆積平野での地震動伝播シミュレーションはいくつか行われている。例えば、Sato et al (1999)は、既存の地下構造データを用いて中小地震のシミュレーションを通じてモデルのキャリブレーションを行った後、関東地震による強震動の3次元シミュレーションを行っている。また、山田・山中(2001)は、上記の2つの関東平野の3次元地下構造モデルを用いた中小地震によるやや長周期地震動のシミュレーションから地下構造の差異による地震動特性の違いを論じ、微動探査によるモデルが最もよく地震記録を再現することを指摘している。このように、どのような地下構造モデルを用いるかが3次元シミュレーションの成否の鍵になるといえる。さらに、地震の規模や発生位置によっても、2つの地下構造モデルの違いの現れ方が異なっていることも指摘されている(山田・山中, 2001)。すなわち、関東地震の震源域震源域では震源特性の影響が支配的であり、地下構造の差異の影響は少ない。一方、震源域から離れると、地下構造の影響は顕著になる。また、中規模の伊豆大島近海の地震ではやや長周期の表面波が卓越し、伝播経路に対応する堆積層の影響による震源から離れるに従って2つの地下構造による差が大きくなっていく。このように、対象とする地震によっても地下構造の影響は異なっており、複数の地域で発生した地震をシミュレーションすることにより信頼性の高い地下構造モデルの検証が可能になると考えられる。

現時点で利用可能な上記の3次元地下構造モデルでも仮定した部分も依然として多く、地下構造モデルによって観測された地震記録を完全に説明できるわけではない。したがって、地域ごと記録の再現性の程度を評価し、シミュレーションがうまくいく地域とそうでない地域を明らかにすることが重要である。さらに、こうした検討を経て地下構造の合理的な修正が行われなければならない。2次元モデルであれば、波形インバージョンによる地下構造の境界面の推定も試みられている。しかし、3次元モデル場合には、微分係数を求めるためには計算量が多くなり、現実的ではない。現時点では、1次元モデルを仮定して、観測点直下のモデルを修正することが合理的な修正となるであろう。例えば、観測点近傍で1次元性を仮定して、初動付近の波形に着目したモデルの修正、レシーバー関数によるモデル修正、位相速度によるモデル修正などである。さらに、数値計算の場合には、任意の点で計算結果を出力すれば、3次元波動場の解釈を行うことができ、顕著な後続位相に着目して、逆投影的思考方により伝播経路の速度構造を2次的に修正することも可能かもしれない。

こうした観測記録に基づくモデル修正に加えて、シミュレーションがうまく行かない地域を中心にしてつぎの地下構造探査を計画し、その結果がより効果的にシミュレーション結果に反映されるような戦略的地下構造探査を行っていくべきであろう。