

3次元速度構造モデルを考慮した理論的グリーン関数による2007年新潟県中越沖地震の震源過程解析 Source process inversion of the 2007 Chuetsu-oki earthquake using theoretical 3-D Green's functions

引間 和人^{1*}, 植竹 富一¹

Kazuhito Hikima^{1*}, Tomiichi Uetake¹

¹ 東京電力(株)技術開発研究所

¹R & D Center, TEPCO

1. はじめに

2007年新潟県中越沖地震(Mj 6.8)では震源近傍に位置する柏崎刈羽原子力発電所(KKサイト)において複数の強震計において大振幅の加速度波形が観測された。これらの観測記録には同じ発電所敷地内であるにも関わらず観測波形の特徴に相違が存在し、特に波形に見られる3つの明瞭なパルスの振幅およびパルス間の大小関係がサイト内の北部と南部の観測記録で異なっていた。東京電力(2008)や徳光・他(2009)は、2次元断面での地震動シミュレーションを行い、サイト内の褶曲構造がこれらの要因の一つであることを明らかにした。それらの結果を受け、早川・他(2011)では、サイト近傍の3次元速度構造モデルを構築し、余震記録のシミュレーションによりモデルの有効性を確認した。

一方、中越沖地震に対する強震記録を使用した震源過程解析では、例えば、引間・纈纈(2008)では観測点毎に最適化された速度構造モデルを使用してグリーン関数を計算してはいるものの、1次元成層構造モデルを仮定しているため、得られた結果の精度・分解能には限界があった。そこで、本研究では、より詳細な震源像を得ることを目標とし、早川・他(2011)により構築された3次元速度構造モデルにより計算されるグリーン関数を使い、あらためて震源過程解析を試みた。

2. 解析データ・解析方法

解析には、引間・纈纈(2008)と同様に震源周辺に設置されたK-NETおよびKiK-netの地中波形記録に加えてKKサイトの観測波形を使用した。K-NET, KiK-net観測点は加速度波形に0.03~0.5Hzのバンドパスフィルタをかけ積分した速度波形を0.2s間隔でリサンプリングし、KKサイト内の観測波形は、0.03~1.0Hzのバンドパスフィルタを適用し、0.1s間隔のサンプリングとした。

グリーン関数の計算は、KKサイト内の観測点については、早川・他(2011)の3次元速度構造モデルを水平方向50m間隔で格子化したグリッドモデルを使い、速度-応力型のスタガードグリッドによる3次元差分法により計算した。一方、周辺の観測点に対しては、現段階では、使用している3次元速度構造モデルのチューニングが必ずしも十分ではないこと、また計算機能力の制約から計算領域を大きくとることができないため、引間・纈纈(2008)の1次元速度構造と同じものを使用している。なお、引間・纈纈(2008)に比べてKKサイトでのグリーン関数の信頼性は向上していると考えられるため、サイト内の波形のウェイトを他地点に比べて重くして解析を行った。

断層面については、引間・纈纈(2008)と同じ長さ30km×18km、走向=38deg、傾斜=34degの震源から南西に延びる南東に傾き下がる面とした。この断層面を2km×2kmの小断層に分割してmulti-time windowによるインバージョンを行った。なお、芝・他(2011)と同様に走向方向に傾斜角が変化するような断層面についても検討する予定である。

3. 解析結果

予察的な解析では、破壊開始点の南側(破壊開始点とKKサイトの間)、およびKKサイトの南西の沖合に最終すべりが大きな領域(アスペリティ)が存在する結果が得られた。サイト内の観測記録の特徴は十分再現されている。すべり分布の主要な特徴は以前の結果と大きくは変わらないが、南部のアスペリティは以前よりも南側の陸に近い領域に移動した。

しかし、multi-time window解析を行っているため、同じ小断層で複数回のすべりが生じたり、南部で局所的に破壊伝播速度および伝播方向が急変しているように見えるなど、すべりの時間変化は複雑である。これらは解析上の誤差である可能性もあるが、芝(2008)は南部のアスペリティ(第3アスペリティ)での破壊伝播速度の加速または海側からの破壊を指摘しており、それらに対応している可能性もある。

4. おわりに

予察的な結果であるが、3次元速度構造を考慮した解析により、KKサイトでの観測記録を再現可能な結果が得られた。また、他の解析結果(例えば、芝(2008))などとも概ね調和的なすべり分布となっている。しかし、サイト外の周辺の観測点については、3次元速度構造モデルが十分なものとはなっていないため、従来のグリーン関数を使用せざるを得なかった。引き続き構造モデルの改良を行いながら、震源像の精度向上を目指したい。

キーワード: 中越沖地震, 震源過程, 3次元速度構造, 強震動

Keywords: Chuetsu-oki earthquake, Source process, 3-D velocity structure, strong motion