

経験的グリーン関数法を用いた2007年新潟県中越沖地震の震源モデルの構築(南東傾斜モデル)

Source model of the 2007 Niigata-ken Chuetsu-oki earthquake using empirical Green's function(SE-dip model)

倉橋 奨 [1]; 正木 和明 [2]; 宮腰 研 [3]; 入倉 孝次郎 [4]

Susumu Kurahashi[1]; Kazuaki Masaki[2]; Ken Miyakoshi[3]; Kojiro Irikura[4]

[1] 愛知工大・工・生産建設; [2] 愛工大・都市環境; [3] 地盤研究財団; [4] 愛工大

[1] Production and Construction, Eng, AIT; [2] Dept. of Civil Engineering, Aichi Inst. of Tech.; [3] G.R.I.; [4] Aichi Inst. Tech.

1. はじめに

2007年新潟県中越沖地震(Mw = 6.6)では、柏崎市や刈羽村などで最大震度6強が観測された。広域における最大加速度の分布は、過去の同規模の地震の距離減衰式とほぼ調和的であった。震源に近い柏崎刈羽原子力発電所(以下柏崎刈羽原発)では、地表で1223gal、基礎盤上で680galの強震動が得られたが、これらの値は、同規模の地震の距離減衰式よりも顕著に大きい。このような特徴を生成した震源の破壊過程を明らかにするため、経験的グリーン関数法により震源モデルを構築した。

2. 断層面とアスペリティの位置の推定

本震の震源断層面と震源深さは、東大地震研による海底地震記録を含めた余震分布より、南東傾斜で走向: 30°, 傾斜角: 40°, 深さ12kmとした。震源位置は、Hi-netの値を使用した。観測記録に見られるアスペリティの位置は、S波初動到着時刻と顕著なパルスの到来時間差から推定できる。そのために必要なパラメータは断層から観測地点までの平均S波速度と断層面の破壊速度で、これらの値は観測記録の読み取り値からグリッドサーチ等により最適な値を推定した。推定されたアスペリティの数は3個で、その位置は震源より南西方向となった。ここでは、震源に近いアスペリティからASP1, ASP2, ASP3と呼ぶこととする。

3. 経験的グリーン関数として用いる余震の選択

ここでは、経験的グリーン関数法により震源モデルを構築するため、本震とほぼ同じ伝播経路特性とサイト特性を含む余震の選定を行った。柏崎刈羽原発内の北から南にかけて設置されている7ヶ所の観測記録から、以下の特徴がみられた。第1パルスの振幅は、南側より北側の方が大きく、第3パルスの振幅は北側より南側の方が大きい。一方で、柏崎刈羽原発より北に震源を持つ余震(余震1, 7月16日21:08)の振幅は、南側より北側の方が大きく、柏崎刈羽原発より南に震源を持つ余震(余震2, 8月4日0:16)の振幅は、北側より南側の方が大きい。この特徴から、ASP1, ASP2は余震1を、ASP3は余震2を用いて解析を行った。

4. 震源モデルと合成波形

各アスペリティの面積と応力降下量は、観測記録と合成記録の比較から試行錯誤で決定した。最適な震源モデルはグリッドサーチにより、観測記録と合成波形の残差が最も小さいものとした。各アスペリティの計算波形の足し合わせには、マルチハイポセンターモデルを採用し、断層面の破壊伝播は、基本的には円状に広がるものとした。解析の周波数範囲は、0.3~10Hzとした。その結果、観測記録は3個のアスペリティで再現でき、それぞれのアスペリティの面積は約30km²、応力降下量は20~24MPaと推定された。地震モーメントと全アスペリティ面積の関係は、過去のスケーリング則と調和的であり、これは、本震の応力降下量が平均的であったことを意味する。

5. ASP3から柏崎刈羽原発へのS波放射特性

柏崎刈羽原発1号機基礎マット上の観測記録では、EW成分の第3パルスが顕著に大きかった。そこで、第3パルスを生成したASP3の位置の妥当性を検証するため、ASP3から柏崎刈羽原発へのS波放射特性を計算した。ここでは、震源メカニズムを走向30°, 傾斜角40°, すべり角90°とし、完全無限媒質におけるS波放射特性を計算した。その結果、S波放射特性のNS, EW成分のセンスおよびNS, EW成分の振幅比の関係性は、観測記録のセンスおよび振幅比の関係性と一致した。よって、ASP3の位置は妥当的といえる。また、EW成分の放射特性は腹方向に近く、柏崎刈羽原発で観測された強震動に影響を及ぼした可能性がある。ただし、今後、震源メカニズムを変更した震源モデルによる検討も必要である。

6. まとめ

本研究では、いくつかの特徴を持つ観測記録が観測された2007年中越沖地震の震源モデルを構築した。本震の観測記録は、3つのアスペリティで再現可能であり、各アスペリティの面積は約30km²、応力降下量は20~24MPaであった。ASP3から柏崎刈羽原発方向へのS波放射特性を計算した結果、観測記録と調和的であった。また、EW成分の放射特性は腹方向に近く、柏崎刈羽原発で観測された強震動に影響を及ぼした可能性がある。しかしながら、震源メカニズムを変更したモデルによる検討も必要である。