

広帯域強震波形データから推定された1987年千葉県東方沖地震(M6.7)の震源過程

Source rupture process during the 1987 east off Chiba earthquake (M6.7) inferred from broadband strong-motion data

芝 良昭 [1]; 植竹 富一 [2]; 野口 厚子 [3]

Yoshiaki Shiba[1]; Tomiichi Uetake[2]; Atsuko Noguchi[3]

[1] 電中研; [2] 東京電力・耐震技術 G; [3] 東電・耐震技術 G

[1] CRIEPI; [2] Seismic Design Gr., TEPCO; [3] Seismic Design Gr., Tepco

1987年千葉県東方沖地震(Mj6.7)は、1980年代以降に近代的な加速度強震計がわが国に広く設置されるようになって以降、首都圏で発生した最初の主要な被害地震である。震源が約60kmと比較的深かったことから、南関東地方の広い範囲で住家の破損、ブロック塀の倒壊、ライフラインの被害などが発生した。同地震の震源過程を明らかにすることは、東京湾岸の工業地域の被害予測や、大人口を擁し、政治経済活動の中心でもある首都圏の防災計画立案のためにも重要である。ここでは、広帯域強震動特性を説明する震源モデルを確立する目的で、経験的グリーン関数法と焼きなまし法による震源インバージョン手法を同地震の強震観測記録に適用し、断層面上のモーメント解放量分布と実効応力分布を独立に推定することを試みた。

震源インバージョンの手法としては、Shiba and Irikura (2005) で提案された方法を改良したものをを用いる。同手法は、工学的に重要な高周波数領域の地震動特性を断層モデルに基づき推定できる経験的グリーン関数法を順過程(フォワードプロセス)とし、解探索の方法として高速焼きなまし法(Ingber, 1989)を採用することにより、従来法よりも広帯域の強震観測記録を直接説明できることを特徴としている。Shiba and Irikura (2005) では変位波形のインバージョンから地震モーメントと立ち上がり時間、および破壊開始時刻を、また速度波形から実効応力と地震モーメント、破壊開始時刻をそれぞれ独立に求めた。本報告では立ち上がり時間の変化が高周波地震動にはあまり影響しないという予測に基づき、立ち上がり時間を一定値に固定した上で速度波形インバージョンのみを単独で実行し、広帯域の強震記録を説明する地震モーメントと実効応力の時空間分布を推定する。対象地震と要素地震のすべり関数の違いを補正するフィルター関数は、高周波地震動レベルと実効応力に比例するデルタ関数と、より低周波側の地震動特性に影響する箱型関数に分離され、それぞれの振幅を探索パラメータとすることによりインバージョンを実行する。その際、各パラメータの空間分布について、平滑化を求める拘束条件が与えられ、ABICを最小とする重み係数の組み合わせが事前に調べられた。なお、破壊時刻については震源に近いサブ断層が先に破壊される因果律のみが考慮されている。

解析に用いた強震データは、建築学会により公開されている国立防災科学技術センター(現防災科学技術研究所)の観測点のうち、記録に液化化の影響が見られる1地点を除いた6地点と(財)電力中央研究所の2地点、ならびに電力共同研究の1地点の計9観測点における水平2成分の記録である。これに対し、経験的グリーン関数として用いる要素地震には、2003/9/20, 12:54:52に発生したM5.3の地震を用いた。その際、防災科学技術センターの観測点については、設置地点が最も近いK-NET観測点の記録で代用している。初期震源モデルは、福山・木下(1989)のモデルを踏襲し、21km×24kmの断層面を設定した。断層面は7×8個のサブ断層に分割され、破壊は南端の最深点から始まったものと仮定している。すべり関数の継続時間(立ち上がり時間)は1.5秒に固定した。破壊伝播速度の分布については、解の安定性を図るため、初期解析の結果に基づき震源域のS波速度の0.7倍から0.9倍の範囲に探索区間を限定した。その他の探索パラメータについては推定された最適解が探索区間の上限に達しないように調整された。解析周波数帯は0.1~5Hzとしている。

焼きなまし法による解探索は乱数の初期値を変えて10回試行され、収束の状態が確認された。その結果、局所解に留まったと考えられる1ケースを除いて、他はすべて同一傾向の震源モデルに収束した。震源断層面上で実効応力の大きい領域は、破壊開始点近傍からほぼ鉛直に浅い領域に広がり、断層の上端付近で最大となるケースが多い。これはFukuyama(1991)で指摘されているように、断層破壊がフィリピン海プレートの上端に達したことによる応力状態の変化を反映している可能性がある。これに対し、地震モーメントの分布はむしろ、破壊開始点を中心とした深い領域に集中している結果となった。また破壊時刻の分布については、実効応力が大きい断層上端付近の領域で破壊伝播速度が低下する傾向が見られる。波形の一致度については、いくつかの観測点でEW成分の振幅が過小評価となり、放射特性の補正方法が課題の一つとして挙げられる。今後は推定された震源モデルに基づく強震動特性の再現性について確認し、モデルの妥当性を検証する。