

短周期地震動記録に基づく日本列島下の三次元減衰構造 Q_s ・震源スペクトル・地盤増幅の同時インバージョンとその応用

3-D Attenuation structure, source parameters and site amplification by simultaneous inversion and predicting strong ground motion

中村 亮一 [1]

Ryoichi Nakamura[1]

[1] 東電設計

[1] TEPCO

1. 目的

短周期地震動はサイト地盤の増幅特性の他に三次元減衰構造の影響を強く受ける。このため三次元減衰構造の解明が重要である。また、震源での短周期励起特性も不明な部分が多い。これらを解決していくためには、震源・伝播・サイト増幅の同時インバージョンが有効である。今回は、日本列島の強震観測データを用い、震源とサイト増幅特性のトレードオフを避けるために、基盤サイトでの増幅を 2.0 に拘束をかけたスペクトル領域 (1~10 Hz 程度) での三次元的減衰構造 (Q_s)、震源スペクトル及び地盤増幅特性の同時インバージョンを行った。さらに応用として、得られた構造を考慮した強震動予測を行った。

2. 方法

防災科学技術研究所 K-NET 及び KiK-net の観測開始以来 2007 年 12 月までの M4.0 以上の地震で、同研究所 F-NET のメカニズムが判明している 1,804 地震による 121,367 のデータを用いた。

インバージョンは ARTB 手法を用い、地表 20m の平均 S 波速度 (AVS20) が 1000m/s 以上の硬岩地点に対しては ARTB グローバルイタレーション 1 回毎に増幅を 2.0 に置き換えることにより増幅率を拘束した。

3. 同時インバージョン解析結果

(1) 三次元減衰構造 Q_s

得られた減衰構造は太平洋プレートやフィリピン海プレートで High Q_s 、火山や火山フロントに対応した Low Q_s が得られたほか、非火山性の Low Q_s が北海道の深さ 0-30 km で、関東の深さ 30-60 km で得られた。前者は Nishida et al.(2008) の求めた強い Low V_s ゾーンと整合しており、また地理的に神居古潭変成帯に一致する。後者は Kamiya and Kobayashi (2000) が蛇紋岩と推定した高ポアソン域に整合している。また、火山フロント付近においても、秋田駒ヶ岳と栗駒山の間は High Q_s の傾向となった。

(2) 震源スペクトル

得られた震源での加速度スペクトルの短周期のフラットレベル (ここでは 1 Hz ~ 10 Hz) に適合する応力降下量を -2 モデルに基づく Boore (1983) に基づき算定した。ここで M_0 は F-NET による値を用いた。応力降下量には、顕著な深さ依存性がみられた。これをさらに内陸地殻内地震と太平洋プレートのプレート境界地震、二重深発地震に分類した。内陸地殻内地震と太平洋プレート境界の地震は、いずれも深さ依存性が顕著であるが同じ応力降下量となる太平洋プレート境界の地震の深さは内陸地殻内地震より 40 km 程度深い。太平洋プレート境界の地震については Bilek and Lay (1998) が、本州沖のプレート境界の地震の震源深さが増大するとともに、実体波の破壊継続時間が短くなり、破壊伝播速度あるいは応力降下量が増加していることを指摘していることと整合している。内陸地殻内地震について、Rake 角との関係を見ると内陸地殻内地震についても、応力降下量は深さ依存性が見られるが、正断層 < 横ずれ断層 < 逆断層となる傾向があることがわかった。

(3) 地盤増幅

求められた地盤分類グループごとの増幅率は、それぞれの卓越周期 T_g の範囲に対応する増幅率が求められ、インバージョンによって増幅率が正しく分離されていることを意味していると考えられる。

4. 地震動予測

同時インバージョンで求められた減衰構造・震源パラメータ・地盤増幅を用いて、地震動の再現解析を行った。計算手法は、前述のインバージョンと同じ式によるフォワード計算で加速度フーリエスペクトルを求め、それを最大加速度 PGA に換算した。2001 年 12 月 02 日 岩手県内陸南部などでは、最大加速度の絶対値を含め、観測による震度分布が火山フロントで急変している様子が良く再現された。しかし 2003 年十勝沖地震は再現性がわるかった。そこで、断層面の拡がりを考慮するため、統計的グリーン関数法を導入したところ再現性が良くなることが分かった。