

## 三次元 Qs 構造を考慮した統計的グリーン関数による強震動の評価— 2011 年東北地方太平洋沖地震の広域的地震動予測への適用— Stochastic green function considering 3-D Qs structure-Predicting ground motion of the 2011 Tohoku Earthquake-

中村 亮一<sup>1\*</sup>; 植竹 富一<sup>2</sup>; 引間 和人<sup>2</sup>  
NAKAMURA, Ryoichi<sup>1\*</sup>; UETAKE, Tomiichi<sup>2</sup>; HIKIMA, Kazuhito<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東電設計株式会社, <sup>2</sup> 東京電力株式会社

<sup>1</sup>Tokyo Electric Power Services Co.,Ltd., <sup>2</sup>Tokyo Electric Power Company

広域の地震動評価を目的に、三次元減衰構造を考慮した統計的グリーン関数法による検討を進めてきた。今回は 2011 年東北地方太平洋沖地震への適用を試み、三次元減衰構造を考慮した場合 (3-DQs 値モデル) と、Q 値を一樣とした場合 (一樣 Qs 値モデル) で広域的な波形合成の比較を行った。

ここで用いた三次元減衰構造を考慮した統計的グリーン関数法は、Boore (1983) に基づき、各要素の震源スペクトルから伝播経路において三次元減衰構造を考慮して基盤スペクトルを求め、サイト増幅率を乗算して得られた地表等の振幅スペクトルに適合する要素波を Boore (1983) の包絡形を用いて作成した後、震源破壊等を考慮して足し合わせるものである。今回、3-DQs 値モデルとしての Qs 構造は中村 (2009) による 1Hz~10Hz の周波数範囲で求められているものを用いた。S 波速度構造は気象庁の JMA2001 を用いた。一樣 Qs は、 $Q_s=100f^{1.00}$  を与えた。地震動は、各 K-NET 及び KiK-net 観測点の地表で評価し、サイト増幅率は中村 (2009) が地盤分類毎に求めたものを用いた。

まず、三次元減衰構造の効果を見るために、震源は滑りが一樣なモデルを用いて、三次元減衰構造を考慮した場合 (3-DQs 値モデル) と、Q 値を一樣とした場合 (一樣 Qs 値モデル) を比較検討した。断層面は長さ・幅・滑り方向にそれぞれ  $10 \times 10 \times 10$  に分割し、各要素の地震モーメントは Mw9 相当の 1000 分の 1 を一樣に与えた。また、応力降下量についても一樣に 25MPa を与えた。断層長・幅は 400km  $\times$  200km とし、走向及び傾斜角は 200° 及び 15° を与え、破壊伝播速度は 2.5km/s とした。まず、3D-Qs 値モデルと一樣 Qs 値モデルによる計算結果を観測記録に対する最大加速度の対数残差  $\log_{10}(O/C)$  の標準偏差で比較する。観測記録が 100Gal 以上の地点を見ると前者が 0.224 に対して後者は 0.231 であり、3D-Qs 値モデルがやや小さい程度であるが、1Gal 程度以上の地点で見ると前者が 0.253 に対し後者は 0.360 となり、3D-Qs 値モデルの方が合致度が高い。広域の応答スペクトルの分布を見ると、北海道や近畿などの遠距離においては、一樣 Qs 値モデルを用いた場合には 1Hz 程度では過小評価となるのに対して、3-DQs 値モデルの場合には観測記録をよく再現する。三次元減衰構造 (中村,2009) の、たとえば西南日本の Q 値をみると、深さ 0-30km が  $Q_s=88f^{0.93}$  であるのに対し、深さ 30-60km では  $Q_s=155f^{0.66}$  であり、深い方で周波数依存性が弱く 1Hz の Q 値が大きく、10Hz では小さめである。遠距離では、波線は深く Q 値が大きい場所を長く伝播するため、1Hz 程度の地震波は、より減衰しにくいと解釈できる。

断層面上の短周期地震動を発生する領域は一般に狭い領域に限られ、2011 年東北地方太平洋沖地震の強震動については、SMGA モデル (Kurahashi and Irikura, 2011 など) や SPGA モデル (野津, 2012) によって説明されている。そこで、Kurahashi and Irikura(2011) による SMGA モデルを用いて検討を行ってみた。これは、5 つの SMGA からなるものである。なお、計算では、すべての SMGA で走向及び傾斜は 193° 及び 10° とした。計算結果の波形は、一樣震源モデルでは全体的に紡錘形であるが、SMGA 震源モデルでは震源に近い観測点では個々の SMGA に対応して波形が複数の波群に分かれ、SMGA モデルの方が観測記録形状をよく説明する。しかし、遠方の観測記録では紡錘形となっている場合があるのに対して、計算結果は複数の波群に分かれたままのものが多くみられる。これは、震源距離にかかわらず同じ包絡形状の要素地震を用い、伝播経路の散乱などの影響で継続時間が延びる効果が含まれていないことが、波形が途切れる一因と考えられる。一方、応答スペクトルをみると、今回の計算では一樣断層モデルと SMGA モデルで顕著な違いが見られなかった。

キーワード: 三次元減衰構造, 統計的グリーン関数, Qs, 2011 年東北地方太平洋沖地震, 深さ依存性, 強震動予測

Keywords: 3D attenuation structure, Stochastic green function, Qs, 2011 Tohoku earthquake, Depth dependence, Strong ground motion prediction