

地殻内地震に対するP波部・S波部・全継続時間の三成分地震動の距離減衰式

Attenuation relations of three-component ground motions for P-wave, S-wave, and all duration of crustal earthquakes

佐藤 智美 [1]

Toshimi Satoh[1]

[1] 清水建設技術研究所

[1] Institute of Technology, Shimizu Corp.

最近の統計的グリーン関数法では、S波部のみならずP波部も考慮する手法もあるが、P波部の統計的グリーン関数あるいは予測波を観測波形により検証した例はほとんどない。また、既往の地震動の距離減衰式は、全継続時間あるいはS波部に対するものであり、P波部のグリーン関数あるいは予測波を距離減衰式との比較により検証することができない。そこで、本研究では、地殻内地震の記録を用いて、P波部、S波部、全継続時間の三成分(Radial、Transverse、Vertical成分)の地震動強さの距離減衰式構築を行なった。

データは、1995年1月～2007年4月までに発生した地殻内地震のK-NET、KiK-net、関西地震観測研究協議会の地表の強震記録から選択した。主な選択条件は、Mw5以上、断層最短距離X200km以下、火山フロントを通過しない等である。これにより、新潟県以西の34個の地震の地震-観測点ペア数が1755のデータが選択された。

回帰モデルは次式とした。

$$\log_{10} Y = aM_w + g - bX - \log_{10}(X + d)10^{0.5M_w} + cJ \pm e$$

YはP波部、S波部、全継続時間のそれぞれ三成分に対する最大加速度、最大速度または減衰定数5%の加速度応答スペクトルである。ただし、Xが X_r 以上では、幾何減衰項に対応する \log_{10} の中のXを $(X_r \cdot X)^{0.5}$ に置き換える。gは、地震タイプの違いを表現する回帰係数であり、横ずれ断層の場合は0、逆断層と斜めずれ断層の場合に値をもつ。cJはサイト係数であり、工学的基盤(S波速度700m/s程度)、I種地盤、II種地盤、III種地盤に分類した。eは標準偏差である。

X_r の最適値は、最大加速度、最大速度、応答スペクトルで、それぞれ、60km、70km、60kmである。S波部、全継続時間に対して得られたbから換算される Q_s は三成分ほぼ同じで $Q_s=110f^{0.8}$ 程度であった。P波部三成分の Q_p はそれぞれ異なる特徴があった。P波部Transverse成分の Q_p が大きいのは、Transverse成分は、主に伝播経路での散乱の影響などにより生じるためと考えられる。また、短周期領域でP波部三成分の Q_p がほぼ同じ値に収斂している。P波コーダ波は、S波が層境界でP波に変換した波が主体的であることが指摘されていることから(Kuwahara et al., 1997)、P波部のVertical成分から得られたbとS波速度から Q_s を換算した結果、S波部から換算した Q_s と短周期領域ではほぼ一致した。P波部の最大加速度の距離減衰式自体も、震源近傍ではVertical成分が一番大きく、Transverse成分が一番小さいが、遠方では三成分がほぼ同じ値に近づく特徴があった。gは、最大加速度ではどの場合も正であり、最大加速度は逆断層・斜めずれ断層の方が横ずれ断層より大きいことを意味している。ただし、その違いは、S波部と全継続時間のVertical成分で最大で、1.2倍程度であった。応答スペクトルのdは、S波部と全継続時間では、0.2秒以下の短周期領域で三成分とも0.05～0.1程度であり、逆断層・斜めずれ断層の方が1.2倍程度短周期成分が大きくなる。0.3秒以上では、Transverse成分のみ異なる傾向をもちdは負の値をとる。この解釈としては、横ずれ断層の平均的ラディエーションパターン係数が、SH波については逆断層や斜めずれ断層より大きいことが考えられる。Radial成分とVertical成分のdの値が、1秒付近で大きくなるのは、フォワードディレクティビティ効果が寄与している可能性がある。P波部のdは、0.2秒以下の短周期領域では、S波部・全継続時間のdと類似の傾向がみられた。

全継続時間の距離減衰式を既往の距離減衰式と比較したところ、Mw6.6(X=10km)で逆断層・斜めずれ断層の場合、主に日本のデータから作成されている既往の距離減衰式よりやや大きく、Abrahamson and Silva(1997)の距離減衰式とほぼ同じであった。水平動に対する上下動の比は、S波部の場合、Mw6.6、X=10kmでII種地盤の0.1～0.07秒付近では1程度となった。同じ条件で、工学的基盤では、周期0.2秒以下と周期1秒以上で0.5以上となった。同じ条件で、P波部の場合、工学的基盤でのVertical/Transverseが0.1秒以上で2倍以上であった。

本研究では、防災科学技術研究所のK-NET、KiK-net、関西地震観測研究協議会の強震データをF-netのメカニズム解、気象庁の震源データを使用しました。記して感謝いたします。本研究は、科学研究費補助金(基盤研究(C)課題番号17560527)によりサポートを受けたものです。