

スペクトルインバージョンに基づく2011年東北地方太平洋沖地震の余震・前震・他の短周期レベル

Short-period spectral levels for aftershocks and foreshocks of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake

佐藤 智美^{1*}

Toshimi Satoh^{1*}

¹ 清水建設

¹ Shimizu Corporation

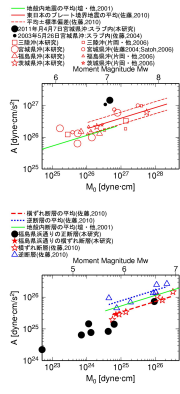
2011年東北地方太平洋沖地震の前後には、規模の大きな前震、余震が多数発生し、多くの強震記録が得られている。本研究では、これらの記録を用いて、断層モデルに基づく強震動予測のために重要なパラメータである短周期レベル(加速度震源スペクトルが一定となるレベル)を推定した。そして、海溝型地震については、既往の地震の短周期レベルも含めて、地域性及びプレート境界地震とスラブ内地震の違いについて検討した。地殻内地震については、福島県浜通りで発生した正断層地震の短周期レベルを推定し、逆断層と横ずれ断層の短周期レベルとの違いについて検討した。

本研究で短周期レベルを推定した海溝型地震は、筆者ら(佐藤,2004;片岡・他;Satoh,2006)が検討対象としていない2003年10月~2011年3月28日までの三陸沖から茨城県沖のMJ6.4以上、深さ60km以下の10個のプレート境界地震(MJ6.4~7.7)と、2011年4月7日の宮城県沖のスラブ内地震(MJ7.1, F-net震源深さ68km)である。地殻内地震は、福島県浜通りで発生した7つの正断層(MJ4.7~7.0)と1つの横ずれ断層(MJ5.0)の地震である。海溝型地震に対しては、佐藤・巽(2002)がスペクトルインバージョンに基づき東日本の海溝型地震の記録を用いて推定しているQ値と経験的地盤増幅率を用いて、加速度震源スペクトルを算出し、短周期レベルを推定した。この際用いた強震記録は、火山フロント前弧側のK-NET, KiK-net観測点(地表)で観測された水平2成分とも200cm/s以下の水平成分である。原則、震源距離150km以下の記録とし、150km以下の記録がほとんどない地震では180km以下とした。なお、震源距離は気象庁の震央位置とF-netの震源深さをを用いて計算した。地殻内地震については、スペクトルインバージョンに基づき、短周期レベルを推定した。この際用いた強震記録は、火山フロント前弧側のK-NET, KiK-net観測点(地中)で観測された水平2成分とも200cm/s以下の水平成分である。FKSH19(都路)での地中に対する地表のスペクトル比から、S波の1次元波動理論に基づきS波速度、減衰定数を推定し、これに基づくS波速度3.06km/sから地表までの1次元理論地盤増幅率を拘束条件とした。スペクトルインバージョンで推定された伝播経路のQ値は周波数 $f=1\sim 5\text{Hz}$ でほぼ $70f_{\text{sub}}^{0.9}/_{\text{sub}}$ で表現でき、佐藤(2010)が横ずれ断層の地震と同様の解析を行った際の $Q=80_{\text{sub}}f_{\text{sub}}^{0.98}/_{\text{sub}}$ と近い結果であった。

図には、本研究で推定した短周期レベルAとF-netの地震モーメント M_0 の関係を、既往の研究結果とともに示す。上段が海溝型地震、下段が地殻内地震である。海溝型地震をみると、2011年4月7日の宮城県沖のスラブ内地震のA($1.49e+27\text{dyne}\cdot\text{cm/s/s}$)は、2003年5月26日のスラブ内地震(MJ7.1)より大きい。本研究で対象とした M_w7 以上のプレート境界地震をみると、2011年3月9日の宮城県沖の地震(MJ7.3)のA($5.97e+26\text{dyne}\cdot\text{cm/s/s}$)は、2005年8月16日の宮城県沖の地震(MJ7.1)よりやや小さいものの、1978年宮城県沖地震(MJ7.4)とほぼ同じスケール上にあり、東日本のプレート境界地震のAの経験式(佐藤,2010)の平均+標準偏差程度と大きい。これに対して、2011年3月11日15時8分の岩手県沖の地震(MJ7.4)、2011年3月11日15時15分の茨城県沖の地震(MJ7.7)のAは、それぞれ、 $3.35e+26\text{dyne}\cdot\text{cm/s/s}$ 、 $6.19e+26\text{dyne}\cdot\text{cm/s/s}$ と、東日本のプレート境界地震のAの経験式(佐藤,2010)の平均と平均-標準偏差の間にある。地殻内地震をみると、MJ7.0の正断層の地震のAは $7.34e+25\text{dyne}\cdot\text{cm/s/s}$ であり、佐藤(2010)の横ずれ断層の経験式の平均値とほぼ同じである。佐藤(2010)の横ずれ断層、逆断層の経験式の範囲内の他の2つの正断層の地震のAは佐藤(2010)の横ずれ断層の経験式の平均値より小さい。正断層の短周期レベルあるいは応力降下量が横ずれ断層より小さい傾向は、佐藤(2003)と同様であり、NGAなどの距離減衰式とも整合する。

今後、本震の短周期レベルを同様の手法及び経験的グリーン関数法により求める予定である。

謝辞:本研究は、科学研究費補助金基盤研究(A)21241044による研究成果である。本研究では、防災科学技術研究所のK-NET, KiK-net強震記録、地盤構造、F-netのメカニズム解、気象庁の震源情報、Hi-netの震源情報を用いました。記して感謝致します。



キーワード: 短周期レベル, 2011年東北地方太平洋沖地震, 余震, 前震, プレート境界地震, 正断層
 Keywords: hort-period spectral level, the 2011 off the pacific coast of Tohoku earthquake, aftershock, foreshock, subduction-zone earthquake, normal-faulting crustal earthquake