

## 地殻内地震に対する既存の広帯域震源モデルに基づく強震動生成域の応力降下量と深さの関係

### Relation between stress drops and depths of strong motion generation areas based on previous broadband source models

佐藤 智美<sup>1\*</sup>, 岡崎 敦<sup>2</sup>Toshimi Satoh<sup>1\*</sup>, OKAZAKI, Atsushi<sup>2</sup><sup>1</sup> 清水建設技術研究所, <sup>2</sup> 関西電力土木建築室<sup>1</sup> Shimizu Corporation, <sup>2</sup> Kansai Electric Power Company

三宅・他(1999)は、経験的グリーン関数法に基づき1997年鹿児島県北西部の地震の近傍の広帯域の強震波形が、強震動生成域により説明できることを示した。この研究以降、多くの地震に対して経験的グリーン関数法により、強震動生成域が推定されている。一方、地殻内地震に対する周期1秒程度以上を対象とした波形インバージョンによる不均質震源モデルに基づき、アスペリティ(Somerville et al., 1999)の応力降下量と深さとの関係が検討され、深いほど応力降下量が大いという関係式が提案されている(Asano and Iwata, 2011)。そこで、本研究では、日本の地殻内地震に対して経験的グリーン関数法で強震動生成域からなる広帯域震源モデルが推定されている文献を調査し、強震動生成域と深さとの関係について検討を行った。

2011年4月までのMw5.5以上の地震を対象とした結果、22の文献が対象となり、横ずれ断層6個、逆断層6個、正断層1個の計13個が選択された。Mwは5.7~6.9の範囲にある。同じ地震に対して複数のモデルが推定されている場合には独立に扱ったため、全体で25ケースの震源モデルが対象となった。なお、複数個の強震動生成域も独立に扱った。

図には、全25ケースの強震動生成域の中心深さ $h$ と応力降下量 $stress$ の関係を示す。ばらつきが大いだが、横ずれ断層、逆断層、全地震の3つのデータセットで、 $h$ [km]と $stress$ [MPa]の回帰式を作成した結果、(1)~(3)式が得られた。

$$stress=0.63h+7.88 \quad (\text{標準偏差} = 5.26) \quad \text{横ずれ断層 (1)}$$

$$stress=1.42h+8.54 \quad (\text{標準偏差} = 8.39) \quad \text{逆断層 (2)}$$

$$stress=1.15h+7.98 \quad (\text{標準偏差} = 8.05) \quad \text{全地震 (3)}$$

逆断層の方が横ずれ断層より、同じ深さでの応力降下量が大い。データの深さの最大値が15km弱であることから、 $h=15$ kmでの応力降下量を求めると、横ずれ断層、逆断層、全断層で、それぞれ、17.3MPa、29.8MPa、25.2MPaとなる。深くなるほど、逆断層と横ずれ断層の応力降下量の違いが大きくなる。

次に、強震動生成域の総面積 $S_a$ と地震モーメント $M_0$ の関係についても検討を行った。同じ地震の $S_a$ を対数平均して、横ずれ断層、逆断層、全地震の3つのデータセットで、 $M_0$ [dyne・cm]と $S_a$ [km<sup>2</sup>]の回帰式を作成した結果、(4)~(6)式が得られた。

$$S_a = 4.57 \times 10^{-16} M_0^{2/3} \quad (\text{標準偏差} = 0.18) \quad \text{横ずれ断層 (4)}$$

$$S_a = 3.64 \times 10^{-16} M_0^{2/3} \quad (\text{標準偏差} = 0.09) \quad \text{逆断層 (5)}$$

$$S_a = 4.02 \times 10^{-16} M_0^{2/3} \quad (\text{標準偏差} = 0.15) \quad \text{全地震 (6)}$$

全地震の $S_a$ は、長周期波形インバージョン結果に基づくSomerville et al.(1999)のアスペリティの総面積の約0.8倍であり、横ずれ断層では0.9倍、逆断層では約0.7倍である。この関係は佐藤(2010)とほぼ同じである。アスペリティの方が強震動生成域より長周期の地震動から推定されているためと考えられる(佐藤, 2010)。

一方、クラックモデルの短周期レベル $A$ は(7)式で表される(Brune, 1970)。

$$A=4\pi(S_a/\pi)^{0.5} stress V_s^2 \quad (7)$$

ここで、 $V_s$ は震源のS波速度、 $\pi$ は円周率である。 $V_s = 3.4$ km/sとし、(1)~(3)式、(4)~(6)式を(7)式に代入し $A$ を算出した。その結果、全地震では、深さ約7km以深で壇・他(2001)の $M_0$ - $A$ 関係より大きくなった。また、横ずれ断層では約10km以深で、逆断層では約5km以深で、壇・他(2001)の $M_0$ - $A$ 関係より大きくなった。 $A$ が逆断層の方が横ずれ断層より平均的に大きいという結果は、スペクトルインバージョンに基づく既往の結果(佐藤, 2010)とも整合する。

以上のように、強震動生成域の応力降下量は、強震動生成域の応力降下量は、ばらつきは大いものの深さが深いほど大きい傾向があり、同じ深さでは逆断層の方が横ずれ断層より大きい事が分かった。現行の強震動レシポの枠組には応力降下量の深さ依存性等は考慮されないが、今後更にデータの検証、拡充を行なう事により強震動予測の高度化が図られる可能性がある。

謝辞：本研究は、12電力による電力共通研究「東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震動評価手法の高度化に関する研究」の成果の一部である。記して感謝致します。

キーワード: 強震動生成域, 応力降下量, 深さ, 経験的グリーン関数法, 地殻内地震

Keywords: strong motion generation area, stress drop, depth, empirical Green's function method, crustal earthquake

SSS33-P18

会場:コンベンションホール

時間:5月19日 18:15-19:30

