

地表地震断層と震源断層における長さの変位量の経験的關係および強震動予測のための震源モデル

Relationships between the length and slip amount of the surface and subsurface faults for predicting of the strong ground motion

壇 一男 [1]; 松本 良一郎 [1]; 入倉 孝次郎 [2]
Kazuo Dan[1]; Ryoichiro Matsumoto[1]; Kojiro Irikura[2]

[1] 大崎総研; [2] 愛工大
[1] Ohsaki Research Institute, Inc.; [2] Aichi Inst. Tech.

1. はじめに

わが国における構造物の耐震設計では、活断層の長さの情報をもとに地震による地盤変位を予測するときには、松田 (1975) による地表地震断層の長さとの経験的關係式およびマグニチュードと地表地震断層の変位量との経験的關係式を用いることが多い。一方、活断層の長さの情報をもとに地震による強震動を予測するときには、Somerville et al. (1999) および入倉・三宅 (2001) による断層面積と地震モーメントとの経験的關係式を用いることが多い。ここに、断層の幅は、地震発生層の厚さを考慮して設定される。

これは、強震動が地下数 km から 15 km 程度に位置する地震発生層で生成され、それよりも浅い部分は、地震発生層での断層運動にひきずられて破壊するため、必ずしも地中と地表の対応はとる必要はないと考えられているためである。

しかし、地表地震断層が地中の震源断層の運動の結果であるならば、両者の間に明瞭な物理的關係があるはずである。本研究の主題は、この関係を実際の内陸地震のデータから求めること、その関係を断層の動的破壊シミュレーションにより解析的に明らかにすることである。また、このとき、地表地震断層の変位量と震源断層の変位量との物理的關係だけでなく、このような震源モデルから放出される地震動が、既往の観測記録と整合することも必要である。

以下に、結果の概要を述べる。

2. 地表地震断層の変位量と震源断層の変位量との経験的關係

松田 (1975) による断層長さとの経験的關係式を、Stirling et al. (2002) によるデータと比べたところ、両者はよく整合し、日本の地震と世界の地震で系統的な差はないことがわかった。

また、Somerville et al. (1999) が整理した 15 の内陸地震の震源断層の長さとの最大変位量と比べたところ、両者はよく整合した。一方、Somerville et al. (1999) により抽出されたアスペリティの平均変位量は、松田 (1975) による地表地震断層の変位量よりやや小さかった。

3. 断層面積と地震モーメントとの経験的關係

Somerville et al. (1999) および入倉・三宅 (2001) による断層面積と地震モーメントとの経験的關係に、これらの経験的關係が提案された以降の地震も含む Stirling et al. (2002) によるデータを重ねてみたところ、両者はよく整合していることがわかった。

4. 動力学的破壊シミュレーションに用いた断層面と摩擦構成則

ここでは、断層の長さを 25 km、幅を 15 km とし、その中に、3.2 km 四方のアスペリティをおいた。また、初期破壊領域として、アスペリティの中の下端中央に 1.2 km 四方の領域をおいた (図 1)。計算は Pitarka et al. (2005) による 3 次元有限差分法で行った。

摩擦構成則としては、すべり弱則を用い、動的応力降下量、強度超過、臨界変位量は、アスペリティにおいて、25 MPa、10 MPa、40 cm、背景領域において、0 MPa、0.01 MPa、40 cm とした。

ここに、アスペリティの大きさやアスペリティにおける摩擦構成則のパラメータの値は、動力学的破壊シミュレーションの結果が入倉・三宅 (2001) による断層面積と地震モーメントとの経験的關係および壇・他 (2001) による短周期レベル (短周期領域における加速度震源スペクトルのレベル) と地震モーメントとの経験的關係式と整合するように、試行錯誤で決めた。

5. 地表地震断層の変位量と震源断層の最大変位量との経験的關係の解釈

地震発生層よりも浅い部分のせん断剛性率により、地表地震断層の変位量は変化し、表層の S 波速度が 1 km/s 程度るとき、地表地震断層の変位量と震源断層の最大変位量とがほぼ等しくなった (図 2)。

6. 断層面積と地震モーメントとの経験的關係の解釈

断層面積と地震モーメントとの関係は、平均応力降下量によって決まり、入倉・三宅 (2001) による断層面積と地震モーメントとの経験的關係と整合する結果は、その値が 0.7MPa のときであった (図 3)。

7. 短周期レベルと地震モーメントとの経験的關係の解釈

短周期レベルは、アスペリティの半径とアスペリティの応力降下量の積によって決まり、壇・他 (2001) による短周期

レベルと地震モーメントとの経験的關係と整合する結果は、積が 4.5×10^{10} N/m のときであった (図 4)。一方、地表における地震動の最大速度を、司・翠川 (1999) の距離減衰式と比べたところ、全体的に大きめの値となっており、今後、アスペリティの位置や個数を変えた検討が必要だと考えられる。

8. 参考文献

壇・他 (2001): AIJ, 545, 51-62; 入倉・三宅 (2001): 地学雑誌, 110, 849-875; 松田 (1975): 地震, 28, 269-283; Pitarka et al. (2005): AGU Chapman Conference, Maine; 司・翠川 (1999): AIJ, 523, 63-70; Somerville et al. (1999): SRL, 70, 59-80; Stirling et al. (2002): BSSA, 92, 812-830.

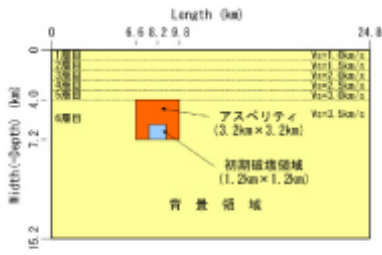


図1 解析断層モデル

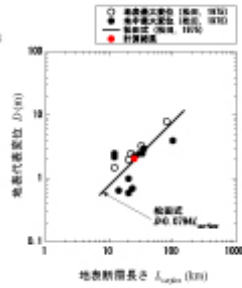


図2 地表断層長さと地表代表変位の関係

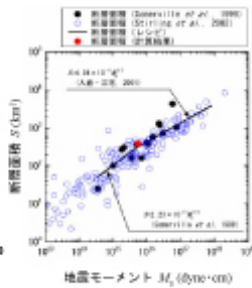


図3 地震モーメントと断層面積の関係

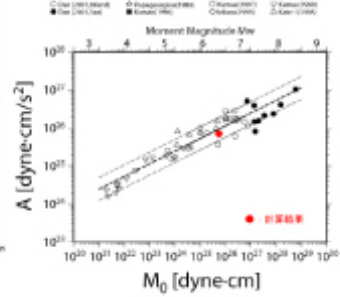


図4 地震モーメント M_0 と短周期レベル A との関係