

強震動予測のためのレシピ

Recipe of predicting strong ground motions for future large earthquakes

入倉 孝次郎 [1], 香川 敬生 [2], 釜江 克宏 [3], 関口 春子 [4]

Kojiro Irikura [1], Takao Kagawa [2], Katsuhiro Kamae [3], Haruko Sekiguchi [4]

[1] 京大・防災研, [2] 大阪土質, [3] 京大・原子炉, [4] 京大防災研

[1] Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., [2] G.R.I., Osaka, [3] Reaserch Reactor Institute, Kyoto Univ., [4] DPRI, Kyoto Univ.

大地震の強震動予測のためには、地震危険度の高い活断層の特定し、断層長さ、幅、平均変位量、などの震源パラメーターや断層面での破壊過程のモデル化、さらに震源から対象サイトまでのグリーン関数の推定が必要とされる。本研究は、都市直下に存在する活断層を想定したシナリオ地震に対する震源のモデル化およびグリーン関数の与え方など、地震学の研究成果を系統的に取り入れた強震動予測のレシピの作り方について議論する。

1. はじめに：大地震の強震動予測のために、経験的グリーン関数法やハイブリッド・グリーン関数法など実用的な方法が提案され、適切な震源モデルが与えられれば精度よい評価が可能なが示されてきた (Irikura(1986); Kamae, et al., 1998)。都市直下に存在する活断層を想定したシナリオ地震を考えるため、震源のモデル化およびグリーン関数の与え方に関するレシピが必要とされている。本研究は地震学及び地震工学の研究成果を生かした強震動予測のレシピの作り方について議論する。

2. 大地震の震源モデルをどのように想定するか：想定断層に対する強震動予測を行うには、①想定地震の断層破壊過程を考慮した震源モデルの推定、②震源から対象とする敷地にいたる地震波のグリーン関数の推定が必要とされる。強震動予測に必要とされるすべりモデルは、断層震源域のみならず、地震モーメント、アスペリティの大きさやその分布形状などである。ここでは震源バージョン結果の統計的解析に基づくすべり分布の経験的モデル化について検討する。

2.1.断層パラメーターの設定

断層の長さ (L) と走向 (ストライク、 ϕ_s) : 地質・地形・地理学的調査に基づき推定。

断層の伏角 (ディップ、 δ) : 断層を横断する測線での反射法探査地層断面から推定。

断層の幅 (W) : 微小地震の震源分布から地震発生の深さおよび浅さ限界を推定(Ito,1998)。

断層破壊の開始点、破壊伝播の方向、破壊の終端：断層線の平面形態から推定(中田他, 1998)。

2.2.断層破壊過程 (不均質断層モデル) : 同一手法でインバージョン解析された15の地殻内地震のすべりモデルの統計的解析により、断層面におけるすべりの非一様性のスケールリング則が検討された。

a. アスペリティの抽出とそのスケールリング：すべり量の相対的レベルに対する一定基準により抽出したアスペリティは、15の地震で全部で39、地震毎には平均2.6個であった。アスペリティにおけるすべり比 (全断層面での平均すべり量に対するアスペリティ領域での平均すべり量の比) は1.5~3.0に分布する。一方、各地震毎の全アスペリティを平均したすべり比は1.5~2.8にあり、平均値は約2倍である。全アスペリティの総面積は断層面積の平均22%を占め、よって断層上のすべり量は全体の44% ($2 \times 22\%$) をとなる。全断層面積Aとアスペリティの面積の総和とも地震モーメント M_0 に対して両対数座標状で傾きが2/3の直線にのる。このことは、断層面積やアスペリティの面積の総和は地震モーメントをパラメーターとして自己相似型のモデルで表すことができることを意味している。

震源インバージョンで得られた断層上の平均すべり継続時間 T_r と地震モーメントの関係も傾きが2/3の直線にのっている。これはすべり速度 (T_r に対するDの比) が平均的にはほぼ一定であることに対応する。

b. すべり分布の波数スペクトル

震源インバージョンで得られた断層面上のすべり分布の2次元波数スペクトルはどの地震でも高波数域でほぼ波数の2乗の逆数で減少し、Herrero and Bernard(1994)のモデルと一致する。このモデルは、すべり分布が地震モーメントに依らずに自己相似的であるという仮定に基づいており、その $k-2$ 断層すべり分布は、破壊伝播速度一定で立ち上がり時間が地震規模に依存するという仮定の下で、地震波形を計算すると、周波数領域で ω^{-2} モデルに従う動学的震源モデルになることが示されている。これはFrankel(1991)のフラクタル震源モデル(フラクタル次元2)とも一致する。

1995年兵庫県南部地震の強震動評価のため釜江・入倉(1997)が提案した多重のアスペリティからなる震源モデルは、アスペリティの形状を円形または楕円形とすると、その波数スペクトルは、高波数域で $k-2$ で減衰する。このことは、アスペリティに対するスケールリング則に基き与えられる多重アスペリティモデルはアスペリティが円形または楕円形なら一般的にその波数スペクトルは $k-2$ モデルに一致することを意味する。