

## 強震動シミュレーションのためのすべり速度時間関数の近似式(2)

## An approximate expression of slip rate time function for near-fault strong ground motion simulation, II

# 宮武 隆[1]

# Takashi Miyatake[1]

[1] 東大・地震研

[1] ERI, Univ. of Tokyo

アスペリティが存在する断層ですべり弱型摩擦則が存在する場合の2次元および3次元数値シミュレーションからすべり速度時間関数を得て、この時間関数を数学的に簡単な表現式で近似することを提案した(中村・宮武、2000)。なお、すべり速度時間関数の立ち上がり部分は、詳細な検討のできる2次元モデル(Iida, 1972の計算法)で、全体の形は3次元差分法の計算結果を参照した。

本稿では、(1)近似式の妥当性を動力学モデルと比較して検討する、(2)近似式のパラメータの与え方、使い方について議論し示す、ことを行った。

問題点・注意点：この近似式では細長い断層でのアスペリティを使って、アスペリティ内で1つの表現式としており、破壊はほぼ定常に伝播している状態を仮定している。また近似式は主にアスペリティ中央付近の時間関数を元に作られたものである。従って、破壊開始点付近の準静的から加速フェーズや、最初のアスペリティ部分については、近似は過大評価となっている。また近似式を作成する際にすべり量が必要であるが、これは応力降下量やアスペリティサイズや断層の形状に無関係にはとれず、弾性論として整合性がとれている必要がある。近似式がアスペリティ中央付近について得られたものであることを考慮する必要がある。これらはパラメータを決める際に注意が必要である。破壊開始点付近に存在するアスペリティについては、補正が必要であり、その補正についても提案する。

妥当性の検討；以下の3つの例(いずれも垂直の横ずれ断層)について、動力学モデルと地震波形を比較した。(a) 2km x 5kmの断層Iにおいて、破壊が長さ方向の端の中央から円状にS波の80%の速度で伝播する場合、(b) 20km x 10kmの断層内に8km x 6kmのアスペリティが存在し、破壊は(a)と同様に断層長さ方向の一方の端から円状に伝播すると仮定、(c) 10km x 10kmの断層で破壊は深い側のコーナーから円状に伝播。なお(a), (b), (c)いずれの場合も破壊速度はS波の速度の80%と仮定、また断層上端深さは2km、と仮定した。動力学モデルでは臨界すべり量は20cm、応力降下量はアスペリティ部で10MPa、それ以外は0MPaと仮定した。近似式では $f_{max}$ を8Hzと仮定した。近似式の他のパラメータについては後述。計算法は、空間4次時間2次精度のStaggered gridを使用した3次元差分法。近似式を使う場合はダブルカップル力源として対応する震源の差分格子に地震モーメント密度時間関数に比例した時間関数として与えた。

パラメータの決め方：(a)の場合、応力降下量10MPaからすべり速度の最大値 $V_{max}$ は中村・宮武(2000)を使うと、約30cm/s、ライズタイムは0.4秒となった。 $t_s$ はライズタイムの1.5倍を仮定し0.6秒とする。すべり量は、断層形状がやや細長いことを考慮して2次元クラックとみなして計算すれば、平均50cmとなる。

(b)の場合は、(a)と同様にして、アスペリティ部分については $V_{max}=600\text{cm/s}$ 、すべり量200cm、ライズタイム1.2秒を得る。ただしアスペリティ以外の部分のすべりがアスペリティ部に影響しすべり量が増加する。この量はサイズやアスペリティとそれ以外の部分の応力降下量の比によって異なる。(b)の場合、断層幅に比べてアスペリティサイズはあまり小さくはないので、影響は小さめであろうと考え、すべり量の増加は小さめ見なした。またライズタイムはアスペリティサイズで決まるものの、ライズタイム以降もアスペリティ以外のすべりによって影響されて、すべり続ける。このことをすべり停止時刻 $t_s$ で調整する。 $t_s$ としては2秒とした。アスペリティ以外の部分の応力降下量はゼロであるが、アスペリティのすべりに伴って受動的に滑ることができるものとした。この場合には $V_{max}$ の計算式には応力降下量ゼロを入れてはいけない。この場合には、いわば等価な“応力降下量”を代入する必要がある。予備的な計算によりこの部分の最終すべり量は、アスペリティ部分の約20~30%なので、アスペリティ部の応力降下量の20%を等価な応力降下量として採用してみる。ライズタイムについては断層端とアスペリティに近接する部分ではかなり違うのであるが、この部分の寄与はそれほど大きくないと考えアスペリティ部と同じと仮定した。(c)の場合には、破壊が定常に達していない。そこで円形クラックでのLowPassFilterされたすべり速度の最大値の近似式(Day, 1982)と中心から伝播していないことを考慮して最大値の減少を30%とした。中心から断層中心での値で時間関数を代表させることにした。

断層近傍地震波形の比較：破壊開始点付近での波形は、のすべり速度を過大評価していたり、最大値をもたらし波形で20%程度の差違が認められた場合があったが、波形は概ね良く一致しており満足できる結果であった。