

Dynamic rupture simulation for moderate-sized strike-slip fault considering spatial heterogeneities on various initial conditions

*Hiroshi Kawase¹, Jikai Sun², Arben Pitarka³, Fumiaki Nagashima¹, Eri Ito¹

1. DPRI, Kyoto University, 2. Grad. School of Eng., Kyoto University, 3. Lawrence Livermore National Laboratory

滑り弱化モデルに基づく震源の非線形動的破壊シミュレーションにより、長周期から周期1秒前後のやや短周期域まで計算可能になってきた。その結果、これまで運動学的震源インバージョン結果に基づいて推計されてきたアスペリティあるいはSMGAの応力降下量を動的に再評価することが可能となってきた。またパラメタを適切に与えればこれらの運動学的インバージョンで得られた滑り量分布を再現できる可能性も見えてきた。

そこで本検討では、動的断層パラメタのうち断層面の微視的構成則を支配するパラメタの平均値とばらつき、およびその深さ方向分布に着目して、特に強震動予測レシピで設定されている明瞭なアスペリティあるいはSMGAを背景領域のランダムな不均質モデルに組み込み、その位置や深さ、応力降下量分布等に関するパラメトリック解析を行った。ベースとしたモデルはPitarka et al. (2009)が用いた、運動学的震源インバージョンによる滑り量の空間分布から求めた k^2 モデル(Mai and Beroza, 2002)に基づき断層面上のパラメタをランダムに変動させたモデルである（応力変動は k^1 を仮定）。解析方法はDalgner and Day (2007)のsplit-node FDMであり、通常の滑り弱化構成則を用いる。解析対象とした断層モデルは長さ最大25km、幅最大18kmで、マグニチュードは6.5~6.7相当の地殻内地震で、鉛直の完全横ずれ断層である。地盤構造は一次元平行成層地盤で厚さ500mの堆積層、500mの軟岩層の下に5kmの深さまで浅部岩盤構造を仮定し、5km以深には半無限の基盤が広がっているものとした。アスペリティはレシピに従って大小2つを設定し、その応力降下量は断層全体の平均応力降下量3.2MPaの2倍の6.4MPaとした。主要なパラメタとして、アスペリティ深さ、アスペリティ間距離、破壊開始点位置、臨界滑り弱化変位量 D_c 、地表面付近の応力降下量の勾配、応力降下量変動幅の深さ依存性、および堆積盆地構造を選定した。

例えば、アスペリティ深さをパラメタとして、断層面上の平均滑り量と最大滑り量、および地表面上の平均速度と最大速度について得られた結果からは、アスペリティが浅いほど平均滑り量も最大滑り量も大きくなること、アスペリティが浅いほど平均地表面速度(PGA)も大きくなること、アスペリティが浅いほど最大PGAも大きくなる傾向にあるがその変動幅が大きいこと、がわかった。同様に、破壊開始点位置をパラメタとして得られた結果から、破壊開始点位置に平均滑り量・最大滑り量とも大きな影響は受けないが、わずかに浅い方が大きいこと、平均PGAも最大PGAも大きな影響を受けないが、非常に深い場合や浅い場合にはわずかに小さめとなること、がわかった。このパラスタの結果から、アスペリティ内の滑り量分布には破壊伝播のフォワードディレクティブティ効果が影響していることがわかった。これは当然地表面での断層表出位置とサイズにも影響を与える。

地表面表出長さとその滑り量（オフセット量）に最も大きな影響を与えるのが断層浅部の応力降下量の設定である。添付図の左には浅部5kmでの応力降下量の勾配を小さくして0kmでも多少の応力降下量を与えたケース、中央にはそれを大きくして0kmでは負の応力降下量になるようにしたケースの応力降下量分布（上）と計算された滑り量分布（下）を示す。アスペリティ間距離は最小としている。この図から、アスペリティが深くても浅部に応力降下量を与えると地表面表出する断層滑り量はかなり大きくなること、浅部に応力降下量を与えなければそれは滑り量も小さく地表表出長さも短くなることがわかる。図の右には応力降下量の勾配を変動させた際の最大滑り量・平均滑り量の変動（上）と、PGAの最大値と平均値の変動（下）を示したが、最大滑り量は浅い部分に応力降下量を仮定した場合には少し増大するが、平均滑り量はほとんど変化しないこと、しかしPGAには大きな影響があり、勾配が緩いほど最大PGAは著しく大きくなることがわかる。これは断層運動が表出することでその近傍観測点に対するその運動に伴う速度パルスが観測されるためで、破壊に伴ってエネルギーが放出され能動的に浅い部分が動くことは結果として局所的に大きな速度パルスを生成する

地点が生じることを示しており、そこでは非現実的な解を与える可能性が指摘できる。

今回は導入アスペリティの応力降下量自体は深さによらず同じとしたが、応力降下量の深さ依存性を与える影響は大きく、断層浅部での運動をコントロールする断層面上のパラメタに深さ依存性を導入することで、SMGAからのパルスと地表に表出する断層すべりの両者を統一的に表現する現実的な断層破壊シミュレーションが可能になるものと期待される。

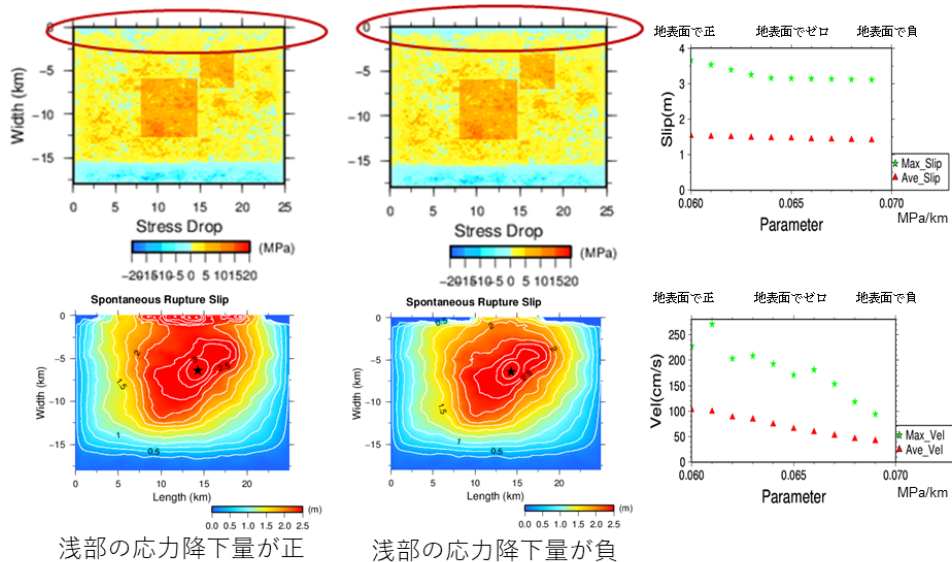


図 浅部の応力降下量の勾配による最終滑り量の変化と地表面最大速度