

震源モデルによる断層近傍における強震動評価：現状と課題

Simulation of near-fault strong motion using seismic fault model; current state and future challenges

久田 嘉章 [1]

Yoshiaki Hisada[1]

[1] 工学院大・建築

[1] Kogakuin Univ.

<http://kouzou.cc.kogakuin.ac.jp/>

本報告では、入倉レシピを中心とする震源モデルを用いた地震動評価を、特に震源近傍での強震動予測法として工学的に利用するという立場から現状と課題を述べたい。1995年兵庫県南部地震を契機に、震源モデルによる断層近傍の強震動評価手法は急速に発展し、入倉レシピを中心として体系化されつつある。近年の強震観測網の充実によって震源近傍で大振幅の地震動が観測されているが、その多くはレシピによって再現されている。入倉レシピでは、震源モデルをアスペリティーと背景領域に単純化し、アスペリティーを主たる強震動の発生源として、そこから発生する指向性パルス波など長周期側地震動とランダムな短周期地震動とを経験則によって評価する。波形計算は通常、理論的手法と統計的グリーン関数法を組み合わせたハイブリッド手法が用いられる(入倉・釜江、1999など)。この手法は地震調査研究推進による全国を概観する地震動予測値図や内閣府の地震被害推定の標準的な手法として用いられ、計算波形も公開されており、建物の設計用入力地震動(サイト波)など工学分野でも大いに使用されつつある(地震ハザードステーション、2005など)。近年では入倉レシピは地殻内中規模地震から海洋型巨大地震、地殻内地表断層へと適用範囲を広げており(入倉、2005など)、建物への入力地震動などサイト波への評価手法として大変有用な情報を提供している。一方で、規模が大きな地震(M7以上の地表断層やプレート境界型の巨大地震など)の震源近傍の強震動予測を行う場合はまだ実績も多くはなく、以下に示すいくつかの注意点が必要になると思う(当日は実例をもとに説明する予定)。

1. 指向性パルス波の発生：指向性パルス発生にはアスペリティーにおける大きなすべりとすべり速度に加えて、破壊開始点をアスペリティー内部に設けるなど破壊時間をアスペリティー内外で不連続にすることが効果的であり、実際にこの方法は多用されている。パルス波は地震動の卓越周期を左右するため、入力地震動評価など工学的には決定的に重要なファクターであるが、現状ではアスペリティーの破壊様式に任意性があり、アスペリティー内外での破壊速度の変化などに物理的な裏づけが望まれる。

2. 短周期波の発生：レシピでは、すべりと応力降下量は比例関係にあり、短周期波の主な発生源もアスペリティーとなる。一方で、短周期波はアスペリティーだけでなく、その周辺部から発生しているケースも多々報告されている(例えばHartzellほか、1996)。短周期波を発生させるには、すべりの変化よりも破壊フロントの変化の方が重要な要因であることが多くの理論的手法などによって確認されている(例えばHisada、2001)。一方、大規模な内陸地震を対象として、アスペリティーに強震動の発生源を集約すると、大きな地震動はアスペリティー周辺部のみに集中してしまうため、工学的応用と言う視点からもその妥当性について物理的・観測的な確証が望まれる。

3. 巨大地震の巨大アスペリティーのモデル化：レシピによれば地震規模とともにアスペリティーサイズは大きくなり、指向性パルスの卓越周期は長周期側に移動する。M8クラス地震のアスペリティーのサイズは数10 kmオーダーになるが、実際に震源近傍で観測される波形はそのオーダーサイズよりももっと複雑である。巨大地震の強震動評価には、巨大アスペリティーを階層化するなどの処理が必要となるのが現状である(例えば、Mastushimaほか、2003)。巨大アスペリティーからの強震動評価法も大きな課題である。

4. 統計的グリーン関数法の適用限界：遠方近似解を用いる統計的グリーン関数法は、震源近傍で適用不可能になるだけでなく、遠方でもモホ面反射波などが考慮できず過小評価となる。平行成層モデルであれば高振動数でも厳密な波動解が容易に計算できるので、これからは使用すべきだと思う(久田、2005など)。

5. 地表断層の震源ごく近傍の強震動評価：地表断層ではアスペリティーによる指向性パルスだけでなく、フリリング・ステップ(地表すべりによるステップ関数状の永久変位)による長周期地震動を評価する必要がある(特に橋などライフライン施設や免震建物の耐震性評価には必要不可欠)。フリリング・ステップは、物理的には断層すべり関数と静的グリーン関数の合積で表現されるため(Hisada and Bielak, 2004)、地表断層近傍のすべり関数のモデル化が決定的な要因となる。地表近くのすべり関数は観測例も少ないため、動力学モデルなどで、地中のすべり関数との差異などの検証が望まれる。