

地表断層変位を考慮した成層地盤における震源近傍における強震動計算法（その2）

An Efficient Method for Computing Near-Source Strong Ground Motions Considering Surface Faulting in Layered Half-Spaces (Part 2)

久田 嘉章[1]

Yoshiaki Hisada[1]

[1] 工学院大・建築

[1] Kogakuin Univ.

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

台湾・集集地震など近年の大規模な地震では、地表断層による顕著な地震被害が注目されている。そこで前報（その1, Hisada and Bielak, 2001）に引き続き、成層地盤を対象とした解析的手法による、地表断層変位を考慮した震源近傍における強震動計算法を説明し、手法の有効性と様々な計算例を示す。

本手法は波数積分法によるが(Hisada, 1995) 地表断層変位を考慮して強震動を計算する上で様々な注意点がある。まず計算は全て周波数領域で行うが、ステップ型関数となる食違いすべりを伴う変位波形の場合、 $\omega=0$ で振幅が発散してしまう。このため速度をまず求め、時間領域で積分して変位を得る(Hisada and Bielak, 2001)。一方、観測点が断層面に近い場合、観測点の近傍でグリーン関数の振幅が急激に大きくなる特異性を生じる。このため断層面積分を行う際、観測点に近い領域では高密度に積分点を分布させる必要があるが、平行成層の動的グリーン関数を用いると多大な計算時間を要することになる。そこでまず動的グリーン関数から静的グリーン関数を引いて断層面積分を行う(Hisada and Bielak, 2001)。すなわち観測点が断層面に近い時に生じるグリーン関数の特異性は静的グリーン関数で近似できるため、この差分により特異性が全て除去される。従って通常の面積分(波長の5~10点程度の等間隔な積分点配置)を用いて高速に断層面積分が行える。次に、引いた分の静的グリーン関数に関し断層面積分を行い、その結果を先の積分値に加え最終解を得る。静的な断層面積分に際し、観測点が断層面に近い領域では、高密度な積分点を配置する必要があるが、これは全周波数で共通であるため一度だけ行えば良い。

地表断層を対象とする場合、地表震源に対する地表観測点での静的・動的グリーン関数を評価する必要がある。観測点深さが震源深さに近い場合、波数積分の被積分関数が収束しないという問題が生じる(例えば、Hisada, 1995)。先の断層面積分では二つの断層面積分を評価する必要がある。始めの積分では動的グリーン関数と静的グリーン関数の差を用いており、動的な被積分関数の発散項は静的解で近似できるため、遅い収束の問題は自動的に回避できている。第2の断層面積分では浅い震源の静的グリーン関数を精度良く評価する必要があるが、この場合は波数軸を複素数にして、Cauchyの定理から虚数軸上で波数積分を行う積分路変換法(Contour Deformation Method; Greenfield, 1995)を用いて効率的に波数積分を行っている。

最後に様々なタイプの伏在断層や地表断層モデルを用いて、震源近傍の強震動特性、特に地表断層による強震動特性(fling effects)や破壊伝播効果(directionality effects)などを調べた。その結果、実体波(幾何減衰は $1/r$)が支配的となるdirectionality effectsでは、地表断層のみならず浅い伏在断層でも断層面に直交する成分に顕著なパルス波が現れたが、静的解(幾何減衰は $1/r^2$)が支配的なfling effectsでは、地表断層のみですべり方向にすべり関数にほぼ等しい顕著な波形が現れることを確認した。また震源近傍では静的解を精度良く評価しないと低振動数成分にエラーを生じ、変位波形などが精度良く求められないことも確認した。