

すべり時間関数の補正とその意味 Correction for slip function and its implications

増田 徹^{1*}MASUDA, Tetsu^{1*}¹ 東大地震研¹ERI

グリーン関数法によって想定地震の地震動を予測するとき、想定地震とグリーン関数として用いる小地震のすべり速度時間関数は振幅と卓越周期が相違していることを考慮して、小地震の地震波に補正を行っている。補正の基本的考え方は、想定地震と小地震について、すべり速度時間関数の関数形は類似で、すべり量 D の比とライズタイム T の比はどちらも震源断層の長さ L あるいは幅 W の比 N に等しいとする相似則に基づいている。これまでに提案された補正関数は、時間領域でのすべり速度時間関数を Boxcar 関数あるいは指数関数と仮定し、または周波数領域で一次あるいは二次の有理関数と仮定して、想定地震と小地震のすべり速度時間関数のスペクトル比から求められたもの (Irikura, 1983、大西・堀家, 2004、壇・佐藤, 1998)、補正関数自体の関数形を指定したもの (Irikura, 1986、入倉・他, 1997、野津, 2002) などがある。これらの補正関数のスペクトルは、想定地震のライズタイム T に対応するコーナー周波数 f_t より低周波数側で N 、小地震のライズタイム T/N に対応するコーナー周波数 f_g より高周波数側で 1 の値をとり、その中間では周波数の増加とともに減衰する特性をもっている。

地震波はすべり速度関数を断層面で積分して得られる。矩形断層ですべり速度関数が一様で破壊伝播速度が一定な場合に断層面での積分を行うと、断層の有限性により地震動のスペクトルは $T_x=(X/c - 1/V_r)L/2$ 及び $T_y=(Y/c - 1/V_r)W/2$ (X, Y は震源から観測点を見たときの方向余弦、 c は P 波あるいは S 波速度) を係数とする周波数の Sinc 関数の積で表現される。スペクトル振幅は T_x あるいは T_y に対応する周波数 f_c より低周波数側で平坦、高周波数側で周波数の二次で減衰する。

グリーン関数法では断層面で積分する代わりに、有限の間隔で不連続に配列した点震源にグリーン関数を置いてその総和をとることがひとつの特徴である。この場合も断層面での積分と同じように周波数 f_c から周波数の二次で $1/N$ まで減衰するが、周波数 $f_e=f_c/N$ から振幅は増加し高周波数側で振幅は平坦となる。

周波数 f_c は想定地震の断層面の有限性によるコーナー周波数であり、スペクトル振幅はこの周波数から減衰する。周波数 f_t が f_c に近く、したがって周波数 f_g が f_e に近い場合には、グリーン関数法で合成された地震動のスペクトル振幅は、周波数 f_t から f_g までの帯域では補正関数の減衰と断層面での総和による減衰が重なることになり、周波数 2 乗モデルより急激に減衰することになる。補正関数に用いるライズタイムは多くの場合、数値計算の結果 (Day, 1982) を参照して $W/2V_r$ (V_r は破壊伝播速度) で与えられている。ライズタイムをこの値に設定した場合、 f_t は f_c に近く f_t から f_g までの周波数帯域でスペクトル振幅が過小評価となることが知られており、ライズタイムをこれよりも小さな値とすべきであると報告 (片岡・他, 2003) もある。

ライズタイムとして広く採用されている $W/2V_r$ は、数値計算結果から得られた断層中央部におけるすべり始めからすべり終わりまでの時間である。すべり速度はすべりはじめに大きく最大値に達した後急激に小さくなる。最大値は断層の端に向かって小さくなっている。また、過去の地震の解析結果によれば、ライズタイムは断層運動の継続時間 L/V_r の 0.1 倍程度の長さとしてされている。

グリーン関数法で広く用いられている特性化震源モデルは、ひとつのアスペリティですべり時間関数は一様とすることが多いから、上記のように設定されるライズタイムは過大評価であり、グリーン関数法を用いるときに設定するライズタイムは従来の設定より小さな値とするほうが妥当である。すべり速度関数の急激な立ち上がり振幅減衰を考慮すると、この特徴に対応した補正関数は大西・堀家 (2004) あるいは野津 (2002) である。これらの報告は Irikura (1986) の補正関数との一致を条件とすると指数の係数として ~ 1 としている。数値計算の特徴を再現する係数はそれより大きくなる。グリーン関数の規模、あるいは N によらず想定地震を適切に評価するためには、ライズタイムを小さくするか、あるいは指数関数の係数を大きくする必要がある。また、数値計算結果によれば、すべり量は断層幅の一次、すべり速度は断層幅の 0.5 次に比例する。これは、すべり速度関数としては一次関数と指数関数との積を示唆する。

キーワード: グリーン関数法, すべり時間関数, 補正関数, ライズタイム

Keywords: Green' function method, slip time function, correction function, rise time