

I-B 242

ディレクティビティを考慮した等価震源距離について

岐阜大学工学部 学生員 横山貴信

岐阜大学工学部 正会員 杉戸真太

1. はじめに

アテニュエーション式と呼ばれる地震動強度の推定式は様々なデータセットに基づいて無数に提案されてきた。式の形式も、マグニチュードと震源距離または震央距離の対数の線形関数とする単純なものから、震源付近の地震動強度の飽和性を表すためのマグニチュードの2次の項などを含む複雑なものもある。しかしながら、このような推定式が使われるのは、ある地震における多地点での記録と既存の推定式との比較等に限られ、とくに実務においてこれらの推定式が使われることはほとんどないと言ってよい。その理由のひとつに、推定式の持つ不確定性がたいへん大きいことが挙げられる。最大加速度を決めるようないわゆる短周期の地盤震動は、局所的な地盤特性の影響が大きいことから地盤条件の違いを地震動強度推定に取り入れる方法は多く検討されているが、それらのばらつきの要因を除いたとしても強度推定に用いるパラメータがマグニチュードや距離といった大まかなものであることから、なお大きな不確定性が残っている。一方、将来発生する地震に対する地震動強度の予測という観点からは、推定式はできるだけ単純で用いるパラメータも少ない方がよい。

地震動強度推定に用いられるパラメータは、地震規模としてのマグニチュードと着目地点から震源までの距離であるが、この距離に関してはさらに検討の余地があると考えられる。震源距離、震央距離に加えて断層までの最短距離や断層の各エレメントからの平均的な等価震源距離¹⁾といったパラメータが検討されてきたが、とくに最大加速度のような短周期地震動にはいわゆるディレクティビティ（断層の破壊方向と着目点との相対的な関係）が影響することが指摘されている²⁾。断層の走行や破壊方向がある程度特定される想定地震に対してはその情報を有効に取り入れた推定式を用いることが合理的であり、そのためにはディレクティビティの効果も含めた「距離」の定義が必用と考えられる。

ここでは、先の兵庫県南部地震における強震記録に基づき、断層の破壊方向の影響を考慮した「等価震源距離」について試算的に検討した結果を報告する。

2. ディレクティビティを考慮した等価震源距離

地震動強度の推定式に用いる「距離」に関するこれまでの知見は以下の通りである。

- ・震源に比較的近い領域では震央距離よりは断層までの最短距離の方が地震動の距離減衰特性をよく表す。
- ・震央距離は同じでも断層の破壊方向に位置する地点では地震動強度は相対的に大きい。
- ・断層の広がりに応じて地震動強度の飽和（距離に依存せずむしろ一定になる現象）がみられる。
- ・断層の破壊終了点近傍ではとくに大きな地震動が観測されることがある。

以上のことを考慮し、さらにできる限り単純明快な距離の定義として次式の等価震源距離 d_{eq} を検討した。

$$d_{eq} = \alpha d_s + (1 - \alpha) d_e \quad (1)$$

ここに、 d_s = 破壊開始点までの距離（震源距離）、 d_e = 破壊終了点までの距離、 α = ディレクティビティ効果を表す定数で $0 < \alpha < 1$ とする。 $\alpha = 1$ なら d_{eq} は震源距離、 $\alpha = 0$ なら d_{eq} は破壊終了点からの距離をそれぞれ表す。図-1に、ここで定義する等価震源距離の概念図を示した。

3. 兵庫県南部地震における強震記録による検討

1995年兵庫県南部地震においては、400点以上における強震記録が得られている³⁾。そのうち地盤上で観測された強震記録で岩盤上の記録を除く104成分の加速度記録を用いて、式(1)で定義される等価震源距離と最大加速度の相関係数をもとめた。当該地震の破壊開始点（震源）は北緯34.608度、東経135.015度、破壊終了点は北緯34.740度、東経135.200度とした。

図-2に、式(1)における α の値を変化させた場合の最大加速度 ($\log A_{max}$) との相関係数を水平2成分および鉛直成分に対して示した。各成分とも α が0よりはむしろ0.3前後の方が大きな相関係数となっている。さらに、図-3には d_{eq} が60km以下の記録44成分に限り、相関係数の α に対する変化を示した。図-4には、 $\alpha = 1.0$ および0.3の場合の最大加速度と d_{eq} と関係を示した。 $\alpha = 1.0$ の場合には d_{eq} が小さく震源に近い部分で最大加速度が飽和しているのに対し、 $\alpha = 0.3$ では最大加速度が等価震源距離が比較的小さくても d_{eq} に依存して減衰

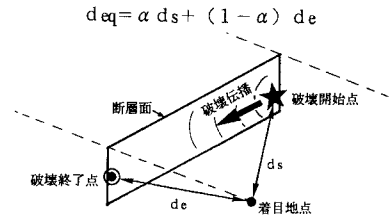
していることがわかる。

4. まとめ

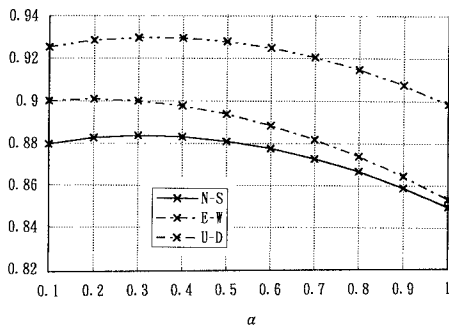
ディレクティビティを考慮した等価震源距離に関して1995年兵庫県南部地震の強震記録を用いて試算的に検討した。強震記録が多く得られている他の地震についての検討、また、これまでの震央距離、震源距離等との比較についても検討する必要がある。

参考文献

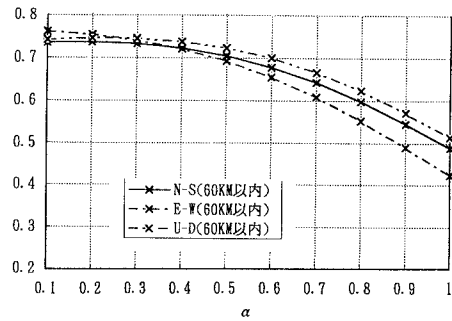
- 1)土岐,後藤,江尻,澤田：兵庫県南部地震の震源特性と地盤震動特性、土木学会誌、Vol.80、1995.9、pp.32-43.
- 2)S.Ohno, T.Ohta, T.Ikeura, and M.Takemura; Revision of Attenuation Formula considering the Effect of Fault Size to Evaluate Strong Motion Spectra in Near Field, Tectonophysics, 218, 1993, pp.69-81.
- 3)M.Sugito; Characteristic of Strong Ground Motion, Comprehensive Study of the Great Hanshin Earthquake, United Nations Centre for Regional Development(UNCRO), Research Report, Series No.12, 1995, pp.23-40.



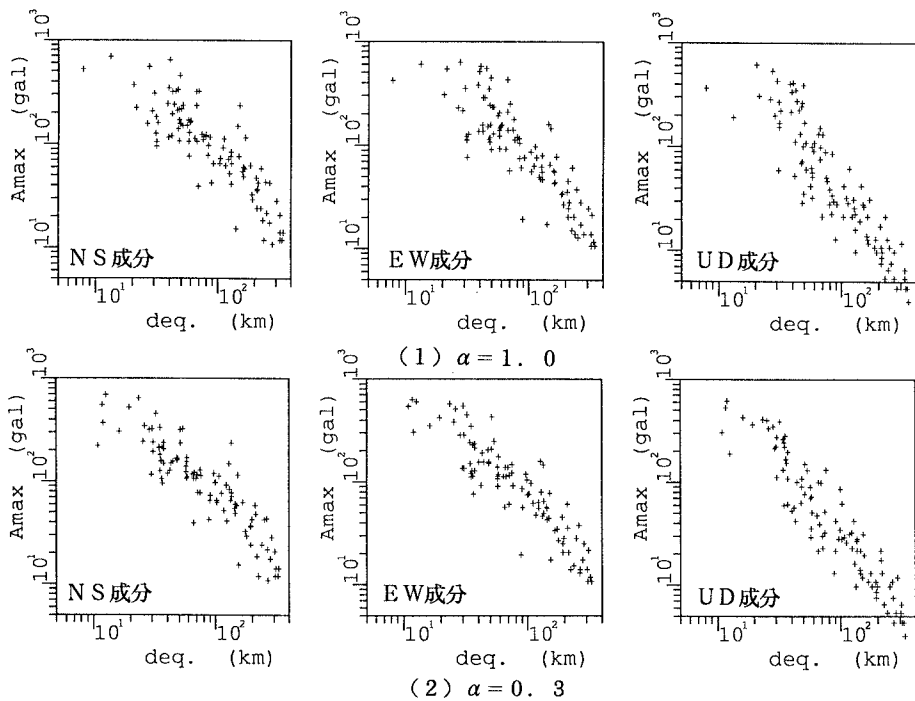
図－1 等価震源距離の概念図



図－2 係数 α と相関係数の関係



図－3 係数 α と相関係数の関係 ($d_{eq} < 60\text{km}$)



図－4 等価震源距離に対する最大加速度の距離減衰特性