

大・小地震のスペクトル比に関する考察

信州大学

○ 柳原 雅樹

信州大学

正会員 泉谷 恭男

1. はじめに

土木学会第1・2次提言及び解説で、耐震基準にレベル2地震動を考慮するように提案がなされたが、過去に観測されたレベル2に相当する地震動の記録の数は少なく、計算によって合成・予測するのがレベル2地震動の記録を得る必要がある。現在有力と考えられている地震動合成法の一つに経験的グリーン関数法がある。これは、過去に観測された小地震の記録をグリーン関数と見なしそれから大地震に記録を合成するものであるが、計算に際して合成される大地震と合成に用いる小地震との間に震源パラメータの相似則が仮定される。パラメータの相似則が成立した場合、応力降下量一定の ω^{-2} モデルに従うと仮定して、地震モーメント(M_0)の比を n^3 とすると、Fig. 1に示してある大小地震のスペクトル比の長周期部 u_r 、短周期部 a_r は、それぞれ $u_r = n^3$ 、 $a_r = n$ となる。しかし、実際に観測されたスペクトル比が、きれいに理論値に従うことはほとんどない。地震動の合成は、大小地震のスペクトル比の数だけ小地震記録のスペクトルを持ち上げることに相当したを重ね合わせるにより行われる。そこで、経験的グリーン関数法を用いるときには、あらかじめ大小地震の地震動のスペクトル比を予測しておく必要が生じてくる。

2. 使用したデータと解析手法

用いたデータは、JMA加速度データの1983年から1993年のものである。その中から、マグニチュードが7以上の大地震記録とそれに対する余震記録、また震源位置が大地震の震源位置から50Km小地震記録を用いた。また、各観測点での最大加速度が5galを越さないものについては、ノイズの影響が大きいとして除いた。その結果、1993年十勝沖地震、1993年北海道南西沖地震、1993年能登半島沖地震の本震記録と余震記録、そしてその同一震源域で起こった別の小地震記録の記録を使用することとした。その他に今西ほか(1995)、梶井ほか(1994)、鶴来ほか(1994)、Kamae and Irikura (1995)、原田ほか(1996)の結果も含まれている。NS成分とEW成分のデータをフーリエスペクトルを計算し、この2成分の平均値をとって、1つのデータとした。これらのデータから、大小地震記録のスペクトル比を計算し u_r の関係と a_r の値を求めた。次に、最小二乗法により u_r と a_r の各について、マグニチュードの差 M_d に対する回帰式を導いた。回帰式の形は

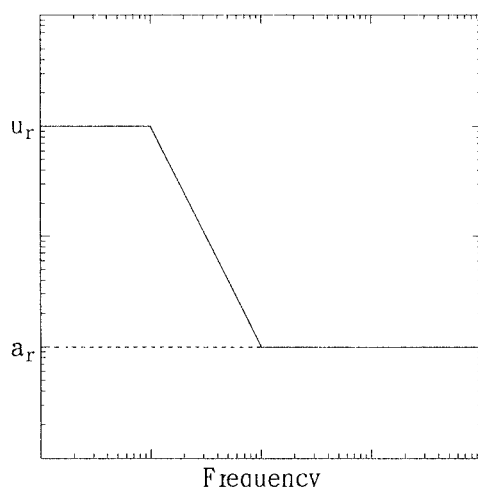


Fig. 1 理論的なスペクトルの模式図

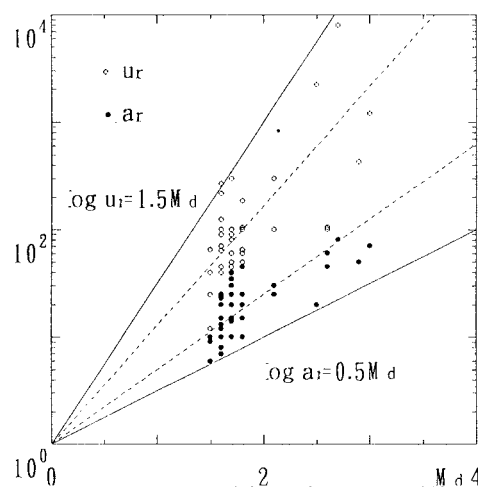


Fig. 2 スペクトル比とマグニチュード差の関係

$$\log u_r(a_r) = aM_s \quad (1)$$

と仮定した。ここで a は求めるべき係数である。これは回帰式と、佐藤(1989)による

$$\log M_0 = 1.5M_s + 16.2 \quad (2)$$

応力降下量一定の ω^{-2} モデルを仮定した場合の、理論的な u_r と a_r の関数型と等しくするためである。計算の結果、 u_r 、 a_r それぞれに対して回帰式は

$$\log u_r = 1.07M_s, \quad \log a_r = 0.70M_s \quad (3)$$

となった。Fig. 2において、実線は(2)式と ω^{-2} モデルを仮定した場合の理論的な u_r と a_r で、点線は本研究で求めた回帰式を示す。

3. 結果と考察

Fig. 2をみると、データのばらつきが非常に大きいものの、回帰式が示すように全体的に理論値よりは u_r は小さく、 a_r は大きくなっていることがわかる。

次に、 u_r と a_r が観測点ごとにどのように変化するかをみる。Fig. 3は、北海道南西沖地震の本震と余震のスペクトル比の u_r と a_r を、観測点ごとにプロットしたものである。図中のマークは、それぞれ用いた余震データに対応している。また、白抜きのマークは u_r を、黒塗りのマークは a_r を表している。 u_r はそれぞれの観測点ごとに大きく増減する傾向を示しているが、 a_r も変動の幅は小さいながら u_r と同様に増減することがわかる。これと同様の傾向が、十勝沖地震と能登半島沖地震でもみることができた。これはよく知られているように、震源でのradiation patternの影響で u_r が変化していることを示しているが、変動の幅は非常に小さいながらも a_r も同様にradiation patternの影響を受けていることがわかる。

4. まとめ

今回の解析によって、次に示す傾向がみられた。

1. 震源の ω^{-2} モデルから期待される地震動スペクトル比と観測された地震動スペクトル比を比べると、長周期部では実際に観測された地震動の方が小さく、短周期部では大きくなる。
2. 同じ大地震と小地震の記録でも、観測点によりスペクトル比が変わる。これは、震源でのradiation patternの影響であることがわかった。

これは今後の課題であるが、今回解析したほかにデータを増やして、プレート境界地震と内陸直下地震の2種類に分類して解析すれば、より回帰式の精度が上がると思われる。

<参考文献>

- 今西和俊・池田岩音・佐藤魂夫、1995、地震2、48、365-373
 梶井健・武村雅之・釜田正毅、1994、地震2、47、375-382
 鶴来雅人・田所優・入倉孝次郎・岡崎敦、1994、第23回地震工学シンポジウム、153-156
 K. Kamae and K. Irikura、1995、Journal of Natural Disaster Science、2、16、31-40
 原田ほか、1996、私信

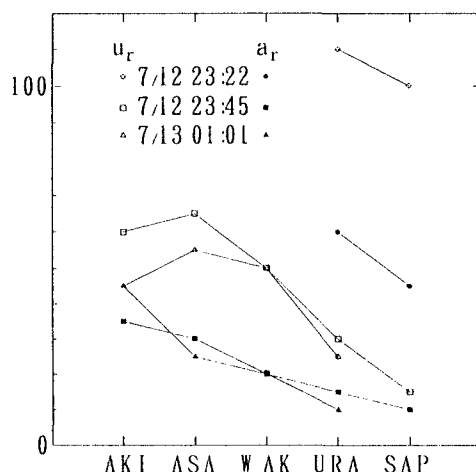


Fig. 2 北海道南西沖地震における各観測点に対する u_r と a_r の変化