

東北工業大学 正員 神 山 真
東北工業大学 正員 松 川 忠 司

1. はじめに

中小地震の地震記録を経験的グリーン関数と考え、大地震の強震記録を合成するHartzellの手法を周波数領域に適用し、中小地震の応答スペクトルの実測から大地震の応答スペクトルを簡易的に予測する方法を提案した¹⁾。前報¹⁾では本手法を1983年日本海中部地震の代表的強震記録に適用したが、予測結果は実測スペクトルと比較的良好一致をみた。しかし、本手法は簡易性を優先させ、点震源モデルを仮定して導かれたものであり、すべての地震へ適用可能かどうかについて問題が残されている。その意味から、本手法の適用限界を把握しておく必要があると考えられる。以上の観点から、この小文ではこれまで日本で起こった代表的な大地震に本手法を適用した結果を述べる。

2. 応答スペクトルの簡易予測手法の概略

本手法の予測モデルの誘導は前報¹⁾で詳しく述べたが、ここで予測式の骨子を再掲すると次の通りである。

$$F_m(T) = F_e(T) \frac{\frac{a(T)M^{2+b(T)}M_m}{10} \cdot \frac{c(T)}{c(T)} \cdot \frac{d(T)D_m}{d(T)D_e}}{\frac{a(T)M_e^{2+b(T)}M_e}{10} \cdot \frac{c(T)}{c(T)} \cdot \frac{d(T)D_e}{d(T)D_e}} \quad (1)$$

ここに、 $F_m(T)$:大地震の応答スペクトル、 $F_e(T)$:中小地震の応答スペクトル、 M :地震マグニチュード、

Δ :震央距離、 D :震源深さ、 T :周期、サブスクリプト m, e はそれぞれ大地震、中小地震を意味する。

式(1)の係数 $a(T)$, $b(T)$, $c(T)$, $d(T)$ は我国で得られた強震記録228成分の応答スペクトルを重回帰分析して得た回帰係数である¹⁾。すなわち、式(1)は大地震と中小地震の震源スペクトルに M, D をパラメータとする統計的相似則が成立すると仮定して、大地震の応答スペクトルを中小地震の応答スペクトルの実測から経験的に予測するものである。

3. 適用例

これまで我国で発生した巨大地震のうち、本震とそれに関連した中小地震とみなせる余震の強震記録がともに得られ、本手法を適用できるとされる地震は5つある。すなわち1968年十勝沖地震、1968年日向灘沖地震、1973年根室半島沖地震、1978年宮城県沖地震、1983年日本海中部地震である。日本海中部地震の結果は前報¹⁾で述べたので、ここではそれを除く4地震の結果を示す。これらの地震の本震 m 、及びそれに関連した中小地震(余震) e の震源要素を総括したのが表1である。

表1の震源要素を用いて、中小地震の応答スペクトルから本震の応答スペクトルを予測し、実測スペクトルと比較した結果を各地震の各観測点について示したのが図1である。図1では減衰定数 $h=0.05$ の速度応答スペクトルの結果が示されている。なお、図1の予測スペクトルでは上述の $a(T)$ などの係数を求めた統計解析の標準誤差 σ による予測幅も併せて示されている。

図1をみると、十勝沖地震を除く地震では実測スペクトルはほぼ予測の幅の範囲にあり、予測と実測の両スペクトルは比較的良好に調和していることがわかる。一方、十勝沖地震では宮古の観測点を除き、ほとんどの観測点で実測スペクトルのスペクトル振幅は予測結果よりかなり大きくなっている。但し、スペクトル形状には

表1 各地震の震源要素

Earthquake	Shock	Magnitude	Depth (km)	Site	Epicentral Distance (km)
1968Tokai-oki	Mainshock m 1968-5-16 9:49	7.9	0	Muroran Hachinohe Aomori Miyako	286 185 244 191
	Smallshock e1 1968-9-21 20:06	6.9	40	Muroran Hachinohe Aomori	170 190 212
	Smallshock e2 1968-5-23 4:29	6.3	30	Miyako	94
	Mainshock m 1968-4-1 9:42	7.5	30	Hosojima	86
	Smallshock e 1969-4-21 16:19	6.5	10	Hosojima	46
	Mainshock m 1973-6-17 12:15	7.4	40	Kushiro	128
1973Nemuro-hanto-oki	Smallshock e 1972-5-11 9:45	5.8	60	Kushiro	61
	Mainshock m 1978-6-12 17:15	7.4	40	Shiogama Ohfunato Miyako	100 103 166
1978Miyagiken-oki	Smallshock e 1978-2-20 13:37	6.7	50	Shiogama Ohfunato Miyako	110 49 99

実測、予測とも良い相似が認められることから、実測と予測のスペクトル振幅の差が大きいことは十勝沖地震の震源を本手法で仮定している点震源で近似することの限界を示していると考えられる。周知のように十勝沖地震は複雑な震源過程を示した地震である。従って、このような複雑な震源を有する地震の応答スペクトル予測は本手法では困難であり、震源断層の詳細な破壊過程を考慮した応答スペクトル予測が必要と思われる。

4. むすび

複雑な震源過程を有する地震を除けば、応答スペクトルを簡易的に予測する本手法はある程度適用可能であることが幾つかの地震の例を通して示された。複雑な震源を有する地震では本手法を補完する予測法として震源断層の破壊過程を考慮したより高度な方法が必要である。これについては別途報告したい。

（参考文献）

- 1) Kamiyama and Matsukawa: Prediction of strong earthquake acceleration response spectra by a statistical scaling law of source spectra, 第7回日本地震工学シンポジウム講演集

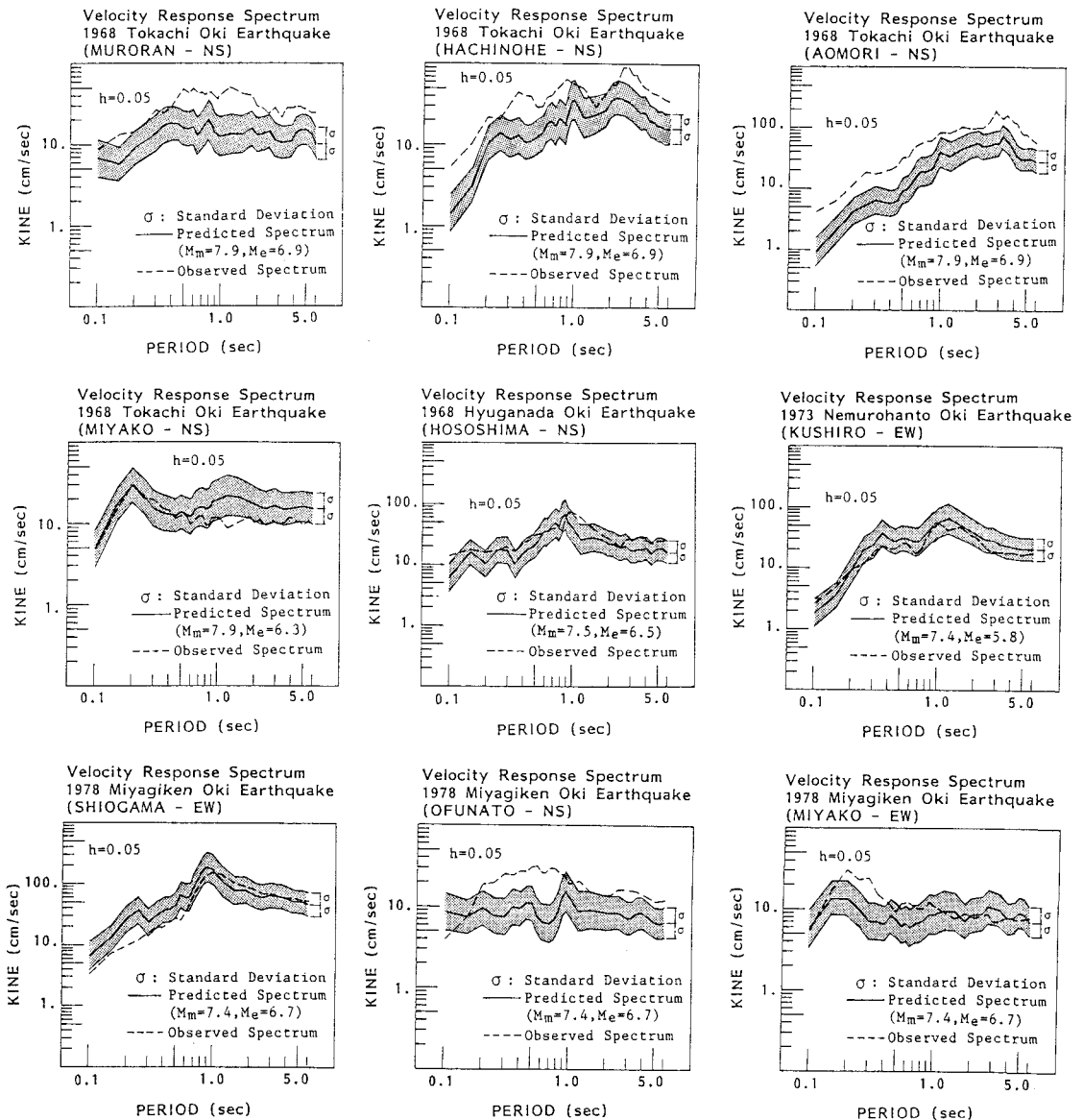


図1 予測応答スペクトルと実測応答スペクトルの比較