

応答スペクトルによる強震動の方向性の検討

中央大学理工学部 正員 片山 恒雄

1. 方向別の応答スペクトル

一般に強震記録は水平2方向の成分がとられているから、それらを用いて水平面内の任意の方向の応答スペクトルを計算することができる。方向別の応答スペクトルを解析することによって、ある場所の地震動に特定の方向性があるかどうかや、ある地震に特定の方向性があったかどうかを推定することができる。さらに、地震動の勢力の方向によるバラツキの程度を知っておくことは、強震記録を構成している多くのでたらめさの中の1つの性質を知っておくという点からも意味があると考えられる。

この研究では、N-SおよびE-Wを含んで2.25度おきに全部で8方向の応答スペクトルを計算した。非減衰周期としては、0.1秒と4.0秒を両端に含む区間内の20個の値を用いた。それらは

- 0.1から0.4秒までは0.05秒きざみ
- 0.5から1.0秒までは0.1秒きざみ
- 1.0から2.0秒までは0.25秒きざみ
- および2.5秒, 3.0秒, 4.0秒

であり、減衰定数は5%とした。

2. 計算に用いた強震記録

1968年十勝沖地震の本震と余震の室蘭、青森、宮古における強震記録、合計6個を使用した(表-1)。加速度の数値化されたデータは、港湾技術研究所資料No.80に発表されているものを用いた。これらのデータは、N方向とW方向を正としているものと、S方向とE方向を正としているものがあるので、方向別のスペクトルを計算するときには、この点に

表-1 計算に用いた強震記録の一覧

RECORD NUMBER	STATION	MAX. ACCEL. (GAL)		EARTHQUAKE DESCRIPTION
		N S	E W	
S-234	MURORAN	209	140	09:49 MAY 16, 1968. M=7.9 MAIN SHOCK
S-235	AOMORI	213	180	
S-236	MIYAKO	118	95	
S-241	MURORAN	95	62	19:39 MAY 16, 1968. M=7.5 AFTERSHOCK
S-264	AOMORI	56	86	
S-271	MIYAKO	91	75	

十分注意した。数値化がNS成分とEW成分のおのおのについて独立に行なわれたためであろうが、特にS-236とS-241については、もとの記録と比較してみると、両成分では時間的なずれがあるようであったが、この影響は考慮していない。

3. 方向別応答スペクトルの性質

3.1 卓越周期のバラツキ

各地点で各地震に対して計算された8方向の速度応答スペクトルのおのおのについて、大きい方から3つの応答値をあたえる非減衰周期の値、合計24個の分布を図-1に示した。これら3つの応答値は必ずしも3つの山に対応しているわけではなく、3つの値のすべてが1つの山に対応しているものもある。このようにして得られた分布がまったくバラバラであれば、卓越周期が各方向で大きく異なっていることになる。しかし、図-1から、方向による卓越周期のバラツキはあまり生じていないことがわかる。唯一の例外はS-264(青森)であり、東西方向に現われる0.8秒付近の山が、南北方向には現われていない(図-2)。

一般に卓越周期が方向によって大きく変化しないならば、ある場所におけるある地震の周期特性は8方向の応答値の平均を用いた応答スペクトルに代表的に現われていると考えられる。すなわち、8方向を平均した応答スペクトルは、その場所で勝手な1方向の記録をとったときに得られる応答スペクトルとみなすことができよう。そこで、以下の検討では、8方向の平均を中心として各方向にどのようなバラツキがあるかを調べてみることにする。

3.2 方向による応答値のバラツキ

8方向の平均を中心とした最大と最小応答値のバラツキの幅を、速度応答スペクトルおよび加速度応答スペクトルについて、それぞれ1例ずつ図-3と図-4に示した。8方向の平均を1としたとき、最大と最小がどの程度のところに散らばっているかを見るために、6個の地震記録の速度応答スペクトルの1つずつに対して

$$\frac{\text{8方向の最大応答値}}{\text{8方向の平均応答値}}, \frac{\text{8方向の最小応答値}}{\text{8方向の平均応答値}}$$
を20個の非減衰周期について計算した。こ

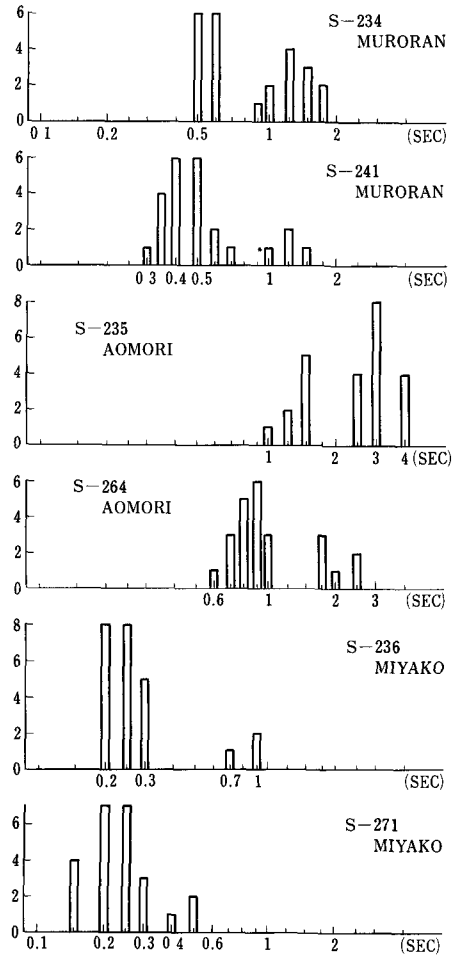


図-1 最大から3つの速度応答値をあたえる周期の分布

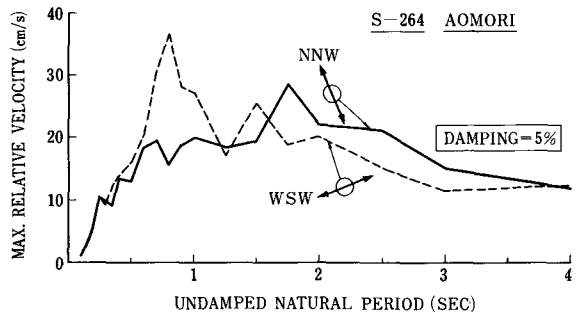


図-2 方向によって周期特性が大きく異なった速度応答スペクトルの例

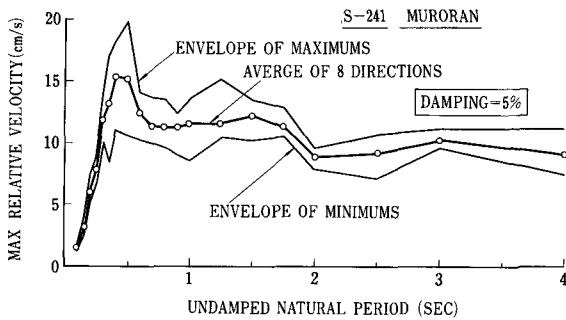


図 - 3 8 方向の平均速度応答スペクトルと方向による分布の幅

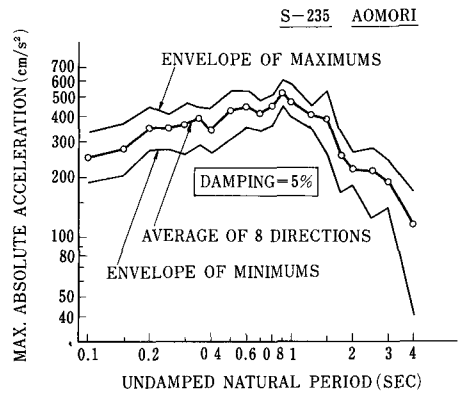


図 - 4 8 方向の平均加速度応答スペクトルと方向による分布の幅

れら各 1 2 0 個の値の分布を図 - 5 に示す。各地震記録について 2 0 個の値を平均して得られた分布の範囲が表 - 2 にまとめてある。図 - 5 から、8 方向の平均値を中心として、最大・最小応答値が ± 4 0 % をこえることはほとんどなく、± 2 0 % 付近にあることが最も多いことがわかる。このことは表 - 2 から明らかであり、分布幅は速度応答値に対しても、加速度応答値に対してもほとんど同じである。

3.3 速度応答スペクトルの面積による地震動の勢力の方向性

地震動の勢力が速度応答スペクトルの下側の面積で表わされるものと仮定して、方向による勢力の差異を検討してみる。面積は非減衰周期を T 秒とするとき

$$0.1 \leq T \leq 1.0$$

$$1.0 \leq T \leq 4.0$$

の 2 つの部分にわけて考え、前者が比較的短周期成分の勢力を、また後者が比較的長周期成分の勢力を表わすものと考え。この場合も、8 方向の平均値を 1 として、どの程度の幅に分布しているかを検討する。8 方向の平均値に対する各方向の値の比を 6 つの地震記録について図 - 6 に示す。図 - 6 の左側の 3 つの図から、1 9 6 8

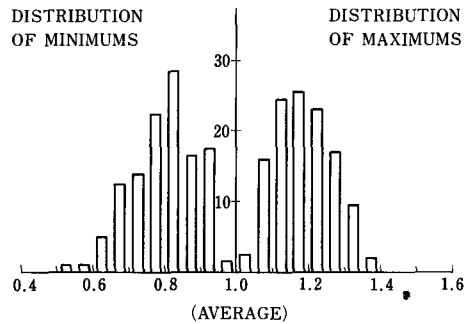


図 - 5 各周期における 8 方向の平均速度応答値に対する最大・最小の比 (6 記録の総計)

表 - 2 8 方向平均値に対する最大・最小応答値の比の各地震記録における平均

RECORD NUMBER	VELOCITY SPECTRA		ACCELERATION SPECTRA	
	MIN/AVER.	MAX/AVER.	MIN/AVER.	MAX/AVER.
S-234	0.78	1.21	0.76	1.22
S-235	0.78	1.22	0.74	1.25
S-236	0.79	1.20	0.80	1.19
S-241	0.81	1.18	0.78	1.19
S-264	0.82	1.16	0.82	1.16
S-271	0.81	1.17	0.75	1.20

年十勝沖地震の本震は比較的南北成分に大きな勢力を持っていたのではないかと思われる。短周期成分においては、この傾向が特に著るしく、平均値を上まわる勢力を有する方向がほぼ一致している。

この方向と各地の震央に対する方向の関係は明らかではない。左側に示された余震に対する3つの図は一定の傾向を示さず、特にS-264(青森)においては、図-2からも予想されるように、短周期成分の強い方向と長周期成分の強い方向がまったく異なっている。

速度応答スペクトルの面積で地震力の勢力を推定すると、8方向の平均に対して、ある方向の勢力が±20%の範囲を出ることはほとんどないようである。

4 結論

1968年十勝沖地震の本震と余震の室蘭、青森、宮古で記録された6個の地震動の方向性を応答スペクトルによって検討し、次のような傾向を得た。

- 1) 1つの地震に対する速度応答スペクトルの主要な山をあたえる周期は、1つの場所では方向によって変化しないことが多い。
- 2) 方向による応答値の最大・最小は、8方向の平均値を中心として±20%前後であることが多い、±40%をこえることはほとんどない。
- 3) 1968年十勝沖地震本震は、東西方向よりも南北方向の勢力が強かったように思われる。
- 4) 速度応答スペクトルの面積によって推定した方向別の地震動勢力の最大・最小は、8方向の平均値を中心として±20%の範囲に入っていることが多い。

この研究は昭和45年度科学研究費補助金85549によるものであり、計算の一部は東京大学大型計算機センター(登録番号3076EZ5042)で行なった。

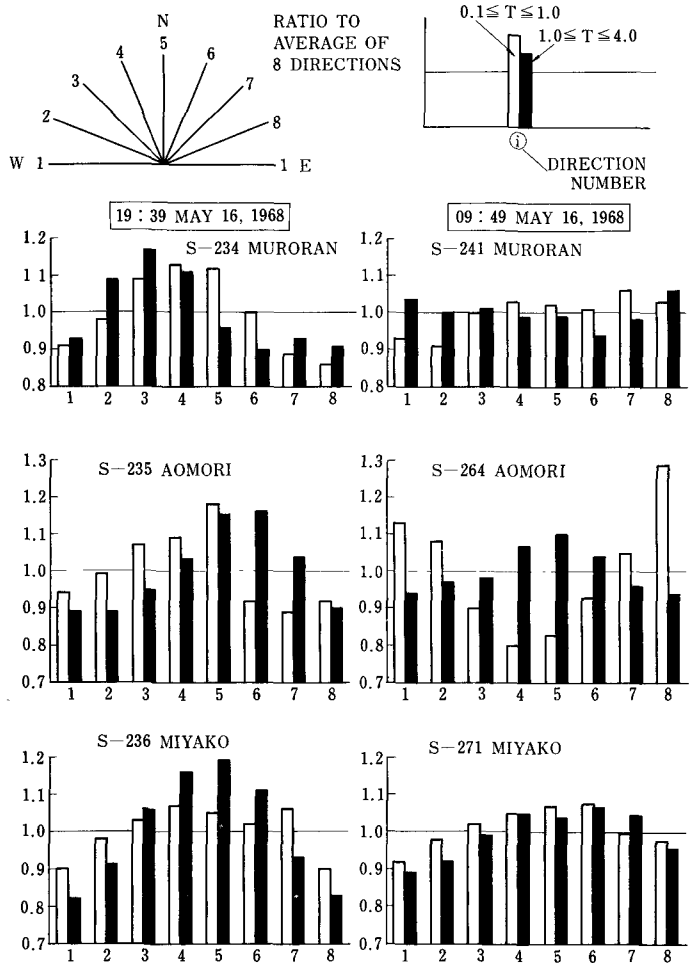


図-6 速度応答スペクトル下の面積

——各方向の値の8方向平均値に対する比