

1. 加速度比スペクトル

あたえられた地震動による一質点系の絶対最大加速度応答値 $(\ddot{y} + \ddot{z})_{\max}$ を、地震動の最大加速度 $\ddot{z}_{\max}$ で割った値

$$\beta = \frac{(\ddot{y} + \ddot{z})_{\max}}{\ddot{z}_{\max}}$$

を加速度比と呼び、これを質点系の周期に対してプロットしたものを加速度比スペクトルと呼ぶ。ランダム現象をこのような形で規準化することには問題はあろうが、いわゆる「修正震度」と考えればよい。

2. 解析に用いた地震記録

1956年から1968年の間に日本で得られた20地震の強震記録の水平方向成分70個を解析の対象とした。大部分の記録では、同一地点での2つの水平方向成分を別々の記録として含めてある。強震記録はすべて加速度計で得られたものであり、このことが長周期の応答値にあ

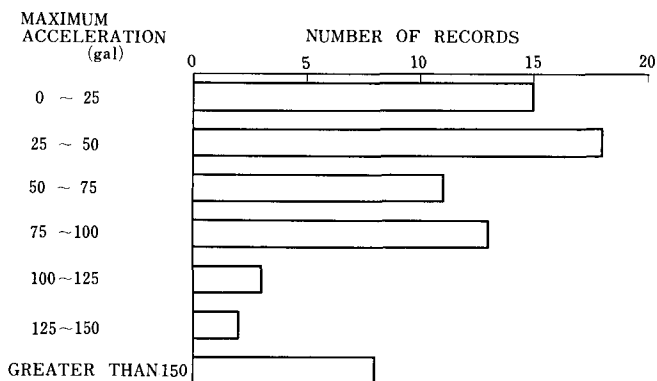


図-1 70記録の最大加速度の分布

たえる影響は考慮していない。

20成分の加速度比の値は参考文献(1)の加速度比スペクトルから読取り、残りの50成分には参考文献(2, 3, 4, 5)にあたえられている数値を利用した。

つぎに示す17の周期における加速度比の値を解析した。

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0.5秒きざみ

1.5秒, 2.0秒, 3.0秒, および4.0秒

以下には減衰定数5%の場合の結果のみを示す。

70個の記録の最大加速度の分布を図-1に示す。最小は16gal, 最大は373galである。20個の地震のうち3個はマグニチュード(M)が未知であったが、17個については参考文献(6)からその値を得た。これら17個の地震が60個の記録をあたえた。最大, 最小のMはそれぞれ7.9と4.1である。表-1には、使用した記録を3つのMの範囲に分類して示してある。

表-1 Mの範囲とそれらに属する地震および地震記録の数

Mの範囲	地震の数	地震記録の数	備考
$M \leq 6$	8	18	
$6 < M \leq 7$	5	20	10 記録は越前岬沖地震のもの
$7 < M$	4	22	20 記録は1968年十勝沖地震の本震と余震

3. 最大加速度，マグニチュードの影響

70の地震記録を最大加速度の値によって3つのグループにわけ，平均の加速度比スペクトルを求めた結果を図-2に示した。最大加速度の大小と加速度比スペクトルの形状の間に特別な関係を見出すことはできない。最大加速度の大きな地震記録では，長周期成分の影響が大きい(1)とは言えない。

60の地震記録を表-1に示したMの範囲によって3つのグループにわけて求めた平均の加速度比スペクトルを図-3に示す。Mが6より小さな地震では，スペクトルの最大値は0.2秒付近に生じ，これより長い周期に対して加速度比の値は急激に減少する。Mが7より大きな地震では，最大値はやはり0.2秒付近で生じているが，周期の増大による加速度比の減少はゆるやかである。0.4秒より長い周期においては，大地震($M < 7$)と小地震($M \leq 6$)の加速度比の比は1.6から3.0程度である。Mが6と7の間にある地震では，加速度比は0.2秒から0.7秒程度の周期で大きな値となる。表-1からわかるように，各グループに属する地震の数が少ないので，ある特定な地震の影響が強く現われているかもしれないことに注意しなければならない。

4. 平均加速度比スペクトル

70個の地震記録の平均加速度比スペクトルを減衰定数5%の場合について図-4に実線で示した。図中のHousnerの曲線は，

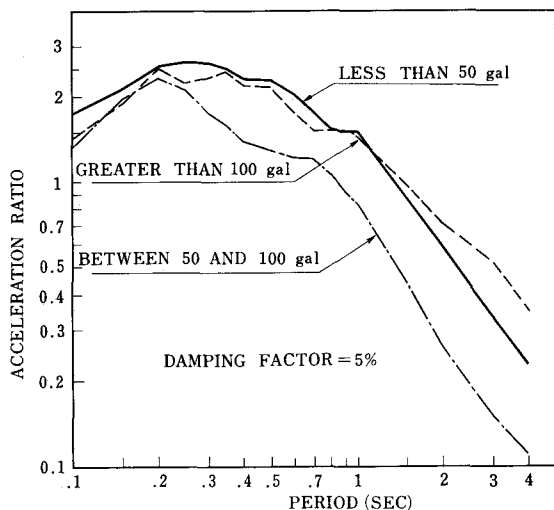


図-2 最大加速度の範囲別による平均加速度比スペクトル

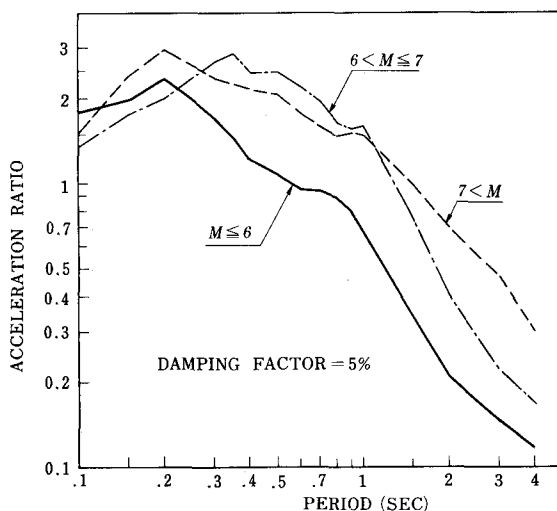


図-3 マグニチュードの範囲別による平均加速度比スペクトル

標準加速度応答スペクトル (7) から, El Centro (1940) の最大加速度を $0.28g$ (水平方向2成分の平均) と仮定して求めたものである。日本の平均スペクトルの方が, 長周期における減少が速いことがわかる。

Housner のスペクトルに用いられた8成分の記録は, M が 6.5 から 7.7 の4つの地震について得られたもので, 最大加速度は $160gal$ から $330gal$ の間である。そこで, 70の記録の中から M が 7.0 , 7.5 , 7.9 で, 最大加速度が $135gal$ から $373gal$ の間にある10成分のみを選びだして平均加速度比スペクトルを計算した(図-4)。この場合は, 長周期における減少の様子を含めて, Housner のものと全体的に形状が似てくることが注目される。

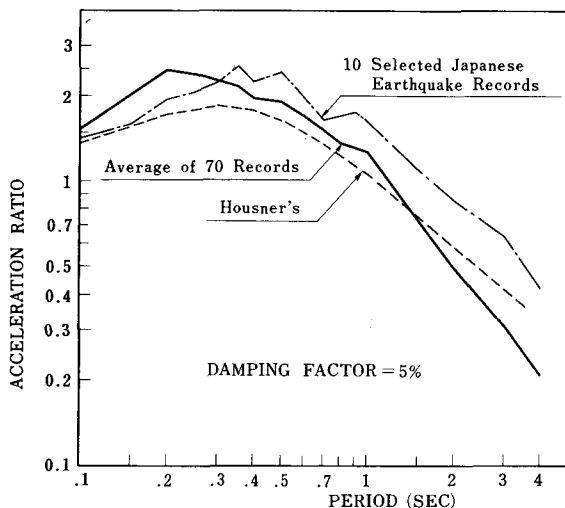


図-4 平均加速度比スペクトル

5. 加速度比スペクトルの巾

平均加速度比を中心とした70のデータの分布を図-5に示す。ある周期における最大値と平均値の比は, 周期1秒以下では $2.0 \sim 2.5$ であるが, 1秒以上の長周期では $4 \sim 5$ に達する。

各周期における70個のデータの分布図を内挿して3つの限界スペクトルを求めた。その結果を平均加速度比スペクトルに対する比の形で図-6に示す。ここで, 10%限界スペクトルとは, 10個に1個の割合で, この限界スペクトルを越えるような加速度比を示す地震が起ったことを示す。平均加速度比スペクトルは約40%の限界スペクトルに対応する。図-6から, 限界スペクトルの平均スペクトルに対する比は, 長周期において大きいことがわかる。少なくともこの解析からは, 平均加速度比スペクトルを用いた設計は, 長周期構造物ほど大きな危険性を伴うものと考えられる。

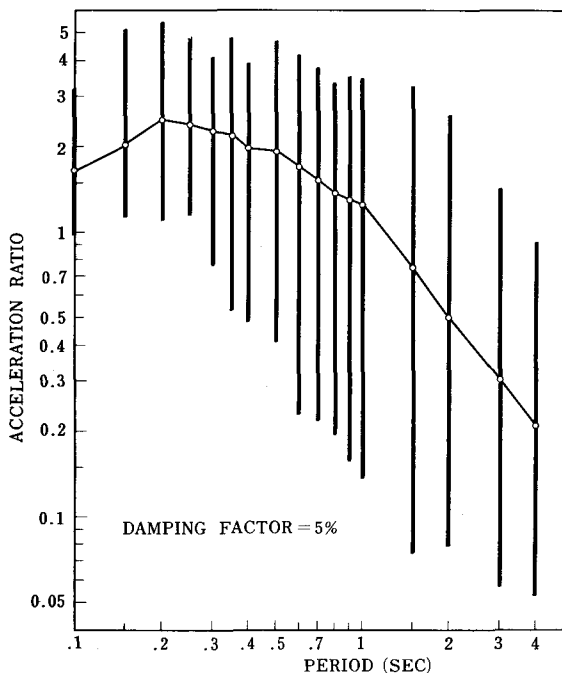


図-5 加速度比スペクトルの巾

6. 同一地点記録の比較

1968年十勝沖地震とその余震によって、いくつかの観測点では、かなり大きな加速度を有する記録が数個得られている。参考文献(5)には、それらの記録の最大加速度を含む5秒間についてのフーリエ解析結果があたえられている。これを用いて、室蘭および宮古における異なった地震記録の相関性を調べてみた。まず、計算されているフーリエ係数から得られる図はあまりに凹凸がはげしいので、つぎの14区間の面積から平均値を求めた。

0.1～0.4秒の間は0.05秒きざみ

0.4～1.0秒の間は0.1秒きざみ

1.0～2.5秒 および 2.5～5.0秒

さらに14区間の面積の和がすべての記録について一定となるように規準化した。このようにして各記録に対して得られた14個の値を用いて、各記録間の相関の度合を検討した。室蘭、宮古における3地震の水平2方向成分、全部で6記録の相関係数を表-2、3に示す。表中の記録番号は参考文献(5)による。宮古では6記録がきわめて強い相関を示しているが、室蘭ではまったく相関が認められない。

S-234	NS	0.10				
S-241	EW	0.23	0.38			
	NS	0.30	0.49	0.63		
S-399	EW	-0.24	-0.01	-0.64	-0.08	
	NS	0.13	0.39	0.00	0.21	0.42
	EW	NS	EW	NS	EW	
		S-234		S-241		S-399

表-2 室蘭における相関

S-236	NS	0.96				
S-271	EW	0.89	0.93			
	NS	0.90	0.95	0.95		
S-312	EW	0.96	0.97	0.91	0.91	
	NS	0.87	0.88	0.95	0.91	0.84
	EW	NS	EW	NS	EW	
		S-236		S-271		S-312

表-3 宮古における相関

7. 謝 辞

本研究の一部は松永研究助成金によったものであることを記し感謝の意を表する。

参考文献

(1) 高田ほか, 土木研究所報告, 128号(1966)。(2, 3, 4, 5) 土田ほか, 港湾技研資料, No.55(1968), No.62(1968), No.64(1969), No.80(1969)。(6) 地震月報。
(7) Shock and Vibration Handbook, Vol. 3, McGraw-Hill(1961)。