

榊熊谷組 正員 清水 昭男 正員○阿部 健一

榊熊谷組 正員 寺田 倫康 正員 嶋田 剛

1. はじめに KASSEM(熊谷組高密度アレー地震観測システム)¹⁾のうち、三成分加速度型地震計による観測は、強震アレーの8地点と、センターアレーにおけるV-4(GL-57m;軟岩層)とV-6(GL-401m;花崗岩層)の2測点を合わせて図-1, 2に示す10測点で実施している。今回、これらの測点を対象として、昨年2月~4月にかけて福島県沖に多発したM=6クラスの地震記録を含めて、上下地震動の最大加速度振幅値の距離減衰傾向及びスペクトル特性について水平地震動との比較を交えて検討したので、その結果について報告する。

2. 対象地震記録 対象地震記録の震源位置は、図-1に示すとうりであり、全て太平洋沿岸沖に発生した地震を選定した。気象庁発表での震源深さは $D < 60$ kmで、震央距離は $\Delta < 200$ kmとなっている。記録成分は、1984. 6. 26~1987. 4. 23までに発生した30地震で507成分となる。

3. 最大加速度振幅値 水平地震動の最大加速度振幅値をNS, EW二成分のそれぞれ最大振幅値の相乗平均を用いて水平地震動に対する上下地震動の最大振幅値の比を求めると図-3(a), (b)のようになる。岩盤露頭においてその比の平均は、軟岩地盤に比べて花崗岩地盤の場合やや小さいものの、いずれも0.5を下まわっている。一方地中部分でその比は、0.5を上まわり、特にV-6(GL-401m)では0.66となった。次に、最大振幅値について次式にもとづく回帰分析を行い距離減衰傾向を求めた。

$$\log_{10} A_{\max} = aM - b \log_{10}(\Delta + 30) + c \quad \text{-----(1)}$$

ここで、 $A_{\max}$; 最大加速度振幅値、M; マグニチュード、 Δ ; 震央距離、a, b, c; 回帰係数

その結果は、表-1のようになり、このうちM=6. 5についての距離減衰傾向は、図-4のようになり地盤種別による差ならびに地表と地中での差が明瞭に表れている。

4. スペクトル特性 上下地震動と水平地震動の速度応答スペクトル($h=5\%$)及び水平に対する上下のスペクトル比について統一的に扱うためにダミー変数²⁾を用いた(2)式による回帰分析を実施した。

$$\log_{10} \left\{ \begin{array}{c} V(T) \\ \text{or} \\ R(T) \end{array} \right\} = a(T)M - b(T) \log_{10}(\Delta + 30) - d(T)D - c(T) + A_1(T)S_1 + \dots + A_{N-1}(T)S_{N-1} \quad \text{-----(2)}$$

ここで、 $a(T), b(T), c(T), d(T), A_i(T)$: 回帰係数、T: 周期、 S_i : ダミー変数、N: 観測点数、 $V(T)$: 応答スペクトル値、 $R(T)$: 水平に対する上下地震動のスペクトル比。なお解析に際しては、V-6(GL-401m, 花崗岩)を基盤点として、地表S-1~8は、基盤入射波に対する増幅特性を考慮して応答スペクトル値を $1/2$ としている。また、水平地震動の応答スペクトル値はNS, EW二成分の応答スペクトル値の相乗平均とした。

回帰分析結果に基づき上下地震動スペクトル及びスペクトル比について、全データの平均値をDと Δ に与えたときの代表的な測点の結果を図-5に示す。上下地震動のスペクトルの形状は、軟岩地盤の場合(例えばS-6, S-8)などらかな凸形状を示すが花崗岩地盤の場合観測毎の差が大きい。また、水平地震動に対するスペクトル比は、約0.7秒を境とした長周期側でMに対して大きく変動する傾向にある。

5. まとめ 最大加速度振幅値は、地表と地中の記録を比較した場合、上下地震動は地中の方が相対的に卓越する傾向にあり、その距離減衰傾向は第一種地盤に属するにもかかわらず、軟岩地盤と花崗岩地盤で大きく異なっている。また水平地震動に対する上下地震動の応答スペクトル比は約0.7秒より長周期側でMに対して大きく変動しレイリー波の存在も考えられ今後の課題である。

参考文献 1) 清水、阿部、嶋田、粕田: KASSEM設置点における地盤定数と観測地震波の解析、熊谷組技報第39号, 1986. 2) Kamiyama, M: A Statistical Model for Estimating Response Spectra of Strong Earthquake Ground Motions with Emphasis on Local Soil Conditions, Soils and Foundations, Vol. 26, No. 2, 1986.

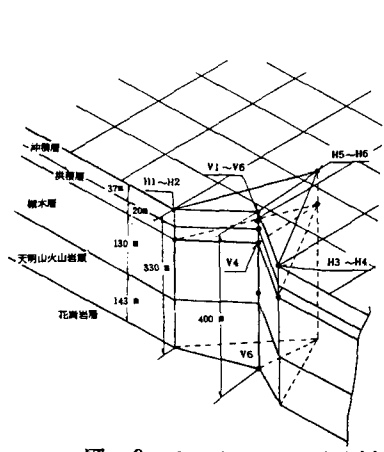


図-2 センターアレー観測点
V-4, V-6位置図

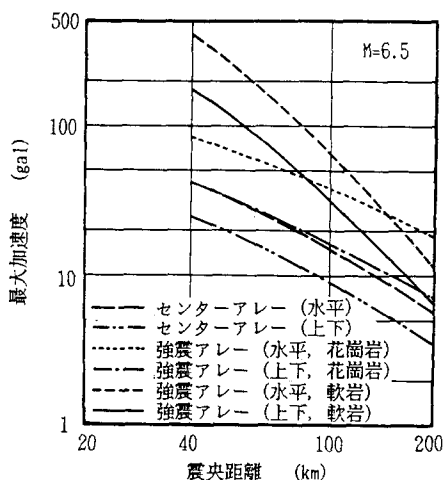


図-4 最大加速度値と震央距離の関係(M=6.5)



図-3(a) 地中記録での最大振幅値の比
(上下/水平)

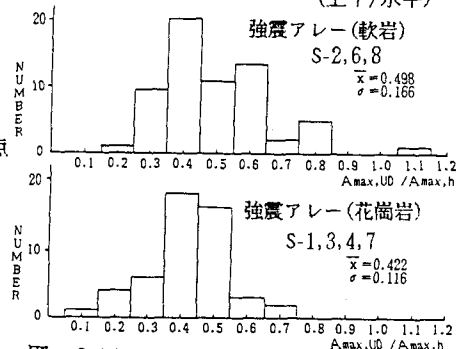


図-3 (b) 地表記録での最大振幅値の比
(上下/水平)

表-1 最大加速度値の距離減衰に関する回帰分析結果

観測地点	成分	地盤種別	回 帰 式	標準偏差	重相関係数
強 震 アレー	水平動	花崗岩	$\log_{10}A_{\max} = 0.348M - 1.275\log_{10}(\Delta + 30) + 2.012$	0.301	0.691
		軟 岩	$\log_{10}A_{\max} = 0.602M - 3.004\log_{10}(\Delta + 30) + 4.261$	0.465	0.810
		全 体	$\log_{10}A_{\max} = 0.481M - 2.284\log_{10}(\Delta + 30) + 3.414$	0.400	0.767
	上下動	花崗岩	$\log_{10}A_{\max} = 0.378M - 1.497\log_{10}(\Delta + 30) + 1.926$	0.335	0.686
		軟 岩	$\log_{10}A_{\max} = 0.601M - 2.821\log_{10}(\Delta + 30) + 3.562$	0.424	0.872
		全 体	$\log_{10}A_{\max} = 0.488M - 2.302\log_{10}(\Delta + 30) + 3.060$	0.387	0.784
センター	水平動	全 体	$\log_{10}A_{\max} = 0.586M - 1.667\log_{10}(\Delta + 30) + 0.902$	0.452	0.756
アレー	上下動	全 体	$\log_{10}A_{\max} = 0.558M - 1.700\log_{10}(\Delta + 30) + 0.911$	0.423	0.776

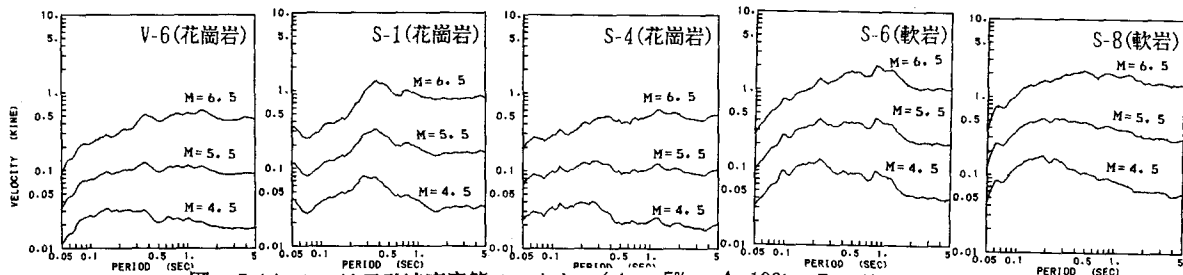


図-5 (a) 上下地震動速度応答スペクトル ($h=5\%$; $\Delta=120\text{km}$, $D=43\text{km}$)

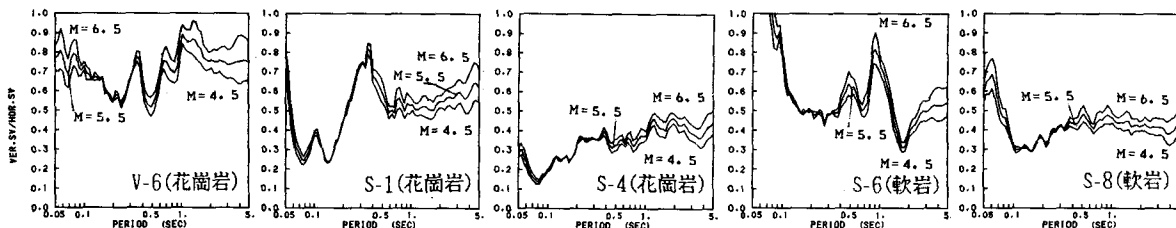


図-5 (b) 速度応答スペクトル比(上下/水平) ($h=5\%$; $\Delta=120\text{km}$, $D=43\text{km}$)