

I-377

アレー観測記録の解析例

宮崎大学工学部 正・原田隆興

宮崎大学工学部 正 提 一

1. 視点: 地表面も含む水平面上に多数の地震計を設置して、同時刻における地動を観測する水平アレー観測が実施されては来ないが、このアレー観測記録を解析した研究論文の数が急速に増えている。しかし、その反面これらの記録をどのように解析し、その結果を工学的計画・設計にいかに関与するかについての議論が不足しているように思われる。もちろん、個々の研究プロジェクトの目的達成のためにこれらの記録は解析されるものであるが、アレー観測の実施そのものが高価なもので、かつそれから得られる記録のものの情報量の豊かさという点も考えると、現時点で可能な解析方法や解析から得られる特性値と設計との係わり、従来の観測による特性値との決定的な違いは何か等に関する一般的検討をもっと積極的に進めるべきであると思われる。このような視点からここでは、試行的に、地震動の空間的(平面的)ばらつきを定量化する簡便な方法とそれから求められる特性値の設計との係わりに着いて検討する。

2. 特性値の試案的整理: 表-1は従来の観測記録とアレー観測記録の解析から得られる特性値と整理したものである。普通、加速度記録が観測され、速度、変位時刻歴は、加速度波形より変換して求められる。アレー観測では、直接、地盤歪を観測することもあるが、変位波形よりある仮定のもとに地盤の歪波形が計算される(1, 2)。表-1の4~6列に特性値の例を示すが、4列には、解析的研究に有用と思われるパワースペクトル密度関数、相関関数等も、最後の5, 6列には、特に、設計に関して重要な最大値の分布、応答スペクトル、地盤変形スペクトル等も示す。もちろん、これらの特性値は、従来の観測記録から定量化されているものであるが、表-1のアレー観測に基づく特性値については、これから定量化されなければならない。以下に、SMART-1記録の解析例を通して、表-1の5, 6列に示す地盤最大加速度、変位の空間的ばらつき(水平面内)と地盤変形スペクトルについて説明する。

3. 最大加速度、変位の空間的ばらつきおよび地盤変形スペクトル: 図-2は、1981年1月29日の地震(Event 5)により得られたSMART-1記録の各点(図-1参照)の加速度および変位の最大値より空間分布のヒストグラムを求めたものである。アレーの設置地盤はほぼ平坦な地盤であるが、わずか6.3 km²内においても、図-2に示すように、平均変動係数は加速度で0.25、変位で0.11と大きく空間的にばらつく。このようなばらつきは他の観測記録からも観察されており、例えば、片山博士の「たかたか30 mの範囲においてさえ、変動係数が0.1~0.2程度のばらつきがある。・・・とんばに解析の精度が上がっても解析結果の解釈にあたっては、単なる数値的な解釈以上に全体的傾向をとらえて「工学的な」判断がなされてよいことを示しているように思われる」は著者らには印象深い言葉である(1)。図-3は図-2と同じ記録を用いて、震源方向の地盤変位の最大相対変位と最大地盤軸歪を定量化した地盤変形スペクトルである。地盤変形スペクトルは、各点の変位記録より、2点間の相対変位の最大値とその距離を対数軸上にプロットすることにより簡単に求められる(3, 4)。地盤軸歪の最大値は歪と相対変位および2点間距離の関係より図-3の45°の軸上の値として読みとることができる。したがって、地盤変形スペクトルが与えられると、2点間距離に応じて、設計上重要な最大相対変位、最大軸歪の値が読みとれる。もちろん、このスペクトルは、地震動の強さ、地盤条件等の関数と考えられるが、これらに関しては今後の研究を待たなければならない。

1. 片山, 佐藤 “多点同時観測記録から求めた地震動発生時のばらつき” 土木学会 第39回年次学術講演集 I-402, 1984
2. スズ保, 荒川, 川島 “Dense Instrument Array Program of PWRI and Preliminary Analysis of the Records” Proc. 8 WCEE 1984
3. 原田, 岩崎, 川島, 小山 “ライン地中観測構の耐震設計に用いる地盤変動” 土木研究資料第2140号, 建設省 1984
4. 原田 “Probabilistic Modeling of Spatial Variation of Strong Earthquake Ground Displacement” 8 WCEE 1984

表-1→

地震動の観測
方法とそれ
に関連する特
性の試験的
整理

Observation Method	Observed Records	Processed Records	Quantities for Analysis Purpose		
			Quantities for Design Purpose		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Conventional or Point Observation	*Accel.	*Velocity	*Power spec. density func.	*1st peak value	*Response spec.
	*Velocity	*Dis- placement	*Evolutional spectrum	*2nd peak value	*Nonlinear response spec.
Array Observation	*Dis- placement		*Correlation function	*Duration	*n-th peak response spec.
			*Fourier amplitude function	*Housner's spectral intensity	*...
			*Fourier phase func.	*...	
			*...		
	*Accel.	*Velocity	*Time-space covariance function	*Spatial variation of 1st peak value	*Response spectrum taken into account
	*Velocity	*Dis- placement	*Temporal spectral density spatial correlation function	*Spatial variation of duration	*Spatial variation of motion
	*Dis- placement	*Strain	*Spatial correlation function	*Spatial variation of Housner's spectral intensity	*Ground deformation spectrum
	*Strain		*Temporal correlation spatial spec. density func.	*Wave speed	*...
			*Time-space spectral density func.	*Maximum relative displacement between two points	
			*Spatial spec. density func.	*Maximum strain	
			*...	*...	

図-1→
SMART-1
アレーの形
状

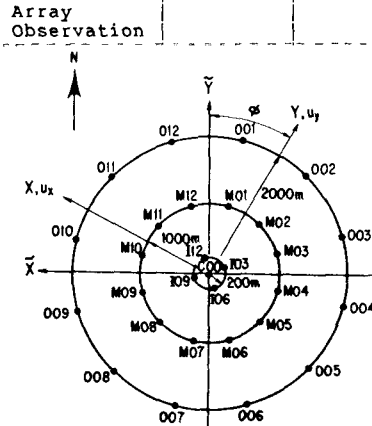


図-2→
SMART-1
アレーの各
点の記録よ
り求めた地
盤加速度、
変位の最大
値分布
(Event 5)

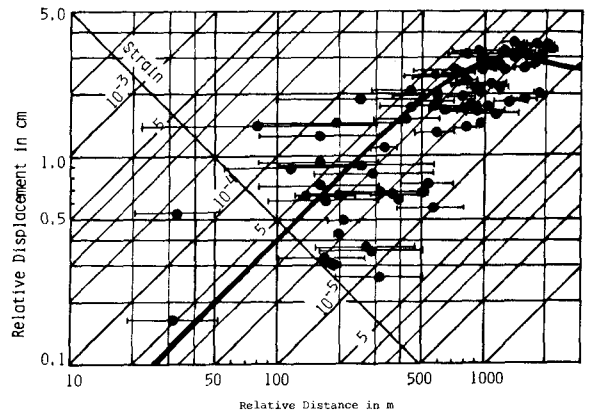
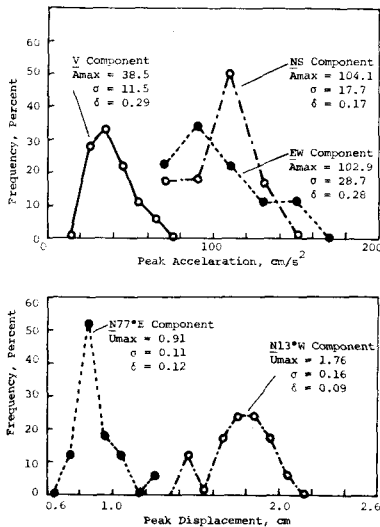


図-3 SMART-1のEvent 5の記録より求めた震源方向
変位の地盤変形スペクトル