

(2) アレー観測より得られた地震加速度記録の相関スペクトルに関する検討

京都大学工学部 正員 伊津野和行
 京都大学工学部 正員 山田善一
 京都大学工学部 正員 家村浩和
 京都大学工学部 正員 中西伸二
 京都大学大学院 学生員 山下栄司

1. はじめに

本研究は、著者らの研究室において計測を行っている3点アレー観測システムの報告である。今回、本観測システムから得られた地震記録を用いて相互相関スペクトルやコヒーレンスを算出した。また、その地震記録を利用して構造物の多点入力地震応答解析を行なった。これで本システムにより、地震記録の磁気ディスクへの収録から加速度記録の補正・積分・各種スペクトルの計算・構造物の応答計算など一連の計算を、1台の計測用パソコンPS-9816 (TEAC製)を用いて実行することが可能になった。

2. アレー観測システムの概要

本観測は、1984年2月7日より現在まで、神奈川県川崎市の日本鋼管中央技術研究所渡田地区内において実施されている。強震計としてはデジタル強震計SAMTAC-17E (㈱東京測振製)を3台使用している。この強震計は時計を内蔵しており、またNHKラジオの時報により時刻を自動修正していることもあって、3台を連動させることは

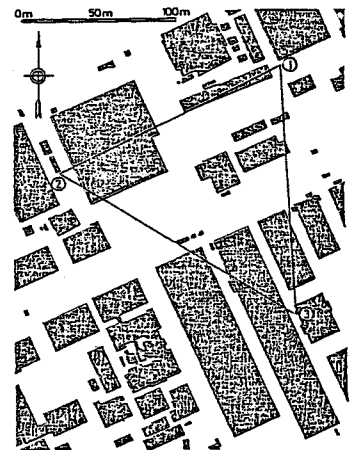


Fig.1 Array at Kawasaki city.

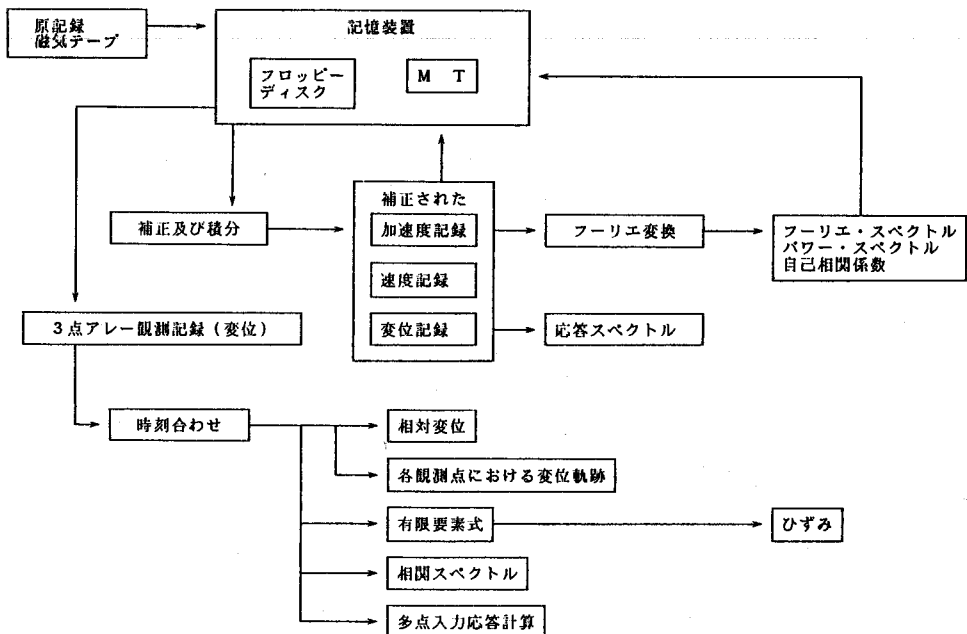


Fig.2 Flow chart of analysis.

Table 1 Characteristics of 1984 Torishima-kinkai earthquake

強震計	最大加速度 (gal)			震央位置		深さ km	M	震央距離 km
	NS	EW	UD	北緯	東経			
No.1	17.4	15.5	7.0	29° 20'	139° 12'	452	7.9	約700
No.2	17.8	16.5	6.7					
No.3	16.5	17.3	5.2					

していない。それぞれが起動装置を持っている。強震計の設置状況をFig.1に示す。図のように、各強震計はそれぞれ約150m離れた地盤の上に設置されている。観測場所の地盤はほぼ平坦な旧埋立地で、常時微動の観測によって卓越周期は約1秒だとわかっている。¹⁾このアレー観測システムにより、現在までに約20の地震を記録することができ、現在も観測中である。

3. 解析システムの概要

本アレー観測システムで用いた強震計のSAMTAC-17Eは、周波数範囲0.1~30Hzの間で値が保証されている。よってこの区間でバンドパスフィルターをかけ、記録の補正を行った。概略を述べると以下のとおりである。

- ①未補正加速度記録をフーリエ変換により、時間領域から周波数領域へと変換する。
 - ②短周期および長周期成分を取り除くために、バンドパスフィルターをかける。
 - ③フーリエ逆変換を行って時間領域に戻し、補正データを得る。
- 記録の補正を行った後、積分計算を行って速度と変位を求め、さらに各種スペクトルの計算を行うシステムとした。計算の流れをFig.2に示す。図中の時刻合わせは、強震計の内蔵時計に基づいて実施した。

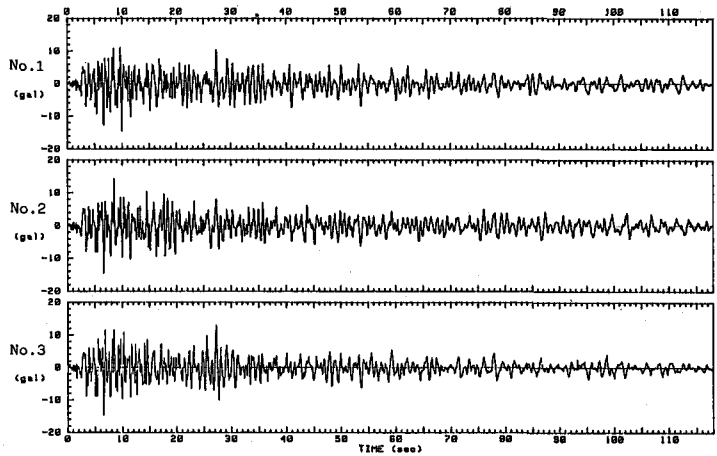


Fig.3 Acceleration records of 1984 Torishima-kinkai earthquake at Kawasaki city (E-W components).

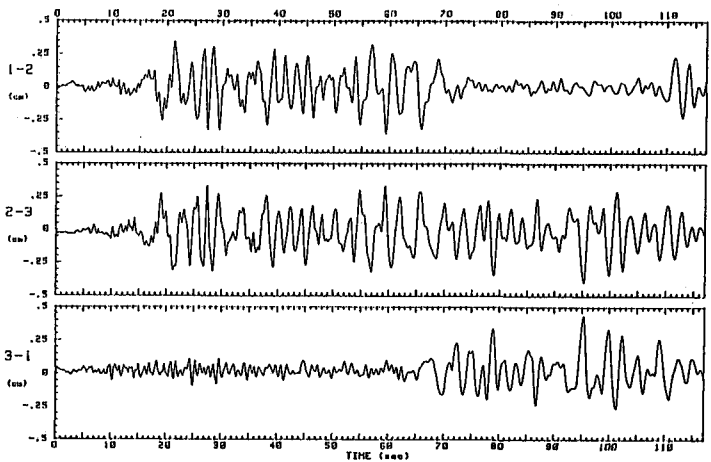
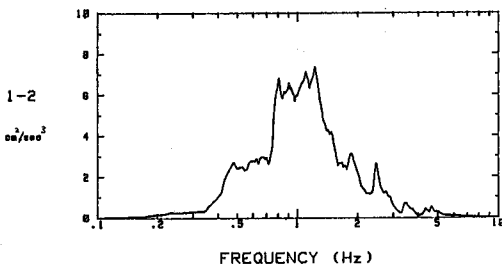


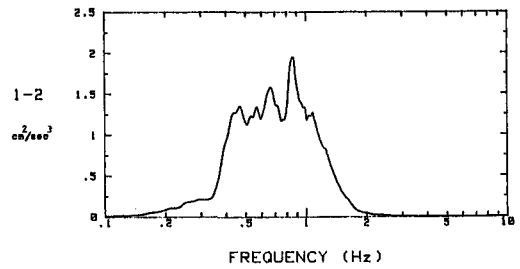
Fig.4 Relative displacements among each station. (E-W components) of 1984 Torishima-kinkai earthquake.

4. 解析例

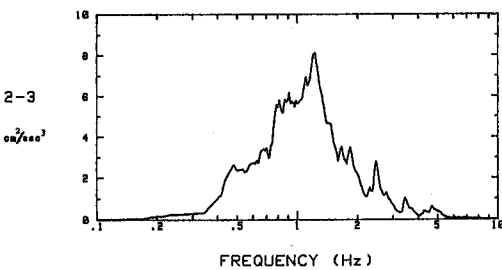
ここでは例として、1984年3月6日午前11時19分に鳥島近海で発生した地震の記録を用いた。この地震記録の諸元をTable 1に示す。この記録に0.2~30Hzのバンドパスフィルターをかけた補正加速度波形をFig.3に示す。(観測点No.1~No.3, EW方向)次に、各地点間の相対変位を計算してみるとFig.4のようになり、60秒付近を境にして変位のしかたに違いが現れている。No.3とNo.1の相対変位は、0~60秒までが小さく、それ以降で大きくなっている。逆にNo.1とNo.2の記録の相対変位は、70~110秒付近で小さくなっている。次にこれを周波数領域で検討してみる。Fig.5に各成分間の相互相関スペクトルを示す。左列が0~60秒、右列が70~110秒の記録を用いたスペクトルである。60秒までの記録を用いた図では、いずれも地盤の卓越周期1秒付近を中心に1Hz以上の振動数が卓越している。それに対し右列の図では1Hz未満の振動数が卓越しているのがわかる。また、相関スペクトルの大きさが大きく低下している。



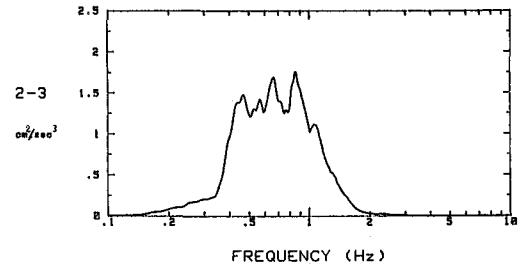
No.1 and No.2 0 to 60 sec.



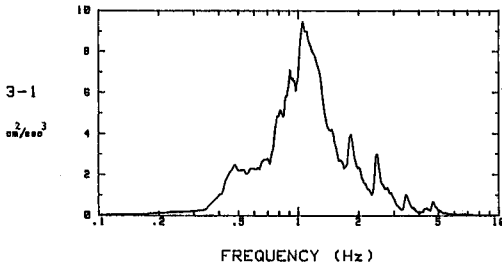
No.1 and No.2 70 to 110 sec.



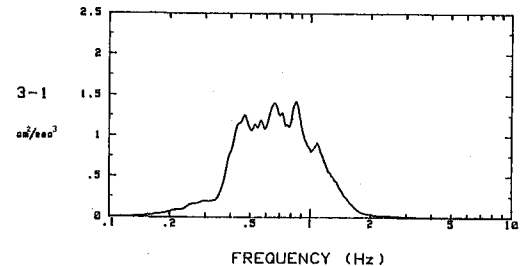
No.2 and No.3 0 to 60 sec.



No.2 and No.3 70 to 110 sec.



No.3 and No.1 0 to 60 sec.



No.3 and No.1 70 to 110 sec.

Fig.5 Cross spectra of acceleration records of 1984 Torishima-kinkai earthquake.

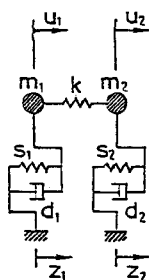


Fig.6 Simple model of a structure under multiple support excitation

5. 多点入力地震応答解析

橋梁の地震応答解析を行う際に、本システムの各観測点で得られる地震記録を入力地震動として利用することができる。ここでは、Fig.6に示す2自由度2質点系の簡単なモデルを用いた計算例を示す。このモデルは左右対称で、1次の固有周期は約1秒、減衰定数は0.05である。地盤から橋脚への入力 Z_1 、 Z_2 として同一波形を用いた場合と違う波形を用いた場合との応答波形を、それぞれFig.7、Fig.8に示す。また、応答の最大値をTable 2に示す。いずれの場合も異入力の応答波形(Fig.8)のほうが、同一入力の応答波形(Fig.7)より全体的に小さくなっている。さらにFig.8では、前半と後半とで、応答波形がかなり違っている。これは相対変位を計算したFig.4でも観察された性質である。

6. 謝辞 本アレー観測の実施にあたり日本鋼管中央技術研究所の方々にお世話になっています。深く謝意を表します。

7. 参考文献 1)山田・家村・伊津野・中西・黒沢：絶対時刻付強震計による三点アレー観測と地盤ひずみの推定，第18回地震工学研究発表会，1985年7月。

Table 2 Maximum values of response

Input	Acceleration	Velocity	Displacement
No.1-No.1	9.96 gal	13.89 kine	0.43 cm
No.2-No.2	10.57 gal	17.15 kine	0.45 cm
No.3-No.3	10.91 gal	13.07 kine	0.46 cm
No.1-No.2	10.74 gal	15.96 kine	0.43 cm
No.2-No.3	8.04 gal	11.67 kine	0.34 cm
No.3-No.1	6.15 gal	9.05 kine	0.23 cm

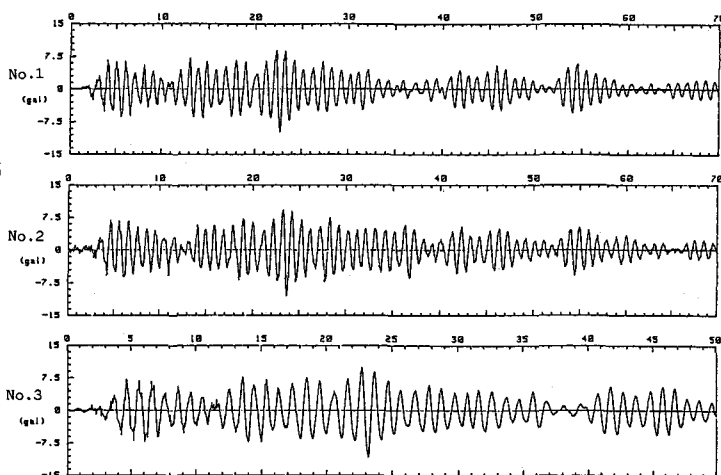


Fig.5 Time histories of response using the same accelerations.

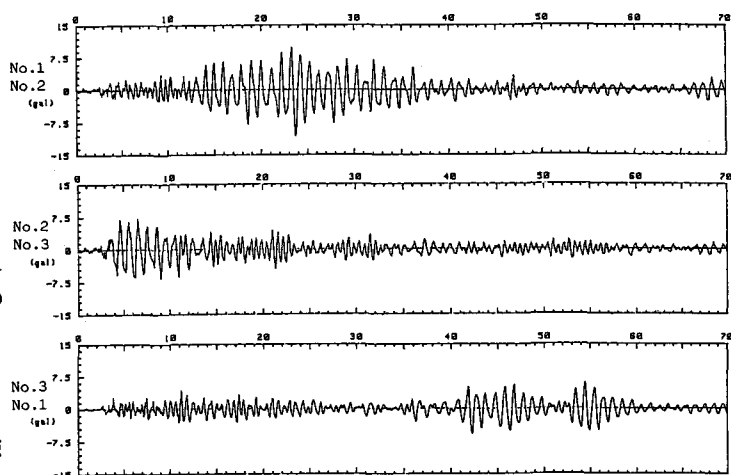


Fig.6 Time histories of response different accelerations.