

地震観測による逗子地点表層地盤の応答特性の検討

東京都立大学（正）○岩楯敏広 久木崎 隆、東電設計（正）安藤幸治

1 はじめに

都立大学では、逗子市の防災に資するため、逗子市内の地表および、深さ30mの基盤の観測点において、平面・鉛直アレー地震観測を実施している。1997年から1999年までに、34地震データを観測した。本研究は、これらの観測データの分析により、表層地盤のスペクトル特性を評価するとともに、観測データによる地盤構造の同定と同定モデルによる応答解析を実施し、表層地盤の応答特性を検討したものである。

2 強震アレー観測と地震観測データの概要

平面アレー観測は、田越川流域の沖積地盤地表の3観測点(K1,K4,K5)、小坪川流域の地表の観測点(K2)および逗子市南部の丘陵地の露頭岩盤上の観測点(K3)で実施している。また、鉛直アレー観測は、地表観測点K1とその直下のボーリング孔内の基盤層上の観測点(K6；N値 ≥ 50 、深さ-30m)で実施している(図1)。表1に、観測された主な地震の諸元、図2に、観測波形の1例を示す。この中で最大の地震は、東京湾を震源とした地震(地震番号1：M=5.1,8/29/98)であり、最大水平加速度は、沖積層が最も厚く堆積したK1地点の地表で、43gal、基盤で、15galを記録した。また、基盤(K6)と露頭岩盤(K3)の波形を比較すると、振幅、スペクトル特性ともほぼ対応している。

3 地震観測記録のモード解析と同定解析

K1地点の鉛直アレーの地震観測記録(地表と基盤)を用いて、時間領域のモード解析と著者らが開発した同定解析手法を組み合わせ、以下の条件で地盤構造を同定した。

(1) 解析モデルおよび解析条件

(a)解析に用いた地震記録は、表1に示す地震番号1,2,3の水平2成分(NS,EW)および上下成分(UD)である。(b)ボーリング試験結果に基づいて作成した地盤構造モデルを同定解

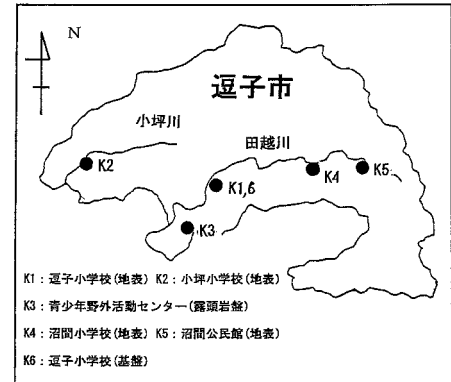


図1 強震アレー観測点

表1 観測された地震の諸元

番号	発生年月日	震源地	深さ(km)	M	最大加速度 (gal)
1	1998.08.29 08:46	東京湾	70.0	5.1	42.8
2	1999.05.22 09:48	神奈川県西部	20.0	4.4	16.3
3	1999.09.13 07:56	千葉県北西部	80.0	5.1	23.0

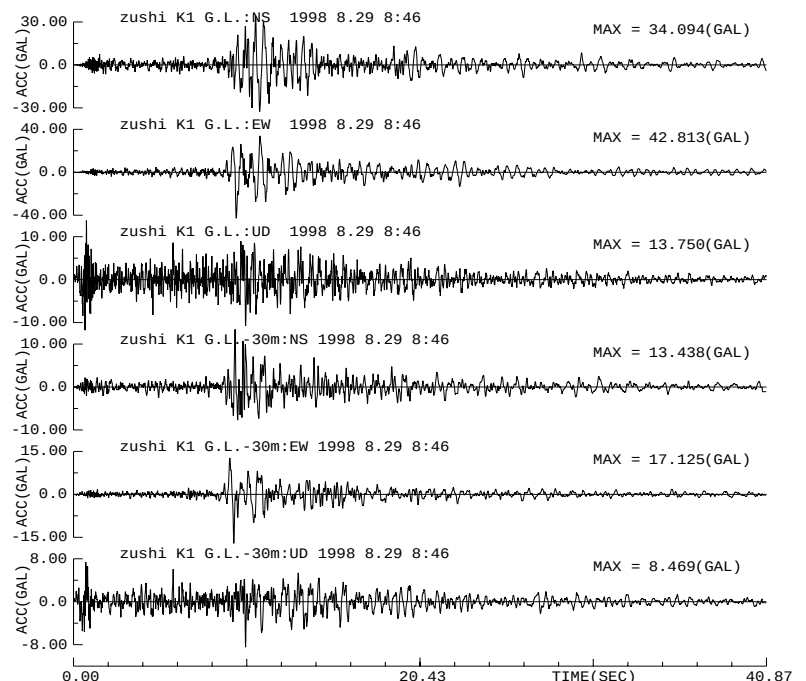


図2 地震観測データ(8/29/98)

地震観測、地盤震動、地震応答解析、同定解析、逗子地点

東京都立大学（192-0397,東京都八王子市南大沢1-1,Tel:0426-77-2946,Fax:0426-77-2772）

析の初期モデルとして採用した。

(c)地盤は、水平成層構造で、観測地震波は鉛直下方より入射すると仮定し、一次元波動方程式に従うことを前提とする。(d)計算に関連する地盤物性値の中で、同定パラメータとして、剪断波速度と減衰定数の2つを選び、地盤の密度と層厚は固定した。

(2) 解析方法 (a)第1に、基盤の加速度記録を入力波、地表面の記録をその応答とみなして時間領域でモード解析を行い、地盤の固有値と固有ベクトルを算定した。

(b)第2に、伝達関数を算定し、これを対象に同定解析を実施し、各層の剪断波速度と減衰定数を同定した。

4 解析結果

(1)モード解析結果 (a)モード解析から得られた固有値を、表2に示す。NS方向、EW方向の固有値構成は、ほぼ一致している。(b)3つの地震記録の各成分(NS,EW,UD)に対して、モード解析により求めた伝達関数と観測波形の平均スペクトル比を比較した。結果の1例を図3(NS成分)に示す。解析結果は、観測結果と良い対応を示している。

(2) 同定解析結果 (a)同定された物性値の1例を、表3(NS成分)に示す。同定値の初期値に対する最大変化率(変化量の初期値に対する割合)は層番号3の剪断波速度で+1.20であるが、他の物性値は±0.1以下に留まっている。(b)伝達関数について、同定解析結果をモード解析結果および観測結果と比較し、図3(NS成分)に示す。(c)地震番号1の同定解析による計算加速度波形を観測波形(NS,EW,UD)と比較し、図4に示す。同定解析結果は観測結果と良く一致しており、モデルによる応答は、観測記録(特に主要動の部分)をよく再現している。以上の結果により、同定手法、同定モデルの妥当性が確かめられた。今後、本解析手法を多くの地震記録に適用し、解析精度の向上を図りたい。

参考文献

1.Takahiro IWATATE,Akiro OHOKA
Surface Ground Motion Characteristics of Zushi-site'Memoirs of Faculty of Engineering Tokyo Metropolitan University No '1996

表2 固有値(固有振動数(f)と減衰定数(h))

次数	NS方向		EW方向		UD方向	
	f (Hz)	h (%)	f (Hz)	h (%)	f (Hz)	h (%)
1	2.23	6.6	2.20	9.1	11.50	10.2
2	6.38	6.3	6.37	7.6		

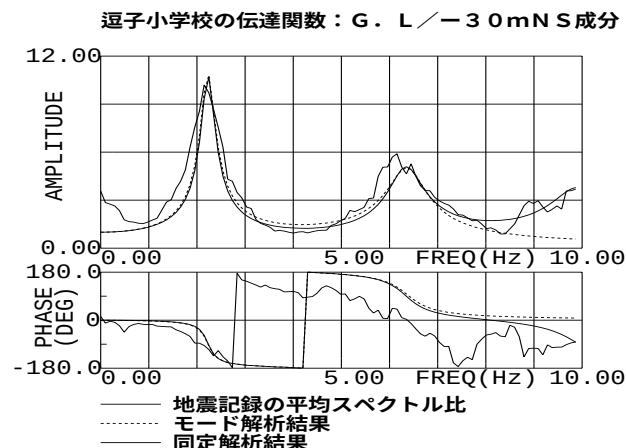


図3 伝達関数の観測値と解析値の比較

表3 同定された物性値 (NS成分)

層番号	土質	密度 (t/m^3)	剪断波速度(m/s)		減衰係数	
			初期値	同定値	初期値	同定値
1	埋土	1.70	150.0	149.8	0.07	0.07
2	砂質土	1.80	130.0	135.5	0.07	0.05
3	砂質シルト	1.50	100.0	219.6	0.07	0.08
4	砂質シルト	1.90	220.0	236.2	0.03	0.03
5	砂質シルト	2.00	250.0	253.1	0.03	0.03
6	基盤風化層	2.00	400.0	400.8	0.03	0.03
7	基盤	2.10	700.0	700.5	0.03	0.03

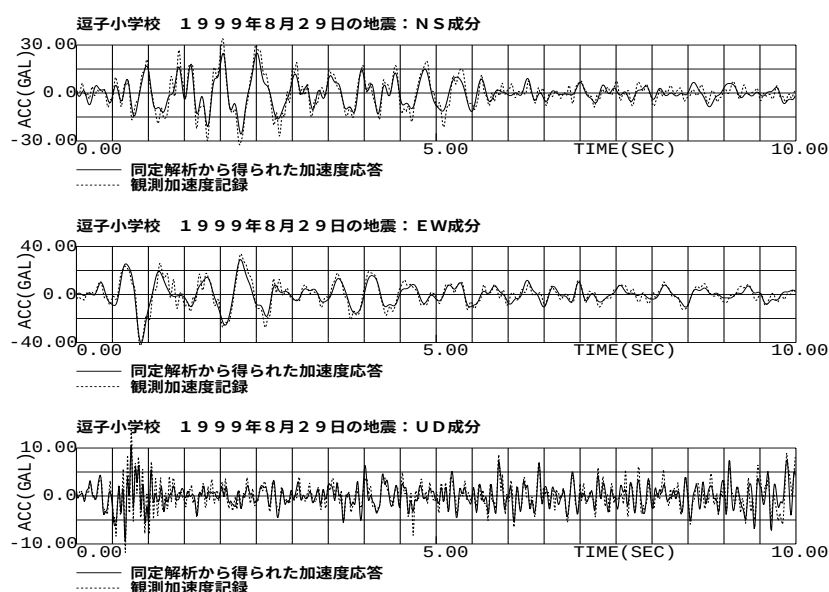


図4 加速度応答波形の観測値と同定解析値の比較