

強地震観測アレーがとらえたローカルサイトエフェクト —地震観測データに基づく逗子地域の不整形表層地盤の地震応答特性—

1. はじめに
2. 逗子観測地点の概要
3. 地震観測の概要
4. 常時微動観測の概要
5. 地震探査の概要
6. 地震観測データ
7. 常時微動観測による地盤の応答特性
8. 地震探査法による地下構造の推定
9. 観測記録を用いた地盤物性の評価
10. まとめ

岩 楯 敏 広*
小 田 義 也*

要 約

都立大学では、逗子市の地域防災計画の策定¹⁾に協力し、地震被害想定に必要な基礎的な地震データを取得するため、逗子地域の不整形地盤を対象に、地盤構造の異なった地表5地点 (K1～K5)とK1地点の地下-30mの基盤に地震計を設置し、水平アレーおよび鉛直アレー地震観測を実施してきた。

1994年より、今までに 茨城県南西部や山梨県東部、相模湾、千葉県、茨城県沖を震源とする震央距離60km程度の中小規模 ($M \leq 5$) や三宅島近海で発生した火山性地震など約100以上の地震データを得た。これらの地震観測記録および常時微動観測記録により、表層地盤の応答特性について検討し、表層地盤の地盤構造や層厚と地盤の卓越振動数の関係を明らかにした。

また常時微動観測や地震探査により推定した表層地盤の厚さはともに既往のボーリング調査試験結果と良い対応を示し、常時微動観測、浅層反射法を組み合わせることにより簡易にかつ経済的に表層地盤の層厚を概略推定できることがわかった。

既往のボーリング調査結果を用いて初期の地盤構造モデルを設定し、提案した同定手法により、常時微動観測記録、地震記録を用いて表層地盤構造を同定した。同定結果(地盤構造、応答波形)は、地盤データおよび観測波形と良い対応を示し、同定モデル、同定手法の妥当性を検証できた。

1. はじめに

不整形地盤に建設された土木構造物が地震時に地盤の応答特性の影響を強く受け、大きな被害を被ったことが過去の地震被害や阪神・淡路大震災により明らかとなった。逗子地域では、過去にはほぼ70年周期で繰り返し地震被害が発生しており、M7クラスの地震が近い将来発生することが予想されている。このため、都立大学では、逗子市の地域防災計画¹⁾の策定に協力し、地震被害想定に必要な基礎的な地震データを取得するため、地盤構造の異なった地表5地点(K1~K5)とK1地点の地下-30mの基盤に地震計を設置し、水平アレーおよび鉛直アレー地震観測(図1)を実施してきた。

ここでは、地震観測データおよび各観測点において実施した地盤の物理探査試験、常時微動観測に基づいて調査・検討した不整形地盤の地下構造、速度構造および地震応答特性、さらに、開発した同定手法²⁾を常時微動観測データ、地震観測データに適用し、地盤構造を同定した結果について示し、逗子地域のローカルサイトについて述べる³⁾。

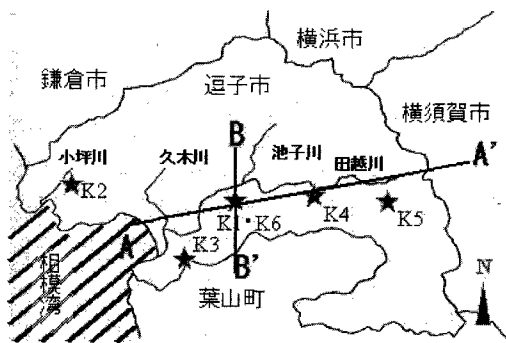


図1 逗子市と強震アレー観測点

2. 観測地点の概要

(a) 逗子市の地形・地質

逗子市は、神奈川県南西部三浦半島の付け根に位置する。三浦半島の北部は、三浦丘陵で構成され、北方へは多摩丘陵へと続き、南方は三浦台

地に限られている。逗子市は、この丘陵地を刻み込んでいる田越川の流域にあり、隣接する市や町との境界は一部を除いて丘陵地の稜線から成っている。

逗子市の地質は、葉山層群と三浦層群から成る。逗子市に分布するのは、三浦層群の中の逗子層と池子層である。逗子の基盤をなす逗子層は、主にシルト岩から成り、基底部には田越川砂礫岩部層と呼ばれる砂礫岩層を伴う。池子層は逗子層を整合に覆い鷹取岩火砕岩部層とそれを覆う凝灰質シルト岩と火砕岩互層とから成る。逗子層は、西北西-東南東の走向で北に傾斜している。田越川の低地は走向に沿って形成された谷が埋め立てられたものである。田越川低地の南側では、丘陵地に緩傾斜で低地に接するのに対して、北側では急傾斜で接している。低地の北側では、南側に比べて崩壊地が多数分布するのは、南側が流れ盤であるのに対して、北側では、受け盤となっているからと考える。田越川の低地はほぼ東西に延びる。逗子海岸に接する海岸部から内陸にかけて逗子市役所付近まで砂州が発達している。その上流部は氾濫原となっており一部に自然堤防が見られる。逗子市西北端部には、田越川とは水系の異なる水系に小坪川があり、その流域低地には、約1万8千~2万年前にあった最終氷河期の極相期以降に堆積した軟弱な沖積層がある。埋立地は、小坪五丁目と浄水管理センターしかない。いずれも旧波食台からなる浅い海岸に盛土したものである。近年、丘陵地は大規模な切土、盛土を伴う造成が盛んに行われ、その結果、かつての谷筋が不明瞭になっているばかりでなく、一部では分水界の位置が移動している。

(b) 地盤構成と分布

松田¹⁾らは、逗子市内の地盤構成を、その形成史、表層に分布する堆積物の特徴、さらに人口改変の結果などから検討し、さらに、既往のボーリングデータや逗子市史に基づいて、代表的な断面の地質断面を検討し、34の地盤型に分類した。図2、図3に、田越川沿いの地質断面図、田越川直交方向の断面図を示す。

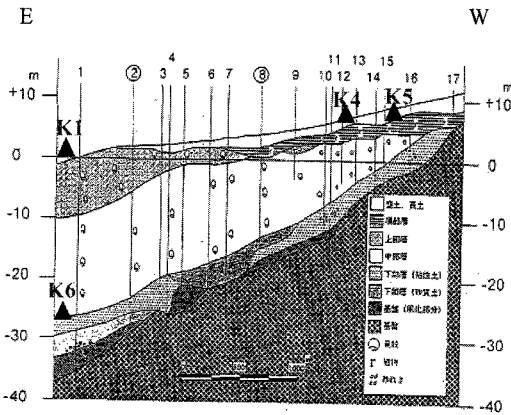


図2 田越川沿いの地質断面図(A-A')

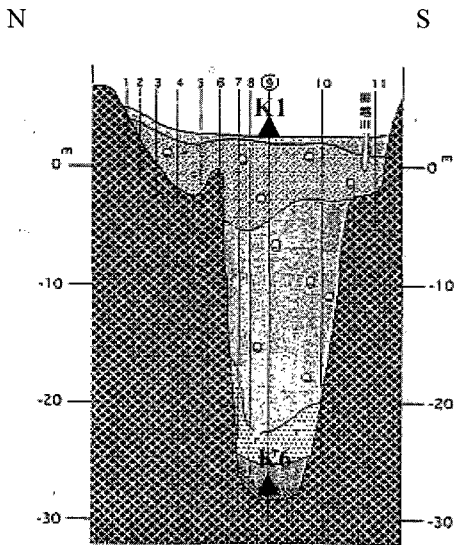


図3 池子川沿いの地質断面図(B-B')

(c) 地盤モデル

表1に、既往の地盤調査データ等に基づいて作成した各観測点の地盤構造モデルを示す。

この内、逗子小学校 (K1) の地盤モデルは、鉛直アレー観測点用設置時に実施したボーリング結果に基づいて作成したものである。

3. 地震観測の概要

水平アレー地震観測は、地盤構造が比較的既知な沖積地盤上の田越川流域に3点 (K1、K4、K5)、小坪川流域に1点 (K2)、及び南側丘陵地の青少年教育センター (蘆花公園) の岩盤上に1点 (K3)、地上地震計を設置し、1994年6月より実施している。また、鉛直アレー観測は、K1地点のボーリング孔内基盤 (N値 ≥ 50 、深さ -30m) に地中地震計 (K6) を増設し、1997年8月より実施している。

水平アレー地震観測用の地震計は、東京測振製の地上用ICカード地震計 (CV-601:サーボ加速度計3成分)である。サンプリング周波数は100Hz、遅延時間は5秒で、約55秒間記録する。一方、鉛直アレー地震観測用の地震計は、勝島製埋設型加速度計 (SD-203B、3成分) で、GPS校正装置、収録器 (DATOL-100、増幅器、処理装置) から成る。サンプリング周波数は100Hz、遅延時間は10秒で、約70秒間の観測が可能である。

表1 地震観測点の地盤構造モデル

層番号	土質	密度 (t/m^3)	剪断波速度 (m/s)	深度 (m)	層構造
1	ローム・砂	1.70	150.0	1.0	
2	砂質土	1.80	130.0	4.0	
3	粘性土	1.50	100.0	20.0	
4	粘性土	1.90	220.0	24.0	
5	粘性土	2.00	250.0	25.0	
6	基盤風化層	2.00	400.0	26.0	
7	基盤	2.10	700.0	—	////

(a) K1の地盤構造

層番号	土質	密度 (t/m^3)	剪断波速度 (m/s)	深度 (m)	層構造
1	ローム・砂	1.70	150.0	1.0	
2	粘性土	1.50	100.0	4.0	
3	砂質土	1.80	130.0	5.0	
4	粘性土	1.50	100.0	12.0	
5	粘性土	1.60	190.0	15.0	
6	基盤	2.10	700.0	—	////

(c) K4の地盤構造

層番号	土質	密度 (t/m^3)	剪断波速度 (m/s)	深度 (m)	層構造
1	基盤風化層	2.00	400.0	1.0	
2	基盤	2.10	700.0	—	////

(b) K3の地盤構造

層番号	土質	密度 (t/m^3)	剪断波速度 (m/s)	深度 (m)	層構造
1	ローム・砂	1.70	150.0	1.0	
2	粘性土	1.50	100.0	4.0	
3	粘性土	1.60	190.0	7.0	
4	基盤	2.10	700.0	—	////

(d) K5の地盤構造

4. 常時微動観測の概要

常時微動観測は、既設の観測点の他、逗子地域を概ね 250m×250mメッシュに分けて実施している。東京測振製の携帯用地震計（SPC-35：水平2成分、上下1成分）を使用し、1観測点で、100Hzのサンプリング周波数で、1回につき5分間（30000個）のデータを取得した。また、K1地点、K2地点では、局所的な地盤特性を把握するため後述の地震探査を行った測線に沿って5m間隔に観測点（20観測点）を設け実施した。解析は、1観測点、1ケースにつきノイズの少ない波形が定常性を保っていると考えられる区間のデータを2048個（20.48秒）選び、FFT解析によりフーリエスペクトルを算出し、表層地盤の卓越振動数を求めた。

5. 地震探査の概要

不整形地盤の地盤構造をよりの確に評価する事を目的に、K1地点、K2地点において地震探査

（浅層反射法による弾性波探査と板たたき法）を行い、表層地盤の2次元的な地下構造、速度構造と地盤の微動特性について調べ、既往のボーリング調査結果による地盤構造と比較した。K1地点の測線長は南北方向に94mで、測点は2m間隔で合計48点である。

6. 地震観測データ

観測記録は、2種類の地震計の設置時期より、第I期観測（94年～96年：水平アレーのみ）と第II期（97年～：水平アレーと鉛直アレー）の2期に分けられる（表2）。

(a) 今までに、第I期観測で約40、第II期観測約60の合計で約100以上の地震記録が得られている。主な地震は茨城県、南西部や山梨県東部、相模湾、千葉県、茨城県沖を震源とする震央距離60km程度の中小規模（ $M \leq 5$ ）である（図4）。また、最近では、三宅島近海で発生した火山性地震も多く観測されている。この内、最大加速度記録は、1995年7月3日の相模湾地震（ $M=5.6$ ）で、

表2 観測した地震の諸元(1994～)

番号	地震名	発生日時	震央位置(度)		深さ(km)	M
			北緯	東経		
1	千葉県南部	06/29/94 11:01:58	34.94	139.87	60	5.2
2	ウラジオストック	07/22/94 03:38:00	42.31	133.55	551	7.6
3	房総半島沖	09/11/94 17:09:52	34.85	140.54	77	5.1
4	神奈川県西部	10/25/94 02:56:00	35.49	139.07	24	4.3
5	東京湾	01/01/95 05:52:26	35.62	140.10	76	4.8
6	茨城県南西部	01/07/95 21:34:39	36.32	139.96	70	5.4
7	兵庫県南部	01/17/95 05:46:52	35.62	135.02	14	7.2
8	茨城県南西部	03/23/95 07:24:33	36.12	140.00	50	5.2
9	相模湾	07/03/95 08:53:42	35.16	139.53	122	5.6
10	福島県沖	02/17/96 00:23:06	37.07	141.98	25	5.2
11	山梨県東部	08/09/96 03:16:06	35.51	138.97	18	4.7
12	茨城県東方沖	09/11/96 11:37:13	35.59	141.26	56	6.7
13	房総半島南西沖	11/28/96 16:40:43	34.60	140.30	55	5.5
14	茨城県南西部	12/21/96 10:28:48	36.10	139.80	40	5.5
15	伊豆半島東方沖	03/03/97 23:09:00	35.00	139.10	10	5.2
16	静岡県伊豆半島	03/04/97 12:51:00	34.90	139.10	2	5.6
17	埼玉県南部	08/09/97 05:34:00	35.90	139.50	70	5.1
18	千葉県北西部	01/14/98 02:17:00	35.60	140.30	80	5.0
19	福島県沖	04/09/98 17:45:00	36.90	141.00	90	5.4
20	東京湾	08/29/98 08:46:00	35.60	140.00	70	5.4
21	神奈川県西部	05/22/99 09:48:00	35.30	139.10	20	4.4
22	千葉県北西部	09/13/99 07:56:00	35.60	140.20	80	5.1
23	千葉県南部	12/29/99 01:06:00	35.20	140.20	60	3.8

地表で75gal（水平）、21gal（上下）であった。

図5に、地表（K1）および基盤（K6）の観測波形の1例を示す。増幅率は、ほぼ3倍であり、非線形はほとんど示されてない。また、図6に、各観測点の観測波形のスペクトルを基盤（K6）の観測波形のスペクトルで除して求めた伝達関数を示す。伝達関数から各観測点の卓越振動数を求

めると、NS方向、EW方向に対し大きな違いがなく、K1地点で2.0Hz~2.8Hz、K2地点で4.0Hz~4.2Hz、K4地点で2.8Hz~3.3Hz、K5地点で6.5Hzである。露頭基盤（K3）では、基盤の記録と振幅、スペクトル特性がほぼ対応しており、明確な卓越振動数は得られていない。また、これらの結

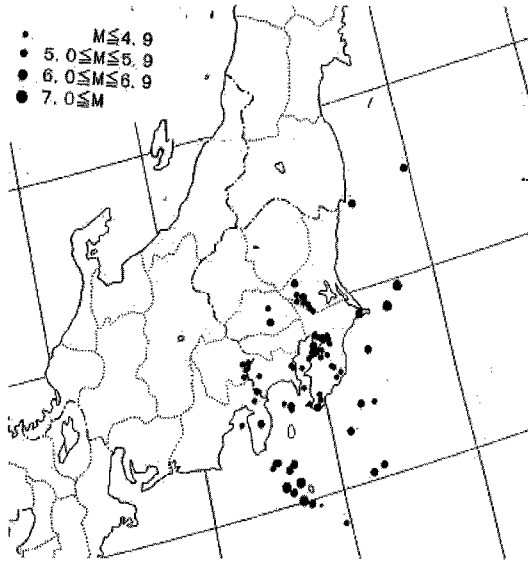


図4 観測された地震の規模と震央分布(94~)

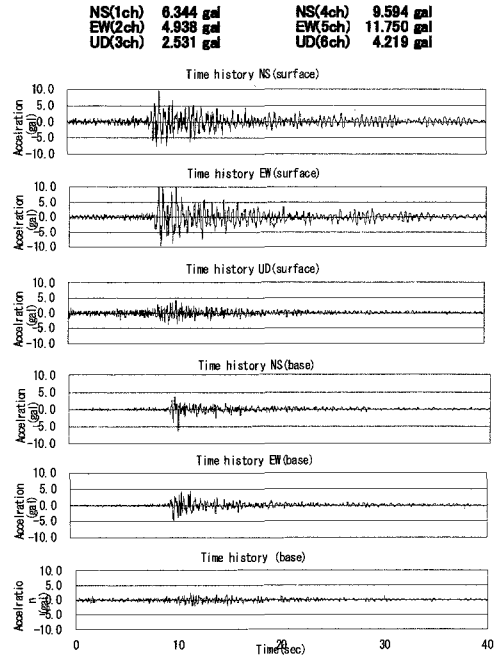


図5 逗子小学校(K1、K6)の地震観測波形(相模湾地震:950703)

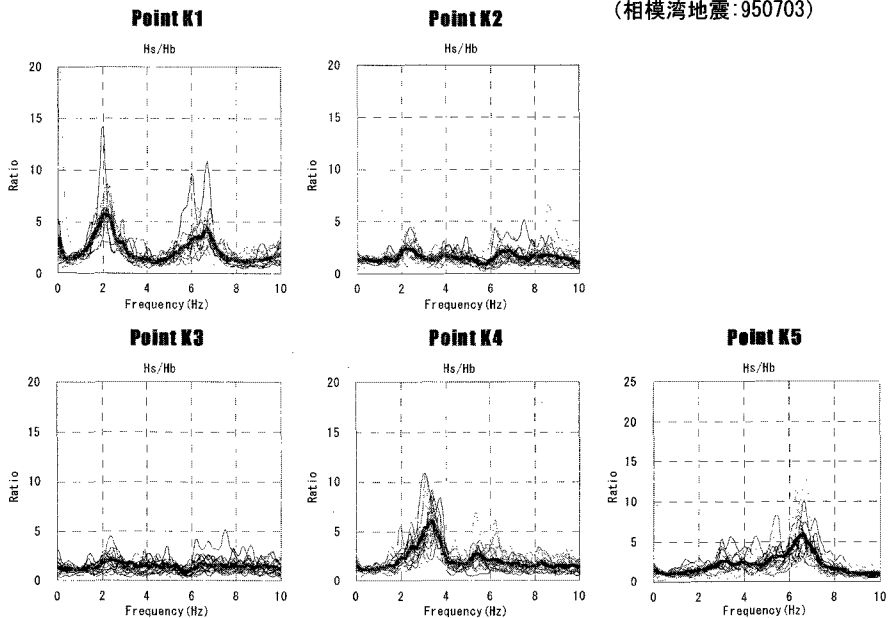


図6 各地点の観測地震波形のスペクトル比(地表/基盤)(各地震とその平均値)

果は、後述の常時微動観測結果と良く一致する。

7. 常時微動観測による地盤の応答特性^{3), 4)}

(a) 地盤の卓越振動数：H/Vスペクトルから各点の卓越振動数を求めると、K1地点で2.0～4.0Hz、K2地点で、2.0Hz～6.0Hz、K4地点3Hz～4Hz、K5地点で2Hzおよび5.0Hz～8.0Hzとなった。また、露頭基盤(K3)では、明確に卓越振動数は得られていない(図7)。これらの結果は、地震観測記録による結果とほぼ対応する。

(b) 表層地盤厚さの推定：常時微動観測によって得られた卓越振動数(f_p)とボーリング調査結果から求めた表層地盤のせん断波速度(V_s : m/s)を用いて、4分の1波長則に基づいて次式により表層地盤厚さ(H_a : m)を推定した。

$$H_a = V_s / 4 f_p$$

(c) 解析結果

図8に、各観測点における4分の1波長則および既往のボーリング結果により求めた表層地盤厚さ(推定深度)を比較して示す。両者は比較的良好な対応を示した。卓越振動数の値は、各観測点において差があり表層地盤の物性や層厚の違いを反

映しているものと考えられる。また、図9は、逗子小学校校庭(K1地点)の南北方向に沿った観測点(94m)で観測した卓越振動数から1/4波長則により算定した表層地盤の厚さ(基盤の深度)の変化を示したものである。これらの値は若干ばらついてはいるが、南から北に向かって深度が増加する傾向が見られた。

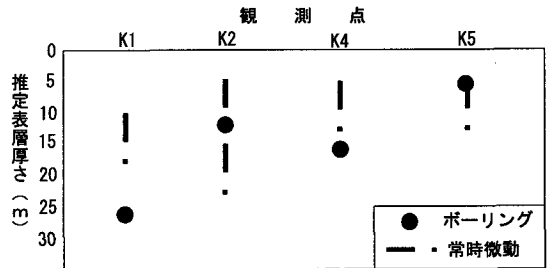


図8 常時微動観測による表層地盤厚さの推定結果(ボーリングデータとの比較)

8. 地震探査法による地下構造の推定³⁾

(a) K1地点において実施した板たたき法による地震探査から求めた表層地盤のS波速度は250m/s～300m/sとなり、ボーリング調査試験結果より推定した値より若干大きい。

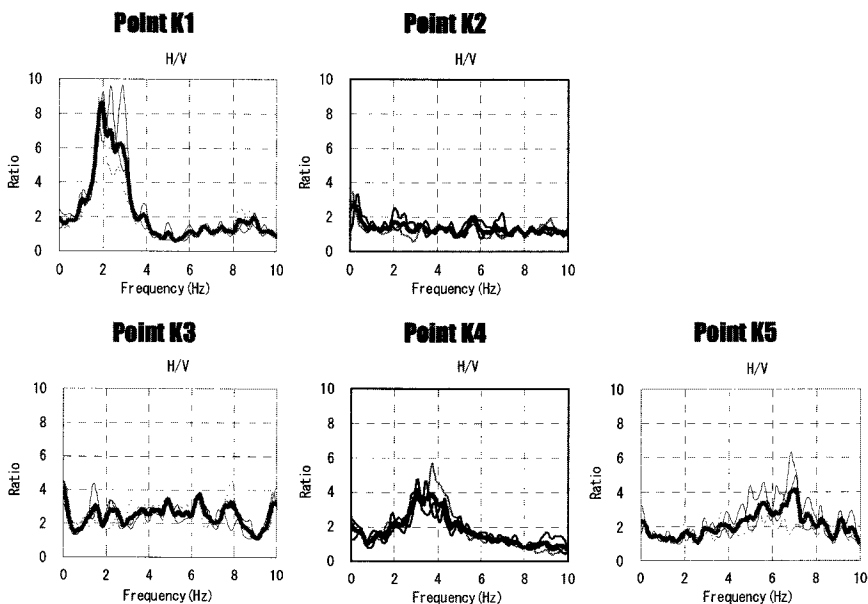


図7 常時微動観測記録による各観測点(K1、K2、K3、K4、K5)のH/Vスペクトル比

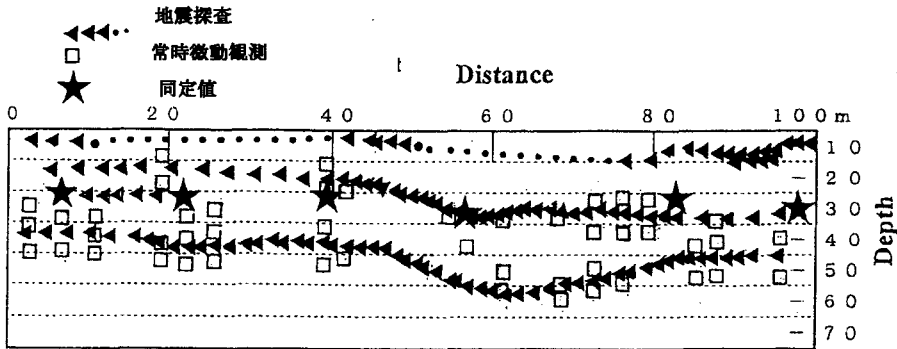


図9 逗子小学校 (K1 地点) の地盤構造 (反射法、常時微動観測、同定解析結果の比較)

(b) 浅層反射法により特定した K1 地点の表層地盤の地盤構造 (深さ 70m 程度) を常時微動観測結果と比較すると、K1 地点は、左端 (南) の深度約 15m から右 (北) に進むにつれて深度 30m まで降下する連続性の良い反射面が存在する。これは表層の沖積地盤と三浦層群 (基盤面) の境界の形状を表しているものと考えられる。また、測線の右端では、深さ 3m~10m に分布する反射面が存在するが、盛土と沖積地盤の境界面と考えられる。左端のボーリング柱状図による基盤深度は約 28m であり、浅層反射法による結果と良く対応している (図 9)。

9. 観測記録を用いた地盤物性の評価

以下に示す開発した 2 種の同定手法^{2), 5)}により表層地盤構造(物性、層厚)を同定した。

- (a) 地表面の 2 つの観測記録を利用する方法
- (b) 基盤と表層地盤の観測記録を利用する方法

9. 1 地表面観測記録を利用した地盤物性値の同定

(1) 同定手法の概要

本手法は、地表の 2 地点での観測記録 (S1 (a1), S2 (a2)) (実体波と想定) と 2 地点の地盤モデル (図 10) を用いて、重複反射理論 (逆解析) により、共通地層内 (以後基盤層) の入射波を算定し、これが同一になる条件より、2 地点の地盤物性 (密度 ρ 、弾性波速度 V_s 、層厚 H 、減

衰 h) を同定するものである。

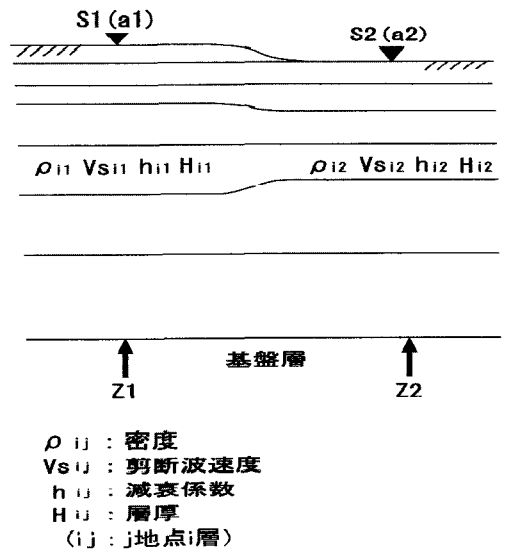


図10 地盤構造モデル (地表面データによる地盤構造の同定)

(2) 地表面常時微動観測記録による地盤構造の同定

本同定手法を、K1 地点に適用し、K1 地点の浅層反射法の測線 (約 100m) に沿って観測した地表面の微動波形を用いて、表層地盤の層厚、物性 (せん断波速度) をパラメータとして地盤構造を同定した。図 9 の星印は、同定した表層厚さを示すものである。同定結果は、常時微動記録から 1/4 波長則により算定した結果および反射法による表層厚とほぼ対応する。

(3) 水平アレー地震観測記録による地盤構造の同定

本同定手法を、逗子市の水平アレー地震観測地点 (K1、K3、K4 および K5) に適用し、地盤構造を同定した。ここでは、K1 と K4 の結果について示す。

(3-1) 解析条件

- (a) 解析で対象とした 2 地点 (K1、K4) の地盤構造モデル (初期モデル) は、既往のボーリングデータなどに基づいて作成したものである (表 1)。
- (b) 解析で使った地震記録は、表 2 に示した地震記録の内地表面加速度比較的大きい 3 つの地震 (9 相模湾地震、20 東京湾地震および 21 神奈川県西部地震) である。
- (c) 同定解析では、各観測点の基盤の深さを考慮して、解析対象 2 地点の深さ 30m の共通基盤内 ($V_s=700\text{m/s}$) での入力波を算定し比較した。物性値のパラメータとして、せん断波速度 (V_s) を選定した。水平 2 方向 (NS & EW) を解析波形として、主要動部を含む 10.24 秒、解析振動数範囲を 0.0~10.0Hz として解析を行った。

(3-2) K1 と K4 の NS 方向の同定解析結果

図 11 に解析で得られた K1 と K4 の共通基盤の入射波スペクトル (絶対値と位相) (NS 成分) を重ねて示す。これより、双方のスペクトル特性はほぼ一致していると考えられる。また、図 12 に、K1 と K4 の地表面加速度応答の実測値と同定解析値を比較して示す。これらの結果は、解析結果を時間領域で確認するため、互いに他の地点の入射波を基盤から入力して求めた地表面の応答と観測記録とを比較したものである。

解析値と実測値は良い対応を示していることが確認できた。地点 K1 と K3 の NS 方向に対しても同定したが、良い結果が得られた。

9. 2 鉛直アレー地震観測記録を利用した地盤構造の同定 (モード解析と同定解析)⁴⁾

K1 地点の鉛直アレーの地震観測記録 (地表と

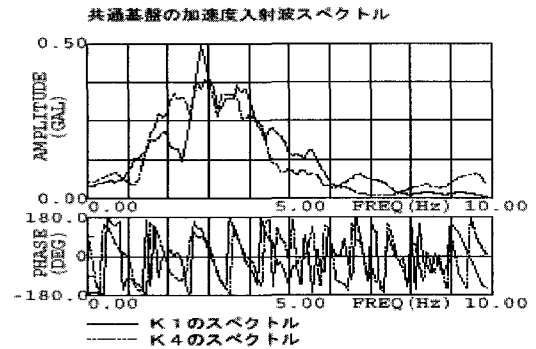


図 11 共通基盤の加速度入射波スペクトル (K1 地点と K4 地点の比較 : NS 成分)

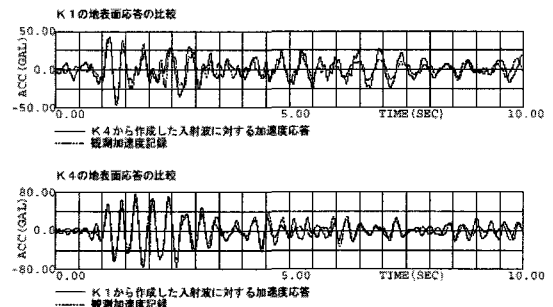


図 12 K1 地点 K4 地点の地表面同定波形と観測波形の比較 (NS 成分)

基盤) を用いて、時間領域のモード解析と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 2 に示す地震番号 9、20、21 の 3 つの地震の水平 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、地震波は鉛直下方より入射すると仮定し、観測された地震波は、一次元波動方程式に従うことを前提する。

(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選んだのは、せん断波速度と減衰定数の 2 つである。

(2) 解析方法

- (a) 第 1 に、基盤の観測記録を入力波、地表面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、各層のせん断速度と減衰定数を同定した。

(3) 解析結果

(3-1) モード解析結果

(a) モード解析から得られた固有値を、表3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、図13に示す。解析結果は、観測結果と良い対応を示している。

(3-2) 同定解析結果

(a) 同定された物性値を、表4(NS成分)に示す。NS成分について、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)を調べると、層番号3のせん断波速度で、+1.17で、他の成分は、0.1以下に留まっている。(b) 伝達関数について、同定解析結果は、図14に示すようにモード解析結果および観測結果と良く一致する。(c) 東京湾地震(No.20)の同定解析による解析

表3 固有値(固有周波数(f(Hz))及び固有減衰定数(h(%))

次数	NS 方向		EW 方向	
	f(Hz)	h(%)	f(Hz)	h(%)
1	2.12	7.1	2.15	7.2
2	6.20	5.9	6.17	7.5

表4 同定された観測点の地盤構造(K1地点、K4地点)

K1の同定解析結果(NS方向)

層番号	土質	平均剪断波速度(m/s)	
		平均値(m/s)	範囲(m/s)
1	ローム・砂	149.9	0.2
2	砂質土	135.0	7.0
3	粘性土	214.0	15.1
4	粘性土	248.4	10.6
5	粘性土	256.2	3.4
6	基盤風化層	403.6	2.2

K4の同定解析結果(NS方向)

層番号	土質	平均剪断波速度(m/s)	
		平均値(m/s)	範囲(m/s)
1	ローム・砂	149.5	0.3
2	粘性土	101.6	12.5
3	砂質土	133.5	2.7
4	粘性土	197.4	16.5
5	粘性土	223.2	11.9

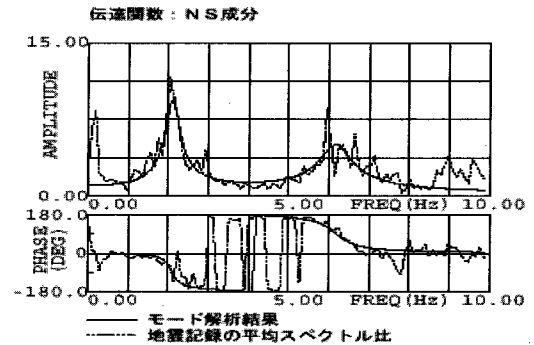


図13 モード解析による伝達関数と観測波形の平均スペクトル比の比較

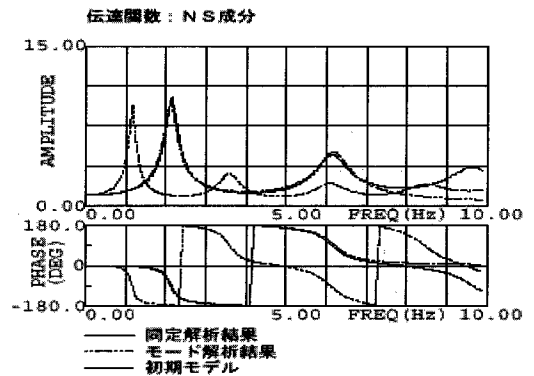


図14 K1地点における地盤の伝達関数(地震記録とモード解析, 同定解析の比較)

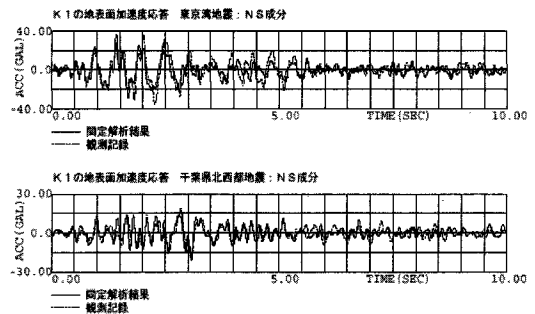


図15 同定解析加速度波形と観測波形の比較

加速度波形を観測波形 (NS、EW、UD) を比較し、図15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、同定手法および同定モデルの妥当性が確かめられた。

10. まとめ

- (1) 地震観測により、1994年から今まで、約100個の地震データをデータベース化した。これらの地震記録の中で、最大の加速度記録は、地表面で約75gal(水平成分)、21gal(上下成分)であった。また、地表面の増幅率は、ほぼ3倍となった。露頭基盤と基盤 (-30m) の観測記録は、ほぼ対応している。これらの観測記録を用いて、表層地盤の応答特性、層厚と卓越振動数との関連など逗子地域の不整形地盤の応答特性を概略評価できた。
- (2) 常時微動観測記録による表層地盤の応答特性 (卓越振動数) は、地震観測データによるものとほぼ対応しており、常時微動観測データによっても、微小ひずみレベルの表層地盤の地震時応答特性を近似的に評価できた。
- (3) 常時微動観測結果および地震探査から推定した表層地盤の厚さはともに既往のボーリング調査試験結果と良い対応を示し、常時微動観測、浅層反射法を組み合わせることにより簡易にかつ経済的に表層地盤の層厚を概略推定できることがわかった。
- (4) 既往のボーリング調査結果を用いて地盤構造モデル (初期モデル) 設定し、提案した同定手

法により、常時微動観測記録、地震記録を用いて表層地盤構造を同定し、既往の地盤調査データと比較し、良い一致を得た。これにより、ここで提案した手法により地盤構造が概略評価できることがわかった。

(5) 以上、逗子地域の表層地盤の応答特性について検討した結果、ローカルサイトエフェクトが顕著に表れていることが確認できた。

今後は、さらに、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るとともに、大地震時の不整形地盤の応答特性について2次元、3次元モデルにより検討し、逗子市の防災に役立てたい。

参 考 文 献

- 1) 社団法人 都市防災研究所「逗子市地域防災計画 (地震対策編)策定事業調査研究報告書」平成6年2月
- 2) 安藤幸治、岩橋敏広「時間領域のモード解析による振動系の動特性の同定とその適用」土木学会論文集 Vol.9, No.2, No.450/I-20 pp.151-160, July 1992.
- 3) Takahiro Iwatate, et al. SURFACE GROUND MOTION CHARACTERISTICS OF ZUSHI-SITE. Eleventh World Conference on Earthquake Engineering (11 WCEE), Acapulco, MEXICO, June 23-28, 1996.
- 4) 岩橋敏広、安藤幸治、久木崎隆「地震観測による逗子地点表層地盤の応答特性の検討」土木学会第55回年次学術講演会 平成12年9月
- 5) 安藤幸治、岩橋敏広「水平アレー観測記録による表層地盤特性の同定とその適用-逗子市地域の地盤特性-」土木学会論文集No.731/I-63 pp.213-229, April 2003.

Key Words (キー・ワード)

Zushi (逗子), Earthquake Observation (地震観測), Microtremor Measurement (常時微動観測), Seismic Response Analysis (地震応答解析), Identification Method (同定手法), Surface Ground Motion Characteristics (表層地盤応答特性)

Seismic Characteristics of Surface Ground in Zushi Based Earthquake Observation Data

Takahiro Iwatate* and Yoshiya Oda*

*Graduate School of Engineering, Tokyo Metropolitan University
Comprehensive Urban Studies, No.80, 2003, pp.41-51

In order to clarify the surface ground motion characteristics at Zushi, which is anomalous soil layer, earthquake observation were conducted at five stations with different soil conditions on the ground and one bedrock (-30m) in Zushi City beginning in June, 1994.

Approximately 100 earthquakes were recorded, including the Chibaken-nanbu Earthquake (M=5.2), for which the maximum acceleration 75 gal (horizontal component). Microtremor measurements, and seismic explorations were also conducted at the ground surface of the five stations.

From these data, the seismic characteristics of the surface ground were clarified. Moreover, the soil structures and seismic response of surface ground were examined by developed identification method using the observed earthquake data.

These results will be useful for the seismological microzoning and planning seismic disaster mitigation in Zushi City.