

東京都立大学 正会員 岩橋敏広・大成建設 大岡 晃
五洋建設 木村良章・東電設計 正会員 安藤幸治

1. まえがき

都立大学では、文部省科学研究・総合研究の一環として、阪神・淡路大震災で被害を受けた芦屋・西宮地域の表層地盤を対象に常時微動観測を行い、表層地盤の応答特性と地震被害の関連について検討するとともに、開発した手法により地表面の常時微動観測データを用いて表層地盤の地盤構造を同定した。

2. 常時微動観測による地盤特性

(1) 芦屋市から西宮市にかけて東西方向2.5km, 南北方向4.5kmの地域を250mx250mmメッシュに分割し、表層地盤の常時微動観測(120観測点)を行い、地盤の応答特性について検討した(図1)。(2) 卓越振動数として、0.7Hz~0.9Hzと2.0Hz~4.0Hzにピークがあることを確認した。このうち、0.7Hz~0.9Hzのピークは、神戸市全域の地点で観測されており、脈動による洪積層(大阪層群)より上部の地盤全体の応答特性を示すものと考えられる。また、後者の2.0Hz~4.0Hzは、地域によって若干の差があり表層地盤の卓越振動数を示すものと考えられる。(3) 観測地域を被害の大きかった震度7の帯の区域(A)とその山側の被害の少なかった区域(B)および海側の液状化区域(C)の3つに分けて調べると、震度7の区域では、3.0Hz付近にピークが集中し、山側の区域では、これよりも若干大きい値を、また海側の液状化区域ではこれよりも若干小さい値を示した(図2)。

3. 表層地盤の同定

(1) 同定手法: 図3に同定手法の模式図を示す。今、地盤構造が概略知られている成層地盤上の2地点(S1, S2)で観測された地震記録(U1, U2)が得られているとする。これらの地表面の観測記録を入力として重複反射理論により、それぞれある深さにおける入射波(Z1, Z2)を算定する。もし、その深さが共通な岩盤内(共通基盤層)であれば、これら2つの波形は厳密には異なるがほぼ同一になると考えて良い。このような仮定に基づいて、異なる2地点の地表面での観測記録を用いて、共通基盤層内の同一のレベルでの入力波Z1, Z2あるいはその周波数スペクトル(以後周波数スペクトルを取りあげる)を算定し、これらが同一になるという条件から両地点の物性値を同定することが可能となる。

(2) 観測記録による表層地盤の同定: 解析の対象として、山側の観測点(19N1)から震度7の帯を横切って海の観測点(13N2)に至る南北方向の測線を選んだ。地盤のモデル化に当たっては、ボーリング調査資料に基づいて、洪積層(大阪層群)より上部を表層地盤、大阪層群を共通基盤層として初期モデルを作成した。各点の常時微動記録を用い、表層地盤モデルのせん断波速度と層厚を物性パラメータを選んで解析を行い、表層地盤を同定した(表1)。個々の同定した物性値の中には、初期モデルと若干差が見られるが、表層地盤の厚さは3割程度の変化に留まり、初期モデルが距離的に離れた地点の調査資料を参照して作成されたことなどを考慮すると許容内の修正値とみなし得る。また、図4に、隣接した2地点の同定モデルによる共通基盤層(深さ30m)での加速度入射波スペクトルの1例を比較して示す。両者はほぼ一致しており、同定結果が妥当と判断できる。同様に、隣り合う2地点を対象に、先に同定した地点の物性を固定しよう1地点を同定した。このような手順で最初の地点(19N1)から最後の地点(13N2)まで同定を繰り返して表層地盤構造を評価した。図5に、同定して求めた測線(19N1~13N2)に沿った表層地盤・基盤の断面図を示す。震度7の帯の地域の表層地盤は周辺の山側の地盤に比較してかなり厚く、卓越振動数が低いことからかなり軟質であることが指摘される。以上の結果、本手法により、常時微動観測記録を用いて地盤構造を概略把握できたと考える。今後は、本手法の適用性の拡大を図るとともに表層地盤の応答特性と地震被害の関連について検討する。

常時微動観測、同定解析、地震被害、阪神・淡路大震災、地盤応答特性、地震応答解析

〒八王子市南大沢1-1 東京都立大学、Tel/Fax 0426-77-2946

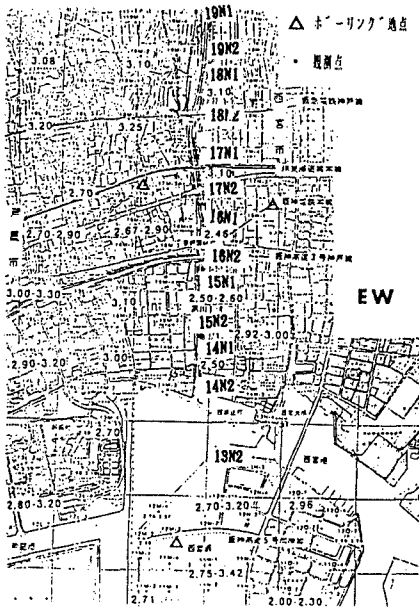


図1 常時微動観測点と卓越振動数の分布

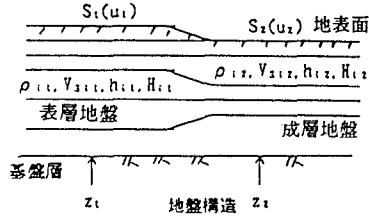


図3 同定手法の模式図

表1(1) 地点19N2の初期モデルと同定結果

No.	$\rho(t/a^3)$	$Vs(m/s)$		層厚 $H(m)$	
		初期値	同定値	初期値	同定値
1	1.70	100.0	94.2	4.0	3.6
2	1.95	300.0	300.0	26.0	26.4

表1(2) 地点18N1の初期モデルと同定結果

No.	$\rho(t/a^3)$	$Vs(m/s)$		層厚 $H(m)$	
		初期値	同定値	初期値	同定値
1	1.70	100.0	88.9	3.0	4.6
2	1.90	200.0	197.4	4.0	4.5
3	1.95	300.0	300.0	23.0	20.9

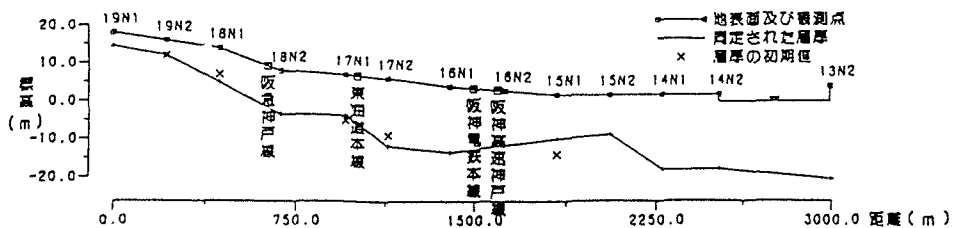


図5 同定解析による表層地盤の層厚と断面形状

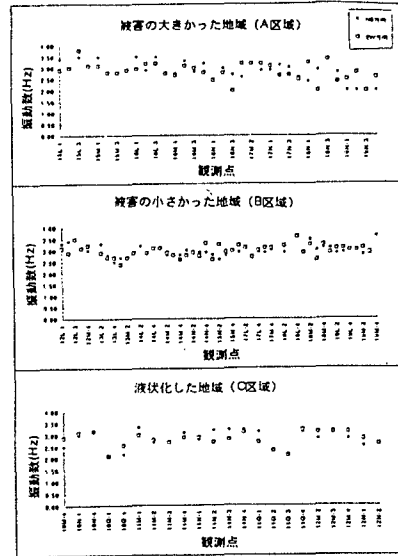


図2 ABC区域の卓越振動数(水平成分)の比較

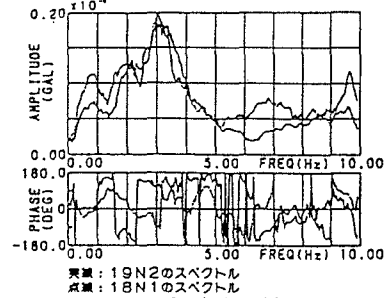


図4(1) 19N2と18N1の加速度入射スペクトルの比較

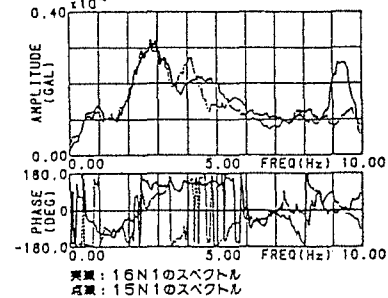


図4(2) 16N1と15N1の加速度入射スペクトルの比較