

大成建設（株） 正員 ○岡本 晋 前田寿朗
同 上 正員 立石 章 守屋雅之

1. はじめに

兵庫県南部地震では広範囲にわたり大きな加速度が生じたことが推定されている。しかし、この地域には地震観測点が少ないため、構造物の被災状況を考察する上でその建設地点における地震動を評価する必要がある。本報告では地表面地震動を評価するための第1段階として、神戸地区における $V_s=1\text{km/s}$ 相当層上面の加速度を、神戸海洋気象台における観測波¹⁾を用いて重複反射理論により推定した結果を報告する。

2. 気象台付近の地盤状況

神戸海洋気象台および周辺のボーリングデータ²⁾によると、深度80m程度までに明確な基盤は現れていない。また、香川³⁾の文献によれば、この付近の基盤深度は六甲山地から大阪湾にかけて急激に増加していることが推定される。そこで、ここでは気象台付近の表層の地盤構造をボーリングデータ等から表-1に示すように推定し、 $V_s=1\text{km/s}$ 相当層を基盤と考え、この層の深度を表-2に示すように変化させた。入力波として海洋気象台のNS成分を選び、この波が地表面に入射した時の基盤層上面の地震動を重複反射理論により

表-1 解析で使った地盤構成

深度 (m)	層厚 (m)	土質	推定 N値	V_s (km/s)	γ (tf/m^3)	γ_r ($\times 10^4$)	$h_{\max}$	$h_{\min}$
2	2.0	沖積粘土層	5	150	1.80	19.4	0.15	0.02
8	6.0	沖積砂層	15	210	1.85	6.2	0.25	0.02
19	11.0	洪積粘土層	50	310	1.95	19.4	0.15	0.02
24	5.0	洪積粘土層	45	270	1.90	19.4	0.15	0.02
34	10.0	洪積粘土層	50以上	410	1.95	非考 線感 形せ 性ず を	0.02	0.02
40	6.0	洪積砂層	50以上	520	2.00		0.02	0.02
60	20.0	洪積砂層	50以上	440	1.95		0.02	0.02
80	20.0	洪積砂層	50以上	540	2.00		0.02	0.02
100 ~ 200	20.0 ~ 120.0	洪積層	—	550	1.80		0.02	0.02
—	—	基盤	—	1000	2.10	—	0.02	0.02

求めた。なお、海洋気象台は台地上にあるため、地形効果を考慮する必要があるが、本解析ではこの影響は無視した。

3. 地盤の非線形性の影響

基盤深度を150mとしたケースについて、地盤の非線形性を考慮しない場合と非線形性をHardin - Dmievich式で評価し等価線形化法を用いた場合の最大値分布を図-1に、代表層の加速度波形を図-2に示す。非線形性を考慮すると沖積砂層でせん断ひずみが大きくなりひずみが0.8%を越え、これより下層では線形の場合に比べて加速度波形に高振動数成分が目立つようになる。これは上昇波が軟化した沖積砂層を通過することにより高振動数成分が除去される効果が評価され、結果的に沖積砂層より下で高振動数成分が大きくなることによるものと考えられる。N値が50以上となり地盤の非線形性を考慮する必要性がなくなるGL-24m以深の応答を見ると、GL-45m以深で両解析による最大加

表-2 解析ケース

ケース名	基盤深度	線形性
ケース1	150m	線形
ケース2	100m	等価 線形
ケース3	150m	
ケース4	200m	

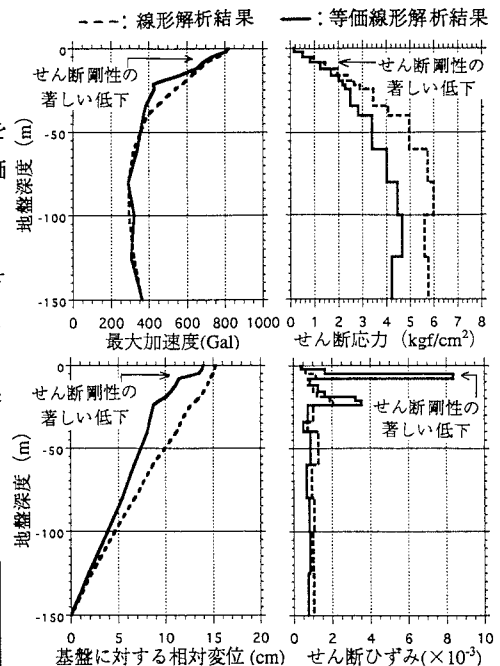


図-1 解析結果（基盤深度：150m）

4. 基盤深度の相違の影響

図-3に基盤深度を100m、150mおよび200mと変化させた時の基盤における引き戻し波の加速度応答スペクトルを示す。なお、図中に各引き戻し波の最大加速度値を併記する。周期0.5秒以下の領域では3波の周期特性がほぼ同様となるが、周期0.5秒以上では差が見られ、基盤深度が150mと200mのケースで周期0.7秒～0.8秒付近にピークが見られるのに対し、基盤深度が浅く100mとしたケースでは、周期1.5秒付近にピークが見られる。また、最大加速度は基盤深度が深くなるほど大きくなる。

5. ポートアイランド基盤観測波との比較

図-4に地盤の非線形性を考慮した場合と考慮しない場合のGL-150mに引き戻した地震波とポートアイランドのGL-79mにおける観測波⁴⁾の加速度応答スペクトルを示す。線形解析結果と等価線形解析結果はともに周期0.35秒付近と0.7秒付近にピークを持つ。ポートアイランドの観測波の加速度応答スペクトルにも引き戻した波形と同様に周期0.35秒付近および0.8秒付近にピークが見られる。周期0.3秒以上の領域における等価線形解析から得られるピーク値はポートアイランド波より小さく、解析で評価している層が深いことと整合した結果が得られる。なお、この解析結果には、図-2に表われている短周期成分に対応した0.15秒付近にピークが見られる。このピークは観測記録には見られないことから、この周期成分の妥当性については、今後、さらに検討していく必要がある。

6. まとめ

神戸海洋気象台周辺の地盤構造を推定し、兵庫県南部地震の基盤波を推定した。検討の結果、基盤深度を150m、200mとした場合の引き戻し波が概ね妥当な結果を与えることがわかった。なお、神戸海洋気象台の地盤データ²⁾は神戸市企画調整局殿から提供していただいた。記して謝意を表す。

参考文献) 1) 気象庁87型電磁式強震計波形データによる。2) たとえば、神戸海洋気象台敷地調査作業中間報告、昭和58年9月。3) 発破実験より推定される大阪堆積盆地構造、地震、43、P527-537。4) 関西地震観測協議会強震観測データによる。

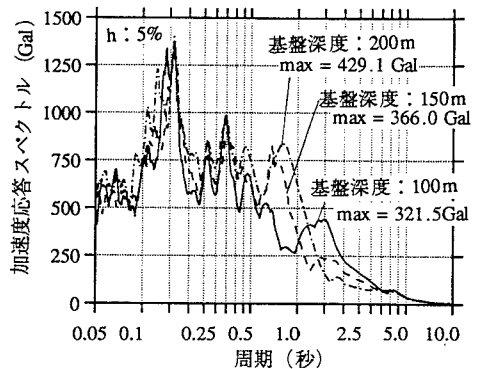


図-3 基盤層上面の加速度応答スペクトル

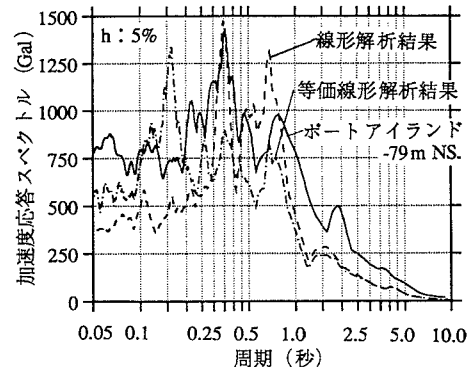
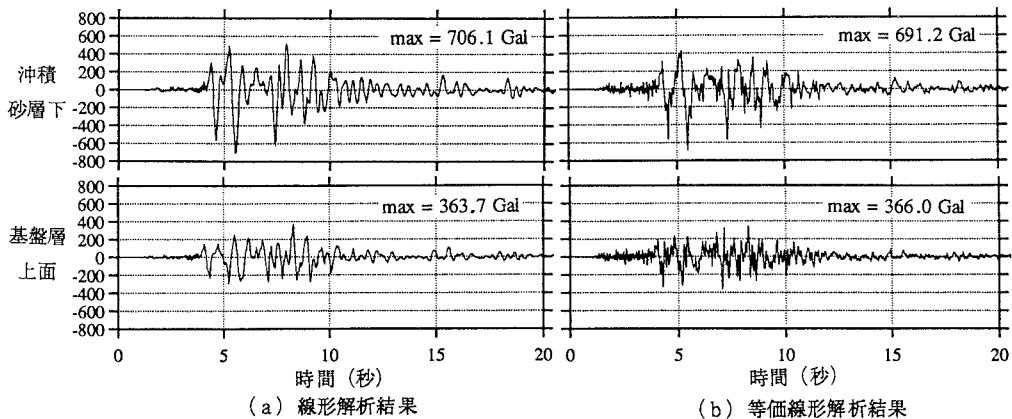


図-4 観測波と解析波の加速度応答スペクトル
(基盤深度：150mのケース)



(a) 線形解析結果

(b) 等価線形解析結果

図-2 基盤層上面と沖積砂層下の加速度波形（基盤深度：150m）