

I-B 178 鉛直アレー強震記録の地震応答解析例

関西電力 副田 悦生
同上 加藤 要一
同上 松田 豪司
ニュージェック 竹澤 請一郎
同上 前川 太

1. はじめに

関西電力では、総合技術研究所（尼崎市内）構内で鉛直アレー観測（GL±0m, GL-24.9m, GL-97.0mの3深度）を実施し、兵庫県南部地震の際にも観測記録が得られた。本報告は、今後重要となる大規模地震動に対する設計手法の基礎資料とするため詳細な地質調査を実施し、「SHAKE」を用いた一次元等価線形地震応答解析を行って、その適用性を検討したものである。

2. 地質調査結果

ボーリング掘削長は120mで、25個の不攪乱試料を得て動的変形試験を実施した。また、サスペンション式のPS検層を実施し、表層部20mまでは1m間隔それより深部は2m間隔の V_s 値を得た。

地質調査結果の概要を図-1に示す。土層構成は約GL-10mまでが沖積層、約GL-41mまでが伊丹、川西層の上部洪積層であり、それより深部はかなり厚く粘土が堆積する地盤である。 V_s はGL-20m程度まで100m/sから300m/sまで徐々に速くなる傾向があり、その下部はばらついているものの、ほぼ300m/s以上となっており、N値の深度分布とも良く対応する。動的変形試験の結果、粘性土では塑性指数 I_p により4種類、砂質土および砂礫では有効上載圧により各々3種類と2種類のせん断剛性比および減衰定数のせん断ひずみ振幅への依存性に分類された。これらのデータを用いて「SHAKE」による地震応答解析を実施した。

3. 地震応答解析結果

地震応答解析は2種類のモデルで行っている。一つは表-1に示すような各土層での V_s が一定とするモデルであり、もう一つは、調査結果の V_s をそのまま用いたモデルである。なお、どちらの動的変形特性も表-2の土層分けに従うものとした。

解析結果を図-2に実測波形と比較して示す。GL-24.9m入力、兵庫県南部地震で得られた-24.9mの観測波形を入力して、地表面の応答を求めたものであり、GL-97.0m入力は同様にして、GL-24.9mと地表面の応答を求めたものである。GL-24.9m入力の場合の地表面の解析結果と観測波形は最大加速度が異なるが、主要動からその後の挙動をほぼ一致している。一方、GL-97.0m入力の場合の地表面応答波形はGL-24.9m入力よりも再現性が良くない。これは、GL-24.9mでの解析結果と観測波形に差があり、この影響が地表面の解析結果に現われたのであろう。なお、解析

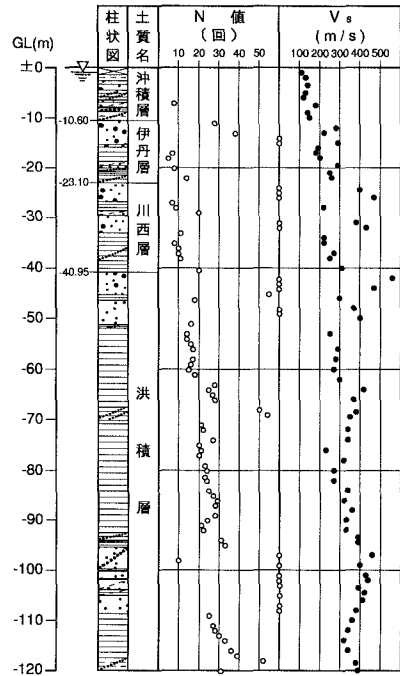
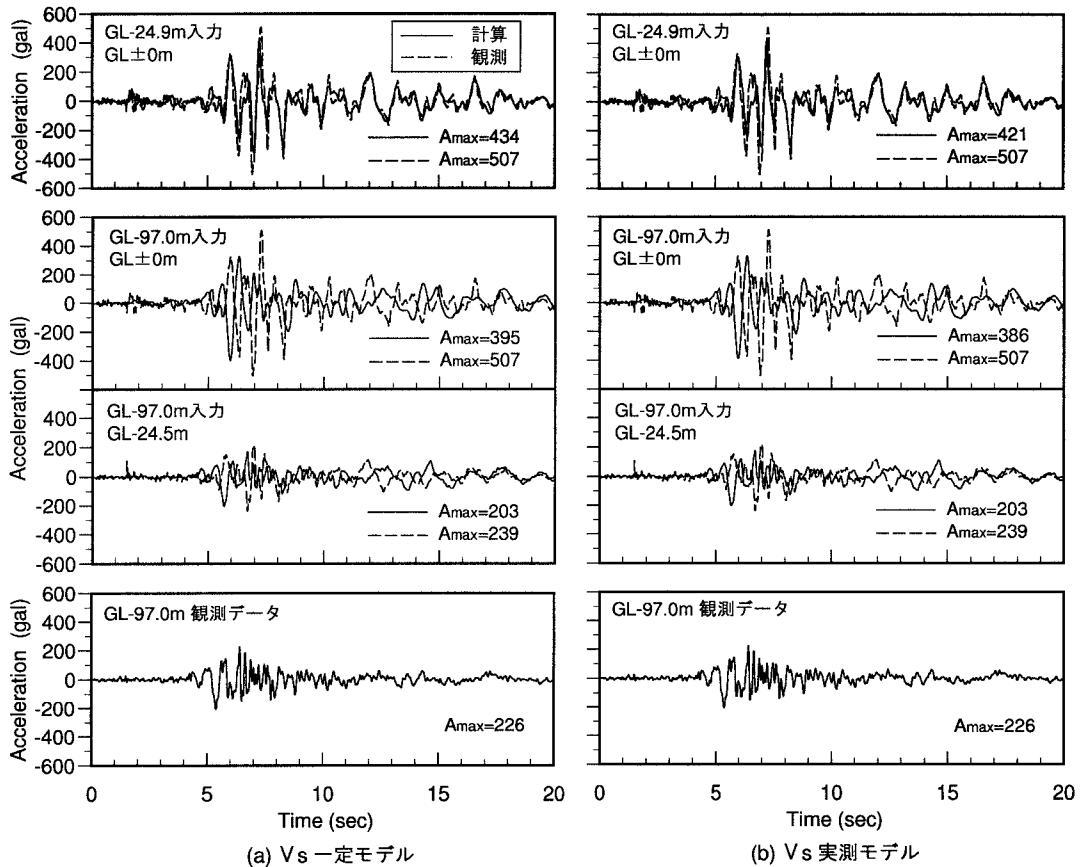


図-1 地質調査結果の概要

表-1 解析モデル

層番号	深度 GL(m)	層厚 (m)	密度 $\rho_t(t/m^3)$	V_s (m/s)	タイプ
1	±0~-1.40	1.40	2.00	110	砂礫①
2	-1.40~-2.60	1.20	2.00	130	粘土④
3	-2.60~-4.35	1.75	1.95	140	砂①
4	-4.35~-6.55	2.20	2.00	130	砂①
5	-6.55~-8.10	1.55	2.05	180	砂礫①
6	-8.10~-10.60	2.50	1.80	140	粘土③
7	-10.60~-15.90	5.30	2.10	270	砂礫①
8	-15.90~-18.80	2.90	1.65	190	粘土②
9	-18.80~-23.10	4.30	2.00	270	粘土④
10	-23.10~-26.90	3.80	2.00	480	砂礫①
11	-26.90~-28.70	1.80	1.75	220	粘土②
12	-28.70~-33.05	4.35	2.20	400	砂②
13	-33.05~-40.95	7.90	1.80	260	粘土③
14	-40.95~-45.40	4.45	2.15	510	砂礫②
15	-45.40~-46.55	1.15	1.70	300	粘土②
16	-46.55~-51.30	4.75	2.05	380	砂②
17	-51.30~-62.00	10.70	1.50	260	粘土①
18	-62.00~-67.60	5.60	1.85	380	粘土③
19	-67.60~-70.95	3.35	1.95	360	粘土②
20	-70.95~-74.80	3.85	1.70	340	粘土②
21	-74.80~-83.00	8.20	1.70	270	粘土②
22	-83.00~-92.60	9.60	1.55	340	粘土①
23	-92.60~-95.50	2.90	1.95	390	粘土③
24	-95.50~		2.00	430	砂③

モデルによる差は今回の場合見られなかった。



図－2 解析結果

表－2は観測波形と解析結果による鉛直アレー観測点間の平均的な V_s を示したものである。この表より解析結果はいずれもGL-24.9m～地表面の平均的な V_s を再現できていると考えられるが、GL-97.0m～GL-24.9mの V_s が異なっており、解析モデルがGL-97.0m～GL-24.9mで実地盤を再現できていない可能性がある。

4. おわりに

本報告は、詳細な地質調査を行えば、等価線形法による一次元地震応答解析（「SHAKE」）でも比較的良好な解析が行える可能性を示したものである。しかし、解析精度を良くするためには、かなりの頻度で動的変形試験データを得る必要がある。

なお、今後はGL-97.0m～GL-24.9mの間の動的変形特性や V_s の解析モデルの妥当性について検証するとともに、さらに他の解析手法の適用性についても検討する予定である。

参考文献 Schnabel, P. B., J. Lysmer and H. B. Seed : SHAKE, A Computer Program for Earthquake Response Analysis of Horizontally Layered Site, Report No. EERC 72-12, University of California, 1972.

表－2 観測波形と計算波形の平均 V_s 。(m/s)

データ種別 深度	観測波形	計算波形 (V_s 一定モデル)	
		GL-24.9m入力	GL-97.0m入力
GL±0～24.9m	88.9	92.4	88.8
GL-24.9～97.0m	207.1	—	249.7