

アレー観測地盤における伝達特性に関する研究

豊橋技術科学大学大学院 ○木田秀人
豊橋技術科学大学 正会員 栗林栄一

1. はじめに

本研究では豊橋技術科学大学とその付近において観測されたアレー観測記録に基づいて、同地点における地盤の地震波動伝達特性を検討する。観測記録として震央が静岡県西部の加速度波形（1991年4月25日、M4.9、深さ32Km）を用い、地表(-1m)の観測点と地中(-60m)の観測点との伝達特性を計算する。ここでは観測地区の地盤を成層均質とし鉛直方向のせん断波の伝達特性に着目する。このアレー観測地盤においてはひずみが 10^{-4} から 10^{-3} のオーダーに達するような強震記録は得られておらず解析に用いる加速度波形は最大でも10 GAL程度であることから、地盤を線形弾性体と考え一次元重複反射理論によって応答解析を行い、解析結果と観測記録による伝達特性を比較検討することを目的とする。

2. 観測記録による伝達特性

アレー観測位置図を図-1に示す。地震計はそれぞれPOINT1、POINT2、POINT3の地表-1mに設置されており、POINT3の-60mの工学的基盤と考えられる付近にも地震計が設置されている。上述した地震のPOINT2、POINT3 Bで記録された加速度波形（NS成分）を図-2に、POINT3、POINT3Bの加速度波形（EW成分）を図-3に示す。これらの記録を用いて計算した伝達関数（システム関数）を図-4、図-5の点線に示す。ここでは入力過程 $x(t)$ と出力過程 $y(t)$ の伝達関数 $H(\omega)$ は、 S_{xx} を平滑化したパワースペクトル、 S_{xy} を平滑化したクロススペクトルとして、 $H(\omega) = S_{xy} / S_{xx}$ により求めた。平滑化には0.4HzのParzen windowを用いた。基盤の加速度が小さいことから固有振動数が明らかにならないことが予想されたが固有振動数、応答倍率ともにおよその形状を把握することができる。

3. 地盤モデルと応答解析

解析に用いた地盤物性値を表-1に示す。POINT3B（GL-60m）の記録を入力動とした重複反射理論による1次元地震応答解析を実施した。各層の最大加速度を図-6に示す。POINT3は表層で実測値と一致しているがPOINT2は加速度がかなり異なっており、ここには示されていないが加速度波形もかなり異なっている。POINT2の物性値、および工学的基盤の設定の見直しが必要と思われる。

次に解析結果の波形を用いてGL-60mに対するGL-1mの伝達関数を計算し、観測結果と比較したものを図-4、図-5の実線に示す。重複反射理論による伝達関数は解析的に求められるものであるが、平滑化による影響を観測結果と同じレベルに合わせるために観測結果と同じように加速度波形から求めた。一般的に波形から求められた伝達関数は固有振動数付近において解析的に求められるものより小さくなる傾向があり、解析結果と観測結果による伝達関数の比較では解析による応答倍率がかなり大きくなる場合が多い。よって加速度波形から伝達関数を求めることで差が縮まることが期待される。図-4、図-5より解析結果に見られる固有振動数が観測結果に見られないことがあるが、固有振動数と応答倍率はほぼ一致している。

4. まとめ

当大学で行っているアレー観測で記録された加速度波形を用いて地盤の地震波動伝達特性の検討を行った。伝達特性の比較においては比較的良い結果が得られたのではないと思われる。この他にも加速度波形が記録されており、それらの解析により地盤特性が明らかになるであろう。

それに加えて、当地盤は1945年の三河地震（M7.1）以後大地震の被害を受けていない。そこで土の非線形性を等価線形化法により考慮した解析（SHAKE）を行い、地震時における地盤の応答特性を予測し考察を行う予定である。この結果は講演時に発表したいと思う。

参考文献

- 1) 鹿林、山崎文雄、片山恒雄：千葉実験所における地震動観測、第20回地震工学研究発表会（1989）
- 2) 日野幹雄：スペクトル解析、朝倉書店
- 3) 建設省土木研究所地震防災部振動研究室：地盤の地震時応答特性の数値解析法

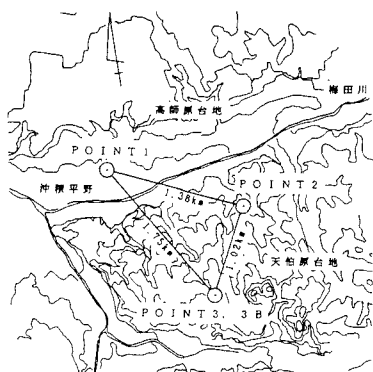
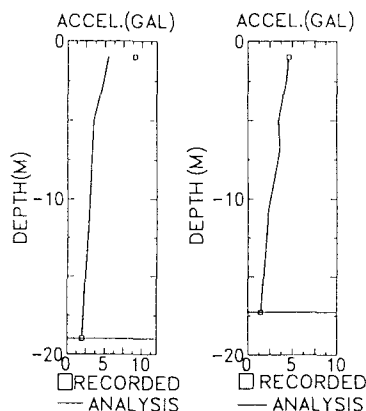


図-1 観測位置図

POINT2					
Layer No.	Soil Type	Thickness (m)	Unit Weight (t/m ³)	Vs (m/sec)	G (t/m ²)
1	Sand	2.50	1.60	170.0	4700.0
2		0.60	1.95	220.0	9650.0
3		0.60	1.80	205.0	7700.0
4	Silt	1.30	1.75	220.0	8650.0
5	Gravel	7.00	2.10	400.0	34300.0
6		7.00	2.10	400.0	34300.0
7		---	2.50	600.0	91837.0

POINT3					
Layer No.	Soil Type	Thickness (m)	Unit Weight (t/m ³)	Vs (m/sec)	G (t/m ²)
1	Sand	2.50	1.75	180.0	5800.0
2		2.50	1.75	180.0	6450.0
3		1.90	1.60	145.0	3450.0
4		1.90	1.60	155.0	3000.0
5		1.90	1.70	180.0	5600.0
6		2.00	2.00	255.0	13250.0
7		1.80	2.00	210.0	9000.0
8		2.00	2.00	235.0	11250.0
9	Clay	0.70	1.80	200.0	7350.0
10	---	---	2.50	600.0	91837.0

表-1 地盤物性値



a) POINT2, NS b) POINT3, EW

図-6 解析による最大加速度

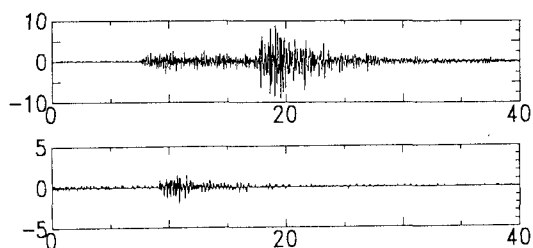


図-2 加速度波形 (POINT2(-1m), POINT3B(-60m), NS)

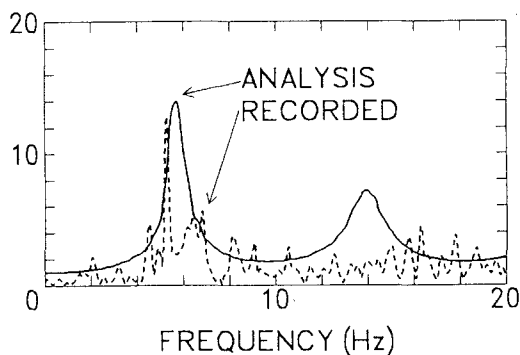


図-4 伝達関数の比較 (POINT2(-1m)/POINT3B(-60m), NS)

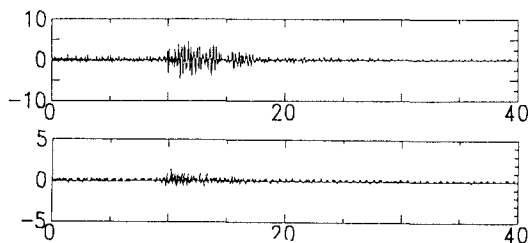


図-3 加速度波形 (POINT3(-1m), POINT3B(-60m), EW)

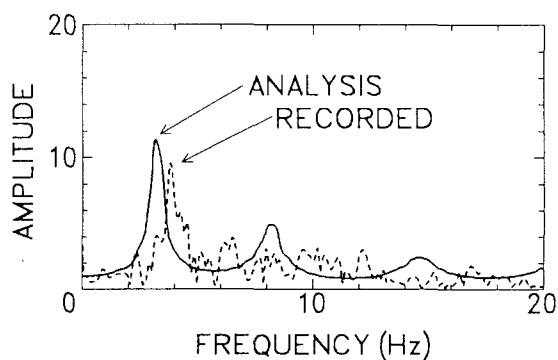


図-5 伝達関数の比較 (POINT3(-1m)/POINT3B(-60m), EW)