

(株)熊谷組 原子力開発室 正員○粕田 金一 寺田 倫康

正員 阿部 健一 清水 昭男

(株)熊谷組 電算室

正員 永坂 英明

1. はじめに

堆積地盤における地震動の増幅特性に関しては、多くの研究が行われてきているが、実設計における地震動の作成は、ほとんどの場合S波の鉛直入射を仮定した1次元波動理論によって行われている。

本報では、筆者らがやっている鉛直アレー観測により得られた記録をもとに、堆積地盤の増幅特性を地震波の入射角度を考慮に入れて検討し、地震動の主要動の水平成分の増幅特性は、前述の仮定のように、S波の鉛直入射により概ね説明できることを示した。

2. 観測記録から得られた水平動の増幅特性

観測記録から求める増幅特性は、鉛直アレーの2地点間のスペクトル比(今回は減衰0%の速度応答スペクトルの比)で表した。まず、観測波形を記録の始まりからS波の立上がりと思われる時点までの初動部(以後P部と呼ぶ)とS波の立上がりからJenningsの継続時間長をとった主要動部(以後S部と呼ぶ)に分ける。そして、S部の水平成分をL-T分解し、震央方向(L成分)と、震央直角方向(T成分)の応答スペクトルを計算した。検討には今までに観測された地震から、見掛けの入射角が大きく変化する近距離、中距離、遠距離と思われる地震2個づつを選んだ。検討対象地震の震央位置および諸元を図-1、表-1に示す。センターアレー地点の地表観測点(V-1)、泥岩層上部観測点(V-4)および花崗岩層上部観測点(V-6)の3地点を対象に求めた水平動の増幅特性、(a) V-1/V-6, (b) V-1/V-4, (c) V-4/V-6 を図-3、図-4に示す。

各図を見ると、V-1/V-6, V-1/V-4のスペクトル比は、地震による差が少なく、また、L成分とT成分の差も明瞭でないことが分かる。これはセンターアレー地点における地震波の入射角に大きな差がないことを示唆するものである。また、V-4/V-6のスペクトル比は、3Hz付近までの低振動数域で2.0前後と、やや増幅されるものの、それ以上の高振動数域では1.0前後とほとんど増幅されない傾向にある。さらに、V-1/V-6とV-1/V-4を比較すると、地盤構成のコントラストのはっきりしているV-1/V-4のスペクトル比の方がV-1/V-6に比べて各次のピーク値が明瞭に現れている。

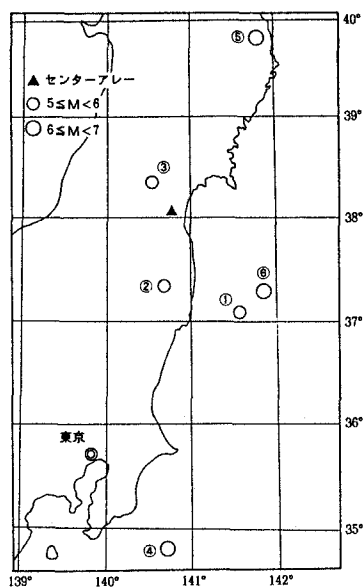


図-1 震央位置

3. 理論による増幅特性

観測記録から求めたスペクトル比を理論値と比較するために、SH AKBに代表される等価線型化法による1次元地盤震動解析をP, SV波の斜め入射に拡張し伝達関数を計算した。センターアレーの地盤構成を表-2に示す。この地盤構成に基づき求めた、(a) V-1/V-6, (b) V-1/V-4, (c) V-4/V-6 のSV波入射の水平成分の伝達関数を図-5に示す。入射角は、V-6地点において0°, 15°, 30°の3種類を考慮した。

入射角の影響は、V-4/V-6間で顕著に現れているが、V-4まで上昇すると、地震波はほぼ鉛直に伝播するものと思われ、V-1/V-4には、

表-1 地震諸元

番号	年月日	緯度	経度	震央距離 (km)	震度 (km)	M
①	1985.05.11	37° 06.1'	141° 35.6'	127	45	5.3
②	07.29	37° 18.5'	140° 41.3'	83	90	5.5
③	10.07	36° 21.4'	140° 32.9'	39	115	5.2
④	1986.06.24	34° 49 '	140° 43 '	359	73	6.5
⑤	1987.01.09	39° 50 '	141° 46.8'	216	72	6.6
⑥	04.07	37° 18.0'	141° 52.0'	118	44	6.6

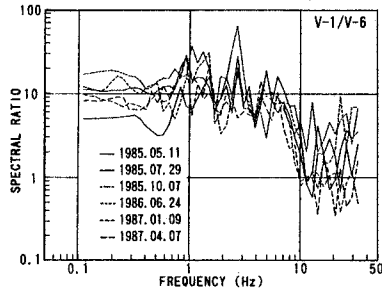
入射角による増幅特性の違いがほとんど現れていない。V-1/V-4の伝達関数とスペクトル比を比較すると1次の卓越振動数はよく一致するものの高次ではずれが見られる。これに対して、V-1/V-6の場合は、低振動数域の各ピークおよび約5Hz以降の増幅値の減少傾向などがよく一致している。以上のことからV-1/V-4の増幅特性は、盆地構造の影響を受けている可能性が考えられるが、V-1/V-6のように400mの地盤構成では、水平多層地盤にS波が鉛直入射する問題として扱って概ね説明することができると思われる。

4. まとめ

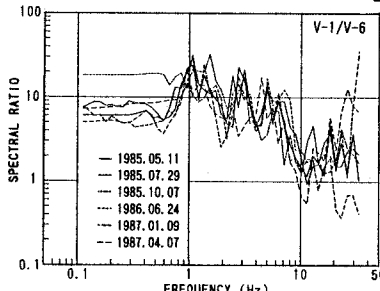
観測記録から求めた水平動の増幅特性は、震央距離や震源深さの違いによる差がなく、また、L成分とT成分の違いも明瞭でない。さらに、SV波の斜め入射による理論増幅値は、検討対象となったセンターアレー地点の地盤構成については、入射角 30° 程度までは、大きな差異は認められない。これらのことは、水平動の増幅特性がS波の鉛直入射によって概ね表現できることを示している。

表-2 地盤定数一覧

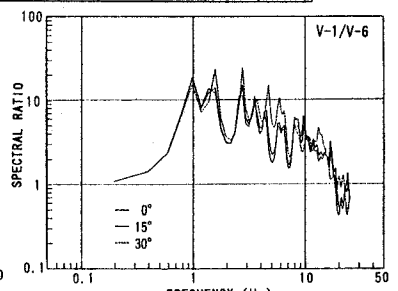
地盤計 深度 (m)	層厚 (m)	単位 重量 (t/m^3)	V_s (m/s)	V_p (m/s)	減衰 定数 h (X)
○ V-1 (~2m)	7	1.65	130	1300	0.050
	8	1.46	190	1300	0.050
	5	1.46	190	1300	0.050
	15	1.53	210	1300	0.050
	6	1.81	300	1300	0.050
○ V-4 (~57m)	16	2.00	700	2000	0.023
	23	2.00	700	2000	0.023
	75	2.07	1100	2500	0.015
	65	2.07	1100	2500	0.015
	35	2.24	1600	3200	0.010
	40	2.54	2700	4900	0.006
	30	2.24	1700	3200	0.009
	35	2.26	1600	3200	0.010
○ V-6 (~401m)	40	2.23	2000	3500	0.008
	500	2.34	2400	4500	0.



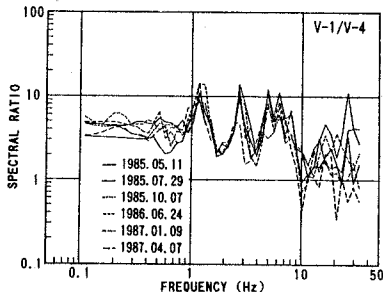
(a) V-1/V-6



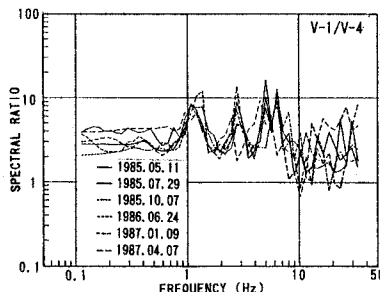
(a) V-1/V-6



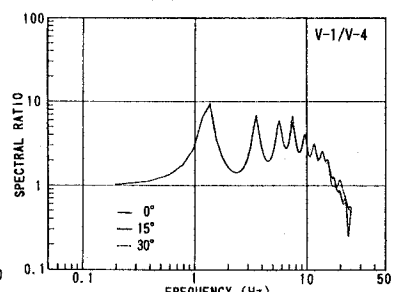
(a) V-1/V-6



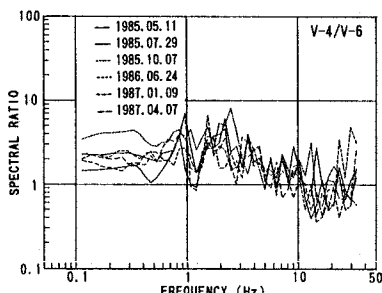
(b) V-1/V-4



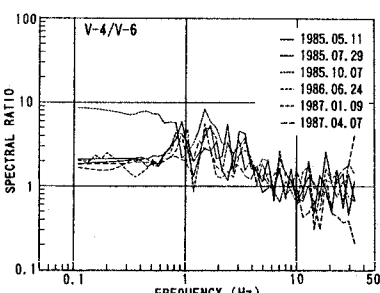
(b) V-1/V-4



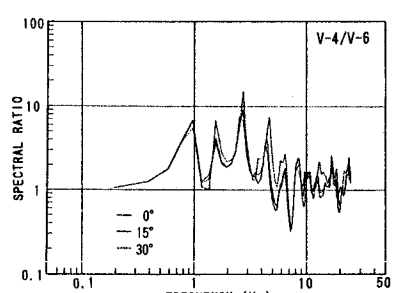
(b) V-1/V-4



(c) V-4/V-6



(c) V-4/V-6



(c) V-4/V-6

図-2 S波-L成分のスペクトル比

図-3 S波-T成分のスペクトル比

図-4 SV波入射の水平動理論増幅値