

建設省土木研究所 正会員 ○栗原 徹郎  
 “ “ 佐々木 康  
 “ “ 吉見精太郎

1. まえがき

地震時における表層地盤の振動は、基盤に入射する地震動特性(振幅特性, 周期特性)と表層地盤の振動特性(物性値, 物性値の空間分布, 物性値のひずみ依存性)の影響を受ける。著者らは、第42回年講において物性値の空間分布に着目し、動的応答解析により、水平成層地盤と不整形地盤とでは、表層地盤の加速度増幅特性が異なること、及び不整形地盤では不整形部近傍において最大水平加速度の大きな領域が存在することを指摘した。<sup>1)</sup>本文では、不整形地盤形状及び物性値をパラメータとし、模擬地震動を入力した場合における表層地盤の最大水平加速度分布を求め、不整形部近傍における地表面最大水平加速度の割増し係数について検討を行った結果を報告する。

2. 解析手法

2次元有限要素解析プログラムFLUSHを用いた線形動的応答解析解析を行った。不整形地盤形状としては、図-1に示す2層系地盤3種類を仮定し、不整形部の角度を0~90°まで15°づつ変化させた21モデルとした。要素数及び節点数は、600程度及び650程度であり、不整形部近傍において分割を密にしている。また、地盤物性値の組合せとしては、表-1に示す3種類を仮定した。さらに、入力地震動としては、図-2に示す基盤におけるL1適合波形<sup>2)</sup>1種類を用いることとした。計算ケース数は、63ケースである。境界条件は、上層層厚の厚い左端を伝達境界とし、右端は上下方向固定とした。せん断弾性係数G(kgf/cm<sup>2</sup>)及び減衰定数hについては、土のひずみ依存性を考慮し、予めモデル左右の成層地盤部に対して実施した1次元動的応答解析プログラムSHAKEの計算結果を基に、表-2に示すひずみに対するG及びhを用いた。

3. 解析結果

図-3に地盤-2,  $\theta = 30^\circ$ ,  $V_S = 150/250$  m/sec, の場合における解析結果を示す。地盤内最大水平加速度は、上層層厚の厚い左端と比較して右端側で大きくなっている。また、不整形部近傍において最大水平加速度の大きな領域が認められる。そこで、両端部の水平成層とみなせる部分では、その地表面最大水平加速度を基準加速度とし、また、不整形部では、両端の基準加速度を直線補間した値を基準加速度として正規化を行った。図-4に各パラメータについての地表面最大水平加速度比の分布比較を示す。図-4より以下の事項が指摘できる。

表-1 地盤物性値の組合せ

組合せNo	1	2	3
上層	100m/sec	150m/sec	150m/sec
下層	250m/sec	250m/sec	500m/sec

表-2 地盤物性値 (a)

No	せん断波速度 V <sub>S</sub> (m/sec)	単位体積重量 γ <sub>1</sub> (t/m <sup>3</sup> )	ポアソン比 ν	せん断弾性係数の初期値 G <sub>e</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )
1	100	1.7	0.495	173
2	150	1.7	0.495	390
3	250	1.9	0.495	1,212
4	500	2.1	0.495	5,357

表-2 地盤物性値 (b)

No	せん断ひずみ γ	せん断弾性係数 G (kgf/cm <sup>2</sup> )	G/G <sub>e</sub>	減衰定数 h
1	$1.82 \times 10^{-3}$	32	0.185	0.244
2	$1.31 \times 10^{-3}$	93	0.238	0.228
3	$2.70 \times 10^{-4}$	790	0.652	0.112
4	$1.00 \times 10^{-6}$	5,357	1.000	0.020

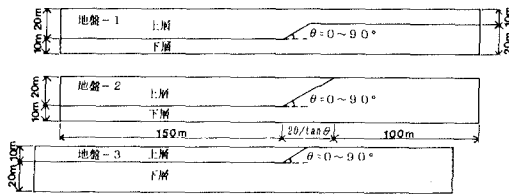


図-1 解析対象不整形地盤

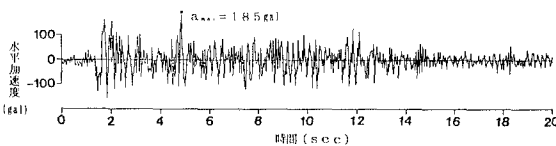


図-2 基盤入力地震動 (L1適合波形)

1.) 加速度比は、不整形部下端付近で最大値を示す。2.) 加速度比が大きくなる範囲（不整形部の影響範囲）は、不整形部下端から上層層厚の厚い左側へは、不整形部の角度の増加とともに大きくなる傾向にある。3.) 不整形部の影響範囲は、不整形部下端から不整形部側へは、おおむね不整形部の範囲である。4.) 加速度比は、不整形部の角度増加とともに大きくなる傾向にある。5.) 加速度比は、せん断波速度比  $V_{S2}/V_{S1}$  の増加とともに大きくなる傾向にある。6.) 加速度比は、地表から不整形部下端までの距離の増加とともに大きくなる傾向にある。以上の結果から、加速度比の分布はおおむね不整形部下端に頂点を持つ三角形で近似できるとし、近似した三角形の頂点の加速度比及び影響範囲を(1)～(3)式で表した。

$$\alpha_{max} = 0.1 * (V_{S2}/V_{S1} - 1) * H1 * \theta / (\theta + 40) + 1.0 \quad \text{----- (1)}$$

$$L1 = 0.033 * H2 * \theta + 60 * (V_{S1}/V_{S2}) \quad \text{----- (2)} \quad L2 = H2 / \tan \theta \quad \text{----- (3)}$$

ここで、 $\alpha_{max}$ ：頂点の加速度比， $L1$ ：軟弱層側の影響範囲（m）， $L2$ ：不整形部側の影響範囲（m）である（その他の記号は、図-5参照）。図-3（b）には、近似式により求めた加速度比と解析による加速度比の比較を示すが、両者の形状はおおむね一致している。

4. まとめ

地盤の成層構造が不整形になっている場合には、地表面最大水平加速度が局所的に大きくなる傾向があることを示した。その範囲及び程度は、(1)～(3)式により近似できる。

参考文献

1) 末原, 佐々木, 吉見: 傾斜基盤上地盤の加速度増幅特性に関する検討, 土木学会第42回年次講演会, 第1部, p.966~967, 1987年9月。

2) 建設省土木研究所: 確率手法に基づく動的解析用入力地震動波形の設定法, 土木研究所資料, 第1992号, 1983年3月。

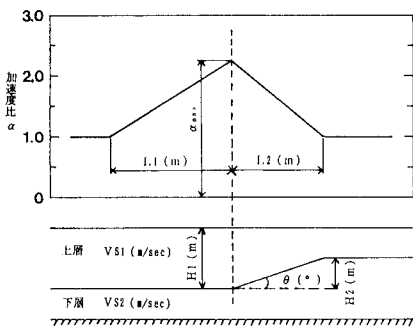


図-5 加速度比近似式の記号模式図

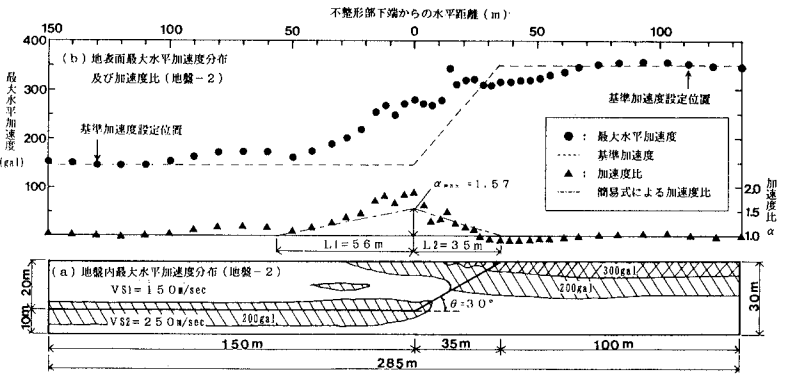


図-3 最大水平加速度の分布例

図-3 (b)には、近似式により求めた加速度比と解析による加速度比の比較を示すが、両者の形状はおおむね一致している。

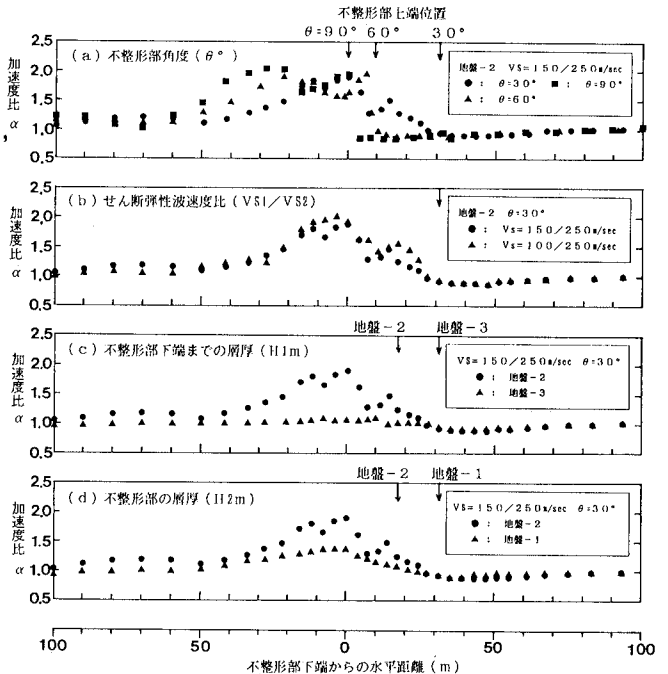


図-4 地表面最大水平加速度比の分布比較