

不整形地盤における地震動増幅率のモデル化について

京都大学大学院 学生員 ○清水義治
 京都大学工学部 正 員 杉戸真太
 京都大学工学部 正 員 田村 武
 和歌山高専 正 員 辻原 治

1. はじめに 地盤条件の定量的な評価と地震動予測・マイクロゾーニングへの適用を目的として、地盤の非線形増幅の影響を考慮して地震動強度を工学的基盤面から地表面へ変換する手法を提案した^[1]。このような成層地盤を仮定した手法に加えて、地表面や工学的基盤面が傾斜している、いわゆる不整形地盤における地震動増幅も重要である。そこで本研究では、不整形性を表すパラメータを導入し、このような不整形地盤における影響を補正する形で予測するモデルを検討した。

2. 解析モデルと方法 本研究では図-1のモデルを使用し、表層の地盤条件を表-1の3種類、基盤の傾斜を4種類(1/5, 1/4, 1/3, 1/2)、地表面から工学的基盤面までの傾斜基盤の上端側の深さ h_1 は20mに固定するが、下端側の深さ h_2 を2種類(60m, 100m)をそれぞれ組み合わせて、いくつかの不整形地盤モデルを作り、それぞれについて有限要素法によって数値解析を行った。そして、最大加速度、最大速度、地震動パワーといった比較的簡単な地震動強度の工学的基盤面に対する地表面の増幅率をa点(傾斜基盤の上端上)、b点(傾斜基盤の中央上)、c点(傾斜基盤の下端上)、d点(傾斜基盤から60m離れた地点上)の4点について求め、それぞれの地点と同じ深さの成層地盤やその他の不整形モデルと比較検討し、それぞれのパラメータが増幅率にどのような影響を与えているかということを明らかにする。応答解析に用いた入力地震動はマグニチュード5.5、震央距離20kmに相当する工学的基盤での非定常地震動^[2]である。

3. 解析結果の考察 図-2に $h_1=20\text{m}$, $h_2=60\text{m}$, 表層のせん断波速度 $V_s=200\text{m/sec}$, 基盤面の傾斜 1/3 のモデルでの最大加速度、最大速度、地震動パワーの増幅率と、それぞれの地点と同じ深さの表層を持つ成層地盤の増幅率との比を示す。同図より最大加速度と地震動パワーの不整形地盤と成層地盤の増幅率の比は傾斜基盤の上端付近から1.0倍を上回り始め、傾斜基盤の下端付近でピークをむかえ、一旦減少した後第二のピークをむかえる。さらに、他の不整形地盤モデルと比較した結果、不整形地盤と成層地盤の増幅率の比は常に傾斜基盤の下端上のC点付近であり、そのピークの値は傾斜が急になるほど大きくなる傾向がある。

これらの結果から、同じ基盤深さの成層地盤の増幅率を不整形地盤の増幅率に変換する補正係数は、C点をピークとする関数としてモデル化できるものと判断される。また、傾斜基盤面から離れた領域において見られる最大加速度や地震動パワーの増幅率の比の2つ目以降のピークについては、右端の境界の影響があるので、本研究では取り扱わないことにする。

そこで不整形地盤のそれぞれの地点の増幅率の、それらと同じ深さの堆積層を持つ成層地盤の増幅率に対する補正倍率として図-3のようなC点でピーク α_0 をとる関数 $\alpha(x)$ を提案する。 α_0 の値はC点での平均的な倍率を使うのではなく、各ケースの最大の倍率に近いものを用いて、より安全側の補正係数とする。

図-3のようにx方向の原点を傾斜基盤の上端上にとり、傾斜基盤の水平距離を1とすると、

$$\alpha(x) = \frac{\alpha_0}{l}x \quad (0 < x < l) \quad (1)$$

$$\alpha(x) = \alpha_0\left(2 - \frac{x}{l}\right) \quad (l < x < 2l) \quad (2)$$

つまり従来から求められている成層地盤での変換係数を $\beta^{(1)}$ ，傾斜基盤上での地表面の地震動強度を Y_s ，基盤面の地震動強度を Y_r とすると，次式が成り立つ。

$$Y_s = \alpha \cdot \beta \cdot Y_r \quad (3)$$

そこで最大加速度，地震動パワーの関数 $\alpha(x)$ のピーク値 α_0 を求めると斜面の傾斜 η と h_2 の関数として次式が得られる。

・最大加速度
$$\alpha_0 = \left(-\frac{1}{50}h_2 + 3.2\right)\eta + 1.0 \quad (4)$$

・地震動パワー
$$\alpha_0 = \left(-\frac{1}{200}h_2 + 2.5\right)\eta + 1.0 \quad (5)$$

4. 結論 成層地盤の地震動の増幅率を不整形地盤の増幅率に補正する関数として式(1)，式(2)を提案した。また係数 α_0 を最大加速度では式(4)，地震動パワーについては式(5)のように定義した。

ただし，これらのモデル化は本研究で解析を行った傾斜や深さでしか適用できない。そこで今後の課題として，さらに多くのモデル解析を行って，せん断波速度等の地盤パラメータも関数 α のパラメータとして，一般的に成り立つモデル化をする必要がある。

参考文献

- [1] 杉戸真太，亀田弘行，後藤尚男，広瀬憲嗣：工学的基盤面と沖・洪積地盤面の地震動の変換係数，京都大学防災研究所年報，第29号，B-2，別冊，S61-4
- [2] Masata SUGITO and Hiroyuki KAMEDA, Prediction of Nonstationary Earthquake Motion on Rock Surface, Proc. of JSCE, Structural Eng./Earthquake Eng. Vol. 2, No. 2 October 1985, pp149-159

表-1 解析で使したパラメータ

	V_s	ポワソン比	単位体積重量	q 値
表層	100	0.48	1.50	10.0
	200			
	300			
基盤1	650	0.40	1.80	20.0
基盤2	1500	0.30	1.90	30.0

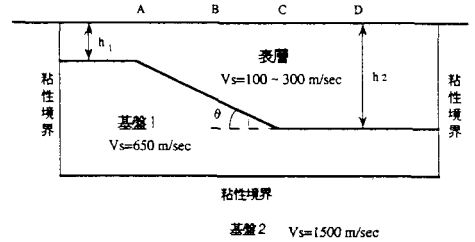


図-1 解析モデル

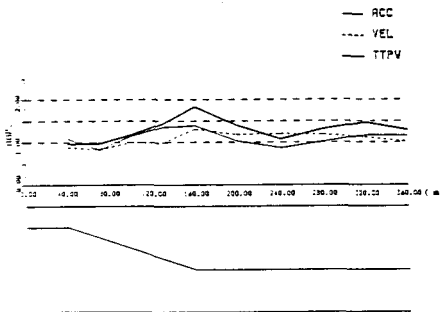


図-2 地震動強度増幅率の比(不整形/成層)

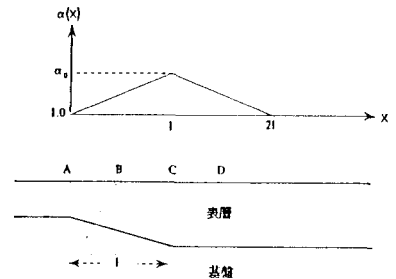


図-3 補正関数 $\alpha_0(x)$ の分布