

不整形な境界条件を有する地盤・地形の2次元解析による地震動特性の評価

荏本研究室 200204064 矢野 公敏

1. はじめに

近年、地震に対する被害予測が行われている。被害予測を行なう上で不整形な表層地盤構造や地形に起因する地盤震動特性の把握が重要であり、これまでに表層地盤の傾斜基盤構造や丘陵地、山間地の不規則な地形が、地表面の地震動に大きな影響を及ぼすことが知られている。本研究ではこれらの不整形な境界条件を有する地盤・地形を対象として2次元有限要素解析を行い地震動に及ぼす影響を評価することを目的とする。

2. 2次元解析概要

本研究では、2次元有限要素プログラム (super FLUSH/2D)を使用する。本プログラムは地震時の動的解析に広く用いられており、地盤-構造物連成系の相互作用問題や不整形な地盤・地形の解析に適している。

作成したモデルに対して、モデル底面から水平方向に地震波を入射し地表面の各接点の応答値を計算し、時刻歴の最大加速度(A)・速度(V)・相対変位(D)を求めた。また地震波を入力した点の最大値 (Ao・Vo・Do)をもとめ、地表面の最大値を除した応答倍率値から、評価する。

3. 不整形な境界条件を有する地盤の解析

3-1 対称性を有する解析モデル

図1に設定した谷底地盤の軸対称2次元モデルを示す。モデルは基盤の傾斜角 α 、谷の長さLとした。図中のa点は水平部分と傾斜部分の境界点を示し、b点は岩盤上の接点を示す。また、V字型は地表面の長さLとした。図中のc点は地震動の入力地点であり、c点を最大値の基準点(Ao・Vo・Do)とする。

3-2 非軸対称性を有する解析モデル

図2に非対称2次元モデルを示す。モデルは地表面の長さをLとし、非対称のV字形を設定した。表1に解析モデルの一覧、また表2に地盤構造の物性値を示す。入力地震波はElcentro、Taft、八戸、神戸の4つを使用した。

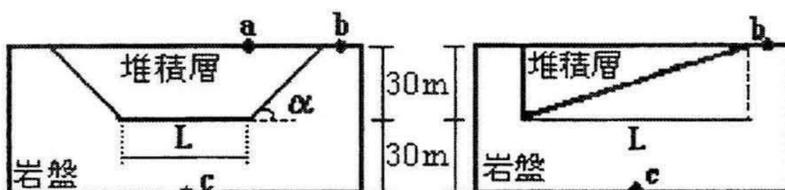


図1 モデル(対称性)

図2 モデル(非対称性)

表1 解析モデル一覧

	$\alpha=30^\circ$	$\alpha=45^\circ$	$\alpha=60^\circ$	V字型	斜面
L=100m	CASE A1	CASE B1	CASE C1	CASE D1	CASE E1
L=200m	CASE A2	CASE B2	CASE C2	CASE D2	CASE E2
L=300m	CASE A3	CASE B3	CASE C3	CASE D3	CASE E3

表2 物性値

	P波速度	S波速度(m/s)
堆積層	490(m/s)	200(m/s)
岩盤	690(m/s)	400(m/s)
	単位体積重量	減衰定数
堆積層	17(kN/m ³)	8(%)
岩盤	22(kN/m ³)	1(%)

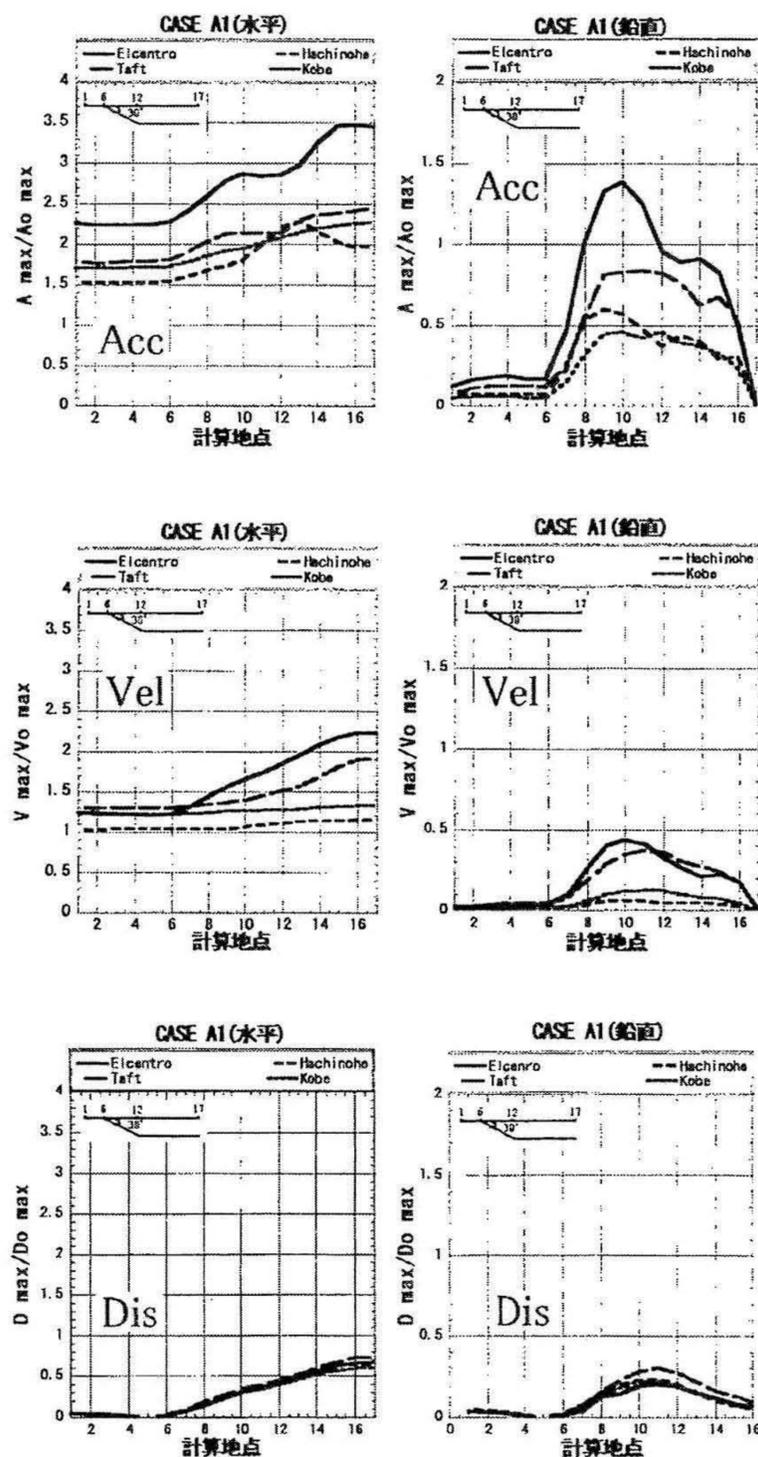


図3 CASE A1 解析結果

(上:加速度 中:速度 下:変位)

3-4 解析結果

図3はCASE A1の結果を示す。水平方向は傾斜部分で増幅し、a点から中央に向かって平坦な基盤面で、より増幅したことが加速度をみてわかる。鉛直方向では、傾斜部分からa点までの間に応答倍率の最大値を示し、軸対称点に向けて減少する。これは傾斜部分で地震波の反射の影響と考えられる。いずれのケースも、傾斜をもつ基盤構造の斜面部分は増幅が大きい。

4つの地震波で比較すると、八戸、神戸は(水平・鉛直)速度においてElcentro、Taftのように大きな変化を示さないのに対し、変位では同等の変化を示す。入射した地震波によって異なる応答倍率図を得たことから、地震の特性が深く関係している。

4. 不整形な境界条件をもつ地形の解析

4-1 解析モデルおよび境界条件

解析モデルを図4に示す。地表面より上の部分の長さをL、地表面からの高さをHとした。表4にモデルの一覧を示す。境界条件は前章と同じである。物性値は、表2の基盤の値を使用した。

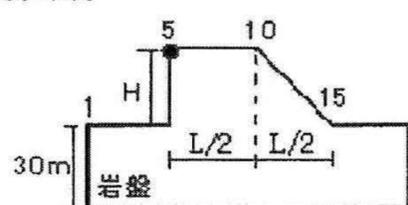


図4 モデル(地形)

表3 地形モデル一覧

	H=10m	H=30m	H=50m
L=100m	CASE F1	CASE G1	CASE H1
L=200m	CASE F2	CASE G2	CASE H2
L=300m	CASE F3	CASE G3	CASE H3

4-2 解析結果

図5にCASE F1の結果を示す。地形を解析した結果、図4の5の地点が一番影響を受けていることがわかる。5地点に注目し、H=10m,30m,50mの結果を比較すると垂直方向では、加速度と速度の応答倍率が大きく変化した。また水平方向は、Hが高くなれば若干倍率も増幅していることがわかる。5地点から右方向へ行くと応答倍率は下がるが、傾斜部分になるとまた鉛直方向の加速度、速度の応答倍率が増幅してくることがわかる。

地震波別では水平方向ではあまり変化のなかった八戸、神戸が、鉛直方向においては、他の2つよりも影響を受けて変化している。このように入射するのは地震動特性が大きく関係しているものと考えられる。

5. 結論

本研究では入力波は水平方向のみ入力した。しかし、全体的にみて斜面部分では、おおきな上下動が認められる。これは、傾斜基盤での地震波の屈折・反射により、上下成分が生成されたためと思われる。また基盤傾斜部分において反射した地震波が地表面の応答に影響を与え

ているためと思われる。

不整形な境界条件を有する地盤・地形が地震動に与える影響を把握するために2次元有限要素法によりシミュレーションを行い、入射地震波、地盤、地形、規模及び、傾斜角度で地表面での応答に大きな影響を与えることを明らかにした。

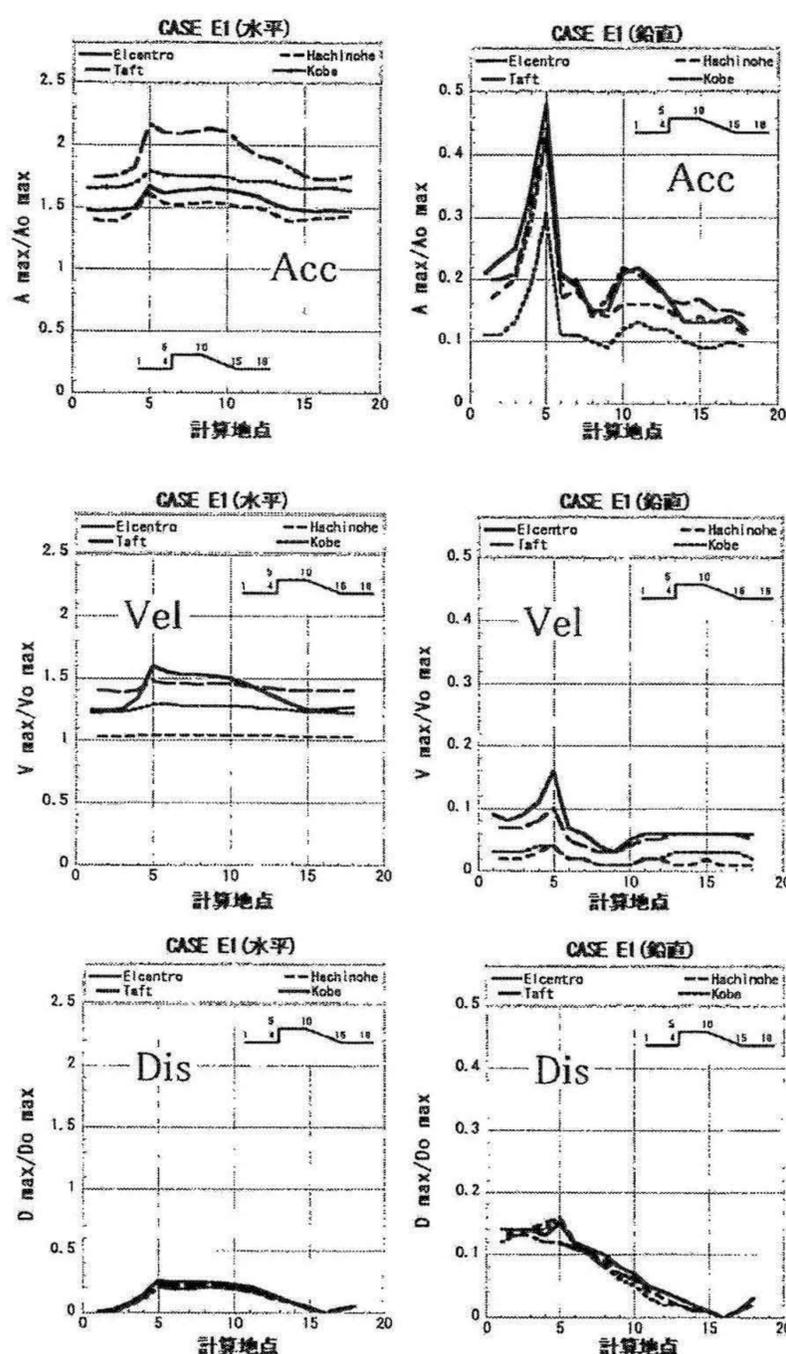


図5 CASE F1 解析結果

(上:加速度 中:速度 下:変位)

参考文献

- 1) 地震工学研究所:SuperFLUSH/2D for Windows Version2.0
- 2) 喜多村 学:傾斜基盤構造を有する地盤の地震動特性に関する研究 平成8年度修士論文
- 3) 今井 五郎:わかりやすい土の力学 1983.4
- 4) A.Ghali, A.M.Neville, 川上 洵:構造解析の基礎と応用一線形・非線形解析および有限要素法 2001.2
- 5) 守屋 喜久夫:建築現場技術選書 地震と地盤災害 1985.5