

応答加速度分布に対する盛土形状の影響に関する解析的研究

大阪大学大学院 学生員 ○都間 英俊
 大阪大学大学院 正会員 常田 賢一
 大阪大学大学院 正会員 小田 和広
 大阪大学大学院 学生員 江川 祐輔

1. はじめに

地震時における盛土のすべり破壊に対する安定性の評価は、震度法に基づく円弧すべり法が用いられることが多い。この手法では盛土内に様な水平震度を与えて計算を行う方法が一般的である。筆者らは遠心模型実験とそのシミュレーション解析を通じて地震時における盛土の崩壊メカニズムとその補強・強化工法に関する研究を進めている^{1),2)}。その結果、盛土のすべり破壊を適切に評価するためには、盛土内の応答加速度分布を反映させることが必要であることを明らかにした。ところで、一般的な左右対称な台形盛土についても盛土の高さ、天端幅および法面勾配は様々であり、その形状は多様である。また、山間部では、土地の制約上から盛土の形状は多岐にわたる。本研究では、地震時における盛土の安定性の合理的な評価方法の開発の一環として、盛土内の応答加速度分布に対する盛土形状の影響について一連のシミュレーションを通じて検証する。

2. 数値解析の概要

数値シミュレーションには、2次元動的FEM解析であるUWLC(FORUM8)を用いた。盛土材料には砂質土を選び、構成則には修正ROモデルを採用した。主要な解析パラメータを表-1に示している。

本研究では平坦地盤上の左右対称な台形盛土および傾斜地盤上の左右非対称な両盛土を検討対象とした。図-1は解析モデルを示している。盛土形状を決定するパラメータとして図-2に示すように、盛土厚 T 、天端幅 B 、法面の勾配 $1:m$ 、盛土底面の傾斜角 α を設定した。表-2および表-3はそれぞれシミュレーション解析における変動パラメータを示している。平坦地盤上の左右対称な台形盛土を対象としたシリーズでは盛土厚、天端幅および法面勾配を変動パラメータに選んだ。一方、傾斜地盤上の両盛土では底面傾斜角のみを変化させそれぞれの影響について検討を行った。ただし、パラメトリックスタディでは、

表-1 主要な解析パラメータ

単位体積重量 γ (kN/m ³)	粘着力 c (kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (deg.)	ポアソン比 ν	初期せん断弾性係数 G_0 (kN/m ²)	最大減衰定数 h_{max}
19.6	5.0	40.0	0.33	5217.8	0.22

盛土厚が10m、天端幅が18mおよび法面勾配が1:1.8のケースを基本とし、各パラメータのうち、一つだけを変化させた。ここで、盛土厚とは盛土の法肩から底面に下ろした垂線の長さとして規定している。また、今回盛土の基礎地盤は全てにおいて条件が一樣となるように底面の境界条件を固定として基礎地盤をモデル化している。入力波は振幅300Gal、周波数1Hzの正弦波5波を盛土の底面に水平に与えた。以下では、盛土の法肩における応答加速度が最大となる時刻でもって盛土内の応答加速度を考察する。

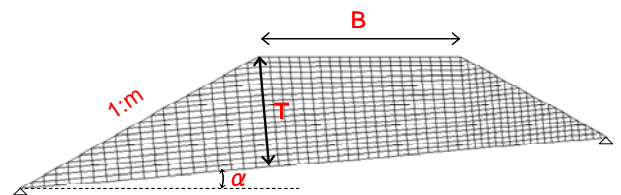


図-1 解析モデル図

表-2 解析ケース(平坦地盤上両盛土)

	盛土厚(m)	天端幅(m)	法面勾配
盛土厚変化	5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15	18	1:1.8
天端幅変化	10	10,15,18,26	1:1.8
法面勾配変化	10	18	1:1.5,1.6,1.7,1.8,1.9,2.0

表-3 解析ケース(傾斜地盤上両盛土)

	底面傾斜角(deg)
底面傾斜角変化	5,10,15

キーワード 盛土形状, 地震, 応答加速度, 数値解析

連絡先 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 大阪大学大学院工学研究科 地球総合工学専攻 TEL06-6879-7626

3. 解析結果

図-2 に基本ケース (T=10m,B=18m,1:1.8) で盛土内の応答加速度分布を示している. 応答加速度は底面から天端方向に増加している. また, 応答加速度の等高線は概ね底面に平行している. この定性的な特徴は盛土厚, 天端幅および法面勾配の影響を受けないことは既に確認されている³⁾. そこで図-2中の法肩から盛土底面に引いた垂線上(黄線)での応答加速度分布について形状の影響を検討する. 図-3 は盛土厚が 5m,10m および 15m における応答加速度分布を示している. 盛土厚の違いにより盛土内の応答加速度の値は異なっているものの, 応答加速度そのものは底面から天端に向かって概ね一様に増大している. 図-4 および図-5 は応答加速度の分布に対する天端幅および法面勾配の影響を示している. いずれのケースにおいても応答加速度の分布に大きな差異は見られない. このことから盛土内の応答加速度分布に対する天端幅および法面勾配の影響は小さいことが分かる.

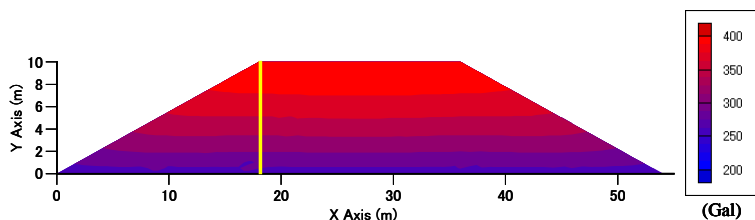


図-2 応答加速度分布(基本ケース)

図-6 は $\alpha=10^\circ$ の傾斜地盤上両盛土における盛土内の応答加速度の分布を示している. 応答加速度は盛土の高さ方向に単調に増加している. また, その等高線は概ね底面と平行している. $\alpha=5^\circ$ および 15° の場合でも同様な特徴が認められた³⁾. そこで法肩から盛土底面に引いた垂線上(図-7における黄線)での応答加速度分布について検討した. 底面の傾斜角が大きくなるとともに, 応答加速度の最大値がわずかに小さくなっている. ただし, 平坦地盤上の盛土と $\alpha=15^\circ$ のケースにおける応答加速度の最大値の差は, 入力波の 300Gal に対して 10Gal 程度である. このことから同じ盛土厚であれば底面の傾斜角に関わらず概ね同様な応答加速度分布になることが分かる.

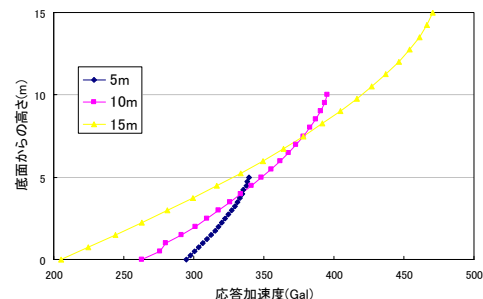


図-3 応答加速度の高さ方向の変化(盛土厚の影響)

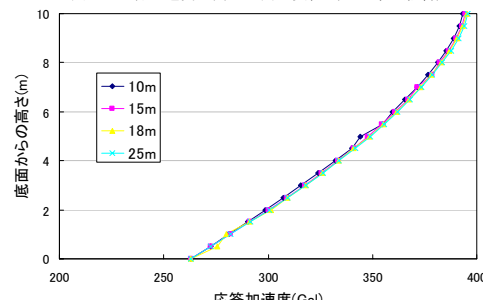


図-4 応答加速度の高さ方向の変化(天端幅の影響)

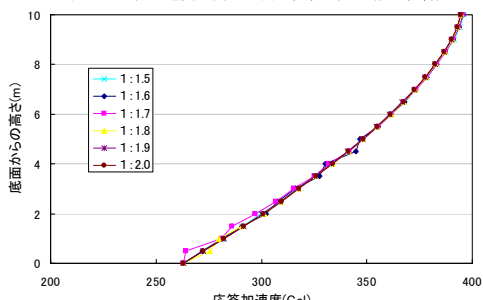


図-5 応答加速度の高さ方向の変化(法面勾配の影響)

3. まとめ

本研究では盛土内の応答加速度分布に対する盛土形状の影響について検討を行った. 本研究における主な結論は以下の通りである. 1)平坦地盤上の左右対称な台形盛土において, 応答加速度は盛土の高さ方向に単調に増加する. また, 応答加速度の等高線は底面とほぼ平行である. 2)盛土内の応答加速度分布に天端幅および法面勾配はほとんど影響を及ぼさない. 3)傾斜地盤上の左右非対称の両盛土での応答加速度分布は, 同じ盛土厚を有する平坦地盤上の盛土と同様な傾向を示す.

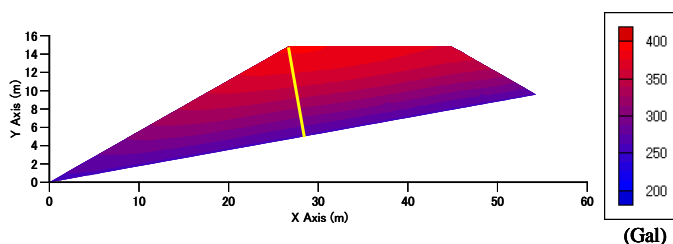


図-6 応答加速度分布 ($\alpha=10^\circ$)

参考文献 1)江川他:道路盛土の地震時すべり安定性・沈下特性の評価およびすべり破壊制御に関する検討, 第12回日本地震工学シンポジウム論文集, pp.582-585,2006 2)谷村他:弾塑性極限解析による道路盛土の地震時安定性に関する研究, 第12回日本地震工学シンポジウム論文集, pp.734-737, 2006 3)都間他:応答加速度分布に及ぼす盛土の幾何学的形状の影響に関する解析的研究, 第29回地震工学研究発表会(投稿中)

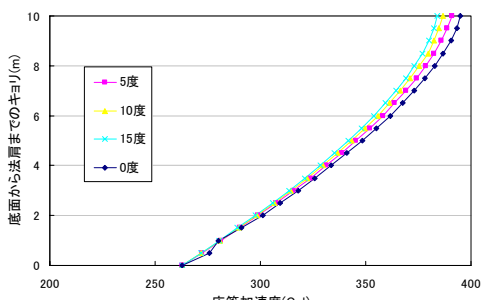


図-7 応答加速度の高さ方向の変化(底面傾斜の影響)