

Ⅲ - 29

盛土の1次元地震応答解析法の適用性

日本大学工学部 学 ○高萩 勝彦 正 中村 晋

1. はじめに

盛土などの土構造物は他の構造物を支えることが必要であり、地震時にその性能に対する大きな安全性や信頼性が求められている。しかし、レベル2地震動に対して土構造物に損傷が生じないような設計を行うことは不経済であるとともに現実的に困難である。従って、許容範囲内での損傷の発生を考慮した設計、つまり損傷の定量化を行うことが必要となっている。その手法として盛土の構造や地盤特性の不均質性、施工過程など種々の条件を考慮できる有限要素法がある。しかし、この手法では、モデル作成に多くの作業や時間が必要となっている。

ここでは、簡易的に盛土の地震応答を求めるために提案された1次元地震応答解析法¹⁾の適用性を把握することを目的とし、法面勾配の異なる3種類の盛土モデル及び支持地盤上の法面勾配45°の盛土モデルに対する2次元解析と1次元地震応答解析との比較を行う。

2. 解析方法及び解析モデル

盛土の2次元解析には有限要素法²⁾による線形地震応答解析を用いた。解析には、弾性基盤上の盛土モデルと弾性基盤上の盛土-支持地盤モデルの2種類のモデルを用いた。ここで盛土の形状は法面勾配をパラメーターとし盛土の高さ及び頂部幅をそれぞれ20m、5mとした。法面勾配は30°、45°、60°の3ケースとした。盛土-支持地盤モデルは法面勾配45°の盛土上に30mの地盤が存在するモデルを用い、支持地盤のせん断波速度をパラメーターとした。解析に用いた盛土モデルの例として図-1に法面勾配が45°のケースを示す。図に示すように盛土部は1m程度の正方形形状を有する4角形要素、法面近傍は3角形要素、支持地盤は4角形要素、弾性基盤はダッシュボット要素にてモデル化した。盛土部分の材料特性として、単位体積重量は 17.64kN/m^3 、せん断波速度は150m/s、ポアソン比は0.49とした。支持地盤の材料特性として単位体積重量は 17.64kN/m^3 、せん断波速度は100、150、200m/sの3種類とした。また弾性基盤の材料特性として単位体積重量は 17.64kN/m^3 、せん断波速度は500m/sとした。

3. 解析結果

法面勾配30°及び60°盛土モデルに対する1次元解析で得られた最大加速度、最大せん断応力の深度分布と2次元解析で得られた盛土中央部と盛土法面部の最大加速度、最大せん断応力の深度分布の比較を図-2、3に示す。最大加速度分布のうち法面勾配30°では両者の分布形状はよく対応し、0~10m付近まではほぼ同程度の値であり、10m以上でも両者の差異は1~2割程度と小さいことが分かる。この傾向は、法面勾配45°モデルにも認められる。法面勾配60°では、深度15m付近まではそれぞれ近い値を得ているが、それ以後で1次元と2次元の差が生じ、盛土頂上で約 10m/s^2 程度の差となった。最大せん断応力の深度分布のうち、法面勾配30°の場合、盛土中央部、法面近傍（盛土端部をのぞく）では、1、2次元解析結果ともほぼ同じ分布を示しているが、0~10mの位置で2次元解析の結果が1次元解析より2~3割程度大きくなる値となっている。この傾向は、法面勾配45°モデルの場合にも認められる。法面勾配60°における最大せん断応力の分布では2次元解析による盛土中央部と1次元の値がほぼ同じ分布を示し、法面近傍の値が中央付近盛土下部で大きくなる傾向が見られる。

各盛土-支持地盤モデルに対する1次元解析と2次元解析によるモデル中央部の最大加速度、最大せん断応力の深度分布の比較を図-4~6に示す。最大加速度の分布のうち、支持地盤のせん断波速度100m/sの場合、支持地盤の下部で1次元と2次元解析結果はほぼ同じ分布を示しているが深度が約15mより浅くなると差が生じ最大で5割程度の差が生じた。支持地盤のせん断波速度150m/sでは、全体的に1~2割程度の差が生じているもののほぼ同じ分布を示している。支持地盤のせん断波速度200m/sでは、地盤部分では

ほぼ同じ分布を示しているが盛土部分で深度が浅くなるにつれ、1次元と2次元解析結果に差が生じ、盛土頂上で約 8m/s^2 の差となった。最大せん断応力の深度分布では、支持地盤のせん断波速度が 100, 150m/s 場合、1次元解析と2次元解析でほぼ同じ分布を示している。せん断波速度 200m/s の場合、盛土部分でほぼ同じ分布を示しているが、地盤部分で大きな差が生じている。

4. まとめ

法面勾配 30° 、 45° モデルについては、1次元解析の適性が認められたと言える。しかし、法面勾配 60° モデルでは2次元解析結果との間に差が生じ適用可能な盛土高さに限界があることが明らかとなった。支持地盤があるモデルについては、せん断波速度 150m/s の場合で1次元と2次元の間で多少の差が生じたものの、ほぼ適性が認められたが、せん断波速度 100, 200m/s の場合では、1次元と2次元との間で大きな差が認められた。この原因として、2次元解析での盛土下側方の自由地盤の震動と盛土と盛土下地盤の震動との相互作用の影響が考えられる。今後、この自由地盤との連成震動モデルの構築が必要であると考えられる。

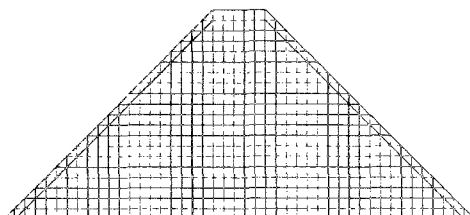


図-1 FEMメッシュモデル

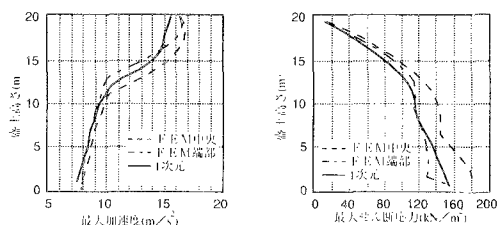


図-2 30° 最大加速度,最大せん断応力分布

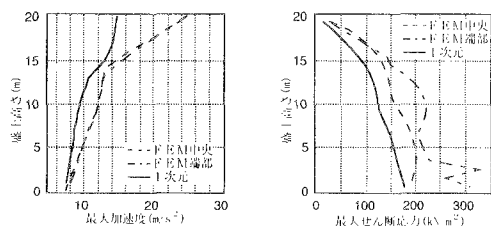


図-3 60° 最大加速度,最大せん断応力分布

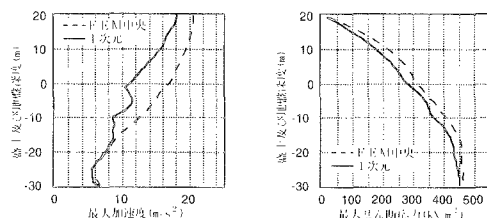


図-4 $V_s=100$ 最大加速度,最大せん断応力分布

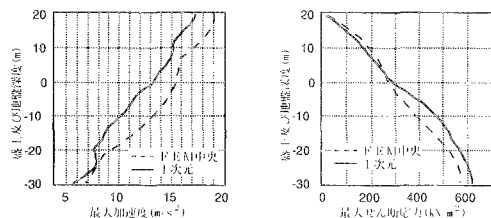


図-5 $V_s=150$ 最大加速度,最大せん断応力分布

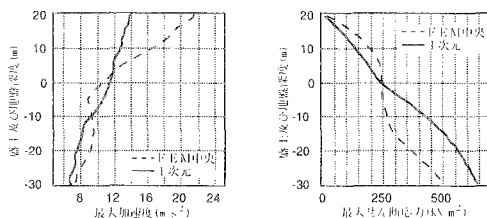


図-6 $V_s=200$ 最大加速度,最大せん断応力分布

参考文献

- 1) 中村 晋・風間 基樹：層マトリックス法による盛土-支持地盤系の1次元震動解析法，応用力学論文集 Vol.5 pp501-508 2002.8
- 2) 吉田 望：有限要素法プログラム「STADAS」