

チェリーコンサルタント(株) 正会員 ○山口若子
高知工業高等学校 正会員 岡林 宏二郎

1、はじめに

有限要素法解析は我が国で 1964 年に導入されて以来、各諸分野への応用も進み、現在では工学解析において最も有力な手法の 1 つとなっている。解析分野では、これまでワークステーションや経済面の問題により 2 次元的な思考が基本であり、解析モデルを 2 次元として処理することが多かった。しかし、地盤工学分野では実際の地形、地質の複雑さや地盤の変形形状・破壊形状、基礎構造物の形状等を考えると、地盤の変形や破壊は本来 3 次元問題として取り扱うべきである。最近の急速なコンピュータの発達、ワークステーションの普及により 3 次元解析はより身近なものとなり、今後は地盤工学の分野においても急速に浸透していくと思われる。本研究では、補強土擁壁を対象として 3 次元的な解析だけでなく、実験との比較も行い、有限要素法解析に対しての精度の検討を目的とした。

2、解析内容

表 1 材料特性表

2.1 材料特性

解析モデルの壁面材と補強材にアルミを使用した。実験モデルは容器部分にもアルミを使用した。アルミと土の材料特性を表 1 に示す。

	土	アルミ
弾性係数	$1.96 \times 10^4 \text{ kpa}$	$7.03 \times 10^7 \text{ kpa}$
単位体積重量	15.50kpa	26.36kpa
ポアソン比	0.300	0.345

2.2 解析モデル

① 2 次元解析と 3 次元解析の比較検討

実物大寸法の 2 次元、3 次元モデル(図 1、2)を用いる。2 次元モデルは奥行き方向の不連続性を考慮して、補強材の弾性係数を 3 次元モデルの 10 分の 1 にした。節点数 586、要素数 175、壁面材厚 12mm 補強材厚 6mm。3 次元モデルは 2 次元モデルを奥行き方向に 4.5m 伸ばしたもの。節点数 6130、要素数 1225。

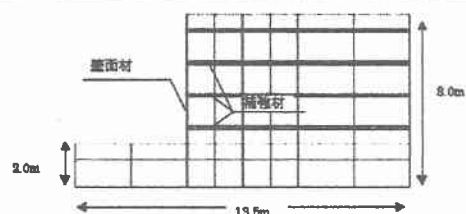


図 1 2 次元実物モデル

② 遠心载荷実験との比較検討

解析は実験寸法の 3 次元モデル(図 3)を用いる。実験は同寸法のモデルに 30G かける。それを考慮して解析モデルは寸法を 30 倍して解析した。リンク要素により土要素と容器要素との不連続を考慮した摩擦も与える。

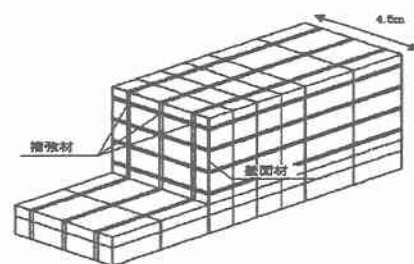


図 2 3 次元実物モデル

2.3 解析方法

モデルの解析は全て弾性解析で行う。解析は FEMIS(プリプロセッサ)により解析用のメッシュデータを作成し、荷重、拘束、物性値等の条件を設定し、LISA(内蔵構造解析ソルバー)で変位法を用いて、作成したデータを直接読み込み解析した。解析結果を FEMOS(ポストプロセッサ)により図化、編集処理を行い表示する。

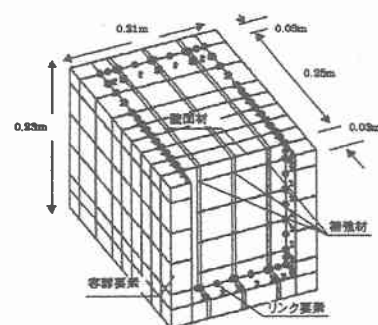


図 3 3 次元実験解析モデル

3、解析結果の比較検討

① 2次元解析と3次元解析の比較検討

壁高に対する水平変位の分布図を図4に、壁高に対する補強材の水平応力分布図を図5に示す。図4より2次元モデルと3次元モデルの変位の分布状態がほぼ同じであることが分かる。図5は、単位面積当たりの補強材の土圧に抵抗する力が2次元モデルよりも3次元モデルの方が大きいことを示している。また、盛土の深さが深いほど、水平応力は大きくなる。以上の結果より、水平変位の結果だけを見ると2次元、3次元モデルの違いは無いように思われるが、補強材の水平応力では大きな違いが表れる。そのため、3次元の方が補強材を正確に考慮することができ、2次元モデルより正確な値を得ることができる。

②遠心载荷実験との比較検討

壁高(解析は壁高1/30で図示)に対する水平変位の分布図を図6に壁面横の盛土要素の水平応力分布図を図7に示す。図7には主働土圧の分布図も示す。図6より、実験値と解析結果の変形モードが違っていることが分かる。実験の壁面は動きが下端を中心とした回転と平行移動が合成される形となり、水平変位が盛土から離れる方向に起こる。解析では補強材の背面の沈下により、補強材は盛土内に引き込まれ、壁面材は背面からの圧縮力により底部ほど大きく押し出される。変形モードは異なっているが、最大値は3次元が-0.002mで2次元が-0.003mとほぼ近い値である。図7より応力分布状態が似ていることが分かる。少し解析結果の水平応力が小さくなっている。これは図6より壁面底部で解析結果の水平変位が少し大きいことにより水平応力が小さくなっているものと考えられる。今回、補強材が奥行き方向に連続なモデルでも比較を行った。水平応力図はお互い近い値になったが、水平変位図は解析結果の値が-0.008mで実験結果が-0.001mとなり差が大きい。これは実験のモデルを作成する際、補強材の形状により3次元モデルを作成するより難しく、実験のバラツキが大きくなるからである。以上のことより、実験と解析の比較には近い値が出ている3次元モデルの方が適していると言える。

4、まとめ

- (1) 2次元と3次元モデルの比較より壁面変位はほぼ同じになり、補強材の水平応力は3次元モデルの引張力が大きく求まる。
- (2) 3次元モデルにリンク要素を挿入し、解析し、実験モデルと比較した結果、変位モードは異なるが応力分布形状はよく似ていた。
- (3) 3次元解析は奥行きを考慮することができるため、補強材が奥行き方向に連続していない場合に適している。
- (4) 実験と比較する場合は3次元モデルでリンク要素を用いて行うとより効果的に行える。

5、参考文献 田中 忠次ほか：地盤の3次元弾塑性有限要素解析、1996

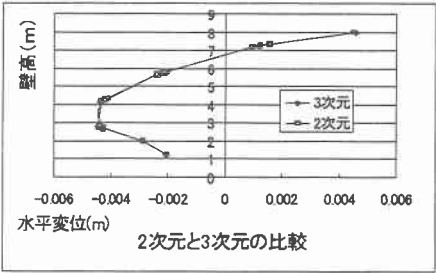


図4 2次元、3次元解析比較(水平変位)

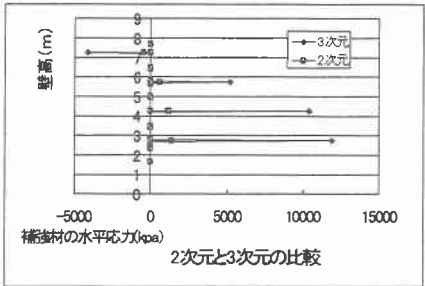


図5 2次元、3次元解析比較(水平応力)

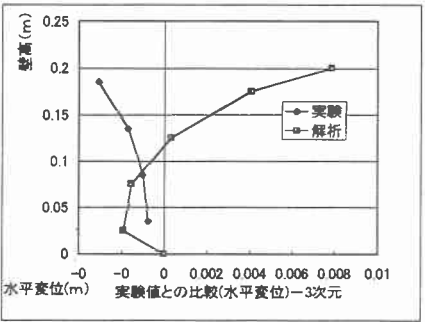


図6 実験との比較(水平変位)

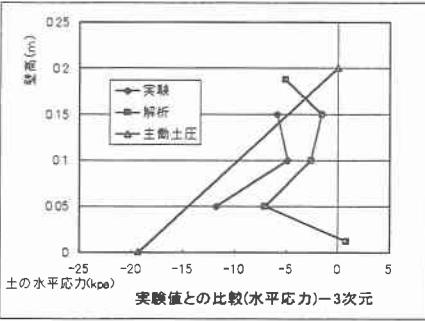


図7 実験との比較(水平応力)