

ガラス発泡材を用いたマットレス工法の FEM 解析による検討

J R 西日本 正会員 ○三宮健広

高知高専 正会員 岡林宏二郎

(株) 地研 正会員 森直樹・中根久幸

1. はじめに

日本では人口増加に伴い軟弱地盤にも手を加え、宅地としての利用が可能になってきた。本研究では、近年地盤が原因で社会問題となっている軟弱な基礎地盤の表層を、廃ガラス瓶のリサイクル品からなる軽量材料に置き換えることで、環境を配慮した基礎の地盤改良を確実に効果的に行えるマットレス工法を提案し、三次元 FEM 解析による弾性・弾塑性解析を行い、地盤改良効果の比較、検討を行った。

2. 解析方法¹⁾

本研究では、軟弱地盤の上に建つ一般的な木造二階建て住宅基礎部にマットレスを敷設した場合を想定し、静的弾性・弾塑性解析¹⁾を行った。解析モデルの対象断面図を図-1に示す。住宅の荷重は等分布荷重で与えた。地表から深さ5mまでを粘土層とし、さらに5mを砂質層とした。解析モデルは半断面とし、二次元モデルの場合住宅中央から幅18mとした。三次元モデルの場合は奥行きに18m加えたモデルとした。拘束条件は、二次元モデルの場合、モデル底面を水平、鉛直ともに固定し地中部両端を水平固定とした。三次元モデルの場合は奥行方向も固定した。三次元の解析モデルを図-2に示す。本研究では、住宅下にガラス発泡材を用いたマットレスを敷設し、厚さを地表から深さ1mまで0.1mずつ増加させていった場合の地盤改良の効果を比較する。弾性解析はモデルに荷重を与えて解析を行い、弾塑性解析はモデルの初期応力を計算した上に荷重を載せて解析を行った。土の破壊基準はMohr-Coulombの基準式を用い非線形解析法には、修正Newton-Raphson法を用いた。

なお、マットレスの幅は対象軸から7mとした。使用した材料定数を表-1に示す。^{2)、3)}

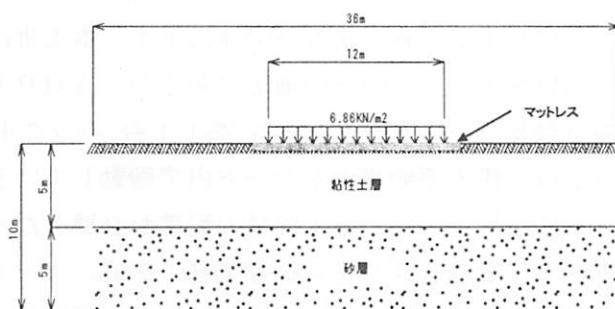


図-1 対象断面図

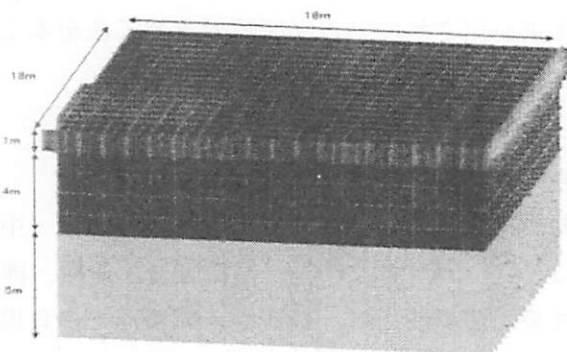


図-2 三次元解析モデル

表-1 材料定数

3. 解析結果及び考察

3.1 二次元モデルと三次元モデルの弾塑性解析の比較

図-3に層厚30cmのガラス発泡材を敷設した場合の二次元モデルの沈下量の変位図を示し、図-4に層厚30cmのガラス発泡材を敷設した場合の三次元モデルの沈下量の変位図を示す。

ガラス発泡材を用いたマットレスを敷設した場合は、マットレス厚さが30cmで最大沈下量はそれぞれ1.7cm～1.6cm程度で1mmほど二次元モデルの沈下量が大きい。碎石も同じマットレス厚さで解析したが二次元モデルの沈下量が大きい。原因として二次元モデルは平面歪状態であることが考えられる。弾塑性

	碎石	粘土地盤	ガラス発泡材	砂地盤
単位体積重量	20.0kN/m³	15.7kN/m³	11.0kN/m³	18kN/m³
弾性係数	50000kN/m²	20000kN/m²	10000kN/m²	40000kN/m²
粘着力	1kN/m²	10kN/m²	3.8kN/m²	1kN/m²
せん断抵抗角	40°	0°	40°	30°
ダイレイタンス角	10°	0°	10°	0°
ポアソン比	0.265	0.333	0.265	0.3
静止土圧係数	0.36	0.82	0.36	0.43

解析の結果より、初期応力の影響が二次元モデル及び三次元モデルとも大きいことと、载荷による解析結果より、二次元モデルの弾塑性解析結果と三次元モデルの弾塑性解析結果に極わずかな誤差を生じることがわかった。しかし、本研究条件では二次元モデルでも三次元モデルでも弾塑性解析に関しては、変位量の変化は小さいことがわかる。

3. 2 弾性解析と弾塑性解析の比較

図-5に弾性解析と弾塑性解析の比較図を示す。土は未改良でマットレスはともに層厚30cmとした。弾性解析と弾塑性解析を比較すると弾塑性解析がわずかに沈下量が多いことがわかった。弾性解析では、初期応力の影響の考慮や载荷ステップを与えて土の非線形性を考慮できないことから、解析は弾塑性解析で行う必要があると考える。

4. ガラス発泡材による改良深さの影響

図-6に改良深さと沈下量の関係を示す。マットレスは地表から深さ1mまで0.1mずつ増やして解析を行った。

ガラス発泡材の改良深さ別の比較より今回の解析条件では、マットレスの敷設深さの影響は小さいことがわかった。しかし、マットレス層が厚くなると沈下量が大きくなる傾向があること、層厚30cmの時のみ層厚に比例することなく沈下量が他と比べ小さくなる傾向があることがわかった。

5. まとめ

本研究より、ガラス発泡材を用いたマットレス工法は砕石と比較して期待した効果はみられなかった。今後载荷条件を変え一般家庭の住宅等ではなくスケールの大きな建物の場合に効果を発揮するか3次元FEM解析を行い比較する。

6. 参考文献

- 1) ホクトシステム：FEMLEEG，ユーザーガイド
- 2) (社) 地盤工学会：地盤技術者のためのFEMシリーズ①～③、2003.8
- 3) (株) 高知再資源化研究所：ガラス発泡材の性能確認試験、PP2-9

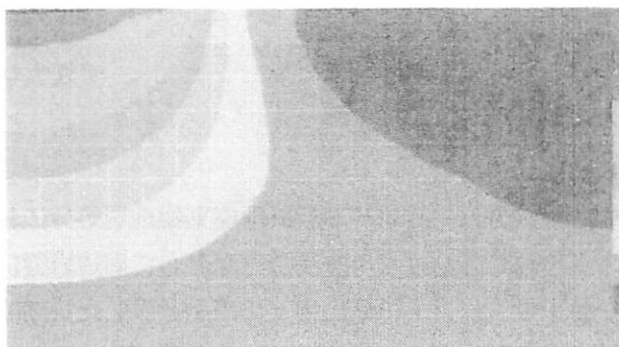


図-3 二次元変位図

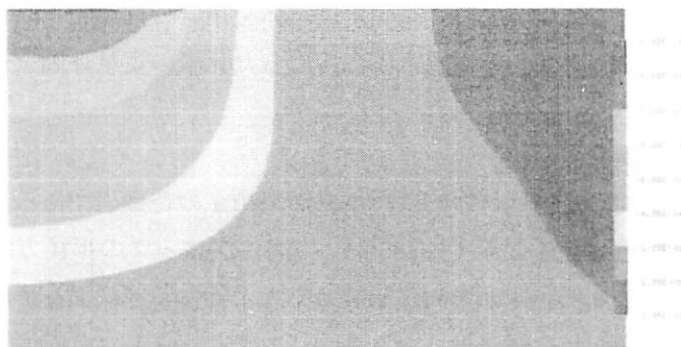


図-4 三次元変位図

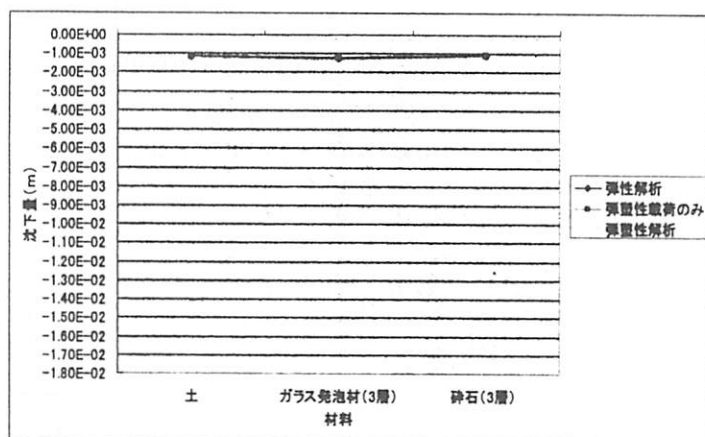


図-5 弾性解析と弾塑性解析の比較

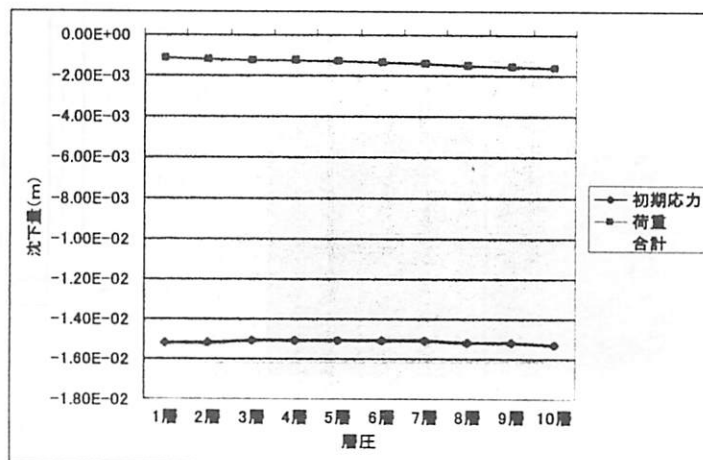


図-6 改良深さ別沈下量