

特殊土嚢を用いた軟弱地盤上の試験盛土に関する FEM 試解析

パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 ○館川 逸朗
 パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 嶋田 宏
 メトリー技術研究所(株) 野本 太
 パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 宗片 渉

1. はじめに

軟弱粘土地盤上の盛土では、施工機械による施工が困難な条件でも支持力増加を図る有効な対策として、特殊土嚢同士を連結させた補強土(以下特殊土嚢と称す)工法の事例が報告されている。しかし、特殊土嚢工法は単一材料と異なり、複合的な人工材料で連結するため、対策後の挙動が複雑で定量的な評価が困難であった。

筆者らは、2次元 FEM 解析を用いて解析モデルと対策効果について、試験盛土と比較検討した事例を報告する。

2. 特殊土嚢と試験盛土の概要

特殊土嚢に用いる特殊土嚢は、設置したガイドゲージで内部拘束して個々の形状の保持(試験では W900×D450×h80 ① を使用)し、一定量の中詰材を投入・閉口後に、ロックジョイントで水平 2 方向を接続して転圧することで均質化でき、集中荷重に対しても高い荷重分散効果が期待できる。試験盛土では図-2 に示すように、浚渫粘土上に 4 段の特殊土嚢を設置してその上面(0.9m×0.9m)に 0~54 kN(最大 33.75kN/m²)を段階的に載荷した。



①ガイドゲージを有する特殊土嚢



②ロックジョイントで特殊土嚢を接続



③一定量の中詰材を投入・閉口



④各段ごとに転圧して積上げる

図-1 特殊土嚢の施工手順

0~33.75kN/m²(段階載荷)

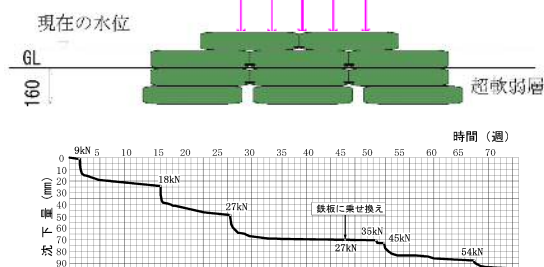


図-2 試験盛土の形状と荷重条件

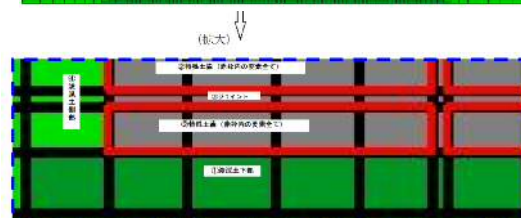


図-3 試験盛土解析モデルと特殊土嚢拡大図

3. 解析の手法と特殊土嚢の解析モデル

(1) 解析手法と解析ケース

解析は 2 次元 FEM 弾塑性解析とし、効果を比較するため特殊土嚢無と有の 2 ケースを実施した。

(2) 解析モデル

図-3 に試験盛土モデルと特殊土嚢部分拡大図を示す。試験盛土の解析モデルは、浚渫粘土 4m、幅は特殊土嚢のモデルは、土嚢と中の碎石を一体のモデルとし、土嚢間はマジックテープで固定されるため、土嚢間の接合された状態をジョイント要素でモデル化した。こうした土嚢間の接合の無い条件では境界部の剥離等により初期段階で地盤破壊を生じた。

(3) 解析パラメータ

浚渫土の強度試験等は未実施のため、圧密試験結果から以下の関係を用いて設定した解析定数を表-1 に示す。

浚渫土の粘着力 $c = p_c / m = p_c / 0.3$ (ここで、 p_c : 圧密降伏応力、

浚渫土の弾性係数 $E = 200 \cdot c$

m : 強度増加率)

浚渫土の引張強度 $\sigma = c / 4$

特殊土嚢は袋がポリプロピレン、中詰め材料は 5 号碎石で構成されるため、解析定数は土のうの耐圧試験結果を基に設定した。

キーワード 特殊土嚢、FEM

連絡先 〒206-8550 東京都多摩市関戸 1-7-5 パシフィックコンサルタンツ株式会社 TEL 042-372-7343

4. 解析結果

以下に、特殊土嚢無と特殊土嚢有の2ケースの解析結果を示す。

1) 特殊土嚢無のケース

・変形図（破壊直前：荷重 32.4kN/m²）

荷重の増加に伴って荷重の直下の変形が大きくなっており、変形が周辺地盤まで広がっている。これは浚渫土が非常に軟弱なため、荷重作用面で局所的な押しぬきせん断が生じていると考えられる。

・点安全率図（破壊状態：荷重 29.97kN）

特殊土嚢無の場合、荷重作用面下方で応力球根が形成される。荷重作用面直下で破壊が生じるが、破壊領域がこの球根の形状と同様な形で拡大している。

2) 特殊土嚢有のケース

・変形図（破壊直前：荷重 32.4kN/m²）

破壊直前までは特殊土嚢が荷重を分散させているため地表面変位は均等に生じている。しかし、荷重の増加に伴って土嚢自体の変形も大きくなり、土嚢の変形が大きい箇所周辺地盤の変位が顕著となる。

・点安全率図（破壊状態：荷重 33.075kN/m²）

破壊直前までは荷重作用面付近で土嚢端部周辺の局所的な塑性化に留まっている。これは、浚渫土が非常に軟弱だが、特殊土嚢が荷重を分散させるとともに作用面周辺地盤の破壊領域の拡大を抑制して荷重を支持する効果と判断する。破壊状態では塑性領域が土嚢端部から徐々に周辺に広がって繋がっており、押しぬきせん断とは異なる破壊モードとなっている。

表-1 浚渫粘土と特殊土嚢の地盤定数・材料定数

・等方性要素・アイソパラメトリック要素	浚渫土側部	浚渫土下部	特殊土嚢
弾性係数: E(kN/m ²)	500	2000	35375
ポアソン比: ν	0.49	0.49	0.26
粘着力: C(kN/m ²)	9.6	9.6	0
内部摩擦角: ϕ (°)	0	0	40
単位体積重量: γ (kN/m ³)	12.2	12.2	20
静止土圧係数: K ₀	0.5	0.5	0.36
引張強度: σ_{tf} (kN/m ³)	2.4	2.4	0

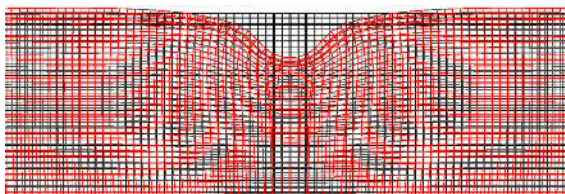


図-4 特殊土嚢無のケースの変形図(拡大図)

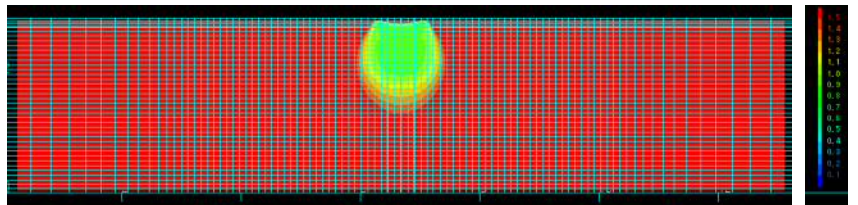


図-6 特殊土嚢無のケースの安全率図（破壊荷重 29.97kN/m²）

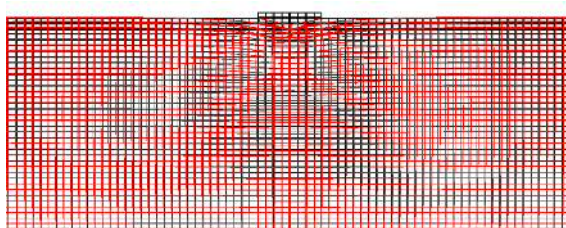


図-7 特殊土嚢有のケースの変形図(拡大図)

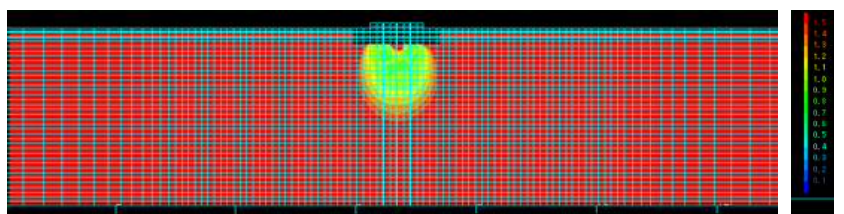


図-8 特殊土嚢有のケースの安全率図（破壊荷重 33.075kN/m²）

5. まとめ

特殊土嚢有では、特殊土嚢にガイドゲージおよびロックジョイントがあることにより特殊土嚢の構造が保持されることで、荷重の作用面周辺地盤の破壊領域の拡大を抑制して荷重を支持するが、特殊土嚢無の場合は荷重作用面周辺において低い荷重で局所破壊が生じて拡大する支持機構の違いを表現できた。さらなる解析精度向上のためには、特殊土嚢周辺の載荷地盤の計測データとともに土性変化データも含めて蓄積して詳細な挙動を明らかにして、試験盛土の再現解析に用いる必要がある。また、今後は弾粘塑性解析により圧密沈下も含めて表現可能なモデルへの拡張を図る予定である。

【参考文献】 1) 地盤工学の新しいアプローチ構成式・試験法・補強法, 松岡元, 京都大学出版会