

地盤改良体の配置の違いの効果を円弧すべり法で簡易的に評価する手法の基礎的検討

(株)加藤建設 正会員 ○徳山悦子
 (株)加藤建設 正会員 菅野航太
 (株)ノム 正会員 大河内保彦

1. はじめに

軟弱地盤上に盛土を構築する際の安定対策等として地盤改良を実施する場合、地盤改良体の形状や配置の違いによって、盛土の変形が大きく異なることが知られている。近年では、地盤改良体による未改良土の拘束効果を考慮した設計法も考案されている。

盛土の安定照査に用いる性能指標値として、円弧すべり法による安全率が現状において最も一般的に用いられているが、地盤改良体の形状や配置による盛土の変形量に対する効果の確認は出来ない。

盛土の変形量を確認するためには有限要素法を用いる必要があり、さらに、地盤改良体の形状や配置を考慮しようとするとは三次元での解析が必要となる。

本稿では円弧すべり法の安全率と有限要素法による変形量との対比を行い、その結果から、地盤改良体の形状や配置による変形抑制効果を円弧すべり法で簡易的に評価できる手法を検討したので報告する。

2. 検討モデル

本稿で使用した検討モデルを図-1に示す。盛土高さは8m、軟弱地盤は層厚12mの均一地盤とした。

地盤の定数を表-1に示す。地盤の定数は、盛土載荷後の軟弱地盤中央深度におけるせん断強度が、円弧すべり法と有限要素法とで同一となるように設定した。

有限要素法における構成モデルは、盛土及び地盤改良体はMohr-Coulomb (MC) モデルとし、軟弱地盤は、拘束効果を合理的に評価するため、変形係数の拘束圧依存性や弾性域における処女載荷と除荷・再載荷における変形挙動の違い等の土の挙動を表現できるHardening Soil (HS) モデルとした。

盛土の安定対策工として用いる地盤改良体の形状や配置は、盛土下での地盤改良土量とその強度が同一となるように設定し、着底型とした。検討は無対策時と対策時4ケース（法尻に地盤改良体を配置した1ケース＋盛土下全面に地盤改良体を配置した3ケース）の合計5ケースで実施した。

表-1 地盤定数

記号	単位	盛土		軟弱地盤		改良体	
		円弧すべり	有限要素法	円弧すべり	有限要素法	円弧すべり	有限要素法
モデル	—	—	MC	—	HS	—	MC
γ_s	(kN/m ³)	19	19	16	16	16	16
c	(kN/m ²)	0	1	7	7	200	200
ϕ	(度)	30	30	0	11.3	0	0
m	—	—	—	0.2	—	—	—
E_{50}	(kN/m ²)	—	5,000	—	1,400	—	100,000
ν	—	—	0.35	—	0.33	—	0.20

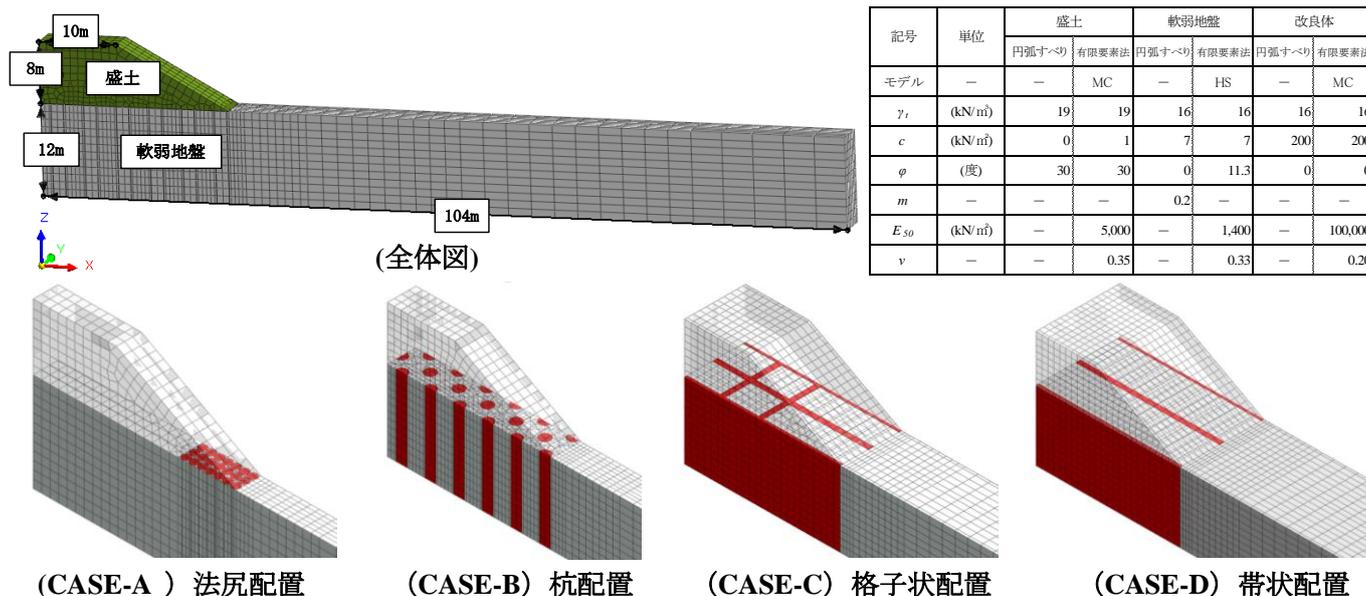


図-1 検討モデルおよび改良体配置

キーワード 地盤改良, 円弧すべり法, 有限要素法, 拘束効果, 強度増加, 盛土

連絡先 〒136-0072 東京都江東区大島 3-19-2 (株)加藤建設ジオテクノロジー事業部企画開発部 TEL: 03-3637-5341

3. 検討結果

円弧すべり法の安全率と有限要素法による盛土天端の平均変形量の関係を図-2(a)に示す。

対策時の結果を見ると、地盤改良体を法尻に配置した CASE-A おいて安全率と変形量がともに全ケースの中で最大値となっている。それに対し、盛土下の全面に地盤改良体を配置した CASE-B~D においては、変形量は CASE-A よりも大幅に低減されているが、安全率は CASE-A よりも小さくなる。また、CASE-B~D の安全率はほぼ同じながら変形量には差が生じている。このことから地盤改良体の形状や配置によって、変形抑制効果が異なることがわかる。また、安全率と変形量との相関関係が得られていないことも確認できた。

次に、無対策時の地盤の粘着力と変形係数を一定の割合で変化させた場合の検討結果も図-2(a)内に破線で示す。その結果から、均一地盤における安全率と変形量との関係が推測できる。

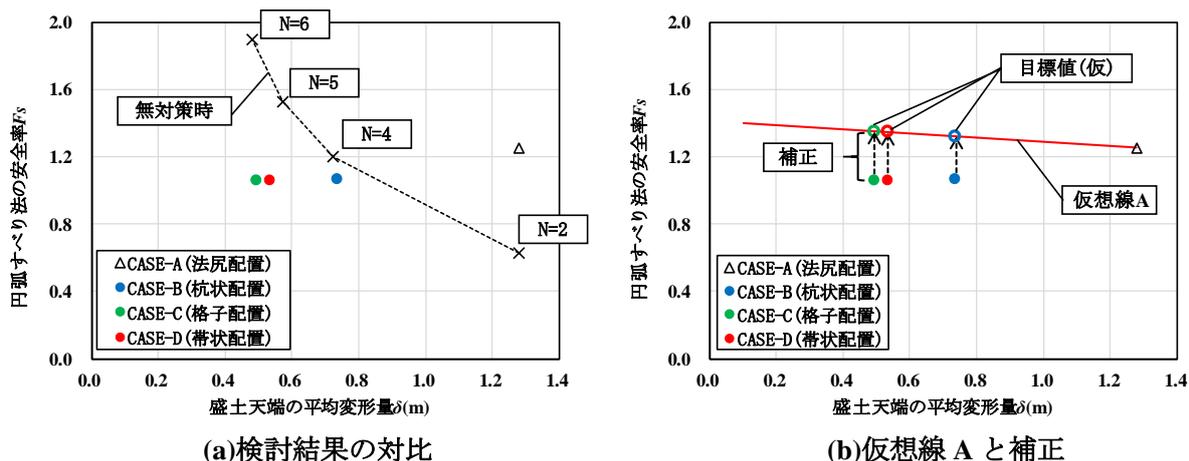


図-2 検討結果

4. 考察

対策時における安全率と変形量には相関関係を読み解くことは出来ないが、無対策時のような関係を得られれば、地盤改良体の形状や配置による変形抑制効果を円弧すべり法でも簡易的に検討が可能となる。このことを踏まえて、変形量に応じて安全率が向上する仮想線 A を、図-2(b)に示す。

仮想線 A の安全率を得るためには、何らかの補正を行う必要がある。その補正方法として、円弧すべり法で適用する複合地盤強度を算出する際に、地盤改良体による未改良土の拘束効果に着目して、以下のような手法を提案する。

- 1) 地盤改良体によって囲まれた未改良土の移動や変形が拘束されている度合いに着目する。
- 2) 地盤改良体による未改良土の拘束度に応じて、見かけ上未改良土の強度が割増されたものとみなす。
- 3) CASE-A においては地盤改良体による拘束効果がないため、見かけ上の割増強度(Δc)を 0 とする。
- 4) CASE-C, D, B においてはその順に変形抑制効果が高いため、それに応じた適切な割増強度(Δc)を設定する。

5. まとめと今後の展望

- ・円弧すべり法の安全率と有限要素法による変形量との対比結果より、円弧すべり法の安全率からは変形量を推測することは出来ない。
- ・地盤改良体の形状や配置による変形抑制効果を、円弧すべり法で表現するための補正方法として、地盤改良体で拘束された未改良土の見かけ上の割増強度(Δc)を考慮する方法が考えられる。
- ・補正を行うことによって CASE-B~D の安全率が CASE-A を上回り、CASE-B~D の採用が可能となる。また、安全率に余裕が生じるため、地盤改良体の深度を浅くすることや、盛土下に配置する地盤改良土量を少なくする等が可能となるなど、施工性の向上・工期の短縮や工費の削減につながると考えられる。
- ・今後は、地盤改良体の形状や配置に応じた未改良土の割増強度(Δc)を決める方法を検討していきたい。

《参考文献》

- 1) クリエイティブ地盤改良サークル日本：CGI 工法 設計・施工マニュアル Ver.1.5, 平成 26 年 11 月