

第III部門 ロックボルトとユニットネットによって補強された斜面内の局所安全率

関西大学大学院 学生員○赤川 丈弘
 関西大学大学院 学生員 岩井 慎治
 株式会社ダイカ 北村 善彦

関西大学工学部 正会員 楠見 晴重
 兵庫県洲本農林水産振興事務所 福政 俊浩

1. はじめに

現在、樹木の伐採を伴わない斜面安定化工法を提案している¹⁾。その基礎研究として、実斜面での現場試験および実験室による模型試験を行い、地表面に設置されたユニットネットと地盤内に設置されたロックボルトおよびロックボルト頭部と締付け固定された支圧板を用い本工法の応力分散機構の解明を試みた。そこで、今回は FEM による解析手法を用い、過去の研究を基にして作成した補強材をモデル斜面に設置し、弾性域内における各地盤要素の局所安全率を求め、無補強状態との比較を行い、補強効果の検討を行った。

2. 解析の概要

本研究では、過去の研究を基にロックボルトおよびユニットネット・支圧板の要素の設定を行い、Mohr-Coulomb の破壊基準を用い、弾性域におけるモデル斜面破壊のシミュレーションを行った。図-1 は解析モデル図の概要を示している。補強材として用いたロックボルトと支圧板、ユニットネットについては、滑動層と固定層に分かれたモデル斜面において、無補強状態と補強状態の 2 パターンについて、モデル斜面内における局所安全率を比較・検討した。解析パターンは、無補強状態を **case1**、ロックボルトによる補強状態を **case2**、ロックボルトおよびユニットネットによる補強状態を **case3**、ロックボルトおよびユニットネット・支圧板による補強状態を **case4** とした。破壊形態については、有限要素に分割された地盤要素に作用する自重によって発生する自然崩壊を想定した。解析地盤は、図-1 に示すように、境界条件は共に地盤下端を完全固定、両側面を上下方向に自由とした。ロックボルトについては、地盤内に発生するせん断力に伴う引張作用を考慮し、ボルト要素とした。またユニットネットについては、ロックボルトの変位に伴う引張作用および地表面の変位に伴う曲げ作用を考慮し、梁要素とした。支圧板については、鋼材の物性値で設定した。図-2 は解析メッシュ図を示し、**case1** の(要素数, 節点数)は(390, 1263)、**case2** は(405, 1269)、**case3** は(439, 1269)、**case4** は(508, 1446)である。また、表-1 に解析定数一覧を示す。

図-1 は解析モデル図の概要を示している。図-2 は解析メッシュ図を示し、**case1** の(要素数, 節点数)は(390, 1263)、**case2** は(405, 1269)、**case3** は(439, 1269)、**case4** は(508, 1446)である。また、表-1 に解析定数一覧を示す。

3. 解析結果および考察

図-3 は **case1**～**case4** までのモデル斜面内の局所安全率をコンター図によって示している。

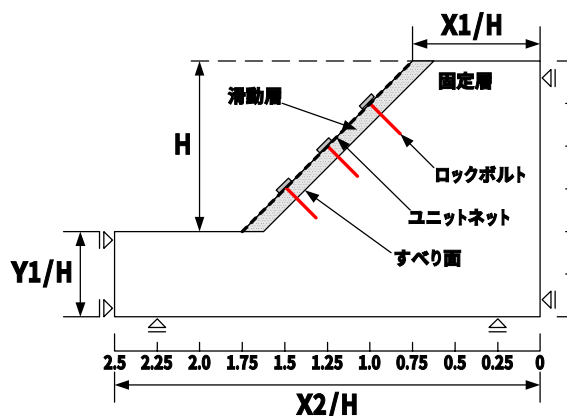


図-1 解析モデル図

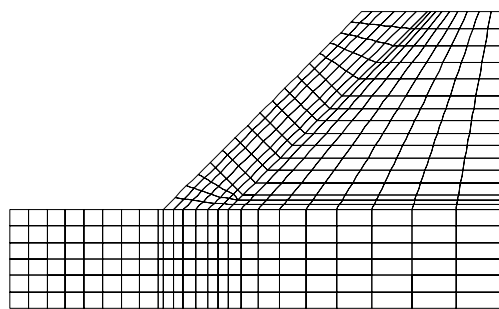


図-2 解析メッシュ図

表-1 解析定数一覧

材料定数	ヤング率 E (Mpa)	ポアソン比 μ	単位体積重量 γ (kN/m ³)
ボルト要素	2.1×10^5	0.3	77.0
滑動層	10	0.3	26.5
固定層	10000	0.3	26.5
梁要素	2.1×10^5	0.3	77.0

キーワード:有限要素法, ロックボルト, ユニットネット, 自然斜面, 局所安全率

〒564-8680 吹田市山手町 3-3-35 tel:06-6368-1121

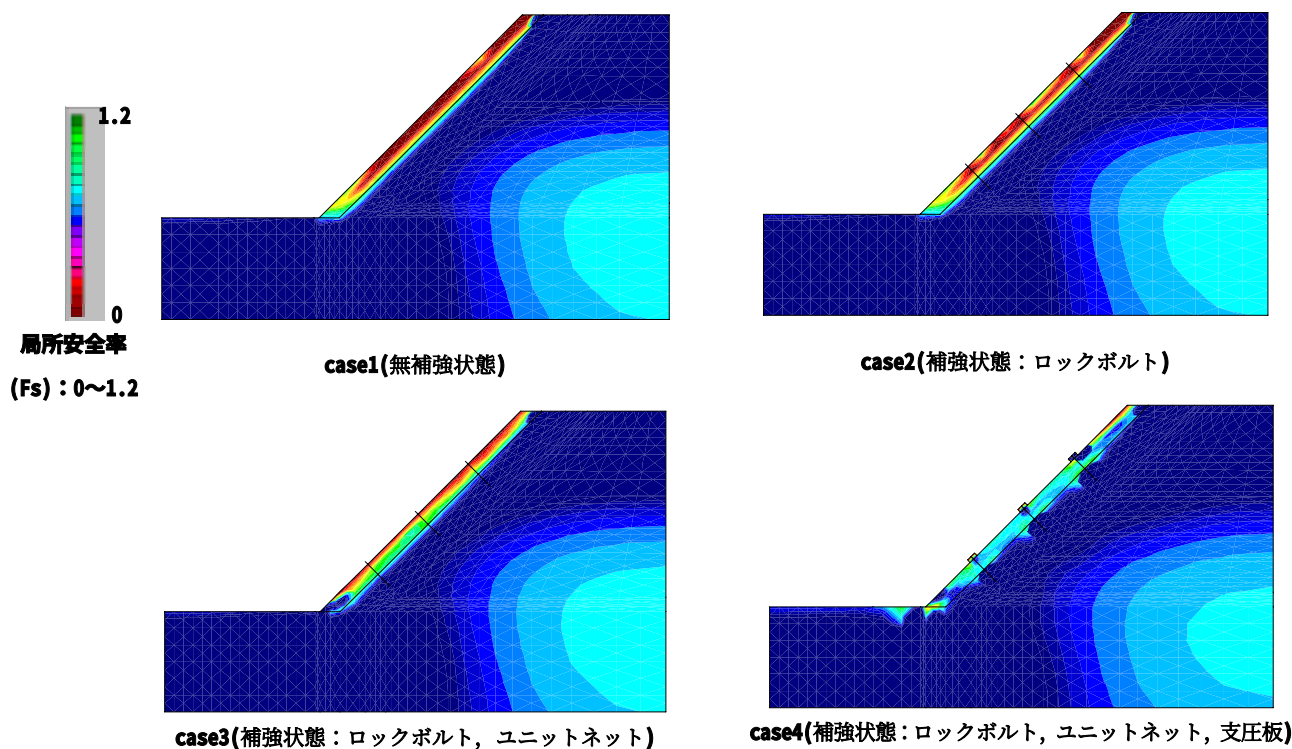


図-3 コンター図(局所安全率：Fs)

解析結果より、無補強状態の **case1** では滑動層全域に破壊が進行し、著しい安全率の低下を確認することができ、斜面が滑動層部分において不安定であることを示している。また **case2** では、**case1** に比べ、ロックボルト周辺における安全率の改善が認められ、ロックボルトによる斜面崩壊に対する補強効果を確認することができた。次に **case3** では、ロックボルトおよびユニットネットによって補強され、滑動層および固定層間のすべり面付近において著しい補強効果が確認できた。更に **Case4** では、ロックボルトおよびユニットネットの併用に加え、ロックボルト頭部に剛結された支圧板によって補強され、滑動層の表層部分およびすべり面付近全域において、著しい補強効果が確認できた。これにより、斜面安定における補強効果については、ロックボルトのみの場合に比べ、ユニットネット併用による場合の方が滑動層全体を一体的に補強し、安定させている確認できた。更にロックボルトおよびユニットネット併用の場合と比べ、ロックボルトおよびユニットネットに加え、支圧板を用いて補強することで、滑動層全体および地表面付近における著しい補強効果が認められた。

4. まとめ

本解析結果から、モデル斜面における本工法の補強効果の比較を行い、地表面付近において著しい補強効果を期待することができ、更にロックボルトおよびユニットネット、支圧板による本工法の補強効果の検討を行うことができた。これによりロックボルトおよびユニットネット・支圧板による斜面安定工法の有用性を示せた。しかしながら、今回の解析では、弾性域内における極めて破壊規模の小さい斜面崩壊のシミュレーションに留まり、無補強状態との比較が主であったため、実斜面のデータを基にした弾性～塑性域の斜面崩壊における検討を行う必要がある。また自然斜面のようなすべり形態では、三次元モデル斜面によるシミュレーションを行い、その際の斜面の補強効果および本工法の安定化機構について解明する予定である。

参考文献

- 1)楠見晴重, 岩井慎治, 福政俊浩, 北村善彦: 景観・樹木に配慮した自然斜面の安定工法に関する基礎的研究, 第11回岩の力学国内シンポジウム, I-08, 2002.
- 2)川本 万, 林正夫: 地盤工学における有限要素解析(土質力学と岩盤力学へのアプローチ), 培風館, pp.57~60, 1978.