

Ⅲ-491

盛土のり面防護工における安定性に関する効果の比較

中央開発(株) ○西原 聡
 (財)鉄道総合技術研究所 館山 勝 小島 謙一
 東海旅客鉄道(株) 大南 正克

1. はじめに

降雨対策としての既存の盛土のり面防護工には、格子枠工法、排水パイプ、被覆工等がある。筆者らはこれに加えて攪拌混合補強体(コラム体)を用いた新しい防護工の開発を実施している。ここでは、既存工法と新工法の効果を比較する目的で、浸透流解析¹⁾、応力・変形解析、極限解析を連成させた解析を行ったので、この結果について報告する。

2. 解析方法

解析は、各種盛土のり面防護工について、①年間降雨による浸透流解析²⁾、②最大日雨量相当の計画降雨による浸透流解析²⁾、③浸透流解析結果を考慮した応力・変形解析を実施した。これらは、いずれも有限要素法による浸透、応力・変形解析で行った。④最後にそれらの結果を考慮した極限解析(円弧すべり法)を行い、安定性の評価を行った。

3. 解析条件

解析は2次元断面モデルとし、盛土高は5m、盛土天端の幅は10.7m、のり面勾配1:1.5とし、対称断面であるため半断面のモデルとした(図-1参照)。のり面防護工は、コラム工、格子枠工、排水パイプ、被覆工(張りブロック工:遮水率50%、遮水シート:遮水率100%)である。排水パイプは、のり肩から1m下がった位置から0.55mごとに4本($l=3.6\text{m}$ 、 $d=0.06\text{m}$)、奥行き方向には1mごとに千鳥に配置した。格子枠工は、実寸法を2次元の単位奥行きあたりの厚さに換算した。コラム工は、のり肩から0.6mの箇所に最上段を、のり肩から1m上方に最下段を、最上段と最下段の間には、2本をほぼ均等に配置した。奥行き方向には、2.5mごとに千鳥配置とした。応力・変形、極限解析に用いる土質定数は、不飽和室内土質試験結果に基づいて設定した。粘着力は、自然状態における粘着力と飽和状態での粘着力($c=0\text{tf/m}^2$)から設定し、その間の飽和度に対する粘着力は両者を曲線で近似した。内部摩擦角は三軸試験の平均値をとり $\phi=31$ 度とした。単位体積重量は飽和度に応じて変化させた。

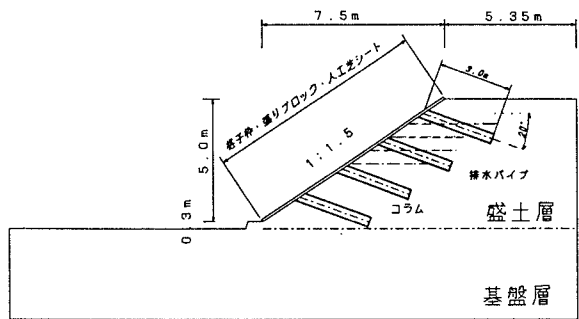


図-1 検討断面と防護工の配置

4. 検討結果

図-2に浸透、応力・変形を連成した極限解析について初期状態として計画降雨直前の結果と防護工ごとの計画降雨終了直後の結果を示す。これより、計画降雨直前の安全率は約1.2であり、盛土は無降雨時には安定性を確保していることが確認された。計画降雨直後には無対策で約0.9まで安全率が低下することがわかった。防護工ごとに比較すると格子枠工や張りブロック工(遮水率50%)は、無対策とほとんど変化がなく、耐降雨効果が少ないことがわかった。排水パイプ工の排水効果はあまりなく、パイプのアンカー効果で若干安全率が向上した。人工芝シートやコラム工は、約1.2程度の安全率となった。特に、コラム工は補強効果が大きく降雨浸透による強度低下にも関わらず安全率が上昇しており遮水工法を併用しなくても盛土の安定を保つことがわかった。

図-3は、横軸をのり肩からすべり線までの水平距離とし、縦軸には円弧すべり安全率を防護工ごと示したものである。これより、どの防護工も円弧すべりが盛土の内部に向かうにつれて安全率は大きくなった。無対策の場合でものり肩から1mで深を通過する円弧の安全率が1を上回る結果となった。また、防護工ごとの安全率の変化は、コラム工ではのり肩付近のコラムを配置していない区間での補強効果は少ないが、のり肩から約50cmで深を通過するすべりに対しては他のどの防護工よりも効果が大きいことがわかった。その場合の安全率の値は、降雨前の値とほぼ同じとなった。格子枠工および遮水シート工(遮水率100%)では、のり表面での比較的浅いすべりに対しての抑制効果は大きいものの、大きなすべりに対しての効果は小さいことがわかった。

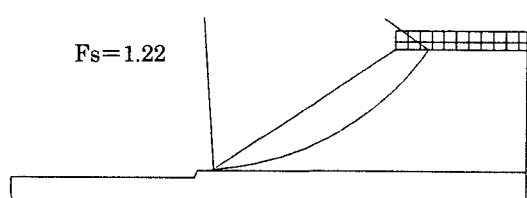


図-2 (a) 極限解析結果（初期状態：無降雨）

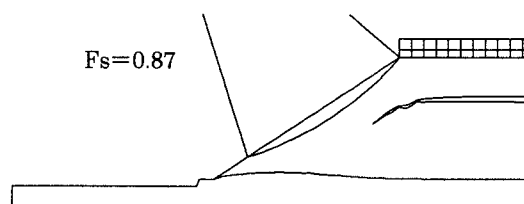


図-2 (b) 極限解析結果（無対策）

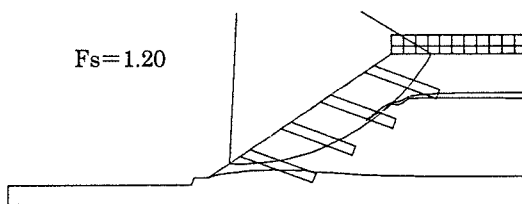


図-2 (c) 極限解析結果（コラム工）

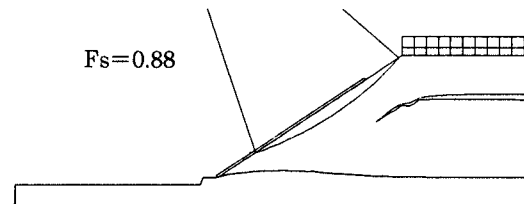


図-2 (d) 極限解析結果（格子砕工）

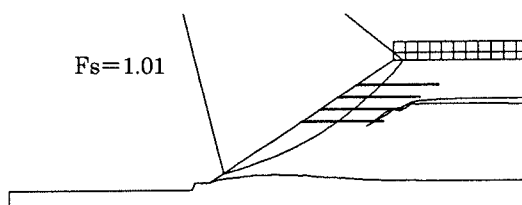


図-2 (e) 極限解析結果（排水パイプ）

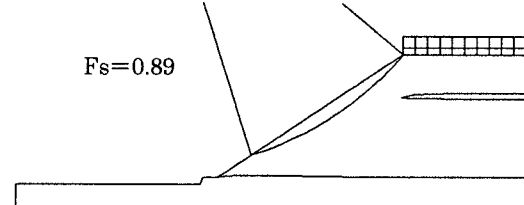


図-2 (f) 極限解析結果（遮水率 50%）

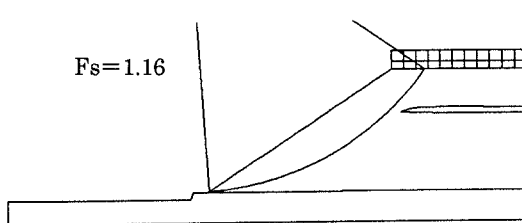


図-2 (g) 極限解析結果（遮水率 100%）

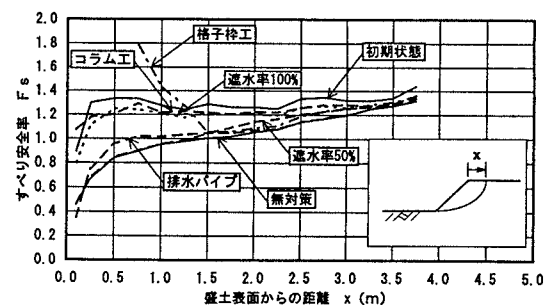


図-3 すべり安全率の水平方向の変化

5. おわりに

今回の検討結果からのり面防護工の対策効果について要約すると以下の通りとなる。

- ①コラム工は、盛土の補強効果はかなり大きく、降雨対策として十分な効果を発揮するとが確認された。
- ②遮水シート工（遮水率 100%）は、のり表面からの雨水の浸透を防ぐためにのり表層付近の飽和度の上昇を防ぎ、強度低下が小さくなり、表層付近の比較的浅いすべりが発生しにくくなることがわかった。
- ③格子砕工は、のり肩付近の小さな崩壊に対する抑え効果は大きい、のり面から 1.5m を超える深いすべりに対しては効果が小さいことが確認できた。
- ④排水パイプ工は、排水効果よりもパイプのアンカーとしての抑止効果が若干あることが確認された。

【参考文献】

- 1)西原他：水分特性曲線のヒステリシスを考慮した飽和・不飽和浸透解析プログラム，第 30 回土質工学研究発表会，1995.7
- 2)小島他：盛土のり面防護工における降雨浸透効果，第 50 回土木学会年次学術講演会，1995.9