

補強土壁の集中豪雨による崩壊事例と検証解析

防衛大学校 学生会員 ○安倍 京之介
 防衛大学校 正会員 篠田 昌弘
 前田工織 正会員 久保哲也、辻慎一郎

1. はじめに

近年、地球温暖化の影響により局所的大雨や短時間強雨が多く発生しており、土砂災害が多発している。そのため、設計時に想定していなかった作用により、土構造物に変状が発生している。補強土壁の設計では、盛土内に水が浸入しないことを前提とした設計が行われており、降雨作用に対しては入念な排水対策が行われている。本研究では、高速道路に施工されたジオテキスタイル補強土壁の集中豪雨による崩壊現象の分析と、その検証解析を実施した。検証解析には、安定解析、有限要素法解析、浸透流解析が可能な GeoStudio 2021R2 を使用した。

2. 本研究の目的

本研究では、集中豪雨で崩壊したジオテキスタイル補強土壁を対象として、降雨観測記録に基づいた浸透流解析を実施して、盛土内の水位を推定した後、極限平衡法による安定解析を実施して、実際の崩壊状況と解析結果を比較・検討することを目的とした。

3. 補強土壁の変状

崩壊した補強土壁の概要について説明する。図-1 に補強土壁の断面図^{1),2)}を示す。補強土壁の最大高さは6.7 mであり、補強材については、製品基準強度 $T_{max} = 32$ (kN/m)の補強材(主補強材1)が上部4段、製品基準強度 $T_{max} = 140$ (kN/m)の補強材(主補強材2)が下部3段の計7段設置されていた。設計時の盛土材料の強度定数は、部摩擦角 $=30^\circ$ 、粘着力 $=10$ kN/m²であった。図-2 にジオテキスタイル補強土壁の崩壊状況、図-3 に補強土壁の崩壊の模式図を示す。崩壊延長は30.5 mであり、すべり線は補強領域内で発生して、主補強材が破断する崩壊形態であった。崩壊発生原因の推定から、表面排水の処理機能の不足や低下と、その排水能力を超える浸透の影響が複合的に作用することにより、裏込め盛土内の水位上昇を発生させたと考えられる。

4. 安定性評価方法

本研究では、まず、補強土壁を含む盛土全体を対象に浸透流解析を実施して、補強土壁を含む盛土の水位及

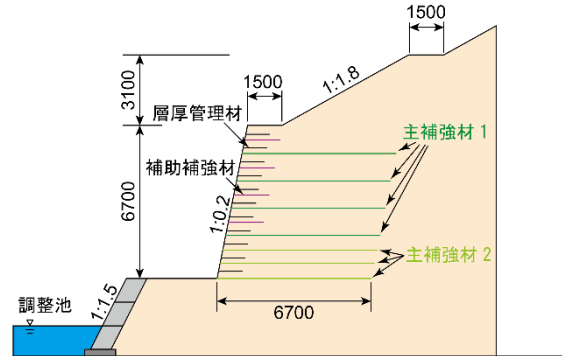


図-1 補強土壁の断面図 (単位: mm)



図-2 補強土壁の崩壊状況

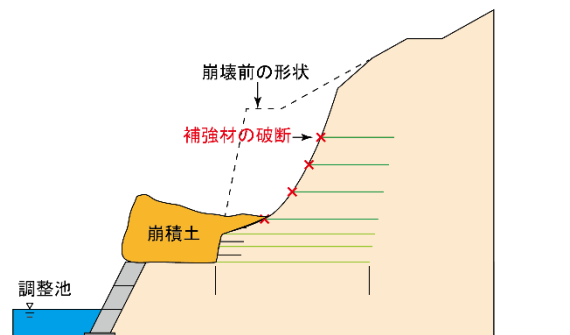


図-3 補強土壁の崩壊の模式図

キーワード 補強土壁, 補強材, 豪雨災害

連絡先 〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校

Tel : 046-841-3810(3512), E-mail : shinoda@nda.ac.jp

び飽和・不飽和状態を把握した。その際、降雨履歴として、崩壊発生場所付近の降雨履歴を用いた。次に、浸透流解析で得られた盛土内水位を用いて、補強土壁を含む盛土の極限平衡法による安定解析を実施した。盛土材料の強度定数と補強材の破断強度に着目した感度解析を実施して、安全率に及ぼす影響を検討した。極限平衡法による安定解析方法として、非円弧すべり法である Morgenstern-Price 法を採用して、補強材の引張力で全体滑りに抵抗するとして、すべり安全率を求めた。なお、本解析では補強材の引き抜き抵抗が発生しないように、大きい引き抜き抵抗値を設定した。すべり安全率の増加に寄与する主な抵抗力は、盛土材料の強度と補強材破断強度であることから、これらパラメータを変化させた感度解析を実施した。なお、事前検討より盛土材料の粘着力に設計値 (=10kN/m²) を用いると崩壊しないこと、盛土内の水位上昇により粘着成分が低減することを想定して、本安定解析では盛土材料の粘着力をゼロとした。

5. 安定性評価結果

図-4 は、盛土材料の内部摩擦角を変化させた場合の補強材破断強度と安全率の関係である。図-5 は、浸透流解析結果から得られた背面水位の位置と補強土壁内のすべり線を示している。図-6 は、すべり線発生領域の拡大図である。図-4 から、補強材破断強度と安全率は、ほぼ線形の関係となることが分かった。当該補強土壁で使用した主補強材 1 のクリーブ破断強度が約 20 kN/m であるので、安全率が 1.0 となる代表的な内部摩擦角と補強材破断強度の組み合わせとして、内部摩擦角=25° の時、補強材破断強度=23 kN/m となった。なお、検証解析結果で得られた補強土壁内のすべり線は、実際に崩壊したすべり線と近いことが確認できた。

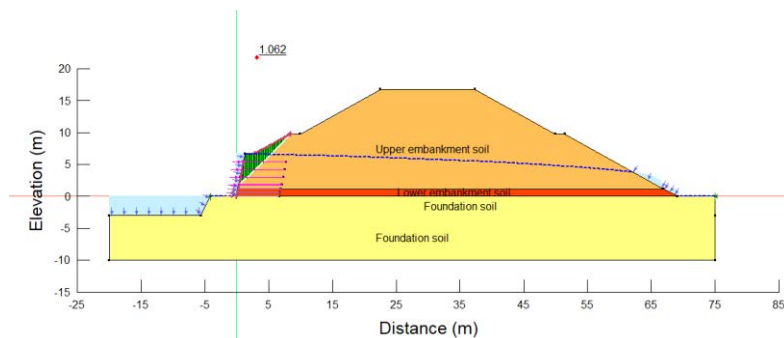
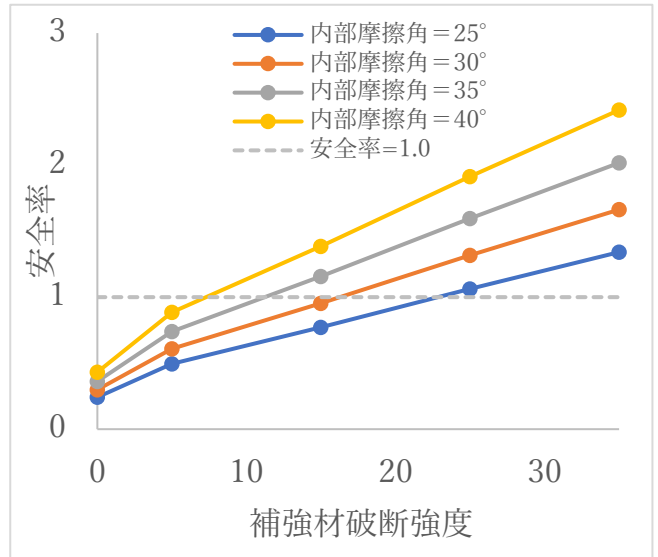


図-5 安定解析結果（上部盛土材内部摩擦角 25°，上部補強材破断強度 25 kN/m）

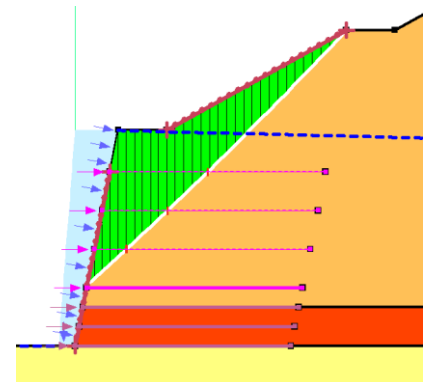


図-6 上部補強材破断強度に対するすべり線の位置と安全率

5. まとめ

本研究では、高速道路に施工されたジオテキスタイル補強土壁の集中豪雨による崩壊事例について報告した。実際の降雨履歴を考慮して浸透流解析を実施して、盛土背面の水位を推定し、推定水位を用いて極限平衡法による安定解析を実施した結果、実際の崩壊形態を安定解析で説明することができた。想定されるジオテキスタイル補強土壁の崩壊原因として、激しい降雨により盛土材料の強度定数が低下した可能性が挙げられた。今後は、今後は降雨作用を模擬した補強土壁の模型実験等で安定性の検証を進める必要がある。

参考文献

1)中村洋丈、篠田昌弘、藤田智弘、久保哲也、東野圭悟、林豪人、角田晋相：補強土壁の集中豪雨による崩壊事例と降雨ハザードを用いた確率論的リスク評価、ジオシンセティックス論文集、第33巻、pp.139-144、2018.