

斜面における飽和度と地下水位との関係に関する解析的検討

(財) 鉄道総研 正会員 ○布川 修 正会員 杉山 友康 正会員 渡邊 諭
正会員 太田 直之 正会員 森 泰樹
国土館大学 フェロー 岡田 勝也

1. 目的

鉄道で実施されている降雨時の運転規制において、規制を行う判断となる雨量値は、降雨時の斜面の水の流れを考慮して斜面の安定性を的確に評価した結果をもとに設定するのがよいが、対象とする斜面が鉄道沿線上に数多く存在するため、簡易にこれらの斜面の安定性を評価する手法は確立されていない。そこで、降雨時の斜面の水の流れを考慮して斜面の安定性を簡易に評価する手法を確立することを目的として、実斜面を対象として現地計測を行い、斜面における飽和度と地下水位の挙動について検討している¹⁾。本稿では、現地計測結果を踏まえ、理想化された単純斜面を対象とした浸透流解析結果をもとに、斜面における飽和度と地下水位との関係について検討した内容を述べる。

2. 解析方法

本稿で実施した浸透流解析のモデル図を図1に示す。図1に示すように、表土層が基岩層の上に一様に存在する斜面を想定した。なお、斜面勾配は45度とした。土の不飽和領域の透水特性は、図2に示すように、計測を行った実斜面の土の保水性試験結果をもとに設定した。

解析のパラメータは、透水係数 (1.0×10^{-2} , 1.0×10^{-3} , 1.0×10^{-4} cm/s の3パターン) と表土層厚さ (1, 1.5, 2m の3パターン) とした。また、浸透流解析の初期条件は、日本の年平均降水量から求めた 13.6mm/day の降雨を3日ごとに与えて定常地下水位を計算し、その状態を初期状態とする岡田ら²⁾の手法を用いた。

解析は、初期飽和度決定後、設定した降雨強度（透水係数 1.0×10^{-2} , 1.0×10^{-3} cm/s の場合：10mm/h, 透水係数 1.0×10^{-4} cm/s の場合：5mm/h）の降雨をモデル内の地下水位や飽和度が定常状態になるまで与え、降雨停止後、それらが減衰しほぼ初期状態になるまでとした。さらに、斜面内の飽和度や地下水位の挙動を明らかにするために、図3に示すように解析モデルをブロック分けし、各ブロックにおける飽和度や地下水位の平均値を算出し、それらの経時変化を求めた。

3. 解析結果

各解析ケースにおいて、各ブロックにおける平均飽和度と平均地下水位の経時変化を比較した結果、時間的なずれは当然あるものの、ほぼ同じような傾向を示した。そこで、ブロック3の結果を各解析ケースの平均飽和度と平均地下水位の代表値として検討することとした。

解析結果の例として、表土層厚さ 1.5m のケースのブロック3における平均飽和度と平均地下水位の経時変化を図4、図5、図6に示す。なお、経時変化は平均地下水位が上昇する過程と下降する過程に分けて、上昇過程については降雨開始時を0時間とし、下降過程については降雨中止時を0時間として示している。

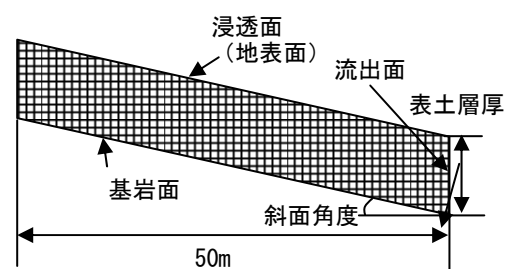


図1 解析モデル

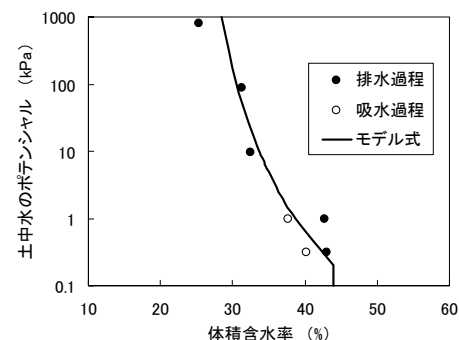


図2 土の不飽和領域の特性

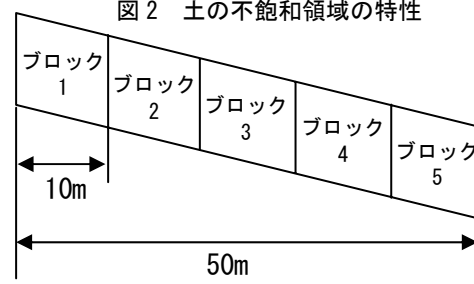


図3 解析モデルのブロック分け

キーワード 斜面, 降雨, 浸透流解析, 飽和度, 地下水位

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38, (財)鉄道総研 地盤防災, TEL042-573-7263

これらの図より、平均地下水位が上昇する過程においては、透水係数 $1.0 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ のケースの場合、他のケースと比較して地下水位が発生するときの平均飽和度が高いこと、平均地下水位と平均飽和度が最大となるまでの時間が短いことが分かる。一方、平均地下水位が下降する過程においては、平均飽和度と平均地下水位の下降速度が透水係数に依存した結果となっているが、平均飽和度が減少したときに平均地下水位が下降する割合は、どの透水係数でも同じようなものとなっていることが分かる。

4. 平均飽和度と地下水位との関係

平均飽和度と平均地下水位との関係に対する解析パラメータの影響を検討するため、平均地下水位を表土層厚で除した地下水位比（=平均地下水位/表土層厚）を求めた。そして、平均飽和度と地下水位比との関係を得た。図7にその結果を示す。

図7より、平均飽和度と地下水位比との関係には表土層厚さの違いによる差がないことから、これらの関係には表土層厚さはほとんど影響しないことが分かる。また、透水係数 $1.0 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ の場合、他のケースと比較して、平均飽和度の高い値にプロットされるデータが存在する傾向となっている。これは、「3. 解析結果」で示したように、地下水位が上昇する過程において、他のケースと比較し地下水位が発生するときの平均飽和度が高く、平均地下水位と平均飽和度が最大となるまでの時間が短いためと考えられる。

5. おわりに

本稿では、理想化された単純斜面を対象とした浸透流解析の結果をもとに、斜面内の飽和度と地下水位との関係を明らかにするとともに、これらの関係に及ぼす表土層厚さと透水係数の影響について述べた。今後は、斜面内の飽和度と地下水位との関係に及ぼす斜面角度等の斜面条件の影響を明らかにするとともに、これらの関係を用いて簡易に斜面の安定性を評価する手法について検討していく予定である。

参考文献

- 1) 渡邊ら：斜面の飽和度と地下水位の挙動に着目した現地計測，第61回年次学術講演会講演概要集，土木学会，2006.7（投稿中）
- 2) 岡田ら：豪雨時の盛土の安定解析のための定常地下水位の推定，第34回地盤工学研究発表会，pp.2121-2122，1999

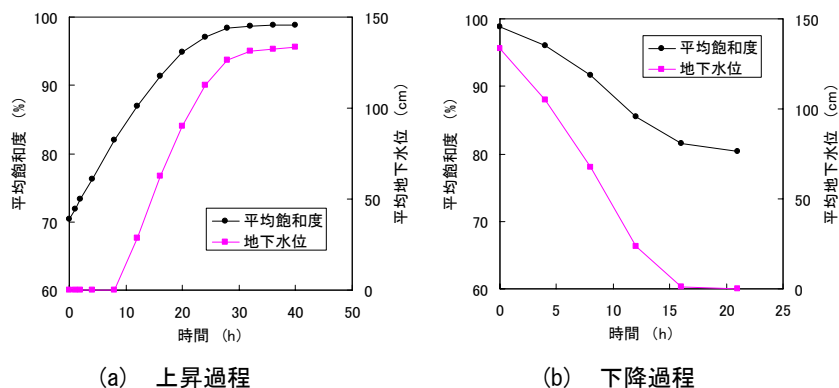


図4 平均飽和度と平均地下水位の経時変化（透水係数 $1.0 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$ ）

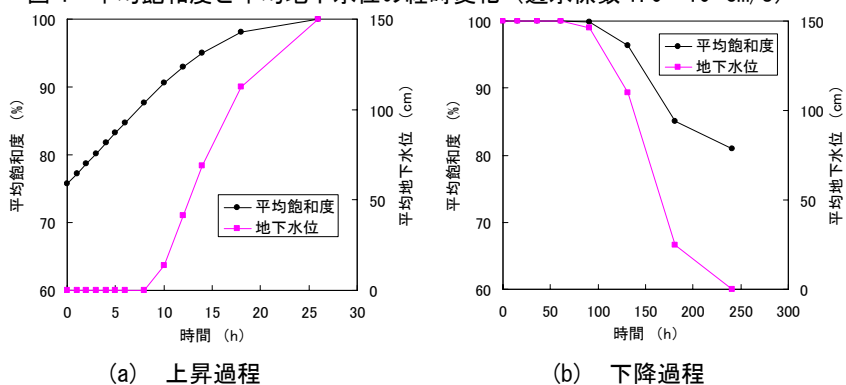


図5 平均飽和度と平均地下水位の経時変化（透水係数 $1.0 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ ）

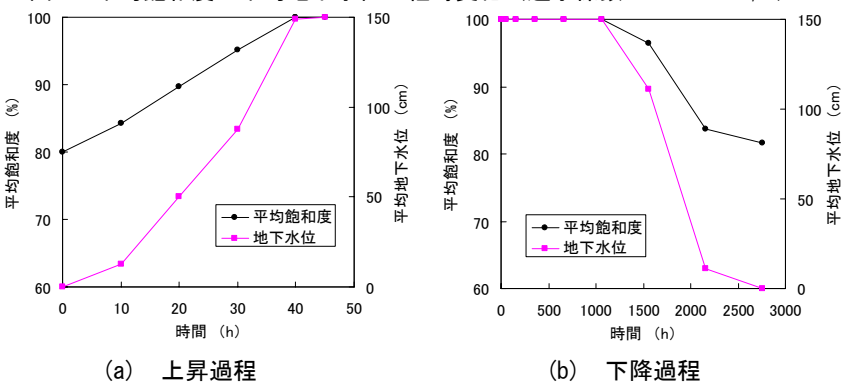


図6 平均飽和度と平均地下水位の経時変化（透水係数 $1.0 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ ）

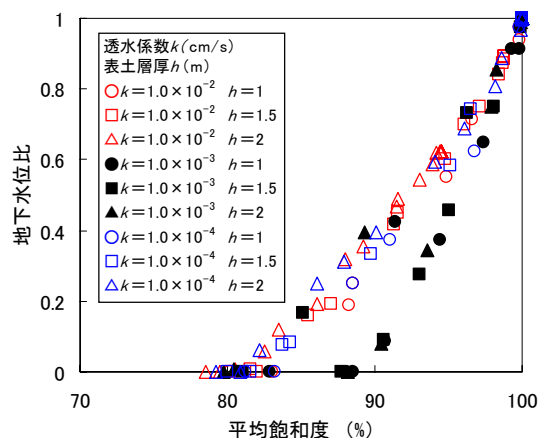


図7 平均飽和度と地下水位比との関係