

傾斜地盤上の盛土における排水パイプの施工仕様について

鉄道総合技術研究所

正会員

○浅野 嘉文

正会員

渡邊 諭

鉄道総合技術研究所

正会員

西田 幹嗣

正会員

太田 直之

1. はじめに

筆者らは排水パイプの施工仕様について飽和・不飽和浸透流解析を中心とした種々の検討を行い、切盛境界、橋台接合部等における施工仕様の提案を行ってきた¹⁾。本稿では、それらの構造条件のほかに、降雨時に弱点箇所となる傾斜地盤上の盛土を対象とした排水パイプの施工仕様を提案することを目的に、傾斜地盤上の盛土の不安定化の一因となる外力条件について整理するとともに、排水パイプの打設長さや打設間隔をパラメータとした3次元飽和・不飽和浸透流解析とその結果に基づく安定解析の結果について述べる。

2. 傾斜地盤上の盛土における外力条件

2. 1 地山からの浸透水による外力

傾斜地盤上の盛土における排水パイプの施工仕様を検討するためには、作用外力として傾斜地盤上の盛土特有の斜面上方からの流入水を降雨のほかに設定する必要がある。傾斜地盤上の盛土における流入水のイメージを図1に示す。図に示すように、傾斜地盤上の盛土山側ののり尻には健全な排水設備が設置されていることを仮定し、表面水の集中によるダムアップは外力として設定しないこととした。一方、地山からの浸透水は降雨がない時期においても恒常的に盛土内に浸透し、ある一定の地下水位を常に形成していると仮定した。また、恒常的な浸透水があっても、降雨が無い状態では安定していることを想定し、盛土の安全率 $F_s = 1.2$ となる常時水位が発生するような流量を盛土底面から与えることとした。なお、流量は図1に示す盛土山側の範囲に与えた。

2. 2 降雨による外力

浸透流解析に用いた降雨条件は、本稿で対象とする盛土の土質が主に砂質土であることから、砂質土において地下水位が上昇しやすい図2に示す総降雨量450mm、最大時間雨量180mm/hの降雨²⁾とした。

3. 解析モデル

浸透流解析は図3のモデルに長さ $L = 4\text{m}$ 、 6m の排水パイプをそれぞれ1m、2m、3m間隔の千鳥配置で打設する6ケースについて実施した。なお、排水パイプは両側ののり面に打設した。解析に用いた排水パイプのモデルはパイプ周囲に低透水のスリットエフェクト層³⁾を設定したもの(図4)を適用した。

解析の初期条件は、前述の地山からの浸透水のみを与えて盛土内の水位が定常となった状態とした。

4. 解析パラメータ

飽和・不飽和浸透流の解析条件として、不飽和領域の透水特性はBrooks&Corey法により算出した。飽和・不飽和水分特性

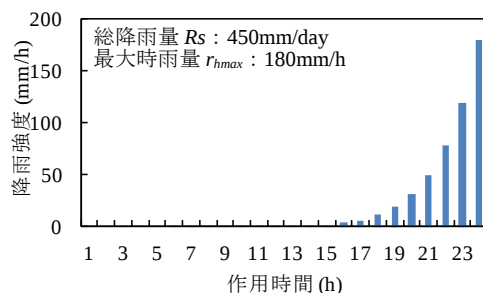
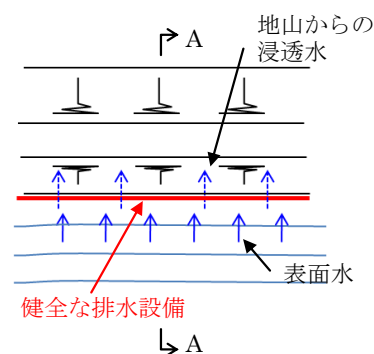
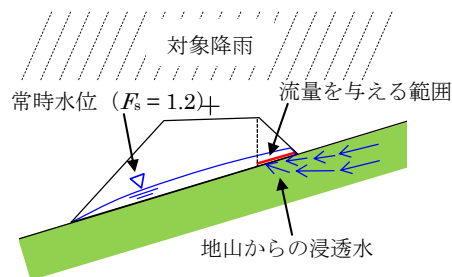


図2 盛土に作用させる降雨



a) 平面図



b) A-A断面図

図1 傾斜地盤上の盛土における外力のイメージ

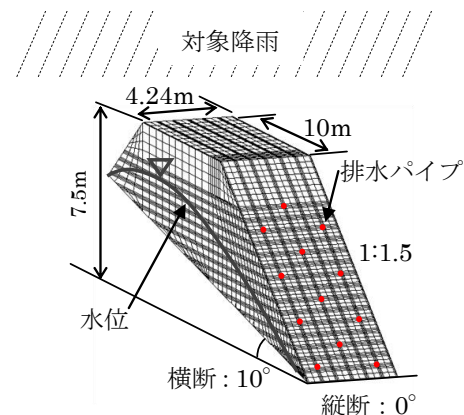


図3 解析モデル(打設間隔2mの例)

キーワード
連絡先

盛土, 浸透流解析, 安定解析

〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 防災技術研究部 地盤防災 Tel.(042)573-7263

値は、過去の鉄道盛土の被災箇所から採取した試料の特性値を基に表 1 に示す値に設定した。また、不飽和透水係数は Irmay 型とし、パラメータ n については西垣の方法⁴⁾により以下の式から求めた。

$$n = 0.69 - 1.31 \cdot \log_{10} k \quad k: \text{飽和透水係数 (cm/s)}$$

盛土材料の飽和透水係数は $5 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ とし、スリットエフェクト層の飽和透水係数は、盛土材料の飽和透水係数の 50%³⁾である $2.5 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ と設定した。

安定解析ではすべり面がのり先と施工基面を通ると仮定して修正フェレニウス法を用いて安全率を算定した。この際、土の力学特性は設計標準²⁾の土質 2 を基本とし、表 2 に示すように水位線より上の盛土部については粘着力 $c = 0$ とした。

5. 解析結果

図 5 に排水パイプの打設長さが水位の低下に与える影響を示す。図より、排水パイプの打設間隔が同じであれば打設長さが長いほど水位の低下効果が大きいことが確認できる。また、図 6 に排水パイプの打設間隔が水位の低下に与える影響を示す。図より、排水パイプの打設長さが同じであれば打設間隔が密なほど水位の低下効果が大きいことが確認できる。以上のことから、盛土に打設する排水パイプの打設長さが長く、かつ打設間隔が密なほど水位の低下効果が大きくなると言える。

図 7 は、X 軸に排水パイプの打設間隔、Y 軸に排水パイプの打設長さ、Z 軸に降雨降り止み直後の正規化安全率を示す。ここで、正規化安全率 F_{si} / F_{s0} とは、各打設条件における安全率 F_{si} を、地盤の傾斜や湧水が無く、降雨のみを与えた同じ高さ 7.5m の純盛土の安全率 F_{s0} で除した値である。図より、正規化安全率が 1.0 よりも大きくなるのは、排水パイプの打設間隔が 1m の場合と、打設長さが 6m で打設間隔が 2m の施工仕様であることがわかった。

6. まとめ

本稿では、傾斜地盤上の盛土を対象に 3 次元飽和・不飽和浸透流解析と、その結果に基づく安定解析を実施し、排水パイプの施工仕様を提案した。しかし、本検討で設定した外力条件は限定されたものであり、他の降雨条件を与えた場合には安定性を確保できない可能性がある。そのため今後は、他の条件における施工仕様を構築する予定である。

参考文献

- 1) 西田幹嗣, 太田直之, 渡邊諭, 浅野嘉文, 伊藤賀章, 杉山友康, 西垣誠: 切盛境界および橋台接合部における排水パイプ施工仕様に関する一考察, 第 68 回土木学会年次学術講演会概要集 (CD-ROM), 2013.
- 2) 国土交通省鉄道局監修: 鉄道構造物等設計標準・同解説土構造物, 2007.10
- 3) 西田幹嗣, 川尻峻三, 渡邊諭, 浅野嘉文, 太田直之, 杉山友康, 西垣誠: 排水パイプのスリットを考慮した浸透流解析モデル, 第 49 回地盤工学研究発表講演集 (投稿中)。
- 4) 西垣誠, 楠見和紀: 不飽和土の浸透特性の評価に関する考察, 土質工学会, 不飽和土の工学的性質研究の現状シンポジウム発表論文集, 1986

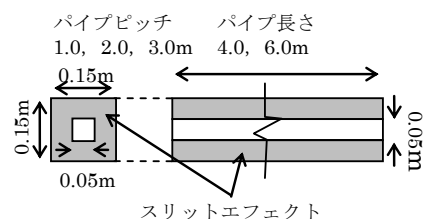


図 4 排水パイプのモデル

表 1 解析に用いた水分特性

土質	保水性			
	体積含水率		限界吸引圧力 水頭 (1/cm)	λ
	飽和 (%)	最小 (%)		
鉄道盛土	32	19.5	-5.5	0.35

表 2 解析に用いた土の力学特性

土質区分	飽和度	$\gamma_t (\text{kN/m}^3)$	$c (\text{kN/m}^2)$	$\phi (^\circ)$
土質2	$80 \leq S_r < 100$	18	0	35
	$S_r = 100\%$	19	0	35

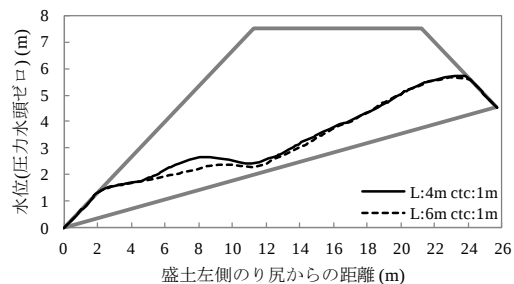


図 5 打設長さに対する水位低下効果

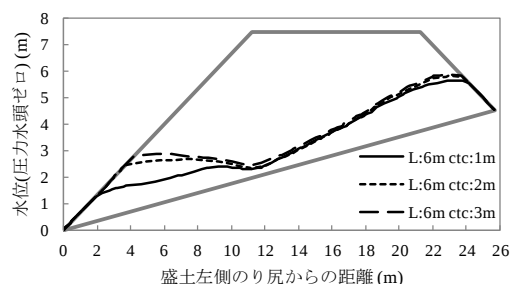


図 6 打設間隔に対する水位低下効果

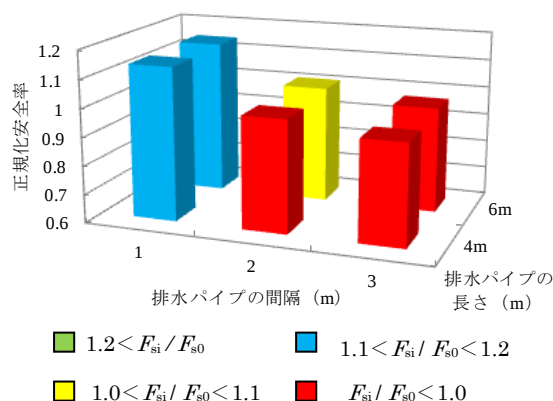


図 7 施工仕様と正規化安全率