

排水パイプの打設条件が水位低下効果に及ぼす影響に関する一考察

鉄道総合技術研究所 正会員○渡邊 諭 正会員 太田 直之 正会員 西田 幹嗣
 正会員 石川 智史 フェロー会員 杉山 友康
 岡山大学 正会員 西垣 誠

1. 目的

盛土内の地下水位上昇を抑制する対策の一つとして排水パイプが挙げられるが、その具体的な施工仕様の決定方法については確立されていない。ここでは、排水パイプの基本的な排水性能を評価することを目的として、排水パイプ1本あたりの長さを変化させた解析モデルと、排水パイプの長さは一定とし打設ピッチを変化させた解析モデルを作成し、飽和・不飽和浸透流解析によりそれぞれ排水パイプの地下水位低減効果を確認した。

2. 解析モデル

図1に、排水パイプをモデル化する際の概略図を示す。過去の検討¹⁾を基に、中空で再現した排水パイプ本体周りの一定の領域に対して、周囲の盛土材料よりも透水性が低い領域（スキニフェクト層）を設定して排水パイプをモデル化した。この排水パイプモデル

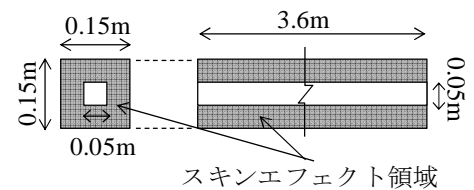
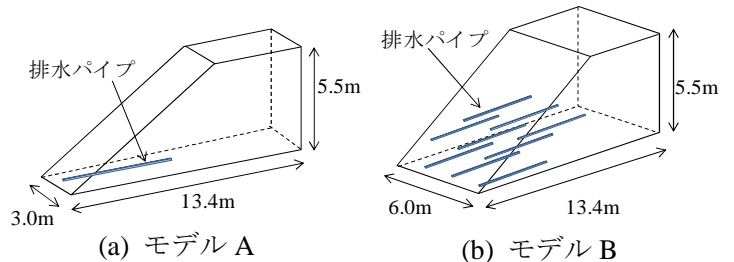


図1 排水パイプのモデル概要

が設置された盛土モデルを、図2に示す2種類作成した。盛土の寸法は鉄道盛土に多くみられる断面形状を参考に決定し、勾配 1:1.5、長さ 10m のり面を持つ線路方向延長 3m および 6m の盛土とし、のり尻部に排水パイプを設置した。



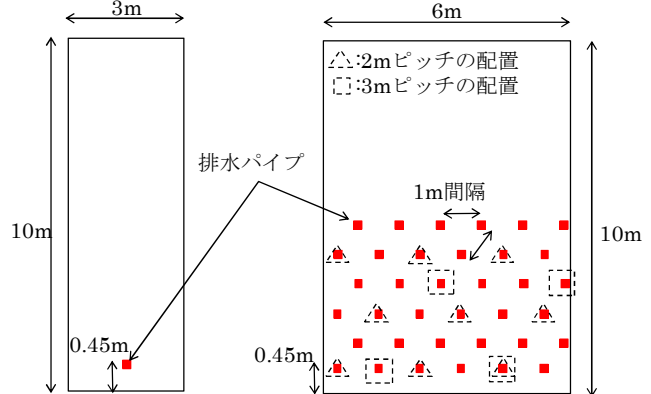
(a) モデル A (b) モデル B

3. 解析条件および解析パラメータ

不飽和領域の透水特性は Brooks&Corey 法とし、表1に示すパラメータを用いた。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²⁾により下式から求めた。

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

表2に解析条件を示す。ここではスキニフェクト領域に対し、盛土材料の85%の透水係数を設定した。また、外力として 10mm/h の降雨が 50 時間降った場合について検討した。モデル A では排水パイプの長さの違いが排水効果に及ぼす影響を、モデル B では打設ピッチの違いが排水効果に及ぼす影響を評価するため、飽和・不飽和浸透流解析を実施し盛土内の圧力換算水位の抑制効果を確認した。



(のり面展開図)

図2 モデルの概要

表2 解析条件

モデル種別	パイプ長	打設ピッチ	透水係数	
			盛土	スキニフェクト領域
A	無し		5×10 ⁻³	4.25×10 ⁻³
	1m	1本のみ		
	2m			
	4m			
B	無し		5×10 ⁻³	4.25×10 ⁻³
	3.6m	1m		
		2m		
		3m		

表1 浸透流解析の保水性パラメータ

土質	保水性			λ
	体積含水率		限界吸引圧力 水頭(1/cm)	
	飽和(%)	最小(%)		
鉄道盛土	32.0	19.5	-5.5	0.35

キーワード 排水パイプ、盛土、地下水位

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財)鉄道総合技術研究所 042-573-7263

4. 解析結果

図3に降り止み時における地下水面の解析結果の一例を示す。ここで、地下水面とは圧力水頭が0となる等値線を示している。図から、排水パイプの打設により地下水位が抑制されている様子が視覚的に確認できる。

図4に排水パイプの長さ、盛土の安定性と相関性の高いのり面中腹部直下の圧力換算水位との関係を示す。ここで、同図に示した水位は、図2(a)の排水パイプが打設された断面から1.5m離れた位置(3m間隔で打設した排水パイプの中間に相当する位置)の断面におけるのり面中腹部直下の圧力換算水位を示している。

図から、排水パイプの長さが長くなるほど圧力換算水位は低下することが分かる。また、4m程度の長さの排水パイプは、排水パイプが無い場合(パイプ長さ0m)の1/2程度に圧力換算水位を低下させる効果があることが示されている。図4と同様に、図5に排水パイプの打設ピッチと圧力換算水位との関係を示す。図から、打設ピッチが密なほど圧力換算水位を抑制し、1, 2, 3m間隔で打設した場合、排水パイプがない場合の水位上昇をそれぞれ70, 60, 50%抑制していることがわかる。

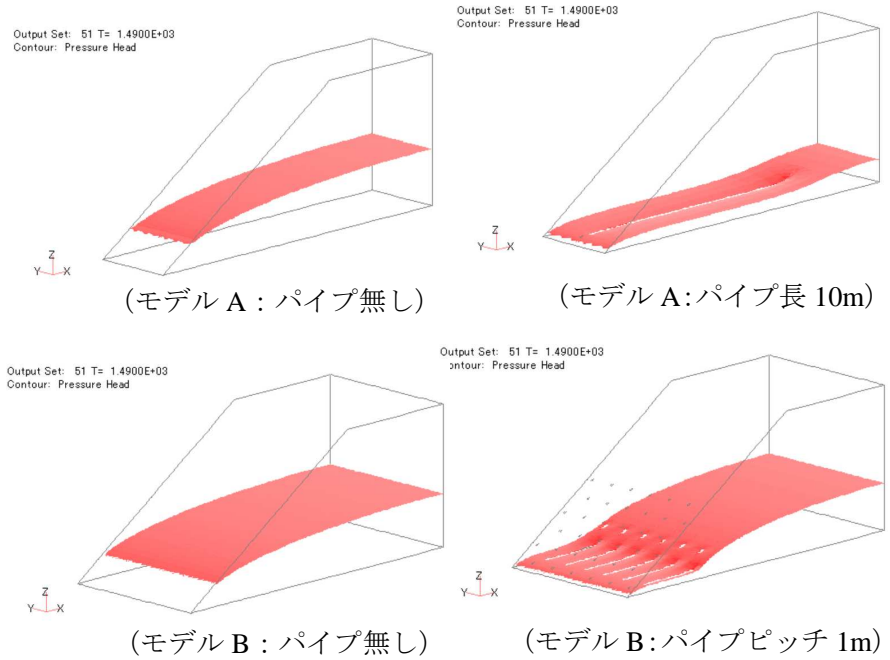


図3 解析結果の一例(降り止み時)

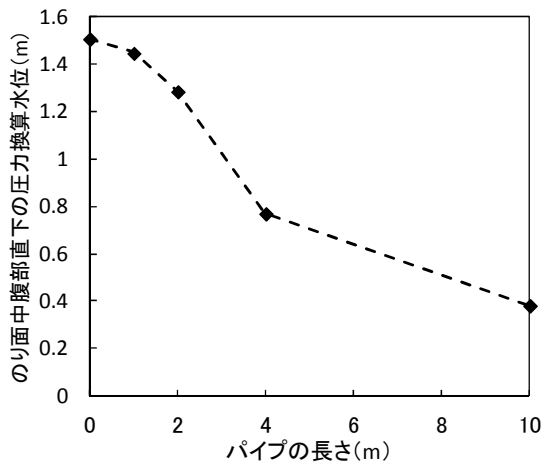


図4 パイプ長さと圧力換算水位との関係

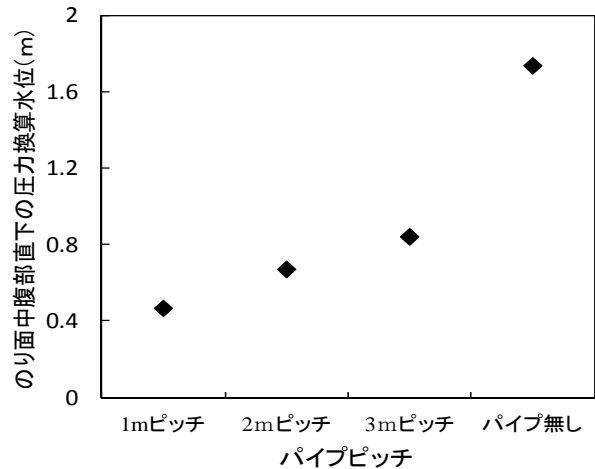


図5 パイプピッチと圧力換算水位との関係

5. まとめと今後の課題

- 1) 排水パイプ1本の長さを変化させた場合、パイプ長さが長いほど水位低下効果が高く、排水パイプの実寸法に近い4mの場合、約50%地下水位を抑制することが分かった。
- 2) 排水パイプの打設ピッチをそれぞれ1, 2, 3mで施工した場合、それぞれ排水パイプがない場合の約70, 60, 50%の水位低下効果があることが分かった。

今後は、実務への展開を考慮し、降雨、盛土構造および立地などの諸条件を様々に変えたケーススタディを実施し、これらの条件に応じた排水パイプの最適な打設仕様について検討する予定である。

【参考文献】

- 1) 太田直之ほか：盛土に用いる排水パイプの浸透流解析モデル，土木学会年次学術講演会 2012（投稿中）
- 2) 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.