

大阪大学大学院工学研究科 学生会員 ○北口峻輝
阪神高速道路（株） 正会員 林 訓裕

大阪大学大学院工学研究科 フェロー 常田賢一
大阪大学大学院工学研究科 学生会員 Vu Nhat Linh

1. はじめに

近年、地震や豪雨による道路盛土のすべり崩壊が多発している．一般的に、盛土内における地下水位の上昇は盛土の不安定化の原因となる．そのため、盛土法面から湧水が発生している場合、盛土の安定性の低下が危惧され、地下水位を低下させる排水対策が必要となる．ここで、排水対策の一つとして排水パイプ打設による工法がある．この工法は既設盛土内の地下水位低下あるいは地下水排除の簡易で経済的な方法である．そこで本稿では、排水パイプの道路盛土に対する適用性を 2 次元浸透流解析によって検討することを目的として、排水パイプ打設による対象盛土での地下水位低減効果及び排水効果を定量的に評価した．

2. 対象盛土の概要

対象盛土は神戸市北区に位置する阪神高速道路・7 号北神戸線の盛土高さ 20m を超える高盛土（以後、阪 20 と呼ぶ）であり、図 1 に横断図を示す．また、阪 20 では法面においてボーリング調査及び調査孔を用いた観測井(阪 20-1 及び阪 20-2)におい

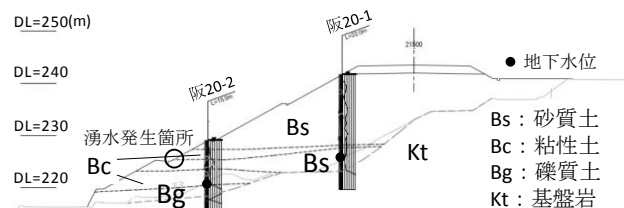


図 1 阪 20 横断図

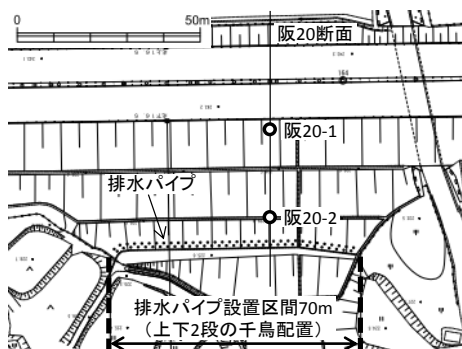


図 2 阪 20 の排水パイプ打設状況(平面図)

て地下水位の連続観測などの現地調査がされている．ここで、図 1 の黒点は常時の地下水位(2013 年 6 月)を示す．また、丸印の箇所で湧水の発生が確認されているため、阪 20 では 2013 年 9 月に排水パイプ(敷設長 3.6m, 設置間隔 2m)が上下 2 段の千鳥配置で打設されており、その平面図を図 2 に示す．

3. 2 次元浸透流解析の再現性

まず、対象盛土に対して 2 次元浸透流解析を実施し、モデルの再現性について検討する．解析モデルは図 1 に示すボーリング調査結果及び表面波探査結果、湧水発生位置をもとに決定しており図 3 に示す．ここで、図 1 で示した湧水発生箇所について、2 ヶ所の観測井における地下水位の位置関係を比較すると、湧水発生箇所の方が常時の地下水位より上側に位置することがわかる．そのため、観測井では測定できない水の流れや滞水が上側の粘性土層付近に存在すると考えられる．また、湧水流出量は微量であるため、モデル再現性は観測井 2 ヶ所における地下水位と湧水発生量で確認する．設定パラメータのうち、不飽和浸透特性は河川堤防の構造検討の手引き¹⁾を用い、透水係数は表 1 のとおり、試行錯誤によって逆解析で求めた．境界条件は図 3 に示すとおりであり、水頭既知境界については地盤高さと同じ高さの水頭を与えている．このときの常時の飽和度の解析結果を図 4 に示す．この結果、地下水位を実測値と解析値で比較したところ、その差は阪 20-1 及び阪 20-2 でそれぞれ -0.7m, +0.7m となった．実盛土の高さが 20m を超えることを考えると再現性がよいと判断できる．また流出量は奥行き

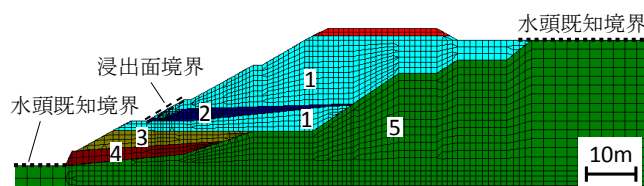


図 3 解析モデル及び境界条件(常時)

表 1 逆解析による透水係数

層番号	地盤の種類	透水係数 $k[m/s]$
1	砂質土	3.0×10^{-6}
2	上粘性土	1.0×10^{-8}
3	下粘性土	3.0×10^{-6}
4	礫質土	1.0×10^{-5}
5	基盤岩	1.0×10^{-8}

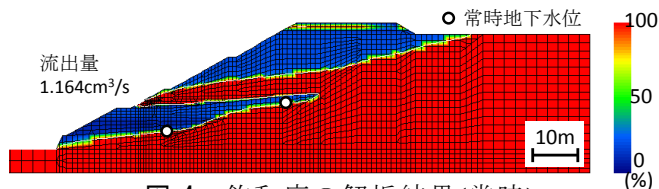


図 4 飽和度の解析結果(常時)

1m 当りの数値であるが、微量と判断できる。これらより、モデルの再現について確認できた。

4. 排水パイプ打設による効果の検討

図 5 に擬似三次元モデル²⁾(後施工時)により提案された排水パイプと地盤の透水係数の比の等高線図を示す。解析ケースを表 2 に示し、排水パイプ打設部分の拡大図を図 6 に示す。ケース 1 は無対策の場合である。ここで、境界条件は図 7 に示すとおりであり、降雨波形は図 9 のとおり、対象盛土付近で観測されたデータより決定した。

解析結果は湧水発生箇所を拡大した図 8 に示すとおり、常時、降雨時ともに地下水位がパイプ付近で下がっており、図 9 のとおり、パイプ打設により常時で 0.15m 程度、降雨時で最大 0.52m の地下水位低減効果が得られた。また、流出量は常時については概ね一致しているが、降雨時にパイプ打設時の流出量が増大しており、降雨時の排水効果が大きく発揮されることがわかる。

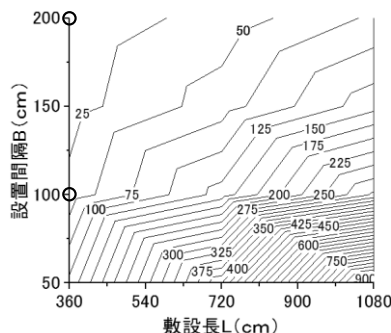


図 5 等高線図(k'/k)

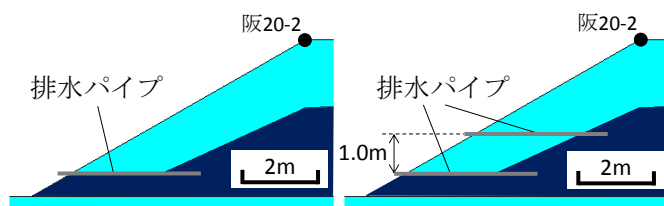


図 6 解析ケース(左から順にケース 2, 3)

表 2 解析ケース

ケース	地盤 $k[m/s]$	設置間隔[m]	パイプ $k'[m/s]$
1	3.0×10^{-6}	-	-
2		1.0	9.79×10^{-5}
3		2.0	2.31×10^{-5}

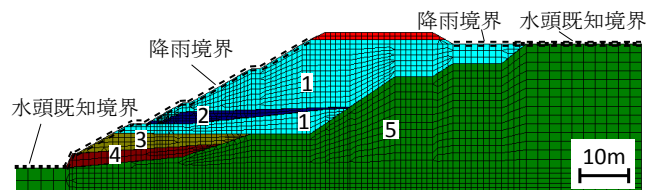


図 7 解析モデル及び境界条件(降雨時)

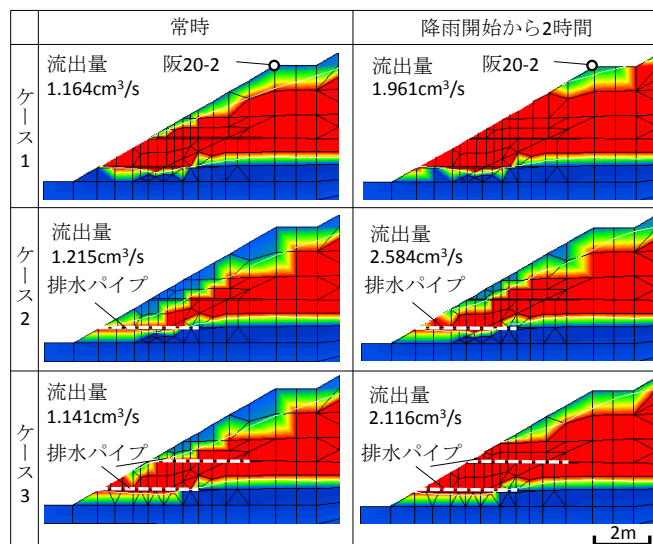


図 8 常時及び降雨時の飽和度の解析結果

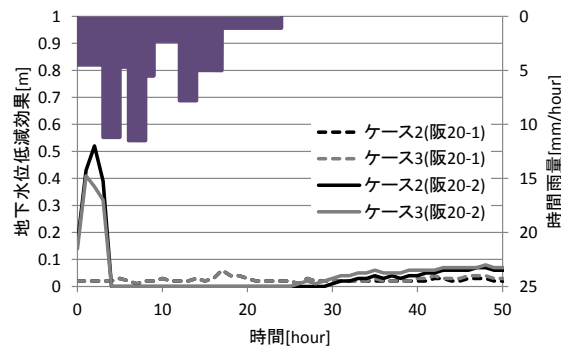


図 9 降雨波形と地下水位低減効果

5. まとめ

本稿では、神戸市北区に位置する道路盛土を対象として 2 次元浸透流解析を行い、排水パイプ打設による排水効果を比較し、評価した。その結果、排水パイプの地下水位低減効果、排水効果を確認することができた。

参考文献

- 1) 国土技術研究センター：河川堤防の構造検討の手引き(改訂版), pp.50-56, 2012
- 2) Vu Nhat Linh, 常田賢一, 秋田剛, 吉開裕也：排水パイプの排水特性を考慮した地下水位の設定法に関する研究, 第 58 回地盤工学シンポジウム, pp.165-170, 2013.11