

のり面に設置したサイフォン導水ホースの排水量に及ぼす降雨の影響

長崎大学大学院 学生会員 ○白石 幸基 正会員 大嶺 聖 フェロー会員 蔣 宇静
長崎大学大学院 正会員 杉本 知史 長崎大学工学部 学生会員 西岡 直人

1. はじめに

近年、集中豪雨の増加により、土砂災害発生数が増加する傾向にある。土砂災害の対策として、これまでも排水パイプなどを利用して地下水位を低下させる技術が考案されてきた。現在設置されている排水パイプの中には、破損やつまりなどによって、機能していないものも多い。本研究では、簡易的に作製可能なサイフォン導水装置を作製し、それをういた斜面内の地下水の排水効果を現場実験により明らかにする。また、現場実験で得た実験結果の雨量と総排水量、最大排水量の関係についてまとめ、排水に影響を与える原因を明らかにする。

2. 導水装置の概要

本研究では、図 1、図 2 で示した地下水の排水は、サイフォンの原理と導水ホース中のアクリル紐による毛細管現象によって行った。導水ホースから伝わった水がタンク内を満たし、タンク上部の塩ビパイプから流出することにより、サイフォンの原理が働く。本研究で用いた導水装置は、導水ホース、サイフォンタンク、排水ホースから構成される。導水ホースはホース、アクリルホース、有孔管、寒冷紗を用いる。導水ホース内にはホースにはアクリル紐を入れる。このとき、ホースの片側から有孔管の長さと同じ長さアクリル紐が出る形にする。アクリル紐が出ている方に有孔管を装着し、反対側に排水ホースを装着する。排水ホースはホースの長さは設置する場所によって変更する。有孔管表面には、土粒子の侵入を防ぐために寒冷紗を巻く。

3 現場実験

長崎県長崎市平間町の長崎自動車道に面する法面に設置されている排水パイプの中で、H27 年度に行われた法面排水量測定の中で 6 月に 1L/min 以下のものを対象に実験を行った。本現場はのり面表面に湧水が確認されている。以下の 2 つの実験を行った。

実験 a 湧水の見られるのり面に導水装置を設置した排水実験

のり面に対して水平に穴をあけ、導水装置を設置し、1 分間の排水量を測定した。実験の概要図を図 3 に示し、実験結果を図 4 に示す。測定期間中の最大排水量は 6181.1mL/min であり、その時の最大雨量は 0.8mm/min であった。設置前の排水量は 1L 未満であったため、排水効果は十分であると言える。

実験 b 既存の排水パイプに導水装置を設置した排水実験

対象の排水パイプに作製した導水ホースを設置し、1 分間の排水量を測定した。実験の概要図を図 5、実験結果を図 6 に示す。この時の最大排水量は 9969.3mL/min で雨量は 0.8mm/min であった。実験 a

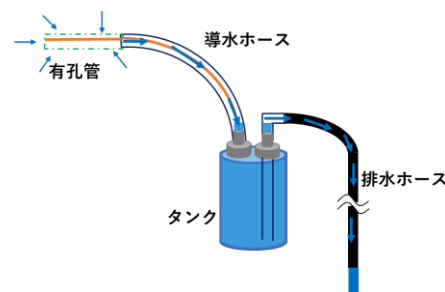


図 1 導水装置概要図

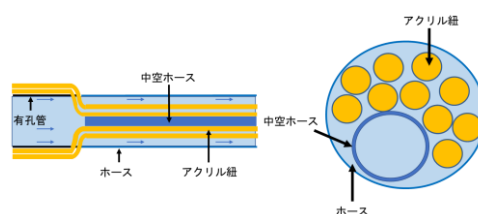


図 2 導水ホース断面図

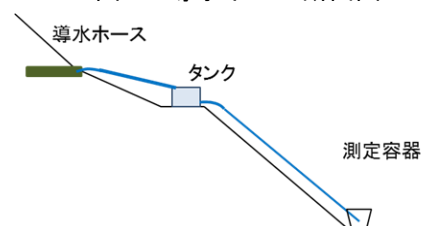


図 3 湧水の見られるのり面に導水装置を設置した排水実験概要図

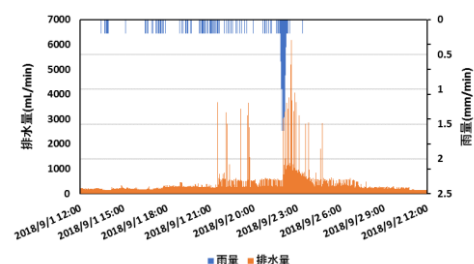


図 4 雨量と排水量(実験 a)

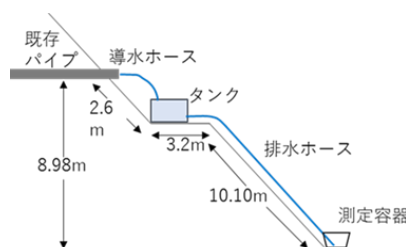


図 5 既存の排水パイプに導水装置を設置した排水実験概要図

と比較すると顕著に降雨に反応している。

4. 雨量と排水量の関係

3の現場実験で得たそれぞれの実験結果の雨量と総排水量、最大排水量の関係についてまとめ、排水に影響を与える原因を3つのケースで調べる。このときの総排水量とは、累加雨量が記録されリセットされるまでの排水量とする。1つ目は、最大雨量と排水量である。1時間当たりの最大雨量と総排水量、最大排水量を比較すると、実験aでは総排水量、最大排水量ともに最大雨量が増すとそれぞれの値も増加していく傾向が見られる。しかし実験bでは、あまり関係性は見られなかった。図7に実験aの結果を示す。2つ目は累加雨量と排水量の関係である。累加雨量とは降り始めからその時刻までの雨量の合計量である。累加雨量、降雨時間と総排水量、時間最大排水量のそれぞれを組み合わせで比較した。全ての組み合わせで雨量が増すと排水量も増加する傾向がみられた。図8に実験a、図9に実験bの総排水量と累加雨量の関係を示す。3つ目は、実効雨量と排水量の関係である。実効雨量とは、それまでに降った雨が地中にどれ位残存しているかを便宜的に示した値である。実効降雨は以下の式(1.1), (1.2)に示す。

$$R_G = R_0 + \alpha^1 \cdot R_1 + \alpha^2 \cdot R_2 + \dots + \alpha^n \cdot R_n \quad (1.1)$$

$$\alpha = 0.5^{1/T} \quad (1.2)$$

ここで、 R_G ：実効雨量(mm)， R_n ：n日前の雨量， α ：1日単位の減少係数($0 < \alpha < 1$)， T ：半減期(日)

この時のnの日数は $\alpha^n \approx 0$ （現実的には 10^{-3} 程度以下）とする。今回は、nを10, 20, 30, 40, 50, 60の6ケースとTを1~9の9ケースのそれぞれの関係について比較した。実験aでの、 $T=2$ のときの実効雨量と排水量の関係を図10に示す。図より実効雨量が多くなるほど排水量も多くなる。

5. おわりに

現場実験では、実験a, bともに1L/min以上排水され、排水量の増加が確認できた。実験aでは、時間最大雨量、累加雨量、降雨時間それぞれの場合で、値が大きくなるごとに総排水量、時間最大排水量も多くなっていく傾向がみられた。しかし、実験bでは累加雨量、降雨時間の値が大きくなるほど排水量も多くなったが、時間最大雨量が多い場合では、関係性はあまり見られなかった。また、本実験現場での $T=2$ のときの実効雨量は多くなるほど排水量も多くなる。

謝辞

本研究は、本研究の一部は「平成29年度NEXCO関係会社高速道路防災対策等に関する支援金」の支援を得て、行われたものである。

参考文献

- 1) ミヤモト工建、導水ホースの開発、<http://www.ookubo.zaqr.jp>
- 2) 白石幸基ほか：サイフォン導水ホースを用いた地盤内の地下水の排水手法、第53回地盤工学研究発表会講演概要集、2017
- 3) 中原一貴ほか：法面の排水性を向上させるサイフォン導水ホースの適用、平成29年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集、2018

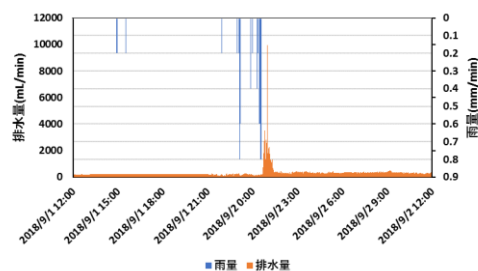


図6 雨量と排水量(実験b)

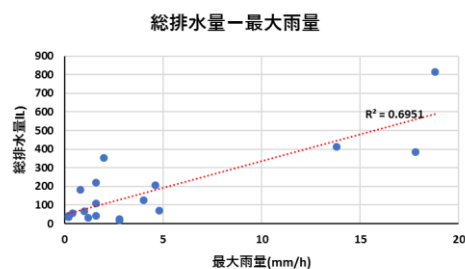


図7 総排水量と最大雨量の関係(実験a)

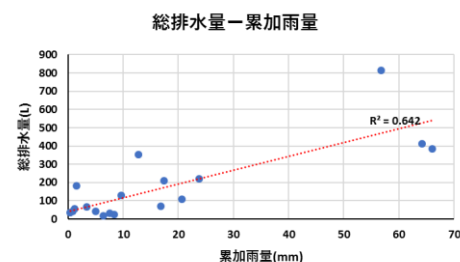


図8 総排水量と累加雨量の関係(実験a)

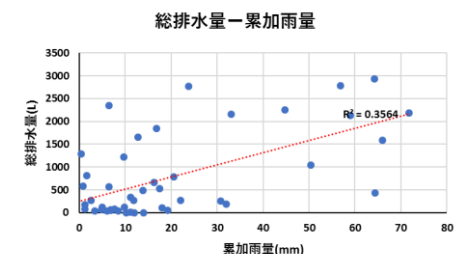


図9 総排水量と累加雨量の関係(実験b)

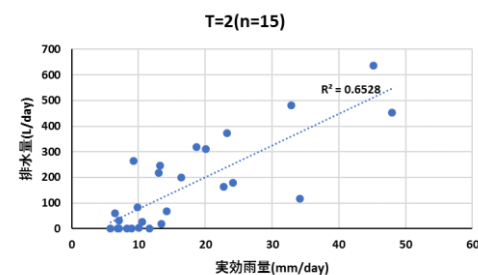


図10 実効雨量と排水量の関係(実験a)