

公益信託 NEXCO関係会社高速道路防災対策等に関する支援基金
受託者 三菱UFJ信託銀行株式会社 宛

研究概要書

研究課題：のり面上に設置した砕石層と打設された排水パイプとの相互作用による斜面安定機構の解明

研究代表者：北見工業大学 工学部 教授 川口 貴之
共同研究者：北見工業大学 工学部 准教授 中村 大
：北見工業大学 工学部 准教授 川尻 峻三

はじめに

砕石を充填したジオセルと排水パイプを併用するのり面保護工に関する一連の研究の中で、パイプ周辺が不飽和状態であっても降雨浸透水がパイプから排出される場合があることが明らかとなった。平成30年度に実施した本助成に基づく研究では、このパイプからの排水現象について更に検討するため、屋内に設置した模型土槽に対する散水試験や実物大実験の観測を行った。それらの結果、模型土層を用いた散水試験をさらに拡張・発展させれば、排水が生じるメカニズムを解明し、高速道路で採用されるためには不可欠と考えられる降雨や融雪環境に応じた砕石層厚や不織布の有無、排水パイプなどに関する仕様の決定も可能になるとの着想を得た。

1. 研究の目的

上述したこれまでの成果を踏まえた結果、本研究では排水パイプが打設されたのり面の一部を想定した小型模型土槽による屋内散水試験と、中詰め材や盛土を構成する地盤材料、ジオセル層や排水パイプの有無といった条件を変化させた6基の大型土槽を屋外に設置し、自然降雨環境下での観測を行うことにした。

2. 試験方法と条件

図-1は屋内で使用した小型模型土槽の概略図である。模型土槽は厚さ10mmの亚克力板で構成されており、内寸は縦450、横450、奥行き55mmである。土槽中央付近には穴を開け、直径30mmのスリットを有する鋼製パイプを貫通させている。なお、鋼製パイプにはスリットが4つあり、排水挙動を観察するためにパイプ内に小型のCCDカメラも設置した。図中には土槽内での土の構成を説明するために定義した4つの領域を示している。なお、領域Aの表面には上部の水タンクから水が一気に放出される仕組みになっている。

表-1は試験条件とパイプからの排水量をまとめたものである。「砕」はC40を締め固めたもの、「密」は砂質土を十分に締め固めたもの、「緩」は「密」よりも透水性の違いが生じる程度に緩く締め固めたものを意味する。ケース7～10については、領域C、Dは変えずにパイプ上端より上の砕石層厚を変化させながら散水試験を数度実施した。

図-2は屋外に構築した比較的大型の模型盛土の断面図であり、表-2は領域1と2に使用した地盤材料の種類や有無、排水パイプ設置の有無といった全6ケースの条件に

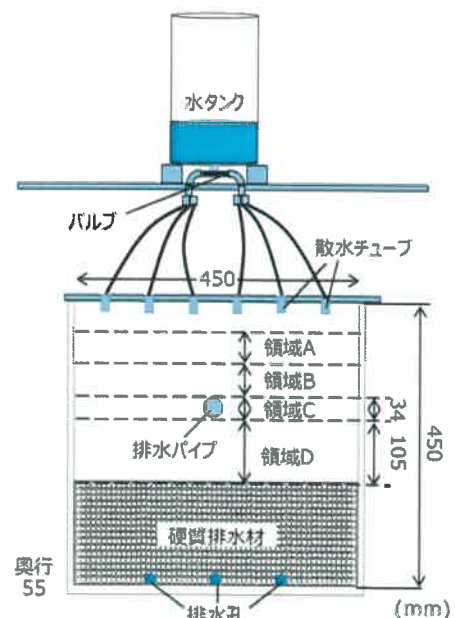


図-1 小型模型土槽の概略図

表-1 小型模型土槽で実施した試験条件のまとめ

ケース名	1	2	3	4	5	6	7-1	7-2	7-3	8-1	8-2	9-1	9-2	9-3	9-4	9-5	10-1	10-2	10-3	10-4	10-5	11
領域A 厚さ(mm)	なし	なし	なし	砕 30	砕 30	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし
領域B 厚さ(mm)	砕 65	密 65	密 25	密 65	密 25	なし	なし	砕 30	砕 60	砕 30	砕 60	砕 90	砕 60	砕 30	なし	なし	なし	砕 30	砕 60	砕 90	なし	砕 30
領域C	砕	密	密	密	密	密	密	密	密	密	密	砕	砕	砕	砕	なし	砕	砕	砕	砕	なし	緩
領域D	砕	密	密	密	密	密	密	密	密	密	密	密	密	密	密	密	密	密	密	密	密	密
排水量 (g)	0	0	0	0	0	0	微少	2	2	微少	4	72	100	200	270	200	125	198	174	154	94	147

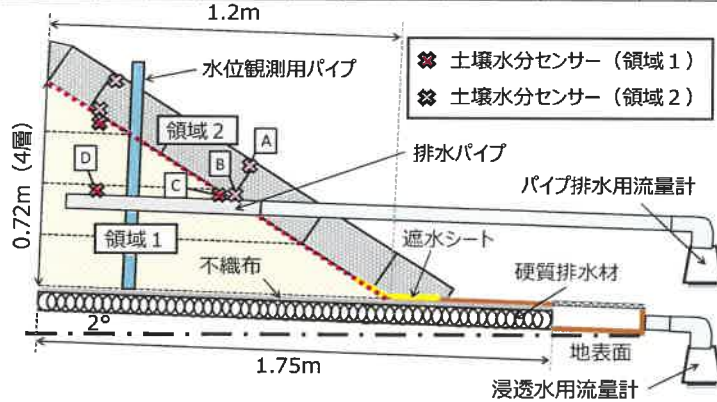


図-2 屋外に構築した模型土槽に関する概略図

表-2 屋外模型土槽に関するまとめ

ケース名	領域1	領域2	パイプ
1	試料A	砕石C40	あり
2	試料B	試料A	あり
3	試料B	砕石C40	あり
4	試料B	砕石C40	なし
5	試料B	なし	あり
6	試料B	なし	なし

ついてまとめたものである。なお、近傍での降水量の他に、盛土底部への浸透水量とパイプ排水量も計測している。

3. 試験結果と考察

表-1 中には各ケースで計測されたパイプからの排水量も示しているが、ケース 7~11 で排水が確認された。これらの結果から、パイプから排水される条件には2つあることが分かった。1つはパイプ上部の砂質土層厚が薄い場合に、浸透によるフィンガー流がスリットに到達することで排水されること、もう一つはスリット近傍で透水係数が急に低下する領域がある場合に、そこで疑似的に水位が形成されて排水されることが明らかとなった¹⁾。

次に、屋外に設置した6基の土層については、計測期間中の降水量が小さかったこともあり、いずれケースでのパイプからの排水は見られなかった。しかし、全般的にパイプが敷設されているケースの方が浸透試料は少ない傾向にあった。また、降雨時の浸透水量はのり面上に砕石C40を充填したジオセルを設置したケース1, 3, 4の方が、のり面上に何も設置していない(ケース5, 6)、あるいは細粒分の少ない砂質土(試料A)を設置した方(ケース2)が少ないことが明らかとなった。これは砕石が設置されていることで領域1表層の含水比が高くなり、露出によって乾燥しているケース5, 6よりも表層の透水係数が高いためと考えられる。また、ケース2は試料Aによって保水されていることで浸透水量が少なかったと考えられる²⁾。

4. まとめ

本研究助成で実施した排水パイプが打設されたのり面の一部を想定した小型模型土槽から、パイプ周辺が不飽和状態であっても排水されるメカニズムが明らかとなった。また、6基の屋外土槽からは、雨滴侵食を防ぐことができれば、砕石よりも保水性のある砂質土を表層に設置した方が、より高機能な面保護工となる可能性が見出された。

参考文献

- 1) 平井泰輔, 川口貴之 他: ジオセルと排水パイプを併用した斜面安定工の排水メカニズムに関する模型実験, ジオシンセティックス論文集, Vol.34, pp.107-114, 2019.
- 2) 古矢達也, 川口貴之 他: ジオセルや排水パイプを用いたのり面保護工に関する屋外土槽試験, 土木学会北海道支部令和元年度論文報告集, Vol. 76, C-10, 2020.