

大阪大学大学院工学研究科 学生員 ○秋田 剛
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 常田 賢一
 大阪大学大学院工学研究科 学生員 VU NHAT LINH
 千代田器材 (株) 柏熊 誠治

1. はじめに

近年、地震や豪雨の作用による道路盛土の崩壊が多発し、社会的・経済的に影響を及ぼしているが、その原因の一つに盛土内の地下水位上昇による盛土の不安定化が考えられる。既設盛土への排水対策の一つとして挙げられる排水パイプは、安価で簡易に施工が可能であり、既に鉄道盛土等で実用化されている。しかし、パイプの排水特性は定量的に評価されておらず、設置間隔等の具体的な設計法は確立されていない。本文は排水パイプの排水範囲の影響を把握するため、土槽の規模を変えた変水位による模型排水実験を行っている。その実験結果から、地下水位の変動によるパイプの排水性の変化及びパイプ周辺の間隙水圧低下効果について報告する。

2. 排水実験

図-1 に示す内寸 1700×600×550mm の土槽において、土槽幅 1,000mm, 1,500mm の 2 ケースでの変水位による排水実験を行った。用いた排水パイプは外径 60.5mm, 内径 55.9mm, 長さ 700mm で、パイプ先端から 100mm までが尖っており、パイプ断面の四方には 50×5mm のスリットが軸方向に 50mm の間隔で計 18 箇所配置してある (図-2)。実験手順は、まず図-3 に示すように各ケースの土槽底面 2 箇所の間隙水圧計を設置し、土試料を投入、締め固めて地盤模型 (高さ 400mm) を作成した後、パイプ孔から排水パイプを水平に打設する。次に、パイプの排水口を閉じ、貯水槽から土槽内水位が 450mm になるまで給水して土試料を飽和する。その後、パイプの排水口を開けてパイプからの平均流量、土槽内の水位変化、間隙水圧変化を計測した。流量は単位時間当たりの平均流量を算出し、水位は土槽底面の 10 孔に接続したマンネーターで計測した。実験後、再び給水して土槽内水位を上昇させ、同様の排水実験を計 3 回実施し、パイプの排水性の変化を検討した。土試料は茨城県笠間市の山砂であり、土質特性を表-1 に示す。

表-1 土試料の土質特性

土試料	山砂 (茨城県笠間市)
土粒子密度 ρ_s	2.661 (g/cm ³)
乾燥密度 ρ_d	1.876 (g/cm ³)
透水係数 k	8.4×10^{-3} (cm/s)

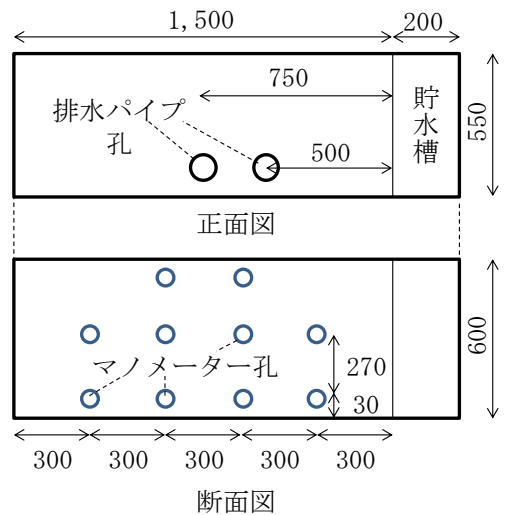


図-1 模型 (単位: mm)

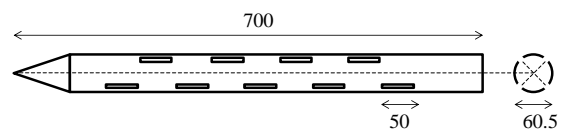


図-2 排水パイプ (単位: mm)

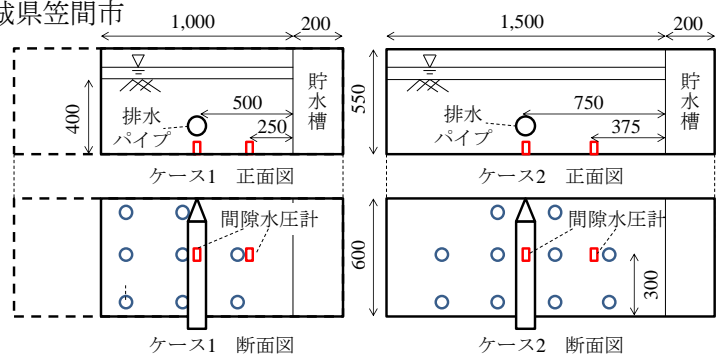


図-3 実験ケース (単位: mm)

3. 実験結果

(1) 水位変動による排水性への影響

排水時間と貯水槽の水位変化との関係を図-4 に示す。同図より、貯水槽水位 (45cm) が地盤表面位置 (40cm) に達する排水時間は、土槽幅が広いケース 2 の方が長いのは必然であるが、ケース 1, 2 共に排水の繰り返しに伴って、貯水槽水位が地盤表面位置に達する時間が遅れている。これは排水の繰り返しに伴うスリット周囲での細粒分の蓄積が関係し、土槽幅が大きく 1 回当たりの排水量が多いケース 2 では早く蓄積が進行し、2 回目以降は安定した状態になったと考えられる。次に、両ケースの同じ水位、密度でのパイプ 1 スリット当たりの排水流量 (1~3 回) を、前回の実験土槽 (土槽幅 500mm) の場合¹⁾を併記して表-2 に示す。同表によれば、土槽幅が大きくなると、1 スリット当たりの排水流量は増加する傾向が読み取れる。

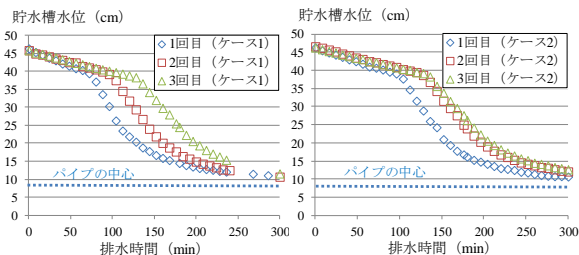


図-4 排水時間と水位変化

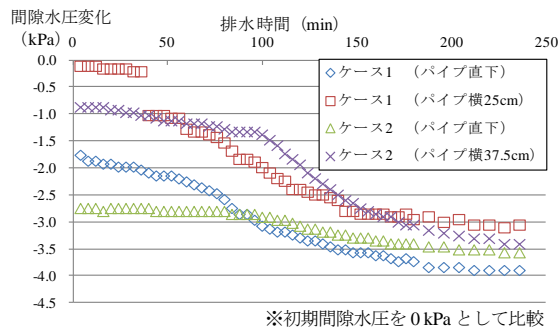
表-2 土槽幅別の流量比較

	横幅 (mm)	流量 (g/cm ³)	パイプスリット数	パイプ1スリット当たりの流量 (g/cm ³)
前土槽	500	5.50~6.17	12	0.46~0.51
本土槽	1,000	7.0~10.8	18	0.38~0.60
本土槽	1,500	9.5~13.0	18	0.53~0.72

※乾燥密度は 1.87g/cm³, 水位は 45.0cm 時で比較

(2) 間隙水圧低下

土槽底面に設置した間隙水圧計による 1 回目の間隙水圧の変化 (低下) 量を図-5 に示す。同図から、排水開始直後に間隙水圧が急激に低下し、その後徐々に低下している。また、両ケース共にパイプ直下から離れた位置の間隙水圧の低下量は小さくなっている。なお、土槽幅の差異については明確ではない。



※初期間隙水圧を 0 kPa として比較

図-5 排水時間と間隙水圧変化

(3) マノメーターによる地盤内水位分布

ケース 2 において、マノメーターより得られた水位の時間経過毎の分布図を図-6 に示す。図中の土槽横方向 0cm, 150cm では貯水槽の水位を用いている。同図より、土中の水位は排水直後からパイプの中心に向かって低下する分布を呈しており、排水が終了する数時間後にパイプの位置で水平方向にほぼ一定になる。また、排水時間毎の間隙水圧を水位換算して併記すると、マノメーター計測での水位線とほぼ一致している。今後はこのような水位分布の検証により、パイプ 1 本当たりの排水影響範囲について考察する。

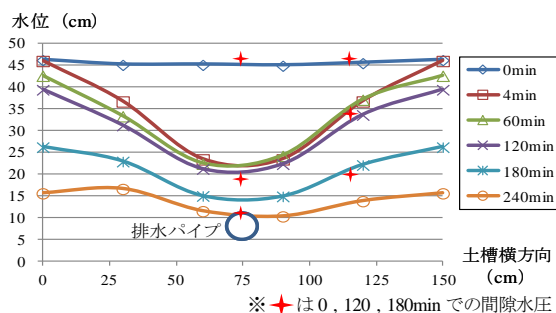


図-6 マノメーターによる地盤内水位分布

4. まとめ

本研究では、土槽幅、つまり排水パイプ 1 本当たりの排水範囲及びその排水性を把握することを目的として、変水位による模型排水実験を行った。その結果、以下の知見が得られた。

- 1) 地盤の飽和・不飽和状態を繰り返すと、スリット周囲での細粒分の蓄積により排水性が低下すると推定されるが、2~3 回の繰り返しのスリット周囲は安定状態になると思われる。
- 2) 土槽底面に設置した間隙水圧計およびマノメーターの設置により、排水中に自由水面となる排水パイプの周囲の水圧分布が把握できた。

参考文献

- 1) 秋田剛, 常田賢一, 平山淳基, 柏熊誠治: 排水パイプの排水機能に関する実験的検討, 平成 23 年度土木学会 関西支部年次学術講演会, 2011. 6