

浸透トレンチの浸透能力の経時変化と浸透現象の把握に関する定水位注水実験

独立行政法人土木研究所 正会員 〇堤 祥一 正会員 大下 武志

独立行政法人土木研究所 正会員 中島 伸一郎

1. はじめに

近年の都市環境において、都市河川の内水問題、雨水浸透の阻害による地下水位低下の問題が注目され、その解決が求められている。それらの問題に対し、舗装面または透水性舗装内からの雨水を、浸透トレンチに引き込み、地下水涵養することにより解決する方法を計画している。しかしながら、既存の設計式では、初期浸透、地下水位の影響等について、定量的に評価できないのが現状である。そこで、本研究においては、地下水位を変化させた時の、浸透トレンチの浸透能力の経時変化、並びにその浸透現象を把握することにより、初期から終息までの降雨量を考慮した浸透トレンチの設計の確立を目的とするものである。

2. 実験概要

実験概要を図 1 に示す。幅 7m、高さ 3m、奥行き 4m のピット内に、密度約 1.7g/cm³ で締め固めた地盤と、幅 1 m、高さ 1.25m、奥行き 4m のトレンチを作成した。側方には水分センサー（EnviroSmart/太陽計器製）を横約 20cm、深さ約 80cm のピッチで、トレンチ直下には TDR 水分計を深さ 40cm のピッチで設置した。また水位計測管を横約 30cm ピッチで設置した。地下水位は取水管の位置を変えることで調整を行った。実験の手順を図 2 に示す。まず幅員 10m×延長 20m の道路での 100 mm/h 降雨に相当する流量 330ℓ/min で定速注水を行う。次に目的のトレンチ水位（GL-0.25m）に達した時点で定水位注水に切り替え、定常状態まで落ち着いた浸透能力（終期浸透能力）までの推移と水分センサーの反応の経時変化の把握を行った。実験のパターンを表 1 に示す。土質試料は川砂 [透水係数 $k: 8.2 \times 10^{-3}$ (cm/s)] と山砂 [透水係数 $k: 2.6 \times 10^{-3}$ (cm/s)] を、水位についてはトレンチ底面（GL - 1.25m）から ±0.5m と地下水位のないパターン（地下水位 GL - 3.0m）を設定した。

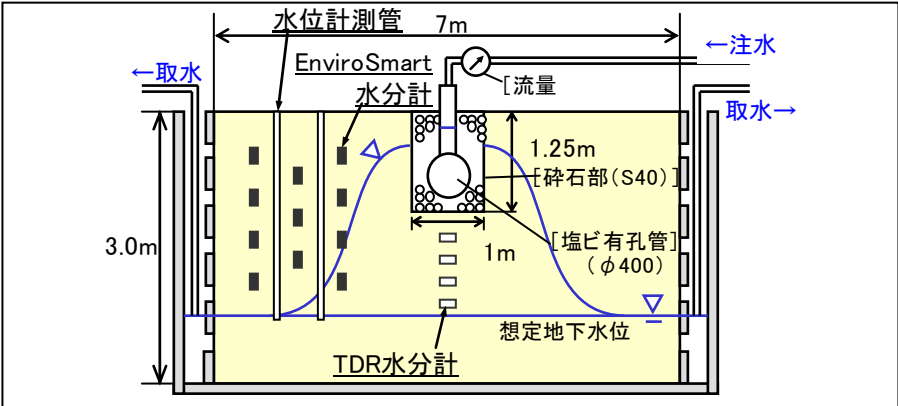


図 1 実験概要

表 1 実験のパターン

地下水位	川砂	山砂
	$k: 8.2 \times 10^{-3}$ (cm/s)	$k: 2.6 \times 10^{-3}$ (cm/s)
GL-3.0m	Case1	Case4
GL-0.75m	Case2	Case5
GL-1.75m	Case3	Case6

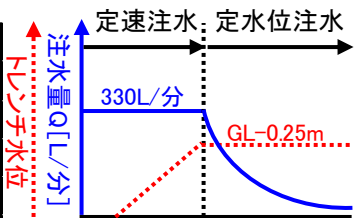


図 2 実験の手順

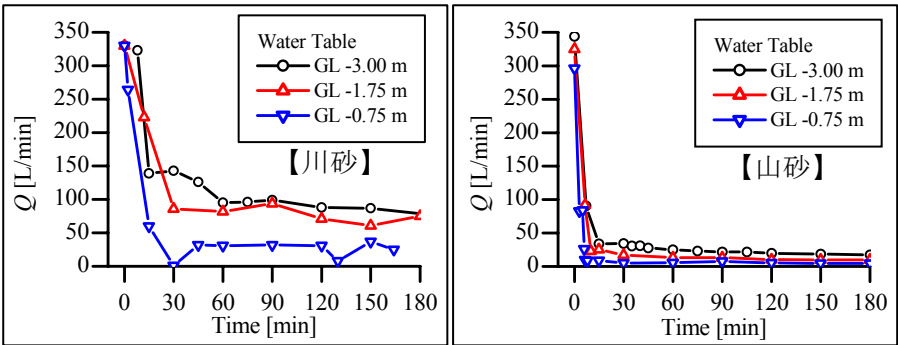


図3：浸透能力の経時変化

表2：終期浸透能力の設計式

$Q = k \cdot K = k \cdot [3.093 \times H + (1.34 \times W + 0.677)]$
Q: トレンチ単位長さ当りの浸透量[m ³ /h] H: 設計水頭[m] W: 設計幅[m]

キーワード：雨水浸透、浸透トレンチ、浸透現象、浸透能力

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1－6 独立行政法人土木研究所 TEL：029-879-6759

3. 実験結果

図3に浸透能力の経時変化の状況を、表2に終期浸透能力の設計式、表3に終期浸透能力の実験値と設計値との比較を示す。これより、地下水位GL-3.0mにおいては、終期浸透能力が設計値と近い値を取るものの、地下

表3：終期浸透能力の設計値との比較結果

	川砂		山砂	
	実験値	設計値	実験値	設計値
GL-3.0	91.00	100.56	17	12.24
GL-1.75	75.23	100.56	10	12.24
GL-0.75	25.00	70.13	4.4	8.53

*単位は全て(L/分)

水位GL-1.75m、-0.75mとなるに従い、低下していくことから、地下水位が浸透能力に与える影響が大きいことが分かる。次に水分センサーの反応状況を図4に示す。別途に算出した飽和状態におけるセンサー値（EnviroSmart：0.85、TDR水分計：0.35）を反応の判定基準として、その経過時間ごとに図に曲線で記したものである。これより川砂においては、鉛直方向への浸透速度が水平方向より大きく、山砂においては、水平・鉛直方向ともに均一な浸透速度で拡散する傾向が見られた。センサーの反応が定常状態になるまでに達する時間は、川砂で約120分、山砂で約540分であった。

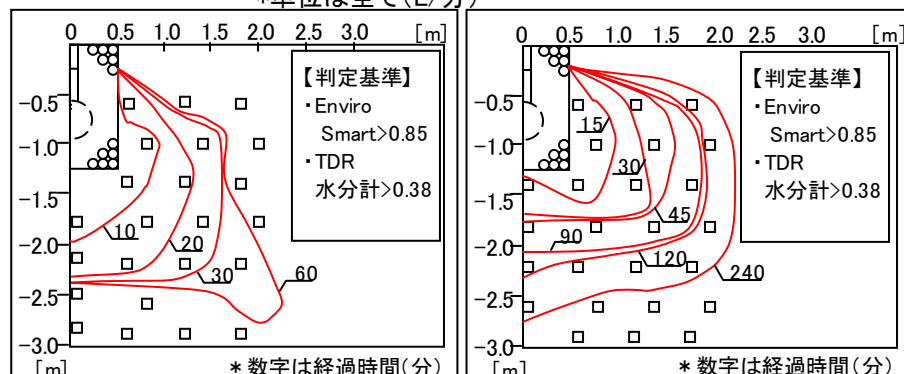


図4：センサーの反応状況/左から川砂（Case1）・山砂（Case4）

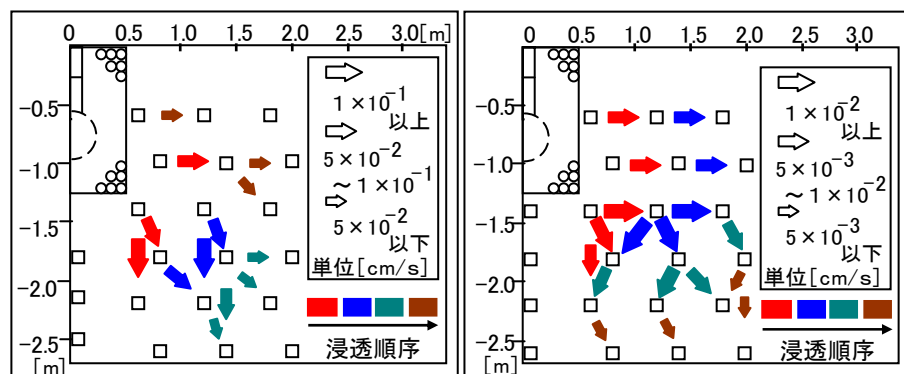


図5：浸透速度と浸透の経時変化/左から川砂（Case1）・山砂（Case4）

4. トレンチの浸透状況の考察

センサーから計算した浸透速度（＝センサー間の距離/反応時間間隔）を図5に示す。トレンチ付近では浸透速度がかなり速く、トレンチから離れるに従い、室内透水試験値に収束してゆく傾向が得られた。またトレンチに近づくにつれ、飽和領域と水位管からの計測水位との間に、大きな差が見られた。これよりトレンチの与える大きな動水勾配により、川砂・山砂ともにトレンチ付近では予想以上の浸透速度が生じているものと考察される。

5. 結論と今後の課題

本実験の結果、分かったことを以下にまとめる。

- ・ 終期浸透能力の比較から、低い地下水位での実験値は設計値に近い値をとるものの、地下水位が高い場合には浸透能力が低下する傾向にあること。
- ・ トレンチ付近での浸透速度は、透水試験の結果と比較して一桁ほど速く、トレンチから離れるに従い透水試験値に収束する傾向にあること。
- ・ 透水性の良い地盤では鉛直方向への浸透速度が水平方向に比べて大きい傾向にあることが確認された。

しかしながら、本実験では、トレンチの水位と浸透能力との関係、不飽和浸透で用いられる指標の評価については、十分に把握することはできなかった。そこで、変水位での注水実験と不飽和浸透解析を行うことで、初期から終息までの降雨量を考慮した浸透トレンチの設計法を確立させる予定である。

<謝辞>

本研究を行うに際し、国土交通省河川局河川環境課、道路局国道・防災課から様々な御指導、助言を承りました。記して感謝の意を表します。

<参考文献>

- * 1 雨水浸透施設技術指針 [案] 調査・設計編 p 37、40 (社) 雨水貯留浸透技術協会編