

浸透トレンチの浸透能力に関する実験

独立行政法人土木研究所 正会員 ○中島伸一郎，大下 武志，堤 祥一

1. はじめに

本研究では，室内において浸透トレンチを有する模擬地盤を作成し，注水実験を行うことで，土質や地下水位がトレンチの浸透能力に及ぼす影響や浸透の影響範囲等について検討した．浸透量の測定結果については，既存のトレンチ設計式と比較し，式の妥当性を検証した．その結果の一部を報告する．

2. 実験概要

図1に示すように，地下水位の制御が可能な室内ピットにおいて模擬地盤を作成し，その中心線上に浸透トレンチを設置した．

実験条件を表1に示す．実験パラメータは，地盤の透水係数と地下水位である．地下水位については，一般的に，トレンチ底面から地下水位までの距離が0.5 m以上あれば浸透が期待できるといわれる¹⁾．そこで，0.5 m よりも浅い地下水位 (0.4 m) も設定することで，地下水位の影響が明確に現れることを期待した．

注水方式については，定水位注水と定流量注水の2種類を実施した．定水位注水とは，トレンチ内水位を一定に保つように注水量を制御する方式である．この場合，注水量＝トレンチ浸透量となる．一方，定流量注水とは，一定の流量で注水しトレンチ内水位の変化を計測する方式である．この方式では，トレンチが満水になった時点で注水を停止し，その後の水位の低下も計測した．また，注水と放置を3回繰り返すことにより，地盤の飽和領域の拡大に伴う浸透量への影響を検討することとした．

計測項目は，注水量，トレンチ内水位，地下水位分布，宙水位分布，地盤内飽和度分布である．

3. 定水位注水実験結果および考察

3.1 比浸透量に関する実験値と設計計算値との比較

定水位注水実験では，各水位での注水量の収束値を求めた．この収束値を終期浸透量という．

雨水浸透施設技術指針[案]¹⁾によれば，浸透施設の終期浸透量は次式で表される．

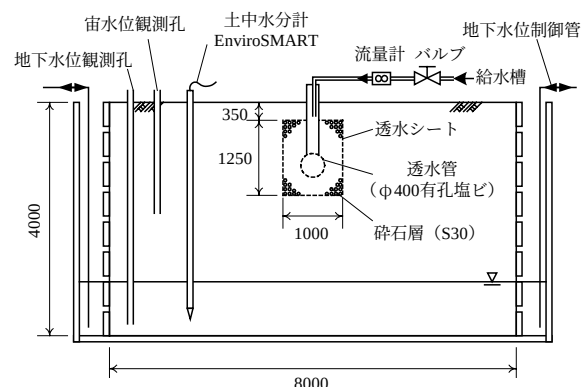


図1 模擬地盤断面構成 (単位: mm)

表1 実験条件

土槽条件	- 室内ピット H 4.0 m × W 8.0 m × L 4.0 m - 境界条件: 側面は排水 (地下水位固定) 奥行き方向は非排水
トレンチ条件	- H 1.25 m × W 1.0 m × L 4.0 m - 透水管径 φ400 mm - 碎石層 単粒度4号 (S-30)
土質および透水係数 (室内透水試験)	- 川 砂 $k = 4.9 \times 10^{-3}$ cm/sec - 山 砂 $k = 2.2 \times 10^{-3}$ cm/sec - マサ土 $k = 2.9 \times 10^{-2}$ cm/sec
地下水位 (トレンチ底面から地下水位までの距離)	2.5 m (深い地下水位) 0.4 m (浅い地下水位)
注水方式	- 定水位注水 - トレンチ内水位 1.25, 0.75, 0.25 m - 定流量注水 - 川 砂: 120 L/min - 山 砂: 80 L/min - マサ土: 100 L/min

$$q_f = k \cdot K \quad (1)$$

ここに， q_f : 終期浸透量 [$\text{m}^3/\text{hr}/\text{m}$], k : 透水係数 [m/hr], K : 比浸透量 [m^2]

比浸透量 K とは，施設の形状と湛水深に依存する係数で，浸透トレンチの場合は次式で表される¹⁾．

$$K = 3.093 H + 1.34 W + 0.677 \quad (2)$$

ここに， H : トレンチ湛水深 [m], W : トレンチ幅 [m]
上の設計式の妥当性を検証するため，実験で求めた終期浸透量から次式により比浸透量を逆算（以下， K' ）するとともに，試験条件であるトレンチ内水位とトレンチ幅を式(2)に代入して比浸透量を求めて両者を比較した．

$$K' = q_f / k \quad (3)$$

キーワード 浸透トレンチ，浸透能力，定水位注水実験

連絡先 〒305-8516 つくば市南原1-6 独立行政法人土木研究所 技術推進本部（施工技術） TEL 029-879-6759

なお、 K' の算出では表1に示す透水係数を用いた。また、浸透量設計式は、地下水位が深い場合を想定した式であることから、地下水位が深い実験ケースについてのみ検討した。

比浸透量の比較結果を図2に示す。図より、川砂と山砂については、 K と K' がほぼ一致した。一方、マサ土については、 K'/K が1/6程度であった。この理由としては、マサ土では、実験地盤内の透水性が室内透水試験での透水係数よりも低かったためであると推測される。すなわち、マサ土の特徴として、動水勾配の増減により透水係数が変化することが知られており、透水係数が1/10以下に低下した事例が報告されている²⁾。本実験では、定水位注水実験の前に定流量注水実験を実施しており、その中でトレンチ満水⇄空（動水勾配の増減）を3回以上繰返したことから、その過程で透水係数が低下したものと考えられる。

式(2)による比浸透量 K を用いてマサ土の実験結果に合うような透水係数を求めると、 $k = 3.9 \times 10^{-3}$ cm/sec となった。また、実験終了後にマサ土地盤でボアホール型の変水位・定水位式現場浸透試験^{1), 3)}を実施したところ $k = 5.1 \times 10^{-3}$ cm/sec 程度となった。これら2つの値は比較的良好に一致することからもマサ土における実験結果と設計計算値との差異は、動水勾配の増減による透水係数の低下によるものと判断される。

3.2 地下水位がトレンチ浸透量に及ぼす影響

図3は地下水位が深い場合と浅い場合の終期浸透量を比較したものである。図より地下水位が浅い場合は終期浸透量が低下することが確認できる。

現在のところ、地下水位が浸透量に及ぼす影響を定量的に評価した設計式は提案されていない。しかし、図3より地下水位が浅い場合と深い場合の浸透量の関係は土質によらずほぼ一直線上に載っていることから、地下水位の影響を定量的に評価できる可能性が高い。この点については今後の課題である。

4. まとめ

- ・雨水浸透施設技術指針[案]によるトレンチの浸透量設計式は山砂および川砂の定水位注水実験の結果を精度よく表現しており設計式の妥当性が実証された。
- ・一方、マサ土については、設計計算値と実験結果が6倍程度も異なったが、これは、実験中の動水勾配の増減によるマサ土の透水係数の低下によるものと推測される。

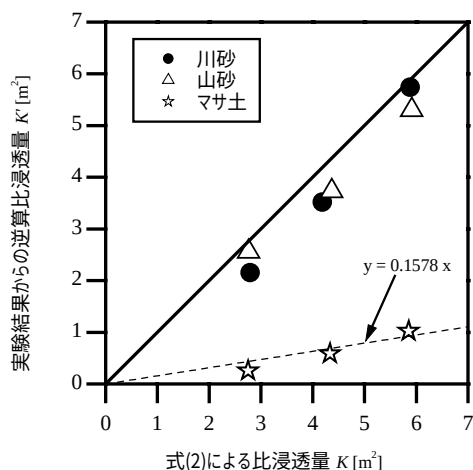


図2 比浸透量に関する比較結果

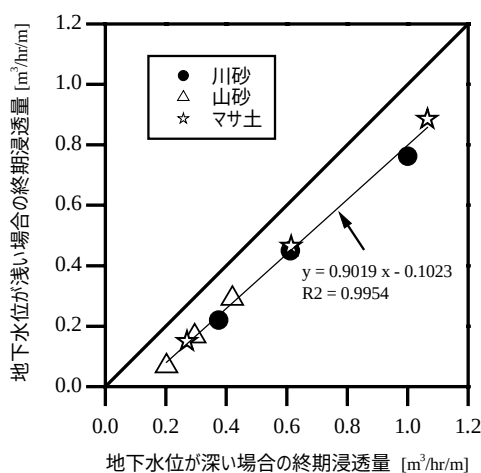


図3 地下水位による終期浸透量の差

- ・浸透施設の設計の際には設計入力値として透水係数が必要となるが、マサ土のような土の場合、一般的な室内定水位透水試験による透水係数を用いて設計すると、供用後の浸透施設内の動水勾配の増減によって透水係数が低下し、設計上期待した浸透性能が得られない可能性がある。したがって、動水勾配を変えて透水試験を実施することにより、低下後の透水係数を求めて設計に用いる必要があるといえる。

<謝辞>

本研究は「平成16年度特定都市河川浸水被害対策法に関する透水性舗装実験検討業務」として関東地方整備局の委託を受けて実施した。また、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) (社)雨水貯留浸透技術協会 編：雨水浸透施設技術指針[案] 調査・計画編，1995。
- 2) 青山ら：乱さないマサ土の透水特性，第13回土質工学会研究発表会講演集，pp.157-160，1978。
- 3) 吉沢ら：現地浸透実験法の簡略化に関する検討—簡易浸透実験法の提案—，こうえいフォーラムNO.8，日本工営株式会社，pp.53-60，2000。