

鉛直カラム蒸発実験に基づく保水性舗装における有効水分の検証

法政大学大学院 学生会員 ○安田 弘希

法政大学大学院 正会員 木下 孝介

法政大学 正会員 草深 守人

1. はじめに

ヒートアイランド現象の緩和策に用いられている保水性舗装は、蒸発冷却の持続時間が短いため、長期保水量の確保が課題として挙げられる。これに対して、これまで雨水の給水・貯留システムや地盤の保水能力を活かした路盤貯留法が提案されており、機能の向上には水文学的知見に基づき各々の設計指標を照査することが重要である。

本研究では、保水性舗装に対する水管理の合理化に資することを目的として、鉛直カラムを用いて歩道系保水性舗装を想定した蒸発実験を行い、これより保水性舗装内の熱・水分輸送現象を論じる。

2. 蒸発実験の概要

(1) 実験装置

蒸発実験装置、測定項目を表 1、図 1 に示す。この装置は加熱ランプ、舗装カラム、ろ紙蒸発計、断熱槽、ならびに給水装置からなり、周辺の気流および温湿度を制御するため、簡易恒温室内に設置した。

舗装およびろ紙表面には、夏季の日射量と同程度の熱フラックスが、加熱ランプより常時供給される。また、舗装カラムおよびろ紙蒸発計は給水装置(マリ

OTTタンク)と連結しており、適宜、電子秤と差圧計より給水量を測定した。これらには複数のセンサを取り付けているため、全体を断熱槽で覆っている。

表 1 測定項目

対象	項目	機器
大気	日射量	日射計
	温湿度	データロガー内蔵小型温湿度計
舗装	表面温度	熱電対・サーモカメラ
	地中温度	熱電対
	土壌水分	テンシオメータ・土壌水分計
	熱フラックス	熱流計
	貯留量	電子秤
	給水量	電子秤

(2) 舗装カラムの構成材料とその物性

舗装カラムは、路盤貯留の有無より 2 パターンに分けた(図 2)。パターン A は表層のみ、パターン B は、表層・基層・路盤からなる。これら材料として表層にはそれぞれセラミック系保水性インターロッキングブロック、基層には川砂、路盤には粒状石灰(クリンカ)を用いた。なお、舗装材料の保水特性および透水特性については、乾燥密度を設定した上で、それぞれ保水特性試験と透水試験により把握した。

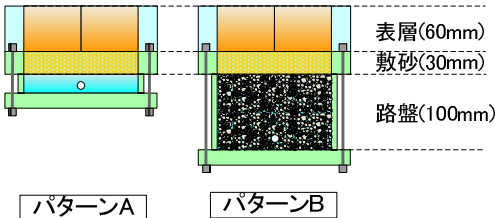


図 2 舗装カラムの構造

(3) 実験方法

表 2 は舗装構成および実験条件である。初期条件は炉乾燥状態と 24 時間の浸水飽和状態とし、後者では、非給水過程と常時カラムに給水し続ける給水過程の 2 ケースとした(計 6 ケース)。

表 2 実験条件

実験名	舗装構成	初期条件	給水方法
A1	保水性ブロックのみ	炉乾燥	なし
A2		飽和	なし
A3		飽和	カラム下端に自由水面を設定
B1	ブロック+敷砂+クリンカ	炉乾燥	なし
B2		飽和	なし
B3		飽和	カラム下端に自由水面を設定

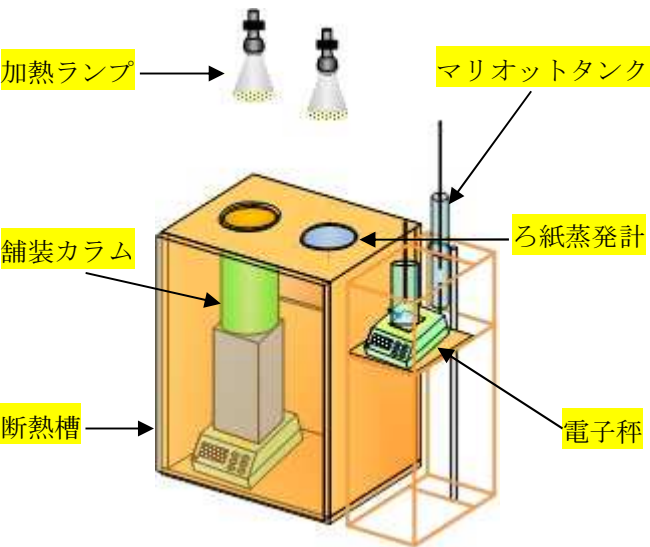


図 1 蒸発実験装置

キーワード 保水性舗装, 路盤, 長期保水量, 舗装カラム, 有効水分

連絡先 〒162-0843 東京都新宿区市谷田町 2-33 法政大学大学院 TEL 03-5228-1429 E-mail : m.kusa@hosei.ac.jp

3. 実験結果および考察

(1) 地表面温度

実験ごとの地表面温度の時間変化を図 3 に示す。A1 および B1 はそれぞれ乾燥状態の結果で、定常時の温度は約 45℃である。この温度を夏期に実際の路面で上昇する最高温度と仮定した。一方、最も低い温度を示したカラムは保水性ブロックに常時給水を行っている A3 であり、約 32℃という結果になった。ここで、注目すべきは B2 と B3 であり、特に B2 においては初期に給水させた水分量のみで約 36 時間の間、地表面温度が約 10℃低下していることがわかる。また、B3 では常時給水を行っているにもかかわらず、B2 よりも早い段階で温度上昇がみられる。

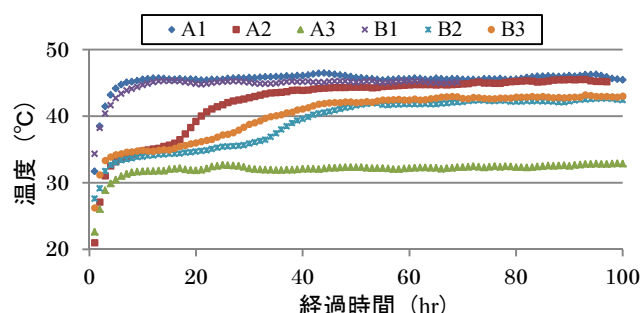


図 3 地表面温度の時間変化

(2) 日蒸発量

各実験条件に対する日蒸発量の変化を図 4 に示す。最も日蒸発量が多いケースは、ブロックのみの実験で常時給水を行った A3 であり、日蒸発量は約 10mm となっている。初期給水以降の給水を行わないケースでは、路盤に保水機能を考慮した B2 と表層のみの保水による A2 を比較すると、前者は照射開始 2 日後でも約 4mm の日蒸発量があるのに対し、後者では 1/2 程度である。また、路盤での貯水かつ常時給水を行った B3 では、時間とともに蒸発速度は減少していくものの B2 に比べて程度は小さい。しかしながら、このケースの日蒸発量は、ブロックに給水を継続させた実験よりも大きく下回っている。

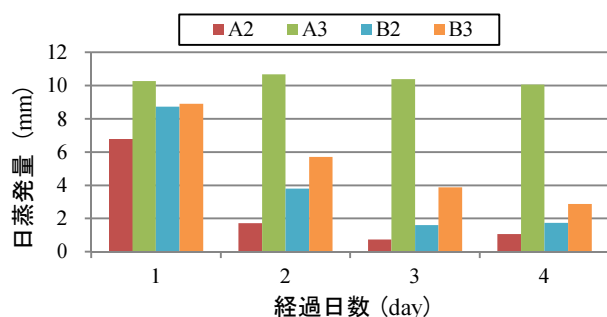


図 4 蒸発量の日変化

(3) 有効水分量

保水性ブロックおよび舗装カラムによる蒸発冷却効果の持続性を検証するため、その効果を維持できる期間の有効水分量を実験値から算定する。実験結果より、飽和から地表面温度が急激に変化し始める点までの累積蒸発量を有効水分量と定義した。また、一般的な夏季の日蒸発量を 3mm と仮定して、蒸発冷却の効果持続期間を試算する。

計算結果を表 3 に示す。常時給水を行った(A3)については、常に蒸発冷却効果が見受けられたため、これを除く給水・非給水過程について例示している。まず、飽和させたブロックの非給水過程(A2)では、10mm の累積蒸発量に対して、有効水分量は 5.6mm となっている。このとき、ブロックの保水量で生じた蒸発冷却効果はおおよそ 1.9 日であることがわかる。次に、ブロックのみの実験と比較して、路盤での貯水を考慮した舗装カラムにおいては、約 3.1～3.6 日と約 1.5～2 倍の持続効果が得られた。

表 3 実験条件ごとの有効水分量

実験名	A2	B2	B3
累積蒸発量(mm)	10	24	46
有効水分量(mm)	6	11	9
効果持続期間(日)	1.9	3.6	3.1

4. まとめ

今回の実験では、路盤貯留を考慮した舗装カラムを用いることで、保水性ブロックによる蒸発冷却効果の持続期間は延長されたが、長期化には至っていない。今後の課題として、実験条件の追加や路盤材料を変えて実験を行うことなど、実験データを蓄積する他に、保水性舗装内の水分移動のメカニズムについて、数値解析によって明らかにする必要がある。

謝辞

実験材料を提供していただいた株式会社ユニソン、株式会社ジェイペック資源リサイクル事業部に感謝の意を表す。

参考文献

梅干野ら：雨水貯留と毛管吸水に着目した蒸発冷却システムにおける夏季屋外実験による舗装体の形状と断面構成の検討，日本ヒートアイランド学会論文集，Vol. 6，pp30-38，2011。