

人工地表面に対する水理パラメータの推定と熱・水分動力学モデルの検証

Modeling heat and moisture transferrin pavement materials with experimentally-derived hydraulic parameters

共生環境評価領域

D4 こがま英剛 (Hidetaka KOGAMA)

Abstract: One of the causes of the urban heat island is reduction in surface moisture availability. Installation of water retentive pavement may contribute to the urban heat island mitigation. The aim of this study is to determine hydraulic parameters (volumetric water content, evaporation efficiency, and matric potential) of different pavement materials (asphalt, water retentive pavement, and brick). The parameters used for the development of a heat and moisture transfer model in the pavement materials. The model well simulated surface temperature on the pavement materials observed through field experiment. The model results showed that moisture inside the pavement materials affects the surface temperature greatly.

Keywords: volumetric water content, evaporation efficiency, matric potential, moisture and heat transfer

1. 背景と目的

近年の急速な都市化により、都市部の気温が郊外に比べて高くなるヒートアイランド現象が問題となっている。ヒートアイランド現象の原因の中でも、地表面被覆の変化は影響が大きいと考えられる。特に、道路舗装は都市表面の大部分を占めるため、これに改良を行うことでヒートアイランド現象の緩和に大きく寄与できるとも考えられる。一般的な舗装は水を内部に浸透させない構造であり、雨水は表面を流れてしまうため、水分蒸発による冷却作用が小さい。そこで自然土壌のように水分が内部へと浸透し、これを保持する機能を付与する水を浸透する舗装が考えられた。水を浸透する舗装の中で、保水性舗装は雨水を保水剤で保持し、その水分が蒸発するときの気化熱により舗装面の温度を抑えることによりヒートアイランド現象を抑制する効果がある。

本研究では、異なる地表面素材（アスファルト、保水性舗装材、レンガ）に対して、水分含水率と蒸発効率の関係、水分含水率とマトリックポテンシャルの関係を実験より求める。この関係式から素材内の水分・熱移動モデルのパラメータ値を決定した。

これらの素材を用いて野外実験を実施し、1日の表面温度変動を計測し、水分・熱移動モデルから算出される地表面温度と比較し、モデルの妥当性を検討する。

2. 実験方法

2. 1 蒸発効率の測定方法について

十分に水に浸した4つの試料（保水性舗装、アスファルト、レンガ 1、レンガ 2）を飽和含水状態にした。次に、試料と水の底面と側面を保温、遮水するために発泡スチロールの容器に入れ、グローブチャンバー内(気温 30℃、湿度 50%)で重量計(AND-GX8K)に水、試料を置いて、表面からの水分蒸発量を測定し、また同時に表面温度を測定した。これにより体積含水率と蒸発効率の関係を求めた。

2. 2 マトリックポテンシャルの実験について

圧力容器に試料を入れ、ダイヤフラムポンプで加圧した。水分が圧力と平衡になるまで加圧を続け、圧力容器の下部から出た水の量を測定し、飽和度を求めた。これにより体積含水率とマトリックポテンシャルの関係を求めた。

3. 結果

蒸発効率とマトリックポテンシャル測定の結果をそれぞれ以下の図 1、2 に示し、これをモデルのパラメータとした。モデルの計算値と実測値の比較を行い、モデルの妥当性の検証を行った。結果を図 3 に示す。

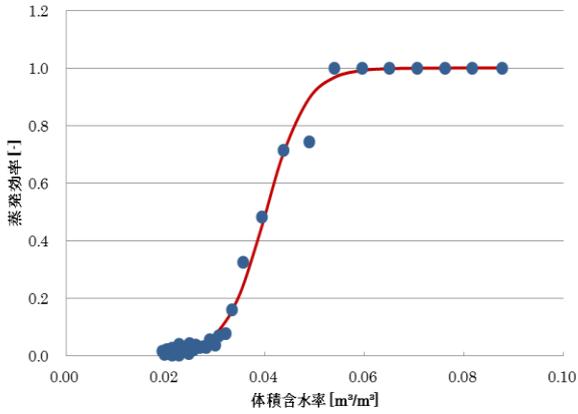


図 1 保水性舗装の体積含水率と蒸発効率の関係

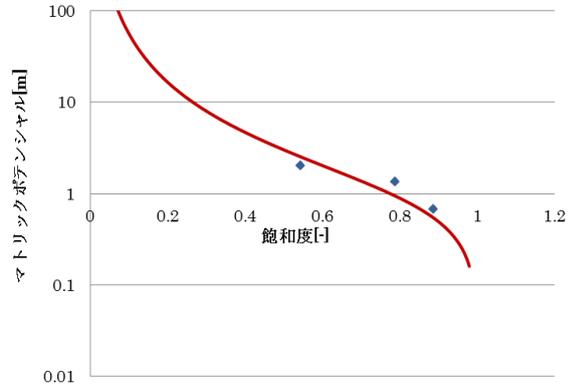


図 2 保水性舗装の飽和度とマトリックポテンシャルの関係

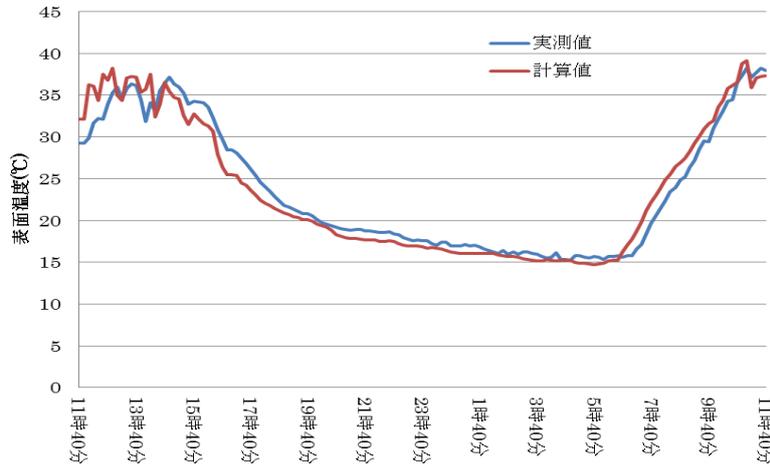


図 3 保水性舗装の実測値と計算値の比較

4. 考察

パラメータを用いた計算結果と実測値は良い一致を示し非常に高い精度であったと考えられる。これによりモデルの妥当性が示された。

5. 結論

本研究を通じて、試料内部の水分挙動が表面温度に大きく影響を与えることが分かった。本研究では、熱容量、透水係数、屋外での実験データについて既存のものを用いたが、実験により求めることで、より正確に多層モデルの計算が行えると考えられる。また、今後は、この多層モデルを3次元数値流体力学モデルに組み込むことで、街区の熱環境を評価することが可能であると考えられる。