

保水性塗装材料の特性と敷設による熱環境への影響

大阪大学	正会員	近藤 明
竹中道路	正会員	國松 俊郎
竹中工務店		小宮山研二
大阪大学	正会員	加賀 昭和

1. はじめに

都市ヒートアイランド緩和対策として、路面へ保水性舗装材料が敷設されはじめています。保水性舗装材料は、舗装体の空隙に水分を保水し、水分の蒸発による潜熱により路面温度の上昇を抑える効果がある。本研究では、保水性舗装材料の水分含水量 - 蒸発効率特性を実験により調べ、この材料を敷設した場合の蒸発量、地表面温度などの熱環境因子への影響を、シミュレーションにより検証した。

2. 水分含水量 - 蒸発効率特性を実験

図-1 に示すように、室内の温度・湿度・光量を一定に制御できるグロスチャンバー内に、15cm×15cm×5cmの容器に水を満たした試料 と同様の大きさの容器に飽和体積含水率にした保水性舗装材料を格納した試料 を1.5時間ごとにグロスチャンバー内から持ち出して電子天秤により重量変化を測定し、水分蒸発量を算定した。同時に、試料 の表面温度を放射温度計により測定した。その結果を蒸発効率と共に図-2 に示す。蒸発効率が1の時間帯では表面温度は一定温度21.2 を示すが、蒸発効率が小さくなるにつれて表面温度は上昇し、蒸発効率が0に近くなると、表面温度はグロスチャンバー内温度26度に近づいていく。

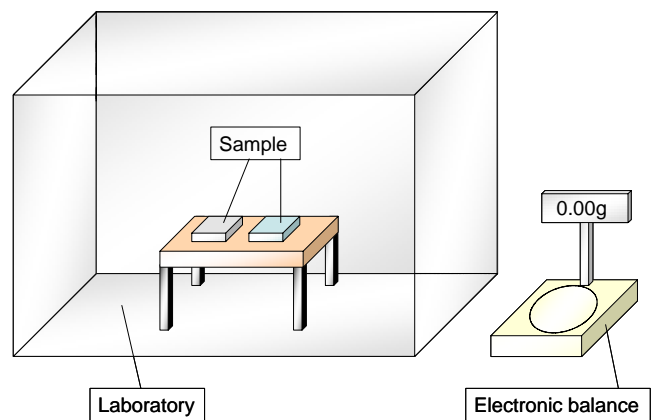


図-1 水分含水量 - 蒸発効率特性を実験

次に、保水性舗装材料を乾燥装置で約60℃で1日乾燥させたあと容器に格納し、周囲より一定の水を供給し、水分蒸発の実験を行った。図3に飽和体積含水率にした保水性舗装材料の実験 と保水性舗装材料を乾燥した後、水を供給した2通りの実験 の含水率と蒸発効率の関係を示す。飽和体積含水率 $0.06\text{ m}^3/\text{m}^3$ から $0.04\text{ m}^3/\text{m}^3$ の間の蒸発効率は1を示した。この範囲では、空隙による水みちが十分に存在し、保水性舗装のほぼ全表面で蒸発が進行していることが示唆される。また、実験 の蒸発効率は約0.85を示し、周りから水を供給するだけでは十分な水みちが確保されないことを示している。体積含水率が $0.04 \sim 0.023\text{ m}^3/\text{m}^3$ の範囲で、体積含水率の減少により蒸発効率は急減した。この範囲では、水みちが切れ、保水性舗装表面の水分供給が著しく低下することが示唆される。体積含水率が $0.023\text{ m}^3/\text{m}^3$ 以下では、蒸発効率

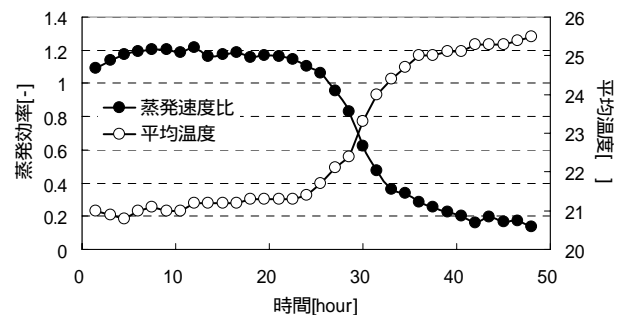


図-2 蒸発効率と表面温度の経時変化

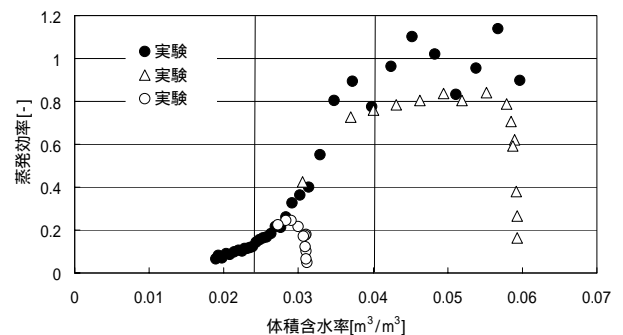


図-3 水分含水量と蒸発効率の関係

キーワード 保水性塗装, 蒸発効率, 体積含水率, 地表面温度, ヒートアイランド

連絡先 〒565-0879 吹田市山田丘 2-1 S4 大阪大学大学院工学研究科 TEL 06-6879-7670

は、ほとんど0になる。この範囲では、水みちが表面まで達していないことが示唆される

3. 地表面熱収支モデルによる蒸発量の推定

地表面熱収支式は、 $R_n = H + LE + G$ で表される。ここで、 R_n は正味放射量、 H は顕熱輸送量、 LE は潜熱輸送量、 G は地中伝導熱流束を表す。また、正味放射量、顕熱輸送量及び水蒸気輸送量は、それぞれ $R_n = (1 - \alpha)S_{\downarrow} + L_{\downarrow} - L_{\uparrow}$ 、 $H = \rho C_p c_h u (T_s - T_a)$ 、 $E = \beta \rho c_q u (q_s - q_a)$ で表される。ここで、 T_s, T_a は地表面温度および外気温度、 q_s, q_a は、地表面比湿および外気比湿、 c_h, c_q はバルク輸送係数、 u は風速、 ρ は大気密度、 C_p は熱容量、 β は蒸発効率を表す。また、 α はアルベド、 $S_{\downarrow}, L_{\downarrow}$ は短波放射および長波放射、矢印は放射の方向を表す。外気温度、外気相対湿度および風速は、図-4に示す大阪管区気象台で観測された2008年の8月の平均値を用いた。蒸発効率1.0、0.85および0とした地表面温度と、蒸発効率1.0と0.85の蒸発量を図5に示す。蒸発効率0の場合と比較すると、日中で約10~17、夜間で約5~7の温度差が見られるが、蒸発効率1.0と0.85の温度差は小さく、最大で約0.8である。また、蒸発効率1.0と0.85の蒸発量の差も小さく約0.75kg/m²となり、1日の蒸発量は約15kg/m²となった。次に、6時~19時までの正時に保水性舗装が飽和したと仮定し、図-3に示した体積含水率と蒸発効率の関係で蒸発が生じるとして計算を実施した。8時、13時、19時の地表面温度の計算結果を図-6に示す。朝方は地表面温度の上昇前なので、温度低下はあまり大きくないが、昼過ぎまで温度上昇時間を遅らせることができる。日中は、地表面温度が15℃低下するが、温度低下の持続時間は短く、すぐに地表面温度が上昇する。夕方は、地表面温度低下が10℃低下し、温度低下の持続時間も比較的長く維持される。

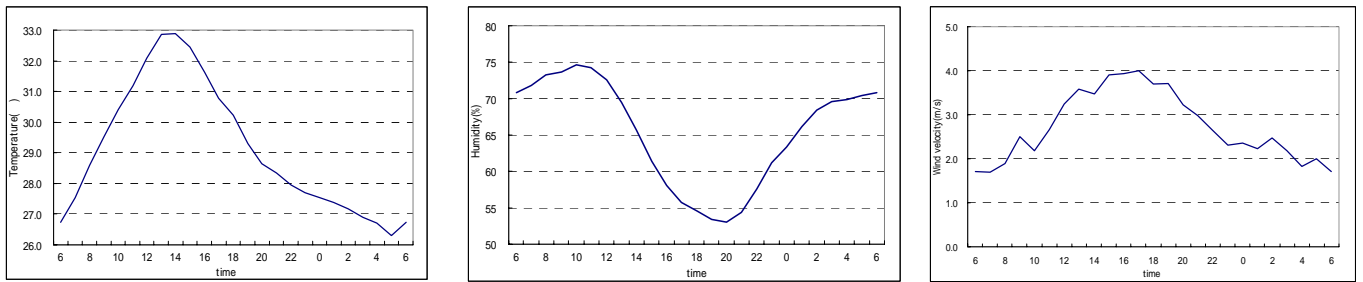


図-4 計算で用いた外気温度、外気相対湿度および風速

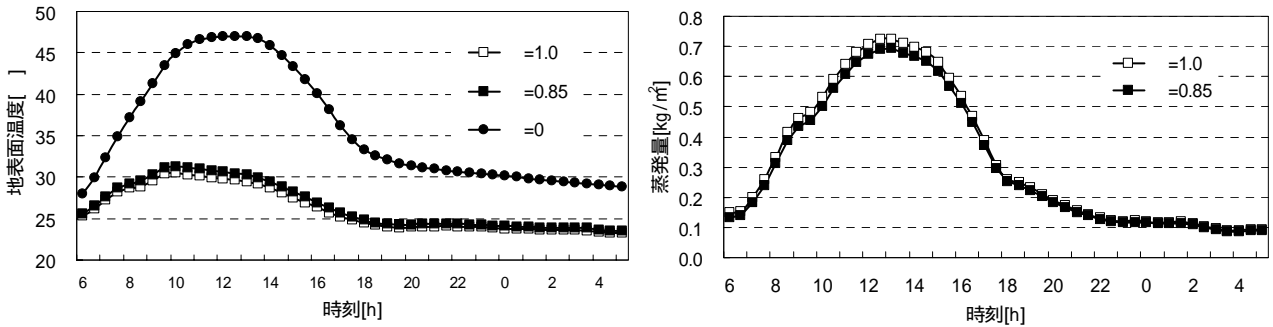


図-5 地表面温度と蒸発量

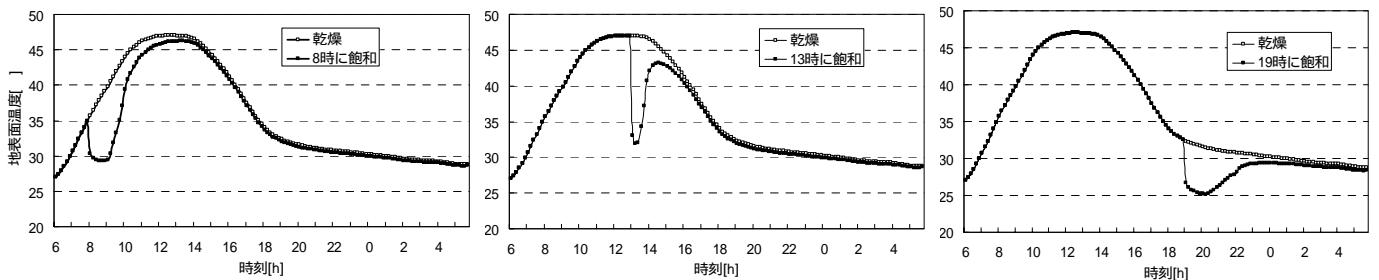


図-6 飽和体積含水率からの地表面温度の変化