

保水性舗装の路面温度低減効果に関する一考察

福田道路(株)技術研究所 正会員 ○渡邊 直利
福田道路(株)技術研究所 正会員 藤井 政人
福田道路(株)技術研究所 正会員 今井 寿男

1. はじめに

近年、ヒートアイランド現象と呼ばれる人口の密集による都市部の局所的な温暖化が問題になっている。そこで舗装体内に蓄えた水の蒸発により、路面温度を低減する保水性舗装がその抑制に有効ではないかと注目をあびている。しかし、保水性舗装の路面温度低減メカニズムに関しては解明されていない部分が多い。本報告は、室内における照射試験結果を基に行った温度シミュレーションから、保水性舗装の路面温度低減効果に関して検討した結果について述べる。

2. 試験概要

2-1 試験方法 夏季における路面温度の上昇を再現するために、ハロゲンランプによる照射試験を実施した。照射試験は温度制御が可能な室内において行い、一定の高さから供試体に向けてハロゲンランプを照射し、供試体温度を接触温度計により測定した。

2-2 試験条件 照射試験の条件を Table.1 に示す。供試体は密粒混合物(以下、密粒)と排水性混合物にセメントミルクタイプの保水材を充填した保水性混合物(以下、保水性)の 2 種類を用い、保水性については 24 時間吸水後の最大吸水状態で試験を行った。なお、照射による熱交換が供試体表面のみで生じるように、供試体側部と下部を発泡スチロールで断熱した。試験に使用した供試体の物性値を Table.2 に示す。

2-3 測定項目 照射開始から 3 時間までの供試体の表面温度、および裏面温度を熱電対にて測定した。保水性については水の蒸発に伴う質量変化、表面の濡れ状態の変化による反射率の変化が予想されるため、供試体質量と反射率についても 10 分間隔で測定を行った。

3. 試験結果とシミュレーションの比較

照射による供試体の温度変化を Fig.1 に示す。保水性は密粒と比べて温度上昇が遅く、3 時間照射後の表面温度は約 16℃低い結果であった。そこで、密粒の試験結果と(1)～(3)式から、密粒の温度上昇シミュレーションを行った。シミュレーションでは供試体を厚さ方向に 5 等分し 1 層目の温度を表面温度、5 層目の温度を裏面温度と考え各層間での熱伝導、表面での光の反射、対流熱伝達による熱収支を温度に

1 層目

$$T_{1X} = T_{i0} + (E_{\text{照射}} + E_{\text{反射}} + E_{\text{対流}} - E_{\text{伝導}i})A \cdot X / (M \cdot C/5) \cdots (1)$$

2～4 層目

$$T_{iX} = T_{i0} + (E_{\text{伝導}i-1} - E_{\text{伝導}i})A \cdot X / (M \cdot C/5) \cdots (2)$$

5 層目

$$T_{5X} = T_{i0} + E_{\text{伝導}4} \cdot A \cdot X / (M \cdot C/5) \cdots (3)$$

T_{iX} : i 層の X 秒後の温度 [℃]

T_0 : 各層の初期温度 [℃]

$E_{\text{照射}}$: 照射による熱量 [w/m²]

$E_{\text{反射}}$: 反射による熱損失 [W/m²]

$E_{\text{対流}}$: 対流による熱伝達量 = $\sigma (T_0 - T_{\text{室温}})$

σ : 対流熱伝達率

$E_{\text{伝導}}$: 各層間での熱伝導 = $\Delta T_0 \lambda / t$ [w/m²]

λ : 熱伝導率 [W/mK]

t : 層の厚さ [m]

A : 表面積 = 0.09 [m²]

M : 供試体重量 [g]

C : 混合物の比熱 [J]

Table.1 試験条件

光源	500W-ハロゲンランプ
光源高	520mm
照射時間	3時間
室温	25℃
湿度	約50%
供試体寸法	300mm×300mm×50mm

Table.2 供試体の物性値

混合物	密度 [g/cm ³]	比熱 [J]	反射率 [%]
密粒	2.36	8.6	5
保水性 (絶乾状態)	2.08	9.4	21

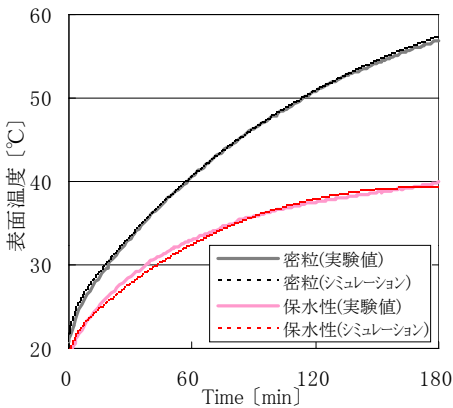


Fig.1 実験値とシミュレーションの比較

キーワード：保水性舗装, ヒートアイランド現象, 照射試験, シミュレーション, 熱収支

連絡先：〒959-0415 新潟県西蒲原郡西川町大潟字中ノ島 2031 TEL：0256-88-5011 FAX：0256-88-5012

換算し、初期温度に加算した。続いて、保水性のシミュレーションを行うために(1)式に気化熱と反射率変化の実験式を加え(1')式とし、保水性の温度上昇を再現した。

$$T_{ix} = T_{i0} + (E_{\text{照射}} + E_{\text{反射}} + E_{\text{対流}} - E_{\text{気化熱}} - E_{\text{伝導}})A \cdot X / (M \cdot C/5) \cdots (1')$$

このとき水の比熱には 4.185 [J]、気化熱には 40.7 [kJ/mol] を用いた。シミュレーションの結果、Fig.1 に示すように密粒と保水性の両方で温度上昇の曲線を再現することが出来た。また、供試体の熱収支に関しても Table.3 に示すように実験値に近い値が得られている。

Table.3 照射3時間の供試体温度と熱収支

混合物	表面温度 [°C]	裏面温度 [°C]	熱収支 [kJm ⁻²]
	シミュレーション / 実測	シミュレーション / 実測	シミュレーション / 実測
密粒	57.3 / 56.9	56.0 / 56.1	3605 / 3611
保水性	39.2 / 40.0	39.1 / 38.7	2338 / 2321

4. 保水性の路面温度低減効果について

保水性舗装の路面温度低減効果には水の蒸発による気化熱の効果、路面の明色化による反射率上昇の効果、吸水による比熱増大の効果が考えられる。これらの効果を要因別に見るため、それぞれの効果を除いた場合を仮定して、条件 1 から 3 のシミュレーションを行った。

- 条件 1 :気化熱の効果を除いた場合
- 条件 2:気化熱、反射率の上昇による効果を除いた場合
- 条件 3:気化熱、反射率の上昇、比熱増大の効果を除いた場合

Fig.2 に各条件と保水性のシミュレーション結果を示す。条件 1 のように気化熱の効果を除いた場合、保水性の温度低減効果は極端に小さくなる。また、照射 3 時間の熱量の低減効果においても、Table.4 に示すように気化熱による効果が全体の 6 割以上を占めている。これらの結果から、保水性の温度低減には水の蒸発の影響が大きいと考えられる。Fig.3 に、照射試験より求めた保水性の 48 時間までの蒸発量変化を示す。時間の経過とともに蒸発量は減少し、蒸発速度が低下する傾向が見られる。この蒸発速度の変化が保水性の温度低減効果に与える影響を調べるため、各時間の蒸発速度を(1')式に代入して保水性のシミュレーションを行った。その結果、Fig.4 に示すように蒸発速度の低下に伴い、気化熱による温度低減効果も低下する傾向があることが分かった。

5. まとめ

保水性舗装の路面温度低減の要因について、シミュレーションによる検討を行った結果、気化熱の効果が大きな割合を占めることが分かった。また、気化熱による路面温度低減効果は、水の蒸発速度と密接な関係があることから、保水性舗装の効果を十分に発揮させるためには保水量の管理が重要であると考えられる。

参考文献

1)岩井茂雄：舗装と熱環境，舗装，Vol.36 No.9 pp.6-10，(2001.9)
2)吉中保,根元信行：路面温度のヒート抑制を目的とした機能性舗装に関する一検討,土木学会舗装工学論文集,Vol.6 pp.29-38 (2001.12)

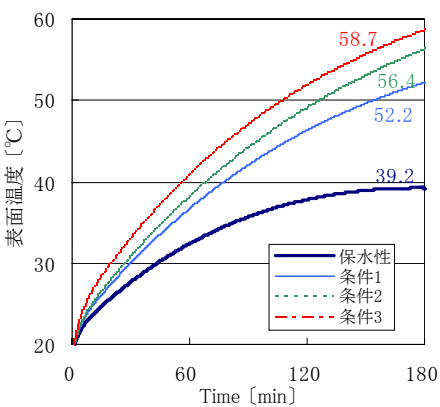


Fig.2 温度低減効果のシミュレーション

Table.4 熱量の低減効果とその割合

効果	熱量の低減 [kJm ⁻²]	効果の割合 [%]
気化熱	1413	67
明色化	462	22
吸水	251	12

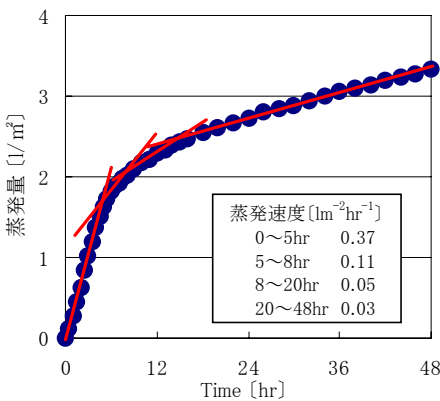


Fig.3 蒸発速度の変化

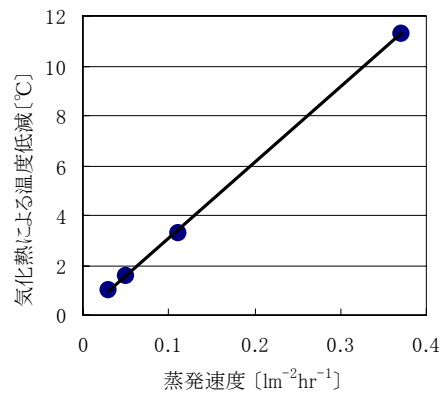


Fig.4 蒸発速度と温度低減効果の関係