

〔報告〕

感温性を有する保水性舗装システムの蒸発特性の評価

三坂 育正* 横山 仁 石井康一郎 佐々木啓行 三輪 隆* 菟田 泰孝**
(* (株) 竹中工務店 **千葉工業大学)

1 はじめに

近年、都市域がその周辺地域よりも高温となる、いわゆるヒートアイランド現象は、熱中症患者の増加や熱帯夜日数の増加に伴う健康影響、都市型集中豪雨による洪水や冷房負荷増大に伴うエネルギー消費量の増加など、大きな社会問題となっている。このヒートアイランド現象の主な形成要因の一つとして、都市化に伴う地表面の不透水性があげられる。そこで、ヒートアイランド対策の一つとして、蒸発効果により路面温度の上昇を抑制する保水性舗装が注目されている。既往の研究例として、表面温度の低下など保水性舗装による効果の一部が報告されているが、効果の持続性、特に蒸発冷却効果の持続性に関しては、十分な検討がなされているとはいえない。また、東京都では、車道部における保水性舗装に対して、散水車による散水を行うことで水の供給を行っているが、東京における7、8、9月の降水量の平年値は、それぞれ161、155、208mmであり、これらを有効に活用できれば、降雨相当で1日5mm程度の蒸発を連続的に達成できることになる。

そこで、本研究において、従来の道路に使用されるアスファルト系の保水性舗装とは別に、歩道や建物の外構部において使用でき、さらに雨水の有効利用の観点から貯水機能と、感温性による蒸発の効率化を図った保水性舗装システムを考案し、その基本的な性能評価を屋外実験にて実施してきた。

ここでは、感温性を有する保水性舗装システムに関して、貯水機能を有することによる蒸発性能の持続性に着目して行った屋外実験の結果について報告する。

2 感温性を有する舗装技術

今回実験に使用した保水性舗装技術の断面構成について、図1に示す¹⁾。この舗装技術は主に建物外構部や歩道部分での適用を想定している。インターロッキングブロックの下部に設置した厚さ50mmのウレタンマットには貯水機能としての役割を期待しており、水分の有効利用を図る目的で、ウレタンマットには感温性

ハイドロゲル^{2),3)}を充填している。ここでいうハイドロゲルとは、水溶性ポリマーの網目構造と水からなるやわらかい構造体で、中でも、感温性ハイドロゲルとは、低温で水を吸収・保持し、特定の温度（以下感温点と呼ぶ）を超えると吸収保持していた水を外部に排出する感温性の吸排水性樹脂である。今回の舗装に期待する機能・効果の概念図を図2に示す。雨天時には、低温であるためハイドロゲルが雨水を吸収し、晴天時温度が上昇すると水を放出する。放出された水は、インターロッキングブロックの毛細管力で表面に上昇し、蒸発冷却により表面温度の上昇を抑制する効果が期待される。

なお、今回の実験で用いた吸排水ハイドロゲルの感温点は、20、25、30、35℃が1：3：5：4の比率でブレンドされており、重み付けを考慮した感温点は29℃となる。ウレタンマットには1リットルあたり10gのハイドロゲルが含まれており、吸水倍率を100倍とすると、厚さ50mmのウレタンマットでの吸水量は約50L/m²である。

3 実験および測定概要

実験は、東京都環境科学研究所（東京都江東区）自動車排ガス実験棟屋上に試験体を施工して行った。舗装システムの試験体は、図1に示した断面構成に従って施工し、試験区の大きさは、各辺にインターロッキ

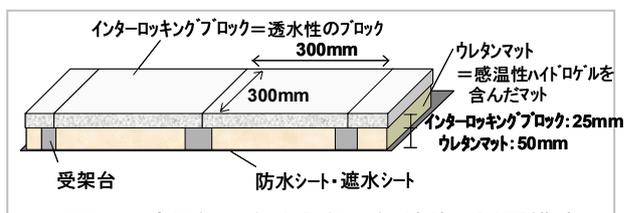


図1 感温性を有する保水性舗装の断面構成

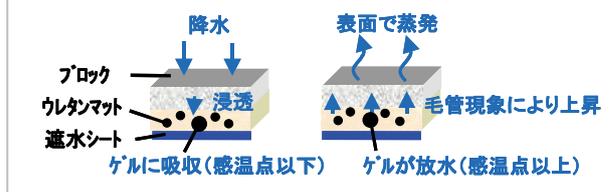


図2 感温性を有する保水性舗装の機能

ングブロック(300mm×300mm)を10枚並べることで、3m×3m=9m²とした。試験区のうち、3分の1の3 m² (1m×3m) では、インターロッキングブロック下部にウレタンマットのない仕様とし(以下、通常型)、ウレタンマットのある仕様(以下、湿潤型)との比較を行うこととした。試験体の写真を図3に示す。

測定は、日射量、気温・湿度、風向・風速および降雨量などの外界条件と、試験体の放射特性や熱収支特性を評価する項目について行った。測定項目、データのサンプリング間隔、測定機器等に関しては表1に示す通りである。通常の舗装との効果を比較する目的で、建物屋上面についても、放射収支や温度・伝導熱流の計測を実施した。試験体に設置した測定機器の測定位置については図4に示す。

測定は、2005年8月から10月にかけて行い、ここでは、比較的天候に恵まれた時期として、9月11日～21日における結果を中心に報告する。この期間の天候は概ね晴天で、降雨は9日から11日早朝までに30mmを越える降雨があった以降は、20日夜まで降雨は無かった。

4 実験結果

(1) 表面温度低減効果

9月11日～21日における表面温度の経時変化を図5に示す。図より、屋上面では日中に表面温度が50℃を超えているのに対し、舗装システムの表面温度は屋上面に比べ5～7℃程度低く維持されていることが確認できる。保水性舗装の通常型と湿潤型とを比較すると、通常型は日が経過するに従い表面温度が高くなる傾向が見られ、9月17日以降では、屋上面温度とほぼ同じか一部高い温度となっている。一方で、湿潤型では、17日以降においても、屋上面よりも低く推移している。夜間において、湿潤型が通常型よりも高く推移するのは、貯水したウレタンマットの熱容量が大きくなるためと考えられる。

(2) 熱収支特性

舗装表面における熱収支については、これまでの実験方法と同様の方法¹⁾で算出した。ここで、正味放射量と伝導熱フラックスについては、長短波放射計および熱流計により直接測定を行った。顕熱フラックスは、ろ紙実験で得られた一般風速と熱伝達率の関係をを用いて算出し、潜熱フラックスは熱収支式の残差として算出した^{4),5)}。なお、屋上面については、正味放射量と伝

導熱フラックスを同様に直接測定し、熱収支式の残差として顕熱フラックスを算出した。

9月11～21日における屋上面と保水性舗装システムの表面における熱収支の経時変化を図6に示す。図より、保水性舗装システムにおいては、日中における潜熱フラックスが大きいことで、顕熱フラックスが屋上面に比べ小さくなっており、ヒートアイランド緩和効果が期待される。湿潤型保水性舗装システムでは、期間中を通して日中の潜熱フラックスが大きな値を取りつづけているのに対し、通常型では9月17日以降の潜熱フラックスがやや小さくなり、その分顕熱フラックスが大きくなる傾向が見られる。通常型では、蒸発による潜熱消費が少なくなったことで、表面温度が上昇したことが推察される。



図3 試験体設置状況

表1 測定項目と測定方法・機器

測定種類	測定項目	測定機器	点数	備考
外界条件	気温・湿度	温湿度計 CVS-HMP-45D	1	測定タワーを設置
	風向・風速	風車型風速計 CVG-5103	1	
	雨量	転倒ます式雨量計 COT-34T	1	
放射特性 温熱環境	上・下短波放射量	長短波放射計 MR-40	1	集中観測時スポット測定 マット上・下部・屋上表面 マット上・下部+屋上表面
	上・下長波放射量	長短波放射計 MR-40	1	
	表面温度	赤外線熱電対 iR-t/c. SV-T-80F	1	
	地面温度	T型熱電対 T-TCC	3	
データ収録	伝導熱量	熱流計 CPR-PHF-01	3	1分間隔でサンプリング
	データロガー	マイクロロガー C-CR10X データロガー サモックEF		

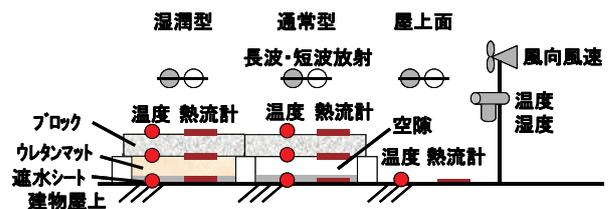


図4 測定項目と測定点

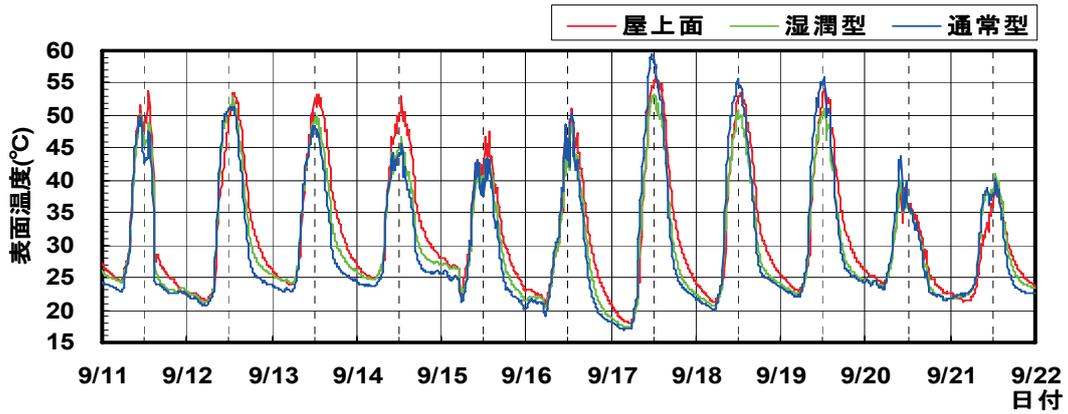


図5 表面温度の経時変化

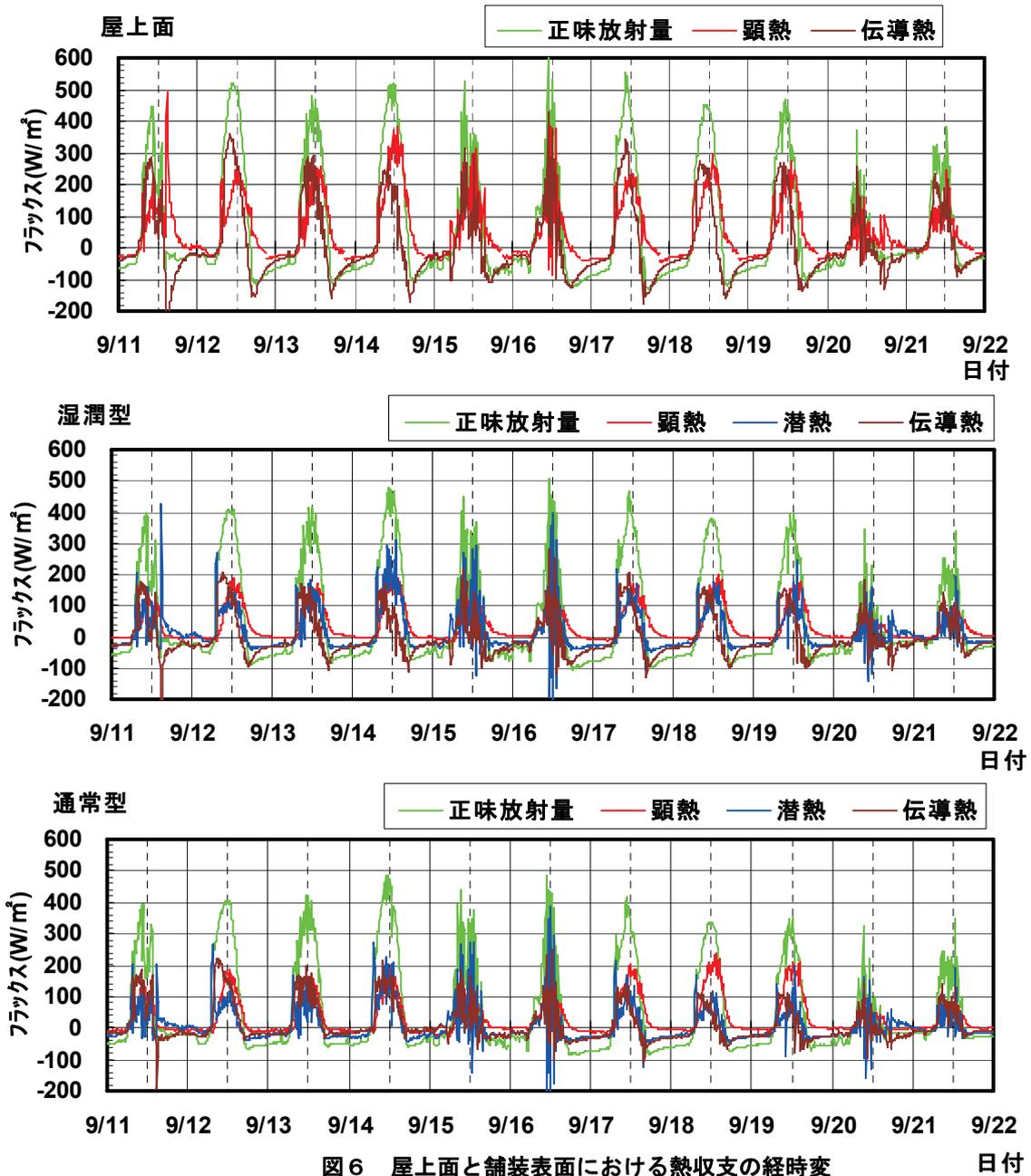


図6 屋上面と舗装表面における熱収支の経時変 日付

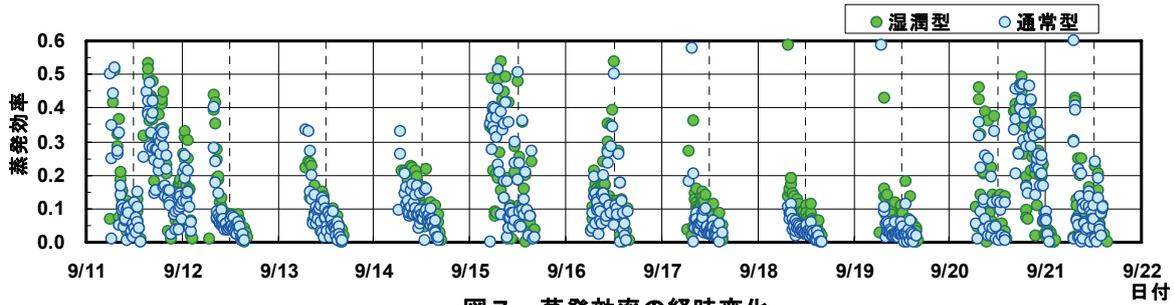


図7 蒸発効率の経時変化

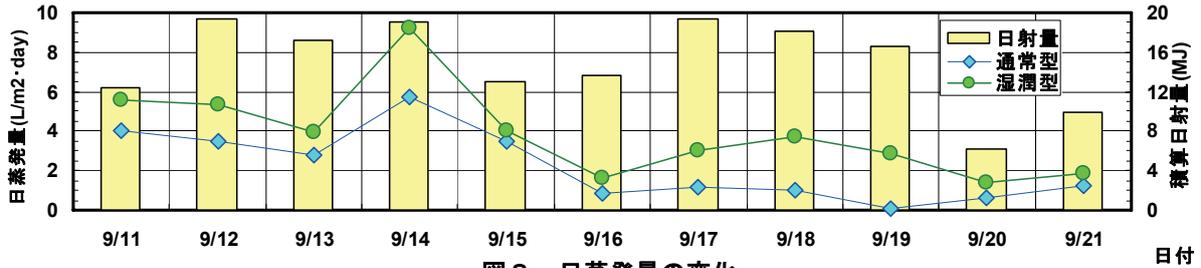


図8 日蒸発量の変化

(3) 蒸発持続性の評価

9月11～21日における蒸発効率の経時変化を図7に、また、日射量および蒸発量を日積算した値の変化について図8に示す。

図7より、9月11～16日の蒸発効率は、湿潤型・通常型ともほぼ同じ様な値をとっているが、17日以降では湿潤型の方が0.1程度大きな値となっている。また、図8では、9月11～16日には日射量と蒸発量との対応が確認できるが、17日以降では湿潤型は日射量との対応が見られるものの、通常型では日射量が大きくなってでも日蒸発量は小さい。これは、貯水層の有無により蒸発可能な水量に違いがあるため、効果の持続性に差が生じたものと考えられる。参考までに、今回使用したインターロッキングブロックの保水量は、厚さおよび保水率から推定すると12L/m²程度であり、無降雨(灌水)時には4日で程度で水が無くなることになる。

以上より、湿潤型の舗装が貯水層や感温性を有することで、蒸発冷却効果を連続的に可能にしていることが期待できる。

5 まとめ

感温性を有する保水性舗装システムを開発し、その蒸発効果の持続性に関して実験により試みた。

実験および熱収支解析の結果から、感温性を有する保水性舗装システムが、通常型の舗装に比べ、蒸発を持続させることで、表面温度低減効果や顕熱フラックするの低減効果を持続できていることが確認され、雨

水を有効に活用し、ヒートアイランド緩和に貢献できるものと期待される。今後、更なる効果の検証と実用化に向けた仕様作りが必要である。

謝辞

実験および解析の遂行にあたり、日本工業大学 成田健一教授、大学院生(当時)の綿貫良太氏に協力を頂いた。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 三坂育正, 成田健一, 綿貫良太, 横山仁, 山口隆子, 石井康一郎: 感温性を有する保水性舗装によるヒートアイランド緩和効果に関する研究, 東京都環境科学研究所年報, 2005, pp.19-24, 2005.12
- 2) 感温性吸水樹脂, 公開特許広報, 特開平7-224119
- 3) 石川幸雄, 三坂育正: 感温性ハイドロゲルを用いた建築壁体の水分蒸発冷却効果に関する研究, 日本建築学会大会論文梗概集, 2001.9
- 4) 成田健一, 野々村善民, 小笠 頭: 都市域における建物外表面対流熱伝達率に関する実験的研究(その1), 日本建築学会計画系論文集, 491, pp.49-56, 1997.1.
- 5) 成田健一, 三坂育正, 国島武史, 中山康志, 若林伸介: 蒸発効率を用いた保水性舗装の性能評価, 日本建築学会技術報告集, 20, pp.187-190, 2004.12