

発泡ガラス入り保水性ブロックによる温度上昇抑制の持続効果に関する実験的研究

(独)国立高専機構 岐阜工業高等専門学校 学生会員 ○井藤 宏紀

(独)国立高専機構 岐阜工業高等専門学校 正会員 和田 清

1. はじめに

近年、都市におけるヒートアイランド現象が深刻化しており、その原因の一つとして、地表面の人工化によって、蒸発冷却機能が低下していることが挙げられる。このような背景の中で都市の熱環境改善対策として、公園や歩道の大部分を占めているアスファルト舗装を、保水性ブロックなどの温度抑制効果があるものに換える方法がある。保水性ブロックは内部に水分を保持させ、蒸発による気化作用を図るものであるが、持続的な効果を発現させるため、より大きな保水性能が必要となってくる。この性能を満たすため、近年、発泡ガラス入り保水性ブロック（以下、発泡ブロックとする）が開発された。特徴としては、廃ガラスをリサイクルした無機質多孔質軽量発泡資材を用いており、保水性・吸水性に優れている。本研究では、まず、計算モデルにより、都市街区における保水性舗装・ブロックの熱環境改善の効果を評価し、次に発泡ブロックの保水による温度上昇抑制の持続効果を室外モニタリング実験により評価することを目的とする。

2. 計算および実験方法

(1) 都市街区における熱負荷量の計算

保水性舗装・ブロックの熱環境改善の評価として「ヒートアイランド対策熱負荷計算モデル」により計算を行った。このモデルは大阪府により開発されたものであり、街区単位において建物および地表面状態を変化させ、発生する熱負荷を計算するものである。計算対象地区は大垣市の緑化重点地区に指定されている地区で、商業地域に指定されている 140×110m の街区を選定した。また、選定した街区は建蔽率 58%であり、敷地は主に住宅と駐車場として利用されている。計算方法は、まず、GIS データにより土地利用形態を抽出し、建物と道路および空地を色により区別した（図-1）。次に、空地などの総面積を画素数により算出し、実際の面積に置き換え、空地と道路の総面積を計算モデルに代入し、計算を行った。計算対象は保水性舗装・ブロックと比較対象としてアスファルト、高反射舗装、高木緑化、低木緑化（芝生）、裸地（土）の計 6 種類である。仮定として、それぞれの地表面被覆を全ての空地、道路に被覆させたとして計算を行った。

(2) 発泡ブロックの保水性能と温度抑制効果

実際の保水性舗装・ブロックの効果を評価するためには、保水による蒸発作用と温度上昇抑制の持続効果の検討を行うことが必要である。そのため、本研究では二つの実験を行った。一つ目は発泡ブロックの保水状態を常に保たせた貯水による実験、二つ目は質量測定による保水率の実験である。保水率試験の測定システムの概念図を図-2に示す。保水率を測定するために、質量計にて質量を1分間ずつ連続的に測り、パソコンにてデータを収録した。温度は表面と内部3cmにて熱電対で測定した。試験体は電子天秤の最大値2.2kgを超えないために、発泡ブロックを12×12×6cmに加工したものを使用した。また、その他の測定項目として日射量は日射計、気温・湿度に関しては温湿度ロガーを設置した。測定場所は構造物などの影響を避けるために、岐阜工業高等専門学校専攻科棟屋上にて行った。測定期間は5月24～26日の3日間で、24日9時から開始した。測定対象は人為的に飽和させた発泡ブロックと自然乾燥状態の発泡ブロックで、ブロックの形状・大きさは同じである。飽和状態の発泡ブロックは前日の日中に自然乾燥状態と同様に測定場所にて放置させた。その後、夜間に12時間程度水槽に入れ、測定開始直前にホースにより強制的に水を供給させ飽和状態と仮定した。

3. 結果および考察

(1) 都市街区における熱負荷量の計算

図-3に各地表面被覆状態における熱負荷量の時間変化の計算結果を示す。図より、それぞれの熱負荷量の最大値は裸地：206W/m²、アスファルト：119W/m²、中高木緑化：79W/m²、高反射舗装：60W/m²、低木緑化（芝生）：-15W/m²と、緑化以外では保水性舗装が最も熱負荷量が小さい。また、時間変化にも注目すると、

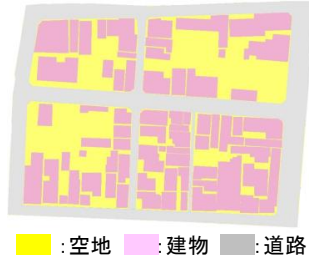


図-1 計算対象街区(左:写真 右:GIS画像)

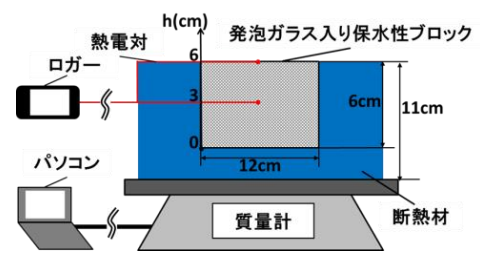


図-2 測定システム概念図

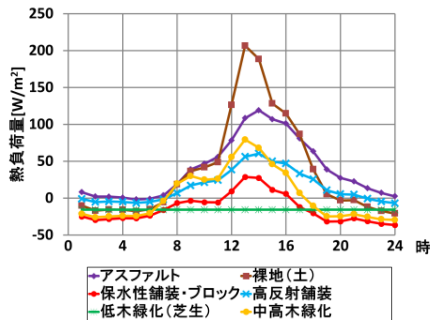


図-3 熱負荷量の時間変化

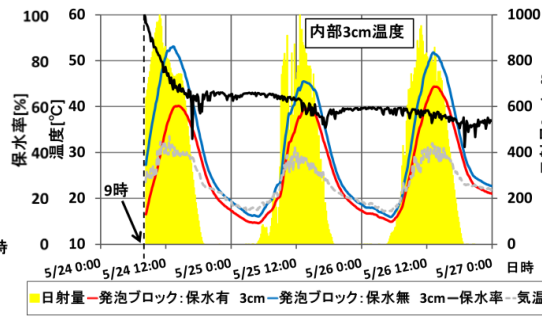


図-4 内部温度と保水率および日射量の時間変化

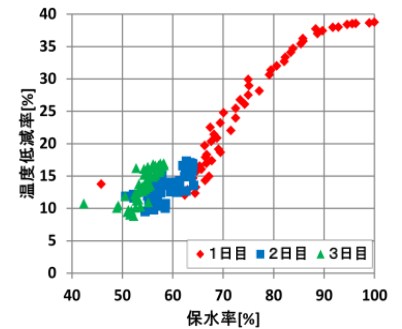


図-5 温度低減率と保水率

保水性舗装は0～8時および17～24時まで熱負荷量が負の値を示し、8～17時では最大値と同じく、他の地表面被覆形態より熱負荷量が小さいことがわかった。これらのことより、保水性舗装は他の地表面被覆形態と比較して、日中では大気への熱放出を減少させ、夜間から早朝にかけては熱帯夜を抑制する効果があると言える。しかし、モデルの計算上、保水性舗装は常時保水され、蒸発作用による水分の減少が無いと仮定している。実際には水分は蒸発により抜けていき、それに伴い、保水性舗装の効果は小さくなっていくため、結果は理想的な状態が維持されたものとなっている。

(2) 発泡ブロックの保水性能と温度抑制効果

貯水実験では、吸水により発泡ブロックが常に保水している状態では、保水していないものと比較して、最大10℃以上温度差が発現することがわかった。保水率試験に関して、図-4に内部温度と保水率及び日射量の時間変化の結果を示す。24日9時を完全飽和、保水率100%とすると、1日目の9時～18時までの保水率の減少値は42.3%、2日目は8.1%、3日目は4.9%と日中に保水率が減少している傾向が見られ、それに伴い、保水の有無での最大温度差は1日目：13.1℃、2日目：6.0℃、3日目6.4℃となった。次に9～18時の日中の同時刻における温度低減率： γ を次式(1)より求めた。

$$\gamma = \frac{|T_1 - T_2|}{T_1} \times 100 \quad [\%] \quad (1)$$

ここで、 T_1 ：保水無し発泡ブロック温度[℃]、 T_2 ：保水有り発泡ブロック温度[℃]とした。図-5に温度低減率と保水率の関係を示す。この図より、1日目に保水率が100%の時は40%程度の温度低減率が見込まれ、保水率が小さいと、温度低減率も小さくなっていることがわかった。また、2日目と3日目の差は類似した傾向であり、保水率が50～60%程度に固まり、温度低減率も10～15%程度となった。

以上のことから、この実験より、発泡ブロックの保水性能と温度抑制効果の関係を定量化できた。また、保水後の温度抑制効果が最大10℃以上と大きく期待できるのは1日程度であり、2日目以降、効果は最大6℃程度と小さいが、日中を通して温度低減率は最大の1/4程度を維持していることがわかった。

4. おわりに

本研究により、発泡ブロックは常に保水している状態が持続すれば、最大10℃以上の温度差が発現することがわかった。また、保水による温度上昇抑制の効果は1日目に大きく期待でき、二日目以降、効果は小さいが持続していることがわかった。今後は、保水が無い状態における改善策としてポリマーや保水シートを用いた実験を行っていく。