

保水性コンクリートブロック舗装の路面温度上昇抑制効果および人体に対する熱負荷軽減効果

唐沢明彦*¹, 江角典広*²

1. はじめに

近年、わが国ではヒートアイランド現象といわれる都市の温暖化が急速に進んでいる。過去100年において、地球の平均気温が0.7℃上昇したのに対して、東京の平均気温は3.0℃も上昇している。諸外国の大都市に比べてもその温暖化は顕著である¹⁾。とくに夏季の大都市の温暖化は生活環境を年々悪化させており、深刻な社会問題となっている。ヒートアイランド現象にはさまざまな原因があるが、その1つとして道路整備等によるアスファルト舗装面の増大が挙げられる。このような背景のもと、近年、ヒートアイランド現象を緩和する技術として路面温度上昇抑制型舗装が注目を集めている。

本稿では、路面温度上昇抑制型舗装の一種である保水性コンクリートブロック舗装の技術的な概要について紹介する。また、太平洋セメント舗装ブロック工業会（舗装用コンクリートブロック製造会社44社および太平洋セメントグループ6社で構成される工業会）が実施した保水性コンクリートブロック舗装の路面温度上昇抑制効果および人体に対する熱負荷軽減効果に関



写真-1 保水性コンクリートブロック舗装の施工例
(写真提供：太平洋プレコン工業株式会社)

する屋外検証実験結果について述べる。

2. 路面温度上昇抑制型舗装

路面温度上昇抑制型舗装は、図-1に示す3種類に大別できる。保水性コンクリートブロック舗装とアスファルト舗装系保水性舗装は、舗装体内に保水された雨水が蒸発する際の水の気化熱により路面温度上昇を抑制する性能を持ち、遮熱性舗装は、遮熱材が太陽光の近赤外線を高反射することにより路面温度上昇を抑制する性能を持つ。

現在、アスファルト舗装系保水性舗装と遮熱性舗装は車道舗装を中心に適用されている。これに対して、

筆者：*1(からさわ・あきひこ) 太平洋セメント(株) 中央研究所 技術企画部 CSチーム、*2(えずみ・のりひろ) 太平洋セメント舗装ブロック工業会 企画情報委員会 委員長(株) イズコン 常務取締役

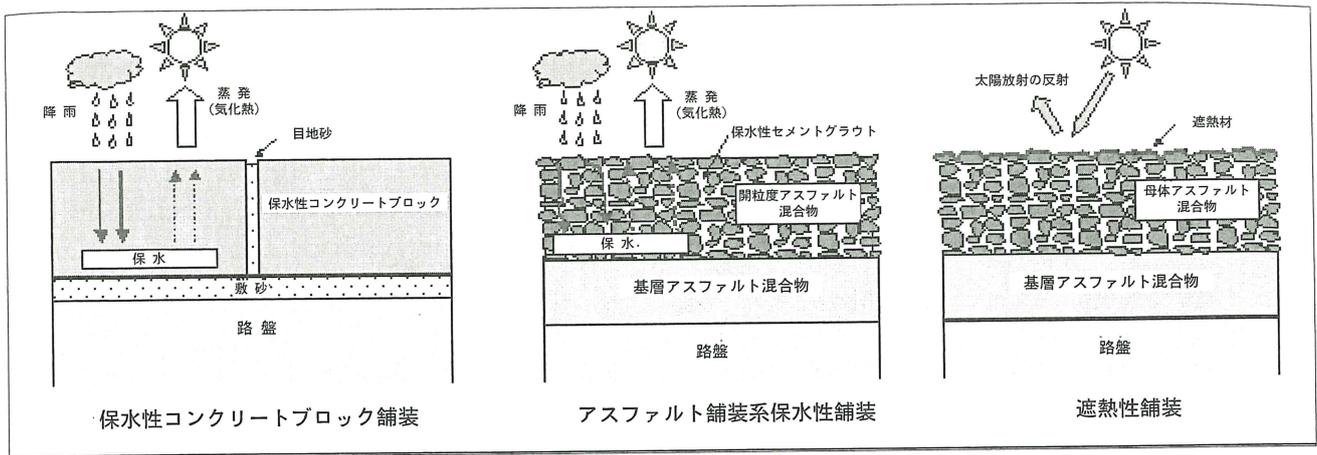


図-1 路面温度上昇抑制型舗装の種類

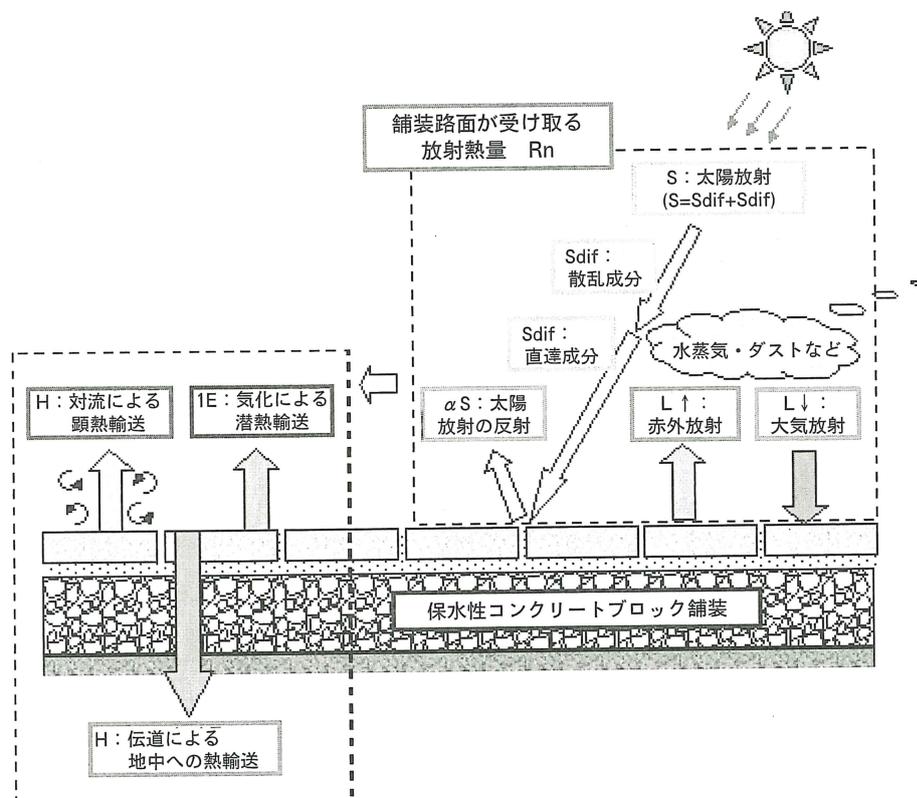


図-2 舗装路面の熱収支

保水性コンクリートブロック舗装はその多彩な景観性から歩道・公園・広場といった歩行者系舗装を中心に適用されており、施工実績は全国で20万㎡以上に及ぶ(写真-1)。

3. 保水性コンクリートブロック舗装の路面温度上昇抑制および人体に対する熱負荷軽減のメカニズム

保水性コンクリートブロック舗装は、アスファルト

舗装に比べて路面温度の上昇を抑制し、人体に対する熱負荷を軽減することができる。

舗装路面の熱収支は図-2に示す関係で説明することができ、舗装路面の温度は(1)式によって定まる²⁾。

$$R_n = S(1 - \alpha) + L_{\downarrow} - L_{\uparrow} = H + 1E + G \quad (1)$$

ここに、

- Rn：舗装路面が受け取る放射熱量
- S：太陽放射（直達成分+散乱成分）
- α ：太陽放射の反射率（アルベド）
- L↓：大気放射
- L↑：舗装路面からの赤外放射
- H：対流による顕熱輸送
- 1E：気化による潜熱輸送
- G：伝導による地中への熱輸送

(1) 式から、舗装路面温度の上昇を抑制するためには (Rnを小さくするためには)、①太陽放射の反射率 α (アルベド) を大きくする、②気化による潜熱輸送 1Eを大きくする、③伝導による地中への熱輸送Gを小さくする、とすればいいことがわかる。保水性コンクリートブロック舗装がアスファルト舗装に比べて路面温度を抑制することができるのは、以下の3つの理由による。

- ①保水性コンクリートブロックの表面色を自由に選定でき、「太陽放射の反射率 α 」をアスファルト舗装よりも大きくすることができる。
- ②保水性コンクリートブロックは、製造に際して吸水性の高い骨材や特殊な粘土鉱物、特殊な混和剤などを使用したり、空隙径・空隙率などを調整して保水性能を高めることができ、「気化による潜熱輸送 1E」をアスファルト舗装よりも大きくすることができる。
- ③保水性コンクリートブロックの保水性能を高めることにより比熱が増大し、その結果「伝導による地中への熱輸送G」をアスファルト舗装よりも小さくすることができる。

次に、人体が受け取る放射熱量は図-2に示す関係を用い(2)式であらわすことができる。

$$H_n = S(1 + \alpha) + L_{\downarrow} + L_{\uparrow} \quad (2)$$

ここに、

- Hn：人体が受け取る放射熱量
- S：太陽放射（直達成分+散乱成分）
- α ：太陽放射の反射率（アルベド）

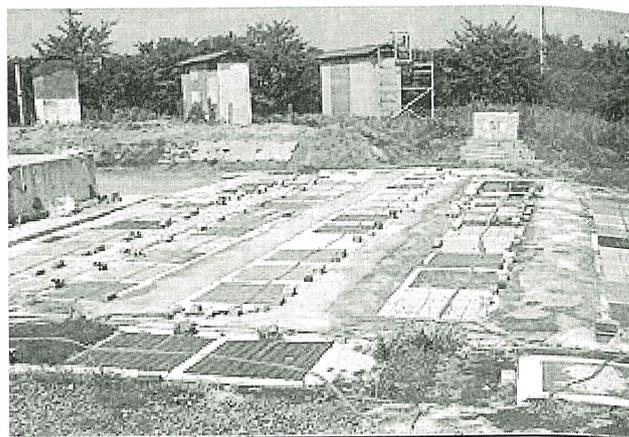


写真-2 路面温度上昇抑制効果の屋外実験場

- L↓：大気放射
- L↑：舗装路面からの赤外放射

保水性コンクリートブロック舗装とアスファルト舗装は、太陽放射量Sと大気放射量L↓は同じであるため、太陽放射の反射量S α と舗装路面からの赤外放射量L↑の合計の差が人体が受け取る放射熱量の差に対応する。保水性コンクリートブロック舗装は、路面の明色化によりアスファルト舗装よりも太陽放射の反射量S α は大きくなる傾向にある。しかしながら、保水性コンクリートブロック舗装はアスファルト舗装に比べて路面温度を低減でき、これにより路面からの赤外放射量L↑をアスファルト舗装よりも小さくすることができる。そして両者の合計で見れば、保水性コンクリートブロック舗装はアスファルト舗装に比べて人体が受け取る放射熱量を軽減することができる。

4. 路面温度上昇抑制効果の屋外 検証実験

路面温度上昇抑制効果の屋外検証実験は、太平洋セメント(株)中央研究所に写真-2に示す実験場を設け、2005年8月10日から9月9日までの1カ月間継続的に路面温度の測定を実施した。実験対象とした舗装は、保水性コンクリートブロック舗装の他、各種コンクリートブロック舗装（普通インターロッキングブロック舗装、透水性インターロッキングブロック舗装、普通平板、透水平板）と密粒度アスファルト舗装とした。保

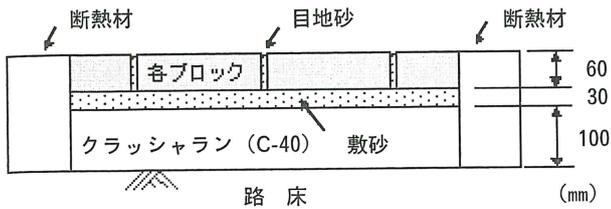


図-3 コンクリートブロック舗装の構造断面

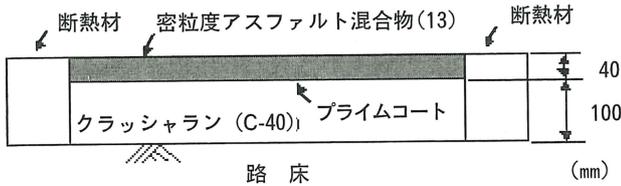


図-4 密粒度アスファルト舗装の構造断面

水性コンクリートブロックは、太平洋セメント舗装ブロック工業会の会員15社で製造した実製品15種類を使用した。この15種類は、表-1に示す社団法人インターロッキングブロック舗装技術協会の保水性舗装用コンクリートブロック品質性能規格を満足するものである³⁾。普通インターロッキングブロックは、配合は同一で表面色の異なる12種類を使用した。舗装構造は、図-3および図-4に示すように歩道舗装の標準的な構造とし、各舗装の面積は縦1m×横1mとした。

降雨翌日(2005年8月14日14時 気温33.8℃ 晴天)の普通インターロッキングブロック舗装におけるブロックの表面明度(L*a*b*表色系におけるL*)と路面温度の関係を図-5に示す。両者には高い相関関係が認められ、表面明度が高くなるほど、言い換えれば明るい色のブロックほど路面温度が低くなることが確認できた。これは、明るい色のブロックほど前述の式(1)に示す α (太陽放射の反射率)が大きいためであると考えられる。このことから、保水性コンクリートブロック舗装においても明るい色のブロックを使用することによって路面温度の上昇を抑制することができると言える。

ただし、路面が明るすぎると人がまぶしさを感じるようになり、歩行や車の運転の妨げとなることもあるため、人が快適に供用できる適度な明るさのブロック

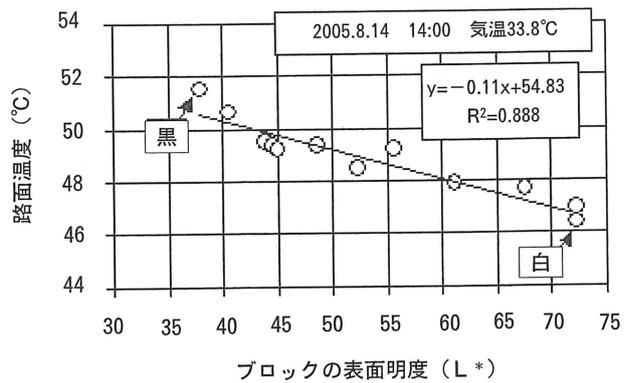


図-5 普通インターロッキングブロック舗装におけるブロック表面明度と路面温度の関係

表-1 保水性コンクリートブロックの品質性能規格(一部抜粋)

保水性	吸水性	曲げ強度	
		保水性インターロッキングブロック ¹⁾	保水性平板 ²⁾
保水量 0.15g/cm ³ 以上	30分後の 吸い上げ高 さ70%以上	3.0N/mm ² 以上	3.0N/mm ² 以上

注1) 保水性インターロッキングブロックには、このほか5.0N/mm²以上の曲げ強度区分がある。

注2) 保水性平板には、このほか4.0N/mm²以上の曲げ強度区分がある。

を選定することが必要となる。なお、本実験に使用した保水性コンクリートブロック15種類の表面色はすべて異なるため、表面明度を64に合わせて路面温度の補正を行った(表面明度64の設定は、アスファルト舗装系保水性舗装の表面明度を基準とした国土交通省の評価方式を参考にしたものである)。

降雨翌日(2005年8月14日14時 気温33.8℃ 晴天)と降雨後晴天が8日間続いた後(2005年8月21日12時 気温31.9℃ 晴天)の各舗装の路面温度の比較を図-6に示す。降雨翌日の密粒度アスファルト舗装の路面温度が56.1℃に上昇したのに対して、15種類の保水性コンクリートブロック舗装の路面温度は39.5℃~48.9℃であった。すなわち、保水性コンクリートブロック舗装は、降雨翌日の気温33.8℃の気象条件下において、

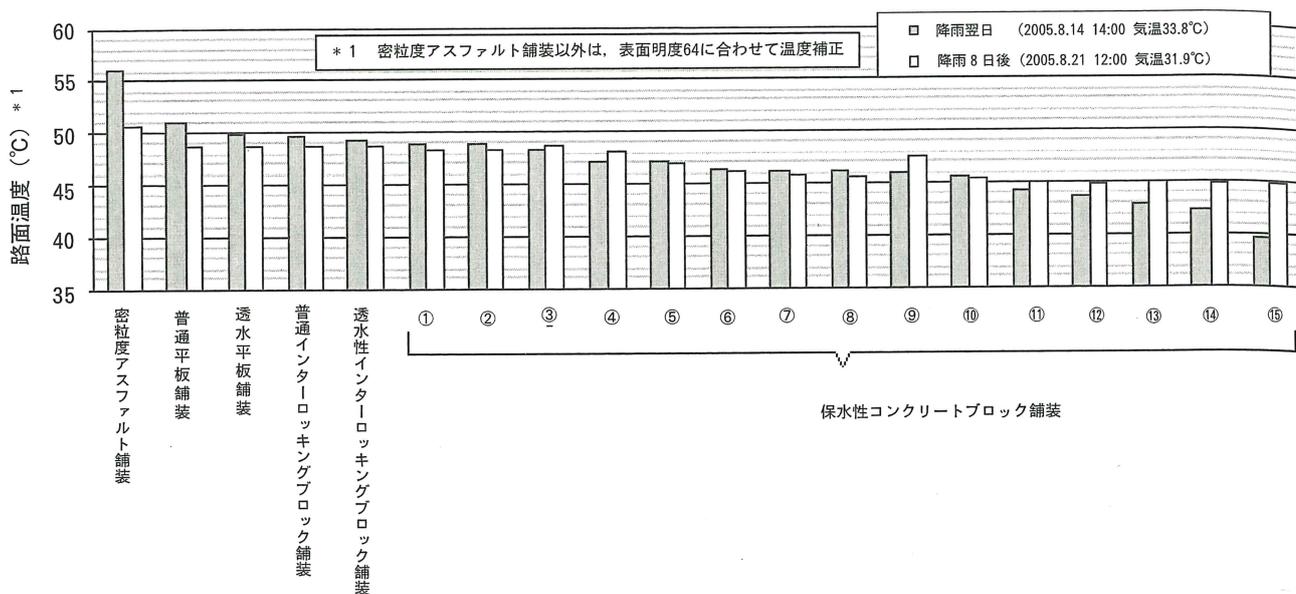


図-6 各種舗装の路面温度の比較

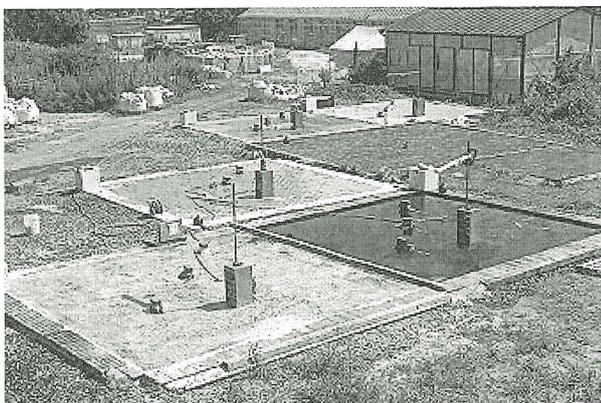


写真-3 人体が受ける熱負荷低減効果の屋外実験場

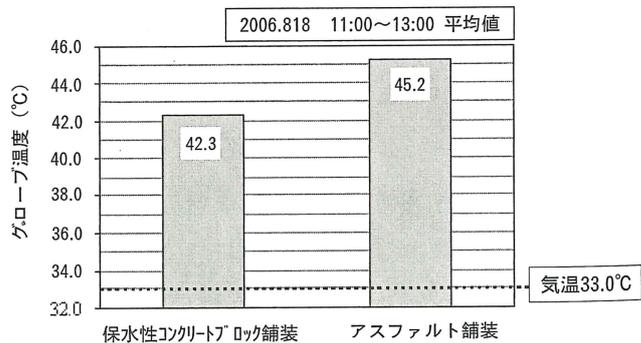


図-7 路面上のグローブ温度の比較

密粒度アスファルト舗装に比べて7.2°C~16.6°Cの路面温度上昇抑制効果が認められた。また、保水性コンクリートブロック舗装は、降雨8日後においても密粒度アスファルト舗装に比べて1.9°C~5.8°Cの路面温度上昇抑制効果が認められた。降雨翌日と降雨8日後の路面温度の関係を見ると、降雨翌日の路面温度上昇抑制効果が高い保水性コンクリートブロック舗装は、降雨8日後の路面温度も低い傾向にある。言い換えれば、降雨翌日の路面温度上昇抑制効果が高い保水性コンクリートブロック舗装は、その効果の持続性も高い傾向

にある。

5. 人体が受ける熱負荷軽減効果

人体が受ける熱負荷軽減効果の屋外検証実験は、太平洋セメント(株)中央研究所に写真-3に示す実験場を設け、2006年8月に実施した。実験対象とした舗装は、前述の路面温度上昇抑制効果の屋外検証実験において最もすぐれた路面温度上昇抑制効果が認められた保水性コンクリートブロック舗装(図-6 ⑮)とアスファルト舗装とした。舗装構造は、路面温度上昇抑制効果

の屋外検証実験同様に図-3および図-4に示す歩道舗装の標準的な構造とした。各舗装の面積は縦5m×横5mとし、舗装の中央において路面上1.2mの高さのグローブ温度(黒球温度)を測定した。グローブ温度とは、黒いグローブ球を人体と見立てて、その内部の温度を示すものであり、人体への熱負荷の大きさを代表する値として広く用いられている。

実験結果の一例として、2006年8月18日晴天時の11時から13時までのグローブ温度の測定結果の平均値を図-7に示す。保水性コンクリートブロック舗装上のグローブ温度は、アスファルト舗装に比べて2.9℃低く、人体が受ける熱負荷の軽減効果が認められる結果が得られた。

6. おわりに

以上、路面温度上昇抑制効果および人体が受ける熱

負荷軽減効果に関する代表的な実験結果について述べたが、本結果以外にも本実験から多くの知見が得られた。そして、一連の研究から、これらの効果にすぐれた保水性コンクリートブロック舗装を構築するための必要条件の一部を確認することができたと考える。本研究成果が現在盛んに進められている保水性コンクリートブロック舗装の開発の一助となり、都市のヒートアイランド現象の緩和に貢献できれば幸いである。

【参考文献】

- 1) 気象庁：20世紀の日本の気候，2002.5
- 2) 有田正光・岡本博司・小池俊雄・中井正則・福島武彦・藤野毅：大気圏の環境，東京電機大学出版局，2000.1
- 3) (社)インターロッキングブロック舗装技術協会：保水性舗装用コンクリートブロック品質性能規格，2005.7