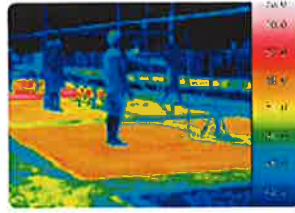


クールベープの効果

堀越哲美ら：各種道路舗装材が微気候形成に及ぼす影響その1、その2
日本建築学会大会学術講演梗概集、D-1、pp863-866、2012より



実験・検証成果は、名古屋工業大学大学院教授・工博：堀越哲美、奈良女子大学准教授・博士：長野和雄両先生と矢作建設工業株式会社、ヤハギ道路株式会社の共同研究結果によります。クールベープは矢作建設工業株式会社・ヤハギ道路株式会社共同開発による保水性舗装の名称です。

1. 舗装材の熱的效果

舗装材の熱的效果は、舗装材表面での熱収支を導くことで評価できます(図1)。これを考える要素は以下の通りです。

① 吸収される要素 I

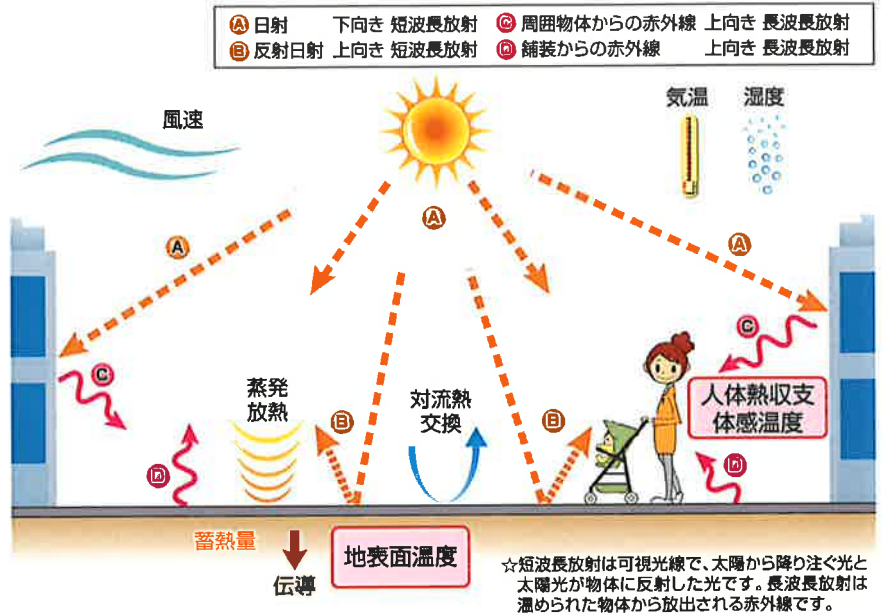
- 太陽光(短波長放射)
- 周囲物体からの赤外線(長波長放射)

② 放出される要素 O

- 風による表面からの対流
- 水分の蒸発による放熱
- 地中への伝導
- 舗装材からの長波長と短波長放射(反射日射)

I>O の場合：表面温度は上昇します
O>I の場合：表面温度は下降します

I-Oの値により表面温度が決まります。すなわち、水分の蒸発による放熱が大きかったり、反射日射が大きければ舗装材表面温度は上昇しづらくなります。



【図1】 地表面と人体における気象要素と熱収支

2. 舗装材上にいる人間への影響

人間への影響は、舗装材からの熱を含む人間に対する熱的影響とそれに基づく体感温度で評価されます(図1)。

本検証では水分の蒸発機能に優れたクールベープ(保水性舗装)と他の3種の舗装及び芝について長短波放射等による熱収支を測定して、舗装材の違いが体感温度に及ぼす影響を比較してみました(写真1)。

人間に与えられる熱的影響は、太陽光、周囲物体からの赤外線に加え、舗装材からの長波長と短波長放射(反射日射)がさらに加わり、発汗と風による冷却も影響します。すなわち、舗装材が水分蒸発により放熱する機能を有すると舗装材の温度上昇が抑えられるため長波長放射が減り、体感温度上昇の抑制につながります。一方、反射日射が大きい舗装材も温度の上昇は抑えられますが、短波長放射(反射日射)による照り返しが強くなります。



保水性舗装(クールベープ)

遮熱性舗装



透水性舗装



密度度舗装



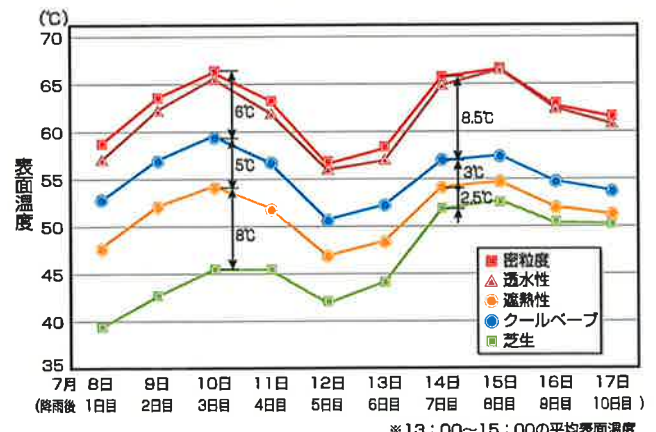
芝生

【写真1】 5種類の比較舗装材

3. 舗装材による表面温度の違い

同じ場所で芝を含む5種の舗装材を実際と同じ条件で敷設し、熱のやり取りを測定する実験を行いました。

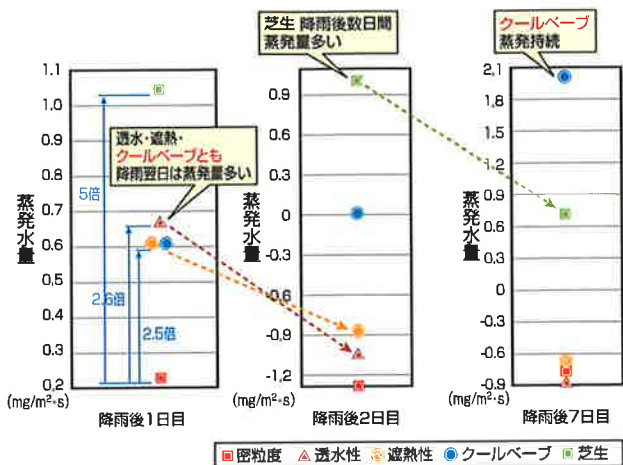
図2に示すように、舗装材の表面温度は、芝が低く、密度度舗装と透水性舗装は高くなっています。短波放射の表面反射率が高いため熱量吸収が少なく、遮熱性舗装が低くなりクールベープがこれに次ぎます。時間経過により芝、遮熱、クールベープが近づきます。



【図2】 舗装材による表面温度形成

4. 蒸発冷却量

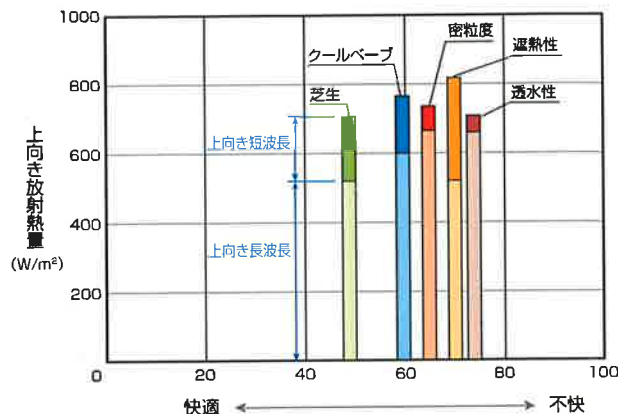
降水等により湿った舗装材から水分が蒸発し、その際舗装材から気化熱が奪われ、表面温度が低下します。各舗装材の蒸発水量は図3のように、降雨直後では、芝の効果が高く、密粒度舗装以外はある程度の蒸発がありますが、1週間経過後は、クールベープの蒸発効果が芝をぬいて、最も大きくなりました。



【図3】 舗装材による蒸発冷却効果比較

5. 上向き放射量と快適不快感

図4に、舗装面からの照り返し量である上向き放射量と、被験者による心理反応(写真2)としての快適不快感を示します。最も快適を0、最も不快を100とし、中位を50として数字で表しています。遮熱性舗装が最も照り返し量大きい値です。これは表面からの光のまぶしさや熱的効果が大いことを示します。最も低いのは芝生です。クールベープの照り返し量は比較的大きいですが、快適性は芝生に次いで低くなっています。



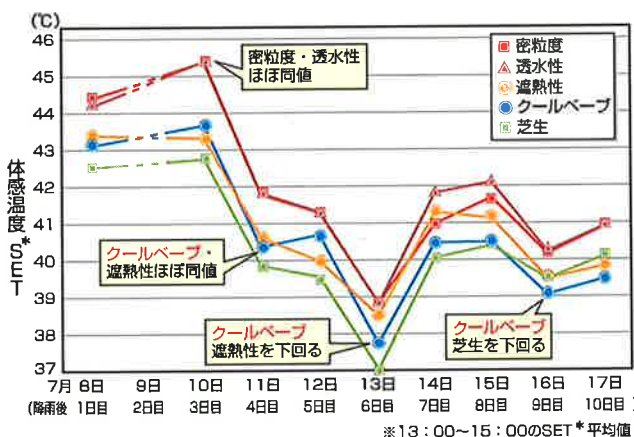
【図4】 上向き放射量と快適不快感との関係

6. 体感温度改善効果

芝を含む5つの舗装材上で、体感温度SET*を求め、比較し図5に示しました。

降雨後から1週間までは、密粒度・透水性舗装が高く、この場合45.5℃にも達しました。芝が最も低く、クールベープと遮熱舗装がほぼ等しくなりました。しかし、9日以降はクールベープが最も低い値を示しました。

舗装上にいる人間にとって最もやさしい舗装と判断されます。



【図5】 各舗装材上の体感温度SET*の経時変動



【写真2】 心理反応実験風景

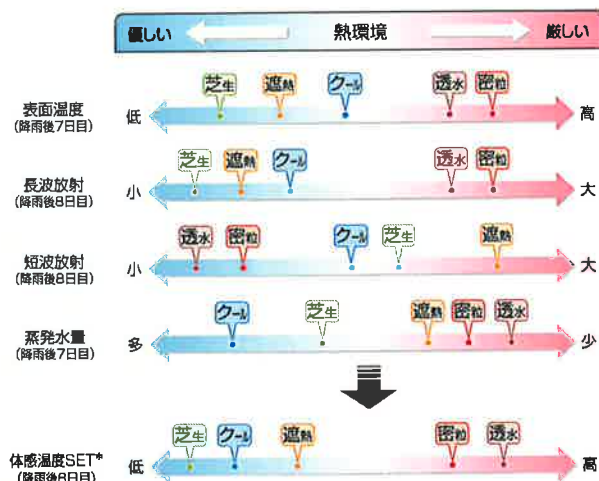
☆SET*は気温・湿度・風速・地表面温度・日射の効果を経験者に換算した体感温度です。

7. まとめ

以上を総合して、各舗装材に対して、それぞれの熱的効果をまとめたものが図6です。芝を除いた舗装材において、クールベープの表面温度は遮熱性舗装と大きな差はなく、低い値で、長波長放射も小さく「涼しい」気候を形成させることを示しています。透水性・密粒度舗装に比較してより「涼しい」舗装といえます。短波長放射は、透水性・密粒度舗装の反射率が少なく小さいが遮熱性舗装は大きく、照り返しの大きい材料と判断されます。クールベープは、芝よりも小さく中位の値です。蒸発水量は最も多く、芝生を含め他に比べて特に大きい効果を有しています。

以上から、蒸発冷却量や人間への熱的効果を総合的に考えると、クールベープは他に比較して優れた舗装材料といえます。

環境省熱中症予防サイトによると、体感温度が高くなると熱中症患者発生率が上昇します。特に体感温度は湿度に加えて、人体に対する日差しや照り返し等日射も影響しています。このことから日射エネルギーを水分の蒸発により消費できるクールベープは他の舗装材に比べ体感温度上昇を抑制する効果を持ち、熱中症発生の抑制に寄与すると考えられます。



【図6】 各舗装材の熱的条件別の性能比較