

給水機能付き緑化ブロック舗装システムの開発

—打ち水グラスパークとその開発経緯—

赤川 宏幸・杉本 英夫

道路や駐車場等で使用されるアスファルト舗装は、熱を吸収し溜めやすいために、都市部のヒートアイランド現象の原因になるほか、雨水の地中への浸透を妨げることから、都市型水害を誘発する要因の一つとなっていた。近年、こうした問題の解決策の一つとして、また、工業立地法による緑地面積の確保や景観の向上などを目的として、緑化舗装の採用が増加している。しかしながら、従来の緑化舗装には、灌水の不足や車両の通行による摩擦や熱が、植物の生育を阻害するという課題があった（写真—1）。そこで、車重に耐え、保水性を有する緑化舗装用コンクリートブロックと、導水シートによる底面灌水システムを組み合わせた緑化ブロック舗装システム「打ち水グラスパーク」を開発した。

キーワード：緑化ブロック、芝生、駐車場、給水、ヒートアイランド対策、工業立地法

1. はじめに

昨今、都市のヒートアイランド対策として、屋上緑化や保水性舗装といった地表面の表面温度を下げる技術の導入が、国や自治体を中心に進められている。2004年に策定された政府のヒートアイランド対策大綱¹⁾にも、「地表面被覆の改善」がうたわれており、地表面の蒸発作用の回復が重要と位置付けられている。

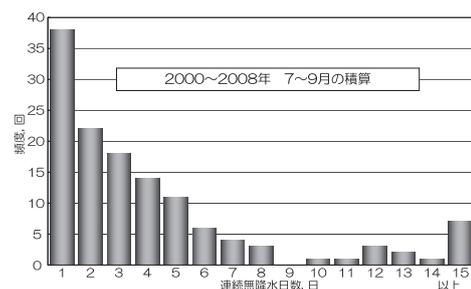
東京都心部のような業務中心地区においては、ヒートアイランドに対する寄与度が、都市表面の高温化よりも人工排熱の放出による方が大きいとされる²⁾。一方、それ以外の都市域においては、都市表面が日中の日射によって暖められ、その熱が大気に伝えられることによる影響の方が大きい。したがって、熱くならない材料を積極的に都市に導入することが、ヒートアイランド対策として有効な手段となる。

表面を熱くしない方法には、二つのアプローチがある。一つは、太陽からの日射を受け取らないことである。つまり、反射によって太陽のエネルギーを天空に返す方法で、高反射率塗料（遮熱塗料）や遮熱性舗装がこれに該当する。もう一つの方法は水を使う方法である。植物は水を吸い上げ、葉の表面から蒸発散することによって、表面温度を下けている。つまり、緑は受け取った日射のエネルギーを顕熱としてではなく、潜熱として放出し、都市の大気を直接暖めない形へと変換している。また、打ち水や、保水性舗装も同様で、地表面からの蒸発量を増やし、気化熱を奪うことに



写真—1 植生が衰退した緑化ブロック舗装の例

よって表面を冷やしている。しかし、これら水を使った方法にも大きな問題点がある。それは、昨今頻繁に渇水に見舞われる点である（図—1）。水が貴重な夏に、植栽や舗装に水を必要以上に供給することは、省資源の観点からも控えなければならない。したがって、健全な緑を育てる最小限の水量による灌水方法や、湿潤系舗装の機能を十分に満たす最小限の給水方法が必要である。



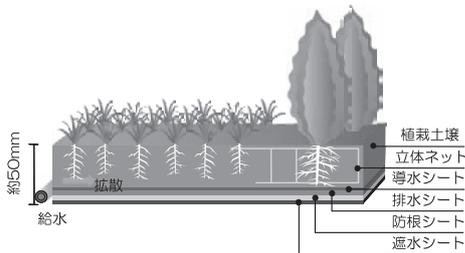
図—1 東京の連続無降水日数（気象庁データから作成）

2. 底面灌水システム

植栽の灌水で、ホースやスプリンクラーを使って上から撒くと、蒸発や、撒きむらによって相当量の水が無駄になってしまう。屋上緑化では、最下層の薄いパレットに水を貯め、毛管現象で水を吸い上げる方式などがあり、雨水を有効利用するなどの工夫がある製品もある。しかし、全体を軽量化するためには、貯水部を設けず、必要な時に必要な量だけ給水できるシステムが望ましいといえる。ここでは、薄層屋上緑化と湿潤系舗装で応用されており、上記のニーズを満たすシステムを紹介する。

(1) 底面灌水式薄層緑化システム

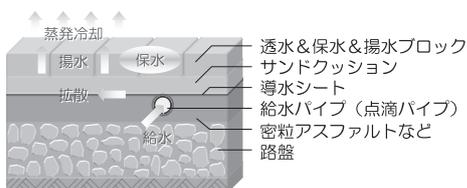
図一2は、底面灌水方式の薄層緑化システムの一例である。水を効率よく搬送する導水シートが土層の底部に配置してあるので、無駄な蒸発が少なく、むらになることが少ない方式である。また、導水シートがあることによって、配管ピッチを3m以上にすることが可能である。この結果、最低5cmの土層厚からの薄層緑化基盤が可能となり、軽量化によって、多くの改修工事への適用が可能である。また、最適な土層厚から言うと、芝生緑化では10～15cm程度、ツツジ等の低木では20～30cm程度が望ましいといえる。



図一2 薄層緑化システム「グリーンキューブライト」基本断面図

(2) 底面給水式舗装システム

図一3は、底面給水方式の湿潤舗装システムの基本断面図である。保水性舗装（アスファルト系）や、保水性ブロック舗装は、雨水や散水を一定時間保水させるものであるが、最大限に保水しても1～2日程度しか機能を維持できない。そこで、表面材料の保水性と、導水シートによる底面給水機能を組み合わせても

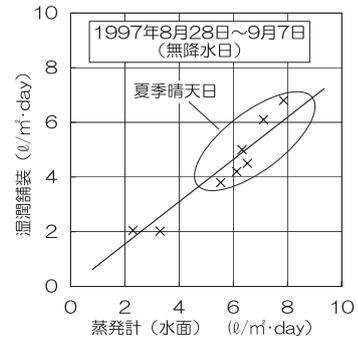


図一3 湿潤舗装システム「打ち水ペーブ」基本断面図

のが湿潤舗装システムである。

薄層緑化と同様に、導水シートによって、給水配管のピッチは3m程度でよく、給水配管量の増大に伴う舗装体の脆弱化を防いでいる。表面ブロック材料には鉛直方向に水を動かす力、毛管上昇能力が求められる。さらに、機能の長期安定性の観点から、セメント製品以外のブロック材料を注意深く選択する必要がある。

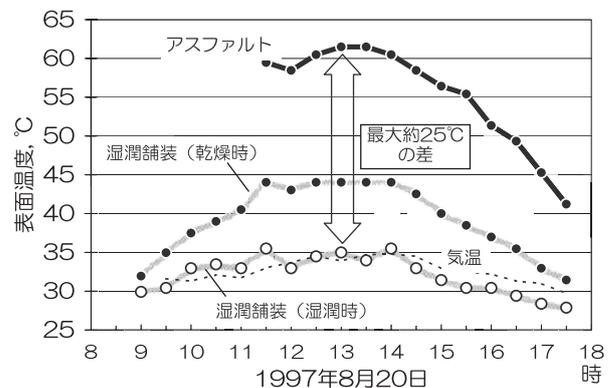
図一4は、夏季に測定した湿潤舗装システムの蒸発量を示す³⁾。横軸には水面からの蒸発量を示してあり、傾きがおおよそその蒸発率を示す。よく晴れた夏の1日の蒸発量は、1m²あたり4～7リットルであり、風速や湿度にも左右される。蒸発率は0.7以上を示し、よく灌水された屋上緑化と比べても同等以上の蒸発量が期待できる⁴⁾。ただし、結果を示した舗装ブロックは最も揚水能力が高かった新品の材料であり、実質的には、2～3割程度低い値であると考えられる。



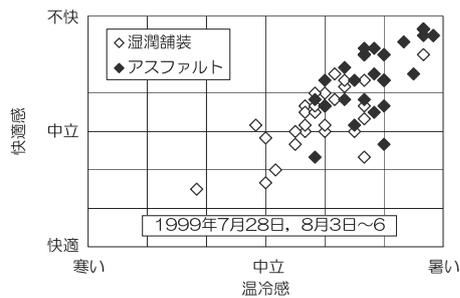
図一4 湿潤舗装システムの蒸発量

図一5は、夏季日中の表面温度の測定結果を示す³⁾。給水の有無で約10℃、アスファルトと比べると最大25℃程度の温度低減効果がある。地表面から空気に伝わる熱（顕熱）は、空気と地表面の温度差に比例するので、アスファルトとの表面温度の差が、ヒートアイランド対策としての大きな効果であると言える。

一方、人間の暑熱環境に関しても、大きな効果を持



図一5 湿潤舗装システムの表面温度の日変化



図一六 被験者実験による温冷感と快適感の違い（日中、パラソル下）

つことが確認されている。図一六は、4 m 四方の湿潤舗装システムと、近傍のアスファルト道路上における温冷感と（熱的）快適感を、被験者実験で比較した例である⁵⁾。夏季晴天日の正午頃の実験であり、被験者はパラソルの下に座った状態で両舗装上を交互に移動してもらい、その都度、アンケートに回答する方式で行った。アスファルト上では、「暑い」「不快」に近い側の答えが多く、湿潤舗装上では、中立に近い側の答えが増えることがわかる。これらの温熱感指標には定量的な基準がないことから、実験によって、感覚としてどの程度の効果があるのかを示している。この規模の場合、湿潤舗装とアスファルト上の気温にはほとんど差が出ないので、周辺舗装からのふく射熱（赤外線による放射）の違いが、人間の暑熱環境の改善に大きく貢献していることがわかる。

3. 打ち水グラスパーク

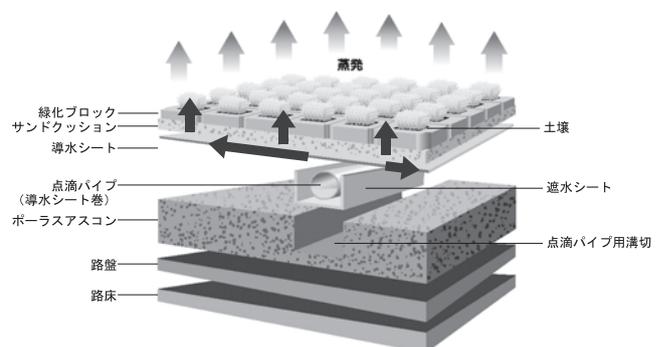
第2章で述べた緑化と舗装の底面灌水技術を組み合わせたものが、給水機能付き緑化ブロック舗装システム「打ち水グラスパーク」である。元来、緑化舗装の利点は、車両が通行する舗装体でありながら、外構緑化にもなる点である。打ち水グラスパークは、それに給水システムとブロックの保水機能を追加し、多機能化したものである。都市環境の整備向上の観点から、これらの機能追加によって享受できる利点をまとめると以下のとおりである。

- ① 構内緑地面積の確保
（工場立地法の緑化面積への算定^{a)}）
- ② 雨水の地下浸透面積の確保
- ③ 雨水の有効利用
（敷地内の貯留雨水を給水に使用した場合）
- ④ 敷地内の緑景観の確保
（自動灌水による緑の衰退の防止）

a) 一部自治体に限る。

- ⑤ ブロックを含めた表面の低温化
（ヒートアイランド対策の強化）
- ⑥ 歩行者の熱中症予防
（地表面からのふく射熱の低減）
- ⑦ 不動産の環境付加価値の向上
- ⑧ CASBEE（建築環境総合性能評価システム）のポ
イントアップ
- ⑨ 環境教育の場の提供
（住民や従業員のエコ意識の向上）

図一七は、打ち水グラスパークの基本断面図を示す。緑化ブロックは、厚さが100 mmで、中央部に芝生等の植物を導入できる約100 mm四方の穴が開いたタイプのものを使用する。また、市販のセメント製緑化ブロック（通常タイプ）と、改良を加えて保水率を上げたタイプ（保水タイプ）が用意され、保水タイプを使用することによって、更なるヒートアイランド対策と、植物の健全な育成が期待される。



図一七 打ち水グラスパークの基本断面図

導水シートは、ポリエステル製の織布で、厚さ0.7 mmと薄い材料であり、サンドクッションの下に敷かれる。その下には、雨水浸透を目的として、透水性アスファルト（ポーラスアスコン）の路盤が施工される。さらに、ポーラスアスコンに給水パイプ用の溝を作り、内側を遮水シートで保護する。そこへ導水シートを巻いた点滴パイプを敷設する。点滴パイプは一定量の給水が可能であり、タイマーと電磁弁で制御される。従来の緑化舗装では、路盤としてアスコンは必要ないが、上記の導水パイプ敷設用の溝の設置や、車両荷重への対応として敷設している。また、透水面積の確保と、植栽根茎部の過湿を防ぐために、密粒ではなく、ポーラスアスコンとしている。

施工の状況を写真一2～5に示す。導水シートや給水パイプの敷設等、通常の緑化ブロック舗装よりも材料と施工手間が増える要素があるものの、長期的な維持管理と緑の質の維持、良好な景観の価値を考慮す



写真-2 導水シート敷設



写真-3 給水パイプ敷設



写真-4 ブロック敷設



写真-5 シバ張りと客土

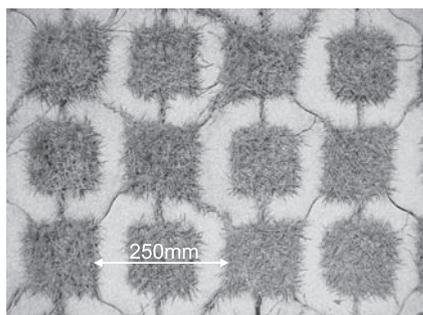


写真-6 打ち水ガラスパーク表面の様子 (施工約1年後)

れば、十分に費用対効果が望めるものとする。

写真-6は供用後約1年を経過した打ち水ガラスパーク舗装表面の状況である。独立したシバの間に匍匐茎が伸び、よく生長していることがわかる。

4. 打ち水ガラスパークの効果

(1) 熱環境改善効果

図-8は、舗装面のサーモグラフィ画像である。通常のインターロッキングブロック舗装が60℃近い表面温度になっているにもかかわらず、緑化ブロックの温度は10℃程度低く、緑化部分はさらに10℃程度低いことがわかる。比較するブロックの種類や色が異なるので一概に温度差を比較することはできないが、アスファルトやインターロッキングブロック舗装の駐車場と比べると、熱環境には歴然とした差が見られる。

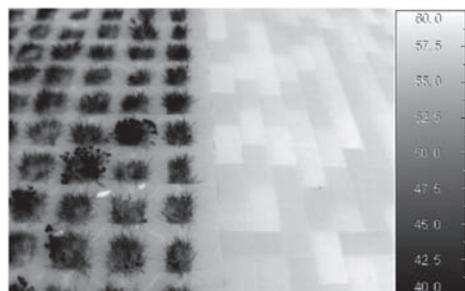


図-8 打ち水ガラスパーク(画面左)とインターロッキングブロック(画面右)のサーモグラフィ画像(下, 7月)

図-9は、打ち水ガラスパーク(灌水あり)と、通常の緑化ブロック舗装(灌水なし)とのブロック表面温度の比較である。両者のブロックは同色、同形状であるが、打ち水ガラスパークは保水タイプである。過去5日間の降水量は1mm以下であり、通常の緑化ブロック舗装の土壌は、比較的乾いた状態であったと言える。したがって、緑化ブロックの表面温度はアスファルトのそれに近く、50℃近くまで上昇している。このため、シバの葉にとっては熱的ストレスとなるものと考えられる。一方、打ち水ガラスパークの保水ブロックの表面温度は、前者よりも日中で約7℃程度低く、植物にとって熱ストレスの少ない環境であると言える。

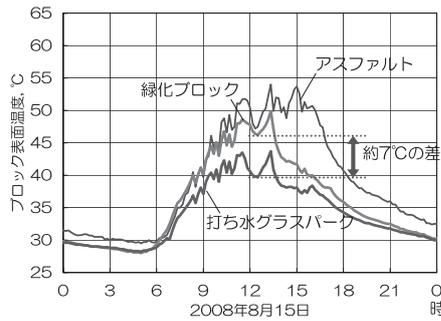


図-9 打ち水ガラスパークの表面温度

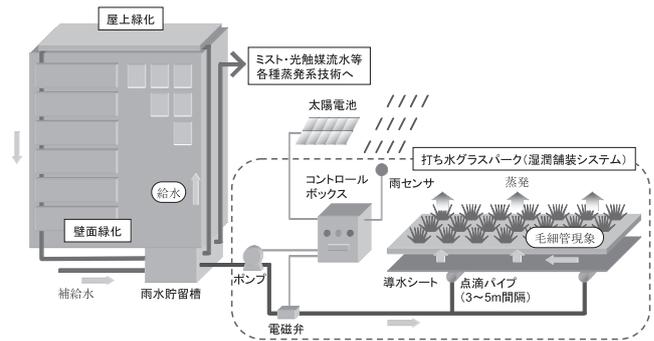


図-10 打ち水ガラスパークと雨水の複合利用

(2) 駐車場車路への適用の効果

従来の緑化ブロック舗装では、上から散水するために、様々な制限があったが、打ち水ガラスパークは、底面給水システムであるため、任意の時間帯に灌水が可能である。したがって、人や車両の通行や、駐車の有無を気にせずに灌水することが可能である。

また前述の適用例では、一般的に採用される車室（自動車を駐車する部分）ではなく、車路（車両が通行する部分）に採用している。緑化面積が比較的多く確保できる点と、長時間駐車による日射遮蔽や、エンジンの熱ストレスによる植物の枯死を防ぐ点で有効である。

さらに、緑化ブロック舗装のデメリットでもあった歩きにくさの観点から、歩車分離を前提として、車室とアクセス通路をインターロッキング舗装としている。このように、緑化駐車場でありながら、ハイヒールや車椅子の方にも配慮したバリアフリーを実現できる。

5. 屋外熱環境制御における水の有効利用

先述のように、都市のヒートアイランド現象を改善する方策の中で、顕熱を潜熱に変換する方法は非常に有効である。特に日本は（数年に一度の渇水はあるものの）潤沢な降水量が期待できる気候にある。熱環境対策が行われる空間が、人の活動領域と重なることを考えると、建物の地下や駐車場の地下部に雨水貯留を行い、積極的にヒートアイランド対策や、暑熱環境改善のために使われるべきである。また、この際、節水に資する技術の採用が求められるべきである。

図-10は、打ち水ガラスパークや建物緑化等の屋外水利用技術の提案例である。建物周りだけでも多くの水を使った都市被覆改善技術があり、建物や空間の用途に応じて適用することが可能である。また最近では、ミスト技術や、光触媒ガラス面の流水技術など、新しい水利用技術も開発が進められており、トータルで都市の涼空間再生を実現することが望まれる。

6. おわりに

工場立地法の改正、景観緑三法の制定、生物多様性基本法の制定など、都市内の緑地を取り巻く環境は、年々変化し、今後、ますますその重要性が注目されると考えられる。これらの観点からも、従来多く見られた、「やりっぱなし」の緑化舗装に代わり、打ち水ガラスパークのように、長期にわたり、健全な緑を維持できる舗装に期待が集まるものと思われる。今後、熱的性能と植栽の健全性に関する経年データを蓄積し、より都市、人、生態系に優しい技術へと展開できるよう研究開発を進める予定である。

JICMA

《参考文献》

- 1) 環境省：ヒートアイランド対策大綱 http://www.env.go.jp/air/life/heat_island/taikou.pdf
- 2) 東京都環境局：熱環境マップとヒートアイランド対策推進エリア <http://www2.kankyo.metro.tokyo.jp/heat/old/maperia.html>
- 3) 赤川・小宮：表面を連続的に湿潤できる舗装体に関する実験的研究、日本建築学会計画系論文集 No.530 p.79-85, 2000.4
- 4) 東京都環境局：屋上緑化のヒートアイランド緩和効果調査 <http://www2.kankyo.metro.tokyo.jp/heat/sympo/okujou.pdf>
- 5) 赤川・小宮：蒸発冷却を利用した舗装システムの開発（その3）被験者実験による温熱環境評価 日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2, p387-388, 2000

【筆者紹介】

赤川 宏幸（あかがわ ひろゆき）
 (株)大林組技術研究所
 環境技術研究部 副主査



杉本 英夫（すぎもと ひでお）
 (株)大林組技術研究所
 環境技術研究部 主任研究員

