

舗装体の温度上昇を抑制する 保水性舗装材の開発について

徳本行信¹・彌田和夫²・岡田恒夫³・稲葉慶成⁴・吉田孝介⁵

¹正会員 大阪市建設局道路建設課長（大阪市北区梅田1丁目2番2号）

²正会員 大阪市建設局工務課長（大阪市北区梅田1丁目2番2号）

³非正会員 大阪市建設局道路建設課主査（大阪市北区梅田1丁目2番2号）

⁴非会員 大阪市建設局道路建設課（大阪市北区梅田1丁目2番2号）

⁵正会員 大阪市建設局道路建設課（大阪市北区梅田1丁目2番2号）

近年、都市部で問題となっているヒートアイランド現象の原因の1つが、舗装体が蓄える熱にあると言われている。この熱を緩和するため、舗装体の蓄熱量を減少させる手法が考えられる。このため、蒸発散量の多い保水性舗装材を用いて、舗装体内に水分を保持し、その蒸発散により舗装体の温度を下げるとともに、舗装体の熱放量を低減する保水性舗装の開発を進めている。ここでは、屋外において保水性舗装材の温度変化、保水能力、蒸発量等を観測し、その結果から蒸発量と温度低減効果の関係を分析するとともに舗装材の熱収支と体感温度について考察を行った。

Key Words : water-absorptive pavement, heat-island phenomenon, latent heat, effective temperature

1. まえがき

近年、人間活動を原因とする地球温暖化問題やオゾン層の破壊などが顕在化し、良好な地球環境の持続が危ぶまれている。特に都市部においては既に急速な環境の悪化が生じていると言われており、熱環境においても、局所的に気温が上昇する一方、湿度が低下し潤いが失われる「ヒートアイランド現象」が明らかになっている¹⁾。

ヒートアイランド現象は、都市への人口集中による人工廃熱の増大や建造物による大気の流れの遮断、樹林や草地の減少など、種々の原因によると考えられている。ヒートアイランド現象に対する人工的要因に着目した大阪市における調査²⁾では、人工地被（不透水面）の増加、緑地の減少による蒸発散の減少が最も大きな要因であると確認されている。緑地等では、土中の水分の蒸発散や空気の循環等により、日射等による熱が蓄えられる量が少なくなるため、地面から放射される熱量が緩和されるが、人工地被では緑地等よりも熱循環が不活発であり、蓄積され

る熱量も多く、大気中に放射される熱量も多い。アスファルト舗装も人工地被の1つであり、ヒートアイランド現象の要因の1つになっていると指摘されている^{3,4)}。また、日射量の多い夏期には道路上では非常に暑く感じられ、歩行環境の悪化を招いている。このような現象を改善する方策の1つに舗装体内に水分を貯える方法が考えられ、保水性舗装として開発を進めている。以下では、試作した保水性舗装材と通常の舗装材を対象に、その保水能力や屋外において観測した舗装材の温度変化や蒸発量、それらの結果をもとに分析した舗装体の熱収支や体感温度について述べる。

2. 研究の背景と目的

(1) 研究の背景

ヒートアイランド現象を緩和する方策を検討するために、大阪市環境保健局が、平成3年度から平成5年度にかけて「大阪市ヒートアイランド対策検討

調査」を実施したが、その結果、気温では大阪市は周辺都市よりも2度程度高く、また、夏期の明け方には大阪市の中心部は周辺部よりも1度以上気温が高くなるヒートアイランド現象が確認された⁵⁾。

工場やビルにおける人工廃熱の増加など種々の要因が考えられるが、都市内の土地利用もヒートアイランド現象を促進している要因の1つであると考えられる。緑地等は日射等より受けた熱を水分の蒸発散により解消し、放射量を少なくすることができるが、人工地被部は水分の蒸発散がほとんどないため、熱を蓄積し、また、多量に放射する。このため、人工地被が多く緑地等の少ない都市部では、解消されずに放射される熱により気温が高くなる。大阪市内における緑被率はわずか9.2%であり、そのうち樹林・樹木は4.1%にすぎず、裸地なども含めた透水地も25.3%にすぎない⁶⁾。ヒートアイランド現象を緩和するには、残りの非透水地における水循環の回復が急務である。大阪市内においては、道路面積は市域の18.3%を占め、そのほとんどが舗装されている⁷⁾。したがって、道路において水循環の回復を行うことが可能であればその効果が少なくないものと考えられる。

(2) 研究の目的

アスファルト舗装は、熱伝導率が大きく、熱を蓄えやすく、水分の蒸発散がほとんどない。そのために、日射等の熱を受けると、その熱を蓄積し、舗装の温度が上昇する。この舗装に蓄えられた熱が、再び大気を暖めたり、人に熱気を与えることになり、特に日射量の多い夏期には道路上では非常に暑く感じられることとなる。緑地等のように水分の蒸発散により温度上昇を抑制する機能を有する舗装が開発できれば都市の熱環境の改善に有効と考えられる。

平成7年度及び平成8年度に、道路面の蒸発散を増やした場合の舗装体及び周囲の環境に対する効果の確認調査を行った。平成7年度の調査⁸⁾においては、密粒度アスファルト舗装の路面に散水を行い、路面温度や気温の変化を測定した。その結果、路面温度が一時的に10℃以上、路面上の気温が1～2℃低下することが確認された。平成8年度の調査

⁹⁾においては、排水性舗装の路面に散水するとともに、舗装体内に通水し、路面温度の低下やその持続性を調査した。これにより、排水性舗装の透水機能により路面温度低減効果が散水地点以外へも面的に拡大し、また、効果の継続時間が通常舗装より長くなることが確認された。

しかし、排水性舗装であっても温度低減効果は1日程度であり、さらに、長時間にわたり効果を保持する舗装材の開発が必要であると考えられた。そのため、その第1段階として、保水性舗装材を試作し、その温度低減効果や持続能力、さらにはその熱収支や体感温度の変化を把握することを目的に本研究を行った。

3. 保水性舗装材の屋外試験

保水性舗装材により供試体を作製し、屋外において暴露試験を行った。

(1) 保水性舗装材

試験に用いた舗装材を表-1に示す。車道に適用することが可能な保水性舗装材としては、開粒度アスファルト混合物（以下、開粒度As）の空隙に保水材を充填することにより、水との接触面積を大きくし保水力を持たせた供試体を3種類と、通常より粒径の小さい7号碎石を骨材とすることにより水との接触面積を大きくした開粒度Asの供試体を1種類とし、歩道に適用することが可能な保水性舗装材としては、舗装材の空隙が微細な舗装材を5種類とした。また、通常舗装材としては、車道用2種類、歩道用2種類、さらに砂のみの供試体1種類とし、供試体は合計14種類とした。

各舗装材により供試体（30cm×30cm×6cm）を作製し、周囲の温度や風などの影響を少なくするために、断熱材である発泡スチロールにより周囲を囲った。図-1に示すように、各供試体はあらかじめ24時間浸水し、保水させた後に屋外の地表面（砂地）に置いて、平成9年9月29日10:00より翌30日18:00までの2日間に各種の測定を行った。測定

表 - 1 試験を行った供試体

種 類	用 途	名 称	素 性	透 水 係 数	表 面 色	番 号
保水性舗装材	車道	セメント系保水材充填開粒度アスファルト混合物	開粒度As混合物にセメントと鉱物質微粉末の混合材を充填	不透水	灰	1
		開粒度アスファルト混合物＋砂	開粒度Asにケイ砂を充填	∞	黒・灰白	2
		開粒度アスファルト混合物＋イソライト	開粒度As混合物にイソライト(粒状珪藻土セラミック)を充填	∞	黒・茶	3
		開粒度アスファルト混合物(7号碎石)	開粒度As混合物の骨材に7号碎石を使用	$9.14 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$	黒	4
	歩道	セラミック平板	磁器を高温焼成・骨材粒度細(市販品)	不透水	灰茶	5
		セラミック透水性インターロッキングブロック	磁器を高温焼成・骨材粒度粗(市販品)	$1.41 \times 10^{-1} \text{ cm/sec}$	灰	6
		透水性インターロッキングブロック	(市販品)	$1.06 \times 10^{-1} \text{ cm/sec}$	茶	7
		下水汚泥ブロック	下水汚泥焼却灰を磁器粉と混ぜ、約1,050℃で焼成	$5.64 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$	赤茶	8
		セヒオライト混入ブロック	天然玉砂利、セヒオライト(天然繊維状鉱物)、エポキシ樹脂ハインタの混合	$1.70 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$	薄茶	9
通常舗装材	車道	密粒度アスファルト混合物	骨材トップ20	$6.99 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$	黒	10
		開粒度アスファルト混合物	骨材トップ13	∞	黒	11
	歩道	インターロッキングブロック	(市販品)	不透水	灰茶	12
		コンクリート平板	(市販品)	不透水	灰	13
		砂	客土(粒径25mm以下)	—	灰茶	14

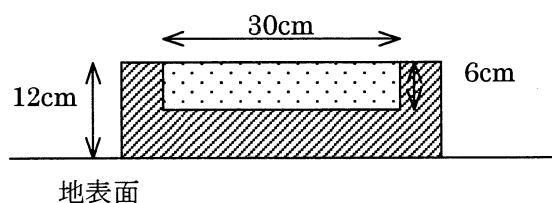


図-1 供試体の設置概念図

当日の天候は快晴であり、ほとんど風はなかった。

(2)測定項目と方法

以下に各測定項目の測定方法を述べる。

a) 舗装体の温度

舗装体の温度測定は、瞬間的な日射量や風の影響を受けにくいよう供試体表面より3cmの深さに熱電対温度計を設置し、2日間を通して15分毎にその瞬間値を自動測定し、データログに記録した。

b) 蒸発量

供試体からの水分蒸発量は直接測定することが困難なため、電子天秤(測定精度1g)により、1日目、2日目の10:00、13:00、15:00、17:00の計8回、断熱材ごと供試体の重量を測定し、前回重量との差より、蒸発量を算定した。

c) 最大保水量

供試体の最大保水量は、乾燥重量と24時間浸水後の重量の差を電子天秤により測定し、算定した。

d) 反射率

各供試体表面の反射率を色彩色差計により、1日目、2日目の10:00、11:00、13:00、15:00、17:00において計10回測定した。1回の測定において、3回繰り返し測定し、その平均値を求めた。

e) 日射量

全天日射計により、15分ごとに、地上気象観測法に準拠して、15分積算値を自動計測し、データログに記録した。

f) 気温及び湿度

自記通風温湿度計により、地上気象観測法に準拠して、2日間を通して15分毎に瞬間値を自動計測し、データログに記録した。

(3)境界条件

調査時の境界条件を測定結果より示す。

a) 気温及び湿度の変化

調査当日の気温及び湿度の測定結果を図-2に示す。1日目、2日目ともに14:00前後に気温が最も高くなっている。また、湿度は、日中は30~40%程度で比較的水分が蒸発散しやすい天候であった。

b) 反射率の変化

1日目における各供試体の反射率の変化を図-3に示す。時間の経過とともに反射率は高くなる傾向があり、供試体1, 2, 12, 13の反射率は約10%以上の変化を示している。これは、時間の経過とともに表面が乾燥し、色が薄く変化したためと考えられる。また、表面が白系である供試体1, 2, 5, 6, 7, 12, 13の反射率は高く、黒系の供試体3, 4, 8, 10, 11, の反射率は低い傾向を示している。

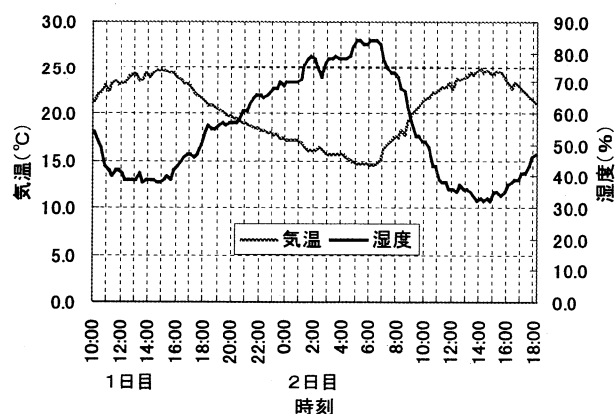
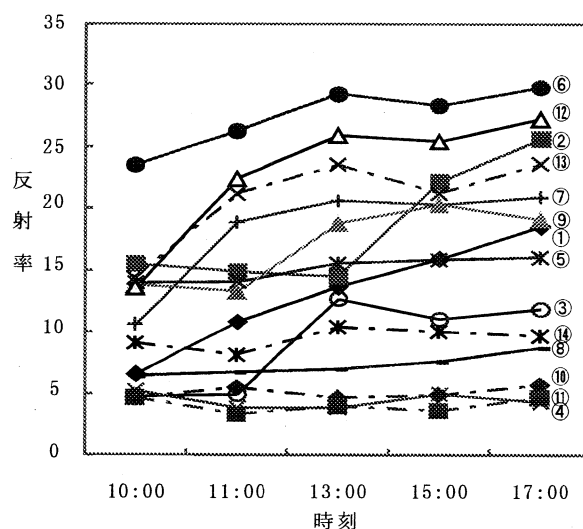


図-2 気温及び湿度の変化



注) 丸数字は供試体番号

図-3 供試体の反射率の変化

4. 試験結果と考察

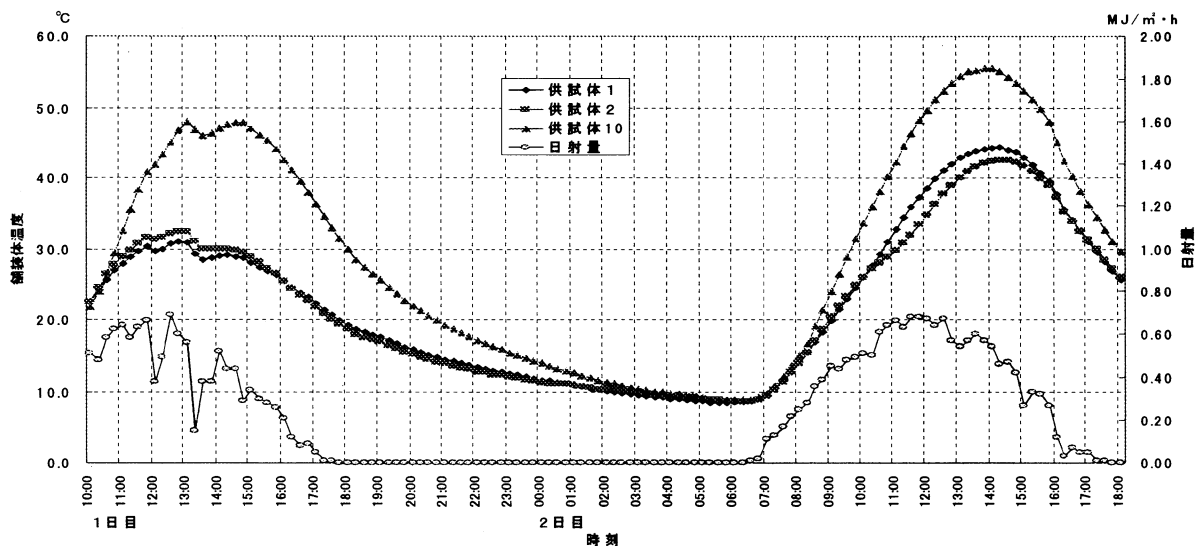
(1)舗装体温度の変化

密粒度アスファルト混合物（以下、密粒度As）の温度が最も高くなった2日目の14:00における各供試体の温度を示したのが表-2である。密粒度Asに比べて4℃以上の温度差があり、温度低減効果の大きい車道用の供試体1, 2と密粒度As（供試体10）の温度変化と日射量の変化を示したのが、図-4である。同様に温度低減効果の大きい歩道用の供試体5, 8とインターロッキングブロック（以下、ILB）（供試体12）の温度変化と日射量の変化を示したのが、図-5である。日射量の増加とともに各供試体とも舗装体温度が上昇しており、日射量のピークから2時間遅れて舗装体温度のピークが現れている。ピーク時の温度については、保水性舗装材である供試体1, 2は通常舗装材である供試

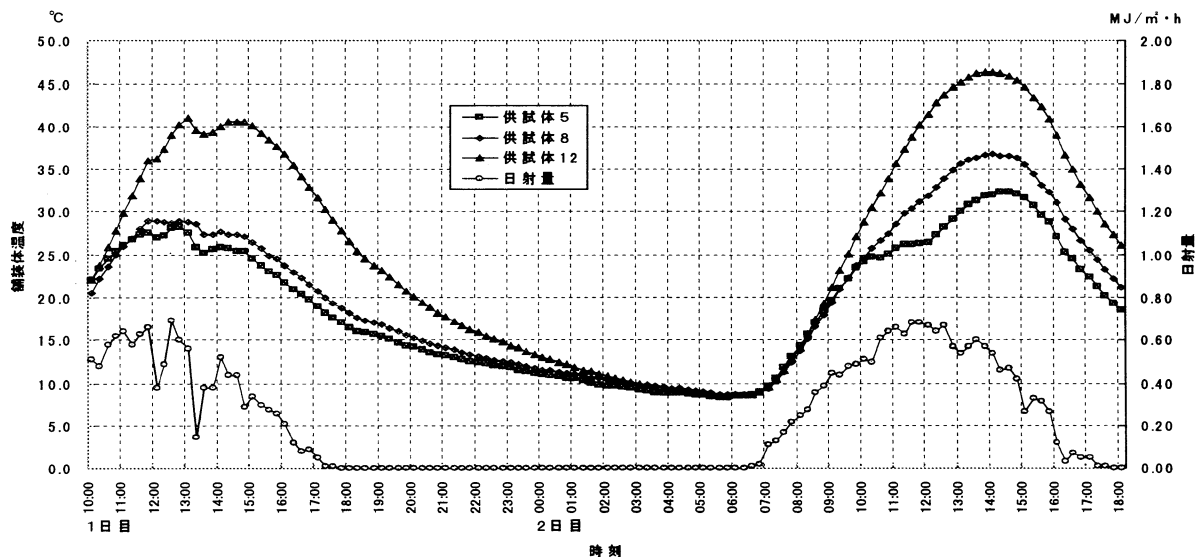
表-2 2日目 14:00における供試体の舗装体温度

供試体	1	2	3	4	5
舗装体温度(℃)	38.9	41.0	45.4	45.4	37.5
供試体	6	7	8	9	10
舗装体温度(℃)	35.5	39.5	34.3	37.9	45.3
供試体	11	12	13	14	
舗装体温度(℃)	43.3	38.0	33.9	31.6	

体10に比べ、1日目は最大で15℃程度の差を示している。また、2日目においても10℃程度の差を示している。歩道用材料でも同様の結果が得られ、保水性舗装材が舗装体温度低減に有効であることが確認された。表-3は2日目の試験終了時である18:00の各供試体の温度を示したものであるが、車道用の保水性舗装材ではすべて密粒度As（供試体10）よりも温度が低く、また、歩道用保水性舗装材では、すべてILB（供試体12）より温度が低く



図－ 4 保水状態にある車道用材料の舗装体温度の変化



図－ 5 保水状態にある歩道用材料の舗装体温度の変化

表－3 2日目 18:00 における供試体の舗装体温度

供試体	1	2	3	4	5
舗装体温度(°C)	24.8	23.6	24.0	25.1	21.3
供試体	6	7	8	9	10
舗装体温度(°C)	22.2	24.0	21.4	22.4	27.1
供試体	11	12	13	14	
舗装体温度(°C)	25.6	24.3	22.9	19.5	

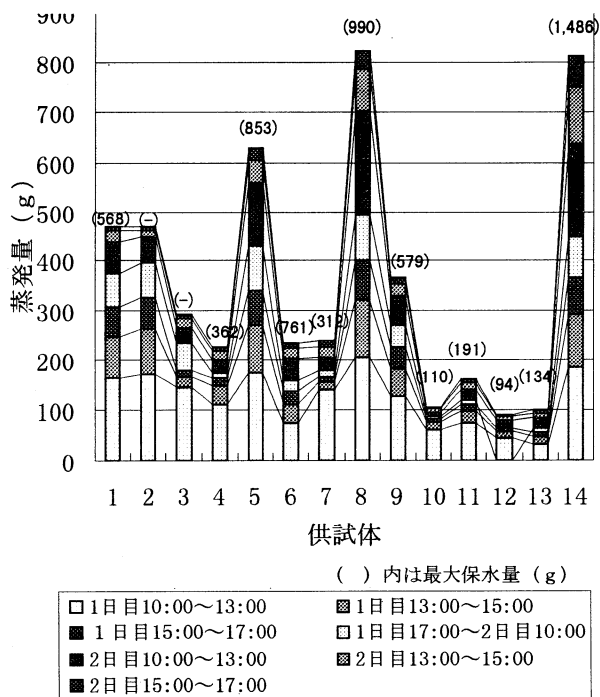
なっており、試験を行った保水性舗装材は2日もしくはそれ以上の時間温度低減効果を保つことが認められた。しかし、舗装材によって温度低下に差が現れており、持続性も異なっていることから、舗装材の素性や物性の違いによる保水能力の差が温度低減効果に大きく影響していると考えられる。以上の結

果より、保水直後の温度低下が大きい舗装材が、必ずしも温度低減効果が大きい舗装材であるとは言えず、持続性をも考慮した舗装材料の選択が必要であると言える。

(2) 蒸発量の変化

舗装体の最大保水量と水分蒸発量の測定結果を図－6に示す。

保水性舗装材の最大保水量は、通常舗装材よりも大きな値を示しており、特に、供試体8は最大保水量が800g以上と砂と同様、大きい保水能力を有することが分かる。蒸発量をみると、保水性舗装材である供試体8及び14は蒸発量が2日間で800gを



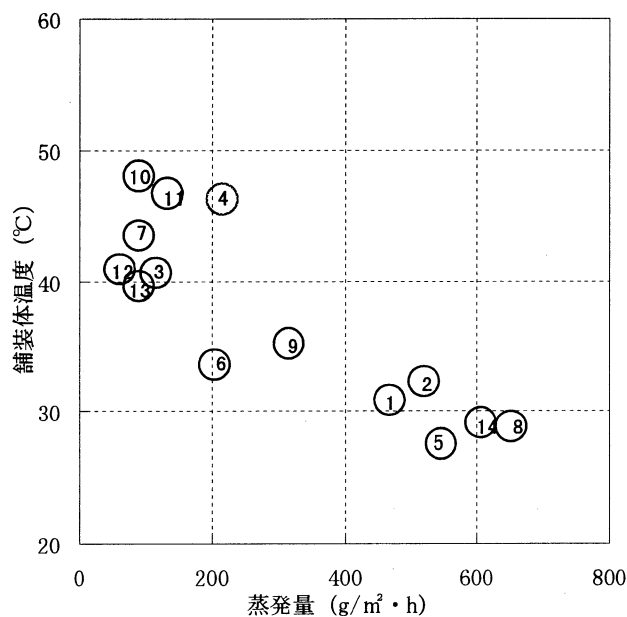
注) 供試体 2, 3 は最大保水量の測定時に開粒度 A s に充填している保水材(砂, イソライト)が浸水時に一部抜けてしまったため, 正確に測定ができなかった。

図-6 供試体の蒸発量

越しており, 次いで, 供試体 1, 2, 5 は蒸発量が 400 g 以上となっている。また, 通常舗装材である供試体は蒸発量が 100 g 前後と, 小さな値を示している。

(3) 舗装体温度と蒸発量の関係

舗装体温度と蒸発量の関係を図-7 に示す。ここでは, 舗装体温度が上昇し, 蒸発量も多くなる 13:00 から 15:00 における蒸発量を 1 m^2 あたりの 1 時間蒸発量に換算して, 舗装体温度との関係を示している。この結果, $200\text{g/m}^2\cdot\text{h}$ を越える蒸発量を示す保水性舗装材 1, 2, 5, 6, 8, 9 は明らかに舗装体温度が低くなっている。一方, 通常舗装材 10, 11, 12, 13 は蒸発量が $200\text{g/m}^2\cdot\text{h}$ 以下となっており, 舗装材温度も高くなっている。このことより, 舗装材に保水した水の蒸発量と舗装体温度の間に密接な関係があることがわかる。また, $400\text{g/m}^2\cdot\text{h}$ 以上の蒸発量を示す供試体間には, 舗装体温度に大きな差はみられず, このこと



注) 丸数字は供試体番号を示す

図-7 舗装体温度と蒸発量の関係

表-4 蒸発量の持続性

供試体 No.	保水量 (g/m^2)	蒸発量 ($\text{g/m}^2\cdot\text{day}$)		持続性 ($1,000\text{g}$ 以上)
		1 日目	2 日目	
1	6,311	3,422	1,811	3 日
*2	2,767	3,644	1,589	2 日
*3	2,467	2,000	1,256	2 日
4	4,022	1,822	700	1 日
5	9,478	3,778	3,211	3 日
6	8,456	1,533	1,089	6 日
7	3,467	1,844	833	1 日
8	11,000	4,450	4,700	3 日
9	6,433	2,522	1,544	3 日
10	1,222	911	267	0 日
11	2,122	1,233	556	1 日
12	1,044	711	278	0 日
13	1,489	622	478	0 日
14	16,511	4,067	4,967	4 日

注) *の付いている供試体は, 蒸発量が保水量を上回っているが, 実際の保水量は 2 日間の蒸発量以上考えられる。

より, 大きくても $400\text{g/m}^2\cdot\text{h}$ 程度の蒸発量を確保できる舗装であれば舗装体温度を低減させることができると考えられる。

(4) 温度低減効果の持続性

表-4 に蒸発量の持続性の検討結果を示す。持続性は最大保水量より 1 日目, 2 日目の蒸発量を引き,

残った保水量を2日目の蒸発量で割って、持続性を日数として算出した。ただし、1日の蒸発可能量が1,000g/m²を下回った場合には、持続日数には加えていない。この結果、蒸発量が多く、舗装体温度も低下した保水性舗装材1, 5, 8, 9は、持続性が3日程度となった。これらの供試体は、いずれも最大保水量が6,000g/m²以上であり、厚さ6cmの舗装体であれば、この程度の保水量があれば、3日程度の持続性が期待できると考えられる。通常舗装材は、持続性が0～1日とほとんど持続性がみられない。

5. 舗装体の熱収支

通常舗装材を使用している道路と保水性舗装材を使用している道路では、道路上にいる人が受ける熱量がどの程度異なり、それにより人が感じる温度、すなわち、体感温度がどの程度異なるのかを分析するため、舗装体に対する熱の出入り（熱収支）を算出する。舗装体に対する熱の出入りには、舗装体へ流入する熱として、太陽からの日射と大気から舗装体に放射される大気放射、また、舗装体から放出される熱として、舗装体からの赤外線放射としての長波放射、日射の舗装体表面からの反射としての短波反射と舗装体が周辺の大気を直接熱する熱量である顕熱がある。また、保水されている水が蒸発する時、その蒸発熱、すなわち、潜熱が発生し、その結果、顕熱は小さくなる。これらの熱量は、舗装体温度、蒸発量、日射量、舗装体の反射率、気温、及び、湿度から算出することができる。それぞれの熱量の算出方法については、次式に示す。

長波放射量の算出

プランクの法則（ステファン・ボルツマンの法則）¹⁰より、

$$B = \sigma T^4 \quad (1)$$

ここで、

B : 長波放射量(cal·cm⁻²·min⁻¹)

σ : ステファン・ボルツマン定数

$$(8.13 \times 10^{-11} \text{ cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{K}^{-4})$$

T : 物体の温度(絶対温度) ($T = t + 273.15$)

t : 物体の温度(摂氏・℃)

大気放射量の算出

Brunt の式¹¹より、

$$L_D = \sigma T_a^4 (0.52 + 0.065\sqrt{e}) \quad (2)$$

ここで、

L_D : 大気放射 (cal·cm⁻²·min⁻¹)

σ : ステファン・ボルツマン定数

$$(8.13 \times 10^{-11} \text{ cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{K}^{-4})$$

T_a : 気温(絶対温度) ($T_a = t_a + 273.15$)

t_a : 気温(摂氏・℃)

e : 大気の水蒸気(mb)

ここで、相対湿度の定義より

$$e = H \times e_s / 100 \quad (3)$$

ここで、

e_s : 飽和水蒸気量(mb)

H : 相対湿度(%)

ここで、Murray の式¹²より

$$e_s = 6.1078 \exp(a t_a / (t_a + b)) \quad (4)$$

ここで、

a : 定数 17.2693882

b : 定数 237.3

t_a : 気温(摂氏・℃)

短波反射量の算出

$$R = S \times r / 100 \quad (5)$$

ここで、

R : 短波反射量(MJ/m²·h)

S : 日射量(MJ/m²·h)

r : 反射率(%)

顕熱の算出

顕熱 = 日射量 + 大気放射量 - (長波放射量

+ 短波反射量 + 蒸発熱量) (6)

ここで、

顕熱<0の場合は、顕熱=0とする

これにもとづき算出した熱収支の算出結果を図-8に示す。ここでは、1日目の10:00から15:00の時間平均値による算出結果を示している。舗装体に加わる熱量（流入熱量）は、日射量が $2.0\text{MJ}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 、大気からの放射量が $1.2\text{MJ}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ との合わせて $3.2\text{MJ}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ である。これに対し、舗装体より放出される熱量（放出熱量）が供試体14の砂と同程度であるのは、保水性舗装材である供試体1, 2, 5, 8であり、放出熱量は $2.0\text{MJ}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 以下となっている。したがって、 $1.2\text{MJ}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 以上の流入熱量が潜熱として、解消されており、舗装体の熱源効果が低下している。一方、通常舗装材である供試体10, 11, 12, 13は放出熱量が $2.7\text{MJ}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 以上を示しており、流入熱量に近い熱量を放出している。各熱源別にみると、長波放射量は舗装材の種類を問わずほぼ同様の値となっているが、短波反射量は供試体3, 4, 8, 10, 11における値が他に比べ小さくなっている。これはこれらの舗装材の色が黒系であり、反射率が小さいためと考えられ、舗装材の色が熱量にも大きく関わっていることが分かる。

次に、最も舗装体からの放出熱量の小さかった歩道用の保水性舗装材である供試体8により日射量を100とした場合の熱収支状況を模式的に図-9に示す。顕熱は、舗装体が周囲の大気を暖め、それが人を暖めるのであるが、ここでは、閉鎖空間を仮定し、空気の移流はないものとし、分析を行う。通常舗装材では、日射と大気から受ける熱量160とほぼ同量の熱量である160を放射熱や顕熱として放出するのに対して、保水状態にある保水性舗装では70の熱量が潜熱によって減少し、放出される熱量は90となる。測定時間あたりの日射量が約 $2.0\text{MJ}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ であったことから、約 $1.4\text{MJ}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ の熱量が保水されていた水の蒸発により解消されたこととなる。同様に車道用の保水性舗装材である供試体2について求めると、路面からの長波放射量が約 $1.7\text{MJ}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 、短波反射量が約 $0.3\text{MJ}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ で、合わせて約

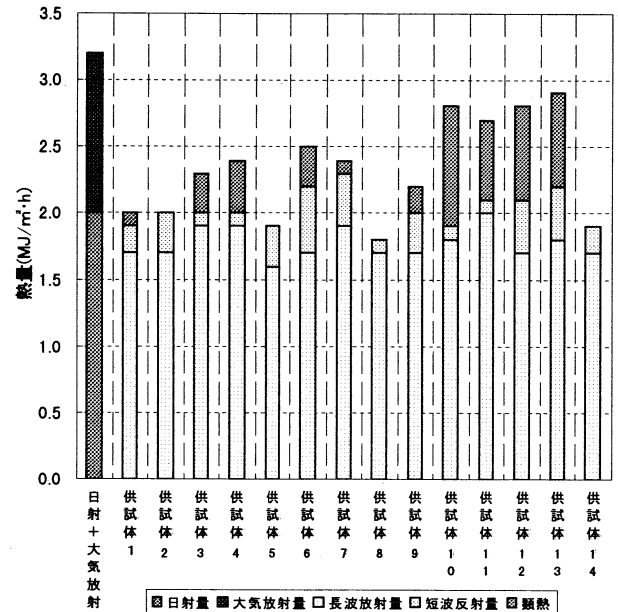


図-8 供試体の熱収支

$2.0\text{MJ}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ の熱を人は路面より感じることとなり、残りの約 $1.2\text{MJ}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ が蒸発により解消されたこととなる。供試体8よりやや小さいが、熱源効果の低下が確認される。

6. 体感温度

道路舗装に保水性舗装材を使用することにより、道路上の人が舗装より受ける熱のために感じる温度、すなわち、体感温度がどのように変化するかを前項の結果より算出する。ここでは体感温度を表現する式として、次式に示す「リンケの式」¹³⁾を用いた。

$$t_g = t_a - 4\sqrt{V} + 2.5J \quad (7)$$

ここで、

t_g : 体感温度 (°C)

t_a : 気温 (°C)

V : 風速 (m/sec)

J : 放射熱 ($\text{MJ}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)

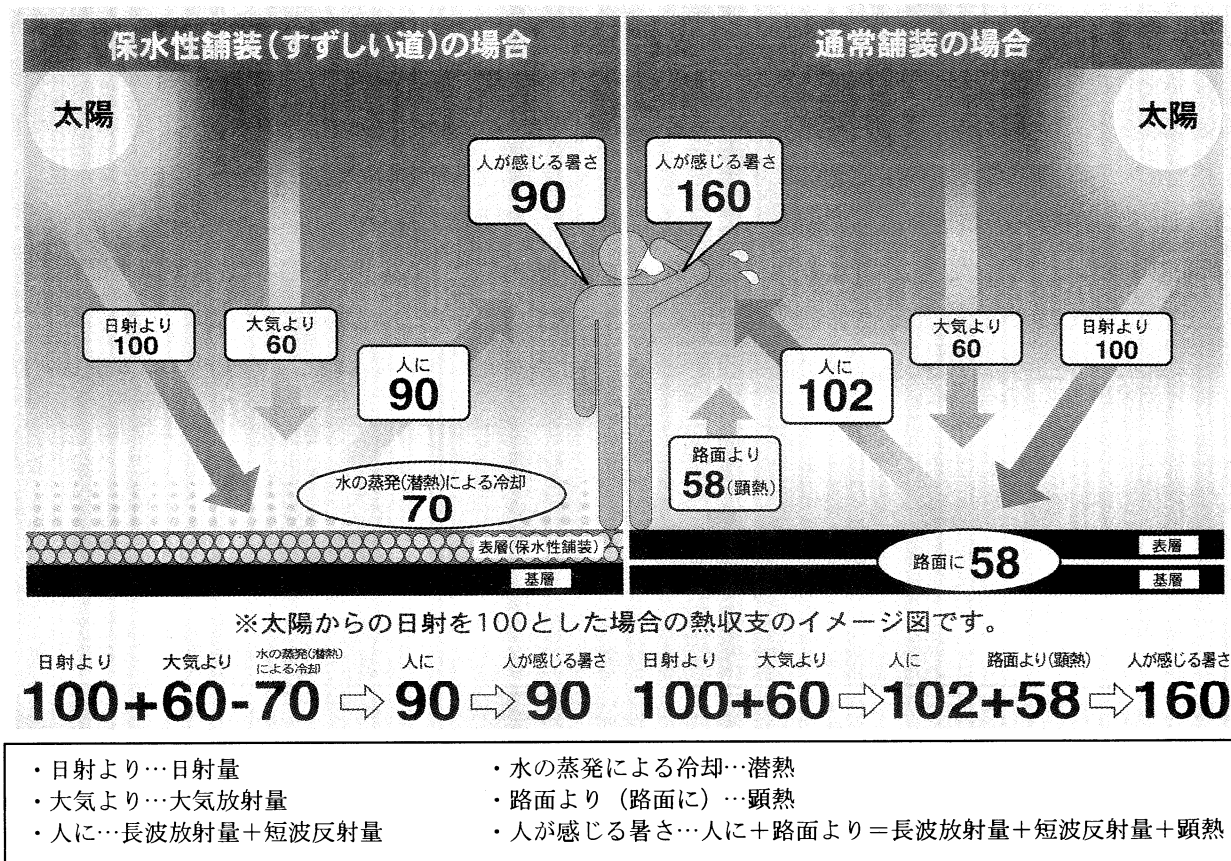


図-9 保水性舗装と通常舗装の熱収支状況の比較

前章において供試体8を保水性舗装材として用いた場合、潜熱により解消される熱量が $1.4\text{MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ と求めることができたため、気温・風速に変化がないとすると、体感温度は、 3.5°C 低下すると求まる。また、供試体2を保水性舗装材として用いた場合は、体感温度は 3.0°C 低下すると求まる。すなわち、通常舗装材で舗装されている道路と比較し、保水性舗装材で舗装された道路では、人は、歩道用材料で最大 3.5°C 、車道用材料でも最大 3.0°C 涼しく感じるという結果が得られ、保水性舗装材の有効性が期待できる。

7. まとめ

本研究で得られた成果を次にまとめる。

- (1) 舗装体は保水をさせることにより、その材質により効果に違いがあるが、舗装体の温度を低減させることができる。

- (2) 試験を行った保水性舗装材の温度低減効果は、保水後2日目以降にも持続し、今回使用したような舗装厚が 6cm である舗装体において、その最大保水量が $6,000\text{g}/\text{m}^2$ 以上の保水能力があるならば、蒸発量の変化から推測し3日程度の温度低減効果の持続性があると考えられる。
- (3) 日中の蒸発量が常時 $400\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 程度あれば舗装体温度は密粒度 A_s よりも 10°C 程度低減することが可能である。
- (4) 保水性舗装材は十分な保水状態であれば、潜熱の効果により、顕熱の発生を抑制し、これにより、道路上の人が受ける熱量は、 $1.2\text{MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 程度減少する。
- (5) 保水性舗装材を用いることにより、通常の密粒度 A_s と比較して、道路上における体感温度は歩道用材料で最大 3.5°C 程度、車道用材料で最大 3.0°C 程度低下すると予想される。

8. あとがき

今回の調査で、保水性舗装材からの水分の蒸発量と温度低減効果の関係がある程度定量的に把握できた。今後は、各舗装材の特性をさらに調査し、詳細な分析を行いたい。同時に、開粒度 A s に充填が容易で、かつ、安価な保水材について、研究を行い、できれば供用中の道路において試験舗装を行いたいと考えている。

最後に、本研究は大阪市建設局が実施した試験をもとに筆者らが考察を加えまとめたものであり、試験に際して、指導協力いただいた大阪市立大学山田優教授、並びに関係各位に謝意を表します。

参考文献

- 1) 小元敬男：都市と気候，日本気象学会「気象研究ノート」第 162 号別冊，pp. 211-231，1988
- 2) 5) 大阪市環境保健局：大阪市ヒートアイランド対策検討調査報告書，pp. II 28-38，pp. III 1-32，1994. 3.
- 3) 土木学会：舗装工学小委員会報告書，pp. III-11，1997. 6.
- 4) 国立環境研究所環境情報センター：環境白書総説（平成 8 年度版），pp. 485，1997.
- 6) 大阪市建設局：みどりの解析調査報告書，1989.
- 7) 大阪市計画局：大阪市の土地利用，1987.
- 8) 大阪市建設局：路面温度に関する調査検討業務報告書，1995. 10.
- 9) 大阪市建設局，大阪市道路公社：路面温度に関する調査検討業務報告書，1997. 3.
- 10) 11) 堀井郁夫：農業気象学，文永堂出版，pp. 6，pp. 16，1992. 5
- 12) 日本農業気象学会関東支部編：農業気象の測器と測定法，pp. 69，1988. 3.
- 13) 大後美保：微気象の探求，NHK ブックス，pp. 215，1977. 9.
- 14) 大阪市建設局，大阪市道路公社：路面温度に関する調査検討業務報告書，1998. 3.

DEVELOPMENT OF WATER-ABSORPTIVE PAVEMENT WHICH CAN REDUCE THE SURFACE TEMPERATURE

Yukinobu TOKUMOTO, Kazuo YADA, Tsuneo OKADA,
Yoshinari INABA, Takayuki YOSHIDA

The heat-island phenomenon, which has come into question in urbanized area recently, is supposed to be caused by the large amount of radiation from the pavements. This radiation can be reduced by latent heat of absorbed water in the pavement. In this study, for the effectiveness of water-absorptive pavement, its variation in temperature, absorption ability, and amount of vaporization were measured, and then its sum of heat and the effective temperature were analyzed.