平 26. 土木技術支援･人材育成センター年報
Annual Report
C.E.S.T.C., TMG 2014
ISSN 1884-040X

4. 遮熱性舗装と保水性舗装の路面温度低減性能について

Road Surface Temperature Reduction Performance of Solar Heat-Blocking Pavement and Water Retaining Pavement

技術支援課　橋本喜正、上野慎一郎、峰岸順一

1. まえがき

遮熱性舗装や保水性舗装は、路面温度の上昇抑制効果や低減効果があることから、都内で発生しているヒートアイランド現象への対策として、都内センターコアエリアを中心に施工面積を着実に伸ばしている。また、環境対策型舗装として注目される技術の一つとなっている。

本報文では、平成 25 年度までに施工された遮熱性舗装や保水性舗装の路面温度を測定し、経年変化を把握した結果を報告する。

2. 調査概要

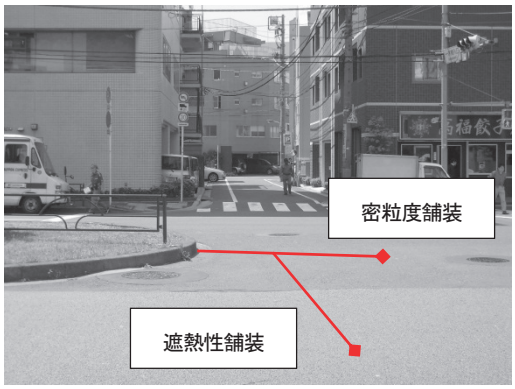
これまでの継続調査では、表－1、2 に示す平成 14 年度から平成 25 年度に施工された遮熱性舗装 42 箇所、保水性舗装 23 箇所で路面温度を測定している[1)]。

調査項目は、①路面温度、②気象（大気温、降水量）、とした。

路面温度低減性能を評価するため、温度センサ（サーミスタ）を舗装表面から 1cm 下に埋設し、路面温度の測定を行い、路面温度低減量を算出した。なお、温度センサは写真－1 のように調査箇所毎に遮熱性舗装とその近傍の比較舗装（密粒度舗装又は低騒音舗装）の 2 箇所埋設した。

路面温度とあわせて路面から 1.5mの高さで大気温を測定し（写真－2）、このほか雨量と日射量の測定を一部箇所において実施した。（写真－3、4）

測定頻度は 10 分毎の連続測定とした。



写真－1　路面温度測定状況

写真－2　大気温度測定状況

写真－3　雨量測定状況

写真－4　日射量測定状況

表－1　調査箇所（遮熱性舗装）

No.	名　称	施工年度	路線名		
S1	神保町	19	主	302	新宿両国線
S2	築地四丁目	19	主	50	東京市川線
S3	八丁堀	20	主	50	東京市川線
S4	有楽町一丁目	20	主	304	日比谷豊洲埠頭　東雲町線
S5	内幸町	20	主	409	日比谷芝浦線
S6	港南二丁目	20	主	316	日本橋芝浦大森線
S7	三田	20	特	409	日比谷芝浦線
S8	芝公園三丁目	20	主	301	白山祝田田町線
S9	北品川	20	主	317	環状六号線
S10	新宿一丁目北	20	主	302	新宿両国線
S11	青山一丁目	21	主	319	環状三号線
S12	二重橋前	21	特	406	皇居前鍛冶橋線
S13	汐先橋	21	主	316	日本橋芝浦大森線
S14	鶴巻町	21	主	319	環状三号線
S15	江戸川橋	21	主	8	千代田練馬田無線
S16	銀座東五丁目	21	主	316	日本橋芝浦大森線
S17	お茶の水	21	特	405	外濠環状線
S18	祐天寺	21	特	416	古川橋二子玉川線
S19	月島	21	特	463	上野月島線
S20	中目黒	21	主	317	環状六号線
S21	四ツ谷	22	特	405	外濠環状線
S22	新宿五丁目	22	主	302	新宿両国線
S23	渋谷橋	22	主	305	芝新宿王子線
S24	竜閑橋	22	特	405	外濠環状線
S25	日本橋	22	特	405	外濠環状線
S26	南池袋	22	主	305	芝新宿王子線
S27	芝公園2	23	特	409	日比谷芝浦線
S28	神田須田町1	23	主	302	新宿両国線
S29	元赤坂2	23	特	405	外濠環状線
S30	神宮前2	23	特	418	北品川四谷線
S31	四谷1	23	特	405	外濠環状線
S32	津久戸町	23	主	25	飯田橋石神井新座線
S33	駒込1	23	特	455	本郷赤羽線
S34	東陽6	23	特	465	深川吾嬬町線
S35	小石川5	23	特	436	小石川西巣鴨線
S36	高輪1	24	特	415	高輪麻布線
S37	高輪2	24	特	415	高輪麻布線
S38	中延1	24	特	420	鮫洲大山線
S39	原町1	24	特	433	神楽坂高円寺線
S40	市谷田町2	24	特	405	外濠環状線
S41	要町1	24	特	441	池袋谷原線
S42	亀戸3	24	主	306	王子千住南砂町線

表－2　調査箇所（保水性舗装）

No.	名　称	施工年度	路線名		
H1	京橋	14	主	316	日本橋芝浦大森線
H2	三番町	16	特	401	麹町竹平線
H3	有楽町	16	特	402	錦町有楽町線
H4	一番町	16	特	401	都庁前室町線
H5	丸の内二丁目	18	特	406	皇居前鍛冶橋線
H6	駿河台（聖橋）	17	特	403	大手町湯島線
H7	神田錦町	17	特	403	大手町湯島線
H8	若松町	18	特	433	神楽坂高円寺線
H9	西新宿一丁目	18	副	3	新宿副都心三号線
H10	日比谷	18	主	301	白山祝田田町線
H11	永田町	18	中	176	中央官衙一七六号線
H12	霞ヶ関（外務省上）	18	中	176	中央官衙一七六号線
H13	西新宿二丁目	19	副	3	新宿副都心三号線
H14	西新宿北通り	19	副	5	新宿副都心五号線
H15	永田町（図書館西）	19	中	176	中央官衙一七六号線
H16	霞ヶ関（財務省上）	19	中	247	中央官衙二四七号線
H17	芝公園出口	19	主	319	環状三号線
H18	新常盤橋	20	特	407	都庁前室町線
H19	鍛冶橋	20	特	406	皇居前鍛冶橋線
H20	都庁南	20	副	2	新宿副都心二号線
H21	外神田2	23	特	452	神田白山線
H22	西新宿6	23	副	12	新宿副都心十二号線
H23	西新宿1	23	副	4	新宿副都心四号線

表－3　解析条件

項　　目	解　　析　　条　　件
遮熱性舗装	最高気温30℃以上の真夏日、かつ降雨日を除く日
保水性舗装	最高気温30℃以上の真夏日、かつ降雨後3日以内

3.　調査結果

(1)　路面温度低減効果

路面温度低減効果は、式(1)で定義する路面温度低減量により評価を行った。

路面温度低減量(℃)＝[比較舗装の日最高路面温度]－[遮熱性舗装・保水性舗装の日最高路面温度]…式(1)

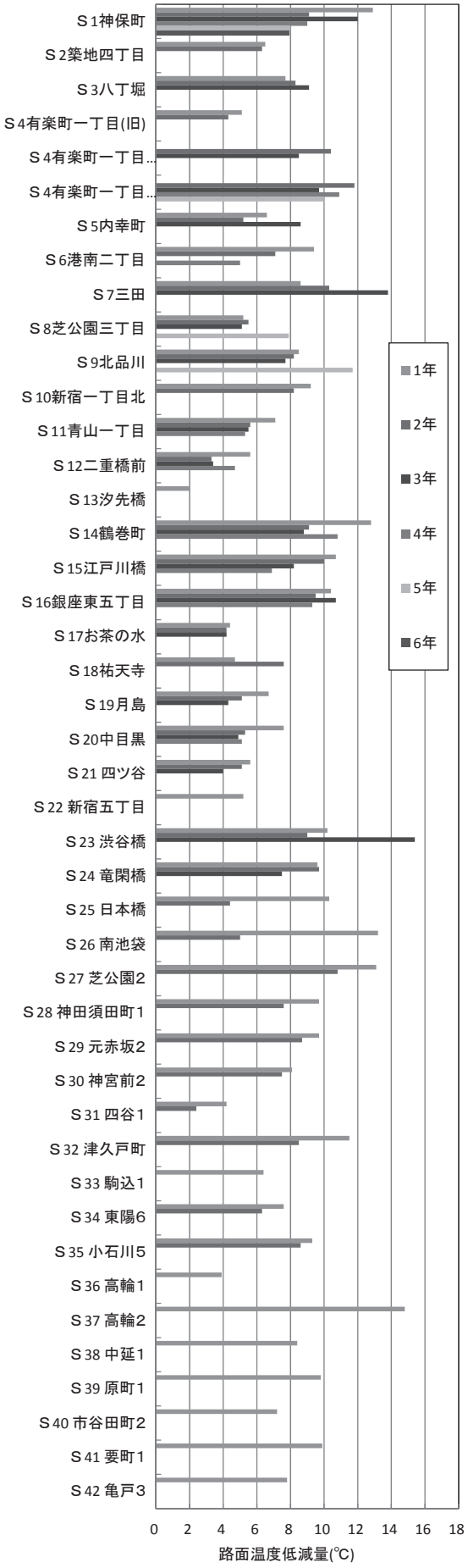
なお、式(1)の比較舗装は、密粒舗装または低騒音舗装である。

式(1)で得られた路面温度低減量のうち、表－3の解析条件を満たす最大の値を当該年度における路面温度低減量の代表値とした。

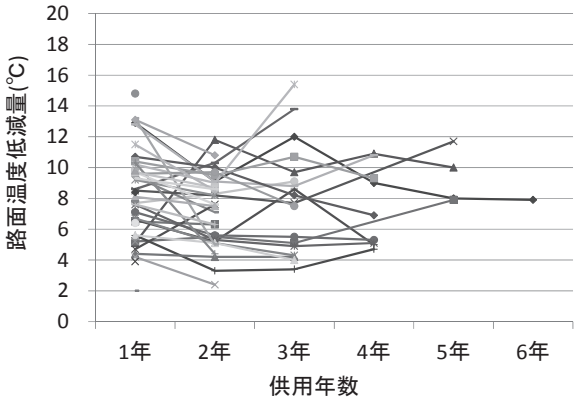
1）遮熱性舗装

遮熱性舗装の測定結果を図－1 に、経年変化をまとめたグラフを図－2、図－3に示す。

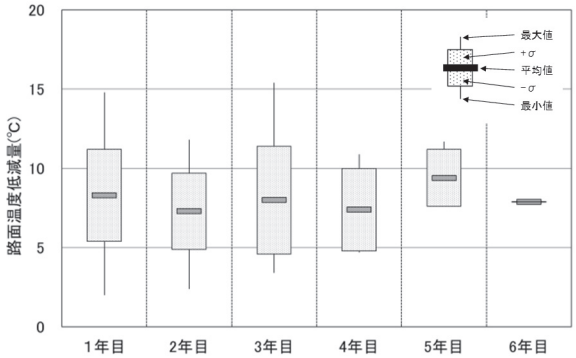
なお、図－3 の箱ひげグラフであるが、凡例に示すように、最小値、平均値－標準偏差、平均値、平均値＋標準偏差、最大値をそれぞれ示している。



図－1　測定結果（遮熱性舗装）



図－2　箇所別経年変化（遮熱性舗装）



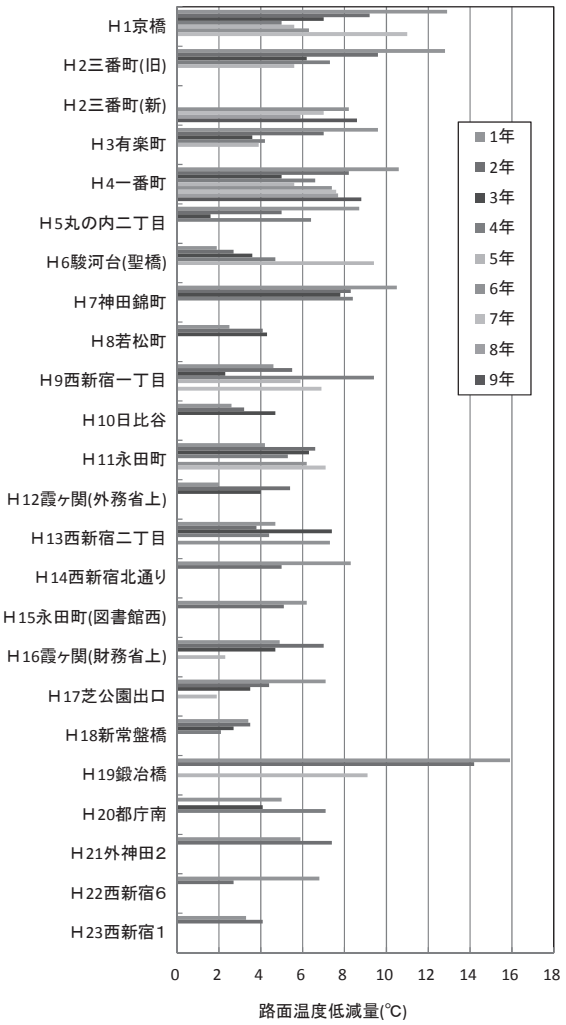
図－3　経年変化（遮熱性舗装）

図－1、図－2 を見ると、箇所ごとに変動の傾向がばらついており、一律の変化を示すものではないことが伺える。しかし、図－3 に示すように、遮熱性舗装の路面温度低減量の経年変化を測定箇所全体の平均値で評価すると、供用 1 年で 8.3℃、供用 2 年で 7.3℃、供用 3 年で 8.1℃、供用 4 年で 7.4℃、供用 5 年で 9.4℃、供用 6 年で 7.9℃と、路面温度低減量に若干の変動は見られるものの、全体的な傾向としては初期の性能を維持していると考えられる。

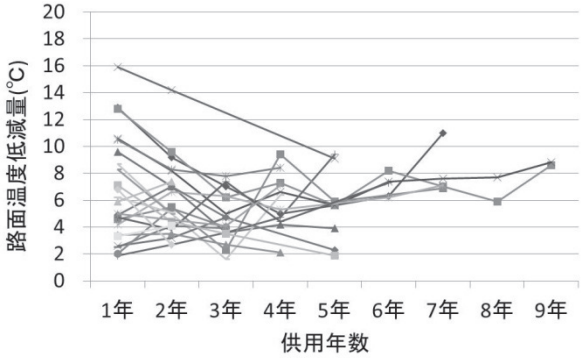
2）保水性舗装

保水性舗装の測定結果を図－4 に、経年変化をまとめたグラフを図－5、図－6 に示す。

図－4、図－5 を見ると、保水性舗装も遮熱性舗装と同様に箇所ごとに変動の傾向がばらついており、一律の変化を示すものではないことが伺える。しかし、図－6 に示すように、保水性舗装の路面温度低減量の経年変化を測定箇所全体の平均値で見ると、供用 1 年で 6.8℃、供用 2 年で 6.0℃、供用 3 年で 4.9℃と低減量は低下するが、供用 4 年で 5.9℃、供用 5 年で 5.5℃、供用6年で7.1℃、供用7年で7.9℃、供用8年で6.8℃、供用 9 年で 8.7℃と、供用 4 年目以降は上昇傾向に転



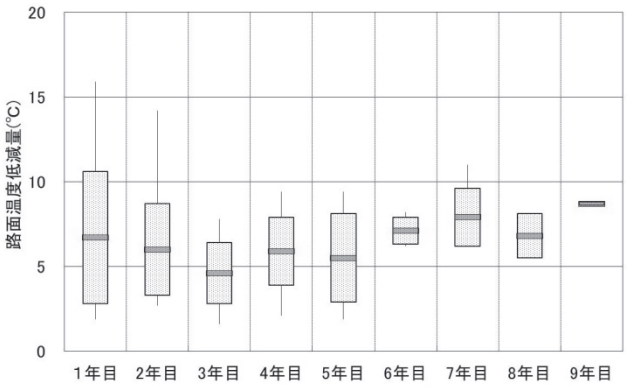
図－4　測定結果（保水性舗装）



図－5　箇所別経年変化（保水性舗装）

じており、結果として初期の性能はおおむね維持できている結果となった。

この路面温度低減量の変動については明確な要因が不明であるが、調査年度毎の気温・降雨日日数・日射時間等の複数の要因が絡み合って路面温度低減量にバラツキがでたものと考えられる。



図－6　経年変化（保水性舗装）

表－4　解析条件

項　目	解　析　条　件
遮熱性舗装	① 最高気温30℃以上の真夏日
	② 夜間(22時～5時)の最低気温が25℃以上の日
	③ 上記①,②を満たし、かつ降雨日以外の日
保水性舗装	① 最高気温30℃以上の真夏日
	② 夜間(22時～5時)の最低気温が25℃以上の日
	③ 上記①,②を満たし、かつ降雨後3日以内

3）まとめ

経年変化と路面温度低減量の関係では、調査箇所によりバラツキが見られるが、遮熱性舗装で 8℃程度、保水性舗装で 6℃程度と、供用年数が増加しても一定の路面温度低減量を維持している結果となった。

(2)　熱帯夜における路面温度低減量

平成 25 年度に実施した遮熱性舗装 28 箇所、保水性舗装 9 箇所の調査結果により、熱帯夜における路面温度低減量の解析を行った。ここで、熱帯夜における路面温度低減効果は、式(2)で定義する路面温度低減量により評価を行った。

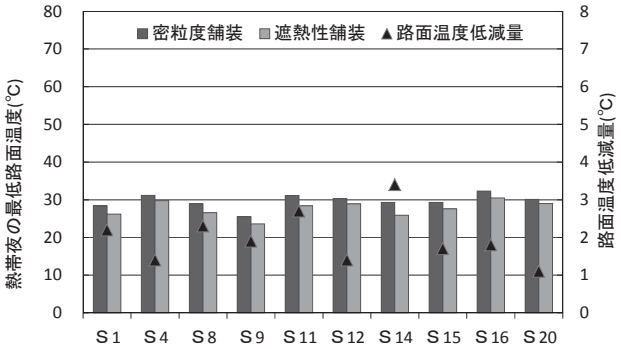
熱帯夜の路面温度低減量（℃）＝[夜間（22～5 時）の比較舗装の最低路面温度]－[夜間（22～5 時）の遮熱性舗装・保水性舗装の最低路面温度]…式(2)

式(2)で得られた路面温度低減量のうち、表－4 の解析条件を満たす日を解析対象とした。

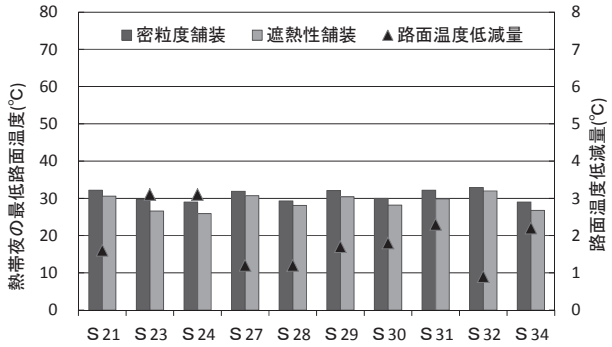
1）遮熱性舗装

遮熱性舗装の路面温度低減量の最大値と熱帯夜の最低路面温度の関係を図－7、8、9 に示す。

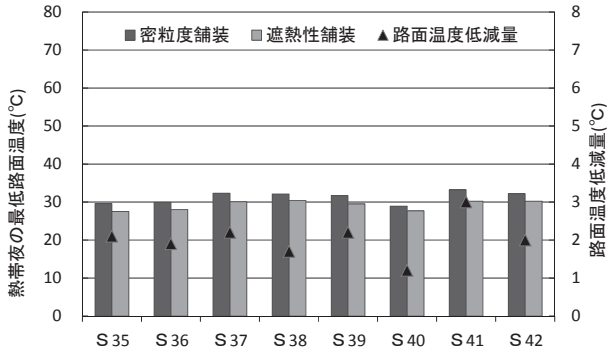
熱帯夜における遮熱性舗装の路面温度低減量は、各測定箇所で 0.9℃～3.4℃であり、28 箇所の平均値は 2.0℃であった。28 箇所のうち路面温度低減量が最も



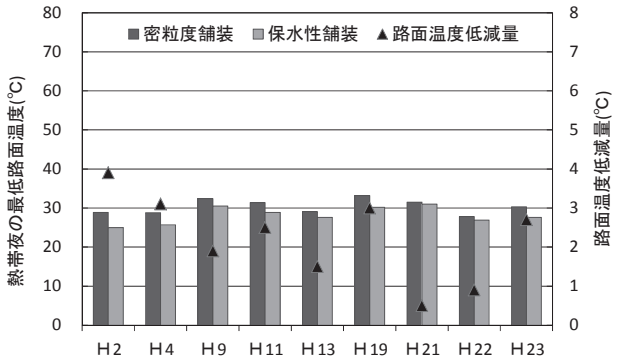
図－7　路面温度低減量の最大値と熱帯夜の最低路面温度の関係（遮熱①）



図－8　路面温度低減量の最大値と熱帯夜の最低路面温度の関係（遮熱②）



図－9　路面温度低減量の最大値と熱帯夜の最低路面温度の関係（遮熱③）



図－10　路面温度低減量の最大値と熱帯夜の最低路面温度の関係（保水）

大きい箇所は、S14 鶴巻町で 3.4℃であった。なお、S14 鶴巻町は日中の路面温度低減量も比較的大きい 10.4℃であった。一方、28 箇所のうち路面温度低減量が小さい箇所は、S32 津久戸町で 0.9℃であった。これは遮熱性舗装の最低路面温度が他の測定箇所より高いためと考えられる。

熱帯夜の路面温度低減量が 3℃以上となった S14 鶴巻町、S23 渋谷橋、S24 竜閑橋、S41 要町１のうち、S24 竜閑橋以外は日中の路面温度低減量が 9℃以上と大きい結果となった。

2）保水性舗装

保水性舗装の路面温度低減量の最大値と熱帯夜の最低路面温度の関係を図－10 に示す。

熱帯夜における保水性舗装の路面温度低減量は、各測定箇所で 0.5℃～3.9℃であり、9 箇所の平均値は 2.2℃であった。9 箇所のうち路面温度低減量が大きい箇所は、H2 三番町で 3.9℃であった。これは、保水性舗装の路面温度が他の測定箇所より低いためと考えられる。

9 箇所のうち路面温度低減量が小さい箇所は、H21 外神田２で 0.5℃であった。これは保水性舗装の最低路面温度が他の測定箇所より高いためと考えられる。

また、遮熱性舗装と同様に熱帯夜の路面温度低減量が 3℃以上となった H2 三番町、H4 一番町、H19 鍛冶橋については、日中の路面温度低減量が 7℃以上と大きい結果となった。

3）まとめ

解析条件は異なるが、熱帯夜における路面温度低減量を平均値で見ると、遮熱性舗装および保水性舗装ともに、熱帯夜における路面温度低減量の平均値はほぼ同様の値であった。

(3)　降雨後の路面温度低減量

平成 25 年度に実施した遮熱性舗装 27 箇所、保水性舗装 7 箇所の調査結果から、降雨後の路面温度低減量の解析を行った。ここで、降雨後の路面温度低減効果は、前出の式(1)で定義する路面温度低減量により評価を行った。

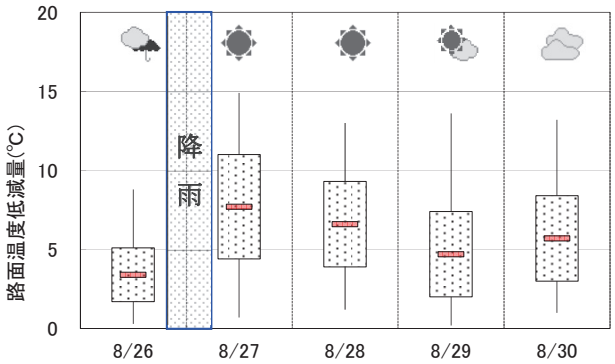
式(1)で得られた路面温度低減量のうち、表－5 の解析条件を満たす平成 25 年 8 月 26 日～30 日を解析対象期間とした。

表－5　解析条件

項　　目	解　　析　　条　　件
遮熱性舗装	降雨後3日間、かつその後最高気温が30℃以上
保水性舗装	

表－6　大手町の気象庁データ

計測月日	降水量(mm)			気温(℃)			天気	
	合計	最大		平均	最高	最低	6:00-18:00	18:00-翌6:00
		1時間	10分間					
8/26	4.5	4.5	3.5	26.7	29.6	23.5	曇	大雨時々曇
8/27	35.5	23.5	7.5	25.4	30.5	20.3	晴	晴一時曇
8/28	－	－	－	27.8	33.2	23.2	晴	晴時々曇
8/29	－	－	－	28.3	32.6	25.0	晴時々曇	薄曇時々晴
8/30	－	－	－	31.4	36.8	27.5	薄曇	曇後晴



図－11　降雨後の路面温度低減量の解析結果

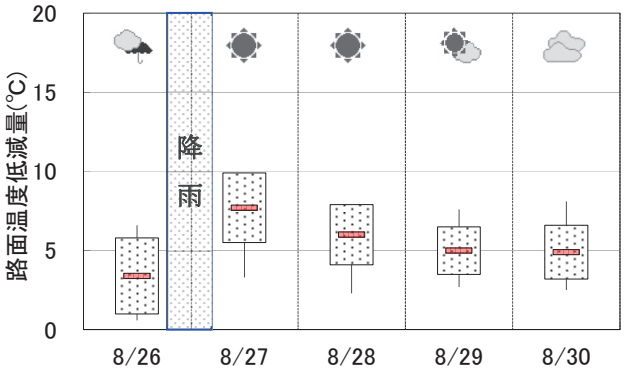
解析対象期間の大手町の気象庁データを表－6 に示す。この結果によれば、8 月 26 日から 27 日にかけて大雨となり、その後、天候が回復して気温が 30℃を超える真夏日が続いた。

1）遮熱性舗装

遮熱性舗装の降雨後の路面温度低減量の箱ひげグラフを図－11 に示す。

27 箇所の測定箇所における路面温度低減量の平均値は、降雨前で 3.4℃、降雨直後で 7.7℃、降雨 1 日後で 6.6℃、降雨 2 日後で 4.7℃、降雨 3 日後で 5.7℃となった。なお、8 月における 28 箇所の路面温度低減量の平均値は 5.0℃であり、遮熱性舗装は降雨後に路面温度低減量が上昇する傾向が見受けられる。

降雨後において路面温度低減量が上昇した要因としては、遮熱性舗装は降雨時に母体である低騒音舗装の空隙内に雨水が長時間滞留し、その後徐々に雨水が蒸発することによる温度低減効果が働いたことによる影響が考えられる。特に、比較舗装である密粒度舗装は表面排水等により短期に雨水が排水され路面が乾燥することから路面温度の差、つまり路面温度低減量が大きくなりやすいものと考えられる。



図－12　降雨後の路面温度低減量の解析結果

全体の傾向を見ても、降雨後のデータが路面温度低減量の最大値をとるケースが多いことから、上記の傾向は概ね正しいものと判断される。

2）保水性舗装

保水性舗装の降雨後の路面温度低減量の箱ひげグラフを図－12 に示す。

測定日ごとの全測定箇所における路面温度低減量の平均値より、降雨前で 3.4℃、降雨直後で 7.7℃、降雨 1 日後で 6.0℃、降雨 2 日後で 5.0℃、降雨 3 日後で 4.9℃となった。なお、8 月における 9 箇所の路面温度低減量の平均値は 3.8℃であり、雨水の保水による路面温度低減効果が十分に発揮されていると考えられる。

保水性舗装の効果継続日数は降雨後 3 日までとの報告があるが [2)]、降雨後から日が経つごとに路面温度低減量は小さくなっているものの、8 月の路面温度低減量の平均値より大きい結果であり、少なくとも 3 日までは効果が期待できると考えられる。

(4)　遮熱性舗装における路面温度と積算日射量の関係

平成 25 年度に調査を行った遮熱性舗装における日射量と路面温度の関係を解析するにあたり、表－4 に示す解析条件を満足する期間を大手町の気象庁統計データ（気象庁 HP）から選定した。

解析条件を満たす解析対象日を表－7 に、解析対象箇所および解析対象期間を表－8 に示す。

平成 25 年度調査では、日射計を S12 二重橋前・S15 江戸川橋・S31 四谷 1 ・S41 要町 1 の計 4 箇所設置し計測を行った。S12 二重橋前においてはデータ不良箇所

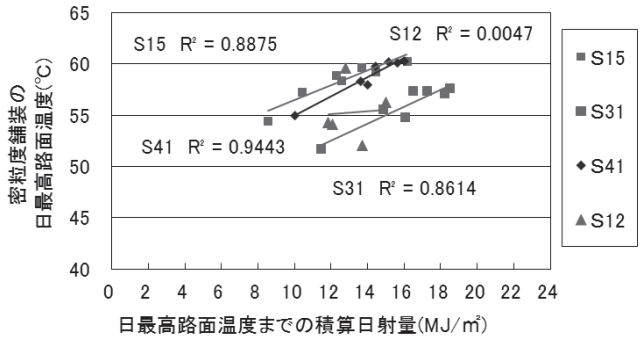
があり同一解析日において解析ができなかったことから、別途解析日を設けて解析を行った結果を示す。

表－7　大手町の気象庁データ

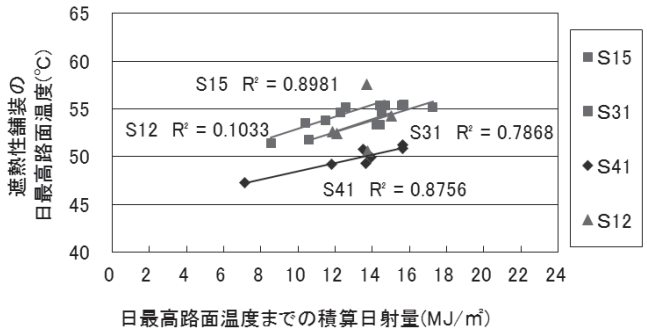
計測月日	気温(℃)			日照時間 (hr)	天候	
	平均	最高	最低		昼	夜
8月14日	30.2	34.3	27.3	8.5	晴一時曇	快晴
8月15日	30.0	34.9	26.5	10.3	晴	薄曇後晴
8月16日	29.7	33.0	27.6	8.9	晴後一時曇	薄曇一時晴
8月17日	29.6	32.9	27.3	10.1	薄曇	薄曇後晴
8月18日	29.6	33.3	27.5	10.8	晴	晴
8月19日	30.3	34.2	27.7	11.2	晴一時曇	快晴
8月20日	30.5	33.9	28.1	7.7	薄曇時々晴	曇
8月30日	31.4	36.8	27.5	10.2	薄曇	曇後晴
8月31日	30.8	35.3	27.8	7.9	晴	晴
9月1日	30.4	35.7	26.3	10.6	晴後一時曇	曇時々晴
9月2日	29.0	33.1	25.8	5.5	晴時々曇	晴後一時曇
9月3日	29.6	33.7	27.3	8.2	晴一時曇	晴後雨

表－8　解析対象箇所および解析対象期間

調査対象箇所	舗装種別	解析対象期間
S15　江戸川橋	遮熱性舗装	8月14日
S31　四谷1		～
S41　要町1		8月20日
S12　二重橋前	遮熱性舗装	8月30日～9月3日



図－13　日最高路面温度と日最高路面温度までの積算日射量の関係【密粒度舗装】



図－14　日最高路面温度と日最高路面温度までの積算日射量の関係【遮熱性舗装】

1）日最高路面温度と積算日射量の関係

密粒度舗装の日最高路面温度と密粒舗装が日最高路面温度に到達するまでの積算日射量との関係を図－13に、遮熱性舗装の日最高路面温度と遮熱性舗装が日最高路面温度に到達するまでの積算日射量との関係を図－14に示す。ここでの積算日射量は0時から日最高路面温度に到達するまでの時刻までの全天日射量を積算したものである。

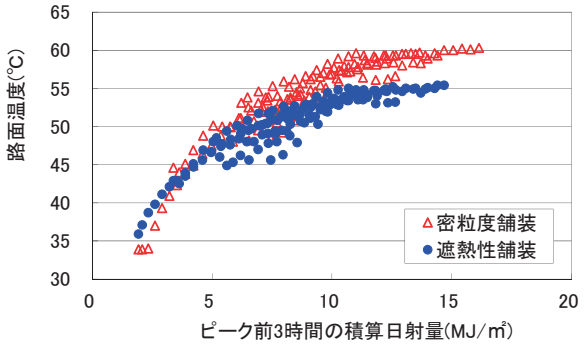
密粒度舗装、遮熱性舗装の日最高路面温度と日最高路面温度までの積算日射量の関係は、S15 江戸川橋、S31 四谷1、S41 要町1については、密粒度舗装および遮熱性舗装ともに決定係数 R^2 が 0.7868～0.9443 と高い相関関係となり、積算日射量の増加に伴い、日最高路面温度も上昇する傾向が見られた。

また、S12 二重橋前においては密粒度舗装および遮熱性舗装ともに決定係数 0.0047～0.1033 と相関関係は見られなかった。この要因としては、S12 二重橋前の周辺が緑地帯であり、皇居周辺のお濠が近くにあることから、風等の影響を受けて路面温度が上がりにくい状況となっていることが予想される。このことが、S12 二重橋前において積算日射量と日最高路面温度の相関が低くなった要因の一つであると考えられる。

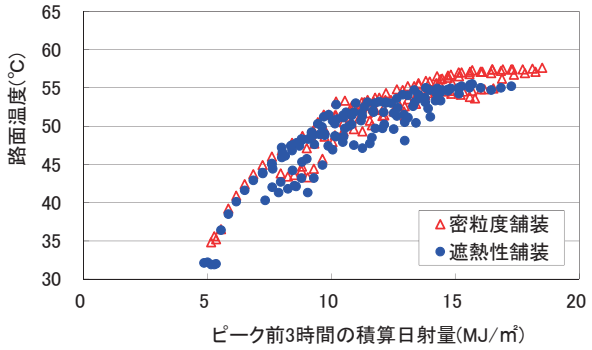
2）　ピーク前 3 時間の積算日射量と路面温度との関係

日最高路面温度に達するまでの 3 時間（以降、ピーク前 3 時間）における積算日射量と路面温度との関係を図－15～18 に示す。

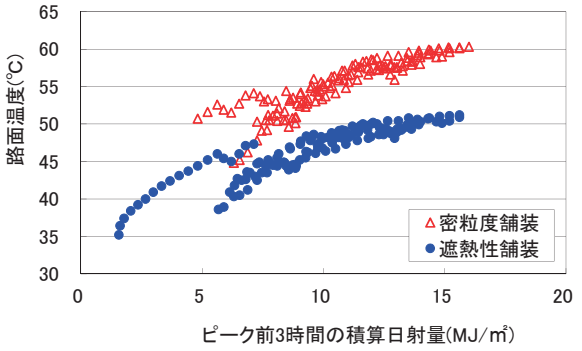
図－15～18 から、調査箇所 4 箇所ともに、ピーク前 3 時間の積算日射量の増加に伴い路面温度は上昇する傾向が見られた。



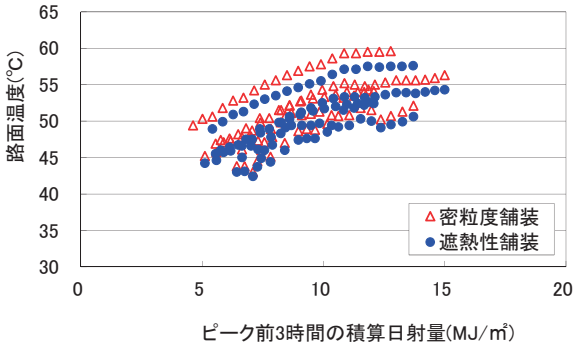
図－15　ピーク前 3 時間の積算日射量と路面温度との関係【S15 江戸川橋】



図－16　ピーク前３時間の積算日射量と路面温度との関係【S31 四谷１】



図－17　ピーク前３時間の積算日射量と路面温度との関係【S41 要町１】



図－18　ピーク前３時間の積算日射量と路面温度との関係【S12 二重橋前】

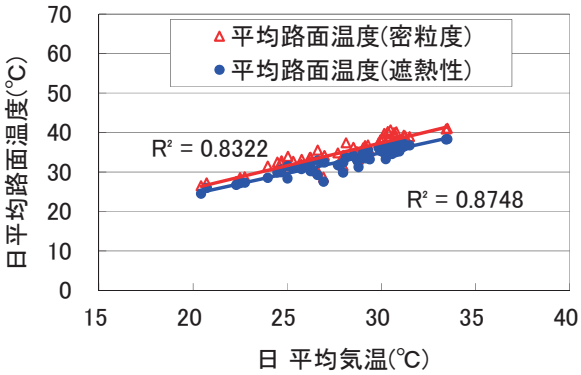
特に、路面温度と積算日射量の関係は線形の関係ではなく、曲線的な関係を示している。路面温度が比較的低いときは単位日射量あたりの路面温度の上昇率が大きく、路面温度がピークの値に近づくと路面温度の上昇はわずかとなる結果となった。

(6) 遮熱性舗装の路面温度と大気温の関係

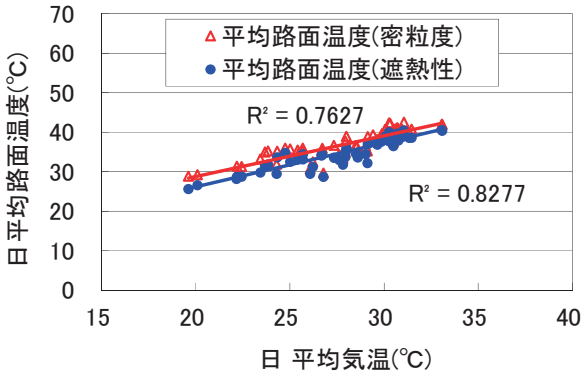
遮熱性舗装の測定結果を基に、路面温度と大気温の関係を検証した。

解析対象箇所は、「真夏日における路面温度低減量の解析」で 10℃以上の効果が得られた 6 箇所とした。なお、解析日は平成 25 年度調査箇所における降雨日及び降雨日 1 日後を除く 7 月の計測開始日～9 月 30 日の全データ（24 時間）を対象とした。

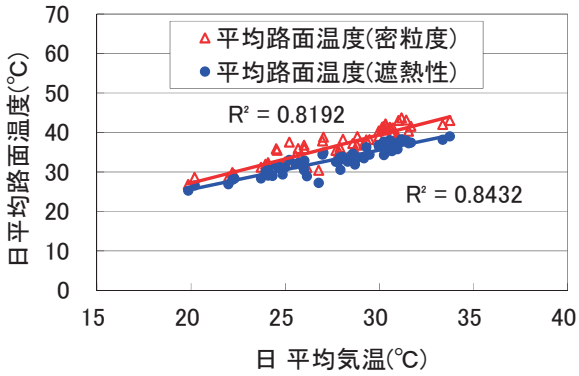
日平均路面温度と日平均気温の関係と線形回帰式を図－19～図－24 に示す。



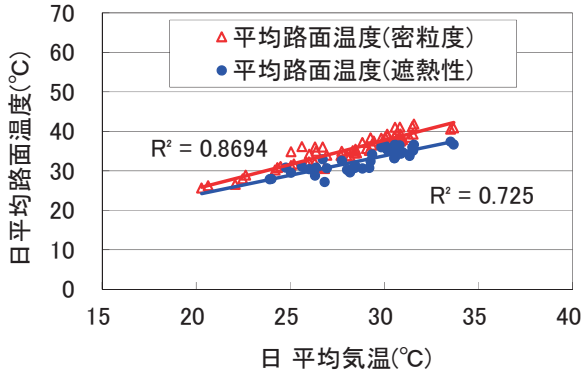
図－19　日平均路面温度と日平均気温の関係【S4 有楽町一丁目】



図－20　日平均路面温度と日平均気温の関係【S9 北品川】

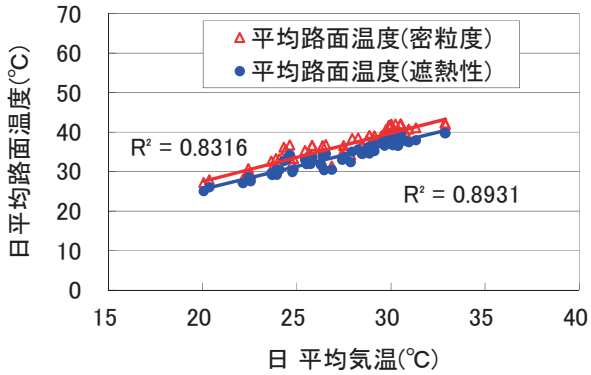


図－21　日平均路面温度と日平均気温の関係【S14 鶴巻町】



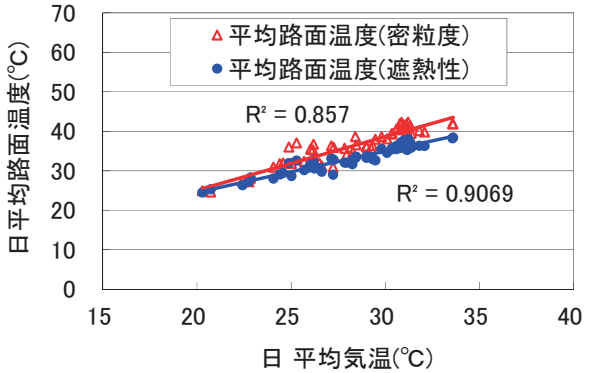
図－22　日平均路面温度と日平均気温の関係

【S23 渋谷橋】



図－23　日平均路面温度と日平均気温の関係

【S27 芝公園２】



図－24　日平均路面温度と日平均気温の関係

【S37 高輪２】

遮熱性舗装の日平均路面温度と日平均気温の関係は、気温が上昇するとともに路面温度も上昇する傾向にあり、6 測定箇所における各種舗装の全てにおいて決定係数 0.7 以上と高い相関関係が見られた。

6 測定箇所の内、S9 北品川を除く 5 箇所については、気温の上昇に伴う路面温度の上昇の傾きを比較すると、遮熱性舗装よりも密粒度舗装の方が、傾きが大きい傾向にあり、気温が高くなると路面温度低減量が大きくなる傾向にあった。

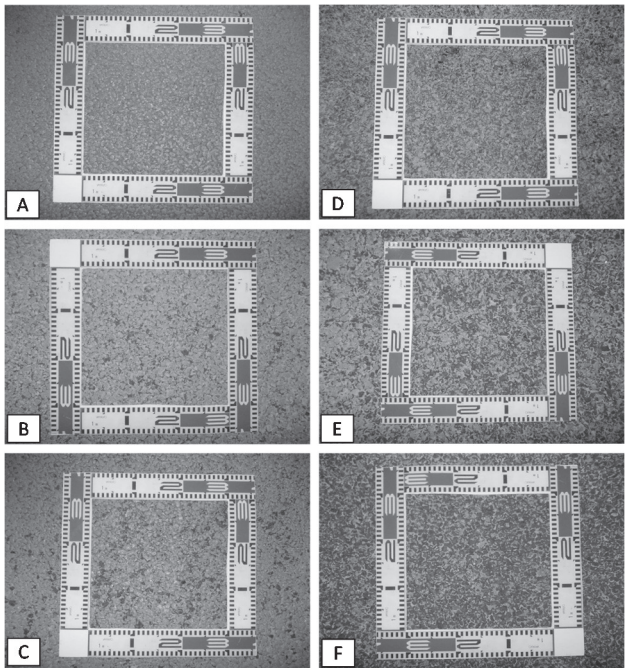
(7) 路面温度低減量と遮熱性舗装のはがれの関係

表－9 および写真－5 を参考に、遮熱性舗装表面の遮熱材のはがれ率をＡ～Ｆにランク分けし、はがれ率評価ごとの路面温度低減量平均値の比較と、経年に伴う路面温度低減量の低下とはがれ率評価の関係の 2 点にについて検討を行った。

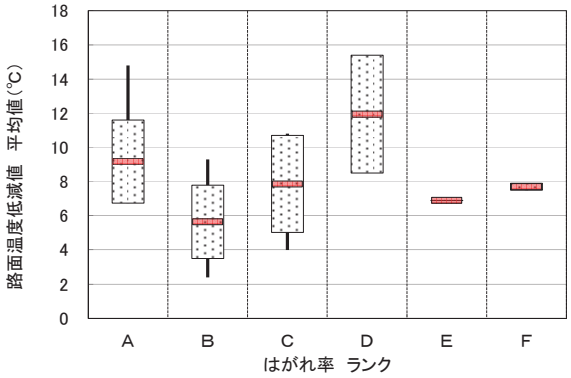
はがれ率評価ごとの路面温度低減量の平均値を算出しグラフ化したものを図―25 に示す。

表－9　はがれ率のランク

A	0%
B	1%以上　10%未満
C	10%以上　20%未満
D	20%以上　30%未満
E	30%以上　50%未満
F	50%以上



写真－5　はがれ率のランク分けの目安



図－25　はがれ率評価ごとの路面温度低減量平均値

図－25 に示すように、本年度のはがれ率評価結果による各測定箇所の路面温度低減量を各評価ごとの平均値で比較すると、はがれ率評価 A（9.2℃）、B（6.2℃）、C（7.9℃）、D（12.0℃）、E（6.9℃）、F（7.7℃）となった。通常であれば、はがれ率評価が A から F になるに伴い路面温度低減量は低下する傾向が考えられるが、本年度の結果では、はがれ率評価 A よりも D のほうが、路面温度低減量が大きい結果となり明確な傾向は認められなかった。しかし、グラフからもわかるように、はがれ率が大きくなっても一定の路面温度低減効果は持続するものと考えられる。

5. あとがき

遮熱性舗装および保水性舗装の路面温度低減性能については、本文で記述したとおり一定の性能は持続している結果となった。ただし、その性能の向上のため、引き続き調査を実施していく必要がある。

最後に、調査に当たりご協力いただいた道路管理部保全課、各建設事務所の関係各位に紙面を借りて感謝の意を表します。

参 考 文 献

1）上野慎一郎、峰岸順一（2011）：遮熱性舗装供用後の性能に関する追跡調査、平 23. 土木技術支援・人材育成センター年報、45－52

2）峰岸順一、小林一雄、竹田敏憲（2004）：保水性舗装の路面温度低減機能の持続性と路面性状、平 16. 都土木技研年報、75－86