

平成 30 年度
公園西駅周辺地区環境配慮効果測定調査業務委託
調査結果報告書

平成 30 年 11 月

長 久 手 市

目 次

1	業務概要	1
1-1	業務目的	1
1-2	業務概要	1
1-3	業務内容	1
1-4	遮熱性舗装について	2
	(1) 遮熱性舗装とは	2
	(2) 調査対象の舗装について	3
2	調査内容	4
2-1	調査項目及び調査条件	4
2-2	調査位置	5
2-3	調査実施日	10
2-4	各種測定内容と使用測定機器	10
	(1) 温度測定	10
	(2) 日射量測定	11
	(3) 風速測定	13
	(4) 暑さ指数(WGBT)測定	13
3	調査結果	15
3-1	舗装の違いによる変化	15
	(1) 路面温度	15
	(2) 日射量	17
	(3) 気温、暑さ指数(WGBT)	19
3-2	測定高さの違いによる変化	21
	(1) 気温、暑さ指数(WGBT)、湿度	21
4	考察及び今後の調査提案	23
4-1	調査結果一覧	23
4-2	遮熱性舗装の効果検証	23
4-3	考察及び今後の調査提案	24
	(1) 文献調査及び考察	24

※資料

資料1：遮熱性舗装の製品資料

資料2：調査箇所別測定結果

資料3：遮熱性舗装の効果検証に関する調査・研究事例

1 業務概要

1-1 業務目的

本調査は、「名古屋都市計画事業公園西駅周辺土地地区画整理事業」地内で整備された道路等の、遮熱性舗装（車道）及び遮熱保水性平板ブロック舗装（歩道）の施工効果を測定し、その結果から環境配慮施策の定量的な検証を行うことを目的とする。

1-2 業務概要

業務名 平成30年度公園西駅周辺地区環境配慮効果測定調査業務委託
業務場所 長久手市 神門前地内外
工期 自：平成30年6月7日 至：平成30年11月26日
発注者 長久手市 建設部 区画整理課
受注者 昭和株式会社 名古屋支社

1-3 業務内容

(1) 計測業務

歩道部（2地点）及び車道部（1地点）において、各地点2箇所を選定し、一般舗装部と遮熱性舗装の比較を行う。

- ・温度測定
- ・日射量測定
- ・風速測定
- ・暑さ指数（WBGT）測定

各種調査項目及び調査条件（当初計画）については、以下の表にまとめる。

内容		歩 道 部				車 道 部			
項目	測定位置	実施	計測機材等	計測頻度	機材台数	実施	計測機材等	計測頻度	機材台数
調査項目	温度測定	舗装面	◎ 赤外線サーモグラフィ	60 分毎	1	◎ 赤外線サーモグラフィ		30 分毎	1
		舗装より50cm程度上方	◎ WBGT計測器	60 分毎	2	— 計測しない		—	—
		舗装より100cm程度上方	◎ WBGT計測器	60 分毎	2	— 計測しない		—	—
	日射量	舗装より100cm程度上方	◎ アルベドメーター	60 分毎	2	◎ アルベドメーター		30 分毎	2
	全天反射率	舗装より100cm程度上方	◎ アルベドメーター	60 分毎	2	◎ アルベドメーター		30 分毎	2
	風向、風速測定	風向	— 計測しない	—	—	— 計測しない		—	—
		風速	◎ 風速計	60 分毎	1	◎ 風速計		30 分毎	1
	暑さ指数（WBGT）測定	—	◎ WBGT計測器 湿度（湿球温度）、気温（乾球温度）、輻射熱（グローブ温度）	60 分毎	—	—		—	—
調査時期及び条件	時 期	夏季（7月～8月）				夏季（7月～8月）			
	時 間	AM7:00～PM7:00				AM7:00～PM7:00			
	日 数	1 日間				1 日間			
	箇 所	【地区北側1地点、南側1地点】 1地点2箇所：歩道部の一般舗装部と遮熱性保水性舗装施工箇所の比較（上記の2箇所が隣り合っている箇所を選ぶ）				【地区北側1地点】 1地点2箇所：車道部の一般舗装部と遮熱性舗装施工箇所の比較（上記の2箇所が隣り合っている箇所を選ぶ）			
	検証項目	一般部舗装と施工箇所において ①温度測定（路面、路面から50cm、100cm上方の3点） ②WBGT指数測定（路面から50cm、100cm上方の2点） ③アルベド値（路面から1.0m程度上方） ④参考値として風速				一般部舗装と施工箇所において ①温度測定（路面のみ） ②アルベド値（路面から1.0m程度上方） ③参考値として風速			

(2) 検証報告

調査結果を整理し、遮熱性舗装における温度の低減効果を検証する。

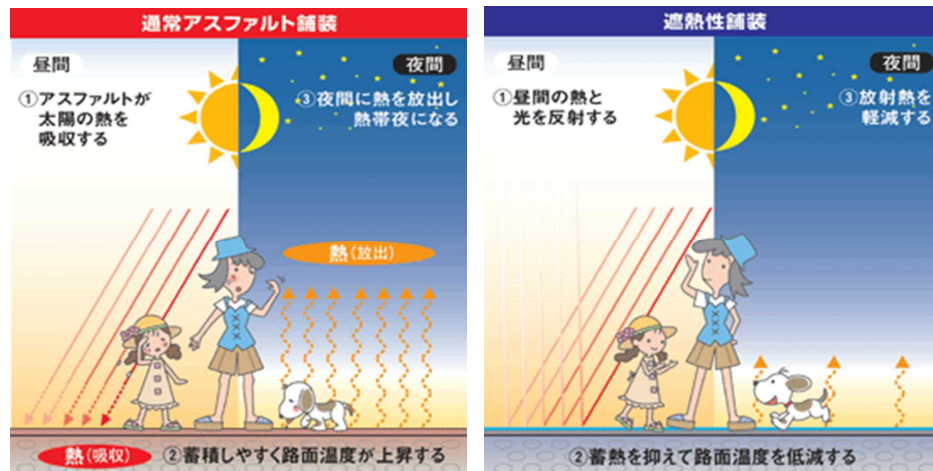
1-4 遮熱性舗装について

(1) 遮熱性舗装とは

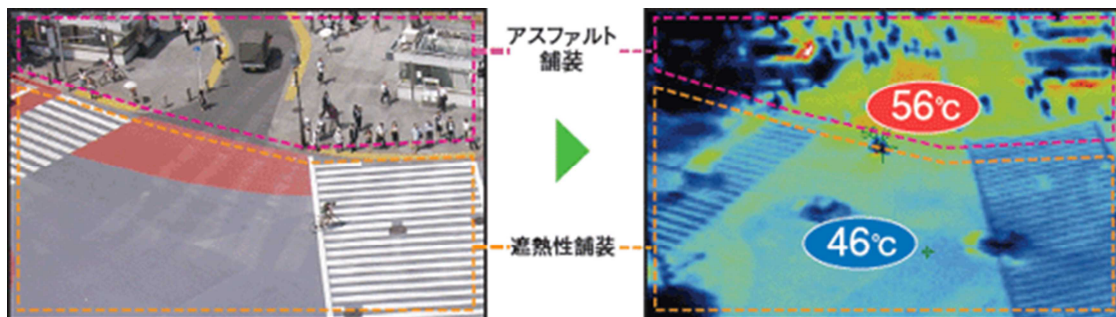
遮熱性舗装とは、日射エネルギー量の約半分を占める近赤外線を高反射して、舗装路面の温度上昇を抑制する舗装である。

一般の舗装よりも表面温度の上昇を抑制できるため、歩行者空間や沿道の熱環境の改善、ヒートアイランド現象の緩和が期待されている。

・遮熱性舗装による熱環境の改善効果(路面温度上昇抑制舗装研究会 HP より)

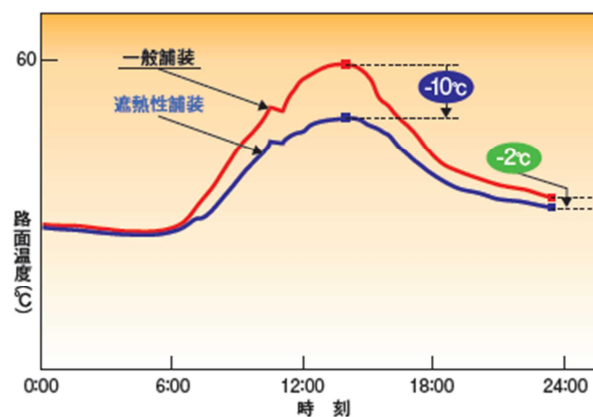


・赤外線カメラによるサーモグラフィ画像(路面温度上昇抑制舗装研究会 HP より)



・遮熱性舗装の機能(路面温度上昇抑制舗装研究会 HP より)

路面温度測定例から、一般の舗装に比べて遮熱性舗装のほうが、路面温度が低いことが分かる。



・遮熱性舗装の特徴(路面温度上昇抑制舗装研究会 HP より)

①高温化・蓄熱の低減

太陽光の熱の吸収を抑制して路面温度を低減し、舗装体への蓄熱量を低減する。

②道路環境・熱帯夜の改善

路面温度の上昇を抑制して、夏期の道路の熱環境（歩行環境を含む）の改善および熱帯夜の解消が期待できる。

③低騒音・排水機能と温度抑制機能を両立

ポーラスアスファルト舗装に適用した場合、舗装が本来持つ機能（透水性や低騒音性等）を活かしつつ、路面温度の上昇抑制機能を付加できる。

④維持管理が容易

舗装表面の遮熱材料が日射の熱吸収を防ぐため、路面温度上昇抑制効果を発揮させるための維持管理が容易である。

⑤舗装の耐久性向上

路面温度が低くなることにより耐流動性などの舗装の耐久性向上が期待できる。

⑥様々な色の設定が可能

遮熱材料を選定することにより、通常のアスファルト舗装に近似した濃灰色や、コンクリート舗装の灰色、その他視認性や景観などのニーズに応じたカラー化が可能である。

(2) 調査対象の舗装について

本調査の対象となる遮熱性舗装は、公園西駅付近の車道に整備されている「遮熱性舗装」と、歩道に整備されている「遮熱保水性平板ブロック舗装」の2種類の遮熱性舗装が対象となる。各舗装の特徴を以下にまとめる。

・遮熱性舗装（車道部）

遮熱性舗装は、新設・既設を問わず、一般舗装に遮熱性材料を塗ることで適用可能である。

塗布工法に用いる遮熱性材料には、一般的な【2液硬化型樹脂系】と、主に歩行者系舗装を対象にした【エマルジョン型樹脂系】がある。

本調査対象の車道部に行われている工法は、【2液硬化型樹脂散布工法】にて整備されたものである。

(遮熱性舗装工法に関する資料は、「資料1：遮熱性舗装の製品資料」を参照)

・遮熱保水性平板ブロック舗装（歩道部）

保水性舗装は、舗装内に保水された水分が蒸発し、気化潜熱を奪うことにより、路面温度の上昇抑制を行う舗装である。

本調査対象の歩道部は、遮熱保水性ブロックにて整備されたものである。

(遮熱性材料に関する資料は、「資料1：遮熱性舗装の製品資料」を参照)

2 調査内容

2-1 調査項目及び調査条件

効果検証の精度をより高めるため、当初予定よりも調査項目及び調査条件を細かく設定し、測定を実施した。

実際に行った調査項目及び調査条件を以下の表にまとめる。

調査項目	測定位置	計測頻度
温度測定	舗装（地表）面、地表面から50cm、100cm、150cm上方の4点	30分毎 (歩道部、車道部)
日射量測定	地表面から100cm程度上方	
風速測定	地表面から150cm程度上方（参考値として取得）	
暑さ指数測定	地表面から50cm、100cm、150cm上方の3点	

調査条件	歩 道	車 道
調査時期	夏季(7月～8月)	夏季(7月～8月)
時間	AM7:00～PM7:00	AM7:00～PM7:00
調査日数	2日間(1地点/1日)	1日間(1地点/1日)
調査箇所	【地区北側1地点、南側1地点】 1地点2か所：歩道部の一般舗装部と遮熱舗装部の比較 (一般舗装部と遮熱舗装部の境界地点を選定)	【地区北側1地点】 1地点2か所：車道部の一般舗装部と遮熱舗装部の比較 (一般舗装部と遮熱舗装部の境界地点を選定)

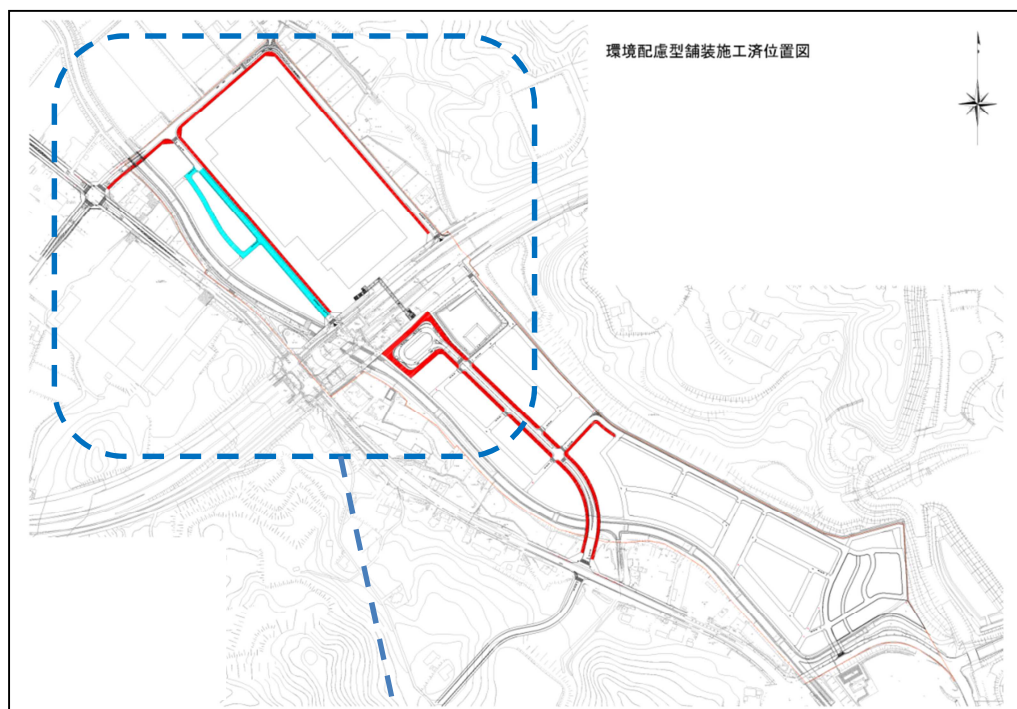
具体的には以下の内容が、当初予定の調査項目及び調査条件に追加、変更された点である。

- ・歩道部の全測定において、測定間隔を 60 分毎から 30 分毎に変更した。
- ・歩道部の温度測定において、舗装より 150 cm程度上方の測定を追加した。
- ・車道部の温度測定において、歩道部と同条件の測定を実施した。
- ・車道部の暑さ指数測定（WBGT）測定において、歩道部と同条件の測定を実施した。

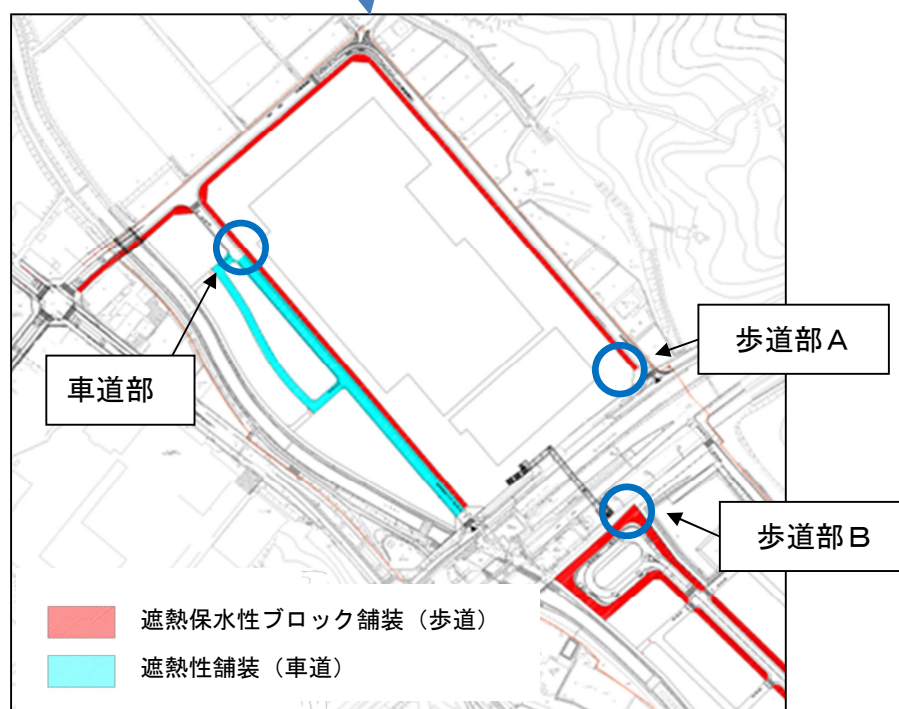
2-2 調査位置

調査位置は、遮熱舗装と一般舗装の境目にあたる箇所を、歩道部及び車道部それぞれ選定し、監督員と協議・決定した。具体的な調査位置について、以下にまとめる。

【環境配慮型舗装施行済位置図】

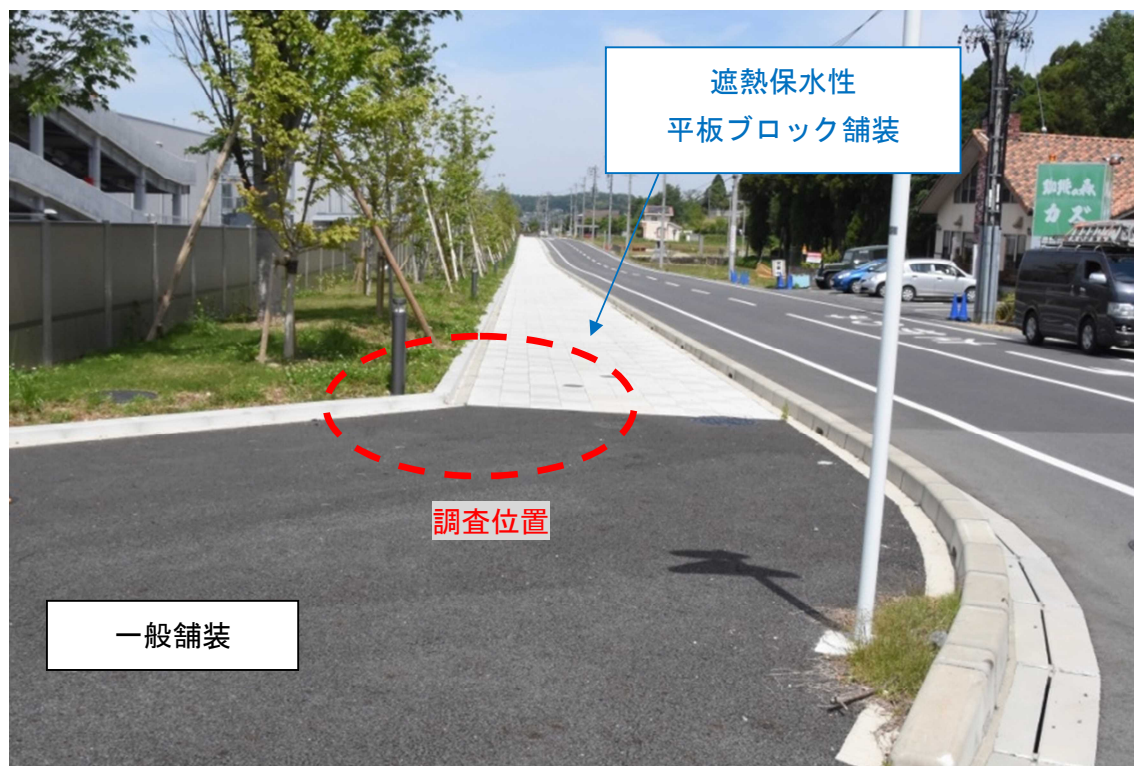


【調査位置図】



【現地写真】

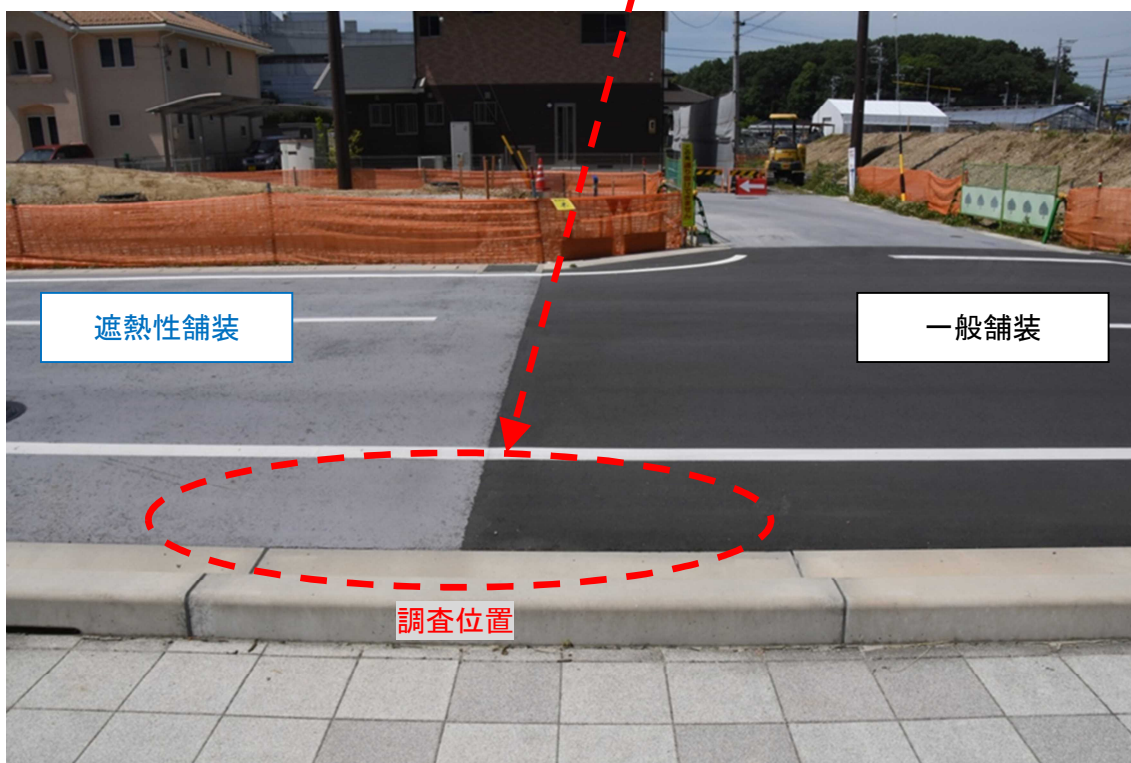
・ 歩道部 A



・ 歩道部 B

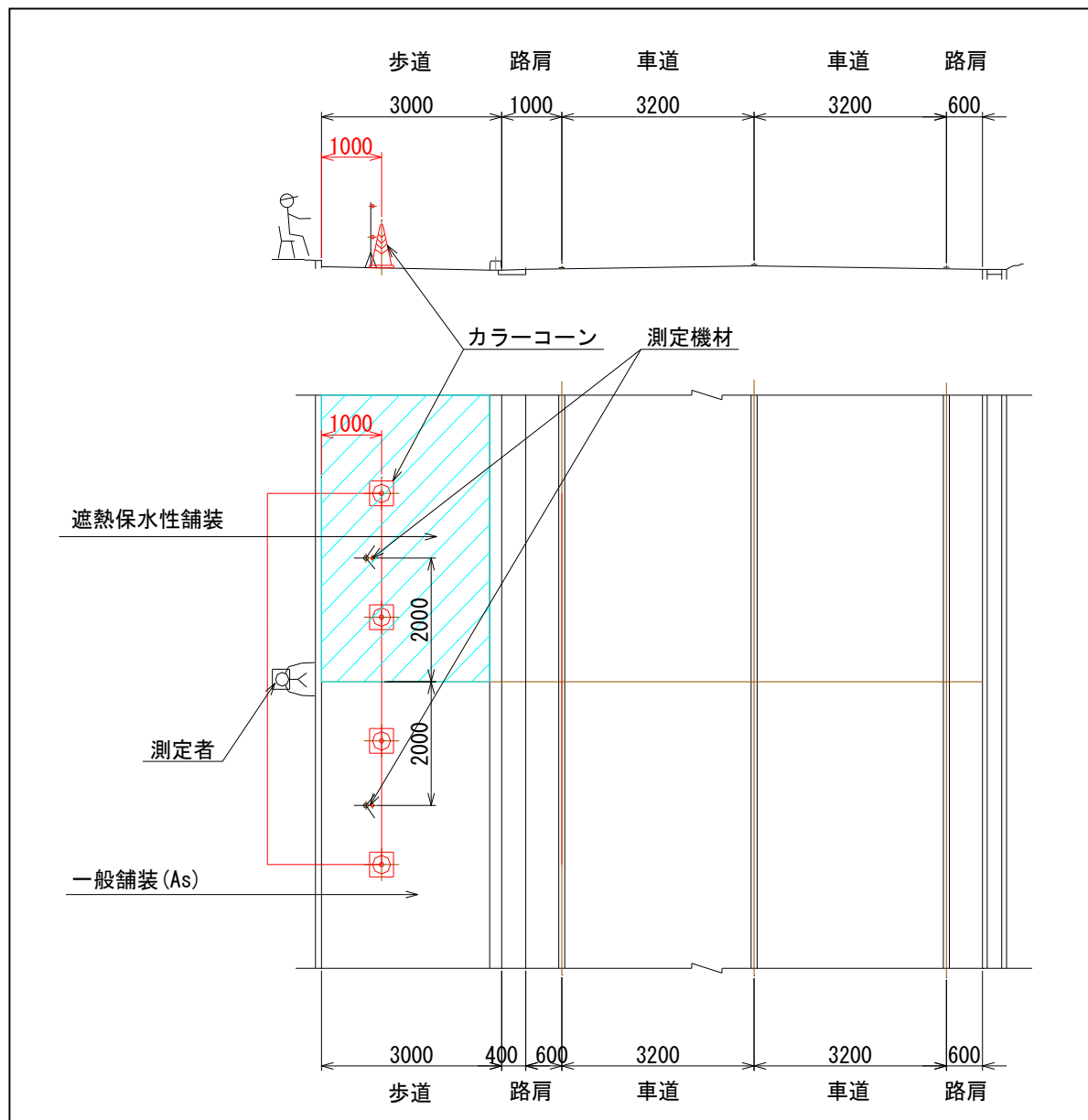


・車道部

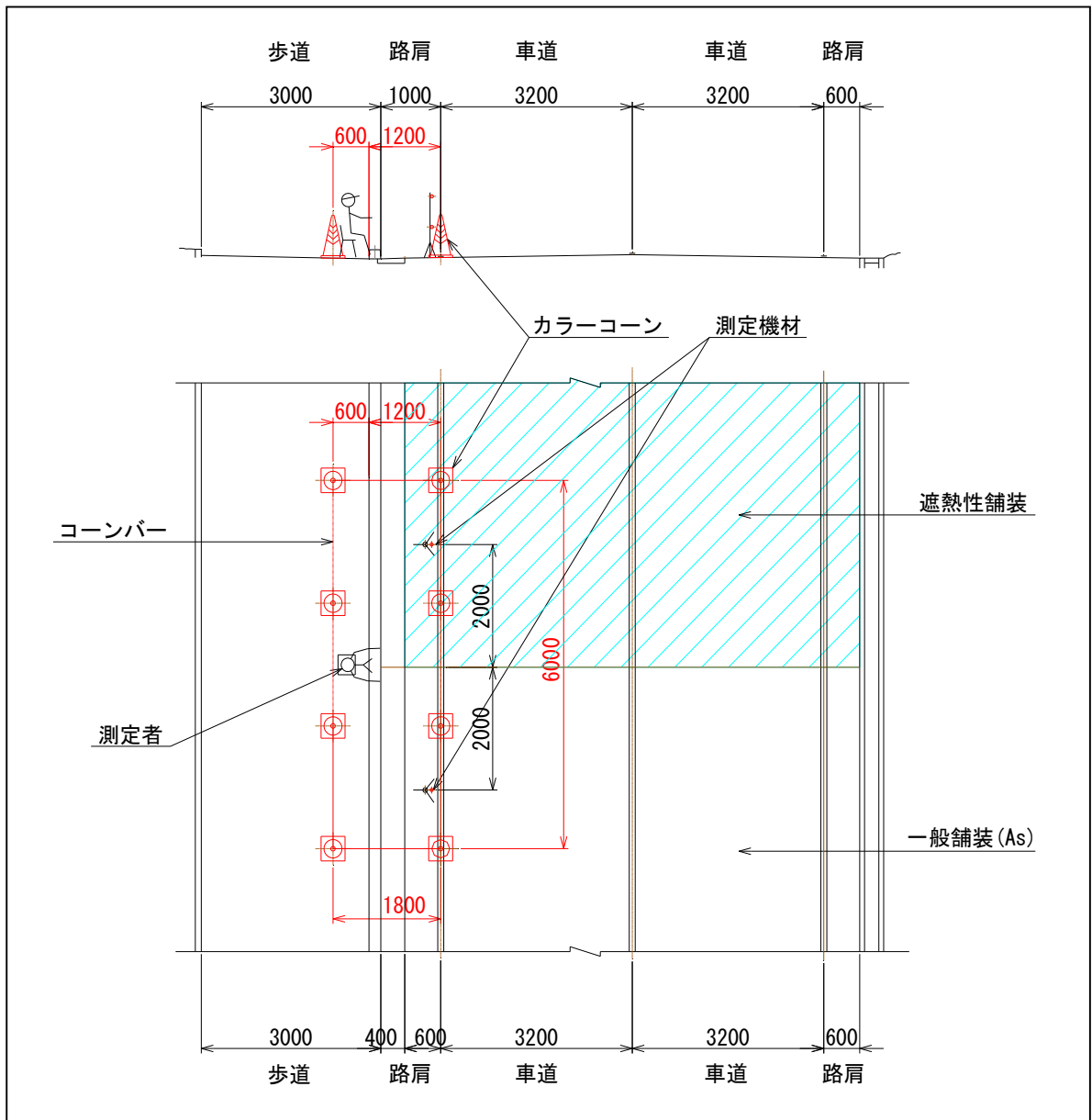


【測定機材の配置と測定要領】

・歩道部



・ 車道部



2-3 調査実施日

調査実施日は、夏季（7月～8月）の中で、歩道部及び車道部について、調査期間をそれぞれ10日間程度設け、天候が良い日を選定し、測定を行った。

実際に行った調査実施日・調査時間、天候、気温を以下の表にまとめる。

調査箇所	設定した調査期間	調査実施日・調査時間	天候	気温（℃）
歩道部A	平成30年7月17日～7月27日の期間で2日間の調査を実施予定	平成30年7月17日 7:00～19:00	晴れ時々曇り	最低気温：29.9℃ 最高気温：36.5℃
歩道部B		平成30年7月18日 7:00～19:00	晴れ	最低気温：29.2℃ 最高気温：39.5℃
車道部	平成30年8月6日～8月17日の期間で1日間の調査を実施予定	平成30年8月6日 7:00～19:00	晴れ	最低気温：28.7℃ 最高気温：38.9℃

2-4 各種測定内容と使用測定機器

（1）温度測定

・舗装面温度測定

舗装面温度を、「赤外線サーモグラフィ」を使用して測定した。

赤外線サーモグラフィを地表との交角が60°以上になるように設定し、測定を行った。



型 番	TVS-500EX
測定温度範囲	－40～500℃ ～2,000℃（高温フィルタ使用時*オプション）
最小温度分解能	0.05℃以下（S/N改善時）
温度精度	対象物100℃未満±2℃、対象物100℃以上±2%（温度範囲－20～300℃まで）
フレームタイム	1/60秒
検出素子	2次元非冷却マイクロボロメータ（320H×240V素子）
測定波長	8～14μm
測定視野角	19.4°（H）×14.6°（V）（標準レンズ22mm使用時）
空間分解能	1.07mrad
測定距離	30cm～∞
有効表示画素数	320（H）×240（V）
熱画像表示	3.5インチ半透過型カラー液晶モニター 上下反転機能あり
可視カメラ	640×480 CMOSセンサ

赤外線サーモグラフィ（TVS-500EX）仕様

・外気温度測定

外気温度を、「デジタル熱中症指数モニタ」を使用して測定した。

舗装（地表）面から 50cm、100cm、150 cm の 3 か所の位置に固定して測定を行った。



**熱中症予防対策／
労働環境等の安全管理に**

- 熱中症指数WBGT値のアラーム設定が可能
- 1台で熱中症指数(IN/OUT)・黒球温度・気温・相対湿度・露点の6項目の測定が可能です
- 使用環境に合わせて屋内/屋外モードの選択が可能です
- 測定に便利な三脚の取り付けが可能です
- MAX / MIN値表示・データホールド機能付き
- オートパワーオフ機能付き
- バックライト付き

TM-188D 標準付属品

TM-188D 標準付属品

	測定範囲	分解能	精度
WBGT(IN)	0~59.0℃	0.1℃	±1.0℃
WBGT(OUT)	0~56.0℃	0.1℃	±1.5℃
気 温	0~50.0℃	0.1℃	±0.8℃
黒 球 温 度	0~80.0℃	0.1℃	±0.6℃
湿 球 温 度	-21.6~50.0℃	0.1℃	
露 点	-35.3~48.9℃	0.1℃	
相 対 湿 度	1~99%RH	0.1%RH	±3.0%RH(20~80%RH)それ以外は±5.0%RH
サンプリング	約1秒/回		
使 用 環 境	0~50℃ 95%RH以下(ただし結露のないこと)		
保 存 環 境	-10~50℃ 70%RH以下(ただし結露のないこと)		
電 源	006P(9V)×1またはDC9Vアダプタ 電池寿命:連続使用で約200時間		
サ イ ズ	70(W)×300(H)×50(D)mm 約270g 黒球サイズ:Φ50mm		
付 属 品	専用ソフトウェア(TM-188D)・PC接続用USBケーブル(TM-188D) ACアダプタ(TM-188D)・ハードケース・電池(お試し電池)・取扱説明書		

デジタル熱中症指数モニタ (TM-188D) 仕様

(2) 日射量測定

全天空からの「全天日射量」と舗装から反射する「反射日射量」を、「アルベドメーター」を使用して測定した。

舗装（地表）面から高さ 100 cmの位置に固定して測定を行った。

このアルベドメーターは地表面上の全天日射量と反射日射量から**地面の反射率(アルベド)**を測定するセンサーです。受感部は熱電堆を使用しているため、高精度、高信頼性、高感度です。CPR-PCM-03 が上下に付いています。センサー部は全天日射計2台で構成され上部日射計は全天日射量を測定し、下部(下向き)日射計は地表面からの反射日射量を測定します。



仕 様

波長範囲	310~2800nm
感 度	5~15mV/(kW/m ²)
オフショ	(7mVシャット抵抗)
内部抵抗	80~100Ω
応答速度	約 18sec(95%)
精 度	非直線性約±2.5%
	傾斜特性約±2%
	ガラスドーム付き
経年変化	<±1%
W M O	Class2
出 カ	上・下別出力
ケーブル	10m
重 量	約1kg
アム長さ	1m

アルベドメーター (CPR-PCM-03) 仕様

【「日射量」に関する補足説明】

・日射量の測定

日射量の測定は、単位面積が単位時間に太陽から受ける放射エネルギーの量で測定する。つまり、放射照度（物体へ時間あたりに照射される、面積あたりの放射エネルギーを表す物理量）を測定しており、単位はキロワット毎平方メートル(kW/m^2)または、ワット毎平方メートル(W/m^2)がよく用いられる。

・直達日射量

理想的には、全天空の内、太陽の光球の範囲のみからの日射量を測定したものが、「直達日射量」である。いわゆる「直射日光」を測定したものである。実際の測定においては、筒状の形状をした直達日射計を、赤道儀あるいは自動式の太陽追尾装置に搭載し、常に直達日射計を太陽の方向へ向け続けて測定する。つまり、直達日射計の開口角で限定される範囲から受ける日射量を直達日射量として取り扱う。

こうした測定方法のため、直達日射量は太陽光線の入射方向と常に直交する平面で受けた放射照度として測定・記録されるのが通例であり、水平面で測定・記録する散乱日射量や全天日射量とは異なるので注意が必要である。

・散乱日射量

空を見ると、太陽の存在する方向以外からも、時には青空からの青い光が、時には曇り空からの白い光が降り注いでいる。これらは大気分子や雲粒で散乱された光が観測点へ届いているもので、これを「散乱日射」と呼ぶ。全天空のうち、このような太陽の光球以外の範囲からの日射量を測定したものが、「散乱日射量」である。

実際の測定においては、自動式の太陽追尾装置等によって太陽の光球の方向に遮蔽用の円盤をかざして直達日射を遮りながら、残りの天空からの日射量（つまり散乱日射量）を、全天日射計によって測定する。この全天日射計は水平に設置されるため、散乱日射量は水平面で受けた放射照度として測定・記録されるのが通例である。

・全天日射量

全天空からの日射量を測定したものが、「全天日射量」である。「直達日射量」（水平面での値に換算したもの）と、「散乱日射量」の和に等しい。実際の測定においては、全天日射計を水平に設置して測定するのが普通である。このため、全天日射量は水平面で受けた放射照度として測定・記録されるのが通例である。

・反射日射量

直達日射や散乱日射とは別に、反射された日射を測定することがある。雲からの「反射日射」、建造物や地表などからの「反射日射」がある。全天日射量と反射日射量から、物体表面の反射率（アルベド）を求めることができる。

(3) 風速測定

風速を、「風速計」を使用して測定した。

路面温度や気温に対する風の影響を把握するために、風速を参考として測定を行った。



機能	測定レンジ	分解能	精度
風速	0.4～30.0m/s	0.1m/s	±3%F.S
	1.4～90.0km/h	0.1km/h	
温度	0～50℃	0.1℃	±1.2℃
湿度	10～95%RH	0.1%RH	±4%RH
照度	0～2200Lux	1Lux	±5%+8dgt
	1800～20000Lux	10Lux	
その他	MAX/MINホールド		
電源	006P(9V)×1		
寸法・重量	60(W)×156(H)×33(D)mm 約160g		
付属品	携帯ケース・取説		

風速計 (LM-8000) 仕様

(4) 暑さ指数 (WBGT) 測定

暑さ指数 (WBGT 指数) を、「デジタル熱中症指数モニタ(外気温度測定と同様の機材)」を使用して測定した。

舗装 (地表) 面から 50cm、100cm、150 cm の 3 か所の位置に固定して測定を行った。

TM-188D 標準付属品

TM-188 標準付属品

**熱中症予防対策／
労働環境等の安全管理に**

- 熱中症指数WBGT値のアラーム設定が可能
- 1台で熱中症指数(IN/OUT)・黒球温度・気温・相対湿度・露点の6項目の測定が可能です
- 使用環境に合わせて屋内/屋外モードの選択が可能です
- 測定に便利な三脚の取り付けが可能です
- MAX/MIN値表示・データホールド機能付き
- オートパワーオフ機能付き
- バックライト付き

	測定範囲	分解能	精度
WBGT(IN)	0~59.0℃	0.1℃	±1.0℃
WBGT(OUT)	0~56.0℃	0.1℃	±1.5℃
気温	0~50.0℃	0.1℃	±0.8℃
黒球温度	0~80.0℃	0.1℃	±0.6℃
湿球温度	-21.6~50.0℃	0.1℃	
露点	-35.3~48.9℃	0.1℃	
相対湿度	1~99%RH	0.1%RH	±3.0%RH(20~80%RH)それ以外は±5.0%RH
サンプリング	約1秒/回		
使用環境	0~50℃ 95%RH以下(ただし結露のないこと)		
保存環境	-10~50℃ 70%RH以下(ただし結露のないこと)		
電源	006P(9V)×1またはDC9Vアダプタ 電池寿命:連続使用で約200時間		
サイズ	70(W)×300(H)×50(D)mm 約270g 黒球サイズ:φ50mm		
付属品	専用ソフトウェア(TM-188D)・PC接続用USBケーブル(TM-188D)・ACアダプタ(TM-188D)・ハードケース・電池(お試し電池)・取扱説明書		

デジタル熱中症指数モニタ (TM-188D) 仕様

【「暑さ指数（WBGT）」に関する補足説明】

・暑さ指数（WBGT：Wet Bulb Globe Temperature）とは

熱中症を予防することを目的として、1954年にアメリカで提案された指標で、世界中で広く活用されている。単位は摂氏（℃）。

熱中症の発症は、気温、湿度、風、日差しなどが関係し、例えば気温が25℃～30℃くらいでも湿度が極端に高い場合に発症することもある。

暑さ指数は気温、湿度、日射・輻射熱の3要素を取り入れ、「蒸し暑さ」を1つの単位で総合的に表している。人体と外気との熱収支（熱の出入り）に着目し、人が受ける暑熱環境による熱ストレスの評価を行う指標として活用が推進されている。

・WBGT（湿球黒球温度）の算出方法

屋外：WBGT = $0.7 \times \text{湿球温度} + 0.2 \times \text{黒球温度} + 0.1 \times \text{乾球温度}$

屋内：WBGT = $0.7 \times \text{湿球温度} + 0.3 \times \text{黒球温度}$

湿球温度 … 水で湿らせたガーゼを温度計の球部に巻いて観測する。

温度計の表面にある水分が蒸発した時の冷却熱と平衡した時の温度で、空気が乾いたときほど、気温（乾球温度）との差が大きくなり、皮膚の汗が蒸発する時に感じる涼しさ度合いを表すもの。

黒球温度 … 黒色に塗装された薄い銅板の球（中は空洞、直径約15cm）の中心に温度計を入れて観測する。

黒球の表面はほとんど反射しない塗料が塗られている。この黒球温度は、直射日光にさらされた状態での球の中の平衡温度を観測しており、弱風時に日なたにおける体感温度と良い相関がある。

黒球温度 … 黒色に塗装された薄い銅板の球（中は空洞、直径約15cm）の中心に温度計を入れて観測する。

黒球の表面はほとんど反射しない塗料が塗られている。この黒球温度は、直射日光にさらされた状態での球の中の平衡温度を観測しており、弱風時に日なたにおける体感温度と良い相関がある。

3 調査結果

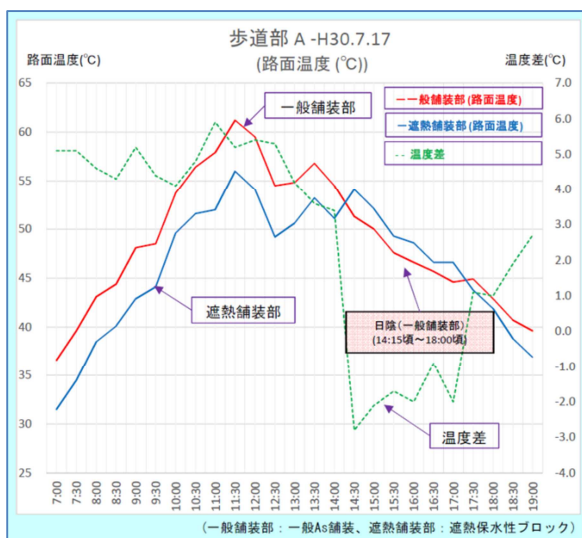
3-1 舗装の違いによる変化

(1) 路面温度

舗装の表面温度を、赤外線サーモグラフィを使用して測定を行った。

歩道部・車道部ともに、舗装面の路面温度を 30 分毎に測定し、平均温度と最高温度を集計した。結果を以下にまとめる。

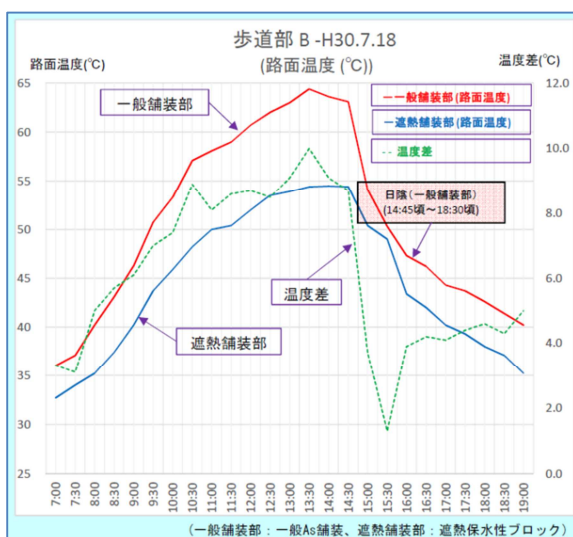
・歩道部 A



路面平均温度 差 (°C)	4.9	日陰のデータは除く
---------------------	-----	-----------

温度差Max時(11:00)		温度差
一般舗装部 57.9	遮熱舗装部 52.0	5.9

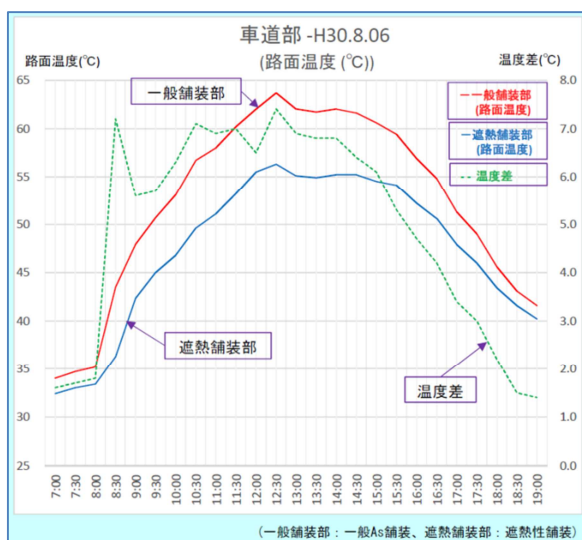
・歩道部 B



路面平均温度 差 (°C)	7.1	日陰のデータは除く
---------------------	-----	-----------

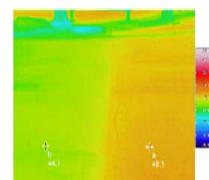
温度差Max時(13:30)		温度差
一般舗装部 64.4	遮熱舗装部 54.4	10.0

・車道部



路面平均温度差 (°C)	4.9	—
--------------	-----	---

温度差Max時 (12:30)		温度差
一般舗装部 63.7	遮熱舗装部 56.3	7.4



車道境界部

調査箇所	一般舗装部		遮熱舗装部			
	路面平均温度 T1 (°C)	路面最高温度 T1' (°C)	路面平均温度 T2 (°C)	路面最高温度 T2' (°C)	平均温度差 T1-T2 (°C)	最高温度差 T1' -T2' (°C)
歩道部 A	50.6	57.9	45.7	52.0	4.9	5.9
歩道部 B	53.6	64.4	46.5	54.4	7.1	10.0
車道部	52.4	63.7	47.4	56.3	4.9	7.4

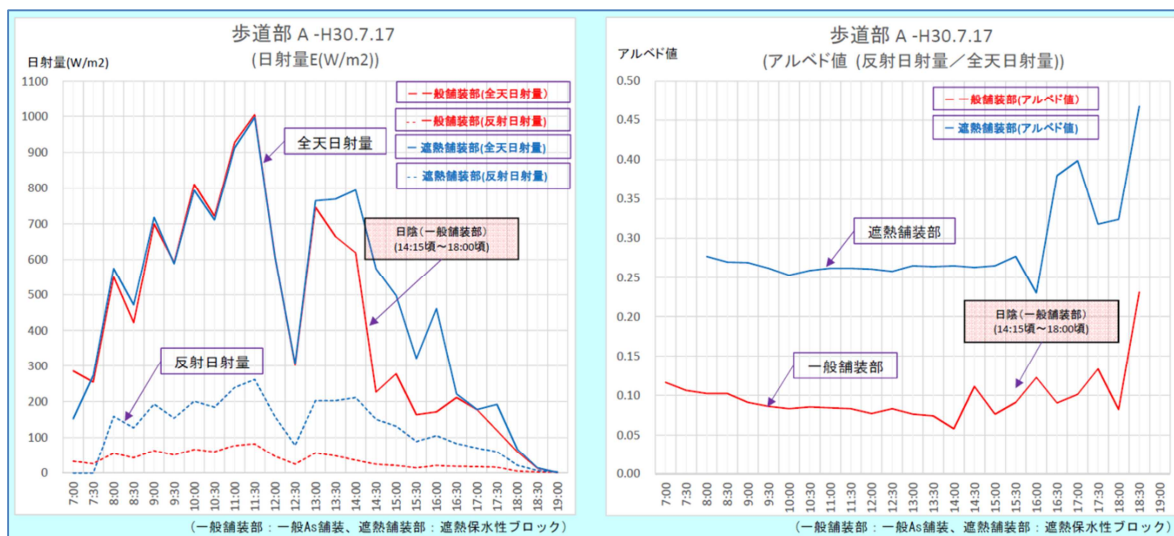
傾向として、遮熱舗装部の方が、一般舗装部よりも、路面温度が約 5°C～10°C低い結果となった。

(測定結果の詳細は、「資料 2：調査箇所別測定結果」を参照)

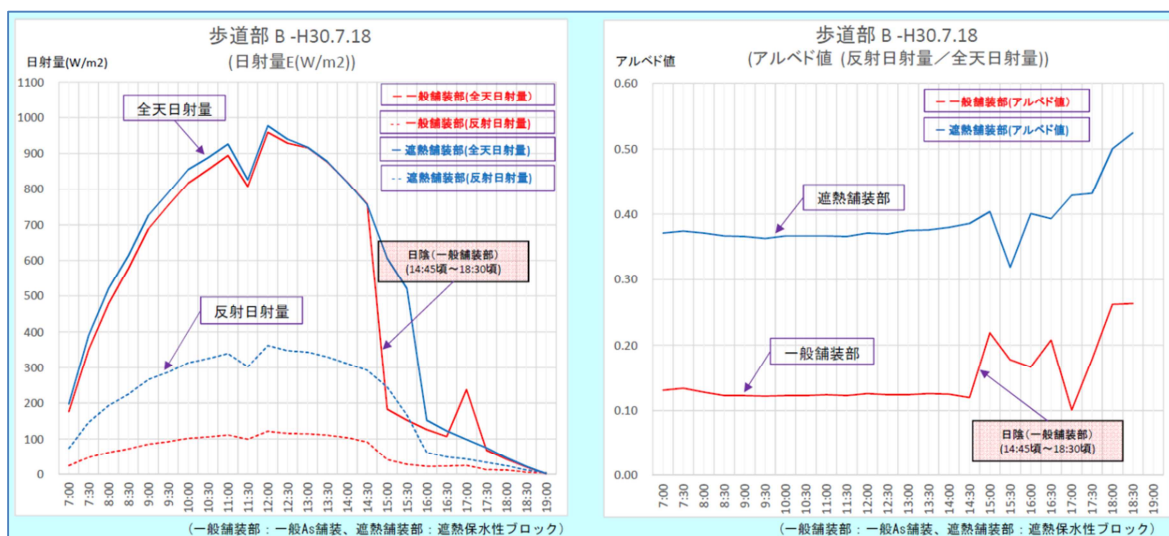
(2) 日射量

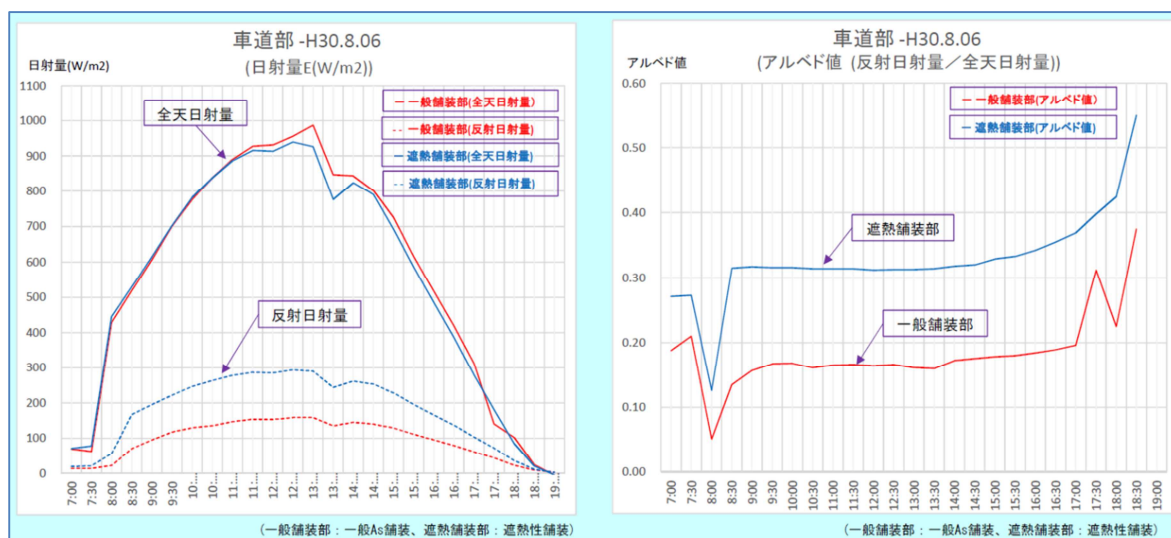
日射量（全天日射量・反射日射量）を、アルベドメーターを使用して測定を行った。
歩道部・車道部ともに、舗装（地表）面から 100cm の位置で、30 分毎に測定し、反射率（アルベド値）の平均値を集計した。結果を以下にまとめる。

・歩道部 A



・歩道部 B





・ 車道部

・ 反射率（アルベド値）の平均値

調査箇所	一般舗装部	遮熱舗装部	
	アルベド値*の平均値 K1	アルベド値*の平均値 K2	反射日射率 K2/K1
歩道部 A	0.098	0.289	2.957
歩道部 B	0.149	0.389	2.612
車道部	0.184	0.328	1.786

*アルベド値とは、「太陽からの入射光の日射量に対する、舗装からの反射光の日射量の割合」のこと。
(反射日射量)／(全天日射量)にて算出。

傾向として、遮熱舗装部の方が、一般舗装部よりも、歩道では約2.6～3倍、車道では約1.8倍、反射日射率が高い結果となった。

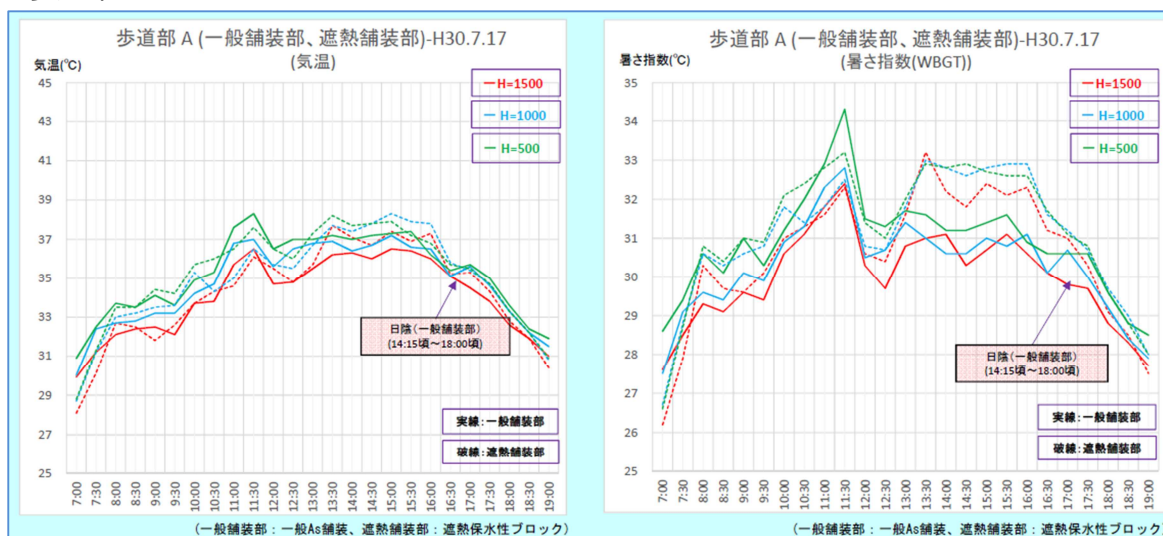
(測定結果の詳細は、「資料2：調査箇所別測定結果」を参照)

(3) 気温、暑さ指数 (WGBT)

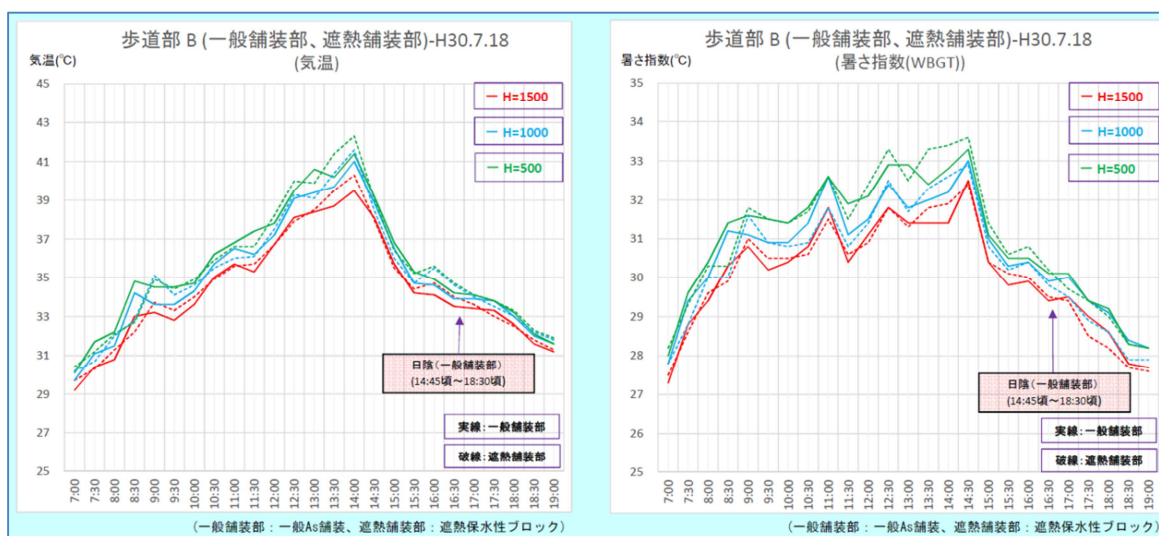
気温、暑さ指数 (WGBT) を、デジタル熱中症指数モニタを使用して測定を行った。

歩道部・車道部ともに、舗装（地表）面から 50cm、100cm、150 cm の位置で、30 分毎に測定した。結果を以下にまとめる。

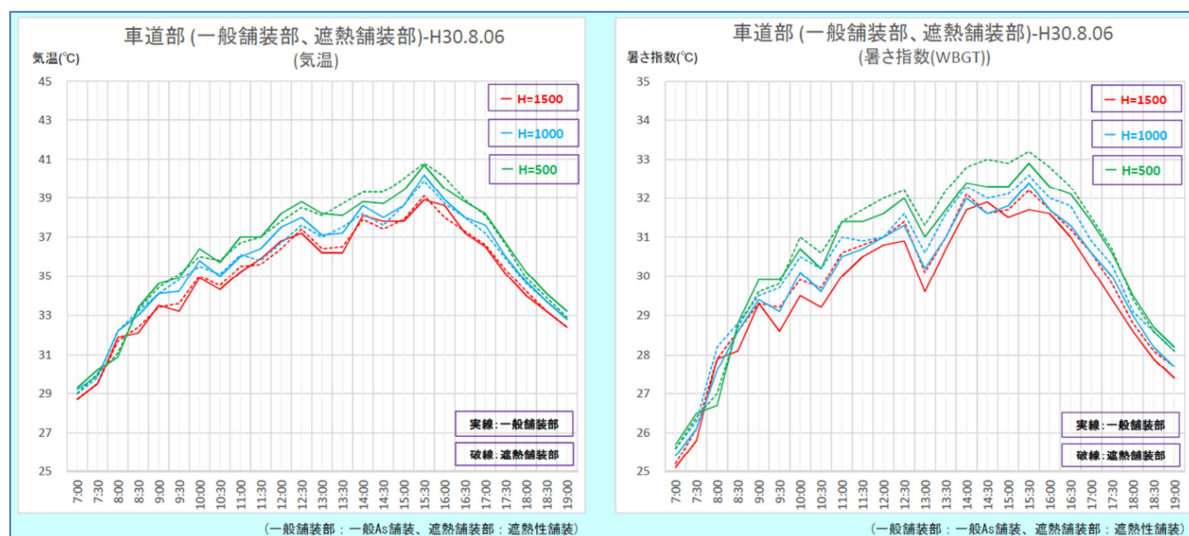
・歩道部 A



・歩道部 B



・車道部



・地表面から 50 cm上方位置の気温 (°C) の調査時間内の最高値

調査箇所	一般舗装部	遮熱舗装部
歩道部 A	38.3	38.2
歩道部 B	41.4	42.3
車道部	40.7	40.8

・地表面から 50 cm上方位置の暑さ指数 (°C) の調査時間内の最高値

調査箇所	一般舗装部	遮熱舗装部
歩道部 A	34.3	33.2
歩道部 B	33.3	33.6
車道部	32.9	33.2

傾向として、気温・暑さ指数 (WGBT) とともに、個々の測定数値にばらつきがあり、明確な差は確認できなかった。

(測定結果の詳細は、「資料 2：調査箇所別測定結果」を参照)

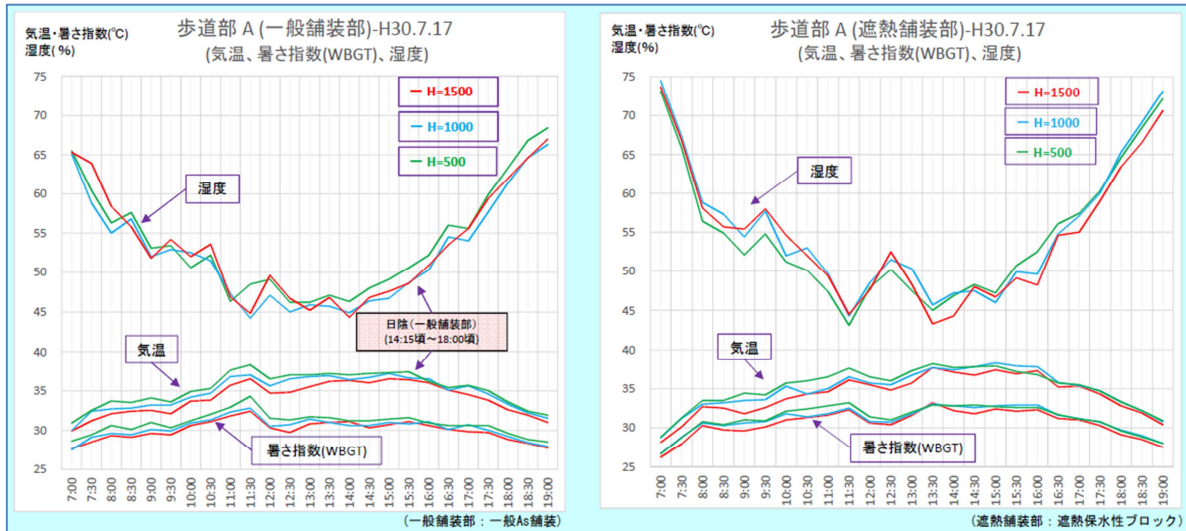
3-2 測定高さの違いによる変化

(1) 気温、暑さ指数(WGBT)、湿度

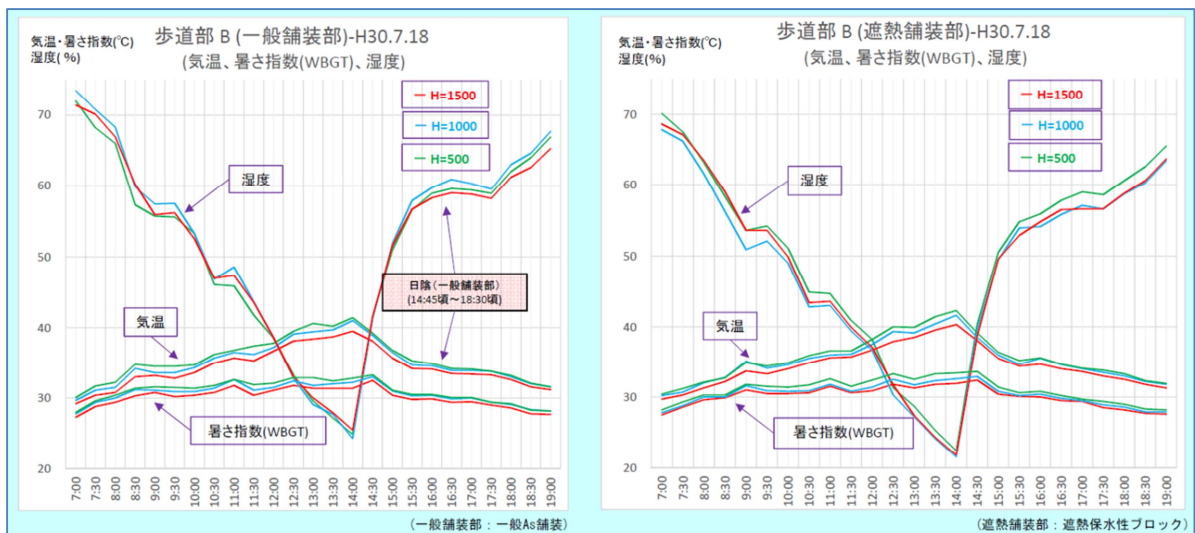
気温、暑さ(熱中症)指数、湿度を、デジタル熱中症指数モニタを使用して測定を行った。

歩道部・車道部ともに、舗装(地表)面から50cm、100cm、150cmの位置で、30分毎に測定した。結果を以下にまとめる。

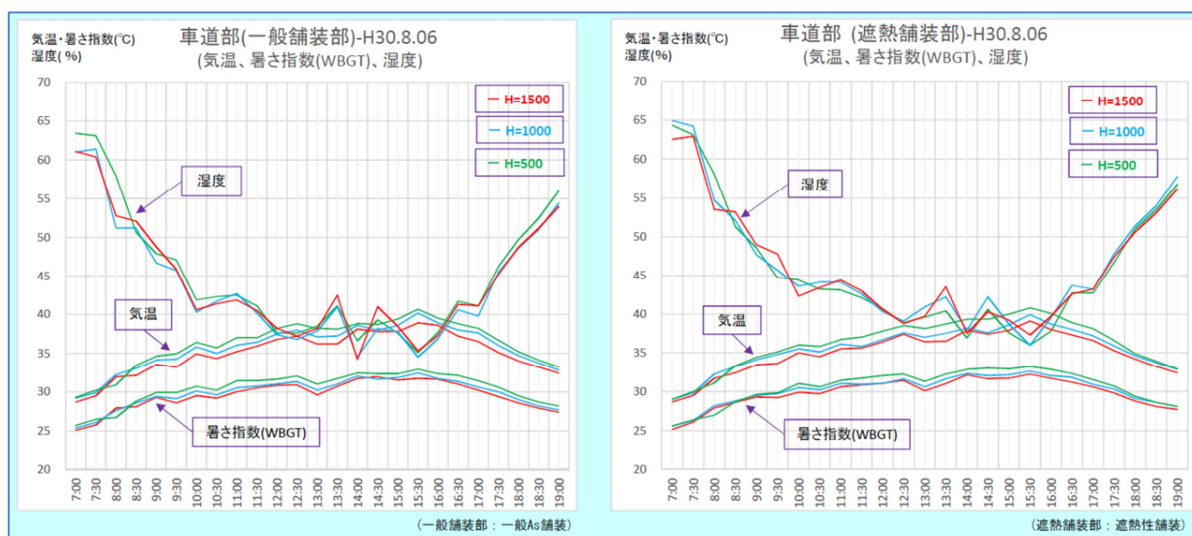
・歩道部 A



・歩道部 B



・車道部



・気温差（50 cmと150 cmの差）の平均値(°C)

調査箇所	一般舗装部	遮熱舗装部
歩道部 A	1.2	0.9
歩道部 B	1.2	1.1
車道部	1.2	1.2

・暑さ指数（WBGT）の差（50 cmと150 cmの差）の平均値(°C)

調査箇所	一般舗装部	遮熱舗装部
歩道部 A	0.9	0.7
歩道部 B	0.9	1.0
車道部	0.8	0.8

傾向として、舗装（地表）面からの位置が 50 cmの方が、150 cmよりも、気温が約 0.9～1.2°C、暑さ指数（WBGT）が約 0.7～1.0°C、高い結果となった。

また、湿度については、個々の測定数値にばらつきがあり、明確な差は確認できなかった。

（測定結果の詳細は、「資料 2：調査箇所別測定結果」を参照）

4 考察及び今後の調査提案

4-1 調査結果一覧

今回行った調査結果とその傾向を、以下の表にまとめる。

		舗装の違いによる変化				測定高さの違い による変化	数値比較	
		一般舗装部 (一般アスファルト舗装)		遮熱舗装部 (歩道：遮熱保水性ブロック) (車道：遮熱性舗装)				
路面温度	比較項目	路面平均温度 T1 (°C)	路面最高温度 T1' (°C)	路面平均温度 T2 (°C)	路面最高温度 T2' (°C)	—	平均温度差 T1-T2 (°C)	最高温度差 T1' -T2' (°C)
	歩道部 A	50.6	57.9	45.7	52.0	①	4.9	5.9
	歩道部 B	53.6	64.4	46.5	54.4		7.1	10.0
	車道部	52.4	63.7	47.4	56.3		4.9	7.4
日射量 (日射率)	比較項目	アルベド値* (K1) (反射／全天)		アルベド値* (K2) (反射／全天)		—	反射日射率 (K2/K1)	
	歩道部 A	0.098		0.289		—	②	2.957
	歩道部 B	0.149		0.389			2.612	
	車道部	0.184		0.328			1.786	
気 温	歩道部 A	38.3 °C	数値は、地表 面から50cm上 方位置の調査 時間内の最高 値	38.2 °C	数値は、地表 面から50cm上 方位置の調査 時間内の最高 値	高さ=150cmの気温 や暑さ指数の方が 高さ=50cmより、 1°C程度低い。	—	
	歩道部 B	41.4 °C		42.3 °C				
	車道部	40.7 °C		40.8 °C				
暑さ指数	歩道部 A	34.3 °C	数値は、地表 面から50cm上 方位置の調査 時間内の最高 値	33.2 °C	数値は、地表 面から50cm上 方位置の調査 時間内の最高 値	高さ=150cmの気温 や暑さ指数の方が 高さ=50cmより、 1°C程度低い。	—	
	歩道部 B	33.3 °C		33.6 °C				
	車道部	32.9 °C		33.2 °C				

*アルベド値とは、「太陽からの入射光の日射量に対する、舗装からの反射光の日射量の割合」のこと。

4-2 遮熱性舗装の効果検証

路面温度については、平均温度で 4.9~7.1°C、最高温度で 5.9~10°C、一般的なアスファルト舗装よりも、遮熱性舗装の温度が低いことを確認した。

(4-1 調査結果一覧 ①参照)

反射日射量については、一般的なアスファルト舗装の反射日射量よりも、遮熱性舗装の反射日射量の方が、歩道部では 2.6~3 倍、車道部では 1.8 倍程度多いことを確認した。

(4-1 調査結果一覧 ②参照)

路面温度が低く、反射日射量が多いという結果から、今回調査した遮熱性舗装は、一般的なアスファルト舗装よりも、太陽光の近赤外線を反射し、舗装路面及び路盤への蓄熱を抑制していることが明らかであり、遮熱効果が適切に発揮されていることが確認できる。

一方、気温、暑さ指数については明確な差は現れなかった。これは測定箇所の立地条件、天候（風や雲）、日陰、植栽、舗装の施工面積などの影響が考えられ、室内での差は測れても、室外では数値として捉えることが困難であることが分かった。

4-3 考察及び今後の調査提案

(1) 文献調査及び考察

本調査の効果検証の内容を精査するため、同様の目的で実施された過去の調査事例や研究論文を調査し、その実験結果との比較を行った。

本調査と同様の目的で実施された過去の調査事例や研究論文の概要を以下の表にまとめる。

資料名	作成者、年など		路面温度		人体への影響	その他
			遮熱性舗装	保水性舗装	暑さ指数(WBGT)	
資料 No-1 路面温度上昇抑制機能を有する舗装技術の効果確認	国土交通省 道路局	平成 28 年 7 月	瞬間温度差の最高値 9.8℃	瞬間温度差の最高値 4.3℃	優位な差は見られない。	散水の効果は長続きせず、継続的な効果発現には継続的な散水が必要となる。

資料名	作成者、年など		目 的	結 果
資料 No-2 遮熱性舗装における気温と熱輸送量の観測結果	H21. 都土木 技術支援・ 人材育成セ ンター年報	平成 21 年	遮熱性舗装の施工前後の気温について観測し比較。ただし観測は自動車の排熱や風の影響を受けるため、観測値を統計的な仮説検定の手法を用いて検討した。	日陰が多い観測路線では気温が低下することが統計的に確認できなかった。日向が多い観測路線では夜間に気温が低下したことを統計的に確認できた。

資料名	作成者、年など		目 的	結 果
資料 No-3 ヒートアイランド対策技術公開検証結果 報告書	埼玉県	平成 18 年-平成 20 年にかけて公開検証を実施	平成 18 年当初にヒートアイランド緩和に効果があると考えられる遮熱性舗装及び歩道等に利用する技術公募を行い、16 技術を選定し、2 年間、路面の温度や気温等を観測した。	車道の路面温度の平均低減効果が 5~8℃、3 年間継続した技術は 4 技術であった。
資料 No-4 新潟市内における遮熱性舗装の施工事例について				
	本間道路 株式会社 技術部	—	遮熱性舗装施工部と未施工部の舗装の表面温度とその直上の気温を測定し、路面温度低減効果と周辺に及ぼす影響について調査	路面温度差の平均値は 10.1℃、気温差(高さ 50cm)は 1~2℃。(既設舗装面が 55℃を超える状況下において)

(各資料の内容は、「資料 3 : 遮熱性舗装の効果検証に関する調査・研究事例」を参照)

路面温度の低下については、概ね 5℃～10℃程度となっており、遮熱性舗装における効果測定において、ほとんど同様の結果が表れていることが確認された。

気温・暑さ指数の低下については、天候（風など）、日陰、植栽、自動車の排熱などの影響により、屋外における気温・暑さ指数の低減効果を数値として捉えることが困難であることが確認された。

つまり、本調査でも、過去の調査事例や研究論文でも、路面温度や反射日射量の測定においては、その結果は表れやすいが、気温・暑さ指数の測定においては、測定上の不確定要素の影響を受けやすく、結果としてその効果が表れにくい傾向であることが伺えた。

気温・暑さ指数の測定数値を捉えるためには、様々な測定方法や条件の検討・検証を行い、測定上の不確定要素をさらに排除・軽減することで、数値を捉える可能性を高めることが重要であると考ええる。