

2) - 8 ヒートアイランド暑熱対策における再帰性建材の環境性能に関する研究【持続可能】

Research on the Retro-Reflective Materials for the Utilization as the Countermeasure to Urban Heat Islands and Thermal Risks at the Pedestrian Spaces

(研究期間 令和2～3年度)

環境研究グループ

Dept. of Environmental Engineering

足永 靖信

ASHIE Yasunobu

上野 貴広

Takahiro Ueno

Retro-reflective material has the surface that reflects radiation back to its source with minimum scattering. Retro-reflective materials are expected for the utilization to the urban surfaces to lower sensible temperatures at the pedestrian spaces. This research was performed following two issues.

- (1) Collecting of fundamental data such as physical properties, outdoor material temperatures, radiate heats and WBGT
- (2) Estimation method of surface materials from view points of UHI mitigation and sensible temperature reduction by using atmospheric heat loads and WBGT as their indices.

【研究開発の目的及び経過】

ヒートアイランド対策として、太陽光の反射率を高めた遮熱性舗装が幹線道路等に導入されている。近年は再帰性を持たせるため、塗装仕上げ時の細粒ビーズ混入が遮熱性舗装の東京都の標準仕様とされている。この種の再帰性塗料を塗布した建材（以降、再帰性建材と称する。）の導入により、日射の反射角度が変わり、体感温度の低減など周辺環境の緩和が期待される¹⁾。しかしながら、技術的知見が十分整っていないため、建築敷地などへ導入できずにいるのが現状である。そこで、本研究課題でこの問題に取り組み、建築的対策の観点から舗装対策の科学的知見を取得する。

【研究開発の内容】

本研究では、上記の研究目的に対応して、以下の2つの研究項目について検討を行う。

(1) 再帰性建材の基礎データ収集整理

各種建材の温度、放射熱、WBGTなどの現地データの取得および室内試験による日射反射率、再帰率などの物性値を取得する。

(2) 再帰性建材の評価技術の開発

観測データを基に、各種建材について大気熱負荷と体感温度を対比することにより、ヒートアイランド暑熱対策の評価を行う。

【研究開発の結果】

(1) 再帰性建材の基礎データ収集整理

市販の再帰性塗料を路面（ポーラスアスファルト）に



写真1 再帰性塗料を塗布した路面
(太陽光を背にして撮影)

表1 試験結果一覧 (JIS A 1494)

被覆	日射反射率[%]	再帰率[%]
透水性コンクリート	19.4	59.6
ポーラスアスファルト	5.7	48.8
遮熱性舗装1	40.6	48.8
遮熱性舗装2	42.8	47.6
再帰性塗料	24.6	56.0

塗布し、他の建材との比較に用いた。写真1は太陽を背にして設置状況を撮影したものである。撮影者の日陰が路面に投影されているが、カメラを構えた頭部付近に反射光が集まっており、可視光の再帰性を目視できる。

5種類の建材サンプルの日射反射率および再帰率のデータを取得した。試験方法は、JIS A 1494（建築窓ガラス用フィルムの再帰性日射反射性能の測定方法）に準じた。試験結果を一覧したのが表1である。遮熱性舗装は日射反射率が40～42%で最も大きい。透水性コンクリー

トと再帰性塗料は再帰率が50%を超えることが解った。

室内試験に用いた同じ建材を使って屋外に実験サイト(5m 四方)を設け、放射熱の観測を行った。実験サイトに使用した建材は、透水コンクリート、ポーラスアスファルト、遮熱性舗装1、再帰性塗料の4種類である。短波および長波の放射熱センサを様々な向きで設置し、ポーラスアスファルトと他の建材との同時観測を行った。観測結果を整理したのが表2である。いずれの建材もポーラスアスファルトより日射照り返しが大きいが解る。また、再帰性塗料の日射照り返しは、日陰(北東)が日向(南西)より大きく、他の建材とは傾向が異なり、再帰性の効果が示唆される。しかし、方位によっては大小関係が逆転しており、今回の放射熱観測では再帰性の効果は明瞭なものとは言えない。長波放射熱はいずれもマイナスとなっている。

表2 放射熱観測結果(11時~15時平均値 W/m²、
ポーラスアスファルト基準)

波長	建材	透水コンクリート	遮熱性舗装1	再帰性塗料	備考
短波	地面	133.9	179.9	134.2	日向
	北東	54.6	96.9	66.8	日陰
	南西	63.4	101.0	62.5	日向
	北西	37.5	74.8	58.7	日向
	南東	72.5	90.6	36.1	日陰
長波	地面	-18.7	-39.7	-37.2	日向
	北東	-12.9	-18.4	-35.4	日陰
	南西	-2.3	-22.5	-26.4	日向
	北西	-14.5	-21.4	-23.4	日向
	南東	-17.3	-27.7	-12.9	日陰

(2) 再帰性建材の評価技術の開発

日中(11-15時)の観測データを使って各建材の大気熱負荷と体感温度の関係を整理したのが表3である。ここで大気熱負荷の指標は対流顕熱、体感温度の指標はWBGTを用いる。ポーラスアスファルトは大気熱負荷が大きいが、体感温度は低い。遮熱性舗装は大気熱負荷が小

表3 大気熱負荷と体感温度

- ・2021年7月22日、13:30-14:30の観測値を使用、対流熱伝達率:10W/m²K
- ・参考値は白色着衣の効果を換算したもの(非順化時)

指標	建材			
	透水コンクリート	遮熱性舗装1	再帰性塗料	ポーラスアスファルト
大気熱負荷[W/m ²]	223.4	202.7	254.1	288.3
WBGT[°C]	30.3	30.5	30.4	30.1
WBGT[°C](参考値)	24.7	25.1	25.0	25.4

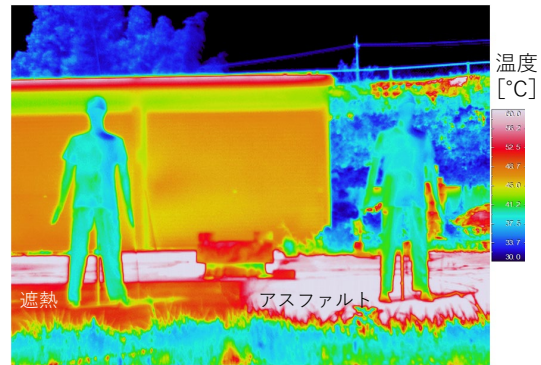


図1 熱画像観測の事例(2021年7月22日14時)

さいが、体感温度が高い。再帰性塗料、透水性コンクリートは中庸の値を示す。表中の参考値は、マネキンの温度観測(図1)を使用して白色着衣の効果をWBGTに換算したものである(暑熱気候に非順化の状態を想定)。換算方法は既報²⁾を参照されたい。白色着衣の効果を考慮した場合、遮熱性舗装のWBGTはポーラスアスファルトより低く表れており、遮熱性舗装の日射照り返しが抑制されていることが解る。

おわりに

今回の調査では再帰性建材のWBGTへの影響は明瞭ではなかったが、再帰率の強化や比較条件の変更等により改善の余地はあると考えられる。

参考文献

- 1) 渡邊一弘、若林由称:都市の熱環境を緩和する舗装技術~遮熱性舗装の反射特性と周辺環境への効果~、土木技術資料、62-1、pp.24-29、2020.1
- 2) 足永靖信、熊倉永子、上野貴広:衣服温度の計測による着衣色がWBGTに及ぼす影響の考察、日本建築学会技術報告集、66、pp.790-794、2021.6