

# ゴミ溶融スラグ混合アスファルトの夏季表面温度について

明石工業高等専門学校 鍋島 康之  
福田道路（株） 藤井 政人  
協和道路（株） 木和田 貴哉

## 1. はじめに

大都市（札幌，仙台，名古屋，東京，横浜，京都，広島，大阪，福岡，鹿児島）および都市化の影響が比較的小さいとみられる 15 地点において，多くの都市で都市化の影響により平均気温，特に日最低気温の上昇率が長期的な上昇傾向<sup>1)</sup>を示し，ヒートアイランド現象が顕著になっている。その一因として，土地利用変化の影響が指摘されており，アスファルトやコンクリート等による人工被覆域の増加<sup>2)</sup>があげられている。一方で，廃棄物再生品を利用した透水性舗装<sup>3)</sup>や発泡骨材を用いた舗装<sup>4)</sup>による路面温度を下げる試みがなされている。

また，最終処分場の延命化やダイオキシン規制強化を契機として，ゴミを溶融スラグ化する焼却施設が増えるとともに，資源循環を目的として溶融スラグの再利用が進められており，一部の地方自治体<sup>5)</sup>では溶融スラグをアスファルト舗装に混合して利用している。

本研究では，ゴミ溶融スラグを混合したアスファルト舗装の表面温度変化について，屋内試験ならびに屋外試験により検討した結果について報告する。

## 2. ゴミ溶融スラグ混合アスファルト

溶融スラグとはゴミを焼却炉で燃焼した後に残った焼却灰をさらに加熱・溶融し，冷却・固化してできるガラス状の粒状物質である。近年では，焼却炉に溶融炉を併設する以外にも，ゴミを直接溶融しスラグにする焼却炉もある。この他にも下水汚泥を溶融固化し，スラグ化したものも含め，溶融スラグとして土木資材として利用されている。本研究で使用した溶融スラグは，姫路市の直接溶融・資源化システム（シャフト炉式ガス化溶融炉）で製造されたスラグを使用している。写真-1 は本研究で使用した溶融スラグ（水砕スラグ）を示している。この写真から溶融スラグはガラス質で，比較的均一な粒径の角張った形状をしていることがわかる。また，粒径は 2.36mm 以下で，土粒子密度は 2.86g/cm<sup>3</sup>であった。

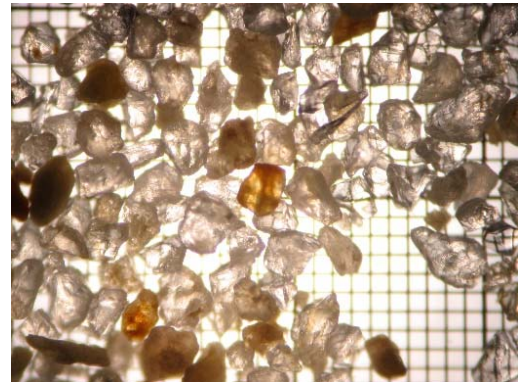


写真-1 ゴミ溶融スラグ

## 3. 表面温度測定

### 3. 1 試験供試体

今回の試験で使用した供試体は，一般的な密粒アスファルトの砂分を中心にゴミ溶融スラグに置換したものを使用し，最大 30%まで置換した供試体を使用した。

表-1 試験供試体の配合表

	6号	7号	砕砂	粗砂	石粉	溶融スラグ
密粒 As	37	19	19	19	6	0
10%混合	37	19	14	14	6	10
20%混合	37	20	8	9	6	20
30%混合	37	21	3	3	6	30

一般的に細粒材の代替として溶融スラグをアスファルトに混合する場合，混合率は 10%程度までで

あり<sup>6)</sup>、多くても 20%までとすることが多いが、今回は溶融スラグの混合率を 30%まであげるため、砂分を中心に配合を調整した。試験供試体の寸法は、縦 300mm、横 300mm、高さ 50mm である。写真-2 は使用した試験供試体の外観を示している。溶融スラグの混合率が増加しても外観上は顕著な差は見られなかった。今回は舗装面の表面温度を測定するため、厚さ 50mm の発泡スチロール製の断熱性容器内に供試体を設置した。このため、舗装表面以外は断熱されているものとみなすことができる。

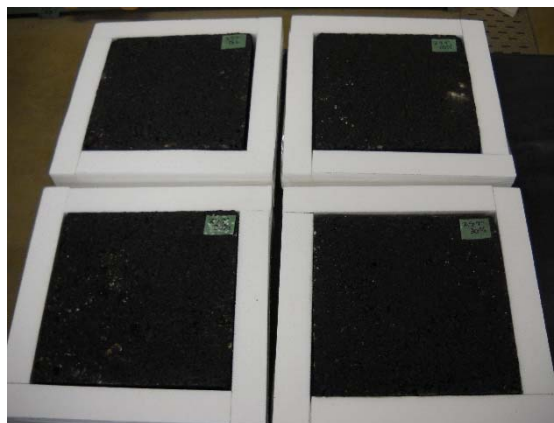


写真-2 試験供試体の外観

### 3. 2 屋内試験結果

夏季のアスファルト舗装の表面温度を実験室内で再現するため、日射代替装置<sup>7)</sup>を試作し、その装置を用いてアスファルト舗装表面温度の変化を計測した。写真-3 は屋内試験の状況を示している。本研究で使用した日射代替装置では赤外線ランプの代わりに、投光器 (200W) を使用した。照射距離は 200mm である。非接触温度計で舗装表面温度を 5 カ所で計測し、平均値を代表値として評価した。図-1 は屋内試験による舗装表面温度の経時変化を示している。20 分間隔で 120 分まで表面温度を測定した結果、試験開始時には 18°C 前後であった表面温度が 20 分後には 55°C 周辺まで上昇し、120 分後には約 100°C に達していることがわかる。溶融スラグ混合アスファルトの表面温度は、一般的な密粒アスファルトと比較して明確な差は見られなかった。また溶融スラグ混合率が増加しても表面温度には影響しないことがわかる。今回の屋内試験は室温を管理し、無風状態で測定した結果であるが、投光器等で使用しているランプと実際の日射では波長特性が異なる<sup>8)</sup>ことから、一概に屋内試験の結果のみで評価できる訳ではないが、密粒アスファルト舗装と溶融スラグ混合アスファルト舗装の表面温度に差がみられなかったことは重要である。

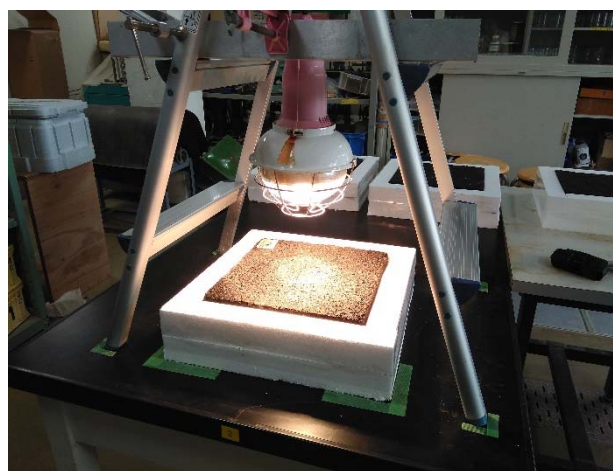


写真-3 日射代替装置

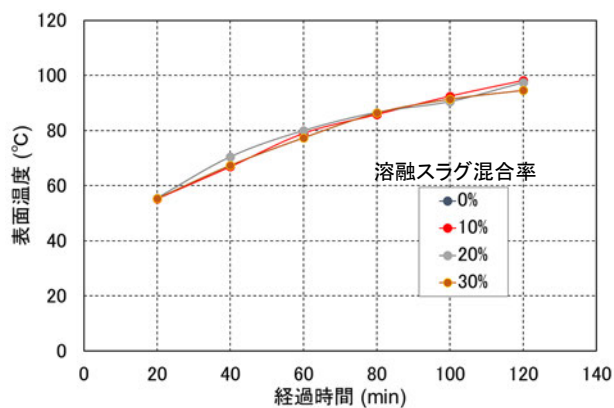


図-1 屋内試験による舗装表面温度

### 3. 3 屋外試験結果

屋内試験結果では密粒アスファルト舗装と溶融スラグ混合アスファルト舗装の表面温度に差がみられなかったことから、平成 29 年 8 月 24 日ならびに 27 日に屋内試験で使用した試験供試体を屋外に設置し、夏季の日射条件における表面温度の変化について検討を行った。写真-4 は屋外試験の概要を示している。屋外試験は本校都市システム工学科土質実験室の屋上で実施し、周辺に日射を遮蔽する建物は無く、9時から16時まで試験供試体は天日に曝されていた。表面温度の測定は非接触温度計で舗装表面

の9ヶ所で計測し、平均値を代表値とした。

図-2, 3は平成29年8月24, 27日の屋外試験における舗装表面温度の変化を示している。ただし、24日は10時から16時までの計測である。両日ともに最高気温は30℃を超えており、24日の最高気温の方が高いため、舗装表面の最高温度も高くなっている。両日とも気温と舗装表面の温度差は30℃以上あった。密粒アスファルト(0%)と比較すると、熔融スラグを混合したアスファルト舗装の表面温度の方が高くなっている。表面温度の差は最大4℃以上あった。ただし、27日の気温が24日よりも低いため、密粒アスファルトと熔融スラグ混合アスファルトの表面温度の差が小さい。また、熔融スラグ混合アスファルトの表面温度は熔融スラグ混合率の違いによらず、差が見られない。このため、熔融スラグの混合率に影響されないことがわかる。写真-5はサーモカメラで試験供試体を撮影した結果である。今回の設定では表面温度が高くなるほど白色で表される。写真から明らかなように密粒アスファルトより熔融スラグが混合されたアスファルトの表面温度の方が高いことがわかる。ただし、試験供試体左

側の表面温度が低いことがわかり、風の影響を受けている可能性がある。このため、屋外試験の結果については風向・風速などの気象条件を考慮する必要があることがわかる。

### 3. 4 試験舗装実測結果

明石市二見浄化センターにおいて熔融スラグ混合アスファルトの試験舗装<sup>9)</sup>を

実施し、現在も継続調査している。図-4に試験舗装の平面図を示している。熔融スラグ混合率は10, 20%であり、密粒アスファルト舗装と比較を行っている。写真-6は試験舗装の状況を示している。周辺に建物やタンク等があり、日射条件は一律ではないことがわかる。舗装表面の温度計測は平成29年8月25日9時45分に6ヶ所で測定し、平均値を代表値とした。測定結果を表-2に示す。熔融スラグを20%混合したアスファルトの表面温度が他の舗装部分よりも高くなる傾向が得られたが、日射条件が同一でないことや、熔融スラグ10%混合アスファルトと密粒アスファルトの表面温度に差が見られなかったた

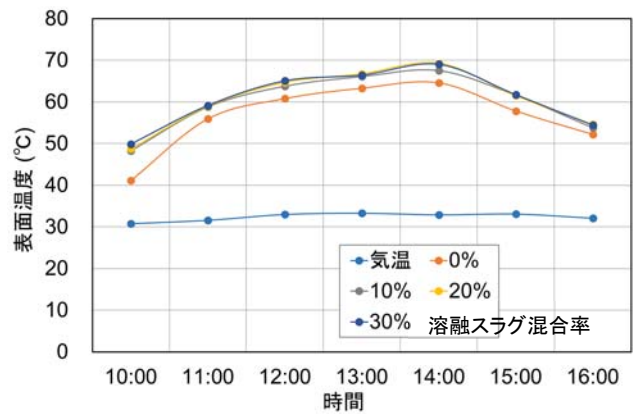


図-2 屋外試験による舗装表面温度 (平成29年8月24日)

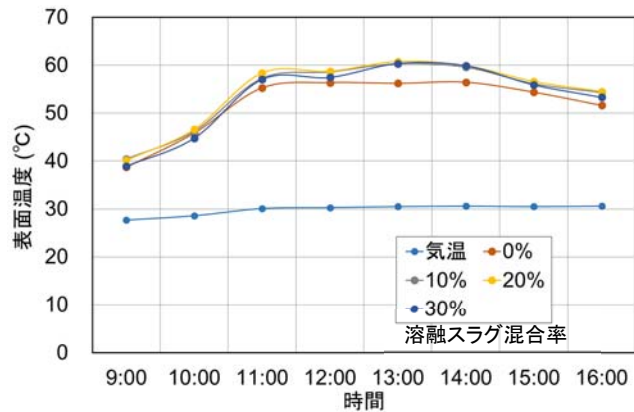


図-3 屋外試験による舗装表面温度 (平成29年8月27日)

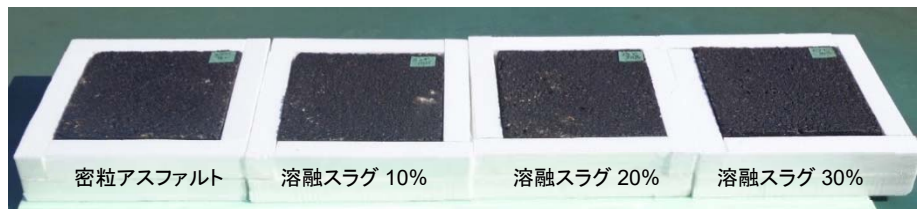


写真-4 屋外試験の概要

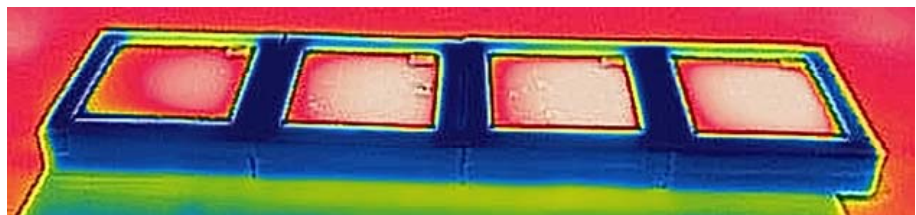


写真-5 屋外試験における試験供試体の表面温度



め、熔融スラグの影響について更なる検討が必要である。

#### 4. まとめ

本研究では、ごみ熔融スラグを混合したアスファルト舗装の表面温度変化について、屋内試験ならびに屋外試験により検討した結果について計測した。今回の計測で得られた結果は以下の通りである。

##### 1) 屋内試験の結果、熔融スラグ混合アスフ

ルトの表面温度は、密粒アスファルト舗装と比較しても明確な差は見られず、同じ傾向を示すことがわかった。また、熔融スラグ混合率にも影響されないことが示された。

##### 2) 屋外実験の結果、熔融スラグ混合アスファルトの表面温度は、熔融スラグの混合率が増加するほど、表面温度が高くなる傾向がみられた。ただし、屋外試験では単に日射条件だけでなく、風速や風向の影響などがあるため、更なる検証が必要である。

##### 3) 試験舗装の実測結果から、熔融スラグ 20%混合アスファルトの表面温度の方が高くなる結果が得られたが、日射条件の違いや周辺建物の影響もあり、熔融スラグ混合の影響については明らかにできなかった。

#### 【参考文献】

- 1) 気象庁：ヒートアイランド監視報告 2016, p.4, 2017.
- 2) 例えば、梅干野, 浅輪, 高田, 円井：土地利用と熱環境対策からみた都市街区におけるヒートアイランドポテンシャルの特徴, 日本建築学会計画系論文集, Vol.67, No.559, pp.63~70, 2002.
- 3) 吉中, 根本, 幸田：透水性アスファルト舗装の車道への適用に関する検討, 土木学会舗装工学論文集, Vol.5, pp.47~52, 2000.
- 4) 鈴木, 板坂, 楨野：ヒートアイランド対策用路盤材料としての廃ガラス発泡骨材の熱的・力学的特性, 地盤工学ジャーナル, Vol.1, No.5, pp.85~93, 2006.
- 5) 東京都環境局：東京都熔融スラグ資源化指針, 2003.
- 6) 久野：熔融スラグを路盤材及び カラー樹脂系舗装等に使用した事例, 産業機械, No.6, pp.11~14, 2015.
- 7) 地濃：日射に代えて赤外線照射した場合のコンクリート表面の温度上昇, コンクリート工学年次論文集, Vol.30, No.2, pp.331~336, 2008.
- 8) 吉田, 木下, 村上：建築用膜材のふく射特性の測定とヒートアイランド抑制効果解析, 日本ヒートアイランド学会論文集, Vol.1, pp.36~40, 2006.
- 9) 鍋島, 藤井, 木和田：ゴミ熔融スラグを混合したアスファルト舗装の実証実験について, 第32回日本道路会議, No.3107, 2016.

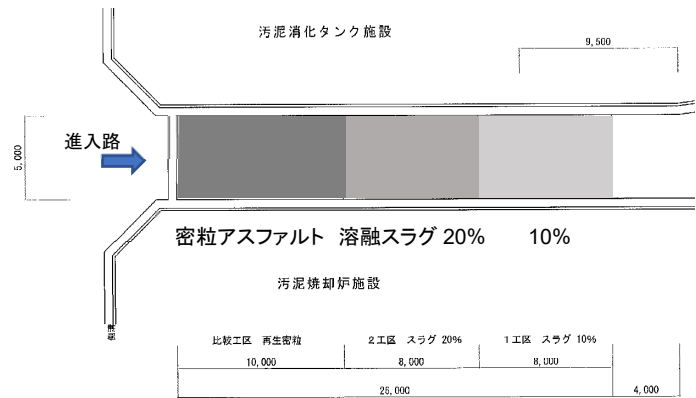


図-4 試験舗装の平面図



写真-6 試験舗装の状況

表-2 試験舗装の表面温度

	9時45分
密粒 As	37.3 °C
10%混合	37.4 °C
20%混合	38.8 °C