

遮熱舗装用塗料の開発

Thermal and Light Insulation Paints for Paved Road

一般塗料部門 建築構造物塗料事業部
開発グループ
General Coating Division Heavy Duty & Architectural Coating Dept.
Business Development Group



桜田 将至
Masashi SAKURADA



西川 賢一
Kenichi NISHIKAWA



里 隆幸
Takayuki SATO

要 旨

都市部ではヒートアイランド現象が問題となっており、これを緩和する技術が望まれている。遮熱塗料は被塗物の温度上昇を抑制することができるため、ヒートアイランド現象を緩和できる材料として有効である。この遮熱塗料を日射吸収率の高いアスファルト舗装路面に適用することによって、路面の温度上昇を抑制する遮熱舗装用塗料の開発を行った。

Abstract

As 'Heat Island Phenomena' becomes an environmental problem in urban area, the technology moderating this phenomenon is desired. A thermal and light insulation paint is very effective as the products to moderate it, because of working to prevent a temperature rise on painted substrate surface. We developed that paint for a paved road surface by applying its paint technology on its surface with the high absorption factor of the sun light.

1. はじめに

近年、都市部などで問題となっているヒートアイランド現象は、都市化に伴った温室効果ガスの放出による排熱量の増加や、保水能力の高い緑地面の減少並びに構造物の増加による蓄熱量の増大によって起こるものと考えられている。その中で、アスファルト舗装路面も日射吸収率が高い構造物としてヒートアイランド現象の一因とされており、その緩和・解消が求められている。遮熱塗料の効果は、色相が白色に近いものほど高く、黒色に近いものほど低いことが確認されている¹⁾。しかし、アスファルト舗装路面では、交通安全性の観点から白色に近い塗料は塗装することができないため、安全性を確保しながら、遮熱効果が得られる塗料が必要となる。本報では、運転者や歩行者が眩しさとして感じる可視光線を吸収し、温度上昇を起こすとされる赤外線を高反射してアスファルト舗装路面のエネルギー蓄積を防ぎ、温度上昇を抑制する舗装用塗料の開発について述べる²⁾。

2. 実験

2.1 試験方法

2.1.1 塗膜性能試験

表1に示す黒色顔料をアクリル系樹脂で塗料化し黒色塗料とした。また、同樹脂系の白色塗料を作成し、黒色塗料:白色塗料の割合が重量比で100:0、75:25、50:50、25:75になるように配合した塗膜の明度(マンセル値)および分光反射率の測定を行った。尚、各黒色塗料については分光透過率の測定を行った。

表1 黒色顔料の種類

No.	黒色顔料の種類
1	黒色有機顔料(開発品)
2	カーボンブラック
3	黒色酸化鉄
4	黒色焼成顔料
5	黒色有機顔料

2.1.2 舗装路面塗装試験

大日本塗料(株)那須工場内のアスファルト舗装駐車場において、表2に示す塗装仕様で遮熱舗装用塗料の塗装試験による塗装作業性の確認および温度測定を行った。また、同時に15cm×15cmに切り出した透水性アスファルト舗装材にも塗装を行い、建研式引っ張り試験法による付着性試験、浸透水量の確認、分光反射率測定および温度測定を行った。

表2 遮熱舗装用塗料塗装仕様

工程	作業内容	塗布量 (kg/m ²)	乾燥時間
	交通規制	-	-
素地調整	路面の汚れ、付着を阻害する物質を除去して清浄な面とする。	-	-
下塗塗装	下塗を塗装する。	0.3~0.4 ²	30分~3
骨材散布	下塗塗装直後に散布する。 ¹	0.3~2	-
上塗塗装	上塗を塗装する。	0.3~0.4 ²	30分~3
	交通規制	-	-

1 骨材を下塗に付着させるため、下塗塗装後10分以内に散布する。
2 骨材散布量は、施工場所、アスファルト種類(形状)によって異なる。
3 乾燥時間は、気候条件などによって異なる。なお、交通開放までの時間は、施工道路種類、車両通行量によって異なる。

2.2 使用機器

分光反射率(350nm~2100nm)および分光透過率(750nm~2100nm)測定には分光光度計UV-3100PC(SHIMADZU社製)を用いた。明度の測定には色彩色差計CR-310(MINOLTA社製)を用いた。温度測定には、サーモレーサTH7102MV(NEC三栄社製)を用いて熱画像撮影による表面温度測定を行った。

3. 結果と考察

3.1 塗膜性能試験

3.1.1 下塗塗料の分光反射率測定

下塗塗料の分光反射率測定結果を図1に示す。下塗塗料は白色度の高い色を選択したので、可視光線および近赤外線を高反射していることを確認した。

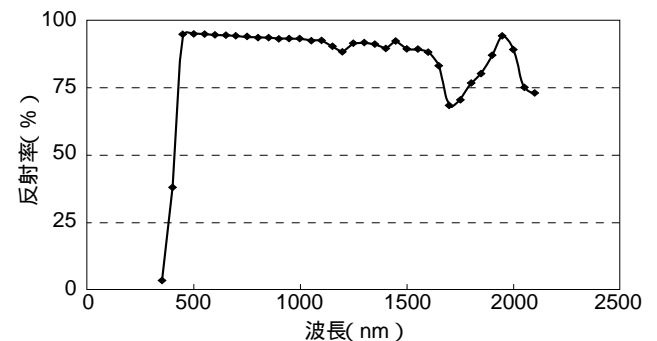


図1 下塗の分光反射率測定結果

3.1.2 上塗塗料の分光反射率測定

図2に黒色塗料の分光反射率測定結果を示す。開発品の黒色塗料は近赤外線を高反射しており、遮熱性に優れていることを確認した。

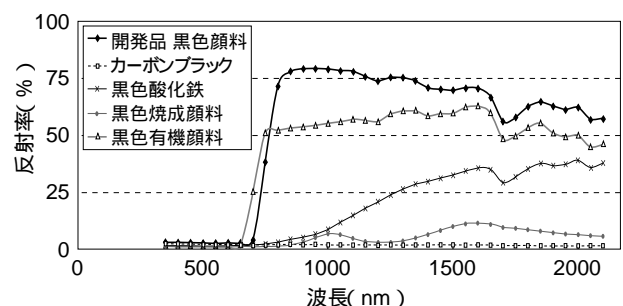


図2 上塗の分光反射率測定結果

3.1.3 分光透過率測定

黒色塗料の分光透過率測定結果を図3に示す。開発品はカーボンブラック、黒色有機顔料と比較すると近赤外線を高透過していることを確認した。この結果から、開発品の黒色塗料を透過した近赤外線は、下塗塗料によって反射していると考えられる。

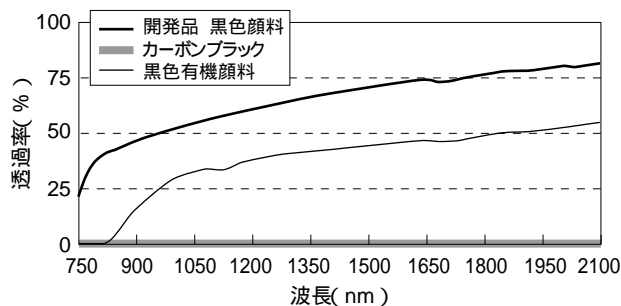


図3 黒色塗料の分光透過率の測定結果

3.1.4 日射反射率の算出

各黒色顔料を用いた上塗塗料の分光反射率から、日射反射率を算出した結果を表3に示した。なお、日射反

表3 黒色顔料の種類による明度と日射反射率特性

黒色顔料種類	明度	日射反射率(%)
開発品 黒色顔料	0.5	36
カーボンブラック	0.7	2
黒色酸化鉄	0.9	7
黒色焼成顔料	0.8	3
黒色有機顔料	0.5	29

$$e = \frac{2100}{350} \frac{E(\quad)}{E}$$

e : 日射反射率(%)
 E : 日射の分光分布の値
 (\quad) : 分光反射率

式1 日射反射率算出式

射率は式1(JIS A 5759)により算出した。算出結果より、カーボンブラックを用いた上塗塗料では明度0.7で日射反射率が2%、黒色酸化鉄を用いた上塗塗料では明度0.9で日射反射率が7%、黒色焼成顔料(Fe-Cr)を用いた上塗塗料では明度0.8で日射反射率が3%、黒色有機顔

料(ペリレン系)を用いた上塗塗料では明度0.5で日射反射率が29%であった。これらに対して開発品の上塗塗料では明度0.5で36%の日射反射率が得られた。

黒色塗料の明度に対する日射反射率変化を図4に示す。図4から明らかなようにカーボンブラック、黒色酸化鉄、黒色焼成顔料(Fe-Cr)を使用した塗料については明度が下がるのに伴い日射反射率も低下した。また、黒色有機顔料(ペリレン系)を使用した塗料は明度に対して比較的高い日射反射率が得られたが、開発品の黒色塗料には及ばなかった。ここで、開発品の黒色塗料は他の黒色顔料を用いた塗料と比較すると明度が下がるのに対して日射反射率の低下が少なかったことが注目される。

これらの結果から、図5に示した反射機構を推定した。即ち、開発品の高い日射反射率は、上塗塗料における近赤外線の高透過および反射、上塗塗料を透過した近赤外線の下塗塗料における高反射によって得られているものと考えられる。

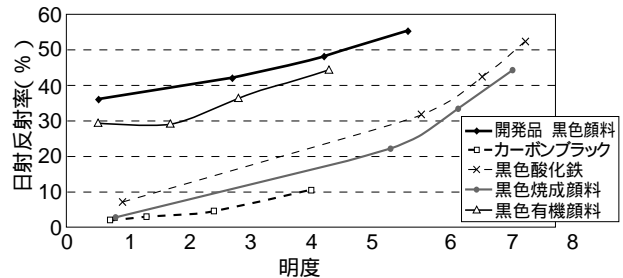


図4 塗膜の明度に対する日射反射率変化



図5 遮熱舗装用塗料の反射機構

3.2 アスファルト舗装駐車場塗装試験

3.2.1 塗装作業性

写真1に塗装状況を示した。本写真からも明らかなように開発品は、吐出する塗料のパターン幅が広く、1回あたりの塗装面積も広がるため作業効率が良く、塗装作業性に優れていることを確認した。

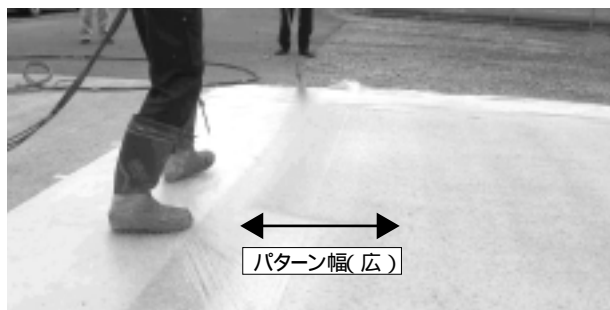


写真1 駐車場塗装試験における塗装作業性の確認

3.2.2 温度測定

写真2に、4月の晴天時に塗装試験後の熱画像撮影による表面温度測定結果(左)および塗装完了写真(右)



写真2 駐車場塗装試験における熱画像撮影での表面温度測定

を示す。この結果から、未塗装のアスファルト舗装面温度が38~40 であるのに対して、遮熱舗装用塗料を塗装した箇所は29~30 であり、遮熱舗装用塗料の塗装によって10 程度の温度低減効果を確認した。

3.3 透水性アスファルト舗装材塗装試験結果

3.3.1 付着性試験

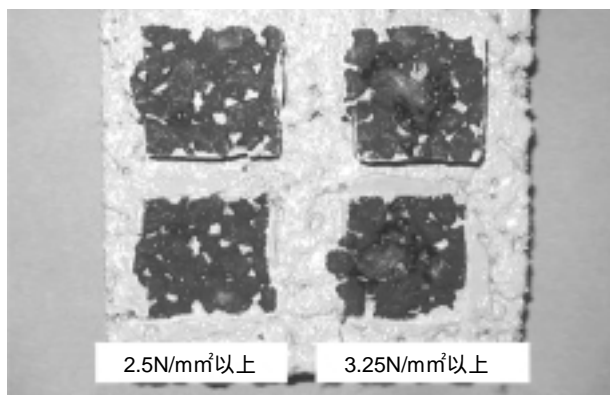


写真3 アスファルト舗装材塗装試験における付着性試験(建研式引っ張り試験法)

写真3に付着性試験結果を示す。試験結果より、1回目2.5N/mm²以上、2回目3.25N/mm²以上の付着性が得られ、破断箇所はアスファルト舗装材の凝集破壊であることから遮熱舗装用塗料と舗装材の付着性は良好であることを確認した。

3.3.2 浸透水量の確認

浸透水量の確認結果を写真4に示す。遮熱舗装用

浸透水量 多い ← → 少ない



写真4 アスファルト舗装材塗装試験における浸透水量

塗料を塗装した場合、標準塗布量での塗装時に僅かな浸透水量の低下を確認したが、十分な浸透水量を確保できる事を確認した。尚、標準塗布量以上の塗装を行った場合には浸透水量が極端に少なくなることを確認したため、透水性が要求される舗装の場合には標準塗布量を守ることが必要となる。

3.3.3 分光反射率測定

図6に分光反射率測定結果を示す。未塗装のアスファルト舗装材では、全波長領域において低反射であるのに対して、遮熱舗装用塗料を塗装した際には近赤外線を高反射していることを確認した。

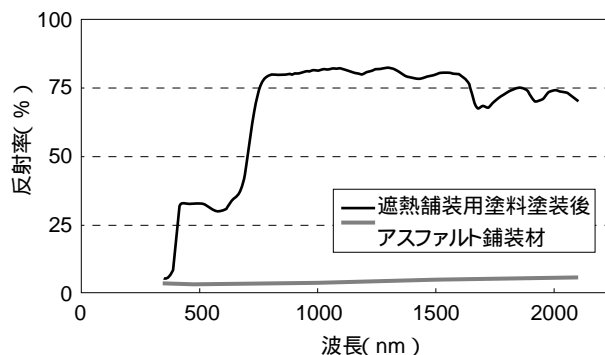


図6 アスファルト舗装材塗装試験における分光反射率測定結果

3.3.4 温度測定

未塗装の透水性アスファルト舗装材と遮熱舗装用塗料を塗装した透水性アスファルト舗装材で、2月の晴天時に熱画像撮影による表面温度測定結果を写真5に示す。この結果から、未塗装のアスファルト舗装材の表面温度が40 程度であるのに対して、遮熱舗装用塗料を塗装したアスファルト舗装材では27 程度であり、遮熱舗装用塗料の塗装によって13 程度の温度低減効果を確認した。なお、「3.2.2温度測定」に4月の温度測定結果を記載したが、2月の結果と比較すると遮熱塗料塗装箇所の表面温度は2～3 高いのに対して、未塗装箇所の表面温度は同程度の結果になった。これは、4月の日射量の方が強かったと想定されるが、黒味の少ない駐車場のアスファルト舗装材が透水性アスファルト舗装材より日射反射率が高かったためと考えられる。

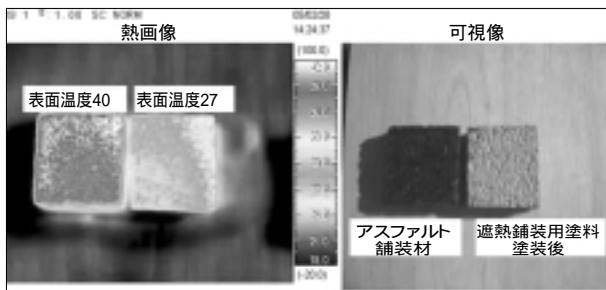


写真5 アスファルト舗装材塗装試験における熱画像撮影での温度測定結果

4. まとめ

開発した遮熱舗装用塗料に関する試験結果を記したが、その要約は以下の通りである。

- (1) 下塗塗料には近赤外線を高反射する塗膜、上塗塗料には可視光線を吸収し、近赤外線を高透過および反射する塗膜を形成することで、眩しさを感じさせない高反射塗装システムを確立した。尚、本文中の図5に推定した反射機構を示した。
- (2) 試験塗装結果から、一般的なアスファルト舗装路面に塗装した場合、4月の晴天時における温度測定で10程度の温度低減効果が得られた。
- (3) 透水性アスファルト舗装材に標準塗布量で塗装した場合、十分な透水性が確保でき、2月の晴天時における温度測定で13程度の温度低減効果が得られた。

参考文献

- 1) 二階堂、寺内、佐野、桜田他：日本建築学会大会学術講演梗概集，355-356(2005)
- 2) 桜田、二階堂：日本建築工上学会 2003年大会学術講演会1455, 227-230(2003)