

## 景観に配慮した防護柵の塗り替え塗装仕様の開発 II \*

三上 義徳\*\*、穴沢 靖\*\*、飯村 崇\*\*\*

景観に配慮した色に塗り替えた防護柵に、寒冷地特有の視認効果を付与させ、冬期間における路面凍結状況の情報提供を図ることを目的に、可逆性示温材の利用について検討を行った。

その結果、水系アクリルウレタン樹脂塗料(クリアー)に示温材を 85Wt%以上混合することで、温度 2~0℃以下で鮮明に発色する結果が得られた。しかし、耐湿試験、寒熱サイクル試験及び促進耐候性試験を行った結果、安定した付着性は示すものの、温度の低下に伴う発色は起こらず、屋外での利用は難しいことがわかった。

キーワード：可逆性示温材、水系塗料、防護柵

## Development of the recoat specifications of the guardrail for natural scenery

MIKAMI Yoshinori, ANAZAWA Yasushi and IIMURA Takashi

Peculiar effect of the visual check to the cold district was given to the repainted guardrail for natural scenery, and to attempt the dissemination of the road frozen situation for winter, the use of irreversible temperature indicating material was examined. As a result, 85wt% or more mixed the irreversible temperature indicating material with the water-based acrylic urethane resin coating (clear), and the color appeared result was obtained clearly at temperature 2~0℃ or less. However, as a result of examining the humidity resistance test, the cool-heat cycle test, and the accelerated weathering test was shown, it has been understood that the color doesn't appear according to the decrease in the temperature though adhesiveness steady and the use in outdoor is difficult.

**Key words:** irreversible temperature indicating materials, water-based coating, guardrail

### 1 緒 言

昨年度、国土交通省の「歩車道防護柵（以下、防護柵）の設置基準の改定」及び「景観ガイドライン」に従って、岩手県内に設置されている防護柵の塗り替え仕様を確立することを目的に、溶剤型塗料や水系塗料の塗膜物性試験及び環境試験等から検討を行った。その結果、水系アクリルウレタン樹脂塗料を用いることで、付着性及び耐候性に優れた塗り替え塗装が行えることについて報告した<sup>1)</sup>。

しかし、景観に配慮した色彩へ塗り替えることにより、防護柵の最大の役割である視線誘導効果が減少することが懸念される。現在、これらの安全策として、反射シートや光反射率の高い視線誘導標の設置、蛍光塗料の塗布等が施され、夜間でも防護柵が視認できる対策が講じられている。

一方、岩手県は、全域が寒冷地であり、国道、県道、市町村道合わせて約 32,300 kmの道路網<sup>2)</sup>が東西南北に渡り形成され、豪雪地帯や山間部に連続する急カーブや橋梁が多く存在している。冬期間中の路面凍結による車両事故防止も道路行政の重要課題となっており、路面凍結の状況変化を運転者へ情報提供できる寒冷地特有の視線誘導効果を考慮することも重要となっている。

そこで、本研究では、冬期間の路面凍結温度付近で変色し、運転者へ路面凍結の情報提供を行うことを目的に、一定の温度を境に変色と復色を繰り返す性質を持つ可逆性示温材<sup>3~9)</sup>の利用について検討を行ったので、以下に報告する。

### 2 実 験

#### 2-1 供試材料

県南広域振興局土木部が、道路工事、事故等で撤去し、

---

\* 基盤的先導的研究推進事業  
\*\* 環境技術部  
\*\*\* 材料技術部

保管していた防護柵を縦150×横70mmに切断し試験片とした。切断機は、メカニカルシャーリングマシンMGS-4512(株ニコテック)を用いた。

2-2 供試示温材及び塗料

示温材は、常温で透明、-5~5℃で赤色に変色するサーマルカラースラリータイプ(株記録素材総合研究所製)を用いた。また、示温材の定着用塗料として、水系アクリルウレタン樹脂塗料(クリヤー)及び防護柵の塗り替え上塗り用塗料として水系アクリルウレタン樹脂塗料(グレー)(株斎藤製)を用いた。

2-3 試験片の作成

防護柵試験片の塗膜表面を耐水研磨紙#400で10μm程度研磨し汚れを除去した後、水系アクリルウレタン樹脂塗料(グレー)をスプレーガンで1回塗布し、室温で7日間乾燥を行った。次に、水系アクリルウレタン樹脂塗料(クリヤー)に対し、示温材の混合比が80~100Wt%となるよう調整し、5種類の塗料を作成した後、それぞれ刷毛で1回塗布し、室温で4日間乾燥を行い試験に供した。表1に試作した示温材混合塗料の混合比及び記号を示す。(以下、試作塗料名については、記号で記す。)

2-4 変色試験

5種類の試作塗料C-80、C-85、C-90、C-95、C-100の変色状態について、3℃から-2℃の間で1℃毎に温度を低下させ観察した。試験機は、温度差劣化試験機BP-FM-1(スガ試験機株)を用い、試験槽内に試験片を設置し、試験槽扉の外窓から観察を行った。

2-5 塗膜厚測定

JIS-K-5400(1990)塗料一般試験法、3.5(2)電磁式膜厚計により行った。なお、測定値は、試験片の上面部、中面部、下面部においてそれぞれ5カ所の測定を行い、その平均値を用いた。また、測定に用いた膜厚計は、エグザクトFNタイプ(ニッペトレディング株式会社製)である。

2-6 付着力試験

JIS-K-5400(1990)塗料一般試験法、8.5.2 goban目テープ法により行い、評価は、8.5.1 の表18 goban目試験の評価点数により行った。

2-7 耐湿試験

JIS-K-5400(1990)塗料一般試験法、9.2 耐湿性に準じ、耐湿試験を120時間行った。なお、評価は目視による外観検査で行った。表2に試験条件を示す。また、試験機は温度差劣化試験機を用いた。

2-8 寒熱サイクル試験

JIS-K-5400(1990)塗料一般試験法、9.3 耐冷熱繰り返し性に準じ、低温及び高温のサイクル試験を15サイクル行った。なお、評価は目視による外観検査により行った。表3に試験条件を示す。試験時間はそれぞれの試験条件への移行時間を含まないものとする。また、試験機は、温度差劣化試験機を用いた。

2-9 促進耐候性試験

JIS-K-5600(1999)塗料一般試験法、第7分塗膜の長期

耐久性、第7節促進耐候性(キセノンランプ法)に準じ、120時間行った。試験機はスーパーキセノンウェザーメーターSX2D-75(スガ試験機株)を用いた。表3に試験条件を示す。なお、評価は目視による外観検査で行った。

表1 試作塗料の混合比

記号	混合比(Wt%)	
	クリヤー	示温材
C-100	100	100
C- 95	100	95
C- 90	100	90
C- 85	100	85
C- 80	100	80

表2 耐湿試験の試験条件

試験条件	温度	相対湿度
高温	50±2℃	95%

表3 寒熱サイクル試験の試験条件

試験条件	温度	相対湿度	試験時間
低温	-20±2℃	—	3時間
高温	50±2℃	95%	3時間

表4 促進耐候性の試験条件

項目	条件
試験サイクル	照射+水噴霧 (120分中18分間)
試料面放射照度	180W/m <sup>2</sup> (300~400nm)
ブラックパネル温度	63±3℃
相対湿度	50±3%R.H.
積算放射照度	323.50MJ/m <sup>2</sup>

3 結果及び考察

3-1 変色試験

示温材単独であれば5℃以下で発色するが、単独では付着性能がない。塗り替えに用いた水系アクリルウレタン樹脂(グレー)との良好な付着性を考えると、同じ樹脂のクリヤーに混合する方が長期の付着性が期待できる。しかし、示温材をクリヤーに混合することにより、発色に影響が出ることが予想される。

図1に示温材を混合した5種類の試作塗料の温度変化による変色結果を示す。全ての試作塗料が温度3℃で、塗り替え塗料色のグレー色がわずかに赤味を帯びていることが確認できる。2℃ではグレー色が少なくなり赤味分が多くなっていくが、はっきりと赤色を確認できる状態ではない。1℃以下ではC-80以外でグレー色から赤色に変化していることが確認できる。C-80では-2℃にならないとはっきり赤色を確認することができない。道路路面の凍結は、風の影響等によって差はあるが、気温が概ね2℃から氷点

下の温度帯で路面上の水分が凍りつくことから、路面凍結の状況変化を運転者へ視認させるには、温度 2~0℃で鮮明に変色することが必須条件と思われる。従って、クリアーに混合して使用するには最低でも示温材 85Wt%以上混合しなければならないことがわかった。

### 3-2 塗膜厚測定

図 2 に 5 種類の試作塗料の膜厚測定結果を示す。それぞれの平均膜厚は、C-100 が 31 $\mu$ m、C-95 が 26 $\mu$ m、C-90 が 30 $\mu$ m、C-85 が 30 $\mu$ m、C-80 が 28 $\mu$ m であった。刷毛塗り 1 回で仕上げていることから、膜厚に差はあるが、変色に影響を及ぼす程の差となっていないものと思われる。

### 3-3 付着力試験

図 3 に水系アクリルウレタン樹脂塗料（グレー）に 5 種類の試作塗料を塗布した試験片に付着力試験を行い、テープ剥離したマス目の写真を示す。いずれの試作塗料でも、塗膜の剥がれは生じず、評価点数は 10 点で、下地の水系アクリルウレタン樹脂塗料（グレー）と良好な付着性を示した。

### 3-4 耐湿性試験

図 4 に試験前及び 120 時間経過後の塗膜外観写真を示す。目視による外観検査を行った結果、いずれの試験片においても、塗膜の割れ、剥がれ、膨れの発生は認められなかった。しかし、全面の光沢が低下し、全体的に薄褐色に変色する傾向が見られ、C-85、C-100 では部分的な変色が顕著に発生した。刷毛塗りにより、示温材が均一に塗布されてない影響もあるが、長時間の高湿度により示温材が劣化したものと思われる。

### 3-5 寒熱サイクル試験

図 5 に試験前及び 15 サイクル経過後の塗膜外観写真を示す。目視による外観検査を行った結果、いずれの試験片においても、塗膜の割れ、剥がれ、膨れの発生は認められなかった。しかし、全面の光沢が低下し、薄白色に変色した。高温高湿、低温の繰り返しにより示温材が劣化したものと思われる。

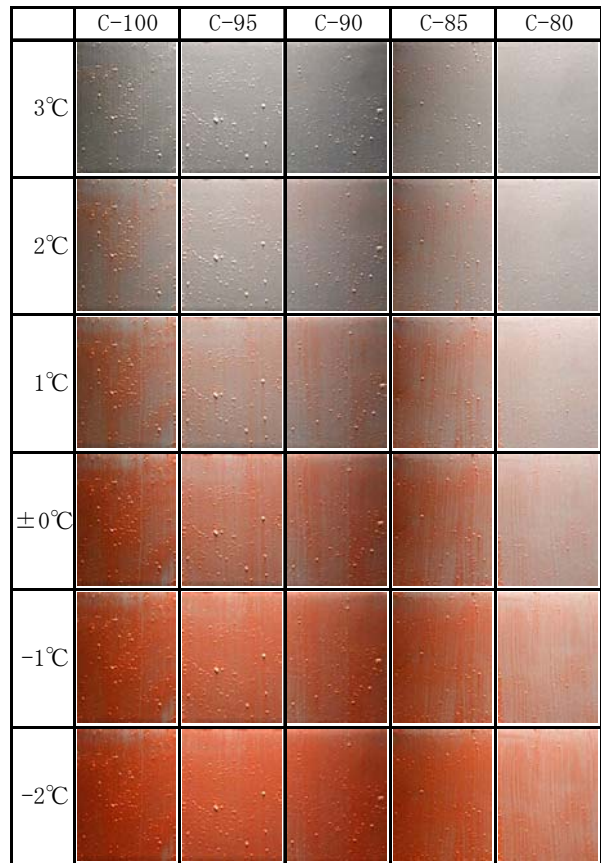


図 1 温度変化による変色結果

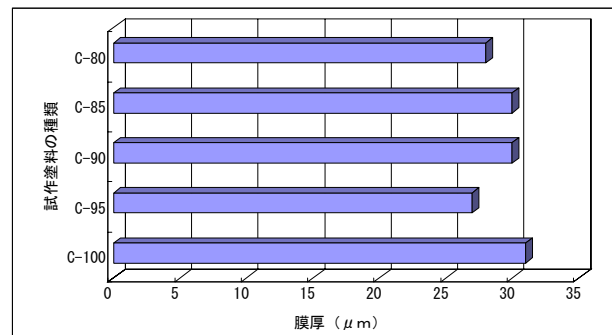


図 2 塗膜厚測定結果

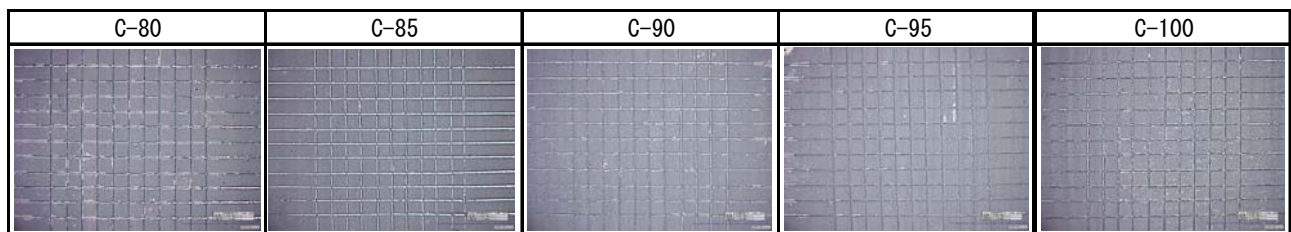


図 3 ごぼん目テープ剥離試験結果(×25)

### 3-6 促進耐候性試験

図 6 に試験前及び 120 時間経過後の塗膜外観写真を示す。目視による外観検査を行った結果、全ての試験片において、塗膜の割れ、剥がれ、膨れの発生は認められなかった。し

かし、耐湿試験と同様に薄褐色に変色した。紫外線及び降雨により示温材が劣化したものと思われる。

### 3-7 環境試験における変色試験結果

図 7~図 9 に耐湿試験、寒熱サイクル試験及び促進耐候

性試験後に変色試験を行った結果を示す。環境試験を行った全ての試験片において、温度を低下させても赤色に変色せず、示温材の効果が低下する結果となった。本実験に用いた示温材は可逆性示温材で、変色する際、示温材の結晶が一定温度で構造変化し変色する。また、温度が戻るとそれに伴い結晶構造も元に戻ることで復色するという化学的变化を起こしている。耐湿試験、寒熱サイクル試験及び促進耐候性試験に共通する試験条件は高温高湿度条件であることから、50℃以上の温度及び95%以上の湿度の影響（促進耐光性試験では降雨）で、示温材の結晶構造が破壊されてしまい色変化が起こらなくなるものと考えられる。

	C-100	C-95	C-90	C-85	C-80
0H					
120H					

図4 耐湿試験結果

	C-100	C-95	C-90	C-85	C-80
0 サイクル					
15 サイクル					

図5 寒熱サイクル試験結果

	C-100	C-95	C-90	C-85	C-80
0H					
120H					

図6 促進耐候性試験結果

状況の情報提供を図ることを目的に、可逆性示温材の利用について検討を行った。

その結果、水系アクリルウレタン樹脂塗料（クリアー）に示温材を85Wt%以上混合することで、温度2~0℃以下で鮮明に発色する結果が得られ、路面凍結状況の注意情報提供の手段として利用可能であることがわかった。また、塗り替えに使用した水系アクリルウレタン樹脂塗料（グレー）と安定した付着性を示すこともわかった。

しかし、耐湿試験、寒熱サイクル試験及び促進耐候性試験を行った結果、安定した付着性は示すものの、温度の低下に伴う発色は起こらなかった。環境試験に共通する高温高湿度条件の影響により、示温材の結晶構造が破壊されてしまうことが原因と考えられることから、屋内環境等での利用は可能であるが、屋外での利用は難しいことがわかった。

今後、屋外環境下でも耐久性に優れた示温材の開発、また、バインダーの選択等が検討課題になると思われる。

#### 5 参考文献

- 1) 三上義徳,穴沢靖,飯村崇:岩手県工業技術センター研究報告 15,p49~54(2008)
- 2) 岩手県県土整備部道路建設課:いわての道路資料集(平成19年版)
- 3) 東田寛:示温材について(「製品と安全」第42号,平成3年7月)
- 4) 舟山勉,堀口義一:示温塗料の研究(第1報)(色材協会誌第34巻,第9号,昭和36年9月)
- 5) 舟山勉,堀口義一:示温塗料の研究(第2報)(色材協会誌第34巻,第11号,昭和36年11月)
- 6) 舟山勉,橋本正敏:示温材による測温と温度管理,vol.20 No.6(1983)
- 7) 岡本莞司:示温材による温度の測定(化学技術誌MOL,昭和56年6月号)
- 8) 菱刈功:温度の検出とその応用例(電気評論 1982.7)
- 9) 橋本正敏:表面温度測定に威力を発揮 示温材のすべて(センサ技術 1982年9月号,Vol.2.No.10)

#### 4 結 言

景観に配慮した色に塗り替えた防護柵に、寒冷地特有の視認効果を付与させ、冬期間における運転者への路面凍結



景観に配慮した防護柵の塗り替え塗装仕様の開発

	C-100	C-95	C-90	C-85	C-80
3°C					
2°C					
1°C					
±0°C					
-1°C					
-2°C					

図7 促進耐候性試験後の変色試験結果

	C-100	C-95	C-90	C-85	C-80
3°C					
2°C					
1°C					
±0°C					
-1°C					
-2°C					

図9 耐湿試験後の変色試験結果

	C-100	C-95	C-90	C-85	C-80
3°C					
2°C					
1°C					
±0°C					
-1°C					
-2°C					

図8 寒熱サイクル試験後の変色試験結果