

寒冷地用塗料マニュアル(案)

平成27年3月

独立行政法人土木研究所寒地土木研究所

ホームページ掲載にあたって

本マニュアル（案）は、基盤研究「現場塗装時の外部環境と鋼構造物塗装の耐久性の検討」（平成 22～26 年度）のうち寒地土木研究所耐寒材料チームが実施した寒冷地用塗料に関する研究成果をもとにしており、併せて実施した特定非営利活動法人鋼構造物塗膜処理等研究会との共同研究「寒冷地用塗料の施工特性等に関する研究」も反映している。

研究成果を多くの土木技術者の皆さまに活用していただき、鋼構造物の良好な建設、維持管理に貢献するため、ここに「マニュアル（案）」としてまとめ、ホームページに掲載するものである。

なお、本マニュアル（案）の内容は、まだ実績の少ない部分もあり、今後の利用状況を踏まえた改訂が必要となるものと考えている。運用にあたっては、構造物管理者と十分打合せをしていただくよう留意願いたい。

また、本マニュアル（案）の根拠となる平成 22～26 年度の研究成果を取り纏めたので、本マニュアル（案）の参考資料として活用していただきたい。

目 次

1. 適用範囲	-----	1
2. 塗装系	-----	2
3. 塗料	-----	4
4. 施工	-----	10
(1) 作業条件	-----	10
(2) 塗装作業	-----	11
(3) 塗装間隔	-----	11
(4) 安全作業	-----	11

1. 適用範囲

- (1) 鋼道路橋を対象とする。
- (2) -5℃までの低温環境において、寒冷地用塗料を用いる塗装工事に適用する。
- (3) このマニュアルに示されていない事項は、鋼道路橋防食便覧による。

【解説】

(1) について

道路橋のうち主として鋼製の上部構造および橋脚構造に適用する。ただし、土中、水中、海中に設置されている鋼製橋脚等については、当該部材の環境や塗料に求められる性能に応じて別途検討が必要である。

(2) について

別に定める塗料規格を満足する寒冷地用塗料を用いて、外気の最低気温が-5℃までの低温環境において、塗装工事を行う場合に適用する。

(3) について

このマニュアルは、寒冷地用塗料を用いる場合において、特に配慮すべき事項を示したもので、このマニュアルに示されていない事項は、鋼道路橋防食便覧（公益社団法人日本道路協会、平成 26 年 3 月）によらなければならない。

2. 塗装系

塗装系は別表に示す CRc- I 塗装系と CRc-III 塗装系の 2 塗装系とする。

【解説】

表-2.1 に示す CRc- I 塗装系は鋼道路橋防食便覧記載の Rc- I 塗装系を参考にしたものであり、防食下地として寒冷地用有機ジンクリッチペイント、下塗として寒冷地用塗料下塗、中塗として寒冷地用塗料中塗、上塗として寒冷地用塗料上塗を用いる。また、表-2.2 に示す CRc-III 塗装系は鋼道路橋防食便覧記載の Rc-III 塗装系を参考にしたものであり、下塗として寒冷地用塗料下塗、中塗として寒冷地用塗料中塗、上塗として寒冷地用塗料上塗を用いる。塗装系選定の考え方は、鋼道路橋防食便覧の Rc- I 塗装系、Rc-III 塗装系と同様とし、塗膜の寿命をより長くするためには CRc- I 塗装系、工事上の制約がある場合には CRc-III 塗装系とする。CRc- I 塗装系、CRc-III 塗装系、いずれも中塗と上塗の 2 工程を寒冷地用中塗上塗兼用塗料の 1 工程に置き換えても良い。なお、いずれの塗装系も塗装方法は、原則として、はけ塗りとする。表に記載の使用量は参考値であり、塗料によって異なるので、塗料製造会社に確認する。

なお、旧塗膜が塩化ゴム系塗料の場合、その上に寒冷地用塗料下塗を塗り重ねると塗膜に割れが発生する危険性があるので、旧塗膜を全面除去する必要がある。その場合、全面が鋼材露出部となるため CRc-III 塗装系を採用するのではなく、耐久性を考慮して防食下地を有する CRc- I 塗装系を採用することが望ましい。

寒冷地用塗料は、低温での作業性、乾燥性を考慮した設計の塗料であり、常温で使用する塗料とは異なるものである。低温で塗装した場合、乾燥するまでの間にたれが生じたり、溶剤の乾燥が早過ぎるはけ目が生じたりすることがある。多少のたれやはけ目が生じても規定の膜厚が確保されていれば防食性に問題はないが、景観性を求める場合には留意する必要がある。

表-2.1 CRc-I 塗装系 (はけ)

塗装工程	塗料名	使用量※1 (g/m ²)	目標膜厚 (μm)	塗装間隔
素地調整	1種			4時間以内
防食下地	寒冷地用有機ジンクリッチペイント	600	75	
下塗	寒冷地用塗料下塗	200	60	1日～10日
下塗	寒冷地用塗料下塗	200	60	1日～10日
中塗※2	寒冷地用塗料中塗	140	30	1日～10日
上塗※2	寒冷地用塗料上塗	120	25	1日～10日

※1 使用量は参考値であり塗料によって異なる。

表-2.2 CRc-III 塗装系 (はけ)

塗装工程	塗料名	使用量※1 (g/m ²)	目標膜厚 (μm)	塗装間隔
素地調整	3種			4時間以内
下塗	寒冷地用塗料下塗 (鋼材露出部のみ)	(200)	(60)	
下塗	寒冷地用塗料下塗	200	60	1日～10日
下塗	寒冷地用塗料下塗	200	60	1日～10日
下塗	寒冷地用塗料下塗	200	60	1日～10日
中塗※2	寒冷地用塗料中塗	140	30	1日～10日
上塗※2	寒冷地用塗料上塗	120	25	1日～10日

※1 使用量は参考値であり塗料によって異なる。

※2 中塗と上塗の2工程を寒冷地用中塗上塗兼用塗料の1工程に置き換えても良い

塗装工程	塗料名	使用量※1 (g/m ²)	目標膜厚 (μm)	塗装間隔
中塗上塗 兼用	寒冷地用中塗上塗兼用塗料	180	55	1日～10日

3. 塗料

寒冷地用塗装系に用いる塗料は別表に定める塗料規格を満足する下記の塗料を使用する。

- (1)寒冷地用有機ジンクリッチペイント
- (2)寒冷地用塗料下塗
- (3)寒冷地用塗料中塗
- (4)寒冷地用塗料上塗
- (5)寒冷地用中塗上塗兼用塗料

【解説】

各塗料に共通する条件として、本表記載の条件以外の試験方法については、鋼道路橋防食便覧の付Ⅱ-3 鋼道路橋塗装用塗料の試験方法及び JIS K 5600 の試験方法による。試験板作成の養生条件は、マイナス 5℃で 7 日間、続けて 23℃で 2 日間、合計 9 日間とする。

(1) 寒冷地用有機ジンクリッチペイント

鋼道路橋防食便覧記載の有機ジンクリッチペイントと同様に亜鉛と有機系樹脂から成るものであるが、有機系樹脂については、エポキシ樹脂や変性エポキシ樹脂、湿気硬化形ポリウレタン樹脂等のいずれを用いてもよい。

表-3.1 寒冷地用有機ジンクリッチペイント

塗料の名称		寒冷地用有機ジンクリッチペイント
解 説		亜鉛末、エポキシ樹脂または変性エポキシ樹脂やポリウレタン樹脂、顔料、硬化剤及び溶剤を主な原料とした、1液形または2液形（亜鉛末を含む液と硬化剤）または2液1粉末形からなる塗料で、鋼面に直接塗装して防せいするためのものである。-5℃から10℃までの環境において使用が可能である。
成分	混合塗料中の加熱残分 （質量分率%）	75 以上
	加熱残分中の金属亜鉛 （質量分率%）	70 以上
塗料 性状	容器の中での状態	粉は微小で一様な粉末である。 液はかき混ぜたとき、堅い塊がなくて一様になる。
塗装 作業 性	塗装作業性	塗装作業に支障がない。
	乾燥時間	6 時間以下（-5℃）
	ポットライフ	2 時間で使用できる。（10℃）
	厚塗り性	支障がない。
塗膜 性能	塗膜の外観	正常である。
	耐おもり落下性 （デュポン式）	500mm の高さから 500g のおもりを落としたときの衝撃によって、塗膜に割れ及びはがれが生じない。
	耐塩水噴霧性	240 時間の塩水噴霧に耐える。
	耐水性	水に 240 時間浸したとき異常がない。
長期 試験	屋外暴露耐候性	24 ヶ月の試験でさび、割れ、はがれ及び膨れがない。
備考	本表記載の条件以外の試験方法については、鋼道路橋防食便覧の付Ⅱ-3 鋼道路橋塗装用塗料の試験方法及び JIS K 5600 の試験方法による。	

(2) 寒冷地用塗料下塗

下塗の機能を有していれば、樹脂系についてはエポキシ樹脂や変性エポキシ樹脂、湿気硬化形ポリウレタン樹脂等のいずれを用いてもよい。

表-3.2 寒冷地用塗料下塗

塗料の名称		寒冷地用塗料下塗
解 説		エポキシ樹脂、変性エポキシ樹脂またはポリウレタン樹脂と硬化剤、顔料及び溶剤を主な原料とした1液形または2液形の塗料で、下塗り塗装に使用するものである。-5℃から10℃までの環境において使用が可能である。
成分	塗膜中の鉛の定量 (質量分率%)	0.06 以下
	塗膜中のクロムの定量 (質量分率%)	0.03 以下
塗料 性状	容器の中での状態	かき混ぜたとき、堅い塊がなくて一様になる。
塗装 作業 性	塗装作業性	塗装作業に支障がない。
	乾燥時間	24 時間以下 (-5℃)
	ポットライフ	2 時間で使用できる。(10℃)
	たるみ性	隙間幅 200 μm でたるみがない。
塗膜 性能	塗膜の外観	正常である。
	上塗り適合性	支障がない。
	耐おもり落下性 (デュポン式)	500mm の高さから 300g のおもりを落としたときの衝撃によって、塗膜に割れ及びはがれが生じない。
	耐熱性	160℃で 30 分加熱しても、外観が正常である。試験後の付着性試験で分類 2、分類 1 または分類 0 である。
	付着性	分類 1 または分類 0。
	サイクル腐食試験	120 サイクル
長期 試験	屋外暴露耐候性	24 ヶ月の試験でさび、割れ、はがれ及び膨れがない。
備考	本表記載の条件以外の試験方法については、鋼道路橋防食便覧の付 II - 3 鋼道路橋塗装用塗料の試験方法及び JIS K 5600 の試験方法による。	

(3) 寒冷地用塗料中塗

中塗の機能を有していれば、樹脂系についてはエポキシ樹脂や変性エポキシ樹脂、湿気硬化形ポリウレタン樹脂等のいずれを用いてもよい。

表-3.3 寒冷地用塗料中塗

塗料の名称		寒冷地用塗料中塗	
解 説		エポキシ樹脂、変性エポキシ樹脂、ポリオール樹脂またはふっ素樹脂と顔料、硬化剤及び溶剤を主な原料とした 2 液形の塗料で、中塗り塗装に使用するものである。-5℃から 10℃までの環境において使用が可能である。	
成分	混合塗料中の加熱残分 (質量分率%)	白・淡彩は 60 以上、その他の色は 50 以上	
塗料 性状	容器の中での状態	かき混ぜたとき、堅い塊がなくて一様になる。	
塗装 作業 性	塗装作業性	塗装作業に支障がない。	
	乾燥時間	16 時間以下 (-5℃)	
	ポットライフ	2 時間で使用できる。(10℃)	
塗膜 性能	塗膜の外観	正常である。	
	上塗り適合性	支障がない。	
	隠ぺい率 (%)	白・淡彩は 90 以上、鮮明な赤及び黄は 50 以上、その他の色は 80 以上。	
	耐おもり落下性 (デュボン式)	500mm の高さから 300g のおもりを落としたときの衝撃によって、塗膜に割れ及びはがれが生じない。	
	耐屈曲性 (円筒形マンドレル法)	直径 10mm の折り曲げに耐える。	
	層間付着性	I	異常がない。
		II	異常がない。
	耐アルカリ性	飽和水酸化カルシウム溶液に 168 時間浸したとき、異常がない。	
	耐酸性	硫酸溶液 (5g/l) に 168 時間浸したとき、異常がない。	
耐湿潤冷熱繰返し性	10 サイクルの湿潤冷熱繰返しに耐える。		
備考	本表記載の条件以外の試験方法については、鋼道路橋防食便覧の付 II - 3 鋼道路橋塗装用塗料の試験方法及び JIS K 5600 の試験方法による。なお、使用にあたっては鉛・クロムフリーのものを使用することが望ましい。		

(4) 寒冷地用塗料上塗

鋼道路橋防食便覧記載のふっ素樹脂塗料と同程度の耐候性を有するものとする。そのため必ずしもふっ素樹脂である必要はなく、耐候性が同程度以上であれば、アクリルシリコン樹脂、シリコン変性エポキシ樹脂等を用いてもよい。

表-3.4 寒冷地用塗料上塗

塗料の名称		寒冷地用塗料上塗
解 説		ふっ素樹脂、またはそれに相当する耐候性を有する樹脂、顔料、硬化剤及び溶剤を主な原料とした 2 液形の塗料で、上塗り塗装に使用するものである。-5℃から 10℃までの環境において使用が可能である。
成分	混合塗料中の加熱残分 (質量分率%)	白・淡彩は 50 以上、その他の色は 40 以上
塗料 性状	容器の中での状態	かき混ぜたとき、堅い塊がなくて一様になる。
塗装 作業 性	乾燥時間	16 時間以下 (-5℃)
	ポットライフ	2 時間で使用できる。(10℃)
塗膜 性能	塗膜の外観	正常である。
	隠ぺい率 (%)	白・淡彩は 90 以上、鮮明な赤及び黄は 50 以上、その他の色は 80 以上。
	鏡面光沢度 (60 度)	70 以上
	耐おもり落下性 (デュボン式)	500mm の高さから 300g のおもりを落としたときの衝撃によって、塗膜に割れ及びはがれが生じない。
	耐屈曲性 (円筒形マンドレル法)	直径 10mm の折り曲げに耐える。
	層間付着性 II	異常がない。
	耐アルカリ性	飽和水酸化カルシウム溶液に 168 時間浸したとき、異常がない。
	耐酸性	硫酸溶液 (5g/l) に 168 時間浸したとき、異常がない。
	耐湿潤冷熱繰返し性	10 サイクルの湿潤冷熱繰返しに耐える。
	促進耐候性	照射時間 2000 時間で塗膜に、割れ、はがれ及び膨れがなく、色の変化の程度が見本品と比べて小さくなく、さらに白亜化の等級が 1 又は 0 であって、かつ光沢保持率が 80%以上。ただし、屋外暴露耐候性の結果が得られた後は、照射時間 500 時間で塗膜に、割れ、はがれ及び膨れがなく、色の変化の程度が見本品と比べて小さくなく、さらに白亜化の等級が 1 又は 0 であって、かつ光沢保持率が 90%以上。
長期 試験	屋外暴露耐候性	24 ヶ月の試験で、塗膜に膨れ、はがれ及び割れがなく、光沢保持率が 60%以上で色の変化の程度が見本品と比べて小さくなく、さらに白亜化の等級が 1 又は 0。
備考	本表記載の条件以外の試験方法については、鋼道路橋防食便覧の付 II - 3 鋼道路橋塗装用塗料の試験方法及び JIS K 5600 の試験方法による。なお、使用にあたっては鉛・クロムフリーのものを使用することが望ましい。	

(5) 寒冷地用中塗上塗兼用塗料

厚膜塗装が可能であり、表-3.5 に示す性能を有していれば、寒冷地用塗料中塗と寒冷地用塗料上塗の 2 工程を寒冷地用中塗上塗兼用塗料の 1 工程に置き換えることが可能である。耐候性はふっ素樹脂塗料と同程度を有するものとする。そのため必ずしもふっ素樹脂である必要はなく、耐候性が同程度以上であれば、アクリルシリコン樹脂、シリコン変性エポキシ樹脂等を用いてもよい。

表-3.5 寒冷地用中塗上塗兼用塗料

塗料の名称		寒冷地用中塗上塗兼用塗料
解 説		ふっ素樹脂、またはそれに相当する耐候性を有する樹脂、顔料、硬化剤及び溶剤を主な原料とした 2 液形の塗料で、中塗り塗装を兼ねて上塗り塗装に使用するものである。-5℃から 10℃までの環境において使用が可能である。
成分	混合塗料中の加熱残分 (質量分率%)	白・淡彩は 50 以上、その他の色は 40 以上
塗料 性状	容器の中での状態	かき混ぜたとき、堅い塊がなくて一様になる。
塗装 作業 性	乾燥時間	16 時間以下 (-5℃)
	ポットライフ	2 時間で使用できる。(10℃)
塗膜 性能	塗膜の外観	正常である。
	隠ぺい率 (%)	白・淡彩は 90 以上、鮮明な赤及び黄は 50 以上、その他の色は 80 以上。
	鏡面光沢度 (60 度)	70 以上
	耐おもり落下性 (デュポン式)	500mm の高さから 300g のおもりを落としたときの衝撃によって、塗膜に割れ及びはがれが生じない。
	耐屈曲性 (円筒形マンドレル法)	直径 10mm の折り曲げに耐える
	層間付着性 II	異常がない。
	耐アルカリ性	飽和水酸化カルシウム溶液に 168 時間浸したとき、異常がない。
	耐酸性	硫酸溶液(5g/l)に 168 時間浸したとき、異常がない。
	耐湿潤冷熱繰返し性	10 サイクルの湿潤冷熱繰返しに耐える。
	促進耐候性	照射時間 2000 時間で塗膜に、割れ、はがれ及び膨れがなく、色の変化の程度が見本品と比べて小さくなく、さらに白亜化の等級が 1 又は 0 であって、かつ光沢保持率が 80%以上。ただし、屋外暴露耐候性の結果が得られた後は、照射時間 500 時間で塗膜に、割れ、はがれ及び膨れがなく、色の変化の程度が見本品と比べて小さくなく、さらに白亜化の等級が 1 又は 0 であって、かつ光沢保持率が 90%以上。
長期 試験	屋外暴露耐候性	24 か月の試験で、塗膜に膨れ、はがれ及び割れがなく、光沢保持率が 60%以上で色の変化の程度が見本品に比べて小さくなく、さらに白亜化の等級が 1 又は 0。
備考	本表記載の条件以外の試験方法については、鋼道路橋防食便覧の付 II - 3 鋼道路橋塗装用塗料の試験方法及び JIS K 5600 の試験方法による。なお、使用にあたっては鉛・クロムフリーのものを使用することが望ましい。	

4. 施工

(1) 作業条件

原則として、下記の条件のときは塗装を行なってはならない。

- (1) 温度が-5℃以下、または 10℃以上の時
- (2) 相対湿度が 85%以上の時
- (3) 被塗面が露点温度より低い時
- (4) 被塗面に結露や結氷が生じている時
- (5) 塗装の乾燥前に降雨、降雪、結氷などの影響を受ける時

【解説】

(1)について

温度が-5℃以下の場合、塗料粘度が増大して、作業性が低下するとともに、結露・結氷が生じやすい環境となり、塗膜欠陥などを生じる可能性が高くなる。また、温度が 10℃以上の場合、乾燥が早くなり、作業性が低下する場合がある。このため、上限温度を超える場合には、別途検討が必要である。

(2)について

相対湿度が 85%以上の場合、結露の危険性が高いため、塗装を行ってはならない。

(3)について

被塗面の温度が露点より低い場合、結露の危険性が著しく高まるため、塗装を行ってはならない。露点温度は、環境温度（気温）と相対湿度から露点換算表を用いて算出する方法のほか、露点温度の算出を自動的に行い、結露発生状態が近づくと警報を発する結露計を用いる方法がある。

(4)について

被塗面に結露や結氷が生じている場合、塗膜剥離や早期塗膜欠陥の発生原因となるため、塗装を行ってはならない。

(5)について

塗装した塗料が、乾燥前に降雨、降雪、結氷等を受けると、塗料の流失、表面の凹凸の発生や光沢の低下等が懸念される。このため、降雨、降雪等の影響を受けないよう、シート等を用いた養生や気温が低下する夜間に、結露・結氷が生じないようにすることが必要である。

なお、上記の条件にある被塗物でも、加温や乾燥の設備により、塗装可能な条件が得られれば、塗装を行うことが可能である。加温設備は、爆発、火災等の安全面を考慮し、熱交換型のヒーター等の場内で火気を使用することのない機器を選定することが必要である。また、乾燥設備として、外気の相対湿度が低い時は、送風機を使用することが有効である。

低温下において素地調整程度 1 種を行う場合、ブラストに使用するエアークンプレッサーにより空気中の水蒸気が圧縮され、研削材とともに水分が噴出されることがあり、素地調整の品質低下の可能性がある。このため、低温下で使用するエアークンプレッサーについては、圧縮した空気を加熱することで、空気中の水分量を低下させて、乾燥した空気を供給することが可能なアフタークーラー付きの機種を選定することが望ましい。

(2) 塗装作業

塗装方法は、はけ塗りを原則とする。

【解説】

低温下における、スプレー塗装については、塗料粘度が高いため、霧化が難しいとされていることから、はけ塗りによることを原則とした。ただし、ローラー塗装については、塗膜性能に影響がないことを確認して、使用することも可能である。

(3) 塗装間隔

塗り重ねを行う際は、下層の塗膜が硬化乾燥していることを確認して行う。

【解説】

塗り重ねを行う際は、指触で塗膜の乾燥状態を確認するか、一部に試験塗装を行い、その結果に基づいて、塗り重ねの可否を決めることが望ましい。特に、塗装後、気温が低下する夜間に極低温状態になった場合、硬化反応が遅くなるため、十分な注意が必要である。

(4) 安全作業

作業場内は火気厳禁とし、発生する有機溶剂量に合う換気を行わなければならない。

【解説】

降雨等の影響を受けないように養生した作業場内は、密閉環境となることから、作業に伴い発生する有機溶剤が充満し、火災・爆発や作業員が有機溶剤中毒になる危険性がある。このため、発生する

有機溶剂量に合う換気を行うとともに、換気が滞る可能性がある狭隘部等においては、有機溶剤用の防毒マスクを使用することが望ましい。また、換気や照明などの設備は、防爆タイプを使用して火災・爆発事故の防止を図る必要がある。