

15.7 鋼橋塗装の性能評価に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 23～平 27

担当チーム：材料資源研究グループ（新材料）

研究担当者：西崎 到、富山禎仁

【要旨】

本研究では、鋼道路橋塗装の設計基準の性能規定化において参考となる基礎的な技術資料の作成をめざし、鋼橋防食のために塗料・塗装が備えるべき諸性能・機能について明らかにするとともに、これらを的確に評価できる試験評価技術の確立を目的としている。平成 23 年度は国内の規格・基準類を中心に調査し、鋼道路橋塗装に求められる性能と、対応する性能評価項目を抽出した。また、これらの各性能評価項目に対し、現在行われている試験方法・条件等を調査し整理した。これらの結果から、鋼道路橋塗装の性能規定化のためには塗装系全体（複合膜）を評価できる試験評価方法を確立する必要がある、そのために現行の方法の改良や、性能を担保するための基準値の設定が必要であることが明らかとなった。

キーワード：鋼橋塗装、塗料、塗装系、防食性、耐候性、性能規定

1. はじめに

鋼道路橋のライフサイクルコストの縮減は、社会的な要請である。従来、鋼道路橋の維持管理には塗装による防食技術が大きな位置を占めており、塗装技術や塗料の高性能化、低コスト化により、構造物の維持管理コスト、ひいてはライフサイクルコストを効果的に縮減できるものと期待される。ところが、今日の塗装設計基準では、使用する塗料の種類や使用量、施工方法などのいわゆる塗装仕様が規定された「仕様規定」であるため、新技術や新材料の導入の自由度が低いのが現状である。このため、塗装設計基準を性能規定に移行させ、合理的で多様な開発による、塗料・塗装技術の品質・性能の向上やコスト縮減が促進される環境の整備が求められている。

そこで本研究では、材料の制約なく自由な発想で新材料を開発できる環境の整備を図るために、鋼橋塗装に求められる要求性能を整理し、塗料・塗装の的確な性能評価技術に確立に取り組むことで、塗装設計基準の性能規定化において参考となる基礎的な技術資料の作成をめざすこととした。

2. 研究の概略

本研究は、以下の手順で進めることとした。

①既往の研究のレビューや文献調査、塗料メーカーなどとの情報交換を十分に行い、鋼橋塗装に必要な要求性能の設定を行う。また、これと併行して、現行の性能評価技術について整理する。

②①で設定した要求性能ごとに、現行の性能評価技術をベースに実験的検討を行い、必要に応じて新しい性能評価技術について検討する。

③それぞれの性能評価技術に基づき、各種塗料の性能を評価して基準値を導き、技術資料として取りまとめる。

平成 23 年度は国内の塗料・塗装に関する規格・基準類や学術論文等を中心に調査し、鋼道路橋塗装に求められる性能や機能を整理し、性能評価項目を設定した。また、各性能評価項目に対し、従来行われている試験評価方法を調査し整理した。

3. 鋼道路橋塗装の現状と課題

鋼構造物の防食塗装では、構造物の期待耐用年数、規模や形状、設置環境、補修・改修の難易や頻度等を考慮し、防食性能や経済性、塗装作業性、景観性、使用実績等をふまえて最適な塗装系が選定される。鋼道路橋においては維持管理に占める塗替え塗装費用が大きく、これを縮減する観点から、防食性と耐候性に優れた「重防食塗装系」を適用して塗替え間隔の長期化を図っている。平成 17 年 12 月に刊行された鋼道路橋塗装・防食便覧（以下、「便覧」と称す）では新設時の一般外面用塗装系を、数ある塗装系の中から、原則として「C-5 塗装系」に統一している（表 - 1 (a)）。また、塗替用塗装系も同様に、Rc-I 塗装系（プラスト工法により旧塗膜を除去し、スプレー塗装をする）、Rc-III 塗装系（工事上の制約によってブラストできない場合に適用）に統一している（表

- 1 (b) (c) 1)。たとえば C-5 塗装系は、耐食性に優れたジンクリッチペイントを防食下地とし、下塗りには遮断性に優れたエポキシ樹脂塗料を、上塗りには耐候性に優れたふっ素樹脂塗料を適用した重防食塗装系であり、これらの塗料の組み合わせにより塗替え塗装間隔の長期化が期待できる。このように、便覧では使用する塗料の種類が定められており、さらには塗膜層ごとの膜厚や標準使用量、塗装間隔、塗装方法などについても定められている、典型的な「仕様規定」となっている。したがって、発注者は便覧で定められた塗装仕様で工事を発注し、受注者は便覧の品質基準に適合した塗料を塗料メーカーから購入し、便覧に定められた塗装方法で塗装、施工管理を行うことになる。

表 - 1 鋼道路橋塗装・防食便覧で規定されている塗装仕様

(a) 一般外面用の新設塗装仕様 (C-5 塗装系)

塗装工程	塗料名	使用量 (g/m ²)	目標膜厚 (μm)	塗装間隔	
製鋼場	素地調整	(プラスチック処理 ISO Sa2 1/2)		4時間以内	
	プライマー	無機ジンクリッチプライマー	160		(15)
橋梁製作場	2次素地調整	(プラスチック処理 ISO Sa2 1/2)		6ヶ月以内	
	防食下地	無機ジンクリッチペイント	600		75
	ミストコート	エポキシ樹脂塗料下塗り	160	-	1日~10日
	下塗り	エポキシ樹脂塗料下塗り	540	120	1日~10日
	中塗り	ふっ素樹脂塗料用中塗り	170	30	1日~10日
	上塗り	ふっ素樹脂塗料上塗り	140	25	1日~10日

注. 1 使用量はスプレーの場合を示す。
 注. 2 プライマーの膜厚は総膜厚に加えない。
 注. 3 隠ぺい力が劣る有機着色顔料を使用した塗色の上塗りには2回以上塗装する必要がある。

(b) 一般外面用の塗替塗装仕様 (Rc-I 塗装系 (スプレー塗装))

塗装工程	塗料名	使用量 (g/m ²)	塗装間隔
素地調整	(1種)		4時間以内
下塗り	有機ジンクリッチペイント	600	
下塗り	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗り	240	1日~10日
下塗り	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗り	240	1日~10日
中塗り	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗り	170	1日~10日
上塗り	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗り	140	1日~10日

(c) 一般外面用の塗替塗装仕様 (Rc-III 塗装系 (はけ、ローラー塗装))

塗装工程	塗料名	使用量 (g/m ²)	塗装間隔
素地調整	(3種)		4時間以内
下塗り	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗り (鋼板露出部のみ)	(200)	
下塗り	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗り	200	1日~10日
下塗り	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗り	200	1日~10日
中塗り	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗り	140	1日~10日
上塗り	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗り	120	1日~10日

ところで最近では、環境負荷の低減や構造物の維持管理労力・コストの削減、多様な施工環境への対応などを

目的として様々な付加価値を付与した新規塗料が開発され、これらの塗料を適用した新規塗装系が提案されつつある (表 - 2) 2)。これらの新規塗料・塗装系は、たとえば基本的な性能が従来塗装系と同等と評価されたとしても、便覧等に規定された塗装仕様に合致していないため、直ちには導入されにくい現状がある。このため、塗装設計基準を従来の仕様規定から性能規定へ移行し、合理的で多様な開発による、塗料・塗装技術の品質・性能の向上やコスト削減が促進される環境の整備が求められている。

表 - 2 近年開発されつつある新規塗料の一例

新規塗料の種類	塗料の概略
環境にやさしい塗料	塗料に含まれる有機溶剤 (揮発性有機化合物) は光化学スモッグ等の原因物質の一つとされている。「環境にやさしい塗料」は、その排出量を削減するために開発された塗料であり、「水性塗料」や「低溶剤系塗料」などがある 3)。
省検査形膜厚制御塗料	膜厚検査の簡素化や膜厚不足による性能低下の防止を目的として開発された塗料。塗料の色の違いによる隠ぺい力の差を利用した2つの塗料を塗装することにより、塗装中に膜厚の目安が容易になる塗料。
寒冷地用塗料	寒冷地の冬場の低温塗装環境においても、通常の塗装工期で塗装ができ、かつ塗膜品質が低下しにくい塗料。
中・上塗兼用塗料	工程短縮や塗装コストの低減を目的として開発された塗料であり、一つの塗料で中塗りと上塗りの機能を併せ持っている。「厚膜形ポリウレタン樹脂塗料上塗り」や「厚膜形シリコン変性エポキシ樹脂中・上塗兼用塗料」などがある。

※出典:「鋼道路橋塗装・防食便覧資料集 (平成 22 年 9 月)」

性能規定では、まず発注者が目標とする性能 (要求性能) を明示し、これを確保するために、材料・施工の性能評価方法およびその基準値 (性能水準) を規定する。一方、受注者はこれに応じ、規定された性能水準を満たす塗料や塗装方法を提案する。発注者はこれらの技術提案が要求性能を満足するか否かを検査し、合格したものを積極的に採用することになる。

そこで、本研究ではまず、文献調査により鋼道路橋塗装に求められる性能を明らかにし、その性能を評価するために従来行われている評価項目と、対応する試験方法・条件等を整理することとした。

4. 文献調査

4. 1 調査内容

「鋼道路橋塗装・防食便覧 (以下、「便覧」と称す)」は道路橋示方書の規定に準じ、示方書における防食技術全般に関する部分を補完する手引書として、道路橋の設計・施工・維持管理に携わる技術者らに広く利用されている。そこで文献調査では便覧の塗料標準および試験方法と、便覧の試験方法が主として準拠している日本工業

表-3 調査対象とした主な塗料・塗装規格、指針、試験方法等

分野	塗料・塗装規格、指針、試験方法等	発行年月	発行者
道路	鋼道路橋塗装・防食便覧	平成17年12月	(社) 日本道路協会
	鋼道路橋塗装便覧	平成2年6月	(社) 日本道路協会
	構造物施工管理要領	平成23年7月	(株) 高速道路総合技術研究所
	NEXCO 試験方法第4編 構造関係試験方法	平成23年7月	(株) 高速道路総合技術研究所
	塗装設計施工基準	平成20年12月	広島高速道路公社
鉄道	鋼構造物塗装設計施工指針 (2005年)	平成18年5月	(財) 鉄道総合技術研究所
河川	ダム・堰施設技術基準 (案)	平成11年3月	(社) ダム・堰施設技術協会
港湾	港湾鋼構造物防食・補修マニュアル	平成21年11月	(財) 沿岸技術研究センター
船舶	IMO 塗装性能基準に関するガイドライン	平成22年4月	(財) 日本海事協会
下水道	コンクリート防食指針 (案) 参考資料	平成9年6月	下水道事業団
プラント	プラント塗装指針	昭和61年7月	(財) エンジニアリング振興協会
その他	塗料試験方法 No.3 (防食性試験方法)	平成4年1月	(財) 日本塗料検査協会
	防衛省規格	—	防衛省技術研究本部
	日本工業規格	—	

規格 (JIS) で規定された塗料・塗装に関する試験方法を中心に情報を整理した。また、道路橋以外の分野で実際に使われている塗料・塗装に関する試験方法も参考にするために、主に表-3に示した国内の基準類も参照した。

4.2 調査結果

4.2.1 鋼道路橋塗装における要求性能と性能評価項目

文献調査の結果などから、鋼道路橋の塗装には「鋼材を外部環境による腐食から守ること (防食性能)」と、「物体に色彩や光沢を付与すること (景観性能)」の、二つの最も基本的な性能に加えて、これらの機能を長期にわたって持続できること (耐久性能)、所定の仕様の塗膜が効率的な塗装作業により得られること (施工性能)、環境への影響ができるだけ小さいこと (環境性能)、などが求められることが明らかとなった⁴⁻⁶⁾。これらの詳細についてまとめると、以下の通りである。

(1) 防食性能

鋼道路橋の腐食による損傷を防止する性能である。塗装は鋼材表面に形成された塗膜が腐食の原因となる酸素と水や、腐食を促進する塩類等の物質を遮断 (環境遮断) することで鋼材を保護することができる。また、塗膜は一般に電気抵抗が高く、アノード/カソード間に生じる腐食電流を阻止するため、これによっても腐食を抑制することができる。さらに、現行の重防食塗装において防食下地として用いられるジンクリッチペイント等は、亜鉛の犠牲防食作用 (亜鉛は鉄よりもイオン化 (腐食) しやすく、鉄の溶出を抑制することができる) により鋼素地の腐食を抑制することができる。

塗膜の防食機構から考えると、鋼材腐食の原因となる酸素や水、鋼材腐食を促進する塩化物イオン等を遮断する性能は、塗膜の防食性能を表す一つの指標となることがわかる。ただし、塗膜によってこれらの腐食因子を完

全に遮断できるわけではなく、通常は塗膜を通じて徐々に浸透してしまい、これにより下地の鋼材が腐食することもある。また、塗膜にピンホールやわれなどの欠陥や損傷があると、これらを経由して腐食因子が容易に浸透できるようになり、下地の鋼材がさらに腐食しやすい環境となる。したがって、塗膜の防食性能は環境遮断性のみで評価することはできず、腐食環境下での塗膜下腐食の状況や塗膜と鋼材との付着性、塗膜欠陥部からのさびの進行状況などから、総合的に評価する必要がある。

(2) 景観・美観性能

構造物に色彩や光沢を付与することで、構造物の外観を周辺環境と調和させたり、逆に構造物を際立たせたりすること、すなわち構造物の景観性や美観性を向上させる性能である。紫外線の作用等により塗膜中の樹脂や着色顔料が変質すると、塗膜の変退色や光沢の低下につながる。また、特に都市部などでは、自動車の排気ガスなどにより塗膜の汚れが目立つ場合がある。塗膜の変退色や汚れは構造物の景観性や美観性に悪影響を及ぼすため、長期間にわたってこれらの変化ができるだけ少ないことが望ましい。塗膜の景観・美観性能を評価する指標には、色彩や光沢度、平滑性、耐汚染性、耐候性などがある。

(3) 耐久性能

土木構造物は通常屋外に設置されるため、そこに塗装された塗膜は紫外線や熱、水分、大気汚染物質等の影響を受けて、初期に持つ性能が時間の経過に伴って徐々に低下する。この現象が塗膜の劣化であり、これに耐える性能が塗膜の耐久性能である。したがって、塗膜の耐久性能は耐候性、耐水 (湿) 性、疲労耐久性、耐熱熱繰り返し性、耐アルカリ性、耐揮発油性などを指標として、総合的に評価される。

暴露試験や実橋における実績から、重防食塗膜の期待寿命は厳しい腐食環境においても20年以上とされている

る⁷⁾。しかしながら、このように優れた耐久性能を有する重防食塗装においても、鋼道路橋の設計上の供用年数が新設から100年以上とされていることを考えると、部材の機能・性能を維持するために、適切なタイミングで塗替え塗装を実施する必要があることがわかる。鋼道路橋のライフサイクルコスト(LCC)を削減するために、塗替え塗装の実施回数をできるだけ減らすこと、すなわちより耐久性能の高い塗料・塗装系を選定する必要がある。

(4) 力学性能

鋼材表面に形成された塗膜が安定して存在し続けるためには、鋼材に対する良好な付着力や、変形や衝撃などの力学的作用に耐えうる力学性能を有する必要がある。塗膜の付着力は、はがれやふくれの発生しにくさ、塗膜欠陥部からのさびの広がりにくさなど、塗膜の防食性能や耐久性能とも密接に関係している⁸⁾。鋼素地の熱膨張や変形による塗膜の割れなどの損傷を避けるためには、塗膜の応力緩和能(塗膜内部に生じる応力を緩和する能力)が高く、下地への追従性に優れている必要がある。

(5) 施工性能

塗料が持っている本来の性能を十分に発揮させるためには、適切な施工によって、所定の仕様の塗膜を被塗面に形成させなければならない。そのためには、施工時の気温や湿度条件下で塗装作業に適した塗料粘度(流動性)や可使時間、乾燥時間を示す塗料を用いる必要がある。また、所定の膜厚を確保できること、乾燥工程で塗膜に「だれ」や「しわ」等の欠陥ができず、平滑で均一な塗膜外観が得られることも求められる。

(6) 重ね塗り性能

異なる種類の塗料を塗り重ねて一つの塗装系を形成する場合、塗料の組み合わせによっては、塗り重ねた塗料に含まれる溶剤が下地の塗膜を侵したり、塗膜相互の密着性が悪く、層間はく離等の問題が生じたりする場合がある。従来、層間付着性、重ね塗り適合性、上塗適合性といった指標により評価されている。

(7) 環境・安全性能

かつての塗料では、鉛やクロムなどの重金属が顔料として用いられたり、発がん性の疑いのあるコaltarールなどが使われていた。これらは塗装作業者の安全を脅かすだけでなく、塗替え塗装時におけるケレンダストの飛散により周辺環境へも悪影響を及ぼす。また、従来の塗料には多くの揮発性有機化合物(volatile organic compounds, VOC)を含む有機溶剤が使用されているが、塗装時に揮発するVOCは光化学オキシダントや浮遊粒子状物質の原因の一つとされており、大気汚染の原因とな

るばかりでなく、その臭気も塗装作業や周辺住民に不快感を与えたり、時には身体への影響を生じる場合もある。したがって、塗装作業者の安全性の確保と周辺環境の汚染防止の観点から、塗料の環境・安全性能には一定の水準を設定しておかなければならない。

表-4に鋼道路橋塗装に求められる要求性能と、要求性能を確保するために評価すべき指標(性能評価項目)をまとめた。

表-4 鋼道路橋塗装における要求性能と性能評価項目

鋼道路橋塗装に求められる性能(要求性能)	要求性能を確保するために評価すべき指標(性能評価項目)
(1) 防食性能 (腐食による鋼材の板厚減を生じさせない)	・水蒸気/酸素/塩化物イオン遮断性 ・複合環境(塩水噴霧/乾燥/湿潤のサイクル)下での耐久性 ・耐塩水性 など
(2) 景観・美観性能 (景観性の向上、美観の付与)	・色彩/鏡面光沢度 ・隠ぺい率 ・耐汚染性 ・耐候性 など
(3) 耐久性能 (本来の性能を長期にわたって維持できる)	・耐候性 ・耐水性/耐湿性 ・耐冷熱繰り返し性 ・耐アルカリ性/耐揮発油性 など
(4) 力学性能 (鋼材表面で安定して存在し続けられる)	・付着性 ・耐屈曲性/耐衝撃性/耐カッピング性 ・耐摩耗性/引っかき硬度 ・下地への追従性/応力緩和能 など
(5) 施工性能 (所定の仕様の塗膜を被塗面に形成できる)	・塗料の粘度 ・容器の中での状態/塗装作業性 ・乾燥時間/可使時間/指触乾燥性 ・厚塗り性/たるみ性/塗膜の外観 など
(6) 重ね塗り性能 (異なる種類の塗料を塗り重ねることができる)	・層間付着性 ・重ね塗り適合性/上塗適合性 ・耐溶剤ラビング性 など
(7) 環境・安全性能 (有害物質を含まない)	・塗膜中の鉛の定量/クロムの定量 ・VOC放出量/加熱残分 など

4.2.2 現行の試験評価方法と性能水準

表-4で挙げた各性能評価項目に対し、従来の規格・基準類で採用されている試験評価方法と、性能水準を整理した。表-5にはその一例として、便覧の「鋼道路橋塗装用塗料標準」に示されている性能水準から、代表的なものを抜粋した。

調査の結果から、現行の規格・基準類においては、個別の塗料(たとえば、エポキシ樹脂塗料下塗、ふっ素樹脂塗料上塗など)ごとに異なる試験項目、性能水準が規定されており、異なる種類の塗料を塗り重ねて形成された塗装系(複合塗膜)を対象とした試験評価方法は確立されていないことが明らかとなった。通常、鋼構造物の防食塗装では異なる性能を持つ複数の塗料を塗り重ねることにより、塗膜全体として必要な機能を発揮させるようにしている。性能規定化において重要なことは、個別の塗料(単膜)に対して材料規格を設定するのではなく、

表 - 5 性能評価項目に対し従来行われている試験方法と、鋼道路橋塗装・防食便覧における性能水準

要求性能	性能評価項目	代表的な試験方法	鋼道路橋塗装・防食便覧「鋼道路橋塗装用塗料標準」における性能水準							
			下塗り塗料				中塗り塗料		上塗り塗料	
			鉛・クロムフリーさび止めペイント	無機ジンクリッチペイント	有機ジンクリッチペイント	エポキシ樹脂塗料下塗	長油性フタル酸樹脂塗料中塗	ふっ素樹脂塗料用中塗/弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗	長油性フタル酸樹脂塗料上塗	ふっ素樹脂塗料上塗/弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗
防食性能	水蒸気遮断性	JIS K 7129 / JIS Z 0208 など								
	酸素遮断性	JIS K 7128-2 / 製科研式試験など								
	塩化物イオン遮断性	JWWA K 143 など								
	耐塩水噴霧性	JIS K 5600-7-1 など		※1	※1	192時間				
	耐塩水性	JIS K 5600-6-1 など							※2	
	防せい性	JIS K 5674 など	24か月							
素観・美観性能	複合環境下での耐久性	JIS K 5600-7-9 / 土研式 など	36サイクル							
	隠ぺい率 %	JIS K 5600-4-1 など					85以上	※3	90以上	※3
耐久性	鏡面光沢度 (60°)	JIS K 5600-4-7 など							80以上	70以上
	耐汚染性	防汚材料評価促進試験(土研) / JIS 5651								
	促進耐候性	JIS K 5600-7-7 など							※4	※5
	屋外暴露耐候性	JIS K 5600-7-6 など		2年間	2年間	2年間			2年間 ※6	※7
	耐水性	JIS K 5600-6-2 など								
	耐塩性	JIS K 5600-7-2 など								
	耐揮発油性	JIS K 5600-6-1 など				※8				
	耐アルカリ性	JIS K 5600-6-1 など				※9		※9		
力学性能	耐酸性	JIS K 5600-6-1 など						※10		
	耐湿潤冷熱繰り返し性	JIS K 5600-7-4 など						※11		※11
	付着性	JIS K 5600-5-6 / JIS K 5600-5-7 など				分類1以下				
	耐屈曲性	JIS K 5600-5-1 / ASTM D522など	6mm							
	耐衝撃性	JIS B 7722 / JIS K 5600-5-9など		※12	※12	※12		※12		※12
	耐カッピング性	JIS K 5600-5-2 など								
	引っかき硬度	JIS K 5600-5-4 / JIS K 5600-5-5 など								
	引張強さ	JIS K 7182 / JIS K 6251 など								
	圧縮強さ	JIS K 7181 など								
	耐摩耗性	JIS K 5600-5-8 / -5-9 / -5-10 など								
施工性能	容器の中での状態	JIS K 5600 1-1 など	※13	※14	※14	※13	※13	※13	※13	※13
	塗料の粘度	JIS K 5600-2-2 / JIS K 5600-2-3 など								
	塗装作業性	JIS K 5600-1-1 など	※15			※15	※15		※15	
	乾燥時間 h	JIS K 5600-1-1 など	8以下	5以下	6以下	16以下 (23℃) 24以下 (5℃)	16以下	8以下 (23℃) 16以下 (5℃)	16以下	8以下 (23℃) 16以下 (5℃)
	可使時間	JIS K 5600-3-2 など		5時間	5時間	5時間		5時間		5時間
	指触乾燥性	JIS K 5600-3-3 など					※16		※16	
	厚塗り性	JIS K 5653		※17	※17					
	たるみ性	JIS K 5651				※18				
	塗膜の外観	JIS K 5600-1-1 など	※19	※19	※19	※19	※19	※19	※19	※19
	重ね塗り性能	層間付着性	JIS K 5659 など						※20	
付着安定性		JIS K 5674 など								
上塗り適合性		JIS K 5600-3-4 など	※21			※21	※21			
重ね塗り適合性		JIS K 5616 など							※22	
環境・安全性能	加熱残分 %	JIS K 5601-1-2	75以上	70以上	75以上	60以上	65以上	60以上(白/鉄粉) 50以上(その他)	60以上	50以上(白/鉄粉) 40以上(その他)
	溶剤の検出	鋼道路橋塗装・防食便覧								
	塗膜からのVOC放散速度	JIS K 5601-4-2 など								
	塗料中のVOC含有量	JIS K 5601-5-1								
	塗料中の鉛 %	JIS K 5674	0.06以下							
塗料中のクロム %	JIS K 5674	0.03以下								

※1 塩水噴霧に耐えるものとする。
 ※2 塩化ナトリウム溶液に浸しても、異常がないものとする。
 ※3 白・鉄粉は90以上、鮮明な赤および黄色は60以上、その他の色は80以上
 ※4 膨れ、割れおよびはがれの等級は0であり、色とつやの変化の程度が見本品に比べて大きくないものとする。また、白および鉄粉では、白亜化の等級が1以下とする。
 ※5 塗膜に、膨れ・はがれ・割れがなく、光沢保持率は照射時間1000時間の場合は80%以上、照射時間300時間の場合は90%以上で色の变化の程度が見本品に比べて大きくなく、白亜化の等級が1以下とする。
 ※6 色とつやとの変化の程度が見本品に比べて大きくないものとする。また白および鉄粉では、白亜化の等級が4以下とする。
 ※7 塗膜に膨れ・はがれ・割れがなく、光沢保持率は60%以上で色の变化の程度が見本品に比べて大きくなく、白亜化の等級が2以下とする。
 ※8 試験用揮発油に浸したとき異常がないものとする。
 ※9 アルカリに浸したとき異常がないものとする。
 ※10 酸に浸したとき異常がないものとする。
 ※11 湿潤冷熱繰り返しに耐えるものとする。
 ※12 衝撃によって割れ及びはがれが生じてはならない。
 ※13 かき混ぜたとき、堅い塊がなくて一握になるものとする。
 ※14 粉は最小で一握の粉末であるものとする。粉はかき混ぜたとき堅い塊がなくて一握になるものとする。
 ※15 はけ塗りで塗装作業に支障があってはならない。
 ※16 1時間以下で指触乾燥してはならない。
 ※17 厚塗りに支障があってはならない。
 ※18 たるみがあってはならない。
 ※19 塗膜の外観が正常であるものとする。
 ※20 異常がないものとする。
 ※21 上塗りに支障があってはならない。
 ※22 重ね塗りに支障があってはならない。

塗装系（下塗りから上塗りまで塗り重ねた複合塗膜）全体としての性能を評価できる、より実用的で合理的な規格を作ることにある。すなわち、塗装系を構成する個々の塗料の組み合わせは受注者の裁量に任せ、材料規格や施工基準を必要最小限のもののみとすることで、材料や工法を選定する自由度が増すとともに、新しい技術がより簡潔に、より迅速に評価されるものと期待される。

塗膜の防食性能や耐久性能を評価する試験方法は様々あり、これらを組み合わせた試験方法なども提案されていることがわかった。中でも屋外暴露試験は最も信頼性が高い試験方法として広く利用されているが、自然気象条件下での試験であることから再現性に乏しく、試験期間と塗膜の変状とから、あらゆる塗料に共通して適用できる性能水準を厳密に規定することは難しい。その一方で、各種の促進劣化試験は、実験室内において制御された環境と、共通の試験条件下で材料劣化を評価できる利点がある。しかしながら、従来の試験は主に塗料どうしの相対評価のために利用されている場合が多く、異なる種類の塗料に共通して適用でき、それらの性能を絶対評価するための基準値が明確になっていない。塗料の性能規定化にあたっては、塗装系（複合膜）にも適用できる試験方法・条件を確立するとともに、その性能水準を規定するための試験データの蓄積が必須である。

5. まとめ

本研究では、塗装設計基準の性能規定化において参考となる基礎的な技術資料の作成をめざし、鋼橋防食のために塗料・塗装が備えるべき諸性能・機能について明らかにするとともに、これらを的確に評価できる試験評価技術の確立に取り組んでいる。

平成23年度は国内の規格・基準類を中心に調査し、鋼道路橋塗装に求められる性能と、対応する性能評価項目を抽出した。また、これらの各性能評価項目に対し、現在行われている試験方法・条件等を調査し整理した。得られた結果をまとめると、以下の通りである。

(1) 現行の規格・基準類では、個別の塗料（「エポキシ

樹脂塗料下塗」「ふっ素樹脂塗料上塗」など）ごとに異なる試験項目、性能水準が規定されていることが明らかとなった。従来の仕様規定を性能規定に移行するためには、塗装系（下塗りから上塗りまで塗り重ねた複合塗膜）全体を評価できる試験評価方法も確立する必要がある。

(2) 特に、塗膜の「防食性能」や「耐久性能」については、現状では材料間の相対評価のために試験が行われていることが多く、これらの性能を担保するための基準値が明確にされていないことがわかった。

なお、今後は平成23年度に整理した各性能評価項目ごとに、現行の試験評価方法をベースとして実際の塗料・塗装系の性能評価を行い、現行法の改良に向けてデータ収集を行う予定である。

参考文献

- 1) (社) 日本道路協会：鋼道路橋塗装・防食便覧、平成17年12月
- 2) (社) 日本道路協会：鋼道路橋塗装・防食便覧資料集、平成22年10月
- 3) (独) 土木研究所、関西ペイント(株)、(株) トウペ、神東塗料(株)、中国塗料(株)、日本ペイント(株)、大日本塗料(株)：鋼構造物塗装のVOC(揮発性有機化合物)削減に関する共同研究報告、平成22年12月
- 4) Amy Forsgren: Corrosion Control through Organic Coatings, CRC Press, 2006
- 5) 山本基弘、後藤宏明、藤城正樹、守屋 進：鋼構造物塗替え塗装の性能規定化に関する検討、防錆管理、pp. 128-136、平成20年4月
- 6) 岩見 勉、糟谷 誠、門田 進、守屋 進：鋼構造物塗替え塗装の性能規定化、Structure Painting、第32巻、第2号、pp. 36-42、平成16年8月
- 7) (社) 日本鋼構造協会：重防食塗装、技報堂出版、平成24年2月
- 8) Dwight G. Weldon: Failure Analysis of Paints and Coatings, Wiley, 2009

A STUDY ON PERFORMANCE EVALUATION OF PROTECTIVE COATINGS FOR STEEL BRIDGES

Budgeted : Grants for operating expenses

General account

Research Period : FY2011-2015

Research Team : Materials and Resources Research
Group (Advanced Materials)

Author : NISHIZAKI Itaru

TOMIYAMA Tomonori

Abstract : The aim of this study is to obtain technical data on performance evaluation method for steel bridge coatings in order to formulate specific safety guidelines for the coatings. In fiscal year 2011, we examined existing design basis for steel structural painting in Japan and organized performance requirements and evaluation indicators of paint coating system for steel bridge member. Furthermore, we picked out current testing methods corresponding to the evaluation indicators. As the results, it was made clear that it is necessary to device a testing method to evaluate performance of whole paint coating system all at once and to improve current testing and evaluating methods in order to establish specific safety guidelines for the coatings for steel bridge member.

Key words : steel bridge coatings, coating materials, coating system, specific safety guidelines