

土木研究所資料

土木鋼構造物用塗膜剥離剤ガイドライン(案) 改訂第2版

平成29年3月

国立研究開発法人土木研究所
先端材料資源研究センター材料資源研究グループ

Copyright © (2017) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Chief Executive of P.W.R.I.

この報告書は、国立研究開発法人土木研究所理事長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、国立研究開発法人土木研究所理事長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

土木鋼構造物用塗膜剥離剤ガイドライン(案)

改訂第 2 版

先端材料資源研究センター

材料資源研究グループ

上席研究員 西崎 到

主任研究員 富山禎仁

交流研究員 加藤智丈

要旨：

本ガイドライン（案）は、塗装により防食された土木鋼構造物の塗膜を除去するために用いられる塗膜剥離剤、およびこれを用いた塗膜除去工法に対する品質確認方法、施工前の事前調査、施工、検査、安全管理に係る手順や一般的な留意事項について取りまとめた「土木鋼構造物用塗膜剥離剤ガイドライン（案）」（土木研究所資料第 4338 号（平成 28 年 9 月））の一部の試験方法案を修正し、改訂第 2 版として刊行するものである。

キーワード： 土木鋼構造物、塗膜剥離剤、品質規格、素地調整、一般塗装系

まえがき

塗装により防食された鋼構造物においては、定期的な塗替え塗装が必要となるが、古い塗装系では旧塗膜中に鉛、クロム、PCBなどの有害物質が含まれている場合があり、これらは拡散して周囲に影響を及ぼさないように安全に回収する必要がある。

旧塗膜の回収は素地調整工程で行われることとなる。従来から使用されている塗膜剥離の代表的な方法としては、ブラスト工法と動力工具を用いる工法があげられる。ブラスト工法は研削材を高速で旧塗膜面に吹き付けることで、旧塗膜を錆ごと完全に除去することが可能であり、良好な素地を得ることができる。一方、旧塗膜と研削材などが混ざった粉じんが発生し、周辺環境や作業環境に影響がある他、騒音、旧塗膜と研削材が混ざった廃棄物が発生することから、旧塗膜に有害物質が含まれている場合には適用が困難であった。一方の動力工具を用いる手法では、ディスクサンダーなどが主に使われるが、大面積の処理には効率が良くない、得られる素地調整面がブラスト工法に比べて良好とは言い難く、塗替え塗装後の防食塗膜の耐久性が劣る、などの課題があった。

これらの課題を解決する手法として開発されたのが、塗膜剥離剤を用いる旧塗膜回収技術である。塗膜剥離剤は建築や航空分野では広く使われてきたが、土木鋼構造物の分野で使われるようになったのは、土木研究所と民間会社との共同研究によって2004年に開発された、有機塩素化合物を含まない塗膜剥離剤の登場が端緒となっている。その後塗膜剥離剤は、平成27年までに100万㎡以上の土木鋼構造物に適用され、旧塗膜を安全に剥離するのに活用されている。

一方、塗膜剥離へのニーズが広く認識されるにつれて、土木鋼構造物旧塗膜の安全な剥離を目的とした様々な剥離剤が登場している。それらの塗膜剥離剤の性能は様々であるが、土木鋼構造物の旧塗膜剥離に用いる塗膜剥離剤の性能評価方法が存在しないことから、性能の適切な比較・評価がなされないまま、新しい剥離剤が使用される事例も多く、中には火災事故を起こす事例まで発生している。

この様な現状を背景に、国立研究開発法人土木研究所では、土木鋼構造物の旧塗膜を安全に剥離するための塗膜剥離剤に求められる性能やその評価法の案を、「土木鋼構造物用塗膜剥離剤ガイドライン（案）」（土木研究所資料第4338号（平成28年9月））として提案したが、一部の試験方法案については、試験実施に不十分な点が残っていた。その後の検討で、早期に修正が可能となった部分が明らかとなったことから、同ガイドライン初版から、時間があまり経過していないながらも、これらの修正を盛り込んだ版を「改訂第2版」として、ここに公表することに至ったものである。

なお、塗膜剥離剤の評価方法は十分に確立しているとは言い難く、本改訂によってもなお、一部の試験方法案については試験実施による確認が十分ではない部分が残っている。これらについては、今後さらなる検討を進める予定である。本ガイドライン（案）についても、検討の結果をもとに新しい知見を取り込んだ、さらなる改訂版として情報更新する予定である。

本ガイドライン（案）の策定にあたって、ご協力を頂いた各位に謝意を表したい。

平成29年3月

目 次

まえがき

1. 総則	1
1.1 適用の範囲	1
1.2 土木鋼構造物用塗膜剥離剤およびこれを用いた塗膜除去工法の目的	2
1.3 塗膜剥離剤を用いた塗膜除去工法の選定	7
1.4 用語の定義	10
2. 土木鋼構造物用塗膜剥離剤およびこれを用いた塗膜除去工法の品質	12
2.1 一般	12
2.2 土木鋼構造物用塗膜剥離剤の要求性能	13
2.3 土木鋼構造物用塗膜剥離剤を用いた塗膜除去工法の要求性能	15
2.4 土木鋼構造物用塗膜剥離剤の品質の確認	18
3. 調査	19
3.1 一般	19
3.2 調査計画	20
3.3 図書調査	21
3.4 現地調査	22
3.4.1 調査内容	22
3.4.2 塗装系の確認試験	23
3.4.3 塗膜の有害物含有試験	24
3.4.4 剥離試験	25
3.5 調査報告	28
4. 施工	29
4.1 一般	29
4.2 施工計画	30
4.3 施工手順	31
4.3.1 一般	31
4.3.2 準備	32
4.3.3 塗膜厚および塗装系の再確認	33
4.3.4 塗膜剥離剤の塗付	34
4.3.5 塗膜の軟化養生	35
4.3.6 軟化塗膜の除去	36
4.3.7 除去塗膜の回収と一時保存	37
4.3.8 塗替え塗装	38

4.4	施工管理	39
4.5	施工記録	41
4.6	安全衛生	42
5.	検査	43
5.1	一般	43
5.2	材料検査	44
5.3	施工検査	45
5.4	塗膜剥離剤を用いた塗膜除去工の完了検査	46
5.5	検査結果の記録	47
6.	安全管理	48
6.1	一般	48
6.2	安全対策	49
6.3	有害物を含む塗膜の除去作業における安全管理	51
6.4	土木鋼構造物用塗膜剥離剤の保管、および漏出時の処理	52
6.5	有害物を含む塗膜くずの取扱い	53
6.5.1	産業廃棄物の取扱い	53
6.5.2	PCB 含有塗膜の取扱い	54
6.5.3	塗膜くずの処理	55
	参考文献	56
付属資料 1	土木鋼構造物用塗膜剥離剤およびこれを用いた塗膜除去工法の品質規格（暫定案）	
付属資料 2	品質規格（暫定案）の背景、根拠および考え方	

1. 総則

1.1 適用の範囲

本ガイドライン（案）は、土木鋼構造物用塗膜剥離剤およびこれを用いた塗膜除去工法の要求性能、品質確認、調査、施工、検査、安全管理に適用する。

【解説】

本ガイドライン（案）は、塗装により防食された土木鋼構造物の塗膜を除去するために用いられる塗膜剥離剤、およびこれを用いた塗膜除去工法に対する品質確認方法、施工前の事前調査、施工、検査、安全管理に係る手順や一般的な留意事項について取りまとめたものである。塗替え塗装工事における塗膜除去作業のほか、耐震補強のための落橋防止工事や塗装部材の溶断時に、有害物を含む塗膜を事前に剥離したり、撤去した鋼構造物の有害物を含む塗膜の除去等にも適用できる。本ガイドラインは、主として鋼道路橋を対象に検討されたものであるが、これ以外の土木鋼構造物すなわち水門、樋門、堰、ダムゲート等河川鋼構造物等にも準用することができる。

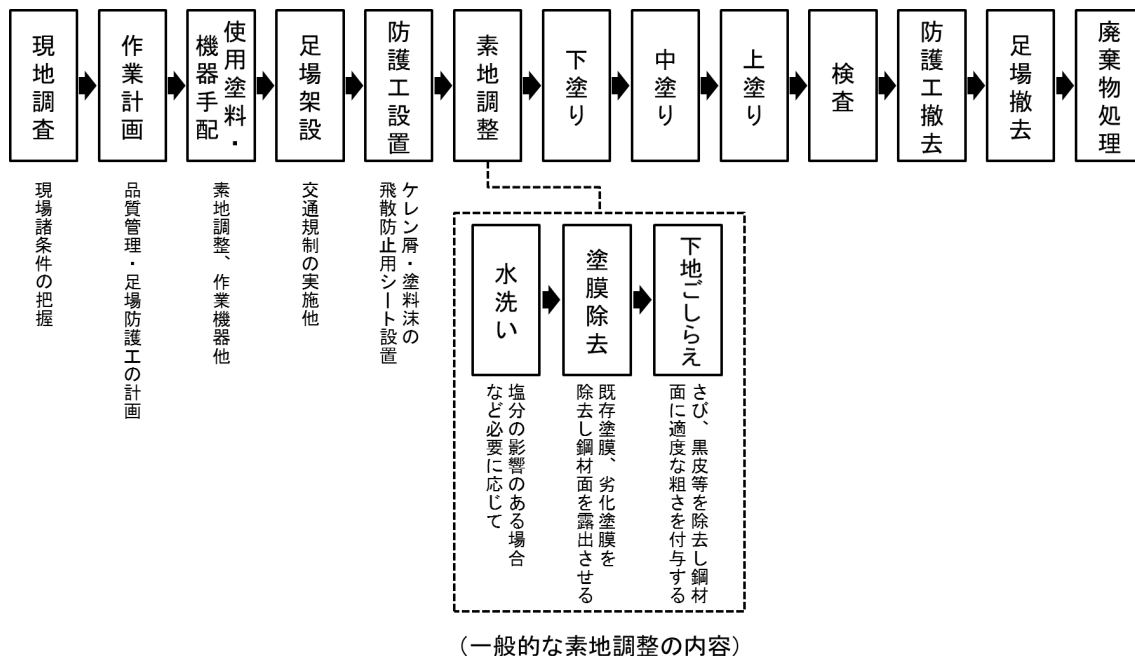
1.2 土木鋼構造物用塗膜剥離剤およびこれを用いた塗膜除去工法の目的

塗膜剥離剤は、土木鋼構造物の既存の塗膜を飛散させることなく、さらには産業廃棄物量を必要以上に増やすことなく、従来の素地調整工法に比べて安全かつ確実に除去・回収するために用いる。

【解説】

①素地調整工法

従来の土木鋼構造物の一般的な塗替え塗装の流れを図一解 1.2.1 に示す。塗替え塗装における素地調整工程は、塗膜の防食性および耐久性を左右する重要な工程である。従来の素地調整では、物理的に既存塗膜を除去する工法（ブラスト処理工法、動力工具処理工法、手工具処理工法）が主として用いられており、所定の仕上がり程度が達成されるよう表一解 1.2.1 に示す作業が行われている。



図一解 1.2.1 鋼道路橋の一般的な塗替え塗装の流れ
（「鋼道路橋防食便覧¹⁾」の図を一部修正）

表一解 1.2.1 素地調整の種別と従来の作業内容

種別	1種	2種	3種	4種
作業内容	さび、既存塗膜をすべて除去し鋼材面を露出させる。	既存塗膜、さびを除去し鋼材面を露出させる。ただし、くぼみ部などにさび／塗膜が残存する。	さび／劣化塗膜を除去し、鋼材面を露出させる。ただし、劣化していない塗膜（活膜）は残す。	粉化物／付着物を落とし、劣化していない塗膜（活膜）は残す。
作業方法	ブラスト法	ディスクサンダー／ワイヤホイールなどの動力工具と手工具との併用	同左	同左

従来の物理的な工法による素地調整では、処理面の異物や劣化した塗膜を除去すると同時に、錆を除去し鋼材表面に適度な表面粗さを形成することができる。しかしその一方で、塗膜を粉砕して除去するため、ケレンダスト（粉じん）の飛散や騒音等の発生が問題となっている。特に、旧塗膜が一般塗装系である場合には、塗膜に鉛化合物、六価クロム化合物、PCB（ポリ塩化ビフェニル）等の有害な物質が含まれていることがあるため、作業者の健康影響や周辺環境の汚染を未然に防ぐために厳重な対策が求められると共に、作業に伴い排出される有害物質を含んだ廃棄物の適切な処分も必要となる。ブラスト処理工法においては、塗膜くず（除去した塗膜）に加えて、それに汚染された大量の研削材も産業廃棄物となる。以下に、一般塗装系塗膜に含まれている可能性のある、主な有害物質についてまとめた。

②塗膜中に含まれる可能性のある有害物質

・鉛化合物

鉛丹、亜酸化鉛、一酸化鉛、シアナミド鉛、塩基性クロム酸鉛などの形態で、従来の塗料用原料の中に着色顔料、防錆顔料、硬化促進剤などとして多く使用されていた。鉛には蓄毒性があり、血中の濃度が一定以上になると、慢性中毒による貧血、腹部症状、神経症状等を引き起こす。現在では鉛フリー化された塗料が主流となっている。鉛を含む塗膜の除去及び素地調整作業においては、含有量に関わらず「鉛中毒予防規則²⁾」の適用を受ける。また、平成26年5月30日に「鉛等有害物を含有する塗料の剥離やかき落とし作業における労働者の健康障害防止について³⁾」が厚生労働省より発出され、鋼構造物等塗膜の除去作業における鉛化合物による健康障害防止を徹底するため、表一解 1.2.2 に示す事項について通知された。

・クロム化合物

鉛と同様に、従来の塗料原料中に多く含まれていた重金属の一種である。クロムの単体および三価クロムは無害であるが、六価クロムの化合物は極めて毒性が高い。発がん性があり、鼻腔から長期間吸引することで鼻中隔穿孔と言われる症状を引き起こす。現在ではクロムフリー化された塗料が主流となっている。クロム酸又はクロム酸塩を含む塗膜の除去及び素地調整作業においては、含有量が重量の1%を超えると「特定化学物質障害予防規則⁴⁾」の適用を受ける。

表一解 1.2.2 「鉛等有害物を含有する塗料の剥離やかき落とし作業における労働者の健康障害防止について³⁾」抜粋

発注者の責務	<p>① 塗布されている塗料中の鉛やクロム等の有害な化学物質の有無について把握している情報を施工者に伝える。</p> <p>② 塗料中の有害物の調査やばく露防止対策について必要な経費等の配慮を行う。</p>
受注者の責務	<p>① 発注者に問い合わせる等して、当該塗料の成分を把握する。</p> <p>② 当該塗料の成分について鉛等の有害物が確認された場合は、鉛中毒予防規則等関係法令に従い、<u>※湿式による作業の実施</u>、作業主任者の選任と適切な作業指揮の実施、有効な保護具の着用等を実施する。</p> <p>③ 鉛等有害物を含有する塗料の剥離等作業を、隔離措置された作業場や屋内等の狭隘で閉鎖された作業場（隔離区域等内作業場）で行う場合は、以下の措置を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ <u>※剥離等作業は必ず湿潤化して行う</u>。湿潤化が著しく困難な場合は、当該作業環境内で<u>※湿潤化した場合と同等程度の粉じん濃度まで低減させる方策を講じた上で作業を実施する</u>。 ・ 隔離区域等内作業場に粉じんを集じんするため適切な除じん機能を有する集じん排気装置を設ける。 ・ 隔離区域等内作業場より粉じんを外部に持ち出さないよう洗身や作業衣等の洗浄等を徹底する。 ・ 隔離区域等内作業場については、関係者以外の立ち入りを禁じ、区域内で作業や監視を行う労働者については、電動ファン付き呼吸用保護具又はこれと同等以上の性能を有する空気呼吸器、酸素呼吸器若しくは送気マスクを着用させる。 ・ 呼吸用保護具については、隔離区域等内作業場より離れる都度、付着した粉じんを十分に拭い、隔離区域等内作業場とは離れた汚染されていない場所に保管する。 ・ 隔離区域等内作業場の粉じんを運搬し、又は貯蔵するときは、当該粉じんが発散するおそれがないよう堅固な容器を使用し、又は確実な包装をする。また、それらの保管については、一定の場所を定めておく。 ・ 鉛業務に常時従事する労働者に対し、法令に基づき鉛健康診断を行うとともに、鉛中毒の症状を訴える者に速やかに医師の診断を受けさせるようにする。また鉛中毒にかかっている者及び健康診断の結果鉛業務に従事することが適当でないとする者に対しては、医師等の意見を勘案して、鉛業務に従事させない等の適切な措置を講じる。

※「鉛等有害物を含有する塗料の剥離やかき落とし作業における労働者の健康障害防止について」（基安労発 0530 第 1 号、基安化発 0530 第 1 号、平成 26 年 5 月 30 日）では、鉛中毒予防規則などの関係法令に従って、旧塗膜の剥離は湿式による作業の実施が原則であることが明記されている。

・PCB（ポリ塩化ビフェニル（polychlorinated biphenyl））

ポリ塩化ビフェニル化合物の総称であり、分子内に保有する塩素の数や位置の違いにより、理論的には209種類の異性体が存在するとされている。PCBは水に不溶、熱で分解しにくい、沸点が高い、不燃性、電気絶縁性が高いなど、物理的・化学的に安定な性質を有することから、電気機器の絶縁油、熱交換器の熱媒体、ノンカーボン紙など様々な用途でかつて利用されていた。

塗料においては、主に昭和40年代に製造された塩化ゴム系塗料に、可塑剤として用いられていた。また、同じ設備の使用によるコンタミネーションや、塗料用顔料の一部で製造工程中に非意図的に微量のPCBが副生する可能性が指摘されており、最近では塩化ゴム系塗料以外でも低濃度のPCBが検出される事例が報告されている。脂肪に溶けやすく、体内に徐々に蓄積される。皮膚や爪に色素が沈着し、塩素ざ瘡ができる等皮膚への影響や、神経障害、肝機能障害を引き起こす。食用油にPCBが混入したカネミ油症事件では、妊娠中にPCB油を摂取した女性から黒い胎児が生まれる等深刻な被害が出た。

PCBは難分解性の性状を有し、かつ、人の健康及び生活環境に係る被害を生ずるおそれがある物質である一方で、わが国ではPCB廃棄物が長期にわたり処分されていない状況にあったことから、その確実かつ適正な処理を推進するために、平成13年（2001年）に「ポリ塩化ビフェニル廃棄物の適正な処理の推進に関する特別措置法（PCB特別措置法）⁵⁾」が施行され、PCB廃棄物の保管、処分等についての規制がなされ、PCB廃棄物の処理のための必要な体制の整備が進められている。この法律では、PCB廃棄物の保管事業者は、平成39年度までに処理することが義務づけられている。

PCBを含む塗膜の除去及び素地調整作業においては、含有量が重量の1%を超えると「特定化学物質障害予防規則⁴⁾」の適用を受ける。1%以下の場合でも、人体へのばく露及び環境への拡散を極力防ぐ必要がある。PCBの取扱いに関する動向を表一解1.2.3に示す。

表一解 1.2.3 PCBに関する国内の主な動向

年次	主な動向
昭和43年 (1968年)	カネミ油症事件発生
昭和47年 (1972年)	製造禁止（これ以前では、一部の塩化ゴム系塗料に可塑剤として使用）
平成13年 (2001年)	「ポリ塩化ビフェニル廃棄物の適正な処理の推進に関する特別措置法」公布・施行 ⇒ PCB廃棄物を保管する事業者に対し保管状況の届出の他、平成28年（2016年）まで*の処理を義務付け（PCB適正処理基本計画） ※平成39年3月まで延長された
平成16年 (2004年)	・残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約（POPs条約）発効 ⇒ PCBに関し、平成37年（2025年）までに使用の全廃、平成40年（2028年）までに適正な処分 ・日本環境安全事業株式会社の5拠点（北九州市、豊田市、東京都江東区、大阪市、室蘭市）に処理施設を整備
平成25年 (2013年)	「低濃度PCB廃棄物の処理に関するガイドライン ⁶⁾ 」「低濃度PCB廃棄物収集・運搬ガイドライン ⁷⁾ 」（環境省）が策定される

・ コールタール

コークス製造時の副生成物であり、石炭を高温で乾留することにより得られる。コールタールに含まれるベンゾ[a]ピレン等の化学物質は、ヒトに対する発がん性が指摘されている。コールタールを主な原料の一つとするタールエポキシ樹脂塗料は、防食性や経済性に優れ永年に渡って使用されており、塗替え塗装においては作業者の安全衛生に十分な注意が必要である。なお、現在では使用されていない。

③塗膜剥離剤を用いた塗膜除去工法

塗膜剥離剤は、土木鋼構造物の既存の塗膜を飛散させることなく、さらには産業廃棄物量を必要以上に増やすことなく、安全かつ確実に除去・回収するために用いる。

塗膜剥離剤は、塗膜表面に塗付することにより塗膜を溶解したり、塗膜内部に浸透して塗膜を膨潤・軟化させたりし、既存の塗膜と鋼材との結合力（付着力）を弱めて、塗膜を除去しやすくする機能を有する材料である。ブラストや動力工具による従来の物理的な塗膜除去作業では、塗膜を粉砕して除去するため、塗膜片や研削材等のケレンダスト（粉じん）の飛散や騒音等の発生が問題となる一方で、塗膜剥離剤により軟化した塗膜は鉋かきやスクレーパー等の手工具で容易に除去できるため、それらの問題が飛躍的に低減される。また、回収した塗膜剥離剤を含有する塗膜は、そのまま所定の方法で産業廃棄物として処理することができる。この特長により塗膜の剥離・除去・回収が確実にでき、産業廃棄物量を必要以上に増やすことなく、作業員や作業環境、周辺環境の安全性を確保することができる。

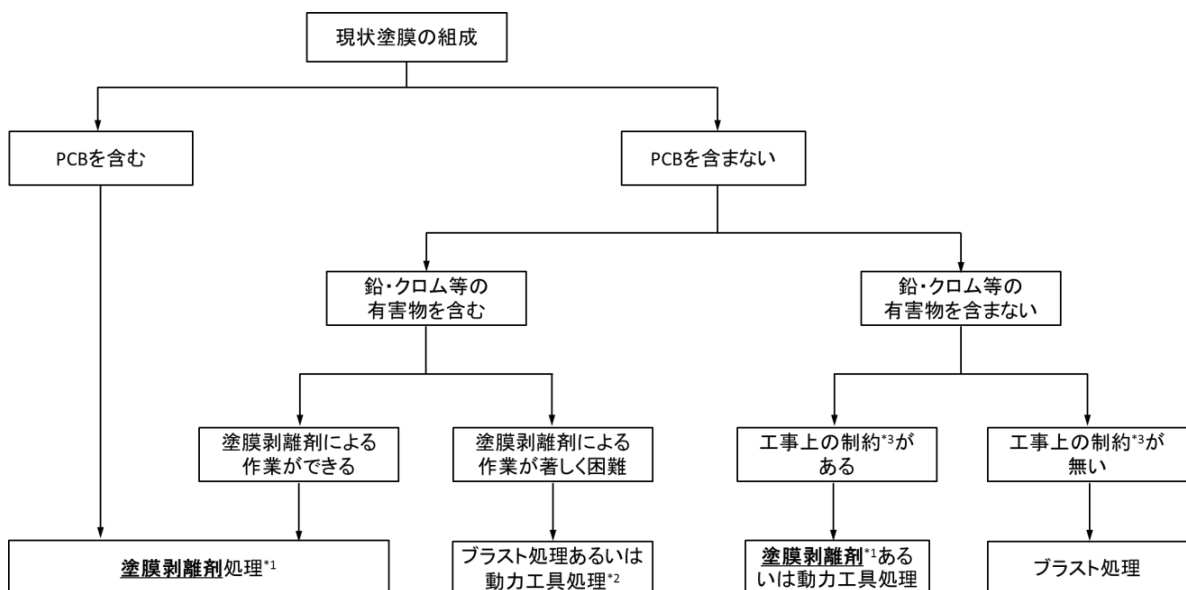
1.3 塗膜剥離剤を用いた塗膜除去工法の選定

鋼構造物塗装の塗替え塗装工事における素地調整では、事前調査結果に基づき、必要に応じて塗膜剥離剤を用いた塗膜除去工法を選定する。

【解説】

塗膜除去工法の選定の例を図一解 1.3.1 に示す。塗替え塗装を行う場合には、事前に旧塗膜を少量採取して、化学分析により組成を把握する必要がある。分析の結果、塗膜に鉛・クロムや PCB 等の有害物質が含まれている場合には、作業者の健康被害や周辺環境の汚染を防止するために、塗膜除去作業に伴う粉じん発生の抑制や作業場外への漏えいに特に留意する必要がある。

塗膜剥離剤は湿潤化による塗膜除去工法であり、従来の物理的処理工法に比べて粉じんの発生を大幅に抑制することができ、安全かつ確実に塗膜を回収することができる。ただし、塗膜剥離剤ではさびや黒皮は除去することができない。また、長ばく形エッチングプライマーのような鋼材と化学的に反応している塗膜などに対しては、鋼材面の微細なくぼみに浸入した塗膜が除去しにくいいため、必要に応じてこれらの除去方法を別途検討する。なお、既存塗膜の不良部（さび、割れ、膨れ）のみを除去し活膜は残す、素地調整程度 3 種への塗膜剥離剤の適用は、塗膜剥離剤による既存塗膜への影響や、既存塗膜と塗替え塗膜との付着性等に与える影響が不明であるため、動力工具等、他の方法を検討することが望ましい。



*1：塗替え塗装系で定められた素地調整の仕上がり程度に適合するよう、必要に応じてブラストや動力工具での後処理を行う。

*2：湿式による塗膜剥離作業と同等程度の粉じん濃度まで低減させる方策、作業者の安全確保策、周辺環境の汚染防止策を確実に講じた上で作業を行う。

*3：工事上の制約とは、狭あい部の施工の場合や第三者によってブラストの使用が容認されない場合などを意味する。

図一解 1.3.1 塗膜除去工法の選定の流れ

土木鋼構造物塗装における塗膜除去作業において、塗膜剥離剤の使用が推奨される主なケースには、以下が挙げられる。

- (a) 有害物質を含む塗膜を塗り替える場合
- (b) 一般塗装系塗膜を重防食塗装へ移行するため旧塗膜を全面的に除去したいが、第三者によってブラストの使用が容認されない場合など工事上の制約等によりブラスト処理による素地調整方法が採用できない場合
- (c) B-2 塗装系（鋼道路橋塗装便覧⁸⁾、昭和 54 年）のように、ジンクリッチプライマーやジンクリッチペイントが下塗りに使用された旧塗膜の塗替えを行う場合。
※旧塗膜のジンクリッチプライマーやジンクリッチペイントに劣化が無いことが確認できた場合は、ジンクリッチプライマーやジンクリッチペイントを残し、ほかの旧塗膜を全面除去して、塗替え塗装系 Re-II を適用してもよい（「鋼道路橋防食便覧¹⁾」, p. II-117）。
- (d) 塗膜に含まれる有害物質の調査、耐震補強工事等において、部材の一部のみの塗膜を剥離する場合。

なお、鋼道路橋の塗装作業における代表的な関連法規を以下に挙げる（「鋼道路橋防食便覧¹⁾」 p. II-92）。

【塗装（素地調整を含む）作業関連】

- (a) 消防法
- (b) 労働安全衛生法
 - 1) 労働安全衛生規則
 - 2) 有機溶剤中毒予防規則
 - 3) 鉛中毒予防規則
 - 4) 粉じん障害防止規則
 - 5) 特定化学物質障害予防規則
 - 6) 酸素欠乏症防止規則 など
- (c) 毒物及び劇物取締法

【環境保全関連】

- (a) 環境基本法
 - ・地下水の水質汚濁に係る環境基準
- (b) 大気汚染防止法
 - 1) 大気汚染防止法施行令
 - 2) 大気汚染防止法施行細則
- (c) 悪臭防止法
- (d) 土壌汚染対策法
 - ・土壌の汚染に係る環境基準
- (e) 水質汚濁防止法
 - ・水質汚濁に係る環境基準

【廃棄物関連】

(a) 廃棄物の処理及び清掃に関する法律

・ 特別管理一般廃棄物及び特別管理産業廃棄物に係る基準の検定

(b) ポリ塩化ビフェニル廃棄物の適正な処理の推進に関する特別措置法 など

1.4 用語の定義

本ガイドラインで用いる、塗膜剥離剤およびこれを用いた塗膜除去工法に関連する重要な用語の定義を以下に示す。

(1) 安全データシート (SDS)

有害性のおそれがある化学物質等を他の事業者に譲渡又は提供する際には、自主管理に必要なとなる、その化学品の特性及び取扱いに関する情報を、統一された様式により提供することが法令（化学物質排出把握管理促進法等）で義務付けられている。その文書を安全データシート（Safety Data Sheet, SDS）という。国内では平成 23 年度までは一般的に「MSDS（Material Safety Data Sheet：化学物質等安全データシート）」と呼ばれていたが、国際整合の観点から、GHS で定義されている「SDS」に統一された。

(2) 魚毒性

水中の化学物質が魚介類（水産動物）に障害を与える程度の指標。化学物質の審査及び製造の規制に関する法律や農薬取締法等で毒性試験法が定められている。

(3) ウェットフィルム膜厚計

両端部に沿ってくし歯をもつ平らな板状の膜厚計。板の両端の一对の歯の内側に隙間の異なる歯列があり、両端の歯は間隙の基準線となっている。各歯には、割り当てられた隙間と基準線との距離が刻印されている。ウェット状の塗膜剥離剤に膜厚計の歯の部分と接触させると、塗膜剥離剤が付着する歯と付着しない歯とができる。塗膜剥離剤が付着した最も大きな値の歯と、付着しなかった最も小さな値の歯との間が、塗膜剥離剤の膜厚となる。

(4) クリーナー

既存塗膜の剥離作業後に、対象部材を清浄にするために用いられる専用の薬剤。塗膜剥離剤の種類によって、クリーナーを必要とするものがある。

(5) 黒皮

ミルスケールのこと。鋼材の製造過程において高温に加熱されるときに、空気中の酸素と反応して生成し付着する鉄の酸化皮膜である。鉄の熱間圧延、熱処理などの時に生じる。黒皮があると塗料の付着が阻害されたり、塗膜欠陥を生じたりするおそれがある。塗膜剥離剤では黒皮を除去することができないため、必要に応じてブラスト処理や動力工具処理によってこれを除去する必要がある。

(6) ケレンダスト

ブラスト処理工法や動力工具処理工法などの物理的な塗膜除去工法により塗膜を除去する際に発生する、塗膜片や破砕した研削材の微粉状物質。このためケレンダストは、飛散防止対策を行っていても完全に飛散を防ぐことは難しく、回収も困難である。

(7) 生分解性

有機物が微生物の働きによって無機物に分解される性質。

(8) たれ性

垂直または傾斜した面に塗膜剥離剤を塗付けたとき、塗膜が軟化し剥離できるようになるまでの間に、塗膜剥離剤の層が下方に移動して起こる局所的な膜厚の異常を「たれ」と言い、その起こりやすさの尺度を「たれ性」と言う。

(9) 塗付性

エアレス塗装機、はけ、あるいはローラーを用い、製品毎に規定される標準的な塗付量を対象部材に確実に塗付できる性能。

(10) 塗付量

対象塗膜の剥離に必要な単位面積当たりの塗膜剥離剤の質量。塗付量は、塗膜の種類や塗膜厚によって変わる。

(11) 塗膜くず

塗膜除去作業によって除去された塗膜。

(12) 塗膜除去工

塗替え塗装や、塗膜に含まれる有害物質の調査、耐震補強工事等において、対象となる部材の既存の塗膜を除去するために用いられる工種。塗替え塗装工事においては、素地調整工に含まれる。ブラスト処理、動力工具処理、塗膜剥離剤などによる工法がある。このうち、ブラスト処理工法や動力工具処理工法は、さびや黒皮を除去し、鋼材面に適度な粗度を形成する、塗装前の「下地ごしらえ」も兼ねている。

(13) 塗膜剥離剤

塗膜表面に塗付けることにより、塗膜を溶解したり、塗膜内部に浸透して塗膜を膨潤・軟化させたりすることによって、塗膜と鋼材との結合力（接着力）を弱めて、塗膜を除去しやすくする機能をもつ材料。

(14) 軟化

塗膜剥離剤が塗膜最上層から拡散・浸透することにより、塗膜全体が膨潤して軟らかくなり、手工具等で容易に除去できる状態となること。

(15) 剥離試験

塗膜剥離剤による塗膜除去作業に先立って、対象部材の一部を使って行う塗膜剥離試験。既存塗膜や環境条件に対する塗膜剥離剤の適合性、塗付量、軟化時間、剥離状態、剥離作業にかかる時間や工数の確認のほか、産業廃棄物発生量等を事前に把握する。

(16) 標準使用量

塗膜の剥離に必要な単位面積当たりの塗付量に、塗付作業等によるロス分を加えた数値。

【解説】

本ガイドラインで用いる塗膜剥離剤およびこれを用いた塗膜除去工法に関連する重要な用語のうち、「鋼道路橋防食便覧¹⁾」及び JIS K 5500: 2000 塗料用語⁹⁾に規定されていない用語及びその定義について示した。ここに掲載のない、塗料・塗装に関連するその他の用語については、鋼道路橋防食便覧や JIS を参照されたい。

2. 土木鋼構造物用塗膜剥離剤およびこれを用いた塗膜除去工法の品質

2.1 一般

土木鋼構造物に適用される塗膜剥離剤およびこれを用いた塗膜除去工法の品質は、「土木鋼構造物用塗膜剥離剤およびこれを用いた塗膜除去工法の品質規格（暫定案）」を満たさなければならない。

【解説】

土木鋼構造物用塗膜剥離剤の適用にあたっては、塗膜剥離剤そのものと、これを用いた塗膜除去工法の双方において、定められた方法により性能を評価し、所定の性能を満足することを確認する必要がある。試験方法および満足すべき性能基準値については、巻末の付属資料「土木鋼構造物用塗膜剥離剤およびこれを用いた塗膜除去工法の品質規格（暫定案）」で定めた。

①塗膜剥離剤（材料）の品質

効率的かつ確実な塗膜剥離作業を達成するために、塗膜剥離剤による塗膜の剥離性や作業性（たれ性や塗付性）が所定の基準を満足することを確認する。また、塗膜剥離剤を用いた作業の安全性確保や塗膜剥離剤の火災安全性、さらに塗膜剥離剤が万一、周辺環境に漏えいした場合の環境安全性を確保するために、生分解性、魚毒性について、所定の基準を満足することを確認する。

②塗膜剥離剤を用いた塗膜除去工法の品質

塗膜剥離剤により既存の塗膜を除去した後、その部位に新たに塗装する場合、除去しきれずに被塗面に残存した塗膜剥離剤が再塗装された塗膜の性能に悪影響を及ぼすことがあってはならない。そのため、塗膜剥離剤で既存塗膜を除去した後に塗装した塗膜の性能が、所定の基準を満足することを確認する必要がある。「土木鋼構造物用塗膜剥離剤およびこれを用いた塗膜除去工法の品質規格（暫定案）」では、土木鋼構造物の防食塗装に求められる最も重要な性能の一つである塗膜の防食性について、促進暴露試験および屋外暴露試験により確認することとしている。

塗膜剥離剤の種類によっては、塗膜剥離後に専用のクリーナー等による拭き取り作業を必須としているものがある。そのため、塗膜除去作業において塗膜剥離剤以外に用いられるこれらの材料についても、火災安全性を確認する。

また、塗膜剥離剤を用いた塗膜の剥離作業において、粉じんの発生量が所定の基準以下であり、作業環境や周辺環境への影響が小さいことを確認する。

2.2 土木鋼構造物用塗膜剥離剤の要求性能

土木鋼構造物用塗膜剥離剤に対しては、表-2.2.1 に示す全ての要求性能に対し、所定の性能評価方法により基準を満足することを事前に確認する。性能評価方法の詳細については「土木鋼構造物用塗膜剥離剤およびこれを用いた塗膜除去工法の品質規格（暫定案）」によるものとする。

表-2.2.1 塗膜剥離剤の品質に係る要求性能

要求性能	評価項目	評価基準のレベル
①塗膜剥離性	剥離性	1回の塗膜剥離剤の塗付で、膜厚 500 μm の一般塗装系塗膜を剥離できること
②作業性	たれ性	塗膜剥離剤を垂直面に塗付し、たれが生じないこと
	塗付性	エアレス塗装機またははけ・ローラーにより確実に塗付作業ができること
③安全性	生分解性	微生物の働きにより、塗膜剥離剤の成分が一定期間に分解されること
	魚毒性	魚類への致死毒性が一定程度以下であること
	火災安全性	塗膜剥離剤の引火点が十分に安全な程度であること

【解説】

①塗膜剥離性の評価

従来、A 塗装系やB 塗装系等の一般塗装系が適用された土木鋼構造物では、素地調整程度 3 種での塗替え塗装が主流であった。素地調整程度 3 種では、不良部（さび、われ、膨れ）以外の健全な塗膜（活膜）は除去せずに新しい塗膜を塗り重ねるため、活膜部では塗替え塗装のたびに塗膜厚が増し、場合によっては既に 500 μm を超える厚膜となっていることも少なくない。既往の事例などから、1 回の塗膜剥離剤の塗付により剥離できる塗膜の厚さは、概ね 500 μm が上限と考えられる。これよりも、さらに厚い塗膜を除去する場合には、塗膜剥離剤の塗付→塗膜除去作業を繰り返す必要がある。

②作業性の評価

塗膜剥離剤には、エアレス塗装機、はけ、あるいはローラーにより、対象部材に確実に塗付できる性能が求められる。剥離する塗膜の膜厚が大きいほど、これを剥離するために必要な塗膜剥離剤の塗付量も増える。既往の事例などから、1 回の塗膜剥離剤の塗付により剥離できる塗膜の厚さは概ね 500 μm が上限と考えられ、このときの塗付量が、1 回に塗付される塗膜剥離剤の最大量と考えられる。最大量の塗膜剥離剤が塗布された場合においても、塗膜が十分に剥離できる状態となるまで、塗膜剥離剤はたれること無く、塗面に確実に付着している必要がある。

③安全性の評価

・生分解性の評価

塗膜剥離剤を用いた塗膜除去作業においては、塗膜剥離剤や剥離した塗膜等が周辺環境を汚染しないよう、対象構造物の確実な養生が求められる。しかし、万一漏えいした場合においても、土中や水中の微生物に悪影響を及ぼすことがあってはならない。生分解(biodegradation)とは、有機物が微生物の働きによって無機物に分解される現象であり、その分解度により塗膜剥離剤の環境安全性を判断することができる。

・魚毒性の評価

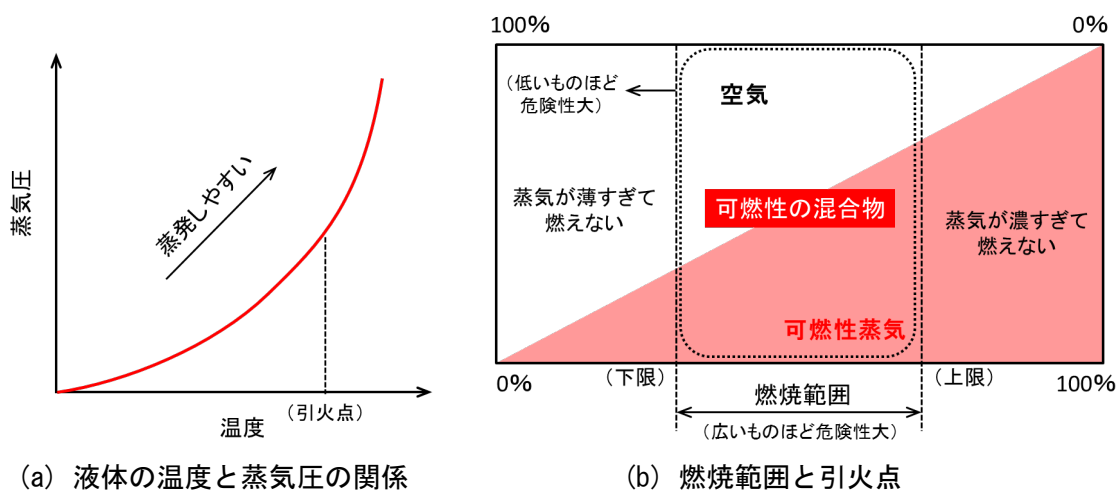
生分解性の評価と同様に、塗膜剥離剤が万一、周辺環境に漏えいした場合の生物への影響の程度を確認するために、塗膜剥離剤が溶解した水中における魚類の生育状況により、塗膜剥離剤の環境安全性を評価する。

・火災安全性の評価

近年、塗替え塗装工事における火災事故が発生していることなどを受けて、現場塗装工事においては従来よりも厳しい水準での火災安全性*の確保が求められている。塗膜剥離剤を用いた作業においては、一定以上の高い引火点を有する塗膜剥離剤を用いることにより火災の危険性を低減することが可能であると考えられる。

※火災安全性について

液体の温度が上がるとその液体の蒸気圧が増加し（蒸発しやすくなる）、空気中の蒸気濃度が増加する（図一解 2.2.1 の(a)）。空気中で燃焼できる濃度の範囲（燃焼範囲）は物質によって決まっており、液面上での蒸気濃度が燃焼範囲の下限に達する温度を「引火点」という。液温が引火点よりも低い場合には蒸気が薄すぎるため、点火源があっても燃焼しない（図一解 2.2.1 の(b)）。したがって、引火点が高い塗膜剥離剤は火災のリスクが小さいと言える。



図一解 2.2.1 液体の蒸発と引火性

2.3 土木鋼構造物用塗膜剥離剤を用いた塗膜除去工法の要求性能

土木鋼構造物用塗膜剥離剤を用いた塗膜除去工法に対しては、表-2.3.1 に示す各性能項目について、所定の性能評価方法により要求性能を満足することを事前に確認する。それぞれの性能評価方法については「土木鋼構造物用塗膜剥離剤およびこれを用いた塗膜除去工法の品質規格(暫定案)」によるものとする。

表-2.3.1 塗膜剥離剤を用いた塗膜除去工法の品質に係る要求性能

要求性能	評価項目	評価基準のレベル
①塗膜除去後の塗替え塗膜の耐久性・防食性	促進暴露耐久性、および屋外暴露耐久性	塗膜剥離剤を用いて旧塗膜除去後に新たに形成した塗膜が十分な防食性および耐久性を有すること
②安全性	生分解性	塗膜剥離剤および拭き取り用クリーナー等の成分が、微生物の働きにより一定期間に分解されること
	魚毒性	塗膜剥離剤および拭き取り用クリーナー等の魚類への致死毒性が、一定程度以下であること
	火災安全性	塗膜除去工程で用いられる全ての材料が十分な火災安全性を有すること
	作業・周辺環境への影響	塗膜除去作業で発生する粉じん量が十分に安全な程度以下であること
	作業員等の健康に対する安全性	塗膜剥離剤や拭き取り用クリーナー等に、作業員等に重度の健康障害を引き起こす化学物質を含まないこと やむをえず上記の化学物質を含む塗膜剥離剤や拭き取り用クリーナー等を用いる場合には、作業員の健康障害を防止するための十分な対策が取られていること

【解説】

①塗膜除去後の塗替え塗膜の耐久性・防食性の評価

塗替え塗装工事などで塗膜剥離剤を用いる場合には、塗膜剥離剤により既存の塗膜を除去した後、その部位に新しい塗料が塗装されることになる。このとき、除去しきれずに被塗面に残存した塗膜剥離剤が新たに形成された塗膜の性能に悪影響を及ぼすことがあってはならない。そのため、塗膜剥離剤で既存塗膜を除去した後に塗装した塗膜の性能が、所定の基準を満足することを確認する必要がある。「土木鋼構造物用塗膜剥離剤およびこれを用いた工法の品質規格(暫定案)」では、土木鋼構造物の防食塗装に求められる最も重要な性能の一つである塗膜の防食性について、促進暴露試験あるいは屋外暴露試験により確認することとしている。

②安全性の評価

・生分解性および魚毒性の評価

塗膜剥離剤による塗膜除去工法では、塗膜剥離剤の種類によって専用のクリーナーやシンナー等による拭き取り作業を必須としている場合がある。塗膜剥離剤による塗膜除去工で用いられる、塗膜剥離剤以外の全ての薬剤についても「生分解性」「魚毒性」の評価を行い、所定の基準を満足することを事前に確認する必要がある。

・火災安全性※の評価

塗膜剥離剤の種類によっては、塗膜剥離後に専用のクリーナーやシンナー等による拭き取り作業を必須としているものがある。そのため、塗膜除去作業において塗膜剥離剤以外に用いられるこれらの材料についても、火災安全性を確認する。

※塗装工程中に想定される可燃性ガスの発生要因と主な点火源

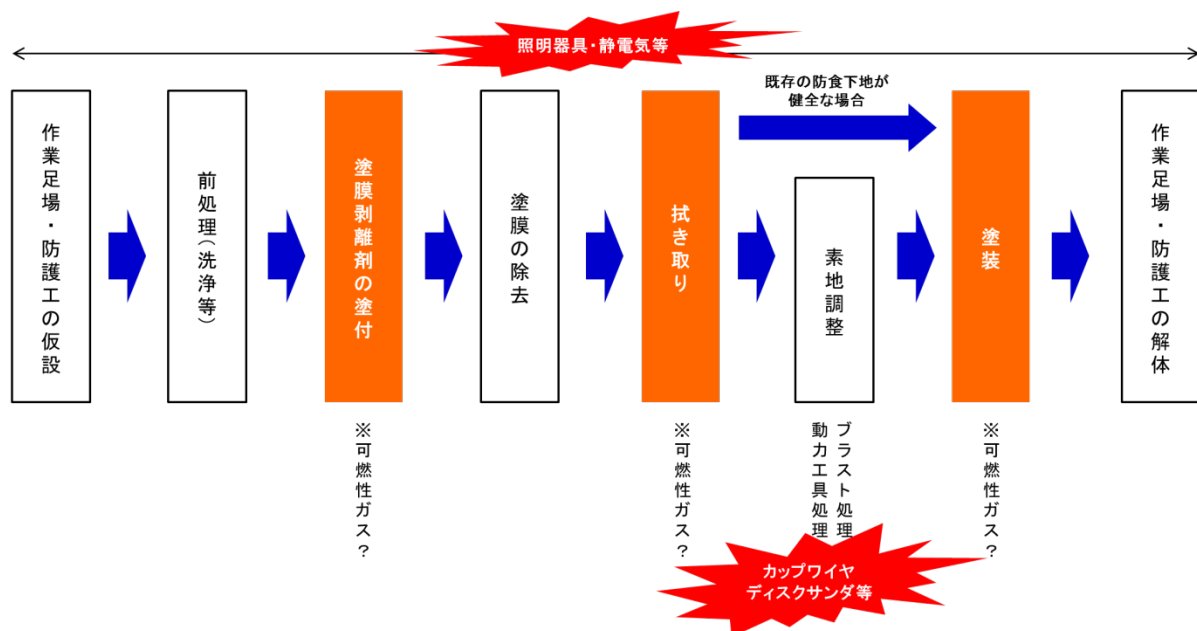
<可燃性ガスの発生要因>

塗膜剥離剤、塗膜除去後の拭き取りに用いる溶剤、塗料に含まれるあるいは塗料を薄める溶剤、器具類を洗浄する溶剤

<主な点火源>

高温となった照明器具、静電気または動力工具（カップワイヤ、ディスクサンダ等）により生じる火花

⇒ 引火点が低い（≒可燃性ガスが発生しやすい）塗膜剥離剤の使用や、塗膜除去後の拭き取りに溶剤を用いる場合には、塗膜除去・素地調整工程における火災リスクは大きくなる。



図一解 2.3.1 土木鋼構造物の現場塗装工事における可燃性ガスの発生要因と主な点火源

- ・作業環境・周辺環境への影響の評価

塗膜剥離剤を用いた塗膜の剥離作業において、粉じんの発生量が所定の基準以下であり、作業環境や周辺環境への影響が小さいことを確認する。

- ・作業者等の健康に対する安全性の評価

塗膜剥離剤を用いた作業においては、作業者等の安全衛生のために、保護眼鏡、保護手袋、保護着、防毒マスク等の適切な安全対策を講じる必要がある。これらの安全対策に万一不備があった場合には、作業者等が塗膜剥離剤や剥離した塗膜に直接曝される危険性がある。このような不測の事態においても作業者等に重度の健康障害が発生しないよう、塗膜剥離剤や拭き取り作業用のクリーナー等には、法令等で規制された化学物質が含まれていない製品を使用することが望ましい。やむを得ずこれらの化学物質を含む製品を使用する場合には、特定化学物質等障害予防規則等の関係法令に基づき、使用する物質の毒性を確認し、作業環境の整備や健康管理の徹底等必要な措置を講じなければならない。

なお、塗膜剥離剤やクリーナー等の中には皮膚刺激性が高い化学物質が含まれている製品があり、塗膜剥離剤や剥離した塗膜が皮膚に付着し、化学熱傷（損傷）を引き起こす事例が報告されている。そのため、製品毎に安全データシート（SDS）の内容を把握した上で、取扱いには十分留意する必要がある。

2.4 土木鋼構造物用塗膜剥離剤の品質の確認

- (1) 塗膜剥離剤の製造業者等は、塗膜剥離剤製品の性能が「土木鋼構造物用塗膜剥離剤およびこれを用いた塗膜除去工法の品質規格（暫定案）」に適合することを、性能証明書の書面をもって証明するものとする。
- (2) 塗膜剥離剤の品質の確認は、塗膜剥離剤製造業者の性能証明書によって行うことができる。なお、使用する塗膜剥離剤が複数の製造ロットにわたる場合は、製造ロットごとに性能証明書および安全データシート（SDS）が必要である。

【解説】

(1) について 塗膜剥離剤の製造業者等は、塗膜剥離剤が所定の性能を満たすことを定められた試験により確認した上で、出荷する際に、製品と共に性能証明書を提出しなければならない。試験方法と合否判定のための性能基準値は、「土木鋼構造物用塗膜剥離剤およびこれを用いた塗膜除去工法の品質規格（暫定案）」によるものとする。品質確認試験の実施および性能証明書の発行は公的機関によることが望ましい。

(2) について 塗膜剥離剤の製造業者等は、塗膜剥離剤の製造ロット毎に抜取試験を実施し、製品を出荷する際には試験成績表および安全データシート（SDS）を提出しなければならない。試験成績表の例を表解-2.4.1に示す。

表解-2.4.1 土木鋼構造物用塗膜剥離剤の試験成績表（例）

試験項目	測定の方法・備考	試験値
外観	色調の明らかな異常 異物の有無の目視確認	色調異常なし 異物なし
粘度 1 (塗付作業性)	B粘度計 ロータ:4号、回転数 60 rpm 測定開始 30 秒後 液温 25℃	○○Pa·s
粘度 2 (たれ性)	B粘度計 ロータ:3号、回転数 1.5 rpm 測定開始 60 秒後 液温 25℃	△△Pa·s

※本製品の使用期限は、製造日から○○ヵ月である。

塗膜剥離剤の保管期間が長期にわたる場合は品質の変化が生じるおそれがあるので注意が必要である。工期の長期化等やむを得ない理由によって保管期間が、塗膜剥離剤製造メーカーが推奨する使用期限を超えた場合には、抜き取り試験を行って品質を確認し、正常の場合使用することができる。使用中の塗膜剥離剤に異常がみられる場合は、それと同一製造ロットの塗膜剥離剤の使用を中止して原因を究明し、材料の品質に異常がある場合にそれと同一製造ロットの塗膜剥離剤を使用してはならない。

3. 調査

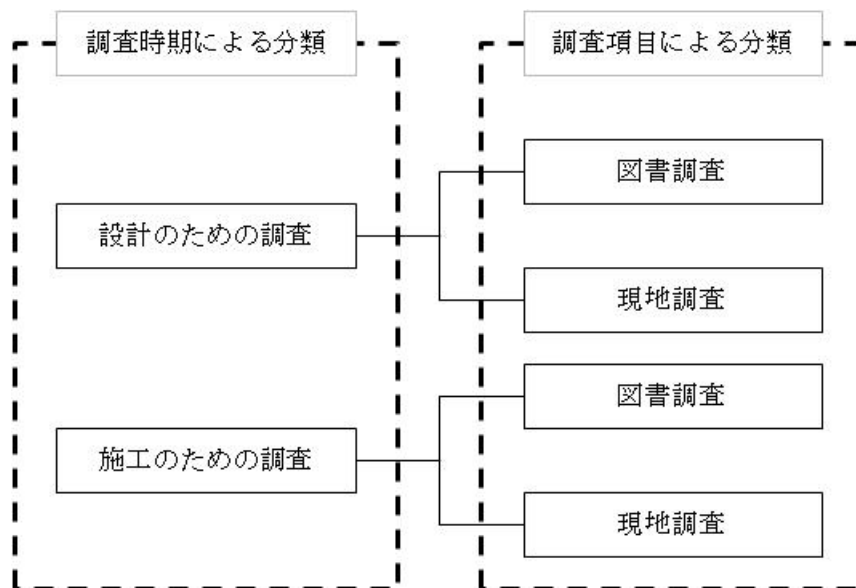
3.1 一般

塗膜剥離剤を用いた塗膜除去工法の適用に際しては、事前に対象橋梁の塗装系、および対象橋梁や塗膜の劣化状況などを確認する。また、有害物の有無については発注前に確認することを原則とする。

【解説】

塗膜剥離剤を用いた塗膜除去工法の設計、および施工のために実施する事前調査は図一解 3.1.1 のように分類される。すなわち、調査を実施する時期により設計のための調査と施工のための調査に分類され、また、調査項目により図書調査と現地調査に分類される。

設計のための調査では、既設の塗装系、および既設塗膜や橋梁鋼素地の劣化状況を確認することに加えて、塗装に有害物が含有しているかを調べ、廃棄物の処分に関わる費用などを積算に反映させる目的がある。一方、施工のための調査では、設計条件と現地条件が一致しているかを確認することに加え、選定した塗膜剥離剤が対象橋梁の塗装系に適しているかや塗膜除去作業にかかる時間などの施工計画に反映するための事項を確認するものである。また、施工のための調査を実施する前に、設計のための調査、および有害物の含有試験が実施されているかを確認しなければならない。



3.2 調査計画

事前調査の目的を達成するために適切な調査計画を作成する。

【解説】

事前調査に先立ち、調査計画書を作成する。調査計画書には対象橋梁の諸元、調査内容や方法、および調査部位や範囲などを明確にする必要がある。

3.3 図書調査

現地調査に先立ち、対象橋梁の塗装系や有害物の含有の有無などを調査する。

【解説】

既設の塗装系や塗膜厚が図書に記録されている塗装系と一致しているかを現地で確認するため、図書調査は現地調査の前に実施することが必要である。調査時期ごとに実施すべき図書調査の項目例を以下に記す。

① 設計のための調査

- ・ 橋梁形式や架設年など対象橋梁に関する諸元
- ・ 新設時の塗装系や塗替え履歴、塗装面積などの対象橋梁の塗装に関する情報
- ・ 塗膜中の有害物含有の有無
- ・ 対象橋梁周辺の環境

② 施工のための調査

- ・ 設計図書
- ・ 設計のための調査結果

また、施工のための調査では設計のための調査で実施する図書調査の項目についても確認することが望ましい。

3.4 現地調査

3.4.1 調査内容

現地調査では、図書調査結果と現地との整合性を確認するとともに、対象構造物の既設塗膜や鋼素地の劣化状況を確認する。また、既設塗膜の有害物含有の有無、剥離試験等を行い、設計、施工に必要な情報を得ること。

【解説】

現地調査では図書調査で得られた対象構造物周辺の立地条件、および既設の塗装系などの情報が実際と一致しているかを確認するものである。調査時期ごとに実施すべき現地調査の項目例を以下に記す。

① 設計のための調査

- ・対象構造物周辺の立地条件（環境条件や作業条件、周辺環境など）
- ・対象構造物の劣化状況（既設塗膜や鋼素地、および補修予定対象以外）
- ・塗装系（塗装系や塗膜厚など）
- ・補修範囲

環境条件や作業条件の確認では、実際の施工時期を考慮して同時期に実施するのが望ましい。例えば、夏季と冬季では気温が異なるため、剥離剤や塗装材料を施工した後の養生時間が異なってくるため、工期等に影響を及ぼす要因となる。したがって、剥離剤や塗り替える塗装材料の選定、および施工工程の策定を適切に行うために、この点に注意が必要である。

既設塗装系の確認では、図書調査結果との整合性を確認するとともに、部材や部位ごとに塗装系や塗膜厚を確認することが望ましい。これは、桁端部などの水がかりのある部位では、一般部と異なる塗装系となっている場合があり、また、桁下面や連結部などは桁腹板部と比較して、塗膜厚が厚くなる傾向があるためである。本来は対象構造物全体を確認することが望ましいが、仮設作業床の設置などの理由から困難な場合もあるため、最低限、上記の部材や部位については確認することが望ましい。

図書調査において、既設塗膜に有害物の含有のおそれがあることを把握した場合、設計のための調査において有害物含有試験を実施しなければならない。この場合、有害物含有試験を実施するためのサンプルを採取することが必要である。

② 施工のための調査

施工のための調査では、設計のための調査結果を含めた図書調査の結果や設計条件との整合性を、「設計のための調査における現地調査の項目例」を参考にして確認するとともに、選定した剥離剤を用いた剥離試験を実施することが望ましい。剥離試験を実施することで実際の塗装系に関する詳細な情報を把握することができ、かつ剥離作業にかかる時間や工数を推定することができる。また、対象構造物の劣化状況の確認では、設計のための調査から発注までの期間が空かないことを原則とするが、期間が空いた場合や対象構造物の立地条件、および環境条件によっては、既設塗膜を含む構造物の劣化状況が変化している場合があるため、注意する必要がある。現地調査の結果、設計で示された補修対象の範囲以外に補修が必要と考えられる状況が確認された場合は、発注者に報告して協議を実施し、設計変更などの対策を講じなければならない。

3.4.2 塗装系の確認試験

図書調査結果と既設の塗装系との整合を確認するため、現地調査では塗装系の確認試験を実施する。

【解説】

塗装系の確認試験の方法は、動力工具などの電動工具を用いる方法、塗膜剥離剤により塗膜を剥離する方法、破壊式膜厚計などの検査器具による方法などがある。いずれの方法も塗膜層の色変化により、何層塗り重ねられているかを確認する方法である。一方、破壊式膜厚計では塗装系の確認とともに塗膜厚を測定することができるが、その他の方法では別途、膜厚計が必要となる。

いずれの方法でも有害物を含む塗膜の除去を伴うため、試験に際しては作業者の安全確保、および周辺環境への配慮を考慮して実施することが必要である。

3.4.3 塗膜の有害物含有試験

塗装に有害物を含むおそれがある場合は、有害物含有試験を実施して有害物の有無を確認しなければならない。

【解説】

一般塗装系の塗膜には、PCB や鉛およびクロム等の有害物を含有している場合がある。PCB は昭和 40 年代に塗装された塩化ゴム系の塗膜に含まれている可能性が高く、また、塩化ゴム系以外の塗膜においても顔料の副生成物として非意図的に生成された微量 PCB が検出された事例がある。一方、鉛やクロム等の重金属は塗替えを必要とする一般塗装系のほとんどに防錆顔料や着色顔料として含まれている。これら有害物を含有した塗膜を除去するためには、通常の塗膜除去作業で実施すべき安全対策に加えて、関係法令に遵守した特別な対策を講ずる必要がある。さらに、有害物を含む除去塗膜や剥離作業で発生した保護具や養生材などの廃棄物は、関係法令に遵守した収集、運搬および保管、処理を行わなければならない。したがって、作業者の安全性の確保、周辺環境への汚染防止、廃棄物の処分費用の積算などを適切に実施するため、塗膜に有害物が含有するおそれがある場合は、塗膜の有害物含有試験を任意の第三者機関にて実施しなければならない。試験のためのサンプルは、塗装系の確認試験で除去した塗膜片などを用いることができる。

以下に有害物含有試験の方法を記す。

①PCB

低濃度 PCB 含有廃棄物に関する測定方法、第 2 章 8.塗膜くず（含有量試験）（第 2 版 平成 26 年 9 月、環境省）¹⁰⁾

②鉛・クロム

（含有試験）

- ・六価クロム : JIS K5674 : 2008 付属書 B 塗膜中のクロムの定量¹¹⁾
- ・鉛 : JIS K5674 : 2008 付属書 A 塗膜中の鉛の定量¹¹⁾

（溶出試験）

- ・六価クロム : 産業廃棄物に含まれる金属等の検定方法（平成 12 年 1 月、環境庁告示 1 号）¹²⁾
- ・鉛 : 同上

3.4.4 剥離試験

選定した塗膜剥離剤が対象構造物の塗膜除去に適しているかを確認するため、剥離試験を実施する。

【解説】

剥離試験の主な目的は、選定した塗膜剥離剤が対象構造物の塗装系や環境条件に適しているかを確認すること、および塗膜除去後の鋼素地面を確認することなどである。選定した塗膜剥離剤が対象構造物の塗装系に適していない場合、塗膜剥離剤の塗布量や工数の増加を招くため、塗膜除去作業の効率が悪くなる。また、塗膜除去後の鋼素地が発錆している場合や黒皮が残っている場合は、塗膜剥離剤による塗膜除去に加えて、ブラスト処理や動力工具処理による素地調整が必要となることがある。したがって、剥離試験の実施に際しては、上記を念頭に置いて実施することが重要である。一方で、環境条件（外気温や鋼材表面温度など）は剥離性や軟化時間に影響を及ぼすと考えられるため、剥離試験の実施環境と本工事の施工環境は、できる限り近いものとするのが良い。

図一解 3.4.1 に剥離試験の工程例を示し、以下に各工程の詳細を記す。

剥離試験の工程例
1) 試験箇所の選定
2) 剥離試験の準備
3) 試験箇所周辺の養生
4) 塗膜厚の測定
5) 塗膜剥離剤の塗付
6) 塗付量の確認
7) 塗膜の軟化状態の確認
8) 軟化塗膜の除去
9) 塗膜除去後の鋼素地面の確認
10) 剥離試験箇所の復旧
11) 除去塗膜の重量測定
12) 清掃・片付け
※鋼素地面、または除去できない塗膜が露出するまで、4から8を繰り返す。

図一解 3.4.1 剥離試験の工程例

①試験箇所の選定

一般的な鉄桁橋の場合、塗膜が健全であり、かつ直射日光を受けない内側面の腹板、部材下面、およびボルト連結部などの部位を選定するのが望ましい。また、図書調査により部材や部位によ

り塗装系が異なることが明らかになっている場合は、塗装系ごとに試験箇所を選定するのがよい。

- ・腹板

一般的な剥離性を確認する。

- ・部材下面

塗膜剥離剤のタレを確認する。また、軟化した上層塗膜が自重により脱落して下層まで塗膜剥離剤の成分が浸透しない場合があるため、この場合の剥離性を確認する。

- ・ボルト連結部

腹板などと比較して塗膜厚が厚くなっていることがあるため、この場合の剥離性を確認する。

②剥離試験の準備

仮設足場などを必要としない試験箇所を選定することが望ましいが、必要に応じて安全に作業できる作業床を設置する。また、周辺環境へ配慮して飛散防止や漏洩防止などの必要な措置を講ずるものとする。

剥離試験の実施に際しては、ヘルメットや保護マスクなどの保護具を着用しなければならない。さらに、塗膜に有害物を含むおそれがある場合は、各種法令に準拠して安全を確保しなければならない。

③ 試験箇所周辺の養生

試験箇所の寸法は 0.3 m×0.3 m 程度が一般的である。試験箇所周辺へ塗膜剥離剤が付着すると試験箇所以外の塗装を犯すおそれがあるため、試験箇所周辺の養生を実施する。また、塗膜剥離剤の塗付面に汚れや水分、油分などが付着している場合、塗膜剥離剤の性能に影響を及ぼすことが考えられるため、これらを除去するのが望ましい。

④ 塗膜厚の測定

剥離試験箇所の塗膜厚を 5 箇所 25 点（1 箇所あたり 5 点）測定して、その最大値を試験箇所の塗膜厚とする。

⑤ 塗膜剥離剤の塗付

塗膜剥離剤の製造会社が推奨する塗付方法、および塗付量にて塗付する。この際、塗付量は複数の水準にて実施するのが望ましい。

⑥ 塗付量の確認

塗膜剥離剤の塗布後、ウェット膜厚計などを用いて塗付量を確認する。

⑦ 塗装の軟化状態の確認

塗膜剥離剤の浸透に伴って塗装は軟化するが、塗装系や試験箇所、環境条件（外気温や鋼材表面温度など）により塗装の軟化状態や剥離性は異なる。したがって、あらかじめ設定した時間ごとに塗装の軟化状態を確認するとともに、軟化反応中の必要な環境条件を継時的に記録することが望ましい。

⑧ 塗膜の除去

軟化した塗膜をスクレーパーなどの手工具で除去する。また、連結部などの構造が複雑な箇所は鉸かきやワイヤーブラシなどで除去するのが容易である。

⑨ 塗膜除去後の鋼素地面の確認

塗膜を除去した後に鋼素地面に錆の有無や黒皮、エッチングプライマーやジンクリッチプライマーなどが残存するかを確認する。

⑩ 剥離試験箇所の復旧

剥離試験箇所を復旧する場合は、調査計画書などであらかじめ定められた補修方法によって実施する。

⑪ 除去塗膜の重量測定

試験箇所の除去塗膜の重量を測定して、単位面積(1 m²)あたりの廃棄物発生量の目安とする。

⑫ 清掃・片付け

剥離試験終了後、速やかに塗膜剥離剤の付着した養生材などを回収して処分する。なお、塗装に有害物が含有しているおそれがある場合は、関係法令を遵守して保管するなどの措置を講じなければならない。

3.5 調査報告

調査計画書に従い、事前調査の結果を報告する。

【解説】

現地調査の結果は、調査箇所や範囲を明確にして報告するとともに、写真などを添付して分かりやすいものとするのが望ましい。

施工前調査における剥離調査時の作業環境に関わる資料や塗膜除去に要した時間などの資料は本工事に活用できると考えられるため、詳細に取りまとめるのが良い。一方、現地調査の結果が図書調査で得られた塗装に関する情報と異なる場合や、構造物の状態が設計時と異なる場合などは、発注者と対策について協議を行う必要がある。

4. 施工

4.1 一般

塗膜剥離剤の施工は塗膜を確実に除去するために入念に実施するとともに、安全対策や周辺環境への影響についても考慮して行わなければならない。

【解説】

塗膜剥離剤による剥離性能は塗膜剥離剤の性能だけでなく、適切な施工が実施されなければ発揮することはできない。これは、塗膜を剥離する箇所や部位、環境条件によっても、施工方法が異なるためである。したがって、現地調査で実施した剥離試験の結果や選定した塗膜剥離剤の標準的な施工方法などを反映した施工方法を計画し、作業員へ周知し、確実に実施することが重要である。また、塗膜剥離剤の種類によっては有機溶剤を含む材料もあるため、選定した塗膜剥離剤に応じた適切な安全対策を講じて施工しなければならない。

4.2 施工計画

塗膜剥離剤を用いた塗膜除去を確実にを行うため、十分に照査して施工計画を作成する。

【解説】

施工計画は、「3. 調査」に基づいて実施した調査の結果を反映して、経済性を考慮しつつ、塗膜剥離剤の選定や施工手順などの技術的検討を行い、実施可能な計画を策定する。この他に、施工管理方法や安全対策、環境対策などを決定しなければならない。また、作成した施工計画書は関係者間で十分に照査し、必要があれば修正などを行い、綿密な計画を策定することが円滑な施工を行うために重要である。施工計画の作成にあたっては、「土木工事共通仕様書（案）¹³⁾」などを参考にすると良い。一方、塗膜剥離剤による塗膜除去後は、素地調整作業や塗替え塗装作業を実施するため、「鋼道路橋防食便覧¹⁾」を参考にして、これらの作業についても留意して作成する必要がある。

4.3 施工手順

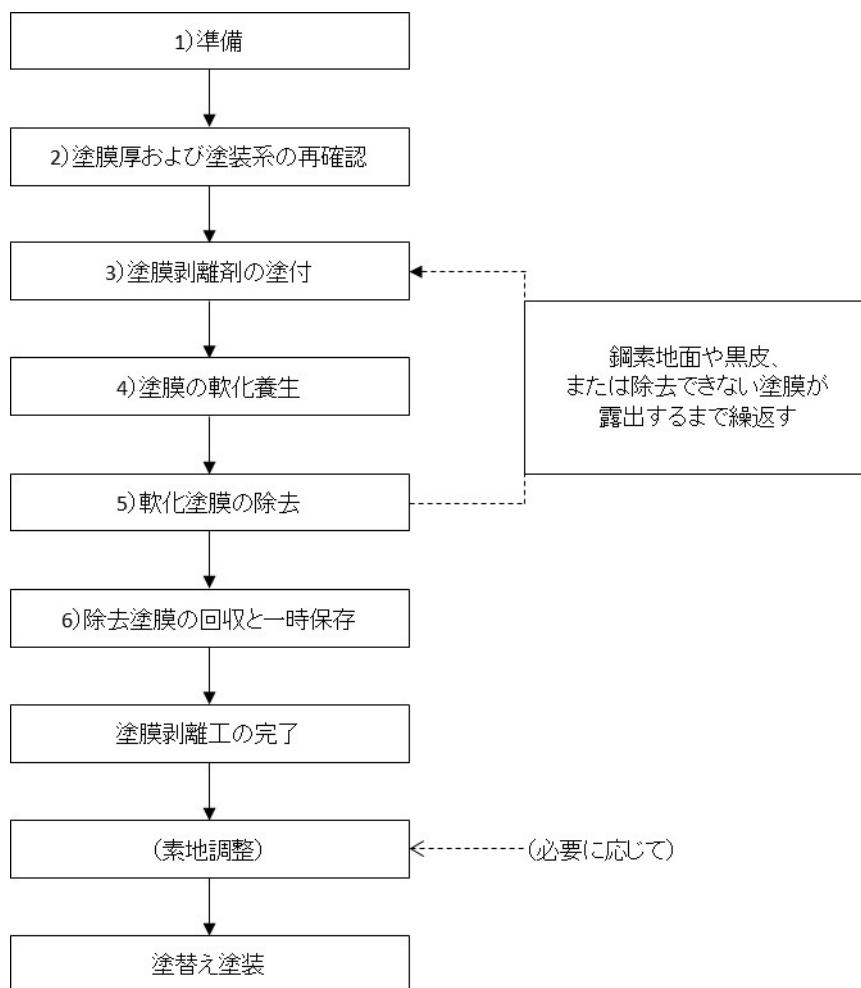
4.3.1 一般

あらかじめ作成した施工計画に則って人員や機器を配置し、施工を行う。

【解説】

塗膜剥離剤を用いた塗膜除去工法の剥離性能は、塗膜厚や気温などの環境条件により左右される。したがって、作成した施工計画どおりに施工を行うことを原則とするが、施工箇所の塗膜の状況や塗膜厚、また環境条件などを適宜確認して、場合によっては経済性を考慮した最も効率の良い施工方法を選定するなど柔軟に対応することが望ましい。

一般的な施工手順の例を図一解 4.3.1 に示す。



図一解 4.3.1 施工手順の例

4.3.2 準備

- (1) 塗膜剥離剤を用いた塗膜除去工の施工に先立ち、作業床の設置や飛散養生を行う。
- (2) 塗膜剥離剤の塗付予定面に埃や汚れなどがある場合は除去する。

【解説】

(1) について 塗膜剥離剤を用いた塗膜除去工を円滑に施工するため、仮設足場などの作業床を設置する。また、養生材などを用いて、現場周辺の汚染防止に努める。作業床の養生では、養生材を二重にすることで剥離作業完了後の剥離塗膜などの回収が容易に実施できるなどの工夫例がある。

(2) について 塗膜剥離剤の塗付予定面に付着した埃や水分、油脂類などは、塗膜剥離剤が所定量塗付できないことや、本来の剥離性能を低下させることなどの要因となり得る。したがって、塗膜剥離剤の塗付に先立ち、これらを除去する必要がある。油脂類などの除去に有機溶剤を用いる場合、作業場内に持ち込む当該有機溶剤の量は最小限とし、塗膜除去作業の開始前に作業場外へ完全に撤去しなければならない。

4.3.3 塗膜厚および塗装系の再確認

施工範囲の塗装を再度確認する。

【解説】

塗膜剥離剤を用いた塗膜除去工の施工に先立ち、塗膜厚や塗装系を再度確認して、設計条件や事前調査の結果と一致しているか、作成した施工計画どおりに施工可能かを照査する。異なる場合は発注者と協議の上、再度剥離試験を実施するなどの措置を講じる。

4.3.4 塗膜剥離剤の塗付

定められた量の塗膜剥離剤を塗付する。

【解説】

塗膜剥離剤の塗付方法について、一般的には塗付面積が大きい場合はエアレススプレー塗装機などにより塗付し、塗付面積が小さい場合や狭隘部、形状が複雑な部材などに対しては刷毛やローラー、コテなどを用いて塗付する。塗膜剥離剤の塗付後、ウェット膜厚計などにより、あらかじめ設定した塗付量が塗付できているかを確認する。

4.3.5 塗膜の軟化養生

塗膜が剥離可能となるまで、軟化させる。

【解説】

塗膜剥離剤の種類や環境条件などにより、塗膜の軟化時間は異なる。例えば、気温や塗布対象面の温度が低い場合、塗膜剥離剤の浸透や軟化反応が遅くなるため、塗膜の軟化時間は長くなる。一方、気温や塗布対象面の温度が高い場合、塗膜の軟化時間は短くなり、軟化した塗膜を放置し過ぎると、乾燥して塗膜除去作業の効率が悪くなることもある。したがって、事前調査の結果、および塗膜剥離剤ごとの性能を確認して、軟化時間をあらかじめ設定しておく必要がある。また、事前に実施した剥離試験の実施時期と本施工の時期が異なる場合、軟化時間の設定には注意が必要である。ここで、部材下面のような見上げ面に施工する場合は、軟化した塗膜が自重により剥離し、落下するおそれがあるため、注意が必要である。

4.3.6 軟化塗膜の除去

軟化したことを確認した後に塗膜を除去する。

【解説】

塗膜の除去はスクレーパーや鉋かき、ワイヤーブラシなどの手工具で行う。除去した塗膜を作業床の上に直接落下させると、作業場内、および周辺環境への汚染のおそれがあるだけでなく、除去塗膜に付着した塗膜剥離剤により転倒事故などを引き起こす要因となり得る。したがって、除去塗膜を容器で受けるなど、作業床へ落下させない措置を講ずることが望ましい。

ジンクリッチペイントなどの塗膜剥離剤で除去できない塗膜や黒皮、鋼素地面が露出するまで塗膜を除去した後、選定した塗膜除去工法ごとに定められた処理方法により残存した塗膜剥離剤を処理する。再塗装面に塗膜剥離剤が残存した状態が再塗装塗膜の耐久性に与える影響については、「2. 土木鋼構造物用塗膜剥離剤およびこれを用いた塗膜除去工法の品質」に記した塗膜除去後の塗替え塗膜の耐久性・防食性の評価で事前に評価することとなっているが、可能な限り除去することが望ましい。また、鋼素地面を露出させた場合は4時間以内に塗替えを行う塗装系で定められた塗料を塗付して鋼素地面を保護しなければならない。

4.3.7 除去塗膜の回収と一時保存

除去塗膜は周囲への飛散、漏洩を防止して、あらかじめ定められた場所に保存する。

【解説】

除去塗膜は作業後直ちに資材置き場などの定められた場所に移動し、保存することが望ましい。また、作業中に作業床上に仮置きする場合は、作業床の最大積載荷重内で、かつ同一箇所に集中することなく分散して置く必要がある。また、保存に際しては、現場周辺への飛散や漏洩を防止するため、密閉できる缶などに入れなければならない。

4.3.8 塗替え塗装

塗膜除去後の素地調整、および塗替え塗装は「鋼道路橋防食便覧」によるものとする。

【解説】

塗膜剥離剤により除去できる塗膜は塗膜剥離剤の種類により異なるが、無機ジンクリッチペイントや無機ジンクリッチプライマーなどは除去することが困難である。一般的に、既設の防食下地が健全である場合はこれらを残して塗替えを実施する。しかしながら、防食下地などに変状が確認された場合や設計によって除去する必要がある場合は、別途素地調整が必要となる。また、鋼素地面の黒皮や錆についても塗膜剥離剤では除去することができないため、別途素地調整が必要である。以上のように、塗膜剥離剤による塗膜除去後に素地調整を実施する場合は、「鋼道路橋防食便覧¹⁾」に従い、塗替塗装系で要求される素地調整程度まで処理するものとする。

一方、対象塗膜が溶融亜鉛めっき部材や金属溶射皮膜に施工されている場合は別途検討する必要がある。

4.4 施工管理

塗膜剥離剤による塗膜除去を適切に実施するため、管理計画を立案して適切な管理方法により実施する。

【解説】

塗膜剥離剤により塗膜除去を実施する場合、適切な管理を実施しなければ塗膜剥離剤の性能を十分に発揮することができず、施工の遅れなどの不具合を招くおそれがある。したがって、対象構造物の立地条件（環境条件）や選定した塗膜除去工法の種類に応じた管理計画を立案して、適切な管理方法で施工管理を実施することが重要である。塗膜剥離剤を用いた塗膜除去工法の主な施工管理の項目を表一解 4.4.1 に示す。

施工環境 施工環境は塗膜剥離剤の剥離性能に及ぼす影響が大きく、作業工程の進捗にも関わることとなるため、適切に管理しなければならない。管理する項目としては、塗膜剥離剤の塗付時や塗膜の軟化養生時の温度や湿度、対象面の温度の管理などが挙げられる。一般的に気温が低くなると、塗膜剥離剤により塗膜が軟化しない場合や軟化時間が長くなるなどのおそれがある。したがって、5℃を下回る場合は作業環境全体を加温して5℃以上としなければならない。またこれ以外であっても、選定する塗膜剥離剤の仕様に応じた温度管理を行い、場合によっては加温するなどの方法が必要である。一方、軟化時間を軟化積算温度（℃・hr）で管理する塗膜除去工法もあるため、この場合は軟化養生時の温度と併せて時間を記録する必要がある。

塗膜剥離剤 塗膜剥離剤について実施する管理は、選定した塗膜剥離剤が適切な品質であることを確認するものである。管理する項目としては、選定した塗膜剥離剤（工法）が「土木鋼構造物用塗膜剥離剤およびこれを用いた塗膜除去工法の品質規格（暫定案）」に適合することや受け入れた塗膜剥離剤が所定の品質を確保していることを確認することなどが挙げられる。

塗膜除去作業 塗膜除去作業において実施する管理は、塗膜剥離剤の塗付量や塗膜除去後の対象面の仕上りを確認するものである。塗膜剥離剤の塗付量の管理方法は、あらかじめ決定した塗付範囲における使用数量で行う場合とくし形ウェットフィルム膜厚計によりウェット塗膜厚を測定して行う場合とがある。いずれについても選定した塗膜剥離剤の仕様を確認して管理する。塗膜除去後の対象面の仕上りは塗り替えを行う塗装系により異なる。防食下地を残して塗り替えを行う塗装系の場合は、防食下地を除いた塗膜が除去できているかを確認する。一方、全ての塗膜を除去する必要がある場合、鋼素地の露出を確認するとともに鋼素地に黒皮や錆がないことを確認しなければならない。また、塗膜剥離剤では除去できない塗膜や、黒皮、錆を除去したり、鋼素地にアンカーパターンを付与する場合には、別途ブラスト処理や動力工具処理による素地調整を実施しなければならない。いずれについても、塗膜除去後に実施する塗り替え塗装系に応じて実施、管理を行うものとし、「鋼道路橋防食便覧¹⁾」などを参考にしてどの程度までの塗膜除去が必要かをあらかじめ決定しておく必要がある。

一方、上記した以外の施工管理については、「土木工事施工管理基準（案）¹⁴⁾」や「鋼道路橋防食便覧¹⁾」などを参考にすると良い。

表一解 4.4.1 施工管理項目の例

管 理 対 象	管 理 項 目	管 理 方 法
(施工環境) 塗膜剥離剤の塗付時、 および塗膜の軟化養生 時	気温、湿度	温度計、湿度計
	塗付予定面の温度	表面温度計など
	天候	目視など
	風	風速計など
塗膜剥離剤	品質	性能証明書
		試験成績表
		目視による外観など
	数量	納品書、出荷証明書など
使用期限	製造年月日など	
塗膜除去作業	塗付予定面の状態	目視による外観、指触など
	塗付量	ウェット塗膜厚ゲージや使用量 など
	塗膜除去面の状態	目視による外観、膜厚など

4.5 施工記録

調査や施工において、実施、または確認した事項については、塗替え塗装後の維持管理に活用するため、これらを記録し保存しておく。

【解説】

工事完了後の維持管理を実施するうえで、塗膜剥離剤を用いた塗膜除去工法の適用に際して実施した調査や施工の結果を記録して保存することが必要である。これらの記録方法は塗膜除去後に実施する塗替え塗装と併せて保管することが一般的である。記録の方法などについては、「鋼道路橋防食便覧」などを参考にすると良い。

4.6 安全衛生

塗膜剥離剤を用いた塗膜除去工法の施工に際しては、作業者の安全を確保するとともに周辺環境への配慮を十分に行う。

【解説】

塗膜除去作業では有機溶剤を含む材料を使用するため、作業者への安全教育や安全を確保するための対策を講じて、作業を実施しなければならない。また、除去する塗膜には有害物を含むおそれがあるため、事前に確認し、作業者へ周知するとともに、関係法令に従い適切に施工から処理までを実施しなければならない。一方、作業範囲外の周辺環境についても配慮する必要があり、関係者以外の立入りを防止する措置を講じるなどをして、第三者災害の防止に努めるとともに、使用材料や作業により発生した廃棄物等が漏洩することを防ぐ必要がある。これらを含む安全管理に関する事項の詳細は、「6. 安全管理」を参照すること。

5. 検査

5.1 一般

塗膜剥離剤を用いた塗膜除去工法の施工において実施される検査は、検査の計画をあらかじめ作成して、検査項目ごとに適切な検査方法で実施し、検査の結果を記録する。また、検査の結果、合格と判定されない場合は、協議を行い適切な処置を講ずる。

【解説】

塗膜剥離剤を用いた塗膜除去工法の施工において実施される検査は、各段階における作業内容などを良く理解したうえで必要な検査項目を精査し、これを適切な方法で検査しなければならない。また、検査に先立って、これらを踏まえた検査計画を立案することが必要である。

実施される検査は、材料検査、施工検査、完了検査に分類される。一方、完了検査は塗膜剥離剤を用いた塗膜除去工法の施工に関しての位置付けである。実際には、塗膜除去後に塗替え塗装が施工されるため、工事全体で考えた場合は中間検査などと位置づけられる。

各段階で実施される検査の結果、合格と判定されない場合は、協議を行って適切な処置を講じ、設計で定められた品質を確保するよう努めなければならない。

5.2 材料検査

材料検査では、塗膜剥離剤の品質や数量が設計と一致することを検査する。

【解説】

材料検査は、材料の品質検査と受入れ検査とに分類される。表一解 5.2.1 に材料検査の項目の例を示す。

材料の品質検査 材料の品質検査は選定した塗膜剥離剤の受入れ前に実施するものであり、材料（工法）の性能が「土木鋼構造物用塗膜剥離剤およびこれを用いた塗膜除去工法の品質規格（暫定案）」に適合することを確認する検査などがある。確認方法は本品質規格（暫定案）との適合が示された性能証明書によるものとする。また、性能証明書は第三者の試験機関などが発行するものが望ましい。

受入れ検査 受入れ検査は塗膜剥離剤の受入れ時に実施するものであり、受け入れる材料が適切な品質であることを確認する検査である。検査方法は製造会社が発行する試験成績表を確認する方法や現地で目視により確認する方法などがある。また、材料の搬入数量が設計数量、および注文数量と一致しているかを納品書、および実際の数量を確認するなどをして検査する。

表一解 5.2.1 材料検査の項目の例

検査項目	検査方法	判定基準	
材料の品質検査	性能証明書	品質規格（暫定案）に適合していること	
受入れ検査	品質	試験成績表	製造会社の品質規格に適合していること
		目視など	異物の混入などがないこと
	数量	納品書、出荷証明書など	設計数量、注文数量が納入されていること
		使用期限	製造年月日など

5.3 施工検査

施工検査では、施工範囲や塗膜剥離剤による塗膜除去後の仕上がり状態が設計と一致することを検査する。

【解説】

施工検査は、施工範囲検査と工程検査とに分類される。表一解 5.3.1 に施工検査の項目の例を示す。

施工範囲検査 施工範囲検査は施工前に実施するものであり、設計で示された補修対象範囲と実際の施工範囲とが一致することを確認する検査である。

工程検査 工程検査は塗膜剥離剤による塗膜除去後の仕上がり状態が設計に示された状態であることを確認する検査である。

表一解 5.3.1 施工検査の項目の例

検査項目		検査方法	判定基準
施工範囲検査	施工範囲	巻尺など	設計と一致していること
工程検査	塗付予定面の状態	目視、指触など	塗膜剥離剤が塗付できること
	塗膜除去面の状態	目視など	設計と一致していること

5.4 塗膜剥離剤を用いた塗膜除去工の完了検査

塗膜剥離剤を用いた塗膜除去工の完了検査では、施工や各検査が適切に実施されていたこと、また仕上り状態や施工面積が設計と一致することを検査する。

【解説】

塗膜剥離剤を用いた塗膜除去工の完了に伴い、施工が適切に実施されていたことや各検査結果を書類にて検査する。さらに、現地にて塗膜除去後の仕上り状態や施工面積などが設計と一致することを検査する。一方、塗膜剥離剤を用いた塗膜剥離工の施工後に別途素地調整を実施する必要がある場合は、素地調整の実施後に仕上がりを確認する。以下に検査項目の例を記す。

- ・書類検査： 施工記録、検査結果の記録
- ・現地検査： 外観検査（仕上がり状態）、出来形検査（施工面積）

5.5 検査結果の記録

検査結果は施工後の維持管理において、重要な情報となるため、これを記録し、保存する。

【解説】

工事の施工後から実施される維持管理において、施工に関する記録や各種検査結果は非常に重要な情報となる。したがって、これらを記録し、維持管理を継続して行う期間中は保存しなければならない。なお、発生した不具合や実施した処置なども併せて記録、保存することが必要である。一方、塗膜剥離剤を用いた塗膜除去は塗替え塗装工事の一部であることが多い。このため、塗膜除去作業に関わる記録は塗替え塗装工事と併せて記録し、保管することとする。また、記録の方法についても両者が同様であることが望ましい。

6. 安全管理

6.1 一般

塗膜除去作業の実施にあたっては、作業者の安全を確保する対策を講じて行なう。また、作業により発生した廃棄物の取扱いについては、関連法令等を遵守して実施する。

【解説】

塗膜除去作業の実施にあたっては、作業内容を作業者に熟知させて適切な安全教育を実施するとともに、作業者の安全を確保するための措置を講じなければならない。また、除去した塗膜くずや養生材などは産業廃棄物に該当するため、関係法令を遵守して適切に回収、運搬、処理を実施する必要がある。一方、除去した塗膜くずに鉛やクロム、PCBなどの有害物を含む場合は、特別な措置が必要となるため、これらの性質を十分に理解したうえで剥離作業、および処理を実施しなければならない。

6.2 安全対策

塗膜除去作業においては、作業内容を熟知するとともに、安全についても考慮して実施する。

【解説】

塗膜除去作業では下記に示す事項を参考にして、安全の確保に注意して作業することが必要である。

① 有機溶剤の取扱い

選定した塗膜剥離剤が「労働安全衛生法施行令（平成 27 年 8 月）¹⁵⁾」の有機溶剤に該当する場合であって、有機溶剤業務に該当する場合は、「有機溶剤中毒予防規則（平成 26 年 11 月）¹⁶⁾」に従わなければならない。これら法令等では、有機溶剤作業主任者の選任や責務、作業者の安全を確保するための措置などについて規定されており、これらを遵守しなければならない。一方で、塩化ゴム系塗膜を変性エポキシ樹脂塗料下塗とポリウレタン樹脂またはふっ素樹脂で塗替え塗装した塗膜の軟化時に有機溶剤が検出された例もあるため、選定した塗膜剥離剤が上記法令等に該当しない場合であっても、法令に準ずる措置をとって作業することが望ましい。

② 火気に関する注意

塗膜剥離剤は「土木構造物用塗膜剥離剤およびこれを用いた塗膜除去工法の品質規格（暫定案）、火災安全性」で引火点が 93℃以上であることと規定されているが有機溶剤に該当するものがある。また、塗膜剥離剤が該当しない場合でも、剥離作業後の残存塗膜剥離剤の除去や工具類の洗浄に使用するシンナーなどの有機溶剤を用いる場合がある。したがって、剥離作業等を行う場合は、事前に使用する材料の引火点や爆発限界濃度などの情報を確認するとともに、火災や引火爆発に十分注意して作業しなければならない。

有機溶剤は空気と比べて比重が重いため、床や溝などに沿って流れて滞留するおそれがあり、作業場所から離れた場所でも注意が必要である。また、着火源としては、喫煙、鋼製工具類による火花、衣服やプラスチック部材などからの静電気の放電があげられる。したがって、作業場の有機溶剤の濃度を検知管などで測定する、帯電防止機能を有する作業服、作業靴を着用する、使用機器類には必ずアースを行うなどの予防措置を検討するほか、作業場内での喫煙は禁止しなければならない。

③ 粉じん対策

塗膜除去作業は湿潤化して行うため、粉じん作業には該当しない。ただし、剥離作業により除去できない錆や黒皮、ジンクリッチペイントなどを除去する場合、素地調整方法にブラスト処理工法を選定すると、「粉じん障害防止規則（平成 27 年 8 月）¹⁷⁾」に規定された粉じん作業に該当することとなる。その対策としては、休憩設備の設置、呼吸用保護具の使用など適切な措置を行うこととなっており、飛散防止ネットの設置、ブラスト方法の選定（バキュームブラスト）や研削材の選定により粉じんの飛散を軽減することができる。

④ 作業員等の健康に対する安全対策

塗膜剥離剤を用いた作業においては、作業員等の安全衛生のために、保護眼鏡、保護手袋、保護着、防毒マスク等の適切な安全対策を講じる必要がある。これらの安全対策に万一不備があった場合には、作業員等が塗膜剥離剤や剥離した塗膜に直接曝される危険性がある。このような不測の事態においても作業員等に重度の健康障害が発生しないよう、塗膜剥離剤や拭き取り作業用の

クリーナー等には、法令等で規制された化学物質が含まれていない製品を使用することが望ましい。やむを得ずこれらの化学物質を含む製品を使用する場合には、特定化学物質等障害予防規則等の関係法令に基づき、使用する物質の毒性を確認し、作業環境の整備や健康管理の徹底等必要な措置を講じなければならない。

なお、塗膜剥離剤やクリーナー等の中には皮膚刺激性が高い化学物質が含まれている製品があり、塗膜剥離剤や剥離した塗膜が皮膚に付着し、化学熱傷（損傷）を引き起こす事例が報告されている。そのため、製品毎に安全データシート（SDS）の内容を把握した上で、取扱いには十分留意する必要がある。

6.3 有害物を含む塗膜の除去作業における安全管理

有害物を含む塗膜の除去作業を行う場合は、関係法令等で定められた安全教育を作業者に対して実施する。

【解説】

①鉛、および鉛化合物を含む塗膜の除去作業は、「労働安全衛生法施行令（平成 27 年 8 月）¹⁵⁾」や「鉛中毒予防規則（平成 24 年 4 月）²⁾」の「含鉛塗料のかき落としの業務」に該当する。これら法令等では、鉛作業主任者の選任や職務、防護衣や保護具など作業者の安全を確保するための措置などについて規定されている。また、含鉛塗料のかき落とし業務は、著しく困難な場合を除いて湿式によることや、かき落としした含鉛塗料はすみやかに取り除くことと規定されている。したがって、事業者はこれら法令等に従って、作業者の安全を確保するための措置を講じなければならない。さらに、「鉛等有害物を含有する塗料の剥離やかき落とし作業における労働者の健康障害防止について（平成 26 年 5 月）³⁾」には、当該業務の発注者、事業者に対する責務が記されているため、参考にとすると良い。

②除去塗膜に PCB、クロム酸及びその塩が 1%を超えて含有している場合、「特定化学物質障害予防規則（平成 27 年 9 月）⁴⁾」に該当する。本規則では、特定化学物質作業主任者の選任や職務、防護衣や保護具など作業者の安全を確保するための措置などについて規定されている。したがって、事業者は本規則に従って、作業者の安全を確保するための措置を講じなければならない。また、PCB を含有する塗膜の剥離作業については、有害物の取扱いに関する法令を遵守し、作業者に対して安全な作業を行うための特別教育を実施するよう労働基準監督署より指導されている。したがって、「危険又は有害な業務に現に就いている者に対する安全衛生教育に関する指針（平成 27 年 8 月）¹⁸⁾」に基づき、当該業務についての最新の知識並びに教育技法について知識及び経験を有するものが講師として、1 日程度行うことが望ましい。

6.4 土木鋼構造物用塗膜剥離剤の保管、および漏出時の処理

- 1) 塗膜剥離剤は安全データシート（SDS）などにより消防法で分類される危険物の種類を確認して、適切な方法で保管する。
- 2) 万が一、塗膜剥離剤などの使用材料を漏出させた場合は、これを適切な方法で処理する。

【解説】

1) について 消防法により分類される危険物の種類によって、指定数量などは異なるため、塗膜剥離剤の安全データシート（SDS）などにより、事前に確認する必要がある。例えば、指定可燃物の可燃性固体に該当した場合、「危険物の規制に関する政令（平成 25 年 3 月）¹⁹⁾」により指定数量は 3,000kg と規定されている。また、指定数量を超えた指定可燃物を所有する場合には、消防署への届け出や消火設備の設置が義務付けられる。

また、搬入した塗膜剥離剤の製造年月を確認するとともに、有効期限を確認して期限内に使用しなければならない。したがって、搬入数量や有効期限、保管場所などを管理シートを使用して記録するのが望ましい。

一方、塗膜除去作業後に残存する塗膜剥離剤を除去するために使用する材料についても、塗膜剥離剤と同様に消防法等の関連法令を遵守して保管しなければならない。

2) について 塗膜剥離剤を含む使用材料は漏出しないように管理しなければならない。万が一、漏出させた場合は、使用材料の安全データシート（SDS）に示された方法で処理すること。

6.5 有害物を含む塗膜くずの取扱い

6.5.1 産業廃棄物の取扱い

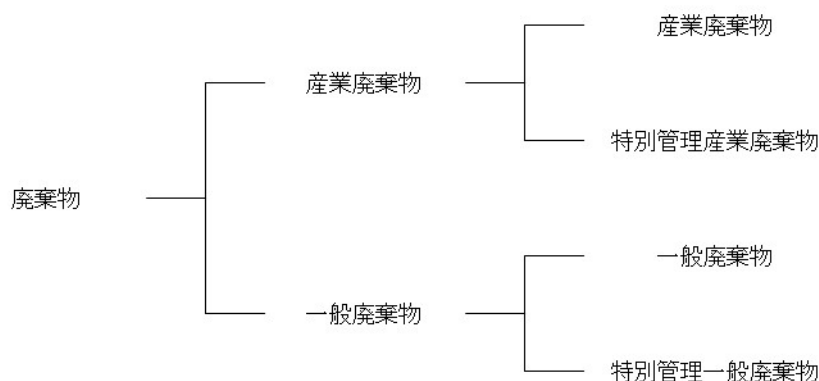
塗膜除去作業により発生した廃棄物は、関係法令に従って産業廃棄物として適切に処理する。

【解説】

廃棄物の処理にあたっては、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律（平成 27 年 7 月）²⁰⁾（以下、廃棄物処理法と称す）」、同施行令²¹⁾、同施行規則²²⁾などの関連法令を遵守して行わなければならない。図一解 6.5.1 に示すとおり、廃棄物は産業廃棄物と一般廃棄物とに分類され、補修工事等の事業で発生した廃棄物は産業廃棄物となる。

一方、鉛やクロムを含む塗膜くずについては、「産業廃棄物に含まれる金属等の検定方法（平成 12 年 1 月）¹²⁾」によって含有量を測定し、「金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める省令（平成 27 年 12 月）²³⁾」に定められた基準値を超えた場合は、「特別管理産業廃棄物（特定有害産業廃棄物）」に該当するため、廃棄物処理法を遵守し適切に処分等を行わなければならない。委託処理を行う際には、「特別管理産業廃棄物処分業」の資格を有し、また処理品目として「汚泥」や「銲さい」を掲げており、鉛やクロムを処理対象物としている事業者へ依頼を行う。また、塗膜くずが付着した保護具や工具類、養生材などの廃棄物についても同様に扱う必要がある。なお、鉛・クロムに加えて塗膜くずに PCB が含まれる場合には、「特別管理産業廃棄物処分業」の資格に加えて「PCB 無害化処理認定施設」の資格を有する事業者へ依頼を行わなければならない。

「廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令²¹⁾」における委託基準では、特別管理産業廃棄物の運搬又は処分若しくは再生を委託しようとする者に対し、あらかじめ、当該委託しようとする特別管理産業廃棄物の種類、数量、性状その他の環境省令で定める事項を文書で通知することが定められており、それを遵守して廃棄物に関する情報を提供しなければならない。また、廃棄物情報の提供に関するガイドライン（WDS ガイドライン）第 2 版（平成 25 年 6 月）²⁴⁾に基づく開示方法に基づき、排出事業者は廃棄物情報をできるだけ正確に把握し処理事業者に開示する必要がある。



図一解 6.5.1 廃棄物の分類

6.5.2 PCB含有塗膜の取扱い

塗膜除去作業により発生した PCB 含有塗膜の収集、運搬及び保管等は関係法令を遵守して行わなければならない。

【解説】

塗膜くずは多くの場合汚泥に区分され、廃棄物処理法により PCB を含有したものは特別管理廃棄物（特定有害産業廃棄物）に区分される。したがって、PCB の含有が疑われる塗膜くずについては、「特別管理一般廃棄物及び特別管理産業廃棄物に係る基準の検定方法（平成 12 年 12 月）」により PCB 特別管理産業廃棄物に該当するかを確認しなければならない。同文書では、PCB が検出されれば特別管理産業廃棄物としての PCB 含有廃棄物（5,000 ppm 以下は低濃度 PCB 含有廃棄物、5,000 ppm を超えれば高濃度 PCB 含有廃棄物）とされる。特別管理産業廃棄物に該当する場合は、廃棄物処理法、および「ポリ塩化ビフェニル廃棄物の適正な処理の推進に関する特別措置法（平成 26 年 6 月）」などの関係法令を遵守して、取り扱わなければならない。以下に関係法令等を示す。

- ・ 廃棄物の処理及び清掃に関する法律（平成 27 年 7 月）
- ・ 同施行令（平成 27 年 12 月）
- ・ 同施工規則（平成 27 年 12 月）
- ・ 特別管理一般廃棄物及び特別管理産業廃棄物に係る基準の検定方法（平成 12 年 12 月）
- ・ 金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める省令（平成 27 年 12 月）
- ・ PCB 廃棄物の処理作業等における安全衛生対策要綱（平成 17 年 2 月）
- ・ 低濃度 PCB 廃棄物収集・運搬ガイドライン（平成 25 年 6 月）
- ・ 低濃度 PCB 含有廃棄物に関する測定方法（第 2 版）（平成 26 年 9 月）
- ・ ポリ塩化ビフェニル廃棄物の適正な処理の推進に関する特別措置法（平成 26 年 6 月）
- ・ 同施行令（平成 27 年 12 月）
- ・ 同施工規則（平成 26 年 12 月）

6.5.3 塗膜くずの処理

塗膜除去作業により発生した塗膜くずは有害物質の含有を確認した後に、適切に処理する。

【解説】

有害物質を含まない塗膜くずは産業廃棄物として処理できるが、鉛やクロム、PCBなどの有害物質を含む塗膜くずは、「6.5.1 産業廃棄物の取扱い」及び「6.5.2 PCB含有塗膜の取扱い」に記載したとおり、関係法令等を遵守して適切に処理等を行わなければならない。これら有害物質を含む塗膜くずのうち、PCB含有量が5,000ppm以下の低濃度PCB汚染塗膜くずは許可を得た収集運搬業者が収集運搬し、環境省の認可を得た処理施設でのみ処分することができる。PCBだけでなく鉛やクロムを併せて含有している塗膜を委託処理する場合には、「特別管理産業廃棄物処分業」の資格に加え「PCB無害化処理認定施設」の資格を有している処理施設へ委託する必要がある。

参考文献

- 1) 日本道路協会：鋼道路橋防食便覧, 2014.5
- 2) 厚生労働省：鉛中毒予防規則、厚生労働省令第 71 号, 2012.4.2
- 3) 厚生労働省労働基準局安全衛生部：鉛等有害物を含有する塗料の剥離やかき落とし作業における労働者の健康障害防止について, 基安労発 0530 第 1 号, 基安化発 0530 第 1 号, 2014.5.30
- 4) 厚生労働省：特定化学物質障害予防規則, 厚生労働省令第 141 号, 2015.9.17
- 5) ポリ塩化ビフェニル廃棄物の適正な処理の推進に関する特別措置法, 法律第 69 号, 2014.6.13
- 6) 環境大臣官房廃棄物・リサイクル対策部：低濃度 PCB 廃棄物の処理に関するガイドライン－焼却処理編－, 2013.2
- 7) 環境大臣官房廃棄物・リサイクル対策部：低濃度 PCB 廃棄物収集・運搬ガイドライン, 2013.6
- 8) 日本道路協会：鋼道路橋塗装便覧, 1990
- 9) JIS K 5500: 2000 塗料用語, 2000
- 10) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部産業廃棄物課：低濃度 PCB 含有廃棄物に関する測定方法, 2014.9
- 11) JIS K 5674: 2008 鉛・クロムフリーさび止めペイント, 2008
- 12) 環境省：産業廃棄物に含まれる金属等の検定方法, 環境省告示 9 号, 2013.2.21
- 13) 国土交通省：土木工事共通仕様書（案）, 2015.3
- 14) 国土交通省：土木工事施工管理基準（案）, 2016.3
- 15) 労働安全衛生法施行令, 政令第 50 号, 2016.3
- 16) 厚生労働省：有機溶剤中毒予防規則, 厚生労働省令第 131 号, 2014.11.28
- 17) 厚生労働省：粉じん障害防止規則, 厚生労働省令第 131 号, 2015.8.10
- 18) 厚生労働省：危険又は有害な業務に現に就いている者に対する安全衛生教育に関する指針, 安全衛生教育指針公示第 5 号, 2015.8.31
- 19) 危険物の規制に関する政令, 政令第 88 号, 2013.3.27
- 20) 廃棄物の処理及び清掃に関する法律, 法律第 58 号, 2015.7.17
- 21) 廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令, 政令第 45 号, 2016.2.19
- 22) 環境省：廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行規則, 環境省令第 42 号, 2015.12.25
- 23) 環境省：金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める省令, 環境省令第 42 号, 2015.12.25
- 24) 環境省 大臣官房廃棄物・リサイクル対策部：廃棄物情報の提供に関するガイドライン－WDS ガイドライン－（第 2 版）, 2013.6

付 属 資 料

付属資料1	土木鋼構造物用塗膜剥離剤およびこれを用いた塗膜除去工法の品質規格（暫定案）	1
1.	適用範囲	1
2.	塗膜剥離剤の品質	1
3.	塗膜剥離剤を用いた塗膜除去工法の品質	1
4.	塗膜剥離剤の試験	2
4.1	剥離性	2
4.2	たれ性	3
4.3	生分解性	3
4.4	魚毒性	4
4.5	火災安全性	4
5.	塗膜剥離剤を用いた塗膜除去工法の試験	5
5.1	促進暴露耐久性	5
5.2	屋外暴露耐久性	8
5.3	粉じん発生量試験	8
5.4	作業者の健康に対する安全性（参考）	9
付属資料2	品質規格（暫定案）の背景、根拠および考え方	14
1.	目的と位置づけ	14
2.	塗膜剥離剤の品質について	14
2.1	剥離性	14
2.2	たれ性	15
2.3	塗付性	15
2.4	生分解性	15
2.5	魚毒性	16
2.6	火災安全性	17
3.	塗膜剥離剤を用いた塗膜除去工法の品質について	18
3.1	塗膜除去後の塗替え塗膜の耐久性・防食性（促進暴露耐久性）	18
3.2	塗膜除去後の塗替え塗膜の耐久性・防食性（屋体暴露耐久性）	19
3.3	生分解性	20
3.4	魚毒性	20
3.5	火災安全性	20
3.6	作業・周辺環境への影響	20
参考文献		22

付属資料 1 土木鋼構造物用塗膜剥離剤およびこれを用いた塗膜除去工法の品質規格(暫定案)

1. 適用範囲

この規格(案)は土木鋼構造物の防食塗膜を、周辺環境や作業環境への影響をできるだけ抑制して剥離するための塗膜剥離剤について規定する。

2. 塗膜剥離剤の品質

性能	項目	基準値	試験方法
剥離性	剥離性	塗膜厚が概ね 500 μm の一般塗装系塗膜に対し、1回の塗付で除去できること	4.1 による
作業性	たれ性	垂直面に塗付し、たれないこと	4.2 による
	塗付性	エアレス塗装機、はけ、あるいはローラーで塗付できること	
安全性	生分解性*	平均生分解度 60%以上であること	4.3 による
	魚毒性*	10 ppm より大きいこと	4.4 による
	火災安全性	引火点が 93℃より大きいこと	4.5 による

3. 塗膜剥離剤を用いた塗膜除去工法の品質

性能	項目	基準値	試験方法
塗膜除去後の塗替え塗膜の耐久性・防食性 (右記の両方を満たすこと)	促進暴露耐久性	塗膜除去後の塗替え塗膜の耐久性が素地調整程度 2 種と同程度以上と判定されること	5.1 による
	屋外暴露耐久性	塗膜除去後の塗替え塗膜の耐久性が素地調整程度 2 種と同程度以上と判定されること	5.2 による
安全性	生分解性*	平均生分解度 60%以上であること	4.3 による
	魚毒性*	10 ppm より大きいこと	4.4 による
	火災安全性	塗膜除去工法で使用するすべての材料(拭き取り材など)の引火点が 93℃より大きいこと	4.5 による
	作業・周辺環境への影響	粉じん発生量が動力工具処理より少ないこと	5.3 による
	作業者の健康に対する安全性	塗膜剥離剤や拭き取り用クリーナー等に、作業員等に重度の健康障害を引き起こす化学物質を含まないこと やむをえず上記の化学物質を含む塗膜剥離剤や拭き取り用クリーナー等を用いる場合には、作業員の健康障害を防止するための十分な対策が取られていること	

※ 塗膜剥離剤や拭き取り用クリーナー等の「生分解性」「魚毒性」は、SDSに記載された有害性情報や組成情報の物質名をもとに判断することもできるが、これらを「製品」としての状態、所定の方法により基準値を満たすことを確認の方が望ましい。これら所定の方法により基準値を満たすことを確認された製品については、製品ラベル等に「生分解性・魚毒性確認済」の掲示を行って良いものとする。

4. 塗膜剥離剤の試験

4.1 剥離性

(1) 試験板

長さ 300 mm 以上、幅 200 mm 以上、厚さ 3~5 mm のブラスト洗浄によって調整した普通鋼板に、付表-1 に示す塗装系により被覆を施したものを試験板とする。試験板毎に、膜厚が $500 \pm 25 \mu\text{m}$ であることを膜厚計で確認するものとする。試験板は最低 3 枚準備する。ブラストの条件は、付表-2 による。

付表-1 剥離性試験用試験板の塗装系（一般塗装系（A,B）で膜厚 $500 \mu\text{m}$ のもの（以下は塗装仕様例））

工程	仕様
素地調整	ブラスト処理
プライマー	長ばく形エッチングプライマー（ $15 \mu\text{m}$ ）
下塗り	鉛・クロムフリーさび止めペイント（ $35 \mu\text{m}$ ）
下塗り	鉛・クロムフリーさび止めペイント（ $35 \mu\text{m}$ ）
中塗り	長油性フタル酸樹脂塗料中塗り（ $30 \mu\text{m}$ ）
上塗り	長油性フタル酸樹脂塗料上塗り（ $25 \mu\text{m}$ ）

注1：[下塗り～上塗り]を4回繰り返して塗り重ね、合計膜厚を $500 \mu\text{m}$ とする。

注2：試験片の養生は 60°C の恒温槽中で行う。養生時間は、プライマー塗布→（24時間養生）→下塗り塗付→（24時間養生）→下塗り塗付→（24時間養生）→中塗り塗付→（24時間養生）→上塗り塗付→（7日間養生）→下塗り塗付（2回目）→以降、繰り返す。上塗り塗付後の養生後は、上塗り塗膜表面を軽く面粗しした後、次工程の下塗りを塗装するものとする。

注3：全工程完了後、試験片を 60°C の恒温槽中で30日間養生した後に、試験に供するものとする。

付表-2 ブラストの条件

除錆度	ISO 8501-1 Sa2 1/2 以上
研掃材	グリット
表面粗さ	$25 \mu\text{m} Rz_{11S}$ を標準とする

(2) 試験方法

室温 23°C の試験室に試験板を水平に置き、試験板の片面に所定の方法（エアレス塗装機、はけ、あるいはローラー）で、剥離剤を塗りつける。この時、塗りつける剥離剤の単位面積当たりの量（ g/m^2 ）を、剥離剤塗りつけ前後の試験板を質量の差を求めることによって計測する。

所定量の塗膜剥離剤を塗布した試験板を、室温 23°C の試験室内に24時間静置したあと、手工具（スクレーパなど）で塗膜を剥離する。

上記の操作を剥離剤塗付量を変化させて実施し、剥離剤塗付面の全ての塗膜を剥がすことのできる剥離剤の単位面積当たりの量の最低値を求め、 $500 \mu\text{m}$ の塗膜を1回で剥離するのに必要な剥離剤の量^{注)}とする。

注：この値は「4.2 たれ性」で必要となる。当初より複数の剥離剤塗付量を設定し、併行して試験することで効率的に求める値を得ることができる。

(3) 結果の判定

500 μm の塗膜を 1 回の剥離剤塗付で剥離できることを確認することにより結果を評価する。

4.2 たれ性

(1) 試験板

長さ 300 mm 以上、幅 200 mm 以上、厚さ 3~5 mm の普通鋼板に、一般外面用塗装系（鋼道路橋防食便覧（日本道路協会）に規定される A-5 系を標準とする）で被覆を施したものを試験板とする。試験板は 3 枚準備する。

(2) 試験方法

室温 23°C の試験室に試験板を垂直に、板の下端が床から浮いた状態に固定する。試験板の片面に所定の方法（エアレス塗装機、はけ、あるいはローラー）で、「4.1 剥離性」で求めた 500 μm の塗膜を 1 回で剥離するのに必要な剥離剤の量 (g/m^2) を塗りつける。塗りつけ完了後、5 分後に剥離剤の試験板からの落下が無いことを確認する。

注：長さ 500mm 以上の鋼板を使用し、板を垂直に下端を治具等に固定する様に設置して、剥離剤の塗布を鋼板上部から高さ 300mm 分のみに行い、5 分後に剥離剤が試験板の塗布していない下部にたれないことで確認しても良い。

4.3 生分解性

(1) 試験方法

下記の試験方法に準拠して、生分解性試験を実施する。試験方式は閉鎖系酸素消費量測定装置（BOD 測定装置）による遮光下での攪拌培養法（BOD 法）とする。基礎培養基は下記の試験方法に従って調製する。培養試験区は、検体（塗膜剥離剤）+微生物源+基礎培養基とし、試験回数は 3 回とする。検体濃度は 100 mg/L、微生物源は下記の試験方法に定められた活性汚泥を用い、懸濁物質濃度が 30 mg/L となるようにする。培養試験区とは別に、検体を添加しないブランク区を設定する（試験回数：1 回）。また、試験期間は 28 日間、試験温度は 25 \pm 1°C とし、BOD 測定装置により BOD を連続測定する。

・化審法テストガイドライン：「新規化学物質等に係る試験の方法について」（平成 23 年 3 月 31 日、薬食発 0331 第 7 号、平成 23・03・29 製局第 5 号、環企発第 110331009 号；最終改正 平成 27 年 12 月 21 日、薬生発 1221 第 1 号、20151209 製局第 1 号、環企発第 1512211 号）¹⁾に定める「微生物等による化学物質の分解度試験」

・OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, No.301C, July 17, 1992, "Ready Biodegradability: Modified MITI Test (I)"²⁾

なお、本試験については、化学物質 GLP 適合試験*として実施する。

※GLP（Good Laboratory Practice、優良試験所基準）：化学物質に対する各種安全性試験成績の信頼性を確保するための基準。1981 年に経済協力開発機構（OECD）が GLP 原則を策定し、これを元にした GLP の導入を各国に求めた。日本では、化審法において 1984 年 3 月に GLP 制度（化学物質 GLP）が導入され、OECD の GLP 原則に整合し

ている。試験施設ごとに、運営管理、試験設備、試験計画、内部監査体制、信頼性保証体制及び試験結果等に関する GLP への適合性が査察当局によって確認されている。

(2) 生分解度の算出

生分解度を下式による算出する。

$$\text{生分解度 (\%)} = \frac{\text{BOD} - B}{\text{ThOD}} \times 100$$

ここに

BOD：培養試験区の酸素消費量（測定値）（mg）

B：ブランク区の酸素消費量（測定値）（mg）

ThOD：検体が完全に無機化された場合に必要とされる理論的酸素要求量（mg）

ThOD として、JIS K 0102：2013「工場排水試験方法」20.二クロム酸カリウムによる酸素消費量³⁾の項に従って測定した酸素消費量（COD_{Cr}）を用いる。なお、検体に含まれる各成分の化学構造及び含有割合や、検体の元素分析値から ThOD を算出しても良い。

(3) 報告

前述の試験方法に記載された試験の有効性基準を満たしたこと、試験期間中の分解曲線、28 日後の各試験区の分解度及びその平均値を報告する。

4.4 魚毒性

①魚類急性毒性試験

下記の試験方法に準拠したヒメダカに対する 96 時間急性毒性試験によって求められる、統計的手法による 96 時間半数致死濃度（LC₅₀）を魚毒性とする。

- ・ JIS K 0102：2013「工場排水試験方法」71.魚類による急性毒性試験³⁾
- ・ 化審法ガイドライン：「新規化学物質等に係る試験の方法について」（平成 23 年 3 月 31 日、薬食発 0331 第 7 号、平成 23・03・29 製局第 5 号、環企発第 110331009 号；最終改正 平成 27 年 12 月 21 日、薬生発 1221 第 1 号、20151209 製局第 1 号、環企発第 1512211 号）¹⁾に定める「魚類急性毒性試験」
- ・ OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Test No. 203 (17 July 1992: Fish, Acute Toxicity Test)⁴⁾

なお、本試験については、化学物質 GLP 適合試験として実施する。また、必要に応じて OECD Series on Testing and Assessment, No. 23, "Guidance Document on Aquatic Toxicity Testing of Difficult Substances and Mixtures"⁵⁾等を参照する。

4.5 火災安全性

JIS K 2265-1～4：2007「引火点の求め方」^{5)～8)}で規定されるいずれかの試験方法によって、引火点を求める。

5. 塗膜剥離剤を用いた塗膜除去工法の試験

5.1 促進暴露耐久性

(1) 試験板

a) 剥離用試験板の作製

長さ 150 mm、幅 70 mm、厚さ 3～5 mm の普通鋼板 (JIS G 3101¹⁰) に規定する SS400 の鋼板にブラスト処理したものに、付表-3 に示す 2 種類の塗装系 (A 塗装系および B 塗装系) で被覆を施したものを剥離用試験板とする。ブラストの条件は、付表-2 による。試験板は塗装系 1 条件につき 3 枚作製する。

付表-3 剥離用試験板の塗装系

塗装系の名称	塗装系
A 塗装系	長ばく形エッチングプライマー (15 μm) /鉛・クロムフリーさび止めペイント (35 μm (2 回)) /長油性フタル酸樹脂塗料中塗り (30 μm) /長油性フタル酸樹脂塗料上塗り (25 μm) (総膜厚 140 μm)
B 塗装系	無機ジンクリッチプライマー (15 μm) /エポキシ樹脂系塗料下塗り (60 μm) /塩化ゴム系塗料中塗り (35 μm) /塩化ゴム系塗料上塗り (30 μm) (膜厚 140 μm)

※試験片の養生条件は付表-1 と同じ。

b) 素地調整

前項で作製した剥離用試験板の塗膜を、塗膜剥離剤を用いて剥離する。さらに、塗膜剥離後の試験片表面を、必要に応じて後処理 (例えばウェス拭き、クリーナー等による洗浄、動力工具処理など) する。塗膜剥離方法や後処理方法、仕上がり状態については、各塗膜剥離剤の製造メーカーが想定する標準的な施工要領に基づくものとする。比較対象として、剥離剤を用いない下記の 2 つの素地調整を行う試験板も 3 枚ずつ作製する。
注：剥離後の廃棄物の処理にあたっては関係法令に従って行う必要がある。

①比較 1：ブラスト処理 (素地調整程度 1 種、ブラストの条件は、付表-2 による。)

②比較 2：動力工具処理 (塗膜を完全除去 (素地調整程度 2 種、ISO 8501-1¹¹) St 3)

c) 再塗装

前項の素地調整を施した試験板に、付表-4 の塗装系 (Rc-I 塗装系) による塗装を行う。塗装後の試験板片面中央部には、鋼材素地まで達するカット (傷、幅 0.5～1.0 mm) を入れて、暴露耐久性試験用試験板とする。

付表-4 再塗装における塗装系（総膜厚 250 μm）

工程	塗装系
防食下地	有機ジンクリッチペイント（75 μm）
下塗	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗（60 μm）
下塗	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗（60 μm）
中塗	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗（30 μm）
上塗	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗（25 μm）

（2）促進暴露耐久性試験

前項で作製した暴露耐久性試験用試験板に対して、下記に示す複合サイクル試験（A法（土研法）あるいはB法（JIS法））を実施する。

A法：以下を1サイクル（24時間）とするサイクル腐食試験を250サイクル
 湿潤（95%,30℃）1.0h → 塩水噴霧（5%NaClaq,30℃）2.0h
 → （乾燥（20%,50℃）1.5h → 湿潤（95%,50℃）1.5h）×6回
 → 乾燥（20%,50℃）1.5h → 乾燥（20%,30℃）1.5h

B法：JIS K 5600-7-9: 2006「塗料一般試験方法—第7部：塗膜の長期耐久性—第9節：サイクル腐食試験方法—塩水噴霧/乾燥/湿潤」附属書1¹²⁾に規定されるサイクルDに準拠したサイクル腐食試験（1サイクル=6時間）を1400サイクル

（3）腐食進行グレードの評価

所定のサイクル数の促進暴露耐久性試験が終了した試験板は、複合サイクル試験機から取り出して清水で洗浄したのち、劣化程度を以下の手法により評価する。

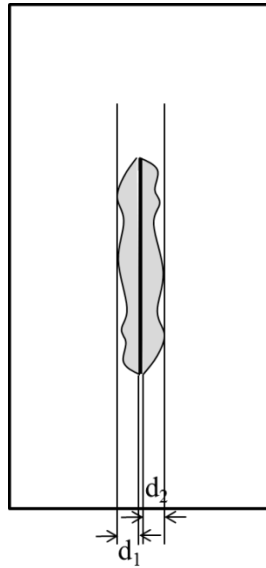
a) カット部分以外の一般部

ISO 4628¹³⁾に従って外観観察を行う。

b) カット部

カット部分傷端からの鋼材腐食の、試験板表面方向への腐食進行長さ（幅）の最大値を2方向について求め（付図-1のd₁およびd₂）、その平均値から以下により、塗膜カット部評点を求める。

塗膜カット部評点	腐食の進行長さの最大値の平均値(mm)
1	3 mm 未満
2	3 mm 以上～10 mm 未満
3	10 mm 以上～20 mm 未満
4	20 mm 以上～30 mm 未満
5	30 mm 以上



付図-1 カット部からの腐食進行長さの評価

(4) 結果の判定

前項の腐食進行グレードの評価の結果を以下の様に判定する。

a) カット部以外の劣化が0または軽微で、カット部の塗膜カット評点が以下の様になる場合

①比較1 (素地調整程度1種) < 評価対象試験板 ≤ ②比較2 (素地調整程度2種)

あるいは

①比較1 (素地調整程度1種) ≒ 評価対象試験板 < ②比較2 (素地調整程度2種)
 (但しいずれの場合も、比較2 (素地調整程度2種) の評点が2以上であること)

塗膜剥離工程の再塗装性を素地調整程度2種と同程度以上と判定する。

b) カット部以外の劣化が0または軽微ではない場合

カット部以外の劣化について

①比較1 (素地調整程度1種) < 評価対象試験板 ≤ ②比較2 (素地調整程度2種)

かつ

塗膜カット部評点について

①比較1 (素地調整程度1種) < 評価対象試験板 ≤ ②比較2 (素地調整程度2種)

あるいは

①比較1 (素地調整程度1種) ≒ 評価対象試験板 < ②比較2 (素地調整程度2種)
 (但しいずれの場合も、比較2 (素地調整程度2種) の評点が2以上であること)

塗膜剥離工程の再塗装性を素地調整程度2種と同程度以上と判定する。

注：①比較 1（素地調整程度 1 種）の塗膜カット部評点およびカット部以外の劣化が、②比較 2（素地調整程度 2 種）よりも大きい場合は、試験結果を棄却する。

5.2 屋外暴露耐久性

（1）試験板

a) 剥離用試験板の作製

長さ 300 mm、幅 100 mm、厚さ 3～5 mm の普通鋼板(JIS G 3101¹⁰⁾に規定する SS400 の鋼板にブラスト処理したものとする。暴露架台取り付け用の孔を有していても良い。

5.1（1）a）と同様の 2 種類の塗装系（A 塗装系）で被覆を施したものを剥離用試験板とする。

b) 素地調整

前項の剥離用試験板について、「5.1 促進暴露耐久性」（1）b）と同様に素地調整を行う。

c) 再塗装

前項の素地調整を施した試験板に、「5.1 促進暴露耐久性」（1）c）と同様の手法で再塗装を行い、暴露耐久性試験用試験板を製作する。

（2）屋外暴露試験

前項で製作した暴露耐久性試験用試験板に対して、JIS K5600-7-6:2002¹⁴⁾に準拠して暴露試験を実施する。暴露試験場所は任意とする。

（3）腐食進行グレードの評価

所定の期間暴露後の試験板を清水で洗浄したのち、「5.1 促進暴露耐久性」（3）により劣化程度を評価する。

（4）結果の判定

a) 比較 2（素地調整程度 2 種）の塗膜カット部評点が 2 未満である場合は、結果の判定を行わず、暴露試験を継続する。

b) 比較 2（素地調整程度 2 種）の塗膜カット部評点が 2 以上である場合は、結果の判定を「5.1 促進暴露耐久性」（4）に従って実施する。

注：飛来塩分量の比較的多い環境において暴露試験を実施することで、比較 2（素地調整 2 種）の塗膜カット部評点が 2 以上になるまでの時間を比較的短くすることができる。

5.3 粉じん発生量試験

（1）測定環境

実際の鋼橋の塗装現場を使用した試験施工、あるいはこれと同等に用意した模擬的作業環境によるものとする。通常の塗替え塗装と同等の足場、養生を伴った環境とする。

（2）粉じん測定方法

労働安全衛生法の規定に基づき定められた作業環境測定基準¹⁵⁾の、「粉じん濃度等の測定」に準拠して実施する。

(3) 試験の実施

一般塗装系が既に塗装されている鋼部材の塗膜（面積 5 m²程度）について、塗膜剥離剤を用いた剥離作業を行い、その間における作業環境の粉じん発生量を前項の手法で計測する。塗膜剥離剤による剥離後に、同程度の部位・面積・その他条件について、動力工具処理による素地調整作業を行い、その間における作業環境の粉じん発生量を測定する。

5.4 作業者の健康に対する安全性（参考）

塗膜剥離剤を用いた作業においては、作業者等に重度の健康障害が発生しないよう、塗膜剥離剤や拭き取り作業用のクリーナー等には、法令等で規制された化学物質が含まれていない製品を使用することが望ましい。法令等で規制された化学物質には、以下が含まれる。なお、塗膜剥離剤やクリーナー等の中には、皮膚刺激性が高い化学物質が含まれている製品もあるため、製品毎に安全データシート（SDS）の内容を把握した上で、取扱いには十分留意する必要がある。

(1) 塗膜剥離剤及び拭き取り用クリーナー等に含まれてはならない化学物質（詳細は各法令を参照のこと）

- ・労働安全衛生法施行令第十六条第一項で製造等が禁止される有害物等（付表－5）
- ・労働安全衛生法施行令別表第三第一号に掲げる「第一類物質」（付表－6）
- ・毒物及び劇物取締法別表第一に掲げる「毒物」
- ・毒物及び劇物指定令で指定されている「毒物」
- ・化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律（化審法）で定める「第一種特定化学物質」「第二種特定化学物質」「監視化学物質」

(2) 塗膜剥離剤及び拭き取り用クリーナー等に含まれていないことが望ましい化学物質※

- ・労働安全衛生法施行令別表第三第二号掲げる「第二類物質」（付表－7、8）

※やむを得ず「第二類物質」を含む製品を使用する場合には、特定化学物質等障害予防規則や有機溶剤中毒予防規則等関係法令に準拠し、必要に応じて以下に示す措置等を講じなければならない。なお、規制条件および措置の詳細については各法令を参照のこと。

(第二類物質全般)

- ・作業場の床を不浸透性の材料で造る。
- ・関係者以外の作業場への立ち入りを禁止する。
- ・特定化学物質のガス、蒸気又は粉じんの発生源を密閉化する。局所排気装置の設置、プッシュプル型換気装置の設置等により空気中への発散を抑制する。
- ・名称や注意事項を表示した堅固な容器・包装を用い、保管場所を特定し、空き容器の管理をする。
- ・特定化学物質作業主任者を選定して労働者の指揮や排気装置の点検、保護具の使用状況の監視等に当たらせる。
- ・作業場での喫煙飲食を禁止する。

- ・ 定期的（6ヶ月以内ごとに1回）に空气中濃度を測定する。
- ・ 定期的（6ヶ月ごと）に特定化学物質の種類に応じた検診項目について健康診断を実施する。
- ・ 休憩室を作業場以外の場所に設置する。
- ・ 洗浄洗濯設備を設置する。

（特別管理物質）

- ・ 特別管理物質の名称や人体に及ぼす作用、取り扱い上の注意事項、使用すべき保護具について、作業に従事する労働者が見やすい箇所に掲示する。
- ・ 事業者は特別管理物質を、又は取り扱う作業場において常時作業に従事する労働者について、一月を超えない期間ごとに労働者の氏名や従事した期間等を記録し、これを三十年間保存する。
- ・ 事業廃止の際にはこれらの書類を所轄労働基準監督庁に提出する。

付表－5 労働安全衛生法施行令第十六条第一項で製造等が禁止される有害物等

番号	物質名
1	黄リンマッチ
2	ベンジジンおよびその塩
3	4-アミノジフェニル及びその塩
4	石綿
5	4-ニトロジフェニル及びその塩
6	ビス（クロロメチル）エーテル
7	ペーターナフチルアミン及びその塩
8	ベンゼンを含有するゴムのりで、その含有するベンゼンの容量が当該ゴムのりの溶剤（希釈剤を含む。）の5%を超えるもの
9	上記の2,3,5,6,7に掲げる物質をその1重量パーセントを超えて含有、または上記4に掲げる物質をその0.1重量パーセントを超えて含有する製剤その他のもの

付表－6 労働安全衛生法施行令別表第三第一号に掲げる「第一類物質」

(以下の物質を含有する製剤などのうち、含量が重量の1% (または0.5%) を超えるものは同様に取り扱う。)

物質名
ジクロロベンジジン及びその塩
α -ナフチルアミン及びその塩
塩素化ビフェニル (PCB)
オルト-トリジン及びその塩
ジアニシジン及びその塩
ベリリウム及びその化合物
ベンゾトリクロリド

付表－7 労働安全衛生法施行令別表第三第二号掲げる「第二類物質」（その1）

（以下の物質を含有する製剤などのうち、含量が重量の1%（または5%）を超えるものは同様に扱う）

特定第二類物質（特に漏洩に留意すべき物質）	
物質名	特別管理物質※
アクリルアミド	
アクリロニトリル	
エチレンイミン	○
エチレンオキシド	○
塩化ビニル	○
塩素	
クロロメチルメチルエーテル	○
酸化プロピレン	○
シアン化水素	
3,3'-ジクロロ-4,4'-ジアミノジフェニルメタン	○
ジメチル-2,2-ジクロロビニルホスフェイト（DDVP）	○
1,1-ジメチルヒドラジン	○
臭化メチル	
トリレンジイソシアネート	
ナフタレン	○
ニッケルカルボニル	○
パラ-ジメチルアミノアゾベンゼン	○
パラ-ニトロクロロベンゼン	
弗化水素	
ベータ-プロピオラクトン	○
ベンゼン	○
ホルムアルデヒド	○
沃化メチル	
硫化水素	
硫酸ジメチル	
特別有機溶剤等（有機溶剤中毒予防規則を準用する物質）	
物質名	特別管理物質※
エチルベンゼン	○
クロロホルム	○
四塩化炭素	○
1,4-ジオキサン	○
1,2-ジクロロエタン	○
1,2-ジクロロプロパン	○
ジクロロメタン	○
スチレン	○
1,1,2,2-テトラクロロエタン	○
テトラクロロエチレン	○
トリクロロエチレン	○
メチルイソブチルケトン	○

※特別管理物質：がん原性物質又はその疑いのある物質

付表－8 労働安全衛生法施行令別表第三第二号掲げる「第二類物質」（その2）

（以下の物質を含有する製剤などのうち、含量が重量の1%（または5%）を超えるものは同様に扱う）

オーラミン等（尿路系器官にがん等の腫瘍を発生するおそれのある物質）	
物質名	特別管理物質※
オーラミン	○
マゼンタ	○
管理第二類物質（その他の物質）	
物質名	特別管理物質※
アルキル水銀化合物	
インジウム化合物	○
オルト-フタロジニトリル	
カドミウム及びその化合物	
クロム酸及びその塩	○
五酸化バナジウム	
コバルト及びその無機化合物	○
コールタール	○
シアン化カリウム	
シアン化ナトリウム	
重クロム酸及びその塩	○
水銀及びその無機化合物	
ニッケル化合物	○
ニトログリコール	
砒素及びその化合物	○
ペンタクロルフエノール（PCP）及びそのナトリウム塩	
マンガン及びその化合物	
リフラクトリーセラミックファイバー	○

※特別管理物質：がん原性物質又はその疑いのある物質

付属資料 2 品質規格（暫定案）の背景、根拠および考え方

1. 目的と位置づけ

この資料では、「土木鋼構造物用塗膜剥離剤およびこれを用いた塗膜除去工法の品質規格（暫定案）」の、基準値および試験方法を定めた背景や根拠および考え方について示す。

本品質規格（暫定案）は、暫定案との但し書きが示す通り、細部についての確認が必ずしも十分に行われていない部分がある。十分な確認作業を行うにはある程度時間が必要であるが、一方で品質規格案の提案が出来る限り早期に必要なとされていることも踏まえ、まずは現時点で得られた情報に基づいた品質規格案の提案を行った。この資料の目的は、背景や根拠、考え方を提示することにより、上述したような確認作業が不十分な点を補うことにある。

今後、必要な確認作業を進め、データを蓄積することで、本品質規格（案）の完成度を高めることとしたい。

2. 塗膜剥離剤の品質について

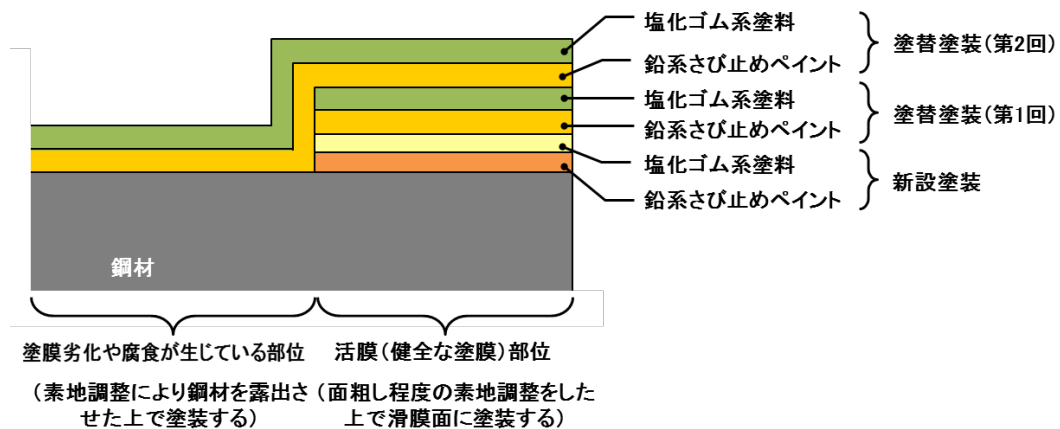
2.1 剥離性

鋼道路橋塗装では、平成 17 年に「鋼道路橋塗装・防食便覧¹⁶⁾」が刊行され、塗替え塗装時の素地調整におけるブラスト処理が標準化された。これ以前における塗替え塗装では、手工具と動力工具（カップワイヤーブラシやディスクグラインダー等）との併用による素地調整が主流であった。手工具および動力工具による素地調整では、作業効率が悪いため、橋梁全体にわたって錆や旧塗膜を除去し鋼材面を露出させることは行わず、不良部（さび、割れ、膨れ等）のみ除去し活膜（健全な塗膜）を残す方法が大半を占める。したがって、塗膜劣化や腐食が生じにくい部位においては、塗替え塗装を行うたびに活膜面上に新たな塗膜が塗り重ねられるため、過去に数度の塗替え塗装を行っている橋梁では、既に塗膜厚が 500 μm *を超えているような部位も少なくない。

塗膜剥離剤による塗膜除去作業では工期や工事費用等の観点から、このように塗膜厚が大きい箇所に対しても、できるだけ少ない工数で旧塗膜を除去できることが望ましい。実橋梁等における塗膜剥離剤の適用実績等を踏まえると、対象塗膜の種類にもよるが、1回の塗膜剥離剤塗付につき剥離できる塗膜の厚さは概ね 500 μm 程度までである。このため、品質規格における基準値として、塗膜厚 500 μm を採用した。

※国土交通省の調査によると、橋長 15 m 以上の道路橋約 16 万橋のうち、高度経済成長期に架設されたのはおよそ 30%であり、これらの架設後の平均経過年数（2011 年時点）は 44 年である。一般塗装系の期待耐用年数は 10 年（やや厳しい環境）～15 年（一般環境）とされていることから、架設から 44 年間で 2 ないし 3 回の塗替え塗装が行われているものと考えられる。一般塗装系の合計膜厚を 120～180 μm 程度と考えると、最も大きい膜厚で塗装された場合、現状の膜厚は下記の通りとなる。なお、この値は腹板等、比較的塗装しやすい部位における標準的な膜厚として示したものであり、橋の構造形式や部位によっては、さらに厚膜（1～3 mm 程度）になる場合もある。

新設塗装（180 μm）＋塗替え塗装（180 μm）×2回＝540 μm



付図－2 塗膜剥離剤の適用対象となる旧塗膜の一例

2.2 たれ性

塗膜剥離剤は有効成分が塗膜内部に浸透し、塗膜を軟化、膨潤させることにより、塗膜除去を可能にするものである。塗膜剥離剤の種類や環境温度などにもよるが、有効成分は徐々に塗膜内部に浸透するため、塗膜の軟化には時間を要する。塗膜の軟化時間は10℃以上で24時間とされている塗膜剥離剤が多く、軟化時間の間は塗膜剥離剤が塗膜除去面にとどまる必要がある。一方、塗膜除去面は下向き面に比べて、垂直面や上向き面であることが多く、塗付した塗膜剥離剤が自重によりだれる、または落ちることが懸念される。したがって、塗膜剥離剤の性能を発揮するため、塗膜剥離剤は塗膜除去面からだれないことが求められる。また、塗付した塗膜剥離剤が作業床にだれる、または落下すると作業環境を汚染することになり、作業床に落下した塗膜剥離剤により作業者が足を滑らせて転倒するなどの労働災害を招くおそれがある。したがって、安全衛生の点からも塗膜剥離剤のたれ性は必要である。

2.3 塗付性

塗膜剥離剤の塗付作業には、特殊な装置を使用せず一般的な塗装と同様の作業方法で実施できることを求めることとした。塗膜剥離剤の塗付作業に用いる工具、機器は取扱いが容易で普及されたものであることが望ましい。一般的な塗付作業の方法として、「鋼道路橋防食便覧」ではスプレー塗り、はけ塗り、ローラーブラシ塗りの方法が挙げられており、スプレー塗りではエアレススプレー塗装が主とされている。そこで、塗膜剥離剤の塗付性はエアレス塗装機、はけ、あるいはローラーで塗付できることを基準とした。

2.4 生分解性

経済産業省および環境省においては、化学物質の生分解性および生態影響に関する知

見を収集し、生態系に対するリスクの評価に役立てるとともに、OECDにおける高生産量（High Production Volume: HPV）化学物質の有害性評価プログラム（HPVプログラム）に貢献することを目的として、OECDの定めたテストガイドライン又は化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律（昭和48年法律第117号。以下「化審法」という。）テストガイドライン*に基づき、生分解性および水生生物（藻類、甲殻類、魚類及び底生生物）を対象とした生態毒性に関する試験を実施してきた。

※新規化学物質等に係る試験の方法について（平成23年3月31日、薬食発0331第7号、平成23・03・29製局第5号、環保企発第110331009号；最終改正平成27年12月21日、薬生発1221第1号、20151209製局第1号、環保企発第1512211号）の別添の方法

化学物質の生分解性については、これらの結果等を踏まえ、「監視化学物質への該当性の判定等に係る試験方法及び判定基準」（最終改正平成23年4月22日）に記載の以下基準を基本とし、該当性の判定を行うこととしている。

（良分解性）

3つの試験容器のうち2つ以上でBODによる分解度が60%以上であり、かつ3つの平均が60%以上であること。

（難分解性）

良分解性でないこと。

上記を踏まえ、塗膜剥離剤の品質規格における基準値としては、「平均生分解度60%以上」を採用した。

2.5 魚毒性

化審法における生態毒性の判定試験の一つとして、魚類を用いた急性毒性試験がある。これは、水に溶解した状態の化学物質に曝露された生物の半数（50%）が試験期間内に死亡する濃度を求めるものであり、化学物質の急性毒性の強さを示す代表的指標として利用される。実際には、実験データから濃度－死亡率のグラフを描き、死亡率50%の濃度（LC₅₀）を求める。50%値が用いられる理由は、統計学的に最もばらつきが小さいからである。魚類急性毒性試験におけるLC₅₀は、試験に用いられた魚種の50%が死亡する化学物質の濃度を意味する。試験に用いる魚種により感受性は異なるが、同じ魚種についての試験結果であればLC₅₀が小さい化学物質の方が急性毒性は大きいと考えられる。水生環境有害性の判定基準は規制体系によって若干異なるが、たとえばGHS*では魚類の96時間LC₅₀により以下の区分を採用している。

[1] 96hr LC₅₀（魚） ≤ 1 mg/l ⇒ 水生生物への強い毒性を有する

[2] 96hr LC₅₀（魚） >1、 ≤ 10 mg/l ⇒ 水生生物への毒性を有する

[3] 96hr LC₅₀（魚） >10、 ≤ 100 mg/l ⇒ 水生生物に有害

上記を踏まえ、塗膜剥離剤の品質規格における基準値としては、水生生物への毒性を持たないと判断される「10 mg/l より大きいこと」を採用した。96時間LC₅₀が100 mg/l以下の場合には「水生生物に有害」と判定されるが、塗膜剥離剤やクリーナー等の環境への漏えいを極力防止すること、万一漏えいした場合にも一定水準以上の生分解性が担

保されていること、により水生環境に対する安全性は確保できるものと考えられる。

※GHS (Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals, 化学品の分類および表示に関する世界調和システム) : 化学物質およびその混合物の危険有害性 (ハザード) ごとに分類基準及び表示や安全データシートの内容を調和させ、世界的に統一されたルールとして提供するシステム。1992 年の国際連合環境開発会議 (UNCED) において採択された国際的な取り決めであるアジェンダ 21 の第 19 章、第 27 項において、「安全データシートおよび容易に理解できるシンボルも含めた、世界的に調和された危険有害性に関する分類および表示システムを、可能であれば西暦 2000 年までに利用できるようにすべきである。」ことが示された。その後、WHO の「化学品の適正管理のための国際機関間プログラム (IOMC) 」の「化学品分類システムの調和のための調整グループ (CG/HCCS) 」が作業の調整及び管理を担い、国際労働機関 (ILO) 、経済協力開発機構 (OECD) 、国際連合経済社会理事会の危険物輸送に関する専門家小委員会 (UNSCETDG) によって作業を完成させるための技術的な活動が行われた。作業は 2001 年に終了した後、IOMC から国際連合経済社会理事会の新しい委員会である「化学品の分類および表示に関する世界調和システムに関する専門家小委員会 (GHS 小委員会) 」に引き継がれ、2 年間単位で作業が行われている。GHS の初版は 2003 年に出版され、その後、必要に応じたその実施に伴った経験を得ながら 2 年毎に更新されている。持続可能な開発に関する世界首脳サミットは 2002 年 9 月 4 日にヨハネスブルグで採択した行動計画 23(C)において、2008 年までに GHS という新しいシステムを完全に実施することを目指して、各国ができる限り早期に GHS を実施するよう奨励した。現在、日本を含め各国で、化学品の分類や表示について GHS を導入して行っている。

2.6 火災安全性

液体の温度が上がるとその液体の蒸気圧が増加し (蒸発しやすくなる) 、空気中の蒸気濃度が増加する (付図-3 の (a)) 。空気中で燃焼できる濃度の範囲 (燃焼範囲) は物質によって決まっており、液面上での蒸気濃度が燃焼範囲の下限に達する温度を「引火点」という。液温が引火点よりも低い場合には蒸気が薄すぎるため、点火源があっても燃焼しない (付図-3 の (b)) 。したがって、引火点が高い塗膜剥離剤は火災のリスクが小さいと言える。

GHS における引火性液体の判定基準は下記の通りである。

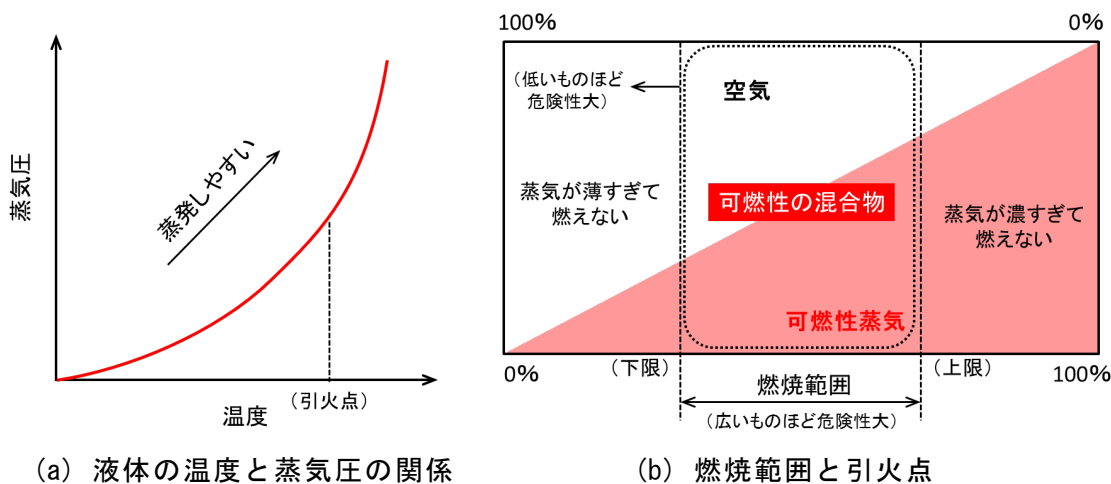
(GHS の判定基準)

- ・ 区分 1 引火点 23℃未満および初留点*35℃以下
- ・ 区分 2 引火点 23℃未満および初留点 35℃超
- ・ 区分 3 引火点 23℃以上、60℃以下
- ・ 区分 4 引火点 60℃超、93℃以下

※ 凝縮管の下端から留出液の最初の一滴が落下したときの温度

引火点が 93℃を超える液体については引火性液体の区分外となり、取扱い上の安全性が高いと判断される。よって、塗膜剥離剤の品質規格における基準値としては、引火点

93℃以上を採用した。



付図－3 液体の蒸発と引火性

3. 塗膜剥離剤を用いた塗膜除去工法の品質について

3.1 塗膜除去後の塗替え塗膜の耐久性・防食性（促進暴露耐久性）

(1) この要求性能の必要性

塗膜剥離剤で旧塗膜を除去した後の鋼材表面には、鋼材を防食するための塗装系が新たに塗布されることとなるが、塗替え塗膜の耐久性・防食性は、一般に素地調整の影響を大きく受けることから、当該剥離工法による塗膜除去後の鋼材表面への新たな塗替え塗膜が、十分な耐久性および防食性を発揮することができるかを確認することは、塗膜剥離工法の要求性能として欠かすことのできない条件である。

(2) 基準値の設定根拠

塗替え塗膜の耐久性・防食性への素地調整の影響は、素地調整程度 1種 > 2種 > 3種の順に劣っていくことが一般に知られている^{17), 18)}。これまでに、塗膜剥離剤による処理後の塗替え塗膜の耐久性を確認した研究事例¹⁸⁾では、素地調整程度 2種と同程度の耐久性・防食性を有することが確認された事例があること、素地調整程度 2種と素地調整程度 3種では耐久性が著しく異なると考えられること、から、要求性能の基準値を素地調整程度 2種と同程度以上と判定されることと、と設定した。

(3) 試験方法の考え方（塗装系について）

鋼構造物の旧塗膜を想定した塗装系を塗装した鋼板の塗膜を、塗膜剥離剤によって除去する。この際には、実際の塗膜剥離工程で想定する方法であることが必要であり、例えばウェス拭き、動力工具処理、クリーナー等による処理などの、剥離剤で除去後の各工程も、実際と同様に実施するものとする。

鋼構造物の旧塗膜を想定した塗装系を塗装した鋼板の塗膜の仕様は、A1 塗装系は長油性フタル酸樹脂を主体とする一般塗装系、B2 塗装系は有機ジンクリッチプライマー

を下地とした塩化ゴム系塗料であり、いずれも鋼構造物の旧塗膜では比較的多いと考えられることから設定した。なお、実際の旧塗膜では鉛系錆止めが使われていることが多いが、現在では国内では殆ど製造されていないことから、試験方法としては採用しなかった。

なお、塗膜除去後の塗替え塗装系としては、実際に採用されることが多いと考えられる重防食塗装系である **Rc-I** によるものとした。

(4) 試験方法の考え方 (耐久性・防食性の評価)

塗替え塗装系として用いる **Rc-I** は、優れた耐候性および防食性を有する塗装系であり、そのままでは耐久性や防食性の評価にはきわめて長い時間を要する可能性がある。このため、過去の研究事例を参考として、塗装した試験板の塗膜に素地に達する切込み (カット) を入れ、カット部分からの腐食の進行程度 (幅) を評価する方法を、防食性の評価方法として採用した。また、カット部以外の一般部については、耐候性などの耐久性の評価に用いることとした。

耐久性および防食性の評価は、評価対象となる当該塗膜剥離工法で旧塗膜を除去して製作した試験板を、比較対象として素地調整程度 1 種および 2 種により旧塗膜を除去して製作した試験板と比較して、素地調整程度 2 種の場合よりも防食性 (カット部からの腐食進行抑制程度) が同程度以上であることを確認することによって行うこととした。なお、この場合、一般部の劣化がある程度進行している場合には、一般部の劣化程度も評価の対象としている。

(5) 試験方法の考え方 (劣化試験手法)

この試験方法では、塗膜剥離剤により塗膜を除去した場合を、素地調整程度 1 種および 2 種による場合と比較する方法によっている。このため、適切な評価のためには、この中で最も防食性に劣ると予想される素地調整程度 2 種による試験片に、ある程度の劣化が認められることが必要である。

劣化試験方法としては、複合サイクル試験による促進劣化試験、あるいは屋外暴露試験によることとした。複合サイクル試験は A 法 (土研法) 250 サイクル、あるいは B 法 (JIS 法) 1400 サイクルとしているが、このサイクル数の相違は過去の研究における防食塗膜の劣化程度と試験サイクルの相関に関する研究成果¹⁹⁾を基に設定している。この程度のサイクル数の実施により、素地調整程度 2 種の試験片のカット部評点は 2 程度になると考えられるが、試験機条件の相違などによって評点が 2 よりも小さい場合には、評点が 2 に達するまでさらに試験サイクルを継続する必要がある。

3.2 塗膜除去後の塗替え塗膜の耐久性・防食性 (屋外暴露耐久性)

塗膜除去後の塗替え塗膜の耐久性・防食性 (屋外暴露試験による方法) の考え方は、基本的に促進劣化試験による方法と同様となっている。以下に主な相違点を示す。

(1) 試験片

試験片に屋外暴露架台取り付けのための孔の規定を設けた。

(2) 暴露試験の方法

暴露試験の場所および期間については明確に規定しなかった。もっとも重要なのは、素地調整程度 2 種による試験片のカット部評点が、2 程度以上となることであり、暴露場所の腐食環境と試験期間により、そのようになる条件を選ぶことが必要である。例えば、腐食条件が穏やかな環境での暴露試験では、長期間の暴露試験でも、素地調整程度 2 種による試験片のカット部評点が 2 に到達しない可能性がありうるので、可能であれば腐食条件が厳しい環境での屋外暴露試験が望ましい。

3.3 生分解性

「2.4 生分解性」を参照。

3.4 魚毒性

「2.5 魚毒性」を参照。

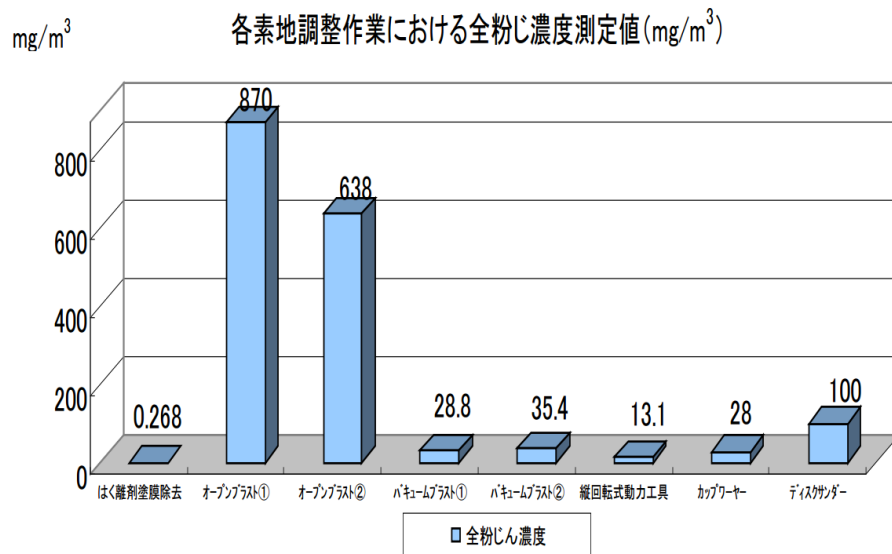
3.5 火災安全性

「2.6 火災安全性」を参照。

3.6 作業・周辺環境への影響

塗膜剥離剤を使用する目的の一つは、土木鋼構造物の既存の塗膜を飛散させることなく、さらには産業廃棄物量を必要以上に増やすことなく、安全かつ確実に除去・回収することである。従来の物理的処理工法による素地調整では、塗膜を粉砕して除去するため、塗膜ダスト（粉じん）の飛散や騒音等の発生が問題となっている。特に、旧塗膜が一般塗装系である場合には、塗膜に鉛化合物、六価クロム化合物、PCB（ポリ塩化ビフェニル）等の有害な物質が含まれていることがあるため、作業者の健康影響や周辺環境の汚染を未然に防ぐために厳重な対策が求められると共に、作業に伴い排出される有害物質を含んだ廃棄物の適切な処分も必要となる。塗膜剥離剤あるいは動力工具、ブラストによる塗膜除去工程における、粉じん発生量の測定例を付図-4 に示す。

ブラスト処理の場合、最も粉じん量が多く、およそ 600~900 mg/m³ であるのに対し、動力工具処理の場合はその 100 mg/m³ 以下まで抑えられる。しかしながら、労働安全衛生や環境負荷低減の観点から考えると粉じん発生量はさらに少ないことが望ましく、本マニュアルにおける品質規格においては、「従来工法（動力工具処理による素地調整）よりも少ないこと」を基準として設定した。



付図-4 塗膜除去工法の粉じん発生量の実測例

(出典：西崎 到，天羽嘉津志：寒冷地における塗膜はく離工法及び作業環境の評価，土木技術資料，Vol. 55, No. 2, pp. 26-29, 2013)

参考文献

- 1) 化審法テストガイドライン：「新規化学物質等に係る試験の方法について」（平成 23 年 3 月 31 日、薬食発 0331 第 7 号、平成 23・03・29 製局第 5 号、環保企発第 110331009 号；最終改正 平成 27 年 12 月 21 日、薬生発 1221 第 1 号、20151209 製局第 1 号、環保企発第 1512211 号）
- 2) OECD: MODIFIED MITI TEST (I), OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Test No. 301C, 1992.7
- 3) JIS K 0102: 2013 工場排水試験方法, 2013
- 4) OECD: Fish, Acute Toxicity Test, OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Test No. 203, 1992.7
- 5) OECD: Series on Testing and Assessment, No. 23, "Guidance Document on Aquatic Toxicity Testing of Difficult Substances and Mixtures", 2000.9
- 6) JIS K 2265-1: 2007 引火点の求め方－第 1 部：タグ密閉法, 2007
- 7) JIS K 2265-2: 2007 引火点の求め方－第 2 部：迅速平衡密閉法, 2007
- 8) JIS K 2265-3: 2007 引火点の求め方－第 3 部：ペンスキーマルテンス密閉法, 2007
- 9) JIS K 2265-4: 2007 引火点の求め方－第 4 部：クリーブランド開放法, 2007
- 10) JIS G 3101: 2015 一般構造用圧延鋼材, 2015
- 11) ISO 8501-1: Preparation of steel substrates before application of paints and related products – Visual assessment of surface cleanliness – Part 1: Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings
- 12) JIS K 5600-7-9: 2006 塗料一般試験方法－第 7 部：塗膜の長期耐久性－第 9 節：サイクル腐食試験方法－塩水噴霧／乾燥／湿潤, 2006
- 13) ISO 4628: Paints and varnishes -Evaluation of degradation of coatings- Designation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance-
- 14) JIS K 5600-7-6: 2002 塗料一般試験方法－第 7 部：塗膜の長期耐久性－第 6 節：屋外暴露耐候性, 2002
- 15) 厚生労働省：作業環境測定基準，厚生労働省告示第 404 号，2015.9.30
- 16) 日本道路協会：鋼道路橋塗装・防食便覧，2005.12
- 17) 日本鋼構造協会：重防食塗装，技報堂出版，2012
- 18) 黒田清一，臼井 明，守屋 進：環境にやさしい塗膜はく離剤工法による塗り替え塗装適性の評価 —沖縄暴露試験 7 年度の結果—，第 35 回鉄鋼塗装技術討論会予稿集，pp. 137-142, 2012
- 19) 斉藤 誠，守屋 進：暴露試験と相関性の良い腐食促進試験方法に関する検討，防錆管理，pp. 395-401, 2001

土木研究所資料
TECHNICAL NOTE of PWRI
No. 4354 March 2017

編集・発行 ©国立研究開発法人土木研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは

国立研究開発法人土木研究所 企画部 業務課
〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 電話029-879-6754