

塗装の有害物質フリー化

Process for Toxic-free Paint Film

UDC 667.61/.622/.638 : 669.716

高杉和宏	Kazuhiro Takasugi	技術統轄本部 研究所 材料技術研究部
堀内政夫	Masao Horiuchi	技術統轄本部 研究所 材料技術研究部
川又洋一	Yoichi Kawamata	技術統轄本部 研究所 材料技術研究部
見玉俊一	Shunichi Kodama	環境推進センター 環境管理部
吉倉伸久	Nobuhisa Yoshikura	環境推進センター 環境管理部
相馬尚武	Naotake Soma	江戸川合成株式会社 常務取締役

1 はじめに

環境や人体に悪影響を及ぼすとされている有害物質は多数あるが、塗装、めっきなどの表面処理の関係では六価クロム化合物、鉛化合物などが挙げられる。六価クロム化合物であるクロム酸塩などは防食効果が優れているため、亜鉛・銅・アルミニウム・銀などの防錆、変色防止のためのクロメート処理剤や、塗料の顔料などに使用されているが、長期間人体に接触するとクロム潰瘍やクロムアレルギーの原因となるだけでなく、発癌性の疑いも持たれている。鉛化合物は塗料の着色顔料などに使用されており、人体に吸収されると脳や神経が侵されるほか、子供の脳の成長を阻害するとも言われている。

そのため、これらの物質を排除する動きが活発になっており、欧州においてはEU指令のWEEE（Waste electrical and electronic equipment; 廃電気電子機器指令）、RoHS（Restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment; 電気電子機器の有害物質の使用制限指令）などによって、六価クロム、鉛などの有害物質が2006年7月以降使用禁止となるほか、国内外各

社のグリーン調達においても使用の抑制や将来的な禁止が謳われている。

当社においては、環境保全の重要性を早くから認識し、これらの有害物質を製品や工程から排除するために、材料、表面処理の検討・開発にいち早く取り組んだ。

一般的な塗装工程における有害物質を表1に示すが、素材（アルミニウム合金）の下地調整である化成処理、下塗り塗装、上塗り塗装の各工程で六価クロム、鉛が使用されることが多く、これらが塗膜の中に含まれることとなる。

本稿では、従来の塗装品と同等の性能が得られる有害物質フリー塗装の実用化を目指し、塗膜から六価クロム、鉛などの有害物質を排除するための検討結果とその評価に際して新たに開発した方法などについて、各工程ごとに述べる。

2 アルミニウム合金用クロムフリー化成処理の検討

2.1 クロムフリー化成処理液候補と検討課題

現在市販されているアルミニウム合金用の化成処理液は、六価クロム化合物を含むものがほとんどであり、六価クロムフリーの場合も三価のクロム化合物が用いられる場合が

表1 一般的な塗装工程と有害物質
Typical toxic substances in paint film

塗装工程	素材	アルミニウム合金	その他の素材
① 化成処理 (素材の下地調整)		一般にクロメート処理（六価クロム化合物の皮膜）が施される	一般に、皮膜に鉛・六価クロム化合物などの有害物質を含有する処理は行われない
② 下塗り塗装		塗料の防錆顔料として、六価クロム化合物であるクロム酸亜鉛などを含有する機会が多い	
③ 上塗り塗装		塗料の着色顔料として、鉛・六価クロム化合物であるクロム酸鉛などを含有する機会が多い	

多い。三価クロム化合物も六価ほどではないが毒性が認められているため、我々は、完全クロムフリー化を目指し、市販されているクロムフリーの化成処理液から、表2に示す3種類の化成処理液を候補として選定した。

一般的に処理液メーカーでは標準的な処理方法しかノウハウを持ち合わせていないため、当社の処理工程、製品形態に見合った実用化のための評価方法を工夫し、これらの候補を六価クロムタイプの従来品と比較しながら、次の5項目の検討課題について実験・評価した。

- (1) 塗装なしで使用する場合もあるため、化成処理後の外観色は無色透明であること
- (2) 化成処理による排水の排水処理性に優れること
- (3) 化成処理後の塗装の密着性、耐食性に優れること
- (4) 塗装なしで使用した場合、耐食性に優れること
- (5) 接触抵抗が低いこと

2.2 実験ラインの確立

3種類の化成処理液候補のうち、チタン化合物タイプとジルコニウム化合物タイプは、本来スプレー方式によるロール材などへの処理用に市販されていたものであり、当社のように板金加工品や定尺に切断された板金材料の個別処理に適したディッピング方式での実績はなく、当社の設備で使いこなすことが可能かを確認する必要があった。そこでディッピング方式の自動処理設備を想定したピーカーレベルの実験ラインを考案した。

実際には、試験片としてはA5052P（耐食アルミニウム合金板）を用い、概略のライン構成は、

- ①脱脂－②水洗－③アルカリエッチング－④水洗－⑤スマット除去－⑥水洗－⑦化成処理－⑧水洗－⑨乾燥

で、各工程間の移動時間は実設備に合わせて70秒で行った。

この実験ラインは、ライン構成の検討、各工程ごとの処理条件の決定、評価用サンプルの作成などに活用したほか、最終的には実設備における処理液のメンテナンス方法の検討、液寿命の推定などを行うためのシミュレータとしても

活用した。これによって、評価期間の短縮と実設備の立ち上げ期間（現場作業の停止期間）短縮が可能となった。

2.3 化成皮膜の外観色

3種類の化成処理液候補で処理したサンプルの外観評価の結果、ジルコニウム化合物タイプとリン酸塩タイプは従来品と同様に無色透明な皮膜が得られ、良好であった。しかし、チタン化合物タイプは、工程⑦化成処理から⑧水洗への移動時に化成処理液の付着むらによって部分的に黄色味を帯びるため、ディッピング方式では使用できないと判断し、これ以降の評価は中止した。

2.4 排水処理性

2.4.1 排水処理性評価方法

ジルコニウム化合物タイプ、リン酸塩タイプおよび従来品の六価クロムタイプには、いずれもふっ素化合物が含まれているため、ふっ素濃度の確認が必要であり、また、重金属イオンの排水処理に対して化学的に悪影響を及ぼさないことが必要である。そこで、模擬排水を用いた評価方法を考案し、排水処理性の確認を行った。

図1に化成処理排水と排水処理との関係を示す。模擬排水として化成処理排水は、化成処理槽から水洗槽へ品物に付着して持ち込まれる処理液の持ち込み量と水洗水の流量から計算して処理液の100倍希釈液を想定した。また、他の表面処理設備からCu、Ni、Fe、Znなどの重金属の流入が予想されるため、これらの各濃度は50mg/lになるように設定した。50mg/lという濃度は安全をみて濃い目に設定してある。これらが混合した排水は、排水処理設備において凝集沈殿法で処理されるが、凝集沈殿は水酸化カルシウムでpH10.5に調整後、高分子凝集剤を加えて行っている。なお、六価クロム系排水は、通常は還元処理した後に凝集沈殿法で処理するが、今回の実験では還元処理を行っていない。

2.4.2 ふっ素濃度

各化成処理液を100倍に希釈した液のふっ素濃度（希釈

表2 アルミニウム合金用のクロムフリー化成処理液
Chromium-free chemical pretreatment agents for aluminum-alloy substrate

化成処理液の種類	皮膜の概要	標準的な処理方法
チタン化合物タイプ	処理後の外観は黄色～無色であり、チタン化合物の皮膜を形成	スプレー式
ジルコニウム化合物タイプ	処理後の外観は無色であり、ジルコニウム化合物の皮膜を形成	スプレー式
リン酸塩タイプ	処理後の外観は無色であり、リン酸塩の皮膜を形成	スプレー式、ディッピング式

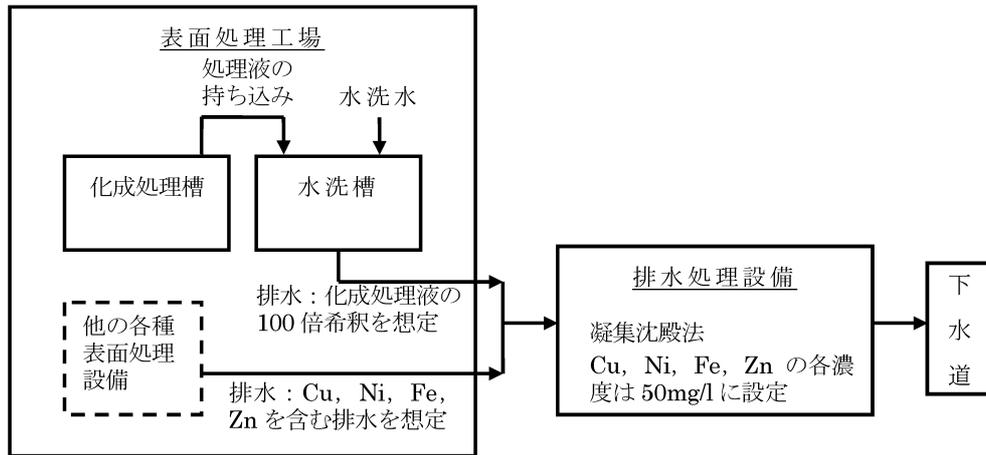


図1 化成処理排水と排水処理の関係
Relationship between drainage of chemical pretreatment and drainage treatment

処理液濃度)をJIS K 0102(工場排水試験方法)のイオン電極法によって測定した。また、2.4.1で述べたように重金属を添加した模擬排水を排水処理した後のふっ素濃度(排水処理実験後濃度)も同様に測定した。これらの結果を表3に示す。

表3 希釈処理液および排水処理実験後のふっ素濃度
Fluorine concentration of 100-times diluted chemical pretreatment agents before and after drainage treatment experiment

(単位: mg/l)

被測定物	希釈処理液濃度	排水処理実験後濃度
処理液		
ジルコニウム化合物タイプ	140	-注
リン酸塩タイプ	279	285
六価クロムタイプ(従来品)	218	205

注: 希釈処理液の段階で六価クロムタイプよりもフッ素濃度が低いので確認せず

表4 化成処理液の重金属排水処理への影響
Influence of chemical pretreatment agents on drainage treatment of heavy metals containing imitation drainage

(単位: mg/l)

処理液	処理液の希釈倍率	排水処理後の重金属濃度 ^{注1}			
		Cu	Ni	Fe	Zn
ジルコニウム化合物タイプ	5 0	<0.03	<0.07	0.19	0.05
	1 0 0	<0.03	0.07	<0.07	0.06
リン酸塩タイプ	5 0	<0.03	<0.07	<0.07	0.05
	1 0 0	<0.03	<0.07	<0.07	0.01
六価クロムタイプ(従来品)	5 0	<0.03	<0.07	<0.07	0.05
	1 0 0	<0.03	<0.07	<0.07	0.02
下水道法排出基準(参考)		3.0以下	注2 1.0以下	10.0以下	3.0以下

注1: 排水処理前のCu, Ni, Fe, Znの濃度は各々50 mg/l

注2: Niは厚木市下水道条例による

ジルコニウム化合物タイプのふっ素濃度は従来品よりも低く、良好であった。また、リン酸塩タイプは従来品と同等濃度で、排水処理によるふっ素濃度の低下は見られなかった。

2.4.3 重金属排水処理への影響

各化成処理液をおのおの50倍、100倍に希釈し、重金属を添加した模擬排水を排水処理した後の各重金属濃度をフレイム原子吸光法で測定した結果を表4に示す。なお、化成処理排水は前述のとおり100倍希釈液を用いればよいが、安全をみて高濃度の50倍希釈液でも評価した。いずれも従来品と同等で、下水道法排出基準も大きく下回っており、排水処理への悪影響はないと判断できる。

2.5 化成処理後塗装品の密着性と耐食性

塗装品を考慮し、A5052Pを用いて、ジルコニウム化合物タイプ、リン酸塩タイプおよび従来品で処理した試験片

に、下塗り塗装後、メラミン樹脂塗料で上塗り塗装を施し、塗装の密着性と耐食性を確認した。密着性は、初期と湿度試験（60℃ 90% RH）後にJIS K 5400[†]（塗料一般試験方法）の碁盤目テープ法で評価した。耐食性は、JIS K 5400の耐塩水噴霧性（試験片にカッターナイフでXカットを入れた塗装試験片で塩水噴霧試験を行い、塗膜の膨れ状態を見る）で評価した。これらの結果を表5に示す。

いずれの塗装試験片とも、初期および湿度試験500時間後の碁盤目テープ試験結果は8点以上で、密着性は良好であった。塩水噴霧試験500時間後、ジルコニウム化合物タイプと従来品は塗膜の膨れも無く、耐食性は非常に良好であった。リン酸塩タイプはXカット部から片側1.5mmほど塗膜の膨れが見られたが、これは公衆電話機のような製品でも実用上問題とならない耐食性のレベルである。

2.6 化成処理（無塗装）の耐食性

アルミニウム合金を塗装なしで使用する場合を考慮して、ジルコニウム化合物タイプ、リン酸塩タイプおよび従来品のそれぞれの処理液を用いてA5052Pで試験片を作成し、無塗装品の塩水噴霧試験（JIS Z 2371）を24時間行った。

ジルコニウム化合物タイプと従来品は外観変化もほとんどなく良好であった。しかし、リン酸塩タイプはアルミニウムの腐食特有の白錆が全面に発生したため、使用できないと判断し、以下の評価を中止した。

2.7 化成処理表面の接触抵抗

化成処理面で接触によりアースをとる場合を想定して、A5052Pにジルコニウム化合物タイプと従来品で処理した試験片の接触抵抗を測定した。初期と湿度試験（60℃

90% RH）240時間まで放置した試験片について、図2に示すような疑似四端子法によって測定した。

表6に示すように、ジルコニウム化合物タイプの接触抵抗値は従来品と同等で、経時的な抵抗値の増加も従来品と同様にほとんどなく、実用上問題ないと判断できる。

2.8 化成処理まとめ

2.3項から2.7項で評価した結果の一覧表を表7に示す。3種類の化成処理液候補のうち、ジルコニウム化合物タイプが従来品の六価クロム化合物タイプと同等性能を持ち、実用上問題ないと判断できるためこれを採用した。処理のコストも従来品とほぼ同等であった。

実用化策として当社では、定尺のアルミニウム合金板材専用の処理ラインを立ち上げ、材料にあらかじめジルコニウム化合物タイプの化成処理を施しておき、これを加工（必要に応じて塗装）することによってアルミ板金部品のクロムフリー化に対応した。

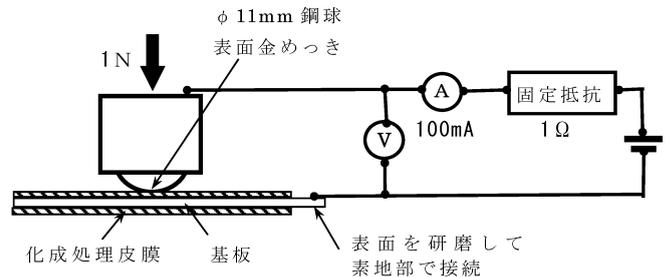


図2 接触抵抗測定方法
Measurement of contact resistance

表5 化成処理後塗装品の密着性と耐食性の評価結果

Adhesion and corrosion resistance estimation results of painting on chemical pretreatment

試験項目	密着性		耐食性	
	60℃ 90% RH 放置後の碁盤目テープ試験 ^{注1}		塩水噴霧試験後のXカット部からの塗膜の片側膨れ幅 ^{注2} (mm)	
化成処理	初期	500時間	500時間	
ジルコニウム化合物タイプ	8点	8点	0	
リン酸塩タイプ	8~10点	8点	1.5	
六価クロム化合物タイプ（従来品）	10点	8点	0	

注1：10点満点で評価し、6点以上であれば問題ないレベルである

注2：塩水噴霧試験500時間で3mm以下の膨れ幅であれば、公衆電話機のような屋外に近い環境での使用においても問題ないレベルである

[†] JIS K 5400は2002年4月に廃止され、一部内容が変更されてJIS K 5600へ移行したが、本調査・研究の段階ではJIS K 5400に従って試験・評価したため、この規格をそのまま引用した。

表6 接触抵抗測定結果

Contact resistance measurement results of chemical-pretreatment film

化成処理	60℃ 90% RH 放置後の接触抵抗 (mΩ)		
	初期	24時間	240時間
ジルコニウム化合物タイプ	12.8～30.0	11.6～29.2	13.3～32.5
六価クロム化合物タイプ (従来品)	22.4～30.0	21.7～27.0	26.0～32.8

表7 アルミニウム合金用化成処理液評価まとめ

Estimated results of chemical pretreatment for aluminum-alloy substrate

評価内容		化成処理液	クロムフリー品			従来品
			チタン化合物タイプ	ジルコニウム化合物タイプ	リン酸塩タイプ	六価クロム化合物タイプ
化成皮膜の外観色			×	○	○	○
排水処理性	ふっ素濃度		-	◎	○	○
	重金属排水処理への影響		-	○	○	○
化成処理後塗装品の特長	密着性		-	○	○	○
	耐食性		-	○	△	○
化成処理(無塗装)の耐食性			-	○	×	○
化成処理表面の接触抵抗			-	○	-	○

◎ 従来品より優れる ○ 従来品と同等 △ 実用上問題なし × 実用上問題あり

3 下塗り塗装のクロムフリー化

3.1 クロムフリー下塗り塗料開発の経緯

アンリツの塗装部品は、アルミニウム系素材や鉄系素材が多く、品質を確保するために、それぞれの素材に応じて六価クロム化合物を防錆顔料として含む下塗り塗料を使い分けており、塗料の使い分けや在庫管理などのわずらわしさを解消するために、下塗り塗料の統一という目標もクロムフリー化のほかに掲げて対応した。

市販の塗料を調査した結果、クロムフリーの下塗り塗料は市販されている数も少なかったため、それらをA5052PとSPCC-SD(冷間圧延鋼板)の素材に下塗り塗装し、メラミン樹脂塗料で上塗り塗装した試験片で、塗膜の品質について確認した。

その結果、A5052P、SPCC-SDの両素材に対して密着性、耐食性などの塗装品質が十分満足のいく塗料はなかったが、江戸川合成(株)のリン酸イオン系の防錆顔料を使った下塗り塗料が最も有望であった。この塗料はA5052Pの塗装では問題ないが、SPCC-SDで六価クロム含有の従来品よりも耐食性が劣る傾向がみられ、また、塗装焼付けにおいて、2

コート1ベーク[†]の方が2コート2ベーク^{††}で焼き付けたものよりも耐食性が悪いことも判明した。このような結果から、塗膜の架橋性の改善によって耐食性向上が期待できると考察し、江戸川合成とアンリツで、品質、環境の両面で高性能なこれまでにない下塗り塗料の共同開発を開始した。

江戸川合成が持つノウハウで触媒の添加量や各種成分を調整改善した塗料をアンリツが評価し、更に改善すべき方向性を示していくことを繰り返し、最終的に架橋密度、各種素材との密着性、防錆性、貯蔵安定性に優れた「K38-8 エドボーセイハイソリッド(以下、K38-8と述べる)」の開発・商品化に成功した。

3.2 下塗り塗装単独での密着性と耐食性

当社のSPCC-SD上の塗装部品には、筐体などの内壁には上塗りを行わずに、下塗り塗装単独で使用する製品があることから、SPCC-SDにりん酸塩処理を施し、K38-8と六価クロム含有の従来品で下塗り塗装のみを施した試験片を作製し、塗膜の密着性と耐食性について確認を行った。密着性と耐食性は、2.5項と同様の試験方法で評価した。

これらの結果を表8に示す。密着性については、両下塗り塗料とも湿度試験(60℃90%RH)500時間放置後も基盤

† 下塗り塗料の溶剤を飛ばす程度で乾燥後、上塗り塗料を塗布し、一気に焼き付ける塗装方法。2コート2ベークに比べて作業効率が良い上、塗装工程の省エネにも有効。

†† 下塗り塗料を焼き付けた後、上塗りして再度焼き付けを行う塗装方法

表8 下塗り塗装単独での密着性と耐食性の評価結果

Estimated adhesion and corrosion resistance results of undercoating on cold-rolled steel sheets

下塗り塗料	試験項目	密着性			耐食性		
		60℃90%RH放置後の碁盤目テープ試験			塩水噴霧試験後のXカット部からの塗膜の片側膨れ幅 (mm)		
		初期	120時間	500時間	72時間	240時間	500時間
クロムフリー下塗り塗料 (K38-8)		8点	8点	8点	0	0	0
六価クロム含有下塗り塗料 (従来品)		8点	8点	8点	0	0	0 ^注

注：Xカット部以外の部分に点状の錆が発生

目テープ試験で8点以上の値を保持し良好であった。耐食性については、塩水噴霧試験500時間後、図3に示すように、従来品には点状の錆が生じていたが、K38-8はXカット部からの塗膜の膨れもなく良好であった。

3.3 塗装品の密着性と耐食性

素材としてA5052P（ジルコニウム化合物タイプと六価クロム化合物タイプの化成処理品）、SPCC-SD（リン酸塩処理品）のほか、C2600P（黄銅板）、SECC-P-10/10（電気亜鉛めっき鋼板）、SPCC-SDのめっき品（SPCC-SDに光沢ニッケルめっき品と亜鉛めっき品）、SUS304-CP（冷間圧延ステンレス鋼板）に対しても、下塗り塗料としてK38-8が有効であるか確認を行った。試験片は、2コート1ベークでメラミン樹脂上塗り塗装し、2.5項と同様に密着性と耐食性を評価した。このとき、下塗りを従来品（素材によって従来品A、Bを使い分けている）で塗装した各種試験片も

同時に作製、評価し、比較対照した。

これらの結果を表9に示す。K38-8は、各種素材に対して密着性、耐食性とも従来品と同等の性能を持っており、実用上問題ないと判断できる。

3.4 下塗り塗装まとめ

今回開発した下塗り塗料K38-8は、各種素材に対して従来品と同等の密着性と耐食性が得られ、下塗り塗装のクロムフリー化を達成すると同時に、従来は素材ごとに使い分けていた塗料を統一することも可能にした。更にK38-8は、2コート1ベーク塗装が可能なことや臭気が少ない利点も有しており、塗装工程での省エネおよび作業環境の改善にも有効である。

図4にK38-8を用いて実用化したアンリツ製品の一例を紹介する。

表9 各種素材上の塗装の密着性と耐食性

Estimated adhesion and corrosion resistance results of painting on various substrates

素地	下塗り塗料の種類	密着性		耐食性		
		60℃90%RH放置後の碁盤目テープ試験		塩水噴霧試験後のXカット部からの塗膜の片側膨れ幅 (mm)		
		初期	120時間	72時間	240時間	500時間
A5052P： ジルコニウム系化成処理品	K38-8	8～10点	8点	0	0	0
	従来品A	8点	8点	0	0	0
A5052P： 六価クロム系化成処理品	K38-8	8～10点	8～10点	0	0	0
	従来品A	10点	8点	0	0	0
SPCC-SD： リン酸塩処理品	K38-8	8点	8点	0	0	2
	従来品B	10点	8点	0	1	1
C2600P	K38-8	8点	8点	0	0	0.5
	従来品B	8点	8点	0.5	0.5	0.5
SECC-P-10/10	K38-8	8点	8点	1.5	9	—
	従来品A	8点	8点	2	8	—
SPCC-SD： 光沢ニッケルめっき品	K38-8	8～10点	8点	0.5	1	1.5
	従来品A	8点	8点	1	1	1
SPCC-SD：K38-8 亜鉛めっき品	8点	8点	0	2.5	4	
	従来品A	8点	8点	0	2.5	4
SUS304-CP	K38-8	8点	8点	0	0	0
	従来品A	8点	8点	0	0	0

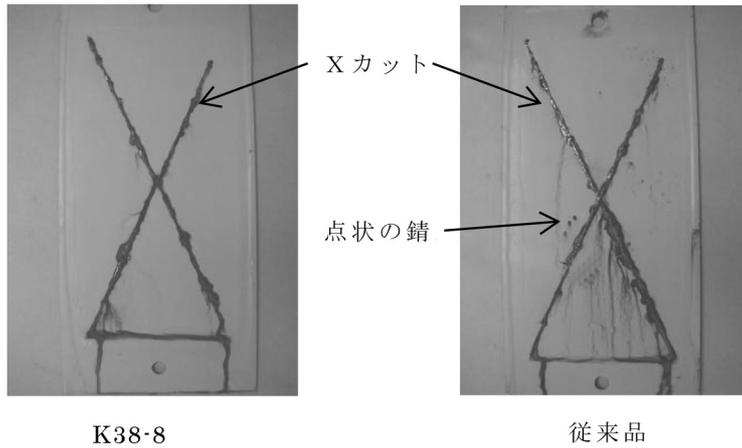


図3 下塗り塗装単独での塩水噴霧試験500時間後の外観
Appearances of undercoating on cold-rolled steel sheets after 500-h salt spray test



図4 K38-8を採用したアンリツ製品
Anritsu products using K38-8 chromium-free undercoating

4 上塗り塗装の鉛・六価クロムフリー化

4.1 上塗り塗料の検討課題

上塗り塗料の着色顔料として無機顔料が使われることが多く、無機顔料の中にはクロム酸鉛（黄鉛）のように鉛・六価クロム化合物から成るものがある。我々の調査では、マンセル記号で言うとR、Y、G（赤、黄、緑）系統の色相で、明度または彩度が5を目安にそれ以上高い、明るく鮮やかな色の塗料に有害物質が含まれていることが多いことを確認している。また、これらの無機顔料は、下地の色を覆い隠す隠ぺい力や耐候性にも一般に優れている。これらに替わる有害物質フリーの顔料として有機顔料が開発されてきているが、隠ぺい力、耐候性などの評価データが蓄積されておらず、また高価なことが多い。

現在はこのような問題を抱えていて積極的な展開は難しいが、今後、条件が整ってきた場合にはいつでも対応できるよ

うに、有害物質フリーの有機顔料を用いた上塗り塗料の隠ぺい力、耐候性についての評価を行っておく必要がある。

4.2 上塗り塗料の隠ぺい力

有害物質フリーの着色顔料で着色した橙系色（2.5Y7/10；マンセル記号）、黄系色（4.6Y7.6/1.4）、緑系色（5G4.5/1.5）の各色のメラミン樹脂模様塗料を試作し、これらの隠ぺい力を評価した。これら3色は当社の標準色の一部であるが、これらの色を有害物質フリー顔料で発色できれば他の色も発色可能であると考えて選定した。隠ぺい力は、A5052Pに、①下塗りを行わずに直接塗装した試験片と、②下塗りとして黒色塗装（N1）した上に塗装した試験片を作製して、①の色を基準とした②の色の色差を測定し、下地の黒色塗装の透けの程度をみることで簡易的に評価した。塗装の膜厚は20～30 μmで同等とし、色の測定にはC光源を用い、色差計算はJIS K 5600-4-6（塗料一般試験方法）のL*a*b*表色系で行った。

隠ぺい力の評価結果を表10に示す。一般的な目安として、色差 $\Delta E < 1$ の場合、目視で色の差が判別できないレベルと言われているが、橙系と緑系の色において ΔE は小さく、全く問題とならない。しかし、黄系の色では $\Delta E = 1.39$ とやや大きかったが、実際は目視により差はほとんど認められないレベルであったことから、いずれの色も隠ぺい力は実用上問題ないと判断した。

4.3 上塗り塗料の耐候性

有害物質フリーの着色顔料で着色した4.2項と同様の橙系色、黄系色、緑系色のメラミン樹脂塗料、メラミン樹脂模様塗料およびウレタン樹脂塗料をそれぞれ試作し、JIS K 5400のサンシャインカーボンアーク灯式の促進耐候性試験を行った。このとき同時に、鉛・六価クロム化合物系顔料で着色した各色の各塗料を従来品として試験し、比較対照した。試験は300時間まで行い、初期の色を基準とする色差変化で耐候性を評価した。

メラミン樹脂塗料、メラミン樹脂模様塗料、ウレタン樹脂塗料ごとの試験結果を図5に示す。メラミン樹脂塗料およびウレタン樹脂塗料においては、各色とも有害物質フリー上塗り塗料の方が従来品よりも色差変化が小さく、耐

表10 有害物質フリー上塗り塗料の隠ぺい力
Covering power of non-toxic top coatings

色 (マンセル記号)	隠ぺい力 (ΔE) 注
橙系 (2.5Y7/10)	0.19
黄系 (4.6Y7.6/1.4)	1.39
緑系 (5G4.5/1.5)	0.07

注：A5052Pに直接塗装したときの色に対し、下塗りに黒色塗装した上に塗装したときの色の色差 ΔE を隠ぺい力とした (ΔE が小さいほど良い)

候性にやや優れる傾向があった。メラミン樹脂模様塗料においては、黄系色および緑系色は従来品とほぼ同等であった。しかし、橙系色で有害物質フリー上塗り塗料がやや悪い傾向であったが許容できる範囲である。したがって、耐候性についても特に問題ないと判断できる。

4.4 上塗り塗料まとめ

今回評価を行った有害物質フリー上塗り塗料は、従来品と比べて隠ぺい力、耐候性は同等であり、十分実用に耐えるものであった。しかし、塗料コストや入手性の点にやや問題があるため、現時点の積極的な展開は難しい状況である。そこで、今後の有害物質フリー上塗り塗料の動向と社会的情勢を見極め、導入のタイミングを計っていく。

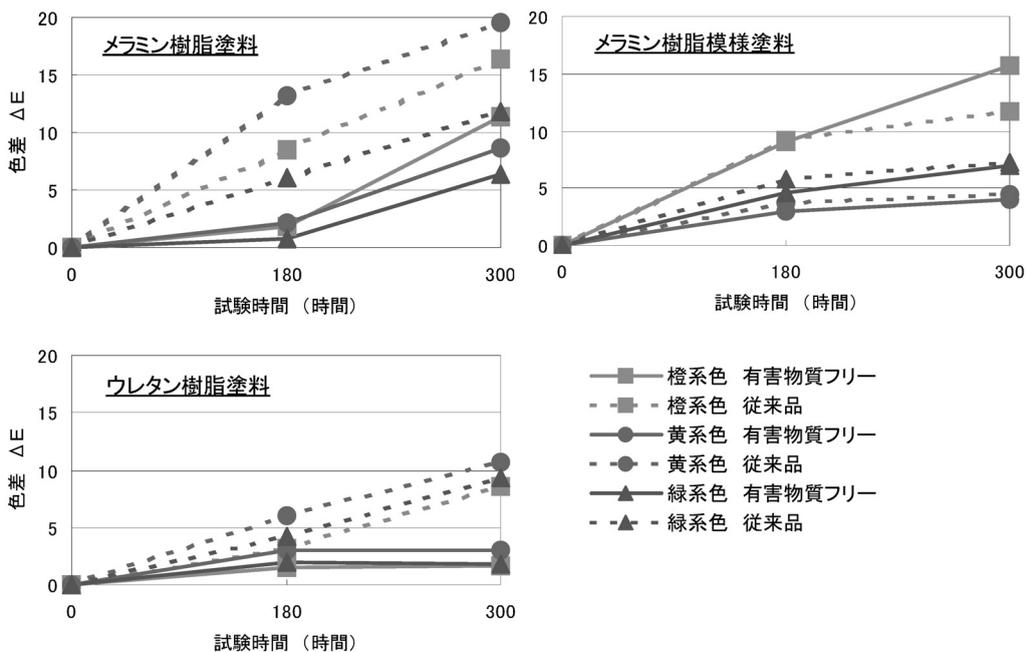


図5 上塗り塗装の促進耐候性試験結果
Accelerated weathering test results of top coating

5 むすび

当社では環境保全の重要性を早くから認識し、有害物質を製品や工程から排除するために、化成処理（アルミニウム合金用）、下塗り塗装、上塗り塗装の各工程ごとに六価クロム、鉛などの有害物質フリーの塗膜が得られる工程を開発し、実用化した。その成果は以下のとおりである。

- (1) アルミニウム合金用の化成処理においては、当社の処理工程や製品にはジルコニウム化合物タイプの化成処理液が有効であることを見だし、実用化ラインを構築した。
- (2) 下塗り塗装においては、これまでになかったクロムフリーで、その上各種素材に対して密着性・耐食性

に優れる下塗り塗料K38-8を江戸川合成（株）と共同開発し、商品化した。

- (3) 上塗り塗装においては、今回評価した有機着色顔料を用いた上塗り塗料は十分実用可能であり、必要に応じていつでも対応可能である。
- (4) 有害物質フリーの化成処理液や塗料を用いた一連の塗装工程を確立し、既に製品への実用化も開始した。

今後も環境にクリーンな環境配慮型製品を提供していくために、今回開発した成果を当社の全製品に展開することを目指し、更に、より広範囲な材料、表面処理などの有害物質フリー化を実現するために、我々の技術を活かしていく所存である。