

塗料・塗装



漆塗り(上から紀州漆器、会津漆器、
越前漆器、山中漆器、の四大漆器)

塗装の目的

塗料：流動体を物体の表面に塗り広げて薄い層をつくり、後に固化して物体の表面塗膜を作るもの。基本的な性能は「**素材の保護**」と「**美観の付与**」。様々な機能を発現する樹脂、顔料、添加剤、薬剤が開発され、その組合せで多くの機能性塗料が創られている

塗料はスプレー塗装のような比較的簡単な方法により、素材表面に数十 μm 程度の厚さの膜を形成して新たな表面を作り出し、長期にわたってその性能を保持する。塗料自体が良好であっても塗装工程に問題があると塗膜に欠陥が生じてよい仕上がりが得られない。塗料の基本的機能は「造膜性」、「付着性」、「耐久性」

表56-1 塗料の主な目的・機能 ②

表面保護	防食、耐油、耐薬、防湿、耐火、防水
美観	光沢の付与、美化、平滑化、彩色、模様、意匠、景観創出
機能付与	生物付着防止、殺菌、伝導性の調節、反射

防食塗装：鉄・コンクリート・プラスチック・木材等の被塗物の表面に丈夫な塗膜を作り、環境因子から素材を保護し、耐久性を向上する ⑤

耐熱塗装：耐熱シリコン樹脂を主成分に、金属酸化物、補強材料を顔料に用いる。普通鋼板用 $<600^{\circ}\text{C}$ 、ステンレス用 $<800^{\circ}\text{C}$ 、アルミ用 $<500^{\circ}\text{C}$ （オキツモ）

機械的機能：機械の部材として必要な「耐摩耗性」、「潤滑性」、「制振・防音性」等の被塗物に不足する機械的特性を付与

生物付着防止：船底などに海中生物付着を防止するために「すずフリー型A/F塗料」を使用。撥水性、平滑性、ゴム弾性で付着防止、脱落に効果 ⑥

色彩：塗料は被塗物表面の色を自由に選ぶことができ、周囲との調和、注意喚起等の心理的・生理的に効用がある ⑥

漆：中国（殷/3600～3000年前）の遺跡からの出土の例があるが、日本では縄文前期（9000年前）の漆器が見つかり、DNA分析で日本固有のウルシの木であることが判明。日本の歴史ではほとんど唯一の天然塗料。什器、工芸品、建築等に用いられてきた。ペリー来航（1854年）以降洋式ペイントが使われるようになった①。漆塗料は漆の木の樹液が主成分で、硬くてアルカリや油に強く、光沢がある

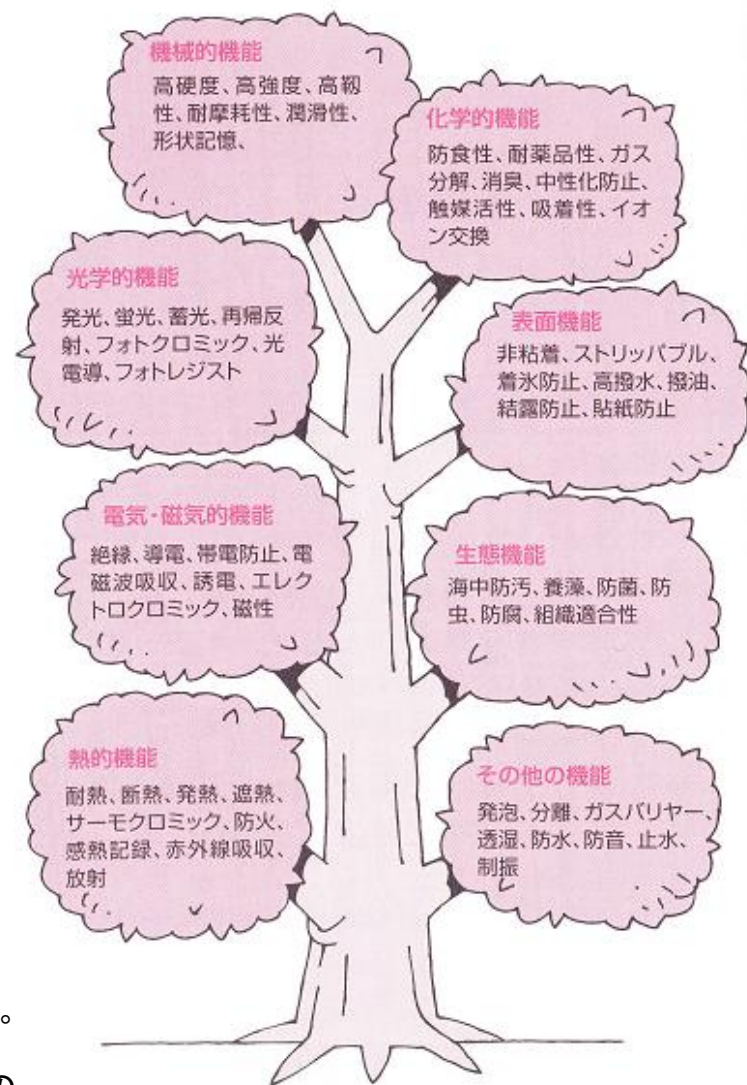


図56-1 塗料の主な機能 ①

塗料の適用箇所

塗料は大きく分けて、工場の塗装ラインで塗られる**工業塗料**と、すでに出来上がっている構造物などに後から塗装する**汎用塗料**からなる

表56-2 塗料需要業種区分 ⑤

需要区分	内 容
建 物	ビル・戸建住宅・集合住宅・工場家屋・病院・学校・ガソリンスタンド等の現場塗装用（新設、改修を含む）
建 築 資 材	各種建築用資材の工場塗装用（サッシ、建具、各種ボード、無機建材等を含む）（PCMは除く）
構 造 物	橋梁・土木（コンクリート防食を含む）・プラント・海洋構造物・水門・鉄塔・大型パイプ・プール等の新設、補修
船 舶	船舶の新造、補修（積込み用を含む） （造船所の陸機部門及び製鉄所向けのショッププライマーを除く）
道路車両	新車 乗用車・トラック・バス・オートバイ（部品を含む）
	補修 同上の補修、塗り替え
電 気 機 械	家庭電気・重電機・電子機械・事務用機械・通信機・計測器・冷凍機・照明器具・自動販売機・コンピュータ関連機器等（部品を含む）
機 械	産業機械・農業機械・建設機械・鉄道車両・航空機等（部品を含む）
金 属 製 品	PCM・金属家具・コンテナ・ガードレール・自転車部材・フェンス・食缶・ドラム缶・ボンベ・ガス器具・石油ストーブ等
木 工 製 品	合板（建物の現場施工用を除く）、家具、街灯等
家 庭 用	家庭用品品質表示法に基づく表示をした塗料
路 面 標 示	トラフィックペイント
輸 出	塗料として輸出されるもの（プラント輸出の一部として輸出されるものは除く）
そ の 他	皮革・紙用を含む

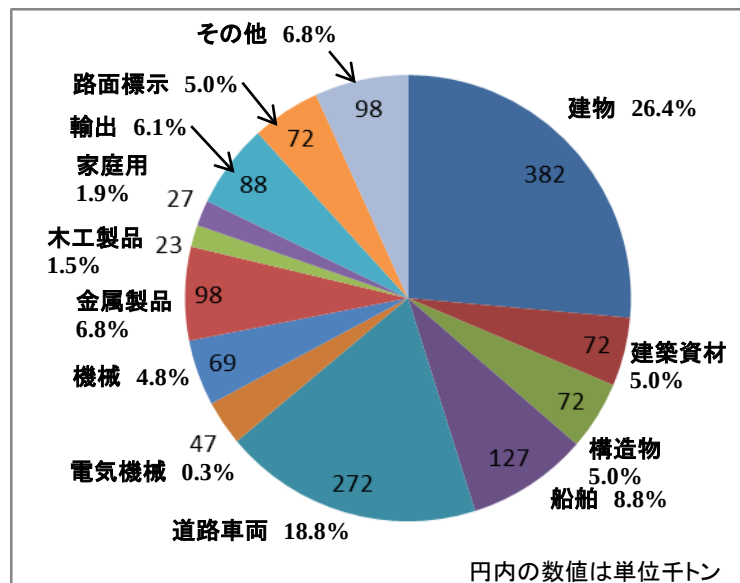


図56-2 用途別H24年度需要予測（日本塗料工業会資料より）

注）PCM＝プレコート方式塗装

最近のカラーデザインとして注目されるものが、公共通路床面の案内標識とラッピング車両がある。ほとんどは直接塗装ではなく、印刷シートを貼り付けている



図56-3 公共通路床面への案内塗装



図56-4 ラッピング乗り物

塗料の成分

塗料は「**樹脂**」と「**顔料**」が基本成分。これに「**添加剤**」、「**硬化剤**」が加わって**塗膜**を形成。この他「**溶剤**」、「**水**」、「**一部の添加剤**」等膜として残らないものを合わせて塗料となる

樹脂: 塗料の骨格を成すもので、天然樹脂と合成樹脂がある ②

天然樹脂－**植物性**; 樹皮から分泌される
不揮発性の固体または半固形物質
－**動物性**; 昆虫の分泌物

合成樹脂－おもに石油を原料として製造されるプラスチック

熱可塑性樹脂－溶剤蒸発や加熱によって塗膜を形成。成膜後も加熱によって流動したり、再溶解する。樹脂の特性がそのまま塗膜になる。塩化ビニル樹脂など分子量の大きな樹脂が多い

熱硬化性樹脂－何らかの化学反応により硬化。硬化後の加熱によって流動したり再溶解することはない。硬度、耐薬品性、耐汚染性、対候性などが向上し、硬くて強い塗膜となる

顔料: 着色に用いられる粉末。水や油に溶けるものは「染料」と呼ばれる。無機顔料と有機顔料とがある

添加剤: 塗料に少量添加して要求する効果を発揮する材料。塗料製造時、塗装・成膜時に有効なもの、塗膜形成後効果を発揮するもの等がある

溶剤: 樹脂成分を溶解あるいは希釈して適切な塗装粘度に調整し、均一な幕になるよう塗り広げるために使用。VOC規制などで使用量削減が大きな課題

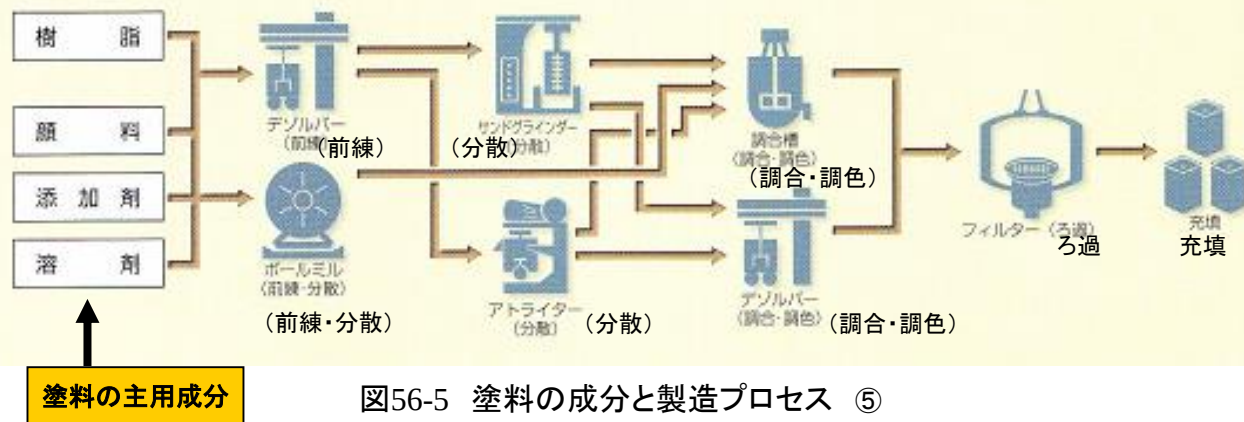


図56-5 塗料の成分と製造プロセス ⑤

表56-4 各種添加剤 ①

塗料製造、貯蔵時に有効	湿潤剤、顔料分散剤 増粘剤、沈降防止剤 皮ばり防止剤
塗装、成膜時に有効	たれ止め剤 レベリング剤 はじき防止剤 わき防止剤 硬化触媒
塗膜性能向上、機能性付与に有効	可塑剤 つや消し剤 すり傷防止剤 紫外線吸収剤、光安定剤 防腐剤、防かび剤、抗菌剤 養藻剤、帯電防止剤 難燃剤 防汚剤 等

表56-3 塗料用顔料の例

色	無機顔料	有機顔料
白	酸化チタン、亜鉛華、リトボン	
黒	カーボンブラック、黒鉛、鉄黒	
赤	弁柄、モリブデートオレンジ	パーマネントレッド、カーミンFB
黄	黄鉛、チタン黄	ハンサエロー、ベンジンエロー
緑	酸化クロム	フタロシアニングリーン
青	紺青、群青	フタロシアニンブルー
紫	—	ジオキサジンバイオレット

塗料の形態

塗料は液状塗料と粉体状塗料がある。大半は液状塗料が使用され、溶剤型塗料、無溶剤型塗料、水性塗料に分けられる

溶剤型塗料: 樹脂、硬化剤を溶剤に溶解し、顔料等を分散、混合したもの。乾燥性、塗装作業性に優れ、均質な塗膜が得られる。一般的な塗料。塗料中のVOCが環境問題化しており、溶剂量削減が最重要課題

無溶剤型塗料: 溶剤を用いず、100%固形分になる液状の塗料。アクリルモノマーとオリゴマーを混合した紫外線硬化塗料などがある

水溶性塗料: 溶剤の代わりに水を使用。水に溶解する水溶性樹脂を用いた塗料は塗膜性能が劣るため、通常は水に粒子状に分散させた樹脂を用いる。一般的に塗装作業性や成膜性向上のため少量の有機溶剤を用いる。乾燥のコントロールが重要

粉体塗料: 固形樹脂と顔料を溶融・混練し、数十 μm 程度の粒径になるように微粉碎した粉状の塗料。焼付時に溶融して均一膜をつくる。塗料自体の凝集はなく、良好な塗料を得ることが課題。「VOC削減」、「回収・再利用が可能」、「産廃が少ない」等で環境にやさしい塗料とされ、次世代塗料の筆頭ともいわれる。樹脂と顔料を施工現場で溶融し混合する道路標示塗料も粉体塗料の一つ

表56-5 各種形態の塗料

液状	溶剤型塗料	溶剤に樹脂、硬化剤、顔料を混合、溶解
	無溶剤型塗料	反応性希釈剤などを用いた溶剤を含まない塗料
	水性塗料	水に溶解したり、分散させた樹脂を用いる塗料
粉体状	粉体塗料	固体樹脂を微粉碎した塗料

表56-6 15の機能を持つ塗料「ガイナ」②

断熱	熱エネルギーの約60%を封じ込める
遮熱	太陽光線から受ける影響の約95%を反射
耐久	一般塗料の2～3倍の寿命
防音	屋根、天井、壁を通過する音が約4～10デジベル低下
防露	結露発生量を約20%以下にする
消臭	空気中の有害物質やいやな臭いを、中和・イオン化
透湿	水蒸気や空気などを通す
防菌	特殊セラミックの作用により塗膜をカビや有害な菌から守る
防護	100℃に熱せられた鉄板に触れても火傷することはない
安全	イオン化作用により、空気質を改善
防汚	優れた帯電防止性、親水性塗膜
弾性	亀裂が出来にくく、衝撃、振動に強い
不燃	塗布する材料に合致した不燃性能を発揮
施工	刷毛、ローラー、コテ、ガンなど、あらゆる工具が使える

ガイナ: 宇宙航空研究開発機構(JAXA)が開発した「機能性環境改善塗料」とも呼ばれる塗料。塗るだけで断熱、防露など15の機能を発揮

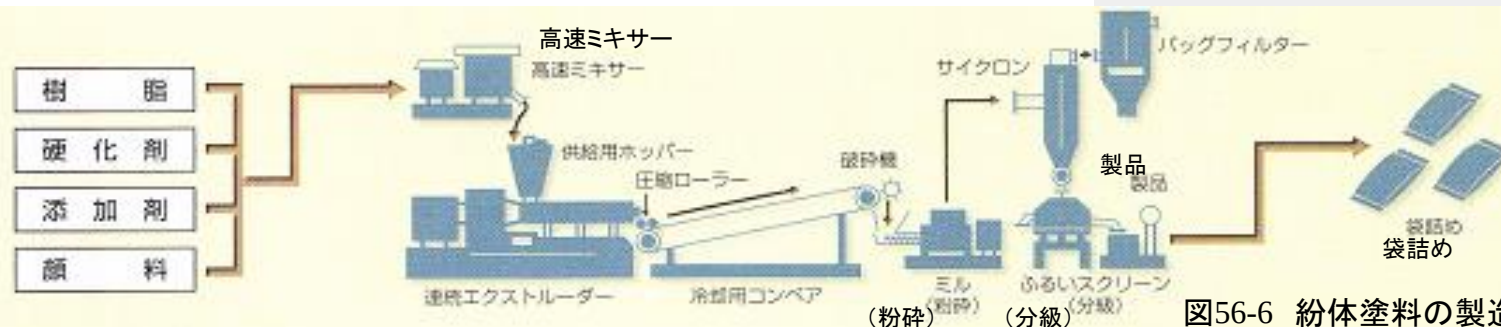


図56-6 粉体塗料の製造プロセス ⑤

塗装成膜

塗料は塗装後、乾燥・硬化して塗膜になる。この成膜過程には物理的成膜と化学的成膜とがある。多くの塗料では溶剤蒸発と硬化反応を併用している

物理的成膜:
溶剤の蒸発による成膜(塗液から溶剤が蒸発する)と、粒子の融着による成膜(水の蒸発に伴い粒子が近接・融着する)とがある

化学的成膜:
一部のポリエステル樹脂など熱可塑性樹脂塗料で不飽和脂肪酸に酸素の付加によって硬化させる

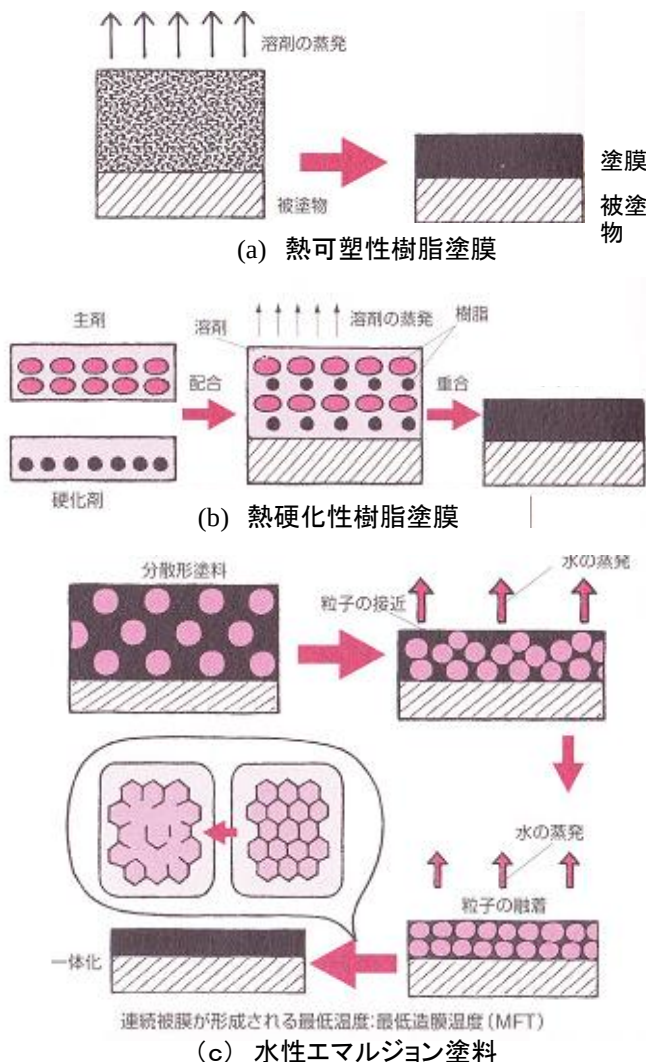


図56-8 塗料の固化様式 ①

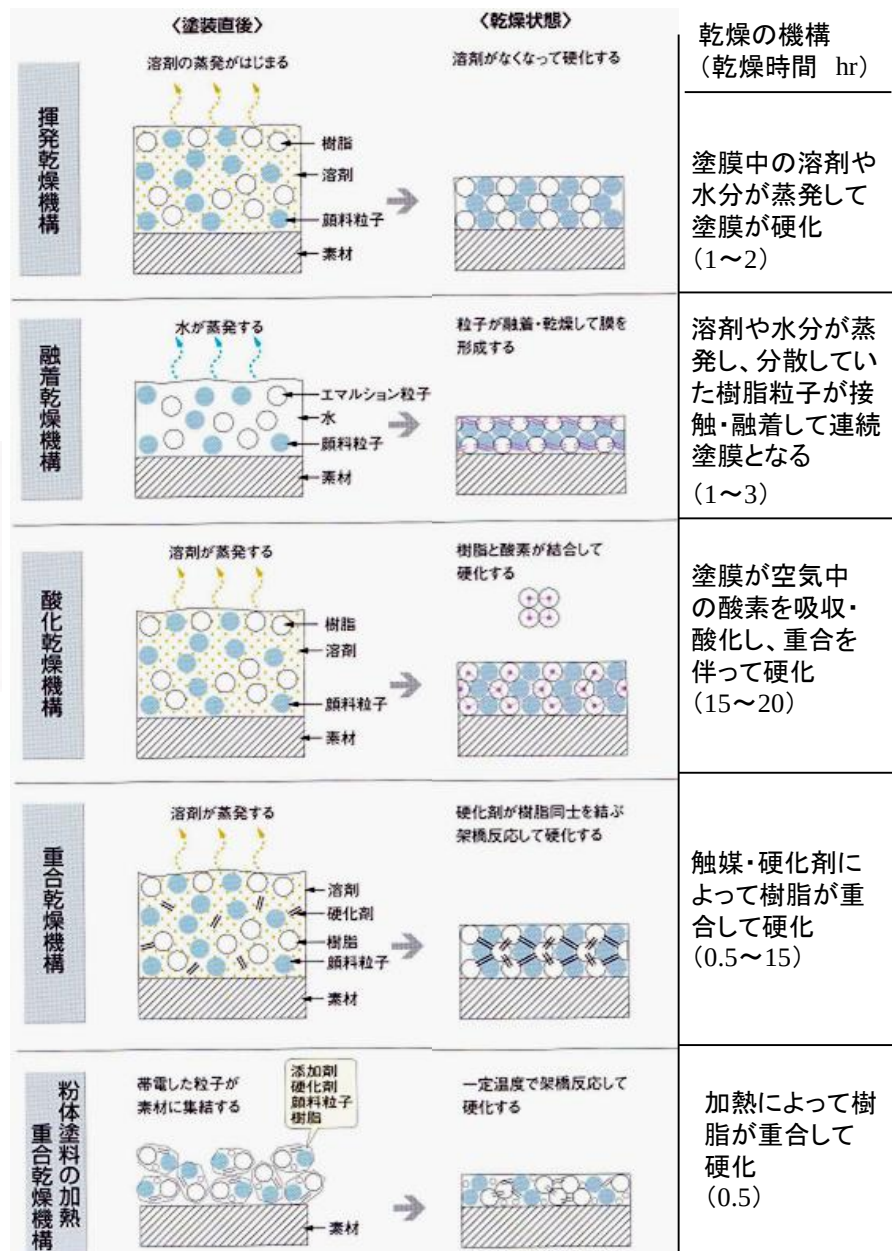


図56-7 乾燥機構の種類 ⑥

塗 装

塗装方法: 塗料を刷毛などで直接被塗物に移行する**直説法**と、スプレーガンなどで霧状にして移行する**噴霧法**とがある。でき上がった塗膜が被塗物に隙間なく十分付着し、膜に穴等の欠陥がないことが肝要

塗装方法としては現場施工か工場ラインでの施工かによって有効な方法が選定される。**現場施工**では温度・湿度・風等の気象の影響を受けやすい。**工場ライン**では専用の設備を設けて大量かつ自動で実行して、均質な塗装表面が得られる



図56-9 現場施工塗装 ⑤

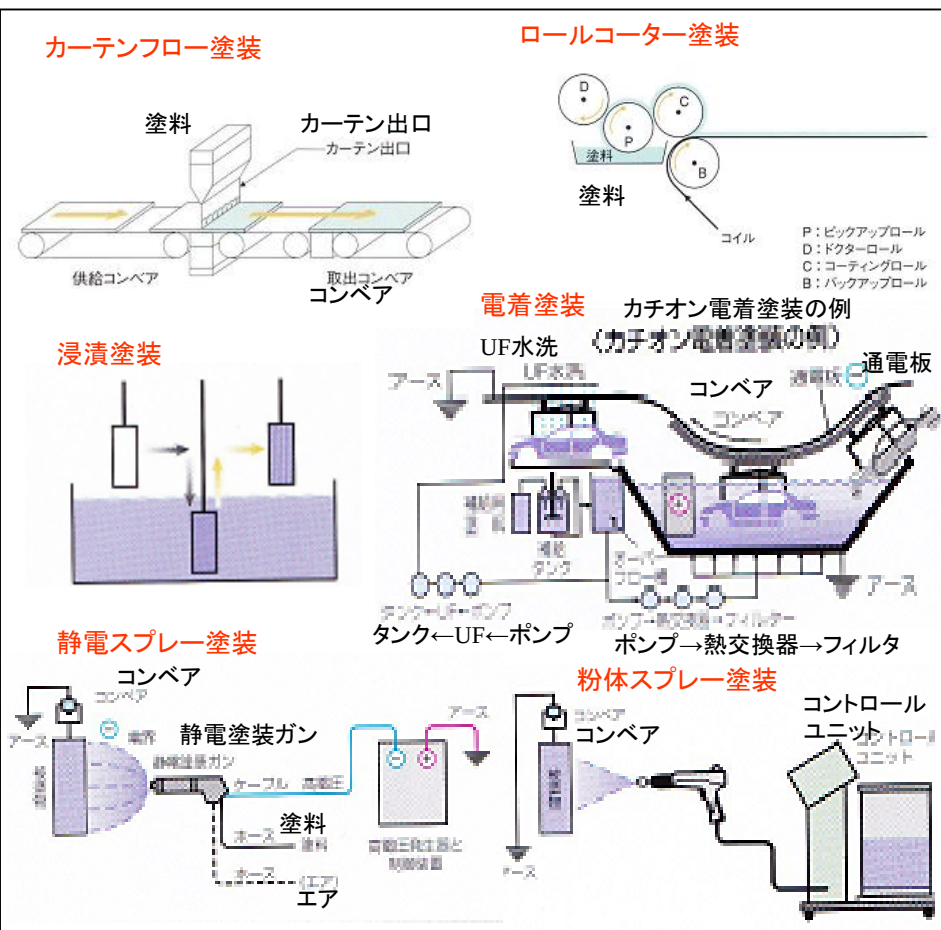


図56-11 工業用ライン塗装 ⑤ 注)UF水洗:UF(限外ろ過)による洗水回収

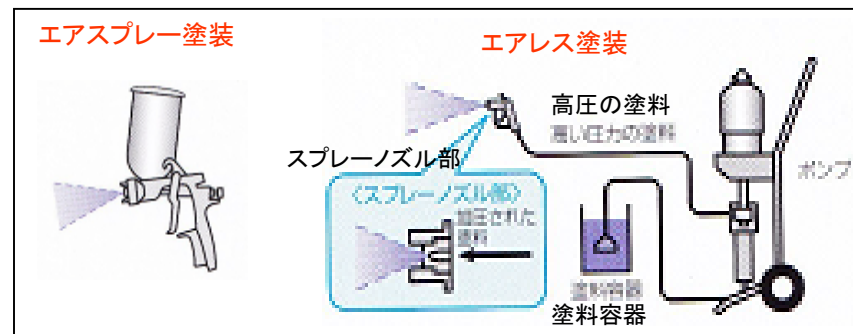


図56-10 現場施工・工業用ライン塗装 ⑤

表56-7 塗装効率と適合する塗料粘度 ①

塗装方法	塗着効率 (%)	塗料粘度 (mPa・s)	能力／(倍数)
はけ塗り、ローラ塗り	75-80	300-1000	2m ² (1)
エアスプレー	30	20-40	6 (3)
エアレススプレー	65	100-1000	
静電スプレー	70-90	60-100	10(5)
カーテン・ロールコーター	90	100-300	200(100)
浸漬塗り	90	2000-10000	

塗装欠陥

塗料の状態や塗装時あるいは塗膜を形成する過程での経験不足や、天候その他予期せぬことが生じることがあり、それらが種々の塗装欠陥を引き起こす

塗膜の欠陥については、塗膜の表情、艶、色、塗膜不良などに関する欠陥がある。塗膜形成後の欠陥の対処法は欠陥部の塗膜を削り取り塗り直すこと

自動車の塗装は工業用塗料の中でも品質要求が厳しく、高度な技術が求められる。補修塗装では焼付けができないので常温で硬化する2液型ポリウレタン樹脂塗料を使用する

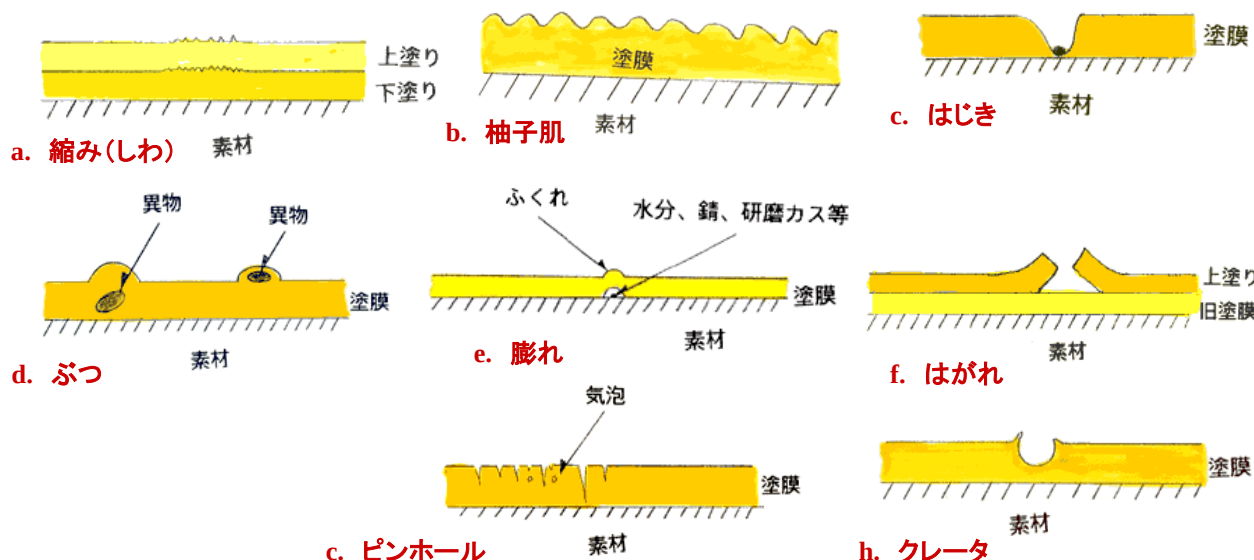
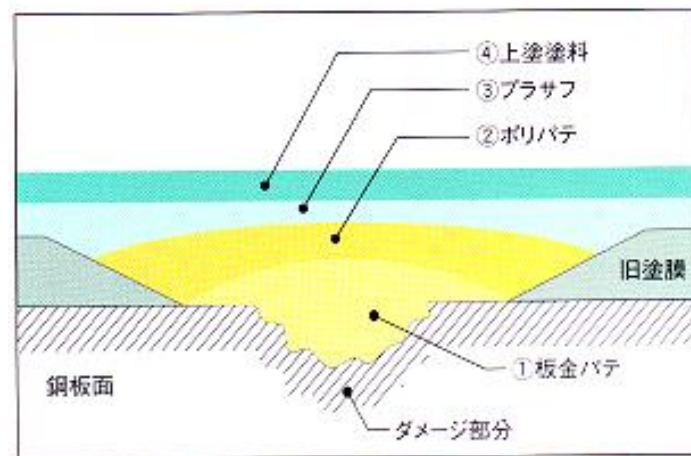


表56-8 塗膜欠陥の分類 (おい川塗装店)

欠陥の症状分類	欠陥の種類	
塗膜の表情についての欠陥	刷毛目 流れ 縮み 柚子肌・ガン肌 糸引き	リフティング はじき ぶつ 膨れ ひび割れ
塗膜の艶の欠陥	艶斑(つやむら)	白化(ブラッシング)
色に関する欠陥	色別れ(色むら) にじみ(ブリード)	色違い やけ(黄変)
塗膜の不良欠陥	乾燥不良 白亜化(チョーキング)	もどり 剥がれ・剥離

図56-12 塗膜の欠陥例 (TOSOU-NET)



注) プラサフ:
プライマリー
サーフェーサー
(中塗り)

図56-13 自動車の塗装補修の塗膜構成の例 ⑥

塗装の具体例

交通機関、機器類では移動、持ち運び等で種々の変化する腐食環境に晒されることが多く、防食、耐熱、長期光沢保持などの機能が求められる。建築物、構造物等の設備は大型で周囲から目立つものが多い。色彩、表面の平滑性など美観と同時に、耐腐食性の保持、安全性等も重視される

自動車: 自動車用塗料は保護、美観保持のほか車の商品性を高めるため、高品質のものが求められる。最近は環境配慮形塗料として揮発性有機溶剤を使わない水系塗料への切り換えが進んでいる。ボディは一般的に下塗り、中塗り、上塗りを3～5層塗り、全体の塗膜の仕上がり厚さは約0.1mmと非常に薄い

家電製品: 通常コンベアラインで塗装され、短時間乾燥が要求される。部品の状態で粉体塗装、PCM等への切り換えが進んでいる

船舶: 船舶の外板は厳しい腐食環境にある。船底部は海水にさらされ、水中生物の付着汚染が生じ、これが、船の推進抵抗となる。また、外舷部は過酷な乾湿交互作用を受けている。塗装は美観目的のほか、腐食防止も重要な要素

表56-9 自動車の塗装仕様例 ⑥

新車	自動車 バス トラック	下塗り	水溶性樹脂塗料(電着塗料)
		中塗り	熱硬化ポリエステル樹脂塗料
補修	プライマー…下地 パテ…パテ付け サーフェーサー…中塗り	上塗り	熱硬化アミノアルキド樹脂エナメル
			熱硬化アクリル樹脂エナメル(新硬化形への変換製)
			アクリルラッカーエナメル
	上塗り		ポリウレタン樹脂塗料

表56-10 工業用製品の塗装仕様例 ⑥

家電製品 事務機器 鋼製家具	下塗り	水溶性樹脂塗料(電着塗料)
	上塗り	熱硬化アクリル樹脂エナメル 熱硬化アミノアルキド樹脂エナメル
産業機械	下塗り	エポキシ樹脂系下塗り塗料
	上塗り	アルキド樹脂エナメル
カーテンウォール・サッシ		高温焼付ふっ素樹脂塗料

表56-11 新造船の塗装仕様例 ⑥

用途		塗料名
船底	下塗り	アクリル樹脂系船底防汚塗料
	上塗り	ビニル樹脂系船底防汚塗料
上構部	下塗り	エポキシ樹脂塗料
	上塗り	塩化ビニル樹脂エナメル
	上塗り	ポリウレタン樹脂塗料



図56-14 自動車用塗装の手順 ⑤



図56-15 電着塗装 ⑤

建築物: 建築の基材はコンクリート、ALC板（気泡コンクリート）、各種金属などで、建築塗装はこの表面保護、色彩・光沢等の外観要素、耐環境性等の機能を付与する

構造物: 橋梁、化学プラント、発電所など鉄鋼製大型構造物は塩害、ばい煙、排気ガス、気象変化などの過酷な条件下に立地しており、長期耐久性を目的とした重防食塗装が施される。4～5回塗りが標準となる

道路: 車道などの路面標示用として夜間の視認性向上のため、光反射材としてガラスビーズ（径0.1－0.85mm）が散布される。さらに雨天夜間の視認性確保のために路面に凹凸をつける

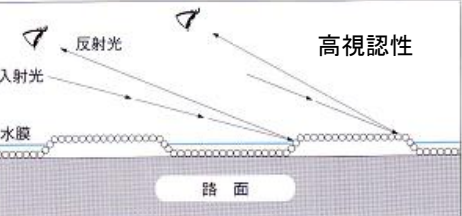
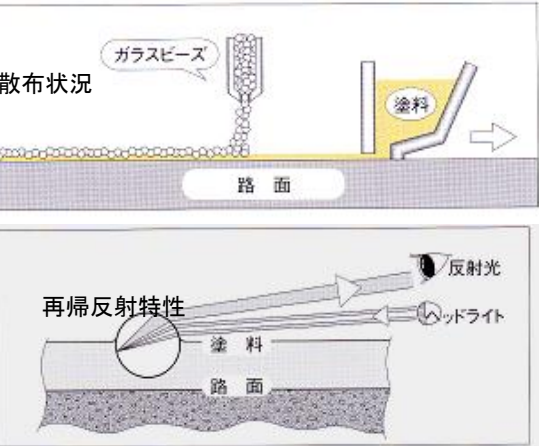


図56-18 ガラスビーズ散布の路面塗装 ⑥



耐久性の高い重防食塗装、上塗り是对候性の高いフッ素樹脂塗料仕上げ

図56-16 東京スカイツリー

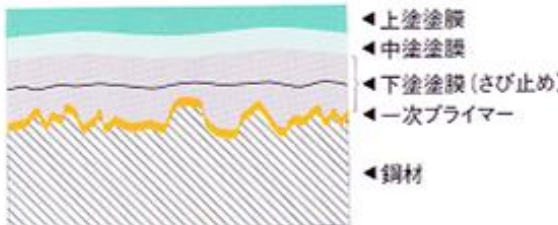


図56-17 重防食塗装の塗膜構成の例 ⑥

表56-13 鉄構造物塗料の種類 ⑥

プラント 橋梁 タンク 化学工場の設備	MIO塗料
	塩化ビニル樹脂エナメル
	エポキシ樹脂塗料
	ポリウレタン樹脂塗料
	アクリルシリコン樹脂塗料
鉄・アルミ・亜鉛の前処理	常乾ふっ素樹脂塗料
	エッチングプライマー

表56-12 建物用塗料の種類 ⑥

用 途		塗 料 名
セメント(内外壁)		薄付け仕上塗材
		複層仕上塗材
		厚付け仕上塗材
内 部	天井・壁面	ビニル樹脂エマルジョンペイント
		薄付け仕上塗材
		合成樹脂エマルジョンペイント
	台所・洗面所・浴室	アクリル樹脂エマルジョンペイント
鉄部全般(内外部)		油性さび止めペイント
		合成樹脂さび止めペイント
		水性さび止めペイント
		油性調合ペイント
		合成樹脂調合ペイント
		アクリル樹脂エマルジョンペイント
		変性エポキシプライマー
屋 根	トタン屋根	鉛・クロムフリーさび止め塗料
		油性ルーフペイント
		ポリウレタン樹脂塗料
		アクリルシリコン樹脂塗料
	スレート屋根	ふっ素樹脂塗料
		ポリウレタン樹脂塗料
		つや有りアクリル樹脂エマルジョンペイント
		アクリルシリコン樹脂塗料
		ふっ素樹脂塗料
		油性調合ペイント
木部(内外部)		合成樹脂調合ペイント
		つや有りアクリル樹脂エマルジョンペイント

環境問題

塗料は非常に多くの化学物質から構成された混合物であり、それら物質の環境問題や製品の安全を適切に扱うことは製造・販売・塗装の塗料産業全体としての社会的使命である

VOC排出抑制: 法規制と事業者の自主的取組みにより工場等の固定発生源からの塗料・塗装に係わる2010年度のVOC排出量は、2000年度比で45%削減。VOC成分が30%以下の溶剤型塗料には「低VOC塗料(溶剤型)」を自主表示

表56-14 適用可能なVOC排出抑制塗料 ①

塗料タイプ		用途(実施・試行例)	課 題
水性塗料	VOC含有量削減	建築内外装、電着塗料、 家庭用、産業建材	乾燥性、作業性低下、 低温造膜性、塗膜強度
	溶剤系からの変換	自動車中・上塗り、自補修、 車両、木工、構造物、路面表示	乾燥性、作業性低下、塗膜強度、 光沢、鮮映性、コストアップ
無溶剤塗料		床、船舶、構造物	作業性、塗料ロス、 コストアップ、多液化
ハイソリッド型塗料		船舶、構造物、機械、建材、 金属	作業性低下、コストアップ、 多液化
粉体塗料		電気機械、金属、機械	設備自由度限定、素材の選択性、 コストアップ

出典:日本塗料工業会「揮発性有機化合物(VOC)の排出抑制ガイドライン」2004年

表56-15 ホルムアルデヒド放散等級 ⑥

区分	放散等級	ホルムアルデヒド放散量(mg/L)	使用規制(内装用)
規制対象外	F☆☆☆☆	0.12以下	使用面積制限なし
第3種	F☆☆☆	0.12超～0.35以下	床面積の2倍まで使用可
第2種	F☆☆	0.35超～1.8以下	床面積の0.3倍まで使用可
第1種	記号なし	1.8超	使用禁止

ホルムアルデヒドの自主管理: シックハウスの防止を目的とした建築基準法の改正に基づき建築関係に使用される各種塗料はホルムアルデヒド放散量に応じて規制対象外～第1種の4段階の使用規制を設定

GHSによるラベル表示: GHS(化学品の分類と表示に関する世界調和システム)とは、世界的に統一されたルールに従って塗料を含めた化学製品を危険有害性の種類と程度に分類したラベル表示システム。2006年より「労働安全衛生法」で義務付けられている。危険有害性を伝えてリスク評価を行い、事故や健康障害の未然防止が目的

	
爆発物 自己反応性物質 有機過酸化物質	引火性/可燃性物質 自己反応性化学物質 自然発火および 自然発熱物質 有機過酸化物質

						
酸性物質	高圧ガス	金属腐食性物質 皮膚腐食性 眼に対する重篤な損傷性	急性毒性	急性毒性(低毒性) 皮膚刺激性 眼刺激性 皮膚感受性	変異原性 発がん性 生殖毒性 呼吸感作性 標的臓器毒性 吸入性呼吸器有害性	環境有害性

図56-19 GHSラベル表示 ⑤



図56-20 塗料・塗装のECO貢献 ⑤

課 題

コーティング・ケア	国際塗料印刷インキ協議会 (IPPIC) が提唱した塗料の製造業者や取扱事業者が、塗料の製造、物流、使用、廃棄の全行程で、「環境」、「安全」、「安心」に配慮した自主管理活動。(社)日本塗料工業会では労働災害防止、危険物管理、化学物質管理PRTR報告、VOC排出実態推計等に取り組む
今後の塗料技術	これからは環境対応と高機能化が課題。環境問題では有機溶剤の大気放出によるVOC問題、顔料や添加剤の材料である鉛、クロムの土壌汚染対策が必要。高機能化のための要素技術としては複合材料である塗料の固有技術として樹脂設計、架橋、分散、薄膜形成、材料評価、機能化などが挙げられる
カラーデザイン	世の中の高齢化の進行に合わせて、周囲との調和を保ちつつ安全・安心に配慮したカラーデザインが重視されつつある。このように色におけるバリアフリーをカラー・ユニバーサル・デザイン (CUD) という
ジンクリッチペイント	顔料の金属亜鉛 (Zinc) を塗膜中に80~90%含有し、配合された高濃度・高純度の亜鉛末塗料。「塗る亜鉛めっき」として開発され、金属亜鉛末の電気防食作用により被塗物の鋼材に優れた防錆力を発揮し、重防食塗装に不可欠な塗料。多くは合成樹脂塗料の下塗りに使うが、最近は有機溶剤を含まない環境配慮型水性ペイントが開発されている

キーワード

マンセル・カラー・システム	色を定量的に表す体系である表色系の1つ。色彩を色の三属性(色相、明度、彩度)によって表現する。日本では、JIS Z 8721(三属性による色の表示方法)として規格化されている。色相についてはマンセルは色を5つ (R・Y・G・B・P) に分け、更に中間にYR・GY・BG・PB・RPの5つを設け、さらにそれらの色相を10で分割した計100色相で表す。色相名: R (赤)、YR (黄赤)、Y (黄)、GY (黄緑)、G (緑)、BG (青緑)、B (青)、PB (紫青)、P (紫)、RP (赤紫)
フッ素樹脂塗料	フッ素樹脂塗料は施工後20年経っても90%の光沢が保持されているという(アクリルウレタン塗料は約5年、アクリルシリコン塗料は約10年)。その効能として、撥水性能や耐候性能をよりいっそう高め、自動車用としては洗車の際のブラシや砂塵などで生じやすいヘアスクラッチや薬品や日光等によるシミの発生を防ぐなどが挙げられる。高価な塗料ではあるが、耐久性・意匠性などの面から、長期的に考えれば経済的な塗料 (日産自動車)
電着塗装	水溶性塗料中に浸漬した品物に電流を流して、電気泳動によって電気化学的に塗膜を得る方法。品物を+極にするアニオンタイプと一極にするカチオンタイプがある。塗膜の含水率は約10%以下で、乾燥・焼き付けを行って塗膜を形成する。特長は、均一膜厚性、つきまわりが良いことから、凹凸の大きいものでも処理できること



図56-21 マンセル・カラー・システム (Wikipedia)

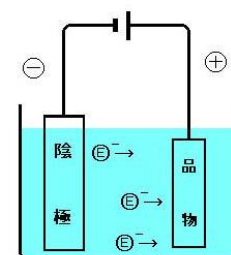


図56-22 電着塗装の原理 (アイテック)