

건축 재료로서의 도료와 도장

한국페인트INGK조합 전문위원 문성만

목 차

1. 개요
2. 재료의 특성
3. 재료의 종류와 특성
4. 건축 성능상의 사용특성
5. 생산 및 사용상의 품질관리
6. 재료 설계상 고려사항
7. 제품의 종류와 특성

1. 개 요

도장재료(塗裝材料)란 도장용 재료의 총칭으로서, 물체의 표면에 **도료**(塗料;coating material)를 사용하여 도막(塗膜;paint film)을 형성하는 작업공정을 **도장**(painting, coating, finishing)이라 한다. 도료는 소재(素材)에 칠해져 건조 및 경화에 의해 졸(Sol)에서 겔(Gel)로 변화되어 연속된 박막을 형성함으로써, 소재를 보호(Protection)하고 미관을 부여(Decoration)하는 재료이다. 이와 같이 도료를 사용하는 기본적인 목적은 소재의 보호와 미관을 부여하는 것에 있으나, 도료는 이 밖에도 다양한 기능(Function)을 부여할 수가 있다. 그림 1.1에 도료가 발휘할 수 있는 다양한 기능을 나타내었다. 내열성, 대전방지, 내마모성, 내식성, 내약품성, 발수(撥水) 및 발유성(撥油性), 방오성(防汚性) 등의 여러 가지 성질을 수 μ m ~ 수백 μ m 정도의 박막과 후가공이라는 비교적 쉬운 수단으로 부여할 수 있는 재료는 도료 이외에는 없다고 할 수 있다.

고경도, 고강도, 고인성(高靱性), 내마모성, 윤활성, 변형검출, 형상기억	기계적 기능	화학적 기능	방식성, 내약품성, 내후성(耐候性), 콘크리트중성화방지, 촉매활성,흡착성, 흡수성, 이온교환
발광, 형광, 축광, 재귀반사, 광선택 흡수,포토크로믹(Photochromic), 광전도, 편광, 복굴절	광학적 기능	표면적 기능	비점착, 박리성(Strippable), 결로방지, 착빙(着氷)방지, 벽보부착방지, 발수 및 발유
절연, 도전, 대전방지, 전자파흡수, 일렉트로크로믹(Electrochromic),자성, 포토레지스트(Photoresist),유전(誘電)	전기적, 자기적기능	생태기능	해중방오, 양조(養藻), 방균, 방충,방부, 조직적합성
내열, 단열, 전열, 발열, 써모크로믹 (Thermochromic), 방화(防火), 감열기록, 적외선흡수 및 복사	열적 기능	기타 기능	발포, 분리, 가스차단, 탈취, 투습(濕), 방수, 방음, 방진

그림 1.1 도료의 기능성

도료를 사용함에 있어서 도장의 목적과 특성을 충분히 이해하고 도장할 소재에 적합한 도료를 선택하는 것이 중요하다. 도료의 종류는 매우 많아서 도료의 본질을 파악하기란 쉽지

않다. 따라서 제조회사에서 제공된 기술자료 등을 충분히 활용하고 가급적 한국산업규격(KS)에 적합한 도료를 사용하는 것이 좋다. 특히 도료는 도장을 통하여 도막의 성능을 발휘하므로 도료의 물리화학적 특성, 도장방법, 건조방법 등을 사전에 충분히 검토한 후 사용목적에 적합한 도료를 선정하여 사용하도록 한다.

1.1 도료의 구성

그림 1.2에 나타난 바와 같이 도료는 수지, 용제, 첨가제, 안료로 구성된다. 이들 중에 수지, 용제를 총칭하여 비히클(Vehicle : 전색제(展色劑))이라고 부른다. 비히클은 원래 물감 등의 안료를 희석하는 아마인유(Linseed oil), 물 등의 용액을 의미하던 단어이다. 도료의 구성에 있어 안료를 포함하지 않는 도료를 클리어(투명)도료, 착색안료를 포함하는 도료를 에나멜(착색) 도료라 한다.

도막(塗膜)의 물리적 또는 화학적 성질 등을 결정하는 것은 수지와 경화제의 조합이다. 도료에서는 경화반응을 이용하지 않고 용제증발 등의 물리적 건조만으로 막을 형성하는 열가소성 수지 도료와, 경화반응에 의해 3차원 그물눈을 형성하여 막을 형성하는 열경화성 수지

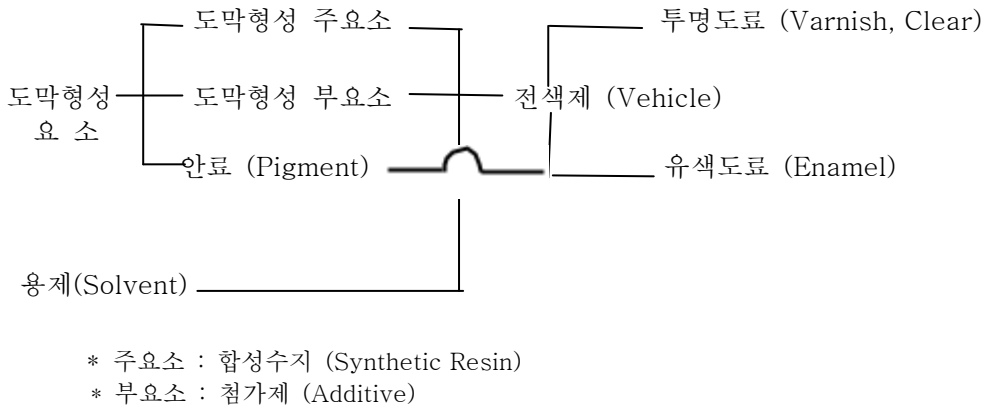


그림 1.2 도료의 구성

도료가 있다. 도료용 수지 및 경화제에 대해서는 3절 "재료의 종류와 특성"에서 소개하기로 하고, 여기에서는 우선 도료의 다른 구성성분으로서, 안료, 첨가제, 용제에 대하여 소개한다.

(1) 안 료

안료는 도막에 착색력과 은폐력을 부여하기 위하여 이용된다. 안료에는 무기착색안료, 유기착색안료, 체질안료가 있다. 표 1.1.1에 각종 안료를 나타내었다. 체질안료는 수지성분과 굴절률이 비슷한 안료로, 기본적으로 착색력, 은폐력을 가지지 않는다. 이와 같은 안료는 도막의 경도 등의 물리적 성질의 개량이나 증량제 또는 도료의 레올로지(Rheology)를 조정하기 위하여 이용된다.

무기착색안료는 일반적으로 은폐력, 내후성(耐候性)이 뛰어나나, 착색력이 떨어지며, 유기착색안료는 일반적으로 착색력이나 선명한 색감은 우수하나, 은폐력이나 내후성이 떨어지는 경향을 보인다. 그러나, 최근에는 높은 내후성을 가지는 많은 유기안료가 개발되고 있어, 목적하는 용도 및 내후성에 맞추어 무기안료와 유기안료를 조합해 사용하고 있다. 또한, 무기착색안료에는 알루미늄 박편(flake)이나 운모(mica) 등의 박편 안료가 있으며 메탈릭(metallic) 도료에 이용되고 있다. 이들 범주에 속하지 않는 것으로 중공(中空) 폴리머 비즈(polymer beads)가 있으며, 유기착색안료로서 에멀전(Emulsion)도료에 사용되고 있다. 안료는 도막의 물리적 성질과 내후성을 비롯하여 도료의 레올로지 특성에 미치는 영향이

크기 때문에, 그 선택이 매우 중요하다.

(2) 첨가제

도료에서는 다양한 첨가제가 활용되고 있다. 대표적인 첨가제를 표 1.1.2에 나타내었다. 도료제조 시의 안료분산제는 고도의 도막품질을 실현하는 데에 있어 중요하다. 도료의 저장 및 수송 시에는 안료의 침강방지제, 피막 및 증점방지제 등이 이용된다. 도장 시 및 도막형성 시에는 소재에의 부착성 개량이나 뭉침방지를 위한 표면장력 조정제, 흐름(Sagging)방지를 위한 레올로지 조정제, 경화반응촉매가 중요하며, 필요에 따라 정전도장(靜電塗裝) 보조제 등도 이용된다.

도막형성 후의 도막성능 향상이나 기능부여를 위해서는, 광택소거제, 곰팡이 방지제, 표면장력 조정제, 자외선 흡수제, 광안정제 등의 다양한 첨가제가 이용된다. 이들 첨가제는 여러 가지가 있기 때문에, 그 구조와 작용메커니즘의 관계를 파악해 두는 것은 도료기술에 있어 커다란 하나의 노하우로 되어 있다.

표 1.1.1 안료의 화학구조에 따른 분류와 그 특성 분류		대 표 적 안 료 명	일반적 경향	
			내열성	내후성
무기 안료	산화물	아연화, 이산화티탄, 철적(Bengala), 철흑(鐵黑), 산화크롬, 코발트블루, 티탄옐로, 실리카*, 광명탄**	○	○
	수산화물	황색산화물, 알루미늄 화이트*		
	크롬산염	크롬옐로, 징크 크로메이트(Zinc Chromate), 몰리브덴 레드	△	△
	페로시아나화물	감청(Prussian blue)	○	○
	황화물	카드뮴 옐로, 카드뮴 레드	○	○
	황산염	황산바륨*	○	○
	탄산염	탄삼칼슘	○	○
	규산염	군청(群靑)	△	△
	인산염	망간 바이올렛	○	○
	탄소	카본 블랙	○	○
	금속분말	알루미늄분말, 브론즈분말, 아연분말**	○	○
	기타	티탄코트마이크	○	○
유기 안료	[아조안료]			
	모노아조계	나프톨레드(naphthole red), 벤즈이미다졸론 보르도, 퍼스트 옐로 G	△	△
	디스아조계	디스아조 옐로 HR	△	△
	축합아조계	축합아조 옐로, 축합아조 레드	△-○	△-○
	아조레이크(용성아조)계	레이크 레드 C, 브릴리언트 카민 6B	×	×
	금속착염아조계	니켈아조 옐로	△-○	△-○
	[다환(多環)안료]			
	퀴나크리돈(QUINACRIDONE)계	퀴나크리돈 레드, 퀴나크리돈 스칼렛	○	○
	페릴렌(Perylene)/페리논(Perinone)계	페릴렌 레드, 페릴렌 마룬, 페리논 오렌지	○	○
	티오인디고(Thioindigo)계	티오인디고 보르도	○	○

안트라퀴논(Anthraquinone)계	플라반트론(Flavanthrone) 옐로, 디안트라퀴노닐 레드, 인단트렌(Indanthrene) 블루	○	○
디옥사진(Dioxazine)계	디옥사진 바이올렛	○	○
퀴노프타론(Quinophthalone)계	퀴노프타론 옐로	○	○
피롤로피롤(Pyrrolo-pyrrole)계	피롤 레드	○	○
프탈로시아닌(Phthalocyanine)계	프탈로시아닌 그린, 프탈로시아닌 블루	○	○
이소인도리논(Isoindorinone), 이소인도린(Isoindoline)계	이소인도리논 옐로, 이소인도린 옐로	○	△-○

* : 채질안료, ** : 방청안료

표 1.1.2 첨가제의 기능과 종류

기능발현시기	분류	대 표 예
도료제조시	습윤제	음이온(Anion)·양이온(Cation)·비이온(Nonion)계 계면활성제, 알킬인산에스테르, 지방족 폴리아미노아미드, 폴리에틸렌글리콜유도체(수계)
	안료분산제	위와 동일, 산형 폴리머, 아민형 폴리머
	증점제	미분(微粉)실리카, 아마이드왁스, 유기 점토(Clay), 셀룰로오스유도체(수계), 폴리아크릴산 중합체(수계), 우레탄 분산제(수계)
	커플링제	실란커플링제, 지르코늄커플링제
도료저장, 수송시	침강방지제	유기벤토나이트, 각종 증점제
	피막방지제	옥시화합물(산화중합방지), 페놀계 등의 산화방지제
도장, 도막형성시	레올로지조정제	미분실리카, 유기벤토나이트, 폴리아미드왁스, 폴리에틸렌왁스, 마이크로겔
	정진도장보조제	4급 암모늄염
	경화촉매	인산에스테르, 술폰산화합물(멜라민수지용), Co, Mn염(산화중합용), 주석화합물, 아민(이소시아네이트용)
	표면조정제 (레벨링, 뭉침(Cissing))	폴리부틸아크릴레이트, 폴리디메틸실록산, 변성실리콘화합물, 불소계 계면활성제
	색분리방지제	실리콘오일
	소포제	폴리디메틸실록산, 변성실리콘화합물, 고급지방산금속비누, 지방산 알코올에스테르
도막성능향상	가소제	프탈산 에스테르, 아디핀산 에스테르, 세바신산 에스테르, 인산 트리크레질
	광택소거제	미분실리카, 폴리머비즈, 우레탄미립자
	마찰손상방지제(윤활보조제)	파라핀왁스, 폴리에틸렌왁스, 폴리테트라플루오로에틸렌왁스
	자외선흡수제	벤조트리아졸, 벤조페논, 옥살산 아닐리드, 시아노아크릴레이트계 화합물

	광안정제	히드러드 아민계 화합물
	산화방지제	페놀계, 티오에테르계, 인계화합물
	방부, 곰팡이방지제	유기주석화합물, 유기동화합물, 유기할로겐화합물, 페놀화합물
	대전방지제	음이온, 양이온, 비이온계 계면활성제, 도전성(導電性) 카본, 침상(針狀)티탄, 티탄산 칼륨 등의 도전(導電)안료
	난연제	유기인, 할로겐화합물, 수산화알루미늄, 수산화마그네슘, 안티몬계
	방청제	각종 방청안료, 아연인산염(Zinc Phosphate), 탄닌산 유도체, 인산 에스테르, 염기성 술폰산염

(3) 용제

용제는 수지나 경화제를 용해 또는 분산시키는 매체로서 사용된다. 용제는 수지용액(또는 분산제)의 점도(粘度)를 조정해 도장을 손쉽게 하고, 뛰어난 외관성의 도막을 얻기 위해 사용된다. 이러한 역할을 하는 용제를 단독 혹은 혼합하여 시너(Thinner) 또는 희석제라 부르며, 스프레이건이나 도장용구를 세정하기 위하여 사용되기도 한다. 용제의 선택에 있어 무엇보다 중요한 점은 용해성이다. 용제에는 진용제(眞溶劑), 조용제(助溶劑), 희석제(稀釋劑)가 있다. 진용제는 수지에의 용해능력을 갖는 용제이며, 조용제는 단독으로는 수지의 용해능력을 가지지 않으나, 다른 용제와 조합하여 용해능력을 가지는 용제이다. 희석제는 수지용해능력을 가지지 않으나, 희석제로서 용액점도를 저하시키는 목적으로 이용되는 용제이다. 예를 들어 니트로셀룰로오스의 진용제로서는 메틸이소부틸케톤(MIBK) 등 케톤계 용제, 조용제로서는 이소프로필알코올(IPA) 등 알코올계 용제, 희석제로서는 톨루엔 등 지방족 탄화수소계 용제를 들 수 있다.

용제의 선택에 있어 다음으로 중요한 것은 증발속도이다. 도장에 있어 용제를 조합해 그 증발속도를 조절하는 것은 흐름(Sagging)이나 레벨링(Levelling)에 있어 매우 중요하다.

또한, 증발이 진행되어 도막 속에 잔류하는 용제가 희석제로 되면, 광택이나 도막물성의 현저한 저하를 초래하는 경우가 있다. 또한 높은 증발속도의 용제를 많이 사용한 래커(Lacquer)도료를 높은 습도 하에서 도장하면, 증발잠열에 의하여 대기 속의 수분이 도막표면에 결로(結露)하여 Blushing이라 불리는 백화(白化)현상이 발생한다. 따라서 용제의 선택은 양호한 도막 외관성을 얻기 위하여 매우 중요하다.

최근에 들어 환경문제에 대한 관심이 높아지고 있어서, 용제의 선택은 기술적 측면뿐만 아니라, 안전, 보건, 환경 측면에서도 고려해야 한다. 실제로 용제는 광화학스모그나 지구온난화를 초래하는 원인 중의 하나이기 때문에, 선진국은 물론 국내 수도권에서는 VOC(Volatile Organic Compounds : 휘발성 유기화합물)규제라는 형태로 도장시의 용제량을 규제하고 있다. 또한 변이원성을 가진다고 생각되는 에틸렌글리콜계 용제는 국내외를 막론하고 사용이 제한되고 있다. 용제의 안전 및 보건에 관한 특성값을 표 1.1.3에 나타내었다.

표 1.1.3. 용제의 안전 및 보건에 관한 특성값

용 제 명		증기압 [kPa / 20℃]	인화점 [℃]	발화점 [℃]	폭발범위 하한~상한 [Vol %]	허용농도 (TWA/ppm)
탄화수소	가솔린	-	< -40	약 250	1.4 ~ 7.6	-
	등유	-	> 38	약 230	0.7 ~ 6.0	-
	노말헥산	16.0	-21.7	240	1.2 ~ 7.4	-
	톨루엔	2.9	6	535	1.2 ~ 7.0	50
	크실렌	1.3	25	525	1.1 ~ 7.0	100
	테레빈유	-	35	253	0.8 ~ ?	-

	미네랄 스피리트	-	40	245	0.8 ~ ?	
알코올	메탄올	12.6	11	455	5.5 ~ 44	200
	에탄올	5.9	12	425	3.3 ~ 18	-
	이소프로판올(IPA)	4.3	12	399	2.0 ~ 12	-
	노르말부탄올	0.7	29	340	1.4 ~ 11.3	-
	이소부탄올	1.2	28	427	1.7 ~ ?	-
	시클로헥산올	0.1	68	300	1.3 ~ 5.3	-
케톤	아세톤	23.9	< -20	540	2.5 ~ 13	-
	메틸에틸케톤(MEK)	9.5	-1	505	1.8 ~ 11.5	200
	메틸이소부틸케톤	2.1	14	475	1.2 ~ 8.0	50
	시클로헥사논	0.5	43	430	1.3 ~ 9.4	-
에스테르	아세트산에틸	8.6	-4	460	2.1 ~ 11.5	-
	아세트산부틸	1.3	22	370	1.2 ~ 7.5	-
	아세트산이소부틸	2.0	18	423	? ~ ?	
에테르	셀로솔브	0.5	41	238	1.8 ~ 15.7	-
	부틸셀로솔브	0.1	61	244	1.1 ~ 10.6	25
알코올용	아세트산셀로솔브	0.2	49	379	1.7 ~ ?	-
에스테르						

1.2 도료의 분류

1.2.1 도료의 품목별 용도별 분류

표 1.2.1에 나타내듯이, 도료는 품목별(또는 수지별 혹은 도막형성주요소별), 용도별, 도료형태별 등의 방법으로 분류할 수가 있다.

가장 일반적인 분류는 품목별 분류이며, 그 상세한 내용은 3절 “재료의 종류와 특성”에서 소개한다. 그리고, 표 1.2.1의 품목별 및 용도별 분류는 한국페인트잉크공업협동조합의 분류를 참조로 한 것이다.

1.2.2 도료의 형태별 분류

도막의 성질은 본질적으로 이용한 수지, 경화제에 의존하고 있다. 그러나 도료의 레올로지(Rheology), 건조의 메커니즘 등은 도료의 형태에 더 많이 의존한다. 예를 들어, 아크릴수지와 폴리에스테르수지를 이용한 분체(粉體)도료나 수계(水系)도료를 보면, 도막형성 전의 도료 특성은 수지의 차이보다도 도료 형태에 의한 차이가 크다. 표 1.2.2에 분체도료, 수계도료, NAD 도료, 용제형 도료의 형태와 특징을 나타내었다.

① 분체(粉體)도료

분체도료는 미분쇄(微粉碎)한 고형수지를 이용하는 도료로서, 용제규제라는 면에 있어서는 이상적인 도료이다. 또, 도장시에 피(被)도장물에 도착(塗着)하지 않았던 오버 스프레이 분체를 회수하여 재이용하는 것도 가능하기에, 자원 절약이라는 면에서도 유리하다.

분체도료는 수 μm ~ 수십 μm 의 분체를 사용하나, 입자 간의 융착(融着)을 막기 위하여 융점이 높은 수지를 사용한다. 그러나 고용점의 수지를 사용하면 도막 외관성을 저하시키기 때문에 이를 개량하는 것이 향후의 과제가 되고 있으며 분체의 유동(流動) 및 반송(搬送)에

있어서도 세심한 주의가 필요하다.

② 수계도료

수계도료는 유기용제의 대부분을 물로 치환한 도료로서, 분체도료와 함께 대표적인 환경대응형 도료이며, 표 1.4.3에 나타난 바와 같이 수계도료에는 에멀전형, 콜로이드 디스퍼전형, 수용성 도료가 있다.

수계도료는 물이 가지고 있는 본질적인 특성, 즉 표면장력이 크고, 증발속도가 느린 점 등으로 인하여, 부풀음(Popping), 크레터링(Cratering)이 발생하거나, 부착 불량 또는 흘러내리기(Sagging) 쉬운 단점이 있어서 이에 대해 기술적으로 꾸준히 개량해 오고 있다.

표 1.2.1 도료의 분류

품목별 분류*	용도별 분류*	도료형태별 분류	도장방법별 분류	건조 및 경화별 분류
① 유성계 조합페인트 ② 질화면계 도료 ③ 용제계 합성수지도료 - 알키드에나멜계 도료 - 아미노알키드계 도료 - 염화비닐계 도료 - 아크릴계 도료 - 에폭시계 도료 - 우레탄계 도료 - 불포화폴리에스테르계 도료 - 염화고무계 도료 - 방청도료 ④ 수계(水系)합성수지도료 - 에멀전계 도료 - 수용성수지계 도료 - 수계 기타도료 ⑤ 무용제계 합성수지도료 - 분체도료 ⑥ 무기질계 도료 ⑦ 석유수지계 도료 ⑧ 불소수지계 도료 ⑨ 신나류 ⑩ 기타수지계 도료	① 건축용 도료 ② 바닥·방수용 도료 ③ 차량용 도료 - 신차용 도료 - 보수용 도료 ④ 선박용 도료 ⑤ 중방식용 도료 ⑥ 전기·전자용 도료 ⑦ 공업용 도료 - 기계금속용 도료 - 제관용 도료 - PCM용 도료 ⑧ 플라스틱용 도료 ⑨ 목공용 도료 ⑩ 도로표지용 도료 ⑪ 기타용 도료	① 용제형 도료 - 용제형 도료(저, 중, 고 고형분형) ② NAD형 도료 ③ 수계도료 - 수용성 도료 - 콜로이드 디스퍼전형 도료 - 에멀전형 도료 ④ 분체도료	① 붓칠용 도료 ② 스프레이용 도료 ③ 정진도장용 도료 ④ 플로우코터용 (FLOW COATER) 도료 ⑤ 침적(Dipping)용 도료 ⑥ 전착용(電着用) 도료 ⑦ 분체도장용 도료	① 상온건조(경화)형 - 용제증발형 - 산화중합형 - 습기경화형 - 다액(多液)반응형 ② 강제건조(경화)형 ③ 가열경화형 ④ 고에너지선경화형

③ NAD 도료

NAD(Non-aqueous dispersion : 비수(非水)분산제) 도료는 지방족 탄화수소 등의 비용제

중에서 입자를 형성시킨 수지입자 분산형 도료이다. 에멀전이나 콜로이달 디스퍼전형의 수계도료와 마찬가지로 입자성을 가지기 때문에, 일정한 수지농도 이상에서는 비히클 그 자체의 점도가 전단속도 의존성을 가지는 비뉴턴 유동을 보인다.

④ 용제형 도료

유기용제에 수지를 용해하여 사용하는 가장 일반적인 도료이다. 용제형은 그 고형분(固形分)에 따라 저 고형분형, 중 고형분형, 고 고형분형 도료로 분류된다. 이러한 분류는 관용적인 것으로서 사용용도에 따라서도 그 고형분 농도의 범위가 달라지나, 스프레이도장에 있어서 저 고형분은 30% 이하, 중 고형분은 30~60%, 고 고형분은 60% 이상이 일반적인 기준으로 생각된다. 최근에 들어서는 용제량의 저감을 목적으로 고 고형분형(하이솔리드형) 도료가 많이 이용되고 있다. 하이솔리드형 도료에서는 도료의 점도를 저하시키기 위하여 올리고머 영역(분자량 < 10,000)의 수지가 많이 사용되고 있으나, 이 경우에는 소부(燒付) 시의 레올로지 거동이나 반응성, 내후성 등에 있어 종래의 저 고형분 및 중 고형분형 도료와는 다르게 취급할 필요가 있다.

표 1.2.2 도료의 형태와 특징

분 류	형 태	내 용
분 체도료	공기 고형수지	수 μ m ~ 수십 μ m로 미분쇄한 고형수지도료
NAD도료	지방족 탄화수소 수지입자	지방족 탄화수소계 용제에 0.1 μ m ~ 수 μ m의 수지입자를 분산시킨 도료
수 계도료	물 수용성 수지 수분산형수지	수(水)매체에 수지를 에멀전(0.1 ~ 수 μ m) 또는 콜로이달 디스퍼전(0.01 ~ 0.1 μ m)으로 분산 또는 수용화한 도료
용 제형 도료	유기용제 폴리머 또는 올리고머	유기용제에 폴리머 또는 올리고머를 용해한 것으로, 고형분 농도에 따라 저, 중, 고 고형분형 도료로 분류된다.

1.2.3 도막형성 주요소별 분류와 KS규격도료

도료가 도장된 후 용제가 휘발되고 불휘발분은 도막을 형성하게 된다. 이때 도막 중 안료를 제외한 수지부분이 도막형성주요소(塗膜形成主要素)가 되고 도막의 건조 또는 물성을 조정하는 역할의 첨가제(또는 조제)가 도막형성조요소(塗膜形成助要素)가 된다.

도막을 형성하는 주요소는 옷과 같은 천연수지(天然樹脂)에서 출발하여 건조를 빠르게 한 중합유(重合油)를 사용한 유성도료(油性塗料)와 알키드수지 등으로 물성을 개량한 합성수지도료(合成樹脂塗料) 및 수성도료(水性塗料)로서 에멀전(Emulsion)도료 등으로 크게 구분된다.

그에 상응하는 KS규격 도료를 표 1.2.3에 참고로 표시하였다.

표 1.2.3 도막형성주요소별 분류와 KS규격도료

도막형성주요소	도료의 명칭	적용 KS
유성 도료	유성조합 페인트	(구 KS M 5711)

	유 바니시	(KS M 5968 페지)
	에나멜 페인트	(구 KS M 5965)
합성수지 도료	합성수지 조합페인트	KS M 6020 1종
	합성수지 방청페인트	KS M 6030
	합성수지 바니시	KS M 6050
	합성수지 에나멜	KS M 6020 2종, 3종, 4종
천연수지 도료	셀락 바니시 류	(KS M 5602 페지)
	칠(漆)	- (JIS K 5950)
	카슈수지 도료	(구 KS M 5705)
셀루로오스 유도체 도료	클리어 래커	KS M 6040 6종
	래커 에나멜	KS M 6040 7종
에멀전 도료	에멀전 페인트	KS M 6010 1종, 2종

1.2.4 도장공정별 도료의 명칭

퍼티, 프라이머, 실러, 서페이서, 에나멜, 메탈릭 베이스, 펄 베이스, 클리어 등의 도료에 관한 용어가 자주 나오는데 이들은 하도, 중도, 상도 공정에서 사용되는 도료의 명칭이다. 메탈릭 베이스, 펄 베이스는 차량이나 플라스틱의 상도공정에 색도료(에나멜)로서 사용되고 그 위에 클리어(투명도료)가 마무리로 도장된다. 우선, 하도공정에 사용되는 도료부터 설명한다.

(1) 하도 도료

프라이머와 실러가 이에 속한다. 우선 **프라이머**란 Primer, Priming coat라 쓰며, 미리 칠하는 것, 즉 하도재라는 의미이다. **실러**는 Sealer라 쓰며, 실링하는 것이다. 양쪽을 어떻게 구분하는가를 살펴보면, 금속에서는 하도를 방청 프라이머라 부르듯이, 프라이머로 통일하고 있다. 플라스틱의 하도도 프라이머라 불리고 있다. 한편, 실러는 콘크리트를 중심으로 하는 시멘트계 소지나 목재의 하도 도료에 대하여 사용하고 있다. 그리고 프라이머 또는 실러를 구별하는 경우에는 원료수지의 이름을 붙여서 2액형 에폭시수지계 프라이머(실러), 아크릴수지계 프라이머(실러)라고 부른다. 목공도장에서는 하도 및 중도도 실러라 부르고 있으며, 각각 **우드실러**, 샌딩실러라 부른다. 이들에 수지명을 붙여서 래커, 폴리우레탄, 폴리에스테르 우드 실러라고 표현한다.

(2) 중도 도료

에나멜 마무리의 중도 도료를 **서페이서**, 클리어 마무리의 중도 도료를 **샌딩 실러**라 부른다. 전자는 주로 금속용이고, 후자는 목재용이나, 목공도장에서도 에나멜 마무리를 하는 경우에는 서페이서를 사용한다. 중도 도료의 목적은 퍼티의 핀홀이나 작은 요철을 수정하여 도면을 평활하게 만드는 것과 도장계의 내구성에 중요한 후막을 입히는 것이다. 표면을 만드는 것이라는 의미로 서페이서(Surfacер)라고 부른다. 플라스틱에서는 중도를 사용하는 일이 없고, 콘크리트(시멘트계 소지)에서의 중도는 상도와 같은 도료를 사용하는 경우가 많다.

일반적으로 연마함으로써 평활한 도면을 만들 수가 있기 때문에 연마하기 쉬운 도막이

되도록 도료를 설계하고 있다. 공정을 단축하기 위하여 연마공정을 생략하는 논샌딩형 도료나 프라이머 서페이서라는 하도와 중도를 겸비한 도료도 사용된다.

(3) 상도 도료

투명 마무리에는 **클리어(투명도료)**가, 불투명 마무리에는 **에나멜**이 사용된다. 목공도료와 같이 나뭇결을 보다 아름답게 표현하기 위해서는 하도에서 상도까지를 모두 클리어로 도장해야만 한다. 이 경우에는 하도와 중도 도료를 클리어라 부르지 않으며, 앞에서 설명하였듯이 우드 실러, 샌딩 실러라 부른다.

이 외에도 **퍼티(Putty)**나 **눈먹임제(Wood filler)**와 같이 도장공정 내에서 사용되는 것은 비교적 명료하게 구별된다. 눈먹임제는 나뭇결을 강조하기 위하여 사용되는 것으로, 목재소지 이외에는 사용되지 않는다. 퍼티는 소지의 뒀부에 충전하는 것이기 때문에, 두껍게 바를 수가 있고, 연마 작업성이 좋아야만 한다. 눈먹임제는 크게 수성과 유성으로 구별되며, 퍼티는 원료수지의 이름으로 구별하고 있다. 차량 보수용 퍼티로서 관용적으로 폴리 퍼티라 불리고 있는 것은 불포화폴리에스테르수지가 중심이며, 두껍게 바를 수 있는 판금 퍼티부터 마무리용까지 3단계 정도의 종류가 있다.

2. 재료의 특성

2.1 역학적 특성

도료는 피도물 표면에 도장되어 도막이 됨으로써 그 목적을 달성한다. 일정한 요구 성능을 충분히 발휘하는 도막을 얻기 위해서는 도료의 안정성 및 작업성이 중요하며, 이들은 도료물성을 평가함으로써 파악할 수 있으며, 이에 따라 조정 지침도 얻을 수 있다.

물성이란 물질의 성질 또는 물리적 성질을 가리키는 것으로, 역학적, 열적, 광학적, 전자기적 특성 등이 포함된다. 도장 시에 요구되는 도료 품질은 아래와 같고, 도장에 관련되는 도료 물성에 있어서는 역학적 물성이 중심이 된다.

- ① 안료의 분산 안정성이 좋고, 도료의 상태, 유동성, 색조 등이 시간이 지나도 변화하지 않으며, 저장안정성이 좋을 것.
 - ② 1회의 칠로 두꺼운 도막을 형성하도록 가급적 고농도에서 저점도일 것. 즉 도장작업성이 좋고, 도막결함(홀러내림, 부풀음, 뭉침)이 발생하지 않을 것.
 - ③ 빠른 건조성 또는 저온 경화성이면서 도막의 마무리 외관이 일정한 요구에 부합할 것.
- 이들은 모두 도막을 양호하게 완성시키는 것이 주된 목적이다.

도막의 완성도는 도장작업성에 크게 의존하며, 도장작업성은 특히 도료의 유동특성(流動特性)에 지배된다. 따라서 여기에서는 도료의 유동특성/점탄성특성(粘彈性特性)에 대하여 소개한다. 도료의 유동특성은 도장 시의 작업성, 도막의 형성거동(부풀음, 홀러내림, 레벨링, 뭉침 등), 형성된 도막의 완성도(착색력, 색조, 광택, 평활성 등) 등에 크게 영향을 미치고, 도장기기 및 도장방법에 따라서도 이들 품질이나 성능이 달라진다.

따라서 여기에서는 도료의 점탄성(유동성) 평가를 목적으로 한 측정법과 이들로부터 얻어지는 정보, 도장 시에 발생하는 현상에 대해 간략히 소개한다.

도료의 유동성은 수지의 용해성이나 안료의 분산상태 등에 지배되나, 이들의 평가법이나 기어 및 조정기술에 대해서는 각각의 전문서적을 참조하기 바람, 여기에서는 언급하지 않는다.

(1) 유동성의 형식

액체가 유동할 때 일으키는 역학적 저항을 **컨시스턴시**(consistency)라 하며, 특히 도료에서의 유동특성을 나타내는 점도(viscosity)를 **주도**(稠度)라 한다. 액체의 유동에는 점성유동(粘性流動), 소성유동(塑性流動; plastic flow), **틱소트로피**(thixotropy), **다일러턴시**(dilatancy) 등이 있으며 저항의 상태가 각각 다르다.

①뉴턴운동

도료는 충분히 희석한 경우, 용질분자 또는 입자가 서로 간에 자유롭게 상호작용이 적은 상태에서는 전단속도와 전단응력이 비례하는 **뉴턴유체**(Newtonian flow)로서 점도가 비례상수가된다. 물, 용제, 건성~불건성유, 희석한 클리어 래커가 여기에 해당된다.

②소성 유동

전단응력이 일정한 값을 초과할 때까지는 유동을 일으키지 않다가 항복값을 지나면 소성점도에 비례하는 전단속도를 가진다. 이를 **빙햄**(Bingham)운동이라 하며 구두약, 크림, 포마드, 인쇄잉크, 페티 등이 소성거동을 나타낸다.

③의소성(擬塑性) 유동

전단응력이 작은 동안에는 전단속도가 적고 어떤 범위를 넘으면 소성 유동과 같이 직선적으로 급격하게 크게 되지만 항복값은 나타내지 않는다. 대부분의 도료는 이 형에 속한다.

④틱소트로피(요변성;搖變性)

온도가 일정할 때 교반하면 줄상으로 되고 정지하면 젤이 되는 콜로이드 분산체의 가역적인 성질을 말하는데, 예를 들면 에멀전 페인트를 붓으로 저을 때 천천히 저으면 저항이 크고 유동성이 나쁘지만 빨리 저으면 저항이 작아져 유동성이 좋아지고, 젓지 않고 방치하면 원래의 점성상태로 돌아간다. 도료의 틱소트로피성은 도장작업성이나 도장면의 균일성 등에 관계되어, 요변성이 큰 도료는 두껍게 칠하여도 잘 흘러내리지 않는 반면 도장면의 평활성이 나쁘고 붓 자국이나 표면에 작은 돌기가생기기 쉽다.

⑤다일러턴시

소성 유동이나 의소성 유동은 전단속도가 크게 되면 일반적으로 걸보기 점도는 작게 되지만 반대의 경우도 발생 한다 이것을 다일러턴시라고 한다. 예를 들면 붓 도장 시 솔을 천천히 움직이면 저점도로 바르기 쉽지만 빨리 움직이면 갑자기 솔이 무거워져 칠하기 어렵게 되는 것과 같은 경우이다.

도료의 용질농도가 높아짐에 따라 용질분자 및 입자 간의 상호작용이나 용해 및 분산구조가 무시할 수 없을 정도로 커지고, 이들의 상호작용과 응집에 의해 비뉴턴유체로 변화하여 탄성특성이 발현되어 **점탄성체**(粘彈性體)로서 행동하게 된다. 나아가 더욱 고농도로 되면 후크의 법칙에 따르는 정도까지 되지는 않지만, 보다 강하게 탄성특성을 발휘하게 된다.

다시 말하면, 예전부터 일반적으로 도료는 점성체로서만 취급되어 왔으나, 실용농도에 있어서는 점탄성체이기 때문에 점성만이 아니라 탄성도 도료물성에 영향을 미치는 경우가 있어, 점성 및 탄성 모두를 평가하고 측정하는 것이 바람직한 경우도 있다는 것이다. 단, 일반도료의 점성요소 G'' 와 탄성요소 G' 의 비율은 $G''/G' = 50 \sim 500$ 의 범위로, 점성특성이 대부분을 차지하고 있다.

(2)점도의 단위

점도의 단위에는 여러 가지가 있으며 일반적으로는 절대점도와 상대점도(운동점도)의 2종류가 많이 사용되고 있다. 유동성(전단속도)에 대한 점성 저항(전단응력)의 정도를 점도

도는 절대점도라 하며 단위는 푸아즈(poise, P)이고,
 $1\text{poise}=1\text{dyne}\cdot\text{sec}/\text{cm}^2=1\text{g}/\text{cm}\cdot\text{sec}$ 이다. SI 단위에서는 $\text{Pa}\cdot\text{s}$ 이며 $1\text{Pa}\cdot\text{s}=1\times 10\text{poise}$ 이다.
물의 점도는 20°C 에서 0.01002푸아즈 즉 약 1cP 이다. 액체는 온도가 상승하면 점도는 낮아지고 압력이 가해지면 높아진다.

①도료의 주도(크레브스-스토머 점도계)

패들형(paddle type)의 회전축이 달린 스토머 점도계(Krebs-Stormer Viscosimeter)로서 KS M 5000 시험방법 2122에 자세히 규정되어 있다. 도료의 주도 측정에 가장 많이 사용되는 점도계로서 측정단위는 KU 이다. 85 KU는 절대점도로 환산하면 약 10 Poise가 된다.

②도료의 점도(포오드컵법)

주로 희석된 도료의 적정한 도장점도를 측정할 때 주로 쓰이는 포오드컵(Ford viscosity cup No. 4)법은 컵 밑의 구멍을 통하여 흘러내리는 도료에 대하여 흘러나오는 소요시간(초)을 측정하여 표시한다. 22초(sec)이면 절대점도로서 0.5 Poise 정도가 된다. KS M 5000 시험방법 2123을 참고하기 바란다.

③투명액체의 점도(가아드너관법)

바니시 또는 합성수지의 점도 측정에 주로 쓰인다. 가아드너 시험관에 든 액체의 표준점도와 비교하여 거꾸로 세웠을 때 상승하는 기포의 속도에 따라 A4~Z6까지 구분하여 점도가 가장 높으면 Z6가 된다. W 이면 절대점도로서 약 10 Poise가 된다. 참고규격은 KS M 5000 시험방법 2121이다.

2.2 물리적 특성

(1)저장안정성

도료는 제조 후 사용 전까지 수송, 보관 되므로 도료로서 필요한 물성 중 첫째로 저장안정성(storage stability)이다. 도료 중의 안료는 수지보다 비중이 크므로 스토크스 법칙에 의하여 침전되려는 성질이 강하다. 따라서 도료 설계 및 제조 시 침전(settling)·고결(caking) 되는 것을 방지할 수 있도록 해야 한다. 또한 저온에서 동결·파괴되지 않아야 하며, 고온에서는 점증(thickening), 겔화(gelling)되지 않도록 해야 한다. 보관용기(can) 중의 공기(산소)와 반응하여 피막(skinning)을 형성하거나 부패, 변색(incoloration), 색분리(flocculation) 등 변질되지 않도록 해야 한다.

(2)도장작업성

그 다음 사용 시에는 도장작업성이 양호해야 하며, 도료를 붓, 스프레이 등으로 작업하기 적절한 점성으로 조정하기 위해서 용제를 희석제(thinner)로 사용할 때 용해성이 보장되어야 하고, 도장 후에는 도료가 흘러내리거나(sagging) 뭉치기(cissing, cratering) 않고 평활(leveling)한 상태에서 건조(drying) 또는 경화(curing)되어 도막을 형성해야 한다. 그런 후 피도체인 소지(substrate)와의 부착성(adhesion)이 있어야 도료로서 제 역할을 하게 된다. 도장작업성에 대한 특성은 이미 역학적 특성에서 설명하였다.

(3)부착성

도료로서 가장 기본적으로 중요한 물성은 건조·경화 후의 부착성이다. 도장의 본래 목적인 보호 및 미장 기능을 발휘하려면 바탕 표면에 도막이 잘 부착되는 것이 필요하며 그 부착강도가 크고 성능이 지속되는 것이 요구된다. 도료의 부착은 반 데르 발스 힘이 접착의 기본으로 간주되고 있다. 하지만 바탕체의 상태 및 시공품질 등의 부착 장애요인이 많기 때문에 계산치와 실제 시험치와의 차이가 크므로 품질관리에 주의하여야 한다.

(4)기타 물성

도장 후 도막이 형성되었을 때는 요구 성능으로서 색(colour), 광택(gloss), 은폐력(hiding power) 등 **광학적 특성**과 경도(hardness), 내굴곡성(flexibility), 내충격성(impact resistance), 내마모성, 연마(sanding)성 등 **기계적 물성** 및 화학적 물성을 만족하면서 장기간에도 쉽게 변하지 않는 내구성(durability)·내후성(weather resistance)이 필요하며 난연성, 절연성, 내열성 등 **기능성** 도료의 경우 제 성능이 발휘되어야 한다.

이와 같이 도료는 플라스틱과 접착제와 유사한 성분을 가지면서도 수많은 물성이 요구되고 측정·평가해야 하는 매우 까다롭고 고도의 기술을 요하는 정밀화학 분야로서 도료의 전과정(Life Cycle)에서의 요구되는 성능은 표 2.1과 같다.

2.3 화학적 특성

(1) 건조 및 경화

도료는 화학적으로 반응이 완결되지 않은 불안정한 상태라 할 수 있다. 건조 또는 경화를 통하여 물리적 혹은 화학적으로 반응이 종결되어야 도막이 형성되는 것이다. 도료를 피도물 표면에 도장하여 일정한 시간동안 자연방치 또는 가열 등으로 도료가 도막으로 되는 것을 건조라 한다. 소기의 성능을 가진 도막을 얻기 위해서는 건조 메카니즘에 알맞은 조건을 부여해 줄 필요가 있다. 즉 ①정화된 공기에 의한 환기 ②온도 및 습도의 조절 ③열량 공급의 적정화 등을 고려해야 하며, 건조조건이 적정할 때 비로소 소지에 대한 충분한 부착성, 표면구조 및 내부구조의 균형 또는 화학적 및 물리적 성질이 우수한 도막이 얻어진다. 특히 가열건조형 도료에서는 가열온도나 시간에 따라 화학반응의 조건이 달라져 구조조성이 다른 도막이 형성되어 소기의 성능을 발휘할 수 없게 되는 수도 있으므로 주의를 요한다. 도료의 건조, 경화 형태를 정리하면 표 2.2와 같다.

표 2.1 도료의 전과정과 요구성능

	전 과 정(Life Cycle)			
	품질설계 및 생산기 →	시공기 →	내구 및 기능발휘기 →	재생기
재료 선택의 기본	(1) 안정된 생산품일 것 (2) 장기적 저장 안정성이 있을 것	(1) 균일한 시공이 가능할 것 (2) 정상적으로 건조 및 경화를 할 것 (3) 건조조건의 폭이 넓을 것	(1) 잘 부착되어 있을 것 (2) 마무리의 목적을 달성할 것 (3) 오래갈 것	(1)재도장이 용이 할 것

요구 성 능	(1) 점도, 비중, 색, 도막의 상태, 압축 및 굴곡강도 등의 Lot간 산포 (2) 저장안정성 ① 저온 ② 고온 ③ 장기간 용기 속에서의 상태, 내피막성, 안료분산성	(1) 작업성 점도안정성, 가사시간, 패턴형성능력, 점도변화 (2) 건조 및 경화시간 균열성 (3) 최저조막온도 저온경화성	(1) 부착성 (하지에의 대응, 외력에 견딤), (초기, 2차 부착성) (2) 성능 ① 보호성능 하지 : 내수, 내알칼리, 내에플로렌스성 보호 : 방수, 방습, 흡수성, 방청, 내약품성, 내오염 등 물리성 : 내마모성, 내충격성, 내균열성 ② 미장성능 텍스처(감촉성, 입체모양 등), 색, 광택 등의 마무리성(붓결, 롤러 마크 등) (3) 내구성 내후성(옥외폭로, 축진폭로 등), 내광성, 변퇴색성, 백아화(Chalking)성 등	유지관리성 덧칠적합성
--------------	--	---	--	----------------

표 2.2 도료의 건조, 경화 형태

메커니즘	형태	용제 휘발	입자 융착	중합 반응	건조, 경화방식	예
물리적	1	○	-	-	고중합도의 폴리머로부터의 용제 증발	니트로셀룰로오스 래커, 염화고무도료
	2	○	○	-	분산매의 증발과 고중합도의 폴리머 분산입자의 응집, 융착	라텍스도료, 오르가노졸
	3	-	○	-	폴리머 입자의 가열, 융착	열가소성 분체도료
물리적 + 화학적	4	○	-	○	용제휘발과 경화관능기 내재형 또는 산화중합에 의한 상온경화 (산화건조)	유성마니시, 건성유변성 알키드수지도료, 습기경화형 우레탄도료
	5	○	-	○	용제휘발과 열이나 방사선 등에 의한 경화(1액형)	아크릴·멜라민, 폴리에스테르·멜라민수지도료 등의 가열경화형도료
	6	○	-	○	상동(上同). 단, 경화제를 직전에 혼합 (2액형), 화학반응에 의한 중합	아민경화 에폭시수지 도료, 2액형 우레탄수지 도료
	7	-	○	○	저분자량 폴리머입자의 가열융착과 중합	열경화성 분체 도료
화학적	8	-	-	○	용제휘발 없음. 산화중합 등에 의한 경화	아마인유 도료, 습기경화형 우레탄 실란트
	9	-	-	○	저분자량 폴리머 또는 올리고머의 열이나 방사선 등에 의한 중합(1액형)	무용제형 소부도료

	10	-	-	○	상동(上同). 단, 경화제를 직전에 혼합(2액형), 화학반응에 의한 중합	불포화 폴리에스테르수지 도료
--	----	---	---	---	--	-----------------

도료를 열 또는 화학적 수단으로 축합·중합시키는 공정을 경화라 한다. 도료에서는 다양한 경화반응이 있다. 이 경화반응을 통하여 도막이 기계적 강도, 내약품성, 내후성 등의 성능들을 향상시킬 수가 있다. 또한 용제증발만으로 도막을 형성시키는 경우는 도막 성능을 유지시키기 위하여 보통 수만 정도 이상의 분자량을 가지는 수지를 사용할 필요가 있으나, 경화반응을 이용하는 경우에는 수천의 올리고머영역의 수지를 사용할 수 있어서 도장작업성, 도장점도, 도장시의 고형분, 도막외관성의 측면에서 유리하다. 표2.3은 대표적인 경화반응을 정리한 것이다.

표 2.3 대표적인 경화반응과 용도

분류	반응	도료	용도	경화조건	
				가열	상온
라디컬이 관여하는 중합	산화중합	아마인유	건축		○
		불포화지방산알키드	건축		○
	라디컬중합	불포화폴리에스테르	목공, 피아노	(○)	○
	자외선경화	자외선경화도료	목공, 건재, 종이		○
	전자선경화	전자선경화도료	목공		
축합반응	아미노수지경화	폴리에스테르/멜라민	금속, 자동차 중도	○	
		아크릴/멜라민	금속, 자동차 상도	○	
		알키드/요소	목공	○	○
	페놀수지경화	에폭시/페놀	캔	○	
부가반응	카르복시산/에폭시기	아크릴분체도료	금속, 건재	○	
		폴리에스테르/에폭시분체도료	금속, 건재	○	
		아크릴/에폭시도료	금속	○	
	수산기/이소시아네이트	폴리에스테르/우레탄	자동차 상도, 목공, 금속, 자동차 보수	○	○
		아크릴/우레탄	목공, 금속, 자동차, 자동차 보수	○	○
		에폭시/우레탄	전착	○	
	에폭시/아민	에폭시분체도료	금속, 건재	○	
		에폭시도료	중방식(重防蝕)		○

(2)화학적 성질

건조 또는 경화된 도막은 내수성, 내습성 이외에 각각 도료의 용도에 따라 내염수성(salt water resistance), 내비등수성(boiling water resistance), 내용제성, 내유성 등의 성질이 필요하다. 또 액체·기체의 산·알칼리, 기타 화학약품에 저항하고 투과를 저지하는 성질이 중요하다. 콘크리트에 도장하는 도료는 내알칼리성을, 화학장치·화학기계, 화학공장에 사용하는 도료는 내약품성(chemical resistance)이 중요하다. 각 도료의 저항성은 여러 가지 약품의 종류, 농도, 접촉하는 상태, 온도 등의 조건에 있어서 저항성이 변하므로 시험결과를 사전에 조사할 필요가 있다.

내약품성 시험은 각각 대상 약품에 따른 지정농도의 용액에 시편을 규정된 온도와 시간 동안 침지시킨 후 세척 건조 후에 변퇴색, 광택소실, 백아화(chalking), 팽윤(swelling),

부풀음(lifting), 박리(剝離), 균열(cracking), 용출(elution) 등의 발생을 조사한다.

(3)내후성

옥외에 노출된 도막은 자연 환경하에 일광, 풍우, 이슬, 서리, 건습과 한란 등의 반복으로 열화되어 광택을 잃고 변색, 백아화를 일으켜 팽창, 균열이 발생하고, 자연적으로 박리되어 보호목적을 상실하게 된다. 도막의 대기 중에서의 열화에 대한 저항성을 내후성(weathering, weather resistance)이라 한다.

내후성시험에는 자연열화에 의한 시험과 인공적으로 자연열화보다 가혹한 조건으로 단시간에시험하는 촉진내후성시험이 행해지고 있다. 자연폭로시험과 촉진시험과의 결과는 일치하지 않으나 일단의 결과를 비교 추정할 수는 있다. 자연폭로시험 중에서 미국의 플로리다와 애리조나의 시험이 세계적으로 유명하며, 국내에서도 서산에 공인시험소가 개설, 운영 되고 있다.

3. 재료의 종류와 특성

여기에서는 도료에 이용되는 각종 수지의 내용, 성질과, 그 수지를 이용한 도료의 특징, 용도에 대하여 소개한다.

3.1 유성도료

(1) 유지

유지는 지방산의 트리글리세리드이며, 도료에서는 각종 유지가 이용된다. 여기에서 소개하는 유성도료는 건성유를 이용한 도료이나, 각종 동식물유의 지방산 성분을 이용하는 경우도 있다.

유지는 불포화도의 지수인 요오드값에 따라 건성유, 반건성유, 불건성유로 분류된다. 아마인유, 동유(Tung oil) 등과 같이 요오드값이 130 이상인 것을 건성유, 콩기름과 같이 요오드값이 100~130인 것을 반건성유, 야자유와 같이 요오드값이 100 이하인 것을 불건성유라 한다.

(2) 유성도료

유성 에나멜이라 불리는 것은 보일유(boiled oil)를 주성분으로 한 도료이며, 유성 바니시(Oil based Varnish)는 천연수지, 합성수지, 역청질을 혼합 또는 일부 반응시켜 얻어지는 바니시를 이용한 도료이다.

유성도료는 건성유를 이용하는 도료이나, 물리적인 건조성이나 경화성을 향상시키기 위하여 스탠드유(stand oil), 말레익(maleic)산화유, 스티렌(styrene)화유, 우레탄(urethane)화유 등으로 중합촉진 또는 수지변성을 실시한다.

3.2 셀룰로오스계 도료

셀룰로오스는 식물을 구성하는 세포막의 주성분으로, 도료용 수지로서는 이 셀룰로오스 수산기의 일부 또는 전부를 질산, 아세트산, 낙산으로 에스테르화한 니트로셀룰로오스 아세틸셀룰로오스 부틸셀룰로오스가 사용된다. 아세틸/부틸의 혼합에스테르는 CAB(셀룰로오스 아세테이트 부틸레이트)로서 알려져 있다. 이들 수지는 용제에 용해하여 래커 도료로서 사용하는 외에도, CAB의 경우는 자동차용 메탈릭 도료의 알루미늄 안료 배향제어를 위한 첨가 수지로서 사용된다.

3.3 알키드수지도료

(1) 알키드수지

다가(多價)알코올과 다염기산의 축합반응에 의하여 주쇄(主鎖)에 에스테르 결합을 가지는 수지를 폴리에스테르 수지라 한다. 알키드수지는 폴리에스테르 수지를 유변성(油變性)한 것으로서, 도료에 이용되는 알키드수지는 무수(無水)프탈산을 많이 이용하고 있기 때문에 관용적으로 프탈산수지라고도 부른다.

(2) 알키드수지 도료

알키드수지에 이용하는 유지(또는 지방산)의 종류와 양은 그 도료의 용도에 따라 크게 달라진다. 알키드수지 속의 유지(지방산) 변성량은 유장(油長)이라 불린다. 알키드수지는 그 유장에 따라, 초단유(유분<35%), 단유(35~45%), 중유(45~55%), 장유(55~65%), 초장유(65%<)로 구분된다. 일반적으로 유장 50% 이하의 것은 멜라민수지와 혼합하여 알키드멜라민수지 도료로서 금속, 자동차도장 등의 소부도료에 사용한다. 또한, 유장 50% 이상의 것은 건성유로 변성하여 상온경화형(산화중합형) 도료로서 건축도장에 사용한다. 유변성하여 폴리에스테르수지에 유연성을 부여하고, 수지의 표면장력을 저하시킴으로써 소재의 부착성 개량과 뭉침 등의 도장결함을 방지할 수가 있다.

(3) 변성알키드수지 도료

알키드수지를 다른 수지로 변성하여 성능을 개량시킬 수가 있다. 대표적인 변성알키드수지 도료로서는 다음과 같은 것을 들 수가 있다.

1) **페놀변성알키드수지 도료** 알키드수지 합성의 후반기에 페놀수지를 첨가하여 반응시킨 것으로서, 내수성, 내알칼리성, 광택, 경도 등을 향상시킬 수가 있다. 그러나 내후성이 저하되기 때문에, 하도도료로서 사용한다.

2) **실리콘변성알키드수지 도료** 히드록시실란 또는 알콕시실란 중간체 등을 이용하여 변성한 알키드수지를 사용하는 도료로서, 내후성, 내열성, 광택유지성을 향상시킬 수가 있다. 실리콘변성알키드수지 도료는 고내후성의 PCM(Pre-Coated Metal) 도장 등에 사용된다.

3) **비닐화알키드수지 도료** 이중결합을 가지는 지방산으로 변성한 알키드수지를 스티렌, 비닐톨루엔, 메틸메타크릴레이트 등의 비닐기 함유 화합물과 공중합시켜 변성한 것으로서, 건조성, 내수성, 경도를 향상시킬 수가 있다. 가장 대표적인 것으로는 스티렌화 또는 비닐톨루엔화 알키드수지이다.

3.4 폴리에스테르수지 도료

(1) 폴리에스테르수지

이미 소개하였듯이 폴리에스테르수지는 주쇄에 에스테르결합을 가지는 수지를 말한다. 그러나 도료분야에서는 좁은 의미에서 유변성하지 않은 폴리에스테르수지인 오일 프리 폴리에스테르수지를 의미한다.

(2) 폴리에스테르수지 도료

폴리에스테르수지 도료는 경도와 유연성의 균형을 취하기가 쉽고, 내후성이 양호하며, 가격적으로도 저렴하기 때문에, 공업용 도료로서 광범위하게 사용되고 있다.

1) **용제형 도료** 용제형 도료에서는 멜라민수지와 병용하여 소부형 도료로 사용하거나 폴리이소시아네이트와 병용하여 상온 ~ 가열경화형 도료에 사용한다. 주요 용도로서는 금속, 자동차보수, 자동차도료 등 다방면에 걸쳐 있다. 코일코팅 분야에서는 직쇄상 폴리에스테르수지를 사용하여 도막의 유연성을 확보하고 엄격한 후가공 처리에 견딜 수 있는 수지를 설계하고 있다. 또한 가공성이나 내충격성을 향상시키기 위하여 폴리에스테르수지에 우레탄결합을 도입하거나, 내후성을 향상시키기 위해 실리콘 화합물을

도입하고 있다.

2) 수계도료 수계도료에는 수지를 아민 중화하고 물을 첨가해 얻은 수용성 또는 수분산형 수지를 사용한다. 이 수지는 보통 적정한 수산기를 가지게 한 다음, 수용성 멜라민수지와 병용하여 소부형 금속도료나 자동차 중도 도장에 사용한다. 용제형 폴리에스테르, 멜라민수지도료의 소부조건이 보통 140℃에서 30분 정도인 것에 비하여, 수계도료에서는 150 ~ 160℃에서 30분 정도의 소부를 필요로 한다.

3) 분체도료 분체도료용 수지는 일반적인 방법에 따라 축합중합한 것, 또는 폴리에스테르섬유의 중간체에 다염기산이나 다가알코올을 부가하여 에스테르 교환반응에 의해 낮은 분자량으로 하거나 높은 관능기량으로 한 것을 사용한다. 분체도료는 건자재, 가전제품, 금속도장에 사용되며, 소부조건은 150 ~ 170℃에서 30분 정도이다.

3.5 불포화폴리에스테르수지 도료

(1) 불포화폴리에스테르수지

불포화폴리에스테르수지는 주쇄에 불포화기를 가지는 폴리에스테르수지로서, 다염기산의 일부에 무수말레인산이나 푸마르산 등을 사용하여 얻을 수가 있다.

포화다염기산으로서는 무수프탈산이 일반적으로 사용되며, 글리콜성분으로서는 스티렌과의 상용성(相溶性)이 양호한 프로필렌글리콜이 많이 사용된다. 불포화폴리에스테르수지는 합성 후에 비닐모노머에 의해 희석된다. 비닐모노머로서는 비용과 광택, 불포화폴리에스테르수지 중의 푸마르산의 이중결합과의 반응성 측면에서 스티렌이 사용되는 경우가 대부분이다. 그러나 프리믹스나 성형재료의 분야에서는 메틸렌메타아크릴레이트나 디알릴프탈레이트 등도 사용된다.

(2) 불포화폴리에스테르수지 도료

불포화폴리에스테르수지 도료는 중합개시제로서 과산화물과 과산화물의 분해촉진제로서 Co, Mn 등의 금속염 또는 디메틸아닐린 등의 아민을 가하여, 래디컬중합을 통해 경화시킨다. 이 경화반응은 매우 속도가 빠르기 때문에, 미리 주제(主劑)에 촉진제를 첨가해 두고 사용할 때에 과산화물을 가하는 것이 일반적이다. 커튼 플로우 코터에 의한 도장에서는 투헤드(two-head)형의 커튼 플로우 코터를 사용하여, 각각의 수지액에 과산화물과 촉진제를 각각 혼합해 Wet상태에서 2층으로 도장하는 경우도 있다.

3.6 폴리우레탄수지 도료

(1) 폴리이소시아네이트

폴리우레탄수지는 수지 중에 우레탄결합을 가지는 것을 총칭하며, 폴리이소시아네이트를 출발원료로 하고 있다. 디이소시아네이트 모노머가 대표적인 원료로서 폴리우레탄수지의 합성 또는 각종 수지의 변성에 사용되나, 2액형 우레탄도료의 경화제로 스프레이 도장등에 사용되는 경우에는 그 독성이 문제가 된다. 따라서 도료용 경화제로 사용할 때는 안전한 형태로 만들어서 사용한다.

(2) 폴리우레탄 도료

관용적으로 폴리우레탄수지 도료라 불리는 것 중에는 몇 가지 타입의 도료가 있다. 구체적으로는 수지에 미리 우레탄결합을 도입한 것, 수지 말단에 이소시아네이트기를 가지는 것, 경화제로서 폴리이소시아네이트 또는 블록 이소시아네이트를 이용하는 것 등 여러 가지가 있다. 그러나 어떠한 것이든 막이 형성된 후에는 도막 중에 우레탄결합을 가지게 된다.

이 우레탄 결합은 수지에 강인한 특성을 부여한다. 일반적으로 우레탄결합을 가지는 도막은 경도와 유연성을 양립시키기가 쉬워서, 내충격성, 내마모성, 내약품성이 우수한 도막을 만든다.

수지의 변성 또는 경화제로서 사용하는 이소시아네이트는 반응성이나 비용 측면에서 방향족 이소시아네이트가 많이 사용되나, 자동차 상도 도장 등 우수한 내후성이 요구되는 용도에는 지방족 이소시아네이트를 사용한다. 다음에는 각종 폴리우레탄도료에 대하여 소개한다.

1) 우레탄화유 유성도료의 항에서 소개한[식 (1.3.3) 참조] 오일 성분의 디이소시아네이트에 의한 변성물로서, 불포화지방산의 산화중합에 의해 경화된다. 1액의 상온경화형 도료로서 목공도장이나 건축도장에 사용한다.

2) 습기경화형 우레탄도료 도료는 안료표면에 흡착되어 있는 미량의 물이나 용제 속의 미량의 물 또는 공기와의 접촉에 의해 증점(增粘), 겔화되기 때문에 주의할 필요가 있다. 상온경화의 1액형 도료로서 목공도료 등에 사용된다.

3) 우레탄변성수지 도료 고분자량의 우레탄변성폴리에스테르수지는 열가소성 수지도료로서, 내마모성이나 내충격성이 요구되는 목공, 금속, 자동차 중도도장 등에 사용된다.

4) 블록 이소시아네이트 경화도료 블록 이소시아네이트 기술은 분체도료, 코일 코팅용 도료 등의 분야에서 많이 사용된다.

5) 2액형 우레탄도료 2액형 우레탄도료는 도막 성능이 우수하기 때문에, 금속, 자동차상도, 자동차보수, 건축, 목공도장 등에 널리 사용되며, 경화는 실온 또는 60 ~ 120℃ 정도에서 가열하여 경화시킨다. 2액형 우레탄도료는 불포화폴리에스테르수지 도료와 마찬가지로 도료가 겔화하기 때문에 사용시간이 제한된다. 도료가 겔화 또는 초기점도의 2배 정도로 점도가 증가할 때까지의 시간을 가사시간 또는 Pot life라 하나, 도막성능을 향상시키기 위하여 수지 관능기 농도를 높이거나 경화를 촉진하기 위하여 촉매량을 증가시키면 가사시간이 짧아지기 때문에 양쪽의 균형을 취할 필요가 있다.

3.7 아크릴수지 도료

(1) 아크릴수지

아크릴수지는 폴리에스테르수지와 함께 도료분야에서 널리 사용되고 있는 수지이다. 아크릴수지는 투명성, 광택, 내후성, 내약품성이 우수하며, 비교적 쉽게 합성할 수 있다.

(2) 아크릴수지 도료

1) 용제형 도료 용제형 도료에는 열가소성수지 도료와 열경화성수지 도료가 있다. 열가소성 수지 도료는 아크릴 래커라 불리며, 분자량이 2 ~ 5만 정도의 아크릴수지를 용제에 녹인 것으로, 용제를 증발하여 건조시킨다. 열경화성 아크릴수지 도료는 금속, 가전제품, 건축용제, 자동차상도, 자동차 보수도료 등 많은 분야에서 사용된다. 최근에 들어 공업용 도료분야, 특히 자동차 도료분야에서는 용제량을 절감하기 위해 하이솔리드형 도료가 많이 사용되고 있다.

2) NAD도료 NAD(Non-Aqueous Dispersion)도료는 미국 캘리포니아주에서 광화학 스모그의 발생 원인인 방향족 탄화수소나 케톤 용제를 규제하는 Rule 66에 의해 개발이 촉진된 도료이다. NAD는 지방족 탄화수소용제 속에 0.1 ~ 수 μ m의 아크릴수지 입자를 분산시킨 것으로, NAD 래커라는 명칭으로 자동차 도장에 사용된다.

현재 NAD는 저취형(低臭型) 하우스 페인트로서 개발되고 있으며, 자동차 도료 등의 레올로지 조정제로서 이용되고 있다.

3) 수계도료

에멀전 도료는 계면활성제의 존재 하에 수중에서 에멀전 중합해 얻은 0.1 ~ 수 μ m의 입자분산체를 이용한 도료이다. 건축도장 등에 이용하는 에멀전 도료는 아크릴 모노머 공중합체 외에도 아크릴/아세트산 비닐 공중합체 등도 사용한다.

최근에 코어/셀형의 2층 구조를 가지는 아크릴 에멀전이 자동차 수계 베이스코트용으로 개발되어 시판되고 있다. 이것은 도장 시의 고형분이 20% 정도인 저고형분의 도료임에도 불구하고, 의소성(擬塑性) 점성을 가지게 하여 우수한 메탈릭 도료의 외관 특성과 흘러내림을 방지할 수 있다

콜로이드 분산형과 수용성형 도료는 금속도장 등의 공업용과 가정용 도료에 사용된다.

4) 분체도료 분체도료는 건축용재나 전기제품 등에 사용되고 있으나, 수지의 유리전이온도가 높아 용융점도가 높기 때문에, 박막화가 어렵고 도막외관성이 떨어지는 점 등이 해결 과제로 되고 있다

3.8 에폭시수지 도료

(1) 에폭시수지

에폭시수지는 반응성의 에폭시기를 가지는 수지를 총칭하는 것이다. 에폭시수지를 나타내었다. 에폭시수지는 크게 나누어 글리시딜에테르형, 글리시딜에스테르형, 글리시딜아민형, 환상(環狀)옥시란형으로 분류된다.

그 중에서도 대표적인 것은 비스페놀A와 에피클로로히드린을 합성하여 만드는 비스페놀A형 에폭시수지이며, 일반적으로 에폭시수지라고 하는 경우에는 이 수지를 가리킨다.

에폭시수지는 다양한 경화제와 조합하여 성형수지, 라이닝, 도료에 이용한다.

(2) 에폭시수지 도료

에폭시수지에는 다양한 종류가 있으며, 도료로서 이용하는 경우도 방식용, 내열용, 전기절연용 등 다방면에 걸쳐 있다.

비스페놀A형 에폭시수지는 비스페놀A 구조의 강인한 특성과 에테르 결합의 유연성을 함께 가지고 있기 때문에, 도막의 기계적인 성질이 우수하다. 부착성이 우수하다. 에폭시수지는 양쪽 말단에 있는 에폭시기를 가교시킴으로써 강인한 도막을 얻을 수가 있다. 그러나 에폭시수지는 내후성이 떨어지기 때문에, 금속 하도도장 등 부식성이나 내약품성이 요구되는 용도에 많이 사용된다. 에폭시수지 도료에는 다음과 같은 것들이 있다.

1) 에폭시에스테르수지 도료 에폭시수지를 지방산을 이용해 변성한 것으로, 수지의 표면장력을 저하시켜 도장작업성을 향상시켰다. 건성유 지방산을 이용해 변성한 것은 상온경화도료로서도 사용할 수 있다. 그러나 대다수는 포화나 불포화지방산 변성한 수지에 멜라민수지를 혼합하여 소부 도료로서 사용한다. 이 도료는 부착성 및 내약품성이 우수한 도막을 생성하므로 금속도장에 많이 사용된다.

2) 상온(아민)경화형 에폭시수지 도료 경화제로서 지방족아민, 다이머산과 아민을 반응시킨 폴리아미드, 과잉의 아민의 존재 하에서 에폭시수지를 초기중합시킨 아민 어덕트 등을 이용하는 2액형 도료이다. 부착성, 가소성, 강도가 우수하여, 하지(下地)도료나

방청도료로서 금속구조물 등의 도장에 사용된다.

3) 에폭시수지 및 페놀수지 도료 에폭시수지와 레졸형 페놀수지를 혼합한 것으로, 소부에는 180 ~ 220℃ 정도의 고온이 필요하나, 부착성, 경도, 내약품성이 우수한 도막을 얻을 수가 있어, 캔의 내면용 또는 내약품성용 도료로서 사용된다.

4) 전착도료 에폭시수지를 수계도료로 이용하는데 있어 가장 대표적인 것이 양이온형 전착도료이다. 현재 이것은 전세계에 걸쳐 자동차 하도도료로서 사용되고 있다. 전착도료는 일반적인 스프레이 도장 등에서는 불가능한 원통형 구조물의 내면 도장이 가능하고, 매우 효과적인 방청력을 발휘한다.

5) 분체도료 소부온도는 160 ~ 220℃ 정도이며 건축용재나 가전제품의 도장에 많이 사용된다.

3.9 아미노수지 도료

관용적으로 아미노수지 도료라고 하면 멜라민수지를 경화제로서 함유하는 도료를 가리키나, 원래는 알키드멜라민수지 도료 또는 아크릴멜라민수지 도료라 불러야만 한다. **멜라민수지**는 폴리이소시아네이트와 마찬가지로 가장 대표적인 도료용 경화제이다 또한 멜라민수지와 마찬가지로 벤조구아나민수지와 요소수지는 아미노화합물을 출발원료로 하고 있으며, 이들을 총칭하여 **아미노수지**라 부른다.

멜라민을 원료로 출발한 멜라민수지는 아크릴 폴리올이나 폴리에스테르 폴리올 등과 통상 35/65 ~ 20/80% 정도의 비율로 혼합하여 사용된다. 얻어지는 도막은 강직하며 내약품성과 내후성이 우수하기 때문에 자동차, 금속, 건축용재, 가전제품 등 광범위한 도장에 사용된다. 소부조건은 보통 120 ~ 160℃에서 30분 정도이다.

벤조구아나민수지는 멜라민수지에 비하여 소부 시에 유동성이 있기 때문에 양호한 외관성의 도막을 얻기가 쉬우나 내후성이 저하된다. 또한 도막의 가교밀도에도 문제가 있다. **요소수지**는 저렴한 경화제로서 목공도료 등에 사용된다.

3.10 페놀수지 도료

(1) 페놀수지

페놀수지에는 페놀류를 산성 하에서 포르말린과 반응시켜 얻어지는 노불락형 페놀수지와 염기성 하에서 반응시켜 얻어지는 레졸형 페놀수지가 있다.

(2) 페놀수지 도료

레졸형 수지는 가열에 의하여 경화하기 때문에 접착제나 플라스틱 용도에 많이 사용된다. 도료에 있어 레졸형 수지는 다음과 같이 사용된다.

1) 알코올 용성(溶性) 페놀수지 도료 크레졸과 페놀의 혼합형 수지에 산촉매를 부가하여 가열경화한다. 내유성이 양호하여 캔의 내면도료에 사용한다.

2) 유(油) 용성(溶性) 페놀수지 도료 페놀수지를 동유나 아마인유 등으로 변성한 것으로, 캔용 도료 등에 사용한다.

3) 에폭시 페놀수지 도료 : 비스페놀A형 에폭시수지와 혼합하여 캔용 도료 등에 사용한다. 한편 노불락형 수지도 유지나 천연수지로 변성하여 유용성 페놀수지 도료, 로진 변성 페놀수지도료로서 사용하나, 사용량은 많지 않다.

3.11 비닐수지 도료

(1) 용액형 도료

염화비닐을 중심으로 한 공중합체는 유연성, 내수성, 내약품성이 우수하여, 철강구조물, 선박, 코일코팅용 도료 등에 사용된다.

폴리비닐부티랄수지는 폴리비닐알코올을 부틸알데히드로 아세탈화한 것으로, 징크 크로메이트와 인산을 배합하여 워시 프라이머(Wash primer)로서 금속 하도 도장에 사용된다.

(2) 플라스틱졸, 오르가노졸 도료

플라스틱졸은 0.05 ~ 1 μ m 정도의 염화비닐수지분말과 안료를 액상가소제에 분산시킨 도료이다. 가열하면 입자가 가소제에 용해되어 강인한 균일막을 형성한다. 오르가노졸은 가소제량을 저하시켜, 소량의 용제를 가한 것이다.

이들 도료는 두꺼운 칠이 가능하며 저렴하기 때문에, 강판이나 자동차에 있어 돌이 튀는 것에 의한 손상을 방지하는 도료 등에 사용된다. 입자를 용융시키기 위해 180 ~ 200℃로 가열할 필요가 있다.

그 외에 에멀전도료, 분체도료 등에도 이용된다.

3.12 불소수지 도료

불소수지는 탄화수소 사슬에 불소원자가 도입되므로 그의 전기음성도에 의하여 강력한 결합에너지가 형성되므로 장기간에 걸쳐 구조적으로 안정하여 내후성, 내마모성 및 내열성에 대단히 좋은 성능을 보이는 열가소성수지이다. 도료용 수지로 이용되는 것은 1불소화의 불화비닐수지와 2불소화의 불화비닐리덴수지이다. 3불화 이상의 불소수지는 내약품성, 내열성, 내마모성 및 전기적 성질이 우수하여 프라이팬 등의 가정용 주방기구, 정밀기계, 전기기기, 화학기기 등의 용도에 이용되고 있다. 불소수지를 상온에서 용해할 수 있는 용제는 없고 고온에서 열에 의해 용착하게 된다. 3불화에틸렌수지는 특수한설비가 필요하다. 2불화비닐리덴수지는 Dimethylformamide(DMF), Dimethylacetamide, Dimethylsulfoxide 등의 고온에서 녹고 특히 불화비닐수지는 많은 용제에 고온에서 용해된다. 또 종래의 설비로 가능하다.

도료용에 이용되는 **불화비닐수지**와 불화비닐리덴수지의 도막은 다른 수지에 비하여 내후성, 내마모성, 내열성, 내약품성, 가공성에 좋은 도막이 얻어진다. 그러나 가격이 높다는 결점이 있다. 불화비닐수지와 불화비닐리덴수지를 비교하면 내약품성과 내후성은 **불화비닐리덴수지**가 우수하고, 내용제성은 불화비닐수지 쪽이 좋다. 도장에서는 소재의 온도를 약 230℃ 이상에서 유지가 필요하지만, 고온에서 장시간 가열하면 수지가 분해되어 유독한 불화수소가스를 발생하는 것에 주의를 요한다. 불화비닐리덴수지의 열분해온도는 350℃ 이다. 최근 용제에 용해가 가능한 플루오르-올레핀계에 OH관능기를 가진 것이 개발되어 이소시아네이트 경화제로서 가교를 행하는 수지가 시판되고 있다.

3.13 실리콘수지 도료

실리콘수지 도료는 폴리디메틸실록산을 기본구조로 가지는 수지로서, 내후성, 내열성, 발수성이 우수하기 때문에, 특히 내열도료로서 사용된다.

알키드수지나 폴리에스테르수지의 내후성 향상을 위한 변성수지로서 사용되고 있다는 것은 이미 소개하였다.

3.14 천연수지 도료

천연수지에는 수목으로부터의 분비물인 코펠(Copal), 다마르(Dammar), 로진(Rosin), 벌레의 수지상 분비물인 셸락(Shellac) 등이 있다. 이들은 유기용제에 용해하거나 유지로

변성하거나 하여 목공이나 가구도장 등에 사용되어 왔다. 그러나 현재는 로진과 그 유도체가 외의 천연수지는 거의 사용되지 않는다.

로진에는 생송지(生松脂)를 원료로 하는 검 로진(Gum rosin)과 소나무나 소나무 뿌리 등을 원료로 하는 우드 로진이 있으나, 그 주성분은 아비에틴산 및 그 이성체이다. 로진과 글리세린, 펜타에리트리톨 등의 다가알코올을 반응시킨 고형수지를 에스테르검이라 하고, 이것을 동유와 혼합하여 **스파바니시(spar varnish)**라 부르며, 이것은 목공도장 등에 사용되었다. 로진 및 그 유도체는 이와 같은 유성도료 외에도 선저방오(船底防汚) 도료나 도로표지용 페인트의 수지로서도 사용되고 있다.

3.15 옷, 캐슈(Cashew) 도료

옷은 옷나무의 수피에 상처를 내어 채취하는 옷액을 원료로 한다. 옷액은 유중수적형(油中水滴型)의 에멀전으로, 그 주성분인 우루시올 외에 수용성 다당류, 당단백, 효소 락카아제를 포함하고 있다. 옷칠에는 전통적으로 쓰여진 생칠과 정제칠이 있으나, 캐슈로서 합성수지도료화한 것이 공업적으로 사용되고 있다.

옷칠한 도막은 여러번 겹칠하여 광택과 내마모성이 우수하고 화학적으로 안정하며 내산성, 내수성, 내열성이 크고, 전기절연성도 있으므로 바니시, 페인트로서 가구, 공예품 등에 쓰이나, 직사광선과 내알칼리성에 약한 단점도 있다.

3.16 세라믹 도료

세라믹 도료란 세라믹 원료를 이용하여 만든 바인더(Binder)를 도료화 한 것으로 금속소재 및 여러 가지 물질표면을 세라믹 박막으로써 피복하고, 세라믹 특징을 생기게 하여 용도에 따른 기능을 부여한 것이다. 세라믹이란 것은 규산염을 원료로 하고, 이것을 고온 처리하여 만드는 것을 총칭하여 규산염 공업 제품이라고 말한다. 따라서 유리, 봉소, 시멘트 등도 포함된다. 세라믹도료를 피도물에 도장하고, 고온소성을 하지 않고 간단히 표면을 세라믹화시켜 그의 장점을 생기게 한 도료로서 내광열, 봉소상도 도료라고 불리는 것도 있다. 세라믹 도료는 그의 경화 방법에 의해 ‘탈수경화형’ (상온 경화 또는 저온가열경화 100~150°C), ‘가열 반응 경화형’ (200~300°C), 상온 ‘수화반응 경화형’의 3가지 형으로 나뉘어진다. 또 막의 형상에 따라 다공성의 ‘유약구움상’, 치밀하여 미끄럼성이 있는 ‘타일상’ (흡수율 3%이하), 흡수율이 0.5%이하인 얇은 ‘유리상’의 3가지 형으로도 나뉜다. 현재의 세라믹도료는 용사도 포함되며, 단독으로서는 흡수율 0%의 편흡이 없는 막을 만드는 것은 불가능하며, 방식막을 만드는 경우는 타일상과 유리상의 것을 조합해서 중첩 도장한다.

코팅제에 따라 각각 가열조건이 있기 때문에 그것에 준하여 행한다. 280°C로 30분 가열하는 경우는 필히 90~100°C로 완전히 탈수되도록 예비건조를 10~60분 행하고, 150°C까지는 서서히 승온 시키면서 280°C까지 가열한다.

3.17 자외선 경화 도료

자외선 경화도료는 경화반응이 매우 빠르기 때문에, 도막에 대한 경화 수축이나 내부응력을 완화시킬 필요가 있다.

자외선 경화도료수지에 광개시제와 광증감제를 혼합하여 자외선 조사(照射)를 통해 경화시키는 도료이다. 도료의 성질상 자외선을 차폐 또는 흡수하는 안료를 첨가하기 어렵기 때문에 일반적으로 클리어(투명) 도료가 많다.

자외선 경화도료는 열에 약한 소재에 매우 유용하기 때문에, 종이, 플라스틱, 목재 등의 도장에 사용되며 광섬유나 전자부품의 도장에도 사용된다.

3.18 기타 수지도료

도료에는 이 밖에도 다양한 수지가 활용된다. 그 예로서 다음의 것들을 들 수가 있다.

- ① 폴리에틸렌 : 분체도료
- ② 폴리프로필렌 : 분체도료
- ③ 염화고무 : 내식성 용도의 래커형 도료
- ④ 염소화 폴리프로필렌 : 내식성 용도의 래커형 도료 및 폴리프로필렌수지용 프라이머
- ⑤ 석유수지 : 등유와 납사(Naphtha)의 불순물을 수증기 분해로 제거시 발생하는 고급불포화 탄화수소를 공중합시킨 폴리머. 도로표지용 페인트
- ⑥ 크실렌수지 : 알키드수지의 변성
- ⑦ 폴리부타디엔 : 전착용도료 변성용
- ⑧ 폴리사이클로펜타디엔 : blend용 변성용
- ⑨ 폴리비닐부티랄 : blend용, Wash Primer

4. 건축 성능상의 사용특성

4.1 건축도장의 목적

건축물은 사람이 생활하는 공간을 구성하는 것으로서, 보다 살기 쉽고, 보다 편리한 기능이 요구된다. 이러한 건축물들은 최근에는 보다 편안하고, 보다 환경친화적인 방향으로 나아가고 있으며, 이를 바탕으로 설계는 물론 시공을 가능하게 하기 위한 새로운 기술, 새로운 재료의 연구개발이 활발히 진행되고 있다.

그러는 한편으로는 이미 건축된 건축 구조물에 대한 보존과 유지에 대해서도 새로운 기술의 발전이 활발히 전개되고 있다.

건축 도장공사는 건축물의 미장과 보호의 목적을 달성하는 마감재로서 가장 오래된 공법의 하나로 그 특징을 충분하게 발휘해 가면서 발전해 나가고 있다. 최근의 동향을 보면 건축 도장이 단순히 건축물의 미장과 보호 차원을 넘어 건축물의 표면에 새로운 기능을 부가하는 목적의 기능성 도장이 요구되고 있는 상황이며, 이러한 요구에 발맞춰 여러 가지 다양한 기능성 도료와 도장기술이 개발되고 있다.

이와 같이 건축 도장은 현장시공을 기본으로 여러 가지 다양한 조건의 상황을 극복해가면서 그 위에 도장에 거는 기대 이상의 발전을 이루어 왔다.

건축 도장에 있어서 그 기본적인 상품화의 수단은 '칠한다'라는 것이지만, 이를 건설현장에서 완전한 도막의 상품이 만들어지기까지 적합한 생산공정으로 구분하자면 건축기술, 공법연구의 개발과 추진, 건축의 계획, 설계의 창조성 확대, 건축물의 생산성 합리화 등 다양한 측면에서 도장공사의 다양성이 그 효과를 크게 발휘하고 있다.

건축도장의 목적에 관한 기능과 요구성능들은 방수, 방청, 방화 등의 차단기능과 내구성, 내마모성, 내오염성과 같은 준속기능 및 색채, 광택, 텍스처 등의 미장기능이 있으며, 그림 1.1에 나타난 것에 포함되어 있다.

4.2 건축도장의 특징

건축에 있어서 도장공사에 의해 얻어지는 생산물인 도막은 건설공사 중 타 공사와 비교해 볼 때 많은 특징을 갖고 있다. 도장의 목적을 달성하는 것으로서 그 특징을 다음과 같이 나타낼 수 있다.

① 도막은 마이크로미터 단위의 두께로 거대한 건축물을 미장, 보호하며 경우에 따라서는 특수한 기능성을 부여하고 있다.

많은 건축재료 가운데서 마이크로미터 단위의 두께로 그 목적을 달성하는 것은 도장에 의해서 얻어지는 도막이라고 본다. 이 도막은 강인한 성능을 갖고 있는 반면 그 도장공사가

잘되고 못되고를 단적으로 나타내고 있기 때문에 시공시의 관리가 무엇보다 중요하다.

② 도장공사는 건설현장에서 그 형태를 변화시킨다.

액체상태의 원재료를 고체상태의 생산물로 변화시킨다는 뜻으로 도료의 상태인 액체를 도장이라는 생산공정에 의해 고체인 도막을 생산하는 것을 말한다. 때문에 건설현장에서 화학적, 물리적 변화를 일으킨다는 것이다. 이러한 변화를 일반적으로 건조, 경화로서 표현하고 있지만 그 조건은 아주 다양하기 때문에 도료가 갖는 각각의 특성을 충분히 살린 조건을 만들어 주어야 한다.

③ 도막은 유기 화합물이 중심이다.

건축공사에 있어서 유기 화합물을 중심으로 사용한 다른 종류로는 방수 등이 있지만 가장 오래된 것이 도장공사이다.

목조 건축은 별도로 하고, 현재 건축의 주류는 콘크리트, 철골 등을 비롯해서 무기질 재료가 중심이 되고 있는 가운데 도료는 최근 무기 고분자와의 하이브리드화에 의한 개발이 진행되고 있다. 그러나 아직도 유기질 재료가 대표로 되어있고 그 생산에 관한 품질공정, 안전 등 관리체제 및 취급자체가 무기질과는 다르다.

④ 도막은 라이프 사이클을 가지며 재생이 가능하다.

공장에서 생산된 도료는 원재료로서 건축현장에 반입되어 도장이라는 생산 행위에 의해서 도막이 생산된다. 그렇게 만들어진 도막은 내구성을 유지하면서 그 목적을 발휘하는 가운데 라이프 사이클을 갖는다. 이 라이프 사이클에 대해서는 어느 정도의 열화시점에서 새로운 도료를 사용해서 다시 새로운 도막을 형성시킴으로서 도막의 목적을 잃지 않게 하는 새로운 라이프 사이클을 만들게 된다. 이것이 되풀이 되면서 도막두께가 마이크로미터 단위인 특징을 계속 유지할 수 있으며, 건물이 존재하는 한 건물의 수명을 연장시키는 힘을 발휘하게 된다.

4.3 건축도장용 도료의 종류

건축에 사용되고 있는 도료는 건축이 요구하는 목적에 따라서 많은 종류가 개발되고 있다. 이러한 종류를 분류하는 방법에도 많은 종류가 있지만 건축 공간을 구성하고 있는 피도물인 소지의 종류에 따라서 분류하는 것이 가장 적합하리라 본다.

피도물의 종류는 크게 금속계 소지, 콘크리트, 시멘트·물탈계 소지, 목부계 소지 등 3종류로 나눌 수 있으며, 도료에 관한 연구개발도 이러한 소지에의 적용성을 주제로 연구개발되고 있다.

그러나 소지별 분류가 어려운 도료로서 기능성 부여를 주 목적으로 한 각종 특수 도료가 있다

1) 금속소지면의 도료와 도장

건축에 사용되는 금속은 철골 구조로 대표되는 철을 비롯해서 비철금속인 알루미늄 등이 가장 많은 소지의 하나이다.

이러한 소지에 대한 도장의 목적은 방식이라는 소지의 보호가 중심이 되고 있다. 금속면에 적합한 도료는 전색제 종류에 따라서 분류하면 다음 표 4.1과 같다.

표 4.1 금속소지면 도료의 종류

전색제의 종류	도료의 분류	도료의 종류
유변성 전색제	유성계	방청 페인트, 페놀수지 도료, 알루미늄 페인트
	유변성합성수지계	알키드수지 도료, 합성수지조합 페인트
열가소성 전색제	염화고무계	염화고무계 도료
	비닐수지계	아크릴수지 도료, 염화비닐수지 도료, NAD형아크릴수지도료
열경화성 전색제	자연 경화형	아크릴실리콘계, 에폭시수지계, 폴리에스텔수지계 도료

	가열 경화형	아미노알키드수지 도료, 아크릴수지 도료, 분체 도료, 수용성수지 도료
--	--------	--

2) 콘크리트, 시멘트·몰탈계 소지면의 도료와 도장

시멘트를 주성분으로 하는 콘크리트, 몰탈 등의 외벽, 내벽, 천정, 바닥 등에 사용되는 도료는 타 소지와 달리 소지 자체의 성질이 도료에 영향을 주기 때문에 그것과 견디는 도료가 요구된다. 특히, 내알칼리성, 내수성이 요구되는 것은 제 1의 조건이다.

이를 분류하면 표 4.2와 같으며, 이 외에 후도막의 무늬를 형성하는 마감 도료가 있으며, 뿔칠형 도료, 외단열 마감 도료가 있다.

표 4.2 콘크리트, 시멘트·몰탈소지면 도료의 종류

전색제의 종류	도료의 분류	도료의 종류
열가소성 전색제	수계 수지	합성수지 에멀전 페인트, 아크릴고무계 탄성도료
	용제형	염화고무계, 염화비닐계, 아크릴수지계
열경화성 전색제	1액형 바니시	습기경화형 폴리우레탄 바니시
	2액형 수지도료	아크릴실리콘, 에폭시, 폴리우레탄, 아크릴 우레탄수지 도료, 불소수지 도료
건축용 마감재	무기질계 마감도료	
	유기질계 마감도료	
	롤러용 후도막형	마스틱 도료

3) 목부소지면의 도료와 도장

목부도장은 목재 소지 자체의 나무결을 그대로 살리는 투명 도장과 나무결을 은폐시키는 불투명도장으로 분류하는 방법이 있지만 여기서는 다른 소지와 마찬가지로 전색제별로 도료를 분리했다.(표 4.3 참조).

표 4.3 목부소지면 도료의 종류

전색제의 종류	도료의 분류	도료의 종류
유변성 전색제	유성계	보일유, 스파 바니시, 오일 스테인, 카슈수지 도료
	유변성합성 수지계	알키드수지도료, 합성수지조합 페인트, 유변성에폭시수지 에나멜, 유변성우레탄수지 도료
열가소성 전색제	비닐 수지계	염화비닐수지 도료, 아크릴수지 도료
열경화성 전색제	1액형	습기경화형 폴리우레탄 바니시
	2액형	폴리우레탄, 산경화 아미노알키드수지 도료, 에폭시수지 도료, 불포화 폴리에스테르수지 도료

질화면계 전색제	투명 래커	
	래커 에나멜	

4.4 도장소재의 표면처리

표면처리는 도료의 선택과 함께 피도물의 내구년한에 영향을 미치는 가장 중요한 요인이며, 그 목적은 다음과 같다.

- ① 소지면을 불활성화(안정화)하여 내구력을 향상 시킨다.
- ② 소지면에 부착, 생성된 이물질들을 완전히 제거함으로써 도료의 밀착성을 높게 한다.
- ③ 소지면과 도료의 친화력과 습윤성을 부여한다.

(1) 콘크리트 및 시멘트 몰탈

- 1) 콘크리트나 몰탈 등의 무기질 소재는 시공 후 얼마동안 수분을 함유하고 있고, 또한 알칼리성분을 함유하고 있기 때문에 도장전에 충분히 양생이 되어야 하며, 콘크리트 표면의 적정 압축 강도는 180kg/cm^2 이상, 함수율은 9%이하, 적정 PH값은 7~9가 되어야 한다.
- 2) 도장작업전의 콘크리트 표면은 먼지, 모래, 유분등의 불순물이 없어야 하므로 고압 공기와 용제를 이용하여 완전히 제거하여야 한다.
- 3) 도료의 충분한 부착을 위하여 콘크리트 작업 및 양생과정에서 생길수 있는 레이턴스(Laitance) 및 매끄러운 표면은 샌드 블라스팅(Sand Blasting)등 기계적인 표면처리나 산처리로 완전히 제거하여야 하며, 산처리에는 5~7%의 염산(HCl)을 사용한다.

(2) 철재

금속면의 표면에는 언제나 기름때, 녹 등이 부착하여 있으며, 이러한 피도물에는 도장을 아무리 잘하여도 도장 후에 도막이 벗겨지거나 부풀음, 갈라짐등의 불량 발생하기 때문에 피도물의 바탕을 깨끗하게 하여야 한다. 금속면의 표면처리는 탈지나 인산피막 처리를 행하는 화학적 표면처리와 블라스팅 등 기계적 표면처리로 크게 나눌 수 있다.

1) 화학적 표면처리

① **탈지** : 금속면의 표면에는 녹막이 기름, 기계유, 절삭유, 압연유 또는 이러한 기름들의 분해물, 각종의 유지연마제, 손때등이 부착되어 있다. 이와 같은 이물질들을 제거하는 것을 탈지라 한다. 즉 탈지는 금속표면과 피막사이에 개재되어 밀착력을 나쁘게 하는 이물질들을 제거하는 방법이다. 탈지방법에는 용제탈지법, 알칼리 탈지법, 에멀전 탈지법, 전해 탈지법등이 있다.

② **탈청** : 금속표면에 발청한 녹을 제거하기 위하여 무기산(황산, 염산등)을 사용한다. 황산은 25%인 경우가 가장 큰 효과가 있으며, 보통 5~10% 정도에서 65℃ 전후로 가온해서 사용한다. 산세중에 산액속에 철분이 6%정도 녹으면 세정능력이 크게 떨어지고 산의 보급이 아무리 되어도 효과가 없다. 이때 그 철분을 황산철이나 산화철로 하여 제거하고 황산을 회수한다. 염산은 20%일 때 가장 효과가 크며, 보통 10~15%로서 상온에서 사용한다. 주물등의 모래를 제거하기 위해서는 불산(HF)을 2%정도 혼합한다.

③ **화성피막** : 화성피막은 “Conversion Coating” 이라고도 하며, 금속표면의 경우 화학반응의 결과로 표면에 형성된 일종의 부동태로 일반적으로 무기화합물이다. 전처리에 쓰이고 있는 화성피막은 인산염 피막(인산-아연피막, 인산-철피막)과 크로메이트 피막(크로미움 크로메이트 피막, 인산-Cr 피막)이 주류를 이룬다.

2) 기계적 표면처리

① **블라스트법** : 입자(모래, 강구 등)를 피가공면에 압축공기를 이용하여 가속분사, 원심투사시켜 녹 및 흑피를 제거하는 방법을 말하며, 분사하는 입자나 분사방식에 따라 그 방법을 분류하고 있다. 그 분류방식은 다음 표 4.4와 같다.

표 4.4 연마재의 종류와 분사방법의 종류

연마재의 종류에 따른 분류	분사방법에 따른 분류
• 샌드 블라스트법 (Sand Blast) • 쇼트 블라스트법 (Shot Blast) • 그릿트 블라스트법 (Grit Blast) • 커트와이어 블라스트법(Cut Wire Blast) • 소프트 그릿트 블라스트법(Soft Rat Blast)	• 파워 블라스트법(Power Blast) • 웨트 블라스트법(Wet blast) • 센트리퓨갈(원심) 블라스트법(Centrifugal Blast) • 진공 블라스트법(Vacuum Blast)

② **기계적 탈청(Disc Sander, Tube Cleaner)** : 전동기나 압축공기를 써서 고속 회전시켜 녹을 제거하는 방법이다.

③ **손 작업에 의한 탈청** : Scraper, Hammer, Wire Brush, 끌, Emery Cloth, 금강사(金剛砂), Sand Paper 등을 사용하여 손으로 흑피나 녹을 제거하는 방법으로, 녹의 완전 제거가 불가능하여 깨끗한 금속면이 얻어지지 않기 때문에, 이 방법으로는 노력을 들인 만큼의 도장효과가 나타나지 않으므로 좋은 소지조정 방법이라 할 수 없다.

3) 표면처리의 기준(등급)

강재면의 흑피나 녹의 제거 정도를 판정하는 기준으로 많이 이용되는 방법으로는 미국의 SSPC규격과 스웨덴 규격인 SVENSK STANDARD SIS 05 5900이며, SIS는 마감상태의 등급을 사진으로 규정하고 있다. 이 시각에 의한 기준은 표면처리시의 보조용으로 사용되며 구체적인 처리방법은 미국의 SSPC 기준을 따르고 있다. 이외영국규격협회의 BS 4232 규정과 국제 부식기사협회의 NACE, 일본선박연구협회의 SPSS에도 표면처리 규정이 있으며, 이들 각 규격의 표면처리 등급은 표 4.5.1~2와 같다.

① 처리전의 철강재 상태(Rust Grade) 규정

표 4.5.1 철강재 상태(Rust Grade)

(SIS 기준)

원 판 등 급	규 정
A - Grade	전면에 흑피(Mill Scale)가 완전히 부착되어 있고, 부분적으로 녹이 약간 발생하기 시작한 철강재면
B - Grade	적청이 발생하기 시작하고, 흑피(Mill Scale)가 인상편으로 들뜨기 시작한 철강재면
C -Grade	흑피(Mill Scale)가 발청으로 들떠서 Scraper로 제거할 수 있는 상태에서 육안으로도 작은 공식(Pitting Corrosion)을 볼 수 있는 철강재면

D - Grade	흑피(Mill Scale)가 발청으로 떨어져 나가고 육안으로 심한 공식을 볼 수 있는 철강재면
-----------	--

②표면처리 규격 비교(표 4.5.2 참조)

(3) 비철금속

비철금속의 표면은 철금속에 비하여 부식의 영향을 적게 받으며, 비철금속의 종류에 따라 다음과 같은 표면처리 방법이 있다.

1) **알루미늄과 그 합금** : 일반적으로 크로미움 크로메이트 피막과 인산-Cr 피막이 이용된다.

2) **아연과 그 합금** : 국내에서는 주로 인산아연 피막을, 외국의 경우에는(일본 제외) 크로미움 크로메이트 피막이 쓰이고 있다.

3) **니켈과 크롬** : 니켈이나 크롬 등으로 도금한 철강제품은 도장을 필요로 하지 않는 것이나, 도금 두께가 얇으면 도금부분이 발청하는 수가 있으므로 방청용으로 부착성이 뛰어난, 예를 들면 에폭시계 투명도료를 도장하는 경우가 있다. 이때 전처리로는 트리클렌 증기 세척법으로 탈지하는 것이 좋고 특별히 화성처리는 하지 않는다.

4) **주석 및 그 합금** : 주석은 도장이 힘든 금속중의 하나이다. 이에 대해 적절하고 완전한 처리법은 없으나 인산과 크롬산을 동일량으로 혼합한 액을 pH 2~3으로 유지하고 이것에 70~80℃로 가온하여 5분간 침지하는 방법이 많이 사용된다.

(MIL-STD-171A) 또한 에칭프라이머라고도 불리우는 워시프라이머(Wash Primer)를 알루미늄계, 아연계와 같은 비철금속재질에 전처리 하도로서 사용할 수 있다.

5) **구리 및 그 합금** : 이 금속 또한 도장이 힘든 금속이나 보통 알칼리 세척제로 탈지하고 방청처리 할 경우에는 크롬산을 주체로 한 처리액으로 90℃ 이상의 온도에서 수분간 가열처리하는 것이 좋다.

6) **Stainless Steel의 화성처리** : Stainless Steel은 함유되어 있는 크롬이 특수한 환경 이외에는 녹이 슬지 않으며 도장도 곤란하다. 도장 전처리로는 일반적으로 인산계 세척, 수세, 크롬산 처리의 공정으로 끝내는 수가 많으며, 화성피막에는 옥살산염 피막, 동피막 등이 있다.

표 4.5.2 표면처리 규격 비교표

표면처리 방법	SSPC	SIS	SPSS	BS4232	NACE	표준제청율
용제 세정 Solvent Cleaning	SP-1	-	-	-	-	-
수공구 세정 Hand Tool Cleaning	SP-2	St. 2	-	-	-	-
동력공구 세정 Power Tool Cleaning	SP-3	St. 3	Pt 3	-	-	-
화염 세정 Flame Cleaning	SP-4	-	-	-	-	-
완전 나금속 블라스트 세정 White Metal Blast Cleaning	SP-5	Sa. 3	Sh 3 Sd 3	BS-1	Na 1	99.9% 이상 (~ NIL)

일반 블라스트 세정 Commerical Blast Cleaning	SP-6	Sa. 2	Sh 1 Sd 1	-	Na 3	60% 이상 (~80)
브러쉬 블라스트 세정 Brush-off Blast Cleaning	SP-7	Sa. 1	-	-	Na 4	-
산세척 Pickling	SP-8	-	-	-	-	-
자연방치후 블라스트 세정 Weathering Followed by Blast Cleaning	SP-9	-	-	-	-	-
준나금속 블라스트 세정 Near White Blast Cleaning	SP-10	Sa. 2½	Sh 2 Sd 2	BS-2	Na 2	95% 이상 (~99)
Power Tool Cleaning to Bare Metal	SP-11	-	-	-	-	-
High & Ultra-High Pressure Water Jetting	SP-12	-	-	-	Na 5	-

- * SSPC : Steel Structures Painting Council (철강 구조물 도장 협회)
- * SIS : Swedish Standards Institution (스웨덴 규격 협회)
- * SPSS : Standard for The Preperation of Steel Surface Prieor to Painting
(일본선박연구협회, 도장전 강재 표면처리기준)
- * BS : British Standards Institution (영국규격협회)
- * NACE : National Association of Corrosion Engineers (국제 부식 기사 협회)
- * ()은 제청도의 최고 수치를 표시함.
- * 표준제청율은 The Society of Naval Architects and Marine Engineers에서
발행(1969.12)한 Abrasive Blasting Guide for Aged or Coated Steel Surfaces의 표준값
이다. 그리고 그 기준되는 소재의 상태에 따라 제청율은 변할 수 있다.
- * 제청도의 비교사진은 ISO 8501-1에서 표준화되어 볼 수 있다.

(4) 목재

도장시 목재의 함수율은 15% 이내가 되어야 하며 목재의 마디나 송진은 긁어내어 주고 약한 층이 남아있을 경우 용제로 벗겨 내거나 추천된 밀폐제로 밀폐하여야 하며, 도장을 위한 평활한 표면은 샌드페이퍼로 연마해 주어야 한다.

(5) 플라스틱

플라스틱 도장의 전처리방법에는 연마법, 용제탈지법, 약품처리법, 표면개질처리방법이 있다. 용제탈지는 상온탈지, 증기탈지법이 있고, 약품처리법은 알카리클리너 또는 크롬산혼합처리방법이 있으며, 코로나방전, 자외선조사, 가스불꽃처리, 광그래프트처리로써 표면개질처리하는 방법이 있으나, 보통 재질에 따라 ABS, PC, PS는 이소프로필알코올(IPA)로 세척하고 FRP, 나일론 등은 1.1.1 트리클로로에탄(TCE)으로 탈지 세척 처리한다.

4.5 도료 종류별 도막의 성능

도료의 일반적 도막성능은 도막형성 주요소인 합성수지에 의해 좌우되므로 도료의 성능 특성은 표 4.6과 같다.

표 4.6. 합성수지도료의 일반적 도막성능

수 지 성 능	알키드 수 지	아미노 알키드	SM변성 알키드	아크릴 수 지	니트로 셀룰로즈	에폭시 에스테르	페놀 수지	우레탄 수 지	비 닐 수 지	에폭시 수 지
------------	------------	------------	-------------	------------	-------------	-------------	----------	------------	------------	------------

내 후 성	◎	◎	○	◎	×	○	×	◎	◎	○
내 열 수 성	◎	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
내알카리성	×	△	△	○	×	○	○	△	◎	◎
내용제성(주1)	○	◎	△	△	△	○	◎	△	◎	◎
내용제성(주2)	×	×	×	×	×	△	◎	△	×	○
유 연 성	◎	○	○	◎	×	○	○	◎	◎	△
내 충 격 성	○	◎	○	◎	◎	◎	○	◎	◎	○
내 열 성	○	○	○	○	×	○	◎	◎	◎	○
색조 보유성	○	○	○	◎	○	○	×	×	○	△
광택	◎	◎	○	◎	○	△	△	○	△	×

주1) 지방족 탄화수소계 용제에 대한 것 ◎ : 우수 ○ : 양호
주2) 에스테르계 및 케톤계 용제에 대한 것 △ : 보통 × : 불량

도료종류별 주용도와 도막성능을 비교하면 대체로 표 4.7~4.8과 같다. 단, 도막의 상태에 따른 표면처리방법 및 하도, 중도, 상도간의 층간부착성 등에 따라 도막성능은 변할 수 있으므로 도료 제조회사의 추천에 따르거나 간단한 시험을 거친 후에 도장하는 것이 도장결함을 예방하는 안전한 방법이다.

표 4.7 도료의 종류와 성능비교

도 료	주 용 도	성 능									색상제한	가 격
		건조성	내수성	내산성	내알카리성	내NOX성	내SOX성	내광성	내열성	내용제성		
유성페인트	건축목재부·철재	×	△	△	×	×	×	△	△	×	無	低
알키드수지도료	교량·철구조물	△	□	□	×	×	×	○	□	×	無	低
페놀수지도료	화학공장철물	△	○	○	△	△	△	□	□	×	無	中
실리콘알키드도료	교량·철구조물	△	□	□	×	×	×	◎	□	×	無	高
실리콘수지도료	내열조건부위	△	△	□	△	△	△	○	◎	×	無	高
에폭시에스텔도료	철구조물	△	○	○	△	△	△	○	◎	×	無	中

염화고무도료	교량·탱크외부	○	○	○	□	○	○	◎	△	×	無	中
염화비닐수지도료	교량·수문·철구조물	○	◎	◎	○	◎	○	◎	△	△	無	中
역청질도료	지하매몰물	×	◎	○	○	○	○	×	×	×	有	低
에폭시수지도료	수문·철구조물	△	◎	◎	◎	◎	◎	□	○	◎	無	高
우레탄수지도료	교량·철구조물	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	無	高
탈에폭시도료	수관·수문·매몰물	△	◎	◎	◎	◎	◎	×	△	×	有	中
탈우레탄도료	수관·수문·매몰물	○	◎	◎	◎	◎	◎	×	△	×	有	中
유기징크리치도료	교량·수문·콘테이너	○	◎	×	×	×	×	○	○	○	有	高
무기징크리치도료	교량·수문·선박	○	◎	×	×	×	×	○	◎	◎	有	高

주) ◎ : 우수 , ○ : 양호 , □ : 약간 양호 , △ : 좀 나쁘다 , × : 나쁘다

표 4.8 각종 도료의 성능비교

도료의 종류	건조 과정	건조 시간	내후성	내휘발유성	내산성	내알칼리성	내수성	내열성	난연성	굴곡성	적용 장소			
											목부	철부	경금속	콘크리트
조합 페인트	상온 S	20	◎	△	△	x	◎	△	x	◎	◎	◎	○	△
유성 바니시	" S	10	△	△	△	x	◎	△	x	○	◎	◎	○	x
래커 클리어	" E	1	○	△	○	○	◎	△	x	x	◎	○	○	x
래커 에나멜	" E	1	○	◎	○	○	◎	○	x	○	◎	◎	○	x
하이솔리드 래커	" E	1	◎	◎	○	○	◎	○	x	○	◎	◎	○	x
페놀수지 도료	상온 S	10	△	◎	◎	○	◎	○	x	△	◎	○	○	x
멜라민수지 도료	소부 120 C°	0.5	◎	◎	◎	○	◎	○	○	○	x	◎	○	x
알키드수지 에나멜	상온 S	15	◎	◎	△	x	△	○	x	◎	◎	◎	○	x
초산비닐아크릴 도료	" E	1	○	◎	◎	◎	◎	○	◎	◎	◎	◎	○	○

아크릴 에멀전 페인트	상온 E	1	○	◎	○	○	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
비닐계 에멀전 페인트	" E	1	○	◎	○	○	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
에폭시 도료	" R	4	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
폴리우레탄 도료	" R	4	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
알루미늄 페인트	상온 S	15	◎	◎	△	x	◎	◎	○	○	○	◎	○	x	◎
염화고무 도료	" E	1	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎	◎	◎	◎	△	◎	◎
염화비닐 도료	" E	1	○	◎	◎	◎	◎	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
아스팔트계 도료	" E	1	△	◎	◎	◎	x	x	x	○	○	○	x	○	○

주 : S: 산화건조형 E: 증발건조형 R: 반응형 ◎: 양호 ○: 가능 △: 불충분 x: 불량

4.6 도장조건 및 도장방식

(1) 도장 조건

도장은 기후가 좋은 날씨에 도장해야 함은 물론이고, 다음과 같은 기후조건 일 때는 도장을 금해야 한다.

1)도장 후 건조나 경화시간이 장시간 소요되는 경우에는 온도가 낮은 기후일 때 (온도 5℃ 이하)

2)안개가 끼었거나 비나 눈이 와서 흐린 날씨일 때 (습도 85% 이상)

3)도장하고자 하는 표면에 습기가 응축되어 있거나, 도료가 건조되는 도중에 표면에 습기가 응축될 때 그러므로 일반적으로 도장할 수 있는 표면온도는 최소한 dew point(이슬점) 3℃ 이상 이어야한다. 대기 온도가 높을 경우에는 용제 증발 속도가 빠르기 때문에 퍼짐성이 나빠지며 핀홀(pin hole)이나 기포발생 또는 은폐력이 저하되는 경우가 있으니 주의해야 한다.

(2) 도장 방식

도료는 도장이라고 하는 수단에 의해 그 목적을 달성하는 것이므로 도료의 종류와 용도가 많아짐에 따라 도장에 관련되는 기기 및 설비의 종류가 많아지고 발전하게 되었다.

대체로 사용되는 도장 방법에는 붓도장, 로울러 도장, 에어 및 에어리스 스프레이 도장과 퍼티류에 적용되는 주걱도장등 여러 가지의 도장방법이 있다. 본 장에서는 여러 가지의 도료를 도장하는 다양한 방법에 대한 장점 및 주의점, 특징 등 도장작업에 영향을 줄 수 있는 사항들에 대해 서술하기로 한다.

1) 붓도장

붓도장은 오래전부터 사용되어 왔던 도장방법으로 원시적이면서도 극히 단순한 소형 도구이고 그 조작이 용이하므로 작업을 위해 특별한 설비가 필요없고 어떠한 형상의

피도물에도 손쉽게 도장할 수 있는 특징이 있으나 도장 시에 붓자국이 남게 되고 또

일일이 손으로 작업해야 하기 때문에 숙련이 필요하고 대량생산에는 적합하지 않다.

최근 각종 도장기기의 발달로 그 사용이 점차 줄고 있는 실정이다.

2) 로울러 브러쉬 도장

로울러 브러쉬(Roller Brush)는 로울러 도장에 사용되는 공구로서 원통형의 로울러

전체면에 도료를 묻혀 회전시키면서 도장하는데 천정이나 벽등 넓고 평활한 면에

도장하는데 능률적이며 작업성도 붓작업보다 대단히 뛰어난 도장법이다. 최근 공업적인 작업방법에 용이하도록 따로 도료를 가압하는 탱크를 설치하여 호스를 로울러에 연결하여 도료를 압송하여 연속적으로 도장할 수 있도록 한 압송식 로울러 브러

쉬도 있어 건축물의 외벽 도장에 편리하다.

3) 주걱 도장

주걱도장은 퍼티나 필러 등 하지도료의 하지 땀질과 눈메꿈 도장에 주로 사용되는 것으로 형태는 작업조건에 따라 삼각형, 사다리꼴, 원형 등이 있고 재료로는 나무주걱, 쇠주걱, 고무주걱, 플라스틱주걱 그 밖의 대나무주걱 등이 있다.

4) 써레(Rake) 도장

주로 콘크리트 바닥(Floor) 도장에 무용제형 도료인 자체 평활형(Self-levelling) 도료의 시공에 사용되며, 도장 면적과 도막두께를 계산하여 필요한 양만큼 바닥에 부어 써레로 바닥의 도료를 긁어가면서 시공하는 방법이다.

5) 에어스프레이 도장

에어스프레이(Air Spray) 도장법은 도장이 근대화된 최초의 도장법으로 건조가 빠른 래커계의 도장을 자동차도장에 사용한 것이 시초로 알려져 있다. 에어스프레이 도장은 지금까지의 붓도장에 비해 도막표면의 미려함과 작업능률이 뛰어난 현재 가장 많이 보급되어 있는 도장법이다. 그러나 너무 많이 스프레이 되므로 도료의 비산과 도료의 손실이 많은 것이 결점이다. 도료의 소모가 적으면서 대량생산이 용이하도록 한 정전도장과 하이솔리드(High Solid) 상태에서 도막이 두껍게 도장하면서 용제 소모가 적은 가열 스프레이(Hot Spary)도 있다.

6) 에어리스 스프레이 도장

에어리스 스프레이(Airless Spray)는 도료에 직접 압력을 가해 아주 작은 노즐로 미립화하는 방법으로 작업 능률이 좋고 고점도 도료 및 두꺼운 도막의 도장에 적당해 주로 선박, 컨테이너, 교량 등 대형 구조물의 도장에 사용된다.

특징으로는 다음과 같은 것을 들 수 있다.

- ① 더스트(Dust)의 날림이 적고 도료의 손실 및 도장실의 오염이 적다.
- ② 도료의 비산이 적으며 고점도 도료의 도장이 가능하고 1회 도장으로 두꺼운 도막을 얻을 수 있다.
- ③ 적은 동력으로 대량 분사가 가능하다.
- ④ 작업능률이 좋고 옥외 도장에 편리하다.
- ⑤ 도료의 분출량, 패턴의 크기에 따라 작업능률을 다르게 할 수 있다.

이상과 같은 많은 이점이 있는 반면 결점으로는 고급 마감도장, 공예적 제품에는 표면이 미려하지 못해 적용이 곤란하다. 그 외에 다액형도료 분사도장, 로울러 사이에 피도물을 통과시켜 도장하는 로울러 코터(Roller Coater) 도장, 커튼플로코터

(Curtain Flowcoater)도장, 훑어내기 도장, 솜뭉치 도장, 침지(Dipping)도장, 전착도장(Electrodeposition) 등의 방법이 있다.

5. 생산 및 사용상의 품질관리

5.1 생산방법

도료공업에 있어서 생산부문의 특징은 소량다품종 생산이다. 생산 형태별로 보면 래커, 에나멜, 에멀전, 에폭시, 우레탄, 아크릴 등 10여종 이상으로 분류되고 있으며, 따라서 제조설비도 각각의 품종에 따라 전용설비를 설치하여 1회 제조 시 수십 Kg에서 크게는 10 Ton을 초과하는 경우도 있다.

제조설비의 경우 동일한 품종이라도 상이 다른 제품을 제조하는 경우나 설비에 따라서는

세정이 곤란한 경우 그에 따른 전용설비를 설치해야 할 필요가 있다. 이상과 같이 제품이 다품종이기 때문에 사용 원료수도 수천가지에 이른다.

도료는 안료를 함유하지 않는 바니시나 클리어의 투명도료와 안료를 함유한 에나멜 등 착색도료로 나눌 수 있으며 그에 따라 제조공정도 나뉜다. 즉 투명도료의 제조공정은 대체로 간단하여 도막형성성분인 수지와 첨가제를 용제에 균일하게 혼합하는 '용해공정'과 원료 및 용해공정 중에 발생한 이물질을 제거하는 '여과공정'과 제품을 드럼 혹은 캔에 포장하는 '포장공정'으로 나뉜다. 이에 대하여 안료를 함유한 도료의 제조공정은 원료투입 및 혼합(Premix), 안료 분산(Dispersion), 안정화(Letdown), 용해, 조정, 검사, 여과, 포장공정으로 나뉜다. 필요시에는 검사 전에 '조색(Colormaching)공정'을 거친다.

5.1.1 도료의 제조공정과 제조설비

(1) 예비혼합(Premix) 공정

안료를 비히클(Grinding vehicle)에 습윤(Wetting)시켜 분산이 잘 되도록 하기 위해 안료와 합성수지 및 용제를 배합탱크에 투입하여 혼합하는 배합·습윤 공정이다. 이때 습윤제 또는 분산조제를 첨가제로서 투입하기도 하는데 안료는 도료배합표의 전량이 투입되지만 합성수지 및 용제는 배합량의 일부를 사전에 적당한 비율로 혼합한 비히클 상태로 만든 후에 안료를 투입하면서 혼합하게 된다. Premix 공정에서 사용되는 설비는 니다(Kneader), 디졸바(Dissolver) 등이 있다.

(2) 안료 분산(Dispersion) 공정

분산(分散) 공정은 도료제조에 있어서 가장 많은 에너지와 시간이 소요되며, 가장 중요한 공정이다. 안료가 비히클 중에 균일하게 혼합되고, 도료의 종류에 따라 안료의 분산의 정도가 달라지며, 분산설비에 따라 성능이 다르기 때문에 도료의 종류, 분산도, 제조량에 따라 안료 분산설비를 선택한다.

분산공정에서 사용되는 설비는 볼밀(Ball & pebble mills), 롤밀(Three-roll mill), 아트라이터(Attritor), 콜로이드밀(Colloid mill), 샌드밀(Sand & bead mills), 고속교반기(High-speed disk impeller) 등이 있다.

도료공업의 초기에는 대부분 롤러밀이 많이 사용되었다. 소량 작업하기에 편리하고 설비세척이 용이하기 때문에 도료 종류 및 색상교체에 따른 다품종 생산에 적합하다. 그러나 개방형이므로 용제 휘발에 따른 보건, 환경문제를 보완하여야 한다. 롤러는 주로 고정된 롤러 앞,뒤로 틈새를 조정할 수 있는 롤러를 나란히 붙혀 놓은 것인데 롤러의 원주속도비가 3:5:7로 되어 있어 그 사이로 배합된 밀베이스 분산되는 것이다. 밀베이스는 거의 페이스트(Paste)상태로 배합한다. 즉 점도가 높게 용제를 적게 사용하여 혼합한다.

볼밀은 밀폐되어 있고 일정시간 회전이 자동화되기 때문에 인력 소요가 적으나 색상교체 등이 쉽지 않으므로 한 종류의 도료를 연속 생산하기에 적합하다. 설비 가동시에 볼이 낙구될 때 소음이 많으므로 설비 설치시 주의를 요한다. 볼밀의 볼은 강구(Steel-ball)와 세라믹볼(Pebble-ball)이 사용된다. 흑색도료는 분산에너지가 많이 필요하므로 볼의 비중이 큰 스틸볼을 사용하고 백색도료는 볼의 오염이 적은 페블볼을 주로 사용한다. 요즈음은 많이 사용되지 않는다.

볼밀보다 보다 빠른 시간내 도료분산을 시도한 설비가 아트라이터이다. 볼밀은 분산용기 드럼이 회전하지만 아트라이터는 드럼은 고정되어 있고 분산용기내를 쇠막대기로 빠르게 휘젓는 식으로 되어있고 볼밀보다는 접촉 면적이 많은 자그마한 자갈(Ottawa sand) 또는 세라믹볼로 채워져 있다. 지금은 별로 쓰이지 않는다.

이제는 이 보다는 더 발전된 샌드밀(Sand mill)을 주로 사용한다. 샌드밀은 분산용기(Vessel)의 통이 좁고 길게 만들어 졌으며, 볼 대신 비드가 들어가 있고 여러 개의 디스크(Disk)가 고속으로 회전하여 빠른 시간 내에 대량 분산하도록 되어 있다. 분산용기가 초기에는 수직형이었으나 수평형으로 진화하여 함께 사용된다.

도료의 종류 및 색상에 따라 설비 세정의 어려움과 오염되는 정도가 다르므로 동일 설비를 사용하여 도료를 제조할 경우 혼용성이 없는 도료로 교체 할 때에는 더욱 주의를 요한다. 따라서 제조 일정계획 시 이 점을 고려하여 작업순서를 정한다. 백색 또는 흑색도료는 전용 설비를 사용한다. 현재에 가장 널리 쓰이는 분산설비이다.

(3) 안정화(Let down) 공정

분산에 의하여 얻어진 밀베이스(Mill base)에 갑자기 다량의 합성수지 또는 용제를 가하면 안료가 재응집 하기도 하고 수지가 석출되기도 하기 때문에 이것을 방지하기 위하여 밀베이스의 비히클 구성에 비슷한 비히클을 소량 혼합하여 교반하는 안정화 공정이다.

(4) 용해·충전 공정

분산 안정화한 밀베이스를 다시 합성수지, 용제, 첨가제 등 배합량의 미투입된 나머지 량을 가하여 충전(充填)하는 공정으로서 균일하게 교반하여 제품화 한다. 이 때 용제 중 일부 량을 보류하였다가 점도 등을 확인한 후 투입하고 필요시 제조 중 증발된 용제량을 추가로 가하여 점조를 조정하기도 한다. 이 공정에 사용하는 설비는 대부분 디졸바에 의한다.

(5) 조색 공정

분산공정 중 안료를 2종 이상 배합하여 분산하는 공분산(共分散)의 경우 요구하는 색상과 비교하여 차이가 나는 경우 조색을 하는 경우가 있고, 처음부터 소량을 제조할 경우 이미 안료의 색상별로 분산된 제품-원색(原色)-을 선택하여 혼합, 교반하여 목적하는 색을 만드는 경우도 있다. 이때 사용되는 설비는 주로 믹사(Mixer)라고 부르는 디졸바를 사용한다.

(6) 여과 공정

각 공정 중 혼입된 이물질 또는 투입되는 원료 중의 이물질 등을 제거하기 위하여 도료를 여과하는 작업을 말한다. 사용되는 설비는 체(sieve) 및 백(back) 또는 카트리리지 필터(Cartridge filter)를 사용한다.

(7) 포장 공정

최종제품을 검사한 후 합격한 경우 원하는 용기(주로 18L, 4L)에 포장하는데 대부분 여과와 동시에 이뤄진다. 대량의 경우는 자동포장기에 의하지만 소량의 경우 때때로 수동 포장도 행해진다. 이 때 정량 확인을 위하여 저울이 사용된다.

5.1.2 도료 종류별 제조공정

도료의 일반적인 제조공정을 5.1.1에서 설명하였지만 도료의 종류(품목)에 따라 원료 투입 시기와 제조 방식 및 제조설비가 달라진다. 즉 도료 종류별 제조공정은 다음과 같다.

(1) 래커 클리어 및 바니시(투명도료)

질화면(NC) 래커의 경우 질화면을 용제에 용해시켜서 만드는데 이때 스티프 등으로 용해탱크를 가온하는 경우가 많다. 또한 용제 중 진용제는 인화점이 낮고 공기 중에서 질화면의 폭발위험성이 있기 때문에 질소, 탄산가스 등 불활성가스를 용해탱크에 투입하여 공기와 치환하여 용해 작업을 한다. 질화면의 용해가 완료되면 알키드수지, 가소제와 소포제

등 첨가제를 가하여 충분히 교반한 후 검사, 여과, 포장하게 된다.
 질화면은 통상 알코올에 습윤시킨 상태로 저장, 운반시키지만 용해를 쉽게 하고 운반시의 화재위험성을 줄이기 위하여 질화면을 칩의 상태로 공급하는 경우도 있다.
 이와 같이 디졸바로서 용해공정을 주 공정으로 하는 도료는 바니시, 비닐수지(VMCH 등) 등의 투명도료와 천연수지(역청질 등)도료, 신나 등이 이에 속한다.

(2) 아크릴에멀전 수성도료

건축용에서 가장 많이 쓰이는 수성도료 즉 아크릴에멀전도료는 이산화티탄 및 체질안료를 분산제와 점증제, ph조정제, 물 등을 배합하여 고속 디졸바(High-Speed Disk Disperser)로서 분산한 후 아크릴에멀전수지 및 소포제 등의 첨가제와 물을 가하고 교반하여 점조를 조절한 후 검사, 여과, 포장한다. 이와 같이 유성도료는 분산 시에 수지가 투입되지만 수성도료는 안정화, 용해공정에 수지가 투입되는 것이 특징이다.
 대량 분산의 경우 원료투입이 자동화 되어 있다. 이를 위하여 이산화티탄 및 체질안료가 사일로(Cyilo), 벌크(Bulk) 혹은 슬러리(Sulury)로 투입되기도 한다. 분산공정 후 안정화 작업시 스톤밀(Stone mill)을 사용하기도 한다. 도료는 비중이 크기 때문에 포장, 적재, 운반 시에도 대체적으로 자동화 설비를 사용하는 경우가 많다.

(3) 알키드 에나멜(착색도료)

알키드, 아크릴, 에폭시, 우레탄수지 도료 등 대부분의 착색도료는 1.5.1에서 소개한 일반적인 공정을 거친다. 다만 도료의 특성, 제조량 등에 따라 분산설비가 달라질 뿐이다. 에폭시 및 우레탄 도료 등 2액형일 경우 안료가 배합된 주제는 착색도료 제조공정을 경화제는 투명도료 제조공정에 따라 개별적으로 제조되어 포장된다. 판매 시에는 주제, 경화제 세트(Set)로 공급된다.

5.2 사용상의 품질관리

5.2.1 품질기준

한국산업규격(KS)에서 건축용 도료에 관한 규격 46종을 표 5.1과 같이 표시하였다.

표 5.1 한국산업규격(KS)의 도료에 관한 규격 목록

	1종 합성수지 에멀전 도료 (외부용) 1급
KSM6010수성도료	1종 합성수지 에멀전 도료 (외부용) 2급
	2종 합성수지 에멀전 도료 (내부용) 1급
	2종 합성수지 에멀전 도료 (내부용) 2급
KS M 6020 유성도료	1종 조합 페인트 1급
	1종 조합 페인트 2급
	2종 자연건조형 에나멜 유광 1급
	2종 자연건조형 에나멜 유광 2급
	2종 자연건조형 에나멜 반광
	2종 자연건조형 에나멜 무광
	3종 알루미늄 페인트
	4종 아크릴 도료
	1종 광명단 조합 페인트 1류
	1종 광명단 조합 페인트 2류

KS M 6030 방청도료	1종 광명단 조합 페인트 3류 1종 광명단 조합 페인트 4류 2종 크롬산아연 방청페인트 1류 2종 크롬산아연 방청페인트 2류 3종 아연분말 프라이머 1류 3종 아연분말 프라이머 2류 3종 아연분말 프라이머 3류 4종 에칭프라이머 1류 4종 에칭프라이머 2류 5종 광명단크롬산아연 방청프라이머 6종 타르에폭시수지 도료
KS M 6040 래커도료	1종 래커 프라이머 2종 래커 퍼티 3종 래커 서페이서 4종 목재용 우드실러 5종 목재용 샌딩실러 6종 상도마감용 투명래커 7종 상도마감용 래커에나멜
KS M 6050 바니시	1종 스파 바니시 2종 우레탄 변성 바니시 3종 알키드 바니시
KS M 6060 도료용 희석제	1종 알키드 또는 페놀 에나멜 및 바니시용 2종 조합 페인트용 3종 니트로셀룰로오스 래커용 4종 아크릴 에나멜용
KS M 6070 분체도료	1종 강관용 에폭시 분체도료 2종 봉강용 에폭시 분체도료 3종 폴리에스테르 분체도료
KS M 6080 도로 표지용 도료	1종 상온형 도로 표지용 도료 2종 수용성 도로 표지용 도료 3종 가열형 도로 표지용 도료 4종 융착식 도로 표지용 도료

품질기준의 상세한 내용은 국가표준종합정보센터(www.standard.go.kr)에서 찾아볼 수 있다.

5.2.2 주요 품질시험

(1) 도장 전 도료의 시험

도료는 도장을 통하여 도막을 형성하기 위한 원재료에 지나지 않으며, 도장이라는 과정을 거쳐야 비로소 도료의 목적을 달성하게 된다.

도막 형성과정 및 그 후의 폭로과정에서 여러 가지 다양한 도막결함이 발생하며, 일단 도장결함을 일으키면 어떠한 고기능성의 도료라 할지라도 그 능력을 발휘할 수 없게 된다.

도장결함은 그 발생 시기에 따라서 도료상태에서 도장 전에 발생하는 것과 도장하는 과정에서 발생하는 것, 도장 후 즉시 발생하는 것과 도장 후 어느 정도 일정기간이 지난 후에 발생하는 것으로 분류할 수 있다.

먼저 "용기내의 상태" 시험(KS M 5000-2011)을 다음과 같이 뚜껑을 열고 봉으로 저어본 후 평가한다.

1) 안료 침전(Settling; Caking)

도료를 장기간 보관하면 일반적으로 안료와 전색제의 비중 차이에 의하여 안료가 침강한다. 이 현상은 방청도료 등 무기질계의 안료를 사용하는 경우에 많이 나타난다. 대책은 일단 용기 내에서 믹서 등으로 도료를 잘 혼합하는 것인데 원상태로 돌아가는 경우도 있지만 혼합하기 곤란한 정도로 케이크 상태로 되어있거나 도료의 성질상 원상태로 잘 돌아가지 않는 것도 있다.

2) 씨딩(Seeding)

주로 도료제조 공정 중에 생기는 결함이나 보관중 혹은 신나로 희석할 경우에도 발생하는 수가 있다. 밀베이스(Mill-base)나 고농도 안료 페이스트(Colorant)에 전색제를 가하거나 용제를 가하여 희석시킬 때 급격한 온도나 농도의 차이가 생기면 안료의 재응집 현상-씨딩-이 발생하게 된다. 따라서 도료의 보관은 상온(5~35℃)에서 보관하고, 분산계 용제와 전색제를 동일한 것으로 사용하면서 서서히 혼합시키면 씨딩 발생을 예방할 수 있다.

3) 피막(Skinning)

용기 속에 있는 도료의 표면에 피막이 생성되는 것으로 이 피막은 도료의 표면이 공기와 접촉하여 산화중합한 것이며 자연건조형 도료에서 일어나는 현상이다. 대책은 도료와 공기의 접촉을 피하도록 밀폐하는 등 보관에 충분히 주의하는 것이다.

4) 겔화(Gelling)

겔화란 도료가 저장 중에 전색제가 열을 받아 증점되어 젤리상태로 되거나 안료와 반응하여 시간이 경과함에 따라 점도가 높아져 응고되는 현상이다. 이 원인은 도료의 조성에 문제가 있을 수 있으나 도료를 차고 어두운 곳에 보관하고 용기는 완전히 밀폐하여 보관하여야 한다.

(2) 도장시 및 도장 직후의 평가

도료를 적당한 크기의 시편에 붓 또는 스프레이 도장하여 도막의 겉모양(KS M ISO 3668 참조)을 살펴 평가한다. 도장 시 붓자국, 흐름, 번짐, 색분리 등이 없는지 도장작업성을 체크하고, 도장 직후에는 핀홀, 백화 등이 없는지 육안으로 이상 유무를 살펴서 평가하고, 이상이 있을 때는 원인을 파악하여 대책을 세워 조치해야 함은 물론이다. 주요 결함과 대책에 대해서는 5.2.4"주요 결함의 문제와 방지대책"을 참고하기 바란다.

(3) 도막의 물성시험 평가

도장의 목적에 따라 평가항목은 달라지나 여기에서는 도막의 성질을 평가하는 일반적인 항목을 소개한다.

- 1)역학적 성질: 부착성, 경도(손상받기 어려운 정도), 신장율, 연마의 간편함
- 2)광학적 성질 : 색상, 광택, 은폐력
- 3)화학적 성질 : 내수성, 내산성, 내알칼리성, 내용제성, 침습성, 방청성
- 4)열적 성질 : 내열성
- 5)장기(長期)성능 : 내후성

이들은 모두 도막의 상태나 도장목적에 따라 시험법을 선택해야만 하는 것으로서, 확실히 적용할 수 있는 시험법은 없으나 KS M 5000:2009(도료 및 관련 원료의 시험방법) 등에 상세히 규정되어 있다. 여기에서는 주요한 몇 가지를 소개하면 다음과 같다.

① **부착성** : 도막이 소재 또는 하지(下地)면에 부착해서 잘 떨어지지 않는 정도를 밀착성(KS M ISO 2409; Cross-cut test), 드로잉테스트(Drawing test), 에릭센테스트(Ericshen test), 내충격성(KS M ISO 6272-1), 내굴곡성(KS M 5000-3331) 등으로 부착성을 시험한다. 간단하면서 많이 쓰이는 방법은 도막을 카트 칼로써 1~2mm 간격으로 바둑판처럼 긁고 그 위에 점착테이프를 붙였다가 힘껏 당겨 떼어내었을 때 떨어지지 않고 부착되어 있는 정도를 보고 판정한다. 100/100이면 가장 양호한 부착성이다.

② **은폐력** : 은폐력지 위에 일정한 도막두께로 도장하여 백면과 흑면의 은폐(隱蔽)되는 정도를 비교하여 보고 판정한다. 은폐력이 좋으면 은폐력지의 흑면이 보이지 않게 된다. 그 정도를 45° 0° 확산반사율을 측정하여 비율로 나타낸 것이 은폐율이다.(KS M 5000-3111 및 KS M ISO 2814 참조) 은폐력 측정은 KS M ISO 6504-1,3을 참고하기 바란다.

③ **방청성** : 내염수성, 내염수분무성으로서 방청성을 시험한다. 온도와 습도를 일정하게 유지하거나 순환하는 상태에서 5% 식염수로서 도막을 침적시키거나 분무하여 일정시간이 경과한 후 시편(녹이 빨리 쓸도록 시편을 X자로 칼로 긁는다)에 녹(Rust)이 발생한 상태를 보고 판정하는 것이다. 금속에 대한 염수분무시험은 KS D 9502를 참조하고, 순환부식조건에 대한 저항성 측정시험의 상세한 방법은 KS M ISO 11997-1~2 을 참고하기 바란다.

④ **내후성** : 옥외폭로내후성시험(KS M 5000-3241)과 촉진내후성시험(KS M 5000-3231), Q-UV시험(KS M 5982), 내자외선성시험(KS M ISO 8580)이 있다. 촉진내후성 시험장치의 광원에는 텅스텐 카본아크와 선샤인 카본아크(Sunshine carbon arc)(KS R 4069), 크세논아크(Xenon arc)(KS B 5549), 형광 UV로 구분 된다. 종전에는 KS도료의 시험방법에서는 텅스텐 카본아크를 사용하도록 하였으나 현장에서는 크세논아크가 많이 쓰이므로 2009년도에 개정, 허용하였다.

촉진내후성시험기(Weartherometer)는 일정한 크기의 챔버 내에 시편(KS M ISO 1514에 규정된 철판에 도장)을 걸어 놓고 자외선 발생 아크등을 켜면서 일정한 온도와 습도 또는 주기적으로 물을 뿌려 자연폭로보다 가혹한 환경을 조성하여 일정시간이 경과한 후에 도막이 퇴색되거나 광택이 소실되는 정도 및 도막의 손상된 정도를 살펴보고 판정하는 것이다.

상세한 내용은 자동차부품의 내후성시험 통칙(KS R 0021)을 참조하기 바란다.

촉진내후성 240시간 혹은 480시간이면 옥외폭로 1년과 유사하다는 보고가 있으나 도료의 종류, 촉진내후성시험기 종류와 자연환경의 조건, 특히 태양광의 일사량(日射量; Langley)이 중요 요인이며 자연폭로의 위치가 해안지역인지 공업지역인지 어딘지를 고려하고 충분한 비교 데이터가 있어야 유추가 가능하다.

5.2.3 품질보증

(1) 품질보증이란?

도장공사는 만약 품질이 나쁜 작업을 하여도 칠해버리면 그 시점에서는 얼마나 나쁜 정도인지를 모두 알아낼 수 없다는 특성이 있는 "특별공정"이다.

재도장의 품질은 도장 후의 마무리 품질과 함께 장기적인 내구성능이 평가되는 것이기 때문에 고객이 안심하고 작업을 맡기기 위해서는 5년 후, 또는 10년 후의 품질을 보증하는 것이 중요하다.

외장도장의 경우 초기에 발견되는 하자는 도장대상물에 대한 도료선택의 실수나

하지처리의 부적합 등의 작업실수가 원인이 되어 발생한다. 그 이후 10년 정도가 더 경과되면 노후화가 진행되어 안료의 퇴색이나 도막의 균열, 백아화가 발생하여 재도장을 필요로 하는 시기가 도래한다. 그리고 이와 같은 사고방식을 도입하여 재도장을 대략 10년 주기로 설정한 상태에서 초기고장을 뛰어넘는 일정기간의 품질보증을 실시하는 것이 된다. 최근에 들어 도료제조업체나 도장공사업체가 주택의 재도장사업에 적극적으로 임하게 된 결과, 5년 보증을 내세우게 되었다.

중전의 일반적인 보증수준은 금속하지재의 현저한 녹 및 도막 상의 현저한 곰팡이 발생에 대한 것은 2년, 도막의 이상한 부풀음, 균열, 박리, 변퇴색, 백아화는 5년으로서 보증기간 내에 하자가 발생하고, 그 하자를 시공자가 확인한 경우, 면책조건에 해당하는 경우를 제외하고 무상으로 보수하는 것을 약속하는 것이었다.

최근에는 고내구성 도료를 사용함으로써 보증기간의 장기화가 두드러지고 있어, 도막에 대하여 10년 보증을 내세우는 업자도 있으나 기술적, 이론적 뒷받침이 부족한 측면이 있다. 그리고 도료는 액상의 반제품이며, 제조업체가 의도한대로 시공함으로써 그 설계된 성능을 발휘할 수 있는 것이나, 다양한 현장의 환경 속에서 실시하는 재도장 작업의 경우는 그것을 지키는 것이 곤란한 경우가 많다. 또한 품질에 영향을 미치는 요인에 있어서 65%를 현장에 관련된 작업이 차지하고 있으므로 “도료의 조성”보다도 “시공”에 관련되는 요인이 품질에 미치는 기여율이 월등하게 높다. 따라서 완전한 품질보증을 실현하려면 “품질을 보증할 수 있는 확실한 시공을 실시할 수 있는 체제”가 이루어져 있어야만 한다.

(2) 도료 소요량 산정 및 도막두께 측정

도막의 품질보증을 위해서는 도료의 규정된 규격을 만족시켜야 함은 물론이다. 그러나 도료시험은 실제 현장경험에 의한 것보다는 대용특성인 경우가 대부분이므로 실제상황을 추정하는 것에 불과하므로 주의를 요한다. 따라서 시험데이터와 실제상황과의 축적된 경험이 중요하다.

또한 품질보증에 있어서 도장시방서에 명시한대로 도료의 선택과 건조조건, 도장순서 및 도장간격을 지키고 도막두께를 제대로 올리는 것이 가장 중요하다.

품질보증을 위하여서 도장감리사가 하는 일이 바로 그것을 준수하는가를 체크하는 것이다.

도막두께는 도료의 내구성 등 품질(성능)보증을 위한 가장 중요한 요소 중의 하나이다. 도막의 두께가 일정하게 골고루 형성되어야 하고 그러기 위해서 도료소요량 산정과 도막두께의 측정이 뒷받침 되어야 한다. 성능보장을 위한 도막두께(μm)가 정해지면 도포량(Kg/m²) 즉, 도료소요량(ℓ)이 정해지는 것이다.

도료선택과 도장시방(Specification)이 정해지면 도료 소요량을 다음과 같이 산정할 수 있다.

- 1) 고품분 용적비 (Solid Volume Ratio : SVR)
= 도료의 휘발분(%) × 도료비중 / 용제의 비중
- 2) 이론 도포량 (ℓ) = 건조도막두께(μm) × 도포면적(m²) / (SVR × 10)
- 3) 실제 소요량(ℓ) = 이론 도포량 × (1 + 예상도장 손실율)

예상도장 손실율은 도장방법에 따라 표 5.2에 따라 구한다.

SVR은 건조도막의 밀도측정에 의하여서도 구할 수 있다.(KS M ISO 3233 참조)

표 5.2 도장방법별 신나 첨가율 및 도장 손실율 도 장 방 법		
신나 첨가율 (%)	도장 손실율(%)*	
붓, 로울러 도장	10 ~ 30	10 ~ 15
에어 스프레이	20 ~ 40	40 ~ 70
에어 레스 스프레이	15 ~ 35	20 ~ 50
정 전 도 장	30 ~ 45	5 ~ 20
전 착 도 장	60 ~ 75	2 ~ 3

* 도장손실율은 피도면의 평활상태, 풍속(0~3 m/sec)등에 의하여 약간씩 증감이 있다.

도막두께측정은 도막이 두터운 중방식도장의 경우 습도막 상태에서 콤팩트이지, 휠게이지 등의Wet film gauge로 측정하여 건조도막두께를 다음의 공식으로 계산하고, 건조도막의 경우 도막두께측정기(thickness gauge)를 사용하여 10㎡당 5개소를 기본으로 측정한다. 1개소는 직경 4cm로서 3개 지점값을 1개소에서 측정한다. 기준도막두께에 대한 시공허용오차는 대체적으로 기준두께 100μm일 경우 75~175μm으로 한다. 도막두께 측정의 상세한 내용은 KS M ISO 2808을 참조하기 바란다.

$$\text{건조도막두께(td)} = \text{젖은도막두께(tw)} \times (\text{불휘발분의 부피(vs)} / 100)$$

5.2.4 주요 결함의 문제와 방지대책

(1) 도장시 하자과 대책

1) 붓 자국(Brush Mark)

도료를 붓 도장 할 경우 붓의 움직임에 평행하게 생긴 요철을 붓 자국이라 하며 일단 생긴 붓자국은 도료의 유동성이 나쁘면 그대로 남게 되고 도료의점도가 낮고 유동성이 좋으면 없어지기 쉽다. 때로는 레벨링(Levelling) 조제를 가하여 도막의 평활성을 개선시키기도 한다.

2) 패임(Cissing; Cratering)

평활한 도막면에 좁쌀~콩 크기의 패임 또는 물고기 눈 같은 것-흔히 하지끼라고 함-이 발생하는 현상으로서 흔히 도막결함의 중요한 원인이 된다. 유성도료나 NC래커와 같이 건조가 극단적으로 느리거나 빠른 경우에는 발생하기 어려우나 아미노알키드수지 수지계, 에폭시 수지계와 폴리우레탄계 도료 등에서 발생하기 쉽다. 또 도장조건이 고온다습하고 분진이 많은 하절기에 도장할 경우 세팅 중에 발생하기 쉽다.

대책은 도료액의 표면장력을 저하시키는 것인데 실리콘계 첨가제의 사용은 그 효과가 널리 알려져 있다. 그러나 첨가제의 종류나 양을 잘못 선택하면 오히려 역효과를 일으키므로 주의를 요한다. 패임 현상은 공기 중의 분진이나 스프레이 공기 중의 수분 등이 원인이 되므로 주위환경 및 도장설비의 청결을 유지하는 것이 중요하다. 또한 동일 도막층에서는 가급적 상용성이 좋은 도료를 사용하고 도료의 점도를 높여 사용하는 것도 한 방법이 된다.

3) 오렌지필(Orangepeel)

도료를 도장할 때 평활한 면이 되지 않고 굴썹질 같은 요철이 만들어지는 현상을 오렌지필이라 하는데래커와 같이 고분자량 성분을 유기용제에 용해한 속건성 도료를 스프레이로 도장할 때 많이 나타난다. 오렌지필은 도막의 미관을 해칠 뿐 아니라 도막의 노화 진행시에는 갈라짐의 원인이 되기도 한다.

대책으로는 실리콘 오일의 첨가가 효과적이며 고온, 과도한 통풍이 있는 장소에서의 도장, 증발이 빠른 용제를 함유한 시너의 희석, 흡수가 심한 하지에의 도장, 고점도 도료의 사용 등을 피하는 것이다.

4) 색분리(Flooding)와 색얼룩(Floating)

2종 이상의 안료로 유색도료를 제조하면 안료입자의 크기, 비중, 응집성이 다르기 때문에 도장시에 안료의 침강속도에 차가 생기고 그 때문에 도막의 표면과 하층의 색상이 다르게 된다. 이 현상을 색분리라 하며 도료면에 부분적으로 색상의 차가 생기는 현상을 색얼룩이라고 한다. 예를 들면, 회색 에나멜을 붓 도장 시에 카본블랙만이 응집하여 붓자국에 검은 줄을 만드는 것도 색얼룩의 일종이다.

대책으로는 도료제조시 전색제, 안료, 용제의 선택이 중요하며 적절한 색분리 방지제의 첨가에 의해 해결하는 경우가 많다.

5) 흐름(Sagging; Running)

수직면에 도장한 경우 도료가 흘러내려 줄무늬 모양으로 된 상태를 뜻하며 긴기둥 모양으로 흐른 것을 Runs, 커텐 모양으로 흐른 것을 Sags라 한다. 일반적으로 유성계 도료는 유동성이 좋고 용제의 휘발속도나 경화속도가 느리기 때문에 흐르기 쉽다.

대책으로는 휘발성이 빠르고 용제 증발이 좋은 신나의 사용이 생각되어 지나 도장 관리의 측면에서 볼 때 두텁지 않게 도장하는 것이 중요하며 스프레이 도장에는 시너의 희석비율, 건의 거리와 운행속도를 적절히 조절할 필요가 있다. 때로는 도료에 흐름방지제를 첨가하는 경우도 있다.

6) 은폐 불량(Lack of hiding)

은폐력이 적은 안료를 사용하였거나 투명성 도료를 사용하였을 경우, 또는 도료의 교반이 불충분한 경우, 도막이 얇은 경우 등 소지가 완전히 은폐가 되지 않은 것을 은폐 불량이라 한다.

대책은 동일 도료를 더 섞어 주거나 도장회수를 늘려 도막을 두텁게 칠해주고 도료의 장기저장을 피한다.

7) 번짐(Bleeding)

하도 또는 하지의 색이 상도의 도막에 스며 나와 상도도막의 색이 변하는 현상을 블리딩이라 한다. 적색 도는 마룬색의 도막위에 백색 도료를 상도로 도장한 경우 적색이나 마룬색이 배어나오거나, 도료표시용 도료를 아스팔트 위에 도장한 경우흑색이 스며 나오는 것이 바로 이 현상이다. 또 블리딩을 일으키기 쉬운 안료의 경우 도료면에 안료만 석출하는 현상이 있는데 이를 블루밍(Blooming)이라 한다.

대책으로는 블리딩을 일으키는 도료를 하도로 사용하지 말아야 하며, 하도도막을 완전히 경화시킨 다음 상도 도장을 하여야 한다. 상도 도장에 가능한 강용제 사용을 피하여야 한다.

(2) 도막의 결함과 대책

1) 핀홀(Pin hole)

도막면에 발생하는 바늘구멍을 핀홀이라 한다. 핀홀은 도료의 종류에 따라 발생의 차이가 있는데 속건성의 합성수지도료에 발생하기 쉽고 건조가 늦은 유성도료나 알키드수지도료에는 발생이 드물다. 핀홀은 고온다습하고 분진이 많은 경우에, 그리고 스프레이 도장 시에 발생하기 쉽다.

대책으로는 소량의 고비점 용제를 혼합 사용하든가 가열건조형 도료의 세팅시간을 연장하면 효과가 있다.

2) 백화(Blushing)

도막이 건조 도중 또는 건조 직후에 부옇게 되는 현상을 백화라고 한다. 또 습도가 높을 때 NC래커를 도장하면 도료 중에 함유되어 있는 용제의 증발에 의해 공기 중의 수분이 응축하여 도료중의 NC나 수지 등의 침전을 만들고 백화현상을 일으킨다. 고온다습한 경우, 증발이 빠른 용제가 많이 사용되는 도료일수록 백화현상은 현저해지며 도장시에 용해력이 나쁜 시너로 희석하면 백화의 원인이 될 수 있다. 이것은 신나 중에 배합되어 있는 용제중 용해력이 좋은 것은 먼저 증발하고 나쁜 것이 남으면 도료액 중의 고분자 성분이 석출하여 백화현상을 일으킨다.

대책으로는 건조가 늦은 리타더(Retarder)시너를 20~30% 섞어 쓰면 현저하게 상태가 좋아진다. 그러나 과량으로 사용하면 건조불량을 일으킬 염려가 있고 용해력이 나쁜 시너를 사용하면 건조과정에서 고분자 성분이 석출할 우려가 있으므로 유의해야 한다.

3) 광택 소실(Sinking; Clouding)

광택이 있어야 할 도료에 광택이 없든가 도막의 광택이 건조 중에 없어지든가 또는 광택이 얼룩지든가 하는 경우이다. 하도의 흡수력이 너무 심했을 때, 시너를 적게 희석하였을 때, 건조가 불충분한 하도 도막상에 도장하였을 때, 용해력이 강한 용제는 도료의 점도를 떨어뜨려 침투력을 증가시키고, 광택을 떨어뜨린다.

대책으로는 하도를 충분히 건조시킨 후 도장하고, 용해력이 약한 용제를 사용하며, 해당도료를 충분히 교반한 후 중복하여 도장한다.

4) 벗겨짐(Flaking; Chipping; Peeling)

도막이 피도물에서 벗겨지는 현상. 자연적으로 벗겨지는 경우도 있고 부착 불량으로 후가공이나 점착테프 사용시 벗겨지는 수도 있다. 발생 원인으로는 피도물에 왁스, 실리콘, 오일, 물 등이 잔존한 경우, 건조가 불충분하거나 과도하게 되었을 때, 혹은 도료 도장시 너무 저온일 경우와 시너의 휘발이 빠른 경우 등이다.

대책으로는 소지처리를 충분히 청정하게 하고, 규정의 온도에서 도장하고 정해진 시너를 사용하며, 규정대로 건조시킨다.

5) 메탈릭 얼룩(Metallic mark)

메탈릭도료(주로 알루미늄분 함유도료)를 칠했을 때 금속분이 균일하게 배열되지 않고 반점상, 물결모양 등을 만드는 현상을 뜻한다. 시너의 증발이 너무 늦을 때, 도료의 유동성이 너무 양호할 때 발생하기 쉽다.

대책으로는 한번에 두껍게 도장하지 말고, 스프레이 공기압을 높이고 도료의 유량을 적게 하며 스프레이 건과 피도면과의 거리를 다소 멀게 한다. 또한 시너의 증발이 가급적 빠른 것을 사용한다.

6) 균열(Cracking)

건조 도막이 갈라지거나 터진 현상을 균열이라고 한다. 균열은 도막에 일어나는 치명적인 결함으로 결과적으로 도막이 벗겨지게 된다. 원인은 하도도료가 너무 두껍게 도장되었거나 하도도막의 건조가 불충분할 경우 발생 된다.

대책으로서는 도장시방에 대한 사전검토를 충분히 하고 규정된 도막두께와 건조온도와 시간을 지키도록 한다. 특히 연속적인 냉기와 강한 자외선이 작용할 때와 피도물의 함유율이나 흡입이 많은 소재이거나 도료와 팽창율이 크게 상이한 소재의 경우 주의를 요한다.

7) 부풀음(Blistering)

도막의 일부가 하지로부터 부풀어 지름이 10mm 되는 것부터 좁쌀크기 또는 분산 불량과 같이 미세한 수포를 발생하는 것을 말한다. 이것은 도막 아래의 부식에 의하여 녹이 발생하는 전단계이거나 고온 다습한 상태에서 장기간 방치하였을 경우에 발생한다. 블리스터의 발생단계는 다음과 같다.

도면에 물의부착→투수(透水)→소지의 팽창→소지의 부식→도막의 노화→블리스터의 발생

대책으로서는 도면의 수연마 후 수세를 충분히 하고, 맨손이나 오염된 장갑 등으로 도면을 접촉하지 않아야 하며 규정의 온도로 가열건조 하고, 도장물의 보관 상태에 유의하여야 한다.

8) 녹(Rusting)

도막에 녹이 발생하여 오염, 부풀음, 벗겨짐이 생기는 현상이다. 발생 원인으로는 소지 조정이 불충분할 때, 하도가 너무 누출되어 과도한 경화가 되었을 때 또는 목재에 직접 수성페인트를 도장하였을 때나 콘크리트 면에 질산가스(NO_x), 아황산가스(SO_x) 등이 작용하여 탄산칼슘, 황산칼슘으로 변하게 하여 도막을 박리시키는 경우가 있다. 특히 도시의 자동차가스 공해 혹은 환경오염으로 인한 산성비에 의하여 발생하는 경우가 많다.

대책으로는 소지 조정을 철저히 하고, 미끄러운 금속면은 연마하여 도장하고, 규정된 도장 시방에 따라 하도와 상도를 선택하며 도장간격시간을 지킨다. 목재에는 유성도료를 도장하거나 수성도료를 사용해도 문제가 없는지 살핀 후 도장해야 한다. 공해로 인하여 발생하는 경우에는 내약품성이 강한 도료를 사용하거나 역청질 바니시로 도장해 보호하는 경우도 있다.

6. 재료 설계상의 고려사항

(1) 도막설계 시 고려사항

- ① 피도물의 종류(금속, 목재, 몰탈 등) 및 사용목적
- ② 피도물의 환경·입지조건(온도·습도, 지역, 방위, 부위 등)
- ③ 피도물의 표면상태(건조, 요철 유무 등) 및 도장표면 조정 정도
- ④ 시공방법, 공정(붓, 롤러, 스프레이, 시공시기, 작업성, 타 공사와의 관련 등)
- ⑤ 공사기간과 경제성(도료종류, 등급, 도장횟수 등의 관련)
- ⑥ 내구성과 도막두께
- ⑦ 색채조절과 관련성
- ⑧ 보수 도장시에는 하도, 중도의 도막에 대한 적합성여부 등

(2) 도장시공 전 및 도료사용 시 주의사항

- ① 도장 공정에 따른 필요사항을 사전에 철저히 준비한다.
- ② 도장을 행할 때 타 공사는 종료되어 있어 적절한 양생(건조)을 한다
- ③ 소지조정, 표면처리의 방법에 따라 녹이나 기름기 제거, 표면의 거칠기 정도를 관리한다.
- ④ 견본도판은 하도, 중도, 상도의 색은 다르면서 하도부터 순차적으로 진한 것이 좋다.
- ⑤ 도료는 사용전 잘 교반하여 균일하게 한 후 사용하고, 과도한 희석은 피한다.
- ⑥ 기온이 5 C° 이하이거나 상대습도 85% 이상에서는 도장을 하지 않는다.
- ⑦ 하도용 도료와 적합한 상도용 도료를 선택하고 층간밀착성이 양호해야 한다.
- ⑧ 보건환경, 안전위생, 화재위험 등에 대하여 사전에 검토하고 대비한다.

7. 제품의 종류와 특성

7.1 방청페인트(Rustproof paint)

금속에서의 철제용 하도도료로서 대표적인 것이 방청페인트이다. 일반적으로 방청도료라 불리며 사용되는 것은, 상도도료가 유성 및 유변성 합성수지페인트를 이용하는 경우에 있어서 녹 방지를 주목적으로 하는 하도도료이다.

방청페인트는 그 종류가 다양하기 때문에, 사용자의 입장에서 선택이 곤란한 경우가 자주 생긴다. 방청페인트의 종류는 녹방지 효과를 발휘하기 위하여 이용하는 녹방지 안료에 따라 분류된다.

① 광명단 조합페인트 (KS M 6030:2004 1종)

1종의 광명단 조합페인트는 1류에서 4류까지 나뉘어 있다. 산화납계 방청페인트로서는 가장 오래되었고 대표적인 방청페인트로서 밝은 오렌지색을 한 방청페인트로서 유명하다. 산화납의 주성분은 광명단(光明丹;사삼산화납(Pb_3O_4))과 일산화납(Litharge : PbO)이며, 산화납방청페인트의 장점은 도막이 단단하고 부착성이 양호하며, 부식성 이온이나 가스의

투과속도가 작아 방식성이 크다는 점이다. 단점으로는 산화납안료의 비중이 커서 도포량이 많고, 작업성이 약간 나쁘며, 건조가 느리다는 점이 있다.

용도로서는 철구조물, 교량 등 폭 넓은 분야에서 사용할 수 있으나, 주로 대형 강구조면에 많이 사용된다.

1종 1류는 광명단 안료분을 많이 사용하여 방청력이 가장 좋으며, 고가이다. 또한 가장 무겁기 때문에 취급에 주의를 요한다. 2류는 방청 보조안료로서 산화철분을 함께 사용하여 적갈색을 띄며 경제성을 고려하였다, 3류는 건조시간을 빠르게 규정하고 있으므로 페놀수지를 전색제로서 도입하는 경우가 많아 내수성이 양호하며 방청력도 우수하다. 4류는 1류에 비하여 광명단분과 비휘발 전색제분을 1류에 비하여 줄인 것으로 불휘발분이 적기 때문에 막이 얇으나, 마무리성이 양호하다. 또한, 철면의 소지를 최대한 청정하게 한 경우에는 강고한 도막을 형성하여 녹방지 효과를 충분히 발휘한다. 그러나 막이 얇기 때문에 오래 동안 방청도막인 채로 방치해 두기에는 부적합하며, 층간 부착성이 저하되거나 방청효과를 상실하는 경우도 있다. 사용부위는 강제건구(鋼製建具)나 각종 건축철물 외부용(Exterior)에 사용된다. 이와 같이 1류에서 4류까지 그 성질이 다르기 때문에, 어떠한 것으로 할 것인가는 가공 부위의 요구 성능이나 공사기간 등을 고려하여 선택한다.

② 크롬산아연 방청페인트 (KS M 6030;2004 2종)

KS에서 규정되어 있는 방청페인트 중에서 수지바니시를 사용하는 것으로는 이 크롬산아연(Zinc Chromate)을 녹방지 안료로서 사용하는 것을 들 수가 있다. 징크 크로메이트는 각종 복염의 형태를 하고 있으며, ZPC계(징크 포타슘 크로메이트)와 ZTO계(징크 테트라옥시 크로메이트)가 있다. 징크 크로메이트는 그 안료가 물에 용해되는 특성이 있고, 특히 ZPC계는 물에 녹기가 쉽다.

징크 크로메이트 방청페인트는 징크 크로메이트가 유지와의 반응성이 커서 도료의 안정성이 떨어지기 쉬우며, 수용성이자 그 반응성이 높아서 장기간 방청페인트의 도막인 채로 방치할 수가 없기 때문에 수지바니시를 전색제로 사용한 타입으로서 1류와 2류의 2종류가 있다. 그 특성을 파악하여 선택 및 시공에 착오가 없도록 해야 한다. 1류은 이산화티탄(Titanium dioxide)을 배합한 황색계의 색을 하고 있고, 아연도금강제 또는 경금속제의 구조물용으로서 사용되며, 2류는 산화철이 배합되어 있고, 철강제품용으로 사용되고 있다.

특성으로서는 비중이 작고 건조성 및 방청력이 우수하며, 방청페인트로서는 저장안정성이 양호하다는 점이다.

아연도금면에 대한 방청페인트에 있어서 납계 방청페인트의 경우는 납계 녹방지 안료가 침입하는 수분에 의해 아연의 용출이 촉진되고, 녹이 스는 것을 조장하기 때문에 부적당하다고 여겨지고 있으나, 징크 크로메이트 안료는 아연면과 반응하지 않고 보호하는 효과가 있어, 아연도금면용으로서 적합하다.

그러나 최대의 결점으로서, 징크 크로메이트가 수용성 안료이기 때문에 오목한 곳, 배수가 나쁜 곳, 높은 습도조건 하에서는 사용을 피해야 한다. 이와 관련하여 자주 발생하는 문제로서 집합주택의 강제도어 내면에서의 박리현상이 있다. 이 현상은 그 표면이 결로하기 쉬운 조건에 있고, 이로 인해 징크 크로메이트 방청페인트를 도장한 면에 상도를 실시한 경우에 항상 결로수가 존재하여, 그 물의 작용을 받아 박리가 진행되기 때문에 발생한다.

용도로서는 이와 같은 조건에 있지 않는 장소에서의 옥외구조물 강제건구, 철강제품 등에 사용되고 있다.

③ 아연 분말 프라이마 (KS M 6030;2004 3종)

아연분말 프라이마(Zinc Rich Paint)는 그 실용성 때문에 증방식의 도장공정에 있어 반드시 필요한 도료로서 사용되며, KS에서도 1~3류로 규정되어 있다.

아연과 철의 이온화 경향 차이 때문에 아연이 녹아 방청효과를 보이는 대표적인 것으로는

아연도금이 있으나, 징크 리치 페인트는 칠하는 아연도금으로서 개발되어 우수한 방청력을 보인다. 그러나 도막 속에 아연(징크)을 다량으로 배합해야 하므로 사용상의 주의사항이 있고, 이를 준수하여 시공하지 않으면 사고가 발생하기 쉽다.

징크 리치 페인트는 그 전색체가 무기계인 것과 유기계인 것이 있다. 무기계는 알킬실리케이트를 이용한 것으로, 이것은 가수분해에 의해 생성된 실리카겔과 아연이 반응하여 규산아연의 피막을 형성한다. 모두 1액 1분말 형이기 때문에 시공 시에 혼합하여 사용하며, 가사시간에 대하여 주의해야 한다. 유기계의 경우는 특수한 경우를 제외하고는 대부분이 소지와와 접촉력이 우수한 에폭시수지를 이용한 에폭시 징크 리치 페인트이다.

모두가 그 성능이 매우 우수하며, 특히 몰수부(沒水部)에서는 다른 방청페인트에서는 얻을 수 없는 성능을 발휘한다. 또한 손상부에서 녹이 진행되는 것을 방지하는 특성이 매우 우수하다.

그러나 사용상 많이 주의해야 할 점이 있다. 특히 철면에 녹이나 부착물이 존재하면 극도로 부착성이 나빠지기 때문에, 철면의 소지조정에 있어 녹제거를 완전하게 실시할 필요가 있다.

징크 리치 페인트면에 상도를 하는 경우, 상도도료의 부착성이 나빠지기 쉬워서 “부풀음”, “벗겨짐”이 발생하는 경우가 있고, 특히 유성계의 상도도료에서 발생하기 쉽다.

④ 에칭 프라이머(Etching primer; KS M 6030;2004 4종)

도료는 금속의 종류에 따라 극도로 부착성이 나빠지는 경우가 있다. 그 대표적인 것으로는 아연도금면으로, 합성수지조합페인트 등의 유변성 도막을 직접 도장하면 아연과 반응하여 아연비누가 생기고, 이것이 도막과 금속과의 사이에 생성되어, 시간이 경과하면서 도막의 부착성을 저하시켜 박리가 될 때까지 진행된다. 또한 물리적으로는 아연도금면의 표면이 매끄럽기 때문에 부착력이 잘 발휘되지 못한다.

이와 같은 이유 때문에, 부착성이 불량해지는 금속과 도막 사이에 들어가, 금속표면을 화학적으로 처리해 금속표면을 변화시키면서 도막을 형성하여 부착성의 향상을 주된 목적으로 하는 도료로서, 에칭 프라이마가 개발되었다. 에칭 프라이마는 워시 프라이마(Wash Primer)로도 불리며, 대표적인 금속표면처리도료이다.

에칭 프라이머는 부티랄수지, 징크 크로메이트, 인산, 알코올, 물 등으로 이루어져 있으며, 주로 2액형으로 되어 있다.

에칭 프라이머는 KS M 6030 4종에 따라 1류, 2류의 2종류로 규정되어 있다. 1류는 일반적으로 단기폭로형이라 불리며, 건축도장에서의 알루미늄이나 아연도금 등의 도장 공정에 이용되는 것은 대부분이 1류이다.

1류의 특성은 부착성의 향상과 일시적인 방청효과가 있는 도막을 형성한다고 되어 있으나, 도막자체가 얇고 내수성이 양호하지 않기 때문에, 장기간 폭로하는 것은 위험하다. 따라서 부착성을 이용하면서, 30분 이상 24시간 이내에 다음 공정의 도장을 실시해야만 한다. 사용하여 효과를 볼 수 있는 금속은 철, 아연, 주석, 알루미늄 등이며, 부착성이 불량한 염화비닐계 에나멜을 각종 금속에 도장하기 위해서는 반드시 필요하다.

2류의 특성은 일반적으로 장기폭로형이라 불리는 것으로, 전색제로서 페놀계수지를 사용하여 내수 및 내후성을 양호하게 하였기 때문에, 에칭 프라이머만으로 장기간 방치할 필요가 있는 대형철구조물 등에서 녹제거 후의 습 프라이머(Shop primer)로서 많이 사용된다. 한편 2~3개월 정도 방청력을 가지기는 하나, 최대한 단기간 안에 상도를 실시하는 것이 좋다.

⑤ 광명단 크롬산아연 방청 프라이머 (KS M 6030;2004 5종)

방청안료를 징크 크로메이트와 산화납을 조합하여 수지바니시에 분산시킨 것이다. 두 안료의 특징을 겸비하고 있기에, 철골이나 건축자재 등에 사용되어 매우 우수한 성능을 발휘하며, 속건성 방청페인트로서 많이 사용된다.

그러나 완전하게 징크 크로메이트 안료의 특성이 사라지는 것은 아니기 때문에, 수용성이라는 점에 대해 주의해야 하며, KS에서도 수지바니시 타입만이 설정되어 있다.

⑥ 2액형 타르에폭시수지 도료 (KS M 6030;2004 6종)

에폭시수지에 상용성이 있는 콜타르를 전색제의 50~75%의 비율로 에폭시수지 속에 포함시키고, 폴리아미드나 폴리아민 등을 경화제로서 이용하는 2액형의 도료로서, 흑색 또는 어두운 색을 띠고 있으며, 방식(防飾)을 목적으로 하고 있다. 성능적으로 내용제성이나 내열성이 떨어지나, 가격적으로는 후막형으로서 내약품성 및 부착성과 변형성이 뛰어나, 수몰부(水沒部)와 토중부(土中部) 등의 설비관계에 많이 이용된다.

⑦ 납 및 크롬프리 방청페인트

지금까지 긴 역사와 실적을 바탕으로 하여 녹방지 안료의 대표로서 사용되어온 납이나 크롬계 안료는 공해발생원이 되기 쉬웠기 때문에, 고품질의 안전한 녹방지안료의 개발이 요구되었다. 그리고 최근에는 유럽의 각국에서 인산염계 안료로서 인산염아연 및 트리폴리인산 알루미늄 등의 안료를 이용한 도료가 많이 사용되고 있다. 그 품질은 국내 도료메이커의 카탈로그나 JIS K 5673 를 참조하기 바란다.

⑧ 운모상(雲母狀) 산화철(MIO) 도료

운모상산화철(Micaceous Iron Oxide : 약칭 M.I.O)을 주된 안료로서 사용하는 도료로서, MIO가 비늘모양의 결정을 하고 있기 때문에 내후성, 내약품성, 내열성이 크다. 또한, 도막 속에 층상으로 겹치는 성질이 있어서 수지분의 열화외력(劣化外力)인 자외선의 투과나 수분의 침투를 차단하는 기능을 가지고 있다. 도막표면은 과도하게 거칠어서, 덧칠의 층간 부착성을 저하시키지 않는 성질을 가지고 있다.

도료의 종류는 대표적인 것으로서 페놀수지바니시를 사용한 타입(JIS K 5554)과 에폭시수지바니시를 사용한 타입(JIS K 5555)의 2종류가 있다. 색은 MIO 특유의 색인 깊은 회색(다크 그레이)를 띠고 있다.

⑨ 기타 각종 방청페인트

각종 방청메커니즘에 의해 품질설계가 이루어지는 가운데, 특징이 있는 타입으로서 KS 등의 표준화가 이루어져 있지 않은 실용성이 높은 2, 3 종류에 대하여 소개한다.

(i) 변성 에폭시수지 프라이머

에폭시수지를 로진유도체 등의 저분자량의 변성수지로서 이용해 소지의 침투성을 좋게 만들어, 불완전한 소지 조정면에도 에폭시수지 도료의 도장공정을 이용할 수 있게 한다.

또한 도막 자체도 온화해지고, 재도장에 있어 이전 도막의 종류에 대하여 많은 타입의 도장공정을 실시할 수 있어서, 고도의 방식성이나 내구성을 가지는 도막으로 품질을 향상하는 경우에 하도용으로서 사용할 수가 있다.

즉 이전 도막에 대하여 각종 상도도료를 도장할 수 있는 점 때문에 건설부나 주택공사 등의 개보수공사에 많이 사용된다.

(ii) 침투성 방청페인트

철에 발생한 녹을 충분히 제거한 후에 방청페인트를 도장하는 것이 철면의 도장에 있어 기본이나, 건축을 비롯하여 각종 구조물에서는 부위나 그 형상에 따라 철면에 부착되어 있는 녹이나 흑피를 제거하는 것이 곤란한 경우가 있다. 이와 같은 경우, 녹을 지나치게

강제적으로 제거하면, 오히려 소지를 불량하게 하거나 비용이 높아지기 쉽다. 이와 같이 불충분한 제거에서도 충분한 녹방지 효과가 있는 도료로서 개발된 도료가 침투성 방청페인트이다.

침투성 방청페인트의 특수침투액이 도료 속에 배합되어 있고, 이 액이 녹 내에 침투하여 녹을 경화시켜 부동태화한다. 그리고 이와 동시에 방청안료가 작용하여 불활성화되는 작용을 가지게 한다. 이 경우, 사용방법에 있어 표면층에 있는 취약한 녹은 녹제거를 실시할 필요가 있으며, 불충분한 상태로는 그 효과가 발휘되지 않는다. 한편 이들 방청페인트는 방청페인트 중에서도 특수한 부류이고 개발 중인 제품도 있으며, 그 성능에 있어 제조업체 간의 차이가 크기 때문에, 도료의 선택에 있어서는 주의해야 한다.

7.2 합성수지 조합페인트 및 자연건조형 에나멜

합성수지조합페인트는 유성조합페인트의 전색제가 보일유이기에 후막으로 도장할 수 있으나, 붓 자국이 눈에 띄고 광택이 낮으며 건조가 느린 등의 단점을 가지고 있다. 장유 및 초장유의 알키드수지를 이용한 도료인 합성수지조합페인트의 품질은 **유성도료(Solvent-based paints)**로서 KS M 6020:2004에 규정되어 있으며, 용도별로 4종류로 분류되어 있다. 1종은 조합페인트로서 주로 건축물 및 철강구조물의 중도와 상도용으로서 사용한다. 2종은 자연건조형 에나멜로서 유광, 반광, 무광으로 나뉘어 품질기준이 마련되어 있고, 1종과 2종의 품질차이를 보면, 1종은 유장이 보다 긴, 즉 유지의 함유량이 많이 배합되어 있다. 특히 이는 교량 등과 같이 대형구조물의 공사에 있어서 공사기간 관계상 중도상태로 방치되어 수개월 후에 상도를 실시하는 경우에 상도와와의 층간 부착성이 저하되지 않도록 건조속도가 느린 조성으로 되어 있다. 따라서 1종과 2종의 가장 큰 품질의 차이는 반경화 건조의 시간이 다르다는 것이다. 이 건조시간은 방청페인트 KS규격의 1종과 2종과 서로 같은 관계에 있음을 알아둘 필요가 있다.

건축공사의 경우, 특별한 이유가 없으면 1종이 많이 사용되며, 중도와 상도도 동일한 도료로 시공할 수가 있다.

합성수지조합페인트(KS M 6020 1종, JIS K 5516)은 유성조합페인트(JIS K 5511)에 비하여 광택이 좋고 붓 자국이나 홀러내림이 적어, 매끄러운 도막을 얻을 수가 있다. 또한 건조시간이 빠르고 건조도막이 단단하여, 오염물의 부착이 적으며 내후성 및 내유성도 양호하다.

다만 단점으로서 내알칼리성이 떨어지고 장시간의 내수성이 그다지 양호하지 않기 때문에, 콘크리트, 모르타르와 접하는 면이나 장기간 연속적으로 수몰되어 있는 부위의 금속부에는 사용하지 말아야 한다.

일반적으로 **자연건조형 에나멜**이라고 부르는 **KS M 6020 2종(JIS K 5572 프탈산수지에나멜)**은 중유성 알키드수지가 주성분이며, 건조시간이 6~16시간 정도로서, 광택이 있고, 도막의 물리성능이 우수하며, 내후성 및 부착성도 양호하다. 단점으로서 내약품성, 내알칼리성이 약간 떨어지는 성질이 있어 사용할 때에 주의가 필요하다. 용도로서는 건축, 차량, 기계 등의 금속, 목재부 등에 널리 사용되고 있다.

KS M 6020 3종 알루미늄페인트는 페놀변성수지에 리핑 타입(leafing-type) 알루미늄페이스트(Al-paste)를 안료로서 사용하여 은색을 띄며 내약품성, 내열성이 양호하여 공장설비, 파이프라인 등의 도장에 사용된다.

KS M 6020 4종 아크릴 도료는 내후성, 내수성, 내알칼리성, 광택이 양호하여 슬레이트 및 기와용 도료로 많이 사용되며, 비닐계 아크릴수지 도료 반광(半光)은 시멘트폴탈 벽면의 낙서방지용, 걸레받이용으로 많이 쓰이며, 본타일이라 불리는 무늬형성도료 상도로서도 사용된다.

7.3 합성수지 에멀전 페인트

건축에 있어 가장 많은 도장부위는 벽면이며, 여기에 사용되는 대표적인 도료는 합성수지에멀전 페인트(KS M 6010;2004)이다.

건축용 도료 중에서는 가장 일반적인 도료로서 아크릴계가 고급품이고 아세트산비닐계가 보급품으로서 여겨지고 있었으나, 최근에는 아크릴계라고 하여도 100% 아크릴공중합체를 사용한 도료는 거의 시판되고 있지 않다. 즉, 아크릴과 아세트산비닐의 공중합체가 주로 시판되고 있으며, 그 내용에 따라서는 아크릴계라기보다 아세트산비닐-아크릴공중합체라고 하는 편이 좋을 정도로 아세트산비닐의 함유량이 높아도 우수한 성능을 발휘하는 도료가 시판되고 있다.

또한 합성수지에멀전 페인트의 품질을 선택하는 경우에는 KS 규격에 의해 분류되어 있는 사용부위별로 외부용과 내부용에 따라 선택할 필요가 있다. 최근에 들어, 성능은 KS에서의 외부용이나, 마무리성이 뛰어난 점을 요구하는 내부용으로서 설계된 내외부용 도료가 시판되고 있는데, 이 도료를 엄격한 조건이 요구되는 외부용으로는 가급적 사용하지 말아야 한다. 일반적으로 이들 범용적인 도료는 경제적인 면이 우선시되어 품질이 떨어지는 경우가 있기 때문에 주의가 필요하다.

예전부터 합성수지에멀전 페인트는 형성된 도막에 유연한 점착성이 남아 더러워지기 쉬워서 이를 방지하기 위해 안료분이 많이 배합된 품질설계가 이루어지고 있었다. 따라서 형성되는 도막은 광택이 없어지게 되어 광택 있는(유광택) 도막에 대한 도료의 개발이 요구되어 유광택(有光澤) 합성수지에멀전 페인트가 출현하게 되었다.

유광택 합성수지에멀전 페인트는 경질의 모노머를 이용하여 합성된 합성수지에멀전으로 도막이 이상적으로 연속된 도막이라면 경질이기 때문에 내수 및 내알칼리 등의 성능은 일반 합성수지에멀전 페인트보다 뛰어나며, 용제형의 아크릴이나 비닐계 도료용 수지와 비교하여도 중합도가 높아서 우수한 내후성을 발휘할 수 있다.

유광택 합성수지에멀전 페인트의 용도는 종전에 용제형의 비닐 및 아크릴수지도료가 사용되고 있던 외벽, 옥실, 부엌 등의 벽면, 천장 등에서 사용되며, 특히 외벽면에 대해서는 각종 복층도장재나 후막마무리도장재(스투코(Stucco))의 상도가 되는 마무리재의 표준사양으로서 많이 사용되고 있다.

유광택 합성수지에멀전은 용제형 도료의 용제에 의한 중독이나 공해 등의 단점에 대응하기 위한 수계화 도료의 대표적인 도료로서 주목을 받고 있으며, 품질에 대해서는 JIS K 5660 유광택합성수지에멀전 페인트를 참조하기 바란다.

7.4 다채무늬(Multi-color) 도료

일회도장으로 2개 이상의 분리된 색채가 도장되어 다양한 색상과 외관을 부여하는 도료이다. 도장면의 색표면 상태에 변화를 주어서 색다른 도장효과를 올릴 목적으로 사용되며 페인팅 및 실내장식 효과를 동시에 얻을 수 있다. 종전에는 수용성 래커타입으로 냄새가 있었으나 현재는 저취형의 수용성 아크릴타입이 고급형으로 채택되고 있다.

내오염성이 뛰어나 가벼운 세척으로 깨끗한 상태를 유지할 수 있다. 또한 불연성으로 내구성이 크며 유연성이 좋아 갈라지거나 금이 가지 않고 색상의 변화나 탈색이 거의 없다. 내부마감재로 스프레이로 시공하며 실내 및 가구 금속, 플라스틱 등 다양한 부위에 시공이 가능하다.

7.5 바닥재 도료

일반적으로 건축도장이라면 구조물의 벽, 천정 및 각 개소의 도장만을 인식해 왔다. 그러나 산업이 첨단화되고 정밀화되는 요즈음에 와서는 구조물을 지탱하고 있는 바닥의 기능이 중요시 되고 있다. 이 바닥은 구조물을 지탱하면서 각종의 산업활동을 수행하는 공간으로 사람, 기계, 여러 가지 화학물질 등에 의한 끊임없는 자극을 받고 있는 곳이기도 하다. 이러한 여러 자극에 의해 바닥에서 발생하는 분진은 인체와 생산제품에 해를 주는 주요인이 되기도 한다. 바닥도장은 콘크리트나 시멘트 모르타르와 같은 구조물을 충격이나 약품 등과 같은

화학물질로부터 보호한다는 기본적인 목적을 최대한 수용함은 물론 방진이라는 특별한 기능을 부여받고 있다. 여기에 더 발전된 미관부여의 측면에서도 더욱 발전을 계속하고 있다.

각 조건에 의해 박막형(薄膜形)과 후막형(厚膜形)의 사용 구분이 있고, 또한 후막형은 경도가 다른 것도(단단한 것부터 부드러운 것까지) 여러 가지 있으며 사용 장소·조건(경제성 등도 포함 된다) 등에 의해서 사용하는 것도 달라진다.

바닥용 도료의 종류는 용도별, 재료별로 분류할 수 있다. 용도별로는 공원, 운동시설, 전자부품/반도체 공장, 화학 실험실, 컴퓨터제어실, 크린룸, 공장, 창고, 사무실복도 등으로 구분할 수 있다. 재료별로는 1액형과 2액형 도료로 분류할 수 있으며, 1액형에는 아크릴계 수지도료가 해당되며, 2액형에는 에폭시계, 우레탄계, 불포화폴리에스테르계 수지 도료가 포함된다.

1액형인 아크릴수지계 및 불포화폴리에스테르수지계는 에폭시수지계나 폴리우레탄수지계 바닥용 도료보다 강도, 내구력, 물리적 성질 등이 열세하기 때문에 사용이 제한되고 있다.

(1) 에폭시수지계 바닥도장

에폭시계 고분자 화합물을 이용하여 강인한 도막을 형성시켜 내약품성(내수성, 내산성, 내알칼리성 등), 우수한 기계적 물성(내충격성, 내마모성 등) 및 전기적 특성을 부여하고 항상 바닥면에 청결성을 유지할 수 있는 우수한 마감재이다. 또한 소지에 대한 접착력이 우수하고 미끄럼방지 시공이 가능하다. 그러나 내후성이 약해 외부의 적용이 제한적인 것이 단점이다. 주요 용도로는 병원, 제약회사 GMP시설, 정밀기기 공장, 컴퓨터실, 반도체 공장, 화학공장, 분진 취급공장의 바닥, 기계실, 전기실, 배터리룸, 건축물의 내부 주차장바닥 등에 적용된다.

(2) 폴리우레탄수지계 바닥도장

폴리올과 폴리 이소시아네이트와의 반응을 이용한 폴리우레탄 수지가 지닌 독특한 장점은 탄성과 신장율이 뛰어나며, 상온건조 하에서 강인한 경질도막에서부터 고무상의 탄성도막에 이르기까지 이음새 없는 도막을 형성한다는 것이다.

- ① 내후성, 내구성이 뛰어나다.
- ② 내마모성, 내충격성이 우수하다.
- ③ 탄성체로서 소지의 영향을 받지않기 때문에 균열이나 진동에 견디고 계절에 따른 변형이없다.
- ④ 이음새 부분이 없이도 시공이 가능하며, 고른 탄성을 얻을 수 있다.
- ⑤ 유지비용이 저렴하고 부분보수 도장이 용이하다.
- ⑥ 유동성의 액체 상태로서 셀프 레벨링성이 뛰어나다.
- ⑦ 보행감이 좋으며 흡음효과가 뛰어나다.
- ⑧ 각종 용도에 따라 다양하게 추천이 가능하다.

이러한 특징이 있으므로 탄성과 방수를 동시에 요구하는 곳에 쓰인다. 주 용도를 보면 육상경기장, 테니스코트, 학교운동장, 배구장, 농구장, 롤러스케이트장 등 각종 스포츠시설은 물론 유아원, 신체장애자시설등 탄성이 요구되는 곳에 쓰인다. 또한 방수가 요구되거나 구조물의 크랙보수에 따른 주차장,공장바닥등에 적용되고 있으며, 빌딩,아파트옥상등 방수가 요구되는 곳에 적용된다.

(3) 주차장 바닥도장

주차장의 바닥의 재료는 에폭시 수지계, 우레탄 수지계, 아스팔트 수지 모르타르계 등이 있는데, 주차장 바닥의 미끄러짐 방지층 도장시방의 일례를 보면 주차장 바닥 바탕면 위에 프라이머 도장 후 1차 연질 우레탄으로 도포, 2차 경질 우레탄으로 도포한 다음 그 위에 골재를 뿌리고 마무리도장(톱코팅)을 한다.

주차장 바닥용 표면 마감재는 주차장 바닥 마감층의 안전성 확보와 환경성 개선을 위하여

마닥 마감재의 생산 및 시공기술 표준화를 목적으로 한국산업규격 KS F 4937:2008로서 규정되어 있다.

7.6 내화(耐火)도료

건축의 철강구조재료인 철골이 화재 등의 열에 노출되어, 변형 및 굴절 등이 일어나지 않도록 각종 내화피복공법이 개발되어 실용화되어 있다. 이들 내화피복공법에는 각각의 장단점이 있으며, 결정적인 재료공법이 아니기 때문에, 건축물의 종류 및 용도에 따라 적절한 재료공법이 선택되어 사용되고 있다.

이와 같은 내화피복재료 및 공법은 국가에 의해 이들의 유효한 내화시간(1시간내화, 2시간내화, 3시간내화)으로 평가, 설정되어 통칙인정(通則認定) 및 개별특별인정(個別特別認定)에 따라 사용되고 있다. 참고로 우리나라의 철골구조건축물에 있어 85% 이상이 1시간 내화에 대응할 수 있는 층별 높이는 5층이며, 내화피복재료공법의 주류는 암면(Rock wool)을 사용한 스프레이공법이다. 그러나 건축설계나 시공의 세계화에 따라, 철골을 드러내는 마무리를 하는 건축물들이 많아져서 이에 대한 대응이 요구되고 있다.

따라서 구미에서는 1970년대부터 실용화되어 있는 발포성 내화도료(Intumescent Coating)가 존재하며, 우리나라에서는 1985년도에 제정되었던 "내화구조의 건축 부위별 성능기준"이 건설부고시로 1992-560호로 개정된 후 본격적으로 시공되어 왔다. 건축물의 주요 구조부를 내화구조로 해야 할 곳을 건축법 제40조 및 시행령 제56조에 규정하고 있으며, 내화구조의 기준은 건축법시행령 제3조에 규정되어 있고, 건설교통부장관이 지정하는 품질검사 -내화 시험방법은 KS F 2257:1992-에 합격하여야 한다.

발포성 내화도료의 종류는 하도용(프라이머), 중도용(主材), 상도용으로 구성되어 있다.

화재 시에 도막표면이 250℃로 가열되면, 이들 중도의 조성물이 열분해하여 불연성가스를 방출하고, 발포해 단열층을 형성하여, 철골의 온도상승을 막는 역할을 한다.

발포성 내화도료의 도장공정에는 내부용과 외부용이 있으며, 특히 내화피복재에서는 불가능하다고 여겨지고 있는 외부용이 있다는 것은 큰 특징이다.

주재 도장은 소정의 도막두께를 확보하는 것이 특히 중요하며, 일반적으로 에어리스 스프레이 도장으로 실시한다. 이 경우, 도막두께를 충분히 관리하여 균일한 두께의 도막을 형성하여야 한다.

7.7 방염도료

방화도료(fire retardant paint)라고도 하는 방염도료는 소방법에 의해서 규제되고 있으며 가열하였을 때 도막의 부분이 발포하여 단열층을 형성하거나, 후도막화 하였을 때 단열의 효과가 있는 도료이다.

방염도료는 인산암모늄, 삼산화안티몬, 염화물 등의 방염성 물질을 혼합한 것으로 착화를 방지하거나 산소를 차단시켜 연소를 방지하는 것으로서, 건축물의 옥내·외용으로 사용하는 것을 말한다. 방염도장의 주목적은 화재의 확산과 유독가스의 배출을 차단하여 인명피해를 줄이는 것이다. 최근에는 공장 등 산업기반 시설물에서 노래방이나 나이트클럽 등으로 수요가 빠르게 확산되고 있다.

7.8 특수도료

건축용 도료는 소지종류에 따라 분류되나, 각각의 소지에 대한 요구 성능을 만족시키는 도료 및 각각의 소지나 주거 공간 등이 특수한 기능을 그 표면에 요구하는 경우에 도장하는 도료가 있고, 후자의 경우에 이것을 특수도료로서 분류하여 사용하고 있다.

이 중에서 건축에 많이 사용되는 것을 선택하여, 그 특성을 아래에 소개한다.

① 곰팡이방지(防黴) 도료

고온다습한 조건 하에 있는 주거공간의 내부에서는 통풍이 나쁘고 일조가 나쁜 경우에 반드시 곰팡이가 발생한다.

곰팡이방지도료는 이와 같은 악조건 하에서 도장함으로써 곰팡이의 발생을 방지하는 것을 목적으로 하나, 곰팡이방지제로서 수은계의 약제는 독성문제 때문에 사용할 수 없어서, 현재는 무독성의 곰팡이방지제를 사용하며, 그 효과는 실내조건에 따라 다르지만 모두 한계가 있다. 도료의 종류로서는 염화비닐계나 아크릴수지계의 용제타입에서부터 유광택 합성수지에멀전 페인트에 이르기까지 다종다양하다. 이들 모두는 광택이 있는 오염물이 부착하기 어려운 도료 타입에 곰팡이방지제를 첨가한 것이다.

② 항균(抗菌)도료

최근의 건축에 있어서는 친환경적인 주거환경을 조성하는 것이 강하게 요구되고 있으며, 이에 대응하여 각종 재료가 개발되고 있다. 특히 MRSA에 의한 원내감염이나 병원성 대장균 O-157의 피해가 확산된 것을 계기로 대중들이 청결한 것을 원하는 마음이 고조되고 있고 이에 따라 항균성을 가지는 도막을 활용하려 하고 있다.

우선 용출되는 타입의 항균제에는 유기화합물이 많고, 그들이 배합된 도막으로부터 서서히 용출 및 증발되어, 도막표면에 부착되어 있는 각종 균류의 증식을 저지함으로써 항균효과를 발휘하며, 곰팡이억제효과가 있는 경우가 많다. 이 타입의 항균제는 예를 들어 도막에 먼지, 오염물 등의 이물이 부착하여도 항균제가 도막 속에 잔존하고 있는 동안은 효과를 발휘하나, 그 기간이 한정되어 있다.

접촉타입의 대표적인 항균제는 은이온을 이용하는 것으로 은이온과 유리나 제올라이트(Zeolite) 등을 조합한 은화합물을 예로 들 수가 있다. 은이온의 항균작용은 완전하게 해명되어 있지 않으나, 일반적으로 은이온과 효모와의 반응이나 촉매효과에 의한 미생물세포의 호흡계 효소저해 등에 의한 것이라고 알려지고 있다. 이 타입의 경우, 그 효과는 항균제가 도막으로부터 용출하는 것이 아니라, 도막 그 자체에 항균력이 존재하고, 그것에 균류가 접촉되어 항균효과를 발휘한다. 따라서 그 효과는 지속성이 강하다. 그러나 그 도막표면에 오염물 등이 부착되면 균류와의 접촉이 차단되는 결과가 된다.

상기의 용출타입과 접촉타입은 각각 장단점을 가지고 있어서, 각각의 장점을 살리고 단점을 보완하는 병용타입도 많이 사용되고 있다.

이러한 항균도료에 대한 KS 등의 품질기준은 확립되어 있지 않으며, 일반적인 벽면용 도료에 항균성을 부가시킨 것들을 많이 볼 수가 있다. 항균성의 시험방법은 JIS L 1902 Halo test나 필름밀착시험 등을 응용하여 평가한다. 따라서 이들 도료의 선정에는 공공시험기관에서 시험한 결과를 유지하는 도료를 선택할 필요가 있다.

③ 내열(耐熱)도료

건축물에서 설비관계를 중심으로 피도면인 금속이 고온에 노출되는 부위가 있으며, 그 온도에서 금속이 열화되지 않도록 보호할 목적으로 사용되는 도료가 내열도료이다.

내열도료는 그 노출되는 온도에 따라 구분된다. 즉 120℃ 이하, 200 ~ 500℃, 500℃ 이상으로 나뉘며, 이것에 따라 도료의 재질이 달라진다.

저온에서는 아크릴, 아미노, 알키드 등의 각종 수지가 사용되고, 중온에서는 실리콘, 불소계수지가 사용되며, 고온에서는 무기도막이 사용되는데, 유기질화합물은 315℃ 이상의 온도에서는 분해된다. 실리콘수지를 전색제로 하는 알루미늄페인트는 보일러, 굴뚝의 내열도료로서 사용되며, 부틸티타네이트를 전색제로 하는 알루미늄페인트는 고온에서 장기간 사용할 수 있기 때문에 보일러 굴뚝에 사용된다.

④ 열반사(熱反射)도료

석유탱크나 냉장고 등, 실내의 온도가 태양광선에 의하여 지나치게 상승되는 것을 방지하기 위해 사용하는 도료로서 열반사도료가 있다. 이들은 도막의 색이나 사용안료에 따라 반사효과가 달라진다. 최근에 환경과 에너지 절감 문제로 인하여 각 도료제조사에서 개발·출시하였다.

⑤ 결로(結露)방지도료

결로방지도료란 콘크리트구조 집합주택의 실내벽이나 천장 등에서 국부적이고 잠정적으로 발생하는 결로의 방지에 이용하는 도료이다.

이 도료는 합성수지에 열전도에 규조토, 질석, 펄라이트 등의 흡습성과 단열성을 가지는 세골재 및 충전재를 배합한 도료이며, 이들은 도막의 두께와 그 단열효과를 통해 노점 이하로 내려가는 것을 저지하며 만약 노점 이하로 내려가 결로수가 생성되어도 도막 내로 이를 흡수하여 이슬방울이 생기는 것을 지연시킨 다음, 실내가 건조된 시점에서 실내로 도막 속의 수분을 방출하여 균형을 취하게 된다. 그러나 과도한 결로 발생조건에 있는 실내공간의 경우에는 그 효과를 기대할 수가 없다.

⑥ 광촉매(光觸媒) 도료

도료의 백색안료로 사용되고 있던 산화티탄은 빛이 닿으면 도막을 파괴하고 백아화를 발생시키는 성질(광촉매작용)을 가지고 있어, 이 성질을 개선한 루틸(Rutile)형의 티탄을 사용하고 있었다. 그러나 최근에는 이러한 산화티탄의 기본성질인 광촉매작용(유기물 분해작용)을 적극적으로 활용한 “광촉매 산화티탄응용 도료”의 개발이 활발하게 이루어지고 있다. 그 메커니즘을 보면, 앞서 소개한 성질을 가지는 산화티탄에 빛이 닿으면 광촉매작용(유기물 분해작용)에 의해 공기 중의 물과 산소가 분해되어 도막의 표면에 활성산소가 생성되고, 이 활성산소가 세균, 잡균, 곰팡이 및 기타 유기성 오염물이나 냄새의 원인이 되는 유기물 등을 분해한다.

이러한 성질을 활용함으로써 종래의 도막에서는 좀처럼 얻을 수 없었던 항균, 곰팡이방지, 오염 방지 등의 용도에 활성산소의 기능을 반영구적으로 지속시킬 수가 있다. 유기계합성수지에서는 도막 자체가 분해되어 버리기 때문에 현재 개발되어 있는 도료는 무기계합성수지를 전색제로 하는 도료가 중심이 되어 각종 기능성 도료가 개발되어 있으며, 최근에 유기계 전색제의 광촉매 도료가 발명특허로서 개발되어 시판되고 있다.

7.9 친환경도료 개발동향

건축용 도료는 수성, 유성, 방수바닥재로 구분할 수 있는데 최근에는 방수바닥재 도료의 수요 범용화로 시장이 성숙기로 접어들고 있으며, 새집증후군(sick house syndrome)이 세간의 주목을 받으면서 발빠르게 친환경제품이 개발 출시되고 있다. 따라서 조합페인트, 알키드에나멜, 래커 등 유성도료가 퇴조되고 에멀전페인트, 수용성도료 등 수계 도료에 대한 연구개발과 생산판매가 활발히 이루어지고 있다.

특히 환경부의 VOC (Volatile Organic Compounds: 휘발성유기화합물) 및 중금속 배출규제가 강화되고 “다중이용시설 등의 실내공기질관리법”의 시행에 따라 페인트업체에서는 모든 제품이 친환경적이어야 한다는 당위성이 확산되고 있으며 녹색구매제와 관련하여 환경마크, HB마크 인증에 적극 나서고 있다.

또한 에너지 비용의 급상승에 따른 단열도료의 개발, 9.11테러와 소방안전관리법의 강화에 따른 내열/ 방염도료 등의 개발, 웰빙(Well being)붐에 따른 항균, 원적외선/음이온 방사, 전자파차폐 등의 친환경 기능성도료의 연구개발이 활성화되고 매출 비중이 커지고 있다.

바야흐로 도료업계는 “친환경”과 “기능성”이라는 키워드가 R&D와 마케팅의 대세로 자리 잡고 있으며 그 영향이 더욱 확산되리라 전망 된다

건축용 도료는 건설산업과 밀접한 관계가 있으며 신규 건설 분야 외에도 기존건축물의 재도장 수요와 바닥재 및 인테리어, 기능성도료 등이 포함된다. 한편 건축용 도료는 특수 기능성 시장을 제외하고는 시장접근 및 제조가 용이해 다른 도료에 비해 경쟁이 치열한 상황이다. 따라서 영세 도료업체들이 많이 진출하여 가격위주의 시장이 형성되었으나 점차 대기업의 친환경도료 개발과 출시로 시장질서의 재편이 이루어지고 있다.

특히 '05.7.1부로 “수도권대기권역내에서 사용가능한 제품”이라는 표시가 되어야 환경친화형페인트로서 판매가 가능하도록 환경부/수도권대기환경청(www.mamo.me.go.kr)에서 규제하는 등 시장 환경의 변화에 따라 페인트업체에서는 선두기업을 중심으로 친환경제품과 기능성도료의 연구개발이 활발히 이루어지고 있다.

◆ 참고 및 인용문헌 ◆

1. 도료·도장 개론, 건설화학공업(주), 1994
2. 건축학전서-건축재료-, 대한건축학회, 기문당, 1997
3. 도장기술의 이론과 실무, 대한전문건설협회 도장공사협회, 1997
4. 최신건축재료학, 조준현 외, 기문당, 2003
5. 건축재료학 2판, 김무한 외, 문운당, 2004
6. 建築材料教科書 第4版, 建築材料教科書研究會, (株)彰國社, 2006
7. 建築材料學 2版, mihashi 外, 共立出版(株), 2008
8. 도장기술매뉴얼·건축, 문성만 편저, 대한전문건설협회 도장공사협회, 2008
9. KS M 5000, 도료 및 관련 원료 시험방법
10. KS M 5001, 도료 용어
11. JIS K 5500, 塗料用語
12. 塗料便覽 4版, 塗料便覽編輯委員會 編著, 日刊工業新聞社, 1974