

페인트 도장공사의 색관리에 관한 연구

A study on the color controlled of painter's work

심 명 섭 *

이 현 정 **

Shim, Myung-Sup

Lee, Hyun-Jeong

Abstract

This study aims to find methods that prevents aging of buildings paint coating and that limits defects in construction. Defects in painting can occur in four stages: pure paint, during painting, after the paint coating has dried, and after some period of time has passed after coating. Paint may become bad due to precipitation of pigments, formation of membranes, and seeding during manufacturing. Therefore, it is important that the paint is well mixed and kept airtight at a cool, dark place. Indents, paint brush strokes, orange peel, separation of colors, and paint running and spreading during the paint work process can be prevented by using high quality materials and applying a high-level of construction method. After the paint coating has dried, boiling, yellowing, poor drying, poor bonding, and/or gloss deficiency may occur. These are influenced by the levels of cleanness of the dried product, drying temperature and hydration. Then, when the coating has been left dried for some period of time, cracking, peeling, scaling, swelling, discoloring, and/or rusting may develop due to the ultraviolet and contaminants in the air. Since these defects occur due to inappropriate construction schedule and/or hot and humid condition, one must use weatherproof materials. Furthermore, poor paint color may be caused by contamination in the sample plate, discoloration, and/or discrepancies in colors which are due to material differences, level of glossiness, degree of dispersion, dual color property of metallic colors, precipitation of pigments, etc. One should achieve reduction in construction cost and effectiveness in paint work by limiting contaminations in the construction site and strictly observing to construction regulations.

키워드 : 도장의 하자요인, 내후성, 색관리, 색 결합.

Keywords : defect factors in paint work, weatherproof, color control, poor color

1. 서 론

1.1 연구의 배경

건축물이나 구조물의 페인트 도막의 노화요인은 대체로 광, 산소, 온도, 수분, 염수, 아황산가스 및 미생물 등으로 구분 할 수 있다. 자외선, 가시선, 적외선 등에서 파장이 짧은 광선은 지표면에 도달하는 사이에 공기중의 산소등에 흡수된다. 또한 지상에 도달하는 광은 300 μ m 이상의 파장으로 물질에 닿으면 반사, 투과, 흡수되며, 흡수된 광은 물질 전체에 변화를 주게 된다. 흡수된 광에너지가 대상 분자의 결합에너지보다 강하면 해당 물질은 해리된다. 결합에너지는 인접기에 의해서 변화하고 결합, 분기 등의 분자 구조가 노화를 받는 기점이 된다. 이러한 자외선은 도막 표면을 활성화시키며 수 소원자와 결합하여 도막 노화의 요인이 된다. 그 후 풍우로 씻긴 건축 재료의 표면층에 자외선이 작용한다. 또한 적외선은 열선 작용으로 온도 상승이 생기며 반응속도가 증가된다.

팽창비율은 물질에 따라 다르다. 따라서 도막과 피도물은 팽창계수의 차이로 열팽창에 의한 응력과 부착력이 변화되어 도막의 층간 노화가 발생하며 열,냉의 반복으로 도막은 피로

하여 노화된다. 그러므로 외부페인트 도료는 내부 페인트보다 기상조건 등 외부 요인에 영향을 받고, 피도물의 보호와 변색으로 미관 효과가 떨어진다는 따라서 건축 구조물의 도막 노화를 방지하기 위한 도장 기술과 색 관리에 대한 페인트의 관련 연구가 필요하다.

1.2 연구의 목적

본 연구는

- 1) 페인트 도장 기술중 도막 노화를 방지하는 도장소지의 구성 및 도장의 성능을 분석한다.
- 2) 자외선과 산소, 수분, 염수, 온도, 미생물 등 대기의 여러 요인이 페인트 변색에 많은 영향을 준다. 이러한 도장의 하자 와 색 결합에 대하여 대책을 찾아본다.
- 3) 도장 설계와 도장 시공을 실무적으로 접근하여 건축물의 결 함을 최소화하는 방법을 제시해 본다.

2. 본 론

2.1 도장 시공

1) 개요

도장 공사는 「각종 도장 재료를 여러 소지의 도장 용구나

* 정희원, 대림대학 건축과교수, 공학박사

** 정희원, 대림대학 건축과강사. 성균관대학교 박사과정
본 연구는 (주)형제건설 연구비 지원으로 수행되었음

도장용 기기류로 도포하여 설계 목표를 만족시키는 공법」이다. 성공적인 도장공사는 재료 선정부터 품질 관리까지 철저한 시공 관리가 요구된다.

도장용 재료는 유성계, 천연수지계, 합성수지계 도료 및 각종 뽀칠용 도재등이 있다. 또한 방청도료, 방충도료, 미끄럼방지도료등 피도체(소지)의 성능, 도장의 수단, 방법, 도장 재료의 형태로 구분한다. 따라서 도장 재료는 설계 단계에서 요구 성능에 따라 선택해야 한다.

소지를 대별하면, 금속계 소지, 무기질계 소지, 목질계 소지등으로 구분한다. 소지는 구성 재질이 다르고, 표면상태에서 내부의 함유수분등에 이르기까지 여러 요인이 복잡하게 얽혀있다. 따라서 소지 표면은 도장 작업이 양호한 상태를 유지하여 경화 후 도막면에 충분한 성능을 발휘할 수 있어야 한다. 그러므로 소지조정은 매우 중요한 작업으로, 도장공사 마무리의 좋고 나쁨은 소지조정이 좌우하며, 해당 소지의 재질을 정확히 분석한다.

도막은 피도체 자체의 열화 방지에 큰 효과를 발휘한다. 피도체에 성능열화가 발생되기 직전에 도막을 교체하면 열화가 방지되며 무한한 내구력을 가진다.

도장공사의 역할은 건축 디자인의 미적 요소와, 내구성 확보로 건축 재료의 수명연장 기능이 있다.

이러한 도장 공사는 자중은 경량이며 복잡한 형상의 구조에 유리하다. 또한 접합 부분이 없고, 도장면의 형태에 좌우되지 않는다. 그리고 열화, 손상부위의 발견이 쉽고, 유지관리, 보수점검, 개선등이 용이하며, 독특한 질감과 재료, 공법의 성능향상이 기대된다.

2) 도장 공사

도장 계획의 사전 조사는 신축과 보수 공사로 구분할 수 있다. 신축 공사의 도장은 제품 설명서 확인과 시방서 작성에 필요하다. 건축 도면과 시방서등을 검토하고, 도장의 주목적, 기능 등에 대해 파악하여 공사계약에서 철저히 공사 범위를 확인한다. 공사 개요, 특수 재료·공법의 지정 유무, 공기(工期)를 조사하고, 주요 구조재료, 철골재의 접합위치, 방법등과 소재의 재질, 특성등을 충분히 조사하여 시방서, 시공관리체제, 시공체제를 작성해야 한다. 또한 건축물의 주변 상황 조사와 해당 건물의 종류, 형태, 필요한 양생시설, 방음, 오염방지 대책을 검토한다. 그리고 가설 건물, 자재 하치장 등 위험물 자재의 보관 등의 검토가 필요하다.

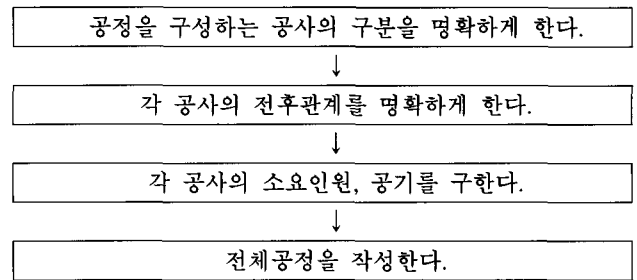
보수 공사의 도장은 신축 상태의 사전 조사와, 기존 도막 상태나 각종 마감재의 열화상태를 파악한다. 열화도 조사, 건물 사용자, 거주자 및 주변 주민 등에 대한 배려가 필요하여, 안전관리 대책, 가설 설계의 협력이 중요하다. 시간 경과로 외력을 받아 열화현상이 발생하고, 구성이 저하되었으므로, 단계별 조사로 열화 상태에 대해 정리한다. 열화도 조사는 추적 조사를 중심으로 장기 보수계획과 정기 보수를 하기 위해 신축 공사나 보수공사 후에 정기적인 조사시스템을 설정하여 조사를 시행한다. 또한 도장공사 단독, 또는 주 공사가 많다. 그러므로 시작에서 마무리까지 동일한 관리 체제이어야 한다.

시공 계획은 공간과 부위에 따라 도장의 종류를 구분하여, 도장 종류와 시공수량을 정확히 파악해야 한다. 준비 작업에

는 사전에 확인하여, 공동 가설물의 사용 여부와 전용 가설물의 설치 등을 확인한다. 도장 공사의 규모는 투입 인원수와 공기외에도 작업 구분, 공법도 검토하여 표1와 같은 공정 계획은 수립한다.

공사 진행에 따른 투입인원의 배치를 충분히 배려한다. 특히 기능 자격을 고려하여 소요인력을 확보하고, 작업자의 변동이 적은 공정 계획이 바람직하다. 도장공사는 건축 공사의 최종 후반에 시행되므로, 공기의 여유가 없고, 작업 종류가 많아 인력계획과 관리에 충분한 검토가 필요하다.

표 1. 공정 계획의 순서



도장공사의 자재 계획은 도장 재료, 가설물, 양생 관계 자재, 소지조정용 재료 및 공사에 따른 각종소모자재가 있다. 각종 자재는 품종과 수량을 확인하여 발주와 납품시기를 설정한다. 납품 시기는 자재 사용 직전에 반입하면 보관 비용이 절약된다. 도장재료는 종류가 많으므로, 사용장소나 사용 시기에 혼란스럽지 않게 보관에 유의한다.

도장 공사의 가설물은 창고, 자재하치장, 족장, 급수구, 전력콘센트, 운반설비 등이며, 공용과 전용으로 구분한다. 밀폐된 장소는 환기 설비를 설치하여 유해물질이나 용제 증기를 환기해야 한다. 이외에 도장 장소와 종류에 따라 가설조명의 설치와 소규모 가설의 설치 여부를 점검한다. 대체적으로 신축 건물의 가설물은 원청 회사가 설치한다. 그러나 개보수는 도장 공사가 주체이므로 도장 공사가 가설계획을 세워하는 경우가 있다. 시공관리는 공정, 작업인력, 자재, 품질, 예산, 안전위생 등의 각 분야에서 철저히 이루어져야 한다.

표 2. 도장공사의 시공계획 확인 항목

확인항목	확인 내용
공사전반	공사개요,시공범위,시공수량,도면확인,전적수량 등
시공편성	시공편성표,책임분담,작업인원명부,유자격자 등
시 방 서	사용도료,사양공정,색채 등
반입보관	제조,판매업자,운반계획(반입일시),보관장소 등
실행예산	인건비,자재비,현장경비,기타경비 등
공기공정	전체공정표(착공,준공),도장공정표 등
안전대책	안전규칙,건강체크,기기점검,각종표시 등

3) 도장 공법

도장 전의 소지 처리법과 붓 도장, 정전, 전착, 분체에 이르는 도장 종류에 대해 알아본다.

먼지, 녹, 기름 등 오염물은 미관과 내구성에 악영향을 끼친다. 오염을 유발하는 부착물은 완전히 제거하고 소지를 청정하고 평활한 면으로 하여 도장한다.

목재 소지의 기본 조건은 재료 건조, 못머리의 돌출, 상처, 눈매, 접합부의 극간 등의 결함을 처리한다. 또한, 수지계 도료 도장으로 금속에 녹 발생이 우려되면 방청처리를 한다. 페티의 찌꺼기나 수분은 가능한 빨리 제거하고, 도포면의 방치 시간이 오래되면 수분이 재질에 악영향을 줄 위험이 크다. 또한 소재에 부착한 접착제가 한번 경화한 것은 물이나 일반 용제로 제거하기 곤란하므로 주의한다.

수성 스테인의 희석은 연수를 사용하여 물 1ℓ에 대해 염료 10~25g을 표준으로 하고 또 조합은 미리 각색제로 용해한 후 견본과 같은 색으로 혼합한다. 수성 스테인의 용기는 금속제로 사용하면, 녹이 생길 위험이 있어 사용을 금한다.

유성 스테인의 희석에 알콜, 락커, 신너의 혼입은 재료의 분리가 생기므로 사용하지 않는다.

수성 눈매꿈용 안료는 분산성이 나쁜 Carbon black 등은 미리 알콜로 연합시켜 사용하도록 한다.

표 3. 각종 하도 도료의 종류 및 용도

◎ : 우수 ○ : 양호 △ : 가 × : 불가

성능항목	우드실라			
	셀락니스	락카계	비닐 부치탈계	폴리 우레탄계
건조성	◎	◎	◎	△
부착성	△	○	◎	◎
수지분차단효과	○	×	◎	◎
투명성	×	○	◎	○
내수성	△	○	◎	◎
내열성	×	×	×	○
도막불량방지효과	×	○	○	◎
작업성	○	◎	◎	○

표 4. 각종 Filler계의 특성

◎ : 우수 ○ : 양호 △ : 가 × : 불가

필라종류	기계 사용	목재 부착	내구성	상도 부착	건조성	연마성	평활성
수성	△	△	△	△	△~×	○	×
유성	○	○	○	○	×	×	○
락카계	◎	○	△	○	◎	◎	◎
비닐락카	◎	○	○	○	◎	◎	△
아크릴 에멀전	○	◎	○	○	△	△	△
폴리우레탄 수지	○	◎	◎	◎	△	△	◎
요소수지	○	◎	○	○	△	△	○
폴리 에스테르	○	○	◎	○	○	△	△

붓 도장은 가장 일반적으로 사용하며, 로울러 브러쉬는 벽면 도장에 사용한다. 이 때 도포한 도료를 재빨리 전면적으로

균일하게 칠하여 얼룩이 생기지 않도록 주의해야 도장면을 구석까지 부착시키는 효과가 있다. 또한 도막면을 균일하게 하는 「다듬질칠」로 도막을 일정방향으로 한다. 뿔어붙임칠은 스프레이 칠 또는 분무도장이라 한다. 건조가 빠른 락카의 사용 방법으로 안료를 압축공기로 뿔어붙임 하는 도장으로 능률이 좋고 균일한 도장면이 된다.

정전 도장은 평판 30%, 입체물 50% 정도가 절약되어 도료의 손실이 적고 작업환경이 좋다. 그러나 형태가 복잡한 면 도장이 어렵고, 도장관리가 용이하지 않다. 분체도장은 합성수지를 분말 형태로 소재표면에 코팅하는 분말 수지 도장방법으로 급속하게 실용화되고 있다. 고분자량의 합성수지를 이용하여 내식성, 내충격성, 내약품성, 내후성, 전기절연성 등 고품질의 도막이 된다. 도막 두께가 두꺼운 도장이 가능하며, 도장공수가 절감된다. 또한 복잡한 형상과 모서리 부분의 피복성이 양호하며, 회수율이 높아 도료의 손실이 거의 없다. 그러나 소부 온도가 높고, 얇은 막(50μ 이하)의 도장은 핀홀이 발생하여 도장이 불가능하다.

표 5. 착색제의 종류 및 특성

종류	발색물질	용제	작업방법
수성 착색제	산성염료	물	스프레이
	직접염료		붓칠적
유성 착색제	유용성염료	미네랄 스피리트 도료용신나	스프레이
			붓
알콜성 착색제	알콜용성염료	메칠알콜 에칠알콜	스프레이
			스프레이
N.G.R 스테인	산성염료	에칠셀로솔부메칠알콜 도루엔	스프레이
	알콜용성염료		
안료 착색제	미립자안료	미네랄 스피리트	붓
			스프레이
약품 착색	과망간산카리	물	붓
	중크롬산카리		
	유산철, 석회 암모니아수등		

4) 도장의 하자 요인과 대책

도료상태, 도장 전후반, 일정 기간 경과후로 구분하여 결함 원인과 대책을 알아본다.

표 6. 도료 상태에서 발생하는 하자과 대책

	하자 발생 원인
안료 침전물	무기질체의 안료는 안료와 전색제의 비중차이로 안료 침강, 믹서로 도료 혼합하여 사용 믹싱으로 원상태 복귀가 어려운 안료가 있다.
제조중 발생한 Seed-ing	도료 제조중에 발생하는 Paste에 전색제를 넣어 안료농도를 낮출 때 생기는 현상, 용제의 양이 많거나 전색제 첨가하여 섞는 방법이 불충분한 경우에 발생 분산계 용제와 전색제 용제를 동일하게 사용, 분산계 용제는 용해력이 작은 사용
피막 생성	도료 표면이 공기와 산화중합한 것 항온건조형 도료에서 발생 밀폐 보관이 중요
응결성 ²⁾	도료를 냉암소에 저장하고, 완전 밀폐 보관

표 7. 도장할 때 하자

	하자 발생 원인
용해불량	도료에 신나를 첨가할때 균일하게 용해되지 않고 안료나 전색제가 덩어리로 석출되는 것 신나의 조성이 부적합 규정된 신나를 사용할 것 도장실 온도는 15~25℃로 유지하여 용해효과 높임
실 클립	분무도장할 때 노즐에서 미립자가 나오지 않고 실 모양이 도어 나오는 현상 용해력이 좋지않은 신나 사용 고점도료보다 점도를 저하시킨다
이물부착	도면이 평활하지않고 작은 이물질이 전면 혹은 부 분적으로 발생된 것. 도장 실내의 먼지, 도료의 여과부족, 침전된 도료의 교반 부족, 용해불량 도료도장 피도물을 에어 브로우하여 먼지 제거 도료의 여과와 교반을 충분하게 시행
폐임	합성수지계 도료가 발생하기 쉽다. 고온 다습과 분진이 많을때 발생 Spray air의 수분조정, Silicone계첨가,도장환경정비, 상용성이 좋은 도료, 점도를 높일 것
벗자국	도료의 유동성이 나쁠 때 신나로 희석하여 도장
오렌지 필	굴뚝질처럼 요철이 생기는 현상 속건성도료를 Spray할때 발생,갈라짐의 원인 Silicone Oil의 첨가, 고온, 과도한 통풍이 있는 장소 에서의 도장, 증발이 빠른 용제를 함유한 신나의 희석, 흡수가 심한 하지에 도장, 고점도 도료의 사 용 금지
색분리 ³⁾ 색뜸 ⁴⁾	도장시에 안료의 침강 속도에 차이로 발생 전색제, 안료, 용제의 선택이 중요 색분리 방지제를 첨가, 경험적인 해결
흐름 ⁵⁾	유성계 도료가 유동성이 좋고 용제의 휘발속도나 경화속도가 작기 때문에 흐르기 쉽다. 신나의 사용, 스프레이 도장은 신나 희석비율, gun 의 거리와 운행속도를 적절히 조절
은폐 불량	착색안료가 적은 도료의 사용이나 투명성의 도료 의 사용 또는 도료의 교반 불충분, 도막의 얇음 등 으로 인해 소지가 완전히 은폐되지 않은 것 동일 도료를 더 섞거나 도막을 두껍게 칠하고 장기 간 저장을 피한다.
변짐,스밈	하도 또는 하지 색이 상도한 도막에 스며나와 상도 도막의 색이 변하는 현상. Bleeding이 있는 안료를 하도로 사용 금지 하도 도료를 완전히 경화시킬 것 하도 도장에 강용제 사용 금지

표 8. 도막 건조후에 발생하는 결함

종류	하자 발생 원인
핀홀	하지도막에 두껍게 상도를 하거나, 두꺼운 도막의 급 격한 가열, 규정된 신나로 용제의 증발이 빠르지 않 게 조정, 핀홀은 퍼티처리하고, 급격한 과열은 피하 고, 피도물의 온도는 50℃ 유지, 점도가 높은 도료의 스프레이는 도막에 기포가 형성
끓음, 발포	하도의 경화가 불충분할 때 상도를 건조하면 잔류용 제, 반응 생성물이 끓음 발생하므로 피도물을 청정하 게 할 것
메타릭 얼룩	신나의 증발이 너무 늦을 때 도료의 유전성(레베링)이 너무 양호할 때 도장점도가 낮을 때 한번에 너무 두껍게 도장했을 때 압력은 높게, 유량은 적게, 건의운행속도는 빠르게, 피도면과의 거리는 멀리하여 도장하는 것이 좋다.
황변	가열건조시 온도가 높거나 시간이 과도 한 경우 내열성이 나쁜 전 색제나 착색제 사용
건조 불량	왁스나 실리콘, 기름 등이 소지에 잔존 가열건조 조건이 미달, 불량 신나 사용 한번에 너무 두껍게 도장, 고습도, 환기불량 도료가 너무 오래 저장된 경우
후 점착	경화된 도막이 다시 연화되어 끈적끈적한 현상이 나 타나는 도막의 결함 도막이 너무 두꺼운 경우 상부만 건조 유성 도료를 저온에서 건조후후 태양에 노출될 때 프라스틱 도장 소재에 가소제 이행된 경우 저용점 고흡수지 도료에 열,압력이 생길 때 규정의 두께로 도장 후 적정 조건에서 건조시킬 것 소재 재검토와 용도에 적합한 도료선택
부착불량	전처리의 불충분 도장사양의 부적합 저온상태에서 도장(도료의 밀착이 나쁘다.) 고습도에서 수분 영향 도료의 불충분한 교반사용
브론징	전색제에 비하여 안료의 함량이 높거나 안료와 전색 제의 굴절의 차가 크거나 분산이 불완전 할때
하지 흡입	안료함량이 많은 하지도막 위에 도장할 때 발생 상도를 두껍게 도장하거나 2회 도장
주름, 축문	단독도막 : 코발트계열 건조제가 과잉 투입, 도막이 너무 두꺼울 때 상도도료의 신나가 용해성이 지나치게 강할 때 하도도막이 건조가 덜되었거나 부착성이 나쁠 때 하도와 상도의 도장시방의 부적합할 때 보통 유성계 하도위에 락카계 상도는 부적합하다
가스채킹	NO2SO2등의 산성가스 성분이 도막표면의 건조를 촉 진하여 발생, 피도물의 탈지세정에 사용되는 트리크 로로 에치렌이 피도물에 남거나 건조로에 흡수될 때 건조로 중에 습기, 수분으로 도막표면에 수증기로 집 축되었을 때
광택 부족	안료분산이 불충분하거나, 신나의 용해력 부족

- 2) 응결성-도료 저장중 전색제 또는 전색제와 안료가 반응하여 시간
경과에 따라 점도가 높아져 고화하는 현상
- 3) 색분리(Flooding): 안료 입자의 크기, 비중, 응집성이 달라서, 안료의
침강속도에 차이로 도막의 표면과 하층의 색상이 틀리게 되는 현상
- 4) 색뜸(Floating): 부분적인 색상 차이로 생기는 색 얼룩
- 5) 흐름의 형태가 긴 기둥 모양이면 Runs, 커넨 형태이면 Sags라 함

표 9. 장기 건조후에 발생하는 결함

종류	발생 원인
갈라짐 깨어짐 균열	하도도료가 너무 두껍게 도장하거나, 건조 불충분 하도와 상도의 공정 부적합 보수도료일 때 상도도료의 후도, 가소제의 배합량이 적을 때, 연속적인 냉기와 강한 자외선이 작용할 때 피도물에 함수율이나 흡입이 많은 소재거나, 도료의 팽창율이 상이한 소재
벗겨짐 박리	피도물에 왁스, 실리콘, 오일, 물이 있거나, 도료의 흡수성이 클 때, 건조 불충분 또는 과도할 때 너무 평화한 금속면, 도료 도장시 너무 저온일 경우 신나의 휘발이 너무 빠른 경우
층간 박리	하도도막이 과잉으로 가열되거나, 실리콘, 기름 등의 불순물이 묻을 때, 자연건조형 도료는 하도후 도장 간격이 너무 오래 경과했을 때 도장때 고온다습으로 잔류수분이 도막에 농축될 때
부풀음	고온다습 상태에서 장기 방치할 때, 도막아래의 부식에 의하여 부풀음 발생 수연마 후의 수세 불충분하거나, 도장면에 땀, 지문 등의 오염, 건조부족으로 도막이 미건조 되었을 때 급속표면 처리에 덩어리 부착, 염수를 함유한 물방울 부착, 화성처리후 수세 불충분
변퇴색	화학약품, 대기오염, 열이나 자외선으로 변질 (특히 초화면 락카, 어유알키드, 페놀우레탄계등이 잘 변한다.) 피도면의 화학성분과 안료의 반응, 건조제 과잉사용
백아화	대기중 수분, 자외선, 산소등으로 분해되어 안료입자만 표면에 존재하여 문지를 때 손에 묻어남
곰팡이 발생	도막에 균열이 생긴 부분, 소지와 하도의 경계면, 일단 한번 발생했던 곳에 발생하기 쉽다
발청	금속면의 산화물, 수산화물이 녹발생의 주체
오염	먼지, 시멘트 분진, 산성성분, 수산화물 그을음(매연분진) 화학약품 등이 도막에 부착

2.2 색 결함과 대책

1) 개요

안료는 유색의 고체분말로 물이나 용제에 용해되지 않으며, 도료의 경우 매개물을 강제분산시켜 사용하며 도료 건조 후 도막으로 형성되면, 수지나 기름등이 도막 형성 요소가 된다. 착색제에 물이나 용제에 용해되어 투명한 색을 내게하는 것은 염료이다. 착색 투명도료는 안료보다 염료가 사용되고, 안료는 특히 투명감이 강한 유기계열이 있다. 예를 들면, 소량 사용하여 착색투명도에 가까운 도료나 메탈릭 도료에 적합한 것도 있다.

안료의 종류는 대단히 많으므로, 건축물에 원하는 목적으로 안료를 선택하여, 단독 또는 혼합해서 사용한다. 한 종류

의 안료가 전체의 기능을 겸비한 안료는 없다. 안료는 도막 색, 도막의 은폐, 도막 광택, 도막의 물리적 강도, 내후성, 방청 효과가 있다. 또한 착색력이 좋은 안료와 혼합하여, 도막의 중량계 역할을 한다.

2) 안료의 제반 활용 실무 및 역할

(1) 도료계 안료의 분류

도료에 사용되는 안료는 기능, 목적에 따라 착색안료, 체질 안료, 방청안료, 금속안료로 분류할 수 있다.

착색 안료는 도막색과 은폐를 주목적으로 한다. 색에 따라 백색, 흑색, 적색, 황색, 청색, 녹색 안료등으로 실용화 되어 성분에 따라 무기계열과 유기계열로 구분된다. 무기계열 안료는 천연광석을 분쇄시킨 것과 화학 반응으로 합성한 것이 있다. 내후성, 은폐성, 내열성, 내용제성등은 우수하지만, 색상이 선명하지 않다. 유기계열 안료는 천연 식물의 추출과 화학 반응으로 합성한 것이 있다. 체도, 투명도, 착색력이 우수하고, 선명한 색상이 많다. 은폐성은 좋지 않으며, 내후성이 좋은 것에서부터, 나쁜 것까지 여러 종류가 실용화되어 있고, 무기계열보다 비싼 편이다.

표 10. 무기계와 유기계 안료

항 목	무기 안료	유기 안료
비중	대	소
은폐력	대	소
투명도	소	대
체도	열----우	양----우
착색력	양	우
내산성	열----우	열----우
내알카리성	열----우	열----우
내약품성	열----우	열----우
내용제성	우	열----우
내이행성	우	열----우
내광성(내후성)	양----우	열----우
내열성	양----우	열----우

체질안료는 도막의 광택조절, 물리적 강도조절 및 중량계 역할을 하는 주요기능으로 착색력은 거의 없으며, 통상 백색 분말이다.

방청안료는 도막에 방청성을 주어, 금속의 부식을 방지한다. 일반적으로 유색이지만, 최근에는 연산칼슘(연산칼슘, Ca2PbO4)등과 같이 백색으로 방청효과를 내는 것이 실용화 되고 있다.

금속안료는 무기재료의 특수한 것이다. 도막에 금속감각을 부여하거나, 도전성, 전파흡수성, 부동태화등 특수한 기능을 가지고 있다.

(2) 도료별 안료의 선택활용

도료의 용도, 역할, 도료의 적정 가격에 따라 안료의 선택에 주의할 점은 다음과 같다.

- 목적하는 색상에 적합 여부
- 도료에 사용되는 합성 수지와 안료의 내구성의 일치

- 합성 수지의 PH 적합 정도
- 도료에 알맞은 분산 가능 여부
- 도료의 합성수지의 성질 및 작업성 적합 여부 (내열성, 내약품성)
- 흡수량에 따른 도료점도 및 점성특성의 영향 정도
- 도막 두께에 따라 은폐성 정도
- 혼합 사용하는 타안료와 상관 관계
- 도료의 비중에 미치는 영향
- 도료의 저장 안전성에 미치는 영향
- 인체에 미치는 영향 정도
- 목적하는 도료 도막의 기능에 적합한 안료 여부 (밀착, 방청성, 기계적특성, 내수성등)

위의 내용을 총괄적으로 우선 판단하려면 안료의 제품사의 기술 자료를 충분히 이해하고, 여러번의 실험 및 장기적인 실험을 거쳐 선택해야 한다. 단기적인 계획은 한두달 또는 1-2년 내에 도막결함이 발생할 수 있고, 해결 방안이 어렵고, 크레임의 원인이 되어 경제적인 손실이 커질 수 있다.

(3) 안료의 분산

도료제조 공정 작업은 분산 공정이 대단히 중요하다. 도료계 안료의 분산성은 도료액의 유동성과 부착성에 관계되고, 분산의 양부는 도막의 성능을 좌우하는 인자이다.

도막 성분중 안료 성분을 증가시키면, 일정한 농도에서 갑자기 도막의 물리적 성질이 급변한다. 이것은 도막 형성성분중에서 수지 성분의 양이 부족하여 도막 다공질로 되는 시점이다. 이러한 한계농도를 “한계안료 용적농도(CPVC- Critical Volume Concentration)”라고 한다.

CPVC와 도막의 물성에 관한 설명은 다음과 같다.

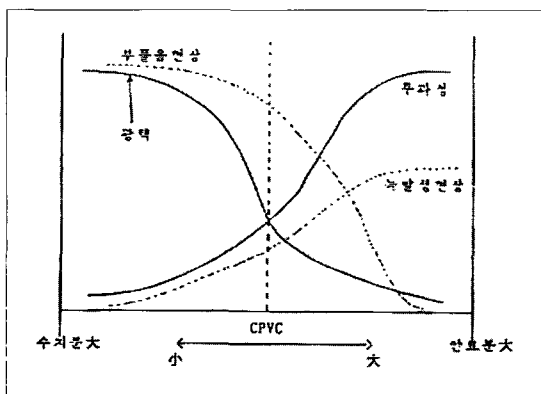


그림 1. CPVC와 도막물성

안료의 분산은 안료 입자크기를 조절하여 안료를 분산시켜야 한다. 분산 방법은 수지, 안료, 용제 및 첨가제를 예비 혼합한 것을 고속분산기에 투입 분산시키는 것으로 각종 분산기에 따라 분산효과, 분산시간, 분산 능력등에 차이가 있다.

3) 도료의 조색 및 측정

조색은 색채를 창조하는 작업이며, 색채를 뵈는 도료는 도료로서 가치가 없을 정도이다. 따라서 우리생활 주변에 모든 것이 색채와 연관되어, 색채의 조화가 중요하다.

어떠한 색채를, 어떠한 안료를 사용하여, 가장 오차가 없도록 조색해서 맞추어 내는가? 이것이 주요 조색의 기술적인 관점이며, 여러 가지 조색된 도료를 주변과 어울리게 조색시키는 것이 디자인 영역이다.

(1) 도료 조색전의 안료재료(조색계)

도료 조색방법에 사용하는 조색제는 다음과 같다.

- 안료 자체의 조색 : 색차 조정이 어렵다.
- COLOR PASTE 이용 조색 : 합성수지별 (도료 TYPE 별) 조색제가 모두 필요하여 재고 발생
- 원색페인트 이용조색 : 도료제조시간 단축기능, 그러나 저장 설비투자자와 재고 발생
- Universal Colorrant 이용 조색 : 고급기술 필요, 용도제한

(2) 조색시 필요지식

- 조색에 사용되는 안료, 조색제의 농도, 색상, 명도 및 전색제에 관한 제반 정보.
- 조색 기술자에게 필요한 능력.
조색은 색을 맞추는 것이며, 색을 희망 색을 만드는 기술적 행위이다. 따라서 조색 기술자는 다음 3가지에 관한 능력이 필요하다.
 - 혼색에 관한 지식.
 - 색채 식별 능력.
 - 흥미 끌기와 결단력.

(3) CCM (Computrized Color Matching system)

도료에 따라 정리하여, 사용 가능한 안료를 모두 정리하여, CCM사양서에 기준하여 기초 입력 시편을 제작한다. 각종 안료의 가격등 제반 정보를 컴퓨터에 입력 기억시켜 조색에 활용하는 최신 기술의 조색 시스템이다.

새로운 도료나 안료가 개발될 때마다 정보를 계속 입력하고, 특히 시공 현장은 조색제의 자료를 일정하게 관리유지해야 컴퓨터에 따른 색배합으로 조색이 된다.

또한 안료 상품별로 안료의 품질오차가 없이 일정하게 생산 공급되어야 한다. CCM은 가장 경제적인 조색용 색배합을 만들기도 하며, 색차의 측정에 의한 수정작업지시도 할 수 있다.

4) 색의 측정

색의 측정은 조색 여부, 소비자의 만족도를 측정하는 것으로 매우 어려운 분야이다. 특히 감각적인 분야로서 표현에 대한 상호 이견이 종종 발생한다. 따라서 수치화하여 관리하는 방법이 채택 사용되지만 완전한 해결책은 아니다.

(1) 육안 판별에 의한 색의 측정

■ 도막의 색상과 판정

a. 관측각이 35-55° 에서 경면반사(Specular Reflectance)일 때 : 경면 반사광을 배제시키고, 조명은 시료판에 수직하게 비추어 약 45° 로 관측한다. Light Source는 관측자 전면에 아니며, 수평으로 8-9° 의 각도로 관측자로부터 멀어지게 기울이면서 관측한다.

이때 HUE, Lightness Saturation의 3속성으로서 (HUE)약간 어둡고 (Lightness) 매우 조금 Grayer 하다(Saturation)고 판정하게 된다.

b. 무광택면일 때 : 무광택의 시료판 면에 대해 수직하게 관측하고 조명은 시료면에 대해 45° 로 조정한다.

· 색판정을 할때 자연광을 이용하는 경우의 주의 사항.

- a) 직사광선을 피하고 일정한 광선을 이용한다.
- b) Surrounding Color(환경색)의 영향을 배제하기 위해 N6.0-N7.0을 이용한다.
- c) 광원은 일출 후 3시간부터 일몰 전 3시간까지의 자연광을 이용하고 이시간 이외에는 인공광을 이용하며 1000LUX가 표준이며 맑은 날의 창측에서 직사광은 2000LUX이고 50cm 정도의 실내는 1000LUX가 된다.

(2) 기계적 색측정방법(Spectrophotometer사용)

■ Spectrophotometer의 Sensor를 사용하여 Spectral Reflectance를 구하여 X, Y, Z로 전환한다.

* X, Y, Z : Tristimulus Value(물체색의 3차극치)

$$X = K \int_{380}^{780} S(\lambda)X(\lambda)R(\lambda)d\lambda$$

$$Y = K \int_{380}^{780} S(\lambda)Y(\lambda)R(\lambda)d\lambda$$

$$Z = K \int_{380}^{780} S(\lambda)Z(\lambda)R(\lambda)d\lambda$$

* S(λ) : 색의 표시에 사용되는 표준광원의 분광분포
 X(λ)Y(λ)Z(λ) : Colormatching Function(등색함수)
 R(λ) : 분광입체각 반사율

$$K : \frac{100}{\int_{380}^{780} S(\lambda)Y(\lambda)d\lambda} : Constant$$

(3) 색차표시 방법

a. L,a,b 표색계 : CIE(국제조명위원회)가 권장한 표색계

* L,a,b 표색계에 의한 색차

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$$

L : L,a,b 표색과 명도지수

a,b : Chromaticness Index

b. Hunter 표색계 : R.S Hunter가 제안한 식으로 현재 많이 쓰이는 색차식으로 Colormeter로 직독하는데 편리한 색차식이다.

* Hunter 색차식

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$$

$$\Delta L = L1-L2$$

$$\Delta a = a1-a2$$

$$\Delta b = b1-b2$$

* CIE X, Y, Z의 Hunter Lab의 관계식

$$L = 10\sqrt{Y}$$

$$a = 17.5(1.02X-Y)/\sqrt{Y}$$

$$b = 7.0(Y-0.847Z)/\sqrt{Y}$$

L : 색의 밝기를 표현하며 0-100까지의 수치

a,b : +, -로 산출되며, a의 수치가 +쪽으로 크면 녹색이

강함을 표시한다. b의 수치가 +경우 황색, -경우 청색을 나타내며 a와 b가 0에 가까우면 무채색을 나타낸다.

참고적으로 색상을 중요한 공업 상품(자동차, 가전제품..)의 경우 0.3NBS 이하로 하고 일반제품은 0.8NBS 이하로 한다.

표 11. 색차(E) : NBS Unit 사용

NBS Unit	색차의 감각적 표현
1.0	용이하게 색상차이 판별
0.8	약간의 색상차이
0.6	매우 약간의 색상차이
0.4	극히 미세한 색상차이
0.2	거의 색상차이를 분별할 수 없는 상태

5) 색 결함 및 대책

현장에서 조색시 예상되는 문제점 및 대책은

표 12. 색 결함 및 대책

문제점	대책
견본판의 오염, 변색	보관 및 취급주의 제작때 오차 최소화
소재 영향에 의한 색차발생	규정, 소재 명시 및 실제사용
도료점도에 의한 색차	규정 도료점도 명시 및 준수
Setting 시간에 따른 광택변화 및 색차	Setting 시간, 온도 명시 및 준수
분산 정도의 차이에 따른 색차	분산규격 명시(입자크기) 및 준수
Metallic Color의 이중색	한도 견본판의 사용안료 명시 (무기안료 사용규제)
안료사용이 다를 때의 색차	한도 견본판과 다른 안료사용 기피
CCM Data와의 색차	조색제한량정확과 입력 Data 정확 및 백색, 흑색안료 동일화
광택차에 의한 색차	광택조절제 균일사용 및 광택규정, 규격 준수
스프레이 점도에 따른 색차	규정 신나준수 및 희석점도 규격명시
색분리에 의한 색차	분산정도와 첨가제사용 점검 및 도료설계 검토
열안정성 불량에 의한 색차	내열성 관련자료 참고, 설계재검토
은폐 불량에 의한 색차	규정도막(DFT) 준수 및 안료함량, 색상설계 재검토
안료 침강 불량	분산상태검토 및 도료설계 재검토
색상 Over 조색	전색계 및 기타원료첨가, 재조색시도
색차 ΔE 관리에 따른 색차	방향성 재정립 규격화 검토
착오	조색시에 따른 색방향성 차이이므로 조색시 교체
건조도막 외관 불량에 의한 색차	시편제작성 또는 도료 오염상태, 분산상태 검사 및 설계 재검토

3. 결 론

일반건축물 및 구조물용으로 사용하는 수성페인트에 대한 도료기술 및 색 관리는 색의 변색에 커다란 영향을 준다. 페인트 변색의 여러 요인중 도장기술에 대한 접근은 건축물이나 구조물의 페인트 공사비의 절감과 공사의 수준을 결정하는 커다란 요소로 대두된다.

도장과 색채는 건축물의 미관 효과에 지대한 영향력을 준다. 또한 도장의 제반 기술 사항을 접근하면, 품질이 우수한 시공과 건축물 및 구조물의 도장공사 관리비의 절감을 이룰 수 있다.

그러나 페인트 기술이나 색관리는 전체 건설 시공 공사비 중 비율이 적을 수 있다. 그러나 각 공사마다 기술에 대한 접근과 관리측면을 기술적 방법으로 접근하여 공사비 절감과 효과적인 페인트 공사를 하는 기본 자료로 이용되어 질수 있다.

연구 결과의 활용방안은

- 1) 도장설계방법 및 도장시공기술에 대한 지침서로서 활용 하려 한다.
- 2) 도장의 하자요인과 대책에 대하여 원인을 제시한다.
- 3) 색 결함과 대책에 대하여 방법론을 제시한다.
- 4) 질적인 시공 방법과 공사비 절감을 위한 색관리 방법을 제시한다.

이외에도 건물 도장은 부정기적으로 여러 결함이 발생될 수 있으며, 색상에 관한 사항도 도료공학 및 도료제조공장에서 끝없이 대두되는 문제이고 지속적인 해결책 강구에 많은 노력이 필요할 것이다.

참 고 문 헌

1. “建築塗裝便覽”(1983), 日本塗裝工業會
2. “わかりやすい塗裝のすべて”(1984), 鶴田清治外, 技術書院(日本)
3. “塗料學”(1981), 三原一幸, 大光書林(日本)
4. “塗裝과 塗裝設備”(1980), 松容寸康, 科學評論社
5. “溶劑ポケットブック”(1967), 有機合成化學協會, (株)オーム社
6. “最新工業塗裝技術”(1979), 石渡淳介 外, 華書房
7. “顏料便覽”(1959), 日本顏料技術協會, (株)誠文堂 新光社
8. “塗裝技術의 理論과 實務”(1985), 大韓建設協會 專門會員 全國協議會 塗裝工事業 分科會
9. “塗裝實務핸드북”(1983), 鄭限道, 일진사
10. “建築施工핸드북”(1979), 建築工學研究會, 技文堂
11. “建築施工實務, 内外裝工事(3)”(1977), 建築施工研究會, 韓國理工學社
12. “建設部제정 建築工事 표준시방서 - 제20장 칠공사”(1986), 大韓建築學會
13. “重防蝕 TAC시스템-프란트編”, 日本 東亞ペイント(株)
14. “塗膜의 缺陷과 그 對策(上)”(1983. 8), 金錫哲, 塗料와 塗裝 No. 34
15. “塗膜의 缺陷과 그 對策(下)”(1983. 10), 金錫哲, 塗料와 塗裝 No. 35
16. “색의 측정 및 컴퓨터에 의한 조색(上)”(1986. 5), 文成滿, 塗料와 塗裝 No. 50
17. “색의 측정 및 컴퓨터에 의한 조색(下)”(1986. 7), 文成滿, 塗料와 塗裝 No. 51
18. “塗裝鋼의 耐蝕性能 平價方法(上)”(1986. 11), 申敬泰, 塗料와 塗裝 No. 53
19. “塗裝鋼의 耐蝕性能 平價方法(下)”(1987. 1), 申敬泰, 塗料와 塗裝 No. 54
20. “塗料分野における橋かけ硬化劑の進歩(1)”, (1983), 大澤晃, 塗裝技術 Vol.22 No.9
20. “塗料分野における橋かけ硬化劑の進歩(2)”, (1983), 大澤晃, 塗裝技術 Vol.22 No.11
20. “塗料分野における橋かけ硬化劑の進歩(3)”, (1984), 大澤晃, 塗裝技術 Vol.23 No.1
20. “塗料分野における橋かけ硬化劑の進歩(4)”, (1984), 大澤晃, 塗裝技術 Vol.23 No.2
20. “塗料分野における橋かけ硬化劑の進歩(5)”, (1984), 大澤晃, 塗裝技術 Vol.23 No.5
20. “塗料分野における橋かけ硬化劑の進歩(6)”, (1984), 大澤晃, 塗裝技術 Vol.23 No.9