



무기도료 내 금속성분 분석을 통한 MSDS 개선방안

OSHRI

산업재해예방
안전보건공단
산업안전보건연구원



연구보고서

무기도료 내 금속성분 분석을 통한 MSDS 개선방안

한정희·이도희·변성현·이나루

산업재해예방

안전보건공단

산업안전보건연구원



요약문

- 연구기간 2022년 01월 ~ 2022년 11월
- 핵심 단어 무기 도료, 무기안료, 복합무기안료 (CICPs), UVCB, MSDS
- 연구과제명 무기도료 내 금속성분 분석을 통한 MSDS 개선방안

1. 연구배경

화학물질 (Substance)은 자연상태 또는 제조공정의 결과물인 화학원소 및 그 화합물로서 화학물질 규정을 이행하는 데 있어 유해성·위험성 분류를 위한 물질의 식별은 필수적이며 물질의 유형을 확인하는 것이 필요하다. 또한, 산업 안전보건법 (이하 산안법)에 따라 물질이 근로자에게 건강장해를 일으키는 화학 물질 (이하 유해물질)이거나 유해물질을 일정 중량비율 이상 함유한다면 물질 안전보건자료 (Material Safety Data Sheet, MSDS)상에 반드시 구성성분으로 기재하여야 한다.

화학제품 중 도료는 산업의 중간재로 토목/건설, 철강/금속, 선박/자동차, 전기/전자 산업 등의 광범위한 마감소재로 사용되어 제품의 외관을 보호하여 수명을 연장시키고 미장효과를 발휘하여 완성도를 높이는 소재로서 전반적인 연관 효과가 큰 소재 산업이다.

도료는 수지, 용제, 안료, 첨가제 등으로 구성되어 있는데 일반적으로 수지를 용해하고 안료를 배합 및 분산한 후 첨가제를 넣어 조합, 조색하는 과정을 거쳐 제조된다. 여기에서 수지와 용제는 주로 유기성분이며 무기성분은 주로 안료 (무기안료)에 포함되어 있으며 유기안료 및 유무기 복합안료나 첨가제에도 함유되어 있을 수 있다.

그러나 도료의 MSDS를 조사한 결과 영업비밀사항으로 보호하고 있거나 정확한 성분이나 함유량 정보를 제공하고 있지 않은 경우도 많았다. 또한, 안료 성분은 색상지수로 표기하는 경우가 많으며 기재방법이 통일되어 있지 않아 사용자들이 정확한 성분 및 유해성을 인식하지 못할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 다양한 도료의 무기 금속성분을 분석하여 산안법 상 유해물질 함유여부를 확인함으로써, MSDS의 구성성분 및 함유량의 표기 실태를 파악하고 개선방안을 제시하여 유해물질 관리 강화에 기여하고자 한다.

2. 주요 연구내용

1) 도료 자료 조사

도료의 금속성분 분석을 위하여 우선 도료의 기본 요소, 종류, 안료, 무기 안료, 복합무기안료 등의 자료를 조사하였다. 도료는 액체성분과 고체성분이 혼합되어 있는데 일반적으로 수지 (resin/binder), 용제 (solvent), 1차안료 (primary), 체질안료 (filler/extender), 착색제 (colorant)로 구성되며, 기타 첨가제가 혼합되어 있다. 도료는 용제 30-80%, 수지 20-60%, 안료 2-40%, 첨가제 0-5%의 비율로 구성되는데, 주로 수지와 용제는 유기성분이며 안료나 첨가제에 무기성분이 포함되어 있을 수 있다.

2) 대상 유해물질 및 시료 선정

산안법 상 유해물질 중 금속원소 성분을 선택하였다. 각 물질의 분자식, 구성원소, 물질유형 등 물리적 특성을 조사하여 구리, 납, 니켈, 망간, 아연, 알루미늄, 티타늄, 크롬, 코발트 등 26종을 대상 유해물질로 선정하였다. 또한, 현재 유통되고 있는 다양한 종류의 도료 중 해당 제품의 MSDS를 검토하여 대상 유해물질을 함유할 것으로 예측되는 시료 19종을 임의로 선정하였다.

3) 도료의 성분 분석방법 최적화

ICP (유도결합플라즈마분광광도계)를 이용한 도료의 분석방법과 이를 통한 분석사례 등을 조사하여 분석조건을 최적화하고 유효성을 확인한 결과 직선성, 정밀도 및 정확도, 검출한계 및 정량한계는 양호하게 나타났다.

4) 도료의 분석 및 유해물질 함유 여부 확인

금속성분 중 은 (Ag), 비소 (As), 붕소 (B), 베릴륨 (Be), 칼륨 (K), 몰리브덴 (Mo), 셀레늄 (Se), 탈륨 (Tl)은 모든 시료에서 검출되지 않았거나 검출한계 미만이었다. 가장 많이 함유한 성분은 알루미늄 (Al), 철 (Fe), 칼슘 (Ca), 나트륨 (Na) 등이었으며, MSDS에 기재된 성분과 정성분석결과를 비교한 결과 10종은 일치하나, 9종은 MSDS에 기재되지 않은 성분이 검출되었다.

5) 도료의 MSDS 작성법 제안

MSDS 작성 시 구성성분의 명칭 및 함유량은 화학제품을 구성하는 성분정보를 성실히 기재하여야 한다. 도료에는 무기안료, 첨가제 등 다양한 금속성분이 함유되어 있을 수 있으므로 개별물질뿐만 아니라 혼합물로서의 유해성을 고려해야 하며 구성성분에 따른 다양한 분석방법을 선택하여 종합적으로 평가하는 것이 필요하다. 또한 색상지수로 표기한 시료는 정확한 물질명으로 대체하여 기재하거나 법적규제현황에 대상 유해물질을 기재하도록 권고하고 이산화티타늄, 나노폼, 복합무기안료 등의 이슈에 적극적인 대처와 올바른 MSDS 작성을 위한 구체적인 가이드라인 제정이 필요하다고 판단된다. 결론적으로 도료 중 무기안료는 도료에 함유된 다른 금속화합물과는 다른 특성, 즉 입자의 크기, 결정구조, 복잡한 성분을 가지고 있으므로 다른 금속화합물과는 별도로 유해성을 평가해야 하며 MSDS 작성에도 이를 반영해야 한다.

3. 연구 활용방안

본 연구결과는 도료에 함유되어 유해 금속성분이 분류에 영향을 끼칠 만큼 함유되어 있는지 판단하는 데 도움이 될 수 있으며, 제조사의 MSDS와 비교 검토 및 적정성을 확인을 통하여 MSDS 개선을 위한 지침이 될 수 있을 것이다. 따라서 무기도료의 올바른 MSDS 작성을 통하여 사업장 화학물질 관리에 기여할 수 있을 것이다.

4. 연락처

- 연구책임자 : 산업안전보건연구원 화학물질평가1부 연구위원 한정희
 - ☎ 042) 863-0353
 - E-mail : hanjh@kosha.or.kr

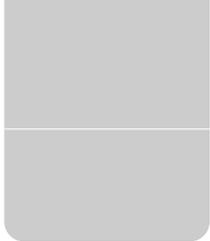
목 차

I. 서 론	3
1. 배경 및 필요성	3
2. 목적	8
II. 연구내용 및 방법	11
1. 무기도료의 현황 조사	13
1) 도료 조사	13
2) 도료 중 무기안료 성분의 MSDS 현황 조사	13
3) 도료 중 유해물질 및 노출기준 조사	13
2. 무기도료 내 금속 분석방법 조사	13
1) 무기도료의 금속분석방법 조사	13
2) 무기도료의 국내분석사례 조사	14
3. 대상 유해물질 및 대상시료 선정	14
1) 대상 유해물질 선정	14
2) 대상 시료 선정	14

목 차

4. 시료의 성분분석 및 결과 MSDS 비교검토	15
1) 대상 시료의 정성·정량 분석	15
(1) 시료의 전처리	15
(2) 표준물질	16
(3) 분석장비 및 분석조건	18
2) 분석방법의 유효성 확인결과	20
(1) 직선성 (Linearity)	20
(2) 정밀도 (Precision)	21
(3) 검출한계 (LOD) 및 정량한계 (LOQ)	21
5. MSDS 상 구성성분의 적정성 평가 및 작성법 제안	21
Ⅲ. 결과	23
1. 도료 조사	25
1) 도료의 구성성분	25
(1) 전색제	26
(2) 안료	27
(3) 첨가제	31

2) 도료 중 금속성분의 유해성 조사	33
(1) 이산화티타늄 이슈	33
(2) Nanoform 이슈	34
(3) UVCB 이슈	34
3) 도료 내 금속 분석방법 조사	36
(1) 도료의 분석방법	36
(2) 무기도료의 분석사례 조사	38
2. 대상 유해물질 및 대상시료 선정	40
1) 대상 유해물질 선정	40
2) 대상 시료 선정	45
3. 시료의 분석결과	56
1) 대상 시료의 정성·정량 분석	56
2) 도료의 입자크기 분포 (수성도료)	60
4. 분석방법의 유효성 확인 결과	61
1) ICP-OES 분석	61
2) ICP-MS 분석	63
5. MSDS 적정성 평가 및 개선 방안 제안	64



목 차

IV. 고찰	65
V. 결론	71
참고문헌	75
Abstract	81
부록	83

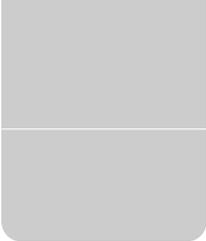
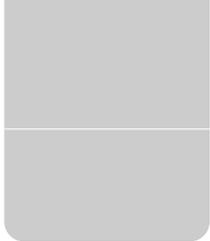


표 목차

〈표 Ⅰ-1〉 국내 안료 및 도료의 생산량	4
〈표 Ⅰ-2〉 혼합물에 대한 분류기준	9
〈표 Ⅱ-1〉 표준물질의 농도 및 포장 선택	17
〈표 Ⅱ-2〉 ICP-OES 분석조건	19
〈표 Ⅱ-3〉 ICP-MS 분석조건	20
〈표 Ⅲ-1〉 도료 첨가제의 종류	32
〈표 Ⅲ-2〉 산안법상 유해물질 중 금속성분	40
〈표 Ⅲ-3〉 대상 유해물질의 노출기준 및 유해성	42
〈표 Ⅲ-4〉 대상시료의 MSDS 세부 기재내용 및 ECHA 검색 정보	46
〈표 Ⅲ-5〉 시료 중 안료 성분	54
〈표 Ⅲ-6〉 시료 중 금속성분의 함량	56
〈표 Ⅲ-7〉 시료 중 금속성분의 함량	57
〈표 Ⅲ-8〉 시료 중 금속성분의 함량	59
〈표 Ⅲ-9〉 수성도료의 입자성분 및 크기분포	61
〈표 Ⅲ-10〉 검정곡선의 유효성	61
〈표 Ⅲ-11〉 검정곡선의 유효성	63



그림목차

[그림 I-1] 도료의 제조 공정	5
[그림 III-1] 도료의 구성	25
[그림 III-2] 착색제의 분류 (G.Pfaff, 2017)	29
[그림 III-3] 무기안료의 분류 (G.Pfaff, 2017)	30
[그림 III-4] 도료의 분석방법	37
[그림 III-5] 도료 입자크기분포	60

I. 서론



I. 서론

1. 배경 및 필요성

화학물질 (substance)은 자연상태 또는 제조공정의 결과물인 화학원소 및 그 화합물로서 화학물질 규정을 이행하는 데 있어 유해성·위험성 분류를 위한 물질의 식별은 필수적이며 물질의 유형을 확인하는 것이 필요하다.

화학물질은 구성성분의 조성을 기준으로 단일물질 (mono-constituent substance)과 다성분물질 (multi-constituent substances) 물질, 그리고 UVCB 물질 (Unknown or Variable composition, Complex reaction products or Biological materials) 물질로 구분된다. 단일물질은 일반적으로 하나의 주성분으로 구성된 물질로서 제조공정상 인위적으로 혼합하지 않은 불순물이 일부 포함된 경우를 말한다. 다성분물질은 두 가지 이상의 주성분으로 구성된 물질로서 화학물질의 조성을 명확히 파악할 수 있다. UVCB 물질은 구조를 명확히 알 수 없거나 가변적인 조성의 물질, 복잡한 반응 생성물 또는 생물학적 물질 등 화학물질의 조성을 명확히 파악할 수 없는 물질로 정의하고 있다. 따라서 단일물질과 다성분물질은 구성 성분 및 함유량이 명확한 반면 UVCB 물질은 성분 및 조성을 특정할 수 없다. 그리고 혼합물은 구성 성분이 두 가지 이상인 물질 또는 용액으로서 주성분에 부형제, 용제, 안정제 등이 첨가된 제품을 의미한다 (ECHA, 2022).

하지만, 고용노동부에서는 단순히 화학물질과 혼합물로 구분하고 있어, UVCB 물질 등에 분석 및 분류에 대한 대비가 부족한 실정이다. 단일물질 및 다성분물질을 특성화하는 것은 쉽지만 UVCB 물질은 기원이 복잡하거나 알려지지 않거나 가변적인 조성으로 특성화하기 어렵기 때문이다.

화학제품 중 도료는 산업의 중간재로 토목/건설, 철강/금속, 선박/자동차, 전기/전자 산업 등의 광범위한 마감소재로 사용되어 제품의 외관을 보호하여

수명을 연장시키고 미장효과를 발휘하여 완성도를 높이는 소재로서 전반적인 연관 효과가 큰 소재 산업이다. 통계청에 따르면 도료 및 안료의 생산량은 최근 5년간 표 I-1과 같이 생산되고 있다.

〈표 I-1〉 국내 안료 및 도료의 생산량

품목별	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년
도료 (kL)	928,262	887,800	870,636	840,105	881,839
안료 (톤)	143,281	127,968	124,303	122,007	135,428

※ 국가통계포털 (KOSIS; Korean Statistical Information Service), 통계청 2022

용도별로 구분하면 2017년 기준으로 건축, 바닥재, 목공용 도료가 전체 생산량의 약 28%를 차지하고 철강 17%, 자동차 15%, 선박 12%로 그 뒤를 잇고 있다. 최근에는 도장 재료의 고기능화, 친환경도료, 무용제도료 등 응용 확장을 위한 기술개발을 통한 고부가가치형 산업으로 재편되고 있다.

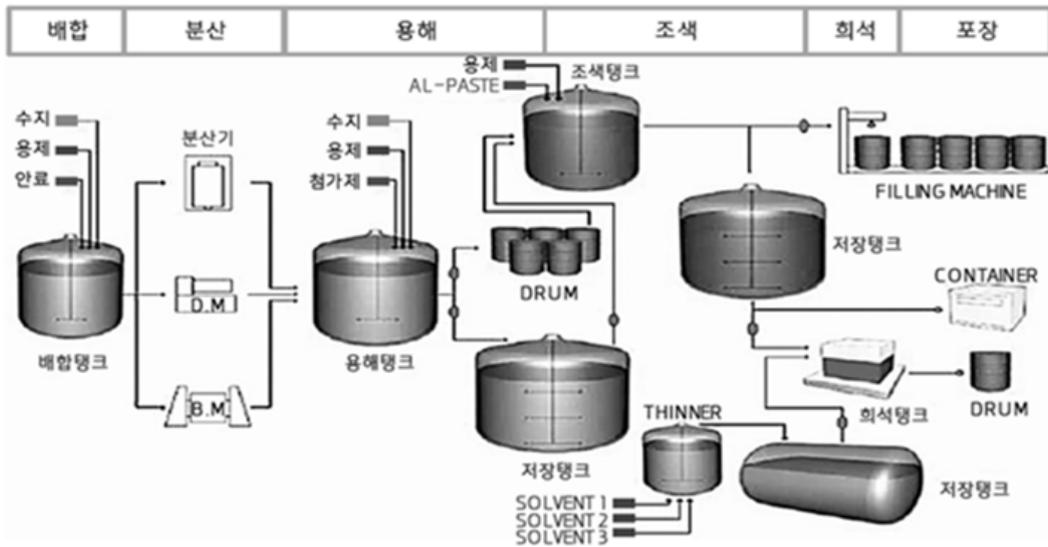
그리고 국내 조선업 호황으로 인한 선박 도료업체가 동반 성장하고 있으며, 환경기준의 강화로 유해물질이 많이 함유된 유성도료에서 수성도료로 전환이 이루어져 가고 있다. 특히 코로나 19 영향으로 항균도료, 항바이러스 도료 사용이 증가하는 등 특수 기능성도료의 개발도 활성화하고 있다.

환경부는 2021년 화학물질등록평가법 개정 시 도료 내 중금속을 줄이기 위하여 납의 혼합물 함량 기준을 0.06%에서 0.009%로 강화하고, 모든 도료 용도로 취급할 수 없도록 제한내용을 확대하고 6가 크롬을 0.1% 이상 함유한 혼합물의 제한 내용 중 건축용 페인트 용도를 모든 도료 용도로 확대 개정하고자 추진하고 있는 등 환경기준이 점점 강화되고 있는 추세이다.

도료는 수지, 용제, 안료, 첨가제 등으로 구성되어 있는데 일반적으로 수지를 용해하고 안료를 배합 및 분산한 후 첨가제를 넣어 조합, 조색하는 과정을 거쳐 제조된다. 여기에서 수지와 용제는 주로 유기성분이며 무기성분은 주로 안료

(무기안료)에 포함되어 있으며 유기안료 및 유무기 복합안료나 첨가제에도 함유되어 있을 수 있다.

도료 제조 공정은 매우 복잡하고 많은 원료를 사용하여 다양한 제품을 생산하지만 일괄 생산 공정 (batch process)으로 단순한 혼합 및 분산 공정으로 구성되어 있다. 일반적으로 다음과 같은 공정으로 제조한다 (비피기술거래, 2020).



〈그림 I-1〉 도료의 제조 공정

수지, 용제, 안료 등 원재료를 계량하여 배합탱크에서 정해진 배합비율로 혼합하고 반응시킨다. 원료의 적절한 균형을 맞추기 위하여 용제와 수지를 추가로 첨가하고 첨가제를 넣는다. 분산된 혼합물을 용제와 혼합하여 희석하거나 원하는 색깔로 조정된 후 불순물을 제거하는 과정을 거친다.

안료에는 유기안료, 무기안료, 체질안료, 금속분 등이 있다. 유기안료는 염료를 물에 녹지 않는 금속화합물의 형태로 바꾼 것이며, 무기안료는 천연광물을 가공, 분쇄하거나 금속화합물을 원료로 제조한다. 체질안료는 안료의 값을 감소시키고 안료 입자의 크기를 보충함으로써 안료의 피복력과 내후력을 증가시키는

역할을 한다. 현재 국내에서 사용하는 안료는 700여 종이며 유기안료는 500여 종, 무기안료는 200여 종으로 대부분 소량 다품종으로 생산되고 있으며, 이산화티타늄, 산화철, 산화알루미늄 등 다양한 성분을 함유하고 있다.

그러나 도료의 MSDS를 조사한 결과 영업비밀사항으로 보호하고 있거나 정확한 성분이나 함유량 정보를 제공하고 있지 않은 경우도 많았다. 또한, 안료 성분은 색상지수로 표기하는 경우가 많으며 기재방법이 통일되어 있지 않아 사용자들이 정확한 성분 및 유해성을 인식하지 못할 수 있다.

색상지수 (Color Index)는 SDC (Society of Dyers and Colorists, 영국 염색업자협회) 및 미국의 AATCC (American Association of Fabric Chemists and Colorists, 섬유화학색채연구자협회)에서 발행하는 필수 착색제에 대한 최종 지침서로, 염료 및 안료를 응용 등급 및 화학 등급별로 설명하고 있다. 색상지수는 이중 분류 시스템을 사용하는데 CIGN (Color Index Generic Name, 색상지수일반명)은 용도, 색상 및 일련번호에 의한 상업명으로 표기하는 색상지수로 예를 들어 C.I. Pigment Blue 28과 같은 방식으로 표기한다. CIGN (Color Index Constitution Number, 색상지수조성번호)은 주요 범주에 따라 5자리의 번호로 구성되며 CI 77346과 같은 방식으로 표기한다.

가장 문제가 되는 금속은 납이다. 도료에 납을 사용하는 이유는 안료, 건조제 및 부식방지제로 첨가되거나 오염된 도료 원료를 통해 의도하지 않게 포함될 수 있다. 첨가제 (건조제)로 납의 가장 효과적인 대체물질은 스트론튬 또는 지르코늄인데 스트론튬은 독성이 없으며 납에 비해 적은 양으로 유사한 성능을 나타낼 수 있다. 지르코늄은 유해성이 납보다 낮으나 노출 시 건강에 유해한 영향을 미칠 수 있어 직업적 노출기준이 설정되어 있다. 안료로서 납은 백색 안료로 더 이상 거의 사용되지 않으며 가장 일반적으로 이산화티타늄으로 대체할 수 있다. 이산화티타늄은 납보다 불투명도가 우수하고 독성이 낮다. Lead chromate, Lead molybdate 염은 1:1로 대체할 수 있는 물질은 없지만 원하는 색상과 성능을 만들기 위해 여러 가지 유기 및 무기안료를 혼합하여 제조할 수 있다.

하지만 티타늄도 독성이 낮다고 알려져 있고 심지어 무독성이라고도 표현 하지만 발암물질이다. 국제암연구소 (International Agency for Research on Cancer, IARC)는 이산화티타늄 분말의 경우 흡입 시 발암 가능성이 있는 Group 2B로 분류하고 있으며, 유럽연합은 직경이 10 μm 이하인 이산화티타늄 입자가 1% 이상 함유된 분말 형태의 혼합물을 발암성 2등급으로 지정했다.

또한, 플라스틱 착색에 많이 사용되고 있던 유해 중금속계 안료는 안전 및 환경면에서 그 용도가 현저하게 제한되어 현재는 대체 안료로서 복합산화물계 안료가 사용되고 있는데 복합무기안료 (Complex Inorganic Coloured Pigments, CICPs)는 일반적으로 고온의 석회화 과정에 의해 생성되는 혼합 금속산화물의 결정으로 UVCB 물질이다. 유럽화학물질청 (European Chemical Agency, ECHA)의 경우 REACH (Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of CHemicals) 규정에 따른 CICPs의 식별 및 명명을 위하여 주요 구성성분 및 결정구조에 따라 무기안료 UVCB 물질은 10% 이상의 농도로 존재하거나 색상에 영향을 주는 주요 원소의 경우 물질명에 포함하여 기재 하도록 하고 있으나, 국내는 아직 까지 구체적인 가이드라인이 없다.

2. 목적

물질안전보건자료 (Material Safety Data Sheet, MSDS)는 화학물질을 안전하게 사용하고 관리하기 위하여 필요한 유해성·위험성, 응급조치요령, 취급방법 등의 정보를 기재한 자료이다. 산업안전보건법 (이하 산안법) 제104조와 제110조에 따라 MSDS 대상물질을 제조하거나 수입하는 자는 사전에 MSDS를 작성하여 공단에 제출하고, 유해·위험한 것으로 분류되지 않는 화학물질의 명칭 및 함유량을 별도로 공단에 제출하도록 되어있는데, 물질이 근로자에게 건강장애를 일으키는 화학물질 (이하 유해물질)이거나 유해물질을 일정 함유량 이상 포함한다면 MSDS 상에 구성 성분으로 기재하여야 한다.

산안법에서 관리하는 법적 규제대상 유해물질에는 제조 등이 금지되는 유해물질 68종 (화학물질관리법 금지물질 60종 포함), 허가 대상 유해물질 12종, 허용기준 이하 유지 대상 유해인자 38종, 노출기준 설정물질 717종, 작업환경 측정 대상물질 188종, 특수건강진단 대상물질 168종, 관리대상 유해물질 173종, 특별관리물질 38종이 포함된다.

MSDS에 기재하는 구성 성분의 명칭 및 함유량은 물질명 (이명), CAS 번호 및 함유량으로 표기하며, 1% 이상 성분은 모두 작성해야 한다. 특히 혼합물의 경우 발암성물질 및 생식세포변이원성물질은 0.1% 이상, 호흡기과민성물질 (가스인 경우에 한함)은 0.2% 이상, 생식독성물질은 0.3% 이상인 경우에 해당하는데 이를 한계농도로 규정하고 반드시 기재하도록 하고 있다 (표 I-2).

〈표 I -2〉 혼합물에 대한 분류기준

항목	구분	분류기준
발암성	1A	발암성(구분1A)인 성분의 함량이 0.1 % 이상인 혼합물
	1B	발암성(구분1B)인 성분의 함량이 0.1 % 이상인 혼합물
	2	발암성(구분2)인 성분의 함량이 1.0 % 이상인 혼합물
생식세포 변이원성	1A	생식세포 변이원성(구분1A)인 성분의 함량이 0.1 % 이상인 혼합물
	1B	생식세포 변이원성(구분1B)인 성분의 함량이 0.1 % 이상인 혼합물
	2	생식세포 변이원성(구분2)인 성분의 함량이 1.0 % 이상인 혼합물
생식독성	1A	생식독성(구분1A)인 성분의 함량이 0.3 % 이상인 혼합물
	1B	생식독성(구분1B)인 성분의 함량이 0.3 % 이상인 혼합물
	2	생식독성(구분2)인 성분의 함량이 3.0 % 이상인 혼합물
	수유독성	수유독성을 가지는 성분의 함량이 0.3 % 이상인 혼합물

이런 특성 때문에 제조, 수입사마다 물질의 MSDS를 작성하는 방식은 다양하며, 법적 유해물질을 함유하고 있더라도 MSDS에 기재되지 않을 수 있다. 심지어 고도로 정제된 단일성분 물질과 정제 및 혼합된 다성분물질의 경우에도 UVCB 물질로부터 유래한 것이기 때문에 유해물질이 잔존할 수 있고 MSDS에 반영되지 않을 수 있다. 또한, 도료의 화학적 조성은 복잡하기 때문에 시료 분석에 사용되는 포괄적인 방법 및 기술 목록에서 가장 적절한 분석방법을 선택해야 한다.

실제로 산업안전보건연구원에서 수행한 MSDS 적정성 평가 결과 MSDS 구성 성분의 일치율은 2018년 56.57%, 2019년 58.33%로 미흡하였는데, MSDS에 기재되지 않은 구성성분 또는 영업비밀 적용 제외물질이 검출되거나 유해물질의 함유량이 한계농도 이상 검출되어 부적정 판정을 받은 경우가 많았다.

따라서 본 연구에서는 다양한 도료의 무기 금속성분을 분석하여 산안법 상 유해물질 함유여부를 확인함으로써, MSDS의 구성성분 및 함유량의 표기 실태를 파악하고 개선방안을 제시하여 유해물질 관리 강화에 기여하고자 한다.

II. 연구내용 및 방법



II. 연구내용 및 방법

1. 무기도료의 현황 조사

1) 도료 조사

도료의 금속성분 분석을 위하여 우선 도료의 기본 요소, 종류, 안료, 무기안료, 복합무기안료 등의 자료를 조사하였다.

2) 도료 중 무기안료 성분의 MSDS 현황 조사

안료를 색상지수 별로 구분하여 KOSHA MSDS, ECHA, 구글 검색 등을 통하여 분자식과 물질유형, 금속성분을 조사하였다. 무기성분을 함유한 무기안료만 선택하고 공단에 제출된 MSDS에 해당 성분을 함유한 제품을 조사하였다.

3) 도료 중 유해물질 및 노출기준 조사

도료 중 유해 금속성분별 유해성과 노출기준을 조사하였다.

2. 무기도료 내 금속 분석방법 최적화

1) 무기도료의 금속분석방법 조사

무기도료의 구성성분에 따른 분석방법과 도료 중 금속성분을 분석하기에 적합한 방법을 조사하였다.

2) 무기도료의 국내 분석사례 조사

무기도료의 MSDS 작성현황을 파악하고 분석법의 최적화에 활용하고자 논문 및 자료 검색을 통하여 국내 도료 제품 내 성분 분석 및 분류 평가를 중심으로 사례를 조사하였다.

3. 대상 유해물질 및 대상시료 선정

1) 대상 유해물질 선정

산안법 상 유해물질 중 금속원소 성분을 선택하였다. 각 물질의 분자식, 구성 원소, 물질유형 등 물리적 특성을 조사하여 정성·정량 분석이 가능한지 확인하고 대상 유해물질로 선정하였다. 선정된 유해물질은 노출기준 및 유해성 정보를 조사하여 유해성·위험성을 분류하고 한계농도를 표시하였다.

2) 대상 시료 선정

우선 CPMA (Color Pigment Manufacturers Association, 색상안료제조 협회)의 색상지수 데이터베이스에 등록된 약 640여종의 안료를 목록화한 후 공단 MSDS, ECHA, 구글 검색 등을 통하여 분자식과 물질유형, 금속성분 (부록 참조) 함유여부를 조사하였다. 이 중 유기안료는 제외하고 금속성분을 함유하고 있는 무기안료와 유무기 복합안료만을 선택한 후 공단에 제출된 MSDS에 해당 안료를 함유한 제품을 조사하였다.

다양한 도료 중 현재 국내에서 제조·사용되고 있지 않는 안료는 제외하고 국내에서 많이 사용되거나 유해 금속성분을 함유하고 있는 안료, UVCB 물질인 복합무기안료를 함유한 제품 중 대상 유해물질을 한계농도 이상 함유할 것으로 예측되는 제품을 임의로 선정하여 구입한 후 분석에 사용하였다.

그리고 해당 제품의 MSDS를 검토하여 물리화학적 특성, 구성성분 및 함유량,

유해성·위험성 분류 등의 정보를 조사하였으며, 만약 구성성분 중 UVCB 물질을 함유하고 있으면 분석에 참고하기 위한 자료를 추가로 조사하였다.

4. 시료의 성분분석 및 결과 MSDS 비교검토

1) 대상 시료의 정성·정량 분석

도료 시료의 성분을 정성·정량 분석하여 유해물질 함유여부와 함량을 확인하기 위하여 자체적으로 유도결합플라즈마분광분석법 (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry, ICP-OES)를 이용하여 분석하고 일부 시료는 결과 비교 및 입자크기분포를 확인하기 위하여 외부기관에 의뢰하여 단일입자유도플라즈마질량분석법 (Single Particle ICP-MS, SP-ICP-MS)를 이용하여 분석하였다.

(1) 시료의 전처리

가) ICP-OES 분석

시료는 전기회화로 (KL-600, Sibata Scientific Technology, Japan)에서 400℃에서 하루 정도 건조하여 유기물 및 수분을 제거하여 분말상태로 건조하였다. 건조된 분말 시료 0.1 g에 진한 질산 (70%, Merk) 2 ml를 넣어 마이크로웨이브회화장치 (Mars 6, CEM, USA) 에서 170℃, 20분간 회화시켰다. 그리고 증류수를 넣어 10 ml가 되게 희석하였다. ICP-OES 는 0에서 100 ppm 까지 표준용액을 사용하여 보정하였으며, 금속 함량은 ppm (건조된 시료 1g당 금속의 중량)으로 표시하였다.

나) SP-ICP-MS 분석

시료 중 수성도료를 대상으로 나노입자 분석을 위하여 시료를 초음파를 이용하여 분산하고 초순수로 희석하였다. 산 용액은 금속 성분의 나노입자를 용해시키기 때문에 사용하지 않았다. 희석배수는 카운트가 낮거나 많은 피크 (peak)가 관찰되는 경우에는 줄이고, 히스토그램 (histogram)이 생성되지 않거나 연속해서 높은 배경 (background)이 관찰되면 입자의 농도가 너무 높기 때문에 높이도록 하였다. 희석 후 분석을 위해서는 시료를 0.2 μm 필터를 이용하여 여과 후 측정하였다. 일관성있는 결과를 도출하기 위해 초음파분산과 분석 사이의 시간 간격이 모두 동일하게 설정하여 분석을 진행하였다.

정량분석을 위하여 질산 (70%, Sigma Aldrich)과 과산화수소가 혼합된 추출 용액과 질산, 염산 (36%, Alfa Aesar), 불산 (48%, Sigma Aldrich)이 혼합된 추출용액으로 구분하여 처리하였다. 시료 약 0.1 g을 전용 용기에 넣고 추출용액 10 mL를 각각 넣어준 후 30분간 반응시켰다. 마이크로웨이브 (MicroSYNTH, Milestone, Italy)에서 분해하였다. 반응시간 30분 정도 지난 다음 180~200°C, 800~1000 W 조건으로 1시간 정도 분해하였다. 분해한 용액은 초순수를 사용하여 50 mL가 되도록 희석하였다.

(2) 표준물질

가) ICP-OES 분석

표준물질은 Inorganic Ventures에서 구입한 IV-26 standard solution을 사용하였다. 분석파장은 KOSHA Guide, 1)NIOSH 7302 및 7304, 2)ISO 11885, 3)EPA SW-846 등을 참고하여 가장 대표적인 파장 2개를 선택하였다 (표 III-1).

1) NIOSH (National Institute for Occupational Safety & Health, 미국 직업안전위생연구소)

2) ISO (International Organization for Standardization, 국제표준화기구)

3) EPA (Environmental Protection Agency, 미국 환경보호청)

〈표 II-1〉 표준물질의 농도 및 파장 선택

No.	금속원소	표준물질농도	분석파장 (1)	분석파장 (2)	관측모드
	(종)	$\mu\text{g}/\text{mL}$	nm	nm	
1	Ag	100	328.1	338.3	Radial
2	Al	100	308.2	309.3	Radial
3	As	100	193.8	197.2	Radial
4	B	100	249.7	209.0	Radial
5	Ba	100	493.4	553.6	Radial
6	Be	100	313.0	234.9	Radial
7	Ca	100	315.9	317.9	Radial
8	Cd	100	228.8	214.4	Radial
9	Co	100	228.6	214.4	Radial
10	Cr	100	267.7	357.9	Radial
11	Cu	100	324.8	327.4	Radial
12	Fe	100	259.9	248.3	Radial
13	K	1,000	766.5	769.9	Radial
14	Mg	100	279.1	285.2	Radial
15	Mn	100	257.6	279.5	Radial
16	Mo	100	202.0	204.6	Radial
17	Na	100	589.0	589.6	Radial
18	Ni	100	231.6	221.6	Radial
19	Pb	100	220.4	283.3	Radial
20	Sb	100	206.8	217.6	Radial
21	Se	100	196.1	204.0	Radial
22	Si	50	251.6	212.4	Radial
23	Ti	100	337.3	365.3	Radial
24	Tl	100	351.9	190.9	Radial
25	V	100	292.4	290.9	Radial
26	Zn	100	213.9	206.2	Radial

나) ICP-MS 분석

표준용액은 나노입자 분포 분석의 경우 NanoComposix (San Diego, USA)사의 Gold (Au) 30 nm, 50 nm, 100 nm nanoparticle을 사용하였고, 각 원소의 정량분석용 표준용액으로는 PerkinElmer Pure Plus Multi-Element Calibration Standard 3 (Mg, Al, V, Cr, Mn, Mo, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Ba, Be, Pb), 5 (Si, Ti, S), Hg의 10 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 의 표준용액을 일련의 희석 과정을 거쳐 사용하였다.

(3) 분석장비 및 분석조건

가) ICP-OES 분석

무기도료 중 금속성분의 정성·정량 분석을 위하여 ICP-OES (7400 duo, Thermo Scientific, USA)를 이용한 도료 중 금속성분의 정량분석 방법을 조사하고 분석 가능 여부를 확인하였다. ICP는 전자와 양으로 하전된 이온으로 구성된 매우 높은 온도의 이온화된 가스인 유도결합플라즈마를 사용하여 시료를 구성 원자 또는 이온으로 분리한다. 이런 높은 에너지 조건에서 금속원소는 특정 파장의 빛을 방출하는데 이 빛의 양을 측정하여 시료의 금속 농도를 측정한다. ICP는 일부 스펙트럼 간섭이 있을 수 있지만 파장을 조정하여 해결할 수 있어 여러 금속성분을 동시에 측정할 수 있는 장점이 있다.

시료를 분석하기 위한 분석장비의 조건은 플라즈마 발생을 위한 출력 (Reflect Power, RF Power)은 1,350 W, 분석에 소요되는 아르곤 가스의 유량은 냉각 가스는 12 L/min, 보조 가스와 네블라이저 가스는 0.5 L/min로 설정하였다. 전체 ICP 조작과 데이터 수집 및 해석은 Qtegra 2.1 (Thermo Scientific, USA) 소프트웨어를 이용하였으며 세부 분석조건은 표 II-2와 같았다.

〈표 II-2〉 ICP-OES 분석조건

Parameter	Conditions
Instrument model	Thermo Scientific ICAP-7400 Duo
RF Power	1,350 W
Gas	Argon
Coolant gas flow	12 L/min
Auxiliary gas flow	0.5 L/min
Nebulizer gas flow	0.5 L/min
Additional gas flow	0.5 L/min
Nebulizer gas pressure	230 kPa
Peristaltic pump speed	50 rpm
Mode	Axial/Radial

나) ICP-MS 분석

무기도료 중 금속성분의 정성·정량과 나노입자 크기분포 분석을 위하여 SP-ICP-MS (NexION 2000B PerkinElmer, USA)를 이용한 도료 중 금속성분의 정량분석 방법을 조사하고 분석 가능 여부를 확인하였다. ICP-MS 분석법은 고온의 플라즈마에 의한 구성 원소로 완전히 분해되고, 이온화 소스로 플라즈마 형성을 위해 유도 코일을 사용하여 아르곤 가스에 에너지 결합 과정을 거쳐 질량분석 검출기를 통하여 주기율표에 있는 대부분의 원소들을 동위원소로 구분하여 나노그램 수준으로 검출할 수 있는 원소 분석 기술이다. 분석 과정에서는 시료에 존재하는 다량의 공존 원소와 매질에 존재하는 산소와 질소 및 플라즈마 생성에 사용되는 아르곤 이온에 의한 동중 간섭 (Isobaric interference) 및 매질 차이에서 오는 간섭이 크게 나타날 수 있다. 이러한 간섭은 측정원소와 거의 같은 질량을 갖는 원자 이온 및 분자이온에 의한 것이기 때문에 간섭원 제거장치인 반응셀 (Dynamic reaction cell, DRC) 또 KED (Kinetic Energy Discrimination) 모드를 사용하여 제거할 수 있다.

이번 분석에서는 시료 분석과정에서 발생하는 겹침에 의한 간섭 (polyatomic

interference)을 최소화하기 위해 운동에너지판별 (Kinetic Energy Discrimination, KED) 모드에 의한 분석 방법을 채택하였으며, KED 모드에서는 분자 간 간섭을 제거하기 위해 비활성기체인 헬륨 (He)을 사용하였다. 분석조건은 표 II-3에 나타내었다.

〈표 II-3〉 ICP-MS 분석조건

Parameter	Conditions
Instrument model	PerkinElmer NexION 2000B
RF Power	1,600W
Gas Flow	He, 5 L/min
Plasma gas flow	15 L/min
Nebulizer gas flow	1.02 L/min
Dwell time	100 ms
Integration time	2,000 ms

2) 분석방법의 유효성 확인

분석 결과의 정확도를 확보하기 위해 직선성, 정밀도, 검출한계 등의 검증 기준을 정하고 그에 따르는지 유효성을 확인하였다. 또한, 수시 검정을 위해 매 10번의 측정마다 정량범위에 있는 표준용액 한 개 이상을 측정하고, 시료 분석 중에 오염을 확인하기 위해 동일 농도의 동일 시료 측정 후 공시료를 측정하였다. 시료의 분석은 동일한 종류, 농도의 시료로 3개를 조제하여 측정 후 평균을 계산하였다.

(1) 직선성 (Linearity)

직선성은 시료 내 유해물질의 한계농도 수준에서 정량을 위해 최소/최대 농도를 포함하는 표준물질을 조제하여 측정한 후 검정곡선의 상관계수를 이용

하여 측정범위 내에서 직선성을 확인하였다. 각 성분별로 0.20~10.0 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 농도 수준으로 최대 농도가 최소 농도의 50배 정도 되도록 설정한 후 6개 농도에서 3회 반복 측정하고 평균을 계산하였다. 그리고 검량선의 직선성에 대한 결정 계수 (R^2)가 적합한지 평가하였다.

(2) 정밀도 (Precision)

재현성 있는 분석을 했는지 확인하기 위하여 표준물질의 각 농도준위에서 3회 측정하여 상대표준편차 (Relative Standard Deviation, RSD)를 계산하여 정밀도를 측정하였다.

(3) 검출한계 (LOD) 및 정량한계 (LOQ)

검출한계 (Limit Of Detection)는 검정곡선의 표준편차를 기울기로 나눈 값에 3을 곱하여 산출하였으며, 정량한계 (Limit of Quantification)는 검정 곡선의 표준편차를 기울기로 나눈 값에 10을 곱하여 산출하였다.

5. MSDS 상 구성성분의 적정성 평가 및 작성법 제안

시료의 성분을 분석하여 유해물질 함유여부를 확인하였다. 도료의 MSDS에 누락되거나 잘못 기재된 사항이 있는 경우, 시료의 기재 구성 성분과 용도에 따른 경향을 파악하여 MSDS 적정성을 평가하였다. 제공된 MSDS를 검토하여 구성성분이 빠짐없이 기재되었는지, 화학물질명, CAS 번호 및 식별번호가 제대로 기재되었는지 확인하였다. 그리고 실제 분석결과와 기재된 함유량 (%)이 일치하는지 평가하고 유해·위험성 평가결과 분류와 법적 규제현황의 근거가 타당한지 검토하여 무기도료의 특성과 유해·위험성을 고려한 올바른 MSDS 작성을 위한 개선점을 제시하고자 하였다.

Ⅲ. 결 과

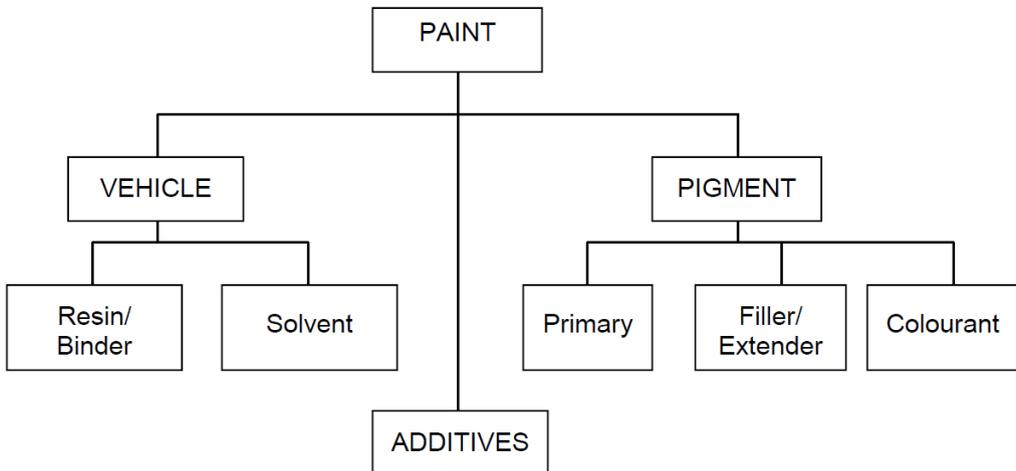


III. 결 과

1. 도료 조사

1) 도료의 구성성분

도료는 물체에 도장되어 도막이 형성되었을 때 물체의 보호와 미장의 기능을 발휘하는 유동상태의 화학제품을 말한다. 도료는 액체성분과 고체성분이 혼합되어 있는데 일반적으로 액체성분은 전색제 (vehicle), 고체성분은 안료 (pigment)이다. 전색제는 수지 (resin/binder)와 용제 (solvent), 안료는 1차 안료 (primary), 체질안료 (filler/extender), 착색제 (colorant)로 구성되며, 기타 첨가제로 구성되어 있다. 도료는 용제 30-80%, 수지 20-60%, 안료 2-40%, 첨가제 0-5%의 비율로 구성되는데, 주로 수지와 용제는 유기성분이며 안료나 첨가제에 무기성분이 포함되어 있을 수 있다 (그림 III-1).



〈그림 III-1〉 도료의 구성 (G.Pfaff, 2017)

(1) 전색제 (Vehicle)

전색제는 안료를 균일하게 분산, 전개하여 물체의 표면에 고착시키는 투명한 매체로 도료의 농도와 중량을 조절하는 기능을 한다.

가) 수지 (Resin/Binder)

수지는 도료의 물성을 좌우하는 가장 중요한 성분으로서 도료의 건조기능을 결정하며 도막성능의 대부분을 좌우한다. 도료의 안료 입자와 결합하여 표면에 고정시키는 역할을 한다. 용제는 도료를 도장하기 적합한 상태로 유동성을 부여하여 점도 및 도장상태를 조절한다.

수지는 성질에 따라 천연수지와 합성수지로 구분되며, 천연수지는 주로 식물에서 추출되거나 분비되는 것으로 유성바니시, 락카 등의 도료에 사용되고 합성수지는 각종 화학원료로 화학반응에 의하여 합성되는 수지류를 총칭하는 것으로 분자량이 높으며 아크릴수지, 에나멜수지, 우레탄수지, 에폭시수지 등이 있다.

나) 용제 (Solvent)

용제는 단독으로 용해하는 성질을 가진 물질로 탄화수소류, 알콜류, 에스테르류, 케톤류, 에테르류, 물 등이 있다. 유기용제를 희석제로 쓰면 유성도료, 물을 사용하면 수성도료이다.

유성도료는 수지가 공기에 노출되고 용제가 증발할 때 중합되는 복합 단량체로 수성도료보다 단단한 표면을 제공하지만 공기 중 산소와 반응할 때 점점 부서지기 쉽다. 수성도료는 물에 현탁된 아크릴 폴리머의 작은 구체를 포함하는 에멀전(emulsion)으로 물이 증발하고 구체는 모세관 압력에 의해 함께 도막을 형성한다. 표면을 부드럽게 하기 위해 존재하는 유착 물질과 함께 구체는 함께 융합하여 중합체의 연속 막을 형성하고, 도막에서 모든 휘발성 물질이 증발한 후 물에 용해되지 않는다.

(2) 안료 (Pigment)

안료는 도료의 색상, 은폐력, 광택, 내광성 등을 포함한 물체의 미장 효과를 결정하는 성분으로 1차 안료, 체질안료, 착색제로 구성되어 있다.

가) 1차안료 (Primary)

1차안료는 일반적으로 안료의 주요 은폐력을 제공하는 백색 분말인데 주로 이산화티타늄을 많이 사용한다. 이산화티타늄은 아나타제형 (anatase, CAS No. 1317-70-0)과 루틸형 (rutile, CAS No. 1317-801-2) 및 합성 이산화티타늄 (CAS No. 13463-67-7)으로 구분할 수 있으나, 가장 굴절율이 높은 루틸형을 가장 많이 사용하고 있다. 생체 불활성 물질로 분류되어 100 nm 이상의 이산화티타늄 입자가 광범위하게 사용되고 있는데 도료에서도 이산화티타늄은 백색으로 착색제로 사용되기도 하지만 주로 체질안료로도 많이 사용된다.

나) 체질안료 (Filler/Extender)

체질안료는 고운 분말상태로 색상을 제공하지 않으며 도막의 보강이나 증량의 목적으로 사용한다. 체질안료의 입자는 접착력과 필름 강도를 향상시키고 샌딩 (sanding)을 더 쉽게 만들고 광택과 점도를 제어한다. 여기에는 활석과 탄산칼슘이 포함된다. 충전제 (filler)는 불규칙, 침상, 섬유상 또는 판상 형태로 되어 있으며 안료의 특성을 개선하는 용도로 사용되며 가격이 비싼 바인더의 소비를 줄이기 위해 사용될 경우 증량제 (extender)라고 한다. 체질안료는 첨가제로도 간주되지만 많은 양이 첨가되어 주요 구성성분으로 간주된다. 주로 탄산칼슘, 탈크 (talc), 실리카 (silica), 울라스토나이트 (wollastonite), 점토, 황산칼슘, 운모 등을 사용한다.

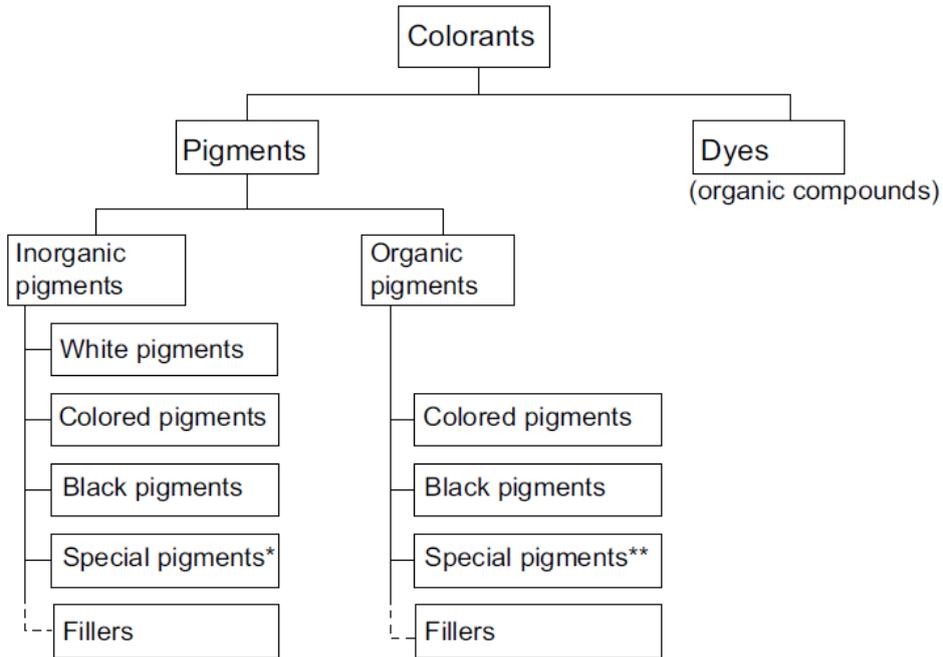
다) 착색제 (Colorants)

착색제는 도료에 색상을 부여하는 물질로 착색제는 무기물인 안료도 있지만 요즘엔 주로 유기염료 혼합물을 많이 사용한다. 염료는 다양한 기질에 용해된 액체를 사용하여 적용되어 고정된 기질에 친화력이 있어야 한다. 안료란 물이나 용매에 용해되지 않는 유색 미립자상의 무기 또는 유기 화합물로서 입자는 도포될 때 바인더와 같은 추가 재료에 의해 표면 (기질)에 부착되어야 한다. 용매에 용해되면 염료 (dye), 녹지 않고 분산되면 안료 (pigment)라고 할 수 있다.

염료는 ETAD (Ecological and Toxicological Association of Dyes and Organic Pigment Manufactures, 생태계와 독성에 관한 염료 및 유기안료 공업협회)의 정의에 따르면 빛을 선택적으로 흡수하여 기질에 색상을 부여하는 강렬한 유색 또는 형광성 유기물질이다. 그것들은 용해성 및/또는 흡수, 용액 및 기계적 유지 또는 이온 또는 공유 화학 결합에 의해 적어도 일시적으로 결정 구조를 파괴하는 적용 과정을 거친다 (ETAD, 2022).

안료는 CPMA의 정의에 따르면 유색, 흑색, 백색 또는 형광성 미립자 유기 또는 무기 고체로 일반적으로 불용성이며 본질적으로 이들이 포함된 전색제 또는 기질에 의해 물리적 및 화학적으로 영향을 받지 않는다. 그들은 선택적 흡수 및/또는 빛의 산란에 의해 외관을 변경한다. 안료는 일반적으로 예를 들어 제조 또는 잉크, 페인트, 플라스틱 또는 기타 고분자 재료와 같이 적용을 위해 차량 또는 기질에 분산된다. 안료는 착색 과정 전반에 걸쳐 결정 또는 입자 구조를 유지한다 (CPMA, 2022).

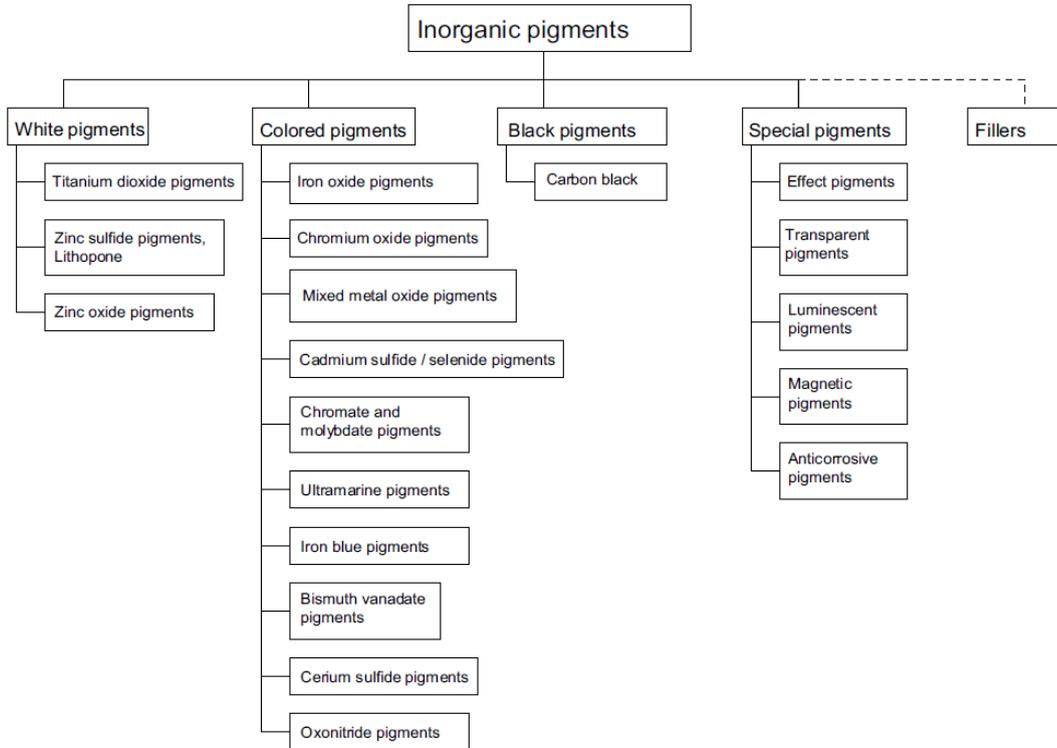
안료는 크게 유기안료와 무기안료로 구분할 수 있다. 유기안료로 대표적인 것은 아조계 (azo), 디아조계 (diazo), lake, 프탈로시아닌계 (phthalocyanine), 다환계 (polycyclic) 등이 있으며, 무기안료는 비철금속의 산화물이나 일부 금속 불용성 금속염을 포함한다 (그림 III-2).



〈그림 III-2〉 착색제의 분류 (G.Pfaff, 2017)

무기안료는 거의 전적으로 산화물, 수산화물, 황화물, 규산염, 황산염 또는 탄산염을 기반으로 하며 백색안료, 흑색안료, 유색안료, 특수안료로 나뉘며 기타 체질안료가 있다. 그리고 2개 이상의 금속화합물이 고온에서 소성반응을 통하여 매우 안정된 형태의 분자구조를 갖는 복합무기안료가 있다 (그림 III-3).

백색안료는 과거에는 납과 안티몬을 사용했지만 독성 때문에 티타늄이나 아연 등으로 대체되었다. 체질안료와 구분이 모호하기도 하지만 굴절율과 사용목적에 따라 병용하여 사용하기도 한다. 백색안료는 굴절율인 높아 백색효과를 나타내며 체질안료는 바인더의 역할을 대체하기도 한다.



〈그림 III-3〉 무기안료의 분류 (G.Pfaff, 2017)

CICPs는 두 개 이상의 금속 산화물을 700-1400 °C의 고온에서 소성반응 (calcination) 공정을 통해 안정적인 분자구조를 갖도록 제조한 화합물로 하나의 금속 산화물은 호스트 역할을 하고 다른 산화물은 호스트의 결정격자로 상호 확산되어 결합된다. 사용된 금속의 종류 및 치환형태에 따라 다양한 결정 구조와 화학조성, 색상을 나타내며, 내열성, 내광성, 내화학적, 내후성이 우수하여 내열도료, 내후성 도료, 엔지니어링 플라스틱, 세라믹 등 고성능 코팅 도료, 분체도료 등 다양한 용도로 사용되고 있다.

CICPs는 고온에서 소성을 통하여 결정구조를 형성하여 유해성이 낮은 것으로 알려져 있다. 대부분의 CICPs는 화학적으로 불활성이기 때문에 독성이 없다. 그러나 일부 CICPs는 크롬, 안티몬, 니켈과 같은 원소로 구성되어 건강유해성을

일으킬 수 있다.

ECHA에서는 CICPs는 일반적으로 고온의 석회화 과정에 의해 생성되는 혼합금속산화물의 결정으로 결정구조에 따라 루틸 (rutile)형과 스피넬 (spinel)형으로 분류한다. ECHA에서는 Eurocolour와 IP 컨소시엄 (Inorganic pigments consortium)을 통하여 추가적인 지원을 하고 있는데 등록지침과 물질식별 정보를 보고하는 방법에 대한 가이드라인을 제시하고 있다. IP 는 CICPs에 대한 EU REACH 및 CLP (Classification, Labelling and Packing) 규정과 관련된 법적 의무를 공동으로 준수하는 것으로 유럽 연합의 복합 무기안료 주요 제조업체 및 수입업체를 그룹화한 25개의 회원사가 있으며, 현재 37개의 복합 무기안료가 등록되어 있다.

미국에서는 CICPs의 정의 및 분류를 위한 전문협회인 DCMA (Dry Color Manufacturers Association)가 1979년에 설립되어 CICPs를 구체적으로 정의하고 분류했다. DCMA 분류법에 따르면 CICPs는 안료의 화학적 조성 및 결정 구조에 따라 나누고 있다.

(3) 첨가제 (Additives)

첨가제 (additive)는 도료의 성능을 향상시키거나 새로운 특성을 부여하기 위해 소량으로 첨가되는 성분으로 소포제, 건조제, 분산제, 증점제, 습윤제, 가소제, 산화방지제, 침전방지제, 항진균제, 촉매, 난연제 등이 있는데, 유기물과 무기물 등 다양한 성분과 기능을 가지고 있다 (비피기술거래, 2020).

첨가제에도 금속성분이 함유되어 있을 수 있다. 단열도로 첨가제로 사용되는 나노 실리카, 항균목적으로 사용되는 나노 산화아연, 방부제 및 내식성 도료에 사용되는 아연 등이 있다. 건조제로 산화 및 중합반응의 촉매 역할을 하는 금속양이온과 무기염이 있는데, 산화형 건조제로 코발트, 마그네슘, 철, 세륨이 사용되며 중합형 건조제로 지르코늄과 납, 보조촉매로 코발트, 지르코늄과 병용하여 칼슘과 아연 등이 사용되고 있다. 그리고 광안정제로 안료류를 사용하기도 하는데 이산화티타늄, 카본블랙, 산화아연 등이 있다.

〈표 III-1〉 도료 첨가제의 종류

첨가제	기능	주요성분
가소제	도막의 유동성 증가	디옥틸프탈레이트, 염화파라핀 등
건조제	도막생성시간 단축	코발트나프테네이트, 망간나프테네이트 등
분산제	입자의 응집 방지	계면활성제 등
증점제	도료의 점성의 증가	에틸셀룰로오스, 오가노클레이 등
소포제	액체의 표면장력으로 인한 기포 방지	실리콘, 계면활성제, 알콜 등
침강방지제	안료 등 고체성분의 침전 방지	유기벤토나이트, 스테아린산알루미늄 등
피막방지제	도료 표면의 피막형성의 방지	메닐에틸케토옥심, 오르소아밀페놀 등
곰팡이방지제	곰팡이의 번식 억제	유기구리화합물, 페놀계화합물 등
광택제거제	도막면의 광택을 감소	극미세실리카, 폴리에틸렌왁스 등
흐름방지제	도료의 점도를 높여 흘림을 방지	다이머산, 알킬설페이트금속염 등
방오제	수중 동식물 부착 방지	유기주석화합물 등
난연제	고온에서 연소 방지	할로겐족화합물, 인산암모늄, 삼산화안티몬 등
촉매	중합반응을 통한 도막의 경화	과산화벤조임, 메틸에틸케톤퍼옥사이드 등
기타	pH 조절, 방청제, 방부제 등	각종 유기 및 무기 첨가제

2) 도료 중 금속성분의 유해성 조사

(1) 이산화티타늄 이슈

이산화티타늄 (Titanium Dioxide, TiO_2)은 티타늄 원소의 천연 산화물로 독성이 낮고 생물학적 영향이 미미하다.

IARC는 이산화티타늄 분말의 경우 흡입 시 발암 가능성이 있는 Group 2B로 분류하고 있다. 유럽연합은 직경이 10 μm 이하인 이산화티타늄 입자의 중량비가 1% 이상 함유된 분말 형태의 혼합물을 발암성 2등급으로 지정했다. 2020년 ECHA에서는 이산화티타늄을 흡입에 의한 발암의심물질 Carc. 2 등급으로 지정하고 이산화티타늄을 함유한 혼합물의 분류 및 표지에 대한 규정을 문서로 만들어 2021년부터 적용하고 있다. 구체적으로 공기역학적 직경이 10 μm 이하의 입자형태로 입자에 이산화티타늄이 1% 이상 함유되어 있는 혼합물에 적용되며, 만약 섬유 형태 (직경 3 μm 미만, 길이 5 μm 초과, 종횡비가 3:1 이상)일 경우에는 Carc. 1B 또는 1A로 분류하거나 경구 또는 피부노출 경로를 고려해야 한다. 이 물질의 발암성의 위험은 호흡성 분진을 대량 흡입하여 폐의 입자제거 기전에 심각한 손상을 유도할 경우 발생하는 것으로 관찰되었다 (ECHA, 2021).

IARC에서는 Group 2B로 분류하였으나, 이산화티타늄 발암성 관련 연구논문에서 도료같은 물질에 포함되어 있을 경우 심각한 노출이 발생되지 않을 것으로 판단하였다. NIOSH에서는 100 μm 미만의 초미세 이산화티타늄을 사용한 만성 동물 흡입 연구 결과에서만 암이 증가한다고 하였다. ECHA에서는 Group 2B 분류하였으며 2021년 발암의심물질, Carc. 2 (흡입) 10 μm 이하, 1% 이상 (w/w) 으로 제한하였다. 일본의 국립기술평가원 (National Institute of Technology and Evaluation, NITE)에서도 Group 2B로 분류하였는데 IARC 자료를 참조하여 일본산업보건학회에서 그룹 2B로 잠정 분류하였다.

독성이 낮고 심지어 무독성이라고도 표현하지만 발암물질이다. 따라서 우선 정량분석을 통하여 혼합물에 이산화티타늄이 1% 이상 함유되어 있는지 확인하고 크기에 따른 입자분포의 분석을 통하여 10 μm 이하의 입자의 비율을 측정

한다. 그리고 10 μm 이하 입자 내의 이산화티타늄 농도 (%)를 계산하여 전체 혼합물의 10 μm 이하 이산화티타늄의 함량이 1% 이상인지 계산하여 유해성을 분류하는 것이 필요하다.

(2) Nanoform 이슈

ECHA는 2017년 나노물질의 사용 및 안전에 대한 객관적이고 신뢰성있는 정보를 제공하기 위하여 EUON (European Union Observatory for Nanomaterials, 유럽나노물질관측소)를 출범하였다. 그리고 2019년 개정된 REACH는 규정에 "Nanoform"의 개념을 도입하였다. 이에 따르면 나노폼은 천연 또는 제조된 물질의 한 형태로 결합되지 않은 상태로 또는 응집체 또는 덩어리로서 입자를 함유하고 입자의 분포에서 입자의 50% 이상에 대해 하나 이상이 1~100 nm 크기 범위에 있는 것으로 정의하고 있다.

앞서 언급한 이산화티타늄도 100 nm 미만의 나노크기의 형태를 가지게 되면 투명하게 변화한다. 인체 노출은 제조 공정과 사용 중 섭취와 피부 침투 또는 흡입 경로를 통해 발생할 수 있으나 생물학적 영향과 세포반응 기전은 아직 완전히 설명되지 않고 있다. 이산화티타늄 나노입자에 의해 잠재적으로 유발되는 독성을 나타내는 주요 기전은 산소종 (Reactive Oxygen Species, ROS)를 생성하여 산화 스트레스, 염증, 유전독성, 대사 변화 및 잠재적인 발암을 일으킨다. 그리고 세포 손상의 범위와 유형은 나노입자의 크기, 결정구조 및 광활성화 등 화학적, 물리적 특성에 따라 크게 달라진다 (F. Grande and P. Tucci, 2016).

(3) UVCB 이슈

복합무기안료는 UVCB 물질로서 여러 가지 금속성분이 결정구조를 이루고 있다. ECHA에서는 Eurocolour를 통하여 REACH 규정에 따른 등록을 위해 CICPs의 등록을 위한 물질 식별 방법을 안내하고 있다. 과거에는 REACH

등록을 위해 CAS 및 EINECS 번호를 포함한 CPMA 명명법을 사용하여 단일 물질로 간주하여 등록하였지만 동일한 CICPs 내 구성성분의 가변성으로 인해 REACH에 따른 물질 식별과 관련된 문제에 직면했다.

CICPs는 식별을 위해 색상 및 결정구조가 사용된다. 이를 위하여 CPMA는 다양한 구성 성분과 색상을 가진 14개의 결정구조로 분류된 무기 안료 목록을 유지 관리하고 있으며, Color Index International은 용도, 색상 및 일련 번호별로 수천 종의 염료 및 안료를 설명하는 참조 데이터베이스를 운영하고 있다.

CPMA는 결정 구조가 변경되지 않는 한 제한없이 CICPs에 통합될 수 있는 소위 색상 수정을 허용하고 있다. 또한 결정의 성장을 촉진하여 안료 형성을 제어하기 위해 광화제를 사용할 수 있어 상당히 다른 구성을 가진 CICPs가 동일한 이름과 물질 ID로 많이 등록되었다. CICPs를 UVCB로 간주하여 구성의 변화를 허용할 수 있지만 UVCB는 구성, 원재료 및 제조 공정의 조합으로 식별되기 때문에 CICPs와는 관련이 없다. CICPs가 다양한 원료와 다양한 조건에서 제조될 수 있으며 UVCB에 적용되지 않는 불순물 개념이 있기 때문이다. 따라서 단일물질로 식별하거나 UVCB 물질로 식별하는 것은 REACH 및 CLP에 따른 물질 명명에 대한 규칙에서 예외를 허용하지 않는다.

3) 도료 내 금속 분석방법 조사

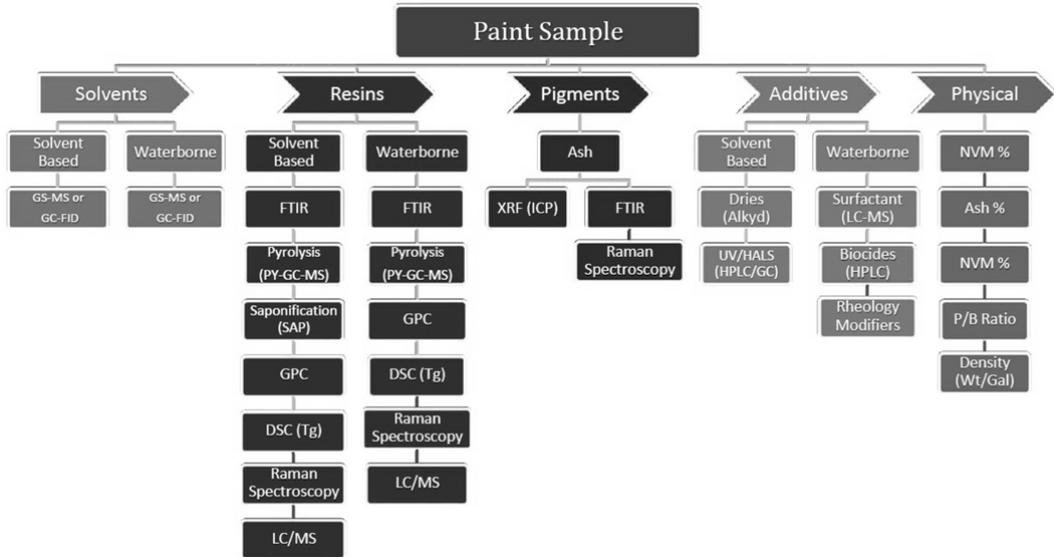
(1) 도료의 분석방법

도료의 정성·정량분석을 위해서 우선 개별 구성성분을 분리하여 적용해야 한다. 도료의 특성에 따라 우선 유성도료와 수성도료를 구별하고 유기안료와 무기안료 함유 여부를 고려하여야 한다.

도료의 성분 중 용제는 유기물로 가스크로마토그래피-불꽃이온화검출기 (Gas Chromatography-Flame Ionization Detector, GC-FID), 가스크로마토그래피-질량분석법 (Gas Chromatography-Mass Spectrometry, GC-MS)로 분석이 가능하다.

수지는 고분자 화합물로 푸리에변환적외선분광법 (Fourier Transform Infrared Spectroscopy, FTIR), 열분해 (Pyrolysis), 비누화값 분석 (Saponification, SAP), 겔투과크로마토그래피 (Gel Permeation Chromatography, GPC), 시차주사열량분석법 (Differential Scanning Calorimetry, DSC), 열중량분석법 (Thermogravimetry, TG), 라만분광법 (Raman spectroscopy)로 분석이 가능하다.

안료는 우선 유기안료, 무기안료, 유무기 혼합물인지 파악하고 유기성분은 용제와 같이 GC-FID, GC-MS로 분석하고 무기성분은 엑스선형광분석법 (X-Ray Fluorescence spectrometry, XRF), 유도결합플라즈마분석법 (Inductively Coupled Plasma spectrometry, ICP), FTIR, Raman spectroscopy, 원자 흡수분광법 (Atomic Absorption Spectrometry, AAS) 등을 사용하여 분석한다. 그리고 첨가제는 종류에 따라 가스크로마토그래피법, 고성능액체크로마토그래피법 (High Performance Liquid Chromatography, HPLC), 액체크로마토그래피-질량분석법 (Liquid Chromatography-Mass Spectrometry, LC-MS) 등으로 분석할 수 있다. (Valspar, 2022).



〈그림 III-4〉 도료의 분석방법 (Valspar, 2022)

무기도료의 특성화에는 분광법을 사용할 수도 있다. 이들 중 가장 중요한 것은 적외선 (IR) 및 라만분광법과 자외선 (UV) 및 가시광선 (VIS) 범위의 분광법이다. 표면 처리의 유기부분을 조사하기 위해 핵자기공명분광법 (NMR)과 질량분석법 (MS)을 적용할 수 있다. 열분석적 측정 기술도 사용되는데 안료의 열처리 증거동은 시차열분석 (Differential Thermal Analysis, DTA), 열중량분석 (Thermalgravimetry, TG) 및 시차열중량분석 (Differential Thermal Gravimetry, DTG)을 사용할 수 있다. 수분/수분 함량, 용매 함량, 분해 온도 또는 상 변화 온도에 대한 정보를 얻을 수 있다. 질적 및 정량적 화학 분석은 무기안료의 조사 과정에서 중요한 역할을 한다.

도료에서 금속성분을 측정하는 데 가장 많이 사용되는 기법은 X선 형광분석법 (X-ray Fluorescopy XRF), AAS, ICP 등 이다. ICP는 여러 원소를 동시에 측정할 수 있으며 미량의 농도를 검출할 수 있는 장점이 있다. 반면, XRF는 신속하고 비파괴적인 분석수단을 제공한다.

(2) 무기도료의 분석사례 조사

우리 나라에서 무기도료 및 안료에 대한 연구를 살펴보면 1998년 김형아 등은 국내 무기안료 중 주요 중금속 농도를 ICP-AES (ICP-Atomic Emission Spectrometry, 유도결합플라즈마원자방출분광법)로 분석하여 MSDS와 비교를 하였는데, 7개 도료 제조, 사용, 판매 업체에서 수집한 안료 67종을 색상별로 주요 중금속에 대하여 분석하였다. 황색안료 및 녹색안료는 크롬과 납, 적색안료는 카드뮴과 철, 흑색안료는 철이 주성분이었으며, 백색안료는 주로 티타늄 화합물이었다. 청색안료는 코발트 및 망간이 미량 검출되었으며, 그 외 보라색 및 분홍색 안료에서 코발트, 철, 망간, 납, 티타늄, 연두색 및 주황색 안료에서 안티몬과 비소가 미량 검출되었다. 당시엔 MSDS를 비치하지 않거나 적정성이 낮은 것으로 조사되었으며 작업환경측정 및 평가 시 납, 크롬, 코발트, 철, 망간, 안티몬 등의 중금속 성분은 반드시 고려해야 할 유해물질로 보고하였다 (김형아 등, 1998).

1999년 신용철 등은 조선업의 도장 작업 시 사용하는 도료 중 유해물질 성분에 관한 연구에서 307개의 도료에 대한 GC-MSD 분석과 MSDS를 비교 검토하였다. 이 중 일부 무기안료인 크롬산 연 (lead chromate) 및 아연칼륨 크로메이트 (zinc potassium chromate)가 일부 도료 (8%)에서 검출되어 있는 것으로 나타나 크롬과 납의 노출 가능성을 제시하였다. 주로 유기용제를 중심으로 한 결과로 도료에 함유된 금속 이외의 성분 분석을 위한 좋은 참고자료로 활용할 수 있었다 (신용철 등, 1999).

2004년 이권섭 등은 분체도료의 화학물질 조성과 MSDS 신뢰성을 분석 조사한 결과 MSDS 및 경고표지의 신뢰성이 매우 낮은 수준이라고 보고하였다. 분체도료 사용업체 10개소에서 사용 중인 44개의 분체도료에 전국의 분체도료 사용업체 10개소의 분체도장 공정에서 다량 사용 중인 8개사 44개의 분체도료에 대한 구성성분의 분석결과와 주요 MSDS 작성항목에 대한 신뢰성의 검토 결과 화학물질의 구성성분과 함유량이 제대로 기재되지 않은 경우가 34.1%이었고, 유해성 분류 표기가 부적절한 경우는 59%이었으며, 경고표지가 미흡한 경우는

56.8% 수준이었다. 화학물질에 대한 각각의 독성정보가 기재되지 않은 경우가 97.7%이었으며, 노출기준을 기재되지 않은 경우는 75%이었다 (이권섭 등, 2004)

2013년 이종한 등이 다량의 화학물질을 사용하여 많은 제품을 생산하는 도료업계에서 주로 사용되고 있는 25종의 유독물질을 선정하여 환경부와 고용노동부의 GHS 분류의 차이를 분석한 결과 인화성 액체를 제외하면 GHS 분류 항목의 일치율은 10.0~66.6%로 조사되었다. 이는 이성질체의 경우, 환경부에서는 대표 물질에 대한 GHS 분류를 다른 이성질체에 동일하게 적용하고 있으나 고용노동부는 해당물질별로 각각 국내외 DB를 활용하기 때문에 부처간의 GHS 분류 결과 차이가 확인되었다. 그리고 화합물 및 염이 2개 이상인 경우, 환경부에서는 각각의 화합물에 대한 유해위험성 분류를 합하여 고시하였으나, 고용노동부에서는 해당물질에 대한 독성정보를 국내외 DB에서 확보하였기 때문에 GHS 분류에 차이를 확인하였다. 발암성 분류의 경우 고용노동부 고시에 기재된 물질에 대해 환경부에서 고려하지 않았기 때문에 발암성 분류 결과에 차이를 보였다 (이종한 등, 2013).

현재 MSDS 구성성분 중 영업비밀인 사항을 대체자료로 기재하고 싶은 경우, 별도로 대체자료 기재 승인 신청을 하여 고용노동부 장관의 승인을 받아 대체자료 (대체명칭 및 대체 함유량)로 그 결과를 MSDS에 반영해야 한다. 2011년 이종한 등의 연구결과에 따르면 MSDS의 영업비밀로 인하여 화학물질 관리에 많은 문제가 있음을 확인할 수 있다. 화학물질을 제조하는 73개 사업장에서 관리하고 있는 전체 MSDS 83,832종 중 45.5%인 38,151종의 MSDS에 영업비밀이 적용되어 있는 것으로 분석되었다. 또한, 자사 생산 제품의 영업비밀 적용 비율이 외국 수입 제품보다 높았으며, 도료 제조업체가 가장 적용 비율이 높았다. 특히 도료를 제조하는 15개 사업장에서 관리하고 있는 MSDS 수는 전체 67,419종으로 외부로부터 들여오는 원료물질의 영업비밀 적용율은 23.8%이었으나, 원료물질을 사용하여 만든 자사 제품의 영업비밀 적용율은 53.6%로 가장 높은 업종으로 나타났다. 이는 제품의 특성상 제조 시에 사용되는 원료물질인 안료 및 첨가제 등에 대하여 영업비밀로 기재하는 경우가 많기 때문이

라고 보고하였다 (이종한 등, 2011).

한편 환경규제 대응을 위한 도료 중 중금속 분석용 인증 표준물질의 개발되어 활용되고 있다. 유병규 등은 도료 중의 중금속 분석용 표준물질 개발을 위해 납 및 카드뮴 함량을 각각 고농도 및 저농도로 분류하여 제조하였다. 이를 위하여 에폭시/폴리에스터계의 분체도료에 무기안료로서 납, 카드뮴 화합물을 혼합하여 2축 스크류 압출기로 압출하고 분쇄하여, 최종적으로 분말상태의 도료 후보 표준물질을 제조하여 적절한 환경에서 보관한 다음, 균질성, 단기안정성 그리고 장기안정성에 대한 평가를 수행하였다 (유병규 등, 2018). 현재 KOLAS (Korea Laboratory Accreditation Scheme, 국가기술표준원)의 표준물질 생산기관 평가 후 최종 인증을 받아 인증표준물질로 인증되어 보급하고 있다

2. 대상 유해물질 및 대상시료 선정

1) 대상 유해물질 선정

노출기준 설정물질 중 금속류는 96개이며 금속성분 기준으로 39종이다. 산안법에서 관리하는 금속화합물은 관리대상물질 24종, 작업환경측정대상물질 26종, 특수건강진단 대상 20종, 허용기준이하 유지대상 유해인자는 8종, 특별 관리물질은 5종으로 총 26종의 금속성분을 선정하였다 (표 III-2).

〈표 III-2〉 산안법상 유해물질 중 금속성분

순번	금속원소	노출기준 설정	관리대상	작업환경 측정	특수건강 진단	허용기준 이하	특별관리
	(종)	26	24	26	20	8	5
1	구리	○	○	○	○	-	-
2	납	○	○	○	○	○	○
3	니켈	○	○	○	○	○	○
4	망간	○	○	○	○	○	-

순번	금속원소	노출기준 설정	관리대상	작업환경 측정	특수건강 진단	허용기준 이하	특별관리
	(종)	26	24	26	20	8	5
5	바륨	○	○	○	-	-	-
6	백금	○	○	○	-	-	-
7	마그네슘	○	○	○	-	-	-
8	셀레늄	○	○	○	-	-	-
9	수은	○	○	○	○	○	○
10	아연	○	○	○	○	-	-
11	안티몬	○	○	○	○	-	-
12	알루미늄	○	○	○	○	-	-
13	바나듐	○	○	○	○	-	-
14	요오드	○	○	○	○	-	-
15	은	○	○	○	-	-	-
16	티타늄	○	○	○	-	-	-
17	인듐	○	○	○	○	-	-
18	주석	○	○	○	○	-	-
19	지르코늄	○	○	○	○	-	-
20	철	○	○	○	○	-	-
21	카드뮴	○	○	○	○	○	○
22	코발트	○	○	○	○	○	-
23	크롬	○	○	○	○	○	○
24	텅스텐	○	○	○	○	-	-
25	비소	○	-	○	○	-	-
26	베릴륨	○	-	○	○	○	-

대상 금속성분을 함유한 물질 75종의 노출기준과 유해성을 조사한 결과 표 III-3과 같았다.

〈표 III-3〉 대상 유해물질의 노출기준 및 유해성

순번	물질명	CAS 번호	노출기준 (mg/m ³)		CMR
			TWA	STEL	
1	구리(분진 및 미스트)	7440-50-8	1	2	-
2	구리(흙)	7440-50-8	0.1	-	-
3	납 및 그 무기화합물	7439-92-1	0.05	-	발암성1B, 생식독성1A, 납(금속)의 경우 발암성2
4	아세네이트 연	7784-40-9	0.05	-	발암성1A, 생식독성1A
5	크롬산 연	7758-97-6	0.05	-	발암성1A, 생식독성1A
6	테트라에틸 연	78-00-2	0.075	-	발암성2, Skin
7	테트라메틸 연	75-74-1	0.075	-	발암성2, Skin
8	니켈(금속)	7440-02-0	0.2	-	발암성2
9	니켈(가용성화합물)	7440-02-0	0.1	-	발암성1A
10	니켈 (불용성무기화합물)	7440-02-0	0.2	-	발암성1A
11	아황화니켈	12035-72-2	0.1	-	발암성1A, 생식세포변이원성2, 흡입성
12	황화니켈(흙 및 분진)	16812-54-7	1	-	발암성1A, 생식세포변이원성2
13	니켈카르보닐	13463-39-3	(0.001)	-	발암성1A, 생식독성1B
14	산화마그네슘	1309-48-4	10	-	-
15	망간 및 그 무기화합물	7439-96-5	1	-	-
16	망간시클로펜타디엔 닐 트리카보닐	12079-65-1	0.1	-	Skin
17	2-메틸시클로펜타디엔 닐망간트리카보닐	12079-65-1	0.2	-	Skin
18	망간(흙)	7439-96-5	1	3	-
19	바륨 및 그 가용성 화합물	7440-39-3	0.5	-	-
20	철바나듐 분진	12604-58-9	1	3	-
21	오산화바나듐	1314-62-1	0.05	-	발암성2, 생식세포변이원성2, 생식독성2, 흡입성

순번	물질명	CAS 번호	노출기준 (mg/m ³)		CMR
			TWA	STEL	
22	백금(가용성 염)	7440-06-4	0.5	-	-
23	백금(금속)	7440-06-4	0.002	-	-
24	베릴륨 및 그 화합물	7440-41-7	0.002	0.01	발암성1A, Skin
25	비소 및 그 무기화합물	7440-38-2	0.01	-	발암성1A
26	삼수소화비소	7784-42-1	(0.005)	-	-
27	셀레늄 및 그 화합물	7782-49-2	0.2	-	-
28	육불화 셀레늄	7783-79-1	(0.05)	-	-
29	하이드로겐 셀레늄	7783-07-05	(0.05)	-	-
30	수은 및 무기형태	7439-97-6	0.025	-	생식독성1B, Skin
31	수은(아릴화합물)	7439-97-6	0.1	-	Skin
32	수은(알킬화합물)	7439-97-6	0.01	0.03	-
33	염화 아연 흠	7646-85-7	1	2	-
34	아연 스테아린산	557-05-1	10	-	흡입성
35	산화아연 분진	1314-13-2	2	-	호흡성
36	산화아연	1314-13-2	5	10	-
37	안티몬 및 그 화합물	7440-36-0	0.5	-	-
38	삼산화 안티몬	1309-64-4	0.5	-	발암성2
39	알루미늄(가용성 염)	7429-90-5	2	-	-
40	알루미늄(금속분진)	7429-90-6	10	-	-
41	알루미늄(알킬)	7429-90-7	2	-	-
42	알루미늄(용접 흠)	7429-90-8	5	-	-
43	알루미늄(피로파우더)	7429-90-9	5	-	-
44	산화알루미늄	1344-28-1	10	-	-
45	요오드 및 요오드화물	7553-56-2	0.01	0.1	흡입성 및 증기
46	은(가용성 화합물)	7440-22-4	0.01	-	-
47	은(금속, 분진, 흠)	7440-22-4	0.1	-	-
48	인듐 및 그 화합물	7440-74-6	0.01	-	호흡성

순번	물질명	CAS 번호	노출기준 (mg/m ³)		CMR
			TWA	STEL	
49	산화주석 및 무기화합물	7440-31-5	2	-	-
50	주석(금속)	7440-31-5	2	-	-
51	주석(유기화합물)	7440-31-5	0.1	-	Skin
52	지르코늄 및 그 화합물	7440-67-7	5	-	-
53	산화철	7439-89-6	5	-	-
54	산화철(흙)	7439-89-6	5	-	-
55	펜타카르보닐 철	13463-40-6	0.1	0.2	-
56	철염(가용성)	7439-89-6	5	-	-
57	카드뮴 및 그 화합물	7440-43-9	0.01 (0.002)	-	발암성1A, 생식세포변이원성2, 생식독성2, 호흡성
58	코발트 및 그 무기화합물	7440-48-4	0.02	-	발암성2
59	코발트 카르보닐	10210-68-1	0.1	-	-
60	코발트 하이드로카르보닐	16842-03-8	0.1	-	-
61	크롬(금속)	7440-47-3	0.5	-	-
62	크롬(6가)화합물(불용성무기화합물)	18540-29-9	0.01	-	발암성1A
63	크롬(6가)화합물(수용성)	18540-29-9	0.05	-	발암성1A
64	크롬(2가)화합물	7440-47-3	0.5	-	-
65	크롬(3가)화합물	7440-47-3	0.5	-	-
66	삼차부틸크롬산	1189-85-1	-	© 0.1	발암성1A, Skin
67	칼슘크로메이트	13765-19-0	0.001	-	-
68	크롬산 연	7758-97-6	0.012	-	발암성1A, 생식독성1A
69	크롬산 아연	13530-65-9	0.01	-	발암성1A
70	크롬광 가공(크롬산)	7440-47-3	0.05	-	발암성1A
71	스트론튬 크로메이트	7789-06-02	0.0005	-	발암성1A

순번	물질명	CAS 번호	노출기준 (mg/m ³)		CMR
			TWA	STEL	
72	크로밀클로라이드	14977-61-8	(0.025)	-	발암성1A, 생식세포변이원성1B
73	텅스텐(가용성화합물)	7440-33-7	1	3	호흡성
74	텅스텐 및 불용성화합물	7440-33-7	5	10	호흡성
75	이산화티타늄	13463-67-7	10	-	발암성2

(), ppm; TWA, Time weighted Avergae (시간가중평균노출기준); STEL (Short term Exposure Limit (단시간노출기준))

2) 대상 시료 선정

현재 사용되고 있는 안료 중 CPMA의 색상지수 별로 구분하고 목록화하여 총 640종의 안료를 목록화한 후 KOSHA MSDS, ECHA, 구글 검색 등을 통하여 분자식과 물질유형, 금속성분, 나노물질 여부를 조사하였다. 이 중 무기안료 243종을 선택한 후 공단에 제출된 MSDS에 해당 성분을 함유한 제품을 조사하여 유성도료 17종과 수성도료 2종 등 총 19종을 선택하였다 (표 III-4).

〈표 III-4〉 대상시료의 MSDS 세부 기재내용 및 ECHA 검색 정보

No.	제품 정보		무기 구성성분			MSDS에 따른 법적규제현황 ¹⁾							ECHA 정보 ²⁾				
	용도	비중	성분명	CAS No.	함량 (%)	금지	허가	관리	특별	측정	검진	노출	허용	건강 유해성 ³⁾ (C&L inventory)	규제현황	나노물질	
1	Inorganic Zinc Shop Primer	1.5-1.9	Iron oxide black	12227-89-3	1-5	-	-	-	-	-	-	-	-	Not Classified	-	-	
			Zinc	7440-66-6	10-20	-	-	0	-	-	-	-	-	-	Not Classified	-	-
			Quartz	14808-60-7	10-20	-	-	-	-	0	0	0	-	-	Not classified	-	-
			Mica-group minerals	12001-26-2	1-5	-	-	-	-	0	0	0	-	-	Not classified	-	-
			Feldspar-group minerals	68476-25-5	1-5	-	-	-	-	0	0	0	-	-	Not classified	-	-
			Kaolin	1332-58-7	1-5	-	-	0	-	0	0	0	-	-	[harmonised C&L] Skin Irrit. 2	-	-
			Sulfur, precipitated, sublimed or colloidal	7704-34-9	1-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Not classified	-	-
			Aluminum dihydrogen triphosphate	13939-25-8	1-5	-	-	0	-	0	0	0	-	-	Eye Irrit. 2	-	-
			Phosphorus	7723-14-0	1-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Not classified	-	-
			Zinc oxide	1314-13-2	1-5	-	-	0	-	0	0	0	-	-	Not Classified	-	0
			Titanium dioxide	13463-67-7	1-5	-	-	-	-	-	-	-	0	-	[Harmonised C&L] Carc 2	-	0
Manganese	7439-96-5	1-5	-	-	-	-	-	-	-	0	0	Eye Irrit. 2	-	-			

No.	제품 정보		무기 구성성분			MSDS에 따른 법적규제현황 ¹⁾								ECHA 정보 ²⁾		
	용도	비중	성분명	CAS No.	함량 (%)	금지	허가	관리	특별	측정	검진	노출	허용	건강 유해성 ³⁾ (C&L inventory)	규제현황	나노물질
2	소부형 PVDF 수지도료 (알미늄건축물내외장제용), 유성 페인트	1.18-1.24	Spenels, iron titanium brown	68187-02-0	1-10	.	.	.	.	.	.	.	.	Not Classified	-	-
			Chrome Antimony Titanate	68186-90-3	1-10	.	.	0	.	0	0	0	.	Acute Tox.(oral) 4, Acute Tox.(inhal.) 4	-	0
			Titanium dioxide	13463-67-7	7-14	.	.	0	.	0	.	0	.	[Harmonised C&L] Carc 2	-	0
3	엣지용 UV백색 (공업용)	자료 없음	Zinc sulfide	1314-98-3	1-5	.	.	.	.	.	.	.	Not Classified	-	-	
			Talc	14807-96-6	20-30	.	.	.	.	0	0	.	.	Not classified	-	-
4	변성실리콘계 도료(내열도료), 유성 페인트	1.29-1.35	Manganese ferrite black spinel	68186-94-7	1-10	.	.	.	.	.	.	.	.	Not Classified	-	0
			Talc	14807-96-6	1-10	.	.	.	.	0	0	0	.	Not classified	-	-
			Mica-group minerals	12001-26-2	10-20	.	.	.	.	0	0	0	.	Not classified	-	-
			Magnesium carbonate	546-93-0	1-10	.	.	.	.	.	.	0	.	Not Classified	-	-
			Zinc	7440-66-6	1-10	.	.	0	.	.	.	.	.	Not Classified	-	-
5	아크릴 우레탄계 (자동차내장제용/전문가용), 유성 페인트	0.88-0.96	Iron cobalt chromite black spinel	68186-97-0	0.1-3	.	.	.	.	.	.	.	Skin Sens. 1, Resp. Sens. 1	-	-	

무기도료 내 금속성분 분석을 통한 MSDS 개선방안

No.	제품 정보		무기 구성성분			MSDS에 따른 법적규제현황 ¹⁾							ECHA 정보 ²⁾				
	용도	비중	성분명	CAS No.	함량 (%)	금지	허가	관리	특별	축적	검진	노출	허용	건강 유해성 ³⁾ (C&L inventory)	규제현황	나노물질	
6	일반공업 불소도료 소부용	1.1- 1.3	Copper chromite black spinel	68186-91-4	1-6			0		0	0			Not Classified	-	-	
			Titanium dioxide	13463-67-7	7-14			0		0		0			[Harmonised C&L] Carc 2	-	0
			Chrome antimony titanium buff rutile	68186-90-3	1-6			0		0	0	0			Acute Tox.(oral) 4, Acute Tox.(inhal.) 4	-	0
7	A/P (자동차내장재용/ 전문가용), 유성페인트	0.93- 0.97	Silicic acid, aluminum sodium salt, sulfurized	101357-30-6	1-10			0		0				Not Classified	-	-	
			Silicon dioxide	7631-81-9	1-10					0	0				Not classified	-	-
			Dichromium trioxide	1308-38-9	0.1-3							0			Skin Sens. 1, Eye Irrit. 2, Acute Tox. 4(oral), Repr. 1B	-	0
8	소부형 PVDF 수지도료 (알루미늄 성형물 및 판넬용), 유성 페인트	1.18- 1.24	Cobalt chromite blue green spinel	68187-11-1	1-10									Not Classified	-	0	
			Titanium dioxide	13463-67-1	1-10			0		0		0			[Harmonised C&L] Carc 2	-	0
			Copper chromite black spinel	68186-91-4	1-10										Not Classified	-	-

No.	제품 정보		무기 구성성분			MSDS에 따른 법적규제현황 ¹⁾								ECHA 정보 ²⁾			
	용도	비중	성분명	CAS No.	함량 (%)	금지	허가	관리	특별	측정	검진	노출	허용	건강 유해성 ³⁾ (C&L inventory)	규제현황	나노물질	
			Cobalt titanite green spinel	68186-85-6	1-10									Carc. 1A, STOT RE. 1, Skin Sens. 1, Resp. Sens. 1	- Restriction (Nickel and its compounds)	-	
9	소부형 PVDF 수지도료(알루미늄 성형물 및 판넬용), 유성페인트	1.12-1.18	Zinc ferrite brown spinel	68187-51-9	1-10									Skin Irrit. 2, Eye Irrit. 2, STOT SE. 3	-	-	
			Titanium dioxide	13463-67-7	1-10			0		0		0		[Harmonised C&L] Carc 2	-	-	
			Carbon black	1333-86-4	1-10								0		Not classified	-	-
10	공업용 알키드 상도	자료 없음	Lead sulfochromate yellow	1344-37-2	16-23									[Harmonised C&L] STOT RE. 2, Carc. 1B, Repr. 1A	- SVHC - Authorisation list - Restriction (Lead and its compound) - Seveso	-	
			Talc	14807-96-6	22-29								0		Not classified	-	-
			Lead chromate molybdate sulfate red	12656-85-8	0.1-1								0		[Harmonised C&L] Repr. 1A, Carc. 1B, STOT RE. 2	- SVHC - Authorisation list - Restriction (Lead and its compound) - Seveso	-

No.	제품 정보		무기 구성성분			MSDS에 따른 법적규제현황 ¹⁾								ECHA 정보 ²⁾			
	용도	비중	성분명	CAS No.	함량 (%)	금지	허가	관리	특별	축적	검진	노출	허용	건강 유해성 ³⁾ (C&L inventory)	규제현황	나노물질	
11	일반공업 위장용도료	1.3- 1.5	Cobalt chromite green spinel	68187-49-5	10-17			0		0	0	0	0	Skin Sens. 1	-	-	
			Quartz	14808-60-7	4-11						0	0	0		Not classified	-	-
			Cristobalite	14464-46-1	4-11						0	0	0		Not classified	-	-
			Chromium oxide	1308-38-9	1-8			0		0	0	0			Skin Sens. 1, Eye Irrit. 2, Acute Tox. 4(oral), Repr. 1B	-	0
			Chrome antimony titanium buff rutile	68186-90-3	1-8			0		0	0	0			Acute Tox.(oral) 4, Acute Tox.(inhal.) 4	-	0
			Celite (규조토)	68855-54-9	1-6						0	0	0		Not classified	-	-
			Talc	14807-96-6	1-6						0	0	0		Not classified	-	-
			Iron oxide	1309-37-1	1-6			0		0	0	0			Eye Irrit. 2, STOT RE 1, STOT SE 3, Skin Irrit. 2	-	0
			Cobalt titanite green spinel	68186-85-6	0.1-1								0	0		Carc. 1A, STOT RE. 1, Skin Sens. 1, Resp. Sens. 1	-Restriction (Nickel and its compounds)

No.	제품 정보		무기 구성성분			MSDS에 따른 법적규제현황 ¹⁾							ECHA 정보 ²⁾			
	용도	비중	성분명	CAS No.	함량 (%)	금지	허가	관리	특별	측정	검진	노출	허용	건강 유해성 ³⁾ (C&L inventory)	규제현황	나노물질
12	유성 페인트 (일반공업 우레탄)	1.0-1.4	Pigment Yellow 151	31837-42-0	1-6	.	.	.	.	.	.	.	.	Not classified	-	0
			Chrome antimony titanium buff rutile	68186-90-3	1-5	.	.	0	.	0	0	0	.	Acute Tox.(oral) 4, Acute Tox.(inhal.) 4	-	0
			Titanium zinc antimony stannate	85536-73-8	1-6	.	.	0	.	0	0	0	.	Not Classified	-	-
			Titanium dioxide	13463-67-7	1-8	.	.	0	.	0	.	0	.	.	-	-
13	철제용	0.98-1.02	Aluminum	7429-90-5	5-15	.	.	.	.	0	0	0	.	Not classified	-	-
14	일반 건축물의 목재 및 철재의 상도 마감용	0.97-1.03	Lead sulfochromate yellow	1344-37-2	10-20	.	.	0	0	0	0	0	.	[Harmonised C&L] STOT RE. 2, Carc. 1B, Repr. 1A	- SVHC - Authorisation list - Restriction (Lead and its compound) - Seveso	-
			Limestone	1317-65-3	0-5	.	.	.	.	0	0	0	.	Not classified	-	-
			Kaolin, calcined	92704-41-1	0-5	.	.	.	.	0	0	0	.	Not classified	-	-
			Bentonite	1302-78-9	0-1	.	.	.	.	.	.	0	.	Not classified	-	-
15	니트로셀룰로오스계 도료(일반공업용 (타치업용)/전문가용)	1.02-1.06	Lead sulfochromate yellow	1344-37-2	10-20	.	.	0	0	0	0	0	.	[Harmonised C&L] STOT RE. 2, Carc. 1B, Repr. 1A	- SVHC - Authorisation list - Restriction (Lead and its compound) - Seveso	-

무기도료 내 금속성분 분석을 통한 MSDS 개선방안

No.	제품 정보		무기 구성성분			MSDS에 따른 법적규제현황 ¹⁾								ECHA 정보 ²⁾			
	용도	비중	성분명	CAS No.	함량 (%)	금지	허가	관리	특별	측정	검진	노출	허용	건강 유해성 ³⁾ (C&L inventory)	규제현황	나노물질	
16	유성도료 자연건조형 에나멜, 유성 페인트	0.92- 0.98	Copper, phthalocyanine	147-14-8	1- 10			0						Not classified	-	0	
			2-Ethylhexanoic acid zirconium salt	22464-99-9	0.1-3												
17	유성도료 자연건조형 에나멜	1.01- 1.07	Lead chromate	7758-97-6	10-20			0	0	0	0	0		[Harmonised C&L] STOT RE. 2, Carc. 1B, Repr. 1A	- SVHC - Authorisation list - Restriction (Lead and its compound) - Seveso	-	
18	콘크리트, 시멘트몰타르 건축물의 외부 상도용	1.37- 1.41	Diiron trioxide	1309-37-1	30-40			0		0	0			Eye Irrit. 2, STOT RE 1, STOT SE 3, Skin Irrit. 2	-	0	
			Limestone	1317-65-3	5- 10					0	0	0			Not classified	-	-
19	콘크리트, 시멘트몰타르 건축물의 외부 상도용	1.32- 1.36	Aluminum hydroxide	21645-51-2	1-5									Eye Irrit. 2, STOT SE 3, Skin Irrit. 2	-	0	
			Limestone	1317-65-3	20-30					0	0	0			Not classified	-	-
			Titanium dioxide	13463-67-7	1-5			0		0		0			[Harmonised C&L] Carc 2	-	0

No.	제품 정보		무기 구성성분			MSDS에 따른 법적규제현황 ¹⁾								ECHA 정보 ²⁾		
	용도	비중	성분명	CAS No.	함량 (%)	금지	허가	관리	특별	측정	검진	노출	허용	건강 유해성 ³⁾ (C&L inventory)	규제현황	나노물질
			Kaolin, calcined	92704-41-1	1-5	.	.	.	.	0	0	0	.	Not classified	-	-
			Kieselgur	61790-53-2	1-5	.	.	.	.	0	0	0	.	Not classified	-	-

- 1) 금지: 금지물질, 허가: 허가대상물질, 관리: 관리대상유해물질, 특별: 특별관리물질, 측정: 작업환경측정 대상 유해인자, 검진: 특수건강진단 대상 유해인자, 노출: 노출기준설정물질, 허용: 허용기준 이하 유지 대상 유해인자
- 2) 금속화합물 성분을 대상으로 정보를 수집하였음
- 3) EU CLP 조화 분류가 있는 경우에는 조화 분류를 기재하였으며, 조화 분류가 없는 경우에는 ECHA 홈페이지 Brief profile에서 조회되는 'hazard classification & labelling' 정보를 기재함. 이 경우, 더 높은 유해성 분류를 기준으로 기재함.

시료에 함유되어 있는 성분 중 색상지수에 등록되어 있는 안료 성분의 분자식과 물질유형을 파악한 결과 전체 30종 중 유기물질이 2종, 무기물질이 28종이었다. 물질 유형별로 구분하면 단일물질/UVCB 물질여부를 조사한 결과 단일물질이 25종, UVCB 물질이 5종이었다. 색상별로는 흑색 7종, 청색 5종, 갈색 2종, 녹색 4종, 적색 3종, 황색 3종으로 구분되었으며, 백색안료 및 체질안료로는 이산화티타늄, 산화아연, 탄산마그네슘, 운모, 탈크 등이 사용되고 있었다 (표 III-5).

〈표 III-5〉 시료 중 안료 성분

No.	Color index No.	CAS No.	ECHA 명명	분자식	물질 유형
1	C.I. pigment Black 6	1333-86-4	Carbon black	C	Mono
2	C.I. pigment Black 11	12227-89-3	Iron oxide black	Fe ₃ O ₄	Mono
3	C.I. pigment Black 12	68187-02-0	Spinels, iron titanium brown	Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , MnO, or ZnO	UVCB
4	C.I. pigment Black 17	1314-98-3	Zinc sulfide	SZn	Mono
5	C.I. pigment Black 26	68186-94-7	Manganese ferrite black spinel	(Fe,Mn) ₃ O ₈	Mono
6	C.I. pigment Black 27	68186-97-0	Iron cobalt chromite black spinel	CoCr ₂ Fe ₃₃ O ₈	Mono
7	C.I. pigment Black 28	68186-91-4	Copper chromite black spinel	CuCr ₂ O ₄	Mono
8	C.I. pigment Blue 15*	147-14-8	29H,31Hphthalocyaninato(2)N29,N30,N31,N32 copper	C ₃₂ H ₁₆ CuN ₈	Mono
9	C.I. pigment Blue 28	1345-16-0	Cobalt aluminate blue spinel	Co(x)Al(3-x)O ₄ 1 ≤ x ≤ 1,5	UVCB
10	C.I. pigment Blue 29	101357-30-6	Silicic acid, aluminum sodium salt, sulfurized	Al ₂ Na ₄ O ₆ S ₃ Si	UVCB
11	C.I. pigment Blue 36	68187-11-1	Cobalt chromite blue green spinel	Co(Al,Cr) ₂ O ₄	Mono
12	C.I. pigment Blue 82	14808-60-7	Quartz (SiO ₂)	SiO ₂	Mono

No.	Color index No.	CAS No.	ECHA 명명	분자식	물질 유형
13	C.I. pigment Brown 24	68186-90-3	Chrome antimony titanium buff rutile	CrMnNiO ₁₈ Sb ₅ Ti ₃	UVCB
14	C.I. pigment Brown 31	68187-51-9	Zinc ferrite brown spinel	ZnFe ₂ O ₄	Mono
15	C.I. pigment Green 15	1344-37-2	Lead sulfochromate yellow	Pb(Cr,S)O ₄	Mono
16	C.I. pigment Green 17	1308-38-9	Chromium (III) oxide	Cr ₂ O ₃	Mono
17	C.I. pigment Green 26	68187-49-5	Cobalt chromite green spinel	CoCr ₂ O ₄	Mono
18	C.I. pigment Green 50	68186-85-6	Cobalt titanite green spinel	(Co) ₂ TiO ₄	Mono
19	C.I. pigment Red 101	1309-37-1	Diiron trioxide	Fe ₂ O ₃	Mono
20	C.I. pigment Red 103	7758-97-6	Lead chromate	CrO ₄ Pb	Mono
21	C.I. pigment Red 104	12656-85-8	Lead chromate molybdate sulfate red	CrMoO ₁₂ Pb ₃ S	Mono
22	C.I. pigment White 4	1314-13-2	Zinc oxide	OZn	Mono
23	C.I. pigment White 6	13463-67-7	Titanium dioxide	TiO ₂	Mono
24	C.I. pigment White 18:1	546-93-0	Magnesium carbonate	CH ₂ O ₃ .Mg	Mono
25	C.I. pigment White 20	12001-26-2	Mica	Al ₂ K ₂ O ₆ Si	Mono
26	C.I. pigment White 26	14807-96-6	Talc (Mg ₃ H ₂ (SiO ₃) ₄)	Mg ₃ H ₂ (SiO ₃) ₄	Mono
27	C.I. pigment White 27	7631-86-9	Silicon dioxide	O ₂ Si	Mono
28	C.I. pigment Yellow 34	1344-37-2	Lead sulfochromate yellow	Pb (Cr,S) O ₄	Mono
29	C.I. pigment Yellow 151*	31837-42-0	2[[[1[(2,3dihydro2oxo1H benzimidazol5yl)amino]carbonyl]2oxopropyl]azo] benzoic acid	C ₁₈ H ₁₅ N ₅ O ₅	Mono
30	C.I. pigment Yellow 216	85536-73-8	Titanium zinc antimony stannate	(Sn,Zn,Ti)O ₂	UVCB

* : organic substance

3. 시료의 분석 결과

1) 대상 시료의 정성·정량 분석결과

가) ICP-OES 분석결과

표준물질 IV-26의 금속성분 중 은 (Ag), 비소 (As), 붕소 (B), 베릴륨 (Be), 칼륨 (K), 몰리브덴 (Mo), 셀레늄 (Se), 탈륨 (Tl)은 모든 시료에서 검출되지 않았거나 검출한계 미만이었다. 시료 중 주요 금속성분의 함량을 표 III-6 및 III-7에 나타내었다. 가장 많이 함유한 성분은 알루미늄 (Al), 철 (Fe), 칼슘 (Ca), 나트륨 (Na) 등이었다.

〈표 III-6〉 시료 중 금속성분의 함량

(단위 : Weight %)

Element	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
Ag	ND*	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Al	0.27	0.06	ND	4.58	ND	0.13	0.32	0.14	0.08	0.11
As	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
B	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ba	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.14	0.33	0.91
Be	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ca	0.27	ND	0.08	0.3	ND	ND	ND	0.08	ND	0.97
Cd	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Co	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.34	ND	ND
Cr	ND	ND	ND	ND	ND	0.18	ND	0.07	ND	ND
Cu	ND	ND	ND	ND	ND	0.19	0.07	0.11	ND	ND
Fe	2	0.13	ND	10.55	ND	0.05	0.35	ND	0.32	0.3
K	ND	ND	ND	0.78	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Mg	ND	ND	0.89	0.99	ND	ND	ND	ND	ND	2.76
Mn	0.09	ND	ND	3.48	ND	0.16	ND	0.07	ND	ND

Element	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
Mo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Na	ND	ND	ND	0.46	ND	ND	0.5	ND	ND	ND
Ni	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.63	ND	ND
Pb	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Sb	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Se	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Si	0.03	ND	ND	0.05	ND	ND	0.04	ND	ND	ND
Ti	0.09	0.04	ND	ND	ND	ND	ND	0.35	ND	ND
Tl	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
V	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Zn	7.2	0.1	0.49	7.12	ND	ND	ND	0.35	0.21	ND

Ag, Silver; Al, Aluminum; As, Arsenic; B, Boron; Ba, Barium; Be, Beryllium; Ca, Calcium; Cd, Cadmium; Co, Cobalt; Cr, Chrome; Cu, Copper; Fe, Iron; K, Potassium; Mg, Magnesium; Mn, Manganese; Mo, Molybdenum; Na, Sodium; Ni, Nickel; Pb, Lead; Sb, Antimony; Se, Selenium; Si, Silicon; Ti, Titanium; Tl, Thallium; V, Vanadium Zn, Zinc

*ND : None Detection

〈표 III-7〉 시료 중 금속성분의 함량

(단위 : Weight %)

Element	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20
Ag	ND*	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Al	0.12	0.11	10.86	0.07	0.06	ND	0.05	ND	0.16	0.1
As	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
B	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ba	ND	0.23	ND	0.19	1.18	ND	1.39	ND	ND	ND
Be	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ca	ND	0.05	ND	3.22	ND	0.07	0.37	4.21	5.92	7.71

Element	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20
Cd	ND									
Co	0.04	ND	0.03	ND	ND	0.03	ND	ND	ND	ND
Cr	0.09	ND	ND	ND	0.83	ND	ND	ND	ND	ND
Cu	ND	ND	ND	ND	ND	0.5	0.18	ND	ND	ND
Fe	0.83	0.08	0.08	ND	ND	ND	0.28	1.59	ND	1.39
K	ND									
Mg	0.25	ND	ND	0.06	ND	ND	ND	0.1	0.19	0.17
Mn	ND									
Mo	ND									
Na	0.05	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.21	ND	ND
Ni	ND									
Pb	ND	ND	ND	ND	3.27	ND	ND	ND	ND	ND
Sb	ND	ND	ND	ND	0.03	ND	ND	ND	ND	ND
Se	ND									
Si	ND	0.02	ND	ND	ND	ND	0.04	ND	ND	ND
Ti	ND	0.07	ND	0.16						
Tl	ND									
V	ND	0.03	ND	0.95						
Zn	0.06	0.15	ND							

Ag, Silver; Al, Aluminum; As, Arsenic; B, Boron; Ba, Barium; Be, Beryllium; Ca, Calcium; Cd, Cadmium; Co, Cobalt; Cr, Chrome; Cu, Copper; Fe, Iron; K, Potassium; Mg, Magnesium; Mn, Manganese; Mo, Molybdenum; Na, Sodium; Ni, Nickel; Pb, Lead; Sb, Antimony; Se, Selenium; Si, Silicon; Ti, Titanium; Tl, Thallium; V, Vanadium; Zn, Zinc

*ND : None Detection

나) ICP-MS 분석결과

ICP-MS를 이용하여 일부 시료의 주요 금속성분의 함량을 표 III-8에 나타내었는데 ICP-OES 분석결과와 다소 차이가 있었다. 모든 시료에서 비소(As) 성분이 농도 0.001 ~ 0.01 % 범위로 검출되었고, 그 외 카드뮴 (Cd), 몰리브덴 (Mo), 납 (Pb), 스트론튬 (Sr), 바나듐 (V) 등이 미량 검출되었다. 수은 (Hg)은 일부 시료에서만 미량 검출되었다.

〈표 III-8〉 시료 중 금속성분의 함량

(단위 : Weight %)

No.	S1	S2	S4	S6	S8	S12	S13	S15	S16	S18	S19
Al	0.56	0.01	2.05	0.04	0.14	0.04	2.00	0.02	0.00	0.00	0.13
As	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
Ba	0.00	0.00	0.01	ND*	0.05	0.12	0.00	0.71	0.00	0.00	0.00
Be	0.00	0.00	0.00	ND	ND	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Co	0.00	0.00	0.00	ND	0.32	ND	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
Cr	0.00	0.08	0.00	0.25	0.32	0.00	0.00	0.44	0.00	0.00	0.00
Cu	0.00	0.00	0.00	0.17	0.13	0.00	0.00	0.00	0.32	0.00	0.00
Fe	1.24	0.26	2.80	0.02	ND	0.12	0.05	0.00	0.00	0.39	0.03
Mg	0.00	ND	1.12	ND	ND	ND	ND	0.00	0.00	0.02	0.23
Mn	0.06	ND	0.81	0.14	0.09	ND	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
Mo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.00	ND	0.00	0.00	0.30	ND	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.59	0.00	0.00	0.00
Sb	0.00	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Sn	0.00	0.00	0.00	ND	ND	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

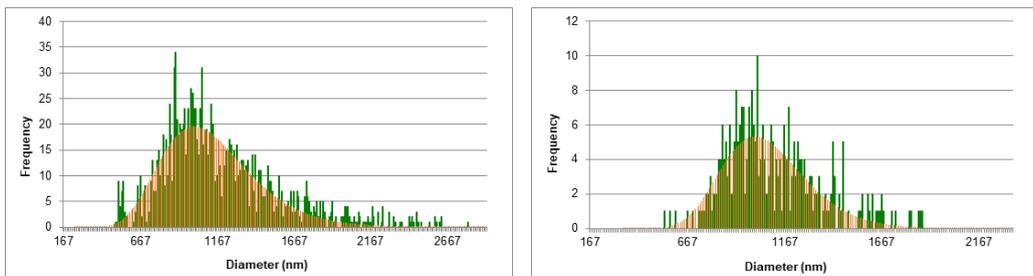
No.	S1	S2	S4	S6	S8	S12	S13	S15	S16	S18	S19
Sr	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	ND	0.00	0.00	0.00	0.00
Ti	0.05	3.31	0.05	0.04	3.63	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60
V	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Zn	42.26	0.14	4.97	ND	0.27	0.41	0.00	0.00	ND	0.00	0.01
Hg	0.00	0.00	0.00	ND	ND	ND	0.00	ND	ND	ND	ND

Al, Aluminum; As, Arsenic; Ba, Barium; Be, Beryllium; Cd, Cadmium; Co, Cobalt; Cr, Chrome; Cu, Copper; Fe, Iron; Mg, Magnesium; Mn, Maganese; Mo, Molybdenum; Ni, Nickel; Pb, Lead; Sb, Antimony; Sn, Tin; Sr, Strontium; Ti, Titanium; V, Vanadium
Zn, Zinc; Hg, Mercury

*ND : None Detection

2) 도료의 입자크기 분포 (수성도료)

시료 중 나노폼 함유여부를 확인하기 위하여 SP-ICP-MS를 이용하여 분석이 가능한 수성도료 2종을 분석한 결과 입자는 칼슘 (Ca) 성분이었으며 크기는 1,190 nm 및 1,115 nm로 마이크로미터 크기 분포를 나타내었다 (그림 III-1, 표 III-9)



[그림 III-5] 도료 입자크기분포

〈표 III-9〉 수성도료의 입자성분 및 크기분포

Sample	#18	#19
Analyte	Ca	Ca
Most Frequent Size (nm)	1017	1017
Mean Size (nm)	1190.2232	1115.1507
No. of Peaks	1483	292
Mean Intensity (counts)	486.97977	345.71575
Particle Concentration (parts/ml)	8948.7512	1761.9928
Dissolved Intensity (counts)	33.645935	39.281728
Dissolved Concentration (ppb)	1534.7432	1792.0437

4. 분석방법의 유효성 확인 결과

1) ICP-OES 분석

검정곡선의 상관계수를 이용하여 측정범위 내에서 검량선을 작성하고 직선성을 확인한 결과 결정계수는 0.9998이상으로 모두 양호하였다 (표 III-10). 검출한계는 0.1430~2.4018 $\mu\text{g/ml}$, 정량한계는 1.4300~24.0175 $\mu\text{g/ml}$ 이었다.

〈표 III-10〉 검정곡선의 유효성

No.	분석 성분	결정계수	기울기	Y 절편	표준오차	검출한계 ($\mu\text{g/ml}$)	정량한계 ($\mu\text{g/ml}$)
1	Ag	0.9999	991.42	42.07	66.86	0.2023	2.0232
2	Al	0.9998	83.51	-7.27	6.86	0.2465	2.4648
3	As	0.9999	46.85	1.31	2.49	0.1592	1.5923
4	B	0.9999	289.40	14.05	19.24	0.1994	1.9945
5	Ba	0.9998	22735.05	1036.93	1716.17	0.2265	2.2646
6	Be	0.9998	34237.87	1559.46	2619.96	0.2296	2.2957

No.	분석 성분	결정계수	기울기	Y 절편	표준오차	검출한계 (µg/mL)	정량한계 (µg/mL)
7	Ca	0.9999	448.43	38.38	29.15	0.1950	1.9501
8	Cd	0.9999	907.16	49.68	49.07	0.1623	1.6227
9	Co	0.9999	411.31	28.42	24.07	0.1756	1.7558
10	Cr	0.9999	751.03	36.63	53.69	0.2145	2.1447
11	Cu	0.9999	976.95	47.17	64.91	0.1993	1.9932
12	Fe	0.9998	781.46	62.62	60.12	0.2308	2.3080
13	K	0.9998	312.27	207.03	250.00	2.4018	24.0175
14	Mg	0.9998	20820.00	1482.66	1652.64	0.2381	2.3813
15	Mn	0.9998	4589.22	288.11	369.97	0.2419	2.4185
16	Mo	0.9999	216.79	6.84	10.53	0.1457	1.4567
17	Na	0.9998	911.74	187.76	72.29	0.2379	2.3787
18	Ni	0.9999	271.60	17.18	15.27	0.1686	1.6863
19	Pb	0.9999	95.02	5.70	5.68	0.1792	1.7920
20	Sb	0.9999	49.82	2.41	2.66	0.1604	1.6042
21	Se	0.9999	44.90	1.21	2.21	0.1477	1.4769
22	Si	0.9998	263.42	0.83	12.25	0.1395	1.3945
23	Ti	0.9999	2280.87	83.29	157.40	0.2070	2.0702
24	Tl	0.9999	30.46	0.90	2.00	0.1973	1.9733
25	V	0.9999	874.81	37.69	58.95	0.2022	2.0217
26	Zn	0.9999	1028.66	42.66	49.03	0.1430	1.4300

2) ICP-MS 분석

검정곡선의 상관계수를 이용하여 측정범위 내에서 검량선을 작성하고 직선성을 확인한 결과 결정계수는 0.9980이상으로 모두 양호하였다. 검출한계는 0.0001~2.4018 $\mu\text{g/ml}$, 정량한계는 1.4300~24.0175 $\mu\text{g/ml}$ 이었다 (표 III-11).

〈표 III-11〉 검정곡선의 유효성

No.	분석 성분	결정계수	Method Blank ($\mu\text{g/L}$)	검출한계 ($\mu\text{g/L}$)	정량한계 ($\mu\text{g/L}$)
1	Al	0.9980	0.151	0.0524	0.1730
2	As	0.9990	0.010	0.0023	0.0075
3	Ba	0.9990	0.007	0.0000	0.0013
4	Be	0.9990	0.002	0.0004	0.0010
5	Cd	0.9990	0.003	0.0001	0.0000
6	Co	0.9990	0.002	0.0004	0.0013
7	Cr	0.9990	0.020	0.0440	1.4604
8	Cu	0.9990	0.021	0.0040	0.0123
9	Fe	0.9990	0.883	0.0600	0.1967
10	Mg	0.9990	1.430	0.0680	0.2252
11	Mn	0.9990	0.025	0.0007	0.0025
12	Mo	0.9990	0.007	0.0006	0.0021
13	Ni	0.9990	0.002	0.0020	0.0053
14	Pb	0.9990	0.001	0.0003	0.0115
15	Sb	0.9990	0.026	0.0004	0.0014
16	Sn	0.9990	0.011	0.0010	0.0033
17	Sr	0.9990	0.003	0.0005	0.0017
18	Ti	0.9990	0.013	0.0030	0.0105
19	V	0.9990	0.006	0.0020	0.0056
20	Zn	0.9990	0.485	0.0210	0.0686
21	Hg	0.9980	0.550	0.0110	0.0383

5. MSDS 적정성 평가 및 개선 방안 제안

- 도료의 MSDS에 기재된 함유량을 직접적으로 분석하기 어려우므로 도료의 구성성분에 따른 다양한 분석방법을 선택하여 종합적으로 평가하는 것이 필요하다.
- 도료에는 무기안료, 첨가제 등 다양한 금속성분이 함유되어 있을 수 있으므로 개별물질뿐만 아니라 혼합물로서의 유해성을 고려해야 한다.
- 무기안료의 유해성은 금속화합물과는 다른 특성을 가지고 있으므로 별도로 평가되어야 하며 MSDS 작성에도 반영하여야 한다.
- 색상지수로 표기한 시료는 정확한 물질명으로 대체하여 기재하거나 법적 규제현황에 대상 유해물질을 기재하는 것이 바람직하다.
- 나노폼, 복합무기안료 등의 올바른 MSDS 작성을 위한 구체적인 가이드라인 제정이 필요하다.

IV. 고찰



IV. 고찰

본 연구를 추진하면서 우선 무기도료라는 표현이 모호한 부분이 있어 혼돈을 줄 수도 있다고 생각되었다. 실제 무기도료는 안료 및 바인더 등 전체 성분이 무기질인 도료로 세라믹 코팅으로 제한하기도 하며, 무기안료를 함유한 도료를 일컫기도 한다. 본 연구에서는 실제 도료 중의 무기성분의 분석이 목적이므로 무기안료를 사용한 도료로 정의하기로 하였다.

무기도료의 분석에는 몇 가지 문제점이 있다. 도료는 여러 가지 형태의 유기물질과 무기물질이 혼합되어 있어 종류와 물성이 다양하다. 유기물질과 무기물질의 분석방법이 다르다는 점을 감안하면 특히 분석 전 사전 정보를 확보하는 것이 중요하다.

대상 시료의 금속성분 중 이산화티타늄을 함유하고 있는 시료가 19종 중 7종으로 많이 있었다. 이산화티타늄은 티타늄 원소의 천연 산화물로 독성이 낮고 생물학적 영향이 미미하다. 생체 불활성 물질로 분류되어 100 nm 이상의 이산화티타늄 입자가 광범위하게 사용되고 있는데 도료에서도 이산화티타늄은 백색으로 착색제로 사용되기도 하지만 주로 체질안료로 많이 사용된다. ECHA에서는 이산화티타늄을 함유하는 혼합물은 흡입에 의한 발암의심물질 Group Carc. 2로 규정하고 있다. 단, 분말형태로 공기역학적 직경 10 μm 이하인 입자가 1% 이상 함유된 혼합물에만 적용하며 섬유형태 (직경 <3 μm , 길이 >5 μm , 종횡비 $\geq 3:1$)의 이산화티타늄은 Carc. 1B 또는 1A로 분류 및 경구 또는 피부노출 위험성 평가를 수행해야 한다.

대상 시료 중 나노폼 형태의 금속성분을 함유한 시료가 19종 중 13종이었다. 이산화티타늄 나노입자를 함유한 시료가 가장 많았으며, 기타 산화아연, 산화크롬, 산화철, 구리프탈로시아닌, 수산화알루미늄과 Manganese ferrite black spinel, Chrome antimony titanium buff rutile, Cobalt chromite blue green spinel, C.I. Pigment Yellow 151 성분이 나노폼으로 조사되었다. SP-ICP-MS

분석결과에서는 분석방법의 특성상 수성도로만 분석이 가능하여 해당 성분의 나노폼 분석이 불가능하였다.

복합무기안료는 UVCB 물질로서 여러 가지 금속성분이 결정구조를 이루고 있는데 대상 시료의 금속성분 중 UVCB 물질을 함유한 시료가 19종 중 Spinel, iron titanium brown, Cobalt aluminate blue spinel, Silicic acid, aluminum sodium salt, sulfurized, Chrome antimony titanium buff rutile, Titanium zinc antimony stannate의 5종이 있었다. 그러나 이는 ECHA 분류기준으로 과거에 단일물질 취급을 하였지만 가변성 문제로 UVCB 물질로 취급하여 등록자가 물질 등록 시 단일물질 또는 UVCB 물질로 구분하였기 때문이다. 그러나 UVCB 물질은 구성과 원료유형, 공정으로 명명하기에 적용하기에 적합하지 않다. 그래서 최근에는 별도로 CICPs를 조성, 원소, 결정구조, 색상으로 명명하고 분류하기도 한다. 따라서 REACH에 따른 명명 및 물질 식별의 경우 CICPs는 모든 주요 구성 성분을 고려하여 결정 구조 및 구성으로 식별된다. 주요 구성성분을 우선 표기하고 금속종 분류 대신 원소명을 표기한다. 그리고 이름 끝에 포함된 결정구조 및 색상을 표기한다. 본 연구의 ICP 분석결과에서는 해당 성분이 검출되었지만 UVCB 물질의 정량은 불가능하였다.

도료의 전처리 방법도 최적화하는 것이 필요하다. 도료의 대부분이 점성을 가지고 있어 전처리에 어려움을 겪을 수밖에 없으며 정확한 분리 및 함량분석이 어렵다. 또한 균일하게 혼합되어 있는 상태가 아니라 전처리 과정에서 충분히 균질화해야 한다. 본 연구에서도 모든 시료의 점성이 너무 높고 산처리 시에도 완전 용해되지 않는 시료가 있어 전처리에 어려움이 많았다. 따라서 시료를 직접 산처리하여 여과시키는 방식의 습식회화와 분말상태로 건조한 후 전처리한 건식회화로 나누어 수행하였는데 도료의 점성이 높고 휘발성이 강하여 건식회화 방식이 전처리하기에 유리하였다.

무기안료는 결정형 매트릭스를 형성하기 위해 다양한 양의 금속산화물 혼합물의 고온 소성에 의해 일반적으로 제조된다. 발색 특성 때문에 다른 물질, 혼합물을 착색하거나 고체 형태의 건조 분말을 착색하는 데 널리 사용된다. 전색제 성분에

불용성이며, 분산된 화합물로서 물질에 혼합됨을 의미한다 (ECHA, 2015).

무기안료는 안정적인 결정구조로 인해 대부분 독성학적으로 중성인 물질로 인식된다. 그러나 무기안료의 개별 구성성분과 관련된 독성학적 임계값에 대한 지식이 증가함에 따라 이러한 인식이 정당한지 여부를 평가하기 위한 접근 방식의 개발이 필요했다. 이러한 평가는 작업장에서 각 물질의 안전한 취급을 입증하는 데 필수적이지만, 이러한 정보는 예를 들어 EU REACH에 따른 표준 물질에 대해 요구되는 독성시험을 수행하지 않게 정당화하는 데에도 사용될 수 있다.

그러나 무기안료는 중금속 또는 전이금속을 포함하고 있어 지속적으로 사용할 경우 환경과 인간의 건강에 위험을 가할 수 있다. 유럽에서 발표된 RoHS (Restriction of Hazardous Substances Directive, 유해물질제한지침) 유해물질 제한 지침에 따라 카드뮴, 납, 수은 등의 성분이 포함된 안료의 사용이 제재되면서 친환경 무기안료에 대한 연구개발이 요구되고 있다 (유리와 김유진, 2019).

무기안료의 흡입 노출은 일반적으로 작업자의 호흡 구역에서 공기 중 분진을 측정하여 모니터링한다. 이러한 측정은 중량분석을 통해 일반적으로 흡입가능한 일반 분진에 대한 노출을 나타낸다. 결과적으로, 그러한 중량 측정 결과는 흡입가능한 일반 분진에 대해 주어진 직업적노출한계 (Occupational Exposure Limit, OEL)와 비교할 수 있다.

그러나 특정 구성성분이 우려되는 경우 노출기준과 비교하기 위해 분진에 대한 화학적 원소분석을 사용해야 한다. 무기안료의 경우 모든 구성성분이 매트릭스에 단단히 결합되어 안전하다고 가정할 수 있지만 그러한 간단한 접근 방식은 구성성분의 매우 낮은 생물학적 가용성을 고려하지 않기 때문에 흡입 경로에 의한 작업자의 건강 위험의 상당한 과대평가로 이어질 가능성이 높다. 따라서 노출지표 물질로 사용할 수 있는 유해원소의 정량분석을 기반으로 무기안료에 대한 노출을 추정하고 개별 구성요소에 대한 생체접근성 자료로 평가하거나 적절한 노출 모델링 도구를 사용하여 평가하는 것이 필요하다.

화학조성은 REACH에 따른 물질 식별에 가장 중요하다. 금속성분 분석에는 XRF 및 ICP 방법이 널리 사용된다. 화학조성 외에도 X선회절분석법 (X-ray Diffraction analysis, XRD), 투과전자현미경법 (Transmission Electron Microscopy, TEM)을 통한 결정구조 파악도 매우 중요하다. 그리고 입자의 크기분포도 확인하기 위하여 SP-ICP-MS, 주사전자현미경법 (Scanning Electron Microscopy, SEM)이나 TEM을 이용하는 것도 고려해 볼 수 있다.

이번 연구에서는 도료 시료의 특성 및 분석방법의 한계로 구성 성분의 정성 분석만 가능하여 정확한 정량이나 입자의 크기 분석에 많은 제한이 있었다. 따라서 무기도료의 분석에는 성분분석과 결정구조 분석, 입자의 크기 분석을 통한 종합적인 정보수집이 필요하다고 판단된다.

V. 결 론



V. 결론

본 연구에서는 다양한 도료의 무기 금속성분을 분석하여 산업안전보건법 상 유해물질 함유여부를 확인하고 구성성분 및 함유량의 기재 실태를 파악하여 MSDS의 개선방안을 제시하여 유해물질 관리 강화에 기여하고자 하였다.

이를 위하여 국내에서 제조·사용 중인 도료 및 공단에 제출된 도료 제품의 MSDS에서 금속성분을 함유할 것으로 추정되는 시료를 선정하여 ICP를 이용하여 분석하였다. 분석결과 유해물질 함유여부를 확인하고 해당 시료의 MSDS에 기재된 구성성분과 함유량과 비교 평가하였다.

그 결과 ICP 등 이용한 도료 중 금속류의 분석방법과 분석사례 등을 조사하여 분석조건을 최적화하고 유효성을 확인한 결과 직선성, 정밀도, 정확도, 검출한계, 정량한계는 모두 양호하게 나타났다.

산안법에서 관리하는 금속화합물 26종의 금속성분을 대상 유해물질로 선정하고, 현재 사용되고 있는 무기안료 243종을 함유한 제품을 조사하여 총 19종을 선정하였다. 시료는 유기도료가 2종, 무기도료가 17종이었으며 무기도료에 함유된 무기물의 유형은 단일물질이 25종, UVCB 물질이 5종이었다.

금속성분 중 은 (Ag), 비소 (As), 붕소 (B), 베릴륨 (Be), 칼륨 (K), 몰리브덴 (Mo), 셀레늄 (Se), 탈륨 (Tl)은 모든 시료에서 검출되지 않았거나 검출한계 미만이었다. 가장 많이 함유한 성분은 알루미늄 (Al), 철 (Fe), 칼슘 (Ca), 나트륨 (Na) 등이었으며, MSDS에 기재된 성분과 정성분석결과를 비교한 결과 10종은 일치하나, 9종은 MSDS에 기재되지 않은 성분이 검출되었다.

도료의 분석결과와 문헌고찰 그리고 몇 가지 이슈를 정리해 보면 다음과 같은 사항을 고려해야 할 것이다. 체질안료로 많이 사용되는 이산화티타늄은 나노품으로 무독성으로 알려져 최근 많이 사용하고 있다. 그러나 IARC와 ECHA에서는 발암성 물질로 규정하고 있어 구성성분의 함유량 및 입자의 크기 분포 분석이 필요하다. 또한, 도료에 사용되는 무기안료의 크기는 다양하며 나노

크기의 입자를 많이 함유하고 있어 성분분석 뿐만 아니라 크기에 따른 유해성과 노출 위험을 고려해야 한다. 그리고 최근 사용이 늘어나고 있는 CICPs는 독성이 없다고 알려져 있으나 본 연구결과와 같이 충분히 다양한 유해물질을 함유하고 있을 가능성이 있으므로 정확한 함유량 분석 및 결정구조 분석을 통한 정보를 제공해야 한다.

결론적으로 도료 중 무기안료는 도료에 함유된 다른 금속화합물과는 다른 특성, 즉 입자의 크기, 결정구조, 복잡한 성분을 가지고 있으므로 다른 금속화합물과는 별도로 유해성을 평가해야 하며 MSDS 작성 시에도 이를 반영해야 한다.

다른 많은 화학 물질과 비교할 때, 대부분의 무기안료는 주로 용해도가 낮기 때문에 유해성이 낮아 생체이용률과 독성이 제한적이라고 알려져 있다. 그러나 이것은 단순한 문제가 아니기 때문에 잘못된 정보를 줄 수 있다. 제조·수입자는 도료 제조 및 도료 제품에 대한 정확한 정보를 제공할 책임이 있으며 합법적인 의무를 넘어서 무기도료와 관련된 위험을 전달하고 명확하게 설명하는 데 적극적으로 노력해야 한다. 그리고 도료를 안전하게 취급하는 방법과 폐기물 폐기 방법에 대한 세부 사항을 제공해야 한다. MSDS 작성 시 구성성분을 기재하지 않거나 정확히 기재하지 않으면 정확한 성분 및 함유량 평가가 불가능하다. 공단에서도 MSDS 구성성분에 UVCB 물질임을 기재하고 색상지수로 표기한 성분은 정확한 물질명으로 대체하여 기재하도록 권고하고 고용노동부에 MSDS 개선방안을 제안하고 협의할 필요가 있다.

본 연구결과는 도료에 함유되어 있는 유해 금속성분이 분류에 영향을 끼칠 만큼 함유되어 있는지 판단하는 데 도움이 될 수 있으며, 제조사의 MSDS와 비교 검토 및 적정성 확인을 통하여 MSDS 개선을 위한 지침이 될 수 있을 것이다. 따라서 무기도료의 올바른 MSDS 작성을 통하여 사업장 화학물질 관리에 기여할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 고용노동부. 산업안전보건기준에 관한 규칙(고용노동부령 제337호). 2021
- 고용노동부. 산업안전보건법 시행규칙(고용노동부령 제336호). 2021
- 고용노동부. 산업안전보건법 시행령(대통령령 제32528호). 2021
- 고용노동부. 산업안전보건법. 제18180호. 2021
- 고용노동부. 화학물질 및 물리적 인자의 노출기준(고용노동부고시 제2020-48호). 2020
- 고용노동부. 화학물질의 분류표시 및 물질안전보건자료에 관한 기준(고용노동부고시 제2020-130호). 2020
- 김형아, 이경주, 김용우, 김현욱. 우리 나라에서 제조/사용되는 일부 무기 안료중 ICP-AES를 이용한 주요 중금속 농도와 MSDS 비치율 및 일치율 비교. 한국산업위생학회지, 8(2):196-208; 1998
- 박승현, 김성진, 유장진, 정지연, 조덕연, 이진우, 정시정, 유일재, 송경석, 한정희, 이용학. 중금속 노출평가의 효율 향상을 위한 분석방법 비교 연구. 산업안전보건연구원. 2000
- 박정임, 최소현, 이아람, 고지은. 금속화합물 노출기준 개정 방향 연구. 산업안전보건연구원. 2020
- 비피기술거래. 도료시장 산업분석보고서. (주)비티타임즈 2020
- 서태수, 변윤섭, 김영순, 박윤창, 김동표. 안료화학. (주)학술정보 2001

- 신용철, 이광용. 조선업의 도장 작업시 취급하는 도료중 유해물질 성분에 관한 연구. 한국산업위생학회지, 9(1):156-172; 1999
- 오세중. 무기안료의 제조 및 특성에 관한 연구. 한국산화기술학회논문지, 14(6):3102-3107; 2013
- 유리, 김유진. 세라믹 나노 안료의 동향. Ceramist, 22(3):256-268; 2019
- 유병규, 선일식. 환경규제 대응을 위한 페인트 중의 중금속 분석용 인증 표준 물질 개발. 한국환경분석학회지, 21(4):209-219; 2018
- 이권섭, 권현우, 한정희, 유일재, 이용묵. 분체도료의 MSDS 신뢰성 조사 연구. 산업안전보건연구원. 2003
- 이권섭, 한인수, 한정희, 박동욱, 이대원, 황호순, 유일재, 이용묵, 김광중. 분체도료의 화학물질 조성과 MSDS 신뢰성 조사연구. 한국산업위생학회지, 14(3):221-232; 2004
- 이권섭, 홍문기, 조지훈. GHS MSDS 이행관리 및 영업비밀 적용실태 조사 연구. 산업안전보건연구원. 2014
- 이종한, 이권섭, 박진우, 조지훈. 물질안전보건자료의 영업비밀 적용실태 조사 및 제도 개선 연구. 산업안전보건연구원. 2009
- 이종한, 이권섭, 박진우, 한규남. 사업장 MSDS 영업비밀 적용실태 및 제도 개선방안에 관한 연구. 한국산업위생학회지, 21(3):128-138; 2011
- 이종한, 홍문기, 김현지, 박상희. 도료제조업종에서 취급하는 유독물의 GHS 분류 통일화 방안 연구. 한국산업위생학회지, 23(2):156-163; 2013
- 정미라, 이희성, 이지영, 이선화. 화장용 문신으로 사용되는 염료 및 색소의 중금속 분석. 한국융합학회논문지, 9(4):321-329; 2018

- 정은교, 하권철. 제조업 사업장 공정별 유해물질 노출실태 편람 개발연구. 산업안전보건연구원. 2018
- A. Rani, R. Kumar. Forensic Application of Energy Dispersive X-Ray Fluorescence to Analyse a Vehicle Paint Sample. J Forensic Sci and Criminal Inves. J Forensic Sci and Criminal Inves.,11(4); 2019
- A. Turner, M. Filellqa. Antimony in paints and enamels of everyday items. Science of the Total Environment. Science of the Total Environment, 713:136588; 2020
- Color Pigments Manufacturers Association, Inc. (CPMA). Introduction to the Colour Index™: Classification System and Terminology. CPMA. 2021
- Complex Inorganic Color Pigments Committee. CPMA Classification and chemical descriptions of the complex inorganic color pigments. Color Pigments Manufacturers Association, Inc.(CPMA). 2010
- Eurocolour. Guidance document for the Registration of Complex Inorganic Coloured Pigments. 2020
- Eurometaux. Guidance on the classification of inorganic UVCB substances for human health hazards. 2020
- European Chemicals Agency (ECHA). Appendix for nanoforms applicable to the Guidance on Registration and Substance Identification. ECHA. 2022

- European Chemicals Agency (ECHA). Guide on the classification and labelling of titanium dioxide. ECHA. 2021
- European Chemicals Agency (ECHA). Literature study on the uses and risks of nanomaterials as pigments in the European Union. ECHA. 2018
- European Chemicals Agency (ECHA). Technical instructions on how to report substance identity information for CICPs in IUCLID 6. ECHA. 2018
- F. Grande, P. Tucci.. Titanium Dioxide Nanoparticles: a Risk for Human Health?. *Mini Rev Med Chem.*, 16(9)762-769; 2016
- G. Buxbaum. G. Pfaff. *Industrial Inorganic Pigments*. Wiley. 2005
- G. Pfaff. The world of inorganic pigments. *ChemTexts*, 8:15; 2022
- Gerhard Pfaff. *Inorganic Pigments*. De Gruyter. 2017
- James G. Speight. *Environmental Inorganic Chemistry for Engineers*. Elsevier. 2017
- Karim N. Jallad, Cyntia Espada-Jallad. Lead exposure from the use of *Lawsonia inermis* (Henna) in temporary paint-on-tattooing and hair dying. *Science of the Total Environment*, 244-250; 2008
- Lyndsie. Selwyn. Health and Safety Concerns Relating to Lead and Lead Compounds in Conservation. *J Canadian Association for Conservation*, Volume 30; 2005

- M. Skocaj, M. Filipic, J. Petkovic, S. Novak. Titanium dioxide in our everyday life; is it safe?. *Radiol Oncol*, 45(4):227-247; 2011
- M.F. Gazulla, M.P. Gomez, A.. Barba, M.. Orduna. Chemical and phase characterisation of ceramic pigments. *X-Ray Spectrom.*, 36:82-91; 2007
- MA. Benvenuto. *Industrial Inorganic Chemistry*. De Gruyter. 2015
- MC. Comstock. Complex Inorganic Colored Pigments: Comparison of options and relative properties when faced with elemental restrictions. *Journal of Surface Coatings Australia*, 10-30; 2016
- National Institute for Public Health and the Environment. The European Union Observatory for Nanomaterials - A step forward?. RIVM. 2017
- Otto Hutzinger. *The Handbook of Environmental Chemistry*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 1980
- P. Villars, K. Cenzual. *Handbook of Inorganic Substance*. De Gruyter. 2013
- R. Lambourne, TA. Strivens. *Paint and Surface Coatings*. Woodhead Publishing Ltd. 1999
- V. Verougstraete. *A Practical Guide: Risk Management of Complex Inorganic Materials*. Academic Press 2018
- W. Liszewski, EM. Warshaw. Pigments in American tattoo inks and their propensity to elicit allergic contact dermatitis. *J Am Acad Dermatol.*, 81(2):379-385; 2019

Abstract

A Study on the Improvement of MSDS through Analysis Metal Components in Inorganic Paint

Objectives : In accordance with the Occupational Safety and Health Acts, hazardous chemicals must be listed as components on the MSDS (Material Safety Data Sheet). Among chemical products, paint is a material used in all industries and contains various types of chemicals. It is necessary to improve the MSDS development through a survey on the MSDS status of paint and analysis of metal components. By analyzing the inorganic metal components of various paints and checking whether they contain hazardous substances under the Acts, it is intended to contribute to strengthening the management of hazardous substances by identifying the actual conditions of MSDS and suggesting improvement measures.

Method : In this study, The metal components of 26 metal compounds managed by the Occupational Safety and Health Acts were selected as hazardous substances, and 19 paints were selected by investigating products containing 243 inorganic pigments currently in use. The target sample was 2 types of organic substances and 28 types of inorganic substances, and 25 types of single substances and 5 types of UVCB

substances.

Results : As a result of analysis the samples were 2 types of organic substances and 28 types of inorganic substances, and 25 types of single substances and 5 types of UVCB substances.

Conclusion : In this study, The results can be helpful in determining whether the paint contains hazardous metal components enough to affect the classification, and it can be a guideline for MSDS improvement through comparative review and reasonability with the manufacturer's MSDS. Therefore, it will be possible to contribute to the management of chemical substances in the workplace through the proper MSDS development of inorganic paint.

Key words : Complex Inorganic Color Pigments (CICPs), Inorganic Pigment, MSDS (Material Safety Data Sheet (MSDS), Paint, UVCB

부록

〈부록〉 색상지수별 안료의 특성

Color index No.	CAS No.	이명	분자식	유기/무기 분류	물질 유형
C.I. pigment Black 1	13007-86-8	Benzenamine, oxidized	C ₆ H ₄ N ₁₁ Cu Cr(III) complex	Organic	UVCB
C.I. pigment Black 6	1333-86-4	Carbon black	C	Inorganic	Mono
C.I. pigment Black 6	1335-30-4	Silicic acid, aluminum salt	Al ₂ O ₉ Si ₃	Inorganic	UVCB
C.I. pigment Black 7	1333-86-4	Carbon black	C	Inorganic	Mono
C.I. pigment Black 8	1339-82-8	Coke black	.	Inorganic	Mono
C.I. pigment Black 9	8021-99-6	Charcoal, bone	CH ₄	Organic	UVCB
C.I. pigment Black 10	7782-42-5	Graphite	C	Inorganic	Mono
C.I. pigment Black 11	12227-89-3	Iron oxide black	Fe ₃ O ₄	Inorganic	Mono
C.I. pigment Black 12	68187-02-0	Spencels, iron titanium brown	Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , MnO, or ZnO	Inorganic	UVCB
C.I. pigment Black 13	1307-96-6	Cobalt oxide	CoO	Inorganic	Mono
C.I. pigment Black 14	1313-13-9	Manganese dioxide	MnO ₂	Inorganic	Mono
C.I. pigment Black 17	1314-98-3	Zinc sulfide	SZn	Inorganic	Mono
C.I. pigment Black 17 Bk	12737-27-8	Chromium iron oxide	CrFeO ₃	Inorganic	UVCB
C.I. pigment Black 17 Bk	68909-79-5	Hematite, chromium green black	Cr ₂ O ₃	Inorganic	Mono
C.I. pigment Black 18	12001-98-8	C.I. pigment Black 18	.	Inorganic	Mono
C.I. pigment Black 19	-	Hydrated Aluminum Silicate	.	Inorganic	Mono
C.I. pigment Black 22	55353-02-1	Dichromium copper diiron heptaoxide	CrCuFeO ₄ CrCuFeO ₄	Inorganic	Mono
C.I. pigment Black 23	68187-54-2	Tin antimony grey cassiterite	Sn(2xy)Sb(x)V(y)O ₄ 0,04 ≤ x ≤ 0,50 0 ≤ y ≤ 0,10	Inorganic	UVCB
C.I. pigment Black 24	68187-00-8	Titanium Vanadium Antimony Gray Rutile	.	Inorganic	UVCB
C.I. pigment Black 25	68186-89-0	Cobalt nickel gray periclase	.	Inorganic	Mono
C.I. pigment Black 26	68186-94-7	Manganese ferrite black spinel	(Fe,Mn) ₃ O ₈	Inorganic	Mono
C.I. pigment Black 27	68186-97-0	Iron cobalt chromite black spinel	CoCr ₂ Fe ₃ O ₈	Inorganic	Mono
C.I. pigment Black 28	68186-91-4	Copper chromite black spinel	CuCr ₂ O ₄	Inorganic	Mono

무기도료 내 금속성분 분석을 통한 MSDS 개선방안

Color index No.	CAS No.	이명	분자식	유기/무기 분류	물질 유형
C.I. pigment Black 29	68187-50-8	Iron cobalt black spinel	CoFe2O4	Inorganic	UVCB
C.I. pigment Black 30	71631-15-7	Nickel iron chromite black spinel	(Ni,Fe)(Fe,Cr)2O4	Inorganic	Mono
C.I. pigment Black 31	67075-37-0	2,9bis(2phenylethyl)anthra[2,1,9def:6,5,10d'e'f]diisoquinoline1,3,8,10(2H,9H)tetrone	C40H26N2O4	Organic	Mono
C.I. pigment Black 32	83524-75-8	2,9bis(pmethoxybenzyl)anthra[2,1,9def:6,5,10d'e'f]diisoquinoline1,3,8,10(2H,9H)tetrone	C40H26N2O6	Organic	Mono
C.I. pigment Black 33	75864-23-2	Iron manganese oxide	(Fe,Mn)2O3	Inorganic	UVCB
C.I. pigment Black 33	68186-94-7	Manganese ferrite black spinel	(Fe,Mn)3O8	Inorganic	Mono
C.I. pigment Black 34	56780-54-2	Molybdenum disulphide	MoS2	Inorganic	Mono
C.I. pigment Black 35	51745-87-0	Titanium oxide	O2Ti	Inorganic	Mono
-	12068-86-9	Diiron magnesium tetraoxide	Mg(x)Fe(3x)O4 0,5≤x≤1,4	Inorganic	UVCB
-	EC# 947-825-0	titanium, iron, aluminium oxide	x(Al, Fe)2TiO5 * yTiO2	Inorganic	UVCB
C.I. pigment Blue 1	1325-87-7	Ethanaminium, N[4[[4(diethylamino)phenyl][4(ethylamino)1naphthalenyl]methylene]2,5cyclohexadienylidene]Nethyl, molybdatetungstatephosphate	C132H160MoN12O11PW	Organic	UVCB
C.I. pigment Blue 1:2	69980-72-9	Ethanaminium, N[4[[4(diethylamino)phenyl][4(ethylamino)1naphthalenyl]methylene]2,5cyclohexadienylidene]Nethyl, molybdatesilicate	C33H40N3+	Organic	
C.I. pigment Blue 2	1325-94-6	Methanaminium, N[4[[4(dimethylamino)phenyl][4(phenylamino)1naphthalenyl]methylene]2,5cyclohexadienylidene]Nmethyl, molybdatetungstatephosphate	C33H32N3	Organic	
C.I. pigment Blue 9	1325-74-2	Methanaminium, N[4[(2chlorophenyl)[4(dimethylamino)phenyl]methylene]2,5cyclohexadienylidene]Nmethyl, molybdatetungstatephosphate	C23H24ClN2+	Organic	
C.I. pigment Blue 10	1325-93-5	C.I. Pigment Blue 10	C29H32N3+	Organic	
C.I. pigment Blue 11	71798-70-4	Methanaminium, N[4[[4(dimethylamino)phenyl][4(ethylamino)1naphthalenyl]methylene]2,5cyclohexadienylidene]Nmethyl, tungstatephosphate	C29H32ClN3	Organic	

Color index No.	CAS No.	이명	분자식	유기/무기 분류	물질 유형
C.I. pigment Blue 12	1325-77-5	Pigment Blue 12	C ₂₅ H ₂₇ Cl ₂ N ₂ ⁺	Organic	
C.I. pigment Blue 13	81-48-1	1hydroxy4(ptoluidino)anthraquinone	C ₂₁ H ₁₅ N ₃ O ₃	Organic	Mono
C.I. pigment Blue 14	1325-88-8	Ethanaminium, N[4[bis[4(diethylamino)phenyl]methylene]2,5cyclohexadienylidene]Nethyl, molybdatetungstatephosphate	C ₃₁ H ₄₃ N ₃	Organic	
C.I. pigment Blue 15	147-14-8	29H,31Hphthalocyaninato(2)N ₂₉ ,N ₃₀ ,N ₃₁ ,N ₃₂ copper	C ₃₂ H ₁₆ CuN ₈	Organic	Mono
C.I. pigment Blue 15:1	12239-87-1	Copper chlorophthalocyanine	C ₃₂ H ₁₅ ClCuN ₈	Organic	UVCB
C.I. pigment Blue 15:2	12239-87-1	Copper chlorophthalocyanine	C ₃₂ H ₁₅ ClCuN ₈	Organic	UVCB
C.I. pigment Blue 15:3	147-14-8	29H,31Hphthalocyaninato(2)N ₂₉ ,N ₃₀ ,N ₃₁ ,N ₃₂ copper	C ₃₂ H ₁₆ CuN ₈	Organic	Mono
C.I. pigment Blue 15:4	147-14-8	29H,31Hphthalocyaninato(2)N ₂₉ ,N ₃₀ ,N ₃₁ ,N ₃₂ copper	C ₃₂ H ₁₆ CuN ₈	Organic	Mono
C.I. pigment Blue 15:6	147-14-8	29H,31Hphthalocyaninato(2)N ₂₉ ,N ₃₀ ,N ₃₁ ,N ₃₂ copper	C ₃₂ H ₁₆ CuN ₈	Organic	Mono
C.I. pigment Blue 16	574-93-6	Phthalocyanine	C ₃₂ H ₁₈ N	Organic	
C.I. pigment Blue 17	71799-04-7	C.I. Pigment Blue 17:1	C ₃₂ H ₁₆ CuN ₈ O ₆ S	Organic	
C.I. pigment Blue 17:1	67340-41-4	Barium [29H,31Hphthalocyaninedi sulphonato(4)N ₂₉ ,N ₃₀ ,N ₃₁ ,N ₃₂]cuprate(2)	C ₃₂ H ₁₄ CuN ₈ O ₆ S ₂ .Ba	Organic	
C.I. pigment Blue 18	1324-77-2	[[4[[4(phenylimino)2,5cyclohexadienylidene][4(sulphophenyl)amino]phenyl]methyl]phenyl]amino]benzenesulphonic acid	C ₃₇ H ₂₉ N ₃ O ₆ S ₂	Organic	
C.I. pigment Blue 19	58569-23-6	[[4[(4aminomtolyl)[4(phenylimino)cyclohexa2,5dienylidene]methyl]phenyl]amino]benzenesulphonic acid	C ₃₇ H ₂₈ N ₃ NaO ₆ S ₂	Organic	
C.I. pigment Blue 21	1324-26-1	Trichloro6,15dihydroanthrazine5,9,14,18tetrone	C ₂₈ H ₁₁ Cl ₃ N ₂ O ₄	Organic	
C.I. pigment Blue 22	1324-27-2	Chloro6,15dihydroanthrazine5,9,14,18tetrone	C ₂₈ H ₁₃ ClN ₂ O ₄	Organic	
C.I. pigment Blue 24	6548-12-5	Dihydrogen (ethyl)[4[[4[ethyl(3sulphonatobenzyl)amino]phenyl](2sulphonatophenyl)methylene]cyclohexa2,5dienylidene](3sulphonatobenzyl)ammonium, barium salt	C ₃₇ H ₃₈ N ₂ O ₉ S ₃	Organic	
C.I. pigment Blue 25	10127-03-4	4,4'[(3,3'dimethoxy[1,1'biphenyl]4,4'diyl)bis(azo)]bis[3hydroxyNphenylnaphthalene2carboxamide]	C ₄₈ H ₃₆ N ₆ O ₆	Organic	

무기도료 내 금속성분 분석을 통한 MSDS 개선방안

Color index No.	CAS No.	이명	분자식	유기/무기 분류	물질 유형
C.I. pigment Blue 26	5437-88-7	4,4'[(3,3'dimethoxy[1,1'bihenyl]4,4'diyl)bis(azo)]bis[3hydroxyN(2methoxyphenyl)naphthalene2carboxamide]	C50H40N6O	Organic	
C.I. pigment Blue 27	12240-15-2	C.I. Pigment Blue 27	C6Fe2KN6	Inorganic	Mono
C.I. pigment Blue 27	14038-43-8	Prussian blue	C18Fe7N18	Inorganic	Mono
C.I. pigment Blue 27	25869-00-5	Ammonium iron(3+) hexakis(cyanoC)ferrate(4)	C6FeN6.Fe.H4N	Inorganic	Mono
C.I. pigment Blue 27:1	25869-00-5	Ammonium iron(3+) hexakis(cyanoC)ferrate(4)	C6FeN6.Fe.H4N	Inorganic	Mono
C.I. pigment Blue 28	1345-16-0	Cobalt aluminate blue spinel	Co(x)Al(3x)O4 1≤x≤1,5	Inorganic	UVCB
C.I. pigment Blue 29	57455-37-5	C.I. Pigment Blue 29/Ultramarine Blue	Al6Na8O24S3Si6	Inorganic	Mono
C.I. pigment Blue 29	101357-30-6	Silicic acid, aluminum sodium salt, sulfurized	Al2Na4O6S3Si	Inorganic	UVCB
C.I. pigment Blue 29	1317-97-1	Lazurite	Na6Al4Si6S4O20	Inorganic	Mono
C.I. pigment Blue 30	166733-69-3	Copper(II)- hydroxide carbonate	CuCO3·Cu(OH)2	Inorganic	Mono
C.I. pigment Blue 31	10279-60-4	Calcium, Copper Silicate Blue	CaCuSi4O10	Inorganic	Mono
C.I. pigment Blue 32	69458-70-4	C.I. Pigment Blue 32		Inorganic	Mono
C.I. pigment Blue 33	8046-59-1	C.I. Pigment Blue 33		Inorganic	Mono
C.I. pigment Blue 34	1317-40-4	Copper sulphide	CuS	Inorganic	Mono
C.I. pigment Blue 34	1333-88-6	Dialuminium cobalt tetraoxide	CoO·Al2O3	Inorganic	Mono
C.I. pigment Blue 35	68187-05-3	Spinels, cobalt tin grey	Co2SnO4	Inorganic	Mono/ UVCB
C.I. pigment Blue 35	1345-19-3	Cobalt tin trioxide	CoSnO3	Inorganic	Mono
C.I. pigment Blue 35	83712-59-8	C.I. Pigment Blue 35		Inorganic	Mono
C.I. pigment Blue 36	68187-11-1	Cobalt chromite blue green spinel	Co(Al,Cr)2O4	Inorganic	Mono
C.I. pigment Blue 36:1	74665-01-3	Spinels, aluminum chromium cobalt zinc blue		Inorganic	UVCB
C.I. pigment Blue 56	6417-46-5	2methyl4[[4[[4(3tolyl)amino]phenyl][4(3tolylimino)2,5cyclohexadienylidene]methyl]phenyl]amino]benzenesulphonic acid	C40H35N3O3S	Organic	
C.I. pigment Blue 57	5905-38-4	Benzenesulfonic acid, 3methyl4[[4[[4(2methylphenyl)amino]phenyl][4(2methylphenyl)imino]2,5cyclohexadienylidene]methyl]phenyl]amino]	C40H35N3O3S	Organic	

Color index No.	CAS No.	이명	분자식	유기/무기 분류	물질 유형
C.I. pigment Blue 59	6994-46-3	1,4bis(ethylamino)anthraquinone	C18H18N2O2	Organic	
C.I. pigment Blue 60	81-77-6	6,15dihydroanthrazine5,9,14,18tetrone	C28H14N2O4	Organic	Mono
C.I. pigment Blue 61	1324-76-1	[[4[[4(anilino)phenyl][4(phenylimino)2,5cyclohexadienylidene]methyl]phenyl]amino]benzenesulphonic acid	C37H29N3O3S	Organic	Mono
C.I. pigment Blue 61:1	1324-76-1	Sulfonated derivative of Triphenylmethane	C37H29N3O3S	Organic	
C.I. pigment Blue 62	82338-76-9	Bis[[4[[4(diethylamino)phenyl][4(ethylamino)1naphthyl]methylene]cyclohexa2,5dienylidene]diethylammonium] dicopper(1+) hexa(cyanoC)ferrate(4)	C33H40N3	Organic	Mono
C.I. pigment Blue 62	57485-98-0	Ethanaminium, N[[4[[4(diethylamino)phenyl][4(ethylamino)1naphthalenyl]methylene]2,5cyclohexadienylidene]Nethyl, copper(1+) (OC611)hexakis(cyanoC)ferrate(4) (2:2:1)		Organic	
C.I. pigment Blue 63	16521-38-3	Aluminium, 2(1,3dihydro3oxo5sulfo2Hindol2ylidene)2,3dihydro3oxo1Hindole5sulfonic acid complex	C16H10AlN2O8S2	Organic	Multi
C.I. pigment Blue 64	130-20-1	7,16dichloro6,15dihydroanthrazine5,9,14,18tetrone	C28H12Cl2N2O4	Organic	Mono
C.I. pigment Blue 65	116-71-2	Violanthrene5,10dione	C34H16O2	Organic	Mono
C.I. pigment Blue 66	482-89-3	2(1,3dihydro3oxo2Hindol2ylidene)1,2dihydro3Hindol3one	C16H10N2O2	Organic	Mono
C.I. pigment Blue 68	-	Phthalocyanine		Organic	
C.I. pigment Blue 71	68186-95-8	Zirconium vanadium blue zircon	(Zr,V)SiO4	Inorganic	Mono
C.I. pigment Blue 72	68186-87-8	Cobalt zinc aluminate blue spinel	Co(x)Zn(1-x)Al2O4 0,1 ≤ x ≤ 0,9	Inorganic	UVCB
C.I. pigment Blue 73	68187-40-6	Olivine, cobalt silicate blue	Co2O4Si	Inorganic	Mono
C.I. pigment Blue 74	68412-74-8	Cobalt zinc silicate blue phenacite	Zn(2x)Co(x)SiO4 0,7 ≤ x ≤ 1,1	Inorganic	UVCB
C.I. pigment Blue 75	3317-67-7	[29H,31Hphthalocyaninato N29,N30,N31,N32]cobalt	C32H16CoN8	Organic	Mono
C.I. pigment Blue 76	68987-63-3	Copper, [29H,31Hphthalocyaninato(2)N29,N30,N31,N32], chlorinated		Organic	
C.I. pigment Blue 79	14154-42-8	Chloro[29H,31Hphthalocyaninato(2)N29,N30,N31,N32]aluminium	C32H16AlClN8	Organic	Mono/ UVCB
C.I. pigment Blue 80	391663-82-4	C.I. Pigment Blue 80		Organic	

무기도료 내 금속성분 분석을 통한 MSDS 개선방안

Color index No.	CAS No.	이명	분자식	유기/무기 분류	물질 유형
C.I. pigment Blue 81	68608-09-3	Spinel, aluminum cobalt tin		Inorganic	UVCB
C.I. pigment Blue 82	14808-60-7	Quartz (SiO ₂)	SiO ₂	Inorganic	Mono
C.I. pigment Blue 84	-	MayaPure Blue B 8000F		Organic/ Inorganic	Complex
C.I. pigment Blue 86	1239902-45-4	Yttrium Indium Manganese Oxide		Inorganic	Mono
C.I. pigment Blue 128	-	Cooled Lava Rock		Inorganic	Mono
C.I. pigment Brown 1	6410-40-8	4[(2,5dichlorophenyl)azo]N(2,5dimethoxyphenyl)3hydroxynaphthalene2carboxamide	C ₂₅ H ₁₉ Cl ₂ N ₃ O ₄	Organic	
C.I. pigment Brown 6	52357-70-7	Iron oxide brown	Fe ₂ O ₃ +FeO)·nH ₂ O	Inorganic	Mono
C.I. pigment Brown 7	1345-27-3	Natural iron oxide		Inorganic	Mono
C.I. pigment Brown 7	12713-03-0	Umber	Fe ₂ O ₃	Inorganic	UVCB
C.I. pigment Brown 8	1313-13-9	Manganese dioxide	MnO ₂	Inorganic	Mono
C.I. pigment Brown 8	1317-35-7	Manganese (II,III) oxide	Mn ₃ O ₄	Inorganic	Mono
C.I. pigment Brown 9	8014-85-5/13601-13-3	C.I. Pigment Brown 9/Dicopper hexacyanoferrate	C ₆ Cu ₂ FeN ₆	Inorganic	Mono
C.I. pigment Brown 10	12013-69-3	Dicalcium lead tetraoxide	Ca ₂ O ₄ Pb ₂	Inorganic	Mono
C.I. pigment Brown 10	12774-29-7	Calcium plumbate	CaO ₃ Pb	Inorganic	Mono
C.I. pigment Brown 11	64294-89-9	C.I. Pigment Brown 11	MgO + Fe ₂ O ₃	Inorganic	Mono
C.I. pigment Brown 12	68131-04-04	Humic acid sodium salt	C ₉ H ₈ Na ₂ O ₄	Organic	
C.I. pigment Brown 22	29398-96-7	N,N'bis(2,4dinitrophenyl)3,3'dimethoxy[1,1'biphenyl]4,4'diamine	C ₂₆ H ₂₀ N ₆ O ₁₀	Organic	
C.I. pigment Brown 23	35869-64-8	N,N'(2chloro1,4phenylene)bis[4(4chloro2nitrophenyl)azo]3hydroxynaphthalene2carboxamide]	C ₄₀ H ₂₃ Cl ₃ N ₈ O ₈	Organic	Mono
C.I. pigment Brown 24	68186-90-3	Chrome antimony titanium buff rutile	CrMnNiO ₁₈ Sb ₅ Ti ₃	Inorganic	UVCB
C.I. pigment Brown 25	6992-11-6	4[(2,5dichlorophenyl)azo]N(2,3dihydro2oxo1Hbenzimidazol5yl)3hydroxynaphthalene2carboxamide	C ₂₄ H ₁₅ Cl ₂ N ₅ O ₃	Organic	Mono
C.I. pigment Brown 26	81-33-4	Perylene3,4:9,10tetracarboxydiimide	C ₂₄ H ₁₀ N ₂ O ₄	Organic	Mono
C.I. pigment Brown 27	3989-75-1	2(1oxonaphtho[2,1b]thien2(1H)ylidene)naphtho[2,1b]thiophen1(2H)one	C ₂₄ H ₁₂ O ₂ S ₂	Organic	
C.I. pigment Brown 28	131-92-0	N,N'(10,15,16,17tetrahydro5,10,15,17tetraoxo5Hdinaphtho[2,3a:2',3'i]carbazole4,9diyl)bis(benzamide)	C ₄₂ H ₂₃ N ₃ O ₆	Organic	Mono

Color index No.	CAS No.	이명	분자식	유기/무기 분류	물질 유형
C.I. pigment Brown 29	12737-27-8	Chromium iron oxide	$Fe(x)Cr(2x)O_3$ $0,65 \leq x \leq 1,75$	Inorganic	UVCB
C.I. pigment Brown 30	-	Nickel, iron and chromium mixed metal complex in a Spinel structure		Inorganic	UVCB
C.I. pigment Brown 31	68187-51-9	Zinc ferrite brown spinel	$ZnFe_2O_4$	Inorganic	Mono
C.I. pigment Brown 33	68186-88-9	Zinc iron chromite brown spinel	$(Zn,Fe)(Fe,Cr)_2O_4$	Inorganic	Mono
C.I. pigment Brown 34	68187-10-0	Nickel ferrite brown spinel		Inorganic	UVCB
C.I. pigment Brown 35	68187-09-7	Iron chromite brown spinel		Inorganic	UVCB
C.I. pigment Brown 37	70248-09-8	Manganese niobium titanium brown rutile		Inorganic	UVCB
C.I. pigment Brown 39	71750-83-9	Spinel, chromium manganese zinc brown		Inorganic	UVCB
C.I. pigment Brown 40	69991-68-0	Rutile, antimony chromium manganese brown		Inorganic	UVCB
C.I. pigment Brown 41	68516-75-6	N,N'naphthalene1,5diylbis[4[(2,3dichlorophenyl)azo]3hydroxynaphthalene2carboxamide]	$C_{44}H_{26}Cl_4N_6O_4$	Organic	Mono
C.I. pigment Brown 42	80648-58-4	1,4-Benzenedicarboxylic acid, 2,2-(2,5-dimethyl-1,4-phenylene)bisiminocarbonyl(2-hydroxy-3,1-naphthalenediyl)azobis-, tetrakis(1-methylethyl) ester	$C_{58}H_{56}N_6O_{12}$	Organic	
C.I. pigment Brown 43	12062-81-6	Iron manganese trioxide	$FeMnO_3$	Inorganic	Mono
C.I. pigment Brown 44	144437-67-2	Cobalt titanium tungsten oxide ((Co,Ti,W)O ₂)	CoH_2OTiW	Inorganic	Mono
C.I. pigment Brown 45	144437-66-1	Manganese titanium tungsten oxide ((Mn,Ti,W)O ₂)	$H_2MnOTiW$	Inorganic	Mono
C.I. pigment Brown 46	68555-06-6	Spinel, chromium iron manganese brown	$(Mn, Fe)(Mn, Fe, Cr)_2O_4$	Inorganic	Mono/ UVCB
C.I. pigment Brown 48	1310-39-0	Iron titanium pseudobrookite	Fe_xTiO_y $1.2 \leq x \leq 2.1$ $y = 3/2x + 2$	Inorganic	UVCB
C.I. pigment Brown 48	12789-64-9	Iron titanium oxide	Fe_2O_5Ti	Inorganic	Mono
-	EC# 947-826-6	titanium, chromium, iron, zinc oxide	$x(Zn, Ti, Cr, Fe)_3O_4$ $* yTiO_2 * z(Fe, Cr, Zn, Ti)_3O_5$	Inorganic	UVCB
-	1353091-50-5	Hightemperature calcination products of diiron trioxide and amorphous silica resulting in a glassy silica matrix	$(SiO_2)(Fe_2O_3)$	Inorganic	UVCB
C.I. pigment Green 1	1325-75-3	Ethanaminium, N[4[[4(diethylamino)pheny	$C_{27}H_{34}N_2$	Organic	

무기도료 내 금속성분 분석을 통한 MSDS 개선방안

Color index No.	CAS No.	이명	분자식	유기/무기 분류	물질 유형
		[phenylmethylene]2,5cyclohexadienylidene]Nethyl, molybdatetungstatephosphate			
C.I. pigment Green 2	1325-75-3+12 213-69-3	Ethanaminium, N[4[[4(diethylamino)phenyl]phenylmethylene]2,5cyclohexadienylidene]Nethyl, molybdatetungstatephosphate		Organic	
C.I. pigment Green 4	61725-50-6	Methanaminium, N[4[[4(dimethylamino)phenyl]phenylmethylene]2,5cyclohexadienylidene]Nmethylethyl, molybdatetungstatephosphate	C23H25N2.xUnspecified	Organic	
C.I. pigment Green 7	68512-13-0	Copper, [29H,31Hphthalocyaninato(2)N29,N30,N31,N32], brominated chlorinated	C32HxBryClzCuN8 x+y+z=16	Organic	UVCB
C.I. pigment Green 8	16143-80-9/1 5635-53-7	Sodium tris(1,2naphthoquinone 1oximatoO,O')ferrate(1)	C30H18FeN3O6.Na	Organic	Mono
C.I. pigment Green 10	51931-46-5	Bis[3[(4chlorophenyl)azo]quinoline2,4(1H,3H)dionato]nickel	C30H18Cl2N6NiO4	Organic	
C.I. pigment Green 13	148092-61-9	C.I. Pigment Green 13		Organic	
C.I. pigment Green 14	1306-23-6	Cadmium sulphide	CdS	Inorganic	Mono
C.I. pigment Green 15	12224-92-9	Chrome yellow and Prussian blue		Inorganic	Mono
C.I. pigment Green 15	1344-37-2	Lead sulfochromate yellow	Pb (Cr,S) O4	Inorganic	Mono
C.I. pigment Green 15	25869-00-5	Ammonium iron(3+) hexakis(cyanoC)ferrate(4)	C6FeN6.Fe.H4N	Inorganic	Mono
C.I. pigment Green 16	12769-96-9	Sodium aluminosilicate violet	Al6Na6O24S8Si6	Inorganic	Mono
C.I. pigment Green 16	65505-26-2	C.I. Pigment Green 16		Inorganic	Mono
C.I. pigment Green 17	1308-38-9	Chromium (III) oxide	Cr2O3	Inorganic	Mono
C.I. pigment Green 17	68909-79-5	Hematite, chromium green black	Cr2O3/Cr(x) Fe (2xy)Mn (y) O	Inorganic	Mono/UVCB
C.I. pigment Green 17 Blk	68909-79-5	Hematite, chromium green black	Cr2O3/Cr(x) Fe (2xy)Mn (y) O	Inorganic	Mono/UVCB
C.I. pigment Green 18	12001-99-9	Chromoxidhydrat	Cr2O3	Inorganic	Mono
C.I. pigment Green 19	8011-87-8	Cobalt zinc oxide green		Inorganic	Mono
C.I. pigment Green 20	6046-93-1	Acetic acid, copper(2+) salt, monohydrate	C4H8CuO5	Organic	
C.I. pigment Green 21	12002-03-8	Copper acetoarsenite	C2H3AsCuO4	Organic	
C.I. pigment Green 22	1345-20-6	C.I. Pigment Green 22	AsCuHO3	Inorganic	Mono

Color index No.	CAS No.	이명	분자식	유기/무기 분류	물질 유형
C.I. pigment Green 23	1344-98-5	C.I. Pigment Green 23		Inorganic	UVCB
C.I. pigment Green 24	57455-37-5	C.I. Pigment Blue 29	Al6Na8O24S3Si6	Inorganic	Mono
C.I. pigment Green 24	101357-30-6	Silicic acid, aluminum sodium salt, sulfurized	Al2Na4O6S3Si	Inorganic	UVCB
C.I. pigment Green 26	68187-49-5	Cobalt chromite green spinel	CoCr2O4	Inorganic	Mono
C.I. pigment Green 36	14302-13-7	[1,3,8,16,18,24hexabromo 2,4,9,10,11,15,17,22,23,25decachloro29H,31Hphthalocyaninato(2)N29,N30,N31,N32]copper	C32Br6Cl10CuN8	Organic	UVCB
C.I. pigment Green 38	14302-13-7	[1,3,8,16,18,24hexabromo 2,4,9,10,11,15,17,22,23,25decachloro29H,31Hphthalocyaninato(2)N29,N30,N31,N32]copper	C32Br6Cl10CuN8	Organic	UVCB
C.I. pigment Green 39	12069-69-1	Copper(II) carbonatecopper(II) hydroxide (1:1)	CO3.Cu.CuH2O2	Inorganic	Mono
C.I. pigment Green 41	14302-13-7	[1,3,8,16,18,24hexabromo 2,4,9,10,11,15,17,22,23,25decachloro29H,31Hphthalocyaninato(2)N29,N30,N31,N32]copper	C32Br6Cl10CuN8	Organic	UVCB
C.I. pigment Green 42	85256-45-7	Polychloro copper phthalocyanine	C32CuN8	Organic	UVCB
C.I. pigment Green 45	-	Triphenylmethane Copper ferrocyanide		Organic/ Inorganic	Complex
C.I. pigment Green 48	-	PY34+PG7+PB15	PbCrO4, PbCrO4*PbSO4	Inorganic	Mono
C.I. pigment Green 50	68186-85-6	Cobalt titanite green spinel	(Co)2TiO4	Inorganic	Mono
C.I. pigment Green 51	68553-01-5	Victoria green garnet		Inorganic	Mono
C.I. pigment Green 55	-	Polysulfide of sodium, potassium, lithium or silver alumino-silicate		Inorganic	Mono
C.I. pigment Green 56	68515-84-5	Nickel Silicate Green Olivine		Inorganic	Mono
C.I. pigment Orange 1	6371-96-6	2[(4methoxy2nitrophenyl)azo]3oxoN(otolyl)butyramide	C18H18N4O5	Organic	
C.I. pigment Orange 2	6410-09-9	1[(2nitrophenyl)azo]2naphthol	C16H11N3O3	Organic	
C.I. pigment Orange 3	6410-15-7	2Naphthalenol, 1[2(2methyl5nitrophenyl)diazenyl]	C17H13N3O3	Organic	
C.I. pigment Orange 5	3468-63-1	1[(2,4dinitrophenyl)azo]2naphthol	C16H10N4O5	Organic	Mono
C.I. pigment Orange 13	3520-72-7	4,4'[(3,3'dichloro[1,1'biphenyl]4,4'diy)bis(azo)]bis[2,4dihydro5methyl2phenyl3Hpyrazol3one]	C32H24Cl2N8O2	Organic	Mono
C.I. pigment Orange 16	6505-28-8	2,2'[(3,3'dimethoxy[1,1'biphenyl]4,4'diy)bis(azo)]bis[3oxoNphenylbutyramide]	C34H32N6O6	Organic	Mono

무기도료 내 금속성분 분석을 통한 MSDS 개선방안

Color index No.	CAS No.	이명	분자식	유기/무기 분류	물질 유형
C.I. pigment Orange 17	15782-04-4	Barium bis[4[(2hydroxy1naphthyl)azo]benzenesulphonate]	C16H12N2O4S.1/2Ba	Organic	
C.I. pigment Orange 17:1	15876-51-4	Tris[4-[(2-hydroxy-1-naphthyl)azo]benzenesulfonate]aluminum	C16H12N2O4S	Organic	
C.I. pigment Orange 20	12656-57-4	Cadmium sulfoselenide orange		Inorganic	Mono
C.I. pigment Orange 20:1	-	Cadmium Selenosulphide + Barium Sulfide		Inorganic	Mono
C.I. pigment Orange 21	1344-38-3	Basic lead (II) -chromate		Inorganic	Mono
C.I. pigment Orange 21:1	59519-55-0	C.I. Pigment Orange 21:1		Inorganic	Mono
C.I. pigment Orange 22	6358-48-1	-	C25H19Cl2N3O3	Organic	
C.I. pigment Orange 23	1345-09-1	Cadmium mercury sulfide	CdHgS2	Inorganic	Mono
C.I. pigment Orange 23:1	-	Concentrated Cadmium Sulfide + Mercuric Sulfide co-precipitated with Barium Sulfate		Inorganic	Mono
C.I. pigment Orange 34	15793-73-4	4,4'[(3,3'dichloro[1,1'biphenyl]4,4'diy)bis(azo)]bis[2,4 dihydro5methyl2(ptolyl)3H pyrazol3one]	C34H28Cl2N8O2	Organic	Mono
C.I. pigment Orange 36	12236-62-3	2[(4chloro2nitrophenyl)azo]N(2,3dihydro2oxo1Hbenzimidazol5yl)3oxobutyramide	C17H13ClN6O5	Organic	Mono
C.I. pigment Orange 38	12236-64-5	N[4(acetylamino)phenyl]4-[5(aminocarbonyl)2chlorophenyl]azo]3hydroxynaphthalene2carboxamide	C26H20ClN5O4	Organic	Mono
C.I. pigment Orange 40	128-70-1	Pyranthrene8,16dione	C30H14O2	Organic	
C.I. pigment Orange 41	128-70-1	Pyranthrene8,16dione	C30H14O2	Organic	
C.I. pigment Orange 43	4424-06-0	Bisbenzimidazo[2,1b:2',1'i]benzo[lmn][3,8]phenanthroline8,17dione	C26H12N4O2	Organic	Mono
C.I. pigment Orange 45	1344-38-3	Basic lead chromate orange		Inorganic	Mono
C.I. pigment Orange 46	67801-01-8	Barium bis[5chloro4ethyl2[(2hydroxy1naphthyl)azo]benzenesulphonate]	C18H15ClN2O4S.1/2Ba	Organic	Mono
C.I. pigment Orange 47	71819-73-3	C.I. Pigment Orange 47		Organic	
C.I. pigment Orange 48	71819-74-4	C.I. Pigment Orange 48	C20H12N2O2/C20H10N2O4	Organic	
C.I. pigment Orange 49	71819-75-5	C.I. Pigment Orange 49		Organic	
C.I. pigment Orange 51	61512-61-6	C.I. Pigment Orange 51	C30H12Cl2O2	Organic	
C.I. pigment Orange 52	61512-62-7	C.I. Pigment Orange 51		Organic	

Color index No.	CAS No.	이명	분자식	유기/무기 분류	물질 유형
C.I. pigment Orange 53	-	Pyranthrone		Organic	
C.I. pigment Orange 59	-	Organic synthetic monoazo nickle complex	C11H13N3O4	Organic/Inorganic	Complex
C.I. pigment Orange 60	68399-99-5	2[[2chloro5(trifluoromethyl)phenyl]azo]N(2,3dihydro2oxo1Hbenzimidazol5yl)3oxobutyramide	C18H13ClF3N5O3	Organic	
C.I. pigment Orange 61	40716-47-0	4,5,6,7tetrachloro3[[3methyl4[[4[[4,5,6,7tetrachloro1oxo1Hisoindol3yl)amino]phenyl]azo]phenyl]amino]1Hisoindol1one	C29H12Cl8N6O2	Organic	
C.I. pigment Orange 62	52846-56-7	N(2,3dihydro2oxo1Hbenzimidazol5yl)2[(4nitrophenyl)azo]3oxobutyramide	C17H14N6O5	Organic	Mono
C.I. pigment Orange 64	72102-84-2	5[(2,3dihydro6methyl2oxo1Hbenzimidazol5yl)azo]barbituric acid	C12H10N6O4	Organic	Mono
C.I. pigment Orange 65	20437-10-9	[[1,1'[1,2phenylenebis(nitri lomethylidyne)]bis[2naphtholato]](2)N,N',O,O]nickel	C28H18N2NiO2	Organic	
C.I. pigment Orange 66	68808-69-5	Diketo-pyrrolo-pyrrole	C26H13Cl4N5O2	Organic	
C.I. pigment Orange 67	74336-59-7	3[(4chloro2nitrophenyl)azo]2methylpyrazolo[5,1b]quinazolin9(1H)one	C17H11ClN6O3	Organic	Mono
C.I. pigment Orange 68	42844-93-9	[1,3dihydro5,6bis[[[2hydroxy1naphthyl)methylene]amino]2Hbenzimidazol2onato(2)N5,N6,O5,O6]nickel	C29H18N4NiO3	Organic	Mono
C.I. pigment Orange 69	85959-60-0	N(pchlorophenyl)2cyano2[2,3dihydro3[tetrahydro2,4,6trioxo1ptolylpyrimidin5(2H)ylidene]1Hisoindol1ylidene]acetamide	C28H18ClN5O4	Organic	
C.I. pigment Orange 71	84632-50-8	Benzonitrile, 3,3'(2,3,5,6tetrahydro3,6dioxopyrrolo[3,4c]pyrrole1,4diyl)bis	C20H10N4O2	Organic	Mono
C.I. pigment Orange 72	78245-94-0	2,2'((3,3'Dichloro(1,1'biphenyl)4,4'diyl)bis(azo))bis(N(2,3dihydro2oxo1Hbenzimidazol5yl)3oxobutanamide)	C34H26Cl2N10O6	Organic	
C.I. pigment Orange 73	71832-85-4	Calcium bis[4[[1[[[2chlorophenyl)amino]carbonyl]2oxopropyl]azo]3nitrobenzenesulphonate]	C16H13ClN4O7S.1/2Ca	Organic	Mono
C.I. pigment Orange 74	85776-14-3	A mixture of: N(4chlorophenyl)4(2,5dichloro4(dimethylsulfamoyl)phenylazo)3hydroxy2naphthalenecarboxamide; N(4chlorophenyl)4(2,5dichloro4(methylsulfamoyl)phenylazo)3hydroxy2naphthalenecarboxamide	C25H19Cl3N4O4S	Organic	Multi

Color index No.	CAS No.	이명	분자식	유기/무기 분류	물질 유형
C.I. pigment Orange 75	12014-93-6	Dicerium trisulphide	Ce2S3	Inorganic	Mono
C.I. pigment Orange 77	1324-11-4	Dibromodibenzo[b,def]chrysene7,14dione	C24H10Br2O2	Organic	Mono
C.I. pigment Orange 78	12014-93-6	Dicerium trisulphide	Ce2S3	Inorganic	Mono
C.I. pigment Orange 78	12031-49-1	Dilanthanum trisulphide	La2S3	Inorganic	Mono
C.I. pigment Orange 79	250640-08-5	Benzoic acid, 4[2(2hydroxy6sulfo1naphthalenyl)diazonyl], strontium salt (2:1)		Organic	Mono
C.I. pigment Orange 80	-	thiazine indigo		Organic	
C.I. pigment Orange 81	-	Diketo-pyrrolo-pyrrole		Organic	
C.I. pigment Orange 82	923954-49-8	Tin-titanium-zinc oxide		Inorganic	Mono
C.I. pigment Orange 84	-	Mayan Blue with a unique nano crystal lattice		Organic/ Inorganic	Complex
C.I. pigment Orange 85	-	Bismuth Oxyhalide Orange		Inorganic	Mono
C.I. pigment Orange 86	-	Bismuth vanadate		Inorganic	Mono
C.I. pigment Red 1	6410-10-2	1(pnitrophenylazo)2naphthol	C16H11N3O3	Organic	
C.I. pigment Red 2	6041-94-7	4[(2,5dichlorophenyl)azo]3hydroxyNphenylnaphthalene2carboxamide	C23H15Cl2N3O2	Organic	Mono
C.I. pigment Red 3	2425-85-6	1(4methyl2nitrophenylazo)2naphthol	C17H13N3O3	Organic	Mono
C.I. pigment Red 4	2814-77-9	1[(2chloro4nitrophenyl)azo]2naphthol	C16H10ClN3O3	Organic	Mono
C.I. pigment Red 5	6410-41-9	N(5chloro2,4dimethoxyphenyl)4[[5[(diethylamino)sulphonyl]2methoxyphenyl]azo]3hydroxynaphthalene2carboxamide	C30H31ClN4O7S	Organic	Mono
C.I. pigment Red 6	6410-13-5	1[(4chloro2nitrophenyl)azo]2naphthol	C16H10ClN3O3	Organic	
C.I. pigment Red 7	6471-51-8	Monoazo Naphthol AS	C25H19Cl2N3O2	Organic	
C.I. pigment Red 8	6410-30-6	N(4chlorophenyl)3hydroxy4[(2methyl5nitrophenyl)azo]naphthalene2carboxamide	C24H17ClN4O4	Organic	Mono
C.I. pigment Red 9	6410-38-4	4[(2,5dichlorophenyl)azo]3hydroxyN(2methoxyphenyl)naphthalene2carboxamide	C24H17Cl2N3O3	Organic	Mono
C.I. pigment Red 10	6410-35-1	4[(2,5dichlorophenyl)azo]3hydroxyN(4methylphenyl)naphthalene2carboxamide		Organic	
C.I. pigment Red 12	6410-32-8	3hydroxy4[(2methyl4nitrophenyl)azo]N(otolyl)naphthalene2carboxamide	C25H20N4O4	Organic	Mono

Color index No.	CAS No.	이명	분자식	유기/무기 분류	물질 유형
C.I. pigment Red 13	6535-47-3	3hydroxy4[(4methyl2nitrophenyl)azo]N(otolyl)naphthalene2carboxamide	C25H20N4O4	Organic	
C.I. pigment Red 14	6471-50-7	4[(4chloro2nitrophenyl)azo]3hydroxyN(2methylphenyl)naphthalene2carboxamide	C24H17ClN4O4	Organic	Mono
C.I. pigment Red 15	6410-39-5	4[(4chloro2nitrophenyl)azo]3hydroxyN(2methoxyphenyl)naphthalene2carboxamide	C24H17ClN4O5	Organic	Mono
C.I. pigment Red 17	6655-84-1	3hydroxy4[(2methyl5nitrophenyl)azo]N(otolyl)naphthalene2carboxamide	C25H20N4O4	Organic	
C.I. pigment Red 19	6410-33-9	Azomethine	C25H20N4O5	Organic	
C.I. pigment Red 21	6410-26-0	4[(2chlorophenyl)azo]3hydroxyNphenylnaphthalene2carboxamide	C23H16ClN3O2	Organic	
C.I. pigment Red 22	6448-95-9	3hydroxy4[(2methyl5nitrophenyl)azo]Nphenylnaphthalene2carboxamide	C24H18N4O4	Organic	Mono
C.I. pigment Red 23	6471-49-4	3hydroxy4[(2methoxy5nitrophenyl)azo]N(3nitrophenyl)naphthalene2carboxamide	C24H17N5O7	Organic	Mono
C.I. pigment Red 31	6448-96-0	4[[5(anilino)carbonyl2methoxyphenyl]azo]3hydroxyN(3nitrophenyl)naphthalene2carboxamide	C31H23N5O6	Organic	Mono
C.I. pigment Red 32	6410-29-3	4[[5(anilino)carbonyl2methoxyphenyl]azo]3hydroxyNphenylnaphthalene2carboxamide	C31H24N4O4	Organic	
C.I. pigment Red 38	6358-87-8	Diethyl 4,4'[(3,3'dichloro[1,1'biphenyl]4,4'diyl)bis(azo)]bis[4,5dihydro5oxo1phenyl1Hpyrazole3carboxylate]	C36H28Cl2N8O6	Organic	Mono
C.I. pigment Red 39	1303-32-8	Arsenic disulfide	As2S2	Inorganic	Mono
C.I. pigment Red 47	160828-79-5	Fast Orange FR		Organic	
C.I. pigment Red 48	16013-44-8	4[(5chloro4methyl2sulphophenyl)azo]3hydroxy2naphthoic acid	C18H13ClN2O6S	Organic	
C.I. pigment Red 48:1	7585-41-3	Barium 4[(5chloro4methyl2sulphoatophenyl)azo]3hydroxy2naphthoate	C18H13ClN2O6S.Ba	Organic	Mono
C.I. pigment Red 48:2	7023-61-2	Calcium 4[(5chloro4methyl2sulphoatophenyl)azo]3hydroxy2naphthoate	C18H13ClN2O6S.Ca	Organic	Mono
C.I. pigment Red 48:3	15782-05-5	Strontium 4[(5chloro4methyl2sulphoatophenyl)azo]3hydroxy2naphthoate (1:1)	C18H13ClN2O6S.Sr	Organic	Mono

무기도료 내 금속성분 분석을 통한 MSDS 개선방안

Color index No.	CAS No.	이명	분자식	유기/무기 분류	물질 유형
C.I. pigment Red 48:4	5280-66-0	Manganese, 4[(5chloro4methyl2sulfophenyl)azo]3hydroxy2naphthalenecarboxylic acid complex	C18H11ClMnN2O6S	Organic	Mono
C.I. pigment Red 49	1248-18-6	Sodium 2[(2hydroxynaphthyl)azo]naphthalenesulphonate	C20H15N2NaO4S	Organic	
C.I. pigment Red 49:1	1103-38-4	Barium bis[2[(2hydroxynaphthyl)azo]naphthalenesulphonate]	C40H26BaN4O8S2	Organic	Mono
C.I. pigment Red 49:2	1103-39-5	Calcium bis[2[(2hydroxynaphthyl)azo]naphthalenesulphonate]	C20H14N2O4S.1/2Ca	Organic	Mono
C.I. pigment Red 52:1	17852-99-2	calcium, (4E)-4-[(4-chloro-5-methyl-2-sulfonatophenyl)hydrazinylidene]-3-oxonaphthalene-2-carboxylate	C18H11CaClN2O6S	Organic	
C.I. pigment Red 52:2	12238-31-2	Manganese, 4[(4chloro5methyl2sulfophenyl)azo]3hydroxy2naphthalenecarboxylic acid complex	C18H11ClMnN2O6S	Organic	Mono
C.I. pigment Red 53	73263-40-8	Strontium bis[2chloro5[(2hydroxy1naphthyl)azo]toluene4sulphonate]	C17H13Cl2SrN2O4S.1/2	Organic	Mono
C.I. pigment Red 53:1	5160-02-1	Monoazo; Barium base		Organic	
C.I. pigment Red 57	5858-81-1	Disodium 3hydroxy4[(4methyl2sulphonatophenyl)azo]2naphthoate	C18H14N2O6S.2Na	Organic	Mono
C.I. pigment Red 57:1	5281-04-9	Calcium 3hydroxy4[(4methyl2sulphonatophenyl)azo]2naphthoate	C18H12CaN2O6S	Organic	Mono/UVCB
C.I. pigment Red 57:2	17852-98-1	Barium 3hydroxy4[(4methyl2sulphonatophenyl)azo]2naphthoate	C18H14N2O6S.Ba	Organic	Mono/UVCB
C.I. pigment Red 58:4	52233-00-8	Manganese, 4[(4chloro3sulfophenyl)azo]3hydroxy2naphthalenecarboxylic acid complex	C17H9ClMnN2O6S	Organic	
C.I. pigment Red 60	1836-22-2	Trisodium 2[(2hydroxy3,6disulphonato1naphthyl)azo]benzoate	C17H9N2Na3O9S2	Organic	
C.I. pigment Red 60:1	1325-16-2	Barium(2+) hydrogen 2[(2hydroxy3,6disulphonato1naphthyl)azo]benzoate	C17H14BaN2O9S2	Organic	
C.I. pigment Red 61	1325-29-7	2,7-Naphthalenedisulfonic acid, 4,4'-[(phenylmethylene)bis[(2,5-dimethyl-4,1-phenylene)-2,1-diazenediyl]]bis[3-hydroxy-, barium salt (1:2)	C43H36N4O14S4.2Ba	Organic	

Color index No.	CAS No.	이명	분자식	유기/무기 분류	물질 유형
C.I. pigment Red 62	109823-18-9	Monoazo Barium salt		Organic	
C.I. pigment Red 63	21416-46-6	Azo dye on precipitated on a Alumina base	C21H14N2O6S	Organic	
C.I. pigment Red 63	1325-13-9	2-Naphthalenecarboxylic acid, 3-hydroxy-4-[(1-sulfo-2-naphthalenyl)azo]-, lake		Organic	
C.I. pigment Red 63:1	6417-83-0	Calcium 3hydroxy4[(1sulphonato2naphthyl)azo]2naphthoate	C21H12N2O6S.Ca	Organic	Mono
C.I. pigment Red 64:1	6371-76-2	Calcium bis[3hydroxy4(phenylazo)2naphthoate]	C34H22CaN4O6	Organic	
C.I. pigment Red 68	5850-80-6	Calcium disodium bis[2chloro5[(2hydroxy1naphthyl)azo]4sulphonatobenzoate]	C34H18CaCl2N4Na2O12S2	Organic	
C.I. pigment Red 69	5850-90-8	Monoazo; Disazo Lake	C17H12ClN2NaO4S	Organic	
C.I. pigment Red 81	12224-98-5	Xanthylum, 9[2(ethoxycarbonyl)phenyl]3,6bis(ethylamino)2,7dimethyl, molybdatetungstatephosphate	C28H31N2O3.xUnspecified	Organic	Mono
C.I. pigment Red 81:1	12224-98-8	Silicotungsto-molybdic acid salt of Rhodamine		Organic	
C.I. pigment Red 81:2	75627-12-2	-	C27H30N2O3	Organic	
C.I. pigment Red 81:3	68310-07-6	-	C135H145MoN10O23P	Organic	
C.I. pigment Red 81:4	85959-61-1	Xanthylum, 3,6-bis(ethylamino)-9-[2-(methoxycarbonyl)phenyl]-2,7-dimethyl-, molybdatetungstatephosphateXanthylum, 3,6-bis(ethylamino)-9-[2-(methoxycarbonyl)phenyl]-2,7-dimethyl-, molybdatetungstatephosphate	C31H38N2O3	Organic	
C.I. pigment Red 83	72-48-0	1,2dihydroxyanthraquinone	C14H8O4	Organic	Mono
C.I. pigment Red 83:1	104074-25-1	9,10Anthracenedione, 1,2dihydroxy, calcium salt (1:1)	C14H8CaO4	Organic	
C.I. pigment Red 83:3	-	Alizarin Crimson [LK]		Organic	
C.I. pigment Red 85	6370-96-3	Anthraquinone		Organic	
C.I. pigment Red 88	14295-43-3	4,7dichloro2(4,7dichloro3oxobenzob[thien2(3H)ylidene)benzob[thiophene3(2H)one	C16H4Cl4O2S2	Organic	
C.I. pigment Red 89	6409-74-1	N-(9,10-dihydro-4-hydroxy-9,10-dioxo-1-anthryl)benzamide	C21H13NO4	Organic	

무기도료 내 금속성분 분석을 통한 MSDS 개선방안

Color index No.	CAS No.	이명	분자식	유기/무기 분류	물질 유형
C.I. pigment Red 90	51868-24-7	2',4',5',7'-Tetrabromofluorescein lead salt		Organic	
C.I. pigment Red 90:1	15876-39-8	dialuminium tris[2-(2,4,5,7-tetrabromo-6-oxido-3-oxoxanthene-9-yl)benzoate]	C ₂₀ H ₈ Br ₄ O ₅	Organic	
C.I. pigment Red 101	1309-37-1	Diiron trioxide	Fe ₂ O ₃	Inorganic	Mono
C.I. pigment Red 101:1	-	Aluminium silicate and Ferric oxide		Inorganic	Mono
C.I. pigment Red 102	1332-25-8	CI 77015		Inorganic	Mono
C.I. pigment Red 102	1309-37-1	Diiron trioxide	Fe ₂ O ₃	Inorganic	Mono
C.I. pigment Red 103	7758-97-6	Lead chromate	CrO ₄ Pb	Inorganic	Mono
C.I. pigment Red 104	12656-85-8	Lead chromate molybdate sulfate red	CrMoO ₁₂ Pb ₃ S	Inorganic	Mono
C.I. pigment Red 104	12213-61-5	Molybdated Lead Chromate		Inorganic	Mono
C.I. pigment Red 105	1314-41-6	Orange lead	O ₄ Pb ₃	Inorganic	Mono
C.I. pigment Red 106	1344-48-5	Mercury(II) sulfide	HgS	Inorganic	Mono
C.I. pigment Red 107	1315-04-4	Diantimony pentasulphide	S ₅ Sb ₂	Organic	
C.I. pigment Red 108	58339-34-7	Cadmium sulfoselenide red		Inorganic	Mono
C.I. pigment Red 108:1	-	Cadmium Barium Selenosulphite		Inorganic	Mono
C.I. pigment Red 109	1345-24-0	Gold stannate purple		Inorganic	Mono
C.I. pigment Red 112	6535-46-2	3hydroxyN(otolyl)4[(2,4,5trichlorophenyl)azo]naphthalene2carboxamide	C ₂₄ H ₁₆ Cl ₃ N ₃ O ₂	Organic	Mono
C.I. pigment Red 113	1345-09-1	Cadmium mercury sulfide		Inorganic	Mono
C.I. pigment Red 113:1	-	Cadmium sulfide-mercuric sulfide co-precipitated on Barium Sulfate		Inorganic	Mono
C.I. pigment Red 114	6358-47-0	3hydroxy4[(2methyl5nitrophenyl)azo]N(3nitrophenyl)naphthalene2carboxamide	C ₂₄ H ₁₇ N ₅ O ₆	Organic	
C.I. pigment Red 119	72066-77-4	Methyl 4[[[3[[2hydroxy3[[[(2methoxyphenyl)amino]carbonyl]1naphthyl]azo]4methylphenyl]sulphonyl]oxy]benzoate	C ₃₃ H ₂₇ N ₃ O ₈ S	Organic	
C.I. pigment Red 119	61968-80-7	Monoazo; 3-hydroxy-2-Naphthanilide Naphthol		Organic	
C.I. pigment Red 120	57485-96-8	C.I. Pigment Red 120	C ₂₆ H ₂₂ N ₄ O ₄	Organic	
C.I. pigment Red 121	12125-42-7	C.I. Pigment Red 121		Inorganic	Mono

Color index No.	CAS No.	이명	분자식	유기/무기 분류	물질 유형
C.I. pigment Red 122	16043-40-6	Quino [2,3b]acridine714dione,5,1 2dihydro3,10dimethyl	C22H16N2O2	Organic	
C.I. pigment Red 123	24108-89-2	2,9bis(4ethoxyphenyl)anthra [2,1,9def:6,5,10d'e'f']diiso quinoline1,3,8,10(2H,9H)te trone	C40H26N2O6	Organic	
C.I. pigment Red 139	12262-44-21	Disazo condensation		Organic	
C.I. pigment Red 144	5280-78-4	N,N'(2chloro1,4phenylene) bis[4[(2,5dichlorophenyl)azo] 3hydroxynaphthalene2car boxamide]	C40H23Cl5N6O4	Organic	Mono
C.I. pigment Red 146	5280-68-2	N(4chloro2,5dimethoxyphe nyl)3hydroxy4[[2methoxy5[(phenylamino)carbonyl]phe nyl]azo]naphthalene2carbo xamide	C33H27ClN4O6	Organic	Mono
C.I. pigment Red 147	68227-78-1	N(5chloro2methylphenyl)3 hydroxy4[[2methoxy5[(phe nylamino)carbonyl]phenyl]a zo]naphthalene2carboxami de	C32H25ClN4O4	Organic	Mono
C.I. pigment Red 148	94276-08-1	4-[(2,4-dichlorophenyl)azo]-3-hydroxy-N-(2-methyl phenyl)naphthalene-2-car boxamide CBNumber:CB5876626	C24H17Cl2N3O2	Organic	
C.I. pigment Red 149	4948-15-6	2,9bis(3,5dimethylphenyl)a nthra[2,1,9def:6,5,10d'e'f'] diisoquinoline1,3,8,10(2H, 9H)tetrone	C40H26N2O4	Organic	Mono
C.I. pigment Red 150	56396-10-2	4-[[5-(anilino)carbonyl-2- methoxyphenyl]azo]-3-hy droxynaphthalene-2-carbo xamide	C25H20N4O4	Organic	
C.I. pigment Red 160	-	Naphthol Carbamide		Organic	
C.I. pigment Red 166	3905-19-9	N,N'phenylene1,4bis[4[(2,5 dichlorophenyl)azo]3hydrox ynaphthalene2carboxamid e]	C40H24Cl4N6O4	Organic	Mono
C.I. pigment Red 168	4378-61-4	4,10dibromodibenzo[def,m no]chrysene6,12dione	C22H8Br2O2	Organic	Mono
C.I. pigment Red 169	12237-63-7	Ferrate(4), hexakis(cyanoC), Et 2[6(ethylamino)3(ethylimin o)2,7dimethyl3Hxanthen9y l]benzoate copper(2+) salts	C62H58Cu3FeN10O 6	Organic	Mono
C.I. pigment Red 170	2786-76-7	4[[4(aminocarbonyl)phenyl] azo]N(2ethoxyphenyl)3hydr oxynaphthalene2carboxami de	C26H22N4O4	Organic	Mono
C.I. pigment	2786-76-7	4[[4(aminocarbonyl)phenyl]	C26H22N4O4	Organic	Mono

무기도료 내 금속성분 분석을 통한 MSDS 개선방안

Color index No.	CAS No.	이명	분자식	유기/무기 분류	물질 유형
Red 170:1		azo]N(2ethoxyphenyl)3hydroxynaphthalene2carboxamide			
C.I. pigment Red 171	6985-95-1	N(2,3dihydro2oxo1Hbenzimidazol5yl)3hydroxy4[(2methoxy4nitrophenyl)azo]naphthalene2carboxamide	C25H18N6O6	Organic	
C.I. pigment Red 172	12227-78-0	2(3,6dihydroxy2,4,5,7tetraiodoxanthen9yl)benzoic acid, aluminium salt	C20H8I4O5.2/3Al3	Organic	Multi
C.I. pigment Red 173	12227-77-9	9(2carboxyphenyl)3,6bis(diethylamino)xanthylium chloride, aluminium salt	C84H90AlCl3N6O9	Organic	
C.I. pigment Red 174	15876-58-1	Dialuminium tris[2(2,4,5,7tetrabromooxido3oxoxanthen9yl)3,4,5,6tetrachlorobenzoate]	C20H4Br4Cl4O5.2/3Al	Organic	Multi
C.I. pigment Red 175	6985-92-8	Methyl 2[[3[[[(2,3dihydro2oxo1Hbenzimidazol5yl)amino]carbonyl]2hydroxy1naphthyl]azo]benzoate	C26H19N5O5	Organic	
C.I. pigment Red 176	12225-06-8	N(2,3dihydro2oxo1Hbenzimidazol5yl)3hydroxy4[[2methoxy5(phenylamino)carbonyl]phenyl]azo]naphthalene2carboxamide	C32H24N6O5	Organic	Mono
C.I. pigment Red 177	4051-63-2	4,4'diamino[1,1'bianthracene]9,9',10,10'tetraone	C28H16N2O4	Organic	Mono
C.I. pigment Red 178	3049-71-6	2,9bis[4(phenylazo)phenyl]anthra[2,1,9def:6,5,10d'e'f']diisoquinoline1,3,8,10(2H,9H)tetrone	C48H26N6O4	Organic	Mono
C.I. pigment Red 179	5521-31-3	2,9dimethylanthra[2,1,9def:6,5,10d'e'f']diisoquinoline1,3,8,10(2H,9H)tetrone	C26H14N2O4	Organic	Mono
C.I. pigment Red 180	12769-00-5	C.I. pigment Red 180	C30H14Cl8N4O4	Organic	
C.I. pigment Red 181	2379-74-0	6chloro2(6chloro4methyl3oxobenzo[b]thien2(3H)ylidene)4methylbenzo[b]thiophene3(2H)one	C18H10Cl2O2S2	Organic	Mono
C.I. pigment Red 183	51920-11-7	4[(4chloro2methoxyphenyl)azo]N(2,3dihydro2oxo1Hbenzimidazol5yl)3hydroxynaphthalene2carboxamide	C25H18ClN5O4	Organic	
C.I. pigment Red 184	99402-80-9	Reaction mass of N(4chloro2,5dimethoxyphenyl)3hydroxy4[[2methoxy5(phenylamino)carbonyl]phenyl]azo]naphthalene2carboxamide and N(5chloro2methylphenyl)3hydroxy4[[2methoxy5(phenylamino)carbonyl]phenyl]azo]naphthalene2carboxamide	C65H52Cl2N8O10	Organic	Multi

Color index No.	CAS No.	이명	분자식	유기/무기 분류	물질 유형
C.I. pigment Red 185	61951-98-2	N(2,3dihydro2oxo1Hbenzimidazol5yl)3hydroxy4[[5methoxy2methyl4[(methylamino)sulphonyl]phenyl]azo]naphthalene2carboxamide	C27H24N6O6S	Organic	Mono
C.I. pigment Red 187	59487-23-9	4[[5[[[4(aminocarbonyl)phenyl]amino]carbonyl]2methoxyphenyl]azo]N(5chloro2,4dimethoxyphenyl)3hydroxynaphthalene2carboxamide	C34H28ClN5O7	Organic	
C.I. pigment Red 188	61847-48-1	Methyl 4[[[(2,5dichlorophenyl)amino]carbonyl]2[[2hydroxy3[(2methoxyphenyl)amino]carbonyl]1naphthyl]azo]benzoate	C33H24Cl2N4O6	Organic	Mono
C.I. pigment Red 190	6424-77-7	2,9bis(panisyl)anthra[2,1,9def:6,5,10d'e'f]diisoquinoline1,3,8,10(2H,9H)tetrone	C38H22N2O6	Organic	
C.I. pigment Red 192	61968-81-8	C.I. Pigment Red 192		Organic	
C.I. pigment Red 193	12227-62-2	Aluminium, 3hydroxy4[(4sulfo1naphthalenyl)azo]2,7naphthalene disulfonic acid complex	C20H14AlN2O10S3	Organic	Mono
C.I. pigment Red 194	4216-02-8	Bisbenzimidazo[2,1b:1',2'j]benzo[lmn][3,8]phenanthroline6,9dione	C26H12N4O2	Organic	Mono
C.I. pigment Red 197	-	Polycarbocyclic Anthraquinone		Organic	
C.I. pigment Red 200	58067-05-3	Calcium 4[(4chloro5ethyl2sulphonatophenyl)azo]3hydroxy2naphthoate	C19H13CaClN2O6S	Organic	
C.I. pigment Red 202	3089-17-6	2,9dichloro5,12dihydroquino[2,3b]acridine7,14dione	C20H10Cl2N2O2	Organic	Mono
C.I. pigment Red 204	-	Polycyclic compound		Organic	
C.I. pigment Red 206	1503-48-6/71819-76-6	Quino[2,3b]acridine6,7,13,14(5H,12H)tetrone	C20H10N2O4	Organic	Mono
C.I. pigment Red 207	71819-77-7	C.I. Pigment Red 207		Organic	
C.I. pigment Red 208	31778-10-6	Butyl 2[[3[[[(2,3dihydro2oxo1Hbenzimidazol5yl)amino]carbonyl]2hydroxy1naphthyl]azo]benzoate	C29H25N5O5	Organic	Mono
C.I. pigment Red 209	3573-01-1	Quino[2,3b]acridine7,14dione, 3,10dichloro5,12dihydro	C20H10Cl2N2O2	Organic	
C.I. pigment Red 210	61932-63-6	Reaction mass of 4[[4(aminocarbonyl)phenyl]azo]N(2ethoxyphenyl)3hydroxynaphthalene2carboxamide and 4[[4(aminocarbonyl)phenyl]azo]3hydroxyN(2methoxyphenyl)naphthalene2carboxamide	C51H42N8O8	Organic	Multi

무기도료 내 금속성분 분석을 통한 MSDS 개선방안

Color index No.	CAS No.	이명	분자식	유기/무기 분류	물질 유형
C.I. pigment Red 211	107397-16-0	Benzenesulfonic acid, 4chloro2[2[2hydroxy3[[2 methoxyphenyl)amino]carbonyl]1 naphthalenyl]diazonyl]5methyl, calcium salt (2:1)		Organic	
C.I. pigment Red 212	6448-96-0	4[[5(anilino)carbonyl2methoxyphenyl]azo]3hydroxyN(3nitrophenyl)naphthalene2 carboxamide	C31H23N5O6	Organic	Mono
C.I. pigment Red 213	56390-10-2	C.I. pigment Red 213	C25H20N4O4	Organic	
C.I. pigment Red 214	82643-43-4	2Naphthalenecarboxamide N,N'(2,5dichloro1,4phenylene)bis[4[2(2,5dichlorophenyl)diazonyl]3hydroxy	C40H22Cl6N6O4	Organic	
C.I. pigment Red 214	40618-31-3	N,N'(2,5dichloro1,4phenylene)bis[4[(2,5dichlorophenyl)azo]3hydroxynaphthalene2carboxamide]	C40H22Cl6N6O4	Organic	Mono
C.I. pigment Red 216	1324-33-0	Tribromopyranthrene8,16dione	C30H11Br3O2	Organic	
C.I. pigment Red 216	71838-93-2	C.I. Pigment Red 216	C30H11Br3O2	Organic	
C.I. pigment Red 220	68259-05-2	Bis(2chloroethyl)3,3'[(2,5dimethylpphenylene)bis[iminocarbonyl(2hydroxy1,3naphthylene)azo]]diptoluate	C50H42Cl2N6O8	Organic	Mono
C.I. pigment Red 221	61815-09-6	Benzoic acid, 3,3'[(2,5dichloro1,4phenylene)bis[iminocarbonyl(2hydroxy3,1naphthalenediyl)2,1diazenediyl]]bis[4methyl, 1,1'bis(1methylethyl) ester		Organic	
C.I. pigment Red 221	71566-54-6	Diisopropyl 3,3'[(2,5dichloro1,4phenylene)bis[iminocarbonyl(2hydroxy3,1naphthylene)azo]]bis[4methylbenzoate]	C50H42Cl2N6O8	Organic	Mono
C.I. pigment Red 223	82784-96-1	C.I. pigment Red 223	C34H20Cl4N4O3	Organic	
C.I. pigment Red 224	128-69-8	Perylene3,4:9,10tetracarboxylic dianhydride	C24H8O6	Organic	Mono
C.I. pigment Red 226	72828-01-4	Polycarbocyclic Anthraquinone		Organic	
C.I. pigment Red 230	68187-27-9	Chrome alumina pink corundum		Inorganic	Mono
C.I. pigment Red 231	68186-99-2	Manganese alumina pink corundum	Mn(x)Al(2x)O3 0,01 ≤ x ≤ 0,25	Inorganic	UVCB
C.I. pigment Red 232	68412-79-3	Zirconium iron pink zircon	Fe2O7SiZr	Inorganic	Mono
C.I. pigment Red 233	68187-12-2	Chrome tin pink sphene	CaCr2O8SiSn	Inorganic	UVCB
C.I. pigment Red 235	68201-65-0	Chrome alumina pink spinel		Inorganic	Mono

Color index No.	CAS No.	이명	분자식	유기/무기 분류	물질 유형
C.I. pigment Red 236	68187-53-1	Chrome tin orchid cassiterite	CrO ₂ Sn	Inorganic	UVCB
C.I. pigment Red 238	140114-63-2	C.I. Pigment Red 238		Organic	Mono
C.I. pigment Red 239	-	Monoazo		Organic	
C.I. pigment Red 242	52238-92-3	N,N'(2,5dichloro1,4phenylene)bis[4[[2chloro5(trifluoromethyl)phenyl]azo]3hydroxynaphthalene2carboxamide]	C ₄₂ H ₂₂ Cl ₄ F ₆ N ₆ O ₄	Organic	Mono
C.I. pigment Red 243	50326-33-5	Barium bis[6chloro4[[2hydroxy3[(2methoxyphenyl)carbamoyl]1naphthyl]azo]toluene3sulfonate]	C ₅₀ H ₃₈ BaCl ₂ N ₆ O ₁₂ S ₂	Organic	
C.I. pigment Red 245	68016-05-7	4[[5(carbamoyl)2methoxyphenyl]azo]3hydroxyNphenylnaphthalene2carboxamide	C ₂₅ H ₂₀ N ₄ O ₄	Organic	
C.I. pigment Red 251	74336-60-0	1[(5,7dichloro1,9dihydro2methyl9oxopyrazolo[5,1b]quinazolin3yl)azo]anthraquinone	C ₂₅ H ₁₃ Cl ₂ N ₅ O ₃	Organic	
C.I. pigment Red 252	-	Monoazo compound		Organic	
C.I. pigment Red 253	85776-13-2	1(2,5dichloro4(Nmethylsulfamoyl)phenylazo)2hydroxyN(2tolyl)3naphthamide	C ₂₅ H ₂₀ Cl ₂ N ₄ O ₄ S	Organic	
C.I. pigment Red 254	122390-98-1	pigment red 254	C ₁₈ H ₁₀ Cl ₂ N ₂ O ₂	Organic	
C.I. pigment Red 254	84632-63-5	aminoketone Diketopyrrolo pyrrole (DPP)		Organic	
C.I. pigment Red 255	120500-90-5	3,6Diphenyl2,5dihydropyrrolo[3,4c]pyrrole1,4dione	C ₁₈ H ₁₂ N ₂ O ₂	Organic	
C.I. pigment Red 256	-	Azo	C ₂₆ H ₂₂ Cl ₂ N ₄ O ₅ S	Organic	
C.I. pigment Red 257	117989-29-4	Pigment red 257	C ₈ H ₃ Cl ₄ N ₃ O	Organic	
C.I. pigment Red 257	70833-37-3	Bis(3amino4,5,6,7tetrachloro1Hisoindol1one oximateN ₂ ,O1)nickel	C ₁₆ H ₄ Cl ₈ N ₆ NiO ₂	Organic	
C.I. pigment Red 258	57031-22-1	Monoazo		Organic	
C.I. pigment Red 259	12769-96-9	Sodium aluminosilicate violet	Al ₆ Na ₆ O ₂₄ S ₈ Si ₆	Inorganic	Mono
C.I. pigment Red 260	71552-60-8	α[2,3dihydro3(tetrahydro2,4,6trioxo5(2H)pyrimidinylidene)1Hisoindol1ylidene]1,4dihydro4oxoquinazoline2acetonitrile	C ₂₂ H ₁₂ N ₆ O ₄	Organic	
C.I. pigment Red 262	211502-19-1	C.I. pigment Red 262	C ₄₃ H ₂₃ Cl ₂ F ₆ N ₇ O ₄	Organic	
C.I. pigment Red 264	88949-33-1	Pyrrolo[3,4c]pyrrole1,4dione, 3,6bis([1,1'biphenyl]4yl)2,5dihydro	C ₃₀ H ₂₀ N ₂ O ₂	Organic	Mono

무기도료 내 금속성분 분석을 통한 MSDS 개선방안

Color index No.	CAS No.	이명	분자식	유기/무기 분류	물질 유형
C.I. pigment Red 265	12014-96-6	C.I. pigment Red 272		Inorganic	Mono
C.I. pigment Red 266	2786-76-7	4[[4(aminocarbonyl)phenyl]azo]N(2ethoxyphenyl)3hydroxynaphthalene2carboxamide	C26H22N4O4	Organic	Mono
C.I. pigment Red 268	16403-84-2	4[(5carbamoylotoly)azo]3hydroxynaphth2anilide	C25H20N4O3	Organic	Mono
C.I. pigment Red 269	67990-05-0	N(5chloro2methoxyphenyl)3hydroxy4[[2methoxy5[(phenylamino)carbonyl]phenyl]azo]naphthalene2carboxamide	C32H25ClN4O5	Organic	Mono
C.I. pigment Red 270	-	Diketo-pyrrolo pyrrole		Organic	
C.I. pigment Red 271	85958-80-1	C.I. pigment Red 271	C19H15N5O3	Organic	
C.I. pigment Red 272	350249-32-0	C.I. pigment Red 272	C20H16N2O2	Organic	
C.I. pigment Red 273	68583-95-9	C.I. pigment Red 273	C18H16AlN2O8S2	Organic	
C.I. pigment Red 274	12227-64-4	Aluminium, 7hydroxy8[[4sulfo1naphthalenyl)azo]1,3naphthalene disulfonic acid complex	C20H11AlN2O10S3	Organic	
C.I. pigment Red 275	12014-93-6	Dicerium trisulphide	Ce2S3	Inorganic	Mono
C.I. pigment Red 276	-	Azo		Organic	
C.I. pigment Red 279	80083-40-5	Thiazine-indigo	C84H94MoN6O19SiW	Organic	
C.I. pigment Red 282	938065-79-3	C.I. Pigment Red 282		Organic	
C.I. pigment Red 286	-	Mayan Blue with a unique nano crystal lattice		Organic/Inorganic	Complex
C.I. pigment Red 287	-	Mayan Blue with a unique nano crystal lattice		Organic/Inorganic	Complex
C.I. pigment Red 288	-	Mayan Blue with a unique nano crystal lattice		Organic/Inorganic	Complex
Silicic acid, zirconium salt, cadmium pigment-encapsulated	102184-95-2	Silicic acid, zirconium salt, cadmium pigmentencapsulated	ZrSiO4Cd(S,Se)	Inorganic	Mono
C.I. pigment Violet 1	1326-03-0	Xanthylum, 9(2carboxyphenyl)3,6bis(diethylamino), molybdatetungstatephosphate	C112H127MoN8O23PW	Organic	Mono
C.I. pigment Violet 1:1	-	Rhodamine Phosphotungsto-molybdic acid salt		Organic	
C.I. pigment Violet 1:2	1326-03-0	C.I. Pigment Violet 1	C112H125MoN8O23PW	Organic	

Color index No.	CAS No.	이명	분자식	유기/무기 분류	물질 유형
C.I. pigment Violet 2	1326-04-1	Xanthylum, 3,6bis(diethylamino)9[2(et hoxycarbonyl)phenyl], molybdatetungstatephosphate	C120H141MoN8O23PW	Organic	UVCB
C.I. pigment Violet 2:2	103443-41-0	3,6-Bis(diethylamino)-9-(2-(methoxycarbonyl)phenyl)xanthylum molybdatetungstatephosphate	C29H34N2O3	Organic	
C.I. pigment Violet 3	1325-82-2	4[(4Aminophenyl)(4methyliminocyclohexa2,5dien1yldene)methyl]aniline	C24H27N3	Organic	
C.I. pigment Violet 3:1	68647-35-8	Benzenamine, 4[(4aminophenyl)(4imino2,5cyclohexadien1yldene)methyl], NMe derivatives, molybdatesilicates	C24H31MoN3O7Si	Organic	Mono
C.I. pigment Violet 3:3	68308-41-8	Tannins, compds. with methylated 4[(4aminophenyl)(4imino2,5cyclohexadien1yldene)methyl]benzenamine		Organic	
C.I. pigment Violet 5	22297-70-7	Sodium 9,10dihydro1,4dihydroxy9,10dioxoanthracene2sulphonate	C14H9NaO7S	Organic	
C.I. pigment Violet 5:1	1328-04-7	Aluminium, 9,10dihydro1,4dihydroxy9,10dioxo2anthracenesulfonic acid complex	C14H8O7S	Organic	
C.I. pigment Violet 7	-	Antraquinone	C14H6Na2O10S2	Organic	
C.I. pigment Violet 7:1	1328-06-9	C.I. Pigment Violet 7:1		Organic	
C.I. pigment Violet 13	61968-82-9	C.I. Pigment Violet 13	C32H26N4O5	Organic	
C.I. pigment Violet 14	10101-56-1	Phosphoric acid, cobalt(2+) salt (2:3), hydrate		Inorganic	Mono
C.I. pigment Violet 15	12769-96-9	Sodium aluminosilicate violet	Al6Na6O24S8Si6	Inorganic	Mono
C.I. pigment Violet 16	10101-66-3	Ammonium manganese(3+) diphosphate	MnNH4P2O7	Inorganic	Mono
C.I. pigment Violet 17	-	-	C25H19N5O5	Organic	
C.I. pigment Violet 18	-	Sodium Aluminum Sulfosilicate		Inorganic	Mono
C.I. pigment Violet 19	1047-16-1	5,12dihydroquino[2,3b]acridine7,14dione	C20H12N2O2	Organic	Mono
C.I. pigment Violet 23	215247-95-3	2,20dichloro13,31diethyl4,22dioxo13,18,31,36tetraazonacyclo[19.15.0.03.19.05.17.06.14.07.12.023.25.024.32.025.30]hexatriaconta(36),2,5,7,9,11,14,16,18,20,23,25,27,29,32,34hexadecaene	C34H22Cl2N4O2	Organic	Mono

무기도료 내 금속성분 분석을 통한 MSDS 개선방안

Color index No.	CAS No.	이명	분자식	유기/무기 분류	물질 유형
C.I. pigment Violet 25	6358-46-9	4[[4(benzoylamino)2,5dimethoxyphenyl]azo]3hydroxyNphenylnaphthalene2carboxamide	C32H26N4O5	Organic	
C.I. pigment Violet 27	12237-62-6	Ferrate(4), hexakis(cyanoC), methylated 4[(4aminophenyl)(4imino2,5cyclohexadien1ylidene)methyl]benzenamine copper(2+) salts	C45H27CuFeN12	Organic	Mono
C.I. pigment Violet 29	81-33-4	Perylene3,4:9,10tetracarboxydiimide	C24H10N2O4	Organic	Mono
C.I. pigment Violet 31	1324-55-6	Dichlorobenzofrstphenanthro[10,1,2cde]pentaphene 9,18dione	C34H14Cl2O2	Organic	
C.I. pigment Violet 32	12225-08-0	N(2,3dihydro2oxo1Hbenzimidazol5yl)3hydroxy4[[2,5dimethoxy4[(methylamino)sulphonyl]phenyl]azo]naphthalene2carboxamide	C27H24N6O7S	Organic	Mono
C.I. pigment Violet 36	5462-29-3	Thioindigoid	C18H10Cl2O2S2	Organic	
C.I. pigment Violet 37	57971-98-9	Pigment Violett 37	C40H38N6O8	Organic	
C.I. pigment Violet 39	64070-98-0	Methanaminium, N[4[bis[4(dimethylamino)phenyl]methylene]2,5cyclohexadien1ylidene]Nmethyl, molybdatephosphate	C125H150MoN15O8P	Organic	
C.I. pigment Violet 39	467-63-0	p,p',p''tris(dimethylamino)trityl alcohol	C25H31N3O	Organic	Mono
C.I. pigment Violet 39	67953-39-3	Methanaminium, N[4[bis[4(dimethylamino)phenyl]methylene]2,5cyclohexadien1ylidene]Nmethyl, tetracosamoxododecaoxo[μ12[phosphato(3)O:O:O:O:O:O:O:O:O:O:O:O]]dodecamolybdate(3) (3:1)	C76H94N9+3	Organic	
C.I. pigment Violet 39	68477-21-4	Tannins, salts with N[4[bis[4(dimethylamino)phenyl]methylene]2,5cyclohexadien1ylidene]Nmethylmethanaminium		Organic	
C.I. pigment Violet 42	71819-79-9	C.I. Pigment Violet 42		Organic	
C.I. pigment Violet 44	87209-55-0	C.I. Pigment Violet 44		Organic	
C.I. pigment Violet 47	68610-13-9	Cobalt lithium violet phosphate		Inorganic	Mono
C.I. pigment Violet 48	68608-93-5	Cobalt magnesium redblue borate		Inorganic	Mono
C.I. pigment Violet 49	14590-13-7	Ammonium cobalt phosphate	CoH4NO4P	Inorganic	Mono
C.I. pigment Violet 50	76233-81-3	4[[4(benzoylamino)2methoxy5methylphenyl]azo]3hydroxyNphenylnaphthalene2	C32H26N4O4	Organic	

Color index No.	CAS No.	이명	분자식	유기/무기 분류	물질 유형
		carboxamide			
C.I. pigment Violet 55	1126076-86-5	C.I. Pigment Violet 55	C42H26Cl2N4O6	Organic	Multi
C.I. pigment Violet 58	-	Mayan violet		Organic/ Inorganic	Complex
C.I. pigment Violet 171	-	Azoic Plum Violet		Organic	
C.I. pigment White 1	1344-36-1	[No public or meaningful name is available]	C2H2O8Pb3	Inorganic	Mono
C.I. pigment White 2	12397-06-7	Lead oxide sulfate (Pb4O3(SO4)), monohydrate	3PbO·PbSO4·H2O	Inorganic	Mono
C.I. pigment White 3	7446-14-2	Lead sulphate	H2O4S.Pb	Inorganic	Mono
C.I. pigment White 4	1314-13-2	Zinc oxide	OZn	Inorganic	Mono
C.I. pigment White 4	91315-44-5	C.I. Pigment White 4	ZnO	Inorganic	Mono
C.I. pigment White 5	1345-05-7	Barium zinc sulfate sulfide	BaO5S2Zn2	Inorganic	Mono
C.I. pigment White 6	13463-67-7	Titanium dioxide	TiO2	Inorganic	Mono
C.I. pigment White 6:1	13463-67-7	Titanium dioxide	TiO2	Inorganic	Mono
C.I. pigment White 7	1314-98-3	Zinc sulphide	SZn	Inorganic	Mono
C.I. pigment White 8	1314-96-1	Strontium sulphide	SSr	Inorganic	Mono
C.I. pigment White 10	513-77-9	Barium carbonate	CH2O3.Ba	Inorganic	Mono
C.I. pigment White 11	1309-64-4	Diantimony trioxide	O3Sb2	Inorganic	Mono
C.I. pigment White 12	1314-23-4	Zirconium dioxide	O2Zr	Inorganic	Mono
C.I. pigment White 13	7787-42-0	Barium wolframate not of a kind used as a luminophore	BaO4W	Inorganic	Mono
C.I. pigment White 14	7787-59-9	Bismuth chloride oxide	BiClO	Inorganic	Mono
C.I. pigment White 15	18282-10-5	Tin dioxide	O2Sn	Inorganic	Mono
C.I. pigment White 16	10099-76-0	Lead(2+) silicate	O3PbSi	Inorganic	Mono
C.I. pigment White 17	1304-85-4	Bismuth hydroxide nitrate oxide	Bi5H9N4O22	Inorganic	Mono
C.I. pigment White 18	471-34-1	Calcium carbonate	CH2O3.Ca	Inorganic	Mono
C.I. pigment White 18-1	7000-29-5	Calcium magnesium dicarbonate	C2CaMgO6	Inorganic	Mono
C.I. pigment White 18-1	546-93-0	Magnesium carbonate	CH2O3.Mg	Inorganic	Mono
C.I. pigment White 19	8047-76-5	C.I. Pigment White 19		Inorganic	Mono
C.I. pigment White 20	12001-26-2	Mica	Al2K2O6Si	Inorganic	Mono

무기도료 내 금속성분 분석을 통한 MSDS 개선방안

Color index No.	CAS No.	이명	분자식	유기/무기 분류	물질 유형
C.I. pigment White 21	7727-43-7	Barium sulfate	Ba.H2O4S	Inorganic	Mono
C.I. pigment White 22	7727-43-7	Barium sulfate	Ba.H2O4S	Inorganic	Mono
C.I. pigment White 23	8049-83-0	C.I. Pigment White 23		Inorganic	Mono
C.I. pigment White 24	21645-51-2	Aluminium hydroxide	AlH3O3	Inorganic	Mono
C.I. pigment White 25	91315-45-6	C.I. Pigment White 25		Inorganic	Mono
C.I. pigment White 26	14807-96-6	Talc (Mg3H2(SiO3)4)	Mg3H2(SiO3)4	Inorganic	Mono
C.I. pigment White 27	7631-86-9	Silicon dioxide	O2Si	Inorganic	Mono
C.I. pigment White 28	10101-39-0	Calcium silicate	CaH4O3Si	Inorganic	Mono
C.I. pigment White 28	10101-41-4	Sulfuric acid, calcium salt, hydrate (1:1:2)	CaH4O6S	Inorganic	Mono
C.I. pigment White 28	13397-24-5	Gypsum	CaH2O5S	Inorganic	Mono
C.I. pigment White 28	26499-65-0	Plaster of Paris (Ca(SO4).1/2H2O)	Ca2H2O9S2	Inorganic	Mono
C.I. pigment White 28	7778-18-9	Calcium sulfate	CaO4S	Inorganic	Mono
C.I. pigment White 28	9056-30-8	Hydrated calcium silicate	CaO3Si	Inorganic	Mono
C.I. pigment White 30	7446-27-7	Trilead bis(orthophosphate)	O8P2Pb3	Inorganic	Mono
C.I. pigment White 32	7779-90-0	Trizinc bis(orthophosphate)	H3O4P.3/2Zn	Inorganic	Mono
C.I. pigment White 33	11070-82-9	Aluminum calcium oxide sulfate (Al2Ca6O6(SO4)3), hydrate (1:?)		Inorganic	Mono
C.I. pigment Yellow 1	2512-29-0	2[(4methyl2nitrophenyl)azo]3oxoNphenylbutyramide	C17H16N4O4	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 1:1	12240-03-8	2[(4methyl2nitrophenyl)azo]3oxoNphenylbutyramide	C17H16N4O4	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 2	6486-26-6	2[(4chloro2nitrophenyl)azo]N(2,4dimethylphenyl)3oxobutyramide	C18H17ClN4O4	Organic	
C.I. pigment Yellow 3	6486-23-3	2[(4chloro2nitrophenyl)azo]N(2chlorophenyl)3oxobutyramide	C16H12Cl2N4O4	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 4	1657-16-5	2[(pnitrophenyl)azo]acetooa cetanilide	C16H14N4O4	Organic	
C.I. pigment Yellow 5	4106-67-6	2[(onitrophenyl)azo]acetooa cetanilide	C16H14N4O4	Organic	
C.I. pigment Yellow 6	4106-76-7	2[(4chloro2nitrophenyl)azo]3oxoNphenylbutyramide	C16H13ClN4O4	Organic	
C.I. pigment Yellow 9	6486-24-4	2[(4methyl2nitrophenyl)azo]oxoN(otolyl)butyramide	C18H18N4O4	Organic	
C.I. pigment Yellow 10	6407-75-6	4[(2,5dichlorophenyl)azo]2,4dihydro5methyl2phenyl3Hpyrazol3one	C16H12Cl2N4O	Organic	

Color index No.	CAS No.	이명	분자식	유기/무기 분류	물질 유형
C.I. pigment Yellow 12	6358-85-6	2,2'[(3,3'dichloro[1,1'biphenyl]4,4'diyl)bis(azo)]bis[3oxoNphenylbutyramide]	C32H26Cl2N6O4	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 13	5102-83-0	2,2'[(3,3'dichloro[1,1'biphenyl]4,4'diyl)bis(azo)]bis[N(2,4dimethylphenyl)3oxobutyramide]	C36H34Cl2N6O4	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 14	5468-75-7	2,2'[(3,3'dichloro[1,1'biphenyl]4,4'diyl)bis(azo)]bis[N(2methylphenyl)3oxobutyramide]	C34H30Cl2N6O4	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 16	5979-28-2	N,N'(3,3'dimethyl[1,1'biphenyl]4,4'diyl)bis[2[(2,4dichlorophenyl)azo]3oxobutyramide]	C34H28Cl4N6O4	Organic	
C.I. pigment Yellow 17	4531-49-1	2,2'[(3,3'dichloro[1,1'biphenyl]4,4'diyl)bis(azo)]bis[N(2methoxyphenyl)3oxobutyramide]	C34H30Cl2N6O6	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 21	-	C.I. Pigment Yellow 21		Organic	
C.I. pigment Yellow 24	475-71-8	Benzo[h]benz[5,6]acridino[2,1,9,8klmna]acridine8,16dione	C28H12N2O2	Organic	
C.I. pigment Yellow 30	-	Lead Oxide + Sodium Chloride		Inorganic	Mono
C.I. pigment Yellow 31	10294-40-3	Barium chromate	Ba.CrH2O4	Inorganic	Mono
C.I. pigment Yellow 32	7789-06-2	Strontium chromate	CrH2O4.Sr	Inorganic	Mono
C.I. pigment Yellow 33	8012-75-7	Basic Calcium Chromate		Inorganic	Mono
C.I. pigment Yellow 34	1344-37-2	Lead sulfochromate yellow	Pb (Cr,S) O4	Inorganic	Mono
C.I. pigment Yellow 34:1	1344-37-2	Lead sulfochromate yellow	Pb (Cr,S) O4	Inorganic	Mono
C.I. pigment Yellow 35	8048-07-5	Cadmium zinc sulfide yellow	CdS2Zn	Inorganic	Mono
C.I. pigment Yellow 35:1	90604-89-0	Cadmium zinc lithopone yellow		Inorganic	Mono
C.I. pigment Yellow 36	37300-23-5	zinc chromates including zinc potassium chromate	CrO4Zn	Inorganic	Mono
C.I. pigment Yellow 36:1	-	zinc chromate hydroxide:Zinc Tetroxochromate		Inorganic	Mono
C.I. pigment Yellow 37	68859-25-6	C.I. Pigment Yellow 37	CdS·ZnS, CdS	Inorganic	Mono
C.I. pigment Yellow 37:1	90604-90-3	Cadmium lithopone yellow		Inorganic	Mono
C.I. pigment Yellow 38	1314-95-0	Tin sulphide	SSn	Inorganic	Mono
C.I. pigment Yellow 38	1315-01-1	Tin disulphide	S2Sn	Inorganic	Mono
C.I. pigment Yellow 39	1303-33-9	Arsenic sulfide	As2S3	Inorganic	Mono
C.I. pigment Yellow 40	13782-01-9	Tripotassium hexanitritocobaltate	CoK3N6O12	Inorganic	Mono

무기도료 내 금속성분 분석을 통한 MSDS 개선방안

Color index No.	CAS No.	이명	분자식	유기/무기 분류	물질 유형
C.I. pigment Yellow 41	8012-00-8	Pyrochlore, antimony lead yellow	O7Pb2Sb2	Inorganic	UVCB
C.I. pigment Yellow 42	51274-00-1	Iron hydroxide oxide yellow	Fe(OH)O	Inorganic	Mono
C.I. pigment Yellow 43	64294-91-3	[No public or meaningful name is available]	$\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Inorganic	Mono
C.I. pigment Yellow 44	-	Basic Cadmium Chromate	.	Inorganic	Mono
C.I. pigment Yellow 45	1328-64-9	Basi ferric chromate	.	Inorganic	Mono
C.I. pigment Yellow 46	1317-36-8	Lead monoxide	Opb	Inorganic	Mono
C.I. pigment Yellow 47	12060-00-3	Lead titanium trioxide	O3PbTi	Inorganic	Mono
C.I. pigment Yellow 48	592-05-2	Lead dicyanide	C2N2Pb	Inorganic	Mono
C.I. pigment Yellow 48	20837-86-9	Lead cyanamidate	CN2Pb	Inorganic	Mono
C.I. pigment Yellow 53	8007-18-9	Antimony nickel titanium oxide yellow	(Ti, Sb, Ni) O2	Inorganic	UVCB
C.I. pigment Yellow 55	6358-37-8	2,2'[(3,3'dichloro[1,1'biphenyl]4,4'diyl)bis(azo)]bis[N(4 methylphenyl)3oxobutyramide]	C34H30Cl2N6O4	Organic	.
C.I. pigment Yellow 61	12286-65-6	Calcium bis[3nitro4[[2oxo1[(phenyl amino)carbonyl]propyl]azo] benzenesulphonate]	C16H14N4O7S.1/2Ca	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 62	12286-66-7	Calcium bis[4[[1[[[(2methylphenyl)amino]carbonyl]2oxopropyl]azo]3nitrobenzenesulphonate]	C17H16N4O7S.1/2Ca	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 62:1	-	Monoazo	.	Organic	.
C.I. pigment Yellow 63	14569-54-1	2,2'[(3,3'dichloro[1,1'biphenyl]4,4'diyl)bis(azo)]bis[N(2 chlorophenyl)3oxobutyramide]	C32H24Cl4N6O4	Organic	.
C.I. pigment Yellow 65	6528-34-3	2[(4methoxy2nitrophenyl)azo]N(2methoxyphenyl)3oxobutyramide	C18H18N4O6	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 73	13515-40-7	2[(4chloro2nitrophenyl)azo]N(2methoxyphenyl)3oxobutyramide	C17H15ClN4O5	Organic	.
C.I. pigment Yellow 74	6358-31-2	2[(2methoxy4nitrophenyl)azo]N(2methoxyphenyl)3oxobutyramide	C18H18N4O6	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 75	52320-66-8	2[(4chloro2nitrophenyl)azo]N(4ethoxyphenyl)3oxobutyramide	C18H17ClN4O5	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 77	5905-17-9	Disazo Condensation	C36H34Cl2N6O4	Organic	.
C.I. pigment	22094-93-5	2,2'[(2,2',5,5'tetrachloro[1,	C36H32Cl4N6O4	Organic	Mono

Color index No.	CAS No.	이명	분자식	유기/무기 분류	물질 유형
Yellow 81		1'biphenyl]4,4'diyl]bis(azo)]bis[N(2,4dimethylphenyl)3oxobutyramide]			
C.I. pigment Yellow 83	5567-15-7	2,2'[(3,3'dichloro[1,1'biphenyl]4,4'diyl]bis(azo)]bis[N(4chloro2,5dimethoxyphenyl)3oxobutyramide]	C36H32Cl4N6O8	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 87	15110-86-6	Disazo		Organic	
C.I. pigment Yellow 93	5580-57-4	3,3'[(2chloro5methylpphenylene)bis[imino(1acetyl2oxoethylene)azo]]bis[4chloroN(3chlorootolyl)benzamide]	C43H35Cl5N8O6	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 94	5580-58-5	3,3'[(2,5dichloropphenylene)bis[imino(1acetyl2oxoethylene)azo]]bis[4chloroN(5chlorootolyl)benzamide]	C42H32Cl6N8O6	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 95	5280-80-8	3,3'[(2,5dimethylpphenylene)bis[imino(1acetyl2oxoethylene)azo]]bis[4chloroN(5chlorootolyl)benzamide]	C44H38Cl4N8O6	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 97	12225-18-2	N(4chloro2,5dimethoxyphenyl)2[[2,5dimethoxy4(phenylamino)sulphonyl]phenyl]azo]3oxobutyramide	C26H27ClN4O8S	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 98	32432-45-4	2[(4chloro2nitrophenyl)azo]N(4chlorootolyl)3oxobutyramide	C17H14Cl2N4O4	Organic	
C.I. pigment Yellow 100	12225-21-7	Aluminium, 4,5dihydro5oxo1(4sulfophenyl)4[(4sulfophenyl)azo]1Hpyrazole3carboxylic acid complex	C48H33AlN12O27S6	Organic	Multi
C.I. pigment Yellow 101	2387-03-3	2hydroxynaphthalene1carbaldehyde [(2hydroxy1naphthyl)methylene]hydrazone	C22H16N2O2	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 102	32432-45-4	2[(4chloro2nitrophenyl)azo]N(4chlorootolyl)3oxobutyramide	C17H14Cl2N4O4	Organic	
C.I. pigment Yellow 104	15790-07-5	Aluminium, 6hydroxy5[(4sulfophenyl)azo]2naphthalenesulfonic acid complex	C16H9AlN2O7S2	Organic	Multi
C.I. pigment Yellow 105	12236-75-8	C.I. Pigment Yellow 105	C21H19ClN4O4	Organic	
C.I. pigment Yellow 108	4216-01-7	N(9,10dihydro9,10dioxoanthracen1yl)7oxo7Hbenzo[e]perimidine4carboxamide	C30H15N3O4	Organic	
C.I. pigment Yellow 109	5045-40-9	3,3'[(2methyl1,3phenylene)diimino]bis[4,5,6,7tetrachloro1Hisoindol1one]	C23H8Cl8N4O2	Organic	
C.I. pigment Yellow 110	106276-80-6	Benzoic acid, 2,3,4,5tetrachloro6cyano, methyl ester, reaction products with pphenylenediamine and sodium methoxide	C9H3Cl4NO2.C6H8N2.CH4O.Na	Organic	UVCB

무기도료 내 금속성분 분석을 통한 MSDS 개선방안

Color index No.	CAS No.	이명	분자식	유기/무기 분류	물질 유형
C.I. pigment Yellow 110	5590-18-1	3,3'[(1,4phenylenediimino)bis[4,5,6,7tetrachloro1Hindol1one]	C22H6Cl8N4O2	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 111	15993-42-7	N(5chloro2methoxyphenyl)2[(2methoxy4nitrophenyl)azo]3oxobutyramide	C18H17ClN4O6	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 112	82061-32-9	Naphthol; Anthraquinone;		Organic	
C.I. pigment Yellow 113	14359-20-7	Disazo	C34H26Cl6N6O4	Organic	
C.I. pigment Yellow 115	68814-04-0	ACID YELLOW 3 ALUMINUM LAKE	C22H21FN6O4S	Organic	
C.I. pigment Yellow 116	30191-02-7	4'acetamido2[(5carbamoyl2chlorophenyl)azo]acetoacetanilide	C19H18ClN5O4	Organic	
C.I. pigment Yellow 117	21405-81-2	Azomethine copper complex	C19H15NO2	Organic	
C.I. pigment Yellow 118	-	Chromium Titan Yellow		Inorganic	Mono
C.I. pigment Yellow 119	68187-51-9	Zinc ferrite brown spinel	ZnFe2O4	Inorganic	Mono
C.I. pigment Yellow 120	29920-31-8	Dimethyl 5[[1[[[(2,3dihydro2oxo1Hbenzimidazol5yl)amino]carbonyl]2oxopropyl]azoterephthalate	C21H19N5O7	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 126	90268-23-8	Butanamide, 2,2'[(3,3'dichloro[1,1'biphenyl]4,4'diyl)bis(azo)]bis[3oxo, N,N'bis(panisyl and Ph) derivs.	C99H84Cl6N18O15	Organic	Multi
C.I. pigment Yellow 127	68610-86-6	Butanamide, 2,2'[(3,3'dichloro[1,1'biphenyl]4,4'diyl)bis(azo)]bis[3oxo, N,N'bis(oanisyl and 2,4xylyl) derivs.	C105H96Cl6N18O15	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 127:1	-	Disazo		Organic	
C.I. pigment Yellow 128	79953-85-8	3,3'[(2chloro5methylphenylene)bis[imino(1acetyl2oxoethylene)azo]]bis[4chloroN[2(4chlorophenoxy)5(trifluoromethyl)phenyl]benzamide]	C55H37Cl5F6N8O8	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 129	15680-42-9	[1[[[(2hydroxyphenyl)imino]methyl]2naphtholato(2)N, O,O']copper	C17H11CuNO2	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 130	23739-66-4	Monoazo	C17H15ClN4O5	Organic	
C.I. pigment Yellow 133	132821-92-2	Benzenesulfonic acid, 3nitro4[2[2oxo1[(phenylamino)carbonyl]propyl]diazonyl], strontium salt (2:1)	C16H14N4O7S	Organic	
C.I. pigment Yellow 134	31775-20-9	Disazo	C36H34Cl2N6O6	Organic	
C.I. pigment Yellow 136	-	Disazo		Organic	

Color index No.	CAS No.	이명	분자식	유기/무기 분류	물질 유형
C.I. pigment Yellow 137	-	Quinophthalone: Isoindoline		Organic	
C.I. pigment Yellow 138	30125-47-4	3,4,5,6tetrachloroN[2(4,5,6,7tetrachloro2,3dihydro1,3dioxo1Hinden2yl)8quinolyl]phthalimide	C26H6Cl8N2O4	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 139	36888-99-0	5,5'(1Hisoindole1,3(2H)diylidene)diarbituric acid	C16H9N5O6	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 147	4118-16-5	1,1'[(6phenyl1,3,5triazine2,4diyl)diimino]bisanthraquinone	C37H21N5O4	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 148	20572-37-6	1,1'[(6pyren2yl)1,3,5triazine2,4diyl]bis(2naphthol)	C39H23N3O2	Organic	
C.I. pigment Yellow 150	68511-62-6	Nickel, 5,5'azobis2,4,6(1H,3H,5H)pyrimidinetrione complexes	C8H6N6O6	Organic	
C.I. pigment Yellow 150	25157-64-6	2,4,6(1H,3H,5H)Pyrimidinetrione, 5,5'(1,2diazenediyl)bis	C8H6N6O6	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 151	31837-42-0	2[[1[(2,3dihydro2oxo1Hbenzimidazol5yl)amino]carbonyl]2oxopropyl]azo]benzoic acid	C18H15N5O5	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 152	31775-20-9	2,2'[(3,3'dichloro[1,1'biphenyl]4,4'diyl)bis(azo)]bis[N(4ethoxyphenyl)3oxobutyramide]	C36H34Cl2N6O6	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 153	29204-84-0	Bis[2,3bis(hydroxyimino)NphenylbutyramidatoN2,N3]nickel	C20H20N6NiO6	Organic	
C.I. pigment Yellow 154	68134-22-5	N(2,3dihydro2oxo1Hbenzimidazol5yl)3oxo2[[2(trifluoromethyl)phenyl]azo]butyramide	C18H14F3N5O3	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 155	68516-73-4	Tetramethyl 2,2'[1,4phenylenebis(imino(1acetyl2oxoethane1,2diyl)azo)]bisterephthalate	C34H32N6O12	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 155	77465-46-4	1,4Benzenedicarboxylic acid, 2,2'[1,4phenylenebis(imino(1acetyl2oxo2,1ethanediy)2,1diazenediyl)]bis, 1,1',4,4'tetramethyl ester	C34H32N6O12	Organic	
C.I. pigment Yellow 156	63661-26-7	Benzimidazolone	C17H13Cl2N5O3	Organic	
C.I. pigment Yellow 157	68610-24-2	Nickel barium titanium primrose priderite		Inorganic	UVCB
C.I. pigment Yellow 158	68186-93-6	Tin vanadium yellow cassiterite		Inorganic	UVCB
C.I. pigment Yellow 159	68187-15-5	Zirconium praseodymium yellow zircon	O9Pr3SiZr	Inorganic	UVCB
C.I. pigment Yellow 160	68187-01-9	Vanadium zirconium yellow baddeleyite	O7V2Zr	Inorganic	UVCB
C.I. pigment Yellow 161	68611-43-8	Nickel niobium titanium yellow rutile		Inorganic	UVCB
C.I. pigment	68611-42-7	Chrome niobium titanium		Inorganic	UVCB

무기도료 내 금속성분 분석을 통한 MSDS 개선방안

Color index No.	CAS No.	이명	분자식	유기/무기 분류	물질 유형
Yellow 162		buff rutile			
C.I. pigment Yellow 163	68186-92-5	Chrome tungsten titanium buff rutile	Cr(2x/3)W(x/3)Ti(1x)O2 0.05≤x≤0.25	Inorganic	UVCB
C.I. pigment Yellow 164	68412-38-4	Manganese antimony titanium buff rutile	(Ti, Sb, Mn) O2	Inorganic	Mono
C.I. pigment Yellow 165	-	Monoazo	C16H12Cl2N4O	Organic	
C.I. pigment Yellow 166	76233-82-4	Benzamide, 3,3'[(2,5dimethyl1,4phenylene)bis[imino(1acetyl2oxo2,1ethanediy)]2,1diazenediy]]bis[4chloroN(2,5dichlorophenyl)]	C42H32Cl6N8O6	Organic	
C.I. pigment Yellow 167	38489-24-6	2[(2,3dihydro1,3dioxo1Hisoindol5yl)azo]N(2,4dimethylphenyl)3oxobutanamide	C20H18N4O4	Organic	
C.I. pigment Yellow 168	71832-85-4	Calcium bis[4[[1[(2chlorophenyl)amino]carbonyl]2oxopropyl]azo]3nitrobenzenesulphonate]	C16H13ClN4O7S.1/2Ca	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 169	73385-03-2	Calcium bis[4[[1[(4methoxyphenyl)amino]carbonyl]2oxopropyl]azo]3nitrobenzenesulphonate]	C32H24CaCl2N8O14S2	Organic	
C.I. pigment Yellow 170	31775-16-3	2,2'[(3,3'dichloro[1,1'biphenyl]4,4'diy)]bis(azo)]bis[N(4methoxyphenyl)3oxobutyramide]	C34H30Cl2N6O6	Organic	
C.I. pigment Yellow 171	53815-04-6	-	C34H28Cl4N6O4	Organic	
C.I. pigment Yellow 172	76233-80-2	Butanamide, 2,2'[(3,3'dichloro[1,1'biphenyl]4,4'diy)]bis(azo)]bis[N(5chloro2methoxyphenyl)3oxo	C34H28Cl4N6O6	Organic	
C.I. pigment Yellow 173	96352-23-7	Pigment yellow 173	C22H12Cl2N4O2	Organic	
C.I. pigment Yellow 174	78952-72-4	2[[3,3'dichloro4'[[1[(2,4dimethylphenyl)amino]carbonyl]2oxopropyl]azo][1,1'biphenyl]4yl]azo]3oxoN(otolyl)butyramide	C35H32Cl2N6O4	Organic	
C.I. pigment Yellow 175	35636-63-6	2[[3,3'dichloro4'[[1[(2,4dimethylphenyl)amino]carbonyl]2oxopropyl]azo][1,1'biphenyl]4yl]azo]3oxoN(otolyl)butyramide	C21H19N5O7	Organic	
C.I. pigment Yellow 176	90268-24-9	Butanamide, 2,2'[(3,3'dichloro[1,1'biphenyl]4,4'diy)]bis(azo)]bis[3oxo, N,N'bis(4chloro2,5dimethoxyphenyl and 2,4xylyl) derivs.	C36H34Cl2N6O4 // C36H33Cl3N6O6 // C36H32Cl4N6O8	Organic	Multi
C.I. pigment Yellow 179	63287-28-5	Bis[3(1Hbenzimidazol2ylamino)1Hisoindol1onato]cobalt	C30H18CoN8O2	Organic	Complex
C.I. pigment Yellow 180	77804-81-0	2,2'[(ethylenebis(oxyphenyl)2,1eneazo)]bis[N(2,3dihydr	C36H32N10O8	Organic	Mono

Color index No.	CAS No.	이명	분자식	유기/무기 분류	물질 유형
		o2oxo1Hbenzimidazol5yl)3oxobutyramide			
C.I. pigment Yellow 181	74441-05-7	N[4(aminocarbonyl)phenyl]4[[1[[[(2,3dihydro2oxo1Hbenzimidazol5yl)amino]carbonyl]2oxopropyl]azo]benzamide	C25H21N7O5	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 182	67906-31-4	Dimethyl 2[[2[(2methoxyphenyl)amino]2oxo1(1,4,5,6tetrahydro4,6dioxo1,3,5triazin2yl)ethyl]azo]terephthalate	C22H20N6O8	Organic	
C.I. pigment Yellow 183	65212-77-3	Calcium 4,5dichloro2[[[4,5dihydro3methyl5oxo1(3sulphonatophenyl)1Hpyrazol4yl]azo]benzenesulphonate	C16H12Cl2N4O7S2. Ca	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 184	14059-33-7	Bismuth vanadium tetraoxide	BiO4V	Inorganic	Mono
C.I. pigment Yellow 185	76199-85-4	2cyano2[2,3dihydro3(tetrahydro2,4,6trioxo5(2H)pyrimidinylidene)1Hisindol1ylidene]Nmethacetamide	C16H11N5O4	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 188	23792-68-9	2[[3,3'Dichloro4'[[1(phenyl carbamoyl)acetyl]azo]4biphenyl]azo]2',4'acetoacetoxylidide	C34H30Cl2N6O4	Organic	
C.I. pigment Yellow 189	69011-05-8	Nickel icosatitanium pentatriacontaoxide diwolframate	NiO43Ti20W2+9	Inorganic	Mono
C.I. pigment Yellow 190	141489-68-1	Monoazo	C16H10Cl4N4O7S2	Organic	
C.I. pigment Yellow 191	129423-54-7	Calcium 4chloro2(5hydroxy3methyl 1(3sulfonatophenyl)pyrazol 4ylazo)5methylbenzenesulfonate	C17H13CaClN4O7S2	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 19:1	124923-54-7	Calcium 4chloro2(5hydroxy3methyl 1(3sulfonatophenyl)pyrazol 4ylazo)5methylbenzenesulfonate	C17H13CaClN4O7S2	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 192	56279-27-7	Heterocyclic	C19H10N4O2	Organic	
C.I. pigment Yellow 193	70321-14-1	N,N'bis(9,10dihydro9,10dioxo1anthryl)terephthaldiamide	C36H20N2O6	Organic	
C.I. pigment Yellow 194	82199-12-0	N(2,3dihydro2oxo1Hbenzimidazol5yl)2[(2methoxyphenyl)azo]3oxobutyramide	C18H17N5O4	Organic	Mono
C.I. pigment Yellow 200	-	Azo		Organic	
C.I. pigment Yellow 203	-	Arylide	C18H18N4O5	Organic	
C.I. pigment Yellow 204	-	Monoazo		Organic	
C.I. pigment Yellow 207	-	Complex inorganic		Inorganic	Mono

무기도료 내 금속성분 분석을 통한 MSDS 개선방안

Color index No.	CAS No.	이명	분자식	유기/무기 분류	물질 유형
C.I. pigment Yellow 213	220198-21-0	C.I. Pigment Yellow 213	C ₂₃ H ₂₁ N ₅ O ₉	Organic	-
C.I. pigment Yellow 216	85536-73-8	Titanium zinc antimony stannate	-	Inorganic	UVCB
C.I. pigment Yellow 219	-	Hostaperm Yellow H7G	-	Organic	-
C.I. pigment Yellow 223	-	MayaCrom Yellow Y2351RS	-	Organic/ Inorganic	Complex
C.I. pigment Yellow 224	-	MayaCrom Yellow Y2300F	-	Organic/ Inorganic	Complex
C.I. pigment Yellow 226	-	MayaCrom® Yellow Y7300	-	Organic/ Inorganic	Complex
C.I. pigment Yellow 227	1374645-21-2	Niobium Sulfur Tin Zinc	-	Inorganic	Mono
-	72968-34-4	Zircon, cadmium yellow	ZrSiO ₄ •xCdS	Inorganic	Mono/ UVCB

연구진

연구기관 : **산업안전보건연구원**

연구책임자 : 한정희 (연구위원, 화학물질평가1부)

연구원 : 변성현 (대리, 화학물질평가1부)

연구원 : 이도희 (과장, 화학물질평가1부)

연구원 : 이나루 (소장, 화학물질연구센터)

연구기간

2022. 01. 01. ~ 2022. 11. 30.

본 연구보고서의 내용은 연구책임자의 개인적 견해이며,
우리 연구원의 공식견해와 다를 수도 있음을 알려드립니다.

산업안전보건연구원장

무기도료 내 금속성분 분석을 통한 MSDS 개선방안
(2022-산업안전보건연구원-697)

발행일 : 2022년 11월 30일

발행인 : 산업안전보건연구원 원장 김은아

연구책임자 : 화학물질평가1부 연구위원 한정희

발행처 : 안전보건공단 산업안전보건연구원

주소 : (44429) 울산광역시 중구 종가로 400

전화 : 042-863-0353

팩스 : 042-863-9001

Homepage : <http://oshri.kosha.or.kr>

I S B N : 979-11-92782-11-9