실내공기질 개선에 대한 도료제조사의 대응방향

최 보 호 | (주)디피아이 건축기술1팀
팀장
E-Mail : bhchoi@dpi.co.kr

1. 머리말

오래전부터 시작되어온 산업화 사회는 우리의 삶에 많은 편리함과 풍요로움을 안겨줘, 그동안 우리는 많은 혜택을 누리며 살아왔다. 그러나 모든 사물이나 이치에는 음양이 있듯, 이러한 산업화 사회의 편리함이나 풍요로움 이면에는 우리의 건강한 삶을 위협하는 환경문제가 심각해지고 있다. 이에 우리는 많은 환경개선책을 오래전부터 시행해 왔으며, 여기에 그치지 않고 금년부터는 실내공기질관리법이 시행되고 있고, 내년에는 신축 공동주택의 실내공기질에 대한 권고기준을 마련할 예정으로, 실내공기질에 대한 관심과 규제가 강화되고 있는 상황이다. 실내공기질을 오염시키는 오염원은 휘발성유기화합물(VOC), 포름알데하이드, 석면, 미세먼지 등 여러가지가 있는데 이러한 실내 공기에 대한 오염원의 근본적인 원인으로서는 건축내장재로부터의 유해물질의 방출 뿐 아니라 실내의 환기문제, 외부로부터의 유해 물질의 유입등으로 구분될 수 있다.

이와 같이 실내공기오염이란 인간 생활 활동에 의해 발생되는 각종 오염물질이 실내에 방출되어 실내환경을 오염시키는 현상으로 인구의 밀집화, 현대 사회의 실내 생활화, 실내 공간의 밀폐화 등으로 공기오염, 생활 쓰레기, 소음, 악취 등이 발생되어 우리의 건강에 영향을 줄 수 있는 것을 일컫는 말이다.

이러한 실내공기 오염은 최근 들어 급격히 유행처럼 우리의 생활속으로 파고든 웰빙(Well-being) 열풍과 더불어 그 동안 우리가 중시해 왔던 환경 보전 중 대기오염이나 수질오염 보다도 중요한 사항이 될 수 있는데, 이는 첫째, 인간은 하루 24시간 중에서 80% 이상을 실내(가정, 사무실, 실내 작업장, 공공건물, 지하시설물, 상가, 음식점, 자동차, 지하철 등)에서 생활하며, 둘째, 대기오염은 자연적인 희석율이 크고 대기오염에 대한 사회적 인식, 각종 규제로 인하여 억제되고 있으나 실내공기는 한정된 공간에서 인공적인 설비를 통하여 오염된 공기가 계속적으로 순환되면서 그 농도가 증가된다는 점, 셋째, 새로운 건축 자재에서 의외의 오염물질을 방출하며 경제생활의 향상으로 다양한 생활용품을 사용하는데 여기에서 뜻밖의 오염물질을 방출한다는 것, 넷째로 에너지 절감 효율을 높이기 위해서 건물의 밀폐화가 진행되면서 건물 내 거주자들이 일시적 또는 만성적인 건강과 관련된 증상을 호소한다는 등의 이유로 중요성이 인식되어 새로운 환경공해 문제로 부각되고 있는 것 등이다.

보다 나은 생활환경 속에서 지내고자 하는 기본사항을 충족키 위해 여러 가지 사항 중에서 극히 일부를 차지하고 있는 사항이지만 건축에 사용되는

건축용 페인트에 대하여 검토해 보고자 한다.

2. 본 론

오래전부터 국내는 물론 외국의 각 페인트 제조회사들은 환경친화적인 제품들을 만들기 위해 무척이나 많은 노력을 기울여 왔으며 그 결과 많은 부분에서 우수한 품질의 환경 친화형 제품들이 사용되어 지고 있다.

그러나 여기에 만족치 않고 보다 나은 품질의 인체 및 환경친화적인 제품을 만들기 위해 부단한 노력을 하지 않을 수 없는 상황이다.

2.1 도료의 TVOC 저감

그 유명한 Los Angeles 주변의 [광화학 smog]는, 1960년말 이후 많은 시민을 괴롭혀 왔다. 얼마 안 가서 이 발생 메커니즘이 실험적으로 해명되어 1966년에는 [Benzene, Toluene, Xylene] 등의 광화학반응성이 높은 탄화수소(HC)의 사용을 제한하도록 하는 법이 시행되었다. 게다가 직화식 건조로부터의 배출가스중의 HC는 화염에 접촉해서 광화학활성이 강해진다고 하는 것으로부터 열분해처리가 의무화되었다. 그래서 주로 광화학반응성이 낮은 HC를 배합한 [면제(免除)용제]가 개발되어 이것을 사용하는 [용제치환도료]가 출현했다.

도료의 구성 요소중 하나인 용매는 수성의 경우는 물, 유성 도료의 경우 용제 를 사용하여 제조가 되고 있으며, 수성 도료의 경우는 대부분 도료내에 첨가제로 들어가는 물질중 일부가 VOC 로 되어있

표 1. 일반적인 건축용 제품의 VOC 함량

도료분류		수지타입	VOC함량 (g/L)
대분류	중분류		
콘크리트	수성무광도료	아크릭 에멀젼	40
	수성광택도료	아크릭 에멀젼	80
	수성하도도료	아크릭 에멀젼	30
	수성퍼티	아크릭 에멀젼	50
	유성외부도료	아크릭	690
	유성내부도료	아크릭	590
	유성하도도료	에폭시	500
일반철재용	상도마감용	알키드	480
	하도방청용	알키드	430
일반목재용	하도용	락카 및 우레탄	670
	상도 마감용	락카 및 우레탄	650
방수, 바닥재	유성상도	우레탄 및 에폭시	450
	유성중도	우레탄 및 에폭시	120
	유성하도	우레탄 및 에폭시	550
기타	다채무늬도료(유성)	락카 및 아크릭	280
	다채무늬도료(수성)	아크릭	280

(VOC 함량은 제품의 평균값으로 도장전 희석 상태의 수치임)

표 2. 수성도료의 형태별 특성표

	수 용 성	Colloidal Dispersion	Emulsion
외관	투명	반투명	유백색
입자경(㎛)	0.005 >	0.005 - 0.05	0.05 - 0.5
안정화기구	용해	Brown 운동	전기이중소
분자량	< 10^3 - 10^4	10^4 - 106	106 <
점도	분자량에 비례	분자량에 약간 비례	분자량에 비례 안함
점성	Newtonian 유동에 (近)	비Newtonian 유동 (中)	비 Newtonian 유동 (大)
건조성	△	○	○
광택	高	高	中 - 高
물리특성	△	○	○
내약품성	△	○	○
내수성	◐	○	○
안정성	○	◐	△
용제함유량	10 - 40	5 - 15	0 - 5
도장시유기용제량	多	中	少

으며, 유성 도료의 경우는 첨가제에 들어 있는 용제와 제조시에 들어가는 용제의 대부분이 VOC 에 해당하는 휘발성 유기 화합물로 이러한 물질을 도료내에 함유하는 양을 줄여서 대기중에 휘발되는 VOC를 줄이는 작업이 이루어져야 한다.

구체적으로 수성 도료의 VOC 는 첨가제의 VOC 가 낮은 원료(환경친화적인 물질)를 사용, 유성 도료의 경우 도료내의 용제의 양을 줄이는 작업(HIGH SOLID화, 수성화 등)이 이루어져야 한다.

현재로서는 실내공기질 관리가 신축 건물의 실내 내장재에만 중점을 두고 규제되고 있으나 향후에는 현재 사람이 거주하고 있는 기존건물에 대한 리모델링 등의 보수도장에서도 VOC의 방출량이 고려될 것으로 예상할 수 있다. 보수도장에 있어서는 현재와 마찬가지로 실내에 도장되는 도료도 당연히 고려되어야 할 뿐 아니라 외부 도장에 있어서도 도장으로 인한 외부 공기의 유입에 의한 실내공기질 면이 고려되어야 할 것이다. 따라서 건축용 내,외부 수유성 도료 전반에 대한 VOC 감축에 대한 기술개발이 점차 진행되어야 한다.

2.1.1 수성 도료

일반적으로 유기용제를 사용하는 도료에 비하여 유기용제 대신 물을 사용하는 도료로서 휘발성 유기화합물을 획기적으로 절감할 수 있는 방법이다. 기존의 유성도료를 대신하여 다양한 수(용)성 제품들이 개발이 되어 사용되어지고 있으며, 근본적으로 실내공기질 개선 관련하여 앞으로 가야 할 방향으로 사료된다.

현재도 물론이지만 향후에도 많은 기업들이 신기술 개발에 많은 노력을 기울여 갈 것으로 예상된다.

2.1.2 HIGH SOLID 도료

High Solid化의 일반적인 방법으로서는 수지의 분자량, 극성, 유리전이 온도(Tg)를 낮춤으로써 유기용제에 녹기 쉽게 하는 방법이 취해진다. 또한 분

자량 분포를 Sharp하게 함으로써 저분자량부분에 의한 도막물성의 저하를 방지하는 노력 이 행해지고 있다. 또 반응성을 높히기 위해서 촉매가 사용되거나 도료의 저점도화에 의한 흐름, 패임 등의 도막결함을 방지하기 위해 유동성조절제로서 미분쎌리카나 지방족 아민으로 처리된 Clay 등의 무기재료, 요소화합물, Polyethylene Wax 분산제, Non Aqueous Dispersion 입자(NAD), Microgel 입자 등의 유기재료가 사용된다. High Solid형 도료는 금후도 많이 사용될 것이나 도막 성능상 고형분의 Up에는 한계가 있어 VOC 규제가 더욱 엄하게 되면 사용이 곤란하게 되는 분야도 있을 것으로 생각된다.

2.1.3 분체도료

분체도료는 도료 제조시 물이나 유기용제를 사용하지 않는 분말상의 도료이며 VOC의 관점으로 보면 가장 이상적인 도료이다.

2.1.4 액상 무용제형 도료

2액형 도료는 저점도의 액상수지와 경화제를 도장전 혹은 도장시에 도장기내에서 혼합하여 도장 후 경화시키는 타입으로 대표적인 것으로는 수산기를 갖는 폴리에스터수지나 아크릭수지를 이소시아

표 3. 2액형 도료의 특징

장 점	단 점
1. 휘발분(유기용제)의 절감 2. 도포량이 적다 3. 후막도장이 가능	1. 일반적으로 고점도 이므로 가온이 필요한 경우가 있다. 2. 일반적으로 건조가 늦고 가사시간이 짧다. (경우에 따라서는 2 Head gun이 필요) 3. 저분자수지 사용에 의해 도막이 단단해서 유연성이 떨어진다.

네이트로 경화시키는 타입과 에폭시수지를 변성아민으로 경화시키는 타입이 있다. 그 특징을 아래의 표에 나타내었다. 이들 도료에는 가사시간(Pot Life)이 있어 도장조건에 주의할 필요가 있으며 일반적으로는 후막도장이 되기 때문에 용도에도 제한을 받는다. 과제로서는 도장시의 점도를 어떻게 낮추는가, 어떻게 효율 좋게 2가지의 액체를 혼합하여 도장하는가 등이 있다.

2.2 개별 VOC 규제에의 대응

현재 실내공기질에 대한 TVOC의 규제 수치는 각 원료들에 대한 정확한 데이터가 없는 가운데 실시된 것이기 때문에 n-헥산에서 n-헥사데칸까지의 휘발성 유기화합물을 대상으로 하여 그 총량에 대한 수치를 톨루엔으로 환산시킨 수치이며 향후에는 이에 대한 충분한 데이터의 축적 후 개별 VOC규제를 검토할 계획으로 알려져 있다. 실제로 일반적인 수성 도료의 측정결과를 분석해 보면 각 사별로 어느 정도는 환경에 대한 준비를 일찍부터 해왔기 때문에 규제 물질로 이미 알려진 물질에 대해서는 검출이 거의 되지 않고 있다. 따라서 TVOC수치의 대부분은 unknown이라고 할 수 있는 물질들이다. 향후 예상되는 개별 VOC 규제에 대응하기 위해서는 도료를 구성하는 개별 원료성분들에 대한 VOC 방출량에 대한 자료 축적을 통하여 선별적인 원료 선정이 될 수 있도록 체계적으로 준비하는 것이 필요하다.

2.3 중금속 및 포름알데히드

포름알데히드가 들어있거나 방출되는 원료의 사용시 페인트에서 포름알데히드가 검출된다

포름알데히드는 주로 건축물 내장재로 사용되는 일반자재 합판, 접착제, 방부제 등에 주로 함유되어 있고, 페인트 중에는 대부분이 첨가제로 사용하는

원료에 잔존하는 경우가 있어서 이러한 포름알데히드를 줄이는 일은 TVOC 와 같은 맥락에서 이루어져야 한다.

중금속을 함유한 원료의 사용도 마찬가지의 경우이나 현재는 대부분의 대체 원료들이 개발이 되어 위와 같은 유해 원료를 사용하지 않고도 대부분의 페인트 제조가 가능하다.

3. 결 론

지구 환경 및 실내공기질 개선을 위한 노력을 지속적으로 실시해 왔으나, 점점 도료의 사용환경은 엄하게 되고 있다. 이들 과제를 극복해 나아가기 위해서는 도료 제조회사만이 아니라 원료 Maker, 도장설비 Maker 또는 사용자와의 사이에 보다 더 많은 기술교류 및 기술 개발이 필요하며, 무엇보다도 실내 공기질의 개선을 통하여 우리의 건강한 삶을 영위키 위해서는 건축물의 환기 시스템 및 주변 악취등 오염 배출원의 근본적인 차단, 모든 생활 및 산업 현장에서의 유해물질 배출 억제 등 토탈적인 공조체계가 이루어져야 될 것으로 생각된다.

- 참고문헌 -

1. 塗裝と塗料 No. 661. 2004.6 : 環境.VOC 對應 ③
2. 塗裝と塗料 No. 660. 2004.5 : 環境.VOC 對應 ②
3. Coating world vol 9. no.5 May 2004: The evolution of low-and-zero VOC paint
4. Proceedings of the 29th international water-borne, high Solids & powder coatings symposium Robson F.Storey
5. 塗裝技術 제43권 제5호 (2004.5) : 환경대응형 건축도료, 도장의 신전망을 탐구한다