

환경 친화형 무기질 도장재

- Environment-Friendly Ceramic Coating Materials -



김태현*



김한태**



신영훈***

1. 서 언

대부분의 건축·토목 구조물에서는 콘크리트 재료가 널리 사용되고 있다. 기능뿐만 아니라 외관이 중요시되는 건축물에서는 콘크리트 표면 위에 각종 재료를 이용한 마감 처리 공법이 거의 필수적으로 행하여지고 있으며, 이는 미려한 외관의 발현이 목적일 뿐만 아니라 내부의 철근 콘크리트 구조물을 보호하는 역할을 한다. 또한 교량, 터널, 항만, 각종 경기장 등의 토목 구조물에 있어서도 표면 처리가 이루어지고 있는데 이때는 내부 구조물이 중성화, 염해, 동결융해 등의 피해로 열화되는 것을 막는 것을 주목적으로 하는 것이다.

따라서 이러한 건축 또는 토목용 콘크리트 구조물의 미관개선 또는 열화방지를 위해서는 콘크리트 구조물 표면에 보호막을 코팅해 주어야 한다. 이와 같은 목적으로 사용되는 콘크리트 표면 처리재는 도료, 판넬, 뿔철재, 타일 등으로 구분할 수 있으나, 이들 재료 중 성능(콘크리트 열화

방지 등), 경제성, 시공성 등을 고려할 때 도장 공법에 의해 시공되는 도료가 가장 효율적이며 폭넓게 사용되는 재료라 할 수 있다.

일반적으로 아파트 등의 공동주택에서 가장 널리 사용되는 도료는 합성수지 에멀션 도료(수성 도료)로서 내벽 및 외벽 마감에 범용적으로 널리 사용되고 있으며, 최근 공동주택의 계단실은 다채무늬 도료의 사용이 일반화되어 있다. 내부 목재의 마감에는 락카가 주로 사용되고, 도막 방수 및 바닥 코팅용으로는 우레탄, 에폭시계의 도료가 널리 이용된다. 이러한 도료들은 대부분 유기화합물질로 구성되어 심각한 환경 오염을 유발하고 있으며, 콘크리트와 같은 무기질 바탕재에 유기질의 이질(異質)재료를 코팅하기 때문에 내수성, 접착성 및 장기간에 걸친 내구성 등이 저하된다는 단점을 가지고 있다.

국내의 도료산업은 1998년 기준 국내 휘발성 유기화합물(VOCs : Volatile Organic Compounds) 총 배출량의 46.2%

에 달하는 막대한 환경 오염 부하량을 차지¹⁾하고 있는 대표적인 공해산업으로서 2,000년부터는 대기환경보전법에 의해 본격적으로 정부의 규제를 받고 있다. 도료업계에서는 이에 대한 대응 방안으로서 용제를 휘발성 유기화합물이 아닌 물로 대체하거나(수성화),²⁾ 도료중의 고형성분비를 높게 하여 상대적인 용제 사용량을 감소시키는 방법(high-solid화),²⁾ 용제를 사용하지 않는 분체 도료의 개발^{2),5)} 등을 통하여 환경 오염을 줄이고자^{2)~4)} 노력하고 있으나 수성화나 high-solid화와 같은 방법은 환경 오염 물질을 줄일 수는 있으나, 이를 근원적으로 제거할 수 있는 방법은 아니며, 분체 도료의 경우에는 별도의 열처리 공정 등이 필요하여 콘크리트 구조물에는 적용이 불가능한 실정이다.

따라서 본고에서는 상기에서 지적한 유기질의 화학 도료가 가지는 환경 오염성을 해결할 수 있고, 콘크리트 구조물을 보호할 수 있는 가능성을 보유하고 있는 환경 친화형 무기질 도장재의 필요성, 특징, 용도 및 시공 방법 등에 대하여 기술하고자 한다.

* (주)디오 대표이사

** (주)디오 환경재료연구소 이사

*** (주)디오 환경재료연구소 연구개발팀장

2. 환경 친화형 무기질 도장재의 필요성

건축 및 토목 구조물의 표면 처리용으로 가장 많이 적용되고 있는 도료는 대부분 유기질의 합성수지를 바인더로 사용하고 있으며, 이는 용제 용제의 종류에 따라 크게 유성 도료와 수성 도료로 구분된다. 국내의 경우 건축용 도료는 합성수지 에멀션을 바인더로 사용하며 용제로 물을 사용하는 수성 도료를 가장 많이 적용하고 있는데, 수성 도료는 용제로 물을 사용하므로 유성 도료와 비교할 경우 비교적 환경 친화적인 도료라 할 수 있다. 그러나 이러한 수성도료의 경우에도 환경 오염을 유발하고 인체에 유해한 성분들이 포함되어 있는데, 그 대표적인 유해성을 열거하면 <표 1>와 같다.

또한 유성 도료의 경우에는 용제로 사용하는 벤젠, 톨루엔, 크실렌, 포름알데히드 등의 휘발성 유기화합물들이 도장 공정 중이나 도장 후 지속적으로 휘발되며, 중금속의 용출로 인해 전신마비, 호흡기 질환, 두통, 알레르기, 암을 유발하는 등의 위험성이 내재되어 있다. 또한 1996년 11월 26일 환경부 발표에 의하면 오존 발생과 광 화학 스모그의 주요 원인이며, 암을 유발하는 등 인체에 치명적인 영향을 주는 휘발성 유기화합물의 40% 이상이 화학 도료의 사용으로 인해 발생된다고 한다. 이처럼 환경 오염과 국민 보건에 나쁜

영향을 주는 화학 도료에 대한 무공해 대체 도료의 개발은 환경 보호에 있어 가장 시급한 과제이다.

이와 같이 도료의 유해성 문제가 날로 심각해지면서 미국, 유럽, 일본 등의 선진국에서는 환경 친화형 도료의 개발을 독려하고 환경 친화형 제품에는 환경마크를 인증하고 있다. 예를 들면 EU에서는 실내용 도료와 바니쉬를 대상으로 휘발성 유기화합물 함량, 안료물질(카드뮴, 납, 6가크롬, 수은, 아세닉 등 사용 금지), 독성물질, 발암물질, 생식장애물질 등을 철저히 배제하고 있으며, 독일에서는 특히 광고문안에 "bio," "eco," "nature," 등의 표현조차도 금지하고 있다. 일본은 방향족 화합물(벤젠, 톨루엔, 크실렌 등)이 포함되지 않는 도료에 대해서, 미국은 도료 전반에 대해서, 캐나다는 수성 도료, 뉴질랜드는 수성 및 유성도료에 대하여 EU와 같이 엄격하게 유해물질을 규제하고 있다. 우리나라에서도 도료를 대상으로 환경마크를 인증하고 있으며, 수성페인트의 경우 용제 물질을 사용하며 결합재로서 합성수지 에멀션이나 기타 유기·무기질 원료를 사용하는 도료를 대상으로 하며, 휘발성 유기화합물 함량 50g/l 이하, 제조과정 중 압모니아 혹은 그 화합물이 중량기준 3% 이상 사용금지 등 선진국 못지 않게 엄격히 적용하고 있다. 이와 같이 기존에 범용적으로 적용되고 있는 도료의 환경 오염성 및 인

체 유해성에 대한 인식이 확산됨에 따라 세계적으로 환경 친화형 도료의 개발이 활발히 진행되고 있는데 대표적으로 VOC 저감형 수성도료, 초 내후성 수성 도료, 천연 도료, 무기질 도료 등을 들 수 있다. 그러나 이들 도료들은 경제성, 원료수급 또는 용도가 제한적이라는 점등에서 문제점을 갖고 있으며 따라서 범용성에 한계를 갖고 있는 실정이다.

현재 콘크리트 구조물에는 거의 대부분이 합성수지 에멀션 도료를 적용하고 있는데, 이는 합성수지 에멀션 도료가 다른 도료에 비해 가격이 매우 저렴하다는 특성 때문이다. 그러나 합성수지 에멀션 도료는 도막에 통기성이 없고, 내구성이 약하여 4~5년이 지나면 열화하여 재 도장을 해야 하는 번거로움이 있다. 그러나 이러한 문제점들을 근본적으로 해결할 수 있는 방법으로서 콘크리트 구조물과 동일한 성분인 calcium-silicate계의 화합물을 바인더로 사용하고 기존의 도료와 동일한 작업성 및 보다 우수한 도막 특성을 보유하도록 함으로서 기존의 합성수지 에멀션 도료를 대체할 수 있도록 한 것이 환경 친화형 무기질 도장재이다. 또한 구조물 표면을 환경 친화형 무기질 도장재로 코팅하게 되면 피도물에 내구성과 내수성, 내열성, 내후성 등의 뛰어난 특성이 부여됨으로서 내부의 콘크리트 구조물을 보호하는 기능을 수행하게 된다.

표 1. 합성수지 에멀션 도료의 유해성

유해 물질	유해성	인체 유해성	노동 허용치	일반적 수성 도료 잔류량	환경 공해
잔류 Monomer-1 Acrylonitrile (중합반응시 미반응분)	-아크릴로니트릴 : 극물로 지정 -안각결막, 인후점막 자극 -허용치 이상 노출시 현기증, 두통, 복통, 설사 및 호흡마미로 사망유발	-아크릴로니트릴 : 극물로 지정 -안각결막, 인후점막 자극 -허용치 이상 노출시 현기증, 두통, 복통, 설사 및 호흡마미로 사망유발	20ppm (공기중)	약 200ppm (도장시 절대주의 요망)	뱀칠시 비산 실내공기 오염 → 입주자 인체유해
잔류 Monomer-2 Styrene (중합반응시 미반응분)	-피부 염증 유발 -농증기 흡입시 유독	-피부 염증 유발 -농증기 흡입시 유독	400ppm (공기중)	약 200ppm (도장시 주의요망)	상 동
황연 (Chrome Yellow) PbCrO ₄	-순환기에 치명적 →gas체로 호흡기 유입 -만성중독시 피부 창백, 이가 빠지거나, 실명가능	-순환기에 치명적 →gas체로 호흡기 유입 -만성중독시 피부 창백, 이가 빠지거나, 실명가능	-	-	토양 폐기시 토양오염 → 복구 불가능
암모니아수 (Aqueous Ammonia)	-암모니아 함유제제는 극물로 지정 -코의 점막자극, 신경작용으로 시력장애, 기관지염, 실명가능	-암모니아 함유제제는 극물로 지정 -코의 점막자극, 신경작용으로 시력장애, 기관지염, 실명가능	자료 미비	약 200ppm	실내도장후 일정기간 동안 심한 악취를 발생하는 주요인
Texanol (이스트란사의 상품명)	-고독성 (인체유해성이 충분히 규명되지 않았음)	-고독성 (인체유해성이 충분히 규명되지 않았음)	자료 없음	1,000~4,000ppm	환경유해물질

3. 환경 친화형 무기질 도장재의 특징

환경 친화형 무기질 도장재는 대부분의 재료가 환경 오염성이 전혀 없는 무기질 원료로 구성되어 있으며, 도로로서의 기능을 나타내기 위해 사용되는 소량의 유기질 원료 또한 환경 오염 물질이 포함되어 있지 않은 재료를 사용하고 있다. 그리고 용제로 물을 사용함으로써 대기 오염 유발 물질이 전혀 없는 환경 친화적인 도장재이다. 따라서 기존의 합성수지 에멀션 도료에 비하여 휘발성 유기화합물이 전혀 없으며 냄새가 나지 않고, 연소성이 없어 친환경성이 매우 우수하다. 또한 물과 접촉하면 도막 특성이 오히려 향상되어 내수성이 우수하며, 미세한 기공을 통한 습도 조절 능력을 보유하고 있으며, 직화 접촉 후에

도 도막에 이상이 없다. 그밖에도 항균성, 내구성, 내후성 등이 우수하여 구조물의 내부 및 외부 도장에 효과적인 재료이다.

다음 <표 2>는 환경적 측면에서 합성수지 도료와 환경 친화형 무기질 도장재를 비교한 것이다.

환경 친화형 무기질 도장재는 일반적인 합성수지 도료와는 전혀 다른 도막 형성 기구를 갖고 있다. 즉, 도막형성 1단계로서 주요 구성 성분 중 calcium-silicate 광물과 물과의 수화 반응에 의해 수화물을 형성한다(식(1), (2)).

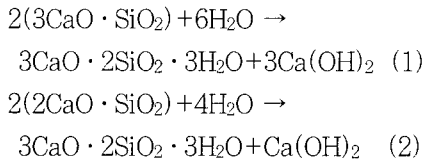


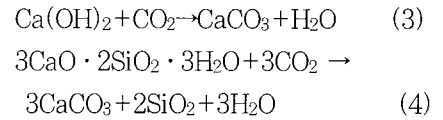
표 2. 합성수지 도료와 환경 친화형 무기질 도장재의 특성 비교

구분	합성수지 도료	무기질 도료
환경	- VOCs 배출(벤젠, 톨루엔, 크실렌) - 중금속배출(카드뮴, 납, 크롬, 수은) - 유독가스배출(암모니아, 포름알데히드)	- VOCs 없음 - 중금속 없음 - 유독가스 없으며 항균성임
시공	- 밀폐공간에서 유독가스 중독위험	- 냄새 없음
오염	- 대부분 석유화학원료로 수입의존 - 다량의 유해폐기물 발생 (도료 1ℓ 당 5ℓ 산업폐기물)	- 화학잔존물 없음
기타	- 인화성 물질의 화재위험성	- 불연 내화성으로 안전

표 3. 환경 친화형 무기질 도장재의 특성

구분	주요 특성
환경 친화 재료	- 수성 type, 원료의 대부분이 무기질 재료이며, 환경 오염성 물질이 전혀 없는 인체에 무해한 재료로 구성 → VOC free, 환경호르몬 free
도료로서의 일반적 기능 보유	- 미려한 외관 : 색채, 광택 등 - 콘크리트 구조물 보호 : 피막을 통한 피도물의 보호
무기질 피막이 가지는 고유의 물리·화학적 특성 보유	- 무기질 결합재가 갖는 고 내구성 - 무기소재(콘크리트 등)와의 강한 접착성 - 고 내열성, 난연성 - Calcium silicate 계 재료의 수화반응에 의해 재령 경과에 따라 피막의 경도 및 강도 향상 - 모재와의 일체구조를 가지며, 통기성이 부여되어 수분에 의한 도막분리 현상 없음 - 표면경도가 우수하면서도 세라믹의 취성을 보완한 유연 성능 보유
다양한 기능성 부여	- 내수성 : 물과 접촉할수록 도막특성이 오히려 향상 - 우수한 통기성 : 미세한 기공을 통한 습도 조절능력 보유 - 초내후성 : 내구성, 내동해성, 내염성이 우수 - 항균성 : 무기질 재료가 갖는 고기능성을 응용하여 우수한 항균력 및 항곰팡이성을 발휘 - 습도조절 및 CO ₂ 차단 효과
현장 적용성 및 시공성 우수	- 우수한 가격 경쟁력 : 기존의 무기질 코팅재 대비 경제성 우수 - 소비자 욕구에 맞는 다양한 색상과 문양의 연출 - 현장 적용성 및 시공성 우수 : 기존 수성페인트와 시공 방법 동일 → 현장에서 전용 슬러리 믹서를 이용해 용제인 물과 혼합 후 사용

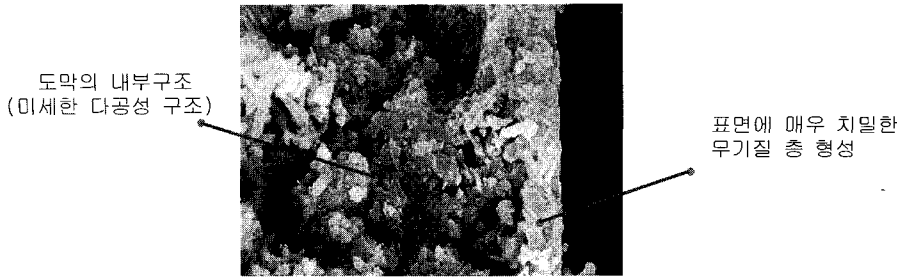
그리고 2단계로서 1단계에서 생성된 수화물 및 Ca(OH)₂가 대기중 CO₂ 가스와의 초기 반응에 의해 도막 표면부위에 매우 치밀한 무기질층을 형성하게 된다(식(3), (4)).



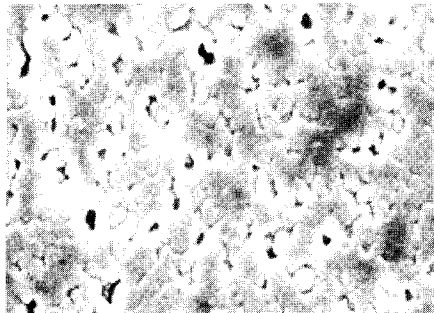
이때 생성된 무기질층은 일반적인 콘크리트의 중성화^(6,7)에 의한 CaCO₃ 층과는 전혀 다른 미세조직을 갖고 무기질 도장재의 코팅에 의해 형성된 치밀한 무기질층은 오히려 추가로 발생할 수 있는 콘크리트 구조물의 중성화 반응을 억제하는 작용을 하게 된다. <그림 1>에 환경 친화형 무기질 도장재와 합성수지 도료의 도막 구조를 비교하였다.

또한 환경 친화형 무기질 도장재는 일반적인 합성수지 에멀션 도료와는 달리 콘크리트 구조물과 유사한 열 팽창 계수를 가지고 있어 온도 변화 등 외부 조건 변화에 대한 내구성 및 접착 특성이 매우 우수하다. 이외에도 도막의 강알칼리 특성에 의해 기본적으로 항균 특성을 보유하고 있다는 장점이 있다. 그리고 원료 자체의 개질과 도료로서의 특성을 부여하기 위한 첨가제의 기능성에 의해 일반적인 합성수지 도료와 동일한 시공성을 보유하고 있다. 이와 같은 환경 친화형 무기질 도장재의 특성을 <표 3>에 정리하였다.

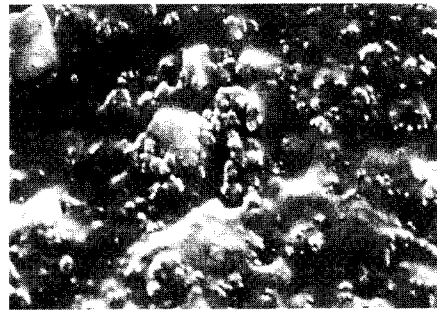
현재 국내·외에 유통되고 있는 친환경성의 건축 내·외장 마감재를 살펴보면 대표적으로 식물에서 추출한 천연 유기 바인더를 결합재로서 사용하는 천연 페인트와 무기질 재료를 결합재로 사용하는 벽바름재 형태의 마감재를 들 수 있다. 그러나 이들 제품은 대부분 고가의 수입제품들로서 천연 페인트의 경우 식물에서 추출한 천연 물질을 원료로 사용하는 도료이나 도막의 결합력 및 내구성에 문제가 있어서 주로 내장용으로만 제한된 용도에 사용되어지고 있다.



(1) 환경 친화형 무기질 도장재 도막 단면



(2) 환경 친화형 무기질 도장재 도막 표면



(3) 합성수지 도료 도막 표면

그림 1. 환경 친화형 무기질 도장재와 기존 합성수지 도료의 도막 미세구조 비교

또한 무기질 벽바름재 형태의 마감재는 주로 유럽, 일본 등에서 개발되고 있으며 환경 친화적인 재료를 사용했다는 장점은 있으나 후막 미장형으로서 시공이 불편하고 재료 소모량이 많아 가격이 비싸 비경제적이라는 단점을 갖고 있는 실정이다. <표 4>에 본고에서 논하는 환경 친화형 무기질 도장재와 천연 페인트, 무기질 벽바름재를 비교 분석하였다.

4. 환경 친화형 무기질 도장재의 용도 및 적용

환경 친화형 무기질 도장재는 일반적인

합성수지 도료와 동일한 시공성을 보유하고 있기 때문에 합성수지 도료가 주로 적용되고 있는 콘크리트 구조물의 건축 내·외장 도장재로서의 적용이 가능하다. 환경 친화형 무기질 도장재는 재료 구성상 환경 오염 물질이 포함되어 있지 않고 용제로서 물을 사용하기 때문에 기존 도료와는 달리 냄새가 나지 않는 특징을 갖고 있다. 또한 환경 친화형 무기질 도장재는 인체에 유해한 성분(환경호르몬, 중금속, 기타 유해성분)을 거의 포함하지 않고 있고 기본적으로 강알칼리에 의한 항균력 및 항곰팡이성의 특징을 갖고 있다. 이와 같은 특징은 병원, 유치원, 학교, 식당 등 냄새 및 위

생 등의 특성이 중요시되는 장소에 아주 효과적으로 적용될 수 있다. 그리고 항곰팡이성의 특징은 아파트 베란다, 식당 등 곰팡이 서식이 문제가 되는 장소에서 좋은 효과를 얻을 수 있다.

또한 환경 친화형 무기질 도장재는 건축용뿐만 아니라 토목 구조물에 있어서도 아주 효과적이다. 이를 토목구조물에 적용하여 노후 또는 신규 토목구조물의 보호 마감재로서 사용하여 구조물 표면을 코팅하게 되면 피도물에 내구성과 내수성, 내열성, 내후성 등의 뛰어난 특성이 부여됨으로서 내부의 콘크리트 구조물을 보호하는 기능을 수행하게 된다.

그리고 콘크리트와 유사한 무기질 재료인 환경 친화형 무기질 도장재를 사용함으로써 콘크리트 표면과 합성수지 에멀션 도료와의 계면에서 수분이나 알칼리 성분에 의해 발생하는 부풀음 또는 도막 탈락 현상 등이 근원적으로 해결됨으로서 도막이 반영구적으로 보존될 수 있는 장점이 있다. 특히 별도의 하도(침투성 콘크리트 표면 강화제) 및 상도 제품과 시스템화하여 적용함으로써 중성화 방지 및 내염 특성 향상 등 내구성 개선 효과를 극대화시킬 수 있다. 또한 도시 미관 개선의 용도로도 적용 가능하여 미관 개선 뿐만 아니라 구조물의 내구성 향상 효과를 동시에 얻을 수 있다.

환경 친화형 무기질 도장재(박막형)는 일반적인 합성수지 도료와 동일한 시공 도구인 붓, 롤러, 스프레이 등의 도장 기구를 활용한 2회 도장을 기준으로 평균 도막 두께 200 μ m로 시공되고 있고, 무기질 도장재(박막형)의 시공 방법은 다음과 같다.

표 4. 환경친화형 무기질 마감재와 기존 친환경적인 유통제품 비교

구분	환경 친화형 무기질 도장재(박막형)	환경 친화적인 유통제품	
		천연 페인트	무기질 벽 바름재
재 료	-수경성 무기질 결합재, 기능성첨가제, 충전재 등	-천연물질(식물)에서 추출한 유기 바인더 -천연 무기 충전재, 안료 등	-lime계 분말, white시멘트, 실리카, 분말수지 등 -기타 첨가제
특 징	-무기질 재료가 갖는 고유의 기능성(내구성, 난연성, 항균성 등) -다공성 구조(통기성, 습도조절)	-결합력(부착력)이 약함 -내구성이 약함	-두께 8mm 이상의 후막형 -기능성 보유 -내오염성 취약
용 도	-건물 내·외벽 코팅재로 범용적 적용 가능	-건축 내장에만 적용가능	-건물 내·외벽 마감재
시공성	-도막두께 200 μ m의 박막형으로 경제적인 -시공성 우수 : 수성페인트와 동일한 시공성(붓, 롤러, spray)	-시공성 양호(박막형 도장)	-후막 미장형으로 시공 불편 및 경제성 저하 -시공 : 뽐칠, 미장

- ① 환경 친화형 무기질 도장재를 시공하기 위해서는 일반적인 합성수지 도료의 시공 경우와 마찬가지로 하지만 청소 작업, 부분 보수 또는 바탕 처리 등의 전처리 공사(하지만 준비 작업)가 이루어져야 한다.
- ② 환경 친화형 무기질 도장재는 분말형의 수성 type 무기질 도료이므로 사용 전 물과 충분히 혼합하여 사용하여야 한다. 이때 환경 친화형 무기질 도장재는 물과의 수화 반응을 통해 도막을 형성하므로 한번 물과 혼합한 도료 슬러리는 4시간 이내에 모두 사용해야 한다.
- ③ 물과 혼합하여 슬러리를 제조한 후 붓, 롤러, 스프레이 등의 도장 도구를 활용해 일반적인 합성수지 도료와 마찬가지로의 방법으로 도장을 한다. 이때 도장은 2회 도장을 원칙으로 하며 1회 도장 후 2시간 이상 충분히 건조시킨 후 재 도장을 해야 한다.
- ④ 환경 친화형 무기질 도료는 내오염성 등 기능성을 향상시키기 위해 별

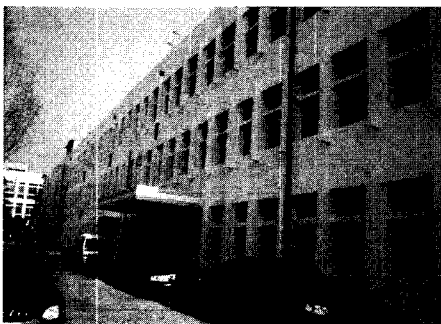


그림 2 환경 친화형 무기질 도장재 적용 사례
① (건물외벽)

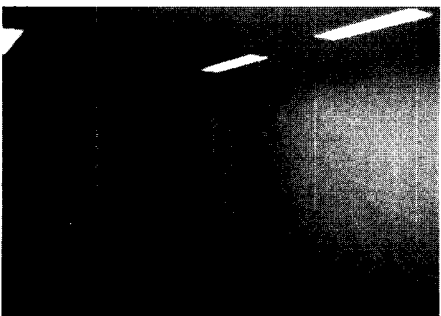


그림 3 환경 친화형 무기질 도장재 적용 사례
② (건물내벽 : 사무실)

도의 상도 도장을 하는 것이 가능하며, 이때 상도재는 목적에 따라 선택하여 사용할 수 있다.

다음의 <그림 2>~<그림 5>는 환경 친화형 무기질 도장재의 적용 사례로서 각각 건물 외벽, 건물 내벽(사무실), 내장 타일면 개보수(화장실), 아파트 베란다 등의 시공 결과 사진을 나타낸 것이다.

5. 결 언

현재 합성수지 도료가 콘크리트 표면 처리용 마감재로서 일반적으로 적용되어지고 있다. 그러나 앞에서 살펴본 바와 같이 합성수지 도료는 환경 오염 문제 및 인체에 치명적인 영향을 줄 수 있는 유해물질이 다량 포함되어 있어 전 세계적으로 사용 원료 및 제조 공정을 엄격하게 규제 받고 있는 상황이다. 또한 세계 각국의 도료업계에서도 이에 대한 문제점을 인식하여 환경 친화적인 도료의 개발에 박차를 가하고 있는 실정이다. 이에 대한 대안으로서 calcium-silicate계의 환경 친화형 무기질 도장재가 개발되고 있으며 그 특징 및 용도는 앞에서 기술하였다. 이와 같이 환경오염 문제를 근원적으로 해결할 수 있으며, 일반적인 도료로서의 기능 이외에 콘크리트 구조물의 내구성 또한 증진시킬

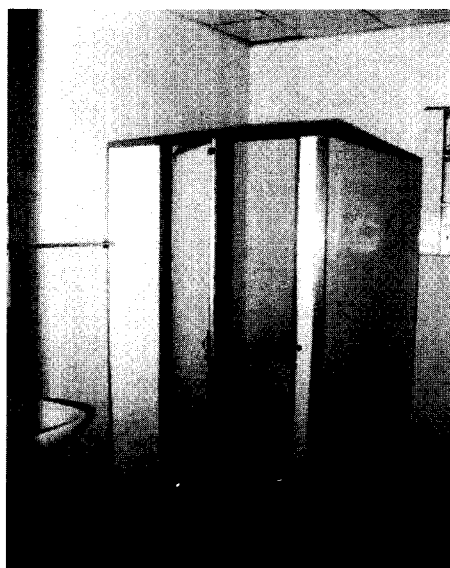


그림 4 환경 친화형 무기질 도장재 적용 사례
③ (화장실 타일면 개보수)

수 있는 무기질 도료의 개발은 그 의미가 크다고 생각된다. 특히 기존의 합성수지 도료와 거의 유사한 작업성을 갖고 있으며 또한 동일한 도장 방법(붓, 롤러, 스프레이 등)으로의 시공이 가능하여 이의 적용 가능성은 매우 클 것으로 생각된다. 그리고 향후 이에 대한 지속적인 보완 연구 및 개발을 통해 건축 및 토목용 이외에도 새로운 분야의 용도를 창출해 나가야 할 것이다. □

참고문헌

1. 국립환경연구원보고서, 국내 VOC 현황 및 배출원별 관리방향, 2000.
2. 정경택, "저공해성 환경 대응도료의 기술개발 동향에 대하여," 제3회 도료·도장 기술 심포지움, pp. 1~17, 1995.
3. 정의식, "국내외 도료 관련 VOC 규제현황 및 대책," 제5회 도료·도장 기술 심포지움, pp. 75~93, 1997.
4. 日本塗裝技術協會著, 玄永昌譯, 塗裝技術 Handbook, 圖書出版 世和, pp. 8, 1993.
5. 坂東依彦 外 2著, 塗料と塗裝, パワ-社, pp. 180.
6. Sidey Mindess, J. F. Young, Concrete, PRENTICE-HALL INC., pp. 559, 1981.
7. Peter H. Emmons, B. W. Emmons, Concrete Repair and Maintenance Illustrated, R. S. MEANS Comp., INC., pp. 251~252, 1994.

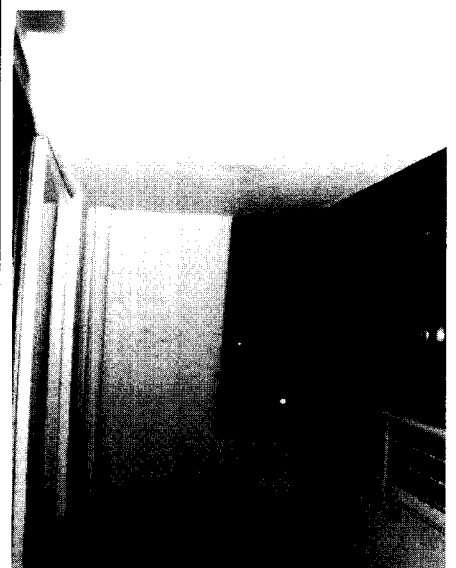


그림 5 환경 친화형 무기질 도장재 적용 사례
④ (아파트 베란다)