

점토와 광촉매를 이용한 무기도료의 개발과 대기정화성능에 관한 특성 연구

Development of the Inorganic Paint Using Clay-Titania Carrier and the Removal Property of Air Pollutant

김화중* 이준철** 채한식***

Kim, Wha Jung Lee, Jun Cheol Chai, Han Sik

ABSTRACT

In the domestic atmosphere environment, the VOCs and the NO_x have a large proportion of the pollutant, and the HCHO is the main environmental pollutant factor within the house. In this study, the inorganic paint which can absorb and remove VOCs, NO_x and HCHO is developed by using clay-titania carrier.

The basic data to develop eco-friendly inorganic paint is collected with the performance test to remove the VOCs, NO_x and HCHO in the condition of the addition of several inorganic materials to the paint, and also the plan to practical use of eco-friendly inorganic paint is studied.

1. 서론

경제발전과 더불어 향상된 현대인들은 보다 안전하고 깨끗한 환경을 기대하고 있으나, 실제로 우리가 매일 호흡하는 공기는 기대에 못 미치고 있다. 이는 산업 활동과 급증하는 차량의 배기가스가 대기오염이 주원인이라고 할 수 있다. 특히 대기 중의 오염물질 중 약 30%를 차지하고 있는 NO_x는 대도시나 공장지대의 공해를 야기 시키는 가스성분으로 잘 알려져 있다. 고온의 배기가스 중에는 NO가 고온에서 비교적 안정된 상태여서 NO_x가 NO로 존재하고 있지만 상온에서 쉽게 NO₂로 산화되어 공해의 직접적인 원인이 된다. 이런 문제가 대두되면서 많은 규제들이 제안·채택되고 있고, 배출원 자체에서 대기오염방지 기술에 대한 많은 연구가 진행되고 있다. 그러나, 대기오염물질의 저감기술에는 한계가 있어서, 배출원에서 차량에 의한 대기오염물질이 대기 중으로 많이 배출되고 있는 실정이다.

실내의 경우 각종 전자재의 사용으로 휘발성 유기화합물(이하VOCs)을 발생시키며 그 중 포름알데히드(이하HCHO)는 화학물질 중 상당량을 차지하고 발암물질로도 알려져 있어 심각성이 대두되고 있다.

본 연구에서는 우리주변에 존재해 있는 오염물질을 정화하는 방법에 대한 접근을 배출원이 아닌 생활 환경에서 시도하고자 하는 목적으로 실내·외 마감, 기타 건축재료에 바름 용도로 적용할 수 있는 폐자재를 이용한 친환경 도료의 개발과 실용화를 검토하고자 한다.

*정회원, 경북대학교 건축학부 교수

**정회원, 경북대학교 건축학부 석사과정

***정회원, 경북대학교 건축학부 석사과정

2. 실험

2.1 점토-이산화티탄(TiO₂) 담체의 제조

고온에서도 과열되지 않는 재질의 용기에 아나타제형(Anatase Type) 광촉매 이산화티탄(TiO₂)을 점토 중량비 5%로 혼합하여 건조비빔을 실시한 후 점토 중량비 40%의 물을 혼입하여 30분가량 충분한 비빔을 실시하였다. 용기를 고온가열기에 거치시키고 아나타제형(Anatase Type) 광촉매 이산화티탄(TiO₂)의 결정형이 변하지 않는 500℃의 온도에서 4시간정도 가열한 후 굳어진 분말을 상온에서 4시간가량 냉각시켜 어트리션밀(attrition mill)을 이용하여 분말의 입자를 나노화시켰다.

2.2 점토-이산화티탄(TiO₂) 담체를 이용한 무기도료의 제조

본 실험에서 제조된 도료는 기초적인 배합에 의한 것으로 점토-이산화티탄(TiO₂) 담체를 주원료로 하여 바인더(binder) 물질로서는 내수성과 접착성이 크며 표면상태가 양호한 천연무기접착제인 밀크카세인을 이용하였고 외장용 도료로서의 기능을 갖추기 위해 무기방수제를 첨가하였다.

배합비로 점토-이산화티탄(TiO₂) 담체 100g과 밀크카세인 10g을 건조비빔한 후 물 120g과 무기방수제 20g을 혼합한 용액을 첨가하여 상온에서 10분간 교반하여 무기도료를 제조하였다.

2.3 실험방법

도료의 물리적 특성실험은 KS M 6010, KS M 2411, KS M 2412, KS M 2511에 의해 실험하였다.

도료의 대기정화성능 실험은 제조된 도료를 30cm×30cm의 밤라이트판에 바름하여 48시간 건조시킨 후 밀폐식 진공 시험장치와 태양광 시험 장치를 이용하여 실시하였고 진공 밀폐된 공간 속에 유해가스를 일정량 투입하여 UV라이트, 형광등, 태양광을 각각 광원으로 하여 가스검지관법으로 4시간동안 분해된 유해가스의 농도를 1시간 간격으로 측정하였다.

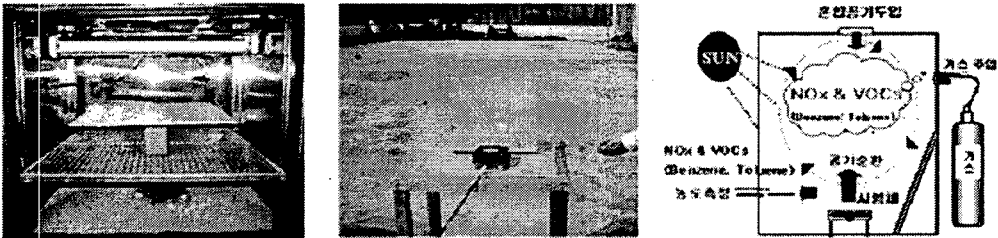


그림1 밀폐식 진공 시험장치와 태양광 시험장치

3. 실험결과 및 고찰

3.1 도료의 물리적 특성실험

3.1.1 도료의 부착강도 시험(KS M 6010)

제조된 도료를 10cm×6cm의 밤라이트 판에 바름을 실시하여 48시간 건조하여 강제 어태치먼트(4cm×4cm)를 부착한 시험편을 인장시험기에 부착하고 하중속도를 1.471kN/min로 하여 파단 될 때까지의 최대하중을 6회 측정하였다. 실험에 의해 측정된 평균강도는 227.36N/cm²으로 일반 수성페인트보다 높은 강도를 나타내었다.

3.1.2 도료의 붓용이성 시험(KS M 6010)

냉간압연장판(60cm×60cm)에 세로방향으로 고르도록 붓 칠을 한 후 다시 가로방향으로 칠을 하여 건조표면으로 붓이 끌리는 등의 작업용이성을 평가하였다. 실험결과 스트리킹과 붓 자국은 없었으나 세로방향으로 흘러내리는 플러딩 현상이 발생하였다.

3.1.3 도료의 스프레이 작업성 시험(KS M 2412)

10 × 30cm짜리 철판의 표면을 용매로 닦아낸 후 20~25cm를 유지하여 스프레이건을 강철판에 대해 직각으로 들고 표면과 평행이 되게 이동시키면서 뿌려 스프레이 작업성 시험을 실시하였다.

실험결과 세징현상이나 얼룩, 크레터링 주름살, 실킹, 핀홀 등은 없었으나 분말의 결합으로 인한 뜬 반점 현상과 일정하게 분사되지 못해 수분만 단독으로 출연하는 버블링 현상이 발생하였다.

3.1.4 도료의 건조시험(KS M 2511)

제조된 도료를 10cm×8cm의 밤라이트판에 바름하여 통풍이 잘되며 직사광선을 받지 않는 곳에서 자연건조를 하며 실험을 실시하였다. 실험결과, 일반적인 수성도료의 고화건조시간이 60분인데 비해 제조된 도료는 점토의 높은 흡수성으로 고화건조까지의 시간이 120분이 소요되는 것으로 나타났다.

표1 도료의 건조시험

건조의 종류	지촉건조	접착건조	고착건조	고화건조	완전건조
건조시간(min)	38	55	95	120	480

3.2 도료의 대기유해물질 제거성능 시험

밀폐된 공간 속에 NOx, HCHO, Benzene, Toluene을 일정량 투입하여 UV라이트, 형광등, 태양광을 각각 광원을 하여 가스검지관법으로 4시간동안 분해된 유해가스의 농도를 1시간 간격으로 측정하였다.

UV라이트 광원 하에서 각 유해물질의 제거성능은 NOx, HCHO, Benzene, Toluene에 대하여 각각 88%, 84%, 88%, 84%의 높은 제거율을 나타냈고 형광등 광원 하에서는 유해물질의 제거성능은 각각 44%, 40%, 40%, 44%의 제거율이 나타나 유해물질이 실험장치내에 흡착되었을 경우까지 고려한다면 UV라이트에 비해 아주 낮게 나타났다. 태양광의 경우는 유해물질의 제거성능이 각각 68%, 64%, 64%, 68%의 제거율을 나타내어 형광등 광원보다는 높지만 UV라이트보다는 낮은 성능을 나타냈다.

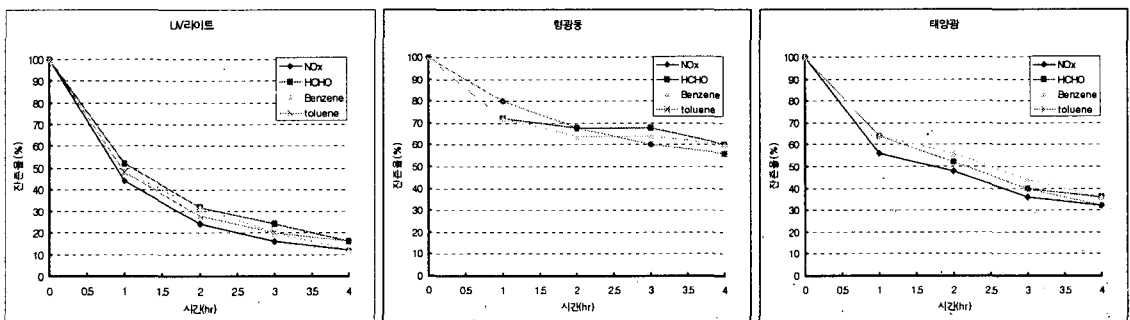


그림2 도료의 광원별 대기유해물질 제거 성능

표2 도료의 대기유해물질 제거성능

구분	측정 시간 (hr)	NOx		HCHO		Benzene		Toluene	
		잔존농도 (PPM)	잔존율(%)	잔존농도 (PPM)	잔존율(%)	잔존농도 (PPM)	잔존율(%)	잔존농도 (PPM)	잔존율(%)
UV 라이트	0	2.5	100	2.5	100	2.5	100	2.5	100
	1	1.1	44	1.3	52	1.2	48	1.2	48
	2	0.6	24	0.8	32	0.8	32	0.7	28
	3	0.4	16	0.6	24	0.5	20	0.5	20
	4	0.3	12	0.4	16	0.3	12	0.4	16
형광등	0	2.5	100	2.5	100	2.5	100	2.5	100
	1	2.0	80	1.8	72	1.8	72	2.0	80
	2	1.7	68	1.7	68	1.6	64	1.7	68
	3	1.5	60	1.7	68	1.6	64	1.5	60
	4	1.4	56	1.5	60	1.5	60	1.4	56
태양광	0	2.5	100	2.5	100	2.5	100	2.5	100
	1	1.4	56	1.6	64	1.6	64	1.6	64
	2	1.2	48	1.3	52	1.4	56	1.3	52
	3	0.9	36	1.0	40	1.1	44	1.0	40
	4	0.8	32	0.9	36	0.9	36	0.8	32

4. 결론

본 연구는 점토-광촉매 이산화티탄(TiO₂) 담체를 이용한 무기도료의 개발과 대기정화성능에 관한 기초적 연구로 도료의 물리적 특성 및 대기정화성능 실험 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 도료의 부착강도는 227.36N/cm²로 일반 수성용 도료보다 높은 것을 나타냈으며 스프레이 및 붓바름시 세징현상이나 얼룩, 크레터링, 스트리킹, 붓자국이 나타나지 않았으나 교반과정에서 분말의 결합에 의한 뜬반점과 버블현상, 세로로 세웠을 경우 플러딩 현상을 나타냈다. 또한 점토의 높은 흡수성으로 인하여 일반 수성도료에 비해 건조시간이 지연되는 현상을 나타냈다.
- 2) 도료의 광원별 유해물질 제거성능은 UV라이트의 경우 NOx, HCHO, Benzene, Toluene에 대해 80%이상의 높은 제거율을 나타냈고, 형광등의 경우 40%, 태양광은 60%이상의 제거율을 나타냈다.

본 연구의 결과, 점토-광촉매 이산화티탄(TiO₂) 담체를 이용한 무기도료가 대기유해 인자인 NOx, HCHO, Benzene, Toluene을 제거할 수 있음을 확인하였으며 친환경재료로서의 가능성을 증명하였다.

참고문헌

1. 石森 正樹, “光觸媒セメントで自動車排ガスを處理”, セメント・コンクリート, No.639, pp18~23, 2000/5
2. 玉正 元治, “窒素酸化物(NOx)を吸收するコンクリート”, 콘크리트工学, Vol.36, NO.1 ISSN 0387-1061, pp33~36, 1998/1
3. 村田 義彦, “環境に貢獻する鋪裝ブロックの開発”, セメント・コンクリート, No.622, pp 32~37, 1998.12
4. K.O.Havelka, J.W.Pialet, Chemtech, 36 (1996)
5. 藤嶋 昭, “酸化チタン光觸媒の新しい流れ”, 環境管理, Vol.32, No.8, 1996
6. 김영도, “광촉매의 실제”, 대영사, 2001