

건축용 아크릴 페인트의 빠른 내후도 평가(Weathering Test)



개 요

고분자 물질은 빛과 열에 의해 점차적으로 분해되어 고유의 물리화학적 강도가 약해질 수 있다. 특히, 가정용 외벽에 도포하는 페인트는 빛에 의해 변성될 수 있는 대표적인 물질이기 때문에 수십 년간 강도나 색감이 유지될 수 있도록 제조되고 있다. 페인트 원료 중 실리콘 계열의 아크릴 수지는 강한 내후성을 가지는 소재로 잘 알려져 있다.

페인트의 내후성 테스트는 장기간 제품의 재질과 성능을 지속하기 위해 반드시 필요한 과정으로 종래에는 Weather Meter를 이용하거나, 옥외노출시험(Outdoor Exposure Test)를 이용하여 왔다.

그러나 기존 방법은 짧게는 수 일에서 길게는 수년간의 평가 기간이 소요되어 그 평가 시간을 줄이기 위해 여러가지 요구사항이 많이 발생하고 있다.

Frontier-Lab 사에서는 UV Irradiator를 개발하여, 이를 Pyrolyzer-GC/MS와 On-line으로 연결하여 기존 Weather Meter 보다 빠른 시간 안에 노후화 테스트를 진행하게 됨은 물론 EGA/MS와 Py-GC/MS 법으로 노후화 전후 시료의 열적 안정도와 화학적 구조의 변화까지 모니터링 할 수 있는 시대를 열었다. 특히, UV Irradiator는 전세계에서 유일하게 UV 조사과정에서 휘발되는 성분을 농축하여 분석하는 실험 기기로 그에 대한 수요가 급증하고 있다.

본 자료는 Frontier-Lab사의 UV-Irradiator-Py-GC/MS 시스템을 이용하여 아크릴페인트의 노후성 테스트를 진행한 내용으로 그 결과는 기존에 많이 사용되던 Weather Meter의 분석결과와 비교 평가하였다.



[그림 1] UV irradiator (UV-1047Xe)

실험 방법

1 시료 준비

MMA, BA, BMA, CHMA 모노머를 기본 구조로 가지는 시료 2종을 실험에 사용하였다.

기본 모노머의 구성 및 비율은 거의 유사하며 한 시료(B)에는 UV 흡수제와 광안정제를 첨가하였으며 다른 한 시료(A)에는 어떠한 첨가제도 첨가하지 않았다.

건축용 아크릴 페인트의 빠른 내후도 평가(Weathering Test)

실험 방법

2 UV-Irradiation

Frontier-Lab사 UV Irradiator(UV-1047Xe)에 준비된 시료 A와 B를 각각 [그림 2]와 같이 UV-Py-GC/MS에 장착한 후, 60 °C의 공기(10 ml/min) 하에서 UV 조사시간을 달리하여 분석을 진행하였다. 장착된 램프의 사양은 Xe-Hg 램프, 280 – 450 nm, 700 mW/cm²이다.

또한 Weather Meter는 공기 조건하에서 UV 조사시간을 달리하여 분석을 진행하였으며 Weather Meter에 장착된 램프의 사양은 metal halide 램프, 300 – 400 nm, 75 mW/cm²이다.

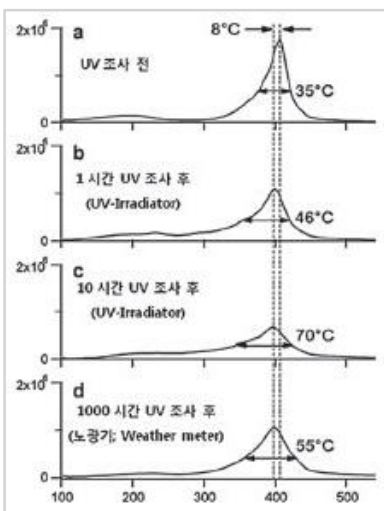
3 EGA-MS 분석

EGA/MS법을 이용하여 UV 조사 전후의 시료의 열안정도 테스트를 진행했다.

EGA 분석은 파이롤라이저를 100 °C에서 700 °C까지 일정한 승온율로 가열하면서 실시간으로 방출되는 성분을 컬럼에서 분리없이 MS검출기로 전송하였으며, 이때 사용된 GC의 주입부는 300 °C, 50:1 split ratio, 오븐 및 컬럼은 300 °C (35 min)이고, EGA tube(UA-DTM)를 사용했다.

실험 결과

EGA/MS법을 이용하여 UV 조사 전후의 시료의 열안정도 테스트를 진행했다. EGA 분석은 파이롤라이저를 100 °C에서 700 °C까지 일정한 승온율로 가열하면서 실시간으로 방출되는 성분을 컬럼에서 분리없이 MS검출기로 전송하였으며, 이때 사용된 GC inlet은 300 °C, split 50 : 1, 오븐 및 컬럼은 300 °C (35 min)이고, EGA tube(UA-DTM)를 사용했다.

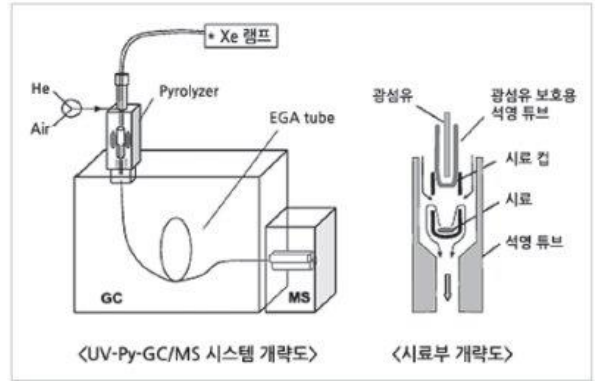


[그림 3] UV 흡수제나 안정제가 없는 시료 A의 EGA 곡선

[그림 3]은 첨가제가 포함되지 않은 시료 A의 UV 조사 전후 EGA Thermogram 결과이다. 그림에서 보는 것처럼 UV가 조사됨에 따라 최고 분해 온도(T_{max})가 초기 400 °C(a)에서 394 °C(b – d)로 낮아지고 EGA 피크가 넓어지는 현상을 볼 수가 있다.

EGA의 변형 정도를 보면 Weather Meter는 1,000시간 동안 노출시킨 EGA가 UV-Irradiator로 10시간 노출시킨 EGA보다 더 좁은 형태의 EGA 피크를 가지는 것을 알 수 있다.

이는 UV-Irradiator를 사용하면 기존 Weather Meter를 사용했을 때 소모되었던 1,000 시간을 10시간 미만으로 줄일 수 있음을 의미한다.



[그림 2] UV-Py-GC/MS 시스템 개략도

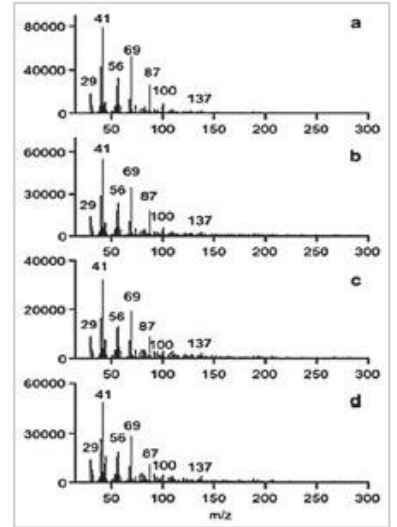
건축용 아크릴 페인트의 빠른 내후도 평가(Weathering Test)

실험 결과

[그림 4]는 시료 A의 EGA결과에서 340 – 360 °C 사이의 질량스펙트럼을 나타낸 것으로 UV조사 전/후 모두 거의 동일한 질량스펙트럼을 가짐을 알 수 있다. 이러한 결과로 광안정제가 함유되어 있지 않은 시료 A의 경우 빛에 의한 폴리머의 무게 감소는 주 폴리머의 표면 분해의 의한 것으로 판단할 수 있다.

반면 [그림 5]의 UV 흡수제와 광안정제가 첨가된 시료 B의 EGA결과를 보면, UV 조사시간을 달리하여도 최대분해온도(T_{max})가 400 °C를 유지하고 있고, EGA 커브가 넓어지는 정도도 첨가제가 포함되지 않은 시료 A의 결과보다 현저하게 낮음을 알 수가 있다.

또한 시료 B의 EGA 결과에서 340 – 360 °C 사이의 질량스펙트럼([그림 6])을 보면, 시료 B에 첨가된 광안정제가 분해되는 현상(m/z 138이 감소하고 m/z 124가 증가)를 확인할 수 있다.



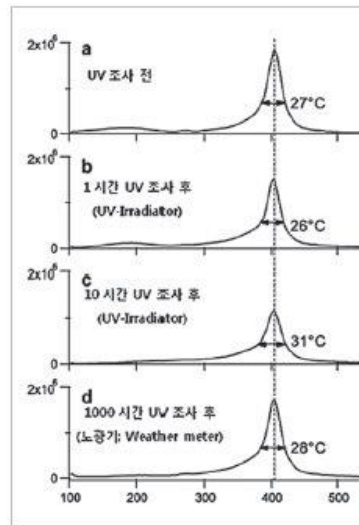
[그림 4] 시료 A의 질량 스펙트럼

그리고 [그림 5]와 [그림 6]를 보면, 시료 A에서 본 것처럼 UV-Irradiator로 10시간 빛을 조사한 경우가 Weather Meter로 1,000시간 정도 빛을 가했을 때와 비슷한 UV 조사 성능을 가지는 것을 확인할 수 있다.

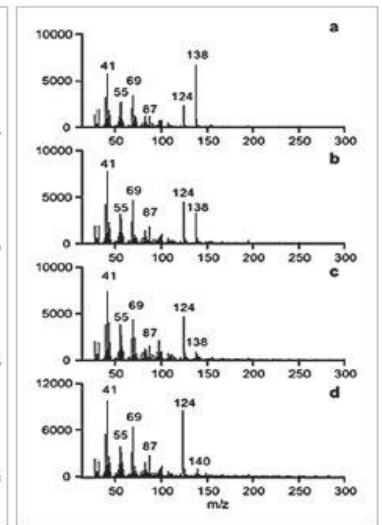
최종적으로 시료 A와 B의 내후도를 비교하기 위해 각 시료의 EGA 곡선 피크 ([그림 3], [그림 5])와 최고분해온도(T_{max})에서의 피크 높이를 비교하였다 ([그림 6]).

이 결과를 보면 UV 조사시간이 길어짐에 따라 피크 높이가 점점 감소하는 것을 확인할 수 있다. 20시간 동안 조사한 경우를 보면 시료 A는 약 34% 수준까지 감소하였지만 시료 B는 62%정도까지만 감소한 것을 확인할 수 있다.

이 실험 결과로 첨가제가 없는 시료 A가 UV 흡수제와 광안정제가 첨가된 시료 B보다 같은 시간에 많은 분해가 진행되었음을 확인할 수 있다. 이러한 결과는 Weather Meter를 사용하여 예상한 시료의 수명(시료 A: 10년, 시료 B: 30년)과도 일치하는 결과이다.



[그림 5] UV 흡수제나안정제가 첨가된 시료 B의 EGA 곡선



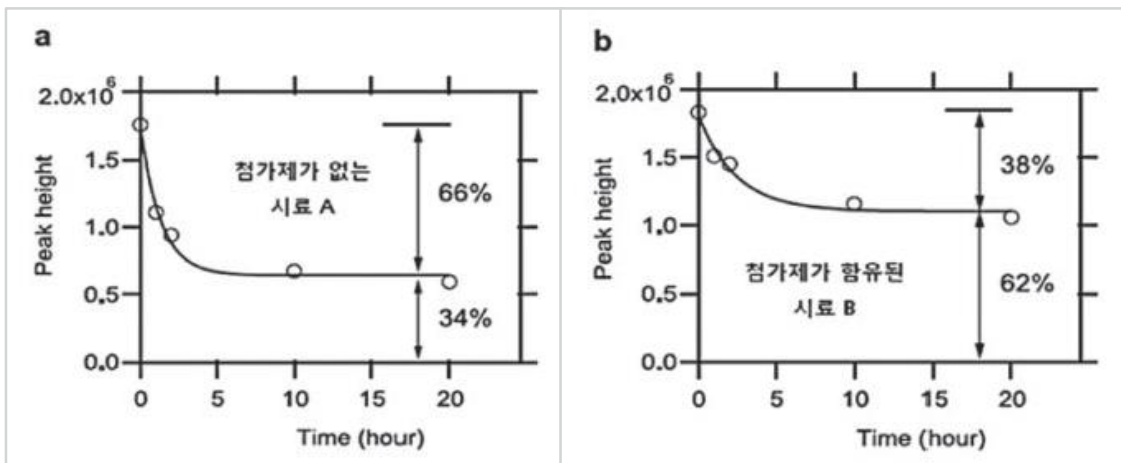
[그림 6] 시료 B의 질량 스펙트럼

건축용 아크릴 페인트의 빠른 내후도 평가(Weathering Test)

요약

본 자료에서는 Frontier-Lab사의 UV-Py-GC/MS 이용하여 옥외 건축용으로 많이 사용되는 실리콘계 아크릴 페인트의 내후도를 평가하였다.

분석 결과 기존의 Weather Meter로 1,000시간 정도 노출되었을 때 나타나던 조사 효과를, UV-Irradiator를 사용할 경우 10시간 안에 효과가 나타나므로 실험실 생산성의 극대화가 가능함을 확인할 수 있었다.



[그림 7] 조사 시간에 따른 EGA 곡선의 피크 높이 변화

또한 UV 흡수제와 광안정제를 첨가할 경우 페인트 시료의 내후성을 극대화시킬 수 있음을 EGA/MS와 Py-GC/MS 결과를 통해 확인할 수 있었다.

이처럼 고분자의 빠른 내후성 테스트 및 UV 조사과정에서 발생하는 화합물의 평가가 가능한 Frontier-Lab사의 UV-Py-GC/MS는 고분자 화합물 뿐만 아니라 특히 페인트 및 포장재 분야에서 다양한 활용이 가능한 장비이다.

참고자료: T. Yuzawa et al, Polymer Degradation and Stability 96(2011)91-96.

제품 관련문의

- 견적/상담/자료 문의: T. [02-519-7494](tel:02-519-7494) E. channel@youngin.com
- 다양한 분석장비 및 응용 자료는 영인과학 홈페이지(www.youngin.com)를 통해 확인하실 수 있습니다.