

## 塗裝膜의 乾燥에 대하여

崔 雄\*

최근 건축 재료, 기계류에 대한 도장이 점점 많이 필요하게 되고 종이나 P.E, P.V.C 등 합성수지 sheet에 인쇄를 한 포장 재료의 수요도 격증하고 있다. 따라서 여기에 필요한 도장이나 인쇄 기술이 물론 발전하여야 되지만 그 도장막을 건조 하는 건조 공정도 일련의 장치의 처리 능력을 결정하는 큰 요소가 되므로 주목을 끌게 되었고 도장막의 건조 기구에 대한 검토와 연구가 요망된다.

도장막의 건조로서는 (I) 고온에서 도장막을 건조 소성하여 금속판 등에 밀착시키는 경우와, (II) 비교적 저온에서 도장막을 건조하는 경우가 있다. (I)의 경우는 자동차 공장에서 볼 수 있는 바와 같이 금속판의 도장 후 건조에 주로 쓰이며 적외선 가열이 흔히 쓰인다. 최근에는 열경계와 건조의 균일화를 고려하여 고온 열풍을 쓰는 경향이 있다. (II)의 경우는 종이, 합성수지 sheet 등에 대한 도장 후 건조나 사진 유액의 건조 등이 이에 속하며 도료 중의 액체를 건조 증발하는 것이다. 연속적인 sheet 재료를 봉에 걸어 매어서 열풍으로 건조하는 loop dryer나 회전표면에서 전도로 전달된 열로 건조 증발하는 원통건조기 등이 주로 사용된다.

도장막의 건조에 대하여는 연구결과나 자료가 극히 적고 필요한 건조 시간을 계산하여 얻을 수 있는 단계에는 아직 이르지 못하고 있다. 그것은 도장막이 건조하는 동안 용질이 액체에 밀려서 표면으로 이동하고 용질의 막 내부로의 역확산이 작아서 막 표면 농도가 진하여지고 막의 두께가 점점 작아지는 등 복잡한 까닭이다. 보통 도장막의 건조전 두께는  $10 \sim 100 \mu$  정도이고 건조된 후의 피막의 두께는  $1 \sim 10 \mu$  정도로 감소된다. 건조 시간은 사진 유액 건조와 같이 건조 시간이 긴 것 ( $30 \sim 40$  min)을 제외하고는 대부분 수초란 짧은 시간에 건조를 완료한다. 이 단시간 건조로 말미암아 도장막 속에 있던 액체가 완전히 증발하여 막 표면으로 미쳐 빠지지 못하면 건조된 피막 내부에 기포가 생기기 쉽다. 또 건조가 불충분하면 sheet 재료는 서로 부착하기 쉽

고 미량의 액체가 남아 있어도 냄새를 풍기며 제품을 몹시 손상한다.

도포액에는 합성수지와 같은 고분자 용액이나 물간의 용액 또는 안료를 탄 현탁액 등이 있으나, 이런 것을 sheet에 도포하여 건조실험을 하면 도장막이 아닌 보통 물건을 건조실험을 한 결과나 마찬가지로 정속건조기(constant drying period)와 감속건조기(falling rate period)의 두 영역이 있고 건조 조건에 따라서 결정되는 한계함수량(critical moisture content)이 있음을 안다. 보통 도장막 건조에 있어서는 한계 함수량이 비교적 커서 감속 건조기가 정속건조기 보다 길다. 보통 물건의 건조에 있어서는 감속건조기에는 확산이 지배적이며(diffusion controlling) 풍속의 영향은 별로 받지않으나 도장막 건조에 있어서는 감속건조기에 있어서는 풍속의 영향이 정속건조기보다 같은 정도로 작용한다는 것이 특색이다. 그것은 액체가 이동하는 유효확산계수는(건조시의 물의 유효확산계수는  $10^{-7} \sim 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{sec}$  정도) 매우 작으나 확산이동할 거리가 짧기 때문에 일반적인 확산이 지배적인 건조와는 달라서 감속건조기에 있어서는 풍속의 영향이 크다 [그림 참조]. 따라서

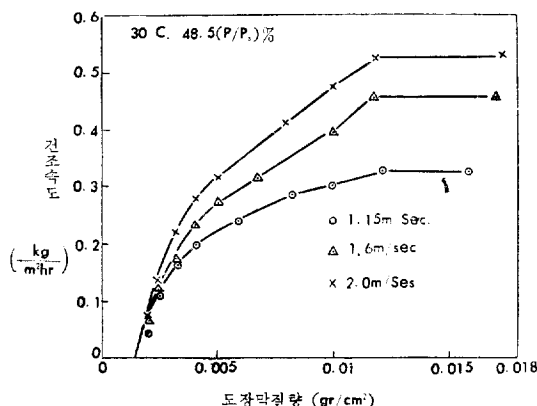


Fig. 1. P.V.A 수용액(농도 4.4%) 도장막의 건조 속도에 대한 풍속의 영향

\*서울工大 敎授

도장막 건조에 있어서는 큰 풍속을 사용하는 것이 유리할 것이다.

얇은 도장막의 건조특성으로서 풍속의 영향이 정속 건조기나 감속건조기에 같은 정도로 작용한다는 사실로 같은 재료에 대하여 건조 조건이 다를 때에는 건조 전에 대한 감속건조속도의 비는 정속건조속도의 비와 거의 같아질 것이다. 그리고  $h$ 를 열전달계수,  $t$ 를 열풍온도,  $t_s$ 를 재료표면온도,  $r_s$ 를  $t_s$ 에서의 증발 잠열이라고 하면 정속건조속도  $R$ 은 다음과 같이 표시된다.

$$R = h(t - t_s) / r_s$$

따라서 어떤 건조 조건 1에서의 전체적 건조시간  $\theta_1$ 이 실험적으로 구하여 졌다면 다른 건조 조건 그에 있어서의 전체적 건조 시간  $\theta_2$ 는 다음과 같이 근사적으로 구할 수 있을 것이다.

$$\theta_2 / \theta_1 = h_2(t_2 - t_{2s}) / h_1(t_1 - t_{1s})$$

이러한 방법을 쓰면 도장막의 건조에서와 같이 매우 짧은 시간 동안에 건조를 완료하는 까닭에 그 건조곡선을 실험적으로 얻기 힘든 데에도 이용할 수가 있다.

도장막의 건조방법은 점점 nozzle-jet을 이용하는 열풍건조기를 쓰는 경향이 있으나 건조의 마지막 단계라든가 재료에 따라서는 적외선 건조기나 원통 건조기를 쓰는 것이 효과가 있다. 또 도장막을 건조하기 전에 비교적 저온의 바람을 보내고 건조를 하면 건조막에 기포가 생기든가 계층이 서로 부착하는 것을 방지할 수가 있다. 이러한 setting 기간에서의 물리화학적 작용은 명백하지가 않으나 고려하여 불만한 일이다. 사진 유제건조와 같이 특수한 것을 제외하고는 건조시간이 매우 짧으니 건조기구를 검토하기가 매우 힘이 들며 비정상상태에 있어서의 열 및 물질전달에 기초를 두고 적당한 조작조건을 결정하여야 될 것이다.

## 참 고 문 헌

1. Perry : *Chemical Engineers' Handbook* p. 15-41~15-47 (1963, 4th ed.)
2. Toei, Ryoze : *Chemical Engineering, Japan*, **31**, p. 1039 (1967).