



방청대책과 방습포장 기법

Antitrust Measures and Moisture-proof Packaging Technique

中山秀夫 / 中山기술사 사무소 소장

1. 방청, 방습 포장설계 요점

방청대책을 주체로 하는 방습포장설계의 요점으로는 다음 항목을 들 수 있다.

1) 제품의 특성과 방청

기계, 기기류, 혹은 자동차용 가공부품 등은 제조공정에서 일시적으로 보관 혹은 반송하는 경우가 있어서 이 작업 공정사이에 한정된 기간의 방청조치를 일시적 방청으로 칭하고 있으며 중간제품 혹은 부품에 대해서 기술적으로 유효한 방청포장(곤포)이 필요해 진다.

단 일시적 방청은 몇시간부터 몇 개월 혹은 1~2년 동안의 보관 중의 방청대책을 목적으로 하며 대상제품이나 부품의 재질, 형상 혹은 표면처리 등에 따라서 적용하기도 달라진다.

또 전자기기에서 많이 볼 수 있는 프린트배선의 회선기판은 납땜 접점의 후랙스 오염이나 커넥터부의 탈지, 세정, 건조가 특히 중요시 된다.

2) 제품 또는 부품의 청정관리

[그림 1]에 일시 방청의 포장수순과 키워드(요점)를 나타내지만 방청제의 적용에 대한 전처리

라고도 할 수 있는 청정공정에서는 표면의 먼지, 윤활유막, 혹은 지문 등의 제거가 목적이다. 이들의 탈지, 청정화 공정에서는 종래부터 사용되던 열소계 유기 용제의 사용은 엄격히 제한되고 있으며 다른 유기용제를 예를 들면 알콜계 등으로 대체되고 있다. 그러나 개정대기오염 방지법(2004) 등의 시행에 의해 휘발성유기화합물 'VOC' (Volatile organic Compound)의 배출관리의 철저로 이 탈지세정공정이 중요한 관리 항목이 되고 있다.

대체 용제의 종류에는 세정제에 방청제로서 부식억제제(인히비터)를 첨가한 청정과 동시에 방청처리를 겸비하는 방법도 많이 알려져 있다.

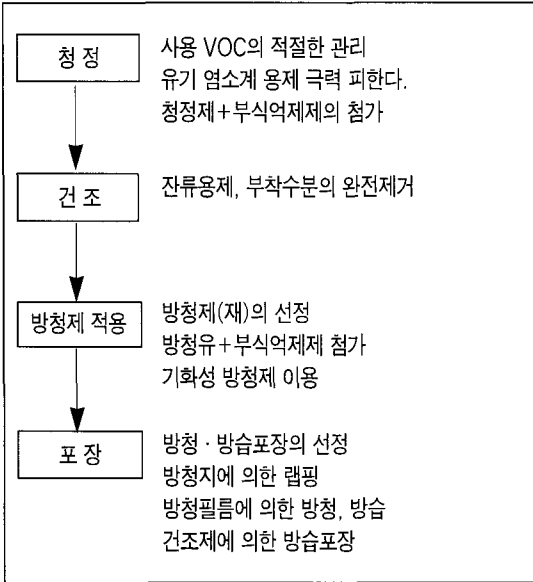
3) 수송, 보관 중의 온습도 환경

방습포장은 대기 중의 수증기에 의한 부식손상(로점부식)을 막는 것이 기본이 되지만 금속표면에 있어서 수증기인 응집, 즉 결로는 분위기의 상대습도가 100%(포화량)를 넘으면 일어나는 현상이다.

이 금속표면의 결로가 국부전지의 발생을 수반, 녹 생성을 일으키는 가장 경계를 요하는 현상



(그림 1) 방청, 방습 포장의 수순과 키워드



이다. 또 반영구적인 내식재료, 혹은 표면처리(전해도금 등)가 된 제품이나 부품이라도 유통과정에서 외기의 급속한 온도 변화를 만나 표면에 수증기가 응집될 수 있다. 이들 현상을 속어로 '땀흘린다(SWEAT)'라고 부르며 제품의 데미지에 대한 대처가 필요하다.

결로현상은 표면의 극히 미세한 구멍이나 틈의 모세관응축, 혹은 금속자체의 양열전도성으로부터 열방사의 냉각에 의해 급격한 온도변화로 일어날 수 있다고 생각되며 실제로는 포장 또는 곧 포내부를 적절한 건조 상태로 유지하는 것이 중요하다.

4) 임계습도와 허용습도

금속의 부식, 특히 철류의 부식에 대한 임계습도는 통상의 공기 중에서는 60%RH로 볼 수 있다는 점에서 포장용기내의 상대습도를 40% 이하로 유지하는 것에 의해, 예를 들면 외기온도가 급속히 10~15℃ 저하한 경우에도 포장용기 내

가 바로 결로상태에 달하는 일은 거의 없어서 따라서 'Sweat Damage'를 피하는 것이 가능하다고 할 수 있다.

금속제품의 수송, 보관 중을 통하여 용기내의 상대습도를 40% 이하로 유지할 수 있도록 방습 포장재의 선정 및 첨부하는 건조제의 종류와 그 필요량을 설정하지만 제품의 특성과 유통조건에 따라서는 허용상대 습도를 임계습도의 60% 이하로 하는 것도 많이 있다.

5) 지역별 온·습도 조건

포장화물의 수송, 보관 중, 혹은 행선지의 외기 온, 습도는 방청 대책의 설정 및 방습포장의 사양을 결정하는데에 중요한 조건이며 평균적인 외기의 온·습도에 근거하여 구체적인 포장플랜을 세우는 것이 일반적이다.

특히 해외로 수출하는 경우는 당연한 일이지만 수송 중 혹은 행선지의 온·습도 조건을 조사한 후에 적절한 방청, 방습 대책을 강구할 필요가 있다.

주요 도시의 기온, 습도의 월평균으로 볼 수 있는 비교적 고온·다습(70% RH 이상) 기간을 기록하면 다음과 같다.

- 동경 : 6~9월 : 20~27℃, 72~75%RH
- 방콕 : 1~12월 : 26~31℃, 70~84%RH
- 시카고 : 6~8월 : 20~22℃, 70~76%RH
- 뉴욕 : 6~10월 : 20~22℃, 다습기 없음 (70% RH 이하)

2. 방청·방습포장 적용

석유계 윤활유를 베이스로 하여 여기에 부식억제제(인히비터)를 첨가한 것이 방청유(녹방지제)로 많이 사용되고 있지만 금속 표면에 생성하

는 유막은 대상부품에 따라서는 포장의 단계에서 세정, 건조가 필요한 경우도 있다. 따라서 청정공정에서 세정액에 각종 방청제를 첨가하여 방청처리를 겸하는 방법을 적용할 수 있다면 유리하다고 할 수 있다.

1) 기화성 방청제의 종류와 성상

방청제와 마찬가지로 많이 사용되고 있는 방청제로서 기화성 방청제(Volatile Corrosion Inhibitor : VCI)가 있다. 이 기화성 방청제는 상온에서 부식억제제가 기화(승화)하여 분자의 극성기가 금속표면에 흡착해서 마이크로한 방청피막을 생성한다고 생각되고 있지만 아초산염의 화합물에서는 일종의 산화피막을 형성하여 금속표면을 부동능화해서 방청효과를 발현한다고 되어 있다.

중요한 기화성 방청제로는 리사이클로 핵실암 모늄의 아초산염(Dicyclo Hexyl Ammonium Nitrile 약칭 : DICHAN)이 주로 철강용으로 종래부터 많이 사용되고 있다.

그리고 성분배합 등에 의해 접촉 방청력에 대해서 속효성(H형) 타입과 지효성(L형) 타입이 있다. [표 1]에 기화성 방청제의 종류와 사용 형태를 나타내는데 제품화된 것으로서는 철강 및 비철금속 겸용과 철강전용으로 구분된다(JISZ 1519)

또 VCI 종류에는 철강용외 동 및 동합금용(JIZ 0320) 혹은 이연용 등이 있다.

2) 방청지

기화성 방청제의 사용 형태로는 [표 1]에서 보듯이 분말, 정제(카트리지에 봉입하여 사용)외에 포장지(주로 크라프트지)에 도포 또는 함침한 '방청지'가 보급되어 있으며 방청력, 속효성이

비교적 큰 특징이 있다.

단 방청지에 가공되는 기화성 방청제의 종류 및 배합에 따라서 용도 특성이 나뉘어지므로 금속재질이나 포장형태 등에 대하여 충분한 고려가 필요하다. 포장 사양으로는 범용형 랩핑타입이 주류이고 접촉 방청력 및 기화성 방청력 모두 유효하며 어느 정도의 절로는 흡수 할 수 있는 형으로 사용할 수 있다.

3) 방청필름

방청필름은 기화성 방청제를 넣은 플라스틱필름(두께 80~100 μ m)으로 주로 저밀도 폴리에틸렌제의 것이 많이 사용되며 방습성이나 강도를 높이는 목적으로 다른 필름에 방청필름을 라미네이팅 한 것도 가공된다.

최근에는 폴리에틸렌 필름이 방청제를 넣은 층과 그렇지 않은 층의 이중으로 가공(탄덤방식 압출)된 타입도 볼 수 있다.

그러나 방청필름의 적용은 방청지와 달라서 기화성 방청력은 지효형이고 비교적 지속성이어서 방청, 방습포장의 기능, 예를 들면 포장의 자동화 히트셀에 의한 밀봉 지분부착방지 등의 면에서는 극히 유효하다. 따라서 특히 전술한 스위트데미지 대책에 비중이 걸리는 방청대책에서는 건조제를 사용하는 방습포장도 가능하다. 참고로 방청필름에 의한 포장사례를 [사진 1] 및 [사진 2]에 소개한다.

4) 건조제를 사용하는 방습포장

JISZ 303 '녹 방지 포장 방법 통칙'에는 금속 제품을 수송 보관 시, 녹 발생을 막기 위해서 행하는 방청포장에 관해서 건조제를 봉입하는 방습포장방법(이 경우 방습성이 완벽하면 반드시 방청제를 필요로 하지 않는다)의 규정이 있다.



[표 1] 기화성 방청제(VCI)의 종류와 사용 형태

1) 철 및 철합금용			
종 류	주사용형태		
	방청지	분말·정제	필름
디사이클로헥실암모늄의 아초산염	○	○	○
디아소프로필아민의 아초산염(DIPAN)	○	○	○
디사이클로헥실의 아초산염(OHC)	○	○	
디사이클로헥실의 카프리산염	○		
각종 아민의 칼본산염	○	○	
아초산나트륨+요소	○		○
아초산나트륨+헥사메틸렌테트라민	○		
DICH 80%+DIPAN 20% 배합	○	○	○
안취향산나트륨	○		○
2) 동 및 동합금용			
종 류	주사용형태		
	방청지	분말·정제	필름
벤조트리아졸(BTA)	○	○	○
트릴트리아졸(TTA)	○	○	○
이미다졸류, 티아졸류		○	

※ 비고 : 철강 및 비철금속용으로서 배합된것과 철강전용의 것이 있다(JISZ 1519)

이 규정에 의하면 건조제로서 포장용 실리카겔(JISZ 0701)을 사용하는 것으로 그 필요량(추정치)은 수송요관 중의 외기의 온습도 조건 및 방습포장재료의 투습도(JISZ 0208)에 의해 산출한다고 정해져 있지만 실리카겔의 흡습능에 비교해서 더 높은 값의 흡습율을 나타내는 건조제(또는 흡습제)에서는 흡습능력의 배율에 의해 봉입에 필요한 양을 줄여서 적용하는 것도 가능하다.

한편 흡습성을 가지지 않는 제품을 대상으로 하는 건조제를 봉입하는 방습포장 방법이 JISZ 0301 '방습포장방법(1989)'에 규정되어 있다.

이 규격에서는 방청포장의 경우는 '녹방지 포장방법 통칙'에 의한 것으로 하는 기재가 되어 있지만 실제의 경우, 건조제를 사용하는 방습포

장 방법으로서 적용을 생각하면 극히 유효한 방법으로 볼 수가 있다. 이 규격에서는 건조제의 필요량(Wg)을 다음 식에 의한 구한다고 되어 있다.

$$\frac{R \cdot A \cdot t(h_1 - h_2) \cdot K_1}{(C_2 - C_1) \cdot 10^2} = W$$

여기서

R : 포장재료의 투습도(g/m², 24hr)

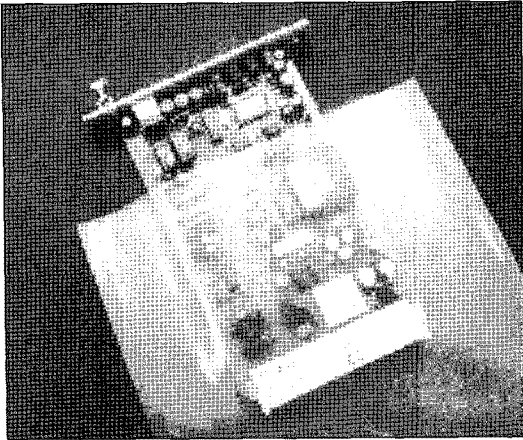
A : 포장의 표면적(m²)

t : 포장기간(day)

h₁ : 포장기간 중 외기의 평균 습도(% RH)

h₂ : 포장기간 중 용기내부의 평균습도(% RH)

[사진 1] 전자부품의 방청필름 포장사례



K_1 : 포장재의 종류와 평균온도 $\theta^{\circ}\text{C}$ 에 의한 결정되는 온도의 존재수

C_1 : 사용개시시의 건조제의 흡습율(%)

C_2 : 포장용기 내의 허용용도에 있어서 건조제의 형평흡습율(%)

단, 용기내에는 흡습성을 나타내는 완충제 등은 포함하지 않는 경우

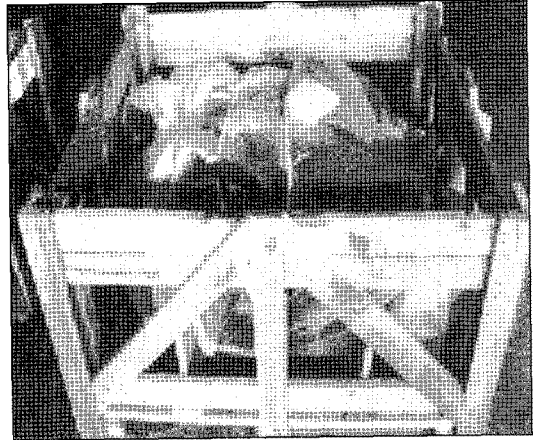
이 식에서는 특히 건조제의 형평흡습율 $C_2(=$

[표 2] 대표적인 기화성 방청제의 초기방청효과

시간	DICHAN	DIPAN	CHC
15분	×	○	◎
30분	×	◎	◎
1시간	×	◎	◎
2시간	×		◎
3시간	○		
4시간	◎		
5시간	◎		
10시간	◎		
20시간	◎		

※ 비교 : ◎은 유효, ○는 약간 유효

[사진 2] 대형트럭용 부품의 방청필름 포장 사례



흡습능력)에 의해 필요량이 결정되어진다는 것을 나타내며 흡습능력의 대소에 의해 포장안에 넣는 건조제양을 증감할 수 있으므로 이는 코스트적인 비교를 할 수 있다.

방습포장에 사용되는 건조제로서는 다음과 같은 것이 있다.

- 1) 무기계, 물리적 흡착형 : 실리카겔(흡습능 : ~28%), 알루미늄나겔, 모레큐라지브, 제오라이트
- 2) 무기계 화학흡착형
염화칼슘무수염→2수염→4수염(흡습능 : 32%~87%)

조해역수방지로 펄프, 제오라이트 혹은 흡습성 수지 배합

생회석(CaO)→흡습해서 소석회로 변화

염화마그네슘(임계습도 : 33%)

3) 흡습성 수지 라미네이트 필름, 시트

4) 결로방지용 흡습(수)성 시트(흡수성 수지 + 부직포)

흡습율로 비교하면 실리카겔의 5~6배의 흡습능을 가지는 건조제도 출시되어 있다. KCl