

코팅 도막의 결함과 방지 대책(6)

原崎 勇次/일본 原崎總合 Consultant 소장

이 글은 일본의 기술사·경영사·공학박사로써 종합 컨설턴트회사를 운영하고 있는 原崎 勇次 씨가 한국포장기술연구소(소장 김영호)가 주최해 연 코팅 관련 세미나에서 발표한 내용으로 우리말로 옮겨 분재하고 있다.

목차

1. 결함의 기본 원리 (Basic Principle of Defect)

- 1-1 동력과 표면장력 (Gravity & Surface Tension)
- 1-2 레올로지 (Rheology)
- 1-3 용매의 용해성과 증발 (Solubility and Evaporation of Solvent)
- 1-4 용매 (Solvent)

2. 코팅 방식에 따른 결함과 방지 대책

- 2-1 에어 독터 코터 (Air Doctor Coater)
- 2-2 블레이드 코터 (Blade Coater)
- 2-3 로드 코터 (Rod Coater)
- 2-4 나이프 코터 (Knife Coater)
- 2-5 정회전 롤 코터 (Direct Roll Coater)
- 2-6 리버스 롤 코터 (Reverse Roll Coater)
- 2-7 그라비아 코터
- 2-8 커튼 코터 (Curtain Coater)
- 2-9 압출 코팅
- 2-10 기타 방식
- 2-11 도료의 레벨링 (Levelling)

3. 코팅 직후 공정에 있어서의 결함과 방지 대책

- 3-1 유자 껍질 (Orange Peel)
- 3-2 도포 반발(Cissing) 과 오무라듬 (Cratering)
- 3-3 발포 (Foaming)

- 3-4 시딩 (Seeding)
- 3-5 색 불균일 (Colour Ununiformity)
- 3-6 도포의 처짐 (혹은 도포 흐름, Sagging)

4. 건조 공정의 결함 방지 대책

- 4-1 핀홀 (Pinhole)
- 4-2 백화 (Blushing)
- 4-3 광택 소실 (Frost Mat)
- 4-4 주름 (Wrinkle)
- 4-5 경화 불량 (Insufficiency of Cure)
- 4-6 용매 기포 (Solvent Popping)
- 4-7 가스 체크 (Gas Checking)
- 4-8 선단부의 과도포 (Fat Edge), 프레임 (Framing)

5. 노화(Aging)후에 있어서의 결함과 방지 대책

- 5-1 도포 불량 (Insufficiency of Adhesion)
- 5-2 균열 (Crack)
- 5-3 초킹 (Chalking)
- 5-4 블리스터 (부풀어 오름, Blistering)
- 5-5 변색 (Discolouration)
- 5-6 부식 (Corrosion)

6. 도막의 결함과 그것들의 상호 연결 (Interconnection)

- 6-1 레올로지
- 6-2 표면장력

5. 노화(Aging)후의 결함과 그 방지 대책

5-1. 접착, 밀착 불량(Insufficiency of Adhesion)

접착 불량(Insufficiency of Adhesion)의 원인과 대책은 다음과 같다.

〈원인〉

- ▲ 지지체 표면의 조정 불량.
- ▲ 초벌바름층이 건조되지 않음.
- ▲ 초벌바름층이 너무 건조됨.
- ▲ 이물질이 들어감.
- ▲ 지지체의 흡수율이 높다.

접착 강도에 영향을 주는 요인을 [표1]에 나타낸다. 계면인자 1은 2차 결합이다. 2는 피착체의 표면장력 ≈ 도막의 표면장력이다. 3은 자착(自着)이고, 5는 낮은 분자량 성분의 계면내 흡착이다. 6은 분자간 상호작용, 화학흡착이 가장 강해진다. 5는 도막중 낮은 분자량 성분의 계면으로 옮겨간다.

시스템 인자 중 5번의 잔류 응력은 내부 응력으로서 다음과 같은 요인으로 인해 발생한다.

▲ 도막을 형성하는 중에 일어나는 수축(용제 증발, 화학적 경화반응).

▲ 도막과 지지체의 상대적 열수축(특히 Tg 이하 실온까지의 에너지 탄성). 이것은 다음과 같은 식으로 표시된다.

$$f = \frac{\Delta T \cdot \Delta \alpha \cdot E}{1 - \nu^2} \approx \Delta T \cdot \Delta \alpha \cdot E \approx \epsilon \cdot E \dots (46)$$

ΔT : 냉각 온도차, $\Delta \alpha$: 도막과 지지체의 열팽창계수의 차, E: 도막의 영율, ϵ : 변형, ν : 포아송비(Poisson's ratio)

내부 응력을 감소시키는 대책은 다음과 같다.

(표1) 접착강도에 영향을 주는 주요 인자

계면인자(계면응답 특성에 관계)	시스템 인자(접착제 내부 특성에 관계)
1. 분산~극성 상호작용	1. 하중이 걸리는 쪽
2. 피착체에 젖기 쉬움	2. 접합설계
3. 접착제~피착체의 상호 용해성	3. 접착제의 레올로지
4. 표면 흡착층	4. 피착체의 레올로지
5. 약(弱)경계층	5. 잔류응력
6. 화학결합	6. 하중에 의해 유도된 응력의 농도
7. 특이한 정전 효과	

▲ 지지체와 도막의 중간에 탄성률을 갖춘 초벌칠을 삽입한다.

▲ 일시적 가소화 효과가 있는 낮은 휘발성 용매나 합일(合一) 보조제를 첨가한다.

▲ 애프터 히트(After Heat)를 이용하여 응력을 완화한다.

▲ 편평 안료를 도막 또는 초벌칠에 넣는다.

▲ 용매의 포화에 가까운 상태를 거쳐 천천히 건조한다.

도막의 내부 응력은 [그림1] ~ [그림5]와 같이 시간이 흐름에 따라 변화한다. 그림에서 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

▲ 내부 응력 S는 시간의 함수로서 최대치(Sm)까지 증가하다가 외관상 정상적인 상태에 이를 때까지 감소한다.

▲ 모든 경우, 활석의 처방을 제외하고 Sm에 이를 때까지 필요한 시간은 PVC의 증가와 더불어 감소한다.

▲ 최대 내부 응력 Sm은 특정한 PVC까지는 PVC의 증가와 더불어 증가한다. 이 PVC 이상에서는 Sm은 감소한다. 이 특정한 PVC는 CPVC에 상당한다.

▲ 활석 처방은 가장 작은 내부 응력치를 발생하여 Sm에 이르는 데 보다 긴 시간을 요한다.

도막이 2축 응력의 장(場)에 대해 '푹키인' 물질과 같이 행동한다고 가

정하면 다음과 같은 식이 구해진다.

$$S_m = \frac{M_c \cdot \epsilon_c}{1 - \nu_c} \dots (47)$$

M_c : 도막의 탄성률, ϵ_c : 도막의 내부 변형, ν_c : 도막의 포아송비

ϵ_c 가 도막이 고화(固化)된 후의 용제 증발 체적(ΔV_g)과 관계가 있다고 가정하면 다음 식이 구해진다.

V_T : 고화시의 도막 체적, ϕ_r : 도막 고화시의 용제 체적 분율, ϕ_s : 건조 도막 중의 잔류용제 체적 분율

내부 응력 측정과 용제 증발 동력학의 측정을 조합하여 ϕ_s 를 결정한다(그림6). ϕ_s 는 다음의 식으로 주어진다.

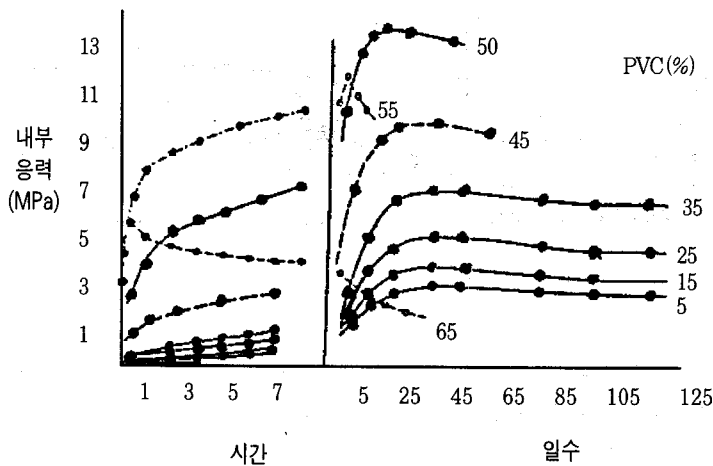
$$\phi_s = 1 - \phi_{FS} \dots (49)$$

ϕ_{FS} : 내부 응력이 발생하기 시작하였을 때(즉 시간 T_s 에 있어서) 고체의 체적 분율 T_s 를 정확하게 결정하기가 어렵기 때문에 내부 응력이 빠르고 크게 성장하는 도막에서는 ϵ_c 의 값이 과대 평가된다.

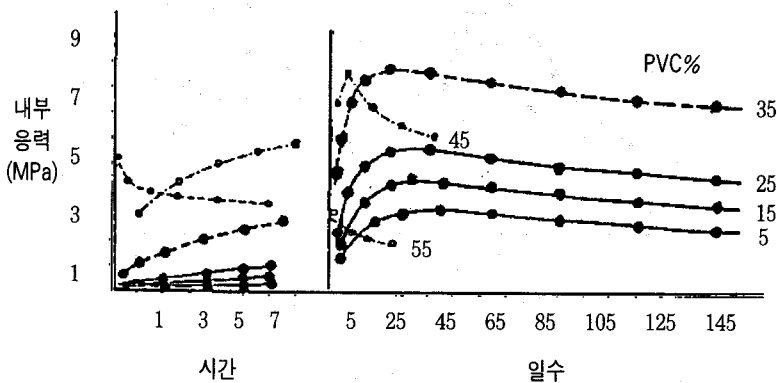
CPVC 이상에서 Sm은 PVC의 증가와 더불어 감소한다. 이것은 도막의 불연속성이 증가된 결과로써 응력이 감소하기 때문이다.

발생한 내부 응력이 안료/고착제 결합의 파괴를 촉진하는데, 혹은 미세한 잔금을 형성하는데 충분하다는 사실 때문에 모든 요인은 응력을 해

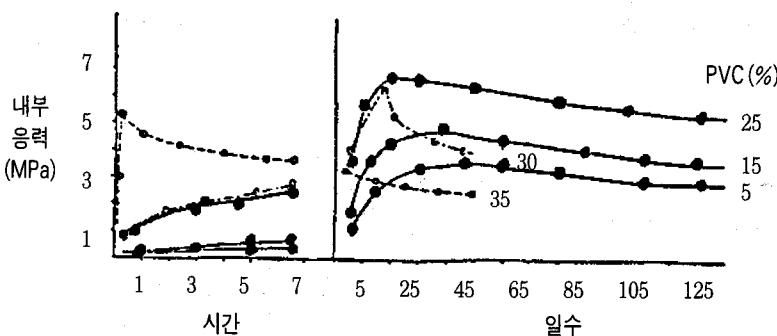
(그림1) TiO₂, PVC(%)를 파라미터로 한 내부응력 S성장의 시간의존성



(그림2) 적색 산화철, PVC를 파라미터로 한 내부응력의 시간의존성



(그림3) 황색산화철, PVC를 파라미터로 한 내부응력의 시간의존성



방한다.

활석 입자는 도막 표면에 평행하다. 이 배열은 수축에 대한 저항을 감소하여 내부 응력의 감소는 양호하다. 다른 메커니즘은 박판(薄板) 입자가 고도로 꾸불꾸불 구부러져 있는 요인 때문에 기타 구상(球狀) 등으로 되어 있는 것보다도 용제의 증발을 지연시킨다. Sm에 이르는 데 필요한 시간은 다른 안료보다도 활석 처방으로는 훨씬 오래 걸리기 때문이다.

용제가 도막 중에 보다 오래 남아 있을수록(용제는 가소제로서 작용한다) 내부 응력을 완화할 수 있는 기간은 보다 길어짐에 따라 보다 작은 Sm 값이 된다.

이와 같이 PVC < CPVC의 경우 내부 응력은 PVC가 증가함에 따라 늘어나나, PVC > CPVC의 경우에는 내부 응력이 PVC가 증가함에 따라 감소한다. 활석 배합으로 얻어진 내부 응력은 이 체질 안료의 박판 형태와 관계가 있다.

5-2. 균열(Crack)

균열에는 다음과 같은 종류가 있다.

▲모세 균열(Hair Cracking): 맨 위층의 도막 표면에서만 일어나는 아주 미세한 균열이다. 형태는 불규칙하고 어디든 상관없이 일어난다.

▲잔금(Checking): 도막의 표면에 생긴 잔금으로 새발가락 잔금, 선상(線狀) 잔금, 불규칙적인 잔금 등이 있다.

▲크레이징(Crazing): 잔금과 비슷하기는 하나 그것보다 깊고 폭이 넓은 것을 말한다.

▲균열(Cracking): 적어도 한 층의 도막을 관통한 균열로 도막에 있

어서 최종적인 결함의 하나이다.

▲엘리게이터 균열(Alligatoring): 악어 가죽 모양으로 생긴 도막의 균열로 크레이징보다 더 심하다.

그 원인은 다음과 같다.

▲지지체의 함수율이 높다. ▲아민알키드 수지 코팅제에 산경화제가 너무 많다. ▲코팅제의 내기후성과 유연성이 부족하다. ▲밀착성, 굴곡성 등이 팽창 수축에 견디어 내지 못할 때. ▲건조 불량 등으로 인해 용제가 잔류해 있다(특히 저온에서 현저하다). ▲자외선에 의한 수지의 열화(안료를 첨가한 도막은 보강 효과, UV 흡수 효과가 있어 균열이 잘 발생하지 않는다), 열, 수분 등에 의한 열화. ▲가열 경화 부족. ▲막이 너무 두껍다(안료를 첨가하지 않은 도막). ▲반응이 불충분한 도막

5-3. 초킹(Chalking)

도막이 옥외에 폭로(暴露)되어 도장 표면이 자외선에 의해 분해돼서 분말상으로 되어 광택이 저하되는 현상을 말한다. 손가락으로 도막 표면을 문질러 보아 가루가 도장면에서 떨어져 손가락 끝에 묻는 정도를 보든가, 아니면 표면에 점착성이 있는 스카치 테이프를 일정한 압력으로 눌렀다가 잡아 떼어 먹종이에 첨부하여 그 농도를 비교해 봄으로써 초킹의 정도를 본다.

그 원인과 대책은 다음과 같다.

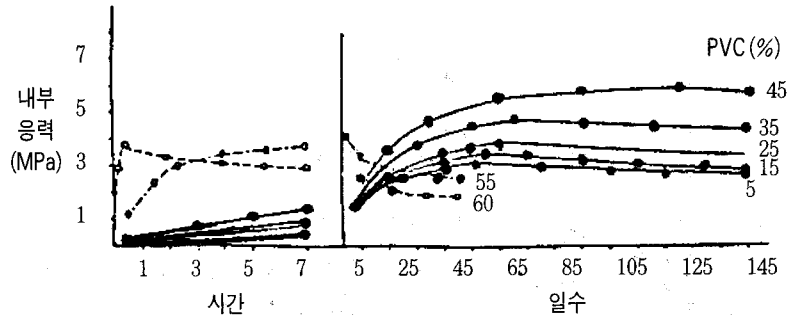
<원인>

▲TiO₂에 아세타제를 이용하면 초킹이 일어나기 쉽다.

▲알키드계 코팅제는 우레탄계에 비해 초킹이 일어나기 쉽다.

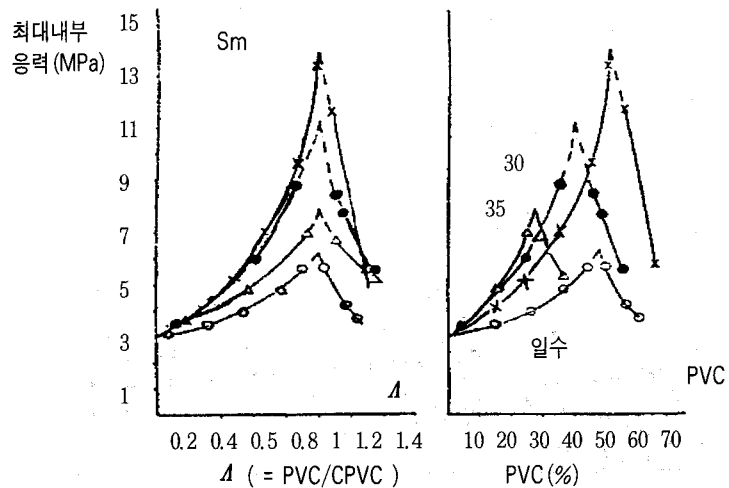
▲우레탄계의 경우는 균열과 마찬가지로 비(非) 황변형 NCO 쪽이 초

(그림4) 탈크 PVC를 파라미터로 한 내부응력의 시간의존성



(그림5) 최대 내부응력 Sm대 PVC 및 Δ×TiO₂

●적색산화철, △황색 산화철, ○탈크



킹되기 어렵다.

▲UV광에 의한 안료나 수지의 열화.

▲수분이나 산소의 존재도 초킹 발생의 필수 조건이다.

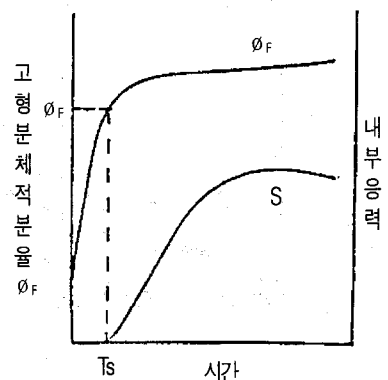
▲체질 안료는 초킹이 일어나기 쉽다. 안료의 농도가 높을수록 심하다.

▲광택 소실 코팅제일수록, 또 질은 유채색일수록 초킹을 일으키기 쉽다.

<대책>

▲UV광에 의해 열화되지 않는 코

(그림6) 고휘분 체적분율 ϕ_F 와 내부응력 S의 시간의존성 모식도



팅제를 사용한다.

▲소정의 온도 및 시간에 걸쳐 충분히 건조한다(표준화한다).

5-4. 부풀어 오름(Blistering)

도막이 부풀어 오르는 것을 말한다. 수분 및 땀 등이 묻은 면이나 가용성 염류를 포함하는 코팅제를 이용하였을 때, 또는 도막이 형성된 후 도막을 투과한 수분에 의해 피도장면으로 옮겨진 가용성 염류에 의한 침투압이나 오물, 녹 등으로 인해 체적이 팽창되어 부풀어 오르는 것을 말한다.

그 원인과 대책은 다음과 같다.

<원인>

▲표면처리가 이상하다.

▲코팅제가 부적당하다.

▲코팅제의 조합이 좋지 않다.

▲코팅 작업이 부적당하다.

▲피도장물에 묻은 지문 자국, 수질이 좋지 않은 물로 수세한 후에 남은 물 자국.

▲가열 경화 조건이 부적당하다.

▲도막 그 자체 또는 피도장물이 흡수하기 쉽다.

▲피도장면의 표면 거칠기

▲부식 방지도나 막두께 관리의 정도(막이 너무 두껍다)

▲경화 부족, 건조 부족

▲이형제나 기계유, 지문 등과 같은 더러움 부착

<대책>

▲건조·경화 시간을 충분히 잡고 증발이 빠른 용제를 증발시킨다.

▲막 두께가 얇은 층을 몇 번이나 칠한다.

5-5. 변색(Discolouration)

여기에는 두 종류의 변색이 있다.

① 코팅제를 저장하는 중에 일어나는 변색. 프타로시아닐블 등의 안료를 사용한 코팅제가 저장되는 중에 용제의 영향으로 인해 안료가 변색되어 맨 처음의 색과 달라지는 현상.

② 도막의 색상, 명도, 채도의 어느 것 하나 또는 하나 이상이 변색되는 현상.

도막이 옥외에서 자외선에 쬐여 변색되는 일이 가장 많다.

5-6. 부식(Corrosion)

수분, 염분 또는 약품 등이 도막을 통해 금속면에 이르러 부식을 일으킨다. 보통은 수산화물 또는 산화물을 주체로 하는 화합물이고, 광의적으로는 금속이 화학적 또는 전기화학적으로 변하여 표면에 생기는 산화화합물을 말한다.

대책으로서는 피도장물의 표면처리에서 코팅까지를 확실히 실시하고 막 두께를 적당히 하여 충격에 대해서도 잘 박리되지 않는 도막을 만든다.

6. 도막의 제 결함

그것들의 상호연결(Interconnection)

지금까지 설명한 여러 가지의 결함은 모두 도료의 레올로지와 밀접한 관계가 있다. 칠하여진 도막의凹凸은 적용하는 중의 점도 및 적용 방식에 의존하고, 또 코팅제의 탄성에도 의존한다. 그 후의 레벨링 속도는 점도와 더불어 직선적으로 감소하고,凹凸의 진폭이 1/2로 레벨링하는 시간으로 나타나게 된다. 점도가 낮으면 도막의 인쪽에서부터 공기의 방출을 촉진하고, 한편 도료의 레올로지는 스프레이로 도포한 도막에 생성된 거품과 도막 표면에서의 포말액 배출

로 인해 복잡한 방법으로 연관되어 있다.

만일 대류 셀에 대한 임계한계가 계면활성제로 인해 올라가지 않는다면 점도는 도막의 안정성을 결정하는 하나의 요인이다. 코너의 과도포는 표면장력 구배와 점도의 변화가 있는 조합만으로 일어나고, 그때 표면은 변형되나 그후에는 레벨링하지 않는다. 마찬가지로 점성이 경과되면 변형을 허용하나 이어서 레벨링하지 않을 때 표면에서 난류가 일어나면 크레이터는 건조된 도막 중에 영원히 존재하게 된다. 도막에 있는 액적일 경우에는 크기가 다른 액적이 표면에 이르기 전에 경과하는 시간도 점성에 영향을 미치게 된다. 또 처짐의 정도와 커튼 생성은 낮은 점성에 의해 직접 촉진된다.

6-1. 레올로지

적용에 있어서는 칠하여진 도막의 점도에 비해 점도가 낮은 쪽이 바람직하다. 적용은 고도의 유동하에서 실시되는데, 도포되는 도료 중에서의 유동은 응력이 비교적 작다. 따라서 유동 속도가 낮다. 이 점성 거동은 코팅제를 전단 유동화함으로써 쉽게 얻을 수 있다.

레벨링은 절반의 시간으로 나타낼 수 있는 프로세스이다. 따라서 대부분의 레벨링은 적용한 직후의 기간 중에 일어나고, 점도는 이 기간 동안에는 낮아야 한다. 공기 방출에 있어서도 적용한 직후 맨처음에는 점도가 낮은 쪽이 바람직하다. 그것은 파괴된 거품으로부터 마크를 레벨링할 수 있는 시간에 사라져야 하기 때문이다.

처짐과 커튼화는 낮은 점도에서

증가한다. 그러나 커튼화가 발달하는 데는 시간이 걸린다. 처짐 문제는 건조 기간 중의 처음부터 끝까지 점도의 균형을 통해 조정된다. 건조 기간 중에 남아있는 크레이터의 형성과 코너의 과도포도 건조 기간 중의 말기에 일어나는 점도 증가에 민감하다. 대류 셀의 생성은 점도가 낮은 쪽에서 일어나기 쉬우나, 건조 도막에 대류 셀이 출현하는 것은 대류가 정지된 후 점성이 발달되는 것에 의존한다.

따라서 건조기간 중의 점도는 레벨링과 처짐 간의 균형에 지대한 영향을 끼치고, 건조 도막에 형성된 기타 난류의 정도에도 영향을 끼치게 된다. 그러므로 가장 적당한 점도의 경과는 형성된 난류의 레벨링이 가능하고 공기를 방출할 수 있는 낮은 점도 기간이다. 그리고 점도가 급격히 증가하므로 가능한 한 이 기간은 짧고 또한 처짐이 생기기 전에 정지한다. 이 표현은 다소 정성적(定性的)이나 최종 도막의 품질은 제품의 건조 거동에 의한 영향을 강하게 받지 않음을 나타낸다. 건조 중의 점성은 맨처음에는 코팅제계의 전단 유동화와 요변성에 의해 결정된다. 더욱이 코팅제 중의 항복응력은 도막에서의 순수 유동을 줄일 것이다.

휘발물의 증발은 휘발물의 농도가 감소되었을 때 점성을 증가시킨다. 혼합 용제일 경우에는 건조가 진행되었을 때 용제의 조성이 달라지므로 남아있는 혼합물의 점성과 용해 특성의 변화도 점도에 영향을 끼친다. 증발에 수반하는 냉각은 증발이 빠른 계(系)에서는 점도에 영향을 끼칠 수도 있다.

(그림7)에서는 도막을 형성하는

중에 외관상의 점도에 대한 기여의 합계를 나타낸다. 코팅제는 저장 중에는 점도가 매우 높거나 소성 때문에 무한대를 기록한다. 적용하는 중에는 전단 속도가 빠르므로 전단 유동화 때문에 점도는 낮아진다. 약간의 코팅 방식에서는 적용하는 중에 증발하고, 적용이 끝나기 전에 외부의 변형이 종료된다. (스프레이, 커튼 코팅) 적용을 한 바로 그 다음, 유동은 표면 에너지와 중력 때문에 비교적 작은 힘에 의해서만 일어난다. 전단 유동화는 적용이 완료되었을 때 즉시 점성을 증가시킨다. 도료가 레벨링하면 응력은 감소되고 점도는 증가한다. 적용후 어떤 기간 중에, 시간에 의존하는 구조의 회복과 임의 요변성은 점도를 늘린다. 증발로 인한 냉각 때문에 온도가 저하되는 것은 같은 효과를 갖는다.

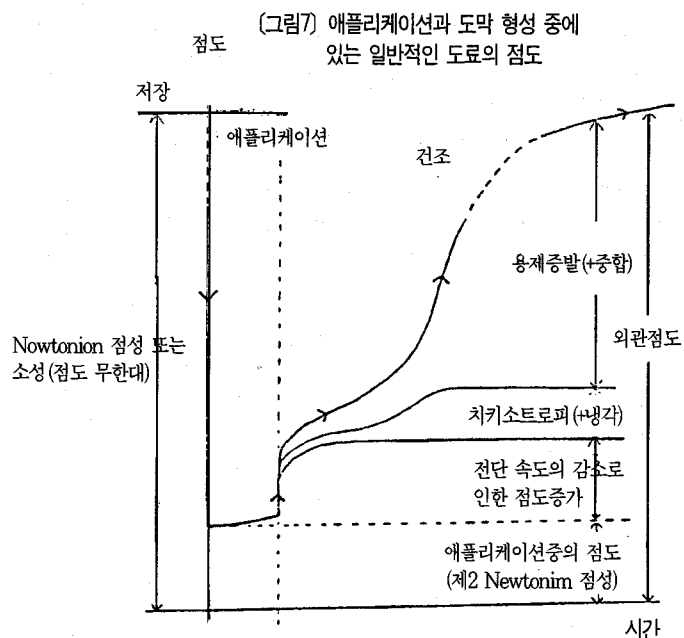
6-2. 표면장력

레벨링은 표면 에너지를 최소화

하는 경향이 있는 표면장력 때문에 발생한다. 도막의 표면장력은 비교적 좁은 범위에 제한되어 있어 수지의 전형적인 범위는 30~50mN/m, 유기용제에서는 25~35mN/m, 계면활성제에서는 20mN/m 이하 부근, 불소화 타입에서는 11mN/m까지 저하된다. 이 변화의 범위는 레벨링에 현저한 영향을 끼치지 않는다. 물을 포함하는 도막의 표면장력 ($\gamma = 72\text{mN/m}$)은 통상 계면활성제로 인해 감소된다. 그러나 표면장력의 수치는 표면장력 구배의 크기에 지대한 영향을 가져, 만일 도막 표면과 낮은 표면 물질이 접촉하면 크레이터를 일으킬 수도 있다.

여러 성분을 함유하는 도료의 표면장력은 용제의 농도와 함께 변화한다. 표면장력은 온도에도 민감하고 따라서 용제의 증발은 대류 셀이나 코너에 과도포를 일으키는 표면장력 구배를 일으킬 수 있다.

도막 표면에 존재하는 표면활성



물질은 표면장력의 농도 의존성을 억압하나, 온도 의존성을 반드시 약화시키는 것은 아니다. 왜냐하면 온도의 영향은 다른 온도에서 단(單)분자의 점유 면적에 주로 관여하기 때문이다.

표면활성물질을 코팅제 내에 넣은 때에는 적용후 도막 중의 계면활성제 농도와 새로 만들어진 표면 영역에서의 계면활성제 농도와의 사이가 평형을 이룰 때까지 약간의 시간이 걸린다. 이 시간은 도막에 포함된 계면활성제의 양과 이동량에 의존한다.

도막 표면이 주어진 계면활성제로 포화될 때까지의 기간 중에는 만일 계면활성제가 표면보다도 낮은 표면장력을 갖고, 또 도막 내에 액적 또는 미셀로서 존재한다면 도막 표면은 이 계면활성제로 인해 크레이터화에 민감해진다. 따라서 크레이터화에 끼치는 도막의 일반적 감도는 완전 용해가 되는 낮은 표면장력의 계면활성제로 도막 표면이 빨리 포화되기 때문에 감소된다.

계면활성제의 영향을 받아 표면이 빨리 포화되면 표면의 탄성도 제거된다. 그러나 이 탄성은 거품 안정성에 있어서의 자료기구(自療機構)에 응답한다. 같은 효과는 대류셀의 생성에 대한 임계 한계를 늘리는 데 종종 이용된다.

도료에 녹지 않는 계면활성제의 액적은 크레이터화를 일으킬 수도 있으나 거품을 파괴하기 위해 일부러 사용한다. 그러나 거품의 안정성은 통상 표면상에서 많은 타입의 계면활성제가 촘촘히 충전되기 때문에 표면층이 단단한 구조, 즉 높은 표면 점성과 관계가 있다. 표면층의 전기 포텐셜도 거품의 안정성에 도움이 될

수도 있다. 따라서 거품의 안정성은 충전 경향과 포함되어 있는 계면활성제의 포텐셜을 제어함으로써 영향을 받는다. 소포제는 도막 표면을 흐트러뜨리는 일 없이 그와는 반대로 바람직한 효과를 줄 수도 있다. 이것은 액적의 크기, 포화시간 및 점도 증가를 위해 크레이터화의 경향이 건조가 빠른 기간에 제한되어 있기 때문이다.

건조 중에 도막의 유동 거동을 조절함에 있어서 포함된 표면활성물질의 중요한 특성은 농도, 이동도, 용해성, 계면활성제의 조합에 대한 충전 경향 및 전기 포텐셜이다. 다른 특성을 갖는 계면활성제를 선택하는 것은 바람직한 거동과 계면활성제의 포텐셜 문제에 의존한다.

여기서 설명한 것은 모두 분위기 온도에 관계된다. 만일 건조에 높은 온도를 이용한다면 여러 가지의 특성을 보다 높은 온도에서 평가하고, 또 여분의 온도 구배를 염두에 두었을 때 표면 특성과 마찬가지로 레올로지에 관해 유사한 추론이 유동 거동에 올바르게 적용될 것이다.

〈참고문헌〉

- 1) L. O. Kornum, H. K. R. Nielsen: Prog. Org. Coat., 8 (3) 275 (1980)
- 2) G. Marwedel: Farbe Lack, 73, 219 (1967)
- 3) G. Marwedel: Defazet, Aktuell, 26 365~369, 408~418 (1972)
- 4) R. B. Bird et al.: Dynamics of Polymeric Liquids Vol 1, Wiley, New York (1977)
- 5) G. H. Elschig, A. F. Schmid: Paper Film Foil

Converter, 43(4) 108 (1969)

- 6) C. Nonni: Coating, 12(3) 70 (1979)
- 7) C. Nonni: Coating, 12(6) 155 (1979)
- 8) P. A. Gartaganis: Pulp Pap. Can., 76(10) 97 (1975)
- 9) N. O. Clark et al.: Pap Trade J., 150(38) 49 (1966)
- 10) E. Boehmer: Norsk Skogindustri, 22, 258 (1968)
- 11) P. Canard: Tappi, 57(11) 95 (1974)
- 12) 原崎勇次: コーティングの基礎科學, (槇書店, 1977) p126
- 13) 及川成彦, 中村榮太郎, 羽田信英: 色材, 54(9) 537 (1981)
- 14) R. L. Hoffman: Trans. Soc. Rheol., 16 155 (1972)
- 15) S. Schmidt: Zellstoff Papier, 15(1) 8 (1966)
- 16) 市川家康: 電化, 37, 2 (1969)
- 17) R. E. Gaskell: Trans. Am. Soc. Mech. Engrs., 72, 334 (1950)
- 18) R. R. Myers: J. Polymer Sci., Part C, 35, 3 (1971)
- 19) J. E. Glass: J. Coat. Technol., 50 (641) 56, 72 (1978)
- 20) T. Matsuda, W. H. Brendley, Jr.: J. Coat. Technol., 51 (658) 46 (1979)
- 21) C. C. Mill: J. Oil Colour Chem. Assoc., 50, 396 (1967)
- 22) A. J. Babchin, R. J. Clish, D. Wahren: Adv. Colloid Interface Sci., 14 (4) 251 (1981)
- 23) L. E. Scriven: Preprint Physicochemical Hydrodynamics Conference: Washington, D. C.

November (1978)

24) M. Bierman:Rheol. Acta, 7, 138(1968)

25) 横山祥資:紙とプラスチック 9 (12) 16 (1981)

26) J. P. Guarino, E. P. Tripp:ACS Symp. Ser., (107) (1979) p.71

27) G. A. H. Kupfer:Coating, 11 (12) 386 (1978)

28) H. Toepsch:Coating, 11 (9) 274 (1978)

29) 原崎勇次:コーティング方式 (槇書店, 1979)

30) 惠泉壽:紙とプラスチック, 4 (2) 15 (1976)

31) J. H. Lai:Polym. Eng. Sci., 19 (15) 1117 (1979)

32) S. E. Orchard:Appl. Sci. Res., Sect. A, 11, 451 (1962)

33) M. J. Hannon, et al.:J. Coat. Technol., 48, (621) 42 (1977)

34) M. Camina, D. M. Howell:J. Oil Colour Chem. Assoc., 55, 929 (1972)

35) J. R. A. Pearson:Fluid

Mech., 4, 489 (1958)

36) D. A. Nield:J. Fluid Mech., 19, 341 (1964)

37) J. N. Anand et al.:J. Colloid Interface Sci., 31, 196 (1969)

38) J. C. Berg, A. Acrivos: Chem. Eng. Sci., 20, 737 (1965)

39) 植木憲二:塗料物性入門(理工出版社)

40) G. P. Bierwagen:Prog. Org. Coat., 3, 101 (1975)

41) L. Weh, H. Linde:Plaste Kautsch., 20, 849 (1973)

42) T. Nagata:Colour Mater., 41 (10) (1968)

43) T. Satoh, N. Takano: Colour Mater., 45 (7) 349, 356 (1972);46 (8) 419 (1973);47 (9) 402 (1974)

44) E. Babel:Plaste Kautsch., 21, 695 (1974)

45) L. A. Sukhareva et al: Colloid J. (USSR), 35 (1) 55 (1973)

46) G. C. Bell, Jr.:Off. Dig., 1474(Dec. 1964)

47) 佐佐木恒孝:界面現象の基礎 (朝倉書店, 1973)

48) T. C. Patton:Paint Flow and Pigment Dispersion, John Wiley (1964)

49) 山崎 昌夫:色材, 52 (3) 124 (1979)

50) 榊野哲郎:色材, 51 84 (1978)

51) S. H. Bel:J. Oil Colour Chem. Assoc., 35 386 (1952)

52) H. P. Preuss:Metal Finish., 95 (7) (1966)

53) T. C. Patton:J. Paint Technol., 38 (502) 656 (1966)

54) S. Wu:J. Appl. Polym. Sci., 22, 2769, 2783 (1978)

55) W. Ihl, W. Funke:Farbe Lack, 83, 983 (1977)

56) D. H. Kaelble:Physical Chemistry of Adhesion (John Wiley & Sons, New York, 1971)

57) D. Y. Perera, D. V. Eynde:J. Coat. Technol., 53 (678) 40 (1981)

58) 塗裝技術, 10月増刊號 (1980)

올해의 히트상품 대상에 '하이트 맥주'

한국능률협회 발표, '서편제'도 뽑혀

조선맥주의 하이트맥주가 한국능률협회가 주는 올해의 히트상품 대賞에 선정됐다.

한국능률협회는 제일기획 오리콤 등 21개 종합광고대행사가 추천한 총 75개 상품(최근 2년간 새로 나온 상품기준)을 대상으로 올해의 히트상품을 조사, 월 50만상자 판매를 기록한 하이트맥주를 히트상품 대상으로 선정했다고 발표했다.

능률협회는 또 관객 1백만명을 돌파, 국내영화사상 최대 흥행 작품으로 기록된 '서편제'와 금융상품으로 가입자가

꾸준히 늘고있는 주택은행의 '차세대종합통장'을 올해의 히트상품으로 선정했다.

이밖에 능률협회가 선정한 히트상품은 다음과 같다.

▲김장독냉장고(금성사)

▲쏘나타Ⅱ(현대자동차)

▲에이스침대(에이스침대)

▲죽염치약(력키)

▲아트피아 머드팩(코리아나 화장품)