



# 식품 포장용 무용제 라미네이션 접착제의 기술 동향

## Adhesive of Solvent-less Lamination for Food Packaging

이 승 철 / 헨켈코리아 산업용 접착제 사업부 기술이사

### 1. 연포장 가공 기술의 발전

식품을 위한 연포장(Flexible Food Package) 분야만큼 기능적이고 기술적인 접착제 시스템이 요구되는 포장분야도 없다. 식품 포장용 라미네이션용 접착제는 종이, 플라스틱 필름, 알루미늄 포일 등을 함께 라미네이팅 할 때 사용되며 강하고, 안정적이면서도 위생적이어야 한다.

연포장 제품은 식품 제조 과정의 마지막 공정에 적용되어 내용물을 운송과 저장 보관 동안의 기계적 힘과 고온의 환경으로부터 보호하고 부패 방지를 위하여 포장재는 산소, 질소, 탄산가스로부터 확실한 가스 차단성을 발휘해야 하며 화려한 디자인의 인쇄로 식품의 상품성을 향상 시켜야 한다.

현재 식품용 연포장에 가장 광범위하게 사용되는 접착제는 폴리우레탄(PU)계열의 반응성 접착제이며 최근 친환경적인 면과 포장재의 안전성에 대한 관심이 매우 높아지고 있다. 이런 시장 요구에 따라 유럽이나 미국에서는 용제형 우레탄 접착제가 시장에서 사라져가고 무용제

우레탄 접착제가 대세를 이루고 있다. 국내에서도 최근까지 용제형 접착제가 주로 사용되어 왔으나 유해화학물질 관리법에 따른 용제류 규제 강화 및 소비자들의 식품 안전에 대한 관심의 증가로 무용제 접착제의 사용이 점차 늘고 있다.

무용제 접착제는 용제로 인한 대기오염과 화재나 폭발의 위험성이 없으며 용제 건조 공정이 필요하지 않으므로 라미네이션 기계가 작고 용제 재생이나 소각 시설이 필요 없다. 또한 라미네이션 작업 후 내부에 잔류용제의 함량이 낮아 이취 발생의 우려가 없으며 용제형 접착제 대비 운전 비용이 낮고 접착제의 도포량이 용제형 접착제 보다 낮아 경제적인 효과가 우수하다.

본 고에서는 연포장에 적용되는 무용제 접착제의 특성과 최근에 새롭게 개발된 스마트큐어 무용제 접착제의 특징들을 살펴보겠다.

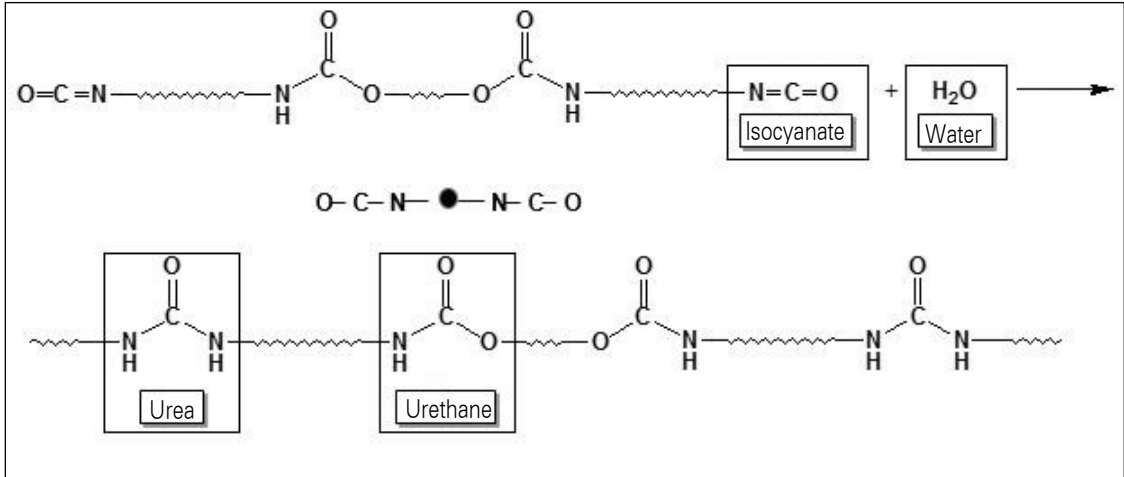
### 2. 1액형 무용제 접착제

1975년 최초로 개발된 1액형 무용제 접착제는 폴리에테르 폴리올과 이소시아네이트의 반



# 특징

[그림 1] 1액형 습기경화형 접착제의 경화반응



응으로 얻어진 우레탄 프리폴리머로 주쇄 말단에 반응성 성분인 이소시아네이트를 함유하고 있어 대기 중의 수분과 반응하여 경화 구조를 형성한다.

1액형 무용제 접착제는 필름에 대한 접착제의 침투성을 향상시키기 위하여 70~100℃의 비교적 고온에서 적용하며 주로 종이/필름, 종이/호일과 같은 수분 침투가 용이한 라미네이트 구조에 적용되고 있다. 희석 용제가 사용되지 않으므로 작업 중 용제를 건조할 필요가 없어 매우 친환경적이며 생산 비용을 절감할 수 있는 장점을

지니고 있다. 또한, 접착 후에 잔류 용제가 전혀 없어 포장재의 이취 개선에 크게 기여하였다.

그러나 도공 시 기계적 가공성을 높이기 위하여 용제형 접착제보다 상당히 낮은 분자량으로 디자인 되기 때문에 초기 접착력이 용제형에 비해 떨어진다. 따라서 합지된 라미네이트에서 주름이 발생하지 않도록 적합한 필름인장(Web Tension)을 조절해 주어야 하며 적은 도포 중량을 도공 할 수 있는 무용제형 접착제용 전용 기계가 필요하다. 또한 플라스틱 필름, 알루미늄 호일과 같은 고차단성 소재에 적용할 경우에는

[표 1] 1액형 무용제 laminating 접착제

변수들	1액형 무용제 접착제
적용온도	70~100℃
적용온도에서의 점도	700~3,500Pas
코팅무게	1.5~3.5g/m <sup>2</sup>
초기 tack	중간~높음
lamine 구성	종이/필름, 종이/호일 필름/필름(습기 침투가 가능한 구조)

[표 2] 2액형 무용제 접착제

변수	2액형 무용제 접착제
적용온도	25~45℃
적용온도에서의 점도	2,000mPas
가사시간	30~120분
코팅무게	1.5~3g/m <sup>2</sup>
초기 tack	낮음 중간
Laminate 구성	필름/필름, 필름/호일

외부에서 수분을 공급해 주어도 내부까지 수분이 침투되지 않아 제품의 경화시간이 길어지거나, 미경화로 인해 접착력이 떨어지는 단점이 있다.

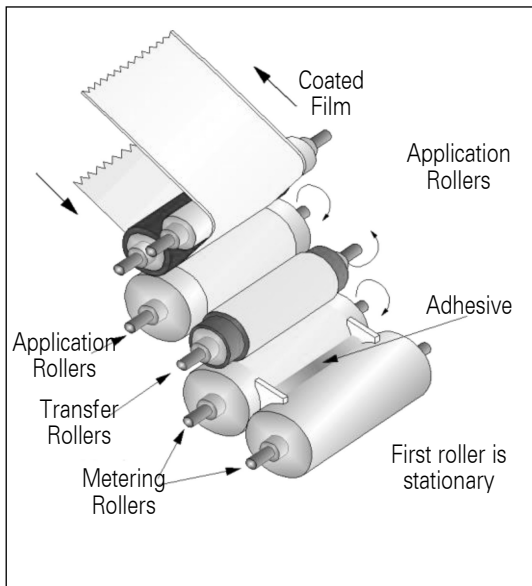
### 3. 2액형 무용제 접착제

습기 경화형 무용제 1액형 접착제의 단점들을 보완하기 위해서 2액형 무용제 접착제가 개발되

었다. 2액형 시스템은 이소시아네이트 프리포리머로 구성된 주체와 하이드록시 성분인 경화제로 구성되어 있다.

모두 상온에서 액상이며 1액형 무용제 접착제보다 낮은 온도인 25~45℃ 사이에서 사용 가능하다. 2액 경화 시스템으로 습기 경화 시스템보다 빠른 경화 속도를 가지며 다양한 필름, 특히 알루미늄 호일 또는 알루미늄 증착 필름에서도 우수한 접착력을 발휘한다.

[그림 2] 2액형 라미네이션 코팅 롤러 구조



[그림 3] 2액형 접착제 혼합장비





## 특 집

2액형 무용제 접착제는 주제와 경화제를 지정된 혼합 비율로 자동 혼합하여 공급해주는 2액형 혼합장비를 통하여 공급한다.

접착제 두께를  $1.5\sim 3.0\mu(g/m^2)$ 로 감소시키기 위해 보통 4개, 혹은 5개의 롤러를 사용하며 도포 롤러의 간격 조절을 통하여 접착제의 도포량을 조정한다. 가사시간은 30~120분으로 용제형 접착제보다 짧지만 작업 도중 접착제가 자동으로 공급되므로 점도의 상승으로 인한 문제는 발생하지 않는다.

일반적인 2액형 무용제 접착제도 용제형 접착제보다 분자량이 낮기 때문에 초기 접착력이 상대적으로 낮아 라미네이션 공정 중 필름 인장력(Web Tension) 조절이 중요하다. 상대적으로 높은 미반응 단량체들이 포함되어 있어 Polyamide, 백색 PE, EVA film과 같은 결정성이 낮은 필름에서 미반응 단량체가 가교된 폴리우레아막을 만들어 안티-스플링 현상이 발생하기 쉬운 단점을 가지고 있다. 이런 제한사항들 때문에 위험 요소를 지닌 필름조합에 대해서는 무용제 2액형 접착제를 적용 전 신중한 검토가 필요하다.

그러나, 2액형 무용제 접착제는 높은 결정성을 가진 HDPE, CPP 같은 필름의 경우 국내 시장에서 물성 검증이 완료되어 널리 적용되고 있다.

### 4. 새로운 경화 테크놀로지 적용된 무용제 2액형 접착제

유럽에서 시작된 라미네이션 설비의 발전과 소비자들의 무용제 접착제의 물성 개선 요구로

인하여 새로운 2액형 무용제 접착제 기술 개발이 활발하게 개발되고 있다.

새롭게 개발된 헨켈의 무용제 2액형 시스템에 적용된 새로운 경화 테크놀로지, 스마트큐어(Smart Cure)는 식품 안전 규정에 부합하는 안전성 수준에 빠르게 도달 할 수 있으며 우수한 초기 접착 특성과 저온 작업이 가능하며 백색 PE, EVA, polyamide를 비롯한 모든 필름 조합에 사용할 수 있는 장점을 가지고 있다.

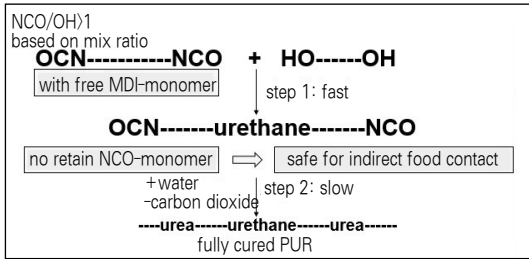
#### 스마트큐어 무용제 2액형 접착제의 이점과 적용 예

- 유리된 이소시아네이트 단량체의 낮은 농도
- 2액형 저온 시스템 (40°C)
- 혼합 비율 (주제/경화제) - 100/40~45
- 코팅량 -  $1.5\sim 2.5g/m^2$
- 높은 초기 tack · 필름의 인장력(Web Tension) 차이로 발생하는 주름의 감소
- 450m/min 이상의 높은 작업 속도
- 빠른 경화 속도 · 24시간 후 슬리팅(slitting) 가능
- 백색 PE, EVA를 포함한 결정성이 낮은 필름에 적용 가능
- 외관이 우수함
- 식품 포장재용 규정에 적합한 안전 수준 유지

만약 포장재에 적용된 무용제 접착제의 경화 반응이 완전히 완료되지 않아 디이소시아네이트 단량체(monomeric diisocyanates)가 잔존하고 있다면, 이는 포장 필름 층을 투과하여 식품 내용물의 수분과 반응하여 발암성 물질인 일차 방향족 아민(Poly aromatic amine)을 생성할 수 있다.

유럽 식품 안전 규약 '2002/72/EC and amendments'에서는 식품 안전을 담보하기 위하여 포장재료의 일차 방향족 아민의 함량을 10ppb미만으로 관리하도록 규정하고 있다.

[그림 4] 스마트큐어 반응 매커니즘

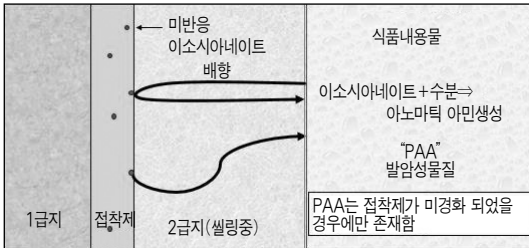


식품용 포장재에 포함된 아민의 잔존 여부를 평가하기 위한 가장 현실적인 방법은 라미네이션된 포장재 파우치에 식품 내용물을 충전하여, 일정 시간 동안 상승된 온도 하에 밀봉하여 보관 후 식품 내용물로 이동한 아민의 양을 측정하는 것이다.

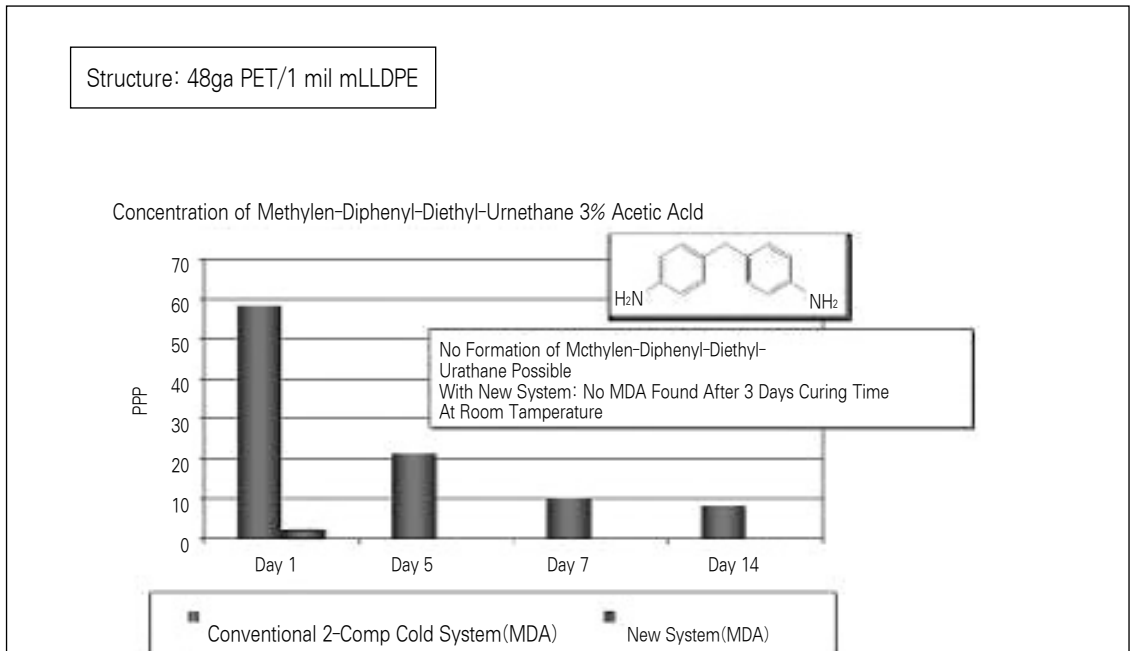
기존 경화 시스템의 2액형 무용제 접착제와 새로운 스마트큐어 테크놀로지 접착제를 이용하여 48g PET/25u LLDPE와 60g Nylon/25u LLDPE 필름을 접착한 두 가지 라미네이트 샘플을 각각 만들어 1일, 3일, 7일 및 14일 동안 경화 공정을 거친 후 만들어진 파우치에 식품 대체물로 3% 아세트산을 충전하여 테스트를 실시하였다.

나일론이 피착제로 사용될 경우 다른 필름보

[그림 5] Adhesive in indirect food contact

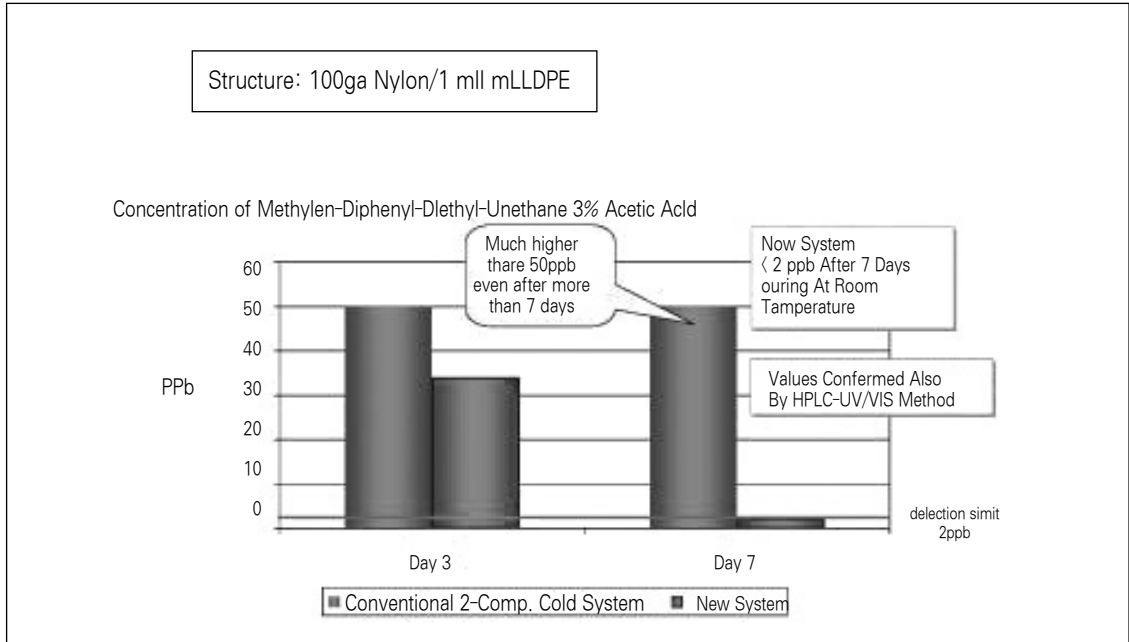


[그림 6] Photometric Test Results Done At Henkel Laboratory





[그림 7] Photometric Migration Testing-Another Example



다 상대적으로 접착제의 경화 속도는 더욱 느려졌으며 결과적으로 식품 안전 규정에 부합하기 위한 경화 시간은 더욱 길어졌다.

두 가지 경우 모두 새로운 스마트큐어 테크놀로지를 적용한 접착제가 단 며칠 만에 규정에 부합하는 반면, 기존의 경화 방법을 사용한 접착제의 건조는 14일의 건조 기간 이후에조차 규정에 부합하지 못하는 것을 보여 주었다.

결정성이 낮은 6가지 백색 PE와 EVA films의 라미네이션을 실시하여 안티-셀링 발생 여부를 관찰한 결과 기존의 무용제2액형 접착제에서 발생하였던 안티-셀링 현상이 발생하지 않음을 확인할 수 있었다.

또한 높은 초기 접착력 발현으로 기존 무용제 2액형 시스템보다 필름 롤러의 인장력(Web

tension) 조정 실패로 인한 외관 불량 발생의 가능성도 현저히 낮았다.

### 5. 결론

안전개선, 비용절감, 환경 친화적인 제품을 추구하는 다양한 요구조건들을 만족하는 무용제형 접착제의 사용이 늘어나고 있다.

헨켈에서 새롭게 개발한 스마트큐어 무용제 2액형 접착제는 현재 시장에서 사용 중인 일반 2액형 무용제 접착제와 비교했을 때 450m/min 이상의 고속 작업 가능, 다양한 필름에 우수한 접착력 발현, 미반응 단량체의 빠른 소멸로 인한 높은 안정성 및 빠른 경화 속도 등과 같은 환경적, 경제적 장점을 제공한다. [ko]