수용성 점착제에 대하여

이명천 / 동국대학교 화학공학과 교수

1. 수용성 점착제의 원리

과거 점착테이프 및 라벨에 쓰이는 점착용 접착제의 경우 대부분 용제형 제품이었으나 용제를 사용함으써 일어나는 여러 가지 환경문제로 인하여 무공해형 점착제로서 무용제형 접착제에 대한 관심이 증가하게 되었다. 더구나, 1990년대 부터 시작된 지구차원의 환경보호 운동으로 점착제 산업은 무용제형 접착제의 개발을 서두르지 않을수 없었고, 지금은 세계적으로 용제형 접착제 생산량은 줄어들고 무용제형 접착제의 생산량이 늘어나고 있는 추세이다.

점착제의 가장 큰 용도는 OPP 테이프, 라벨 그리고 크라프트지 테이프로 분류할수 있다. 라벨의 경우 기존 용제형제품은 사용 후 떼어낼 때 잘 떨어지지 않기 때문에 각종 부착면을 오염시키고 있고 용제형이기 때문에 배킹면을 플라스틱으로 코팅하여 재활용이 불가능하다. 이를 만약 무용제 수용성 점착제를 쓴다면 물에 녹여 떼어낼수 있으므로 부착면의 오염을 줄일수 있고 배킹면에 플라스틱 코팅이 필요없기 때문에 공정을 줄이고 재활용이 가능하게 된다. 크라프트지의 경우 특히 사용후 보통 repulping 과정을 통해 재활용되는데 재활용되기 위해서는 점착제가 쉽게 물에 해리되어야 한다. 물에 쉽게 해리되지 않으면 보통 알카리수용액에 녹여야 하는데 이렇게 되면 녹인 후 다시 중화제를 넣어 중화시켜야 하므로 단순히 물에 녹이는 경우보다 공정상 높은 비용이 요구되며 공해를 유발할수 있다. 그러므로, repulping시 일반 물에 쉽게 용해되는 접착제의 개발이 절실한 실정이다.

수용성 점착제는 물에 넣었을 때 물에 녹아 아주 작은 입자로 분해되는 점착제로서 상대적으로 큰 입자나 물에 의해 팽창하기만 하는 수분산성 점착제와는 구별이 되고 알칼리수용액상에서만 작은 입자로 분해되는 alkali soluble 점착제와도 구분이 된다. 수용성 점착제는 수용성과 점착성을 동시에 지녀야하기 때문에 알반적인 수용성 고분자로는 만들기 힘들며 기존의 점착제에 수용성을 지닌 단량체를 공중합하거나 수용성 관능기를 도입하여 제조하는 것이 관례이다. 수용성 점착제는 지금까지 대부분 유화중합법에 의해 제조되고 있으며 단량체로는 주로 아크릴에스테르계와 아크릴산계들이 사용되고 있다.

이 수용성 관능기에 의해 일단 수분이 흡수되면 입자들이 팽창하고 팽창된 공간을 통하여 수분이 더욱 흡수되어 결국 입자와 입자사이의 결합이 분리되어 물속으로 녹아 나오게 된다.

따라서 수용성이 좋은 경우 물속에 녹아 나오는 입자의 크기는 원래 제조시의 입자크기 수준인 micrometer 크기정도의 입자로 분리될 수 있다. 지금까지 개발된 수용성 점착제는 대부분 열에 약하고 대기중의 습기를 쉽게 흡수하여 더운 여름철의 경우에 보관상의 문제가 있을 수 있고 점착후 이러한 환경하에서 점착성능이 떨어질 수 있는 것이 최대의 약점으로 꼽히고 있다. 따라서 이러한 단점을 극복하기 위해서는 적당한 단량체의 선택 및 조성비, 입자구조 그리고 첨가제의 선택등이 매우 중요하다.

2. 용도 및 특징

수용성 점착제의 용도는 repulping이나 recycling을 목적으로하는 감압성 점착테이프 및 라벨 그리고 산업용 점착제이다.

이때 repulping 이나 recycling을 위해서는 물에 녹지 않는 기존의 opp 필름을 backing용으로 사용하면 효과가 없고 물에 repulping될 수 있는 크라프트지 같은 것으로 backing 필름을 만들어야 한다. 점착테이프가 repulping이 가능하면 우선 가장 큰 용도는 골판지로 된 포장용박스의 경우 점착테이프를 미리 떼어내거나 repulping시 물에 녹지 않은 점착테이프를 분리해 내는 공정이 필요없어지게 되어 가장 큰 효과를 볼 수 있다. 또한 일반 중성의 물에서도 repulping이 가능하도록 제조되면 기존의 알카리수용액을 이용하여 점착제를 녹이거나 녹인 후 이를 중성으로 중화시키는 공정도 필요없게 된다. 따라서 수용성 점착제를 이용하게 되면 repulping공정을 아주 단순화 할 수 있고 분리 후 버려야 하는 테이프도 없기 때문에 공정비용 절감의 효과와 환경보호의 효과를 동시에 볼 수 있다.

3. 제조방법

합성방법은 수계 유화중합이며 사용되는 단량체로는 주쇄로서 알킬아크릴레이트 그리고 공중합체로는 아크릴계산이 사용된다. 사용가능한 알킬아크릴레이트로는 메틸메타크릴레이트, 비닐아세테이트, 비닐부티레이트, 비닐프로피오네이트, 비닐이소부티레이트 그리고 부틸발러레이트등이 가능하며 아크릴계산으로는 아크릴산, 메타크릴산, 메틸아크릴산 그리고 이타코닉산등이 가능하다. 유화제로는 보통 비이온계와 음이온계가 같이 사용되는데 음이온계는 중합시 안정성을 비이온계는 저장안정성을 높이는데 기여한다. 유화제는 안정성을 높이고 수용성을 증가시키는 역할을 하는 반면 점착성능을 떨어뜨리기 때문에 투입양은 적절하여야 한다. 개시제의 경우 레독스개시제와 열분해형 개시제가 모두 가능한데 일반적으로 레독스개시제의 경우 중합시간이 더 오래 걸리는 반면 안정된 중합을 할 수 있고 열분해 개시제는 온도조절의 문제가 있다. 한편 분자의 유연성을 조절하고 접착성능을 조절하기 위해서는 적당량의 chain transfer agent가 쓰이게 되는데 이 양이 과도하게 되면 분자량이 낮아져 응집력을 떨어뜨리고 코팅시 피착면으로 침투가 많이 이루어져 초기점착력을 내기 어렵다. 수용성을 높이고 접착성을 높이기 위해서는 적당한 첨가제가 필요한데 수용성을 높이기 위한 첨가제로는 폴리비닐알코올, 폴리에틸렌글리콜 그리고 비닐아세테이트등이 쓰인다. 수용성을 높이고 저장안정성을 높이는 방법

으로는 중합이 끝날 무렵 NaOH나 LiOH등과 같은 물질로 pH를 8-9 정도로 높이는 방법을 쓰는데 이 경우 입자가 팽창하여 점도가 올라가는 문제점과 점착성능을 떨어뜨리는 문제점이 있다. 점착성을 높이고 점성을 높이기 위해서는 일반적으로 수용성로진을 사용하게 되는데 pH에 따라서 적당한 로진을 선택할 수 있다. 이외에 접착성에 영향을 줄수 있는 인자로는 입자크기, 입자크기 분포, 계면활성제 종류 그리고 가교결합정도인데 이 역시 최적 조건을 찾아내야 한다 지금까지 개발된 수용성 점착제의 문제점은 수용성을 높이면 주위 습기에 대해 약하고 특히 여름철 고온고습의 환경에서 점착제의 흐름현상이 있을 수 있다. 이 문제가 현재로서는 수용성 점착제의 가장 큰 문제점으로 남아있다고 할 수 있다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 최적 입자구조의 설계, 적당한 단량체의 선택 및 조합 그리고 적당한 첨가제등으로 해결하여야 한다. 입자구조의 설계는 semi-batch 중합법과 다단중합법을 필요에 따라 적절히 배합하고 각 단계별 단량체 및 첨가제의 조합을 잘 조절하여 만들어 나가야 한다. 수용성 점착테이프의 backing은 repulping이 가능한 크라프트지 같은 것으로 만들어 지기 때문에 코팅시 점착제가 backing지 안으로 스며들어갈 가능성이 많다. 이를 방지 하기 위해서는 적당량의 가교제를 첨가하여 가교결합을 만들어야 하는데 이때 가교결합 방법으로는 다가 금속이온을 이용한 이온가교결합을 만들 수 있다.

4. 국내외 기술동향

무용제 에멀젼중합에 의한 제품은 과거 고무계가 많았으나 물성이 훨씬 뛰어난 아크릴계의 출현으로 지금은 대부분 아크릴계제품이 생산되고 있다. 무용제 에멀젼형 아크릴계 접착제는 대분분 감압성 점착테이프와 점착라벨에 쓰이고 있다. 무용제 점착제의 기술개발 및 생산량은 이미 미국, 일본 그리고 유럽등에서 많은 발전이 이루어져 있고 생산량도 늘어나고 있는 추세이나 무용제이며 수용성 점착제의 기술은 아직 많이 발전되어 있는 상태는 아니다. 국내에서는 몇몇 중소기업에서 무용제형 점착제를 생산하고 있는 실정이나 품질이 아직 용제형에 비해 떨어지고 값이 높기 때문에 아직 국내에서는 본격적으로 생산하고 있지 못하고 있다. 또한 이에 대한 체계적인 연구는 거의 없는 실정이고 대부분 일본이나 미국 등에서 이미 개발된 단순한 기술정보에 의존하고 있는 실정이며 무용제형 점착제의 경우 아직 repulping을 위해서는 알카리 수용액을 이용하고 있는 실정이다. 그러나, 앞으로의 환경문제가 점점 심각해짐에 따라 무용제 수용성 접착제 시장의 규모가 국내는 물론 세계적으로 점차 확대되어가고 응용범위 또한 다양해져 갈것이 예상되므로 결코 기술개발을 소홀히 할수 없으며 하루빨리 체계적인 기술개발이 이루어져야 한다.현재 무용제 에멀젼형 점착제의 기술개발 동향은 이 제품의 물성이 기존 용제형 제품의 물성에 비해 뒤지기 때문에 용제형 제품의 물성에 버금가는 제품개발에 주력하고 있다. 국내의 경우 에멀젼 중합기술자체의 연구는 활발히 이루어 지고 있으나 수용성 점착제 중합을 위한 기술은 아직 미미하다. 더구나 repulping을 위한 수용성 점착제에 대한 연구는 더욱 빈약한 실정이므로 이에 대한 체계적 연구가 절실히 필요하다. 국외의 경우 무용제 수용성

에멀젼형 접착제에 대한 많은 연구 논문 및 특허가 나와 있다. 그러나, 아직 전반적으로 체계적인 연구는 부족한 실정이며 특정 용도의 제품에 대한 연구발표가 대부분이다. 일본이나 미국의 경우 접착관련산업에 대한 산학협동이 잘 이루어져 접착제 및 그 응용제품에 대한 체계적이고 과학적 접근이 많이 진전된 상태이다.

무용제 에멀젼형 점착제의 경우 접착강도, 내습성, 내수성 그리고 내열성등이 용제형에 비해 뒤지는데 이를 향상하기 위한 여러가지 연구결과가 보고되고 있다.

예를들면, 2단계 중합법을 쓴다거나, 유화제 양을 줄인다거나 고분자 유화제를 쓴다거나 점착제 고분자 수지자체를 개선한다거나 점착부여 수지를 가한다거나등의 방법으로 점착력과 응집력 그리고 내습, 내수성을 높인 예가 보고되고 있다. 그러나, 최종제품에 영향을 줄수 있는 요인으로는 이것들외에 단량체 종류, 단량체 조성, 분자량, 분자량 분포, 입자크기, 입자크기 분포, 계면활성제 종류 및 농도 그리고 공중합 및 가교등이 있는데 이러한 요인들이 점착력과 응집력, 내수성, 내열성 그리고 내한성에 미치는 영향등에 대해서는 체계적인 연구결과가 필요하다.

5. 향후 사용전망

수용성 점착제의 단점으로는 그동안

1) 용제형점착제에 비해 접착성이 떨어지는 문제,

2) 낮은 내습성 그리고,

3) 높은 가격이 지적되어 왔다.

그러나, 그동안의 기술향상으로

1)과 2)의 문제는 어느정도 해결이 되었으나 3)의 높은 가격에 의한 문제는 근본적으로 해결되지 못한 상태이다. 또한 당분간 수용성 점착제의 시장규모가 그다지 커지지는 않을 전망이므로 다양한 수요개척이 요구된다. 현재로서는 가장 긴요히 쓰일 수 있는 분야로는 repulping용 점착테이프와 박리성이 요구되는 라벨이라고 할 수 있다.

Repulping용 점착테이프는 repulping이 가능한 종이류의 포장용상자에 적용될수 있는데 이 분야가 가장 큰 시장성을 보일것으로 전망된다. 이 경우 앞에서도 언급하였듯이 repulping공정이 아주 단순화되기 때문에 이로 인한 recycling의 비용절감 효과 및 환경보호 효과가 있기 때문에 단순히 수용성 점착제를 사용함에 따른 테이프의 가격상승 때문에 사용이 제한된다면 문제가 있다고 본다. 따라서 이에 대한 비교분석자료가 우선 요구된다고 할수 있다.

박리성이 요구되는 라벨의 경우 일단 피착후 필요에 따라 물로 적셔서 깨끗이 떨어질 수 있는 용도로 많은 응용이 예상된다.

예를들면 유리병의 표면에 붙어있는 라벨을 유리병을 재사용하기 위해 탈착시켜야 된다면 라벨을 깨끗하게 떼어내기 위해 많은 공정과 시간이 소요된다. 이때 수용성점착제를 사용한 라벨이라면 물에 적셔 간단히 라벨을 제거할 수 있다.

따라서 수용성 점착제는 점착테이프 및 라벨의 제조원가를 상승시키는 문제는 있지만 좀더 넓은 recycling의 관점에서 전체적인 비용을 생각한다면 오히려 비수용성 점착제에 비해 경쟁력이 있다고 본다. 그러므로 이러한 장점이 잘 인식된다면 본 수용성 점착제의 사용이 좀 더 활발히 이루어 질 수 있게 될 것이다.