

강판표면 보호용 접착테이프 기술동향

나영수[†] · 이화수

동의과학대학교 신소재응용화학과
(2015년 12월 4일 접수)

1. 서 론

접착제는 피착제 적용 후 점성과 탄성을 동시에 가지고 있어 피착제 적용 후 점성을 소멸시키는 접착제와 달리 재작업이 가능하도록 설계되어 있다. 접착제는 적용처, 접착강도에 따라 다양한 수지로 제조가 가능하다. 대표적 접착제의 수지 종류는 페놀 수지, 에폭시 수지, 석유 수지, 아크릴 수지가 있다. 이에 반해 접착제는 피착제에 부착 후 점성과 탄성을 동시에 장시간 유지해야 하기 때문에 적용될 수 있는 수지가 한정적이다. 특히 경화 후 강한 접착력을 가지는 페놀 수지, 에폭시 수지 등은 접착제로 사용되기 매우 어렵다. 일반적으로 산업용 접착제로 사용되는 수지는 아크릴계, 고무계, 실리콘계가 주로 사용되고 있으며, 합성을 통해 다양한 물성을 만들어낼 수 있는 아크릴계가 국내에서는 널리 사용되고 있다.

접착테이프는 접착제를 다양한 필름에 코팅함으로써 제조되어 진다. 접착테이프에 사용되는 필름은 접착제의 지지체로 사용되며, 이러한 지지체는 테이프의 기재로 정의할 수 있다. 산업용으로 사용되는 스테인리스 스틸, 페인트 코팅 강판, 일반 도금 강판 등에 사용되는 표면 보호테이프의 기재는 주로 PVC (polyvinylchloride), PE (Polyethylene), PP (Polypropylene) 등이 널리 사용되고 있으며, 보호용 테이프 제조 시 그 용도와 사용처에 따라 접착제와 기재를 적절히 조합하여 사용한다. 이러한 표면 보호용 테이프를 적용처와 종류별로 크게 나누어 살펴보면 다음과 같다.

2. 적용처별 분류

산업용 표면 보호테이프는 산업현장에 매우 광범위하게 사용되고 있으며, 본 내용에서는 범위를 축소하여 가전, 건축 내·외장재 등에 사용되는 다양한 강판 중 고급품 및 수출품에 주로 사용되는 스테인리스 스틸, 일반 가전 제품에 사용되는 페인트로 강판의 표면을 도장한 도장강판, 그리고 난연을 요구하는 선박,

프렌트 사업 분야의 계장, 파이프, 설비 등을 보호하기 위해 사용되는 표면 보호 테이프로 한정하였다.

표면 보호용 테이프 기능은 1) 가공 공정 중 높은 압력으로 누름에 의한 손상, 가공 후 취급 과정 중에 가공품과 가공품 간의 충격에 의한 표면 손상 방지 2) 판재가 적재되어 이송되거나, 가공 작업을 위한 분배 등이 이루어질 때 전단면과 모서리 부분에 의한 표면 긁힘 방지 3) 판재나 가공품 보관 시 외부의 습기, 산소, 먼지, 염분 등으로부터 판재의 산화, 오염을 방지한다. 그리고 보호용 테이프는 가전제품, 성형품 등 완제품과 반제품이 최종 소비자에게 인도되기 전까지 표면을 보호하는 기능도 가지고 있다.

특히 표면 보호용으로 사용된 후 최종 소비자에게 인도와 동시에 대부분의 표면보호용 테이프는 제거되어 진다. 이때 제거 시점에서 보호용 테이프에 사용된 접착제가 제품 표면을 오염시키거나, 접착력 증가로 박리성이 좋지 못하면, 후 공정의 작업 효율이 떨어지고 제품 자체의 신뢰도가 낮아진다. 그러므로 표면 보호용 테이프의 선정에 매우 중요한 요소는 부착 후 장시간 경과에 따른 박리가 쉬워야 하고 보호용 테이프의 제거 시점에 접착제의 잔사가 없어야 한다.

2.1. 스테인리스 스틸 판재 보호용 테이프

스테인리스 스틸은 가전제품 중 냉장고 외관, 세탁기 회전판, 건축 내·외장재 등에 많이 사용된다. 특히 고급 마감재, 고가의 가전제품에 사용되어 제품의 가치를 높이는 역할도 한다. 이러한 스테인리스 스틸은 녹 발생률이 매우 낮고, 다른 강판에 비해 연신율이 우수하여 복잡한 가공품에 많이 사용되고 있다. 그러나 다른 금속재료에 비해 연성이 높아 절단, 절곡, 프레스 등 판재 가공공정에서 금형, 절단 칼날, 절곡 기계 등에 의한 표면 손상이 발생되어 결합 판재가 될 가능성이 매우 높다. 그리고 스테인리스 스틸 표면은 가공 시 사용된 가공유와 같은 기름 성분과 운반 시 사람의 지문 등에 오염되었을 때 스테인리스 스틸의 표면에너지가 높아 오염물을 제거하는데 어려움이 있



Figure 1. 세탁기 내부 세척 부분.

다. 특히 오염물 세척 시 스테인리스 스틸의 무른 성질로 세척도구에 의한 미세한 긁힘 자국이 발생되어 표면 광택 손상이 쉽게 발생된다. 이러한 스테인리스 스틸 표면의 다양한 손상을 미연에 방지하기 위해 항상 보호용 테이프를 판재 생산단계에서 부착하여 완제품, 반제품을 소비하는 공정까지 표면을 보호한다.

표면 보호용 테이프는 과거 국내 제품의 품질 미흡으로 일본 제품이 주류를 이루고 있었으나, 20년 간의 국내 제품의 꾸준한 개발로 현재는 가전, 건축 부문에 있어서는 국내산으로 모두 대체되었다.

2.2. 칼라강판용 점착 테이프

일반적으로 칼라강판은 원자제인 금속표면에 고분자를 코팅하거나 도금, 열처리 등을 사용하여 용처에 적합하도록 색상, 경도, 광택 등을 조절한 것이다. 이러한 최상층의 코팅면 위에 보호용 필름을 부착하여 표면의 오염, 충격 및 가공 시 발생하는 물리적 손상을 방지하고 있다.

표면처리 강판의 제조 공정은 용융도금(hop-dip galvanizing), 전기도금(electroplating), 도장(organic coating)의 방법으로 대별된다. 용융도금강판에는 아연 도금(Galvanized, GI), 합금화 아연도금(Galvannealed, GA), Zn-5%Al계인 Galfan, Zn-55%Al계인 Galvalume, Al 도금, Pb 도금강판인 Terne sheet 등이 있다. GI재는 표면 형태에 따라 regular spangle과 zero spangle로 구분되며, 자동차, 가전, 건재용으로 범용성이 크고 또한 도장강판의 중요한 소재로 사용된다. Zn-Al계는 내후성이 우수하여 건재용으로 각광받고 있으며, Al 도금강판은 내열용인 Al-8%Si의 Type 1과 내식용인 pure Al의 Type 2가 있으나 근래에는 Type 2는 거의 생산되지 않으며, Type 1이 자동차 배기판과 같은 내열성이 요구되는 부품에 적용되고 있다. 전기 도금강판은 도금층 구성 원소가 단일 금속, 합금, 이층인 경우로 구분되며, 전기 아연도금(electrogalvanized, EG)과 전기주석도금(tinplate,



Figure 2. 세탁기 세탁조 외벽.

TP), Tin-free steel (TFS)이 단일 금속계에 속한다. 합금도금의 경우, Zn-Ni계와 Zn-Fe계가 자동차용으로 사용되고 있다. 이층도금강판은 합금도금강판을 자동차 외관용으로 전착도장성을 향상시키기 위하여 3~5 g/m²의 Fe-rich 도금층을 박도금한 것이다.

도장강판은 GI zero-spangle재나 EG를 소재로 사용하며, 전처리로서 인산염처리나 chromate 처리, 혹은 접착제 처리를 실시하게 된다. 도장은 primer로써 주로 epoxy계 도료를 사용하고, 상도로써 polyester, silicone계 성수지, 불소수지 등을 도포하게 된다. 라미네이트(Laminate) 강판은 PVC, acryl, polyester, 불소수지 등의 film에 접착제를 바른 후 roll로 압착하여 제조한다. 현재 이러한 칼라 강판에 사용되는 보호용 테이프 중에 1992년 일본 NITTO사에서 개발된 RAPGARD란 품명의 테이프는 자동차 도막 보호용으로 개발되었으며, 가장 앞선 기술로 제조된 보호용 테이프이다. 철판상태에서 자체 마찰에 의한 도장면 손상, 가공 시 고온, 고압에서의 표면손상, 제품의 조립 후 포장시 테이프의 박리, 포장 및 운반 시 제품 표면의 보호, 소비자 배송 후 박리 시 오염 등이 발생할 수 있다. 보호용 테이프는 다양한 생산 공정 중에서 강판 표면을 보호해주고, 최종 소비자로 이송 중 강판 표면 손상을 방지하고, 또한 소비자 도달 후 쉬운 박리 및 점착제 잔존이 없도록 설계되어야 한다.

2.3. 난연 보호용 테이프

최근에는 많은 산업분야에서도 환경적인 면과 작업 안전을 고려하여 제품개발을 요구하고 있으며 그중 화재로 인한 유독성 가스 발생 방지와 난연성에 가진 제품을 요구하고 있다.

대표적으로 석유화학, 조선업계 등 플랜트 산업 분야에서는 발화성 작업인 용접, 절단, 절삭에 인한 화재 위험성과 용접, 절단, 절삭 작업 및 기타 작업에 의한 발화물질 낙하, 이물질 낙하, 기타 오염물질에 의한 오염 현상으로 완성된 구조물이 손상되는 것을 방지하기 위해 보호테이프를 사용하고 있으며 특히



Figure 3. 칼라강판 적용 사례(세탁기 케비넷).

발화물질 낙하로 인한 화재를 방지하기 위해 난연성을 가진 보호테이프가 사용되고 있다.

일반적으로 테이프는 기재 및 점착제가 고분자 물질로 이루어져 있어 화재에 취약하며, 심지어 연료 역할을 한다. 화재 발생 시 화재의 확산을 방지하기 위해 다양한 방염, 난연 제품이 개발되고 있다. 화재는 에너지, 연료, 산소의 3가지가 필수적인 요소가 있어야 전파된다. 난연 제품은 이러한 3가지 요소 중 산소를 일정 시간 동안 화염으로부터 차단시킴으로써 화재의 전파를 지연시켜 화재현장에서 사람이 대피할 수 있는 시간을 연장시켜 주는 목적을 가진다. 가장 많이 사용되는 난연제는 할로겐화합물 중 브롬계 화합물이다. 브롬계 난연제는 화재발생 시 열에 의해 브롬이 방출되어 산소를 연료가 되는 물질과 차단하는 역할을 한다. 할로겐 화합물을 사용하는 난연제는 심각한 환경 문제로 사용에 많은 법적 제한을 취하고 있다. 그러나 할로겐 난연제는 난연 특성이 매우 우수하고, 이를 대체하기 위한 연구가 활발히 이루어지고 있으나, 아직 할로겐계 난연제를 대체할 만한 친환경 난연제가 개발되지 않고 있다. 이로 인해 국내·외에서 높은 난연 등급을 요구하는 적용처가 증가하고 있어 할로겐계 난연제 사용량도 늘어나고 있다.

가장 많이 사용되고 있는 난연 테이프는 PVC 기재를 사용한 보호용 테이프이다. PVC 기재의 보호테이프는 낮은 난연성을 도입하여도 우수한 난연성을 가지고 있으나 화재 발생 시 PVC 자체에 포함되어 있는 클로로 화합물에 의한 유독성 가스 발생으로 밀폐된 공간에서 작업 시 안전성에 문제가 되고 있다. 이러한 점을 개선하기 위해 난연성을 가진 PE 제품을 일부 사용하고 있다. 난연 PE 제품의 경우 난연제를 PE 필름 생산 시 혼용하여 생산하는 방식으로 제작되고 있으며 이렇게 생산된 난연 PE 필름은 난연제로 인해 점착제와 PE 필름 간의 부착성이 떨어지는 문제가 있다. 점착제가 필름에서 쉽게 탈리되면 피착제에

점착제가 잔존하여 오염을 유발한다. 필름과 점착제의 약한 접착력을 해결하기 위해 PE 필름에 혼용되는 난연제 함량을 낮추어 생산·공급되고 있으나, 낮은 난연제 함량으로 인해 난연성이 저하되는 문제가 발생한다.

이러한 문제점에 대응하기 위해 보호테이프업계에서는 난연필름과 난연성을 가진 점착제를 동시에 필요로 하고 있으며 난연필름에 점착제를 안정적으로 고정할 수 있는 방안도 연구하고 있다. 유기 용제형 점착제는 난연성을 가진 점착제가 개발되어 일부 고가의 제품으로 사용되고 있으나 원가상승이나 점착력 저하 등으로 일부만 적용되어지고 있다. 특히 점착제 잔류 용제에 의해 난연성이 낮아지는 경우도 발생된다. 이에 따라 수성 난연 점착제에 대한 요구가 증대되어 왔으나 수성 점착제 합성 시 유화제(Surfactant)와 물이 사용되어 지는데 이로 인하여 내수성이 떨어지고 건조에 많은 시간이 걸리며 생산성 저하의 단점을 가지고 있다. 그러나 꾸준한 개발이 진행된다면, 향후 우수한 품질의 수성 난연 테이프가 개발될 것으로 기대된다.

3. 기재별 분류

3.1. PVC 테이프

스테인리스 스틸 판재 보호용 점착테이프는 대부분 아크릴계 점착제를 사용하며, 필름은 PVC, PE가 사용된다. 연질 PVC 필름을 기재로 사용하는 보호용 테이프는 국내 스테인리스 스틸이 삼미특수강에서 처음으로 생산된 시점부터 지금까지 꾸준히 사용되고 있는 품목이다. 연질 PVC의 특징은 내충격성, 질감성, 가공성 등에서 장점을 가지고 있다. 연질 PVC 필름은 경질 PVC에 가소제를 첨가함으로써 제조된다. 전 세계 가소제 사용량 중 약 80~90%가 PVC 제품에 사용되며, 가소제는 PVC 고분자 구조체 속에 스며들어 PVC 고분자의 유연성을 증대시켜 연질의 PVC 물성을 나타내게 한다. 이러한 가소제에 의한 경질 PVC 개질은 PVC 적용처를 광범위하게 확장시키는 역할을 했다. 그러나 PVC 고분자 체인 사이에 혼합된 가소제는 물리적 결합 형태로 PVC 필름 내부와 표면의 가소제 농도차이로 인해 지속적으로 표면으로 용출되는 문제점을 가진다. 비록 용해도 파라메타가 PVC와 유사한 가소제를 사용한다고 해도 매우 소량의 가소제가 지속적으로 용출되어 PVC 제품 표면으로 이행되는 현상을 막을 수는 없다. 특히 가소제에 의한 물성 변화가 발생하는 점착제를 PVC 필름 위에 도포한다면, 용출된 가소제에 의해 점착제 물리적 물성이 저하된다. 이러한 보호용 테이프는 피착제에 부착 후 시간 경과에 따른 점착력의 비이상적 증가, 점착제와 점착제 사

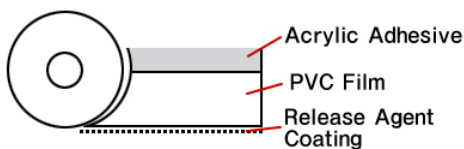


Figure 4. PVC 테이프 구조.

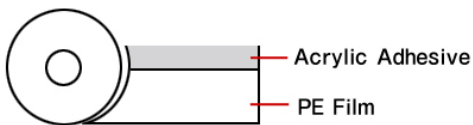


Figure 5. PE 테이프 구조.

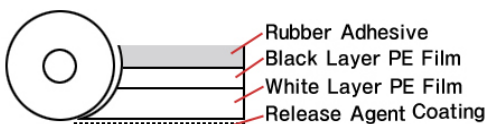


Figure 6. Black&White 테이프 구조.

이의 응집력 약화에 따른 피착제 표면으로 점착제 잔사가 발생하여 보호용 테이프 품질 불량을 일으킨다. 그러므로 PVC 테이프에 사용되는 점착제는 기본적인 가공, 내후성, 내열성 등의 물성과 더불어 가소제 침투에 따른 영향을 받지 않는 설계가 매우 중요하다.

3.2. PE 테이프

PE를 기재로 사용한 보호용 테이프는 많은 업체에서 생산하고 있으며, 그 종류도 다양하다. 생산 공정도 PE 필름에 점착제를 도포하여 건조 및 가교시키는 비교적 간단한 공정이기 때문에 많은 업체에서 생산되고 있다. 보호용 테이프에 사용되는 PE는 대부분 LDPE (Low density Polyethylene)를 주요 성분으로 사용하고 있으며, 물성을 보완하기 위해 HDPE (High Density Polyethylene), PP 등을 혼합하여 사용하기도 하며, 각각의 물성을 가지는 다층필름으로 제조하여 사용하기도 한다. 이러한 혼용은 생산업체, 적용 대상품 및 가공 정도에 따라 적절히 조절되어 사용되어 진다.

3.3. Black & White (B/W) 테이프

B/W 테이프는 다층의 PE로 이루어져 있으며, 일반적으로 백색 안료를 첨가한 백색 PE와 검정색 안료를 첨가한 검정색 PE를 사용하며, 투명 PE 층을 적층하기도 한다. 백색층은 백색 안료인 TiO_2 , $CaCO_3$ 등 무

기 충전제를 사용하며, 이의 목적은 테이프 최상층에 도달되는 UV에 대한 저항성을 높이는데 목적이 있다. 또한 첨가제로써 산화방지제, UV 흡수제 등을 사용하여 필름의 노화를 방지하기도 하지만, 이러한 첨가제의 사용은 보호테이프의 단가를 증가시키는 원인이 된다. 상기 목적에서 볼 수 있듯이 B/W 테이프는 산소, 오존, 자외선 등에 취약한 PE 필름의 물성을 개선하여 건축외장재, 엘리베이터 등 외부에 노출되는 소재를 보호하기 위해 개발된 친환경 보호테이프이다.

4. 결 론

산업자재용 보호테이프 역사는 약 1970년대 후반에 시작되었으며, 건축시장의 팽창, 소비 수준향상에 따른 전기전자 시장의 도약으로 다량의 스테인레스 스틸, 도장강판이 소비되면서 표면보호용 테이프 시장도 커졌다.

디스플레이 제조 공정과 같은 고부가 전자용 고가 보호용 테이프 국산화가 활발히 이루어지고 있으나 아직도 선도국 제품에 의존하는 반면, 저단가 산업자재용 보호테이프는 국내 강판 시장 대부분을 확보하고 있다.

미국, 유럽, 일본 등의 선진시장은 기업 영세성으로 인해 고품질 제품 개발이 늦어져 수출이 부진하고, 중국, 베트남, 태국 등 신흥 성장국 시장으로의 진출은 수출 대상 국가의 자체 제품에 비해 생산 단가가 높아 시장 진출에 어려움을 겪고 있다.

향후 이러한 문제점 해결을 위해 기존 산업제품에 대한 품질 향상 및 기술 개발에 대한 국가 R&D 자금 지원이 지속적으로 이루어져야 할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. Istvan Benedek and Mikhail M. Feldstein, "Application of Pressure Sensitive Products", CRC (2009).
2. Istvan Benedek and Mikhail M. Feldstein, "Technology of Pressure Sensitive Adhesive and Products", CRC (2009).
3. 유종순 외 11명, "접착 용어 사전", 한국 접착 및 계면학회(2009).
4. 세계화학공업(주), <http://www.sgchem.co.kr>.
5. 동국제강, <http://www.dongkuk.com>.