

전기 전자용 접착 테이프

서 용 만[†]

1. 서 론

테이프는 접착 가공품 중에 중요한 부분을 차지하고 있으며 여러종류의支持体에 접착제를 도포하여 용도에 적절하게 가공한 제품으로 용도와支持体, 접착제의 종류 및 요구물성에 따라 Table 1과 같이 분류할 수 있다.

그 중 전기 전자용 접착 테이프는 이 분야의 급속한 발전이 이루어짐에 따라 요구되는 사항들도 계속하여 변하고 있다. 따라서 여기에 대응하기 위해서는 제품특성을 이해해야 하고 사용 용도에 따른 제품의 기능과 사용자의 작업공정과 제품의 요구물성을 고려하여 설계하지 않으면 안된다.

또한 최근들어 환경·안전에 대한 관심이 접착증가함에 따라 이에 대한 사항들도 충분히 검토되어야 한다. 한 예로 2002년 1월 1일부터 시행되는 전자파 인체보호기준법의 시행에 의해 전자파 차단용 테이프의 개발이 요구되고 있으며 기존의 유성 아크릴 접착제로 인한 환경 문제로 수용성 접착제의 개발이 요구되고 있는 실정이다.

따라서 본고에서는 전기 전자용에 사용되고 있는 접착 테이프를 표면보호용 테이프, 전기절연용 테이프, 마스킹 테이프, 도전성 테이프, 난연선 테이프 등으로 나누어 소개하여 업체의 관련자들의 이해를 돋도록 하였다.

1.2. 표면보호용 테이프

지지체의 종류에 따라서 여러 가지로 구분되며 일반적으로 사용되는 접착제는 고무계, 아크릴계를 주로 사용하며 특히 피착체의 종류와 사용용도에 따라서 테이프의 요구물성이 달라진다.

금속, 유리, 플라스틱, 명판 등의 가공시 또는 측

급시 발생되는 찍힘이나 손상을 방지하기 위해 사용하므로 보호용 테이프의 요구물성은

- 부착시 작업조건을 고려하여야 하며 피착체의 종류, 형상, 작업온도, 피착체의 화학적 성분 등을 파악하여 접착력, tack, 내열성, 환경안정성을 파악하여야 하며
- 운송, 저장, 보관조건 및 기간을 고려하여 테이프를 선정하여야 하며
- 테이프 제거시의 조건 및 피착체의 표면상태의 유지를 어떻게 해야하는지를 파악해야 한다.

지지체의 종류는 Poly Ethylene, Poly Propylene, Poly Olefin계, PVC, Polyester, 화지 등을 사용하며 용도에 따라서 선택되어 진다.

접착제는 아크릴계, 합성고무계 등을 사용하며 요구물성으로는 접착력, tack, 내후성, 내열성, 오염성 등이 요구되어진다.

특히 피착제의 종류와 사용조건에 따라서 지지체와 접착제의 선택이 중요하며 피착제의 가공조건에 따라서 필름(지지체)과 접착제의 물성이 구분되어야 한다. 예를 들어 알루미늄판용 deep drowing용의 경우 필름의 팽창시 회복력이 없어야 하므로 지지체는 Poly Propylene계를 사용하여야 하며 접착제의 도포량 많을 경우 프레스작업시 문제가 되며 접착제의 전이가 발생할 수 있으므로 접착제의 선택시 신중해야 한다.

일반적인 접착테이프의 검사항목은 Table 2와 같다.

표면보호용 테이프의 경우 옥외 폭로시 내구성은 자외선으로 인한 물성의 변화로 인해 문제가 되고 있는데, 투명에 비해 색상, 필름의 종류에 따라 차이가 있다.

최근 접착테이프로 인해 발생하는 환경문제 중 냄새는 테이프를 구성하고 있는 지지체와 접착제

• 2001년 8월 27일 접수 (received on August 27, 2001)

• 유니온테크(주)

• 이 총설은 제2차 접착기술강좌 초청강연 내용을 발췌·정리한 것입니다.

† 주저자(Corresponding author):

Table 1. 테이프의 분류

분류	支持体	접착제의 종류	요구물성	용 도
포장용	크라프트지, 布, OPP, PVC, 화지, 합침지	천연고무, 아크릴계, 핫멜트, SBR계	저온에서 tack, 유지력, 인장강도, 작업성, 여러환경조건에서 내구성등이 요구됨	포장용
사무용	셀로판, OPP, PVC, 합침지, Acetate, Polyester	천연고무계, 아크릴계	Tack, 접착력, 내후성, 재접착성, 재박리성	제도용, 가정용, 글씨수정용, 사진제판수정용, 제본용
도장용	화지, Crape지, 布, PVC, Polyester	천연고무, 아크릴계	접착력, Tack, 유지력, 내용제성, 내열성, 작업성, 인장강도, 내오염성, 내구성	차량 건축등의 도장용
전기용	PVC, Polyester, PTFE, Polyamide, Acetate, 유리섬유, Crape지 등	천연고무, 아크릴계, SBR계, 실리콘계	전기절연성, 내전압, 電食, 내열성, 난연성, 내용제성, 내부식성, 내습성	전선절연, 코일외층보호, 도장, 鏽金時 마스킹, 전자부품 고정용, 진동방지, 식별용
결속용	Polyester, 유리섬유, OPP, 布, PVC, 紙, PE, AL증착	천연고무, 아크릴계, 부틸고무	강접착, 유지력, Tack, 내구성, 인장강도 大, 防食성, 내후성, 제거시 내오염성, 피착재와 접착력 弱	파이프등 결속, 표면결속, 야채류결속
표면 보호용	Polyethylene, PVC, 紙, Polyester, Polypropylene	아크릴계, 합성고무계	내후성, 접착력, tack, 내열성, 내마모성, 제거시 내오염성	금속, 플라스틱, 유리표면보호, 광택판, 도장판, 가공 및 운송시표면보호
양면 접착	부직포, 화지, OPP, PVC, Polyester, 말포체	아크릴, 고무계, 핫멜트, 실리콘	강접착성, 강유지력, 내후성, 내열성	자동차·건축·전기 등 광범위
의료용	紙, 布, PVC, PE, 화지	천연고무, 아크릴, 실리콘	Tack, 통기성	반창고, 구급용, 일반파스용, 기타 의료용
라벨용	紙, 布, PVC, AL, Polyester	아크릴, 천연고무, 핫멜트, SBR, PIB	접착력, tack, 영구접착, 재박리성, 냉동용,	일반라벨, 광고용, 일반식별용, 기타상표용

Table 2. 접착테이프의 검사항목

시험항목	요 구 물 성	비 고
외관상태	글립, 주름, 이물이 없어야하고 감김상태가 양호해야 한다	사용용도에 따라기준치 조정
접착력	온도의 변화에 따른 접착력	피착제에 따라 시험편결정
probe tack	25×25 mm, 200 g- 20초후 tack	피착제에 따라 조정
풀림성	폭 25 mm 제품의 풀림력	사용조건에 따라 조정
내열성	사용조건에 따라 차이가 있음	피착제에 따라 조정
引張荷重	일정하중을 가한 후의 박리강도	kg/25 mm
cycle test	사용조건에 따라 차이가 있음	피착제에 따라 조정
저장안정성	60도 144시간 후 접착력과 외관상태	사용조건에 따라 조정
테이프 물성	인장강도, 신장을	피착제와 가공조건

의 종류에 따라서 차이가 있으나 아크릴계 점착제의 경우 미반응일 경우를 제외하고는 거의 용제에 의한 냄새였으며 고무계의 경우도 용제에 의한 냄새로 추정되고 있다.

분석방법은 시료를 채취후 100°C의 dry oven에 넣고 30분간 가열 후 발생되는 gas를 0.5ℓ 채취 후 다시 0.05ℓ로 농축하여 Gas chromatograph에서 화학성분을 분리시킨 후 질량분석기를 이용하여 분석을 하게 된다.

2. 전기절연 테이프(Electrical insulation Tape)

2.1. 종류

전기절연 테이프로는 PVC 점착 테이프, Poly Ester 점착테이프, 高耐熱性 필름(PTET, Pol

yimide 필름, Nomex 필름, 유리섬유, Epoxy 袋浸布 등)을 사용한 점착테이프 등이 사용된다.

일반적으로 PVC 점착 테이프가 사용되고 있으나 耐熱性은 낮다. 고내열성 필름을 사용한 점착 테이프는 내열성이 높고 난연성이 우수하다.

2.2. 요구물성 및 특징

Table 3에서 알 수 있듯이 전기기기의 절연의 종류에 따라 허용온도가 달라진다. 또한 Table 4에서 나타난 바와 같이 지지체 및 점착제에 따라 다양한 특성을 나타내게 된다.

일반적으로 전기절연 테이프에 요구되는 물성 및 특징은 다음과 같다.

① 전기절연성이 우수해야하며 PVC 필름의 경우 비도전성이기 때문에 일반적으로 많이 사용되고 있으며 통상 6 kV 이상의 耐電壓을 가지고 있다.

② 내한성이 요구되고 있으며 -20°C에서 점착특성을 유지하여야 한다.

③ 내열성, 내구성이 우수해야 하며 PVC 필름의 경우 내열성이 없으므로 60~70°C 이상을 요구하나 내구성 테스트의 경우는 100°C를 기준으로 하는 것이 보통이다.

④ 작업성 특히 필름의 물성은 유연성과 절단

Table 3. 電氣器機의 절연의 종류

절연의 종류	Y	A	E	B	F	H	C
허용최고온도 (°C)	90	105	120	130	155	180	이상

Table 4. 전기절연용 점착테이프의 特性

지지체	연질 PVC	Poly Ester			Nomex		PTFE	Poly imide	유리 섬유	에폭시 합침포	
		점착제	고무계	아크릴계	아크릴	실리콘					
지지체 두께		0.025	0.025	0.038	0.050	0.05	0.05	-	0.025	-	0.18
두께(mm)	0.20	0.05 ~0.06	0.05 ~0.06	0.07	0.085	0.10	0.12	0.13	0.065	0.20	0.22
인장강도 (kg/10mm)	2.0 ~2.6	3.2 ~4.7	3.2 ~4.7	6.0	8.0	4.5	4.3	3.6.140	4.0	21.4	4.0
신장율 (%)	180 ~210	80	80	80	10	7	240	50	-	20	
점착력 (g/10 mm)	130 ~290	220 ~380	320 ~450	600	700	450	300	11.0	400	400	600
내전압 (kV)	5	5.0 ~5.5	4.4 ~6.0	7.0	8.0	2.6	2.6		8.0	3.5	12
電食係數	-	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	-	1.0	1.0	0.99
절연종류	-	E	E	E	E	B F	H	H	H	H	E

성이 우수해야 하며 가소제의 이행으로 인한 접착 물성의 변화가 없어야 한다.

3. 마스킹 테이프

3.1. 종류

마스킹테이프의 종류는 사용용도와 지지체 및 점착제의 종류에 따라 구분되어지며 지지체는 화지, CRAPE지, Poly Ester, 연질 PVC, 布 등이 있으며 용도에 따라 지지체가 구분 사용되어 진다. 전자 분야에 사용되는 각종 마스킹테이프의 종류 및 특성을 표 건축용으로는 화지, 布를 주로 사용하며 판금도장용으로는 화지, CRAPE지로 사용하며 자동차용으로는 화지 CRAPE지, Poly Ester, 연질 PVC가 주로 사용된다. 도장 공정에서 정밀한 LINE을 요구하는 곳은 Poly Ester, 연질PVC가 사용된다.

3.2. 점착제 및 지지체의 요구 특성

점착제는 아크릴계, 고무계, 실리콘계로 구분되

며 도장공정에서 내열성을 요구하는 공정에서는 내열온도에 따라서 80°C, 120°C, 135°C, 160°C, 180°C로 구분되어 지며 통상적으로 120°C이하는 아크릴계를 사용하고 160°C까지는 고무계 180°C 이상은 실리콘계를 사용한다.

이 때 점착제의 필수조건은 피착물의 가공조건을 통과 후 피착제가 변색이나 점착제 잔사가 없어야 하며 테이프 제거시 쉽게 떨어져야 한다. 일반적으로 피착제의 종류에 의해 미세한 변화가 생기기 때문에 점착제의 선택은 신중해야하며 특히 중요한 물성은 내용제성이 우수해야 한다.

전기전자용으로 사용하는 마스킹테이프의 경우는 전자부품고정용, 열용착형, METALIC Type 등이 있으며 이들의 요구품질 특성은 대부분 자동화 설비로써 사용되므로 제품의 길이가 500M 이상이므로 절단 가공시 특히 주의하여야 하며 테이프의 풀림성이 좋아야 하고 점착제에 부식성이 있어서는 안된다.

마스킹테이프의 선택에서 피착제의 형상과 표면 조도 및 평활도에 따라 지지체의 신율을 요구하기 때문에 지지체를 잘 선정해야 한다.

화지나 CRAPE지는 합침지를 사용하는데 합침지의 특성은 원지와 합침액의 조합에서 결정되어

Table 5. 전자분야에 사용되는 마스킹테이프의 종류 및 특성

Product name	Backing material	Type of adhesive	Thickness (mm)	Standard length (m)	Peel adhesion (g/25 mm)	Tensile strength (kg/w.mm)	Elongation %	Break-down voltage (kV)	Features & application
Belting tape	Crepe paper	Resin based	0.17	200~3000	-	2.2 (6)	10	-	열용착형, 전자부품고정용 radical type
Belting tape	Crepe paper	rubber based	0.13	500~6,000	1,000	2.2 (6)	10	-	axial type, 내열성(120°C)
Belting tape	Crepe paper	rubber based	0.15	500~6,000	700	3.0 (6)	10	-	axial type, 고유지력
Crepe tape	Crepe paper	rubber based	0.23	60	1,000	3.5 (10)	25	1.6	thermosetting, Varnish resistant
Belting tape	Flat paper	rubber based	0.12	500~6,000	1,200	3.6 (6)	5	-	axial type, 내열성(160°C, 60분)
Combination tape	PET + TISSUE	rubber based	0.20	50	1,500	8.0 (10)	-	7.0	Oil resistaant.
Combination tape	PET + 부직포 (pet)	아크릴	0.42	50	1,200	9.0 (10)	30	6.0	Vanish impregnation type

지며 이들의 물성은 습윤인장강도, 신장률, 인열저항, 층의 박리강도, 공극율, 내용제성 색상 및 내열성이 요구된다.

마스킹 테이프의 품질특성 중 내열성을 향상시키기 위해서는 지지체의 선택과 점착제의 내열성이 동시에 만족하여야 하며 특히 고온 안정성을 만족시키기 위해서 고무계 점착제를 주로 사용하며 가교형을 주로 사용한다.

일반적으로 고무를 가교시키는 방법은 유황가교와 유기과산화물가교, 페놀수지가교, oxim가교, 금속산화물가교, 티오요소가교 등이 있으며 유황가교의 경우 가류조건이 고온(150°C 이상), 장시간에 의하여 가교가 일어남으로 테이프의 생산성에서 문제가 되고 잔류유황에 의한 부식성으로 피착제의 오염을 발생시키므로 적용이 어려우며 주로 알킬페놀수지형을 이용하며 탄성체는 천연고무나 SIS를 주로 사용하나 변성고무를 사용하기도 한다.

가교형 고무계 점착제의 경우 가교도를 어떻게 하느냐에 따라 점착제의 물성이 결정되며 이 점착제를 이용한 제품의 저장안정성은 매우 약하므로 특히 주의하여야 한다.

4. 도전성 테이프

산업기기 및 전자제품의 디지털화가 급속히 발전함으로써 각종 전자기기로부터 방출되는 전자기파와 정전기로부터 인체 유해론과 각종 정밀기기의 신호교란, 오동작 및 기능정지등을 일으키는 장해요인으로 작용함으로 이를 방지하기 위하여 Shielding Adhesive tape를 사용한다. 일반적인 점착제는 대부분 전기절연성을 갖고 있으며 기재도 고분자재료로 구성되어 있어 전기가 통하지 않는다. 따라서 도전성 테이프는 전기흐름의 형태에 따라 몇가지로 구분할수 있으며 기재로는 알미늄, 동과 같은 금속성 도전체의 얇은 박막을 사용하기도 하고 나이론, polyester, Acryl로 구성된 Woven fabric에 금속성 도전체를 코팅한 기재를 사용하기도 하며 투명 필름에 금속을 증착하여 사용하고 최근에는 투명도전성 필름이 개발되어 여러 가지 용도로 사용되기도 한다. 점착제의 경우는 은, 니켈, 도전성카본 등을 이용하여 점착제에 분산하여 사용하기도 하나 도전성 및 전자파 차폐효과를 만족하기 위해서는 적정량이

분산되어야 하며 이때 점착제의 물성이 변하기 때문에 저농도에서 희망하는 물성이 생기도록 도전성 첨가제가 선택되어야 하며 난연성을 요구하는 제품도 있다.

도전성은 테이프의 폭방향으로 도전성을 갖는 것과 두께방향으로 도전성을 갖는 것으로 분류하기도 한다.

2002년 1월1일부터 전자파 인체 보호 기준법이 시행됨으로 인해 관련 업계에서는 전자파에 대한 안전기준에 적합한 설계기술을 개발해야 하는 등 산업전반에 걸쳐 적용할 것으로 전망된다. Shielding Adhesive tape는 고주파 대역(EMI 및 저주파 대역의 전자파를 차폐할 수 있는 기능을 같은 하기위해서 전자파 차폐 및 흡수 기능을 고기능성 점착테이프 개발이 시급한 실정이다.

전자파차폐의 원리는 전자파의 입사파를 반사시키거나 흡수 또는 다중산란에 의해서 감소시키는 것으로 분류되며, 또 주파수 대역별(수백 MHz~GHz)로 차폐기구가 달라지는 특징이 있다. 차폐물질로서는 도전체, 유전체 및 자성체가 사용되며 이러한 물질은 전자기 차폐능에 대한 주파수의존성이 매우크다.

특히 전자파와 자기장에 대한 주파수 대역별 차폐효과는 기재와 점착제의 차폐물질에 따라 차이가 있으므로 테이프의 선택시 신중을 요한다.

5. 난연성 테이프

난연성 테이프는 發煙의 자연, 연소에 대한 저항성, 자기소화성 등을 요구물성으로 하고 있으며 이러한 테이프는 자동차, 전기전자, 항공기산업 등에서 요구되고 있다. 전자 산업에 사용되는 난연성 테이프의 종류와 특성은 Table 6과 같다.

특히 이들의 요구는 폐연농도가 낮고 연소에 의해 생성되는 가스의 독성이 없어야 하고 날로 산업안전을 중시함으로 인해 난연의 범위가 점차적으로 확대되고 있다.

테이프의 시험방법은 각분야에 따라 차이가 있으며 건축업계의 경우는 DIN 4102에 의해 연소로에서 시험편을 수직으로 고정시키고 장시간 강한 화염에 고출시켜 연소손실 면적과 연소가스의 온도에 의해 결정되며, 전기 전자의 경우는 UL 규격 UL510에 의해 3 mm 철사에 몇 겹으로 감

Table 6. 전자산업 분야에 사용되는 난연성 테이프의 종류 및 특성

producer name	Backing material	Type of adhesive	thick-ness (mm)	Adhesive strength (g/25 mm)	tensile strength (kg/25 mm)	Elongation (%)	Break-down Voltage (kV)	Electrolytic corrosion coefficient	Class of insulation	Features
Glass cloth tape	Glass cloth	silicone	0.18	850	62.5	5	3.0	1.00	H	UL510FR, UL200°C
Nomex tape	Nomex paper	silicone	0.12	1250	10.8	8	2.6	1.00	H	UL510FR, UL200°C
Kapton tape	Kapton film	silicone	0.08	625	25	50	10.0	1.00	H	UL510FR, UL200°C
TFE tape	TFE film	silicone	0.13	925	5.8	250	7.5	1.00	H	UL510FR
PPS tape	polyphe-nylene sulfide	silicone	0.055	825	10.8	30	4.0	1.00	F	UL510FR, UL155°C
PEN tape	poltethy-lene naphtha-late	Acryl	0.055	1050	15.5	50	6.4	1.00	F	UL510FR, UL150°C
Polyester cloth tape	Polyeste-r cloth	Rubber	0.25	875	60	30	3.5	0.90	E	UL510FR
Polyester tape	Polyeste-r	Acryl	0.055	1050	9.8	80	6.0	1.00	E	UL510FR, UL130°C
Combina-tion tape	PET+부직포	Acryl	0.27	1500	20.8	45	5.6	1.00	E	UL510FR, UL130°C
Acetate tape	Acetate	Rubber	0.23	850	16.0	20	3.7	0.95	A	UL510FR
Cotton tape	Cotton	Rubber	0.23	750	27.5	7	2.4	0.75	A	UL510FR
Vinyl tape	연질PVC	Rubber	0.20	650	7.2	180	9.5	1.00	-	UL510 CSA

아 시험편을 수직으로 매달아 규정된 화염온도를 연속적으로 일정시간 노출하여 몇 차례 태웠을 때 연소하여서는 안된다. 특히 항공기 산업의 경우 ATS 1000에 의해 시험하며 이는 특수 연소로에서 규정된 불꽃에 일정시간 동안 분젠바너의 불꽃으로 대위 불꽃을 제거한 후 연소시간과 연소정도가 규정치를 초과하여서는 안되며 매연의 밀도와 연소생성물의 독성을 체크한다.

일반적으로 접착제는 쉽게 연소하나 실리콘제 접착제의 경우는 예외이다.

접착제에 난연성을 부여하기 위해서는 유효한 난연제를 투입하나 소량으로는 효과가 없으므로

적당한 양을 투입하였을 경우 접착제의 물성에 변화를 가져오며 특히 TACK는 상당량이 감소한다.

난연성 테이프의 경우 基材와 접착제는 각각 검토하여야 한다.

지연제의 투입없이도 물연성을 갖고 있는 물질, 예를들면 polyimide, PVC필름, 테프론수지, 유리섬유 등이 있으나 대부분의 경우는 가연성을 억제하는 처리를 하여야 한다. 이때 첨가하는 난연제는 기재의 기본물성에 손상을 입혀서는 안된다.

난연제의 종류는 판농기 별로 염소계, 브롬계, 인계 및 무기계 난연제로 대별하며 브롬계가 효과가 좋으나 氣相에서 효과를 발휘하므로 난연성

을 극대화 하기위해 안티몬계 또는 燐계를 병용하여 사용한다. 단점으로는 내열 내후성을 저하시키기도 하므로 충분한 검토가 필요하다.

할로겐화물은 고온에서 free 할로겐원자로 되어 이것이 연소를 돋는 라디칼을 제거하고 연쇄반응을 방해한다. 삼산화 안티몬은 난연제로써 많이 사용하나 할로겐화물과 함께 사용하면 상승효과를 발휘한다.

삼산화안티몬과 같은 무기계 난연제는 열안정성이 우수하며 부식성가스가 없는 것이 특징이며 무독성인 물질이 많으나 과량을 첨가할 때 물성의 손상을 가져온다. 따라서 전기전자용 난연테이프에 많이 사용된다.

6. 노화

6.1. 노화의 정의

高分子는 여러가지의 환경에 폭로되었을 때 물리 화학적 작용에 의해 서서히 고유의 성질을 잃게 되는데 이러한 현상을 老化라고 한다. 이를 영어로는 degradation이라고 하며 構成單位의 결합이 절단되어 저분자화 되는 것을 가르켜 分解(decomposition)라고도 한다. 그밖에 脆化(deterioration), 노화(ageing), 붕괴(collapse), 파괴(destruction) 등의 용어를 사용한다.

고분자가 노화를 일으키는 것은 외관의 변화, 강도나 신율등 제반 물성의 低下, 화학구조의 변화등 여러 가지를 말하며 이것은 화학변화에 의해 고분자 특성을 나타내는 분자량이나 분자간의 힘을 파괴시키며 고분자의 가공시 잔류하는 잔류응력이 서서히 없어지기도 하고 가소제가 없어지면서 고분자의 유연성이 없어지는 물리적인 원인 때문이기도 하다. 그러나 고분자의 老化時 볼 수 있는 변화는 반드시 동일한 것은 아니므로 노화에 대한 특성에 대해서는 구분하여야 한다.

고분자의 특성은 高分子性과 分子間力에 의존한다.

그 이유는 저분자의 단량체가 공유결합에 의해 분자량이 서서히 커져서 여러 가지의 물리적 특성이 결정되어 지고 Table 7 分子間力(옹집력에 너르기)은 분자량분포, 단량체의 화학구조, 分枝構造, 架橋構造, 立體規則性 등에 의해 영향을 미친다.

6.2. 노화의 실제

6.2.1. 노화의 원인과 증상

유기계고분자는 여러 環境下에 폭로되었을 때 光, 熱, 기계적작용, 전기적 작용, 방사선, 약품, 미생물, 수분, 대기와 대기중의오염물 등의 작용을 받아 고유의 특성을 변화시킨다.

이로 인해 고분자의 노화가 촉진되며 강도와 신율 등의 역학적특성, 전기절연성의 물성의 변화를 가져오며 탈색, 白化표면균열, chocking 등의 외관의 변화 및 分子鎖上에도 主鎖의 切斷, 측쇄의 반응으로 인해 변화를 일으킨다.

6.2.2. 熱老化

고분자를 가열하면 변형, 연화, 유동 등의 물리적변화와 主鎖의 절단, 산화 반응 등의 화학적 변화를 일으킨다. 열노화는 당연히 温度가 주요인 자이며 고온에서는 산소에 의해 주쇄의 절단반응을 일으키며, 산소존재하에서는 자동 산화반응을 일으키기 때문에 低溫영역에서도 노화반응이 쉽게 일어난다.

이때 산화방지제에 의해서 라디칼반응이 정지한다.

6.2.3. 光老化

전자파에는 파장이 짧은 高에너지의 γ 선, X선에서 파장이긴 마이크로파가 있고 자외선 가시광선의 파장은 200~800 mm 영역이다.

광화학의 원리는 어떤 물질이 흡수하는 光에 의해 광화학 반응이 일어나며, 1개의 吸收光量子는 광화학과정의 초기단계에는 1개의 吸光分子를活性화시킨다.

6.2.4. 기계적 노화

고분자재료는 성형가공시 받게되는 剪斷應力(shear) 및 성형물에 가해지는 응력에 의해 노화가 일어나며, 응력의 종류는 인장력, 압축력, 굴곡력, 복합력 등이 있으며 이들로 인해 분자 내부구조의 변화로 분자쇄의 재배치가 일어나며 가공시 받게되는 剪斷應力에 의해 분자주쇄의 일부가 절단되어 라디칼을 생성하여 미량의 산소 존재하에서 열산화가 일어나기도하고 불안한 관능기를 생성한다. 이러한 노화를 방지하기 위해서는 산화방지제 또는 거공안정제를 투입한다.

Table 7. Poly ethylene의 분자량과 성질

중합도(n)	분자량	외관	융점(°C)	비점 (°C/mm Hg)
1	30	기체	-183	-88.6/760
5	142	액체	-30	174/760
10	282	결정	36	205/15
30	844	결정	99	250/10
100	2802	고체	106	分解

6.2.5. 전기적 노화

고분자재료는 가정용 전기재료나 發電, 送電用의 전기절연재료로 사용하며 전기적 작용에 의해 노화한다. 이 전기적 노화는 충격적인 과전압이나 과전류에 의해 파괴 혹은 장기간 동안 電界에 노출되었을 때 노화가 일어난다. 전기적 노화의 영향의 크기는 tree노화, 부분방전노화, tracking노화, ark노화의 순이며 tree노화는 주로 불순물에 의해 발생하며 절연체에 수분으로 인해 발생하기도 한다. 또 유화수소가 주위에 존재할 때 유화동이 형성되어 chemical tree가 발생하여 절연을 파괴한다.

전기적노화를 방지하기 위해서는 불순물관리가 우선이며 주로 환경적요인이 문제시 된다.

6.3. 점착제의 노화

고무제품은 보존중 혹은 사용중에 경화가 되기도 하고 표면에 균열이 가기도 하고 부착성을 나타내기도 하는데 이런 현상을 노화라고 하며, 이것은 고무의 가장 큰 약점이기 때문에 옛부터 많은 연구를 하였다. 이런 현상과 원인에 대하여 Buist는 Table 8과 같이 정리하였다.

수많은 elastoma 즉 천연고무, SBR, 폴리이소부틸렌, 블록코폴리머, 부칠고무, 실리콘, 우레탄 및 아크릴계를 점착제로 사용하고 있다. 천연고무와 아크릴계수지는 대단히 중요하지만 핫멜트형 점착제의 사용이 증가하는 반면 블록코폴리머도 서서히 증가추세에 있다.

천연고무, SBR 및 블록코폴리머(SIS, SBS)와 같은 불포화 elastomer는 분자 중에 이중결합을 갖고 있어 폴리머의 노화성 부분에서 포화폴리미보다 노화되기가 쉽다. 이러한 elastomer의 점착제는 통상 단기간에 사용하는 점착제로 사용하여야 하며 률상태에서도 노화가 일어나 점착성을 유지하는데 중요한 요인이 된다.

Table 8. 고무표면의 노화현상

현상	주요원인	노화조건	
표면 층의 변화	박막형성 빛이 활성화시킨 산소	빛에 의해 생김	
층분리	오존과 습기		
chocking	표면의 분해		
내부 변화	내부크래	대기또는 오존	
표면 경화, 연화	고온으로 인한 표면산화	대기 또는 오존중에 들어나지 않아 발생	
고무 질의 변화	강도저하	산화	가열 노화
경화	산화, 중합	습실 노화	
연화		가열 노화	

아크릴계수지나 폴리이소부틸렌, 부칠고무 및 다른 포화고무를 베이스로한 점착제는 장기간 사용하는 곳에 적용한다. 이 경우 사용 후 물리적성질도 중요하다. 고무계점착제는 고무 점착부여제, 연화제, 노화방지제로 구성되어 있다. 노화의 실제는 점착성의 유지율을 극대화 시키기 위해서 안정한 성분과 노화방지제의 선택은 아주 중요하다.

6.4. 점착부여수지의 효과

노화성은 사용한 점착부여수지에 의해 큰영향을 준다. 점착제는 로진이 범용적으로 사용되고 특히 저온에서 양호한 성질을 갖는 점착제를 만드는데 사용된다. 그러나 천연수지로 된 로진은 이중결합을 갖고 있어 산화하기 쉽다. 로진의 안정성은 불균화반응과 공역이중결합의 수소화에 의해 개량된다.

Wetzel은 점착제의 노화성에 대해 여러 가지 점착부여 수지에 대한 연구를 하였다. 이것을 검토하면 93°C에서 일반수지는 10시간 경과 후 저히 tack가 감소하였으나 수첨수지는 20시간이

후부터 급격히 감소하였다.

여러 가지 수지를 산소와의 반응을 검토한 결과 천연수지는 70°C에서 급격히 1시간이내에 반응을 하였으며 점착강도 역시 불규칙적으로 변하는 것을 알 수 있다. 그 이유는 노화에 의해 점착제가 연화되어 접착파괴영역이 증가하고 응집파괴영역이 감소하는 경향이 있기 때문이다. 물론 노화에 의해 천연고무의 응집이 감소하는 것도 관련이 있다. 천연수지에 비해 석유수지가 내 노화성은 우수하다.

6.5. 노화방지제의 영향

노화방지제는 점착제 처방에 사용되는 미가류 고무를 노화에서 방지하기 때문에 유효하게 사용된다. 노화방지제는 여러 가지종류가 있으며 그 종류는 제2아민, 디아민 및 유도체, 키노린 화합물, 디 티오 카바네이트류, 알킬페놀류, 린산 에스테르류 등이 있으며 아민 타입의 노화방지제는 오염성 때문에 점착제로는 사용하지 않는다. 점착제로 사용하는 노화방지제는 일반적으로 고무 50부, 점착부여수지 50부에 노방이 1~2부로 구성하고 이 점착제는 카렌다법으로 도포한다. 노화 시험방법은 도포두께를 0.07 mm로 하고 T타입으로 응집력을 테스트하며 시료폭은 10 mm, 박리속도는 20 mm/분으로 한다.

이 실험에서 가장좋은 천연고무의 노화방지제는 2,5-디(ter-부칠)하이드로퀴논이며 핫멜트형 점착제의 경우는 아연디부칠디티오카바네이트, 폴리알킬포스트이다.

6.6. 촉진노화실험과 보존성과의 상관관계

점착테이프의 실질적인 촉진노화실험과 보존성의 관계는 결론 짓기 어렵다.

Youmanal 및 Massen은 22년간 장기간에 걸쳐 얻은 물성 데이터에 의하면 가류고무의 보존성과 촉진노화실험결과 70°C에서 실시하였으며 도포두께를 0.15 mm로 하고 이 시료를 40개월 간 셀로판의 방습포장 후 70°C에서 실시하여 응집력을 전단강도시험법에 의해 실시하였다. 그 결과 응집력이 초기에는 2.5 kg에서 40개월 후에는 실온조건에서는 1.5 kg였으며 70°C에서 30일 후에는 1.2 kg으로 감소하였으며 1.6 kg로 감소하는데 소요 시간은 실온에서 25개월, 70°C에서는 15일이 소요되었다. 상기의 실험에 의해

촉진노화실험은 70°C에서 15일간 행하면 약2년의 상온 상태에서 노화하는 것과 동일하여 실험 조건을 70°C 15일을 기준으로 한다.

일본의 통산성에 의해 점착테이프의 옥외 폭로 시험은 폭로 테이블을 수평으로 하고 투명한 유리판과 불투과성 뚜껑을 덮어 실시하였으며 이 실험은 옥내실험의 경우보다 혹독한 조건이다. 이 촉진노화실험은 65°C, 80% RH에서 실시하였다.

를상태의 제품은 상기조건에서 10일간 행하며 이 조건은 비노광 조건에서의 9개월에 해당한다. 이 때 포장하지 않은 상태에서 행하면 DISHING 현상이 일어나므로 반드시 습기를 차단한 채로 실시한다. 크레이프 테이프의 경우는 를상태에서 2년간 점착성을 유지해야 한다.

이 테이프를 SUS판 위에 부착할 경우 빛의 영향을 받아 노화하고 연화한다. 점착력은 초기보다 증가하고 이것의 파괴는 계면파괴에서 응집파괴로 변하기까지 지속되고 그 후에 점착력이 감소한다. 포테이프의 경우는 24개월 후에도 거의 변했고 스텐판에 부착한 경우 또한 노화되었다. 이 경우 빛에 의해 많은 영향을 받았다. 여기서 중요한 것은 천연고무의 경우는 열보다도 빛에 의해 많은 영향을 받았다. 그러나 테이프는 를상태로 공급하고 빛에 노출되기 드물기 때문이다. PVC라벨은 가소화PVC, 아크릴계 점착제 및 이 형지로 구성되어 있다.

이 시료의 1개는 옥외폭로하고 다른 것은 유리판아래에 1년간 폭로시켰다 이때 옥외폭로시킨제품의 경우는 이형지가 떨어지지 않았고 유리판아래 폭로한 것은 쉽게 제거되었다. 유리판에 부착한 시료를 조정한 것은 점착강도가 변하였으며 장기간 폭로 후에도 고무로 베이스로 한 경우 보다 작았다. 박리강도는 노화에 의해 크게 변하였다. 그러나 아크릴계의 점착제의 내광성이 내열성보다 우수하였다. ASTM의 경우 노화 실험을 실시한 결과 98°C, 80% RH조건에서 4일간 실험한 데이터는 2년간 노화한 결과의 점착제물성과 같은 결과를 가져왔다. 점착레벨은 여러종류의 촉진 내후성 실험기중에서 자외선을 폭로시켰다. W-O-Meter의 경우 6,000 W의 키세논 아크등이 선정되었다. 그 이유는 그 방사 프로필이 태양광과 거의 비슷했기 때문이다. 이 실험에서 3주일은 6개월의 옥외폭로조건과 같다.

Grossman은 150°C, 80%이고, 6일간의 테이프 노화는 결합제품을 식별하는데 충분하다는 보고도 있다. 실리콘계 및 우레탄계 점착제의 경우

접착제의 종류는 4가지로 분류되며 무축매형, 2성분계 화학가교의 과산화물 실리콘계 및 자외선 경화 우레탄계 접착제 등이 있다.

이 접착제를 0.05 mm의 알미늄박에 0.1-0.125 mm 두께의 접착제를 도포한 후 경화시킨 다음 이형지에 합지하고 그 시편을 -53°C, 50% RH, 23°C, 50% RH, 66°C, 50% RH, 23°C, 50% RH의 사이클 시험을 한 결과 40주의 폭로 조건과 접착 물성이 같았으며 MIL-STD-331 환

경에서 실리콘의 경우 16주 후 접착제의 tack가 없어졌고 우레탄의 경우 해중합 되어 액상으로 되었다.

노화의 실제에 있어 퍼착제와 접착제의 종류, 저장조건, 보관조건에 따라서 차이가 있으므로 접착 테이프의 종류 및 사용용도에 따라서 실험에 의해 기준을 설정하여야 하며 실험에 대한 신뢰성 확보 및 재현성의 정확도를 위해 가능한 많은 퍼착제에 실험을 할 필요가 있다.