

핫멜트접착제(7)

Hot Melt Adhesives

한국계면활성제접착제협동조합 자료제공

7. 핫멜트접착제의 응용

7-1. 핫멜트접착제의 도포온도

핫멜트접착제는 용융상태에서 도포된다. 이것을 도포할 때의 온도는 작업온도(作業溫度)라고도 한다. 실제의 작업온도는 작업의 환경이나 피착제의 종류나 상황 등에 따라서 좌우되는 것은 당연한 일이지만 사용하는 핫멜트접착제의 물성(物性)에 따라서 최종적으로 결정된다고 생각하여도 무방하다.

피착제가 합판인가 또는 크라프트지인가, 혹은 금속인가에 따라서 핫멜트접착제의 품종이 선택되므로 그 핫멜트접착제의 연화점(軟化點)·점도(粘度)·오픈타임 등에 의해서 가장 알맞은 작업온도가 결정된다. 핫멜트접착제에 의한 접착의 성패(成敗)는 최종적으로 작업온도가 결정적인 인자라고 하여도 지나친 말이 아니다.

가장 일반적인 에틸렌초산비닐수지계(EVA) 핫멜트접착제의 각온도에 따른 용융점도(熔融粘度)를 도시한 것이 [그림 7-1]에 나타나있다.

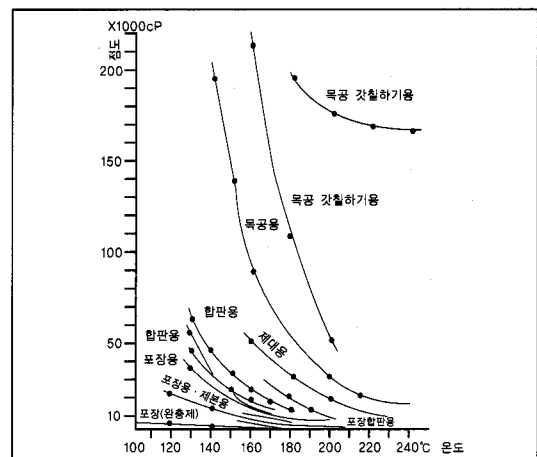
이 그림에서 보더라도 알 수 있듯이 점도는

온도가 상승하면 저하되지만 그것이 내려가는 방식은 품종 즉, 배합(配合)에 의해서 큰 차이가 있다.

캐비넷이나 가구 등의 갓을 붙이는 데에 사용되는 것은 고점도인 것으로 200,000 CP정도이며, 낮은 것이라도 20,000 CP 정도이고, 작업온도는 180~220℃에서 이루어진다.

목공용에 이어서 합판의 중심을 접착하는데에 사용되는 것은 50,000~10,000cp가 많으며, 작업온도는 140~180℃로 낮은 편이다.

[그림 7-1] EVA계 핫멜트의 온도별 점도비교



제본(製本)할 때의 무선철(無線綴)에 사용되는 것은 5,000~2,000cp의 낮은 점도인 것을 160~180℃에서 도포한다. 커터로 등을 커팅한 다음 털을 세우고 그후에 로올러로서 도포하지만 크래프트로 물려있는 종이 사이에 풀질을 알맞게 하기 위해서는 점도가 낮은 편이 좋다.

무선철은 문자 그대로 제본할 때에 실이나 철사를 사용하지 않고 종이의 단면에 발라진 접착제만으로 제본하여 표지와 접착하지 않으면 안된다. 더욱이 반복해서 책을 개폐하는 데에 견디고 떨어져나가는 일이 있어서는 안되므로 이것에 견딜 수 있는 강도(強度)·내후성(耐候性)도 필요하다. 골판지상자에 의한 포장용은 바닥 붙이기, 봉함용으로 500~2,000cp인 것이 160~180℃의 온도에서 도포된다. 방수골판지나 냉동용상자에서는 10,000cp이상인 내한성(耐寒性)인 것도 사용되고 있다.

제대기(製袋機)나 제함기(製函機)에 의한 종이상자의 제조용과 이러한 것들의 작은상자에 의한 상자에 넣고 포장하는 데에 사용하는 것도 거의 위의 포장용과 같다. 판지(板紙)에는 방습(防濕)이나 광택등의 외관효과(外觀效果)를 위한 알루미늄이나 플라스틱 필름과 접합시킨 것이나 왁스나 수지를 코팅한 것이 있고 또는 인쇄나 바니스를 칠한 면에서의 접착도 필요하지만 도포온도에는 별다른 차이는 없다.

핫멜트접착제의 특징을 활용한 용도로서는 골판지상자를 만드는 것 이외에 제대(製袋)가 있다. 그 중에서도 시멘트·비료·화학제품 등의 포장용기로서 사용되고 있는 대형인 중대(重袋)는 크라프트지나 플라스틱필름을 조합시킨 다

층대(多層袋)가 많다. 30~50kg정도의 무거운 내용물을 운반·하역하는 데에 견딜수 있고 보호할 수 있는 강도도 요구된다.

내열·내후성도 요구되고 있어 핫멜트접착제의 점도로서는 8,000~30,000cp정도가 많다.

작업온도는 점도에도 의하지만 제대할 때의 속도에 의해서도 차이가 있다. 또한 크라프트와 크라프트를 붙이는 것, 크라프트와 폴리에틸렌, 폴리에틸렌과 폴리에틸렌의 접합 등 피착체에 의한 차이가 있어 140~220℃까지의 여러 가지가 있다.

포장재료에서 빼놓을 수가 없는 것으로 완충재(緩衝材)가 있다. 우레탄폼·스티로폼·발포(發泡)폴리에틸렌 등 자유로이 성형가공이 쉽기 때문에 골판지, 나무 등과의 조합으로 널리 사용되고 있다.

폴리에틸렌필름의 접착에는 폴리에틸렌의 연화점이 120℃로 낮으므로 100℃이상의 높은 온도에서 도포할 수는 없어 100℃전후의 낮은 온도에서도 부착성이 좋은 핫멜트접착제를 사용하지 않으면 안된다. 점도도 100℃에서 5,000cp 이하이고, 160℃에서는 1,000cp이하인 정도의 것이 바람직하다.

더욱이 상당한 고속으로 접합시키고 빨리 냉각시키도록 준비하지 않으면 핫멜트접착제의 열에 의해서 필름이 우굴쭈굴해지거나 접착부 근처가 열열화(熱劣化)를 일으켜서 애써 접착해 놓아도 그 접착부위 쪽에서 하중에 걸릴 수 없어 절단될 우려가 있다.

발포폴리에틸렌의 경우는 제조메이커 각사에 따라서 원료·제법(발포방법 또는 가교의 유무

및 방법)등의 차이에 의해서 접착성이 달라진다. 일반적으로 폴리에틸렌의 연화점은 120℃ 정도이지만 가교(架橋)가 없는 발포배율(發泡倍率) 25배 정도인 것에서는 연화점보다 훨씬 높은 160℃정도이거나 그 이상의 온도에서 도포하는 편이 좋다.

이 경우도 160℃의 고온으로 오랜 시간 접촉(接觸)시키면 발포체가 열로서 침해되기 때문에 도포 후에 즉시 접합시키는 등 방냉(放冷)하도록 할 필요가 있다. 도포량이 지나치게 많으면 핫멜트접착제의 열용량(熱容量) 때문에 냉각되기 어렵다. 따라서 적당히 알맞은 도포두께를 선택하지 않으면 안된다.

도포온도가 낮으면 부착성(附着性)이 불충분하게 되어 폴리에틸렌의 표면에서 계면박리(界面剝離)를 일으키는 수가 있으므로 주의하지 않으면 안된다.

폴리우레탄발포체는 폴리스티렌이나 폴리에틸렌 등과 같은 열가소성수지(熱可塑性樹脂)와는 달리 열경화성수지(熱硬化性樹脂)이므로 도포온도의 가늠이 되는 연화점을 갖고 있지 않다. 폴리우레탄발포체의 최고사용온도가 150℃인데 대하여 폴리스티렌발포체나 염화비닐수지 발포체에서는 약 70℃이고 폴리에틸렌발포체에서는 100℃ 정도이다.

이것으로 보더라도 폴리우레탄발포체의 도포온도는 높아도 좋다. 또한 폴리우레탄발포체에는 에스테르형과 에테르형이 있으며, 접착성이나 그밖의 성질은 다르지만 핫멜트접착제에 대한 부착성이 나쁘기 때문에 도포온도를 올리거나(180℃이상) 점착성(粘着性)을 갖게 한 핫멜

트접착제를 사용하는 편이 좋다. 하여튼 이들 발포체의 접착에서 주의하여야 할 점은 성형시의 이형제(離型劑)의 부착면이나 딱딱한 표층(表層)은 피하는 편이 좋다.

7-2. 폴리올레핀과 핫멜트접착제

폴리에틸렌·폴리프로필렌을 모두 합쳐서 폴리올레핀이라고 한다. 올레핀(에틸렌계의 탄화수소)의 중합체(重合體)이기 때문이다.

접착이라는 관점에서의 폴리올레핀은 매우 접착하기 힘든것 중의 대표적인 것으로 종래의 일반적인 용매계나 에멀존계 접착제에서는 완전한 접착이란 우선 불가능하다고 해도 좋다. 이 점에서 핫멜트접착제는 폴리올레핀에 접착성이 좋다는 것이 특징 중의 하나라고 할 수 있다.

다만 핫멜트접착제에도 여러 종류가 있어 에틸렌초산비닐(EVA)계 핫멜트 또는 에틸렌에틸아크릴레이트(EEA)계 핫멜트의 접착제가 폴리올레핀에 접착성이 좋다.

폴리아미드계나 나일론계의 핫멜트접착제에서는 접착하지 않는다.

핫멜트접착제는 ① 열가소성폴리머 ② 접착부여제(로진, 로진유도체) ③ 점도조정제(왁스, 석유수지등) ④ 기타의 가소제·산화방지제·충전제(充填劑)등을 배합해서 만들어진다. 핫멜트 접착제의 구성이 되는 폴리머는 EVA(에틸렌초산비닐공중합체), EEA(에틸렌·에틸아크릴레이트공중합체), 폴리아미드(다이머산폴리아미드수지), 그밖에 나일론 12, 폴리에스테르 등이 있다.

이 베이스가 되는 폴리머의 명칭을 취해서

EVA 핫멜트접착제라거나 폴리아미드 등으로 부르고 있다.

여기서는 EVA·EEA가 폴리에틸렌의 원료와 같은 에틸렌을 원료로 하고 있어 근친관계(近親關係)에 있다. 폴리올레핀 중에서도 폴리프로필렌에 대한 접착성은 EVA계보다도 EEA 쪽이 더 양호한 접착성을 보인다.

EVA라고 하는 것은 에틸렌과 초산비닐의 중합에 의해서 합성되지만 에틸렌과 초산비닐의 구성비율이 여러가지 있으며, 또한 중합에도 크고 작은 것이 있어서 성질이 서로 다르다. EVA는 성형품으로 사용되는 품종과 핫멜트접착제로서 사용되는 품종이 있는데 초산비닐의 함유량이 15~40% 정도인 것이 핫멜트접착제의 원료로 사용된다.

초산비닐함유량이 많은 쪽이 고무탄성·유연성(柔軟性)이 늘어나고 접착성도 좋아지지만 강성(剛性)은 낮게 되어 블로킹성이 나타나고 연화점도 내려간다. 또한 중합도(분자량)가 높은 쪽이 강인하고 물리적강도가 크게 되어 가요성(可撓性)도 좋게 된다.

중합도를 표시하는 가늠으로 MI(멜트인덱스 melt index)라고 하는 열가소성폴리머의 특성을 표시하는 수치가 있다. MI가 크면 분자량이 낮고 물리적 강도·연화점도 낮고 용융점도도 낮아진다. MI가 작은 쪽이 중합도도 높고 성형그레이트드는 MI가 작다.

MI는 일정한 온도에 일정한 압력을 걸어 정해진 직경·길이의 가는 작은 구멍(올리피스)에서 열가소성수지를 압출(狎出)했을 때에 유출되는 폴리머의 중량으로 표시한다. 폴리머의 유동

성(流動性)의 크고 작음을 표시하는 파라미터이다. 고분자중합물의 용융점에 상당하는 것으로 생각하면 된다. 분자량이 크면 MI는 작게 되어 유동성이 작게 된다.

핫멜트에 사용되는 MI범위는 10~200정도가 많다. 'MI=200'이라고 하는 것은, 직경 2.1mm, 길이 8cm의 올리피스의 실린더 속에 시료(試料)를 넣어서 190℃에서 2,160g의 하중을 걸어서 10분동안 압출되어 유출된 양이 200g이라는 것을 표시한 것이다(ASTM-D-1238).

7-3. 폴리에틸렌의 물성과 종류

폴리에틸렌은 중합방법에 따라 물성이 다른 종류의 것이 생긴다. 제조할 때의 반응에 사용하는 압력의 차에 따라서 고압법·중압법·저압법의 3종류로 구분된다.

고압법의 폴리에틸렌은 비중이 0.91~0.93 정도인데 비하여 중압법 또는 저압법으로 만들어지는 폴리에틸렌은 비중이 0.94~0.97 정도로 고밀도(高密度)의 제품이 생기게 되므로 중저압폴리에틸렌이라고 부르거나 고밀도폴리에틸렌이라고도 부르며, 고압법으로 제조하는 폴리에틸렌을 저밀도폴리에틸렌이라고 말한다.

저밀도폴리에틸렌(LDPE)은 가공성(加工性)이 풍부하여 필름등의 포장재료로 대량 소비되고 있다.

고밀도폴리에틸렌(HDPE)과 저밀도 폴리에틸렌(LDPE)와의 차이점은 에틸렌의 결합상태(結合狀態)에 의한다고 한다. HDPE쪽은 분자중에 측쇄(側鎖, 가지)가 적고 거의 직쇄상(直

[표 7-1] 고압폴리에틸렌과 중저압폴리에틸렌의 특성비교

구 분	고압폴리에틸렌	중압폴리에틸렌	저압폴리에틸렌
밀 도 g/m^3	0.91~0.93	0.94~0.96	0.95~0.97
결정화도 %	40~60	85~95	
경 도 D	45~55	65~70	63~66
연 화 점 $^{\circ}C$	85~95	115~125	117~125
융 점 $^{\circ}C$	108~120	126~136	130~
취화온도 $^{\circ}C$	-80~55	-120~-80	-130~

鎖狀)인데 비하여 LDPE는 측쇄가 많고 밀도가 낮다. HDPE쪽은 비교적 딱딱하고 기계적강도(機械的強度)도 3배나 강하다. LDPE쪽은 부드러우며 내충격성(耐衝擊性)이 5배나 좋다. HDPE는 용기(容器)에 많이 사용되고, LDPE는 필름, 튜브 등에 사용되고 있다.

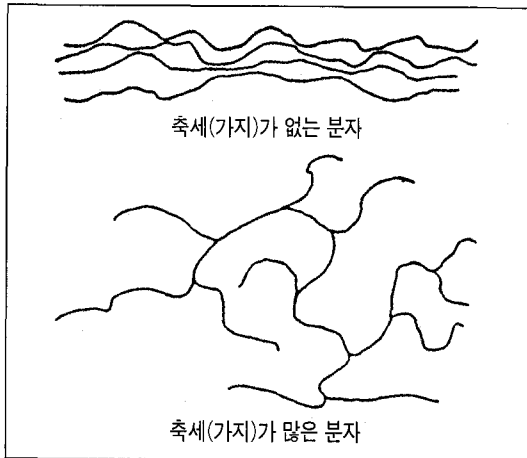
같은 물질인 폴리에틸렌임에도 불구하고 왜 이렇듯 물성이 다른 것일까. 화학적 성분은 같은 폴리에틸렌(C_2H_4)이지만 비중에 크고 작은 차이가 있다. 경도(硬度)가 다르다. 연화점(軟化點)에 차이가 있는 것은 무슨 까닭인가. 이것

은 같은 분자라도 꼭차있는지 아니면 성글게 모여있는지의 차이에서 오는 것으로 알려져 있다. 이런 차이는 폴리에틸렌의 제법의 차이로 같은 분자라도 분자의 구조가 다른 것이 원인이다.

밀도가 높은 것은 직쇄상인 분자가 치밀하게 되어있어 서로 밀접해 있으므로 결정화율(結晶化率)이 높다. 따라서 분자의 신축이나 변형이 어렵기 때문에 딱딱하고, 가열하더라도 이그러지거나 하지 않으므로 연화점도 높다. 한편 분지(分枝)가 많은 밀도가 낮은 쪽은 분자가 그다지 꼭꼭 차있지 않으므로 분자와 분자와의 사이의 힘이 약하고 결정화 되어있는 비율도 적다. 분자의 가지가 서로 걸쳐 있는 것 같은 상태이므로 연화점도 낮고, 부드러우며 변형되기 쉽게 된다.

결정이라고 하는 것은 분자가 정연하게 나열되어 있는 분자간에 서로 잡아당기는 힘이 강하다는 것을 뜻한다. 분자가 많이 모여있는 고분자(폴리머)중에서 결정을 이루고 있는 분자의 비율이 많으며 연화되기 어렵고 딱딱하고 치밀한 조직으로 되어있기 마련이다. 폴리에틸렌의 중합도(重合度, 分子重)가 같은 것이라도 결정화도의 높고 낮은 데에 따라서 열에 대한 거동

[그림 7-2] 폴리에틸렌의 분자



(舉動)도 다르게 나타난다. 필름을 열로서 융착(融着)시키는 히트실(heat seal)의 난이(難易)는 폴리머의 융점·유동성(流動性)·열수축성(熱收縮性)이외에 결정성(結晶性)의 영향이 크다.

7-4. 히트실과 접착제에 의한 접합

폴리에틸렌이나 폴리프로필렌 또는 폴리염화비닐등과 같은 열가소성플라스틱은 열로서 융착시킬 수가 있다. 특히 이것들의 필름끼리의 경우에는 일반적으로 히트실(heat seal)이라는 방법에 의해서 자루로 만들거나 물건을 집어 넣고 밀봉하거나 한다.

히트실이라고 한마디로 말하더라도 구체적으로는 여러 가지 방법이 있다.

첫째는 가열된 열판(熱板)을 겹쳐서 합친 필름에 압착(壓着)시켜 실하는 방법으로 바아실(barseal)이라고 한다.

다음은 인펄스실(inpuls seal)이라는 것으로

니크롬리본을 필름에 압착시킨 다음 순간적으로 리본에 전류를 통하게 하여 가열시키고 식은 다음에 리본을 떼어내어 실하는 방법이다.

그밖에 고주파전압(高周波電壓)을 걸어서 플라스틱의 유전손실(誘電損失)에 의한 발열을 이용한 것(염화비닐·나일론·폴리우레탄 등에 사용된다)과 초음파(超音波)에 의한 진동마찰열(振動摩擦熱)을 이용한 접합인 초음파실 등도 있다.

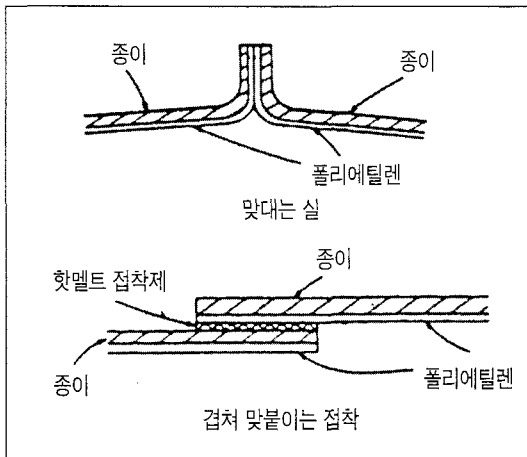
플라스틱의 외부로부터의 가열과는 달리 내부 발열을 이용하는 방법은 얇은 필름에서만 아니라 두꺼운 시트나 성형품의 접합에도 이용되고 있다.

폴리에틸렌의 필름과 종이를 접착제로서 말붙인 것이 있다. 또는 종이 위에 폴리에틸렌을 응용·압출(押出)시켜서 코팅하여 가공하는 것도 있다. 이런 것을 폴리에틸렌라미네이트지(紙) 또는 폴리에틸렌가공지라고 한다.

접착제로 맞붙일 경우는 미리 한쪽에 접착제를 코팅하여 건조시킨 것을 가열롤러로 압착(壓着)시켜서 맞붙이므로 드라이라미네이션(dry lamination)이라고 부르고 있다. 종이뿐만 아니라 2종 이상의 기재(基材)를 맞붙여서 복합(複合)필름을 만들 수도 있다.

폴리에틸렌필름만인 경우는 물론이지만, 종이나 그밖의 기재와 라미네이트 된 것이라도 폴리에틸렌의 면 끼리를 맞대서 히트실하면 접합은 가능하지만 종이의 면과 폴리에틸렌에서는 불가능하다. 따라서 겹쳐서 접합시킬 때에 지면과 폴리에틸렌면과는 접착제를 사용하지 않을 수 없다.

[그림 7-3] 폴리에틸렌라미네이트지의 히트실과 풀칠



포대(包袋)의 동체를 맞붙일 경우 폴리에틸렌 라미네이트지를 맞붙이려면 풀칠한 부분만을 폴리에틸렌을 도려내거나 처음부터 빼놓고 라미네이트하여 지면끼리를 맞붙이는 방법을 채용하고 있다.

핫멜트를 사용하면 그럴 필요 없이 폴리에틸렌 면에 먼저 핫멜트접착제를 도포하고 지면을 신속히 압착하기만 하면 된다.

이 경우에도 먼저 지면에 도포하고 폴리에틸렌면을 나중에 압착해서는 접착되지 않는다. 폴리에틸렌면에 대한 부착성이 불충분하게 되기 때문이다.

또한 이 경우의 작업온도는 폴리에틸렌의 두께, 종류에도 의하지만 폴리에틸렌의 연화점 보다 높은 온도인 160~180℃가 필요하다.

물론 이 경우도 보통의 제대기(製袋機)의 속도로 도포와 맞붙이기가 이루어지게 된다. 핫멜트접착제의 도포량은 길이 1m당 0.2~0.5g 정도로 충분하다는 생각이다.

맞붙인 다음 풀칠하는 폭을 5mm로 할 경우에는 핫멜트접착제층의 두께는 약 40~100 μ 정도로 된다. 만일 이것이 140℃ 이하 120℃ 정도의 온도이면 폴리에틸렌면에 대한 핫멜트접착제의 부착력(附着力)은 충분하지 않으며, 뒤에 박리(剝離)시켜 보면 압착한 것으로 생각했던 종이쪽에 핫멜트접착제가 밀려 있어서 폴리에틸렌면으로부터 깨끗이 박리되어 버릴 수가 있다.

폴리에틸렌라미네이트지는 저밀도의 폴리에틸렌필름으로 라미네이트를 하는 경우가 많은데, 연화점 100℃이하인 것과 같이 120℃ 전후

의 고밀도 폴리에틸렌에서는 도포작업 온도도 바꾸지 않으면 안 되는 것은 당연하다.

연화점이 100~120℃인 필름면에 160℃나 되는 고온의 용융물을 도포하면 녹아서 구멍이 나는 것은 말할 나위가 없겠지만, 빠른 속도로 가는 실 모양으로 도포되고 더욱이 즉시 상대방의 지면이 압착되어 냉각해 버리기 때문에 필름이 용융될 틈이 없는 것으로 생각한다.

물론, 이때의 작업온도는 그때의 작업환경이나 여러 가지의 조건에서 1~2℃를 다투는 매우 미묘한 것이 있기 마련이다.

다시 말해서 적어도 온도를 조금만 높이면 필름이 녹아서 파괴되거나 그렇지 않더라도 접착 부분 가까운 곳에서 열에 의한 열화(劣化)를 일으키는 수가 있으므로 주의하여야 한다.

이러한 경우라도 필름의 연화점보다 높은 온도에서 도포하지 않을 수 없으나, 고압법폴리에틸렌필름(저밀도폴리에틸렌필름)에서는 120~140℃ 정도이고, 중저압법(고밀도) 폴리에틸렌필름에서는 140~160℃를 요할 경우가 있다.

저온에서 부착력이 좋은 저점도인 핫멜트접착제를 선택할 필요가 있는 것은 물론이지만, 도포의 압착(폴리에틸렌필름끼리), 즉시냉각(即時冷却)이 매우 중요하다.

도포량은 1m당 0.02~0.05g 정도인 적은 양을 사용한다.

도포온도는 약간의 차로 인해서 필름이 수축되거나 오글어질 우려가 있다.

모노필름은 다층대(多層袋, 여러겹의 포대)의 속포대(內袋) 등이 사용된다.

또한 여기서 말하는 도포온도는 핫멜트가 토출(吐出)되는 노즐에서의 측정치를 말한다. 노즐의 첨단(尖端)과 피착제와의 거리는 10~20mm 정도이지만 실제로는 사정에 따라서 100~150mm까지도 이를 수도 있다.

7-5. 폴리에틸렌연신(延伸) 필름

연신(延伸)테이프 또는 연신필름이라고 하는 것이 있는데 중저압법(中低壓法) 폴리에틸렌이나 폴리프로필렌의 필름을 세로 방향으로 가열하면서 5~6배 또는 그 이상으로 잡아늘린 것이 많다. 매우 강인하여 쉽게 끊어지지 않기 때문에 테이프상으로 된것은 묶는 데에 쓰이는 끈으로 보급되고 있다.

포장용결속재(包裝用結束材)로서는 과거에는 천연소재인 짚이나 마·면 등을 원료로 한 새끼, 끈 또는 종이끈 등이 주로 사용되었다. 중량이 무거운 물건을 포장할 때는 철끈이 사용되었으나, 근래에는 폴리프로필렌(PP)밴드가 결속기계(結束機械)와 함께 사용되고 있다.

세로방향으로만 연신한 것은 일축연신(一軸延伸)이라고 하는데, 결점은 세로방향으로 쪼개지기 쉽다는 것이다. 이것을 개량한 것이 이축연신(二軸延伸)필름이다.

여하튼, 연신필름은 일단 필름으로 제막(製膜)한 것을 비교적 낮은 온도로 가열하면서 세로방향 또는 세로 및 가로의 두방향으로 잡아늘리면서 냉각하여 그대로 고정시켜 만든다.

이와 같이 연신함으로써 연신된 방향의 강도가 증대되는 것은 폴리에틸렌이나 폴리프로필렌의 분자가 늘려진 방향으로 향을 바꾸어서 정

연하게 배열되기 때문이라고 하며, 이와 같은 상태를 배향(配向, Orientation)이라고 부르고 있다.

고분자의 용융액을 유출시켜 성형할 경우나 또는 필름이나 시트와 같은 고체상인 것을 연신하거나 압연(壓延)해서 가공할 경우에 고분자의 배향상태가 변하여 방향성이 생기게 하는데, 필름이나 시트의 연신기술은 이것을 이용한 것으로, 특히 2축연신필름은 보통의 필름과 비교해서 여러 가지 특성을 갖고 있어 독특한 용도에 이용되고 있다.

일반적으로는 대부분의 열가소성필름에 이용될 수 있으나 폴리스틸렌, 염화비닐덴공중합체, 폴리에스테르, 폴리에틸렌(전자선 조사에 의한 가교형), 폴리프로필렌, 폴리염화비닐 등이 시판되고 있다. 필름의 성형방법으로는 인플레이션성형과 T다이에 의한 성형법이 있다.

인플레이션법에서는 압출기에 의해서 용융된 수지가 원형의 다이슬릿로부터 튜브상으로 압출되어 냉각되면서 강도가 큰 원통상의 필름이 형성된다.

한편, T다이법은 압출기에 부착되어 있는 T자형을 한 다이스의 슬릿로부터 폭이 넓은 박막상(薄膜狀)으로 균일하게 압출된 다음, 급냉 방법에도 냉각수를 순환시키는 롤러의 표면에 용융수지막을 밀착시켜서 급속히 고화(固化)시키는 방법과 수조(水槽)속을 통과시켜 급냉시키는 방법이 있다.

필름 두께의 균일성은 인플레이션필름보다도 T다이방식에 의해 제조된 필름이 훨씬 양호하며, 투명성이 좋은 것도 얻을 수 있다.

인플레이션필름용에는 비교적 중합도(重合度, melt index, MI)가 작은것, 예를 들면 저압법폴리에틸렌에서는 MI=0.02~0.8 정도인 것이 사용되며, T다이필름용으로는 MI가 비교적 큰 0.8~4.5 정도인 것이 사용되고 있다.

이와 같이 하여 성형된 필름을 연신장치로 연신하여 연신필름을 만든다.

연신은 그 수지의 용점보다 약간 낮은 온도(저밀도 폴리에틸렌에서는 98~100℃정도)에서 연신조(延伸槽)속에서 행하여지며, 롤러 A의 회전속도와 롤러 B의 회전속도의 비로서 배율이 결정된다. 보통은 6~8배로 연신한다.

연신배율 = B의 회전수/A의 회전수

이와 같이 하여 만들어진 연신필름은 연신배율이 큰 것일수록 강도가 크게 되며 연신율은 작은 것이 된다.

테이프모양의 연신필름은 인플레이션법 또는 T다이법으로 만든 슬리터에 걸어서 소정의 폭으로 절단한 다음, 튜브상의 연신테이프인 경우와 같은 방법으로 연신처리를 행하여 제조한다.

7-6. 크로스대(Cross 袋)

적당한 폭(6~8mm)으로 슬리트시킨 테이프상의 연신필름을 직기(織機)에 걸어 제직(製織)하여, 이른바 직포(織布)로 만든 것을 폴리에틸렌연신크로스(PEcloth)라고 하거나 폴리프로필렌크로스(PPcloth)라고 부른다. 짚으로 만든 가마니 대신에 농업이나 수산물용으로 사용한다.

습기나 수분에 의해서 썩을 염려가 없고, 흡수해서 무거워지거나 강도가 떨어지는 수도 없다. 무엇보다도 가볍고 위생적이며 짜기 쉽다는 특

징도 있다.

최근에는 토목용으로도 사용된다.

중저압법폴리에틸렌의 연신사 또는 폴리프로필렌연신사를 제직한 크로스에 고압법폴리에틸렌을 라미네이트한 것은 방수성이기 때문에 일반 산업용의 각종 시트나 커버 또는 천막(天幕)으로도 사용되고 있다. 또한 이 라미네이트된 크로스로서 포대(包袋)로 만든 것은 방습성(防濕性)과 강도가 있으므로 공업용, 비료, 시멘트, 공업용품 등의 흡수성물체(吸收性物體)나 분말 또는 기타의 농수산품의 포장의 중대(重袋)로 사용되고 있다.

라미네이트 되어 있지 않은 크로스대의 경우의 제대방법은 공업용 미싱으로 봉제하여 측면과 바닥부를 L자형으로 봉합해서 자루로 만든다. 또는 측면에 이음이 없는 튜브모양으로 된 크로스를 사용해 바닥부분만을 미싱으로 봉합하여 자루로 만드는 방법도 많다.

라미네이트가 되어 있는 크로스대는 L자형 봉제대도 있기는 하나 대부분은 제대기를 이용하여 연속적으로 수지라미네이트 방식에 의해서 붙이는 것이 많다. 이것을 재단한 다음 바닥부분을 봉합하여 자루로 만드는 방법을 많이 쓴다. 미싱자죽에서의 흡습이 문제가 될 경우에는 미싱으로 봉합한 다음 그 위에 테이프를 붙여서 방습할 수도 있다.

방습대에도 소대(小袋)나 중대(中袋)의 포장용대인 경우는 측면 및 바닥을 히트실 또는 고무파실로써 제대하지만, 중대(中袋)라 하더라도 단층(單層)인 수지대에서는 융착(融着)방식을 채택하고 있다.