

포장용 PET 필름의 고기능화

전영관 · 이영진 / (주) SKC 중앙연구소 부소장 · 필름개발실 책임연구원

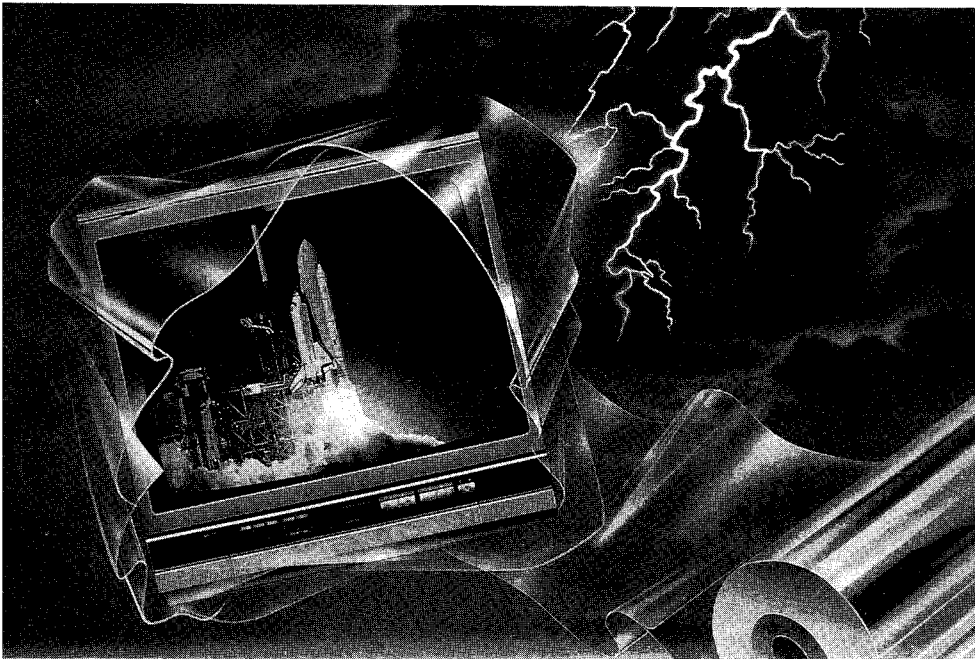
목 차

1. 서론
2. 폴리에스터필름의 특성과 용도
3. 포장재료로서의 고기능화
 - 3-1. 포장용 PET필름
 - 3-2. Corona처리
 - 3-3. 증착가공
 - 3-4. 이접착가공
 - 3-5. 고증착강도가공
 - 3-6. 내보일성가공
 - 3-7. 대전방지가공
 - 3-8. 이열봉합가공
 - 3-9. 기타의 고차가공
4. 국내 포장용 PET필름
5. 맺음말

1. 서론

일반적으로 폴리에스터(이하PET)라 함은 폴리에틸렌테레프탈레이트(Polyethyleneterephthalate)를 의미하며, 이는 테레프탈산(Terephthalic acid) 또는 디메틸테레프탈레이트(Dimethyl terephthalate)와 에틸렌글리콜(Ethylene glycol)의 축중합에 의해서 만들어진 다.

PET수지는 주요 용도가 실(絲), 병 그리고 필름으로 실과 필름은 고유점도(固有粘度)가 비슷한 수지가 사용되거나 필름용은 높은 순도를 요구하는 점에서 차이가 있다.



PET필름은 PET수지를 압출기(押出機)와 다이(Die)를 이용하여 용융(熔融), 압출하여 냉각드럼(Drum)에 용융수지를 캐스팅(Casting)하고 냉각 시켜 시트(Sheet)로 만든 후 이축연신(二軸延伸, Biaxial Orientation)법에 의하여 양쪽 방향으로 연신시켜 얇게 필름화한 후 열고정(熱固定)의 과정을 거쳐 만들어진다.

이 PET는 1941년 Calico Printers' Association의 Wienfield와 Dickson에 의해 최초 합성되었으며, 1944년 ICI (Imperial Chemical Industries, 영국)가 기술을 도입하여 상업화하였고, 1946년 DuPont(미국)은 ICI로부터 실시권(實施權)을 받아 공업화하였다.

한국의 PET는 화섬업계를 중심으로 미국으로부터 전수된 기술을 사용하고 있던 테이진(帝人)이나 토레이(東レ)와 같은 일본기업으로부터 기술을 이전받아 사용하게 되었다. 필름의 경우는 그 시작이 화섬보다는 늦은 1953년 ICI와 DuPont이 공장설립을 추진하였고 이후 화섬의 경우와 마찬가지로 이 기술들을 1957년 일본의 테이진과 토레이, 독일의 칼레(Kalle) 그리고 프랑스의 라셀로판(La Cellophane)에 전수되었다. 그러나 공업화가 늦게 진행된 우리나라의 경우는 이 기술확대의 행렬에 참석할 수 없었음은 필름의 공업화에 있어서 매우 애석함이 아닐 수 없다. 이는 국내 PET필름의 공업화를 추진함에 있어 실로 큰 장애 요인이 되었으며 SKC의 경우 자체개발이라는 큰 부담을 안고 사업화가 진행되었다.

이러한 약점은 반면 근본인인 문제해결을 통한 자기발전의 기회를 마련하

여 기술적 기반을 축적하고 오늘날 선진제국의 경쟁업체와 경쟁력을 갖출 수 있는 근본적 동기가 되었다.

우리나라의 PET필름은 1976년 SKC(당시 선경화학)의 공장설립이 그 원년이 되었다. 물론 이를 위한 한국과 학기술원과의 산학협동에 의한 기술개발은 한국공업발전의 새로운 접근법의 효시가 되었음은 이미 잘 알려진 사실이다. SKC가 1978년 독자개발에 의해 폴리에스터필름을 상업화한 이래 한국의 PET필름은 1985년 제일합섬, 그리고 이후 코오롱, 서통 등의 참여로 이어져 현재는 세계시장 820,000톤(1992년 기준) 중 15%에 해당하는 PET필름이 생산되고 있어 명실상부한 PET필름의 주요 생산국이 되었다.

이러한 양적 증대는 국내 PET필름업계의 꾸준한 기술개발의 결과이다.

아직도 PET필름은 우리나라를 제외하면 여전히 미(美), 일(日), 독(獨), 불(佛), 영(英)의 강대국이 대부분의 시장을 점유하고 있다. 그러나 최근 동남아 일부 국가가 PET필름생산에 참여함은 선진제국과 후발참여국의 중간에서 오직 기술개발만이 생존의 길임을 명확히 하고 있다. 이러한 관점에서 PET필름의 고기능화는 PET필름업체들의 생존을 위한 노력의 실상을 보다 구체적으로 보여주는 부분이 될 것이다.

2. 폴리에스터필름의 특성과 용도

포장용 플라스틱에는 폴리에틸렌(Polyethylene)을 비롯하여 폴리프로필렌(Polypropylene), 폴리염화비닐(Polyvinylchloride), 폴리카보네이트

[표 1] 폴리에스터필름과 다른 종류의 필름과의 특성 비교

항 목	단 위	폴리에스터	연신폴리염화비닐	폴리카보네이트	연신폴리프로필렌	폴리에틸렌
밀 도	g/cm ³	1.40	1.40	1.20	0.91	0.92
인 장 강 도	kg/mm ²	22	10	10	19	2
신 도	%	120	50	140	110	400
파 열 강 도	kg	22	8	10	15	2
투 습 륜	g/m ² .24hr	28	35	60	8	20
산소투과율	cc/m ² .hr	3	6	300	100	250
흡 수 율	%	0.3	0.05	0.2	0.01	0.02
절연파괴전압	kV	6.5	4.0	5.0	6.0	4.0
체 적저항률	Ω.cm	10(17)	10(15)	10(17)	10(16)	10(17)
유 전 율	-	3.2	3.0	3.0	2.1	2.3
유 전 정 접	-	0.005	0.01	0.002	0.003	0.005
용 점	°C	260	180	240	170	135
사용가능온도	°C	-70~150	-20~80	-100~130	-40~120	-50~75
내유기용제성	-	우수	보통	보통	양호	양호
내 산 성	-	우수	우수	우수	우수	우수
내알카리성	-	양호	우수	불량	우수	우수

* 일본 플라스틱필름, 레진 재료총람 '93에서 인용

(Polycarbonate) 등의 다수의 플라스틱 필름이 쓰여짐을 고려하면 PET 필름 특성의 전반적 이해는 포장용필름으로써 폴리에스터필름을 이해하는데 도움이 되리라 믿는다.

PET필름의 상업화 이래 꾸준한 양적 증대를 이루어 왔으며 이는 PET 필름이 다른 범용성플라스틱필름들이 갖지 못하는 고유의 특성에서 그 원인을 찾을 수 있다. PET필름은 다른 종류의 필름에 비하여 저온부터 고온에 이르기까지 넓은 온도범위에서 물성(物性)의 안정성이 뛰어나며 내산성(耐酸性), 내알카리성(耐鹼基性), 내유기용제성(耐有機溶劑性)과 같은 주변 분위기에 대해서도 안정적이다.

PET필름은 또 대부분의 경우 이축연신의 과정을 거쳐 만들어짐으로 분자배향 특성에 의해 기계적 강도가 높고 가스투과율 또는 산소투과율과 같은 기체차단성이 우수하다. 전기절연성이나 절연과피전압과 같은 전기절연재료로서의 성질도 빼놓을 수 없는 장점이다. 이외에도 뛰어난 투명성, 높은 광택도는 필름의 광학적 특성을 고려한 활용범위를 넓혀주고 있다. 또 하나의 다른 필름들이 갖기 어려운 점의 하나는 필름의 두께가 균일하며 박막화(薄膜化)가 가능한 점으로 무려 1 μ m의 얇은 필름의 상업화가 시도되고 있다. 이러한 박막화는 최근의 모든 산업분야의 단소경박(短小輕薄)화의 요구에 부응하여 소재선택의 확대에 기여하고 있다. [표 1]은 PET필름의 특성과 다른 종류의 필름과 주요 특성상의 차이를 나타낸 것이다. 이러한 PET필름의 특성은 매우 다양한 목적의 응용에 적

용되고 있으며, 그 구체적 예로서 [표 2]는 SKC PET필름의 특성에 따른 제품의 차별화와 이에 따른 주요 용도를 보여주고 있다.

이러한 제품의 차별화는 최근의 산업분야에서 고도화(高度化)와 다양화(多樣化)해가는 고객의 요구에 적합하게 대응하기 위하여 끊임없이 새로운 기능이 추가되어 지고 있다. 포장용

PET필름의 고기능화는 크게 필름 자체특성의 고기능화, 예를 들면 수축용(收縮用) 필름이나 저수축용(低收縮用) 필름과 같은 경우와 표면처리를 통한 고기능화로 구분할 수 있으나 기능의 다양화 측면에서 표면처리 분야가 그 주를 이루는 바 이를 중심으로 살펴 보기로 한다.

[표 2] SKYROL의 특성과 용도

타입	우수 특성	용도	두께(um)
SA	두께균일성, 내마모성, 내충격성, 인장강도, 마찰계수	오디오테이프, 프리리더	5, 7~12
SV	표면평활성, 비디오용으로 특별 개발	비디오테이프(VHS, 8mm)	11.5~19
SM	고투명성, 슬립성(Slip), 유연성, 표면광택, 고온안정성, 무핀홀	금은사, 와인백, 벽지 포장용(FDA공인), 투명도전필름	9~36
SN	두께균일성, 내용제성, 광택성, 열수축률	스탬핑호일, 차광필름, 라벨 스티커, 전사필름	12~23
SC	절연강도, 열안정성, 무핀홀, 내구성, 내용제성	콘덴서, 열전사필름(UL공인)	3~25
SR	절연과피강도, 인장강도, 인열강도	와이어, 케이블, 트랜스포머, 모터의 전기절연(UL인증)	12~350
SP	취급성, 열안정성, 표면가공에 의한 기능부여	포장용(FDA공인)	12~36
SH	투명성, 열안정성, 표면평활성, 두께균일성	그래픽아트, 마이크로필름, 인쇄제판, 제도용, OHP, 멤브레인스위치	16~250
SG	취급성, 투명성, 열안정성	각종 사무용, 문구용, 점착테이프, 보호용, 이형용	12~350
SD	매트(matt)표면	제도용, 스탬핑호일, 장식용, 프리리더	12, 75
DS	자기기록매체의 특성에 맞게 설계	오픈릴, IBM3480카트리지, 플로피디스크	14.5~75
SW	백색불투명필름, 절연성, 광택성	각종 신분카드, 신용카드류	125, 250
SB	흑색필름	전기절연용, 장식용	25, 250
SU	자외선차단, 투명성, 내구성	농업용, 건축용	50~150

3. 포장재료로서의 고기능화

3-1. 포장용 PET필름

상품의 포장은 일반적으로 ▲ 내용물을 보호하고 ▲ 포장의 전공정에서의 경제성(회수, 재사용 포함) ▲ 그리고 소비자의 구매욕구를 충족시켜야 하는 목적을 지니고 있다. 우선 PET필름은 유연포장재로서 위의 목적에 부합되는 특성을 지니고 있다. 높은 인장강도, 파열강도는 포장된 제품을 기계적인 외력으로부터 보호하기 충분하고 낮은 기체, 수분 투과율은 식품을 외부의 환경으로부터 보호해주는 중요한 요소이다. 높은 연화점은 포장재로서의 사용범위 그리고 공정에서의 공정조건에 융통성을 부여할 수 있다.

우수한 두께의 균일성이나 가공온도 범위에서의 열안정성, 그리고 우수한 주행 특성은 다양한 공정조건 및 자동화공정에서 공정의 효율을 높일 수 있다. 뿐만 아니라 PET수지는 자재의 재사용 측면에서도 뛰어나 최근의 일반의 관심도가 증가되고 있는 환경보전의 문제에 있어서 재활용률이 높고 환경에 주는 악영향이 적어 환경오염의 부담을 줄일 수 있는 점에서도 관심이 증대되고 있다.

PET병에 PET수축용 필름을 사용하는 경우나 PET트레이에 PET필름을 이용한 뚜껑재의 사용, 그리고 인쇄포장재의 사용은 소재의 회수, 재활용 공정을 고려한 포장재의 단일화의 예이다. 뛰어난 투명성 그리고 높은 광택은 필름 자체뿐 아니라 인쇄, 증착된 상태에서 소비자의 시각적 효과를 높여

구매욕구를 증대시킬 수 있다. 이러한 많은 장점에도 불구하고 PET필름의 용도가 확대됨에 따라 각 분야에서의 요구특성은 날로 첨예화되어 있으며 PET필름업계는 고객마다의 특수한 상황에 따른 고도의 기능성 부여를 위하여 끊임없는 연구개발을 하고 있다.

3-2. Corona 처리

일반 PET필름은 표면에너지가 40~45dyn/cm 정도로 다른 필름보다는 높은 편이나 코팅, 라미네이팅 및 증착 등의 후가공처리를 고려하면 여전히 낮은 수준으로 표면장력의 증가를 위해 비교적 용이하게 쓰이는 표면가공 방법이 코로나처리이다.

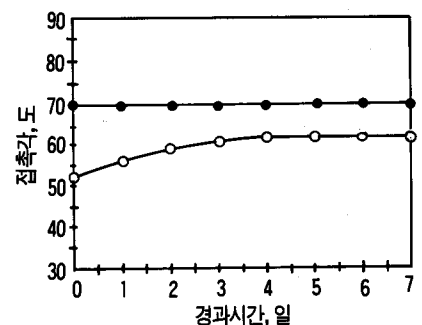
코로나처리는 절연된 전극과 유전체를(Roll) 사이에 고주파, 고전압(통상 5~30KV, 1~6,000Hz)을 인가시켜 주변분위기를 활성화시킨 상태에서 필름을 통과시켜 필름표면을 활성화시키는 방법이다. 한편 코로나처리는 주변기체분위기를 여러 가지로 다양화 할 수 있으나 공기 중에서 처리하는 공기 코로나가 일반적이다.

코로나처리는 일반적인 상태에서 도입할 수 없는 화학적 관능기(官能基)를 도입하여 표면에너지를 높이게 되며, 표면의 관능기의 종류 및 단위면적당의 밀도에 따라 필름과 다른 물체와의 상호작용력에 영향을 주어 코팅, 라미네이팅 그리고 증착 등의 후공정에 영향을 준다.

PET필름의 표면에너지는 처리 후 50~55dyn/cm 까지 향상되며 이는 주로 -OH나 -COOH와 같은 관능기(官

能基)의 증가에 의한 것이다. 이는 젖음성(Wettability)을 나타내는 접촉각(接觸角)으로도 정량화 할 수 있다. PET필름의 물과의 접촉각은 70~75도 정도이나 코로나처리에 의하여 45도 정도까지 감소되는 것이 [그림 1]에 나타나 있다. 그러나 이렇게 활성화된 표면은 시간이 지남에 따라 주변의 수분이 나 다른 분자들과 작용하여 접촉각이 증가되는 것을 볼 수 있다. 때로 지나친 코로나 처리는 저분자의 산화물질을 생성하거나 비정질(非晶質) 부분의 감소를 초래하여 후공정에서 접착력의 저하를 가져오기도 한다. 코로나처리 PET필름의 사용상의 주의점은 잉크, 라미네이팅에 대한 평균적인 접착력은 향상되나 경우에 따라 접착력의 효과를 보지 못하는 경우도 있다. 예로 코로나처리 필름을 폴리에틸렌(Polyethylene)계의 필름과 라미네이팅시 앵커제(Anchor劑)로써 이민(Imine)계나 폴리부타디엔(Polybutadiene)계를 사용하면 접착력이 향상되지 않는다.

[그림 1] 코로나처리PET필름의 접촉각의 변화 (● 일반PET필름, ○ 코로나처리PET 필름, 상온측정)



3-3. 증착가공(蒸着加工)

PET필름의 증착은 고진공($10^{-3} \sim 10^{-4}$ torr) 상태에서 금속을 비점(沸点) 이상으로 가열하여 금속을 증발시켜 기재 위에 응축하게 하는 과정으로 포장용 PET필름에 주로 사용되는 증착 물질로는 알루미늄의 경우가 대부분이다. 증착된 필름은 본래의 필름과는 여러 가지 특성에서 다른 점을 보이고 있다. 우선 증착된 PET필름은 금속광택이 뛰어나 포장재로 사용함에 있어 상품이 외관상 미려(美麗)하게 보임을 들 수 있다.

일반적으로 포장용 PET필름의 증착 두께는 400~600 Å 정도이나 300 Å 이상이면 거의 광투과율이 0에 이르게 되며, 반사율은 90% 이상이 되어 거울과 같은 느낌을 주게 된다[그림 2]. 이러한 광투과율의 저하는 외관의 미려함뿐 아니라 포장된 제품이 상점의 직접광선에 노출될 경우 빛에 의한 열화(劣化)를 방지할 수 있는 장점이 있다. [표 3]은 광변화에 약한 식품의 종류를 나타내고 있다.

식품의 변질은 일반적으로 산소(酸素)의 존재 하에서 이루어지며 포장재에 있어서 산소투과율은 이런 관점에서 매우 중요하다. [그림 3]은 증착막

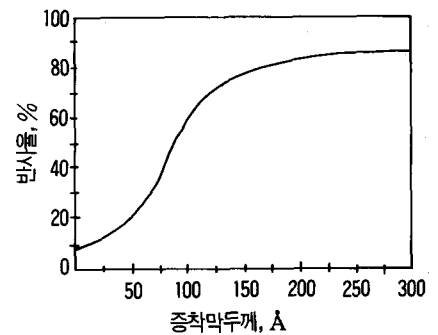
의 두께에 따른 산소투과율(酸素透過率)을 나타내며 200 Å 이상의 증착의 경우 이축연신 나이론필름과 동등한 수준임을 알 수 있다. 또한 PET증착필름은 투습률에 있어서도 매우 뛰어나 건조식품의 포장에도 이용되고 있다. [그림 4]는 증착막의 두께에 따른 투습도의 변화를 나타내는 것으로서 증착 PET필름은 투습률이 낮은 저밀도 폴리에틸렌필름과 유사한 수준을 보이고 있다. 이러한 낮은 투습률은 건조식품의 수명을 길게 할 수 있다. 인쇄나 라미네이팅을 고려하여 증착과 반대면에 코로나처리가 함께 이루어지는 경우도 있다.

알루미늄증착 PET필름의 최근의 생활 분야에 재미있는 응용의 예로써 얇은 알루미늄증착층을 만들어 전자렌지의 고주파 하에서 발열하게 하여 음식을 가열 또는 굽는 역할을 들 수 있다. 이 방법은 팝콘(Pop-Corn)이나 피자(Pizza)의 전자렌지를 활용한 사용에 성공적으로 응용되고 있다.

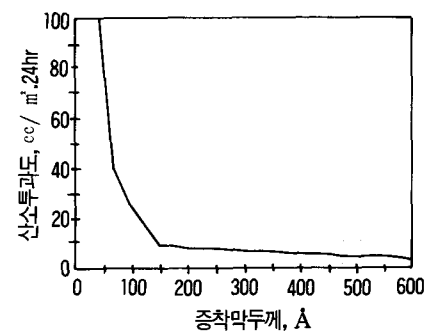
3-4. 이접착(易接着) 가공

PET필름은 앞에서 언급한 바와 같이 표면장력이 낮아 다른 물질과의 접착사용에 있어서 제한되어 있다. 이를

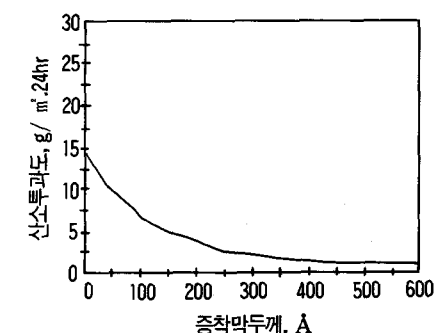
[그림 2] 알루미늄증착PET필름의 증착막두께에 따른 빛투과율의 변화(12μm PET필름에 증착가공)



[그림 3] 알루미늄증착PET필름의 증착막두께에 따른 산소투과율의 변화(12μm PET증착가공PET필름, 20°C 측정, 400Å 증착 연신나이론 필름의 산소투과율 약 5cc/m².24hr)



[그림 4] 알루미늄증착PET필름의 증착막두께에 따른 투습율의 변화(12μm PET증착가공PET필름, 40°C 측정, 400Å 증착 LDPE필름의 투습율 약 1.5g/m².24hr)



[표 3] 광변화에 약한 식품 종류

식품 종류	구체적 예
음료식품	사과, 오렌지, 토마토주스와 같은 과일주스류
조미식품	케첩, 마요네즈
유지식품	식용유, 땅콩가공품, 감자튀김, 도너츠
육류가공	햄, 소시지
기호식품	녹차, 겨자, 조미료

보강하기 위하여 코로나처리를 하는 것이 일차적이나 접착의 문제는 젖음성 이외에 접착성의 문제가 있으며, 이는 물질의 종류에 따라 다른 모습을 보인다. 예를 들어 PET필름은 PET계 잉크는 잘 쓰여지나 NC(Nitrocellulose)계 잉크, PP계 수지에 잘 쓰이는 EVA(Ethyl Vinyl Acetate)나 Wax류, 그리고 UV(Ultraviolet)경화용 잉크 및 수성잉크는 잘 쓸 수 없는 단점이 있다. 이러한 문제는 다른 종류의 필름과 라미네이트팅함에 있어서도 마찬가지로 이러한 특성을 보강하기 위하여 필름생산공정 또는 후공정에서 프라이머(Primer)코팅을 하여 보강할 수 있다. 이접착가공 PET필름은 일축연신 후, 또는 이축연신 후에 프라이머코팅이 된 필름을 의미하며 그 특성은 다음의 [표 4]에서와 같이 각종 잉크에 대한 접착성이 우수하다.

따라서 이접착가공필름은 스넵류, 오버랩(Over Wrap), 덮개용 포장재로써 인쇄성의 향상을 위하여 또는 라벨

(Label)이나 접착테이프류, 자기스트라이프(Magnetic Stripe) 등의 일반용에서도 활용되며, 라미네이팅과 같은 후가공이 요구되는 포장재에 쓰일 수 있다. 한편에는 증착을, 그리고 반대 처리면은 인쇄를 하기도 한다.

3-5. 고증착강도(高蒸着強度) 가공

PET증착가공필름은 일반 필름에 비하여 외관이 미려하고 기체투과성, 투습성이 적어 내용물의 수명을 연장하는 장점이 있으나 PET 특성이 비교적 연화점(軟化点)이 높고 결정화(結晶化)가 많이 되는 등의 요인에 의하여 증착막과 PET필름의 결합이 비교적 약하여 포장공정 또는 사용중 증착층과 접착된 층과의 약한 결합력으로 인해 문제가 되는 경우가 있다. 증착강도가 낮은 점은 앞에서 언급한 코로나처리로 다소 증가될 수 있으나 코로나처리는 처리 후의 경시변화와 증착공정 중의 블로킹(Blocking)의 발생 등 다

소의 불편한 점을 안고 있다. 증착막과 PET필름과의 접착력은 증착막의 두께가 두꺼워질수록 더욱 약하게 된다. 이러한 경시변화 및 증착강도의 저하를 해결하기 위하여 보다 근본적으로 금속층과 결합력이 우수하면서 PET필름과도 우수한 결합력을 가진 층을 필름제조공정 중 또는 후가공공정 중에 만들어주는 것이 고증착강도를 위한 가공기술이다. [표 5]는 일반 PET필름, 코로나처리된 필름 그리고 고증착강도가공처리된 필름의 표면장력과 증착강도 그리고 각종 잉크에 대한 특성의 비교를 나타내고 있다.

표에서 보듯이 고증착강도가공처리된 증착막과의 접착력을 개선할 뿐 아니라 잉크와의 적성을 개선시켜준다. 또다른 특성은 이러한 표면의 특성이 코로나처리와는 달리 반영구적으로 개선되는 점을 들 수 있다[그림 5]. 또한 이러한 가공은 PET필름과 증착막의 두께에 따른 강도의 저하를 막아주는 장점도 지니고 있다[그림 6].

[표 4] 이접착가공 PET필름과 일반 PET필름의 접착특성의 비교*

잉크종류	PET계잉크	NC계잉크	OPP계잉크	UV경화잉크	수성잉크
이접착가공필름	50g/25mm	양호	양호	양호	개선
일반필름	5g/25mm	불량	불량	불량	불량

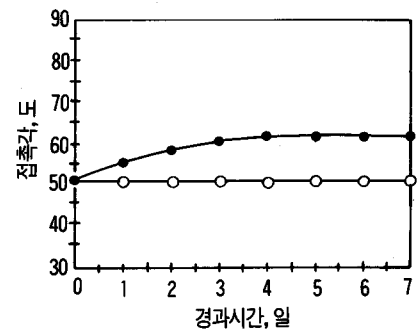
* SKC 측정

[표 5] 고증착강도가공된 PET필름의 특성*

처리 종류	무처리 PET필름	코로나처리PET필름	고증착강도가공PET필름
표면장력(dyn/cm)	40~45	45~54	54 이상
증착강도(g/25mm)	250	300	1000 이상
사용잉크	PET잉크	-	PET, NC, Vinyl계 수성잉크

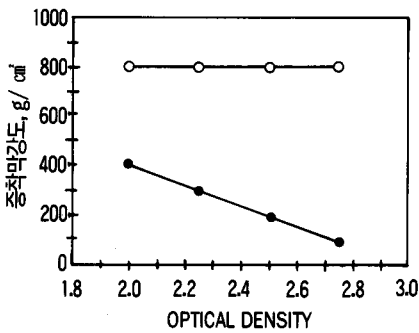
* SKC 측정

[그림 5] 고증착강도가공PET필름의 접착각의 변화(● 코로나처리PET필름, ○ 고증착가공PET필름, 상온측정)



고중착강도가공된 PET필름은 증착 PET필름이 쓰이는 스낵류의 포장에 비롯하여 커피와 같은 건조식품 포장이나 쌀과 같은 중량물의 포장, 그리고 포도주백과 같은 유연포장 등의 분야에 품질의 개선을 위해 쓰여지고 있다.

[그림 6] 고중착강도가공PET필름의 증착막 두께에 따른 증착강도의 변화
 (● 일반PET필름, ○ 고중착가공PET필름, 상온측정)



3-6. 내보일성(耐Boil性) 가공

증착가공 또는 고중착강도처리 필름은 식품의 가공, 포장공정에 있어서 고온 고압처리가 요구되거나 소비자가 고온에서 끓이는 과정이 요구되는 경우 증착막이 소실되거나 또는 라미네이팅된 층이 박리(剝離)되는 문제가 있어서 대부분 습식공정 또는 습식상태에서의 사용을 제한하고 있다. 따라서 일반 PET필름을 레토르트(Retort, 고압고온살균)용의 포장을 위해서는 증착PET필름 대신에 알루미늄호일(Aluminum Foil)을 중간층으로 하고 CPP(Cast Polypropylene)필름을 라미네이팅하여 사용하는 것이 일반적이다. 이러한 포장방식에서 증착PET필름을 사용할 수 있게 되면 알루미늄호일을

[표 6] 내보일성가공 필름의 특성 비교*

가공방식	증착PET필름	고중착강도가공PET필름	내보일성가공PET필름
표면장력(dyn/cm)	40~45	45~54	32 이하
광택	양호	양호	양호
증착강도(g/25mm)	200	1000	800 이상
증착층손상	불량	증착층소실	양호
증착강도***(g/25mm)	20 이하	10 이하	400~500

* SKC 측정, ** 100°C, 30분 동안 물에서 끓인 후 측정.

절약할 수 있고 접착제코팅의 공정을 단순화 할 수 있는 장점이 큰 바 이에 대한 PET필름의 가공기술의 개발이 활발히 연구되어 일부 상품화되어 있다.

내보일성가공의 기본 방향은 증착필름이 사용됨에 있어서 끓인 뒤에도 알루미늄증착층이 충분한 접착력을 가지고 PET필름과 결합되고 증착층의 광택도 유지됨을 목표로 하며, 기술적으로는 내열수성(耐熱水性)의 층이 PET필름과 증착층과의 충분한 접착력을 갖도록 설계함이 요구된다. [표 6]은 일반필름과 고중착강도처리필름 및 내보일성가공필름과의 특성의 차이를 설명하고 있다.

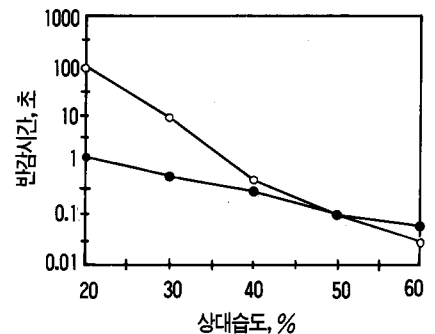
이러한 PET필름의 가공기술의 개발은 종래 증착PET필름이 건조식품의 포장재료만 쓰이던 것에서 레토르트 포장분야 또는 습식식품포장에 사용이 가능토록 하였으며, 전자렌지에서 알루미늄호일 사용시 일어나는 방전의 문제가 없으므로 전자렌지용 식품포장에도 이용할 수 있다.

3-7. 대전방지(帶電防止) 가공

제품의 포장에 있어서 경우에 따라

가루상태의 제품을 포장하는 경우가 있으며, 이 경우 종종 정전기에 의해 가루가 달라붙거나 또는 흩어지는 현상에 의하여 포장공정의 장애를 초래하는 경우가 있다. 이러한 제품의 포장 작업성을 위해 한면에 대전방지가공을 한 PET필름이 개발되어 상품화되고 있는 것도 포장용 PET필름의 고차 가공의 한 예이다.

[그림 7] 대전방지가공PET필름의 상대습도 변화에 따른 정전반감시간의 변화
 (● SKC SP71, ○ 제품 A사, 23°C 측정)



[그림 7]은 시판되고 있는 두 가지의 대전방지가공된 PET필름의 대전특성을 나타낸 것으로 일반적으로 일반 PET필름의 대전반감시간(필름의 표면에 일정한 전압을 띠게 한 후 전압이 반으로 될 때까지의 시간)이 무한대임

에 반해 두 필름 모두 정전기가 없어지는 정도가 크게 개선되었음을 알 수 있다. 이러한 필름은 대개의 경우 한 면은 대전방지가공을, 다른 면은 코로나처리하여 라미네이팅을 할 수 있도록 하는 것이 일반적이다. 용도는 가루나 알맹이의 형태로 된 식품, 광물, 화학약품의 포장에 쓰인다.

3-8. 이열봉합(易熱縫合) 가공

이축연신PET필름은 연화점이 높고 결정화가 되어 있어 열봉합(Heat Sealing)이 잘되지 않는 특징이 있다. 이를 보완하기 위한 것이 이열봉합가공으로써 PET필름 위에 열봉합성이 우수한 특성의 층을 형성하는 방법으로 필름제조공정에 있어서는 공압출(共押出)의 방법이 많이 이용되며, 후가공에 있어서는 PET필름 위에 앵커코팅 후 폴리에틸렌계의 수지를 라미네이트하는 경우가 일반적이다.

일반적으로 PET필름의 이열봉합가공에 많이 이용되는 방법은 저융점(低融點) 폴리에스테르수지를 두 개 이상의 다이(Die)를 이용하여 복층화시켜 열봉합성을 개선시킨다. 다음은 공압출의 방법에 의해 만들어진 PET의 이열봉합 면과 다른 면과의 열봉합강도를 나타낸 것으로 알루미늄호일, 종이, 유리 그리고 필름 상호간의 열봉합 강도가 크게 증대되었음을 알 수 있다. 반면 폴리에틸렌, 폴리프로필렌이나 폴리스티렌(Polystyrene)과는 열봉합이 이루어지지 않는 특징을 보이고 있다.

이열봉합가공PET필름은 최근 전자렌지 또는 일반오븐과 전자렌지 겸용

[표 7] 공압출법에 의해 만들어진 이열봉합PET필름의 열봉합특성

열봉합 재료	열봉합 온도(°C)	열봉합 강도(g/15mm)
비가공면-비가공면*	110-200	접착안됨
가공면-가공면**	110-200	470
가공면-비가공면**	120-200	240
가공면-알루미늄호일**	160-200	매우 높음(측정불가)
가공면-종이**	160-200	매우 높음(종이가 파열)
가공면-염화비닐**	170-200	매우 높음(필름이 파열)
가공면-폴리에틸렌**	120-200	접착안됨
가공면-폴리프로필렌**	120-200	접착안됨
가공면-폴리스티렌**	120-200	접착안됨

* SKC 측정, ** ICI 기술자료에서 인용

[표 8] PVDC코팅된 PET필름의 특성

필름 소재	일반PET필름	증착PET필름	PVDC코팅PET필름
산소투과도(cc / m ² / 24hr)	77.5	3.1	12
투습도(g / m ² / 24hr)	38.85	1.6	10
열봉합성	불량	불량	양호
잉크적성	PET잉크	PET잉크	PET잉크 OPP잉크

* SKC 측정

(Dual Ovenable) 간이용기의 덮개로 사용량이 증가하고 있다. 이열봉합가공PET필름은 라미네이팅이 행하여지는 접착제층의 코팅 공정을 제외하는 공정단순화를 통한 생산성향상 측면에서 장점을 가지고 있으나 두께의 균일성, 필름의 블록킹(Blocking) 등 해결되어야 할 몇 가지 기술적 문제점을 안고 있다.

3-9. 기타의 고차가공

앞에서 언급한 PET필름의 포장재로서의 기능화는 사용 목적에 따른 기능성의 부여로 각 기능이 개별적으로 부여되기도 하나 함께 응용되는 경우가 많다. 이러한 각 기능의 복합화와 함께

한 가지 가공에 의해 많은 기능을 한꺼번에 부여하는 예로써 PVDC(Polyvinylidene)코팅을 들 수 있다.

PVDC는 다른 수지에 비하여 기체 투과성, 투습성이 낮고 열봉합성이 우수하며 수지자체의 특성에 의해 잉크나 라미네이트적성이 우수하다. 이러한 점을 감안하여 PET필름에 PVDC를 코팅한 필름이 상품화되어 있다. [표 8]은 PVDC코팅된 PET필름의 특성을 나타내고 있다.

PVDC코팅 PET필름은 우수한 차단성과 열봉합성을 이용하여 과자류, 커피 등의 건조식품의 포장뿐 아니라 축산가공품, 의약품을 비롯한 장기보관이 요구되는 식품류의 포장에 이용되고 있다.

4. 국내 포장용 PET필름

국내에서는 SKC를 비롯하여 제일합섬, 코오롱, 서통에서 포장용 PET필름이 생산되고 있다. 코로나처리PET필름 또는 증착가공PET필름은 국내 4사에서 제품이 생산되고 있으며 SKC는 이와 함께 필름생산공정 중의 여러 가지 고차가공이 가능한 전용설비를 겸비하여 포장업계의 다양한 요구에 부응하여 이접착가공PET필름, 고증착강도가공PET필름, 내보일성가공PET필름, 대전방지가공PET필름 등 각종의 고기능화된 포장용PET필름을 상품화하고 있거나 개발을 진행하고 있다. [표 9]는 SKC의 포장용도에 쓰이는 PET필름의 타입(Type)과 주특성을 소개한 표이다.

5. 맺음말

포장용PET필름은 PET필름의 용도 중 매우 중요한 분야로 참여화 되어 가는 고객의 공정조건 또는 품질수준의 향상에 대응하기 위하여 끊임없이 개선이 이루어질 것이다. 지금까지 포장용 소재로서 많은 부분이 일반PET필름이나 증착가공PET필름이 주를 이루어 왔으나 근년의 포장소재의 변화는 그 양상이 급변하고 있는 현실이다. 우선 소비자의 품질에 대한 욕구 수준의 향상에 대응하기 위하여 포장재가 고급화되어 가고 있다. 이러한 예로 식품 보존기간을 늘리기 위한 기체차단성의 부여나 각종 잉크에 대한 인쇄성을 늘리기 위한 표면가공PET필름이 개발되

[표 9] SKC의 포장용PET필름

타입	주요 특성	주요 용도	두께(um)
SM30	취급성, 열안정성	범용포장용	12-25
SP63	취급성	범용포장용	12-25
SP65	코로나처리	식품포장용	12-25
SP71*	대전방지가공	분말류포장용	12-23
SP81	이접착가공	인쇄, 라미네이트용	12-23
SP91	고증착강도가공	증착포장용	12-23
SP93*	내보일성가공	레토르트, 전자렌지식품포장	12-23
SP95	고증착강도가공, 코로나처리	증착 및 인쇄포장용	12-23
S600	증착가공	범용식품포장용	
S665	증착, 코로나처리	식품포장용	
S689	증착, 고증착강도가공	식품포장용	
S772	PVDC코팅	육가공, 식품가공포장	

* 현재 개발진행중인 포장용PET필름, Type명은 변경될 수 있음.

었다. 또한 소재의 고급화에 대한 포장업계의 원가절감, 공정개선을 위한 요구에 대응하기 위하여 PET필름의 두께의 균일성 향상, 저열수축화 등의 기본 특성이 개선되었고, 인쇄·접착·원료투입 등의 공정개선을 위한 이접착가공PET필름, 열봉합가공PET필름, 대전방지가공PET필름의 등장을 들 수 있다.

또한 최근의 식생활의 변화 즉 간이식품(Fast Fodd)의 선호세대에 대응하기 위한 전자렌지 사용식품과 레토르트식품을 위한 내보일성가공PET필름의 출현도 중요한 변화의 한 면이다. 이 밖에도 PET필름의 회수의 상대적인 용이성과 재활용성은 최근의 환경에 대한 인식변화와 함께 중요한 소재 선택의 요소로 등장하고 있으며 각종 PET소재, 병, 트레이(Tray) 등의 활용이 증가하고 있다. 이에 따른 포장재의 공동화추세, 즉 PET병이나 트레이의 포장재로서 PET필름을 사용하여 회

수, 재활용을 용이하게 한 점도 중요한 변화의 하나이다.

이상과 같이 PET필름은 다른 필름이 갖지 못하는 장점 위에 고차가공을 통한 부분특성의 보강을 바탕으로 포장재로서의 위치를 더하고 있으며, 소비자의 요구변화와 포장업계 원가절감 및 생산성 향상을 위하여 새로운 고기능성의 부여에 대한 연구가 계속 이루어질 것이다. 끝으로 이러한 개선, 개발은 PET필름업체 단독으로 이루어지는 어려우며 포장업계의 지속적인 관심과 이에 상응한 PET필름업계의 노력이 함께 하여야만 할 것이다. ▮