

한양화학 압출코팅용 폴리올레핀계 수지

한수영 / 한화그룹 종합연구소 상품개발연구팀 주임연구원

목 차

- | | |
|---------------------------|---------------------|
| 1. 머리말 | 3-3. Laminate 제품 특성 |
| 2. LDPE 960, 950, X-940제품 | 3-4. 향후 전망 |
| 2-1. 기본물성 | 4. EVA 1151 제품 |
| 2-2. 가공특성과 제품특성 | 4-1. 분자구조와 기본물성 |
| 2-3. 인체 안정성 | 4-2. 가공특성 |
| 3. LLDPE 9730, 9740 제품 | 4-3. 압출코팅의 적용전망 |
| 3-1. 기본특성 | 5. 맺음말 |
| 3-2. Laminate 가공 성형성 | |

1. 머리말

압출코팅용 수지중 가장 많이 사용되는 저밀도 폴리에틸렌(LDPE)은 주지하고 있다시피 가격이 저렴하고 가공성이 우수하며 여러가지 차단성을 가지고 있다. 그러나 동일한 종류의 LDPE라 할지라도 MI, 밀도, 분자량 분포 및 기타 분자설계에 따라서 압출코팅에 요구되는 여러가지 특성이 달라지기 때문에 기본 특성의 이해에 따른 올바른 수지의 선택과 사용이 필요하다.

한양화학(주)에서 생산되는 압출코팅용 수지로는 국내에서 가장 폭넓게 사용되고 있는 LDPE 960 제품을 비롯하여 고속가공성이 뛰어난 LDPE 950, 저온 열융합성과 접착력이 뛰어난 X-940 제품 등이 있다. 한양화학은 또한 압출코팅용 선형 저밀도폴리에틸렌수지(Linear Low Density Polyethylene;LLDPE) 9730과 9740 제품을 독자적인 기술로 개발하여 사용중에 있다. 또 최근 포장물의 다양화와 전문화 추세에 맞춰 압출코팅 가공성이 우수하고 열융합강도가 우수한 EVA 1151제품을 국내 최초로 개발하였다. 따라서 본고에서는 한양화학의 압출코팅용 LDPE, LLDPE 및 EVA 제품의 특성과 압출코팅 가공성을 살펴봄으로써 이들 제품을 올바르게 사용하는데

지난호(93, 10월호) 압출코팅 특집에서 기계장치 및 가공기술, PE수지의 시장동향과 제조공정 등을 살펴본데 이어 이번호에서는 압출코팅용 수지의 물성과 가공특성, 응용범위 등 몇개 회사의 구체적인 제품 소개를 실는다. 제품에 따라 장점만을 일반적으로 나열하고 있거나 내용의 중복이 있을 수도 있지만 압출코팅 수지의 여러 물성과 제조방법, 가공특성 등의 객관적 서술이 병행되고 있기 때문에 어느 정도 자료적 가치가 있는 것으로 사료된다. 좀더 많은 회사의 제품 소개를 담지 못해서 아쉽지만 코팅그라운드에 대한 전반적 이해에 다소간 도움이 될 것을 기대한다
(편집자)

이해를 돕고자 한다.

2. LDPE 960, 950, X-940 제품

2-1. 기본물성과 특징

1) 기본물성

고분자의 분자구조는 점탄성(Viscoelastic Properties)과 밀도 등에 커다란 영향을 미친다. 용융수지의 점성은 평균 분자량이 증가할수록 증가하게 되며 분자량 분포와 장쇄분지에도 큰 영향을 받는다. 또한 수지의 용융, 결정화 특성 등에 관계되는 밀도는 주로 수지내 단쇄분지에 의해 영향을 받는다. 따라서 이들 분자구조를 적절히 조합하여 압출코팅용 LDPE에 요구되는 주요 특성을 설계할 수 있다.

한양화학에서는 상기와 같은 분자구조를 고려하여 각각의 용도와 특성이 다른 LDPE 960, 950, X-940 등의 제품을 생산하고 있다. [표1]에 한양화학의 압출코팅용 LDPE제품의 기본물성을 나타내었다.

2) 압출코팅용 LDPE의

용도에 따른 제품분류

국내외에서 압출코팅용으로 사용되고 있는 LDPE는 그 용도에 따라 크게 두 가지의 제품 특성으로 나눌 수 있다. 주로 식품포장의 연포장분

야에 이용되는 저밀도(0.915~0.920g/cm³) 고용융지수(7~12MI)의 수지와 Tape·박리지 용도의 고밀도(0.920~0.924g/cm³) 저융융지수(3~7MI) 제품으로 대별된다. 국내의 경우 LDPE 960과 950 제품이 업체의 설비현황과 가공조건에 따라 선택적으로 이용되고 있으며, 고유동성의 X-940 제품도 일부 적용되고 있다.

다음은 현재 가장 폭넓게 사용되고 있는 LDPE 960, 950과 새로 개발된 X-940 제품에 대한 제품 특성을 정리한 것이다.

가. LDPE 960

▲Neck-in 특성이 매우 우수하고 가공 안전성이 뛰어나다.

▲고온가공으로 각종 기재에의 접착력이 우수하다.

▲수분차단성이 우수하다.

▲내열성이 우수하다.

나. LDPE 950

▲고속가공성, 즉 Draw-down성이 우수하다.

▲기재와의 접착력이 뛰어나다.

▲열융합층으로서 LDPE 960보다 넓은 온도 범위에서 안정한 열융합강도가 얻어진다.

▲박막가공성이 우수하며 960보다 저온가공이 가능하다.

다. LDPE X-940

▲고속가공성이 극히 우수하다.

▲저온가공(약 280~300℃)이 가능하다.

▲LDPE 960이나 950보다 저온부터 고온까지 넓은 온도범위에서 안정된 열융합강도가 얻어진다.

▲LDPE 960이나 950과 동일한 온도에서 가공할 경우 접착력이 우수하다.

▲MI가 높음에도 불구하고 Neck-in특성이 우수하다.

▲압출코팅시 발연이 적다.

▲냄새가 없다.

상기와 같은 특성은 저밀도, 고MI의 X-940제품만이 가질 수 있는 특성들이다. 특히 MI가 높게 되면 Neck-in이 증가하는 것이 압출코팅용 LDPE수지의 일반적인 특징이나 한양화학에서는 오랜 경험과 기술축적을 바탕으로 이와같은 문제점을 해결하였다.

2-2. 가공특성과 제품특성

압출코팅 가공에 있어서 Neck-in, 접착성, 고속가공성은 아주 중요하며 최종 제품의 경우 열융합특성이 중요하다.

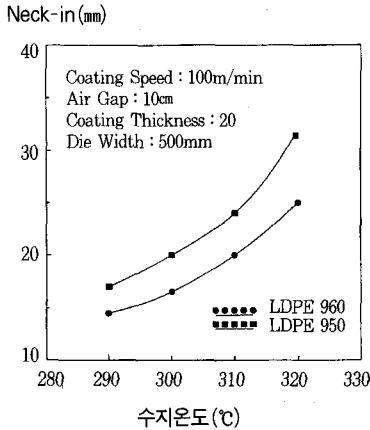
1) Neck-in

[그림1]과 [그림2]에 LDPE 960, 950제품의 가공온도와 가공속도에 따른 Neck-in의 변화를 나타내었다. 동일한 가공온도나 가공속도에서 수지의 용융특성상 MI가 높은 950제품이 960보다 Neck-in이 약간 크다는 것을 알 수 있다. 그러나 가공조건 측면에서는 LDPE 950이 비교적 수지온도가 낮고 가공속도가 빠른 용도에 이용된다는 점을 고려할 때 LDPE 950의 Neck-in은 960의 수준과 동일한 정도라고 생각해도 무방

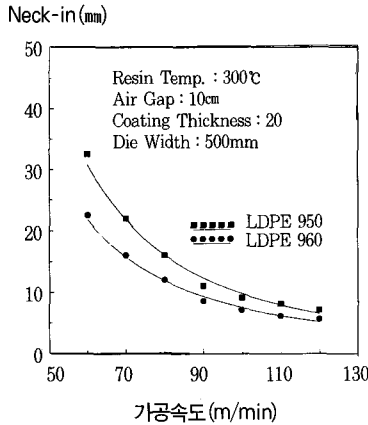
[표 1] 한양화학의 압출코팅용 LDPE 제품의 기본 물성

항 목	시험 방법	단 위	LDPE 960	LDPE 950	X-940
용융지수	ASTM D - 1238	g/10분	5.0	7.5	12.0
밀 도	ASTM D - 1505	g/cm ³	0.918	0.917	0.9173
항복인장강도	ASTM D - 638	kg/cm ²	100	90	82
파단인장강도	ASTM D - 638	kg/cm ²	120	110	107
연 신 율	ASTM D - 638	%	600	580	620
VICAT 연화점	ASTM D - 1525	℃	87	83	82
경도, SHORE D	ASTM D - 2240	-	49	47	45

(그림 1) LDPE 960, 950제품의 가공온도와 Neck-in 변화



(그림 2) 압출코팅 가공속도와 Neck-in



하다.

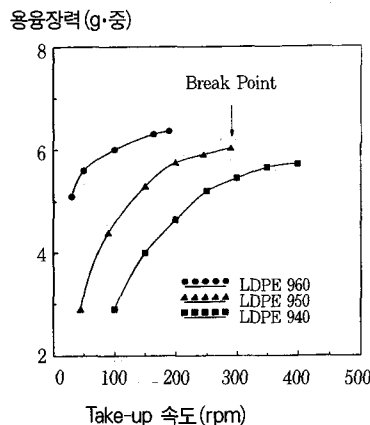
2) 고속가공성

압출코팅 제품의 고속가공성은 생산성과 직결되는 것으로 수지의 용융장력이 너무 낮으면 Neck-in이 증가하고 인취속도의 불균일이나 두께편차가 발생하기도 한다. 그러나 용융장력이 너무 높으면 가공속도가 저하되고 기재와의 접착력이 저하될 뿐 아니라 가공시 용융필름이 절단되기도 한다.

(그림3)은 한양화학의 압출코팅용 LDPE 제품의 권취속도에 따른 용융장력의 변화를 나타낸 것이다. X-940이 950이나 960보다 고속가공성이 월등히 우수함을 알 수 있다. 가공조건 측면에서는 수지온도가 높을수록 고속가공성이 우수하지만 가공온도가 너무 높으면 두께편차가 생길 뿐 아니라 발연으로 인한 냄새나 롤박리성이 부족한 문제점이 발생하기 쉽다. 미국이나 유럽의 경우 압출코팅 가공속도가 평균 300m/min 정도로 LDPE 950이나 X-940제품과 유사한 특성을 가진 제품이 일반화되어 있다. 국내의 경우 극히 일부 업체만

이 250~400m/min의 고속가공으로 LDPE 950을 사용하고 있지만 거의 대부분의 업체가 80~130m/min의 가공속도를 유지하고 있기 때문에 LDPE 960으로도 충분한 가공성을 나타내고 있다. 그러나 향후 업계의 인력난, 원가절감, 생산성 향상이 과제로 대두됨에 따라 포장속도의 향상과 포장 Line의 자동화 추세에 따라 고속가공이 가능하고 저온 열융합성이 우수한 고MI의 제품사용이 증가할 것으로 기대된다.

(그림 3) 한양화학 LDPE 제품의 고속 가공성



3) 접착성

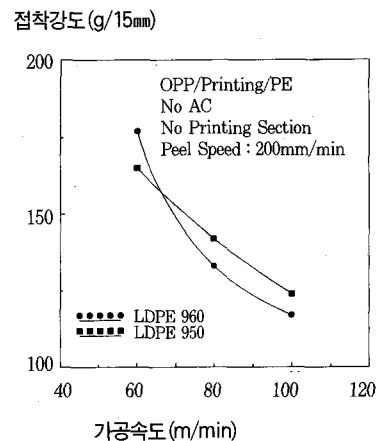
압출코팅 성형에 있어서 LDPE 용융막의 접착은 이미 언급한 대로 화학적 접착과 물리적 접착에 의해 생성된다. 수지온도, 압력이 증가함에 따라 접착성은 향상되나 인취속도에 따라서는 물리적 및 화학적 접착이 서로 상반되는 결과를 초래한다.

(그림4)는 OPP (30μ) / 인쇄 / LDPE(30μ)의 구조로 압출코팅된 제품의 무인쇄부분의 접착강도를 가공속도를 변화시켜 가며 측정하였다. 가공속도가 증가함에 따라 접착성이 나빠지는데 이는 위에서 언급하였듯이 에어갭 통과시간과 관련된 수지의 산화도와 상관이 있기 때문이다. 950이 960보다 비교적 접착력이 높은 것은 상대적으로 점도가 낮아 기재로 침투가 용이하기 때문이다. 참고로 [표2]에 접착력을 향상시키기 위해 사용하는 일반적인 방법에 대해 간단하게 나타내었다.

4) 열융합성

(그림5)에 PET(12μ) / AC제 / LDPE(20μ)의 구조로 압출코팅된 제품의 열융합 강도를 도시하였다.

(그림 4) LDPE 960, 950의 가공속도와 접착강도



이 그림에서 보면 LDPE 950이 960에 비해 10℃정도 낮은 열봉합 온도를 나타낸다. 이와같은 현상은 950의 MI가 상대적으로 낮기 때문에 용융 점도가 좋기 때문이다.

(그림6)은 1차로 LDPE 960을 코팅한 후에 2차로 X-940을 열봉합층으로 Tandem 가공한 제품의 열봉합 강도 특성이다.

(표3)에 나타난 가공조건과 같이 X-940을 2차 열봉합층으로 적용할 경우 가공온도를 960보다 약 20~50℃정도 낮출 수 있을 뿐 아니라 최종 제품의 포장속도를 높일 수 있다.

또한 국내에서 급속히 증가하고 있는 공압출가공에서 Die 전폭에 걸쳐 각층의 두께가 일정하지 않는 층 불균일 현상과 층과 층 사이의 계면 불흐름이 파동현상을 일으키는 계면 불안정 현상이 문제점으로 대두되고 있다. 이러한 현상을 개선하기 위해서는 여러 가지 변수가 있지만 대강 3층공압출에서는 가운데층의 점도가 크고 가장자리 층의 점도가 작은 수지를 사용할 경우 안정된 다층필름을 생산할 수 있다. 특히 기재/LDPE/LDPE의 구성을 갖는 열봉합층의 수지온도를 낮게 하여 공압출가공을 할 경우에 X-940제품을 활용하게 되면 저취화와 열봉합의 안정화를 도모할 수 있다.

2-3. 인체안전성

한양화학에서는 식품포장용으로 가장 많이 이용되는 LDPE 950의 경우 이미 미국 FDA의 승인을 획득하였으며 LDPE 960, X-940도 이미 국내 보건환경연구원의 인증시험을 받고 현재 FDA의 인증시험을 추진 중에 있다. 따라서 한양화학의 압출

코팅용 LDPE제품은 식품포장용으로 안심하고 사용할 수 있으며 수출용 식품포장용으로도 사용에 전혀 문제가 없는 제품이다.

3. LLDPE 9730, 9740 제품

3-1. 기본특성

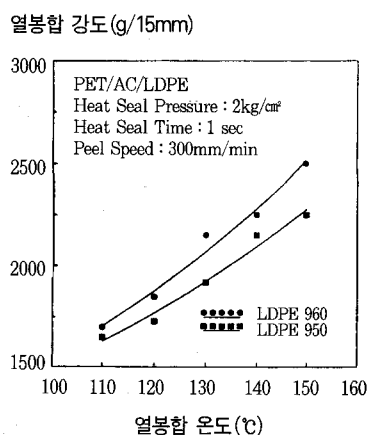
(표 2) 압출코팅 가공시 접착력 향상방법

항 목	WETTING을 좋게 하는 방법	산화를 높이는 방법
PE 가공조건 수지온도 인취속도 수지압력	↑ ↑	↑ ↓
성형장치 기재의 전처리	코로나 처리 FLAME 처리 에열 ROLL 처리	오존 처리 ↑
WEB의 처리 AIR GAP NIP ROLL 강도 NIP 압력 WEB 낙하위치	↓ ↑ ↑ 기재측에 치우치게	
PE의 기본물성 MFR (MI) 밀도 S. R	↑ ↓	↓

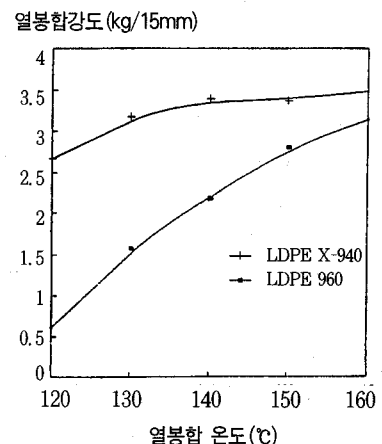
(표 3) LDPE X-940의 Tandem 압출코팅 가공조건

압출기 : 90mm	피복두께 : 15μ	
에어갭 : 100mm	가공속도 : 157m/min	
기재구성 : OPP/인쇄/필지/LDPE		
가공조건	LDPE 960	LDPE X-940
바렐온도(℃)	170/200/240/270/290	140/170/210/240/270
어댑터(℃)	320	270
헤드온도(℃)	330	270
다이온도(℃)	330/340/330/330/340/330/330	280/280/280/280/280/280/280

(그림 5) LDPE 960, 950의 열봉합 온도와 강도



(그림 6) 2차 코팅된 X-940의 열봉합 강도



LLDPE는 에틸렌과 α -올레핀을 저압에서 공중합하여 얻어지며 LDPE와는 달리 촉매에 의해 제조되기 때문에 분자량 분포가 좁고 일정한 길이의 단쇄분자를 가지며 장쇄분자가 없는 고분자이다. 따라서 LLDPE는 LDPE에 비해 용융장력이 낮고 불균일하며 탄성계수가 적기 때문에 압출코팅 가공시 Neck-in이 심하고 압출량이 불균일한 Draw Resonance 현상을 나타낸다.

한양화학에서는 LLDPE의 이런 가공상의 난점을 해결하기 위해 오랜 연구노력 끝에 분자량 분포가 넓고 균일한 용융장력을 갖는 LLDPE 9730, 9740제품을 개발하였다. [표 4]에 LLDPE제품의 기본특성을 나타내었다.

LLDPE를 복합포장재에 이용할 경우 LDPE와 비교하여 다음과 같은 특성을 갖는다.

▲용점이 높아 내열성이 우수하다.

▲내한성이 우수하다.

▲열융합강도, Hot-Tack성이 우수하다.

▲기계적 강도(인장, 인열, 충격강도 등)가 우수하다

▲강성이 크고 강인하다.

▲내약품성(산, 알칼리)이 우수하다.

3-2. Laminate 가공 성형성

가. Neck-in 특성

LLDPE는 수지의 분자구조 특성상 LDPE보다는 Neck-in이 심하다. 이는 LLDPE 수지의 기본특성을 개선시킨다고 해도 근본적으로 LLDPE 수지의 분자구조 자체를 변경시킬 수는 없기 때문이다. [표5]는 LLDPE 9730과 9740제품의 압출코

팅 가공시 나타나는 Neck-in의 변화를 나타내었다.

[표5]를 보면 9740이 9730제품보다 Neck-in이 약간 심하다는 것을 알 수 있는데 이는 9740제품의 용융탄성이 9730의 그것보다 작기 때문이다. 그러나 Neck-in은 수지의 기본특성 외에도 가공온도, 가공속도, 에어갭 등의 가공 변수에도 크게 영향을 받기 때문에 가공업체의 가공조건이나 적용품목에 따라 적절하게 개선할 수 있다.

나. 고속가공성

LLDPE 9730과 9740제품은 용융탄성과 용융장력이 고속박막가공에 적합하도록 설계된 제품으로 고속가공성이 매우 우수하다.

3-3. Laminate 제품 특성

Laminate 제품 특성으로는 기재와의 접착력, 열융합성, 내유성, 가

스차단성, 내열성, 방습성 등 여러 가지로 분류할 수 있으나 성형조건이나 구성에 크게 영향을 받기 때문에 최적조건을 설정할 필요가 있다.

가. 접착력

LLDPE의 압출코팅 가공은 300도 C 내외가 좋으며, 이때 용융수지의 표면산화에 의한 접착 효과가 작기 때문에 미리 LDPE를 도포하고 그위에 LLDPE를 코팅하는 방법으로 충분한 접착력을 얻을 수 있다.

나. 열융합성

LLDPE는 용점이 EVA보다 높기 때문에 저온 열융합성은 떨어지나 열융합강도는 EVA를 능가하기 때문에 박막화 등의 장점이 있다.

다. Hot-Tack성

LLDPE는 LDPE보다 Hot-Tack성이 우수한데 LDPE는 융점부근이 아니면 유효한 Hot-Tack성을 나타내지 않는 것에 비하여 LLDPE는

[표 4] LLDPE 9730, 9740 제품의 기본물성

항 목	시험방법	단 위	LLDPE 9730	LLDPE 9740
MELT INDEX	ASTM D-1238	g/10분	13	7.5
밀도	ASTM D-1505	g/cm ³	0.922	0.9208
파단인장강도	ASTM D-638	kg/cm ²	90	95
연신율	ASTM D-638	%	600	590
VICAT 연화점	ASTM D-1525	℃	94	96
용융점	한양 METHOD	℃	123	121

[표 5] LLDPE 9730, 9740 제품의 Neck-in 변화

사용수지		LLDPE 9730	LLDPE 9740
가공기계 (압출기 용량)		110mm	
AIR GAP (mm)		120mm	
가공온도 (℃)		280/280/290/290/295	
바 렬		270	
헤 드		290	
어 뎀 터		330/330/335/320/325/330/325	
네크	인취속도 60m/min	55	63
-인	인취속도 80m/min	47	52
(mm)	인취속도 110m/min	35	40

열봉합시 용융점도가 커서 융점 이상에서도 융착되는 성질을 갖기 때문이다.

라. 이물질 오염 열봉합성

LLDPE는 열봉합 부위에 이물질 붙어 있어도 열봉합강도의 저하가 작다. 따라서 고속자동 충전포장에도 적합하다.

이외에 LLDPE 9730과 9740제품의 융점과 밀도 등의 특성에 기인한 내열성과 수분차단성 등이 LDPE보다 우수하다.

참고로 현재 압출코팅 분야에 사용되고 있는 여러 가지 수지의 열봉합 특성과 Hot-Tack성을 (그림7)과 (그림8)에 나타내었다.

3-4. 향후전망

LLDPE제품을 사용하여 복합필름으로 가공하는 방법은 제품의 용도에 따라 다르지만 기재 위에 직접 압출코팅하는 방법, 기재/AC/LDPE로 구성되는 층에 2차 Coating하는 방법, 또는 LLDPE 필름을 Dry-Lamination 시키는 방법이 있다. 국내에서는 아직 LLDPE 제품을 직접 압출코팅하는 경우는 드물지만 열봉합강도가 요구되는 분야나 Stiffness가 요구되는 분야에서 2차 코팅 또는 공압출가공으로 접합시키는 방법이 일부 시도되고 있으며 좋은 결과를 얻고 있다. 따라서 앞으로는 LLDPE를 2차 코팅시키는 Tandem 가공이나 공압출을 이용한 적용이 늘어날 전망이다. Tandem 가공의 경우 LDPE보다는 Neck-in이 다소 증가하는 문제점이 있으나 LDPE보다 낮은 가공온도의 설정과 함께 LLDPE 9730, 9740제품의 개선된 분자구조로 충분히 극복할 수 있을

것이다.

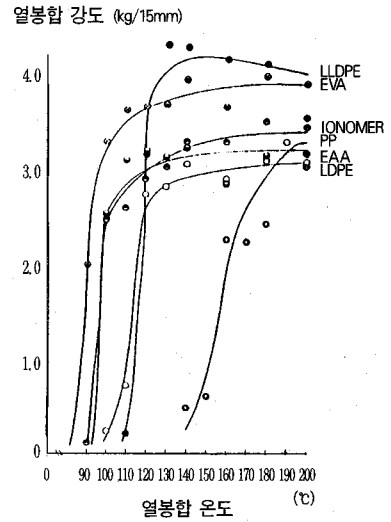
4. EVA 1151 제품

연포장재 등의 압출코팅 분야에서 저밀도 폴리에틸렌(LDPE)은 접착층과 열봉합층으로 주로 사용되고 있으나 LDPE가 비극성인 고분자로 극성인 다른 고분자 재료에 비해 접착성이나 투명성이 저하되는 단점이 있다. 따라서 비극성인 폴리에틸렌의 단점을 보완하기 위해 에틸렌에 극성 분자를 도입한 공중합체가 개발되었다. 한양화학은 자체적인 기술로 1986년에 국내 최초로 Sponge용 EVA제품을 상업화 하였으며, 그후 IONOMER를 Pilot Scale로 개발하였다. 또 최종제품이 고급화 및 전문화, 다양화되고 있는 추세에 따라 특수한 기능이 요구되는 포장재에 적용하기 위해 1990년에 국내 최초로 압출코팅용 EVA 1151제품을 개발, 생산하였다.

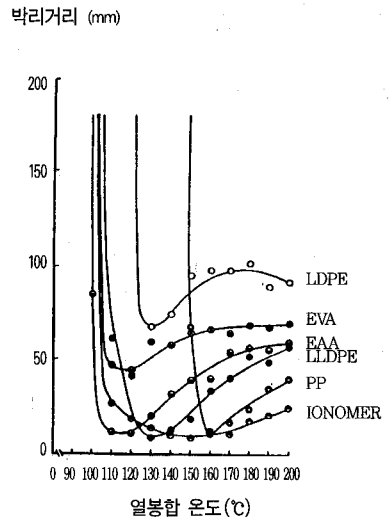
4-1. 분자구조와 기본물성

LDPE가 에틸렌의 단독 중합체인데 비해 EVA는 무극성의 에틸렌과 극성이 큰 비닐 아세테이트(Vinyl Acetate:VA)로 이루어지는 공중합체로 (그림9)와 같은 불규칙적인 사슬구조를 가지고 있다. 따라서 EVA의 물성을 지배하는 인자는 여러 가지가 있으나 주로 VA함량과 MI에 따라 좌우된다. 즉 VA함량이 증가할수록 에틸렌 사슬의 결정성을 방해하기 때문에 결정성이 저하되며, VA함량이 40wt% 이상이 되면 비결정성 중합체가 되어 고무와 같은 성질을 나타낸다. 특히 EVA를 압출코팅용으로 사용할 경우 수지의 가공특성과

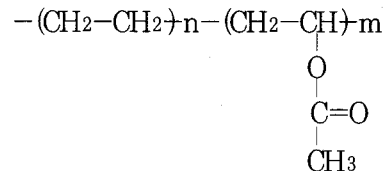
(그림 7) 열봉합 특성



(그림 8) Hot-Tack성



(그림 9) EVA의 분자구조



주용도가 식품포장용임을 감안할 때 적절한 특성을 가진 EVA의 선정이 매우 중요하다. 한양화학에서는 상기와 같은 점들을 고려하여 [표6]과 같은 특성을 가지는 압출코팅용 EVA 1151 제품을 개발하여 국내시장에 적용하고 있다.

EVA 1151S 제품은 Roll 박리성을 개선시키기 위해 EVA 1151 제품에 Slip제를 첨가한 것이다. 통상 EVA와 같이 극성기를 가진 제품은 Roll 박리성이 좋지 않기 때문에 적절한 냉각 Roll의 선택이 필수적이다.

4-2. 가공특성

가. 압출특성

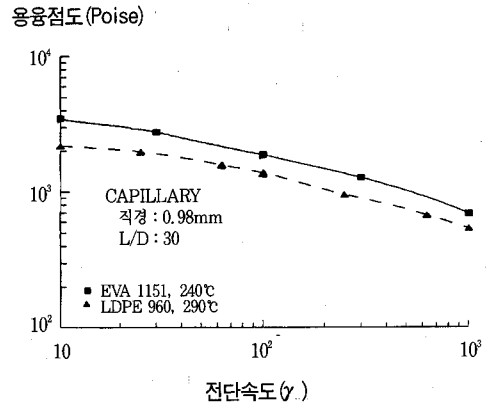
LDPE를 사용하는 표준 압출코팅 장치로 EVA 1151 제품을 가공할 수 있다. [그림10]은 LDPE 960의 가공 온도 영역인 290℃와 EVA 1151의 적정 가공온도 영역인 240℃에서

Screw의 rpm 변화에 따른 용융점도의 변화를 나타낸 것이다. 이 그림에서 보면 EVA 1151은 LDPE보다 현저히 낮은 온도에서 가공함으로써 용융점도의 증가로 인해 압출부하가 다소 증가할 것으로 기대된다.

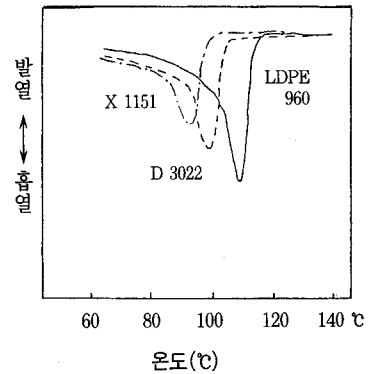
나. Neck-in과 고속가공성

LDPE의 경우 수지의 표면산화가 기재와의 접착력에 큰 영향력을 미치지만 EVA는 저온가공을 하여도 LDPE와 같이 표면산화가 접착에 중요한 역할을 하지 않는다. 따라서 EVA의 가공시 급적 에어갭을 줄여 Neck-in을 작게 하는 것이 좋다. [표7]은 EVA 1151 제품의 가공속도에 따른 Neck-in의 변화를 Sumitomo사의 제품인 D-

(그림 10) 가공온도 영역에서의 점도 변화



(그림 11) LDPE 960과 EVA 1151의 용점



[표 6] 압출 코팅용 EVA 1151 제품의 특성

항 목	시험방법	단 위	EVA 1151	EVA 1151S
용융지수	ASTM D-1238	g/10분	9.5	9.5
밀 도	ASTM D-1505	g/cm ³	0.932	0.932
VA 함량	한양 METHOD	%	10	10
파단인장강도	ASTM D-638	kg/cm ²	160	160
신 장 율	ASTM D-638	%	720	720
VICAT 연화점	ASTM D-1525	℃	65	65
용 점	ASTM D-747	℃	92	92
경도, SHORE D	ASTM D-2240	-	45	45
첨 가 제	-	-	-	슬립제

[표 7] EVA 1151 제품의 Neck-in 특성

사용수지		EVA (VA 6wt%)	EVA (1151)
수지온도(℃)		250	240
압출량(kg/Hr)		109	114
넥 인 (mm)	인취속도 50m/min	68	70
	인취속도 100m/min	64	68
	인취속도 150m/min	60	64
	인취속도 200m/min	58	61

(작업조건: φ90mm 압출기, SCREW 회전수 60RPM, AIR GAP 120mm)

3022 제품과 비교하여 나타내었다. 이 표에서 EVA수지의 Neck-in은 VA 함량이 많을수록 약간 증가하며 가공속도가 빠를수록 감소함을 알 수 있다.

다. 열안정성

EVA는 통상의 LDPE보다 결정화도가 저하되어 용점이 낮다(그림11). 또 측쇄중에 있는 아세틸기(Acetyl, CH₃CO-)의 열안정성이 약해(그림 12) 250℃ 이상의 온도에서 장시간 방치하게 되면 [그림13]과 같은 반응기구로 탈초산화 반응이 급격히 일어난다. 따라서 가공시에는 가공온도

조건에 유의해야 하며 압출기 내에 있는 수지온도가 250℃ 이하가 되도록 하는 것이 유리하다. 아울러 수지가 체류하기 쉬운 T-Die의 양끝 부분은 수지 교환시에는 퍼지를 충분히 해야 한다. 또 압출기를 정지시킬 때에는 반드시 LDPE로 치환시킨 후에 정지시켜야 한다.

라. Roll 박리성

EVA는 자기 점착성이 강한 수지이기 때문에 가공시 Roll 박리성이 불량한 편이다. Roll 박리성이 나쁘면 고속가공성이 저하되고 EVA의 코팅되는 필름이 절단되기도 하며, 기재와의 접착이 불량하고 소음이 발생하거나 코팅된 면에 주름이나 구김이 생기기도 한다.

Roll 박리성을 개선하기 위해서는 냉각 Roll의 표면형태를 Matte 형태로 사용함으로써 표면 마찰계수를 낮추어 주는 것이 좋다. 그러나 Matte Roll을 사용하게 되면 용융 필름막의 투명성이 저하될 우려가 있으므로 투명성이 요구되는 분야에서는 Slip제를 처방한 EVA 1151S 제품을 활용하는 방법과 가공방법을 변경하는 방법 등이 있다.

마. 열융합성 및 열융합강도

EVA는 LDPE에 비해서 열융합성과 강도가 우수하다. EVA는 열융합 강도를 줄 수 있는 온도가 110℃ 정

도인 것에 비해 LDPE는 약 10~20℃ 이상의 온도상승이 요구된다.

〔표8〕은 Tandem 압출코팅기로 LDPE를 1차 코팅한 후에 EVA 1151제품으로 2차 코팅한 때의 가공 조건을 나타내었다.

〔그림14〕는 〔표8〕의 조건으로 가공한 제품의 열융합강도를 나타내었다. 〔그림14〕에서 보면 알 수 있듯이 EVA 1151제품이 LDPE보다 열융합 온도는 낮고 열융합강도가 높음을 알 수 있다. 또 LDPE와 동일한 열융합 강도가 얻어지는 온도조건은 약 30℃ 정도 낮음을 알 수 있다.

바. 이물질오염 열융합특성 (협잡물 불합성)

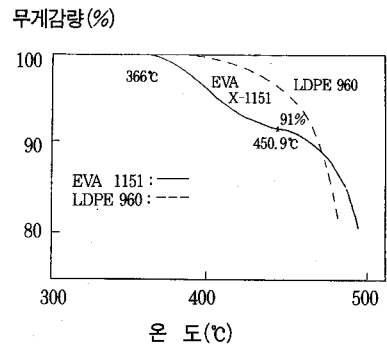
Coffee의 Frima와 같이 미세한 Powder 제품이나 액체내용물의 자동충진 포장시에는 내용물이 포장재의 봉합면에 부착되는 경우가 있다. 이렇게 내용물이 봉합면에 부착된 채로 열융합을 하면 봉합후에는 충분한 봉합이 이루어진 것처럼 느껴지나 나중에 봉합면이 파열되어 큰 문제점으로 대두될 수 있다. LDPE를 봉합층으로 하는 경우 가끔 이같은 문제가 발생되나 EVA는 아주 드물다.

〔그림15〕는 간장을 EVA 1151 수지의 봉합면에 부착하였을 때의 봉합 강도를 나타낸다. 일반적으로 흐르기 쉬운 충전물일수록 협잡물 불합성은

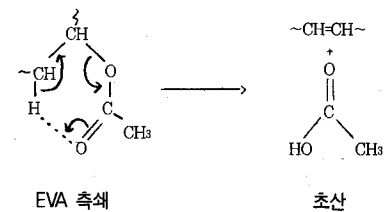
〔표 8〕 EVA 1151의 Tandem 가공조건

코팅방식 : TANDEM	기재 구성 : 나일론/LDPE 960/EVA 1151	
에어-갭 : 100mm	가공 속도 : 100m/min	
가공조건	1차 (LDPE 960)	2차 EVA (1151)
스크류 RPM	65	95
바렐온도(℃)	190/260/330/340/350	140/180/230/260/270
헤드온도(℃)	350	350
어댑터(℃)	350/350/350	270/270/270
다이온도(℃)	330/330/330/330/330/330/330	260/260/260/260/260/260/260

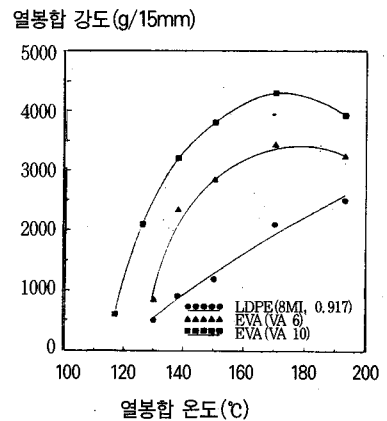
〔그림 12〕 LDPE와 EVA의 열안정성 비교



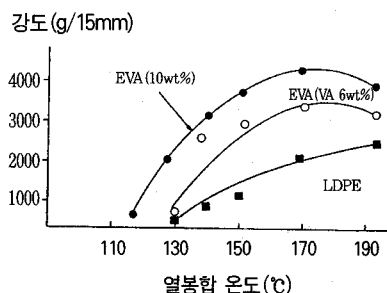
〔그림 13〕 EVA의 탈초산화 분해 반응기구



〔그림 14〕 EVA의 열융합 온도와 강도



〔그림 15〕 EVA 1151의 협잡물 불합성



열악하지만 EVA를 사용한 것은 협잡물이 부착되더라도 충분한 열봉합 강도를 가진다. 또 이러한 특성은 VA함량이 높을수록 우수하다.

4-3. 압출코팅의 적용전망

현재 우리나라에서는 EVA제품을 식품포장용으로 사용하는 경우는 드물다. 이는 국내 연포장업계의 제품개발이 최종 소비자의 요구나 구성품목 설정에 의존하고 있을 뿐 아니라 새로운 소재적용에 따른 원가상승의 요인이 있기 때문이다. 그러나 최근 업계의 기계의 다양화와 복합화 기술이 급격히 진보됨에 따라 EVA로 코팅된 제품도 그 이용이 많아질 것으로 기대되며, 일부 업체는 사용중이거나 시험중이다. 향후 EVA제품이 적용될 것으로 기대되는 분야로는

EVA의 우수한 저온 봉합성, 봉합강도, 협잡물봉합성, Hot-Tack성 등의 장점을 살려 수분을 함유한 식품포장, 마른 김이나 다시마 등과 같은 건조한 식품포장과 각종 차나 카스테라 등의 가스 충전포장에 점차적으로 확대 사용될 것으로 기대된다.

5. 맺음말

이상 한양화학에서 생산, 판매되고 있는 압출코팅용 수지에 대해 살펴 보았다. 올바른 제품의 최종생산을 위해서는 무엇보다도 그 요구특성에 가장 부합되는 물성을 가진 소재의 선택이 중요하다. 한양화학은 현재 개발된 제품 외에도 끊임없는 신제품 개발로 가공업체의 요구에 부응할 수 있는 제품생산에 최선을 다하

고 있다. 그 노력의 일환으로 연포장 용도에 이용되는 LDPE 거의가 식품포장용임을 고려하여 수지 냄새가 전혀없는 무취 LDPE제품을 개발, 적용시험중에 있다. 새로운 제품개발이 개발 그 자체로 끝나는 것이 아니라 가공업체의 적극적인 수용자세가 수반되어야만이 참된 의미의 기술선진형 업종을 이룰 수 있을 것이다.

【참고문헌】

1. T.Saeki, 包裝技術, 7, 842, 1992.
2. 技術情報センタ, エチレン共重合體の機能化と應用技術, 1989.
3. 加工技術研究會, 最新ラシネット加工便覽, 1989.

미국자리공, 공해식물 여부 논란 환경오염 적은 곳에서도 서식 확인

정식 학명은 '파이토라카 아메리카나' (Phytolacca Americana). 4~5년 정도의 다년생으로 풍화에 의해 씨를 퍼뜨리는데 줄기는 붉고 여름에 흰꽃이 핀 뒤 검붉은 빛깔의 열매가 열린다. 열매에는 옷감, 종이, 포도주 등을 물들이는데 쓰는 염료가 들어 있다. 열매는 특히 독성이 강해 사람이나 동물이 먹으면 즉사할 정도. 미국자리공의 주 서식지는 아황산가스, 질소산 등 대기오염이 심한 지역으로 알려져 있다. 대기오염으로 산성비가 내리고 토양이 산성화된 곳에 집중적으로 미국자리공이 자라고 있어 '공해의 지표'가 되기도 한다. 특히 베어버리면 더 크게 자라 마치 SF영화나 나오는 우주괴물을 연상시킨다.

그러나 최근 수원 팔달산에서 집단서식이 확인된 미국자리공이 오염된 환경속에서 자라며 오염을 가속화시키는 공해식물인지 여부를 놓고 논란이 일고 있다.

경남 삼천포와 진주시, 경북 경산, 경기도 광릉 등 환경오염도가 낮은 전국 도처에서 서식지가 확인되면서 환경오염과는 무관하다는 주장이 제기되고 있는 것이다.

미국자리공은 특히 강한 번식력과 생존력으로 인해 국내 귀화식물 1백30여종의 대명사로 꼽히는 초본식물. 10여년 전 대기오염이 심한 울산 등 공단지역에서 주로 발견됐다. 박테리아 등 분해자가 살 수 없도록 토양을 황폐화하는 경향 때문에 독초로 분류되고 있으며, 토양을 강산성으로 변화시키는 것으로도 알려져 있다. 북아메리카가 원산지인 미국자리공은 키가 1~1.5m까지 자라며 가을에 5mm정도의 자색열매를 맺는다. 우리나라에는 50년대 구호물자에 섞여 들어왔다고 학계에서는 추측하고 있다.