

PEEL SEAL용 수지 및 필름 현황

로저 칸트 / 듀폰 아태지역 포장기술개발부장



목 차

1. 머리말

- 1-1. Interfacial Peel의 개념
- 1-2. Delamination Peel의 개념

2. Peel Seal 수지

- 2-1. Delamination Peel Seal용 수지
- 2-2. Interfacial Peel Seal용 수지
- 2-3. Resin Contamination Systems
- 2-4. 연포장용 Dissimilar Peel Seal 수지
- 2-5. Lidding용 Peel Seal 수지

3. 맺음말

1. 머리말

Peel Seal이란 제품의 최종 소비자가 손의 힘을 이용하여 열접착된 포장지를 분리, 내용물을 꺼낼 수 있게끔 하는, 다시 말하면 그 포장의 개봉이 손쉽게 가능하도록 하는 과정을 말한다.

Peel Seal의 목적은 편리성의 추구에 있다. 바람직한 Peel Seal의 특성에 대해 많은 견해들이 있으나, 대체로 600~1,200g/15mm 범위내에서 Peel이 가능해야 한다는 것이 지배적인 견해이다. 이상적인 Peel Seal 수지나 필름은 넓은 열접착 온도 범위를 지녀야 하며 그 범위 내의 어느 곳에서도 확실한 Peel Seal 효과를 기대할 수 있어야 한다. 이러한 특성은 일반적인 열접착 Operation 범위 내에서 Seal 강도가 천

천히 증가하는 Sealant에서 기대할 수 있다.

이것을 그래프로 그려보면 Seal 곡선의 상단부가 평평하게 되어 마치 고원(高原) 모양의 곡선 형태를 나타내게 된다.

[도표 1]은 고원(高原) 모양의 Curve를 지닌 Peel Seal 수지와 Seal 온도가 증가함에 따라 Seal 강도도 급속히 증가하는 일반적인 수지와의 대조를 보여주고 있다.

포장기의 Seal Bar 온도는 어느 범위 내에서 항상 변동하고 있으며 Peel 강도는 이러한 변동에도 불구하고 항상 일정한 수준을 유지해야 하므로 이 고원 모양의 Curve가 중요한 것이다.

똑같은 Peel Seal 기능을 가지고 있다 하더라도 여러 다른 형태의 Peel Seal이 있다. 이것을 일반적으로 두 가지로 분류하면 하나는 Interfacial Peel Seal이고 다른 하나는 Delamination Peel Seal이다.

1-1. Interfacial Peel의 개념

Interfacial Peel이란 Seal층을 이루고 있는 두 면이 박리시키는 힘에 의하여 분리되어 지는 것을 의미한다. 즉, 소비자가 효과적으로 열접착면을 분리시킬 수 있게끔 하는 것이다.

이 방법은 Seal 강도를 얼마만큼 조정할 것인가, 또한 두 Seal면 수지의 완전한 용융합을 어떻게 방지할 것인가에 따라 좌우된다.

실제로 여러 포장에 있어서 서로 Seal이 잘 되지 않으며 따라서 제한된 Seal 강도를 갖는 수지나 필름을 Top Web과 Bottom Web, 그리고 뚜껑용 재질과 Tray용 재질에 선택 적용함으로써 이 방법을 사용하고 있다.

FFS(Form Fill Seal)법으로 하나의 포장 Web을 사용하는 포장에 있어 그 Sealant재질은 자체에 대한 Seal 강도를 떨어뜨리기 위하여 대개 제2의 폴리머와 Blend하여 사용되어 진다. 이것을

Contamination Peel이라 한다. 이 Contamination Peel용 수지 Blend의 근본적인 어려움은 Seal 강도가 수지 Blend 내의 제2 폴리머의 양에 의해서만 결정되어지는 것이 아니라 온도, 압력, 시간과 같은 Seal 조건에 의해서 또 달라진다는 점이다.

따라서 Seal Bar의 온도, 압력, 시간의 조정에 따라 Seal 강도는 현격한 차이를 보이게 된다.

Peel Seal을 위한 이러한 방법들은 연포장 및 Cup, Bowl 그리고 Tray용 뚜껑에 공히 사용되어지고 있다.

1-2. Delamination Peel의 개념

Delamination Peel Seal법은 공압출 공정(주로 공압출 Blown Film 방법이 나 Cast Film 방법도 있음)에서 여러 다른 폴리머간의 접착력 차이를 이용하여 개발되었다.

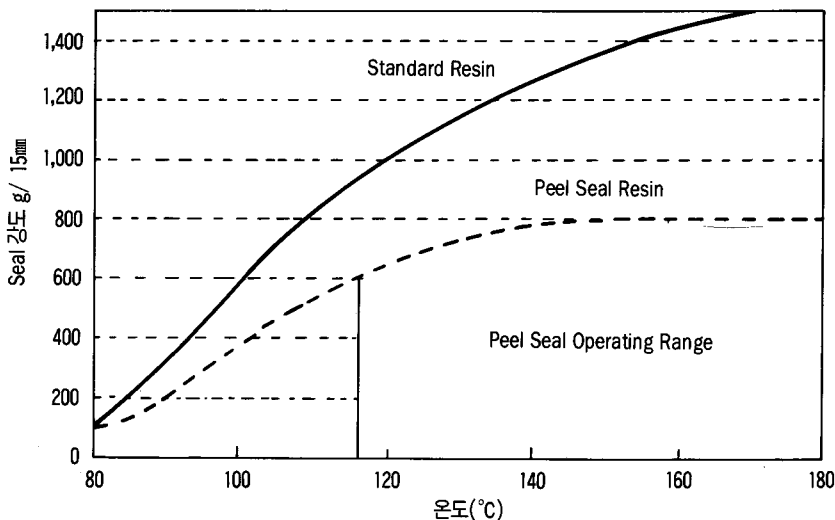
[도표 2]는 이 방법을 잘 설명해 주고 있다. 이 도표에 나타난 포장구조는 HDPE-Sealant의 공압출 포장재이며 HDPE가 주 포장재료인 반면 Sealant 층은 매우 얇다.

Seal 부위에 압력을 가하면 Sealant 층은 파괴되면서 HDPE층으로부터 분리되어 떨어진다.

이 Peel Seal 법은 두 가지 요인에 의해 조정된다.

첫째, Sealant층 폴리머의 인장강도가 초기 박리강도를 결정짓는다. 다시 말하면 초기 박리강도는 Sealant층의 두께와 직접적인 연관이 있다. Sealant 층이 두꺼우면 두꺼울수록 초기 박리강도는 높아진다.

[도표 1] Typical Sealant Vs Peel Sealant



둘째, 지속적인 박리를 일으키는데 필요한 힘은 HDPE층에 대한 Sealant 층의 접착력과 밀접한 관련이 있다. 일반적으로 이 지속적으로 요구되는 힘은 초기 박리강도에 요구되는 힘보다 훨씬 약하다.

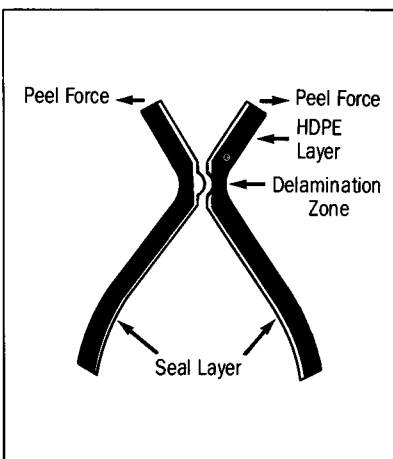
이 Peel Seal 방법은 Interfacial Peel 방법과는 달리 Heat Seal 조건의 변화에 그다지 영향을 받지 않는 장점을 가지고 있으며 Sealant층의 완벽한 용융합이 바람직스럽다.

이 수지의 용융합이 HDPE와 Sealant 사이의 분리강도가 Seal 강도를 결정짓는다는 것을 입증한다. 따라서 포장기의 Seal 조건의 편차는 Peel 강도에 그다지 영향을 미치지 않는다.

이 방법은 주로 연포장 분야에서 활용되어지고 있으나 Cup, Bowl, Tray용 뚜껑과 같은 경포장 분야에서도 가끔 찾아볼 수 있다.

이 메카니즘이 경포장에 활용되어지는 경우에는 대개 Notch나 Ridge를 보조수단으로 이용하여 Delamination을 유발하는데 도움을 준다.

[도표 2] Delamination Peel Seal



2. Peel Seal 수지

상기 개념에 입각하여 Peel Seal용 수지에 대해 알아보자.

수지 공급업체들이 받는 공통적인 요구사항은 되도록 다기능의 Peel Seal 용 수지를 공급하여 달라는 것이다. 즉 매우 넓은 Heat Seal 범위를 지니며 어떠한 물체에도 Seal이 잘되고 Peel 강도 또한 매우 일정한 수지를 공급하여 달라는 요청이다.

사실 대부분의 경우 이것은 거의 불가능하다. Peel Seal의 시장은 많은 다양한 수지와 Blend와 배합들으로써 이루어져 있다. 각각 특정한 포장기에 특정한 Converting 작업을 거쳐 특정한 재질에 특정한 기능을 발휘하게끔 고안되어져 있는 것이다.

대부분의 경우 어느 한 용도에 있어서의 훌륭한 Peel Seal 방법이 다른 용도에 그대로 적용되어지기가 어렵다는 것이다.

즉 그 용도에 맞게 수지의 변형 및 수정이 불가피하다는 점이다.

포장재료 공급업체로서 우리는 이러한 수지의 변형과 수정에 필요한 많은 노력들을 절대로 경시해서는 안된다. 각각의 Peel Seal에 요구되는 특성을 정확히 파악하고 그 잠재력을 평가하고 그 요구를 충족시키는데 필요한 노력을 아끼지 말아야 한다.

Peel Seal용 수지는 그 방법에 따라 크게 두 범주로 분류할 수 있다. Interfacial Peel용 및 Delamination Peel용이다.

추가로 Converting 업체에서 Formulation 할 수 있는 수지와 수지 제조

업체에서 Formulation 할 수 있는 수지로도 분류할 수 있다.

Converting 업체에서 Formulation하는 재료들은 각각의 Converting 업체들이 어느 특정한 Peel 용도에 맞게 자체 Blend하여 사용하는 방법을 의미하는데 보통 이러한 Blend의 구성비 등은 절대 비밀시 되어지고 있으나 그 접근 방법은 거의 유사하다.

수지공급업체의 Formulation은 좀더 복잡한 것으로서 특정한 Peel Seal용 수지를 생산하기 위해 종종 Monomer를 중합하기도 한다.

본문에서는 가장 많이 사용되어지는 다음의 대표적인 Formulation Type에 대해 알아보기로 하겠다.

▲ Cereal, Snack 및 제과 포장용 Delamination Peel Blend

▲ 공압출 Blown Film용 및 공압출 코팅용 Interfacial Peel Seal Blend

2-1. Delamination Peel Seal용 수지

Delamination Peel Seal의 사용은 Cereal 포장에서부터 유래되었다.

이 Cereal 포장에는 전통적으로 대부분 특수 왁스가 코팅된 그라신지를 사용하여 왔는데, Interfacial Peel 효과를 주기 위해 EVA와 Ionomer수지의 Blend를 Sealant층으로 사용한 공압출 Blown Film으로 그 포장 형태를 바꾸었다. 이러한 변천은 그라신지가 비싸져 경제성이 없어졌기 때문이었다. 다시 최근에는 Delamination Peel법이 주류를 이루게 되었다.

이 Peel Seal 방법은 주로 HDPE

60~90u / Blended Sealant 6~10u의 구조로 되어 있으며, 대표적인 Blended Sealant층의 구성은 ▲ Zinc Ionomer + Sodium Ionomer ▲ Acidcopolymer + Sodium Ionomer이다.

이 Seal 메카니즘의 기능은 이미 기술한 바와 같이 Delamination Peel법으로써 다음과 같은 특징을 지닌다.

▲ Sealant층의 두께가 초기 박리강도를 조정한다. Sealant층이 두꺼우면 두꺼울수록 초기 박리강도는 높아지게 된다. 대표적으로 6~10u 두께의 Sealant층으로는 600~700g / 15mm의 초기 박리강도를 기대할 수 있다.

▲ HDPE에 대한 Sealant층의 접착력이 지속적인 Seal강도를 조정한다. 이 접착력은 Formulation(Sodium Type Ionomer를 많이 배합할수록 접착력은 떨어지게 된다)과 Processing 조건에 의해 결정되어 진다.

기계 디자인 및 Processing 조건이 모두 다르므로 모든 상황에 적합한 이

상적인 Blend비율을 결정한다는 것은 매우 어려운 일이나 통상적으로 50 : 50의 Blend 비율에서 시작하는 것이 정상이다.

[도표 3]은 대표적인 Formulation에 대한 Seal 곡선을 보여주고 있다. 이 구조가 원래는 Cereal 포장용으로 개발되었으나, 크래커와 쿠키의 Bag-In-Box 포장, 스낵 Food용 및 다른 경량 물 포장에도 광범위하게 채택되었다.

이 용도에는 공압출 Blown Film과 Cast Film이 적합하다. 압출 T-Die법으로 이 Type의 Peel Seal을 재현하려는 많은 시도가 있었으나 얇은 두께로 Sealant층과 HDPE층간의 접착력을 Control하는 것이 매우 큰 문제로 표출되었다.

2-2. Interfacial Peel Seal용 수지

여러 관점에서 Interfacial Peel Seal 시장은 매우 흥미롭다.

광범위한 용도 뿐만이 아니라 더 많은 System과 수지의 조합이 있기 때문이다.

앞서도 기술했듯이 Interfacial Peel Seal에는 두 가지 주요 방법이 있다.

첫째는 서로 Seal이 잘 되지 않는 상이한 재질을 사용하는 것이다. 이 방법은 서로 다른 구조의 두 가지 Web을 사용하는 품목이나 뚜껑 용도에서 찾아볼 수 있다.

둘째는 Sealant층의 Contamination 화에 의한 방법이다.

이 방법은 주로 하나의 포장 Web을 사용하는 포장에 쓰여지나 몇몇 상이한 재질의 Peel Seal에 있어 Seal의 비호환성을 높이기 위해서도 역시 사용되어진다.

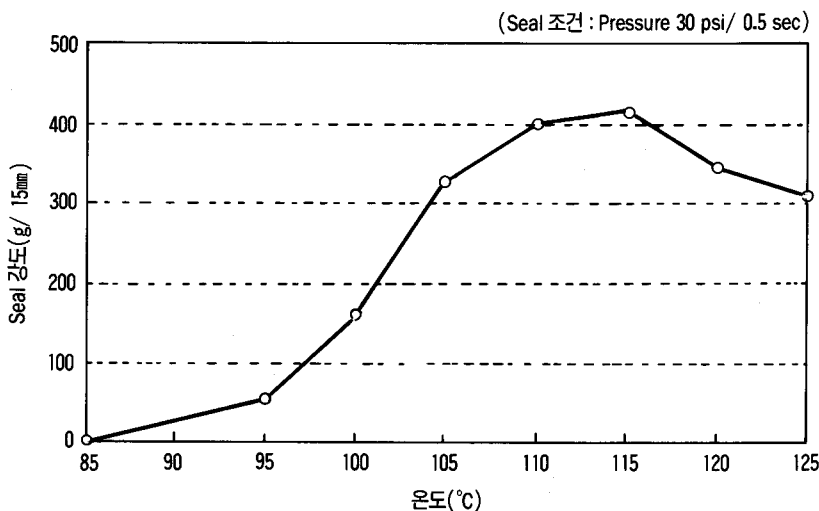
2-3. Resin contamination Systems

이 Resin Contamination Systems(수지오염화 방식)은 몇몇의 수지 제조업체들이 아주 Pre-Blend를 해서 25kg bag으로 공급하기도 하나 원래는 Converting 업체들이 자체 Formulation하는 방식이다. 대표적인 사례를 들어보면 다음과 같다.

- A) EVA + Ionomer
- B) PE + Ionomer
- C) PE + Polybutylene
- D) Zinc와 Sodium Ionomer의 Blend

이러한 방식은 매우 많고 다양해서 그 전부를 알아보는 무척 어려운 일이다. [도표 4]는 한 종류의 Web으로 Film 대 Film Seal을 할 경우 Ionomer

[도표 3] Ionomer Resin Blend Co-ex Film Seal Strength
LDPE 30u/HDPE 15u/Blend 8u(45% Sodium/50% Zinc/5% Slip + Anti Block)



수지와 Blend된 EVA수지의 퍼센트 변화에 따른 Seal 강도 곡선의 변화를 보여주고 있다.

여기에서의 Ionomer는 Sodium Type으로써 Blown Film용이다. [도표 5]는 특수한 EVA와 Ionomer의 Blend에 대한 Seal Curve를 나타내고 있다.

이 Contamination 방식의 Peel Seal 법은 다음과 같은 한계점들이 있다.

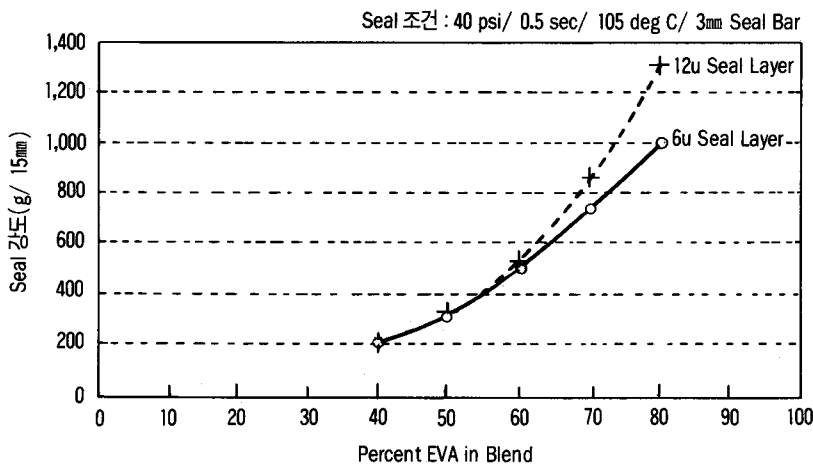
▲ 고원(高原) 모양의 Seal Curve가 좁다. 즉, Peel Seal 효과를 얻을 수 있는 Sealing 범위가 좁아서 자칫하면 Sealant가 너무 차가워져서 Seal이 나오지 않거나 혹은 과다하게 뜨거워져서 Lock-Up Seal이 되기 쉽다.

▲ Base 폴리머에 오염물질을 Blend하는 것은 종종 폴리머의 압출 성능에 부정적인 효과를 가져온다. 즉 종종 그

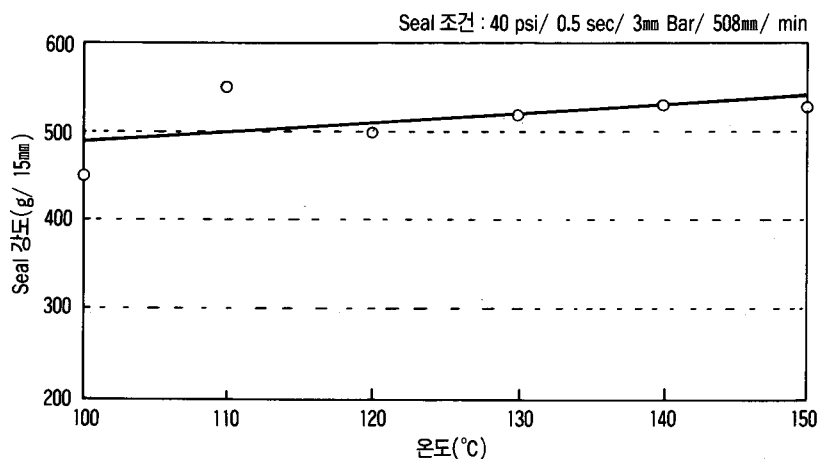
오염물질은 Blown Film 공정으로 압출이 되어질 수 있는 반면 압출 T-Die에서 요구되는 수지의 뿔힘성을 현격히 떨어뜨린다.

▲ Peel Seal에 대한 여러 Formulation에 많은 특허가 걸려 있다. Converting업체들은 자체로 개발한 Formulation이 이미 타 업체가 먼저 개발, 특허 등록된 Formulation을 침해한 사실을 뒤늦게 알게 되는 경우가 종종 있다.

[도표 4] Seal Strength For Co-ex Film
50u HDPE/6u 및 12u Blends(EVA/Sodium, Ionomer)



[도표 5] Seal Strength For Co-ex Film
50u HDPE/6u Blend(60% EVA/40% Sodium Ionomer)



2-4. 연포장용 Dissimilar Peel Seal 수지

연포장 Laminate용 Dissimilar Peel Seal은 Sealant 층간에 완벽한 Seal이 나오지 않게끔 하는 장점이 있다. 몇가지 예를 들면 다음과 같다.

- ▲ Ionomer 대 LDPE와 MDPE
- ▲ Ionomer 대 EVA
- ▲ EVA 대 PVC

이 방식은 폴리머를 Blend하지 않는 장점을 지니고 있다. 따라서 Converting Process에 전혀 문제를 유발하지 않는다.

이 방식에 있어 중요한 점은 항상 두 종류의 Laminate가 필요하다는 점이다. 이 방식은 Thermoforming이 된 육 가공 포장, 치즈 포장 그리고 두 종류의 Laminate를 사용한 Pouch 등 제한된 용도를 가지고 있다.

2-5. Lidding용 Peel Seal 수지

좀 더 자세히 연구해 볼 필요가 있는 곳이 바로 이 분야이다.

Tray나 Container의 Peel Seal에 있어서는 다음과 같은 많은 점들이 고려되어야 한다.

▲ 용기의 종류: 차단성 Cup이나 Tray를 포함한 대부분의 용기는 PP, PS, PVC 혹은 PE 중의 한 수지를 내표면으로 채택하고 있다.

▲ 살균 방식: 용기를 살균한다면 그 뚜껑은 반드시 그 살균과정을 견뎌 낼 수 있어야 한다. 대표적인 살균방식은 레토르트, 열탕 그리고 Ethylene Oxide 살균법이 있다.

Tray와 Container에는 Contamination Peel Seal 방법과 Dissimilar Peel Seal 방법 둘 다 사용되어지고 있으나 용기 재질에 따라 달라진다.

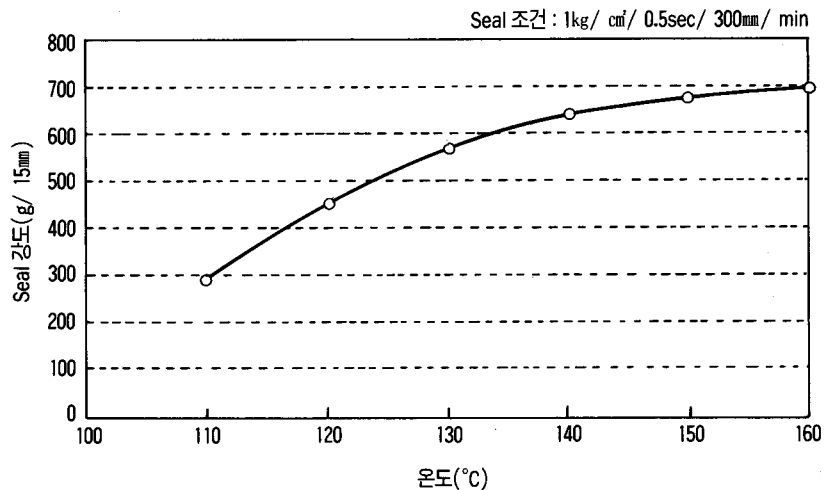
일반적으로 PP와 PE 용기는 Dissimilar와 Contamination Peel Seal 두 방법을 다 사용하고 있는 반면 PS와 PVC 용기는 거의 대부분 Dissimilar Type의 Peel Seal을 채택하고 있다.

PP 용기에 사용되어지는 Contamination Peel Seal은 PP수지를 Mitsui의 Tafmer와 같은 VLDPE Base의 여러 재료들과 Modify하여 사용하고 있다. 이 방법은 Blend내에 함유되어 있는 PE의 양에 따라 Peel성의 정도가 달라지는 Seal을 보여준다.

또한 이 방법은 Peelable Seal의 효과를 기대할 수 있는 Seal 온도 범위가 무척 좁은 것이 단점이다. 좀더 보편적인 접근방식은 Lidding재 전용으로 개발되어 판매되고 있는, 이미 Formulation된 Peel Seal 수지를 사용하는 방법이다.

이러한 수지들은 일본의 여러 업체와 미국의 듀폰사에서 생산, 공급하고

[도표 6] Toyo Petrolite Topco SL103 Seal Strength Sealed To Foamed PS Cup



있다. 이러한 수지들은 EVA 혹은 EMA(Ethylene-Methyl Acrylate), E-EA(Ethylene-Ethyl Acrylate) 등과 같은 Acrylate Base 수지이다. 예를 들면 다음과 같은 제품들이 있다.

- ▲ Hirodine-Japan
- ▲ Dicterm-Dai Nippon Ink, Japan
- ▲ Topco-Toyo Petrolite
- ▲ Melthene-Toyo Soda
- ▲ CMPS-Mitsui Du Pont
- ▲ Appeel-Du Pont

이러한 수지들은 아시아 지역에서 잘 알려져 있는데 그 용도는 즉석면, 젤리, 두부, 디저트, 푸딩 그리고 생수 등에 사용되어지는 용기의 Lidding재이다. 이 수지들은 근본적으로 압출 T-Die용이나 몇몇 수지 제조업체들은 Blown Film용 Grade도 공급하고 있다.

이 수지들의 대부분은 EVA Base로써, 낮은 VA 함량이 EVA 수지에 여러 종류의 Tackifier와 Bonding Agent들

을 첨가하여 Formulation한 것이다. 따라서 압출 T-Die가 가능한 점 이외에는 Hot Melt와 기본 Formulation 면에서 매우 유사하다. 대체적으로 이 수지들의 Seal성은 우수한다.

[도표 6]은 EVA Base 수지인 Toyo Petrolite의 SL103의 EPS Cup에 대한 Heat Seal Curve를 보여주고 있다. [도표 7]은 또 다른 EVA Base 수지인 Mitsui Du Pont 사의 CMPS V201의 PP, PVC, PS에 대한 Seal Curve를 보여주고 있다. 이 모든 수지들은 넓은 Seal 온도 범위를 기대할 수 있는 평평한 모양의 고원형(高原形) Seal Curve를 나타내고 있다.

그러나 EVA Base 수지의 근본적인 단점은 가공온도의 제한성이다. 일반적으로 이 EVA Base 수지들은 대개 235°C~240°C에서 가공되어진다.

그 이상의 온도에서는 이 수지가 쉽게 Degradation이 되어 압출기를 심하게 부식시키는 Acetic Acid를 방출하게 된다.

이러한 가공온도의 제약성으로 인해 이 수지들은 Aluminum Foil 위에 직접 코팅할 수 없으며 대부분의 Primer (AC제)가 효능을 발휘하지 못하는 것이다.

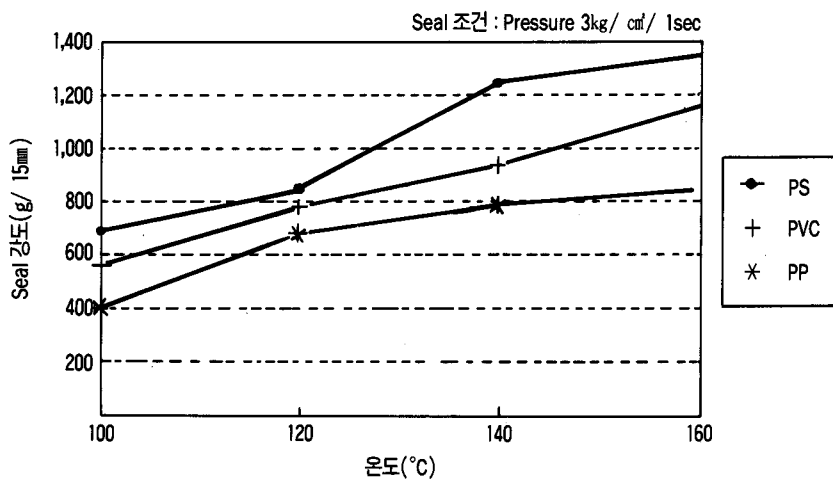
이 한계를 극복하고자 사용되는 가장 보편적인 방법이 Primer를 활성화시키고 Aluminum Foil에 대한 접착력을 얻을 수 있는 온도에서 LDPE를

Aluminum Foil에 먼저 코팅하는 방법이다. 따라서 공정의 추가로 인해 Cost가 상승하게 된다. 한가지 첨언할 것은 FDA 승인이 요구되는 시장이나 국가에서는 일본의 Peel Seal 제품의 사용시 주의해야 한다. 왜냐하면 그 수지들의 Formulation에 사용된 대부분의 Tac-kifier 및 Additive들이 FDA 인가가 나지 않은 것들이기 때문이다. 그러나 그

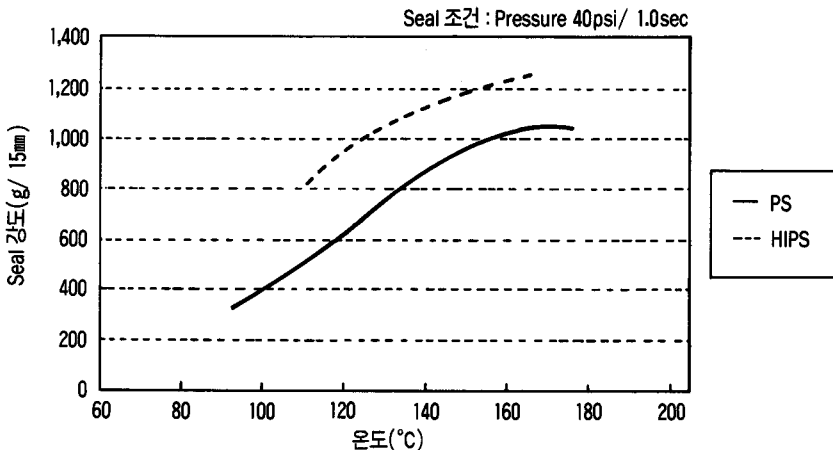
수지들은 일본 내에서는 승인이 나 있다.

상기문제를 해결할 수 있는 가능한 방법은 EMA나 EEA와 같은 Acrylate base 수지를 적용하는 것이다. 이 Acrylate Base 수지들은 훨씬 높은 열안정성을 가지고 있으며, 따라서 통상적인 PE 작업온도와 거의 대등한 온도에서 작업할 수가 있다. [도표 8]은 Du Pont사의 Appeel 1184 수지의 PS와 HIPS에 대한 Seal Curve를 보여주고 있다. 이 수지는 EMA Base 수지이다. Acrylate Base의 Peel Seal 수지를 적용할 때 또 다른 장점은 LDPE 가공온도와의 유사성으로 인해 LDPE와 공압출 코팅이 가능하다는 점이다.

[도표 7] Mitsui Du Pont CMPS V201 Seal Strength To PP, PS and PVC Sheet



[도표 8] Du Pont Appeel 1184 Seal Strength To PS & HIPS Sheet(50u Foil/25u Appeel)



3. 맺음말

앞서 살펴본 바와 같이 Peel Seal성을 얻기 위한 방법은 많이 있으며 Laminate 가공시, Forming시, 그리고 End user의 조건 또한 매우 다양하다. 따라서 확실한 Peel Seal성을 얻기 위해서는 이 모든 점들을 고려해야 한다.

Peel Seal은 매력적인 아이디어이며 많은 해결책이 있으나 용도별로 그 장점을 최대한 살릴 수 있게끔 각 Case별로 다뤄져야 한다. ▣