

Production of MOPP and MOPE films that replace BOPP, PET films

BOPP, PET 필름을 대체하는 MOPP, MOPE 필름의 생산

Writer

박정택

Rieckermann Korea 이사

Contents

- I. 서론
- II. CPP필름 생산과 MDO유닛
- III. MOPP필름(Mono Oriented PP Film)
- IV. MOPE필름(Mono Oriented PE Film)
- V. 맺음말

I. 서론

연포장산업에서 재활용이 어려운 PET, PVC 등의 필름을 대체하기 위한 노력은 매우 다양하게 이루어지고 있다. 이는 더 이상 선택의 문제가 아닌 필수의 영역으로 자리잡은지 오래되었다.

특히 환경규제가 심한 유럽에서는 이미 2015년에 EU 지역에서 소비되는 모든 플라스틱 포장제품의 65%를 2025년까지 재활용하는 것을 목표로 제시하였으며, 2030년까지 EU 지역에서 소비되는 모든 플라스틱 포장 제품은 재사용이 가능하거나 쉽게 재활용이 가능해야 한다는 장기목표를 수립하고 진행 중이다.

특히 연포장 컨버터들은 과거 재활용이 불가능했던 래미네이트 필름을 재활용할 수 있게 하기 위해 베이스필름을 동일 계열로 변환, 알루미늄 포일 대체를 위한 배리어필름의 적용 등 여러 가지 시도를 진행하고 있고 이미 많은 성과를 거두고 있다.

이 글에서는 기존 PET필름이 포함된 'PET/PP', 'PET/PE' 또는 'PET/알루미늄포일/PE' 제품을 폴리올레핀(Polyolefin) 계열의 PP/PP, PP/PE 또는 PE/PE 제품으로 전환하는 Cast필름에서의 MOPP(Mono Oriented PP)/MOPE필름 생산방법 및 필름 특성에 대하여 살펴보고자 한다.

II. CPP필름 생산과 MDO유닛

PET필름의 대체할 수 있는 PP필름이 되기 위해서는 기존 CPP필름(Casted PP film)이 가진 연신율과 강성의 한계를

[사진 1] MDO유닛기술은 이탈리아 Nastrificio Bolis사에서 리본 제작에 사용되는 PP필름 제작에 사용하기 위해 개발되었다.



[사진 2] MDO유닛은 리와인더(rewinder) 전단에 위치하며 필름을 가열하는 히팅 롤(Heating roll)과 가열된 필름을 식혀주는 쿨링 롤(Cooling roll)이 연속으로 조합된 형태로 구성되어 있다.



넘어서야 한다. 이를 위해 과거부터 Cast 기기 제조사는 MDO유닛(Machine Direction Orientation unit)을 이용해 필름 스트레치를 통한 필름 강성을 확보하는 방식으로 극복해왔다. 이 방법의 장점은 기존 Cast 라인에서의 적용을 넘어서 근래에는 Blown 필름 라인에도 적용되고 있다.

MDO유닛기술은 이탈리아 Nastrificio Bolis사에서 리본 제작에 사용되는 PP필름 제작에 사용하기 위해 개발되었다. 이 회사의 제품이 1985년부터 Cast 필름 라인에도 적용되기 시작하였으며 현재 주로 사용되는 수직구조(Vertical type) 형태의 MDO는 1988년 사용되었다.

MDO유닛은 리와인더(rewinder) 전단에 위치하며 필름을 가열하는 히팅롤(Heating roll)과 가열된 필름을 식혀주는 쿨링롤(Cooling roll)이 연속으로 조합된 형태로 구성되어 있다.

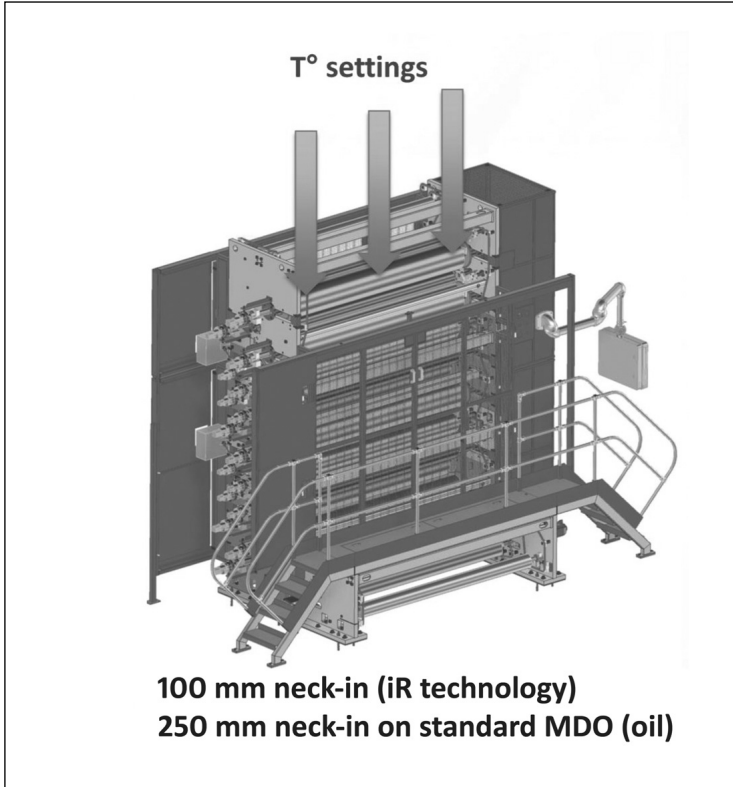
히팅롤의 열원으로는 과거 열매체유가 주로 사용되었으나 최근 개발된 이탈리아 Colines사의 MDO유닛은 필름에 직접 열을 가하는 IR(Infrared Rays) 램프방식이 적용된 디자인을 사용한다.

물론 IR을 사용함으로써 기존 열매체방식 대비 적은 에너지사용량과 필름에 고른 열전달을 줄 수 있다.

일반적인 MDO유닛은 주로 7:1의 스트레치비율을 제공한다. MOPP필름 생산 시에는 주로 2:1 이하의 스트레치비율이 사용되고 있다.

스트레치된 필름은 그 과정에서 필름의 프로파일(Profile)에 변화가 발생할 수 있는 데에는 Cast T die의 Autodie bolt와의 연계 컨트롤로 Cast T die 압출단계에서부터 사전 보정되어 필름이 생산되게 된다.

[그림 1] 스트레치된 필름은 그 과정 중 필름의 프로파일(Profile)에 변화가 발생할 수 있는 데에는 Cast T die의 Autodie bolt와의 연계 컨트롤로 Cast T die 입출단계에서부터 사전 보정되어 필름이 생산되게 된다.



III. MOPP필름(Mono Oriented PP Film)

MOPP필름은 기존 Printed BOPP필름과 CPP필름의 대체재로 사용된다. 일반적으로 BOPP필름

/Print/lamination/ CPP필름 구조의 제품에서, BOPP필름은 인쇄작업 시 인쇄기에서 원단 방향의 장력을 견딜 수 있어서 인쇄작업이 용이하며 또한 열접합성(Welding)과 열에 대한 수축비율이 낮기

때문에 주로 사용된다. 내지로 사용되는 CPP필름은 포장재의 기계적 강성과 열접착성을 주는 층이다.

MOPP필름은 CPP필름의 장점인 열접착성과 관통(puncture) 저항성과 찢김(tearing)에 강한 장점 이외에 원단방향으로의 기계적 강성이 좋기 때문에 인쇄작업 시 인쇄기의 장력에 대응할 수 있다. 따라서 MOPP필름은 기존 BOPP필름과 CPP필름 두 종류의 필름을 사용하던 제품에서 MOPP 한 종류로 사용이 가능하게 한다.

요구되는 제품 특성에 따라 라커코팅을 가한 전면인쇄나 후면인쇄가 적용되는 두 방식이 사용 가능하다.

또한 기존 CPP필름 대비 MOPP필름은 기계적 강성이 우수하여 기존 CPP필름 대비 두께가 적은 MOPP필름으로 대체가 가능해 필름 두께 절약을 통한 생산비의 절감을 이룰 수 있다.

[표 1] 스트레치비율에 따른 25 micron 필름의 물성값의 비교

Property		MDO 미 적용	R=1.2:1	R=1.5:1	R=2:1	R=2.5:1	R=3:1
Elongation at break(%)	MD	>500	>400	>250	>250	>150	>100
	TD	>600	>700	>800	>800	>800	>600
Breaking load(MPa)	MD	>40	>70	>75	>110	>110	>140
	TD	>20	>20	>30	>30	>25	>20
Sealability(°C)		133	134	134	137	137	143

[표 2] Annealing 과정을 거친 2:1 스트레치된 필름 두께에 따른 물성값

Thickness(μm)		15	18	20	25
Stretching Ratio		2:1	2:1	2:1	2:1
Elongation at break(%)	MD	>150	>200	>200	>200
	TD	>700	>700	>700	>700
Breaking load(MPa)	MD	>100	>100	>100	>100
	TD	>25	>25	>25	>30

[표 3] 폴리머 배합비율과 스트레치비율의 조정

Stretching Ratio	1.5:1	2:1	2.5:1	3:1
SIT(°C)	110	115	120	125

[표 1]은 스트레치비율에 따른 25μm 필름의 물성테스트값을 비교한 자료이다. 스트레치비율 1.2:1부터 3:1까지 적용된 MOPP 필름과 스트레치 전 필름이 비교되었다.

스트레치비율이 1.5:1에 이를 때까지 용접(Welding) 온도에는 큰 변화가 없는 반면 원단방향(MD)의 파단강도(Breaking load)는 거의 2배로 증가한 것을 알 수가 있다.

따라서 1.5:1로 스트레치된 필름은 용접온도 및 요구되는 제품의 기계적 강도를 만족하며 더 얇은 필름의 사용을 검토할 수 있다.

3:1과 같은 더 높은 비율로 스트레치가 이루어지면 기계적 강도는 더욱 더 개선된다. 반면 용접온도 역시 증가하게 된다. 이 문제는 폴리머의 개선

을 통해 극복하려는 노력이 이루어지고 있다. 이 부분은 뒤에 언급될 폴리머 개선을 통해 극복되었다.

알루미늄증착과정이 필요한 제품의 경우에도 MOPP 필름은 적용될 수 있다.

[표 2]는 알루미늄증착 과정시 발생될 수 있는 수축현상을 피하기 위해 Annealing 과정을 거친 2:1 비율로 스트레치된 필름의 두께에 따른 물성치를 테스트한 결과이다. 이 실험 결과에서 볼 수 있듯이 15μm의 얇은 두께에서도 이미 충분한 필름 강도를 가지고 있다.

용접온도를 낮추기 위해 폴리머 배합비율과 스트레치비율 조정을 통해 접착온도(Sealing Initiation Temperature, 이하 SIT)를 확인한 결과는 [표 3]과 같다. 따라서 스트레치비율

을 2:1로 적용한 상태에서도 접착온도 115°C가 가능한 상태가 되었다.

IV. MOPE 필름(Mono Oriented PE Film)

대표적으로 ‘BOPET 필름 /print/lamination/PE 필름’ 등의 구조와 같은 PE 필름 기반의 포장은 다중재질의 제품이 대부분이기 때문에 PE 필름에서의 Mono Orientation의 적용은 PP 필름보다 더 광범위하게 적용될 수 있다.

BOPET 필름은 그 필름이 가진 인쇄에 적합한 높은 원단방향성, 다양한 용접온도에 적합한 내열성 등의 장점으로 많은 연포장업체에서 사용되고 있으나 반면에 재활용이 불가능한 문제점 역시 가지고 있다.

MOPE 필름 또한 BOPET 필름의 대체가 가능한 높은 강도와 용접성을 가지고 있다.

물론 MOPP와 동일하게 MOPE 필름의 품질도 스트레치 전 필름(Primary film)의 품질에 기반을 둔다. 따라서 Blown 방식에 의해 생산된 PE 필름보다 안정성인 Cast방

[표 4] CPP필름과 MOPE필름의 비교 결과

Property		Normal CPP 25 μ m	MOPE 25 μ m	MOPPE 30 μ m
Elongation at break(%)	MD	>500	>300	>300
	TD	>600	>900	>900
Breaking load (MPa)	MD	>40	>40	>40
	TD	>20	>30	>30
Sealability(°C)		133	105	105

식으로 생산된 PE필름을 스트레치하여 생산된 제품이 품질안정성도 높다.

[표 4]와 [표 5]는 MOPE필름 테스트의 예를 보여주고 있다.

이 실험의 목적은 기존 Blown 방식으로 생산되고 있는 저온 접착용 PE필름을 대체하기 위해 진행되었다.

각 MOPE필름은 2:1 비율로 스트레치되었으며 특별한 원료의 배합비율이 적용되지 않고 일반적인 방법이 사용되었다. CPP필름 역시 일반적인 원료 및 배합비율이 사용돼 생산되었다.

MOPE필름은 MD와 TD 방향에서 기계적 강도가 CPP필

름 대비 충분하였고 용접온도에서는 CPP필름 대비 많이 낮은 것은 기존 PE필름에 근접하는 낮은 온도를 보여주고 있다.

흥미로운 부분은 MOPE필름에서는 MD 방향의 파단강도 변화가 발견되지 않는다는 것이다.

고온용 MOPE 필름의 두께변화에 따른 물성값 변화 시험 결과는 [표 5]와 같다.

V. 맺음말


지금까지 Cast라인에서 MDO 유닛을 적용하여 생산된 MOPP와 MOPE필름의 물성 변화에 대하여 살펴보았다.

향후 MDO유닛을 이용한 필름의 생산은 친환경포장 제품의 개발이 필수요소인 요즘 포장 환경에서 그 적용이 늘어날 것이다.

MDO유닛을 이용한 MDO필름은 증가되는 MD 강성 및 경량(Down gauge) 적용 가능성으로 기존의 BOPP, BOPET 그리고 PVC필름 시장까지 대체하고 있다.

MDO의 적용은 필름의 MD 방향 필름 강성을 증가시키는 효과 이외에도 부수적으로 필름 투명도 증가, 헤이즈값(Haze Value)을 낮출 수 있으며 필름의 평활도(Profile)도 개선되는 효과를 기대할 수 있다.

MDO필름은 식품 & 음료부분 뿐만 아니라 건강 및 의료제품으로까지 영역을 넓히고 있으며 MDO유닛을 이용한 필름의 생산은 시장의 주요 생산품목인 PP만이 아니라 HDPE, LDPE, LLDPE 등의 필름 생산에도 적용되고 있다. 따라서 MDO유닛을 이용한 필름 생산은 시장에서 지속적으로 성장할 것으로 예상된다.

마지막으로 자료 작성에 도움을 주신 Colines사의 Dario Pagetti에게 감사를 표한다. 

[표 5] 고온용 MOPE 필름의 두께변화에 따른 물성값 변화

Thickness (μ m)		15	18	20	25	25
Stretching Ratio		2:1	2:1	2:1	2:1	1.6:1
Elongation at break(%)	MD	>180	>180	>220	>220	>320
	TD	>800	>800	>800	>900	>1000
Breaking load (MPa)	MD	>60	>60	>70	>70	>50
	TD	>35	>35	>35	>35	>35
Sealability(°C)		145	150	155	160	150