



나이론 필름 포장재

Nylon Film Packaging Material

전영관 / (주)효성 산자강선 PU대표이사

1. 이축연신 나이론 필름

이축연신 나이론 필름은 내핀홀성, 가스차단성 등이 뛰어날 뿐만 아니라 내열성, 내한성 및 기계적 강도가 우수하여 햄을 비롯한 육가공품 및 수산물 등의 진공포장용으로 널리 사용되고 있다.

나이론은 분자 사슬간의 아미드기(-NHCO-)에 의한 수소결합으로 인해 이축연신이 어려운 고분자로 1960년대에 이르러서야 이축연신 필름이 개발되기 시작했다. 나이론 이축연신 필름 상품화는 주로 일본의 섬유회사에서 시도되었다.

이축연신 필름이란 압출 다이에서 토출된 미연신 Sheet를 종횡(MD, TD) 양방향으로 연신하여 고분자 사슬을 면방향으로 늘린 필름을 지칭한다.

섬유의 경우 섬유 길이 방향으로 연신하여 한 방향으로만 분자를 배향시키지만, 필름의 경우에는 평면상 이축으로 분자를 배향시켜 여러 가지 물성을 개량시켜야 하므로 섬유보다는 고

난도의 연신 제어기술이 요구된다.

필름의 연신공법은 동시이축 연신법과 2단 축차 연신법이 있으며, 동시 연신법은 Tenter방식과 Inflation방식으로 구분된다.

무연신 필름의 이축연신하여 얻을 수 있는 물성은 다음과 같다.

- ① 인장강도의 증대
- ② 인장탄성율의 증대
- ③ 산도 등 가스차단성의 증대
- ④ 내열, 내한성의 증대
- ⑤ 인열강도 감소

이상과 같은 물성 변화는 경정성 고분자에 있어 분자배향의 중요성을 나타내는 것이며 나이론 필름은 다음과 같이 타소재와 대비하여 우수한 물성을 가지고 있기 때문에 식품포장을 주류한 연포장 분야에서 널리 사용되고 있다 [표 1].

① 강인성 : 파열강도, 핀홀강도 등 강인성은 현재의 식품포장용 필름 중 가장 우수

② 사용 온도 범위 : 130℃ 레토르트 처리로부터 -80℃의 순간 냉동까지 폭넓은 사용범위

③ 기체차단성 : 각종 플라스틱 필름 중에서

PVDC, EVOH를 제외하고 산소차단성 우수

④ 흡수성 : 흡습에 의하여 유연성 증가, 내핀홀 강력, 내충격성이 양호

이와 같은 우수한 물성과 더불어 나일론 필름은 식품포장의 기능조건인 품질보존성, 안전성, 편리한 작업성 등을 갖추고 있어 80%이상이 식품포장으로 사용되고 있으며 전선피복용 등 산업용으로도 사용되고 있다.

그러나 다른 소재에 비해 흡습성이 크므로 필름포장에 있어서 내습포장과 사용상에 있어서는 습도관리가 요구된다.

현재 나일론 필름의 시장규모는 전세계적으로 10만톤 수준이며 국내의 경우 약 4,000톤에 불과하지만 포장소재의 고급화 및 기능화에 맞추어 10% 이상의 꾸준한 성장을 보이고 있다.

2. 나일론 필름의 제막 및 연신

고분자 필름의 제막 및 연신법은 T-Die를 이용하는 Flatsheet 연신법과 원형 다이를 통한 고분자 용융물을 Inflation에 의해 연신하는

Tubular법 연신으로 분류할 수 있다. 또한 T-Die법 연신은 연신 단계에 따라 종방향(MD) 연신 후 횡방향(TD) 연신을 순차적으로 거치는 축차 이축연신법과 종·횡 방향(MD·TD) 연신을 동시에 진행하는 동시 이축 연신법으로 분류할 수 있다.

각각의 제막 및 연신법의 특징을 정리하면 다음과 같다.

2-1. Tubular 연신법

압출 - Primary Tube - Stretching Tube(동시 이축연신) - Cooling - Tenter Heat Setting - Cooling - Winding [그림 1]과 같이 압출기 내에서 용융된 수지는 원형 다이로부터 토출되어 그냉되면서 Primary Tube를 형성하게 되며 이때 최대한으로 결정화를 억제하여 연신 시 연성과단 및 연신불균일을 방지하여야 한다. 이렇게 형성된 미연신 원단은 연신단계를 거치게 되는데 Stretching Tube 단계는 원단 Tube를 기계방향(MD) 및 폭방향(TD)으로 Nip Roll Speed와 Air양으로 연신비를 조정하

[표 1] 소재별 필름 물성 비교

항 목	단 위	나일론		PET	PE		PP	
		CNY	BONY		LDPE	HDPE	CPP	OPP
두께	μm	25	25	12	25	25	25	20
비중		1.13	1.14	1.40	0.92	0.96	0.89	0.91
인장강도	kg/mm ²	10	10-25	22	2	4	5	19
신율	%	200-400	50-130	110	400	150	200-400	110
인열강도	g	50	5	14	100	150	100	10
충격강도	kg.m	5	20	25-30	4-11	2	2	8-10
O ₂ 투과도	cc/m ² day.atm	40	30	95-130	7,900	2,900	3,800	2,500
투습도	g/m ² .day	120-150	90	20-40	24-48	22	22-34	3-5

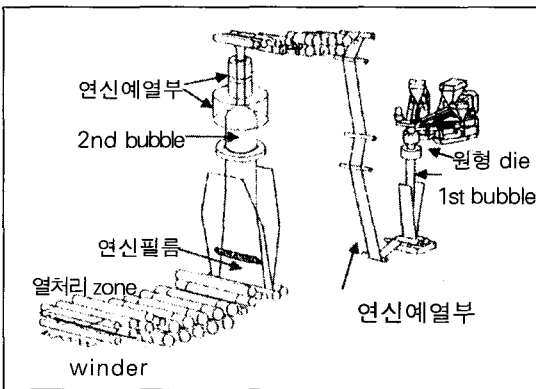


여 연신한다. 연신은 Tube의 안정성과 연신성이 중요한 인자이며 Tubular법은 Tube의 형상이 유지될 수 있는 높은 점도가 필요하나, 연신성을 위해서는 제조사별로 점도 수준을 달리하는 것으로 알려져 있다.

연신된 필름의 연신 응력을 제거하고 강제 연신된 필름의 수축을 방지하기 위해 열처리 단계로서 Tenter Heat Setting 공정이 뒤따른다.

열처리 공정을 보다 강화하기 위해서 Annealing 단계를 추가하기도 한다.

(그림 1) Tubular법 동시 이축연신



열처리 이후 Winding 공정에 의해 Mill Roll에 권취되며 반드시 엔티블로킹성(Slip성)이 확보되어야만 필름간의 점착 및 파단을 방지할 수 있다.

2-2. T-Die 축삭 이축연신법

압출 - Cast Film - MD Stretching(기계방향 연신) - Neutral Zone - TD Stretching(횡방향 연신) - Neutral Zone - Heat Setting - Cooling - Winding 압출공정은 기본적으로 Tubular 공법과 유사하나 다이의 형태가 T자

모양으로 Tubular 공법의 원형다이와는 차이가 있다(그림 2).

T-Die 공법에 의한 무연신 필름 제막은 Cast Roll에 의해서 형성되며 Cast Roll에 의해 용융물이 고화될 때문에 oil 밀착성이 우수하여야 두께 균일성 등이 확보될 수 있다.

설비적으로는 Air Knife나 pinning(High Voltage를 인가하여 용융 Resining에 전하를 흐르도록 하여 Roll과 수지간의 밀착성 확보)에 의해 Roll 밀착성을 향상시키게 된다.

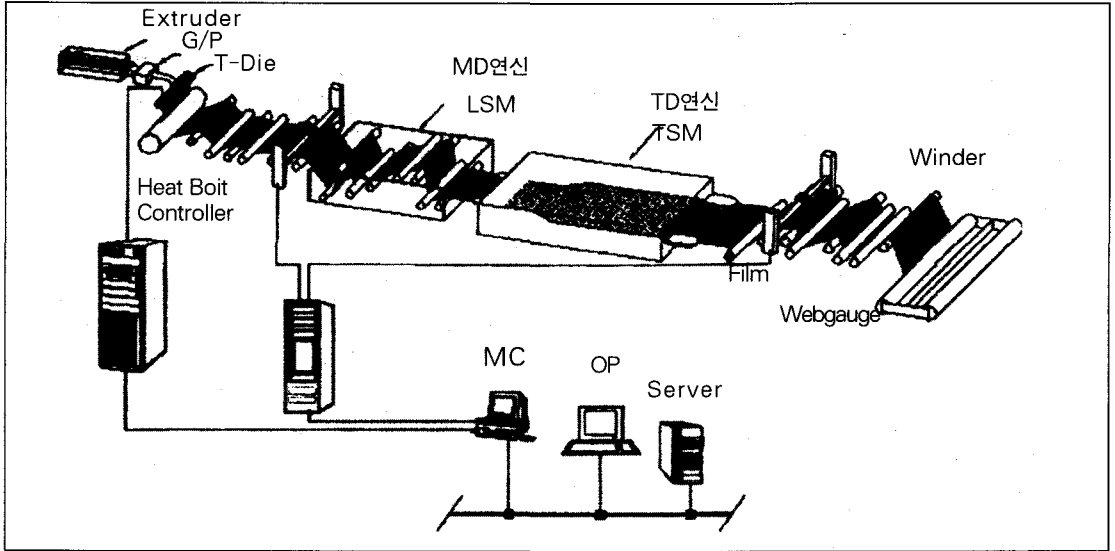
MD Stretching 후 TD Stretching 단계로 연신이 순차적으로 진행되는데 타 수지와는 다르게 나이론은 Repeating Unit(고분자 구조를 이루는 반복 단위)간에 수소결합을 이룰 수 있는 아미드 구조를 가지고 있기때문에 MD 방향으로 연신하면서 연신에 의한 경정화가 빠르게 진행된다.

3차원으로 Random하게 배열되어 있던 고분자 사슬이 연신에 의해 2차원적으로 배향되면서 고분자 사슬이 일정한 방향으로 배열되어 사슬간의 간격이 좁혀진다.

이로 인해 고분자간 사슬의 인력(Van Der Waals Force)과 NH→CO간의 수소 결합에 의해 타 수지보다 결정화가 더 진행되고 이에 따라 2차 TD 연신이 어렵게 된다.

따라서 이를 개선하기 위해 설비적으로 어떠한 조치가 이루어지는 것(MD연신후 수증기 분무에 의해 Chain의 Mobility를 상승시켜 TD로 연신이 가능하게 함)으로 알려져 있으며, Resin 측면에서는 공중합물을 도입하여 Repeating Unit를 어긋나게 하여 수소결합을 감소시켜 MD연신 Film의 경정화를 억제하여 2차 TD 연

[그림 2] T-Die법 축차 이축연신



신이 용이하게 하는 것으로 알려져 있다.

2-3. T-Die 동시 이축연신법

압출 - Cast Film - (Water Deeping) - MD/TD 동시이축연신 - Heat Setting - Cooling - Winding 동시 이축연신법은 설비적으로 상당히 복잡하고 [그림 2]에서 LSM 부분이 없으며 TSM 부분에서 MD 속도와 TD 연신을 동시에 제어) 연신 속도가 축차 이축연신보다 느린 단점이 있지만 축차 연신법보다는 전폭에 걸친 물성 편차가 적은 장점이 있다.

Cast Film까지는 축차 연신법과 동일하며 Cast Film 이후 수(水)처리 공정이 있어 나일론의 수소결합을 감소시켜 나일론의 실제 Tg(유리전이온도)를 낮추어 MD/TD 방향으로 동시에 연신한다.

수분이 너무 많이 함유되면 이후 공정에서 결정화 촉진의 개념으로 진행되고 너무 적으면 Tg

감소효과가 적어 연신이 불가능해진다. Tube 생성을 위해 고점도를 필요로 하는 Tubular법과는 달리 연신성이나 열처리 특성을 향상하기 위해서는 Cast Film의 형성과 연신판단이 없을 정도로만 점도를 낮추는 것이 유리하다.

3. 나일론 필름의 제막 공법별 특성

앞에서 설명한 공법별 특성을 비교하면 Tubular 연신법은 일반적으로 후가공성과 내충격성 등의 물성이 우수하고 필름 전폭에 걸쳐 위치별 물성이 타공법 대비 가장 균일한 장점이다.

반면에 필름이 공중에 뜬 상태에서 연신되어 지므로 두께제어가 쉽지 않다는 단점이 있다.

또한 생산속도가 낮고 Start 시간이 길어 타공법대비 가동율이 불리한 편이다.

T-Die 축차 이축연신 공법의 경우는 두께 및 기계적 물성은 양호하나 보잉(Bowing) 문제(변



[표 2] 제막 공법별 특성 비교

항목	Tubular법 연신	T-Die동시 이축연신	T-Die축차 이축연신
생산성	설비비(小), 절단 loss(小) 고속성(약간 곤란) 광폭성 우수 파단 적음	설비비(大) 절단 loss(多) 고속성 우수 광폭성 제한	설비비(大) 절단 loss(多) 고속성, 광폭성 우수 파단많음
품질	폭 위치별 물성 균일 보잉 현상(小)	폭 위치별 물성 균일 보잉 현상(大) 두께 균일성 우수	위치별 물성 편차(大) 보잉 현상(大) 두께 균일성 우수

부와 중앙부 물성차이)로 인해 변부는 curling 등 후가공성이 좋지 않으며, 축차 연신에 따른 결정화의 영향으로 파단발생이 많아 가동율과 수율이 불리하다.

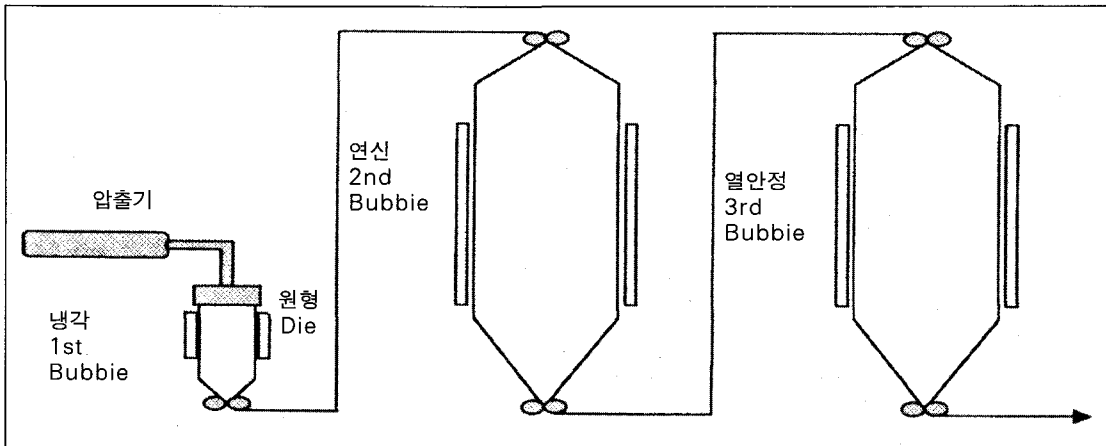
따라서 MD 연신에 의해서 수소결합이 강화되는 나이론 필름은 이후의 TD연신이 곤란하여 공중합에 의한 개질등을 행하기도 한다.

이러한 연신결정화 문제를 해소하기 위한 T-Die 동시 이축연신은 축차 연신법보다 생산 속도는 낮지만 연신특성이 좋고, 변부 물성도 향상되는 것으로 알려져 있다. [표 2]

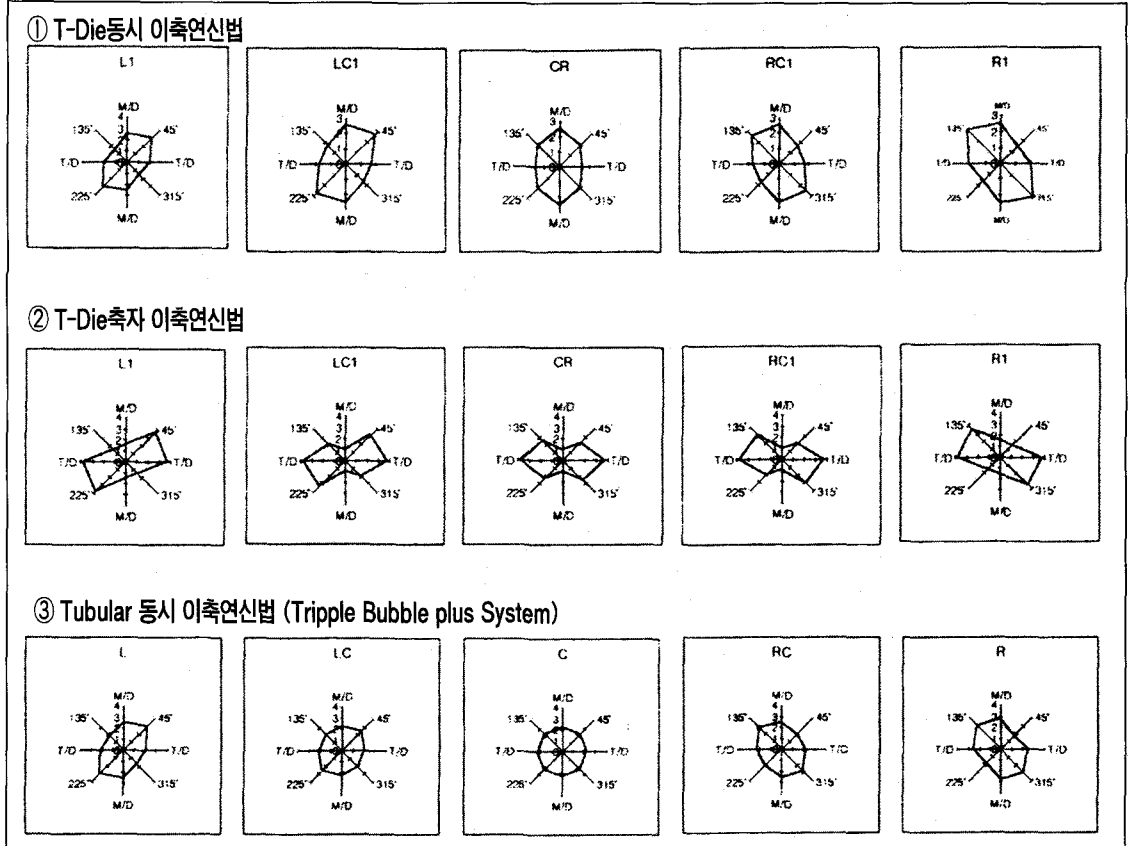
효성의 나이론 필름은 Tubular Process를 채택하고 있으며 세계 최초로 Triple Bubble System을 채택하여 이축연신 필름 생산의 독자적인 기술을 개발 발전시켜 왔다.

공정의 개략도는 [그림 3]과 같다. 원형 다이에서 토출된 나이론 용융물은 수조에서 급냉되어 무배향, 무정형의 미연신원단이 생성되며(제1버블), 연신탑을 거치는 동안 Air Blowing에 의한 횡연신, Line Speed에 의한 종연신을 거치게 된다(제2버블). 이렇게 강제 연신된 필름은 Annealing(제3버블)을 거치면서 연신응력

[그림 3] Triple Bubble Plus System의 개략도



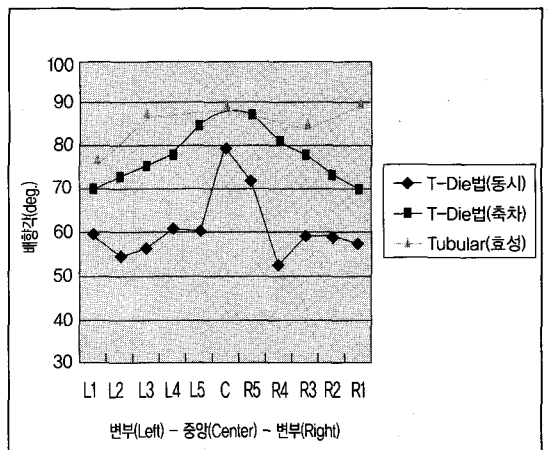
(그림 4) 제막 공법별 필름의 위치별 수축을 패턴 (95℃, 30min 열수축률, 왼쪽부터 필름변부(Left)→중앙→변부(Right))



을 제거한 후, 열고정을 하여 안정한 형태를 갖는 이축연신 필름을 제조한다. 이와 같은 특수 공법은 효성의 독자적 기술로 필름의 열안정성과 물성 균일성을 강화함으로써 부위별의 물성차를 최소화할 뿐 아니라 치수안정성 및 내흡습성을 대폭 향상시킨 장점을 갖는다.

나일론은 PET에 비해 결정화 속도가 빨라 축차 연신을 할 경우 MD와 TD방향으로 물성차가 커지고 연신이 어려워지므로 동시 연신법이 더 적절하며 이와 같은 연신, 열처리 공정을 거쳐 배향 결정화되어 강도와 탄성을 갖는 필름

(그림 5) 제막 공법별 필름 배향각 비교





제품으로서의 형태를 갖추게 된다.

당사의 특수연신 및 열처리 공법에서 생산한 필름의 큰 특성을 타 공법에 의한 필름과 비교하였다. [그림 4]는 95℃, Hot Water에 30분간 필름을 방치한 후 열수 수축률을 비교 측정된 결과를 나타내었다.

T-Die법에 의해 생산된 필름은 공법상 필연적으로 필름 변부와 중앙부 사이의 물성의 불균일을 초래하여 보잉 등의 현상이 확연하게 나타난다. 이에 반하여 Triple Bubble plus System 공법에 의해 생산된 나이론 필름은 전폭에 걸친 균

일한 물성을 보여주고 있다.

일례로 인장강신도와 Modulus를 전폭에 걸쳐 측정한 결과 왼쪽 변부에서 중앙, 오른쪽 변부에 걸쳐 매우 균일한 물성을 확인할 수 있다.

또한 변부에서 중앙으로 갈수록 평균 수축율이 감소하고 방위별로 균일성이 증대되나 T-die 법 Tenter를 이용한 동시 이축연신이나 축차 이축연신 공법에 비해 전폭에 걸쳐 이방성이 작고 방위별 수축율의 균일성을 확인할 수 있다.

[그림 5]에는 필름내 고분자 체인의 배향을 나타내는 척도인 배향각 측정 결과를 나타내었

[표 3] 이축연신 나이론 필름의 용도

용도	내용물	포장재 구성	요구기능	
식품용 포장	육가공 진공포장	햄, 베이컨, 소시지, 족발	ONY/PE, PVDC coated ONY/PE	보향, 내유, 내충격, 차단성
	수산물 가공포장	게맛살, 생선묵	ONY/PE, PVDC coated ONY/PE	내핀홀성, 고방습, 차단성
	절임식품 포장	김치, 단무지, 장류	PVDC coated ONY/PE/EVA	차단성, 내충격성 등
	농, 축산물 포장	쌀, 떡국, 치즈, 야채, 과일	ONY/PE, ONY/EVA, ONY/LL	내충격성, 내핀홀성, 유연성
	레토르트 식품	Meat Sauce, 한약, 두유, 카레	ONY/PPP, PET/AI/ONY/PPP	내레토르트성
	액상식품	액상 Soup, 식용유, 두유	ONY/PE, ONY/EVA, ONY/LL	내핀홀성, 차단성, 내수성
화학품용 포장	화학비료, 농약	ONY/PE/AI/LL	고방습성, 내약품성	
Re-Fill용 포장	비누, 세제류	ONY/PE, ONY/EVA, ONY/LL	내핀홀성, 내약품성	
기타	이불, Fancy용 풍선	ONY/PET/PE	차단성, 광택, 인쇄성	

는데, 제막 공법별로 보잉현상, 이방성 등의 차이를 확연히 알 수 있다.

T-Die 축차 이축연신 공법의 경우 변부에서 중앙으로 갈수록 배향각이 70도 부근에서 90도로 증가하면서 활모양의 뚜렷한 보잉현상을 확인할 수 있다.

또한 T-Die 동시 이축연신법의 경우도 Tenter process의 특성상 정도의 차이는 있으나 중앙부분과 변부의 배향각 차이가 뚜렷하여 보잉현상을 나타낸다.

반면에 당사의 공법의 경우에는 버블상태에서 연신과 열고정이 됨으로써 변부와 중앙의 차이가 없으며 따라서 배향각 측정 결과에서도 위치에 관계없이 90도 부근의 유사한 배향각 값을 보임으로서 보잉 특성에 있어서도 가장 우수한 특성을 갖는다고 할 수 있다.

방위별로 물성 편차를 나타내는 척도인 이방성 측정 결과 역시 T-Die 축차 이축연신 >> T-Die 동시 이축연신 > Tubular법 연신 공법 순서로 차이를 보임으로써 T-Die 축차 공법이 이방성 면에서 가장 불리하며 Tubular 공법이 가장 우수한 것으로 나타났다.

4. 나일론 필름의 용도

나일론 필름은 연신유무 및 방법에 따라 무연신 나일론 필름(Cast Nylon)과 이축연신 나일론 필름(Biaxially Oriented Nylon, BONY)으로 크게 구분할 수 있다.

무연신 나일론 필름은 압출기에서 용융물을 T-Die 로 압출한 후 Cast Roll에서 고화하여 얻은 필름에 비하여 뒤지지만 인열강도와 신장강

도가 좋아서 성형용 햄, 소시지 포장재료로 널리 사용하고 있다.

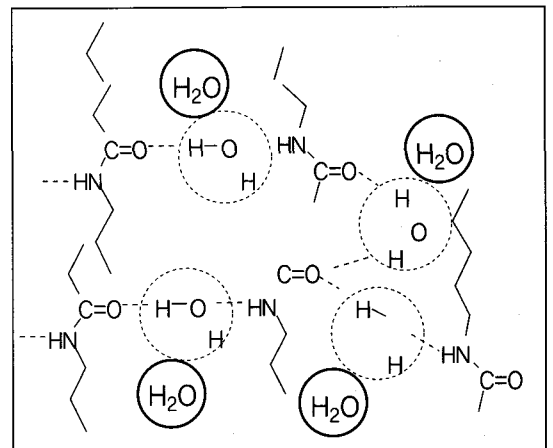
이축연신 나일론 필름은 투명성, 광택성, 가스 차단성이 우수하다. 현재 널리 사용되고 있는 가스 차단성 소재로는 나이론, EVOH, PVDC, PET 등이 있다.

나일론은 강도와 탄성율이 일반 폴리올레핀계 필름보다 월등히 우수하며 식품용진공포장에 필요로 하는 가스차단성, 성형성 등이 우수하여 진공포장 분야에서는 제외될 수 없는 소재로 알려져 있다.

이축연신 나일론 필름은 무연신 나일론 필름보다 얇게 사용해도 인장 강도가 우수하며 가스 차단성이 우수하기 때문에 면류, 곡류, 커피 포장 등의 진공포장 재료로 사용된다.

특히 인쇄성이 우수하여 인쇄후 PE, PP 등 열융합성이 좋은 포장재질과 접합하여 육가공품의 포장재로 사용되고 있으며 국내에서 적용되고 있는 햄, 소시지 포장은 주로 나일론과 PE를 라미네이트한 경우가 대부분이다.

(그림 6) 나이론 분자내 물분자 흡수 메커니즘





[표 4] 나일론 흡수율 비교

종 류	수증포화(23℃)	대기중(23℃, 50%RH)
나일론6	9.5	2.7
나일론66	8.0	2.5
나일론610	3.5	1.5
나일론612	3.6	1.3
나일론11	1.9~2.9	0.8
나일론12	1.4~1.5	0.7

포장 내용물에 따른 포장재의 구성 및 요구 특성을 [표 3]에 나타내었다.

5. 나일론 필름의 기술 개발

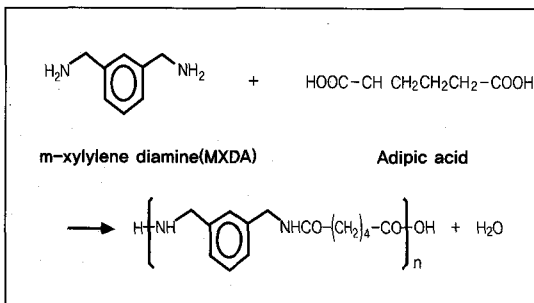
5-1. 가스 배리어성의 향상

5-1-1. 나일론의 흡습성

나일론 필름은 [그림6]에서와 같이 아미드기의 친수성에 의해서 주로 비결정 영역을 통하여 물분자가 아미드기와 수소결합을 이루면서 흡습되는 것으로 알려져 있다.

이러한 수소결합은 세가지 형태가 있는데 첫째는 $-C=O-H-O-H-O=C-$ 의 강한 수소 결합이고 다른 한 형태는 $C=O-H-O-HN-$ 의 약한 수소 결합이다. 그리고 상대습도

[그림 7] MXD6 나일론의 제조



(RH)가 증가할수록 다른 물분자가 흡수되어 기존의 아미드기와 수소결합을 이룬 물분자와 Cluster를 이룬다.

이와 같이 분자내 수소결합의 형태로 결합한 물분자는 가소제와 같은 역할을 하게 되어 흡수에 의해 강성이 저하되고 유리전이 온도도 낮아지게 되며 유연성이 증가하고 치수 안정성이 감소하게 된다.

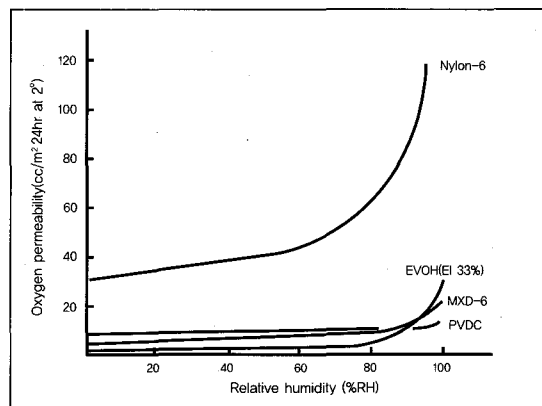
나일론 주쇄내 물분자가 결합할 수 있는 아미드기 밀도에 따라 흡습성이 달라지게 되며 [표 4]에 여러 가지 나일론의 흡수율을 비교하였다.

5-1-2. 가스 투과도의 습도 의존성

나일론 필름은 산소 배리어성이 매우 우수하지만 앞에서 언급했듯이 수분에 매우 취약한 특성 때문에 수분에 노출시 배리어성이 급감하는 특성을 갖고 있다.

따라서 나일론 필름의 배리어 특성을 유지하기 위해서는 수분을 차단하거나 흡습 특성을 개선하기 위하여 아래와 같이 다양한 접근방식을 연구 적용하고 있다.

[그림 8] 가스배리어성 필름의 산소 투과도 비교



① PVDC 코팅 나일론 필름

나일론은 범용고분자수지 중에서 가장 배리어 성이 좋지만 앞에서 언급했듯이 분자구조상 물 분자와의 친화력이 크고 따라서 투습도가 크며 배리어성의 습도의존성이 큰 단점이 있다.

특히 근래에 식품포장에 있어 맛과 영양 등 고도의 품질 유지를 위해 산소 및 수증기 등 가스 배리어성을 더욱 강화할 필요가 있다.

그 중 나일론 필름 표면의 한면에 배리어성 수지인 PVDC를 코팅하면 PVDC코팅 나일론 필름으로 산소 뿐만 아니라 수증기 배리어성을 한 층 강화된다.

그러나 최근에 환경호르몬에 대한 인식이 증폭되면서 다이록신의 배출이 문제로 제기되어 탈염소화 등의 추세에 의해 사용량이 감소 추세에 있으나 대체 소재의 문제로 현재에도 널리 사용되고 있다. 하지만 점차 친환경성 물질로 대체되리라 예상된다.

② 공압출 배리어성 나일론 필름

나일론 필름 가스배리어성의 습도 의존성을 보완하기 위한 또 다른 방법으로 높은 배리어성 수지와 공압출 다층화하는 방식이다.

일반적으로 3층 구조로 공압출하여 양 바깥면을 나일론, 중간층을 방향족 나일론 혹은 EVOH등 배리어성 수지로 구성한다.

공압출 다층화 방법은 경제성과 우수한 배리어성으로 인해 수요가 급격하게 증가하고 있어 현재 배리어성 나일론이 큰 주류로 성장하고 있다.

MXD6 나일론의 경우 높은 가스 차단성과 더불어 고분자 사슬내에 벤젠링을 가지고 있기 때문에 나일론6보다 더 높은 인장 탄성율을 가지

며 인쇄나 적층 과정의 높은 온도와 장력에서도 좋은 치수 안전성을 가질수 있다.

MXD6sms Toyobo사에서 개발된 폴라아마이드 수지로 m-Xylylene diamine(MXDA)과 Adipic acid의 축중합으로 만들어진다(그림 7), MXD6을 다른 몇가지 고분자와 비교해 보면 Tm과 Tg는 나일론6과 PET사이에 있으며 모든 습도조건에서 이들보다 우수한 가스차단성을 보이며 100% 상대습도 조건에서는 EVOH보다 더 우수한 배리어성을 가지는 등 많은 장점을 갖고 있어 여러 방면으로 활발히 연구되어지고 있다.

[그림 8]에 높은 가스 차단성을 가지는 것으로 알려진 네가지 고분자 필름에 대하여 20°C 온도조건에서 습도변화에 따른 산소 투과도를 도시하였다.

포장된 제품들이 80%RH에서 보관된다는 점을 고려할 때 MXD6필름은 PVCD필름과 거의 동등한 배리어성을 가진다.

EVOH는 낮은 습도 조건에서 우수한 배리어성을 가지지만 100%RH 조건에서는 투과도가 크게 증가하는 특성이 있다.

당사에서는 위와같은 MXD6 나일론의 우수한 특성을 기초로 NY와 공중합물 제조, Nano Composite제조, 블렌딩 등의 방법에 의해 경제성이 있으면서 고투명성 및 우수한 배리어특성을 갖는 중합물을 제조하고 이를 고부가가치 필름 등으로 응용코자 하는 연구를 진행하고 있다.

④ AI증착 나일론 필름

AI증착 필름은 Base필름만으로는 취약한 물성인 가스 배리어성, 방습성, 광선차단성 등 물성을 향상시키기 위하여 Base 필름의 표면에 진



공증착의 방법으로 AI를 보통 500~700Å 두께의 박막으로 코팅한 제품을 일컫는다.

포장 내용물의 산화, 변질을 막기 위해서는 수증기, 산소 등의 차단은 필수적이며 유지등의 제품의 경우 자외선에 의해 쉽게 탈색 변질되므로 자외선 등 빛을 차단하는 것이 필요하다. 일반 증착 나일론 필름의 증착두께가 500~700Å로 AI를 증착할 경우 산소투과도는 $\sim 0.4(\text{cc}/\text{m}^2 \cdot \text{d} \cdot \text{atm})$, 투습도는 $\sim 3.9(\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 로 Base 필름(산소투과도 $12(\text{cc}/\text{m}^2 \cdot \text{d} \cdot \text{atm})$, 투습도 $260(\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d})$)대비 월등한 물성의 향상을 얻을 수 있다.

그러나 AI증착 나일론 필름의 경우 불투명하다는 큰 단점이 있으며 마이크로파가 투과하지 못하여 전자레인지 적성이 없고 또한 AI증착면의 크랙발생이나 가스 등 표면손상에 의한 배리어성 저하, 나일론의 흡습에 의한 증착강도 저하 등의 문제점이 있다.

따라서 이러한 문제점 극복을 위한 방법으로 증착전 나일론 필름에 코로나처리, 앵커 코팅 처리, 플라즈마 코팅 등 표면 처리를 통해 증착강도, 밀착성 및 내구성을 향상시키고 균일한 증착을 유도하는 방향으로 증착 물성을 향상시키려는 노력이 전개되고 있다.

증착 물성 향상을 위해서는 여러 가지 표면 처리 조건에 따른 증착특성, 증착두께와 배리어성, 흡습에 따른 증착강도 감소와 대책 등에 관한 폭넓은 연구가 병행되어야 하리라 판단된다.

또한 AI증착 필름의 불투명성을 극복하기 위해서는 실리카나 알루미늄의 비정형태의 Glass 상 박막을 증착함으로써 높은 배리어성과 투명성을 동시에 얻으려는 노력이 시도되고 있다.

AlOx 와 SiOx 의 산화 정도를 조정함으로써 필름의 유연성, 투명성과 배리어성을 최적화시키는 방향의 연구가 진행되고 있다.

5-2. Chemical Coating 나일론

나일론 필름의 기능성 향상을 위해서는 필름의 표면처리가 필수적이며 필름의 표면처리 방법은 통상 아래의 두가지 방법으로 나뉜다.

< 물리적 처리 방법 >

Corona 처리가 대표적이며, 필름과 인쇄층 혹은 증착층과의 접착력 향상을 위해 사용하는 경우가 그 예이다.

< 화학적 처리 방법 >

표면에 Chemical을 코팅하여 포장후 후가공시에 인쇄 잉크와의 접착력 향상, OHP용 필름 등에 사용되는 대전방지성 부여 및 가스 차단성 향상 등을 그 목적으로 한다.

물리적 혹은 화학적으로 처리되지 않는 필름은 Plain Film이라하며 최근에는 Plain Film보다는 다양한 기능을 발휘할 수 있는 Chemical Coated 필름이 관심을 받고 있다.

Chemical Coated 필름의 대표적인 기능은 이(易)인쇄 기능, 이(易)접착기능, 대전방지 기능, Slip성 향상 기능, 산소, 수증기 등 기체 투과도를 감소시키는 기능 등이 있다.

① 이인쇄기능과 이접착기능

나일론 필름은 통상 필름 자체 혹은 잉크로 인쇄한 층에 올레핀 혹은 EVA 및 공중합 물질들과 라미네이팅을 하여 사용된다.

이들 물질과의 접착력을 향상시키기 위해 예멸전 상태의 수용성 혹은 수분산성 고분자들을 도포하는 것이 일반적인 방법이다.

잉크 접착력을 향상시키기 위해서는 아크릴계 혹은 Polyester계 및 PVA계 등이 사용되며 PE등과의 접착력을 향상시키기 위해서는 Silaner계 등이 사용되고 있다.

근래에는 다양하고 복잡한 사회구조의 변화와 더불어 새로운 용도창출에 따른 다양한 파우치 구성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

용도에 따른 각각의 라미네이팅 구성에서 접착성, 인쇄성 등 compatibility향상을 위해서 필름 원단 업체와 인쇄, 라미네이팅 후가공 업체와의 활발한 정보교환과 공동 연구가 절실하다고 할 수 있다.

② 대전방지 기능

플라스틱은 물체와 접촉하거나 마찰 또는 박리에 의해 정전기를 발생시키게 되며 그 정전기에 의해 공기중의 먼지 등을 흡인하여 미관을 잃거나 상품가치 잃어버리게 되는데, 이는 플라스틱의 큰 결점이라 할 수 있다.

특히 필름의 가공작업은 모든 공정이 고속으로 회전하는 롤상에서 이루어지기 때문에 필름/필름, 필름/롤 사이의 마찰은 필연적이며 따라서 마찰에 의해 정전기가 발생하게 된다.

나일론 필름의 경우 수분함유량이 타소재에 비해 크므로 대전 가능성이 상대적으로 작은 편이나 대전방지가 더욱 요구되는 용도에는 필름 표면을 대전방지제로 코팅하거나 고분자 재료에 직접 대전방지제를 혼입시키기도 한다.

대전방지제로서는 주로 계면활성제가 사용되고 있다.

계면 활성제는 분자중에 친수기와 친유기가 함께 존재하며 플라스틱에 계면 활성제를 혼입하면 표면이 활성화되는데 친수기는 바깥쪽, 친

유기는 안쪽으로 배열되어 연속적으로 피막을 형성한다.

친수기는 공기중의 수분을 흡착하여 대전방지 효과를 나타내게 된다.

그러나 이 방법은 일반적으로 마찰이나 마모에 의해 벗겨져 내구성이 저하되며 또한 식품포장재에 적용되는 나일론 필름의 경우에는 내용 음식물로 계면활성제가 녹아 들어가 안전성에 문제가 있게 된다.

따라서 나일론 필름과 같은 식품포장재의 경우에는 필름의 원료인 고분자 레진에 금속염 등의 도전성 물질을 혼입하는 방법이 있다.

그러나 도전성 분자를 균일하게 플라스틱 중에 분산시켜 효과를 내기 위해서는 상당한 양을 첨가해야 할 필요가 있는데 그렇게 되면 아무리 투명성이 우수한 필름이라도 불투명해지기도 하고 플라스틱이 원래 지니고 있던 물성을 악화시키기도 하는 등의 문제점이 있다.

또한 대전방지제의 함량을 증가시킬 경우 대전방지 기능은 증가하나 합지시 접착성 저하, 봉합 강도 저하로 극소량만을 투입하는 것으로 알려져 있다.

따라서 필름 가공시 정전기 감소를 위해서는 실리카 등의 엔티블로킹제를 수천 ppm투입하여 필름 표면의 미세한 요철을 형성하여 필름 표면의 마찰을 감소시키고 용도에 맞추어 적정량의 대전방지제를 투입하여 도전성을 증대시킨다.

그러나 필름은 사용공정 중에 순간적으로 정전기를 함유할 수 있기 때문에 어떠한 개선 필름을 사용하더라도 제전바 가동, 작업장 습도조절, 접지 등 제전관리가 강화되어야 함이 우선되어야 한다.



5-3. 직선 컷트성 나일론 필름

나일론 필름은 다른 열가소성 필름에 비하여 기계적 강도가 우수하고 배리어성이 우수하여 액체상태 내용물의 보호성 또한 매우 우수하다.

그러나 포장 파우치를 개봉할 때 개봉이 용이하지 않아 개봉시 내용물을 쏟는다든가 내용물에 손이 오염되는 등의 문제점이 있다.

따라서 이와같은 개봉 편의성을 향상, 즉 필름의 직선 컷트성을 향상시키기 위하여 나일론6에 방향족 나일론을 블랜드하여 압출하는 방법, 필름내 고분자쇄의 배향을 조절하여 분자 배향 방향으로 컷트성을 향상시키려는 등의 연구가 진행되고 있다.

5-4 내열 나일론 필름

일반적으로 나일론 필름의 내열성은 우수하지만 가압, 가열 살균처리를 하는 레코르트 포장재에 적용될 경우 내열성을 강화할 필요가 있다.

하이 레토르트 식품의 경우에는 가열온도 130-140 °C, 수분동안 고압하에서 살균을 하므로 이를 견디기 위해 다음과 같은 조건을 만족시켜야 한다.

- 1) 매우 뛰어난 편축 저항성을 가지고 있어야 한다
 - 2) 열융합성(Heat Sealability)이 우수해야 하고 봉합 부위가 강해야 한다.
 - 3) 위생적이며 안전해야 한다.
 - 4) 빈용기의 경우, 작은 공간을 차지하도록 접힐 수 있어야 한다.
 - 5) 캔(can) 등에 비하여 열처리 시간이 짧기 때문에 상하지 않도록 배리어성이 좋아야 한다.
- 이러한 특성을 만족시키기 위해서는 나일론,

PET, PE, PP 등을 단층으로 사용하지 않고 PE/NY/AL/PET 등의 층구성을 갖는 다층필름을 사용하게 된다. 레토르트 파우치의 중간층으로 들어가게 되는 나일론 필름은 기본적으로 배리어성이 우수하고 인장강도 등의 기계적 강도가 큰 우수한 재료이지만 가압·가열·살균 등의 처리를 하기 위해서 또다른 특성을 요구하게 된다.

특히 열 봉합시 또는 레토르트 가압 살균 등 열처리시 기본 형태를 유지하고 봉투의 파열이나 뒤틀림을 방지하기 위해 수축율과 이방성이 작아야 함과 동시에 결정성을 증대시켜 내습성을 강화해야 한다.

이러한 특성을 만족하기 위하여 필름의 생산시에 연신 및 열처리 조건을 강화하거나 접착성 향상을 위한 처리 등을 하게 된다.

열처리 온도 향상과 배향 결정화 강화에 의한 필름 결정화도 증가, 수축율력 제거를 위한 제막 조건 조정과 더불어 첨가제 및 MXD6 등 방향족 나일론 도입에 의한 중합물 개선을 통해 내열성을 향상시키려는 연구가 병행되고 있다.

6. 맺음말

나일론 필름은 우수한 배리어성, 기계적 강도, 내편축성 및 무독성 등으로 표면 베이스 재료로서 다른 소재를 능가하는 성질을 보유하고 있어 앞으로 고기능 식품포장분야에서의 그 응용이 더욱 확대될 것이 기대된다. 특히 Convenience 지향 등 21세기의 생활 양식 구조의 변화로 인해 식품유통 및 소비가 다양해질 뿐만 아니라,

식품의 반제품, 완전조리제품 등 수분함유 식품의 개별 포장 및 소비자의 내용물 확인 취향의 증가 추세와 함께 그 중심에서 나일론 필름의 수요도 꾸준히 증가할 것이다.

또한 나일론 필름의 특성을 활용한 의약품 등 미식품 포장 분야 및 산업용 등 다양한 용도의 수요가 대폭 증가될 것으로 예상된다.

이와 같은 추세와 소비자 니즈에 부응하기 위하여 나일론 필름도 현재의 물성을 보완한 다양한 기능성 제품으로의 개발이 전개될 것이다.

최근에는 식품의 보존기간을 더욱 연장하기 위해 기존의 배리어성 PVDC 코팅 제품을 대체한 실리카/알루미나 투명 증착 필름과 EVOH 다층 필름의 전개가 활발히 진행 되고 있으며 이러한 대체기술의 다이옥신에 대한 환경문제

를 해결할 뿐만 아니라 고기능성/고부가 포장재료로서의 다양한 수요 창출과 전개를 유도하고 있다.

기술적인 면에서도 최종 필름제품의 다양한 요구 특성에 따른 다양한 첨가제의 개발, 중합 기술 혁신을 통한 나일론 수지 특성의 개선, 타 소재와의 다층화 등의 제막 공정기술의 개선이 요구된다.

또한 국내·외 포장수준도 단순한 포장이 아니라 내용물의 보존 기능에 따르는 포장설계의 적정화를 통하여 포장의 고급화 연구도 활발히 추진되어야 한다.

그리고 독자적인 공정기술을 토대로 한 필름 제조 설비의 국산화도 병행한다면 국제시장에서의 경쟁력을 더욱 강화할 수 있을 것이라 기대된다. ko

롤 막힘 완전 해결!!

롤(roll)막힘, 오염, 기타 세척에 대해 애로를 느끼고 계십니까?
그러시다면 바로 click 하십시오.

www.yerim.com

세척서비스

- Biojet(완벽한 물리적 세척)
- 장착상태로 세척
- 탈착하여 세척

셀 막힘 테스트

- 오염정도를 확인가능
Ravol (셀 용적측정 장비)



세정액

- Biojet(화학적 세척)
인체에 무해한 무용제 타일
- 수성임크용, 유성임크용, UV임크용

보조부품

- 브러시 (효과적인 세척)
- 스테인레스 솔 : 세라믹용
- 구리 솔 : 크롬용
휴대용 현미경(100배)

예림상사

전화 : 031-424-4505 팩스 : 031-423-8169
Home page : www.yerim.com e-mail : kjchoi@yerim.com