



# 5층화에 의한 차단성 나일론 개발

Deuvelopment of Robust and Flexible 5-Layer Barrier Nylon

渡邊祥司 / GUNZE(주) 플라스틱컴퍼니

## 1. 서론

군제 복합 나일론 필름 HEPTAX는 그 이름이 나타내는 데도 7층(HEPTA)까지의 공압출이 가능하며 나일론(이하 NY)에 여러 가지 기능을 부여할 수 있다. HEPTAX의 각종 그레이드를 [표 1]에 나타낸다.

그 중에서도 하이가스 차단성과 내핀홀성에 뛰어난 HEPTAX HPTYPE은 식품이 선도유지나 보호를 목적으로 수많은 실적이 있지만 최근의 식품안전의식 고취, 중식시장의 확대, 내용물품을 유지 등의 이유에서 식품의 품질과 직결되는 내 핀홀성을 더욱 진화시킬 필요가 있다고 판단하여 개발에 착수하였다.

### 1. 핀홀의 분류와 그 평가방법

핀홀을 한마디로 이야기해도 그 발생현상은 수도 없어서 개발시 핀홀의 분류, 평가 방법이 재확립이 필요하였다. 그 중에서도 마모의 핀홀은 발생 빈도가 대단히 높고 동시에 발생메카니즘이

복잡하여 당사 독자의 시험 방법을 만들어야 했기 때문에 당사의 핀홀의 분류와 그 평가방법을 [그림 1]에 나타낸다.

핀홀은 대별하면 4종류가 있으며 종류별로 발생현상, 특징과 평가 방법을 서술한다.

#### 1-1. 탁공핀홀[사진 1]

단단하고 날카로운 것(내용물도 포함)이 파우치를 찢어 구멍이 생긴다. 구멍 주위에는 별도 손상된 부분이 없는 경우가 많고 크기는 여러 가지이다. 관공시험에 의해 평가하고 수치가 큰 필름이 좋다고 판단할 수 있지만 필름 성능 이상의 과대한 힘이 가해지는 것이 많아 다소의 수치차이는 동등하다고 간주하고 있다.

#### 1-2 충격핀홀[사진 2]

상품 낙하시 등 파우치에 강한 충격이 가해지는 것에 의해 구멍이 생겨 눈으로도 확인할 수 있는 크기이다. 충격시험에 의해 평가하며 수치가 큰 필름이 좋다고 판단할 수 있지만 1-1과 마찬가지로 다소의 수치차이는 동등으로 간주한다.

[표 1] HEPTAX 각종 그레이드

그레이드	구성	두께(μm)	타입	특징	산소투과도 %
일반 그레이드	NY/NY/EVOH/NY/NY	15	HF	내핀홀 특히 내굴곡 마모	18.6
	NY/EVOH/NY	15	HP	내핀홀	18.6
			H3	고투명	18.6
		17	HP	하이가스배리어	5.9
			25	HP	하이가스배리어
		HPX		내핀홀	5.9
	NY/MXDNY/NY	15	VP	내핀홀, 내열	62.2
내열 그레이드	NY/EVOH/NY	15	HPB	100℃×60분 보일	44.0
		20	HPR	121℃×30분 레토티트	13.0
라미티드그레이드	NY/EVOH/NY	15	BWC	원너전용	43.0
멀티그레이드	LL/NY/LL	20, 30, 40	B	양면히트씰	276.4
	LL/NY/EVOH/NY/LL	25	BH	디라미방지	19.6

※ ml/m<sup>2</sup> · 24hr · MPa(20℃×65%RH)

### 1-3. 굴곡핀홀[사진 3]

수송시 등에 상품이 진동하여 파우치의 특정 부분이 굴곡 운동을 반복, 부분피로에 의해 구멍이 생긴다. 저온에서 보다 발생하기 쉬우며 큰 것은 길이가 800μm에 달하고 군데군데 구멍이 완전하게 뚫려 있지 않고 브릿지를 형성하고 있는 듯이 보이는 것도 있다. 겔보후렉스테스터로 발생한 구멍의 숫자를 우열을 판단하다.

### 1-4. 마모핀홀[사진 4]

상품이 진동하여 걸상자 혹은 상품끼리가 마찰하여 생긴다.

경량물의 경우 구멍주위에는 마찰된 흔적이 남으며 80~300μm정도의 타원형을 띤다.

업무용 등 중량물의 경우에는 마치 폭 찢은 듯한 선상의 구멍이 생기는 것도 있다. 발생 메커니즘은 우선 ① 파우치에 돌출부분이 생긴다, ②

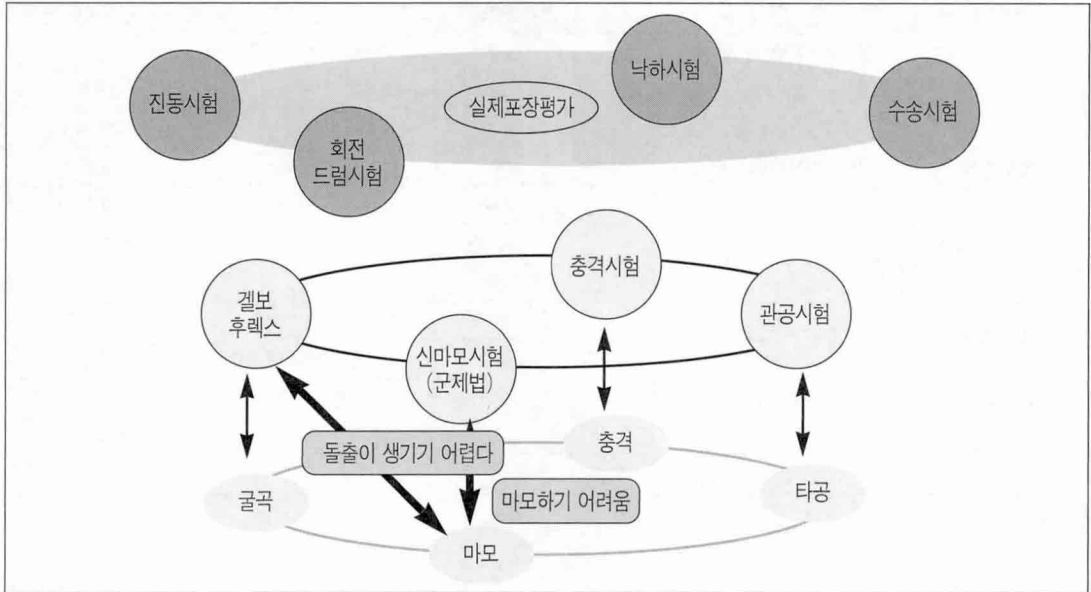
그 돌출부가 마모한다 이다.

①을 구체적으로 생각하면 생기는 돌출수가 적고 R(경)이 크고 찌그러지기 쉬운 것, 즉 부드러운 필름이 뛰어난 것이 되며 당사에서는 겔보후렉스테스터로 돌출 생기는 것(쉽고 어려움)을 판단하고 있다. ②의 평가에는 당사 독자적인 신마모시험[사진 5]을 사용하였다. 이것은 각 추상치국의 뾰족한 선단에 필름을 고정하여 돌출부를 만들어 일정하중을 가해 골판지상을 왕복 운동시켜 임의의 회수에서 구멍 발생 유무를 확인 하는 것이다.

이 평가라면 돌출부의 수 R의 크기, 찌그러뜨리기 쉬운의 영향을 제외할 수 있으며 단순한 마모의 쉬움(어려움)을 판단할 수 있다. 따라서 '정말 마모핀홀에 강한 필름'이란 겔보테스터에서 발생하는 구멍수가 적고 신마모시험의 왕복회수가 큰 필름이라고 할 수 있다.



[그림 1] 핀홀 분류방법 및 평가방법



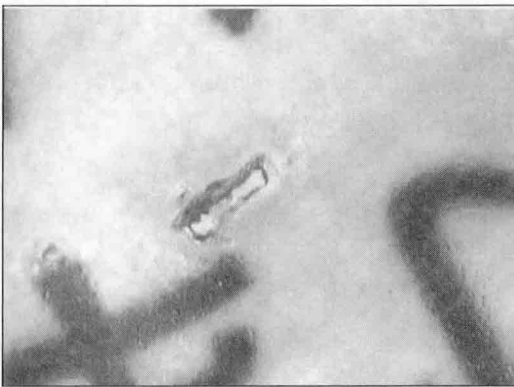
## 2. HEPTAX HF TYPE 개발

종래의 HEPTAX HF TYPE은 비굴곡 NY에 하이가스 베리어를 가진 에틸렌, 비닐 알코올 공중합체(이하 EVOH)를 넣는 3층 구조이며 그 유

연함에 의해 겔보후렉스가 대단히 양호하고 굴곡과 마모핀홀에 강하다는 평가를 받아 왔다.

이번 개발에서는 '마모핀홀에 아주 강한 신타입의 창출'을 목표로 하여 전술한 신마모시험을 활용, 시행착오 끝에 HP 타입의 유연함을 유지

[사진 1] 타공 핀홀



[사진 2] 충격 핀홀



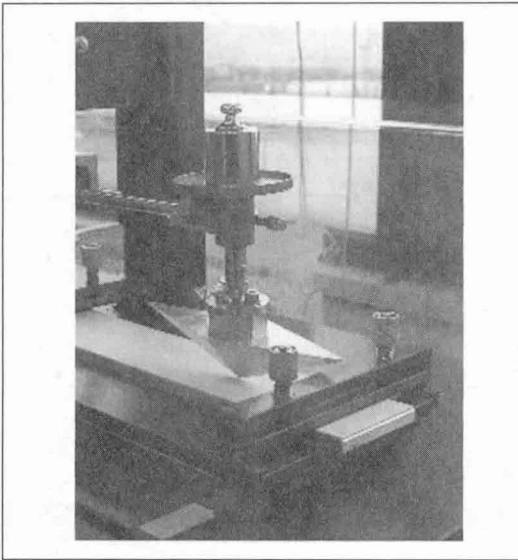
[사진 3] 굴곡 핀홀



[사진 5] 마모 핀홀



[사진 4] 신마모 시험



기타 물성은 유지하면서 신마모시험의 회수가 200%로 향상되었다.

### 3. 마모핀홀에 아주 강한 필름

여기에서 마모핀홀에 아주 강한 필름을 고찰하기 위해서 [그림 3]을 보았으면 한다.

가로축은 겔보후렉스의 수치(돌출부가 생기기 어려움), 세로축은 신마모시험의 회수(단순한 마모되기 어려움)로 하여 HF, HP 타입 일반의 클레인 NY군, 내핀홀플레인 NY군은 후로트하였다.

재삼 말하지만 마모핀홀에 아주 강한 필름이란, 겔보후렉스의 수치가 작고 신마모시험의 회수가 큰 필름이다. 따라서 당사에서는 대각선으로 그려진 굵은 화살 방향이 그것을 나타낸다고 생각하는 것이다. HF 타입은 정말로 그 방향에 있다는 것을 알 수 있다.

단 화살표의 기울기는 항상 일정하지 않으며 포장하는 상품에 따라 변한다. 즉 내용물의 상태(고체, 액체 등), 양포장기법(탈산소재봉업, 가스

하면서 마모되기 어려움을 향상시키려면 가장 바깥층에 내마모 NY를 공압출하여 5층화 하는 것이 가장 좋겠다고 결론을 얻어 HEPTAX HF TYPE(F:Five)의 개발에 성공하였다. [그림 2]에 HP TYPE, HF TYEE의 단면도를 나타낸다.

또 [표 2]에 비교물성을 나타내며 겔보후렉스



[표 2] HP, HF 타입 비교물성

항목	단위		HF타입	HP타입	측정법
두께	μm		15.0	15.0	
HAZE	%		4.6	6.8	JIS K 7105
표면장력	mN/m	내면	54 이상	54 이상	JIS K 6768
		외면	44	41	
활성	-	내내	0.77/0.74	0.77/0.69	ASTM D 1894준
		외외	0.49/0.48	0.44/0.42	
인장강도	MPa	MD	187	192	JIS K 7127
		TD	288	250	
인장신도	%	MD	135	150	JIS K 7127
		TD	70	90	
영율	GPa	MD	2.8	3.7	JIS K 7127
		TD	2.3	2.6	
가열수축율	%	MD	1.0	2.0	비승수×30초
		TD	0.0	0.5	
산소투과도	ml/m <sup>2</sup> · 24hr · MPa		18.6	18.6	ASTM D 3985 20℃×65%RH
충간강도	N/cm		2.5	2.6	군제법
관공강도	N		9.6	8.8	JIS Z 1707
충격강도	J		1.0	1.0	타발식 임팩트테스터
겔보후렉스	개	온열×1,000회	0, 0, 0	0, 0, 0	겔보후렉스테스터
		5℃×1,000회	2, 3, 3	3, 3, 5	
신마모시험	회		300	150	군제법

치환, 탈기 등) 포장형태(필로우, 삼방, 가제트 등)에 따라 변화하며 기울기를 결정하려면 [그림 1]에 나타난 실제포장평가가 효과적이다.

#### 4. 실제 포장평가 내핀홀 효과 확인

실제로 치즈를 포장하여 항온항습실에서 진동 시험을 하는 것에 의해 내핀홀 효과점증을 하였다. 샘플은 실란트가 동일한 HF, HP 타입이다.

시험 환경 진동조건 기타와 시험 결과를 [표 3]

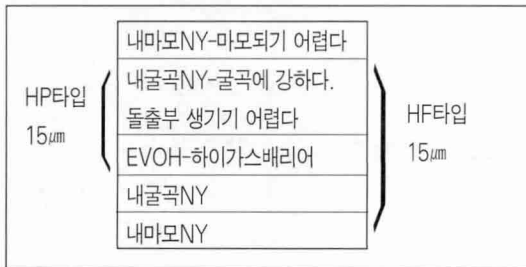
에 나타낸다.

당사의 진동시험은 현미경이 미소한 것을 확대해 보이도록 샘플 사이의 내핀홀 성능 차이를 증폭시키기 위해서 시험환경, 진동조건 등을 가혹하게 설정하였다. 결과 접기나 구부리는 것에 의해 발생한 돌출부가 골판지와 마찰하는 것에 의해 파우치의 네모서리에 마모핀홀이 발생하고 있지만 HF 타입의 발생율은 HP 타입의 1/4 이어서 충분한 내핀홀 효과를 확인 할 수가 있었다.

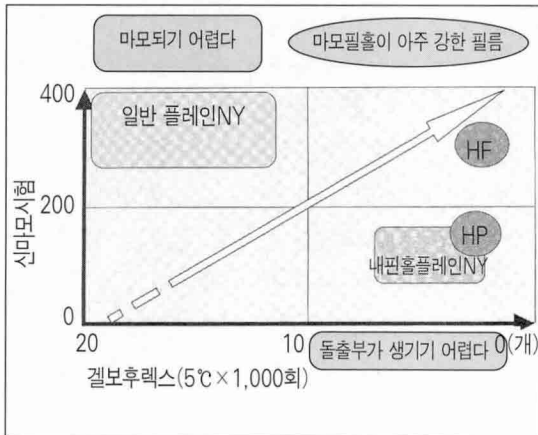
[표 3] 시험환경 및 결과

시험환경	10℃×30%RH	
진동조건	35Hz×60분	
샘플수	각각 1케이스 10개입을 6케이스씩 사용(60개)	
케이스설치방법	케이스 3면에 대해 각각 2케이스씩을 밀로 설치	
시험결과	HF 타입	HP 타입
핀홀발생수(개)	2	8

[그림 2] HP, HF타입 단면도



[그림 3] 마모필름에 강한 필름



### 5. HEPTAX HF TYPE 특징과 용도

지금까지 서술해 온 바와 같이 HEPTAX HF TYPE은 굴곡과 마모의 핀홀에 강한 필름이며 ① 특히 파우치의 네모서리 저온유통하에서 내

핀홀성 효과를 발휘한다. 또 EVOH를 사용하고 있기 때문에 HP 타입과 동등한 차단성을 가져 ② 변색방지, 보향, 충전가스의 샘방지에 효과적이다.

마지막으로 T-die법에 의한 공압출 필름이기 때문에 ③ 투명증착필름과 같이 크랙의 걱정이 없으며 플레인 NY와 동등한 가공적성을 갖고 있다.

사용할 수 있는 용도는 HP 타입과 마찬가지로 반생과자, 유제품, 액체스프, 페스트푸드, 떡, BIB, 업무용중량 파우치, 된장, 85도×30분까지의 보일식품 등이다.

## II. 마무리

HEPTAX의 신개발 상품인 굴곡과 마모의 핀홀에 강한 HF 타입에 관하여 서술하였으나 동시 개발품으로서 윈너전용그레이드 BW타입도 양호한 시험결과를 얻어 BWC타입으로 출시 하였다.

이들은 당사가 지금까지 길러온 공압출 기술은 시장의 요구에 부응한 것이며 금후에도 보다 더 한층의 '안심'과 '신뢰'를 향한 HEPTAX의 진화를 향해 노력해 나갈 것이다. ☺