

K-Resin의 특성 및 용도

김계현 / 대림산업대덕연구소 K-Resin 팀장

1. 서론

K-Resin은 스티렌(styrene)과 부타디엔(butadiene)의 단량체를 음이온 중합법에 의해 Block 공중합시킨 스티렌계 수지로서 미국의 필립사 연구진에 의해 개발되어 1972년 최초로 상업적 생산을 시작하였다.

이 수지는 열가소성이며 스티렌의 우수한 가공성과 투명성, 그리고 부타디엔의 유연성과 내충격성을 가지고 있어 장난감류, 가정용 보관함, 뚜껑류, 의료용 기구, 각종 포장재 등 다양한 용도로 사용되며 식품포장용 필름 등 새로운 용도가 계속 개발되어 있어 그 수요는 꾸준한 증가 추세에 있다.

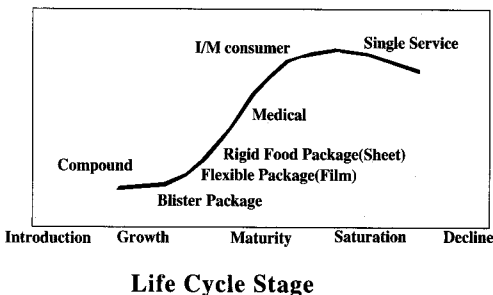
K-Resin과 같은 스티렌계 투명 내충격 수지는 전세계적으로 20만톤/년 규모로 생산되고 있

으며 국내 최초로 대림산업(주)가 Phillips와 기술제휴 하에 97년 10월부터 4만톤/년 규모로 생산하고 있다.

K-Resin은 음이온 중합법에 의해 제조되며 범용 폴리스티렌(GPPS)보다 높은 내충격성을 나타내고 내충격성 폴리스티렌인 HIPS(High Impact Polystyrene)에 비해 투명한 것이 특징이다. 현재 상업적으로 생산되는 K-Resin의 종류는 기본적으로 KR01 및 KR03 두가지이며 그외 KK38이 개발등급으로 시생산되어 판매되고 있다.

KR01은 KR03에 비해 표면강도, 휨저항성 및 인장강도가 높은 장점이 있고 주로 사출용으로 사용된다. KR03, KR05 및 KR10은 화학구조상 동일수지이며 겔 또는 피쉬아이에 의해 구분되고 압출 내지는 필름용 등급이다. KK38은 butadiene함량을 늘려, K-Resin/GPPS블렌드에 있어 동일수준의 충격강도와 강도를 유지하

(그림 1) K-Resin시장 변화도



(표 1) 스티렌계 투명내충격 수지 제조사 및 생산량

PHILIPS	(K-RESIN)	125,000 MT
DAELIM	(K-RESIN)	40,000 MT
BASF	(STYROLUX)	40,000 MT
FINA	(FINACLEAR)	20,000 MT
ASAHI	(ASAFLEX)	10,000 MT
DENKA	(CLEARENE)	6,000 MT

참고 : 자체조사 자료; *97년 하반기 생산 계획

면서 보다 많은 양의 GPPS를 투입할 수 있으므로 블렌드시 경제적인 이점을 가지고 있다. 현재 상업 생산중인 K-Resin의 기본 물성을 [표 2]에 정리하였다.

2. K-Resin개발의 역사

K-Resin은 Phillips R&D Center의 화학자 Alonzo Kitchen과 기술자 Frank Szalla에 의해 개발되었으며, 개발자인 Alonzo Kitchen박사 이름의 K를 사용하여 이 새로운 수지를 K-Resin이라 명명하였다.

1966년 Bench Scale 연구가 시작되었으며, 1967년에 Pilot에 의한 실험을 하고 1968년에는 시장 적용을 위한 시험 시료로 Bimodal분자

량분포를 가지는 KR03을 생산하였다.

첫 상업생산은 1972년 10월에 4,500톤/년의 규모로 Texas주의 Boger에 공장을 건설함으로써 이루어 졌으나 그 당시의 용매제거공정은 주로 Steam Stripping에 의존하고 있어서 Stripping 보조제와 Stripping Water내의 칼슘, 마그네슘 카보네이트는 K-Resin의 물성에 악영향을 미쳐 사용상의 많은 문제점을 야기시켰다.

그후로 용매제거공정 개선 등 수많은 시행착오를 거치면서 K-Resin은 개량되어 왔으며 1979년에는 새로운 산화방지제를 상업생산에 적용하였다. 수요의 꾸준한 증가로 지속적인 확장을 해 1985년과 86년 사이에 7만3천톤/년, 1988년에 8만2천톤/년으로 증설하였으며

[표 2] K-Resin 기본 물성표

성질	ASTM	단위	KR01	KR05	KR38
밀도	D1505	g/cc	1.01	1.01	1.01
용융지수	D1238	g/10min	8.0	8.0	9.0
인장강도(항복점) (50mm/min)	D638	kgf/cm ² (MPa)	310 (30)	260 (25)	131 (13)
신율 (20mm/min)	D638	%	20	160	180
굴곡강도	D790	kgf/cm (MPa)	450 (44)	345 (34)	195 (19)
굴곡탄성율	D790	kgf/cm ² (MPa)	15,100 (1,480)	14,400 (1,410)	10,740 (1,055)
열변형온도(264psi)	D648	°C	77	73	62
아이조드충격강도	D1709	kgf/cm (J/m)	2.2 (22)	4.1 (40)	NB
경도(Shore D)	D2240	-	75	65	58
vicat 연화점	D1523	°C	93	87	76
광투과율	-	%	90	90	89
수중기투과율	E96	g.mil/100in ² /24h	-	6.8	-
산소투과율	D1434	cc.mil/100in ² /24h	-	500	-
성형수축율	-	cm/cm	4/1,000 -7/1,000	4/1,000 -7/1,000	-

[표 3] K-Resin 개발 및 생산역사

1966	K-RESIN POLYMER INNOVATION
1972	COMMERCIAL PRODUCTION BEGINS-BORGER
1979	HCC PLANT START-UP(60,000MT)
1984	2ND GENERATION K-RESIN INTRODUCED
1986	3RD GENERATION K-RESIN INTRODUCED
1987	HCC PLANT DEBOTTLENECK(90,000MT)
1990	HCC PLANT EXPANSION (125,000MT)
1991	KK38 INTRODUCED
1997	COMMERCIAL PRODUCTION BY DAELIM(40,000MT)

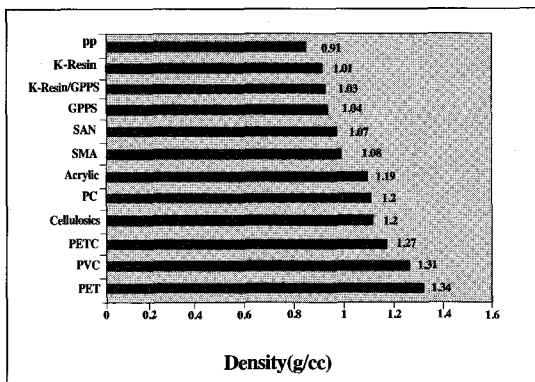
1990년에는 생산 규모가 12만5천톤/년에 이르렀다.

3. K-Resin의 특성

K-Resin은 다른 투명 수지에 비하여 밀도가 낮아 사용상 경제적인 잇점이 있으며(그림 2), 비지방산 식품포장에 관한 FDA(미국 식품의 약국) 21조 CFR 177.1640규정에 만족한다.

또한 USP(미국 약국방) VI-50물질에 인증되어 있고 혈액적합성 및 독성 Test 등 안정성이 확인되어 의료용으로도 상당량 사용되고 있으며 에틸렌옥사이드와 감마선 살균이 가능하다.

[그림 2] K-Resin의 밀도 및 타수지의와의 비교.



[표 4] K-Resin 에 대한 생체안정성 Test

Test	Conclusion / Observation
USP	
Acue Systemic Toxicity	Non-Toxic
Intracutaneous Toxicity	Non-Toxic
Implantation Test	
50-days	Non-Irritant
90-days	Non-Irritant
Blood Compatibility	
Hemolysis-Extract	Non-Hemolytic
Hemolysis-Direct Contract	Non-Hemolytic
Methemoglobin Formation	Negative
Screening Tsts	
Cytotoxicity-Agar Overlay	Non-Toxic
Cytotoxicity-Direct Contract	Non-Toxic
Ames Mutagenicity	Non-Mutagenic
Ocular Imitation	Non-Imitation
Analytical Tests	
Physico-Chemical	Meets USP Requirements
Infrared Analysis	On Record
HPLC Characterization	On Record

투명성을 결정짓는 요인으로는 흐림도 및 광투과도를 들 수 있는데 K-Resin은 무정형 중합체로 다른 고비중의 결정성 수지에 비해 빛을 덜 간섭하여 낮은 흐림도(1~5%) 및 우수한 광투과도(89~91%)를 가져 무색 투명하다.

또한 금형의 표현 처리를 통해 더욱 높은 투명 및 광택을 얻을 수 있다. 그렇지만 광에 대한 UV 안정성은 높지 않아 옥외용으로 사용시에는 UV 안정제인 Tinuvin P가 효과적으로 사용될 수 있다(그림 3).

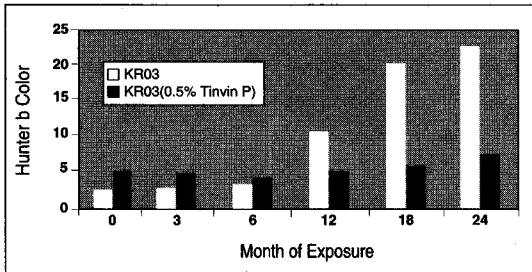
K-Resin은 polystyrene계 수지의 특징인 낮은 내화학성을 가지며 대부분의 유기용매에 녹거나 용매속에서 팽윤하는데 물이나 methanol, ethanol등의 알콜류에는 거의 영향을 받지 않는다.

K-Resin은 여러가지 방법으로 자체 및 타소재와의 접착이 가능하다. 용제를 사용한 접착으

[표 5] 타수지와외관성 비교

Resin	Haze, %(ASTM D1746)	Color
K-Resin		
KR01	1 - 5	Water White
KR031	5	WaterWhite
Polystyrene		
General-Purpose	2 - 3	Water White
Medium-impact	Opaque	White
High -Impact	Opaque	White
SAN	1 . 5	Yellowish
Cellulose acetate	7 . 5	Bluish

[그림 3] K-Resin 의 UV Stability



로는 1, 2-디클로로에탄, 에틸아세테이트 및 메틸렌클로라이드가 사용가능하다. 접착제로는 우레탄 접착제, 압감지접착제 (press sensitive adhesive), 에폭시 및 고무계 접착제 등이 사용 가능한데 KR01이 KR03에 비해 우수한 접착력을 나타낸다.

일반적으로 KR01 및 KR03NW(KR03 No wax grade)는 polystyrene용 잉크를 사용한 기존방법으로 인쇄할 수 있다. K-Resin의 표면장력(40dyne/cm이상)은 라벨전사법 뿐만 아니라 실크인쇄, 오프셋 인쇄 및 플렉소인쇄에서 사용되는 잉크를 쓰기에 충분하다. KR03은 함유된 왁스가 이소프로필알콜 또는 메틸알콜로 인쇄전에 제거될 수 있고 다른 방법으로는 코로나 방전, 플라즈마 및 플레임처리 등이 있다.

K-Resin의 가장 중요한 특성 중의 하나는 내충격성이다. 그렇지만 Notch-sensitive 성질을 가지고 있어 일반적으로 사용되는 Notch Izod Test로는 내충격성에 대한 정확한 값을 측정하는 데 어려움이 있다.

실질적으로 Unnotched Izod 또는 Falling Dart Test에 의한 K-Resin의 내충격성은 일반적으로 사용되는 polystyrene(GPPS)보다 월등히 높다. K-Resin단독 또는 GPPS와 Blend하여 Sheet 성형을 할때 배향을 통하여 내충격성을 향상시킬 수 있는데 성형된 제품의 기계적 강도를 증가시키기 위해서는 이축연신이 필요하다.

그러나 Extruder에서의 일축연신은 제품의 기계적 물성에 악영향을 미친다. 다이로부터 연신비가 증가하면 시트 또는 제품의 기계

[표 6] Chemical Resistance of K- Resin

Chemical	Dissolve	Soften	Permeates
Organic Solvents			
Hydrocarbons	x		
Ketones	x		
Esters	x		
Ethers	x		
Light alcohols		x	x
Heavy alcohols	x		
Glycols		x	x
Oils			
Mineral		x	x
Vega표		x	x
Water-based			
Water			x
Dairt products			x
Syrups			x
Detergents			x
Salt solutions			x

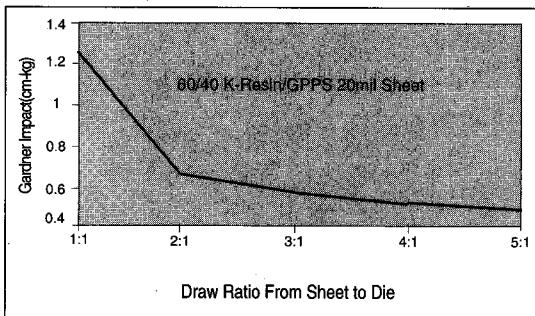
(표 7) K-Resin의 힌지 수명

Resin	Hinge Thickness (mm)	No. of flexes
GPPS	0.13	1
	0.26	1
KR01	0.13	235
	0.26	564
	0.39	605
	0.52	535
	0.69	307
KR03	0.13	145
	0.26	200
	0.39	188
	0.52	110
	0.69	59

적 물성에 악영향을 미친다. 다이로부터 연신비가 증가하면 시트 또는 제품의 강도는 떨어진다.

K-Resin의 다른 하나의 unique한 성질은 뛰어난 힌지특성(Hinge property)으로 KR01의 경우 최적의 두께(0.39mm)에서 600회 이상의 힌지물성을 가지는데 이러한 물성은 SBS Rubber를 소량 섞임으로 해서 크게 향상될 수가 있다.

(그림 4) K-Resin / GPPS Sheet의 연신에 따른 Gardner Impact 변화



4. 가공 및 용도

K-Resin은 사출성형, 중공성형, 사출블로우, 압출성형(필름, 시트, 이형) 및 열성형 등 기존의 성형기기로 특별한 개조없이 사용이 가능하며 다양한 용도로 사용되고 있다. K-Resin의 가공분야별 장점 및 응용분야를 [표 8]에 나타내었다. 성형할 때는 성형온도를 가급적 낮게 하여야 하며 실린더에서의 수지체류시간을 짧게 하는 것이 좋다.

시트압출 및 열성형 가공은 현재 K-Resin의 가장 큰 응용 분야로, K-Resin 단독 혹은 GPPS와 혼합을 얻어 생산성이 높으며, 다른 투명 수지에 비해 K-Resin시트는 내충격 밀도가 낮아 경제성이 있다. K-Resin시트는 내충격성과 투명성 및 광택성이 우수하여 일회용 컵이나 뚜껑, 경량 용기 등 다양한 포장재료로 사용된다.

사출 성형에 있어 K-Resin은 열전달속도가 빨라 냉각이 우수하여 복잡한 형상의 사출물 생산이 가능하다. K-Resin은 탁월한 경첩특성이 있어 이러한 특성이 요구되는 Box제품에 적합하며, 안전을 요하는 장난감 및 기내용 컵에 폴리스티렌 대용으로 사용된다.

중공성형 (Blow Molding)의 경우 작은 정제 용기류로부터 의료용 Drainage Unit 및 대형 용기류까지 광범위하게 성형이 가능하며, 사출블로우(Injection-Blow)성형을 통하여 유리같은 투명하고 내충격성이 우수한 용기를 성형할 수 있다.

필름 가공은 K-Resin의 시장확대가 가장 기대되는 분야이고 K-Resin필름은 강도와 광택성 및 라벨 변형을 주지 않으며 다양한 크기와 모양

[표 8] 가공분야별 장점 및 응용분야

가공기기	장점	응용분야
시트압출 및 열성형	<ul style="list-style-type: none"> - 내충격성, 투명성, 광택성우수 - GPPS혼합사용가능 - 범용기기 사용 - 경제성 생산성우수 	일회용 컵, 뚜껑, 경량 용기류, 난자팩, 트레이류, 블리스터 포장
사출성형	<ul style="list-style-type: none"> - 복잡한 사출물 생산가능 - 투명한 경첩용기 생산가능 - 내충격성, 투명성, 광택성우수 - 생산성우수, 범용기기사용 	장난감 Window, 옷걸이, 경첩용기.
블로우성형	<ul style="list-style-type: none"> - 범용기기 사용 - 다양한 크기의 제품 생산 - 내충격성, 투명성, 광택성우수 	약병, 음료수병, 꿀병 등의 용기류
필름성형	<ul style="list-style-type: none"> - 고투명성, 인쇄성우수 - 열봉합, 접착성우수 - O₂/CO₂/H₂O고투과성 - 생산성우수, 범용기기사용 	수축필름, 오버랩, 라벨필름, 장식용필름, 사탕싸개, 농산물 신선도 포장필름

의 제품 포장에 적합하다.

K-Resin필름은 100%의 Crease retention (종이처럼 접었을 경우 퍼지지 않고 접힌 상태를 유지하는 성질) 특성이 있어 사탕 싸개 등의 용도에 적합하다.

또한 K-Resin필름은 착색성이 우수하여 고풍택을 요구하는 장식용 필름(꽃 포장 및 선물용품 포장등)에 사용할 수 있다.

야채의 포장에 적합한 용도로 쓰일 수가 있다. 신선도 필름(Fresh Package Film)의 요구 물성으로는 각각의 야채나 과일에 필요한 균형 잡힌 산소, 이산화탄소, 수분 및 에틸렌의 투과도를 갖출 것, 필름의 투명도 및 광택도가 좋을 것, 또한 취급이 용이할 것 등이 있는데 K-Resin은 인체에 무해하며 다른 PP, PE, PVC 필름에 비해 가스 투과도가 우수하기 때문에

[표 9] 단층 혹은 다른 수지와의 다층필름을 통해서 가스투과도를 조절할 수 있다.

음식물의 신선도 유지기간을 더욱 증가시킬 수 있는 여러 가지 종류의 신선도 필름을 제조할 수 있다.

또한 K-Resin필름과 다른 수지와의 다층 필름을 제조함에 있어 K-Resin 필름은 타 수지와의 열봉합이 가능하고, 접착층으로도 사용할 수 있다.

K-Resin을 이용한 신선도 필름과 관련한 국내시장은 아직 활성화되지 않고 있으나, 미국에서는 K-Resin을 이용하여 신선도 보존 필름을 생산하고 있는 Rochester사의 경우 1994년에 200% 이상의 성장율을 기록한 바 있어 국내에서도 소비자의 인지도 등 상황에 따라서 시장의 급속한 신장이 예상된다.

(표 9) K-Resin Film 기체투과 특성

Polymer	MVIR	Oxygen Transmission
K-Resin	68	500
PS	12	420
PC	11	225
PETG	6	10
BAREX	5	0.8
PVDC	0.3	0.25
EVOH	-	0.002
PP	0.7	540
PE	0.3-1.5	480

(Unit:gorcc-mil/100sq. in. 24hrs)

5. 맺음말

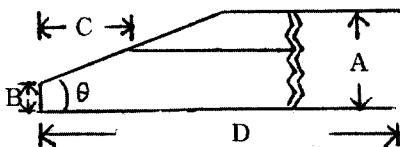
이상과 같이 K-Resin 소개 및 특성, 그리고 그 용도에 대해서 알아보았다. K-Resin은 음이온

중합법에 의해 생산되는 BDS polymer로 다양한 용도로 사용될수 있는 열가소성 수지이다.

일반적인 가공기에서 쉽게 성형이 되며 이렇게 성형된 수지는 강성, 투명성, 광택성, Hinge효과 및 기체투과성 등을 가지는 여러 가지 형태의 제품을 만들 수 있다.

그동안 전세계적인 물량부족으로 공급이 여의치 않아 기존의 시장이 상당히 위축된 감이 없지 않으나 국내 대립산업의 년 4만톤 규모의 생산으로 공급이 원활해짐을 계기로 국내외의 수급 안정은 물론 새로운 용도의 개발이 기대되는 바이다. ☞

독타 브레이드

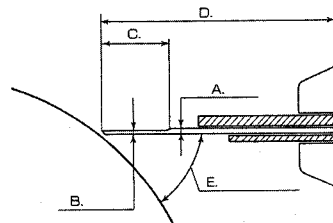


- ◆규격 및 종류
- 두께(A): 0.39mm, 0.55mm(표준), 1.00mm
- 폭(D): 30-70mm (50mm가 표준)
- 날의 두께(B): 0.05mm
- 날의 폭(C): 0.6mm
- 각도: 13도 재질: 폴리에스터
- 길이: 75m/reel(표준의 경우)

플라스틱 독타 브레이드(영국 ESTERLAM사 제품)
플렉소 인쇄, 그라비아 인쇄, 코팅, 라미네이션 분야에 널리 쓰이고 있다. 특히 단보루 인쇄용 플렉소 인쇄, 산화철 코팅, 접착제 코팅등에 매우 좋다

주요한 특징

1. 마모가 적어 동판이나 아니록스롤의 수명이 크게 연장되어 재가공(부식,도금) 비용이 크게 줄어든다.
2. 안전하여 손을 베는 일이 없다.
3. 재질이 유연하고 취급이 간단하여 폭이 넓은 기계에 적합하다.
4. 내용제성이 뛰어나다.
5. 물에의 적응이 뛰어나다.



- ◆규격 및 종류
- 두께(A): 0.15mm(표준), 0.20mm, 0.25mm
- 폭(D): 30-70mm (50mm가 표준)
- 날의 두께(B): 0.07mm(표준)
- 날의 폭(C): 1.20mm(표준)
- 길이: 100m/reel

스틸 독타 브레이드(스웨덴 MGS사 제품)

주요한 특징

1. 정선된 스웨덴강 사용
2. 고정도의 날연마
3. 물 적응성이 좋은 특수날 형상
4. 긴 수명

수입판매원:에림상사 TEL:0343-24-4505 FAX:0343-23-8169