

엔지니어링 플라스틱의 개요

김 광 응

서 론

엔지니어링 플라스틱(engineering plastics, 이하 EP로 약함)은 고분자 물질로서 다른 비EP 고분자 물질과 비교할 때 성능이나 기능이 우수한 재료이다. 기계적 강도, 강성, 내충격성, 내마모성, 내구성, 내후성, 내약품성 등이 매우 좋아, 금속, 세라믹, 목재와 같은 재료를 대체할 수 있다. EP의 응용 분야는 매우 넓어 전기, 전자, 기계, 자동차, 우주, 항공, 건축, 의료, 식품 뿐만 아니라 최근에는 고성능성 EP의 출현으로 새로운 영역으로의 용도 확대가 이룩되고 있다.

EP 소재는 경량화, 소형화, 원가 절감 등에 큰 이점이 있고, 성형성, 가공성, 내부식성 등 EP의 본질적인 장점을 그대로 이용할 수 있다. 특히 용이한 가공성과 성형성으로 인해 최근에는 보강 및 강화 기술이 크게 발달하여 성능과 기능이 더욱 향상되었고, 다양한 물성의 제품이 가능하여 용도는 더욱 넓어지고 있다. 혼합 및 합금(alloy) 기술의 개발 활동은 EP의 물성을 더욱 다양하게 하고 있다.

플라스틱의 일반적 성질 중 제일 큰 취약점은 내열성으로서, Table 1에 EP의 특성을 다른 소재와 비교하고 있다. EP는 전기나 열에 대한 전도성이 나쁘고, 금속과 세라믹에 비해 내열성과 난연성이 뒤떨어지고 있다. 그러나 최근에는 상당히 높은 온도(단시간은 약 400°C 정도까지)에서 사용 가능한 EP가 소개되고 있고, 전기와 열에 대한 절연성을 이용하여

단열재, 반도체 분야의 응용 뿐만 아니라 전도성 물질(焦電性, 壓電性)의 개발도 크게 자극하고 있다.

넓은 의미의 EP는 열경화성 수지(thermosetting resin)를 사용한 복합체(composite)를 포함하지만, 편의상 열가소성 수지(thermoplastic resin)를 중심으로 분류하면 Table 2와 같다. 이중 5대 범용 EP가 대부분을 차지하고 있는데, 나일론계인 PA가 전 EP 사용량의 약 40%를 점하고 있다. 그러나 특수 성능 EP의 개발과 용도 확대가 활발하여 PA의 점유율은 향후 점차 낮아질 것으로 예상된다.

특수 성능 EP의 대부분은 내열성이 비교적 높은 물질인데, 주성분이 벤젠과 같은 고리형의 강직한 주쇄를 포함하고 있는 것이 특징이다. 한편 합금과 기타에 속하는 물질들은 엄격한 의미에서 준EP 물질이라고 할 수 있는데, 최근 많은 연구와 개발에 의해 물성과 성능이 EP에 가까운 제품도 있다.

Table 3은 여러 EP의 몇가지 대표적 물성을 나타내고 있다. 특수 성능 EP가 열변형 온도와 연속 사용온도에서 다른 EP보다 훨씬 높음을 알 수 있다.

김 광 응

1966 서울공대 화공과 졸업
 1972 미국 Polytechnic University (Ph.D)
 1973~ 미국 Rohm and Haas Co. Senior Scientist and Engineer
 1979~ KIST 고분자공정연구실장
 현재 (책임연구원)



한국과학기술연구원 고분자공정연구실 (Kwang-Ung Kim, Polymer Processing Laboratory, Korea Institute of Science and Technology, P. O. Box 131 Cheongryang, Seoul 130-650, Korea)

Table 1. Property Comparison of Engineering Plastics with Three Major Materials

Property	Metals	Ceramics	Plastics	Engineering Plastics
Tensile Strength	◎	○~◎	▲	○~◎
Compressive Strength	◎	◎	▲	○
Thermal Resistance	○	◎	X	▲
Flame Retardancy	◎	◎	X	▲
Moldability	○	▲	◎	◎
Processability	○	X	◎	◎
Corrosion Resistance	▲	◎	○	○
Weatherability	▲	◎	▲	○
Durability	◎	◎	▲	○
Light Weight	▲	○	◎	◎
Compounding	○	○	◎	◎
Lubricity	▲	○	○	◎
Abrasion Resistance	▲	◎	▲	○
Barrier	○	◎	○	◎
Design	▲	○	▲	◎
Electric Conductivity	◎	X (▲)	X (▲)	X (▲)
Electric Insulation	X	◎	◎	◎
Thermal Conductivity	◎ X (▲)	X (▲)	X (▲)	X (▲)
Thermal Insulation	X (▲)	◎	◎	◎

Note) 1. ◎ : Excellent ○ : Good ▲ : Poor X : Very Poor

2. () means that property can be improved by modification depending on material.

Table 2. Classification of Engineering Plastics

Class	Resin	Class	Resin
5 Majors	Polyamide (PA)		Polyether imide (PEI)
	Polycarbonates (PC)		Polyether ether ketone (PEEK)
	Polyesters (PET, PBT)		Aromatic polyesters
	Polyacetals (POM)		Polyarylate (PAR)
	Modified polyphenylene oxide (M-PPO)		Homopolyesters
Specialty	Sulfone polymers		Aromatic polyamides
	Polysulfone (PSF)		Thermoplastic elastomers (TPE)
	Polyether sulfone (PES)		Fluoro polymers
	Polyaryl sulfone (PAS)	Alloy and Others	Styrenic (ABS, SAN, SMA)
	Polyaryl ether sulfone (PAES)		Acryls (AAS, AES, ACS)
	Polyphenylene sulfide (PPS)		Polyolefins (UHMWPE, FR-PP, Polymethyl pentene)
	Polyimides (PI)		Ionomers
	Polyamide imide (PAI)		Alloys and Blends
Polyester imide (PESI)			

Table 3. Properties of Engineering Plastics

Glass	Resin	Tensile Strength kg/cm ²	Elongation %	Tensile Modulus 10 ⁴ /kg/cm ²	Compressive Strength kg/cm ²	Flexural Strength kg/cm ²	Flexural Modulus 10 ² /kg/cm ²	Impact Strength ¹ kg · cm/cm	Thermal Conductivity 10 ⁴ Cal/sec/cm ² /°C/cm	Specific Heat Cal/C/g	Coeff. of Thermal Expansion 10 ⁻⁵ /cm/C	Heat Distortion Temp. 186/4.6kg	Continuous Usage Temp. °C	
5 Major	Nylon 6	820	200	28	910	980	23	5.4	5.8	0.4	8.3	68/180	110	
	Nylon 66	840	200	31	1,050	1,190	29	5.4	5.8	—	8.1	70/230	120	
	PET	730	200	21	1,015	1,170	28	4.4	6.9	0.28	6.0	85/185	110	
	PBT	560	250	22	850	870	24	4.0	—	0.55	8.8	58/150	110	
	PC	650	130	25	750	900	25	65.0	4.6	0.28	6.6	140/143	120	
	PPO	680	60	25	1,100	950	25	25.0	5.1	0.32	5.2	130/140	104	
	POM	620	70	29	1,120	910	26	8.7	5.5	0.35	8.5	110/158	104	
Specialty	PSF	720	100	25	980	1,100	27	6.0	—	0.31	5.6	168/182	168	
	PES	840	50	24.6	—	1,300	26.5	8.7	4.0	—	5.6	203/210	190	
	PPS ²	1,200	1	—	—	2,000	140	7.0	—	—	2.2	260/—	220~240	
	PAI	1,530	13	46	2,600	2,030	50	14.0	5.7	—	3.6	274/—	—	
	PEI	1,070	60	31	1,430	1,480	33.7	5.0	—	—	5.6	200/210	170	
	PEEK	930	150	17	—	—	40	4.1	6.0	0.32	—	160/—	230	
	PAR	750	60	20	960	950	19	38.0	—	—	—	164/—	—	
	Arom.	700	8	18	1,400	1,000	32	2.2	9.0	—	5.1	300/—	260	
	Polyester													
	Teflon	300	300	4	120	—	5.6	16.0	6.0	—	—	—/120	—	
	Alloy and Others	ABS ³	500	60	20	700	700	25	32	6.3	—	10.0	104/112	—
		SAN	700	2	35	980	900	34	1.5	6.0	—	6.6	105/108	—
	Others	SMA	560	2	34	—	1,000	33	2.0	—	—	8.0	108/—	—
		AAS	430	30	—	630	21	10	—	—	—	8.0	90/97	—
AES		470	18	—	600	22	35	—	—	—	7.3	91/98	—	
ACS		450	50	—	580	25	—	6.0	—	—	8.5	80/—	—	
TPX ⁴		235	25	—	—	—	13	—	—	—	11.7	90/—	—	
UHMWPE		400	450	—	—	—	9.5	no break	8.5	—	13.0	46/85	—	
FT-PP ⁵		560	4	—	—	750	26	6.0	—	—	6.5	135/155	—	
Ionomer		275	370	0.3	—	—	0.3	85	6.3	—	12.0	34/48	—	

¹ Izod-impact with notch. ² With 40% glass fiber ³ High impact grade

⁴ Commercial name of polymethyl pentence. ⁵ With 10% glass fiber

Table 3의 물성은 강화 또는 보강되지 않은 상태에서의 물성이므로 적절한 강화, 보강 및 혼합 기술의 응용으로 특정 물성이 더욱 향상된 제품도 있다.

Table 4는 플라스틱의 제조 에너지를 여러 다른 재료와 비교하고 있는 데, 일반적으로 플라스틱의 제조 에너지가 금속의 4분의 1이하임을 알 수 있다. 물론 Table 4의 플라스틱은 EP를 포함하여 플라스틱 전반을 평균한 값이므로 EP 물질만 고려할 때 제조 에너지는 약간 더 상승할 것이다. 그러나 금속이나 세라믹에 비해 월등히 낮은 것은 확실하다. 기계적 강도도 높아 금속과 세라믹의 대체 재료로 각광을

Table 4. Energy of Manufacture for Various Materials (Average)

Material	Energy of Manufacture (10 ⁷ Joule/kg)
Magnesium	90
Aluminum	80
Steel	50
Copper	40
Glass	40
Paper	12
Plastics	10
Cement	9
Wood	4

받고 있는 데, Fig. 1에 EP의 인장 강도를 금속 재료와 비교하고 있다. 유리 섬유로 강화된 EP는 강도에서 금속과 거의 대등한 값을 갖는 데, 강도를 밀도로 나눈 비강도(T/d)는 보강되지 않는 EP도 금속과 대등한 값을 보이고 있다. 따라서 강화 기술은 EP의 강도를 크게 향상시킬 뿐만 아니라 플라스틱의 일반적 취약점인 내열성을 크게 개선한다. Fig. 2가 여러 EP수지에 대해 30% 유리 섬유로 강화시켰을 때의 인장 강도와 일변형 온도를 나타내고 있다. 5대 범용 및 특수 성능 EP의 강도와 내열성이 유리 섬유 강화로 크게 향상됨을 알 수 있다. 그러나 플라스틱의 내열성은 Fig. 3에 도시한 바와 같이 가격과 밀접한 관련이 있어, 내열성이 좋은 특수 성능 EP의 가격 저하와 비교적 나쁜 가공성의 향상이 과제로 남아 있다.

개발 현황 및 산업화 현황

Table 5는 5대 범용 EP의 주요 생산자와 상품명을

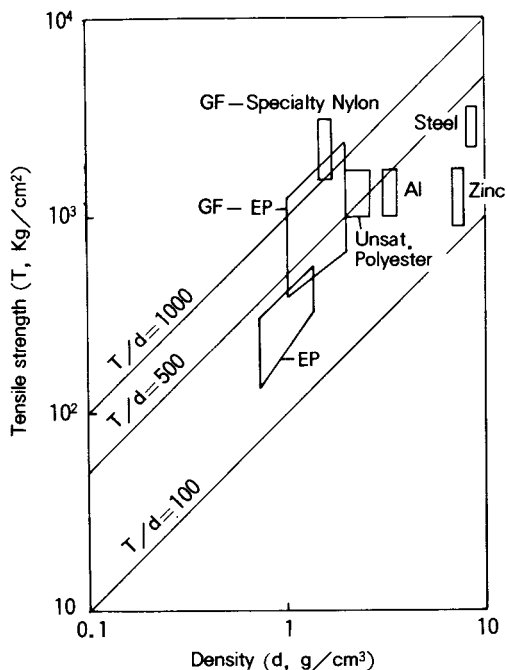


Fig. 1. Relative strength of various materials.

나타내고 있고, Table 6은 특수 성능 EP중 중요한 몇제품에 대한 생산자, 상품명, 특징을 나타내고 있다. 세계적으로 이들 EP 대부분은 소수의 생산자에

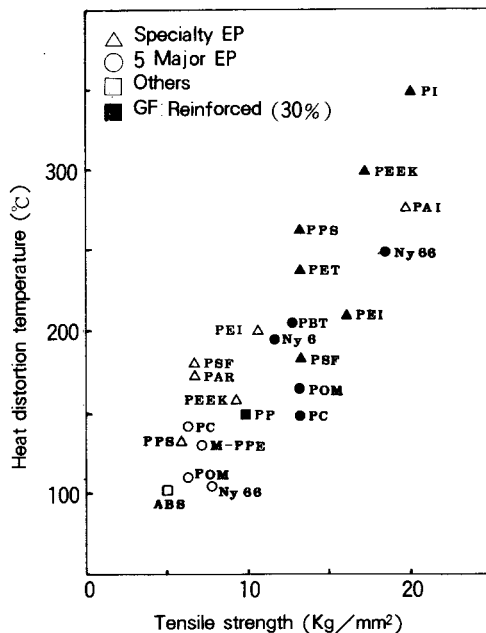


Fig. 2. Heat distortion temperature and tensile strength of various engineering plastics.

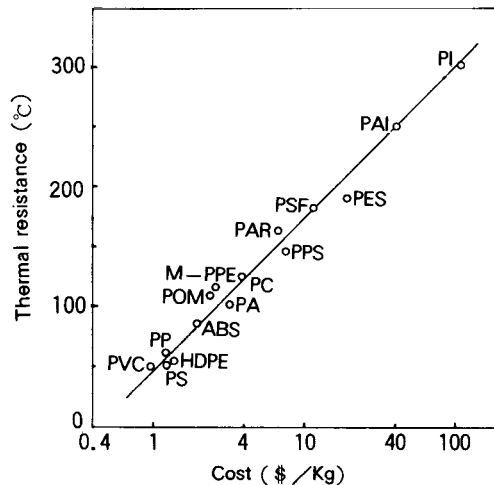


Fig. 3. Thermal resistance and cost of various unfilled plastics.

의해 거의 독점적으로 생산·공급되고 있고, 타회사로의 기술 이전이나 합작을 매우 꺼리고 있는 실정이다. 5대 범용 EP 수지는 현재 국내에서 일부 생산되고 있고 나머지도 곧 국내 생산이 이루어질 것이다. 그러나 특수 성능 EP의 국내 생산은 아직 없는 상태인데, 이중 한 두 제품에 대한 관심이 최근 고

조되고 있다.

EP 생산 및 관련 기술의 이전 기회는 급속하게 발전하는 EP 산업에 큰 장애 요소가 되고 있다. 또한 세계적인 화학 회사이면서 EP 관련 기술을 보유하고 있는 Du Pont, Dow, General Electric, BASF, EniChem 등이 합작 또는 단독으로 국내 진출이 이루어져, EP 및 관련 기술의 이전은 더욱 어렵게 되었다. 따라서 조속한 EP 기술의 국내 확립을 위해서는 자체적인 연구 개발이 불가피하고, 또 자체 개발과 기술 축적만이 국제 경쟁에서 이길 수 있는 첩경이 될 것이다. 다행히 많은 EP 관련 특허가 종료되고 있기 때문에 자체 개발에 대한 제약은 거의 없다고 볼 수 있다.

Table 5. Major Manufacturers of 5 Major Engineering Plastics

Resin	Company	Trade Name
Polyamides	Allied	Capron
	Ato Chemie	Rilsan
	Celanese	—
	DuPont	Zytel
	Monsanto	Vydyne
	Toray	Amilan
	Ube Kosan	Ube Nylon
Polycarbonates	General Electric	Lexan
	Bayer	Makrolon
	Mobay	Merlon
	Teijin	Panlite
	Mitsubishi Chem.	Iupilon
	Dow	Calibre
	Anic	Sinvet
Polyesters (PET, PBT)	Celanese	Celanex
	GE	Valox
	DuPont	Rynite
	BASF	Ultradur
	Bayer	Pocan
	Hüls	Vestodur
	Teijin	Teijin
Polyacetal (POM)	DuPont	Delrin
	Celanese	Celcon
	Ticona P.W.	Hostaform
	Polyplastics	Duracon
	Asahi Chem.	Tenac
	BASF	Ultraform
M-PPO	GE (Engineering Plastics)	Noryl
	Asahi Chem.	Xyron
	Mitsubishi Chem.	IUPIACE

개발 목표 및 전략

EP 생산 기술 및 관련 기술의 연구 개발 당위성을 요약하면 다음과 같다.

- EP 소재는 여러 기간 산업 분야와 직결되어 기본 소재로서 그리고 정교한 기능성 소재로서 활용되고 있으므로 이들 산업의 발달은 EP 산업의 발달과 병행되어야 한다.

- 현재 EP의 사용량은 일반 플라스틱의 4% 수준을 약간 상회하고 있지만, 가격에서는 약 20% 수준에 달해 비교적 부가가치가 높은 제품이다.

- 현재의 추세로는 당분간 년 15% 이상의 높은 성장율이 예상되고 있어, EP 제품과 관련 주변 기술은 좋은 수출 대상 품목이다.

- EP 관련 기반 기술의 축적은 물성의 다양화 및 제품의 다변화를 용이하게 하여 다품종·소량 생산을 특징으로 하는 EP 산업에서 경제성과 생산성의 최적화를 이룰 수 있다.

- 에너지 다소비형 제품인 금속과 세라믹에 대해 성능과 가격에서 충분한 경쟁력을 보유하고 있다.

- 국내 EP 산업의 기술 수준이 아직 초보적인 단계에 있고, 용도의 미개발로 인한 수요가 적을 뿐만 아니라 관련 후방 산업의 기술도 매우 미흡하다. 그러나 급격한 국내 수요 증가가 예상되고 있어 국내

Table 6. Manufacturers of Selected Specialty Engineering Plastics

Resin	Company	Trade Name	Remark
Sulfone Polymers	Union Carbide	Udel, Radel, Mindel	Thermal Resistance High Cont. Usage Temp.
	ICI	Victrex	
	3M	Astrel	
PPS	Phillips	Ryton	Thermal Resistance High Cont. Usage Temp. (220~260°C)
	Dai Nippon Ink	Daicomp. PPS.	
	Asahi Glass	Asahi PPS	
Polyimides	DuPont	Capton, Vespel	Thermal Resistance Mechanical Strength
	Amoco	Torlon	
	G. E.	Ultem	
	Rhone-Poulenc	Kinel, Kelimide	
	Dynamit Nobel Mitsubishi Chem.	Icdal Ti 40 BT Resin	
PEEK	ICI	Victrex	Thermal Resistance Chemical Resistance
Aromatic Polyesters	Carborundum	Ekonol	Thermal Resistance Toughness
	Kanegafuchi Chem.	NAP Resin	
	Unitika	U Polymer	
Aromatic Polyamide	DuPont	Kevlar, Nomex	Mechanical Strength
	Monsanto	PABH-TH-500 X	
	Bayer	AFT-2000	

EP 산업은 필수적이다.

이상 몇가지 EP의 연구 개발 필요성을 강조하였는데, 신기술·신소재의 개발 추세는 좀 더 지능적이고, 좀 더 민감하고, 좀 더 정확한 방향으로 추구하고 있다. 따라서 생산자, 가공자, 설계자, 수요자를 포괄하여 여러 산업 분야에서의 밀접한 협력 체계가 형성되어야 할 것이다. 더욱이 EP 생산 및 관련 기술이 Fig. 4에 도시한 바와 같이 여러 학문 분야에서의 기술 개발과 축적이 요구되고 있고, 상호 연관성이 있으므로 EP의 상품화와 제품화는 관련 분야의 총체적인 협력이 이루어져야 할 것이다.

5대 범용 EP 및 특수 성능 EP의 개발에 대한 국내의 흥미와 의욕이 매우 높아 용도 개발과 더불어 경제성만 확립되면 국내 생산이 곧 성취될 수 있을 것이다. 그러나 이미 언급한 바와 같이 관련 기술이 몇몇 회사에 의해 독점적이기 때문에 기본적인 관련 기술은 자체 연구로 확보되어 있어야 한다.

기본 수지에 관련된 생산·응용 기술은 물론 필수적이라 할 수 있지만 이와 관련하여 이들 EP의 물성

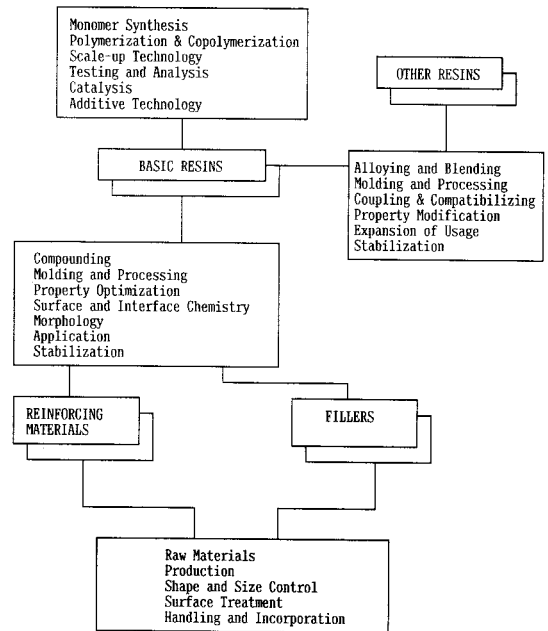


Fig. 4. Technology related to engineering plastics from materials viewpoint.

을 최대한 높히는 기술도 확보되어야 할 것이다. 이런 관련 기술에서 중요한 두 분야는 compounding과 blending기술이다. Compounding 기술은 여러 무기물질과의 혼합 기술로서 보강 및 강화 기술이라고 할 수 있다. 이 기술에서는 입자 또는 섬유 형태의 무기물 및 유기물과 matrix 수지간의 계면 현상이 제품의 최종 물성을 크게 좌우하게 되어, 최근의 연구 개발 동향은 이 계면에서의 현상, 특히 접착을 향상 시키려는 노력이 경주되고 있다. 무기물 또는 섬유의 표면과 matrix 간에 개시제, 단량체 등에 의해 화학적 반응을 유도하는 방법이나, 실란계, 티타늄계 등의 결합제(coupling agent)를 사용하여 계면 접착을 높히는 방법 등이 시도되고 있다. 탄산칼슘, 마이카, 아스베스토스 등이 충전제로 사용되고 있고, 유리 섬유, 탄소 섬유, 보론 섬유, 아라미드 섬유 등이 강화제로 이용되기도 한다. 금속 섬유도 가끔 이용되고 있다.

또 다른 중요한 기술은 blending 기술로서 고분자와 고분자의 혼합물이다. 합금 및 블렌드 기술에 의한 EP 제품은 이미 소개되어 있는 많은 제품외에도 앞으로 더 많은 제품이 개발될 것이 확실하다. Table

7은 새로운 고분자의 개발 및 상품화에 소요되는 기간과 투자 규모를 합금 또는 복합체 제품과 비교하고 있다. Table 7에 의하면 새로운 물질의 연구 개발보다 합금, 블렌드, 또는 복합체 기술에 의한 제품 개발이 훨씬 경제적인을 알 수 있다. 따라서 합금, 블렌드, 복합체에 대한 연구와 개발 활동은 세계적인 추세이고 이의 주된 목적을 다음 세가지로 요약할 수 있다.

- 특정한 요구에 따른 물성을 정확하게 조정할 수 있다.
- 가격과 성능의 최적화를 기할 수 있다.
- 가공성을 개선한다.

Blending기술에서도 compounding과 마찬가지로 둘 이상의 물질간에 형성되는 계면 현상이다. 다시 말해서 compounding에서의 무기물-고분자 간의 계면이 blending에서는 고분자-고분자 간의 계면이 되는 것이다. 분자량이 수만~수십만에 이르는 고분자 물질간의 비상용성(incompatibility)에 의해 대부분의 블렌드 물성이 각각의 물성보다 나빠진다는 것은 이미 잘 알려진 사실이다. Fig. 5의 상승작용이 없는 블렌드(nonsynergistic blend)가 비상용 블렌드의 경우를 나타내고 있다. 예로써 Fig. 6과 7에서 보는 바와 같이 polystyrene(PS)과 polyethylene(LDPE 및 HDPE)의 블렌드는 인장 강도와 연신률이 비상용성 거동을 보여 blending으로 이들 물성이 향상되지 않고 있다. 그러나 적절한 상용화제(compatibilizer)의 선택으로 이들 물성은 크게 향상될 수 있다. Fig. 8과 9는 각각 PS/HDPE와 PS/LDPE의 인장 강도를 세가지 다른 블럭 공중합체의 함량으로 나타낸 것으로 특정 블럭 공중합체(여기서는 polystyrene-*b*-polyethylene diblock)가 2%에서 가장 좋은 인장 강도를 보이고 있다. Triblock S-EB-S (polystyrene-*b*-polyethylenebutylene-*b*-polystyrene) 도 상당한 인장 강도의 향상을 보이고 있지만, diblock SEP(polystyrene-*b*-polyethylenepropylene)은 전혀 영향이 없다.

위의 예에서와 같이 blending 기술의 핵심은 계면의 개질에 의해 특정 물성을 용도에 맞게 향상시키는

Table 7. Years Required for Development and Commercialization of New Polymers (Examples)

Resin	Company	Manufacturing Unit	Years
		(10 ³ ton/yr)	Required for Commercialization
PSF	Union Carbide	7~10	16
PPS	Phillips	7~10	12
Amorphous Dynamit	Nobel	5~10	14
Nylon			
Nylon 12	Hüls	10~15	15
Investment (10 ⁶ \$)			
		New Polymer	Alloys/Composites
R & D		2~5	1~2
Plant Construction		10~50	1~10
Wages and Expenses		2~8	1~5
Losses		2~10	0~1
Total		16~72	3~18

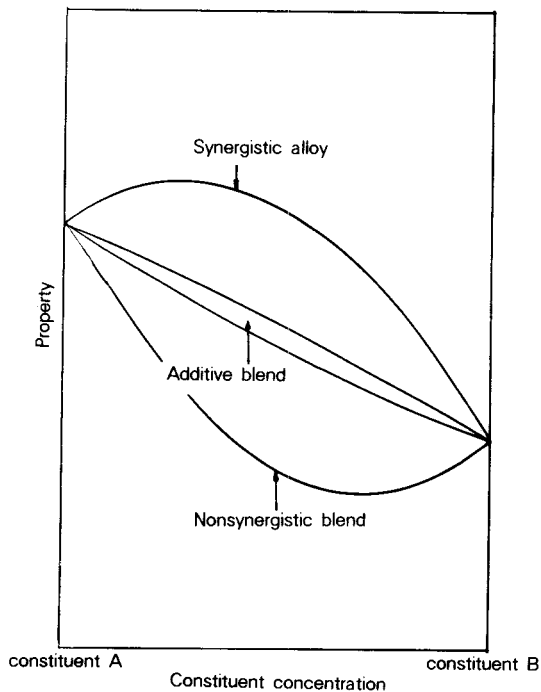


Fig. 5. Property of polymer blends and alloys.

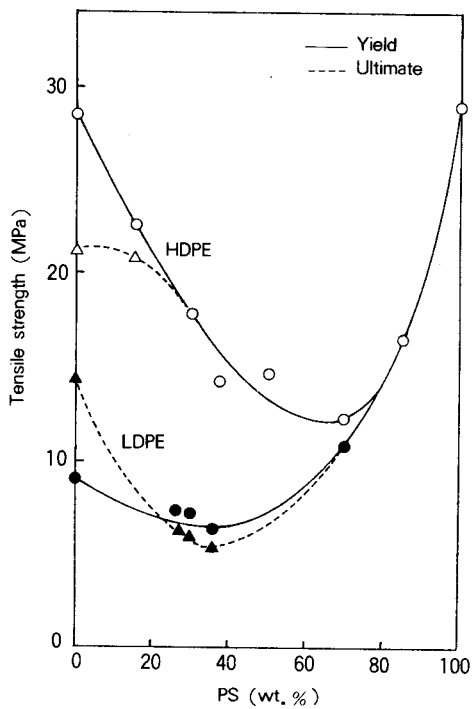


Fig. 6. Tensile strength of PS/LDPE and PS/HDPE blends.

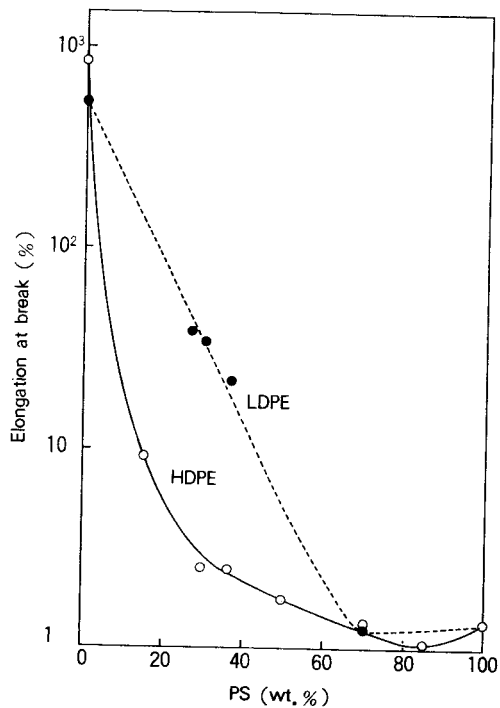


Fig. 7. Elongation at break of PS/LDPE and PS/HDPE blends.

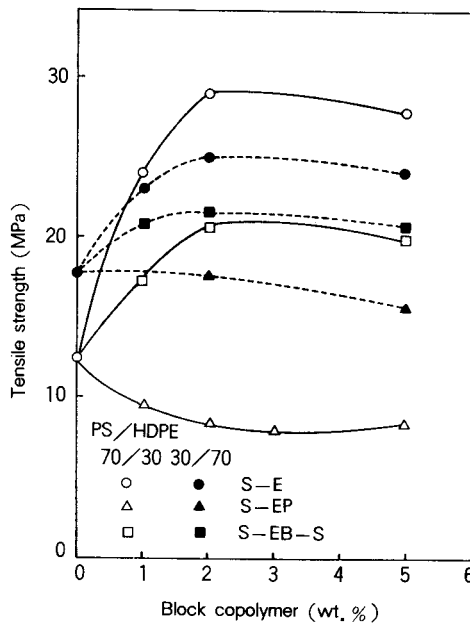


Fig. 8. Tensile strength vs. block copolymer level for PS/HDPE 70/30 and 30/70 blends with three block copolymers.

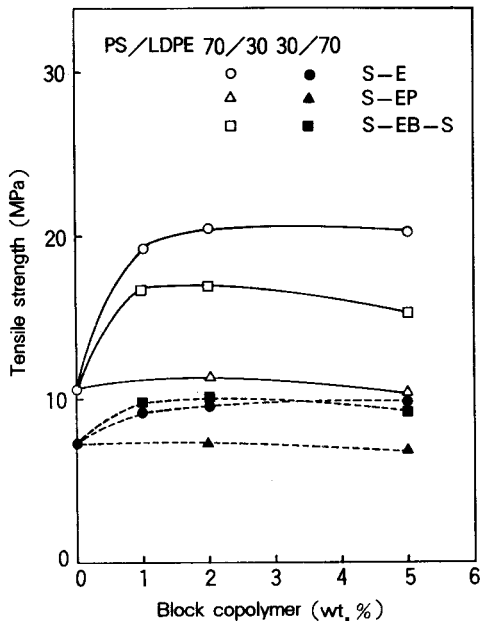


Fig. 9. Tensile strength vs. block copolymer level for PS/LDPE 70/30 and 30/70 blends with three block copolymers.

Table 8. Demand of Engineering Plastics and Compounding Ratio

Resin	1984		1990	
	Demand (10 ³ ton)	% Compounded	Demand (10 ³ ton)	% Compounded
PA	565	50	910	60
PC	225	5	315	25
POM	210	3	325	15
M-PPO	160	100	225	100
PBT	85	80	155	80
PET	18	100	75	100
Others	22	50	45	50
Total	1,285	44%	2,050	56%

기술로서, 상용화제 또는 첨가제에 의해 상승 효과 (synergistic effect)를 초래할 수 있도록 설계되고 생산되어야 한다. 다시 말해서 향후 compounding과 blending 기술은 무기물-고분자 또는 고분자-고분자의 계면 개질에 대한 연구 개발 경쟁이라고 할 수

Table 9. Some Alloy and Blend Programs in the U.S.

Amoco	PSO/ABS PSO/PBT Nylon/Polyarylate
Arco	SMA/PC
Borg-Warner	PPE/PS ABS/PC ABS/Nylon
Celanese	PBT/PET Nylon/Elastomer PBT/Polyarylate Acetal/Elastomer
DuPont	Nylon/Elastomer PET/Elastomer Acetal/Elastomer PBT/PET
General Electric	PPO/PS PC/ASA PPO/Nylon PC/Polyester PBT/PET PVC/ASA
ICI	PEEK/PES
Mobay	PC/ABS PBT/PET PC/Polyester

있다.

Table 8은 5대 범용 EP의 수요와 compounding 비율을 나타낸 것으로 1984년도의 실적과 1990년도의 예상치를 비교하고 있다. Table 8에서 보는 바와 같이 5대 범용 EP의 compounding 비율은 점차 높아지고 있어 1990년에는 EP수지 단독보다는 compounding된 제품의 비중이 더 크다. 합금이나 블렌드에서도 경향은 비슷하여 많은 회사들이 blending 기술개발에 박차를 가하고 있다. Table 9는 미국을 중심으로 한 몇 회사의 블렌드와 합금 개발 계획으로 5대 범용 EP 및 준EP 물질을 특정 물성 또는 특정

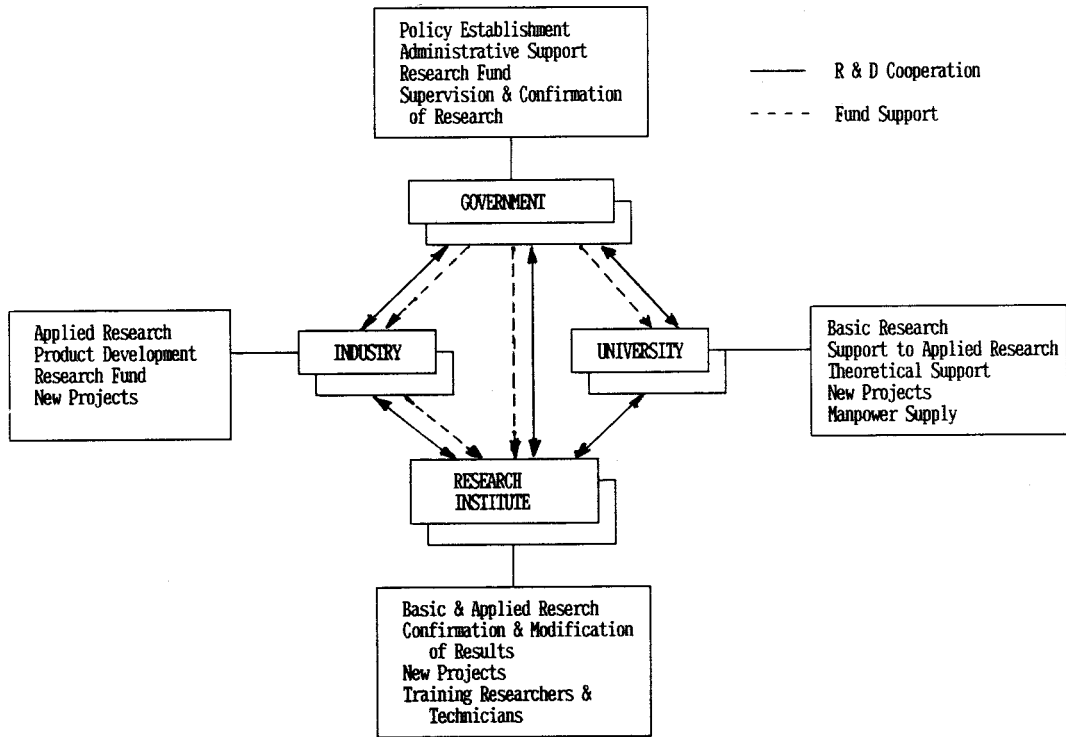


Fig. 10. Cooperation and support scheme for R & D of engineering plastics.

용도로 개발하려는 노력을 엮을 수 있다. 결론적으로 Table 8과 9는 향후 EP 과제의 연구 개발 방향을 제시해 주고 있다고 볼 수 있는데, EP 수치 자체의 생산 기술 뿐만 아니라 compounding 및 blending 기술의 개발과 축적은 반드시 성취되어야 할 것이다.

EP 기술 및 관련 기술의 성공적인 수행은 Fig. 10에 나타낸 바와 같이 어느 한 기업이나 연구소, 대학이 독자적으로 수행하기 보다 정부, 기업, 대학, 연구소가 긴밀한 협력과 지원으로 이룩 되어야 할 것이다. 특히 좁은 전문 분야의 지식만으로는 한정된 연구 결과를 초래하기 때문에 관련 학문 분야의 참여가 있어야 한다.

맺는 말

열가소성 EP의 개발 및 산업화는 아직 몇몇 기술 보유 회사의 독점적인 상태를 크게 벗어나지 못하고

있다. 그러나 이들 EP의 수요는 전기, 전자, 자동차 등 관련 여러 산업 분야의 발달과 더불어 급격하게 증가될 것이 확실하다. 이제 태동기라 할 수 있는 국내의 사정은 더 큰 수요 증가가 예상되고 있어 EP 관련 기술의 확립이 조속히 이루어져야 할 것이다. 5대 범용 EP의 국내 생산은 거의 확보된 셈이나 특수 성능 EP의 경우는 아직 수요가 많지 않아 활발하지 못하다. EP의 compounding, blending 등 주변 관련 기술도 아직 초보적인 단계라고 할 수 있다. 따라서 합금, 블렌드, 복합체에 대한 기반 기술의 확립과 EP 수지에 관한 기초, 합성 및 제조, 응용 등 제분야에 걸친 연구 개발이 병행되어야 한다. 또한 관·학·연·산 간의 긴밀하고 유기적인 협력 체제와 상호 보완적인 지원이 뒤따라야 한다.

참 고 문 헌

1. “고분자 신소재에 관한 기초 자료의 수집 분석과 개발 전략에 관한 조사 연구”, 한국과학기술원, 1985.
2. J. Frados(Ed.), “Plastics Engineering Handbooks”, Van Nostrand Reinhold Co., N. Y. 1982.
3. D. R. Paul and S. Newman (Ed.), “Polymer Blends, Vol. 1 & 2”, Academic Press, N. Y. 1978.
4. O. Olabisi, L. M. Robeson, and M. T. Shaw, “Polymer-Polymer Miscibility”, Academic Press, N. Y. 1979.
5. “21세기의 고분자 과학과 기술”, 고분자학회(일본), 1984.
6. “21세기를 여는 신소재 개발(통상산업성편)”, 동양경제신보사(일본), 1984.
7. “엔지니어링 플라스틱의 특성과 성능”, 플라스틱(일본) **36**, 26 (1984).
8. “소재공업 기술개발 전략을 위한 조사연구”, 한국과학기술원, 1981.
9. “신소재 장기 국내외 시장전망과 개발전략에 관한 조사연구”, 과학기술처, 1985.
10. *Modern Plastics International*, Jan. 1983~1990.
11. *Plastics Engineering*, Jan, Feb., Dec. 1985, July, 1986, Jan., Feb., July 1987, Feb. 1988, Jan., Feb., May, Sept., Dec., 1989, Jan., Apr., 1990.
12. “Compounding 기술개발 I, II & III”, 한국과학기술원, 1985~1987.
13. 伊保内 賢 等, “엔지니어링 플라스틱 사전”, 技報堂出版(日本). 1988.
14. 김광웅, 석유화학, 9월, 1985, p.43 ; 3월, 1988, p. 57.
15. 김광웅, D. J. Meier, 폴리머, **13**, 40 (1989) ; **13**, 119 (1989) ; **13**, 229(1989).
16. K. U. Kim and T. S. Park, *Int. Polymer Processing*, **4**, 196 (1989).