

<FRP-(2)매트릭스 수지>

건축경기 활성화로 수요 증가 국내 생산은 늘고 수입은 감소!

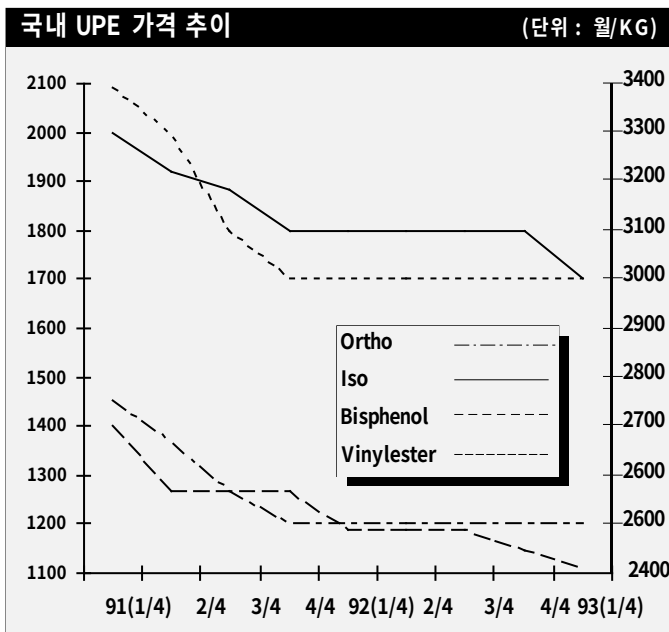
범용 FRP의 원료수지로서는 일반적으로 열경화성 수지, 즉 불포화폴리에스테르수지(UPE), 에폭시 수지, 페놀수지, 실리콘수지, 비닐에스테르수지 등이 이용된다.

이중 UPE는 원가, 성능의 관점에서 매우 이상적인 수지로서 약 95%를 차지하고 있다. 또 탄소섬유를 중심으로 하는 첨단 고분자의 매트릭스로는 불포화폴리에스테르수지 보다 기계적 성능 내식성 접착성 등이 우수한 에폭시 수지가 현재 80%이상을 점유하고 있지만 비스마레이미드수지(BMI), 폴리이미드 등과 같은 내열성 수지와 PPS, PEEK와 같은 고성능 열가소성수지의 중요성이 점차 증가하고 있기때문에 에폭시수지의 사용비율이 상대적으로 낮아질 전망이다.

불포화폴리에스테르수지

불포화폴리에스테르수지 (UPE: Unsaturated Polyester Resins) 무수말레인산, 프탈산등의 불포화 유기산과 EG, DEG등 Dihydric Alcohol의 축중합에 의해 얻어지는 불포화 알키드수지와 Styrene과 같은 Vinyl Monomer의 조성물을 말한다.

국내 UPE시장은 애경화학·미원·내쇼날합성·고려화학 등에서 생산, 판매하고 있는데 생산량은 91년6만8000톤 92년 7만2000톤으로 나타났다. 93년에는 하반기 건축경기의 활성화와 섬유산업 등이 활기를 띠고있어 수요증가가 예상된다.



국내 UPE공급현황		(단위: M/T)		
구 분		1992	1993	1994
생 산		72,000	88,000	90,000
수 입		2,241	2,000	2,000
합 계		74,241	90,000	92,000

국내 UPE 생산량		(단위: M/T, %)			
구 분	생산능력	1991	1992	1993	1994
애 경 화 학	60,000	20,000	22,000	30,000	30,000
내 쇼 날 합 성	50,000	17,000	18,000	30,000	30,000
미 원	45,000	15,000	15,000	20,000	20,000
고 려 화 학	10,000	5,000	5,500	6,000	6,000
기 타	12,000	11,400	11,500	12,000	14,000
합 계	177,000	68,400	72,000	88,000	100,000

92년기준 기업별 생산현황을 보면 애경화학이 2만2000톤으로 30.6% 내쇼날합성 1만8000톤 25.0% 미원 1만5000톤 20.8%등 모두 7만2000톤을 생산·판매한 것으로 나타났다. 또 수입은 88년 4300톤을 기록한후 계속감소하여 89년 2966톤, 90년 1929톤 91년 1887톤 92년 2241톤으로 나타났으며 93년에는 2400여톤94년에는 2500여통에 이를 전망이다.

주 수입선은 미국으로 전체 수입량 2241톤 가운데 미국이 34.7%인 777톤, 일본 370톤 16.5%, 독일277

톤 12.4% 이태리 246톤 11.0%로 나타났다.

UPE의 주 용도는 유리섬유의 강화재로 이용하는 GFRP이다.

92년기준 UPE는 GFRP용으로 59%, 인조대리석용으로 17%, 도료용 14%, 단추용 10%로 추정된다. 따라서 GFRP의 수요증대 여부가 UPE수요의 증가와 밀접한 관련을 갖고 있다. 이밖에 UPE는 80년대 이후 국내기술의 발전으로 고급수지가 개발 최근에는 SMC, BMC, RTM(Resin Transfer Molding), 초내식용 등에 이용되고 있으며 건축자재와 선박, 차량, 전기전자, 항공, 스포츠용품, 방산용품 등에 수요가 기대된다.

적층용에 사용되는 UPE는 애경화학이 35%, 내쇼날합성 30%, 미원25%, 기타10%이다. 92년 적층용 수요량은 3만2000톤 규모이며 93년에는 3만5000톤94년에는 3만6000톤이 예상된다. 이는 92년부터 시작한 물탱크의 PE수지가 UPE수지로 대체되기 때문이다. 또 폐수처리장의 일부 물탱크와 신도시 건축물이 수요 증가의 요인으로 지적되고있다.

정화조는 90년 이후 PE정화조에서 UPE정화조로 대체되기 시작 현재 경쟁이 가장 치열한 부분이 되고있다.

UPE가 개발되기 이전에는 페놀수지 염화비닐수지(PVC) 등이 사용되었는데 페놀수지는 가공시에 반응부산물이 생산되고 수백도에 달하는 고온과 수기압의 압력에 어려움이 있었다. 또 염화비닐수지는 상온에서 고형분으로 되어있기때문에 유리섬유를 함침(Impregnation)시키기 위해 역시 높은 온도가 필요하였고 또 높은 온도에서도 여전히 점도가 커서 유리섬유를 효과적으로 함침시키기가 어려웠다.

이와는 달리 UPE는 상온에서 액상이므로 섬유와 섬유사이에 균일하게 퍼지는 것이 용이하며 상온, 상압에서 가공할수 있는 장점을 가지고 있다. 이외에도 불포화 폴리에스테르수지는 유리섬유와의 접착성도 비교적 양호한 편이어서 현재 GFRP용 수지의 주류를 이루고있다.

일본의 열경화성 수지 생산실적 및 전망 (단위 : M/T, %)				
구 분	수지품목	1992	1993	증감률
페놀수지	성형재료	60,699	60,100	▽1
	일반적층품	77,249	66,700	▽14
	화장판코어	14,426	14,700	2
	헬몰드용	41,762	39,700	▽5
	목재가공접착제용	27,609	26,200	▽5
	기타	133,761	131,100	▽2
	소 계	355,506	338,500	▽5
요소수지	성형재료	25,894	23,100	▽11
	접착제용	370,053	352,000	▽5
	기타	27,149	25,800	▽5
	소 계	423,096	400,900	▽5
멜라민수지	성형재료	14,428	13,100	▽9
	화장판용	5,185	5,300	2
	"(10 ³ m)	(163,05)	(166,00)	▽2
	도료용	28,353	27,500	▽3
	접착제용	75,279	71,500	▽5
	기타	8,626	8,600	0
	소 계	131,871	126,000	▽4
불포화 폴리에스테르수지	FRP용	196,850		
	비FRP용	62,511		
	소 계	259,361	262,700	1
알키드수지		150,415	150,400	0
합 계		1,320,249	1,278,500	▽3

자료) 일본 합성수지 공업협회

국내 에폭시수지 생산현황 (단위 : M/T)				
구 분	생산능력	1992	1993	1994
국 도 화 학	25,000	13,000	15,000	18,000
금 호 S h e l l	8,500	2,000	3,000	3,000
제일 CIBA-GEgy	7,000	2,500	2,800	3,000
력 키 예 폭 시	5,000	3,500	4,500	4,500
고 려 화 학	4,000	4,000	4,000	4,000
합 계	49,500	25,000	29,300	32,500

일본의 에폭시수지 수요 (단위 : M/T, %)				
구 분	4~6월	증감률	4~6월	증감률
도 료	14,070	▽4	27,870	▽4
전 기	14,870	5	28,090	4
토 목 건 축	8,210	0	16,330	▽2
내 수 계	37,150	0	72,290	▽1
수 출	4,570	27	8,870	23
합 계	41,720	3	81,160	1

기준) 1992

UPE의 용도별 비중은 적층용 45%마블용 20%, SMC 및 단추용 각 10%, Gel cat 및 도장용 각 5% 정도이다.

92년 적층용 수요량은 3만2000톤에서 93년에는 물탱크의 수요증가로 92년대비 9.4% 증가한 3만5000톤94년에도 10%증가가 예상된다. 특히 92년 하반기부터 일부물탱크가 PE에서 UPE로 대체되기 시작하며 신도시 개발의 수요증대가 큰 비중을 차지할 것으로 보인다.

적층용 UPE 점유율은 애경화학이 35% 내쇼날합성 30%, 미원 25%, 기타 10% 에 이르고 있다.

선박용 UPE는 어선용 수요증가로 100톤 이상의 수요가 예상되며 마블은 92년 1만톤에서 93년에는 정체 및 소량 증가하는 선94년에도 비슷한 추이가 예상된다.

단추용은 92년 5500톤에서 93년에는 소량 감소에서 94년에는 정체가 예상되는데 이는 섬유시장의 불황에 기인한다.

Gel Coat는 92년에는 애경화학이 40%, 내쇼날합성 30%, 미원 25% 기타 5%의 시장 점유율에서 93년 및 94년에도 큰 변화는 없을 것으로 추정되는데 수요량은 4000~4500톤에 이르고있다.

도장용은 91년 3200톤에서 올해는 소량감소할 것으로 보이며 내식·내약품성 규모는 2000~3000톤에 이를 것으로 보인다.

UPE수지에서 중요한것은 반응성 단량체인 스티렌(styrene)이다. 스티렌은 자체 탄소원자 사이에 2 중결합을 가지고 있는 반응성이 매우높은 단량체이다.

UPE수지의 제조공정은 대부분의 경우 Batch식으로 이루어지고 있다. 계량된 원료를 반응기에 투입한후 반응조건을 적절히 조절하여 원하는 등급의 수지를 제조하여 반응기를 비우고 다시 반복 생산하는 형식으로 UPE를 제조한다.

예열된 글리콜과 가온용융된 포화산 불포화산(무수말레인산 등)을 계량하여 반응조에 투입하고 온도를 190°C에서 200°C로 승온하여 에스테르화 반응을 진행시킨다. 이때 반응조내에 불활성가스를 도입하여 에스테르반응시 수지의 착색을 방지해야하며 냉각기의 온도설정에 주의하여 축합수를 적절히 제거하고 글리콜이 물과함께 반응조에서 빠져나가는 것을 방지해야 한다.

일본의 에폭시 수지 장기수요 추정 (단위 : M/T, ▽는 감소)						
구분	1992	1993	1994	1995	1996	1997
도료	57,278 (0)	59,210 (3)	65,070 (5)	63,730 (3)	65,450 (3)	67,230 (3)
전자	56,175 (▽8)	57,310 (2)	58,880 (3)	61,040 (4)	62,480 (2)	63,850 (2)
토목접착	34,690 (0)	36,520 (5)	39,580 (8)	42,750 (8)	46,070 (8)	49,520 (7)
내수계	148,144 (▽3)	153,040 (3)	160,530 (5)	167,520 (4)	174,000 (4)	180,600 (4)
수출	15,069 (62)	13,900 (▽8)	12,600 (▽9)	10,700 (▽15)	10,700 (0)	10,700 (0)
합계	163,213 (1)	166,940 (2)	173,130 (4)	178,220 (3)	184,700 (4)	191,300 (4)

주) 괄호안은 증감률
자료) 일본에폭시수지공업회

페놀수지의 국가별 수입현황(1992) (단위 : M/T, 1000달러)		
구분	수량	금액
독일	3,222	5,040
일본	2,967	8,044
미국	2,935	7,699
프랑스	974	1,351
이태리	810	872
싱가폴	479	557
인디아	364	434
영국	357	844
대만	247	283
기타	121	215
합계	12,476	25,339

국내 페놀수지 생산현황 (단위 : M/T, %)					
구분	1992	1993	1994	점유율	비고
강남화성	20,100	24,000	25,000	27.3	자체소비
코오롱유화	19,200	22,000	23,000	26.1	
두산전자	18,000	20,000	21,000	24.5	
신명H.A	4,800	5,000	5,000	6.5	
신성기업	4,200	4,500	5,000	5.8	자체소비
고려화학	1,800	2,000	2,500	2.4	
기타	5,400	6,000	6,000	7.4	
합계	73,500	83,500	87,500	100	

ACM의 용도별 수요현황(단위 : M/T, %)			
구분	1984	1995	평균증감률
우주항공	3,788	33,566	22
스포츠용품	3,084	7,938	9
산업용	2,178	7,031	11
자동차	340	726	7
기타	521	1,255	8
합계	9,911	50,486	16

UPE의 가격은 Ortho타입은 KG당 92년 1200원선에서 93년에는 1100원으로 하락했다. ISO타입은 KG당 2000원선에서 92년1/4분기에는 1800원으로 10% 떨어졌으며 Bisphend타입은 91년 1/4분기 2700원에서 92년 2500원 현재에는 2500원선에서 거래되고 있다. Vinylester타입은 91년 3500원에서 92년 이후부터 3000원선을 유지하고 있다.

UPE의 특징은 다양한 성형방식이 가능하며, 저압성형이 가능하다. 또 물성이 뛰어나며 내식성이 양호하다.

향후 UPE수요는 92년부터 시작된 축산용, 가정용 정화조 등에 크게 의존할 것으로 보인다. 현재 축산용은 정화율이 90% 이상에 이르는데 시장규모는 100억원으로 추정된다.

또 정화조 분야에서는 현재 30~40%에 이르는데 70%에 이르며 가정용은 40%수준으로 큰 수요신장이 기대된다.

외국의 경우 일본은 최근 현재 오수와 생활용수를 각각 처리하는 이중구조에서 오수분야정화조와 생활용수를 같이 정화하는 정화조가 개발 주목을 끌고있다.

특히 일본에서 마블류의 수요증가로 연평균 120~130%성장, 규모가 1만톤에 이를 것으로 전망된다. 또 Isophthalic gel coat는 지속적으로 마블응용분야에서 중요한 역할을 수행할 것으로 보이며, 대리석의 효과를 보이는 부엌 및 욕실용 gel coat의 수요가 증가할 것으로 보인다.

일본의 UPE 수치 수요는 92년기준 건축용 3만8000톤 빌딩용 18만톤, 선박용 3만1000톤, 자동차용 2만5000톤, 산업용 5만8000톤 등 43만2000톤에 이르고 있다.

미국에서는 자동차 및 트럭, 운송설비 등의 보일러용 수요가 증가, SMC자동차의 계열사인 Dearborn은 자동차용에 사용되는 UPE의 수요량이 꾸준히 증가, 93년 모델형 자동차 및 트럭에 UPE가 사용되는 부품은 300개 이상이며 91년대비 20%이상 증가한 것으로 보인다.

미국의 UPE용도별 추이를 보면, 건축용에 17만6000톤 방청제에 13만6000톤, 선박용 11만1000톤, 운송용 8만7000톤, 소비재에 5만6000톤 등 66만8000톤에 이르고 있다.

유럽에서는 Neste등의 기업이 LSE(low styreneemi-ssion) Resin 공급에 주력하고 있으며, 특히 Nordic 국가들에서 LSE Resin 수요가 크게 늘고있는 것으로 나타났다.

이와같이 UPE는 당초 도료용에서 최근에는 정화조, 욕조등의 건축재료 및 선박, 자동차 등의 수송기기 분야에서 전체수요의 70% 이상을 점유하고 있으며 FRP로서의 용도가 점차 증가되고 있다.

에폭시 수지

에폭시 수지는 분자내에 에폭시 구조를 가지고 있는 것으로 디글리시딜에테르(Diglycidyl Ether)계인 범용수지와 특수한 용도를 위하여 개발되고 있는 특수수지로 구분한다. 디글리시딜에테르계 범용에폭시수지의 대표적인 것은 비스페놀 A와 에피크로로히드린을 원료로 하여 제조하는 DGEBCA (Diglycidyl Ether of Bisphenol A)형이다.

국내에는 1970년에 수입되어 에폭시수지 산업이 탄생됐다. 현재 국내 에폭시수지 산업을 주도하고 있는 국도화학이 1972년 에폭시 기본형 수지를 생산하기 시작하여 10년 이상을 독점해 왔으나 80년대 중반이후 럭키—Dow, 고려화학, 제일—시바가이기, 금호 Shell 등이 에폭시 수지를 생산 치열한 경쟁체제로 들어섰다.

현재 국내 에폭시수지 생산능력은 4만900톤으로, 92년 판매량은 2만5000톤으로 나타났다. 각 기업별 92년 판매량을 보면 국도화학이 1만3000톤으로 52%, 금호2000톤 8%, 럭키에폭시수지 3500톤 14%, 제일시바가이기 2500톤 10%등으로 나타났다. 고려화학은 4000톤을 생산했으나 대부분 자체소비하고 있다. 93년수요는 92년대비 15% 증가한 2만9000톤으로 예상되는데, 국도화학 1만5000톤, 럭키 에폭시 4500톤, 제일시바가이기 2700톤 등의 판매가 예상된다.

94년에는 3만여톤이 예상되고있다.

수입은 92년 1만5000톤으로 나타났는데 이중 반도체제조용이 6600톤으로 5352만9000달러를 보였다. 주수입선은 일본으로 94%인 6200톤에 이르렀다.

93년수입은 6월기준 7100톤, 5000만달러에 이르는데 반도체제조용이 2824톤, 기타분야가 4300톤으로 나타났다.

수출은 92년기준 1만3000톤으로 2800만달러를 기록했는데 이 가운데 반도체 제조용은 148톤으로 1%에 이르고 있다.

현재 에폭시수지 가격은 내수는 KG당 2300선에, 로칼가격은 2.2달러에 거래되고 있다. 향후 에폭시수지 가격은 주원료인 BPA와 ECH(에피크로히드린) 등의 가격안정으로 안정세를 보일것으로 전망된다.

향후 에폭시수지 시장은 국도화학이 전북이리공단에 1만5000톤 규모의 고브롬 특수에폭시 등 첨단 고기능 에폭시수지 공장을 건설, 오는 94년초부터 가동예정으로 있어 공급과잉이 예상된다.

국도화학은 IC봉지재와 다층원료, EP용 난연첨가제 등으로 사용되는 고브롬 특수에폭시를 연산 6000톤, 다층PCB용 6000톤, 특수폴리아미드 수지 3000톤을 생산예정인 것으로 알려졌다.

용도별로는 맥주의 캔화에 따라 도료용 수요가 대폭 증가하고 선박 및 분체용도 신장할 전망이다. 전기용은 프린트배선판, 봉지재가 생산조정 등의 영향으로 올해 이후 4~5%의 성장이 기대되며, 토목 접착용은 92년 대비 25%신장이 기대된다.

현재 에폭시수지는 도료용 55%, 전기·전자용 26%, 2차가공 15%, 기타 4%로 나타났다.

또 에폭시수지는 공급과잉으로 가격 할인 경쟁이 치열, 수요자측에서는 좋은 구매조건에 양질의 서비스를 받고있는 것으로 나타났다. 이에 에폭시수지 생산기업들은 가격경쟁으로 시장잠식의 어려움을 감안, 확고한 고객서비스와 교체손실 비용부담 등을 하고있는 것으로 알려졌다.

에폭시수지 제조에 있어 분자량은 투입되는 원료의 물비를 조절하여 변화시킨다. 물비가 1에 가까울수록 분자량이 증가하지만, 실제 고분자량의 에폭시 수지를 제조할 때는 저분자량의 에폭시수지에 다시 BPA를 첨가하여 반응시키는 2단계 조제방법이 이용된다.

BPA형 에폭시 기본수지는 알카리 존재하에서 BPA와 에피크로히드린의 축합반응에 의해 생성되는 전형적인 축합고분자이다.

DGEBA형 수지의 물성을 개선한 노보락형 에폭시수지는 보노락 수지에 에피크로히드린을 반응시켜 제조되는 것으로 DGEBA에 비해 내열성, 내화학약품성, 접착력 등이 우수하다.

최근에 개발된 특수에폭시수지로는 환식지방족 에폭시수지(Cycloaliphatic Epox-Oxide Resins), 그리시딜에스테르수지(Glycidylamines), 복소환식에폭시수지(Heterocyclic Epoxide)등이있다.

이중에서 첨단고분자 복합재료로서 활발히 연구되고 있는것은 그리시딜 수지로서 대표적인것은 TGDDM(Telraglycidyl Diamino Diphenyl Methane)이다.

또 에폭시수지의 강화제로는 180°C강화제인 디아민페닐설폰(DDS)과 130°C 강화제인 디시안 디아미드(DICY)가 있다.

이중 DGEBA/DICY와 TGDDM/DDS의 조합이 흔히 사용되는데 D/D는 주로 스포츠용품에 T/D는 항공기용 경량구조재에 이용되고있다.

한편, 일본의 에폭시수지 생산능력은 연간 21만1500톤으로 추정되는데 92년에는 16만3000톤을 생산·판매한 것으로 알려졌다. 일본의 경우 에폭시수지가 과거 수년간에 걸쳐 비약적인 성장을 해왔으나 91년 후반부터는 성장세가 다소 떨어지고 있는것으로 알려졌다.

92년 일본의 에폭시수지 판매는 내수가 91년 수준을 밑돌았으나, 수출이 62%신장, 전체적으로는 1%증가한 16만3000톤으로 나타났다. 93년에는 92년대비 2%증가한 16만7000톤에 이를 전망인데 부문별로는 도료용이 3% 증가한 5만9000톤, 전자·전기 2% 증가한 5만7000톤 토목·접착 5% 증가한 3만6000톤으로 내수는 15만3000톤에 이를 것으로 보인다. 반면, 수출은 92년대비 8% 감소한 1만3900톤에 이를 전망인데 이는 92년 수출량이 상대적으로 많았기때문으로 풀이된다.

세계적으로는 Shell Group이 에폭시수지 국제 전략을 강화, 서비스와 제품의 차별화를 통해 수지사업을 강화하고 있어 주목된다. Shell은 연구·개발면에서 수요자 요구를 과감히 수용하고 환경대응연구도 중점적으로 수행하며 탈염소 신 공정 개발에 주력할 예정이다.

한편, 세계 에폭시수지 시장은 최근 수년간 아시아 시장이 급성장, 세계의 32%를 차지하고 있으며, 미국 27%, 유럽28%에 이르고있다. 각 지역별 성장률은 유럽 미국이 3~5%, 아시아가 6~7%를 나타내고 있다.

에폭시수지는 기계적성질이 좋고 경화수축이 적으며 접착성이 좋은 반면, 작업성은 떨어지고있다.

한편, 최근까지 CFRP용으로 에폭시수지가 주로 사용되었지만 고온에서 견딜수 있는 내열성수지인

폴리이미드 수지가 개발 대응되고 있다.

에폭시수지가 복합재료의 매트릭스로 주목을 끌기 시작한 것은 탄소섬유 때문이다. 제 2세대 복합재료의 결정체인 CFRP용 매트릭스에는 에폭시 외에도 불포화폴리에스테르, 폴리이미드수지, 폴리설폰 등이 있다. 그러나 에폭시수지가 CFRP용 매트릭스의 주류를 이루고있다.

에폭시수지는 불포화폴리에스테르에 비해 비싸지만 접착성이 좋기때문에 복합재료중에 들어있는 강화섬유의 특성을 십분 발휘할 수 있게 해준다. 또 에폭시수지는 경화반응시 수축이 거의 일어나지 않기때문에 7%의 높은 수축률을 나타내는 불포화폴리에스테르수지에 비해 정교한 제품을 만드는 것이 용이하다.

에폭시수지의 특성은 또 분자 구조에서 비롯된다. 분자중에 에폭시기를 포함하는 유기화합물을 총칭하는 것이 에폭시수지이다.

페놀수지는 고분자 재료중 처음 상품화된 재료로서 1910년 베크라이트란 상품명으로 시판되어 가장 역사가 오래된 열경화성 수지이다.

페놀수지 및 기타수지

페놀수지는 내열성, 전기 절연성이 우수하여 성형분말, 적층판용 수지, 결합제 등의 형태로 사용되어 전화기, 스위치, 일반절연판, 인쇄회로기판으로 널리 활용되고있다.

국내 페놀수지 수요는 8만6000톤으로 이중 85.5%인 7만3500톤을 국내에서 공급했고 15.5%인 1만2500톤을 수입에 의존했다.

국내 페놀수지 생산현황을 보면 강남 화성이 2만톤으로 27.3%, 코오롱유화 1만9000톤 26%, 두산전자 1만8000톤 24%, 신명H·A 4800톤 6.5% 등 총 7만3000톤으로 나타났다. 이중 두산전자와 신성기업(4,200톤)은 자체소모용으로 나타났다.

수입은 해마다 꾸준히 증가하여 89년 8800톤에서 90년 9860톤, 91년 1만1400톤 92년 1만2500톤93년 1만3000톤 등 평균 11.2%의 성장률을 보였다. 92년기준 국가별 수입현황을 보면 1만2576톤중 독일이 25.5%인 3222톤, 일본 23.8%인 2967톤, 미국 23.5%인 2935톤의 점유율을 보였다.

페놀수지의 원료인 페놀은 연간 4~5%의 자연성장률이 예상되는 가운데 금호셀이 10만톤 규모의 생산능력을 보유하고 있는데 가격은 톤당70만원선에 거래되고있다.

페놀의 용도는 세계적으로 BPA용 31%, 수지용 29%, 카프로락탐 17%, 기타 23%인데 국내에서는 70% 이상이 수지용에 사용되고 있다. 이는 선진국에서는 BPA를 이용한 전자재 수요가 증가한 반면, 국내에서는 스티로폴로 이용하고 있기 때문이다.

국내 페놀수지의 수요는 현재 2%의 신장을 보이고 있는데 자동차엔진 주물용이 계속 증가추세에 있고 대체품이 아직 개발되지 않아 향후 수요전망은 밝은 편이다.

페놀수지는 페놀과 포름알데히드의 반응 생성물로서 산촉매화에서 제조된 노볼락과 알카리 촉매화에서 제조된 레졸의 두가지로 대별된다. 노볼락은 페놀과 포름 알데히드의 비율이 1:0.8로 페놀의 과잉조건에서 제조된다. 경화과정은 초기의 저분자량 올리고머에서 경화반응이 일어나고, 고무상태가 되어 용제에 중간 단계를 거쳐 딱딱한 불용의 최종 경화단계에 이른다.

또 페놀수지는 값싸고 내열성이 좋으며 전기적 성질이 좋다.

레졸수지는 페놀과 포름알데히드의 비율이 1:1.5로 하여 포름알데히드의 과잉조건에서 제조되며 반응성이 있는 메칠롤기가 많은 올리고머를 만든다. 레졸수지는 가열에 의해서도 경화될 수 있으나 노볼락 수지는 경화제의 첨가 없이는 경화하지 않는다.

노볼락 수지는 주로 성형용 분말의 제조에 사용되는데 주로 페놀을 원료하여 내산성을 부여하기 위해 크레졸이 사용되거나 내알카리성을 부여하기 위해 자이레놀이 사용되기도 한다. 이때 성형용 분말의 제조에는 노볼락 수지외에 경화시 발생하는 수축을 감소시키기 위해 주로 목분을 충전제로 첨가하거나 전기절연성을 향상시키기 위해 운모를 첨가한다.

그밖의 열경화성 수지로는 내열성수지와 고성능 열가소성수지 등이 있다.

내열성 수지의 경우 에폭시수지의 사용온도는 180°C이하로 제한되므로 보다 내열성이 강구되는 분야에서는 사용할 수 없다. 에폭시의 내열특성을 개선한 매트릭스로는 비스마레이미드(B MI) 수지와

폴리이미드 수지가 있다. BM I 수지는 디아닐린과 무수말레인산을 반응하여 얻어지는것으로 에폭시와 비교할때 내열 특성과 내 습윤특성이 우수하다. 사용온도는 180°C에서 260°C까지이다.

폴리이미드 수지는 방향족무수산물과 방향족 디아민을 반응시켜 만들어지는 아미드산 프리폴리마의 중간체를 이미드화한 수지이다. 이들은 최종경화물이 부가반응에 의하여 얻어지는 C형 폴리이미드이다. 또 C형 폴리이미드에 반응성 단말기를 도입하여 최종경화물이 부가반응에 의하여 얻어질수 있는 A형 폴리이미드도 있다. A형 폴리이미드는 C형에 비해 내열성이 다소낮은 단점을 가지고 있으나 성형성, 가공경제성이 뛰어나 매우 주목받고 있다. 향후 용도로는 항공분야가 유망하다. 이는 비행기의 속도가 소리의 속도보다 적을때는 탄소섬유와 에폭시수지를 조합한 복합재료 (CF/에폭시)의 사용이 충분히 가능하지만 소리의 소리를 돌파하게되면 비행기 동체의 표면온도가 CF/에폭시 복합재료의 사용에는 한계가 있기때문이다.

60년대이후 각광을 받기시작했고, 기계적인 성질이 우수해 최근 주목을 끌고 있는 것이 열가소성수지이다. 열가소성수지는 열경화성에 비해 가공이 용이하고 생산속도가 높으며, 충격에 강한 특성을 가지고있다. 반면 열에 약하고 여러가지 화학약품에 잘 견디지 못하는 약점을 가지고있다.

대표적인 열가소성수지는 PEEK이다.

1977년 영국ICI가 개발 600톤의 생산능력을 갖추고 있는 PEEK 국내에서는 1톤정도 세계적으로는 300여톤의 수요가 이루어 지고있다. PEEK는 가격이 KG당 50달러에서 100달러에 이르는 고가 품인 관계로 큰 수요신장은 기대하기 어려운 실정이다. 또 독점생산기업인 ICI가 최근 공장을 일본 모기업에 매각한것으로 알려졌는데 국내에는 SKI가 ICI를 통해 판매하고있다. PEEK의 수요가 증가하기 위해서는 현재의 가격이 20달러선에 이르러야 가능할 것으로 보인다.

또 열가소성수지는 Nylon, Acetal, Polystyrene, Polycarbonate등이 이용되며 지금까지의 열경화성 수지와는 달리 탄소섬유와 함께 이용되어왔다.

내열성의 측면에서 고려되는 수지로는 PPS(Poly Phenylene Sulfide), PEEK(Polyetherether Ketone), PES(Polyether Sulfone), PSF(Polysulfone)등이있다.

<화학저널 1994/2/1>