

플라스틱工業의 概要

仁荷大 高分子工學科 鄭 基 現

1. 플라스틱(Plastics)의 定義

우리나라를 위시한 미국, 일본의 플라스틱의 정의는 다음과 같다.

한국 KS M3000:「고중합체를 필수 성분으로 포함하고 그 제조과정에서 유동현상을 거쳐 만든 최종상태가 고체인 물질. 주; 탄성물질도 유동에 의하여 형태를 가질 수 있지만 플라스틱이라 하지 않음」

일본 JIS K6900:「가소성(可塑性)을 가지는 고분자물질을 말하나 합성섬유 및 합성고무를 제외하는 것이 보통이다.

미국 ASTM (D-20委員會):「플라스틱이란 고분자량의 유기화합물로부터 되어 있든가 혹은 본질적인 성분으로서 그것을 함유하고 있는 여러 재료에 속하는 것이다. 그리고 최종상태로서는 고형이지만 제조중 어느 단계에서는 흐름으로 성형된 것이다.

그리고 성형시 열과 압력중 하나 혹은 양방을 동시에 사용한다」

2. 플라스틱의 歷史

플라스틱의 공업화 역사는 1869년 셀룰로이드의 공업화가 그 시작으로 되어 있으나 완전한 합성에 의한 것의 공업화를 기점으로 하는 경우에는 1909년 공업화가 시작된 페놀수지가 처음이다.

셀룰로이드가 공업화된 년도부터는 약 100년, 페놀수지로 부터는 약 60년의 역사가 있다. 그간의 눈부신 발전에 대해서는 말할것도 없으나 현재 우리들이 널리 사용하고 있는 플라스틱은 약 20종 정도이다.

그러나 力學的 특성중의 대표적인 인장강도를 보면 대부분의 플라스틱이 $5 \sim 7 \text{ Kg/mm}^2$ 으로 8 Kg/mm^2 을 넘는 것은 극히 적으며 그 역사중에서 거의 향상되어 있지 못하다.

3. 우리나라의 플라스틱工業

우리나라의 플라스틱工業은 1960년 이전까지는 거의 존재하지 않았으며 다만 1960년대에 들어와 외국의 플라스틱제품이 국내에 소개됨을 계기로 하여 플라스틱加工工業이 급속한 성장을 하여 플라스틱工業發展의 기반을 조성하였다.

국내생산은 다음 <表 1>에 표시한 바와 같이 1966년 이후의 일이며 1972년 석유화학 계열공장(제 1 단계 사

<表 1> 우리나라 플라스틱의 생산년대

연 대	생 산 플 라 스 틱
1960년이전	페놀수지
1960~1966	요소수지, 멜라민수지, 알킬수지, 폴리아세탈수지
1966	염화비닐수지(PVC)
1968	일반용 폴리스티렌(GP-PS)
1969	내충격성 폴리스티렌(HI-PS)
1970	발포성 폴리스티렌(FS)
1972	저밀도 폴리에틸렌(LD-PE)
	폴리프로필렌(PP), 에폭시수지

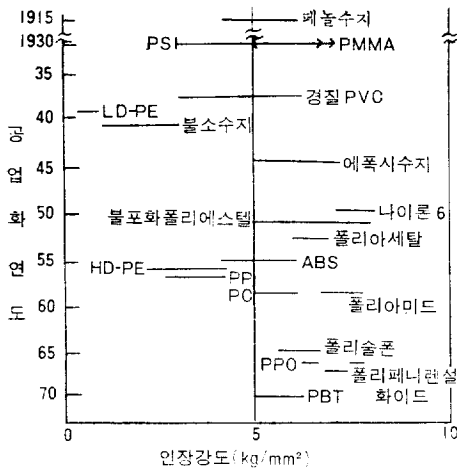


그림 1. 주요플라스틱의 공업화년도와 인장강도

〈表 2〉 플라스틱工業의 産業上 比重(1971년)

(단위 : 백만원)

	사업체수	종업원수	생 산 액	부가가치
제 조 업 (A)	23,412	848,194	1,672,740	690,535
화학공업 (B)	1,542	104,298	380,952	162,305
플라스틱공업 (C)	42	4,517	19,736	8,594
C/A (%)	0.18	0.53	1.18	1.24
C/B (%)	2.72	4.33	5.18	5.29

〈表 3〉 우리나라의 1인당 플라스틱 소비량과 GNP

	1 인 당 소비량 (g)	1인당GNP (달러)	1 달러당 소비량 (g)
1969	2,914	198	14.7
1970	3,683	229	16.0
1971	4,102	275	14.9
1972	4,739	304	15.5

〈表 4〉 1인당 플라스틱 소비량과 GNP

	한 국	일 본	미 국
1963 1인당 소비량(g)	477	10,200	20,500
1인당 GNP(달러)	102	709	3,070
1달러당 소비량(g)	4.7	14.4	6.7
1969 1인당 소비량(g)	2,919	33,580	38,080
1인당 GNP(달러)	198	1,627	4,664
1달러당 소비량(g)	14.7	20.6	8.2

업)이 완성 가능됨에 따라 PVC, 폴리에틸렌 및 폴리프로필렌을 생산하게 되었다.

따라서 1972년은 우리나라 플라스틱工業에 있어서

〈表 5〉 열가소성수지의 생산능력 증가추이

(단위 : 연간%)

	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
염 화 비 닐 수 지	6,600	12,600	34,200	44,200	44,200	44,200	44,200
폴리 스티 렌 수 지	—	—	30,300	8,300	12,300	12,300	12,300
폴리 에틸 렌 수 지	—	—	—	—	—	—	50,000
폴리프로필렌수지	—	—	—	—	—	—	30,000
합 계	6,600	12,600	37,200	52,500	56,500	56,500	136,500

자료 : 상공부 및 관계회사

3.2 施設計劃

우리나라 플라스틱공업도 석유화학공업의 발전을 전제로 하고 있으며 계속 추진한다는 정부의 방침으로 미루어 보아 앞으로 발전되리라 기대된다.

현재 정부의 선설계획은 〈表7〉에 나타내었다.

획기적인 전환점이 되고 있다.

그러나 1971년말 현재 우리나라 플라스틱工業의 事業體數는 42개이며 생산액은 19,736백만원에 달하였으나 화학공업에서 차지하는 비중은 생산액이 5.2%, 附加價值 5.3%에 불과한 낮은 수준에 있다. (表 2 참조)

그리고 1인당 플라스틱 소비량도 미국이나 일본의 약 1/10에 불과하나 소비증가율은 선진국의 그것 보다 훨씬 높으므로 앞으로 플라스틱의 수요증대와 전망은 밝다고 생각한다.

3.1 施設現況

1972년말 현재 국내 플라스틱 총생산능력은 연산 146,000%에 달하고 있으며 이중 136,500%이 열가소성수지(熱可塑性樹脂)이며 나머지 9,600%은 열경화성수지(熱硬化性樹脂)이다. (表 5, 表 6 참조)

〈表 6〉 종류별 플라스틱 생산능력(1972년말 현재)
(단위 : %)

종 류	연간생 산능력	종 류	연간생 산능력
열가소성수지	136,500	열경화수지	9,600
염화비닐수지	44,200	요소수지	4,000
염화스티렌수지	12,300	메라민수지	1,000
(GF)	(9,000)	페놀수지	2,000
(HI)	(3,000)	폴리에스테르수지	1,000
(FS)	(300)	에폭시수지	1,600
폴리에틸렌(고압)	50,000	합 계	146,100
폴리프로필렌	30,000		

자료 : 상공부 관계회사 합성수지원료공업협동조합

이중 저밀도 폴리에틸렌을 기준 시설능력 연산 50천 %규모를 100천%으로 배가 확장할 계획이다.

PVC의 경우는 국내외적으로 수요가 급증하여 현재 생산되고 있는 PVC 전량 내수 및 輸出用原資材로 공급되고 있으나 수입이 원활하지 못하여 韓國플라스틱은 여수공장과 군산공장에 각각 10천%씩 증설하는 계획을 추진중에 있다.

〈表 7〉 플라스틱공장 건설계획

종 류	시설규모 (NT/Y)	사 업 주 체	준 공 예정일	소 요 자 금		
				내 자	외 자	합 계
고밀도폴리에틸렌	35,000	대한유화	74. 12	2,500천달러	8,780천달러	11,280천달러
저밀도폴리에틸렌	50,000	한양화학	75. 12	5,000천달러	12,000천달러	17,000천달러
폴 리 스티 렌	30,000	한남화학	73. 12	1,500천달러	—	1,500천달러
멜 라 민	6,000	한국비료	73. 9	870천달러	3,980천달러	4,850천달러

자료: 상공부

3.3 製品需給

1972년에 있어서 플라스틱의 국내 총수요는 153천톤에 달하였으며 이것은 1964년의 약 11배, 1966년의 약 5.7배 증가된 것이다. 특히 최근 4~5년간은 매년 34% 정도의 성장율을 유지하고 있다.

PVC, 폴리에틸렌, 폴리스티렌, 폴리프로필렌 등의 4대 열가소성수지가 차지하는 비중은 1964년의 51.8%에서 1972년에는 82.4%로 높아져 선진국형에 접근하고 있다.

1972년에는 총수요의 46.6%를 국내 생산으로 공급

하게 되었다.

1964~72년의 8년간 우리나라의 플라스틱 생산은 연평균 56.4%정도의 증가율을 보였다. 이는 과거 10년간(1960~70년)에 있어서 미국, 일본, 유럽제국의 13~16%에 비하면 높은 수준의 것이다. (表 8, 表 9 참조)

1964~72년의 8년간 각종 플라스틱의 수입은 연평균 30.5%씩 증가하였으며 특히 폴리에틸렌은 韓洋化學이 전적으로 가동되기 직전인 1972년중에는 63,947톤이 수입되어 전체 수입량의 61.0%를 차지하였다.

1973년에는 대폭 감소되었을 것으로 생각된다. (表 10, 表11, 表 12 및 表13 참조)

〈表 8〉 플라스틱 수급실적

(단위: %)

	생 산	수 입	수 출	국 내 수 요 (전년비증가율%)	자급율(%)
1964	1,991	12,423(3,343)	—	14,414(12.5)	13.8
1965	4,208	24,641(6,459)	—	28,849(100.0)	14.6
1966	2,666	24,730(7,910)	—	27,396(45.0)	9.7
1967	8,680	26,882(10,882)	—	35,562(29.8)	24.4
1968	20,125	40,193(16,226)	701(152)	59,617(67.6)	33.8
1969	40,441	56,426(25,160)	5,904(1,196)	90,903(52.5)	44.5
1970	44,851	78,969(36,996)	8,453(1,815)	115,267(12.7)	38.9
1971	53,768	86,616(39,134)	9,716(1,825)	130,668(13.3)	41.1
1972	71,502	104,791(37,126)	22,935(5,029)	153,358(17.4)	46.6

자료: 재무부, 관세청, 상공부

주: 1. 수출입의 ()내 숫자는 금액(단위: 천달러)임.

2. 수출은 PVC와 폴리스티렌 수지의 수출이며 폴리스티렌 수지의 수출은 69년에 60%, 70년에 20%이었음.

3. 국내수요는 생산+수입-수출로 보았음.

4. 자급율은 생산/국내수요로 하였음.

〈表 9〉 종류별 플라스틱 생산실적

(단위 : %)

	1964	1966	1968	1969	1970	1971	1972
열 가 스 성 수 지	—	211	17,307	36,239	42,520	53,126	84,060
염 화 비 닐 수 지	—	211	16,686	32,821	36,716	44,756	56,577
폴 리 스티 렌 수 지	—	—	1,121	3,418	5,804	8,370	14,351
폴 리 에 틸렌 저 밀도	—	—	—	—	—	—	1,200
폴 리 프 로 필 렌	—	—	—	—	—	—	11,932
연 결 화 성 수 지	1,991	2,455	2,318	3,202	2,331	642	574
요 소 수 지	1,991	2,023	2,183	2,968	2,137	546	440
메 놀 수 지	—	35	—	133	90	28	44
메 라 민 수 지	—	214	103	101	104	68	90
알 켓 드 수 지	—	115	—	—	—	—	—
폴 리 에 스틸 수 지	—	68	32	—	—	—	—
합 계	1,991	2,455	20,125	39,441	44,851	53,768	84,634
전년도비 증가율 (%)	(168.0)	(△36.6)	(131.9)	(96.0)	(13.7)	(19.9)	(53.5)

자료 : 상공부 한국염화비닐공업협회 미원주.

상공부 간행 「상공통계월보」

〈表 10〉 플라스틱 수입실적

(단위 : %)

	1964	1966	1968	1969	1970	1971	1972
폴 리 에 틸렌 수 지	3,100	6,637	24,111	33,535	42,421	44,051	63,947
염 화 비 닐 수 지	3,798	7,821	837	465	764	1,880	1,097
폴 리 스티 렌 수 지	704	793	1,723	1,255	1,543	1,780	1,748
폴 리 프 로 필 렌 수 지	—	425	1,641	3,586	9,265	8,600	9,929
기 타	4,821	8,054	11,881	17,585	24,976	30,305	28,070
합 계	12,423	24,730	40,193	56,426	78,869	86,616	104,791
전년비증가율 (%)	(2.9)	(0.4)	(49.5)	(40.6)	(40.0)	(9.7)	(21.0)

자료 : 상공부, 재무부, 관세청

〈表 11〉 종류별 플라스틱 수입실적

(단위 : %천달러)

	1969		1970		1971		1972	
	수 량	금 액	수 량	금 액	수 량	금 액	수 량	금 액
열 가 스 성 수 지	47,514	16,295	61,630	22,259	75,511	28,580	95,699	29,067
염화 비닐 수지(PVC)	463	302	764	309	1,880	620	1,097	453
폴리 에틸렌 수지(PE)	33,535	10,668	42,421	14,467	44,051	16,404	63,947	16,847
폴리 스티렌 수지(PS)	1,255	624	1,543	658	1,780	702	1,748	637
폴리프로필렌 수지(PP)	3,586	1,321	9,265	2,922	8,600	2,125	9,929	2,479
초 산 비 닐 수 지	1,080	181	220	50	186	171	319	201
P V A 수 지	1,028	657	1,438	863	3,041	864	1,799	1,035
아 크 린 수 지	467	252	495	298	535	353	827	482

이 온 교 환 수 지	181	203	210	266	310	334	319	327
폴리이소부틸렌수지	13	7	60	47	98	68	102	76
기 타 수 지	5,906	2,080	4,261	2,379	15,030	6,921	15,612	6,530
열 경 화 성 수 지	6,327	5,950	12,351	11,221	11,105	10,554	9,092	8,059
페 놀 수 지	351	143	348	291	395	458	535	527
알 컷 수 지	98	32	191	66	190	54	200	102
멜 라 민 수 지	430	260	454	230	235	139	295	174
요 소 수 지	29	12	101	37	90	27	1,163	87
폴리 아미드수지	24	49	73	79	150	301	702	809
폴리우레탄수지	14	23	42	62	68	75	63	97
에 폭 시 수 지	83	262	110	80	89	349	218	632
실 리 콘 수 지	51	143	118	352	170	523	318	977
플리에스테르수지	104	94	54	30	144	126	435	35
이 온 교 환 수 지	1	5	14	26	67	130	343	401
기 타 수 지	5,142	4,730	10,846	9,918	9,507	8,372	4,820	3,902
합 계	43,841	22,245	73,981	33,480	86,616	39,134	104,791	37,126

자료 : 재무부, 무역통계연보

〈表 12〉 PVC 수급실적

(단위 : %) (단위 : %)

	생 산	수 입	수 출	국내소비	전년비증가율 (%)	자급율(%)
1 9 6 4	—	3,657	—	3,657	4.2	—
1 9 6 5	—	4,500	—	4,500	23.1	—
1 9 6 6	211	6,240	—	6,451	43.6	3.3
1 9 6 7	6,847	4,538	—	11,385	76.5	60.1
1 9 6 8	16,686	837	701	16,822	47.8	99.1
1 9 6 9	32,821	465	5,904	27,382	62.8	100.0
1 9 7 0	36,716	764	8,120	29,360	7.2	100.0
1 9 7 1	44,756	1,880	6,350	40,286	37.2	100.0
1 9 7 2	56,577	1,097	15,797	41,877	3.9	100.0

자료 : 상공부, 재무부, 산업은행

〈表 13〉 주요 플라스틱 원료 수입실적

(단위 : %천달러)

	1968		1969		1970		1971		1972	
	수 량	금 액	수 량	금 액	수 량	금 액	수 량	금 액	수 량	금 액
V C M	208	34	20,365	3,192	27,209	4,230	31,596	4,179	41,438	5,474
스티렌모노머	2,315	484	5,326	324	7,761	1,433	10,998	1,631	17,154	2,443
에티렌글리콜	674	156	1,418	318	2,566	889	11,104	2,099	13,214	2,628
무수프탈산	3,588	1,496	1,841	643	3,524	796	4,972	1,072	3,753	680
페 놀	867	275	1,071	319	1,336	412	1,610	467	1,875	492
멜 라 민	653	274	1,078	395	979	438	1,323	561	2,261	887

자료 : 무역통계연보

3.4 需要展望

작년 석유파동 직전에 추정 한 우리나라 플라스틱제품의 國內需要推定을 <表 14>, <表 15>에 表示하였다.

<表 14> 플라스틱 국내수요 추정
(단위 : %)

	국 내 수 요	전년비증가율 (%)
1973	151,542	—
1974	173,719	14.6
1975	197,946	3.8
1976	225,063	13.7

자료 : 한국산업은행

<表 15> 우리나라 석유제품의 수요예측
(단위 : 1,000%)

	1973	1976	1980	평균신장 율(%)
폴리에틸렌 (LD)	57	107	250	23
폴리에틸렌 (HD)	24	46	103	23
폴리프로필렌	38	74	190	26
폴리스티렌	18	33	90	17
P V C	63	111	237	21
A N 모 노 머	33	72	127	22
카 프로 락탐	96	98	177	26
DMT 및 TPA	45	189	316	32
에틸렌글리콜	14	61	101	32
S B R	26	39	75	16

자료 : 상공부

4. 플라스틱工業의 將來豫測

이상과 같이 우리나라의 경우를 보아도 需要豫測의 숫자가 크게 변동하고 있다는 것은 일면 아직 플라스틱工業이 성장기에 있음을 나타내고 있으나 최근에 와서 불안정 요소를 내포하기 시작하였다고 볼 수 있다. 材料의 장태를 추정할 때 가끔 인용되는 것에 J. C. Gerritsen의 연구가 있다. 이것에 의하면 플라스틱의 서기 2000년에서의 소비량증량은 1966년의 100배 이상으로 되고 세계 인구 1인당 소비는 중량으로 4.7kg 부터 243kg, 부피로는 4.2l에서 부터 212l로 약 50배 증가하게 되며 1980년부터 85년 사이에 1인당 鐵鋼使用量(부피)를 넘어서게 되어 本格的인 플라스틱時代로 들어가게 되리라고 발표되어 있다. (表 16참조) 물론

이것은 최근의 OPEC에 의한 原油값 인상공세등의 主要因이 나타나기 전의 豫測이라는 점을 고려하지 않으면 안되나 대국적 견지에서 볼때 그 추세는 틀리지 않으리라고 생각된다.

플라스틱의 素原料인 石油事情에 대하여 OECD 석유 위원회의 New Oil Report에 의하면 석유의 확인매장량은 1971年末에서 799億톤이며 1970年の 石油需要는 21億톤이다. 그리고 70~80年の 平均年間伸張率을 6.5%로 예상하고 있으므로 1차에너지의 전환이 大幅的으로 이루어지지 않고 이 比率로 소비가 進行한다면 18~19年 후에는 현재의 확인매장량은 고갈하게 된다.

<表 16> 2000년까지의 高分子材料의 消費豫想

	단 위	1966	1970	1985	2000
인 구	10億	3.4	3.7	5.0	7.0
플 라 스 틱	100만톤	16.0	27.0	240	1,700
	kg/명	4.7	7.3	48	243
	l/명	4.2	6.3	41	212
합 성 고 무	100만톤	3.9	5.5	16.0	44.0
	kg/명	1.1	1.5	3.2	6.3
	l/명	1.2	1.6	3.4	6.6
합 성 석 유	100만톤	5.6	7.2	17.0	46.0
	kg/명	1.6	1.9	3.4	6.6
	l/명	1.4	1.6	2.8	5.4
高分子材料合計	100만톤	25.5	40	273	1,790
	kg/명	7.5	11	55	256
	l/명	6.8	9.5	47	224

그러나 금후에 探鑛技術이 發展하고 새로운 油田이 계속 발견되고 있으므로 이용할 수 있는 것이 現在의 5배인 4,000億톤 이상으로 된다는 보고를 보면 50년이란 수명은 충분하다는 분석이 나오게 된다. 또한 Herman Kahn과 같이 「자원은 쓰면 쓸수록 새로이 얻어지는 것이다」라는 樂觀的인 학자도 있다.

하여간 최근의 석유파동을 契機로 하여 결국 석유를 原料로 하는 플라스틱이 다른 材料에 비하여 불리하게 된다는 것만은 확실하다고 생각하고 있다. 따라서 資源의 기반을 요약한다면 다른 材料에 비하여 훨씬 유리하다고 생각되어 왔던 플라스틱의 資源事情이 약간 불안정하게 되어, 장기적으로 보면 한계가 나타나게 되리라고 豫測되고 있다. 그러므로 앞으로의 플라스틱工業은 質的, 量的面에서 변화하리라는 것을 충분히 예상할 수 있다.

이에 대처하는 선진국의 몇가지 對策과 動向을 참고

로 정리하면 다음과 같다.

1) 석유대신 1차 에너지源으로서 태양열, 지열 및 원자력 등의 應用, 利用開發

2) 새로운 原料로 부터의 플라스틱개발(Wayne State University)에서는 어떤 종류의 잡초로 부터 플라스틱을 만드는 연구가 진행되고 있다.

3) 廢플라스틱의 利用問題(廢플라스틱의 完全利用을 생각하여 原料(石油)價格의 上昇을 吸收할 수 있는 체질개선이 필요하다.)

이전에는 간단한 1차처리로서 다시 原料로 使用하는 재생유효이용법이 이미 개발중에 있으며 수년내에 해결될 것으로 展望되고 있다. (열가소성수지 중에서도 폴리에틸렌류, 폴리스티렌, ABS수지가 취급이 용이하다.) 또한 廢플라스틱(열가소성수지)을 열에 강한 무기질 등을 複合하여 複合材料로 하는 연구도 진행되고 있다.

이것에는 플라스틱廢棄物 處理體系의 確立도 필요하다.

4) 現在 석유는 85%이상이 에너지源으로 소비되고 있으며 플라스틱을 포함한 高分子原料로서 사용되는 양은 대단히 작다.

따라서 장차 1차에너지源이 바뀌어 집에 따라 석유는 에너지資源으로서 생각했을때 보다 훨씬 긴 수명을 가지게 된다. 따라서 종래의 방침을 바꾸어야 할 이유가 없다.

現在の 석유위기를 마치 資源의 고갈과 같이 받아들이는 것은 잘못이다. 수10년전부터 석유의 수명은20~30年이라고 말해왔으나 현실적인 급속한 소비가 증가 되었음에도 불구하고 유지되어 왔다. 문제는 양보다 가격에 있다.

우리나라의 플라스틱工業은 아직도 1인당 소비량에 있어서 외국의 수준에 비하면 미개발상태에 있으므로 일시적인 둔화는 예상되나 전체적인 추세는 생산과 소비가 계속 증대할 것으로 보인다.

동시에 이에 대처하는 연구와 노력이 必要할 것으로 생각된다.