

## 실리콘 및 弗素樹脂의 工業에의 應用

金 鍾 奭\*

### 1. 序 言

現在 工業的으로 多方面으로 使用되고 있는 실리콘과 弗素樹脂에 있어서 1977年度에 日本에서 실리콘이 크게 伸張되지 않았다. 이는 실리콘이 不況을 打開할 수 있는 産業이 아니고 一般的인 産業의 景氣에 左右되는 産業이기 때문이다. 실리콘의 使用은 大部分이 電氣 自動車 및 纖維業界이며 設備投資도 保合狀態가 持續되리라 豫想되는 바, 1978年度에는 大幅의인 伸張을 期待하기 어렵다. 그러나 실리콘의 需要는 거의 大部分의 産業이 실리콘과 같은 安全性, 難燃性 등의 特性이 要求되므로 現水準보다 高伸張勢가 豫想된다. 여기서는 日本의 실리콘과 弗素樹脂産業의 動向에 關하여 紹介하기로 한다.

### 2. 실 리 콘

#### 2-1 生産 및 需要의 動向

1965年에서 1977年까지의 실란(실리콘모노머)生産量의 推移는 表 1과 같다.

1976年の 실란生産量은 約 23,300톤으로서 對前年比 156%라는 飛躍의인 增加를 보였는데 이와 같은 理由는 電氣製品 및 自動車等の 好況産業에 需要가 많았은 結果라고 볼 수 있다. 그러나 根本的으로는 실리콘이 幅 넓은 需要分野를 가지고 있으므로 出荷의 不振한 用途分野를 다른 好況分野로서 代置 할 수 있다는 特色을 가지고 있기 때문이다.

그러나 1977年 1~8月까지의 總 生産量은 15,782톤으로서 前年 同期間의 生産量 15,608톤과 거의 같은 水準을 나타내었는데 1978年에도 이의 輸出不振, 設備投資의 不振이 豫想되나 生産量은 昨年보다 多少增加할 것으로 생각된다.

表 1. 실란生産量의 推移

年 度	실란生産量(톤)	對前年比(%)
1965	2,569	98
1966	3,428	133
1967	4,939	144
1968	5,367	109
1969	7,281	136
1970	8,560	118
1971	10,109	118
1972	13,800	137
1973	16,323	118
1974	14,586	90
1975	14,915	102
1976	23,332	156
1977*	(23,600)	(101)

〈註〉 \*는 推定生産量임.

실리콘의 原料는 珪素, 메탄올, 鹽酸等이며 金屬珪素는 珪石을 電氣爐에서 還元하기 때문에 生産코스트의 約 折半程度가 電力費로 支出된다. 따라서 石油價가 引上하면 이의 價格도 오를것으로 豫測된다. 이러한 原料의 價格은 製造費를 低廉하게 하고, 新用途의 開發等으로 因한 企業努力에 依하여 吸收하여야 한다.

\* 國立工業試驗院

그러나 原料價格을 100%吸收한다는 것은 대단히 困難한 것이므로 앞으로 物價指數와 같은 水準으로 製品價格을 윤될 必要가 있다.

실리콘이 日本에서 製品으로 登場한 以來 벌써 4半世紀가 지났으나 앞으로도 계속 실리콘은 發展 할 것으로 생각된다. 이를 뒷받침 할 만한 根據는 다음과 같이 4가지로 區分하여 생각할 수 있다.

첫째, 실리콘의 主原料는 地球上에 豊富하게 存在하고 있는 珪素와 酸素化合物을 主原料로 하므로 資源의 量的인 制約을 받지 않는다.

둘째, 실리콘은 다른 有機物에 비해 耐熱, 耐候性이 優秀하고 化學的 變化를 일으키기 어려우므로 壽命이 대단히 길며 家庭電氣 및 自動車의 部品으로 使用되던 壽命이 상당히 길어 部品交換이 거의 不必要하게 된다.

디젤엔진트럭의 有機고무製 라디에타호오스의 走行壽命은 約 5萬 마일이지만 실리콘 고무製는 約 50萬마일로서 壽命이 10倍程度 길어진다.

이와같은 실리콘製造에 必要한 에너지에 比해서 製品으로서의 壽命이 대단히 길고 에너지의 利用效率이 優秀한 素材인 것이다.

셋째, 실리콘은 酸化安定性이 優秀하며 難燃性 및 耐熱性을 必要로 하는 個所에는 最適의 材料이며 萬一 燃燒한다 하더라도 發生熱이 적어 아주 느리게 燃燒해서 有毒가스를 거의 發生시키지 않으며 最終燃燒物의 실리콘은 絶緣性을 保持하므로 建築物의 시일링材, 耐熱電線에 使用되고 있다.

넷째, 실리콘은 化學構造의 不活性이어서 一部 特殊한 실란等을 除外한 市販製品은 거의 전부가 生物에 對해서 無害하는 것이다.

以上과 같은 4가지 觀點에서 보면 실리콘은 將來性이 밝은 것으로 判斷할 수 있다. 실리콘의 原料인 珪石, 炭材, 鹽酸, 메탄올과 電力에 있어서 珪石은 化學的으로 대단히 安定한 化合物이므로 이것으로부터 金屬珪素를 抽出하기 위해서는 炭材와 함께 高溫度에서 還元할 必要가 있으며 炭材는 石灰가스 製造의 副產物 등으로부터 만들어지고 石炭은 地球上에 比較的 豊富하게 存在하는 物質이며 鹽酸은 工業的으로 널리 生産되고 있으면 메탄올은 天然가스, 石油, 石炭等에서 電力關係는 同題點이 남아있어 앞으로 低廉하고 쉽게 電力을 얻을 수 있게 된다면 價格에 상당한 影響이 있을 것으로 豫想된다.

## 2-2. 技術開發과 用途開發의 動向

실리콘의 製品形態는 單一 플라스틱과는 달리 기름, 고무, 레진, 에말존, 그리이스, 溶液製品, 실란等으로 區分되어 多種少量生産型의 典型的인 파인케미칼로서 실리콘의 成長을 뒷받침 할 수 있는 것은 技術開發이

라 볼 수 있어 新用途의 適用 및 이에 必要한 新製品開發이 活潑히 展開되고 있다.

最近 電氣·電子工業, 自動車工業, 建築工業 등에서 使用되는 실리콘의 應用面을 보면

첫째, 電氣·電子工業에서는 실리콘製品의 30%가 使用되고 있어 最大의 需要分野를 이루고 있으며 美國規格 및 電氣用品取扱法의 適用을 받고 있는 家庭電氣製品은 점차 嚴格한 安全性이 要求되어짐에 따라 昨年에 發表된 電氣用品에 使用되는 絶緣物의 使用溫度의 上限値가 事實上 實施되고 있다. 表 2에 나타남과같이 실리콘고무의 上限値는 180°C이지만 다른고무는 90°C以下이고, 실리콘은 機器의 콤팩트化에 도움이 되었 고 또 一般的인 플라스틱 및 고무가 燐 및 할로젠系等의 難燃劑를 大量으로 配合하여 難燃化시킴에 비해 실리콘의 경우에는 微量의 特殊難燃劑를 添加하며 難燃化시킬 수 있으며 비록 燃燒한다 하더라도 有毒가스를 發生시키지 않는 特性이 있어 텔레비전 受像機의 아노드필, 電壓볼트 및 리드線에는 難燃性실리콘고무, 플라이 백트란스의 틀체폼에는 RTV실리콘고무가 使用되고 있다. 또한 半導體分野인 IC, 다이오드, 整流器, 콘덴사等에도 使用하며 이 分野에서는 에폭시樹脂와 競爭하고 있어 接着性 向上 및 透濕性減少에 對한 研究가 活潑하며 실리콘과 에폭시의 共重合品도 市販되고 있으며 또한 電卓의 키보오드 等에는 導電性 실리콘 고무가 널리 使用되고 있다.

表 2. 電氣用品에 使用되는 使用溫度의 上限値

種	類	記 號	使用溫度의 上限値(°C)	各工業會暫 定要望値
天然고무		NR		
플라우베탄고무		PUR	60	85
에보나이트				
스티렌부타디엔고무		SBR	75	85
니트릴고무		NBR	75	90
클로로프렌고무		CR		
부틸고무		IIR	80	125
에틸렌프로필렌고무		EPR		
클로로솔론화폴리			90	110
에틸렌고무				
염소화폴리에틸렌고무			—	105
실리콘고무		SI	180(200) <sup>(1)</sup>	260
불소고무				230

(註) 1) 실리콘고무는 注型用을 包含한다.

2) 에틸렌프로필렌고무에는 에틸렌프로필렌디엔 고무(EPDM)을 包含한다.

3) (1)의 값은 熱絶緣物 및 시이지線 口出封止用의 것에 適한다.

家電製品으로서는 電氣난로, 헤어드라이어 등의 리이드선의 絶緣被覆에는 실리콘글라스슬리프가 사용되고 먼지 등의 支持板用 마이크의 接着劑에는 無溶劑 실리콘레진이 널리 사용되고 있어 100數度나 되는 使用溫度에 견디고 또한 電熱器具의 端子시일에는 RTV실리콘고무, 電子렌지의 테이플콤팩팅에는 실리콘 成型材料가 最適으로 사용되고 있는 實情이다.

重電機器로서는 오래전부터 크로스用, 코일用 및 接着用等に 실리콘와니스가 絶緣材料로서 사용되어 왔으나 最近에는 폴리이미드와 競争이 激甚하다 실리콘와니스는 실리콘樹脂를 溶劑에 溶解한 것이 있으나 最近

에는 無溶劑실리콘와니스가 登場하는 한편 실리콘오일은 難燃性和 無毒性的 特性이 있으므로 新幹線車輛의 變壓器에 絶緣油로서 實用化되고 있다. 美國에서는 PCB代替品으로 建築物의 變壓器用 絶緣油로 사용되고 있으며 日本에서도 變壓器用, 車輛콘덴사用으로서 檢討가 始作되고 있는데 現在 絶緣油의 JIS는 鍍油가 對象이 되지만 改正作業이 進行되고있어 앞으로는 실리콘油等の 合成油를 包含하는 새로운 日本工業規格이 制定 될 豫定이라 한다.

둘째, 自動車工業에서는 실리콘販賣量의 10%가 自動車工業에서 占有하고 있다.

表 3. 韓 國 車 輛 保 有 現 況

年 度	總車輛數	乘 客 車				貨物車	1,000人當保有臺數			
		總	乘 用 車 (自家, 官用)	택 시	빠 스		總	乘客車	乘用택시	貨物車
1965	38,332	22,317	7,126	5,875	9,316	16,015	1.34	0.78	0.45	0.56
1966	47,882	28,390	9,326	8,176	10,888	19,432	1.62	0.96	0.59	0.66
1967	57,689	34,734	12,118	11,117	11,499	22,955	1.91	1.15	0.77	0.76
1968	77,480	45,898	17,184	15,928	12,786	31,582	2.51	1.49	1.07	1.02
1969	104,670	64,536	26,824	23,475	14,237	40,134	3.32	2.05	1.59	1.27
1970	125,409	76,508	32,234	28,443	15,831	48,901	3.89	2.37	1.88	1.52
1971	138,398	84,993	37,955	29,627	17,411	53,405	4.21	2.58	2.06	1.62
1972	142,910	87,794	40,919	29,325	17,550	55,116	4.27	2.62	2.10	1.65
1973	161,789	97,205	48,446	29,888	18,871	64,584	4.74	2.85	2.30	1.89
1974	173,355	96,522	49,455	27,007	20,060	76,838	5.00	2.78	2.20	2.21
1975	188,406	105,544	55,116	29,096	21,332	82,862	5.34	2.99	2.39	2.35
1976	213,627	119,742	66,780	29,319	23,643	93,885	5.96	3.34	2.68	2.62

<註> 特殊車 및 모터싸이클은 除外

表 4. 서 울 시 車 輛 保 有 現 況

年 度	總車輛數	乘 客 車				貨物車	1,000人當保有臺數			
		總	乘 客 車 (自家, 官用)	택 시	빠 스		總	乘客車	乘用택시	貨物車
1965	16,624	11,602	5,289	3,244	3,069	5,022	4.79	3.34	2.46	1.45
1966	20,638	14,889	6,984	4,637	3,268	5,749	5.44	3.93	3.06	1.52
1967	25,680	18,309	8,682	6,278	3,349	7,371	6.47	4.61	3.77	1.86
1968	35,135	23,747	12,682	7,256	3,809	11,388	8.11	5.48	4.60	2.63
1969	47,919	33,586	19,790	9,321	4,475	14,333	10.03	7.03	6.09	3.00
1970	59,000	39,675	23,365	11,505	4,805	19,325	10.86	7.30	6.42	3.56
1971	65,495	44,572	26,806	12,248	5,518	20,923	11.19	7.62	6.67	3.58
1972	66,584	46,121	28,636	11,937	5,546	20,463	10.96	7.59	6.68	3.37
1973	74,210	51,288	33,026	12,305	5,957	22,922	11.80	8.15	7.21	3.64
1974	77,937	51,083	32,804	11,964	6,315	26,854	11.91	7.81	6.84	4.30
1975	82,822	54,515	35,572	12,309	6,634	28,307	12.02	7.91	6.95	4.11
1976	93,906	62,131	42,590	12,364	7,117	31,775	12.94	8.56	7.57	4.38

<註> 特殊車 및 모터싸이클은 除外

表 5. 自家用乘用車 所有年間費用 및 保有率比較

國 家	人口 1,000 人當 臺數	1人當GNP ('70年 \$)	乘用車所有 年間費用 (經常 \$)	乘用車所有 年間費用			人口密度 (/km <sup>2</sup> )
				燃 料 費 比 重(%)	稅 額 比 重(%)	家口當GNP 比 重(%)	
美 國('60)	341	3,650	976	16.8	11.9	10.0	19
" ('70)	484	4,800	1,189	15.9	11.4	7.7	22
" ('74)	480	4,900	1,589	20.2	9.5	7.5	22
英 國('60)	108	1,900	1,050	—	—	23.3	215
" ('75)	256	3,100	1,950	—	—	19.0	230
日 本('75)	150	3,180	1,700	40.6	32.0	10.4	301
韓 國('76)	2.7	430	2,440	27.4	40.4	68.3	364
서 울('76)	7.6	600	2,440	27.4	40.4	50.8	364
獨 逸('75)	293.4	4,934	—	—	—	14.5	250
카나다('75)	344.4	4,815	—	—	—	8.5	2.3

排氣가스 規制의 強化, 部品の 長期間 保證, 엔진의 回轉에 使用되는 실리콘의 使用量이 날로 增加하고 있다. 美國에서는 導電性유리纖維코아-EPDM고무로서 絶緣하고 또한 長距離走行하는 배스트릭 라디에타호오스 및 히이터호오스에 실리콘고무가 使用되고 있다. 日本에서도 이의 用途가 增加하고 있고 EGR호오스의 一部 및 오일시일用으로서 실리콘고무가 使用되고 있으나 耐엔진油性 및 強度의 要請이 많아 美國의 크라이슬러社等에서는 自動車製造工程의 合理化를 위해 定形가스켓代身에 1液型 RTV실리콘고무를 液狀가스켓 (Formed in place Gasket, 現場成形가스켓을 意味함)으로서 使用하고 있으며 部品の 후판지면에 RTV를 塗布하여 즉시 組立하고 加黃은 나중에 行하는 것으로서 엔진발브카버等に 使用되고 있다.

安全對策用으로서는 衝擊吸收범퍼의 充填材로 실리콘 RTV고무가 一部車種에 使用되어 있어 自動制御回路의 衝擊 및 汚染을 保護하는 RTV고무가 檢討되고 있어 美國에서는 DOTS의 브레이크液으로서 실리콘오일이 規格化되었으나 軍用 및 一部車種에 使用되어 價格 및 品質面에서 檢討가 必要하다.

參考로 表 3에서는 韓國의 韓國車輛保有現況, 表 4에서는 서울市車輛保有現況, 表 5에서는 韓國과 世界 몇몇 國家와의 自家用乘用車 所有年間費用 및 保有率比較를 表示하였다. (비한도목학회지 Vol 26, No. 1, p. 97, 1978)

여기서 每年 車輛은 增加趨勢에 있으나 늘어나는 人口의 交通便宜를 充分히 補하지 못하고 있는 現實情이다. 그러나 앞으로는 이 問題點을 解決하여 滿足한 交通計劃이 이루어지리라 생각된다.

셋째, 建築工業面에서 볼 때 建築用시일란트等에서는 油性系, 폴리설파이드, 우레탄, 부틸, 아크릴 및 실리콘 등이 市販되고 있으나 昨年에는 실리콘과 우레탄이 크게 伸張되었고 실리콘은 JIS A 5757 「建築用 시

일링材의 用途別 性能」의 1級에 合格하는 特性和 그의 優秀한 耐候性이 널리 認識되어 使用範圍가 넓게 되었으며 콘크리트 및 카멘올에는 低모듈러스의 1液型타일이 좋고 그 液型타일의 실리콘시일란트의 價格은 폴리설파이드시일란트와 거의 같으며 오란 글라스스스펜손等 유리와의 실링에는 接着性和 透明성이 良好한 1液型타일이 主로 使用되고 있다.

넷째, 電氣·電子工業, 自動車工業 및 建築工業以外的 其他에서는 실리콘고무가 醫療用으로서 가치있는 特性이 있으므로 各種카테터, 프로테제, 輸血用 튜브 및 人工臟器에 使用되고 있어 앞으로 高成長이 이루어질 것으로 期待되고 있다. 日本에서는 食品用 容器 및 包裝에 使用되는 고무製品이 業界의 自體規格으로 制定되어 실리콘고무를 包含한 合成고무는 이 規格을 遵守하게 되었으며 실리콘고무는 人體에 無害성이므로 針꽂지, 自動販賣機의 移送用 튜브, 齒科用印象材等に 實用化되어 法的 및 業界의 自體規制가 強化됨과 동시에 실리콘고무의 使用範圍가 넓어 질 것으로 생각되나 高價이므로 使用頻도가 많은 편은 아니다. 또 昨年에 실리콘고무와 EPDM고무를 블랜드한 製品이 開發되었는데 이는 실리콘고무 및 EPDM고무의 單獨性能을 양쪽고무의 性能으로 轉換시켜 高價인 실리콘고무를 價格引下하기 위한 것으로서 自動車 및 電氣機器分野에서 使用이 期待되어지며 其他 醫藥品製造原料, 플라스틱複合材料의 性能向上에 크게 도움을 줄 것으로 생각한다.

以上으로 실리콘에 對한 略述을 마치고 다음은 弗素樹脂에 對해 考察하기로 한다.

### 3. 弗素樹脂

#### 3-1 舍弗素폴리머의 種類

世界 各國에서 市販되고 있는 舍弗素폴리머를 表 6

에 나타내고 있는데 含弗素폴리머의 市販品은 폴리 에틸렌과 같은 鎖狀高分子構造로서 炭素의 鎖에 結合하 는 水素의 一部 또는 全部가 弗素 또는 퍼플루오르알 킬기로 置換되는 것이다. (一部鹽素를 含有한 것도 있 다)

이에 對한 一般式은 다음과 같다.

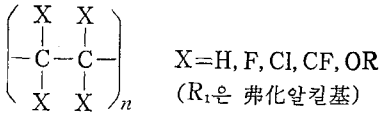


表 6. 世界各國의 市販含弗素폴리머

分 類	記 號	內 容
弗 素 樹 脂	四弗化系	PTFE TFE호모폴리머 FEP TFE/HFP共重合體 PFA TFE/Perfluoroalkyl Vinyl ether 共重合體 ETFE TEF/에틸렌交互共重合體
	二弗化系	PCTFE CTFE호모폴리머 — CTFE/VDF共重合體 — CTFE/VC共重合體 ECTFE CTFE/에틸렌交互共重合體
	二弗化系	PVDF VVF호모폴리머
	一弗化系	PVF VF 호오폴리머
弗 素 고 무	—	VDF/HFP共重合體
	—	VDF/HFP/TFE 3元共重 合體
	—	CTFE/HFP共重合體
	—	TFE/프로필렌共重合體

<註> 內容欄中 記號는 다음의 폴리머를 意味한다.

- TEF: 4弗化에틸렌
- HFP: 6弗化프로필렌
- CTFE: 3弗化鹽화에틸렌
- VDF: 弗化비닐리덴
- VC: 鹽化비닐
- VF: 弗化비닐

一般的으로 水素를 弗素로 置換한 것의 物性效果는 다음과 같다.

- 1) 化學的 不活性
- 2) 低摩擦 및 非粘着의 表面特性
- 3) 優秀한 誘電特性
- 4) 高溫 低溫에 있어서의 優秀한 使用機能
- 5) 良好한 耐燃燒性
- 6) 極小의 吸水率
- 7) 優秀한 耐侯性

PTFE는 完全히 弗素화된 含弗素폴리머의 極限形態로부터 上記 1)~7)의 性質이 最極端이고 耐熱性이 가장 높은反面 結晶融點(327°C) 以上으로 流動하지않고

粉末冶金에 類似한 特殊加工法으로 成形해야하는 負擔을 안고 있고 또 高溫 및 極低溫에서 有用性이 卓越한 反面 室溫附近에서 機械的 強度는 나일론, 폴리아세탈 폴리카보네이트 등의 엔지니어링·플라스틱에 比해서 낮으므로 어느 種類의 機械部品으로서의 用途에 制限을 받고 있다.

그래서 PTFE以外에 弗素樹脂는 程度의 差異는 있으나 다음과 같은 事項을 改良하므로써 제작기 獨自의 인 開發分野를 가지고 있다.

1) PTFE의 優秀한 性質을 極力保存하므로써 溶融 成形을 附與한다.

2) 機械的 強度를 다른 強靱한 엔지니어링·플라스틱에 가깝게 했을 때 溶融成形性을 附與하며 耐藥品, 耐熱, 誘電特性은 若干低下한다(上記 1) 以外的의 것) ETFE는 1) 2)의 中間的인 物性均衡을 가진 弗素樹脂인 것이다.

表 7, 8에는 世界各國에서 生産되는 弗素樹脂 및 弗素고무製造메이커를 나타낸 것인데 弗素樹脂의 거의半을 차지하고있는 PTEF의 메이커는 美國, 西유럽地域 및 日本으로 約 10餘社를 들수있고 其他 蘇聯 및 東유地域에 1~2社가 있으나 詳細한 것은 不明이며 PTFE의 年間生産量은 日本의 다이긴工業(株) 및 三井푸로도化學(株)에서 各各 1,200(톤)으로서 總 2,400톤이고 美國은 10,000톤, 西유럽地域에서 9,000톤으로 推定하고 있다.

表 9에서는 日本에서 使用되고 있는 弗素樹脂를 나타내고 있으며(以下 弗素고무에 對해서는 省略한다.) Dupont社 및 Alliod Chemical社의 製品은 各各 提携하고 있는 三井푸로오르化學 및 旭硝子(株)가 輸入販賣하고 있고 以外 佛蘭西 및 蘇聯으로부터도 몇 톤씩 輸入하고 있는 實情이다.

表 10은 日本의 弗素樹脂供給狀況으로서 日本에 弗素樹脂가 紹介된 것은 1950년이며 日本自體技術로 PTFE가 國産化된 것은 1957~1958년이며 그後 弗素樹脂가 工業材料로서 卓越한 性質이 認定되어 化學 機械 및 電氣·電子工業에 이바지할 수 있었다.

同表에 의하면 3년에 1回程度 需要의 後退가 있었는데 이는 弗素樹脂가 景氣調整의 影響을 받기쉽다는 것을 나타내고 있으며 또한 1974年以來的의 下降狀態는 石油波動으로 因한 大幅的인 景氣減退이며 1975년에는 極端의 下降을 보이고 있고 1976년에는 1973年을 약간 上廻하는 程度로 回復되고 있다.

다음은 日本에서 지금까지 使用된 弗素樹脂의 供給 推移를 累計하여 본 것이면 表 10에 없는 1959年以前의 累計는 約 170程度로 推定된다

1964년까지 1,300

1967年中半까지 2,500

表 7. 世界各國의 弗素樹脂生產業體

國名	會社名	PTFE	FEP	PFA	ETFE	PCTFE	CTFE-VDF	CTFE-VC	ECTFE	PVDF	PVF
美國	Du Pont	Teflon TFE Halon TFE Fluon	Teflon TEF	Teflon PFA	Tefzel		Aclon		Halar		Tedler
"	Allied Chemical										
"	ICI(U.S.)					Kel-F	Kel-F	EPC64L (Exon461)		Kynar	
"	Minnesota Mining										
"	Pennwalt										
"	Firestone										
오란다	Du Pont	Teflon TFE Fluon									
英國	ICI										
西獨	Hoechst A.G.	Hostafion			Hostgion ET		Hostafion			Dyflor	
"	Dynamit Nobel										
이태리	Montedison	Algoflon									
불란서	Ugine Kuhlmann	Soreflon								Forafion	
벨기에	Solvay & Cie									Solef	
日本	旭硝子	플리프렌	네오프렌본		COP						
"	다이진工業	테프론 TFE		테프론 PFA		다이렌					KF플리머
"	三井물우오르化學										
"	吳羽化學										

表 8. 世界各國의 弗素고무製造業體

國名	會社名	VDF/HFP	VDF/HFP/TFE	CTFE/HFP	TFE/P
美國	Du Pont	Viton	Viton	Fluorel	
"	Minnesota Mining				
이태리	Montedison	Technoflon			
日本	旭硝子	다이에드			
"	다이진工業				
"	三井물우오르化學				
"	吳羽化學				

表 9. 日本에서 使用되고 있는 弗素樹脂

品 種	會 社 名	商 品 名
PTFE	다이진工業	플리프렌
	三井프로로化學	테프론 TFE
	Allied Chem(美)	Halon TFE
	ICI(英)	
	Hoechst(西獨)	Hostaflon
	Monfedison(伊)	Algoflon
FEP	다이진工業	네오프렌
	Du Pont	Teflon FEP
PFA	三井프로로化學	테프론 PFA
PCTFE	다이진工業	다이프렌
PVDF	吳羽化學工業	KF 폴리머
	Pennwalt	Kynar
ETFE	旭硝子	아프렌 COP
	Du Pont	Tefzel

1969年中半까지 5,000

1972년까지 10,000

1976년까지 20,000

따라서 1972년까지는 約 2年에서 2年半 사이의 累計가 2배로增加하고 있고 1972년부터 1976년까지의 約 4年間에는 2배로 增加하고 있다는 것을 알 수 있으며 表 10에 나타난 數値에는 嚴密히 따져 弗素고무와 弗素樹脂가 앞에 記錄된 各種에 包含되어 있으므로 或者는 弗素樹脂弗素고무=90/10으로 推算하고 있다.

輸入량을 볼 것 같으면 1964년까지는 約 50%를 차지하고 있었으나 1965년부터는 크게 低下되고 있으며, 1973년까지는 10~20%로서 이 期間동안은 日本에서 國産化되지 않는 品種 및 等級이 輸入品의 主體를 이루었다고 생각되며 1974~1975년에는 30%程度로 一時增加하였다는 것은 物量不足時의 假需要에 應한 것이다. 그 後 日本市場을 노린 西유럽製品이 들어온 것이나 1976년에는 다시 20%로되어 1977年度에도 이의 均衡이 維持되고 있다.

表 11에서는 1976年の 成形成品需要構成을 金額%로 나타낸것이고 表 12에서는 1973~1976年の 需要別比率을 나타내고있지만 이를 살펴보면 比率이 점점 變化하고 있다는 것을 알 수 있으며 以前에는 50%를 차지하고 있던 PTFE의 耐蝕, 耐熱 또는 라이닝材料로서의 用途가 定着하였으며 이 외에도 機械 電氣分野의 用途에 多方面으로 開發되고 있고 또한 새로운 溶融加工을 할 수 있는 弗素樹脂의 開發分野로서의 化學裝置는 큰 市場이 있으며 機械部品分野는 弗素樹脂의 特異한 表面特性과 耐熱耐藥品性을 동시에 要求하는 分野에 充填劑를 넣은 特殊品種의 開發로서 伸張되었고 베이킹피

스톤링은 대단히 널리 利用되고 있으며 더구나 高層빌딩, 橋樑, 熱伸縮과 동시에 機械的 振動이 일어나는 大型機器의 支持板(베어링받트)으로서 活用되고 있다.

表 10. 弗素樹脂供給推移(日本)

年 度	國産出荷量 (톤)	輸入量 (톤)	供給量合計 (톤)	供給量前年比(%)
1960	62	99	161	199
1961	92	59	151	96
1962	104	85	189	122
1963	150	100	250	132
1964	196	212	408	163
1965	235	83	318	78
1966	572	99	671	211
1967	961	119	1,080	161
1968	769	126	895	83
1969	1,078	164	1,242	139
1970	1,202	353	1,555	125
1971	1,161	269	1,430	92
1972	1,285	349	1,634	114
1973	1,883	630	2,513	151
1974	1,597	893	2,490	99
1975	1,145	565	1,710	69
1976	2,116	550	2,666	156

<註> 國産出荷量：通産省化學工業統計年報.  
輸入量：大藏省關稅局輸入統計

表 11. 弗素樹脂製品需要構成比(1976年, 日本)  
(單位：%)

製品別 需要別	電氣 電子	化學 裝置	機械 部品	其他	合計
생 테 이 프	0.20	1.96	0.86	2.30	5.33
板	0.86	1.17	1.09	0.13	3.26
管	1.83	2.53	1.20	0.96	6.52
棒	1.19	0.60	1.34	0.16	3.29
테 이 프 類	3.18	0.73	1.16	0.54	5.61
其他 素材	2.17	0.62	1.24	0.64	4.66
팩킹 가스켓	1.04	7.35	6.07	1.90	16.36
軸 受 類	0.81	0.88	6.66	0.09	8.43
含浸製品	0.97	3.26	1.58	0.21	6.01
발 브 類	0.11	1.42	1.89	0.10	3.53
其他加工品	3.58	4.37	5.49	0.88	14.32
電 線	7.01	0.05	—	—	7.06
코 링	4.13	0.86	2.17	8.47	15.62
合 計	27.10	25.80	30.75	16.38	100.00

表 12. 用途分野別 需要의 推移, 日本 (單位 %)

年度	電氣	化學	機械	其他	合計
1972	17.4	34.7	31.8	16.1	100
1973	17.7	32.1	29.1	21.1	100
1974	16.3	37.0	30.5	16.2	100
1975	16.5	30.6	36.2	16.7	100
1976	27.1	25.8	30.8	16.4	100

電氣·電子工業分野는 오직 弗素樹脂의 優秀한 誘電特性, 絕緣特性 뿐만 아니라 耐熱, 耐藥品, 表面特性 등을 利用하고 있으며 最近에는 不燃性이고 煙氣가 나지 않고 燃燒熱이 낮은 등의 安全面에서도 重要視되어 信賴性 있는 絕緣材로서 評價되고 있으며 또한 耐熱性이 小型化에 關聯되는 것으로, 이도 時代의 要求에 應하고있다. 以外 其他分野中에는 家庭用品, 家電製品에도 눈에 띄는 바 이는 아마도 景氣의 影響을 받지 않는 用途로서 또는 量產品의 用途로서 重要한 것이라할 수 있다.

### 3-2 開發動向

PTFE는 周知하는 바 처럼 熱可塑性樹脂이면서 熔融加工을 할 수 없는 것으로 粉末冶金과 類似한 加工法이 적용되는 바 이는 熔融加工에 比해서 效率이 극히나 빠르고 量産體제가 될 수 없어 原料樹脂메이커는 成形加工의 效率化를 기하고져 樹脂의 改質에 注力하여 各社 改良된 等級品을 市販하고 있는 데 이의 進歩된 點으로서는

- 1) 壓縮成形品(例 테이프 切削用素材)의 大型化
- 2) 壓縮成形作業의 自動化(自動成形機의 開發)
- 3) 成形品表面平滑의 向上과 切削仕上加工의 省略化
- 4) 램프押出, 페스트押出成形의 高速化等이다.

PTFE의 耐摩耗性 등을 改良하고 機械部品으로서 使用하기 위한 充填材는 各社標準等級品에서 決定되지만 最近에는 PPS等 耐熱性 폴리머를 充填材로한 新等級이 出現되고 있다. 새로 開發된 共重合樹脂는 表 6에서와 같이 數年間에 걸쳐 새로운 共重合樹脂의 開發이 進行되고 있으며 開發된 PFA는 使用特性이 PTFE와 같으나 熔融加工을 可能하게한 「melt processible PTFE」가 있다. 이것은 高溫에서의 機械的 強度는 PTFE보다 優秀한 點이있고 連續使用溫度도 PTFE와 같이 260°C이다.

主應用分野는 高機能電線케이블被覆, 耐蝕라이닝(발브, 펌프 其他 化學裝置), 化學-電氣關係의 射出成形部品等이있다. PFA의 出現으로 무엇보다 重要한 것은 PTFE에 接着할 수 있기 때문에 從來 難點이었던 PTFE 또는 다른것과의 接着技術이 進展되었다는 것

이다. 또 ETFE는 종래의 PVDF의 缺點을 改良한 것으로 생각 할 수 있다. 다시말해서 PVDF는 機械的 強度가 대단히 좋은 弗素樹脂로서 加工性도 좋은 편이나 誘電特性, 耐藥品性, 高溫에서의 機能이 나쁘므로 다소 特性이 不均衡되는 點이 있다고 생각된다.

ETFE가 美國에서는 電氣·電子工業에 多量 急速히 使用되고 있는 것은 PVDF와 化學的組成이 같고 에틸렌과 TFE와의 交互重合形을 取함으로서 耐藥品, 耐熱誘電特性이 PTFE에 가깝고 또한 機械的 強度 역시 PVDF에 가까운 點이라 할 수 있으며 또 高에너지放射에 對한 抵抗性은 PTFE보다 높은 點이 큰 特色이라 할 수 있어 主된 開發分野는 電線케이블 被覆, 化學, 電氣 및 機械工業用的 射出成形部品, 耐蝕라이닝 등이며 필름 또는 시이트, 모노필라멘트의 形態로도 市販되고 있다. ECTFE도 대체로 같은 傾向의 交互 共重合體로서 耐藥品, 耐熱性이 劣勢이나 機械的 強度 硬度는 若干 上廻하는 편이나 日本에서는 使用되고 있지는 않다.

新用途開發狀況과 關聯하여 最近 雜誌 등에서 새물 계 눈에 띄는 것은 公害防止에 關聯된 것이 많은 데 이를 대강 다음과 같은 것으로 요약할 수 있겠다.

- 1) 吸音성과 耐候性을 應用한 필름의 防音壁.
- 2) 自動車排氣가스規制強化에 關聯된 엔진 構造改良에 따른 耐熱, 耐油성, 耐熱電線,
- 3) 大氣汚染防止規制強化에 따른 高溫용글라스필터의 處理仕上
- 4) 耐蝕라이닝材로한 化學機器裝置, 排油排水處理裝置, 排煙脫黃裝置에의 라이닝應用
- 5) 食鹽電解法의 變換에 의한 多孔質필름형태의 隔
- 6) 脫家庭用器具 家電製品의 非粘着, 低摩擦코팅에의 應用
- 7) 公害防止關係 測定機器, 器具, 分析의 高構密度 化를 위한 튜브, 샘플링팩에의 應用
- 9) 醫療器機關係

## 4. 結 言

실리콘은 應用範圍가 넓고 典型的인 파인케미칼製品으로서 실리콘이 지금까지 發展하게 된 것은 메이커와 使用者間의 密接한 關係에 의한 技術情報의 交換이였지만 앞으로는 繼續 兩者間의 協力에 基盤을 두어 新技術, 新用途에 對한 開發을 이루어야 한다.

弗素樹脂는 現在 主原料(螢石, 클로로포름)의 價格, 電力費, 設備維持費, 公害防止對策의 投資, 人件費等 여러가지 經費의 上昇으로 價格의 上昇要因이 많아 앞으로 製造面에서 價格上昇要因을 吸收하기 위한 合理化에 努力할 것은 물론이고 現行價格安定化, 新用途開發, 高附價值製品開發에 注力하는 것이 妥當하다고 하겠다.

### 參 考 文 獻

Japan Plastics Vol. 29, p. 33 (1978)