

熱可塑性 플라스틱

崔 俊 鐵*

1. 序 論

熱可塑性 플라스틱(thermoplastics)이라 함은 通常 熱을 받았을 때에는 軟化되고, 一定한 壓力下에서 物作業을 할 수 있는 긴 사슬의 重合體를 말한다. 물론 이러한 重合體는 直鎖이거나 또는 側鎖狀으로 架橋할 수 없다. 다음 表 1은 主要 熱可塑性 플라스틱의 特性에

관한 것이며, 表 2는 美國, 西유럽, 日本에 있어서 主要열가소성 플라스틱의 消費推定値에 관한 것이다. 한편 그림 1은 過去 및 未來에 있어서 플라스틱과 石油化學製品과의 使用比率에 대하여 나타내었다.⁴⁾

열가소성 플라스틱의 成長要因은 이 製品의 優位性, 다시 말하면 다른 製品보다 가볍고, 耐化學性, 耐久性 및 取扱容易性 때문이며 또한 플라스틱分野에서 技術開發에 힘입어 이들의 成長을 促進시켰기 때문이다.

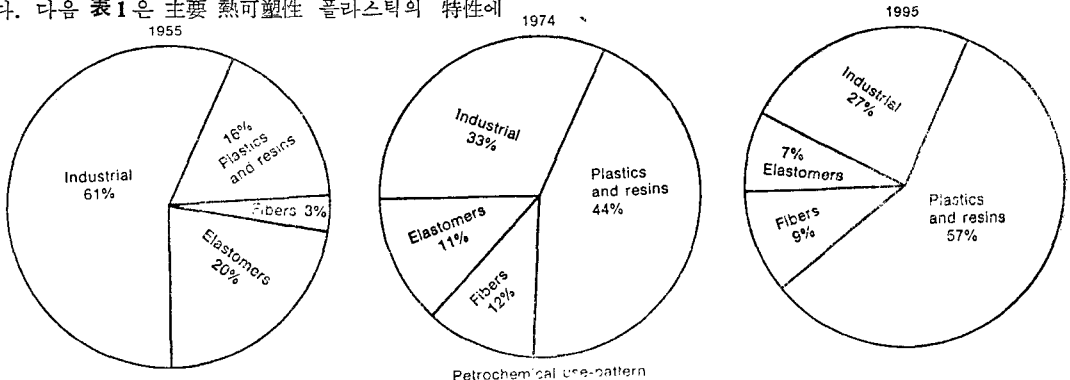


그림 1. 石油化學에서 플라스틱의 比重

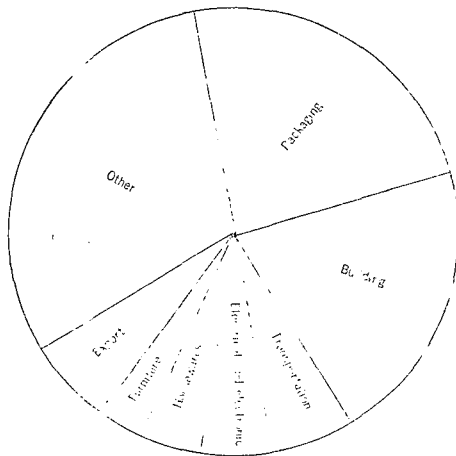


그림 2. 最近 플라스틱의 用途別 使用構成

한편 經濟的인 測面에서 2가지 要素가 이의 成長速度에 加速化를 가져왔는 바, 첫째 플라스틱製品 價格은 天然資源을 이용한 製品보다 競争價이던지, 이 보다 다소 低廉하기 때문이며, 둘째 天然資源은 制限된 供給源이기 때문이다. 그 結果, 製紙, 羊毛, 綿, 皮革, 鋼鐵, 木製, 콘크리트로부터 製造되는 多様な 材料市場은 플라스틱으로 代替되거나 蠶食되어 가고 있다. 다음 그림 2는 최근 美國에 있어서 各種 플라스틱의 消費動向에 관한 것인데 이중 熱可塑性 플라스틱이 78~80%를 차지한다.⁶⁾ 在來의 材料에 代替되는 플라스틱은 또한 世界的으로 1人當 消費量을 增加시키고 있는 바, 1990年度의 年間 豫想 1人當 消費量은 74年の 11kg에 비해 증가한 34.6kg을 推定하고 있다. 熱可塑性 플라스틱은 1980年代 初盤까지 年平均 增加率을 6%

* 韓國科學技術研究所

表 1. 主要 熱可塑性 플라스틱

名 稱	略 語	類 型	構 造	녹는점	比 重
低密度 폴리에틸렌	LDPE	폴리올레핀	-CH ₂ -	110(T _m)	0.910
高密度 폴리에틸렌	HDPE	소 同	-CH ₂ -	120(T _m)	0.950
폴리프로필렌	PP	소 同	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ -\text{CH}_2-\text{CH}- \end{array}$	175(T _m)	0.902
폴리비닐클로라이드	PVC	비 닐	$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ | \\ -\text{CH}_2-\text{CH}- \end{array}$	100(T _g)	1.35
폴리비닐아세테이트	PVA	소 同	$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ -\text{CH}_2-\text{CH}-\text{O}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ || \\ \text{O} \end{array}$	..	..
폴리스티렌	PS	스티렌	$\begin{array}{c} | \\ -\text{CH}_2-\text{CH}- \\ | \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$	100(T _g)	1.05
아크릴로니트릴·부타디엔·스티렌	ABS	스티렌	..	..	..
아크릴로니트릴·스티렌	SAN	스티렌	..	..	..
폴리메틸메타아크릴레이트	..	아크릴	$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{C}-\text{OCH}_3 \\ | \\ \text{CH}_2-\text{C}- \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$	..	..
폴리헥사메틸렌디아미드	Nylon65	폴리아미드	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \quad \quad \text{O} \\ || \quad \quad \quad || \\ -\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{N}-\text{C}(\text{CH}_2)_6\text{C}- \end{array}$	265(T _m)	1.14
폴리카프로락탐	Nylon6	폴리아미드	$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ -\text{N}(\text{CH}_2)_5\text{C}- \end{array}$	225(T _m)	1.14
폴리에틸렌테레프탈레이트	PET	폴리에스테르	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \quad \quad \text{O} \\ || \quad \quad \quad || \\ -\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}- \end{array}$	270(T _m)	..
폴리부틸렌테레프탈레이트	PBT	소 同	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \quad \quad \text{O} \\ || \quad \quad \quad || \\ -\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}-\text{O}-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}_2-\text{O}- \end{array}$	250(T _m)	1.3
폴리카르보네이트	PC	소 同	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \quad \quad \text{O} \\ || \quad \quad \quad || \\ -\text{O}-\text{R}'-\text{O}-\text{C}-\text{O}-\text{R}-\text{O}-\text{C}- \end{array}$	190(T _g)	1.2
폴리아세탈		폴리에테르	-O-CH ₂ -O-R-	181(T _m)	..

表 2. 主要 國別 熱可塑性 플라스틱의 消費

種 類	美 國				유 럽			日 本	
	76	77	78	80*	76 ^b	77 ^c	83 ^c	76 ^b	82**
LDPE	2,636 ^a	2,955 ^a	3,227 ^a	3.63	3.20	3.05	4.36	1.39	1.3
HDPE	1,410 ^a	1,682 ^a	1,818 ^a	1.96	1.18	1.14	1.72		
PP	1,136 ^a	1,227 ^a	1,364 ^a	1.73	0.765	0.73	1.45	0.669	1.10
PS	1,450 ^d	1,564 ^d	1,705 ^d	2.14	1,435	1.42 ^b	..	0.875	1.30
PVC	2,144 ^d	2,386 ^d	2,545 ^d	3.05	3,255	3.14	4.27	1.044	1.30

註: 日本國의 單位는 백만「톤」임.

*, 參考文獻 1의 引用
a, 參考文獻 2의 引用
c, 參考文獻 7의 引用

** , 參考文獻 7의 引用
b, 參考文獻 3의 引用
d, 參考文獻 4의 引用

表 3. 유럽에 있어서 PP의 成長
單位: 천[톤]

種 類	1977		1983	
	生産能力	消 費	生産能力	消 費
PVC	5,158	3,450	7,023	4,700
LDPE	5,372	3,350	7,477	4,800
HDPE	2,363	1,250	3,278	1,900
PP	1,755	850	3,013	1,600
PS	2,166	1,250	2,753	1,600
計	16,814	10,150	23,544	14,600

로 推定하고 있으며 그 후 부터는 다소 감소한 年間 4.7%로 豫想되며 2,000년에는 約 3%의 成長率이 豫測된다.⁷⁾ 다음 表3은 1983年度 유럽에 있어서 熱可塑性 플라스틱의 豫想生産能力和 消費에 관한 것인데 1977~83년의 年間消費增加率이 6.2%이며 이 중 폴리프로필렌이 가장 높은 11.1%로 推定된다.

包裝分野는 플라스틱市場의 最大 需要處이며 열가소성 플라스틱商品도 著실한 伸張勢를 보이고 있다. 包裝分野에 消費된 플라스틱量은 77년에 323 만톤이었으나 1985년에는 575만톤에 달할 것으로 豫想되며, 이 分野에서도 主種을 이루고 있는 것은 이의 43%를 차지하는 폴리에틸렌⁸⁾이다. 또 成長勢중의 하나는 이를 이용한 파이프生産이다.

엔지니어링 열가소성 플라스틱(Engineering thermoplastics)이라 함은 高度의 耐熱安定性, 耐化學藥品性, 耐候性, 其他 有效한 特性 등이 特殊한 物性を 갖는 重合體를 包含하는데 이런 類의 플라스틱은 폴리카보네이트(poly carbonates), 폴리에테르술폰(poly ethersulfones), 폴리아세탈(polyacetals), 나일론, 熱可塑性 폴리에스테르(thermoplastic polyesters) 등이다.

石油價의 高騰과 함께 最大限의 에너지節約運動을 벌리고 있는 요즘, 플라스틱이 이의 좋은 同伴者로 사료된다.

1985년의 平均 揮發油消費量은 27.5mpg 로 豫想된다. 1979年 基準 自動車 台當 플라스틱比率은 4.5% (무게換算) 다시 말하면 약 160 파운드이나, 1980년에는 10%, 250~300 파운드로 推定하고 있다. 플라스틱 중에서도 自動車輕量化에 이용되는 것은 폴리에스테르를 비롯한 폴리프로필렌(PP), PVC, PE, 폴리우레탄, 나일론 및 ABS 등이다.

일반적으로 이러한 것은 強化 플라스틱 構造物에 使用될 것이며, 最近 그라파이트 강화 플라스틱이 選擇材料로 登場하고 있다.⁹⁾

이같은 플라스틱 중에서도 가장 伸張率이 높은 項目은 強化 폴리에스테르(Reinforced polyesters)인 바,

1982년의 需要는 30만톤으로 豫想된다.¹⁰⁾ 그 다음이 每年 需要가 25만톤으로 豫想되는 PP와 폴리우레탄이다.

플라스틱工業의 膨脹과 1人當 플라스틱消費量 增加로 인하여 플라스틱廢棄物과 이의 汚染에 關連된 問題들은 더욱 두드러지게 露露되었다. 예컨대 美國에 있어서 固形廢棄物의 4%는 플라스틱이 차지하고 있다. 플라스틱은 大氣 中에서 生化學的으로 分解되지 못하여 公害問題를 惹起시키며, 都市에서 廢棄되는 플라스틱의 約 80%가 熱可塑性 플라스틱이나 熱可塑性 플라스틱은 다시 모으드作業이 가능하다. 따라서 美國의 Western Electric社는 약 10파운드의 열가소성 플라스틱을 再生하고 있으며 射出프로세스로 이를 다시 再모으드하고 있으며 1980년의 플라스틱廢棄物은 약 840만톤으로 추정된다. 美國鑛務局(Bureau of Mines)에서는 各種 廢棄物에서 플라스틱을 選別하는 flotation process를 開發하였는데 同方法은 經濟的 妥當성이 符合되는 時期가 올때에는 自動車野積場에 應用할 수 있을 것으로 보고 있다.

廢플라스틱의 또 한가지 活用方案은 이를 處理하고 cracking 方法으로 有效한 새로운 化學藥品을 얻는 것인데 플라스틱의 cracking은 矽砂의 液床反應器¹¹⁾를 이용한 파일럿 實驗이 進行되고 있다.

回收되는 製品은 사용된 原料플라스틱의 特性和 活用溫度에 따라 크게 左右된다. 예컨대 740°C에서 熱分解된 PE의 한 실험에서의 主生成物은 메탄이 16.2%, 에틸렌이 25%, BTX와 다른 芳香族化合物이 29%, 왁스가 7%이었으나, 同一한 溫度에서 PS를 熱分解하였더니 71.6%의 스티렌이 回收되었다고 한다. 3번째로 考慮할 수 있는 方法은 光學的으로 分解할 수 있는 플라스틱(photo degradable plastics)의 開發에 있다.

그러나 이같은 것은 과연 이러한 다량의 쓰레기에서 소량의 것을 얻는데 經濟的으로 價値가 있는지는 疑心스럽다.

한편 Abbas, Knutsson 및 Berglund는 熱可塑性樹脂의 再加工法을 開發하였는 바, 이는 要求되는 物性を 充足시킬 뿐만 아니라 2가지 利用方法을 提案하였다. 即 射出成型器에서 직접 再生시키는 方法과 再生된 材料와 新材料를 일정하게 配合하여 混合시키는 方法¹²⁾이다.

다음은 主要 熱可塑性 플라스틱의 特性, 製造方法등에 關하여 간추려 紹介하기로 한다.

2. 폴리에틸렌 (PE, polyethylene)

PE [(CH₂-CH₂)_n]은 가장 광범위하게 이용되는 熱可

塑性樹脂인데 이의 需要는 幾何級數로 增加되고 있다. 이같은 原因중의 하나는 가스라 나프타¹²⁾로 부터 얻어지는 에틸렌原料가 풍부할 뿐만 아니라 PE의 加工容易性, 이에 따른 加工製品의 生産코스트의 低廉, 耐藥品性 및 우수한 彈力性 등 때문에 강한 市場性을 維持시킬 수 있다.

1930年代에는 高壓으로 重合하는 方法이 紹介되었으나 1953年 Karl Ziegler가 새로운 티탄系 觸媒를 開發한以後 低壓에서 에틸렌을 重合시키는 時代를 맞이하게 되었다.

PE중에서 가장 많이 이용되는 等級은 側鎖狀의 低密度 폴리에틸렌(LDPE)과 直鎖狀의 高密度 폴리에틸렌(HDPE)으로 區分된다. LDPE는 高壓에서 自由라디칼型 重合方法으로 製造되는 反面 HDPE는 低壓下 齊이글러型인 金屬化合物의 觸媒存在下에 製造된다.

2가지 종류의 PE 중에서 서로의 差異點은 다음과 같은 바, LDPE는 結晶性이 낮기 때문에 HDPE보다 柔軟하다. 低結晶性(low crystallinity)이 發生되는 原因은 重合體의 炭素骨格을 중심으로 2個 또는 4個의 炭素가 옆사슬로 붙어 있기 때문이다. 그러나 HDPE는 옆사슬이 없어 보다 密接하게 分子가 配列되어 있다. 그러므로 耐空氣透過性이 좋지 못하다.

低密度와 高密度 PE 뿐만 아니라 이들의 中間值 PE의 製造에 대해서는 여러가지 製造方法이 알려지고 있다.

2.1 物理·化學的 特性

폴리에틸렌에 있어서 가장 중요한 物性은 分子量과 이의 分布에 있다. 分子量을 測定하는 方法은 여러가지가 알려져 있으나 가장 많이 사용하는 方法은 이의 粘度測定으로 알 수 있다.

다시 말하면 melt viscosity와 melt flow index (MFI)의 測定으로 이의 重合을 測定할 수 있다. 만약 MFI가 높은 重合體이면 melt viscosity가 낮을 뿐 아니라 分子量이 낮고 衝擊強度와 引張強度도 낮다.

폴리에틸렌은 各種 氣體를 어느 정도 通過시킨다. 高密度 PE는 低密度 PE보다 耐氣體透過性이 낮다. 일반적으로 PE는 耐水性이 낮고 묽은 酸이나 묽은 알칼리에 耐藥品性을 보이나, 진한 酸에는 弱하다. 總括적으로 말하자면 PE는 耐化學藥品性이 優秀하다.

炭化水素 또는 鹽素化 炭化水素類의 溶媒에 천천히 膨潤된다. 引張強度는 相對적으로 낮으나, 衝擊強度는 대단히 높다. PE의 用途는 이의 優秀한 耐電氣의 特性 때문에 絶緣材料로 이용된다. 表 4는 PE의 物性에 관

한 것이다.

表 4. PE의 代表的 物性

種 類	녹는점 (°C)	比 重 (g/cm ³)	結晶化度 (%)	모듈러스 (psi × 10 ⁸)
側鎖 低密度	107-121	0.92	60-65	25-30
中密度	..	0.935	75	60-65
直鎖				
齊이글러型	125-132	0.95	85	90-110
필립스型	..	0.96	91	130-150

2.2 生 産

에틸렌의 重合에는 에틸렌 g 당 850 칼로리의 熱을 放出하는 發熱反應이다.¹³⁾ 이러한 理由로 反應熱을 除去하는 方法이 要하게 된다. 폴리에틸렌은 空氣가 없어도 高溫에서 分解하므로 溫度를 調整하지 않으면 暴發한다.

分解物은 주로 메탄, 炭素, 水素등으로 組成되어 있으며, 反應은 反應器에서 다음과 같이 進行된다.¹⁴⁾

重 合



分 解



(1) 低密度 폴리에틸렌(LDPE)

LDPE는 高壓下에 대부분 管型 또는 混合機가 装着된 오우토클라브型 反應器에서 製造된다. 오우토클라브型 反應器로 製造할 때에는 冷 에틸렌이 供給되어 反應熱을 흡수한다. 混合機의 役割은 反應容器內의 物體를 一定한 溫度로 維持하여 준다. 한편 管型 反應器는 3가지로 構成되어 있는 바, 加熱部門, 反應部門 및 冷却部門¹⁵⁾이다. 多量의 反應에너지는 管型反應器의 壁을 통하여 除去된다.

Arco process는 管型 反應器¹⁶⁾를 이용하고 있으며, Gulf process는 그림 3에서와 같이 stirred autoclave 反應器¹⁷⁾를 이용하고 있다. 純度 99% 이상의 高純度 에틸렌은 低壓으로 再生된 에틸렌과 混合하고 약 300bar에서 壓縮시킨다. 이어 2次 壓縮機를 사용하여 反應壓力를 약 2,000 bar로 上壓시킨다. 이 때에 酸素 또는 過酸化物 등의 自由라디칼 開始劑, Chain transfer agent 등을 反應器에 供給한다. 生成物은 反應器에 남게 되는데 이를 未反應 에틸렌이 있는 1차 分離機에 옮기고 濾過器를 통과시켜 왁스를 제거한 후 다시 2次 壓縮機

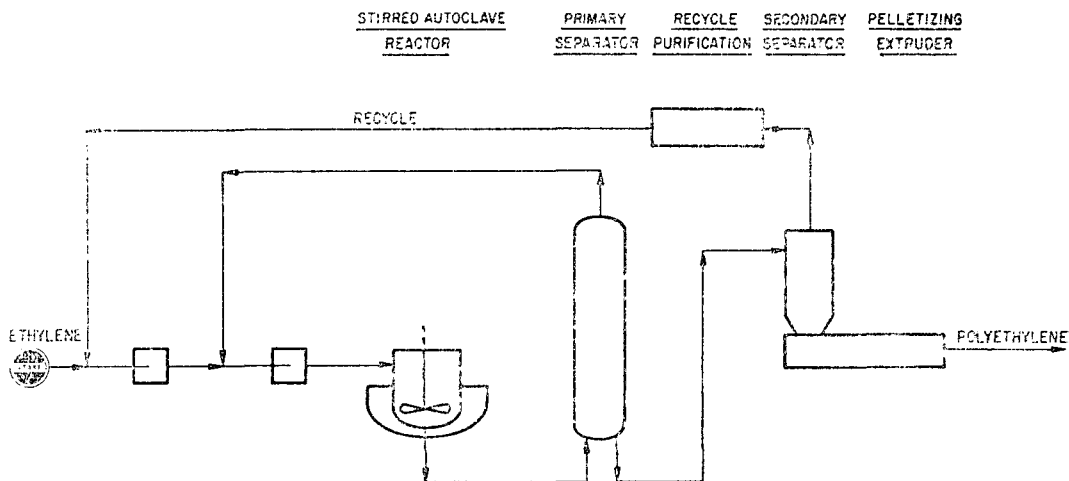


그림 3. 오우토클래브형 반응기를 이용한 LDPE의 생산(Gulf 프로세스)

에서回收한다. 溶融狀態의 重合體는 거의 大氣壓과 같은 상태의 2次 分離機로 移送된다. 끝으로 生成物은 押出機로 移送하여 펠렛化한다. 典型的인 反應條件은 다음과 같다.

溫度(°C)	100~200
壓력(bar)	1,500~2,000
에틸렌 통과시 轉換率(%)	10~25
總轉換率(%)	95이상

重合反應速度는 溫度의 上昇, 開始劑濃度의 上昇, 壓력의 增加로 인하여 促進되며, PE의 構造 즉 分枝化 및 分子量의 決定要因은 壓력과 溫度에 따라 左右된다. 壓력이 增加하는 反面 溫度가 감소하면 生成되는 重合體는 高密度와 分子間의 距離가 좁아지나 調節劑를 사용하면 平均 分子量이 減少된다. LDPE의 結晶性은 反應條件을 變化시키거나 아세트酸비닐, 아크릴酸에틸과 같은 共重合體를 添加시켜 調整할 수 있다.

共重合體는 낮은 結晶性이나 伸縮性이 좋다. 結果적으로 生成되는 重合體는 보다 耐衝擊性¹⁸⁾을 向시키다. 管型 反應器로 製造된 LDPE重合體는 필름製造用에 適合함에 비해 混合機가 부착된 오우토클래브형 反應器에서 제조된 LDPE는 코우팅用으로 적합하다.

일반적으로 오우토클래브형은 모든 等級의 LDPE를 만들 수 있으나 필름用으로 사용하면 轉換率이 낮다.

어떤 프로세스가 經濟的인 面에서 適合한가를 決定지을 때에는 여러가지 要因을 생각할 수 있으나 主要要件은 原資材의 有用性, 原資材의 輸送, 完製品 등을 고려하여야 한다. 그러나 가장 重要한 것은 生産單位인 바, 예컨대 Imhausen 이 研究調査한 管型 反應器에 있어서 過去의 年産 6만톤에서 18만톤¹⁹⁾으로 生産規模를 擴張시키면 投資費를 50% 節減할 수 있다는 報告가 있다. 이같은 大規模 工場에서는 부피에 대한 表面比는 小規模 工場에서 보다 적기 때문에 熱의 除去가 問題된다. 反應混合物의 흐름速度가 증가하면 이러한 효과가 補充된다. 投資費의 節減과 함께 高壓 펌프에 필요한 에너지가 감소하므로 運轉費用도 줄일 수 있다.

最近 低壓法에 의한 LDPE가 생산되고 있는데 이 프로세스는 美國의 Union Carbide^{20,21)}가 開發하였다. 同社의 報告에 의하면 이 프로세스는 從來의 것보다 投資費가 50%, 必要 에너지가 75% 각각 줄일 수 있다고 한다.

에틸렌과 觸媒는 100°C 이하, 100~300psi 壓력下에 液床 反應器(fluidized bed reactor)에 연속적으로 供給되며, 에너지의 節約은 低壓이므로 在來 프로세스에서 요구되었던 高壓用의 에너지를 필요치 않게 된다. 다음 그림 4는 LDPE 生産의 새로운 프로세스에 관한 것이다.²⁰⁾

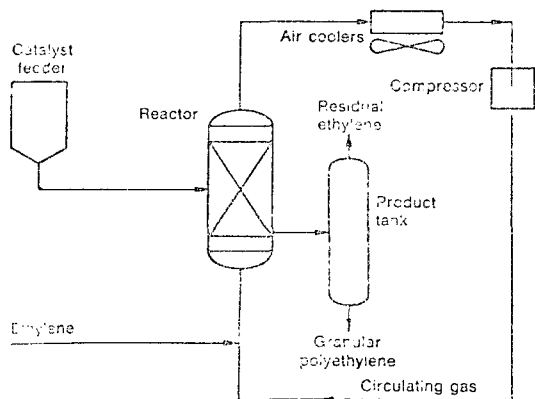


그림 4. 新低壓 氣相 LDPE 프로세스

한편 일본의 Sumitomo社에서는 高轉換率의 autoclave reactor와 tubular reactor 프로세스를 開發하였다 하는 바 다음 表 5는 이에 관한 資料이다.

表 5 反應器別 LDPE의 特徵(住友프로세스)

프로세스	오우토클래브 反應器	管型反應器
分子量分布	· 廣範圍 · 高分子量地域으로 擴散 · 마이크로젤 (microgel) 無視	· 狹少 · 多量の 低分子量 · 多量の 마이크로젤
側鎖分布	· 狹少 · 찌끼 많음	· 廣範圍 · 찌끼 없음
側鎖分散	· 低·中 分子量에 대한 理論的 分布曲線과 一致 · 高分子量으로 轉換	· 理論的 分布曲線보다 넓음 · 轉換없음
側鎖의 길이	· 크다	· 작다
側鎖길이의 微細構造	· 가지(枝)가 많은 짧은 사슬이 복잡하게 그라프트되어있음	· 單純함

(2) 高密度 폴리에틸렌 (HDPE)

모든 HDPE는 液床 反應器(fludized bed reactor)에서

低壓下 제조되며, 使用 觸媒는 알루미늄알킬과 遷移金屬 屬할라이드와의 錯化物 예컨대 四鹽化 티탄 등의 지이 클러觸媒 또는 실리카, 실리카알루미늄과 소량의 金屬 酸化物和의 混合物를 사용한다. 특히 觸媒의 製造 및 活性는 매우 중요한 바, 觸媒는 이의 活動度, 有效性 뿐만 아니라 重合體의 特性에 까지도 영향을 미친다.²³⁾ 分子量은 순환 가스의 水素導入으로 調整된다.

反應熱은 熱交換器를 통한 순환가스에 의해 除去되며, 이어 反應器에 재순환 하기 위하여 壓縮된다. Hoechst프로세스에 의하면, 에틸렌의 재순환과 單量體의 回收시스템이 필요치 않는데, 이는 에틸렌이 거의 완전히 轉換되기 때문이다. 收率은 99%이상이다. 또 사용된 觸媒는 極少量이므로 重合體 中에서 除去할 필요가 없다. 同프로세스로 제조된 重合體는 反應溫度에 따라 粉末狀 또는 粒狀이며, 溶液 또는 서스펜션 反應條件이 요한다. 130°C 이상에서는 炭化水素系가 용매로 이용되며 이 溫度이하에서는 重合體가 懸濁物로 된다.¹²⁾ 3가지 프로세스의 代表的 反應條件은 表 6에, Union Carbide의 氣相프로세스는 그림 5에, Hoechst프로세스는 그림 6에 각각 나타내었다.

表 6. HDPE 生産의 典型的 反應條件

	Union Carbide	Hoechst AG	Naphtha Chimie
溫度(°C)	85-105	80-90	60-100
壓力(psi)	300以下	147以下	220-440
觸媒	크롬	..	..

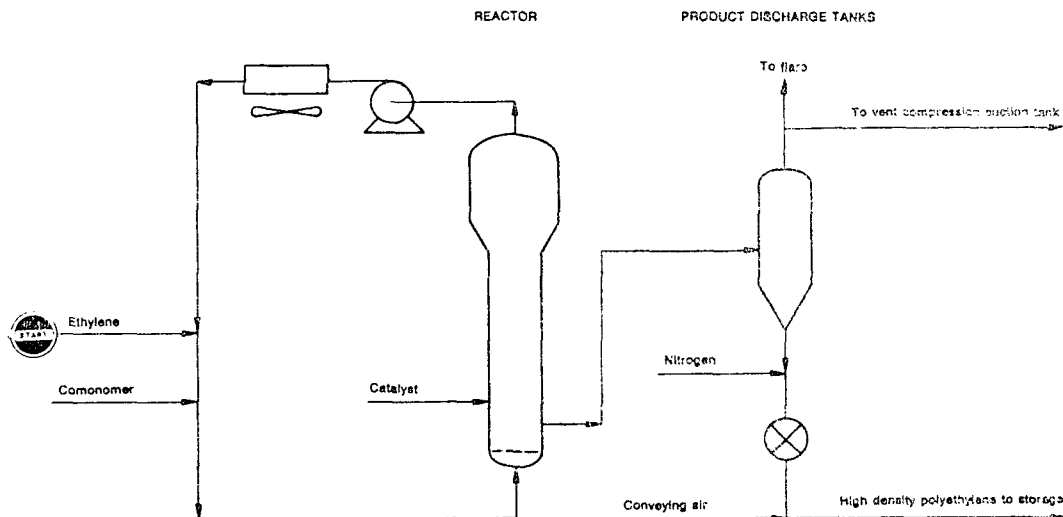


그림 5. HDPE 製造의 氣相프로세스(Union Carbide)

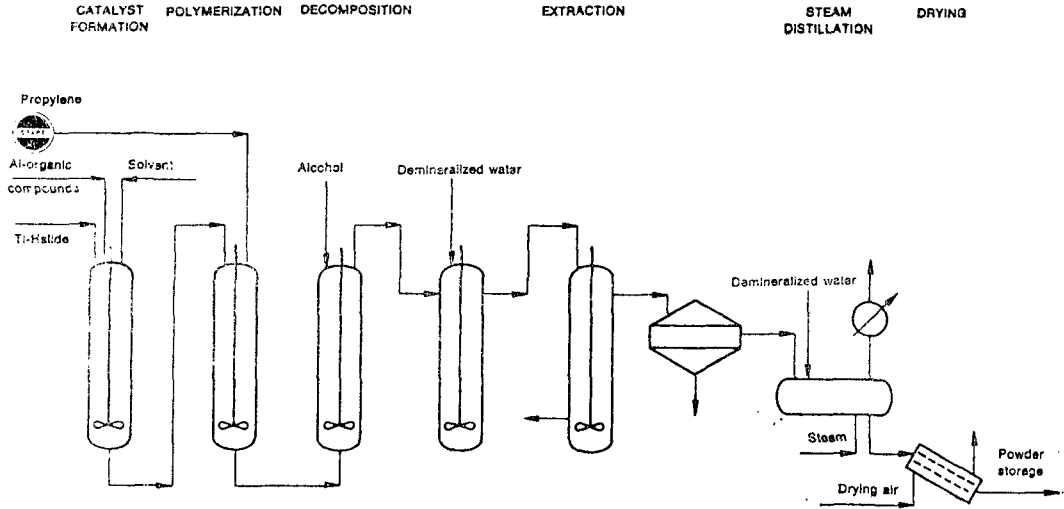


그림 6. Hoechst의 HDPE 製造 프로세스

2.3 폴리에틸렌의 用途와 需要

LDPE는 量的으로 가장 큰 熱可塑性플라스틱인 바, '78年度 이의 使用量은 71만 「파운드」에서 '80年度는 78만 「파운드」로 推定된다. ⁶⁾ HDPE의 消費量은 '78년에 40만 「파운드」이었으나, 80년의 需要는 43만 「파운드」⁶⁾로 推算되며, 이의 生産能力은 55만 「파운드」로 생각된다.

PE를 이용한 加工製品은 多様한데 建築材料와 電氣絶緣材에서 부터 包裝材, 시이트까지 이용하고 있다. PE는 어느 形態로도 操作業을 할 수 있으며, 纖維 또는 필라멘트로 押出할 수 있음은 물론, 필름 또는 포일(foil)용으로 이용되는 低廉한 樹脂이다. LDPE는 柔軟하고 透明하기 때문에 시이트, 필름, 射出成型으로 이

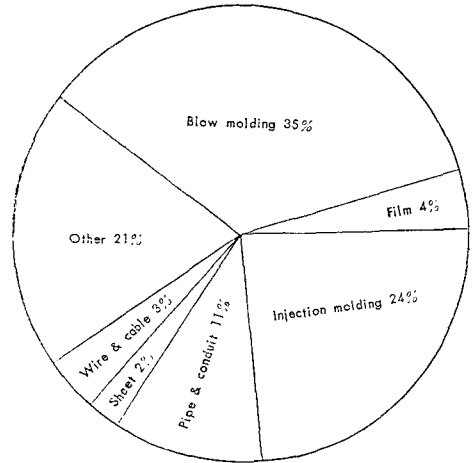


그림 8. 80年度 推定 HDPE 需要중 加工製品別 構成
 용된다. HDPE는 吹管型(blow-mold) 容器에 주로 이용되는 바, 吹管型 容器의 약 85%가 HDPE를 사용한다. 灌溉用 파이프에는 주로 PVC와 HDPE가 原料로 이용되나, HDPE는 PVC보다 柔軟하면서도 強靱하며 耐腐蝕性이 좋다. 따라서 HDPE 파이프는 石膏, 슬러리 또는 各種 化學藥品과 같이 腐蝕性 物質이나 研磨材의 運搬用으로 사용된다. 耐腐蝕性 파이프는 이외에도 原油輸送이나 原油 굴착에 이용된다. 紡糸되어 結合한(spun-bonded) PE는 微細한 파이버로 相互 연속적인 網相構造를 하고 있다. 그러므로 이들은 노오트, 冊의 결장(cover), 壁紙, 名札, 라벨 등에 이용된다. 이외에도 特殊用, 예컨대 實驗室用 가운, 앞치마, 裝飾用에 이용된다. 다음 그림 7은 80年度 354만톤의 LDPE 중 需要別로 分類한 것이며 그림 8은 80年度 HDPE需
 要 195만톤을 需要別로 分類한 것이다.²⁶⁾

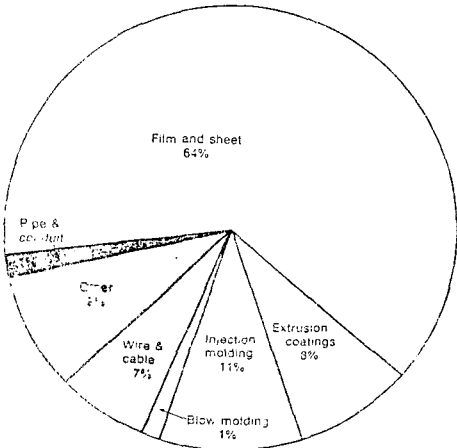


그림 7. 80年度 推定 LDPE 需要중 加工製品別 構成

3. 폴리프로필렌 (PP)



PP, $-(\text{CH}_2-\text{CH})_n$, 가 商品化된지는 15년이 넘었으나 主要 熱可塑性 플라스틱으로 登場한지는 最近에 不 過하다.

이와같이 PP의 本格的 生産이 遲延된 것은 이의 原料인 프로필렌의 直接的 生産이 없었기 때문이다. 最近까지 이의 原料는 주로 精油時의 副産物이나 에탄의 스팀 크래킹 또는 에틸렌生産의 副産物을 이용했기 때문이다.^{12, 27)}

PP의 急速한 開發이 遲延된 다른 原因은 立體規則性 重合體를 만드는 選擇形 觸媒開發이 없었기 때문이다. 프로필렌은 에틸렌과 달리 分子內에 메틸기가 있으므로 重合할 때에는 3가지 構造중의 하나, 다시 말하면, 메틸기가 炭素사슬과 同一面에 붙어 있는 아이소택틱과 메틸기가 同一面에 交代로 있는 신디오택틱과, 메틸기가 無秩序하게 있는 에이택틱型^{28, 29)}으로 되어 있다.

그러나 PP生産의 轉換點을 이루게 된 것은 Natta에 의해 아이소택틱형의 PP를 주로 생산할 수 있는 제이글러형 觸媒가 開發된 以後 부터이다. 이 觸媒를 사용한 重合體는 構造로 보아 立體規則성이기 때문에 結晶性이 커서 自由라디칼의 開始劑로 제조되는 重合體보다

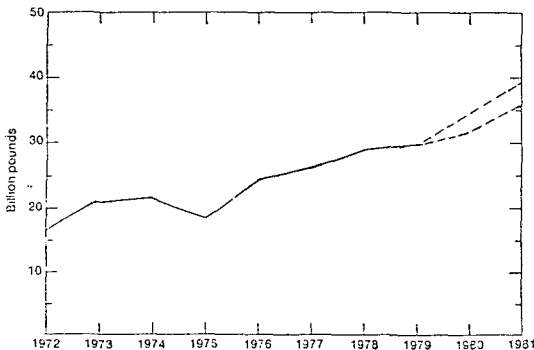


그림 9. 폴리프로필렌의 伸張趨移

物性이 더 좋게 나타날 수 있다. 即 사슬이 가깝게 유지하는 特性을 나타낸다. 高壓下의 自由라디칼連續重合反應을 試圖하였으나 PP 分子內에 가지가 생기고 立體規則性이 不足할 뿐만 아니라 플라스틱과 纖維工程에 필요한 結晶性도 모자랐다.

다음 그림 9는 1972年 이후 PP의 成長趨移에 관한 것인 바, PP는 物量面으로 가장 큰 重合體이다.^{2, 6, 30, 31)} 最近 PP의 生産能力을 보면 年間 48만 「파운드」인

대 實際 이의 生産은 生産能力의 70%를 차지한다.³⁾ '80年度 PP의 需要는 約 38만 5천 「파운드」로 推定하기도 하나 一部 專門家の 말을 인용하면 HDPE의 需要 49만 5천 「파운드」를 凌駕하였을 것으로 생각하고 있다. 한편 20世紀末에 가서는 PP가 LDPE의 需要를 초과한 플라스틱중에서 최대의 比重을 차지할 것으로 豫想하고 있다.

3.1 物理·化學的 特性

商品으로 市販되고 있는 폴리프로필렌의 特性은 結晶性의 아이소택틱重合體의 含量(%)과 重合度에 따라 다르다. 一般的으로 PP는 50~60%의 結晶性의 아이소택틱과 20~30%의 無定形과 20~30%의 無定形 아이소택틱과 10~20%의 無定形 에이택틱으로 構成되어 있으며, 녹는 점은 170°C이다. 比重은 熱可塑性플라스틱중에서 가장 낮은 0.90~0.915g/cc이다.

PP를 이용한 加工品은 耐電氣性, 耐藥品性과 함께 耐吸水性이 좋다. 또 耐熱性이 좋아 100°C에서 消毒할 수 있다. 屈曲피로성이 좋으므로 鏡框과 같이 여러 번 반복되는 제품제조에도 가능하다. 其他 強靱性, 耐摩耗性, 寸安定性, 無毒性, 耐충격강도, 透明性 등이 있으며, 表 7은 PP의 중요한 物理的 特性에 관한 것이다.

表 7 폴리프로필렌의 特性

比重(g/cm ³)	0.90-0.91
밀溫度, 最大(°C)	130
引張強度(psi)	3,200-5,000
吸水率, 24hr(%)	0.01
伸張率(%)	3-700
녹는 점(T _m)(°C)	176
熱膨脹(°C)	5.8-10

3.2 生産

폴리프로필렌은 대부분 低壓下에 제이글러形 觸媒(TiCl₃ 또는 TiCl₄ 와 AlR₃)에서 溶液內에 製造한다. 高壓下에서 重合하면 收率이 增加되지만, 低壓에서 反應시키는 理由는 重合體의 分子內에 立體規則的으로 아이소택틱형으로 配列하기 때문이다. 이 方法으로 제조된 PP는 마치 HDPE와 性質이 비슷하나 취화점이 높다.

低壓프로세스에 있어서, 이의 실제 製造過程은 高度로 精製된 프로필렌과 共重合物로 에틸렌을 添加하여도 좋고 그렇지 않으면 共重合物없이 觸媒와 炭化水素

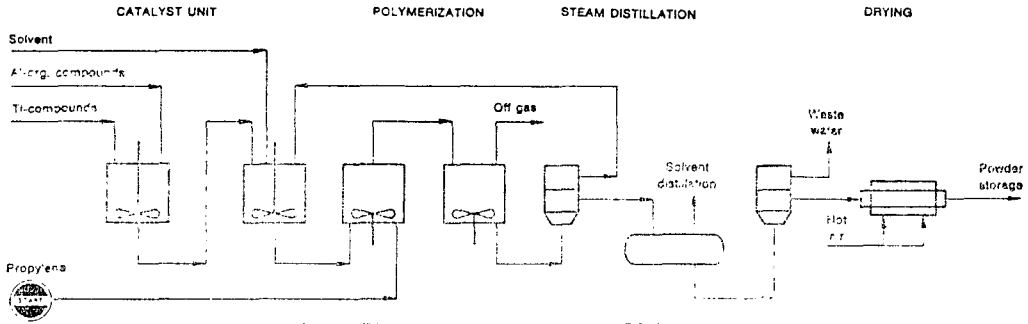


그림 10. Hoechst의 폴리프로필렌 제조 프로세스

용제를 50~100°C와 5~30bar에서 중합하는 것인데 이때 중합체 내에 미세粉末狀態로 촉매가共存된다. 그러므로 이를除去하기 위하여 중합체를 알코올 또는 물로 씻고 용매는遠心分離機, 濾過器 또는 더운空氣로蒸氣處理하여回收된다. 回收가完了되면 PP 중합체는粉末로 얻어지는데 이를 호모게나이즈한 후 molding powder로販賣하거나色相을加하여 펠렛狀으로도販賣한다.

다음 그림 10은 Hoechst AG의 PP製造프로세스에

관한 것이다.³³⁾

이태리의 Montedison社와 日本의 三井社는 高活性과 立體規則性의 새로운 觸媒^{34,35,36)}를 開發하였는데, 이러한 觸媒의 開發이야 말로 PP가 熱可塑性 플라스틱 중에서 先導의 役割을 하였던 動機이다. 새로운 觸媒는 티탄, 알루미늄알킬로 構成되어 있다. 最近까지만 하여도 3,000g의 重合體를 生産하기 위하여 1g의 觸媒가 要求되었으나 이 新觸媒 1g當 300,000g의 重合體를 만들수 있게 되었다. 高收率로 重合體를 만들 수

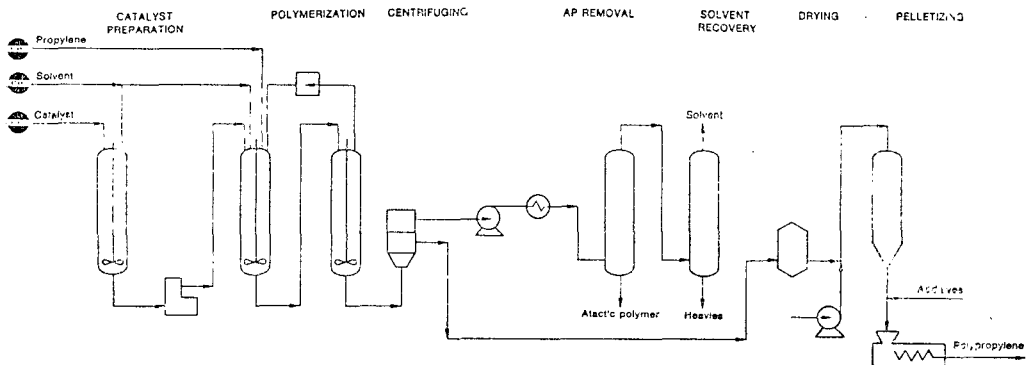


그림 11. H-Y-HS 촉매에 의한 폴리프로필렌의 連續프로세스

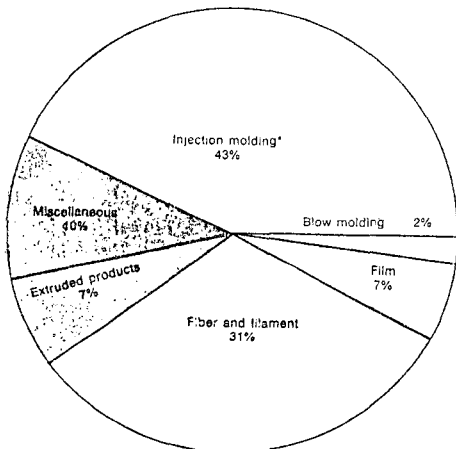


그림 12. 80年度 推定 PP需要중 加工製品別 構成

있게된 理由는 反應器로 부터 吐出될 때에 200ppm 以上の 티탄을 含有하는 在來方式의 觸媒보다 이 方法에 利用되는 觸媒는 그 以下로 製造되기 때문이다.³⁷⁾ 新 프로세스에 의한 反應器로 부터 生成된 重合體는 티탄의 含量이 4ppm 以下이므로 觸媒除去를 위한 工程이 省略된다.³⁸⁾ 이 新 觸媒는 立體特異性을 부여할 뿐만 아니라 이를 利用한 重合體의 아이소택틱指數(isotactic index)가 93이다. 아이소택틱指數는 重合體내에 立體規則性의 아이소택틱형의 %로 나타내는 것으로 이 같은 경우에는 熔는 헥산에 溶解하지 않는다.

아이소택틱형이 많은 重合體에서는 에이택틱형을 除去할 必要가 없으므로 2個의 除去工程이 省略되는 바, 結果的으로 施設費와 運轉費의 25%를 節減할 수 있다. 運轉費의 節減이라 함은 單量體의 消費費, 觸媒除去費,

溶媒회수費, 에이택틱型 重合體의 除去費 등을 말하며 다음 그림 11은 새로운 觸媒를 이용한 PP의 製造工程에 관한 것이다.³⁹⁾

3.3 폴리프로필렌의 用途와 市場

그림 12는 80年度 PP의 消費性向에 관한 推定值²⁶⁾로서 이에 의하면 總生産量중 約 40%가 射出成形用으로 消費됨에 비해 blow mold用으로는 15%에 不過하다. PP는 包裝用으로는 適合치 못함데 이는 PP의 固有한 物理的 特性 때문에 在來技術로는 熱可塑性에 의한 變形을 일으키기 곤란하다. 그러나 이같은 問題를 解決키 위하여 네델란드의 Royal Dutch Shell에서 開發한 것이 solid phase pressure forming 프로세스인 바, 이에 의해 PP를 PVC, PS 또는 ABS와 競爭의으로 얽은 膜의 容器로 製造할 수 있게 되었다.⁴⁰⁾ 또 프로세스에는 特殊 等級의 PP로 押出하여 0.2~2mm 두께로 連續적으로 시이트화 할 수 있으며, 76년에는 이分野에 22백만 「파운드」가 使用되었다.

PP는 強韌하면서도 가볍기 때문에 自動車部品用으로 광범위하게 使用된다. 이는 自動車의 輕量化와 함께 燃料消費를 節減시킨다. 1976年度 乘用車用에 消費된 PP 및 이의 共重合物은 286백만 「파운드」인 바, 82년에는 551백만 「파운드」에 도달할 것으로 豫想된다.⁴¹⁾

이의 用途는 自動車의 內部, 팬더라이너, 에어컨의 하우징, 덕(duct) 및 بات테리容器 등이다.

1980年度 PP의 豫想需要중 30~35%가 纖維工業에 使用되는데 이는 PP로부터 製造되는 低廉한 纖維가 사이살 삼(sisal)과 黃麻(jute)로 代身하거나 경쟁적으로 사용하기 때문이다. 따라서 紡糸技術과 필름필라멘트 工程改善에 寄與할 수 있었다. PP의 低密度, 高伸縮性, 耐摩耗性, 耐藥品性, 耐吸濕性, 價格의 低廉 등이 필라멘트工程에 利點을 주지만 낮은 軟化點과 染色의 難易 등을 弱點으로 들 수 있다.⁴²⁾ 그러나 그라프트 重合과 메틸메타아크릴레이트와 같은 極性基를 含有한 單量體와의 架橋로 因하여 PP의 軟化點을 上昇시키게 되었다. LDPE가 包裝用으로 1813백만 「파운드」가 消費됨에 비해 PP는 429백만 「파운드」가 消費되었다.

PP의 分野에 끊임없는 改善策이 推進되고 있는데 例컨대 플라스틱과 고무와의 相異點을 架橋한 熱可塑性 彈性體(thermoplastic elastomer)인 에틸렌-프로필렌 共重合體가 du Pont에서 開發한 것이 오래전의 일이다. 이 彈性體는 고무와 같은 性質을 가지고 있으면서도

在來의 플라스틱工程에 導入할 수 있으며, 同製品은 시일類, 튜우브, 신발창 및 自動車部品으로 使用된다.

4. 폴리비닐클로라이드(PVC)

Cl
|
—CH₂—CH—

PVC는 $(-CH_2-CH-)_n$ 各種分野에 使用되는 熱可塑性 플라스틱중의 하나인데, 1978年度 美國에서의 PVC 消費는 57억 「파운드」이었고 80年の 需要는 71억 「파운드」로 推定되며, 1979年度 이의 生産能力은 73억 「파운드」이나 實際 이의 生産能力은 이 보다 적은 것으로 생각 된다.⁶⁾ 世界 總生産能力은 26억 「파운드」 이상으로 믿어진다.

4.1 物理·化學的 特性

PVC에는 軟質과 硬質의 2가지 종류가 있는데 2가지 모두가 自消性(self-extinguishing)을 포함한 여러 性質을 가지고 있다. 이같은 理由는 PVC內에 鹽素原子를 含有하기 때문이다. 硬質 PVC의 引張強度는 6,000~9,000psi에 비해 軟質 PVC는 1,000~4,000psi이다.

2가지 모두 耐藥品性和 耐摩耗性이 우수함데, 軟質 PVC는 soft形이며 比重이 1.15에서 1.8범위이고 伸張시키면 原길이의 4.5배까지 늘어난다. 軟質 PVC는 可塑劑가 吸着할 수 있도록 多孔性的 形態로 製造된다. 한편 硬質 PVC는 比重이 1.3에서 1.6까지이며, 이를 使用한 加工製品은 딱딱하며 原길이에 대하여 40% 이상 伸張될 수 없다. 일반적으로 PVC는 鹽素原子가 無秩序하게 配向(atactic)되어 있으므로 낮은 結晶性을 나타낸다.

鹽化비닐은 樹脂의 品質을 向上시키기 위하여 다른 單量體와 共重合하는데 아세트酸비닐(vinyl acetate)이 共重合物로 使用될 경우 鹽化비닐 單獨의 경우보다 더 彈性的이고, 高引張強度를 보이며 軟化點이 낮고, 光과 熱에 安定하다.

한편 鹽化비닐리딘(vinylidene chloride)와의 共重合物은 녹는 점이 높고 纖維로 紡糸할 수도 있다.

4.2 生産

鹽化비닐單量體(VCM)은 다음과 같은 4가지의 重合反應중의 한가지로 自由라디칼 開始劑存在下에 重合하는 바, 이는 懸濁重合(suspension), 에멀전重合(emul-

sion), bulk重合, 溶液重合 등으로 區分된다.²⁹⁾ 그러나 美國의 PVC 總生産중 약 80%가 懸濁重合法으로 重合되며 懸濁劑로는 폴리비닐알코올이 이용되며 重合溫度는 40~70°C, 重合壓力는 6~12bar이다. 그러나 現場에서는 安定성을 고려하여 18bar까지 견디는 材質을 設計하고 있다.⁴³⁾

典型的인 懸濁重合프로세스에 있어서, VCM이 保護 콜로이드와 함께 液相에 供給되며 重合反應은 反應開始劑를 添加할 수 있으며 冷却 자켓이 附着된 오우토 클래브에서 回分式으로 반응한다.

反應이 完了되면 懸濁物이 脫氣體工程으로 移送되며 여기서 未反應 單量體가 除去된다. 未反應 VCM은 精

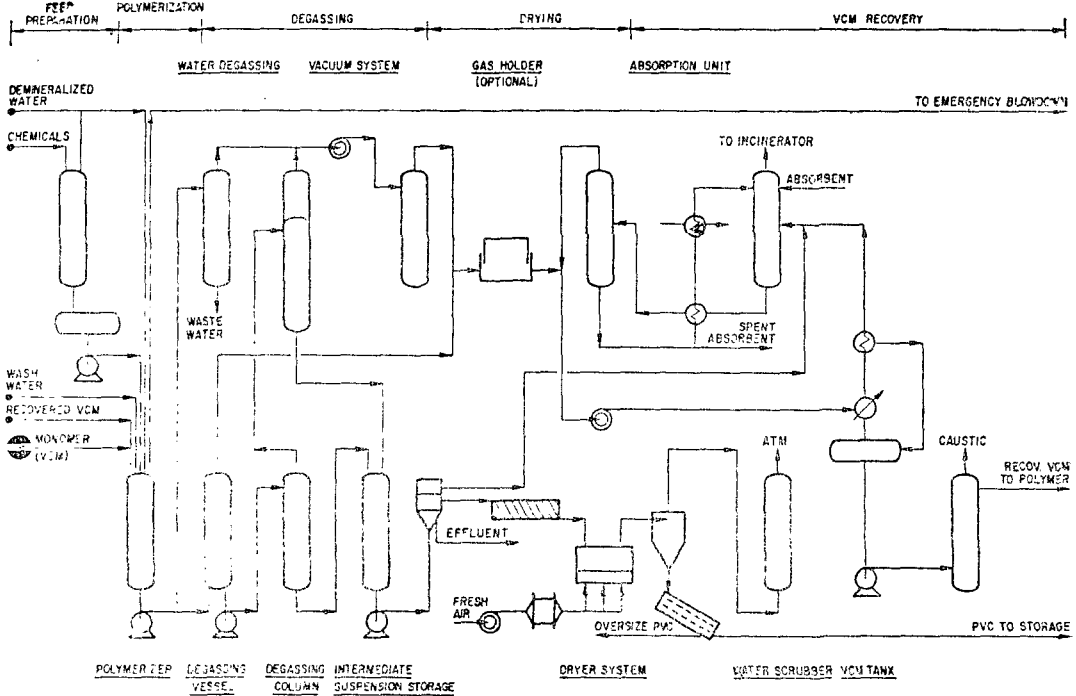


그림 13. Hules社의 電算化에 의한 S-PVC 製造 프로세스

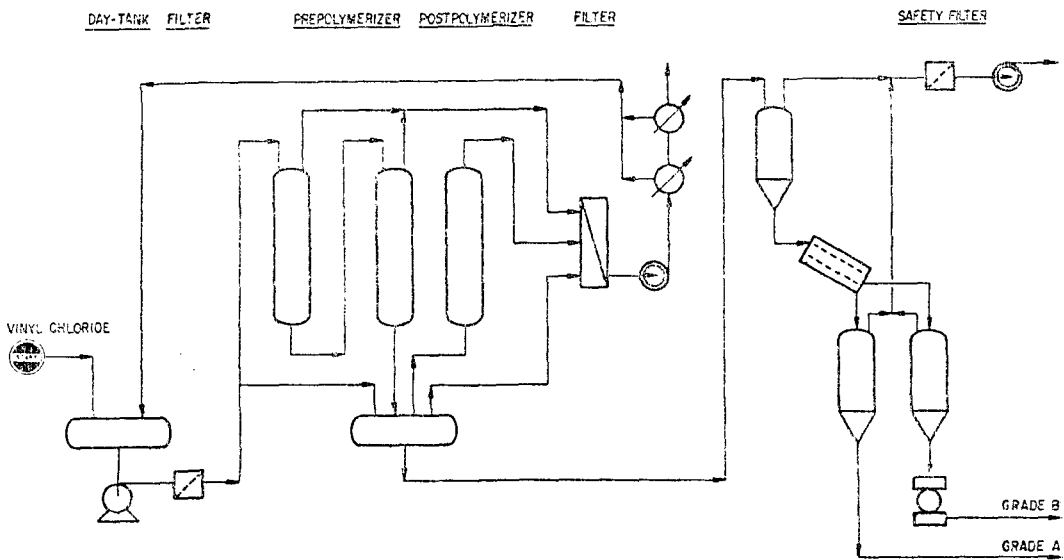


그림 14. Rhone-Poulanc社의 2段階 bulk 프로세스에 의한 PVC 製造

製하고 壓縮하여 再循環되며 重合物은 遠心分離機에 의해 懸濁物로 부터 分離된다. 마지막으로 重合體는 熱氣로 乾燥한다.

通常의 PVC用 反應器의 容量은 6~40m³이나 最近 200 cm³ 크기의 反應器를 建造하였다. 이 크기는 小型 反應器보다 冷却시스템과 混合시스템이 더욱 철저히 요구되는데 이는 表面과 容量比가 적기 때문이다. 그러나 이러한 難題는 反應器 上端에 冷却器(reflux condenser)를 裝着함으로써 解決할 수 있다.

이와같은 大型 反應器로 年間 16만톤의 PVC를 生産할 수 있음은 물론 이의 長點으로 여러 小型 反應器를 이용한 同一 生産能力과 비교하여 空間面積을 65% 차지할 수 있다. 이 외에도 25%의 施設費節減과 人力 및 整備費를 줄일 수 있다. 다음 그림 13은 200m³의 反應器를 使用한 Hules社의 PVC 製造工程에 관한 것이다.⁴⁴⁾

管型 混合機에 의해 混合되는 水垂型 오우토클래브 反應器에서 제조된 PVC, 即 bulk 重合에 의한 PVC는 같은 製品으로 된다. 典型的인 bulk process에 있어서, VCM을 水垂式 오우토클래브 프레폴리머라이저(pre-polymerizer)에 移送시키면 여기서 單量體의 8~12%가 PVC로 轉換되어 PVC seed로 된다. 생성된 PVC는 다시 水平式 post-polymerizator에 移送되는데 이 反應器에서 追加로 觸媒와 單量體가 添加된다. 最終 重合物의 轉換率은 80~85%이며, 脫氣와 等級을 하여 PVC가 제조된다. 다음 그림 14는 Rhone-Poulanc 社의 2段階式 bulk process에 관한 것이다.⁴⁵⁾

4.3 PVC의 用途와 市場

PVC 單獨으로 사용하는 것은 드물고 各種 添加劑와 함께 配合하여 사용한다. PVC의 主要한 特性은 各種 配合劑를 받아 들일 수 있어 경우에 따라 機械的, 物理的, 化學的 特性을 變化시킬 수 있다.

軟質 PVC는 PVC總生産의 約 切半을 차지하며 이의 用途는 칼렌더하여 시이트, 桌上用 시이트, 防水用 커튼, 家庭用 裝飾品, 自動車內裝材, 電線 및 케이블 등이다. 硬質 PVC는 파이프, 灌溉用 파이프, 루핑, 容器, 自動車部品 등이다. PVC파이프는 PVC全體消費의 25%로 차지하는 큰 市場性의 品目이다.

PVC를 사용한 發泡파이프는 새로이 등장한 分野로서 이는 高壓이 요구되지 않는 곳에 이용되며 무게를 40 이상 줄일 수 있을 뿐만 아니라 生産價도 節減시킨다.⁴⁶⁾ 한편 建築內裝材, 다시 말하면 1975年度 PVC 타일의 使用量은 64백만 「파운드」 이었으나 '80년에는

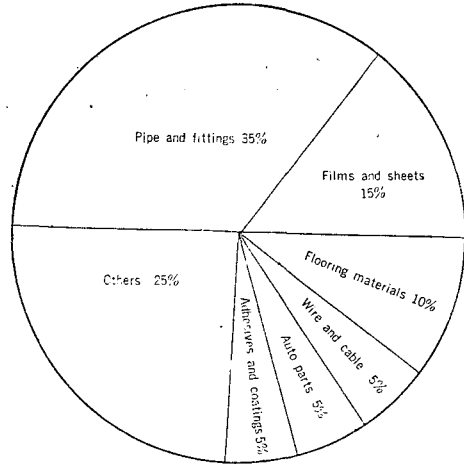
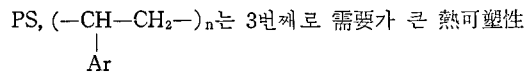


그림 15. PVC加工製品的 構成

이의 2배 이상인 160 백만 「파운드」, 85년에는 318 백만 「파운드」에 달할 것으로 예상된다. 다음 그림 15는 用途別 PVC占有率에 관한 것이다.⁴⁷⁾

5. 폴리스티렌 (PS) 과 스티렌 共重合體



플라스틱으로서 '79年度 이의 生産量은 385천만 「파운드」⁴⁸⁾로 推算되는 바, 이와같이 PS의 需要가 높은 것은 다음과 같이 加工容易性, 낮은 比重, 熱安定性 및 原料價의 低廉 때문이다. 그러나 PS 單獨으로 重合된 homopolymer는 脆化性과 強靱성이 좋지 못한 缺點도 갖고 있다. 이러한 性質들은 다른 單量體나 다른 重合體와 共重合하여 이를 改善할 수 있다.

스티렌이 아크릴로니트릴과 共重合한 重合物(SAN)은 PS 單獨 보다도 引張強度가 높으며, 아크릴로니트릴과 부타디엔과의 共重合物인 ABS는 엔지니어링 플라스틱使用에 適合한 機械的 特性을 가지고 있다.

5.1 物理·化學的 特性

PS는 맑고 투명한 樹脂로서 녹는 점이 多樣하고 흐름성이 좋기 때문에 射出成形用으로 적합하다. 電氣的 特性이 우수하므로 電氣製品에 많이 이용된다. 또 吸水性이 적기 때문에 電氣絶緣材로 사용된다. 그러나 PS의 分子사슬이 非彈性이므로 잘 부러진다.

이 외에도 耐熱性과 耐候性이 좋지 않은 단점을 가지고 있다. 耐熱性을 向上시키기 위하여 架橋劑를 사

용하지만 이를 이용한 製品은 熱硬化性으로 되기 때문에 용이하게 作업을 할 수 없다.

PS는 디비닐벤젠과 架橋를 하여 陽 이온 또는 陰 이온 交換樹脂로 되기도 하고, 아세트酸 存在下 1,4-디메틸 -2,5-디클로로메틸벤젠과 架橋를 하여 PS 보다 높은 녹는 점과 높은 유리 遷移點을 갖는 製品으로 된다.

PS는 여러 化學藥品에 耐性을 보이거나 芳香族炭化水素와 鹽化炭化水素에는 弱하다.

5.2 生産

스티렌은 自由라디칼 開始劑 또는 配位觸媒(coordination catalyst)에 의해 重合된다. bulk 重合, 懸濁重合

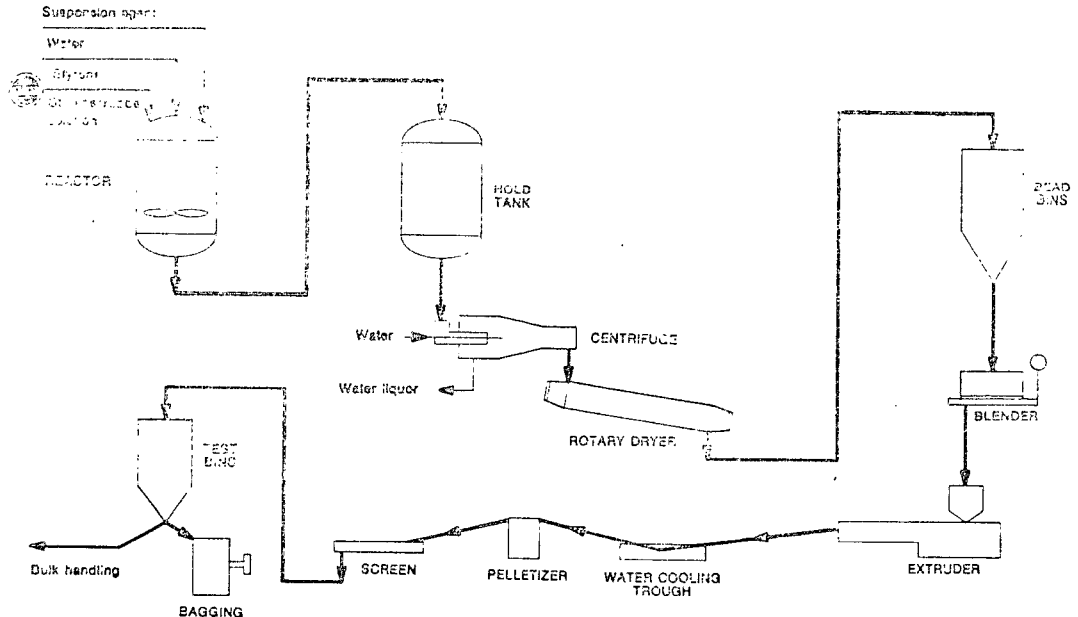


그림 16. Cosden Suspension 프로세스에 의한 폴리스티렌製造

또는 에멀전重合에는 自由라디칼 開始劑가 應用되며 이때의 重合體는 에이탁틱形이다. 아이소탁틱 PS는 썸이글러形 觸媒를 이용하여 生産된다.

典型的인 suspension batch process 에 있어서, 單量體인 스티렌을 물에 懸濁시키는데 이때 安定劑의 添加와 混合을 併行한다. 폴리부타디엔을 共重合物로 사용할 때에는 이를 懸濁段階에서 스티렌에 溶解시키며 觸媒와 chain transferagent를 添加한다. 重合反應이 끝나면 비이드狀의 重合體를 混合탱크에 移送시킨다. 여기서 비이드가 물로부터 완전히 分離되기 위하여 遠心 分離操作을 연속적으로 행한다. 로타리 乾燥機로 비이드를 乾燥시킨 후, 各種 添加劑를 가하여 混和시키고 마지막으로 押出機에 옮긴 다음 펠릿화한다.

重合反應의 條件은 反應器의 溫度와 chain transfer agent로 調整된다. 물은 發熱反應의 冷媒와 함께 懸濁 媒體로 이용된다. 다음 그림 16은 懸濁重合의 一例이다.⁴⁹⁾

活性的 均一系 觸媒는 反應媒體로 부터 分離하기가 困難하다. 때문에 架橋形態의 폴리스티렌이 종종 觸媒抽出劑로 사용되기도 한다. 이에 관한 資料는 Webster와 Michalska가 자세히 기술하였다.⁵³⁾

5.3 PS의 用途와 市場

PS의 一般의 用途는 그림 17에서와 같은 바⁵⁰⁾, 成型用 PS는 주로 自動車의 內裝用 部品, 家具, 冷藏庫

및 家庭用 등이다. 包裝用과 特殊食品用 예컨대 飲食物의 運送등에는 이의 消費增加가 期待된다. 이와같은 現象은 文化가 發展한 수록 一回用 容器의 使用이 增加하기 때문이다.

스티렌과 펜탄과 같은 揮發性 溶劑와 重合하여 만드는 膨脹 PS포음은 包裝材로 많이 이용되는 바, 이는 熱安定性과 함께 比重이 낮기 때문이다.

또 斷熱材, 千명대와 같은 浮動材에도 널리 사용된다. 포음 PS는 다른 PS加工品 보다 높은 伸張勢를 보이고 있으나 全體 PS로 보아 다른 熱可塑性 플라스틱보다 낮은 幅의 伸張勢를 보이고 있다.

① 스티렌-아크릴로니트릴 (SAN)

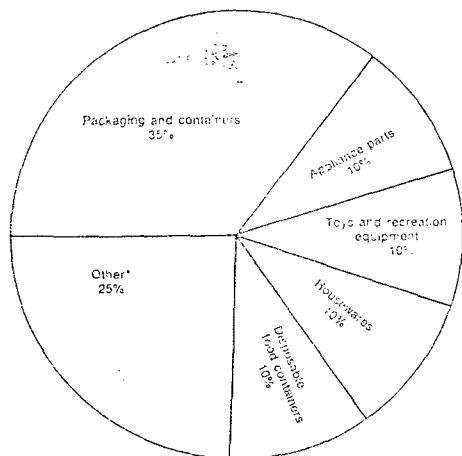


그림 17. 78年度 폴리스티렌生産중 用途別 構成

SAN은 스티렌과 아크릴로니트릴과의 共重合物로서 PS보다 耐藥品性和 耐熱性 및 耐衝擊性이 좋으나, PS처럼 透明하지 못하기 때문에 光學的으로 鮮明함을 필요로 하는 곳에는 부적합하다. 1977年度 이의 消費는 32백만 「파운드」이었으나 家庭用과 設備用에는 22백만 「파운드」만이 消費되었다.⁵⁵⁾

② 아크릴로니트릴-부타디엔-스티렌 共重合體(ABS)

ABS樹脂는 機械的 特性을 가지고 있는 剛性 플라스틱으로서 剛性和 높은 硬度를 함께 가지는 特殊한 熱可塑性플라스틱이라 할수있다. 흔히들 標準 grade는 볼펜의 구슬에 적합한 물리적 성질을 가지고 있음은 물론 特殊 grade는 宇宙用 車輪에 까지도 사용할 수 있는 높은 剛度의 플라스틱이라고 한다.

ABS는 폴리술폰과 폴리카르보네이트 보다 耐熱性이 우수하며 大部分의 藥品에도 견딜 뿐만 아니라 좋은

電氣의 特性을 가지고 있다. 또 다른 代表的 特徵은 다른 熱可塑性플라스틱과 용이하게 混合되거나 合金처럼 blend되어 願하는 特性을 부여받을 수 있다. 예컨대 ABS를 硬質 PVC와 合金하면 單獨의 경우 보다 더 좋은 難燃性을 보인다. 따라서 難燃性 ABS는 TV 셋트에 새로운 市場性을 갖게 될 것이다.

ABS의 主要 用途는 押出하여 파이프를 만드는 것인데 이의 使用은 每年 20%씩 증가하고 있다. 그 밖에 冷藏庫用 창틀과 같은 家庭用, 自動車의 몸체 등이다. 1978年度 自動車台當 ABS의 使用量은 17.5 「파운드」에 불과하였으나 1985년에는 25 「파운드」로 豫想된다.⁵³⁾

다음 그림 18은 1983年度 20억 「파운드」의 豫想 ABS 生産量중 이의 用途別 分布圖이다.⁵²⁾

參 考 文 獻

1. Ponder, Thomas C., Hydrocarbon Processing, 56 (11), 177(1977)
2. Chemical and Engineering News, Sep. 4, 1978, p.10~11
3. Modern Plastics, 55 (1) 14, 19, 43(1978)
4. Chemical and Engineering News, Sep. 18, 1978 p. 10~11
5. Chemical and Engineering News, April, 24, 1978 p. 13
6. Rivoire, John, Chemical Week, Feb. 28, 1979 p. 15~17
7. Chemical Age, Sep. 23, 1977, p. 14
8. Chemical Week, March 7, 1979 p. 22
9. Chemical and Engineering News, Sep. 12, 1977, p. 15
10. Chemical and Engineering News, July 28, 1975
11. Abbas, Knutsson and Berglund, CHEMTECH, 8 (8) 502 (1978)
12. Hatch and Matar, Hydrocarbon Processing, 57 (1), 135 (1978)
13. El Khadi, Mazahim and David, 2nd Arab Conference on Petrochemicals, Abu Dhabi, United Arab Emirates, March, 15~22, 1976
14. Hydrocarbon Processing, 55(11), 159(1976)
15. Hydrocarbon Processing, 1977 Petrochemical Handbook, 55 (11), 206
16. Hydrocarbon Processing, 1977 Petrochemical Handbook, 56 (11), 205

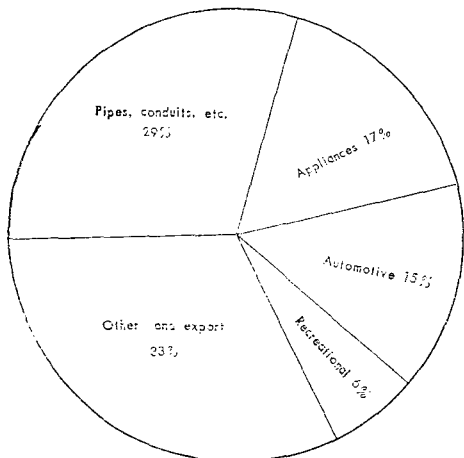


그림 18. 83年度 ABS生産중 用途別 構成

17. Hydrocarbon Processing, 1977 Petrochemical Handbook, 56 (11), 207
18. Sittig, Marshall, Polyolefin Production Processes, Chemical Technology Review, No. 79, Noyes Data Corp., New Jersey, 1976, p. 11
19. Inhausen, et al, Hydrocarbon Processing, 55(11), 155(1976)
20. Hydrocarbon Processing, 56(12), 21(1977)
21. Oil and Gas Journal, Nov. 21, 1977 p. 73
22. Tomura, et al, Hydrocarbon Processing, 57(11), 155(1976)
23. Sittig, Marshall, Polyolefin Production Processing, Chem, Technol, Review No. 79, Noyes Data Corp., New Jersey, 1976, p. 11
24. Hydrocarbon Processing, 1977 Petrochemical Handbook, 56(11), 208
25. Hydrocarbon Processing, 1977 Petrochemical Handbook, 56(11), 212
26. Ponder, Thomas, Hydrocarbon Processing 56(5), 178(1977)
27. Hatch, Lewis & Matar, Hydrocarbon Processing 57(3), 129(1978)
28. Stevens, Polymer Chemistry, Addison Wesley Publishing Co., Inc., Boston, Mass, 1975, p. 52
29. Hatch, Lewis and Matar, Hydrocarbon Processing, 78(3) 165(1979)
30. Greek, Chemical and Engineering News, June 5, 1978, p. 8
31. Modern Plastics International, 8(11), 30(1978)
32. Braunsteir, International Seminar on Petrochemical Industries, Baghdad, Iraq, Oct., 1975
33. Hydrocarbon Processing, 1977 Petrochemical Handbook, 56(11), 213
34. Modern Plastics, June, 1975, p. 16
35. Chemical and Engineering News, May 5, 1975, p. 17
36. Chemical Week, May 5, 1976, p. 25
37. Chemical and Engineering News, May 2, 1977, p. 28
38. CHEMTECH, 6(9), 582, (1976)
39. Hydrocarbon Processing, 1977 Petrochemical Handbook, 56(11), 214
40. Chemical and Engineering News, Oct. 13, 1975, p. 25
41. Modern Plastics, 54(1), 43 (1977)
42. Thomas, International Seminar on Petrochemical Industries, Baghdad, Iraq, Oct. 1975
43. Terwiesch, Hydrocarbon Processing, 55(11), 117 (1976)
44. Hydrocarbon Processing 55(11), 1976
45. Hydrocarbon Processing, 1977 Petrochemical Handbook, 56 (11), 220
46. Modern Plastics, 54(8), 50(1977)
47. Chemical and Engineering News, Sept. 4, 1978, p. 26
48. Kiefer, D.M., Chemical and Engineering News, Dec. 18, 1978. p. 26
49. Hydrocarbon Processing, 1977 Petrochemical Handbook, 56(11), 217
50. Chemical and Engineering News, Sep. 4, 1978, p. 15
51. Modern Plastics, 55 (1), 55 (1978)
52. Chemical Week, Oct. 18, 1978, p. 49
53. Chemical Week, Sep. 20, 1978, p. 34

과학하는 마음따라 이룩되는 조국번영