

廢플라스틱의 處理와 活用

전관식 · 박상훈 · 유 룡

한국에너지연구소

Plastics Waste Treatment and Reuse

Kwan Sik Chun, Sang Hoon Park and Ryong Ryoo

Korea Advanced Energy Research Institute, Seoul 131, Korea

1. 序 論

플라스틱은 石炭, 石油, 綿, 木材, 가스 空氣 소금, 물 등을 原料로 製造되며 耐熱性, 耐腐敗性, 耐變質性, 成形加工性, 着色性, 強度, 硬度 발수성 등이 월등하여 널리 使用되고 있는 物質이다.

歷史적으로 最初의 合成플라스틱은 1868年 John Wesley Hyatt에 의해서 製造된 셀룰로이드인데¹⁾ 窒酸纖維素를 강화로 可塑시켜 製造된 것으로서 最初의 工業的인 合成플라스틱이라는데 重要性이 있다. 플라스틱이 工業적으로 重要한 위치를 차지하게 된것은 L.H. Bakeland에 의해 發明된 페놀樹脂가 工業적으로 製造되기 始作한 今世紀 初半(1909年)以後부터라 하겠다.^{2,3)}

이페놀樹脂의 發明에 자극되어 새로운 플라스틱에 對한 研究開發이 活潑하게 進行되었으며, 石油化學工業의 發展과 함께 플라스틱 産業(플라스틱의 製造, 成形加工技術)이 多樣하게 發展되었다.

1970年代에 들어서면서 世界的으로 플라스틱 工業의 發展은 國民生活 向上에 현저한 功獻을 하고 있지만, 이에 따른 廢플라스틱의 發生量 增大로 인한 自然環境汚染은 심각한 問題로 擡頭

되고 있다.^{4~7)} 都市廢棄物中에 廢플라스틱의 量이 增加되므로써 埋立時 生物學的으로 分解될 수 없으며 安定한 地盤의 形成을 沮害하거나^{4~6)} 또는 燒却時 腐蝕性 氣體와 有害物質의 發生을 隨伴하여 2次 公害의 原因이 되므로 燒却也 困難하다.

따라서 이러한 狀況에 對處하기 위해서 世界各國들은 廢플라스틱의 處理技術開發에 重點을 두고 많은 研究와 討論이 活潑히 進行되어 왔다.^{4,7,11~13)}

廢플라스틱의 處理方法으로서는 一般的인 廢棄物의 경우와 마찬가지로 燒却, 回收再使用 熱分解에 의한 燃料類의 回收, 微生物處理, 化學處理 등을 들 수 있으나 他 廢棄物에 比하여 資源化의 可能性이 높고 利用價値가 큰 것으로 考慮되어 有効利用技術에 관한 開發研究가 現在 支配的이다.

한편 급증되는 原子力發電所의 建設, 運轉에 따라 放射性廢棄物의 固化處理에 관한 技術開發이 主要課題가 되고 있다. 廢플라스틱을 放射性廢棄物의 固化媒體로 使用할 境遇에는 廢플라스틱과 放射性廢棄物을 同時에 處理할 수 있는 두가지 效果를 얻을 수 있다. 따라서 廢플라스틱의 特性, 年間發生量, 處理技術現況 및 放射性廢棄物의 플라스틱 固化處理技術 등을 考察하여 廢플라스틱의 處理·處分技術開發뿐 아니

Table 1. Classification of plastics waste

Kind	Content	Example	Properties		
			Recovery	Separation	Polluted degree
I. Factory waste (Industrial waste in narrow sense)	Wastes from material mfrs, primary and secondary processors	Various kinds of raw plastics materials, various moldings, etc.	Easy	Easy	Little
II. Semi-industrial waste	Those once on the market, but capable of easy control	Containers, single-trip bottles which recovery is obligatory, agricultural plastics, packaging materials for transportation, etc.	Easy	Easy	Comparatively less.
III. Product waste	Plastics waste contained in scrap mobiles, appliance, etc.	Various moldings	Easy	Rather difficult	Comparatively less
IV. Household refuse	Plastics consumed in household	Packaging materials, household ware, toys, etc.	Difficult	Difficult	Heavy

라,廢플라스틱을 利用한 放射性廢棄物의 固化 處理技術開發에 奇與하고자 한다.

2. 廢플라스틱의 特性和 發生量

廢플라스틱은 Table 1에서와 같이 廢棄되는 過程에 따라서 分類될 수 있다. 狹義의 産業廢棄物이라고 말할 수 있는 工場廢棄物, 準産業廢棄物과 生産廢棄物을 總括하여 廣義의 産業廢棄物이라 일컫는다. 이런 種類의 廢棄物들은 플라스틱製品을 生産하는 生産者로부터 直接 廢棄되므로 比較的 쉽게 蒐集될 수 있으며, 必要한 범위內에서 成分別로 區分하여 蒐集될 수 있는 長點이 있다. 그러나 家庭쓰레기에서 나오는 廢플라스틱은 다른 種類의 廢棄物에 의해서 심하게 汚染되어 있기 때문에 回收와 分離가 대단히 困難하다. 廢플라스틱의 流通過程別 發生率을 살펴 볼 때 플라스틱 全體 廢棄量의 30% 程度가 都市廢棄物에 混入되어 流出되고 있다. 또한 Table 2에서 보는 바와 같이 유럽에서는 家庭

用廢棄物中 廢플라스틱의 發生量이 25~45%에 該當됨을 알 수 있다.

各國別 플라스틱 生産量에 對한 廢플라스틱의 發生比率은 一定하지 않다. 美國의 境遇는 1970年度 플라스틱 總 生産量인 882萬톤의 約 44%에 該當되는 390萬톤이 廢플라스틱으로 發生되었으며 1978年度에는 總 生産量이 1540萬톤이나 되었다. 프랑스는 1970년에 플라스틱 生産量 150萬톤의 約 27%인 40萬톤의 廢플라스틱이 發生하였으며 플라스틱 生産量에 對한 廢플라스틱의 發生比率은 점차로 增加하여 1975년에는 生産量의 32%인 90萬톤, 1980년에는 生産量 520萬톤의 38%인 200萬톤의 廢플라스틱이 發生될 것으로 推定되었다. 日本에서는 1970년에 플라스틱 生産量 512萬톤의 15%에 該當하는 約 130萬톤의 廢플라스틱이 發生하였다. 以上과 같은 先進國家들의 플라스틱 生産量에 對한 廢플라스틱의 發生比率이 比較的 낮은 것은 先進國家들이 플라스틱 製品을 外國으로 輸出하고 있기 때문이다. 1972년에 日本 東京에서 열린

Table 2. Comparison of household solid wastes^(a)

LOCATION

COMPONENT	Holland	Sweden	UK	Rome	Vienna	Prague	Sofia	Federal German Republic
Paper	22.6	40-60	33	18	35.3	13.4	10.0	28
Iron and steel	3.1	4-8	7	3	9.7	6.2	1.7	7
Mixed nonferrous metals	0.1		1	—				
Glass	13.0	8-10	10	4	9.1	6.6	1.6	9
Plastics	5.3	4-8	4	4	5.5	4.2	1.7	3
Textiles and rubber	2.6	2-6	4	—	5.6	8.1	7.0	3 ^(b)
Food wastes(garbage)	49.6	8-20	14	50	24.1	41.8	54.0	15
Other organic materials			—		—	—	—	28
Sand, stones, other inorganic materials	1.4	—	28	—	9.9	19.7	24.0	7

(a) The columns may not total 100%, not every component of the waste was always classified.

(b) Textiles only.

Table 3. Domestic demand of major synthetic resins(1000M/T per year)

year	LDPE	HDPE	PP	PVC	PS	Total thermoplastics
1971	31,730	14,300	14,820	36,620	8,030	105,500
1972	43,880	15,470	22,270	36,620	10,140	127,980
1973	53,600	15,803	30,020	49,320	12,130	160,900
1974	66,730	9,790	36,890	52,840	9,240	175,490
1975	64,950	11,430	51,570	60,800	14,390	202,510
1976	85,580	60,970	73,400	22,840	258,070	
1977	115,120	18,050	100,640	95,950	35,960	365,720
1978	143,820	39,780	108,680	147,630	57,190	497,100

廢플라스틱 處理에 관한 심포지움에서 報告된 資料⁵⁾에 의하면 1970年 各國別 一人當 廢플라스틱의 一日平均 排出量은 英國 12g, 프랑스 24g, 美國 53g, 日本 35g, 스위스, 서독, 스웨덴이 各各 30g 씩으로 나타났다. 한편 國內의 플라스틱 需要量에 對한 廢플라스틱의 發生比率은 約 50%이며, 一人當一日平均 廢플라스틱의 排出量은 1974年에 5.80g 이던 것이 1976年에는 27.60g, 1980年에는 96.36g 그리고 200年에는 508.65g 으로 현저하게 增加할 것이라고 報告되어 있다.¹⁶⁾ Table 3 에는 1971年 부터 1978年까지의 플라스틱 種類別 國內의 需要量을¹⁷⁾ 나타내었으며, 모든 種類의 플라스틱에 대해서 똑같이

廢플라스틱의 發生量이 需要量의 50% 程度에 該當된다고 假定하여 種類別 廢플라스틱의 發生量을 구하여 Fig. 1에 나타내었다. 이러한 計算에 따르면 1978年의 熱可塑性 廢플라스틱 發生量은 約 248.600톤으로 推算되며, 熱硬化性 플라스틱은 熱可塑性 플라스틱에 比해서 需要量이 대단히 적어서 廢棄物의 發生量을 無視할 수 있다. 種類別로는 1978年에 PVC 廢플라스틱이 全體 熱可塑性 廢플라스틱의 29.7% LDPE가 28.9%, PP가 21.9%, PS가 11.5%, HDPE가 8.0% 를 차지하였다. 國內의 플라스틱 需要가 이와같은 推勢로 계속 增加한다면 1985年 頃에는 全體 熱可塑性 廢플라스틱이 年間 約 100萬

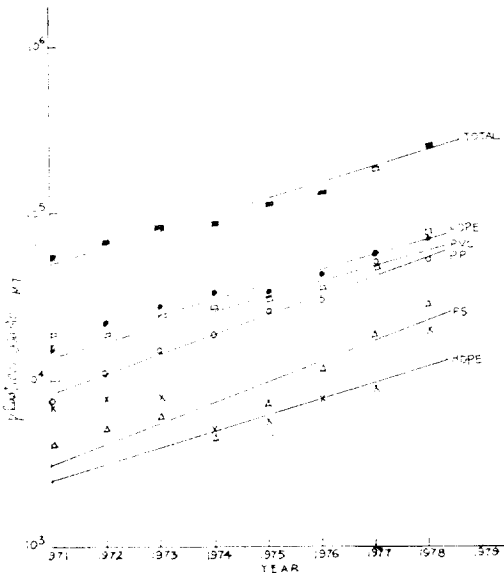


Fig. 1. Production of Plastics Waste

Table 4. Estimated thermoplastics Waste in Korea(10000M/T per year)

Year	LDPE	HDPE	PP	PVC	PS	Total
1971	1.59	0.72	0.74	1.83	0.40	5.28
1975	3.25	0.57	2.58	3.04	1.14	10.13
1978	7.19	1.99	5.43	7.38	2.86	24.86
1980	10.5	2.8	8.7	8.7	10.4	4.8
1985	26.5	6.5	28.5	26.0	21.0	108.5

톤이 발생될 것이며 종류별로는 PP 플라스틱이首位를 차지하여 28.5萬톤에 달할 것이고 LDPE가 26.5萬톤, PVC가 26.0萬톤, PS가 21.0萬톤, HDPE가 6.5萬톤 정도排出될 것으로推定된다(Table 4).

3. 廢플라스틱의 處理技術

가. 分別과 粉碎處理¹⁸⁾

廢플라스틱을 處理하는 境遇, 우선적으로 問題되는 것은 事樣, 分別, 選別 및 粉碎 等이다. 플라스틱의 製造, 加工, 消費等의 流通過程上에서 여러가지 物質의 混合이 不可避하다. 廢플라

스틱에는 紙類, 金屬類, 土砂 等이 附着되어 있을 뿐만 아니라 原料 플라스틱 自體도 여러가지 形態로 混合되어 있어 排出經路와 더불어 그 種類가 不分明하여 區別하기가 困難한 境遇가 많으므로 處理와 有効利用 나가는는 技術開發을 대단히 어렵게 하고 있다. 이러한 理由때문에 收集한 廢棄物을 形態와 種類에 따라 分別하고 이것을 다시 粉碎處理하여 均一化시킬 必要가 있고, 그에 따른 研究가 推進되어 왔다. 分別法으로서는 比重差를 利用한 浮遊選別法, 風力分別法, 停電分離法, 冷却粉碎分別法 等이 考慮되고 있다. Mitsubishi社에서 開發한 浮遊選別法 "MIPS"는 플라스틱物質이 물속에 溶解되어 있는 化學物質의 種類에 따라서 濕潤되는 現狀이나 化學物質의 吸收現象의 差異를 利用하여 分離하는 方法으로써 플라스틱物質을 10 mm 以下の 작은 조각으로 粉碎洗滌한 다음 分離하게 된다 (Fig. 2).

이 方法은 廢플라스틱에 含有되어 있는 不純物의 除去 및 廢플라스틱의 種類別 分離 또는 PVC 만의 分離에 이용되고 있다. 플라스틱의 粉碎는 物性과 相異한 物質의 混合程度에 따라서 衝擊粉碎機, 剪斷粉碎機로 粉碎하고, 廢廢物이 이러한 粉碎機로 直接 粉碎하기 困難할 程度로 큰 境遇에는 우선 粉碎機로 處理할 수 있는 程度의 크기로 切斷하는 方法이 一般的으로 取해지고 있다. 衝擊粉碎의 對像이 되는 樹脂는 PS, Methacryl樹脂 等과 熱硬化性樹脂이고 剪斷粉碎는 모든 플라스틱이 對像이 된다. 그러나 플라스틱의 衝擊 또는 剪斷에 의한 粉碎는 막대한 에너지를 必要로 하기 때문에 引張應力을 利用한 渦流引力에 의한 粉碎法 및 液體窒素 等을 使用하여 플라스틱을 脆性化 시켜 衝擊粉碎시키는 方法 等도 檢討되고 있다.

나. 有効利用

(1) 分解利用法^{4, 19~21)}

高分子物質인 플라스틱을 低分子量의 化合物로 變換시켜 이것을 有効하게 利用하는 方法이다. 解重合反應이 容易한 플라스틱은 이를 解重合시켜서 Monomer로서 回收하는 것이 適切하

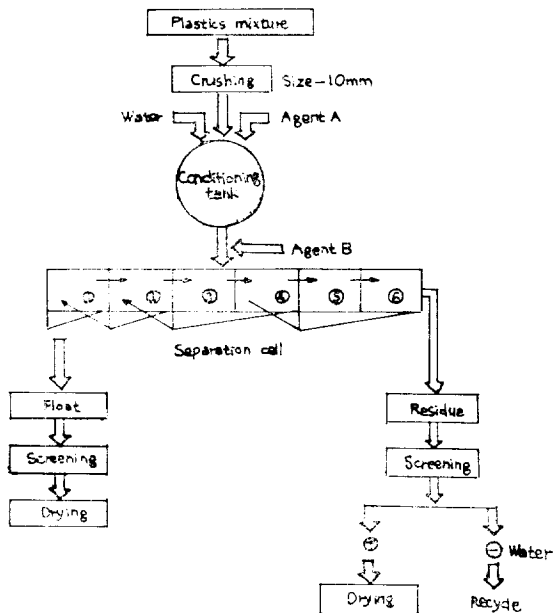


Fig. 2. Flowsheet of Separation

다고 생각되지만, 일반적으로 PF, PVC 등과 같이 Monomer의回收가不可能한 플라스틱의廢棄量이 압도적으로 많으며 이러한 플라스틱物質의熱分解生成物로서回收되는低級炭化水素는 에너지源으로써 또는化學原料로서利用하는 것이適切하다고 생각된다. 低級炭化水素로서利用하는方法以外에도不完全燃燒로煤煙을發生시켜 이것을Carbon black으로利用하는方法도 있다. 熱分解裝置로서는回分式탱크를使用하는

方式, 移動하는 콘베이어로 플라스틱을積載하여高溫爐을通過하는 사이에分解되는 콘베이어方式, Rotary-Kiln方式, 流動層方式 등이 있고, 加熱方式으로는氣體 또는液體燃料의 Burner 燃燒方式, 電氣的假燒方式, 溶融鹽을使用하는溶融플라스틱方式, 高周波를使用하는高周波方式 등이 있다. 減壓分解蒸溜法은廢플라스틱의石油還元 및 硫黃含量이零에 가까운플라스틱과高硫黃重油와의混合에 의한低硫黃重油製造의 두가지를目的으로開發된方法으로서 PE, PP, PS 등을스텐레스강으로된蒸溜槽에서減壓分解蒸溜(500mm Hg abs., 400~450°C)하면휘발유, 등유 등이 얻어지고, 그리고스텐레스강으로된容器中の高硫黃重油에 PE를加하여加熱하면低硫黃重油가 얻어진다. 減壓分解裝置의例를들면 Fig. 3과 같다. 低溫熱分解法은燒却法에서發生하는廢氣體處理 및 重金屬의除去等 어려운問題點을 피하기 위하여比較的 低溫에서熱分解시켜原料를 얻는方法이다.

分解生成物로서는 플라스틱의原料인石油와 비슷한成分의오일이나氣體가生性되므로燒却法에 비하여 더욱發展된方法이며高度의技術을必要로한다. 低溫熱分解法은 다음과 같이行하여지고 있다. 流動層을使用하여溫度 350~400°C에서 PVC를熱分解하여 HCl을除去하고겉보기比重 0.2~0.4의흑색珠形, 多空質의熱分解樹脂를形成시키는方法이다. 熱

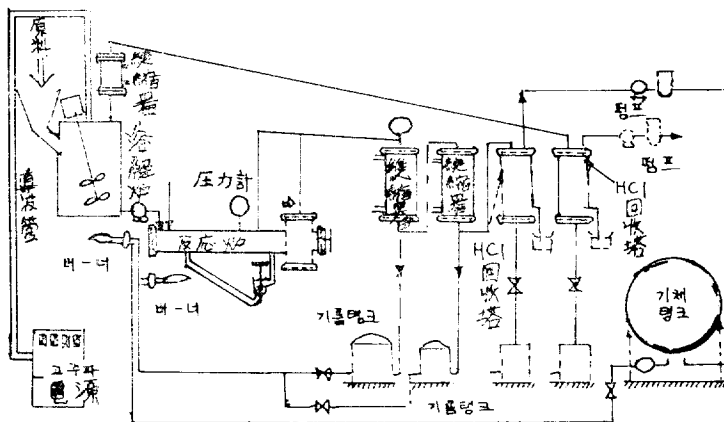


Fig. 3. 廢프라스틱의 고주파 용융식 감압분해 열유장치 공정도

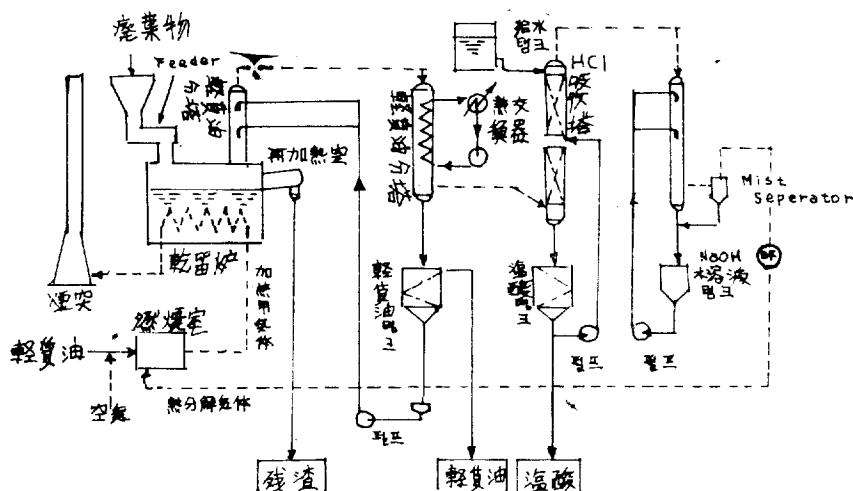


Fig. 4. 폴리용열분해공정도

分解樹脂를 活化流動層에 供給하여 空氣를 차단시키고 水蒸氣에서 流動化시킴과 同時に 800~900°C로 加熱하여 炭化物중에 殘存하여 있는 炭化水素를 除去시키면 活性炭이 얻어진다. 그리고 여기에 濃硫酸을 反應시켜서 Sulfon 化하면 强酸性 陽이온交換樹脂가 얻어지고 Formaldehyde와 鹽酸으로 Chloromethyl 化하고 Trimethylamine을 反應시키면 强鹽基性 陰이온交換樹脂가 얻어진다. PVC, PE, PP, PS 등의 廢플라스틱은 380~400°C의 溫度에서 溶融된 PE, PP, PS 등의 熱溶融液中에 供給되면 우선 分解溫度가 낮은 PVC로 부터 HCl이 除去 氣體化되고, PE, PP, PS는 溶融液으로서 滯留時間이 길어짐에 따라서 점차 分解한다. HCl, $C_1 - C_{30}$ 의 炭化水素, CO, N_2 , H_2O 등의 分解生成物은 HCl, $C_1 - C_4$ 의 氣體炭化水素, $C_5 - C_6$ 의 液化炭化水素, $C_7 - C_{30}$ 의 油脂狀炭化水素로 各々分離回收된다(Fig. 4).

以上과 같이 低溫熱分解法은 비교적 低溫에서 廢플라스틱을 熱分解시키면서 溫度를 調節하여 分解爐 內에서 炭化가 일어나지 않도록 주의하여야 하므로 燒却法보다 困難點이 있다. 熱分解法의 長點은 2次 汚染防止에 有利하다는 點이다. 낮은 溫度에서 操作되며 溫度의 調節이 가능하므로 廢棄物속의 全體成分이 氣化되지 않고

一部分만이 氣化된다.

(2) 再生利用方法^{4, 22~26)}

廢플라스틱의 再生法은 單純再生과 複合再生으로 大別된다. 廢플라스틱을 再生材料로서 再生하는 方法은 Rolling 또는 壓縮機에 의한 再生方法과 Film類와 發泡性 物質을 對像으로 한 Spark-rash mixer에 의한 再生方法이 있다. 그리고 複合再生의 境遇는 溶融再生(押出, 壓縮發泡加工法), 溶解再生(에멀젼法, 壓縮加工法) 方法과 그밖에 粉碎再生하는 方法이 있다.

(가) 單純再生^{4, 22~23)}

單純再生은 廢플라스틱만을 利用하므로 흔히 押出方式으로 製品을 成形하고 있다. 가장 成功的인 方法으로 알려진 것은 Mitsubishi Petrochemical社에서 製作한 Reverser이며 Accumulator head가 附屬되어 있는 원뿔형 스크류로 된 押出機와 Multi-Station Conveyor로 運搬되는 一連의 Mould로 構成되어 있다. 主要製品으로는 말뚝이나 물통, Cable drum(電線말이) 등이다. 다른 裝置로 비해서 가장 有利한 條件은 다른 裝置로는 利用할 수 없는 低質의 原料를 利用할 수 있다는 點이다. 近來에 日本에서는 이 裝置로 魚類의 棲息處(Fish Shelter)를 製造하여 海岸에 投棄하므로써 廢플라스틱의 除去와 水

産資源의 保護 等 2重의 目的을 同時에 達成하고 있다.

(나) 複合再生^{24~27)}

複合再生中の 하나인 溶融再生法은 單一 또는 混合廢플라스틱을 다른 物質과 混合하여 百數拾度로 加熱, 軟化, 溶融, 冷却 또는 壓縮하여 製品으로 再生하는 方法이다. 溶融固化의 境遇 廢플라스틱의 質에 따라서 押出, 射出成形에 의하여 角材, 形物 等の 製品을 만드는 方法, 加壓, 加熱成形에 의하여 板狀製品을 만드는 方法, Rolling 加工에 의하여 Sheet 材를 만드는 方法 等이 考慮되고 있다. 押出, 射出成形의 境遇 相異なる 物質의 混入에 의한 Cylinder의 磨耗, 出口의 閉鎖 等이 問題가 되고 있고, 加壓 加熱成形의 境遇는 熱傳導率이 낮은 關係로 長時間을 要하는 問題가 있다. 組成이 明確한 單一플라스틱은 간단한 操作(押出, Rolling 方式 等)으로서 再生되지만, 再生品(Pellet 또는 Sheet 狀)은 熱로 因하여 色彩가 變하는 境遇가 많다. 再生品은 加工業界에서 加工된다. 複合製造方式에 依해서는 주로 올타리 斷熱材, 블록等を 製造한다. 日本의 Tezuka Kosan 社에서 開發한 加壓法은 廢플라스틱을 包含하는 都市廢棄物을 鋼鐵그물로 包裝하고 加壓한 후 아스팔트로 表面處理한 1m³ 정도의 블록製造方法으로서 廢棄物의 埋立에 利用되고 있다.

現在까지 發表되어 있는 複合再生方法을 略述하면 다음과 같다.

◦PVC를 除外한 플라스틱을 粉碎押出 成形하여 農業用 資材, 土木用資材, 漁業用 資材 等으로 再生加工하는 方法

◦플라스틱에 附着된 汚濁物質, 金屬, 모래, 종이 等の 物質을 分別하여 플라스틱을 粉碎, 加熱溶融(110~140°C), 冷却成形하는 方法

◦特殊한 2段 押出機에 의하여 플라스틱의 種類와 關係없이 溶融하고, 슬러지를 加하여 混合시켜 人工漁網, 土木用 資材 等으로 成形 加工하는 方法

◦廢플라스틱을 種類, 形狀에 關係없이 粉碎하여 溶融 固化하는 方法으로서 搬入된 廢플라스틱은 그 中에 含有되어 있는 유리, 金屬 等 相

異한 物質을 氣流選別法에 의해 除去한 다음 粉碎, 殘留金屬類의 磁氣選別, 活漚, 乾燥, 微粉碎 等の 操作을 順次的으로 行하고 나서 接着力이 있는 樹脂를 添加하여 混合物質化한 後 溶融하여 押出機에 의해 가락국수 모양으로 뽑아내어 切斷, 물속에서 冷却, 乾燥시켜 Pellet 製品을 만드는 方法

◦石英을 使用하는 火力發電所에서 發生하는 石英 Fly-ash를 120°C~130°C로 加熱하여 軟화된 熱可塑性 플라스틱과 7:3의 比率로 混合 固化하여 建材, 빗물받이 等으로 使用 가능한 不燃·耐蝕性의 硬質板을 再生하는 方法.

◦熱可塑性 플라스틱에 廢油와 酸, Telefin 樹脂, Rosin(溶劑)을 加하여 120~130°C로 加熱攪拌하고 아스팔트를 添加하여 Hot-melt 接着劑로써 使用하거나 다른 Polymer를 Blend하여 使用하는 方法

(다) 燒却法^{9, 19, 27~30)}

廢플라스틱의 燒却法은 (1) 廢플라스틱의 熱分解氣體를 一次燃焼室에서 燃焼시켜 얻어지는 高溫의 火炎과 爐壁 等으로 부터의 輻射熱에 의해서 빠른 速度로 一次燃焼室의 廢플라스틱을 熱分解시키고 空氣의 不足分이 二次, 三次空氣로 充足됨과 더불어 高速熱分解가 일어나므로서 發生되는 煙氣를 二次, 三次燃焼室에서 補助버너를 使用하여 燃焼시키는 方式과 (2) 우선 空氣를 最大限 供給하여 廢플라스틱을 70°C 程度以下에서 熱分解내지는 部分燃焼시키고, 生成되는 熱分解氣體 내지는 未燃焼氣體, 煙氣 等を 燃焼室로 보내어 空氣를 充分히 供給받아 燃焼시키는 方式으로 分類하여 생각할 수 있다. (2)의 境遇는 (1)의 境遇에 比하여 分解氣體와 空氣가 잘 混合되므로 燃焼氣體中的 煤煙의 量이 적은 反面에 熱分解速度가 느려 處理量이 적다.

(라) 微生物 處理¹⁰⁾

플라스틱의 微生物分解에 關하여는 PVC, Polyvinyl alcohol, 초산비닐樹脂, Poly urethane foam 等に 對하여 研究가 이룩된 結果 Polymer 自體는 거의 微生物에 의하여 分解되지 않지만, Polymer에 混合된 가스劑 等이 微生物에 의해 分解되어 플라스틱의 性能에 對한 弱化現象이 일

어남이 밝혀져 플라스틱을 용이하게 분해하는 특
 殊한 微生物의 探索과 微生物分解形 플라스틱의
 開發이 活潑하게 進行되고 있다.

4. 結 論

가. 플라스틱工業의 發展과 더불어 廢플라스
 틱이 多量放出되어 自然環境汚染이 심각한 問題
 로 擡頭되고 있다. 그런데 이들 廢플라스틱은 種
 類와 形態가 多樣하여 그 處理法 또한 多樣하여
 燒却法, 熱分解法 및 再生利用法 등이 開發되어
 왔으나 分離, 選別 등의 어려움 때문에 種類와
 特性에 알맞는 處理技術開發이 이루어져야 할
 것이다.

나. 廢플라스틱을 에너지源으로 利用하기 위
 하여 熱的, 化學的 또는 生物學的 處理에 의한
 合成氣體 또는 液體燃料의 生産 등이 論爭되고
 있지만 燒却 또는 燃燒에 의한 熱의 回收·利用
 이 더욱 活潑히 研究되고 있다.

다. 廢플라스틱을 利用한 放射性廢棄物의 固
 化處理研究는 아직까지 遂行된 바 없지만, 폴리
 에틸렌이나 페놀樹脂 등과 같은 一部 플라스틱
 製品을 利用한 放射性廢棄物의 固化處理研究는
 室驗室的으로 遂行되었는데, 中·低準位 放射
 性廢棄物의 固化處理에 適合한 것으로 報告되고
 있다.

參考 文獻

1. H.F. Mark, Encyclopedia of Polymer Science and Technology, Vol. 3, John Wiley & Sons, Inc., New York, pp. 307—325 (1965).
2. *Ibid.*, Vol. 10, pp. 1—73.
3. 노익삼, 韓國의 化學工業, 韓國化學工學會, p. 377 (1974).
4. Y. Saheki, Japan Plastics, Vol. 6 (Oct.), p. 22 (1972).
5. *Ibid.*, Vol. 7 (Jan.), p. 35 (1973).
6. *Ibid.*, Vol. 7 (Jul.), p. 40 (1973).
7. *Ibid.*, Vol. 9 (Mar.-Apr.) p. 28 (1975).
8. D.J. Hagerty et al., edited, Solid Waste Management, Van NostrandReinholl Co., New York, pp. 70—73 (1973).
9. 福本勤, 廢棄物處理技術, 共立出版株式會社, pp. 56—118 (1973).
10. WSF, Environ. Sci. Tech., Vol. 7, p. 894 (1973).
11. Europlastics Monthly, Vol. 46 (Mar.), p. 66 (1973).
12. E.J. Farkas, Ind. Eng. Chem. Fundam., Vol. 16 (1), p. 40 (1977).
13. H. Alter, Environ. Sci. Tech., Vol. 11 (5), p. 444 (1977).
14. H.F. Mark, Encyclopedia of Polymer Science & Technology Vol. 6, John Wiley & Sons, Inc., New York, pp. 740—763 (1965); Vol. 10, pp. 157—306; Vol. 12, pp. 725—768.
15. Modern Plastics International, Vol. 9 (1), p. 37 (1979).
16. 權肅杓, 鄭勇, 大韓保健協會誌, Vol. 4 (2), p. 9 (1979).
17. 大韓石油公社, 大韓石油化學市場統計年報, 1978.
18. Japan Plastics, Vol. 8 (May-June), p. 33 (1974).
19. 原徹, 廢プラスチックの 有効利用實例集, 化學工業社, 1973.
20. 渡邊昭二, 化學工業, p. 1067 (1972).
21. Japan Plastics, Vol. 12 (Jan.—Feb.), p. 12 (1978).
22. *Ibid.*, Vol. 11 (Jan.), p. 17 (1977).
23. European Plastics News, Vol. 1 (Nov.), p. 43 (1974).
24. N. Shiina and S. Uehara, Japan Plastics, Vol. 6 (Jan.), p. 17 (1972).
25. European Plastics News, Vol. 1 (Dec.), p. 32 (1974).
26. Japan Plastics, Vol. 5 (Jan.), p. 45 (1971).
27. Y. Kobayashi and H. Murata, Japan Plastics, Vol. 5 (Jan.), p. 40 (1971).
28. *Ibid.*, Vol. 4 (Oct.), p. 48 (1970).
29. 福本勤, 化學工業, Vol. 23, p. 1077 (1972).
30. 西崎寬樹, 廢棄物燃燒裝置のしるし, 化學裝置, 3月號, 1981.