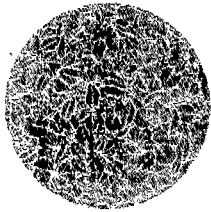
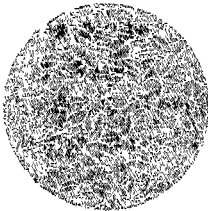


# 都市廢棄物을 利用한 燒却發電



Power Generation Utilizing  
the Citys Refuse  
by Buring Up



李 光 遇  
仁川大學 教授

## 1. 序 言

廢棄物은 國民生活의 向上과 社會經濟的인 發展에 따라 絶對적으로 排出量은 增加 추세에 있으며 人口의 增加와 더불어 大都市의 廢棄物 處理는 더욱더 어려워지고 이로 因하여 環境汚染의 根源이 되고 있다.

우리나라와 같이 資源이 貧弱하여 海外에 依存하고 있는 實情에서는 廢棄物의 資源化에 對한 研究는 Energy 合理化 使用에 對한 一翼을 担当하리라 生覺된다.

또 廢棄物의 再活用化에 對한 問題가 世界 各國에서 계속 進行되고 있는 此際에 廢棄物을 利用한 燒却發電에 對한 原理 및 外國의 實態와 우리나라 廢棄物에 對한 現況 및 廢棄物을 利用한 發電의 可能性 등을 檢討하여 보기로 한다.

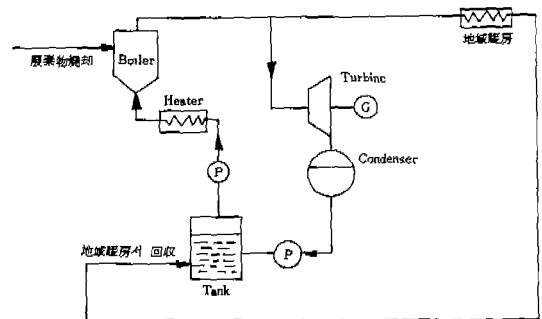
## 2. 廢棄物 燒却發電 原理 및 現況

### 가. 廢棄物 燒却發電 原理

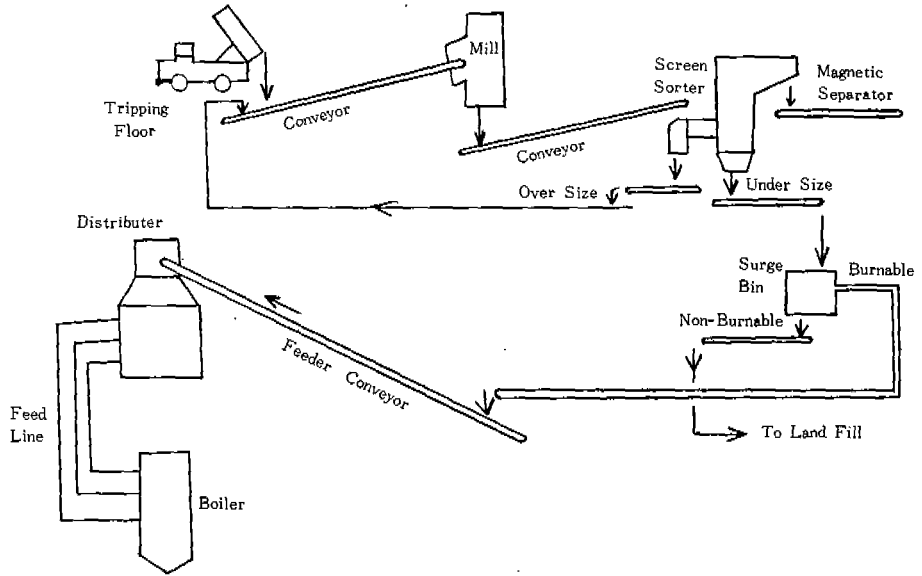
Energy를 內藏한 廢棄物은 物質의 混合物로 構成되어 發熱量이 낮은 것이 一般的이다. 廢棄物質量的 變化 및 長期貯藏의 不可로 單獨 Plant 建設이 困難하며 安定出力 維持等도 어려워 發電燃料로는 不利한 特性이 있으며 比較의 小規模 發電 및 熱水供給等에 利用하고 있다.

그림 1은 廢棄物을 利用한 燒却發電 系統圖이며 그림 2는 Boiler 燃燒를 위한 廢棄物의 處理過程을 表示한 것이다.

家庭이나 積還場 等地에서 收去된 廢棄物은 Tripping Floor 까지 운반되어 Conveyer에 依하여 Mill에 送入 粉碎된다.



〈그림-1〉 廢棄物燒却發電 系統圖



(그림-2) 焼却發電을 위한 廢棄物 處理圖

粉碎된 廢棄物은 다시 Screen Sorter 에 送入되어 Over Size 와 Under Size 로 分離되고 Magnetic Separator 에 依하여 鐵物類等이 選別된다.

Screen Sorter 에서 選別된 可燃物質은 Feeder Conveyor 에 依하여 Distributer 에 送入 Boiler 에 燃燒된다.

廢棄物에 依해서 燃燒되어 發生된 蒸氣는 一部는 地域 暖房用으로 消費되기도 하고 發電을 위하여 蒸氣 Turbine 을 구동하기도 한다.

蒸氣 Turbine 을 구동시킨 蒸氣는 Condenser 에서 응축되어 응축된 復水는 다시 Boiler 에 回收된다.

기타 系統은 一般火力發電所 設備과 類似한 設備을 갖추고 있다.

#### 나. 外國의 實態

廢棄物의 燒却을 통한 熱水, 蒸氣供給 및 電力生産은 1950年代 西獨에서 부터 始作되어 프랑스, 美國等 여러나라에서 施行되고 있다.

프랑스 파리에서는 廢棄物의 約 90%를 燒却處理하여 그 Energy 를 回收하고 있다. 가까운 日本에서도 1965年 大阪의 西淀 清掃工場에서 200T/日 廢棄物을 燒却, 所內動力을 目的으로 始作하였으나 1973年 油類波動 以後 賣電을 目的으로 發電設備을 갖추게 되었다.

現在는 (1977年) 25個 發電所 清掃工場에서 500萬 T/年을 燒却하여 70,000 kW 程度의 電力을 發電하고 있으며 앞으로는 人口 15萬 이상 都市 122個에서 發電하면 46萬 kW 程度가 生産이 可能한 것으로 내다보고 있다.

日本 廢棄物 發電所의 蒸氣壓力는 10~22kg/cm<sup>2</sup>, 蒸氣溫度 180℃~270℃가 대부분이다.

廢棄物 燒却用 Boiler 形式은 上部에 Boiler를 設置하고 爐壁을 水冷壁으로 한 Radiation Boiler 構造를 택한 水管式 Boiler가 많이 使用되고 있다.

水管式 Boiler에는 自然循環式과 強制循環式의 두 種類가 있다. 日本의 燒却 Boiler에서는 自然循環式 Boiler를 設置한 곳이 18工場 53基이고 強制循環式 Boiler를 設置한 곳이 92工場 52基이다.

廢棄物 燒却用 Boiler로서 自然循環式은 罐水의 保有量이 크므로 廢棄物質의 變動에 依한 爐內의 負荷變動에 對하여 安定된 運轉이 可能하고 信賴性이 높다.

한편 強制循環式은 傳熱面의 形式을 자유롭게 設計할 수 있다는 點과 容積이 적어지므로 建設費, 築爐構造面에서 유리하고 比較的 負荷가 安定된 燒却爐에 有利하다.

Turbine 은 大阪 西淀工場과 東京 葛飾工場이 復水式 Turbine 을 使用하고 있으며 그외의 工場은 全部 背壓 Turbine 이다.

〈表- 1〉外國의 發電所 現況(歐美)

國 別	位 置	出力(kW)	보일러容量(T/W)	處理能力(T/日)	設置年度
프 랑 스	파 리	64,000	134× 2	1,200× 2	1969
화 란	룩 렐 담	20,500× 1	30× 4	375× 4	-
미 국	시 카 코	-	50× 4	360× 4	1970
오스트리아	빈	5,000× 1	38.5× 2	360× 2	1971
영 국	런 던	12,500× 4	39.5× 5	336× 5	1969
스 웨 덴	스톡홀름	2,340	13.5	120	-
스 위 스	K E Z O	24,000× 1	40× 2	360× 2	1970
서 독	뮌 헨	124,000	365	-	1971
스 위 스	뮌헨	2,340	12.5	-	1971

유럽은 蒸氣溫度 500℃, 蒸氣壓力 97kg/cm<sup>2</sup>되는 것도 있으며 大体로 日本보다 壓力과 溫度가 높은 편이다. 이는 廢棄物의 質의 차이에 基因되지 않나 生覺된다.

表1은 歐美地域에 設置된 廢棄物을 利用한 燒却 發電所 現況으로서 프랑스 파리의 Ivry發電所가 世界最大 容量이며 西獨 뮌헨의 124,000kW 容量이 重油, Gas 混合 發電所로는 제일 큰 發電所이다.

### 3. 우리나라 廢棄物 現況 및 燒却 發電

#### 가. 廢棄物 現況

家庭에서 排出된 廢棄物은 서울市の 경우 積還場에서 紙類, Prastic 등으로 區別 一部 取去하고 나머지는 埋立場으로 運搬되거나 積還場에서 直接 埋立場으로 運搬 選別分離되어 再活用 되고 있다.

우리나라의 廢棄物 處理는 埋立이 平均 91% 燒却이 3.5% 堆肥가 3.5%로 거의 埋立처리되고 있다.

埋立의 경우 市地域과 邑地域을 比較하면 市平均이 96.5% 邑平均이 85.5%로서 市地域이 11%나 많음을 알 수 있다.

이는 邑地域에서는 一部를 堆肥와 家庭燃料 등으로 使用하기 때문이라고 生覺된다. 表2는 韓國의 廢棄物 處理現況을 表示한다.

다음 우리나라와 外國의 廢棄物에 對한 生産量 및 여러가지 性質을 比較分析하여 보면 표3에서 보

는 바와같이 廢棄物 生産量은 하루에 1.35kg/人이 서울을 기준 發生되나 西獨은 0.046~0.66kg/人이고 日本은 0.49~0.82kg/人으로 生産量은 오히려 우리나라가 많이 發生된다. 이는 煉炭재의 比가 80%以上 차지하기 때문인 것으로 추측된다.

따라서 可燃性 物質은 우리나라가 현저하게 뒤떨어지고 있다.

廢棄物의 年間 增加率도 西獨의 2.9%, 日本의 8.2%에 比하여 우리나라는 1.3%에 불과하다.

季節別 廢棄物 發生量의 變化幅도 월등이 커서 年間 지속성있는 發生이 되지 않고 있음을 알 수 있다.

性分析 結果를 보면 可燃性物質이 우리나라가 13%인데 比하여 外國은 70~90% 이상을 積유하고 있음을 알 수 있다.

우리나라 可燃性 物質中에는 음식 및 야채 등이 11%이나 이는 外國에 比하여 含水率이 많은 點도 問題點의 하나로 간주되고 있다.

表4에서 보는 바와같이 廢棄物의 綜合發熱量도 韓國이 300kCal/kg인데 比하여 美國같은 나라는 2,500kCal/kg나 되는 點도 있다.

이와같이 우리나라 廢棄物은 可燃物質은 外國의 約 1/4, 發熱量은 1/5~1/8이며 發生된 쓰레기의 季節別 變化幅도 큰점 등이 特異한 點으로 나타나고 있다.

#### 나. 發電可能性 檢討

서울市內에서 排出되는 廢棄物을 基準하면 可燃

(表-2) 韓國의 廢棄物 處理現況(全國)

市別	區分	年度	埋立	燒却	堆肥	其他	計
市平均		1974	97	2	1	-	100
		77	96	3	1	-	100
	平均		96.5	2.5	1	-	100
邑平均		1974	81	5	10	4	100
		77	90	5	2	3	100
	平均		85.5	5	6	3.5	100
全國平均		1974	89	3.5	5.5	2	100
		77	93	4	1.5	1.5	100
	平均		91	3.5	3.5	2	100
※日本		1976	26.9	60.6	1.6	10.9	100

※ 現在 서울市는 난지도에 全量 埋立.

(表-3) 우리나라와 外國의 廢棄物 諸性質 比較

(1) 廢棄物 生産量

國別	都市別	1日生産量(kg/人)	可燃物質(kg/人)	可燃物質(%)	年間增加率(%)	季節別變化幅(%)	備考
韓國	서울	1.32~1.37 (平均 1.35)	0.034~0.036	2.65	1.3	51.0	調査年度 1974~77
	大都市	1.06~1.13			2.2	35.9	"
	小都市	1.12~1.37			4.1	38.8	"
西獨	平均	0.046~0.66	0.30~0.43	65	2.9	23.0	1949~65
日本	"	0.49~0.82	0.46~0.78	95.5	8.2	-	1960~68

(2) 廢棄物 性分 比較

(%)

區分	國別	韓國	美國	英國	스위스	日本
可燃性	紙類	1 <sup>ㄹ</sup>	50	38	45	44
	음식·야채찌꺼기類	11 <sup>ㄹ</sup>	12	27	20	36 <sup>ㄹ</sup>
	Plastic 및 고무類	0 <sup>ㄹ</sup>	5	2 <sup>ㄹ</sup>	3	4 <sup>ㄹ</sup>
	木材 및 섬유類	0 <sup>ㄹ</sup>	8	3 <sup>ㄹ</sup>	2	10
	小計	13 <sup>ㄹ</sup>	75	71	70	95 <sup>ㄹ</sup>
不燃性	灰類	85 <sup>ㄹ</sup>	7	11	20	-
	유리類	0 <sup>ㄹ</sup>	9	9	5	3 <sup>ㄹ</sup>
	金屬類	0 <sup>ㄹ</sup>	9	9	5	1 <sup>ㄹ</sup>
	小計	86 <sup>ㄹ</sup>	25	29	30	4 <sup>ㄹ</sup>
合	計	100	100	100	100	100

〈表-4〉各國의 廢棄物 綜合發熱量

國別	市名	發熱量 kCal /kg	備考
美國	New York	2,500	
	New Jergey	1,869	
독일	Born	1,129	
	Heidel Berg	1,300	
일본	全 國	800~1,000	
韓國	釜 山	300	

性物質은 13.97%이나 여기서 음식찌꺼기, 야채류 등은 含水率이 많으므로 燃料로 使用하기는 부적합하므로 실질적으로 燃料使用 可能한 量은 2.65% 程度이다.

서울市内 人口를 800萬으로 가정하고 1人當 1日 排出量을 1.34kg이라면 可燃廢棄物量은 年間 104,463t으로 1日 286t/日이 發生可能하다.

여기서 發電效率은 日本의 廢棄物發電所를 參考하여 14%, 廢棄物 發熱量은 1,000kCal/kg로 설정 可能出力을 계산하면 約 2,100kW가 된다.

그러나 좀더 精確한 計算을 위해서는 可燃物質의 기초자료 調査와 發熱量 測定等의 業務가 先行되어야 한다. 그러나 現在 우리나라 實情은 廢棄物의 90% 以上을 再活用하고 있는點 等を 考慮하지 않을 수 없다.

日本에서 廢棄物을 利用한 發電은 폐기물收去距離 15~20km, 發熱量 1,400kcal/kg處理能力 18萬t/年(600t/日)일 때 火力發電 單價보다 약간 높다.

廢棄物 排出量에 따른 利用方法은 300~1,000T/

日 程度면 自家消費 以上 發電을 하고 熱供給을 同時에 할 수 있으며 1,000T/日 以上 程度면 本格的인 發電이 可能하고 1萬kW規模 發電이 可能하다 表 5는 美國의 廢棄物 處理費用을 比較한 것이다.

發電을 하기위한 費用은 埋立에 드는 費用보다 2倍程度 높게 유지되고 있다.

#### 4. 結 言

우리나라 都市中 人口가 第一 많은 서울市の 廢棄物 排出 現況 및 處理過程을 살펴 보면 煉炭재 등 不燃物質이 많은 반면 可燃物質이 적고 季節別 變化率이 심하다.

또한 分離收去가 안되어 選別費用이 增大될 것이며 可燃物質은 自活隊에 依하여 收集, 거의 再活用되고 있으므로 廢棄物을 利用한 燒却發電은 利用價値가 稀薄한 實情이다.

앞으로 國民所得의 伸張으로 廢棄物 排出量의 漸進的 增加와 家庭燃料가 LNG 등으로 代替되면 煉炭재의 排出量이 減少되고 廢棄物의 質은 向上될 것이다.

그리고 廢棄物의 分離收去를 今年부터 부분적으로 실시하고 있는바 그 성과에 따라 확대실시될 것이며 이로 因해 폐기물의 質은 더욱 向上될 것이다.

또한 生活水準 向上 및 雇傭增大가 되면 自活隊에 依한 再收集 活用處理는 점차 감소될 것으로 豫想된다.

이상과 같은 문제점을 해결해 나가고 병행하여 廢棄物의 發熱量, 性分 分析 等の 基礎調査를 正確히 施行, 廢棄物을 利用한 地域暖房 및 熱水供給을 우선 施行하고 그 經驗을 토대로 技術蓄積하여 燒却發電을 推進함이 바람직하다.

〈表-5〉美國 廢棄物處理費用의 比較 (\$)

廢棄物處理方法	實 質 Ton 當 費 用	備 考
燒 却	7.68	年間 300日 稼動
燒却 및 蒸氣回收	7.05	處理能力
燒却 및 電力回收	8.95	1,000T/日 기준
熱分解處理	5.42	
肥料處理	6.28	
資源回收	4.77	
埋 立	4.26	

