

한국에서의 도시쓰레기
공기압수집 시스템의 타당성

徐 東 洙 · 全 永 珉

韓國化學研究所

The Feasibility of the Pneumatic Refuse
Collection System in Korea

Suh Dong Soo and Jun Young Min

, Korea Research Institute of Chemical Technology DaeJeon 300, Korea

要 約

都市 쓰레기(塵芥)의 새로운 蒐集, 輸送方法인 塵芥 空氣 蒐集(PRC) System 을 構成하는 機器에 對한 簡略한 紹介와 PRC system 의 所要動力 및 總建設費를 推定할 수 있는 式을 提示하였으며 이 System 을 韓國의 高密度 住居地域에 適用하였을 경우 그 經濟性을 檢討하였다. PRC system 의 經濟性 分析의 對象으로서는 一般 truck 보다 長點이 많고 經濟性이 높은 compactor truck 을 擇하였으며 이 結果 現在의 賃金引上 水準인 年 20%의 線이 數年間 계속될 경우, 損益分岐點은 4年後에 到達하고, 年 10%의 경우 6.5年後가 되어 40年の 壽命을 가진 PRC System 이 國內에서도 經濟的 임을 確認하였으며 損益分岐點이 運轉初年度에 位置하는 해는 平均 賃金引上率을 15%로 할 경우 約 6年後이며 10%로 할 경우 約 9年後로 推定하였다.

Abstract

Pneumatic Refuse Collection (PRC) system and it's machinery components are briefly introduced, which is new means of the city refuse collection, and two equations which can be used in estimation of required pump house power and total construction cost of the PRC system are shown. And the economic feasibility of the system is studied at high density residential area in Seoul. In this work the PRC system is compared with the compactor truck collection system which has more advantages than the common truck collection systems and it becomes clear that the PRC system is more economical than compactor truck system in Korea, too; with 20% of annual wage increasing rate the break even point comes after 4 years; with 10%, it comes after 6.5 years; the PRC system has 40 years life cycle. And the time when the break even point would be on the first year is estimated to be 9 years after from now under 10% wage increas-

ing rate.

I. PRC System

1. 序 論

都市塵芥의 發生은 계속 增加하는 都市規模 및 都市民의 生活向上에 依하여 그 排出量이 增加하고 性質이 變한다. 이에 따라 都市環境 및 道路交通이 惡化되고 人件費의 增加에 依한 蒐集 cost의 上昇, 塵芥排出量의 異常變化에 對한 迅速한 處理能力 不足等의 問題가 점점 深刻化 으로서 새로운 塵芥處理 方案을 研究하게 되고 이 結果 1900 年代初 一般化學工場等에만 小規模로 應用되어온 Pneumatic Conveying System 이 登場하게 되었다.

Pneumatic Refuse Conveying (PRC) System 은 처음 Sweden, 西獨 等地에서 研究가 始作되어 Sweden의 Centralsug社*, Svenskaflaktfabriken社 등이 最初로 實用化하였고 現在 유럽의 여러 國家와 日本, 美國等의 New Town 및 병원, Hotel 등에 널리 普及되고 있다. 이 System의 都市環境의 淨化, 蒐集 能力의 多樣性, 塵芥蒐集人力의 減少 및 全天候 蒐集等의 큰 長點은 各國의 塵芥處理 方向에 많은 影響을 미치고 있다.

PRC System은 長期的인 안목으로 truck collection에 比해 經濟的이며 사람이나 外氣와의 接觸이 없으므로 衛生的이며 truck에 依한 騒音, 振動, 惡臭, 汚水 飛散等의 公害가 없는 한편 交通이나 日氣, 暴雨, 晝夜에 구애없이 全天候 蒐集, 輸送할 수 있으며 施設의 運轉時間 단의 延長에 依해 장래의 負荷增加 및 大量處理 或은 非正常的인 塵芥量 增加에 迅速히 대처할 수 있는 長點이 있는 반면 初期投資가 높고 最大 輸送이 可能한 距離가 1.5km로 제한되어 있으며 投入할 수 있는 塵芥에 限界가 있고 排出者의 不明確性으로 因한 증거 인멸의 수단으

로 使用될 수 있는 等の 短點이 있다.

2. PRC System 構成機器

PRC를 構成하는 機器를 大別하면

投入部: 投入口, Dust Chute, Inlet Valve,
空氣取入口, 地下塵芥貯留所

輸送部: 輸送管路, 空氣取入口

蒐集部: 蒐集 Cyclone, Blower, 排出機, 脫
臭裝置, Silencer, 中央制禦室

의 3部分으로 나누어 蒐集 및 輸送과 排出의 機能을 分擔하고 制禦 System을 통하여 全機能을 發揮하게 된다.

(1) PRC Total Flow

PRC Substation에의 中央制禦室에서 週期的으로 作動하는 timer의 信號에 依해 數臺에 巨大한 blower가 自動적으로 運轉을 개시한다. 秒速 20~23 m의 大型 태풍이 pipe內에서 일어나고 inlet valve가 열리면서 dust chute內의 塵芥가 불과 數秒 사이에 pipe內로 排出되며 塵芥는 순식간에 substation의 cyclone에 到達, 下部에 있는 排出機에 依해 自動적으로 container속으로 compaction되어 塵芥燒却場으로 向하고 air는 bag filter에서 粉塵이 除去, 水洗되고 活性炭槽에서 惡臭가 除去된 後 大氣로 放出된다. timer의 program은 다시 다른 line의 inlet valve에 動作命令을 내린다. 圖 1은 PRC System의 運轉狀況을 보여준다.

(2) 投入口(圖 2)

屋內 dust chute型和 屋外 post型の 두가지 型이 있고 商業地區에서는 破碎機와 組合되어 있는 型도 있다. 操作이 容易하고 作動이 確實하며 負壓에서 完全하고 迅速히 閉鎖될 수 있도록 되어 있다.

(3) Dust Chute 및 地下塵芥貯留所(圖 3)

dust chute는 建物內部에, 地下塵芥貯留所는 屋外 post型 投入口下部의 地下에 位置하여 inlet

* 世界 PRC System中80%의 建設實績을 가지고 있는 PRC maker.

Valve가 닫혀있는 동안 임시 貯留所의 역할을 한다.

(4) Inlet Valve(圖 4)

dust chute(或은 地下塵芥貯留所)와 輸送管 사이에 位置하여 塵芥를 排出 및 閉鎖하는 역할을 한다.

(5) 輸送管

通常 埋設管으로 하며 材質은 steel, polyethylene 被覆管을 使用, 管徑은 400~600 mm (一般的으로 500 mm), 두께는 9~11 mm의 管을 使用하며 수명은 40年이다.

(6) 空氣取入口

Pipe line의 末端에 位置하여 管內에 塵芥輸送用 空氣를 取入 或은 閉鎖하는 裝置로서 valve가 닫혀있는 동안은 그 line內에 空氣의 흐름이 없으며 결국 塵芥의 輸送이 行해지지 않는다. 騒音을 防止하기 위하여 地下에 設置한다.

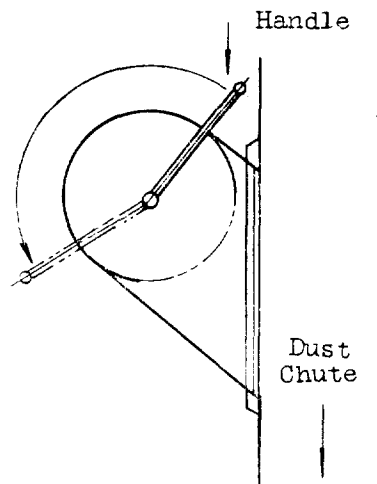


圖 2. 回轉式 投入口

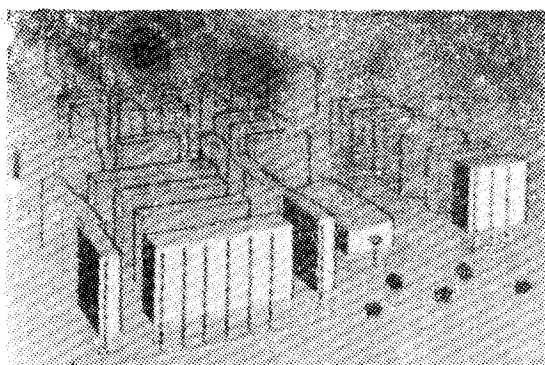


圖 3. 地下 塵芥 貯留 裝置

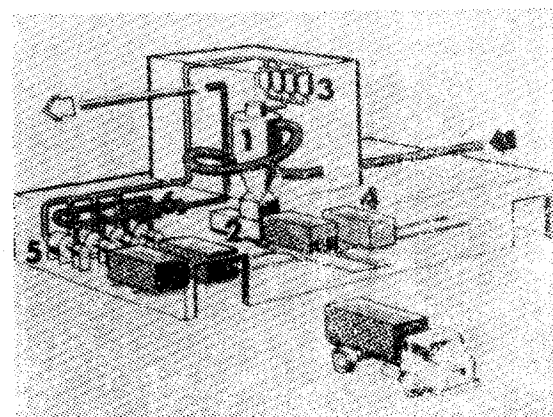


圖 1. PRC System 運轉狀況(1: Cyclone, 2: 排出機, 3: 脫臭 및 集塵裝置, 4: Container, 5: Blower, 6: Silencer)

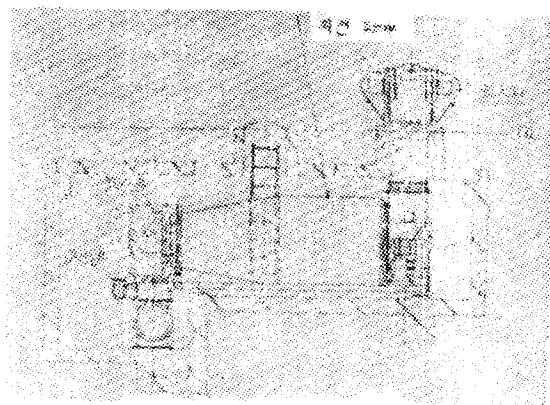


圖 3. 地下 塵芥 貯留 裝置

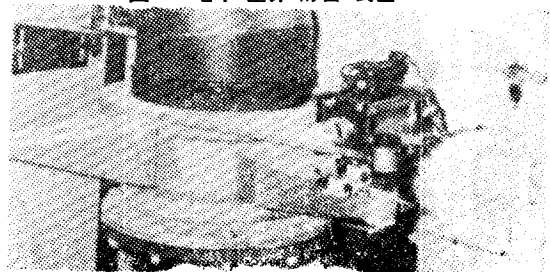


圖 4. Inlet Valve

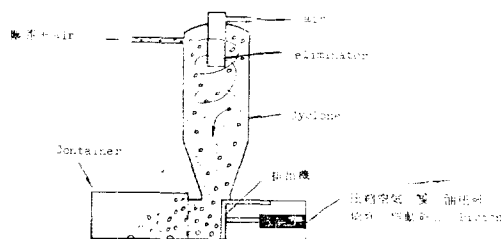


圖 5. 塵芥 Receiver 및 排出機

(7) Cyclone 및 排出機(圖 5)

receiver로서 주로 cyclone을採用하고 있으며, 紙, polyethylene 등을分離하는特殊한 eliminator를內藏하고 있다. 塵芥排出裝置는 外部와의 差壓을 그대로 유지하면서 container에 compaction하도록 되어 있다.

(8) Blower 및 Silencer

blower는 全 system의 心臟部로서 大風量을 管內에 흐르게 하며 silencer는 blower 뒤쪽에 位置하여 管內의 騒音을 消化한다.

(9) 脫臭 및 集塵裝置

輸送空氣中の 粉塵 및 惡臭를 除去하기 위하여 bag filter 및 活性炭槽를 主로 使用한다.

(10) Container

receiver에 到達한 塵芥는 圖 5에서 보는 바와 같이 container에 compaction되며 container가 채워지면 대기하고 있는 container가 다시 連結된다. 보통 24 m³ 용량을 사용.

3. PRC Blower의 所要動力 計算

管內를 通하여 塵芥를 輸送하기 위한 總所要 energy는

$$E = E_{m_1} + E_{m_2} + E_{m_3} + E_{m_4} + E_{a_1} + E_{a_2} \quad (1)$$

여기서 $E_{m_1} = mv^2/2g_c$

$$E_{m_2} = md_2$$

$$E_{m_3} = md_1f$$

$$E_{m_4} = (mv^2/g_c R) d_3f$$

E_{a_1} = 管內 air에 의한 friction loss

E_{a_2} = PRC의 各 機器에 의한 friction loss

에 의해 구하며 E_{m_1} 는 塵芥의 運搬에 所要되는 energy로서 material loss라고 하며 E_{a_1} 는 管路 및 裝置에서 일어나는 air에 의한 friction loss로서 air loss라 부른다.

式(1)中에서도 E_{a_1} , 즉 管內 空氣의 흐름에 의한 friction loss를 감당할 수 있는 energy가 所要動力 中에서 가장 큰 量을 차지하며 이는 圖 6으로 부터 求한다.

그런데 一般的으로 PRC System의 管內 空氣流速은 22 m/sec, 管徑은 500 mm로 一定하다. 따라서 substation pump의 所要動力은 輸送距離 및 塵芥輸送速度에 依存하며 式(1)을 利用해서 다음 式을 透導할 수 있다.

$$HP = 3Md + 60d + 15 \quad (2)$$

式(2)에 依하면 pump의 所要動力은 主管의 길이에 依存함을 알 수 있다(一般的으로 $M = 25 \text{ ton/hr}$ 內외의 값을 가진다).

4. PRC System의 總建設費 推定

外國의 既設置된 system의 cost data를 利用 해당년도의 美貨로 換算하고 cost index를 適用 1978年度 韓國 화폐單位로 算出하여 表 1을 얻는다.

表 1로부터 PRC System의 總建設費는 戶當 20~167萬원으로 地域에 따라 差異가 큰 한편 戶當 cost는 對象戶數의 規模에 依存함을 볼 수 있으며 이를 plot하면 Fig. 7과 같다.

Fig. 7로부터 PRC System의 對象戶數가 증가할수록 單位 戶當 Cost가 減少함을 볼 수 있으며 對象戶數가 적으면 單位戶의 부담이 커지

表 1. 外國의 PRC System 建設費 資料

地 名	對 象 戶 數	配 管 延 長	建 設 費	戶當建設費	資 料
Jersey市	486	—	5.3〔億圓〕	110.0萬圓/戶	30
Morinomya	896	700 m	15.0〔 " 〕	167.0	44
東 京	3,000	5,750 m	20.0〔 " 〕	67.0	35
Husby/Akalla	6,000	15,000 m	36.3〔萬圓/戶〕	36.3	40
U.S.	5,000	914 m	20.0〔 " 〕	20.0	9
U.S.	5,000	8,000 m	53.0〔 " 〕	53.0	9
U.S.	475	—	102.0〔 " 〕	102.0	1
Sweden	2,500	—	40.0〔 " 〕	40.0	59

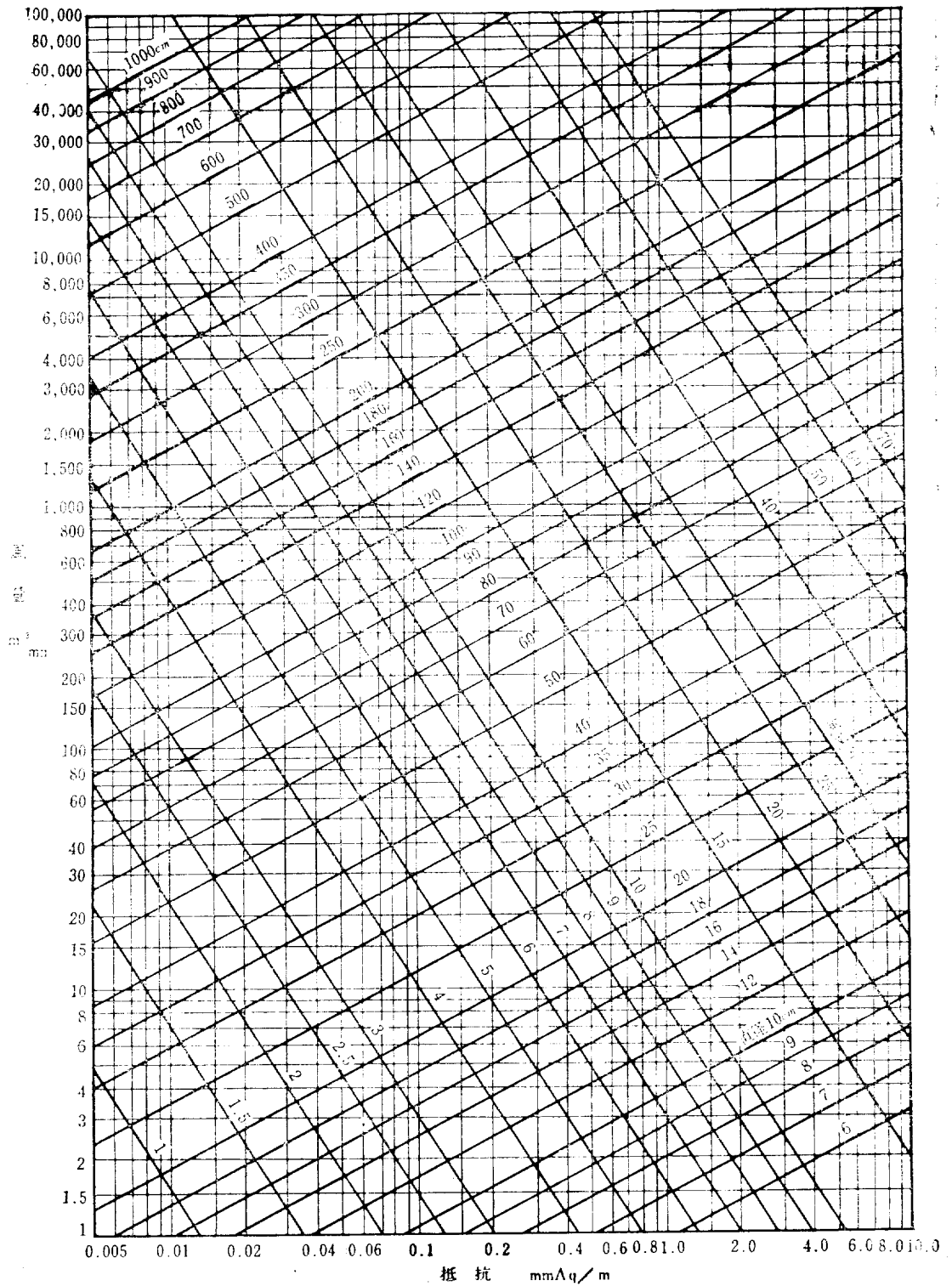


圖 6. 管内 空氣에 依한 Friction Loss

表 2. Pipe 總延長에 對한 Pipe 單位 길이당 建設費

地 名	Morinomya	東 京	Husby/Akalla	U.S.	U.S.
Pipe 總延長, m	700	5,750	15,000	914	8,000
建設費, 萬圓/m	214.0	35.0	15.0	109.0	33.0

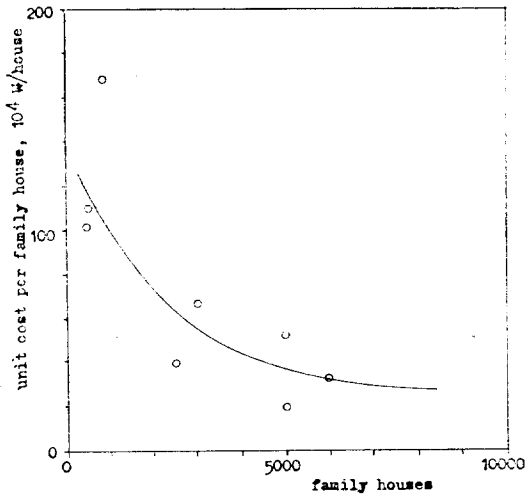


Fig. 7. Relation of Total Investment to Family Houses Served

게 됨을 알 수 있고 PRC System의 經濟的인 運營을 위해서는 對象戶數를 最大限으로 해야 함을 알 수 있다. 그러나 Fig. 7의 結果는 建設費推定을 위한 근거로서는 매우 부족함을 알 수 있다.

한편 表 1로부터 PRC System의 建設費는 總配管延長에도 依存함을 볼 수 있으며 이로 부터 表 2 및 Fig. 8을 얻는다.

Fig. 8의 plot에서 각 cost data는 모두 하나의 曲線에 位置하며 이는 建設費 推定을 위한 資料로서 比較的 正確한 結果를 줄 것으로 豫想된다.

Fig. 8의 曲線은 다음의 式으로 表示된다,

$$[COST/m] = (4.7 \times 10^8) L^{-0.84} \quad [\text{圓}] \quad (3)$$

$$[COST/m]_{L=10000} = 7 \sim 10 \times 10^4 \quad [\text{圓}] \quad (4)$$

따라서 System의 Total Cost는

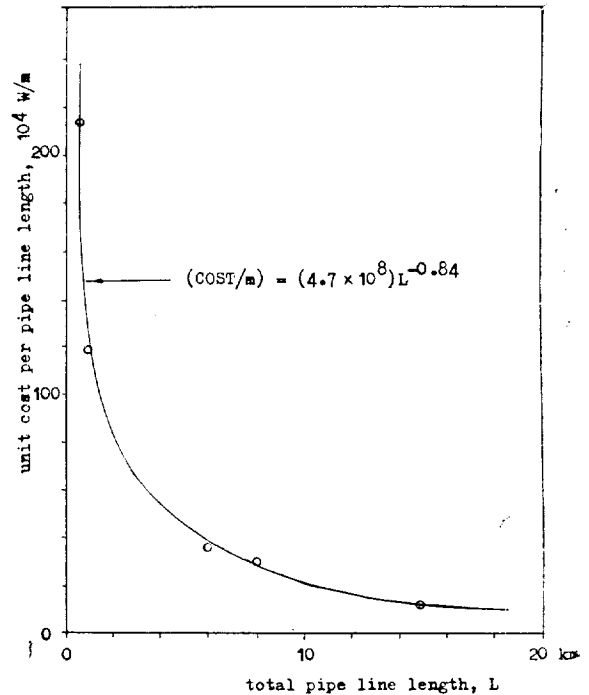


Fig. 8. Relation of Total Investment to Total Pipe Line Length

$$[COST] = (4.7 \times 10^8) L^{0.16} \quad [\text{圓}] \quad (5)$$

$$[COST]_{L=10000} = (7 \sim 10 \times 10^4) L \quad [\text{圓}] \quad (6)$$

으로 되며 式 (5), (6)에 依하여 1978年度 6月 (CE COST INDEX=217.9) 基準 PRC 總建設費를 求할 수 있다.

式 (5), (6)은 外國의 cost를 基準한 것이며 韓國에 設置할 경우, 이들 式에서 얻어지는 cost의 80%程度가 될 것으로 推定하면 式 (5)는

$$[COST] = (3.8 \times 10^8) L^{0.16} \quad (7)$$

가 되며 한편 PRC System을 new town에 適用하여 配管工事を 餘他土木工사와 같이 할 경우 總建設費는 20%가 節約된다.*

* Personnel Communication with AB Centralsug in Sweden.

II. 韓國에서의 經濟性

1. 適用地域 및 塵芥排出量

PRC System 은 住民所得이 높고 人口密度가 높은 高密度 住居地域에서 經濟性이 높다. 人件費가 높은 國家의 경우 高密度 地域에서의 PRC System 은 運轉 初年度부터 truck collection 보다 經濟性이 좋으며 人件費가 낮은 國家의 경우 Break even point 는 數年 或은 十數年後에 나타난다.

우리나라의 경우 比較的 生活水準 및 人口密度가 높은 地域으로서 여의도 아파트 團地를 研究對象으로 하였고 여의도內 總 18 個 아파트 단지 中 10 個 아파트단지에 適用하였으며 이는 表와 같다.

또한 아파트 內 戶當 平均人口는 5 人*으로서 適用對象 總人口는 約 26,000 名이다.

한편 여의도 아파트 團地內에서 發生하는 塵芥의 量은 表 4 와 같으며 戶當 平均 6.4 kg/day, 或은 1.28 kg/cap. day 로서 1 日 總排出量은 平均 約 33 ton/day 에 達한다.

2. Compactor Truck

Compactor Truck 은 都市塵芥 蒐集車로서 外國에서 가장 널리 使用되는 清掃車로서 연탄재 기타 粗大 塵芥를 除外한 compaction 可能한 모든 塵芥에 適用할 수 있으며 外形은 圖 9 와 같다. compactor truck 은 都市塵芥를 3~4 倍까지 壓縮 蒐集하므로 一般 truck 보다 1 回 蒐集量이 많으며 一般 truck 의 경우 運轉士를 包含 4 名의 人力을 必要로 하나 compactor truck 의 경우 3 名의 人力으로서 操業이 可能하므로 經濟的이며, 또한 蒐集·輸送中 塵의 飛散이 없으므로 衛生的이다. 서울시는 現在 compactor truck 을 導入 一部 地域에 適用하고 있으며 이

表 3. PRC system 의 經濟性을 檢討한 여의도 아파트단지

아 파 트 團 地 名	世 帶	아 파 트 團 地 名	世 帶
시 범 아 파 트	1,584戶	수 정 아 파 트	329戶
삼 익 "	360	목 화 "	312
대 교 "	576	화 랑 "	160
은 하 "	360	장 미 "	112
한 양 "	588		
삼 부 "	750	計	5,131戶

表 4. 여의도 아파트 團地內 塵芥排出量

아 파 트 團 地 名	世 帶 數	塵 芥 排 出 量	戶 當 排 出 量	1 人 當 排 出 量
시 범 아 파 트	1,584戶	10.0 ton/day	6.3 kg/day	1.26 kg/cap·day
한 양 "	588	4.5	7.7	1.53
진 주 "	376	2.0	5.3	1.06
미 주 "	276	1.5	5.4	1.09
광 장 "	744	4.5	6.0	1.21
대 교 "	576	3.5	6.1	1.22
목 화 "	312	2.5	8.0	1.6
總 計	4,456戶	28.5 ton/day	6.4 kg/day	1.28 kg/cap·day

* 資料: 各 아파트 團地內 清掃管理 擔當者

* 資料: 現地 아파트 管理사무소

表 5. 各國의 Truck 臺當 1日 塵芥蒐集量

國	名	都	市	名	蒐集量 ton/車・日	資	料
日	本	全	都	市	2.0~3.0	39.40.44.48	
美	國	Milwaukee			5.0~6.0	17	
프	랑	파		리	4.0	58	
韓	國	서		울	10.0	61	

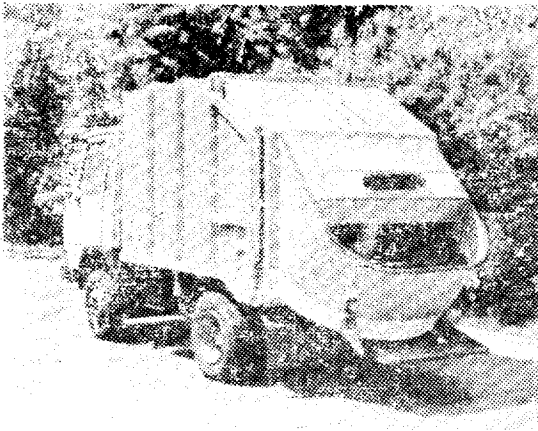


圖 9. Compactor Truck (France Sita Co.製)

는 더욱 擴大될 展望이다.

compactor truck은 여의도 아파트 團地內에서도 그 適用이 필수적이며 따라서 PRC System은 compactor truck system과 比較되어야 한다.

表 5는 各國에서의 truck 臺當 1日 蒐集量을 보여주며 外國의 경우 2~6 ton/day의 蒐集量을 보여주는 反面 韓國 서울의 경우 10 ton/day로서 이는 연탄재의 영향으로 해석된다. 따라서 연탄재의 排出이 없는 곳의 경우 truck 臺當 蒐集量은 約 5 ton/day로 推定하여 5 ton 容量의 compactor truck을 使用토록 한다.

한편 Compactor truck의 臺當 Cost는 國內製作時 約 2,300 萬원*이다. (78年 6月 價格)

3. 適用할 PRC System의 配管網 및 規模

圖 10은 本 PRC System의 妥當性 檢討에

適用될 여의도內 10個 아파트 團地로서 PRC Substation 位置 및 建物內 dust chute와 屋外 post型 投入口의 位置, 輸送管의 配管網을 그린 것이다.

PRC用 配管은 建物地下를 通하여 各 dust chute와 連結되는 것이 가장 理想的인 配管이며 이때 設置 cost가 가장 높은 外國의 경우 住居地의 中心部 및 아파트 團地內의 數個所에 屋外 post型의 投入口를 設置하여 塵芥를 蒐集하는 곳이 많으며 이런 경우 使用者는 不便하나 輸送管의 길이가 훨씬 적어지므로 總建設費가 低下하고 따라서 圖 10과 같은 system에 비해 훨씬 經濟的이다.

圖 10의 配管總延長은 6,200 m, 空氣取入口로부터 Substation까지의 最長距離는 650 m이다. 따라서 式 (2)에 依해 Blower所要 馬力은 150 HP(Pump 效率 70%適用)이며 new town에 適用할 경우를 가정하면 總建設費는 式(7)의 80%로서 約 13 億원이 所要된다.

4. Compactor Truck 과의 經濟性 比較

前術한 여의도內 10個 아파트 團地를 model로 하여 compactor truck collection System과 PRC System과의 經濟性을 比較한다.

(1) Compactor Truck Collection System의 年間經費(TAC)

Compactor Truck System의 年間經費를 구하기 위한 基準은 表 6과 같다.

또한 塵芥排出量의 年平均 增加率은 3%*로 假定하며 人件費 및 燃料費의 年 增加率은 r% 및 k%로서 一定한 것으로 假定하여 1979年度

* 推定根據: 8 ton truck: 2,800 萬원, 3ton truck: 1,800 萬원, scale factor = 0.45 $\therefore (18 \times 10.6) (5/3)^{0.45} = 2,270$ 萬원 (資料: 서울시環境局)

** 現在 日本의 경우 增加率은 5%, Sweden의 경우 3%, 美國의 경우 1.5%로서 韓國의 경우 PRC 수명 40年 間 平均 增加率을 3%로 推定한 것임.

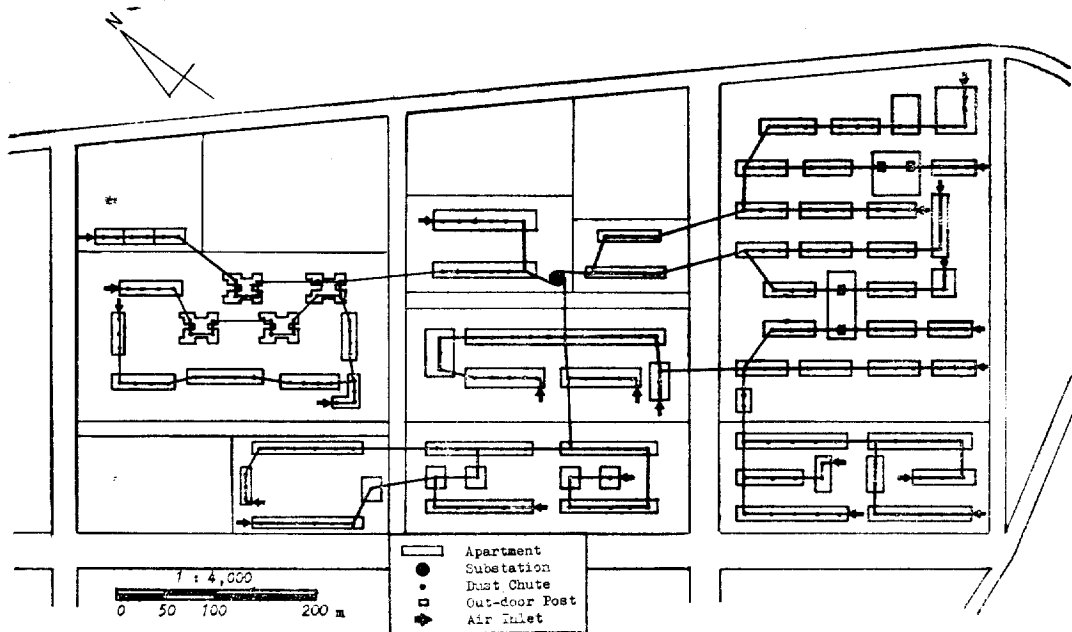


圖 10. 여의도 10 個 아파트 團地內 PRC 配管網 構想圖

表 6. Compactor Truck 의 TAC 를 구하기 위한 基準

內 容	基 準
Compactor Truck Cost	2,400 萬원*
Compactor Truck 수명	5 年
Truck 當 人員數	3 名
Truck 當 塵芥蒐集量	5 ton/day
勞働者 人件費	18,000원/月 (상여금포함)
Truck 燃料費	3,000원/日
Depreciation	Straight line method
Maintenance & Repair	10%/yr

* 1979 年 2 月 價格

를 $n=0$ 로한 n 年後의 TAC 는 다음 式으로 表示된다. (i : 投資費에 對한 Interest)

$$\begin{aligned}
 TAC = & (6.6) \left[(7.2 \times 10^6) + (2.4 \times 10^5) i \right. \\
 & + (6.48 \times 10^6) \left(1 + \frac{r}{100} \right)^n \\
 & \left. + (1.1 \times 10^6) \left(1 + \frac{k}{100} \right)^n \right] (1.03)^n
 \end{aligned}
 \quad (8)$$

(2) PRC System 의 年間經費(TAC)

PRC System 의 TAC 를 求하기 위한 基準은

表 7 과 같다.

表 7. PRCSystem 의 TAC 를 求하기 위한 基準

內 容	基 準
PRC System 수명	40 年
고 용 인 원	
Supervisor 1 名	40 萬원/月
Operator 2 名	24 "
Container driver 1 名	18 "
Blower running time	3時間/日, 塵芥增加에 비례
Maintenance & Repair	2%/yr
電氣料(年平均 增加率: $k\%$)	25원/kwh
Container 輸送費	1,000원/1回왕복

* 其他事項은 表 6 과 같음.

앞 節(4-1)의 假定 및 表 7 의 基準下에 PRC System 의 n 年後의 TAC 는 다음式으로 表示된다.

$$\begin{aligned}
 TAC = & (13 \times 10^8) \left(0.045 + \frac{i}{100} \right) \\
 & + (1.27 \times 10^7) \left(1 + \frac{r}{100} \right)^n
 \end{aligned}$$

表 8. Compactor Truck 과 PRC System 의 年間經費 推移

Systems	經 費	1979 年度	10年後	20年後	30年後	40年後
PRC	TAC 1人當 청소비	1.8 億원 576원/月	2.0 641	2.6 827	4.2 1,350	7.9 2,520
Compactor Truck	TAC 1人當 청소비	1.13 □ 363원/月	2.5 800	6.7 2,140	20.4 6,540	67.0 21,400

$$+ (3.08 \times 10^6) (1.03)^n \left(1 + \frac{h}{100}\right)^n$$

$$+ (7.2 \times 10^5) (1.03)^n \left(1 + \frac{k}{100}\right)^n \quad (9)$$

(3) Compactor Truck 과 PRC System 의 比較
式(8), (9)를 利用 두 System 을 比較하기 위
하여 다음의 假定을 둔다.

- ① 人件費 增加率(r) : 10%/yr ~ 20%/yr
- ② 投資費에 對한 Interest(i) : 8%/yr(公署
및 環境 關係 投資에 限해서 外國의 경우
國家的인 次元에서 行해지며 年利 5~8%
의 低利 혜택을 받는다.)
- ③ 燃料費 增加率(k) : 平均 5%/yr
- ④ 電力料 增加率(h) : 平均 5%/yr

上記 假定下에 式(8)은 ($r=10\%$ 의 경우)

$$TAC = (6.6) [(9.6 \times 10^6) + (6.48 \times 10^6) (1.1)^n + (1.1 \times 10^6) (1.05)^n] (1.03)^n \quad (10)$$

式(9)는

$$TAC = 1.6 \times 10^8 + (1.27 \times 10^7) (1.1)^n + (3.8 \times 10^6) (1.03)^n (1.05)^n \quad (11)$$

表 8은 式(10), (11)에 依해 PRC System 의 수
명 40 年間 두 System 을 比較한 結果이다.

Fig. 11은 이들을 Plot 한 것이며 이때 損益
分岐點은 6.5 年으로서 現年度에 PRC System
을 設置할 경우 6.5 年 以後부터는 Compactor
Truck 에 비해 運營費가 낮아진다.

表 9은 人件費 增加率에 따른 損益分岐點을
提示한 것이며 現在の 임금인상 수준인 20%가
數年間 계속될 경우 約 4 年後부터 PRC System
은 經濟性이 있다.

表 9. 人件費 增加率에 對한 損益分岐點의 位置

人 件 費 增 加 率	10%	15%	20%
損 益 分 岐 點	6.5 年	5 年	4 年

한편 外國의 경우 高密度 住居地域에서의 PRC
System 이 運轉初年度부터 經濟性이 있음은 前
述한 바 있다. 韓國의 경우 人件費 增加率을 平
均 15%로 하였을 때 約 6 年後*에 PRC System
을 建設하면 損益分岐點이 始作年度에 位置하게
되며 平均 10%로 하였을 때 約 9 年後가 된다.

結 論

- (1) PRC System 의 所要動力 및 總建設費는 다
음의 두 式에 依해 推定할 수 있다.

$$H_p = 3 Md + 60 d + 15$$

Fig. 11. Comparison of PRC System with Compactor
Truck Collection System.

* CE Cost Index 의 年平均增加率 3.9%, CE EquipCost Index 의 年平均增加率 4.4%를 各 式(11), (10)의
(1.6×10^8)과 (9.6×10^6)에 運用 n 를 求한 것임.

$$[\text{COST}] = (3.8 \times 10^8) L^{0.16} [\text{원}]$$

(2) 比較的 住民所得이 높고 人口密度가 높은 서울의 여의도 10個 아파트 團地에서 PRC System 과 Compactor Truck Collection System 의 年間經費를 구하여 두 System 을 比較하였다.

(3) 人件費의 引上率을 年 20%, 15%, 10%로 하였을 경우 損益分岐點의 位置는 各各 4年, 5年, 6.5年으로서 壽命 40年의 PRC System 은 國內에서도 經濟性이 있다.

(4) 人件費 引上率을 年平均 15%로 假定하면 建設初年度부터 經濟性이 豫想되는 해는 約 6年後이며 10%로 할 경우 約 9年後이다.

使用記號

[COST]	PRC System 의 總建設費, [₩]
[COST/m]	PRC System 의 單位 길이當 建設費, [₩/m]
d	塵芥輸送距離, [km]
d_1	" , [ft]
d_2	輸送管의 傾斜에 依한 높이의 差, [ft]
d_3	曲部에서 回轉하는 距離, [ft]
E_{a_1}	空氣에 依한 管벽에서의 friction loss, [lb _f -ft]
E_{a_2}	空氣에 依한 裝置에서의 friction loss, [lb _f -ft]
E_{m_1}	Acceleration energy, [lb _f -ft]
E_{m_2}	Vertical lift energy, [lb _f -ft]
E_{m_3}	Horizontal-run energy, [lb _f -ft]
E_{m_4}	曲部에서의 energy loss, [lb _f -ft]
f	管과 物質間의 friction coefficient
gc	重力換算因子, [lb _m -ft/lb _f -sec ²]
h	電力料 增加率, [%/yr]
i	建設費에 對한 利子, [%/yr]
k	燃料費 增加率, [%/yr]
L	PRC System 의 配管總延長, [m]
m	塵芥의 質量流速, [lb _m /sec]
M	塵芥의 輸送量, [ton/hr]
n	年, [yr]

R	典率半徑, [ft]
TAC	Total Annual Cost, [₩/yr]
v	空氣流速, [ft/sec]

參考文獻

1. "Environmental Engineer's Handbook", Vol. 3, Chilton, 1974, p.91-99.
2. "Pipeline Transportation of Solid Waste", *AIChE Symposium Series*, 68 (122), 1970, p.205-220.
3. CRC, "Handbook of Environmental Control", Vol. III, p.300-301.
4. I. Jandi, *Env. Sci. & Tech.*, 3 (1969) 812.
5. Alex Hershaft, *Env. Sci. & Tech.*, 6 (1972) 412.
6. "Gravity Flow of Bulk Solids and Transportation of Solid in Suspension", Wiley, 1969, p.158-187.
7. Norman Brook, "Mechanics of Bulk Materials Handling", Buterworths, 1971, p.61-79.
8. H.A. Stoess, "Pneumatic Conveying", Wiley, 1970.
9. Gene Dallaire, *Civil-Engrg.*, ASCE. Aug. (1974) 82.
10. Guy Weismantel, *Chem. Engrg.*, Oct. 19 (1973) 68.
11. Milton N. Krans, *Chem. Engrg.*, May 10 (1965) 149.
12. J. Fisher, *CEP*, 58 (1962) 66.
13. J. Fisher, *CEP*, 59 (1963) 64.
14. *Chem. Engrg.*, Sep 16 (1963) 166.
15. J. Fisher, *Chem. Engrg.*, June 2, (1958) 114.
16. *Chem. Engrg.*, Aug. 11 (1969) 44.
17. Solid Waste Management, June 16 (1977) 18, 56.
18. S.G. Hudson, *Chem. & Met. Engrg.*, Feb. (1944) 147.
19. Richardson, *Trans. Ind. Chem. Engrg.* (London), 38 (1960) 157.
20. W. Barth, *Engrg. Dig.*, 23 (1962) 81.

21. Leonard Farbar, *Ind. & Engrg. Chem.*, June (1949) 1184.
22. O.H. Hariu & M.C. Molstad, *Ind. & Engrg. Chem.*, June (1949) 1148.
23. Oscar Pinkus, *J. App. Mech.*, Dec. (1952) 425.
24. R.H. Clark, *Trans. Ind. Chem. Engrg.* (London), **30** (1952) 109.
25. "Solid Waste Handling & Disposal in Multistory Building and Hospitals", EPA Report, SW-34 d.3, 1972.
26. I. Zandi, "Pneumo-Slurry Pipeline Collection & Removal of Municipal Solid Waste", NTIS Report, PB-223162/9wp, Sep. 1973.
27. "A Study of Pneumatic Solid Waste Collection Systems as Employed in Hospitals", NTIS Report, PB-236543. 1974.
28. J.T. Smith, *Solid Waste*, **66** (1976) 251.
29. C. Cederholm, *Bdg. Serv. Engrg.*, **44**(1976) 171.
30. J.P. Overman, ASME paper 77-RC-1, 1-8 (1977).
31. 申クーチヨル, 環境技術, **1** (1972) 47.
32. 申クーチヨル, 環境技術, **1** (1972) 333.
33. 申クーチヨル, 環境技術, **1** (1972) 56.
34. 東登, 都市と廃棄物, **5** (1975) 44.
35. 存ベ島よし郎, 流體工學, **11** (1976) 370.
36. 藤本智, 都市と廃棄物, **4** (1974) 20.
37. 倉持正一, 空氣調化と冷凍, **14** (1974) 107.
38. 平島雅雄, 設備と管理, **9** (1975) 31.
39. 堀越武久, 流體工學, **10** (1974) 791.
40. 平島まさ雄, 資源, (193), (1975) 67.
41. 固體廢物, No. 15, (1975) 13.
42. 新道廣記, 發明, **73** (1976) 80.
43. 廣田健, 産業機械, (310), (1976) 20.
44. 石黒忠周, 建築設備技術會議ラキスト, 8-1 (1976).
45. 廣田健, エハラ時報, (98) (1976) 18.
46. 清水良作, 配管, **8** (1973) 13.
47. まき島久雄, 配管, **8** (1973) 19.
48. 小林茂廣, 配管, **8** (1973) 24.
49. 石原義彦, 配管, **8** (1973) 32.
50. 存ベ島とし郎, 配管, **8** (1973) 38.
51. 倉持正一, 都市と廢棄物, **3** (1973) 38.
52. 倉持正一, 都市と廢棄物, **4** (1974) 27.
53. 倉持正一, 都市と廢棄物, **4** (1974) 23.
54. 宗像弘ちけ, 環境技術, **6** (1977) 314.
55. 石黒忠周, 科學と工學, **49** (1975) 449.
56. 金田正, 東京工業高等專門學校研究報告書, (8), 7(1976).
57. Sita Refuse Collection Eguipment, Catalogue of Sita Co., France.
58. Department of Industrial Treatment of Municipal Refuse, T.I.R.U., within Electricite de France.
59. Catalogues of AB Centralsug, Sweden.
60. Brochure of AB Centralsug, Sweden.
61. Personnel Communications in Korea, 서울特別市 環境局
62. Personnel Communications in Japan, 伊東廣明外.
63. Personnel Communications in U.S., David L. Klumb 外.
64. Personnel Communications in Germany, Karl Meier 外.
65. Personnel Communications in France, Gerard Bardy 外.
66. Personnel Communications in Sweden, Hans Hyden 外.