



쓰레기 관로 이송시스템의 형식과 구성품

관로이송시스템의 종류 및 형식에 대하여 알아보고 시스템 구성품에 대하여 소개하고자 한다.

최명덕

(주)신성엔지니어링 산기영업팀 (choimd@shinsung.co.kr)

쓰레기 관로 이송시스템 개념

쓰레기 관로 이송시스템은 약 40년 전 유럽의 주거 지역에서 쓰레기 수거 환경을 위생적으로 개선하기 위하여 연구를 시작한 이래로, 쓰레기 관로 이송방식이 널리 보급되기 시작하였으며, 오늘날 세계 각국의 많은 주거지역에서 관로 이송장치에 의해 쓰레기를 수거하고 있다. 그림 2와 같이 현재에는 우리나라를 비롯하여 유럽 및 미국, 일본, 홍콩 등 주거 밀집지역 뿐만 아니라 병원, 공항, 사무용 건물 등 그 사용 범위가 확대되고 있다.

쓰레기 관로이송시스템은 종래의 인력과 차량에 의한 쓰레기 수거방식과는 달리, 쓰레기를 투입구에 버리면 중앙 제어 시스템의 통제에 의하여 지하매설 관로에 흐르는 고속의 공기와 함께 중앙집하시설로 운반되고, 쓰레기의 종류에 따라 컨테이너에 자동 적재 후 최종 처리장까지 운송하는 처리 시스템이다. 그림 1에 쓰레기 관로이송시스템의 개요도를 나타내고 있다.

쓰레기 관로 이송시스템 주요 기능

그림 3에서 관로 이송시스템은 크게 투입부, 이송부, 집하부, 제어부 등으로 구성된다.

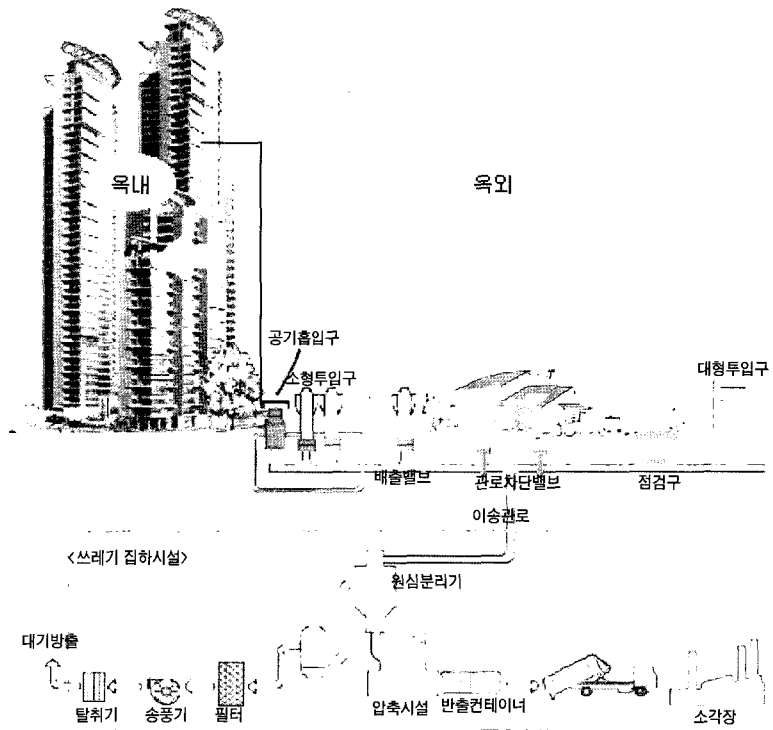
· 투입부는 투입구, 수직 슈트, 환기팬, 로드스테이션, 보조공기장치, 인식 장치 등으로 구성되는데

로드스테이션은 수직슈트와 투입구를 연결하는 구성품이다. 보조공기장치는 평상시에는 닫혀 있다가 배출밸브가 열리면서 쓰레기가 수평관로로 낙하할 때 필요한 보조 공기가 인입될 수 있는 구조이다. 평상시 닫혀 있으며 환기팬에 의해 열리는 구조로 되어 있다. 인식장치는 RF카드, ID카드, Bar code 방식 등을 사용하며 지정된 사용자만 투입구를 이용할 수 있다. 투입자의 정보를 입수하여 사용이력을 데이터화하여 사용하고 있다.

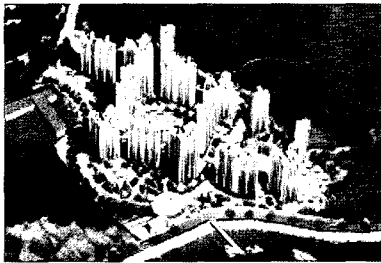
· 이송부는 수평관로, 공기흡입구, 점검구, 저류조, 밸브, 관로 전환기(디버터밸브) 등으로 구성되어 있으며, 여기서 관로전환기(디버터밸브)는 다중관로를 단일관로로 전환하는 역할을 한다. 수평관로 내부의 공기는 약 20 ~ 30 m/s의 유속으로 일반 및 음식물 쓰레기를 이송하며 곡관부의 곡률 반경은 3.5D 이상이 적합하다.

· 집하부는 사이클론(원심분리기), 압축기, 컨베이어벨트, 컨테이너, 공기압축기, 소음기, 이물질분리기, 탈취기, 제습기, 이송팬, 필터 등으로 구성되어 있으며 사이클론은 쓰레기와 이송 시 사용된 공기를 분리한다.

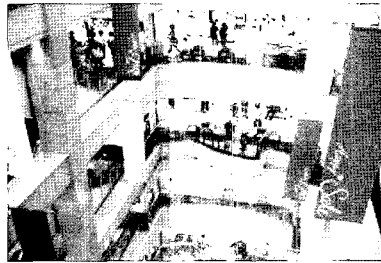
· 제어부는 제어반, 조작반, 감시반 등으로 구성되어 있고, 투입구에 설치된 인식장치를 통해 사용자가 쓰레기를 투입하면 저류된 쓰레기는 배출 밸브를 열고 정기운전 또는 감시운전을 한다. 사용자의 사용이력은 중앙감시반에 저장되어 사용비용의 부과 또는 이력 관리를 한다.



[그림 1] 시스템 개요도



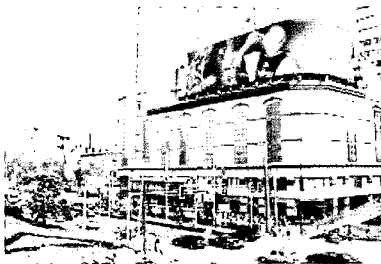
a) 아파트



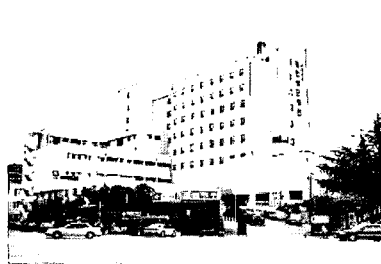
b) 쇼핑몰



c) 공항



d) 백화점

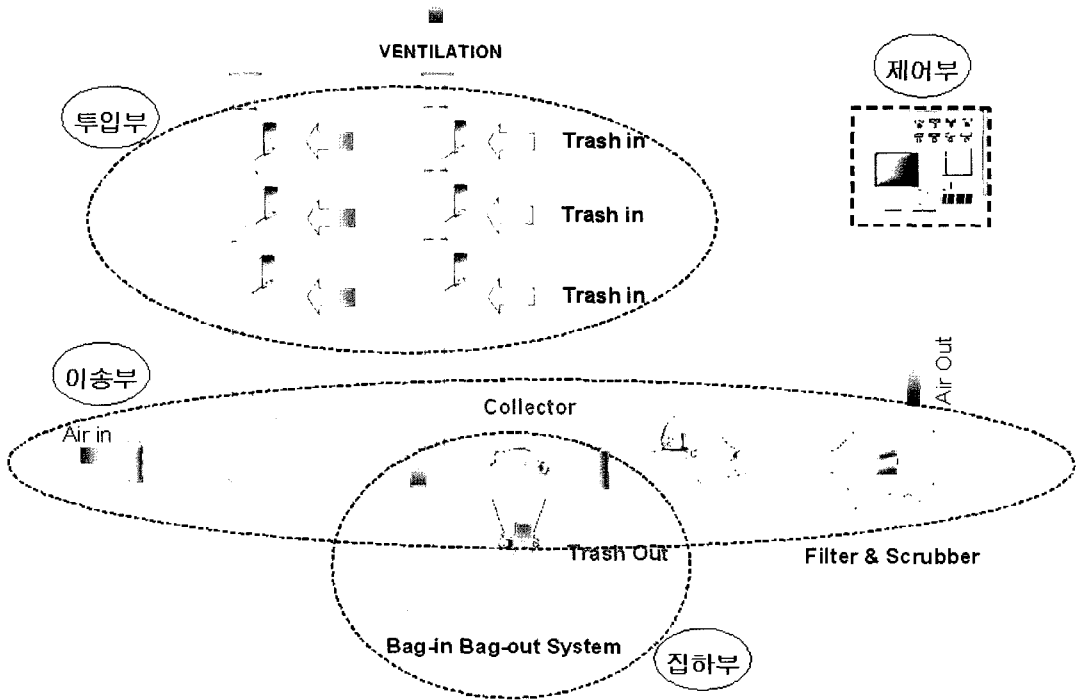


e) 병원



f) 주택단지

[그림 2] 적용 사례



[그림 3] 시스템 구성도

시스템 형식과 종류

쓰레기 관로 이송시스템은 투입구의 설치 형식에 따라서 고정식과 이동식으로 구분되며, 고정식 시스템은 집하장을 함께 설치하므로 대규모 시스템 또는 대단지 아파트 등 쓰레기 발생량이 많은 고밀집 지역에 적용하는 것이 적합하다. 이동식 시스템은 쓰레기 수거 차량 또는 집하부가 장착된 특수차량을 이용하여 수거하므로 단독주택지역, 근린공원 등 쓰레기 발생이 적은 저밀집 지역에 적용하는 것이 적합하다. 투입구 설치 위치에 따라서는 그림 4와 같이 옥내형과 옥외형으로 구분하며 관로 설치 형식에 따라서 광역(복열)과 단일 시스템으로 구분한다. 광역 시스템은 주로 주택단지 또는 공동주택단지에 넓게 분포되는 형식이며 단일 시스템은 주상복합 등 단일 건물에 설치되는 것이 적합하다.

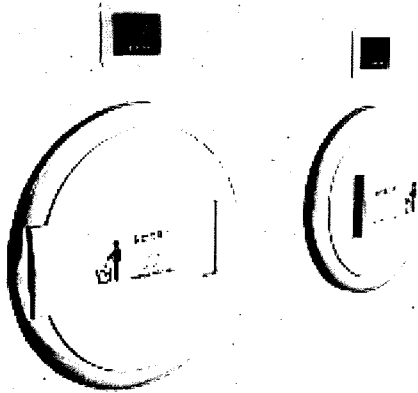
투입되는 매개체에 따라서 일반(가연성, 불연성, 재활용), 음식물, 세탁물, 현금, 서류 등으로 분류한다.

이동식과 고정식의 비교

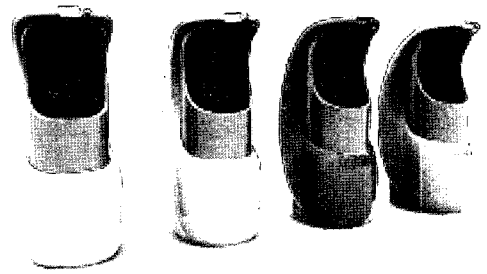
고정식의 경우, 주요설비는 투입시설(수용가, 공동주택 단지 등 옥내외에 설치), 이송관로(도로, 녹지 등에 지하매설), 그리고 중앙 집하장(쓰레기 소각장 부근 또는 공원 등의 외곽에 설치)으로 구성된다. 처리능력은 공기 흡입력의 영향이 효율적으로 미치는 범위로서 통상 반경 2 km 이내, 면적 약 30 ~ 80만평, 500 ~ 10,000 세대, 옥내투입구 약 2500 개, 옥외투입구 약 200개 정도의 대규모 단지에 적합한 시스템으로 일반적인 수거대상은 일반쓰레기(가연성, 불연성) 및 음식물쓰레기이다. 특히, 투입구 선별, 시간대 선별, 봉투 선별 등의 방법으로 적용이 가능하다.

이동식 관로 이송시스템은 중앙 집하장 대신 특수차량을 이용하여 흡입 운반하는 소규모 시스템으로서 근린공원 및 소규모 단지에 설치 시 유리한 특징이 있다.

이동식은 송풍기, 압축기, 필터 등을 탑재한 특수



a) 옥내형



b) 옥외형

[그림 4] 옥내 투입구 및 옥외 투입구

<표 1> 고정식과 이동식의 비교

구 분	고정식	이동식
내 용	송풍기, 컨테이너 등이 설치된 집하장을 설치한 후 이송 관로를 이용 쓰레기 수거	컨테이너, 송풍기, 필터 등을 탑재한 특수 차량이 이동하면서 외부에서 시스템에 연결하여 쓰레기 수거
장, 단점	- 대규모 단지 적용 - 집하장 설치가 필요 - 쾌적한 주거 환경 조성	- 비교적 소규모 단지에 적용 - 집하시스템 불필요 - 고가의 특수차량 필요
적용세대	500 ~ 10,000 세대	20 ~ 2,000 세대
적용지역	대규모 지역	소규모 지역

차량을 이용하여 단지 외부에서 도킹(Docking) 포인트를 이용하여 쓰레기를 수거하는 것으로 쓰레기 차량이 단지에 진입 할 필요가 없고 모든 과정은 자동으로 이루어져 운전기사 1인이 모든 수거과정 수행이 가능한 장점이 있다. 이동식과 고정식을 표 1에 비교하여 나타내었다.

광역시스템과 단일시스템의 비교

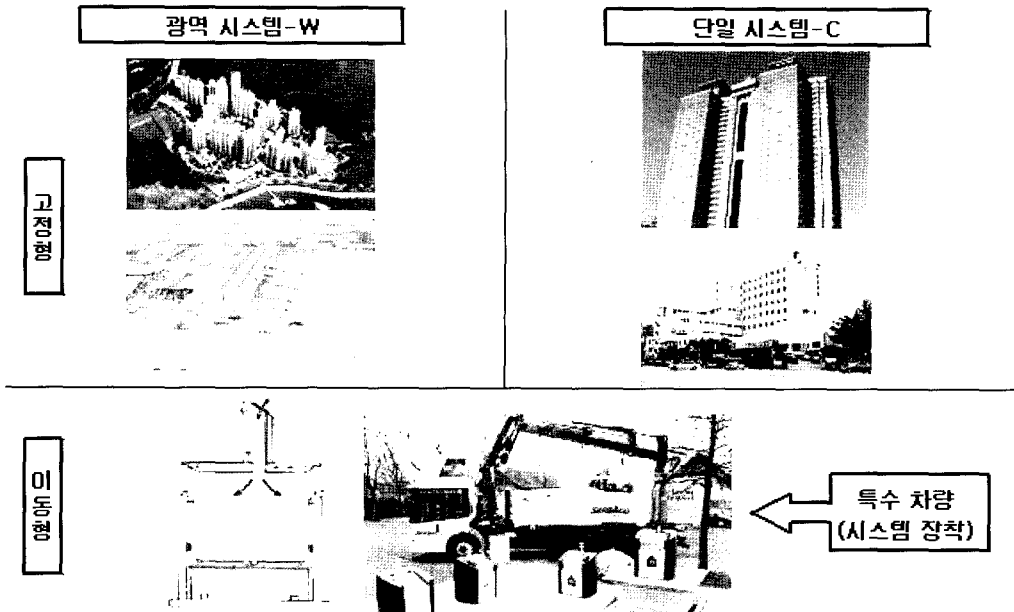
관로의 배열에 따라서 광역시스템과 단일시스템으로 분류 할 수 있다. 광역시스템은 대단위 주택단지 혹은 투입구의 위치가 넓게 펼쳐져 있는 경우에 관로를 매립하여 원거리의 쓰레기를 집하장으로 이송하는 형태이고, 단일시스템은 건물 내부 혹은 밀집된 곳의 쓰레기를 이송하는 형태로 그림 5에서 광역시스템과 단일시스템을 비교하였다.

음식물 전용 이송 시스템

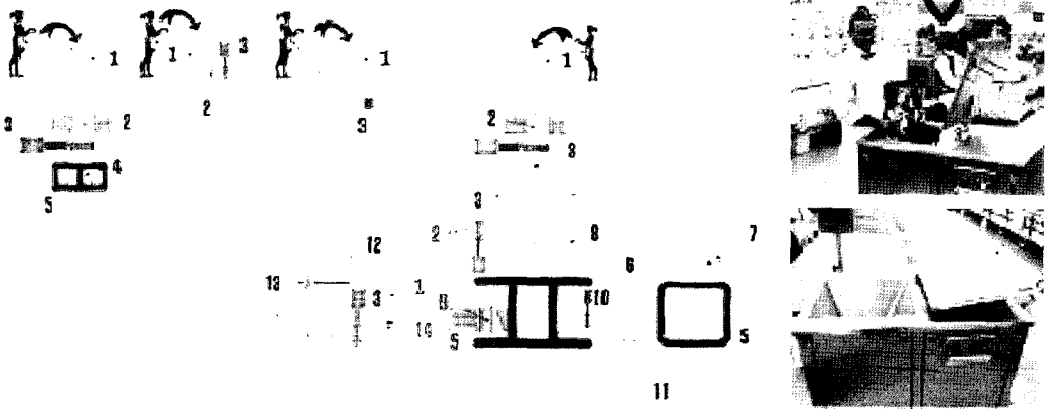
그림 6에 나타난 음식물 전용 이송 시스템은 주택 혹은 대형 마켓 등 음식물 쓰레기 발생이 많은 곳에서 사용되며, 투입구를 통하여 음식물 쓰레기가 투입되면 자유 낙하하여 임시 저장된 후 중앙 관리 시스템의 통제에 따라 중앙 집하 시설로 이송하고, 외부로 배출되어 퇴비화 또는 매립된다. 이 시스템은 주거환경 개선에 많은 도움이 되고 위생적이며 편리하다. 그리고 요즘 중요한 문제로 대두되고 있는 쓰레기 자원화 정책에도 부합하는 시스템이며 적환장의 공간을 보다 위생적이고 효율적으로 활용할 수 있는 장점이 있다.

린넨 이송 시스템

그림 7에 나타난 린넨 이송시스템은 병원이나 호



[그림 5] 광역시스템과 단일시스템 비교 개념도

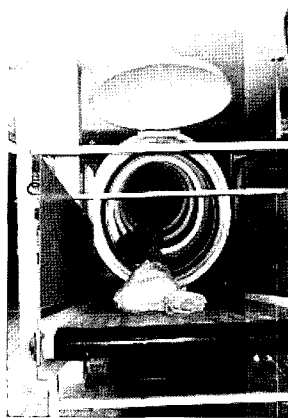
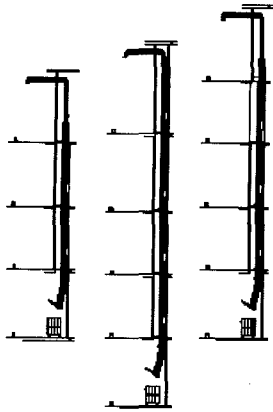


[그림 6] 음식물 전용 이송 시스템

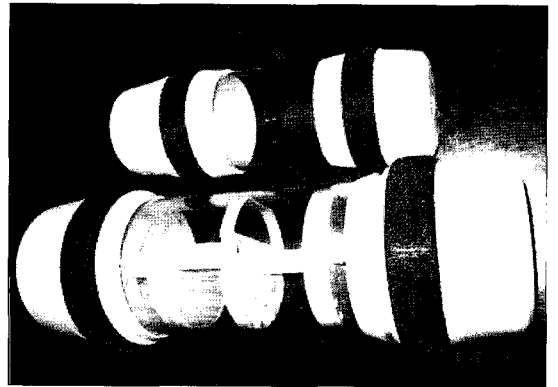
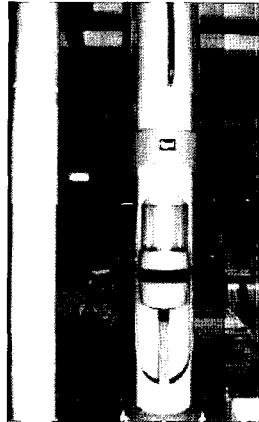
텔, 사우나, 콘도 등 운반에 많은 인력을 필요로 하는 대량의 옷감이나 침대보 등을 관로 이송을 통해 이송하여 처리 하므로 인건비 절감에 많은 도움이 된다. 또한 편리성과 위생적인 환경을 유지할 수 있는 장점이 있다.

현금 및 서류 이송 시스템

그림 8과 같이 현금이나 서류 및 시료 등을 튜브를 이용하여 일정한 장소에 신속하고 안전하게 이송하는 시스템으로 인건비 절감, 위생적인 환경 유지, 신속하고 안전한 운반 등의 장점이 있다. 이러한 시스템은 병원, 사무실, 마켓 등 현금이나 서류 등의 이송이 잦은 곳에 적합하며 신속하고 안전한 이송이 필요한 곳에 많이 이용된다.



[그림 7] 린넨 이송시스템



[그림 8] 현금 및 서류 이송 시스템

시스템 구성품

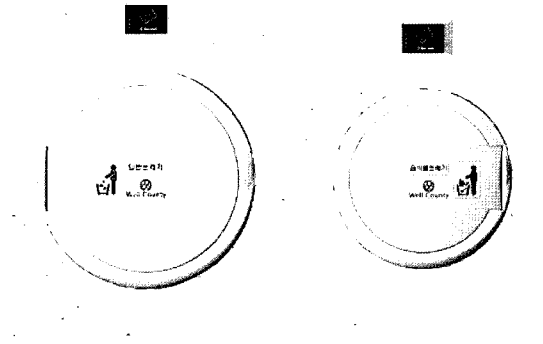
투입구(Inlet Station)

그림 9와 같은 투입구는 각 층 또는 층과 층 사이에 설치하여 쓰레기를 투입할 수 있도록 되어 있으며 투입구를 열고 쓰레기 백을 투입 후 닫으면 자동 인식 되고 시스템이 작동되게 된다. 투입구에는 녹색램프, 적색램프, 알람, 전자석 등이 있으며 녹색램프 점등 시에는 투입구 사용 가능한 상태를 나타내며, 적색램프 점등 시는 투입구를 사용할 수 없는 상태를 표시한다. 알람 경보음은 투입구 문이 열려 있거나, 투입구 문이 완전히 닫혀 있지 않은 경우에 울

리게 되며, 투입구 문의 잠금장치에 의해 문이 열리지 않도록 되어 있다.

배출밸브(Discharge Valve)

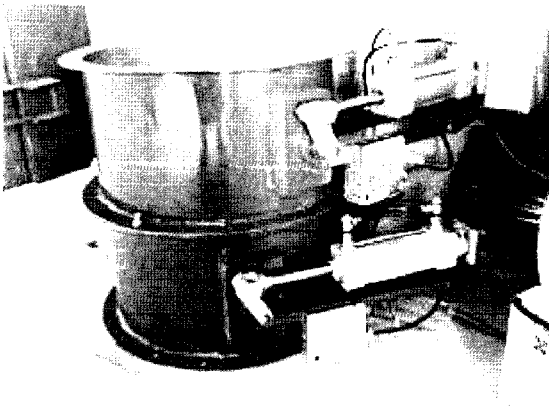
수직 관로내 쓰레기를 저장 후 수평관로내로 배출하는 밸브로서 그림 10과 같이 밸브 구동실린더와 전자변에 의해 작동되며 밸브 상단에는 쓰레기 저장량을 감지하는 센서가 부착되어 있다. 쓰레기 투입량이 저장밸브 하단부터 감지센서가 있는 위치까지 도달할 경우 감지센서의 신호를 받아 배출밸브가 열리면서 수평관로를 따라 쓰레기가 이송되고 쓰레기분리기(collector)로 모아져 저장탱크 하단에 저장된다.



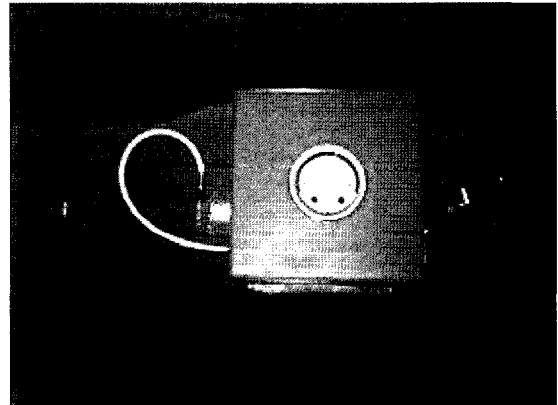
[그림 9] 투입구



[그림 10] 배출밸브



[그림 11] 공기흡입밸브



[그림 12] 속도 측정기

공기흡입밸브(Air Inlet Valve)

그림 11과 같이 공기흡입밸브는 구동 실린더와 전자변이 부착되어 있고 흡입구에는 밸브가 설치되어 있다. 공기흡입밸브는 저류조 하부에 위치한 배출밸브가 열리기 전에 제어반으로부터 신호를 받아 작동되어 공기흡입밸브가 열리면서 외부로부터 공기를 흡입하게 된다. 흡입된 공기에 의해 관로 내에 기류가 발생되고 쓰레기가 기류에 의해 이송된다.

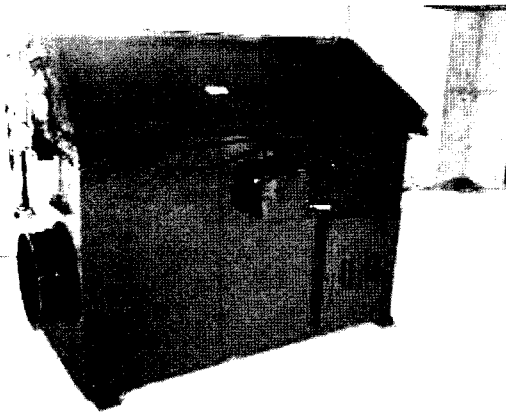
속도 측정기(Velocity Monitor)

쓰레기 이송에 필요한 적정 기류속도를 감지하여 속도조정을 하기 위한 장치로써 그림 12와 같은 계측기로 구성되어 있으며 적정속도가 유지되고 있

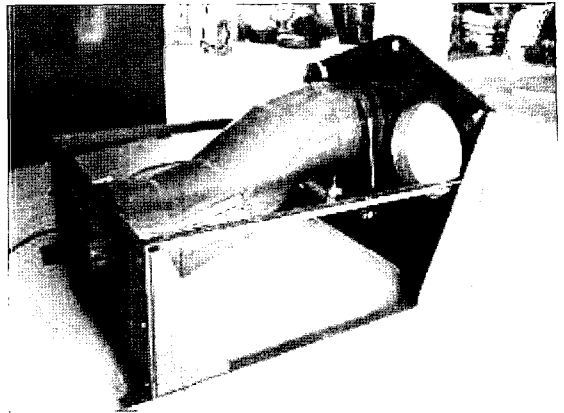
는지를 감시하고 비정상적인속도로 운전 될 때에는 시스템의 가동 중단 및 제어반의 모니터 상에 경보상태를 표시하는 기능을 갖고 있다.

쓰레기 분리기(Collector)

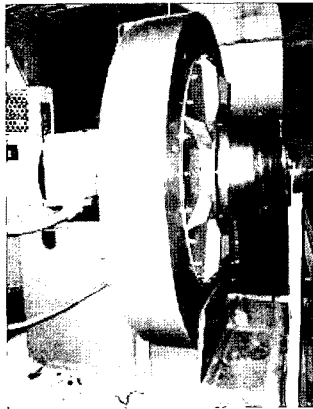
그림 13과 같은 쓰레기분리기에는 구동실린더와 전자변, 리미트 스위치 등이 부착되어 있으며 흡입된 공기와 쓰레기를 분리하는 장치로써 천정 고정형이며 내부를 세척할 수 있도록 세척 장치가 내장되어 있다. 분리된 쓰레기는 쓰레기 분리기 하부에 설치되어 있는 쓰레기 압축기로 이송되어 압축되게 된다. 이는 두 관로에서 이송되는 수평 이송 관과 각각 연결되어 있다.



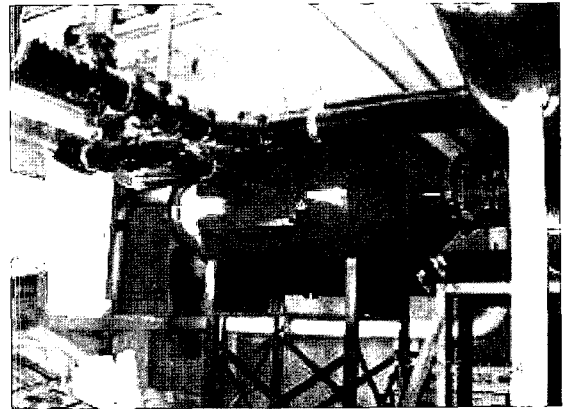
[그림 13] 쓰레기 분리기



[그림 14] 관로전환기



[그림 15] 고정압용 송풍기



[그림 16] 냄새 및 분진제거장치

관로전환기(Divert Valve)

그림 14와 같이 관로전환기에는 실린더 구동부 및 전자변과 리미트 스위치가 장착되어 있고 요구하는 관로와의 연결을 공기실린더에 의해 선택된 배관 방향으로 좌 또는 우로 전환시키는 장치로써 교번 운전이 필요시에 관로 실린더가 작동되어 관로를 전환하게 된다.

고정압용 송풍기(Turbo Fan)

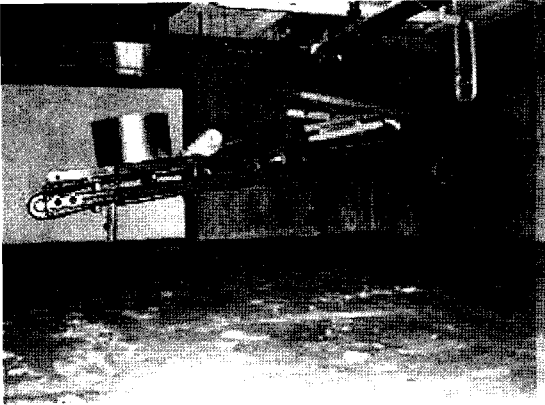
그림 15와 같이 고정압용 송풍기는 쓰레기 이송을 위한 공기흐름을 발생시키고 관로 내에 부압을 발생시키기 위한 터보송풍기는 Self cleaning 형식으로 되어있다.

냄새 및 분진제거장치(Wet Scrubber)

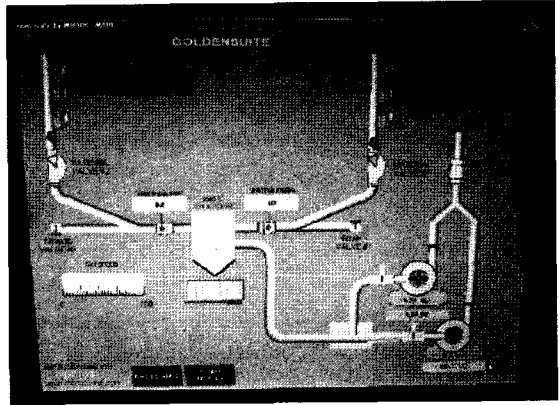
배출 공기의 냄새 및 분진을 제거하기 위한 장치로써 분사 노즐과 전자변이 장착되어있고 그림 16과 같이 장치 내에 정기적으로 물을 분무하여 냄새와 분진을 제거하며 내부에 분리판이 설치 되어있어 물과 희석된 공기에서 물을 분리하여 공기만 외부로 배출시키는 기능을 갖고 있다.

벨트 컨베이어(Belt Conveyor)

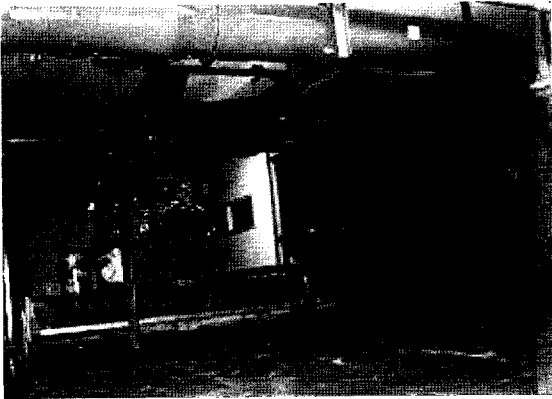
그림 17과 같이 벨트 컨베이어는 압축된 쓰레기를 이송하기 위한 장치로 구동전동기와 벨트 등이 부착되어 있으며 쓰레기를 이송하는데 사용된다.



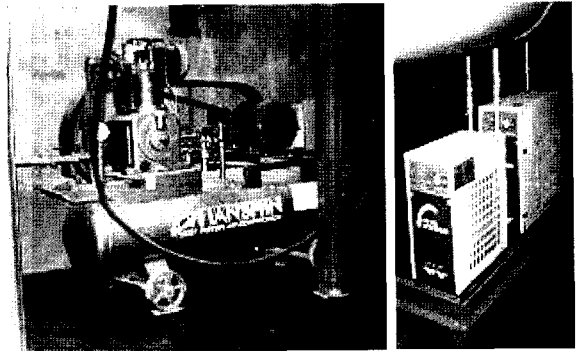
[그림 17] 벨트 컨베이어



[그림 18] 제어장치



[그림 19] 쓰레기 압축기



a) 공기 압축기

b) 제습기

[그림 20] 공기 압축기 및 제습기

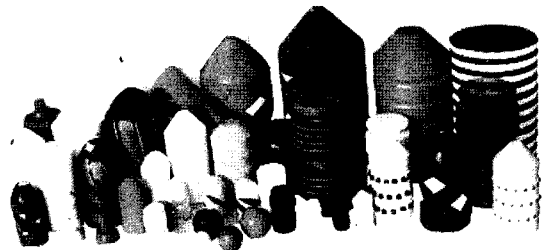
제어장치(Control Panel)

시스템을 작동 관리제어하는 조작반 및 모니터링 시스템으로 그림 18과 같이 조작반과 모니터링, 각종 조작 스위치가 부착되어 있다.

쓰레기 압축기(Bag in Bag out system)

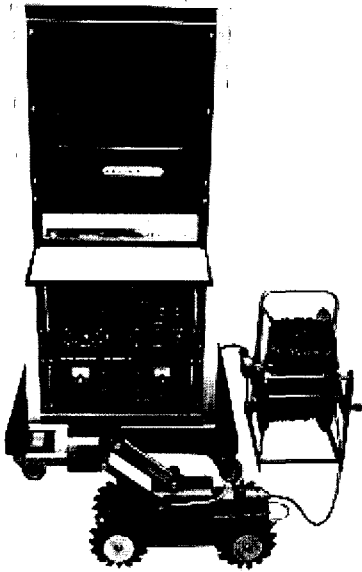
쓰레기 분리기에 저장된 쓰레기를 쓰레기 분리기 하단에 설치된 쓰레기 압축기로 이동시켜 쓰레기 부피를 줄이기 위하여 압축하는 장치로써 그림 19와 같이 유압실린더, 유압펌프, 리미트 스위치가 장착되어 있으며 적당한 크기의 봉투에 쓰레기를 포장할 수 있는 크기로 압축하여 배출하는 장비이다.

공기압축기 및 제습기



[그림 21] 관로 청소 장치

공압실린더 등을 작동시키기 위하여 그림 20과 같은 공기압축기가 설치되어 있으며 압축된 공기 내에 수분 제거와 압축된 공기를 냉각시키기 위한 에



[그림 22] 관로 조사용 로봇

어드라이어가 설치되어 있다.

관로 청소 장치(PIG)

관로 막힘 시 혹은 관로내부에 이물질이 부착된 경우 그림 21과 같은 관로청소장치를 이용하여 관로 내부를 청소할 수 있다. 추가적인 이송 장치 없이 기존의 이송 팬을 이용하여 관로 청소를 한다.

관로 조사용 로봇

관로 내부의 상태를 눈으로 확인 할 수 있도록 그림 22와 같이 관로 조사용 로봇과 CCTV를 연결하여 관로 막힘이 발생한 경우 막힘 부위까지 접근하여 쓰레기를 끌어낼 수 있는 기능이 있다.

맺음말

관로이송시스템은 크게 투입부, 이송부, 집하부, 제어부 등으로 구성되어 있으며 시스템 형식은 투입구 설치형태, 설치위치, 관로 설치 형식 및 투입 매개체에 따라서 분류할 수 있다. 본 시스템은 현재 보급되어 사용 중에 있거나 시공중에 있으며 현재 계획된 신도시에 다수 적용될 예정이다. 관로이송시스템은 위생적이며 편리한 시스템으로 우리나라와 같이 밀집 주거지역 및 주상복합 건물에 적합하다. 하지만 사용상의 부주의와 시스템 및 구성품의 부적합으로 운영중 문제도 발생하였다. 현재 외국의 기술을 그대로 도입하여 적용하고 있는 경우도 있으나, 우리나라는 외국과 달리 일반쓰레기와 음식물쓰레기의 성상이 복잡하고 함수율이 높으므로 시스템 구성품과 재질을 선택함에 있어 외국 기술의 적합성을 검토하여 우리나라에 맞는 시스템을 개발하고 표준화하여 적용해야 할 것이다. ㉠