

# 김포양곡 쓰레기자동집하시설 시공 사례

■ 배재홍 / 동부건설 플랜트사업본부 환경팀, jhbae@dongbu.co.kr

현재 김포 양곡지구에 시공중인 쓰레기자동집하시설의 사례를 통해 쓰레기자동집하설비의 기술동향과 설비의 구성이 어떻게 이루어지고 운전되는지 이해를 돕고자 한다.

## 쓰레기 자동집하시설의 도입

자동집하시설은 1960년대 스웨덴에서 최초로 사용되기 시작하여 미국, 일본 등에 설치되었으며, 국내에서 대규모 단지에 최초로 적용된 것은 1997년 용인수지 2지구(8,000세대)로서 현재까지 운영되고 있다. 이후 쓰레기 배출의 편리함과 위생적인 주거환경으로 인해 신규 택지개발지구에 지속적으로 자동집하시설이 도입되고 있으며, 그 기술도 계속 발전해 나가고 있다. 최근에는 김포장기지구, 용인호덕지구, 은평뉴타운, 파주운정지구, 광명역세권, 남양주별내 등 신규택지개발지구에 건설중이다.

## 공사개요

현재 시공중인 김포양곡 쓰레기자동집하시설의



[그림 1] 사업지구

공사 개요는 표 1, 사업지구는 그림 1과 같다.

<표 1> 공사개요

사업명	김포양곡 쓰레기자동집하시설 건설공사
계획인구	16,077인(5,359세대)
사업면적	838,845 m <sup>2</sup>
쓰레기수거량	8.58톤/일 이상
사업범위	집하장 1개소, 투입 및 관로시설
공사기간	2008년 1월 ~ 2011년 9월
공정율	2009년 3월 약 20%

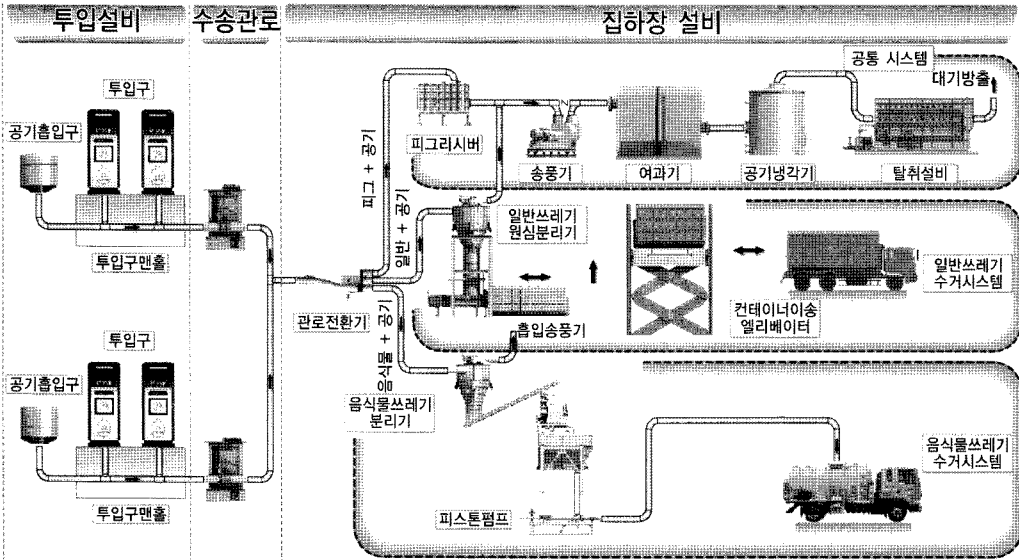
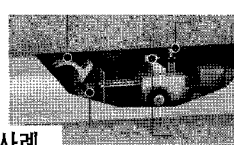
## 설비 구성 및 특징

본 집하시설은 크게 투입설비, 관로설비, 집하장 설비로 나뉜다.

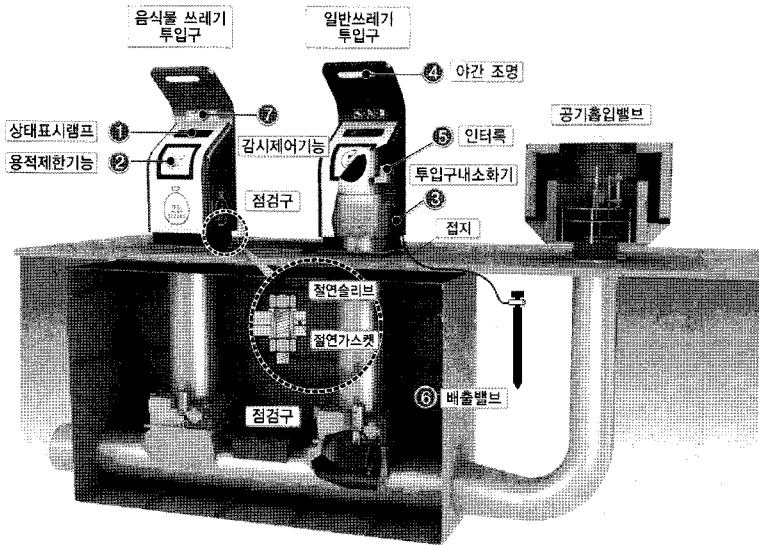
투입설비는 일반투입구 79개, 대형투입구 24개, 음식물투입구 80개, 공기흡입구 65개, 피그런처 4개로 이루어져 있고, 관로설비는 관경 500 mm, 길이 9.215 km, 섹션밸브 8개, 투입구 하부맨홀 81개로 되어있으며, 부식방지를 위해 외부전원법을 채택하였다. 집하장은 연면적 1,696 m<sup>2</sup>으로서 원심분리기 2대(일반, 음식물), 흡입송풍기 6대(1대 예비), Bio Filter 탈취설비, 컨테이너 3개 등으로 구성되었다. 전체 설비 구성계획은 그림 2와 같다.

### 투입설비의 특징

투입설비는 주민이 직접 이용하는 설비이기 때문에 편리성, 안전성, 미관성, 환경성 등을 특히 고려하여야 한다. 따라서 본 시설의 투입설비는 사용가능 여부를 표시하는 상태표시램프, 야간조명, 투입구 개폐의 감시제어기능을 도입하여 편리성을 극대화 하였다. 또한 인터록기능 및 화재감지시 자동소화기능 등을 추가하여 주민의 안전을 최우선으로 하였다.



[그림 2] 전체 설비 구성계획



[그림 3] 투입설비의 구성

투입설비 구동방식에는 전동식과 공압식이 있는데 본 시설에는 동결우려가 없으며, 정확한 운전이 가능하고 시공 및 유지보수가 용이한 전동식으로 하였다.

인식 시스템은 RF키를 사용하는 방식을 적용하

였는데, 이는 사용량에 따른 컴퓨터 자동적산 통합 기록이 가능하여 아파트 관리비에 통합처리 할 수 있고 또한, 환경부 선진시스템 시행에 대비할 수 있는 기술이다. 그림 3에 투입설비의 구성을 나타내었다.

**수송관로**

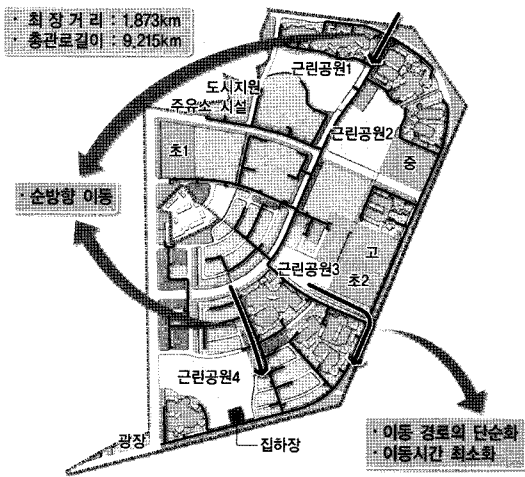
• 투입구 및 관로 배치계획

단지내의 투입구 및 관로의 배치계획은 자동집하 시설의 편리성, 에너지절감, 유지관리 측면에서 가장 중요한 설계요소이다. 본 시설의 투입구는 색상의 차별화 및 음성안내를 하여 투입혼란을 방지하였다. 투입구 배치를 보면 단독 및 연립주택지역에는 반경 50 m 이내에 일반/음식물 투입구 1개조를 계획하였고, 상가지역에는 배출량을 고려하여 대용량 투입구를 반경 100 m 이내에 1개소씩 계획하였다. 공동주택지역의 경우 세대수 합이 121세대 이상일 때 일반투입구를 1개소 추가하고, 단지별 대용량 투입구를 1개소 설치토록 계획하였다.

최적관로를 선정하기 위해 여러 노선을 비교검토하여 이동 경로가 가장 단순하고 이동시간이 가장 짧은 노선을 설계하였다. 그림 4와 같이 최장거리는 1.873 km이며, 총 관로길이는 9.215 km이다. 최적관로를 계획하여 마찰력 감소에 의한 송풍기 용량의 감소를 가져왔고, 이동 경로의 단순화로 운전시간이 줄어들게 되어 동력비를 낮출 수 있었다.

• 배관두께 선정

쓰레기 이송관은 쓰레기의 이송으로 마모 및 파손에 대한 우려가 크므로 이를 방지할 수 있는 재질 및 두께를 선정해야 한다. 배관의 기본사양은



[그림 4] 이송관로 계획

관경 500 mm, KS D3562 압력배관용 탄소강관, 재질은 SPPS 370(매설관은 폴리에틸렌 3층 피복강관)이다.

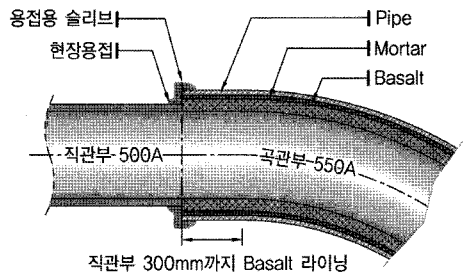
쓰레기 이송관의 전산유체해석 및 마모량 예측 시뮬레이션을 통해 배관의 두께를 산정하였다. 특히 쓰레기 이송관의 곡관부는 마찰이 심해 마모의 가능성이 높으므로 본 시설에는 바잘트(basalt) 라이닝을 계획하였다. 시뮬레이션 결과 바잘트 라이닝을 한 곡관부는 최대 마모 두께가 1.4 mm로 매우 낮았다. 이러한 시뮬레이션을 바탕으로 직관의 두께는 9.52 ~ 15.09 mm, 곡관은 바잘트 라이닝 하여 18.0 ~ 23.6 mm로 설계하였다. 본 시설 쓰레기 이송관에 적용된 바잘트 라이닝의 내마모율은 SS400의 약 50배, 고크롬강의 약 3배 이상 높다.

• 배관의 부식방지 대책

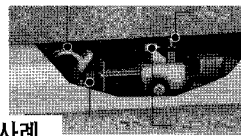
직매립배관은 외부 폴리에틸렌 3층 피복강관을 적용하였고, 부식방지 대책으로 전기방식(외부전원법)을 적용하였다. 전기방식은 대단위 규모에 적합하고, 실시간 원격 감시제어가 가능하여 쓰레기 자동집하시설에 적합한 부식방지 대책이다. 또한 현장용접 이음부에는 무열접합 PE테이프를 시공 계획하였고 되메우기전에 피복부위 핀홀검사를 시행하여 배관 부식을 최소화하였다.

• 관로 막힘 및 누기방지 대책

건설기술연구원 수송관로 설계에 따르면 '관내 유속 25 m/s 이하시 음식물 쓰레기 이송시 부양되지 않아 관 하부에 극심한 편마모가 발생되고, 잔류물이 급속히 증가된다'고 규정하고 있다. 본 시



[그림 5] 바잘트 라이닝 시공도



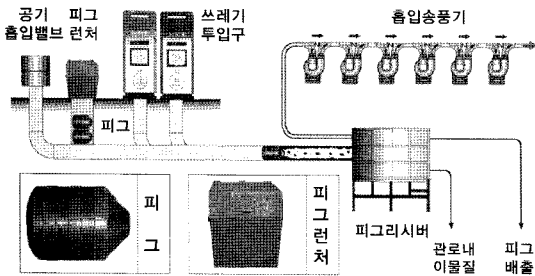
설은 고수분(85%), 고점도의 국내 음식물쓰레기의 특성을 고려하여 관내유속을 25 m/s보다 빠른 30m/s로 적용하여 관로내 음식물쓰레기 이송에 충분한 유속을 확보하였다. 또한 피그(pig)를 이용하여 관로를 청소하는 관로 자동청소 설비(피깅) 시스템과 막힘제거 로봇으로 비상시 대처하도록 하였다.

관로 누기방지 대책으로는 배출밸브와 섹션밸브의 완전한 수밀성을 확보한 'Zero(0)' Leak System을 적용하였다. 'Zero(0)' Leak System은 관로길이의 증가에도 풍량의 변화가 없으며, 이송거리에

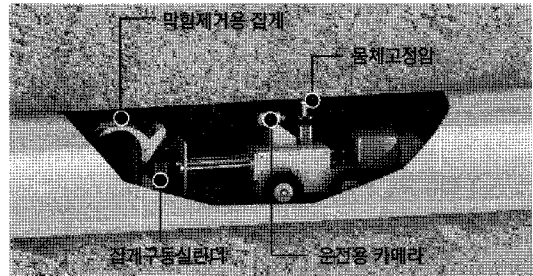
관계없이 제어에 신뢰성이 높아 대단지 택지개발 지구에 적합하므로 본 시설에 적용하였다.

**집하장 기계배치 계획**

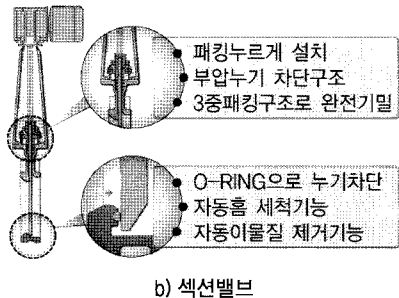
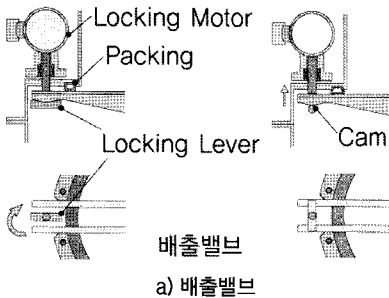
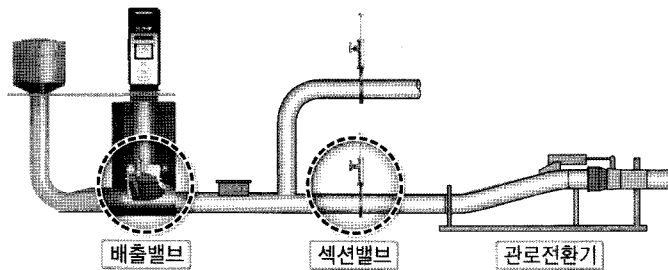
집하장내 기계류는 유지관리를 위한 동선확보 및 장비의 반출입이 원활하도록 배치하였다. 환경성(악취, 소음 등)을 고려하여 기계실(컨테이너실 포함)은 지하화하여 민원 발생요소는 최소화 하였다. 특히 소음·진동 발생기기는 지하층에 별도의 실로 배치하여 소음소음·진동의 확산을 방지하였다. 지하 2층에는 폐기물수집 컨테이너, 압축기,



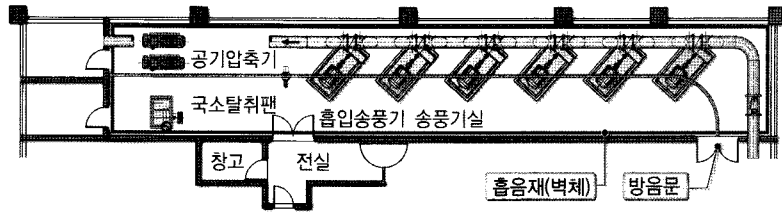
[그림 6] 관로 자동청소 설비(피깅)



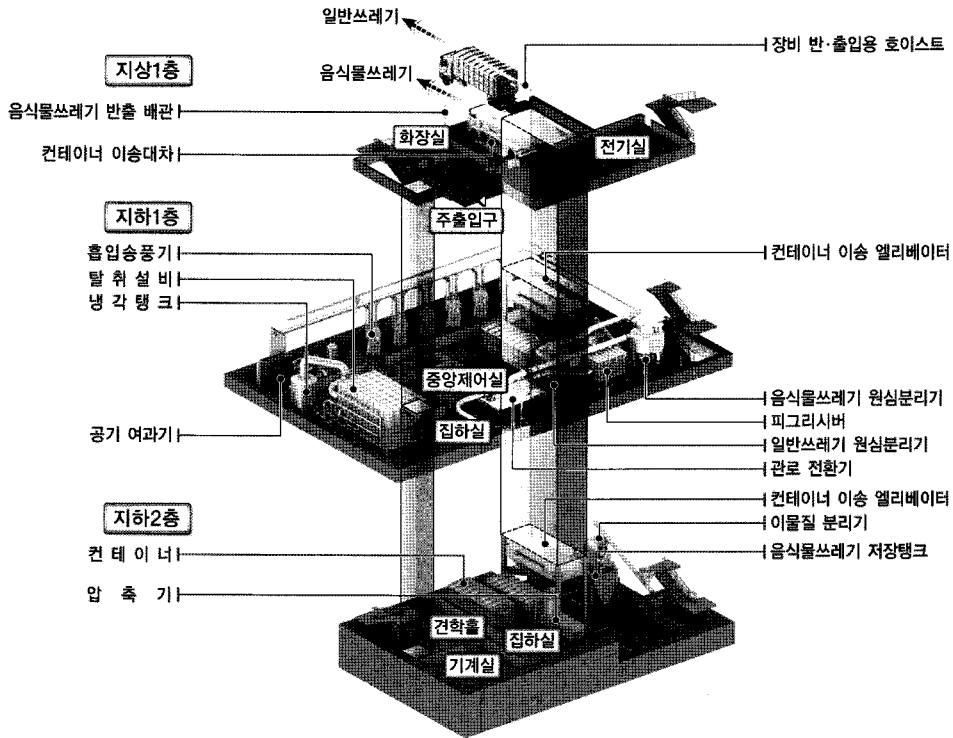
[그림 7] 막힘 제거 로봇



[그림 8] Zero(0) Leak System



[그림 9] 송풍기실 소음방지 대책



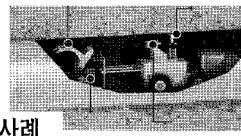
[그림 10] 층별 기계배치도

음식물쓰레기 저장탱크 등이 설치되고, 지하 1층에는 송풍기실, 탈취설비, 관로전환기, 음식물/일반쓰레기 원심분리기 등이 배치되었다. 지상 1층에는 쓰레기 반출실과 전기실을 배치하여 유지관리의 편리성을 확보하였다.

### 자동집하시설 운전 계획

#### 운전 계획

시설 운전은 시간수집과 레벨수집을 병행하여 이루어진다. 미리 설정된 시간(쓰레기 발생량 기준으로 1 ~ 2회/일)에 시설이 자동 작동하여 전 슈트의 쓰레기를 차례로 수집한다. 그리고 슈트내 레벨센서를 장착하여 슈트내 임시 저장된 쓰레기가 일정 레벨이 되면 센서가 감지하여 해당 슈트의 쓰레기를 수집하게 된다. 시간수집과 레벨수집은 별개의 시스템으로 구성되어 폐기물의 정체가 최소화 되도록 하였다.



### 운전 순서

본 시설의 운전은 배관내 이송유속, 압력, 탈취탑 온도 등을 체크한 후 위에 언급한 대로 지정시간이 되었거나 투입구 슈트 레벨센서의 작동으로 시작된다. 운전은 관로전환기(일반쓰레기 또는 음식물 쓰레기) 위치확인 → 송풍기 기동 → 원심분리기 기동 → 압축기 기동 → 섹션밸브 개방 → 공기흡입구 개방 → 배출밸브 개방의 순서(그림 2 참조)로 이루어진다. 이러한 순서는 현장제어반과 집하장내 통합자동제어설비에 의해 완전 자동화 되어 있다.

### 결론

자동집하시설은 투입구 및 이송관로의 배치계획이 중요하므로 다수의 시뮬레이션을 통해 최적의 관로구성을 해야한다. 각 관로별로 균등한 쓰레기량을 이송할 수 있도록 하며, 관로의 길이를 짧게 하여 이송시간을 최소화 시켜야 한다. 이는 시설의 사용년한을 증가시킬 뿐 만 아니라 에너지의 사용

을 줄일 수 있다는 점에서 중요 설계요소가 된다. 본 시설에서는 이를 위해 다수의 관로망 배치안과 시뮬레이션을 통해 최적의 배관망을 구성하여 주민의 편리성을 증대시키고 에너지 및 유지관리비 절감을 통해 경제성을 확보하였다. 또한 운영중 관로의 막힘이나 마모로 인해 사용수명이 짧아지는 것을 방지하기 위해 본 시설에 적용된 관로자동청소(피깅), 막힘제거로봇, 바잘트라이닝 등과 같은 적절한 대책을 세워야 한다.

기존의 쓰레기 인력수거방식은 수거원의 근로조건이 매우 열악하고 수거시간이 많이 소요될 뿐 만 아니라 야적시 파리, 쥐 등의 서식으로 위생적으로도 불량한 여러 문제점을 갖고 있었다. 그러나 이러한 문제점을 해소시킨 본 시설의 도입으로 인해 우리의 주거환경은 더욱 쾌적해 지고 있다. 비록 자동집하시설은 초기 비용이 많이 든다는 단점이 있지만, 그 편리함과 환경성으로 인해 계속적으로 보급될 것으로 보인다. 