

쓰레기자동집하시설에서의 전기제어방식에 대한 고찰

주창원*

1. 서론

지금 우리나라의 쓰레기수거체제에 대 변화가 일어나고 있다. 새로 건설되는 거의 모든 신도시에 자동집하시설을 들어서 기존 차량수거시의 소음, 먼지, 지저분함에서 벗어나 깨끗한 환경의 도시가 되고 있다. 우리나라 초기의 자동집하시설은 병원, 오피스텔, 대형빌딩 내에 설치하기 시작하였다. 그러나 2002년도에 들어서서 대규모 택지개발 사업이 본격적으로 수도권을 중심으로 조성되기 시작하면서 깨끗한 환경조성의 하나로 자동집하시설이 적용되기 시작하였다. 하지만 세계적으로도 우리나라와 같이 대규모 택지개발에 적용된 자동집하시설은 그리 많지 않아 외국에서 적용된 중소규모의 기술이 그대로 대형 택지개발 사업에 적용되었다고 할 수 있다.

쓰레기자동집하시설은 집하시설이 있는 집하장과 입주인이 접하는 쓰레기투입구로 나눌 수 있으며 쓰레기투입구는 입주인이 사는 근처까지 설치가 되어야 되므로 집하장을 기준으로 보면 매우 넓고 먼 거리에

서 투입구를 원격 조정해야 한다. 그러므로 투입구의 제어를 어떤 방식을 사용하느냐에 따라서 그 성능과 효율이 달라질 수 있다. 여기서는 공압식 제어방식과의 비교를 통해 전기식 제어방식에 대하여 살펴보고자 한다.

2. 자동집하시설에서의 공압식제어와 전기식 제어의 적용

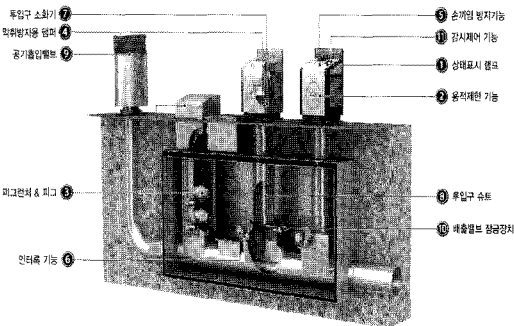
2.1 적용시설

자동집하시설에 있어 구동부가 필요한 제어설비로는 투입구, 선택밸브, 공기흡입구 등을 들 수 있다.

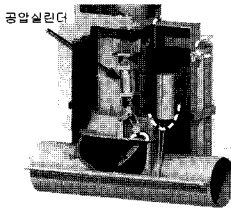
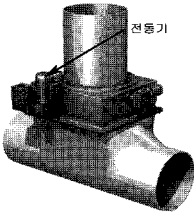
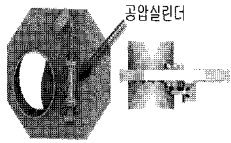
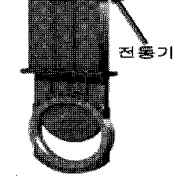
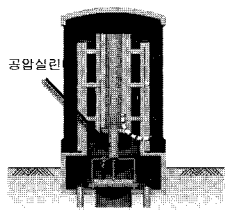
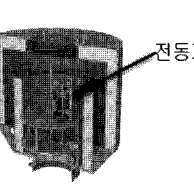
투입구에서의 구동부는 쓰레기 투입을 위한 개폐장치인 투입문과 쓰레기를 임시 저장했다가 이송관로내로 보내주는 배출밸브가 있다. 이송관로를 구획하는 선택밸브는 디스크가 수직상하운동을 하는 게이트 타입을 주로 사용하며, 공기흡입구의 경우는 밸브전체 면적을 이용하여 개폐하는 와퍼 타입이 대부분 적용되고 있다. 공압식으로 구동하느냐 아니면 전기식으로 구동하느냐는 이러한 설비에 어떤 액츄에이터를 부착하느냐에 따라 구분하게 되며 이 방식들 간의 차이점을 비교해 보면서 시공 및 유지관리시의 문제점에 대해서 고찰해 보고자 한다.

2.2 제어라인의 매설

공압식의 경우 집하장에는 공기압축기를 비롯하여 냉각기, 건조기 등으로 구성된 대형의 압축공기 공급설비가 설치되며 집하장에서부터 해당되는 관로 말단 부위까지 전체를 모두 공급하게 된다. 따라서 필요한 압축공기를 집하장에서 공급하여야 하므로 시공 시 쓰레기 이송배관과 함께 공압 배관을 매설을 하여야 한



* (주)동호 전무
E-mail : cwjoo@dongho.co.kr

항목	공압식	전동식
투입구	 공압실린더	 전동기
색선밸브	 공압실린더	 전동기
공기흡입구	 공압실린더	 전동기

다. 또한 공압식이라 하더라도 설비의 제어에 필요한 각종 전기를 공급하여야 하므로 전선관도 함께 매설을 하게 된다. 즉, 공압식은 공압 라인과 전기선을 동시에 매설하여야 하나, 전동식의 경우는 공압 라인이 필요 없다.

한편, 전기의 경우 집하장에서 공급할 수도 있지만 시스템에 필요한 전압과 전력을 택지개발지역에 위치하고 변압기와 지중선로를 이용하여 공급이 가능하기 때문에 굳이 집하장에서 공급하지 않아도 된다.

3. 공압제어방식의 문제점

3.1 시공상의 문제점

일반적으로 자동집하시설의 공압 공급용 배관은 PVC 재질의 배관(50A)을 이용한다. 따라서 배관의 이음은 열융착 방법 등을 이용하여 연결하며 공압 배관 특성상 별도의 보호용 배관(슬리브 파이프)을 사용하

지 않기 때문에 시공 중 및 운영 중에 항상 파손의 가능성에 노출되어 있다. 문제는 투입구가 집하장에서 가까운 곳에서부터 먼 곳(최대 2.5km)까지 넓게 분포되어 설치되어 있고 동작에 필요한 압축공기를 집하장으로부터 공급받는다라는 점이다. 우선 그 압축공기의 공급 거리이다. 예를 들어 판교신도시의 경우, 주관로의 총길이가 47km에 달하고 여기에 분양자분을 포함하면 약 90km에 이른다. 또한 집하장으로부터 최장거리의 투입구는 약 2km로써 이 거리의 투입구까지 압축공기를 공급하려면 긴 공급관외에도 연결점이 셀 수 없이 많이 생긴다는 점이다. 비록 한두 곳에 누기가 있다하더라도 공기배관전체의 압력에 영향을 미치게 되며 이는 압축공기생산설비의 과도한 운전을 초래하게 되며 최악의 경우 제어 및 동작에 필요한 압력을 공급할 수 없어 자동집하시설 전체 운전이 지장을 받는 정도에까지 발전할 수 있다.

내부 공압 배관으로 사용되고 있는 폴리에틸렌 연결 배관과 각종 공압 액츄에이터와의 연결 시에 완전한 누기의 방지는 매우 어려우며 특히 시간이 지남에 따라 누기의 발생이 커지게 된다. 또한 공압 관 특성상 미미한 누기는 탐지가 매우 어렵다. 이런 공압 연결부분이 투입구 1개소 당 10개정도 된다고 하였을 때 1,000개에서 2,000개의 투입구가 설치되는 대형택지개발지역의 경우 10,000개소에서 20,000개소의 누기를 유발할 수 있는 연결 부위가 있다는 의미이다.

3.2 운전시의 문제점

공압식에서 운전 시 가장 곤란한 경우는 상기에서 설명한 바와 같이 각종 연결부에서의 누기에 의한 압력저하에 의한 운전 곤란이다. 10~50km의 공압 배관이 하나의 공기저장탱크를 이루는 형상이므로 특정지역에서 발생된 누기가 전체에 영향을 미치게 되며 이 경우 집하장내의 공기압축설비는 정상적인 가동을 위한 압력을 유지하기 위해 24시간 가동을 해야 한다.

다음으로는 공압 배관 내에서의 응축수 발생이다. 이를 방지하기 위해 공기압축기 후단에 고성능의 공기 건조설비(건공기 기준 -40℃)를 설치하지만, 장거리 공기 이송관의 경우 완전밀폐가 어렵고 외부와의 표면 접촉으로 인해 말단에서는 다시 내부에 응축수가 발생하는 현상이 발생한다. 이는 가까운 곳에 있는 투입구에서는 발생하지 않고 (약 500m 이내에 공급되는 공압배관), 주로 거리가 먼 약 500m이상 되는 투입구 공

기 공기공급라인에서 생성된다. 이 공압 배관에 형성되어 있는 수분은 동절기에 동결로 이어져 간혹 동작부의 동작에 문제를 일으키기도 한다. 이를 해결하기 위해 투입구 맨홀에 별도의 필터, 유수분리기 등을 설치하게 되나 이는 공압의 손실로 나타난다. 따라서 집하장에는 상당히 큰 공기압공급시설이 설치되어야 하며 사용기간에 따른 누기를 감안할 때 설비 및 운영비의 증가를 가져온다.

4. 전기제어방식의 개발

우리나라에 전동식 제어시스템이 적용된 시기는 자동집하시설의 턴키시장이 본격적으로 적용된 김포장기 지구에 처음 적용되었다. (주)동호는 공압제어 방식으로 먼저 준공되어 운전 중이던 송도2공구 집하장의 운영경험을 바탕으로 공압식으로 인한 문제를 해결하고자 전동식 제어방식으로 개선하기로 하고 구동·제어설비의 개발에 착수하여 김포장기 지구에 적용, 현재까지 성공적인 운전을 하고 있다.

4.1 전기의 공급

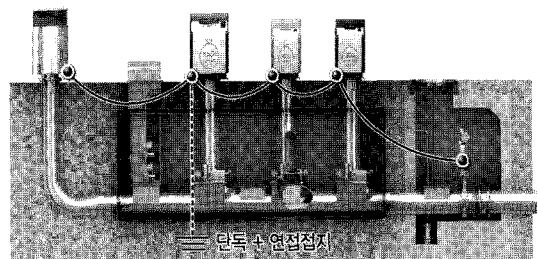
전동식의 경우 공급전선과 배전반을 설치한 후 모터 액츄에이터에 연결만 하면 된다. 공급하는 전기의 경우 집하장에서 공급할 수도 있지만 시스템에 적용하는 전압과 전력을 택지개발지역에 위치하고 변압기와 지중선로를 이용하여 공급이 가능하기 때문에 굳이 집하장에서 반드시 공급하지 않아도 되므로 현장상황과 설계자의 의도에 따라 적용할 수 있는 편리함이 있다. 연결도 전선의 연결이므로 시간이 지남에 따른 연결부위의 노화에 따른 오류가 없으며 한 곳의 오류가 다른 투입구 등 시스템전체에 영향이 없고 문제 지역에 대한 발견과 보수가 쉽다는 장점이 있다.

4.2 전기제어방식의 안전

전동식 투입구와 공압식 투입구의 차이는 근본적으

로 구동을 위한 에너지원이 전기와 공기의 차이일 뿐이며, 전동기와 공압식 모두 구동을 제외한 나머지는 전기 공급을 통해 동작이 되어야 한다. 다만 일반적인 인식이 전동식은 물에 취약하기 때문에 감전의 위험이 있다거나 침수가 될 경우 동작이 되지 않는다는 생각을 가질 수 있을 것이나 공압식 또한 투입구의 동작을 위해서는 당연히 380V 또는 220V 전원을 투입구 내부에 설치된 변압기를 통하여 저압으로 공급을 하거나 주변의 LCP 등에 변압기를 설치하여 저압으로 공급을 해야 하므로 이는 전동식만이 가지고 있는 문제는 아니다. 따라서 이러한 전동식에 대한 일반인의 우려를 없애고 보다 더 안전함을 추구하기 위해 전동식 투입구에는 3중의 안전장치를 설치하게 되는데 누전차단기 설치와 단독접지와 연접 접지를 구비하게 되었다.

누전이 발생할 경우 투입구 내부에 설치되어 있는 누전차단기가 동작을 하여 감전을 방지하게 되며, 누전차단기가 동작을 하지 않을 경우에 대비하여 투입구의 단독접지와 연접 접지를 시공하였다. 연접 접지는 투입구의 단독접지와 투입구를 모두 묶어 연접으로 접지를 하는 방법이다. 투입구를 병렬로 연접접지 할 경우 접지 저항 값이 반 이상으로 줄어 전기를 대지로 더 수월하게 흐르게 하여 감전을 방지하는 역할을 하며, 연접접지가 문제가 있을 경우는 투입구자체 접지만으로도 감전이 되지 않도록 하여 근본적인 감전의 위험을 방지하도록 하였다. 따라서 전동식은 전기를 사용하므로 위험할 수 있다는 관념에서 벗어나도 될 것이다.



5. 전동식과 공압식의 비교 요약

항목	전동식	공압식
개요도		
특징	<ul style="list-style-type: none"> • 시공 및 유지보수가 용이 • 누기 발생 및 동결문제 없음 • 사용자 안전(접지 및 누전차단기 설치) • 2개 배관(전기, 계측제어) 매설 필요 • 대규모 단지에 유리 • 개별 수전으로 장거리 배전에 따른 전력손실 방지 	<ul style="list-style-type: none"> • 공압라인의 연결부가 많아 시공이 매우 어려움 • 누기 발생 시 위치확인 어려움 • 관내 수분으로 인한 겨울철 결빙으로 작동불능 우려 • 3개 배관(전기, 계측제어, 공압) 매설 필요 • 중·소규모 단지에 적합 • 폭발성 유체에 적용 적합

6. 전기제어방식 적용 사례

시설지역명	시설면적 (㎡)	관로총길이 (km)	집하장수 (개소)	발주처	비고
김포장기	878,000	10.5	1	한국토지공사	운영중
평명소하	1,045,000	11.2	1	대한주택공사	공사중
송도4공구	1,110,000	9.0	1	인천경제자유구역청	운영중
성남판교	9,294,000	47.2	4	한국토지공사	공사중
김포양곡	838,000	9.2	1	대한주택공사	공사중
송도1공구	4,290,000	11.0	2	인천경제자유구역청	공사중
대전서남부	6,112,000	32.0	3	대전광역시도시개발공사	실시설계중

7. 결 언

전기식 제어방식은 김포장기 지구에 적용된 이후 송도4공구의 성공적인 운전 그리고 현재 성남판교지구, 김포양곡지구 등 공사 중인 많은 자동집하시설에 적용되어 그 적합성이 입증되었다. 공압식 또한 훌륭

한 제어방식이나 우리나라의 경우와 같이 대규모 택지에서의 유효성 검토와 함께 대상규모에 따라 적용방식도 고려되어야 한다고 사료된다.

우리나라에서의 쓰레기자동집하시설은 당분간 계속 증가할 것이며 이와 같이 대단위 택지에 집하시설을 단기간에 설치하고 있는 예도 세계적으로 유래가 없던

일일 것이다. 따라서 앞으로 다가올 운영과정 중에서의 문제점 해소 및 내구 년수 30년을 보증하기 위하여 우리 실정에 맞는 구동제어방식을 선택하는 것이 무엇보다도 중요하다 할 것이다.

참고문헌

- (1) 쓰레기 수거운반체계개선 세미나 자료집, “한국폐기물학회,” 한국토지개발공사, 1995. 12.
- (2) “쓰레기 관로수송방식,” 한국토지개발공사, 환경개선연구회, 1995. 5.
- (3) 이재영(토지연구원), “쓰레기 관로수송방식에 대한 고찰,” 폐기물, 1996. 4.
- (4) 박중현(서울대), 김봉근((주) 대우), 권봉기(서울대), “진공식 쓰레기 파이프라인 수송시스템 개발,” 대한상하수도학회지, 제10권, 제3호, 1996.
- (5) “쓰레기 자동집하시설 도입 타당성 검토,” 경기개발연구원, 2003. 4
- (6) 폐기물 수송체계 관련 일본 자료.