

쓰레기 이송설비의 자동제어

박인준*남기양
한국계장 주식회사

1. 서론

현재, 21세기에는 친환경성이 건설산업의 중요한 Issue로 등장하며 환경플랜트의 중요성이 부각되고 있는 시점이다. 쓰레기 이송설비는 기존 쓰레기봉투를 쓰레기차가 돌아다니며 수거하는 방식에서 벗어나 쓰레기를 투입구에 넣으면 시간대별 또는, 쓰레기 투입량별로 지하관로를 통해 자동으로 이송하는 환경플랜트 설비로서, 설치 주거시설이나 상업시설의 이미지 제고와 위생적, 환경적인 측면에서 장점을 갖고 있으며 향후 진행되는 신도시, 재개발계획이 이루어지는 거의 모든 곳에 적용될 수 있는 설비라 기대 할 수 있다.

쓰레기 이송설비에서의 자동제어설계의 목적은 도시에서 발생하는 쓰레기를 선진화된 최신기술로 수거하여, 감시제어시스템의 합리성 및 적정성, 신뢰성을 바탕으로 운영관리의 경제성, 안전성, 편의성을 고려하여, 효율적인 유지관리가 이루어질 수 있도록 함에 있다.

2. 자동제어설계

2.1 설계기준

- 1) 효율적인 유지관리를 고려하여 중앙집중감시 및 분산제어시스템 적용
- 2) 투입구 레벨과 시간에 의한 쓰레기 자동수거방식으로 수거효율 높임
- 3) 중요 설비의 이중화 및 자동 백업 시스템 구축
 - OS(Operator Station)중 어느 한 OS가 고장이 난 경우에도 다른 Station에서 Process 감시 및 조작이 가능하도록 설계
 - 전원공급 시스템의 이중화
 - Data-Highway의 이중화
- 4) 장치호환성의 극대화
 - 중앙 감시제어시스템 내의 장치들을 기능별로 일괄관리 가능토록 설계가 되어야 하며, 입출력 모듈들에 대한 사양들을 동일하게 설계함으로써 장치의 호환성을 극대화하고 호환이 필요할 경우에는 간단한 소프트웨어 작업을 거친 후에 바로 호환하여 사용할 수 있도록 한다.
 - 현장 계기류는 전문업체의 공급품을 제외하고는 기능별로 동일한 Maker제품을 기준으로 설계하여 확보되어야 할 예비품의 종류를 최소화 한다.

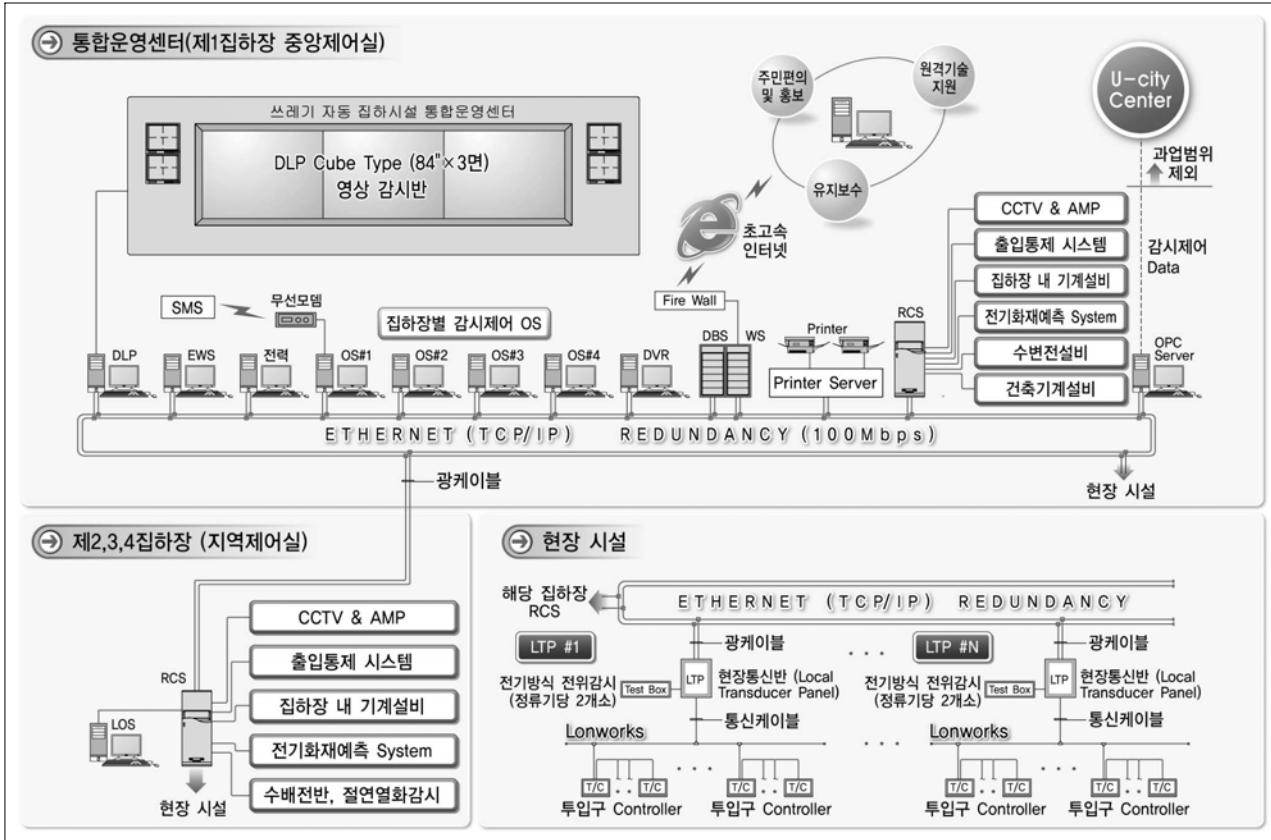
2.2 설계중점사항

- 1) 관리인력의 최소화를 위한 집중 감시제어방식 적용
- 2) 주요기기의 이중화 구성으로 운전효율 및 안전성 도모

- 3) 이상발생시 신속 정확한 비상제어시스템으로 운전원과 설비 보호
- 4) 정확한 고장대응으로 신뢰성 및 안전성이 확보된 통합 감시제어설비 구성
- 5) 에너지절감 및 유지관리인원을 최소화할 수 있는 자동제어 설비 구성
- 6) 운전원과 기기에 대한 최대한의 안전과 안정성 확보

2.3 감시제어시스템

1) 구성도



※ 쓰레기이송설비 자동제어설계에 대한 이해를 돕기 위하여 실제 설계/시공 중인 Project의 시스템 구성도를 예시 하였다.

- 상위의 구성도는 4곳의 집하장을 1곳의 집하장에서 통합 운영하는 것을 Concept으로 Design 한 것이다.
- 통합운영센터가 있는 1집하장에서 2,3,4집하장을 원격무인감시가 가능하도록 하였고 향후 u-City와의 연계를 고려하여 OPC Server를 두어 감시제어 Data를 u-City Center에 송부할 수 있도록 구성되었다.
- 통합운영센터가 있는 제1집하장 중앙제어실에는 감시의 용이성 확보를 위해 영상감시반 DLP3면을 설치하였다.

2) 통합운영센터의 구축

① 중앙제어실(제1집하장) : 통합운영

- 각 집하장의 집하시설 원격 감시제어 및 통합관리
- 집하시설 및 관로시설 시설물 유지관리, 운영정보관리 및 시스템 운영/진단
- 대민 정보공개 및 관리운영평가, 대외 홍보기능 구현
- 향후 u-City계획이나 상위계획과 연계 가능(감시제어정보 제공)

② 지역제어실(제2,3,4 집하장) : 무인운영

- 쓰레기 이송설비 가동상태 및 계측데이터 감시
- 무인집하장 운영상황을 통합운영센터에 전송
- 출입통제, 화재경보 등 중점 감시사항을 자동 전송, 통보

3) 감시제어시스템의 기능 및 설계주안점

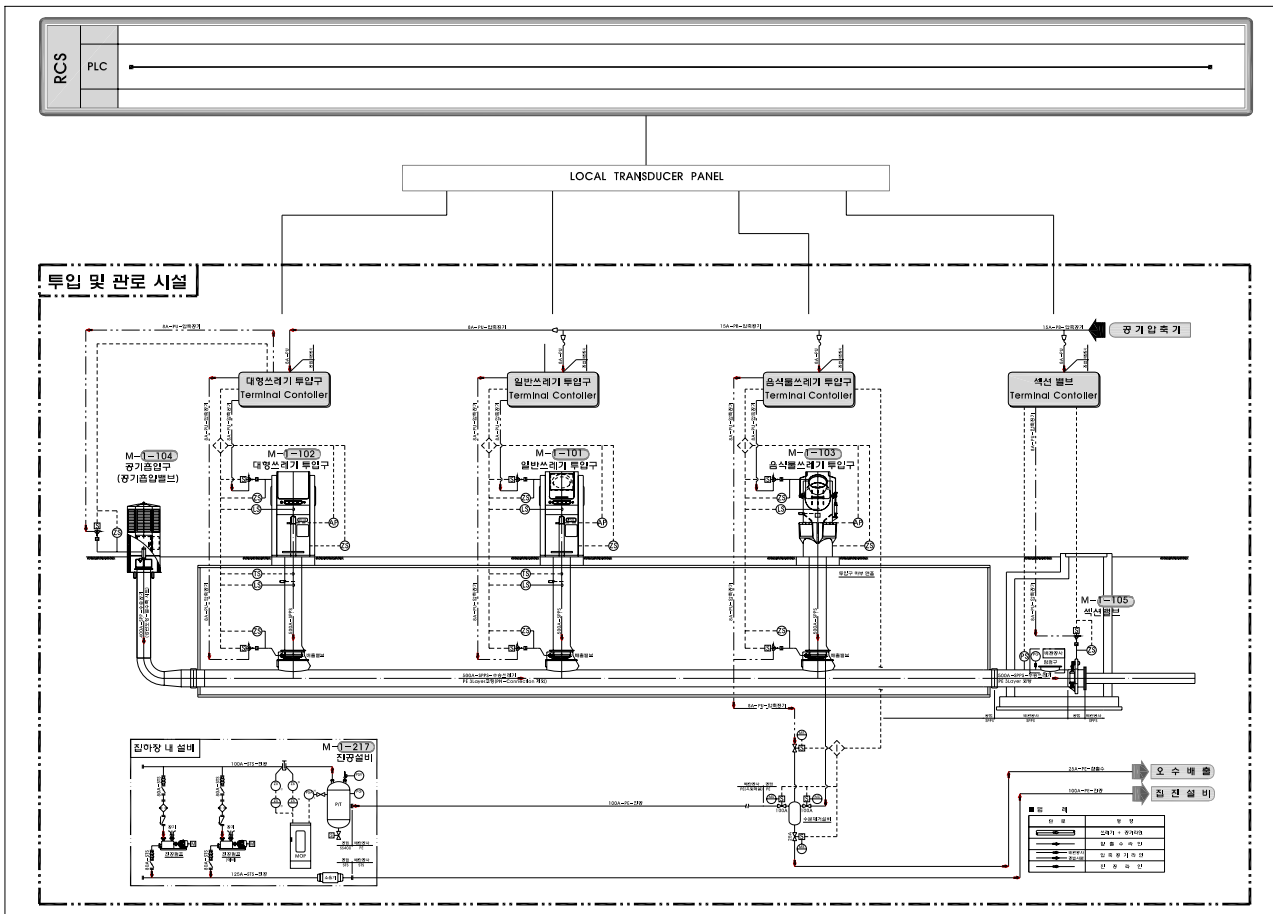
- 미래 정보화를 대비한 개방형 System 선정
- 향후 증설과 상위계획 연계를 고려한 호환성 및 범용성이 높은 System 선정
- 운전상황 변동 시 프로그램 수정이 용이한 MMI Software 선정

구분	설계주안점
운영자 시스템	<ul style="list-style-type: none"> •MMI(Man Machine Interface)가 원활히 이루어지도록 Supervisor를 효과적으로 활용 •대형화면 표시장치는 84" x 3 DLP Cube Type을 적용하여 전체공정을 손쉽게 파악할 수 있도록 설계
백업기능	<ul style="list-style-type: none"> •중앙제어실 Operator Station(OS)의 고장으로 말미암아 집하장 시설의 운전이 중단되는 것을 방지하기 위해 EWS는 집하장간 호환이 가능토록 Multi 운영체제를 갖출 수 있도록 설계 •Data Base Server의 이중화 및 Archive-Mode Backup 시스템 구축으로 감시제어시스템의 안정성 확보
확장성	<ul style="list-style-type: none"> •시스템의 증설 또는 Upgrade가 용이하도록 개방형 시스템 채택 •산업표준 통신망(Ethernet, TCP/IP)을 적용하여 시스템 통합 및 타 설비와의 연계성 확보
유지관리	<ul style="list-style-type: none"> •시스템 통합(SI) 설계능력과 경험이 풍부한 업체를 통한 시스템 구축 •RCS를 범용 PLC 기반으로 제작하여 유지관리 및 보수자재 조달의 용이성 확보
안전성	<ul style="list-style-type: none"> •중앙제어실 설비 및 RCS에는 UPS를 이용한 무정전 전원공급으로 안전성 확보 •SMS 기능을 이용하여 이상경보발생시 운전자 및 관리자에게 문자정보 제공 •OS 및 Data Way의 2중화 구축, 통신 Network의 고속성 및 신뢰성 확보

2.4 쓰레기이송설비 공정별 자동제어

1) 투입 및 관로 시설

① 구성도



② 투입 및 관로 시설의 기능 및 감시제어 항목

A. 투입구

a) 일반 쓰레기 투입구

- 20L 이하의 용적 제한 형으로 사용자는 종량제 봉투 인식 후 투입구를 개방하여 쓰레기를 투입
- 투입구 내부에는 레벨센서가 설치되어 일정량 이상의 쓰레기를 투입 시 투입구 차단
- 화재감시센서가 설치되어 투입구내의 화재발생시 소화기가 작동되고 중앙제어실로 경보신호 전달

b) 음식물 쓰레기 투입구

- 20L 이하의 용적 제한 형으로 사용자는 종량제 봉투 인식 후 투입구를 개방하여 쓰레기를 투입
- 투입구 내부에는 레벨센서가 설치되어 일정량 이상의 쓰레기를 투입 시 투입구 차단
- 음식물 쓰레기의 함수율이 높은 것을 고려, 개별 탈수시설이 내장되어 수거 전 탈수시스템 작동 후 수거

c) 대형 쓰레기 투입구

- 100L 이하의 용적 제한 형으로 사용자는 종량제 봉투 인식 후 키를 사용, 투입구를 개방하여 쓰레기를 투입
- 투입구 내부에는 레벨센서가 설치되어 일정량 이상의 쓰레기를 투입 시 투입구 차단

B. 공기 흡입구

- 관로를 통해 집하장과의 공기흐름을 형성시켜 해당 투입구의 배출밸브 개방 시 쓰레기가 집하장까지 이송될 수 있도록 함
- 투입구의 경우 개별 Control Box를 가지고 있으나 공기흡입구는 가장 가까운 투입구의 Control Box에 의해 감시제어 됨

C. 섹션 밸브

- 투입 설비를 구획하여 계획적인 Zone별 쓰레기이송으로 송풍기의 압력손실을 줄임
- 압력스위치를 설치하여 관로 막힘을 감지하고 막힘 발생 시 다음 섹션밸브로 전환되어 운전

D. 운전 순서

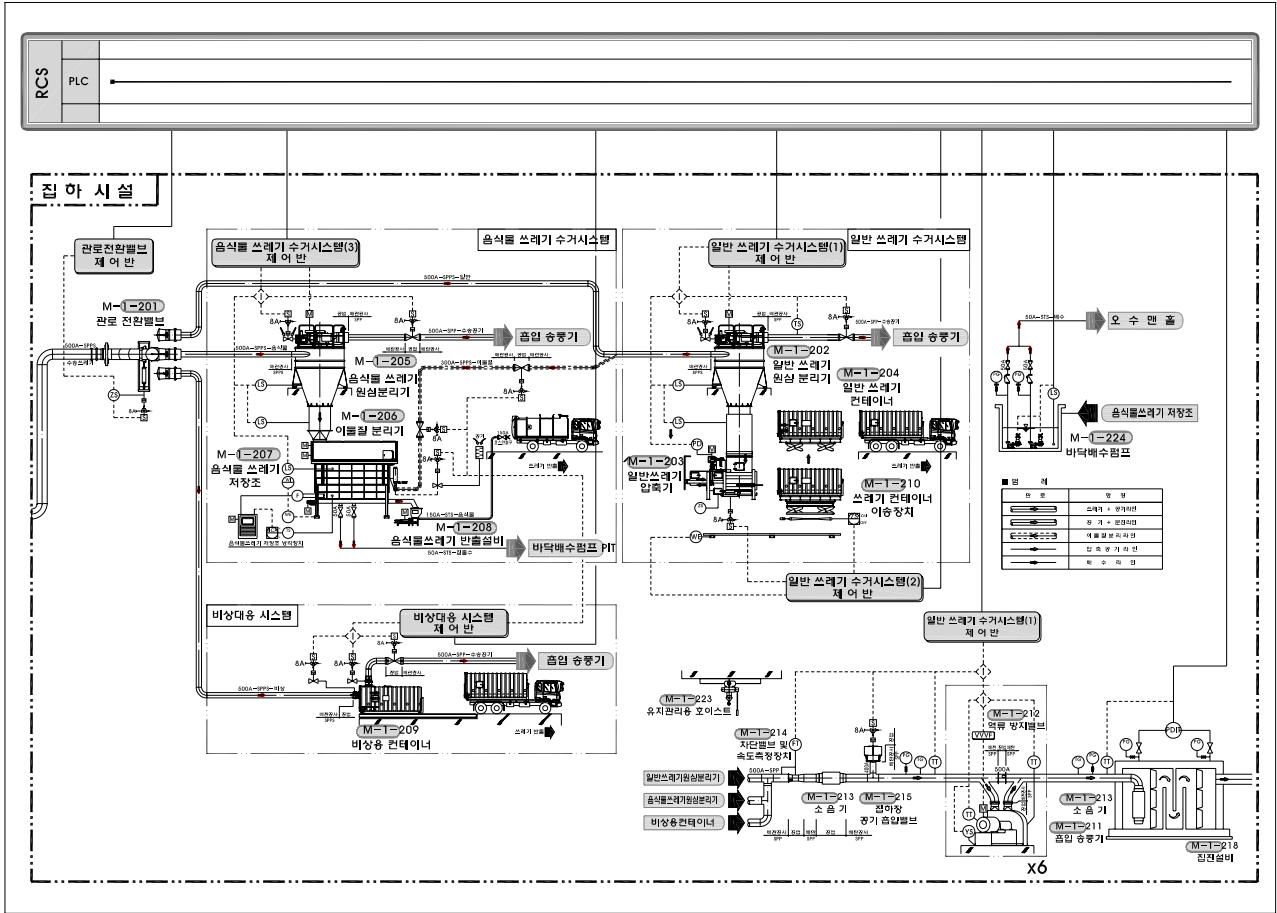
- 섹션밸브 개방 → 공기흡입구 개방 → 해당 투입구 개방 → 쓰레기 수거

E. 감시제어 항목

- 공기흡입밸브 OPEN/CLOSE 제어 및 상태
- 대형 쓰레기 투입구 OPEN/CLOSE 상태
- 대형 쓰레기 배출밸브 OPEN/CLOSE 제어 및 상태
- 대형 쓰레기 투입구 화재온도경보
- 대형 쓰레기 투입구 레벨 HIGH, MIDDLE
- 일반 쓰레기 투입구 OPEN/CLOSE 상태
- 일반 쓰레기 배출밸브 OPEN/CLOSE 제어 및 상태
- 일반 쓰레기 투입구 화재온도경보
- 일반 쓰레기 투입구 레벨 HIGH, MIDDLE
- 음식물 쓰레기 투입구 OPEN/CLOSE 상태
- 음식물 쓰레기 배출밸브 OPEN/CLOSE 제어 및 상태
- 음식물 쓰레기 투입구 탈수설비 FAILURE ALARM
- 일반 쓰레기 투입구 레벨 HIGH
- 섹션맨홀 압력 상태
- 섹션밸브 OPEN/CLOSE 제어 및 상태

2) 집하 시설

① 구성도



② 집하 시설의 기능 및 감시제어 항목

A. 집하장비 각각에 현장감시조작반이 설치되어 시스템 운영

a) 일반 쓰레기 수거시스템 제어반(1)

- 일반 쓰레기 원심분리기와 압축기 등의 설비를 감시제어 할 수 있으며, 모든 장비의 상태를 실시간으로 중앙제어실에 전송

b) 일반 쓰레기 수거시스템 제어반(2)

- 일반 쓰레기 컨테이너를 이동시키는 리프트장비 일체를 감시제어 할 수 있으며, 모든 장비의 상태를 실시간으로 중앙제어실에 전송

c) 음식물 쓰레기 수거시스템 제어반(3)

- 음식물 쓰레기 원심분리기와 이물질 선별기 등의 설비를 감시제어 할 수 있으며, 모든 장비의 상태를 실시간으로 중앙제어실에 전송

d) 비상대응 시스템 제어반

- 비상용 컨테이너에서 쓰레기를 배출하는 장비 일체를 감시제어 할 수 있으며, 모든 장비의 상태를 실시간으로 중앙제어실에 전송

e) 기타 현장감시조작반

- 관로전환밸브, 흡입송풍기 등 기타 시스템과 연계되어 원활한 시스템 구동을 위한 감시제어 수행하며 모든 장비의 상태를 실시간으로 중앙제어실에 전송

B. 집하시스템 동작순서

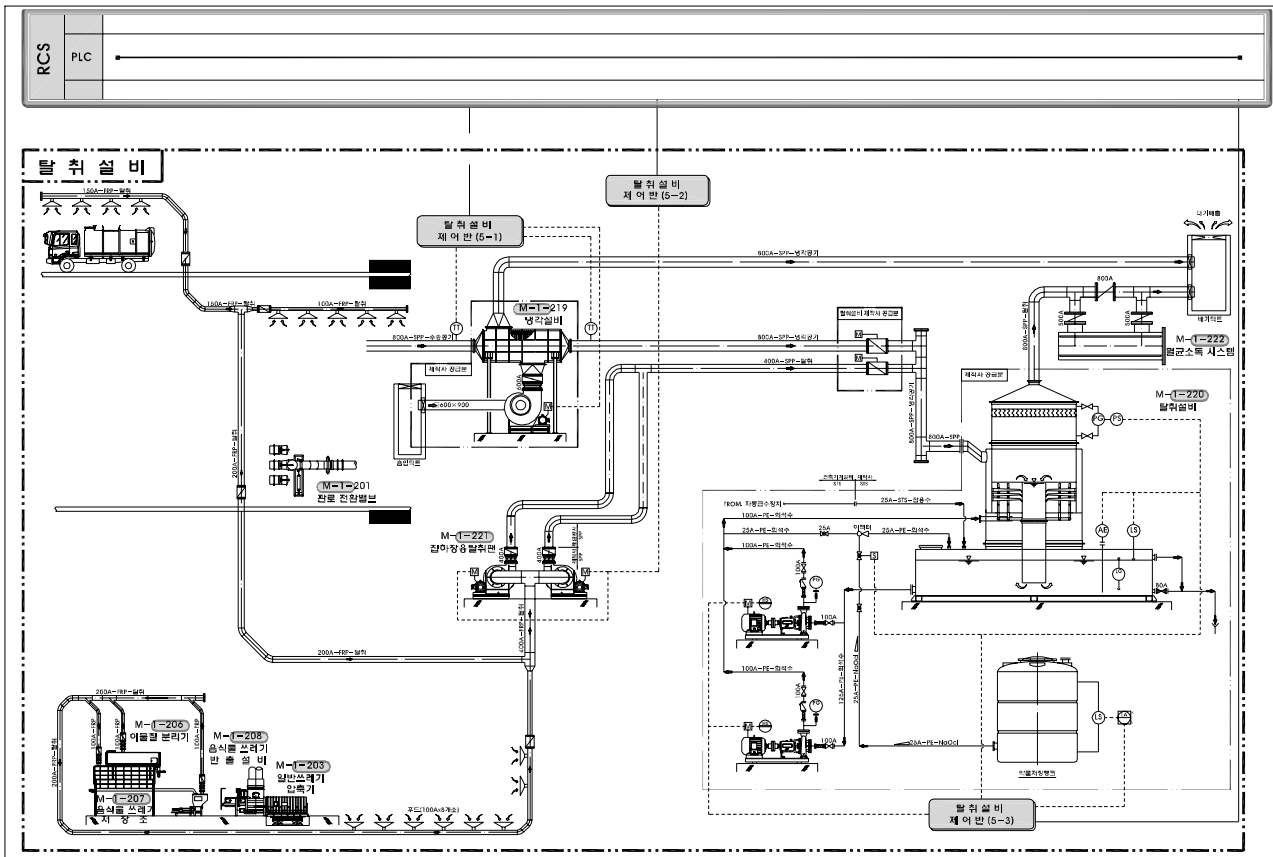
- 관로전환밸브 선정/결합 → 해당 원심분리기 작동 → 송풍기 동작(순차기동) → 해당 섹션밸브 OPEN → 공기 흡입구 OPEN → 투입구 배출밸브 OPEN → 쓰레기 수거

C. 감시제어 항목

- 관로전환밸브 위치상태 및 전환제어
- 컨테이너 중량감시(Load-cell) 및 이송장치 교환상태
- 일반 쓰레기 압축기 유압모터 기동/정지 및 운전상태
- 일반 쓰레기 압축기 유압 냉각모터 기동/정지 및 운전상태
- 일반 쓰레기 압축기 Compactor 기동/정지 및 Failure Alarm
- 컨테이너 & 압축기 결합상태 및 분리 상태
- 일반 쓰레기 원심분리기 제어 및 공기흡입상태, 레벨(High/Low)
- 음식물 쓰레기 원심분리기 제어 및 공기흡입상태, 레벨(High/Low)
- 음식물 쓰레기 저장조 중량(Load-cell) 및 레벨(High/Low)
- 일반/음식물 쓰레기 차단밸브 제어 및 상태
- 흡입관로 온습도 및 차압감시
- 집하장 공기흡입밸브 OPEN/CLOSE제어 및 상태
- 흡입송풍기 전/후단 온도, 진동상태, 베어링온도, 권선온도, 동작시간적산, 속도제어, 회전수 감시

3) 탈취 설비

① 구성도



② 탈취설비의 기능 및 감시제어 항목

A. 냉각설비

- 쓰레기 수송 후 송풍기를 거쳐 나온 더운 공기에 대해 탈취효과를 높이기 위해 온도를 낮춰줌
- 냉각설비의 전단과 후단에 온도센서를 설치하여 온도변화를 감시

B. 탈취탑

- 냉각설비를 통해 들어온 공기에 대해 탈취공정 후 멸균소독시스템으로 전송

C. 멸균소독시스템

- 멸균소독램프를 사용하여 탈취탑을 거처나온 공기를 최종 처리하여 외부로 방출

D. 감시제어 항목

- 분진제거필터 차압감시
- 냉각설비 흡입온도/출구온도, ON/OFF 제어 및 운전상태
- 이물질분리기 START/STOP제어 및 운전상태
- 이물질분리기 공기흡입구 밸브 OPEN/CLOSE 제어 및 상태
- 이물질분리기 슬라이드 밸브 OPEN/CLOSE 제어 및 OPEN/CLOSE 상태
- 이물질분리기 메인 밸브 OPEN/CLOSE 제어 및 OPEN/CLOSE 상태
- 탈취탑 압력, PH(수소이온지수), 레벨(HIGH) 감시
- 약품저장탱크 레벨(HIGH/LOW)

3. 계측기기 설치위치



4. 맺음말

- 현대사회에서 쓰레기처리에 대한 관심이 높아지면서 과거에는 매립에만 의존했던 경향에 반해, 현재는 생활 쓰레기 이송설비, 가연성폐기물 자원화시설(MBT : Mechanical Biological & Treatment), 소각/매립시설, 발전시설 등의 환경플랜트사업이 연계, 일원화되어 계획/시공되는 추세이다. 이에 발맞추어 자동제어 산업도 빌딩/공장등의 기존 자동제어에서 벗어나 환경/산업플랜트의 자동제어로 한발 더 앞서나감으로써 전문성과 기술력을 확보하고 자동제어 업계의 영역을 한층 더 넓혀갈 시점이라 하겠다.