

# 진공이송방식 음식물쓰레기 자동수거시스템

현재 대규모 택지나 주상복합건물 등에 적용되고 있는 새로운 형태의 음식물쓰레기의 수거방법인 진공이송 방식 음식물쓰레기 자동수거시스템에 대해 그 기본 개념 및 구성, 적용사례 등을 이 지면을 통해 설명한다.

김 정 제

오에이치시스템 (sarek@chollian.net)

## 기본개념 및 원리

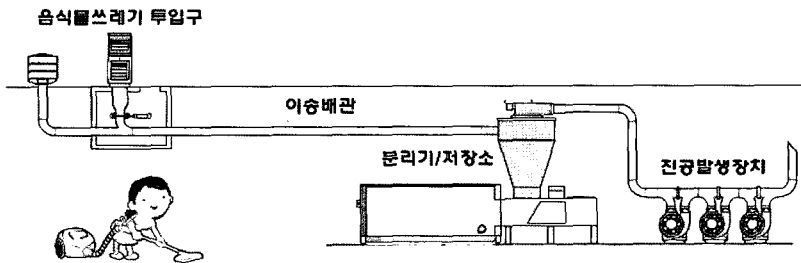
진공이송방식<sup>1)</sup> 음식물쓰레기 자동수거시스템이란 진공의 흡입력을 이용하여 음식물쓰레기를 지정 장소까지 자동으로 이송하여 분리·저장하는 시스템을 말한다.

시스템의 기본 구성은 그림 1에 나타나있으며 사용자가 음식물을 배출하는 투입구, 투입된 음식물쓰레기가 이송되는 이송배관, 이송된 음식물쓰레기가 분리·저장되는 집하시설로 이루어지며, 이러한 음식물쓰레기의 이송에는 천연자원인 공기(air)를 이송매체로 사용하므로 친환경적인 이송시스템이다.

이송의 원리는 인위적으로 이송배관에 진공(眞空)

을 형성시켜, 그 흡입력(pressure)을 사용하여 이송 개체(음식물쓰레기)를 해당 장소까지 강제 이송시키는 방법으로 우리가 일상생활에서 접하고 있는 진공 청소기의 원리로 쉽게 이해할 수 있다. 즉, 음식물쓰레기를 배출하기 위한 투입구(수거통)는 먼지를 빨아드리는 진공청소기의 노즐(nozzle)과 같은 역할을 하고, 투입(배출)된 음식물쓰레기가 이송되는 이송 배관은 진공청소기의 호스(hose)처럼 밀폐된 통로를 구성하여 주며, 그리고 이송에 필요한 진공흡입력도 생성하며 수거된 음식물쓰레기와 공기를 분리·저장시키는 집하시설은 진공청소기 본체로 대비하여 이해한다면 진공이송방식 음식물쓰레기 자동수거시스템에 쉽게 접근할 수 있을 것이다.

이렇게 구성된 음식물쓰레기 자동수거시스템<sup>2)</sup>은



[그림 1] 진공이송방식 음식물쓰레기자동수거시스템의 기본구성 및 원리

- 1) 공기를 이용하여 이송하는 방식으로 공기이송방식이라고 하기도 함
- 2) 진공이송방식 음식물쓰레기 자동수거시스템을 “음식물쓰레기 자동수거시스템”이라고 표기함.



사용자의 편의성 및 주거환경 개선 측면에서 연구·개발되어 현재는 건물설계 시부터 건물에 속하는 하나의 설비로 반영되어 설계·설치·운영되고 있으며, 그 적용영역 또한 급속하게 확대되어 가고 있다.

### 투입시설의 분류 및 특징

음식물쓰레기 자동수거시스템은 그 설치장소에 따라 크게 옥외(건물외부)투입방식과 옥내(건물내부)투입방식으로 구분할 수 있다.

옥외투입방식은 그림 2와 같다. 건물외부에 옥외투입구를 설치하여 공용 배출하는 방식으로 투입구 하부의 임시저장량에 따라 약 30~60세대<sup>3)</sup>의 음식물쓰레기를 처리가 가능하며, 공용사용으로 타 방식



[그림 2] 옥외방식 투입구

보다 저렴하고 기존 음식물 수거 통에 비하여 깨끗한 주거환경을 조성할 수 있는 장점이 있으나, 고층 아파트의 거주자는 필히 엘리베이터나 계단을 이용하여 옥외투입구가 설치된 장소로 이동하여 배출하여야 하는 단점을 가지고 있다.

옥내투입방식은 음식물쓰레기를 배출하는 사용자의 동선(動線)을 최단(最短)으로 하기위해 투입시설을 건물내부에 설치한 방식으로, 사용자의 편의성을 극대화한 시스템이다. 옥내투입방식은 그 투입방식에 따라 세대별 투입방식, 공용투입방식, 대용량투입방식으로 세분화하여 구분할 수 있다.

세대별 투입방식은 사용자가 거주하는 단위세대 내의 싱크대<sup>4)</sup>에 투입구를 설치하여 음식 조리 후에 발생하는 순수 음식물쓰레기를 투입구로 배출하면 배출 즉시 수직배관 하부의 임시저장소까지 강제 진공 이송되는 방식으로 세대 내에 음식물쓰레기를 별도로 저장하지 않아도 되는 방식이다. 이 방식은 적어도 하루에 1회 이상 발생하는 음식물쓰레기를 바로 주방에서 처리할 수 있으므로 사용자에게 있어 가장 편리하며, 쾌적한 방식이라고 할 수 있다.

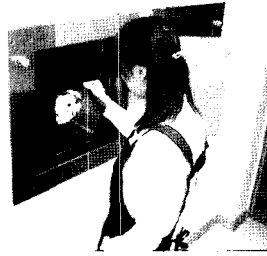
세대별 투입방식은 그림 3과 같다. 음식물쓰레기가 투입되는 투입구, 진공이송 시 흡입되는 공기를 위한 공기흡입구 및 음식물쓰레기 배출용 밸브, 해당투입구의 상태를 감시하고 제어하는 컨트롤러로 구성되어 있으며, 사용방법은 사용자에게 의해 발생한 음식물쓰레기를 투입구에 투입하면, 투입을 감지한 컨트롤러에 의해 해당 투입구의 배출허가를 받고 자동으로 배출밸브가 열려 투입된 음식물쓰레기를 수직배관 하부의 임시저장소까지 1차 진공 이송<sup>5)</sup>하도록 되어 있으므로 사용자는 간편하게 음식물쓰레기를 처리할 수 있다.

공용투입방식은 그림 4와 같다. 각 층 공용공간에 투입구를 설치하여 세대 내에서 모여진 음식물쓰레기를 사용자가 직접 가지고 나와 투입구에 배출하는 방식으로 공용으로 사용함으로 설비비가 세대별 투입방식 보다 저렴하다는 장점이 있다. 공용투입방식의 구성은 수직배관, 수직배관과 연결된

- 3) 사용자의 1회 배출량 및 투입구 하부에 설치된 임시저장소의 용량에 따라 증감이 있을 수 있음.
- 4) 싱크대 내부에 BUILT-IN 되는 타입이며, 별도의 다용도 실 등의 설치도 가능함.(건축설계 시 반영)
- 5) 옥내투입방식은 1차 수직이송과 2차 수평이송으로 구분하여 컨트롤러에 의해 자동 이송됨.



[그림 3] 세대별 투입방식(옥내)



[그림 4] 공용투입방식(옥내)



[그림 5] 대용량 투입방식(옥내)

밀폐형 투입구, 투입구 개폐 시의 건물내부로 확산될 수 있는 악취 발생을 최소화하기 위한 배기팬 등이 별도 설치되고, 각 층 투입구를 제어하기 위한 제어용 컨트롤러로 구성된다. 그리고 각 층 투입구와 연결된 수직배관은 하부의 임시저장소와 연결되어 있다.

사용자에 의해 배출된 음식물쓰레기를 투입구에 투입하고 투입구를 닫으면 사용자의 쓰레기처리는 완료되고, 투입된 음식물쓰레기는 투입을 감지한 컨트롤러에 의해 순차적으로 임시저장소까지 강제 진공 이송되며, 각 임시저장소의 음식물쓰레기는 정해진 시간 또는 임시저장소 충전 시 집하시설까지 자동 진공 이송되어 일괄 처리되도록 되어 있다.

공용투입방식은 공용으로 사용함으로써 인한 오염 및 무분별한 투입을 대비하여 투입구를 용적형<sup>6)</sup>으로 구성하기도 하며, 전자키 또는 RF카드 등을 이용하여 사용자를 별도로 관리<sup>7)</sup>할 수 있다. 또한 투입구에 상태 표시창 및 음성안내기 등을 설치하여 공용사용자의 편의성을 최대한 고려하고 있다.

대용량투입방식은 그림 5와 같다. 다량의 음식물쓰레기가 배출되는 구내식당, 푸드코트(food court) 등에 적용되는 시스템으로 음식물쓰레기가 배출되는 해당 층에 대용량 투입장치를 설치하여 투입된 음식물쓰레기를 분쇄하여 진공 이송시킴으로 다량의 음식물쓰레기를 손쉽게 배출할 수 있는 방식이다. 대용량투입방식의 투입장치에는 다량의 무거운

음식물쓰레기를 투입할 수 있는 자동투입장치와 이송을 위해 대형 음식물쓰레기를 분쇄하는 분쇄장치로 구성되어 있으며, 많은 양의 음식물쓰레기를 단 시간 내에 처리할 수 있는 특징을 가지고 있다. 투입 후의 이송방법은 타 방식과 마찬가지로 임시저장소 또는 집하시설로 강제 진공 이송된다.

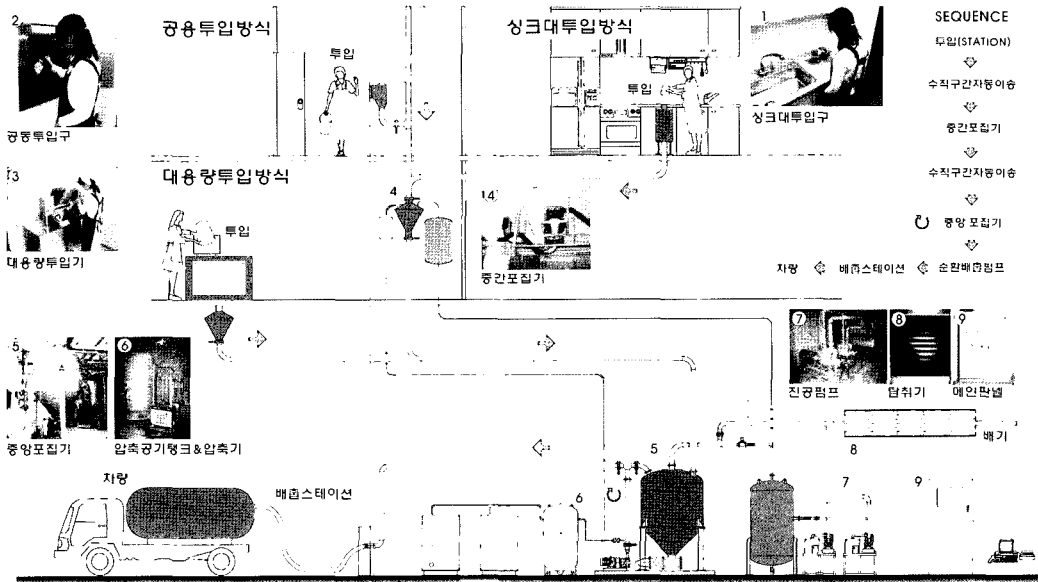
이상은 음식물쓰레기 자동수거시스템의 투입방식에 따른 특징 및 구성을 간략히 설명하였으며 다음은 투입구에서 집하시설까지로 연결되는 이송배관 및 집하시설의 구성 및 특징에 대해 알아본다.

### 이송시설의 구성 및 특징

이송배관은 그림 6에 나타나 있으며, 건물에 수직으로 설치되어 각 층의 투입구와 연결되는 수직배관<sup>8)</sup>과 건물의 지하층 천정 또는 지면 아래 매립, 설치되어 집하시설까지 연결되는 수평배관으로 구분할 수 있다. 수직·수평 이송배관은 배관 및 추가 장비 등이 설치될 건축적 공간이 소요되는데, 이러한 소요공간은 건물에 설치되는 기존 설비와 마찬가지로 건축설계 시 부터 반영하는 것이 바람직하다.

수직배관 하부에는 사용자에 의해 투입된 음식물쓰레기가 수평이송하기 전에 임시로 저장되는 임시저장소가 설치된다. 임시저장소에 저장된 음식물쓰레기는 집하시설과 연계되어 적정 이송시간 및 저장량에 따라 순차적으로 집하시설로 이송되며, 음식물

6) 1회 투입량을 투입구의 기계적인 구조로 제한을 하는 방법으로 정해진 용량 이상의 투입이 불가함.  
 7) 사용자의 정보를 Data base화하여 투입시간, 횟수, 사용빈도 등을 분석할 수 있는 관리시스템.  
 8) 세대별 투입방식(각 세대 싱크대에 설치) 또는 대용량 투입방식(식당 등 특정장소)의 경우 수직배관과 투입구가 설치된 해당 장소까지의 수평배관이 추가됩니다.



[그림 6] 진공이송방식 음식물쓰레기자동수거시스템 전체 계통도

쓰레기가 각 임시저장소에서 수평배관으로 배출 시 사용되는 배출시간은 10초 미만이다. 그러므로 임시저장소의 사용으로 이송 적정시기에만 집하시설까지 이송될 수 있도록 하여 수평이송 효율을 최대화시킬 수 있으며, 또한 사용자가 투입구를 통하여 항상 음식물쓰레기를 배출할 수 있게 한다. 이러한 임시저장소의 관리능력 및 자동제어의 구성에 따라 대단지 및 대형주상복합건물의 음식물쓰레기 자동수거가 가능한 것이다.

수직배관의 임시저장소에서 집하시설까지의 1일 이송회수는 사용자가 배출하는 음식물쓰레기의 양에 따라 1일 3회에서 5회 정도로 설정된다. 이러한 이송횟수는 임시저장소의 저장용량에 따라 감소 및 증가할 수도 있으나, 임시저장소의 설치에 따른 공간적 제약 및 장기보관 시 쉽게 부패되는 음식물쓰레기의 특성 등을 고려하여 효율적인 용량으로 선정하여 설치된다.

수평배관에는 다수의 수평분기 배관이 연결되는 지점에 구획별 관로차단밸브를 설치함으로써 해당 임시저장소의 음식물쓰레기 이송 시 이송공기량을 최소화시켜 이송효율을 증대시키고, 해당 섹터(SECTOR)별 점검이 용이하도록 구성되어 있다. 또한 이송배관의 길이가 길 경우 일정구간별로 관로 점검구 및 가압장치<sup>9)</sup> 등을 설치하여 추후 유지관리가 용이하도록 구성되어 있다.

음식물쓰레기 자동수거시스템의 이송에 사용되는 이송배관은 부식방지를 위해 통상 스테인레스 스틸(stainless steel) 배관 또는 PE(poly-ethylene)배관 등을 사용하며, 배관의 접합은 용접<sup>10)</sup>(welding) 및 플랜지 접합을 사용하여 이송배관의 밀폐성(기밀)을 유지시키도록 설치한다. 이송배관의 밀폐성은 악취발생의 차단 뿐 아니라 진공이송에 있어서 중요한 요소이기 때문에 설치에 있어 주의가 필요하며, 설치 후 완벽한 기밀 테스트가 필요하다.

9) 장거리 이송 시 배관 막힘 등을 자동해소 시키기 위해 설치되는 장비로 이송배관 내의 이송압력을 가압시키는 장치.  
 10) PE배관의 경우 용착(모제를 녹여 부착) 및 전자소켓에 의한 접합방법을 일반적으로 사용함.

### 집하시설의 구성 및 특징

진공 이송된 음식물쓰레기가 최종 도착하는 집하시설은 시스템의 규모에 따라 주상복합건물 등은 해당건물 지하층 등에 설치되며, 대단지 택지개발 등의 경우는 단지 외에 별도로 설치되는 집하시설 건물에 부속되는 것이 일반적이다.

집하시설은 그림 7과 같다. 진공이송에 필요한 진공발생장치, 공기와 함께 수거된 음식물쓰레기를 분리·저장하는 장치, 진공이송에 사용된 오염된 공기를 여과·탈취하여 대기로 방출하는 여과장치 등으로 구성된다.

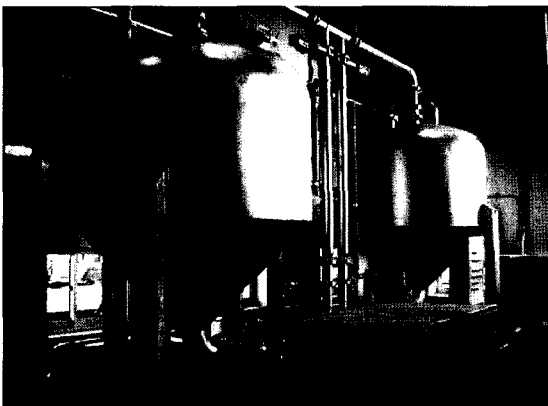
진공발생장치는 이송에 필요한 진공을 형성하는 장비로 진공펌프, 진공브로워, 진공휀 등이 사용된다. 이러한 진공발생장치는 이송규모 및 용도에 따라 선정되며, 장거리 이송 시에는 다수의 진공장비를 연결하여 사용하기도 합니다. 진공발생장치는 진공이송 방식의 핵심이 되는 기본 장비이므로 여분의 장비(spare)를 추가 설치하는 등의 유지관리가 필요하다.

수거된 음식물쓰레기를 분리·저장하는 장치는 이송공기와 음식물쓰레기를 분리 후 저장하는 장비로 분리기와 저장소 구분되며, 분리장비는 그 용도에 따라 음식물쓰레기에 포함된 협착물 등을 분리하는 기능을 갖춘 장비를 적용하여 사용하기도 한다. 분

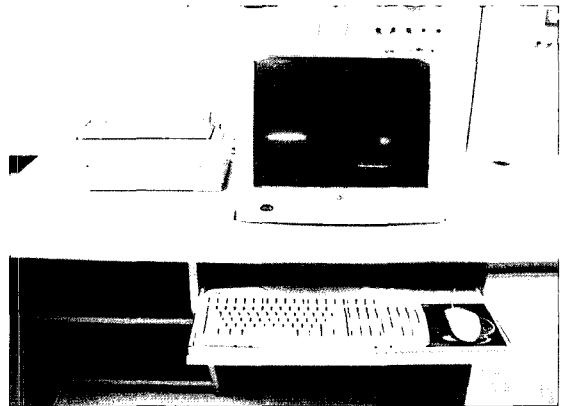
리를 거친 순수 음식물쓰레기는 저장소에 일시 보관되어, 저장량에 따라 음식물쓰레기 처리업체로 자동 반출되며, 이송공기는 습식여과장치를 거쳐, 불순물 여과 후 탈취장치를 통해 이송 전의 깨끗한 공기로 전환시켜 대기에 방출된다. 집하시설의 장비들은 밀폐형으로 구성하여 악취발생을 사전 차단하고 있으며, 집하장은 장비의 수리 및 유지관리 시 발생할 악취발생 등을 대비하여, 악취유발 장비 등에 국부 환기시설을 설치하며 집하장 내의 원활한 환기를 위해 급기 및 배기 시설을 갖추고 있다.

투입시설(투입장치) 및 이송시설(이송배관 및 부속장치), 집하시설 등의 전 시스템은 각 장비에 부착된 제어장치 및 집하시설에 설치된 주제어장치(main controller)와 연계하여 투입에서부터 이송, 그리고 분리·저장까지의 모든 작동을 자동으로 수행하며, 각 장비의 상태 감시 및 제어가 가능하므로 유지관리가 용이하다. 그림 8과 그림 9는 자동제어 장비를 나타내었으며 이러한 상태감시 기능은 집하시설에서 뿐만 아니라 집하시설에서 떨어진 사무실 등에서도 감시가 가능한 원격감시시스템이 도입되어 있다.

주제어장치는 컴퓨터 디스플레이를 사용한 HMI<sup>1)</sup>(human machine interface)를 적용하여 직관적으로 구성되어 있기 때문에 관리가 편리하다. 전체 시스템의 운영은 교육된 최소의 인원으로 관리가 가능하므로, 음식물쓰레기의 이송과 관련된 인건비 및

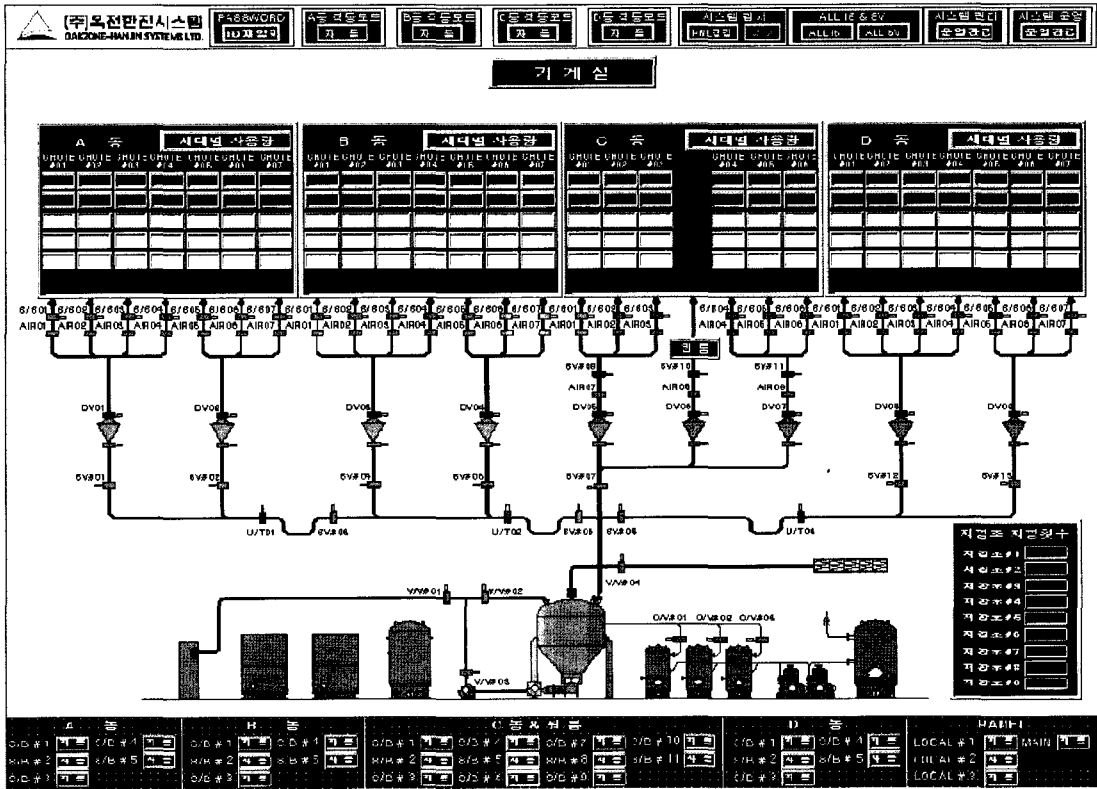


[그림 7] 집하시설 전경



[그림 8] 자동제어 Computer

11) 자동제어 프로그램으로 직관적인 Interface로 마우스의 클릭 등으로 쉽게 시스템을 관리할 수 있음.



[그림 9] HMI 화면(자동제어)

수거시간을 최소화하여 비용을 절감할 수 있으며, 기존의 수거방식 보다 편리하며, 쾌적한 주거환경을 구성할 수 있다.

**시스템의 적용 및 진행방향**

진공을 이용하여 음식물쓰레기만을 자동 수거하는 시스템은 2002년 강남우체국에 대용량투입방식 음식물쓰레기 자동수거시스템이 처음 설치된 것을 시점으로, 2003년 분당 소재의 삼성 미켈란쉐르빌 및 삼성동의 미켈란107 주상복합에는 싱크대 투입방식이 최초로 개발·설치되어 운영되고 있다. 미켈란쉐르빌에 설치된 음식물쓰레기 자동수거시스템은 싱크대 투입방식으로 총 803세대에 설치되어 현재 운영 중에 있으며, 2004년 서초 아크로비스타에는 공동투입방식 음식물쓰레기 수거시스템이 최초로 설

치되어 있다. 그 후 2005년도부터 상용화 되어 여러 주상복합 및 대단지 택지개발 사업부지 등에 진공이송방식 일반쓰레기자동수거시스템과 더불어 적용하여 설치되고 있다.

진공이송방식 음식물쓰레기 자동수거시스템은 기존 음식물쓰레기 수거 체계를 개선하고 음식물쓰레기를 배출하는 사용자의 편의성과 주거환경개선을 위해 개발되었으며, 현재 현장 등에 설치, 운영되고 있는 새로운 개념의 설비이다. 새로운 시스템을 현장에 적용하는 데에는 설치와 운영에 있어 예상치 못한 여러 가지 문제점 등을 발생시킬 수 있다. 따라서 시스템의 적용에 있어 사용자 및 현재 설비 관련업 종사자 분들의 충분한 이해와 관심이 필요하며, 기존 설비와 조화를 이루어 적용될 수 있다면 거주자의 주거환경을 보다 쾌적하게 구축할 수 있는 최고의 시스템을 구성할 수 있을 것이라고 생각된다. (☉)