

병원의 기송관 시스템 (Pneumatic tube system)

이 중 화

국제이엠티 (주) (impexlee@kornet.net)

기송관시스템의 역사

기송관시스템의 기본 원리는 A.D 1세기 때 그리스의 영웅 알렉산드리아 때로 거슬러 올라간다. 그 당시에는 기송관시스템을 통하여 물품을 운송한다는 개념을 갖지는 못하였다. 근대적인 기송관시스템의 개념은 1806년 Phineas Balk에 의하여 최초로 발명되었다. 아울러 기송관시스템이 실용적으로 사용되어진 것은 영국의 빅토리아 시대에 들어 서신을 전송하거나 전신국에서 근접한 빌딩으로 전보를 발송한 것이 기송관시스템의 첫 번째 사용이었다.

현재에는 병원, 산업체, 은행과 대형할인점 등 사용이 대중적인 것에 반해 그 당시에는 일반적으로 작은 소포나 문서 전송의 목적으로 주로 사용되었다. 기송관 시스템에 대한 호칭이 현재의 "Pneumatic Tube System" 이 아닌 "Pneumatic Post" 로 오랜 기간 동안 불린 이유는 이전에는 전신국에서 기송관시스템을 주로 사용하였기 때문이다.

우편용 기송관시스템의 기술은 1800년대 스코틀랜드 기술자 William Murdoch에 의해 고안되었으며, 이후 런던의 Pneumatic Dispatch Company를 통해서 발달되었다. 우편용 기송관시스템은 19세기 후반부터 유럽의 대도시에서 사용이 되기 시작했으나 20세기 중반부터 대중적인 사용은 쇠퇴하기 시작하였다.

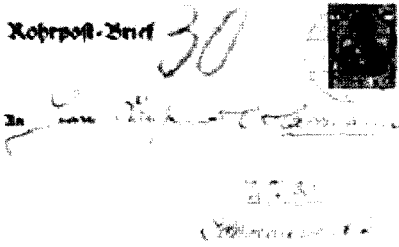
우편용 기송관시스템은 미국의 대도시의 모든 거리에 메일을 운송했던 것으로 추측되며, 아울러 파리의 우편용 기송관시스템은 1984년까지 사용되었

으나 컴퓨터와 팩스의 급속한 보급에 의하여 현재는 사용되지 않고 있다. 체코 공화국의 프라하에는 메일과 소포 등을 보내기 위한 대략 60 km의 관로가 현재에도 존재한다. 그러나 2002년 유럽의 대홍수 동안에 많은 피해를 입었으며, 막대한 보수비용으로 인하여 현재 서비스가 무제한 보류된 상황이다. 아울러 이탈리아는 특별히 우편용 기송관시스템을 위해 우표를 발행한 유일한 나라이며, 오스트레일리아, 프랑스, 독일은 우편요금이 부과된 봉투를 발행 우편용 기송관시스템에 사용하였다.

국내에서의 기송관시스템은 포항제철에서 1973년 일본 Nippon Shooter로부터 수입한 기송관시스템이 국내 최초로 설치된 기송관시스템으로 추정되며, 병원에는 서울대학교병원이 1978년 미국 D.D Lamson 으로부터 도입하여 설치한 기송관시스템이 국내병원에 최초로 설치된 기송관시스템이다. 이후 국내에서는 병원, 은행, 신문사, 호텔, 공장, 대형할인점 등 다방면에 걸쳐 많은 시스템이 설치되어 현재까지 운용되어지고 있다.

• 우편용 기송관시스템의 주요 역사

- 1853년: 세계 최초로 런던 증권거래소와 도시 주요 전신국의 연결(220 yard)
- 1865년: 베를린(1976년까지 사용, 1940년 최고 전성기 시절 총 연장 400 km)
- 1866년: 파리(1984년까지 사용, 1934년부터 총 연장 467 km)



[그림 1] 독일 베를린에서 사용된 우편 기송관시스템용 엽서, 1902

- 1875년: 비엔나(1956년까지 사용)
- 1887년: 프라하(2002년도 대홍수 이전까지 사용)

기송관시스템의 특징

• 경제성(Economy)

기송관시스템의 가장 큰 특징은 현존하는 운송 시스템 중 투자대비 효율성이 가장 높다는 것이다. 현재 병원, 공장 등 다양한 분야에서 소형 물품을 운송하는데 유사한 자주대차시스템 등 타 설비에 비해 약 1/4 ~ 1/5의 비용으로 시스템을 설치할 수가 있다. 아울러 다음과 같이 기송관시스템은 반복적인 물품 운송에 있어서 인건비와 대비하여 높은 운송 효율을 제공한다.

예) 매회 왕복 5 분씩 하루 30회 정도 물품 전달 업무에 소비한다고 가정하였을 때

$$(A) 30 \text{ 회} \times (T) 5 \text{ 분} / 60 = 2.5 \text{ 시간}$$

매일 2.5 시간씩 1년간 소비되는 시간, 2.5 시간 × 220일 = 550 시간

일반 사무직의 시간당 임금을 10,000원으로 가정

하면 연간 비용은,

$$550 \text{ 시간} \times 10,000 \text{ 원} = 6,050,000 \text{ 원}$$

위의 금액을 물품 전달 업무에 관련되는 사람들 수와 곱하면 최종적으로 기송관시스템을 설치하였을 시 회수할 수 있는 금액을 산출할 수가 있다.

(*일반 기업 사무직 연봉을 2,000만원으로 산출한 경우)

아울러 기송관시스템의 경우 운송 속도가 빠르기 때문에 인력 운송시보다 4 ~ 5배 정도 빠르게 업무를 처리할 수 있다는 장점과 보통의 경우 기송관시스템은 설치 후 약 3 ~ 4년 내에 설치비를 회수할 수가 있기 때문에 사용자에게 많은 경제적 이득을 제공할 수가 있다.

• 내구성(Durability)

서울대학교병원의 기송관시스템은 1978년에 설치되어 현재 30년 가까이 운영되고 있다. 적절하게 유지관리가 되고 부품 공급 등이 적기에 이루어진다면 대부분의 기송관시스템은 건물의 수명과 같은 내구성을 가질 수 있다. 상기에서와 같이 프라하에서는 1887년에 설치된 기송관시스템이 최근인 2002년까지 사용된 예와 같이 기송관시스템은 매우 긴 내구성을 제공한다.

• 확장성(Expand)

통상 다른 종류의 운송시스템의 경우 설비의 변경이나 증설 등이 매우 어렵거나 불가능한 경우가 많으나 기송관시스템의 경우 보통의 경우라면 시스템의 변경, 축소, 증설 등 모든 면이 가능하다는 것이다. 대부분의 배관은 해체가 가능하도록 배관의 연결을 Clutch clamp로서 설치하기 때문에 배관의 변경이 용이하며, 아울러 시스템의 컨트롤러는 다양한 사양 변경에 쉽게 적용할 수 있는 시스템 구조로 되어 있다.

• 편리성(Convenience)

기송관시스템은 타 설비에 비해 컨트롤 및 구성부품이 적은 관계로 대체로 설치 기간이 짧다. 아울러 기송관시스템은 옥내 및 옥외 모두 설치가 가능하며, 사용자는 간단한 교육만으로 바로 사용이 가능

한 구조로 되어있다. 또한 기송관시스템은 타 설비에 비하여 고장률이 매우 적으며, 필요에 따라 인터넷으로 연결되어 원격 수리가 가능하다.

기송관시스템의 구성

• 계통도 (Layout)

기송관시스템은 주요 구성품은 그림 2와 같이 스테이션, 직관 및 곡관, 방향 분배기, 송풍기, 라인전환기 및 시스템 제어반, 그리고 운송 용기인 기송자 등으로 구성된다. 기송관시스템은 필요에 따라 1라인에서 최대 32개 라인까지 구성할 수 있으며, 일반적인 경우 1라인 당 연결되는 스테이션의 수량은 8~12개 정도 구성한다. 최근 국내의 종합병원의 경우는 대략 6~10개의 라인을 사용하며, 병원 규모에 따라 40~100여개 정도의 스테이션을 설치 운영한다.

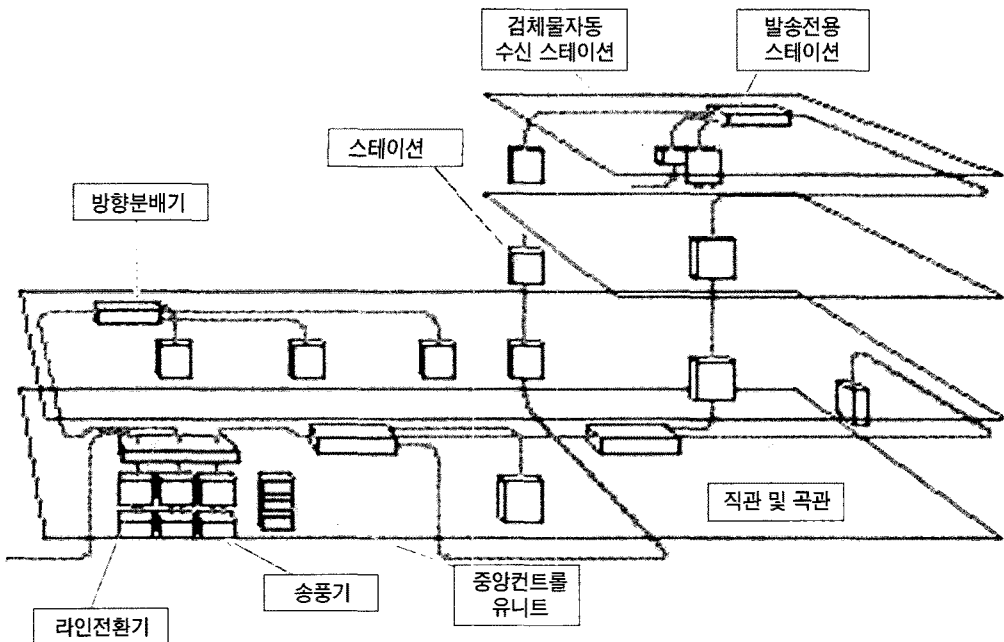
• 기송자(Carrier)

기송자는 운송하려고 하는 물품을 넣어서 운송하는 용기이다. 기송자의 재질은 사용하려는 목적에

따라 스틸(Steel) 또는 플라스틱 계통인 Makrolon과 Polypropylene으로 제작되어지며, 스틸로 제작된 기송자는 주로 제철소 또는 철강 회사 등에서 사용되어지며, 플라스틱 재질의 기송자는 병원, 일반산업체, 은행 등에 사용되어진다.

기송자의 크기는 스틸용은 외경 75 mm(길이: 223.5 mm)이고, 일반용 기송자는 보통 외경 110 mm(길이: 230 ~ 370 mm) 와 외경 160 mm(길이는 350 ~ 420 mm) 가 주로 사용되어진다. 간혹 외경 300 mm의 대형 기송자도 있지만 특수한 경우에 사용된다. 일반용 기송자는 슬라이딩 구조로 뚜껑을 열수가 있으며, 상하 모두 개폐를 할 수가 있다. 기송자는 배관과의 마찰을 줄이기 위하여 상부와 하부에 Velcro Ring을 부착하여 사용하는데 안정적인 시스템 운영을 위하여 적절한 시기마다 새로운 Velcro Ring으로 교체가 필요하다.

기송자의 운송 무게는 스틸 기송자는 1 kg 내외, 일반용 기송자는 110 mm용은 1 kg 내외, 160 mm 용은 5 kg 내외를 운송한다. 스틸용 기송자의 경우 운송 샘플 온도 (최대 800℃)에 대한 내열성 및 최대



[그림 2] 기송관시스템 계통도

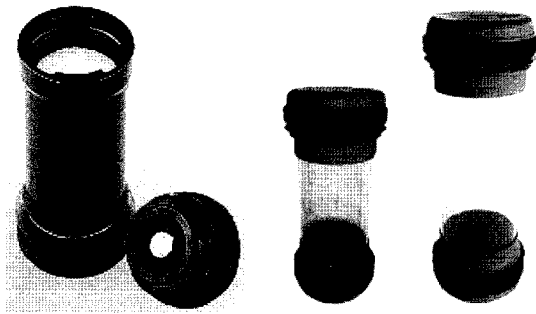


30 m/s의 운송속도에 견딜 수 있는 내구력을 가져야 한다.

최근의 병원에서는 주로 운송되어지는 혈액 검체물, 환자 소변(urine)등의 내용물에 의한 감염 방지를 위하여 생활 방수형 내지는 완전 방수형의 기송자를 사용하며, 사용자의 편의를 고려한 자동 배출형 기송자를 사용하기도 한다. 또한 스테이션에 기송자 이외의 타 물질 운송 방지 및 기송자 자동 회송을 위해 스테이션 및 기송자 내부에 RF-Tag를 설치하여 사용하며, RF-Tag는 필요에 따라 기송자의 운송 루트에 대한 추적에 사용된다(그림 3 참조).

• 스테이션(Station)

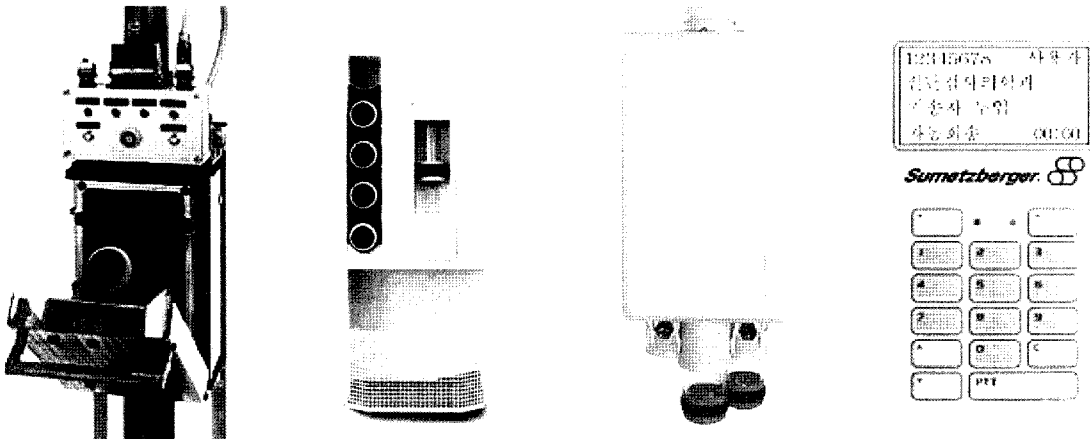
스테이션은 기송자를 원하는 부서로 발송을 하거



[그림 3] 기송자의 종류(산업용 및 일반용)

나 타 부서에서 발송한 기송자를 수신하는 장치이며, 모든 기능은 Microprocessor 로서 작동된다. 스틸용 스테이션은 75 mm용 스테이션이 주로 사용되며, 재질은 알루미늄 및 스틸로 제작되어 진다. 일반용 스테이션은 스틸로 제작되며, 110 mm용과 160 mm용이 있으며, 스테이션의 구조는 110 mm 용은 기송자를 상부 또는 전면에서 투입하는 형태로 되어 있으며, 160 mm용은 기송자가 크고 무겁기 때문에 사용자의 편의를 위하여 전면 투입 방식 또는 하부 투입 방식으로 되어 있다. 또한 사용자의 편의를 위해 여러 개의 기송자를 예약 발송할 수 있는 Multi-sending 스테이션 및 여러 개의 기송자를 한꺼번에 받을 수 있는 Multi-receiving 스테이션을 제공한다.

스테이션에는 스테이션 키보드 장치와 기송자를 받을 수 있는 바스켓(basket) 및 기송자 걸이(rack)가 포함되어 있으며 부드러운 도착을 위하여 Air Cushion기능과, 장애 시 기송자 자동 제거 기능이 있다. 스테이션 키보드 장치에는 64자가 표시되는 LCD 조판과 16개의 키보드로서 구성되어 있다. LCD 조판에는 8자의 수신 스테이션 번호와 부서명이 표시되며, 아울러 상세한 사용자 설명서 및 고장 표시도 문자로서 표시 된다. LCD 조판은 사용자의 편의를 위해 모든 문자가 한글로 표시되며 아울러 Back Grounding Bright 방식으로 사용자의 사용이 용이하며, 세척 및 방수 기능이 있다(그림 4 참조).



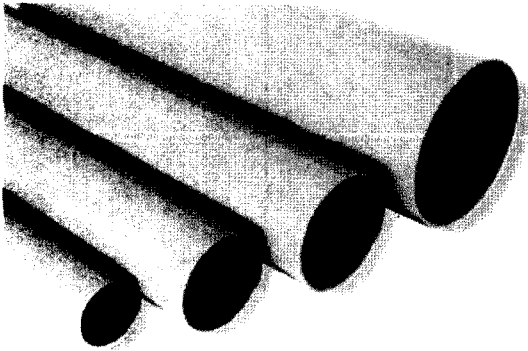
[그림 4] 스테이션(산업용 / 일반용) 및 스테이션 조판

• 직관과 곡관(Straight Tube & Bend Tube)

직관과 곡관은 기송자를 운반하는 통로로 사용되며 재질은 주로 PVC, 스틸 또는 알루미늄이 주로 사용된다. 1990년대 이전에는 주로 스틸 및 알루미늄관을 많이 사용하였으나 1990년 이후로는 기술의 발달로 PVC 재질의 직관 및 곡관이 많이 사용되어지고 있다. 생산 공장에서 직관은 주로 1 분에 5 m 단위의 길이로 생산되어지며, 곡관은 90도의 곡관만이 생산되어진다. 필요에 따라서 직관은 절단하여 알맞은 길이로 재단을 하여 사용되며, 90도의 곡관은 현장에서 90도의 곡관을 가공하여 30도, 45도, 60도 등 원하는 각도의 곡관을 제작하여 현장에서 사용되어진다. 주로 사용되어지는 곡관의 곡률 반경은 800 R에서 1200 R 사이이다(그림 5 참조).

• 방향 분배기(Diverter)

방향 전환기는 배관에서 가지 관으로의 분배가 필



[그림 5] 직관 및 곡관

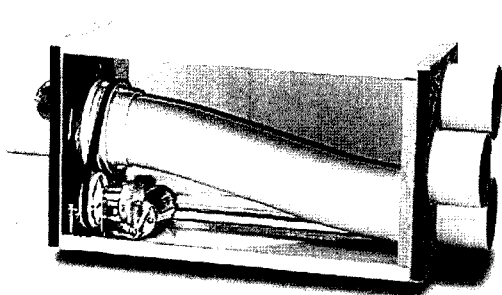
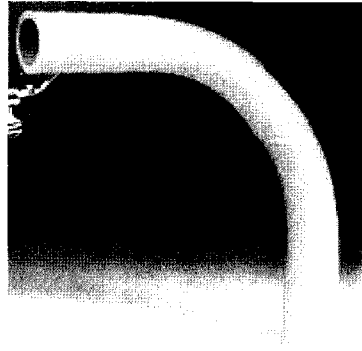
요시 설치되어 사용되는 장치로서 통상 한 방향에서 3 방향으로 분기가 가능하며, 내부의 방향 전환은 모터 구동에 의한 벨트 방식으로 전환된다. 분배기는 방향 전환 시 안전하고 소음이 발생 하지 않는 구조로 되어 있으며, 아울러 벨트 방식으로 구동하기 때문에 손쉽고 신속한 수리가 가능하다(그림 6 참조).

• 전원공급기(Power supply unit)

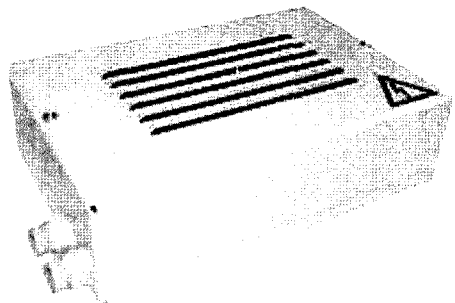
전원공급기는 기송관시스템에서 필요한 전원을 AC 220 V를 DC 30 V로 전환하여 시스템에 공급하는 장치이다. 공급된 DC 30 V는 방향분배기의 모터 구동과, 스테이션 모터 구동, 시스템 컨트롤러 등에 사용된다(그림 7참조).

• 송풍기(Blower)

송풍기는 기송자를 운반 할 수 있는 공압과 풍량을



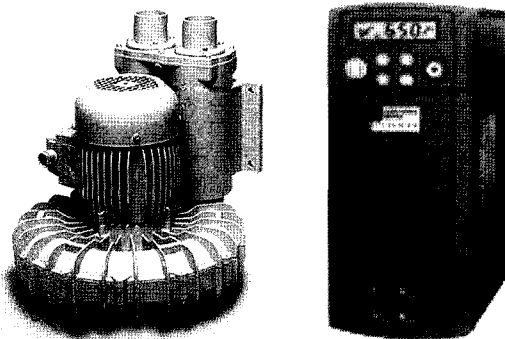
[그림 6] 방향분배기(1 in-3 out)



[그림 7] 전원공급기(Power supply unit)



시스템에 공급하는 장치로서 대체로 한 라인에 한 대의 송풍기가 설치된다. 통상적으로 많이 사용되는 송풍기는 기송관시스템 전용으로 개발된 SU-6 또는 SU-8 타입(2.6 kw ~ 6.3 kw)의 송풍기가 주로 사용된다. 송풍기에는 Air diverter가 설치되어 기송자의 운송 방향에 따라 송풍(pressure) 및 흡인(suction)이 가능한 구조로 되어있다. 최근에는 시스템에 공급되는 과도한 풍량으로 인한 기송자 및 스테이션의 파손을 막기 위해 라인별 배관의 거리에 따라 적절한 풍량을 공급하기 위하여 주파수 변조기(frequency controller)를 사용한다. 주파수 변조기를 사용 시 5% 단위의 풍량 조절이 가능하여 라인마다 적절한 풍량을 공급할 수가 있다. 부속장치로는 소음 방지용 Silencer 등이 있다(그림 8 참조).



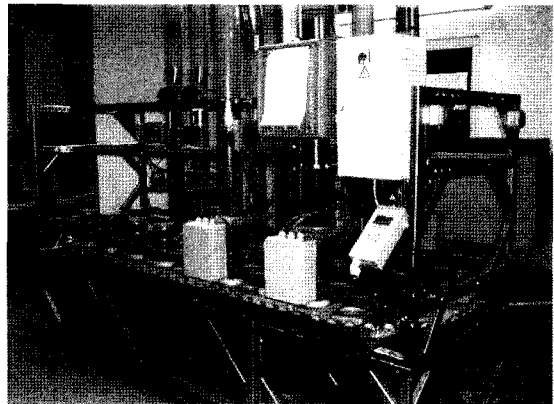
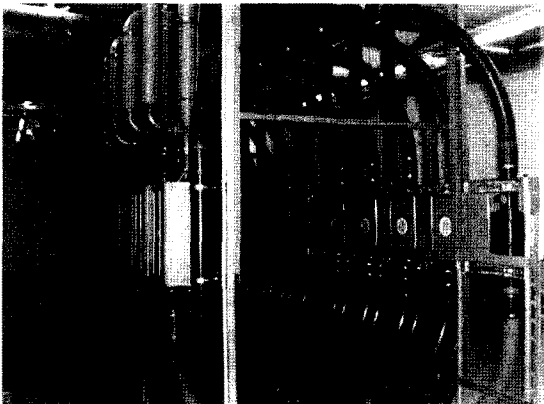
[그림 8] 송풍기 및 주파수 변조기

• 라인 전환기(Central Transfer Unit)

라인 전환기는 한 시스템에 여러 라인을 설치 운영할 때 각각의 라인을 운행하는 기송자를 다른 라인으로 기송자를 자동 이동시켜 주는 장치이다. 중앙 교체기의 종류는 분배기(diverter)에 의한 중앙 교체기 방식과 Power Transfer Unit 방식이 있으며, 사용자는 건축 구조 및 설치 스테이션 수량에 따른 적절한 중앙교체기를 선택하여 사용이 가능하다. 통상 2라인에서 4라인까지는 분배기(diverter)에 의한 중앙 교체기 방식이 많이 사용되며, 5라인 이상은 Power Transfer Unit 방식의 사용이 유리하다. 특히 최근에 개발된 Power Transfer Unit는 시간당 최대 720개의 기송자의 라인 전환이 가능하여 기송자의 라인 전환을 위한 대기 시간을 대폭 줄일 수가 있으며, Power Transfer Unit 내에 빈 기송자 저장 및 응급 물품은 타 운송물에 우선하여 최우선으로 라인 교체가 가능하다. 아울러 라인 증설시 시스템의 변경을 최소화할 수 있는 장점 및 분배기(diverter)에 의한 중앙 교체기 방식보다 공간 점유가 적으며, 추후 확장이 용이하다는 장점이 있다. 또한 필요시 여러 대의 Power Transfer Unit를 설치하여 연결 운영이 가능하다(그림 9 참조).

• 시스템 제어반(System control unit)

시스템 제어반은 시스템 내의 기송자 발송 및 도착 현황을 포함하여 고장 및 수리에 관한 모든 정보를 얻을 수 있는 장치이며, 주로 중앙 관제실 또는 반송

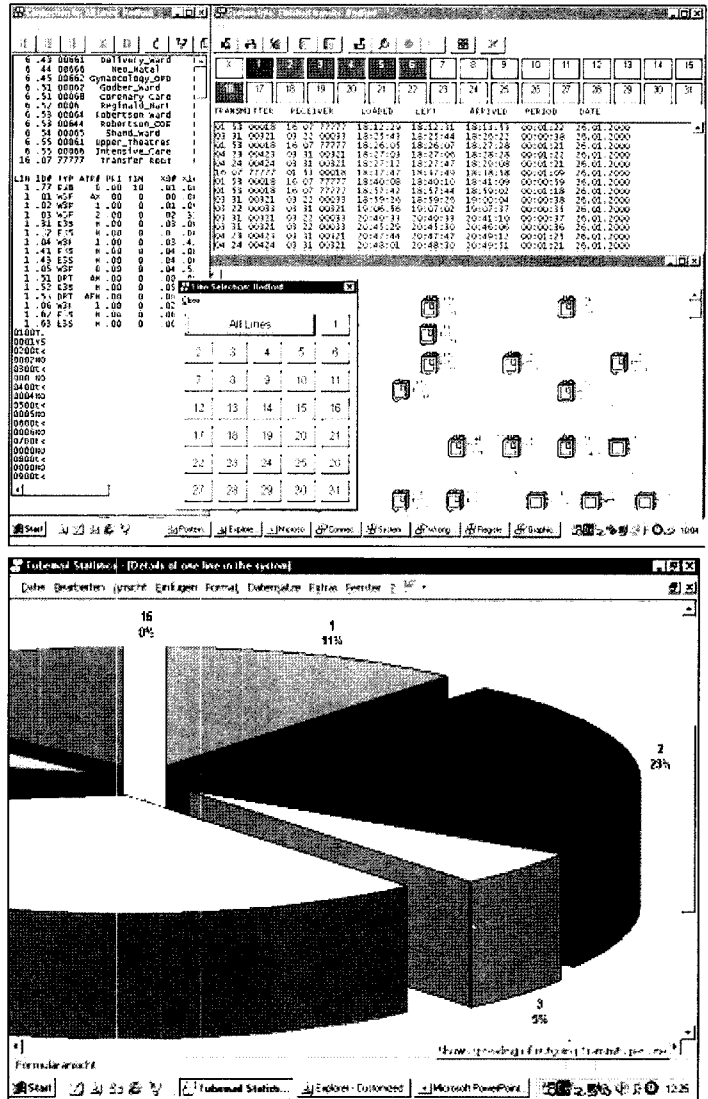
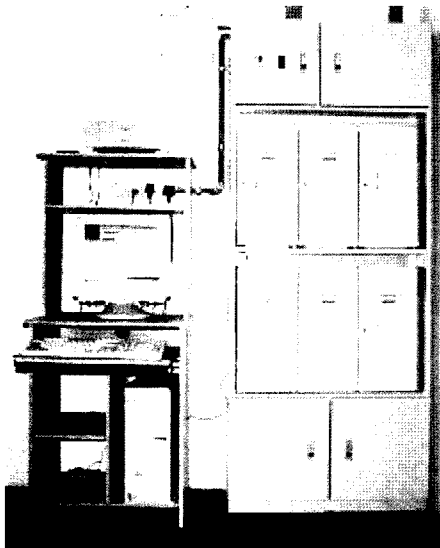


[그림 9] 라인전환기(분배기 방식 및 Power Transfer Unit)

기계실에 설치된다. 시스템제어반의 모니터를 통하여 기송자의 운송 상황을 그래픽으로 확인이 가능하며, 또한 사용량에 대한 분석이 가능하다. 필요에 따라 원격 제어가 가능하며, 주요 기능은 다음과 같다 (그림 10 참조).

- 자동 출발 기능 및 예약 기능
- 우선권 부여 기능(16 단계)
- 저속도 부가 기능(검체물 운송)

- 자가 진단 기능 및 데이터 유지 기능
- 정전 시 데이터 유지 기능
- 자동 복귀 운전 기능
- 고장 시 위치 표시 및 내용 통보 기능
- 스테이션 고장 시 대체 스테이션 운용 기능
- 기송자 운송 상태 PC 모니터에 그래픽 표시
- 기송자 추적 기능
- 운송 횟수 기록 및 운송 데이터 처리



[그림 10] 시스템 제어반 및 모니터 Display



기송관시스템의 적용 현황

• 병원

병원에서 사용되는 기송관시스템은 의무기록차트, X-ray Film, 각종 조제약, 검체물(blood samples 및 urine), 소독 물품, Slip, 기타 소형 물품 등을 주로 운송한다. 최근의 병원에 있어서 문제가 되는 부분은 개인의 업무량 증대 및 업무의 전문화와 병원의 물품 및 서류 수발 체계의 복잡화 및 사회적 여건의 변화, 병원 내 물품 운송 원의 잦은 이직률 등으로 인하여 기송관시스템의 중요성이 강조되고 있는 상황이다.

병원 내의 기송관시스템의 설치 효과는 병원 물품 및 서류 수발에 소요되는 인력 및 시간 절감, 동선 축소로 유동 인원 감소, 혼잡성 감소로 병원내 차분한 분위기 유지, 전문 인력의 업무 효율 제고, 정확한 물품 및 서류 수발, 신속한 업무 처리로 환자 대기 시간 단축, 건축 구조에 의한 부서 배치 지양, 인텔리전트 병원으로서의 이미지 제고 등 많은 이점으로 인하여 대부분의 신축 병원에 있어서는 적극적으로 도입, 설치되고 있다.

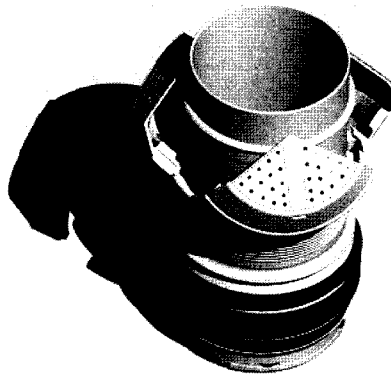
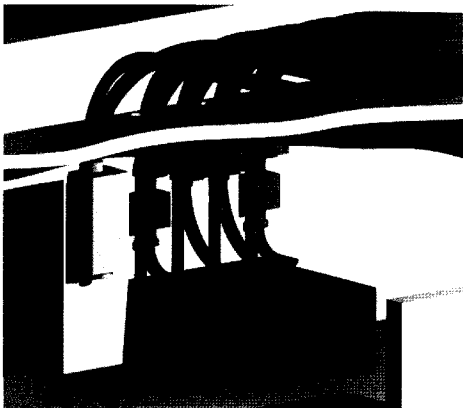
병원에 설치되는 기송관시스템은 대형병원의 경우 약 100여개의 스테이션을 설치 운영되기 때문에 타 시스템에 비하여 복잡성 및 다양성을 나타낸다. 특히 병원 내의 기송관시스템의 경우 진단검사의학과와 약제부가 주요 운송부서가 되는데 특히 진단검사의학과의 경우 검체물 자동 운송시스템이 설치

되어야 한다. 그림 11과 같이 Auto unloading 스테이션 및 기송자는 예를 들어 응급실에서 기송자를 발송하면 기송자는 진단검사의학과에 도착하여 자동으로 검체물을 배출한 후 응급실로 자동 회송하는 기능이 있으므로 특히 진단검사의학과에서는 유용하게 사용되고 있으며, 현재 신축병원인 가톨릭대학교 새병원, 양산부산대학교병원 및 대구가톨릭대학교병원, 경상대학교병원 등에서 유용하게 사용되고 있다.

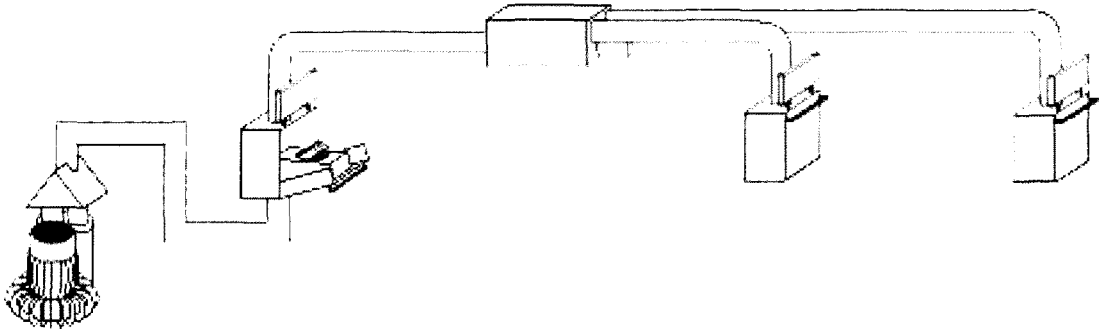
• 산업체

기송관시스템의 산업체 적용은 주로 생산 공장에서 채취한 샘플을 분석실로 발송하여 가능한 짧은 시간 내에 샘플 분석을 하기 위하여 사용된다. 통상 시스템은 일대일(point to point) 방식으로 많이 설치되며, 필요에 따라 분배기를 사용하여 스테이션 증설이 이루어진다.

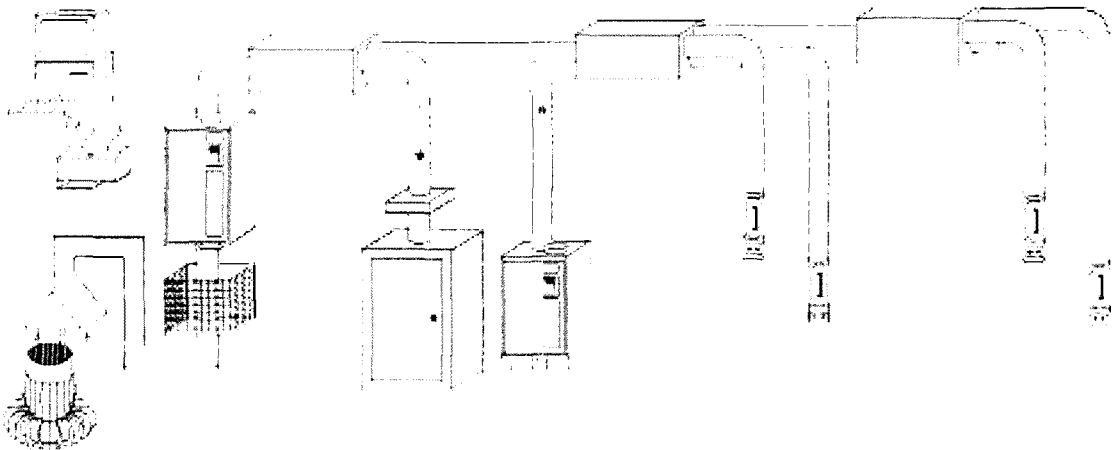
국내의 경우 제철소 및 철강회사, 제지회사, 석유화학 공장, PCB 제조 공장, 자동차 생산 공장 등 많은 산업 분야에서 사용되고 있다. 산업체에 사용되는 기송관시스템은 주로 옥외에 설치되는 경우가 많기 때문에 배관은 주로 스틸 배관을 사용하며, 기송자 운송시 배관중 기송자의 통과 유무를 확인하기 위하여 Tracking 시스템을 기본적으로 사용한다. 아울러 스틸 배관은 계절에 따라 팽창 및 수축이 이루어지기 때문에 온도 차이에 의한 신축보정 장치의 부착도 고려해야 한다(그림 12 참조).



[그림 11] Auto unloading station 및 carrier



[그림 12] 산업체 기송관시스템 Layout



[그림 13] 대형할인점 기송관시스템 Layout

• 기타 사용처

병원 및 산업체 외에 대형할인점, 은행, 일반 오피스빌딩 등 기송관시스템은 다양한 분야에서 사용이 되고 있다. 그림 13은 대형할인점에서의 현금 운송에 관한 Layout이다.

결론

기송관시스템은 국내에 1970년대에 도입되어 현재 약 200여개의 프로젝트에 납품 설치 운용되고 있다. 아울러 현재 국내에 신축되는 병원에서는 다양한 이

점으로 인하여 기송관시스템의 채용을 우선시 하고 있으며, 산업 현장 역시 보다 빠른 업무 향상을 위하여 기송관시스템의 설치가 증가하고 있다. 기송관시스템의 특징인 경제성, 내구성, 확장성 및 편리성은 타 운송시스템과 비교하여 사용자에게 많은 이득을 제공하고 있다. 향후 기송관시스템은 병원에서는 완전 자동화 및 운송 물품에 대한 RF 추적 기능 등 다양한 부가 기능이 추가로 제공될 것으로 기대하며, 산업계에서는 보다 빠른 운송 속도를 제공하기 위하여 한 단계 발전한 모습의 기송관시스템이 조만간 고객에게 제공될 것으로 기대된다. (㉔)