

지하주차장에서의 환기설비

김 현 국
가 인 교 역 / 대 표

1. 머리말

도시가 고밀화하고 자동차의 보급이 폭발적으로 증가하여 서울을 비롯한 대도시가 자동차의 교통문제로 몸살을 앓게 되면서 대부분의 기존건물이 충분한 주차장을 확보하고 있지 못한 우리나라에서는, 신축되는 건물에는 주차장법이나 조례등을 통해 법적으로 주차 댓수를 확보하도록 의무화 하고 있다.

따라서 대형건물을 설계할때 주차계획도 대단히 중요한 부분을 차지하고 있다. 만약 공사비용만을 생각한다면 지상에 주차하거나 지상 구조물로 주차장을 마련하는 것이 저렴하겠지만 제한되어 있는 용적율이나 고도제한내에 건물의 용도를 충족시키는 목적과 기능을 확보하여야 하며, 미관등도 고려하여 대부분의 건물내 주차공간은 용적율의 제한이 없는 지하주차장으로 확보하는 것이 보통이다.

일반적으로 주차장은 옥내에 위치하더라도 이용자가 장시간 체류하는 공간이 아니므로 업무공간과 같이 엄밀하고 쾌적한 실내환경을 유지할 필요는 없지만 주차장이 오염될 경우는 사용자나 근무자가 대단히 불쾌감을 느끼게 되며, 건물내의 거주 공간으로 오염

이 확산되어 악 영향을 미치게 되므로 충분한 환기설비를 하여야 한다.

본 고에서는 지금까지 지하주차장의 환기에 적용하여온 환기방식과 최근 주차장 층고를 줄이고, 공사비와 운전비도 절감할 수 있는 새로운 환기 방식에 대하여 검토하고자 한다.

2. 주차장 환기방식의 종류와 발전과정

2.1 급·배기 덕트 환기방식

종래의 지하주차장 환기 방식은 외기를 송풍기와 대형 급기덕트를 통해 주차장에 공급하고, 오염된 공기는 배기 덕트와 배풍기를 통해 배기시켜서 환기하는 방식이다.

이 방식은 주차장 내부에 골고루 외기를 공급하여 차량에서 배출된 배기가스에 의해 오염된 공기를 희석시켜 기준농도를 유지시키고, 오염된 공기는 실내에 정체되지 않도록 구석구석에서 배기구와 배기덕트를 통해 외부로 배출시키므로 확실한 환기효과를 기대할 수 있는 방식이다. 그러나 덕트 방식은 다량의 환기풍량을 처리하기 위한 대형의 급기 및 배기덕트 설치 공간이 필요하므로 층고가 높아지거나 실의 유효면적이 감소하는

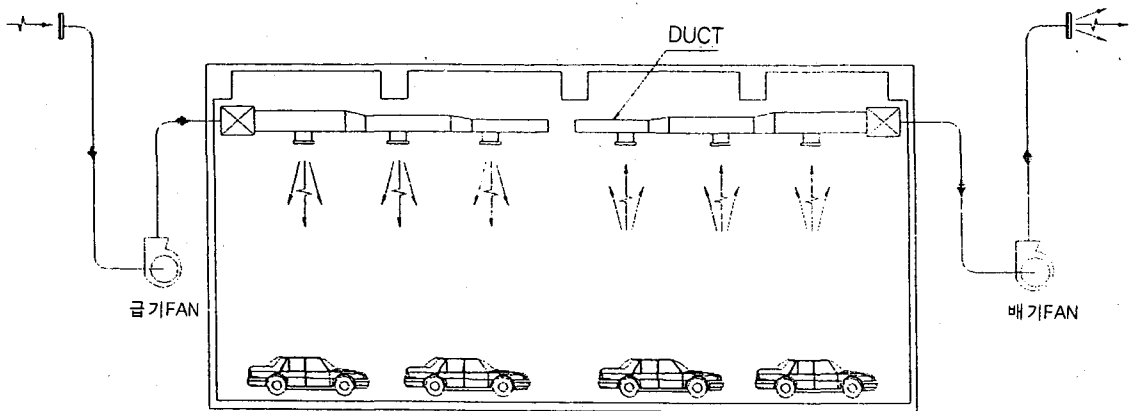


그림 1 DUCT SYSTEM 계통도

단점이 있으며, 덕트저항 때문에 송풍기의 정압이 커지므로 동력비가 증가한다.

2.2 고속노즐 환기방식(일명 : 딜리벤트 방식)

일반 급·배기덕트에 의한 환기방식은 대형 환기덕트가 필요하여 주차장 층고가 높아지고, 운전비가 증대되는 단점이 있으므로

이것을 해결하는 방법으로 고속노즐을 통한 공기취출에 의해 발생하는 공기의 유인효과에 의해 공기를 이송시키는 딜리벤트(Dirivent) 방식이 주차장 환기에 적용되어 우리나라에서 최근까지 주차장환기의 대표적인 방법으로 활용되어 왔다. 이 방법은 팬룸에 송풍기와 배풍기만을 설치하고 주차장에

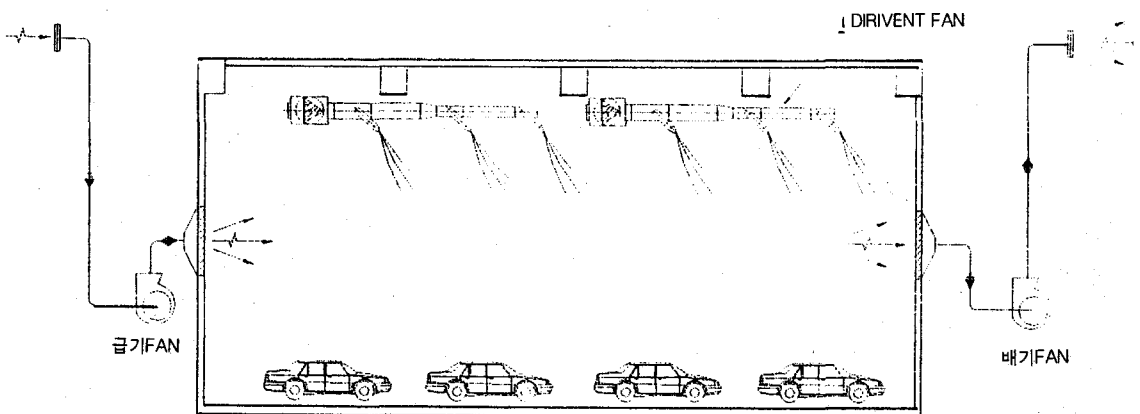


그림 2 DIRIVENT SYSTEM 계통도

는 급·배기 덕트를 설치하는 대신 천장형 터보팬과 소형 스파이럴 덕트를 설치하여 노즐을 통해 공기를 고속으로 취출하여 그 유인효과에 의해 공기를 송풍기실로부터 배풍기실로 이송시키는 방식이다. 이 방식은 대형 덕트 대신 소형 스파이럴 덕트만 설치하므로 설치 높이(층고)를 줄일 수 있는 장점이 있다.

그러나 원형덕트와 노즐을 통한 고속(30 m/s) 취출을 위해 비교적 큰 동력(3.7kw)의 송풍기를 주차장 상부에 설치하여야 하며 송풍기 소음이 크고, 고속노즐로 부터의 바람은 가까이에서는 너무 고속이므로 불쾌감을 조성하고 충분히 유인효과를 내면서 공기를 이송시키지 못하는 단점이 있다.

2.3 무덕트 환기방식

무덕트 환기 방식은 취출공기의 유인효과를 이용하여 실내공기를 이송시켜 환기한다는 점에서 고속노즐 환기방식과 개념은 비슷

하지만, 천장형 송풍기로부터 노즐까지의 소형 스파이럴덕트도 없애고 천창에 여러가지 형태의 이송팬을 설치하여 급기팬룸에서 공급된 신선한 외기를 주차장에 끌고루 확산시키며 배기팬룸으로 이송하여, 주차장내부의 공기의 오염농도를 기준치 이하로 유지하도록 하는 방식이다. 이 방식은 주차장 상부에 설치하는 급·환배기 덕트를 전부 삭제할 수 있으며, 이송팬도 소형으로 보(Beam) 상부에 설치하면 환기에 필요한 층고는 전혀 필요하지 않으므로 주차장 층고를 최소화 할 수 있으므로 설비공사비 뿐 아니라 토공사 및 건축공사비를 상당히 절감할 수 있으며 운전비도 절감되므로 경제성이 있는 환기방식이다. 현재 일본등지에서는 거의 모두 무덕트 환기 방식을 채택하고 있다.

무덕트 환기방식에 사용되는 이송팬에는 축류형(Axial Type)과 횡류형(Cross Flow Type)이 주로 사용되고 있다.

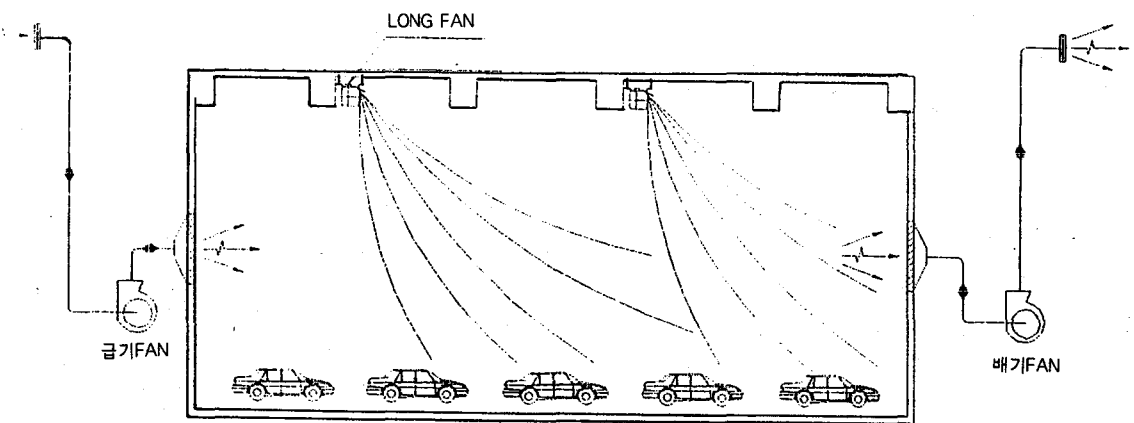


그림 3 LONG FAN SYSTEM 계통도

표 1. 환기방식의 비교

구분 \ 방식	급·배기덕트 방식	고속노즐 방식	무덕트 방식
개 요	<p>대형의 사각덕트를 급기용 시로코팬에 직접 연결하여 원하는 곳에 급기시켜주고 이와 같은 방법으로 배기팬에도 배기구를 연결하여 주차장내의 오염된 공기를 외부로 배출시키는 환기방식</p>	<p>Dirivent Fan에 의해 발생된 공기를 고속 Nozzle을 통해 고속(약30m/s)으로 취출하면 주변의 공기를 유인하면서 주차장내 공기 및 매연을 급기구로부터 배기구로 유인, 이송시켜 환기하는 국소환기방식</p>	<p>주차장의 보측면 또는 천정 스라브면에 설치가 용이하게 제작된 팬을 설치하여 폭 1.2m 또는 2.2m의 취출구에서 취출되는 평면기류에 의해 매연 및 CO 가스를 함유하고 있는 주차장의 오염된 공기를 급기구의 신선외기와 함께 배기구로 유인, 이송하는 전체환기 방식</p>
장 점	<ul style="list-style-type: none"> • 소음이 적다 • 급·배기구 사이에 공기류 형성으로 급·배기구에서 이격된 곳의 오염공기와 신선공기의 회석을 막아 줌. • 원하는 곳에 정확히 위치시킬 수 있음. • 별도의 전기사용료가 없음. 	<ul style="list-style-type: none"> • 건물의 형태가 복잡한 경우에 유리함. • 노즐 수량이 많기 때문에 회석효과가 양호함. • 노즐이 변형이 쉽다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 확실한 층고절감이 된다. (최소 설치높이 190mm) • 취출구 면적이 극대이므로 상대적으로 많은 부분의 기류를 목표방향으로 원활하게 유인할 수 있음. • 중저속 기류이므로 드래프트가 없으므로 직접맞더라도 불쾌감이 전혀 없고, 평면 기류이므로(예, 에어컨 바람) 신선감을 느낄 수 있음 • 기존의 제품중 가장 정숙하며, 특허품이므로 품질 및 성능을 신뢰할 수 있음 • 넓은 지역의 환기에 유리 • 설치 후 미관이 양호

방식 구분	급·배기덕트 방식	고속노즐 방식	무덕트 방식
단 점	<ul style="list-style-type: none"> • 대형 덕트 및 다수의 급·배기구(브로워)분산에 따른 설비비가 많이 소요됨 • 설치공간이 많이 필요함(500mm이상) • 긴 덕트를 사용하므로 썬 웬정압 증가로 동력비가 증가됨. • 시공이 복잡하고 공사기간이 김. 	<ul style="list-style-type: none"> • 최소 Duct 설치공간인 250~300mm의 층고가 확보되어야 함. • 타 배관 및 Duct설비와 간섭이 많이 발생함. • 주차장내의 기기 소음이 매우 큼. • 취출 속도가 빠르므로 분진을 유발시킬 수 있는 요인이 됨. • 시공이 복잡하고 공사기간이 김. 	<ul style="list-style-type: none"> • 평면 형태가 복잡한 건물에 다소 불리하다. • 대풍량에 평면기류 이므로 좁은 공간에서는 과이송이 될 수도 있다.

3. 지하주차장 환기시스템 설계

3.1 환기의 개념

환기(換氣)란 오염되었거나 오염가능성이 있는 공간의 공기를 바꾸어주는 것을 말한다. 따라서 환기의 기본은 실내 구석구석에 신선한 공기를 공급하고, 오염된 공기는 배출시켜서 실내를 기준 농도 이하로 유지시키고 정체구역이 생기지 않도록 하는 것이다. 이러한 환기의 목적을 달성하기 위한 환기 기술은 환기공간의 평균농도를 일정한 기준 이하로 유지하기 위한 환기량을 공급하여 오염공기를 희석 시키면서 급기구로부터 배기구로 공기를 이송하여 배출하고 정체구역의 오염공기는 확산시켜 이송공기에 유인되도록 하는 것이다.

3.2 지하주차장의 환경 기준

지하주차장 공기오염의 주요 인자는 자동차 배기가스에 함유된 일산화탄소(CO), 탄산가스(CO₂), 탄화수소(HC), 질소산화물(NO_x), 포름알데히드(HCHO), 납화합물(Pb), 아황산가스(SO₂) 등이 있다. 이들중 탄산가스는 사무실 등 실내공기의 청정도를 판단하는 가장 중요한 인자이며 질소산화물, 포름알데히드 등도 최근의 대기오염 정도를 판단하는 중요한 인자로 주목되고 있지만, 자동차에서 배출되는 양이나 인체에 미치는 영향등을 고려하여 가장 중요한 것은 일산화탄소 이므로 주차장법 시행규칙(제6조 7항)에서도 CO 농도 50ppm 이하로 유지되어야 한다고 규정하고 있다.

그러나, 우리와 주차환경이 비슷한 일본의 경우는 CO농도 기준이 아니고 환기횟수 (10회) 기준으로 우리의 환경기준보다 약 2~3배 강력하게 시행규칙을 정하고 있다.

3.3 주차장의 환기 풍량 계산

공사명 : ○○○ 신축공사(지하주차장)

회전율	아파트	예식 시설	일반 업무	문화 시설	공연 시설	근린 생활
	2.1	3.1	3.6	3.8	4.2	4.43
회전율	노외	숙박 시설	판매 시설	의료 시설	공공 업무	운수 시설
	4.44	5.5	5.9	6.4	7.1	7.3

1. 층고(H) : 4.2m
2. 면적 : 3,280㎡
3. 체적(V) : 13,776㎡
4. 주차대수(Y) : 84대
5. 이입 외기중의 일산화탄소 농도 :
Co=10ppm(11.4mg/m³)
6. 주차장내의 최대 일산화탄소 농도 :
Cr=50ppm(57mg/m³)
7. 출입 자동차 대수(n_i)=R×Y/8(R; 회전율)
=3.6×84/8=38대 =아이들링 자동차 대수(n_i)
8. 주행시 일산화 탄소 배출량(a)
=0.026CMM
9. 아이들링시 일산화 탄소 배출량(b)
=0.0126CMM
10. 평균 아이들링 시간(t_i)=2min/대
11. 평균 주행시간(t_d)=1min/대

◎ 전체 자동차의 일산화탄소 배출량(Q)

$$Q = (a \times n_i \times t_i) + (b \times n_i \times t_i)$$

$$= (0.026 \times 38 \times 1) + (0.0126 \times 38 \times 2)$$

$$= 1.95 \quad [\text{CMH}]$$

◎ 주차장내의 일산화탄소 농도(Cg)

$$C_g = Q/V \times 1,000,000$$

$$= 1.95/13,776 \times 1,000,000 = 142[\text{ppm}]$$

◎ 급·배기팬의 환기풍량(W)

$$W = Q / (C_r - C_o) \times 1,000,000 \times 1.1 (\text{안전율})$$

$$= 1.95 / (50 - 10) \times 1,000,000 \times 1.1$$

$$= 53,625 \quad [\text{CMH}]$$

◎ 환기 회수(N)

$$N = W/V$$

$$= 53,625 / 13,776$$

$$= 3.9 \quad [\text{회/Hr}]$$

3.4 급·배기팬의 설계

(1) 급·배기팬의 선정

주차장 환기용 급·배기팬의 용량은 계산된 필요 환기량 이상으로 선정되어야 한다. 주차장의 차량 출입 및 이용율은 항상 일정한 것이 아니며 따라서 주차장내의 오염농도도 시각적으로 크게 변화하므로 송풍기 1대를 항상 정풍량으로 운전하는 것은 바람직하지 않다.

즉 급·배기팬을 2~3대로 분할하여 부하에 따라 댓수제어 하거나 1대로 설치하려면 부하에 따라 풍량조절이 가능한 장치를 하는

것이 바람직하다.

(2) 급·배기팬룸의 위치는 급기팬룸과 배기팬룸의 위치가 대칭을 이루는 것이 바람직하며 주차장이 너무 큰 경우는 2~3개소로 분할하여 설치하는것이 과대한 기류를 피할 수 있어서 좋다.

(3) 외기인입구 및 배기구

건축법 시행령에 의거 외기인입구 및 배기구의 위치는 보도와 접하는 급·배기구의 경우 지상 2m 이상에 설치하여야 하며 개구부의 면적은 루버의 설치를 감안한 유효 면적으로 계산하여 충분한 면적이 확보되어야 한다.

(4) 지하 2층 이하의 주차장 환기를 자연 환기 방식으로 하기는 용이하지 않으며 대단히 큰 환기구가 필요하므로 거의 불가능하다.

그러나, 지하주차장에 가급적 크게 자연 환기구겸 자연 채광용 개구부를 구성한다면 팬동력의 소비 없이 자연환기가 가능하며 배기팬만 가동하고 급기는 자연급기 방식으로 하는 3중 환기방식으로 하면 절반의 동력비는 절감 할 수있다.

(5) 지하 1층의 경우 자연 채광용 개구부가 구성되어 있고 자동차 출입 램프가 지상과 크게 맞닿아 뚫려있을 경우 급기팬과 배기팬을 없애고 자연환기를 시키는 곳도 있다.

그러나, 저기압이나 겨울철 장시간의 아이들링이 필요할 경우 CO가스 기준 농도를 초과할때도 있다. 그리고 건물 준공 초기의 심한 결로 현상이 발생할 수도 있다.

3.5 이송팬의 종류 및 선정

무덕트 환기방식에서는 급·배기 덕트를 설치하지 않는 대신 급기팬실의 급기루버에서 공급된 외기를 주차장 구석구석에 공급하고 배기루버까지 이송시켜서 오염된 공기를 배출시킬수 있도록 하는 이송팬을 설치한다. 따라서 이송팬은 오염된 공기가 실내에 정체되지 않도록 효과적으로 유인되면서, 이송되도록 충분한 도달거리가 유지되어야 한다. 이송팬에는 축류형(Axial Type)과 횡류형(Cross Flow Type)이 있다.

축류형 팬은 이송거리를 증대시키고 유인비를 크게 하기 위해 원추형 노즐을 부착하여 풍속을 빠르게 하고 있다. 축류팬의 토출구는 원형이므로 원추형의 바람이 취출되며 풍속이 빨라 유인비는 비교적 크지만 토출구 전면에서는 불쾌감을 느끼게 되며, 풍량을 유지하기 위하여 모터의 R.P.M.을 증대 시키게되므로 모터의 수명이 단축 될 수 있다. 또한 축류팬은 소음이 심하므로 흡입 및 토출측에 소음기를 부착하여 소음은 감소하지만 정압손실에 따라 소비전력이 커지거나, 토출풍량이 감소하게 되므로 팬용량 선정시 주의 하여야 한다.

횡류형 팬(일명 : Long Fan)은 축류팬과 달리 바람의 취출속도가 빠르지 않고 취출구도 선형이므로 소음이 작고 정속한 평면 기류가 취출되며 취출구에 유선형 안내깃(가이드)을 설치하여 거주역의 오염된 공기를 이송시키는 이송팬으로는 최적인 것으로 실증되고 있다.

표 2. 이송팬의 특성 및 장단점 비교

구분 \ 방식	축류형(Axial)	횡류형(Cross Flow)
개 요	주차장의 천정 스라브면에 설치하도록 원통형 축류팬을 설치하여 원형의 소형 토출구에서 토출되는 원추형기류에 의해 매연 및 CO가스를 함유하고 있는 주차장의 오염된 공기를 급기구의 신선외기와 함께 배기구로 유인, 이송시켜 환기하는 국소환기 방식	주차장의 보측면 또는 천정 스라브면에 설치가 용이하게 제작된 횡류팬을 설치하여 폭 1.2m 또는 2.2m의 취출구에서 취출되는 평면 기류에 의해 매연 및 CO가스를 함유하고 있는 주차장의 오염된 공기를 급기구의 신선외기와 함께 배기구로 유인, 이송시켜 환기하는 전체환기 방식
장 점	<ul style="list-style-type: none"> • 시공이 간편함 • 벽, 기둥, 칸막이등의 장애물이 많은 복잡한 구조에 적합 • 변형이 쉽다. • 타 설비와의 간섭을 피할수 있다. • 층고 절감이 된다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 확실한 층고절감이 된다.(최소설치 높이 190mm) • 취출구 면적이 극대이므로 상대적으로 많은 부분의 기류를 목표 방향으로 원활하게 유인할 수 있음 • 중저속 기류이므로 드래프트가 없으므로 직접 맞더라도 불쾌감이 전혀 없고, 평면 기류이므로(예, 에어컨바람) 신선감을 느낄수 있음 • 기존의 제품중 가장 정숙하며, 특허품이므로 품질 및 성능을 신뢰 할수 있음 • 넓은 지역의 환기에 유리 • 설치후 미관이 양호
단 점	<ul style="list-style-type: none"> • 취출속도가 매우 고속이므로 드래프트가 크고 가라앉아 있는 분진을 유발시킬수 있으며 원심형 바람이므로(예, 선풍기바람)직접 맞으면 상당히 불쾌감을 느낌 • 원형 노즐에 의한 원통 바람을 좌·우·상·하로 동일하게 확산(원형 취출구의 취 각도는 최대 24°이하이므로)하기 때문에 취출속도가 빠르더라도 유인폭은 작음 • RPM이 매우 고속이므로 소음이 크며 베어링 조기마모로 인하여 팬의 수명이 단축된다. • 덕트연결형 내장팬Type이므로 전체 환기용으로는 부적합 	<ul style="list-style-type: none"> • 평면 형태가 복잡한 건물에 다소 불리하다. • 대풍량에 평면기류이므로 좁은 공간에서는 과이송이 될 수도 있다.

4. 맺음말

사회가 다양화 되어가고 인간중시와 환경개선이 현대를 살고있는 인간의 가장 중요한 과제로 대두되고 있는 시점에 지하주차장의 환기설비는 매우 중요한 설비의 하나로 자리매김을 하여 가고 있다.

하나의 건물이 완공되어 존속하고 있는한 지하주차장의 환기도 같은 수명과 활용을 하여야 하며 건물내에서 가장 오염물질을 많이 배출하

고 있는 장소에 속하는 지하주차장의 환기설비를 설계 및 시공함에 있어 오염된 공기의 정체구역이 생기지 않는 충분한 환기성능이 확보되면서, 설비가격 뿐 아니라 설비스페이스에 따른 토목 및 건축공사비 등 초기 투자비도 저렴하고, 운전비도 무덕트 주차장 환기시스템의 선정은 대단히 바람직한 것으로 판단되며, 효율적인 환기성능 확보를 위한 제품에 대한 성능평가와 설계기술에 대한 면밀한 검토가 선행되어야만 한다.

투고 환영

계간 「공기청정기술」지는 클린룸 업계의 발전을 위하여 보다 많은 클린룸 관련 기술자 여러분의 투고를 기다리고 있습니다.

각종 기술자료를 보내주시면 엄선하여 본 연구조합 기술지에 게재하여 드리고 소정의 고료를 보내드리겠습니다. 또한 본 기술지는 95년도부터는 "업계동정"란을 신설하여 업계의 단신을 수시로 접수, 게재코저하오니 우리 모두의 업계를 가꾼다는 마음으로 사소한 소식이라도 송부하여 주시기 바랍니다.