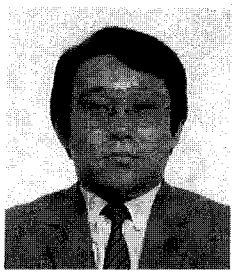
사무소 건축물의 에너지 절약을 위한 공기조화 시스템



글/김문정
〈(주)한일 엠.이.씨 대표이사〉

서언

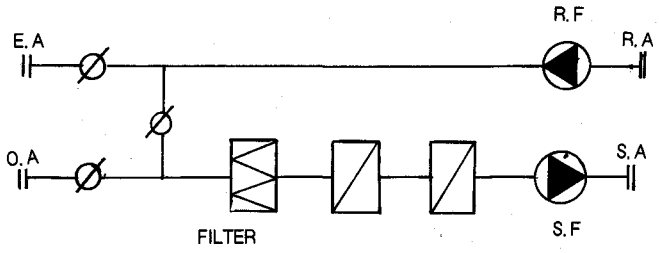
우리는 근래 사무소 건축물의 에너지절약을 위하여 단열강화, 폐열회수, 빙축열, 히트펌프 등의 새로운 기준과 시스템에 대하여 많이 듣고 적용하려 노력하고, 경제성에 대한 검토를 하고 있다.

그런데 일반적인 경제원칙에서도 알고 있기를 에너지절약형 신기술과 제품의 개발도 중요하지만 하찮은 절약방법 즉, 전등 한등 끄기, 수도꼭지 꼭 잠그기 등 손쉽고 간편한 절약방안에 무관심한 사례가 있다.

일반적으로 사무소 건축물의 기계설비 시스템 구성시 거주환경 조건을 만족하는 것이 최대 과제인 양 생각하여 에너지 과소비 성향의 설비방식, 구태의연한 방식을 답습한 설비방식, 초기투자비가 과다한 설비방식 등이 많이 적용되어 왔다. 따라서 직접 설계에 참여하여 수많은 건축물의 공기조화 시스템을 적용하면서 손쉬운 적용으로 시스템의 효율을 향상시키고, 에너지 절약이 가능한 방식에 대하여 사례를 발표하고자 한다.

사례 Ⅰ. 배기팬 시스템의 구성

1. 대도시의 외기환경조건(소음, 먼지 등)은 날로 악화되어 가고 있으며 사무소 건축물의 경우 일반적으로 외부의 유리창을 거의 고정화하여 자연환기에 의존하기 보다는 연중 공기조화 시스템의 가동을 불가피하



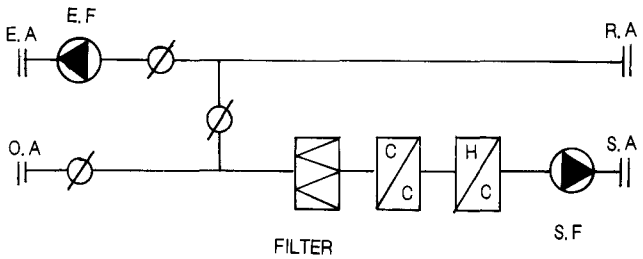
〈그림 1〉

게 하고 있다. 이러한 때 우리는 전외기 공기조화(또는 전외기 냉방)라는 용어를 사용하는데 이는 외기조건이 쾌적할 때(봄, 가을) 외기를 이용하여 실내를 냉방하는 것을 말하며, 시스템의 구성은 〈그림 1〉과 같고, 일반적으로 이를 환기팬 시스템이라 한다.

① 환기팬 시스템은 일반적으로 전외기 공조방식의 표준으로 널리 이용되어 왔다. 그러나 이 방식은 하기와 같은 취약점이 있다.

- 환기팬이 연중 가동되어야 한다.
- 시스템 제어가 불안정하다.
  - 배기댐퍼, 외기댐퍼 및 바이패스 댐퍼의 제어가 정밀하게 작동되지 않는다. 환기팬의 정압은 배기덕트 및 그릴과 외부풍압을 극복하고, 대기중에 배기시킬 수 있는 정압을 가지고 있고, 급기팬은 외기덕트 및 그릴의 정압을 이기고 인입시킬 수 있는 정압을 가지고 있다. 따라서 바이패스 덕트내는 필요 정압 이상의 압력이 발생되어 바이패스 댐퍼의 제어가 정밀하지 못하다.

② 환기팬 시스템에서의 문제점을 해결하고 에너지를 절약할 수 있게 팬의 위치를 배기덕트 내에 설치하면 이를 배기팬 시스템이라 하고 그 구성은 〈그림 2〉와 같다.



〈그림 2〉

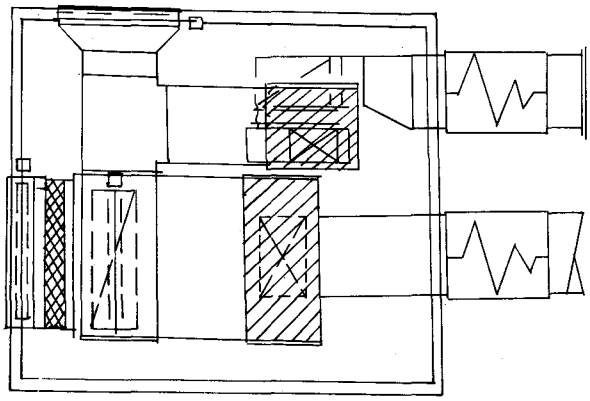
배기팬 시스템은 환기팬 시스템과 다른 다음과 같은 장점이 있다.

- 외기도입량을 자유로이 변경시킬 수 있으므로 최소 외기도입 상태로 운전하다가 실내조건이 악화될 경우 외기량의 증가로 실내를 신선하게 할 수 있다. 이 경우의 외기량의 증가는 실내가압(POSITIVE PRESSURE)이 되어 침입외기(INFILTRATION)의 방지역할로 이용된다.
- 배기팬의 운전시간이 적어 동력비 절감
  - 배기팬의 가동시간이 연중 6~7개월로 환기팬보다 적다(참조 : 적용 예).
- 시스템 제어가 안정되어진다.
  - 외기와 배기댐퍼만 제외하고, 바이패스 댐퍼는 자유로운 상태로 운전이 가능함.
- 배기팬의 동력이 환기팬일 경우보다 적게 든다.

2. 사례검토 예

1) 시스템 적용 예

- 환기팬 시스템



〈그림 3〉 공조 기계실 덕트 평면도

(1) 공조기기 사양

① 공기조화기 : 풍량 18,000㎥/h 정압 85㎜AQ
모타(국내제품 10HP 해외제품 7.5HP)

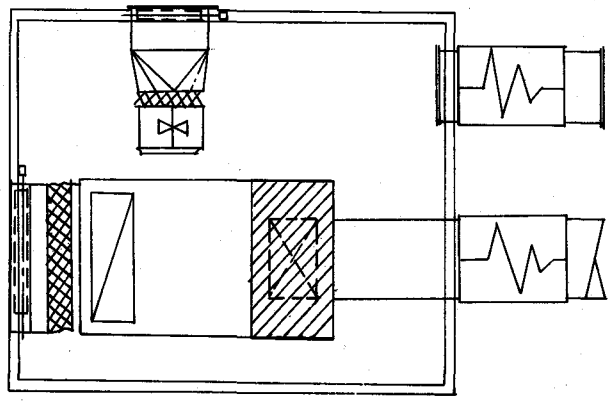
② 환기팬 : 풍량 15,000㎥/h 정압 15㎜AQ
모타(국내제품 3.0HP 해외제품 3.0HP)

③ 조 건 : 공기조화기내의 정압 40㎜AQ
공조기계실부터 급기 정압 35㎜AQ
공조기계실까지 환기 정압 10㎜AQ
공조기계실내에서 배기 정압 5㎜AQ
외기인입시 급기 정압 10㎜AQ

(2) 정압 및 모타 선정

① 급기팬(AIR FOIL형) : 소요동력, 정압, 정압효율, 회전수
국내제품 : 7.5kw, 85㎜AQ,
s=56%, rpm=1,600
해외제품 : 5kw, 85㎜AQ,
s=82%, rpm=1,600

② 환기팬(SIROCCO형) : 소요동력, 정압, 정압효율, 회전수
국내제품 : 2.2kw, 15.0㎜AQ, s=62.0%, rpm=415
해외제품 : 2.2kw, 15.0㎜AQ, s=62.5%, rpm=415
배기팬 시스템



<그림 4> 공조 기계실 덕트 평면도

(1) 공조기기 사양
① 공기조화기 : 풍량 18,000㎥/h 정압 85㎜AQ
모타(국내제품 10HP 해외제품 7.5HP)
② 배 기 : 풍량 15,000㎥/h 정압 40㎜AQ
모타(국내제품 2HP 해외제품 1HP)
③ 조 건 : 공기조화기내의 정압 40㎜AQ
공조기계실부터 급기 정압 35㎜AQ
공조기계실내에서 배기 정압 10㎜AQ
공조기계실내에서 배기 정압 5㎜AQ
외기인입시 급기 정압 10㎜AQ

(2) 정압 및 모타 선정
① 급기팬(AIR FOIL형) : 소요동력, 정압, 정압효율, 회전수
국내제품 : 7.5kw, 85㎜AQ, s=56%, rpm=1,600
해외제품 : 5kw, 85㎜AQ, s=82%, rpm=1,600
② 배기팬(PROPELLER형) : 소요동력, 정압, 정압효율, 회전수
국내제품 : 1.5kw, 5㎜AQ, s=40%, rpm=820
해외제품 : 0.6kw, 5㎜AQ, s=55%, rpm=820

2) 평 가
(1) 조 건
① 연 면 적 : 5,000평
② 수전용량 : 1,500KVA

-냉동기	500KVA
설비기기	500KVA
ELEV, 전등, 기타	500KVA
	1,500KVA

③ 설비기기 내역

-공조용 팬류	100KVA(약20%)
환기용 팬류	30KVA
기타, 모타류	220KVA
펌프류	150KVA
계	500KVA

④ 공조기 수량 : 10대
⑤ 전력비 기준(업무용 전력기준) :
성수기(6, 7, 8월) 76.80원/kw.H
비수기 51.20원/kw.H
4,045원/kw.월(기본요금)

(2) 전력비용
① 환기팬 시스템 소요동력
국내제품 : 급기팬 75kw+배기팬 22kw =97kw
해외제품 : 급기팬 50kw+배기팬 22kw =72kw
연간전력비용
국내제품 :

97kw×76.8원/kw.H× 500HR/YR	= 3,724천원
97kw×51.2원/kw.H×1500HR/YR	= 7,450천원
97kw×4,045원/kw.월×12월	= 4,709천원
	15,883천원

해외제품 :

72kw×76.8원/kw.H× 500HR/YR	= 2,765천원
72kw×51.2원/kw.H×1500HR/YR	= 5,530천원
72kw×4,045원/kw.월×12월	= 3,495천원
	11,790천원

② 배기팬 시스템 소요동력
국내제품 : 급기팬 75kw+배기팬 15kw =90kw
해외제품 : 급기팬 50kw+배기팬 6kw =56kw

연간전력비용

국내제품 :

75kw×76.8원/kw.H× 500HR/YR = 2,880천원
75kw×51.2원/kw.H×1500HR/YR = 5,760천원
90kw×4,045원/kw.월×12월 = 4,368천원
13,008천원

해외제품 :

50kw×76.8원/kw.H× 500HR/YR = 1,920천원
50kw×81.2원/kw.H×1500HR/YR = 3,840천원
56kw×4,045원/kw.월×12월 = 2,718천원
8,478천원

(3) 결과

① 수전용량 감소분

환기팬 방식-배기팬 방식

국내제품 사용시 : 97-90= 7kw

해외제품 사용시 : 97-56=41kw

따라서 국내 팬의 효율을 상승시키고 적정시스템 적용시 수전용량은 60KVA/1500KVA≒4% 절감가능

② 연간 동력비 절감분

		환기팬 시스템	배기팬 시스템
국내제품	기본요금비	4,709	4,368
	운전비	11,714	8,640
	계	15,883	13,008
	운전비 증감	(약 18% 절감)	-2,875
해외제품대비	기본요금비	(국내제품) 4,709	2,718
	운전비	〃 11,714	5,760
	계	〃 15,883	8,478
	운전비 증감	(약 47% 절감)	-7,405

(4) 평가

건축물의 용도별, 사용시간 등에 따라 환기팬 시스템이나 배기팬 시스템 또는 공기조화기에 의한 재순환 시스템을 구성할 수 있으나, 각층 공기조화기 설치방식의 각층 유니트방식에서는 배기팬 시스템이 경제적이며, 배기팬 시스템 적용만으로도 팬 연간동력비의 18% 절감효과를 얻을 수 있고 팬의 효율향상에 주력하면 47% 이상의 절감효과를 얻을 수 있으며 건물전체 소요전력량의 1.5% 이상의 절감효과가 있을 것이다.

사례 Ⅱ. 로비 및 아트리움의 공조(연돌효과 방지 대책)

1. 건축의 에너지절약에 관하여 출입구의 설계계획이 미치는 영향은 주로 출입구, 로비 및 아트리움의 극간풍에 있다.

일반사무소 건물에 있어서 극간풍이 냉난방 부하에 미치는 비율은 종래에는 미약하다고 말해왔으나 에너지절약의 철저화로 인하여 다른 부하요소 인자는 적어지고 상대적으로 극간풍의 비율이 증가하여 무시할 수 없게 되었다.

특히, 고층건축에 있어서 겨울철 엘리베이터, 계단실 등의 수직샤프트에서 발생되는 연돌효과는 출입구에서 대량의 외기가 침입하여 건물내로 인입되어 건물상부로 빠져나가는 결과가 된다.

이 침입외기는 출입구, 로비 및 아트리움의 거주환경을 현저하게 손상시키고 내부 조운에 난방부하가 발생하게 되어 내부조운에서 열 회수를 하려고 하는 에너지 절감계획에 차질을 초래한다.

외기 침입량을 적게 하기 위해서는 출입구 통행을 허용하면서 출입구의 기밀을 유지해야만 하는 모순된 요구를 동시에 만족시켜야 한다. 구체적인 침입외기량 계산에는 원칙적으로 층간 방화구획이 철저하다는 전제조건하에 출입구의 기밀성 건물외피와 내부와의 통기특성, 외부풍력 및 부력에 의한 압력분포 등의 데이타와 통계치가 불명확하여 신뢰할 수 있는 계산은 불가능하나 ASHRAE(미국 공기조화 냉동공학회) 방법에 의하여 검토를 한다.

2. 외기 침입량 산정

: ASHRAE "COOLING AND HEATING LOAD CALCULATION MANUAL"의 CHAPTER-5에 의해 외기침입량을 구하면

예제) 서울에 있는 사무실 건물로 높이가 지상 85m이며 (20~25층 건축물) 연면적 25,000㎡

① 출입문의 조건은

DOOR TYPE	WIND DIR	Q'TY	DOOR-NPL	PEOPLE Q'TY	DOOR SIZE
SWING(방풍식)	WINDWARD	4	140	350	3'×7'

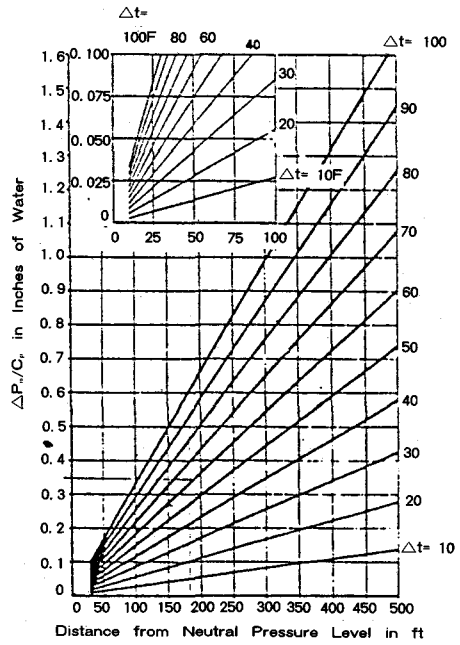
② 실내 설계조건 : 21℃

외기 설계조건 : -13.3℃

③ 열류계수(cd) : 0.8

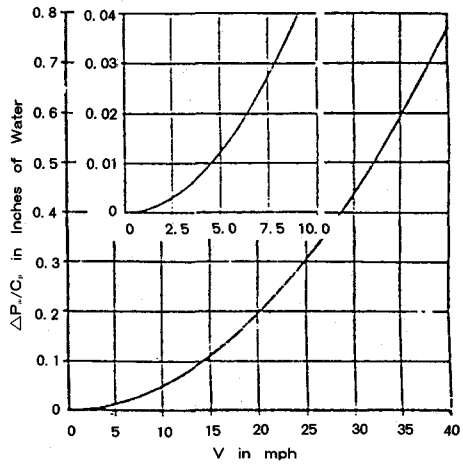
1) 문의 틈새에 의한 침입외기량의 계산

△t=61.8°F 〈그림 5〉에서
Ps/Cd=0.63(INCH OF WATER)
Ps=0.8×0.63=0.5(INCH OF WATER)



〈그림 5〉 Pressure Difference Due to Stack Effect

풍속에 의한 속도수두 :
20MILE/HR(=9m/SEC) 〈그림 6〉
△PW/CP=0.2



〈그림 6〉 Velocity Head vs Wind Velocity

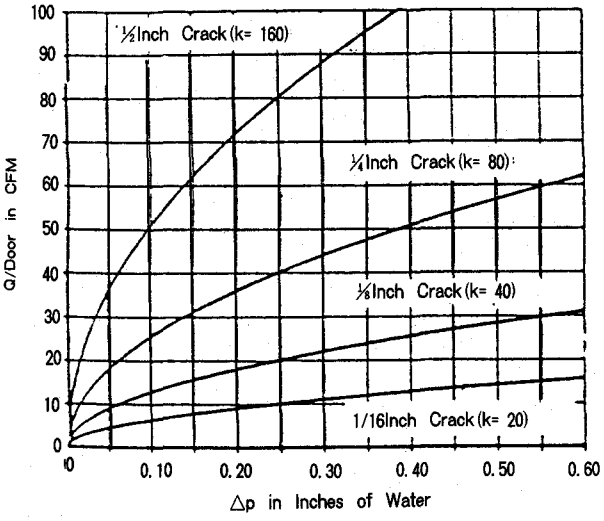
〈표 1〉
△PW=0.2×0.95=0.19(INCH OF WATER)

〈표 1〉 Wind Pressure Coefficients For Curtain Wall Buildings

The table is for a rectangular floor-shaped building and for wind normal to windward side.

	C_r
Windward	0.95
Leeward	-0.15
Sides	-0.40

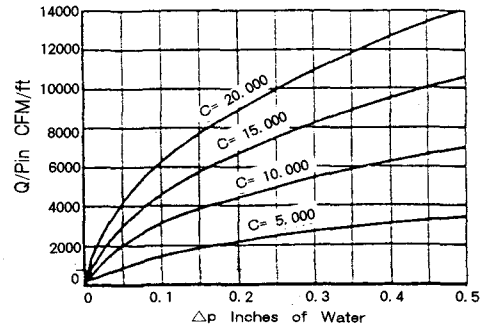
- TOTAL PRESSURE DIFFERENCE
  △P=0.5+0.19=0.69(INCH OF WATER)
- INFILTRATION CAPACITY
  〈그림 7〉 1/4 INCH CRACK에서
  Q/P=33(CFM/FT)
  이때 P=4(3′+7′)=20′
- Q/EA=33CFM/FT×20FT=660CFM/EA
- TOTAL DOOR NO : 4EA
  Q=660CFM/EA×4EA
  =2,640CFM×1.7CMH/CFM
  =4,500CMH



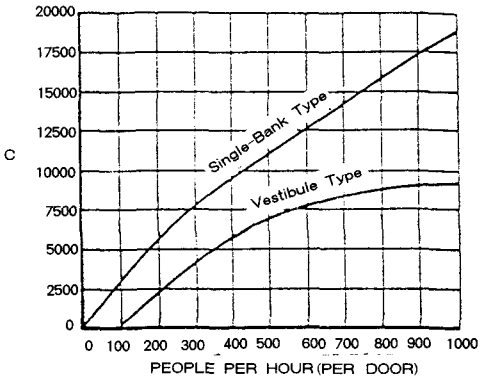
〈그림 7〉 Infiltration Through Closed Swinging Door Cracks

2) 사람 통행에 의한 외기 침입량의 계산

350C/HR DOOR



〈그림 8〉 Swinging Door Infiltration Characteristics with Traffic



〈그림 9〉 Traffic Rate

〈그림 9〉에서
C=5, 000 (VESTIBULF TYPE)
P=0. 69일 때 〈그림 8〉에서
Q/DOOR=3, 800CFM
Q=3, 800CFM/EA×4EA=15, 200CFM
=26, 000CMH

3) TOTAL INFILTRATION CAPACITY
Q=26, 000+4, 500=30, 500CMH

4) 검토결과 출입문의 틈새와 개폐 빈도수에 따라 계산하였으나 추가로 건물 외피의 샷시의 틈새도 계산하여 보면 풍량이 증가됨을 쉽게 인지할 수 있으며 외기온도의 변화, 출입문의 개폐빈도에 따라 외기량의 조절이 필요함을 알 수 있다.

3. 로비 및 아트리움의 공조

우리는 일반적으로 고층 건축물의 로비 또는 아트리움의 겨울철 실내환경에 대하여 매우 만족스럽지 못한 경우를 자주 접하게 된다.

그 이유는 대략 다음과 같은 이유로 추정된다.

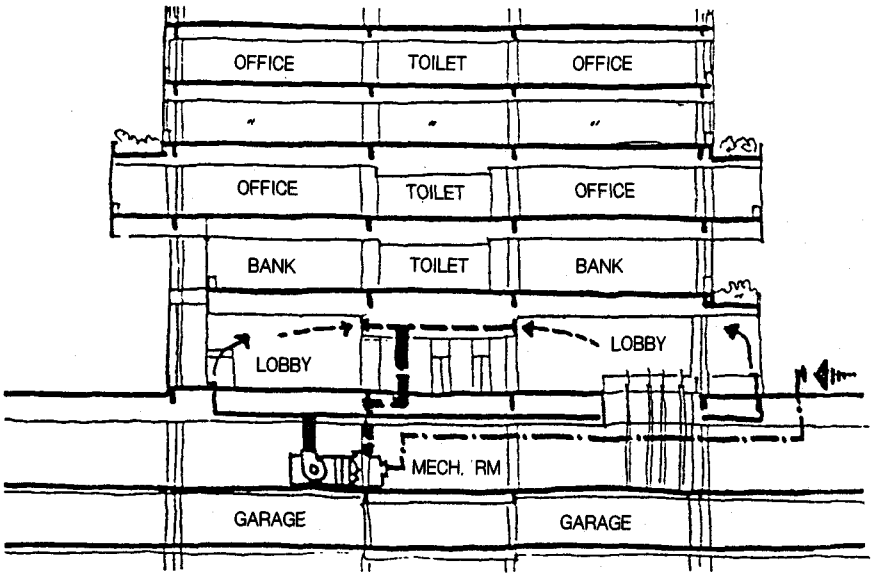
1) 외기침입량(연돌효과에 의한)에 대한 부하를 감안하지 않았다.
2) 계단실을 통행동선으로 이용하여 연돌효과를 극대화시켰다.
3) 실내온도를 높게하여 부력을 촉진시켰다.
4) 적정한 공조방식이 채택되지 못했다.
   가. 노즐 디퓨져의 이용
   외기 침입량을 부하로 하여 공조용 급기 덕트로 공급시 토출 공기의 온도가 높아 도달거리가 만족하지 못하고 연돌효과로 부력이 심하게 되어 고온 성층효과가 극심하다.
   나. 팬코일 유닛 또는 방열기 설치
   팬코일 유닛과 방열기를 많이 설치하였어도 저온의 외기가 기기에 흡입되어 만족할 만한 온도의 공기를 공급하지 못하여(실온 또는 그 이하의 온도) 난방효과가 떨어지게 된다.
   다. 판넬 난방의 설치
   이론적으로는 완벽하나 전기를 이용할시 많은 전력이 소요되고 온수 이용시는 유지보수에 어려움이 있으며 건축마감이 일반적으로 두껍고 고급마감재를 이용하여 하자발생시 대책이 어렵다. 따라서 판넬방식은 설치하여도 사용하지 않는 경우가 많으며 복사난방은 가능하나 대류성이 없어(외기침입량이 많아) 효과가 미미하다.

상기 이유에서와 같이 현재까지 적용한 로비 및 아트리움의 공조방식을 성공적일 수가 없었다.

이에 대한 대책으로 〈그림 10〉의 공조방식을 권장하고자 한다.

〈그림 10〉과 같이 로비 또는 아트리움의 외벽 창하에서 온풍을 공급하면 다음과 같은 이유로 실내환경을 적절히 할 수 있다.

1) 상향으로 공급하므로 외벽 또는 창의 열손실을 처리할 수 있으며 소음이 적다.
2) 송풍량을 연돌효과에 의한 침입외기량을 어느정도 상쇄시킬 수 있는 풍량으로 결정시 실내환경 조건이 양호해지고 출입구로부터의 외기량을 극소화한다.
3) 전실에 급기 가압을 하여 외기로 인한 실내환경



〈그림 10〉 로비 및 아트리움 공조계통도

파괴를 억제할 수 있다.

4) 출입자의 수에 따라(출입구의 개폐시간) 외기 도입량을 억제할 수 있다. (계산례에서 보듯이 출근시 30,500CMH에서 출입자가 없을 경우 4,5000CMH까지 억제 가능)
5) 실내 설정 온도를 임의로 조정 가능하다.

4. 적용시 이점

- 실내환경이 쾌적해진다.
- 급기 송풍기 동력 고온공기(상향토출이므로 토출정압이 필요없음)가 적어진다.
- 동일 실내조건을 만족할 경우 온열원 소모량이 적다. (침입 외기량의 억제로 고온성층 효과를 완화시키고 출입구 개폐에 따른 외기량 제어가 가능하다)
- 설비 공사비가 저렴하여 유지보수가 편리하다.

사례 Ⅲ. 천정공기의 재이용(혼합손실방지)

1. 동절기 사무실 건물의 부하구성을 보면 창측 외주부는 외벽부근의 열손실이 발생하고 실내측 내주부(창면에서 3~4.5m)는 열취득(사람, 전등, OA기기 등)이 발생한다.

에너지 파동 이후 정부에서 에너지절약 대책으로 외벽의 단열강화와 유리창의 기밀강화로 외부로의 열손실이 억제되고 내주부는 사무자동화 근무 환경조건 강화로 실내부하는 증가하는 추세이다.

즉, 내주부는 전등발열이 12W/M²에서 24W/M²로 증가하고 OA기기 발열은 5W/M²에서 최고 50W/M²로 증가 일로에 있는 INTELLIGENT BLDG SYSTEM 개념이 도입되고 있다. 그러한 이유로 외부의 열손실은 감소추세인데 10여년 전의 외벽손실 개념으로 외부방열기 용량의 감소는 되지 않고(추세에 적합한 방열기의 개발도 지연됨) 내주부의 연간 냉방 개념의 도입역시 건축적인 단열유지 등이 정교한 시공이면 공조기에 가열코일이 필요없다는 점이 무시되고 있는 실정이다. 따라서 외주부는 난방, 내주부는 냉방 현상이 두드러지는 현재의 추세에서는 외주부 창면에서의 혼합손실이 더욱더 심화되고 있다.

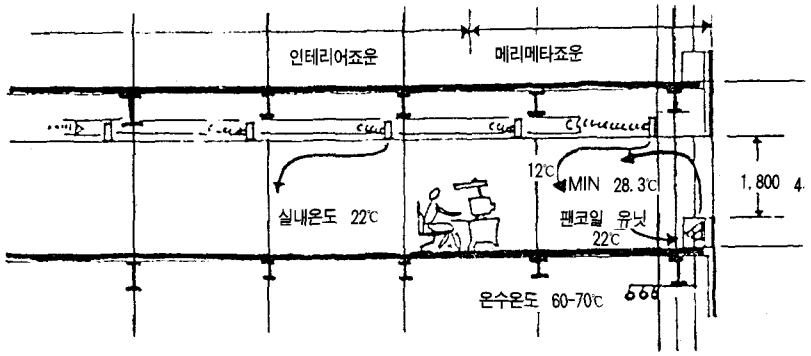
사례검토 예

1. 팬코일 유닛+단일덕트 방식의 혼합손실 예

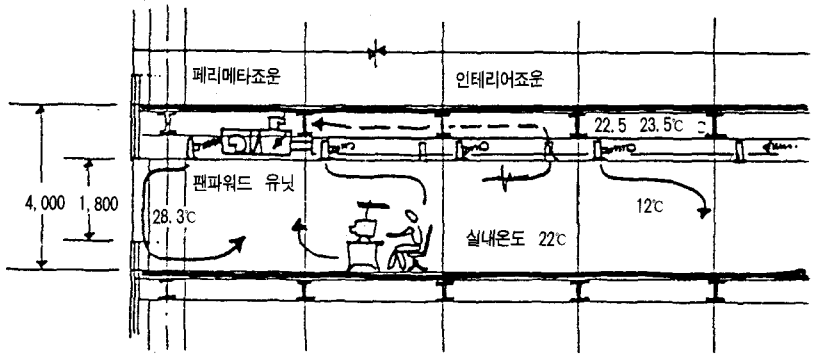
공기조화 시스템에서 일반적으로 적용되는 팬코일 유닛+단일덕트 정풍량 방식의 경우를 실례로 보아 혼합손실의 상황을 알아 보면 〈그림 11〉과 같다.

단일덕트 정풍량 방식

급기풍량



〈그림 11〉 팬코일 유닛+단일덕트 정풍량 방식



〈그림 12〉 천정속 공기 재이용 방식(팬코일 유닛 방식)

인체 0.2 /㎡×54KCAL/hr. =10.8KCAL/hr.㎡
전등 18W/㎡×0.86×1.2 =18.6KCAL/hr.㎡
기기 15W/㎡×0.86× =12.9KCAL/hr.㎡
T=42.3KCAL/hr.㎡

$$Q=\frac{42.3KCAL/hr.㎡}{0.28\times10℃}=15㎡/hr\ (6회/hr.㎡)$$

따라서 급기온도 최저 : 22℃-10℃=12℃ DB
외벽열손실(외벽 1m기준)
유리창 : 2.0㎡×3.0KCAL/hr.㎡℃×(21+12)℃=198KCAL/hr
외 벽 : 2.0㎡×0.5KCAL/hr.㎡℃×(21+12)℃= 33KCAL/hr
극간풍 : 8.6㎡/hr×0.28×(21+12)℃ = 79KCAL/hr
T=310KCAL/hr

외벽길이 3m를 팬코일 유닛 300형이 담당한다면 입출구 온도차는 310KCAL/hr-(0.28×170㎡/hr)=6.5℃

따라서 팬코일 유닛의 입출구 공기온도는 : 입구 22℃ DB 출구 28.5℃ DB. 그러나 28.5℃의 공기온도는 인체에 미치는 체감온도가 낮아서 쾌적한 느낌이 없으므로 높은 급기온도를 요구하게 되고 방위별 일사량이 많고 적음에 따라 팬코일 유닛의 제어에 따른 공사비의 증가 및 사계절 냉·온열원 운전이 필요하게 된다.

2. 천정 속 공기 재이용 예

실내조명은 사무소 건축물에서 이용시간이 길고 또한 조명으로 인한 전기입력은 결국 대부분이 발열한다.

공조된 실내공간에서의 환기는 덕트를 이용하든가 전등기구 또는 그릴을 거쳐 천정 속을 환기 이동 통로를 이용하는 천정환기 방식이 있으며 근래에는 천정환기방식이 특별한 경우가 아니면 많이 이용되는 실정이다. 일반적으로 천정환기방식에서 전등발열로 인한 천정 속 온도의 상승은 0.5℃~1.5℃를 넘지 않는 것이 보통이다.

상기 〈그림 12〉에서와 같이 실내온도 22℃의 공기가 천정환기방식으로 전등발열을 회수하여 22.5℃~23℃로 온도상승이 있은 후 팬파워드 VAV 유닛에 의

하여 필요온도로 재가열되어 실외로의 열손실을 보상하여 혼합손실이 없는 방식이 되었다. 팬파워드 VAV 유닛은 일반적으로 냉방조건에 의하여 작동을 하다 실내 냉방부하가 작아지면 댐퍼가 최소 풍량으로 닫히고 난방부하가 발생하면 팬이 작동하면서 가열코일에 온수가 공급되며 열손실을 보상한다.

상기와 같은 방식의 시스템은 외주부용 공조기를 별도로 설치하여 방위별로 적정온도를 공급하는 방식도 있다.

사례 Ⅳ. CONSTANT AIR VOLUME(CAV) UNIT

1. 일반 사무소 건축물에서 1년에 1회이상 칸막이 변경을 하는 것이 일반적인 현상이다. 칸막이의 변경은 자연스럽게 용도변경이 이루어져 OA 사무기기실 · 회의실 · 면회실 · 입원실 등 실사용 및 부하내용이 변경할 때마다 변한다.

또한 연구소 건물의 경우 실험실의 오염공기 · 연소공기의 배기가 불특정 시간에 작동 정지됨으로써 실내환경의 파괴를 많이 경험하게 된다.

이러한 문제점에 부딪쳐 이를 해소할 수 있는 공기조화 설비방식의 적용 사례를 설명하고자 한다.

2. 사무실에서의 CAV 방식 적용

사무실 칸막이 변경에는 원칙적으로 모듈 개념에 입각하여 칸막이 변경이 이루어지며 전동 역시 실별 스위치 설치와 6등 이내를 1회로로 하여 스위치를 설치하여 에너지절약을 유도하고 있다. 따라서 최소한의 구역(약 30㎡ 정도)을 죠운으로 하여 CAV 유닛을 설치하고 이를 전동스위치로 ON-OFF제어를 하며 CAV 유닛의 풍량조절을 실용도에 적합하게 POTENTIO METER 의하여 댐퍼 개도를 조절한다.

이러한 방식의 이점은 다음과 같다.

1) 실사용이 없을 경우 전등과 같이 공조 급기가 되지 않거나 최소한의 급기만 이루어진다.
2) 실용도에 적합한 풍량을 공급하여 쾌적성을 유지한다.
3) CAV 유닛을 설치하므로 공조기의 급기팬의 풍량을 적합하게 조절할 수 있고 CAV 유닛의 폐쇄에 따른 급기 풍량 조절이 가능하여 에너지 절감효과가 발생된다.

3. 연구소에서의 CAV 방식 적용

연구소내의 실험실의 경우 건물내 오염 공기가 배기가 되지않아 업무가 불편한 경우가 있고 또한 배기량이 많아 외기인입으로 인한 건물 출입구의 도어의 개폐가 어렵고 극간풍으로 인한 소리가 나는 경우를 종종 접하게 된다.

이러한 문제는 외기가 출입구 유리창 등을 통과하면서 극간풍이 발생하고 오염공기는 급배기의 밸런싱이 되지않고 건물내의 확산으로 인한 문제로서 이를 해결하기 위하여는 건물내 급 · 배기 밸런싱이 적절하게 이루어져 간헐적으로 가동되는 배기구역(장치)에 대한 급기 보충과 배기가 이루어져 오염원이 발생되는 실이 항상 부압(NEGATIRE PRESSURE)이 되어야 한다.

그 실례로 화학계통 연구실의 설계를 들어 설명하고자 한다. 화학계통의 연구를 하는 곳을 몇군데 방문한 결과 실내오염을 억제하기 위한 배기량 증가 및 실내온 · 습도의 적정선을 유지하기 위한 과다 에너지 소모가 눈에 띄었다. 필요한 배기량의 확보가 되어있지 않아 출입문과 외부 유리창을 개방 상태로 배기팬을 작동시키며 이로 인한 공조되지 않은 외기량이 과다하여 실내온도를 알맞게 유지하지 못하므로 과도한 열량의 공조용 기기의 운전이 필요하게 되었다.

따라서 이를 해결하기 위하여

첫째 : 배기량에 대한 보충공기를 배기팬 용량에 맞추어 작동과 같이 운전되어야 한다.

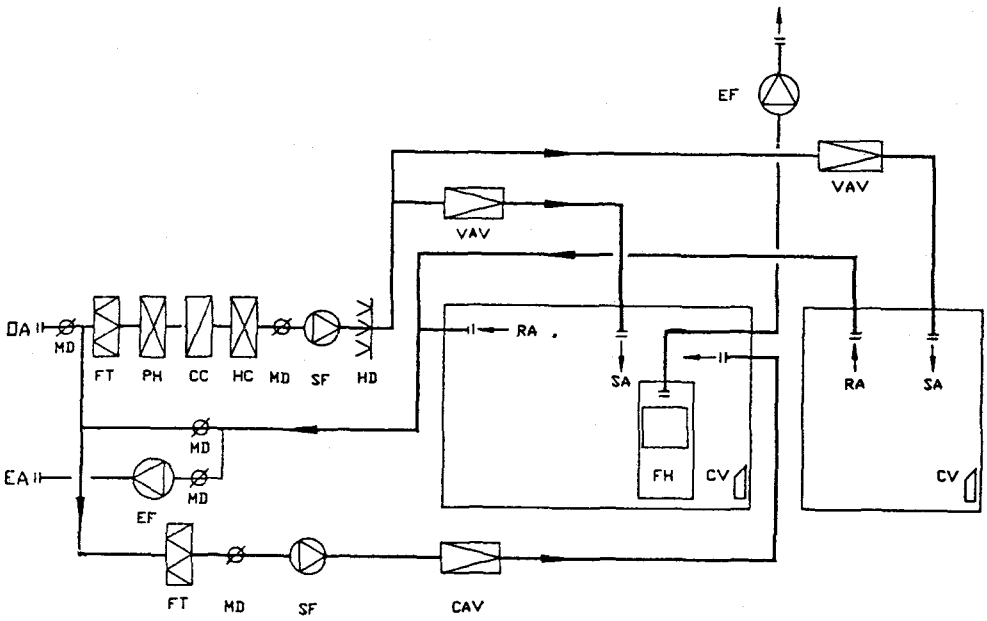
둘째 : 실험에 의하여 오염공기가 발생될 경우와 안될 경우에 따라 일반 공조의 환기가 상황에 따라 바뀌어야 한다.

셋째 : 보충공기량이 막대할 경우 이를 외기로 이용하면 여름 · 겨울에 실내환경이 열악하여지고 이를 처리(가열 또는 냉각)할 경우 막대한 에너지가 소요되므로 가능한 한 한번 사용한 공기의 재이용을 여름 · 겨울에는 가능하게 한다.

넷째 : 실험실은 항상 복도와 연구실에 대하여 부압을 유지시킨다.

상기와 같은 주의점을 근거로 하여 다음과 같은 시스템을 제안하게 되었다.

· 공기조화 방식



ELGEND

FT : FILTER
PF : PREHATING COIL
CC : COOLING COIL
HC : HEATING COIL
SF : SUPPLY FAN
EF : EXHAUST FAN
VAV : VARIABLE AIR VOLUME UNIT
CAV : CONSTANT AIR VOLUME UNIT
HD : HUMIDIFIER
MD : MOTORIZED DAMPER
DA : DUTSIDE AIR
SA : SUPPLY AIR
RA : RETURN AIR
EA : EXHAUST AIR
FH : FUME HOOD
CV : CONVECTOR

(1) 화학계 실험실의 제어 기본 개념

· 공조방식은 변풍량 단일덕트 방식으로 하여 상시 부하에 대처한다.
· 가변풍량 공조기의 급기는 FUME HOOD의 보조급기로 사용하며 FUME HOOD가 작동되고 있는 실은 환기(RETURN AIR)내에 설치된 MOTOR DAMPER를 폐쇄하여 환기를 하지 않는다.
· FUME HOOD를 사용하지 않는 실은 환기를 하고, 이것을 MAKE-UP 공조기에 공급한다. 또한 이 공기를 CAV(CONSTANT AIR VOLUME)를 통하여 실내에 급기하며, FUME HOOD의 배기풍량의 변동에 따라 STEP 제어를 한다. 이때의 실내압은 복도에 대해 항상 NEGATIVE가 되게 BALANCING한다.
· FUME HOOD의 운전률이 저하될 시 환기(RETURN AIR)를 가변풍량 공조기에 공급해서 COIL 용량을 경감시킨다.
· 동계에 창하 DRAFT 방지용으로 온수 CONVECTOR를 설치한다.

(2) 행정지원사무실, 도서실, 회의실, 세미나실(ZONE B)

· 공조방식은 변풍량 단일덕트 방식으로 하여 상시 부하에 대처한다.
· 환기(RETURN AIR)는 실험실용 MAKE-UP AHU에 공급한다.
· 동계시에는 온수 CONVECTOR로서 난방부하를 감당한다.

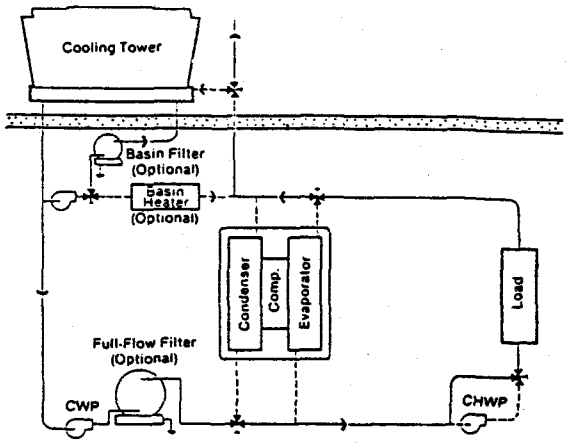
사례 V. 외기 냉수 냉방

1. 사무소 건축물이 INTELLIGENT화 하면서 전반적으로 OA통신 등의 부하가 증가되면서 부분적으로는 고밀도화한 중부하의 사무실이 등장하게 된다. 그로 인한 부하의 증가를 처리하기 위하여 전반적인 부하증가는 열원기기의 용량추가설치 및 중간기 외기 냉방으로 처리하였으나 심각한 대기오염 및 소음으로 인하여 유리창을 개방하기 어렵고 외기냉방의 경우 실내습도제어의 어려움, 공기여과기의 빠른 훼손으로 인한 유지보수비의 증가를 초래하게 되었다. 또한 중부하로 구성된 사무실 죠운이나 일반사무실내의 중부하 구역에 대하여는 공냉식 또는 수냉식 항온항습기 등을 설치하여 연간 공조를 행하였으나 건물의 규모가 높고 넓어져 응축기의 설치 및 추가 배관·배선 등이 어려워지고 있다. 이러한 문제에 대처하기 위하여 외기냉수냉방에 대한 고려를 하게 되었다.

2. 외기 냉수냉방 방식은 ASHRAE에 의하면 3가지를 열거하였다.

1) STRAINER SYSTEM
2) WATER TO WATER HEAT EXCHANER
3) FREE COOLING

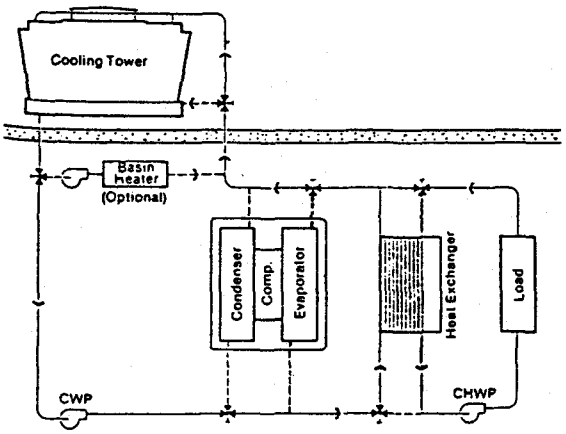
· STRAINER SYSTEM



〈그림 13〉 Free Cooling by Interconnection of Water Circuits

STRAINER SYSTEM은 최근에 제한적으로 사용되어지는 방식으로 일반냉동기와 냉각수의 비관을 서로 바이패스로 연결하여 여름는 일반적인 순환계통으로 운전하고 외기조건이 적정수준에 도달하면 냉각탑과 부하측을 순환계통으로 하여 운전한다. 이 방식은 부하측에 제습부하가 없어질 경우로 중간기의 가열과 냉각이 동시에 나타나는 계절로 냉각탑에서 7℃ DB의 조건만 만족시킬 수 있는 계절이면 사용이 가능하다. 본 방식은 오염된 냉각수와 깨끗한 냉수를 외기냉수 냉방시 오염된 냉각수를 직접 부하측에 사용하게 되므로 냉각수의 수질관리를 위하여 고효율의 스트레이너(STRAINER OR FILTER)를 사용하여야 한다. 또한 겨울철에도 사용하고자 할 경우와 고효율 STRAINER를 설치하여 수질관리의 어려운 문제를 해결하고자 할 경우에는 냉각탑을 밀폐형(CLOSED-CIRCUIT TYPE)으로 사용하는 것이 좋다. 〈그림 13〉

· WATER TO WATER HEAT EXCHANER

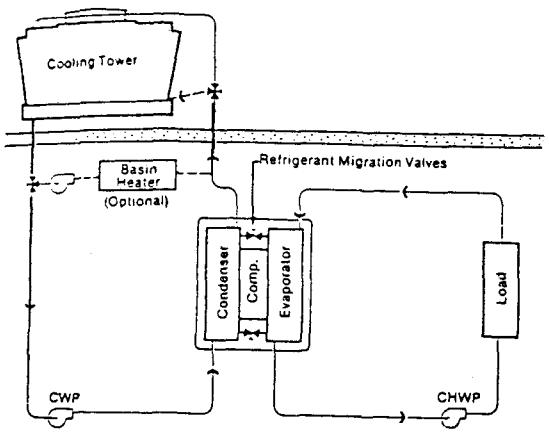


〈그림 14〉 Free Cooling by Use of Auxiliary Heat Exchanger

이 방식은 냉동기와 열교환기를 병렬로 냉각탑과 연결하는 방식으로 제습부하가 있을 때에는 냉동기를 사용하고 그렇지 않을 경우 열교환기를 사용하는 방식이다.
이는 냉각탑의 냉각수 온도가 냉동기의 냉수온도보다 낮아질 경우에 이용하는 것으로 배관내

의 수(WATER) STRAINER 방식보다 오염이 적어 수질관리의 어려움은 없으나 냉각탑은 밀폐형이 바람직하다. 〈그림 14〉

· FREE COOLING



〈그림 15〉 Free Cooling by Use of Refrigerant Vapor Migration

이 방식은 외기온이 낮아져 냉각탑이 저온의 냉각수를 공급할 수 있을 경우 냉동기 압축기의 작동이 없이 냉매를 순환시켜 냉동기의 공칭용량의 40%까지 냉수를 공급 가능하게 하는 방식이다. 냉매의 순환에는 경우에 따라 순환펌프의 설치도 가능하다. 그러나 이러한 특수형태의 냉동기의 국내 제작은 아직 경험이 없어서 적용에 다소 무리가 있다. 〈그림 15〉

3. 적용 예

상기 3가지 방식중 FREE COOLING은 기계적인 사항이라 본 적용 례에는 제외시키고 나머지 방식으로만 검토하여 적용시켜 보았다.

건물연면적 : 69, 900㎡ (21, 000py)
용　　도 : 사무실 전용(금융)
열 원 공 급 : 온열원-지역난방
　　냉열원-전기구동 원심식 냉동기
기계실위치 : 온열원-지하 1층
　　냉열원-지상 30층
　　공기조화기-건물중심 코아 내(전외기 도입 불가능)

외기냉수 냉방방식 선정에 있어 냉각탑 형식은 겨울철의 동파방지와 수질관리가 용이한 밀폐형으로 선정하였는데 밀폐형은 설치비, 운전비, 설치하중이 개방형에 비하여 투자가 많이 되나 관리인원의 수준과 인건비에 소요되는 경비와 안전성을 고려하였다.

따라서 상대적으로 설치비와 설치하중은 투자가 많이 되나 전기구동 원심식 냉동기의 가동기간을 8~9개월(전외기냉방이 불가능하고 24시간 상시 부하가 있음)에서 5~6개월로 단축운전을 하는 것과 밀폐식 냉각탑의 소요동력을 비교하면 경제성이 있음이 확실하다는 소신이 있어 채택하였다.

알고 계십니까?

♣카메라 보관법

카메라를 보관할 때 대개는 케이스째 그냥 넣어 두는 경우가 많다. 그런데 카메라 케이스는 대부분 가죽으로 되어 있기 때문에 습기를 잘 빨아들이므로 케이스에 넣기 전에 비닐 주머니 같은 것에 넣어 통풍이 잘 되는 곳에 두는 것이 좋다.

흔히 카메라를 옷장에다 넣어 두는 경우도 있는데, 옷장엔 나프탈린이 들어 있어 카메라 부속에 필요한 기름을 말릴 염려가 있다.

카메라는 오래 사용하지 않고 그대로 넣어 두는 것보다는 자주 사용하는 것이 고장도 적다는 것을 알아 두자.

♣레코드의 폴리에틸렌 외포지는 벗겨야

요즘 나오는 레코드는 대개 재킷 위에 폴리에틸렌제의 얇은 봉투가 씌워져 있다. 그런데 가정에서 보면 이 외포지가 씌워진 채 판을 보관하고 있는 경우가 많다.

그러나 이것은 판이 팔릴 때까지 소매점에서 판을 보호하는 데는 좋으나 가정에서 보관해 두고 쓰는 데는 속에 습기가 생기기 때문에 좋지 않다. 그러므로 레코드를 사오면 먼저 이 외포지를 벗겨 버리고, 외포지는 딴 곳에 유용하게 쓰도록 하는 것이 좋다.