

# 하이브리드 강제환기장치의 작동기준 및 설치위치에 관한 고찰

■ 김 남 규 / 동원대학 소방안전관리과, ngkim@tongwon.ac.kr

하이브리드 환기설비 중 강제환기팬은 일반 강제환기방식처럼 팬의 용량은 [강·중·약]의 3 단계로 운전이 가능하도록 규정하고 있다. 수동 및 자동환기를 위해 일부 환기업체를 중심으로 CO<sub>2</sub> 센서를 설치하여 공동주택의 실내환경 기준 농도인 1,000 ppm을 기준으로 자동으로 작동이 가능하도록 하고 있으며 CO<sub>2</sub> 센서는 controller에 내장하고 있다. 이때 환기팬이 자동으로 작동하기 위한 적절한 CO<sub>2</sub> 농도 및 CO<sub>2</sub> 센서의 적정위치에 대해 검토하고자 한다.

## 실내 CO<sub>2</sub> 발생의 이론적 고찰

인간은 호흡을 통하여 산소를 흡수하고 CO<sub>2</sub>를 배출하거나 탄소의 완전연소로 CO<sub>2</sub> 방출되며 무취, 무미, 무색의 기체이다. CO<sub>2</sub>는 그 자체가 독성으로 문제가 되는 고농도는 일반 환경에서는 존재하지 않기 때문에 무해한 것으로 판단하고 있다. 따라서, 일반 거주공간에서 CO<sub>2</sub>는 농도가 높더라도 그 자체가 유해하다는 의미보다는 실내의 오염정도에 비례하여 CO<sub>2</sub>가 증가한다는 근거때문에 공기 오염의 지표로 삼는다. 미국 NASA에서는 우주선

의 환경기준을 CO<sub>2</sub> 기준으로 1%, 즉, 10,000 ppm 이하로 설정하고 있으며 잠수함에서는 0.7%(7,000 ppm)을 기준으로 하고 있다. 세계보건기구(WHO)에서는 0.5%(5,000 ppm)를, 미국 ASHRAE standard 62-1989에서는 0.1%(1,000 ppm)로 규정하고 있다. 우리나라를 비롯한 세계 대부분의 국가에서는 ASHRAE 기준인 1,000 ppm을 기준으로 하고 있다. 특히, 주거공간에서는 연소보다는 사람의 호흡을 통해 주로 CO<sub>2</sub>가 배출되므로 실내의 종합적인 오염정도의 지표로 CO<sub>2</sub>를 기준으로 하고 있다.

반면, 실내의 O<sub>2</sub>농도는 연소기기의 사용이나 인체의 호흡으로 감소하는데 인체의 호흡으로 CO<sub>2</sub>는 증가하는 반면 O<sub>2</sub>는 감소한다. 표 1은 CO<sub>2</sub> 농도와 인체의 영향을 나타내고 있으며 표 2는 CO 농도와 인체의 영향을 나타내고 있다.

표 3은 인체의 호흡을 통하여 흡기(들이 마실 때)와 호기(내 뿜을 때)의 공기성분을 나타내고 있다.

숨을 내쉴 때는 신선공기에 비해 O<sub>2</sub> 농도가 5% 적고 CO<sub>2</sub> 농도는 100배 이상 증가하여 결국 실내 공기는 호흡으로 CO<sub>2</sub>는 증가하고 O<sub>2</sub>는 감소한다. 표 4는 활동정도에 따라 1인당 CO<sub>2</sub> 발생량을 나타

<표 1> CO<sub>2</sub> 농도와 인체의 영향

| CO <sub>2</sub> 농도(ppm)    | 인체의 영향                       |
|----------------------------|------------------------------|
| 0.1(1,000 ppm)             | 호흡기, 순환기, 대기등의 기능에 영향을 나타낸다. |
| 4(40,000 ppm)              | 이명현상, 두통, 혈압상승 등의 징후가 나타난다.  |
| 8~10(80,000 ~ 100,000 ppm) | 의식혼미, 경련 등을 일으키며 호흡이 멎는다.    |
| 20(200,000 ppm)            | 중추장해를 일으키며 생명이 위험해진다.        |

<표 2> O<sub>2</sub> 농도와 인체의 영향

| O <sub>2</sub> 농도(%) | 인체의 영향                         |
|----------------------|--------------------------------|
| 15 ~ 14              | 호흡이 깊어지고, 맥박수가 증가되며 노동이 곤란해진다. |
| 11 ~ 10              | 호흡곤란, 졸음이 온다, 동작은 완만 또는 불가해진다. |
| 7                    | 안색이 없어진다. 정신혼란, 감각이 둔해진다.      |
| 6                    | 근육의 반응이 없고 지각을 잃는다.            |
| 4 이하                 | 40초 이내에 지각을 잃고 졸도한다.           |



낸 것으로 활동정도가 낮은 정숙상태에서는 1인당 약 21 l/h임을 알 수 있으며 보통 호흡하는 공기량은 약 450 l/h.인이다.

따라서, 환기관 궁극적으로 O<sub>2</sub>가 많은 외기를 인입하고 CO<sub>2</sub>가 많은 실내공기를 배출하는 과정이다. 적절한 환기를 위해 사람이 거주하는 공간에는 다음과 같은 공식을 이용하여 환기량을 산출한다.

• 이산화탄소

CO<sub>2</sub>는 O<sub>2</sub>보다 민감하게 호흡중추신경을 자극해 호흡을 촉진하는 것은 사실이지만 CO<sub>2</sub>만이 증가되는 경우 크게 건강상의 지장을 주지는 않는다. 주거공간에서의 외기와의 필요 환기량을 결정할 때 일반적으로 CO<sub>2</sub>를 기준으로 하고 있다.

$$V = k \div (p - q)$$

V = 필요환기량 (m<sup>3</sup>/h)

q = 외기중의 CO<sub>2</sub> 함유량 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>(=0.00035)

p = 유지하고자 하는 실내 CO<sub>2</sub> 농도 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>  
(=0.0007 ~0.001)

k = CO<sub>2</sub> 발생량 (m<sup>3</sup>/h)

• 산소

일반적인 실내 산소의 농도는 19%를 기준으로 적용하고 있으며 외기의 산소농도는 20.95%이다. 산소의 농도가 낮거나 산소분압이 낮으면 산

소의 결핍현상이 일어나며 10% 이하면 질식을 일으킨다.

$$V = c \div (a - b)$$

V = 필요환기량 (m<sup>3</sup>/h)

a = 공기중의 O<sub>2</sub> 함유량 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>(=0.2095)

b = 유지하고자 하는 O<sub>2</sub> 농도 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>(=0.1900)

c = 산소소비량 (m<sup>3</sup>/h)

주택규모별 환기팬 가동시 실내 CO<sub>2</sub>농도

주택 규모별 환기팬 가동시 실내 CO<sub>2</sub> 농도를 800 ppm, 900 ppm, 1,000 ppm을 기준으로 환기량을 살펴보면 다음과 같다.

• 환기량 계산식

$$V = k \div (p - q)$$

V = 필요환기량 (m<sup>3</sup>/h)

q = 외기중의 CO<sub>2</sub> 함유량 (= 0.00035 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>)

p = 유지하고자 하는 실내 CO<sub>2</sub> 농도(= 0.0008 ~0.001 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>)

k = CO<sub>2</sub> 발생량 (m<sup>3</sup>/h)

표 5는 재실인원별로 필요환기량을 나타낸 것으로 재실인원 4인을 기준으로 실내 CO<sub>2</sub> 농도 800 ppm을 유지하고자 할 경우는 환기량 187 m<sup>3</sup>/h이 필요하고, 900 ppm을 유지하고자 할 경우는 환기량 153 m<sup>3</sup>/h이 필요하고, 1,000 ppm을 유지하고자 할 경우는 129 m<sup>3</sup>/h가 필요 환기량이다.

그러나 우리나라는 인원수에 의한 환기량이 아니고 공동주택 환기기준에 의해 실용적의 0.7회/h를

<표 3> 인체의 호흡을 통하여 흡기(들이 마실 때)와 호기(내 쉴 때)의 공기성분

| 구분 | O <sub>2</sub> | CO <sub>2</sub> | NO <sub>2</sub> | 수증기    |
|----|----------------|-----------------|-----------------|--------|
| 흡기 | 21%            | 0.035%          | 79%             | 대기와 같음 |
| 호기 | 16%            | 4.04%           | 79%             | 포화상태   |
| 증감 | -5%            | +4%             | 0%              | 증가     |

<표 4> 1인당 CO<sub>2</sub> 발생량

| 활동량  | 신진대사율(kcal/h.인) | CO <sub>2</sub> 발생량(m <sup>3</sup> /h.인) |
|------|-----------------|--|
| 취침   | 86              | 0.0132(13.2 l/h.인)                       |
| 일상생활 | 137 ~ 275       | 0.0211 ~ 0.0422<br>(21~42 l/h.인)         |

<표 5> 실내농도기준과 재실인원에 따른 필요 환기량 (1인당 CO<sub>2</sub> 21 l/h발생 기준)

| 실내 기준농도   | 재실인원 | 4인 (m <sup>3</sup> /h) | 3인 (m <sup>3</sup> /h) | 2인 (m <sup>3</sup> /h) | 1인 (m <sup>3</sup> /h) |
|-----------|------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 800 ppm   |      | 187                    | 140                    | 93                     | 47                     |
| 900 ppm   |      | 153                    | 115                    | 76                     | 38                     |
| 1,000 ppm |      | 129                    | 97                     | 65                     | 32                     |

기준으로 하고 있어 이 기준을 적용한 법적 환기량을 계산하면 표 6과 같다. 아울러 실내 CO<sub>2</sub> 농도를 1,000 ppm을 기준으로 하고 있으므로 4인 가족이 계속해서 실내에 있다면 129 m<sup>3</sup>/h의 환기량이 필요한데 실제 이 조건을 만족하는 주택규모는 약 175 m<sup>2</sup>(32평) 이상으로 환기량 계산에 해당하는 전용 거주면적은 76 m<sup>2</sup> 이상이어야 한다. 결국 4인 가족 기준으로 볼 때 실내농도 1,000 ppm 이하로 유지하려면 주택규모에 관계없이 실내 외기공급

량이 129 m<sup>3</sup>/h 이상이어야 하나 현실은 0.7회/h를 기준으로 TAB를 통해 조절하고 있다. 그러나, 야간 취침시 실내 CO<sub>2</sub> 농도를 계산하면 실의 CO<sub>2</sub> 농도는 법적 환기량보다 훨씬 높아진다. 그 이유는 취침시는 거실에 거주하지 않고 각 방에 거주하기 때문이다.

주택 규모 및 평면형태에 따라 다르지만 보통 ‘거실+주방+복도’를 하나의 존(zone)으로 보고 나머지 취침공간인 각 방(안방+침실1, 2, 3..)을 하

• 실내 CO<sub>2</sub> 농도(ppm)계산식

$$\frac{\text{실의 CO}_2\text{량(m}^3\text{)} + \text{실내 CO}_2\text{ 발생량(m}^3\text{/h)-환기에 의한 CO}_2\text{ 감소량(m}^3\text{/h)}}{\text{실의 용적(m}^3\text{)}} \times 1,000,000 = \text{ppm}$$

단, 실의 CO<sub>2</sub>량(m<sup>3</sup>) = 실의 용적(m<sup>3</sup>) × 실의 농도(m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>)

실내 CO<sub>2</sub> 발생량(m<sup>3</sup>/h) = 0.021 m<sup>3</sup>/h.인 × ○인

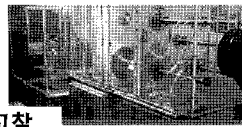
환기에 의한 CO<sub>2</sub> 감소량(m<sup>3</sup>/h) = 환기량(m<sup>3</sup>) × 시각별 실내 CO<sub>2</sub> 농도(m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>)-0.0035(m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>)

|                     |   |                 |   |                              |
|---------------------|---|-----------------|---|------------------------------|
| 침실zone              | + | 침실zone          | = | 전체실                          |
| 거실, 주방, 복도          |   | 침실1,2,3.        |   | 거실, 주방, 복도, 침실1,2,3.         |
| 주로 8시 am ~ 6시 pm 사용 |   | 주로 0 ~ 7시 am 사용 |   | 주로 7 ~ 8시 am 및 6 ~ 12시 pm 사용 |

<표 6> 주택 규모와 법적 및 최소 필요환기량실

| 주택규모   | 법적 환기량<br>(0.7회/h) | 4인가족<br>최소환기량 | 3인가족<br>최소환기량 | 2인가족<br>최소환기량 | 1인가족<br>최소환기량 |
|--|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 42 m <sup>2</sup><br>(18평, 97 m <sup>3</sup> )   | 68                 | 129<br>(-61)  | 97<br>(-29)   | 6<br>5(+3)    | 32<br>(+36)   |
| 59 m <sup>2</sup><br>(25평, 136 m <sup>3</sup> )  | 95                 | 129<br>(-34)  | 97<br>(-2)    | 65<br>(+30)   | 32<br>(+63)   |
| 76 m <sup>2</sup><br>(32평, 175 m <sup>3</sup> )  | 122                | 129<br>(+7)   | 97<br>(+25)   | 65<br>(+57)   | 32<br>(+90)   |
| 114 m <sup>2</sup><br>(48평, 262 m <sup>3</sup> ) | 184                | 129<br>(+55)  | 97<br>(+97)   | 65<br>(+119)  | 32<br>(+152)  |
| 142 m <sup>2</sup><br>(60평, 327 m <sup>3</sup> ) | 229                | 129(+100)     | 97<br>(+132)  | 65<br>(+164)  | 32<br>(+197)  |

- 초기 실내 CO<sub>2</sub> 농도를 1,000 ppm을 기준으로 한다.
- 현장 적용 환기량은 [법적환기량]이다.
- 주택규모 중 42 m<sup>2</sup>, 59 m<sup>2</sup>, 76 m<sup>2</sup>, 114 m<sup>2</sup>, 14 m<sup>2</sup> 2환기량 계산을 위한 실제 면적으로 욕실, 반침 등을 뺀 개략 면적이다.



나의 존으로 보고 면적비를 약 50 : 50이라고 가정하고 실내 CO<sub>2</sub> 농도를 계산하였다.

표 7, 그림 1은 '거실zone+침실zone'에 모두 흠어져 있을 때를 기준으로 한 것으로 취침시를 제외한 아침이나 저녁시간이 될 것이다. 여기서 알 수 있는 것은 97 m<sup>2</sup>는 3인 이상, 136 m<sup>2</sup>는 2인 이상 거주하는 환기팬을 작동하여도 실내 CO<sub>2</sub> 농도는 1,000 ppm 이상임을 알 수 있다.

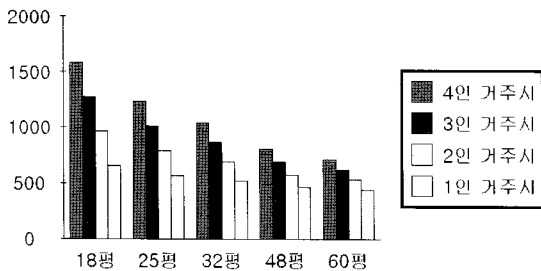
반면, 표 8, 그림 2는 거실zone 또는 침실zone 재실시를 기준으로 CO<sub>2</sub> 농도를 계산한 것으로 특히 야간 취침시가 대상이 될 것이다.

이 경우는 침실zone(면적 50% 기준)에만 거주하는 까닭으로 97 m<sup>2</sup>, 136 m<sup>2</sup>은 2인 이상, 175 m<sup>2</sup>은 3인 이상, 262 m<sup>2</sup>은 4인이상 거주하는 환기팬을 작

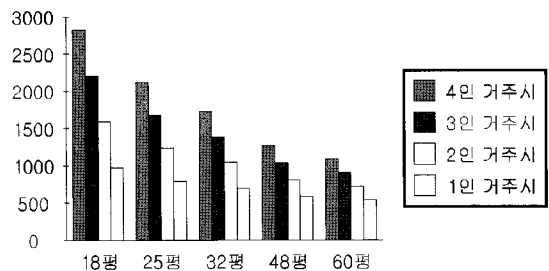
동하여도 실내 CO<sub>2</sub> 농도는 1,000 ppm 이상임을 알 수 있다. 이는 우리가 흔히 생각하는 법적 환기 기준이 주택 규모가 적다든가 취침시에는 침실만 사용함으로써 실내 CO<sub>2</sub> 농도 기준인 1,000 ppm과는 상당한 차이가 있음을 알 수 있다.

### CO<sub>2</sub> controller의 적정 농도 기준

환기장치의 자동운전을 위한 실내 CO<sub>2</sub> 감지기의 기준을 설정하기 위해 주택규모별로 '법적필요환기량'과 실제 인체로부터 발생한 CO<sub>2</sub>를 제거하기 위한 '필요환기량'에 대해 알아보았다. 그 결과 적은 규모의 주택이나 취침시는 법적 기준 0.7회/h보다 많은 풍량을 환기하여야 실내 CO<sub>2</sub> 농도 1,000



[그림 1] '거실zone + 침실zone' 재실시 시간 경과에 따른 CO<sub>2</sub> 농도 변화과정



[그림 2] '거실zone' 또는 '침실zone' 재실시 시간 경과에 따른 CO<sub>2</sub> 농도 변화과정

<표 7> '거실zone+침실zone' 재실시 시간 경과에 따른 CO<sub>2</sub> 농도 변화과정

| 주택규모   | 4인 거주시 | 3인 거주시 | 2인 거주시 | 1인 거주시 |
|--|--------|--------|--------|--------|
| 42 m <sup>2</sup><br>(18평, 97 m <sup>3</sup> )   | 1,585  | 1,276  | 968    | 659    |
| 59 m <sup>2</sup><br>(25평, 136 m <sup>3</sup> )  | 1,234  | 1,013  | 792    | 571    |
| 76 m <sup>2</sup><br>(32평, 175 m <sup>3</sup> )  | 1,039  | 866    | 694    | 522    |
| 114 m <sup>2</sup><br>(48평, 262 m <sup>3</sup> ) | 807    | 692    | 578    | 464    |
| 142 m <sup>2</sup><br>(60평, 327 m <sup>3</sup> ) | 717    | 625    | 533    | 442    |

- 4인 가족 기준으로 전체 재실로 본다
- 실의 용적은 총고 2.3 m를 곱한다.

<표 8> '거실zone' 또는 '침실zone' 재실시 시간 경과에 따른 CO<sub>2</sub> 농도 변화과정

| 주택규모   | 4인 거주시 | 3인 거주시 | 2인 거주시 | 1인 거주시 |
|--|--------|--------|--------|--------|
| 42 m <sup>2</sup><br>(18평, 97 m <sup>3</sup> )   | 2,821  | 2,203  | 1,585  | 968    |
| 59 m <sup>2</sup><br>(25평, 136 m <sup>3</sup> )  | 2,118  | 1,676  | 1,234  | 792    |
| 76 m <sup>2</sup><br>(32평, 175 m <sup>3</sup> )  | 1,727  | 1,383  | 1,039  | 694    |
| 114 m <sup>2</sup><br>(48평, 262 m <sup>3</sup> ) | 1,263  | 1,035  | 807    | 578    |
| 142 m <sup>2</sup><br>(60평, 327 m <sup>3</sup> ) | 1,084  | 900    | 717    | 533    |

- 4인 가족 기준으로 전체 재실로 본다
- 실의 용적은 총고 2.3 m를 곱한다.

ppm을 유지할 수 있음을 알수 있었다. 그렇다면 현재의 공동주택 환기기준인 0.7회/h을 적용한 상태에서 취침시 실내 CO<sub>2</sub> 농도를 낮추기 위해서는 CO<sub>2</sub> 센서의 작동기준을 낮추는 것이다.

**현 controller 작동 기준의 예**

표 9는 ○○환기회사의 controller의 5단계별 실내 CO<sub>2</sub> 농도 기준(ppm)을 나타낸 것으로 재실자가 이중 하나의 단계를 설정하면 실내 CO<sub>2</sub> 농도에 따라 '강', '중', '약' 중에서 자동 가동한다. 즉, 실내 CO<sub>2</sub> 농도가 950 ppm이고 재실자가 4단계로 setting하면 '중' 으로 가동하고 3단계로 setting하면 '강' 으로 작동한다. 일정시간이 흘러 실내 CO<sub>2</sub> 농도가 900 이하로 되면 각각 '하' 및 '중' 으로 작동한다. 그러나, 환기설비를 하는 이유가 실내농도

를 1,000 ppm 이하로 낮추기 위한 것으로 1,000 ~ 1,200 ppm 이상에서 작동하도록 하는 것은 무리가 있다고 판단된다. 왜냐하면 3단계 '강' 에서도 충분히 1,000 ppm 이상에서 작동하다가 점차 CO<sub>2</sub> 농도가 낮아져 '중', '하' 로 낮아질 수 있기 때문이다.

**사용 패턴에 따른 CO<sub>2</sub> 농도**

실의 사용 패턴을 전체실, 거실 존, 침실 존으로 구분할 수 있다. 표 10의 CO<sub>2</sub> 농도 중 위 칸의 CO<sub>2</sub> 농도는 전체실을, 아래 칸의 CO<sub>2</sub> 농도는 거실 존 또는 침실 존만 사용할 경우의 실내 CO<sub>2</sub> 농도이다. 이론적으로 97 m<sup>2</sup>(18평)를 기준으로 1인 거주시 CO<sub>2</sub> 작동 센서를 659 ppm setting 하였다면 침실 zone은 968 ppm을, 968 ppm으로 setting 하였다면 침실 zone은 1,585 ppm을 유지하게 된다.

175 m<sup>2</sup>(32평)의 2인 거주시를 보면 CO<sub>2</sub> 작동 센서를 695 ppm setting 하였다면 침실 zone은 1,039 ppm을 유지할 수 있다.

따라서, 전체실이 아닌 거실 존, 또는 취침시 침실 존만 사용할 경우 나머지 존은 불필요한 환기가 이루어진다. 특히, 취침시 현재처럼 하나의 시스템으로 구성된 환기방식에서는 작동기준을 700 ppm 정도로 유지하지 않으면 실내 CO<sub>2</sub> 농도 1,000

<표 9> ○○환기회사의 환기팬 작동 방법

| 팬 speed | 1단계 | 2단계 | 3단계   | 4단계   | 5단계   |
|---------|-----|-----|-------|-------|-------|
| [약]     | 600 | 700 | 800   | 900   | 1,000 |
| [중]     | 700 | 800 | 900   | 1,000 | 1,100 |
| [강]     | 800 | 900 | 1,000 | 1,100 | 1,200 |

• 재실자가 controller단계를 setting하면 실내 CO<sub>2</sub> 농도에 따라 [약]⇨[중]⇨[강]으로 작동한다.

<표 10> '거실zone' 또는 '침실zone' 재실시 배기 메인 덕트의 CO<sub>2</sub> 농도

| 주목규모/경과시간  | 법적환기량 (0.7회/h) | 4인 거주시 | 3인 거주시 | 2인 거주시 | 1인 거주시 |
|--|----------------|--------|--------|--------|--------|
| 42 m <sup>2</sup><br>(18평, 97 m <sup>3</sup> )   | 68             | 1,586  | 1,277  | 968    | 659    |
|  |                | 2,821  | 2,203  | 1,585  | 968    |
| 59 m <sup>2</sup><br>(25평, 136 m <sup>3</sup> )  | 95             | 1,234  | 1,013  | 792    | 571    |
|  |                |        | 1,676  | 1,234  | 792    |
| 76 m <sup>2</sup><br>(32평, 175 m <sup>3</sup> )  | 122            | 1,039  | 867    | 695    | 522    |
|  |                | 1,727  | 1,383  | 1,039  | 694    |
| 114 m <sup>2</sup><br>(48평, 262 m <sup>3</sup> ) | 184            | 807    | 693    | 579    | 464    |
|  |                | 1,263  | 1,035  | 807    | 578    |
| 142 m <sup>2</sup><br>(60평, 327 m <sup>3</sup> ) | 229            | 717    | 625    | 534    | 442    |
|  |                | 1,084  | 900    | 717    | 533    |

- 4인 가족 기준으로 전체 재실로 본다
- (m<sup>3</sup>)은 환기량 계산을 위한 실제 면적으로 욕실, 반침 등을 뺀 개략 면적이다.
- 실의 용적은 층고 2.3 m를 곱한다.



ppm을 유지하기가 쉽지 않다는 것을 알 수 있다. 위의 결과는 일반 사무실 공조방식처럼 CO<sub>2</sub> 감지기를 주배기덕트에 설치한 경우이다. 거실 또는 침실(안방)에 CO<sub>2</sub> 감지기를 설치할 경우는 실제 재실 공간의 CO<sub>2</sub> 농도를 감지하지 못함으로써 매우 불합리한 결과를 가져오게 된다. 예를 들면 거실에 설치된 감지기는 야간 취침시에는 환기시스템이 작동하지 않게 된다.

**재안한 controller 작동 기준**

하이브리드방식에서 효율적인 환기가 이루어지기 위해서는 다음 사항이 인식, 고려되어야 한다.

- ① 실의 사용 패턴이 3가지로 이루어진다. 즉, 전체실을 사용하는 경우, 거실 존을 사용하는 경우, 침실 존을 사용하는 경우이다.
- ② 공동주택에서의 에너지 소비는 팬의 모터 동력보다는 환기량에 의한 냉난방부하에 의해 주로 결정된다.
- ③ 에너지 절약을 위해서는 거실 존 과 침실 존을 분리하여 2대의 환기팬을 고려하여야 한다.

하이브리드 방식에서 CO<sub>2</sub> 감지기는 안방 및 거실에 각기 설치하여 1,000 ppm 이상이면 환기장치가 작동하도록 하여야 한다. 바람직한 방법은 거실 존 과 침실 존을 구분하여 하나의 유니트에 배기팬을 각기 내장하는 방법이다. 만약 하나의 배기팬으로 구성될 경우는 거실 또는 침실 존의 CO<sub>2</sub> 농도가 1,000 ppm 이상이면 자동 작동하는 방법이나 에너지 절약측면에서 현재 설치되고 있는 일반적인 환기시스템처럼 취침시 거실의 경우 대기 CO<sub>2</sub> 농도

와 같은데도 불구하고 필요없는 환기를 하게 된다.

**CO<sub>2</sub> 센서 설치 위치**

표 11, 12는 요일별 환기장치의 예상 가동시간을 나타낸 것으로 '거실zone' 과 '침실zone' 의 사용시간이 비슷한 것으로 판단된다.

CO<sub>2</sub> 감지기의 적정위치를 설정하기 위한 검토는 거실, 안방, 배기덕트, 욕실덕트로 나눌 수 있다. 설치 위치별 특징을 살펴보면 다음과 같다.

- ① 거실 - 낮 및 저녁 거주공간이 주로 거실이라는 측면을 고려한 위치이다. 그러나 취침시 거실의 CO<sub>2</sub> 농도는 환기를 할 경우 약 1.5시간에서 최대 2시간 후면 CO<sub>2</sub> 농도가 외기 농도 350 ppm에 근접하여 취침시 가동이 중단된다. 이를 방지하기 위해서는 CO<sub>2</sub> 센서에 의한 자동 작동기능을 정지하고 time나 수동으로 지속 가동이 가능하도록 하여야 한다. 에너지 낭비가 심하다.

<표 11> 요일별 환기장치 예상 가동시간

| 요일              | 월-금                                      | 토,일 | 계      |
|-----------------|--|-----|--------|
| [거실zone] 예상가동시간 | 오전 2시간 (7 ~ 9 am),<br>저녁 5시간 (7 ~ 12 pm) | 가변적 | 49시간/주 |
| [침실zone] 예상가동시간 | 밤 7시간 (0 ~ 7 am)                         |     |        |

\* [침실zone]과 [거실zone]의 사용시간이 비슷하다.

<표 12> zone별 가동시간

| 시간/요일 | 0      | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8              | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16          | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
|-------|--------|---|---|---|---|---|---|---|----------------|---|----|----|----|----|----|----|-------------|----|----|----|----|----|----|----|
| 월     |        |   |   |   |   |   |   |   |                |   |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |
| 화     |        |   |   |   |   |   |   |   |                |   |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |
| 수     |        |   |   |   |   |   |   |   |                |   |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |
| 목     |        |   |   |   |   |   |   |   |                |   |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |
| 금     |        |   |   |   |   |   |   |   |                |   |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |
| 토     |        |   |   |   |   |   |   |   |                |   |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |
| 일     |        |   |   |   |   |   |   |   |                |   |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |
| 비고    | 취침zone |   |   |   |   |   |   |   | 거실zone(토,일 가변) |   |    |    |    |    |    |    | 거실 및 취침zone |    |    |    |    |    |    |    |

② 침실(안방) - 실의 CO<sub>2</sub> 농도가 가장 높은 곳은 거실보다는 야간 취침공간이라는 측면을 고려한 위치이다. 그러나 거실 사용시 침실은 약 1.5 ~ 2시간 후면 CO<sub>2</sub> 농도가 외기 농도 350 ppm에 근접하여 가동이 중단된다. 역시, 지속적인 환기를 위해서는 CO<sub>2</sub> 센서에 의한 자동 작동기능을 정지하고 timer나 수동으로 작동하도록 하여야 한다.

③ 배기덕트 - 각 실의 배기 CO<sub>2</sub> 농도를 고려한 위치이다. 일반 건물에서 실의 CO<sub>2</sub> 농도를 측정하는 위치이다. 취침시는 거실zone과 합해진 배기의 CO<sub>2</sub> 농도를 감지한다. 거실 사용시는 침실 zone과 합해진 배기의 CO<sub>2</sub> 농도를 감지한다. 현재 강제환기기준으로서는 비교적 합리적인 위치이나 하이브리드 방식에서는 실내 CO<sub>2</sub> 농도가 일정이상일 경우 환기팬이 작동하는 방식이기 때문에 적용이 곤란하다.

설치위치는 위의 3가지로 검토할 수 있으며 하이브리드 방식에서는 '① 거실', '② 안방' 을 고려하

여 실내에 각기 설치하는 방법이다. '③ 배기덕트' 방법은 하이브리드방식이 아닌 강제 급 + 배기나 자연급기 + 강제배기방식이 바람직하다.

## 결론

하이브리드 환기방식의 특성상 자연환기의 한계를 고려한 강제환기팬의 작동기준 및 설치위치는 다음과 같이 정리할 수 있다.

- ① 효율적인 실내 CO<sub>2</sub> 농도 유지 및 에너지 절약을 위해 사용 패턴이 다른 거실 존과 침실존의 구분이 필요하다.
- ② 강제 배기팬이 작동하는 CO<sub>2</sub> 센서는 1,000 ppm을 기준으로 하되, [강 : 1,000 ppm, 중 : 900 ppm, 약 : 800 ppm]으로 한다.
- ③ CO<sub>2</sub> 센서는 거실과 안방에 각기 설치한다.
- ④ 배기팬 역시 거실 존과 안방존으로 구분하여 하나의 유니트에 2개의 팬을 내장하여 각기 또는 동시 가동이 가능하도록 한다. ●