

# 다중이용시설에서의 코로나19 대응 환기계획

Ventilation Plan for Corona 19 in Multi-use Facilities

**박진철** Park, Jin Chul  
 논문편집위원장, 중앙대 건축학부 교수  
 Professor, Chung-Ang University  
 jincpark@cau.ac.kr

## 서론

우리 사회는 어느새 1년 이상 코로나19 라는 사상 초유의 호흡기질환 팬데믹으로 모든 활동이 취소, 축소 및 제한으로 고통을 받고 있는 상황이다. 그나마 우리나라는 코로나19에 대한 감염확산이 다른 나라에 비하여 적어 다소 안도감이 되고 있지만 다중이용시설에서의 코로나19의 계속되는 확산은 우리의 가슴을 무겁게 억누르고 있는 상황이다.

다중이용시설은 다수의 인원이 재실 또는 이용하는 시설로서 다중이용시설 및 다중이용업소로 지칭하며 연면적에 따라 다음과 같이 구분하고 있다.

- 다중이용시설 : 평균 연면적 1,000m<sup>2</sup> 이상의 시설로 불특정 다수가 이용하는 시설을 의미.
- 다중이용업소: 다중이용시설을 제외한 불특정 다수가 이용하는 시설 중 재난 발생 시 생명, 신체, 재산상의 피해가 발생할 우려가 높은 시설로 정의

이와같이 다중이용시설이란 불특정다수인이 이용하는 시설로서 우리는 코로나19 발병 초기부터 다중이용시설에서의 감염 확산을 걱정해 왔다. 특히, 다중이용시설은 3밀(밀폐, 밀집, 밀접)공간으로서 감염된 공기를 배출시키는 환기장치가 매우 중요한곳이다. 그러나, 국내에서는 그동안 코로나19가 확산되는 상황에 다중이용시설에서의 생활속 거리 두기로 “자연환기가 가능한 경우 창문을 상시 열어두거나 상시적으로 창문을 열어두기 어려운 경우 매일 2회 이상 주기적으로 환기하기”라는 매우 포괄적인 가이드라인 제시가 전부였다.

선진외국인 경우 소규모 다중이용시설업소에도 용도별 환기량을 제시하고 있으며 특히, 공기질 및 실내오염원에 따라 환기장치의 설계 및 성능 관련하여 세부 규정이 제시되어 있는 상황이다. 예를 들면 미국인 경우 ASHRAE(American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers)에서는 <표 1> ASHRAE Standard 62.1-2019와 같이 각 시설물별로 환기량을 규

표 1. ASHRAE Standard 62.1-2019 시설물별 환기량

구분	인당 외부공기 환기율 (cfm/person)	인당 외부공기 환기율 (L/s/person)	면적별 외부공기 환기율 (cfm/ft <sup>2</sup> )	면적별 외부공기 환기율 (L/s/m <sup>2</sup> )
① 교실	10	5	0.12	0.6
② 도서관	5	2.5	0.12	0.6
③ 체육관	20	10	0.18	0.9
④ 객실(호텔)	5	2.5	0.06	0.3
⑤ 5~8세 교실	10	5	0.12	0.6
⑥ 9세 이상 교실	10	5	0.12	0.6
⑦ 대학연구실	10	5	0.18	0.9
⑧ 식당	7.5	3.8	0.12	0.9
⑨ 은행	7.5	3.8	0.06	0.3
⑩ 운송업 대기장소	7.5	3.8	0.06	0.3
⑪ 사무실	5	2.5	0.06	0.3
⑫ 주거	10	5	0.12	0.6
⑬ 법정	5	2.5	0.06	0.3
⑭ 연무, 무도장	20	10	0.06	0.3
⑮ 펫샵	7.5	3.8	0.06	0.3

정하고 있는데 특히 인당, 면적별로 지정하여 환기기준을 정하고 있다.

**다중이용시설에서의 환기방식 및 환기량에 따른 환기효과**

자료에 의하면 코로나19 팬데믹 감염은 대부분 비말(飛沫, droplet)으로 알려져 있다. 비말감염이란 기침·재채기를 할 때 침 등의 작은 물방울(비말)에 바이러스·세균이 섞여 나와 타인의 입, 코로 들어가 감염되는 형태이다. 비말 크기는 5 $\mu$ m(1 $\mu$ m=100만분의 1m) 이상이며, 기침을 한 번 하면 최대 약 3000개의 비말이 전방 2m 내에 분사된다고 한다. 따라서 비말감염의 1차적 전염을 막기 위해서는 마스크 착용이 필수이다. 그러나, 비말이 공기 중에 내뿜게 되면 훨씬 멀리 퍼질 위험도 있어 이에 대한 대책이 필요한 상황이다.

인체에서 튀어나오는 비말은 공기 중 레이저 광선을 이용해 측정된 결과 1분간 평균 약 1000개 이상 생성되어 8

분 이상 공기 중에 잔류 된다고 한다(미국 국립보건원, 출처: 헬스컨슈머(<http://www.healthumer.com>)).

본 연구팀에서는 다중이용시설을 대상으로 비말발생 후 60분 후 60,000개의 비말이 밀폐된 실내공기 중에 보유하고 있을 때를 가정하여 환기방식과 환기량에 따른 비말감소를 다음 수식에 의하여 계산해 보았다.

일반환기모드  $D_i = \int (D_e + D_g - D_i - D_{EA})dt$  - 수식(1)

내부순환모드  $D_i = \int (D_e + D_g - D_i - D_{EA} + D_{SA})dt$  - 수식(2)

여기서, V : 실체적( $m^3$ ) = 7.5 $\times$ 9 $\times$ 2.6m/ 비말 크기 : 5 $\mu$ m

$D_i$  : 바이러스에 오염된 실내 발생 비말 개수(개/ $m^3$ )

$D_e$  : 잔존 실내 바이러스 비말 개수(개/ $m^3$ ), 이전  $D_i$

$D_g$  : 바이러스 비말 생성 개수(개/ $m^3$ )

$D_i$  : 침기로 인한 오염된 비말 개수(유입-유출)(개/ $m^3$ )

$D_{EA}$  : EA로의 실내 바이러스 비말 배기량(개/ $m^3$ )

$D_{SA}$  : SA로의 실내 바이러스 비말 배기량(개/ $m^3$ )

(H13 필터 사용 시)

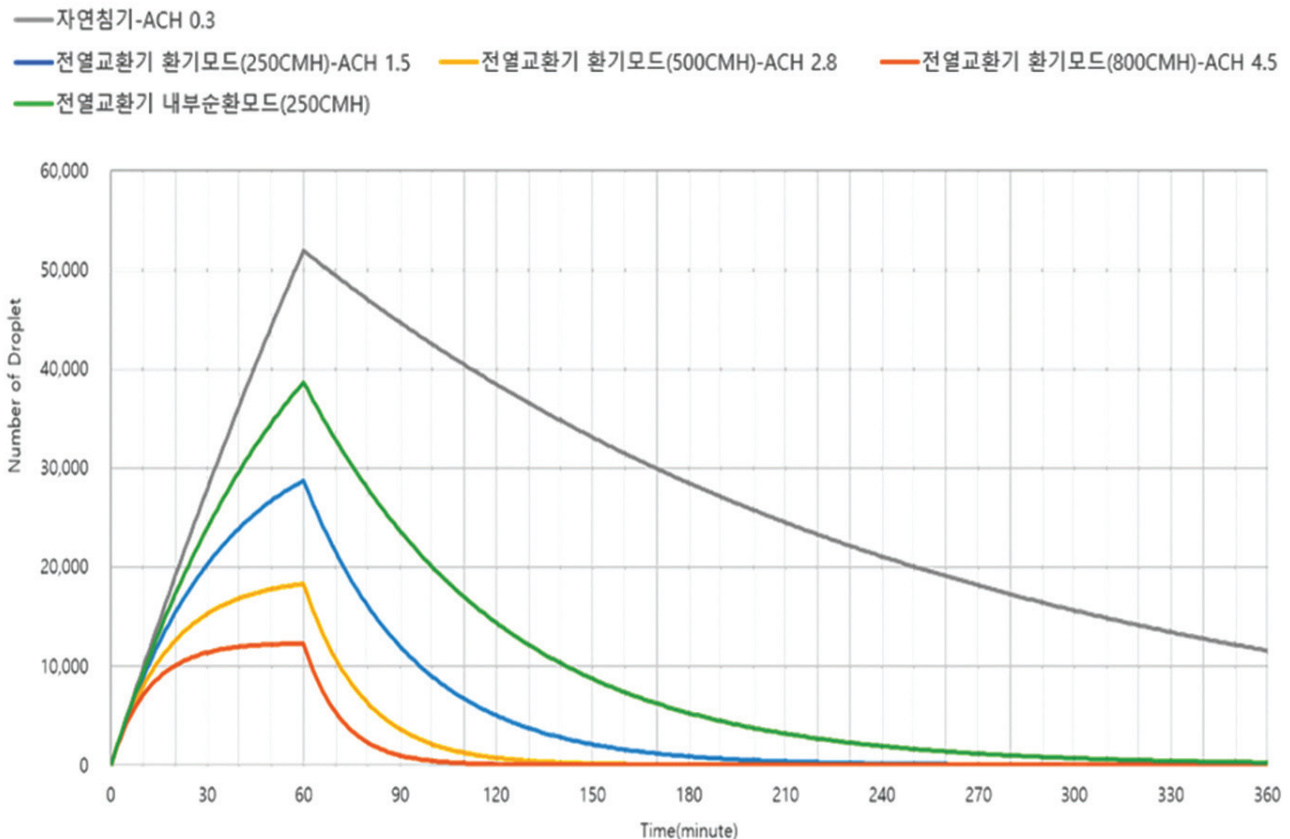


그림 1. 다중이용시설에서의 환기방식에 따른 비말감소율

즉, 그림 1에서 다중이용시설에서 비말발생 초기 60,000개 발생에서 자연환기일 경우 50,000개로 감소하고 있었다. 그러나, 환기장치를 가동하여 1.5회 풍량을 도입할 경우에는 40,000개(내부순환), 30,000만개(외부순환)로 각각 감소되는 것으로 나타났다. 특히, 환기량을 증가시(1.5회에서 2.8회 그리고 최대 4.5회로)에는 비말이 각각 18,000, 10,000개로 더 크게 감소하고 있었다. 더욱이 환기장치가 30분 동안 지속될 경우에는 밀폐된 실에 생성된 비말이 거의 전부 소멸되는 것으로 나타나 환기효과를 확인할 수 있었다.

미국의 EPA(환경청)에 따르면 건물의 경우 창문과 문을 여는 것이 항상 가능한 것은 아니기 때문에 가장 유용한 시나리오는 훌륭한 환기시스템을 갖추는 것이라고 한다. 즉, 밀폐된 실내에 외부 공기로 환기를 늘리는 것이 항상 가능하거나 실용적이지 않을 수 있기 때문에 이와같은 경우에는 건물 전체 또는 특정 방에 있는 사람의 수를 제한하고 1인당 유효 환기율을 높이면 환기효과를 극대화 할 수 한다고 한다(출처: Cecilia Amador de San Jose, 2020).

우리사회는 2020년 1월 이후 코로나-19 팬데믹의 장기화로 단절되었고 경제는 깊은 터널 속에서 좀처럼 빠져나오지 못하고 특히, 건축분야도 물량축소와 매출감소 등으로 매우 어려운 시기를 겪고 있다.

그러나, 다행히도 최근 코로나19 백신(Vaccine)이 개발 및 보급되고 있는 상황이다. 한편, 추운겨울이 지나가고 온도가 다시 상승되는 계절에 특히 밀폐된 다중이용시설에서의 감염확산은 코로나19가 종식되기를 간절히 기다리는 우리 건축인들의 바람에 찬물을 끼얹을 수 있다. 밀폐된 다중이용시설에서의 환기계획을 건축적으로 잘 검토하여 코로나 19의 감염 재확산을 방지함으로써 빠른시기에 예전처럼의 일상생활을 다시 즐길수 있기를 학수 고대한다.☐

- 환경부, 다중이용시설의 실내공기질 관리법, 2020
- 행정안전부, 다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법 시행규칙
- ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2019, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality
- CDC says coronavirus can spread indoors in updated guidance, PBS NewsHour(<https://www.pbs.org/newshour/politics/>), published on 2020.10.05.
- Caitlin McCabe, Key to Preventing Covid-19 Indoors: Ventilation, The wall street journal(<https://www.wsj.com/articles/>), published on 2020.9.1.
- Lisa Brosseau, COMMENTARY: COVID-19 transmission messages should hinge on science, <https://www.cidrap.umn.edu/> 2020.3.16.
- G. Kampf et al., Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents, Journal of Hospital Infection, Volume 104, Issue 3, 2020, pp.246-251
- Ian M Mackay, Understanding what we mean when we discuss airborne virus infection risk, <https://virologydownunder.com>, published on 2020.2.9.
- Leslie Dietz, et.al, Kevin Van Den Wymelenberg, 2019 Novel Coronavirus (COVID-19) Pandemic: Built Environment Considerations To Reduce Transmission, mSystems, 2020

#### 참고문헌

- 국토교통부, 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙, 2020
- 대한설비공학회, 환기설비 및 공기정화설비 관리기준 마련 연구, 2013
- 미국 ASHRAE Standard 62.1-2019
- 월간설비기술, 2020.10, 다중이용시설에서의 코로나19 감염방지를 위한 환기방안