

코로나19의 건축설비적 대응방안

A Countermeasures of Building Services & Control System for COVID-19

박진철 Park, Jin Chul

참여이사, 논문편집위원장, 중앙대 건축학부 교수
 Professor, Chung-Ang University
 jincpark@cau.ac.kr

서론

지금 지구촌의 전 세계는 COVID-19 바이러스에 대한 전쟁으로 유사 이래 새로운 전시상황에 처해 있다. 가까운 미국인 경우 COVID-19로 인한 사망자 수는 세계 최다를 기록하였고 이는 1950년대 한국전쟁에서 사망한 미국인의 숫자를 훨씬 초과하고 있는 상황이다.

지난 100년 동안의 지구촌을 휩쓴 팬데믹(pandemic·전염병 대유행)을 살펴보았다. 1918년 1차세계대전 이전 세계를 강타한 ‘스페인 독감(스페인하고 직접 관련 없고 단지 스페인 언론에서 다루었다고 명명)’은 전세계 약 5,000 만명의 목숨을 앗아간 무서운 전염병으로 알려져 있다(이때 우리나라도 인구의 절반 가량인 740만 명이 감염되었고 약 14만명이 사망했다고 보고됨).

그 이후 과학과 문명의 발달은 상하수도 등 위생시설을 갖추게 했고 각종 질병에 대한 백신과 항생제가 개발되는 등 의학의 눈부신 발전으로 우리 인간은 전염병으

로부터 사망률을 크게 낮출 수 있었다. 그러나, 이와같은 공중보건과 현대의학 등의 놀라운 발전에도 불구하고 전염병발생은 2003년 사스, 2009년 신종인플루엔자, 2015년 메르스, 2020년 COVID-19 등 최근의 20년 동안에 오히려 증가하고 있다는 사실이 그 원인을 알 수가 없는 상황이다.

특히, COVID-19는 아직 백신조차 개발되지 않아 팬데믹(pandemic·전염병 대유행)을 넘어 엔데믹(endemic, 감기처럼 COVID-19가 종식되지 않고 우리 곁에 남아 주기적으로 발생하는 상황)처럼 토착화 현상 또는 도미노(계속 순환되는)현상이 예측 되고 있다.

COVID-19 바이러스의 특징으로는 홍콩대 연구팀이 실험한 결과에 의하면 실내온도 4℃에서는 바이러스 생존기간이 길어졌고 22℃에서는 14일 후 사라졌고 37℃에서는 이를 뒤에 사멸했다고 한다. 그리고 바이러스가 재료에 부착되었을 경우에는 종이나 티슈 표면에서는 2시간 후 바이러스가 모두 사라졌고, 나무나 천표면에서는 하루 동안 사라지지 않고 버티었다. 그리고 유리나 지폐 표면에서는 4일 후에 사라졌고 스테인리스와 플라스틱 표면에서는 7일 후에는 관찰되지 않았다고 한다. 또한, 가정에서 사용하는 표백제나 비눗물과 에탄올 등의 다양한 소독제에서는 대부분 5분 이내에 사라지는 것으로 확인되었다고 한다.

By Paul French, for CNN
 © Updated 0216 GMT (1016 HKT) April 5, 2020

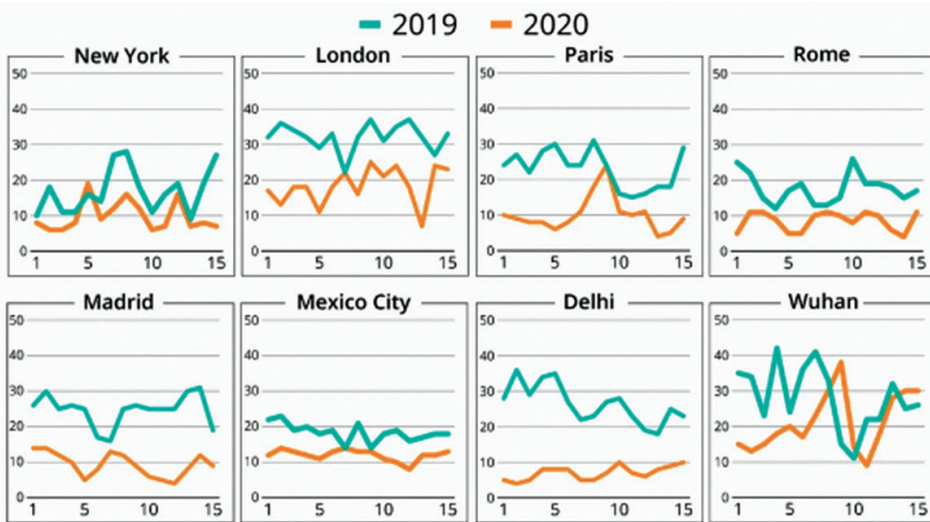


Red Cross volunteers wore face masks during the flu pandemic of 1918.

그림 1. 1918년 스페인독감 유행시 마스크를 착용한 미국 적십자 봉사단

기후변화와 COVID-19

지난 4월 22일, 지구의날 50주년에 발표된 세계기상기



Central locations, NO₂ concentration displayed as index value
Source: World Air Quality Index

그림 2. 세계 주요도시의 NO₂ 오염농도 (2019년 대비 2020년의 감소 현황)

구(WMO, World Meteorological Organization)의 Global Climate 2015~2019 보고서에 따르면 이산화탄소 수준은 2015년부터 2019년까지 지난 5년보다 약 18% 높게 나타났는데 2020년 3월 COVID-19로 인하여 이산화탄소 배출량은 일시적으로 6% 감소하였다고 한다(그림 2 참조).

이는 단기적으로 아주 좋은 소식이지만 COVID-19로 인하여 경제활동이 무너진 영향으로 환경문제에 대한 해결책이 아니라 단지 많은 사람의 이동과 경제활동의 축소에 따라 운송의 변화가 탄소배출에 가장 큰 영향을 미친 것임을 알 수 있다. 또한, COVID-19로 인하여 탄소배출은 직장에서 발생하는 것이 아니라 가정에서 발생 계속발생하고 있어 난방, 조명, 가전제품 등에서의 온실가스 사용은 큰 영향을 미치지 않았다고 한다. 특히, 세계 경제가 COVID-19로 부터 회복되기 시작하면 탄소배출이 다시 정상으로 돌아올 것으로 예상되고 오히려 배출량이 예전보다 더 증가할 수도 있다고 경고하고 있다.

필자는 기후변화(온실가스 증가)가 지구촌의 팬데믹(pandemic·전염병 대유행)에 특별한 영향을 미친다는 판단은 아직 조심스럽지만 기후변화는 우리의 건강에 중요한 영향을 미친다는 것을 잘 알고 있기에 COVID-19의 도미노 현상을 걱정하면서 기후변화에 대하여 우리가 더욱 대응해야 한다는 생각을 갖고 있다.

따라서, 필자의 좁은 생각으로는 최근 20년동안 과학

과 최신의학의 발달에도 불구하고 전염병의 빈번한 발생은 여러 원인이 있겠지만 그 원인의 하나로 환경오염과 기후변화를 거론할 수도 있다고 판단한다.

이미 지난 몇 년동안 기후변화로 인하여 가뭄, 홍수 등으로 건물이 붕괴되고 생태계가 파괴되는 것을 확인하였고 우리는 건물에서 온실가스 발생을 줄이기 위하여 올해부터 제로에너지건물을 공공건물부터 의무화하고 있는 중이다. 결국 탄소배출을 줄이는 것이 우리의 미래의 건강과 생존이 걸린 문제임을 다시 한번 짚고 넘어간다.

COVID-19 대응을 위한 건축설비적 방안

우리는 지난 5년전 메르스사태 때도 첨단 의료시설이 구비되어 있었음에도 병원시설에 음압실과 환기설비 등의 기준미비와 메뉴얼 부재 등으로 감염경로가 차단되지 못하여 확산되었음을 경험하였다.

그래도 다행인 것은 메르스 사태이후 격리시설의 준비를 여러군데 준비하였다. 또한, 국내 질병관리본부 안에 긴급상황센터를 신설하여 위기소통과 및 위기분석과, 감염병진단관리과 그리고 운영지원팀 등을 운영하여 전염병 대응을 비교적 잘 준비하고 있었기에 이번 COVID-19 발생에도 초기대응이 미흡한 부분이 있었지만 운영부분에서는 체계적으로 잘 대응하여 전 세계에서 대한민국의

표 1. 병실 용도별 기준*

	Airborne Infection Isolation Room (격리실)	Protective Environment Room (중환자실)	Critical Care Room (집중 치료실)	Isolation Anteroom (격리 대기실)	Operating Room (수술실)
압력	음 압	양 압	음압, 양압, 중립	음 압, 양 압	양 압
환기 횟수	≥6ACH(기존건물) ≥12ACH(신축건물)	≥12ACH	≥6ACH	≥10ACH	≥15ACH
공기 재순환	X	O	O	X	O

* 미국 CDC기준: 집중치료실과 격리 대기실은 상황에 맞게 유기적으로 양압과 음압을 변경할 수 있는 것이 특징이며, 공기 확산 감염의 우려되는 환자들을 격리할 수 있는 격리실과 격리 대기실은 공기 재순환을 하지 않음

대응을 높이 평가받고 있다.

그러나, 아직까지도 전염병에 대한 세부 가이드라인은 매우 미흡한 실정이다.

일반적으로 전염병 예방방법으로는 크게 감염원에 대한 대책, 감염경로 차단, 감수성자의 관리 등이 있는데 중요한 것은 사스, 메르스, COVID-19 등 최근의 전염병은 모두 호흡기로 감염되고 전염력 및 전파속도가 매우 빠르다는 것이다. 따라서, 무엇보다도 감염예방을 위해서는 밀폐된 건물에서 공기조화·환기설비의 설계, 시공, 유지관리를 위한 가이드라인 설정이 절대 필요한 실정이다.

다음은 최근 유럽의 설비공학회(REHVA)에서 제시한 내용으로서 COVID-19 바이러스의 일반적인 감염경로는 다음 3가지를 언급하고 있다(REHVA COVID-19 guidance document, March, 2020).

- 1) 큰 비말을 통한 감염(재채기 또는 기침을 통해 방출되는 물방울과 입자)
- 2) 표면 접촉(매개물)을 통한 감염(손과 손, 손과 표면 등)
- 3) faecal-oral(대변-경구) 감염경로

이에 대한 예방조치로 변기의 물을 뚜껑을 닫은 상태에서 내려야 하며 특히, 정기적으로 건물바닥의 배수구와 기타 위생기기에 물을 정기적으로 주입되었는지 수밀봉작업을 확인해야 한다(3주에 한번정도).

한편, 지난 2월 대구에서 90여명이 집단 감염된 병원인 경우 폐쇄병동으로 환자들이 외부와 접촉할 일이 거의 없는데도 불구하고 창문을 열 수 없는 상황에서 환기가 안 되어 상당히 밀집된 곳에서 같은 건물을 사용하는 공조시스템에 의한 공기에 의하여 감염된 것으로 파악되고 있다. 따라서, 공기조화와 환기설비는 감염경로 차단에 매우 중요한 수단임을 알 수 있다.

미국의 경우 CDC(미국질병통제센터, Centers for Disease Control and prevention)를 중심으로 ASHRAE(미

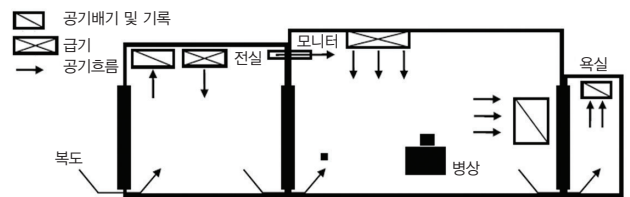


그림 3. 음압병실의 공조 제어 방법
음압은 화장실 ≥ 병실 ≥ 전실 > 복도 순이 되도록 절대치를 유지하여 출입문이 열려 있는 상태에서도 화장실의 공기가 병실 또는 전실로 유입되지 않고, 병실의 공기가 전실로 유입되지 않도록 해야 함. 각 실간 음압차는 -2.5pa 이상 유지

국냉난방공조협회, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers)의 기준을 적용하여 최소 환기량 기준치를 구분·제시하고 있다(표 1 참조)

특히, 이를 적용하기 위해서는 우선 관계부처별로 산재되어있는 관련법규를 주무부처를 정하여 소비자 중심, 사용자 중심으로 통합하거나 법체계의 정비가 우선적으로 필요하다.

건물내 공기의 흐름은 열과 습기뿐만 아니라 미립자 및 오염물질을 운반하는 운반체로서 매우 중요한 고려대상이다. 따라서, 병실인 경우 격리구역을 설계할 때, 실내로 공급된 공기는 재순환 없이 배기되어야 한다(그림 3 참조). 또한, ASHRAE의 자료에 의하면 병실의 배기구 위치는 천정보다 환자 침대 양 옆에 설치한 것이 오염물질에 대한 노출 위험도가 가장 낮은 것으로 나타났다고 한다(JINKYUN CHO, ASHRAE JOURNAL, 2019.02).

따라서, 병원에서 공기 중 전염에 대한 문제를 예방하기 위한 방법으로는 음압실을 설치하여 격리된 공간을 제공하여야 하며 이때 격리공간의 환기율은 2~12ACH(Air Change per Hour)를 유지하여야 한다. 특히, 병실인 경우 면역결핍환자와 수술실 등의 공기는 HEPA필터를 이용하여 깨끗한 공기를 공급하도록 해야 한다. 자료에 의하면 환기횟수를 2ACH에서 5ACH로 증가시켰을 에어로졸 농도를 평균 30% 감소시킬수 있다고 한다.

그러므로 건물내에서 공기감염을 예방하기 위해서는 건물 계획단계에서 부더의 환기량 확보의 고려가 필요하고 설치단계에서는 에어필터를 설치하는 것 외에 일정 환기횟수 이상의 환기량 확보가 반드시 필요하다. 또한 각 실의 특성에 따라 공기의 역류방지계획, 압력조절을 실시하여 오염물질의 확산을 방지하여야 한다. 특히, 이와같은 시스템을 위해서는 차압계, 온·습도계 설치를 중앙감시시스템을 통하여 확인 및 관리 감독하는 방안이 필요하다.

최근 건물에서는 에너지 비용을 줄이기 위해 환기율을 최소한으로 유지하고 있는데, 바이러스로 인한 공기감염을 위해서는 무분별하게 환기량을 증가시키는 것이 아니라 HVAC(Heating, Ventilation, & Air Conditioning)시스템에 의한 감염원 노출강도에 따른 환기설계가 필요하며 특히, HVAC를 이용한 오염물질의 희석과 제거방법을 적용시켜야 한다.

예를 들면 건물의 방에 들어갔을 때 이미 다른 사람이 점유했던 공간이라면 15분정도 환기를 가동하여야 한다. 이때 냉난방에너지소모와 관련이 없다면 자연환기로 창을 통하여 충분히 환기하는 것이 좋고 만약 창을 개방할 수 없는 상황이라면 기계환기를 통하여 1인당 공기(fresh air) 공급량에 따라 충분히 환기시켜야 한다. 특히, 특정 조건에서 외부로 배출된 공기의 바이러스 입자가 건물 내로 다시 유입될 수 있는 열회수 환기장치는 오히려 위험할 수 있다. 이때는 HVAC 시스템을 이용하여 급기와 배기공기를 분리시켜 가동하도록 해야 한다. 또한, 실내에 공기청정기를 사용할 때는 바닥면적 10제곱미터 미만 당 1대를 두어야 하고 최소한 HEPA 필터수준의 효율이 필요하며 설치위치는 호흡영역 가까이 배치하는 것이 좋다.

지난 2019년 우리나라는 미세먼지가 사회적 심각성으로 인지되어 미세먼지를 ‘사회재난’에 포함하는 재난으로 의결하고 미세먼지 종합대책으로 약 1조원의 예산을 쏟아 붓고 있다. 그 대책으로 미세먼지 측정기를 구입하여 정보를 알려주고 공기정화기 설치를 의무화하고 있는데 이는 단순처방법으로 오히려 외부의 유해가스가 실내로 유입되는 것을 막지 못하고 재실자 활동으로 인한 실내 미세먼지발생과 이산화탄소 증가에 대한 고려도 충분히

검토하지 못한 상황임을 알 수 있다.

2020년 들어 미세먼지는 차지하고 전 세계가 COVID-19라는 팬데믹(pandemic·전염병 대유행)으로 치료백신이 나오기까지는 건물재실자의 안전관리는 매우 심각한 상황이다. 현재 정부에서는 국민세금, 국가부채 등을 총 동원해 엄청난 돈을 쏟아 부우면서 COVID-19 바이러스 제어에 노력하고 있지만 그 효과는 매우 제한적이다. 즉, 정부와 의료기관의 협조와 투자를 끌어내는 방안도 중요하지만 무엇보다도 감염 전달경로 대응을 위해서는 공기조화장치 등의 설비의 과감한 투자와 그에 대한 유지관리 등 운영에 대하여 정부의 신속한 지원이 다시 한번 절실한 상황이며 특히, 감염병 대응에 대한 기준과 가이드라인 설정 등이 제시되어야 함을 강조한다.

창조 세계의 모든 생명체는 모두가 종족을 보존하면서 더불어 살아가도록 창조되었다고 한다(창세기). 희망과 용기를 갖자. 특히, 우리나라의 빠른 사회공공시스템과 감염경로를 책임지는 건축설비인들이 불철주야 국민들의 안전, 건강을 책임지는 한 코로나 바이러스의 공격은 반드시 방어하고 종식시킬 수 있을 것이다.☐

필자 소개

박진철 교수는 중앙대학교에서 학·석·박사(Post-Doc. 미시간대) 학위를 취득하였고 학회내 건축설비, 실내공기환경 및 교육원 등의 각종 위원장과 선출직 총무부회장을 역임하였다. 현재는 학회 논문편집위원장을 맡고 있으며 외부적으로는 대한설비공학회 회장직을 수행 그리고 중앙대 건축학부에서 친환경 건축설비교육을 담당하고 있다.