

다중수식방법을 활용한 소규모 다중이용시설의 공기교환율 산출 및 환기수준 평가

Estimation of Air Exchange Rates and Assessment of Ventilation Status in Small-sized Multi-use Facilities using Multiple-formulas Method

○김 지 민* 신 희 원** 강 동 화***
Kim, Ji-Min Shin, Hee-Won Kang, Dong-Hwa

키워드 : 공기교환율, 다중수식방법, 이산화탄소(CO₂), 소규모 다중이용시설, 환기수준

Keywords : Air Exchange Rate, Multiple-formulas Method, Carbon Dioxide(CO₂), Small-sized Multi-use Facilities, Ventilation Status

국내 다중이용시설은 「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」에 의해 기계환기설비 설치와 운영관리 및 시설별 필요환기량이 규정되고 있다(국토교통부, 2021). 그러나 해당 규칙에 적합한 시설은 지하역사, 문화 및 집회 시설, 연면적 3천제곱미터 이상 도서관 등의 대규모 시설로, 식당, 카페, 코인노래방 등의 생활 밀착형 소규모 다중이용시설은 제외되어 있다. 이에 소규모 다중이용시설은 필요 환기 성능에 미달하는 상황이 발생할 수 있으며, 공기교환율 산출을 통한 정량적 환기 수준의 평가가 요구된다. 한편, 공기교환율 산출 시의 평가 과정의 복잡성과 고가의 측정비용으로 소규모 시설에서의 적용이 쉽지 않고, 조리, 대화, 노래 부르기 등의 행위가 일어나는 소규모 다중이용시설의 운영 특성 상 실내 기류의 잦은 변동이 발생하여 공기교환율 산출에 어려움이 있다. 이에 대응하고자 본 연구는 다중수식방법을 활용하여 소규모 다중이용시설의 공기교환율을 산출하고, 국내 부재한 환기 기준 대신 기존의 환기 기준을 차용하여 적정 환기량을 평가하고자 한다.

소규모 다중이용시설의 공기교환율을 산출하기 위하여 3개 업종 27개소(식당 12개소, 카페 12개소, 코인노래방 3개소)를 대상으로 3계절(동절기, 간절기, 하절기)의 실내·외 CO₂ 농도 및 건축·재질정보를 취득하였다. 실내 CO₂ 농도는 TSI-7545(TSI, USA)를 이용하여 10초 간격으로 30분 측정하였으며(ASM standard E741), 시설 운영 중 상황이 허용하는 한 실의 중앙에서 측정하였다. 취득한 CO₂ 농도와 다중수식방법을 활용하여 공기교환율을 산출하였다. 식(1)의 다중수식방법은 통계적으로 오차의 분산을 줄이는 기법으로, 6가지 재실자 발생 CO₂ 기반 공기교환율 산출 수식을 혼합 적용하여 활용하였다. 산출된 공기교환

율은 식(2)를 통해 적정 환기량 만족 여부를 평가하였으며, 필요 환기량은 ASHRAE(2019) 기준을 차용하였다. ASHRAE(2019)는 실내공기질 개선을 위하여 소매점, 학교 등 여러 유형시설의 최소 환기량을 제시하고 있어, 소규모 다중이용시설 평가에 적절한 환기 기준으로 판단된다.

$$\lambda_{mf} = \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5 + \lambda_6/6 \quad (1)$$

$$\text{Relative Index} = \frac{\lambda_{mf}}{Q_{req}/V} \quad (2)$$

여기서, λ_{mf} (h⁻¹)는 다중수식방법으로 산출된 공기교환율, $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5, \lambda_6$ (h⁻¹)은 6가지 재실자 발생 CO₂ 기반 공기교환율 산출 수식으로 산출된 공기교환율, Q_{req} (m³/h)은 필요 환기량, V (m³)는 실 부피를 의미한다.

소규모 다중이용시설 27개소의 공기교환율 산출 결과, 계절별(2.33~5.60 h⁻¹), 시설별(2.13~6.17 h⁻¹)로 상이한 공기교환율이 나타났다. ASHRAE(2019) 환기 기준과의 상대비교로 환기 수준을 평가한 결과, 겨울 12개소(44.4%), 봄 11개소(40.7%), 여름 17개소(63.0%)가 ASHRAE의 환기 기준에 미치지 못한 것으로 나타나 소규모 다중이용시설의 최소 40%가량이 적절한 환기량을 만족하지 못하는 수준으로 나타났다. 전반적인 소규모 다중이용시설의 환기 수준이 양호하지 못한 것으로 판단되며, 기계환기장치 등 추가적인 환기량 확보 방안이 필요로 될 것으로 판단된다.

본 연구는 소규모 다중이용시설의 공기교환율을 산출하고, 기존의 환기 기준을 차용하여 환기 수준을 평가하였다. 다중수식방법의 적용은 변동하는 실내환기 운영상황에서의 공기교환율 추정에 도움이 되며, 향후 소규모 다중이용시설 대상의 환기 기준 마련 시 활용 될 수 있다.

참고문헌

1. 국토교통부, (2021), 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙
2. ASHRAE, (2019), ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2019

* 서울시립대학교 대학원 건축공학과, 석사과정

** 서울시립대학교 대학원 건축공학과, 박사과정

*** 서울시립대학교 건축학부 교수, 공학박사

(Corresponding author : Department of Architectural Engineering, University of Seoul, dhkang@uos.ac.kr)

이 연구는 2024년도 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임. 과제번호:2022R1A2C2011296