

PF7) 환기설비 가동에 따른 실내공기 오염물질의 농도변화 Characteristic Variations of the Indoor Air Pollutant Concentrations in Comparison with the Ventilation System

박정호¹⁾ · 이상혁 · 양수명 · 정용환 · 박희은¹⁾

¹⁾진주산업대학교 환경공학과, 진주산업대학교 공기질검사센터

1. 서 론

최근 들어 대기오염과 더불어 실내 공기 오염의 문제가 심각하게 대두되고 있다. 에너지 절약을 위한 건축기술의 발달로 건물은 점차 단열화, 기밀화 되고 있으며 외기 도입량을 감소시킴으로써 실내에서는 깨끗한 공기를 충분히 확보하지 못하는 경우가 발생하여 실내공기질(IAQ)은 더욱 악화될 수 밖에 없으며, 악화된 실내공기는 거주자의 건강에 직접적인 영향을 미치고 있다.

실내공기질은 건물주변의 대기환경 같은 외부적인 요인과 건축계획, 건축재료, 시공방법, 공조·환기 방식, 건물의 사용 및 관리방법 등과 같은 인위적 요인이 복합적으로 관계된다. 따라서 실내공기질을 효과적으로 관리하기 위해 기본적으로 고려되는 사항으로 오염원의 제어, 적절한 환기, 습도제어와 공기 여과 등이 거론되고 있다. 이중 환기는 실내공기질을 제어하는 데 가장 경제적이고 효과적인 방법이다. 하지만 실내오염물질을 제거하는데 필요한 환기량은 외부적 요인과 효율에 크게 영향을 받을 수 있으며, 기밀도가 높은 현대 건축물에서 환기를 보다 안정적으로 제어하기 위해서는 기계환기의 채택이 불가피한 실정이다.

현재 국내에선 다중이용시설을 중심으로 다양한 기계환기방식을 도입하고 있으며 환경부에서는 국내 공동주택의 필요환기량을 0.7회/hr로 제시하고 있지만 이에 대한 실험 및 실측자료는 충분하게 제시되지 못하고 있다. 따라서 본 연구에서는 신축아파트, 지하주차장 및 신축학교 등 3개 시설군을 대상으로 전반적인 실내공기질 특성을 파악하고 또한, 각 시설군 1개소씩을 선정하여 환기설비의 가동유무에 따른 실내 공기질의 농도 변화특성 검토하였다.

2. 실험 방법

본 실험은 우선 신축아파트 6개소, 지하주차장 7개소, 신축학교 31개소, 총 3개 시설군의 실내공기질 현황파악을 실시하였으며 환기설비가 설치되어 있는 각 시설군 1개소씩을 선정하여 환기설비 가동 유무에 따른 실내공기오염물질의 농도변화 특성에 대하여 조사하였다.

PM₁₀의 농도는 TEOM(S-1400A)측정법을 이용하여 실내공기 중의 미세먼지농도를 매시간 측정하였고 자동가스측정기(TEI-48C, 8762-M-EU, TEI-49C)를 이용하여 CO, CO₂, NO₂의 농도를 시간별 평균값으로 나타내었다. 휘발성유기화합물(VOCs)의 시료채취는 고체흡착관(Supelco-Tenax TA)을 펌프(Sibata MP-Σ30)에 연결하여 0.1 L/min의 유량으로 30분간 실시하였다. 흡착관에 포집된 VOCs시료의 분석은 고체흡착법으로 자동열탈착장치(ATD, PerkinElmer)를 이용하여 흡착제로부터 분리시킨 후 기체크로마토그래피 GC/MS(Perkin Elmer-Clarus500)를 사용하여 분석하였다. 포름알데히드의 시료채취는 2,4-DNPH 유도체화 방법을 이용하였으며, 순간유량과 적산유량 표시가 가능한 미니펌프(Sibata MP-Σ100)를 사용하여 채취하였다. 시료채취 방법은 2,4-DNPH 카트리지에 유속 1 L/min으로 30분 동안 포집하였다. 알데히드류 포집시 2,4-DNPH 유도체를 감소시키거나 인위적인 불순물을 형성하는 등 방해물질로 존재하는 오존(O₃)의 영향을 제거하기 위해 2,4-DNPH 카트리지 전단부에 KI가 채워져 있는 오존 스크러버를 부착하였다. 포름알데히드의 카트리지에서 추출된 시료용액의 고성능액체크로마토그래피(HPLC, PerkinElmer S-200) 분석은 ODS역상칼럼(C18, 4.6 mm × 150 mm)을 사용하고 이동상으로는 Acetonitlie 및 증류수를 비율 60/40(v/v)으로 사용하였다. 알데히드물질과 DNPH의 반응에 의해 생성된 DNPH 유도체는 자외선 영역에

서 흡광성이 있으며, 350~380 nm에서 최대의 감도를 나타냄으로 UV 검출기를 이용하여 360 nm의 파장에 고정시킨 후 HPLC로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

신축교사 31개소를 대상으로 한 실내공기질 조사결과 TVOC평균농도는 248.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, HCHO평균농도는 12.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 나타났으며, 이중 3개 지점에서 TVOC 농도가 초과되는 것으로 나타났다. 또한 A-초등학교를 대상으로 환기설비 가동에 따른 TVOC 저감율은 48.8%, HCHO 저감율은 38.5%로 특히 환기설비 미가동시 학교보건법에서 제시하고 있는 유지·권고기준 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 1.9배 초과하는 수준으로 나타났다.

신축아파트 6개소를 대상으로 한 실내공기질은 TVOC와 HCHO 대부분 기준치를 만족하는 것으로 나타났으나 1개 지점에서 Benzene이 기준치를 초과하는 것으로 나타났다. 또한 B-신축아파트를 대상으로 환기설비 가동에 따른 TVOC 저감율은 80.9%, HCHO 저감율은 40.6%로 나타났다.

지하주차장 7개소를 대상으로 한 실내공기질 조사결과 PM_{10} , CO, CO_2 , NO_2 , Rn, TVOC의 농도는 기준치를 만족하는 것으로 조사되었으며 이는 타 시설에 비해 전문관리인을 통한 적정 환기관리로 인해 비교적 양호한 농도특성을 나타낸 것으로 보인다. 또한 C-지하주차장의 환기설비 가동에 따른 실내오염물질의 농도특성 변화는 PM_{10} 저감율 69.8%, CO 저감율 47.7%, CO_2 저감율 17%, NO_2 의 저감율 83.8%, Rn 저감율 55.1% 등으로 나타났다. 그리고 TVOC의 경우 환기설비 미가동시 평균농도 1,401.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 기준치 1.4배 초과하는 것으로 나타났으나 환기설비 가동시 657.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 기준치를 만족하는 것으로 조사되었으며 저감율은 53.1%로 나타났다.

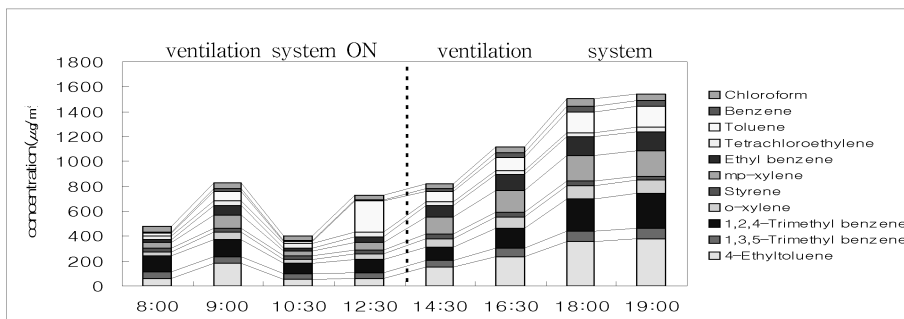


Fig. 1. 환기설비에 따른 C-지하주차장의 VOC 농도변화 특성.

참 고 문 헌

- 방승기 (2005) 환기회수 및 부하율 변화에 따른 휘발성유기화합물 농도 감쇠 예측에 관한 연구, 설비공학논문집, 17(6), 505-513.
- 이동주 (2005) 초고층 공동주택의 실내오염물질에 따른 적정 환기량에 관한 실험적 연구, 대한건축학회논문집, 159-162.
- 이상혁 (2004) 학교 건물의 환기시스템 적용성 평가 연구, 대한설비공학회 2004 하계학술발표대회 논문집, 707-712.
- 이윤규 (2006) 공동주택의 실내공기질 및 환기기준 설정, 춘계학술대회논문집, 245-248.