

2024년 춘계학술발표대회 : 일반부문

국공립 어린이집의 목질화 리모델링 적용을 통한 실내공기질 영향평가

Assessment of Indoor Air Quality Improvement through Wooden Remodeling in Public Childcare Facilities

○박 해 든* 여 수 환* 정 현 우* 장 성 진**
Haedeun Park Su-Hwan Yeo Hyeonwoo Jeong Seong Jin Chang

Abstract

This study conducted wooden remodeling on a selected building, a Korean M Childcare Facilities chosen as the target site for wooden remodeling. The indoor air quality was evaluated before and after remodeling according to the standards of the Indoor Air Quality Management Act for multi-use facilities set by the Ministry of Environment. Assessments were conducted before remodeling, 24 hours after remodeling, and again after a 4-week inter-val, Following 4 weeks, indoor air quality stabilized post wooden remodeling. Indoor air quality is expected to improve due to the reduction of harmful substances in the indoor environment and the emission of positive components.

키워드 : 탄소중립, 다중이용시설, 목재, 그린리모델링, 휘발성유기화합물

Keywords : Carbon neutrality, Multi-purpose facilities, Wood material, Green remodeling, VOC

1. 서론

현대 도시인은 일상 시간의 90% 정도를 실내공간에서 생활하고 있으며, 최근 실내생활 시간이 증가함에 따라 실내환경의 쾌적성과 공기질을 향상시켜 건강한 실내환경을 조성하려는 요구가 증대하고 있다. 탄소저장량이 우수한 목재가 적용된 공간은 습도 조절, 단열효과 등으로 쾌적한 공간을 유지할 수 있으며, 실내환경에 목재를 사용하는 것은 신체적, 정서적, 건강 증진에 많은 도움을 줄 것으로 기대된다. 따라서 본 연구는 어린이집을 대상으로 목질화 리모델링 전후에 대한 실내공기질을 측정하여 실내 목질화로 인한 환경적 특성을 확인하고자 하였다.

2. 연구방법

본 연구는 목질화 그린리모델링 대상지로 선정된 M 어린이집으로 측정 대상은 면적 42 m²의 유희실을 대상으로

실내 목질화 리모델링을 실시하였다(그림 1). 실내 목질화 리모델링 전과 후의 실내공기질을 측정하였다. 실내공기질은 환경부의 다중이용시설의 실내공기질 관리법 기준에 따라 리모델링 전과 리모델링 후 평가를 실시하였으며, 실내공기질 시료 채취는 공정시험 기준에 따라 채취하였다. 바닥면으로 1.2 ~ 1.5 m 높이의 중앙에서 측정하였으며, 총휘발성유기화합물(TVOC), 폼알데하이드(HCHO), 미세먼지(PM2.5, PM10), 총부유세균(TAB)를 측정하였다.

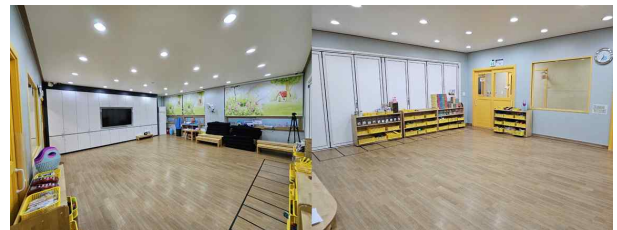


그림 1 목질화 리모델링 전 공간 현황



그림 2 목질화 리모델링 시공 및 현황

* 경상국립대학교 대학원 석사과정

** 경상국립대학교 인테리어재료공학과 조교수, 공학박사

(Corresponding author : Department of Interior Materials Engineering, Gyeongsang National University, sjc@gnu.ac.kr)

본 연구는 산림청(한국임업진흥원) 산림과학기술 연구개발사업 (FTIS 2022466B10-2224-0201)의 지원에 의하여 이루어진 것입니다. 이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. NRF-2021R1C1C1004635).

3. 결과 및 고찰

총휘발성유기화합물 측정결과 리모델링 전 771.85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 리모델링 24시간 후 1038.167 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 리모델링 4주 후 289.45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 나타났다. 한국 다중이용시설(어린이집)의 실내공기질 기준의 경우 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 권고하고 있다. 리모델링 리모델링 전과 리모델링 직후는 한국 기준의 초과치를 보여주고 있지만, 리모델링 4주 후 개선된 공기질을 나타내고 있다. 리모델링 시 페티와 페인트, 스테인 등을 사용하여 리모델링 직후의 농도는 높게 측정된 것으로 판단된다. 총휘발성유기화합물은 대표적으로 접착제, 도료 등 건축자재에서 많이 발생하는 인공 휘발성유기화합물 (Anthropogenic Volatile Organic Compounds, AVOC)과 나무, 풀 등 식물에서 배출되는 생물학적 휘발성유기화합물 (Biogenic Volatile Organic Compounds, BVOC)로 구분된다. 본 연구는 BVOC 중 목질화 리모델링의 주재료인 편백나무에서 많이 추출되는 모노테르펜을 대상으로 분석하였다. 모노테르펜 총배출량은 시공 전 53.65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 시공 직후 245.38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 높은 배출량을 보였다. 어린이들의 안전을 위해 재료표면의 샌딩 작업을 진행하였으며, 이에 따라 높은 증가율을 나타낸 것으로 판단된다. 시공 4주 후 모노테르펜의 경우 주기적인 환기가 진행되어 63.66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 시공 직후보다 총배출량이 감소하였으나 모노테르펜의 대표성분인 α -pinene은 29.2% 증가하였다.

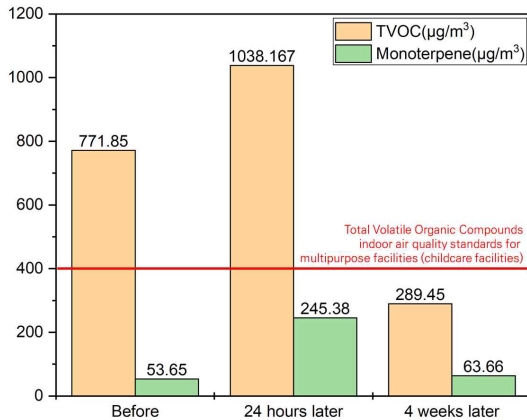


그림 3 목질화 리모델링 전후 VOC 측정 결과

폼알데하이드 측정결과, 리모델링 전 16.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 리모델링 후 10.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 측정되었다. 한국의 실내공기질 기준은 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로, 대상지는 리모델링 시 친환경인증을 받은 목공용 접착제와 에어펌프를 활용한 타카충을 통해 목재를 접착했기 때문에 실내공기질 유지기준보다 낮게 측정된 것으로 판단된다. 또한 국내산 편백나무는 다른 나무에 비해 단위당 피톤치드 발생량이 가장 많고 향균 및 스트레스 감소효과가 뛰어나며, 피톤치드는 새집증후군의 주 원인인 폼알데하이드를 화학적으로 반응시켜 알코올류로 변화시킴으로써 폼알데하이드 특유의 악취를 제거하는 효과가 있으며 편백나무의 경우 실내 독성물질인 폼알데하이드를 30분만에 90%이상 없애준다는 실험결과가 있다.

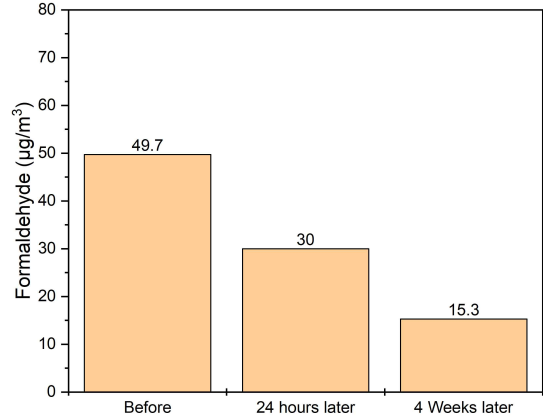


그림 4 목질화 리모델링 전후 HCHO 측정 결과

미세먼지는 재질 및 활동 등의 유무에 따라 수치가 다른 것을 알 수 있으며, 리모델링 후의 결과는 리모델링 24시간 후 측정을 진행했기 때문에 리모델링 전의 결과보다 배출량이 많았다. 선행연구에 의하면 리모델링 직후는 비교적 미세먼지 농도는 높았지만 4주 후 비해 비교적 적은 양이 배출된 것을 알 수 있었다. 미세먼지는 시간이 지남에 따라 환기로 인해 배출량이 감소하는 것을 알 수 있다.

총부유세균 측정결과, 리모델링 전 대상지는 기준치 초과 결과 나타났으며, 리모델링 후 72.8 CFU/ m^3 로 개선된 결과를 보였다. 실내 목재를 사용한 환경에서는 평균 상대습도가 41 ~ 43%로 유지되며, 리모델링 후 대상지는 상대습도 평균 40%를 유지하였으며, 리모델링을 실시하지 않은 공간은 평균 47%를 유지하였다.

4. 결론

본 연구는 M 어린이집의 유희실을 대상으로 목질화 리모델링 전후의 실내공기질 평가를 진행하였다. 실내목질화를 통해 실내공기질이 개선된 것을 알 수 있었으며, 이를 바탕으로 목질화 리모델링으로 인한 실내공기질 개선효과를 검증할 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Park. H, Yeo. S, Park. J, Chang. S, Indoor Air Quality and Building Energy Evaluation based on Core Layer Materials Applied in CLT, Journal of KIAEBS, Vol. 17, pp. 354-365, 2023.
2. Cho. H, Lee. J, Wi. S, Kim. S, Field study on indoor air quality of wood remodeled welfare facilities for physical and psychological benefits, Journal of Cleaner Production, 233, 197-208, 2019.