

지하주거의 실내공기환경 실태조사와 CO₂ 조절기 및 타이머에 의한 환기팬 자동운전에 관한 연구

A Study on the Actual Conditions of Indoor Air Quality of Underground Dwellings and the Automatic Ventilating Fan Operated by CO₂ Controller and Timer

권 영 철* 박 진 철**
Kwon, Young Cheol Park, Jin Chul

Abstract

The rapid urbanization after 1970s caused the shortage of dwellings in urban areas. As the result, the underground dwellings were developed to compensate for the insufficient dwelling spaces. While the underground dwellings have some advantage in the respect of thermal and acoustic environment, they usually have the basic problems in the indoor air quality because of the lack of natural ventilation through small window areas. The purpose of this study is to investigate and to improve the indoor air quality of underground dwellings. Thirty Units in Seoul and Gyung-Gi Province were investigated into the indoor environmental conditions. For the purpose of the improvement of their indoor air quality, Automatically-operated ventilating fan was installed in a sample unit which has worst indoor environmental condition. Then the indoor air quality was monitored when it was operated by CO₂ control system and timer. Finally economic feasibility study was made considering the effect of the improvement of indoor air quality. The extra cost for installing timer could be paid back only in 10 months, so timer-installed automatic fan is recommended to improve the indoor air quality of underground dwellings.

키워드 : 지하주거, 실내공기환경, 환기팬, CO₂ 조절기

Keywords : Underground Dwellings, Indoor Air Quality, Ventilating Fan, CO₂ Controller

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

지하주거는 토지 이용의 효율화 및 경제성 제고라는 측면에서는 일부 고려할 가치가 있지만 대부분이 비정상 주거로서 구조적 특성상 환기, 채광 및 습도 등의 환경적 요소는 지상공간에 비해 절대 불리한 조건을 내포하고 있다. 특히 충분한 환기확보의 어려움으로 인하여, 지하주거에서 발생한 각종 오염물질은 한정되고 밀폐된 공간 내에 그대로 축적됨으로써 거주자들의 건강을 크게 위협하고 있지만 이에 대한 인식은 매우 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 수도권 지하주거의 열악한 환경을 조사하고, 특히 실내공기환경을 개선하기 위한 설비적인 대책으로 환기팬을 설치하고, 설치 및 운전비용에서 경제성을 확보할 수 있는 환기팬 자동운전의 적용사례를 제시함으로써 지하주거의 실내공기환경을 개선하는데 기여하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 내용

본 연구에서는 서울경기지역의 지하주거 30세대의 환경실태를 조사, 분석하고 그중 대표적인 1개 세대를 Sampling하여, 환기팬을 설치한 후, CO₂ 조절기를 이용한 운전과 타이머를 이용한 운전을 실시하여, 공기환경 개선효과와 경제성을 분석하였으며 그 내용을 요약하면 다음과 같다.

1) 지하주거의 관련 자료 조사

지하주거의 개요 및 건축 및 설비 환경의 특성에 관한 자료를 조사하고, 이와 관련된 국내의 연구 현황에 대한 자료를 수집하였다.

2) 지하주거의 공기환경실태조사

지하주거 30세대를 대상으로 건축 및 설비환경의 실태를 계절별로 구분 및 조사하고, 그 결과를 분석함으로써, 열악한 지하주거환경의 개선을 위한 자료로 활용하였다.

3) CO₂조절기 및 타이머를 이용한 환기팬운전효과분석

지하주거 중 환경이 열악한 곳을 선정하여 환기팬을 설치하고 CO₂조절기 또는 24시간 타이머로 운전전환을 자유롭게 할 수 있는 실험용 Kit를 제작하고, CO₂ 자동 제어 환기와 타이머를 이용한 환기의 성능을 분석하였다.

* 교신저자, 한라대학교 건축학과 교수 (yckwon@halla.ac.kr)

** 중앙대학교 건축학부 교수

4) 결론 도출

환기팬 자동운전 실험의 결과를 바탕으로 CO₂조절기 및 24시간 타이머 적용 시 각각의 경제성 분석을 행함으로서, 환기팬 운전의 경제적 대안을 제시하였다.

2. 지하주거공간 실내공기환경의 고찰

2.1 지하주거공간의 개요

우리나라에서는 아직 지하주거공간에 대한 개념이 명확하게 정의되어 있지 않지만, 주로 다세대, 다가구, 단독, 연립주택 등의 지하에 형성된 공간으로서, 건축법규에서는 “지하층”이란 용어를 사용하고 있으나 흔히 반지하세대라고 불리어지며 사람들의 주거활동이 지하층에서 이루어지는 것으로, 지하공간에서 일상생활 특히 주생활이 이루어지는 공간을 의미한다.

지하공간은 심리적 안정감과 온열감에서는 유리한 장점을 가질 수도 있지만, 지상공간에 비해 환기, 채광, 습도 등 환경적인 측면에서 많은 문제점을 나타내고 있다. 특히, 2면 이상이 지중과 접하는 지하세대는 충분한 창면적을 확보하지 못하여 환기량이 지상주거에 비해 절대적으로 부족한 상황이다.

2.2 조사대상 지하주거의 주거환경

표 1은 조사대상으로 선정된 30세대의 주거환경을 정리한 것이다.

표 1. 조사대상 세대의 주거환경

조사항목	최소값	최대값	평균
거주인원	1	5	2.32
1인당 주거면적	4.87m ² /인	37.45m ² /인	15.01m ² /인
지하율	24%	100%	61%
창면적비	0.75%	14.32%	5.83%
건물사용년수	5년	30년	19.6년

지하주거의 1인당 평균 거주면적은 15.01 m² 로 건설교통부가 정한 최소주거기준(1인가구 3.6평, 2인가구 8.8평 등)에 비해 상당수(약30%)가 기준이하의 좁은 공간에서 생활하고 있었다.

천정높이에 대한 실내바닥으로부터 지면까지의 높이의 비율을 나타내는 지하율의 경우 평균 61%로서 대부분이 1m 정도의 상부창문을 제외하고는 땅속에 묻혀있는 구조였다. 이에 따라 창면적비도 평균 5.83%로 매우 낮아 충분한 일조와 원활한 환기를 기대하기가 어려운 실정이다. 또한 건물사용년연수가 평균 19.6년으로 대부분의 세대가 낡고 노후한 것으로 파악되었다.

2.3 결로발생 및 누수발생 여부

지하주거의 결로발생 여부는 육안검사에 의하여 실시하였고 그 결과 73%인 약 22세대에서 결로가 발생하는 것으로 나타났다. 특히, 지하깊이가 깊고 지하율이 높은

며 창면적비가 적은 세대에서 환기량의 절대부족으로 많은 세대에서 결로가 발생하고 있음을 확인하였다. 이때, 결로발생 부위는 바닥장판 아래와 창측 벽면모서리에서 심한 얼룩과 곰팡이가 관측되었다.

표 2. 결로 및 누수발생 가구

구 분	조사 가구수	발생 가구수	비율
결로 발생	30	23	73%
누수 발생	30	9	30%

지하주거의 누수발생세대는 약 30%로 조사되었다.

특히, 누수는 여름철 장마시에 그 피해가 심했고 결로와 더불어 심한 악취와 곰팡이 발생을 초래하고 있었다.

3. 지하주거공간 실내공기환경의 측정

3.1 지하주거공간 실내공기환경의 측정개요

지하주거공간의 실내공기환경 측정을 위해 수도권지역에서 주거환경이 열악한 지하주거 30세대를 선정하여 2004년 5월 19일부터 2005년 2월 15일 까지 봄·여름·가을·겨울 등 4 계절로 구분하여 실내공기질 및 환경요소에 대한 측정을 실시하였다.

조사대상 지하주거가구 30세대 중 환기팬이 설치된 가구는 27%인 8세대로 나타났으나, 그중 일부는 고장으로 가동되지 않았고, 가동되는 곳도 전기요금 절약을 위해서 거의 사용하고 있지 않았다.

3.2 측정항목 및 기기, 측정방법

실내공기환경의 측정항목은 공기오염물질에 대하여 각 세대별로 동일조건하에서 측정을 하였으며, 측정항목 및 기기는 표 3과 같고, 그림 1, 2, 3, 4, 5에서 측정기기를 보여주고 있다.

표 3. 실내공기환경의 측정항목 및 측정기기

구 분	측정항목	측 정 기 기
공기환경 요소 (오염물질)	일산화탄소	CARBOTEC Model CMCD-10P
	이산화탄소	GASTEC CORPORATION
	부유분진	Digital Dust Monitor Model 3421
	라돈	Radon Detector DURRIDGE, RAD7
	포름알데히드	MINI PUMP SIBATA MP-Σ300
	휘발성유기화합물	MINI PUMP SIBATA MP-Σ30
	총부유세균, 곰팡이	RSC(Reuter Centrifugal Air Sampler)



그림 1. 분진 측정기



그림 2. CO, CO₂ 농도기



그림 3. 라돈 농도 측정기



그림 4. 포름알데히드, 휘발성 유기화합물 채취기



그림 5. 총부유세균 측정기

최초상태에서 창문을 밀폐한 후 온도, 습도, 부유분진, 표면온도 등을 측정하고, 20분간 환기를 한 후 가스렌지 미가동시와 가동시로 구분하여 CO와 CO₂를 측정하였으며, 라돈은 15분간 10회를 측정하였고, 폼알데하이드(HCHO)와 휘발성유기화합물(VOCs)은 시료를 채취하여 실험실로 운반 후 시험분석 하였다.

4. 지하주거공간 실내공기환경의 측정결과 분석

지하주거공간의 공기오염물질인 분진·CO·CO₂·라돈·포름알데히드·휘발성유기화합물 및 총부유세균 등 7개 항목을 측정하였으며, 그 결과를 분석하였다.

4.1 분진(TSP) 측정결과 분석

부유분진(TSP)의 측정결과 평균 0.046 mg/m³로 나타났다. 그러나, 비교적 방이 협소하고 환기가 부족한 세대에서는 최고 0.159 mg/m³로 실내공기질 기준치인 0.15 mg/m³를 초과하고 있었다. 그리고 대부분의 세대에서는 기준치 이하로 나타났으며 이는 측정세대가 주택가이며, 세대 거주인원이 적고, 평균연령이 높아 실내활동에 의한 분진농도가 낮은 것으로 판단된다.

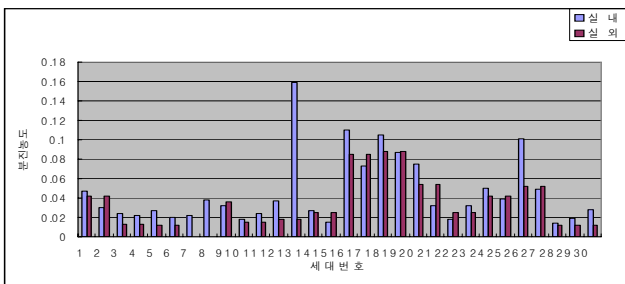


그림 6. 부유분진 측정결과

4.2 CO 및 CO₂ 측정결과 분석

CO 및 CO₂ 농도의 측정결과, CO의 경우 가스렌지 가동 시 최대 17.1ppm 까지 나타나 일부세대에서 기준치를 초과하였고, CO₂의 경우 역시 가스렌지 가동 시 평균 1,297ppm으로 기준치를 초과하고 있었으며, 특히, 렌지후드 미설치, 방 면적 협소 및 환기가 부족한 세대에서는 2,000 ppm 이상의 높은 농도분포를 보이고 있었다. 따라서 CO 및 CO₂발생은 연소가스에 직접영향을 받는 것으로 판단된다.

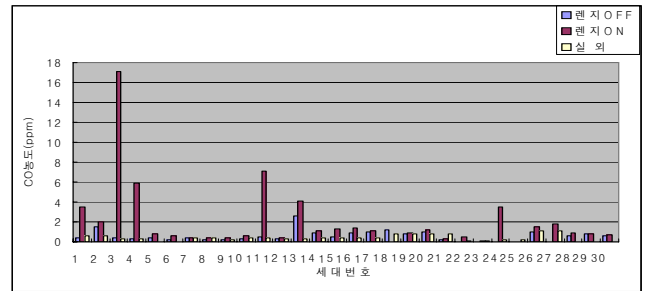


그림 7. CO 측정결과

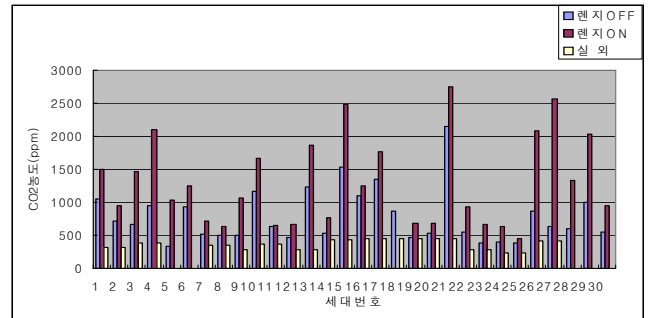


그림 8. CO₂ 측정결과

4.3 라돈 측정결과 분석

라돈측정결과, 평균 0.55 pCi/l로 기준치인 2.0~4.0 pCi/l에 미치지 못하는 분포를 나타내고 있었는데 이는 측정건물의 사용연수가 대부분 15~20년 이상 경과되어 라돈가스의 반감기 3.9일이므로 경년에 따라 그 농도가 증여든 것으로 판단된다. 그러나 지하율이 높고 환기가 부족한 세대에서 3.74 pCi/l와 3.45 pCi/l로 오염농도가 기준치를 초과하여 높게 검출되고 있음을 확인할 수 있었다.

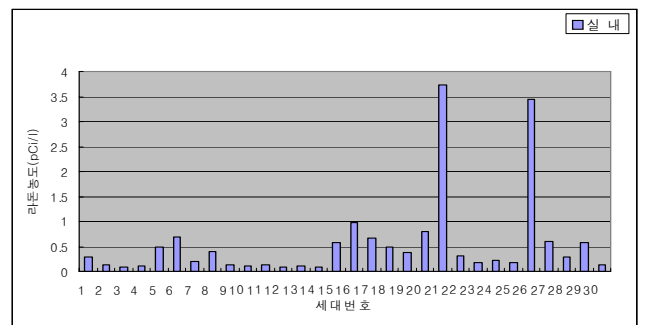


그림 9. 라돈 측정결과

4.4 포름알데히드 측정결과 분석

포름알데히드 측정결과, 평균치는 37.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이며, 최고치는 177.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 농도분포를 보이고 있었다. 이와 같은 결과는 측정대상 세대 대부분이 15~20년 이상 경과된 노후 건축물로서 마감자재에서 방출되는 오염물질의 방출량이 적은 것을 확인할 수 있었다. 그러나, 실내농도는 실외와 비교하여 약 2.7배 이상 높게 검출되고 있었고 특히, 습도가 높은 여름철에 비교적 높은 농도분포를 나타내고 있었다.

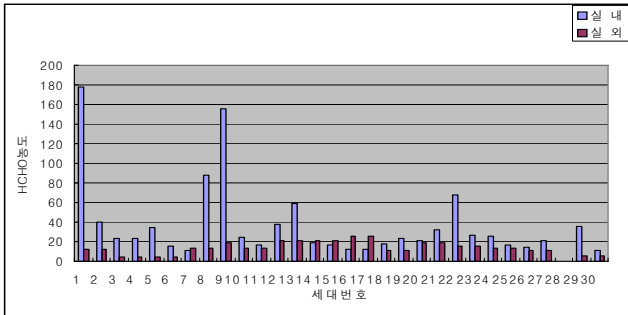


그림 10. 포름알데히드 측정결과

4.5 휘발성유기화합물 측정결과 분석

휘발성유기화합물의 측정결과, 평균치는 1,208 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 최저 156 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (세대-4), 최고 5,299 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (세대-17)로 나타났다. 이는 측정세대의 73% 이상이 기준치(400~500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)를 훨씬 초과하는 것으로 특히, 건축마감자재에서 주로 방출되는 포름알데히드 오염물질과는 달리 휘발성유기화합물은 세대내의 실내환경, 건축자재, 가구상태, 의류 및 생활습관 등 복합적인 요인에 의해 농도가 높게 나오는 것임을 확인할 수 있었다. 또한 농도가 낮은 일부 세대는 가구상태, 의류 및 생활습관 등이 양호한 것으로 판단된다.

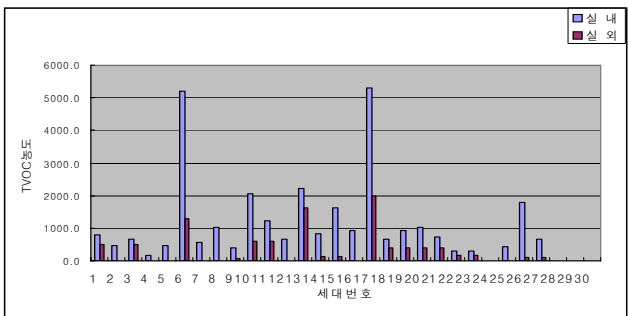


그림 11. 휘발성유기화합물(TVOC) 측정결과

4.6 총부유세균 측정결과 분석

총부유세균에 대한 측정결과, 최고 6,375 CFU/m³(세대-14), 최저 488 CFU/m³(세대-30), 평균 1,859 CFU/m³로 나타났다. 이와 같은 결과는 측정세대의 80% 이상이 기준치(800CFU/m³ 이하)를 훨씬 초과하는 것으로 지하주거 세대에서 총부유세균의 오염이 심각함을 알 수 있었다.

계절적으로는 여름과 가을철이 높게 측정됨으로써 장마철 누수 및 습도 증가에 영향을 받은 것으로 판단된다. 또한 겨울철인 경우에도 환기부족과 결로현상으로 인하여 약간 높은 농도값을 보이고 있었다.

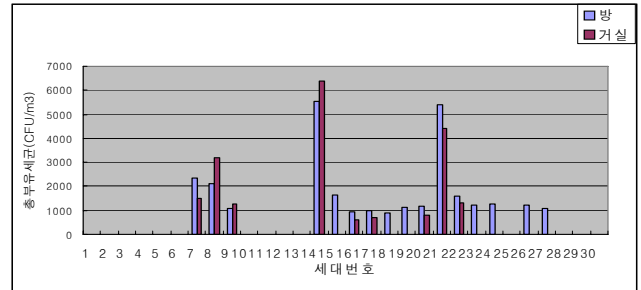


그림 12. 총부유세균 측정결과

5. 지하주거공간의 실내공기환경 개선방안

지하주거공간은 건축적 제약으로 인해 충분한 자연환기를 확보하기 어렵다. 따라서 지하주거공간의 실내 공기질을 유지하기 위해서는 환기팬의 설치 및 가동이 필수적이다. 조사대상 지하주거의 경우 대부분 환기팬이 설치되어 있지 않거나, 설치된 경우에도 고장이나 운전비 부담으로 인해 가동되지 않는 경우가 많았다. 본 연구에서는 효율적이고 경제적인 환기팬의 설치 및 운영을 통하여 지하주거의 실내 공기질을 개선할 수 있는 방안을 모색하고자 하였다. 지하주거의 실내 공기질이 가스렌지의 가동여부에 따라 크게 차이가 나는 것을 확인하였으므로 가스렌지 가동에 따라 환기팬을 가동할 수 있는 방안으로 CO₂ 조절기에 의한 방법과 타이머에 의한 방법을 상정하고, 이 두 가지 방법의 효과 및 경제성을 검토하였다.

5.1 환기팬 자동운전 실험용 KIT의 제작

1) 판넬제작 SEQUENCE

환기팬 자동운전을 위하여 실험용 KIT를 제작하였다. 실험용 판넬 결선도와 KIT속판은 그림 13, 14와 같다.

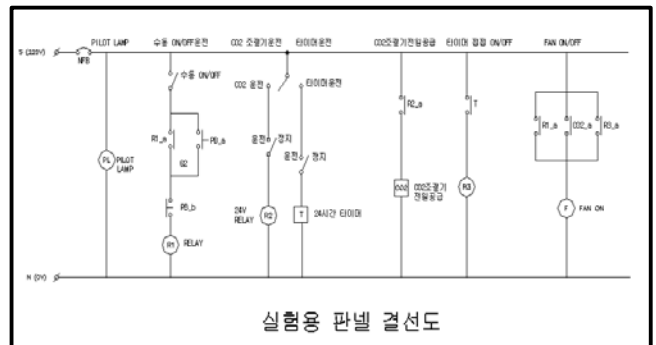


그림 13. 판넬제작 SEQUENCE

2) 실험용 KIT 제작

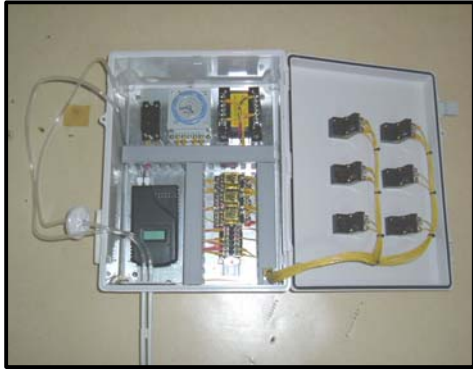


그림 14. 실험용 KIT 속판

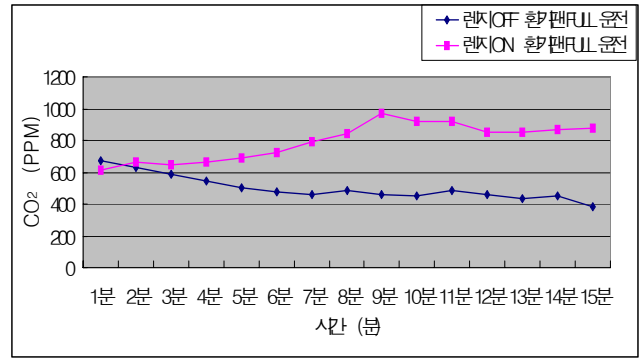


그림 16. 환기팬 설치 후 CO₂ 농도분포

3) 환기팬 설치 사양

설치된 환기팬의 사양은 표 4와 같다.

표 4. 환풍기 설치 사양

전원	소비전력	날개크기	풍량	제조일자	mounting
220V/60hz	33W	25 cm	12 m ³ /min	2004.8	30cmx30cm

5.2 CO₂ 조절기에 의한 환기팬 자동운전

1) 환기팬 미가동시 CO₂ 농도

가스렌지를 사용하지 않을 때 환기팬을 가동하지 않으면 CO₂ 농도는 시간이 경과함에 따라 점진적으로 690 ppm에서 790 ppm까지 상승하였으며, 농도의 증가원인은 인체의 호흡에 의한 CO₂의 발생으로 판단된다.

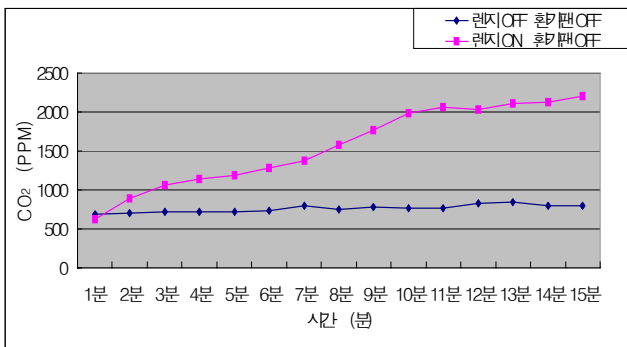


그림 15. 환기팬 미가동시 CO₂ 농도분포

가스렌지를 사용하면서 환기팬을 가동하지 않으면 CO₂ 농도는 초기값 629 ppm에서 2,198 ppm까지 매우 급격하게 상승하였다.

2) 환기팬 가동시 CO₂ 농도

가스렌지를 사용하지 않고 환기팬을 가동하는 경우 CO₂ 농도는 시간이 경과함에 따라 약간씩 그 값이 감소하여, 초기값 673 ppm에서 383 ppm까지 감소하였다.

가스렌지를 사용하면서 환기팬을 가동하는 경우, CO₂ 농도는 기준치 1000 ppm을 넘지 않았으며, 최저 617 ppm에서 최고 969 ppm까지 상승하였다가 점차 감소하는 양상을 보이고 있다.

3) CO₂ 조절기에 의한 운전 시 CO₂ 농도 변화

가스렌지를 사용하지 않을 때 CO₂ 조절기 운전의 경우, CO₂ 농도는 566.3 ppm 이고, CO₂ 조절기의 ON/OFF 운전에 따라서 그 값이 상승과 하강을 반복하고 있다.

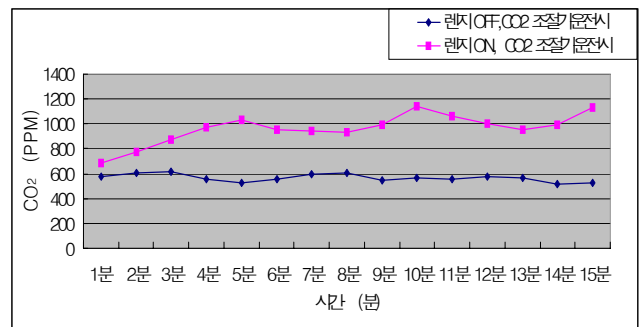


그림 17. CO₂ 조절기에 의한 운전시 CO₂ 농도 변화

가스렌지를 사용할 때, CO₂ 조절기 운전의 경우, CO₂ 농도는 964.3ppm으로 기준치 1000ppm을 넘지 않았으며, 가스렌지를 사용하지 않을 때, CO₂ 조절기 운전의 경우와 마찬가지로 CO₂ 조절기의 ON/OFF 운전에 따라서 그 값이 상승과 하강을 반복하고 있다.

5.3 24시간 타이머에 의한 환기팬 자동운전

1) TIMER에 의한 운전시 CO₂ 농도 변화

TIMER를 ON/3분, OFF/3분으로 설정하여 실험하였다. 가스렌지를 사용하지 않을 때, 타이머 조절기 운전의 경우, CO₂ 평균농도는 680.1ppm 이고, 타이머 조절기의 ON/OFF 운전에 따라서 그 값이 상승과 하강을 반복하고 있으며, CO₂ 조절기의 사용 시보다 113.8ppm 정도 높게 나타났다.

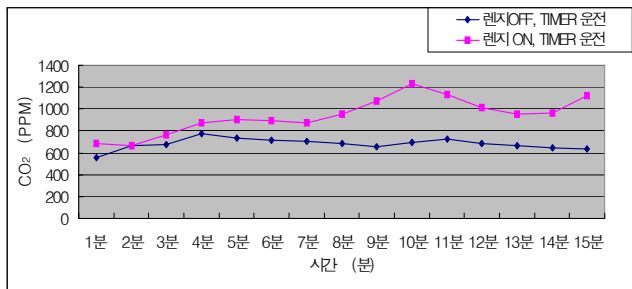


그림 18. TIMER에 의한 운전시 CO₂ 농도 변화

가스렌지를 사용할 때, 타이머 조절기 운전의 경우, CO₂ 농도는 940.9ppm으로 기준치 1000ppm을 넘지 않았고, 타이머의 ON/OFF 운전에 따라서 그 값이 상승과 하강을 반복하고 있었으며, CO₂ 조절기의 사용 시보다 23.4ppm 오히려 낮게 나타났으나, 다소 상승하강의 편차는 크게 나타났다.

2) 가스렌지 OFF시 CO₂ 조절기와 TIMER에 의한 운전시 CO₂ 농도 변화비교

가스렌지를 사용하지 않을 때, CO₂ 조절기 사용시 평균농도는 566.3ppm이고 타이머 사용시 평균농도는 680.1ppm으로 113.8ppm 편차를 보이고 있으며, 거의 등간격의 편차를 유지하고 있다.

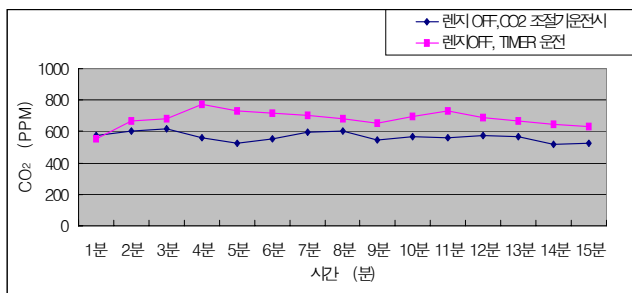


그림 19. 가스렌지OFF시 CO₂ 조절기와 TIMER 운전시 CO₂ 농도

3) 가스렌지 ON시 CO₂ 조절기와 TIMER에 의한 운전시 CO₂ 농도 변화비교

가스렌지를 사용하면서 CO₂ 조절기 사용 시 CO₂ 농도는 964.3ppm이고 타이머 사용 시 농도는 940.9ppm으로 23.4ppm 편차를 보이고 있으며, 상승하강곡선이 거의 동일 등락을 나타내고 있다.

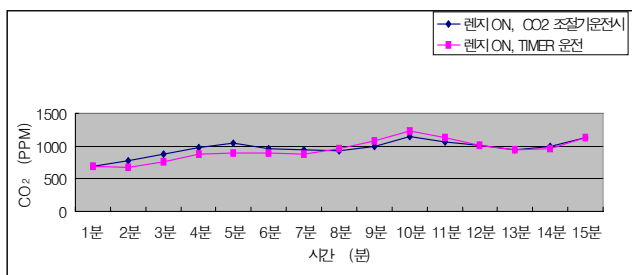


그림 20. 가스렌지ON시 CO₂ 조절기와 TIMER 운전시 CO₂ 농도 변화

5.4 실험결과 및 경제성 분석

1) 초기투자비용 분석

(1) CO₂ 조절기에 의한 운전 시

CO₂ 조절기에 의한 운전시 초기투자비용이 656,000원 타이머 조절기에 의한 운전시 초기투자비용이 61,500원으로 CO₂ 조절기 대비 약 9.4%이었으며, 환기팬 수동운전시 48,500원 보다는 약 126%이었다.

표 5. CO₂ 조절기에 의한 운전 시 초기투자비용 [단위:원]

품명	규격	수량	단위	단가	금액
CO ₂ 조절기	ACI/CO2	1	EA	500,000	500,000
부속자재	판넬 외함 외	1	L/S	108,000	50,000
환기팬	12m ³ /min	1	EA	18,000	18,000
설치비	FAN, PANEL	1	L/S	30,000	30,000
합계					656,000

*. 부가세 별도, 기업이윤 제외 이하 동일함

(2) 타이머(TIMER) 조절기에 의한 운전시

표 6. 타이머(TIMER) 조절기 운전시 초기투자비용 [단위:원]

품명	규격	수량	단위	단가	금액
24H 타이머	콘센트형	1	EA	13,500	13,500
환기팬	12m ³ /min	1	EA	8,000	18,000
설치비	FAN	1	L/S	30,000	30,000
합계					61,500

(3) 환기팬 수동 운전시

표 7. 환기팬 수동운전시 초기투자비용 [단위:원]

품명	규격	수량	단위	단가	금액
환기팬	12m ³ /min	1	EA	8,000	18,000
설치비	FAN	1	L/S	30,000	30,000
합계					48,500

2) 운영(유지)비용

(1) 요금계산을 위한 기초 자료

표 8. 요금계산을 위한 기초자료

항목	내용	비고
평균 사용전력량	201~300 kWh	1가구, 1개월
환기팬 풍량	12 CMM	
환기팬 소비전력	33 W	
환기팬 운전시간	12H(타이머운전시)	타입설정 50%
환기팬 운전 전력량 (타이머 운전시)	11.88 kWh	33W*12h*30days

(2) 1일 12시간 환기팬 타이머 운전시

표 9. 1일 12시간 환기팬 타이머 운전비용 [단위:원]

구분	사용요금(원)	계산식
전력량요금	1,340	11.88kWh * 112.8원

* 부가가치세 포함(CO₂ 조절기 운전의 경우도 동일함)

(3) 1일 24시간 환기팬 FULL 운전시

표 10. 1일 24시간 환기팬 FULL 운전비용 [단위:원]

구 분	사용요금(원)	계산식
전력량요금	2,680	23.76KWH * 112.8원

* 부가가치세 포함

3) 운영(유지)비용 분석

1일 24시간 환기 FAN FULL 운전 시 2,680원/월 이었으며, CO₂ 조절기나 타이머 사용 시에는 1,340원/월으로 계산되었다. 타이머 사용의 경우로 보면 월 1,340원 절약되는 비용으로 계산 시 환기팬구입비와 설치비를 제외하면, 타이머의 구입비용은 13,500원으로 초기투자비용 회수에 약 10개월정도 소요되므로 충분히 경제성이 있는 것으로 판단된다.

6. 결 론

본 연구는 서울 경기지역의 지하주거 30세대를 대상으로 지하주거공간에서의 실내공기환경(IAQ)에 대하여 측정·조사 및 분석평가 하여 그 현상을 규명하고 문제점을 파악하였으며, 지하주거의 합리적인 실내공기환경 대책을 마련하기 위한 기초자료의 제시를 목적으로 하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 지하주거 실내공기환경의 측정·분석결과 가스렌지가동시 CO 및 CO₂ 농도가 높게 검출되었으며, 이는 거주공간협소와 환기부족이 원인으로 확인되었다.

2) 총휘발성유기화합물(TVOC)의 농도는 기준치를 훨씬 초과하여 검출됨으로써 포름알데히드와는 달리 휘발성유기화합물은 세대내의 실내환경, 건축자재, 가구상태, 의류 및 생활습관 등 복합적인 요인에 의해 농도가 높게 나오는 것임을 확인할 수 있었다.

3) 총부유세균 및 곰팡이에 대한 측정결과 측정세대의 80% 이상에서 기준치를 훨씬 초과하여 검출되었으며, 대체적으로 총부유세균 및 곰팡이의 오염도가 심각함을 파악할 수 있었다.

4) 지하주거공간은 건축적 제약으로 인해 충분한 자연환기를 확보하기 어려워 적정 실내공기질을 유지하기 위해서는 환기팬의 설치 및 가동이 필수적임을 밝혀내었다.

5) 지하주거의 실내공기환경의 개선을 위하여, 그중 대표적인 1개 세대를 Sampling하여, 환기 FAN을 설치한 후, 환기팬을 연속해서 운전한 결과, CO₂ 농도가 당초 673ppm에서 383ppm까지 지속적으로 낮아짐을 관찰함으로써, 효과적이고 정량적인 실내 환경의 지속적인 개선 및 에너지절약을 위해 환기팬 자동운전의 도입의 필요성을 확인하였다.

6) 적절한 운전간격을 산출하기위하여 제작한 실험용 KIT의 CO₂ 조절기를 가스레지를 사용하지 않을 때에는 600ppm, 가스레지를 사용할 때에는 1000ppm으로 임의 설정하여, 환기 FAN을 운전한 결과 측정대상 지하주거

세대에서 환기팬의 가동시간 적산결과, 가동과 정지의 시간 간격이 약 1:1로 측정되었다. 타이머를 가동과 정지를 1:1로 설정하여, 환기팬을 운전하여, 실내 CO₂ 농도의 변화를 CO₂농도 조절기 사용의 경우와 비교한 결과, 수용할 만한 실내 환경 개선의 결과를 얻었다.

7) 환기팬 및 타이머 설치 운전을 위한 초기투자비용의 계산결과 타이머 설치 시 추가되는 비용이 불과 13,500원이었으며, 1개월 운전비용은 타이머 사용 시 1,340원으로서, 수동운전 시 운전비용 2,680원에 비해 절반정도의 절감효과가 있음을 알 수 있었다. 타이머를 설치함으로써 소요되는 비용은 환기팬 운전 시 초기투자비용의 회수가 약 10개월 정도 소요됨으로서 매우 경제성이 높았다.

금번 조사대상의 지하주거에서 환기팬이 설치되어있는 가정에서도 환기팬의 운전에 따른 경제적인 부담이 훨씬 클 것으로 미리 짐작하여, 매우 인색하게 운전하고 있었다. 지하 주거환경의 개선을 위해서는, 환기팬 및 타이머의 설치와 더불어 설치된 환기팬의 운전과 정지 시 실내 환경의 정량적인 변화를 적극적으로 홍보하는 것이 무엇보다도 중요하다고 생각된다. 또한 협소한 실내공간에 설치되는 점을 고려하여 저소음 환기팬설치가 요구된다.

아울러 거주자들이 지하주거공간의 문제점을 인식하고 환기, 정결 등을 고려한 생활습관과 건축물 유지관리 또한 중요한 점이라 사료된다.

참고문헌

1. 김지애, 지하주거공간의 실내공기질 측정에 관한 연구, 중앙대 석사학위논문, 2005, 2
2. 박진철, 신축공동주택의 실내공기환경 개선에 관한 연구, 중앙대학교 박사학위논문, 1994.
3. 박진철, 주거건물의 실내공기환경 개선에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 제 19권 6호, 2003.
4. 박진철, 신축 공동주택의 실내공기환경(IAQ) 개선에 관한 연구. 1994.12.
5. 배귀남, 실내공기 오염물질과 인체 위해도 평가. 한국설비기술협회지, 제21권 제1호, 2004.1
6. 이언구 외, 건축환경계획론, 태림문화사, 1991
7. 이언구, 박진철, 건물(아파트, 오피스텔)에서의 실내공기오염물질 방출 저감방안에 관한 연구, 중앙대학교 미래기술연구소 보고서, 2004.
8. 주거빈곤가구의 주거안정대책에 관한 연구의 수도권 지하주거의 환경실태조사 학술연구보고서 2005.4
9. 환경부, 다중 이용 시설 등의 실내 공기질 관리법, 2004
10. 환경부, 실내 공기질 공정시험 방법, 2004

투고(접수)일자: 2008년 5월 6일
 심사일자: 2008년 5월 13일
 게재확정일자: 2008년 6월 27일