주거공간 내 IT기술 적용 에너지 저감 창호형 환기시스템 연구

A Study on Window Type Ventilation System Using IT Technology for Energy Saving in Housing Space

이은혜*
Lee, Eun-Hye

김용성**
Kim, Yong-Seong

지충구***
Ji, Chung-Gu

Abstract

This study has the purpose to adapt IT technology on Window Type Ventilation System for the energy saving and providing of user-centered comfortable environment. This is Derived a look at the case of the window type ventilation system and researched its IT technology for reducing energy applied to the Green Home. This indicates a solution for the established Window Type Ventilation System which can not be satisfied with user's requirement by proposing Window Type Ventilation System applied to IT technology that makes it control the intelligent, combined indoor environment system and providing information. Also, it shows energy saving efficiency of Window Type Ventilation System applied to IT technology based on the model study, analysing the performance of air-conditioning and ventilation energy saving through the experiment to compare with the established Window Type Ventilation System. The result of this study has the significance that it suggests an alternative for energy saving of housing space.

Keywords : Window Type Ventilation System, Energy Saving, IT Technology, Indoor Environment

주요어 : 창호형 환기시스템, 에너지 저감, IT기술, 실내환경

I. 서론

1. 연구의 배경과 목적

주거 건물의 고단열·고기밀화에 따른 실내공기환경의 실질적 개선을 위해 2006년 “건축물의 설비기준 등에 관한 규칙”에서 신축 공동주택 및 다중이용시설의 환기 기준이 제정되었다. 이 기준은 실내공기환경을 근본적으로 개선시킬 수 있는 상시 환기설비의 설치를 중요한 환경 기술로 부각시키고 있으나 현재 창호형 환기시스템에서는 기기를 가동 및 정지하는 요인이 고정되어 설정이 불가하다. 이는 실내환경의 요구조건이 다른 각각의 사용자에게 쾌적한 환경을 제공하지 못할 뿐만 아니라 효율적인 에너지 저감을 가져오지 못한다.

그로 인해 국내외에서는 다양한 방식과 기능을 지닌 상시 환기시스템이 개발되고 있다. 특히 기존 창에 환기시스템을 일체화하여 창문을 닫은 상태에서도 상시 연속 환기가 가능한 창호형 환기시스템은 덕트 설치 공간 없이

쉽게 설치가 가능하고, 냉난방 에너지 저감에도 효과가 입증되어 공동주택에 적극적으로 도입되는 추세이다.

또한 최근 IT를 활용한 에너지 저감 방안이 활성화되고 있으며, 건축물에서는 실환경에 적용되어 실내환경 정보 제공과 실내환경 시스템을 통합하여 지능적 제어가 가능하다.

이에 본 연구에서는 IT기술을 적용하여 사용자의 요구에 대응한 정보와 환경 제공이 가능한 에너지 저감을 위한 창호형 환기시스템을 제안하여 사용자의 요구조건이 고려되지 않은 기존 창호형 환기시스템에 대한 해결 방안을 제시한다. 이후 제안된 IT 적용 창호형 환기시스템을 기존의 창호형 환기 시스템과 비교 실험을 통해 냉·난방 및 환기 에너지 저감 가능성을 확인한다.

2. 연구방법 및 절차

본 논문의 II장에서는 국내·외 주거건물에 적용된 창호형 환기시스템의 사례 분석을 통하여 가장 효율적인 타입의 창호형 환기시스템을 고찰한다. 또한 건물에 적용된 에너지 저감 IT기술 사례를 분석하여 창호형 환기시스템에 적용할 IT기술 방안을 도출한다. III장에서는 II장에서 도출된 창호형 환기시스템에 IT기술을 적용하여 에너지 저감 방안을 제안한다. 마지막으로 IV장에서는 실험을 통하여 III장에서 제안한 IT 적용 창호형 환기시스템과 기존의 창호형 환기시스템의 에너지 효율성을 비교한다.

*정회원(주저자), 국민대학교 테크노디자인전문대학원 석사과정

**정회원(교신저자), 국민대학교 건축학과 교수

***정회원, 국민대학교 테크노디자인전문대학원 박사과정

Corresponding Author: Yong-Seong Kim, Dept. of Architecture Design, Graduate School of Techno Design, Kookmin University, 861-1 Jeongneung-3 dong, Seongbuk-gu, Seoul, 136-702, Korea.
E-mail: yongkim@kookmin.ac.kr

II. 창호형 환기시스템 및 에너지 저감 IT기술

1. 창호형 환기시스템 개요

창호형 환기시스템은 <Figure 1>에서 나타나듯이 창문 자체를 열거나 창호의 기능과 성능을 저해하지 않으면서 창호와 환기시스템이 일체식으로 결합된 환기시스템을 사용하여 외기와 실내 공기를 환기시켜주는 형식이다.

Figure 1. Window Ventilation Type

창호형 환기시스템은 외기에 면한 각 실 창호의 창틀에 설치되어 덕트 연결이 불필요하므로 덕트 오염의 우려가 없으며 각 실에서의 개폐제어가 가능하다. 또한 전 열교환코어를 내장하고 있어 에너지 절약 측면에서도 유리한 특징을 지니고 있다. 그러나 설치 위치에서 수평 방향으로 기류가 배출되므로 드래프트가 발생할 우려가 있다.¹⁾

2. 창호형 환기시스템 사례 및 기술 동향

국내외 주거건물에 사용되고 있는 창호형 환기시스템의 사례는 <Table 1>과 같다. 창호형 환기시스템에서 외기로 인한 열손실 및 열취득에 의한 냉·난방 에너지를 저감시키는 기술로는 열교환기와 통기량 제어 기능이 있다. 일반적으로 열교환기는 실내열을 60~70%까지 회수시킨다.²⁾ 또한 미량의 환기 조절을 하는 통기량 제어 기능은 조절할 수 없었던 다량의 환기로 인한 에너지 손실을 최소화하고 상시 연속 자연환기를 가능하게 한다.

또한 효율적인 환기 에너지 사용을 위해서 실내 공기질의 오염 농도에 따른 필요 환기량을 조절하는 기술로 기압차 또는 CO₂센서를 적용하여 환기하는 자동개폐 조절 기능이 있다. 이는 불필요한 환기를 줄여 냉·난방 및 환기 에너지 저감에 효율적이다.

<Table 1>의 내용을 바탕으로 각 창호형 환기시스템의 냉·난방 및 환기 에너지 저감 기술을 정리하면 <Table 2>와 같다. <Table 2>를 통하여 현재까지 나온 창호형 환

Table 1. Domestic Window Type Ventilation System Case

Division	Case	Features
Window type		<ul style="list-style-type: none"> Open the windows and outside air ventilation and indoor air
Double skin type		<ul style="list-style-type: none"> Inside the window is open the top and bottom Warm up the air by the cavity and reduced heat loss
Integrated windows and doors type		<ul style="list-style-type: none"> Inserted in window frame Control the amount of ventilation by inside ventilator
Active natural type		<ul style="list-style-type: none"> Indoor temperature, humidity, depending on the adjustable opening and closing Built-in small fan and hybrid system Control the amount of ventilation
Compact heat exchanger type		<ul style="list-style-type: none"> Built-in heat exchanger inside frame Apply the curtain wall
Detected by the CO ₂ sensor		<ul style="list-style-type: none"> CO₂ sensors to detect indoor air and Ventilation windows open automatically by tilt the way
Automatic ventilation type		<ul style="list-style-type: none"> CO₂ sensors to detect indoor air and ventilation windows open automatically Built-in heat exchanger Remote control can air flow adjustment

기시스템은 통기량 제어가 주를 이루고 있으며 기기내의 CO₂센서 적용을 통하여 사용자가 원하는 위치의 설정이 불가능한 단순 내부 환경만 대응하는 수준이다. 이러한 창호형 환기시스템은 사용자가 위치한 공간을 고려하지 못하며 효율적인 에너지 저감을 기대할 수 없다. 이에 창호형 환기시스템에 있어서 사용자가 원하는 위치의 공기질을 측정할 수 있는 기술이 반영된 창호형 환기시스템의 제안이 요구된다.

Table 2. Energy Saving Technology of Window Type Ventilation Trends

Division	Heat exchanger	Cavity	Amount of ventilation	Automatic control (pressure)	Automatic control (CO ₂ sensor)
Window type	×	×	×	×	×
Double skin type	×	○	○	×	×
Integrated windows and doors type	×	×	○	×	×
Active natural type	×	×	○	○	×
Compact heat exchanger type	○	×	○	○	×
Detected by the CO ₂ sensor	×	×	×	×	○
Automatic ventilation type	○	×	○	×	○

3. 에너지 저감 IT기술 사례

IT는 에너지 효율화 주체로서 지능형 시스템으로 건물의 에너지 효율을 극대화하고 네트워크로 연결된 전력 계측기기를 통하여 에너지 사용 현황을 점검하고 그 관련

1) Chang, H., & Kim, H. (2011). A study on ventilation characteristics made by thin line type ventilator in an apartment house. Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, 23(3), 201-207.

2) Kim, S., & Kim, S. (2009). Analysis on energy savings with indoor air quality by heat recovery ventilator in high-rise apartment buildings. Korean Journal of Society of Living Environmental System, 16(3), 299-305.

정보를 체계화하여 사용자들이 에너지를 보다 효율적으로 이용할 수 있도록 도와준다. 에너지 저감형 실험주택에서는 효율적인 에너지 저감을 위해 IT기술을 적용하는 사례가 늘어나고 있다. 국내외 에너지 저감형 실험주택에서 에너지 저감을 위하여 냉·난방 및 환기시스템에 적용된 IT기술 사례는 <Table 3>과 같다.

실험주택에서 냉·난방 및 환기 에너지 저감을 위하여 적용된 IT기술은 홈게이트웨이, 월패드, 대기전력차단스위치, 전력계측기기, 온도센서, CO₂센서 등으로 <Table 4>와 같은 특징과 연결 관계도로 나타낼 수 있다. 온도 센서와 CO₂센서는 공간 환경정보를 수집하여 실내 온·습도 및 공기질 등 실내 환경정보를 감지하여 세대 내의 실내 환경기기에 전송·판단하여 상황에 적합한 자동제어가 가능하도록 한다. 이러한 측정 기술은 공간 환경정보의 실시간 모니터링을 통하여 거주자의 쾌적성 증대와 불필요한 에너지 소모 저하를 도모한다.

홈게이트웨이는 정보전송기술로 유·무선인터넷을 통해 환경측정값과 온도, 환기 등 집안의 실내 환경기기의 제

Table 3. IT Technology for Energy Saving of Air-conditioning and Ventilation

Experiment house	Contents	IT technology
Green tomorrow	<ul style="list-style-type: none"> Temperature sensor control the exhaust fan of electric blinds to reduce heating and cooling energy Sensors detect indoor temperature and CO₂, and control air-conditioning system, ventilation system. So it maintains comfortable indoor environment. HEMS of used energy analyze and manage. 	Home gateway, wallpad, temperature sensor, power measuring equipment, cutoff device for standby power, CO ₂ sensor
Eco-3L house	<ul style="list-style-type: none"> Automatic ventilation system by the CO₂ sensor Wallpad displays the energy consumption 	Home gateway, power measuring equipment, wallpad, CO ₂ sensor
Energy plus I'PARK	<ul style="list-style-type: none"> Analysis and integration using energy for heating and ventilation. 	Home gateway, power measuring equipment, wallpad
Pilot project	<ul style="list-style-type: none"> Automatic heating system by the temperature sensor Automatic ventilation system by the CO₂ sensor 	Home gateway, power measuring equipment, wallpad, CO ₂ sensor temperature sensor
Green premium	<ul style="list-style-type: none"> Ventilation only selected room, so save electricity energy Monitoring the amount of energy used in real time via communication Standby power off 	Home gateway, wallpad, power measuring equipment
Green smart Xi	<ul style="list-style-type: none"> Ventilation only selected room, so save electricity energy Home network system control and manage temperature, lighting, ventilation 	Home gateway, wallpad, power measuring equipment,
Green home zero house	<ul style="list-style-type: none"> Indoor temperature and lighting control via the homenetwork. Monitoring the amount of energy used in real time via communication 	Home gateway, power measuring equipment, wallpad

Table 4. IT Technologies for Energy Saving Features and Relationships

IT Technology	Features
Temperature sensor	Measure the concentration of temperature and transport to measures from indoor environment equipment or wallpad
CO ₂ sensor	Measure the concentration of carbon dioxide and transport to measures from indoor environment equipment or wallpad
Home gateway	A residential gateway is a home networking device, used as a gateway to connect devices in the home to the internet or other WAN.
Wallpad	It received information from home gateway and accurately interpret and control commands
Cutoff device for standby power	Appliances for stand by power shuts off Automatically and electrical energy savings.
Power measuring equipment	This send off measuring the power usage through the radio wallpad

어명령을 전달한다. 그리고 월패드는 홈게이트웨이에서 받은 환경정보 및 에너지 사용 현황을 점검하고 관련 정보를 저장·분석 후 체계화하여 시각화한다. 또한 미리 수·자동적으로 실내 환경기기의 설정값을 유지하도록 제어명령을 내린다.

III. IT적용 창호형 환기시스템 제안

1. IT적용 창호형 환기시스템 개념

<Table 3>과 <Table 4>에서 도출된 에너지 저감 IT기술을 적용한 창호형 환기시스템은의 구성은 <Figure 2>와 같다. 이 시스템의 월패드를 통해 사용자의 요구환경을 설정할 수 있으며 사용자가 실내에서 거주할 공간의 센서를 선택할 수 있다. 또한 사용자가 선택한 위치의 센서로 공간 환경 정보를 수집한 후 홈게이트웨이로, 홈서버로 전송하여 창호형 환기시스템의 지능적이고 효율적인 제어를 통해 사용자의 요구에 맞는 쾌적한 공기질이 제공된다. 기존의 창호형 환기시스템은 사용자의 환경 요구조건을 고려하지 못한 제어였다면 IT를 적용한 창호형 환기시스템은 사용자의 요구환경을 수행하고 불필요한 대기전력을 차단하여 에너지를 저감하며 쾌적성을 유지시킴으로 효율적이다.

Figure 2. Concept of IT Appliel Window Type Ventilation System

2. IT 적용 창호형 환기시스템 구성

<Figure 2>의 개념을 바탕으로 주거 내에 IT가 적용된 창호형 환기시스템의 구성도는 <Figure 3>과 같다. 실내 공기 오염물질을 감지하는 CO₂센서로 정확한 실시간 환경 모니터링을 통하여 실시간으로 CO₂센서의 데이터 값을 홈게이트웨이를 통해 월패드에서 전송하고 미리 저장된 환경 설정값을 고려한 제어명령을 창호형 환기시스템에 전송하여 가동/정지한다. 또한 대기전력 차단기기를 통해 불필요한 상황에서는 창호형 환기시스템의 전력을 완전히 차단하여 에너지를 저감한다.

Figure 3. Diagram of IT appliel Window Type Ventilation System

CO₂센서의 설치 위치는 <Figure 4>와 같이 실의 공간을 일정한 간격으로 배분하여 각 공간의 중간 부분의 천장에 설치한다. 사용자가 실에서 활동할 공간의 CO₂센서를 월패드를 통해 설정하면 설정된 위치에서 측정된 CO₂값으로 창호형 환기시스템의 제어명령이 내려진다. 사용자 요구 위치의 서비스 집중을 통해 사용자가 위치한 공간 환경의 쾌적함이 상승되고 불필요한 공간의 관리가 줄어 에너지가 저감될 것이라고 가정한다.

Figure 4. The Process of Setting up a CO₂ Sensor Location

3. IT적용 창호형 환기시스템 구성 시나리오

III장에서 제안한 창호형 환기시스템의 에너지 저감 시나리오는 <Figure 5>와 같다. 시나리오의 상황은 냉방기인 여름에 호흡기 질환이 있는 사용자가 낮잠을 자기 위해, 월패드에서 자신이 원하는 실내 CO₂ 설정값과 자신이 잠들 위치의 공간에 있는 CO₂센서 3번을 설정한다. 월패드로 설정된 실내 CO₂ 설정값이 홈서버로 전송되고 실내온도 설정값은 사용자가 따로 설정값을 주지 않았으므로 기존 홈서버에 저장되어 있는 값으로 설정이 되며 침실의 환경기기들이 실행이 된다. 침대가 있는 공간에 구축된 CO₂센서 3번과 에어컨의 내부에 있는 온도센서를 통해 실내 CO₂값과 실내 온도 값을 감지하여 홈서버로 전송한다. 정보를 받은 홈서버는 환기 또는 냉·난방이 필요한 상황과 불필요한 상황을 각각 판단하여 창호형 환기시스템과 에어컨에 가동/정지 명령을 내린다.

월패드로 사용자가 실내 CO₂ 설정값을 설정하여 각각의 요구조건이 다른 사용자를 만족시킬 수 있으며 CO₂센서의 위치를 설정함으로써 불필요한 공간에 사용되는 에너지를 저감시키고 사용자가 있는 공간의 집중 서비스로 더욱 쾌적한 실내환경을 제공한다.

Figure 5. Scenario of IT Appliel Window Type Ventilation System

4. IT적용 창호형 환기시스템 실행 흐름도

<Figure 5>의 시나리오에 대한 창호형 환기시스템과 에어컨 실행 흐름도는 <Figure 6>과 같다. 시스템 제어를 위해 실내 CO₂와 실내온도의 입력변수가 사용되었으며 입력값이 실내설정 CO₂값과 실내설정 온도값의 범위를 만족하는지 여부에 따라 환기시스템과 에어컨을 제어한다.

환기시스템의 실행 흐름도는 실내 CO_2 가 600 ppm 이상인 경우 환기시스템을 가동시킨다. 실시간으로 감지되는 CO_2 센서의 측정값이 600 ppm 이하로 떨어졌을 경우 환기시스템을 정지시킨다.

Figure 6. Flow Chart Ventilation System

IV. IT적용 창호형 환기시스템 에너지 성능평가

1. 실험 개요

본 연구에서는 창호형 환기시스템에 IT 적용에 따른 냉·난방 및 환기에너지 저감을 검토하기 위해 기존의 환기방식 중 자동 창호형 환기시스템과 III장에서 제안된 IT 적용 창호형 환기시스템을 동일조건 하에 실험하여 냉·난방 및 환기에너지의 사용시간을 비교하여 사용 에너지를 분석하였다. 자동 창호형 환기시스템은 자동 환기창의 개별적인 제어로 AUTO 설정을 하여 기기자체 자동제어를 한다. IT 적용 창호형 환기시스템 타입은 <Figure 5>의 시나리오와 같이 설정하여 환기가동 설정값은 600 ppm 이상 시 가동하고자 한다. IT 적용 창호형 환기시스템 타입에서 환기 제어를 위한 실내 CO_2 측정 센서 위치는 시나리오에서 사용자가 설정한 위치로 설정된다.

Table 5. Comparison According to the Ventilation

Experimental conditions	Case1 (Automatic ventilation)	Case2 (IT appliel window ventilation system)
Ventilation type (always)	Automatic ventilation set auto	Automatic ventilation operate ON when more than 600 ppm ³⁾
Air conditioning	Air conditioning operate ON When more than 26	

3) 에너지 비교실험을 위해 Case1에서 사용된 기존 자동 창호형환기시스템이 600 ppm으로 제품이 출시가 되었기 때문에 Case2의 실내 CO_2 설정값도 동일하게 600 ppm으로 설정하였다.

2. 테스트베드 개요

실험을 위한 실거주 테스트베드는 폭 5.3 m, 깊이 6.6 m, 천장고 2.5 m로 구축되었다. 창은 외기환경의 영향을 받지 않는 길이 4.5 m, 폭 2.7 m, 높이 4.6m인 외부챔버와 연결하였다. 외부챔버는 $-10\sim 50^\circ\text{C}$ 의 온도설정이 가능한 외기설정기기가 구축되어 냉방기와 난방기 등 24시간 365일의 인공기후가 가능하다.

Figure 7. Experimental Space

Figure 8. Chamber for Outside Environment

가변 상황의 실험이 가능한 테스트베드의 개구부는 가로 2.2 m, 세로 1.8 m이다. <Table 6>의 비교실험을 위해 자연환기와 자동 창호 일체형 환기시스템의 실험이 가능한 자동 환기창을 구축하였다.

Figure 9. Attached Automatic Ventilation System in the Vent Opening

또한 천정에 800 mm 간격으로 온도센서 48개와 2400 mm 간격으로 CO_2 센서를 구축하여 실시간으로 30초 단위의 공간환경정보 통합 모니터링을 하였다. 이를 통해 실험 시 공간의 전체적인 온도 및 CO_2 변화를 분석하였다.

Figure 10. Deployment of Temperature and CO₂ Sensor (Ceilings)

3. 실험과정

본 실험은 냉방기환경을 조성하여 자동 창호형 환기시스템 타입과 IT 적용 창호형 환기시스템 타입의 상황을 각각 1시간동안 실험하여 에어컨과 환기가동시간 및 실내 온도와 CO₂변화를 비교하여 냉·난방 및 환기에너지를 비교하였다.

Table 6. Setting Testbed Environment

Factors	Overview of experiments
Experiment time	1 Hour
Resident	1 Person (sit and relax)
Outside chamber	30 (the highest temperature of august) Set the heating-cooling equipment in chamber
Indoor temperature	26 (Indoor comfort temperature) Air conditioning operates ON if more than 26
Indoor CO ₂	500~550 ppm
Height of the ceiling sensor	From the bottom 1100 (Temperature sensor, CO ₂ sensor)

각 실험 시작 전 동일한 환경 조건으로 시작하며 냉방 환경조성을 위해 외기설정 기기값을 30°C로 설정하여 8월의 평균최고온도인 30°C로 외부챔버를 유지시켰다. 실험 시 냉방에너지를 정확하게 비교하기 위해 동일한 냉방 조건으로 에어컨 주변에 설치된 온도센서에서 측정된 값이 26°C 이상일 경우 에어컨을 수동으로 가동시켰으며

Table 7. Status of Testbed Equipment

Device placement	Ceiling sensor

실내온도를 26°C 이하로 유지하기 위한 에어컨 가동 시간을 측정하였다. 천정에 구축된 온도센서와 CO₂센서는 중앙의 호흡역 높이인 바닥으로부터 1100 mm에 고정하여 실 전체의 온도와 CO₂변화를 분석하였다.

4. 실험결과

실험에 따른 실 전체의 환경(CO₂, 온도)변화 및 환기시스템 가동 시간과 에어컨 가동 시간 결과를 <Table 8>로 정리하였다. <Table 8>의 Case 1과 Case 2는 각각 비교 대상인 자동 창호형 환기 타입과 IT기술을 적용한 창호형 환기시스템 타입을 나타낸다. 첫째 행과 둘째 행의 그림은 각각 제안된 시스템 사용할 때 실 전체의 온도와 CO₂의 변화값을 나타내며 셋째 행의 그림은 환기시스템의 가동/정지 여부를 제어하는 CO₂센서값으로 Case 1은 환기시스템 내에 있고 Case2는 사용자가 설정하였다. 그리고 넷째 행의 그림은 에어컨의 가동/정지 여부를 제어하는 에어컨 내의 온도 센서의 값이다.

<Table 8>의 결과를 살펴보면 두 경우의 실험 모두 600 ppm 이하로, 설정값 이하로 유지되었으며 실내 온도 또한 26°C 이하로 설정값을 대부분 만족시켰다. CO₂의 설정값을 유지하기 위해 자동 창호형 환기시스템은 CO₂센서의 판단으로 환기가 불필요한 상황에서 자동풍량 제어로 환기 풍량을 최소로 가동시키지만 On-Off 제어의 불가능으로 CO₂ 설정 농도값을 넘기지 않은 상황에도 가동되어 불필요한 환기에너지가 소모되었다. 즉, 자동 창호형 환기시스템 타입의 실험 결과 자동 환기창은 6분 동안 중간 세기로 가동된 후 54분간 약한 세기로 유지되며 가동되었다. 반면에 IT 적용 창호형 환기시스템 타입의 실험 결과 자동 환기창은 실험 시작 24분 후 실내 CO₂값이 600 ppm 이상으로 측정되어 6분 동안만 가동되었으며 이후 자동 환기창이 가동되지 않았지만 CO₂의 설정값을 유지하였다.

다음으로 실내 설정 온도를 유지하기 위해 자동 창호형 환기 타입의 에어컨은 4분, 4분, 6분, 5분간 총 4번으로 19분 가동된 반면 IT적용 창호형 환기시스템 타입은 실내 설정 온도를 유지하기 위해 에어컨이 5분, 4분간 총 2번으로 9분 가동되었다. 즉, IT 적용 창호형 환기시스템 타입은 CO₂ 설정 농도값 600 ppm 이하일 경우 환기가 불필요한 상황으로 판단하여 환기시스템의 전원을 꺼줌으로써 환기가동시간을 줄여줄 뿐 아니라 냉·난방 에너지 또한 저감됨을 확인하였다.

각 실험에서 사용된 소비전력량을 분석한 표는 <Table 9>와 같다. 자동 환기창의 환기 풍량에 따른 소비 전력량은 1단계는 16 W/h, 2단계는 29 W/h, 3단계는 40 W/h로 자동 창호형 환기시스템 타입은 1단계로 6분, 2단계로 54분이 가동되어 총 환기에너지는 27.52 W가 소비되었다. 반면 IT 적용 창호형 환기시스템 타입의 소비 전력량은 40 W/h로 6분간 가동되어 총 4.02 W가 소비되었다. 또한 실험에서 사용된 에어컨의 소비 전력량은 784 W/h로 자동 창호형 환기시스템 타입은 총 20분이 가동되어

Table 8. Graph Changes in Ambient Temperature and CO₂

Table 9. Using Energy of Cooling and Ventilation

	Ventilation power consumption				Total (W)
	1 Step=16 W/h, 2 Step=29 W/h, 3 tep=40 W/h				
	1 Step	2 Step	3 Step		
Case 1	6 min×0.27 W	54 min×0.48 W	-		27.52
Case 2	-	-	6 min×0.67 W		4.02
	Cooling power consumption=784 W/h				Total (W)
	1st Cooling	2st Cooling	3st Cooling	4st Cooling	
Case 1	4 min	4 min	6 min	5 min	248.33
Case 2	5 min	4 min	-	-	117.63
	Total power consumption				Proportion (%)
Case 1	27.52+248.33=275.85 (w)				100%
Case 2	4.02+117.63=127.65 (w)				46.28%

248.33 W의 냉방 에너지가 소비되었고, IT적용 창호형 환기시스템 타입은 총 9분이 가동되어 117.63 W의 냉방 에너지가 소비되었다.

따라서 자동 창호형 환기시스템 타입에서 총 환기 및 냉·난방에너지는 총 275.85W가 사용되었고, IT적용 창호형 환기시스템 타입에서 환기 및 냉·난방 에너지는 127.65W가 사용되었다. 이를 통해 기존의 자동 창호형 환기시스템에 IT를 적용할 경우 기존 시스템 대비 53.72%의 냉·난방 및 환기 에너지가 저감될 것이라는 결론이 도출되었다.

V. 결 론

본 연구는 창호형 환기시스템의 기능성 향상과 에너지 저감을 목적으로 IT를 도입하여 에너지 저감을 위한 창호형 환기시스템을 제안하였다.

사례 연구를 통하여 창호형 환기시스템이 점진적으로 자동화되면서 제어 정밀도나 요구 조건의 유지, 에너지 저감을 위하여 기압 측정 장치나 CO₂센서 등을 본체에 내장하여 실제 환경 데이터를 바탕으로 발전되어 감을 확인하였다.

하지만, 현재까지 나온 창호형 환기시스템은 통기량 제어가 주를 이루고 있으며 기기 내의 센서 내장으로 인하여 재실자의 위치에 따른 적절한 대응이 어려우며 모든 위치에서의 효율적인 관리에 부적합하여 효율적인 에너지 저감을 기대할 수 없다.

이에 본 연구에서는 기존의 자동 창호형 환기시스템과 에너지 저감에 적용된 IT기술의 개념 및 적용 사례를 바탕으로 사용자의 요구에 대응한 정보와 환경제공이 가능한 에너지 저감을 위한 창호형 환기시스템을 제안하였다.

IT적용 창호형 환기시스템의 에너지 성능평가 결과 대조군인 CO₂내장형 자동환기시스템 보다 53.72%의 에너지 저감을 확인하였다. 이로 대조군 대비 환기 가동 시간은 54분 줄었으며 줄어든 가동 시간만큼 외부로 교환된 냉·난방 에너지량이 줄어 에어컨 가동시간도 10분이 줄었다.

센서 네트워크를 통하여 재실자 위치의 정확한 환경데이터를 모니터링 함으로써 재실자에게 서비스를 집중시킴으로써 요구 쾌적성을 신속하게 유지하고 불필요한 공간으로의 에너지 소모를 줄임으로써 에너지 저감을 유도할 수 있음을 확인하였다.

본 연구는 실시간 환경 모니터링을 기반으로 주거에 적용되고 있다. IT기술을 연계한 제어를 통하여 재실자의 요구 쾌적성을 신속하게 대응할 수 있는 방법의 모색이다. 하지만 사용자의 요구, 재실자의 위치, 실외 CO₂농도, 실내의 대류현상 그리고 CO₂센서 외의 환경 모니터링 센서의 개인으로 인하여 환기량과 시간의 편차를 보일 것으로 예견된다.

위와 같은 편차로 에너지 사용량에 직접적인 영향을 미칠 것으로 예견되며 상호간의 조율을 위한 연구를 지속적으로 발전시켜야 할 것으로 보인다.

REFERENCES

1. Chang, H., & Kim, H. (2011). A study on ventilation characteristics made by thin line type ventilator in an apartment house. *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*, 23(3), 201-207.
2. Cho, W., & Song, D. (2005). A development of simulation tool to evaluate performance of ventilation system on IAQ control and energy-cost. *The 60th Anniversary and Annual Conference of Architectural Institute of Korea*, 25(1), 151-154.
3. Jang, Y., Suh, S., Hong, S., Park, H., & Park, J. (2005). Optimization of a ventilation system for Indoor environment improvement in school building. *Proceeding of the SAREK 2005 Summer Annual Conference*, 229-234.
4. Jeong, U., Lee, I., Kim, W., & Jang, J. (2010). A study on the green power IT. *Proceeding of the KIEE 2010 Summer Annual Conference*, 244-245.
5. Kim, S., & Kim, S. (2009). Analysis on energy savings with indoor air quality by heat recovery ventilator in high-rise apartment buildings. *Korean Journal of Society of Living Environmental System*, 16(3), 299-305.
6. Kwon, K., Park, J., & Lim, B. (2005). Study on ventilation system and heating and cooling energy consumption in apartments. *The 60th Anniversary and Annual Conference of Architectural Institute of Korea*, 25(1), 427-430.
7. Lee, H., Jeong, H. & Kim, Y. (2012). A basic study on application of user and location awareness for the green home IT. *Proceeding of Annual Conference of the Architectural Institute of Korea Planning & Design*, 28(1), 69-76.
8. Seo, T., Lee, H., & Kim, Y. (2012). A study on light-shelf system using context awareness technology for energy saving in housing space. *Proceeding of Annual Conference of the Architectural Institute of Korea Planning & Design*, 28(11), 357-365.

접수일(2012. 12. 30)

수정일(1차: 2013. 3. 25)

게재확정일자(2013. 4. 10)