Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society
Vol. 16, No. 10 pp. 6759-6765, 2015

http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2015.16.10.6759
ISSN 1975-4701 / eISSN 2288-4688

중앙냉방시스템의 외기온도조건을 고려한 나이트 퍼지 제어방안에 관한 연구

황진원[1], 안병천[2*]
[1]가천대학교 건축설비공학과 대학원, [2]가천대학교 기계공학과

Night Purge Control Strategies With Outdoor Air Temperature Conditions for Central Cooling System

Jin-Won Hwang[1], Byung-Cheon Ahn[2*]
[1]**Dept. of Building Equipment & System Engineering, Graduate School of Gachon University**
[2]**Dept. of Mechanical Engineering, Gachon University**

요 약 본 연구에서는 자연외기를 활용하여 건물의 중앙냉방시스템에 대한 에너지를 절약하기 위한 제어방법으로서 외기온도 조건을 고려한 나이트 퍼지제어의 적용방안에 대해 시뮬레이션 연구가 수행되었다. 외기온도의 변화특성 및 건물의 축냉성능 등이 고려되었으며, 나이트 퍼지제어를 위한 운전시작시간과 제어설정온도의 선정방안이 연구되었다. 본 연구를 위하여 TRNSYS 프로그램을 활용하여 시스템 해석 모델링을 수행하였으며, 기존 제어방식 대비 제안된 제어방법의 에너지 절약성능을 비교 분석하였다. 연구결과로 외기온도 변화에 따라 나이트 퍼지제어를 위한 운전조건을 선정한 제안된 제어방법이 기존의 나이트 퍼지제어 제어방식과 비교하였을 때는 최대 16.8%, 나이트 퍼지제어를 적용하지 않은 경우에 비해서는 최대 28.6%의 에너지 절감이 가능함을 알 수 있었다.

Abstract In this study, the effects of control strategies of night-purge control system on control characteristics and energy consumption for central cooling system in building are researched by simulation. The start time and set-point temperature for night-purge control with outdoor temperature changes and building cold storage performance are obtained. The system analysis modelling is done by using TRNSYS program package, and the control performances with suggested night-purge control method are compared with the existing control ones. As a result, the suggested night-purge control method shows maximum 16.8% and 28.6% energy saving in comparison with existing control method and conventional one without night-purge control, respectively.

Keywords : Central cooling system, Night-purge control, Set temperatures, Outdoor air cooling, Outdoor air temperature

1. 서론

일반적으로 건물에서의 에너지 절약방법으로는 단열, 건물 방위 및 형상 등을 통한 건축 계획적인 접근방법과 고효율 제품의 사용 및 시스템의 운전 효율을 향상, 제어 및 관리기술의 발전 등의 설비적 접근 방법이 있다[1].

특히 설비적 접근방법으로서 최근에는 자연외기를 활용하여 에너지를 절감하고자 하는 연구가 많이 이루어지고 있는데, 이것은 BEMS(Building Energy Management System)의 제어용 소프트웨어로서 나이트 퍼지(Night-purge)제어 및 엔탈피제어 등의 외기냉방(Outdoor air cooling)제어에 관한 것으로써 관련 연구내

*Corresponding Author : Byung-Cheon Ahn(Gachon University)
Tel: +82-31-750-5309 email: bcahn@gachon.ac.kr
Received August 18, 2015 Revised (1st September 17, 2015, 2nd October 7, 2015)
Accepted October 8, 2015 Published October 31, 2015

용은 다음과 같다.

먼저 강[2]은 외기냉방제어의 적용 시 건물의 에너지 부하를 줄여 줄 수 있으며, 외기도입량을 크게할 경우가 외기냉방효과가 증가됨을 보여주었으며, 김[3]은 계절별 가능한 외기냉방 가동시간에 대해 연구하였고 외기냉방 제어 시 잠열부하가 증가할 경우 엔탈피 제어방식이 유리하다고 하였다.

그리고 이[4]는 우리나라처럼 계절에 따라 외부의 기후적인 특성이 다양하게 변화하는 상황에서는 실내의 기준 온도를 고정하지 않고 계절에 맞게 변동시키고 변화하는 외부의 기후적인 특성과 급기 기준에 따라서 외기의 도입 범위가 변화되어야 한다고 하였다. 이상의 연구에서는 외기냉방 제어방법이 에너지 절감에 효과적임을 제시하고 있으며, 또한 황[5] 등은 기존의 다양한 제어방법들에 대한 제어특성 및 에너지 소비량들에 대한 비교연구가 이루어졌다. 그러나 이상의 연구에서는 외기냉방으로서 나이트 퍼지제어에 대한 운전변수로서 운전 시작시간 및 제어 설정온도 등에 대한 선정방안에 대한 연구는 이루어지지 않았다.

따라서 본 연구에서는 나이트 퍼지제어를 적용함에 있어 외기온도의 특성 및 건물의 축냉성능 등을 고려하여 중요 운전변수로서 운전 시작시간 및 제어 설정온도 등이 제어성능에 미치는 영향을 살펴보고 이를 통해 운전변수의 선정방안을 제시하고자 하며, TRNSYS 프로그램을 이용하여 시스템을 모델링하고 제안된 제어방법과 기존의 제어방법들의 제어특성 및 에너지소모량 특성을 비교 고찰하였다.

2. 나이트 퍼지제어

나이트 퍼지제어란 밤이나 이른 아침에 외기를 실내로 유입시켜 기계적인 냉방이 시작되기 전에 건물을 예냉하는 운전방법으로서 외기를 이용하여 실내 냉방부하를 줄여주는 외기냉방 제어방법에 속한다. Table 1은 외기냉방을 위한 나이트 퍼지제어 방법에 대해 외기도입을 위한 운전조건을 나타낸 표이다[5].

Table 1. Operation conditions for night-purge control methods

control methods	Operation conditions
Basic control(Case1)	- Mechanical cooling without night-purge control
Outdoor air dry bulb temperature control (Case2)	- Outdoor temp.<22℃
Outdoor air/return air dry bulb temperature control(Case3)	- Outdoor temp. < Return air temp. - 16℃<outdoor temp.<27℃
Suggested control	- Obtain start time and set temperature with lowest outdoor temp.

먼저 Case1은 나이트 퍼지제어를 수행하지 않고 냉동기와 공조기 등을 이용한 기계적인 냉방만을 수행하는 방법이다.

Case2와 Case3는 기존의 나이트 퍼지제어 방법으로서[4], 먼저 Case2는 외기온도만을 가지고 제어하는 가장 간단한 방식으로 외기온도가 22℃ 이하가 되면 나이트 퍼지제어를 수행하는 방법이다. 그리고 Case3은 외기온도가 환기온도에 비해 낮고, 설정된 범위인 16℃~27℃ 사이의 온도일 경우 나이트 퍼지제어가 이루어지는 방법이다.

또한 본 연구에서는 하루 중 외기온도가 가장 낮은 새벽시간대(오전 5시에서 7시까지의 시간대)의 외기온도의 크기에 따라 외기도입을 위한 나이트 퍼지제어 운전시작시간을 결정하고, 이 시작시간을 활용하여 외기도입을 위한 설정온도를 순차적으로 결정하는 방법을 제안하였다. 이것은 기상청에서 익일 기상데이터로서 최저온도 및 최고온도의 크기 및 시각을 예보해 줌에 따라 외기의 최저온도(Outdoor air lowest temperature)를 미리 알고 있을 경우 이를 제안된 나이트 퍼지제어 시스템의 입력으로 활용하여 운전시작시간과 제어설정온도가 순차적으로 결정되도록 한 것이다.

3. 컴퓨터 시뮬레이션

3.1 제어 대상 모델링

본 연구에서는 중앙냉방시스템에 관하여 나이트 퍼지제어 시스템의 에너지 절감성능을 확인하기 위하여 에너지 해석용 TRNSYS 프로그램을 사용하였으며, 기존제어방식 및 제안된 제어방식 등에 대해 시뮬레이션을 통한 에너지 절약 제어성능을 비교 연구하였다.

이를 위한 시뮬레이션 모델 대상건물은 경기도 용인시에 소재한 H사 연구소로 공조면적이 약 3,008m^2이며, 5개 층으로 구성되어 있다. 다수의 공조기와 팬코일 유닛을 통해 냉난방이 이루어지고 있다. 본 연구에서는 해

석 모델을 실제 건물을 대상으로 하여 건물 규모 및 설비기기들의 용량을 고려하여 시뮬레이션 모델링이 수행되었다. 이럴 경우 각 층의 부하특성 등이 다르게 나타나므로 전체적인 온도변화 특성과 에너지 소모 특성을 분석하는데 문제점이 따르게 되므로 대상 모델을 시뮬레이션하는 데 있어서 5개층을 1개의 대상건물로 통합하고 다수의 설비기기들의 전체적인 냉방 용량으로 구성하여 Fig. 1과 같이 단순화 모델로 해석하였다[5]. Table 2는 실내부하모델 및 중앙냉방시스템 구성 기기의 사양을 나타낸 것이다.

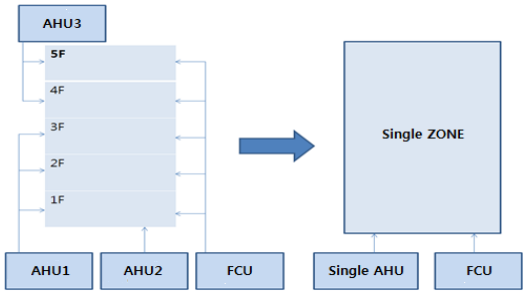


Fig. 1. Simplify modeling of building.

Table 2. Parameters for simulation model

Model	Specifications
Building load(Type660)	Overall heat-transfer coeff. (UA) = 351,534(kcal/h□K) Heat capacity = 24,000(kcal/K) Initial room temp. = 26℃ Specific heat for air = 0.239(kcal/kg□K) Volume = 12,633.6(m^3)
Chiller(Type53)	Overall motor efficiency = 0.95 Max cooling capacity = = 587,290(kcal/hr) Power = 683(kW)
Cooling coil (Type52a)	No. of heat exchangers rows = 4 No. of parallel tubes = 52 Thermal conductivity of tube = 1443.6(kJ/hr□m□K) Thermal conductivity of fin = 203.726(kcal/hr□m□K)
Fan(Type690)	Max flow rate = 1,133(m^3/hr) Rated power = 35(kW)
Chilled water pump(Type695)	Max. flow rate = 123,311(kg/hr) Specific heat of fluid = 4.19(kJ/kg□K) Rated power = 15(kW)
Cooling tower pump(Type656)	Max. flow rate = 160,304(kg/hr) Rated power = 19.5(kW)
Cooling tower (Type51b)	Total no. of tower cells = 2 Max air flowrate for each cell = 156,000(m^3/hr) Rated power = 12(kW) Initial temp. of sump = 29.4℃

3.2 시뮬레이션 방법

Fig. 2는 중앙냉방시스템의 에너지 해석을 위한 TRNSYS 프로그램으로써 각 설비기기 모델과 나이트 퍼지제어를 적용하여 프로그램을 구성하였다. 여기서 제어기는 Fortran 프로그램에서 코딩을 통해 나이트 퍼지제어 시스템을 구성하여 TRNSYS 프로그램에서 나이트 퍼지제어기의 실행파일로 링크시켜 에너지 해석이 가능하도록 하였다.

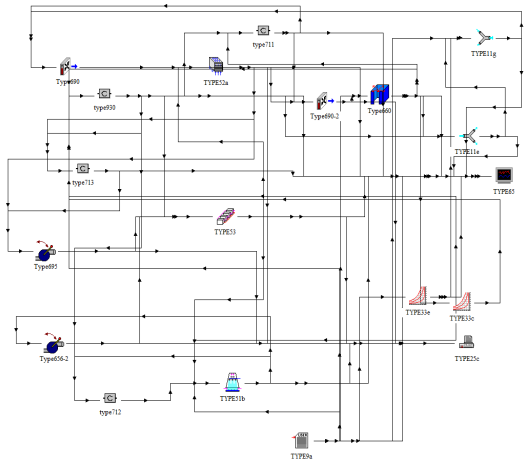


Fig. 2. TRNSYS program for night-purge system.

본 연구에서는 제어방법으로 나이트 퍼지제어를 적용하지 않고 기계냉방만을 수행한 방법(Case1)과 기존 나이트 퍼지제어 방법 2가지(Case2 와 Case3), 그리고 본 연구에서 제안한 나이트 퍼지제어(Suggested)방법 등을 비교 분석하였다. 여기에서 에너지 절감성능 및 실내 공기질을 고려하여 외기도입에 관한 댐퍼 개도는 나이트 퍼지제어 시에는 100% (제어신호 값: 1.0)외기를 도입하며, 기계냉방 시에는필요 환기량을 고려한 30%(제어신호 값: 0.3)의 외기도입이 이루어지도록 하였다[5].

또한, 시뮬레이션을 위한 냉수온도, 급기온도 및 실내 설정온도는 Table 3과 같이 선정하였으며, 또한 2013년 5월부터 9월까지의 외기데이터를 사용하였다.

Table 3. Operating conditions for simulation

Parameters	Conditions
Chilled water temperature	8℃
Supply air temperature	16℃
Indoor set temperature	26℃
Mechanical cooling	09:00～18:00

3.3 제안된 나이트 퍼지제어

본 연구에서는 나이트 퍼지제어를 위한 운전시작시간과 제어를 위한 온도 설정 값인 외기도입 설정온도 등에 대한 선정방안을 연구하였다.

먼저 Fig. 3은 나이트 퍼지제어 가동시작시간을 오전 4시, 5시, 6시, 7시로 변화하였을 경우에 따른 실내공기온도 및 댐퍼개도 신호를 비교한 그림으로 외기온도 및 외기도입 설정온도의 크기에 무관하게 정해진 가동시작시간에 나이트 퍼지제어가 시작되는 것으로 하였다. 그림에서 볼 수 있듯이 제어신호 및 실내온도들이 각각의 시작시간들에 따라 적절히 변화되어 나타나는 것을 알 수 있다. 나이트 퍼지제어가 이루어지고 있는 시간 동안에는 실내공기온도의 변화특성이 다르게 나타나고 있으며 기계적인 냉방이 이루어지는 9시 이후는 유사한 경향을 나타내는 것을 알 수 있다. 여기서 가동시작시간의 영향을 살펴보기 위해 외기온도의 크기에 무관하게 시작시간에 나이트퍼지제어가 시작되는 것으로 하였다.

Fig. 4는 Fig. 3의 나이트 퍼지제어 가동시작시간 변화에 따른 각각의 요소기기들과 전체 에너지 소비량들을 비교한 그림으로서 에너지 소모특성을 살펴보면 가동시작시간이 6시일 경우가 에너지 소모량이 가장 적게 나타나는 것을 알 수 있다. 여기서 총 에너지 사용량은 냉동기, 냉수순환펌프, 공조기 급배기팬, 냉각탑 팬 그리고 펌프들의 에너지 소비량을 합한 것을 의미한다. 나이트 퍼지운전 시는 급·배기팬만 가동되며, 이러한 영향으로 가동시작시간이 4시일 경우가 급·배기팬의 전력소모량이 가장 크게 나타나고 5시 및 6시 순으로 작아지는 것을 볼 수 있습니다. 또한 7시의 경우는 나이트 퍼지운전 효과가 적게 나타남에 따라 기계적인 냉방에 따른 팬 및 냉동기 등 전체적인 전력소비량이 다른 경우에 비해 크게 나타남을 알 수 있다. 그리고 냉수펌프, 냉각탑 팬과 펌프 등은 시작시간이 늦어질수록 에너지소비량이 미소하게 증가하며, 냉동기 및 급배기팬의 경우는 변화특성이 상대적으로 크게 나타남을 볼 수 있다.

Fig. 5는 본 연구와 관련한 선행 연구결과로서[5] 나이트 퍼지제어의 외기도입을 위한 설정온도의 크기에 따른 전체 에너지 소모량을 비교 도시한 그림이다. 그림에서 볼 수 있듯이 24℃의 경우가 에너지 소모량이 가장 적게 나타났으며, 25℃의 경우는 외기도입 온도가 상대적으로 높아 축냉효과가 상대적으로 적음에 따라 기계냉방시의 냉방부하가 상대적으로 커지기 때문에 전체 에너지 소모량이 증가함을 알 수 있다.

따라서 Fig. 4와 5를 통해 나이트 퍼지제어 운전시작시간과 설정온도의 크기는 나이트 퍼지제어의 에너지 성능에 영향을 미치며, 상호간의 영향을 고려한 적절한 선정방법이 필요함을 알 수 있다.

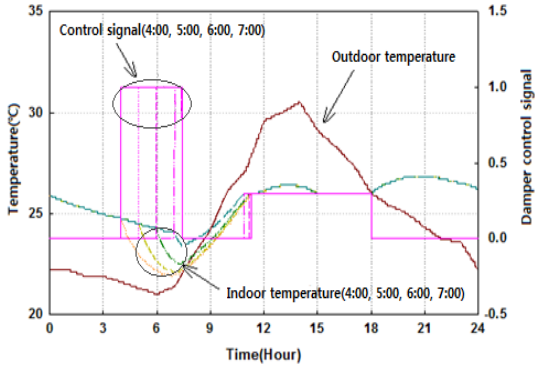


Fig. 3. The comparison of indoor temperature and damper control signal with operation times.

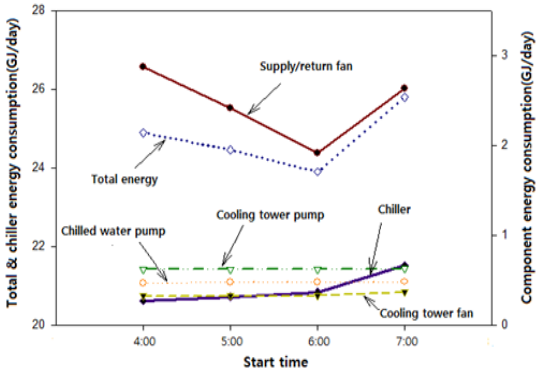


Fig. 4. Total & component energy consumptions with variable operating start times.

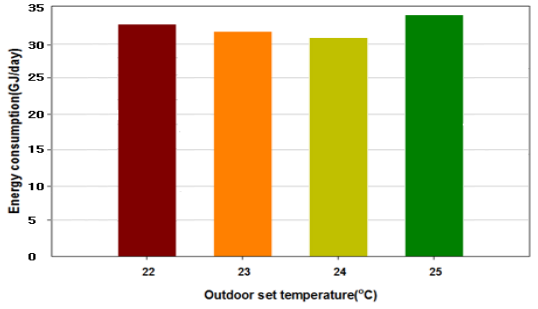


Fig. 5. Total energy consumption for case2 and Case4 with set temperature changes.

따라서 본 연구에서는 기상청에서 익일 기상데이터로서 최저온도 및 최고온도의 크기 및 시각을 예보해 줌에 따라 외기의 최저온도(Outdoor air lowest temperature: LT)미리 알고 있을 경우 이를 나이트 퍼지제어 시스템의 입력으로 제공하면 운전시작시간과 제어설정온도가 자동으로 결정되도록 하였다.

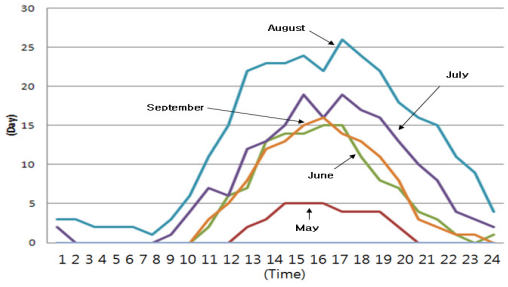


Fig. 6. Days over 26℃ in outdoor air temperature during from May to September in 2013.

Fig. 6은 외기온도가 실내 공기 설정온도인 26℃ 보다 높아 냉방이 필요하다고 판단되는 시기를 살펴보기 위해 5월부터 9월까지(4월과 10월은 26℃ 보다 낮음)의 외기온도가 26℃보다 높은 시간대가 나타난 날들을 시간대 별로 분석한 결과이다. 8월이 가장 많고 5월이 가장 적은 것으로 나타났다.

이에 따라 외기도입 시작시간 즉 나이트 퍼지제어 운전시작시간에 따른 영향을 살펴보기 위해 Fig 6의 5월~9월의 기후조건에서 하루 중 새벽시간대에서 외기온도가 가장 낮은 최저온도 값이 같은 날(±0.1℃ 이내의 온도는 같은 온도로 판단함)들을 선별하여 설정온도를 15℃-24℃로 하고 가동 시작시간을 4시-7시로 각각 변화시켜 주면서 에너지 소비량을 비교하였다. 여기서 설정온도는 1℃ 간격으로 하여 값을 고정하고 시작시간을 변화시켜 가면서 에너지 소비량을 분석하였다.

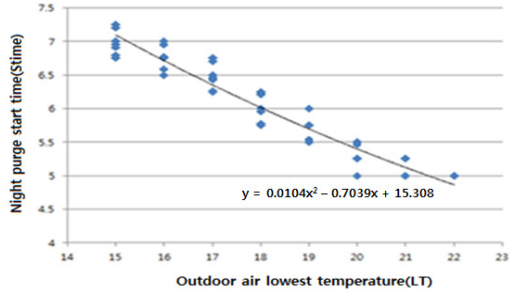


Fig. 7. Optimal start time of night-purge control system with outdoor air lowest temperatures.

Fig. 7은 하루 중 외기의 온도가 가장 낮은 온도인 외기의 최저온도 값에 따라 외기도입 시작시간을 변화시켰을 때 에너지 소비량이 가장 작게 나타난 경우의 설정시간을 표시한 그림이다. 그림을 보면 외기의 최저온도가 높아질수록 최적 운전시작시간은 빨라지는 것으로 나타났다. 그러나 5시 이전에 운전을 시작하는 것은 축냉효과에 비해 오히려 팬동력 에너지가 더 많이 소비되었다(Fig. 4 참조). 팬동력의 소비량을 고려해 볼 때 축냉효과에 따라서 외기온도가 21℃ 이상일 경우 5시를 최적 운전시작시간으로 선정하는 것이 바람직하다고 판단하였으며, 결과를 토대로 엑셀프로그램을 이용하여 결과데이터를 커브 피팅(curve fitting)하여 함수식으로 도출한 결과(결정계수: R^2 = 0.9476)로 최적 운전시작시간을 결정하는 함수식을 식 (1)과 같이 2차함수식으로 얻을 수 있었다.

$$Stime = 0.0104LT^2 - 0.7039LT + 15.308 \quad (1)$$

여기서 Stime: 나이트 퍼지제어 시작시간(hour)
LT: 외기 최저온도(℃)

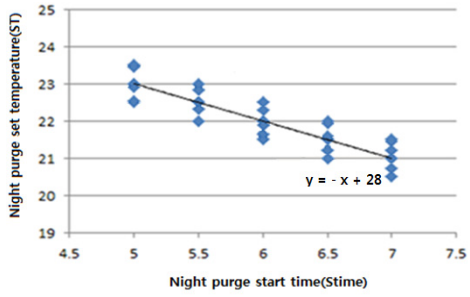


Fig. 8. Set temperatures for night-purge control system with start time changes.

Fig. 8은 식 (1)을 이용하여 도출된 나이트 퍼지제어 시작시간을 이용하여 같은 시작시간으로 선정된 기후조건들을 설정온도의 변화에 따라 에너지 소비량을 비교하여 에너지 소비량이 가장 작게 나타난 경우의 설정온도를 표시한 그래프로써 운전시작시간이 늦어질수록 제어설정온도는 낮게 설정되어야 함을 알 수 있으며, 운전시작시간에 따른 제어설정온도의 상관관계를 커브 피팅(결정계수: R^2 = 0.9591)한 결과 식 (2)와 같이 1차 함수식으로 나타남을 알 수 있다.

$$ST = -Stime + 28.0 \quad (2)$$

여기서 ST: 나이트 퍼지제어 설정온도(℃)

4. 결과 및 고찰

본 연구에서는 나이트 퍼지제어를 위한 운전시작시간과 제어를 위한 온도설정 값인 외기도입 설정온도 등에 대하여 제안된 선정방안에 대해 3장에서 설명한 바와 같이 이를 이용하여 기존의 제어방법 및 본 연구에서 제안된 제어방법의 에너지 소모량 특성에 대해 비교 연구하였는데 그 결과는 다음과 같다.

먼저 나이트 퍼지제어 없이 기계냉방만을 가동하였을 경우와 기존의 나이트 퍼지제어 방법을 적용한 경우, 그리고 제안된 나이트 퍼지제어방법을 적용한 경우들에 대해 에너지 소비량을 비교 분석하기 위하여 동일한 조건인 날로 시뮬레이션을 수행하였으며, 5~10월 중 냉방이 필요한 조건을 선정하여 시뮬레이션을 수행하였다. 각 Case별로 24시간 동안의 에너지 소비량을 분석하였다. 여기서 기존의 나이트 퍼지제어 방법인 Case 2와 3에서는 외기온도조건만 제시(Table 1 참조)되어 있고 운전시작시간은 별도로 제시되어 있지 않고 운전자의 경험에 의존하기 때문에 본 연구에서는 운전시작시간에 따라 에너지 소비특성이 다르기 때문에 6시를 시작시간으로 한 데이터를 비교대상으로 고려하였다. 이것은 본 연구에서 제안된 방법과의 비교를 위해서 시작시간의 변화에 따른 총 에너지소비량에 대한 결과(Fig. 4 참조)에서 6시가 가장 적은 결과를 나타내기 때문이다.

Fig. 9는 하루 중 외기의 최저온도는 17.0℃이고 최고온도는 29.5℃인 경우이며, 제안된 나이트 퍼지제어방법에 비해 나이트 퍼지제어 없이 기계냉방만을 가동하였을 경우인 Case1은 약 16.3%, 기존의 제어방법인 Case2와 Case3는 각각 약 2.8%와 약 2.1%의 에너지 소비가 더 발생함을 알 수 있다.

Fig. 10은 하루 중 외기의 최저온도는 19.0℃이고 최고온도는 29.6℃인 경우이며, 각 Case별로 에너지 사용량을 나타낸 그래프이다. 제안된 나이트 퍼지제어방법에 비해 나이트 퍼지제어 없이 기계냉방만을 가동하였을 경우인 Case1은 약 28.6%, 기존의 제어방법인 Case2와 Case3는 각각 약 16.8%와 약 2.5%의 에너지 소비가 더 발생함을 알 수 있었다.

Table 4는 앞의 Fig. 9와 10의 외기조건을 포함하여 다른 외기조건의 경우에 대해서도 시뮬레이션 한 결과를 나타낸 것이다. 표에서 볼 수 있듯이 각 경우에 대한 에너지 절감 효과의 크기에는 차이가 있으나 제안된 제어방법이 가장 에너지 절감 성능이 양호하며, Case3, Case2, 그리고 Case1등의 순으로 나타났다.

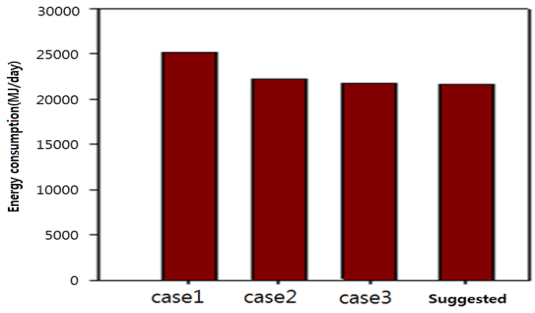


Fig. 9. Energy consumptions with Cases. (lowest/highest temperatures in a day: 17℃/29.5℃)

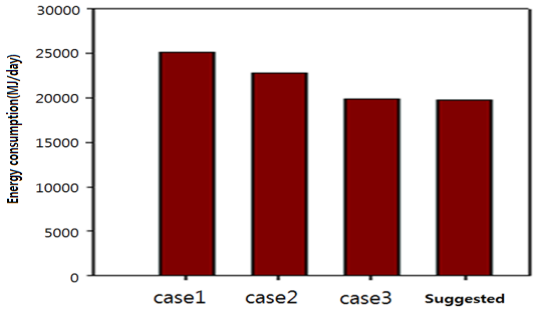


Fig. 10. Energy consumptions with Cases. (lowest/highest temperatures in a day: 19℃ /29.6℃)

Table 4. Energy consumptions(MJ/day) for lowest/highest outdoor temperatures in a day

	15.0℃/ 27.3℃	17.0℃/ 29.5℃	19.0℃/ 29.6℃	21.0℃/ 30.5℃	22.0℃/ 30.8℃
Case1	24,828	25,117	25,145	28,317	30,533
Case2	17,691	22,216	22,841	25,967	30,033
Case3	16,498	22,058	20,043	25,197	28,424
Suggeted	16,379	21,606	19,557	24,910	27,921

5. 결론

본 연구는 자연외기를 활용하여 건물의 에너지절약을 위한 나이트 퍼지제어를 적용함에 있어 중요 운전변수로서 운전 시작시간 및 제어 설정온도 등이 제어성능에 미치는 영향을 살펴보고 이를 통해 운전변수의 선정방안을 연구한 것으로서TRNSYS 프로그램을 이용하여 시스템

을 모델링하고 제안된 제어방법과 기존의 제어방법들의 제어특성 및 에너지소모량 특성을 비교 고찰하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

1. 외기온도 특성으로서 하루 중 외기의 온도가 가장 낮은 온도인 최저온도 값이 나이트 퍼지제어의 운전변수로서 운전시작시간의 선정에 영향을 미치고 있으며 에너지 소비량의 절감을 위해서는 최저온도 값이 상대적으로 높을수록 운전시작시간을 빨리해주는 것이 바람직함을 알 수 있었다.
2. 외기도입을 위한 설정온도의 크기는 에너지 소비량에 많은 영향을 미치고 있으며, 외기의 최저온도 값을 고려하여 선정된 나이트 퍼지제어 운전시작시간을 이용하여 순차적으로 설정온도의 크기를 결정하여 줌으로써 에너지절감 성능을 개선할 수 있었으며 운전시작시간이 늦어질수록 제어 설정온도는 낮게 설정되어야 함을 알 수 있었다.
3. 나이트 퍼지제어의 경우 축냉효과를 이용하여 냉방부하를 줄여주는 효과는 있으나 나이트 퍼지제어 시의 급배기 팬의 전력소모량 및 기계냉방시의 전체 에너지 소비특성 등을 고려하여 적절한 운전조건의 선정이 요구됨을 알 수 있었으며, 다양한 외기 온도조건의 경우에 대해 시뮬레이션 한 결과 외기온도 조건에 따라 각 경우에 대한 에너지 절감 효과의 크기에는 차이가 있으나 제안된 제어방법이 가장 에너지 절감 성능이 양호하며, Case3, Case2, 그리고 Case1등의 순으로 나타났다.

References

[1] B. C. Ahn, “Optimal Control Algorithm of HVAC system for a DDC controller“, Academic lecture of automatic control, pp35-39, 2000.

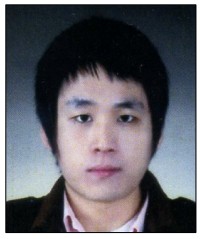
[2] Y. D. Kang, “An analysis on the economizer cycle of the building HVAC system in terms of incoming outdoor air ratio”, Master Thesis, Yonsei University, 2009.

[3] M. Y. Kim, Y. I. Kim, “Reduction of Cooling Load using Outdoor Air Cooling”, Transactions of the Korea Society of Geothermal Energy Engineers , Vol.7, No.1, pp.51-58, 2011.

[4] S. M. Lee, “The Range Selection of Outdoor Air Intake Considering the Application Period Extension in Economizer cycle”, Master Thesis, Seoul National University, 2011.

[5] J. W. Hwang, B. C. Ahn, “Effects of Control Methods of Outdoor Air Cooling System on Energy Consumption in Building”, Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society, Vol. 16, No. 6, pp.4253-4259, 2015.
DOI: http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2015.16.6.4253

황 진 원(Jin-Won Hwang) **[준회원]**



- 2012년 3월 ~ 2014년 8월 : 가천대학교 건축설비공학과 대학원 석사

<관심분야>
건물에너지 관리 및 제어(BEMS), 빌딩자동제어시스템(BAS), 설비시스템 에너지해석

안 병 천(Byung-Cheon Ahn) **[정회원]**

- 1986년 8월 : 고려대학교 기계공학과 (공학석사)
- 1992년 2월 : 고려대학교 기계공학과 (공학박사)
- 1991년 12월 ~ 1995년 2월 : 현대중공업(주) 중앙연구소
- 1995년 3월 ~ 현재 : 가천대학교 기계공학과 교수

<관심분야>
건물에너지 관리 및 제어(BEMS), 빌딩자동제어시스템(BAS), 열원 및 공조시스템 해석 및 제어