

내, 외단열 공동주택의 축열체 위치 차이에 따른 동단위 연간 냉난방부하 비교평가

구보경*, 이병인**, 최두성***, 송승영****

*이화여대 대학원(hiina9@naver.com), **이화여대 대학원(beugin@hanmail.net),
청운대 건축설비소방학과(trebelle@chungwoon.ac.kr), *이화여대 건축학부(archssy@ewha.ac.kr)

Comparison of Annual Heating and Cooling Loads of Internally and Externally Insulated Apartment Buildings According to the Location of Thermal Mass

Koo, Bo-Kyoung* Lee, Beung-In** Choi, Doo-Sung*** Song, Seung-Yeong****

*Dept. of Architecture, Graduate School, Ewha Woman's University(hiina9@naver.com),
**Dept. of Architecture, Graduate School, Ewha Woman's University(beugin@hanmail.net),
***Dept. of Building Equipment and Fire Protection System, Chungwoon University(trebelle@chungwoon.ac.kr),
****Dept. of Architecture, Ewha Woman's University(archssy@ewha.ac.kr)

Abstract

The IIS(Internal Insulation System) is applied in most Korean apartment buildings which are the most common type of residential buildings. Consequently, there are many cases in which the layer of insulation is disconnected by the structural components at the wall-slab and wall-wall joints in the envelope. These joints become thermal bridges where the risk of heat loss increases. It is expected that the EIFS(External Insulation and Finish System) is the solution to this problem. In this study, annual heating and cooling loads of apartment buildings with IIS and EIFS were compared using DesignBuilder program in order to evaluate the thermal storage effect of EIFS where the concrete thermal mass is located inside of the insulation material. As results, the apartment building with EIFS could reduce annual heating and cooling loads by 2.4% and 4.1%, respectively.

Keywords : 공동주택(Apartment Building), 내단열(Internal Insulation), 외단열(External Insulation), 축열(Thermal Storage)

1. 서 론

전 세계 각국에서는 지구온난화 문제로 인해 온실가스 배출 주범인 에너지 소비를 줄이기 위한 여러 노력들을 경주하고 있다. 우리나라의 경우, 최종 에너지소비에서 건물 부문이 차지하고 있는 비중은 약 24%에 달하며, 특히 우리나라의 대표적 주거용 건물인 공동주택은 건물 용도별 에너지소비에서 건물 부문 전체의 약 36%(2001년)를 차지할 정도로 비중이 매우 크다.¹⁾

공동주택의 경우 내부발열이 적은 외피부하 지배형 건물로 난방부하의 비중이 매우 커, 에너지절약을 위해서는 외피 단열이 무엇보다 중요하다. 그러나 국내 공동주택의 경우, 거의 대부분 외벽에 내단열 시스템을 적용하고 있어 구조체 접합부에서는 단열재가 불연속될 수 밖에 없고, 필연적으로 열교부위가 다수 발생하고 있다. 특히 우리나라 공동주택에서는 난방을 위해 온수배관을 슬라브에 매입하고 있는데, 이러한 온수배관이 인접한 벽-슬라브 접합부에서는 매우 큰 전도 열손실이 발생하고 있는 실정이다. 반면, 외단열 시스템을 적용할 경우, 단열재가 구조체 외측에 설치되므로 벽-슬라브, 벽-벽 접합부 등에서도 단열재가 연속되어 열교 발생을 근원적으로 차단할 수 있어 에너지절약 효과가 커, 장차 보급 가능성이 매우 클 것으로 기대된다.

한편 외단열의 경우 내단열과 달리, 열용량이 커 주요 축열체로 기능하는 콘크리트 구조체가 단열재의 실내측에 위치하여 전체 구조체의 축열성능이 달라지게 되므로, 이에 따른 에너지성능 차이도 있을 것으로 판단된다. 이에 본 연구에서는 구조체의 열용량을 반영한 동적 건물 에너지해석을 통해 내, 외단열 공동주택의 동단위 연간 냉난방부하를 비교 평가함으로써, 축열체 위치 차이에 따

른 에너지성능을 분석해보고자 하였다.

2. 기존 연구 고찰

주거용 건물에서 단열방식별로 구조체 축열 성능 변화에 따른 에너지성능을 분석한 연구로, 박상동(1986)²⁾은 박공지붕을 갖는 단층의 랜치하우스(Ranch House)에 대해 미국 지역의 기후데이터를 적용, 단열재 위치별 축열성능 차이에 따른 연간 열부하 및 최대부하 차이를 계산하였으며, 내단열 대비 외단열은 기준모델에 대해 냉방부하는 약 0.3~1.6%, 난방부하는 약 0.1~0.5% 절감되는 것으로 보고하였다.

대한주택공사(1988)³⁾에서는 실험을 통하여 중단열과 외단열로 시공된 기존 건축물에 대해 소요 전력량을 평가하여 각 단열 시스템에 대한 에너지 절감율을 비교평가 하였으며, 외단열이 중단열에 비해 약 3.9%의 에너지절감 효과가 있는 것으로 보고하였다. 또한 대한주택공사(1999)⁴⁾에서는 공동주택 부위별 전열해석을 통하여 내, 외단열 시스템 적용시 실내외 온도분포 특성을 평가하고, 단위세대에 대하여 난방기(11월~4월) 동안의 공급열량을 비교 평가하였으며, 외단열은 내단열에 비해 공급열량을 약 1% 줄여주는 것으로 보고한 바 있다.

송승영 외(2008)⁵⁾는 내단열 공동주택의 주요 열교부위를 대상으로, 열교부위 전열량까지를 포함한 3차원 전열해석을 실시하여, 외단열 적용시의 연간 손실 및 획득열량 차이를 분석한 바 있고, 강재식 외(2009)⁶⁾는 실험주택을 건축

2) 박상동, 건물외피의 열용량이 에너지 소비에 미치는 영향에 대한 연구, 대한건축학회논문집, 2권 6호, 1986.12.

3) 대한주택공사, 외단열공법 실용성 평가, 대한주택공사, 1988.

4) 대한주택공사 부설 주택연구소, 공동주택의 외단열시스템 개발 타당성 연구, 대한주택공사, 1999.

5) 송승영, 구보경, 최보혜, 내, 외단열 시스템 적용시의 공동주택 기준층 전면 외벽-슬라브 접합부 및 측벽-슬라브 접합부 단열성능 비교 평가, 대한건축학회논문집(계획계), 24권 8호, 2008.8

6) 강재식, 최경석, 양관섭, 이승언, 한국형 패시브하우스를 위한 단열블럭 시스템의 난방에너지소비 특성, 대한설비공학회 하계학술발표대회 논문집, 2009.

1) 에너지경제연구원 통계정보시스템 <http://www.keei.re.kr>

하여 외단열 시스템 적용시 동계 실내의 표면 온도 분포를 측정하고, 난방용 경우 소비량을 계측하여 난방 에너지소비량을 구한 바 있다.

주거용 건물은 아니지만 내, 외단열 시스템에서 축열성능에 따른 차이를 분석한 연구로, 임병찬 외(2007)⁷⁾는 상업용 건물을 대상으로 건물 구조체의 축열성능을 다양하게 적용하여 냉방 에너지성능을 비교 분석하였으며, 외단열 적용시 내단열 대비 냉방용 최대전력은 콘크리트 두께별로 1.2~3.0%, 냉방용 전력소비량은 1.0~3.8% 절감되는 것으로 보고한 바 있다.

이상의 기존 연구들은 주로 단독주택 혹은 공동주택의 일부 부위나 단위 세대 혹은 상업용 건물을 대상으로 단열방식별 축열성능 차이에 따른 에너지성능을 분석한 것으로, 본 연구에서 수행하고자 하는 축열체 위치에 따른 내, 외단열 공동주택의 동단위 연간 냉난방부하 분석과 직접적 연관은 없으나, 주로 외단열 적용시 내단열인 경우에 비해 최대부하 혹은 기간부하가 그 정도가 크지는 않지만 감소하는 것으로 결과를 제시하고 있다.

3. 공동주택 동단위 동적 에너지해석 도구 개요 및 평가 방법

3.1 에너지해석 도구 개요

본 연구에서는 공동주택 단위 동의 연간 냉난방부하를 산출하였고, 이를 위한 건물 에너지해석 프로그램으로 DesignBuilder ver.1.8을 이용하였다. DesignBuilder는 Calculation Engine으로 EnergyPlus를 이용하며, 해석 대상 건물의 데이터 입출력을 용이하게 할 수 있도록 만들어진 EnergyPlus 용 Third-Party User Interface로서 영국에서 개발된 프로그램이다.

EnergyPlus는 연간 시간별 기상자료를 이용하여 부하 및 에너지 소비 특성을 해석하는 프로그램으로 미국 DOE(Department of

Energy)에서 기존의 에너지해석 프로그램인 DOE-2와 BLAST(Building Loads Analysis and System Thermodynamics)의 장점들을 기반으로 하여 개발하였다.

Heat Balance Method에 기초한 해석 기법을 적용하여 각 타임 스텝에서의 복사와 대류 열전달에 의한 영향을 동시에 계산하는 것이 가능하며, Sub-hourly 혹은 사용자 정의 타임 스텝을 설정하여 존 간의 열전달을 해석할 수 있다.⁸⁾

3.2 평가 방법

건물에서의 에너지성능 평가를 위한 부하 종류에는 Space 부하, System 부하, Plant 부하가 있다. 본 연구에서는 내, 외단열 공동주택의 에너지성능을 비교 분석하고자 한 것으로, 각각에서 구조체 구성만 달라지고 System이나 Plant 부분에 대한 변동이 없으므로 Space 부하를 구해 비교하는 것으로 하였다.

EnergyPlus에서는 설정 실온을 유지하기 위해 각 타임 스텝에서 실온 변동시 System 및 Plant 운전에 의한 효과를 바로 반영하게 되어있으며⁹⁾ Space 부하를 산출하고자 할 경우 IdealLoadAirSystem을 적용하게 하고 있다. IdealLoadsAirSystem은 건물이 이상적인 시스템으로 운전될 때를 가정하는 것으로, System 등에 대한 별도의 정보 입력없이 Space 부하를 산출할 수 있다.¹⁰⁾

4. 내, 외단열 공동주택의 축열체 위치 차이에 따른 연간 냉난방부하 비교 평가

4.1 평가 대상 공동주택 개요

(1) 기존 내단열 공동주택 개요

8) LBNL Simulation Research Group 외, EnergyPlus Documentation: Getting Started with EnergyPlus, 2008.04.

9) LBNL Simulation Research Group 외, EnergyPlus Engineering Documentation, 2008.04. p.3.

10) LBNL Simulation Research Group 외, EnergyPlus Input Output Reference, 2008.04.

7) 임병찬, 김기만, 건물구조체의 축열성능을 활용한 건물공조시스템의 제어효과에 따른 분석연구, 대한건축학회지 연합논문집 9권3호, 2007.09.

평가 대상 기존 내단열 공동주택은 최근 완공된 A공동주택 단지에서 단위세대 전용면적이 국민주택 규모인 85㎡로만 이루어진 단위 동을 선별하였으며, 발코니 확장 평면을 대상으로 평가를 실시하였다. 이 공동주택은 두 개의 코어가 있고, 층마다 네 세대가 배치된 19층의 남향 건물이다. 평가대상 공동주택 개요는 표 1과 같고, 동 평면도 및 단면도, 단위세대 평면도는 그림 1~3과 같다.

표 1. 평가대상 공동주택 개요

단위세대	세대수 76, 전용면적 84.9㎡
연면적	8,635.9㎡
층고	최상층 및 최하층 3.0m, 기준층 2.9m
방위	남향

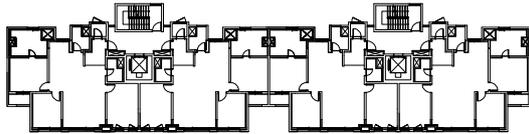


그림 1. 평가대상 공동주택 동 평면도

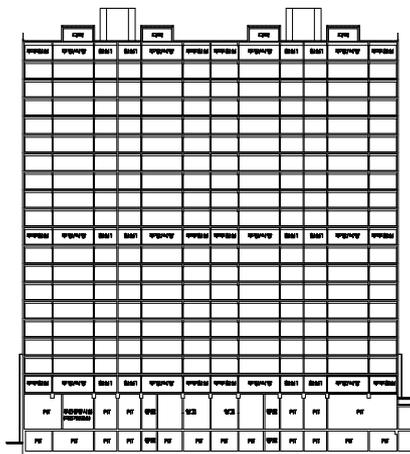


그림 2. 평가대상 공동주택 동 단면도

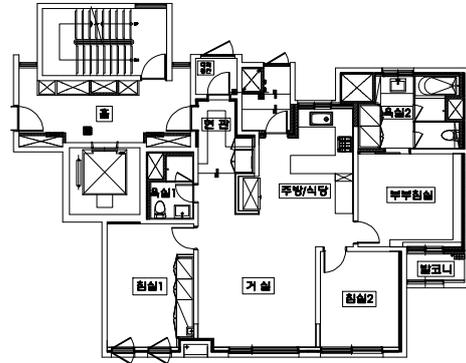
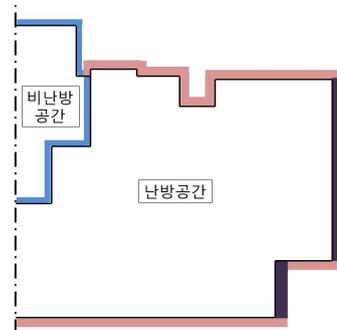


그림 3. 평가대상 공동주택 단위세대 평면도



- 단열재두께 기준: 거실의 외벽(외기에 간접 면하는 경우)
- 단열재두께 기준: 거실의 외벽(외기에 직접 면하는 경우)
- 단열재두께 기준: 공동주택의 측벽

그림 4. 외단열 시스템 적용 개념도

다만 건물 외피를 모두 단열재로 감싸 열교를 제거한다는 외단열 시스템의 근본 취지를 반영하고, 미관 측면에서 외부 마감면의 연속성 확보가 필수적이라는 점을 고려, 계단실 외벽도 함께 외단열하는 것으로 하였다. 이는 추후 외단열 공동주택의 실제 설계에서도 유사하게 반영될 것으로 판단된다. 법규상 단열재 두께가 규정되어 있지 않은 계단실 외벽의 단열재 두께는 외기에 간접 면하는 거실의 외벽 단열두께를 적용하는 것으로 하였다. 외단열 시스템 적용 개념도는 그림 4와 같다.

(2) 외단열 시스템 적용 개요

기존 내단열 공동주택에 대한 외단열 시스템 적용은, 동일 부위에 대해 동일 성능, 동일 두께의 단열재 적용을 원칙으로 하였다.

4.2 에너지해석 조건

내, 외단열 공동주택의 부위별 재료 구성과 열관류율 및 재료 물성치는 표 2~3과 같

다. 열관류율 산출에 적용된 재료 물성치 및 실내외 표면 열전달저항은 평가대상 공동주택의 에너지절약계획서와 건축물의 에너지절약 설계기준(국토해양부 고시 제2008-652호)을 참고하였으며, 외단열 시스템 구성 자재의 경우 시편을 제작하여 공인시험기관에 측정을 의뢰하여 파악한 물성치를 적용하였다. 외단열 공동주택의 경우 단열 시스템과 무관한 재료는 기존 치수를, 외단열 시스템 구성 재료는 기성제품 치수를 적용한 관계로, 축벽의 열전달저항이 외단열 공동주택에서 약 1.7% 크게 설정되었으나, 나머지 부위 열전달저항은 내, 외단열 공동주택에서 동일하다.

창호의 경우 내, 외단열 공동주택의 모든 창호에 대하여 열관류율 2.73W/m²°C을 일괄 적용하는 것으로 하였다. 이 값은 PVC 프레임 Double Clear 6/12/6mm 창호의 열관류율 값으로, 법규에서의 요구수준(중부지역, 공동주택, 외기에 직접 면하는 창 열관류율 3.0W/m²°C 이하)¹¹⁾를 만족하는 값이다.

기상데이터는 EnergyPlus에서 제공하고 있는 국내 기상데이터(인천, 강릉, 광주, 울산) 중 서울에 가장 가까운 인천의 기상데이터를 적용하였다. 실내 설정온도는 냉방 26°C, 난방 20°C로 설정하였으며, 난방공간의 환기횟수는 최소 법정 기준을 만족시키는 0.7회/h로 설정하였다.

내부발열을 위한 입력조건은 건물에너지효율등급인증제도 운영규정¹²⁾ 상에 제시된 내부발열량 값을 적용하는 것으로 하였다. 건물에너지효율등급인증제도는 18세대 이상 공동주택의 표준주택 대비 에너지 절감율을 평가하여 에너지효율등급을 부여하는 인증제도로서, 운영규정 상에 국내 공동주택의 단위세대 전용면적 범위별로 단위면적당 조명, 기기 등에 의한 전기에너지발열량과 인체발열량을 별표로 제시하고 있다. 평가 대상 공동주택

표 2. 평가대상 공동주택 외피구성

부위	내 단열		외 단열	
외벽	벽체구성 (실외→실내)		벽체구성 (실외→실내)	
	콘크리트	150mm	마감재	15mm
	단열재	65mm	보강 메쉬+베이스	2.5mm
	석고보드	19mm	코팅재	
		단열재	65mm	
		접착제	4mm	
		콘크리트	150mm	
	열관류율: 0.453W/m ² K		열관류율: 0.453W/m ² K	
층벽	벽체구성 (실외→실내)		벽체구성 (실외→실내)	
	콘크리트	200mm	마감재	15mm
	단열재	90mm	보강 메쉬+베이스	2.5mm
	석고보드	9.5mm	코팅재	
		단열재	90mm	
		접착제	4mm	
		콘크리트	200mm	
	열관류율: 0.345W/m ² K		열관류율: 0.339W/m ² K	
지붕	슬라브구성 (실외→실내)		슬라브구성 (실외→실내)	
	무근콘크리트	80mm	무근콘크리트	80mm
	단열재	30mm	단열재	110mm
	콘크리트	210mm	콘크리트	210mm
	단열재	80mm	석고보드	9.5mm
	석고보드	9.5mm		
	열관류율: 0.285W/m ² K		열관류율: 0.285W/m ² K	
최하층바닥	슬라브구성(위→아래)		슬라브구성(위→아래)	
	시멘트모탈	45mm	시멘트모탈	45mm
	경량기포콘크리트	40mm	경량기포콘크리트	40mm
	단열재	50mm	콘크리트	210mm
	콘크리트	210mm	단열재	50mm
	열관류율: 0.468W/m ² K		열관류율: 0.468W/m ² K	
창호	열관류율 2.73W/m ² K		열관류율 2.73W/m ² K	

표 3. 재료 물성치¹³⁾¹⁴⁾

구분	재료명	열전도율 (W/mK)	비중 (kg/m ³)	비열 (J/kg°C)
내단열 및 외단열 시스템	콘크리트	1.6	2,240	879
	경량기포콘크리트	0.13	650	1,173
공동재료	시멘트모탈	1.4	1,950	921
	석고보드	0.18	940	1,130
외단열 시스템 적용재료	단열재(나등급)	0.035	50	838
	접착제	0.353	1,493	717
	보강메쉬+베이스	0.181	1,761	914
	코팅재			
	마감재	0.196	1,521	965

11) 건축물의 설비기준등에 관한 규칙 [별표4] 지역별 건축물부위의 열관류율표(개정 2008.7.10)

12) 에너지관리공단, 건물에너지효율등급인증제도 운영규정, 2007.09

13) ASHRAE, ASHRAE Handbook 2001 Fundamentals, ASHRAE, 2001

14) 한국화학시험연구원 등 시험성적서, 열전도율(KS L 9016: 2005 평판 열류계법), 비중(KS L 9016: 2005), 비열(DSC분석), 2007

의 전용면적에 근거한 단위면적당 전기에너지 지발열량은 $3.62\text{W}/\text{m}^2$, 인체발열량은 $1.73\text{W}/\text{m}^2$ 이며, 각각의 발열 스케줄은 그림 5~6과 같이 설정하였다.

이상의 조건을 바탕으로 DesignBuilder ver.1.8 프로그램 상에서 평가 대상 공동주택을 지하층을 포함하여(그림8 하부의 창이 없는 부위) 모델링 하였으며, 그 결과는 그림 7~8과 같다.

4.3 내, 외단열 공동주택의 축열체 위치 차이에 따른 연간 냉난방부하 비교 평가 결과

내, 외단열 공동주택의 월별 연간 난방 및 냉방부하는 각각 표 4~5와 같다. 연간 난방부하의 경우 내, 외단열 공동주택에서 각각 $561,715.8\text{kWh}$, $548,003.1\text{kWh}$ 로 외단열 공동주택에서 2.4% 감소하는 것으로 나타났다. 연간 냉방부하의 경우 내, 외단열 공동주택에서 각각 $124,636.7\text{kWh}$, $119,588.6\text{kWh}$ 로 외단열 공동주택에서 4.1% 감소하는 것으로 나타나, 난방부하보다 외단열에 의한 부하감소율이 더 큰 것으로 나타났다. 그러나 내, 외단열 공동주택 모두에서 연간 냉방부하량은 연간 난방부하량의 약 22% 수준이므로, 외단열에 의한 부하 감소폭은 연간 난방부하의 경우가 $13,712.7\text{kWh}$ 로 $5,048.1\text{kWh}$ 인 연간 냉방부하의 경우보다 큰 것으로 나타났다.

이러한 결과는, 6월을 제외한 모든 월에서 외단열이 내단열에 비해 실내온도의 표준편차가 작게 나타난 것(표 6, 그림 9 참조)을 통해 알 수 있듯이, 외단열 공동주택의 경우 열용량이 커 주로 축열체로 기능하는 콘크리트 구조체가 단열재 실내측에 위치하여 설정 실온으로 유지되는 실내온도 조건에 가깝게 축열되므로, 외부 조건 변화에 따른 실내온도 변화를 좀 더 완화시켜 나타난 결과인 것으로 판단된다. 한편 전체 외피면적에서 차지하는 비중이 크지 않아 영향이 컸을 것으로 생각되지는 않으나 외단열 공동주택의 축벽 열전달저항이 내단열 공동주택에 비해

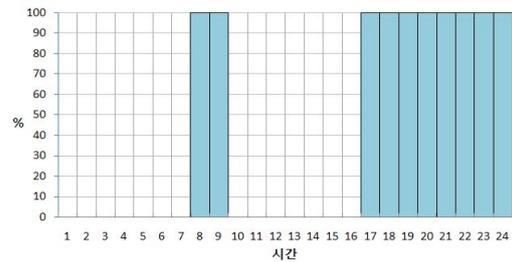


그림 5. 전기에너지(조명, 기기 등) 발열 스케줄

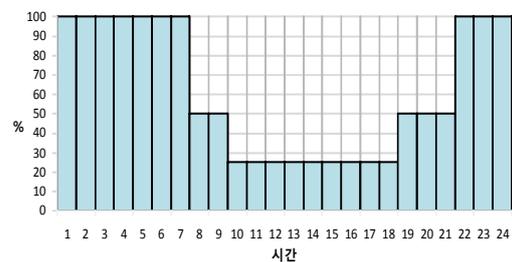


그림 6. 인체 발열 스케줄

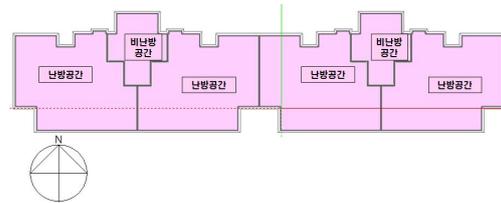


그림 7. 평가대상 공동주택 동 평면 모델

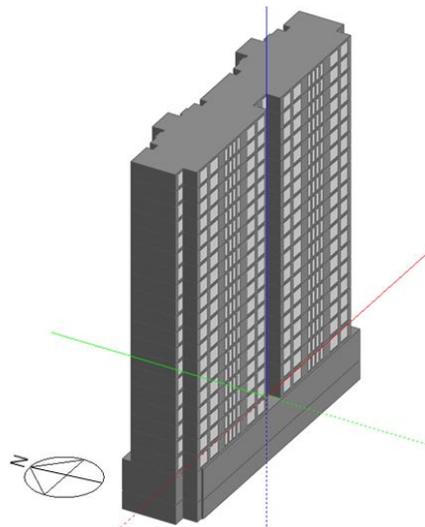


그림 8. 평가대상 공동주택 동 모델링 결과

표 4. 내, 외단열 공동주택의 월별 난방부하 비교(단위 : kWh)

	내단열	외단열
1월	152,480.8	150,010.7
2월	114,398.6	113,076.4
3월	80,902.5	79,383.2
4월	25,836.4	24,325.4
5월	1,334.2	831.8
6월	0.0	0.0
7월	0.0	0.0
8월	0.0	0.0
9월	0.0	0.0
10월	2,580.9	1,170.5
11월	52,663.2	49,867.5
12월	131,519.2	129,337.7
합계	561,715.8 (0.0%)	548,003.1 (-2.4%)

표 5. 내, 외단열 공동주택의 월별 냉방부하 비교(단위 : kWh)

	내단열	외단열
1월	0.0	0.0
2월	0.0	0.0
3월	0.0	0.0
4월	0.0	0.0
5월	0.3	0.0
6월	11,071.1	9,024.6
7월	33,817.0	32,968.3
8월	52,399.4	52,216.8
9월	25,197.5	24,449.0
10월	2,151.5	929.9
11월	0.0	0.0
12월	0.0	0.0
합계	124,636.7 (0.0%)	119,588.6 (-4.1%)

표 6. 내, 외단열 공동주택의 월별 실내온도 비교(단위 : °C)

	내단열		외단열	
	평균	표준편차	평균	표준편차
1월	20.01	0.03	20.00	0.01
2월	20.04	0.10	20.01	0.05
3월	20.13	0.18	20.07	0.10
4월	20.56	0.56	20.43	0.45
5월	21.94	0.72	21.83	0.67
6월	25.25	0.55	25.27	0.63
7월	25.85	0.18	25.90	0.12
8월	25.98	0.04	25.99	0.01
9월	25.42	0.74	25.58	0.62
10월	22.72	1.13	22.93	1.08
11월	20.28	0.48	20.22	0.42
12월	20.01	0.05	20.00	0.02

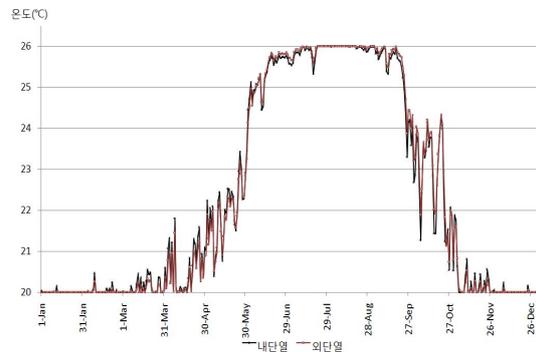


그림 9. 내, 외단열 공동주택의 연간 실내온도 변화

1.7% 크고, 계단실 외벽에 단열재가 설치된 점도 일부 영향이 있었을 것으로 판단된다.

한편 내, 외단열 공동주택에서 연중 난방부하 최대치(15)의 경우 각각 382.4kW(12월 16일 07시), 362.0kW(12월 16일 06시)로 외단열 공동주택에서 5.3% 감소하며, 연중 냉방부하 최대치의 경우 각각 252.7kW(9월 18일 14시), 216.5kW(9월 18일 14시)로 외단열 공동주택에서 14.3% 감소하여, 구조체 열용량이 반영된 실제 최대부하 절감 측면에서도 외단열 공동주택이 이점이 있는 것으로 나타났다.

5. 결 론

본 연구에서는 구조체의 열용량을 반영한 동적 건물 에너지해석을 통해 내, 외단열 공동주택의 동단위 연간 냉난방부하를 비교 평가함으로써, 축열체 위치 차이에 따른 에너지 성능을 분석해보고자 하였으며, 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 외단열 공동주택은 내단열 공동주택 대비 연간 난방부하는 2.4%, 연간 냉방부하는 4.1% 감소하는 것으로 나타났으며, 부하감소율은 냉방부하의 경우가, 부하감소폭은 난방부하의 경우가 더 큰 것으로 나타났다.

15) 설계 외기온도 조건하에서 정적 해석으로 구한 최대 난방/냉방부하가 아닌 연간 동적 해석 과정 중에 구해진 건물 동단위 난방/냉방부하의 최대치를 의미함

(2) 앞서의 결과는 외단열 공동주택의 경우 열용량이 커 주로 축열체로 기능하는 콘크리트 구조체가 단열재 실내측에 위치하여 설정 실온으로 유지되는 실내온도 조건에 가깝게 축열되므로, 외부 조건 변화에 따른 실내온도 변화를 좀 더 완하시켜 나타난 결과인 것으로 판단되며, 이는 6월을 제외한 모든 월에서 외단열 공동주택의 실내온도 표준편차가 내단열 공동주택에 비해 작게 나타난 것을 통해 확인할 수 있었다. 한편 전체 외피면적에서 차지하는 비중이 크지 않아 영향이 컸을 것으로 생각되지는 않으나 외단열 공동주택의 축벽 열전달 저항이 내단열 공동주택에 비해 1.7% 크고, 계단실 외벽에 단열재가 설치된 점도 일부 영향이 있었을 것으로 판단된다.

(3) 외단열 공동주택은 내단열 공동주택 대비 연중 난방부하 최대치는 5.3%, 냉방부하 최대치는 14.3% 감소하여, 구조체 열용량이 반영된 실제 최대부하 절감 측면에서도 이점이 있는 것으로 나타났다.

본 연구 결과는 내, 외단열 공동주택에서 축열체 위치 차이에 따른 냉난방부하 차이만을 비교한 것이다. 현재의 건물 동단위 동적 에너지 해석 프로그램에서는 모든 구조체에서의 열류경로를 1차원으로 가정하므로, 다차원 열류경로가 발생하는 열교부위는 모델링할 수 없다는 기술적 한계가 있어 열교부위 유무에 따른 냉난방부하 차이는 포함되지 못하였다. 외단열 공동주택은 내단열 공동주택에서 반복적으로 발생하는 열교부위를 근원적으로 제거해 주므로 이에 따른 효과까지를 반영한다면 본 연구 결과에서보다 더 큰 공동주택 동단위 냉난방부하 절감효과가 있을 것으로 판단되며, 이에 대한 후속 연구를 진행할 예정이다.

후 기

이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수

행된 연구임(No. 20090084666)

이 논문은 2009년 교육과학기술부로부터 지원받아 수행된 연구이며(지역거점연구단육성사업/바이오하우징연구사업단), 2009년 바이오하우징연구소의 지원을 받아 수행된 연구임

참 고 문 헌

1. 강재식 외, 한국형 패시브하우스를 위한 단열블럭시스템의 난방에너지소비 특성, 대한설비공학회 하계학술발표대회 논문집, 2009.
2. 대한주택공사, 외단열공법 실용성 평가, 대한주택공사, 1988.
3. 대한주택공사 부설 주택연구소, 공동주택의 외단열시스템 개발 타당성 연구, 대한주택공사, 1999.
4. 박상동, 건물외피의 열용량이 에너지 소비에 미치는 영향에 대한 연구, 대한건축학회논문집, 2권 6호, 1986.12.
5. 송승영 외, 내, 외단열 시스템 적용시의 공동주택 기준층 전면 외벽-슬라브 접합부 및 축벽-슬라브 접합부 단열성능 비교 평가, 대한건축학회논문집(계획계), 24권 8호, 2008.8
6. 송승영 외, 정적 열부하 계산법에 의한 열교제거형 외단열 공동주택의 동단위 연간 난방부하 절감 효과 분석, 대한건축학회논문집 계획계 제5권 제8호, 2009.08.
7. 에너지관리공단, 건물에너지효율등급인증제도 운영규정, 2007.09
8. 임병찬 외, 건물구조체의 축열성능을 활용한 건물공조시스템의 제어효과에 따른 분석 연구, 대한건축학회지 연합논문집 9권3호, 2007.09.
9. LBNL Simulation Research Group 외, Getting Started with EnergyPlus, 2008.04.
10. LBNL Simulation Research Group 외, EnergyPlus Input Output Reference, 2008.04.
11. LBNL Simulation Research Group 외, EnergyPlus Input Output Reference, 2008.04.