

공동주택 외피의 열교영향을 고려한 상당열관류율 및 연간 에너지소비성능 평가 연구

A study on the annual energy performance of apartment building with the equivalent U-value of envelope considering the effect of thermal bridges

김 동 수* 윤 종 호** 신 우 철*** 곽 희 열****
Kim, Dong Su Yoon, Jong Ho Shin, U Cheul Kwak, Hee Yul

Abstract

The building envelope is important specially for saving energy consumption of residential buildings. but Apartment houses in Korea commonly have inside insulation system which have constantly arisen thermal bridges, the risk of heat loss, as a necessity. This study aims to evaluate integrated insulation performance according to the different shapes of external walls, adjacent to windows. The thermal performance analysis was carried out by Equivalent U-value and using the three-dimensional heat transfer computer simulation (TRISCO-RADCON), under nine different cases of comparing among three each of different bases(current standard model, 30percent energy saving model and 60percent energy saving model). The heating and the cooling load were also compared between two cases (standard U-value and Equivalent U-value) of three each of different bases, using the Building energy simulation which is based on DOE-2.1 analysis.

As results, it turns out that if the Equivalent U-value is considered on the envelope analysis, the heat flow loss will be increasing more than the standard U-value, and if heat insulation property of the residential building reinforced rather than current, the rate of influences on the thermal bridges would be extremely expanded. In addition, it is shown that annual heating loads of the apartment house with applied Equivalent U-value substantially increased by more than 15 percent compared to those with the existing U-value, but annual cooling loads were negligibly affected.

키워드 : 상당열관류율, 에너지 시뮬레이션, 열관류율, 열교, 공동주택, 단열성능

Keywords : Equivalent U-value, Energy simulation, U-value, Thermal Bridge, Apartment Building, Insulation Performance

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적¹⁾

국내에서는 2008년 8월 정부의 녹색성장에 대한 의지를 실현하기 위해 다각적인 방안을 모색하고 있다. 특히 녹색성장위원회에서는 건물관련 제로에너지화 로드맵을 제시하여, 건축물분야 중 주거용 건물은 2012년까지 연간 에너지소비량을 현 수준 대비 30%줄이고, 2017년부터는 에너지소비를 60% 이상 줄인 ‘패시브하우스’ 수준의 성능을 확보하도록 하는 등 2025년까지 단계적으로 제로에너지 의무화 기준을 강화하기로 명시했다[1].

일반적인 주거용 건물의 경우 비 주거 건물보다 내부

발열이 적은 외피부하 지배형 건물로 외피의 단열성능이 건물 전체의 에너지소비에 미치는 영향은 매우 크며, 난방에너지 소비가 상대적으로 높기 때문에 에너지 절약을 위해서는 건물외피의 단열성능이 무엇보다 중요한 요소이다[2]. 국내 공동주택에 대부분의 외벽 마감구조는 내단열 시스템을 적용하고 있다. 내단열 시스템은 구조체 접합부에서 단열재 끊김에 따라 불 연속성을 나타내며, 필연적으로 열교부위가 형성된다. 이는 결로 현상과 더불어 외피의 전반적인 단열성능 저하 등 공동주택 벽체의 열적 취약성이 거론되고 있다.

따라서 국내에서도 건축물 열교현상과 단열성능에 대한 많은 연구가 진행되고 있으며, 관련된 최근 연구로 선행연구[2]는 공동주택을 대상으로 대표적인 열교부위를 선정하여 선형열관류율¹⁾을 이용해 내·외단열을 고려한

* 한밭대학교 건축공학과 석사과정
** 교신저자, 한밭대학교 건축공학과 교수 (jhyoon@hanbat.ac.kr)
*** 대전대학교 건축공학과 교수, 공학박사(shinuc@dju.ac.kr)
**** 한국에너지기술연구원, 공학박사(hykwak@kier.re.kr)

1) 선형 열교(linear thermal bridge)란, 공간에서 3개의 축 중 하나의 축을 따라 동일한 단면이 연속되는 열교를 말하고, 정상

공동주택의 연간 난방부하를 도출하였다. 그 결과 외단열 시스템이 기존 내단열에 비해 연간 난방부하가 8.4%감소하는 것으로 결과를 도출 했지만 대표적인 접합부의 열교부분을 평가하는데 국한되었다. 또한 선행연구[3]는 건물에너지효율등급 인증제도와 HERS, SAP2005의 비교를 통해 건물에너지효율등급 개선방향을 도출하였다. 분석 결과 국내제도의 표준주택은 부위별 열관류율 수치가 타제도에 비해 높고 열교부위에서 발생하는 열손실에 대한 고려가 미흡한 것으로 분석하였으며, 이는 열교부위에 대한 효과적인 대책마련이 시급하다고 판단된다.

선행연구[4]는 건축법기준을 토대로 창호와 벽체의 열성능 차이에 따라 건물에너지 효율등급, 창호와 벽체의 단열성능 차이에 대해 분석한 결과 에너지효율등급 2등급을 취득하기 위해서는 기준법규 대비 최소 10%이상의 열성능을, 1등급을 위해서는 20% 이상의 열성능을 향상시키는 것이 효율적이라고 판단하였다. 이처럼 현재까지 국내에서는 공동주택의 열교현상 및 에너지효율등급제도에 관한 연구가 많이 진행되어져 왔다. 하지만 창문의 프레임과 이웃된 벽체나 설계자의 의도에 따라 불특정하게 설계된 벽면구조에 대한 열교부위의 통합적인 열적해석은 아직 미흡한 실정이다.

본 연구에서는 공동주택 외피의 열교 부위를 대상으로 3차원 열전달 해석을 통해 외피 전체의 종합 상당열관류율을 도출하고, 현재의 법적 단열기준 및 향후 30%절감주택, 60%절감주택의 단열수준을 대상으로 연간 난방에너지 성능평가를 수행함으로써 공동주택의 각종 열교부위가 공동주택 전체 에너지 성능에 미치는 영향을 평가하는데 주목적 있다.

1.2 연구방법 및 절차

본 연구의 절차는 다음 그림1과 같이 진행되었다.

- 1. 해석대상의 공동주택 선정
 - 4인기준 대전에 위치한 H공동주택 아파트 선정
 - 현행법규를 통한 적용 벽체 열관류율 선정(2010.11 개정기준)
- 2. 2차원 평면 열전달 해석을 통한 열교 예측
 - 평가대상 공동주택 기준층 선정
 - 열전달 시뮬레이션을 통한 열부위 판단
 - 9개 영역에 따른 3차원 모델링 조건 분류
- 3. 상당 열관류율을 이용한 벽면 단열성능평가
 - 9개 조건에 따른 해석모델링 구축
 - 각 조건 외부 벽면의 상당 열관류율 분석
 - 단위세대 전체 벽면적에 따른 평균 상당열관류율도출
- 4. 공동주택의 에너지소비성능 평가
 - 상당열관류율이 고려된 조건의 냉·난방에너지 성능평가
 - 해석 조건에 따른 원단위 평가

그림 1. 연구진행 절차

상태에서 구조체를 통과하는 열유량을 길이와 온도차로 나누어, 선형 열교가 총 열유량에 미치는 영향을 표현하는 값

열교부위를 통합 고려한 공동주택을 해석하기 위해 현행법규 수준의 단열성능을 갖는 공동주택을 선정하여 2차원모델 해석을 수행하였다. 3차원 열전달 해석에 앞서 2차원 모델 해석이 선행된 이유는 전산시간 및 해석의 효율성 차원에서 2차원 해석의 선행 분석을 통해 전반적 열흐름의 방향을 예측한 후, 보다 세부적이고 정밀한 3차원 모델링을 수행하였다. 총 9개로 분류된 3차원 해석모델을 대상으로 벽체를 통한 손실열량을 분석하고, 상당열관류율 계산식을 이용하여 전체 벽 면적에 따른 가중평균으로 최종적인 상당열관류율을 도출하였다. 도출된 상당열관류율을 시간별 동적 건물에너지 해석프로그램인 DOE-2.1에 적용함으로써 열교가 고려된 최종적인 공동주택의 난방에너지소비량을 평가하였다.

2. 이론적 고찰

2.1 국·내외 단열기준 및 적용현황

현재 우리나라 건축법 '건축물에너지절약을 위한 설계기준'에서는 외피의 부위별 단열성능이 열관류율과 단열재 두께로 규정되어 있고, 그 기준치에 따라 최소한의 열성능을 만족하도록 계획하게 되어있다. 국내 건축물의 단열규정은 1992년 6월 개정된 건축법 설비기준 등에 관한 규칙(건설부령 제 506호)에 의하여 단열두께 및 열관류율에 대한 시행령을 실시하였으며, 현재까지 수차례의 개정 후 최근 2010년 11월 개정된 국토해양부령 제306호에 의거 단열설계가 행해지고 있다. 표 1은 현재까지 개정되어 온 국내 지역별 건축물의 열관류율 중 거실 외벽부위에 대한 기준표를 나타낸 것이다[5].

표 1. 지역별 건축물 부위의 열관류율표 및 단열재 두께 기준표(건축물의 설비기준 등에 관한 규칙_국토해양부령)

건축물의 부위		개정년도	중부지역	남부지역	제주도
거실의 외벽	외기에 직접 면하는 경우	2010.11 (W/m ² K)	0.36 이하	0.45 이하	0.58 이하
		2008.07 (W/m ² K)	0.47 이하	0.58 이하	0.76 이하
		1992.06 (kcal/m ² °C)	0.50 이하	0.65 이하	1.00 이하
	외기에 간접 면하는 경우	2010.11 (W/m ² K)	0.49 이하	0.63 이하	0.85 이하
		2001.01 (W/m ² K)	0.64 이하	0.81 이하	1.10 이하
	암면, 유리면, 단열성발포보온재(mm)			50 이상	40 이상
기타재료: 열전도저항이 다음의 값에 해당하는 재료의 두께 (m ² h°K/kcal)			1.6 이상	1.25 이상	1.0 이상

국외의 단열기준은 국내의 단열기준과 달리 여러 조건을 세부적으로 고려한 기준을 선정하고 있다. 대표적 예로 미국, 일본, 독일(패시브 단열기준)의 기준을 살펴보면, 표2와 같이 미국의 경우에는 기존 주택의 리모델링 등에 관한 규정과 신축주택에 대한 규정이 각각 다르게 분류되어있으며, 열원방식에 따라서도 단열기준이 열저항 값 (°F.ft².hr/Btu)으로 분류되어있다.

표 2. 국외 단열기준 분류조건(일본, 미국, 독일)

대표적인 비교국가	분류 조건
일본의 단열규정분류	- 지역구분: I, II, III, IV, V, VI의 지역 - 주택종류: 철근콘크리트, 그 외 주택 분류 - 단열재 시공법: 내단열, 외단열 - 적용부위: 지붕과천정, 벽, 바닥(외기에 접하는 부분, 그 외 부분 포함) 분류
미국의 단열규정분류 (단위: Ft ² h/Btu)	- 지역구분: I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII의 지역 - 열원: 가스, 기름, HP, 전기난로, 모든열원 구분 적용부위: 천정, 벽체(중공벽, 단열시트), 바닥
독일 패시브 기준	- 벽체: $U \leq 0.15W/m^2K$ - 지붕: $U \leq 0.15W/m^2K$ - 바닥: $U \leq 0.15W/m^2K$ - 창호: $U \leq 0.8W/m^2K$ - 열교: 선형열교계수 $U \leq 0.01W/mK$ *벽체: EN 6946(U-values) *창호: EN 673(U-values), EN 410(g-value)

일본은 국내와 동일한 열관류율(W/m^2K)로 지정하고 있고, 국내와 달리 6개의 지역을 단열공법이나 단열부위에 따라 분류하고 있어 국내 기준보다 세부적으로 명시하고 있다. 또한 유럽에서 운영하고 있는 패시브하우스 벽체단열 기준은 국내의 단열기준보다 약 60%이상의 높은 성능의 수치인 $0.15 W/m^2K$ 를 기준으로 하며, 열교에 대한 기준으로 선형열교계수 $\Psi \leq 0.01 W/mK$ 도 명확하게 명시하고있다[5].

따라서 국내에서도 단열기준에 대한 세부적인 명기와 더불어 열교부위를 효과적으로 고려할 수 있는 방법에 대한 작업이 필요하다고 판단된다.

2.2 상당열관류율의 산출개요

ASHRAE에서는 철재부재를 포함한 벽체의 열저항을 면적비에 의한 가중치로 계산하는 존방법(zone method)이나 수정 존방법(modified zone method)을 제안하고 있다. 이는 단면형상이 불규칙한 경우 적용이 힘들고 다른 건물부위와의 접합부에 대한 영향을 무시하므로 열교의 영향에 대한 해석 오차 발생 가능성이 있다고 알려져 있다[6].

따라서 이런 문제의 대안으로 본 연구에서는 3차원 열전달 해석을 기반으로 공동주택 외피면의 상당열관류율(U_{eff})을 식 1과 같이 정의하고 단일벽체로 치환·적용하였다[7].

$$U_{eff} = \frac{Q}{\Delta T * A} \tag{1}$$

여기서,

- U_{eff} : 구조체의 상당열관류율
- Q : 실내외온도차에 의한 구조체의 열관류량
- ΔT : 실내외온도차
- A : 구조체의 면적

상당열관류율(U_{eff})은 정상상태 조건에서 벽체를 통하여 빠져나가는 열량을 벽면적과 온도차로 나눠준 값으로 열관류율을 추정하는 계산식이다.

3. 열교부위를 고려한 상당열관류율의 평가

3.1 상당열관류율 해석조건개요

본 연구의 평가대상 공동주택은 대전에 위치한 H아파트의 단위세대로 전용면적은 $136m^2$ 이고 층고는 2.6m로 발코니가 확장된 평면을 대상으로 한다. 그림 2는 평가대상 공동주택에 2차원 열전달 해석을 통하여 열흐름의 방향성을 예측하고, 3차원 모델링의 영역을 분류한 것이다.

공동주택 외측벽면의 상당열관류율을 해석하기 위하여 3차원 정상상태 열전달해석이 가능한 P사의 TRISCO RADCON을 활용하였다. 표 4와 같이 공동주택 외벽을 9개 영역(Case_1에서 Case_9)으로 구분하고, 외벽 콘크리트 180mm, 단열재 75mm를 적용하였다. 인접 세대와 접해있는 내벽은 단열경계조건으로 가정하였다. 따라서 해석에 적용된 총 외피면적은 $64.3m^2$ 이다. 해석을 위한 실내외의 경계조건과 재료의 물성치는 표 2 및 표 3과 같다.

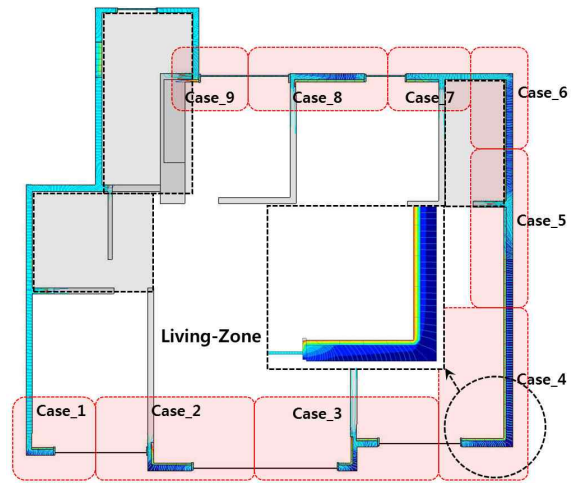


그림 2. 평가대상 공동주택 단위세대 평면도

표 3. 해석부위별 3차원 해석결과

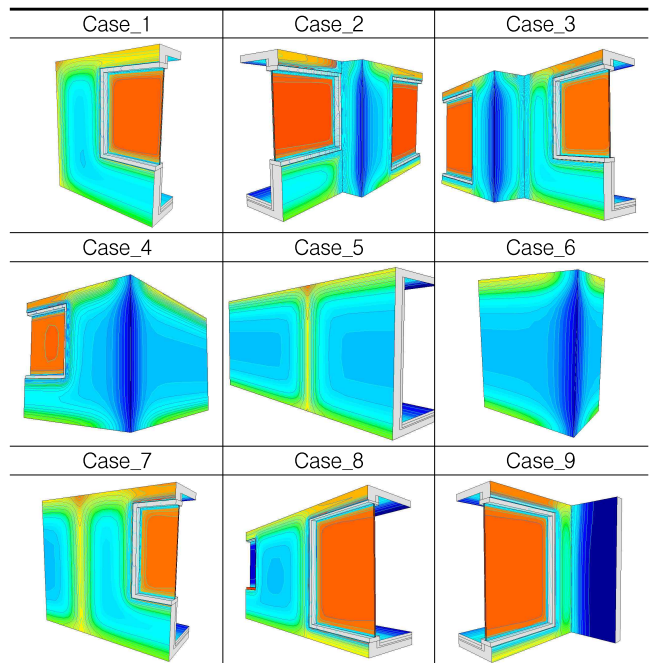


표 4. 실내·외 경계 조건

	실외	실내	Ref.
온도 (°C)	0	25	EN ISO
표면열전달 계수(W/m²·°C)	25	5	6946

표 5. 재료의 물성치

재료명	열전도율 (W/m·K)	밀도 (kg/m³)	비열용량 (J/kg·K)	Ref.
Concrete	1.35	2000	1000	ISO 10456. 2005
Insulation	0.030	30	1000	
Plastics(PVS)	0.17	1390	900	
Glass	1	2500	750	

3.2 열교부위 단열성능평가 결과 분석

본 절은 각 조건에 대한 외벽면의 상당열관류율을 분석하기 위해 대상모델 외피의 열관류율을 ① 현재단열기준(2011년 11월 개정 기준), ② 30%절감형 단열기준(현재 기준 부하의 30%절감형), ③ 60%절감형 단열기준(패시브 하우스 수준)의 3개 유형으로 구분하고, 창과 창틀을 제외한 외피전면의 손실열량을 해석하여 식 (1)과 같은 방법으로 상당열관류율을 도출하였다. 그림 3 및 표 5는 상당열관류율의 해석결과를 제시한 것이다.

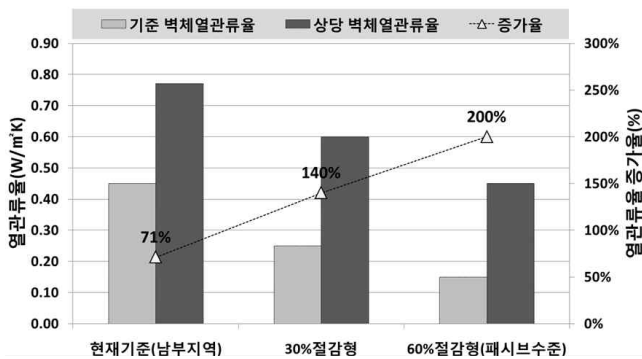


그림 3. 각 기준 열관류율과 상당열관류율 비교분석

표 6. 각 조건별 상당열관류율 비교

기준	구분	열관류율 (W/m²K)	기준대비 증가율(%)
현재 기준 (남부지역)	기준 열관류율	0.45	0
	상당 열관류율	0.77	71
30%절감형	기준 열관류율	0.25	0
	상당 열관류율	0.60	140
60%절감형 (패시브 수준)	기준 열관류율	0.15	0
	상당 열관류율	0.45	200

각 기준조건에 대한 상당열관류율을 분석한 결과 현재 기준에 상당열관류율이 고려될 경우 기준 열관류율은 0.45 W/m²K에서 71% 상승한 0.77 W/m²K이 되며, 30% 절감형주택의 조건은 0.25 W/m²K에서 0.6 W/m²K로 140% 증가하게 된다. 패시브하우스 수준인 60%절감형

조건에서는 기존 열관류율 0.15 W/m²K 대비 200%상승한 0.45 W/m²K를 보여 외피 벽체의 단열성능이 향상됨에 따라 전체면적에 따른 손실열량 비율은 크게 증가하는 것으로 나타났다.

따라서 구조체의 형상이나 열교부위를 고려하지 않고, 단순히 1차원 형태를 적용하여 열관류율 성능을 향상시킬 경우 열교부분에 따른 열손실량은 더욱 증가할 것으로 예측된다.

4. 상당열관류율이 고려된 공동주택의 에너지 성능평가

4.1 해석조건 개요

본 절에서는 앞서 도출된 공동주택 부위별 열교가 종합 고려된 상당열관류율이 연간 냉난방에너지 소비량에 미치는 영향을 평가하기 위해 시간별 동적 건물에너지 해석프로그램을 통해 대상 공동주택의 연간 부하를 해석하였다. 그림 4는 해석대상 모델이며, 해석에 활용된 시뮬레이션 프로그램은 DOE-2.1을 활용하였다. 적용된 기상데이터는 태양에너지학회에서 제공하는 대전지역 30년 표준기상데이터를 활용하였고 제반 입력조건은 표 6과 같다.

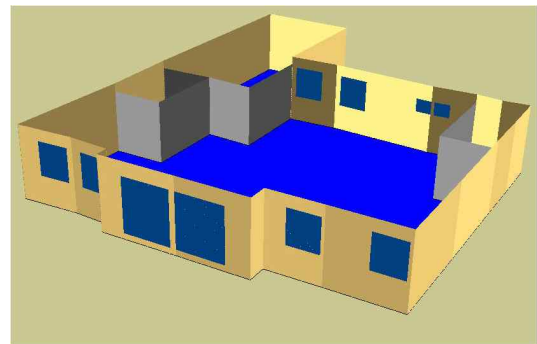


그림 4. 공동주택 해석대상 모델

표 7. 공동주택 해석 입력조건

구분	단위	수준별 조건		
		현재 법적기준	30% 절감형	60% 절감형
벽체	열관류율 (W/m²)	0.45	0.25	0.15
		0.02	0.02	0.02
바닥	열관류율 (W/m²)	0.02	0.02	0.02
		(단열경계조건)	(단열경계조건)	(단열경계조건)
창호	SHGC	2.4	2.0	1.6
		0.7	0.5	0.5
환기회수	회/hr	0.7	0.5	0.4
		열교환기	-	0.6
냉동기 COP		2.6	2.6	3.5
보일러 효율		0.8	0.8	0.96
재실자		4인		
조명밀도	W/m²	5	4.5	2.0
장비밀도	W/m²	4.4	3.5	2.0
난방제어	온도(°C)	22		
	기간	10월 ~ 4월		
냉방제어	온도(°C)	26		
	기간	6월 ~ 9월		

4.2 공동주택의 냉난방 에너지소비 평가결과

그림 5와 표7은 기존 열관류율 대비 상당열관류율을 각 조건별로 적용할 경우의 연간 냉난방에너지소비량 평가결과를 나타낸 것이다.

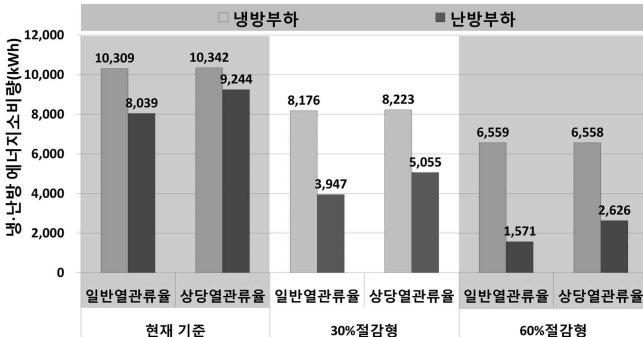


그림 5. 각 조건에 따른 냉난방 에너지소비량 평가결과

표 8. 각 조건별 냉·난방에너지소비량 및 증가율

조건 기준	열관류율 구분	냉방 에너지 (kWh)	난방 에너지 (kWh)	냉방 증가율(%)	난방 증가율(%)
현재 기준	기존열관류율 (0.45W/m²K)	10,309	8,039	0.3	15.0
	상당열관류율 (0.77W/m²K)	10,342	9,244		
30% 절감형	기존열관류율 (0.25W/m²K)	8,176	3,947	0.6	28.1
	상당열관류율 (0.60W/m²K)	8,223	5,055		
60% 절감형	기존열관류율 (0.15W/m²K)	6,559	1,571	0.1	67.2
	상당열관류율 (0.45W/m²K)	6,558	2,626		

현재법규 기준조건에 기존 열관류율을 적용할 경우 연간 난방 에너지소비량은 8,039 kWh, 냉방은 10,309 kWh를 나타내었다. 동일한 해석조건에 상당열관류율을 적용할 경우 난방은 15%증가한 9,244kWh를 나타내었다. 반면 냉방의 경우에는 난방에 비해 상대적으로 작은 0.3%의 변화를 나타내어 열교에 대한 영향이 크지 않은 것으로 분석되었다. 30%절감형 조건은 기존열관류율 대비 상당열관류율을 고려할 경우 연간 난방에너지소비량은 28.1%증가한 5,055 kWh를 보였고, 냉방에너지소비량은 0.6% 증가한 8,223 kWh로 나타내었다. 60%절감형조건은 기존열관류율을 적용할 경우 연간 난방에너지소비량은 1,571kWh, 냉방에너지소비량은 6,559kWh를 보였고, 상당열관류율을 적용할 경우 난방은 67.2% 증가한 2,626kWh, 냉방은 0.1%의 증가로 거의 변화를 나타내지 않았다.

이는 내부발열이나 태양의 일사에 영향이 큰 냉방에너지소비 대비 난방에너지소비성능은 상대적으로 건물 외피단열에 지배적인 것으로 판단되며, 난방에너지소비 비율이 높은 주택관점에서 외피의 단열성능은 매우 중요하고 사료된다.

4.3 상당열관류율이 고려된 공동주택의 원단위 분석

그림 6은 그림 2와 같은 사례건물을 대상으로 연간 에너지소비량에 대한 원단위(2)를 비교한 것이며, 냉·난방에너지소비를 제외한 각 원단위 요소는 실측자료 및 사례연구[9]를 바탕으로 적용하였다. 표 8은 각 기준에 따른 원단위 증가율을 산출한 것이다.

현재기준의 기존열관류율을 적용할 경우 전체 에너지소비 원단은 173 kWh/m².yr를 보였다. 동일한 조건에 상당열관류율을 고려할 경우 전체 에너지소비 원단위는 186 kWh/m².yr로 7%의 증가율을 나타내었다. 현재 기준 조건 대비 30%절감형 측면에서 기존열관류율 적용에 따른 원단위는 119 kWh/m².yr이며, 동일한 조건에 상당열관류율이 고려된 경우 10%증가한 131 kWh/m².yr로 나타내었다. 마지막으로 패시브 수준인 60%절감형 조건은 기존열관류율 적용 시 69 kWh/m².yr를 나타내었고, 상당열관류율을 적용할 경우 78 kWh/m².yr로 기준 대비 13%의 증가율을 보였다. 그림 4와 표 6과 같은 해석조건을 기준하여 조명 및 기기의 전력 등을 포함한 연간 에너지 원단위를 각 요소별로 분석해 볼 때 전체적으로 난방에너지소비 원단위의 변화 비율이 각 조건에 따라 가장 높은 변화율을 나타내었다. 따라서 전체 벽면에 상당열관류율이 고려될 경우 난방에너지소비의 증가의 원인으로 해석조건에 따라 전체 에너지소비원단위는 7%에서 13%의 증가범위를

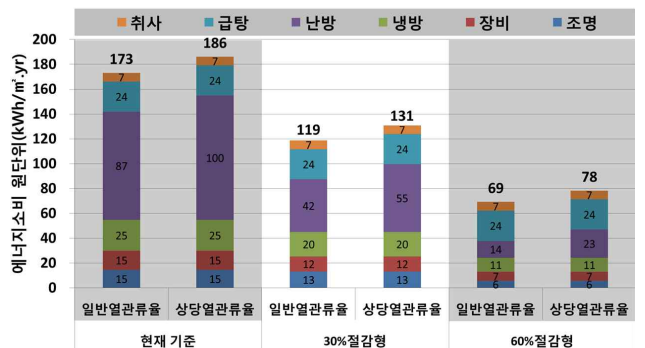


그림 6. 각 조건에 따른 전체 원단위 비교평가

표 9. 각 기준에 따른 전체 원단위 증가율 분석

2) 어떤 용도의 건물이 소비하는 에너지를 그 바닥면적으로 나눈 값, 건물 상호의 비교나 건물, 지역 전체의 에너지 소비량의 추정 등에 사용한다.

5. 결 론

본 연구는 공동주택 단위세대의 외피를 대상으로 3차원 열전달 해석을 통해 열교가능 부위가 종합적으로 고려된 단일 상당열관류율을 산출하였다. 도출된 상당열관류율을 동적 건물에너지 해석시뮬레이션에 적용하여 상당열관류율이 공동주택의 연간 에너지소비성능에 미치는 영향을 평가한 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 3차원 열전달 해석을 통해 도출된 공동주택 외벽 열교부위의 열손실량을 포함한 종합적 상당열관류율은 현행 남부지역 기존 열관류율 기준값인 0.45 W/m²K에서 0.77 W/m²K로 71%가 증가하는 것으로 나타났다. 이는 공동주택의 외피구조상 창틀 및 벽체의 교차부위, 슬래브 부위, 우각부 등과 같이 열교발생 가능성 부위 면적이 크기 때문에 열교에 대한 영향이 다른 건물에 비해 상대적으로 큰 것에 기인한다.

- 향후 단열수준이 대폭 강화될 30%절감형 그린홈의 경우 기존 열관류율 0.25 W/m²K에서 열교를 고려한 상당열관류율은 0.6 W/m²K로 140% 증가하며, 60%절감형 패시브하우스형 그린홈은 기존 열관류율 0.15 W/m²K에서 상당열관류율 0.45 W/m²K로 200% 증가한다. 즉 주택의 단열수준이 강화될수록 열교의 영향 비율은 매우 커지는 것으로 나타났다.

- 공동주택 열교부위의 상당열관류율을 고려해 연간 냉난방 에너지소비량의 변화를 비교 평가한 결과 열교를 고려하지 않은 경우에 비해 난방에너지소비량은 단열수준에 따라 15%~67.2%의 높은 증가율을 나타낸 반면, 냉방에너지는 0.1%~0.3%의 변화를 보이며 거의 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 따라서 공동주택의 냉방부하 측면에서 열교에 대한 영향은 상대적으로 매우 미미한 반면, 난방부하 측면에서는 열교가 매우 중요한 영향인자 인 것으로 나타났으며, 단열 수준이 강화될수록 영향도는 더욱 커지는 것으로 평가되었다.

- 기존 공동주택의 연간 에너지소비량 원단위 173 kWh/m².yr를 기준할 경우 열교부위를 고려한 연간에너지 소비량은 186 kWh/m².yr로 7% 증가하는 것으로 평가되었다. 30%절감형 그린홈 원단위 119 kWh/m².yr를 기준할 경우 열교를 고려하면 10%증가, 60%절감형 그린홈의 원단위 69 kWh/m².yr를 기준할 경우는 13% 증가한 78 kWh/m².yr로 평가되었다.

- 공동주택의 외피는 창면적비가 높고 벽체의 접합위 위 및 슬래브면 등 비교적 열교부위가 많은 구조이다. 따라서 본 연구결과와 같이 공동주택의 열교는 난방에너지 소비에 큰 영향을 미치는 결정적 변수이며, 단열수준이 강화될수록 그 영향은 더욱 커지게 되는 것으로 나타났다. 향후 국가의 에너지절감 계획에 따라 단열성능을 대폭강화할 예정이며 궁극적으로 제로에너지 주택을 의무화하는 수준까지 추진될 상황에서 공동주택의 단열기준 재정비시 열교부위에 대한 고려는 필수적으로 도입되어야 할 것으로 사료된다.

후 기

본 연구는 산업기술연구회 협동연구 연구비 지원으로 수행되었음. (과제번호 : B551179-09-04-00)

참고문헌

1. 녹색성장위원회 (<http://www.greengrowth.go.kr>)
2. 송승영 외2인, 열교부위의 손실열량이 공동주택 동단위 난방부하에 미치는 영향 분석, 대한건축학회, 2009. 10
3. 송승영 외1인, 건물에너지효율등급인증제도 개선방향에 관한연구, 대한건축학회, 2007. 10
4. 김치훈 외3인, 건물외피 단열성능에 따른 건물에너지효율등급 평가 연구, 한국건축친환경설비학회, 2009
5. 국내 단열법규 개선안에 관한 연구, 한국건축친환경설비학회, 4권 4호 2010.12
6. 구소영 외, 열교를 고려한 커튼월 벽체부의 열성능 평가에 관한 연구, 한국건축친환경설비학회 논문집, 2008
7. 김승철 외3인, 열교부위를 고려한 커튼월 사무소 건물의 열성능 해석, 한국태양에너지학회, Vol. 31, No. 3, 2010.11
8. 윤종호 외3인, 공동주택 세대내 발코니 유형별 창호의 냉난방 에너지 성능 분석 연구, 한국태양에너지학회, 2007.03
9. 임경업 외4인, 실측자료 기반의 공동주택 시간별 전력소비 패턴 분석 연구, 한국태양에너지학회 춘계학술발표, 2011
10. 정창희 외3인, 패시브 하우스와 건물에너지효율등급인증 건물의 특성 비교를 통한 건물에너지효율등급인증제도 개선점 분석, 대한건축학회, 2010. 03
11. 송승영 외2인, 내, 외단열 시스템 적용시의 공동주택 기준층 전면 외벽-슬라브 접합부 및 측벽-슬라브 접합부 단열성능 비교 평가, 대한건축학회, 2010.08
12. 유기형 외2인, 공동주택의 에너지효율등급 평가기법 개발 및 등급 설정에 관한 연구, 대한건축학회, 2006.12
13. 신치웅, SI단위 공기조화설비, 기문당, 2008
14. 주택건설기준 등에 관한 규정, 국토해양부고시 제2009-658호
15. IMPACT OF COLUMNS AND BEAMS ON THE THERMAL RESISTANCE OF THE BUILDING ENVELOPE, 2002.10
16. Jan Kosny, Elizabeth Kossecka. Multi-dimensional heat transfer through complex building envelope assemblies in hourly energy simulation programs, 2002
17. Jan Kosny, Thermal evaluation of several configurations of insulation and structural materials for some moetal stud walls
18. Visual DOE Manual, 2010
19. Physibel TRISCO and RADCON Manual, 2010
20. EN ISO 10456, Building materials and products.
21. EN ISO 6946, Building components and Building elements. Thermal resistance and thermal transmittance, Calculation method.

투고(접수)일자: 2012년 4월 25일
 수정일자: (1차) 2012년 6월 8일
 (2차) 2012년 6월 21일
 게재 확정일자: 2012년 6월 24일