KIEAE Journal, Vol. 15, No. 2, Apr. 2015, pp.109-115

KIEAE Journal

Korea Institute of Ecological Architecture and Environment

72

건물 구조 특성에 따른 기밀성능 및 난방 에너지 요구량 분석
- 신축 공동주택 중심으로-

An Analysis of the Airtightness Performance and Heating Energy Demand According to Building Structural Characteristics
-Focused on Newly Apartment Houses-

이수인* · 김정국** · 김서훈*** · 김종훈**** · 정학근***** · 장철용*****
Lee, Su-In* · Kim, Jeong-Gook** · Kim, Seo-Hun*** · Kim, Jong-Hun**** · Jeong, Hak-Geun***** · Jang, Cheol-Yong*****

* Dept. of Energy System Engineering, Korea University of Science and Technology, Daejeon, Korea (shyandin@naver.com)
** Dept. of Architectural Engineering, Sungkyunkwan University, Seoul, Korea
*** Dept. of Architectural Engineering, Hanyang University, Seoul, Korea
**** Corresponding author, Energy Saving Laboratory, Korea Institute of Energy Research, Daejeon, Korea (jonghun@kier.re.kr)
***** Energy Saving Laboratory, Korea Institute of Energy Research, Daejeon, Korea

ABSTRACT

Purpose: The importance of building airtightness is increased as the demand and expectation of building energy efficiency is growing. Previous research only focused on airtightness of building openings only to improve building airtightness. However, the analysis of difference of airtightness performance according to the characteristic of building structure has not been performed. Therefore, this study analyzed the difference of airtightness performance according to building structural characteristics in a number of ways. Method: Airtightness that are classified as rigid-frame type or wall type are measured and analyzed the difference of airtightness performance between rigid frame type apartments and wall type apartments. This study calculated the heating energy demand and quantitatively analysis using ISO 13790. Futhermore, this study compared research trend of domestic airtightness performance with airtightness standards of the developed countries based on the field measurement. Result: Airtight performance of wall type is better than rigid frame type in terms of energy saving. The difference of heating energy demand between wall type and rigid frame type was 8.14kWh/㎡yr.

ⓒ 2015 KIEAE Journal

KEYWORD

건축구조
기밀성능
건물에너지효율등급
ISO 13790

Building Structural
Airtightness Performance
Building Energy Rating System
ISO 13790

ACCEPTANCE INFO

Received January 28, 2015
Final revision received March 26, 2015
Accepted March 30, 2015

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

전체 에너지 소비량 중 약 26%에 이르는 건물에너지 소비량 감소를 위하여 건물의 형태, 창호재료, 외피 단열 기술 등의 다양한 방면에서 효율을 증가시키려는 노력이 이어지고 있다.[1]

그에 따라 건물 총 에너지는 1980년대부터 꾸준히 감소하였으나, 침기에 대한 관심과 노력은 비교적 적어 침기로 인한 에너지 손실은 크게 감소하지 않았다. 따라서 건물에서 손실되는 에너지 중 침기로 인한 손실 비율은 1980년대 이전 약 30%에서 점차 그 비중이 지속적으로 증가하여, 앞으로 침기로 인한 건물에너지 손실이 건물 전체 에너지 손실의 반 이상을 차지하게 될 것으로 전망되고 있다. [2]

그리고 동절기 차가운 외기의 침입으로 인한 실내 측 표면온도 저하는 실내 측 표면 결로 발생 가능성의 증가와 함께 곰팡이 발생을 유발함으로써 재실자의 건강에 영향을 줄 수 있다. 또한 내부 마감재 및 구조체 손상으로 하자보수비용 및 건물 유지관리비가 증가할 뿐만 아니라 공조 설비, 환기 및 배기설비 설계의 오류, 콜드 드래프트 등의 문제를 발생시켜 냉난방 에너지 비용을 증가시킨다. 이러한 문제의 해결을 위하여 국내외에서 기밀성능에 대한 연구가 활발히 이루어졌다. 그 일례로서 건물의 주요 누기부위에 해당하는 창호 및 출입문의 KS가 법제화 되어 실행되고 있다. 이에 반해서 개구부뿐만 아니라 건물 구조체에서도 침기가 발생하는 것으로 밝혀졌음에도 불구하고 건물 구조체에서 발생하는 침기에 대한 관심과 연구는 상대적으로 미흡한 실정이다.

또한 2010년 서울시에서는 2013년부터 벽식구조를 대신해 기둥식 구조를 채택하는 아파트에 대해서 용적률을 최대 120%까지 더 받을 수 있게 하는 지침을 발표했고, 2013년 정부는 2014년부터 공공이 짓는 아파트를 '기둥식 구조'로 짓도록 의무화 하였다. 이러한 지침을 비롯하여 주상복합과 장수형 주택의 수요 증가로 인해 현재 대다수의 공동주택 구조인 벽식구조에서 라멘구조로 구조형식의 변화가 예상된다.

pISSN 2288-968X, eISSN 2288-9698
http://dx.doi.org/10.12813/kieae.2015.15.2.109

따라서 본 연구에서는 공동주택의 구조특성에 따른 기밀성능을 실측하고 이를 통해 수집한 데이터를 이용해 난방 에너지 요구량을 산출한 후 비교분석 하는 것을 목적으로 한다.

1.2. 기존 연구 고찰

건물의 기밀성능에 대한 관심이 커지면서 이와 관련된 연구들이 많이 진행되어 왔다. 지경환 외 1명은 “기존 건축물의 기밀성능 진단을 위한 주요 누기부위 조사에 관한 연구”에서 기밀 시공이 필요한 부위로 넓게는 건물의 개구부와 구조체로 나누었으며, 세부 분야로 창호 및 출입문, 구조체 접합부, 배관 관통부 등으로 분류하였다. 이를 통해 건물 개구부뿐만 아니라 구조체에서도 침기가 발생함을 확인하였다. 안나 외 2명은 “국내 저에너지 주택의 기밀성능 현황 분석”에서 구조 형식(철근콘크리트구조와 목구조 / 경량 철골조로 분류)에 따른 기밀성능 현황에 대한 실험을 진행하였다. 그 결과는 Fig.1과 같다. 기밀성능 n_{50}값은 철근콘크리트 구조의 경우 평균 0.7회/h, 목구조/경량철골조의 경우 평균 1.0회/h로 측정되었다. 이를 통해 건물 구조차이에 따라 기밀성능의 차이가 있다는 점을 확인하였다.

Fig. 1. Analysis of Airtightness Performance according to Structure Characteristics

2. 연구 방법 및 대상가구 선정

2.1. 연구 내용 및 흐름

본 연구의 연구 내용과 흐름은 Fig. 2와 같다. 구조적 특성에 따라 라멘구조와 벽식구조로 분류한 신축 공동주택의 기밀성능을 블로우도어(Blower Door)를 이용하여 측정하고 그 결과를 서로 비교해보았다. 또한 국내 기밀 성능 기존 연구동향과 비교하여 어떤 차이가 있는지 분석하였고, 이 실측값을 국외의 기밀성능 기준으로 평가하였다. 실측한 기밀성능이 국외 기밀성능 기준에 미치는지 여부를 판단했던 기존 논문과 달리 본 연구에서는 구조별로 분류하여 비교분석하였다. 그리고 난방에너지 요구량을 계산하여 정량적으로 분석하였다.

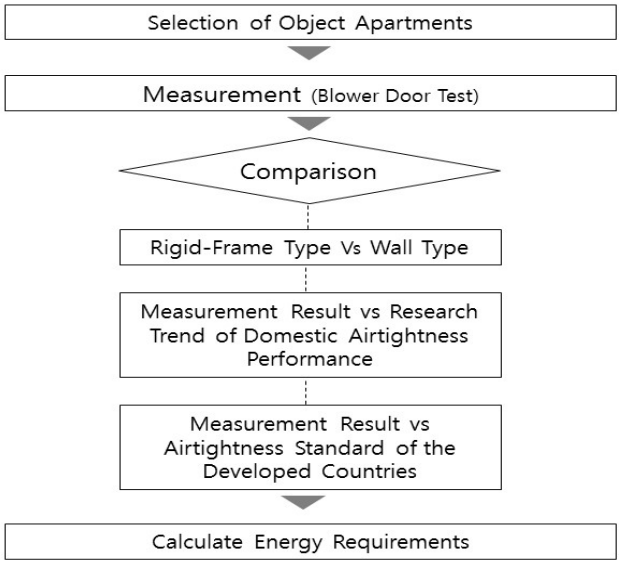

Fig. 2. Study Flow Chart

2.2. 실험 방법

건물의 기밀성능을 측정하는 방법은 크게 두 가지, 가스추적법(Tracer gas method)과 가압/감압법((Pressurization / Depressurization)으로 나눌 수 있다. 가스추적법은 실내 공기와 희석혼합이 잘되는 코발트(CO), 이산화탄소(CO_2), 일산화질소(N_2O), 육불화황(SF_6), 수소(H_2), 헬륨 (He), 에탄(C_2H_6), 등의 불확실성 가스를 임의로 실내에 분출하여, 시간 경과에 따른 가스농도의 변화 수치를 기초로 실의 환기회수를 산정하는 방법이다. 가압/ 감압법은 팬으로 실내에 임의의 압력을 순차적으로 가하거나 감하여 실내외의 압력차를 임의상태로 유지시킨 후 팬의 유량과 건물의 대기압을 동시에 측정하여 환기량을 산정해 세대 전체 또는 개실의 기밀성능을 측정하는 방법이다.[3]

본 연구에서는 실험 조건을 임의로 변화시킬 수 있고, 계절, 바람 등 외부 기후의 영향을 비교적 적게 받는 가압/감압법 중 가장 대표적인 방법인 블로어도어테스트(Blower Door Test)를 선택하였다. 이 측정 기구를 통해 기밀성능을 측정할 경우 10Pa 미만으

(a) Blower Door *(b) Gauge*

Fig. 3. Measuring Instrument

로 압력을 증가시키면서 특정 차압 범위에서의 풍량을 측정한다. 최소 5개의 같은 간격의 압력차에서 이를 측정하여 평가하며, 이 측정값을 모두 log값으로 환산하여 선형 회귀분석을 통해 일상적으로 실내외에서 발생하는 압력차인 정상상태의 압력차에서의 풍량을 산정한다.

사용한 측정기기는 미국의 Minneapolis 사의 Model 4 system로 DG-700 게이지와 함께 사용하였다. Fig .3의 좌측 사진 (a)는 블로우도어를 현관문에 설치한 사진이고, 우측 사진(b)는 사용된 게이지의 사진이다.

현재 국제적으로 활용되고 있는 미국의 ASTM E779-03, 캐나다의 CGSB 149.15, 유럽의 DIN EN 13829, 국제기준인 ISO 9972 중 EN 13829 기준을 따라 실험 및 분석을 수행하였고, 각 세대 당 5회씩 측정하여 측정오차를 줄이고자 노력하였다. 실험기기를 설치하는 현관문을 제외하고 자연환기시스템, 비상 개폐문, 외부에 면한 창문은 모두 닫았고, 내부의 균일한 압력 유지를 위하여 세대 내 모든 방문, 화장실 문 등은 개방하고 환기구는 밀봉하였다. 압력차는 50Pa로 설정하였는데 이는 자연적으로 발생하는 압력차보다 더 큰 압력차를 두어 외부의 바람이나 실내외 온도차이로 인한 영향을 감소시켜 측정 정확도를 높이기 위해서이다. 기밀성능 평가는 실·내외 압력차 50Pa 상태에서 실내 또는 실외로의 유동 공기량 CFM_{50}(Cubic Feet per Minute)을 건물 체적(ft^3)으로 나누고 건물의 시간당 환기회수 ACH_{50}(Air Change per Hour)로 산정한다. 그러나 본 연구에서는 식 (1)과 같이 SI단위계로 표기하기 위해를 사용하는 CMH_{50}(Cubic Meter per Hour)로 변환한 후 체적(M^3)으로 나누었다.

$$ACH_{50} = \frac{CMH_{50}}{Building\,Volume\,(m^3)} \quad (1)$$

2.3. 대상가구 선정

기밀성능 측정을 위한 대상 가구선정에 대한 개요는 Table 1과 같다.

Table 1. Selection of Object Apartments

Item	Contents			
Construction year	after 2009			
Building energy rating system	2			
Floor area	Small : 30.0㎡ < A < 60.0㎡ Medium : 84.0㎡ < A < 85.0 ㎡			
Number / Case	Small	Rigid frame	n=7	Case 1
		Wall	n=257	Case 2
	Medium	Rigid frame	n=1	Case 3
		Wall	n=47	Case 4
	Total	Rigid frame	n=8	
		Wall	n=304	
		Total	n=312	

2009년 이후 지어진 신축건물 중 건물에너지효율등급 본인증에서 2등급을 받은 건물을 대상으로 하였고 바닥 면적이 약 30.0㎡초과 60.0㎡미만인 소형 공동주택과 84.0㎡초과 85.0㎡미만인 중형 공동주택으로 나누어 수집하였다. 라멘구조 8세대, 벽식구조 304세대를 선정하여 총 312세대의 기밀성능 실측을 진행하였다. 건물에너지효율등급 본인증에서 2등급을 받은 단위세대만 선정하였는데 그 이유는 유사한 냉난방 성능을 가질 것으로 판단되기 때문이다.

국내의 공동주택은 대부분 벽식구조로 시공되기 때문에 라멘구조의 표본이 부족하였다. 따라서 현재 다수의 구조인 벽식구조 공동주택의 기밀성능 범위를 구하고 이를 기준으로 라멘구조의 기밀성능을 비교하였다.

3. 실측 결과 및 고찰

3.1. 라멘구조 공동주택과 벽식구조 공동주택의 기밀성능

총 264세대의 소형 공동주택을 대상으로 한 Case1과 Case2의 기밀성능은 Fig.4와 같다.

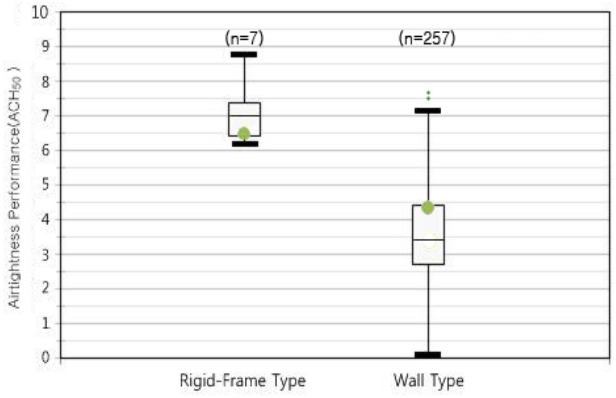

Fig. 4. Airtightness Performance of Rigid Frame Type and Wall Type Apartment -Small House

Case 1의 최소 기밀성능은 6.27회/h, 최대 기밀성능은 8.78회/h 평균 기밀성능은 6.99회/h로 측정된 것에 반해 Case 2의 최소 기밀성능은 0.06회/h, 최대 기밀성능은 7.68회/h 평균 기밀성능은 3.52회/h로 측정되었다.

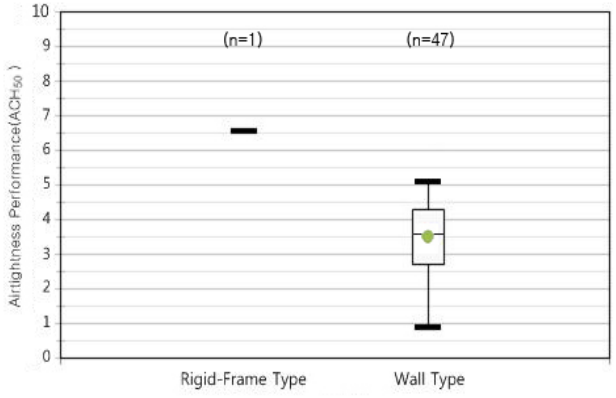

Fig. 5. Airtightness Performance of Rigid Frame Type and Wall Type Apartment -Medium House

ⓒCopyright Korea Institute of Ecological Architecture and Environment

총 48세대의 중형 공동주택을 대상으로 한 Case3과 Case4의 기밀성능은 Fig.5와 같다. Case3의 기밀성능은 6.63회/h이고, Case4의 최소 기밀성능은 0.96회/h, 최대 기밀성능은 5.1회/h ,평균 기밀성능은 3.45회/h로 측정되었다.

소형 공동주택과 중형 공동주택을 대상으로 구조형식에 따른 기밀성능을 비교한 결과 라멘구조의 기밀성능이 벽식구조의 기밀성능보다 낮다는 것을 알 수 있었다. 이를 통해 라멘구조의 침기량이 벽식구조의 침기량 보다 많은 것으로 판단된다.

ASHRAE(2009)에 따르면 침기 발생 부위는 벽체 35%, 천장디테일(Floor) 18%, 기계시스템 18%, 개구부 15%로 벽체에서 가장 많은 침기가 발생한다. 또한 Shin, Hyn-Kook, Jo 외 1명의 air :leakage characteristics and leakage distribution of dwelling in high-rise residential buildings in korea(2013)에 따르면 전체 침기량 중 세대 간의 내부 벽체에서 30~58%의 침기가 발생한다. 벽식구조의 경우 내벽이 콘크리트벽체인 반면 라멘구조의 경우 보드와 단열재 그리고 공기층 등 다양한 재료가 결합된 건식벽체이기 때문이다. 벽식구조와 라멘구조의 내부 벽체 상세도는 Fig.6과 같다.[4]

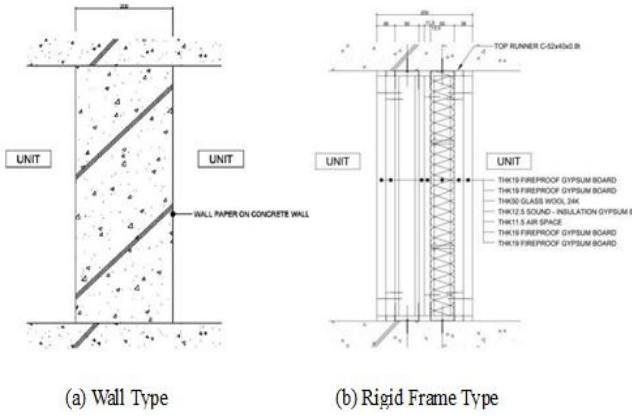

Fig. 6. Interior Wall Details of Wall Type and Rigid Frame Type

실측대상인 벽식구조 공동주택과 라멘구조 공동주택의 평면도는 Fig. 7과 같다. 벽식구조의 경우 내외부벽이 일체화 되어 공간을 구성하는 반면 라멘구조는 하중을 받을 기둥과 칸막이벽(건식벽체), 슬래브가 볼트 조임, 용접 등으로 결합되어 공간을 구성하고 있다.

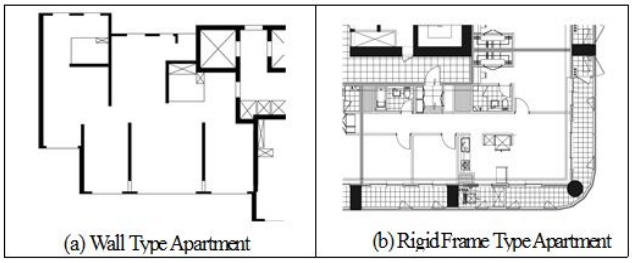

Fig. 7. Floor Plan of Wall Type Apartment and Rigid Frame Type Apartment

따라서 외벽과 외벽의 접합부, 외벽과 슬래브의 접합부, 기둥과 슬래브의 접합부 등 누기가 발생 가능한 결합부위가 벽식구조보다 라멘구조에 더 많았다. 이와 같은 구조적 특성에 따른 구조체 구성 요소와 접합 방법이 기밀성능의 차이를 발생시킨 것으로 사료된다.

3.2. 실측결과와 국내 연구 동향 비교

국내 기밀성능 기존 연구 동향과 본 실측의 결과를 비교한 것은 Fig. 8와 같다.

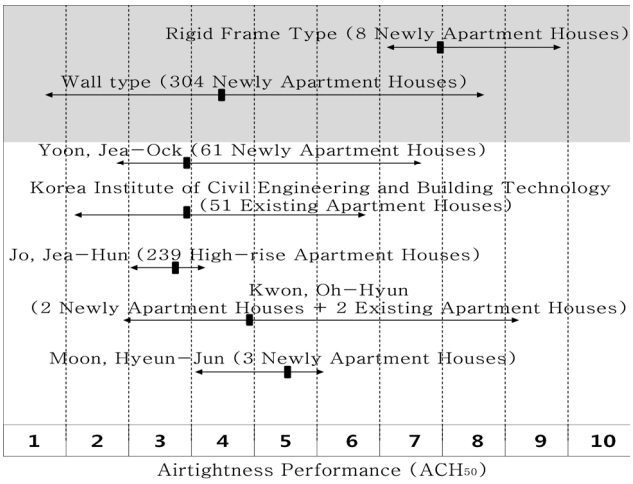

Fig. 8. Research Trend of Domestic Airtightness Performance

문헌준 외 4명의 '초고층 주거 건물에서의 차압 및 기밀성능 측정 연구'(2009)에서 신축공동주택 3세대를 대상으로 실측한 ACH_{50}결과 범위는 4.15~5.1회/h, 평균은 4.57회/h으로 측정되었다. 권오현 외 4명의 'Blower Door를 이용한 국내 주거용 건물의 기밀도 실측 사례 분석'(2009)에서 신축공동주택 2세대, 기존 공동주택 2세대를 대상으로 실측한 ACH_{50} 결과 범위는 1.85~9.03회/h, 평균은 3.98회/h으로 측정되었다. 조재훈의 '초고층 주거건물 기밀성능 분석'(2010년)에서 초고층 주거건물 239세대를 대상으로 한 실측결과 AHC_{50}범위는 1.98~3.39회/h, 평균은 2.71/회이다.한국건설기술연구원의 '공동주택 기밀성능 범위'(2011년)에서 공동주택 51세대를 대상으로 실측한 결과 ACH_{50}범위는 1.31회/h ~ 5.81회/h, 평균 2.89회/h이다. 윤재옥의 '신축 공동주택에서 감압법을 이용한 기밀성능 실측 연구'(2013)에서 신축 공동주택 27세대를 대상으로 한 실측한 ACH_{50} 범위는 1.84~6.56회/h, 평균 2.98회/h이다.

본 연구에서 실측한 결과를 벽식구조와 라멘구조로 분류하여 국내 기존 연구 동향과 비교분석하였다. 그 결과 벽식구조 공동주택의 실측 결과는 기존 연구의 기밀성능 범위와 유사하게 측정되었으나 라멘구조의 경우 이를 벗어나 있을 뿐만 아니라 기존 연구의 최댓값보다 더 높게 측정된 것을 알 수 있었다.

3.3. 실측결과와 국외 기밀성능 기준 비교

유럽·미국 등 주요 선진국에서는 주거용 건물에 대한 기밀성능 기준을 법제화하고 이를 통해 적절한 기밀성능의 확보를 위해 노력하고 있다.

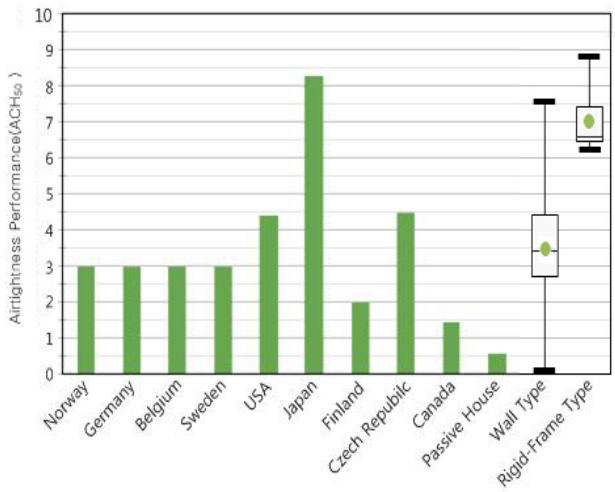

Fig. 9. Airtightness Standard of the Developed Countries

국외 기밀성능 기준과 본 실측 결과를 비교한 결과는 Fig.9과 같다. 모든 기준은 본 연구에서와 같이 압력차 50pa 아래에서 측정된 값으로 ACH_{50}으로 표현하였다. 노르웨이의 기밀성능 기준은 3회/h 이하이고, 독일 스웨덴 벨기에 또한 이와 같았다. 미국의 기밀성능 기준은 4.45회/h 이하, 일본은 8.25회/h 이하, 핀란드 2회/h 이하, 체코 4.5회/h 이하, 캐나다 2.5회/h 이하, 패시브 하우스는 0.6회/h 이하이다.

실측한 결과를 벽식구조와 라멘구조로 분류하여 국외 기밀성능기준과 비교분석하였다. 그 결과 벽식구조의 경우 일부는 국외 기밀성능기준을 충족하였으나 라멘구조는 일본의 기밀성능 기준을 제외한 다른 나라의 기밀성능 기준을 충족하지 못하였다. 따라서 라멘구조 기밀성능의 개선을 위한 노력이 필요하고 국내 기밀성능 기준 법제 시 구조적 특성에 따른 별도의 기준이 필요한 것으로 사료된다.

4. 난방 에너지 요구량 분석

4.1. 난방 에너지 요구량 분석 조건

기상 자료와 건물의 외피정보 입력을 위해 본 연구에서 실측하였던 단위세대 중 대표성이 있는 하나의 평면 형태를 선정하였고, 지역은 대전으로 선정하여 기상청에서 제시하는 1981년부터 2010년까지의 30년간 기후데이터를 적용하였다. 실내 난방설정온도는 '건축물의 에너지 절약계획기준'에서 제시하는 20℃로 설정하였고, 한국에너지기술연구원 신재생에너지데이터센터에서 제시하는 방위별 수직 일사량을 이용하여 태양열 취득을 계산하였다.

선정된 단위세대의 개요는 Table. 2, 벽체 정보는 Table. 3,월 평균 외기 온도 및 방위별 수직 일사량은 Table 4와 같다. (Table 4의 Sol_S는 남쪽 수직일사량, Sol_N는 북쪽 수직 일사량, Sol_E는 동쪽 수직일사량, Sol_W는 서쪽 수직일사량이다.)

Table 2. Summary of House Condition

Summary	Condition
Region	Deajeon
Floor area (㎡)	84.84
Indoor setting temperature (℃)	20
Internal heat gain (MJ)	497.31
Heating method	District heating (90%)

Table 3. Information of Wall

Floor area (㎡)	84.84	Height (m)	2.8	
Ceiling height (m)	2.39	Room	3	
	Direction	Area (㎡)	Heat tansmission coefficient (W/m²K)	Thermal losses (W/K)
Wall	North	21.94	0.19	4.26
	South	16.67	0.26	4.32
	East	24.60	0.19	4.77
	West	32.65	0.19	6.34
Window	North	11.55	8.82	101.87
	South	1.08	1.51	1.63
	West	9.15	3.78	34.59
Door	East	2.2	1.8	
Roof	-	-	-	-
Floor	-	-	-	-

Table 4. Monthly Average Temperature and Solar Radiation on the Vertical Surface

Month	External temp[℃]	No. days	Sol_S [kcal/㎡/d]	Sol_N [kcal/㎡/d]	Sol_E [kcal/㎡/d]	Sol_W [kcal/㎡/d]
1	-2.4	31	2782	311	1024	968
2	0.4	28	3013	386	1364	1306
3	5.7	31	2631	531	1645	1553
4	12.5	30	2089	750	1913	1806
5	17.8	31	1685	916	1995	1880
6	22.2	30	1655	1317	2014	1971
7	24.9	31	1261	876	1463	1540
8	25.7	31	1491	728	1585	1514
9	21.2	30	2196	612	1593	1575
10	14.8	31	2806	440	1401	1389
11	7.2	30	2684	330	1040	1001
12	0.4	31	2802	289	965	895

4.2. 난방 에너지 요구량 산정 방법

앞에서 설정한 평면 형태와 기후데이터 및 방위별 수직일사량을 기본 모델로 두고, 실측을 통해 얻은 라멘구조 ACH_{50}의 평균값과 벽식구조 ACH_{50}의 평균값을 시뮬레이션의 경계조건으로 설정하였다. 실측값을 자연 환기율로 환산한 후 ECO2[1] 및 BESS(Building Energy Simulation for Seoul)[2]의 에너지해석로직으로 적용되고 있는 ISO 13790를 기반으로 하여 라멘구조와 벽식

1) 에너지관리공단에서 배포한 ISO 13790과 DIN V18599에 근거한 건물에너지성능 평가 툴
2) 서울시에서 건축 심의 인허가 시 사용하는 연간 단위면적당 1차 에너지 소요량 평가 툴

구조의 난방 에너지요구량을 산정하였다.

ACH_{50}을 자연 환기율로 환산하는 방법은 LBL(Lawrence Berkeley Laboratory)에서 제안하는 LBL Factor를 이용한 방법과, 건물에너지효율등급에서 사용하는 환기율 계산방법 등이 있지만 본 연구에서는 일반적으로 사용되고 있는 교정상수 20을 이용한 평균 침기횟수(ACH_{50}/20)방법을 이용하였다.[5]

난방에너지요구량을 구하기 위해서는 총 전열량을 구해야 하는데 그 과정에서 환기로 인한 열손실양을 구할 수 있다. 환기 열손실양을 구하는 계산법은 식 (2)와 같다.

$$Q_{ht} = Q_{tr} + Q_{ve} \quad (2)$$
$$Q_{ve} = 0.33 \times N \times V \times (T_i - T_o) \times t$$

여기서, Q_{ht} : 총 전열량(MJ)
Q_{tr} : 외피 열손실량
Q_{ve} : 환기 열손실량
N : 환기율((㎥/h)㎥)
V : 체적(㎥)
T_i :실내 설정온도(℃)
T_o : 외기온도(℃)
t : 기간(Ms)

총 전열량을 구한 후 앞서 선정한 건물의 외피정보 및 기후데이터를 이용하여 에너지 요구량을 산정하였다. 이를 위한 ISO 13790의 계산법은 식 (3)과 같다.

$$Q_{H,nd} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} \times Q_{H,gn} \quad (3)$$

여기서, $Q_{H,nd}$: 연속난방 시 난방 에너지요구량(MJ)
$Q_{H,ht}$: 난방모드에서 총 전열량(MJ)
$\eta_{H,gn}$: 난방모드에서 획득열량 활용계수
$Q_{H,gn}$: 난방모드에서 총 획득열량(MJ)

4.3. 분석 결과

실측을 통해 얻은 라멘구조 8세대와 벽식구조 304세대의 기밀성능의 평균을 구하여 자연 환기율을 구하였다. 라멘구조의 경우 기밀성능 평균인 6.99회/h으로 계산한 결과 자연 환기율이 0.3회/h이고, 벽식구조의 경우 기밀성능 평균인 3.52회/h로 계산한 결과 자연 환기율이 0.18회/h이다. 차이는 약 0.17회/h이다.

구조 특성에 따른 환기 및 침기 열손실과 에너지 요구량 차이를 구하기 위하여 앞서 선정한 기상 자료와 건물의 외피정보, 그리고 ISO 13790을 통해 계산하였다. 구조 특성에 따른 환기 및 침기 열손실을 월별로 나타낸 것은 Fig. 10과 같다.

라멘구조와 벽식구조의 열손실차이의 평균은 77.69kWh이고 가장 많이 차이나는 달은 1월로 177.73kWh차이가 나고, 가장 적게 차이나는 달은 9월로 10.65kWh의 차이가 난다. 외부온도와 설정온도의 차이가 많이 나는 경우 편차가 더 크게 나타나는 것으로 분석된다.

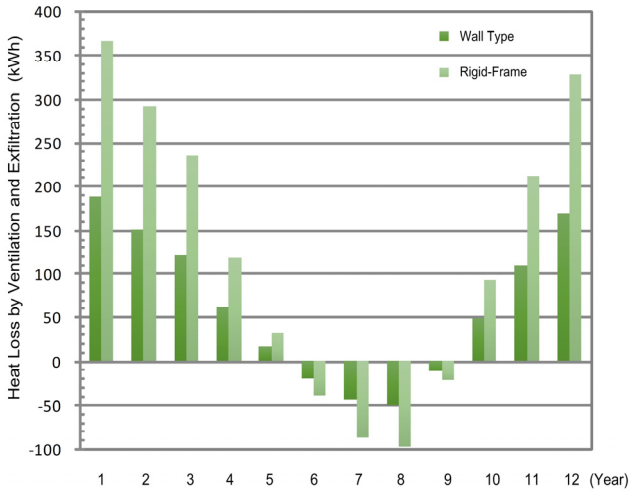

Fig. 10. Heat Loss by Ventilation and Exfiltration

구조특성에 따른 난방 에너지요구량을 나타낸 것은 Fig. 11과 같다. 라멘구조의 경우는 78.80kWh/㎡yr이고, 벽식구조의 경우 70.66kWh/㎡yr이다. 구조특성에 따른 기밀성능의 변화만으로 에너지 요구량이 약 11.5% 더 증가하였다.

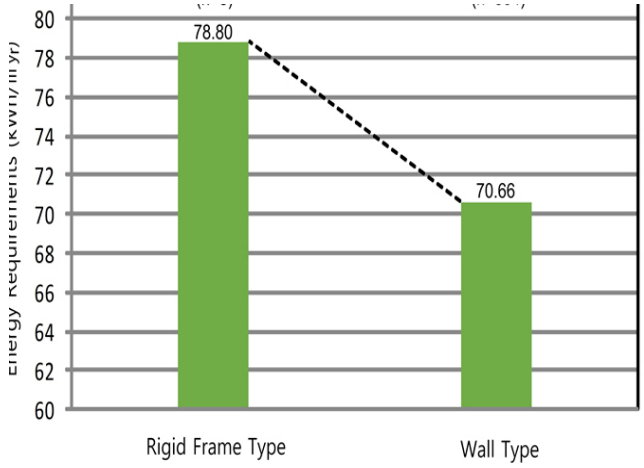

Fig. 11. Energy Demand

5. 결론

본 연구는 건물 구조 특성에 따른 기밀성능 분석을 위해 기존연구를 검토하고 국내 신축 공동주택을 대상으로 구조적 특성에 따라 분류하여 기밀성능을 측정한 후 에너지 요구량을 분석하였다. 그 결과는 다음과 같다.

소형 공동주택의 기밀성능은 라멘구조의 경우 7.05회/h, 벽식구조의 경우 평균 3.69회/h로 측정되었고, 중형 공동주택의 기밀성능은 라멘구조의 경우 6.63회/h, 벽식구조의 경우 3.45회/h로 측정되었다. 그 이유는 벽식구조보다 라멘구조에 누기 발생가능성이 높은 접합부가 더 많기 때문으로 사료된다.

구조 특성에 따른 자연 환기율을 계산한 결과 라멘구조의 경우

0.35회/h이고, 벽식구조의 경우 0.18회/h이다.

구조 특성에 따른 난방 에너지 요구량 분석 결과 라멘구조의 경우 78.80kWh/㎡yr, 벽식 구조의 경우 70.66kWh/㎡yr 로 측정되어 라멘구조의 에너지요구량이 약 11.5% 더 많은 것으로 분석되었다.

본 연구에 사용된 실측자료는 라멘구조 표본이 적어 실측 결과 및 분석의 일반화가 제한적이다. 향후 보다 많은 표본을 수집하여 분석범위를 확대하는 보완이 필요하다. 또한 구조적 특성에 따라 환기율 및 난방에너지 요구량이 차이남으로 추후 구조에 따른 별도의 기준에 대한 연구가 필요하다.

Acknowledgements

"This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government(MSIP) (No.2011_0028075).“

References

[1] Korea Energy Economics Institute, Yearbook of Energy Statics, No.33901, p.222~223, 2012

[2] 이동석, 지경환, 조재훈, “대규모 건물의 기밀성능 측정기준 수립에 관한 연구”, 한국 태양에너지학회, 제 34권 제 1호, 2014 // (Lee, Dong-Seok, Ji, Kyung-Hwan, Jo, Jea-Hun, “Study on the Establishment of Large Building Airtightness Measurement Standards”, Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol.34, No.1, 2014)

[3] 박원석, “주거용건물의 기밀성능 기준설정을 위한 침기량 실측에 관한 연구”, 호서대학교 석사학위논문, 2004 // (Park, Won-seok, “The Measurement of Infiltration for the Standard of Airtightness in the Residential Buildings”, Ho-seo University Maser’s Thesis, 2004)

[4] DIN EN 13829, 2001

[5] ASHREA 2009 ASHRAE Handbook-Fundamentals. Atlanta: Amerocam Society of Heating, Refrigerating and Air-Condisioning Engineers, INc., 2009

[6] Shin, Hyun-Kook, Jo, Jea-Hun, “Air :Leakage characteristics and Leakage Distribution of Dwelling in High-rise Residential Buildings In Korea”, Joural of JAABE, Vol.12, No.1, 2013

[7] Alan Mier, “Infiltration : Just ACH50 Divided by 20?”. Home Energy Magazine, 1994

[8] 지경환, 조재훈, “기존 건축물의 기밀성능 진단을 위한 주요 누기부위 조사에 관한 연구”, 대한건축학회, 제 34권 제 1호, 2014 // (“Ji, Kyung-Hwan, Jo, Jea-Hun, “A Study on the Airtightness Diagnosis for Reviewing the Key Air Leakage Points of Existing Building”, Journal of the Architectural Institute of Korea, Vol.34, No.1, 2014)

[9] 안나, 조민구, 최정만, “국내 저에너지주택의 기밀성능 현황 분석”, 한국태양에너지학회, 제 33권 제 1호, 2013 // (Ahn, Na, Cho, Min-Goo, Choi, Jung-Mann, “ A study on the airtightness performance analysis of low-energy house in korea”, The korean solar energy society, Vol.33, No.1, 2013)

[10] ISO 13790, Energy performance of buildings-Calculation of energy use for space heating and cooling, 2008

[11] 이득환, 최현웅, 한세희, 유호경, 김재민, “ISO 13790 월간계산법 냉난방부하 유효계수 국내 사무소 건물 적용 타당성 연구”, 한국건축친한경설비학회, 제7권 제 2호, 2013 // (Lee, Deuk-Hwan, Choi, Hyun-Woong, Han, Se-Hee, Yu, Ho-Kyung, Kim, Jea-Min, “Applicability if Utilisation Facters in ISO 13790 Monthly Method Load Calculation for Office Building in Korean ontext”, Journal of KIAEBS, Vol.7, No.2, 2013)

[12] 한혜심, 이진숙, 장철용, “공동주택의 건축물 부위 열성능 변화를 통한 건물에너지 효율등급 평가”, 한국태양에너지학회, 제 30권 제 1호, 2010 // (Han, Hye-Sim, Lee, Jin-Sook, Jang, Cheol-Yong, “Evaluation of Building Energy Rating System according to the change of building element's thermal insulation performance in Apartment”, Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol.30, No.1, 2010)

[13] 권오현, 김진효, 김민휘, 석윤진, 정재원, “Blower Door를 이용한 국내 주거용 건물의 기밀도 실측 사례 분석”, 대한건축학회, 제 26권 제 77호, 2010 // (Kwon, Oh-Hyun, Kim, Jin-Hyo, Kim, Min-Hwi, Seok, Yoon-Jin, Jeong, Jea-Weon, “Case Study of residential Building Air Tightness in Korea based on Blower Door Test Approach”, Journal of the Architectural Institute of Korea ,Vol.26, No.7, 2010)

[14] 김승철, 윤종호, 신우철, 김강식, 이현주, “Blower door를 이용한 고기밀 공동주택의 기밀성능 평가”, 한국생태환경건축학회, 제 11권 제 1호, 2011 // (Kim, Seung-Chul, Yoon, Jong-Ho, Shin, U-Cheul, Kim, Kang-Sik, Lee, Hyeon-Ju, “A Study on the Measurement of Airtightness Performance of Multi House with Levels of Airtight Construction” Journal of KIAEBS, Vol.11, No.1, 2011)

[15] 서종현, “주거용 건물의 기밀성능 실측 및 에너지 시뮬레이션 연구”, 호서대학교 석사학위논문, 2013 // (Seo, Jong-hyeon, “The Field Measurement of Infilfration and the Simulation of heating load in the Residential Buildings” Ho-seo University Maser’s Thesis, 2013)

[16] 백남춘, 한승현, 이왕제, 윤종호, 신우철, “ 다가구 및 다세대 원룸주택의 기밀성능 실측 연구”, 한국생태환경건축학회, 제 14권 제 11호, 2013 // (Beak, Nam-Choon, Han, Seung-Hyeon, Lee, Wang-Je, Yoon, Jong-Ho, Shin,U-Cheul, “The Measurement if Airtightness Performance of Multi Family Housing”, Journal of KIEAE, Vol.14, No.5, 2014)

[17] 이윤규, 신철웅, “신축 공동주택의 누기특성 및 기밀성능 분석에 관한 연구”, 대한설비공학회, 제 25권 제 11호, 2013 // (Lee, Yun Gyu, Shin, Cheol Woong, “ The Air Leakage Characteristics and Airtightness Performance of a Newly Built Apartment”, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol.25, No.11, 2013)

[18] 문현준, 최민석, 박진우, 유승호, 이준서, “초고층 주거 건물에서의 차압 및 기밀성능 측정 연구”, 한국건축친환경설비학회 P199-202, 2009 // (Moon, Hyeun-Jun, Choi, Min-Seok, Park, Jin-Woo, Ryu, Seung-Ho Lee, Jun-Seo, “A Study on Pressure Difference and Air tightness in a High-rise Residential Building”, Journal of KIEAE, p199-202, 2009)

[19] 조재훈, “초고층 주거건물에서의 단위세대 기밀성능 측정 및 평가”, 대한건축학회, 제 26권 제 10호, 2010 // (Jo, Jae-Hun, “Measurements of the Dwelling Unit Airtightness in High-rise Residential Buildings”, Journal of the Architectural Institute of Korea, Vol.26, No.10, 2010)

[20] 윤재옥, “신축 공동주택에서 감압법을 이용한 기밀성능 실측 연구”, 한국생태환경건축학회, 제 13권 제 3호, 2013 // (Yoon, Jae-Ock, “Field Measurement of Infiltration in New Apartments using De-pressurization Method”, Journal of KIAEBS, Vol. 13, No.3, 2013)

ⓒCopyright Korea Institute of Ecological Architecture and Environment