

신한옥 침실 공간의 기밀성능 평가 연구

A Study on the Airtightness Performance of New Han-ok Bedrooms

이 주 엽* 장 현 충** 이 태 강*** 송 민 정**** 김 선 우*****
Lee, Ju-Yeob Jang, Hyeon-Chung Lee, Tai-Gang Song, Min-Jeong Kim, Sun-Woo

Abstract

The purpose of this study is to evaluate the airtightness performance of New Han-ok and to supply fundamental data for standards establishment. Air leakage testings were accomplished by means of blower door test in 26 bedrooms of 16 Han-oks located in Jeonnam happy villages. Followings are results.

- 1) Air change per hour at 50 Pa(ACH50) is located on 8.42~78.38.
- 2) No correlation between ACH50 and volumes, floor area, above grade surface area.
- 3) The more wood structural elements are exposed, attached spaces, wooden sliding and casement windows, the less airtightness performance.
- 4) An Airtightness with ACH50/20(NL, Normalized leakage) is located on 0.42~3.92 and building leakage class following F(4%), G(11%, sufficiently leaky, No need mechanical ventilation), H(4%, Need of cost-effective tightening), I(31%), J(50%) by a single-story house the normalized leakage of ASHRAE

키워드: 신한옥, 기밀성능, 누기, 압력차 측정법(가압/감압법), 블로우 도어

Keywords : New Han-ok, Airtightness Performance, Air Leakage, Fan Pressurization/Depressurization Method, Blower door Tester

1. 서론

우리의 전통 주거 양식인 한옥은 친환경성과 건강성, 문화성, 전통적인 멋, 자연과의 조화, 심리적 안정감 등의 정서적인 측면의 탁월한 장점이 있다는 점에서 현대인들을 위한 주거로 공급하기 위한 움직임이 있다. 전통한옥 주거방식은 대부분의 실 공간(침실, 대청, 주방 등)이 독립된 유닛으로, 외부에서 직접 출입하는 방식으로 외부에 면하는 창호가 많기 때문에 기밀·단열·차음과 같은 에너지 성능이 현대 건물에 비해 취약할 수밖에 없는 한계를 지니고 있다. 따라서 이를 극복하기 위한 수단으로 최근의 한옥은 전통한옥과는 다른 신한옥 개념을 도입하여 한옥을 보급하여 이를 해결하기 위한 노력을 하고 있다.

신한옥이란 주요 구법은 전통구법을 따르되, 현대적 건축재료인 벽돌, 블록, 유리, 각종 단열보드 등을 활용하여 벽체를 구성하는 형태의 한옥을 의미한다. 특히, 신한옥

은 전통한옥에 비해 적은 건축비로 공급하되, 현대인의 생활 패턴을 고려한 평면 형태를 취함으로써 대중성을 확보하는데 그 목적이 있다. 현재 주로 공급되는 신한옥의 경우에는 현대인의 거실 중심의 생활패턴을 고려한 평면 형태로서, 별도의 출입구(현관)를 두고 거실에서 침실과 주방 등의 공간으로 직접 들고나는 방식으로 현대의 단독주택이나 공동주택의 평면형으로 시공되고 있다.

신한옥에 대한 수요가 증가하면서 각 지자체에서는 신한옥 건립을 적극적으로 지원하고 있다. 특히, 본 연구의 대상이 된 전라남도의 경우에는 신한옥 건립에 필요한 지원금을 지원하면서, 행복마을이라는 한옥마을을 조성하여 각 마을별로 특색있는 한옥 주거지로 조성하고자 노력하고 있다. 전라남도 행복마을 한옥 조성 현황(2012.08.30, 전라남도청 자료 기준)을 보면, 835동이 완공되고, 732동이 추진 중에 있다.

그러나, 지자체의 적극적인 지원에 의한 한옥마을 조성 과정에서 몇 가지 문제점이 노출되고 있다. 첫째, 한옥 건축에 따른 시공성 확보 문제로서, 주요 구조 부재인 목재와 벽체 재료간의 이질성으로 인해 발생하게 되는 접합부 틈새 문제이다. 한옥은 시공 과정에서 목재의 건조수축을 고려해 충분한 시간을 들여 짓는다는 점을 고려할 때, 현재는 한옥 건립에 대한 수요가 많기 때문에 공사 기간이 짧아질 수 밖에 없으며, 그러한 문제는 틈새

* 주저자, 전남대학교 건축과학기술연구소 선임연구원
(weaponlee@hanmail.net)

** 전남대학교 대학원 건축공학과, 박사과정(cdreamj@hanmail.net)

*** 전남대학교 건축과학기술연구소 선임연구원
(leetaigang@hanmail.net)

**** 전남대학교 건축과학기술연구소 선임연구원
(minjeongsong@hanmail.net)

***** 전남대학교 공과대학 건축학부, 교수(swk@jnu.ac.kr)

문제가 되고 한옥의 기밀성이 취약해 질 수 밖에 없는 이유가 되고 있다. 둘째, 이러한 제한적 요건으로 인해 시공되는 한옥이 정해진 목표의 성능수준이 없는 상태에서 진행되고 있다는 점이다. 한옥이 시공된 후 발생하는 시공 결함은 한옥 거주자가 모두 떠안아야 하는 상황을 고려한다면, 적어도 한옥이 갖추어야 할 성능기준 수립이 필요한 실정이다.

이러한 점을 고려하여 본 연구에서는 국내에 완공된 신한옥을 대상으로 블로어 도어를 활용한 기밀성능 측정 및 평가를 통해 현재 시점의 신한옥 구축에 따른 기밀성능 수준을 분석해 보고, 국내 실정에 맞는 신한옥의 기밀성능 기준수립에 활용될 수 있는 자료를 제공하고자 한다. 이는 차후 한옥 건립에 있어 각 건축재료 및 유닛 제품의 성능수준을 향상시키고, 시공성을 향상시키는 데 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

2. 연구의 방법 및 내용

2.1 연구의 범위

현재 국내 주거환경 기밀성 연구 동향을 살펴보면, Blower door를 이용한 국내 주거용 건물에 대한 기밀성평가 연구로서 주상복합, 공동주택, 단독주택 연구¹⁾, 초고층 주거건물에서의 기밀성 평가²⁾, 충청지역 단독주택 기밀성 평가³⁾, 고기밀 고단열 주택의 기밀성 평가⁴⁾ 등의 연구가 수행되었다.

공동주택을 비롯하여 단독주택에 대한 연구가 진행되었으며 주거의 기밀성 수준이 과거에 비해 개선 정도, 외국 수준과의 비교를 하고 있으며, 현대 주택이 성능 개선 여부를 분석하는데 초점이 맞추어져 있다. 그러나, 국내 주거 양식중 하나인 한옥에 대한 연구는 수행된 바 없는 것으로 파악되었다.

따라서, 대중화를 목표로 보급되는 국내 신한옥을 대상으로 현장 기밀성 평가를 실시하여 신한옥의 기밀성능이 다른 주거 형태와의 차이를 파악해 보고자 한다. 특히, 한옥은 기밀성능에 대한 별도의 평가기준이 없고 구법을 고려할 때 고기밀화를 장담할 수 없으므로 본 연구에서는 최근 시공되는 신한옥의 성능수준을 가름하고 그 전체적인 경향 분석을 연구의 범위로 하였다.

이와는 별도로 현재 실의 기밀성능에 영향을 미치는 부위에 대한 기여도 분석을 위해 표준 한옥 모델로 개발 중인 실험한옥(Mock-up)을 구축하여 기밀성능을 평가 중에 있다. 동시에 목재 변형에 따른 물리적 영향을 분석하기 위해 건축연도별 기밀성능 평가 연구를 진행하고 있

으며, 향후 추가로 구축될 실험한옥을 통해서도 이 부분에 대한 연구를 진행하여 한옥 성능 개선에 필요한 요소를 중점적으로 조사할 계획이다.

2.2 기밀성능 측정 및 평가방법 고찰

1) 기밀성능 측정방법

건물의 기밀성능 측정방법에는 크게 두 가지 방법으로 가스추적법(Tracer gas method)와 가압/감압법(pressurization/Depressurization Method)이 있다.

본 연구에서는 압력차 측정법인 가압/감압법을 활용하였다. 이 방법은 블로어 도어(Blower door)를 이용하여 실내외의 압력차를 임의상태로 조절한 후 공기유동량을 산정하는 방법으로 가스추적법에 비해 외기의 영향을 받지 않고 측정 및 평가를 할 수 있는 방법(ASTM E-779:10, ISO 9972(2006), CGSB 149.15(1996), KS L ISO 9972(2006))으로 알려져 있다.

이 방법은 개구부에 팬을 설치하여 가압하여 실내로 외기를 도입하거나 감압하여 실내 공기를 외부로 방출시켜 일정 압력에 대한 누기량을 산정하는 방법이다. 블로어 도어를 활용하여 기밀성능을 측정할 때는 일반적으로 실내의 압력차를 50Pa 또는 그 이상의 압력으로 가압하거나 감압한 후 팬 풍량을 5~10Pa 간격으로 낮추면서 각 압력차에서의 누기량을 측정하는 방법이다. 외기 조건의 영향을 받지 않도록 매우 큰 압력차를 실내에 발생시켜 측정한다는 점에서 현장 측정에 매우 유용한 장비라고 할 수 있다. 또한, 이 방법은 건물 전체나 부위별로 기밀성 측정이 가능하고 신속하게 측정이 이루어질 수 있다는 점에서 현재 거주자가 거주하는 주거의 측정에는 효율적인 방법이라고 할 수 있다.

2) 기밀성능 평가방법

기밀성능을 평가하기 위해 국제적으로 통용되는 평가 지표는 다음과 같다.

① CFM50

CFM50(Cubic Feet per Minute at 50Pa, ft³/min)은 블로어 도어를 이용하여 실내외 압력차가 50Pa로 유지하기 위해 실내로 불어넣거나 빼주는 기류량을 의미한다. 50Pa는 건물 주변에 약 20mph(약 9m/s)바람이 불어올 때에 해당하는 압력을 의미한다. 미터법을 사용하는 국가에서는 CFM50 대신에 CHM50(m³/hr)을 사용하기도 한다.

② ACH50

ACH50(Air Change per Hour at 50Pa, 시간당 환기회수, 회/hr)은 건물 내부에 인위적으로 ±50Pa의 차압이 유지될 때 발생한 침기 또는 누기량에 대한 시간당 환기회수를 나타낸 것이다. 이 방법은 크기와 형태가 다른 건물이나 공간의 기밀성능을 상호 비교하기 위한 지표로 쓰이고 있다. 수식은 다음과 같다.

$$ACH = \frac{CFM50 \times 60}{\text{실체적}} \quad \text{식(1)}$$

③ EqLA

1) 권오현 외, Blower Door를 이용한 국내 주거용 건물의 기밀도 실험 사례 분석, 대한건축학회 논문집, v.26권, n.7호, 2010.7

2) 조재훈, 초고층 주거건물에서의 단위세대 기밀성능 측정 및 평가, 대한건축학회 논문집, v.26권, n.10호, 2010.10

3) 윤종호 외, 충청지역 단독주택의 기밀성능 실측 연구, 한국태양에너지학회 논문집, Vol.28, No.5, 2008

4) 신우철 외, 고기밀 고단열 주택의 기밀성능에 관한 실험적 연구, 한국태양에너지학회 논문집, Vol.25, No.4, 2005

EqLA(Equivalent Leakage Area, 상당 누기 면적, cm²)는 캐나다의 NRC(Canadian National Research Council)에서 정립한 누기면적 척도로, 실내의 차압이 10Pa일 때 발생하는 누기량과 같은 양의 공기가 새는 sharpened-edged 오리피스(disk)의 단면적으로 나타낸 것이다.

④ ELA

ELA(Effective Leakage Area, 유효 침기 면적, cm²)는 미국의 LBL(Lawrence Berkeley Laboratory)에서 제안한 척도로 건물 내부에 4Pa의 차압이 발생할 경우 누기 풍량과 같은 공기가 새어 나가는 구멍의 크기를 Blower door Fan의 흡입구(Inlet)과 같은 크기의 special nozzle shaped 구멍으로 환산한 값이다.

⑤ ACH50/20

ACH50/20은 LBL 침기모델에서 ACH50을 교정상수(N)으로 나누어 산정한 지표로 평균침기회수라 한다. 여기서 N은 기상조건, 건물의 높이, 차폐물의 영향, 틈새형 형태에 따른 기준에 따라 그 값이 17~23까지 변하지만 일반적으로 20을 적용하고 있다.⁵⁾

$$ACH50/20 = \frac{ACH50}{20} \quad \text{식(2)}$$

⑥ NL

NL(Normalized Leakage Area, 단위 면적당 누기량)은 주거용 건물의 단위 바닥면적당 누기면적을 나타낸 것으로 다음 식으로 계산되며, 단위가 없는 무차원 수이다.

표 1. ASHRAE Standard 119-1988 침기등급

침기등급	최소 NL	최대 NL	ACH50
A	0	0.10	1
B	0.10	0.14	2
C	0.14	0.20	3
D	0.20	0.28	5
E	0.28	0.40	7
F	0.40	0.57	10
G	0.57	0.80	14
H	0.80	1.13	20
I	1.13	1.60	27
J	1.60	-	-

$$NL = 1000 \frac{ELA}{A} \left(\frac{H}{H_0} \right)^{0.3} \quad \text{식(3)}$$

여기서, A : 바닥면적(m²)

H : 층고(m)

H₀ : 기준높이(2.5m)

그런데 여기서, 단층주택(single-story house)의 경우에는 식(2)를 적용하여 NL을 산정⁶⁾하고 표1과 같은 건물 누기에 따른 등급으로 해당 건물의 등급평가를 할 수 있도록 하고 있다.

본 연구에서는 평가지표로 ACH50, ELA, ACH50/20(NL)을 활용하여 평가하였다.

3. 기밀성능 측정

3.1 신한옥 기밀성능 측정 개요

본 연구에서는 기밀성능 압력차 측정방법인 가압/감압법으로 Blower door tester 시스템을 이용하여 측정을 실시하였다. 측정기기는 캐나다 CGSB 149.15(1996)에서 제시하는 기밀도 측정방법에 따른 상용 Blower door 시스템으로 미국 Energy Conservatory사의 Minneapolis Fan Model 3을 사용하여 매뉴얼⁷⁾에 따라 진행하였다. 블로어 도어를 제어하기 위한 소프트웨어로는 TECTILE Express(version 4.0.10.0)를 사용하였다.

동시에 블로어 도어를 이용한 기밀성 측정과정에서 측정의 신뢰성을 유지하는데 필요한 권장 외기 온도와 풍속 조건을 준수하였다. CGSB 149.15 기준에 따르면, 온도조건은 외기온도가 5℃ 이상, 외부 풍속이 5.56m/s 이하의 조건에서 15~60Pa 범위에서 가압/감압하도록 제시되어 있다, 따라서, 실측 조건을 만족하는 조건에서 측정을 진행하였다.

측정 가압/감압 조건은 15~50Pa 범위로 하여 팬 풍량을 5Pa 간격으로 낮추면서 각 압력차에서의 누기량을 측정하였다. 실제 누기면적 EqLA 또는 ELA를 측정하기 위해서는 10Pa과 4Pa에서의 누기량을 측정하여야 하나, 블로어 도어를 이용하는 경우 이렇게 낮은 압력에 대한 누기량을 측정하는 것은 주변 기후 환경의 영향으로 측정이 어렵다. 따라서 10Pa과 4Pa에서의 누기량은 통계적 분석을 통해 추정으로 구하고 있다. 측정 50Pa부터 5Pa 간격으로 낮추어 가압/감압하면서 제시된 통계 그래프로부터 구할 수 있다.

다만, 한옥의 기밀성능을 측정하기 위해서 단위 세대 공간 개념으로 주출입구인 현관에 블로어 도어 팬을 설치하여 측정을 실시하려고 하였으나, 한옥 건축의 구조적 및 재료적 특성의 영향으로 현관에 팬을 설치하여 측정할 수 없는 실험 여건이 조성되었다. 그 이유로는 한옥의 경우 주요 건축 구조재인 목재와 지붕 하부의 서까래, 높은 목조 천장 마감, 회벽 마감 등의 재료적 특성으로 인해 현관에서 블로어 도어를 가동할 경우 평상시에는 육안으로 들어나지 않던 목재 톱밥 가루와 실내 공간을 메우는 현상이 발생하였다.

측정 대상 한옥이 모두 집주인이 거주하는 살림집인 특성을 고려할 때 거주자들이 측정을 거부하는 상황도 발생함에 따라 단위 세대 공간에 대한 평가는 현실적으로 불가능하였다. 반면, 침실 공간은 천장 구조가 외부로 들어나지 않도록 현대식 천장을 취하고 있고, 온열환경 조건에서 매우 중요한 공간이라는 판단에 측정 대상 공간을 침실로 한정하여 측정을 진행하였다. 따라서, 블로어 도어 팬은 거실과 침실로 통하는 침실문에 설치하여 외피로 새어나가는 누기량을 측정하고자 하였다.

그림 1은 기밀성 측정 장면과 단위 세대 측정에 제약이 된 거실 천장 모습을 나타낸 것이다.

⁵⁾ Alan Mier, Infiltration : Just ACH50 Divided by 20?, Home Energy Magazine, 1994

⁶⁾ Max H. Sherman, The Use of Blower Door Data, LBL Report No. 35173, 1998.03

⁷⁾ The Energy Conservatory, Minneapolis Blower Door Operation Manual for Model 3 and Model 4 Systems. The Energy Conservatory, 2010.

표 2. 측정 대상 한옥 침실 공간 건축 개요

행복마을 한옥 마을명	No	공간 구분	건물 개요						개구부 수 ⁴⁾
			바닥면적 (㎡)	외표면적 (㎡)	실 용 적 (㎡)	목구조 노출 여부 ¹⁾	부속실 여부 ²⁾	창호 종류 구분 ³⁾ (내창부터 외창 순으로)	
곡성금의	R1	방1	12.77	72.72	42.12	노출	-	pvc 복층유리(서)+목재(창호지+판유리)(여)	2
	R2	방2	8.26	44.82	20.33	비노출	불박이장(2)	pvc 복층유리(서)+목재(창호지+판유리)(여)	3
	R3	방3	11.90	68.52	38.56	노출	화장실	pvc 복층유리(서)+목재(창호지+판유리)(여)	2
여수봉림1	R4	방1	12.96	61.06	31.62	비노출	-	pvc 복층유리(서)+목재(창호지+판유리)(여)	1
	R5	방2	10.80	53.81	26.35	비노출	-	pvc 복층유리(서)+목재(창호지+판유리)(여)	1
여수봉림2	R6	방1	11.88	56.19	27.92	노출	-	pvc 복층유리(서)+목재(창호지+판유리)(여)	1
	R7	방2	13.50	65.15	31.73	비노출	반침	pvc 복층유리(서)+목재(창호지+판유리)(여)	2
보성삼정	R8	방3	11.40	59.79	31.01	노출	화장실,반침	pvc 복층유리(서)+목재(창호지+판유리)(여)	4
보성대은1	R9	방1	16.92	82.31	49.41	노출	-	목재 창호지(단)+목재(창호지+판유리)(여)	1
보성대은2	R10	방3	16.92	88.29	55.50	노출	화장실	목재 창호지(단)+목재(창호지+플라스틱)(여)	3
영암산정1	R11	방2	10.05	52.49	25.63	노출	다락,화장실	목재 창호지(서)+pvc 복층유리(서)	4
영암산정2	R12	방1	11.70	59.28	30.42	비노출	-	목재 창호지(서)+pvc 복층유리(서)	2
	R13	방2	9.00	49.20	23.40	비노출	다락,반침	목재 창호지(서)+pvc 복층유리(서)	4
	R14	방1	11.90	35.88	30.95	노출	-	pvc 복층유리(서)+목재(창호지+판유리)(여)	2
영암모정1	R15	방2	5.85	48.09	15.20	노출	화장실	pvc 복층유리(서)+목재(창호지+판유리)(여)	3
	R16	방1	8.98	49.16	23.34	노출	-	pvc 복층유리(서)+목재(창호지+판유리)(여)	3
영암모정2	R17	방2	10.80	55.26	27.54	비노출	화장실	pvc 판유리(서)+pvc 복층유리(서)	3
강진월남1	R18	방1	12.43	78.41	35.78	노출	반침	목재 창호지(단)+목재(창호지+판유리)(여)	4
	R19	방2	11.78	63.13	33.93	노출	화장실	목재 창호지(단)+목재(창호지+판유리)(여)	3
	R20	방1	19.89	89.28	54.70	노출	화장실	목재 판유리(서)+pvc 복층유리(서)	4
강진안풍1	R21	방3	10.44	56.63	28.71	노출	다락	목재 판유리(서)+pvc 복층유리(서)	3
	R22	방2	11.88	59.64	30.89	비노출	반침	pvc 판유리(서)+pvc 복층유리(서)	2
	R23	방3	13.50	66.69	36.45	비노출	-	pvc 판유리(서)+pvc 복층유리(서)	2
강진안풍2	R24	방1	12.35	65.18	35.20	노출	-	pvc 판유리(서)+pvc 복층유리(서)	2
	R25	방2	13.75	81.93	39.18	노출	화장실	pvc 판유리(서)+pvc 복층유리(서)	3
장성자풍1	R26	방1	12.35	65.18	35.20	노출	-	pvc 판유리(서)+pvc 복층유리(서)	2

1) 목조 구조 노출 여부 : 주요 구조부(보, 기둥, 도리 등)를 노출한 경우와 마감재료(벽지)를 통해 비노출 한 경우로 구분

2) 부속실 여부: 침실에 부속된 화장실 및 다락방의 출입문 여부

3) 창호 종류 구분 : (서)미서기창, (여)여닫이, (단)미닫이로 구분

4) 개구부 수 : 침실에서 통하는 창호, 화장실, 다락, 반침, 불박이장 등의 수를 합한 수

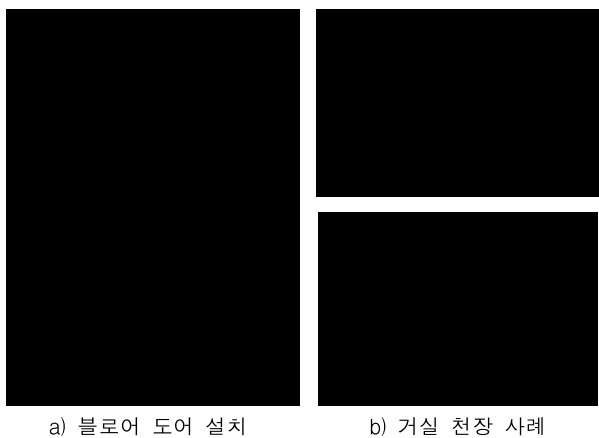


그림 1. 기밀성 측정 장면

3.2 측정 대상 한옥

측정 대상이 된 신한옥은 전라남도 행복마을 한옥 중
에서 선정하였다. 2007~2010년 완공된 한옥 중 총 517동
에 대한 도면 분석과 현장 방문을 통해 전통한옥에 가까

운 유형보다는 거실 중심의 신한옥 유형의 한옥을 선정
하고자 하였다. 그 과정에서 마을 추진위원장을 통해 마
을 전체 한옥 조성 계기와 전체적인 조성 현황 및 주요
건축마감재료 등에 대한 설명과 함께 거주자 직접 면담
을 통해 측정 대상 한옥을 선별하는 작업을 진행하였다.

대상 한옥 선별은 다음과 같다.

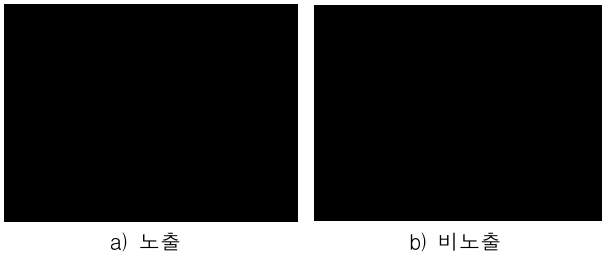
- ① 거실에서 침실로 직접 통하는 거실 중심의 평면
- ② 거주인의 지속적으로 기거하는 생활 한옥
- ③ 이중창 이상의 창호 구조 시공 한옥
- ④ 현관 출입구가 있는 한옥

총 9개 한옥마을 중 16동을 선정하였다. 우선 측정 대
상 한옥의 경우 주목할 사항으로는 행복마을 한옥의 경
우 조성과정에서 한옥마을 외부 전경의 통일성을 부여하
기 위해 전라남도청에서 한옥 시공업체를 지정하여 시공
하되, 한옥마을 조성과정에서 추진위원장을 중심으로 비
교적 동일한 평면 및 벽체 구조 형식을 띤다는 것이다.
거주인의 성향에 따라 개인차가 있겠지만 마을별로 어느
정도는 일관성 있는 모습을 갖도록 시공하는 추세이므로
측정 대상으로 선정된 한옥은 대상 한옥마을의 한옥을
어느 정도는 대표한다고 볼 수 있다.

본 연구에서 필요로 하는 침실 공간의 건축적 요소를 분석하고 그 내용은 표2에 정리하였다. 침실 중에서도 기밀성능 측정에 영향을 줄 수 있는 요소를 배제하기 위해 가구가 적고 취침 행위가 발생하는 공간을 선택하였다. 그 결과, 대부분의 한옥이 평균 2~3개 정도의 침실을 두고 있으나, 측정 세대에 따라 침실 개수가 조정되었다.

바닥면적은 침실 공간의 실제 바닥 표면적을 산정하였고, 외표면적은 침실 공간을 중심으로 외벽, 내벽, 천장, 바닥 모든 면적을 합산하여 산정하였다. 그 이유로는 한옥의 경우 목재 구조재와 각 벽체의 이질재 접합부의 특성이 감안되어야 하기 때문이다. 실제적은 실내 안목 높이치수를 직접 실측하여 산정하였다.

목구조 노출 여부는 주요 구조부인(보, 기둥, 도리 등)의 부재가 실내로 노출된 경우와 노출하지 않고 천장재와 벽지 등으로 마감하여 비노출한 경우로 구분하였다(그림 2). 벽 마감 재료는 대부분의 경우 벽지를 사용하고 있으며, 일부 세대에서는 미장 마감재를 노출한 공간도 확인되었다. 천장 마감은 벽지를 활용한 경우와 편백나무를 활용한 경우로 확인되었다. 침실 공간에 딸린 부속실에 대한 분류는 화장실 출입문이 있는 경우, 천장 다락 출입구, 옷장으로 활용되는 반침(불박이장)이 있는 경우를 부속실이 있는 경우로 간주하여 분류하였다(그림 3).



a) 노출 b) 비노출

그림 2. 목구조 노출 여부



a) 천장 다락문 b) 반침

그림 3. 부속실(화장실, 반침 등)



a) pvc복층유리 미서기창 b) 목재(창호지) 미닫이 + 목재(창호지+띠살+판유리) 여닫이

그림 4. 창호 모습

표 3. 측정 대상 한옥 평면

a) 곡성 금의-1	b) 여수 봉림-1
c) 여수 봉림-1	d) 보성 삼정-1
e) 보성 대은-1	f) 보성 대은-2
g) 영암 산정-1	h) 영암 산정-2
i) 영암 모정-1	j) 영암 모정-2
k) 강진 월남-1	l) 강진 월남-2
m) 강진 안풍-1	n) 강진 안풍-2
o) 장성 자풍-1	p) 장성 자풍-2

실의 기밀성능에 많은 영향을 미치는 개구부로서의 창
의 종류는 창호의 개폐 유형(미서기(서), 여닫이(여), 미닫
이(닫))과 창호 부재 들의 재질(PVC, 목재), 창호 재질(복
층유리, 판유리, 창호지, 플라스틱)에 따라 분류하여 정리
하였다. 현재 가장 많이 사용되는 방식은 내측부터 pvc
복층유리 미서기창에 창호지와 락, 판유리 순으로 부착
된 목재 여닫이창이 함께 시공된 이중창 구조로 확인되
었다. 그 외에도 pvc 판유리(서)+pvc복층유리(서) 이중창
구조, 목재 창호지(서)+pvc 복층유리(서), 목재 판유리
(서)+pvc 복층유리(서), 목재 창호지(닫)+목재(창호지+유
리)(여) 구조로서 모두 이중창 구조의 창호이다.

개구부 수는 침실 경계 면에 존재하는 출입문, 창호,
반침, 다락 등의 모든 수를 합산하여 기록하였다.

표 3은 측정이 실시된 각 신한옥의 평면도와 침실 위치를
나타낸 것이다. 표 2에 기술한 번호순에 따라 도면에 표시하
였다. 장성 자풍의 경우에는 평면이 같은 두 집을 측정하게
되어 한 평면도에 함께 표시하였다.

4. 결과 분석 및 고찰

4.1 기밀성능 분석

1) ACH50 분석

측정 대상 한옥 침실에 대한 기밀성능 측정 결과로 감
압, 가압, 평균(감압과 가압) 값으로 시간당 환기회수를
의미하는 ACH@50Pa를 그림 5에 나타내었다.

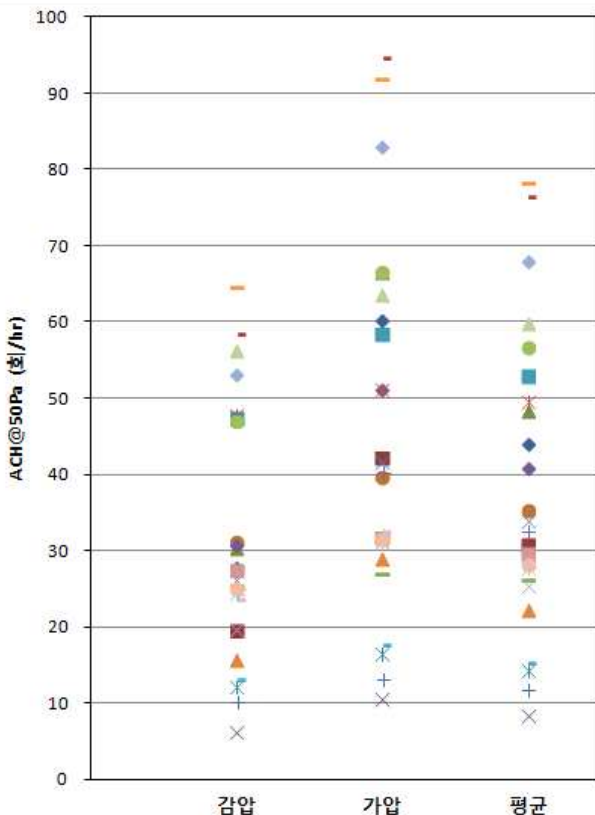


그림 5. 측정 침실 공간의 ACH50

감압의 경우 6.3~64.7 ACH50 범위, 가압의 경우 10.
6~94.8 ACH50 범위, 평균값은 8.42~78.38 ACH50로서
매우 넓은 범위에서 환기회수 분포 값이 확인되었다.

그림 5를 보면, 각 침실 공간별로 가압시와 감압시 측
정치 편차를 보이며 가압을 하는 경우가 감압을 하는 경
우보다 ACH50이 높게 나타나고 있다. 가압시와 감압시
측정치의 차이가 나오는 이유를 분석하기 위해 유효침기
면적 ELA(cm^2)를 표 4에 정리하였다. 유효침기면적은 건
물 내부에 4Pa의 차압이 발생할 경우 누기 풍량과 같은
공기가 새어 나가는 구멍의 크기를 Blower door Fan의
흡입구(Inlet)과 같은 크기의 special nozzle shaped 구멍
으로 환산한 값이다. 따라서, 이 값이 크다는 것은 침기
가 발생하는 면적이 넓어진다는 것을 의미한다. 표 4에서
보는 바와 같이, 모든 측정 공간에서 감압시보다 가압시
유효침기면적이 높아지는 것으로 보아 외기를 침실 외부
에서 흡입시키는 경우보다 공간의 내기를 외부로 밀어낼
때 실 공간의 침기가 더 많아지는 것으로 확인되었다.

표 4. 측정 침실 공간별 감압 및 가압시 유효침기면적

구분	유효침기면적(cm^2)		
	감압	가압	평균
R1	276.5	741.6	509.0
R2	94.4	253.7	174.1
R3	322.1	704.7	513.4
R4	31.7	81.0	56.4
R5	54.3	109.9	82.1
R6	217.6	295.8	256.7
R7	64.8	112.9	88.9
R8	458.1	819.5	638.8
R9	287.0	406.1	346.5
R10	442.3	817.2	629.8
R11	332.3	402.9	367.6
R12	112.3	238.0	175.2
R13	132.1	259.2	195.6
R14	370.2	396.9	383.6
R15	151.8	270.8	211.3
R16	132.7	243.0	187.9
R17	88.4	103.2	95.8
R18	622.0	964.0	793.0
R19	443.7	837.6	640.7
R20	360.1	438.2	399.2
R21	432.5	457.9	445.2
R22	132.5	230.8	181.6
R23	194.3	319.3	256.8
R24	169.9	277.9	223.9
R25	217.2	346.4	281.8
R26	162.7	276.3	219.5

또한, 측정 공간별로 가압 및 감압시 편차와 ACH50
평균치와의 관계를 분석하였다. 그 결과 강한 선형관계를
나타내지는 않으나 가압과 감압간의 편차가 커질수록
ACH50 수치가 증가하는 경향을 타내고 있다(그림 6).
즉, 가압시와 감압시 편차가 커지는 것은 실의 전체적인
환기회수에도 영향을 미치고 있음을 알 수 있으며, 이후
진행되는 실의 전체적인 특성 분석에는 평균값을 적용하
여 분석하였다.

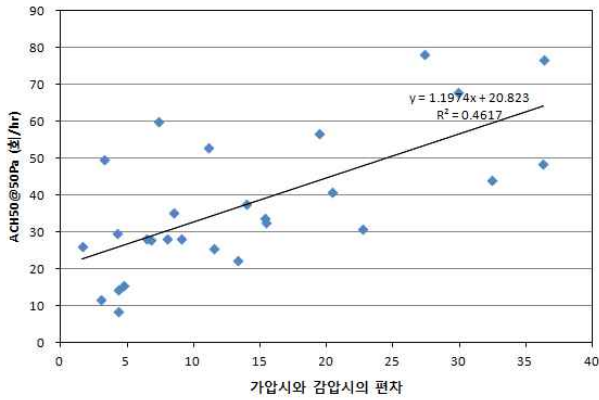


그림 6. 가압·감압 편차 대비 ACH50

ACH50을 10 단위로 구간을 나누어 빈도에 대한 백분율로 분석하기 위해 그림 7에 도식화한 결과, 21~30 ACH50이 빈도 8건(31%), 31~40 ACH50이 4건(15%), 41~50 ACH50이 4건(15%) 순으로 나타났다. 다른 침실 공간에 비해 상대적으로 기밀하다고 판단할 수 있는 10 ACH50이하의 1건(4%), 10~20 ACH50이 3건(11%)로 확인되었다. 주요 목구조부에 이질재료로 시공되는 한옥 벽체 건축의 특성상 온열환경 조건에서 높은 기밀성을 요하는 침실 공간이라 할지라도 비교적 낮은 기밀성능을 보이는 결과라 할 수 있다.

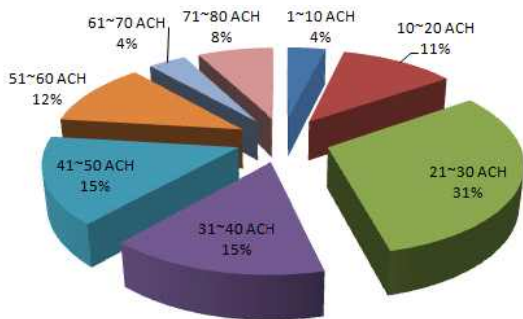


그림 7. ACH50의 구간별 분포 현황

현장 측정결과에 대한 결과값의 검증은 각 대상 공간에서 실시된 감압 및 가압 측정에 의한 누기량 그래프로부터 도출된 압력차 지수(n)에 의하여 판단하게 된다. ASTM 779에 따르면, 압력차 지수 값이 0.5미만이거나 1보다 큰 경우에는 유효한 결과로 보지 않는다. 본 연구에서 진행된 26개 침실 공간에 대한 압력차 지수는 감압의 경우 0.542~0.756, 가압의 경우 0.516~0.646으로 모든 측정 결과가 정상 범위에 분포하는 것으로 확인되었다.

2) 외표면적·바닥면적·체적 요인 분석

측정 대상 공간의 기밀성능에 영향을 미칠 수 있는 요소를 분석하기 위해 외표면적, 바닥면적, 체적 등의 변수와의 상관관계 분석을 진행하였다. 그림 8은 외표면적에 대한 ACH50의 상관관계 분석 결과이다. 그림에서 보는 바와 같이, 외표면적에 면적 크기에 대해 전체 ACH50은

특별한 상관관계를 보이지 않는 것으로 나타났다. 현재 측정 대상이 된 한옥의 침실은 한옥마다 각기 다른 실내 마감 조건으로 외표면적, 체적, 바닥면적과 같은 변수 조건은 한옥침실의 기밀성능 평가치와의 상관관계에서 높은 설명력을 보이지 못하는 것으로 확인되었다. 따라서, 해당 본문에는 체적과 ACH50, 바닥면적과 ACH50 간의 상관관계 분석 그래프는 삽입하지 않았다.

침실 공간의 바닥면적, 외표면적, 체적 변수가 시간당 환기수에 대한 충분한 설명력을 보이지 않음에 따라 각 침실 공간의 전체적인 ELA(유효침기면적)에 따른 ACH50의 상관관계를 분석을 진행하였다(그림 9). 전체적으로 실의 유효침기면적이 증가할수록 ACH50이 선형적으로 증가하는 것으로 나타났다($R^2=0.7135$). 이는 실의 유효침기면적에 영향을 미치는 요소가 있음을 의미하므로 실의 경계면 조건에 해당하는 변수에 대한 분석의 필요성을 의미한다.

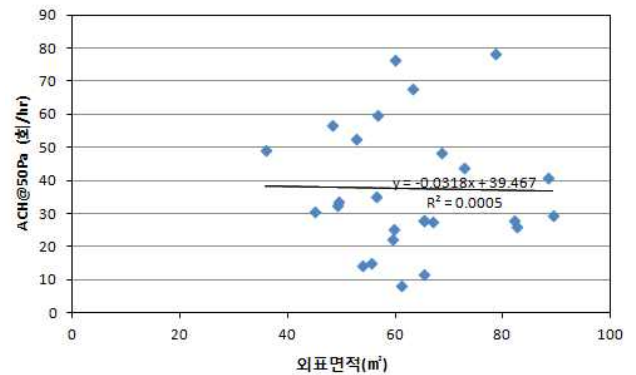


그림 8. 외표면적에 대한 ACH50

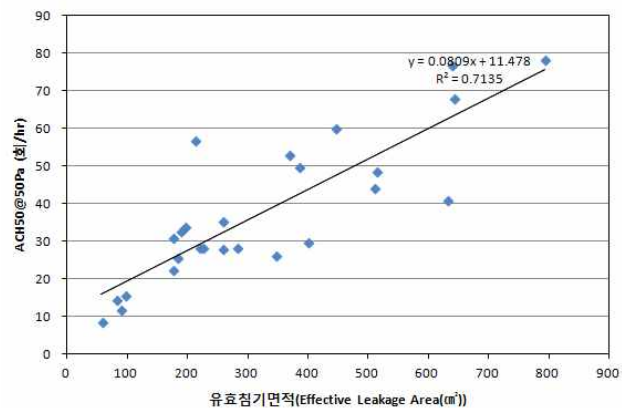


그림 9 유효침기면적에 따른 ACH50

3) 실내 마감 조건에 따른 기밀성능 분석

2)항에서 언급한 바와 같이 외표면적, 바닥면적, 체적과 같은 변수 조건은 한옥 침실의 기밀성능 평가에 유의미한 설명력을 보이지 않으므로, 실의 마감 조건(주요 구조부 노출 현황, 부속실 유무, 창호 유형, 개구부 수)에 대한 변수를 지정하여 이러한 조건이 실의 기밀성능에 미치는 영향을 분석하였다. 이를 위해 표 2의 내용에 기반

하여 실내 마감 조건 표 5를 작성하였다.

표 5. 실내 마감 조건 표

구분	노출여부	부속실	창호구분 ¹⁾	개구부 수 ²⁾
R1	○		3	2
R2		○	3	3
R3	○	○	3	2
R4			3	1
R5			3	1
R6	○		3	1
R7		○	3	2
R8	○	○	3	4
R9	○		4	1
R10	○	○	3	3
R11	○	○	4	4
R12			4	2
R13		○	4	4
R14	○		3	2
R15	○	○	3	3
R16	○		3	3
R17		○	1	3
R18	○	○	5	4
R19	○	○	5	3
R20	○	○	2	4
R21	○	○	2	3
R22		○	1	2
R23			1	2
R24	○		1	2
R25	○	○	1	3
R26	○		1	2

1) 창호 구분 번호(실내측에서 실외측 방향으로)

- 1 : pvc 판유리(서)+pvc 복층유리(서)
- 2 : 목재 판유리(서)+pvc 복층유리(서)
- 3 : pvc 복층유리(서)+목재(창호지+판유리)(여)
- 4 : 목재 창호지(서)+pvc 복층유리(서)
- 5 : 목재 창호지(단)+목재(창호지+판유리)(여)
- (서) 미서기 (여) 여단이 (단) 미단이

2) 개구부 수 : 창호+문+다락+반침 수

노출 여부는 주요 구조부인(보, 기둥, 도리 등)의 부재가 실내로 노출된 경우와 노출하지 않고 천장재와 벽지 등으로 마감하여 비노출한 경우로 구분하였다(그림 2).

부속실에 대한 분류는 화장실 출입문이 있는 경우, 천장 다락 출입구, 옷장으로 활용되는 반침(불박이장)이 있는 경우를 부속실이 있는 경우로 간주하여 분류하였다(그림 3).

실의 기밀성능에 많은 영향을 미치는 개구부로서의 창호의 종류는 선행 연구⁸⁾를 고려하여 순번을 정하였다. 이 연구에 따르면, 현장 실험 조건에서 복층유리 pvc구조가 창호지 바른 목재창 구조보다, 미서기창이 여단이창과 미단이창보다 상대적으로 우수한 것으로 나타났다. 따라서, 이러한 점들을 고려하여 비교적 차음성능이 우수하다고 판단되는 복층유리 미서기창, 목재 여단이창, 목재 미단이창 순으로 창호 구분 번호를 결정하였다. 그 결과 1구조는 pvc 판유리(서)+pvc복층유리(서) 이중창 구조, 2구조는 목재 판유리(서)+pvc 복층유리(서), 3구조는 pvc 복

층유리(서)+목재(창호지+판유리)(여), 4구조는 목재 창호지(서)+pvc 복층유리(서), 5구조는 목재 창호지(단)+목재(창호지+판유리)(여) 구조로 순번을 부여하였다.

개구부 수는 침실에 면한 모든 요소의 수로 출입문(화장실), 창호, 반침, 다락 등의 모든 수를 합산하여 기록하였다. 침실 출입문은 블로어 도어를 설치하는 위치로 기밀성능 측정에 영향을 주는 요소가 아니므로 수에서 제외하였다.

위 조건에 따라 분석한 ACH50에 대한 각 공간별 순위 및 경향을 표 6에 나타내었다. 한옥 구조의 특성인 목구조부가 육안으로 노출되는 경우 노출 정도에 따라 차이가 있겠으나, 노출되지 않은 경우에 비해 노출되는 경우가 ACH50이 증가하는 것으로 나타났다. 또한, 부속실과 개구부 수의 관계를 검토한 결과, 부속실과 개구부 수가 많은 침실일수록 ACH50이 증가하는 것으로 나타났다. 창호를 종류별로 구분한 경우에는 1~4구조가 모두 pvc 복층유리를 포함하고 있는 구조이므로 고르게 순위에 랭크되었으나, 목재 여단이 창과 미단이 창이 사용된 구조는 가장 취약한 것으로 분석되었다.

표 6. 실내 마감 조건에 따른 ACH50 비교

ACH50 (회/h)	노출여부	부속실	창호구분	개구부수	순위
8.42			3	1	R4
11.77		○	3	2	R7
14.36			3	1	R5
15.45		○	1	3	R17
22.28			4	2	R12
25.46		○	1	2	R22
26.24	○		5	1	R9
27.84			1	2	R23
28.12	○		1	2	R26
28.23	○	○	1	3	R25
28.32	○		1	2	R24
29.64	○	○	2	4	R20
30.83		○	3	3	R2
32.63	○		3	3	R16
33.90		○	4	4	R13
35.40	○		3	1	R6
40.89	○	○	5	3	R10
44.01	○		3	2	R1
48.53	○	○	3	2	R3
49.54	○		3	2	R14
52.93	○	○	4	4	R11
56.84	○	○	3	3	R15
59.85	○	○	2	3	R21
67.95	○	○	5	3	R19
76.63	○	○	3	4	R8
78.38	○	○	5	4	R18

전체적인 침실의 기밀성능 경향은 실내 마감 조건에 따라 목구조부가 노출될수록, 부속실이 많을수록, 목재 여단이와 미단이 이중창구조 시공될수록, 창호수가 많을수록 기밀성능이 저하하는 것으로 나타났다.

이러한 점을 고려할 때 한옥에서의 접합부 틈새 문제는 기밀성능뿐만 아니라 단열성능, 차음성능과도 밀접한

8) 이주엽 외, 한옥 구성 부재의 차음성능 평가에 관한 실험적 연구, 한국소음진동공학회 추계학술발표대회, 2012

관계가 있으므로 주요 기밀 부위에 대한 상세한 분석이 필요하다. 그러나, 각 한옥별로 주요 건축적 제원이 모두 상이하고 살림집으로 거주자가 계속 상주하며 한옥별로 정확한 설계도서가 없으므로 모든 접합부 길이, 틈새 특성 분석을 실시하기에는 현실적인 어려움이 있다. 따라서, 본 연구에서는 측정 한옥 중 비교적 기밀성능이 상대적으로 우수하게 나오는 한옥 중심으로 기밀 부위를 판별하기 위해 적외선 열화상 분석을 통해 침기 및 열교 가능부위를 분석하였고, 그 내용은 4.2절에 정리하였다.

4.2 기밀성능 기준과의 비교

신한옥 침실 공간의 침기등급 평가를 실시하였다. 비록 대상 한옥 공간이 단위세대가 아닌 침실 공간이므로 다음에 제시하는 침기등급 결과가 한옥 전체의 기밀성능을 보여주는 것이 아니지만, 침실은 한옥 내부에서 가장 개인적이고 기밀성을 요하는 공간이므로 기밀성 향상을 위해 필요한 분석이라 판단하였다(표 7).

표 7. 측정 대한 한옥 침실의 침기등급

구분	ACH50 (회/h)	유효침기 면적,ELA (cm ²)	표준침기 LN ACH50/20	침기등급
R1	44.01	509.0	2.20	J
R2	30.83	174.1	1.54	I
R3	48.53	513.4	2.43	J
R4	8.42	56.4	0.42	F
R5	14.36	82.1	0.72	G
R6	35.40	256.7	1.77	J
R7	11.77	88.9	0.59	G
R8	76.63	638.8	3.83	J
R9	26.24	346.5	1.31	I
R10	40.89	629.8	2.04	J
R11	52.93	367.6	2.65	J
R12	22.28	175.2	1.11	H
R13	33.90	195.6	1.70	J
R14	49.54	383.6	2.48	J
R15	56.84	211.3	2.84	J
R16	32.63	187.9	1.63	J
R17	15.45	95.8	0.77	G
R18	78.38	793.0	3.92	J
R19	67.95	640.7	3.40	J
R20	29.64	399.2	1.48	I
R21	59.85	445.2	2.99	J
R22	25.46	181.6	1.27	I
R23	27.84	256.8	1.39	I
R24	28.32	223.9	1.42	I
R25	28.23	281.8	1.41	I
R26	28.12	219.5	1.41	I
평균	37.48	321.3	1.87	J

분석 결과, 표준침기 LN은 0.42~3.92까지 매우 넓은 범위의 값이 도출되었다. 등급별로는 침실 대부분 공간 중 최상위 등급은 F 등급으로서 1곳(4%)이며, 과반에 해당하는 13곳(50%)이 최하위 J등급 이상으로 분류되었다. 현대주택과 한옥 주택의 구축 방식이 다르므로 직접적인 비교는 어려우나, 평균 LN인 1.87로서 국내에서 측정된

단독주택에 관한 연구 결과⁹⁾인 평균 0.82와 주거용 건물 단독주택 연구 결과¹⁰⁾인 0.65와 비교하면 높은 값을 보이고 있어 기밀성이 상대적으로 취약한 것으로 나타났다.

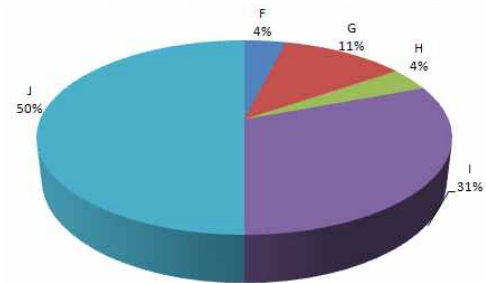


그림 10. 침기등급 분포

ASHRAE에서는 각 등급별로 A(airtight, 매우 기밀, 전반적인 기계 환기가 필요한 수준), B&C(quite tight, 상당히 기밀, 환기시스템 필요), D&E(leaky, 공기 누설이 있는 상태, 약간 환기가 필요), F&G(sufficiently leaky, 상당히 누설이 있는 상태, 기계 환기 불필요) 수준으로 판단하고 있으며, H등급(환기 필요 없음, 기밀성 향상 필요) 위로는 비용 대비 효율이 높은(cost-effective) 기밀성 향상이 필요한 등급으로 제시하고 있다¹¹⁾. 이러한 측면에서 볼 때 대상 한옥 침실은 전체적으로 기밀성능 향상이 필요한 공간이라고 할 수 있다.

한옥의 특성을 고려하여 기밀성능 결과를 분석하면 침실보다 채적이 훨씬 크고 지붕 하부 서까래를 비롯한 당골막이, 목재와 창호 등 주요 구조부의 노출이 심한 거실을 포함하는 단위 세대 공간의 기밀성능을 평가 결과를 예상한다면 침실의 기밀성능보다 더 저하할 것으로 판단되며, 침기등급 F~H인 경우도 단위 세대에서는 더욱 저하할 것으로 예상된다.

측정 결과로부터 비교적 상위 등급을 확보한 실과 등급내(I등급)의 결과를 얻은 실의 특성을 비교하기 위해 열화상 분석을 통해 실간 비교를 진행하였다.

가장 상위 등급인 F등급을 확보한 R4의 경우 목재 노출 및 부속실이 없으며, pvc 복층유리 미서기 내창의 조건으로 타 조건의 침실에 비해 기밀성 측면에서는 가장 나은 성능을 보이는 공간이다. 실 공간 내에서 침기가 가장 많이 발생할 수 있는 위치 분석을 실시하였고, 그림11은 R4 침실의 촬영된 침기 부위에 대한 사진이다.

2면 모서리와 3면 모서리 부위에서 타 부위에 비해 상대적으로 낮은 표면온도 분포를 보이고 있다. 결과 발생 가능성 평가인 내표면 온도차 비율¹²⁾로 평가를 해 보았

9) 윤종호 외, 충청지역 단독주택의 기밀성능 실측 연구, 한국태양에너지학회 논문집, Vol.28, No.5, 2008

10) 권오현 외, Blower Door를 이용한 국내 주거용 건물의 기밀도 실측 사례 분석, 대한건축학회 논문집, 2010.7

11) Max H. Sherman, The Use of Blower Door Data, LBL Report No. 35173, 1998.03

12) KS F 2829:2005 적외선 촬영법에 의한 건축물 단열서은 측정 방법, 한국표준협회

을 때 0.43으로 “매우불량”에 해당하는 평가값을 확인할 수 있다. 표면 온도가 낮게 나타나는 것으로 단열설계 측면에서 충분한 열적 성능을 확보하지 못하였기 때문이기도 하지만 외벽 부재 및 천장 부재가 기밀하지 시공되지 않았기 때문이기도 하다. 오히려 벽체와 창호 접합부의 경우 높은 내표면 온도를 보이는 것으로 분석되었다. 창호의 경우에는 두쪽 미서기가 서로 겹치는 부위에 틈새가 있으며 이 부위를 통해 침기가 발생하는 것으로 분석되었다.

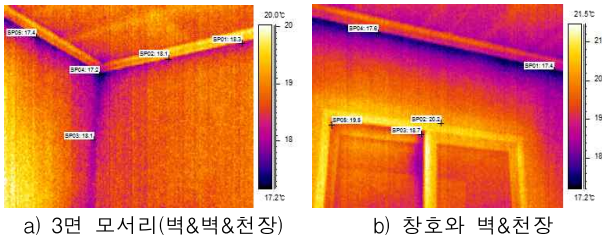


그림 11. 열화상 분석 예(R4)

침기등급 중 J등급을 제외한 가장 하위 등급인 I등급(27 ACH, 31%)에 해당하는 8개 침실 중 한 군데인 R22의 열화상 분석 내용을 그림 12에 나타내었다.

전체적으로 2면 모서리와 3면 모서리 부위가 매우 낮은 표면 온도를 보이며 침기 및 결로 발생 가능성이 높은 것으로 확인되었다. 창호의 경우에는 두쪽 미서기가 겹치는 부위에서 온도가 저하하는 것을 확인할 수 있다.

열화상 분석 대상이 된 R4, R22는 침기등급 내로 평가 받은 침실 공간으로 목구조를 노출하지 않은 공간으로 각 수평부재와 수직부재 접합부를 비롯한 실내를 벽지로 마감한 공통된 특징이 있다. R22가 R4에 비해 창호의 수가 1개, 부속실(반침)이 더 있다는 점이 상대적으로 실의 기밀성능이 저하하고 있다는 것을 확인할 수 있다.

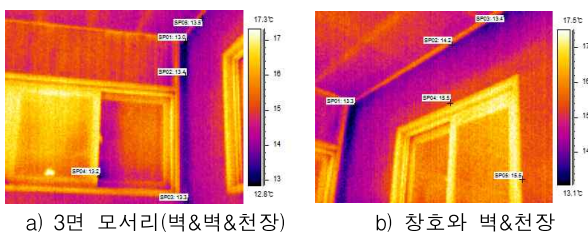


그림 12. 열화상 분석 예(R22)

침실의 조건이 모두 상이하므로 모든 실의 직접적인 비교를 할 수 없으나, 공통된 특징으로는 2면, 3면 모서리 부위와 창쪽 접합 부위가 열류의 이동이 많이 발생하는 위치로 확인되었고, 기밀성능 향상이 요구되는 부위라 할 수 있다.

현대인들의 주택에 대한 성능 요구 수준을 고려할 때 기밀성이 취약하다는 것은 건물의 열교 문제로 인한 단열 조건 개선에 대한 요구가 필요할 수밖에 없는 엄연한 사실이다. 특히, 겨울철 연료비에 대한 부담을 고려한다면 한옥의 기밀성은 여러모로 개선되어야 할 부분이 많다고 판단된다.

이와 관련하여 국내의 많은 연구자들이 한옥의 성능 개선을 위해 목조 구조 부재 뿐만 아니라 벽체, 창호, 바닥, 지붕 등을 비롯한 각종 요소 부재에 대한 연구를 진행하고 있다. 특히, 접합부 시공성 확보는 기밀성능 및 단열성능을 향상시키는 데 매우 중요한 요소라 할 수 있다. 따라서, 오랜 시절 우리의 전통 건축 양식으로서 명맥을 유지해 온 한옥이 향후 현대인들에게 보급형 한옥으로서 대중성을 갖기 위해서는 성능 개선 연구가 지속되어야 할 것이다.

5. 결 론

본 연구는 고기밀화 되어가는 현대 주택과는 달리 기밀성능이 비교적 취약한 신한옥의 새로운 성능기준 수준을 설정하는데 그 의미가 있다. 이를 위해 Blower door test에 의한 압력차 측정법을 이용하여 전라남도 행복마을 신한옥 16동의 침실 26개 구조에 대한 기밀성능 측정 평가를 실시하였다.

본 연구를 통해 도출된 결과를 정리하면 다음과 같다.

1) 측정 대상 한옥 침실 공간에 대한 50Pa의 차압조건에서의 누기량을 나타내는 ACH50의 경우 감압/가압 평균값이 8.42~78.38의 범위로서 실에 따라 매우 큰 편차를 가지는 것으로 나타났다. 전체 조사 대상에서 3~40 ACH50(31%), 4~50 ACH50(15%), 5~60 ACH50(15%) 순으로 나타나 기밀성을 요하는 침실 공간이라 할지라도 비교적 낮은 기밀성능을 보이는 것으로 판단된다.

2) 측정 대상 공간의 외표면적, 바닥면적, 체적 등의 변수와 ACH50의 상관성을 분석한 결과, 특별한 상관관계를 보이지 않는 것으로 나타났다.

3) 실의 마감 조건(주요 구조부 노출 현황, 부속실 유무, 창호 유형, 개구부 수)에 대한 변수를 지정하여 이러한 조건이 실의 기밀성능에 미치는 영향을 분석한 결과, 침실의 기밀성능은 실내 마감 조건에 따라 목구조부가 노출될수록, 부속공간 출입구가 많을수록, 목재 여단이와 미단이 이중창 구조가 시공될수록, 창호수가 많을수록 기밀성능이 저하하는 경향을 보이고 있다.

4) 표준침기 LN(ACH50/20)에 대한 분석 결과, 0.42~3.92까지 매우 넓은 범위의 값이 도출되었다. 등급별로 F등급(4%), G등급(11%), H등급(4%), I등급(31%), J등급 이상(50%)으로 나타났다. 과반에 해당하는 13곳이 최하위 J등급 이상으로 분류되었다. 현대 단독주택에 대한 연구결과와 비교시 신한옥이 기밀성에서 취약한 것으로 판단된다.

본 연구 결과는 단위세대가 아닌 침실 공간에 대한 결과로 한옥의 특성을 고려할 때 침실보다 체적이 훨씬 크고 주요 구조부의 노출이 심한 거실을 포함하는 단위 세

대 공간의 기밀성능을 평가 결과를 예상한다면 침실의 기밀성능보다 더 저하할 것으로 예상된다. 그러나, 정확한 성능 수준을 판별하기 위해서는 추후 거실 공간을 포함하는 기밀성 평가를 진행하여 비교 분석을 진행할 필요가 있다고 판단된다.

또한 앞서 언급한 바와 같이 한옥에서의 접합부 틈새 문제는 기밀성능뿐만 아니라 단열성능, 차음성능과도 밀접한 관계가 있으므로 주요 기밀 부위에 대한 상세한 분석이 필요하다. 따라서, 한옥의 성능테스트를 위하여 구축된 실험한옥(Mock-up)을 대상으로 실의 기밀성능에 영향을 미치는 부위에 대한 기여도 분석과 목재 변형에 따른 건축연도별 기밀성능 변화 추이를 분석할 계획이다. 동시에 한옥 성능 개선에 필요한 요소를 중점적으로 분석하여 시공법의 개선을 도모할 계획이다.

현장 측정 조사 과정 거주자와의 면담 과정에서 보면, 상당수의 거주자는 한옥 접합부 틈새에 대한 불만은 있으나 한옥이 가진 구법상의 특수성과 공기질과 관련한 친환경성에 대해서는 매우 긍정적인 인식을 갖고 있기에 쾌적성 평가를 통해 열적 성능과 쾌적성과의 관련성에 대한 연구도 진행할 계획이다.

건축물의 기밀성능은 정확한 설계도면, 시공과정에서의 시공성, 현장 여건 등에 의해 차이가 있으므로 본 연구 결과를 한옥의 대표적인 기밀성능으로 활용하기에는 한계가 있다. 이는 현재 신한옥에 적용 가능한 적정 성능기준이 마련되어 있지 않기 때문이다. 따라서, 지속적인 연구를 통해 한옥의 특성을 고려한 기밀성능 기준을 수립하는 연구가 진행되어야 할 것이다.

후 기

본 연구는 국토해양부 첨단도시개발사업의 연구지원비(과제번호 : 10첨단도시 B01)에 의해 수행되었습니다. 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. 권오현, 김진효, 김민휘, 석윤진, 정재원, “Blower Door를 이용한 국내 주거용 건물의 기밀도 실측 사례 분석”, 대한건축학회 논문집. v.26권, n.7호(통권 261호), 2010.7
2. 조재훈, “초고층 주거건물에서의 단위세대 기밀성능 측정 및 평가”, 대한건축학회 논문집, v.26권, n.10호(통권 264호), 2010.10
3. 윤중호, 박재완, 이광성, 백남춘, 신우철, “충청지역 단독주택의 기밀성능 실측 연구”, 한국태양에너지학회 논문집, Vol.28, No.5, 2008
4. 신우철, 윤중호, 백남춘, “고기밀 고단열 주택의 기밀성능에 관한 실험적 연구”, 한국태양에너지학회 논문집, Vol.25, No.4, 2005
5. 이승복, 이윤규, “Blower Door를 이용한 건물의 기밀성능 측정 및 평가방법”, 한국태양에너지학회 학술발표대회 논문집 1, 1994, pp.9~16
6. 이주엽, 송민정, 이태강, 김선우, “한옥 구성 부재의 차음성능 평가에 관한 실험적 연구”, 한국소음진동공학회 추계학술발표

- 대회, 2012.10
7. KS L ISO 9972:2006 단열-건물 기밀성 측정-팬가압법, 한국표준협회
 8. ISO 9972 Thermal Performance of Buildings - Determination of air permeability of buildings - Fan pressurization method, 2006
 9. The Energy Conservatory, Minneapolis Blower Door Operation Manual for Model 3 and Model 4 Systems. The Energy Conservatory, 2010.
 10. ASTM E 779:10 Standard Test Method for Determining Air Leakage Rate by Fan Pressurization
 11. ASHRAE Standard 119-1988, Air Leakage Performance for Detached Single Family Residential Buildings, 1998(Withdrawn Standard(Updated February 2013), Withdrawn 2/17/2012, Standard 119 requirements were placed in Std 62.2)
 12. ANSI/ASHRAE Standard 62.2-2004, Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality in Low-Rise Residential Buildings, American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning, Engineers, Inc., Atlanta, GA
 13. Max H. Sherman, The Use of Blower Door Data, LBL Report No. 35173, 1998.03
 14. Alan Mier, Infiltration : Just ACH50 Divided by 20?, Home Energy Magazine, 1994
 15. CGSB Standard 149.15(1996), Determination of the overall enveloped air-tightness of buildings by the fan pressurization method using the building's air handling system, Canadian General Standards Board.
 16. KS F 2829:2005 적외선 촬영법에 의한 건축물 단열 성능 평가 방법, 한국표준협회