

창호 풍지판 형상에 따른 기밀성의 실험적 연구

An Experimental Study of Window Air Tightness according to Filling Piece Shapes

윤유라(Yura Yun)¹, 박종준(Jong-Jun Park)², 김영일(Young Il Kim)^{3*}, 정광섭(Kwang-Seop Chung)³

¹서울과학기술대학교 주택대학원, ²서울과학기술대학교 일반대학원 건축과, ³서울과학기술대학교 건축학부

¹Department of Housing Environmental Service Engineering, Graduate School of Housing, Seoul National University of Science and Technology, Seoul, 01811, Korea

²Department of Architecture, Graduate School, Seoul National University of Science and Technology, Seoul, 01811, Korea

³School of Architecture, Seoul National University of Science and Technology, Seoul, 01811, Korea

(Received November 25, 2015; revision received December 30, 2015; Accepted: January 6, 2015)

Abstract To study the effect of installation and the shapes of filling pieces used for windows on the infiltration rate, infiltration tests were performed with two types of sliding windows and two shapes for the filling pieces. Infiltration occurred most at the top and bottom parts of the center location where two windows overlap, indicating the necessity of a filling piece to be installed at these locations. Infiltration velocity is proportional to the square root of the pressure difference, complying well with the theoretical correlation. Infiltration is reduced about 50% by the filling piece installation. This study shows that filling pieces are essential and their shapes play significant roles in reducing the infiltration of windows.

Key words Window(창호), Filling piece(풍지판), Infiltration(침기), Air tightness(기밀성)

* Corresponding author, E-mail: yikim@seoultech.ac.kr

기호설명

D_H : 수력직경 [m]
 f : 마찰계수
 L : 유로길이 [m]
 P : 압력 [Pa]
 V : 속도 [m/s]

그리스 문자

ρ : 밀도 [kg/m³]

1. 서 론

창은 건물 외관의 의장적 측면에서의 중요한 역할을 담당하며 거주자의 열적, 시각적 쾌적성 등 물리적인 측면뿐만 아니라 건물 에너지 사용 효율에 중요한 영향을 미친다. 건물의 개구부와 틈새를 통해 실내·외 압력차에 의해 발생하는 공기의 출입현상인 틈새바람은 건물의 에너지 소비 증가에 적지 않은 영향을 미치며 실내 온열 환경에도 부정적인 영향을 끼치므로 적절한 제어와 고려가 필요하다.⁽¹⁾ 기밀성능이 상대적으로 낮은 개구부가 있는 건물에서는 개구부의 틈새를

통한 실내·외 공기의 과다 교환으로 건물의 냉·난방 부하를 증가시키게 되고, 이로 인해 실내의 온열환경을 일정하게 유지하기 위한 공조 에너지 사용이 증가될 수 있다.⁽²⁾ 창호나 문과 같은 개구부는 조망, 채광, 환기 및 사람과 물건의 출입과 차단에 쓰이며, 동시에 방한, 방풍, 방우 등의 역할을 한다. 창호와 문은 건축물에서 유일하게 움직이고, 사용자에게 빈번하게 작동되어지는 부분이다.⁽³⁾ 그렇기 때문에 고장과 파손이 잦으며 외기의 유출입이 많이 일어나는 부분이다. 창은 크게 조망을 위한 유리와 창호의 구조 및 개폐방식을 결정하는 프레임으로 구성된 복합 건축자재이기 때문에 창틀 및 창 여밈대 사이의 틈새바람에 의한 에너지 흐름이 발생한다. 이러한 직접적 열손실은 창문과 창틀 간에 형성된 유격 공간을 없애는 기밀성의 향상으로 줄일 수 있다.⁽⁴⁾ 그러므로 실내 쾌적성 증대와 에너지 절약을 위해 적합한 창호부속을 사용하여 기밀성능을 보완하고 향상시키는 것이 중요하다.

본 연구에서는 창호부속의 일종인 풍지판의 형상에 따른 각 창호의 기밀성능을 측정하고 분석하고자 한다. 이를 통해 풍지판의 형상이 창호의 기밀성능에 있어 어떠한 영향을 미치는지 분석하고자 한다.

2. 이론적 고찰

2.1 창호

창호는 조망성을 높이고 건물의 외관을 아름답게 하고, 실내 오염공기를 배출하고 외부 신선공기를 도입하는 등 여러 이점이 있으나 벽체에 비하여 절반 수준의 낮은 열 저항 값 때문에 건물 열손실의 많은 부분을 차지하고 있어 이 같은 문제를 해결하기 위해 단열성능이 개선된 다양한 창호가 개발되고 있다. 창호는 크게 작동방식과 프레임의 재질 등으로 구분할 수 있으며, 창호가 설치될 건물의 기후적 특성에 따라 다양하게 선택되어 사용되어지고 있다. 그 중 미서기 창호(sliding window)는 저가이면서 작동이 편리하여 가장 많이 사용되는 방식으로 창문의 위치를 조절함으로써 환기 면적, 즉 환기량을 조절할 수 있다. 그러나 완전하게 닫을 시에도 창문과 프레임 사이 그리고 창문과 창문 사이의 틈새 때문에 기밀성능이 낮아 공기의 누설이 많이 발생한다.⁽⁵⁾

2.2 창호부속

창호부속은 창호철물을 제외한 기타 부속품을 말한다. 창호에서 탈부착이 용이하며 기밀성 및 기타 성능 향상 효과를 충족시키기 위하여 선택 할 수 있다.

2.2.1 풍지판(Filling Piece)

풍지판은 창틀 레일 사이에 설치하여 외풍 및 해충을 막는 부속품이다. 기성 풍지판과 창호의 크기가 맞지 않는 경우에는 레일의 너비에 맞추어 풍지판을 재

단하여 설치한다. 형상은 Table 1과 같이 다양한 형태를 보여준다.

2.2.2 스톱퍼(Stopper)

스톱퍼는 문틀에 부착되어 레일 및 잠금장치의 파손 위험을 막아준다. 동일부위에 지속적으로 충격을 받게 되면 호차의 측면에 손상이 가는 것을 막아주며 설치 및 유지가 용이하다.

2.2.3 크리센트(Crescent)

크리센트는 기존의 잠금장치보다 더 단단하게 호차 사이를 조여 주어 보다 기밀성을 향상시키는 역할을 하는 부속이다.

2.3 기밀성 시험(KS F 2292)

국내에서의 창호의 기밀성능은 한국 산업규격에서 정하는 시험방법에 의거하여 실시된다. 창호의 기밀성은 창호의 내측 압력과 외측 압력차에 의해 개개의 압력마다 유량이 정상으로 되었을 때 공기의 통기량을 산출하여 평가된다. 이 때 창호의 내측 압력이 외측 압력보다 낮은 경우를 정압, 높은 경우를 부압으로 한다. 우선 창호를 장치에 위치시키고 장치와 연결된 공기 압축기를 작동시킨다. 그리고 모서리 별로 철제 프레임을 추가로 덧붙여 위치시킨 후 창호를 클램프로 장치에 설치한 후, 실제 측정을 하기 전에 250 Pa의 압력 차로 1분간 가압한 후 시험에 사용하는 압력 10, 30, 50, 100 Pa으로 변화시킨다. 이 때 창호의 내측압력은 외측압력보다 낮기 때문에 정압상태가 된다.⁽⁶⁾ 시험장치의 압력차는 송풍기의 풍량 공급량에 따라 제어되고, 창호의 틈새를 통과하는 통기량에 따라 창호의 기밀성능이 결정되어지게 된다. 등급용 통기량은 각각의 가압 시에 시험체 면적 1 m²에 대하여 1시간 당 체적유량을 나타낸다.

3. 창호 틈새 풍속측정 실험

3.1 실험장비

창의 내·외에 압력차를 가하여 이에 의한 통기량을 발생시킬 때 창호의 어떤 측정점에서 침기가 가장 많이 일어나는지를 알아보기 위하여 부위별 풍속을 측정하였다. 창호에는 Table 2와 같은 창호의 기밀성 시험장치를 사용하여 차압을 발생시켰다. 풍속을 측정하기 위하여 열선식 풍속계를 사용하였다. 풍속계의 측정원리는 전류를 통해서 가열된 열선을 기류에 노출시킬 시 냉각 정도에 따라 전기저항이 감소하는 것을 이용

Table 1 Window components







Filling piece		
Stopper		
Crescent		

Table 2 Air tightness test facility



Manufacturer	Trust Engineering
Model	Trust Series-CM
Test item	Air tightness, water leakage, wind pressure endurance
Pressure	0 ~ ±5,000 Pa
Flow rate	0 ~ 10 m³/h
Window size	2,000 mm×2,000 mm 1,500 mm×1,500 mm

하는 것이다. 풍속계의 측정범위는 0~30 m/s이며 오차는 측정값의 ±5%이다.

3.2 실험방법

창호 기밀성 시험 장치에 일반 미서기 창호를 설치한 후 두 종류의 차압 500, 1,000 Pa를 가하고 각 압력차에 대하여 측정점 별로 발생하는 풍속을 열선풍속계를 이용하여 측정하였다. 측정위치는 Fig. 1과 같다.

3.3 실험결과

창호 기밀성 시험 장치에 단일창과 이중창 미서기 창호를 설치하여 두 종류의 차압 500, 1,000 Pa를 가한 후 창호 틈새 각 지점에서 발생하는 풍속을 측정하였다. 단일창에는 풍지판이 없으며, 이중창에는 외부측 상부에 풍지판이 설치되었다. 풍속 측정결과는 Table 3과 같다. 두 개의 창문이 교차하는 여밈대의 상부와 하부인 3번, 8번 측정점에서 풍속이 모두 가장 높게 측정되었다. 특히 여밈대의 상부, 즉 3번 측정점에 풍지판을 설치한 이중창의 경우, 풍지판을 설치하지 않은 단일창보다 3번 측정점에서 차압 500 Pa 조건일 때 3.37 m/s로 낮은 풍속이 측정되었다. 내부 유동인 경우 압력손실은 식(1)로 계산될 수 있다.

$$\Delta P = f \frac{L}{D_H} \times \frac{\rho V^2}{2} \quad (1)$$

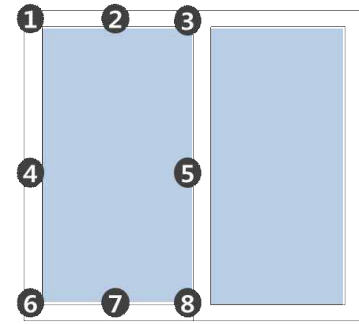


Fig. 1 Measurement point.

Table 3 Air velocity

(unit : m/s)

Point	Single pane Sliding window		Double pane sliding window	
	Pressure difference(Pa)		Pressure difference(Pa)	
	500	1,000	500	1,000
1	2.25	2.63	0.29	0.44
2	5.09	4.28	0.37	0.80
3	23.27	25.08	3.37	5.99
4	0.39	1.11	0.46	0.47
5	0.22	0.43	0.12	0.15
6	1.24	1.17	0.72	0.99
7	2.76	3.89	2.48	3.14
8	25.61	21.01	21.19	28.92
Avg.	7.60	7.45	3.62	5.11

여기서 ΔP 는 압력손실, f 는 마찰계수, L 은 유로 길이, D_H 는 수력직경, ρ 는 밀도, V 는 속도이다. 이 식에서 속도는 압력차 제곱근에 비례한다. 압력차 비 1,000 Pa/500 Pa의 제곱근은 1.41이다. Table 4의 데이터에 의하면 단일창과 이중창의 압력 1,000 Pa의 평균 속도에 대한 압력 500 Pa의 평균 속도의 비는 1.42이므로 측정값이 이론 식(1)을 잘 만족함을 알 수 있다.


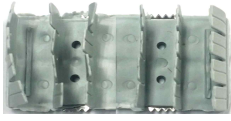

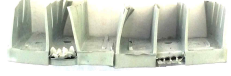

위 실험결과를 통하여 일반 미서기 창호에서는 여밈대 상부와 하부에서 가장 많은 침기가 일어나는 것을 확인하였고, 이러한 침기는 풍지판의 형상 및 존재 유무에 따른 영향이 있는 것을 확인하였다.

4. 기밀성 실험

4.1 실험장치

KS F 2292에 따라 실내외 압력차 ΔP (Pa)에 대하여 창문면적당 누설 통기량을 측정하였다. 창호의 기밀성

Table 4 Installed filling pieces

Case	Figure	Size (W×L×H) (mm)	Type (Material)
1	-	-	-
2		40×60×20	Block (Urethane foam)
3		38×75×24	Wing (Rubber)
4		38×45×24	
5		38×75×19	
6		38×75×14	

을 측정하기 위하여 공인기관에서 사용하는 동일한 기밀성 시험장치를 Table 2와 같이 구성하였다.

4.2 실험방법

풍지판의 형태에 따라 창호 기밀성능의 영향을 확인 및 분석하기 위하여 이중창의 상부에는 동일한 풍지판을 설치하였고 하부에는 풍지판이 없는 경우와 각 5가지 다른 형상의 풍지판을 설치한 경우에 대하여 기밀성 실험을 실시하였다.

실험에 사용된 풍지판은 Case 2와 Case 3, 그리고 Case 3의 길이를 조절한 Case 4와 높이를 조절한 Case 5, Case 6으로 구성하였다. Case 2는 블록 형태이며 재질은 우레탄폼이다. Case 3~Case 6은 날개 형태의 풍

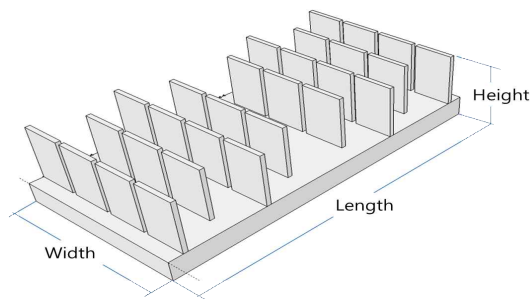


Fig. 2 Modeling of a filling piece.

지판이며 고무 재질이다. 풍지판의 부위별 명칭은 Fig. 2와 같다. 창호의 기밀성능 시험방법은 KS F 2292에 규정된 ‘창호의 기밀성 시험방법’에 의거하여 실시하였다. 위의 시험방법은 창호의 기밀성능을 측정하기 위해 창호의 내·외에 압력차를 가하여 개개의 압력마다 유량이 정상일 되었을 때 압력차에 의한 통기량을 측정한다. Table 4는 Case별 풍지판의 크기와 체적을 나타내고 있으며 Table 5에서는 본 실험에 사용된 창호의 사양을 나타내었다.

4.3 실험결과

창호에 풍지판이 없는 Case 1과 풍지판을 적용한 Case들에 대하여 각 3회씩 실험을 실시하였다. Fig. 3과 Table 6은 위 실험에 따른 통기량 결과의 평균값을 나타낸 그래프와 표이다. 창호의 통기량은 풍지판을 설치함으로 인하여 감소될 수 있으며 Case 2 풍지판이

Table 5 Specification of the window

Window	Size (mm)	Manu- facturer	U-value (W/m ² · K)	Air tightness grade
A	1,500×1,500	L	1.767	2

Table 6 Air flow rates

Case	Pressure differential(Pa)			
	10	30	50	100
1	3.393	7.010	10.093	16.813
2	1.640	3.350	5.247	9.770
3	1.673	3.437	5.430	10.223
4	1.850	3.700	5.773	10.803
5	1.857	3.797	5.907	10.960
6	2.060	4.267	6.450	11.787

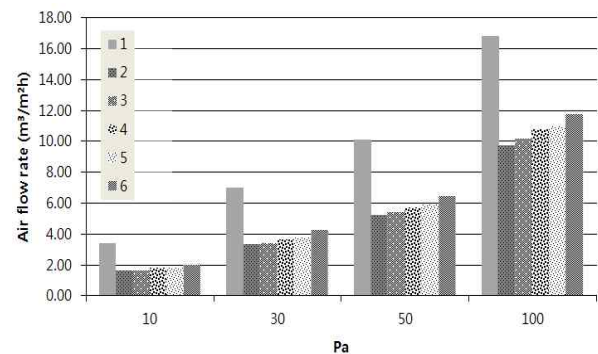


Fig. 3 Air flow rates.

적용된 창호가 통기량이 제일 적게 측정되었다. Table 4와 같이 Case 2는 우레탄폼 재질의 블록 형태를 가지며 Case 3은 고무 재질의 날개 형태인데, Case 2가 더 여밈대의 상부와 하부의 틈새를 막아주어 통기량을 줄인 것으로 사료된다.

풍지판의 유무에 대한 영향을 살펴보면 차압을 10 Pa로 발생시켰을 때 Case 2에서는 평균적으로 1.673 $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 의 통기량이 발생되었고 Case 1에서는 3.393 $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 의 통기량이 발생하였다. 또한 차압 100 Pa 조건일 때 Case 2에서는 9.770 $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 의 통기량이 발생되었고 Case 1에서는 16.813 $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 의 통기량이 발생하였다.

풍지판의 형상에 따른 통기량 감소율을 비교해 보면 Case 2 > Case 3 > Case 4 > Case 5 > Case 6의 순서대로 높은 감소율이 나타난다.

풍지판 길이와 높이의 변화에 따른 통기량의 감소율

Table 7 Air flow rates comparison of filling pieces according to length

Length (mm)	Air flow rates in 10 Pa($\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)	Decrease (%)
-	3.393	-
45	1.850	45.476
75	1.673	50.693

Table 8 Air flow rates comparison of filling pieces according to height

Height (mm)	Air flow rates in 10 Pa($\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)	Decrease (%)
-	3.393	-
14	2.060	39.287
19	1.857	45.270
24	1.673	50.693

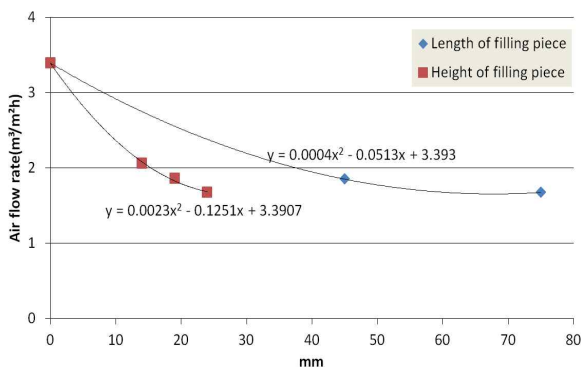


Fig. 4 Air flow rate according to length and height.

을 정리한 결과 Table 7, Table 8과 같았다. Fig. 4는 이를 추세선과 함께 가시화 한 그래프이다. 길이가 10 mm 증가할수록 통기량은 1.4% 감소하고 높이가 10 mm 증가할수록 통기량은 3.2% 감소하여 풍지판의 길이보다는 높이가 더 영향력 있는 변수임을 확인할 수 있다.

5. 결 론

창호부속 중 풍지판은 탈부착이 용이하며 존재여부와 형상이 창호의 기밀성능 향상에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다. 본 연구에서는 풍속측정 실험을 실시 후 풍지판 형상에 따른 창호의 기밀성능이 어떤 영향이 있는지 기밀성 실험장치를 이용하여 측정하고 분석하였다. 본 연구를 통하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- (1) 차압 500 Pa 조건에서의 풍속 측정 실험에서 단창의 여밈대 상부와 하부에서 각각 23.27 m/s, 25.61 m/s의 풍속을 확인하였다. 같은 차압조건에서 여밈대 상부에 풍지판을 설치한 이중창의 상부와 하부에서는 각각 3.37 m/s, 21.19 m/s의 풍속이 측정되었다. 결과적으로 풍지판을 설치함으로 인하여 통기량이 감소되었다.
- (2) 풍지판 형상 비교를 위하여 대표적인 형태를 선정하여 블록 형태인 Case 2와 날개 형태인 Case 3을 비교하였다. 창호의 통기량은 차압 10 Pa 조건에서 측정한 결과 1.640 $\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$ 과 1.673 $\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$ 으로 확인되었으며 Case 2의 경우 Case 3 대비 통기량은 차압 10 Pa 기준 1.9%, 100 Pa 기준 4.4% 감소되었다.
- (3) 이론적 고찰식을 통하여 풍지판의 길이에 따른 통기량의 상관여부를 확인하였으며 측정 결과는 풍지판 길이 45 mm일 경우 Case 1 대비 45.5%, 75 mm일 경우 Case 1 대비 50.7% 통기량이 감소하는 것을 확인할 수 있었으며 풍지판의 길이가 길어질수록 통기량의 감소에는 효과적임을 확인하였다.
- (4) 이론적 고찰식을 통하여 풍지판 날개의 높이에 따른 통기량의 상관여부를 확인하였으며 측정 결과는 풍지판 날개 높이 14 mm일 경우 Case 1 대비 39.3%, 24 mm일 경우 Case 1 대비 50.7% 통기량이 감소하는 것을 확인할 수 있었으며 풍지판 날개의 높이가 높아질수록 통기량의 감소에는 효과적임을 확인하였다.
- (5) 본 결과를 통하여 풍지판의 길이보다는 날개의 높이가 통기량 감소에는 더 효과적인 것으로 확인되었으며 내부유동의 압력손실 식을 바탕으로 풍지판의 길이는 L, 풍지판 날개의 높이는 D_H 와 상관적임을 확인하였다.

향후 보다 더 일반적인 풍지판 형상에 따른 기밀성

능의 영향을 확인하기 위해서는 재질별, 치수별 및 다양한 사례분석을 통하여 지속적인 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

후 기

본 연구는 2013년도 지식경제부 한국에너지기술평가원(KETEP) 에너지기술개발 사업(No. 20132020102472470)과 2015년 한국연구재단 한국여성과학기술인지원센터의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다.

References

1. Jang, C. Y. and Lee, N. E., 2010, A Measurement and Evaluation of Air Tightness of temperable Low-e Windows, Proceedings of SAREK, pp. 368-371.
2. Kim, S. S., Cho, S., Yoon, Y., J., and Park, H. S., 2005, The Study on the Determining of the Infiltration Coefficient by Window Types, Journal of Architectural Institute of Korea of Planning and Design, Vol. 21, No. 4, pp. 183-189.
3. Chung, J. M., 2012, A study on the Development of the Door Hardwares Construction Specification for Safety and Quality Improvement of Building Door, MS thesis, Seoul National University of Science and Technology.
4. Moon, S. D., Chung, J. M., and Ock, J. H., 2013, Analysis of the Causes of Defects in Fenestration Construction and Their Impacts on Construction Quality, Journal of the Korea Institute of Building Construction, Vol. 13, No. 4, pp. 341-350.
5. Jeong, H. G., 2008, A Study on the Effect of Window System on Indoor Temperature and Building Energy Consumption, MS thesis, Seoul National University of Science and Technology.
6. Park, J. J., Kim, Y. I., and Chung, K. S., 2013, Study of Infiltration due to Window Air Permeability in Officetel, Proceedings of SAREK, pp. 742-745.
7. Korea Standard Association, 2013, KS F 2292, The test method of air tightness for windows and doors.