



덧유리 및 방풍재 적용을 통한 슬라이딩 창의 단열 및 기밀성능 개선효과 분석

The Effect of the Attached Glazing and Windbreak on the Thermal Performance and Air Tightness of Sliding window

배민정* · 강재식** · 최경석*** · 최현중****

Bae, Min-Jung* · Kang, Jae-Sik** · Choi, Gyeong-Seok*** · Choi, Hyung-Joung****

* Building and Urban Research Institute, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, South Korea (baeminjung@kict.re.kr)

** Building and Urban Research Institute, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, South Korea (jskang@kict.re.kr)

*** Building and Urban Research Institute, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, South Korea (bear717@kict.re.kr)

**** Corresponding author, Building and Urban Research Institute, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, South Korea (mingineu@kict.re.kr)

ABSTRACT

Purpose: Thermal performance and air tightness of window are improved for the building energy efficiency. As the deteriorated houses are increased, the improve measures with low cost and easy installation are developed in the energy performance of window. Attached glazing and windbreak can be easily applied to the window with low cost. In this paper, the effect of the attached glazing and windbreak on the thermal performance and air tightness of window is analyzed as the measure to improve performance of window. **Method:** Thermal transmittance of glazing is evaluated through WINDOW simulation according to thickness of attached glazing and air cavity. Based on the simulation results, thermal transmittance, air tightness and condensation resistance performance of four cases are tested according to Korea standards. One type of PVC sliding double window is chosen as the specimen. For the analysis on low performance of window, the outside of window is excluded in the PVC sliding double window. **Result:** This study shows that thermal performance of glazing can be increased by the application of attached glazing. Furthermore, lower thermal performance of glazing can obtain the higher effect of attached glazing. The application of attached glazing and windbreak can effect on increasing thermal performance and air tightness of window.

KEYWORD

노후주택
외피리모델링
덧유리
방풍재

Deteriorated Houses
Envelope Remodeling
Attached Glazing on Window
Windbreak

ACCEPTANCE INFO

Received Mar 16, 2017

Final revision received Jul 12, 2017

Accepted Jul 17, 2017

© 2017 KIEAE Journal

1. 서론

건물 에너지 효율 향상에 대한 요구가 증가함에 따라 건물 외피를 통한 열손실 및 열획득이 중요시 되고 있다. 창은 채광이나 조망, 환기 등 다양한 기능을 제공하는 건물 외피 구성 요소로 건물 에너지 효율을 높이기 위해 주요하게 고려되어야 하는 열손실 및 열획득 경로이다.

창을 통한 에너지 손실을 보완하기 위해 고단열 및 고기밀 성능의 창 제품이 개발되고 있으며, 창세트 에너지소비효율등급 제도를 마련하여 고효율 창의 보급 활성화를 촉진하고 있다(김경상, 2013). 그러나 창의 성능이 우수할수록 제품 가격이 비싼 경우가 많고, 기존 건물에 적용하려면 기존 창의 제거 후 신규 창을 설치하는 시공절차 및 설치비용이 발생하게 된다.

특히 노후건물의 경우 건물의 구조적 안전성 문제로 인해 창을 쉽게 교체하기 어려울 수 있으며, 사전정보 및 현장조사 결과에 따라 창 교체 시 발생하는 공사 기간과 비용이 증가할 우려가 있다. 이로 인해 에어캡(뽁뽁이), 문풍지와 같이 저렴한 비용으

로 쉽게 설치할 수 있는 창의 단열 및 기밀성능 개선 방안에 관심이 높아지고 있다(황제, 2016; 이수인, 2016).

그러나 에어캡을 유리에 부착할 경우 에어캡의 불투명성으로 인해 창을 통한 채광 및 조망이 불리해지며, 문풍지의 경우 창을 사용할수록 창틀 사이에서 문풍지가 압축되어 복원력이 떨어지므로 시간이 경과하면 기밀성능 개선효과가 저하될 수 있다.

창의 단열 및 기밀성능 향상을 위한 저가 보급형 개선 방안은 기존 장점은 그대로 유지하면서 개선효과의 지속성을 높이고 창의 고유기능을 확보할 수 있도록 제품 개발이 필요한 실정이다.

본 연구의 분석대상인 덧유리는 투명한 폴리카보네이트를 이용한 덧유리 단열성능 기술이다. 에어캡과 유사하게 별도의 도구 없이 기존 창에 적용할 수 있으며, 설치 후 창을 통한 채광 및 조망을 확보할 수 있다는 장점이 있다. 방풍재는 창쪽과 창틀 사이 틈새에 설치되는 기밀성능 향상 기술로 시간이 지나면 창틀 사이에서 압축되어 틈새바람을 막지 못하는 기존 문풍지를 대체하는 기술이다.

본 논문에서는 물리적 시험을 통해 덧유리 및 방풍재의 적용 전후에 따른 창의 단열성능, 결로방지성능, 기밀성능을 비교 분석하였으며, 덧유리 및 방풍재가 창의 단열 및 기밀성능에 미치

는 영향을 분석하였다. 또한 단열 및 기밀성능이 저하된 창에 덧유리 및 방풍재를 적용하였을 경우 기대할 수 있는 개선효과를 분석하였다. 시험체는 1종 PVC 슬라이딩 창을 선정하여 진행하였으며, 향후 다양한 유형의 노후 창을 대상으로 단열 및 기밀성능 개선효과를 분석하고자 한다.

2. 연구 대상 및 방법

2.1. 시험체 및 케이스 설정

본 논문에서는 창의 단열 및 기밀성능을 개선시키는 방안으로 덧유리와 방풍재의 적용 효과를 분석하기 위해 Fig. 1(a)와 같이 2.0m×2.0m 크기의 PVC 슬라이딩 이중창을 시험체로 선정하였다.

시험체 유리는 12mm 공기층이 포함된 22mm 복층유리이며 내측창은 싱글로이코팅이 적용되었고 외측창은 로이코팅이 적용되지 않았다. 또한 노후 창을 고려하고자 PVC 슬라이딩 이중창의 외측창을 제거하여 Fig. 1(b)와 같이 단열 및 기밀성능이 저하된 시험체로 가정하였다. 선정된 시험체의 창틀 및 프레임 단면에는 ㄷ자 형상의 스티브보강재가 삽입되었으며, 창틀의 내외부 폭은 230mm, 프레임 두께는 70mm이다.



(a) A double window (b) A double window excluding outside of window

Fig. 1. Two types of window as the specimen

덧유리 및 방풍재의 적용 효과 분석을 위해 Table 1과 같이 4가지 케이스를 설정하였으며, PVC 슬라이딩 이중창을 제작하여 케이스의 실험 순서에 따라 변형하였다.

Case AN은 PVC 슬라이딩 이중창에 덧유리 및 방풍재를 적용하지 않은 경우이며 Case AY는 AN과 동일한 창일 때 덧유리 및 방풍재를 적용한 경우이다. Case BN은 PVC 슬라이딩 이중창에서 외측창을 제거한 후 덧유리 및 방풍재를 적용하지 않은 경우이며 Case BY는 BN과 동일한 창일 때 덧유리 및 방풍재를 적용한 경우이다.

Table 1. Four cases based on the type of window

| Type of window | | Application of windbreak and attached glazing on window system | |
|----------------|---|--|---------|
| | | No | Yes |
| A | Double Window | Case AN | Case AY |
| B | Double Window Excluding Outside of Window | Case BN | Case BY |

2.2. 덧유리 및 방풍재 적용 계획

덧유리는 에어캡과 마찬가지로 공기층을 이용하여 유리의 단열성능을 향상시키는 기술이다. 그러나 에어캡은 불투명한 비닐 시트로 가공된 공기층을 유리 부위에 직접 부착하는 방식이라면 덧유리는 창쪽 프레임 위를 투명한 폴리카보네이트로 덮어 유리 부위에 공기층을 형성시키는 방식이다.

본 논문에서는 Fig. 2와 같이 선정된 시험체의 내측창에 덧유리를 적용하기 위해 폴리카보네이트의 모서리 부위를 PVC 소재의 접합부재와 연결하고 접착테이프를 이용해 창쪽 프레임에 부착하였다. 이때 덧유리 1세트를 사전 제작하여 케이스의 실험 순서에 따라 설치 및 제거하였으며, 동일한 덧유리로 창호의 단열성능, 결로방지성능, 기밀성능 실험을 수행하였다.

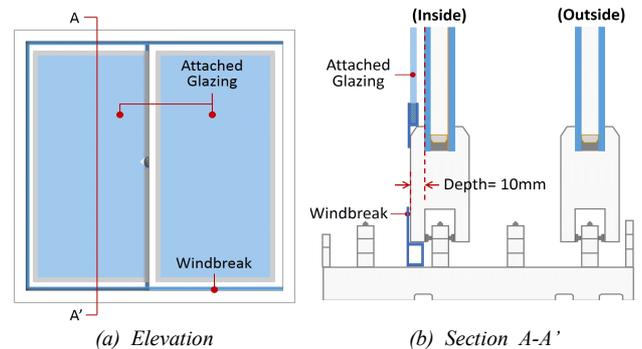


Fig. 2. The scheme of window with attached glazing and Windbreak

덧유리의 단열성능 개선효과에는 덧유리와 공기층의 두께가 영향을 미치므로 효율적인 덧유리 및 공기층 두께를 선정하기 위해 LBNL에서 개발한 WINDOW 프로그램(LBNL, 2013)으로 시뮬레이션 평가를 수행하였다(배민정, 2016).

Fig. 2(b)와 같이 내측창의 창쪽 프레임 표면에서 유리 표면까지의 간격이 10mm로 측정되므로 이를 고려하여 덧유리 두께 2,3,5mm와 공기층 두께 2,3,5mm를 조합한 9가지 덧유리 적용 방법을 도출하였다. 또한 덧유리가 전체 유리 단열성능에 미치는 영향은 기존 유리의 성능에 따라 달라질 수 있으므로 기존 유리의 열관류율을 3가지로 가정하였다. 적용된 유리는 모두 12mm 공기층이 포함된 22mm 복층유리로, 더블로이유리(1.612W/m²·K), 싱글로이유리(1.920W/m²·K), 그리고 로이코팅이 되지 않은 맑은유리(2.758W/m²·K)이다. 시뮬레이션 상에서 덧유리가 적용될 때는 이중유리 내측부에 덧유리 및 공기층 두께가 추가된 삼중유리로 가정하여 계산하였다.

Table 2. the optical performance of polycarbonate

| Solar | | Visible | | Emissivity |
|---------------|-------------|---------------|-------------|------------|
| Transmittance | Reflectance | Transmittance | Reflectance | |
| 0.756 | 0.095 | 0.810 | 0.099 | 0.616 |

유리의 열관류율은 창세트 시뮬레이션 평가 시 활용되는 내외부 설정조건을 준용하여(배민정, 2016) ISO 15099(ISO, 2003)에 따라 계산하였다. Table 2는 KS L 2514(국가기술표준원, 2011)에 따라 시험된 폴리카보네이트의 광학 성능값으로 덧유리가 적용된 유리 단열성능 계산 시 이를 활용하였다.

Fig. 3은 덧유리 및 공기층 두께에 따른 유리의 열관류율 산출 결과를 나타낸다. 분석결과, 덧유리를 적용할 경우 유리의 단열성능은 전반적으로 개선되는 것으로 나타났으며, 덧유리와 공기층 두께가 각각 5mm일 때 1.612W/m²·K의 유리 열관류율은 25.1%, 1.920W/m²·K의 유리 열관류율은 29.8%, 2.758W/m²·K의 유리 열관류율은 42.5% 낮아진 것으로 나타났다.

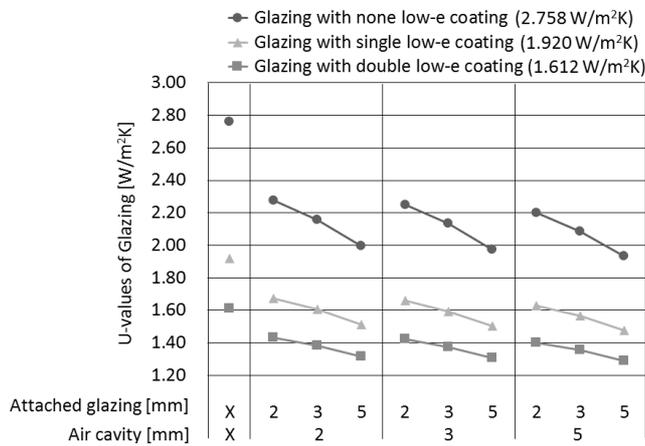


Fig. 3. Comparative U-values of two panes glazing based on the thickness of attached glazing and air cavity

따라서 덧유리를 적용하였을 때 유리의 단열성능이 낮을수록 단열성능 개선효과가 더 크게 나타나는 것을 알 수 있다. 또한 중공층 두께가 두꺼워질수록 유리 열관류율이 낮아지는 것을 알 수 있으며, 모든 유리에서 덧유리 두께에 의한 유리 열관류율 변화가 크게 나타났다. 이것으로 보아 공기층 두께보다 덧유리 두께가 유리의 단열성능에 미치는 영향력이 높은 것으로 판단된다. 덧유리는 두께가 증가할수록 제품의 하중이 높아지므로 본 연구에서는 3mm 두께의 덧유리를 사용하였으며, 시공 오차를 고려하여 공기층 두께는 최소 5mm가 되도록 설치하고자 한다.

방풍재는 문풍지와 마찬가지로 창짝과 창틀 사이 공간을 막아 실내로부터 유입되는 틈새바람을 방지하는 기밀성능 개선 기술이다. 기존 문풍지는 창틀 레일의 움푹 파인 공간에 설치하여 창짝과 창틀 사이 공간을 막는 방식이라면 방풍재는 창짝 프레임 표면에 부착하여 창짝과 창틀 사이 공간을 막는 방식이다.

본 연구에서는 Fig. 4(a)와 같이 □자 형태의 고무 부재와 L자 형태의 PVC로 구성된 방풍재를 접착테이프를 이용해 Fig. 4(b)와 같이 내측창의 창짝 프레임에 부착하였다. 앞서 설정된 케이

스의 실험 순서에 따라 방풍재를 설치 및 제거하였으며, 제거된 방풍재는 재사용하기 어려우므로 설치 부위에 맞춰 다시 재단한 후 사용하였다.



(a) A figure of windbreak (b) A windbreak with a window

Fig. 4. The scheme of windbreak installed in a window

Table 3. The air infiltration rate of sliding window based on windbreak

| Part of Air leakage | Air infiltration rate (m ³ /h·m ²) | | 1-(a)/(b) |
|---------------------|---|----------------------------------|-----------|
| | Before installing a windbreak (a) | After installing a windbreak (b) | |
| 9 | 2.18 | 0.53 | 75.7% |
| 8 | 1.58 | 0.37 | 76.6% |
| 4 | 1.47 | 0.19 | 87.1% |
| 1 | 1.31 | 0.53 | 59.5% |
| 6 | 1.14 | 0.37 | 67.5% |
| 5 | 1.04 | 0.33 | 68.3% |
| 7* | 1.03 | - | - |
| 2* | 0.66 | - | - |
| 3 | 0.56 | 0.27 | 51.8% |

*The part which windbreak can not be installed

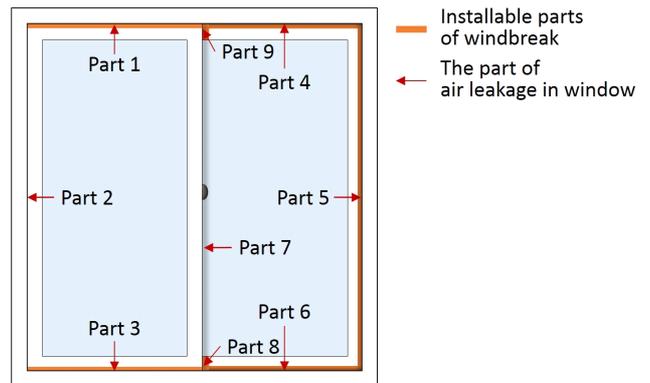


Fig. 5. Setting parts of air leakage on the sliding window

방풍재의 설치 부위는 슬라이딩 창의 방풍재 적용 전후 부위별 누기량에 대한 선행 연구(이수인, 2016)를 참조하였다. 이 연구에서는 Fig. 5와 같이 슬라이딩 창을 통해 틈새바람이 유입되는 9개의 누기 부위를 설정하고 각 부위를 통한 누기량을 측정하였으며, 측정 부위에 방풍재를 설치한 후 누기량을 다시 측정하여 Table 3과 같이 슬라이딩 창의 부위별 방풍재 적용 효과를 파악하였다.

방풍재를 설치하지 않은 각 부위별 누기량은 Part 9)8)4)1)6)5)7)2)3)의 순으로 나타났으며, 각 부위에 방풍재를 설치하였을 경우 슬라이딩 창의 특성상 방풍재 설치가 불가한

Part 2와 7을 제외한 누기 부위에서 50% 이상 누기량이 감소하였음을 확인하였다. 본 연구에서는 해당 결과를 토대로 슬라이드 창에 설치 가능한 모든 누기 부위를 Fig. 2(a)와 같이 방풍재 설치 위치로 설정하였다. Part 8과 9는 대부분의 슬라이딩 내측 창에서 창틀 레일의 통과를 위해 Fig. 6(a)와 같이 넓은 구멍이 뚫려 있는 상하부 모서리 부위이다. 그러나 해당 부위 특성상 Fig. 4(a)와 같은 방풍재는 적용하기 어려우므로 설치 부위에 방풍커버와 방풍캡을 덮고 Fig. 6(b)와 같이 나사로 고정하였다.

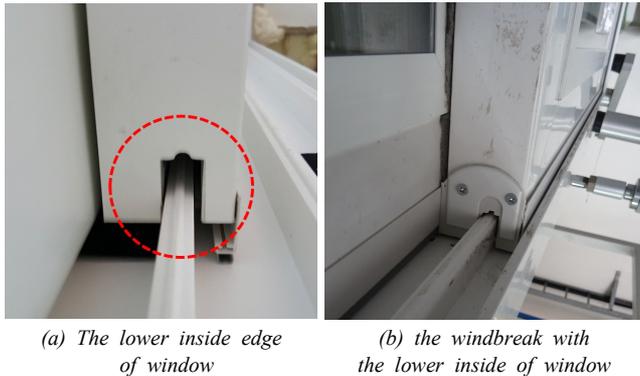


Fig. 6. Installation of windbreak on the inside edge of window

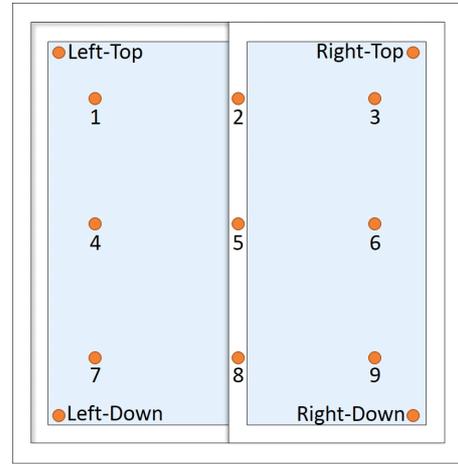
2.3. 성능 평가 방법

덧유리 및 방풍재 적용 전후 창의 단열성능을 비교 분석하기 위해 KS F 2278(국가기술표준원, 2014)에 따라 시험체의 열관류율을 측정하였다. 2.0m×2.0m×0.3m 크기의 시험체 부착틀에 시험체를 설치하고 시험체 부착틀을 실험 장치의 저온실과 항온실 사이에 고정시킨 후 저온실의 공기 온도를 0° C, 항온실 및 가열상자의 공기 온도를 20° C로 설정하였다.

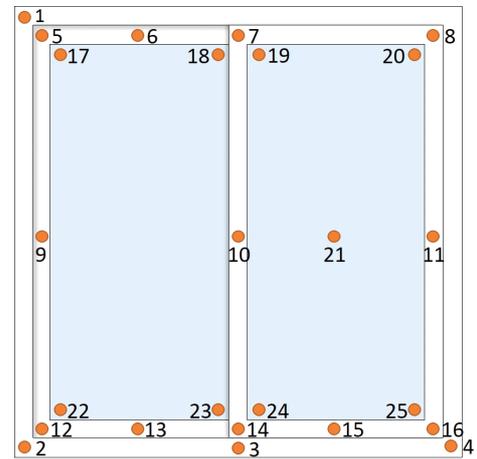
정상상태가 된 후 각 실의 온도 및 열량, 시험체의 표면온도를 측정하였으며, 양쪽 표면 열전달저항 합이 0.16m²·K/W이 되지 않은 경우에는 KS F 2278에 따라 보정하여 열관류율을 계산하였다. 시험체의 표면온도를 측정하기 위해 시험체를 9등분한 각 영역의 중앙부 9개 지점에 Fig. 7(a)와 같이 T type 열전대를 부착하였고 표면온도의 상세 분석을 위해 프레임에 인접한 유리 모서리 부위에 4개의 측정 포인트를 추가하였다.

결로방지성능 실험은 KS F 2295(국가기술표준원, 2004)에 따라 진행되었다. 단열성능과 동일하게 2.0m×2.0m×0.3m 크기의 시험체 부착틀에 시험체를 설치한 후 실험하였다. 이때 「공동주택 결로방지를 위한 설계기준」(국토교통부, 2013)에 따라 항온습실의 공기온도는 25°C, 습도는 50%로 설정하고, 저온실의 공기온도는 기준에 명시된 지역Ⅱ 측정 조건인 -15°C로 설정하였다. 시험체의 표면온도는 Fig. 7(b)과 같이 결로에 취약할 것으로 예상되는 프레임 및 유리 모서리 부위 등을 중심으로 25개 지점에 대해 측정하였다.

본 논문에서는 결로방지성능의 정량적 평가를 위해 「공동주택 결로방지를 위한 설계기준」에 따라 온도차이비율(TDR; Temperature Difference Ratio)을 평가지표로 활용하였다.



(a) Test for thermal transmittance



(b) Test for condensation resistance performance

Fig. 7. Surface temperature measuring points(orange dots) for experimental test of window

TDR은 실내외 온도차 대비 실내온도와 시험체 표면온도간의 차이를 비율로 나타낸 것으로 TDR이 낮을수록 결로방지성능이 우수함을 의미한다. 또한 Table 4와 같이 「공동주택 결로방지를 위한 설계기준」에서 제시하고 있는 지역Ⅱ의 창 부위별 평가기준을 만족하는지 검토하였다.

Table 4. Evaluation criteria of temperature difference ratio(TDR)

| Classification | Region Ⅱ | | |
|----------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| | Center of glazing | Edge of glazing | Frame of window |
| TDR | 0.18 | 0.24 | 0.28 |

시험체의 기밀성능은 KS F 2292(국가기술표준원, 2013)에 따라 실험 장치에 시험체를 설치하였다. 내외부 압력차에 의한 시험체의 통기량을 측정하기 위해 가압 시 10, 30, 50, 100, 50, 30, 10Pa의 순으로 내외부 압력차가 발생할 수 있도록 압력을 조절하였으며, 측정된 통기량은 m³/m²·hr로 나타내었다. KS F 2292에 따라 내외부 기준 압력차는 10Pa로 하였고, 이때 측정된 통기량을 토대로 덧유리 및 방풍재의 적용 전후 기밀성능 측정 결과를 비교하였다.

Table 5. Surface temperatures of measuring points based on four cases

| | Surface temperature of measuring points [°C] | | | | | | | | | | | | |
|---------|--|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|------------|
| | Left-Top | 1 | 2 | 3 | Right-Top | 4 | 5 | 6 | Left-Down | 7 | 8 | 9 | Right-Down |
| Case AN | 16.50 | 18.81 | 18.50 | 18.72 | 17.21 | 17.7 | 17.87 | 17.99 | 14.22 | 17.90 | 17.18 | 17.70 | 15.12 |
| Case AY | 17.84 | 19.09 | 18.09 | 18.90 | 18.37 | 18.30 | 17.39 | 18.21 | 16.38 | 17.90 | 16.8 | 18.03 | 16.86 |
| Case BN | 13.89 | 17.74 | 17.08 | 17.70 | 14.74 | 16.91 | 16.42 | 16.81 | 12.97 | 16.66 | 15.90 | 16.81 | 13.03 |
| Case BY | 16.40 | 18.34 | 16.81 | 18.20 | 17.21 | 17.60 | 15.94 | 17.45 | 15.00 | 17.22 | 15.47 | 17.48 | 15.48 |

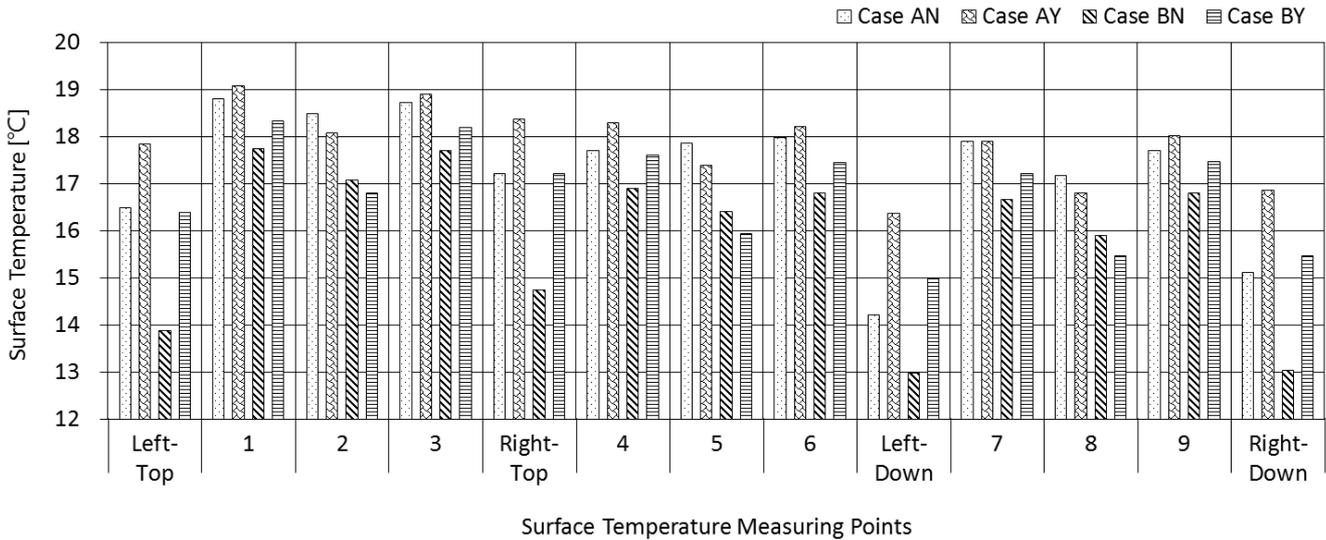


Fig. 8. Comparative of surface temperature between four cases in experimental test for thermal

3. 덧유리 및 방풍재 적용 전후 창 성능 비교

3장에서 2장에서 선정된 4가지 케이스를 대상으로 창의 단열성능, 결로방지성능, 기밀성능에 대한 덧유리 및 방풍재의 적용 효과를 분석하였다. 앞서 설정된 실험 조건의 특성상 본 연구에서 분석된 창의 에너지 성능에 대한 덧유리 및 방풍재의 개선 효과는 두 가지 기술을 동시에 적용한 경우로 범위를 한정한다.

3.1. 창의 단열성능

창의 열관류율과 부위별 표면온도를 토대로 덧유리 및 방풍재의 단열 성능 개선 효과를 분석한 결과, Case AN은 열관류율이 0.945W/m²·K으로 나타났으며, Case AY는 0.842W/m²·K으로 나타나 덧유리 및 방풍재를 부착하였을 때 창의 단열성능이 12.2% 개선된 것을 알 수 있다. Case BN의 열관류율은 1.657W/m²·K으로 나타났으며, Case BY는 1.390W/m²·K으로 덧유리 및 방풍재 적용을 통해 창의 단열성능이 19.2% 개선된 것을 알 수 있다. 따라서 덧유리 및 방풍재를 부착할 경우 창의 단열성능을 향상시킬 수 있으며, 창의 열관류율이 낮을수록 덧유리 및 방풍재를 부착하여 더 높은 효과를 얻을 수 있는 것으로 판단된다.

저온실과 항온실의 정상상태에서 Table 5과 같이 시험체의 표면온도를 측정하였으며, 측정 포인트에 따라 4가지 케이스의 표면온도를 Fig. 8과 같이 나타내었다. Case AN과 AY를 비교하였을 때 1, 3, 4, 6, 7, 9번 측정 포인트의 표면온도는 Case AY가 높게 나타났으며, 온도 간 차이는

0.18~0.60°C로 나타났다. Left-top, Right-Top, Left-Down, Right-Down 측정 포인트의 표면온도에서도 Case AY가 높게 나타났으며, 온도 간 차이는 1.34~2.16°C로 나타났다.

Case BN과 BY를 비교하였을 때 1, 3, 4, 6, 7, 9번 측정 포인트의 표면온도는 Case BY가 높게 나타났으며, 온도 간 차이는 0.50~0.69°C로 나타났다. Left-top, Right-Top, Left-Down, Right-Down 측정 포인트의 표면온도에서도 Case BY가 높게 나타났으며, 온도 간 차이는 2.03~2.51°C로 나타났다. 따라서 덧유리 및 방풍재를 적용하면 창의 유리 부위 단열성능에 개선 효과를 얻을 수 있으며 특히 유리 모서리 부위에서 높은 개선 효과를 얻을 수 있는 것으로 판단된다.

2, 5, 8번 측정 포인트에서는 덧유리 및 방풍재가 적용될 경우 표면온도가 낮게 나타나는 것을 알 수 있다. 이는 왼쪽창쪽의 프레임 위에 덧유리 부속자재가 겹쳐지는 덧유리 설치방법과 관련이 있으며, 창쪽프레임 사이 간격이 벌어져 차가운 공기가 쉽게 유입되므로 낮은 표면온도가 나타나는 것으로 분석된다.

3.2. 창의 결로방지성능

덧유리 및 방풍재 적용에 따른 창의 결로방지성능 개선 효과를 분석하고자 부위별 측정 포인트를 통해 표면온도를 측정하고 시험체 표면에서의 결로 상태를 육안으로 관찰하였다. 관찰결과, Case AN에서는 서림, 작은 물방울이 관찰되었고 Case AY에서는 결로 상태가 관찰되지 않았다. Case BN, BY에서 모두 서림, 작은 물방울, 큰 물방울, 흐름 현상이 나타났다.

다음으로는 유리 중앙부위, 유리 모서리부위, 프레임부위

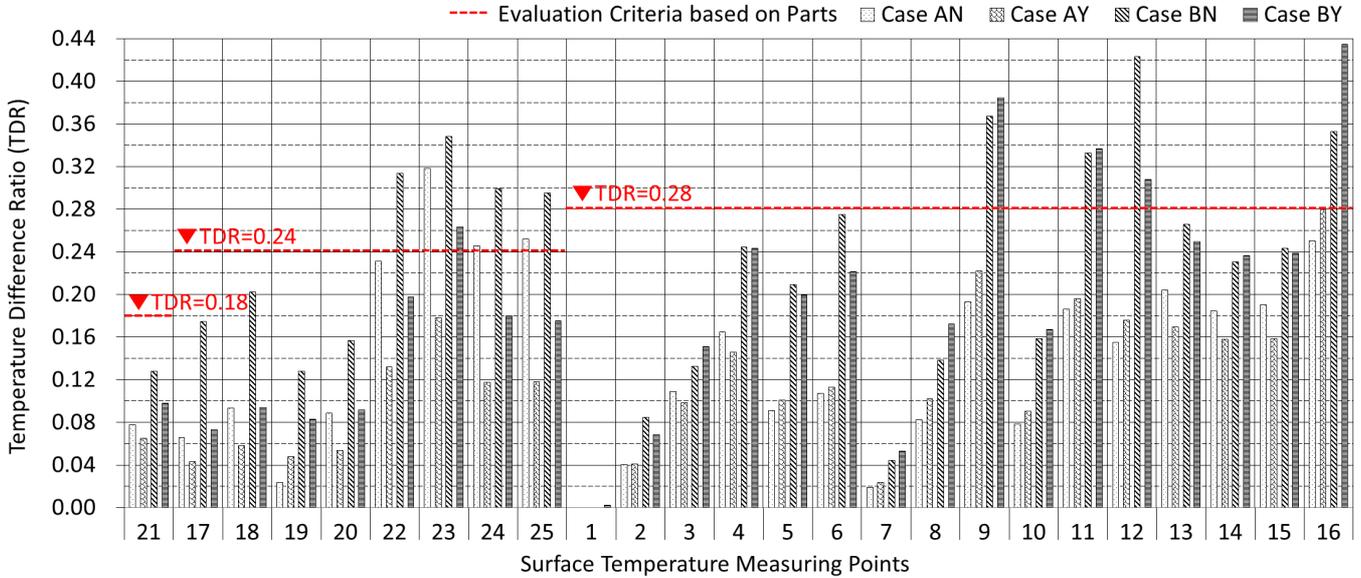


Fig. 9. Comparative of surface temperature between four cases in experimental test for condensation resistance performance of window

로 나누어 Fig. 9과 같이 측정 포인트에 따른 Temperature Difference Ratio(TDR)을 나타내었으며, 부위별 TDR 평가 기준을 만족하는지 확인하였다. 21번 측정 포인트에서는 모든 케이스가 TDR 0.18을 만족하였으며, 덧유리 및 방풍재를 적용하였을 때 TDR이 더 낮아지는 것을 알 수 있다.

유리의 상부 모서리부위에 해당하는 17, 18, 19, 20번 측정 포인트에서는 모든 케이스가 TDR 0.24를 만족하였으며 대부분 덧유리 및 방풍재를 적용하였을 때 TDR이 더 낮아지는 것을 알 수 있다. 유리의 하부 모서리부위에 해당하는 22, 23, 24, 25번 측정 포인트에서 Case AN은 대부분 TDR 0.24를 만족하지 못하였으나 Case AY의 경우 해당 측정 포인트에서 평가기준을 만족하는 것을 알 수 있다. 동일한 측정 포인트에서 Case BN은 평가 기준을 만족하지 못하였으나 Case BY는 대부분 평가 기준을 만족하는 것으로 나타났다. 따라서 창에 덧유리 및 방풍재를 적용할 경우 유리의 모서리부위에서 결로방지성능 개선 효과를 얻을 수 있으며 유리의 상부 모서리부위보다 하부 모서리부위에서 더 높은 개선 효과를 얻을 수 있는 것으로 판단된다.

1~16번 측정 포인트는 창의 프레임부위를 나타내며 그 중 1~4번은 창틀 프레임부위, 5~16번은 창짝 프레임부위에 해당한다. 분석 결과, Case AN과 AY는 1번~16번 측정 포인트에서 TDR 0.28을 만족하였으며, Case BN과 BY는 9, 11, 12, 16번 측정 포인트를 제외한 나머지 창틀 및 창짝 프레임부위에서 평가기준을 만족하였다. Case AN과 AY를 비교한 결과 창틀 프레임부위와 창짝의 상부, 중부 프레임부위에서는 Case AN의 TDR이 대부분 낮게 나타났으며, 창짝의 하부 프레임부위에서는 Case AY의 TDR이 대부분 낮게 나타났다. Case BN과 BY를 비교한 결과 창틀 프레임부위에서는 Case BN의 TDR이 대부분 낮게 나타났으며, 창짝 프레임부위에서는 Case BY의 TDR이 높거나 낮게 나타났다. 따라서 창틀과 창짝 프레임부위에서는 덧유리 및 방풍재 적용을 통해 결로방지성능 개선 효과를 부분적으로 확보

할 수 있을 것으로 판단된다.

3.3. 창의 기밀성능

실험조건에 따라 내외부 압력차에 의한 시험체의 통기량을 측정하고 내외부 압력차 10pa일 때 측정된 결과를 토대로 덧유리 및 방풍재 적용에 따른 창의 기밀성능 개선 효과를 파악하였다.

시험 결과, Case AN은 $0.83\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{hr}$, Case AY는 $0.66\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{hr}$ 로 나타났으며, 덧유리 및 방풍재를 적용하였을 때 창의 기밀성능은 25.8% 개선된 것을 알 수 있다. Case BN은 $1.50\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{hr}$, Case BY는 $1.16\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{hr}$ 로 나타났으며, 덧유리 및 방풍재를 적용하였을 때 창의 기밀성능은 29.3% 개선된 것을 알 수 있다. 따라서 덧유리 및 방풍재를 적용할 경우 창의 기밀성능을 향상시킬 수 있으며, 창의 기밀성능이 낮을수록 덧유리 및 방풍재를 부착하였을 때 더 높은 효과를 얻을 수 있는 것으로 예상된다.

4. 결론

기존주택에서 저비용으로 쉽게 설치할 수 있는 창의 단열 및 기밀성능 개선 방안에 관심이 높아짐에 따라 본 논문에서는 덧유리 및 방풍재가 창의 단열 및 기밀성능에 미치는 영향을 분석하여 저가 보급형 개선안으로서의 활용 가능성을 검토하였다. 덧유리 및 방풍재를 적용할 경우 창의 단열성능은 최대 19.2% 개선되었으며, 기밀성능은 최대 29.3% 개선되었다. 또한 기존 창의 단열 및 기밀성능이 낮을수록 덧유리 및 방풍재를 적용하였을 때 더 높은 개선 효과를 기대할 수 있었다.

본 논문은 덧유리 및 방풍재의 적용 효과를 분석하기 위해 1종의 PVC 슬라이딩 이중창으로 실험 범위를 한정하였으며 선정된 창의 외측창을 제거하여 에너지성능이 취약한 노후 창으로 가정 한 후 분석을 수행하였다. 향후 다양한 노후 창 유형에 대한 덧유

리 및 방풍재 적용 효과를 보완할 필요가 있다.

또한 본 연구에서는 덧유리와 방풍재를 동시에 적용한 경우에만 한하여 창 단열 및 기밀성능 개선 효과를 검증하였으므로 덧유리 또는 방풍재만 적용하였을 때 기대할 수 있는 창의 에너지 성능 개선 효과에 대한 후속 연구가 필요할 것으로 판단된다. 이외에도 창의 태양열취득률, 내풍압성능, 차음성능 등 창의 다양한 성능에 대한 덧유리 및 방풍재 적용 효과에 대한 분석 결과를 추가한다면 노후 창에 대한 저가 보급형 개선안으로서 활용 가능성을 확장할 수 있을 것으로 보인다.

Acknowledgements

This research was supported by a grant(16RERP-B082204-03) from Residential Environment Research Program funded by Ministry of Land, Infrastructure and Transport of Korean government.

Reference

[1] 김경상, 최경석, 강재식, 김유민, “창 세트 에너지소비효율등급 시행에 의한 창호 성능 현황”, 대한설비공학회 2013 하계학술발표대회 논문집, pp. 137-138, 2013.6//K. S. Kim, G. S. Choi, J. S. Kang, Y. M. Kim, A Study on Window System Performance by Enforcing the Energy Efficiency Labeling Program of Window System, Korean J. Air-Cond. Refrig. Eng. 2013 Summer Conference, pp. 137-138, 2013.6

[2] 황제, “에어캡 단열시트를 이용한 창호 표면 결로 현상 개선에 관한 연구”, 공학석사 학위논문, 부산대학교 대학원, 2016//J. Hwang, A study on the dew condensation of a window surface by using air cap insulation sheet, Doctoral Dissertation, Pusan National Univ., 2016

[3] 이수인, 최현중, 최경석, 강재식, “방풍재 적용에 따른 노후 창호 기밀 성능 개선 효과 분석”, 대한설비공학회 2016 하계학술발표회 논문집, pp. 179-181, 2016.6//S. I. Lee, H. J. Choi, G. S. Choi, J. S. Kang, An Analysis on Airtightness Performance Improvement Effectiveness in Old Window by Applying of Windbreak, Korean J. Air-Cond. Refrig. Eng. 2016 Summer Conference, pp. 179-181, 2016.6

[4] Lawrence Berkeley National Laboratory, THERM 6.3/Window 6.3 NFRC Simulation Manual, 2013

[5] 배민정, 최현중, “덧유리를 적용한 유리 및 창호의 단열성능 개선효과 분석”, 한국생활환경학회 추계학술발표대회 논문집, 2016//M. J. Bae, H. J. Choi, The Effects of the Attached Glazing on the Thermal Transmittance of Glazing and Window, The Society of Living Enviro. Sys. Korea 2016 Fall Conference, pp. 167-168, 2016

[6] 배민정, 강재식, 최경석, 최현중, 김유민, “시뮬레이션을 활용한 커튼월 열관류율 평가 시 시뮬레이터에 따른 평가 방법 분석”, 대한건축학회 하계학술발표대회 논문집, Vpp. 529-530, 2016.10//M. J. Bae, J. S. Kang, G. S. Choi, H. J. Choi, Y. M. Kim, An Analysis of the Evaluation Methods for Thermal Transmittance of Curtain Wall System Based on Simulators, Korean J. Arch. Institute 2016 Summer Conference, pp. 529-530, 2016.10

[7] ISO(International Organization for Standardization), ISO 15099 Thermal performance of windows, doors and shading devices—Detailed calculations, 2003

[8] 국가기술표준원, KS L 2514 판유리의 가시광선 투과율, 반사율, 방사율, 태양열 취득률, 자외선 투과율, 연색성 시험방법, 2011//Korean Agency for Technology and Standards, KS L 2514 Testing method on transmittance and emittance of heat glasses and evaluation of solar heat gain coefficient, 2011

[9] 이수인, 최현중, 최경석, 강재식, “방풍재 적용에 따른 슬라이딩 창호의 부위별 기밀성능 개선도 분석”, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 2016//S. I. Lee, H. J. Choi, G. S. Choi, J. S. Kang, A Study on Improvement of Airtightness Performance by Part of Sliding Window According to Applying Wind-break, Korean J. Arch. Institute 2016 Summer Conference, pp. 531-532, 2016.10

[10] 국가기술표준원, KS F 2278 창호의 단열성 시험방법, 2014//Korean Agency for Technology and Standards, KS F 2278 Standard test method for thermal resistance for windows and doors, 2014

[11] 국가기술표준원, KS F 2292 창호의 기밀성 시험방법, 2013//Korean Agency for Technology and Standards, KS F 2292 The method of air tightness for windows and doors, 2013

[12] 국가기술표준원, KS F 2295 창호의 결로 방지 성능 시험 방법, 2004//Korean Agency for Technology and Standards, KS F 2295 Test method of dew condensation for windows and doors, 2004

[13] 국토교통부, 공동주택 결로 방지를 위한 설계 기준 (국토교통부 고시 제2013-845호), 2013