Journal of KIAEBS Vol.14, No.6, December pp. 651-661

RESEARCH ARTICLE

결로개선형 복층유리 이중창의 동계 공동주택 현장 성능 평가

최보혜[1] · 박시현[2] · 송승영[3*]

[1]이화여자대학교 건축도시시스템공학전공 연구원, [2]한국토지주택공사 책임연구원,
[3]이화여자대학교 건축도시시스템공학전공 교수

On-site Performance Evaluation of Double-glazed Four-track Windows for Reducing Condensation Risk in Apartments

Choi, Bo-Hye[1] · Park, Si-Hyun[2] · Song, Seung-Yeong[3*]

[1]Researcher, Department of Architectural & Urban Systems Engineering, Ewha Womans University, Seoul, Korea
[2]Assistant Research Fellow, Land & Housing Institute, Sejong, Korea
[3]Professor, Department of Architectural & Urban Systems Engineering, Ewha Womans University, Seoul, Korea

***Corresponding author:** Song, Seung-Yeong, Tel: +82-2-3277-3913, E-mail: archssy@ewha.ac.kr

ABSTRACT

To reduce condensation risk and ensure occupant comfort, the Korean Design Standard for Preventing Condensation in Apartment Buildings was enacted in 2014. Because this design standard is made recent, few window products satisfy the condensation resistance requirement for glazing edges, especially in the coldest region. The aim of this study is to verify the performance of a window developed to reduce the risk of condensation through field tests in an actual apartment. Infrared thermal images were taken, indoor and outdoor temperature and indoor surface temperature were measured on-site, and the temperature difference ratio was analyzed. As a result, the developed window showed a significant reduction in the risk of condensation compared to the existing window.

주요어 : 공동주택, 복층유리 이중창, 온도차이비율, 결로

Keywords: Apartments, Double-glazed four-track windows, Temperature Difference Ratio (TDR), Condensation

OPEN ACCESS

Journal of KIAEBS 2020 December, 14(6): 651-661
https://doi.org/10.22696/jkiaebs.20200055

pISSN : 1976-6483
eISSN : 2586-0666

Received: October 20, 2020
Revised: November 3, 2020
Accepted: November 11, 2020

Ⓒ 2020 Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building Systems.

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서 론

연구의 배경 및 목적

공동주택에서 창은 단열재가 설치되는 불투명 부위에 비해 상대적으로 열저항이 낮아 겨울철에 냉복사나 콜드드래프트 현상 등을 유발하고 결로가 발생하기 쉽다. 창은 전체 외벽에서 차지하는 면적 비중이 커 실내 표면에서 결로 발생 시 미치는 악영향의 범위가 크며, 바닥

마감재 훼손이나 곰팡이 등의 2차 피해도 유발할 수 있다. 이에 따라 정부에서는 공동주택 결로 방지를 위한 설계기준(국토교통부, 2016, 이하 설계기준)을 2014년부터 시행하고 있으며, 여기에서는 최한월인 1월의 월평균 일 최저외기온도를 기준으로 전국을 지역 Ⅰ(-20℃), Ⅱ(-15℃), Ⅲ(-10℃)으로 구분하고, 난방공간의 외기에 직접 접하는 창에 대한 지역별 및 부위별(유리 중앙부위, 유리 모서리부위, 창틀 및 창짝) 허용 최대 온도차이비율(TDR, Temperature Difference Ratio) 기준을 정하고 있다. 또한 주택법 제15조에 따른 사업계획승인을 받아 건설하는 500세대 이상 공동주택의 경우 이를 반드시 만족하여야 하나, 설계 외기온도가 −20℃로 가장 낮은 지역 Ⅰ에 대한 유리 모서리의 요구 온도차이비율을 만족하는 창 제품은 아직까지 많지 않은 실정이다(박시현 외, 2017).

건축법 시행령 개정으로 주택의 발코니를 필요에 따라 거실, 침실 등의 용도로 확장하여 사용할 수 있게 됨에 따라, 최근 공동주택에는 Figure 1(박시현 외, 2017)과 같은 복층유리 이중창을 전창 크기로 외기에 직접 접하여 설치하는 경우가 많다. 여기에서 창 프레임은 조망권 중시에 따라 점차 슬림화되어 창 입면에서 차지하는 면적 비중이 줄고 있으며, 결로에 취약한 유리 모서리의 열 저항이 더 낮아지는 원인이 되고 있다. 또한, 건축물의 에너지절약설계기준(국토교통부, 2018a) 및 에너지절약형 친환경주택의 건설기준(국토교통부, 2018b)에서 창의 요구 열관류율(U-factor)은 건물 에너지절약이라는 국가 정책방향에 따라 계속 강화되고 있음에도 불구하고, 유리 모서리 부위의 국부적 열성능 저하에 따른 결로 위험은 계속되고 있는 상황이다.

Figure 1. Double-glazed four-track horizontal sliding window and window installation in an apartment unit

공동주택 복층유리 이중창에서의 실내 표면 결로 관련 현황을 분석한 선행연구(Park et al., 2016) 결과, 결로는 내창의 유리 하부 모서리 부위에서 주로 발생하며, 설계기준 만족 또한 어려운 것으로 나타났다. 이에 따라 선행연구(박시현 외, 2017)에서는 기존 복층유리 이중창을 대상으로 결로방지성능 개선방안들을 검토하고, 각 방안들을 적용한 대안들을 설정하여 온도차이비율을 시뮬레이션 평가함으로써, 설계기준 지역 Ⅰ의 온도차이비율 기준을 만족할 수 있는 설계 개선안을 도출하였다. 그리고 도출된 설계 개선안을 적용하여 제작한 시제품을 대상으로 KS F 2295(KATS, 2019) 및 KS F 2278(KATS, 2017)에 따른 물리적 시험을 실시하여 설계 개선안이 적용된 결로개선형 복층유리 이중창의 온도차이비율 및 열관류율 기준 만족을 확인한 바 있다(Park and Song, 2019).

선행연구에서 수행된 결로(온도차이비율) 관련 물리적 시험은 특정한 열적 경계조건 하에서의 특정 창 크기(2 m × 2 m)에 대한 평가이다. 그러나 실제 건물에서는 열적 경계조건이 계속 변화하고 창 크기에 따른 영향도 있을 수 있으므로 실제 상황에서의 성능 확인이 필요하다. 이에 본 연구에서는 선행연구에서 도출된 결로개선형 복층유리 이중창을 실제 공동주택 세대에 설치하고, 동계에 열화상 촬영 및 측정을 통해 온도차이비율을 평가함으로써, 실제 상황에서의 기존 창 대비 성능 개선 효과를 확인하고자 하였다.

연구의 방법 및 범위

본 연구는 최근 공동주택에 일반적으로 적용되고 있는 수평 미닫이창으로서 외기에 직접 접하는 PVC 프레임 복층유리 이중창을 대상으로 설계 개선안을 적용한 결로개선형 창과 미적용한 기존 창을 비교 평가하는 것으로 하였다. 확장형 발코니가 적용된 공동주택 거실 창을 대상으로 실제 개구 치수로 각 창을 제작하여 설치한 후, 동계에 창 실내 표면 열화상 촬영 및 창 부위별 실내 표면 온도와 실내외 온도를 측정하고 온도차이비율을 산출하여 결로개선형 창과 기존 창을 비교 평가하였다.

결로개선형 복층유리 이중창 구성

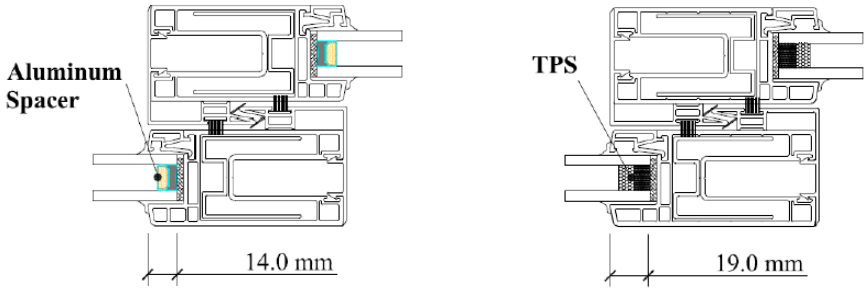
선행연구(박시현 외, 2017)에서 Table 1과 같은 스페이서 종류, 로이코팅 및 아르곤 충진, 프레임의 유리 오버랩 높이를 달리한 총 48개 대안을 대상으로 결로에 가장 취약한 내창의 유리 하부 모서리에서의 온도차이비율을 시뮬레이션 평가하였다. 평가 결과 단열 스페이서 적용 및 프레임의 유리 오버랩 높이 연장 시 개선 효과가 매우 큰 것으로 나타났다. 그리고 많은 경우에서 로이코팅이 아르곤 충진보다 효과적이었으며, 로이코팅은 다중 코팅이 단일 코팅보다, 단일 코팅 시 위치는 외창이 내창보다 효과적인 것으로 나타났다. 반면 아르곤 충진은 다중 충진이 단일 충진보다, 단일 충진 시 위치는 외창이 내창보다 효과적인 경우가 일부 있으나 큰 차이는 없는 것으로 나타났다.

앞에서와 같은 평가를 통해 설계기준 지역 I 의 온도차이비율 기준을 만족하는 대안들을 선정한 후, 가장 경제적인 대안과 가장 성능이 우수한 대안의 시제품을 제작하고 KS F 2295 및 KS F 2278에 따른 물리적 시험을 통해 온도차이비율과 열관류율을 평가하였다(Park and Song, 2019). 시험 결과 가장 경제적인 대안과 가장 성능이 우수한 대안의 유리 모서리 온도차이비율은 각각 0.21과 0.20으로 모두 설계기준 지역 I 의 온도차이비율 기준(0.22 이하)을 만족하였다. 그리고 가장 경제적인 대안과 가장 성능이 우수한 대안의 열관류율(창세트 열관류율)은 각각 0.888 W/m^2K과 0.645 W/m^2K로 모두 에너지절약형 친환경주택 건설기준의 외기에 직접 접하는 창의 중부 1, 2지역 열관류율 기준(0.90 이하)을 만족하였다.

가장 경제적인 대안은 단열 스페이서(TPS) 적용, 프레임의 유리 오버랩 높이 연장, 외창의 로이코팅 및 아르곤 충진으로 구성되었고, 가장 성능이 우수한 대안은 단열 스페이서(TPS) 적용, 프레임의 유리 오버랩 높이 연장, 외창 및 내창의 로이코팅 및 아르곤 충진으로 구성되었다. Meeting rail 부위 중심으로 표현한 결로개선형 창의 구성도는 Figure 2와 같다.

Table 1. Selected measures for thermally improved window design

	Measures	Expected effects
Glazing	Thermoplastic spacer (TPS)	Increased indoor surface temperature at the glazing edge
	Low-e coating Argon gas filling	Increased inside surface temperature for glazing
Frame	Frame structure and size adjustment	Increased indoor surface temperature at the glazing edge and frame



(a) base case (b) alternative configuration

Figure 2. Configuration of the window for reducing condensation risk

결로개선형 복층유리 이중창의 현장 성능 평가 방법

개요

세종시 소재 전용면적 84 ㎡의 개별난방 공동주택 세대에서 동계 현장 성능 평가를 수행하였으며, 건물 전경 및 세대 평면도는 Figure 3, 4와 같다. 평가 수행 세대는 확장형 발코니가 적용된 세대로서 최상층인 5층에 위치하며, 평가 대상이 되는 거실 창은 남쪽에 면하고 있다. 거실 창이 설치되는 외벽에는 두께 145 mm의 비드법 보온판 2종 2호가 설치되었고, 천장 결로방지 단열재로는 두께 15 mm, 폭 300 mm의 압출법 보온판이 설치되었다. 현장 성능 평가는 2020년 1월 20일부터 2월 10일까지 진행되었다.

평가대상 창 구성 및 설치

평가대상이 된 기존 창(base window)과 결로개선형 창(alternative window)의 구성은 Table 2와 같다. 여기에서 결로개선형 창은 선행연구(Park and Song, 2019)에서 물리적 시험을 수행한 대안 중 가장 경제적인 대안에 대한 것이다. Figure 2에서와 같이 복층유리 스페이서로 단열 스페이서(Thermoplastic spacer, TPS)를 적용하고, 프레임의 유리 오버랩 높이를 기존 대비 5 mm 연장한 19 mm로 하였으며, 내외창 모두 두께 22 mm 복층유리를 적용하고 외창의 복층유리에는 로이코팅 및 아르곤이 충진되었다. 외창 복층유리의 로이코팅 위치는 3면(중공층에 면한 실내측 유리면)이다. 기존 창은 TPS 대신 기존 알루미늄 스페이서를 적용하고, 프레임의 유리 오버랩 높이는 14 mm이며, 이를 제외한 나머지는 모두 결로개선형 창과 동일하게 하였다. 기존 창과 결로개선형 창 모두 3,610 mm × 2,410 mm의 거실 창 개구부 크기에 맞게

제작하고, 결로개선형 창 먼저 설치, 측정, 철거한 후 기존 창을 설치, 측정하여 성능을 평가하였다. Figure 5는 창의 설치 과정을 나타낸 것이다.

Figure 3. Location of apartment unit for field test

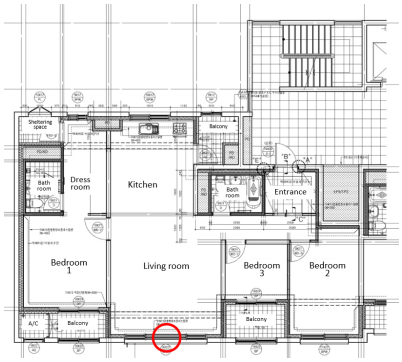


Figure 4. Plan of apartment unit for field test

Table 2. Configuration of base and alternative windows

	Spacer	Frame height overlapping the glazing (mm)	Glazing specification*	
			Interior	Exterior
Base window	Aluminum	14.0	5CL-12Air-5CL	5CL-12Ar-5LE
Alternative window	TPS	19.0	5CL-12Air-5CL	5CL-12Ar-5LE

*CL: clear, Ar: argon gas filling, LE: low-e coating

(a) Removal of existing window

(b) Installation of bracket

(c) Installation of frame

(d) Completion of window installation

Figure 5. Process of window installation

측정 항목

기존 창 및 결로개선형 창의 부위별 실내 표면 온도분포를 시각적으로 확인하기 위해 창의 실내 표면 열화상을 촬영하였다. 그리고 창의 주요 부위별 온도차이비율을 구하기 위해 1분 간격으로 창의 실내 표면 온도와 실내외 온도를 측정하였다. 설계기준에서 정하고 있는 창의 온도차이비율 평가 지점은 Figure 6과 같으며, 이에 따라 실내 표면 온도를 측정하였고, 총 측정지점 개수는 41개이다. 실내 온도는 거실에서, 실외 온도는 거실 창 외부에서 측정하였다.

실내 온습도는 설계기준에서 정하는 표준 조건인 온도 25℃, 상대습도 50%로 설정하여 세대 내 바닥난방 및 가습기를 가동하였다.

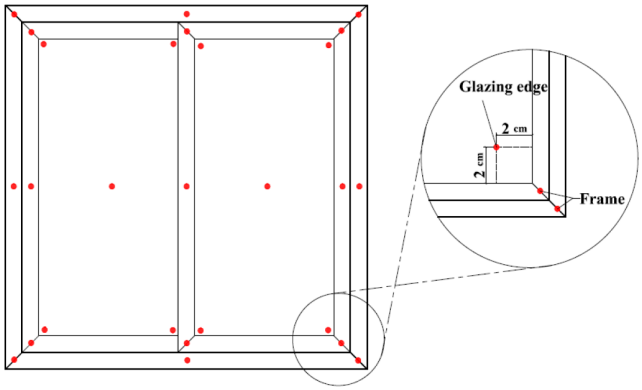


Figure 6. Temperature Difference Ratio evaluation locations specified in the Design Standard for Preventing Condensation in Apartment Buildings

Table 3. Specification of measurement equipments

Type (Model)	Specification
Infrared thermal camera (E8)	Measured range : -20~250℃ Accuracy : ±2℃ or ± 2% of reading (ambient temperature 10℃ to 35℃)
Thermocouple (T type : TS-T25-TE)	Measured range : -200~350℃ Accuracy : -200~0℃ : ±1.0~1.5℃ 0~350℃ : ±0.75~1.0℃
Data logger (GL820)	Clock accuracy : ±0.002% (ambient temperature = 23℃) Accuracy : -200~-100℃ : ±0.1% of reading +1.5℃ -100~-400℃ : ±0.1% of reading +0.5℃
Air temperature logger (TR-74Ui)	Accuracy : ±0.5℃

측정 장치

측정 장치의 종류 및 사양은 Table 3과 같다. 열화상카메라는 FLIR사의 E8, 실내 표면 온도는 T타입 열전대로 측정하고 데이터로거(GL820)를 통해 표면 온도를 수집하였다. 실내외 온도는 센서 내장 온도로거(TR-74Ui)를 이용, 데이터를 수집하였다. 측정 지점 및 센서 설치 사진은 Figure 7, 8과 같다.

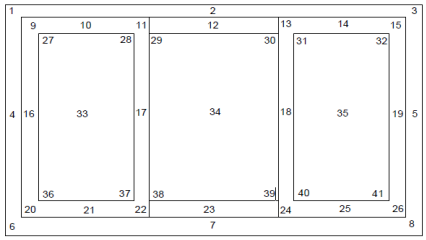


Figure 7. Temperature Difference Ratio evaluation locations of base and alternative windows

Figure 8. Installation of thermocouple

온도차이비율 평가 방법

온도차이비율은 설계기준에서 정하고 있는 결로방지 성능지표로서 식 (1)로 구하고, 0~1 사이의 값을 가지며, 값이 작을수록 실내 표면 결로 위험이 작음을 의미한다. 설계기준에서 제시하고 있는 실내외 환경조건은 정상상태 조건 하에서 평가하기 위한 것이며, 본 평가는 실제 공동주택 세대에 설치하여 실제 상황에서의 성능을 확인하고자 비정상상태 조건에서 수행한 것이므로 설계기준에서 제시하고 있는 외기온도 조건은 형성되지 않았다. 그러나 온도차이비율은 실내와 외기간 온도차이에 대한 실내와 대상부위 실내 표면간 온도차이의 상대적 비율을 의미하고, 실내외 온도가 달라져도 대상 부위 열저항이 동일할 경우 비교적 일정하게 유지된다고 가정할 수 있으므로, 설계기준에서 제시하고 있는 실내외 환경조건이 아닌 경우라도 결로개선형 창과 기존 창 간의 상대적인 비교 평가는 가능하다고 할 수 있다.

전체 측정 기간 중 모든 측정 지점의 측정 데이터 손실 없이 신뢰할 수 있는 구간을 대상으로, 비정상상태 조건에서의 현장 평가인 관계로 일사가 없으며 결로에 좀 더 취약한 야간 시간대 중, 설계기준에서 제시하고 있는 실내 환경 조건인 실내온도 25℃에 근접하게 유지되는 구간에 대해 온도차이비율을 분석하였다. KS F 2295(KATS, 2019)의 안정화된 후 1시간 동안의 온도차이비율 값을 산출하는 방식을 따라, 상기 조건을 모두 만족하는 구간에 대해 매시 정각부터 1시간 동안 모든 실내 표면 온도 측정값의 변화량을 파악하고, 가장 변화가 작은 시간 구간(1시간)을 안정화 구간으로 간주, 이 시간 구간에서의 온도차이비율을 평가하는 것으로 하였다. 설계기준(국토교통부, 2016)에서 정하고 있는 지역별 주요 부위별 허용 최대 온도차이비율은 Table 4와 같다.

$$TDR = \frac{T_i - T_{si}}{T_i - T_o} \tag{1}$$

여기에서, T_i : 실내온도 (℃), T_{si} : 실내 표면온도 (℃), T_o : 외기온도 (℃),
소수점 셋째자리 이하는 버림 처리

Table 4. Allowed maximum TDR by region

Location		TDR		
		Region Ⅰ	Region Ⅱ	Region Ⅲ
Window directly facing the outdoor	Center of glazing	0.16	0.18	0.20
	Edge of glazing	0.22	0.24	0.27
	Frame	0.25	0.28	0.32

결로개선형 복층유리 이중창의 현장 성능 평가 결과

열화상 평가 결과

기존 창 및 결로개선형 창에 대한 열화상 촬영 개요는 Table 5와 같고, 열화상 촬영 결과는 Figure 9, 10과 같다. Table 5에서와 같이 기존 창 및 결로개선형 창에 대한 열화상 촬영 시 실내외 온도 조건은 거의 유사하였다.

Table 5. Summary of infrared thermal imaging

	Base window	Alternative window
Time	2020.02.10. 09:52 a.m.	2020.01.30. 09:28 a.m.
Indoor air temperature (℃)	24.9	24.8
Outdoor air temperature (℃)	3.0	3.2

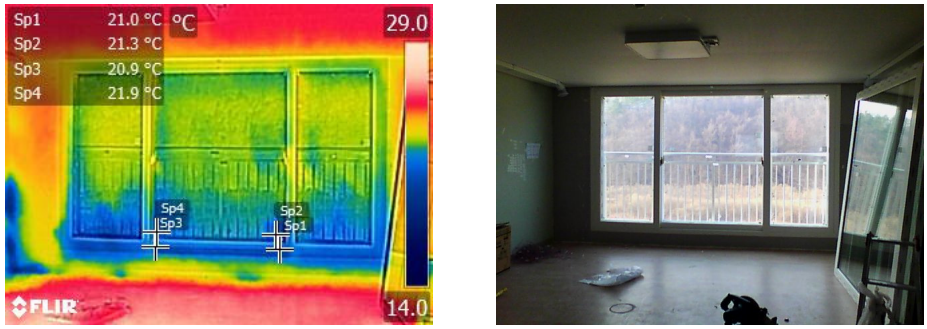


Figure 9. Indoor surface thermal image of the base window

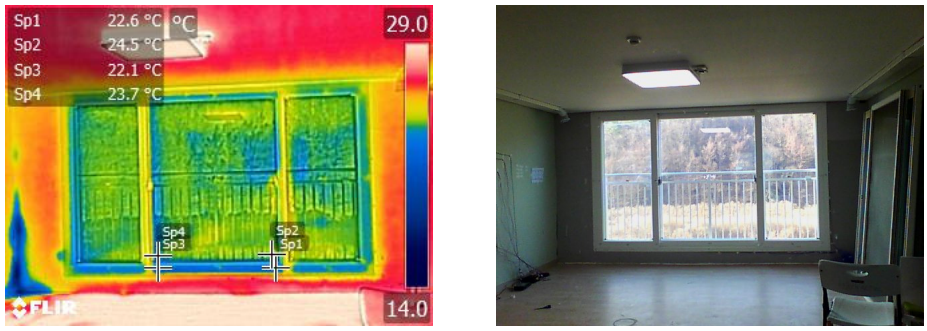


Figure 10. Indoor surface thermal image of the alternative window

열화상 촬영 결과 기존 창 대비 결로개선형 창의 하부 실내 표면온도가 전반적으로 좀 더 높게 나타났다. Figure 9, 10에 표시한 주요 지점 온도를 기준으로 기존 창과 결로개선형 창을 비교해 보면, 유리 하부 모서리(Sp2 및 Sp4 지점 평균)의 경우 기존 창은 21.6℃, 결로개선형 창은 24.1℃, 하부 프레임(Sp1 및 Sp3 지점 평균)의 경우 기존 창은 21.0℃, 결로개선형 창은 22.4℃로 나타나, 결로개선형 창의 실내 표면온도 상승과 이를 통한 결로 위험 감소 효과를 확인할 수 있었다.

온도차이비율 평가 결과

기존 창 및 결로개선형 창에 대한 측정 조건은 Table 6과 같고, 창 부위별 온도차이비율 평가 결과는 Table 7과 같다. Table 7의 값은 앞에서 설명한 바와 같이 측정 데이터 손실 없이 신뢰할 수 있는 구간에서, 일사가 없으며 결로에 좀 더 취약한 야간 시간대 중 설계기준 상의 실내온도에 근접하게 유지되고, 모든 실내 표면 온도 측정값의 변화가 가장 작은 시간 구간(1시간, Table 6의 Analyzed period)에 대한 평균값이다. Figure 11, 12는 각각 기존 창('20.01.31. 14:00~'20.02.03. 24:00) 및 결로개선형 창('20.01.21. 14:00~'20.01.24. 24:00)의 실내 표면온도와 외기온도 및 실내온도 분포를 나타낸 것이다.

기존 창의 유리 모서리 온도차이비율은 0.22, 창틀 및 창짝은 0.26으로 지역Ⅱ 기준을 만족하는 수준으로 나타났다. 반면, 동일 유리 구성에서 알루미늄 스페이서 대신 단열 스페이서(TPS)를 적용하고 프레임의 구조와 치수를 조정하여 유리와 겹치는 프레임의 높이를 5 mm 연장한 결로개선형 창의 경우, 유리 모서리와 창틀 및 창짝의 온도차이비율이 각각 0.17, 0.20으로 크게 향상되었으며, 설계기준 지역 I 기준을 만족하는 수준인 것으로 나타났다. 결로개선형 창은 열적 경계조건이 변화하고 창 크기가 다른 실제 상황에서도 기존 창 대비 온도차이비율이 유리 중앙, 유리 모서리, 창틀 및 창짝에서 22.7~31.3% 향상되었으며, 이를 통해 결로 위험 감소 효과가 큼을 확인할 수 있었다.

Table 6. Measurement condition

	Base window	Alternative window
Measurement period	2020. 01. 31.~2020. 02.10.	2020. 01. 20.~2020. 01. 30.
Analyzed period	2020.02.01. 06:00-07:00	2020.01.21. 23:00-24:00
Average indoor air temperature during analyzed period (℃)	24.4	24.3
Average indoor air relative humidity during analyzed period (%)	49.0	44.0
Average outdoor air temperature during analyzed period (℃)	-5.2	-2.5

Table 7. Average TDR and indoor surface temperature during analyzed period

		Center of glazing	Edge of glazing	Frame
Base window	TDR	0.16	0.22	0.26
	T_{si} (℃)	19.6	17.7	16.5
Alternative window	TDR	0.11	0.17	0.20
	T_{si} (℃)	21.3	19.6	18.8

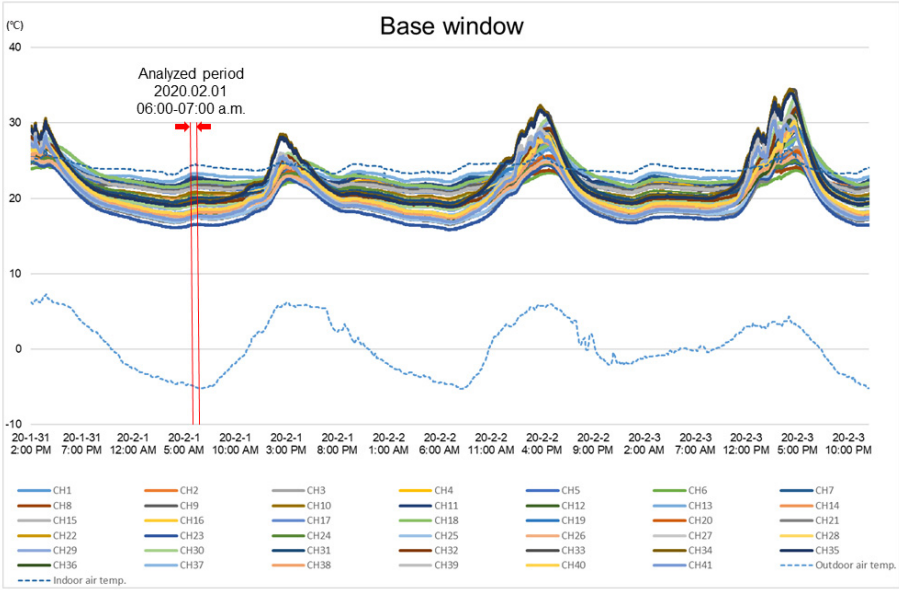


Figure 11. Indoor surface temperature, indoor and outdoor air temperature distributions of the base window (2020. 01. 31. 14:00~2020. 02. 03. 24:00)

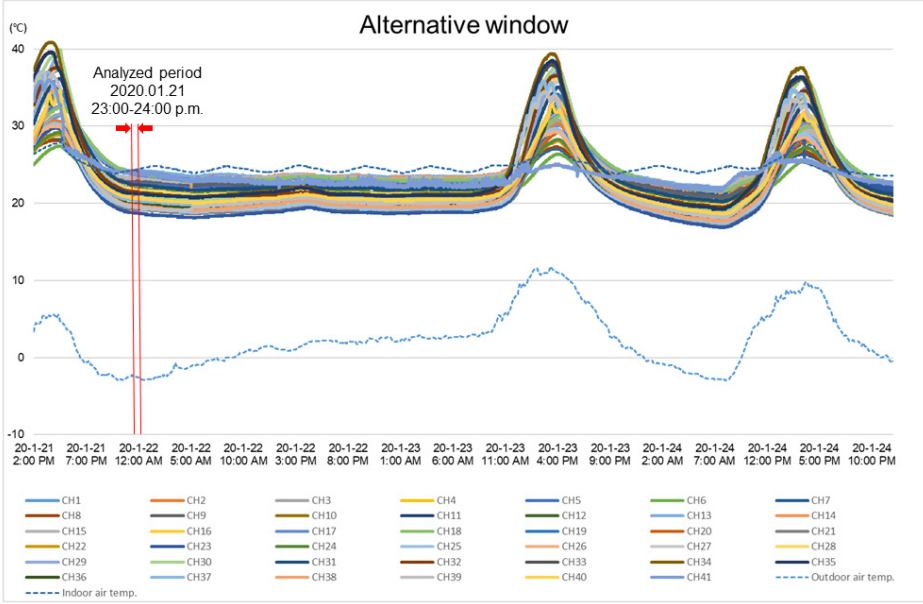


Figure 12. Indoor surface temperature, indoor and outdoor air temperature distributions of the alternative window (2020. 01. 21. 14:00~2020. 01. 24. 24:00)

기존 창에서 창틀 및 창짝의 실내 표면온도인 16.5℃는 실내온도 25℃를 기준으로 할 경우 실내습도 약 60%에서의 실내 노점온도에 해당하는 수준이다. 따라서 기존 창의 경우 실내온도가 25℃이고 실내습도가 약 60%를 넘으면 표면결로가 발생한다고 할 수 있다. 반면 결로개선형 창은 모든 측정 부위에서 기존 창 보다 실내 표면온도가 상승하였다. 특히 유리 모서리와 창틀 및 창짝의 경우 기존 창 대비 실내 표면온도 상승이 각각 1.9℃, 2.3℃로 크며, 온도차이비율도 각각 0.05, 0.06 향상되었다. 이는 알루미늄 스페이서에 비해 상대적으로 낮은 열전도율을 가지는 단열 스페이서(TPS)를 적용하고, 유리 모서리 부위를 창짝의 중공층 챔버에 의해 단열할 수 있도록 유리 단부를 감싸는 창짝 높이를 연장해서 얻어진 결과이다.

결 론

본 연구에서는 최근 공동주택의 외기에 직접 접하는 창으로 주로 적용되는 복층유리 이중창을 대상으로, 선행연구(Park and Song, 2019)를 통해 도출된 설계 개선안을 적용한 결로개선형 창의 실제 상황에서의 기존 창 대비 성능 개선 효과를 확인하고자 하였다. 실제 공동주택 세대 내 거실에 실제 개구 치수로 결로개선형 창과 기존 창을 제작하여 설치한 후, 동계에 창 실내 표면 열화상 촬영 및 창 부위별 실내 표면 온도와 실내외 온도를 측정하고 온도차이비율을 산출하여 결로개선형 창과 기존 창을 비교 평가하였다. 본 연구의 결과는 다음과 같다.

(1) 동계 열화상 카메라를 이용, 결로에 취약한 창 하부를 대상으로 기존 창 대비 결로개선형 창의 동일 지점 온도분포를 분석한 결과, 결로개선형 창의 유리 하부 모서리 및 프레임 부위의 실내 표면온도는 기존 창 대비 각각 2.5℃, 1.4℃ 높게 나타나, 결로개선형 창의 실내 표면온도 상승과 이를 통한 결로 위험 감소 효과를 확인할 수 있었다.

(2) 알루미늄 스페이서를 적용하고 프레임의 유리 오버랩 높이가 14 mm인 기존 창의 유리 중앙부, 유리 모서리, 창틀 및 창짝의 온도차이비율은 각각 0.16, 0.22, 0.26으로 설계기준 지역Ⅱ 기준을 만족하는 수준으로 나타났다.

(3) 단열 스페이서(TPS)를 적용하고 프레임의 유리 오버랩 높이가 기존 창 대비 5 mm 연장하여 19 mm인 결로개선형 창은 유리 중앙부, 유리 모서리, 창틀 및 창짝의 온도차이비율이 각각 0.11, 0.17, 0.20으로 설계기준 지역Ⅰ 기준을 만족하는 수준이며, 각 부위별 온도차이비율이 기존 창 대비 22.7~31.3% 향상되어 결로 위험 감소 효과가 큼을 확인할 수 있었다. 이는 동일 유리 구성에서 알루미늄 스페이서 대신 상대적으로 낮은 열전도율을 가지는 단열 스페이서(TPS)를 적용하고, 유리 모서리 부위를 창짝의 중공층 챔버에 의해 단열할 수 있도록 유리 단부를 감싸는 창짝 높이를 연장해서 얻어진 결과이다.

후 기

본 연구는 국토교통부 주거환경연구사업의 연구비 지원(20RERP-B082204-07)에 의해 수행되었습니다.

References

1. Park, S.H., Koo, S.Y., Kim, M.H., Lim, J.H., Song, S.Y. (2017). A Study on the Design of Double-Glazed Horizontal Sliding Double Window in order to Satisfy the Condensation Resistance for Region Ⅰ by the Temperature Difference Ratio and U-factor Simulations. Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction, 33(2), 87-95.
2. Park, S.H., Koo, S.Y., Lim, J.H., Seong, Y.B., Song, S.Y. (2016). Condensation resistance evaluation of a double-sliding window system for apartment buildings. Procedia Engineering, 146, 60-68.
3. Park, S.H., Song, S.Y. (2019). Evaluation of Alternatives for Improving the Thermal Resistance of Window Glazing Edges. Energies, 12(2), 244-261.
4. Korean Agency for Technology and Standards (KATS). (2017). KS F 2278 Test method of thermal resistance for windows and doors, Korean Standards Association.
5. Korean Agency for Technology and Standards (KATS). (2019). KS F 2295 Test method of dew condensation for windows and doors, Korean Standards Association.
6. Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT). (2016). Design standard for preventing condensation in apartment buildings.
7. Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT). (2018a). Energy Saving Design Standards of Buildings.
8. Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT). (2018b). Construction Standard of Energy Saving Environmental Friendly House.