

Research Paper

단열 셔터의 기밀성능 및 단열성능 확보를 위한 Azon 및 Azo-Core의 적용성 평가

Evaluation of the Applicability of Azon and Azo-Core for Enhancing Airtightness and Thermal Insulation Performance of Insulated Shutters

길민우¹ · 김규용² · 최병철³ · 지성준¹ · 윤혜영¹ · 남정수^{2*}

Kil, Min-Woo¹ · Kim, Gyu-Yong² · Choi, Byung-Cheol³ · Ji, Sung-Jun¹ · Youn, Hye-Young¹ · Nam, Jeong-Soo^{2*}

¹Master's Course Student, Department of Architectural Engineering, Chungnam National University, Daejeon, 34134, Korea

²Professor, Department of Architectural Engineering, Chungnam National University, Daejeon, 34134, Korea

³Ph.D. Student, Department of Architectural Engineering, Chungnam National University, Daejeon, 34134, Korea

*Corresponding author

Nam, Jeong-Soo
Tel : 82-42-821-5629
E-mail : j.nam@cnu.ac.kr

ABSTRACT

This study investigated the thermal insulation performance of Azon and Azo-Core, two materials commonly used in window frames, for potential application in window shutters. A three-pronged evaluation approach was employed, utilizing the Therm 7.4 software, confidential test results, and dedicated thermal insulation testing. The simulation data indicated that both Azon and Azo-Core offered superior insulating properties compared to conventional shutter insulation materials. When incorporated into shutters, these materials achieved a first-grade sealing performance and a measured average thermal conductivity of $2.018\text{W/m}^2\cdot\text{K}$. While this thermal conductivity value surpasses the standard requirements of $1.5\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ for central regions and $1.8\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ for southern regions in Korea, it falls within the acceptable limit of $2.2\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ established for the Jeju region. Based on these findings, Azo-Core, warranting further dedicated research, presents itself as a promising candidate for shutter insulation material, particularly in applications targeting the Jeju region.

Keywords : insulation performance, airtightness, azon, azo-core, shutter

Received : April 30, 2024

Revised : May 30, 2024

Accepted : June 18, 2024

1. 서론

최근 제로 에너지 빌딩(Zero Energy Building)에 대한 관심과 기대가 높아짐에 따라 공급 위주 에너지 정책의 한계에서 벗어나 수요관리 정책의 중요성이 강조되고 있다. 제로 에너지 빌딩은 건물 내 에너지 소비량과 자체적 생산량의 합이 최종적으로 '0(Net Zero)'이 되는 건물을 의미하며 이는 온실가스 감축 및 침체된 건축 사업의 활력제로, 에너지 비용 절감을 통한 복지 향상 및 쾌적한 공간 구현에 기여한다[1]. 현재 건설 산업은 제로 에너지 빌딩 등급 도입에 따라 주요 건물에 쓰이고 있는 창호, 도어 및 셔터의 에너지 효율성을 향상할 수 있는 단열성능이 요구되고 있다[2,3].

현재 창호, 도어에 대한 단열성능에 관한 연구는 활발히 진행되고 있으며, 그 중 창호의 단열성능을 향상시키기 위해 단열 셔터를 적용한 연구가 수행되었다. Choi and Sohn[4]는 창호 내부 공기층 부위 외부에서 조절 가능한 블라인드 차양을 내장시킨 창호 시스템의 성능을 분석하였으며, Lee et al.[5]와 Cho et al.[6]은 창호의 단열성능을 향상시키기 위한 플라스틱, 알루미늄 기반 셔터의 창호 적용 분석을 진행하였으나 재료적 접근으로 인한 순수 단열성능을 확보한 셔터에 대한 연구는 미비한 실정이다[7,8]. 셔터는 철제로 구성된 상하 개폐형 방식의 대규모 공간의 일시적 문이나 창호 역할을 하는 건축 자재로



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

물류창고나 공장, 발전소 건물 등 다면적의 벽체를 개폐하는 역할을 한다. 셔터는 기존의 창문이나 창호보다 많은 벽체 면적을 차지하여 실외면적과 접촉하는 면적이 상대적으로 넓기 때문에 에너지 손실량이 크다는 문제점이 제시되고 있다[5]. 따라서 건물 내부 에너지를 효율적으로 관리하기 위해 셔터가 외부와의 에너지 교환을 막아주는 역할에 대한 필요성이 대두되고 있지만 현재 단열성능을 확보한 셔터에 관한 연구는 건축물의 단열재로 활용되는 자재들이 일부 적용되는 형식으로 진행되기 때문에 셔터의 시스템을 구축할 필요성이 있다[9].

현재 활용되고 있는 셔터의 경우 EGI 강판+우레탄 폼 단열 셔터가 주를 이루고 있으며 국외의 경우, 단독 주택의 형식을 가진 주택시장이 활발하게 형성됨에 따라 개인 차고와 연결되는 공간의 에너지 효율성 향상 측면에서 단열 셔터의 적용이 활발히 이루어지고 있지만 공동주택이 주를 이루는 국내 시장과 더불어 단열 슬롯 디자인이 상이하여 국내 적용이 어려운 실정이다.

또한 현재 셔터에 활용되는 단열재인 폴리우레탄, 세라믹 울, 미네랄 울 등은 낮은 단열성 및 재료적 한정으로 인한 성능 저하 문제가 제시되고 있으며 주로 적용되고 있는 셔터 시스템인 알루미늄+PVC(Polyvinyl chloride) 재질, 아연도금강판+경질 우레탄 폼의 재질은 이중 압출, 절단, 조립, 내부 우레탄 폼 충전, 충전재 정리, 측면 마감, 가이드레일 결합으로 복잡하게 구성되어 있어 생산성이 떨어지며 단열성능에 대한 문제가 제시되었다. 또한 AL(Aluminium)바 이중 압출, 절단 및 조립 과정 이후 내부 단열재를 충전, 정리하는 과정을 직접 가공해야 하는 문제점도 추가로 발생하여 제조 공정의 개선과 더불어 품질 향상이 요구되었다.

이에 대안으로 창호 시장에서 주목받고 있는 Azo-Core의 셔터 적용 가능성을 검토할 필요성이 대두되고 있다. Azo-Core는 고밀도 폴리우레탄 폼 제품으로 기존 창호 Azon 열 차단 시스템에 비해 넓은 단열층 설계로 기존 단열소재 Azon 대비 4배, Polyamide 대비 10배 이상의 우수한 단열성능과 낮은 열전도율로 열교차단에 적합한 단열재로 주목받고 있다. 또한 Azon은 Azo-Core 보다는 낮은 단열성능을 가졌지만, 다소 높은 강성을 갖춘 고밀도 폴리우레탄 폼 제품으로 Azon 및 Azo-Core의 적절한 상호 보완으로 셔터의 적용 가능성이 판단된다면 셔터의 단열성능 확보를 위한 대안으로 제시될 수 있다.

따라서 본 연구에서는 단열성능을 갖는 셔터의 개발 및 적용이 요구됨에 따라 기존 셔터에 활용되는 단열재를 대신하여 창호 시장에서 주목되고 있는 낮은 열전도율을 가진 고밀도 폴리우레탄 폼 소재인 Azo-Core를 셔터에 적용하여 기밀성능 및 단열성능을 확보하고자 하였다. 그러나 Azo-Core만을 셔터에 적용할 경우 Azo-Core의 다소 낮은 강성에 의한 구조적 성능 저하 우려가 있어 이를 보완하기 위해 동일한 성분인 Azon을 일부분 동시 적용하여 시험을 진행하였다. 기존 셔터에 적용하고 있는 단열재와의 단열성에 대한 차이를 비교하기 위해 2차원 열교 해석 프로그램인 Therm 7.4 시뮬레이션 프로그램을 통해 가시적으로 성능 비교를 진행하였으며, 실제 Azon 및 Azo-Core를 적용한 제작 셔터의 기밀성능 및 단열성능을 검토하여 Azon 및 Azo-Core의 셔터 활용 가능성을 검토하고자 한다.

2. 연구내용 및 방법

2.1 시뮬레이션 분석 방법

Azon과 Azo-Core를 실제 셔터에 적용하기 전에 2차원 열교 해석 프로그램인 Therm 7.4 시뮬레이션을 통해 기존 사용되고 있는 단열재와의 단열성능을 가시적으로 비교 분석하고자 하였다. Therm 7.4는 미국 창호협회(NFRC; National Fenestration Rating Council)에서 성적서 발급용으로 채택된 프로그램으로 건축자재의 단열성능을 예측 및 실제 실험 단계 이전 자재의 성능을 파악하기 위한 시뮬레이션 프로그램이다. 시뮬레이션 진행에 있어서 현재 상용화 중인 셔터의 디자인과 Azo-Core를 도입하기 위해 제작하고자 하는 셔터 디자인의 도면을 유사하게 작성한 후, KS F 2278 「창호의 단열성 시험방법」 기준에 따라 외기 면적과 외기 면적 차이를 저온실(실외) 0°C, 항온실(실내) 20°C로 구성된 온도 조건인 건축자재의 열관류율 시험 조건과 동일한 환경 변수를 묘사하여 입력 후 사용되는 재질을 사용되는 부위에 따라 각각의 열전도율 값을 입력하는 방법으로 시뮬레이션 평가를 진행하였

다. 또한 셔터의 열교가 가장 취약한 상부와 하부가 결합되는 Slat 연결 부위의 열교와 단열성을 분석하고자 하였으며, Slat의 곡면 부분은 직선을 활용한 N각형의 형태로 유사하게 표현하였다. 시뮬레이션에 사용된 재료의 열전도율은 Table 1과 같으며, 본 시뮬레이션에서는 강성의 문제를 배제하고 단열성능을 가지적으로 확인하기 위해 Azo-Core만을 비교 분석하였다.

Table 1. Thermal conductivity of materials used

	Polyurethane	Ceramic wool	Mineral wool	Azo-Core
Conductivity (W/m·K)	0.050	0.038	0.042	0.030

2.2 Azon 및 Azo-Core를 활용한 셔터 제조 방법 및 성능 시험방법

2.2.1 셔터 제조 방법

셔터는 일반적으로 Slat, Guide Rail, 가스켓, End Lock, Wind Lock 및 Bottom Bar로 구성되어 있으며 일반적인 단열셔터는 Slat 사이에 단열재를 추가하는 형식으로 활용한다. 본 연구에서는 창호에서 활용되는 Azon 및 Azo-Core의 셔터 적용 가능성을 검토하기 위해 Slat과 Guide Rail에 Azon과 Azo-Core를 적용하였다.

실제 셔터 제작하기에 앞서 Figure 1과 같이 3D 프린팅을 활용하여 슬랫의 디자인 개요 및 가동성을 검토하였다. 본 셔터에서는 Slat 내부에 액체 상태인 Azo-Core를 충전하고 굳는 과정에서 주저앉는 사태를 방지하기 위해 U자 모형으로 구성하였으며, Slat과 Slat 사이 간격이 존재함에 따라 기밀성이 저하되거나 셔터의 개폐에 영향을 주기 때문에 Slat 연결 부분의 고리 및 간격에 Azon을 추가하여 Slat 사이 간격을 최소화하여 기밀성을 향상시켰다[10]. 또한 연결 부분의 고리 길이를 연장시켜 셔터 개폐시 안정성도 확보하고자 하였다. Figure 2와 같이 3D 프린팅 모델링을 활용한 다수의 Slat 제품으로 Slat과 Slat 사이의 간격, 연결성, 보관을 위한 Box Cover의 크기 등을 파악하며 실제 가동성을 검토하였다. 3D 프린팅 모델링을 바탕으로 실제 셔터를 제작하기 위해 일반적인 셔터 구성품에 단열성과 기밀성을 보완하고자 Azon(Single, Double), Azo-Core를 단열재로 사용하였으며, 추가 단열성능 보안을 위해 모헤어를 사용하였다. 따라서 Azon(Single)과 Azo-Core는 셔터의 Slat에, Azon(Double)과 모헤어는 Guide Rail에 적용하였으며 본 셔터에 사용되는 Azon은 1개 사용할 경우 Single, 2개 사용할 경우에는 Double로 정의하였다.

제작된 셔터의 Guild Rail과 Slat의 상세도는 각각 Figure 3, Figure 4와 같으며, 기존 셔터와 달라진 제작 셔터의 단면은 Guild Rail과 Slat 각각 Figure 5, Figure 6에 나타내었다. Figure 3과 같이 Guild Rail에 공기층을 형성하였으며, 기존 단열재가 아닌 Azon(Double)로 충전하였다. 또한 모헤어의 길이도 1개에서 4개로 늘린 후, 길이를 연장시켜 기밀성과 단열성을 확보하고자 하였으며, Figure 4와 같이 Slat 또한 기존의 단열재를 대신하여 Azon과 Azo-Core를 충전하였으며 3D 프린팅 모델링과 동일하게 Azo-Core의 주저앉는 현상을 방지하기 위한 양 옆의 U자 모형과 Slat 사이의 간격을 최소화하였다. Azo-Core는 Azon과 동일한 성분이지만 Azon보다 넓은 단열층 설계로 단열성능은 우수하지만 다소 강성이 떨어지는 Azo-Core를 Azon으로 보완하기 위하여 Azon과 Azo-Core를 동시 적용하였다.

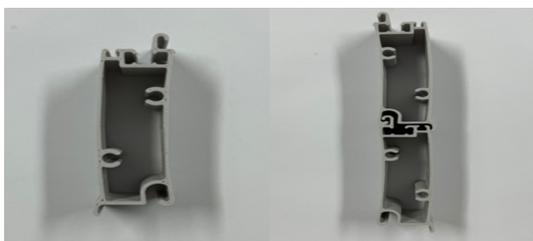


Figure 1. 3D-printed model overview of slat design

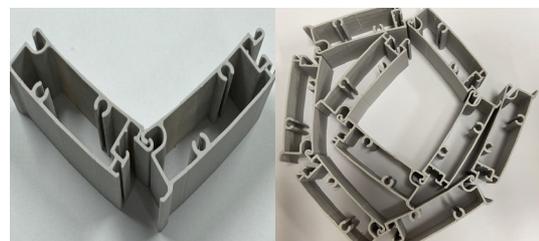


Figure 2. 3D-printed models of slat products

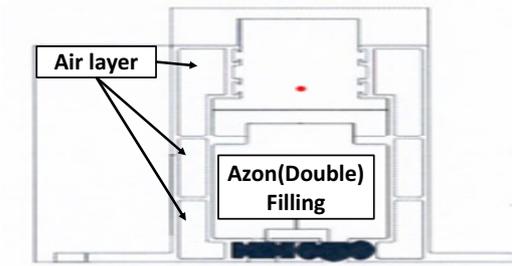


Figure 3. Guide rail details

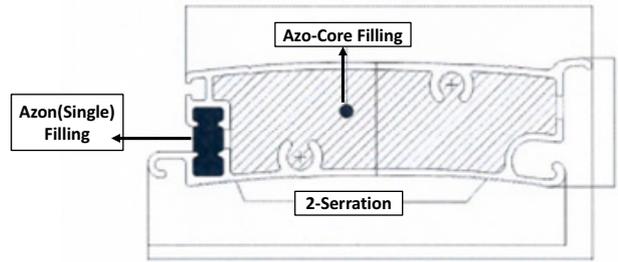


Figure 4. Slat details

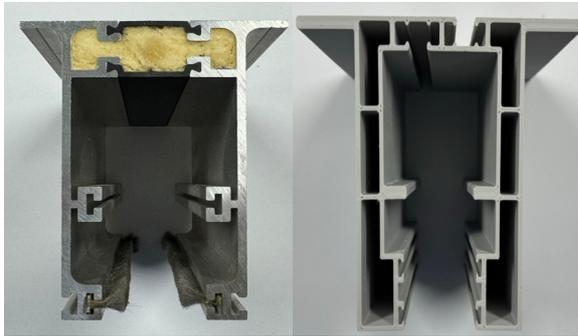


Figure 5. Guide rail prototype comparison(left : existing , right : modified)

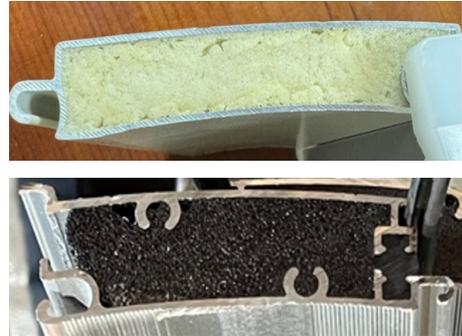


Figure 6. Slat prototype(top : existing, down : modified)

Table 2는 셔터 제작에 앞서 시험체 구성 및 시험에 필요한 고정용 자재의 재질 및 크기를 나타냈다. U사의 AL 합금 6063 T5 재질의 Slat과 Guide Rail, D사의 EPDM 재질 가스켓, A사의 폴리우레탄계 Azon과 Azo-Core 및 M사의 모헤어와 폴리에틸린 백업제를 결합하여 2000×2000×140(mm) 규격의 셔터를 제작하였다. 제작된 셔터 시험체 도면은 다음 Figure 7과 같으며 Guild Rail과 Slat의 상세도는 각각 Figure 3, Figure 4와 같다.

Table 2. Specimen configuration

	Configure	Material	Model size	Manufacturing
Shutter configure	Slat	AL Alloy 6063 T5	8×75	Company U
	Guide rail		125×75	
	Gasket	EPDM	-	Company D
	Azon	Polyurethane based	-	Company A
	Azo-Core		-	
	Mohair	-	10(mm)	Company M
	Backups	Polyethylene	10(mm)	-
Shutter anchoring materials configure	SPF plate	Pine Tree	19×140(mm)	Company G
	Wood		40×40(mm)	-

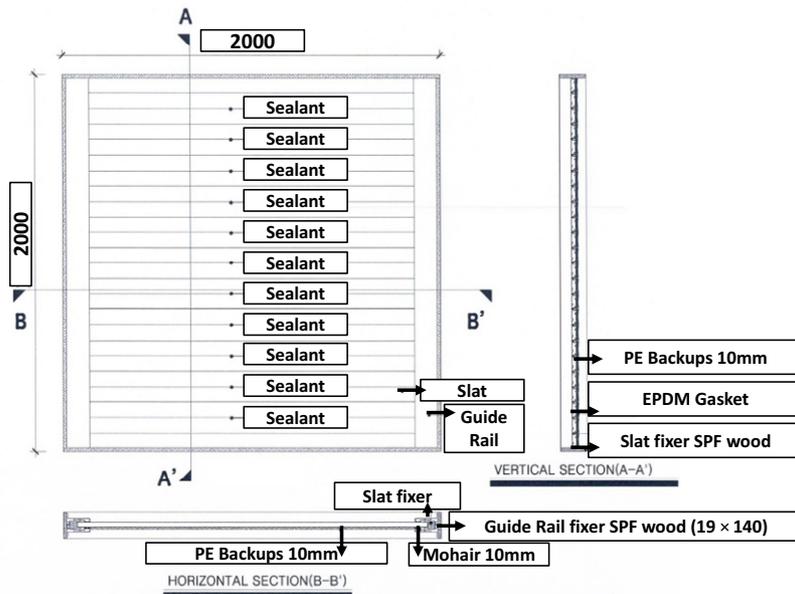


Figure 7. Elevation drawing of test specimen

2.2.2 셔터 성능 시험방법

제작된 셔터의 기밀성을 평가하기 위해 KS F 2292[11] 「창호의 기밀성 시험방법」에 따라 실시하였으며, 기밀 가압선에 따라 시험 시작 5분 가압 후 10분 주기의 가압을 실시, 100Pa 이후에는 10분 주기의 가압을 설정하였다. 시험 장비는 창호 시험기로 유량계 측정 범위 0~300m³/(h·m²) 및 차압계 0~500Pa의 조건으로 설정하였으며 시험 조건은 Table 3과 같다.

또한 제작된 셔터의 단열성을 평가하기 위해 KS F 2278[12] 「창호의 단열성 시험방법」에 따라 실시하였으며, 두 챔버를 통해 좌측의 챔버는 0°C, 우측의 챔버는 20°C로 구성하여 평가하였다. 가열 상자, 향온실, 저온실 가열 상자와의 저온실 공기 온도 차에 의한 공기의 온도와 총공급 열량과 교정 열량으로 이루어진 공급 열량, 총공급 열량에서 교정 열량을 뺀 값인 시험체 통과 열량을 측정하였으며, 표준판 표면 열전달 저항으로써 실내 측 및 실외 측의 열전달 저항과 더불어 열관류 저항 값을 통하여 총 3회에 걸쳐 측정하였다. 가열 상자, 향온실, 저온실의 시험 조건은 Table 3과 같다. 또한 기밀성 및 단열성의 정확한 측정을 위해 고정용 자재로 SPF(Spruce pine fir)판재와 목재를 활용하여 진행하였으며 슬랫의 조인트 발생을 방지하기 위한 실런트 활용 및 내부 PE(Polyethylene) 재질 백업재를 슬랫에 추가 보완하였다.

Table 3. Airtightness and insulation test methods for shutter

	Confidential	Insulation
Test conditions	<ul style="list-style-type: none"> • Temperature : (22.1±0.7)°C • Humidity : (55.6±3.4)% • Air pressure : (1,001.8±0.2)hPa 	<ul style="list-style-type: none"> • Chamber and heating box setting : (20±1)°C • Low temperature chamber : (0±1)°C • Airflow speed : 2.1m/s • Airflow Direction : Horizontal
Specimen conditions	<ul style="list-style-type: none"> • W 2,000×H 2,000×D 140(mm) 	<ul style="list-style-type: none"> • W 2,000×H 2,000×D 140(mm)
Test equipment conditions	<ul style="list-style-type: none"> • Device name : Window Tester • W 2,000×H 2,000×D 140(mm) • Flow meter measurement range : 0~300(m³/(h·m²)) • Differential pressure gauge : 0~500(Pa) 	<ul style="list-style-type: none"> • Heating box : W 2,400×H 2,400×D 800(mm) • Chamber : W 2,800×H 3,800×D 3,800(mm) • Low temperature chamber : W 2,500×H 3,800×D 3,800(mm)

3. 연구 결과 및 분석

3.1 시뮬레이션 분석 결과

기존 셔터에 적용하는 단열재인 폴리우레탄, 세라믹 울, 미네랄 울과 본 연구에 적용하고자 하는 Azon 및 Azo-Core의 셔터에 적용 시 Therm 7.4 시뮬레이션을 진행한 분석 결과는 Figure 8과 같다. Figure 8은 왼편을 실내 20°C와 오른편 실외 0°C를 설정하여 나타난 결과이며 네 가지의 단열 재료의 열관류율을 기반으로 기류 흐름 부근의 온도분포와 단면상 부재 위치에 따른 열 흐름을 파악하여 나타난 것이다. 색상 스펙트럼 길이는 온도 변화를 나타내며 동일한 색의 분포가 넓을수록 동일 온도를 유지하는 것이다. 또한 온도 변화가 클수록 색 변화가 크다는 것을 의미한다. 따라서 기존에 활용되고 있는 소재인 폴리우레탄, 세라믹 울, 미네랄 울의 3개의 단열재는 열교차단이 단열 재료 전체에 걸쳐 점층적으로 일어나는 양상을 보이며 열 흐름이 거의 유사한 방향으로 나타나는 것으로 보아 모두 열전도율이 크게 차이나지 않는 것을 확인하였다. 그러나 Azon 및 Azo-Core의 가시 스펙트럼의 시뮬레이션 검증에서는 열 흐름이 선형되지 않고 끊기는 것으로 보아 내외부 열이 넓게 분포되어 이는 Azon 및 Azo-Core가 내부의 열이 밖으로 나가지 않게 차단하는 역할로 열교에 대한 방지 효과와 기존의 단열재에 비해 우수한 단열성능을 확인하였다.

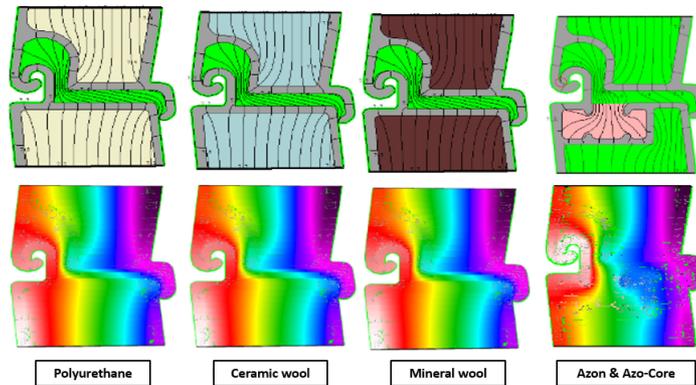


Figure 8. Therm 7.4 simulation analysis results

3.2 제작 셔터 기밀성 분석 결과

제작된 셔터의 기밀 성능시험을 통한 압력차에 따른 통기량 결과는 Table 4에 제시하였다. 기밀성 시험 결과는 압력차 10Pa, 30Pa, 50Pa, 100Pa 순으로 각각 통기량 $0.22\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$, $0.61\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$, $1.14\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$, $1.92\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ 를 나타냈었으며 압력차가 증가할수록 통기량이 증가하는 경향을 보였다. 제시된 결과를 기반으로 Figure 9의 표준 기밀성 등급 선에 나타난 결과 모든 압력차에 따른 통기량이 1등급 선 안으로 확보되어 기밀성능에 있어 1등급으로 확인하였다. 이는 시뮬레이션 결과와 이어 고밀도 폴리우레탄 폼 형태인 Azo-Core의 밀실한 성질로 인해 기밀성능이 확보된 것으로 보인다.

Table 4. Confidentiality test results

	Pressure difference(Pa)	Ventilation($\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$)
Confidentiality test result	10	0.22
	30	0.63
	50	1.14
	100	1.92
Confidential performance	Grade 1	

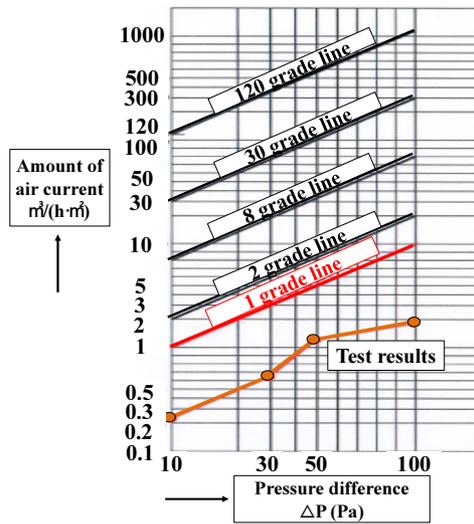


Figure 9. Airtightness standard grade line

3.3 제작 셔터 단열성 분석 결과

제작된 셔터의 단열 성능시험 결과는 각각 열관류율 2.020, 2.022, 2.013W/m²·k으로 평균 2.018W/m²·k으로 도출되었으며, 이는 Table 5와 같다. 국토교통부 발행 건축물의 에너지 절약설계 기준 지역별 건축물 부위의 열관류율표에 따르면 외기에 직접 면하는 공동주택 외 창 및 문의 설치 기준 중부지방 열관류율 1.5W/m²·k 이하, 남부지방 열관류율 1.8W/m²·k 이하에 비해 높은 수치이지만 제주지방 2.2W/m²·k 이하에는 적용 가능한 수치이다[13]. 본 연구에 사용한 Azo-Core는 기존 Azon에 비해 다소 낮은 구조성능과 강성을 가지고 있어 Azon과 동시 적용하였기 때문에 단열성능이 저하된 것으로 판단되며 추후 Azo-Core의 강성 확보에 관한 연구 및 Azo-Core만을 활용한 셔터의 추가 연구가 검토된다면 셔터의 단열재로 사용 가능성이 높다고 판단된다.

Table 5. Insulation performance test results

Measurement metrics		1 Time	2 Time	3 Time
Air temperature (°C)	Heating box	20.070	20.060	20.060
	Chamber	19.960	20.030	19.980
	Low temperature chamber	-0.020	0.000	-0.020
	Air temperature difference (Heating box – Low temperature chamber)	20.090	20.060	20.060
Supplied calories (W)	Total supplied calories	194.220	193.780	193.780
	Proofread calories	35.090	34.740	35.010
Calorific value through the Specimen(W) (Total supplied calories – Proofread calories)		159.130	159.040	158.470
Standard plate surface heat transfer resistance	Indoor side heat transfer resistance	0.110	0.110	0.110
	Outdoor side heat transfer resistance	0.060	0.060	0.060
	Thermal perfusion resistance correction value	-0.010	-0.010	-0.010
Thermal perfusion resistance[m ² ·K/W]		0.495	0.495	0.497
Thermal perfusion rate[W/(m ² ·K)]		2.020	2.022	2.013
		Average : 2.018		

4. 결론

본 연구에서는 단열성능을 갖는 셔터의 개발 및 적용이 요구됨에 따라, 기존 셔터에 활용되고 있는 단열재가 아닌 창호에 서 사용되는 단열재(Azon, Azo-Core)를 셔터에 도입하여 단열성능을 확보하고자 Therm 7.4 프로그램을 통해 단열재 평가 와 제작된 셔터의 기밀성 및 단열성능을 평가하였으며 결론은 다음과 같이 요약하였다.

- 1) Therm 7.4 평가 결과 기존 단열재 폴리우레탄, 세리믹, 미네랄 울에 비해 Azo-Core 적용 부위의 열 흐름이 끊김을 확인 하였으며 이는 Azo-Core가 외·내부 열전달을 지연시켜 높은 단열성능을 확보할 수 있는 것으로 판단된다.
- 2) Azon 및 Azo-Core를 활용한 제작 셔터 기밀 성능시험 결과 압력차가 10, 30, 50, 100Pa에서 각각 0.22, 0.63, 1.14, 1.92m³/(h·m²)로 도출되었으며 이는 기밀 등급선에 제시된 1등급 선 안의 수치로 1등급 기준에 충족하였다.
- 3) Azon 및 Azo-Core를 활용한 제작 셔터 단열 성능시험 결과 3회의 시험 각각 열관류율 2.020, 2.022, 2.013W/m²·k으로 평균 2.018W/m²·k으로 도출되었다. 이는 국토교통부 에너지 절약설계 기준 외기에 직접 면하는 창 및 문 설치 기준 중 부지방 열관류율 1.5W/m²·k 이하, 남부지방 열관류율 1.8W/m²·k 이하에 비해 높은 수치이지만 제주지방 2.2W/m²·k 이하에는 적용 가능한 수치이다. 그러나 다소 강성이 낮은 Azo-Core를 보완하기 위해 단열성능이 상대적으로 낮은 Azon을 동시 적용한 결과이기 때문에 Azon보다 단열성능이 높은 Azo-Core의 강성 확보 및 단독 사용의 추가 연구가 검토된다면 높은 단열성능 확보로 인하여 셔터의 단열재로 사용 가능성이 있다고 판단된다.

요약

본 연구는 창호에 사용되고 있는 Azon과 Azo-Core를 셔터에 활용하여 단열성능을 확보하고자 Therm 7.4 프로그램과 기 밀, 단열성 시험을 통해 검토하였다. 시뮬레이션 결과 Azon 및 Azo-Core는 기존의 단열재에 비해 단열성이 우수했으며 셔터 에 적용 시 1등급의 기밀성능과 평균 2.018W/m²·k의 열관류율을 확인하였다. 이는 외부셔터 설치 기준 중부지방 1.5W/m²·k, 남부지방 1.8W/m²·k보다 높은 수치이지만 제주지방 2.2W/m²·k에는 적용 가능한 수치이며 Azon과 병행 적용이 아닌 Azo-Core만 적용할 수 있는 추가 연구가 검토된다면 셔터 단열재로 사용 가능성이 있다.

키워드 : 단열성능, 기밀성능, 아존, 아조코어, 셔터

Funding

Not applicable

Acknowledgement

This study was supported by the National Foundation of Korea, funded by the Ministry of Science and ICT of Korea in 2020(No. 2020R1C1C101403812).

ORCID

Min-Woo Kil,  <https://orcid.org/0009-0000-2869-5383>

Gyu-Yong Kim,  <https://orcid.org/0000-0002-8662-8899>

Byung-Cheol Choi,  <https://orcid.org/0000-0001-6668-5741>

Sung-Jun Ji,  <https://orcid.org/0009-0001-7698-5382>

Hye-Young Youn,  <https://orcid.org/0009-0000-5940-0293>

Jeong-Soo Nam,  <https://orcid.org/0000-0002-9723-5994>

References

1. Cho S, Han SY, Sung UJ, Kim SH. An suggestion of improvement plan and analysis of comparison about the energy performance evaluation tools for application of the technical package in zero energy building. *Journal of Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building Systems*. 2017 Aug;11(4):319-30.
2. Yoo MH, Yeo MS, Lee YJ, Chung WJ, Park SH, Kim KW. Evaluation on cooling performance of thermally activated building system by insulation and shading conditions in apartments. *Journal of the Korean housing association*. 2012 Apr;23(2):107-14. <https://doi.org/10.6107/JKHA.2012.23.2.107>
3. Park SH, Kwon KW, Sohn JY. An analysis of heating and cooling loads by insulated shades and control method in an energy saving apartment. *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*. 2010 Jun;22(6):392-7.
4. Choi GS, Sohn JY. Energy performance evaluation of apartment building in case of applying a blind integrated window system. *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*. 2010 Jul;22(7):429-35.
5. Lee JM, Cho S, Lim SH, Song KD. Analyses of energy savings and night heating performance of a movable thermal insulation shuttered window. *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*. 2013 Mar;25(3):150-5. <https://doi.org/10.6110/KJACR.2013.25.3.150>
6. Cho S, Lee JM, Kim WS, Lim SH. A study on thermal performance simulation and evaluation of the window combined with thermal insulating shutter. *Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design*. 2012 Oct;28(10):327-34. https://doi.org/10.5659/JAIK_PD.2012.28.10.327
7. Kim YT, Lee Hd, Choi WK, Hwang TY, Oh YK. Insulation performance improvement of windows by external electric blind according to facade direction. *The Journal of Next-generation Convergence Technology Association*. 2024 Feb;8(2):289-97. <https://doi.org/10.33097/JNCTA.2024.08.2.289>
8. Lee HS, Choi GS, Ahn HS, Kang JS. Development of high insulation frame to improve the insulation performance of windows. *The Korean Society of Living Environmental System*. 2021 Aug;28(4):362-8. <https://dx.doi.org/10.21086/ksles.2021.8.28.4.362>
9. Schiavoni S, D'Alessandro F, Bianchi F, Asdrubali F. Insulation materials for the building sector: A review and comparative analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016 Sep;62:988-1011. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.05.045>
10. Sunwoo Industry. Shutter having insulator manufacturing method. Paju (Korea): patent in South Korea. 2016. p. 1-15.
11. KS F 2292. The method of air tightness for windows and doors. Eumseong (Korea): Korea Agency for Technology and Standards. 2019. p. 1-12.
12. KS F 2278. Standard test method for thermal resistance for windows and doors. Eumseong (Korea): Korea Agency for Technology and Standards. 2022. p. 1-14.
13. Energy Conservation Design Standards for Buildings [Internet]. Sejong (Korea): Ministry of Land, Infrastructure and Transport. 2023 Feb 28. Available from: <https://www.law.go.kr/%ED%96%89%EC%A0%95%EA%B7%9C%EC%B9%99/%EA%B1%B4%EC%B6%95%EB%AC%BC%EC%9D%98%EC%97%90%EB%84%88%EC%A7%80%EC%A0%88%EC%95%BD%EC%84%A4%EA%B3%84%EA%B8%B0%EC%A4%80>