



은평 한옥마을 창호의 단열효과 개선을 위한 방안 개발 및 평가

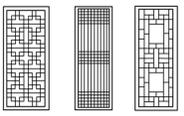
박시환 성재원 임태린 이서준 이성준 조해성 주선우

1. Abstract

한옥은 현대식 보온 메커니즘의 부재와 단열에 적합하지 않은 소재로 인한 미비한 단열효과와 낮은 에너지 효율, 그리고 이로 인해 부담스러운 유지비가 들어간다는 단점을 가지고 있다. 따라서 현재는 많은 사람들이 한옥이 아닌 현대식 건물에 거주한다. 그러나 최근 한옥 고유의 전통적인 멋, 건강성, 친환경성, 주변 자연환경과의 조화, 심리적 안정성 등 한옥의 장점이 재조명되며 현대인들의 새로운 주거 공간으로 한옥이 대두되고 있다. 그 대표적인 예시가 바로 2010년부터 서울 주택 도시 공사가 계획하여 2017년에 완공된 은평한옥마을이다. 하지만, 전통적인 창호의 낮은 에너지 효율과 미비한 단열 효과 때문에 시공 후 이 창호들을 모두 현대적인 창호로 다시 바꿔야 하는 등의 문제점이 발생하였다. 우리는 이러한 문제점들을 파악한 후, 한국의 고유한 건축 양식을 계승하기 위해 한옥의 단열, 특히 창호의 단열에 대한 개선이 필요하다고 생각되었다. 따라서 은평한옥마을의 창호를 기준으로 정확히 창호의 어느 부위에서 열손실이 주로 발생하는지 수치해석적으로 분석하려 한다. 그리고 한옥의 전통적인 멋과 친환경성을 유지하면서 열 손실을 최대한 줄일 수 있는 창문과 문의 구조를 제안하고, 전산해석을 통해 새로운 구조의 효율성을 검토하려 한다.

2. Background

1. Design of window



한옥의 전통 창호는 살대의 결합 구조에 따라 다양한 종류로 나뉘어진다. 또한, 살대의 구조에 의한 격자 내의 와류는 단열적 측면에서의 차이로 나타난다. 은평 한옥마을의 경우, 대부분 위 그림과 같이 완자살, 띠살, 아자살이 창호로 사용되었다.

2. Precedent research



- 한옥의 열전도와 에너지 손실이 창호를 중심으로 이루어짐을 확인하였다.
- 얇은 창호지를 통한 열관류율이 높기에 열역학적 개선이 시급함

3. Heat transfer

전도: 전도는 입자간의 상호작용에 의해서 에너지 많은 입자에서 에너지가 적은 입자로 에너지가 전달되는 것, 전도는 푸리에 열전도 법칙을 따른다

$$Q = -kA \frac{T_2 - T_1}{L}$$

Q : 열 전달률
 k : 열 전도도
 L : 벽 두께
 T_1, T_2 : 온도 차

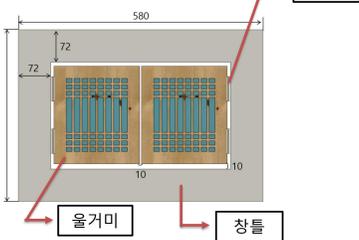
대류: 고체면 또는 유동하는 인접한 액체 또는 기체 사이에서 발생하는 열전달. 전도와 유체운동이 복합적으로 영향을 준다.

$$Q = hA\Delta T$$

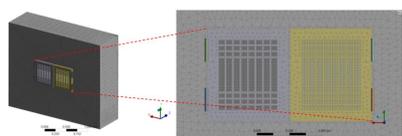
Q : 대류 열전달 속도
 h : 대류 열 전달 계수
 A : 면적
 ΔT : 온도 차

3. Simulation Condition

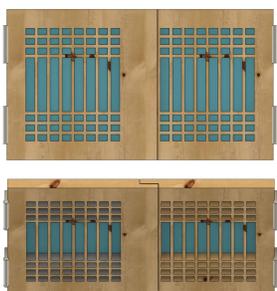
창호 모델링



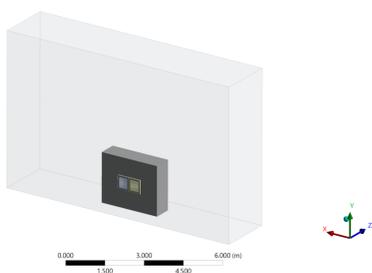
전체 모델 Meshing



S자 창문 모델링



해석 도메인 형상

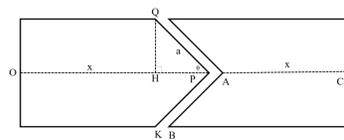


재료 물성치

재료	밀도 (kg/m ³)	비열 (J/kg · °C)	열 전도율 (W/m · K)
Concrete	2300	780	0.72
Wood (pine)	935.7	1685	0.4528
Glass (sodalime)	2465	898.6	1.078
Aluminum	2719	871	202.4

4. Result

Form of Window and optimization



$$PQ = PK = a$$

$$\angle QPH = \theta$$

$$\overline{PH} = a \cos \theta$$

$$\overline{OP} = x + a \cos \theta$$

$$\angle QPH = \pi - \theta$$

$$\overline{CB} = \sqrt{x^2 + a^2 + 2xa \cos \theta}$$

to make a triangle exist

$$2x < \overline{OP} + \overline{CB} \text{ (since this two length is the maximum)}$$

$$2x < x + a \cos \theta + \sqrt{x^2 + a^2 + 2xa \cos \theta}$$

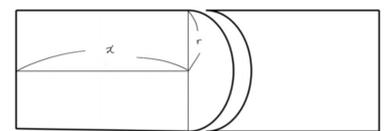
$$x - a \cos \theta < \sqrt{x^2 + a^2 + 2xa \cos \theta}$$

$$x^2 - 2xa \cos \theta + a^2 \cos^2 \theta < x^2 + a^2 + 2xa \cos \theta$$

$$a^2 (\cos^2 \theta - 1) < 4xa \cos \theta$$

$$-a^2 \sin^2 \theta < 4xa \cos \theta$$

$$-a \tan \theta \sin \theta < 4x$$



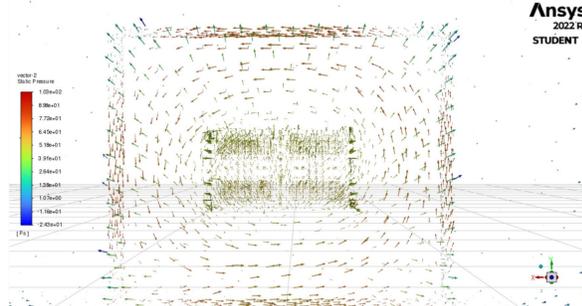
$$\sqrt{x^2 + r^2} + x + r < 2x$$

$$\sqrt{x^2 + r^2} < x - r$$

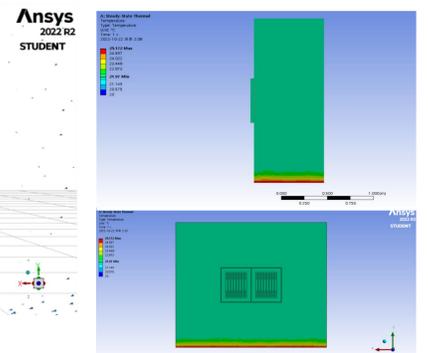
$$x^2 + r^2 < x^2 - 2xr + r^2$$

$$xr < 0$$

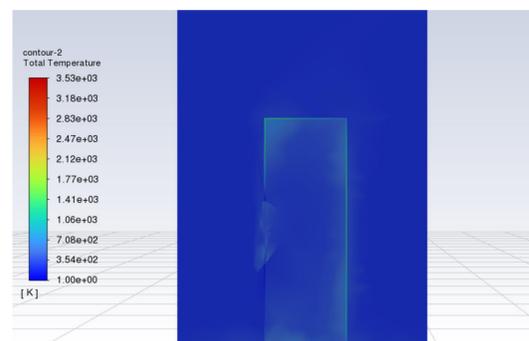
CFD Solution



유동장 형상



전도에 의한 열전달



단면의 온도분포

창호의 종류	최고 풍속 (m/s)	최소 풍속 (m/s)	평균 유량 (ccm)
1 자형 창호	1.12	0.038	2730
s 자형 창호	1.09	0.028	2166

창호 종류에 따른 해석결과

5. Conclusion

본 연구의 결과에 따르면 살과 살대 사이 공기가 머물며 **공기층을 형성**해 자체적으로 보온의 효과와 동시에 공기가 한옥 내부로 들어오지 않게 하는 효과 모두를 확인할 수 있었다.

더불어 창호가 서로 맞물리게 설계한 S자 형태의 창호는 **외부 공기의 유입을 막아** 한옥 내부의 온도를 유지하는 데 적합함을 확인하였다. 이러한 연구를 통해 한옥 전통의 멋을 살리면서도 에너지를 최대 효율로 사용할 수 있길 기대한다.