

FEM을 이용한 진공유리의 지지대 열전도 해석

Heat Conduction Analysis on Pillars of the Vacuum glazing using Finite Element Method

*김재경¹, #전외식²

*J. K. Kim¹, #E. S. Jeon(osjun@kongju.ac.kr)²
^{1,2}공주대학교 기계공학과

Key words : FEM, Heat conduction, Pillar, Vacuum glazing

1. 서론

진공유리는 두 장의 유리 사이를 진공상태로 유지해 전도, 대류에 의한 열손실을 최소화한 제품으로 단열성능이 건물 벽과 유사한 고성능 유리다. 진공유리를 구성하는 주요 요소 중 지지대는 기압차로 인해 발생하는 압력, 내·외부 온도차이, 바람 등 복합적인 스트레스로부터 유리 사이에 존재하는 진공공간극을 유지하는 필수적인 요소이다.¹⁾ 또한, 지지대를 통해 발생하는 열전도를 줄이기 위하여 단열 재료의 사용과 열전도를 최소화시킬 수 있는 형상의 지지대 배치가 요구된다.¹⁾

본 연구에서는 지지대를 통해 발생하는 열전도에 따라 진공유리에 나타나는 온도분포를 시뮬레이션을 통하여 검토하고 이를 토대로 지지대의 형상에 적용가능여부확인 및 검증하고자 한다.

2. 모델링 및 해석

2.1 연구모델

진공유리에 연속적으로 배치되는 지지대에 대칭조건을 적용하여 하나의 패턴으로 모델링하였다. 진공유리 지지대는 원기둥의 형태를 가지며 복합적인 스트레스의 압력을 견디기 위해 강도가 높은 인코넬의 물성을 입력하였다.²⁾ 온도분포 시뮬레이션을 위해 실내 유리표면에 23℃를 주었으며 실외유리 표면에는 -15℃의 자연대류를 부여하였다.

Fig. 1은 지지대가 배치되는 것에 있어 변수정의를 나타내며, Fig. 2는 진공유리의 3D 모델링과 유한요소 모델을 나타낸다.

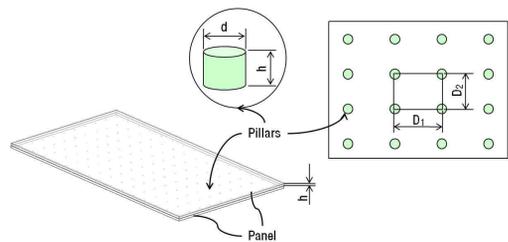


Fig. 1 Variable definition of vacuum glazing pillar

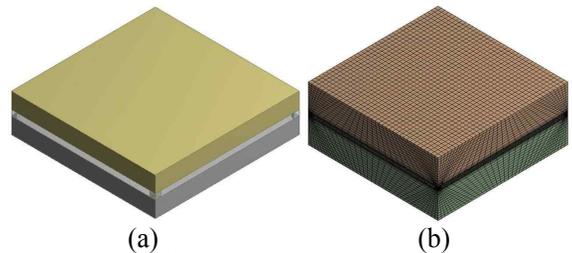


Fig. 2 3D modeling shape and Finite element shape of Vacuum glazing

2.2 지지대 간격에 따른 열전도

지지대의 간격에 따라 진공유리에서 발생하는 열전도 해석을 실시하였으며 지지대의 배치 간격이 넓어질수록 열전도가 줄어 실외 유리의 온도 상승이 낮아지는 것으로 나타났다.

Fig. 3(a)는 실외 유리표면에서의 온도 분포를 나타내며 Fig 3(b)는 지지대를 통한 열전도를 나타낸다. Fig. 4는 지지대 배치 간격에 따라 유리에 전도된 온도를 나타낸다.

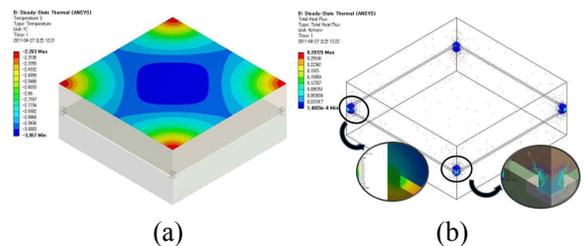


Fig.3 Temperature distribution of external surface of glass and Heat transfer and flow on pillars

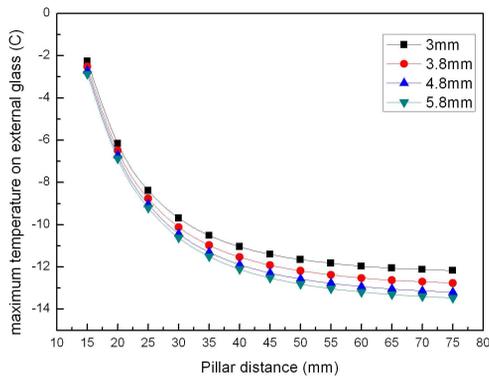


Fig. 4 Temperature on external surfaces of glass from pillar distance

2.3 지지대 지름 및 높이 따른 열전도

지지대의 지름과 높이에 따라 발생되는 열전도를 시뮬레이션 하였다. 지지대의 지름이 작고 높이가 높아질수록 지지대를 통한 열전도는 줄어드는 것으로 나타났다. Fig. 5와 Fig. 6은 각각 지지대의 지름과 높이에 따라 외부유리의 온도변화를 나타낸 것이다.

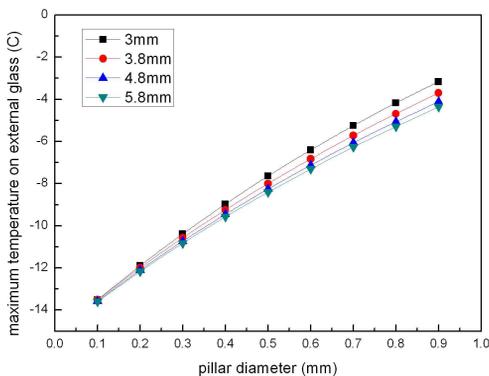


Fig. 5 Temperature on external surfaces of glass from pillar diameter

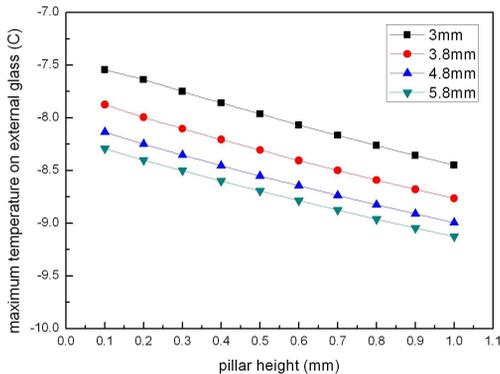


Fig. 6 Temperature on external surfaces of glass from pillar height

2.4 내·외부 온도차에 따른 응력변화

내·외부의 온도차에 따른 진공유리의 응력변화 시뮬레이션을 실시하였으며 온도차에 따라 발생되는 최대응력변화는 0.1MPa 안쪽 범위에서 일어나는 것으로 나타났다. Fig 7은 온도차에 따라 변화되는 최대인장응력변화를 나타낸다.

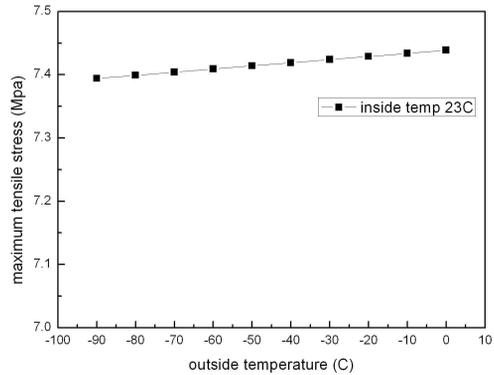


Fig. 7 Maximum tensile stress according to temperature differential

3. 결론

FEM을 이용한 진공유리의 지지대 열전도 해석에 대한 결과는 다음과 같다.

첫째, 지지대배치 간격이 커질수록 열전도가 적어지는 것으로 나타났으며 일정 간격 이상에서는 열전도의 변화가 발생하지 않는 것을 알 수 있었다. 둘째, 지지대의 지름이 작고 높이가 커질수록 지지대를 통한 전도가 적어지는 것으로 나타났으며, 진공유리 지지대 배치 시 작은 지름과 높은 높이를 갖는 지지대를 배치해야 할 것으로 사료된다.

셋째, 지지대를 통해 발생되는 열전도는 진공유리의 처짐이나 응력에 큰 영향을 미치지 않는 것을 확인하였다.

후기

본 연구는 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업과 산학연공동기술개발사업의 지원을 받아 수행되었음

참고문헌

1. R. E. Collins, O Asano, M Misonou, H Katoh & S Nagasaka, "Vacuum Glazing: Design option and performance capability", Proceedings of Glass in Building Conference, Bath UK, pp. 221-226
2. 김재경, 전의식, "FEM 응력해석에 의한 진공유리 지지대의 최적배열방안", 한국정밀공학회 2010년도 춘계학술대회 논문집, 89-90