

# 실험계획법을 이용한 공정변수에 따른 진공유리 모서리 접합 강도시험분석

## The Analysis of Strength of the Glass Edge Sealing of according to the Process Parameters Using DOE

\*김승종<sup>1</sup>, #전의식<sup>2</sup>

\*S. J. Kim<sup>1</sup>, #E. S. Jeon(osjun@kongju.ac.kr)<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>공주대학교 기계공학과

Key words : Edge sealing, Design of Experiment, Process parameters, Bending strengths

### 1. 서론

전 세계적으로 에너지 절약은 가장 큰 이슈로 부각되고 있으며 특히 건축물의 에너지 절약은 에너지의 소비를 최소화하는 친환경 녹색생장의 기본으로 자리잡고 있다.

건축물의 창을 통한 열손실량은 전체 건물의 약 37%를 차지하고 있다. 다시 말해 건축물에서 창호로부터 빠져나가는 열손실을 막는 것이 에너지 절약에 직결되는 문제이며, 에너지 절약을 위한 기능성 유리를 적용한 창호의 중요성이 크게 부각되고 있다.<sup>(1)</sup>

기능성 유리의 연구 및 개발이 활발히 진행됨에 따라 진공유리에 대한 관심 또한 높아지고 있다. 진공유리란 두 장의 유리 사이 간극을 띄워 모서리를 접합하여 진공상태를 유지하는 패널을 말하며 전도 및 대류에 의한 열손실을 최소화 할 수 있는 고기능 단열재이고 벽체수준의 열관류율을 갖는다.

진공유리의 대표적인 핵심공정중 모서리 접합공정은 진공유리의 모서리를 통한 열전도와 진공유지를 위해 높은 신뢰도를 요하는 기술이다.

모서리 접합공정은 프릿을 이용한 접합 및 초음파, 레이저를 이용한 접합 등의 방법을 통해 연구 및 개발되었으나 초음파와 레이저를 이용한 모서리 접합은 설비 유지비용과 수율 등의 문제점이 있고, 프릿을 이용한 모서리 접합의 경우 열강화가 어려우며 내구성 및 진공유지의 문제로 상용화에 어려움이 있다.<sup>(2)</sup>

유리는 취성재료 이며 온도의 변화에 취약하다. 따라서, 진공유리의 제작하기 위해서는 강도시험 및 분석에 관한 연구가 필요하다.

본 논문에서는 수소혼합가스토치를 이용하여 유리 모서리부를 접합하였다. 기초 실험을 통해 공정변수(수소혼합가스유량, 토치의 이송속도, 토치와

유리사이의 거리)를 설정하였다.

실험계획법을 이용하여 모서리 접합 실험을 수립하였고, 설정한 모서리 접합 공정변수에 따른 진공유리의 강도를 측정 및 분석 하였다.

### 2. 모서리 접합 실험

모서리 접합 실험은 수소혼합가스토치를 이용하였으며, 유리의 파손 및 변형을 막기 위해 로 내 분위기 온도를 570℃로 예열 후 모서리부를 접합하였다.<sup>(3)</sup>

실험 장치는 제어패널, 가스 발생기, 토치, 토치 이송기, 냉각기 등으로 구성되었다. 시험편은 소다 라임글라스(100mm×100mm×3t)를 사용하였고, 두 장의 유리 사이에 일정한 간격으로 지지대를 배치하여 모서리 접합을 하였다.

기초실험을 통해 모서리 접합에 영향을 미치는 공정변수를 확인하였으며 각각의 공정변수는 수소혼합가스유량(Q) 11~13ℓ /min, 토치의 이송속도(V) 3~5mm/min, 토치와 유리사이의 거리(D) 3~5mm으로 설정하였다. Table 1은 모서리 접합 공정변수와 그 범위를 나타낸다.

실험은 직교배열법을 이용하여 총 9번의 실험을 수행하였으며, Table 2는 3수준계 L<sub>9</sub>(3<sup>3</sup>)의 직교배열표를 나타낸다.

Table 1 Precess parameters and levels for edge Sealing

Parameter	level 1	level 2	level 3
Q(ℓ /min)	11	12	13
V(mm/min)	3	4	5
D(mm)	3	4	5

Table 2 L<sub>9</sub>(3<sup>3</sup>) Orthogonal array

No	Q(Gas flow)	V(Torch speed)	D(Distance)
1	1	1	1
2	1	2	2
3	1	3	3
4	2	1	2
5	2	2	3
6	2	3	1
7	3	1	3
8	3	2	1
9	3	3	2

### 3. 강도시험분석

모서리 접합된 진공유리의 강도를 분석하기 위해 만능재료시험기(MTS 858)를 사용하여 굽힘강도시험을 실시하였다.

진공유리 강도시험의 신뢰성 향상을 위해 모서리를 접합한 진공유리의 강도시험을 각 2회 실시하였다.

진공유리의 굽힘강도를 측정하기 위해서 보편적으로 사용되고 이론이 잘 정립되어 있는 ring on ring test를 사용하였으며, 이에 최적화된 지그를 사용하였다.

Fig. 1은 ring on ring test를 위한 지그를 사용하여 진공유리의 굽힘강도를 측정하는 실험사진이다.

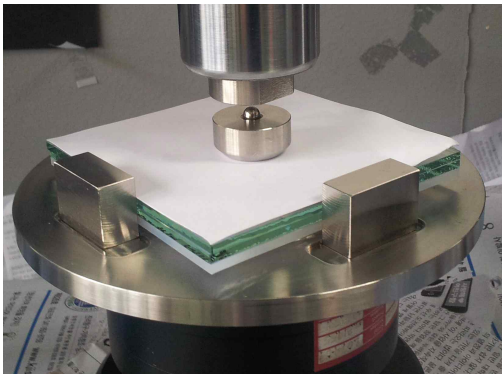


Fig. 1 Test set-up for bending strengths glass edge sealing

### 4. 결론

본 연구에서는 유리 모서리 접합 실험 후 강도시험을 통해 모서리 접합 공정변수에 따른 진공유리의 강도를 측정하였고 이를 통해 유리 모서리 접합 공정변수와 이에 따른 진공유리 강도의 상관관계를 도출하였다.

향후 모서리 접합 방법에 따른 강도와 모서리 접합부의 형상 및 두께에 따른 강도시험 및 분석이 필요할 것으로 사료된다.

### 후기

본 연구는 교육과학기술부와 한국연구재단의 지역 혁신인력양성사업과 지식경제부의 사업화연계기술 개발을 통해 수행된 연구결과임 수행된 연구결과임.

### 참고문헌

1. J.W Nam, J.S Won, B.S Lee, "A Comparative study on the vacuum multi-layer glass and triple glass through the performance test of condensation" Journal of SAREK, pp. 424-427, 2011
2. I.H Kim, S.Y Nam, "A Study on Properties of Environment-Friendly glass Frit Sealing paste by Binder Resin" Journal of KSIST, Vol. 14, No.4, pp. 230-236, 2008
3. Y.S Kim, E.S Jeon, "Cross-sectional analysis of the glass edge melted zone according to the process parameters of the hydrogen mixture gas torch" Journal of KSPE, 2011