

# 유리 모서리 접합을 위한 공정변수 관계규명

## An Identification of Process Parameters for Glass edge sealing

\*김영신<sup>1</sup>, #전외식<sup>2</sup>

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

<sup>1,2</sup> 공주대학교 기계공학과

Key words : Glass edge sealing, Process parameters, Optimization, Regression Analysis

### 1. 서론

건물에서 발생하는 에너지손실은 건물의 벽체나 지붕, 그리고 창 등을 통하여 이루어진다. 이 중에서 창을 통한 열손실량은 주택의 경우에는 전체 열손실량의 20~40% 정도를 차지하고 일반 사무소건물인 경우에는 15~35% 정도를 차지할 정도로 높은 비율이다. 이에 대하여 실내의 열손실량을 최소화 할 수 있는 단열 창호에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으나 단열효과가 높은 진공유리에 대한 연구는 공정기술 및 장비개발 부재로 시제품단계에 이르고 있다.

진공유리는 두 장의 유리를 접합하여 내부를 진공으로 유지하여야 하므로 유리 접합에 대한 높은 신뢰도를 요한다. 종래의 유리 접합 방법은 초음파, 레이저, 유리접착제(Frit)를 이용하여 접합하는 방법 등이 연구되고 있다. 특히 Frit를 사용한 유리의 접합공정이 다방면에 활용되고 있으나, 이 경우 진공유지와 내구성 및 열강화시 문제가 발생될 수 있다.

이러한 문제해결을 위하여, 본 연구에서는 접합부에 가스토치를 활용하여 용융부를 형성시켜 모서리를 접합하였으며 3가지 공정변수(토치의 이송속도, 토치와 유리사이의 거리, 토치의 가스 유량)와 모서리 형상의 상관관계를 분석하고 다중회귀 분석을 통하여 수학적 모델링을 하였다.

### 2. 유리 모서리 접합 장치 및 공정변수

#### 2.1 장치구성

고밀도 열원을 이용한 유리접합 실험을 하기 위하여 다음과 같은 장치를 이용하였다. 먼저 유리 접합 분위기를 조성하는 전기로(Furnace), 온도의 패턴을 생성 및 조절하기 위한 제어 패널(Control panel), 고밀도 열원인 수소혼합가스를 생성 및 일

정하게 공급하는 가스 발생기(Gas generator), 유리의 특성을 고려하여 가스를 일정한 압력으로 공급하고 불꽃의 안정화를 시킬 수 있도록 제작한 토치(Torch), 토치의 X, Y, Z 방향으로 이송이 가능한 자동 토치 이송기(Nozzle transfer), 전기로 내 토치의 과열을 방지할 수 있도록 냉각시켜주는 수냉기(Coolant) 등으로 구성하였다.<sup>1)</sup>



Fig. 1 Glass sealing system of experimental setup

#### 2.2 공정변수 설정 및 접합부 형상

소다라임계의 일반 판유리(300×200(mm))를 사용하였으며, 진공을 유지하기 위한 상·하판 유리의 간극은 0.2mm로 설정하였다. 유리 접합을 위하여 전기로 분위기 온도는 600℃로 설정하였다. 접합 실험 시 적용되는 공정변수는 Fig. 2와 같이 토치의 이송속도(V), 토치와 유리사이의 거리(D), 수소혼합 가스유량(Q)로 설정하였다.

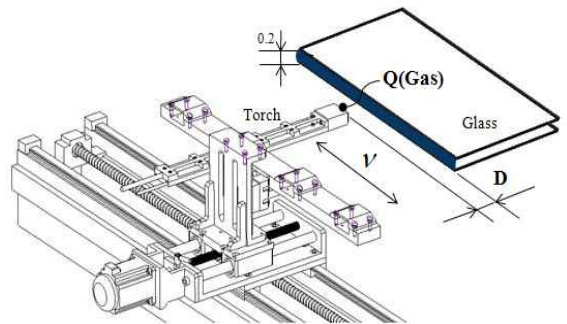


Fig. 2 Schematic diagram of glass sealing variables

Table 1 Glass sealing conditions

No.	Process Parameters	Values
1	V(Torch speed (mm/min))	350,400,500
2	D(Distance (mm))	3,4,5
3	Q(Gas flow(ℓ/min))	4,5,6

각 공정조건은 진공유리개발의 공정변수에 관한 기초연구<sup>1)</sup>를 인용하여 용융부의 형상제어를 위한 최적화 범위를 Table 1과 같이 설정하였다.

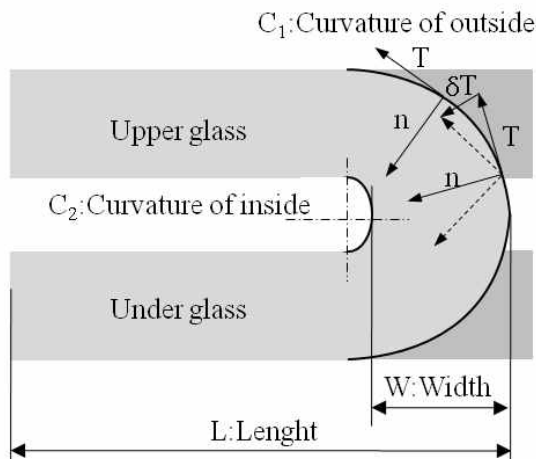


Fig.3 Sectional cross section for edge sealing

Fig. 3은 유리 모서리 접합부 형상측정을 위해 접합부의 단면을 모식도로 나타낸 것이다. 접합부의 형상은 유리 접합면 외부의 곡률(C<sub>1</sub>), 내부의 곡률(C<sub>2</sub>), 유리 모서리 용융부 너비(W), 접합 후 변한 유리 길이(L)로 설정하였다.

### 3. 수학적 모델

유리 모서리 접합부 형상에 영향을 주는 공정변수의 정량적인 관계를 알아보기 위하여 토치의 이송속도, 유리와 토치사이의 거리, 가스유량의 3가지 공정변수들을 모두 독립변수로 하고 응답변수(y)는 모서리부 형상(외부곡률, 내부곡률, 너비, 길이)으로 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$y = f(V, D, Q) \quad (1)$$

실험적 수학적모델의 곡선방정식과 직선방정식은 각각 식(2), 식(3)과 같이 나타내며 입력 공정변수와 접합형상과의 상관관계를 의미한다.<sup>2),3)</sup>

$$y = b_1(V)^{b_2}(D)^{b_3}(Q)^{b_4} \quad (2)$$

$$y = d_1 + d_2(V) + d_3(D) + d_4(Q) \quad (3)$$

여기서 b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>, b<sub>3</sub>, b<sub>4</sub> 와 d<sub>1</sub>, d<sub>2</sub>, d<sub>3</sub>, d<sub>4</sub> 는 상수로 각각 공정변수의 중요성을 평가하고 공정변수들 사이에 상호관계를 나타낸다. 이는 다중회귀분석(multiple regression analysis)을 통해 도출하고자 하였다.

### 4. 결론

본 연구에서는 유리 모서리 접합을 위하여 공정변수와 유리 접합면의 형상간의 상관관계를 분석하였다.

실험결과를 기초로 수학적 모델을 개발하였으며 개발된 수학적 모델을 통해 공정변수와 접합면 형상과의 상관관계 분석 및 접합면 형상을 예측 적용이 가능할 것으로 사료된다.

### 후기

본 연구는 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업과 지역산업기술개발사업을 통해 연구된 개발 결과임.

### 참고문헌

1. Jonggon Lee and Eusik Jeon, " An Experimental Identification of Glass sealing Process for a Vacuum Glass", Journal of KSPE, 169-170, 2009.
2. N. Murugan, V. Gunaraj, " Prediction and control of weld geometry and shape relationships in submerged arc welding of pipes," Journal of MPT, 168, 478-487, 2005.
3. J. Jeong, I. Kim, H.Kim, S.Son, I.Kim, K.Chon, " A Study on the selection of process Parameters for Fillet Welding Using a Sensitivity Analysis," Journal of KSMTE, 410-414, 2008