

[PD]

유리 금형용 다공질 소결체의 제조에 관한 연구

(A Study on the Fabrication of Porous Sintered Material for Glass Mold)

선문대학교 신소재 화학공학부 김영선*, 임태환
한국코팅 김병두

1. 서론

현재 유리병의 제조에 있어서는 유리 용체가 금형 벽면에 부착하는 것을 방지하기 위하여 일일이 금형 내벽면(유리 용체와 접촉하는 부분)을 윤활제로 도포하여야 하는 공정이 있다. 한국 코팅에서는 이와 같은 공정을 삭제할 수 있는 유리 제작용 금형을 설계·개발하여 특허를 출원하였다. 개발한(특허 낸) 유리 금형의 특징은 금형 외벽과 내벽 사이에 윤활제를 충전시키고, 금형 내벽을 통하여 윤활제가 유리와 접촉하는 면으로 스며 나오게 하는 구조로 되어 있다. 이와 같은 금형이 제조(실용화)되면 일일이 금형 내벽면을 윤활제로 도포하는 문제점이 해결되어 유리병 제조 원가는 크게 절감된다. 이와 같은 유리 금형의 내벽면(윤활제가 유리와 접촉하는 면으로 재료가 10~15%의 기공을 가지고 있어야 한다)은 소결법으로 제조하는 것이 가장 유리하고, 완성도가 높다.

따라서 본 연구에서는 내열용 스테인리스 분말을 사용하여 유리 금형 내벽면 재료로서 가장 적합한 기공성(통유성) 및 내마모성을 가진 소결체를 개발하는 것을 목적으로 한다.

2. 실험방법

본 연구에서는 스테인리스 중에서 내열·내마모 특성이 가장 우수한 310L분말(Fe-25%Cr-20%Ni, $-150\mu\text{m}$) 및 420J2(Fe-13%Cr-0.3%C, $45\sim 50\mu\text{m}$)계 분말을 사용하였다. 또한, 필요에 의하여 310L분말에 304($-75\mu\text{m}$)분말을 10~30%첨가한 혼합분말과 310L 및 420J2분말에 붕소(B, $5\mu\text{m}$)를 0.03~0.06%첨가한 혼합분말도 사용하였다. 위의 각 분말에 대하여는 성형압력을 1~6ton까지 변화시켜 성형체의 밀도가 다른 여러 종의 성형체를 제작하였다. 소결은 수소 및 진공 분위기 중에서 소결온도를 $1200\sim 1350^\circ\text{C}$ 로 변화시켜 1~2시간 실시하였다. 얻어진 소결체에 대하여는 소결체의 밀도 측정, 조직관찰, dilatometer에 의한 수축율 측정, 통기도 실험 등을 실시하였다.

3. 실험결과

1) 먼저, 310L분말에 대하여 1ton(저압) 및 6ton(고압)의 성형 압력으로 성형체를 제작한 후 성형체의 밀도를 측정한 결과, 각각 $4.25\sim 4.68\text{g}/\text{cm}^3$ (상대밀도: 54~60%), $5.9\sim 6.0\text{g}/\text{cm}^3$ (상대밀도: 75~76%)로 나타났다.

2) 수소(H_2)중 소결 분위기에서 1250°C 로 1시간 소결한 결과, 저압 성형체의 소결 밀도는 $4.4\sim 5.0\text{g}/\text{cm}^3$ (상대밀도: 55~64%)로, 고압 성형체의 소결 밀도는 $6.1\sim 6.2\text{g}/\text{cm}^3$ (상대밀도: 약 78%)로 나타났다. 소결 온도를 1300°C 로 상승시키고, 2시간 소결하여도 소결체의 밀도는 최대 80%로 되어 목적하는 기공도는 얻을 수 없었다. 또한 수소 중 소결체에서는 다량의 산화물이 관찰되었다.

3) 고압으로 성형한 성형체를 진공 중 1300°C 에서 2시간 소결한 결과, 소결체의 밀도는 $6.2\text{g}/\text{cm}^3$ (상대밀도: 80%)로 나타나, 수소 중 소결체와 거의 동일하게 나타났다. 진공 중 소결체에서는 산화물이 거의 관찰되지 않은 것이 특징적이다.

4) 수소 중 소결(1300°C , 2시간)에서 310L+(10, 20, 30)% 304미분말 첨가 소결체의 밀도는 각각 6.1, 6.1, $6.2\text{g}/\text{cm}^3$ 로 나타나, 미분 첨가의 효과는 거의 없었다. 이와 같은 결과는 진공 중 소결에서도 거의 동일하게 나타났다. 즉, 고상 소결로서는 입자 크기가 큰 310분말을 가지고 목적하는 소결 밀도를 얻기 어렵다고 판단하였다.

5) 310L, 310L+0.03%B 및 420J2, 420J2+(0.03, 0.06)%B의 5종 분말에 2ton의 성형압력을 가하여 성형체를 제작한 후, 소결 수축율을 dilatometer(Ar, 1250°C)로 측정한 결과, 310L소결체는 약

3%, 310L에 B를 0.03%첨가한 소결체는 약 4%, 420J2소결체는 약 21%, 420J2에 B를 0.03%첨가한 소결체는 약 25%수축되었다. 따라서 420J2분말을 사용하면, 목적하는 소결체의 밀도를 얻을 수 있을 것으로 판단하였다.

6)5종의 실험상 성형체를 양산용 수소(1300℃, 2시간)로에서 소결한 결과, 소결체 표면이 검게 산화되었고, 형상도 크게 변형되어 제품으로서는 사용할 수 없는 것을 확인하였다.

7)실험상 성형체를 양산용 진공(1300℃, 2시간)로에서 소결한 결과, 소결체의 밀도는 310L, 310L+0.03%B에서는 각각 5.8(74%), 6.2(79%)g/cm³로, 420J2, 420J2+(0.03, 0.06)%B에서는 각각 6.6(86%), 7.3(95%), 7.6(98%)g/cm³로 나타났다.

8)이상의 결과를 종합하여 보면, 420J2계 분말(저압성형) 및 310L+0.03%B(고압성형)분말을 사용하여 진공 중 소결하면 목적하는 통기도를 가진 소결체를 제작할 수 있다는 것을 알았다.