

**온간 성형법으로 제작한 오스테나이트계 스테인레스강의
소결 치밀화에 관한 연구**
(A Study about Sintering Densification of Austenite Stainless Steel
Processed by Warm Compaction)

선문대학교 재료금속공학과 임 상 규*, 임 태 환

1. 서론

최근 사무·O/A기기부품 및 산업기기부품, 자동차부품 등의 고성능화를 통한 부품의 고급화가 추진됨에 따라 스테인레스 소결 부품의 사용이 증대되고 있다. 여기서 일반적인 금형 성형법을 사용한 스테인레스 소결부품의 제조는 고상소결법을 적용하고 있으나 성형압력의 한계로 인해 고성능 소결부품으로 사용할 수 없다는 단점이 있다.

따라서, 본 연구에서는 오스테나이트계 스테인레스 합금 중 소결기계부품의 재료로서 가장 많이 이용되는 304(Fe-18%Cr-8%Ni) 및 316(Fe-18%Cr-12%Ni-2%Mo)합금의 조분에 대하여 온간성형법을 적용, 소결 치밀화 특성을 기초적으로 조사하였다. 또한 성형 및 소결특성을 상온성형체 및 소결체와 비교하였다.

2. 실험방법

본 연구에 사용된 원료분으로는 시판의 304(평균입도: $-44\mu\text{m}$, 산소량: 0.5575%) 및 316(평균입도: $150\mu\text{m}$, 산소량: 2.366%) 스테인레스 합금분말을 사용하였다. 그리고, 필요에 의하여 304 및 316 합금 분말에 소량의 C를 첨가한 혼합분말도 사용하였다. 분말에는 결합제 또는 윤활제를 첨가하지 않고 금형을 이용, 성형압력을 $98(1\text{ton}/\text{cm}^2) \sim 686\text{MPa}(7\text{ton}/\text{cm}^2)$ 으로 변화시켜 성형체를 제작하였다. 또한 온간성형하기 위하여 분말은 Ar분위기 중에서 $403 \sim 553\text{K}$ 로 변화시켜 가열하였고, 금형은 $423 \sim 573\text{K}$ 의 범위에서 가열하였다. 소결 분위기는 수소(H_2 , 로점: 213K) 및 진공($\sim 10^{-5}\text{Torr}$)으로 하여 승온속도는 0.17Ks^{-1} 로 하였다. 소결온도(T_s)는 $1273 \sim 1573\text{K}$ 의 범위에서 변화시켜 소결시간(ts)은 일반적으로 3.6ks로 하였다.

이렇게 제조된 소결체에 대하여는 소결체의 상대밀도(D_s)측정, 조직관찰, 산소·탄소량 측정 등을 하였다.

3. 실험결과 및 고찰

1. 304, 316 분말에 대하여 상온 성형체의 상대밀도(D_g)를 조사한 결과, 686MPa의 성형압력에서 어느 경우에 있어서나 최대 78%가 얻어졌다.
2. 304, 316분말을 686MPa의 성형 압력에서 온간성형(분말 및 금형 가열온도는 각각 553, 573K)한 성형체의 D_g 는 각각 80, 81%로 나타나 상온에서 성형한 상온 성형체에 비하여 각각 2, 3% 정도 높게 나타났다.
3. 304분말을 686MPa로 상온 성형 및 온간 성형(분말, 금형 가열온도는 각각 553, 573K)하여 H_2 분위기로 소결 하였을 경우, 상온 소결체의 D_s 는 1473K에서 최대 84%로 나타났고, 온간 소결체의 D_s 는 1373K에서 최대 84%로 나타났다. 또한 H_2 중 소결체에 대하여 조직 관찰한 결과, 어느 경우의 소결체 에서나 다량의 산화물이 관찰 되었다. 상온 및 온간 소결체의 산소량은 $T_s=1573\text{K}$ 에서 각각 3.496%, 1.789%로 나타났다.
4. 316분말을 686MPa로 상온 및 온간 성형(분말, 금형 가열온도는 각각 553, 573K)하여 H_2 분위기에서 1573K로 소결 하였을 경우, 상온 및 온간 소결체의 D_s 는 각각 최대 80(산소량: 2.358%), 83%(산소량: 1.11%)로 나타났다. 조직관찰 결과, 어느 경우에서나, D_s 에 상응한 기공이 잔류하고 있고, 산화물도 잔류하고 있으나, 잔류하는 산화물량은 304소결체에 비하여 적었다.
5. 304분말을 686MPa로 상온 및 온간 성형(분말, 금형 가열온도는 각각 553, 573K)하여 진공 중

- 에서 1573K로 소결 하였을 경우, 상온 및 온간 소결체의 Ds는 어느 경우에 있어서나 최대 86%(상온 및 온간 소결체의 산소량은 각각 0.3211, 0.345%)로 나타났다. 조직 관찰한 결과, 소결체에 잔류하는 산화물량은 어느 경우에 있어서나 H_2 중 소결체에 비하여 적었다. .
6. 316분말을 686MPa로 상온 및 온간 성형(분말, 금형 가열온도는 각각 553, 573K)하여 진공 중에서 1573K로 소결 하였을 경우, 상온 및 온간 소결체의 Ds는 각각 최대 83(산소량: 0.1491%), 86%(0.1888%)로 나타났다. 조직적으로도 소결체의 산화물량은 H_2 중 소결체에 비하여 적게 존재하였다.
 7. 이상의 결과로부터 보면 비표면적이 큰 316분말을 온간 성형하여 진공 중에서 소결한 소결체가 가장 우수한 소결 특성을 나타내는 것을 알 수 있다. 또한, 이와 같은 결과는 분말의 비표적 크기에 따른 소성 변형의 용이도 차, 분말의 산화·환원의 관점으로 부터 설명된다고 생각한다.