B07

TZM 합금의 고온 물성 연구

Study on the Mechanical Properties of TZM Alloys at Elevated Temperature

국방과학연구소 이 성*, 이성호, 김은표, 홍문희

Ⅰ. 서론

고속으로 비행하는 비행체의 자세 제어를 위해서는 순간적인 고온 고압에서 비행체에서 뿜어대는 추력을 견디고 이를 제어할수 있는 고온강도가 필요한데, 이들을 위해 개발된 합금들이 주로 내열용 refractory 합금들이다. 특히, CIT(copper infiltrated tungsten)과 더불어 TZM 합금은 군수 분야에서는 빼 놓을 수 없는 매우 중요한 재료로 약 1000℃ 이상 1600℃ 이하에서의 고온 강도를 유지할 수 있는 재료로 알려져 있다. 이들 재료들에 대해 몇 몇 제조 회사에서 일부 품목에 대해서는 상용으로 제공되지만, 요구 특성이나 크기에 따라 수출 금수 품목 등으로 묶여 재료 사용이 극히 제한적이다. 특히, 정밀단조나 고온 단조 분야가 발달치 못한 국내 여건상 단조 금형으로서의 요구가 없기 때문에 민수분야에서의 TZM 합금의 수요는 기대할 수 없다. 또한 TZM 합금을 제조하기 위해서는 초고온진공 및 환원성분위기로가 필수적으로 요구되며, 이를 형상화하기 위해 고온 단조 공정의 개발이 필수적이다. 본 연구에서는 TZM 합금의 소결과 단조 공정을 조사하였으며, 제조된 TZM 합금의 고온 물성등을 평가하였다.

Ⅱ. 실험방법

몰리브데늄 및 몰리브데늄 합금은 아크주조 또는 분말야금법으로 제조되며, 아크-주조된 잉곳은 결정립이 조대하고 반경 방향으로 성장해 있으므로 인장 변형 시 취성을 나타내 근래에는 분말야금법으로 제조된다. 하지만, 분말야금법으로 제조된 빌렛은 이론밀도보다 작은 밀도를 나타내며 단조를 위한 최소 밀도는 이론밀도의 90~92% 정도이다. 칭량된 조성의 TZM 분말을 tubular 혼합기에서 8시간이상 혼합하고 다시 이를 CIP하여 초고온 수소 소결로에서 소결하여 소결밀도 약 93% 이상을 갖는 조건으로 단조전 빌렛을 제작하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

소결은 진공과 수소 분위기에서 행하였으며, 진공보다는 환원성 분위기인 수소에서의 소결성이 더 우수하게 나타났다. 소결은 2200℃, 2시간 소결하여 이론 밀도 약 94% 이상의 소결품을 얻을 수 있었다. 또한 성형체 압력에 따른 소결밀도를 조사한 결과 성형체에 가해지는 성형압력이 증가함에 따라 소결성이 증가되는 것으로 나타났다. 제조된 소결체는 해머 단조를 이용하여 단조 압하량 40, 70% 주어 단조 크랙 없는 양호한 단조품으로 제작하였다. 이를 상온 및 고온 인장 시험을 행하였다. 단조된 시험편은 600MPa 이상의 항복 강도와 700MPa 이상의 인장강도를 얻을 수 있었다. 글리불을 이용한 고온 압축 시험 결과 국내 제작된 TZM 합금이 100MPa 이상 향상된 압축강도 특성을 보여주었으며, 이러한 결과는 입자의 미세화에 따른 결과로 판단된다. 고온 인장 시험 결과는 refractory 분야에서 전문 제조 회사인 Plansee 제품과 비교하였을 때 유사한 강도 특성을 보였다.