

## 반응소결법에 의해 엔진밸브형상으로 제조한 TiAl-Mn 금속간화합물의 특성 (Processing and Properties of Engine Valve-shaped TiAl-Mn Intermetallics by Reactive Sintering)

인하대학교 김 영 진, 현 승 균, 김 목 순\*  
인하공업전문대학 최 문 기

### 1. 서론

자동차의 고성능화와 연비개선 요구에 대하여 엔진부품, 특히 배기밸브와 같은 운동부품의 경량화와 내열성 향상이 주요한 대응책의 하나로 대두되고 있다. 이러한 상황을 배경으로 최근, 종래의 밸브재료(내열강, Ni기 초합금)에 비해 약 반정도의 비중과 우수한 고온강도를 갖는 TiAl기 금속간화합물을 배기밸브에 적용하기 위한 연구가 전개되고 있다. 그러나, 본 화합물을 자동차 엔진용 배기밸브에 실용화하기 위해서는 우수한 재료성능의 확보는 물론, 본 재료의 약점인 난가공성을 극복할 수 있는 공업적 제조법의 확립이 필수적이다.

본 연구에서는 형상부여능이 우수하여 난가공성의 문제를 해결할 수 있음은 물론, 조성 및 조직제어가 용이한 반응소결법을 적용하여 TiAl-Mn기 금속간화합물을 제조하였다. 또한 이들 반응소결재의 기계적 특성, 고온내산화성 및 내마모성을 조사하였으며, 그 결과를 필요에 따라 용체법으로 제조한 TiAl-Mn 및 대표적인 밸브강인 STR35, STR11의 경우와 비교하였다.

### 2. 실험방법

입경 149 $\mu$ m이하의 Ti과 Al-Mn합금분말을 Ti-(43.5~47.5)at%Al-(1.6~1.7)at%Mn 조성이 되게끔 혼합한 다음, Al캔에 장입하여 진공탈가스처리후 봉입하였다. 그후, 400 $^{\circ}$ C에서 열간압출하여 단조소재를 제작하고, 실온에서 형단조를 통하여 밸브형상의 혼합체로 성형하였다. 성형체의 표면을 면삭한 후, HIP중에서 반응소결을 행하였는데, HIP은 1300 $^{\circ}$ C/ 2h/ 150MPa의 유지조건으로 실시하였다. Ti-45at%Al-1.6at%Mn 조성을 갖는 반응소결재의 일부를 플라즈마 아크 용해하여 보틴형상의 용체재를 얻었다. 아울러, STR35 및 STR11 조성을 갖는 시판의 배기밸브를 구입하여 비교재료 사용하였다.

반응소결재에 대해서는 실온 및 800 $^{\circ}$ C의 대기중에서 인장시험을 실시하였다. 반응소결재, 용체재 및 STR35를 산화시편으로 가공하여 800, 900, 950 및 1000 $^{\circ}$ C의 대기중에서 24시간동안 등온산화시험을 행하였으며, 필요한 경우 600시간까지의 장시간 산화시험도 실시하였다. 또한, 반응소결재에 산화에 의한 표면처리를 실시하여 건식마모시험을 행하였으며, 그 결과를 무처리재와 고주파소입한 STR11의 경우와 비교하였다.

### 3. 결과 및 고찰

- (1) HIP을 이용한 반응소결에 의해, 치밀하고 균질한 조직을 갖는 자동차 엔진밸브형상의 TiAl-Mn기 금속간화합물을 얻을 수 있었다.
- (2) 인장시험결과, Ti-45at%Al-1.6at%Mn 조성의 반응소결재가 실온 및 800 $^{\circ}$ C에서 만족할 만한 강도와 연성을 나타내었다.

- (3) 24시간동안 산화시험을 행한 결과, Ti-45at%Al-1.6at%Mn 용제재는 온도상승에 따라 산화증량이 급격히 증가하였으나, 반응소결재는 전 시험온도영역에서 극히 낮은 산화증량값을 유지하고 있어 반응소결재의 내산화성이 우수함이 판명되었다. 또한, STR35의 내산화성은 900℃ 이상의 온도 영역에서 용제재에 비해 우수하였으나, 반응소결재에는 미치지 못하였다.
- (4) 800 및 900℃에서 600시간까지 실시한 장시간 산화시험에 있어서도 반응소결재의 내산화성이 STR35보다 우수하였는데, 이것은 반응소결재의 산화피막내에 형성된 연속적이고 치밀한 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>층이 유효한 보호막으로 작용하였기 때문으로 판단되었다.
- (5) 1000℃에서 24시간동안 산화처리를 실시한 반응소결재는 무처리재 및 고주파소입한 STR11에 비해 우수한 내마모성을 나타내었다.