

**고온자전합성법으로 제조된 TiNi 다공체의 미세구조와
기계적 특성에 미치는 화학조성 및 가열이력의 영향**
(Effect of Chemical Composition and Heating Schedule on
Microstructure and Mechanical Property of Porous TiNi Body
Produced by Self-propagating High-temperature Synthesis)

울산대학교 재료금속공학부 이기권*, 김지순
신한금속(주) 윤명중, 박동근
신한기계(주) 부설연구소 이승해, 강지훈
경상대학교 재료공학부 남태현
서울시립보라매병원 강승백

1. 서론

고온자전합성법(Self-propagating High-temperature Synthesis, SHS)은 재료의 합성 시 구성 원소들간의 자체반응열에 의해 형성된 연소파가 진행되어 성형과 소결이 동시에 이루어지는 공정으로 높은 연소 온도에서 불순물이 제거되어 순도가 높아지고, 상호확산 속도가 크게 차이나는 합금계에서는 기존의 다공체 제조 방법에 비해 간단히 다공체의 제조가 가능한 등의 장점이 있는 반면, 연소반응이 매우 짧은 시간(수초 이내) 이루어지기 때문에 SHS법의 공정 변수의 제어를 신중히 조절해야 원하는 목적의 소결체를 얻을 수 있는 것으로 알려져 있다. SHS법의 주요 공정 변수로는 점화온도(혹은 예열온도), 화학조성비, 가열이력, 성형체 밀도, 원료분말의 크기, 분포, 형상, 냉각방법, 승온속도 등 여러 가지가 있는 것으로 알려져 있다.¹⁾

이러한 변수 중 본 연구팀은 최근 생체재료²⁾로서 활용이 크게 기대되고 있는 TiNi계에 SHS 법을 적용하고 점화온도를 변화하여 TiNi 다공체를 제조한 후, 이러한 변수가 기공구조와 기계적 물성에 미치는 영향에 대해 보고한 바 있다.³⁾ 기공구조와 기계적 물성이 제어된 다공체를 제조하기 위한 기초자료를 얻기 위해서는 언급된 SHS 변수의 영향을 광범위하게 살펴보아야 할 것으로 판단되었다. 따라서 본 연구에서는 화학조성 및 가열이력을 변화하여 다공체를 제조하고, 이러한 SHS 변수가 TiNi 다공체의 기공구조(기공도, 기공크기 등), 상형성, 미세조직 변화, 기계적 물성에 미치는 영향에 대해 조사, 분석하였다.

2. 실험방법

본 연구의 실험방법은 Ref. 2에 제시된 것과 동일한 방법으로 행하였으며, 화학 조성(45~50a/o Ti, 50~55a/o Ni)과 가열이력만을 변화하고 다른 변수는 모두 고정하여 TiNi 다공체를 제조하였다. 발열량의 변화 및 성형체 내에서의 온도구배에 따른 다공체의 기공구조 변화를 조사하기 위한 가열이력의 변화는 동일한 조성과 일정한 승온속도에서 Fig. 1과 같이 세가지 형태로 변화시켰다.

다공체의 형상기억특성을 조사하고 변태점을 알아보기 위해 시차주사열분석기(differential scanning calorimeter, DSC)를 이용하였다.

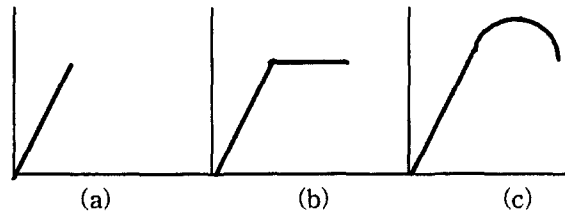


Fig. 1. Schematic diagram of heating schedule used in this study.

3. 결과

Ni의 첨가량이 증가함에 따라(Ti 양이 적어짐에 따라) 즉, 화학조성의 변화와 무관하게 기공

도는 평균 $58 \pm 1\%$ 로 일정하였다. 그러나 평균 기공크기는 커지고, 평균기공의 수는 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 기공구조는 기계적 물성에도 영향을 미칠 것으로 사료되며, 이에 대한 내용은 시험 중에 있다.

그리고, 동일한 화학조성에서 점화부분과 중간 그리고 끝부분의 기공의 구조가 다른것으로 조사되었는데, 중간 부분이 비교적 점화부분과 끝부분에 비하여 기공구조가 미세하였다. 이는 동일한 시편 내부에서도 가열이력에 따라 온도구배가 형성됨을 시사하는 것으로 가열이력에 따라 기공구조를 제어 할 수 있는 것으로 판단되었다.

XRD 결과에서 TiNi 기지조직과 Ti_2Ni , $TiNi_3$ 등의 제 2상을 확인할 수 있었으며, Ni의 양이 증가함에 따라 $TiNi_3$ 상의 분율이 상당히 증가하였다.

변태온도를 측정하기 위하여 DSC 분석 결과, 52a/o Ni까지는 변태온도 특성을 나타내었으나, 55a/o Ni에서는 변태온도의 특성을 나타내지 않았다. 이는 위의 XRD 분석 결과에 언급하였듯이 $TiNi_3$ 의 상분율의 증가 때문인 것으로 사료된다.

“본 연구는 보건복지부 보건의료기술연구개발사업의 지원에 의하여 이루어진 것임. (HMP-98-E-3-0012)”

References

1. Z. A. Munir : Reviews in particulate materials, 1, (1993), 41.
2. R. A. Ayers, S. J. Simske, T. A. Bateman, A. Petkus, R. L. C. Sachdeva, V. E. Gyunter, J. Biomed : Mater. Res., 45 (1999), 42.
3. 이승해, 강지훈, 김지순, 권영순, 한국분말야금학회 추계 발표대회 초록집, (1999), 6.

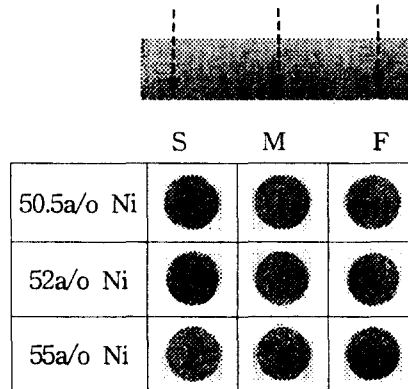


Fig. 2. Changes of pore structure of porous TiNi bodies produced by the same SHS condition with increasing of the Ni amounts and sample position.

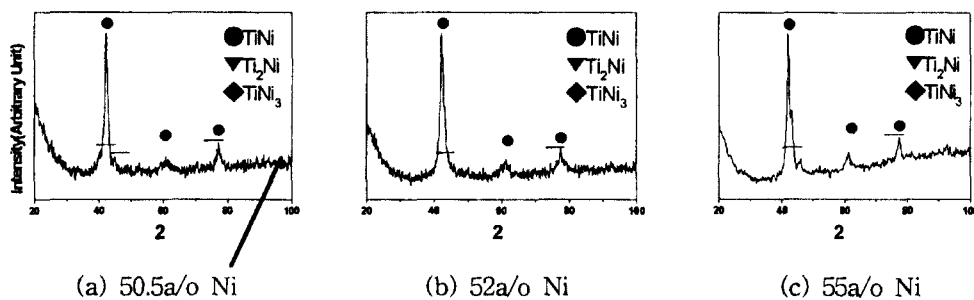


Fig. 3. XRD results for the reaction products which were obtained by increasing Ni amounts.