

SPS 소결법에 의해 제조된 HAp-Ag, HAp-ZrO₂ 복합재의 미세조직 및 기계적 특성

(Microstructures and Mechanical Properties of HAp-Ag, HAp-ZrO₂ Composites fabricated by SPS)

공주대학교 신나영*, 오익현, 이희정, 이병택

1. 서론

Hydroxyapatite(HAp)는 생체재료로서 좋은 생체친화성의 장점을 갖고 있지만 낮은 파괴인성과 강도 때문에 광범위의 생체재료 응용에 제한을 받고 있다. 이는 HAp 단상의 소결체는 파괴인성을 향상시키는 인성기구가 없기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 파괴인성 향상기구로 나노 사이즈의 ZrO₂ 와 Ag 분말을 HAp기지에 분산시켜 SPS방법에 의하여 HAp-Ag와 HAp-ZrO₂복합재료를 제한하였으며 이들의 미세조직과 기계적 특성에 대해 조사하였다.

2. 실험방법

HAp 복합체를 제조하기 위하여 합성된 HAp 분말과 상용 Ag (Aldrich), 상용 ZrO₂ (TOSOH TZ-3Y) 분말을 이용하여 복합 분말을 제조하였다. HAp-Ag 복합체를 제조하기 위하여 Ag는 5, 10vol.%로, 또한 HAp-ZrO₂ 복합체를 제조하기 위하여 ZrO₂는 20 vol.%의 조성비로 하여 230 RPM조건으로 2시간 동안 Al₂O₃ 볼(ball) 300 g과 알코올 400 ml와 함께 볼 밀링한 후 알코올을 제거하기 위하여 80℃의 오븐에서 30시간 건조시켰다. HAp-Ag, HAp-ZrO₂ 복합 소결체를 제조하기 위하여 40 MPa의 압력조건에서 SPS 방법에 의해 제조되었으며 SEM, TEM, XRD를 이용하여 나노 복합재료의 미세조직과 기계적 특성에 대해 고찰하였다.

3. 결과 및 고찰

HAp-5, 10vol.% Ag복합체에서 모두 Ag 입자가 조대 할 경우 HAp와 Ag사이의 계면에서 수축공 (shrinkage cavity)이 관찰되지만 크기가 약 100~200 nm로 작은 경우 수축공은 관찰되지 않았다. 이는 상기한 두 상 간의 열팽창계수 차이에 의한 결과로서 입자크기가 조대 할수록 소결과정 중 수반되는 팽창, 수축의 정도에 기인한 결과이다. biaxial 강도의 경우 Ag입자를 분산 시킴에 따라 단상의 HAp소결체보다 감소하는 경향을 나타내었다. 그러나 HAp-20vol.%

ZrO₂ 복합체의 경우 강도는 어느 소결체보다 높은 약 240 MPa의 값을 나타내었다. 이는 소결 시 ZrO₂분말이 HAp 결정립의 성장을 방해하여 결정립의 크기가 단상의 HAp 소결체보다 작아 강도가 증가한 것으로 사료된다. 파괴인성은 HAp 소결체보다 HAp-5vol.% Ag복합체의 경우 상승한 값을 나타내었다. 이는 연성기구로 도입된 Ag입자가 크랙전파를 위한 에너지를 흡수해 버린 결과로 해석할 수 있다. 그러나 HAp-10vol.% Ag의 경우 인성값이 현저히 감소하는 경향을 나타내었다. 한편 HAp-20vol.% ZrO₂의 경우 파괴인성 측정값이 HAp 소결체보다 증가함을 알 수 있었으며 이는 유기응력 상변태 인성기구에 기인한 것으로 판단된다.

4. 결론

1. HAp-Ag복합 소결체의 경우 Ag의 양이 증가함에 따라 강도는 감소하였다. 파괴인성의 경우 적정량의 5vol.%의 Ag를 HAp기지에 분산 시킴으로서 단상의 HAp 소결체 보다 약 1.4배 향상된 결과를 나타내었으며, 20vol.% ZrO₂입자를 분산시켰을 경우 값은 더욱 증가하여 단상의 HAp 소결체보다 1.8배 향상된 결과를 나타내었다.
2. HAp 기지에 제 2상인 금속을 분산시켜 소결공정에 의해 복합재료를 제조할 경우 가능한 작은 제 2 상의 입자를 균일하게 분산 시킴으로서 계면에서 결함을 최소화 시킬 수 있다.